

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 (1/4)

計畫類別：氣象 海象 地震

計畫編號：MOTC-CWB-101-0-01

執行期間：101年3月9日至101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 101 年 12 月 7 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 (1/4)		
計畫編號	MOTC-CWB-101-0-01		
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	101	執行期間	101年3月9日至101年12月31日
本期經費 (單位：千元)	2,850 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 (%)
	2850	2850	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
			林勝豐
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	<p>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)。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>		
研究成果	1. 完成波浪模式多重網格技術建置之雙向多重網格與單向巢狀網格之校驗分析。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 小時內之差異，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。

2. 與衛星提供的二個風場比較，NCEP/NFS 風場較 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 風場的波浪場因風場與觀測值差異較大，計算出的波浪場亦與觀測值差距較大。
3. 本研究利用多重網格使用較詳細的水深地形，提供局部地區較為詳細的計算，了解使用局部較佳解析度地形對於計算結果的貢獻度，同時避免單向巢狀網格複雜計算程序之優點。計算結果顯示若僅用單一層風場進行計算，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。
4. 造成 SWAN 波高及週期降低的因素，與 SWAN 使用的風場輸入及白沫消散公式，及上游粗網格不同模式的輸入公式有差異有關。經過湧浪及 10m/s 每秒風速所造成風浪之測試及 2005 年資料之測試，結果顯示搭配 NWW3 使用 Tolman and Chalikov 的公式時，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。
5. 本系集預報系統之風場將規劃沿用中央氣象局 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。測試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進行規劃。
6. 完成 HPC 所有預報波浪系統及風場自動化讀取系統移置至新作業平台(Fujitsu)之移植工作。
7. 完成修改在暴潮展示與校驗系統讀取資料庫位址及欄位。本年度也編修系統控制介面，便於預報員操作、傳送檔案至防災中心、及防止操作程序錯誤發生。在資料讀取方面也完成新增讀取各測站水位「修正基準面」欄位的功能，並建置 8 張預報水位時序列圖的選取功能建置。本年度新增一個暴潮模式（大氣風場）展示與校驗功能。

	<p>8. 持續進行藍色公路海象資訊系統及波浪預報模式之維護。本年度由海象中心指示增加 4 條藍色公路航線之預報，並進行模式輸出設定、資料處理程式與網頁編修。本年度並完成航線預報依觀測值調整功能，已上線作業化運轉，藍色公路海象預報系統網頁程式也轉製成壓縮檔格式，並每天自動傳送至指定電腦。另外在 HPC 電腦完成建置藍色公路波浪預報模式之備援系統。</p>
<p>具體落實應用情形</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 藍色公路預報功能對外服務將滿二年，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 101 年 6 月(馬公)、9 月(高雄)及 10 月(馬祖)旅客遊客中心建置藍色公路電子看板，預計於年底在布袋港建置第四個電子看板。 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>
<p>計畫變更說明</p>	<p>(若有)</p>
<p>落後原因</p>	<p>(若有)</p>
<p>檢討與建議 (變更或落後之因應對策)</p>	

(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
1-4 工作時程	20
1-5 計畫產品名稱及驗收標準	22
第二章、波浪模式多重網格(MULTI-GRID)技術之建置	24
2-1 NWW3(VER 3.14)波浪模式概述	24
2-2 雙向多重網格模式之校驗分析	32
2-2-1 多重網格模式概述	32
2-2-2 單一風場之多重網格計算	35
2-2-3 二個風場之多重網格計算	46
2-3 單向巢狀網格模式之校驗分析	62
2-4 多重網格與巢狀網格之比較分析	73
2-5 作業化波浪系統移置新作業平台	73
第三章、SWAN 模式計算區域之適化研究	77
3-1 SWAN (VER. 40.72)模式概述	77
3-2 SWAN 模式與 NWW3 模式使用公式之差異概述	80
3-3 SWAN 使用問題分析	81
3-4 SWAN 使用方案研究	83
3-4-1 湧浪	83
3-4-2 風浪	87
3-4-3 2005 年風浪模擬	93
第四章、系集波浪預報系統之規畫	96

4-1 系集預報成員初步規劃.....	96
4-2 系集預報系統初步規劃.....	113
第五章、暴潮展示系統更新與維護.....	117
5-1 工作項目與內容.....	117
5-2 暴潮展示與校驗系統說明.....	119
5-3 本年度成果.....	122
5-3-1 修改讀取資料庫位址及「修正基準面」欄位.....	122
5-3-2 系統介面修改.....	123
5-3-3 圖檔傳輸至國家防災科技研究中心.....	124
5-3-4 維護報告.....	125
第六章、藍色公路海象資訊系統更新與維護.....	126
6-1 工作項目與內容.....	128
6-2 藍色公路海象預報介紹.....	130
6-3 本年度成果.....	131
6-3-1 含即時資料網頁上線.....	131
6-3-2 模式輸出檔直接匯入資料庫.....	134
6-3-3 觀測資料修正預報功能建置.....	135
6-3-4 電子看板 XML 內容建置.....	138
6-3-5 結果網頁壓縮傳輸.....	141
6-3-6 新增航線.....	142
6-3-7 氣象局 HPC 電腦建置藍色公路波浪預報模式之備援系統.....	146
6-3-8 維護報告.....	146
第七章、結論及建議.....	149
參考文獻.....	152
附件一、建構波浪系集預報系統（1/4）101 年度會議記錄.....	157
附件二、高解析度波浪模式預報系統維護記錄.....	175
附件三、暴潮校驗展示系統與藍色公路海象資訊系統維護記錄.....	185
附件四、基隆馬祖航線波高調整資料結果實例.....	212
附件五、期中報告審查會議紀錄.....	219
附件六、期末報告審查會議紀錄.....	224
附件七、政府科技計畫成果效益報告.....	228

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.....	22
表 3、模式主要參數設定值.....	24
表 4、NWW3 模式風場輸入及白沫消散公式.....	27
表 5、預報產品之檔名.....	33
表 6、波浪觀測站.....	36
表 7、JASON-1 衛星提供的資料規格及準確度.....	38
表 8、OSTM/JASON-2 衛星提供的資料總覽.....	48
表 9、OSTM/JASON-2 衛星提供的資料規格及準確度.....	48
表 10、統計參數分析表(風速).....	49
表 11、新舊作業平台系統執行使用時間比較(2012/11/29 12UTC).....	73
表 12、SWAN 模式風場輸入及白沫消散公式.....	78
表 13、風浪條件下 NWW3 與 SWAN 模式相關公式參數對照表.....	95
表 14、暴潮展示與校驗系統相關資料表格一覽表.....	122
表 15、暴潮展示與校驗系統維護紀錄一覽表.....	125
表 16、藍色公路航線的起迄點現階段即時測站一覽表.....	131
表 17、藍色公路資料表格欄位屬性一覽表.....	135
表 18、6 月 29 日 18 時到 7 月 1 日 18 時波高資料修正統計.....	137
表 19、基隆馬祖航線(8 航段)波高資料修正計算範例.....	137
表 20、高雄馬公航線(四航段)波高資料修正計算範例.....	138
表 21、模式備份策略.....	146
表 22、藍色公路海象資訊系統維護紀錄一覽表.....	146

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、計畫全程之工作流程.....	18
圖 12、第一年之工作流程.....	19
圖 13、大網格格點•及邊界(實線)與小網格格點。及邊界(虛線)示意圖.....	26
圖 14、能量波譜切割方式示意圖.....	28
圖 15、示性波高、波向(左)及主週期(右)分布圖(NCEP/NFS 風場).....	29
圖 16、風浪波高、波向(左)及風浪週期(右)分布圖(NCEP/NFS 風場).....	29
圖 17、主湧波高、波向(左)及主湧週期(右)分布圖(NCEP/NFS 風場).....	30
圖 18、次湧波高、波向(左)及次湧週期(右)分布圖.....	30
圖 19、GSE 範例.....	31
圖 20、不同 NWW3 風浪輸入公式之波譜分布.....	31
圖 21、不同 NWW3 風浪輸入公式之波高、週期歷時分布.....	32
圖 22、多重網格之計算範圍.....	33
圖 23、10 公里網格之地形水深.....	34
圖 24、10 公里網格風場比較圖(左原始圖檔，右模式輸出圖).....	34
圖 25、NCEP/NFS 風場比較圖(上原始圖檔，下模式輸出).....	35
圖 26、多重網格之計算範圍、水深及巢狀網格之計算範圍(0.05 度).....	38
圖 27、波浪觀測站點位分布圖.....	39
圖 28、各測站平均偏差(BIAS)分佈圖(示性波高).....	39
圖 29、各測站均方差(RMS)分佈圖(示性波高).....	40
圖 30、各測站相關係數(CR)分佈圖(示性波高).....	40
圖 31、各測站散射係數(SI)分佈圖(示性波高).....	41
圖 32、各測站平均偏差(BIAS)分佈圖(平均週期).....	41
圖 33、各測站均方差(RMS)分佈圖(平均週期).....	42
圖 34、各測站相關係數(CR)分佈圖(平均週期).....	42
圖 35、各測站散射係數(SI)分佈圖(平均週期).....	43
圖 36、示性波高比較圖(左：無較細網格，右：多重網格，JASON1).....	43
圖 37、示性波高比較圖(上：無較細網格，下：多重網格，JASON1).....	44

圖 38、SI 比較圖(上：無較細網格，下：多重網格，JASON1).....	45
圖 39、多重網格示性波高及平均週期比較圖(左：龍洞，右：花蓮).....	50
圖 40、多重網格示性波高及平均週期比較圖(左：蘇澳，右：龜山島).....	50
圖 41、多重網格示性波高及平均週期比較圖(左：澎湖，右：大鵬灣).....	51
圖 42、多重網格示性波高及平均週期比較圖(左：新竹，右：鵝鑾鼻).....	52
圖 43、多重網格示性波高及平均週期比較圖(左：七股，右：成功).....	53
圖 44、多重網格示性波高及平均週期比較圖(左：臺東外洋測站，右：東沙島)	54
圖 45、多重網格示性波高及平均週期比較圖(左：小琉球，右：金門).....	55
圖 46、多重網格模式與衛星示性波高比較圖(左：0.25 度網格，右：10KM 網格)	56
圖 47、NCEP/NFS、10 公里風場與 ECMWF 模式風場比較圖(上：分析風場，下： 60 小時預報風場).....	57
圖 48、NCEP/NFS、10 公里風場與 JASON2 衛星推測風場比較圖(上：分析風場， 下：60 小時預報風場).....	58
圖 49、雙向多重網格波高 SI 比較圖(分析場，JASON2).....	59
圖 50、雙向多重網格波高 SI 比較圖(60 小時預報場，JASON2).....	60
圖 51、中網格北邊靠大陸側附近海域不同分析風場與衛星 JASON2 風場比較圖 (上為 10 公里風場，下為 NCEP/NFS 風場).....	61
圖 52、單向巢狀網格示性波高及平均週期比較圖(左：龍洞，右：花蓮).....	63
圖 53、單向巢狀網格示性波高及平均週期比較圖(左：蘇澳，右：龜山島).....	64
圖 54、單向巢狀網格示性波高及平均週期比較圖(左：澎湖，右：大鵬灣).....	65
圖 55、單向巢狀網格示性波高及平均週期比較圖(左：新竹，右：鵝鑾鼻).....	66
圖 56、單向巢狀網格示性波高及平均週期比較圖(左：七股，右：成功).....	67
圖 57、單向巢狀網格示性波高及平均週期比較圖(左：臺東外洋，右：東沙島)	68
圖 58、單向巢狀網格示性波高及平均週期比較圖(左：小琉球，右：金門).....	69
圖 59、單向巢狀網格模式與衛星示性波高比較圖(左：0.25 度網格，右：10KM 網 格).....	70
圖 60、單向巢狀網格模式 SI 比較圖(分析風場，JASON2).....	71
圖 61、單向巢狀網格模式 SI 比較圖(60 小時預報風場，JASON2).....	72
圖 62、波浪模式計算波高(上 Hs、下 WIND SEA)在新、舊系統比較圖(左 HPC，右 FUJITSU).....	74
圖 63、波浪模式計算波高(上主湧、下次湧)在新、舊系統比較圖(左 HPC，右 FUJITSU)	75
圖 64、多重網格波浪模式不同網格計算示性波高在新、舊系統比較圖(上:25KM 網格，中:10 公里網格，下:2.5 公里網格，左 HPC，右 FUJITSU).....	76
圖 65、不同 SWAN 風浪輸入公式之波譜分布.....	79
圖 66、不同 SWAN 風浪輸入公式之波高、週期歷時分布.....	80
圖 67、波高分佈圖 (2005/02/01 00:00) (左 NWW3 (1+2)，右 SWAN1).....	82
圖 68、波高分佈圖 (2005/07/17 12:00) (左 NWW3 (1+2)，右 SWAN1).....	82

圖 69、艾利颱風路徑(上)、波高(下左)及風速(下右)分佈圖.....	83
圖 70、NWW3 計算波高分佈圖(WAM3, SWELL)	85
圖 71、波高及平均週期時序列分布圖(122.5E,24N)(WAM3,SWELL).....	85
圖 72、SWAN 計算波高分佈圖(WAM3, SWELL)	85
圖 73、NWW3 計算波高分佈圖(TOLMAN AND CHALIKOV, SWELL)	86
圖 74、波高及平均週期時序列分布圖(122.5E,24N)(TOLMAN AND CHALIKOV, SWELL)	86
圖 75、SWAN 計算波高分佈圖(TOLMAN AND CHALIKOV, SWELL)	87
圖 76、NWW3 計算波高分佈圖(WAM3, WIND WAVE).....	88
圖 77、波高及平均週期時序列分布圖 (WAM3, WIND WAVE).....	88
圖 78、SWAN 計算波高及平均週期分佈圖(WAM3, WIND WAVE).....	89
圖 79、NWW3 計算波高分佈圖(TOLMAN AND CHALIKOV, WIND WAVE).....	90
圖 80、波高及平均週期時序列分布圖 (TOLMAN AND CHALIKOV, WIND WAVE).....	90
圖 81、SWAN 計算波高及平均週期分佈圖(TOLMAN AND CHALIKOV, WIND WAVE)	91
圖 82、NWW3 計算波高分佈圖(WAM4, WIND WAVE).....	92
圖 83、波高及平均週期時序列分布圖 (WAM4, WIND WAVE).....	92
圖 84、SWAN 計算波高及平均週期分佈圖(WAM4, WIND WAVE).....	93
圖 85、波高分佈圖 (2005/02/01 00:00) (左 NWW3 (1+2), 右 SWAN(修正))	93
圖 86、波高分佈圖 (2005/07/17 12:00) (左 NWW3 (1+2), 右 SWAN(修正))	94
圖 87、龍洞測站之波高、週期歷時比較圖(2005).....	94
圖 88、大鵬灣測站之波高、週期歷時比較圖(2005).....	94
圖 89、小琉球測站之波高、週期歷時比較圖(2005).....	95
圖 90、2012/6/6 00UTC 氣象圖	98
圖 91、模式輸入之風速分布圖(第 20 個系集成員).....	99
圖 92、作業化多重網格系集風浪模擬時間示意圖.....	100
圖 93、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)(由上到下為風場、波高(起始條件 1 天前分析場)、波高(起始條件為當時之分析場)).....	100
圖 94、花蓮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)(由上到下為風場、波高(起始條件 1 天前分析場)、波高(起始條件為當時之分析場)).....	101
圖 95、蘇澳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)(由上到下為風場、波高(起始條件 1 天前分析場)、波高(起始條件為當時之分析場)).....	102
圖 96、龜山島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)(由上到下為風場、波高(起始條件 1 天前分析場)、波高(起始條件為當時之分析場)).....	103
圖 97、澎湖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)(由上到下為風場、波高(起始條件 1 天前分析場)、波高(起始條件為當時之分析場)).....	104
圖 98、大鵬灣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)(由上到下為風場、波高(起始條件 1 天前分析場)、波高(起始條件為當時之分析場)).....	105
圖 99、新竹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)(由上到下為風場、波高(起始條件 1 天前分析場)、波高(起始條件為當時之分析場)).....	106
圖 100、鵝鑾鼻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)(由上到下為風場、波高(起始條件 1 天前分析場)、波高(起始條件為當時之分析場)).....	107
圖 101、七股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)(由上到下為風場、波高(起始條件 1 天前分析場)、波高(起始條件為當時之分析場)).....	108
圖 102、成功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)(由上到下為風場、波高(起始條件 1 天前分析場)、波高(起始條件為當時之分析場)).....	109
圖 103、臺東外洋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)(由上到下為風場、波高(起始條件 1 天前分析場)、波高(起始條件為當時之分析場)).....	110
圖 104、東沙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)(由上到下為風場、波高(起始條件 1 天前分析場)、波高(起始條件為當時之分析場)).....	111
圖 105、小琉球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)(由上到下為風場、波高(起始條件 1 天前分析場)、波高(起始條件為當時之分析場)).....	112
圖 106、金門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)(由上到下為風場、波高(起始條件 1 天前分析場)、波高(起始條件為當時之分析場)).....	113
圖 107、系集預報系統規劃項目.....	114
圖 108、校驗統計數據與時序列圖展示畫面.....	118
圖 109、颱風期間暴潮預報網頁展示.....	118
圖 110、暴潮展示與校驗系統架構圖.....	119
圖 111、暴潮展示與校驗系統更新與維護執行流程圖.....	119
圖 112、暴潮展示與校驗系統首頁與控制介面.....	120
圖 113、時序列圖單獨展示與局部放大的功能.....	121
圖 114、暴潮總水位估算表視窗畫面.....	121
圖 115、系統介面有大幅度的修改.....	123
圖 116、按鈕依據預報員操作程序來啟動防止錯誤發生.....	124
圖 117、介面新增「傳送圖檔至防災中心」及預報站選取按鈕.....	125
圖 118、藍色公路海象預報功能系統已納入中央氣象局網站.....	127

圖 119、藍色公路海況單一航段查詢結果.....	127
圖 120、馬公布袋航線客輪依據藍色公路海象預報決定停駛的公告.....	128
圖 121、藍色公路海象預報服務系統架構圖更新.....	129
圖 122、藍色公路海象資訊系統更新與維護執行流程圖.....	130
圖 123、藍色公路海象資訊系統海象即時與預報資訊展示.....	131
圖 124、藍色公路預報網頁(含即時觀測資料)產生作業流程.....	133
圖 125、中文藍色公路預報網頁(含即時觀測資料).....	133
圖 126、英文藍色公路預報網頁(含即時觀測資料).....	133
圖 127、波浪模式輸出檔匯入藍色公路資料庫流程.....	134
圖 128、觀測資料修正預報資料方式示意圖.....	136
圖 129、資訊廠商建置海象測報中心編修的電子看板內容.....	138
圖 130、新增航線作業流程.....	143
圖 131、新增烏石到龜山島航線藍色公路海象預報網頁.....	144
圖 132、新增臺中到平潭航線藍色公路海象預報網頁.....	144
圖 133、新增臺東到蘭嶼航線藍色公路海象預報網頁.....	145
圖 134、新增後壁湖到蘭嶼航線藍色公路海象預報網頁.....	145

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，取而代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



- 瀏覽小技巧**
1. 選取藍色公路航線名稱。
 2. 選取航段，航線分段以約一小時航程劃分。
 3. 瀏覽藍色公路航段過去3小時觀測資料及未來24小時海象預報表及航線圖。
 4. 各港口最新觀測資料來源為交通部運輸研究所臺灣技術研究中心。
 5. 預報資料來源為中央氣象局預報風場及NWW3波浪模式。
- 實驗性產品，海象多變，最大波高有可能達到示性波高的兩倍，請審慎使用。**

即時觀測	澎湖浮標			臺中港		
	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)	-	-	-	-	-	-

臺中至馬公藍色公路第一航段海象預報表
 發布時間: 2012/06/25 06:00
 有效時間: 2012/06/25 08:00 ~ 2012/06/26 07:00

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，船艙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12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）。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	

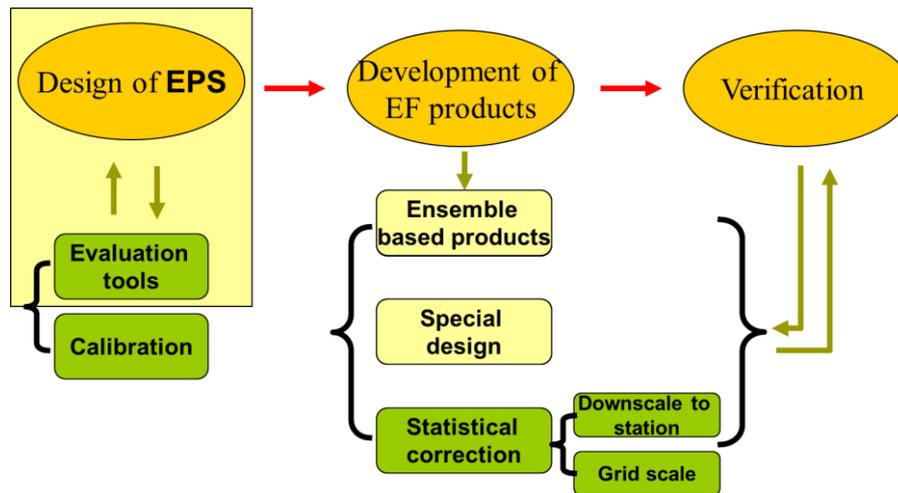


圖 3、中央氣象局系集預報系統架構圖

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 $1.25^{\circ} \times 1.0^{\circ}$ ，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 $1.0^{\circ} \times 1.0^{\circ}$ 、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。

2012/02/02_00z, 240 fest_hr

Ensemble Mean (contour, m) & Spread of Hs

Valid 2012/02/12 00z

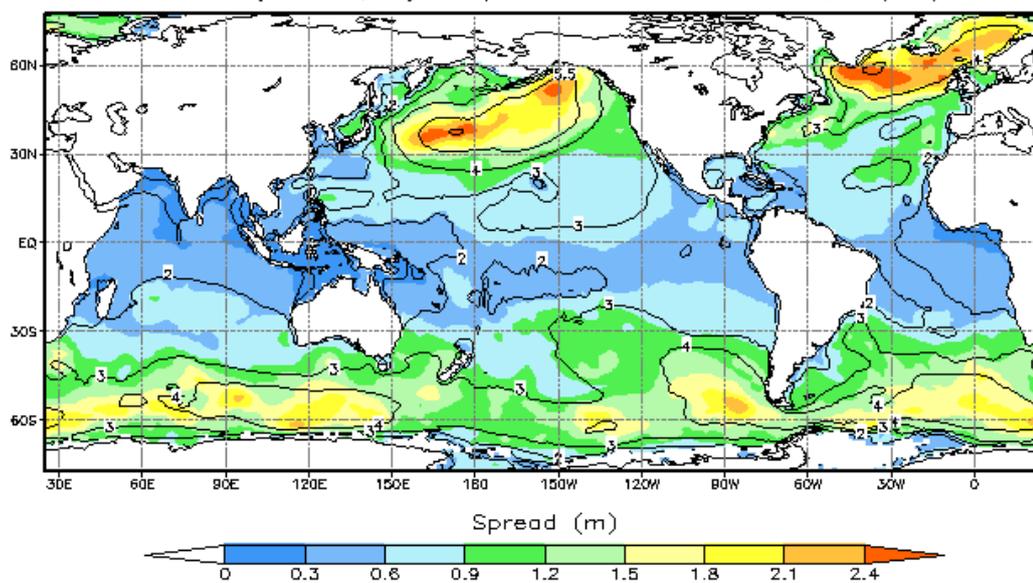


圖 4、波高的系集平均及系集分歧

2012/02/02_00z, 240 fest_hr

Ensemble Members at Hs = 1.0 m

Valid 2012/02/12 00z

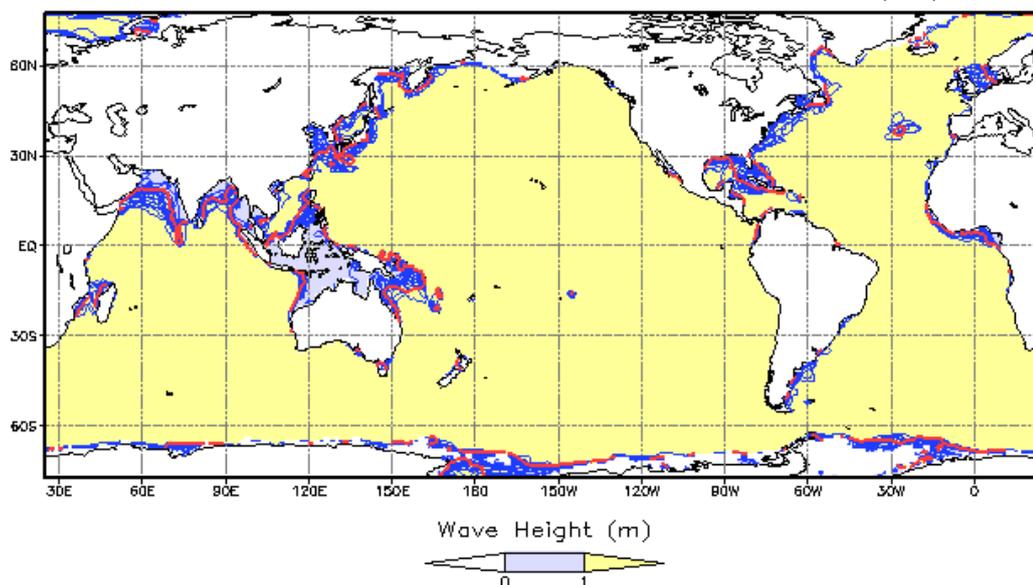


圖 5、波高 1m 的 Spaghetti 分布

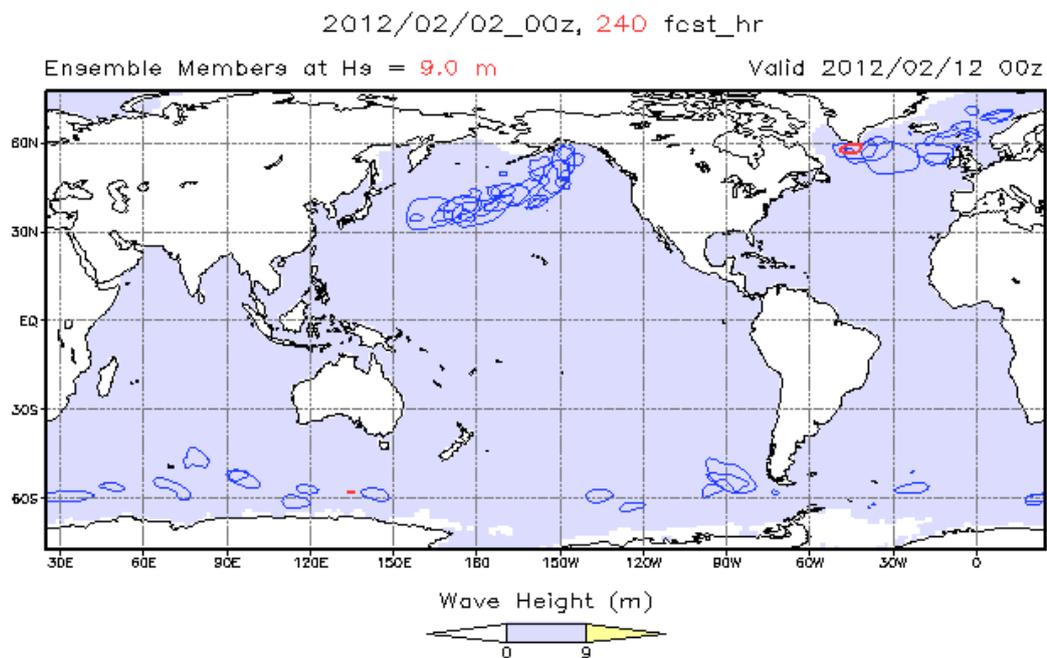


圖 6、波高 9m 的 Spaghetti 分布

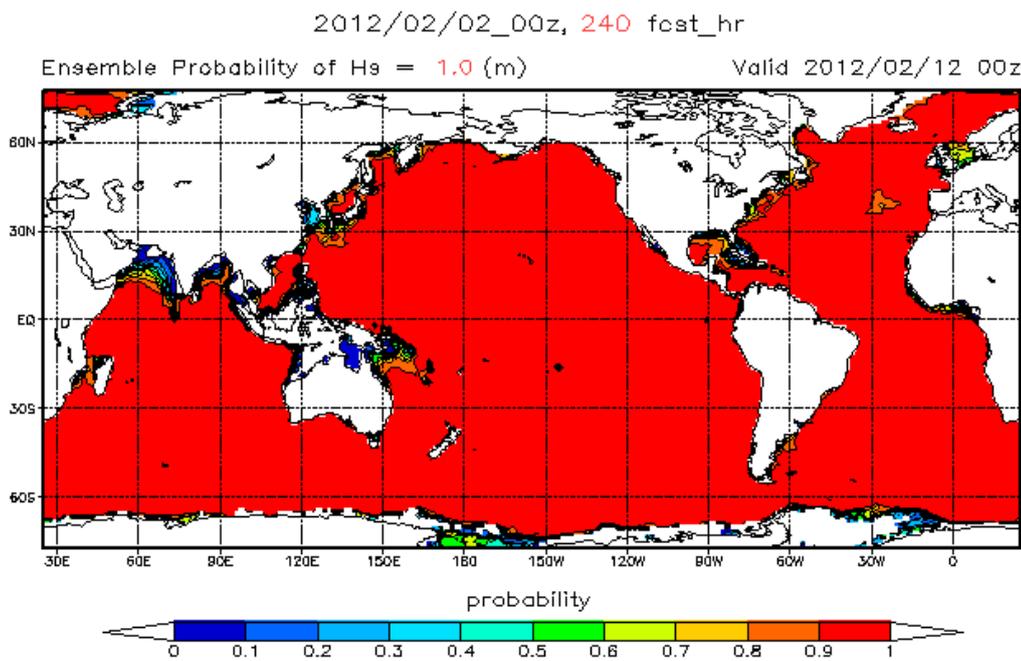


圖 7、波高大於 1m 的機率分布

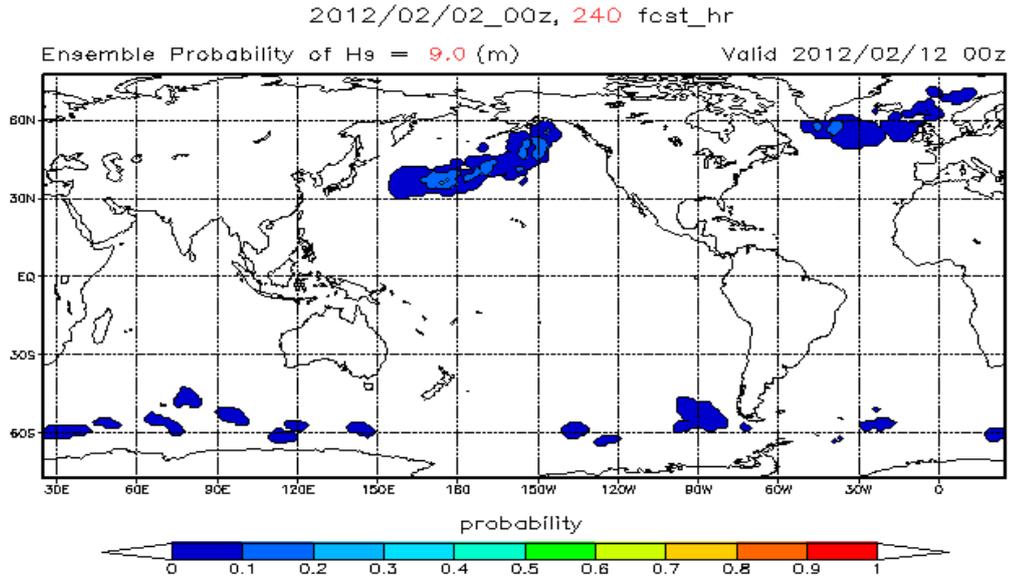


圖 8、波高大於 9m 的機率分布

(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 $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$ ，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。

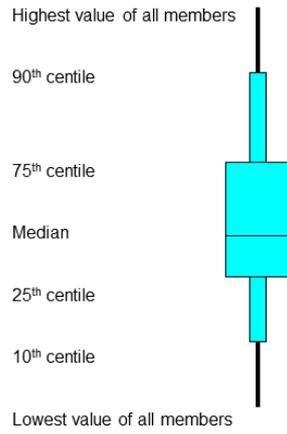
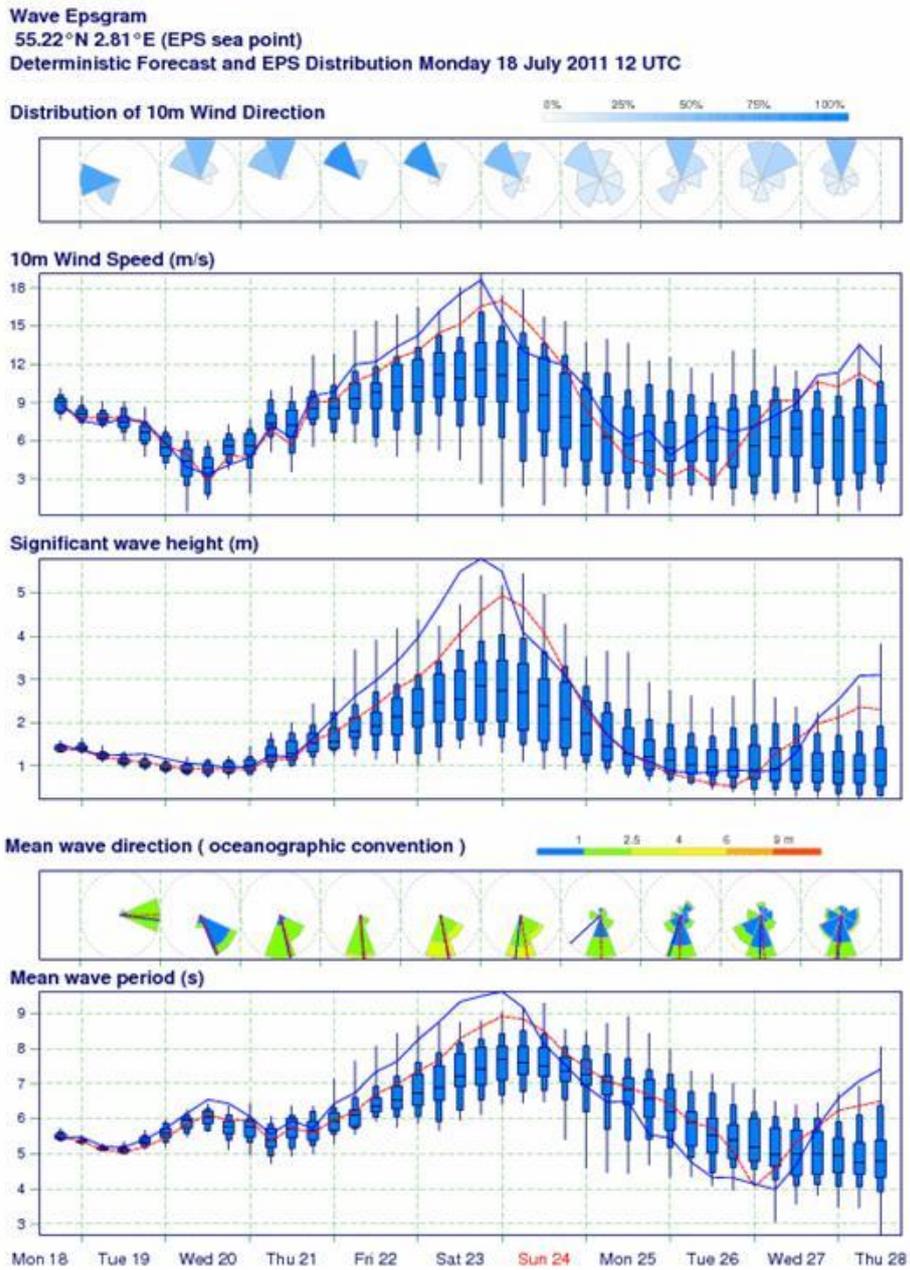


圖 9、盒鬚圖的定義方式



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

本四年計畫分年之工作內容如下：

1. 第一年度之工作內容

臺灣海域發展即時波浪系集預報作業系統之規畫，先改善既有之作業化模式，除了將以多重網格計算取代原有之單向巢狀網格計算方式，亦探討原有近域模式之適用範圍，以提供未來系集預報之元素，並同時訂定未來分年必須達成之工作目標與成果，並蒐集分析相關文獻與資料。

(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).發展系集波浪預報系統之規畫

系集成員(member)的組成有許多不同的方法，可以來自不同預報風場的波浪場，或由一個風的初始場利用不同方法(例如 breeding 法)提供擾動而形成不同風場，以此當作輸入條件所計算得到的波浪場，或藉由改變波浪模式重要參數之數值變化所得到的波浪場，本項工作將蒐集國、內外相關作業系統之資訊，初步評估規劃系集成員組成的方案，同時規畫波浪系集預報有關之驗證、後處理及作業化之配套措施(含產品規劃、硬體需求、資料需求、預報能力及軟硬體相關技術指標等)，以作為系集預報系統建置之依據。

(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增加圖檔傳送功能與介面可以將暴潮預報結果圖檔傳送到指定的外單位伺服器。針對預報員對於系統使用方面的意見進行系統微調改善，讓颱風期間暴潮的展示與預報可以更加便利操作與進行校驗查核。

(5). 藍色公路海象資訊系統更新與維護

持續維護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，除改善已加入的起訖點即時海象展示功能外，預報有效時程的增加也是本年度工作項目。本年度將同時進行藍色公路電子看板內容的規劃與建置，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。

2. 第二年度之工作內容

建立系集波浪預報成員之組成方式分析及其分歧度分析，作為作業化建置之依據。

(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，利用規畫之系集波浪預報成員組成的方式，蒐集過去一年各種系集預報成員所需之輸入資料，進行現報及預報之模擬及分析，以確保適當的系集成員組成方式、系集成員個數及存在適當之分歧度，並作為作業化建置之參考依據。

(2). 系集週邊自動控制系統規畫

規畫系集數值預報模式自動控制技術，以整合系集數值預報模式利用各種可能之不同初始猜測值、邊界條件、不同數值預報模式或不同之物理機制等方式，來產生所需之系集預報成員，可以每日定時的自動化產生進行波浪預報指引所需之系集數值預報成員產品。

(3). 暴潮展示與校驗系統更新及功能加強

第二年度要進行暴潮展示與校驗系統的更新及功能加強，主要工作項目是確保暴潮

展示與校驗系統的正常運作、新增模式暴潮偏差圖的展示功能、新增 1 個暴潮模式結果展示與校驗功能、系統介面改善精進、配合局內規劃對暴潮預報資料建置暴潮預報 2D 及時序列圖展示 KML 檔案以及符合 Common Alerting Protocol (CAP) 通報傳輸協定的檔案產出功能、及建置備援系統。

(4). 藍色公路海象資訊系統更新及功能加強

第二年將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 2 條航線的新增工作、更新藍色公路海象資訊系統網頁內容、調整多重網格波浪模式之輸出作為藍色公路預報使用並延長預報時間、將配合資訊中心所需格式傳輸藍色公路航線預報結果。

3. 第三年度之工作內容

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). 暴潮展示與校驗系統更新及功能加強

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及功能加強

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。

4. 第四年度之工作內容

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).暴潮展示與校驗系統更新及功能加強

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畫，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及功能加強

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。

本計畫全程之工作流程圖如圖11所示，第一年之工作流程則如圖12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。

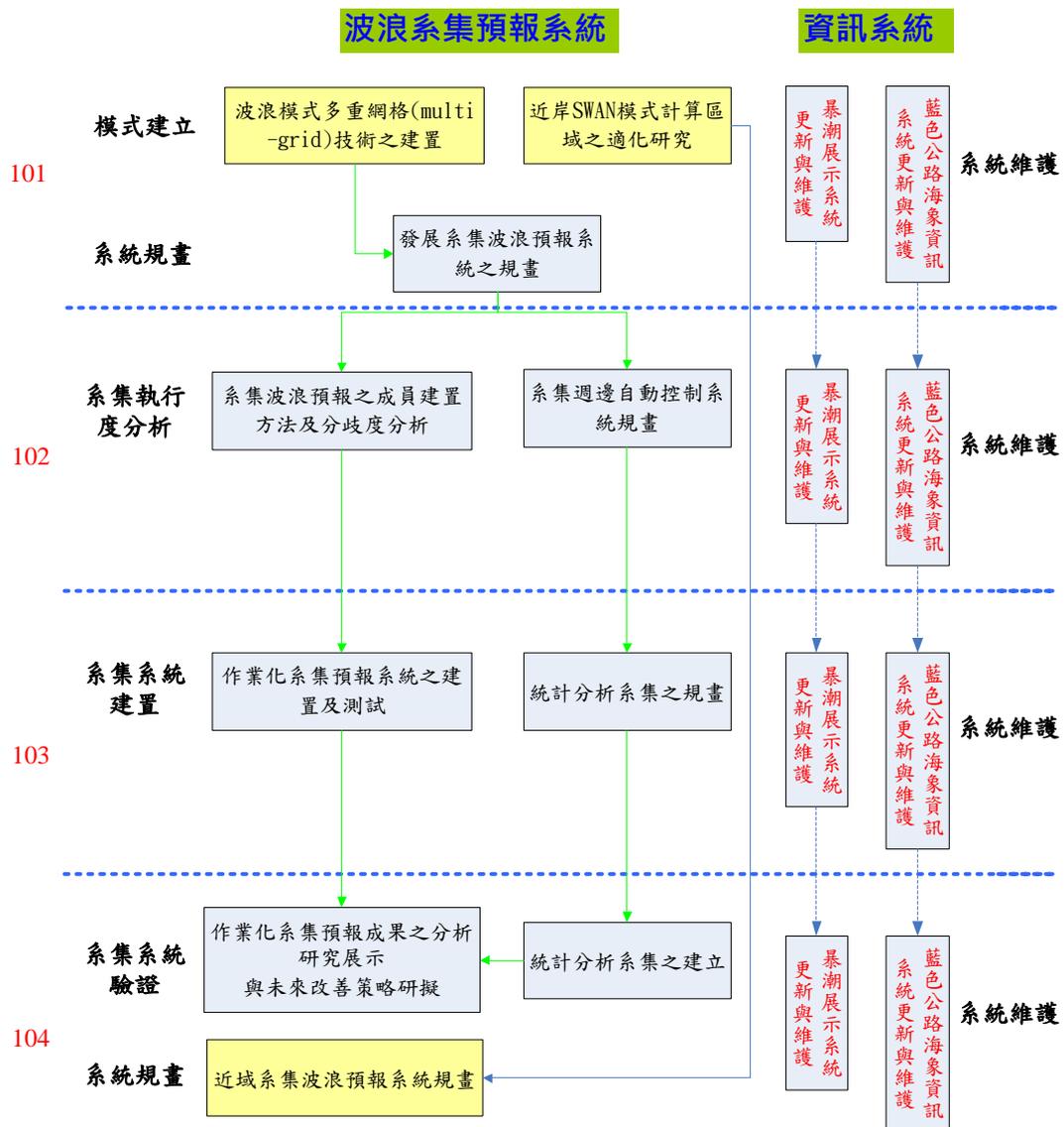
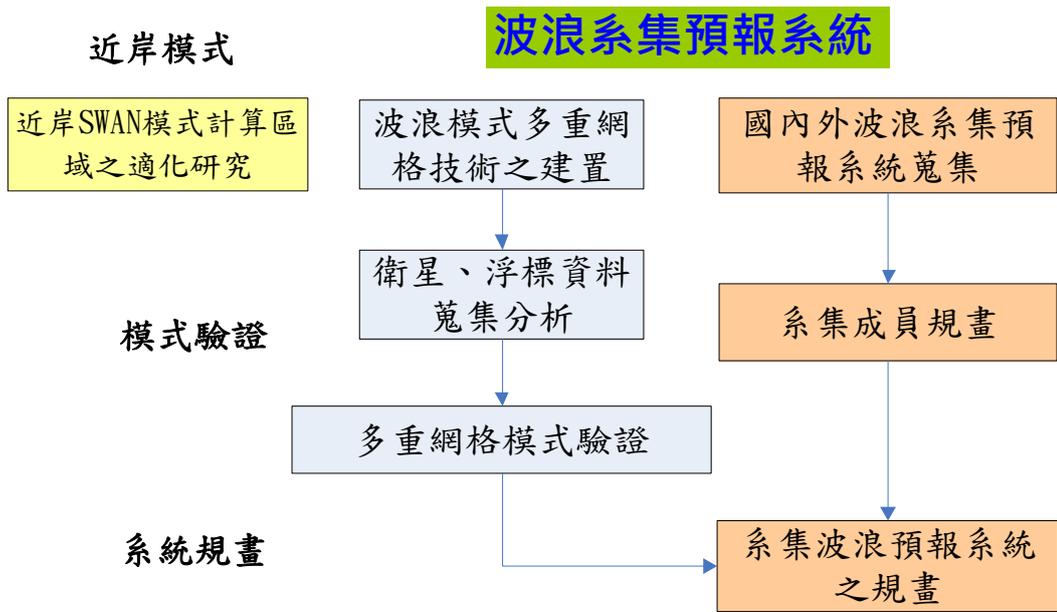


圖 11、計畫全程之工作流程



資訊系統

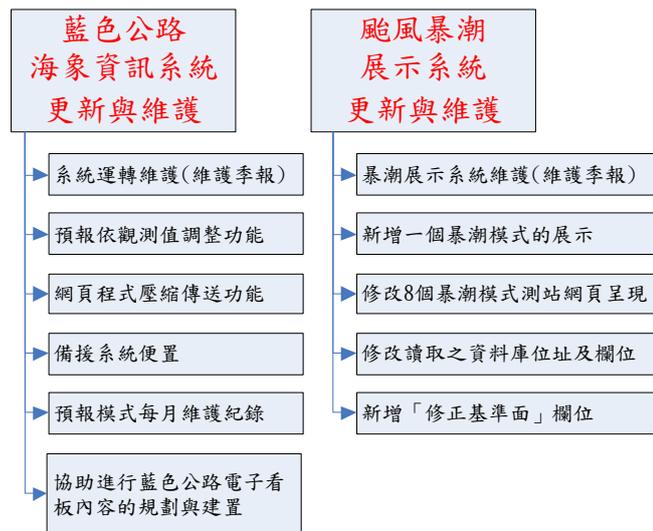


圖 12、第一年之工作流程

1-4 工作時程

工作項目	第1月	第2月	第3月	第4月	第5月	第6月	第7月	第8月	第9月	第10月	第11月	第(期末)月	備註
1. 波浪模式多重網格(multi-grid)技術之建置													
(1)實測資料蒐集	■	■											
(2)多重網格模式校驗分析		■	■	■	■	■	■	■	■				
(3)巢狀網格模式校驗分析		■	■	■	■	■	■	■	■				
(4)多重網格模式與巢狀網格模式比較分析					■	■	■	■	■				
2. 近岸 SWAN 模式計算區域之適化研究													
(1)模式問題分析及解決方案研擬		■	■	■	■	■	■	■	■				
3. 發展系集波浪預報系統之規畫	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
4. 暴潮展示系統更新與維護	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
5. 藍色公路海象資訊系統更新與維護	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
6. 期中報告撰寫				■	■								
7. 期末報告撰寫								■	■				
工作進度估計百分比 (累積數)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100			
預定查核點	第1季:完成多重網格模式校驗分析策略討論 第2季:完成SWAN模式問題分析、國外系集系統蒐集分析、期中報告撰寫 第3季:完成多重網格模式校驗初步分析 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

1-5 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. 波浪模式多重網格 (multi-grid) 技術之建置	101/12/07	<ol style="list-style-type: none"> 1. 大範圍及中範圍多重網格波浪模式之分析場及預報場校驗。(針對中範圍進行校驗，需比較測站及衛星資料，並使用 BIAS、RMS、Cr、SI 參數量化統計) 2. 巢狀網格 (nest) 之校驗分析。(使用本局海象測報中心 100 年度之研究參數，針對中範圍進行校驗，需比較測站及衛星資料，並使用 BIAS、RMS、Cr、SI 參數量化統計) 3. 多重網格與巢狀網格之比較分析。(中範圍) <p>以上內容需於期中(101 年 7 月 6 日)、期末(101 年 12 月 7 日)報告中提出。</p> <p>上述模式使用本局 100 年建置之高解析度 NWW3 波浪模式，大範圍為 99-155°E，1-41°N，解析度 0.25°；中範圍為 110-126°E，9.5-36°N，解析度 10km。</p>
2. 近岸 SWAN 模式計算區域之適化研究	101/12/07	本局巢狀 SWAN 模式與 NWW3 模式之銜接問題分析及解決方案研擬。(期末報告內容驗收)
3. 發展系集波浪預報系統之規劃	101/12/07	<ol style="list-style-type: none"> 1. 系集成員組成規劃。 2. 系集預報作業化規劃設計。(含產品規劃、硬體需求、備份策略、資料需求、權重分析方法、預報能力及軟硬體相關技術指標等) 3. 系集預報有關之後處理規劃。(例如機率產出等...)

4.藍色公路海象預報系統更新與維護	101/12/07	<ol style="list-style-type: none"> 1. 藍色公路海象預報系統運轉維護，每季提出維護報告。 2. 具備各航線預報依觀測值調整功能(所有預報值可依照每小時預報值與觀測值之差值自由調整)，101年4月底完成。 3. 期中報告(101年7月6日)前，需將藍色公路海象預報系統網頁程式轉製成壓縮檔格式，並每天自動傳送之本局指定電腦。 4. 於本局 HPC 電腦建置藍色公路波浪預報模式之備援系統。 5. 藍色公路波浪預報模式每月維護記錄。 6. 新增2至4條新航線本局網頁海象預報展示
5.暴潮展示及校驗系統更新與維護	101/12/07	<ol style="list-style-type: none"> 1. 暴潮展示系統維護，每季提出維護報告。 2. 新增一個暴潮模式(大氣風場)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，須於101年9月底完成建置。 3. 依照本局指定修改本局網頁呈現之8個暴潮模式測站。 4. 配合本局組織改造修改該系統讀取之資料庫位址及欄位。 5. 新增各測站水位「修正基準面」欄位。
6.廠商於期末報告需附上績效報告1份。	101/12/07	<p>期末績效報告1份(依照國科會格式)。</p>
7.配合本局不定期之查訪	101/12/07	<p>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)。</p>

第二章、波浪模式多重網格(multi-grid)技術之建置

本項工作主要針對目前氣象局作業化的二個波浪模式進行驗證比較，包括雙向多重網格模式及單向巢狀網格模式。

然而目前氣象局作業化的多重網格模式包括3層網格，而單向巢狀網格模式僅有2層網格，為了避免計算結果受到第3層網格及風場的影響，因此本研究建置2層的多重網格模式，並蒐集NCEP/NFS及10公里風場資料(包括分析場及預報場)另外執行驗證分析的工作。

在單向巢狀網格的部分，則使用海象測報中心「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」之研究參數，選取相同的計算時段(2011年)，比較分析第2層範圍之計算結果。表3為二個模式主要參數設定值。

表 3、模式主要參數設定值

參數	單向巢狀網格		雙向多重網格	
	大網格(0.25°)	小網格(10km)	大網格(0.25°)	小網格(10km)
Maximum global time step(秒)	3600	3600	3600	1200
Maximum CFL time stepX-Y(秒)	900	150	900	300
Maximum CFL time step k-theta (秒)	3600	3600	3600	600
Mimumum source term time step (秒)	300	5	30	5
Propagation scheme	PR3 Ultimate Quickest Average		PR2 Ultimate Quickest Diffusion	
			Swell age Ts 43200	Swell age Ts 21600
First frequency	0.04118 Hz		0.0417 Hz	
Bottom friction(γ)	-0.067	-0.019	-0.019	-0.019

2-1 NWW3(Ver 3.14)波浪模式概述

目前中央氣象局作業化所使用最新的NWW3版本為3.14版，該版本已於2009年5月公佈，此模式可於網址自由下載(<http://polar.ncep.noaa.gov/waves/wavewatch>)，但需先註冊獲得通知後始可下載。

NWW3屬第三代之風浪模式，所用之控制方程式為求解球面座標之波浪作用力平衡方程式(action balance equation)，如下式：

$$\begin{aligned} & \frac{\partial \mathbf{N}}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial \phi} (\dot{\phi} \mathbf{N}) + \frac{\partial}{\partial \lambda} (\dot{\lambda} \mathbf{N}) + \frac{\partial}{\partial \kappa} (\dot{\kappa} \mathbf{N}) + \frac{\partial}{\partial \theta} (\dot{\theta}_g \mathbf{N}) + \frac{\partial}{R^2 \partial \lambda} (D_{\lambda\lambda} \frac{\partial \mathbf{N}}{\partial \lambda}) + \frac{\partial}{R^2 \cos^2 \phi \partial \phi} (D_{\phi\phi} \frac{\partial \mathbf{N}}{\partial \phi}) \\ & + \frac{D_{\lambda\phi}}{R^2} \frac{\partial^2 \mathbf{N}}{\cos \phi \partial \lambda \partial \phi} = \dot{S} \end{aligned} \quad (1)$$

其中

$$\dot{\phi} = \frac{C_g \cos \theta + U_\phi}{R} \quad (2)$$

$$\dot{\lambda} = \frac{C_g \sin \theta + U_\lambda}{R \cos \phi} \quad (3)$$

$$\dot{\theta}_g = \dot{\theta} - \frac{C_g \tan \phi \cos \theta}{R} \quad (4)$$

$$\dot{S} = \frac{S}{\sigma} C_g^{-1} \cos \phi \quad (5)$$

$$\mathbf{N} = N C_g^{-1} \cos \phi \quad (6)$$

$$\dot{\kappa} = -\frac{\partial \sigma}{\partial d} \frac{\partial d}{\partial s} - \kappa \cdot \frac{\partial U}{\partial s} \quad (7)$$

$$\dot{\theta} = -\frac{1}{\kappa} \left[\frac{\partial \sigma}{\partial d} \frac{\partial d}{\partial m} - \kappa \cdot \frac{\partial U}{\partial m} \right] \quad (8)$$

其中 $N(\lambda, \phi, \theta, \kappa, t)$ 波動密度能譜(wave action density spectrum)， λ 經度、 ϕ 緯度， θ, κ 波浪傳遞方向及波數(wave number)， t 時間， C_g 群波速度， S 源項之波浪能譜(wave energy spectrum)，包括線性風浪交互作用 S_{ln} 、風浪交互作用 S_{in} 、非線性波浪交互作用 S_{nl} 、能量消散(白沫 whitecapping) S_{ds} 、底床摩擦力 S_{bot} 、碎波 S_{db} 、三波交互作用 S_{tr} 、水深引起之波浪散射 S_{sc} 及使用者自行定義的源項 S_{xx} ， $\sigma (=2\pi f_r)$ 波浪頻率， R 地球半徑， $D_{\phi\phi}, D_{\lambda\lambda}, D_{\lambda\phi}$ 擴散係數， U_ϕ, U_λ 流速， d 水深， s, m 波浪前進方向及垂直方向座標。

3.14版之NWW3與2.22版均已使用ANSI標準的Fortran90撰寫，利用模組(module)來取代1.18版使用COMMON指令之include的程式。而與2.22版最大的差別在加入多重網格(multi-grid)之計算，允許網格計算雙向(two-way)之交互作用，同時可以改變彼此不同之波譜解析度，而邊界點可以設在多重網格之外圍點位；以前使用單向巢狀網格，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。而在波譜的解析度設定方面，多重網格計算允許不同網格之差異設定，但在單向巢狀網格則必須一致。

在不同網格的計算其計算的時間間距為了滿足數值穩定都會有所差異，小網格都必須採取較小的計算間距，因此在多重網格的計算中(圖13)，大網格除了如單向巢狀網格計算提供

細小網格的邊界條件外，當大、小網格計算的時間吻合時，大網格在小網格範圍內的計算值 E_i 即會被小網格的計算值 E_j 乘以權重 $\omega_{i,j}$ 合成所取代，如下式。權重 $\omega_{i,j}$ 則根據大、小網格邊界長度的比值而定：

$$E_i = \sum \omega_{i,j} E_j \quad (9)$$

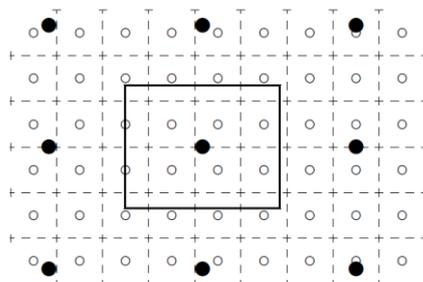


圖 13、大網格格點 • 及邊界（實線）與小網格格點。及邊界（虛線）示意圖

而過去依據水深定義非計算點位(inactive)的方式，現在亦可自行設定非計算點位；而適用在深水之連續性移動網格亦在功能之內。在波譜輸出方面，使用如集水區切割的方式(圖 14)，提供風浪(wind sea)及湧浪(swell)的輸出，如圖 15 至圖 18 所示。風浪(wind sea)的定義是由局部地區(local)的風所產生的波浪，而湧浪則是由別處所產生的波浪傳遞至此，基本上是屬於不同的波浪系統，在 NWW3 模式中，當波齡 (c/u_p) 較小時，即定義為風浪， u_p 與風剪力速度 (u_*) 類似，當其大於波浪的位相速度時，即代表波浪仍然受到風的作用而在發展中，即所謂的風浪，當其利用集水區切割法切割不同的波浪系統，不同的波浪系統的位相速度與 u_p 來進行比較，藉此來區分湧浪及風浪。

在物理意義及數值方法的詮釋上，3.14 版增加了許多的功能及方法，例如在風浪非線性的交互作用上，修正原有 WRT(Webb-Resio-Tracy)的方法；在源項中增加了許多的來源，包括線性的風浪交互作用、碎波、WAM4 模式使用的輸入及消散、水深引起之波浪散射等，至於淺水域發生的三波交互作用目前仍未建置完成；在風應力的表現上，可以允許利用通量參數化、向量的表現方式，使得風應力的方向並不一定需要與風的方向一致。

NWW3 在求解能譜傳輸的數值方法共有 3 種，包括一階上風法及 2 種三階 ULTIMATE QUICKEST 法。然而模式計算過程中由於波譜離散化的因素，會產生所謂的花園灑水器效應 (Garden Sprinkler Effect, GSE)，此導致連續的湧浪場會產生如圖 19 所示之碎裂現象，為了避免這種現象，除了提高方向角度的解析度外，NWW3 在三階的數值方法中提出二種方式，包括 Diffusion 及 Average 法，前者加入擴散項利用湧浪傳遞時間當作擴散參數，後者針對能譜在傳遞方向及垂直方向先行進行平均以減緩碎裂現象的產生。

NWW3 的風浪輸入包括線性(linear)成長風浪交互作用及指數(exponential)成長風浪交互作用，線性成長部分採用 Cavalieri and Malanotte-Rizzoli(1981)提出的經驗式，及 Tolman(1992)

設定門檻避免波浪在頻率低於P-M頻率(Pierson-Moskowitz)的成長。指數成長部分，NWW3共有3種經驗式可供選擇，但因其與白沫消散相互關連，NWW3必須一起考慮(表4)，包括WAM-3(1981,1984)、Tolman and Chalikov(1996)、WAM-4(2008)。茲簡述如下：

WAM-3考慮在風向與浪向小於90度且在波浪頻率高於P-M頻率(Pierson-Moskowitz)的條件下，風才有能量輸入；在白沫消散項依據Hasselmann(1974)提出之Pulse-based模式及Komen(1984)修正的經驗式，不同頻率的衰減為平均波浪尖銳度 $\hat{\alpha}$ 的函數，亦即在不同頻率下會產生共同衰減的現象。Tolman and Chalikov(1996)考慮的交互作用參數 β ，為等同於波長高度的有效風速及該處推力係數的函數，其消散項分別考慮低頻及高頻的消散，並以線性的方式結合，其中低頻消散近似於亂流的能量消散，包括波場高頻能量的混和尺度及不同波浪發展階段的消散經驗式，而高頻消散則與風摩擦速度的平方成正比。WAM-4(2008)的發展基礎係依據Miles(1957)的半線性風浪發展理論及Janssen(1982)的修正，主要考慮大氣邊界層效應及水表面的粗糙度長度，而此粗糙度與波浪剪力有關，此波浪剪力分為波譜解析之波數高頻以下及更高頻的波浪剪力，另其在成長項中另外加入湧浪消散項 S_{out} ，當風海之邊界層雷諾數小於臨界值時，屬於線性黏滯消散，大於臨界值則屬於非線性亂流消散。白沫消散項的部分，其整合前述WAM-3提出之白沫消散(並修正成 S^{WAM4} ，另乘上飽和頻譜 S 後分為未飽和及飽和部分)，與Phillips提出之飽和消散 S^{SAT} 及波浪亂流交互消散項 S^{TURB} 。

圖20為氣象局0.25度計算範圍吹10m/s東風條件下、NWW3不同風場輸入條件(模式設定)之波譜分布，圖21為波高及週期之時序列分布，其中WAM4+為Ardhuin et al. (2008)之調整參數，圖中顯示Tolman and Chalikov(1996)之波高最大，各公式的差距可達68公分，平均週期則以WAM4+之計算值最大，各公式的差距可達1.2秒。

表 4、NWW3 模式風場輸入及白沫消散公式

項目	公式
Linear input (Gavaleri and Malanotte-Rizzoli)	$S_{in}(k, \theta) = 80 \left(\frac{\rho_a}{\rho_w} \right)^2 \sigma g^{-2} k^{-1} \max[0, u_* \cos(\theta - \theta_{out})]^4 G$
Input and dissipation (WAM-3)	$S_{in}(k, \theta) = C_{in} \frac{\rho_a}{\rho_w} \max\left[0, \left(\frac{28u_*}{c} \cos(\theta - \theta_w) - 1\right)\right] \sigma^2 N(k, \theta)$ $S_{ds}(k, \theta) = C_{ds} \hat{\sigma} \frac{k}{\hat{k}} \left(\frac{\hat{\alpha}}{\hat{\alpha}_{PM}} \right)^2 \sigma N(k, \theta)$
Input and dissipation (Tolman and Chalikov)	$S_{in}(k, \theta) = \sigma^2 \beta N(k, \theta)$ $S_{ds,l}(k, \theta) = -2u_* h k^2 \phi \sigma N(k, \theta)$ $S_{ds,h}(k, \theta) = -a_0 \left(\frac{u_*}{g} \right)^2 f^3 \alpha_n^B \sigma N(k, \theta)$ <p>其中</p>

	$10^4 \beta = \begin{cases} -a_1 \tilde{\sigma}_a^2 - a_2 & , \quad \tilde{\sigma}_a \leq -1 \\ a_3 \tilde{\sigma}_a (a_4 \tilde{\sigma}_a - a_5) - a_6 & , \quad -1 < \tilde{\sigma}_a < \Omega_1/2 \\ (a_4 \tilde{\sigma}_a - a_5) \tilde{\sigma}_a & , \quad \Omega_1/2 < \tilde{\sigma}_a < \Omega_1 \\ a_7 \tilde{\sigma}_a - a_8 & , \quad \Omega_1 < \tilde{\sigma}_a < \Omega_2 \\ a_9 (\tilde{\sigma}_a - 1)^2 + a_{10} & , \quad \Omega_2 < \tilde{\sigma}_a \end{cases}$ $\tilde{\sigma}_a = \frac{\sigma u_\lambda}{g} \cos(\theta - \theta_w)$
<p>Input and dissipation (WAM-4 and variants)</p>	$S_{in}(k, \theta) = \frac{\rho_a}{\rho_w} \frac{\beta_{\max}}{\kappa^2} e^Z Z^4 \left(\frac{u_*}{c}\right) \cos^{P_{in}}(\theta - \theta_u) \sigma^2 N(k, \theta) + \sigma S_{out}(k, \theta)$ $S_{ds}(k, \theta) = S_{ds}^{SAT} + S_{ds}^{TURB} + C_{lf} \frac{1-S}{2} S_{ds}^{WAM4} + C_{hf} \frac{1+S}{2} S_{ds}^{WAM4}$ <p>其中</p> $S_{ds}(k, \theta)^{WAM4} = C_{ds} \bar{\alpha}^2 \bar{\sigma} \left[\delta_1 \frac{k}{k} + \delta_2 \left(\frac{k}{k}\right)^2 \right] N(k, \theta)$ $S_{ds}^{SAT}(k, \theta) = \sigma C_{ds}^{SAT} \left\{ \begin{array}{l} C_{ds,6} \left[\max \left\{ \frac{B(k)}{B_r P(kD)} - B_0, 0 \right\} \right]^{P^{sat}} + \\ (1 - C_{ds,6}) \left[\max \left\{ \frac{B'(k, \theta)}{B_r P(kD)} - B_0, 0 \right\} \right]^{P^{sat}} \end{array} \right\} N(k, \theta)$ $S_{ds}^{TURB}(k, \theta) = -2C_{turb} \sigma \cos(\theta_u - \theta) k \frac{\rho_a u_*^2}{g \rho_w} N(k, \theta)$

$$u_* = u_{10} \sqrt{(0.8 + 0.065 u_{10}) 10^{-3}}$$

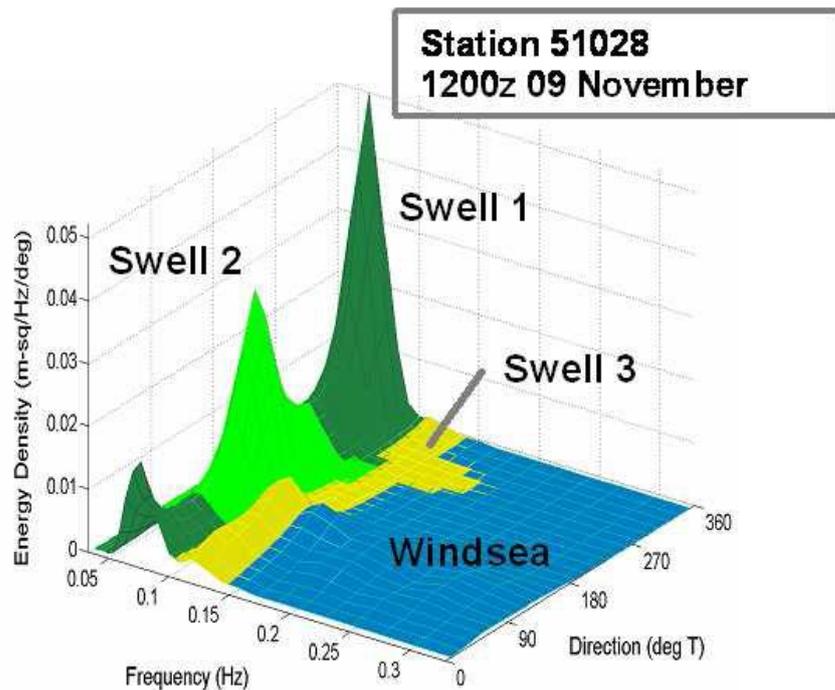


圖 14、能量波譜切割方式示意圖

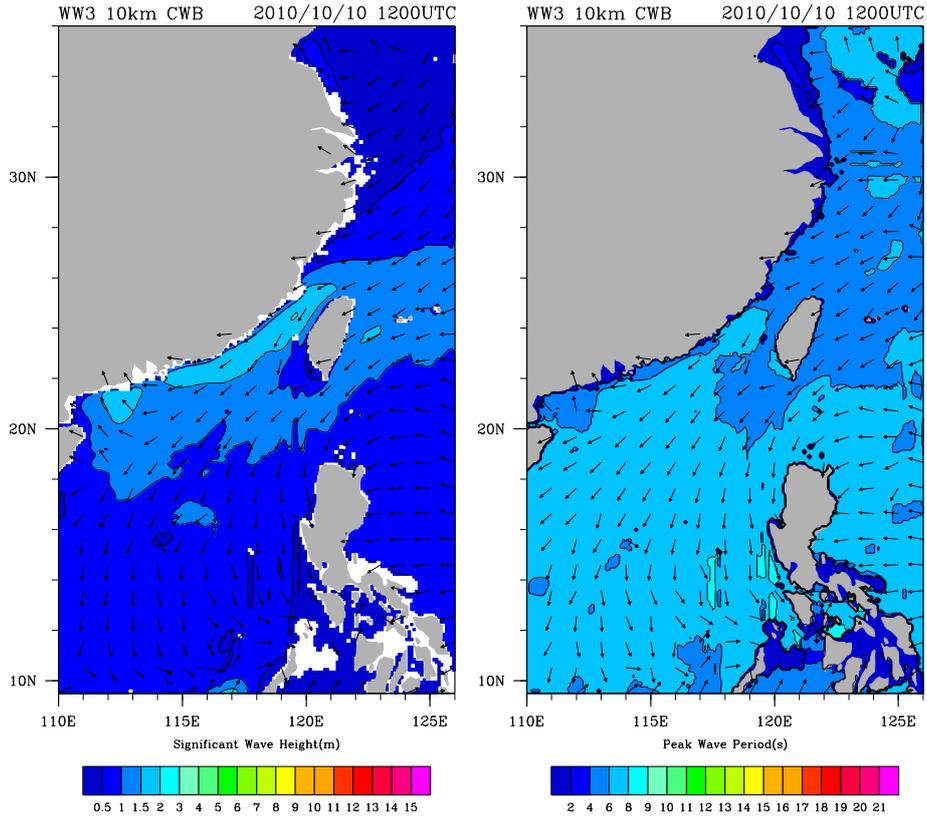


圖 15、示性波高、波向(左)及主週期(右)分布圖(NCEP/NFS 風場)

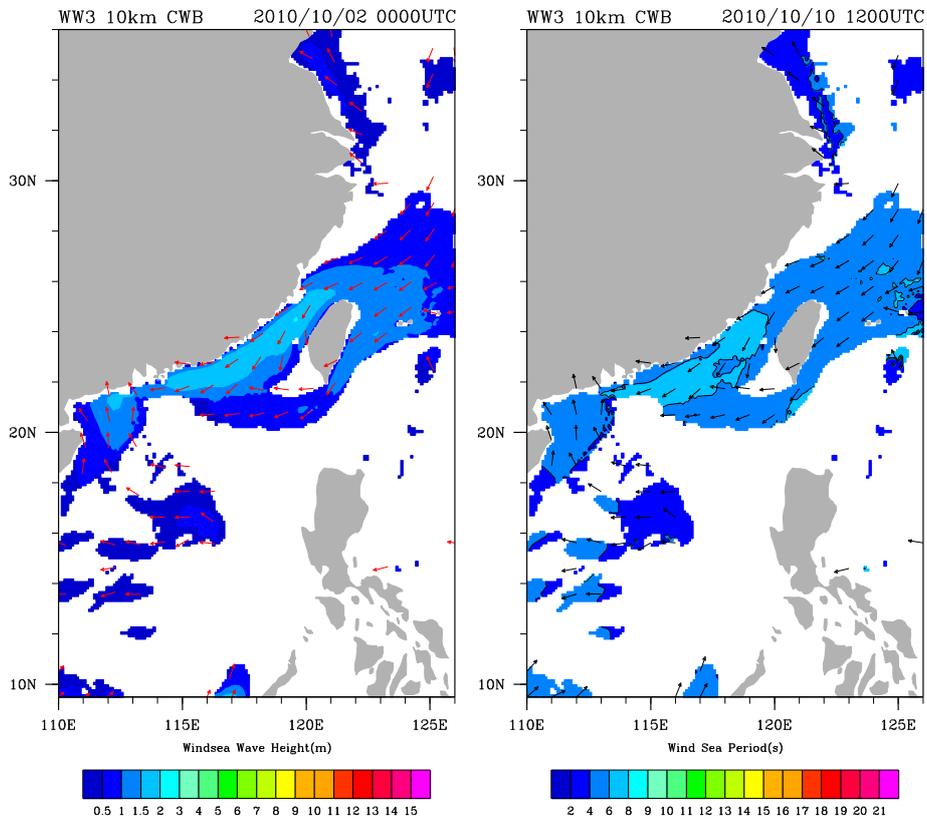


圖 16、風浪波高、波向(左)及風浪週期(右)分布圖(NCEP/NFS 風場)

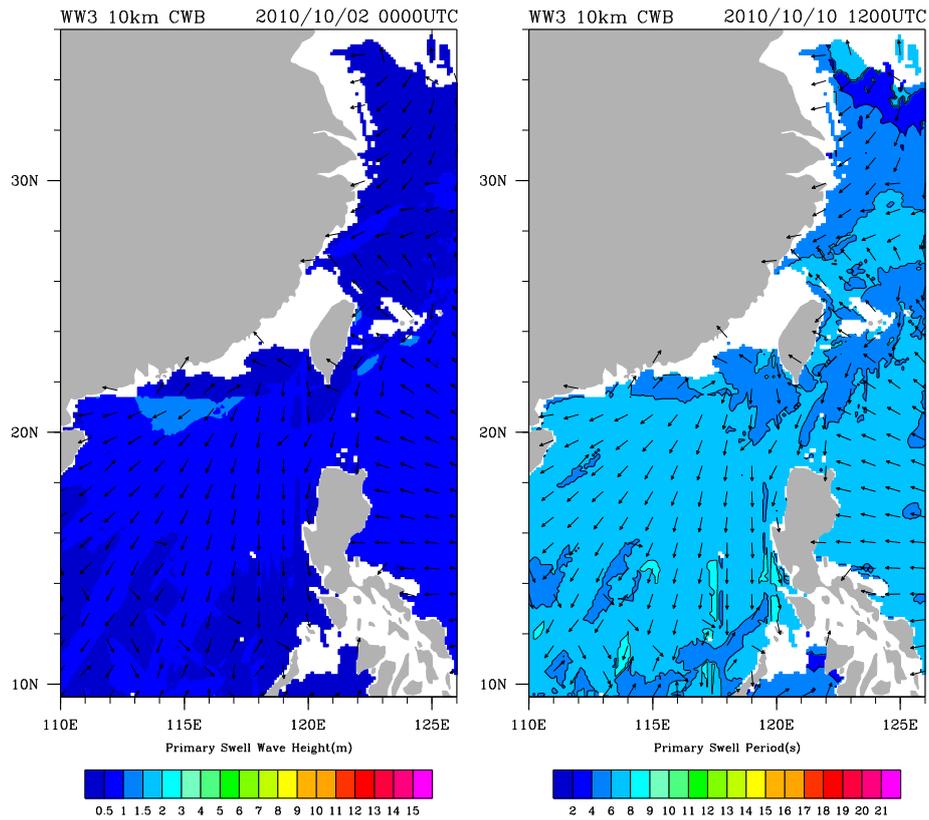


圖 17、主湧波高、波向(左)及主湧週期(右)分布圖(NCEP/NFS 風場)

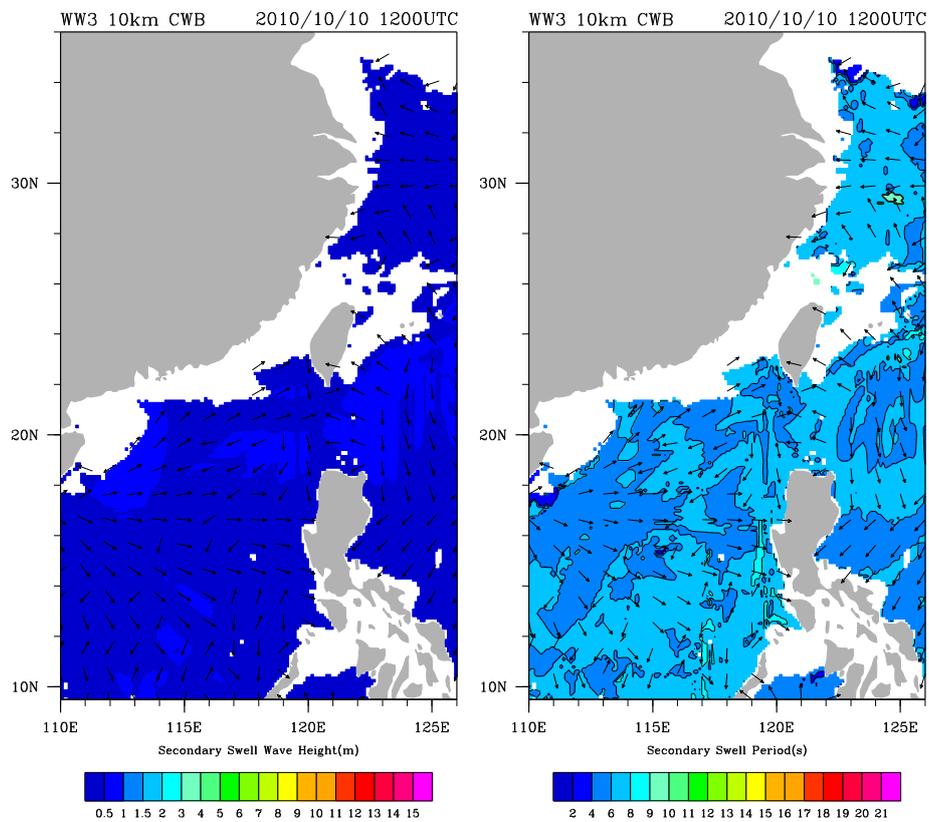
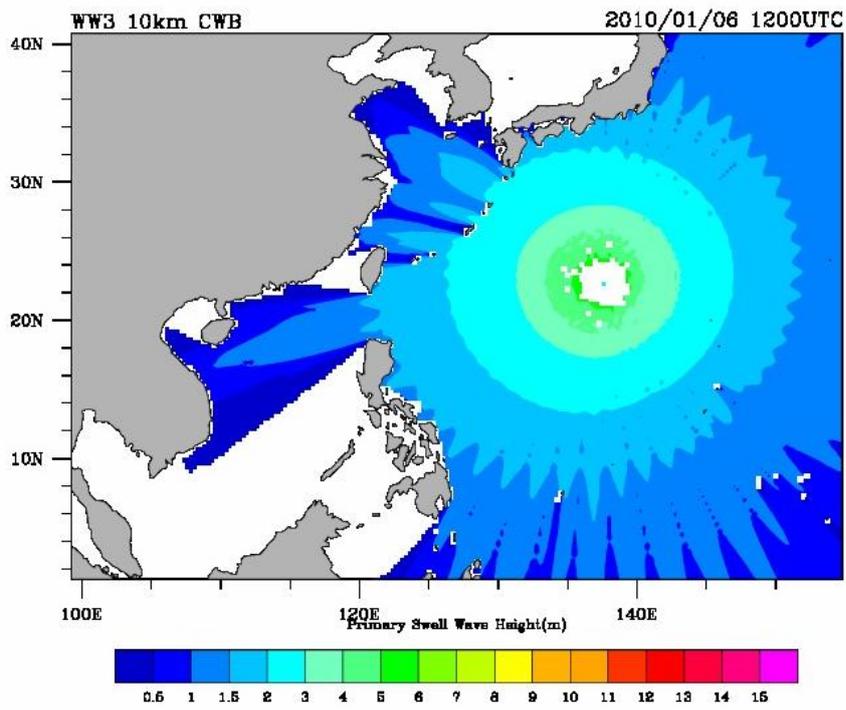
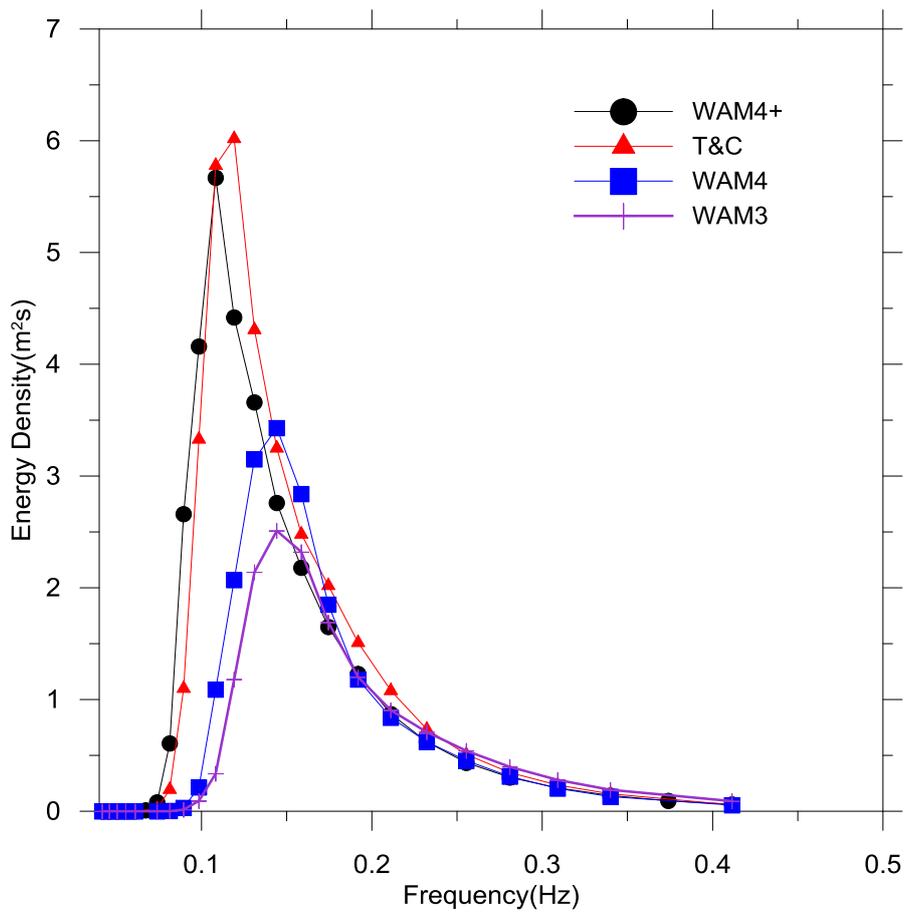


圖 18、次湧波高、波向(左)及次湧週期(右)分布圖(NCEP/NFS 風)



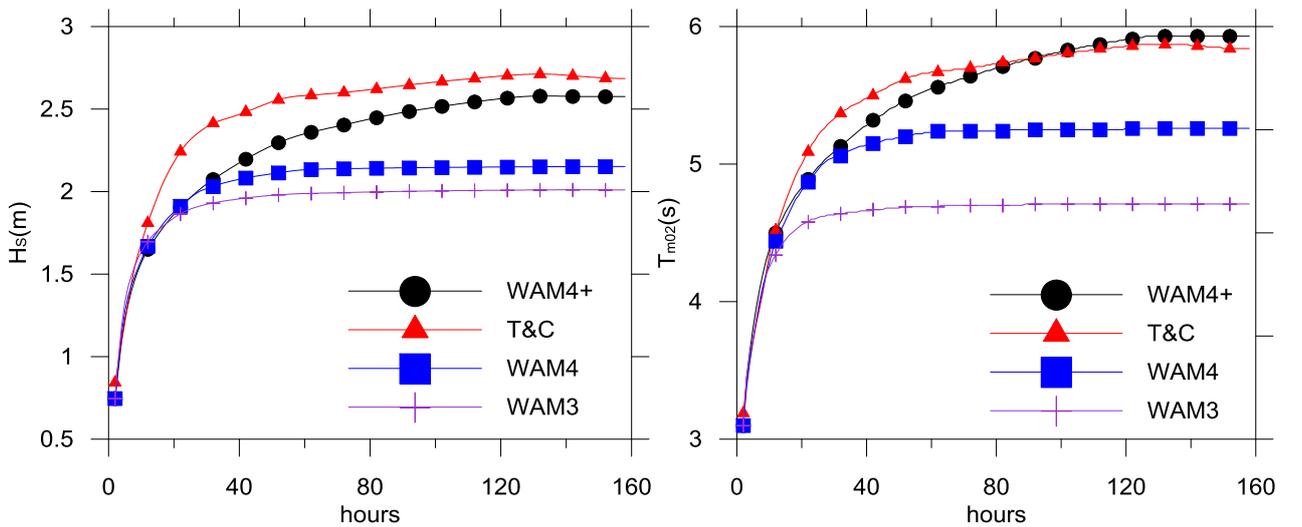
場)

圖 19、GSE 範例



(E122.5 N24)

圖 20、不同 NWW3 風浪輸入公式之波譜分布



(E122.5 N24)

圖 21、不同 NWW3 風浪輸入公式之波高、週期歷時分布

2-2 雙向多重網格模式之校驗分析

2-2-1 多重網格模式概述

多重網格波浪模式有2層計算網格(圖22)，包括第1層使用NCEP/NFS風場之大網格(0.25度)模式、第2層使用10公里網格及氣象局10公里風場等所組成。計算所需風場資料係來自於中央氣象局資訊中心所蒐集之2011年NCEP/NFS及10公里之分析及72小時預報風場，比照現有氣象局多重網格預報系統的作業化模式進行計算，目前該系統每日預報四次(00Z、06Z、12Z、18Z)，每次進行未來72小時的預報，預報內容包括各網格大小之分析波浪場及未來72小時每3小時之波浪場(預報產品檔名之定義如表5)，及針對臺灣四週波浪測站、藍色公路之每小時輸出波浪特性資料，例如示性波高、平均週期、主頻、 T_{m01} 、 T_{m02} 、平均波向等。此外亦配合氣象局WINS格式之輸出、藍色公路、及海象中心的需求(NCL圖檔)傳輸至指定的電腦。

$$T_{m01} = 2\pi E / \left(\int_0^{2\pi} \int_0^{\infty} \sigma F(f_r, \theta) df_r d\theta \right) \quad (10)$$

$$T_{m02} = 2\pi [E / \left(\int_0^{2\pi} \int_0^{\infty} \sigma^2 F(f_r, \theta) df_r d\theta \right)]^{0.5} \quad (11)$$

$$E = \left(\int_0^{2\pi} \int_0^{\infty} F(f_r, \theta) df_r d\theta \right) \quad (12)$$

地形水深資料取自美國NOAA國家地球物理資料中心(NGDC) ETOPO1-1分之地形資料，近台灣海域部分再以海科中心500公尺水深資料取代之，最大計算區域範圍內之地形水深及巢狀網格分布如(圖22)所示，圖23為10公里網格之地形水深。

為確認此模式建置階段使用風場之正確性，比較原始風場與模式輸出之一致性，如圖24及圖25所示。

表 5、預報產品之檔名

附屬檔名	內容	附屬檔名	內容	附屬檔名	內容
grd?.hs	示性波高	grd?.t	平均週期	grd?.dir	平均波向
grd?.phs0	風浪波高	grd?.ptp0	風浪週期	grd?.pth0	風浪波向
grd?.phs1	主湧浪高	grd?.ptp1	主湧週期	grd?.pth1	主湧浪向
grd?.phs2	次湧浪高	grd?.ptp2	次湧週期	grd?.pth2	次湧浪向
		grd?.fp	主頻	grd?.dp	主頻浪向

?分別代表 1(0.25 度網格)、2(10km 網格)、3(2.5 公里網格)

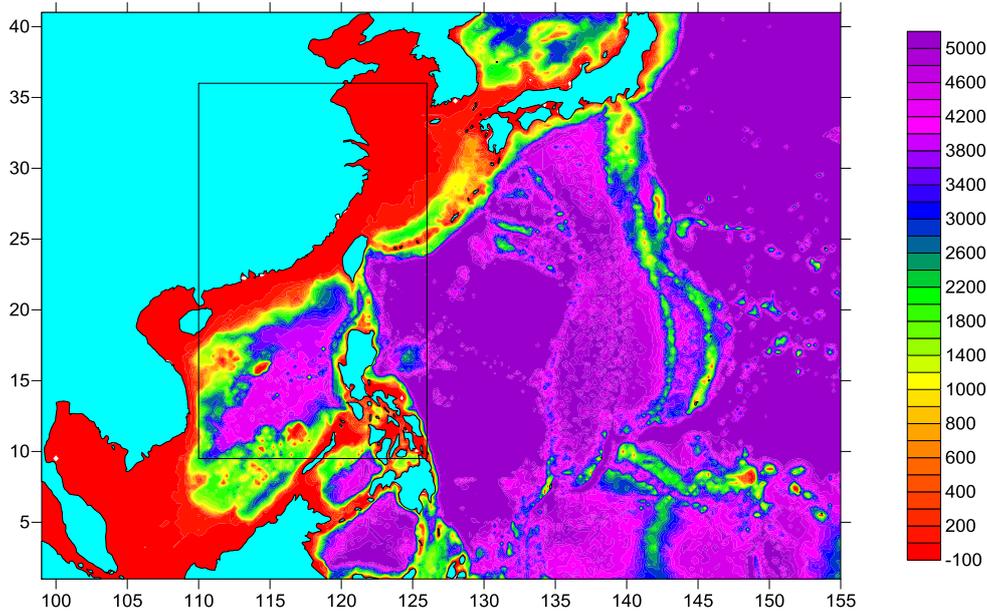


圖 22、多重網格之計算範圍

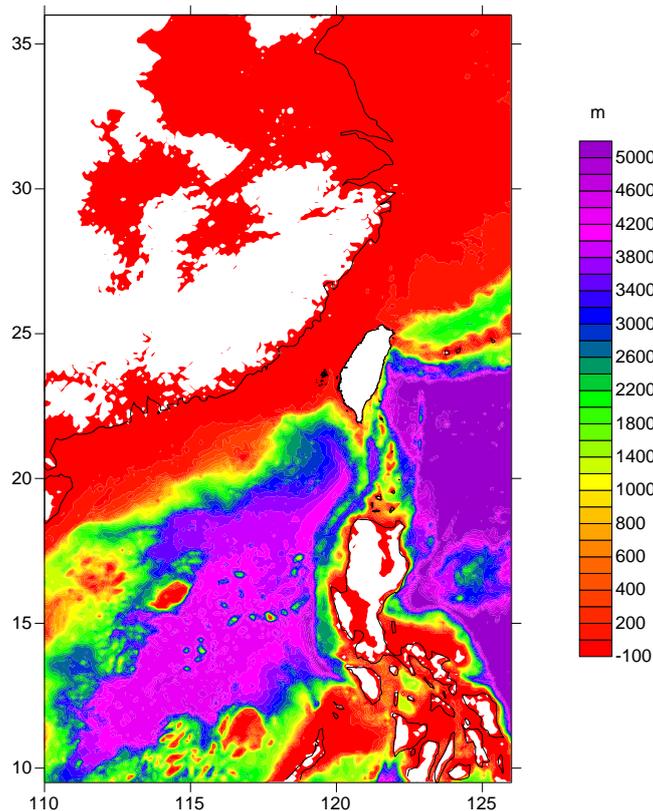


圖 23、10 公里網格之地形水深

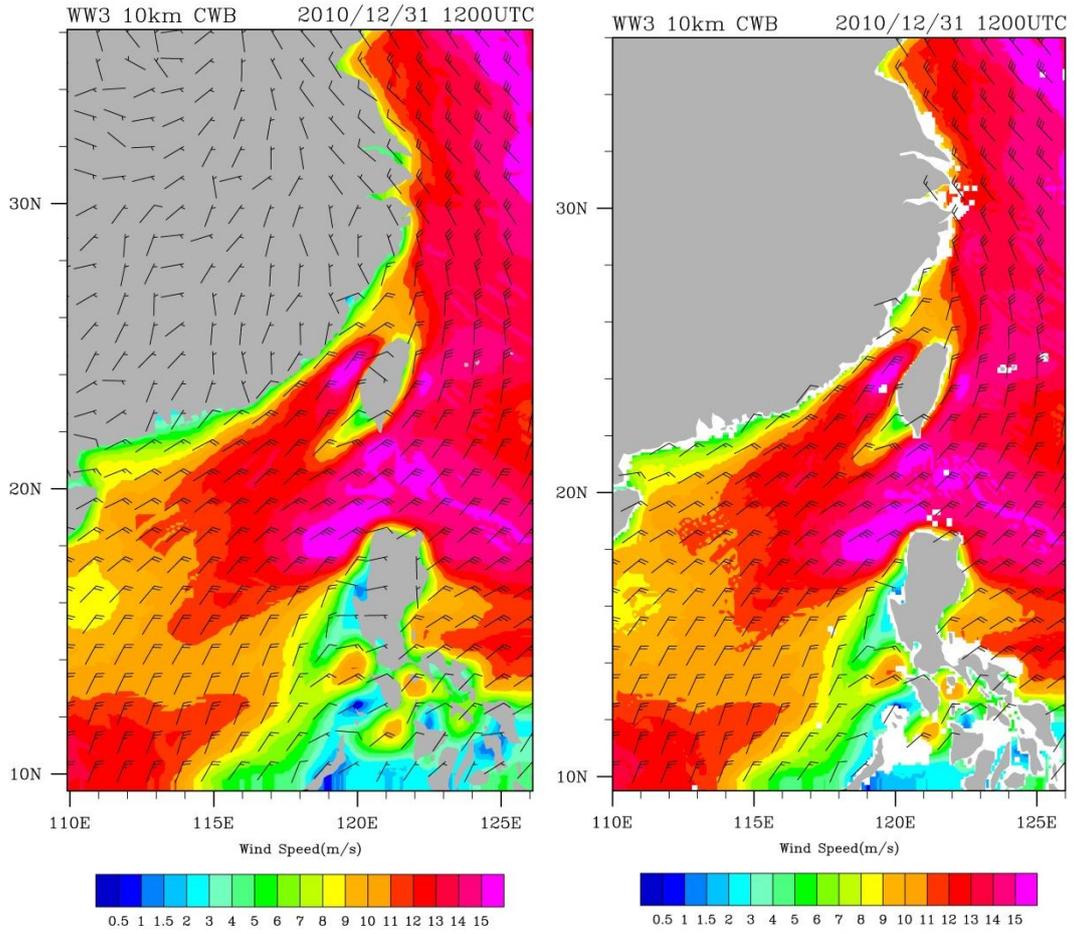
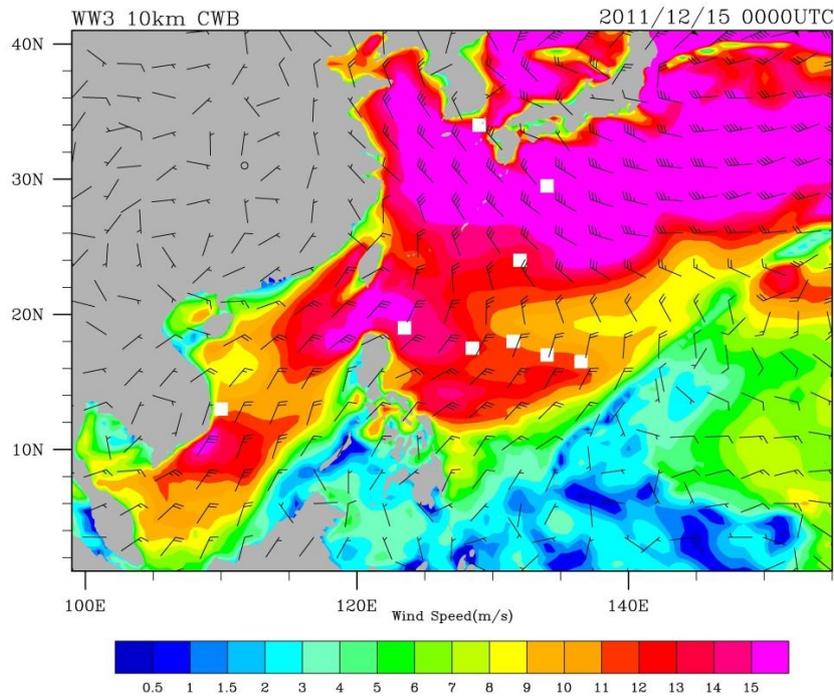


圖 24、10 公里網格風場比較圖(左原始圖檔，右模式輸出圖)



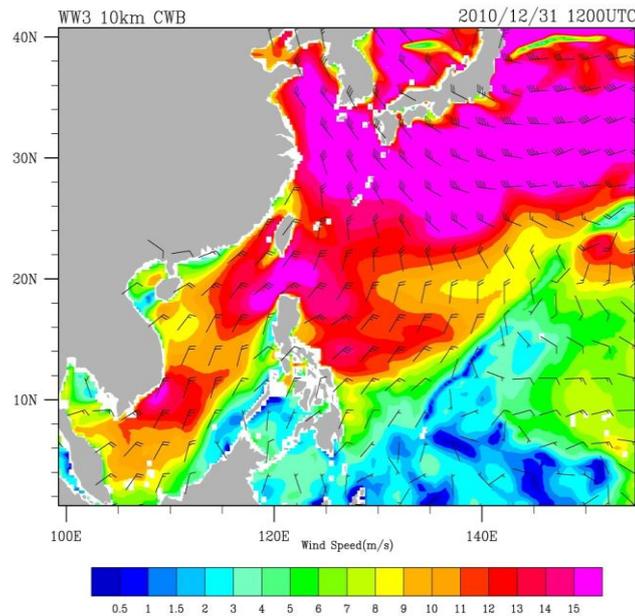


圖 25、NCEP/NFS 風場比較圖(上原始圖檔，下模式輸出)

2-2-2 單一風場之多重網格計算

多重網格計算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之複雜程序。本研究利用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(圖26)，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(表6及圖27)及JASON1衛星觀測資料之進行分析比較。

JASON-1衛星主要是為了接續TOPEX/Poseidon(T/P)監測海平面相關資訊的任務，據此可以進行海洋環流的研究及了解地球氣候的變化，主要由法國CNES及美國NASA共同執行觀測任務，於2001年12月發射升空，此衛星除了提供2~3天及30天延遲的IGDR(interim geophysical data record)及GDR(geophysical data record)的資料外，還提供3小時延遲的OGDR(operational geophysical data record)近似即時資料供作業化模式資料同化之用，此外其任務還支援其他研究計畫，包括氣候變化及預測度計畫、大洋資料同化實驗。JASON-1衛星繞行的高度約為1,336km，每隔10天通過相同位置，在觀測高程的儀器部分，包括Ku頻(頻率13.575GHz)及C頻(頻率5.3GHz)二個頻率的雷達高度計，綜合二者可以得到海平面高度範圍、風速、示性波高及電離層修正。JASON-1衛星提供的IGDR及GDR產品及其資訊準確度如

表7所示，其中在風速部分，共提供三種風速資訊供參考，包括：

- 1.使用Ku頻背散射係數及使用 Vandemark & Chapron機制推算示性波高所組成的經驗公式所推算的海平面10m高風速(wind_speed_alt)，其精度可達2m/s。
- 2.使用亮度溫度(brightness temperature)推算的風速(wind_speed_rad)，其係數已經迴歸統計修正過。
- 3.ECMWF大氣模式在東西向及南北向的風速，在北大西洋的最好精度可達2m/s及20度的精度，南太平洋5m/s及40度的精度。

圖28至圖35為各測站之模式計算結果(波高、週期)與實測資料之統計參數比較圖，藉以量化模式計算結果與觀測值之差異程度，包括平均偏差(BIAS)、均方差(RMS)、相關係數(CR)及分散指數(SI)等。波高部分，多重網格之計算結果中均較無細網格之計算結果更接近觀測值，除了大鵬灣及金門測站稍差外。週期部分，多重網格之計算結果中在平均偏差方面均較無細網格之計算結果更接近觀測值，除了新竹及七股測站稍差外；在均方差方面，除了龜山島、大鵬灣及新竹測站稍差外，多重網格之計算結果亦較優；相關性方面，多重網格之計算結果在其中七個測站較優；分散指數方面，多重網格之計算結果在其中八個測站較優。計算結果同時與JASON-1衛星的觀測波高資料進行比較(圖36)，二者與觀測資料之相關性差異不大但多重網格略佳，主要因為在此測試條件所使用的較細網格範圍較小，且與衛星比較的網格大小為0.25度，故效果較不明顯。圖37為台灣附近(SWAN0.05度計算網格範圍)之計算波高與JASON-1衛星的觀測波高資料比較圖，亦顯示出二者與觀測資料之相關性差異不大但多重網格略佳的現象(五年內共約1991點)。至於圖36中少數衛星觀測值偏大的現象，不在本研究之討論重點範圍內因此不另加討論之。

衛星資料量測間格為1秒，顯示點間距約為7公里，而軌道間隔約為280公里，同時這5年間軌道有移置故顯示的軌道間格約為140公里，圖35為1度×1度平均之分散指數分布圖，圖中顯示二者差異不大，僅多重網格因細網格的關係在台灣海峽內之分布較佳，而模式範圍四周之分散指數均較大，可能與都是邊界有關，而NWW3之開放邊界允許能量自由傳出，能量之傳入與風速大小有關，故此現象應是無較大範圍的計算可以提供邊界值所致。

整體而言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。

表 6、波浪觀測站

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

表 7、JASON-1 衛星提供的資料規格及準確度

	IGDR (3 days)		GDR (30 days)	
	Spec	Performance	Spec	Performance
Altimeter noise (cm) (H1/3=2m, σ =11dB) 1Hz	1.7	1.6	1.7	1.6
Sea State Bias (%H1/3)	1.2%	1% *	1.2%	1% *
Ionosphere (cm)	0.5**	0.5**	0.5**	0.5**
Dry Tropo (cm)	0.7	0.7	0.7	0.7
Wet Tropo (cm)	1.2	1.2	1.2	1.2
Corrected Range (RSS, cm) (H1/3=2m, σ =11dB) 1Hz	3.3	3	3.3	3
Orbit (radial component) (cm)	4	2.5	2.5	1.5
Corrected Sea Surface Height (RSS,cm) (H1/3=2m, σ =11dB) 1 Hz	5.2	3.9	4.2	3.3
Wave Height H1/3 (m or %H1/3, whichever is greater)	0.5 or 10%	0.4 *** or 10%	0.5 or 10%	0.4 *** or 10%
Wind Speed (m/s)	1.7	1.5 ***	1.7	1.5 ***

* improvement studies in progress

** after filtering over 100 km

*** after bias calibration

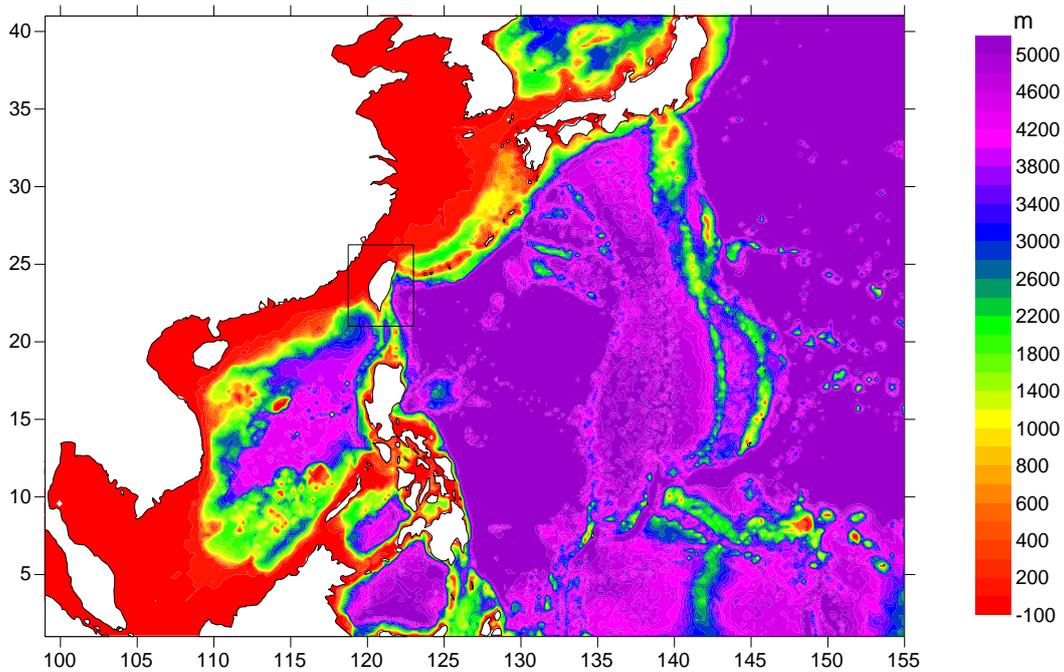


圖 26、多重網格之計算範圍、水深及巢狀網格之計算範圍(0.05 度)

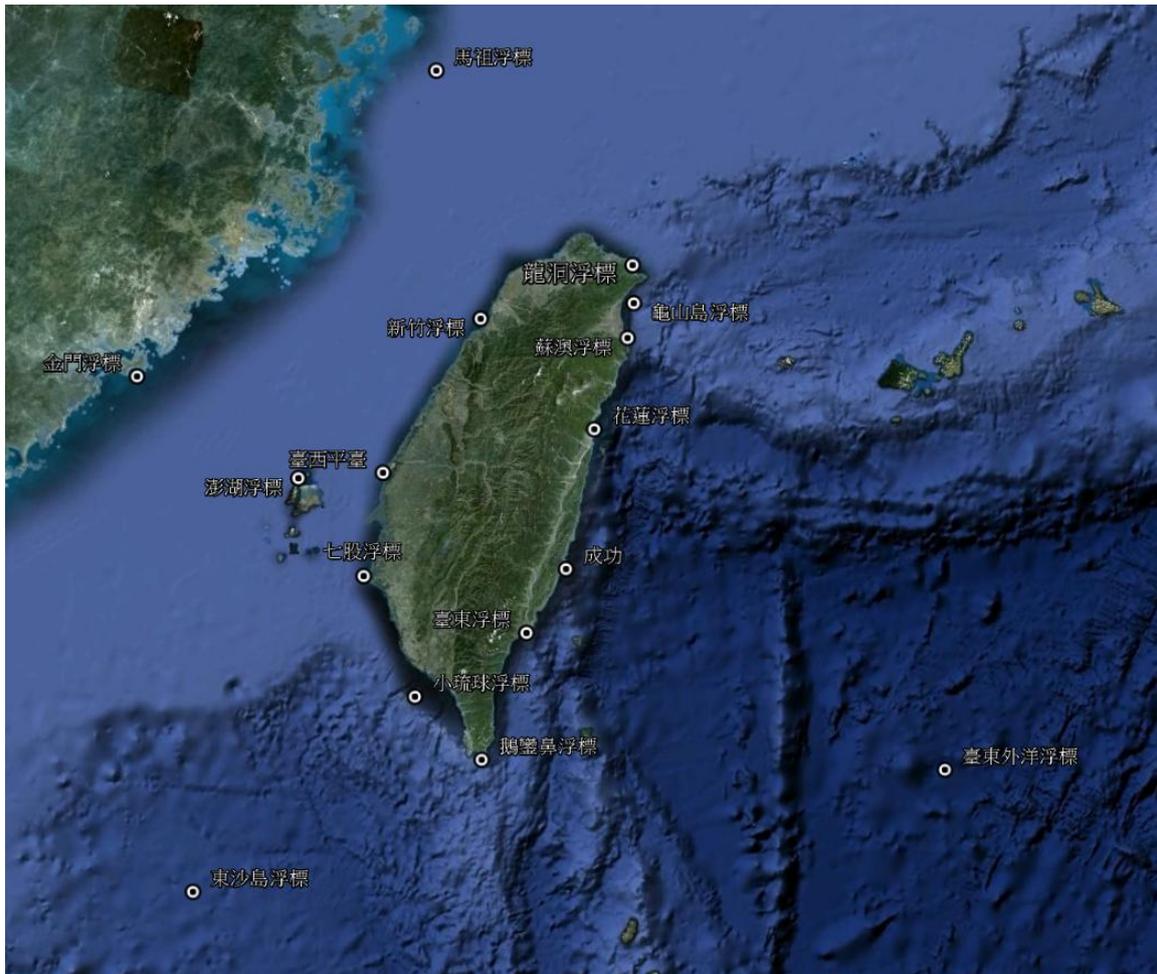


圖 27、波浪觀測站點位分布圖

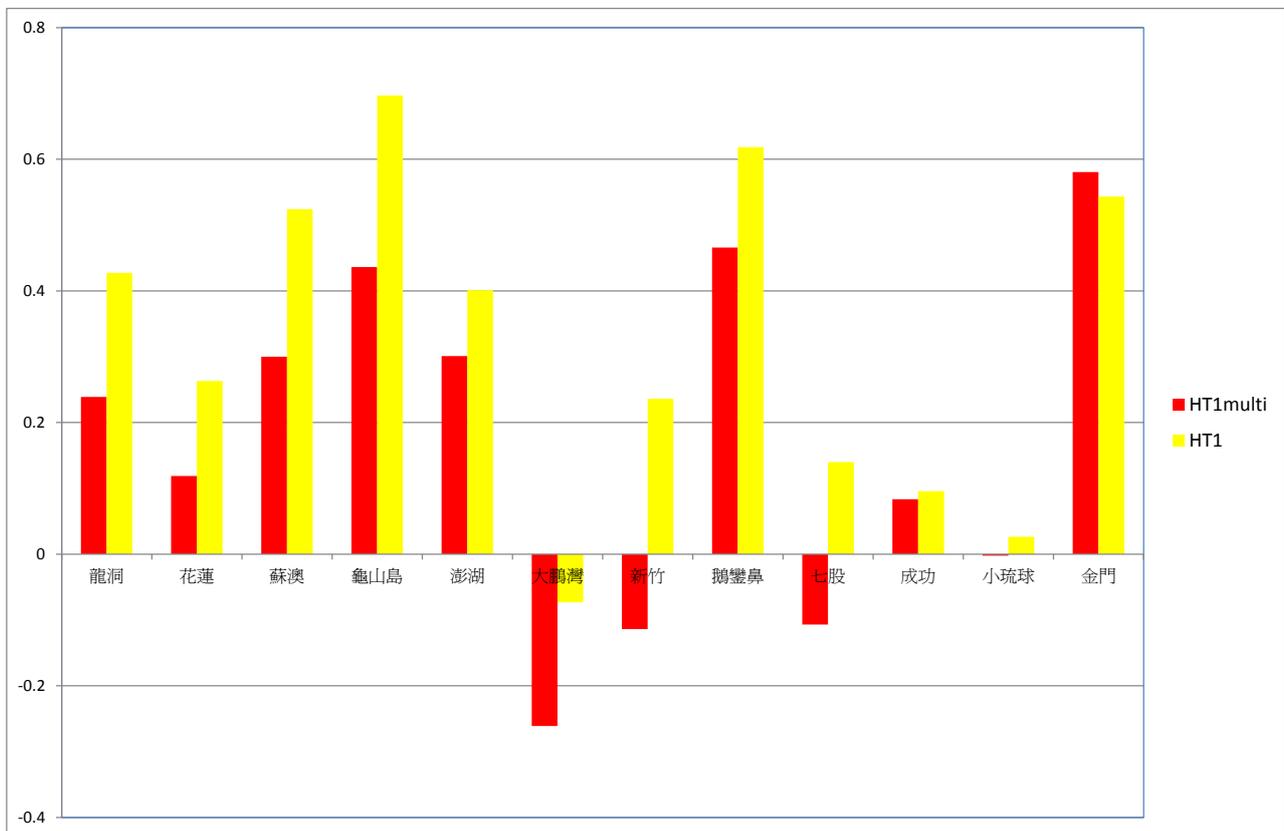


圖 28、各測站平均偏差(BIAS)分佈圖(示性波高)

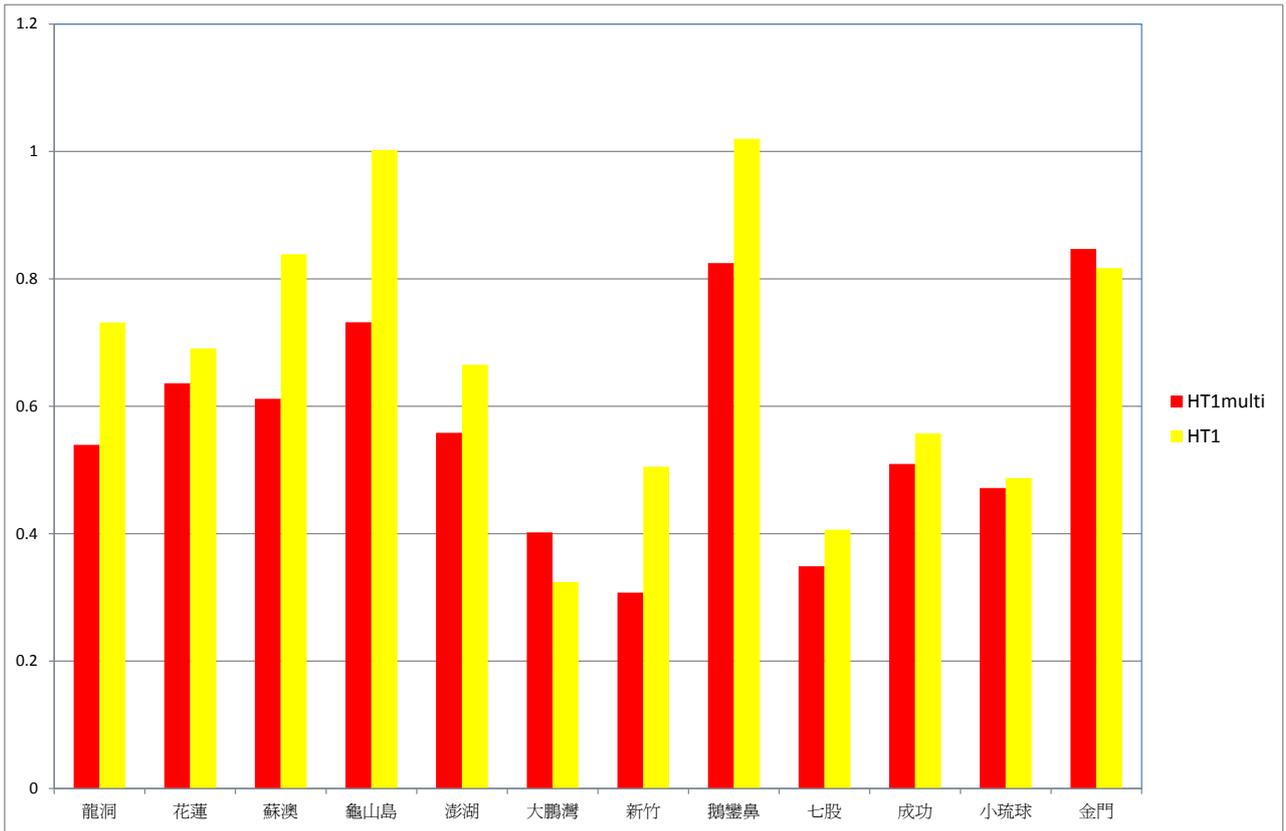


圖 29、各測站均方差(RMS)分佈圖(示性波高)

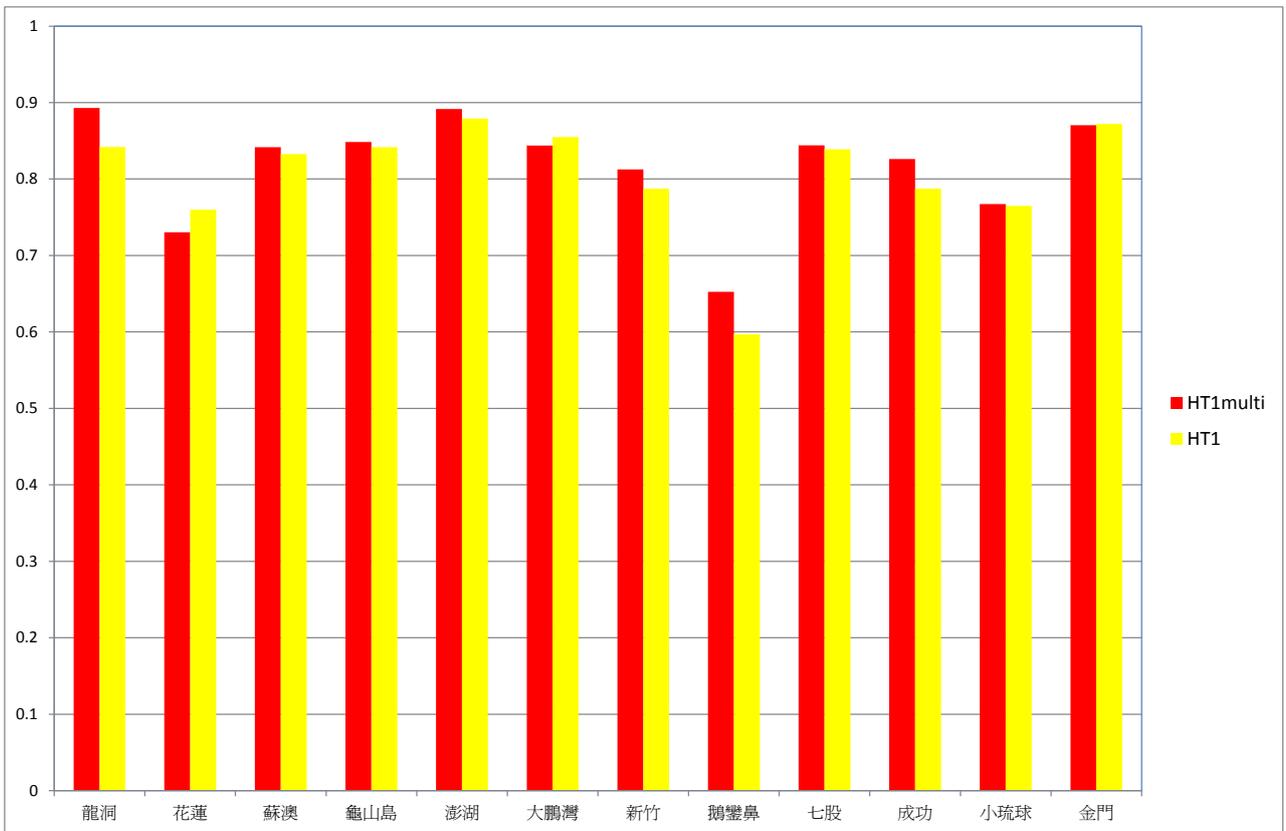


圖 30、各測站相關係數(CR)分佈圖(示性波高)

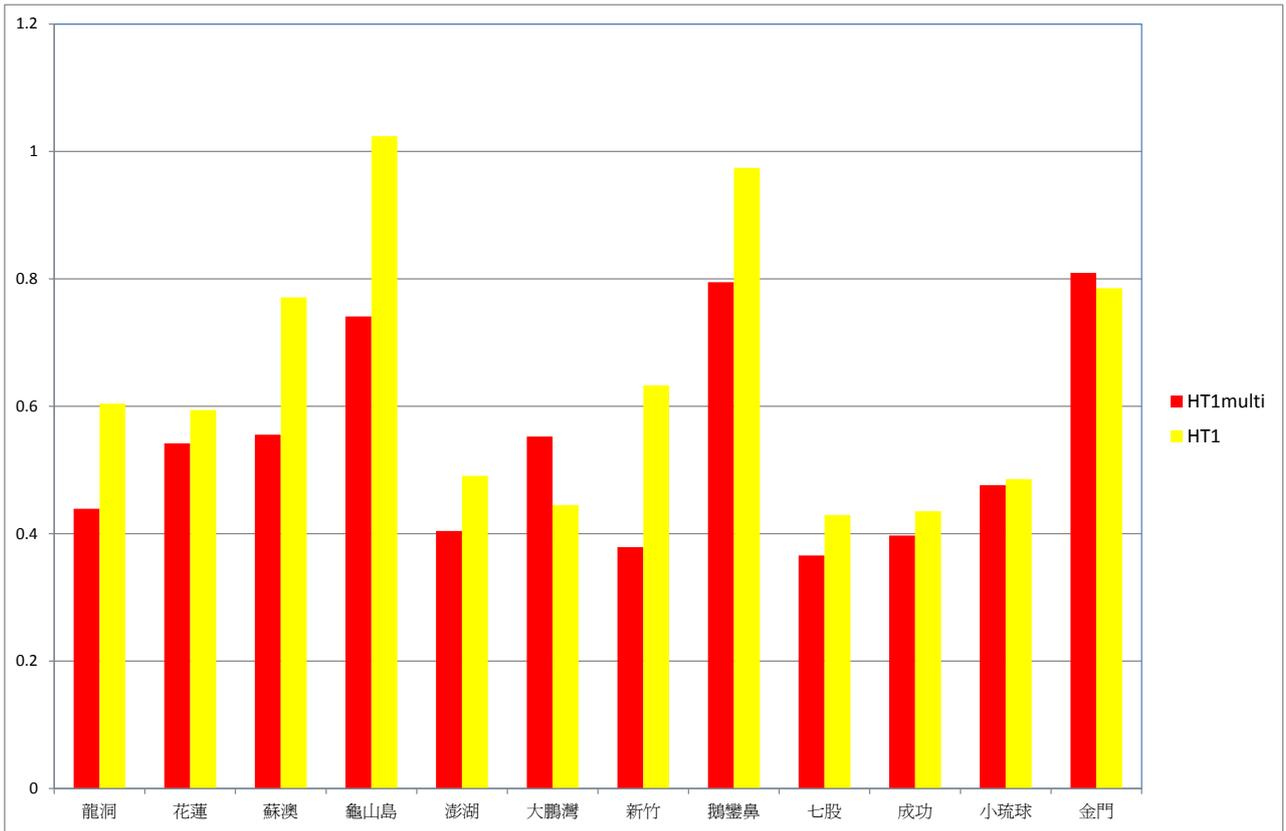


圖 31、各測站散射係數(SI)分佈圖(示性波高)

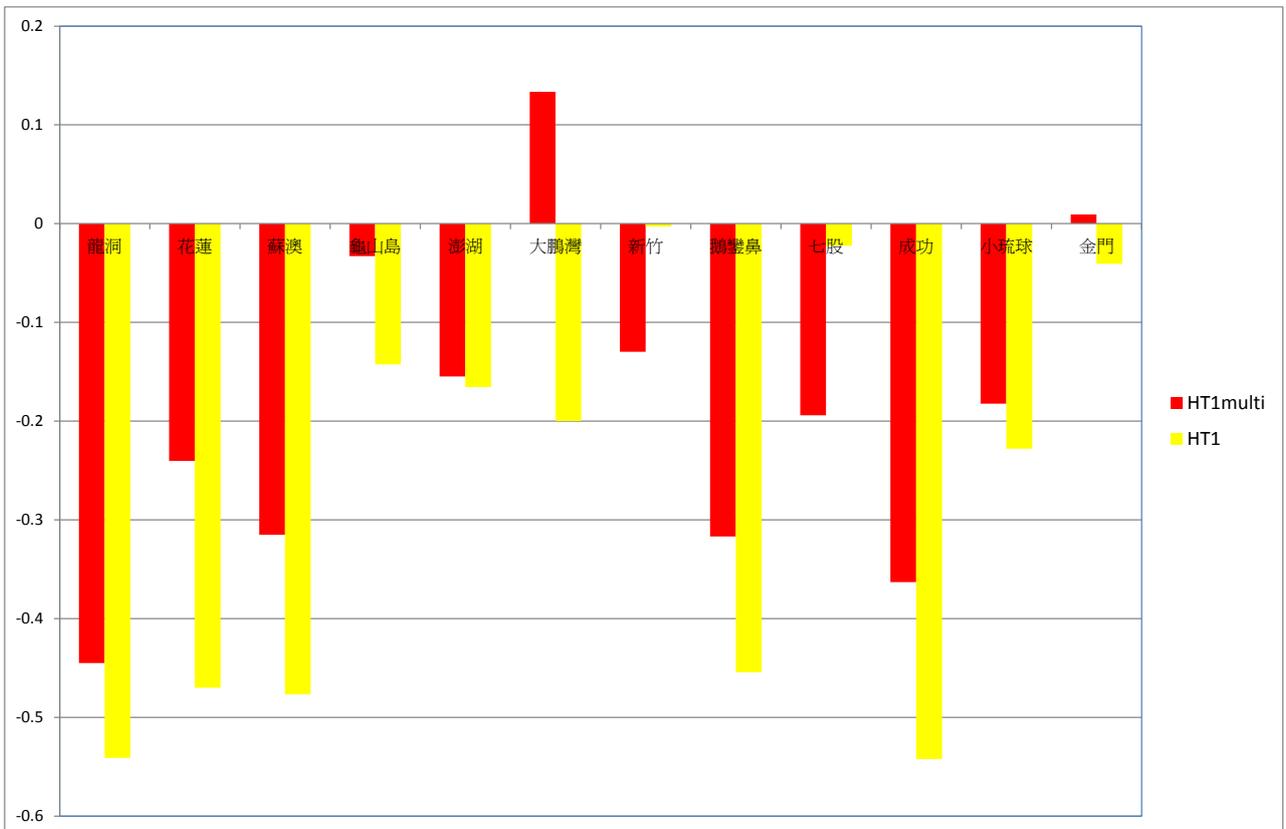


圖 32、各測站平均偏差(BIAS)分佈圖(平均週期)

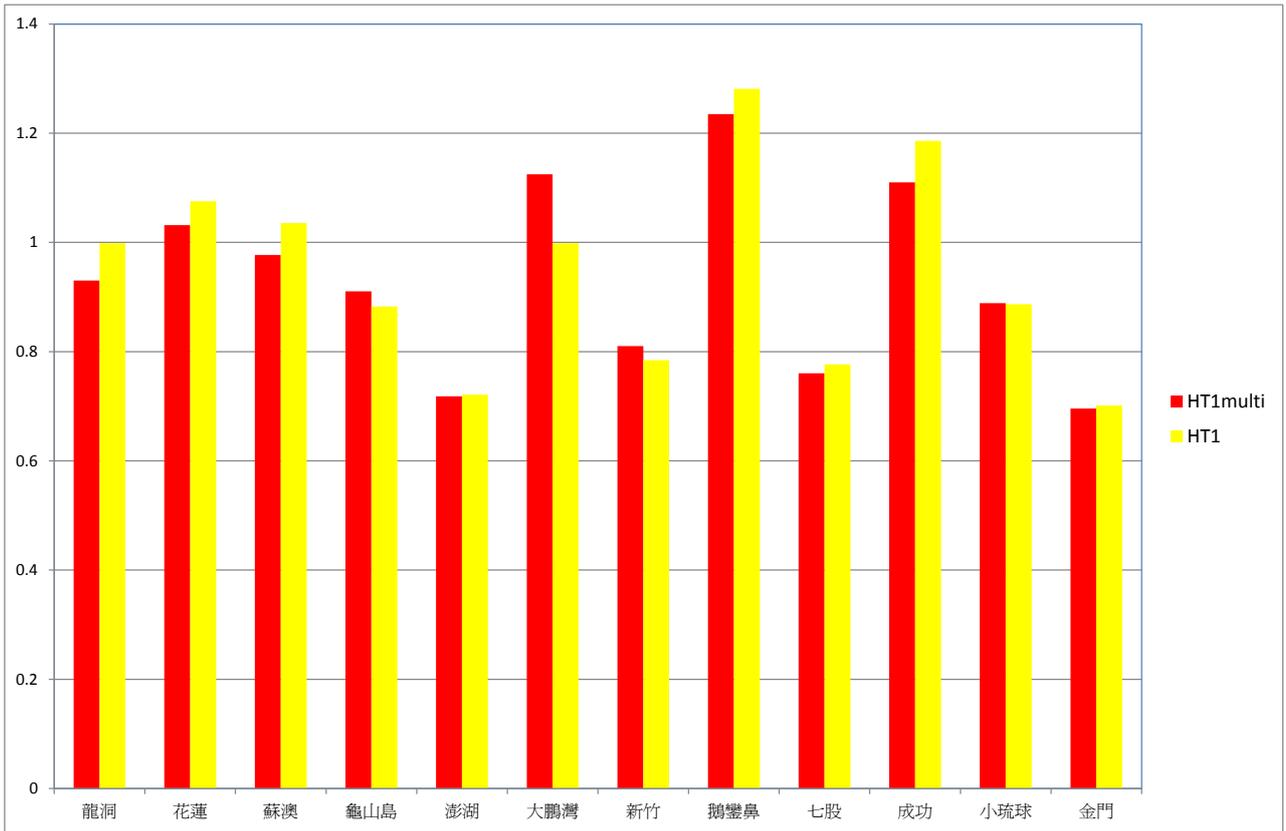


圖 33、各測站均方差(RMS)分佈圖(平均週期)

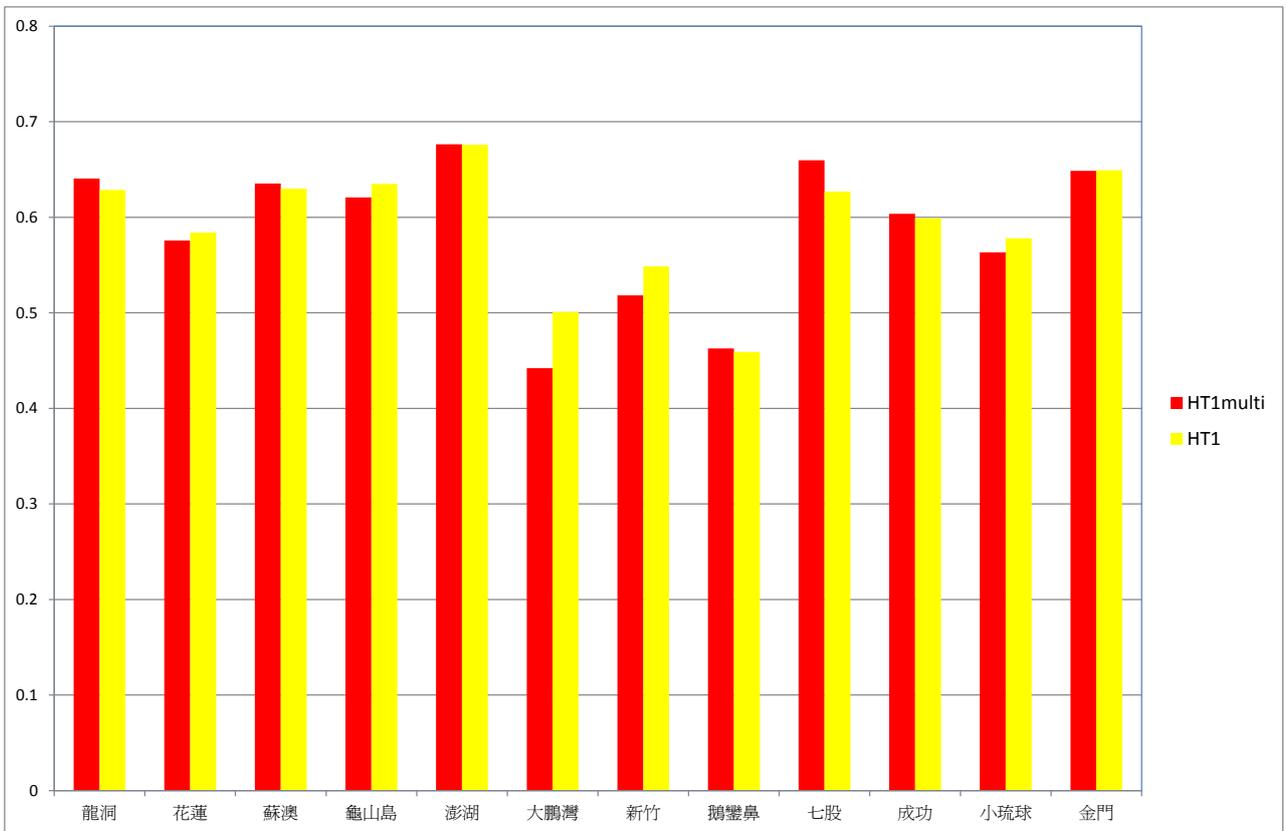


圖 34、各測站相關係數(CR)分佈圖(平均週期)

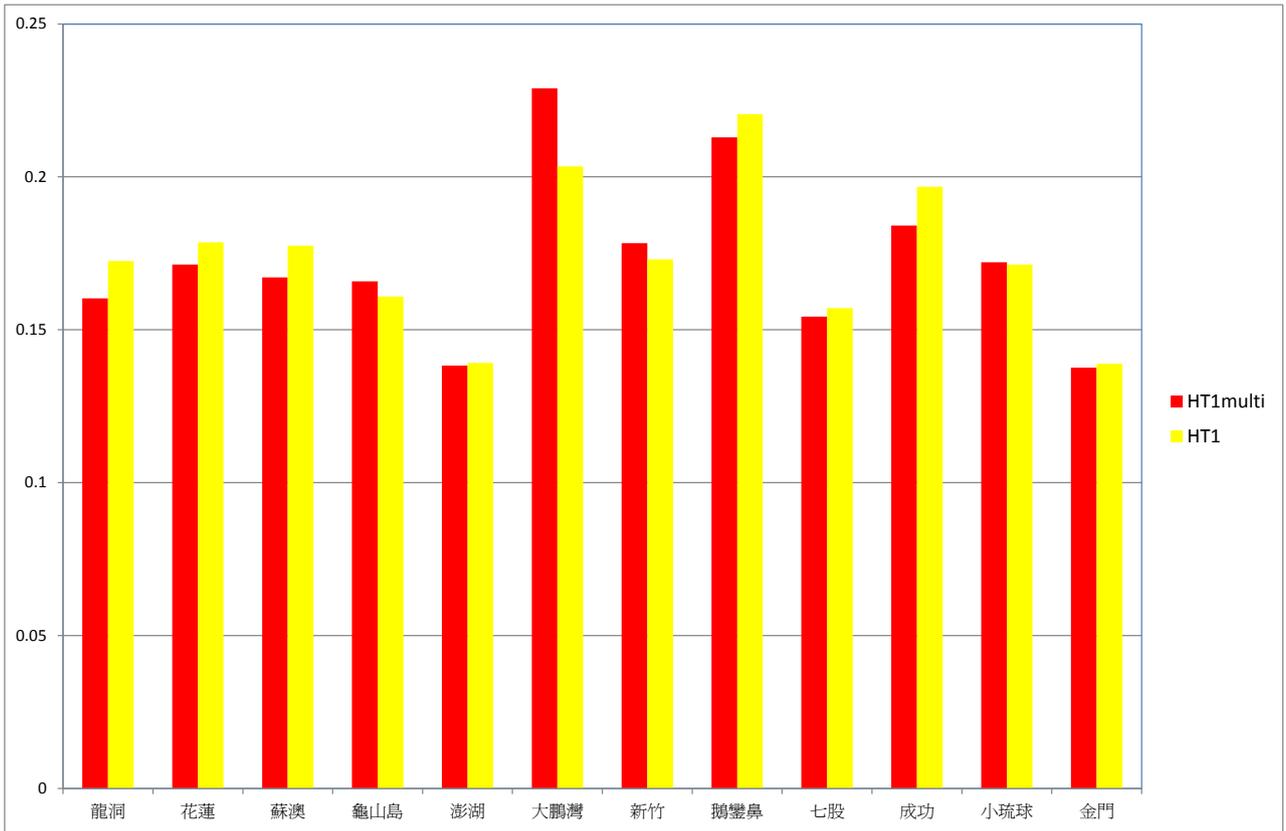


圖 35、各測站散射係數(SI)分佈圖(平均週期)

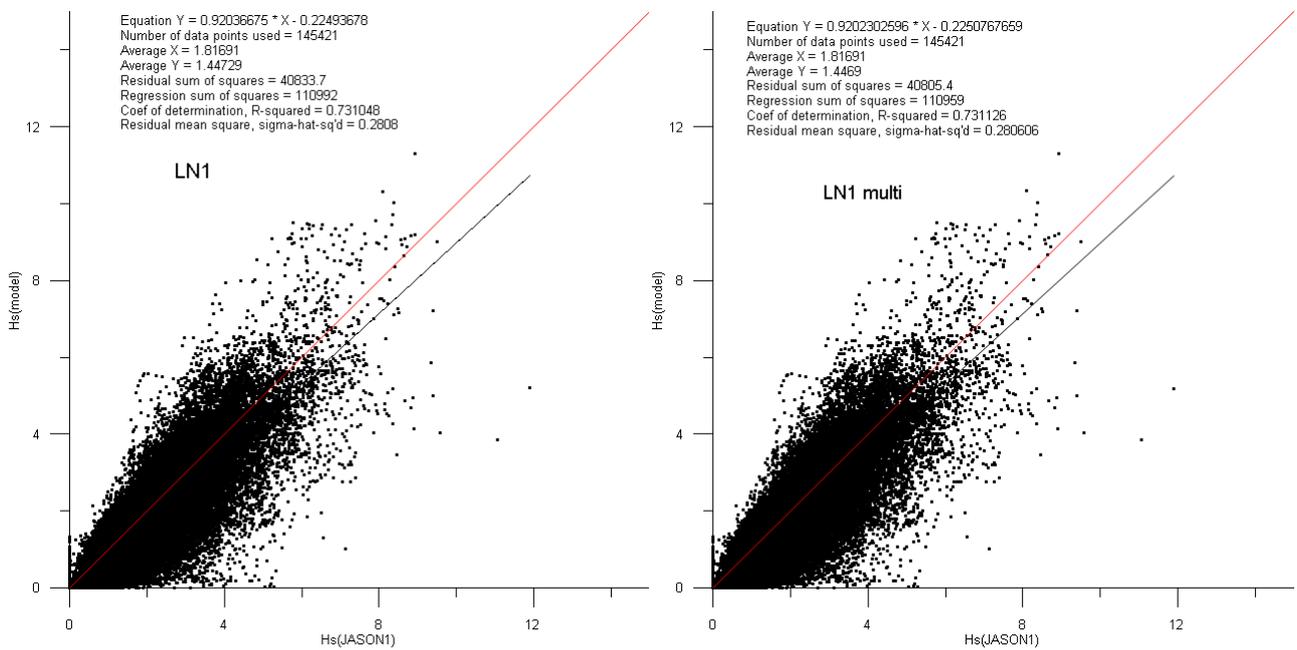


圖 36、示性波高比較圖(左：無較細網格，右：多重網格，JASON1)

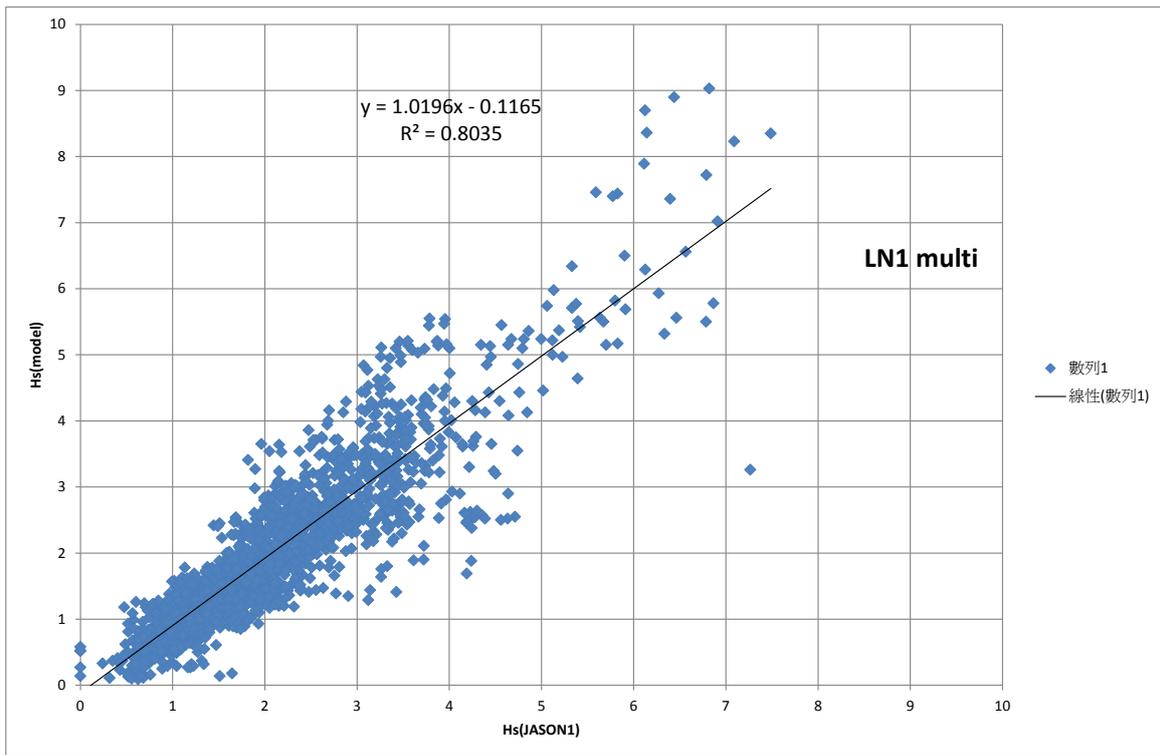
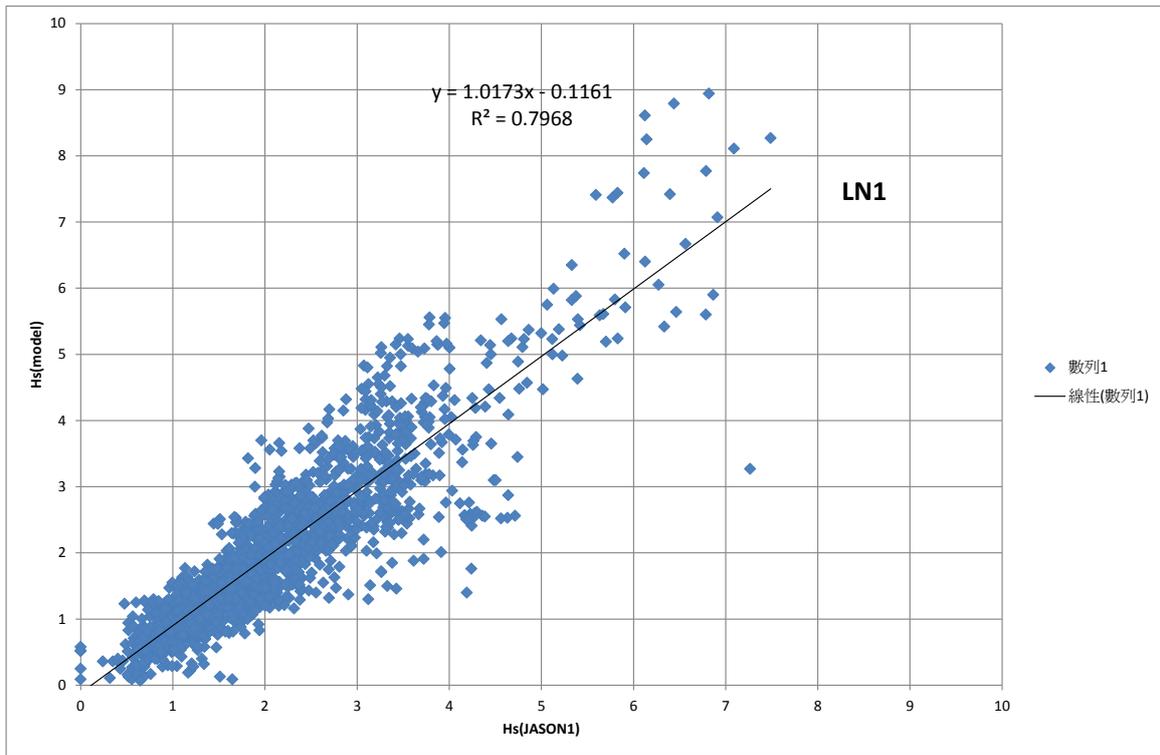


圖 37、示性波高比較圖(上：無較細網格，下：多重網格，JASON1)

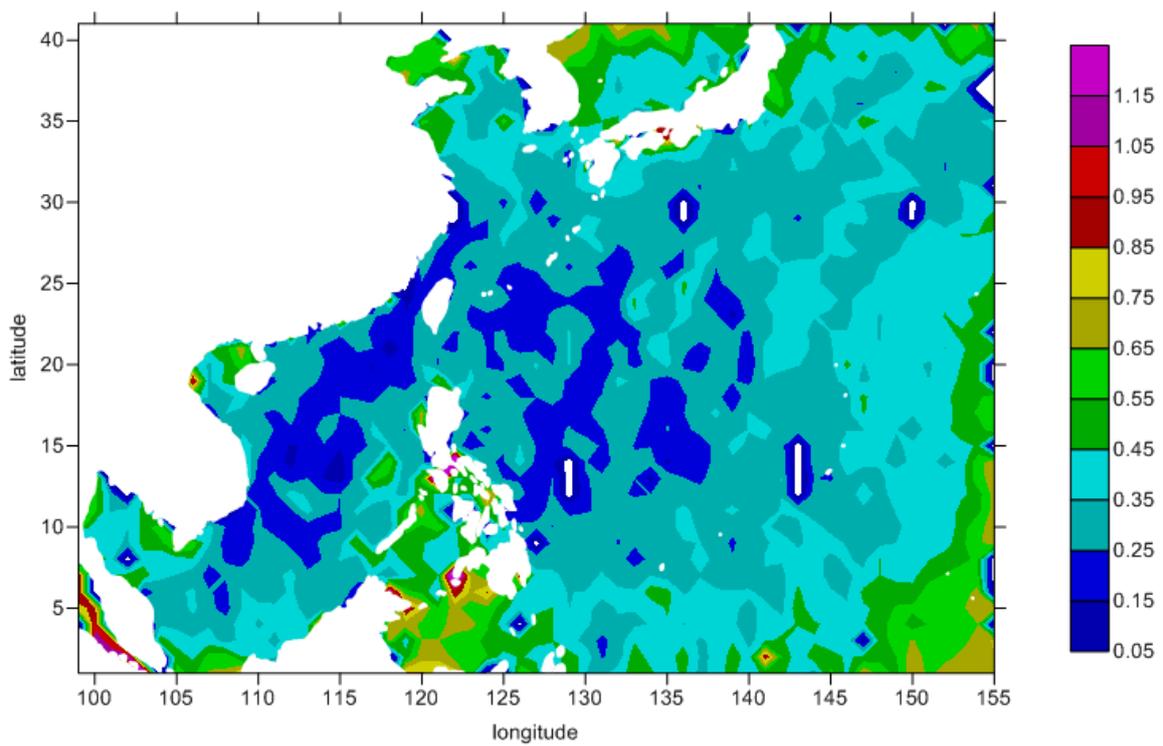
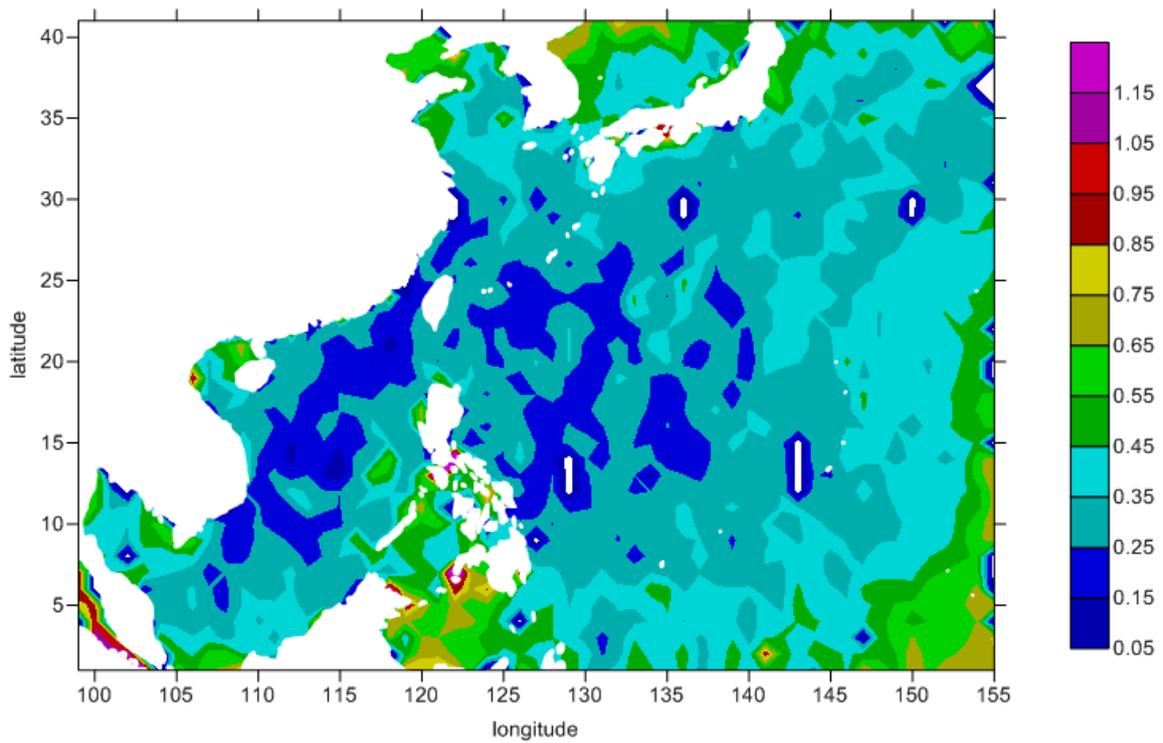


圖 38、SI 比較圖(上：無較細網格，下：多重網格，JASON1)

2-2-3 二個風場之多重網格計算

在多重網格的計算時，大網格除了提供小網格的邊界條件外，當小網格計算值產出的時間與大網格的計算產出的時間一致時，小網格經由權重平均會提供大網格格點新的值，讓大網格據此進行下一時間地的計算。本研究多重網格的計算包括2層計算網格，分別使用不同風場(第1層使用NCEP/NFS風場之大網格(0.25度)、第2層使用10公里風場之中網格)，1天計算4次、每次72小時之分析及預報波浪場，計算結果並與2011年氣象局之觀測資料(波高及平均週期)及JASON2衛星資料(波高及風場)進行比較。因氣象局10公里風場常有無法預報至72小時的情形出現(00UTC及18UTC)，故預報時段僅比較至60小時為止。

JASON-2衛星主要是為了接續TOPEX/Poseidon及JASON-1等二顆衛星原有監測海平面相關資訊的任務，主要是由美國NASA、法國CNES及新加入的歐洲EUMETSAT、美國NOAA等四個單位共同負責管理，其中EUMETSAT及NOAA負責即時資料的處理及散佈，CNES負責非即時資料的處理，CNES及NOAA負責非即時資料的散佈，此衛星觀測希望能朝資訊可靠度及即時有效的傳輸發展，使其可以滿足許多作業化操作的需求。JASON-2於2008年6月發射升空，其提供的產品如表8所示，每個產品均包括海水表面高度、海水表面風速、示性波高及所有修正的資訊，其所提供的資訊準確度如

表9，其中風速資料與JASON-1的產出相似，均包括：

- 1.使用Ku頻背散射係數及使用 Vandemark & Chapron機制推算示性波高所組成的經驗公式所推算的海平面10m高風速(wind_speed_alt)。
- 2.使用亮度溫度(brightness temperature)推算的風速(wind_speed_rad)。
- 3.ECMWF大氣模式在東西向及南北向的風速等。

OSTM/Jason-2衛星繞行的高度約為1,336km，通過同一個位置的時間大約為9.9天，對於驗證需求而言，可以蒐集GDR(Geophysical data record)種類的資料，雖然時間延遲較晚，但已充分經過修正及驗證，使用者可透過CNES及NOAA的資料庫獲得。

圖39至圖46為各測站之分析及每6小時預報至60小時之平均偏差(BIAS)、均方差(RMS)、相關係數(CR)及分散指數(SI)比較圖，在波高方面，除七股及成功測站模式較接近觀測外，大鵬灣、新竹測站偏小，其餘測站均偏大，其中以鵝鑾鼻測站之模式計算結果相較觀測值之差距最大約1m；各測站均方差約介於0.45~1.25m，而分析及預報之差別並不明顯；在相關係數方面，除小琉球及鵝鑾鼻測站外均顯示隨著預報時間增長有呈現降低的趨勢，分散指數之分布亦顯示分析及預報之差別不大，此似乎顯示使用之分析及預報風場在預報60小時內對於波高之準確性差異不大，此外二個外洋測站(圖44)模式與實測值均相當接近，比近岸的測站更接近觀測值。在平均週期(T_{m02})部分，東沙島及龜山島測站模式與觀測值相當接近，其他除鵝

鑿鼻及金門測站偏高外餘均偏低，約介於-0.5~0.4秒之間，而大鵬灣測站均方差最大(約1.3秒)、相關係數最低(約0.35)，其他測站均方差最低可達0.7秒(臺東外洋測站及東沙島測站)，相關係數最高可達0.78(臺東外洋測站)，除龍洞、大鵬灣、小琉球、成功站外，相關係數方面均顯示隨著預報時間增長有呈現降低的趨勢，其均方差亦隨著預報時間增長有呈現增加的趨勢；分散指數之分布以大鵬灣站最高約在0.28，同時顯示在分析及預報時段之差別不大。

與衛星波高資料比較方面(圖46)，在大範圍0.25度網格之計算結果顯示模式稍微偏小，且相關係數顯示隨著預報時間增長有呈現降低的趨勢，其均方差及分散係數亦隨著預報時間增長有呈現增加的趨勢；而在10公里網格則呈現模式偏高的趨勢(與臺東外洋測站及東沙島測站類似)，其餘特性雖然與0.25度網格之計算結果相近，但隨著預報時間變化的特性較不明顯。

風場的比較方面，表10、圖47及圖48分別為模式使用的NCEP/NFS及10公里風場與ECMWF大氣模式、Alt風場(使用Ku頻背散射係數及使用Vandemark & Chapron機制推算示性波高所組成的經驗公式所推算的海平面10m高風速)的比較結果。在與ECMWF大氣模式的比較方面，大致均呈線性關係，但預報60小時的風場分散較大，相關性較差，且NCEP/NFS風場較10公里風場更接近ECMWF風場；與Alt風場的比較結果亦類似。圖49及圖50分別為分析風場及60小時預報風場、2度×2度平均之分散指數分布圖，圖中顯示隨著預報的時間增加，SI值有增加的趨勢，且因雙向的多重網格計算，二個網格間SI的特性變化大致一致，除了在中網格北邊靠大陸側附近海域(東海及黃海交界)及澳門西側海域，中網格都有偏大的趨勢，顯示此區中網格的風場驅動可能較差。經篩選中網格北邊靠大陸側附近海域之NCEP/NFS、10公里之分析風場，並與衛星資料比較如圖51，顯示NCEP/NFS之風場與衛星資料較為接近，此造成由NCEP/NFS驅動之該區域附近的浪場統計出來的SI值較佳，但同一海域由10公里分析風場驅動之浪場統計出來的SI值較差，這也顯示出即使已經使用雙向多重網格的計算，當不同網格所使用的風場產生較大差異時，會影響到不同網格之浪場，這也是未來在進行系集預報組成成員的選定時，需要評估不同網格風場之間的差異性；此外大網格模式範圍四周邊界之分散指數亦較大，與前節使用之RC及MC組合風場的結果一致。

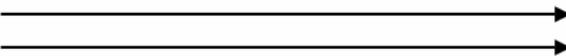
在南韓附近SI偏高的值主要是因為接近陸地，(127E,35N)點位各1度範圍內僅有3個點位，仍可以計算SI值，但其值偏差量較大所致，可予以濾除。

整體而言，就測站之比較方面，外洋測站之計算結果較近岸測站佳，且隨預報時段增加有變差的趨勢；與衛星波高資料的比較方面，10公里網格計算結果呈現模式偏高的趨勢，與外洋測站之計算結果趨勢一致，0.25度網格之計算結果則顯示模式稍微偏小。風場的比較方面，模式使用的風場與ECMWF及Alt風衛星場大致呈線性關係，而預報風場較分析風場之分散度增加，應該是導致外海測站預報較差的主因。而雙向多重網格的計算使得不同網格間的特性較為一致，但仍會受到局部風場差異的影響導致結果變差。

表 8、OSTM/Jason-2 衛星提供的資料總覽

Jason-2/OSTM Level-2 Products

	OGDR Family	IGDR Family	GDR Family	Size & Complexity
Reduced 1Hz	OGDR-SSHA	IGDR-SSHA	GDR-SSHA	
1Hz + 20Hz	OGDR OGDR-BUFR*	IGDR	GDR	
1Hz + 20Hz + Waveforms		S-IGDR	S-GDR	
Latency:	3-5 Hours	1-2 Days	~ 60 Days	



 Latency
 Accuracy

* All files in NetCDF format except OGDR-BUFR, which contains no 20-Hz data

表 9、OSTM/Jason-2 衛星提供的資料規格及準確度

	OGDR		IGDR		GDR		Goal
	Spec.	Perf.	Spec.	Perf.	Spec.	Perf.	
Altimeter noise	1.7 cm (a)(b)(c)	TBD	1.7 cm (a)(b)(c)	TBD	1.7 cm (a)(b)(c)	TBD	1.5 cm (a)(b)(c)
Ionosphere	1 cm (d)(c)	TBD	0.5 cm (d)(c)	TBD	0.5 cm (d)(c)	TBD	0.5 cm (d)(c)
Sea State Bias	3.5 cm	TBD	2 cm	TBD	2 cm	TBD	1 cm
Dry troposphere	1 cm	TBD	0.7 cm	TBD	0.7 cm	TBD	0.7 cm
Wet Troposphere	1.2 cm	TBD	1.2 cm	TBD	1.2 cm	TBD	1 cm
Altimeter range : RSS	4.5 cm	TBD	3 cm	TBD	3 cm	TBD	2.25 cm
RMS Orbit (Radial component)	10 cm (e)	TBD	2.5 cm	TBD	1.5 cm	TBD	1 cm
SSH : Total RSS	11 cm	TBD	3.9 cm	TBD	3.4 cm	TBD	2.5 cm
Significant wave height	10% or 0.5 m (f)	TBD	10% or 0.4 m (f)	TBD	10% or 0.4 m (f)	TBD	5% or 0.25 m (f)
Wind speed	1.6 m/s	TBD	1.5 m/s	TBD	1.5 m/s	TBD	1.5 m/s
Sigma0 (absolute)	0.7 dB	TBD	0.7 dB	TBD	0.7 dB	TBD	0.5 dB
System drift	/	/	/	/	/	/	1mm/year (g)

CONDITIONS : 1 s. average, 2 m SWH, 11 dB Sigma0

- (a) Ku band after ground retracking
- (b) Averaged over 1 sec
- (c) Assuming 320 MHz C bandwidth
- (d) Filtered over 100 Km
- (e) Real time DORIS onboard ephemeris
- (f) Which ever is greater
- (g) On global mean sea level, after calibration

表 10、統計參數分析表(風速)

預報時段	風場	資料種類	BIAS	RMS	CR	SI
00hrs	10km	ECMWF	0.0988	2.5823	0.7643	0.3481
		ALT	-0.3025	2.9446	0.7162	0.3766
	NCEP/NFS	ECMWF	0.0840	1.6097	0.8888	0.2320
		ALT	-0.1831	1.9184	0.8477	0.2662
60hrs	10km	ECMWF	0.2884	2.6583	0.7282	0.3584
		ALT	-0.1129	3.0317	0.6774	0.3877
	NCEP/NFS	ECMWF	0.1026	2.3253	0.7744	0.3350
		ALT	-0.1695	2.5486	0.7407	0.3533

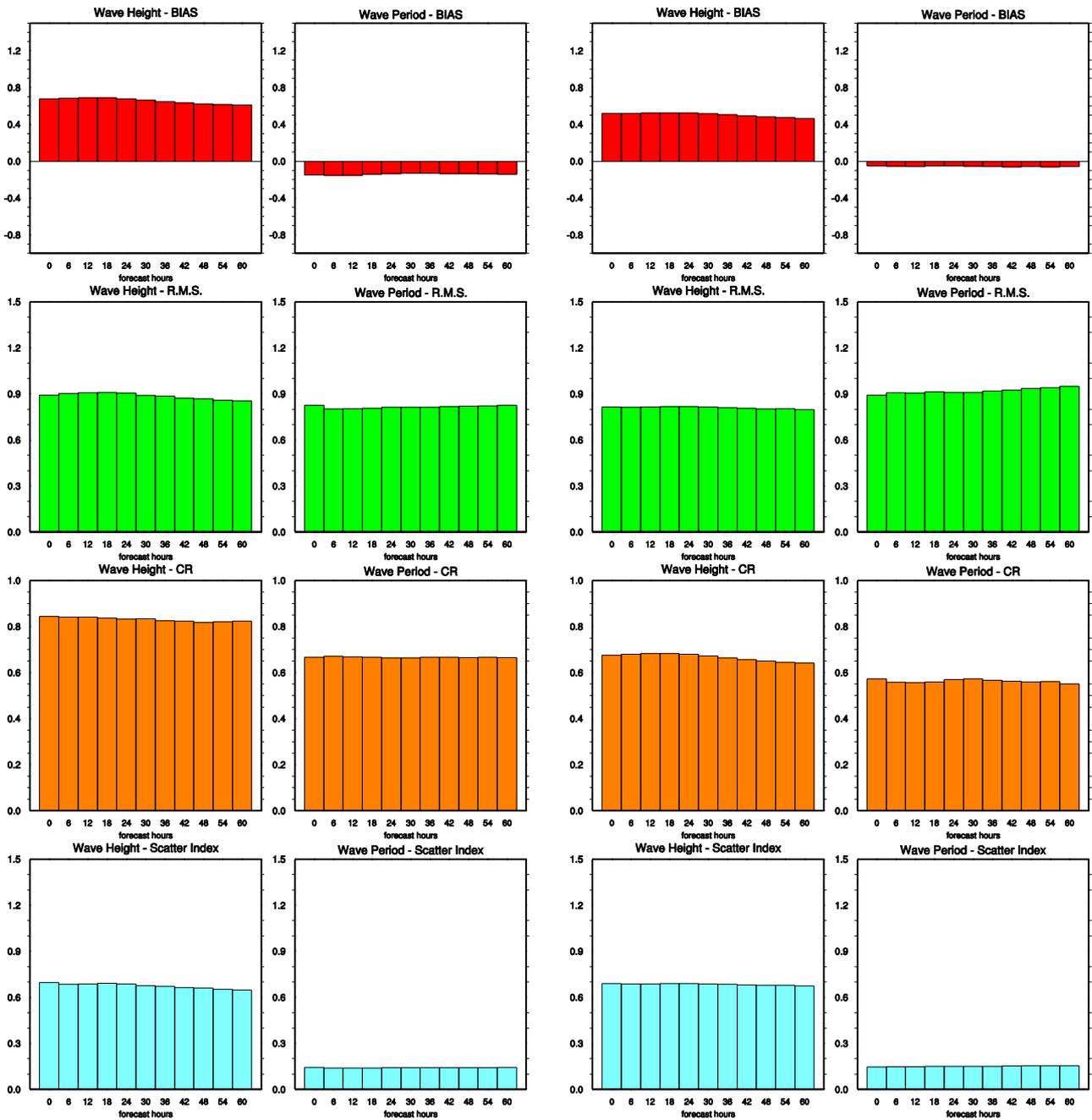


圖 39、多重網格示性波高及平均週期比較圖(左：龍洞，右：花蓮)

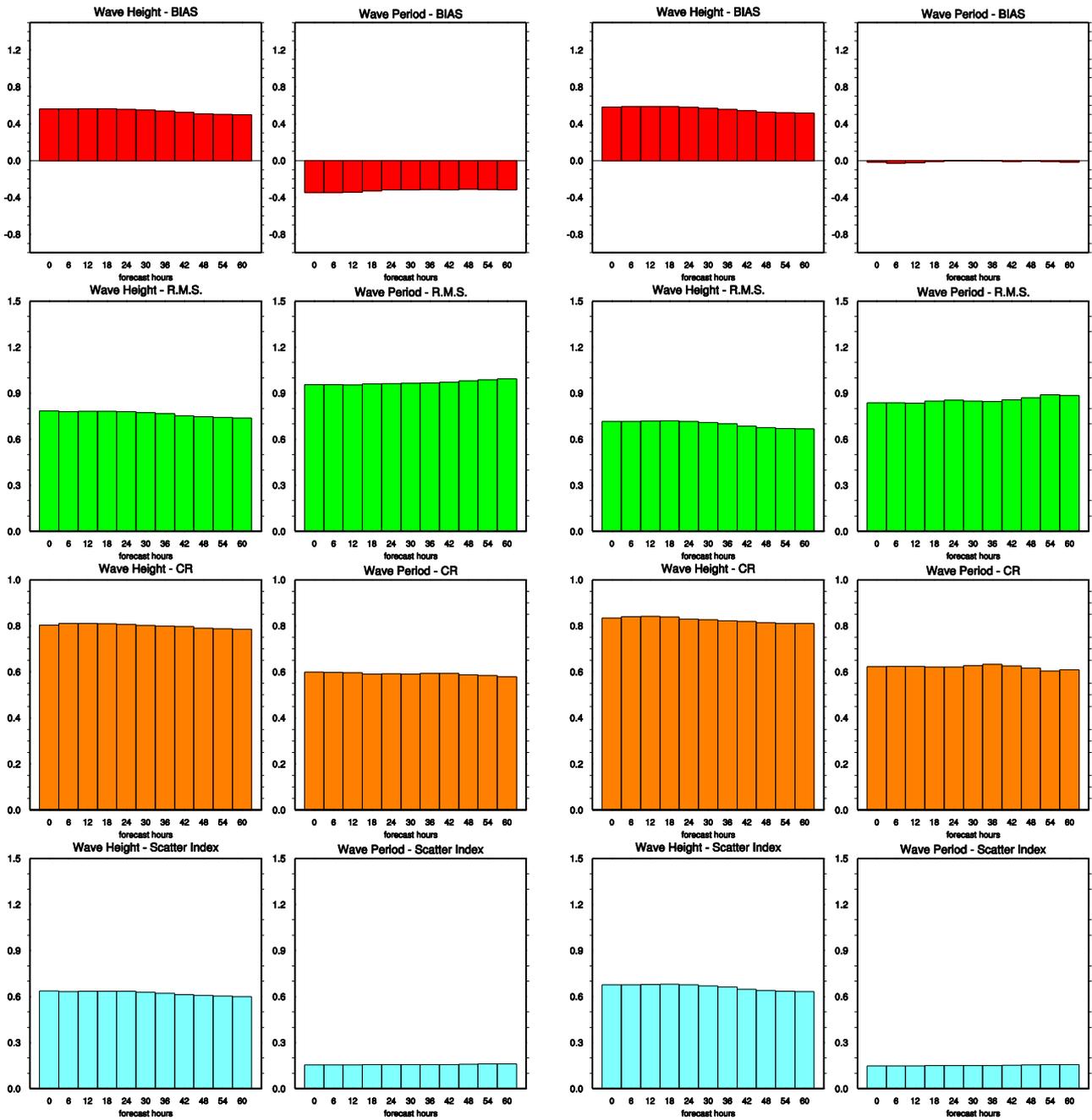


圖 40、多重網格示性波高及平均週期比較圖(左：蘇澳，右：龜山島)

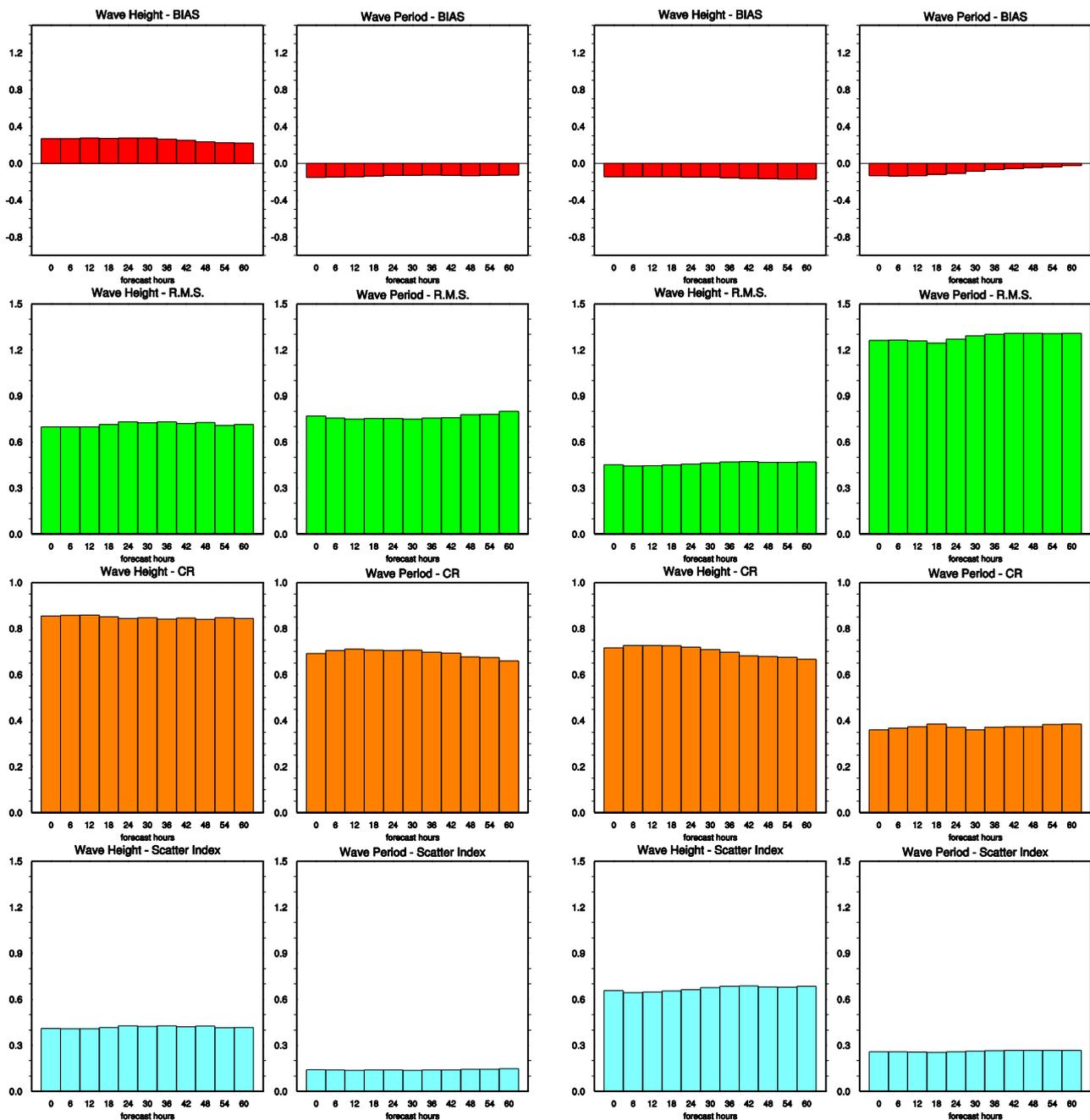


圖 41、多重網格示性波高及平均週期比較圖(左：澎湖，右：大鵬灣)

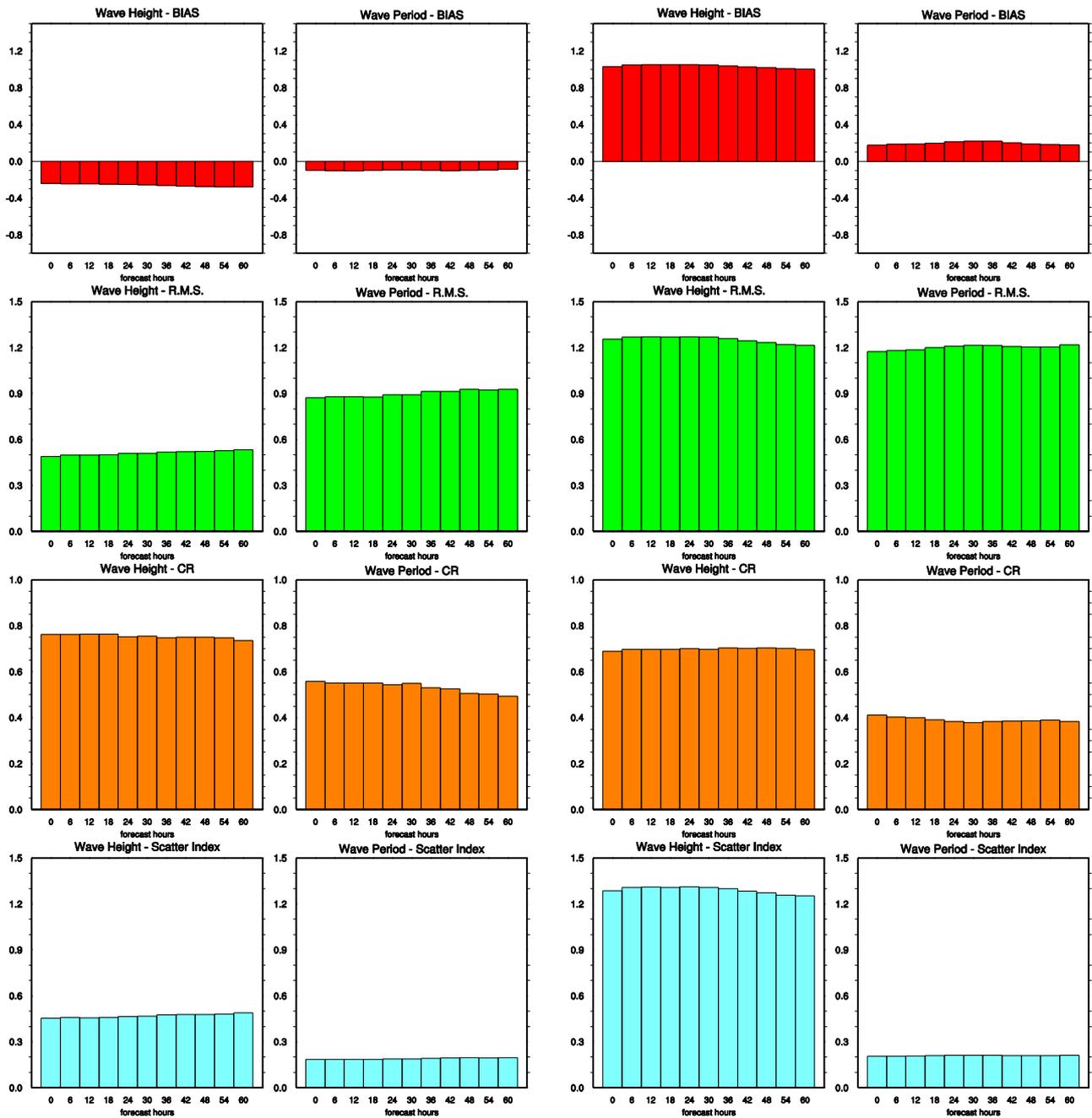


圖 42、多重網格示性波高及平均週期比較圖(左：新竹，右：鵝鑾鼻)

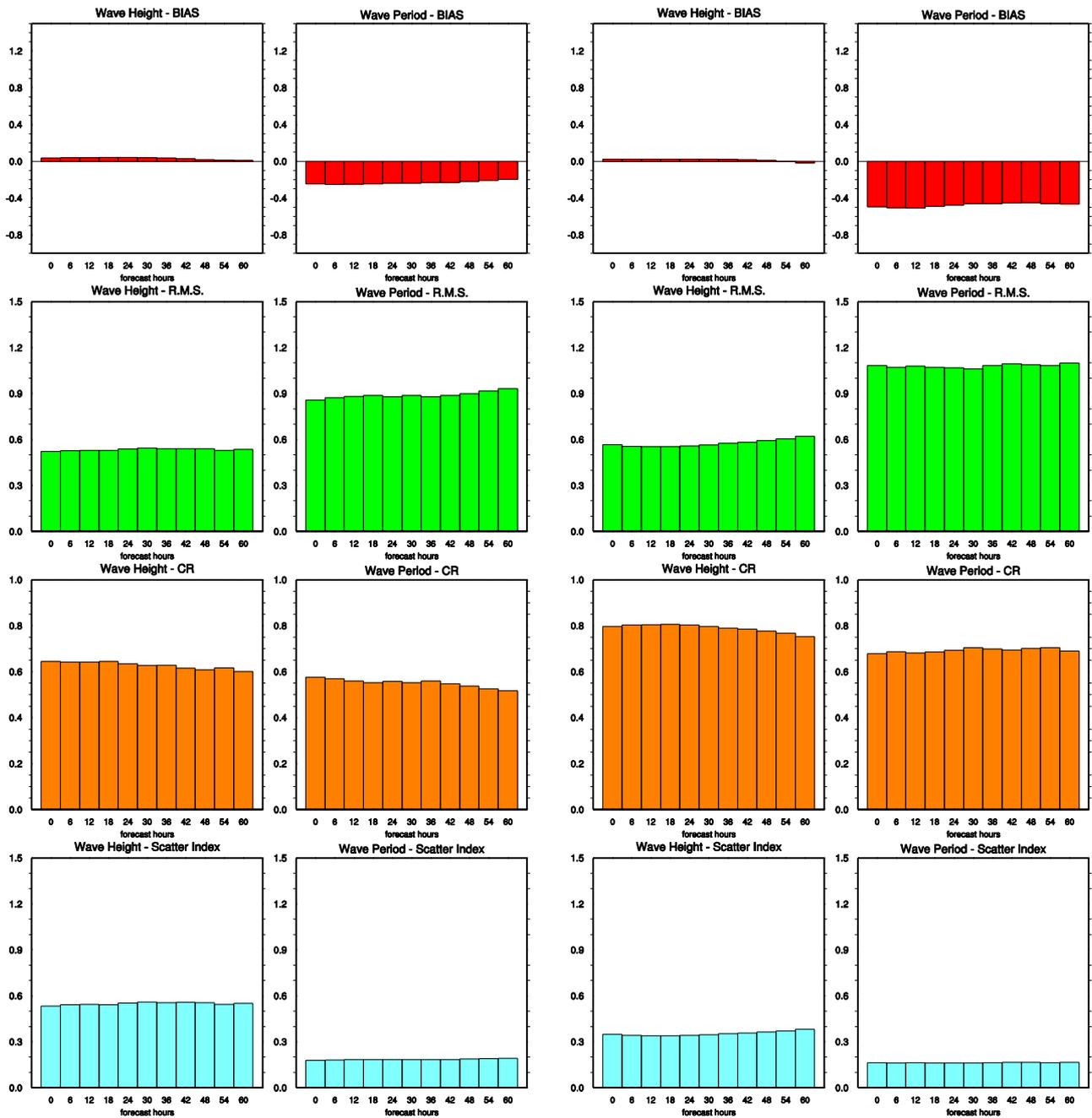


圖 43、多重網格示性波高及平均週期比較圖(左：七股，右：成功)

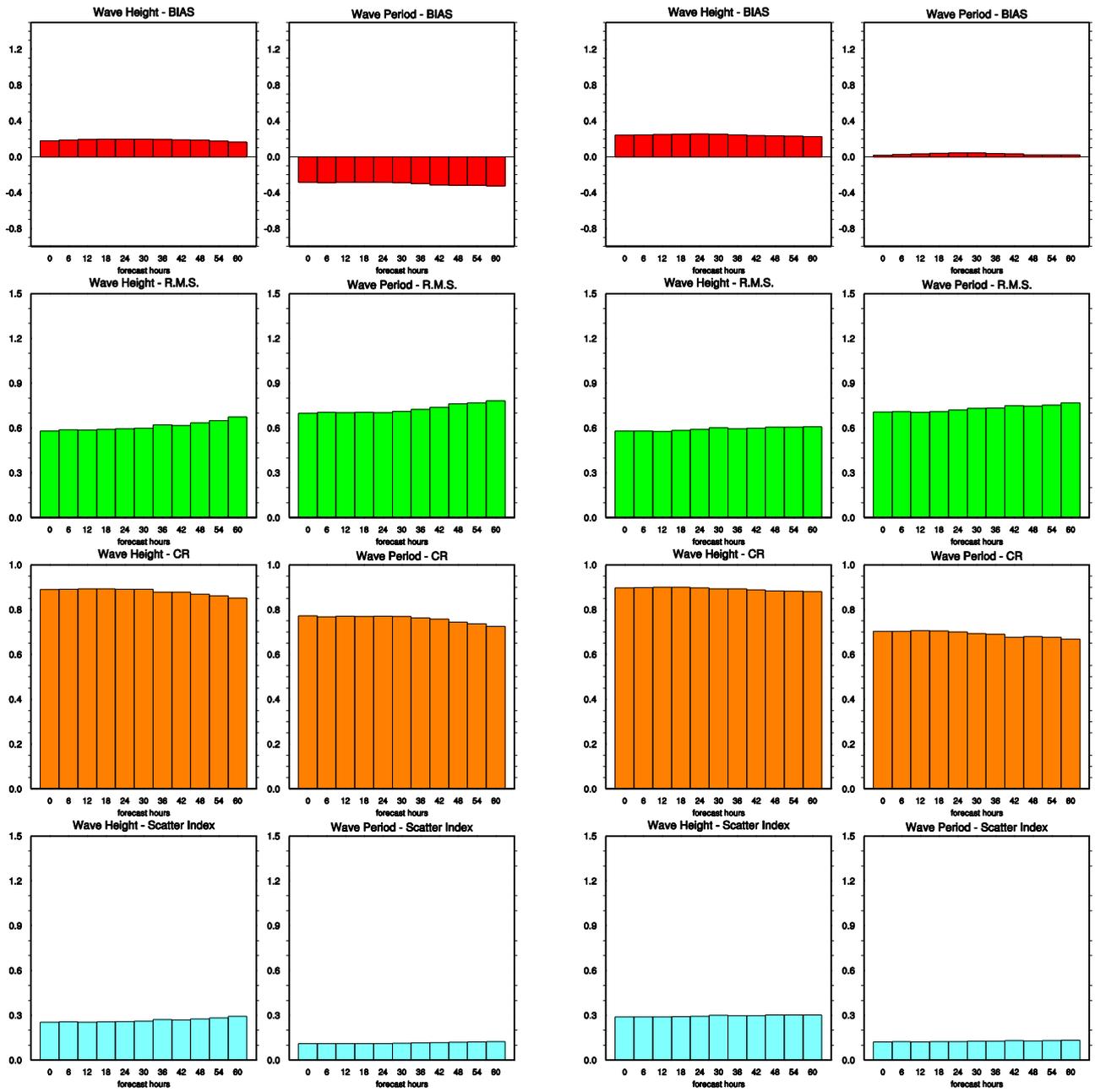


圖 44、多重網格示性波高及平均週期比較圖(左：臺東外洋測站，右：東沙島)

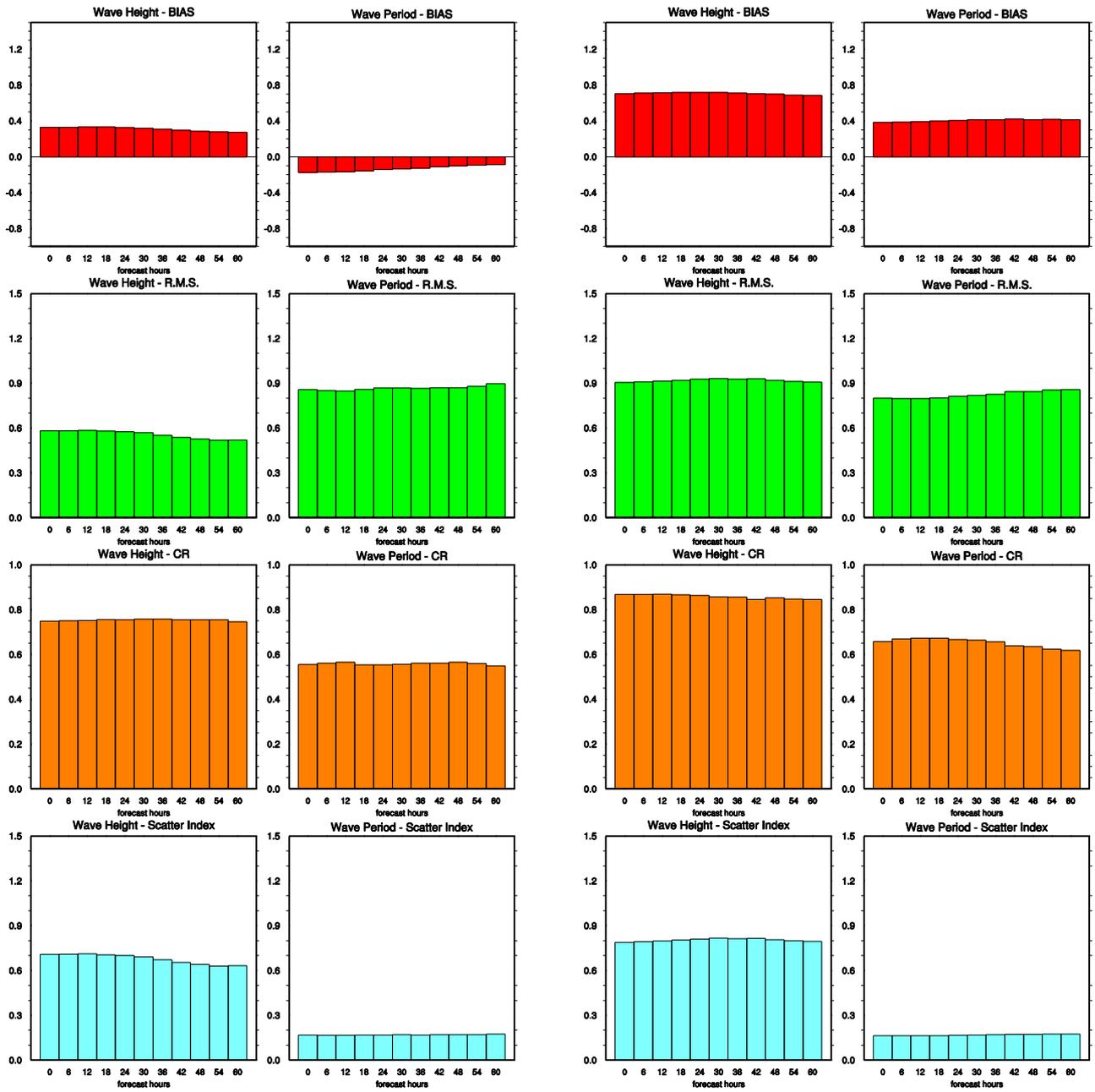


圖 45、多重網格示性波高及平均週期比較圖(左：小琉球，右：金門)

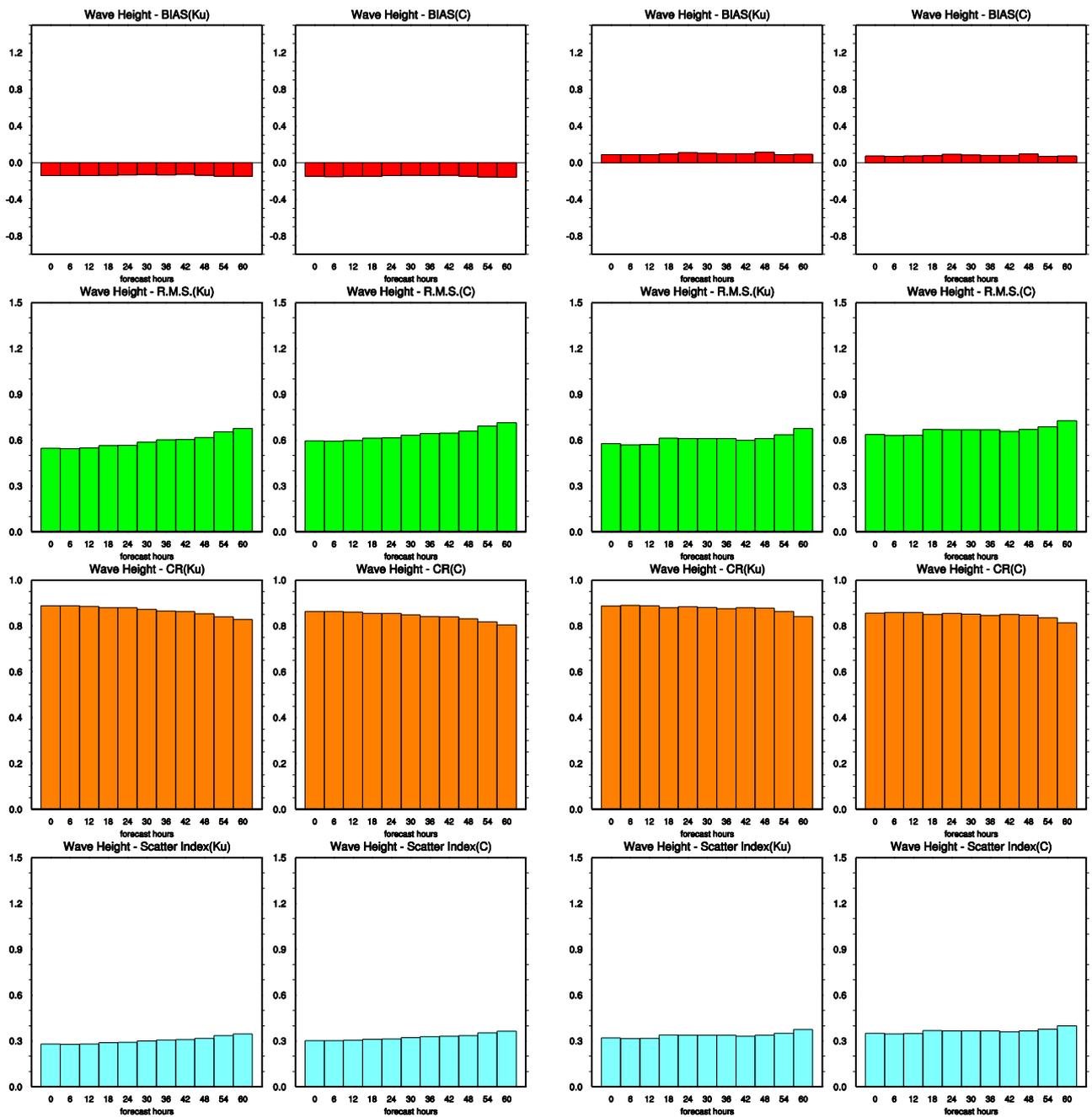


圖 46、多重網格模式與衛星示性波高比較圖(左：0.25 度網格，右：10km 網格)

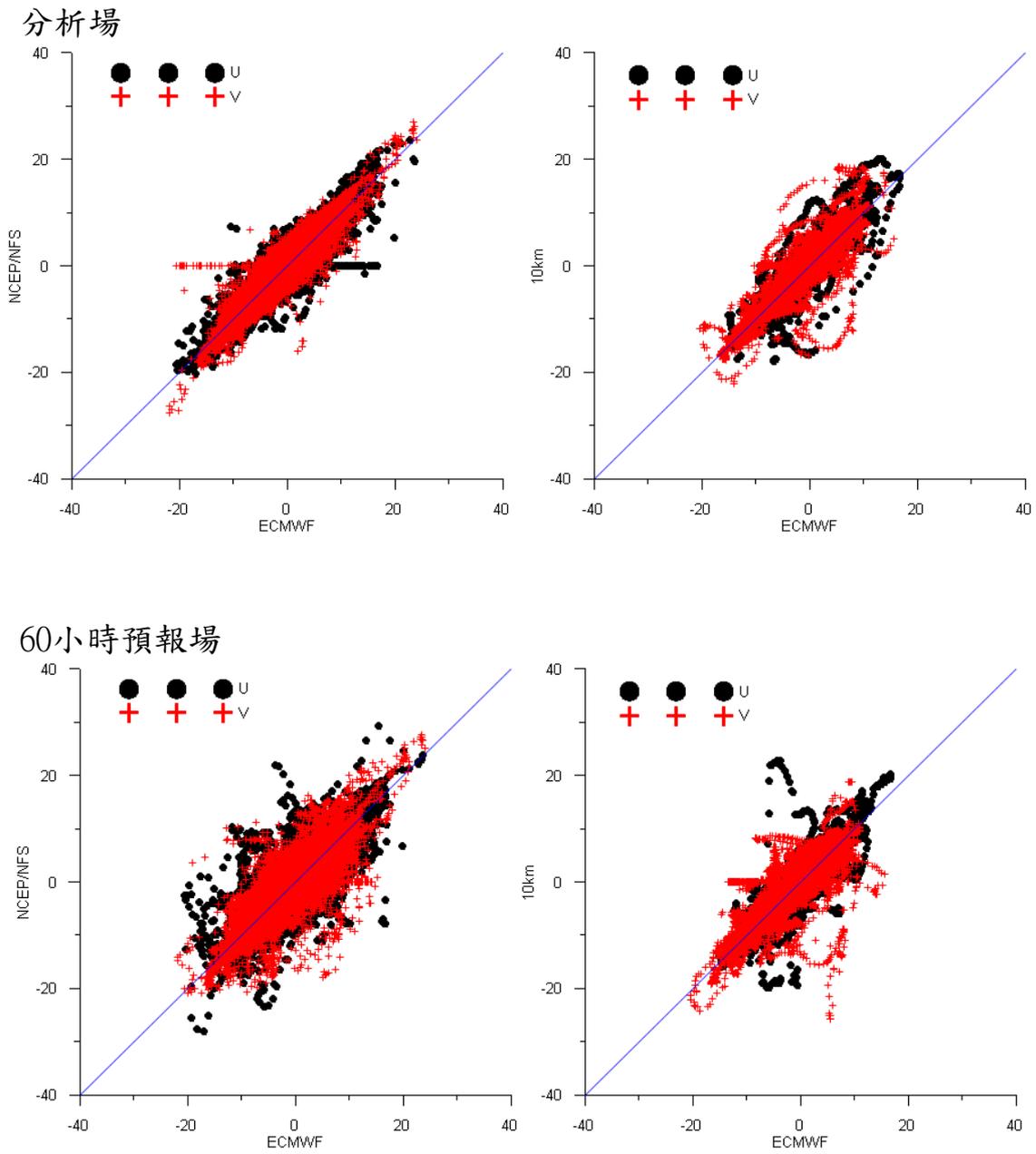
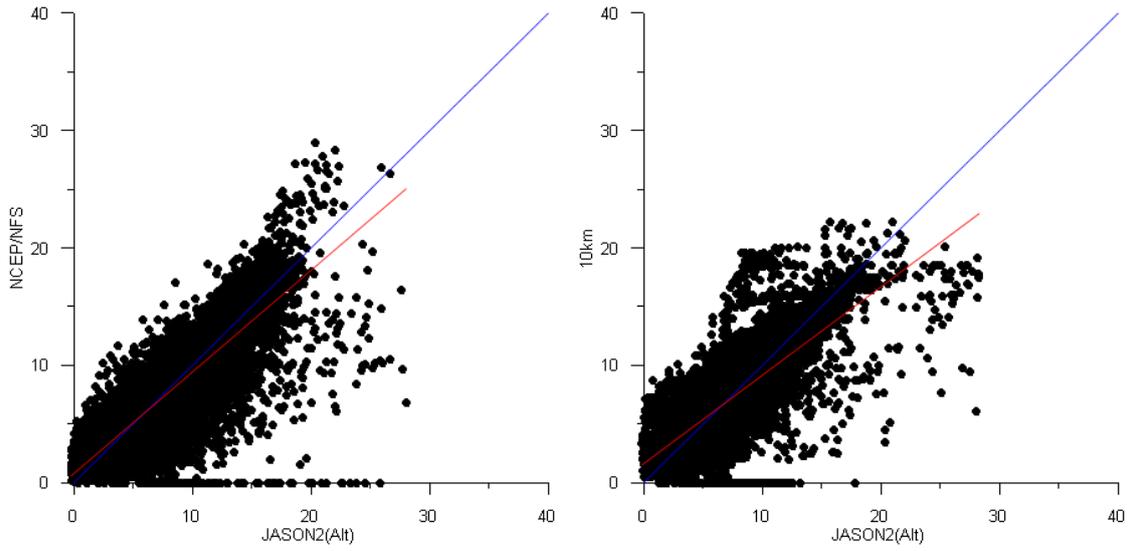


圖 47、NCEP/NFS、10 公里風場與 ECMWF 模式風場比較圖(上：分析風場，下：60 小時預報風場)

分析場



60小時預報場

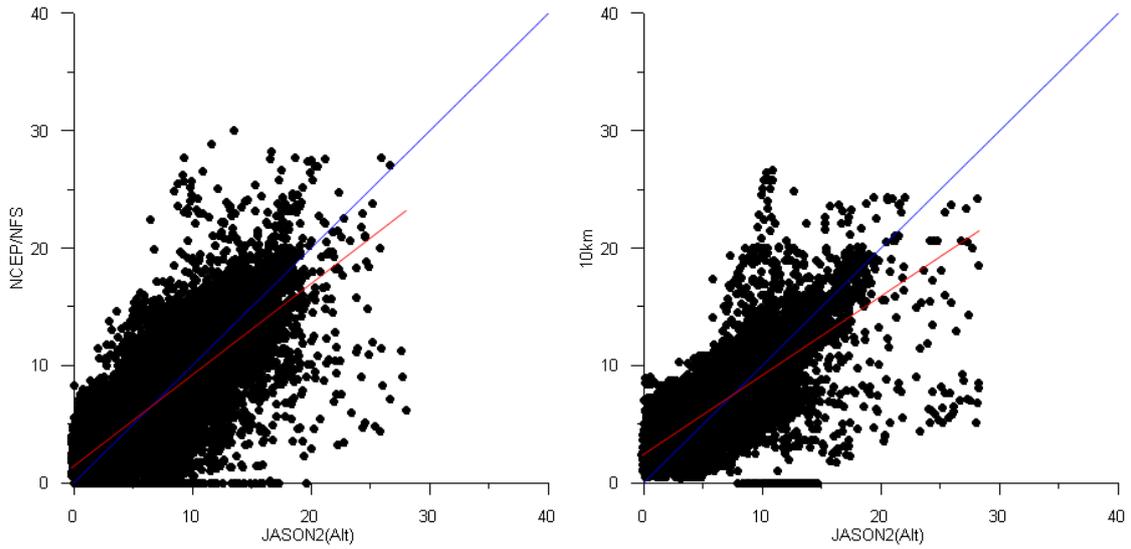


圖 48、NCEP/NFS、10 公里風場與 JASON2 衛星推測風場比較圖(上：分析風場，下：60 小時預報風場)

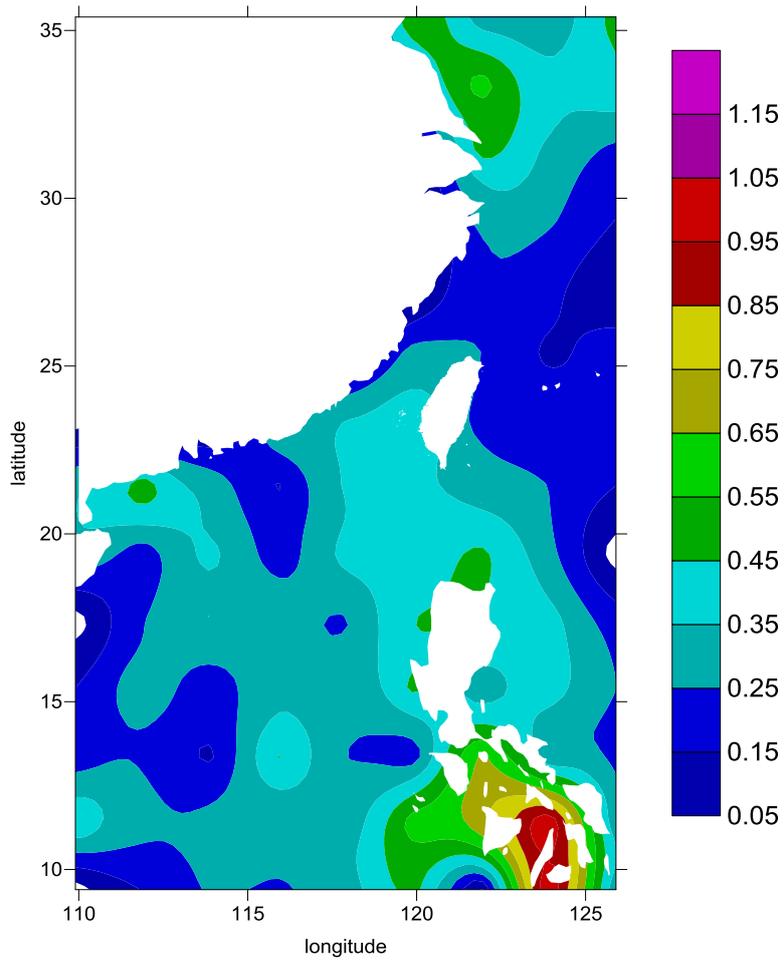
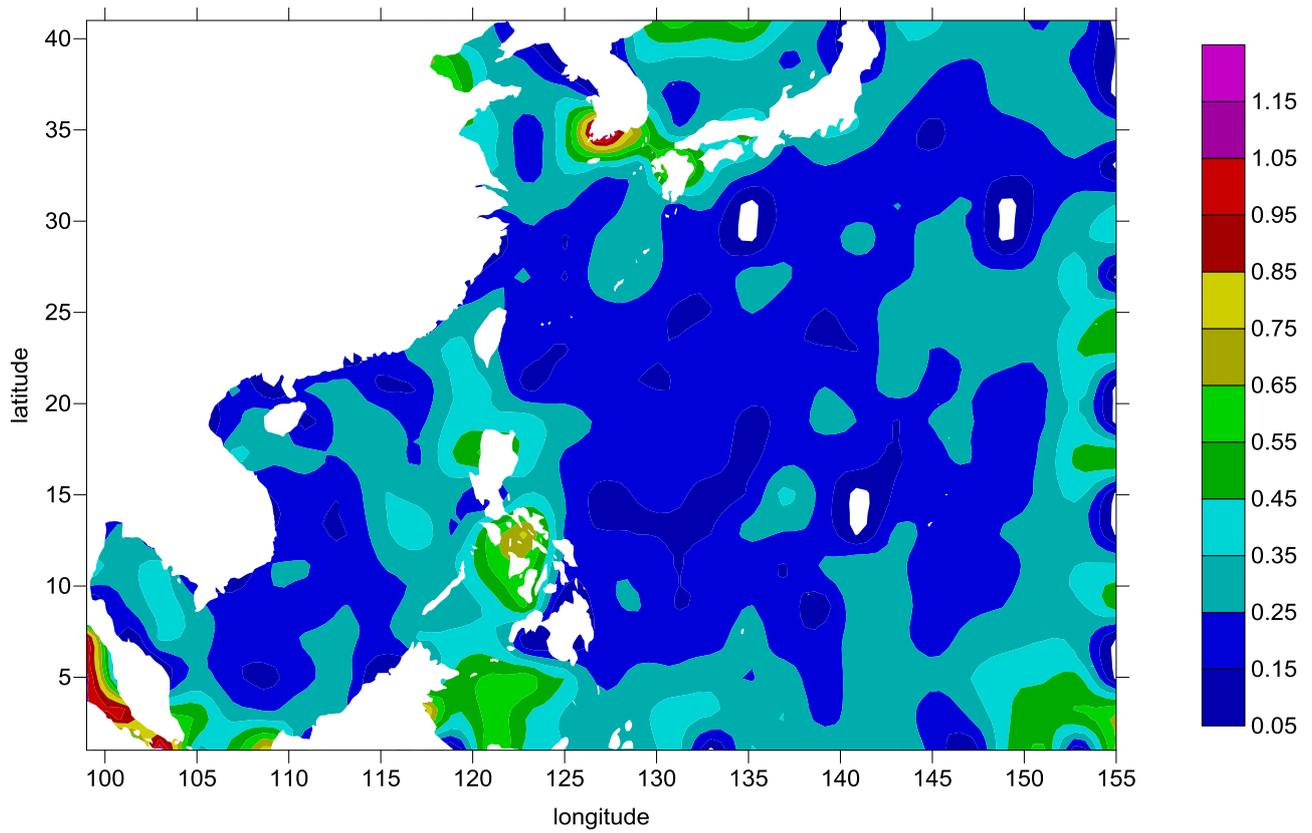


圖 49、雙向多重網格波高 SI 比較圖(分析場，JASON2)

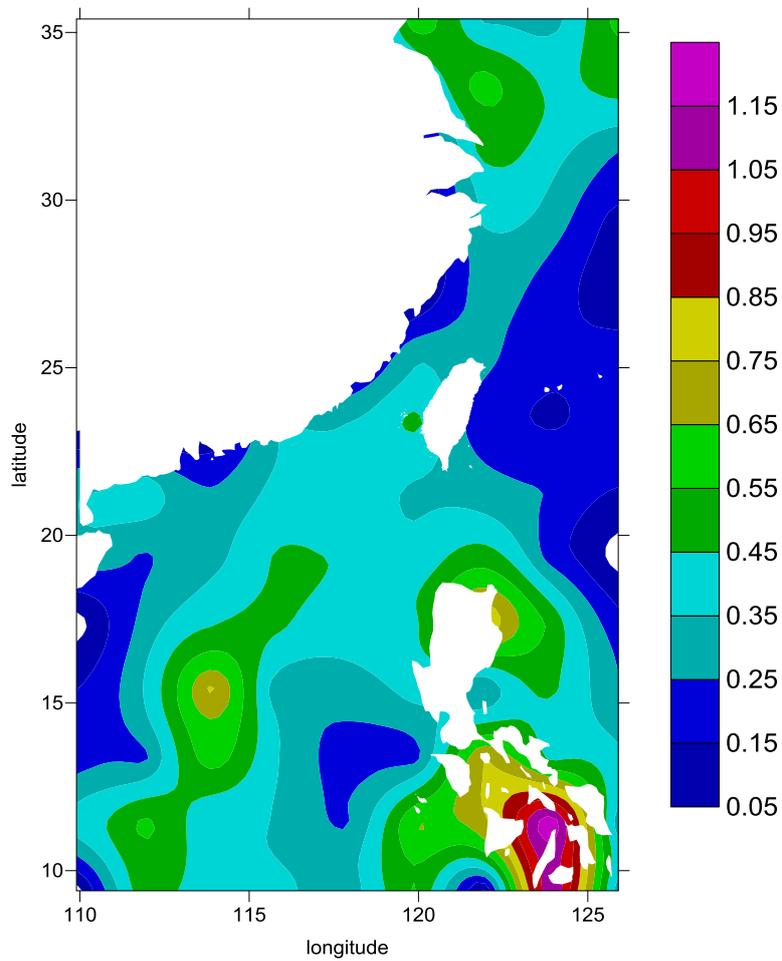
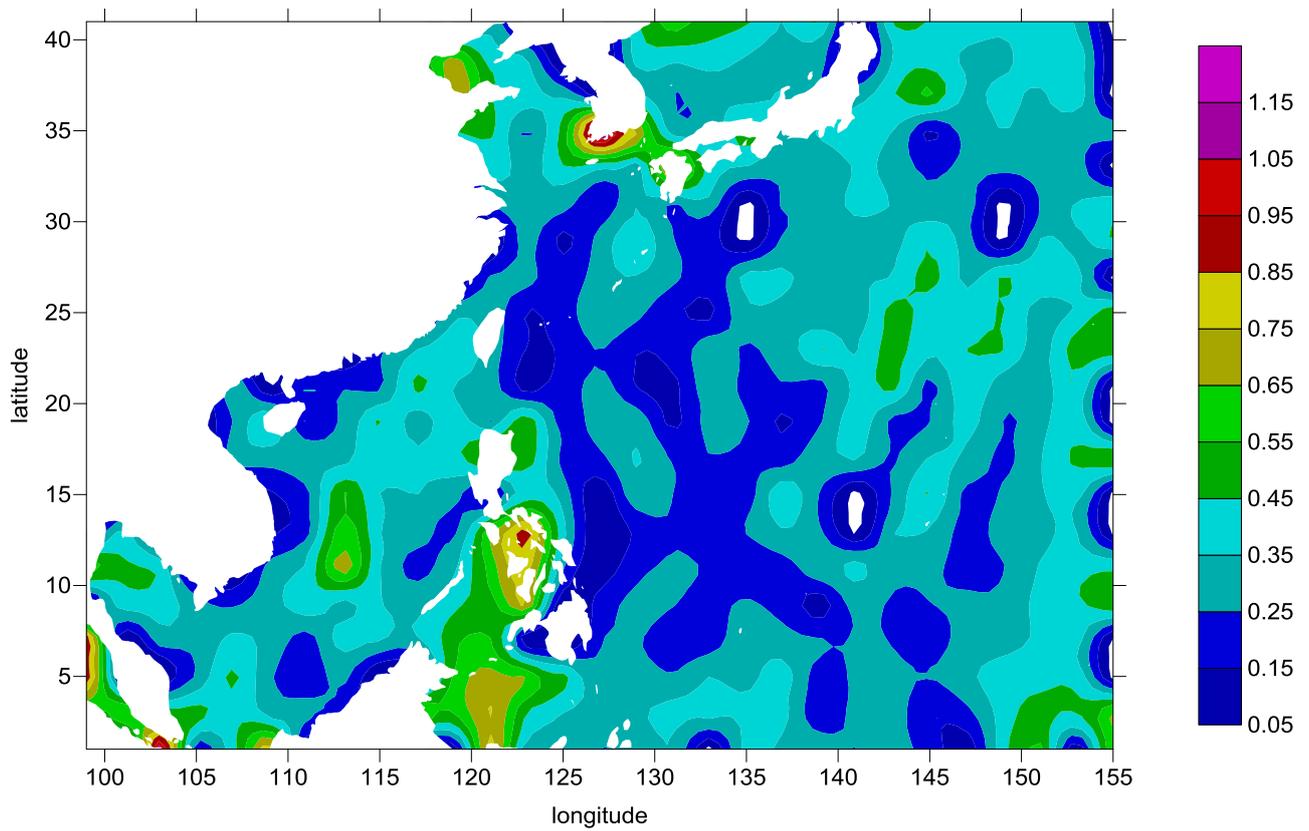


圖 50、雙向多重網格波高 SI 比較圖(60 小時預報場，JASON2)

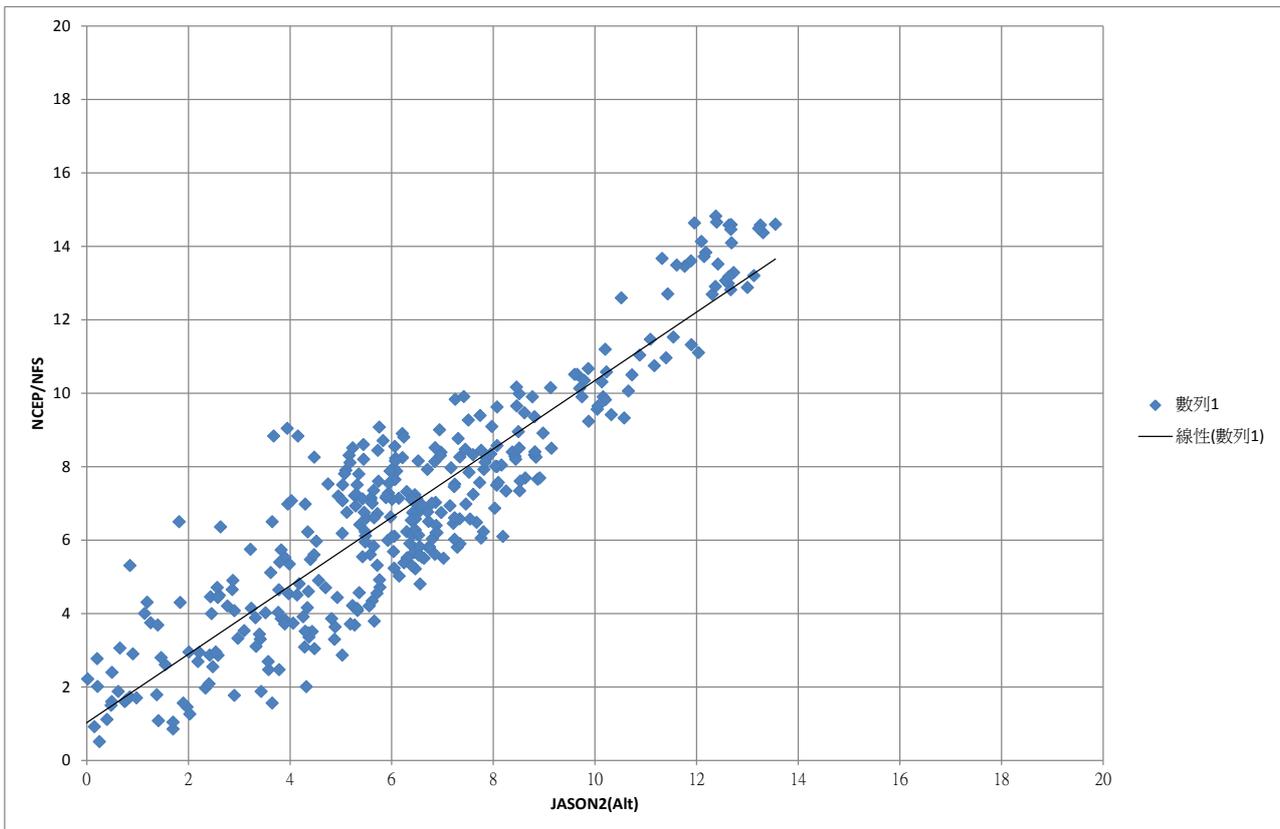
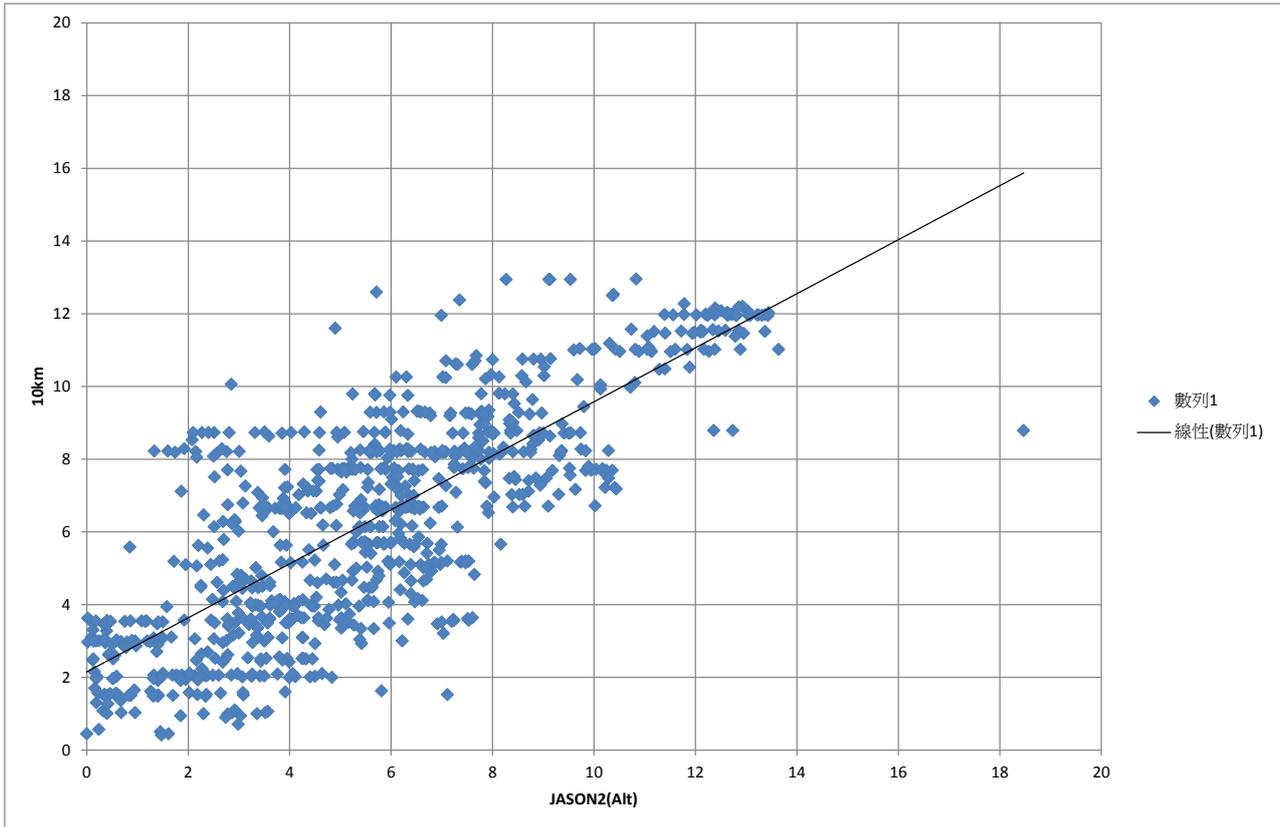


圖 51、中網格北邊靠大陸側附近海域不同分析風場與衛星 JASON2 風場比較圖(上為 10 公里風場，下為 NCEP/NFS 風場)

2-3 單向巢狀網格模式之校驗分析

單向巢狀網格計算與雙向多重網格計算不同，大網格僅提供小網格的邊界條件，小網格的計算值並不回饋給大網格的計算。

圖52至圖58為各測站之分析及每6小時預報至60小時之平均偏差(BIAS)、均方差(RMS)、相關係數(CR)及分散指數(SI)比較圖，在波高方面，除七股測站模式較接近觀測外，大鵬灣、新竹測站偏小，其餘測站均偏大，其中以鵝鑾鼻測站之模式計算結果相較觀測值之差距最大亦約1m；各測站均方差約介於0.45~1.3m，而分析及預報之差別並不明顯；在相關係數方面，除小琉球及鵝鑾鼻測站外均顯示隨著預報時間增長有呈現降低的趨勢，分散指數之分布亦顯示分析及預報之差別不大，而二個外洋測站(圖57)模式與實測值均相當接近，仍比近岸的測站更接近觀測值。在平均週期(T_{m02})部分，東沙島、大鵬灣、小琉球及龜山島測站模式與觀測值相當接近，除鵝鑾鼻、七股、金門測站外餘均偏低，約介於-0.6~0.4秒之間，而大鵬灣測站均方差最大(約1.2秒)、相關係數最低(約0.35)，其他測站均方差最低可達0.7秒(臺東外洋測站及東沙島測站)，相關係數最高可達0.78(臺東外洋測站)，除龍洞、大鵬灣、成功站、小琉球外，相關係數方面均顯示隨著預報時間增長有呈現降低的趨勢，其均方差亦隨著預報時間增長有呈現增加的趨勢；分散指數之分布以大鵬灣站最高約在0.28，同時顯示在分析及預報時段之差別不大。

與衛星波高資料比較方面(圖59)，在大範圍0.25度網格之計算結果顯示模式稍微偏小，且相關係數顯示隨著預報時間增長有呈現降低的趨勢，其均方差及分散係數亦隨著預報時間增長有呈現增加的趨勢；而在10公里網格則呈現模式偏高的趨勢(與臺東外洋測站及東沙島測站類似)，其餘特性雖然與0.25度網格之計算結果相近，但隨著預報時間變化的特性較不明顯且產生較明顯的震盪現象。圖60及圖61分別為分析風場及60小時預報風場、2度×2度平均之分散指數分布圖，圖中顯示隨著預報的時間增加，SI值有增加的趨勢，而因單向的計算，二個網格間SI的特性變化差異較大，在中網格北邊靠大陸側附近海域(東海及黃海交界)及澳門南側海域，中網格都有偏大的趨勢，顯示不同的風場影響甚大；此外大網格模式範圍四周邊界之分散指數亦較大。

整體而言，就測站之比較方面，外洋測站之計算結果較近岸測站佳，且隨預報時段增加有變差的趨勢；與衛星波高資料的比較方面，10公里網格計算結果呈現模式偏高的趨勢，與外洋測站之計算結果趨勢一致，0.25度網格之計算結果則顯示模式稍微偏小。而單向巢狀網格的計算受到不同的風場影響較大，當風場差異較大時會使得不同網格間的特性變化較大。

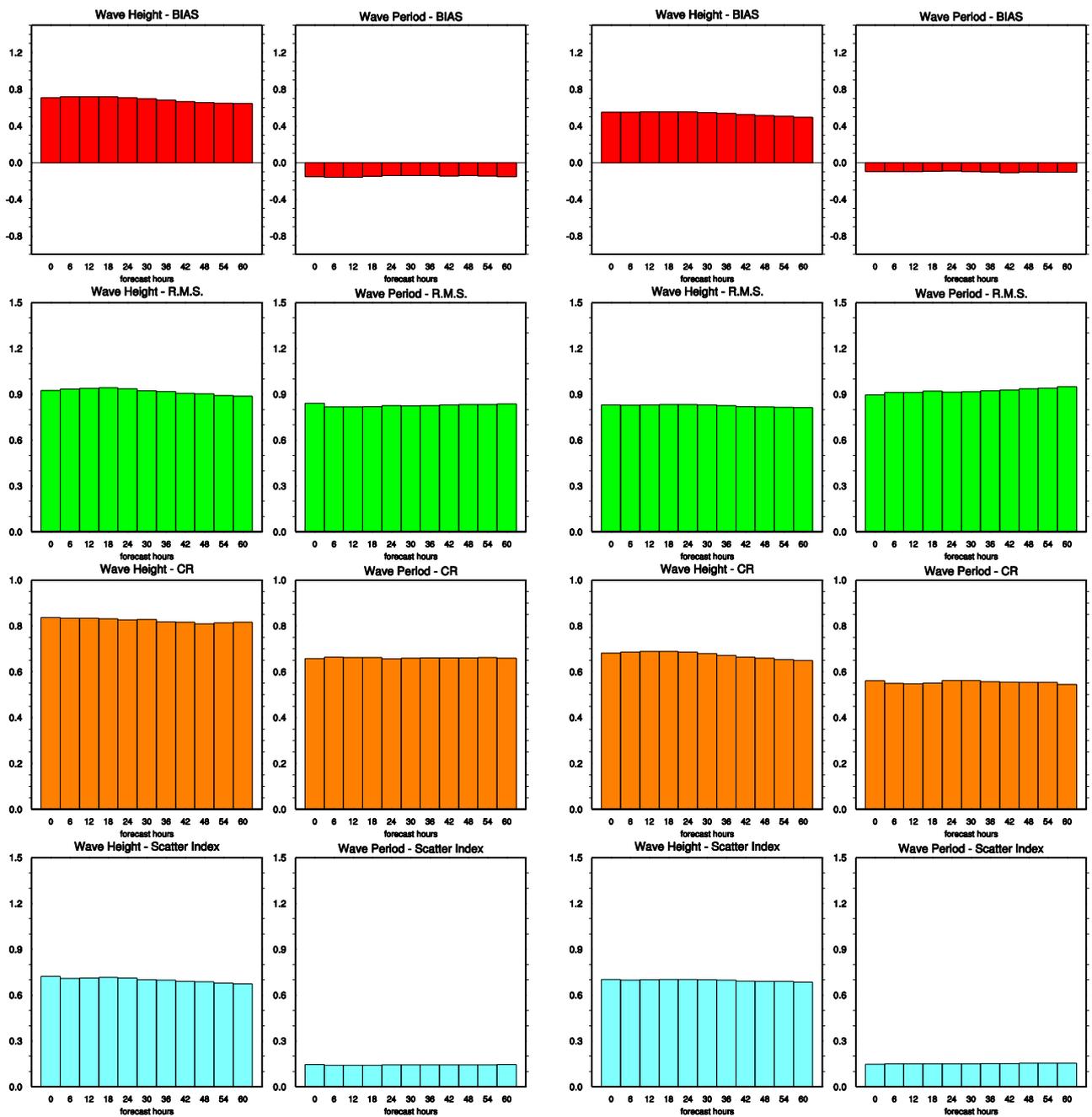


圖 52、單向巢狀網格式性波高及平均週期比較圖(左：龍洞，右：花蓮)

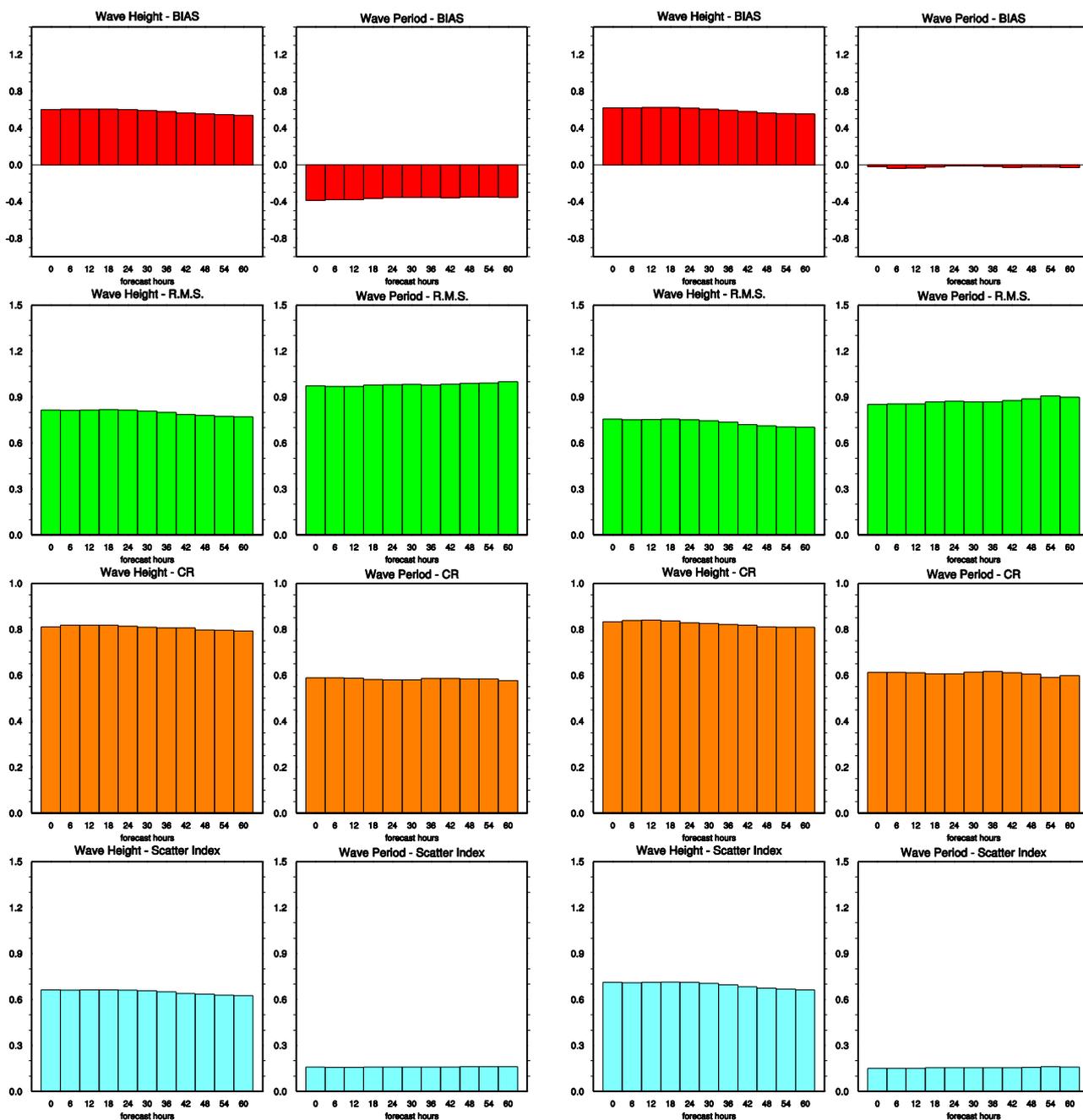


圖 53、單向巢狀網格式性波高及平均週期比較圖(左：蘇澳，右：龜山島)

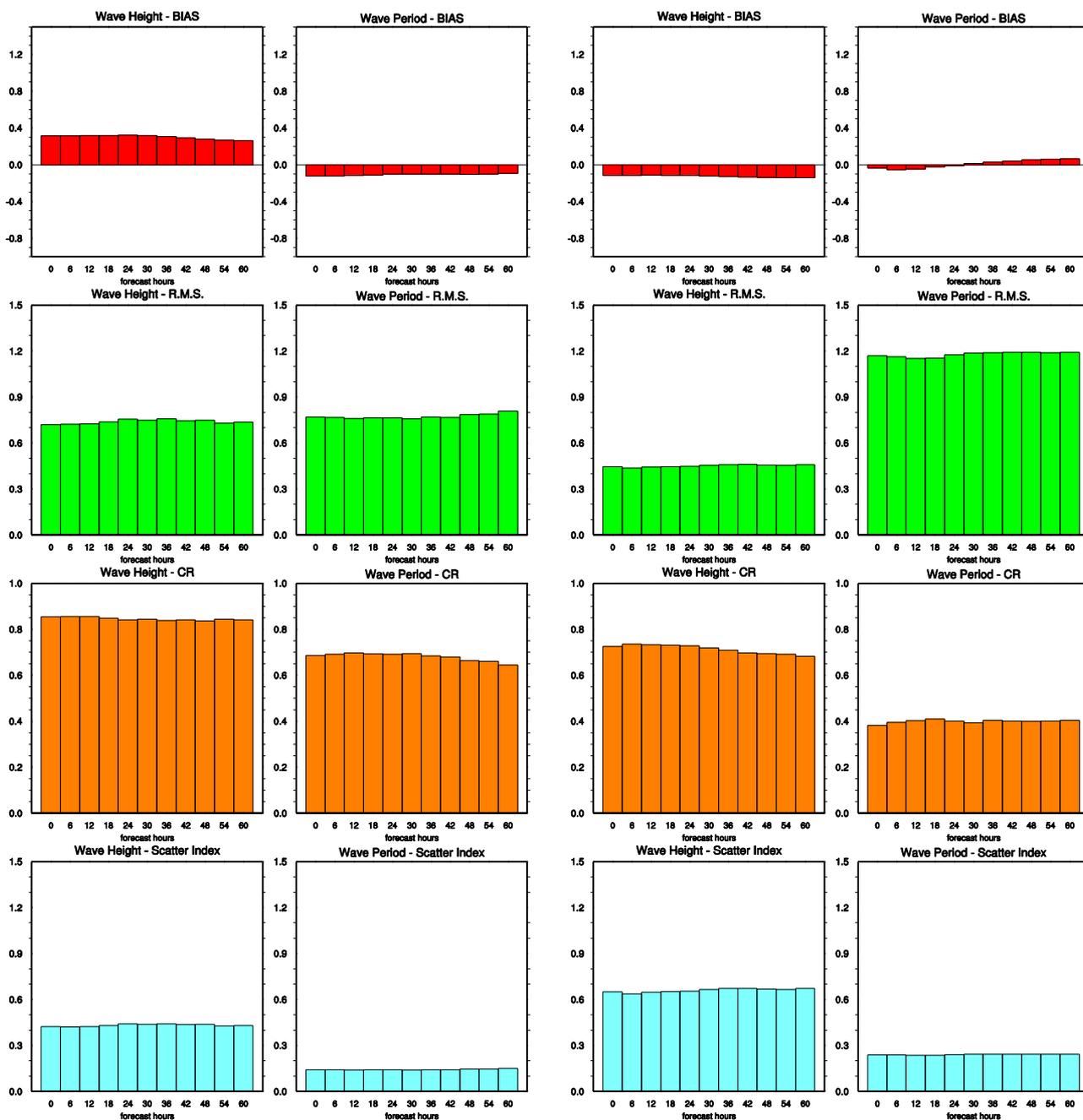


圖 54、單向巢狀網格式性波高及平均週期比較圖(左：澎湖，右：大鵬灣)

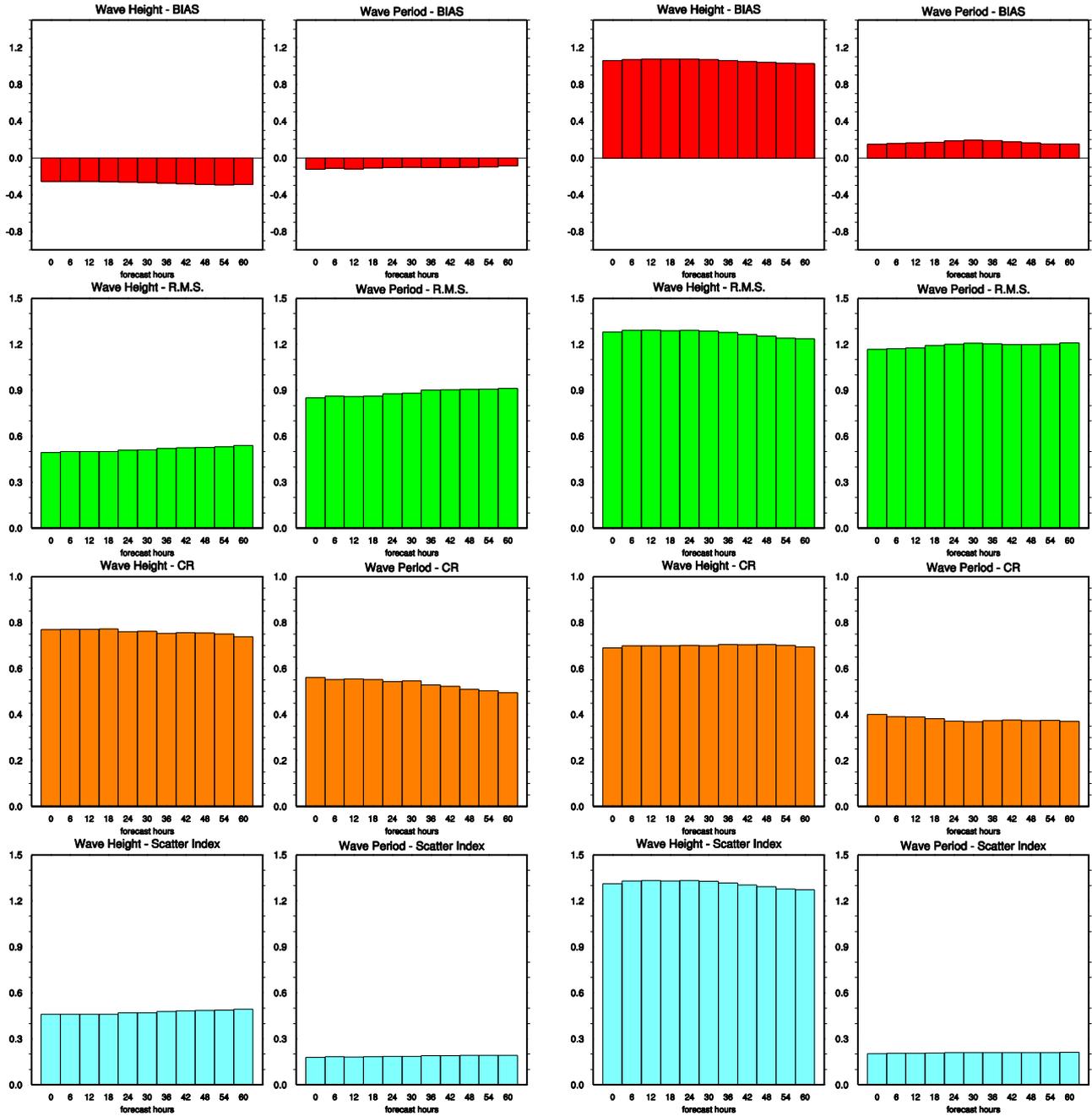


圖 55、單向巢狀網格式性波高及平均週期比較圖(左：新竹，右：鵝鑾鼻)

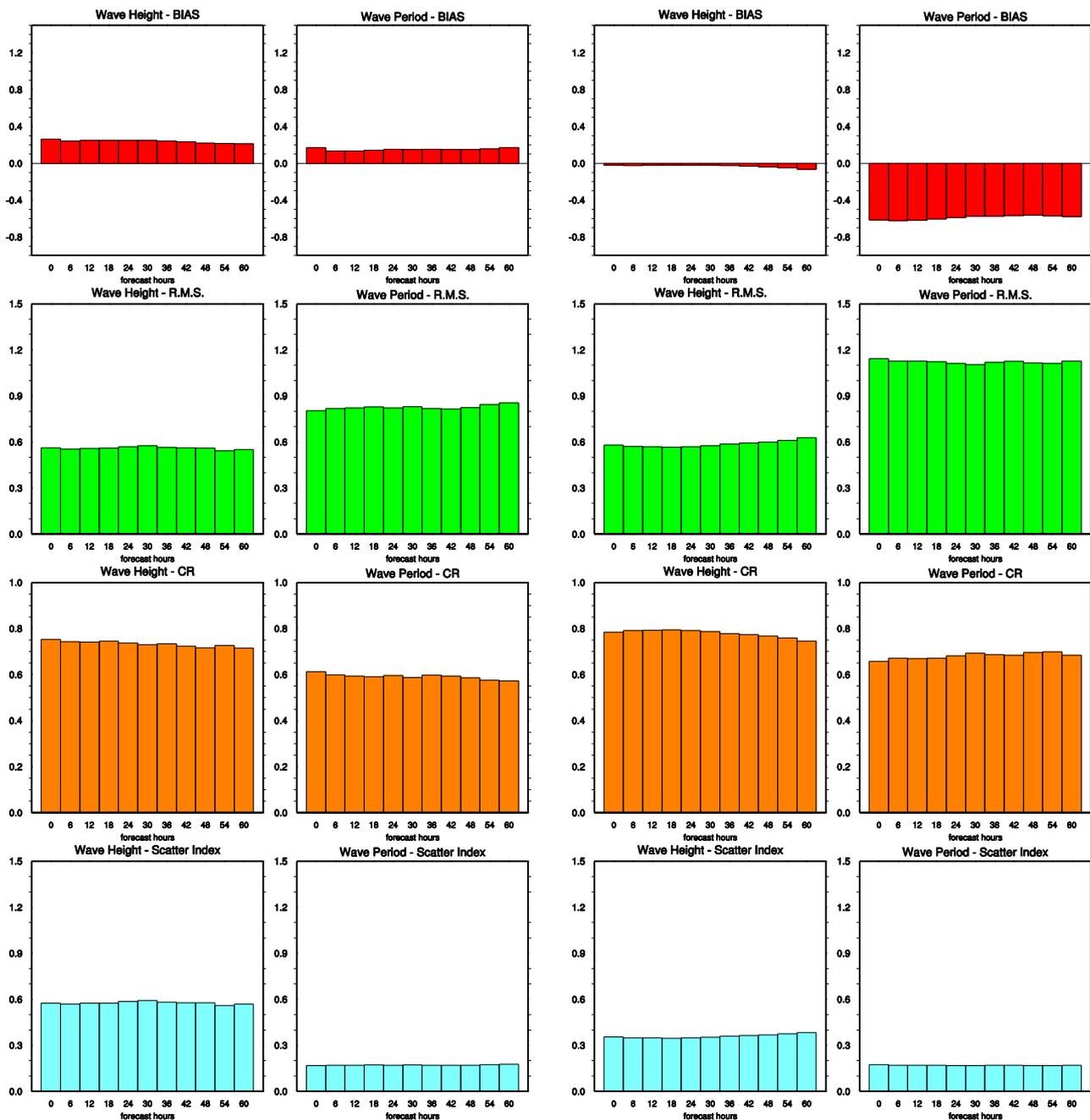


圖 56、單向巢狀網格式性波高及平均週期比較圖(左：七股，右：成功)

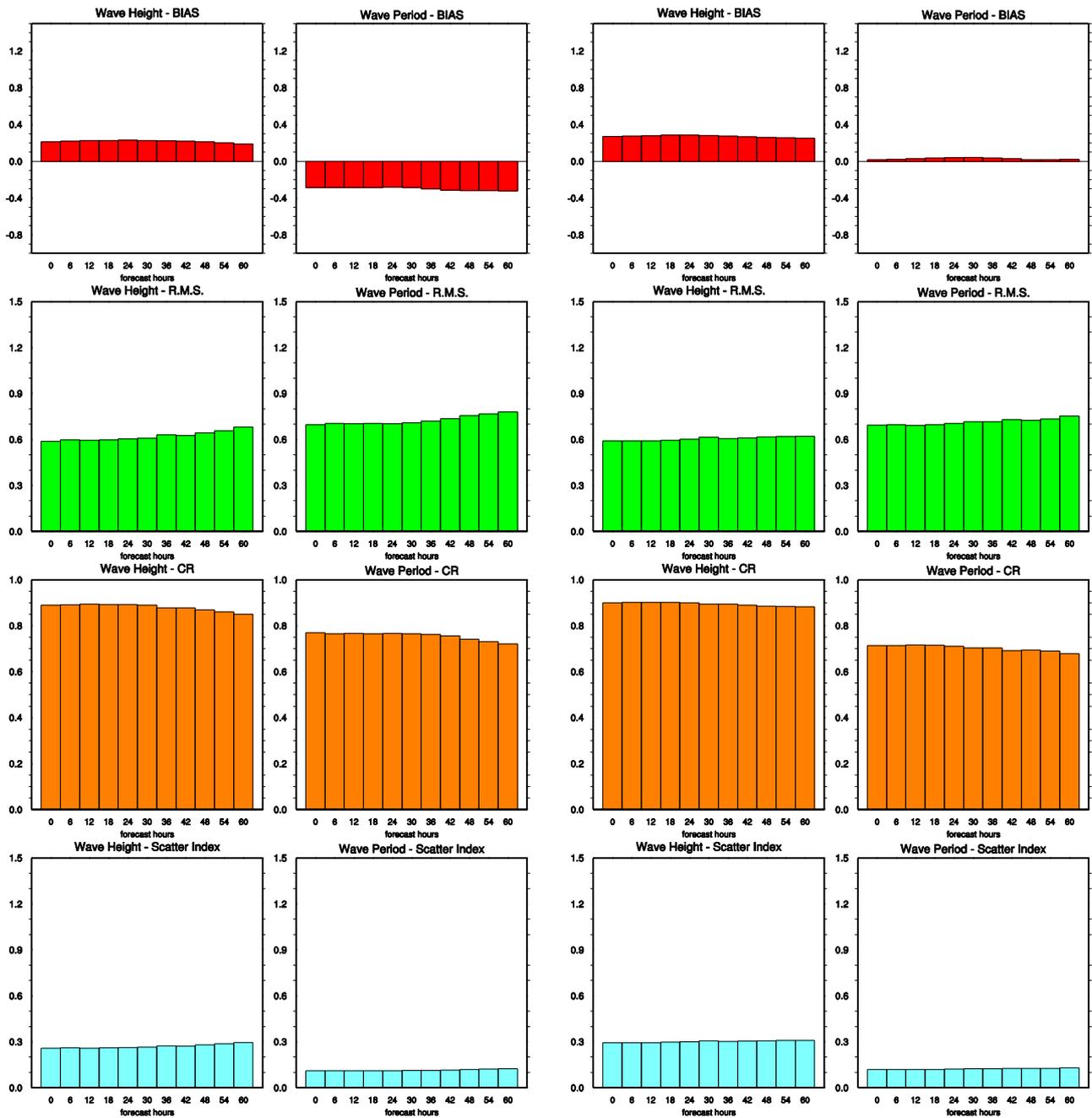


圖 57、單向巢狀網格式性波高及平均週期比較圖(左：臺東外洋，右：東沙島)

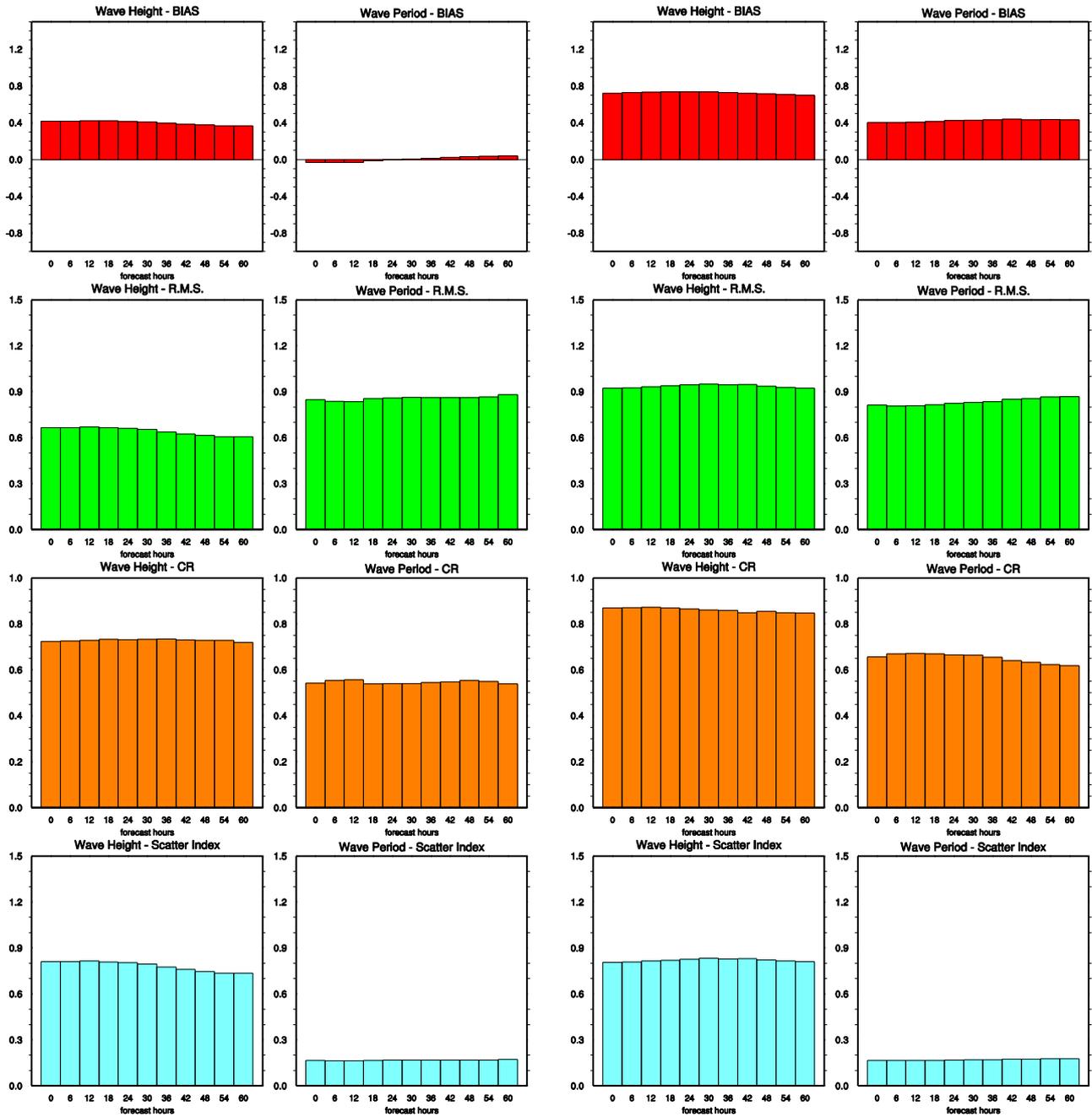


圖 58、單向巢狀網格式性波高及平均週期比較圖(左：小琉球，右：金門)

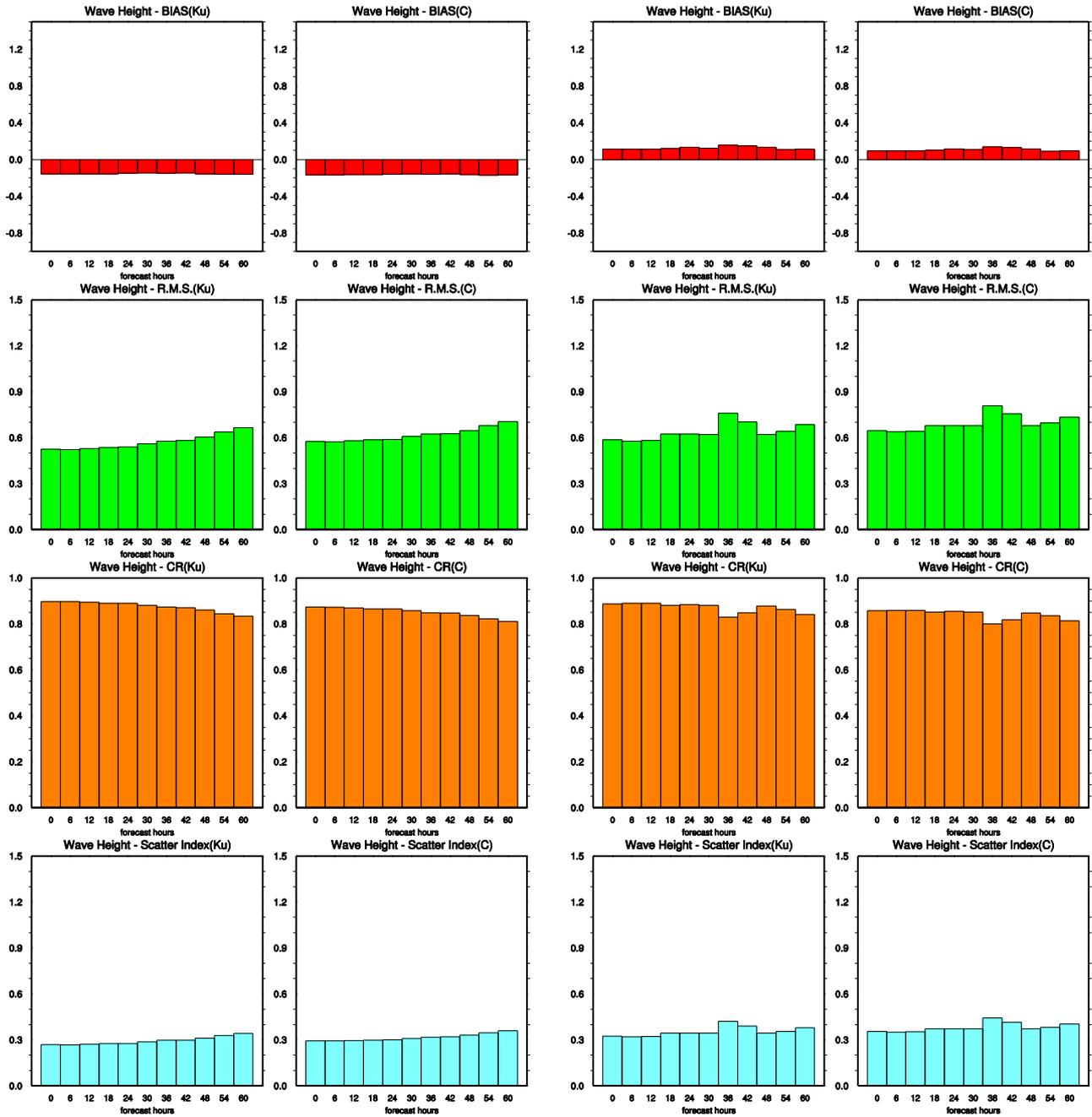


圖 59、單向巢狀網格式與衛星示性波高比較圖(左：0.25 度網格式，右：10km 網格式)

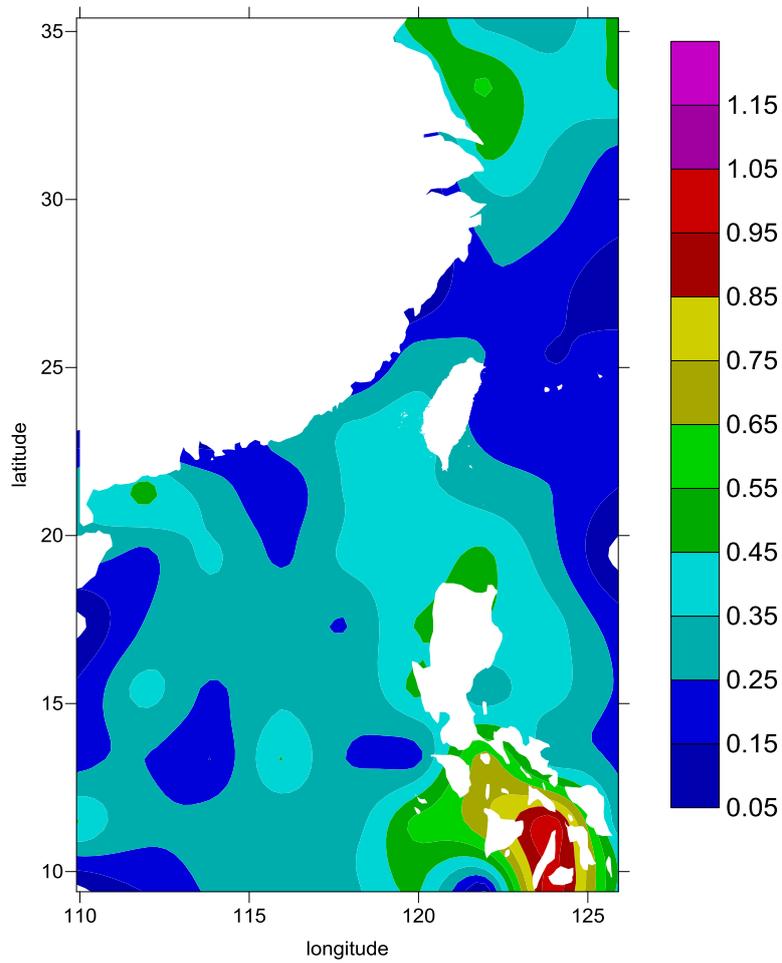
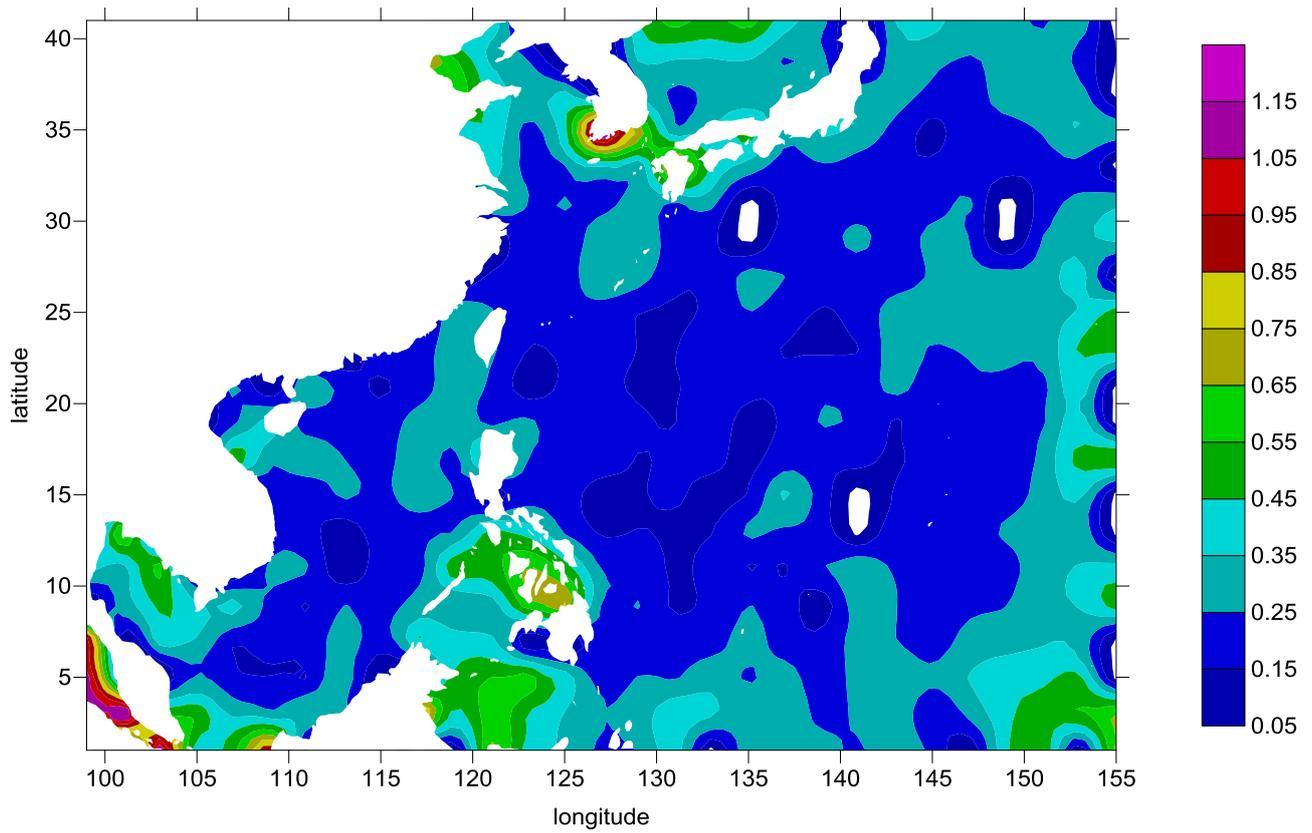


圖 60、單向巢狀網格模式 SI 比較圖(分析風場，JASON2)

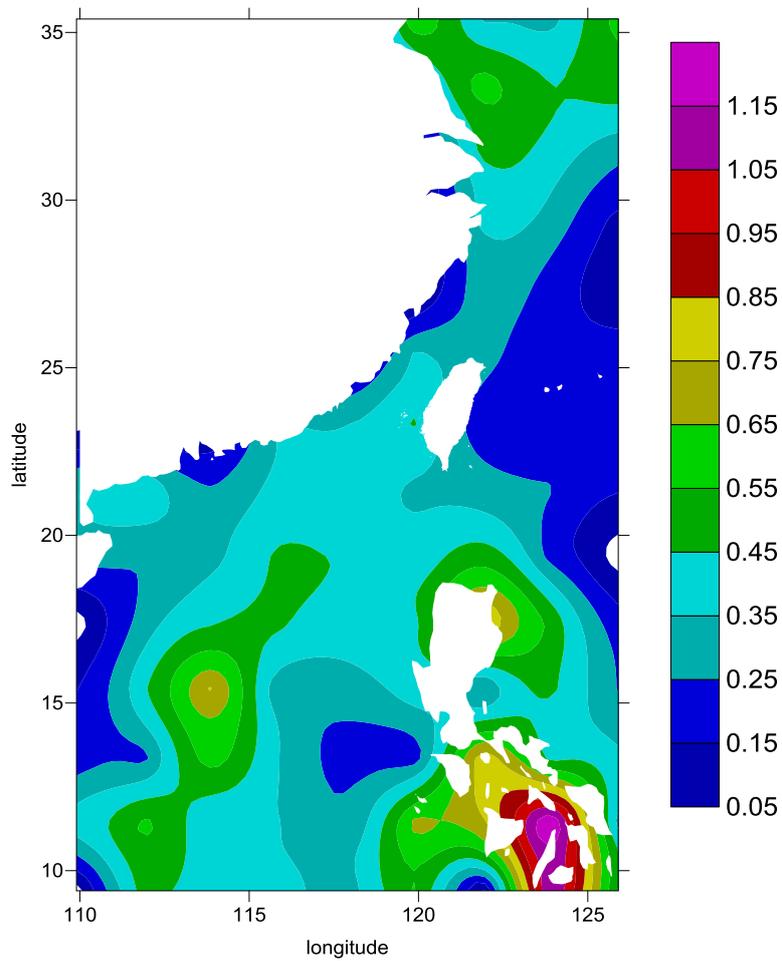
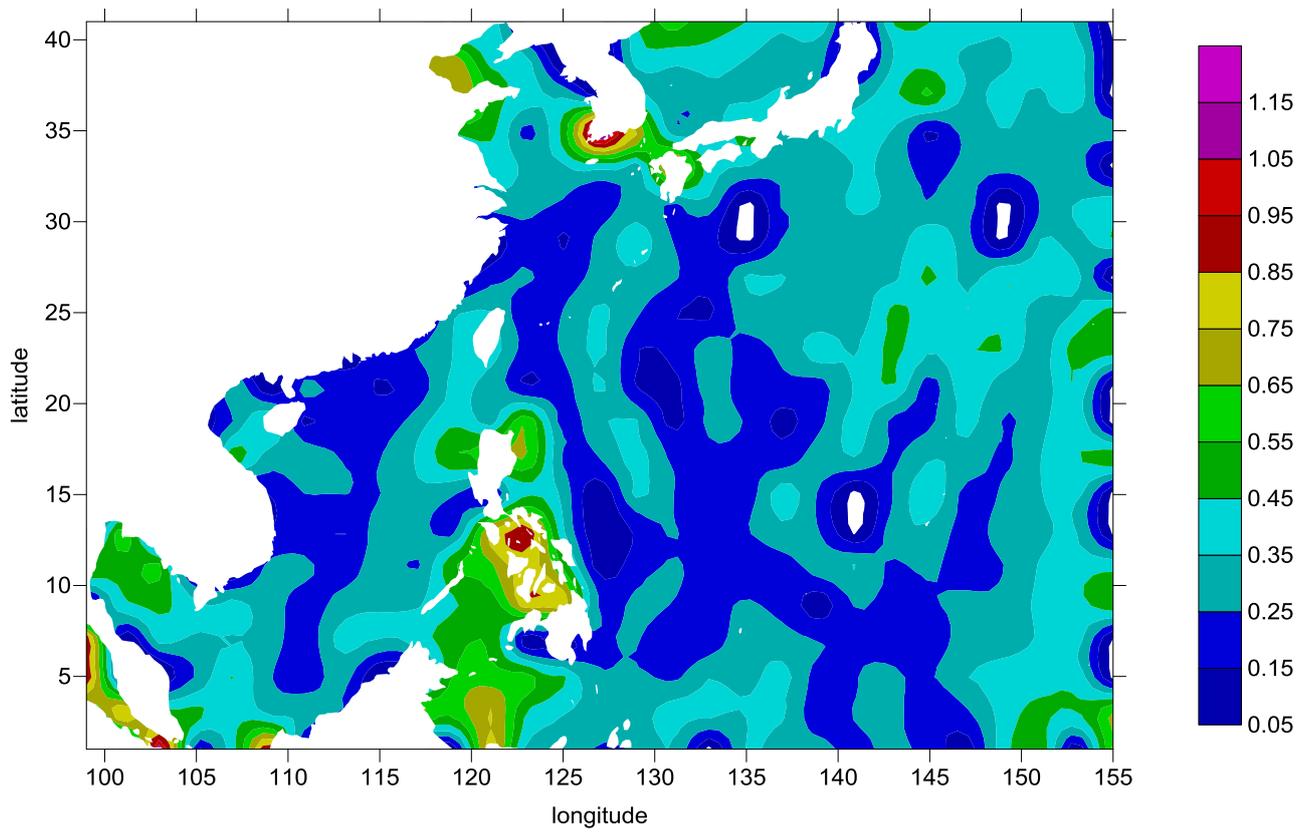


圖 61、單向巢狀網格模式 SI 比較圖(60 小時預報風場，JASON2)

2-4 多重網格與巢狀網格之比較分析

波浪模擬與風場直接相關，即使提供正確的邊界條件若風場錯誤往往使得計算值產生偏差，故波浪場的分布主要還是受到各自風場的影響。比較單向巢狀網格與雙向多重網格的計算結果顯示，雙向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，會因風場較差，計算出的波浪場與觀測值相距較大。

2-5 作業化波浪系統移置新作業平台

由於氣象局本年度購置新的計算作業平台(Fujitsu)，必須將目前在hpc計算平台之4個作業化風場讀取及處理系統(NCEP/NFS、JMA、10公里、2.5公里等風場)及6個作業化波浪預報系統，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)。表11為在新舊作業平台之風場讀取處理及波浪預報系統執行78小時所需之時間比較表(相同CPU個數)，表中顯示風場讀取處理在新機器有顯著加速，但波浪預報系統僅10公里巢狀網格在新機器速度有加快，但在0.25度及三層多重網格預報系統則無，經洽詢這部分需要再作編譯參數的微調使得作業平台達到最佳化的境界，圖62至圖64為10公里巢狀網格及三層多重網格波浪預報系統在新舊系統之計算結果比較圖，基本上差異不大顯示已將系統移置成功。

表 11、新舊作業平台系統執行使用時間比較(2012/11/29 12UTC)

類別	說明	代號	hpc	Fujitsu
風場讀取處理	NCEP/NFS 風場	AVNWIND	01min57sec	01min31sec
	10 公里風場	10KWIND	33min11sec	11min21sec
	2.5 公里風場	25KWIND	37min02sec	23min22sec
波浪預報系統	0.25 度	avnwork	08min25sec	10min17sec
	10 公里	avn10work	26min04 sec	18min02sec
	三層多重網格	avnmulti	22min56sec	40min31sec

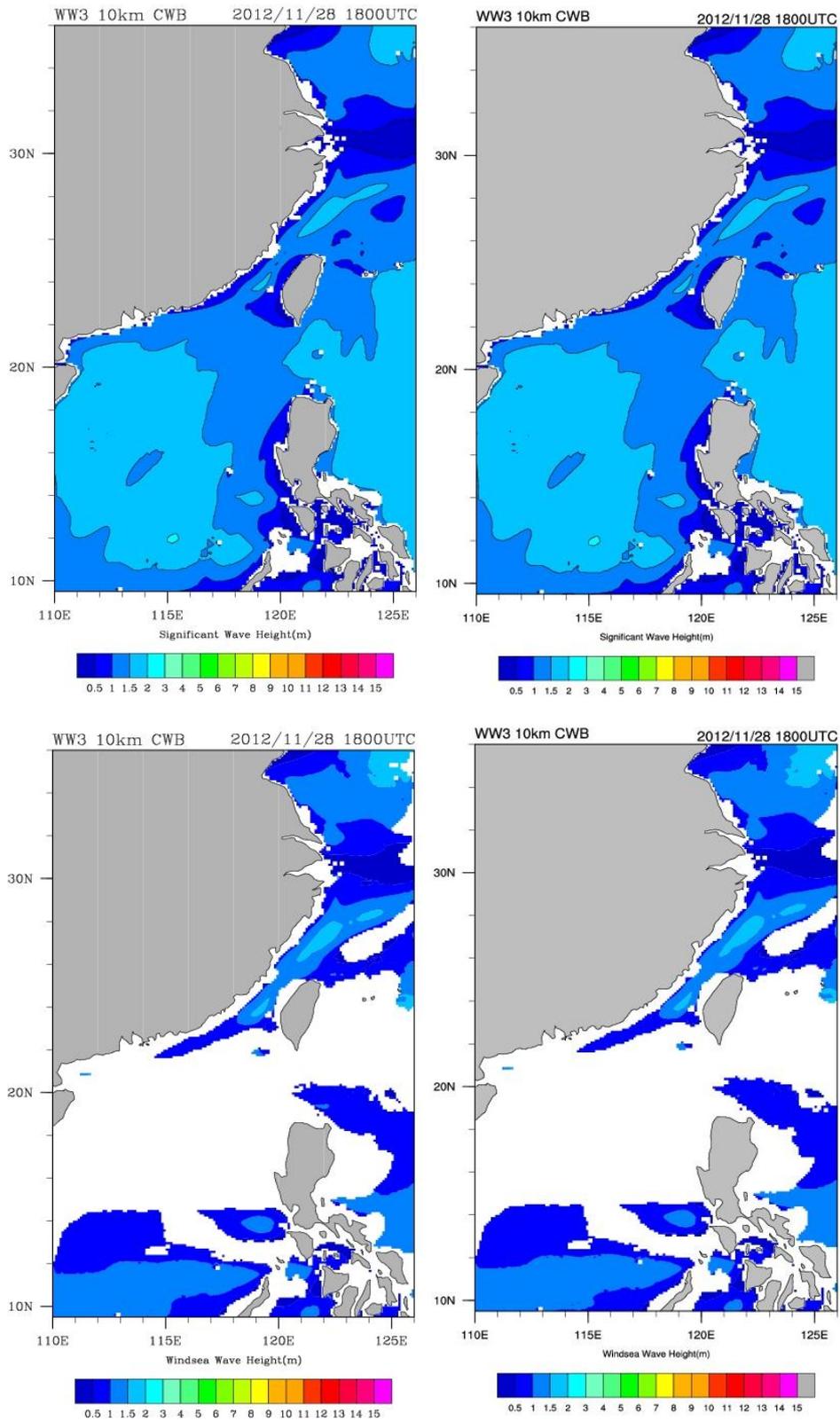


圖 62、波浪模式計算波高(上 Hs、下 wind sea)在新、舊系統比較圖(左 hpc，右 Fujitsu)

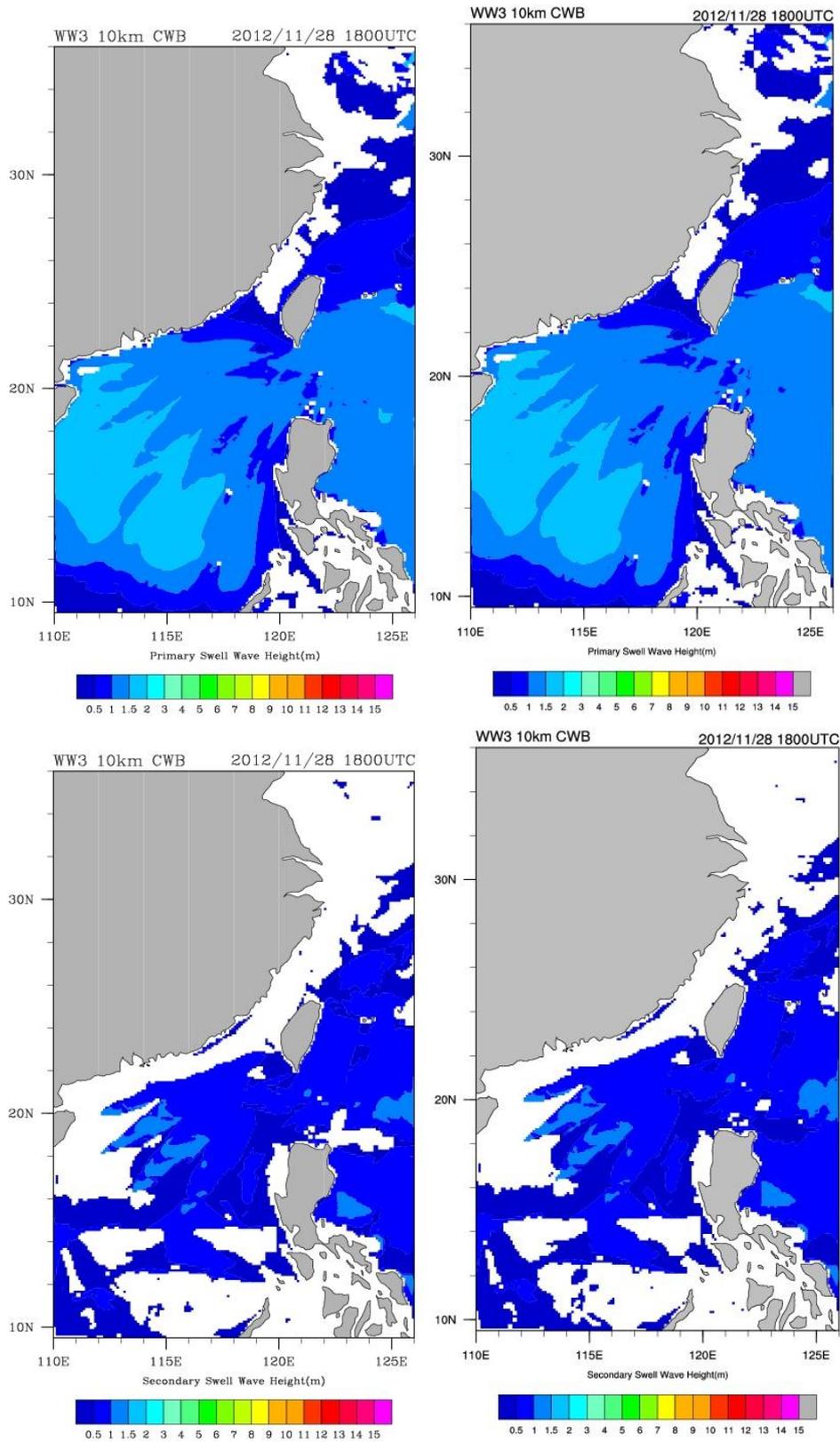


圖 63、波浪模式計算波高(上主湧、下次湧)在新、舊系統比較圖(左 hpc，右 Fujitsu)

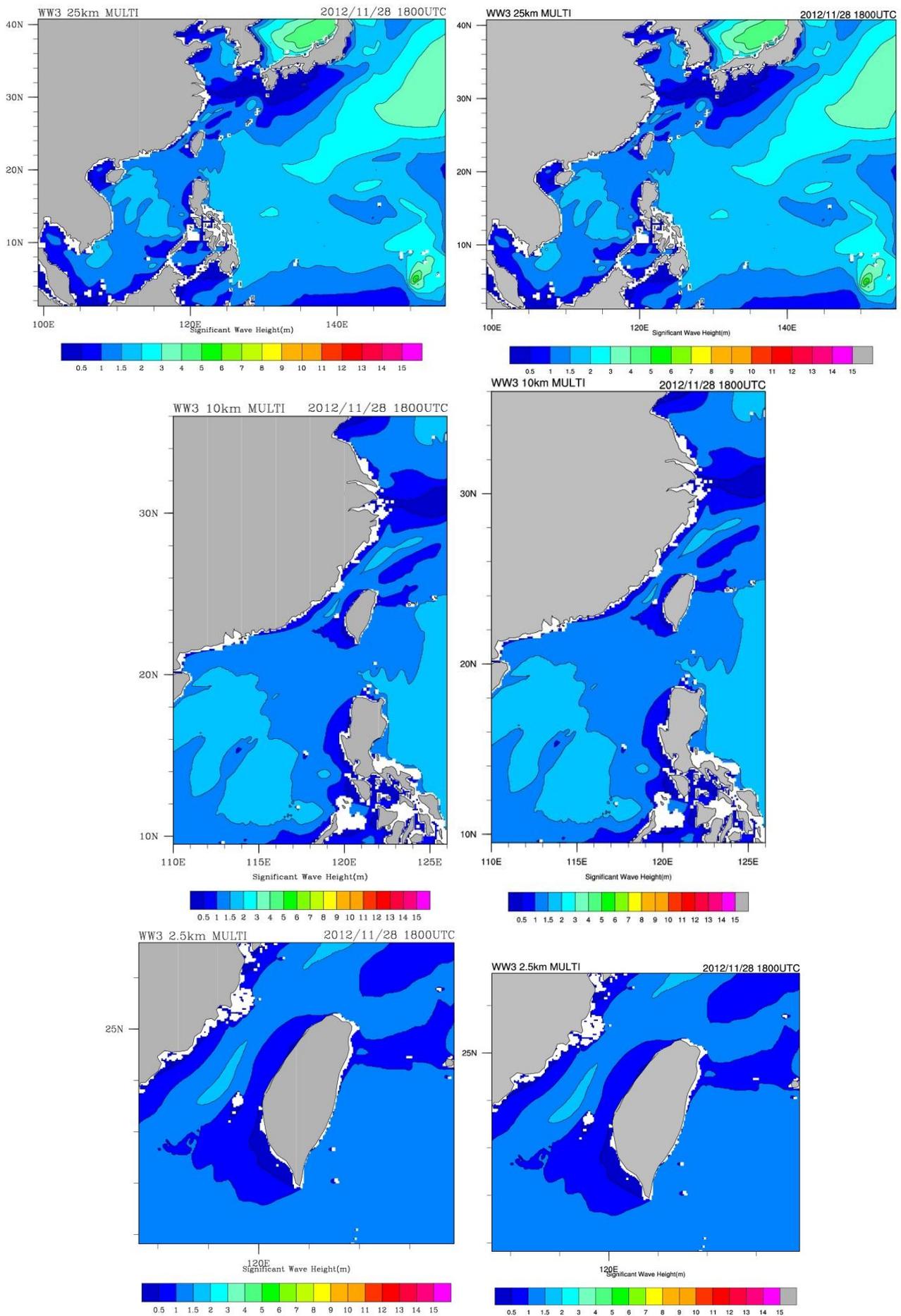


圖 64、多重網格波浪模式不同網格計算示性波高在新、舊系統比較圖(上:25km 網格，中:10 公里網格，下:2.5 公里網格，左 hpc，右 Fujitsu)

第三章、SWAN 模式計算區域之適化研究

3-1 SWAN (Ver. 40.72)模式概述

由荷蘭Delft大學主導發展之波浪模式SWAN (Simulating WAVes Nearshore)，統合以往學者之研究再加以改良。SWAN模式適用在海岸地區、湖泊或河口附近水域，是一個利用風、海底底床及海流狀況，合理預估波浪參數的數值模式，可以計算波浪在時間及空間領域中的傳遞、波與波的非線性交互作用、波浪受風的成長、碎波、因底床摩擦所造成的能量衰減、及受到海流及地形變化而產生的頻率位移、淺化與折射等，因此具有推算近岸波浪的功能。表現出的波浪傳播過程，包括：

- 在地理空間中的正線性傳播
- 由於海底底床與水流在空間上的變化而引致的折射與淺化
- 由於對向海流引起的阻滯(blocking)與反射
- 障礙物所引致的反射、阻滯或通過的情形

以及下列有關波浪的生成及消散過程：

- 風所引致的波浪生成
- 白沫 (whitecapping) 所引致的波浪消散
- 水深引起碎波所導致的波浪消散
- 底床摩擦引致的波浪消散
- 波浪交互作用
- 障礙物

此外，SWAN也可以計算因為碎波所引致的平均海水面上升(set-up)。SWAN可以在直角座標及球面座標系統中進行定常(stationary)及部分非定常狀態(optionally non-stationary)的波浪模擬。定常狀態的模擬應用於短期的波浪作用，例如當波浪通過該水域的時間小於地理學上的條件(如波浪的邊界條件、風、潮位及暴潮等)。而類定常的模擬 (quasi-stationary) 則可以結合定常的SWAN計算、模擬在時變序列上的定常狀況。

SWAN模式所用之控制方程式為求解二維之簡化波浪作用力平衡方程式，如下式

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \cos^{-1} \phi \frac{\partial c_{\phi} \cos \phi N}{\partial \phi} + \frac{\partial c_{\lambda} N}{\partial \lambda} + \frac{\partial c_{\sigma} N}{\partial \sigma} + \frac{\partial \tilde{c}_{\theta} N}{\partial \theta} = \frac{S_{tot}}{\sigma} \quad (10)$$

SWAN中所適用的頻譜是波動密度能譜 $N = N(\lambda, \phi, \theta, \sigma, t)$ ，與NWW3模式所使用之波動

能量有 $N(k,\theta)=C_g N(\sigma,\theta)$ 的關係。

另SWAN模式使用的風能量輸入公式，如式(11)，包括線性成長項A及指數成長項B，其中線性成長項A主要作用在頻率高於 σ_{PM} (完全發展海域PM波譜之主頻)以上，與NWW3之線性成長項相同。指數成長項B則有3種選擇，包括Komen(1984)、Janssen(1991)、Yan(1987)，如表12，Komen(1984)的公式為波齡 (c/u_*) 倒數一次的函數，並受到波浪前進方向與風速的夾角限制；Janssen(1991)另外考慮有效表面糙度 Z_c 且為波齡 (c/u_*) 倒數二次的函數；Yan(1987)採用波齡倒數二次多項式的函數，允許波浪前進方向與風速的夾角大於90度的情形。此外在白沫所引致的能量消散的方程式中，有2種選擇，包括第1種由平均波形尖銳度所控制，依據Hasselmann(1974)所推導的Pulse-based模式，後由WAMDI(1988)及Janssen(1991)所修正的公式，假設波浪的消散是平均消散，與波譜特性的尖銳度無關且不考慮波群及碎波的效應，屬於quasi-linear的形式，及第2種考慮飽和型態的消散，並修正原Alves and Banner(2003)提出的經驗式，剔除原平均波譜尖銳度及波數，加入尺度引數到經驗式中，其中的飽和參數 $B(k)$ 已可慮水深效應(包含 C_g 項)因此可適用在淺水海域。而第1種白沫消散公式可與前2種風場輸入B搭配使用，而飽和型態的消散式則配合Yan(1987)的風場輸入。然而SWAN在考慮風場輸入及白沫消散並未如NWW3需搭配使用，故可互相交換使用。

$$S_{in}(\sigma, \theta) = A + B\sigma N(\sigma, \theta) \quad (11)$$

圖65為氣象局0.05度SWAN計算範圍吹10m/s東風及上游邊界波高2m條件下、SWAN不同風場輸入條件(模式設定)之波譜分布，圖66為波高及週期之時序列分布，圖中顯示Janssen(1991)之波高最大，但三者之差異不大(差距在10公分以內)，平均週期仍以Janssen(1991)計算值最大，Komen(1984)最小，差距可達1.4秒。

此外在數值方法上，SWAN使用一階上風法(BSBT)或三階Stelling/Leendertse隱式法(預定)，此說明為何使用原預定之數值方法，SWAN會比NWW3耗時。

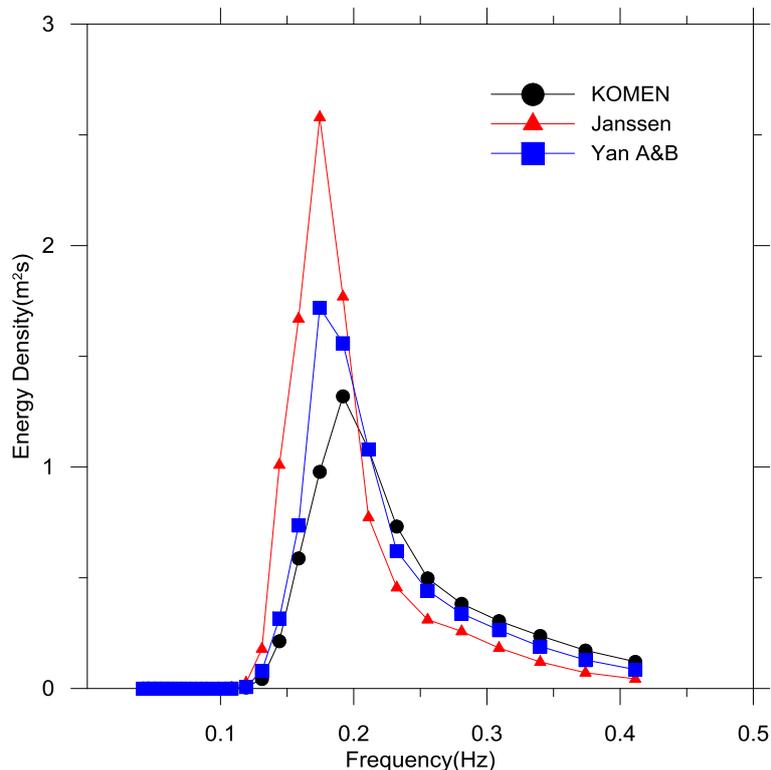
表 12、SWAN 模式風場輸入及白沫消散公式

項目	公式
Linear input (Gavaleri and Malanotte-Rizzoli)	$A = \frac{1.5 \times 10^{-3}}{2\pi g^2} (u_* \max[0, \cos(\theta - \theta_w)])^4 H$
Input and dissipation (Komen)	$B = C_{in} \frac{\rho_a}{\rho_w} \max(0, 28 \frac{u_*}{c} \cos(\theta - \theta_w) - 1) \sigma$ $S_{ds}(\sigma, \theta) = -C_{ds} \hat{\sigma} \left[(1 - \delta) \frac{k}{\tilde{k}} + \delta \left(\frac{k}{\tilde{k}} \right)^2 \right] \left(\frac{\hat{\alpha}}{\hat{\alpha}_{PM}} \right)^4 \sigma N(\sigma, \theta)$ <p>其中 $\delta = 0$.</p>
Input and dissipation (Janssen)	$B = \beta \frac{\rho_a}{\rho_w} \left(\frac{u_*}{c_{ph}} \right)^2 \max[0, \cos(\theta - \theta_w)]^2 \sigma$

	$S_{ds}(\sigma, \theta) = -C_{ds} \hat{\sigma} \left[(1 - \delta) \frac{k}{\tilde{k}} + \delta \left(\frac{k}{\tilde{k}} \right)^2 \right] \left(\frac{\hat{\alpha}}{\hat{\alpha}_{PM}} \right)^4 \sigma N(\sigma, \theta)$ <p>其中</p> $\begin{cases} \beta = \frac{1.2}{\kappa^2} \lambda \ln^4 \lambda & , \quad \lambda \leq 1 \\ \lambda = \frac{gz_e}{c_{ph}^2} e^r & , \quad r = \kappa c / u_* \cos(\theta - \theta_w) \end{cases}$ $\delta = 0.5$
<p>Input and dissipation (Yan Alves and Banner)</p>	$B = \left[D \left(\frac{u_*}{c} \right)^2 \cos(\theta - \theta_w) + E \left(\frac{u_*}{c} \right) \cos(\theta - \theta_w) + H \cos(\theta - \theta_w) + H \right] \sigma$ $S_{ds}(\sigma, \theta) = -C_{ds} \left(\frac{B(k)}{B_r} \right)^{p/2} (\tanh(kh))^{(2-p)/4} \sqrt{gk} \sigma N(\sigma, \theta)$ <p>其中</p> $D = 0.04$ $E = 0.00552$ $F = 0.000052$ $H = -0.000302$ $B(k) = \int_0^{2\pi} c_g k^3 \sigma N(\sigma, \theta) d\theta$

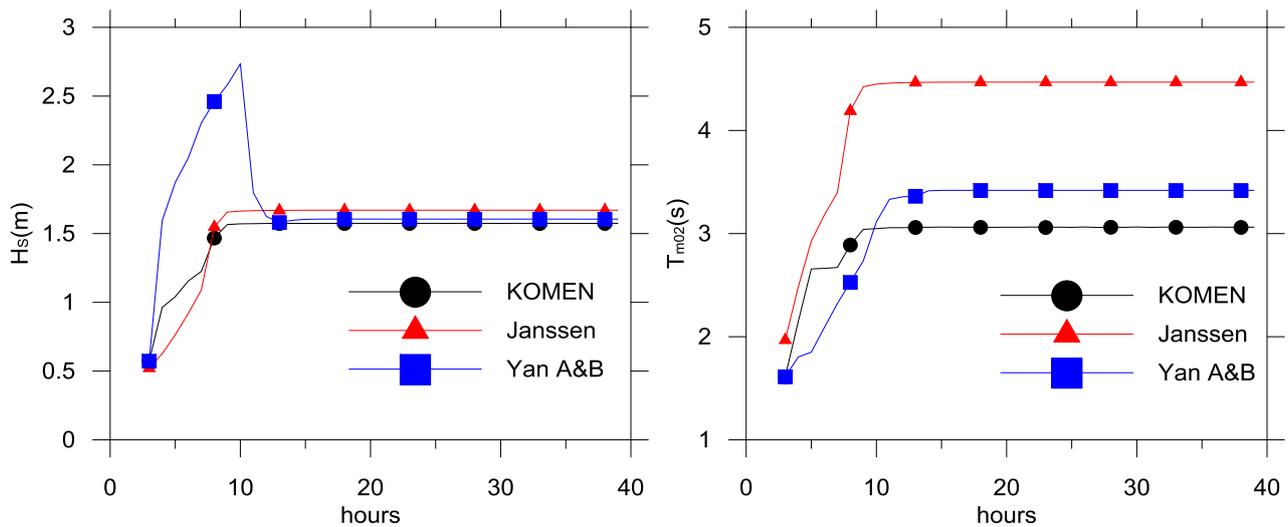
$$u_* = u_{10} \sqrt{(0.8 + 0.065 u_{10})} 10^{-3} \quad \text{for } u_{10} \geq 7.5 \text{ m/s}$$

$$u_* = u_{10} (1.2875 \times 10^{-3}) \quad \text{for } u_{10} < 7.5 \text{ m/s}$$



(E122.5 N24)

圖 65、不同 SWAN 風浪輸入公式之波譜分布



(E122.5 N24)

圖 66、不同 SWAN 風浪輸入公式之波高、週期歷時分布

3-2 SWAN 模式與 NWW3 模式使用公式之差異概述

檢視NWW3(表4)與SWAN(表12)所使用的風場輸入及白沫消散公式，在風場輸入部分，除了風場之線性成長項是一致外，在指數成長項方面，NWW3的WAM-3與SWAN的Komen公式一致，但使用的剪力速度 u_* 有些許差異，SWAN在風速小於7.5m/s時有另一個線性表示式；NWW3使用Tolman and Chalikov(1996)提出與顯性波長高度的風速及推力係數有關的經驗式，SWAN使用Yan(1987)提出波齡倒數的多項式公式，都與其他公式差異頗大；而WAM-4的公式基本上是根據Janssen(1991)，但增加了波齡參數 Z_α ，此外在波浪剪力 τ_w 的積分計算上，NWW3在最大波數(小波)以上引入其他的公式，且各自有計算條件的限制。

在白沫消散的計算方面，Tolman and Chalikov(1996)提出高頻及低頻的消散，與其他公式的形式差異頗大，而Alves and Banner(2003)所提的飽和型態消散式在波譜尖頻的消散率具有較大的動態變化範圍，包括(Lee et al., 2006)等均認為在不同頻率之波浪消散應該以各個成分波的尖銳度來決定，而非以平均尖銳度來判定，以避免不合理的消散導致週期的低估，故應採用此飽和型態的消散；而SWAN使用依據WAMDI(1988)及Janssen(1991)所修正的公式，則與NWW3使用WAM-3之公式一致；WAM4雖然包括飽和型態的消散、亂流消散及波形尖銳度控制的Pulse-based模式消散，但與SWAN修正之飽和型態消散，及原Pulse-based模式消散均有所不同。

此外，誠如SWAN使用手冊(p.7)所提，由於數值方法及模式建立區域的差異(係數、空間解析度等)，即使使用同樣的物理機制，由NWW3提供邊界條件至SWAN仍可能產生模式一致性的問題。因此當使用巢狀SWAN模式時，與NWW3模式之間需要進行係數及公式檢核的動作，以避免二個模式之間產生能量的差異。

3-3 SWAN 使用問題分析

過去許多的研究均指出(中央氣象局, 2006)、(工研院, 2007)、(Lee et al., 2006)、(陳, 2007), 不管是直接使用SWAN模式或經由其他大範圍風浪模式(例如NWW3或WAM)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; 氣象局目前SWAN的作業方式, 其開放邊界條件是由NWW3模式提供, 圖67及圖68為過去研究的例子, 說明NWW3及SWAN在同一區域範圍內之波高分布, 顯示當使用相同風場的輸入時, SWAN模式即使其邊界條件是由NWW3所提供(使用Tolman and Chalikov公式), 但波高卻明顯降低。

為了解決上述波高明顯降低的問題, 本研究團隊研判可能是因為不同模式風場的驅動力有所差異所致, 舉例來說, 圖69為2011年艾利颱風期間之颱風路徑(上)、波高(下左)及風速(下右)分佈圖, 由颱風路徑的圖顯示, 當地時間5/9 00:00時輕度颱風已準備登陸菲律賓, 但因氣象局內部已將其提供的10公里風速資料之單位由節 (knots) 改為m/s, 但卻未通知海象之作業單位, 導致波浪模式讀入之風場速度減半(如圖右在菲律賓之颱風風速分布, 最大只有8m/s), 雖然外圍邊界條件已由正確之NCEP/NFS風場所執行的NWW3模式提供, 但風速減半導致10公里範圍內部之浪場錯誤(菲律賓外海受颱風影響只有2~3公尺的浪高, 而台灣附近都在2公尺以下), 顯示內部風場在此10公里的計算範圍下仍主宰浪場的特性變化。這也給研究單位一個提示, 風速降低代表波浪能量輸入降低, 當SWAN使用的能量輸入公式與NWW3使用的能量輸入公式有所差異且代表能量輸入偏低時, 就很有可能導致波高降低的問題產生。

過去研究均嘗試採用改變SWAN的設定, 希望提高能量輸入(改變預設公式之係數)及高頻的消散(調整白沫消散項), 避免低頻能量的消散, 同時讓能量保持在較低頻以提高平均週期的作法, 但改善情形有限, 此外曾經懷疑台灣島嶼遮蔽的影響導致能量消散, 故嘗試使用與台灣海域同一面積的計算範圍但沒有島嶼的完全開放海域進行測試, 結果仍不佳。

然而綜合前述問題, 巢狀範圍內的風力輸入仍主導該區的浪場變化, 能量的消失及週期的降低是因使用的輸入公式有差異所致(如前節所述)。目前NWW3主要使用Tolman and Chalikov的公式計算能量輸入, 並使用高頻及低頻的白沫消散公式, 與SWAN所有公式並不一致, 因此勢必有選擇公式及調整參數的動作以因應模式銜接中間的差異。

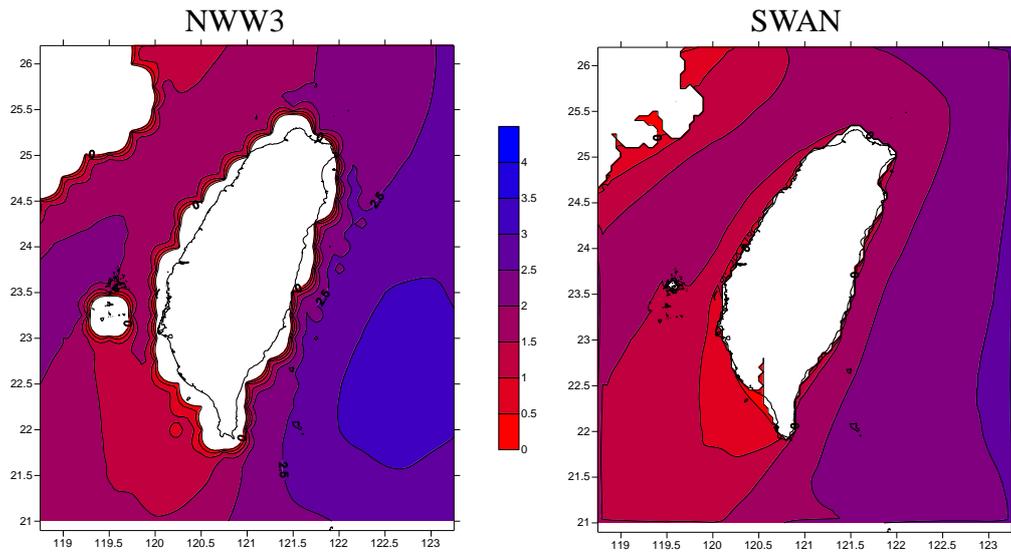


圖 67、波高分佈圖 (2005/02/01 00:00) (左 NWW3 (1+2), 右 SWAN1)

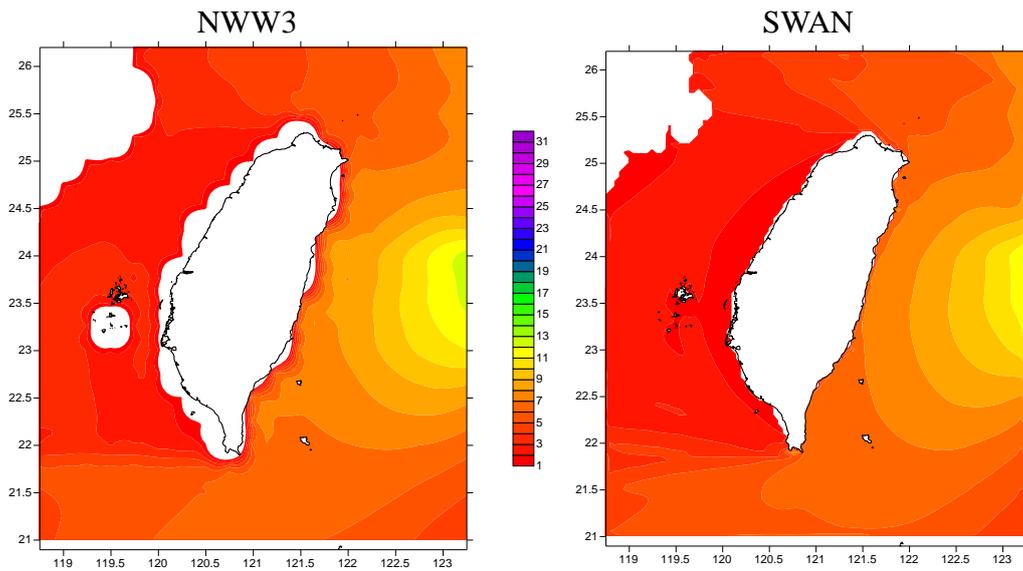


圖 68、波高分佈圖 (2005/07/17 12:00) (左 NWW3 (1+2), 右 SWAN1)

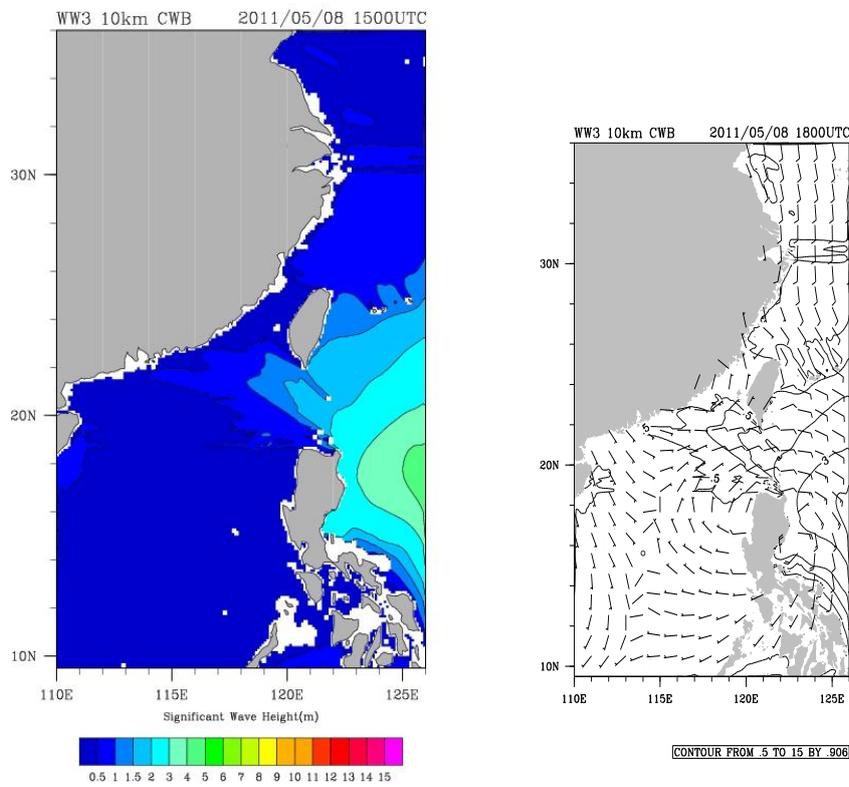
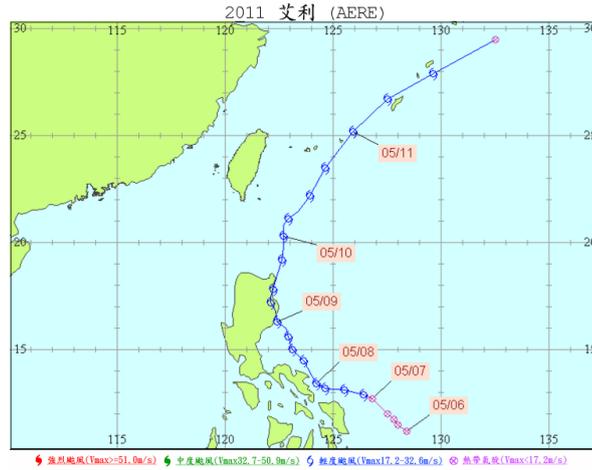


圖 69、艾利颱風路徑(上)、波高(下左)及風速(下右)分佈圖

3-4 SWAN 使用方案研究

本研究使用氣象局0.05度SWAN(第一版)的計算範圍，其外海邊界條件來自於氣象局大範圍NWW3模式。首先計算湧浪的計算，再考慮東風風浪的條件，最後再計算實際案例，並據以建立模式的使用策略。

3-4-1 湧浪

考慮大範圍NWW3模式在東經130度以東吹均勻東風(10m/s)的條件，當浪在東經130度以

東海域形成後會往西傳遞並離開風域範圍(東經130度以東)形成湧浪，到達SWAN的計算邊界時提供邊界條件供SWAN計算，此時在整個SWAN計算範圍內之風速等於零，故風輸入等於零，僅剩包括白沫碎波等消散現象，可以看出不同的白沫公式所導致之變化及不同NWW3風輸入條件所造成的湧浪分布。

(1).WAM3

圖 70 為 NWW3 使用 WAM3 公式在計算穩定後之波浪分布圖，顯示在風域裏波高約在 1.5~2.0 米之間，離開風域後波高即開始降低，在台灣東岸附近降到約 0.6~0.9 米，而在西岸已降至 0.6 米以下，圖中間的方框範圍為 SWAN 的計算範圍，而×為座標 (122.5E,24N)點位，該點位於離邊界不遠處，且水深夠深，不同模式的計算結果應不至於差別太大，可用來檢視不同模式及使用公式的差異。圖 71 為(122.5E,24N)點位使用不同公式(default 設定)之時序列分布圖，圖中顯示不同公式所計算的波高差異性不大，而平均週期(T_{m02})部分，使用 Janssen 公式與 NWW3 較為接近，而使用 A&B 與 Komen 公式之差異不大，且均稍微低於使用 Janssen 公式與 NWW3 的計算結果。圖 72 為 SWAN 模式計算之波高分布，其分布型態與 NWW3 的分布型態一致。此說明當只有白沫等消散項時，不同白沫公式對波高的影響甚微，對週期的影響相對稍大些，顯示其會稍微改變波譜的型態。

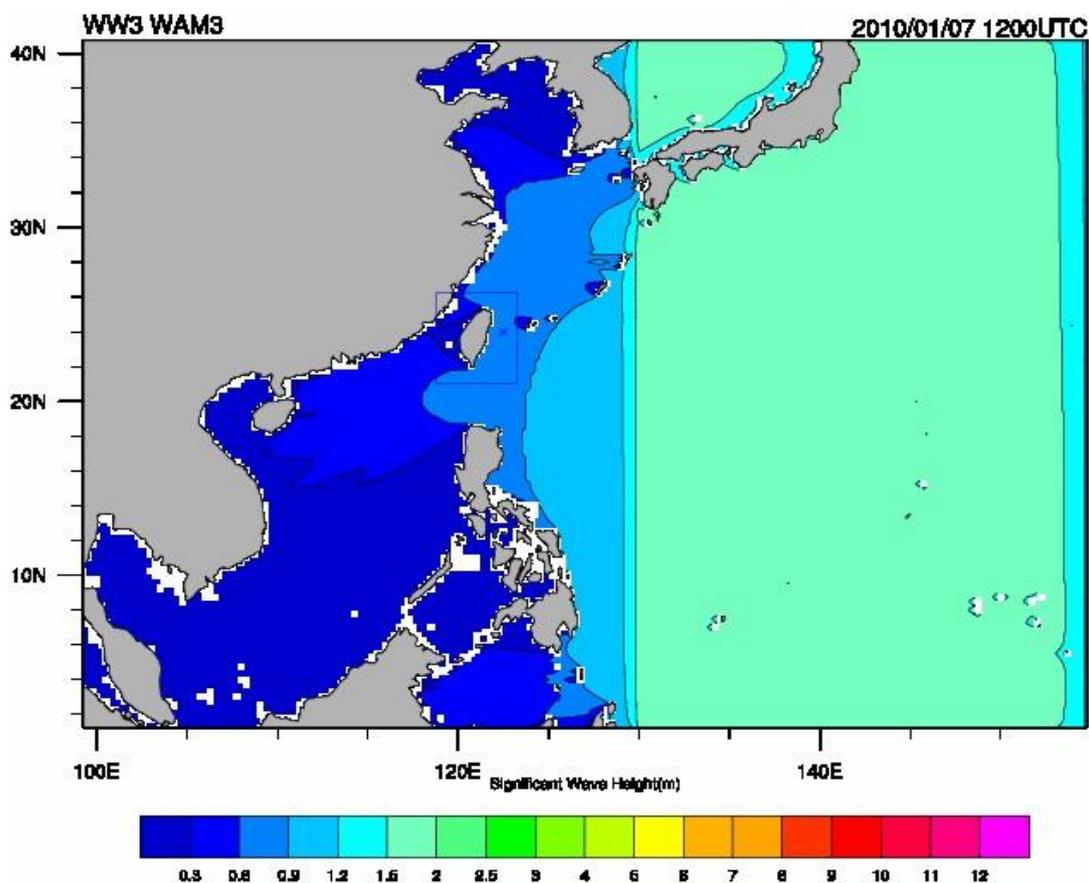


圖 70、NWW3 計算波高分佈圖(WAM3, swell)

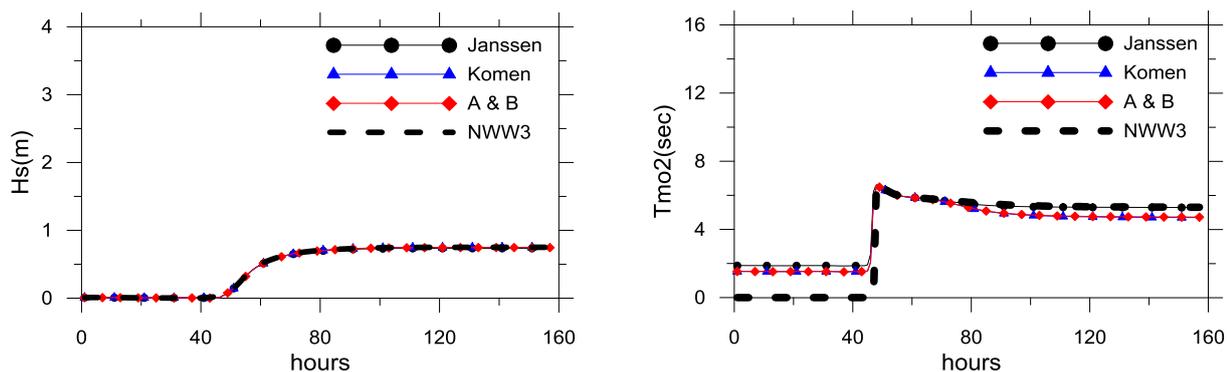


圖 71、波高及平均週期時序列分布圖(122.5E,24N)(WAM3,swell)

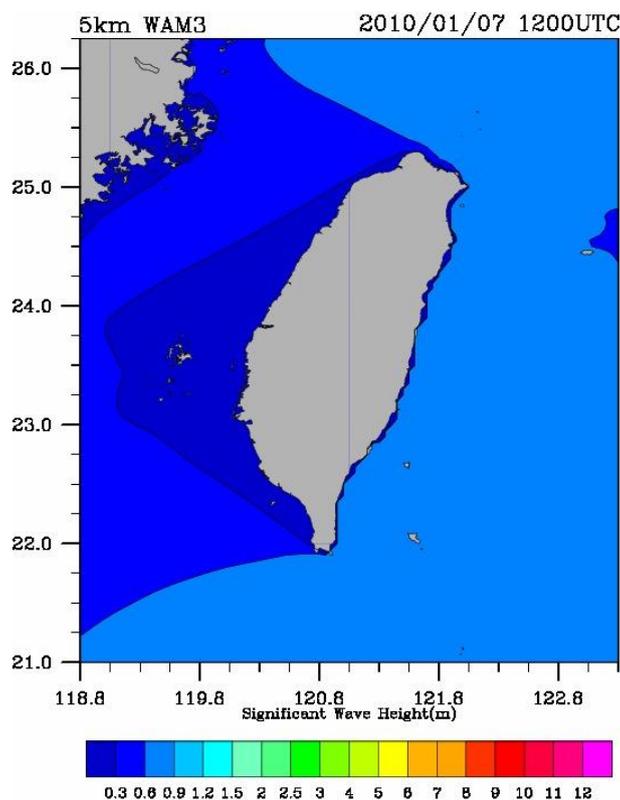


圖 72、SWAN 計算波高分佈圖(WAM3, swell)

(2).Tolman and Chalikov

圖 73 為使用 T&C 公式在計算穩定後之波浪分布圖，顯示在風域裏波高約在 2~3 米之間，高於使用 WAM3 公式的計算波高，而在台灣東岸附近降到約 1.5~2.0 米，西岸亦已降至 0.6 米以下。圖 74 為(122.5E,24N)點位使用不同公式(default 設定)之時序列分布圖，與前述 NWW3 使用 WAM3 公式之趨勢一致，除了使用 Janssen 公式之週期稍微高於 NWW3 的計算值，但仍與 NWW3 的計算值較為接近。圖 75 為 SWAN 模式計算之波高分布，其分布型態亦與 NWW3 的分布型態一致。

綜合上述二例，當沒有風輸入條件時，使用不同白沫公式對於波高似乎影響不大但對於

週期的差異與前述圖66的敘述一致。文獻中指出，為了抑制波高受風影響而無限增大，在率定時總是配合白沫現象一起調整波高的變化，因此二者總是一起考慮。

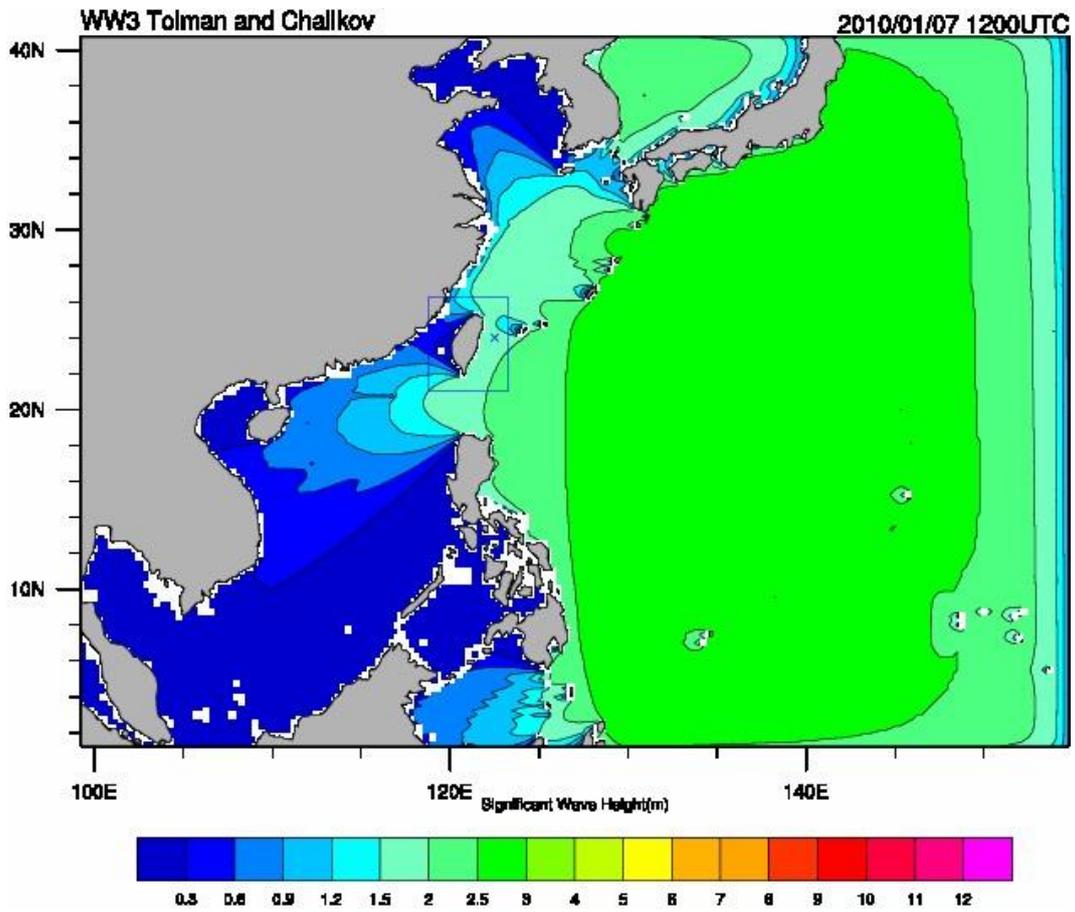


圖 73、NWW3 計算波高分佈圖(Tolman and Chalikov, swell)

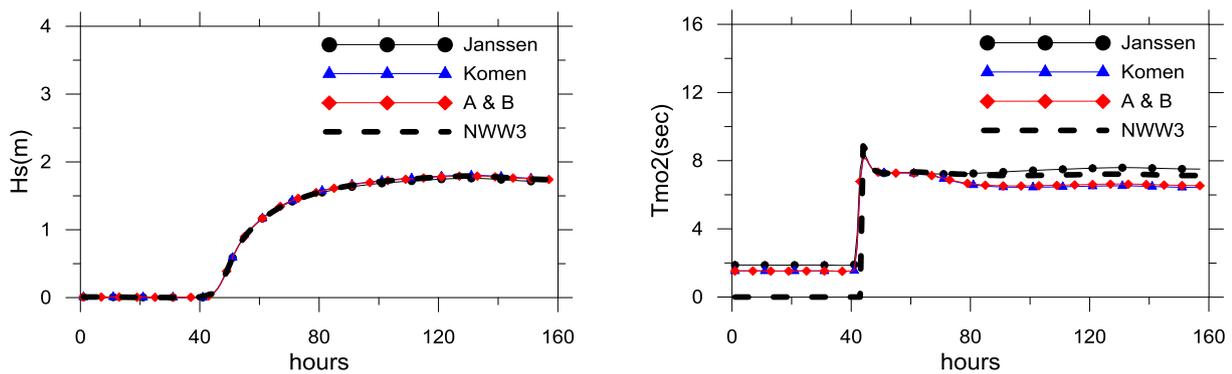


圖 74、波高及平均週期時序列分布圖(122.5E,24N)(Tolman and Chalikov, swell)

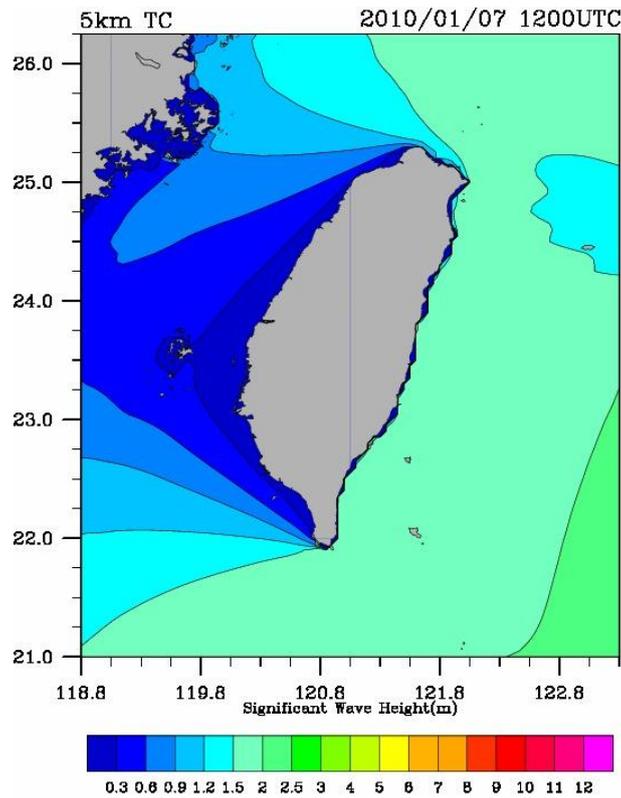


圖 75、SWAN 計算波高分佈圖(Tolman and Chalikov, swell)

3-4-2 風浪

風浪的計算條件為大範圍NWW3模式吹均勻東風(10m/s)的情形，而在SWAN的東邊邊界上已是發展完全的風浪，可以看出不同的風輸入及白沫公式所導致之變化及不同NWW3風輸入條件所造成的風浪分布。

(1).WAM3

圖 76 為 NWW3 模式使用 WAM3 公式計算穩定後之波浪分布，圖中顯示均勻東風長時間的作用使得範圍內波高大約在 1.5~2.0 米之間，島嶼後面受到遮蔽影響波高均小於 1.5 米。圖 77 為(122.5E,24N)點位使用不同公式(default 設定)之時序列分布圖，圖中顯示不同公式所計算的波高差異最大約 0.1 米，其中以 Komen 的最高，Janssen 公式次之，而 A&B 則接近 NWW3 的計算結果，在平均週期(T_{m02})部分，不同公式最大差距可達 1.2 秒，使用 Janssen 公式最大，Komen 的最小，而使用 A&B 公式與 NWW3 較為接近，但仍偏小，其中 Komen 的風輸入及白沫消散公式與 NWW3 使用的 WAM3 公式一致，但差異甚大，波高偏大，而週期偏小，可能如 SWAN 使用手冊所提，由於數值方法及模式建立區域的差異，即使使用同樣的物理機制，由 NWW3 提供邊界條件至 SWAN 仍可能產生模式一致性的問題。本研究另調整 Janssen 公式中的白沫參數 C_{ds} 及 δ 後，得到在此風況條件下更接近 NWW3 的計算結果。圖 78 為 SWAN 模式計算(本研究調整)之波高及平均週期分布，其中波高相當接近 NWW3 的分布型態。

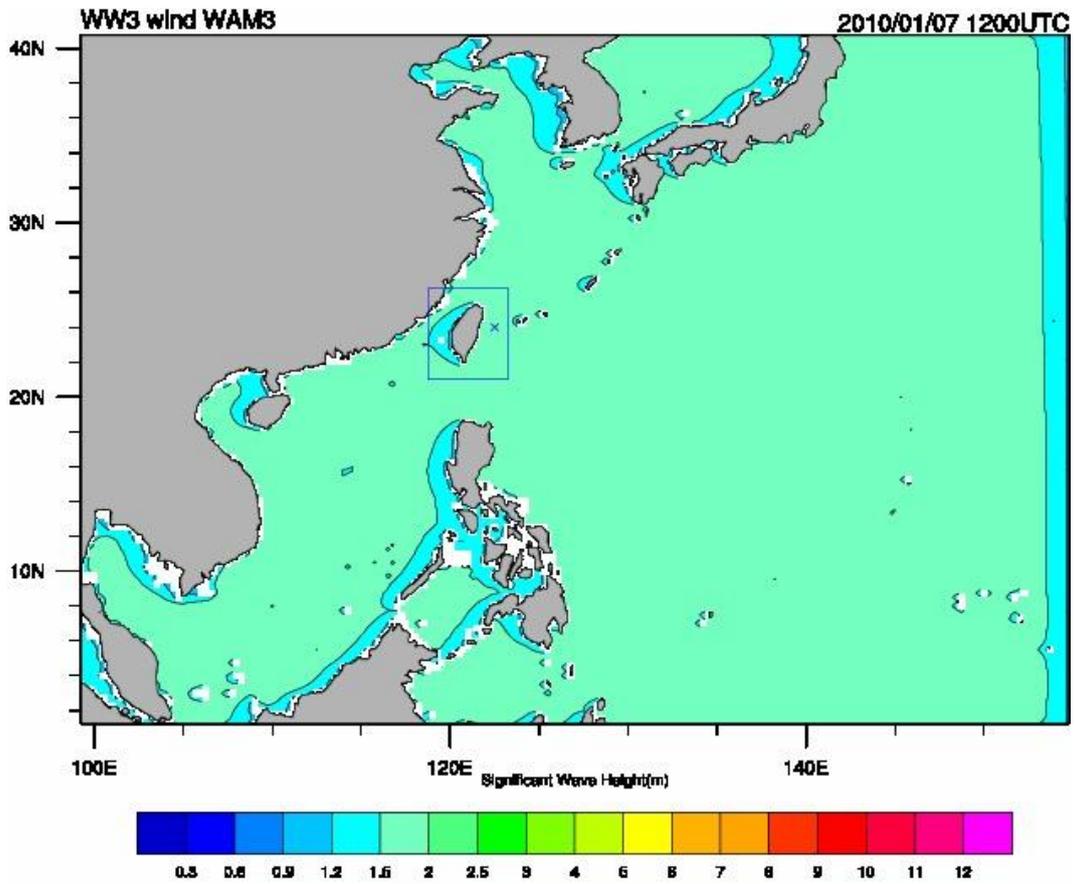
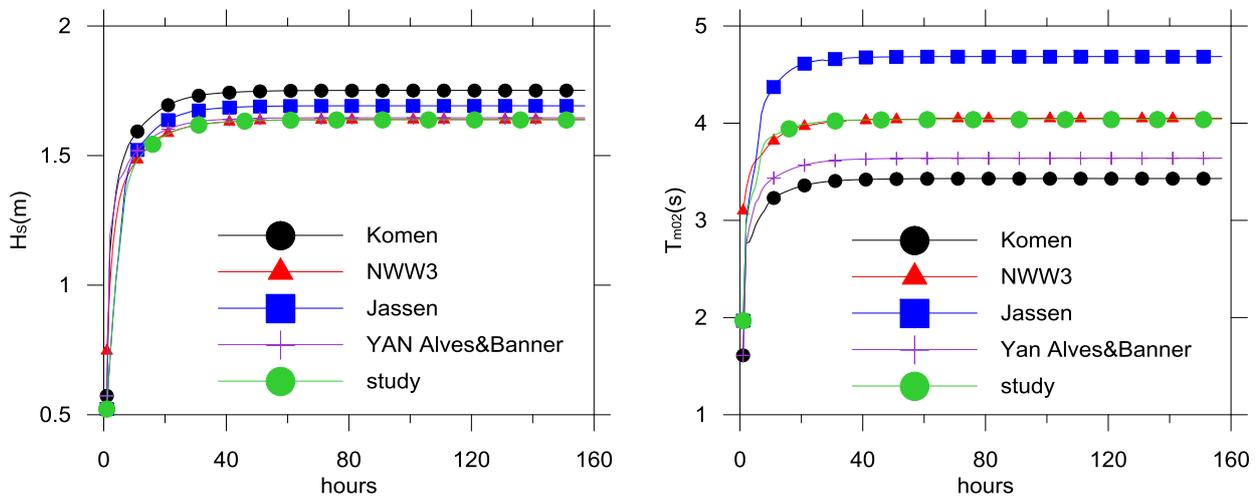


圖 76、NWW3 計算波高分佈圖(WAM3, wind wave)



(122.5E,24N)

圖 77、波高及平均週期時序列分布圖 (WAM3, wind wave)

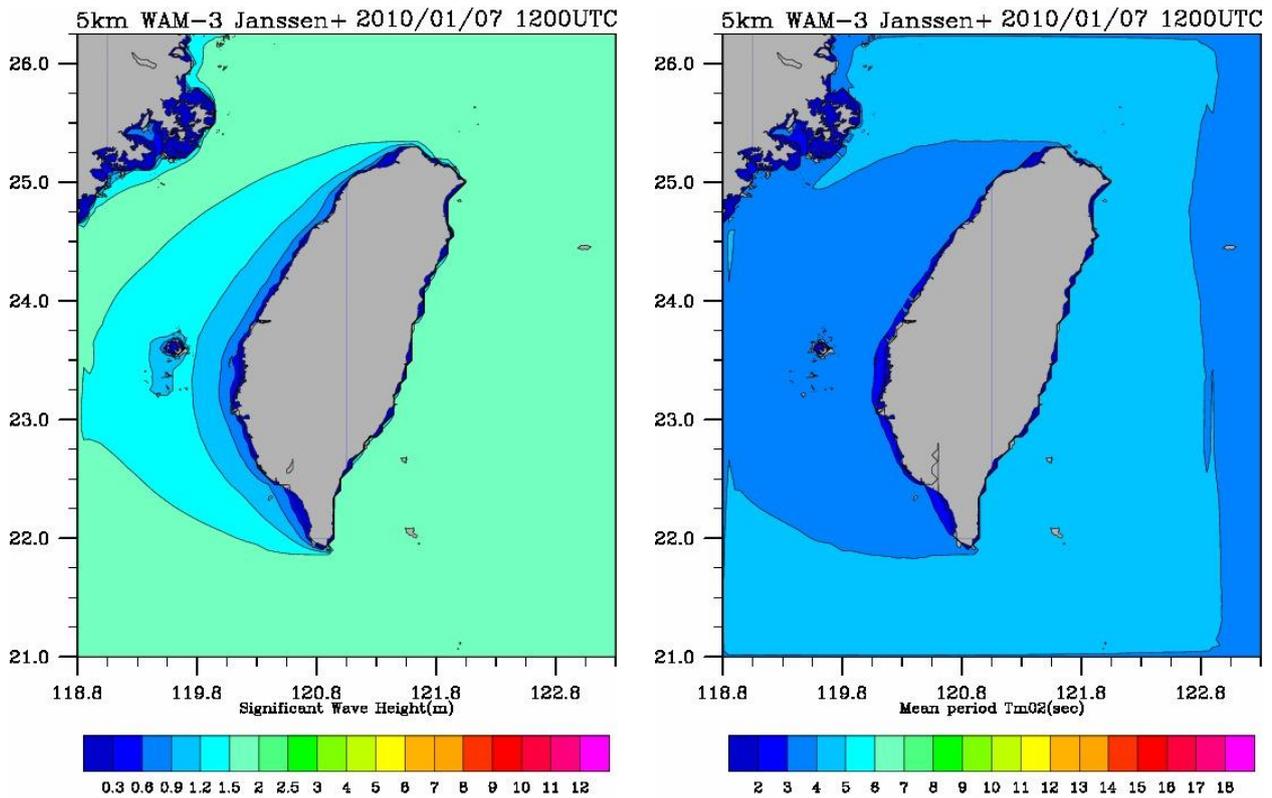


圖 78、SWAN 計算波高及平均週期分佈圖(WAM3, wind wave)

(2). Tolman and Chalikov

圖 79 為 NWW3 模式使用 T&C 公式計算穩定後之波浪分布，圖中顯示均勻東風長時間的作用使得範圍內波高大約在 2.5~3.0 米之間，島嶼後面受到遮蔽影響波高均小於 2.5 米，明顯大於使用 WAM3 公式所計算的波高。圖 80 則為(122.5E,24N)點位使用不同公式(default 設定)之時序列分布圖，圖中顯示不同公式所計算的波高差異最大約 0.2 米，其中以 Komen 的最高且接近 NWW3 的計算結果，Janssen 公式則與 A&B 公式較為接近，在平均週期(T_{m02})部分，不同公式最大差距可達 1.5 秒，其中以使用 Janssen 公式最大且與 NWW3 較為接近，Komen 的最小。本研究亦調整 Janssen 公式中的白沫參數($Cds=1.9$ 及 $\delta=0.7$)後，得到在此風況條件下更接近 NWW3 的計算結果。圖 81 為 SWAN 模式計算之波高及週期分布，其中波高相當接近 NWW3 的分布型態，週期部分，台灣東南海域剛好在 6 秒附近上下故會有不同顏色區塊產生。

檢視 SWAN 二種能量消散的方程式，第 1 種由平均波形尖銳度所控制，假設波浪的消散是平均消散，與波譜特性的尖銳度無關且不考慮波群及碎波的效應，第 2 種考慮飽和型態的消散，並修正原 Alves and Banner(2003)提出的經驗式，剔除原平均波譜尖銳度及波數，並加入尺度引數到經驗式中。過去文獻(鄭，2005)、(Lee et al., 2006)、(Alves and Banner, 2003)曾指出第 1 種平均消散的概念是不合理的，消散不應視波浪的平均尖銳度而定，其均認為飽和型態的消散，各個成分波的尖銳度是否超過碎波門檻來判斷消散較符合實際。然而本研究曾嘗試在本例中調整 A&B 公式，同時應用鄭(2005)建議之參數，

均未能達到本研究所建議參數之準確度，唯其係單獨使用 SWAN 的巢狀計算並使用 2004 年當作測試案例，待未來再進行試算比較。

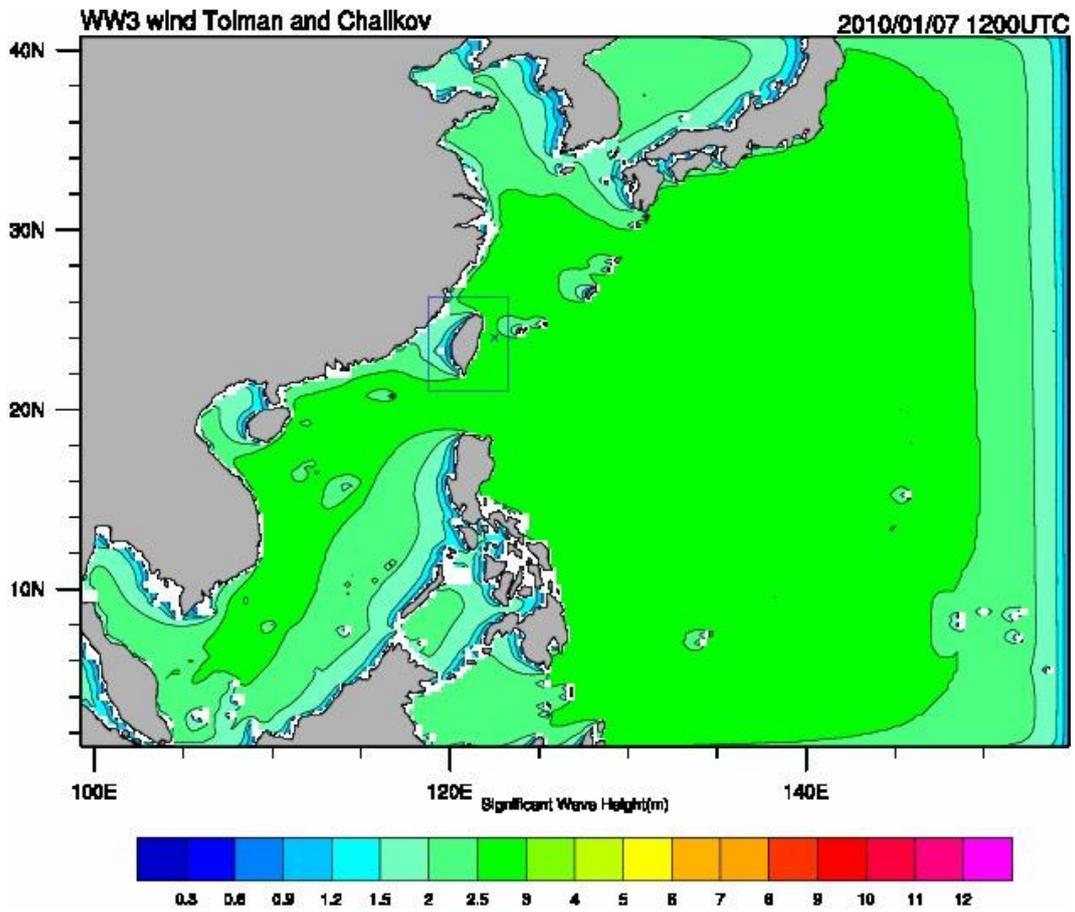


圖 79、NWW3 計算波高分佈圖(Tolman and Chalikov, wind wave)

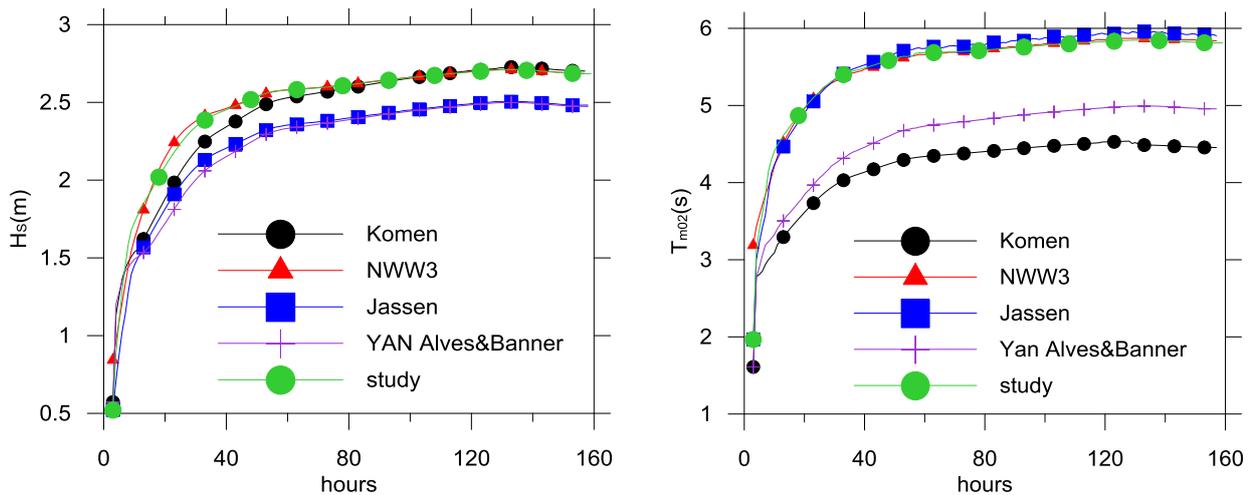


圖 80、波高及平均週期時序列分布圖 (Tolman and Chalikov, wind wave)

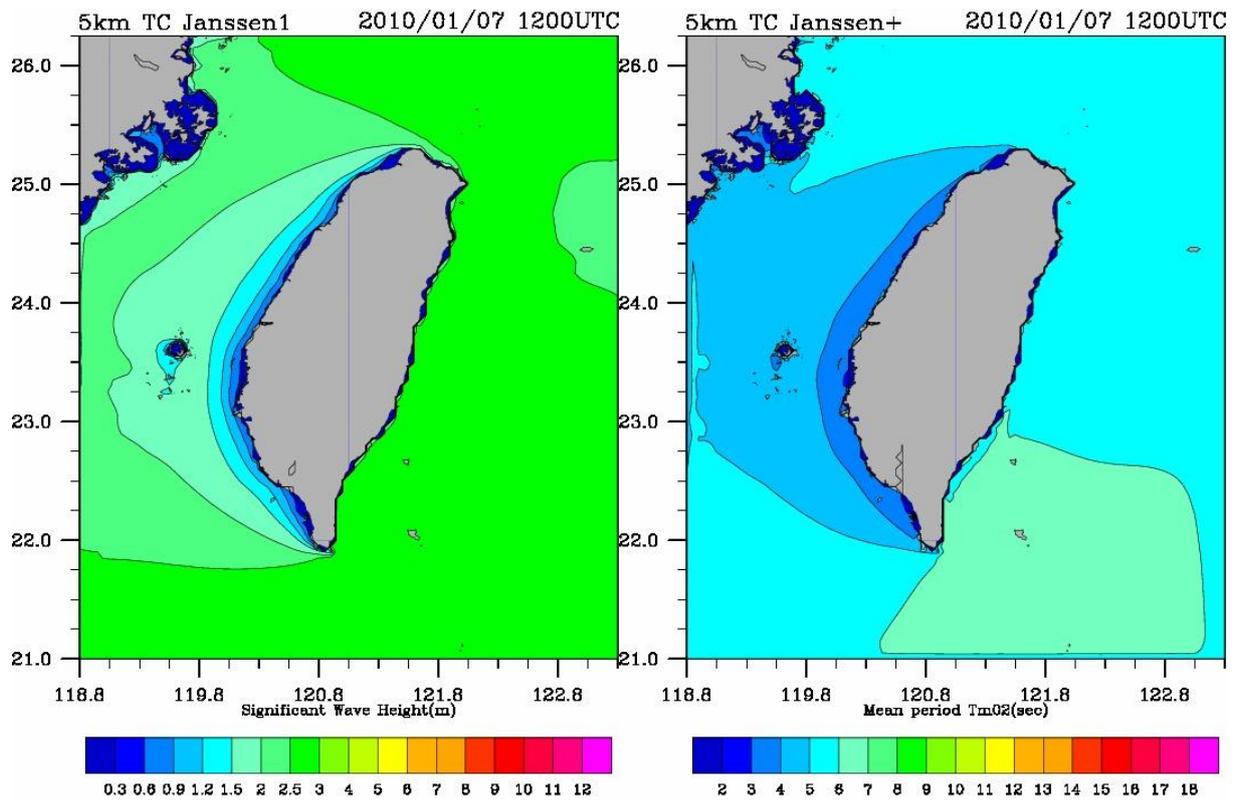


圖 81、SWAN 計算波高及平均週期分佈圖(Tolman and Chalikov, wind wave)

(3).WAM4

圖 82 為 NWW3 模式使用 WAM4 公式計算穩定後之波浪分布，圖中顯示均勻東風長時間的作用使得範圍內波高大約在 2.~2.5 米之間，島嶼後面受到遮蔽影響波高均小於 2 米，其分部介於使用 WAM3 公式及 Tolman and Chalikov 公式所計算的波高之間。圖 83 則為(122.5E,24N)點位使用不同公式(default 設定)之時序列分布圖，圖中顯示不同公式所計算的波高差異最大約 0.2 米，其中以 Komen 的最高，Janssen 公式次之，A&B 最小，NWW3 的計算結果介於 Komen 和 Janssen 之間；平均週期(T_{m02})部分，不同公式最大差距可達 1.5 秒，使用 Janssen 公式最大，Komen 的最小，而使用 Janssen 公式與 NWW3 較為接近。本研究另調整 Janssen 公式中的白沫參數 C_{ds} 及 δ 後，得到在此風況條件下更接近 NWW3 的計算結果。圖 84 為 SWAN 模式計算之波高及週期分布，其中波高與 NWW3 的分布型態類似。

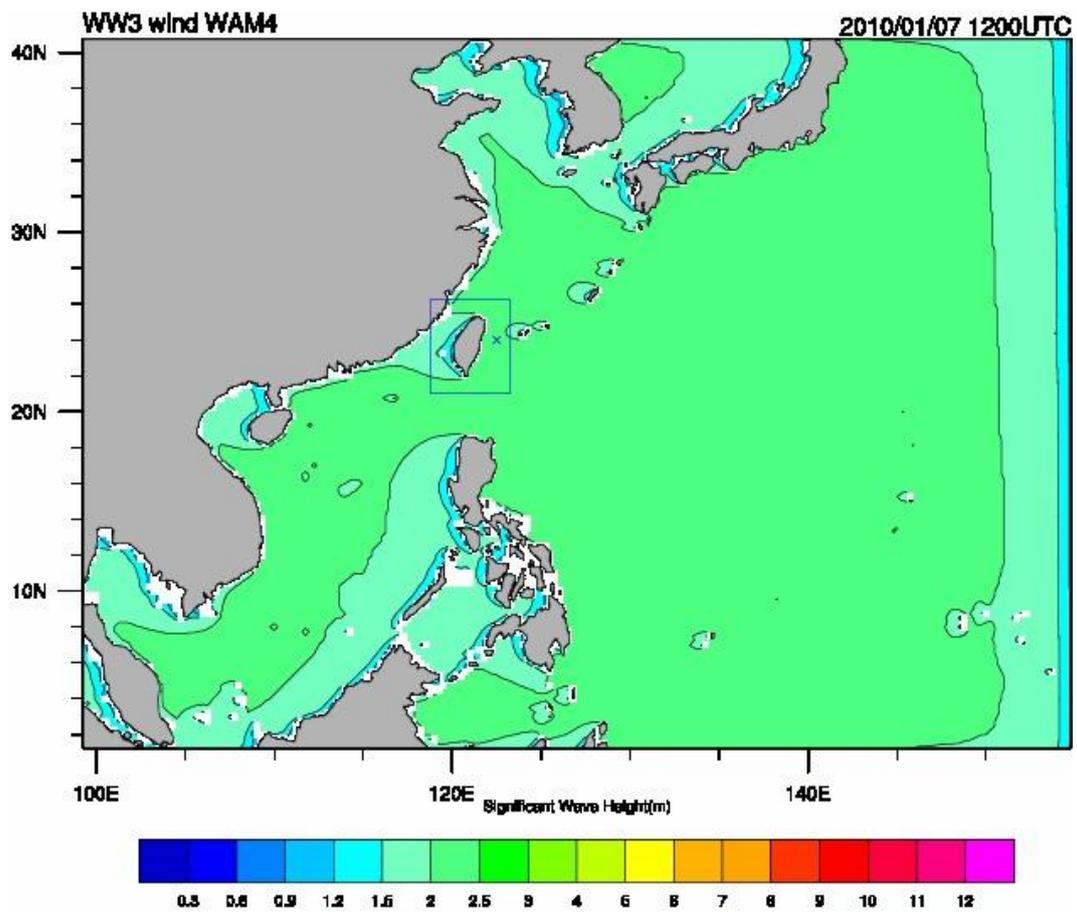


圖 82、NWW3 計算波高分佈圖(WAM4, wind wave)

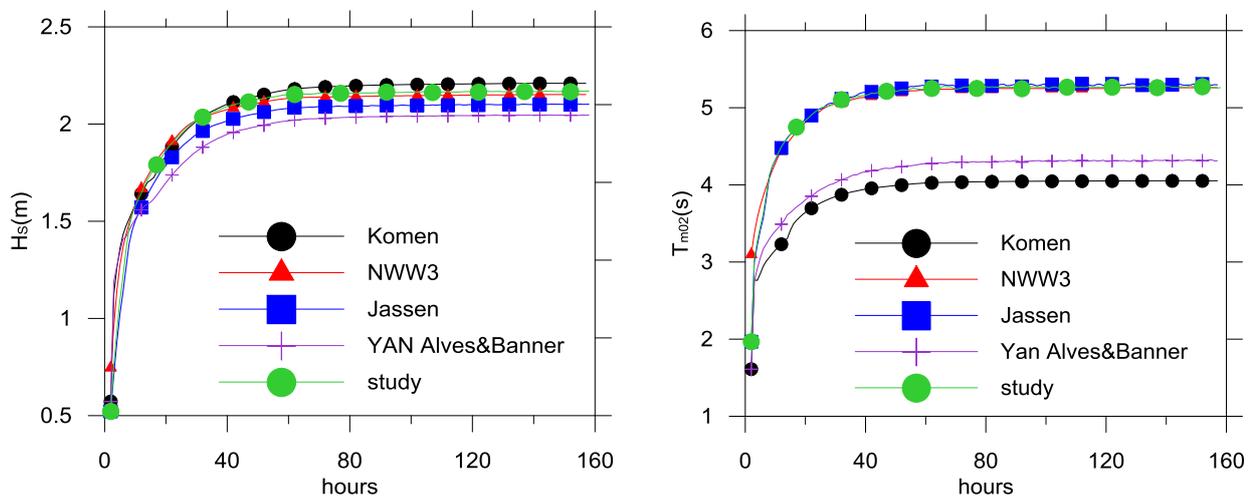


圖 83、波高及平均週期時序列分布圖 (WAM4, wind wave)

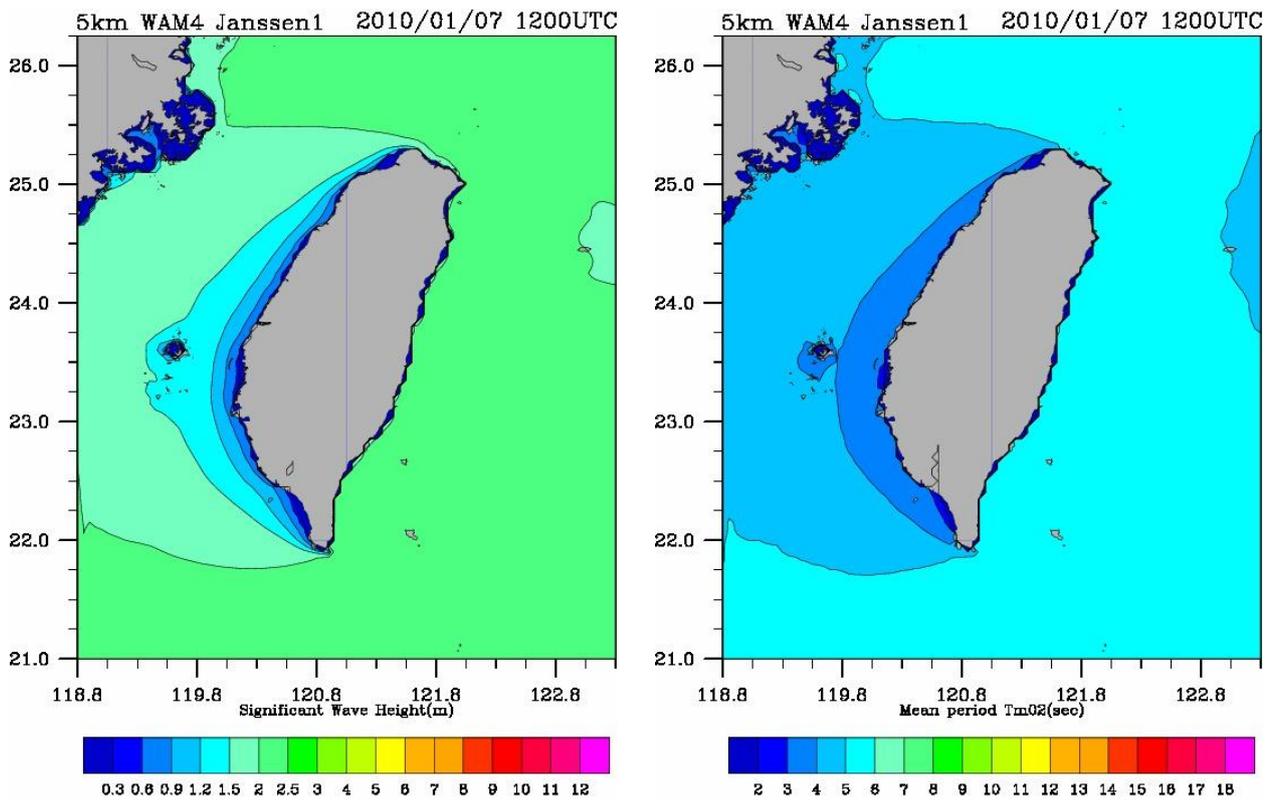


圖 84、SWAN 計算波高及平均週期分佈圖(WAM4, wind wave)

3-4-3 2005 年風浪模擬

利用2005年RC及MC結合之風場，與NWW3使用T&C公式所產生的邊界條件，並調整SWAN參數進行計算($C_d=3$ 及 $\delta=1$)，結果如圖85圖86所示。相較圖67及圖68之邊界波高已不再降低，SWAN內部即依據其內部機制進行計算，與NWW3計算結果的分布型態相近。圖87至圖89為測站比較圖，SWAN(output81)為之前的計算結果，顯示週期已不再降低而與NWW3之週期較為接近。

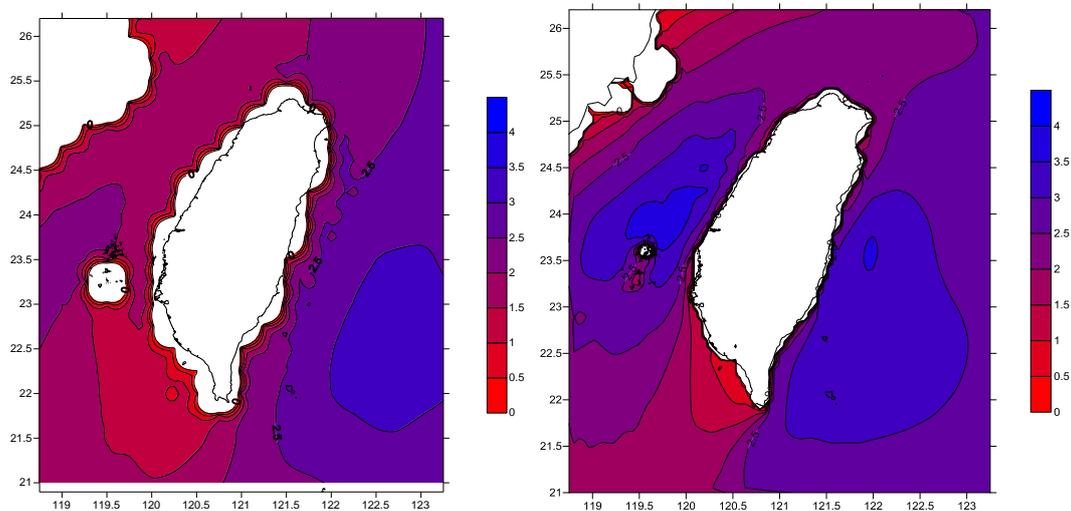


圖 85、波高分佈圖 (2005/02/01 00:00) (左 NWW3 (1+2)，右 SWAN(修正))

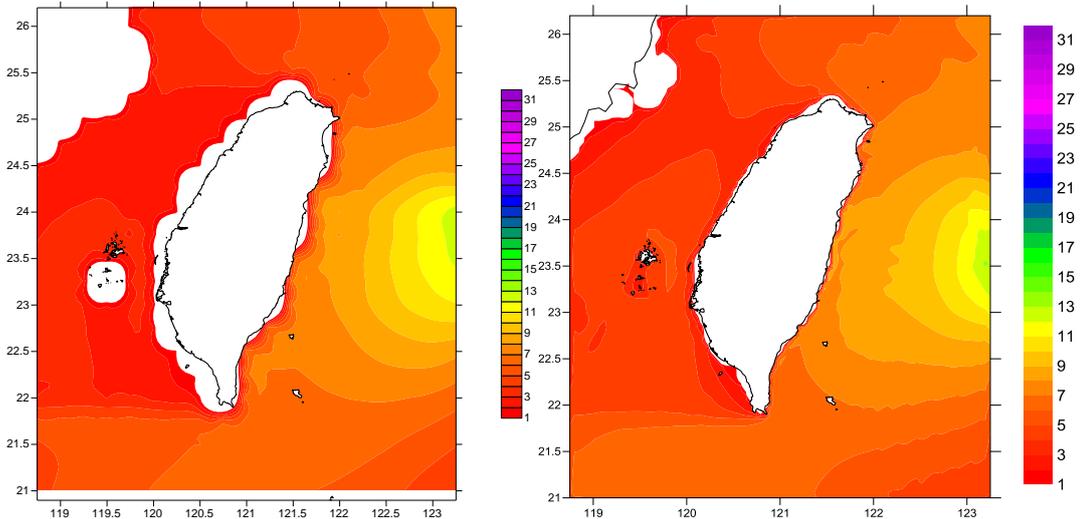


圖 86、波高分佈圖 (2005/07/17 12:00) (左 NWW3 (1+2), 右 SWAN(修正))

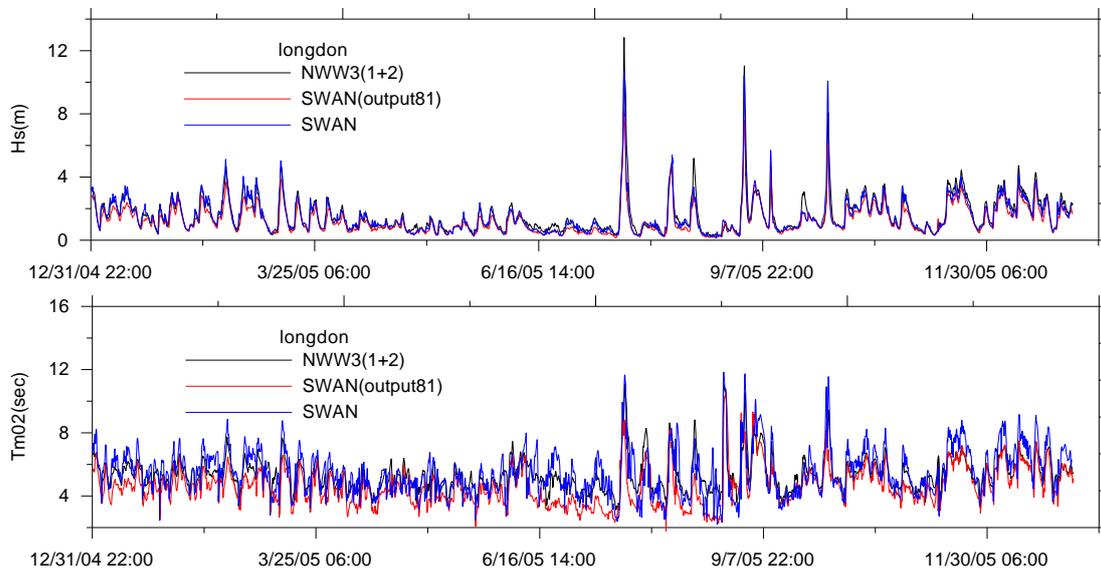


圖 87、龍洞測站之波高、週期歷時比較圖(2005)

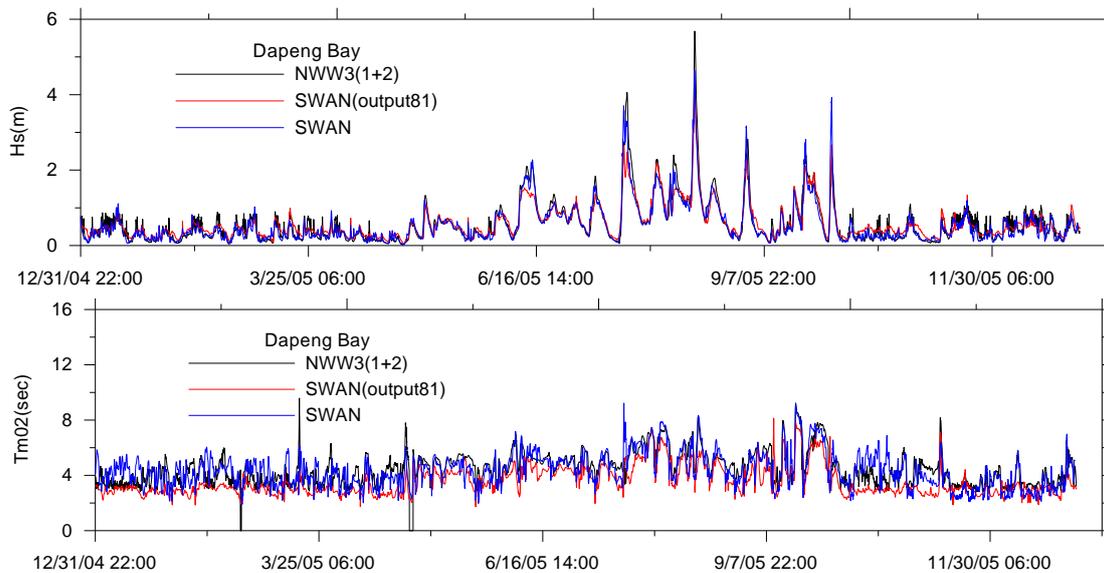


圖 88、大鵬灣測站之波高、週期歷時比較圖(2005)

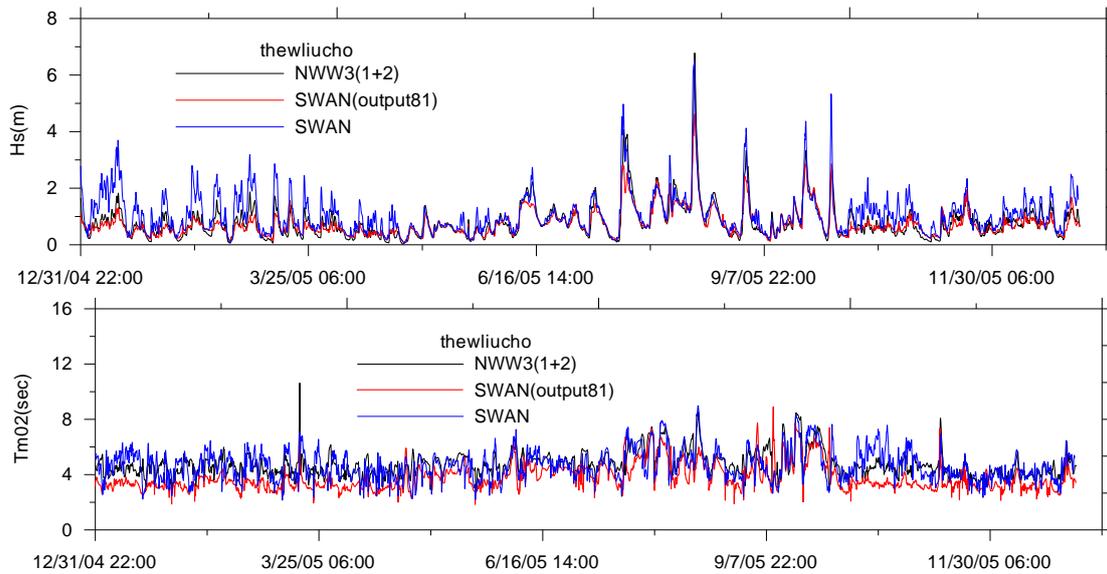


圖 89、小琉球測站之波高、週期歷時比較圖(2005)

總和前述的計算，當巢狀網格使用SWAN模式時，需考慮與大範圍所使用模式的公式差異，以避免波高及週期的低估。而不同風輸入公式搭配白沫公式需一併考量，再將計算結果跟實測資料進行比較，藉此選擇較為適當的公式及參數(如表13)。此外，理論上不同的成分波會有不同的消散機制(如白沫的消散)，此將反映在波譜的分布型態，未來仍有需要更詳細的去探討波譜的分布型態，尤其當考慮到湧浪的狀況時，而目前實測資料的方向波譜，似乎仍有一些討論改善的空間。

表 13、風浪條件下 NWW3 與 SWAN 模式相關公式參數對照表

模式 項次	NWW3	SWAN	計算條件
1	WAM3	Janssen($C_{ds}=4.5$ 及 $\delta=-0.3$)	(10m/s 東風)
2	Tolman and Chalikov	Janssen($C_{ds}=1.9$ 及 $\delta=0.7$)	(10m/s 東風)
3	WAM4	Janssen($C_{ds}=3.6$ 及 $\delta=0.5$)	(10m/s 東風)
4	Tolman and Chalikov	Janssen($C_{ds}=3$ 及 $\delta=1$)	2005

第四章、系集波浪預報系統之規畫

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，就像現在中央氣象局提供的颱風路徑預報，降雨機率預報等產品。目前在國外包括NOAA的GEOWaFS、ECMWF等都已經發展了作業化的波浪系集預報系統(如前節所述)，並有Chen(2006)及Cao(2007)等提出系集預報比確定性預報更符合實際且更合理，亦是較佳的預報及決策工具。

4-1 系集預報成員初步規畫

在大氣系集成員的組成方面，常藉由不同初始場的擾動、邊界條件差異的擾動與不同模式物理參數化產生的擾動等方法均可產生系集預報成員。由於大氣現象屬於非線性的系統，選定不同的初始場及邊界條件，會隨著預報時間的增加可能導致預報值產生不可忽略的誤差，故應選擇多個差異性不大的初始場以進行模式積分，再從中選取有用的訊息以降低對任何單一初始場的依賴並減少誤差。或者利用不同模式物理參數化進行預報，因為模式物理過程與參數化方法有其不確定性，若能考慮所有可用的物理方法加以組合，應能降低預報不確定性。

而風浪模式屬於弱非線性及高消散性的模式，模式的不確定性主要來自於風浪的交互作用及風場的非線性，因此波浪系集成員的組成必然與風場的組成有密切的關係，即掌握不同的風場一般即可掌握住不同的波浪場，故波浪系集成員的組成方式通常有以下幾種，1.使用來自於不同的預報風場所驅動的波浪場，2.由一控制風場利用不同方法製造擾動（例如GEOWaFS使用breeding method，或ECMWF使用奇異向量來形成擾動風場）所形成的預報風場來驅動的波浪場。

依據文獻顯示，系集預報的效能與成員的分歧度是否足夠有很大的關係，以下是系集預報成員組成的初步規畫，主要分為幾個部分：

(1).波浪初始場

依據文獻資料顯示，可採用單一控制波浪場，或由各預報波浪場的預報場。目前包括GEOWaFS及WaveEPSgram均使用單一控制波浪場當作起始條件，優點是簡單，但缺點是分歧度剛開始即為零，同時會忽略了各個系集潛在的波浪系統(例如湧浪)，替代方案是將各個系集的上一個起始時間產出的預報場當作各個系集這個時間的起始值，如此可保留各個潛在的波浪系統，同時避免計算一開始的分歧度即為零的窘境。對於初始建

立系統建議可採循序方式建立，先單一後再採保留各個預報場的方式，再評估其差異性以決定最後的處置方案。

(2).風場

以目前最簡單的方式，即是採用中央氣象局資訊中心 WRF 模式所提供 20 組系集預報風場成員當作驅動風場，除了上下游的一致性外，可避免再另行透過單一風場利用初始擾動產生多組系集預報成員，增加電腦系統的負荷。目前該系統一天執行二次，以 00 為例，所有 20 個系集成員需在下午 3:00(中原標準時間)執行完成，新的計算機器完成後應該可以在下午 1:30 以前完成，以目前藍色公路而言，啟動時間是下午 4:45，未來若直接引用此風場，不算後處理所花費的時間來看，應該是足夠，但主要差異在一天執行的次數，目前藍色公路是一天執行四次，而系集風場則是一天執行二次，這可能需要再就新計算機器的計算資源進行協商。

此外，由於擬採用多重網格的計算方式，且不同網格擬使用不同系集所產生不同網格的風場，如前節所述，若二層之間的風場有較大的差異，雖然雙向多重網格的計算方式可以平滑不同網格之間的波浪差異，但可能會造成變差的狀況出現，經與系集風場開發成員討論，其乃逐層進行演算，故雖然各層所用參數不同，但網格一致性大致相同且細小網格會產生小尺度的物理特性，因此沿用就是。

初步擬定之作業程序如圖 92 所示，利用目前作業化之確定性預報當作控制組，每次進行 12 小時之 hindcast 計算，再據此當作起始條件進行系集預報的計算。

為了測試系集計算，蒐集目前氣象局 1 天的分析場及其 72 小時預報場，為了確認風場差分處理的正確性，將其中一個系集成員所使用的風場繪圖並與氣象圖進行比較如圖 90 及圖 91 所示。各測站之計算結果如圖 93 至圖 106 所示，圖中包括 20 個系集、系集平均(紅色)、觀測值(綠色)及分析場(藍色)，由上到下分別為風場、波高(起始條件 1 天前分析場)、波高(起始條件為當時之分析場)，結果顯示系集的變化趨勢與觀測值的變化趨勢相當一致，而風速均呈現隨著預報時間的增加而有增快的趨勢，但部分測站波高有逐漸降低或先降低再延緩增高的趨勢，顯示風場與浪場的變化會有時間延遲的情形出現，且與周遭整體波浪場及風場的變化有關，應整體來研判，這與開放海域風大浪大直接的關係有些許的不同。此外圖中亦顯示，風場的分歧度有隨預報時間愈來愈增加的趨勢，波場亦然但程度上的差別甚大，與浪場屬於弱非線性有關，同時亦與系集初始值的選定有關，若從分析場開始進行系集計算，則分歧度開始為零，等同於分析場，將無法掌握模式的不確定性；但若從前一刻之預報場開始系集運算，除了分歧度不為零外，同時可以掌握不同風場所衍生出原始浪的特性(如 swell)，前節所述此種設定方式已有多種新的研究提及(Cao et al)，此外此不同起始值的差異，約在 24 小時即沒有太大差別，與前

述非極端條件下之結論一致。至於圖中顯示部分測站系集平均與觀測值較為接近，部分則無，這需要在下一年度系集成員分析時，始能看出系集顯示的特性。

(3). 模式設定

如前節所述，本研究僅就二種狀況參數進行驗證，顯示模式本身不同的物理參數特性對於預報結果差異不大，主要影響還是以風場為主，且過去研究(氣象局, 2011)曾選取模式中的幾個經驗參數進行敏感度分析，並利用 NCEP、JMA、NFS、WRF 風場分別進行率定，結果顯示普遍較原設定結果佳，然而改善的程度似乎不大。因此建議仍採用與現有作業化模式相同之設定值，一方面可有所比較，否則即應再全面檢視現行作業化模式之最佳設定值。

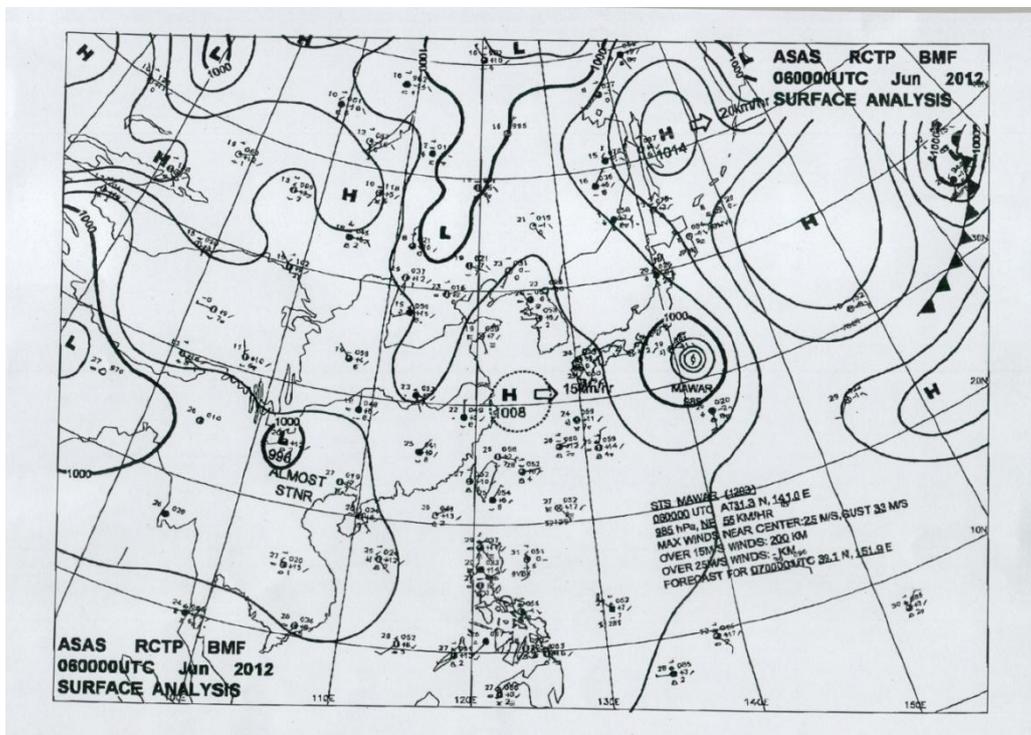


圖 90、2012/6/6 00UTC 氣象圖

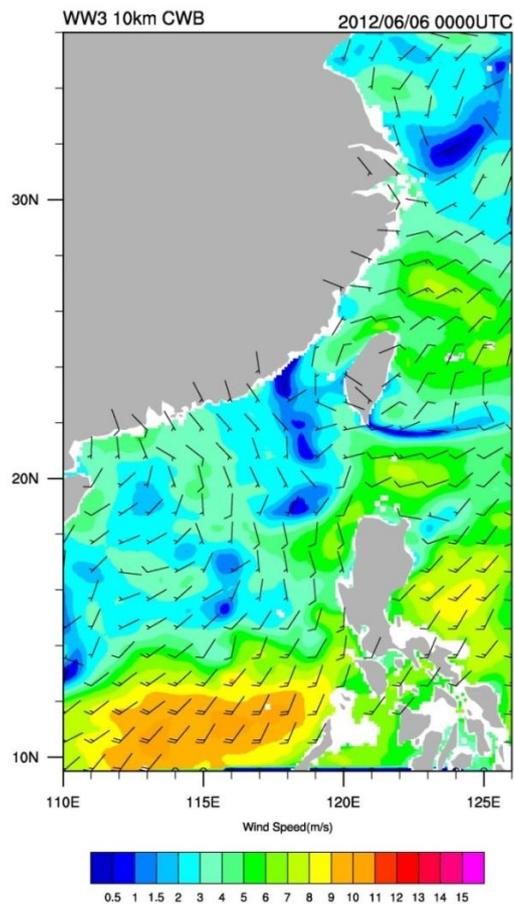
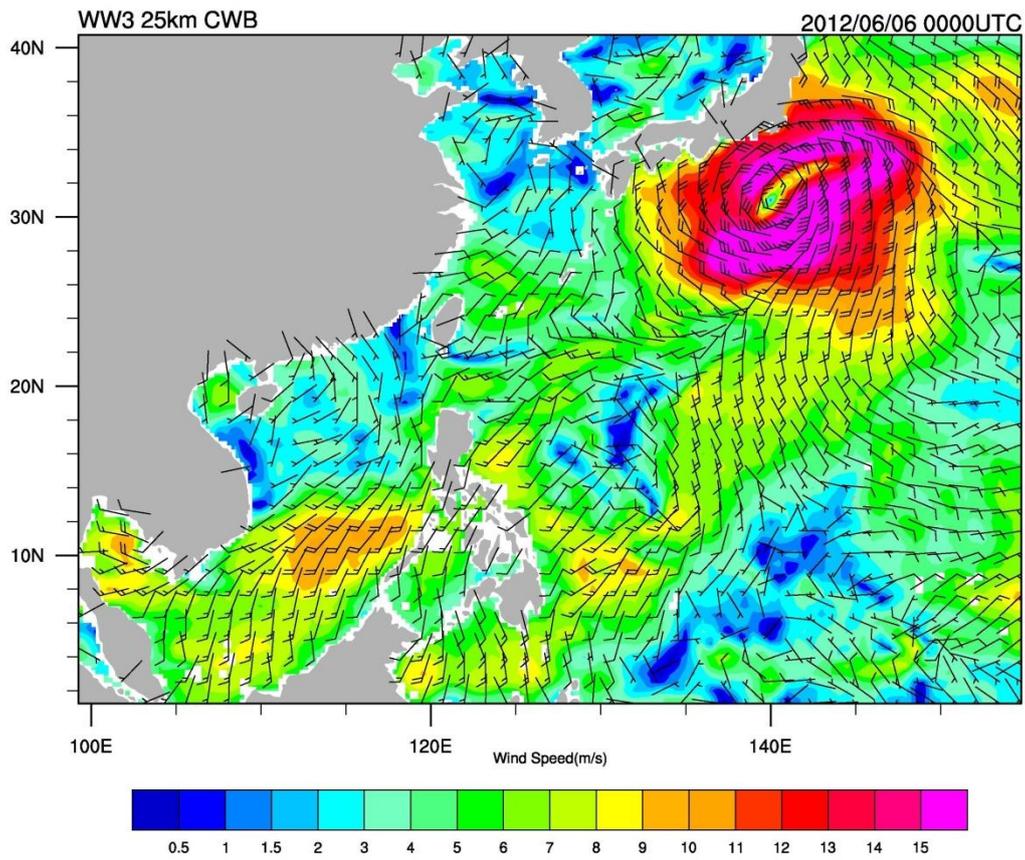


圖 91、模式輸入之風速分布圖(第 20 個系集成員)

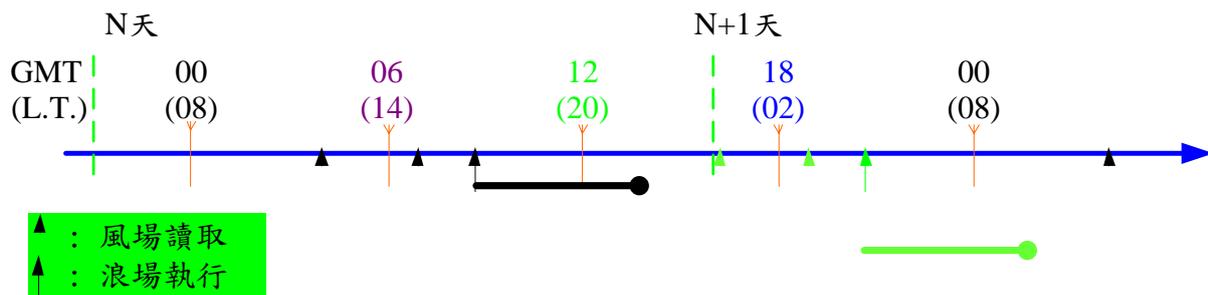


圖 92、作業化多重網格系集風浪模擬時間示意圖

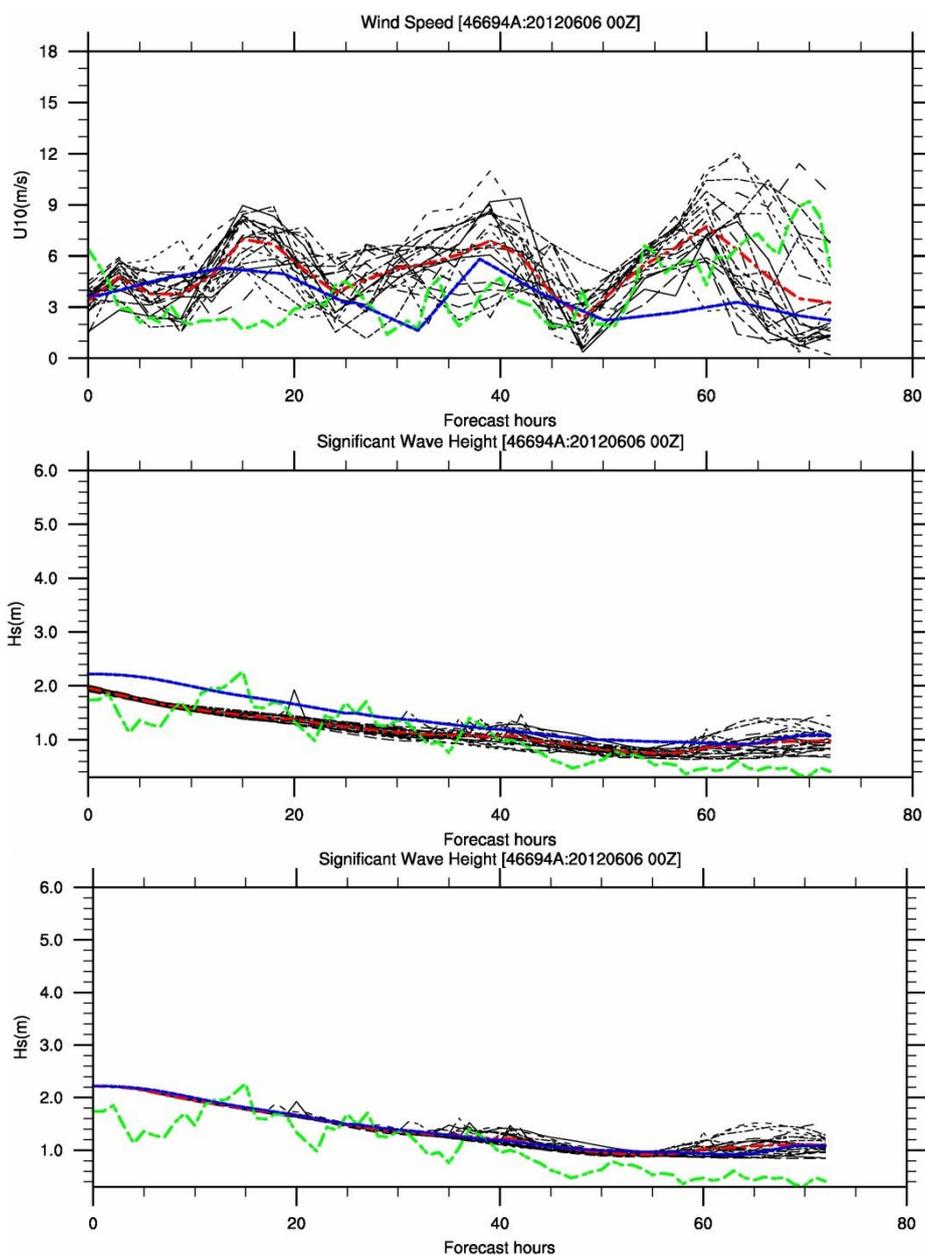


圖 93、龍洞測站之系集計算比較圖(紅色：系集平均，綠色：觀測，藍色：分析場)(由上到下為風場、波高(起始條件 1 天前分析場)、波高(起始條件為當時之分析場))

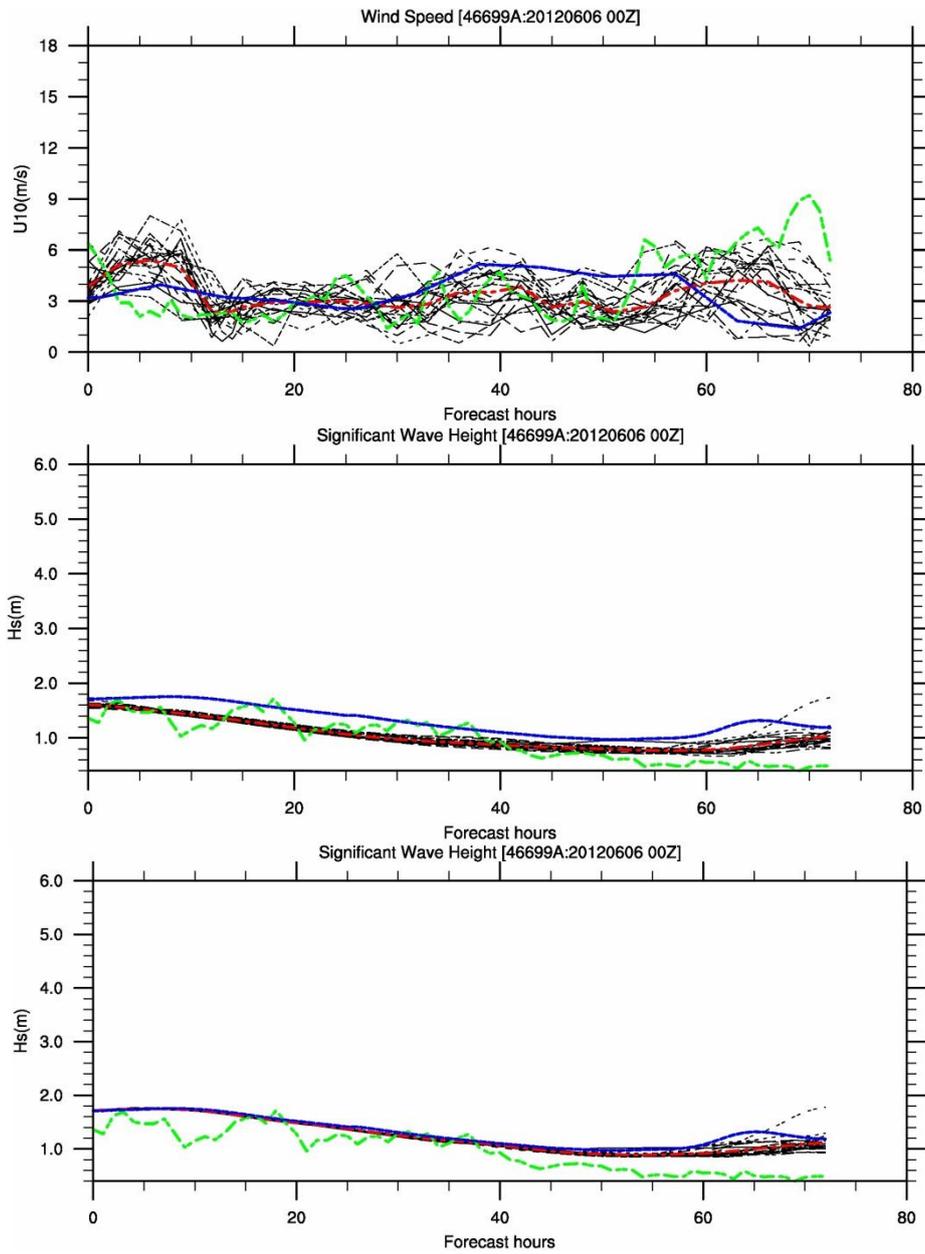


圖 94、花蓮測站之系集計算比較圖(紅色：系集平均，綠色：觀測，藍色：分析場)(由上到下為風場、波高(起始條件 1 天前分析場)、波高(起始條件為當時之分析場))

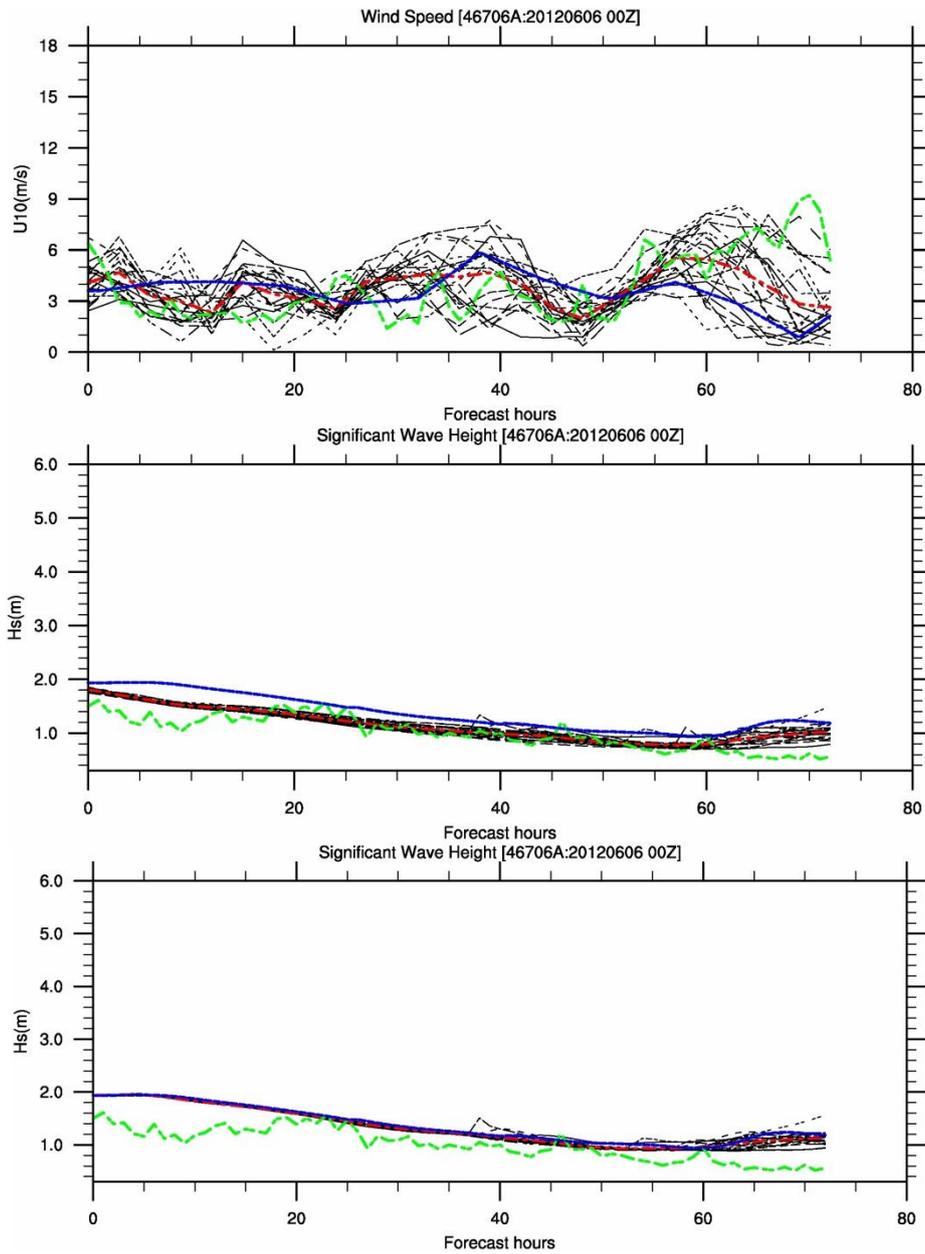


圖 95、蘇澳測站之系集計算比較圖(紅色：系集平均，綠色：觀測，藍色：分析場)(由上到下為風場、波高(起始條件 1 天前分析場)、波高(起始條件為當時之分析場))

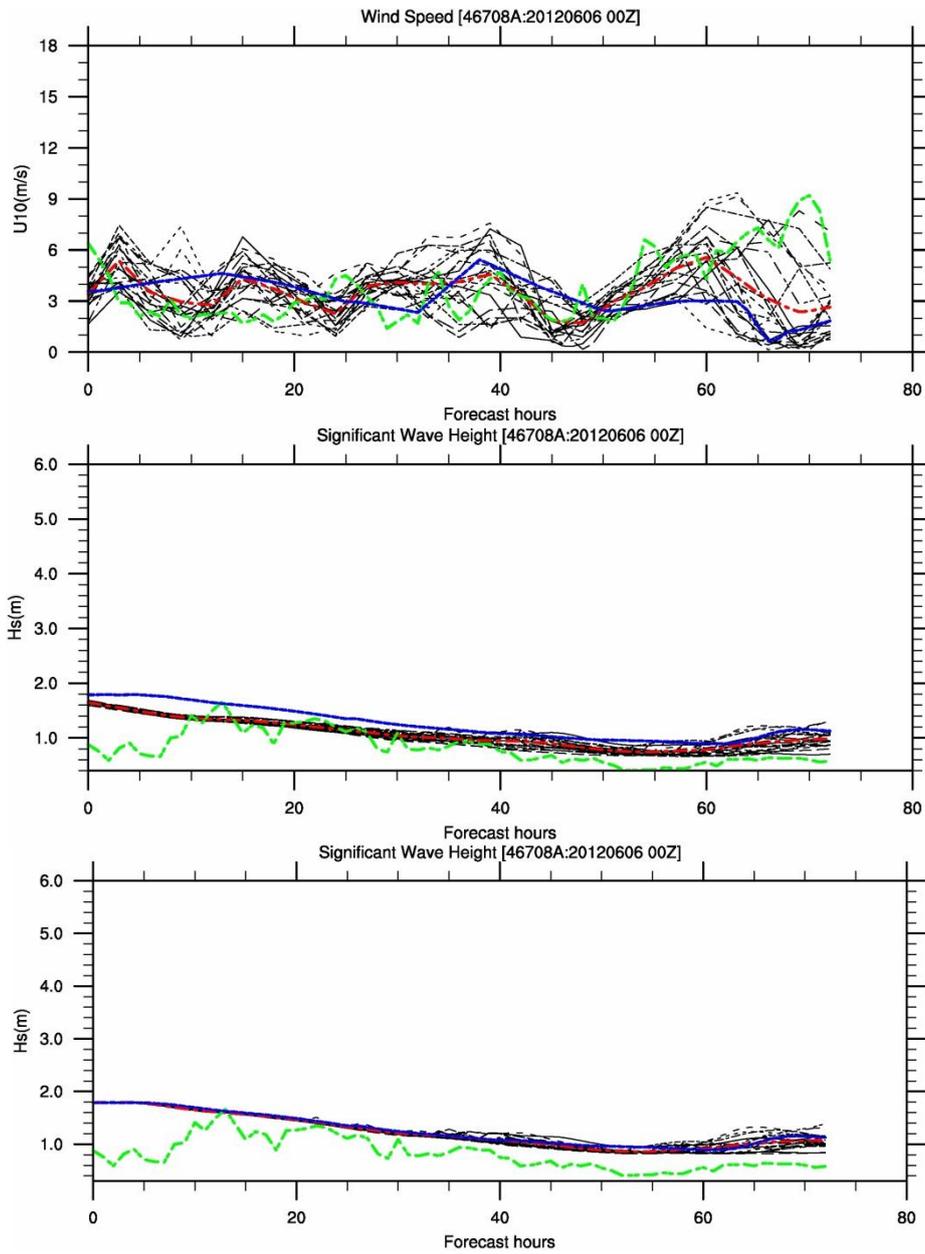


圖 96、龜山島測站之系集計算比較圖(紅色：系集平均，綠色：觀測，藍色：分析場)(由上到下為風場、波高(起始條件 1 天前分析場)、波高(起始條件為當時之分析場))

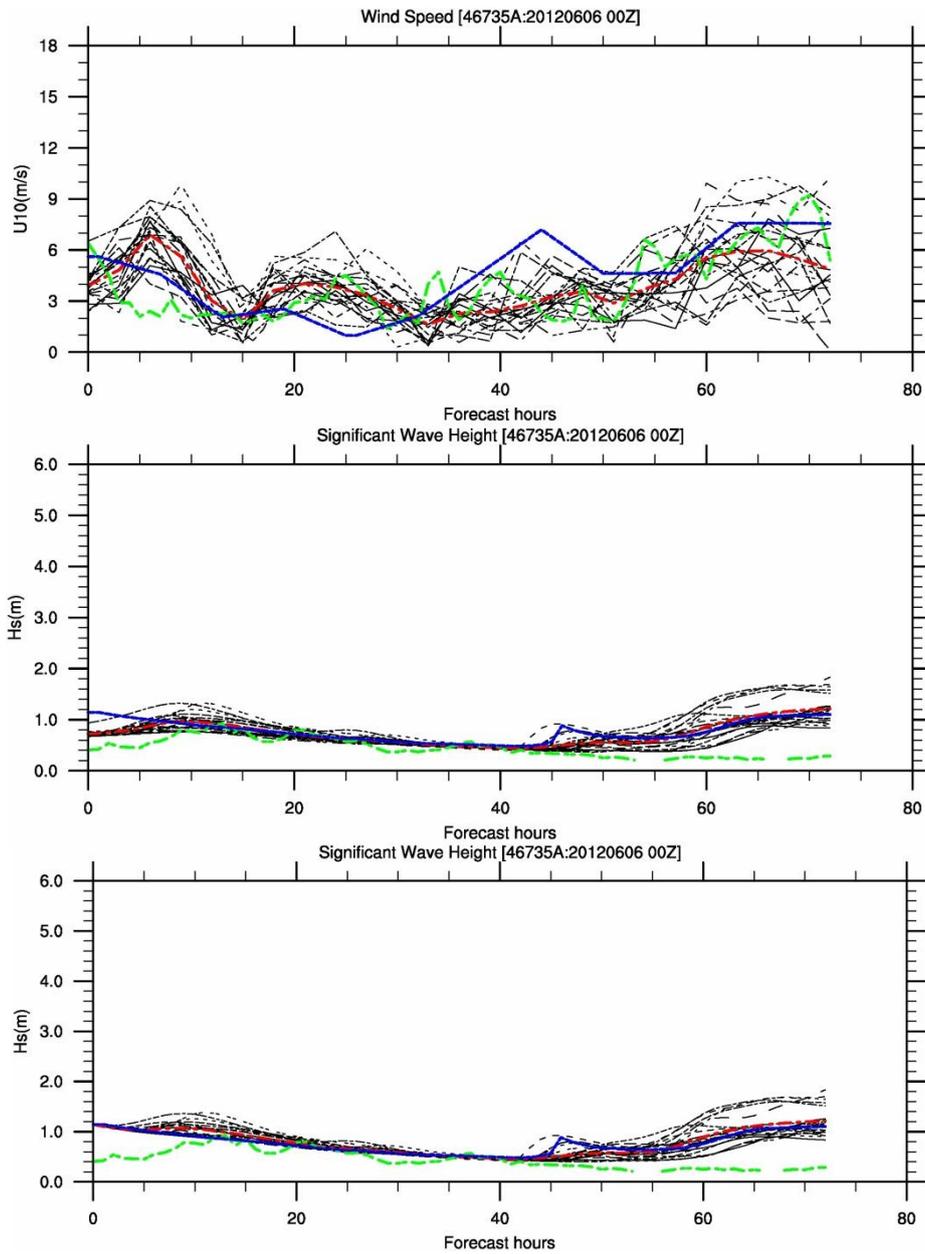


圖 97、澎湖測站之系集計算比較圖(紅色：系集平均，綠色：觀測，藍色：分析場)(由上到下為風場、波高(起始條件 1 天前分析場)、波高(起始條件為當時之分析場))

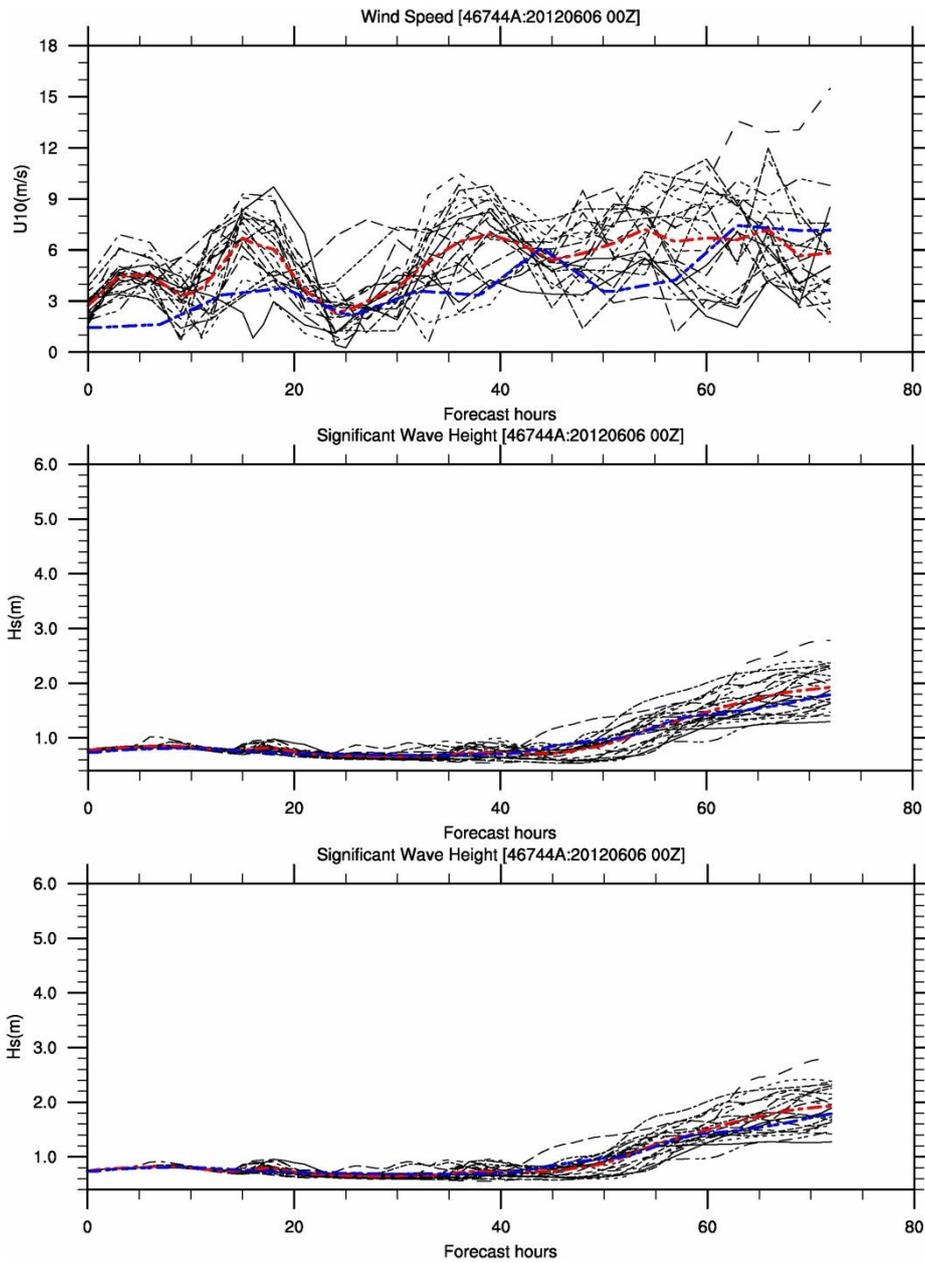


圖 98、大鵬灣測站之系集計算比較圖(紅色：系集平均，綠色：觀測，藍色：分析場)(由上到下為風場、波高(起始條件 1 天前分析場)、波高(起始條件為當時之分析場))

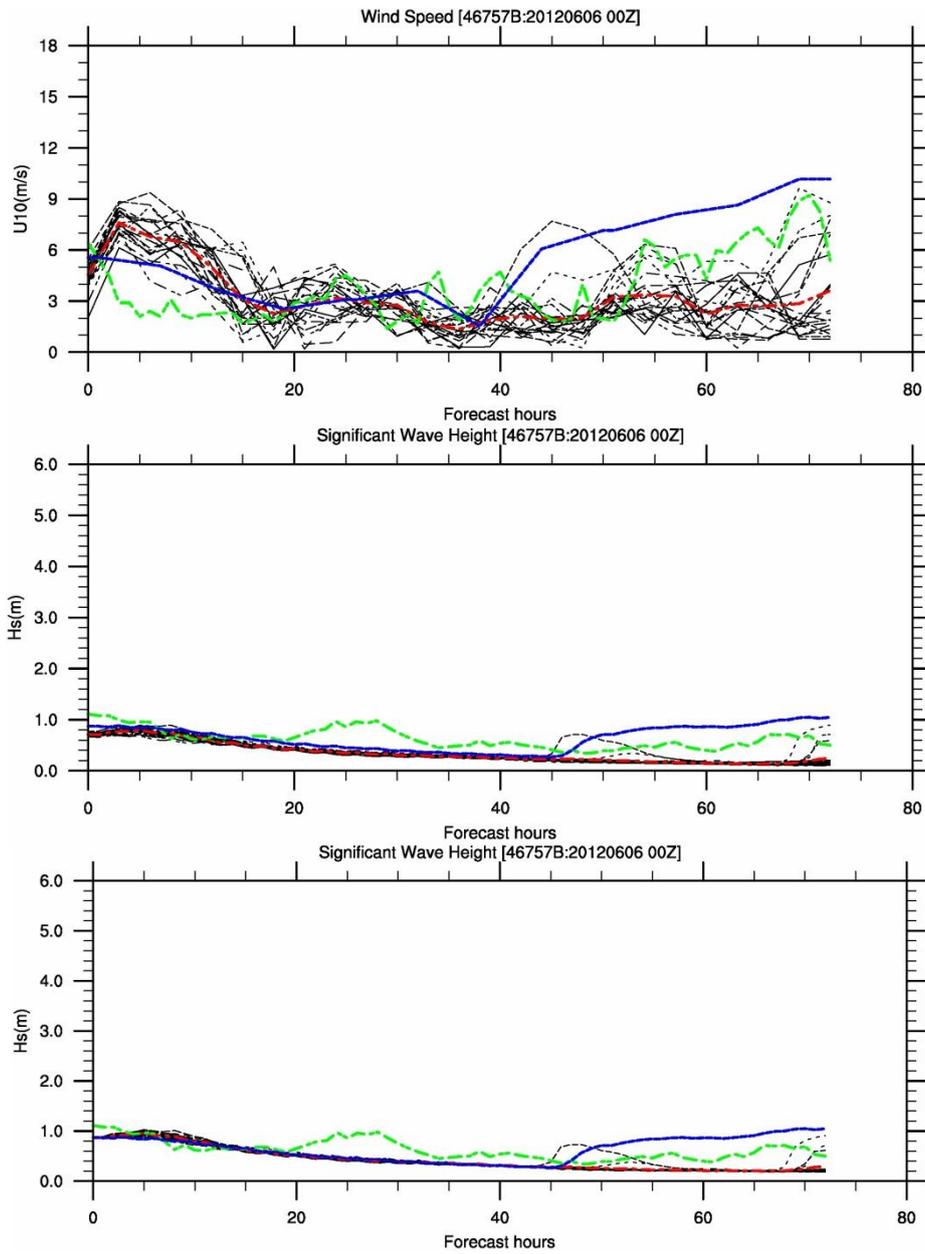


圖 99、新竹測站之系集計算比較圖(紅色：系集平均，綠色：觀測，藍色：分析場)(由上到下為風場、波高(起始條件 1 天前分析場)、波高(起始條件為當時之分析場))

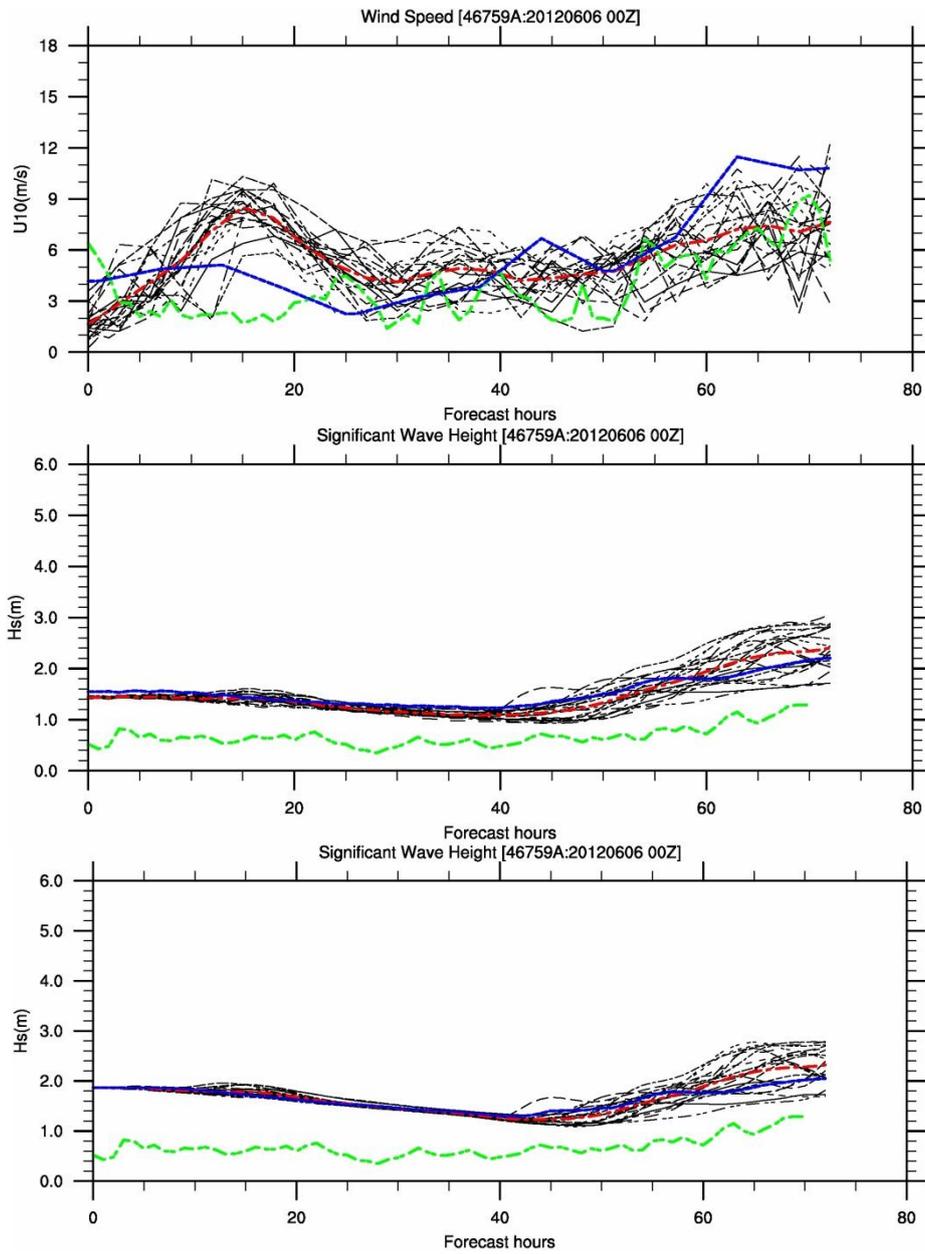


圖 100、鵝鑾鼻測站之系集計算比較圖(紅色：系集平均，綠色：觀測，藍色：分析場)(由上到下為風場、波高(起始條件 1 天前分析場)、波高(起始條件為當時之分析場))

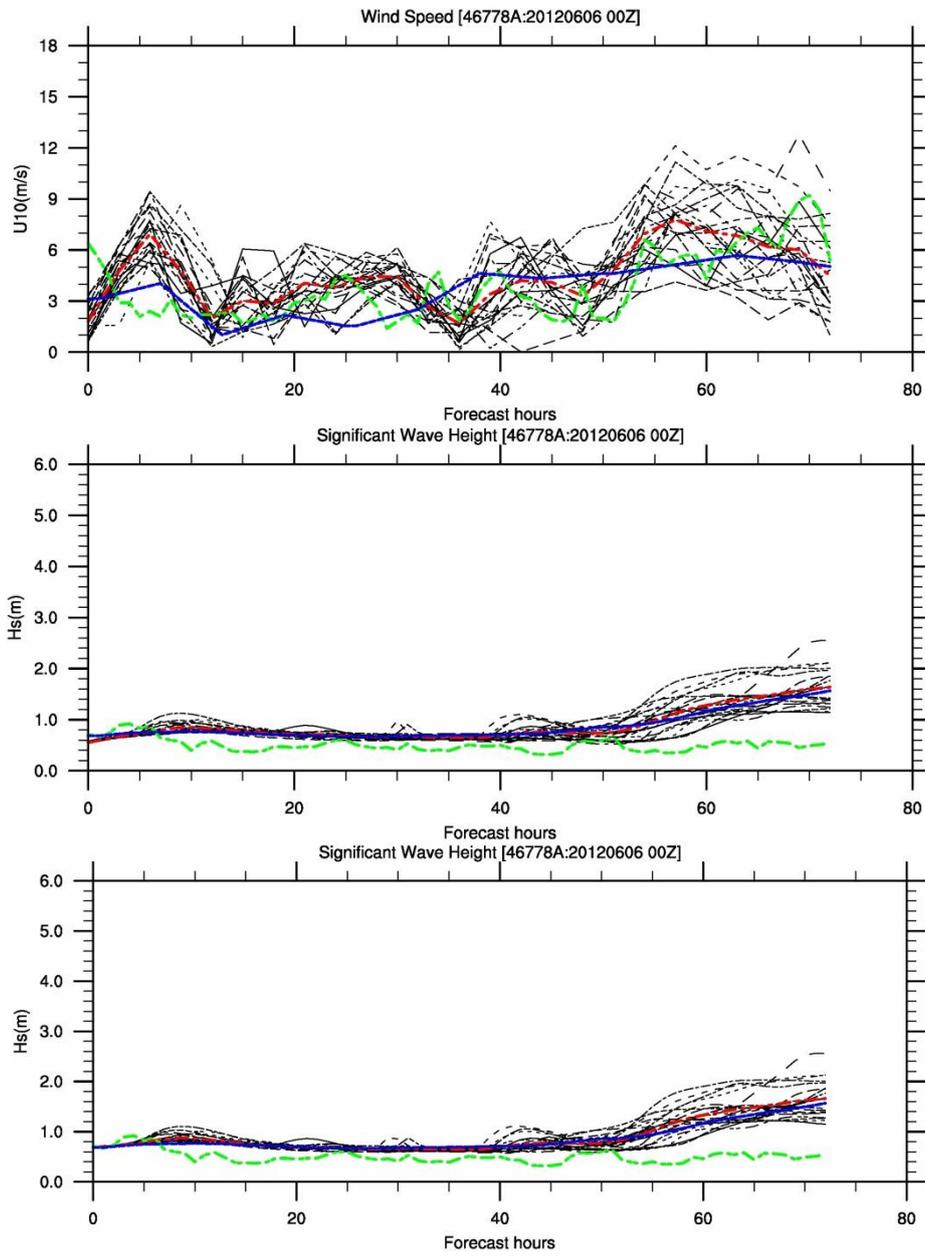


圖 101、七股測站之系集計算比較圖(紅色：系集平均，綠色：觀測，藍色：分析場)(由上到下為風場、波高(起始條件 1 天前分析場)、波高(起始條件為當時之分析場))

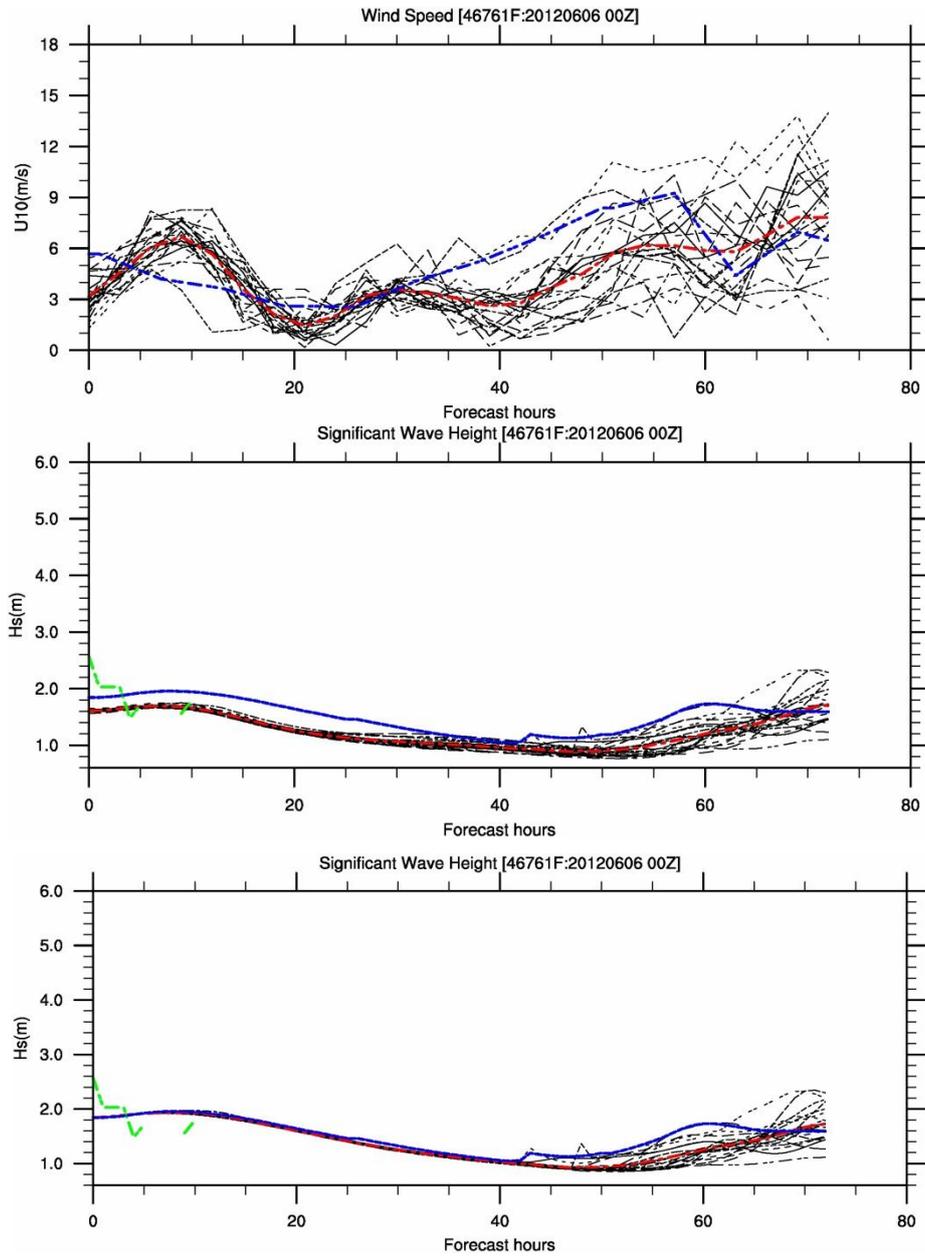


圖 102、成功測站之系集計算比較圖(紅色：系集平均，綠色：觀測，藍色：分析場)(由上到下為風場、波高(起始條件 1 天前分析場)、波高(起始條件為當時之分析場))

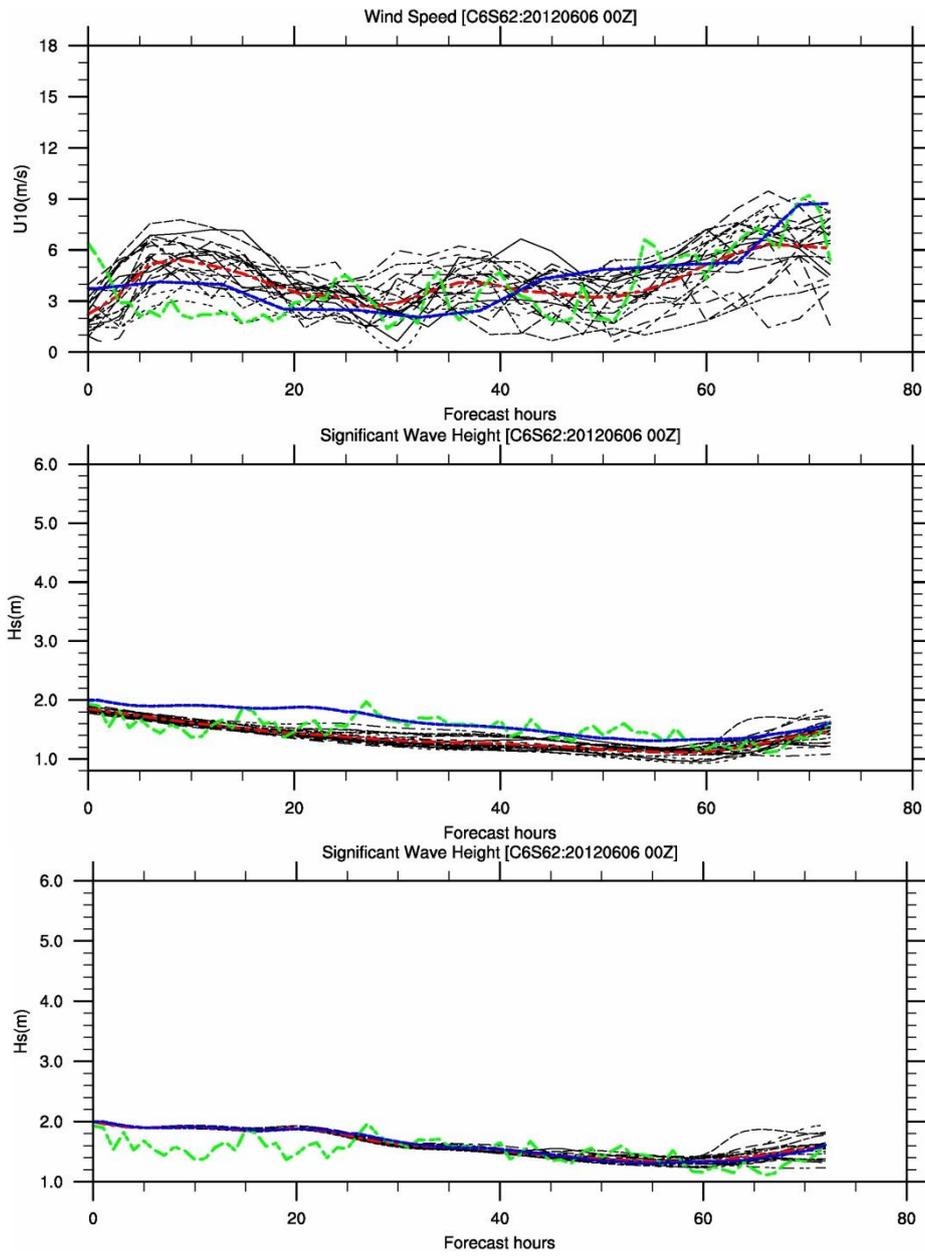


圖 103、臺東外洋測站之系集計算比較圖(紅色：系集平均，綠色：觀測，藍色：分析場)(由上到下為風場、波高(起始條件 1 天前分析場)、波高(起始條件為當時之分析場))

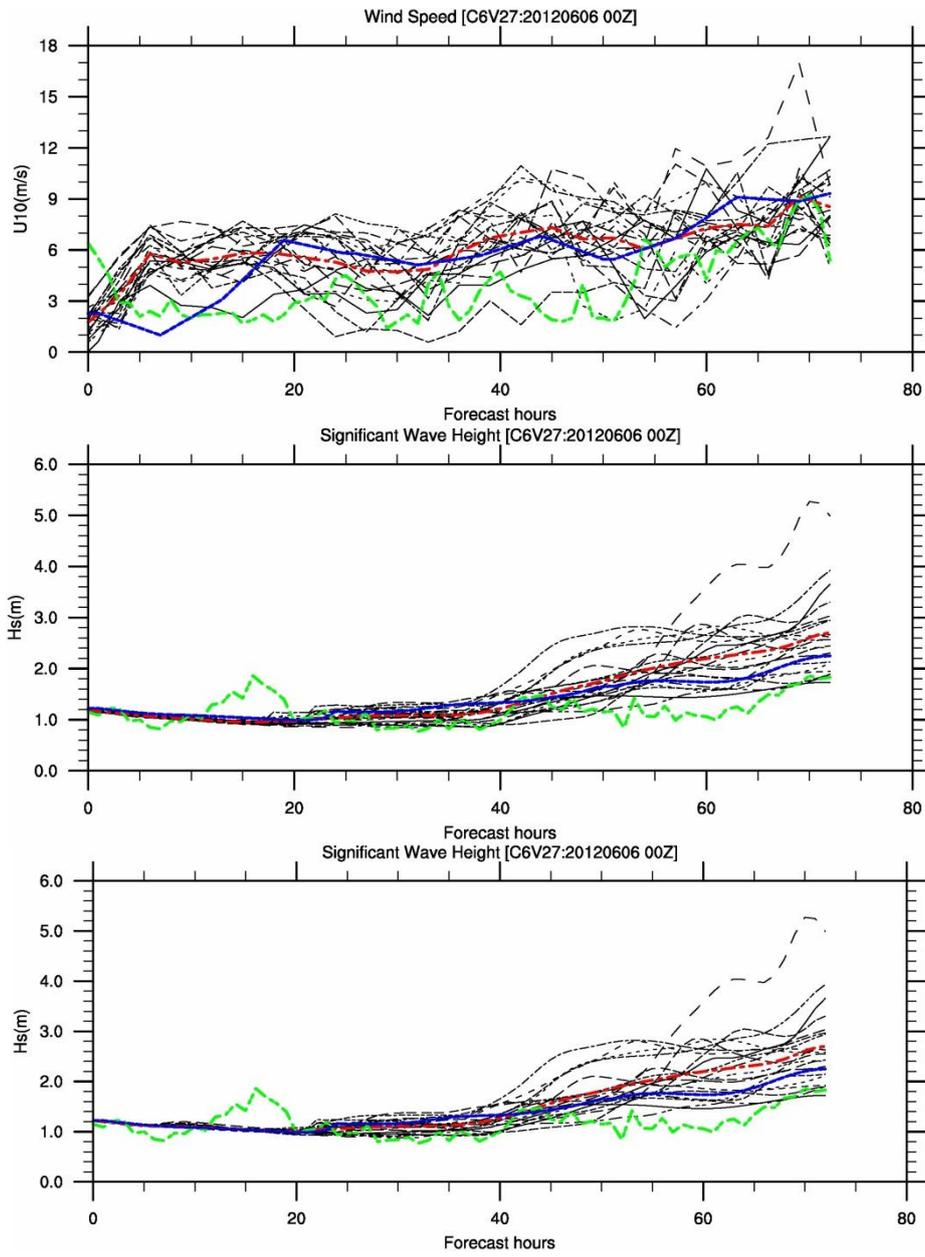


圖 104、東沙測站之系集計算比較圖(紅色：系集平均，綠色：觀測，藍色：分析場)(由上到下為風場、波高(起始條件 1 天前分析場)、波高(起始條件為當時之分析場))

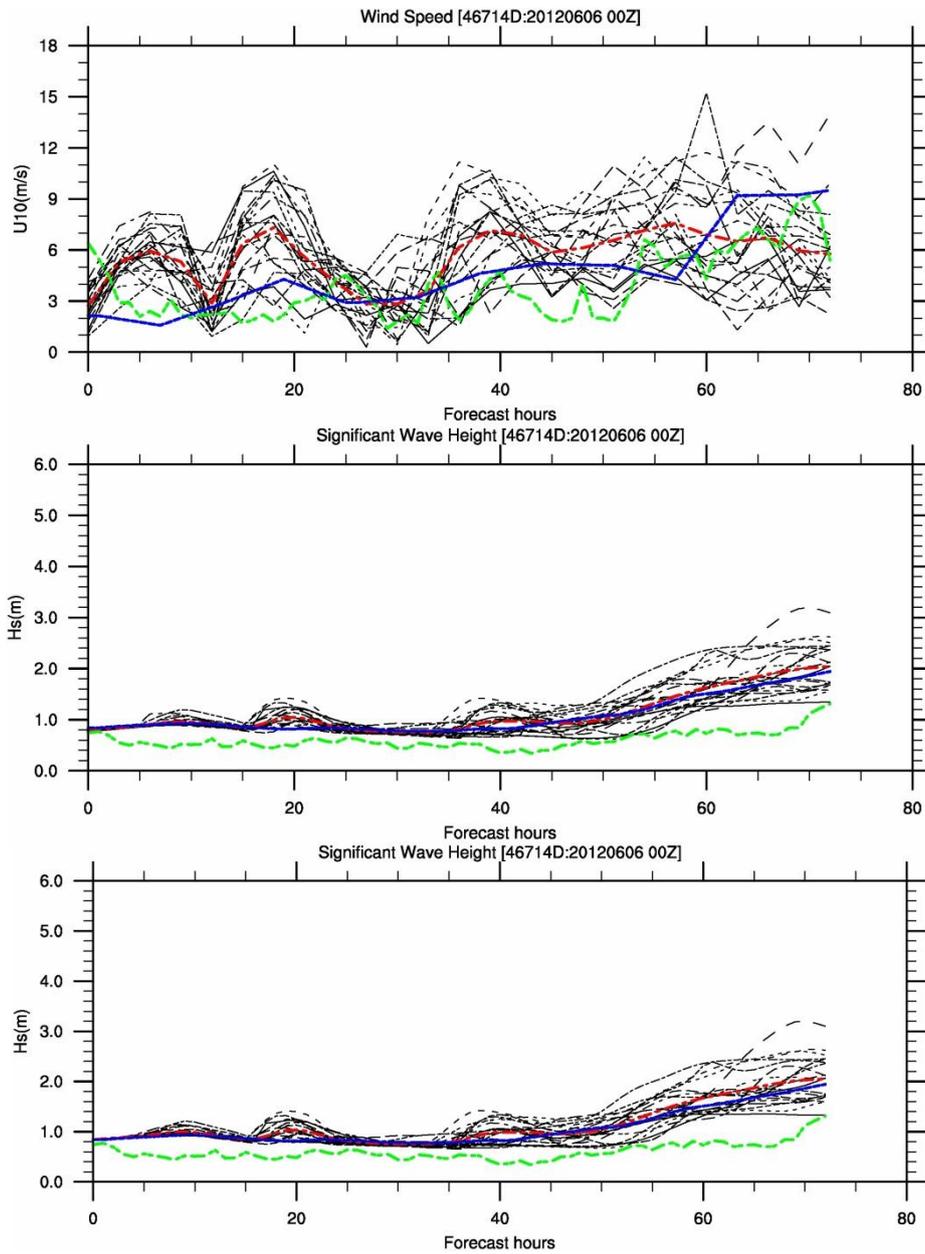


圖 105、小琉球測站之系集計算比較圖(紅色：系集平均，綠色：觀測，藍色：分析場)(由上到下為風場、波高(起始條件 1 天前分析場)、波高(起始條件為當時之分析場))

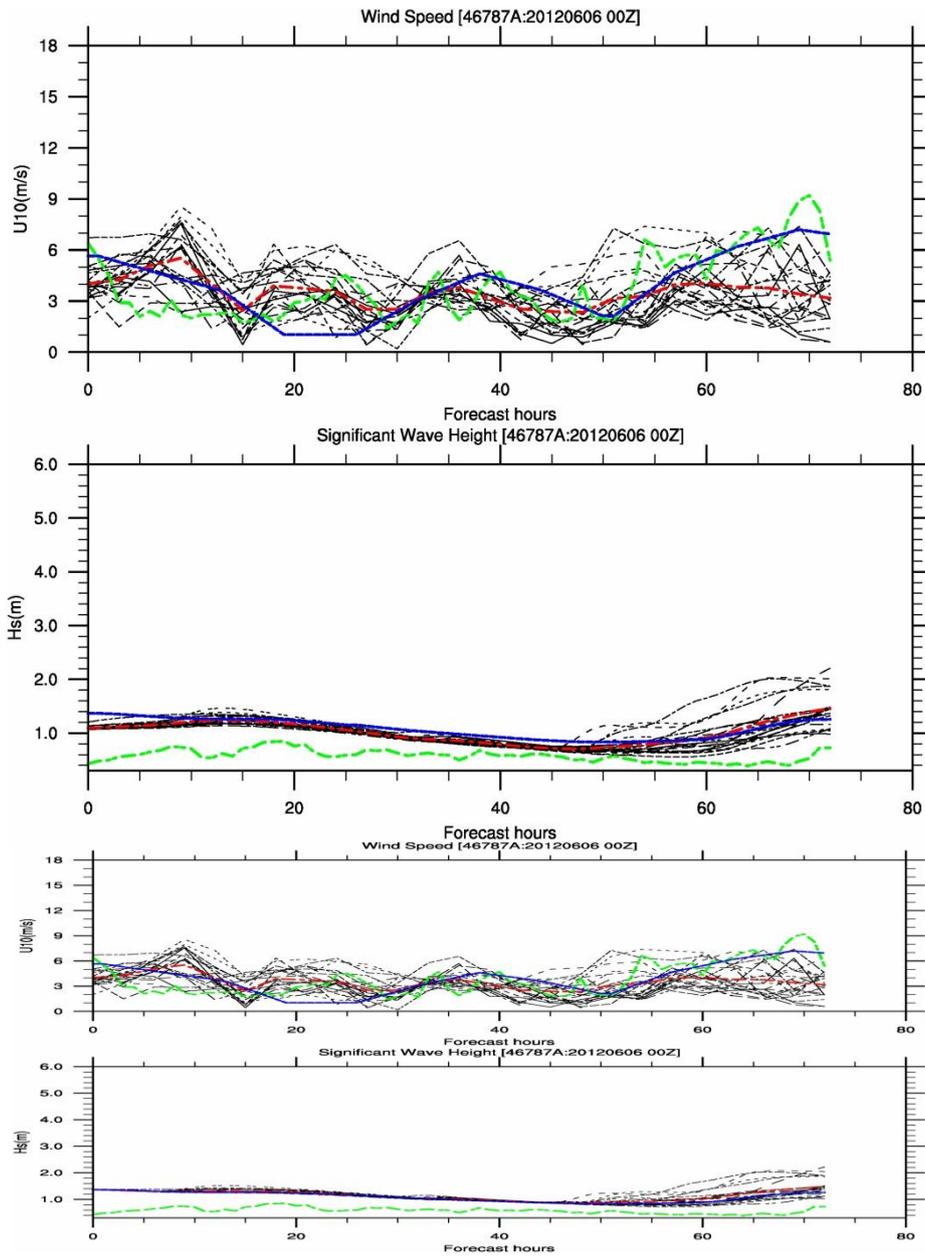


圖 106、金門測站之系集計算比較圖(紅色：系集平均，綠色：觀測，藍色：分析場)(由上到下為風場、波高(起始條件 1 天前分析場)、波高(起始條件為當時之分析場))

4-2 系集預報系統初步規劃

根據前述系集預報成員組數的大小及模式之執行能力來設計進行系集預報系統之整體架構規劃，主要項目如圖107所示，分述如下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。



圖 107、系集預報系統規劃項目

(1).系統環境資源

目前作業化的多重網格計算在氣象局 HPC 均使用 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，以決定性預報而言目前使用 2 個 node，32 個 CPU(core)，總共耗時約 48 分鐘完成 78 小時的計算(此包括等待風場處理的時間及後處理的時間，若單純的計算約需 20 分鐘)，計算所需資源相對風場的計算而言算少，且氣象局現已增強計算之硬體設備(Fujitsu)，會加快計算速度，就硬體計算資源來說應該不是問題，倒是目前其他各國計算的波浪系集預報都已達 240 小時，目前 72 小時的規劃恐不敷所需。

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，需備分至氣象局 SILO 系統內。備援系統設計則需再進一步協商(系集風場方面因系統資源需求量大並無備援系統的設計)。

(2).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。

(3).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。

系集預報是為了彌補單一模式預報的不足，藉由多個不同系集成員的預報，期望系統能包含模式預報的不確定性，並且將不確定性量化，以提供未來的預報機率。因此欲發展系集預報系統，需產生有效且合理的系集預報成員。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、系集分歧與 member equallikelihood 等方式。下一年度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。

以下說明各項指標統計意義(李和洪，2011)：

- 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。

針對已知的真值而言，Talagrand RankHistogram 能評估系集預報系統相對於該真值的離散程度之合理性，也能了解系集預報的偏差 (Bias) 情形。在系集預報系統中，假設有 M 個成員，因此會有 M 個預報結果，接著將預報值由小自大排列，產生 M+1 個區間 (Rank)，第一個區間為小於最小預報值，第 M+1 個區間為大於最大預報值。預報值與真值進行比較，紀錄真值落於哪個區間，即在該區間累加一次。統計完所有時間和網格點上的資料後，便可得到 RankHistogram 圖。

若統計結果顯示，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): 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。

Rank Histogram 對於離散程度的評估較為定性判斷，因此透過 ensemble spread 提供一個定量的數值協助判斷。ensemble spread 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進行平均計算，可算出系集成員的分佈程度。但是 SPRD 值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 ensemble spread 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: 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 RankHistogram 無法得知此訊息，因此透 member equal-likelihood 進行校驗。此法的分析，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，統計完所有時間和網格點的資料之後，即可得到此圖。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。

第五章、暴潮展示系統更新與維護

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108），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年及100年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（圖109）供民眾瀏覽。

5-1 工作項目與內容

在本四年計畫的第一年度的主要工作項目是持續維護暴潮展示與校驗系統的正常運作、增加圖檔傳送功能與介面可以將暴潮預報結果圖檔傳送到指定的外單位伺服器、及新增一個暴潮模式（大氣風場）展示與校驗功能。針對預報員對於系統使用方面的意見進行系統微調改善，讓颱風期間暴潮的展示與預報可以更加便利操作與進行校驗查核。另外由於中央氣象局組織改造，將配合業務單位的指示修改系統讀取之資料庫位址及欄位。

第一年度的研究方法就是持續使用已建置的系統來進行維護與功能擴充，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111所示。首先將進行配合中央氣象局組織改造進行系統讀取之資料庫位址及欄位的修改，接著將新增各測站水位「修正基準面」欄位，然後開始建置新增暴潮模式的展示與校驗功能，包含模式時間點前36小時內有的實測與預報資料時序曲線、未來36小時模式預報資料時序曲線、未來36小時模式預報修正時序曲線、過去及未來36小時調合分析水位時序曲線、警戒線值及統計計算結果等，最後將依照中央氣象局指定修改網頁呈現之8個暴潮模式測站。在上述工作進行的同時將持續維護系統的正常運轉及每季提出維護報告。

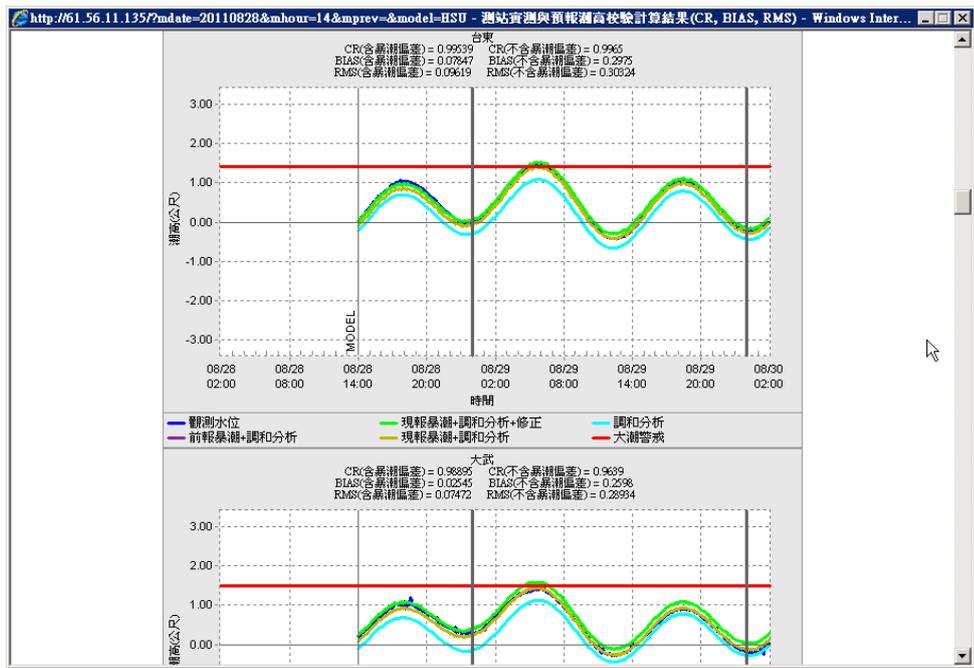


圖 108、校驗統計數據與時序列圖展示畫面

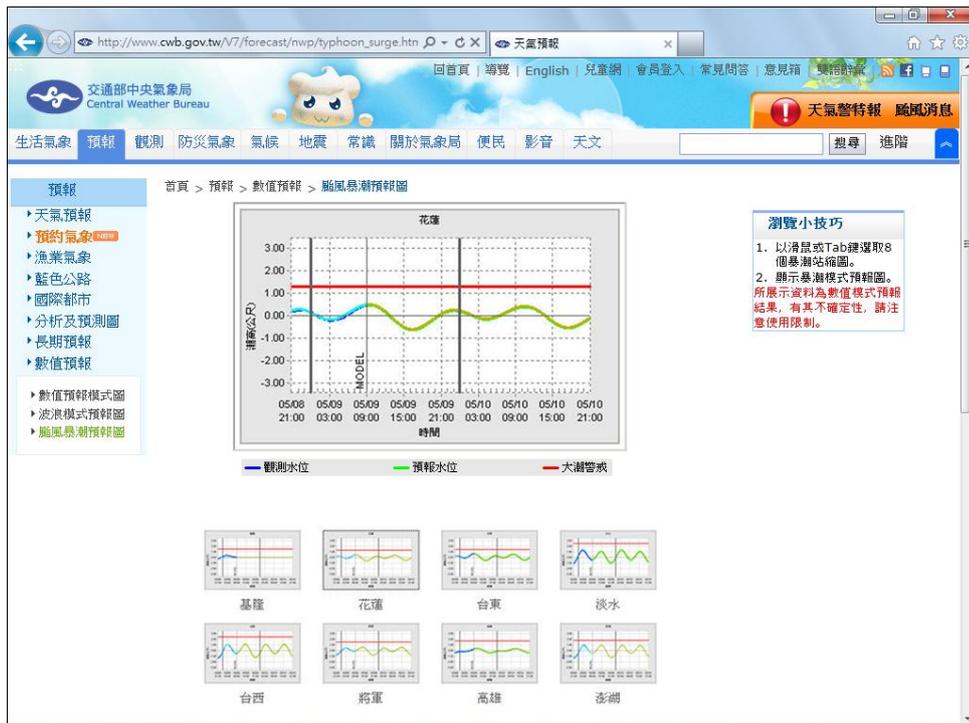


圖 109、颱風期間暴潮預報網頁展示

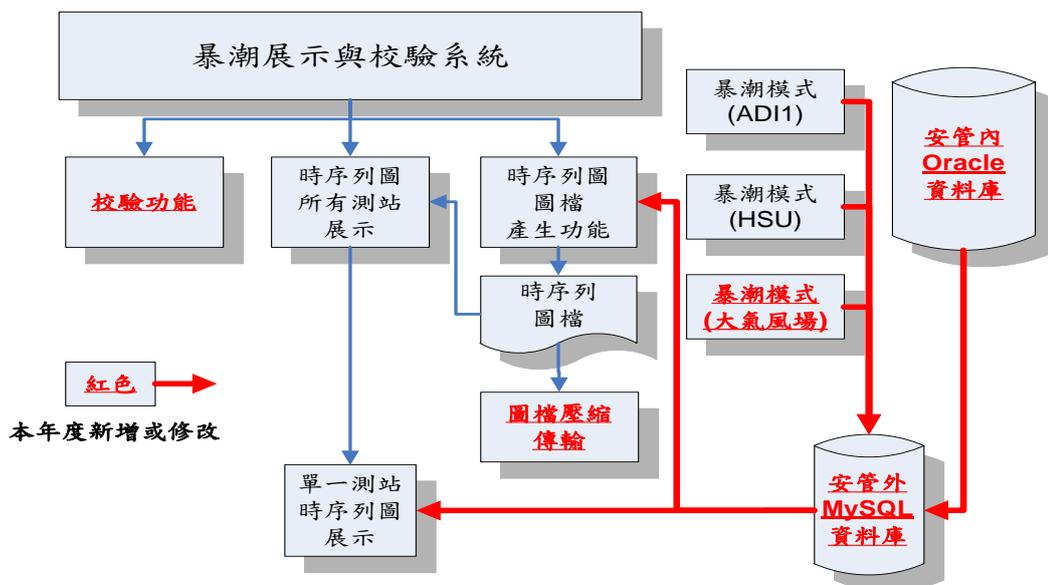


圖 110、暴潮展示與校驗系統架構圖

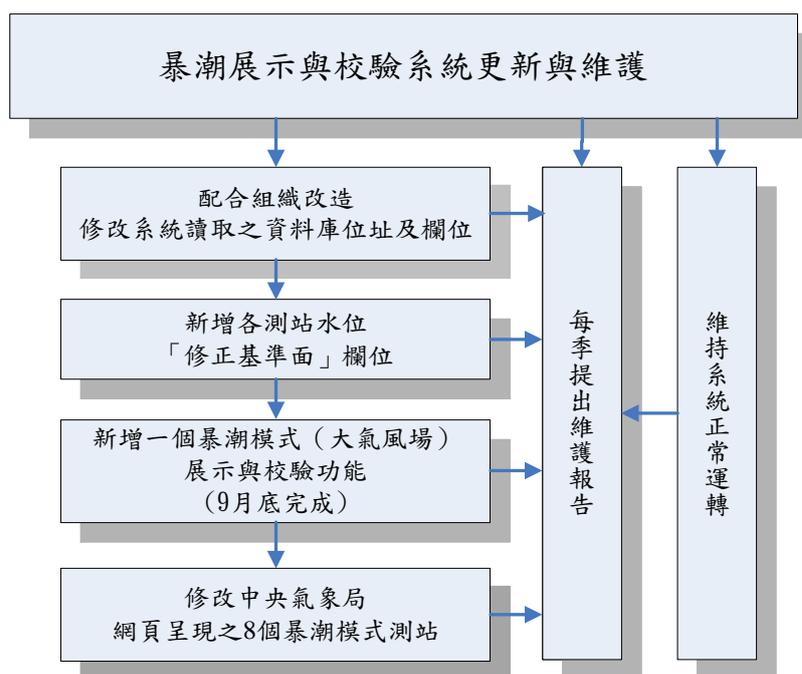


圖 111、暴潮展示與校驗系統更新與維護執行流程圖

5-2 暴潮展示與校驗系統說明

先前已完成的系統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。暴潮展示與校驗系統的整體架構如圖110所示。

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112)，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113)。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値之時間及當時之總水位表格以及列印功能(圖114)。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108)。

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。

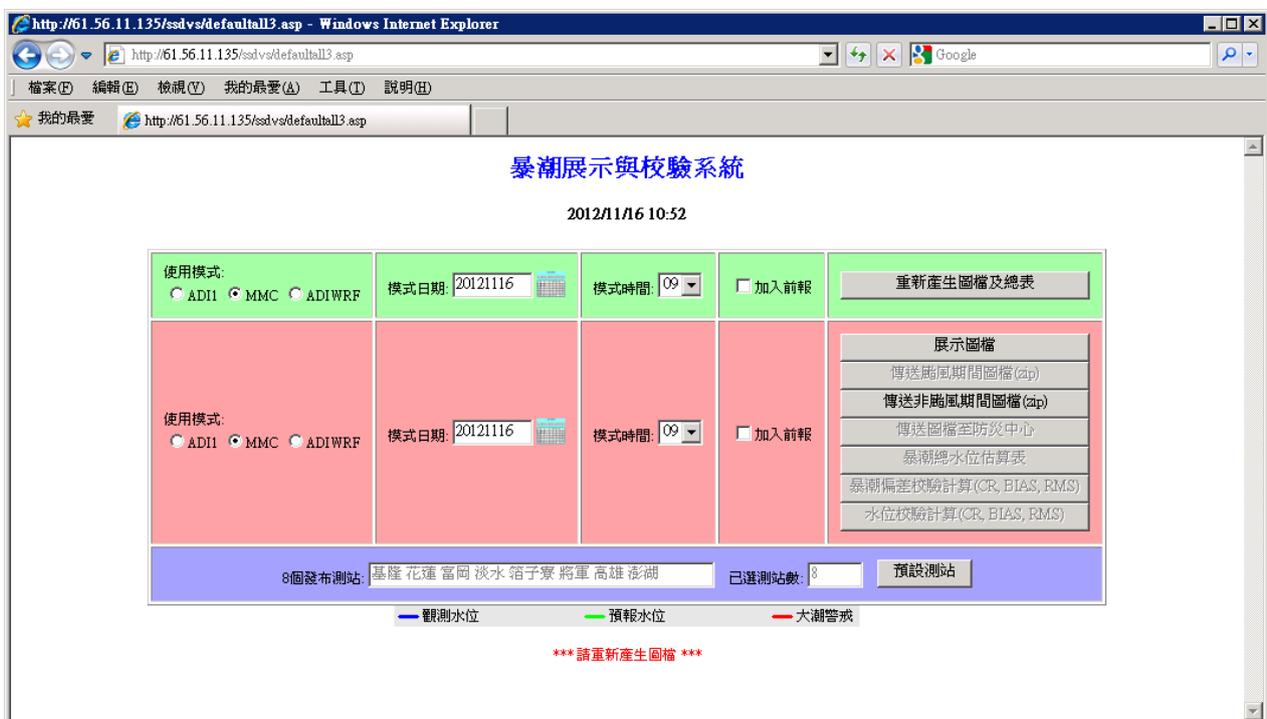


圖 112、暴潮展示與校驗系統首頁與控制介面

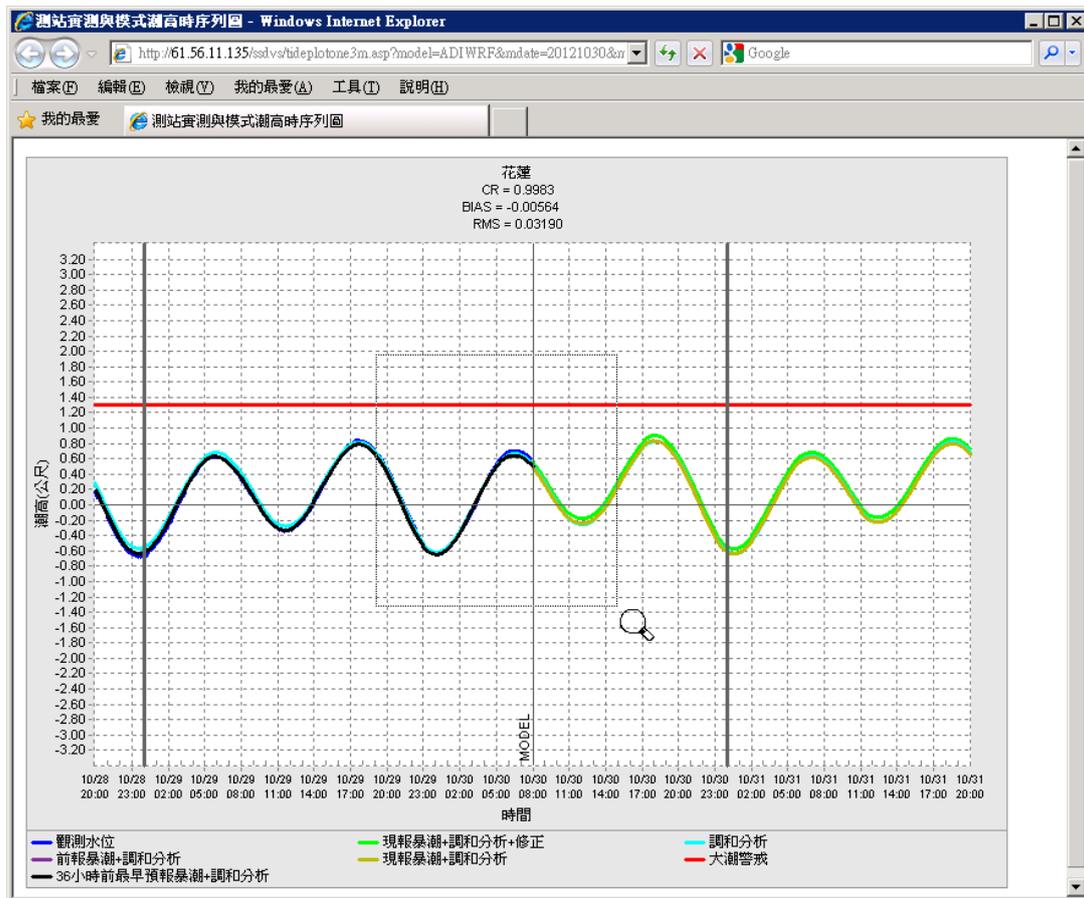


圖 113、時序列圖單獨展示與局部放大的功能

暴潮總水位估算表 - Windows Internet Explorer

http://61.56.11.129/ssdvs/surgetable.asp?date=20100615&hour=17

設定印表機 預覽列印 設定列印

暴潮總水位估算表

(單位:公尺)

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 114、暴潮總水位估算表視窗畫面

5-3 本年度成果

5-3-1 修改讀取資料庫位址及「修正基準面」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。暴潮展示與校驗系統的資料來源請見表14。

表 14、暴潮展示與校驗系統相關資料表格一覽表

資料名稱	資料表格	資料庫	伺服器	更新方式
暴潮模式水位	HSUSURGE ADI1SURGE	pro	61.56.11.97	暴潮模式執行完後
暴潮模式調和分析	HSUHARMONIC ADI1HARMONIC	pro	61.56.11.97	暴潮模式執行完後
預報站資料	stninfo	pro	61.56.11.97	自行建置維護
大潮警戒值	stninfo	pro	61.56.11.97	自行建置維護
波高預報值	WAVEM	pro	61.56.11.97	波浪模式執行完後
觀測水位	tide6	Marine	61.56.11.97	同步寫入
調和分析	tide6h	Marine	61.56.11.97	定期更新
修正基準面	stfcs	Marine	61.56.11.97	定期更新
測站資料	st	Marine	61.56.11.97	定期更新

5-3-2 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，因此本年度將展圖部分與建圖部分的日期設定分開來(❶)，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(❷)及增加傳輸圖檔選取功能(❸)，因此相關的介面也有大幅度的修改(圖115)。本年度還有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」、「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。「傳送非颱風期間圖檔」按鈕為避免需要輸入原先執行暴潮模式的時間，造成使用上的困擾，因此保持有效狀態，不需要等展示圖檔後才能啟動(圖116)。



圖 115、系統介面有大幅度的修改

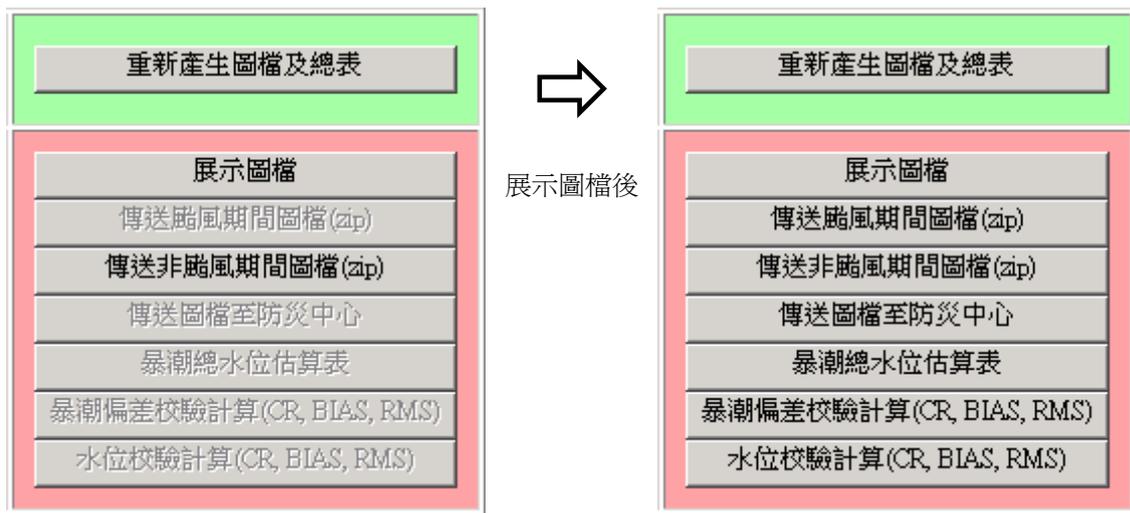


圖 116、按鈕依據預報員操作程序來啟動防止錯誤發生

5-3-3 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（預設為基隆、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，本年度建置單一按鍵（圖117❶）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研究中心。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。在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。本功能並配合新增的暴潮模式與任一預報站圖檔選取功能(圖117❷)，可傳送不同暴潮模式與不同預報站圖檔(8個)到指定的伺服器，選取的預報站會顯示在介面中，並會確定勾選超過8個測站會有錯誤訊息顯示，最後要傳送時會確認是否已選好8個站才會開始傳送。選擇測站的功能由於接收端認知的預報站是固定的，因此此功能還需要中心與檔案接收端協調清楚後才能正確地發揮作用。



圖 117、介面新增「傳送圖檔至防災中心」及預報站選取按鈕

5-3-4 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。由於計畫至三月才開始執行，且颱風季節尚未開始，因此在第一季並沒有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四。

表 15、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
第二季	1	101/4/2	Google Chrome 日期設定會有問題。	問題解決
	2	101/4/2	未執行過暴潮校驗展示系統的電腦 IE 圖出不來	尋求解決中
	3	101/4/6	未執行過暴潮校驗展示系統的電腦 IE 圖出不來	問題解決
	4	101/4/6	FireFox 及 Chrome 時序列圖放大功能失效。	問題解決
	5	101/4/20	建置新的批次 ftp 程式。	完成建置
	6	101/4/26	tideplotone.asp 計算 BIAS 有誤。	問題解決
	7	101/4/26	4/25 有增加若未展示圖則其他按鈕無法使	問題解決

			用的功能，但操作有問題。	
	8	101/5/9	Firefox 及 Chrome 放大功能失效。	問題解決
	9	101/6/15	ftp 到防災中心 IP 及檔名更改。	完成建置
	10	101/6/15	總水位表波高皆為 0。	問題解決
	11	101/6/28	確認颱風發布期間系統正常運作。	正常運作
	12	101/6/28	時序列圖傳送到資訊中心日後需要執行 zip。	待指示
第三季	13	101/8/1	編修圖檔傳輸程式使其具備可以傳輸不同暴潮模式時序列圖檔的功能	完成編修
	14	101/8/22	拿掉過時的傳送按鈕。	完成編修
	15	101/8/27	更改 ftp normal 按鈕不須須入模式時間。	完成編修
	16	101/9/6	開始建置增加大氣模式。	進行建置
	17	101/9/13	開始測試多加一個大氣模式的系統。	建置完成測試中
	18	101/9/26	ftp 傳送位置更新，增加 plots 目錄。	完成編修
第四季	19	101/10/5	ftp 有問題，增加 log 目錄，持續測試。	完成編修，問題解決
	20	101/11/8	測試 8 個測站選取功能。備份檔案。	完成建置與測試

第六章、藍色公路海象資訊系統更新與維護

第一年度在藍色公路海象資訊系統更新與維護方面，將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，除改善已加入的起訖點即時海象展示功能外，預報有效時程的增加也是本年度工作項目。本年度將同時進行藍色公路電子看板內容的規劃與建置，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年建置觀測資料修正預報資料的功能，另外還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108所示，在右方下拉選單選擇連結至10條航線中的一條詳細海況內容（圖109）。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。海象測報中心在100年度已將港研中心基隆、臺中、蘇澳、花蓮、高雄港的即時資料納入海象中心的資料庫中，即時資訊網頁在101年度已完成起用。



圖 118、藍色公路海象預報功能系統已納入中央氣象局網站

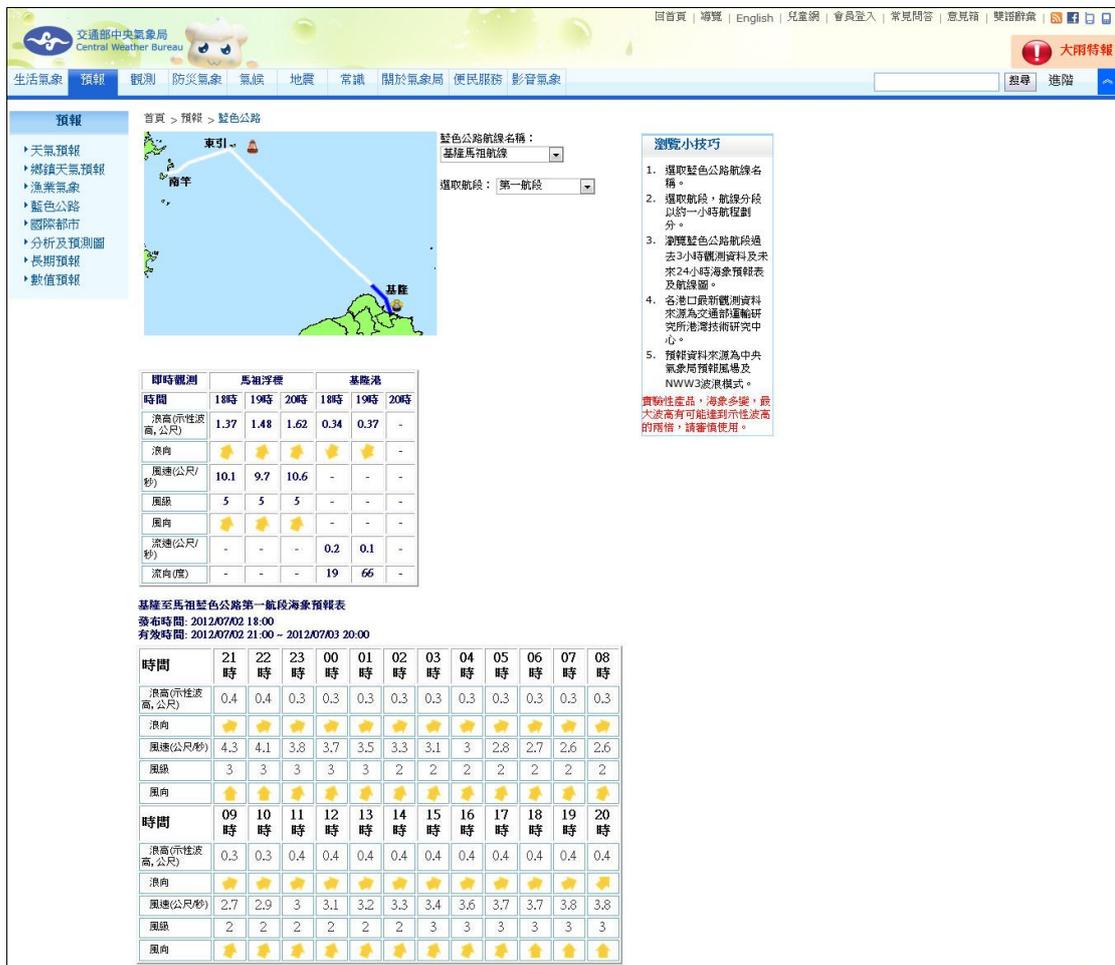


圖 119、藍色公路海況單一航段查詢結果

藍色公路預報功能對外服務將滿二年，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。



圖 120、馬公布袋航線客輪依據藍色公路海象預報決定停駛的公告

6-1 工作項目與內容

藍色公路海象預報服務系統架構圖（圖111）說明藍色公路海象預報的原先產生程序及今年所要進行的變動。本年度持續維護該系統的正常運作，同時將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，測試穩定後在下半年度進行替換。

在本年度增加各航線預報依觀測值調整功能，讓預報作業可以根據波高觀測值與預報的差異進行預報波高的調整，調整方式將與業務單位討論確實需求後進行功能的增加。除波高預報依觀測調整功能的建置外，本年度並增加烏石-龜山島、臺中-平潭、台東-蘭嶼、後壁湖-蘭嶼四條藍色公路航線的預報。在本年度也將藍色公路海象預報系統產出之網頁程式（HTML檔）轉製成壓縮檔格式，並每天自動傳送到中央氣象局指定電腦中。此外於中央氣象局HPC電腦建置藍色公路波浪預報模式之備援系統，讓藍色公路海象預報服務不會有中斷的情況，並產出藍色公路波浪預報模式每月維護記錄。本年度同時協助業務單位進行藍色公路電子看板內容的規劃與建置，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。本年度於每季提出維護報告。

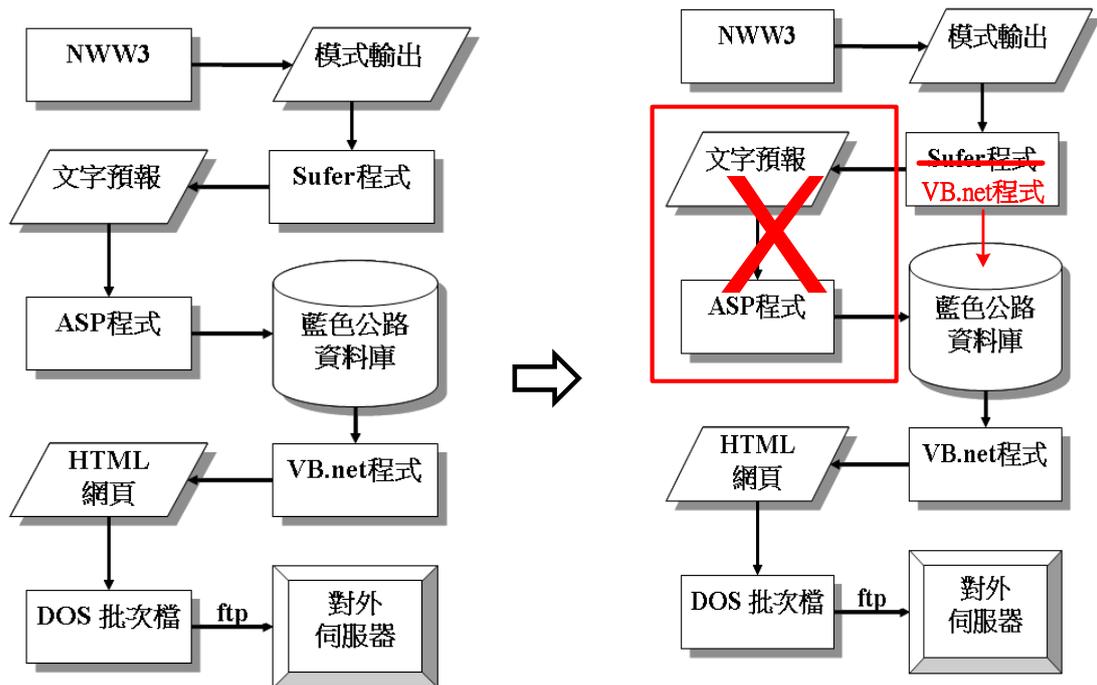


圖 121、藍色公路海象預報服務系統架構圖更新

本工作項目進行步驟如圖112所示。由於電子看板設立的時間緊迫，因此首先協助業務單位進行藍色公路電子看板內容的規劃與建置，接著將進行各航線預報依觀測值調整功能建置，並進行網頁程式轉製成壓縮檔格式的自動程序建置，以便每天自動傳送到指定電腦。工作項目還包括增加四條藍色公路航線預報。最後將於HPC電腦上建置藍色公路波浪預報模式之備援系統。在上述工作進行的同時持續維護系統的正常運轉及每月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。

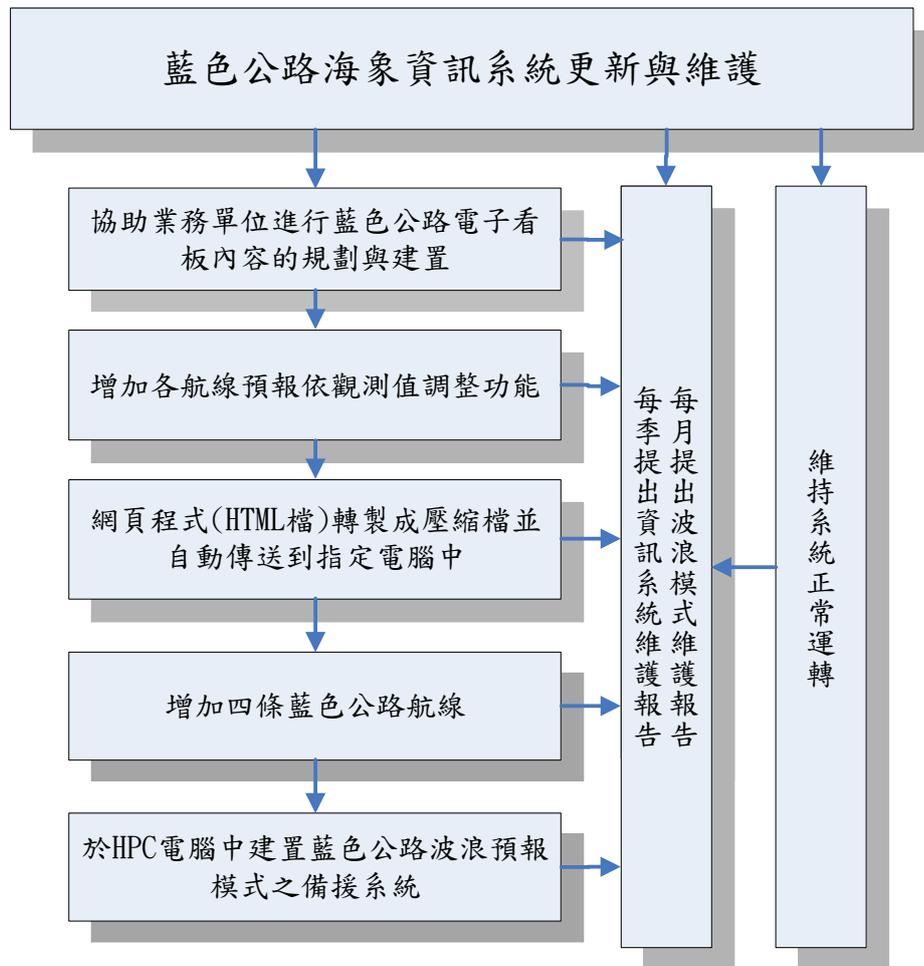


圖 122、藍色公路海象資訊系統更新與維護執行流程圖

6-2 藍色公路海象預報介紹

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 (<http://www.cwb.gov.tw>)後，在左邊選單點選「預報」類別，然後選取「藍色公路」選項即可。藍色公路海況系統首頁如圖118所示。航線地圖美工在本年度重新製作標示觀測資料測站的示意位置，右方設計一下拉選單，可選擇連結至6條航線詳細海況內容。

選擇單一藍色公路航段後，網頁將導向該航線端點的即時資料表格及未來24小時航程模擬海況內容(圖123)。每個航線可再選取航段，舉基隆至馬祖航線為例，區分為第一航段到第八航段，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另一航段海象預報值。

藍色公路海象預報服務網頁每小時更新一次，英文及中文網頁分別在54及55分鐘時產生，而網頁的壓縮與傳輸是在56分鐘執行，波浪模式每日執行四次，結果在5:40、11:50、17:40、及23:40匯入資料庫中。



圖 123、藍色公路海象資訊系統海象即時與預報資訊展示

6-3 本年度成果

6-3-1 含即時資料網頁上線

本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。航線起、終點附近即時波浪或浮標站的資料如表 14 所示(包括新增的四條航線)，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。

表 16、藍色公路航線的起迄點現階段即時測站一覽表

航線	起點測站		終點測站	
	風場	波浪	風場	波浪
高雄 ↔ 馬公	高雄港* 0004	高雄港* 0004	澎湖浮標 46735A	澎湖浮標 46735A
東港 ↔ 小琉球	-	-	小琉球浮標 46714D	小琉球浮標 46714D
基隆 ↔ 馬祖	基隆港* 0001	基隆港* 0001	馬祖浮標 C6W08	馬祖浮標 C6W08

臺東 ↔ 綠島	台東浮標 WRA007	台東浮標 WRA007	台東外洋浮標 C6S62	台東外洋浮標 C6S62
臺中 ↔ 馬公	臺中港* 0005	臺中港* 0005	澎湖浮標 46735A	澎湖浮標 46735A
布袋 ↔ 馬公	台西平台 46748H	台西平台 46748H	澎湖浮標 46735A	澎湖浮標 46735A
烏石 ↔ 龜山島	蘇澳浮標 46706A	蘇澳浮標 46706A	龜山島浮標 46708A	龜山島浮標 46708A
臺中 ↔ 平潭	臺中港* 0005	臺中港* 0005	-	-
臺東 ↔ 蘭嶼	台東浮標 WRA007	台東浮標 WRA007	台東外洋浮標 C6S62	台東外洋浮標 C6S62
後壁湖 ↔ 蘭嶼	-	-	台東外洋浮標 C6S62	台東外洋浮標 C6S62

*港研中心即時資料(含海流資料)

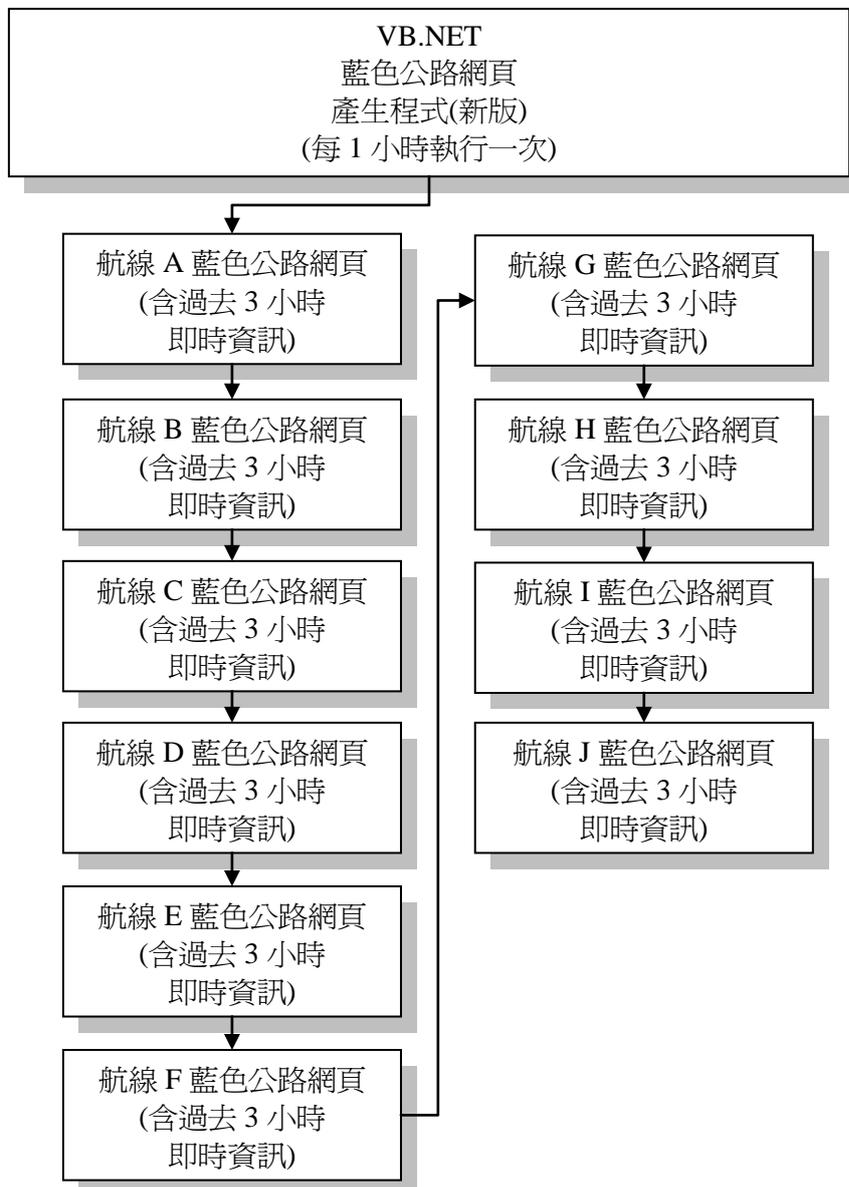


圖 124、藍色公路預報網頁(含即時觀測資料)產生作業流程

含起迄點即時海象資訊的藍色公路網頁已於 6 月 1 日正式上線，中文網頁結果如圖 115 所示，英文網頁結果如圖 116 所示。四條新增的航線含即時資訊及波高修正功能也已於 11 月 28 日上線。系統執行正常，惟自港研中心來的資料常常在執行網頁產生程式時尚未進入資料庫中，因此最近一筆的觀測資料時常會無法顯示，也會導致觀測資料的修正不會進行。

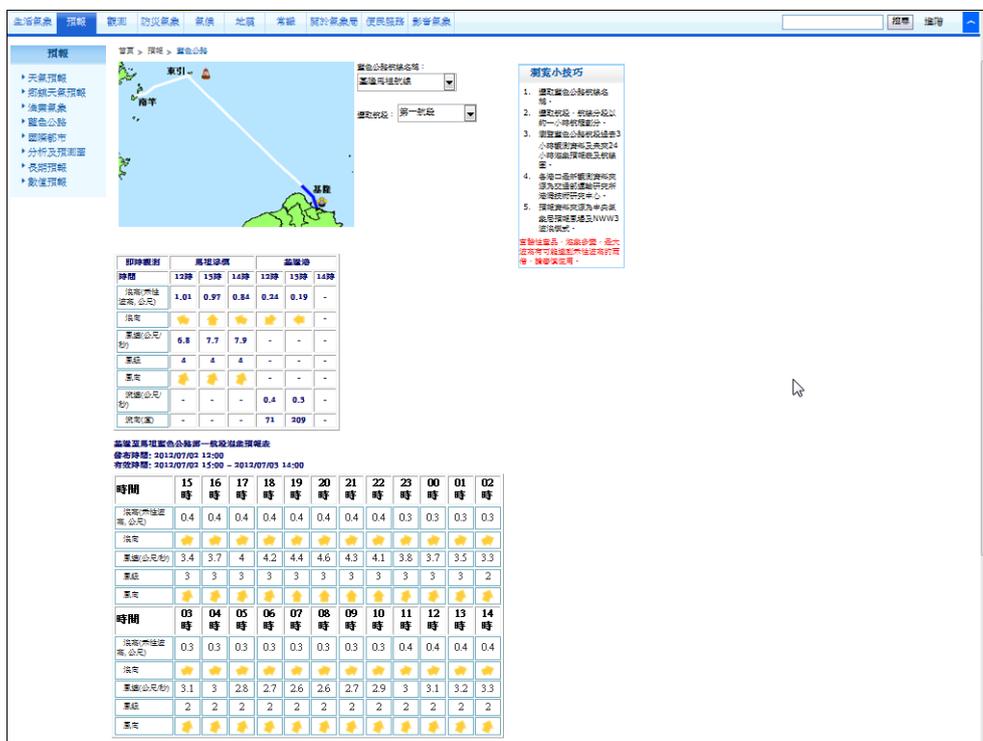


圖 125、中文藍色公路預報網頁(含即時觀測資料)

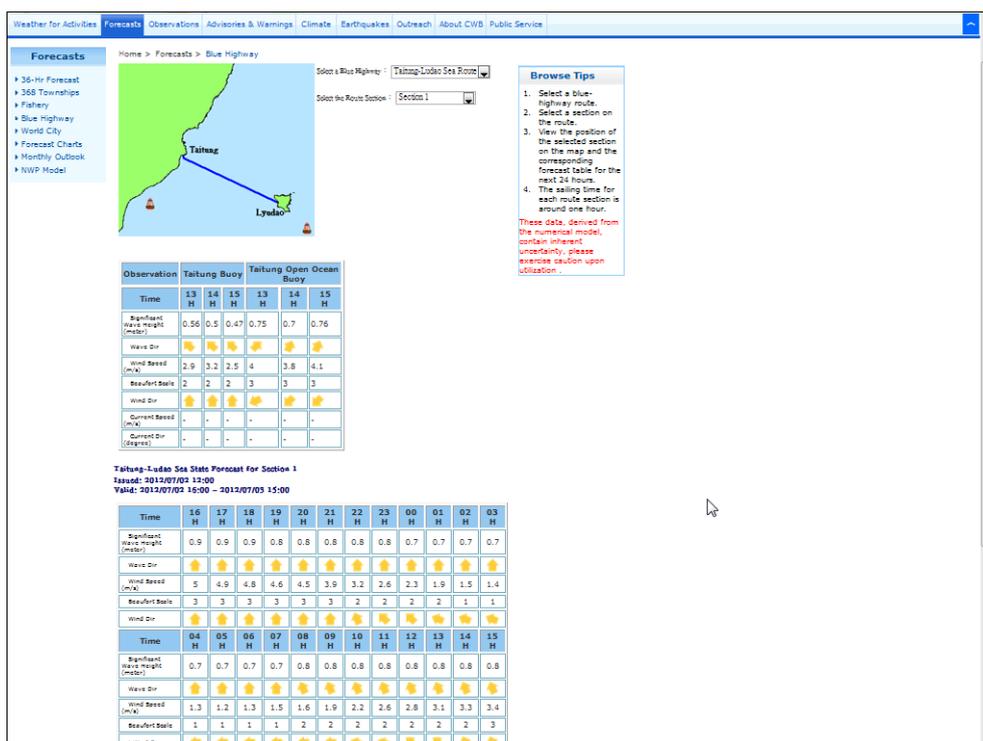


圖 126、英文藍色公路預報網頁(含即時觀測資料)

6-3-2 模式輸出檔直接匯入資料庫

如圖111所示本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，此新的匯入程序(圖117)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，大幅提升系統的穩定度。

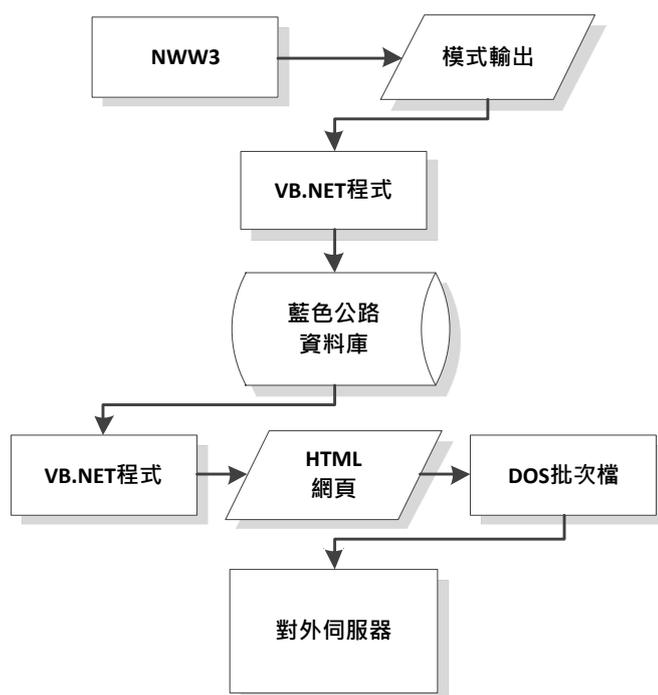


圖 127、波浪模式輸出檔匯入藍色公路資料庫流程

原先的資料匯入程序是考量最早有規劃文字簡訊發送服務，因此將波浪模式的結果先利用Surfer程式轉換成文字預報格式，後為了建立藍色公路預報網頁而建置資料庫，但由於Surfer程式無法直接寫入資料庫中，因此撰寫ASP程式將文字預報透過ASP程式的執行匯入資料庫中。由於發送簡訊功能不再建置，所以為了資料處理的簡單化及提升執行效率，本年度使用VB.net重新建置資料匯入程式modeltosql.exe，直接將波浪模式輸出的文字檔匯入資料庫中，簡化資料處理流程以減少錯誤的發生。

本程序已經在61.56.11.135伺服器上進行作業化運轉，在原先的四個批次檔中加入上述執行檔直接將波浪模式的輸出寫入61.56.11.97的藍色公路資料庫中。經比對所匯入的資料與線上作業化的資料相符，由於新的資料庫同時增加了觀測資料修正值的欄位，因此在觀測資料修正預報功能測試穩定後，已在下半年度完成替換。

6-3-3 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，本年度要建置藍色公路預報結合觀測資料的預報修改功能。現階段該功能已建置完成進行作業化運轉中。

修正的方式分為空間的修正量與時間的修正量如圖118所示。以高雄到馬公航線為例，左邊端點(馬公)的觀測值大於預報值時其差異(左垂直紅線)與右邊端點(高雄)的觀測值大於預報值時的差異(右垂直紅線)連線後等分三段即可差分出第2航段與第3航段經由空間差分得到的修正量。這些修正量在時間軸上設定12小時後歸為0，這樣就可以差分出12小時內每小時的修正量。這樣在進行24小時預報時，每個航段的修正量(前12小時)皆可算出。若觀測值小於預報值或是觀測資料遺缺則修正量為0。

由於波高修正值常常有到小數點第2位，因此需要顯示調整後的預報波高到小數點第2位才能顯現出來有變更，但經中心確認為避免民眾困擾，仍只顯示1位小數，因此波高修正值若不顯著大多不會改變最後的預報波高數值。另外若航線只有一個航段，則在選擇觀測資料時使用兩個端點的最大值來與預報值相比，但在台東綠島航線由於台東外洋浮標波浪值偏大，不能代表綠島的觀測波高，因此只用台東浮標來比較預報值，進行必要的調整。

伺服器: 61.56.11.97		資料庫名稱: pro		資料表格名稱: bluehighway
欄位名稱	格式	可否為 NULL	Primary Key	說明
route	varchar(1)	否	是	航線
section	varchar(2)	否	是	航段
dt	varchar(8)	否	是	資料時間 YMMDDHH (當地時間)
waveh	Float	否	否	波高 (公尺)
waved	varchar(3)	否	否	波向 (16 方位)
winds	Float	否	否	風速 (公尺/秒)
windd	varchar(3)	否	否	風向 (16 方位)
sfindex	varchar(20)	否	否	安全指標
wavehadj00	Float	否	否	0 時波高調整量
:	Float	否	否	:
wavehadj23	Float	否	否	23 時波高調整量
wavehobs1	Float	否	否	產生該時修正量之左端點觀測值
wavehobsr	Float	否	否	產生該時修正量之右端點觀測值
wavehz	Float	否	否	區域內最大波高
wavehzadj	Float	否	否	調整後區域內最大波高
validdt	varchar(8)	否	是	預報產生時間 YMMDDHH (UTC)

表 17、藍色公路資料表格欄位屬性一覽表

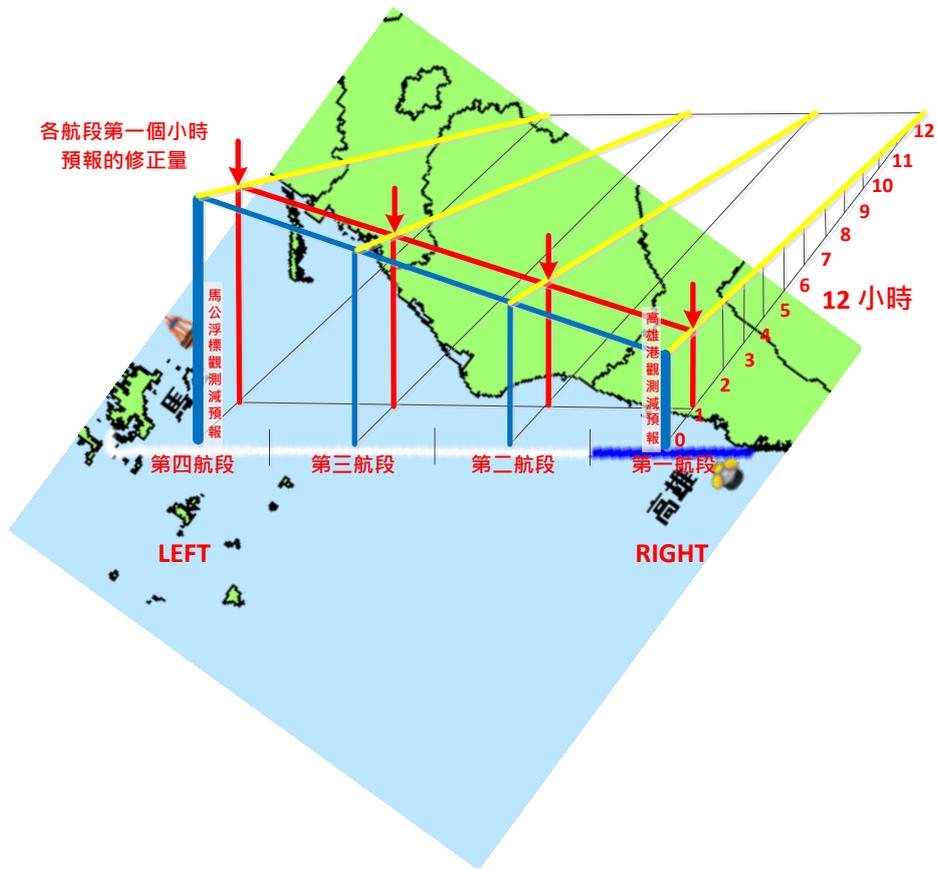


圖 128、觀測資料修正預報資料方式示意圖

原本在61.56.11.97伺服器上的藍色公路資料庫中規畫增加四個欄位分別記錄波高修正後值、區域選點原值、區域選點修正值、及該預報產生時間。但由於觀測資料每小時皆有新值進來，因此每小時的修正量都有可能不同，為了記錄所有的修正值因此後來修改97伺服器上的bluehighway資料表如表15所示，增加wavehadj00到wavehadj23欄位紀錄調整值還有增加wavehobs1及wavehobsr欄位紀錄當時的觀測值，使用矩陣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。

現階波高修正功能已建置完成，開始作業化運轉。以6月29日18時到7月1日18時的時間間隔來討論，資料筆數共7200筆資料，包含的波浪模式run為2012062712、2012062718、2012062800、2012062806、2012062812、2012062818、2012062900、2012062906。資料中可看出左右端點皆有資料的筆數只有670筆，其中左端點有觀測資料的有4168筆而右端點有資料的只有672筆且多為E(台東綠島)與F(馬公布袋)航線。表16顯示上述時間內的相關資料統計。表17顯示6月30日18:00基隆馬祖航線共8個航段的波高修正計算範例。擷取2012063000這個run的波高修正資料完整結果實例請見附件五。

另一個案例為10月29日5:00到18:00高雄馬公航線的預報結果，此案例航線起迄端的即時觀測資料皆有數值而且皆大於預報值，表18顯示該結果的計算方式。波高修正資料完整結果實例同樣請見附件五。

表 18、6 月 29 日 18 時到 7 月 1 日 18 時波高資料修正統計

項目	數值	波高調整最大值	波高調整最小值
時間區間	6/29 18:00 ~ 7/1 18:00		
資料筆數	7200 筆		
包含波浪模式run	8 次		
左端點有觀測值	4168 筆		
右端點有觀測值	672 筆		
0 時有波高修正值	154 筆	0.1925	2.02E-3
1 時有波高修正值	154 筆	0.091667	3.57E-4
2 時有波高修正值	165 筆	0.22	7.14E-4
3 時有波高修正值	165 筆	0.284167	2.38E-4
4 時有波高修正值	154 筆	0.495	7.14E-4
5 時有波高修正值	154 筆	0.385	1.90E-3
6 時有波高修正值	154 筆	0.66	1.79E-3
7 時有波高修正值	154 筆	0.504167	1.79E-3
8 時有波高修正值	167 筆	0.458333	2.26E-3
9 時有波高修正值	173 筆	0.513313	3.35E-3
10 時有波高修正值	164 筆	0.5025	5.48E-3
11 時有波高修正值	185 筆	0.59	5.56E-4
12 時有波高修正值	171 筆	0.325	9.52E-4
13 時有波高修正值	173 筆	0.28	2.38E-4
14 時有波高修正值	126 筆	0.186667	1.79E-3
15 時有波高修正值	160 筆	0.11333	4.76E-4
16 時有波高修正值	77 筆	0.100833	1.31E-3
17 時有波高修正值	172 筆	0.100833	4.77E-9
18 時有波高修正值	172 筆	0.2475	1.90E-3
19 時有波高修正值	165 筆	0.385	1.67E-3
20 時有波高修正值	165 筆	0.284167	1.43E-3
21 時有波高修正值	165 筆	0.3025	4.76E-4
22 時有波高修正值	88 筆	0.39	2.38E-3
23 時有波高修正值	88 筆	0.33	2.86E-03

表 19、基隆馬祖航線(8 航段)波高資料修正計算範例

航段	觀測時間	觀測波高	模式時間	模式波高	A8 端算起之調整值	A1 端算起之調整值	波高調整值	預報波高
A1: 基隆端	2012/6/30 17:00	0	2012/6/30 17:00	0.7	-	0.0		
A8: 馬祖端	2012/6/30 17:00	1.04	2012/6/30 17:00	0.88	0.16	-		
A1	-	-	2012/6/30 18:00	0.68	$0.146667/7*0 = 0.0$	$0.0/12*11 = 0.0$	$0.0+0.0 = 0.0$	$0.68+0.0 = 0.68$
A2	-	-	2012/6/30 18:00	0.81	$0.146667/7*1 = 0.020952$	$0.0/7*6 = 0.0$	$0.021+0.0 = 0.021$	$0.81+0.021 = 0.8$
A3	-	-	2012/6/30 18:00	1.01	$0.146667/7*2 = 0.041905$	$0.0/7*5 = 0.0$	$0.041+0.0 = 0.0419$	$1.01+0.041 = 1.0$
A4	-	-	2012/6/30 18:00	1.14	$0.146667/7*3 = 0.062857$	$0.0/7*4 = 0.0$	$0.0629+0.0 = 0.0629$	$1.14+0.0629 = 1.2$

A5	-	-	2012/6/30 18:00	1.25	$0.146667/7*4$ = 0.08381	$0.0/7*3$ = 0.0	$0.0838+0.0$ = 0.0838	$1.25+0.0838$ = 1.3
A6	-	-	2012/6/30 18:00	1.33	$0.146667/7*5$ = 0.104762	$0.0/7*2$ = 0.0	$0.1048+0.0$ = 0.1048	$1.33+0.1048$ = 1.4
A7	-	-	2012/6/30 18:00	1.13	$0.146667/7*6$ = 0.125714	$0.0/7*1$ = 0.0	$0.1257+0.0$ = 0.1257	$1.13+0.1257$ = 1.3
A8	-	-	2012/6/30 18:00	0.88	$0.16/12*11$ = 0.146667	$0.0/7*0$ = 0.0	$0.1467+0.0$ = 0.1467	$0.88+0.1467$ = 1.0

表 20、高雄馬公航線(四航段)波高資料修正計算範例

航段	觀測時間	觀測波高	模式時間	模式波高	C4端算起之調整值	C1端算起之調整值	波高調整值	預報波高
C1: 高雄端	2012/10/29 05:00	0.94	2012/10/29 05:00	0.56	-	0.38		
C4: 馬公端	2012/10/29 05:00	1.38	2012/10/29 05:00	1.10	0.28	-		
C1	-	-	2012/10/29 06:00	0.55	$0.2566667/3*0$ = 0.0	$0.38/12*11$ = 0.3483333	$0.0+0.3483$ = 0.3483	$0.55+0.3483$ = 0.9
C 2	-	-	2012/10/29 06:00	1.09	$0.2566667/3*1$ = 0.085556	$0.3483333/3*2$ = 0.2322222	$0.0856+0.2322$ = 0.3177	$1.09+0.3177$ = 1.4
C 3	-	-	2012/10/29 06:00	1.64	$0.2566667/3*2$ = 0.171111	$0.3483333/3*1$ = 0.1161111	$0.1711+0.1161$ = 0.2872	$1.64+0.2872$ = 1.9
C 4	-	-	2012/10/29 06:00	1.14	$0.28/12*11$ = 0.2566667	$0.3483333/3*0$ = 0.0	$0.2567+0.0$ = 0.2567	$1.14+0.2567$ = 1.4

6-3-4 電子看板 XML 內容建置

海象測報中心於上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(圖 129)，而其所需要的 XML 檔案，由本工作團隊負責建置程式來自動產生。

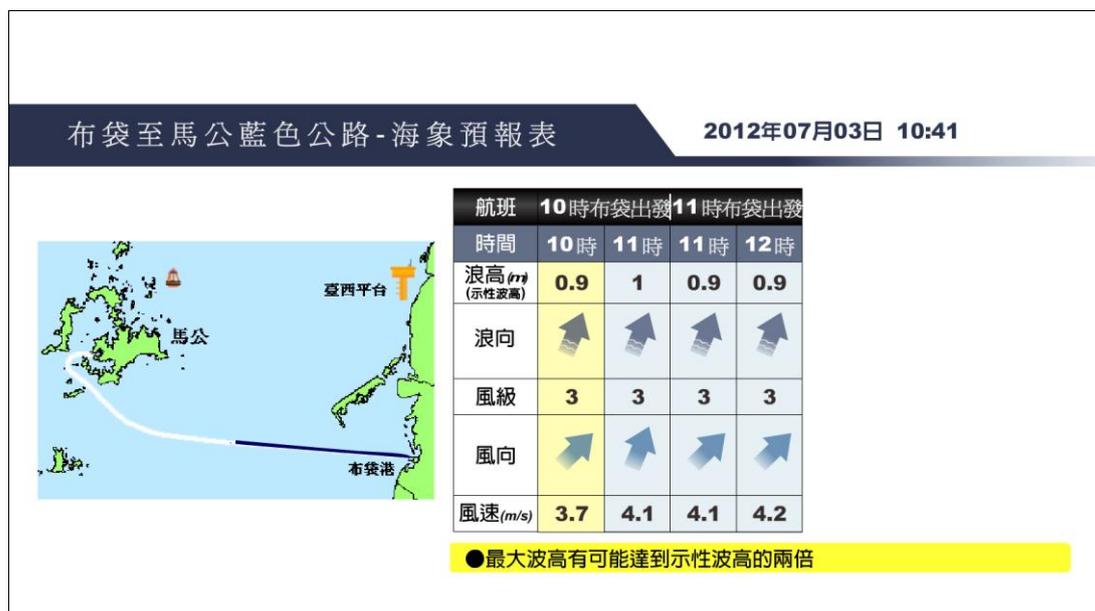


圖 129、資訊廠商建置海象測報中心編修的電子看板內容

配合網頁含即時資料的更改作業，產生 XML 檔案的部分也建置在同一支程式內，如此才不會建立太多獨立程式，又要考慮排程的問題，造成管理的困難。XML 檔案的產生是使用 VB.net 的 XmlWriter 指令。在建置的過程中有發現廠商原先產生 XML 的程式將即時資料端點的位置放顛倒，但由於 Flash 即是根據此 XML 檔來建置，因此本計畫後續建立的其他航段產生 XML 的程式也要利用暫存變數延後端點的輸出，故意顛倒順序，才能讓電子看板的內容顯示正確的端點觀測值。系統執行網頁建置的程式同時輸出的 XML 檔案如下(以馬公布袋航線為例)：

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
```

```
<weather>
  <history>
    <section>
      <hour>19</hour>
      <wave_height>0.36</wave_height>
      <wave_dir>-</wave_dir>
      <wind_level>3</wind_level>
      <wind_dir>229</wind_dir>
      <wind_speed>4.5</wind_speed>
    </section>
    <section>
      <hour>20</hour>
      <wave_height>0.36</wave_height>
      <wave_dir>-</wave_dir>
      <wind_level>3</wind_level>
      <wind_dir>238</wind_dir>
      <wind_speed>4.1</wind_speed>
    </section>
    <section>
      <hour>21</hour>
      <wave_height>0.34</wave_height>
      <wave_dir>-</wave_dir>
      <wind_level>2</wind_level>
      <wind_dir>234</wind_dir>
      <wind_speed>1.8</wind_speed>
    </section>
  </history>
  <section>
    <hour>19</hour>
    <wave_height>0.37</wave_height>
    <wave_dir>270</wave_dir>
    <wind_level>2</wind_level>
    <wind_dir>250</wind_dir>
    <wind_speed>2.1</wind_speed>
  </section>
  <section>
    <hour>20</hour>
    <wave_height>0.45</wave_height>
    <wave_dir>292</wave_dir>
    <wind_level>2</wind_level>
    <wind_dir>221</wind_dir>
    <wind_speed>2</wind_speed>
  </section>
  <section>
    <hour>21</hour>
    <wave_height>0.41</wave_height>
    <wave_dir>247</wave_dir>
```

左端點 3 小時即時資料
(19:00、20:00、21:00)

右端點 3 小時即時資料
(19:00、20:00、21:00)

即時資料

```
<wind_level>2</wind_level>
<wind_dir>174</wind_dir>
<wind_speed>2</wind_speed>
</section>
</history>
<future>
<section>
<hour>22</hour>
<wave_height>1</wave_height>
<wave_dir>sw</wave_dir>
<wind_level>3</wind_level>
<wind_dir>sw</wind_dir>
<wind_speed>3.6</wind_speed>
</section>
<section>
<hour>23</hour>
<wave_height>1</wave_height>
<wave_dir>ssw</wave_dir>
<wind_level>3</wind_level>
<wind_dir>ssw</wind_dir>
<wind_speed>5</wind_speed>
</section>
<section>
<hour>23</hour>
<wave_height>1</wave_height>
<wave_dir>sw</wave_dir>
<wind_level>3</wind_level>
<wind_dir>sw</wind_dir>
<wind_speed>4.1</wind_speed>
</section>
<section>
<hour>00</hour>
<wave_height>1</wave_height>
<wave_dir>ssw</wave_dir>
<wind_level>3</wind_level>
<wind_dir>ssw</wind_dir>
<wind_speed>5.4</wind_speed>
</section>
<section>
<hour>22</hour>
<wave_height>1</wave_height>
<wave_dir>ssw</wave_dir>
<wind_level>3</wind_level>
<wind_dir>ssw</wind_dir>
<wind_speed>4.4</wind_speed>
</section>
<section>
<hour>23</hour>
<wave_height>1</wave_height>
<wave_dir>sw</wave_dir>
<wind_level>3</wind_level>
<wind_dir>sw</wind_dir>
<wind_speed>4.1</wind_speed>
</section>
<section>
<hour>23</hour>
<wave_height>1</wave_height>
<wave_dir>ssw</wave_dir>
<wind_level>3</wind_level>
<wind_dir>ssw</wind_dir>
<wind_speed>5</wind_speed>
```

第 1 航段預報資料
(22:00、23:00)

第 2 航段預報資料
(23:00、00:00)

第 2 航段預報資料
(22:00、23:00)

第 2 航段預報資料
(23:00、00:00)

預
報
資
料

```
</section>
<section>
  <hour>00</hour>
  <wave_height>1</wave_height>
  <wave_dir>ssw</wave_dir>
  <wind_level>3</wind_level>
  <wind_dir>sw</wind_dir>
  <wind_speed>4.4</wind_speed>
</section>
</future>
</weather>
```



6-3-5 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 6 條航線的網頁及相關的瀏覽小技巧網頁。壓縮批次檔內容如下：

```
@echo off
call cd d:\ferry\operation_new
call c:\progra~1\7-zip\7z.exe a -tzip bluezip.zip
c:\inetpub\wwwroot\marineweb\bluehighwayA.html
call c:\progra~1\7-zip\7z.exe a -tzip bluezip.zip
c:\inetpub\wwwroot\marineweb\bluehighwayB.html
call c:\progra~1\7-zip\7z.exe a -tzip bluezip.zip
c:\inetpub\wwwroot\marineweb\bluehighwayC.html
call c:\progra~1\7-zip\7z.exe a -tzip bluezip.zip
c:\inetpub\wwwroot\marineweb\bluehighwayD.html
call c:\progra~1\7-zip\7z.exe a -tzip bluezip.zip
c:\inetpub\wwwroot\marineweb\bluehighwayE.html
call c:\progra~1\7-zip\7z.exe a -tzip bluezip.zip
c:\inetpub\wwwroot\marineweb\bluehighwayF.html
call c:\progra~1\7-zip\7z.exe a -tzip bluezip.zip
c:\inetpub\wwwroot\marineweb\bluehighwayG.html
call c:\progra~1\7-zip\7z.exe a -tzip bluezip.zip
c:\inetpub\wwwroot\marineweb\bluehighwayH.html
call c:\progra~1\7-zip\7z.exe a -tzip bluezip.zip
c:\inetpub\wwwroot\marineweb\bluehighwayI.html
call c:\progra~1\7-zip\7z.exe a -tzip bluezip.zip
c:\inetpub\wwwroot\marineweb\bluehighwayJ.html
call c:\progra~1\7-zip\7z.exe a -tzip bluezip.zip
c:\inetpub\wwwroot\marineweb\bluehighway_tip.html
call c:\progra~1\7-zip\7z.exe a -tzip bluezip.zip
c:\inetpub\wwwroot\marineweb\highway_tip.html
call c:\progra~1\7-zip\7z.exe a -tzip bluezip.zip
c:\inetpub\wwwroot\marineweb\bluehighway.html
call c:\progra~1\7-zip\7z.exe a -tzip bluezip.zip
c:\inetpub\wwwroot\marineweb\bluehighwayA.html
call c:\progra~1\7-zip\7z.exe a -tzip bluezip.zip
c:\inetpub\wwwroot\marineweb\bluehighwayB.html
```

```

call c:\progra~1\7-zip\7z.exe a -tzip bluezip.zip
c:\inetpub\wwwroot\marinewebe\bluehighwayC.html
call c:\progra~1\7-zip\7z.exe a -tzip bluezip.zip
c:\inetpub\wwwroot\marinewebe\bluehighwayD.html
call c:\progra~1\7-zip\7z.exe a -tzip bluezip.zip
c:\inetpub\wwwroot\marinewebe\bluehighwayE.html
call c:\progra~1\7-zip\7z.exe a -tzip bluezip.zip
c:\inetpub\wwwroot\marinewebe\bluehighwayF.html
call c:\progra~1\7-zip\7z.exe a -tzip bluezip.zip
c:\inetpub\wwwroot\marinewebe\bluehighwayG.html
call c:\progra~1\7-zip\7z.exe a -tzip bluezip.zip
c:\inetpub\wwwroot\marinewebe\bluehighwayH.html
call c:\progra~1\7-zip\7z.exe a -tzip bluezip.zip
c:\inetpub\wwwroot\marinewebe\bluehighwayI.html
call c:\progra~1\7-zip\7z.exe a -tzip bluezip.zip
c:\inetpub\wwwroot\marinewebe\bluehighwayJ.html
call c:\progra~1\7-zip\7z.exe a -tzip bluezip.zip
c:\inetpub\wwwroot\marinewebe\bluehighway_tip.html
call c:\progra~1\7-zip\7z.exe a -tzip bluezip.zip
c:\inetpub\wwwroot\marinewebe\highway_tip.html
call c:\progra~1\7-zip\7z.exe a -tzip bluezip.zip
c:\inetpub\wwwroot\marinewebe\bluehighway.html

```

```

call echo open 172.17.66.1> ftpblue.txt
call echo ACCOUNT >> ftpblue.txt
call echo PASSWORD >> ftpblue.txt
call echo cd mmc >> ftpblue.txt
call echo mput bluezip*.zip >> ftpblue.txt
call echo quit >> ftpblue.txt
call ftp.exe -i -s:ftpblue.txt
call echo open 172.17.66.2> ftpblue.txt
call echo ACCOUNT >> ftpblue.txt
call echo PASSWORD >> ftpblue.txt
call echo cd mmc >> ftpblue.txt
call echo mput bluezip*.zip >> ftpblue.txt
call echo quit >> ftpblue.txt
call ftp.exe -i -s:ftpblue.txt
call copy bluezip*.zip d:\FTP

```

6-3-6 新增航線

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、及產生網頁的 VB.NET 程式的修改等 (圖 130)。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。其他如藍色公路首頁的 HTML 網頁程式需要增加新航線的選項、最終產生網頁的 VB.NET 程式的修改、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 131 到圖 134 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。

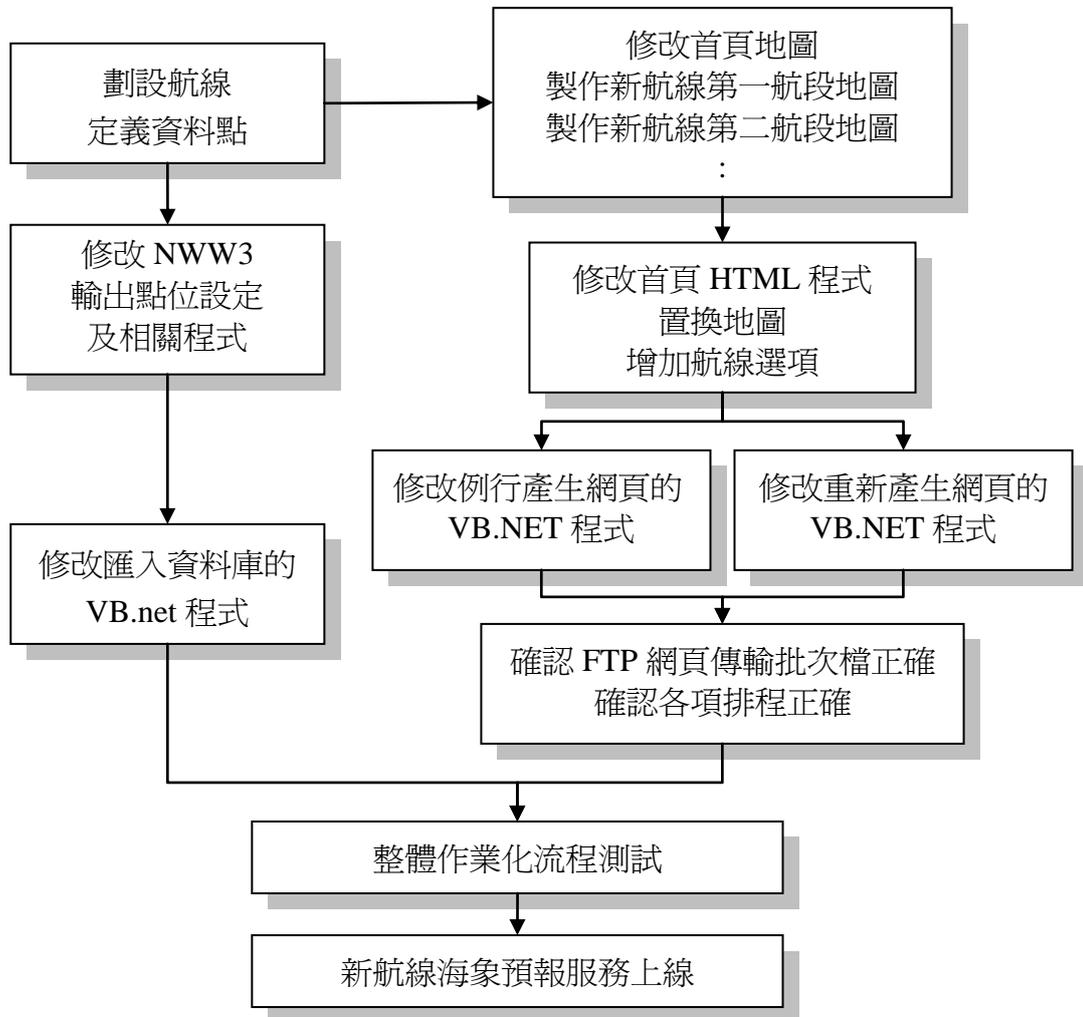


圖 130、新增航線作業流程

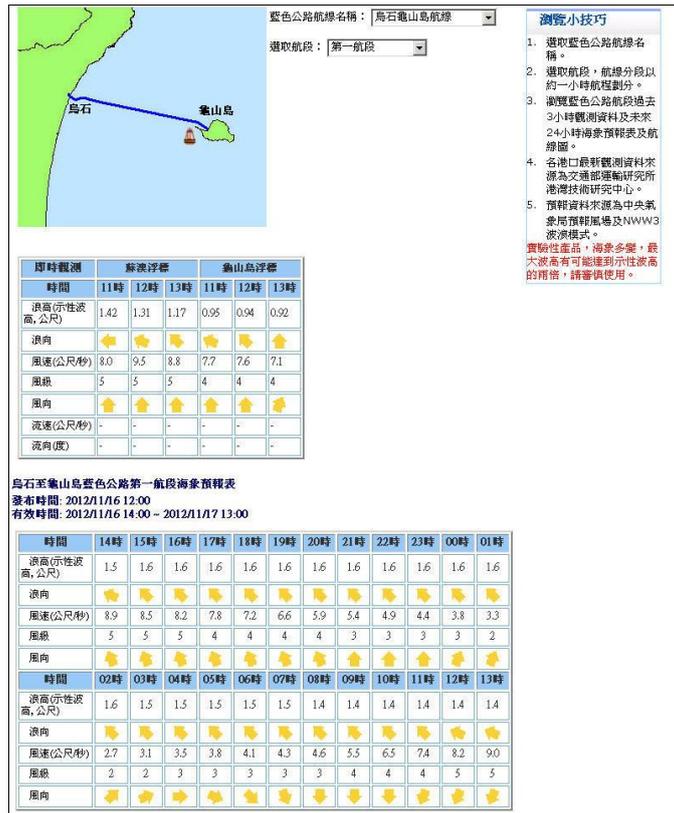


圖 131、新增烏石到龜山島航線藍色公路海象預報網頁

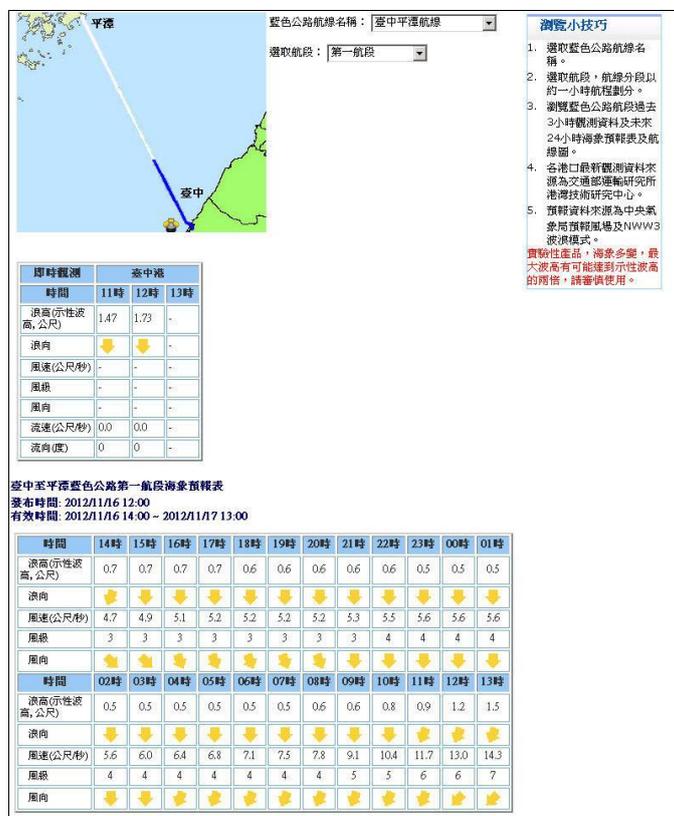


圖 132、新增臺中到平潭航線藍色公路海象預報網頁



圖 133、新增臺東到蘭嶼航線藍色公路海象預報網頁



圖 134、新增後壁湖到蘭嶼航線藍色公路海象預報網頁

6-3-7 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。其備援策略如表 21 所示。

表 21、模式備份策略

模式名稱	備份策略
NCEP/NFS(0.25 度)	不進行備份
JMA(0.25 度)	不進行備份
nest10 公里(NCEP/NFS)	包括點輸出及面輸出均傳至 W8(但只保留 .hs, .fp, .dir, .phs1, .ptp1, .pth1)
nest10 公里(JMA)	包括點輸出及面輸出均傳至 W8(隔月刪除)
Multi(三層 NCEP/NFS)	包括點輸出及面輸出均傳至 W8(隔月刪除)
Multi(三層 JMA)	包括點輸出及面輸出均傳至 W8(隔月刪除)

6-3-8 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 22 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四。

表 22、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	101/2/23	替換藍色公路預報成具有即時資料的網頁	替換完成
	2	101/2/29	藍色公路網頁沒有更新 (228 假期內有不穩定現象)	替換回不含即時資料網頁
	3	101/3/14	即時資料網頁產生程式(測試中未上線)偶而會當機情況。	持續除錯中
	4	101/3/22	含即時資料網頁產生程式仍然會有當機情況，錯誤訊息與先前相同。	問題解決
第二季	5	101/4/6	中午 12 時網頁出不來	問題解決
	6	101/4/20	建置新資料表	完成建置
	7	101/4/26	移轉 modeltosql vb.net 程式到 135。	完成移轉持續測試中
	8	101/5/17	藍色公路瀏覽小技巧網頁不能連到 V6 目錄途徑，且內容文字有被切掉。	問題解決
	9	101/5/31	含即時資料的網頁上線。	完成上線

	10	101/6/12	建置新程式處理觀測資料修正預報資料相關功能。	完成建置持續測試中
	11	101/6/15	波高小數位數確定。	位數確定
	12	101/6/15	台東外洋浮標問題	確定不用來修正預報值
	13	101/6/28	確認藍色公路預報運作及觀測資料自動修正預報資料的測試運作。	正常運作
第三季	14	101/8/3	大鵬灣資料浮標停用。	完成編修
	15	101/8/22	建置四條航線的網頁圖示。	完成建置
	16	101/8/27	建置新增四條藍色公路寫入資料庫程式。	完成建置
	17	101/9/6	建置新增四條藍色公路的網頁產生程式。	完成建置
	18	101/9/13	持續測試新增四條航線寫入資料庫程式及網頁產生程式。	持續測試中
	19	101/9/26	新增四條航線程式編修。測試中英文網頁輸出。	完成編修持續測試中
第四季	20	101/10/5	持續測試新增四條藍色公路波高預報寫入資料庫功能。	持續測試中
	21	101/10/29	持續測試中英文網頁輸出及網頁壓所傳輸作業。	持續測試中
	22	101/11/02	新增航線的波高有問題。即時資料展示臺中平潭航線只展示臺中港資料	完成編修問題解決
	23	101/11/08	備份檔案	完成備份

第七章、結論及建議

本年度已完成「波浪模式多重網格技術之建置」、「SWAN 模式計算區域之適化研究」、「發展系集波浪預報系統之規畫」、「藍色公路海象資訊系統更新與維護」、「暴潮展示與校驗系統更新與維護」等工作項目，並獲致以下之結論及建議：

一、結論

- (1) 已完成波浪模式多重網格技術建置之雙向多重網格與單向巢狀網格之校驗分析，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。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。
- (2) 與衛星提供的二個風場(ECMWF 大氣模式、Alt 風場)比較，NCEP/NFS 風場較 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，但因與 NCEP/NFS 風場差異較大，故其計算出的波浪場與觀測值相距較大。
- (3) 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。

- (4)SWAN 巢狀範圍內的風力輸入仍主導該區的波浪場變化，而造成 SWAN 波高及週期降低的因素，與 SWAN 使用的風輸入及白沫消散公式，跟上游粗網格不同模式的輸入公式有差異有關。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。經過湧浪及 10m/s 每秒風速所造成風浪之測試，結果顯示搭配 NWW3 使用 Tolman and Chalikov 的公式時，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 及 Fujitsu 電腦。
- (5)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將沿用中央氣象局 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，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及保留各個系集潛在的波浪系統(如湧浪)，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進行規劃。
- (6)本年度亦完成 HPC 所有預報波浪系統移置至新作業平台(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。
- (7)在暴潮展示與校驗系統更新與維護方面，完成修改讀取資料庫位址及欄位將原先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，部分欄位名稱也有進行編修。本年度也編修系統控制介面，便於預報員操作、傳送檔案至防災中心、及防止操作程序錯誤發生。在資料讀取方面也完成新增讀取各測站水位「修正基準面」欄位的功能，並建置 8 張預報水位時序列圖的選取功能建置。預報員可以使用預設或自行選擇 8 個預報站來傳輸預報水位時序列圖。本年度新增一個暴潮模式（大氣風場）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。

(8)在藍色公路海象資訊系統更新與維護部分，持續進行藍色公路海象資訊系統及波浪預報模式之維護。本年度由海象中心指示增加 4 條藍色公路航線之預報，並進行模式輸出設定、資料處理程式與網頁編修。本年度並完成航線預報依觀測值調整功能，已上線作業化運轉，藍色公路海象預報系統網頁程式也轉製成壓縮檔格式，並每天自動傳送至指定電腦。另外在 HPC 電腦完成建置藍色公路波浪預報模式之備援系統。

二、建議

(1)過去不同版本 SWAN 模式(40.72ABC 以前)在使用不同編譯器編譯時可能會導致計算結果的差異及波高的降低，使用時須特別小心。

(2)系集系統規劃與目前決定性預報系統的設計觀念完全不同，未來在規劃時應參考系集風場的設計，以避免無預期狀況的發生。

(3)目前移至新平台的系統在多重網格部分計算速度並未提高，後續仍須進一步配合中心工程師進行系統速率微調的動作。

(4)暴潮展示與校驗系統的 Chart FX 繪圖軟體已使用多年，版本老舊不支援最新的瀏覽器，並且有不支援電腦硬體多核心處理器的問題（每個核心都會要求輸入軟體許可號碼）。在聯合預報會議時，由於是使用瀏覽器 IE9 或 Firefox，會造成系統圖檔無法顯示的問題，現階段是使用遠端連線的方式來解決，建議升級 Chart FX 軟體到最新的 COM 版本，雖然繪圖程式部分會需要編修，但可以解決多核心處理器的問題，也可支援較新的瀏覽器。程式修改的工作建議列入後續年度的工作項目中。

(5)由於藍色公路海象預報網頁後續將交由資訊中心統一建置，因此後續年度將配合資訊中心所需格式更改檔案輸出格式，不再輸出 HTML 完整的網頁程式，而是輸出符合 XML 格式的藍色公路航線預報結果。其中輸出的方式內容與頻率等等細節需要業務單位協助與資訊中心協調溝通，才能確保藍色公路海象預報作業能夠不間斷地持續服務社會大眾。

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，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。
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。
5. 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。
6. 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。
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，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。
9. 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。
10. 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。
11. 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。
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(2/2)，工業技術研究院，中華民國九十四年八月。
13. 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。
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(2/3)，工業技術研究院，中華民國九十五年十二月。
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(3/3)，工業技術研究院，中華民國九十六年十二月。

16. 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。
17. 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。
18. 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。
19. 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。
20. 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。
21. 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。
22. 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。
23. 王國榮，2002。ASP.NET網頁製造教本，旗標出版社。
24. 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。
25. 台灣大哥大公司，2003。簡訊發送協定。
26. 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。
27. 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/>".
28. 劉肖孔，1988。中國海域三度空間數值模式，行政院科技顧問組。
29. 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。
30. 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。
31. 鄭皓元，2005。SWAN波浪模式推算週期之探討，國立成功大學水利及海洋工程研究所碩士論文。
32. 陳家銘，2007。應用波浪數值模式推算台灣海域波浪特性，國立中山大學海洋環境及工程學系研究所碩士論文。

33. Bash shell 入門(第二版), 美商歐萊禮台灣分公司, 2003年8月。
34. 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.
35. 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, Elsevier Publishers, pp. 347-376.
36. 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.
37. 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.
38. Bedford, K. and D. Schwab, 1990. "Preparation of Real-Time Great Lakes Forecasts, Cray Channels, Cray Res. Inc., MN, Summer issue, pp. 14-17.
39. 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.
40. Black, T. L., 1994. "The New NMC Mesoscale Eta Model: Description and Forecast Examples," Wea. Forecasting, Vol. 9, pp. 265-278.
41. 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.
42. 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.
43. Cao, D., H. L. Tolman, H. S. Chen, A. Chawla, V. M. Gerald, Performance of the ocean wave ensemble forecast system at NCEP.
44. Chen, H.S. 2006. "Ensemble prediction of ocean waves at NCEP", Proceedings of 28th Ocean Engineering Conference in Taiwan, NSYSU.

45. Chawla, A., H. L. Tolman, J. L. Hanson, E.-M. Devaliere, V. M. Gerald, Validation of a Multi-Grid WWATCH III Modeling system.
46. Degui Cao, H. S. Chen and H. Tolman, Verification of ocean wave ensemble forecast at NCEP.
47. 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.
48. 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.
49. Oceanor Homepage, 2000. "<http://www.oceanor.no>".
50. Pendergrass, A. G. and K. L. Elmore, Ensemble Forecast Bias Correction.
51. NOAA Coastal Ocean Forecast System Homepage, 2000. "<http://polar.wwb.noaa.gov/cofs/>".
52. Rogers, E., D. Parrish and G. DiMego, 1999. "Changes to the NCEP Operational Eta Analysis," NWS Technical Procedures Bulletin, National Weather Service, p. 5.
53. 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.
54. Tolman, H. L., 1999. User Manual and System Documentation of WAVEWATCH-III Version 1.18, NOAA/NWS/NCEP/OMB TN. 166, p. 110.
55. Tolman, H. L., 2002. Alleviation the Garden Sprinkler Effect in wind wave models. Ocean Modeling, 4, p.269-289.
56. Tolman, H. L., 2005. User Manual and System Documentation of WAVEWATCH-III Version 2.22, NOAA/NWS/NCEP/MMAB TN. 222, p. 133.
57. Tolman, H. L., 2009. User Manual and System Documentation of WAVEWATCH-III Version 3.14, NOAA/NWS/NCEP/MMAB TN. 276, p. 194.
58. 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..

59. The SWAN team, 2009. SWAN Cycle III Version 40.72 User manual. Delft University of Technology.
60. Toward Understanding and Predicting Earth's Environment -A five-Year Plan: FY 2005-2009, NOAA, 2005.
61. Understanding Global Ecosystems to Support Informed Decision-Making -A 20-Year Research Vision, NOAA, 2006.
62. 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.
63. 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.
64. 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.
65. <http://polar.ncep.noaa.gov/waves/wavewatch>
66. <http://www.ncl.ucar.edu/>
67. <http://www.aviso.oceanobs.com/en/data/products/index.html>
68. OSTM/Jason-2 Products Handbook
69. AVISO and PODAAC User Handbook
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 (1/4) 101 年度會議記錄

建構波浪系集預報系統 (1/4)

101 年度工作會議記錄

壹、時間：中華民國 101 年 3 月 22 日 (星期四) 早上 9 時 30 分

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、藍色公路海況系統

1. 藍色公路航線兩端測站觀測資料缺失時，網頁請依照本局網頁即時海況中，測站缺資料時的方式展示。
2. 藍色公路預報資料庫擬由 61.56.11.134 移至本中心 61.56.11.97 預報課資料庫，初期先以兩邊均傳資料方式測試，一段時間後再完全移置。欄位除原有的 nww3 單點預報輸出外，尚要加入由預報點左右各 3 點共 49 點中選出的最大值(MAX_{49})及經觀測值修正後的兩種預報值(單點修正與 MAX_{49} 修正)也要放入資料庫中。 MAX_{49} 值由施景峯負責，資料匯入資料庫的方式會再進行協商。
3. 藍色公路逐時修正後預報值要放入資料庫中，預計將增加一個欄位放入該筆預報發布時間。
4. 預計 4 月底前完成含觀測資料的網頁上線運轉，5 月底前完成波浪預報修正機制建置，開始進行作業化測試，實際上線時間依測試結果而定。
5. HPC 安外波浪模式備援系統預計於 4 月底完成
6. 另預留 100 點之藍色公路單點輸出欄位，以配合本年度所要增加的 4 條藍色公路航線。
7. 資料備份詳細完整流程於 4 月份完成。

二、暴潮展示與校驗系統

1. 本年度主要工作除維持系統正常運轉外，即為增加一個新的暴潮模式(WRF)。新的暴潮模式運算結果由楊天瑋負責匯入資料庫。

2.預定3月底4月初開始進行資料庫重建後之暴潮展示系統的測試運轉。

三、波浪模式多重網格技術之建置

1.作業化之校驗系統建立，本年度進行藍色公路之衛星資料校驗機制之建立，擬在 61.56.11.143 抓取衛星資料（由陳仁曾負責），傳入位於安管內的 W8 server 進行衛星資料處理及與模式輸出資料之比對工作。

2.校驗工作擬進行 2011 年之多重網格（模式包括 0.25 度及 10 公里二層）及巢狀網格之校驗，故需中心提供 2011 年 NCEP/NFS 及 10 公里之預報及分析風場。另將自 4 月開始進行預報風場備份。校驗之觀測資料包括浮標及 Jason2 衛星資料。

3.將與中心共同合作進行 Jason2 衛星資料之差異分析(原 Jason2 公告之資料網站 data.nodc.noaa.gov 與美國海軍網站所蒐集的資料 www.usgodae.org)。

4.由陳仁曾抓取資訊中心 WRF 預報系集 member 資料供測試，另請提供氣象局風場系集預報現況資料。

四、近岸 SWAN 模式計算區域之適化研究

1.已提送最新版 SWAN (ver40.85)，正於 HPC 安裝測試中。

建構波浪系集預報系統 (1/4)

101 年度工作會議記錄

壹、時間：中華民國 101 年 4 月 26 日（星期四）下午 1 時 30 分

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、藍色公路海況系統

1. 藍色公路含即時海況網頁（含起迄站觀測資料）自 3 月 22 日後皆正常作業化測試中，預定於 6 月 1 日正式上線。
2. 藍色公路預報結合觀測資料進行預報修改的功能，預計在 5 月底可以建置完成，開始進行作業化測試。
3. 在 61.56.11.97 伺服器上的藍色公路資料庫已建置完成，現在進行作業化測試，在原先的四個批次檔中加入執行檔直接將波浪模式的輸出處理匯入資料庫中。資料庫中並增加四個欄位分別記錄波高修正後值、區域選點原值、區域選點修正值、及該預報產生時間。資料庫欄位格式如表 1，灰色部分為新加的欄位。
4. HPC 安外高解析（10 公里）波浪模式備援系統建置完成。
5. 已完成預留 100 點之藍色公路航線單點輸出欄位，可供本年度所要增加的 4 條藍色公路航線之需求。
6. 下半年度將由海象中心提供所需增加藍色公路航線之經緯度，以進行模式輸出設定、資料處理程式與網頁編修。
7. 資料備份之流程如表 2。

二、暴潮展示與校驗系統

1. 本年度主要工作除維持系統正常運轉外，另需增加一個新的暴潮模式

(WRF)。新的暴潮模式運算結果由海象中心負責匯入 61.56.11.97 伺服器上之資料庫。

2. 完成新增按鈕，可將 8 張預報水位時序列圖傳到國家災害防救科技中心。4 月底開始進行資料庫重建後之暴潮展示系統的測試運轉。

三、波浪模式多重網格技術之建置

1. 2011 年之校驗工作（模式包括 0.25 度及 10 公里二層），需海象中心提供 2011 年各浮標觀測資料及 NCEP/NFS、10 公里之分析預報風場。已於 5 月 17 日完成各項資料提供。
2. 擬於 5 月底前完成 Jason2 衛星資料網站之資料之差異分析（原 Jason2 公告之資料網站 data.nodc.noaa.gov 與美國海軍網站所蒐集的資料 www.usgodae.org）。

四、近岸 SWAN 模式計算區域之適化研究

1. 預定於 5 月底完成 SWAN (ver40.85) 之安裝測試。

伺服器: 61.56.11.97				
資料庫名稱: pro				
資料表格名稱: bluehighway				
欄位名稱	格式	可否為 NULL	Primary Key	說明
route	varchar(1)	否	是	航線
section	varchar(2)	否	是	航段
dt	varchar(8)	否	是	資料時間 YYMMDDHH (當地時間)
waveh	Float	否	否	波高 (公尺)
waved	varchar(3)	否	否	波向 (16 方位)
winds	Float	否	否	風速 (公尺/秒)
windd	varchar(3)	否	否	風向 (16 方位)
sfindex	varchar(20)	否	否	安全指標
wavehadj	Float	否	否	調整後波高
wavehz	Float	否	否	區域內最大波高
wavehzadj	Float	否	否	調整後區域內最大波高

表 1 藍色公路資料庫說明

validdt	varchar(8)	否	是	預報產生時間 YYMMDDHH (UTC)
---------	------------	---	---	-----------------------

表 2 模式備份策略

模式名稱	備份策略
NCEP/NFS(0.25 度)	不進行備份
JMA(0.25 度)	不進行備份
nest10 公里(NCEP/NFS)	包括點輸出及面輸出均傳至 W8(但只保留 .hs, .fp, .dir, .phs1, .ptp1, .pth1)
nest10 公里(JMA)	包括點輸出及面輸出均傳至 W8(隔月刪除)
Multi(三層 NCEP/NFS)	包括點輸出及面輸出均傳至 W8(隔月刪除)
Multi(三層 JMA)	包括點輸出及面輸出均傳至 W8(隔月刪除)

建構波浪系集預報系統 (1/4)

101 年度工作會議記錄

壹、時間：中華民國 101 年 5 月 31 日 (星期四) 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、藍色公路海況系統

1. 藍色公路含即時海況的網頁已於 5 月 31 日開始正常作業化對外展示。
2. 藍色公路預報結合觀測資料進行預報修改的功能，經釐清規則為如該時無觀測資料，則該端點波浪調整值即為 0。現持續進行功能建置，預計在期中報告前可建置完成，並進行作業化測試。
3. 藍色公路在 97 伺服器上的資料庫已建置完成，持續進行作業化測試。區域選點值由海象中心負責輸入資料庫，其他單點預報修正後值、區域選點修正後值、及該預報產生時間，皆會在上述功能建置後寫入資料庫中。

二、暴潮展示與校驗系統

1. 本年度新的暴潮模式 (WRF) 運算結果將由中心負責匯入資料庫，為開始介面及程式的修改，初步會使用模擬資料匯入資料庫中。
2. 開始建置 8 張預報水位時序列圖的選取功能建置。預報員可以使用預設或自行選擇 8 個預報站來傳輸預報水位時序列圖。
3. 各測站水位「修正基準面」資料已可自 stfcs 資料庫中讀取並在系統中進行水位修正。

三、波浪模式多重網格技術之建置

1. 2011 年之校驗工作考慮資料缺失的情形，一致比對至 60 小時為止。
2. 系集系統規劃部分，擬在期中報告前，以氣象局 WEPS 風場先進行短期

測試。

3. 完成 Jason2 衛星資料之差異分析（原 Jason2 公告之資料網站 data.nodc.noaa.gov 與美國海軍網站所蒐集的資料 www.usgodae.org），這兩個網站資料之比較將擇期向主任報告。
4. 確認 2011 年 CWB 提供之風場與模式讀入風場之一致性。
5. 協助海象中心湧浪研究（東風及不移動颱風）。
6. 因準備期中報告，6 月份工作會議取消。

四、近岸 SWAN 模式計算區域之適化研究

1. SWAN (ver40.85) 之編譯尚未完成（仍有 error），擬下半年繼續進行。

建構波浪系集預報系統 (1/4)

101 年度工作會議記錄

壹、時間：中華民國 101 年 8 月 27 日 (星期一) 上午 10 時 30 分

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、藍色公路海況系統

8. 藍色公路浪高依觀測調整模組於 9 月上線 (9/6 日下午上線)。
9. 新增 4 條航線之位置與各航段預報點皆已訂定，待波浪模式輸出傳送至 135 伺服器後即可展開資料處理與網頁程式的編修。預計在 10 月底上線發布。
10. 新增 4 條航線起訖點的即時資料測站請中心協助確認將使用的測站或是不顯示即時觀測資料。
11. 模式資料備份已依據決議修正完成。

二、暴潮展示與校驗系統

3. 中心已將新增的暴潮模式 (ADIWRF) 放置 97 資料庫中，請工作團隊開始修改相關程式。
4. 評估現有系統在無觀測資料時仍能產生暴潮預報圖的可行性，若可以達成則必須加入此功能，防止無觀測資料時造成預報圖無法產生的情形。
5. 仍需建置暴潮預報圖任意選擇預報站的功能，但因送至資訊中心及國家防災科技研究中心的圖檔名稱現階段是固定的，選擇傳送測站圖檔可能會造成網頁展示與標題不符的現象。請海象測報中心協助與相關單位確認選擇性傳送檔案的可能方式。
6. 明年度可能會再增加 4 到 5 個暴潮模式，請工作團隊預留系統程式空間以處理新增的暴潮模式。

三、波浪模式多重網格技術之建置

3. 系集系統規劃需考慮上游風場之執行狀況，請中心協助協調負責人選可以請教諮詢。
4. 請中心協助取得在系集短期測試所需之 2012 年 6 月浮標風場資料。
5. 預報中心產製之 2.5km 風場已由 1 日 2 次改為 1 日 4 次，將在近期完成多重網格之修正工作。

四、近岸 SWAN 模式計算區域之適化研究

2. SWAN (ver40.85) 之編譯已完成。

五、其他

1. 期末需附績效報告。
2. 明年度工作項目研擬加入漂流物追蹤系統。
3. 本年度期末審查將不與明年度工作計畫審查合併舉行。
4. 明年度工作計畫書初稿須於 11 月底前提供中心初審。

建構波浪系集預報系統 (1/4)

101 年度工作會議記錄

壹、時間：中華民國 101 年 10 月 05 日 (星期五) 上午 10 時 30 分

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、藍色公路海況系統

12. 新增 4 條航線之作業化預報。預計在 10 月底開始測試，正式上線時間待海象測報中心依測試狀況決定，預定最晚 11 月底前可正式對外上線發佈。

二、暴潮展示與校驗系統

7. 含新增的暴潮模式 (ADIWRF) 的暴潮展示與校驗系統已建置完成進行測試中。
8. 完成修正現有系統在無觀測資料時仍能產生暴潮預報圖，由於觀測資料有時會先將時間填入資料庫中，因此擷取資料庫資料時並不會顯示資料遺失，因而造成預報時序列起點被錯誤的修正到 0 值，此錯誤也已修正完成。
9. 暴潮預報圖任意選擇預報站的功能仍先進行建置，雖然因送至資訊中心及國家防災科技研究中心的圖檔名稱現階段是固定的，選擇傳送測站圖檔可能會造成網頁展示與標題不符的現象。

三、波浪模式多重網格技術之建置

6. 預報中心產製之 2.5km 風場已由 1 日 2 次改為 1 日 4 次，已完成多重網格之修正工作。
7. 富士通新機器原定十月份開始測試，唯目前尚未完成，將全力配合新機器進度將程式移機完成(希望不要太慢)。

四、近岸 SWAN 模式計算區域之適化研究

3. SWAN (ver40.85) 之編譯已完成，亦將測試之白沫參數遞交天璋，並詳

細解說擬修改之變數設定供參，唯該參數係依據 RC、MC 整合風場之參數，因 NWW3 與 SWAN 使用的公式不同，當使用風場不同時仍需微調之。

五、其他

5. 因經費可能再遞減，故需於 10 月底會議中先討論下年度之計畫大綱內容。
6. 135 伺服器需要建置備援伺服器，待機器購置後工作團隊要協助系統的安裝設定。

建構波浪系集預報系統 (1/4)

101 年度工作會議記錄

壹、時間：中華民國 101 年 11 月 07 日 (星期三) 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：

下一年度之工作計畫內容，依據中心需求調整內容如下：

一、藍色公路海象資訊系統更新及功能加強

13. 藍色公路網頁內容更新。
14. 增加 2 條藍色公路航線預報。
15. 配合資訊中心傳輸藍色公路航線預報結果。
16. 調整多重網格波浪模式之輸出作為藍色公路預報使用。
17. 波浪模式預報時間之格式增加到 3 位數(超過 100 小時)。
18. 建置備援系統。

二、暴潮展示系統更新及功能加強

1. 確保暴潮展示與校驗系統的正常運作。
2. 新增模式暴潮偏差圖的展示功能。
3. 新增 1 個暴潮模式結果展示與校驗功能。
4. 系統介面改善精進。
5. 配合局內規劃對暴潮預報資料建置產出符合 CAP 及 KML 規格的暴潮預報功能。
6. 建置備援系統。

三、系集波浪預報之成員建置方法及分歧度分析

8. 針對多重網格波浪模式就氣象局 20 個系集風場進行分析，選定過去颱風季節及東北季風時期各一個月進行模擬。並利用衛星資料及浮標資料當真實場。
9. 評估系集分歧度是否足夠，據以最大程度涵蓋可能的發生機率，擬採用 Talagrand Rank Histogram、系集分歧與 member equallikelihood 等方法進行分析。

四、系集週邊自動控制系統規畫

4. 針對系集預報系統進行 script 內容之規畫，函式包括系集預報成員產生、模式執行運算、模式輸出及校驗、輸出資料的傳輸及各個階段的資料偵錯功能等。

五、其他

7. 下一年之計畫書初稿須預擬供中心參考(11 月底前)。

建構波浪系集預報系統 (1/4)

101 年度工作會議記錄

壹、時間：中華民國 101 年 11 月 12 日 (星期一) 上午 8:30 時

貳、地點：中央氣象局海象測報中心

參、主持人：洪景山

肆、出席人員：張恆文、陳美蘭、陳仁曾

伍、記錄：張恆文

陸、會議討論事項：

建構波浪系集預報系統(4)

目標：提供藍色公路波浪系集機率預報指引。

1. 現有波浪系集預報系統

Name	次數/日	預報長度 hrs	nest	members	初始場	風場	產出
CWB ¹	2	72	3	20			
GEOWaFS ²	4	240	1	11	決定性波場	由 1 個決定性風場衍生 10 個系集風場	風速、示性波高、主頻週期等(系集平均、系集分歧、Spaghetti 分布及機率分佈)
Wave EPSgram ³	4	240	1	50	決定性波場	最不穩定向量平均擾動生成	10m 風速、10m 風向、示性波高、平均波向與週期等(盒鬚圖)

1 氣象 2 NOAA 3 ECMWF

2. CWB 風場系集現況

- 系集產出時間及使用資源
- 各 nest 風場之差異性
- 各系集有無中斷產出的情形

3. 系集成員組成規劃

- 擬使用多重網格(2~3 nests)及 CWB 系集風場(1 or 2 or 3 layers)
- 考慮單一風場或單一網格之差異
- 下年度進行系集成員組成研究(Talagrand Rank Histogram、spread、member equallikelihood。CRPS、CRPSS 預報能力的校驗、Reliability diagram 可信度的校驗?)
- 擬規劃颱風及特殊時間模擬(一個月東北季風或幾個颱風)
- True 擬用現場觀測資料及衛星資料

4. 系集預報作業化規劃設計。(含產品規劃、硬體需求(48分/20分)、備份策略、資料需求、權重分析方法、預報能力及軟硬體相關技術指標等)
- 備份策略
 - 權重分析方法
 - 預報能力及軟硬體相關技術指標

附件二、高解析度波浪模式預報系統維護記錄



工業技術研究院

Industrial Technology
Research Institute

建構波浪系集預報系統 高解析度波浪模式網格分析與預報系統 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: 101 年 04 月 20 日
維護內容:		
mmcw hrw:		
1. 完成修改藍色公路的點輸出至 131 點(增加 95 點, 編號由 cc1-cc100), 為避免影響現在使用, 改以 .BUOY 為輸出檔案(現行使用為 .BUOY1)。修改包括 point.dat, 程式包括 getinp.f、getinpc.f、getoutpinpb.f、blue.f(xlf90 compile)。		
2. 另目前系統設計當 wind00.dat 可以形成, 即表示後續風場可以讀取(可能不到 72 小時), 因此若在其中當掉因不影響下一時段之執行故並未用替代風場, 此一狀況可再討論。		
Wind00.dat、wind00c.dat 10:35 wind12.dat 11:12、wind24.dat 11:17		
3. 手動機制需再討論。		
mmcwswel(安外備援系統):		
1. 已將 10 公里備援系統修改完成(採用新的 point.dat(藍色公路點位 131 點)), 現正測試中。		
到達時間: 9:10		
離開時間: 15:45		

客戶簽名: 陳仁曾

維護人員簽名: 張Y文



工業技術研究院

Industrial Technology
Research Institute

建構波浪系集預報系統 高解析度波浪模式網格分析與預報系統 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: 101 年 05 月 31 日
維護內容:		
mmcwhrw:		
1.停止 10km 原始風場 B* ftp 至 W8 的備份(pm2:00), 並停止備份 NWW*至 backup 目錄, 同時刪除 NWW*。將既有先 tar 起來。		
2.停止備份 AVN 風場 NWW*至 backup 目錄, 同時刪除 NWW*。將既有先 tar 起來。		
3.停止備份 JMA 風場 NWW*至 backup 目錄, 同時刪除 NWW*。將既有先 tar 起來。		
4.停止備份 AVN 浪場之點及面的輸出至 backup 目錄, 同時執行前先刪除 20*-wA.*。		
5.停止備份 JMA 浪場之點及面的輸出至 backup 目錄, 同時執行前先刪除 20*-wA.*。		
6.停止備份 2.5km 風場 NWW*至 backup 目錄, 同時刪除 NWW*。將既有先 tar 起來。		
7.在 AVNmulti 的 ww3_work-?? 增加 sh \$path_w/mvfield-ftp.sh、sh \$path_w/mvpoint-ftp.sh、 rm -f \$backup1/ww3.*、rm -f \$backup2/20* , 目的在傳至 w8 並刪除點及面的 backup。在 W8 目錄 改為 multiavn。		
8.在 JMAmulti 的 ww3_work-?? 增加 sh \$path_w/mvfield-ftp.sh、sh \$path_w/mvpoint-ftp.sh、 rm -f \$backup1/ww3.*、rm -f \$backup2/20* , 目的在傳至 w8 並刪除點及面的 backup。在 W8 目錄 改為 multijma。		
到達時間: 9:00		
離開時間: 17:00		

客戶簽名: 陳仁曾

維護人員簽名: 張恆文

附件三、暴潮校驗展示系統與藍色公路海象資訊系統維護記錄



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: 101年 3 月 22 日
維護內容:		
藍色公路海象資訊系統:		
1. 含即時資料網頁產生程式仍然會有當機情況, 錯誤訊息與先前相同。		
經調動 135 系統時間後以後, 進行程式 debug 發現在產生即時資料的程式中若碰到沒有資料時, 產生含 "-" 網頁後沒有執行 rdr1.close (左邊即時資料)及 rdr2.close (右邊即時資料), 所以會發生錯誤, 經修正後應當不會再有錯誤訊息發生而造成執行終止。中英文程式皆有修正。		
2. 電子看板 flash 程式預報部分有些風向浪向出不來, 發現自以前藍色公路預報就用 EN ES WN WS(中文語法), 與一般用法不同(英文語法)。		
由於 flash 程式只有用一種方式代表觀測與預報, 且程式需要較大變動, 因此修改 BlueHighway_ITRI135ALL 專案加入 switchdir function 將 EN ES WN WS 改成 NE SE NW SW 就可解決問題。經初步測試已改正成功。		
到達時間: 09:30		
離開時間: 17:00		

客戶簽名:

維護人員簽名:



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: 101 年 4 月 6 日
維護內容:		
暴潮校驗展示系統:		
1. 未執行過暴潮校驗展示系統的電腦 IE 圖出不來。		
IIS 缺少"download"虛擬目錄, 因此附加元件無法下載安裝, 經加入"download"虛擬目錄後, IE 就可展現時序列圖。		
2. FireFox 及 Chrome 時序列圖放大功能失效。		
由於 Chart FX 版本老舊無法支援最新的 FireFox 及 Chrome 瀏覽器。尋求解決辦法中		
藍色公路海象資訊系統:		
1. 中午 12 時網頁出不來		
預報結果要匯入資料庫時的 deletemysql.asp 程式發生 ASP 011 Server.ScriptTimeout 錯誤訊息, 造成後續匯入資料庫程式無法執行, 導致資料不足新網頁無法產生, 經重新執行後, 成功匯入資料庫。		
16:30		
到達時間:	19:30	
離開時間:		

客戶簽名: 課長朱啓榮

維護人員簽名: 顏厥正



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：101 年 4 月 20 日

維護內容：

暴潮校驗展示系統：

1. 建置新的批次 ftp 程式。

新增 d:\ssdvs\ftptodpcasp.asp 及修改 ftptol41asp.asp 與 ftptonormalasp.asp。加入產生 log 的程式。

藍色公路海象資訊系統：

1. 建置新資料表

在 97 上 pro 資料庫中新建 bluehighway 資料表，加入 wavehadj、wavehz、wavehzadj、validdt 四個欄位。

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：顏慶正



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：101 年 4 月 26 日
維護內容：		
暴潮校驗展示系統：		
1. tideplotone.asp 計算 BIAS 有誤。		
應該是用預報減觀測的值代入公式中，已修正。		
2. 4/25 有增加若未展示圖則其他按鈕無法使用的功能，但操作有問題。		
應該要分使用模式的不同狀況來判定，所以要分成 HSU、ADII、及 BOTH 的情況，已修正完成。		
藍色公路海象資訊系統：		
1. 移轉 modeltosql vb.net 程式到 135。		
移轉成功，在 ferryXX.bat 中已加入執行，資料寫入 97pro.bluehighway 中。開始進行作業化測試。		
到達時間：	09:30	
離開時間：	12:30	

客戶簽名： 

維護人員簽名： 



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: 101 年 5 月 17 日
維護內容:		
藍色公路海象資訊系統:		
1. 藍色公路瀏覽小技巧網頁不能達到 V6 目錄途徑, 且內容文字有被切掉。		
重新更改 vb.net 程式及更改中文版 c:\inetput\wwwroot\marineweb\bluehighway.html bluehighway_tip.html、highway_tip.html、及英文版 c:\inetput\wwwroot\marineweb 目錄中同名的檔案。參考氣象局網頁, 並更改 IFRAME 的寬度。更 d:\ferry\operation_new\bluezipftp.bat 加入上述檔案的 zip, 以便傳到資訊中心網頁 動替換掉藍色公路瀏覽小技巧網頁。		
2. 藍色公路在 5/16 12:00 網頁沒有出來, 1 小時後執行就 OK。		
tomysql.asp 發生指令碼等候逾時的錯誤訊息, 導致資料庫資料不足, 所以沒有產生 頁。重新執行後 tomysql.asp 就可順利執行。懷疑是與 mysql 資料庫連結時發生延遲 導致 ASP 程式執行逾時。解決方式在 tomysql.asp 中加入指令 Server.ScriptTimeout 600 延長執行時間, 避免執行逾時。		
到達時間: 10:00		
離開時間: 18:00		

客戶簽名: 

維護人員簽名: 



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：101 年 6 月 15 日
維護內容：		
暴潮校驗展示系統：		
1. ftp 到防災中心 IP 及檔名更改。		
8 張暴潮時序列圖傳送到國家災害防救科技中心的 IP 及帳號密碼有所變更，另傳送的檔名也有規定，已修正完成。		
2. 總水位表波高皆為 0。		
先前測試總水位表由於是事後進行因此波高資料在資料庫中的 qc 都已改正成 "A"，因此在選取資料時下 qc="A" 的條件是 ok 的，波高資料可以被選取出來，但是在颶風暴潮作業化期間，波高資料會有其他 qc 值，因此不能下 qc="A" 的條件，不然波高預報資料會查詢不到，呈現 0 的現象。已修正完成除去相關的 SQL 條件。		
藍色公路海象資訊系統：		
1. 波高小數位數確定。		
由於波高修正值常常有到小數點第 2 位，因此需要顯示調整後的預報波高到小數點第 2 位才能顯現出來有變更，但經中心確認為避免民眾困擾，仍只顯示 1 位小數。		
到達時間：(續)		
離開時間：		

客戶簽名：

課長 朱啓榮

維護人員簽名：

顏 願 正



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：101 年 6 月 28 日
維護內容：		
暴潮校驗展示系統：		
1. 確認颱風發布期間系統正常運作。		
系統皆正常運作。		
2. 時序列圖傳送到資訊中心日後需要執行 zip。		
待得到所要傳送的 IP 及目錄後即可進行 ftp 程式的編修。		
藍色公路海象資訊系統：		
1. 確認藍色公路預報運作及觀測資料自動修正預報資料的測試運作。		
系統皆正常運作。		
一般資訊系統：		
1. 磁碟空間維護。		
執行 ccleaner 程式刪除系統與瀏覽器暫存檔案。		
2. 維護紀錄整理。		
整理暴潮校驗展示系統、藍色公路海象資訊系統、及一般資訊系統的維護紀錄。		
到達時間：	10:20	
離開時間：	18:30	

客戶簽名：課長 朱啓豪

維護人員簽名：顏 啟 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：101年 8 月 22 日
維護內容：		
暴潮校驗展示系統：		
1. 拿掉過時的傳送按鈕。		
原來傳送的資訊中心的方式改變要使用 zip 方式傳輸圖檔，在併行一段時間後拿掉		
原先呼叫 ftpto141asp.asp 的按鈕。		
藍色公路海象資訊系統：		
1. 建置四條航線的網頁圖示。		
使用 ArcMap 建置新增四條航線(臺中-平潭、烏石-龜山島、臺東-蘭嶼、後壁湖-蘭嶼)		
的圖層，各航線等分段後取出各段中心的座標提供波浪模式輸出用。各航段使用不		
同的顏色展示，再經由螢幕擷取產生各航線圖檔。		
到達時間： 14:00		
離開時間： 16:30		

客戶簽名：

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：101年 8 月 27 日
維護內容：		
暴潮校驗展示系統：		
1. 更改 ftp normal 按鈕不須須入模式時間。		
原先傳送非颱風期間圖檔的按鈕是要在成功展示產生的圖檔後才能啟動，這樣就會需要輸入原先執行暴潮模式的時間，造成使用上的困擾，因此編修 defaultall.asp 程式，更改"傳送非颱風期間圖檔(zip)"按鈕，拿掉<%=disable%>變數。		
藍色公路海象資訊系統：		
1. 建置新增四條藍色公路寫入資料庫程式。		
建置新增四條航線預報資料寫入資料庫的 vb.net 程式 d:\ferry\modeltosql+4\。		
到達時間： 09:30		
離開時間： 17:30		

客戶簽名：

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：101年 9 月 6 日
維護內容：		
暴潮校驗展示系統：		
1. 開始建置增加大氣模式。		
編修首頁 defaultall.asp 為 defaultall3.asp 增加一個 ADIWRF 模式的選項。原先的界面		
皆要修改新增一個選項，呼叫相關繪圖程式的名稱也要修正。繪圖程式新增		
tideplotall3.asp (產生全部中英文圖檔)、tideplotone3m.asp (繪製單一中文預報站圖)、		
及 tideplotone_e3.asp (繪製單一英文預報站圖)。		
藍色公路海象資訊系統：		
1. 建置新增四條藍色公路的網頁產生程式。		
建置新增四條藍色公路的網頁產生程式 BlueHighway_ITRI135ALLXMLADJP4。新		
增的四條航線相對應的即時資料站如下： G: 蘇澳浮標 (46706A) 龜山島浮標		
(46708A); H: 台中港 (0005); I: 臺東浮標(WRA007) 臺東外洋浮標 (C6S62); J: 鵝		
鸞鼻浮標 (46759A) 臺東外洋浮標 (C6S62)。		
到達時間：	09:40	
離開時間：	18:00	

客戶簽名： 

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：101年 9 月 26 日
維護內容：		
暴潮校驗展示系統：		
1. ftp 傳送位置更新，增加 plots 目錄。		
由於產生的圖檔越來越多因此更改程式中圖檔輸出位置，增加 plots 目錄將產生的暴潮時序圖放入此目錄中。所有的程式皆需要修改包括 defaultall3.asp、tideplotall3.asp、tideplotone3m.asp、tideplotone_e3.asp、ftptocwbasp.asp、及 ftptodpcasp.asp。ftp 傳輸程式也因為傳送位置有更新，除更改圖檔位置外也同時更新相關 IP 位置。		
藍色公路海象資訊系統：		
1. 開始建置新增四條航線程式。		
開始修改 vb.net 程式以便產出新增四條航線的預報網頁。中文網頁程式在 d:\ferry\blue 中文\BlueHighway_ITRI135ALLXMLADJP4 目錄下，英文網頁程式在 d:\ferry\blue 英文\BlueHighway_ITRI135ALLADJP4 目錄下。		
到達時間：	09:20	
離開時間：	18:10	

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：101年10月 5 日
維護內容：		
暴潮校驗展示系統：		
1. ftp 有問題，增加 log 目錄，持續測試。		
由於產生的圖檔越來越多且與程式都在同一個目錄下，管理會有困難，因此除上次增加 plots 目錄將圖檔統一放在此目錄外，並增加 log 目錄收納相關紀錄檔。ftp 執行時有檔案並未傳輸到正確位置的問題。發現執行壓縮檔時未將相關路徑放入，造成資訊中心在解壓縮時檔案未放入正確的資料夾中。已完成修正。		
藍色公路海象資訊系統：		
1. 持續測試新增四條藍色公路波高預報寫入資料庫功能。		
新增四條航線預報資料寫入資料庫的 vb.net 程式 d:\ferry\modeltosql+4\中，需要讀取 d:\swan\ferryv3*.BUOY 資料。		
到達時間： 09:30		
離開時間： 18:00		

客戶簽名：

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：101年11月2日
維護內容：		
藍色公路海象資訊系統：		
1. 新增航線的波高有問題。		
新增加的四條航線波高都有問題，經詳細比對模式輸出檔後發現讀取的資料位置不正確，修改 modeltosql+4 的 vb.net 程式後問題解決。主要關鍵點是：		
(1)輸出資料每個時間是 131 筆(行)。		
(2)BUOY 檔中各航線資料行數如下：基隆馬祖 8 段(A):7~14;臺中馬公 2 段(B):15~16;		
高雄馬公 4 段(C):17~20;東港小琉球 1 段(D):21;臺東綠島 1 段(E):22;布袋馬公		
2 段(F):23~24;烏石龜山島 1 段(G):35;臺中平潭 3 段(H):36~38;臺東蘭嶼 3 段		
(I):39~41;後壁湖 2 段(J):42~43。		
2. 即時資料展示臺中平潭航線只展示臺中港資料		
編修網頁產生 vb.net 專案 d:\ferry\ blue 中文\ BlueHighway_ITRI135ALLXMLADJP4\		
及 d:\ferry\ blue 英文\ BlueHighway_ITRI135ALLADJP4\ 中的 Form1.vb 程式中的 Sub		
bluereal，加入判斷式當 code 等於"H"時只展示右邊觀測站(臺中港)的資料。		
到達時間：	09:10	
離開時間：	17:30	

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：101年11月8日
維護內容：		
暴潮校驗展示系統：		
1. 測試 8 個測站選取功能。		
遠端建置 8 個測站選取功能後進行測試。編修的檔包括 d:\ssdvs\defaultall3.asp、		
d:\ssdvs\ftptocwbasp.asp、及 d:\ssdvs\ftptodpcasp.asp。測試結果 ok。		
2. 備份檔案。		
進行備份檔案到隨身硬碟目錄 cwbackup\ssdvs20121108\		
藍色公路海象資訊系統：		
1. 備份檔案。		
進行備份檔案到隨身硬碟目錄 cwbackup\ferry20121108\		
到達時間： 09:50		
離開時間： 18:10		

客戶簽名：

課長朱啓豪

維護人員簽名：

顏正

附件四、基隆馬祖航線波高調整資料結果實例

route	section	dt	waveh	wavehadj 18	wavehadj 19	wavehadj 20	wavehadj 21	wavehadj 22	wavehadj 23	wavehobsl	wavehobsr	validdt
A	1	12063008	0.82	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	1	12063009	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	1	12063010	0.78	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	1	12063011	0.76	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	1	12063012	0.74	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	1	12063013	0.73	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	1	12063014	0.74	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	1	12063015	0.74	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	1	12063016	0.73	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	1	12063017	0.7	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	1	12063018	0.68	0	0	0	0	0	0	1.04	0	12063000
A	1	12063019	0.65	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	1	12063020	0.63	0	0	0	0	0	0	1.2	0	12063000
A	1	12063021	0.61	0	0	0	0	0	0	1.07	0	12063000
A	1	12063022	0.6	0	0	0	0	0	0	1.07	0	12063000
A	1	12063023	0.59	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	1	12070100	0.58	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	1	12070101	0.57	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	1	12070102	0.56	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	1	12070103	0.55	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	1	12070104	0.54	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	1	12070105	0.52	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	1	12070106	0.51	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	1	12070107	0.49	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	1	12070108	0.48	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	1	12070109	0.47	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	1	12070110	0.46	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	1	12070111	0.45	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	1	12070112	0.45	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	1	12070113	0.44	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	1	12070114	0.43	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	1	12070115	0.42	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	1	12070116	0.42	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	1	12070117	0.41	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	1	12070118	0.41	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	2	12063008	0.95	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	2	12063009	0.93	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	2	12063010	0.91	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	2	12063011	0.89	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	2	12063012	0.86	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	2	12063013	0.84	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	2	12063014	0.81	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	2	12063015	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	2	12063016	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	2	12063017	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	2	12063018	0.81	0.020952	0	0	0	0	0	1.04	0	12063000
A	2	12063019	0.8	0.019048	0.02881	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	2	12063020	0.79	0.017143	0.026191	0.040595	0	0	0	1.2	0	12063000
A	2	12063021	0.78	0.015238	0.023571	0.036905	0.024881	0	0	1.07	0	12063000
A	2	12063022	0.76	0.013333	0.020952	0.033214	0.022619	0.026191	0	1.07	0	12063000
A	2	12063023	0.76	0.011429	0.018333	0.029524	0.020357	0.02381	0.031429	1.1	0	12063000
A	2	12070100	0.75	9.52E-03	0.015714	0.025833	0.018095	0.021429	0.028571	1.1	0	12063000
A	2	12070101	0.75	7.62E-03	0.013095	0.022143	0.015833	0.019048	0.025714	1.1	0	12063000
A	2	12070102	0.75	5.71E-03	0.010476	0.018452	0.013571	0.016667	0.022857	1.1	0	12063000
A	2	12070103	0.74	3.81E-03	7.86E-03	0.014762	0.01131	0.014286	0.02	1.1	0	12063000
A	2	12070104	0.73	1.90E-03	0.005238	0.011071	9.05E-03	0.011905	0.017143	1.1	0	12063000
A	2	12070105	0.73	0	2.62E-03	7.38E-03	6.79E-03	9.52E-03	0.014286	1.1	0	12063000
A	2	12070106	0.72	0	0	3.69E-03	4.52E-03	7.14E-03	0.011429	1.1	0	12063000
A	2	12070107	0.71	0	0	0	0.002262	0.004762	8.57E-03	1.1	0	12063000
A	2	12070108	0.7	0	0	0	0	2.38E-03	5.71E-03	1.1	0	12063000
A	2	12070109	0.69	0	0	0	0	0	2.86E-03	1.1	0	12063000
A	2	12070110	0.67	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	2	12070111	0.67	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	2	12070112	0.65	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	2	12070113	0.65	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	2	12070114	0.64	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000

A	2	12070115	0.64	0	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	2	12070116	0.63	0	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	2	12070117	0.63	0	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	2	12070118	0.63	0	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	3	12063008	1.07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	3	12063009	1.07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	3	12063010	1.07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	3	12063011	1.06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	3	12063012	1.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	3	12063013	1.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	3	12063014	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	3	12063015	0.98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	3	12063016	0.97	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	3	12063017	0.98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	3	12063018	1.01	0.041905	0	0	0	0	0	0	1.04	0	12063000
A	3	12063019	1.04	0.038095	0.057619	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	3	12063020	1.06	0.034286	0.052381	0.081191	0	0	0	0	1.2	0	12063000
A	3	12063021	1.07	0.030476	0.047143	0.07381	0.049762	0	0	0	1.07	0	12063000
A	3	12063022	1.07	0.026667	0.041905	0.066429	0.045238	0.052381	0	0	1.07	0	12063000
A	3	12063023	1.07	0.022857	0.036667	0.059048	0.040714	0.047619	0.062857	1.1	0	0	12063000
A	3	12070100	1.07	0.019048	0.031429	0.051667	0.036191	0.042857	0.057143	1.1	0	0	12063000
A	3	12070101	1.06	0.015238	0.026191	0.044286	0.031667	0.038095	0.051429	1.1	0	0	12063000
A	3	12070102	1.06	0.011429	0.020952	0.036905	0.027143	0.033333	0.045714	1.1	0	0	12063000
A	3	12070103	1.06	7.62E-03	0.015714	0.029524	0.022619	0.028571	0.04	1.1	0	0	12063000
A	3	12070104	1.05	3.81E-03	0.010476	0.022143	0.018095	0.02381	0.034286	1.1	0	0	12063000
A	3	12070105	1.04	0	0.005238	0.014762	0.013571	0.019048	0.028571	1.1	0	0	12063000
A	3	12070106	1.03	0	0	7.38E-03	9.05E-03	0.014286	0.022857	1.1	0	0	12063000
A	3	12070107	1.02	0	0	0	4.52E-03	9.52E-03	0.017143	1.1	0	0	12063000
A	3	12070108	1	0	0	0	0	0.004762	0.011429	1.1	0	0	12063000
A	3	12070109	0.99	0	0	0	0	0	5.71E-03	1.1	0	0	12063000
A	3	12070110	0.97	0	0	0	0	0	0	1.1	0	0	12063000
A	3	12070111	0.95	0	0	0	0	0	0	1.1	0	0	12063000
A	3	12070112	0.94	0	0	0	0	0	0	1.1	0	0	12063000
A	3	12070113	0.92	0	0	0	0	0	0	1.1	0	0	12063000
A	3	12070114	0.91	0	0	0	0	0	0	1.1	0	0	12063000
A	3	12070115	0.9	0	0	0	0	0	0	1.1	0	0	12063000
A	3	12070116	0.89	0	0	0	0	0	0	1.1	0	0	12063000
A	3	12070117	0.87	0	0	0	0	0	0	1.1	0	0	12063000
A	3	12070118	0.86	0	0	0	0	0	0	1.1	0	0	12063000
A	4	12063008	1.18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	4	12063009	1.18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	4	12063010	1.18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	4	12063011	1.18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	4	12063012	1.17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	4	12063013	1.16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	4	12063014	1.14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	4	12063015	1.13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	4	12063016	1.13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	4	12063017	1.13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	4	12063018	1.14	0.062857	0	0	0	0	0	1.04	0	0	12063000
A	4	12063019	1.15	0.057143	0.086429	0	0	0	0	1.1	0	0	12063000
A	4	12063020	1.17	0.051429	0.078571	0.121786	0	0	0	1.2	0	0	12063000
A	4	12063021	1.19	0.045714	0.070714	0.110714	0.074643	0	0	1.07	0	0	12063000
A	4	12063022	1.2	0.04	0.062857	0.099643	0.067857	0.078571	0	1.07	0	0	12063000
A	4	12063023	1.21	0.034286	0.055	0.088571	0.061071	0.071429	0.094286	1.1	0	0	12063000
A	4	12070100	1.21	0.028571	0.047143	0.0775	0.054286	0.064286	0.085714	1.1	0	0	12063000
A	4	12070101	1.21	0.022857	0.039286	0.066429	0.0475	0.057143	0.077143	1.1	0	0	12063000
A	4	12070102	1.21	0.017143	0.031429	0.055357	0.040714	0.05	0.068571	1.1	0	0	12063000
A	4	12070103	1.21	0.011429	0.023571	0.044286	0.033929	0.042857	0.06	1.1	0	0	12063000
A	4	12070104	1.21	5.71E-03	0.015714	0.033214	0.027143	0.035714	0.051429	1.1	0	0	12063000
A	4	12070105	1.2	0	7.86E-03	0.022143	0.020357	0.028571	0.042857	1.1	0	0	12063000
A	4	12070106	1.2	0	0	0.011071	0.013571	0.021429	0.034286	1.1	0	0	12063000
A	4	12070107	1.18	0	0	0	6.79E-03	0.014286	0.025714	1.1	0	0	12063000
A	4	12070108	1.16	0	0	0	0	7.14E-03	0.017143	1.1	0	0	12063000
A	4	12070109	1.15	0	0	0	0	0	8.57E-03	1.1	0	0	12063000
A	4	12070110	1.13	0	0	0	0	0	0	1.1	0	0	12063000
A	4	12070111	1.11	0	0	0	0	0	0	1.1	0	0	12063000
A	4	12070112	1.09	0	0	0	0	0	0	1.1	0	0	12063000

A	4	12070113	1.07	0	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	4	12070114	1.06	0	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	4	12070115	1.04	0	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	4	12070116	1.02	0	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	4	12070117	1	0	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	4	12070118	0.98	0	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	5	12063008	1.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	5	12063009	1.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	5	12063010	1.27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	5	12063011	1.28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	5	12063012	1.28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	5	12063013	1.28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	5	12063014	1.27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	5	12063015	1.26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	5	12063016	1.26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	5	12063017	1.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	5	12063018	1.25	0.08381	0	0	0	0	0	0	1.04	0	12063000
A	5	12063019	1.25	0.076191	0.115238	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	5	12063020	1.25	0.068571	0.104762	0.162381	0	0	0	0	1.2	0	12063000
A	5	12063021	1.25	0.060952	0.094286	0.147619	0.099524	0	0	0	1.07	0	12063000
A	5	12063022	1.25	0.053333	0.08381	0.132857	0.090476	0.104762	0	0	1.07	0	12063000
A	5	12063023	1.27	0.045714	0.073333	0.118095	0.081429	0.095238	0.125714	0	1.1	0	12063000
A	5	12070100	1.29	0.038095	0.062857	0.103333	0.072381	0.085714	0.114286	0	1.1	0	12063000
A	5	12070101	1.3	0.030476	0.052381	0.088571	0.063333	0.076191	0.102857	0	1.1	0	12063000
A	5	12070102	1.3	0.022857	0.041905	0.07381	0.054286	0.066667	0.091429	0	1.1	0	12063000
A	5	12070103	1.29	0.015238	0.031429	0.059048	0.045238	0.057143	0.08	0	1.1	0	12063000
A	5	12070104	1.28	7.62E-03	0.020952	0.044286	0.036191	0.047619	0.068571	0	1.1	0	12063000
A	5	12070105	1.26	0	0.010476	0.029524	0.027143	0.038095	0.057143	0	1.1	0	12063000
A	5	12070106	1.23	0	0	0.014762	0.018095	0.028571	0.045714	0	1.1	0	12063000
A	5	12070107	1.21	0	0	0	9.05E-03	0.019048	0.034286	0	1.1	0	12063000
A	5	12070108	1.18	0	0	0	0	9.52E-03	0.022857	0	1.1	0	12063000
A	5	12070109	1.15	0	0	0	0	0	0.011429	0	1.1	0	12063000
A	5	12070110	1.12	0	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	5	12070111	1.1	0	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	5	12070112	1.08	0	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	5	12070113	1.07	0	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	5	12070114	1.06	0	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	5	12070115	1.04	0	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	5	12070116	1.03	0	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	5	12070117	1.02	0	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	5	12070118	1	0	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	6	12063008	1.29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	6	12063009	1.29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	6	12063010	1.31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	6	12063011	1.33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	6	12063012	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	6	12063013	1.36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	6	12063014	1.36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	6	12063015	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	6	12063016	1.34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	6	12063017	1.34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	6	12063018	1.33	0.104762	0	0	0	0	0	0	1.04	0	12063000
A	6	12063019	1.34	0.095238	0.144048	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	6	12063020	1.33	0.085714	0.130952	0.202976	0	0	0	0	1.2	0	12063000
A	6	12063021	1.34	0.076191	0.117857	0.184524	0.124405	0	0	0	1.07	0	12063000
A	6	12063022	1.33	0.066667	0.104762	0.166071	0.113095	0.130952	0	0	1.07	0	12063000
A	6	12063023	1.35	0.057143	0.091667	0.147619	0.101786	0.119048	0.157143	0	1.1	0	12063000
A	6	12070100	1.36	0.047619	0.078571	0.129167	0.090476	0.107143	0.142857	0	1.1	0	12063000
A	6	12070101	1.37	0.038095	0.065476	0.110714	0.079167	0.095238	0.128571	0	1.1	0	12063000
A	6	12070102	1.37	0.028571	0.052381	0.092262	0.067857	0.083333	0.114286	0	1.1	0	12063000
A	6	12070103	1.35	0.019048	0.039286	0.07381	0.056548	0.071429	0.1	0	1.1	0	12063000
A	6	12070104	1.32	9.52E-03	0.026191	0.055357	0.045238	0.059524	0.085714	0	1.1	0	12063000
A	6	12070105	1.28	0	0.013095	0.036905	0.033929	0.047619	0.071429	0	1.1	0	12063000
A	6	12070106	1.23	0	0	0.018452	0.022619	0.035714	0.057143	0	1.1	0	12063000
A	6	12070107	1.18	0	0	0	0.01131	0.02381	0.042857	0	1.1	0	12063000
A	6	12070108	1.13	0	0	0	0	0.011905	0.028571	0	1.1	0	12063000
A	6	12070109	1.09	0	0	0	0	0	0.014286	0	1.1	0	12063000
A	6	12070110	1.05	0	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000

A	6	12070111	1.03	0	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	6	12070112	1.01	0	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	6	12070113	0.99	0	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	6	12070114	0.99	0	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	6	12070115	0.99	0	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	6	12070116	0.99	0	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	6	12070117	0.99	0	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	6	12070118	0.99	0	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	7	12063008	1.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	7	12063009	1.11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	7	12063010	1.12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	7	12063011	1.14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	7	12063012	1.16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	7	12063013	1.17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	7	12063014	1.16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	7	12063015	1.15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	7	12063016	1.14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	7	12063017	1.13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	7	12063018	1.13	0.125714	0	0	0	0	0	0	1.04	0	12063000
A	7	12063019	1.12	0.114286	0.172857	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	7	12063020	1.12	0.102857	0.157143	0.243571	0	0	0	0	1.2	0	12063000
A	7	12063021	1.12	0.091429	0.141429	0.221429	0.149286	0	0	0	1.07	0	12063000
A	7	12063022	1.12	0.08	0.125714	0.199286	0.135714	0.157143	0	0	1.07	0	12063000
A	7	12063023	1.12	0.068571	0.11	0.177143	0.122143	0.142857	0.188571	1.1	0	0	12063000
A	7	12070100	1.13	0.057143	0.094286	0.155	0.108571	0.128571	0.171429	1.1	0	0	12063000
A	7	12070101	1.13	0.045714	0.078571	0.132857	0.095	0.114286	0.154286	1.1	0	0	12063000
A	7	12070102	1.13	0.034286	0.062857	0.110714	0.081429	0.1	0.137143	1.1	0	0	12063000
A	7	12070103	1.1	0.022857	0.047143	0.088571	0.067857	0.085714	0.12	1.1	0	0	12063000
A	7	12070104	1.06	0.011429	0.031429	0.066429	0.054286	0.071429	0.102857	1.1	0	0	12063000
A	7	12070105	1.01	0	0.015714	0.044286	0.040714	0.057143	0.085714	1.1	0	0	12063000
A	7	12070106	0.96	0	0	0.022143	0.027143	0.042857	0.068571	1.1	0	0	12063000
A	7	12070107	0.92	0	0	0	0.013571	0.028571	0.051429	1.1	0	0	12063000
A	7	12070108	0.87	0	0	0	0	0.014286	0.034286	1.1	0	0	12063000
A	7	12070109	0.83	0	0	0	0	0	0.017143	1.1	0	0	12063000
A	7	12070110	0.8	0	0	0	0	0	0	1.1	0	0	12063000
A	7	12070111	0.78	0	0	0	0	0	0	1.1	0	0	12063000
A	7	12070112	0.78	0	0	0	0	0	0	1.1	0	0	12063000
A	7	12070113	0.78	0	0	0	0	0	0	1.1	0	0	12063000
A	7	12070114	0.8	0	0	0	0	0	0	1.1	0	0	12063000
A	7	12070115	0.82	0	0	0	0	0	0	1.1	0	0	12063000
A	7	12070116	0.84	0	0	0	0	0	0	1.1	0	0	12063000
A	7	12070117	0.85	0	0	0	0	0	0	1.1	0	0	12063000
A	7	12070118	0.87	0	0	0	0	0	0	1.1	0	0	12063000
A	8	12063008	0.85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	8	12063009	0.88	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	8	12063010	0.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	8	12063011	0.92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	8	12063012	0.92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	8	12063013	0.92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	8	12063014	0.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	8	12063015	0.89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	8	12063016	0.88	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	8	12063017	0.88	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12063000
A	8	12063018	0.88	0.146667	0	0	0	0	0	1.04	0	0	12063000
A	8	12063019	0.89	0.133333	0.201667	0	0	0	0	1.1	0	0	12063000
A	8	12063020	0.88	0.12	0.183333	0.284167	0	0	0	1.2	0	0	12063000
A	8	12063021	0.87	0.106667	0.165	0.258333	0.174167	0	0	1.07	0	0	12063000
A	8	12063022	0.86	0.093333	0.146667	0.2325	0.158333	0.183333	0	1.07	0	0	12063000
A	8	12063023	0.85	0.08	0.128333	0.206667	0.1425	0.166667	0.22	1.1	0	0	12063000
A	8	12070100	0.84	0.066667	0.11	0.180833	0.126667	0.15	0.2	1.1	0	0	12063000
A	8	12070101	0.82	0.053333	0.091667	0.155	0.110833	0.133333	0.18	1.1	0	0	12063000
A	8	12070102	0.79	0.04	0.073333	0.129167	0.095	0.116667	0.16	1.1	0	0	12063000
A	8	12070103	0.76	0.026667	0.055	0.103333	0.079167	0.1	0.14	1.1	0	0	12063000
A	8	12070104	0.72	0.013333	0.036667	0.0775	0.063333	0.083333	0.12	1.1	0	0	12063000
A	8	12070105	0.68	0	0.018333	0.051667	0.0475	0.066667	0.1	1.1	0	0	12063000
A	8	12070106	0.64	0	0	0.025833	0.031667	0.05	0.08	1.1	0	0	12063000
A	8	12070107	0.61	0	0	0	0.015833	0.033333	0.06	1.1	0	0	12063000
A	8	12070108	0.57	0	0	0	0	0.016667	0.04	1.1	0	0	12063000

A	8	12070109	0.55	0	0	0	0	0	0.02	1.1	0	12063000
A	8	12070110	0.53	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	8	12070111	0.52	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	8	12070112	0.52	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	8	12070113	0.53	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	8	12070114	0.56	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	8	12070115	0.62	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	8	12070116	0.67	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	8	12070117	0.7	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000
A	8	12070118	0.71	0	0	0	0	0	0	1.1	0	12063000

高雄馬公航線

route	section	dt	waveh	Wavehadj 05	Wavehadj 06	Wavehadj 07	Wavehadj 08	Wavehadj 09	Wavehadj 10	Wavehadj 11	Wavehadj 12	wavehobsl	wavehobsr	validdt
C	1	12102905	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12102812
C	1	12102906	0.55	0	0.348333	0	0	0	0	0	0	1.38	0.94	12102812
C	1	12102907	0.56	0	0.316667	0	0	0	0	0	0	1.43	0	12102812
C	1	12102908	0.55	0	0.285	0	0.238333	0	0	0	0	1.17	0.82	12102812
C	1	12102909	0.55	0	0.253333	0	0.216667	0	0	0	0	1.23	0	12102812
C	1	12102910	0.54	0	0.221667	0	0.195	0	0	0	0	1.45	0	12102812
C	1	12102911	0.54	0	0.19	0	0.173333	0	0	0	0	1.56	0	12102812
C	1	12102912	0.52	0	0.158333	0	0.151667	0	0	0	0	1.56	0	12102812
C	1	12102913	0.51	0	0.126667	0	0.13	0	0	0	0	1.56	0	12102812
C	1	12102914	0.49	0	0.095	0	0.108333	0	0	0	0	1.56	0	12102812
C	1	12102915	0.49	0	0.0633333	0	0.086667	0	0	0	0	1.56	0	12102812
C	1	12102916	0.48	0	0.0316667	0	0.065	0	0	0	0	1.56	0	12102812
C	1	12102917	0.48	0	0	0	0.0433333	0	0	0	0	1.56	0	12102812
C	1	12102918	0.47	0	0	0	0.0216667	0	0	0	0	1.56	0	12102812
C	2	12102905	1.12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12102812
C	2	12102906	1.09	0	0.317778	0	0	0	0	0	0	1.38	0.94	12102812
C	2	12102907	1.12	0	0.288889	0.0886111	0	0	0	0	0	1.43	0	12102812
C	2	12102908	1.08	0	0.26	0.0805556	0.186389	0	0	0	0	1.17	0.82	12102812
C	2	12102909	1.09	0	0.231111	0.0725	0.169444	0.0366667	0	0	0	1.23	0	12102812
C	2	12102910	1.05	0	0.202222	0.0644444	0.1525	0.0333333	0.122222	0	0	1.45	0	12102812
C	2	12102911	1.05	0	0.173333	0.0563889	0.135556	0.03	0.111111	0.146667	0	1.56	0	12102812
C	2	12102912	1.01	0	0.144444	0.0483333	0.118611	0.0266667	0.1	0.133333	0	1.56	0	12102812
C	2	12102913	1.01	0	0.115556	0.0402778	0.101667	0.0233333	0.0888889	0.12	0	1.56	0	12102812
C	2	12102914	0.97	0	0.0866667	0.0322222	0.0847222	0.02	0.0777778	0.106667	0	1.56	0	12102812
C	2	12102915	0.98	0	0.0577778	0.0241667	0.0677778	0.0166667	0.0666667	0.0933333	0	1.56	0	12102812
C	2	12102916	0.95	0	0.0288889	0.0161111	0.0508333	0.0133333	0.0555556	0.08	0	1.56	0	12102812
C	2	12102917	0.96	0	0	8.06E-03	0.0338889	0.01	0.0444444	0.0666667	0	1.56	0	12102812
C	2	12102918	0.93	0	0	0	0.0169444	6.67E-03	0.0333333	0.0533333	0	1.56	0	12102812
C	3	12102905	1.64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12102812
C	3	12102906	1.64	0	0.287222	0	0	0	0	0	0	1.38	0.94	12102812
C	3	12102907	1.63	0	0.261111	0.177222	0	0	0	0	0	1.43	0	12102812
C	3	12102908	1.62	0	0.235	0.161111	0.134444	0	0	0	0	1.17	0.82	12102812
C	3	12102909	1.6	0	0.208889	0.145	0.122222	0.0733333	0	0	0	1.23	0	12102812
C	3	12102910	1.58	0	0.182778	0.128889	0.11	0.0666667	0.244444	0	0	1.45	0	12102812
C	3	12102911	1.55	0	0.156667	0.112778	0.0977778	0.06	0.222222	0.293333	0	1.56	0	12102812
C	3	12102912	1.53	0	0.130556	0.0966667	0.0855555	0.0533333	0.2	0.266667	0	1.56	0	12102812
C	3	12102913	1.5	0	0.104444	0.0805556	0.0733333	0.0466667	0.177778	0.24	0	1.56	0	12102812
C	3	12102914	1.48	0	0.0783333	0.0644444	0.0611111	0.04	0.155556	0.213333	0	1.56	0	12102812
C	3	12102915	1.45	0	0.0522222	0.0483333	0.0488889	0.0333333	0.133333	0.186667	0	1.56	0	12102812
C	3	12102916	1.43	0	0.0261111	0.0322222	0.0366667	0.0266667	0.111111	0.16	0	1.56	0	12102812
C	3	12102917	1.41	0	0	0.0161111	0.0244444	0.02	0.0888889	0.133333	0	1.56	0	12102812
C	3	12102918	1.39	0	0	0	0.0122222	0.0133333	0.0666667	0.106667	0	1.56	0	12102812
C	4	12102905	1.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12102812
C	4	12102906	1.14	0	0.256667	0	0	0	0	0	0	1.38	0.94	12102812
C	4	12102907	1.08	0	0.233333	0.265833	0	0	0	0	0	1.43	0	12102812
C	4	12102908	1.11	0	0.21	0.241667	0.0825	0	0	0	0	1.17	0.82	12102812
C	4	12102909	1.05	0	0.186667	0.2175	0.075	0.11	0	0	0	1.23	0	12102812
C	4	12102910	1.08	0	0.163333	0.193333	0.0675	0.1	0.366667	0	0	1.45	0	12102812
C	4	12102911	1.01	0	0.14	0.169167	0.06	0.09	0.333333	0.44	0	1.56	0	12102812
C	4	12102912	1.03	0	0.116667	0.145	0.0525	0.08	0.3	0.4	0	1.56	0	12102812
C	4	12102913	0.97	0	0.0933333	0.120833	0.045	0.07	0.266667	0.36	0	1.56	0	12102812
C	4	12102914	0.99	0	0.07	0.0966667	0.0375	0.06	0.233333	0.32	0	1.56	0	12102812
C	4	12102915	0.94	0	0.0466667	0.0725	0.03	0.05	0.2	0.28	0	1.56	0	12102812
C	4	12102916	0.96	0	0.0233333	0.0483333	0.0225	0.04	0.166667	0.24	0	1.56	0	12102812
C	4	12102917	0.92	0	0	0.0241667	0.015	0.03	0.133333	0.2	0	1.56	0	12102812
C	4	12102918	0.93	0	0	0	0.0075	0.02	0.1	0.16	0	1.56	0	12102812

附件五、期中報告審查會議紀錄

交通部中央氣象局
101 年度委託研究計畫「建構波浪系集預報系統 (1/4)」
期中報告審查會議紀錄

- 一、採購案號：1012105B
二、計畫名稱：建構波浪系集預報系統 (1/4)
三、廠商名稱：財團法人工業技術研究院
四、履約期限：101 年 03 月 09 日至 101 年 07 月 06 日
五、完成履約日期：101 年 07 月 06 日
六、審查日期：101 年 07 月 20 日 (星期五) 下午 13 時 30 分
七、地點：本局 617 會議室
八、主持人：滕春慈主任
九、出席人員：
審查委員：

紀錄：陳仁曾

單位	姓名	簽名
建國科技大學 土木工程系	莊甲子	
交通部運輸研究所 港灣技術研究中心	蔡立宏	
交通部中央氣象局 氣象預報中心	鄭明典	
交通部中央氣象局 氣象資訊中心	馮欽賜	
交通部中央氣象局 海象測報中心	滕春慈	
交通部中央氣象局 海象測報中心	呂理弘	

計畫主持人：

十、簡報計畫研究成果：

略

十一、審查意見：

(一) 莊委員甲子：

1. 多重網格模式與單向巢狀網格模式計算結果之差異性與各自模式之精確度宜加以檢核確認。
2. 輸入風場之精確度對波浪場之預報結果影響很大，如何確定風場之正確性甚為重要。
3. 部分系集計算比較結果之差異性仍偏大，宜再加檢核。

(二) 蔡委員立宏：

1. 報告中許多的計算結果分布圖，建議彩色印刷或局部放大比較，以利閱讀。
2. 圖 26 至圖 33 建議增加對波浪週期比較，且內文描述與圖形表現有不一致的地方 (P33)，請再加以檢視。
3. P53 圖 44 如何看出 AVN 風場較 10 公里風場更接近 ECMWF 風場？
4. SWAN 模式計算出浪高及週期偏低的問題，原因為何？
5. 圖 64 至圖 77 所顯示之誤差原因，應再做深入探討分析。

(三) 馮委員欽賜

1. 請注意報告內容文字與數字的格式 (字體) 的一致性。
2. 本局因應超級電腦的更新，WRF 系集預報次數可能會由目前的 1 日 2 次提高為 1 日 4 次。
3. 在無法確認 10m 風場真值為何的情形下，無論衛星觀測或數值模式都有誤差，需小心解釋風場比較的結果。

(四) 滕委員春慈：

1. 報告中懷疑浪的預報受風速的影響，但結果比較中都沒有風差異比較的部份，請於期末報告中加入這部份。
2. 請補上模式執行的效率 (時間)。
3. 請於期末報告中確認表 3 資料的正確性，尤其是小網格的參數值。

(五) 呂委員理弘：

1. 報告 23 頁模式主要參數設定差異，是否需要對此進行比較？
2. 33 頁使用實測資料比較結果時，請考慮該站 (近岸浮標) 觀測值之季節差異與區域代表性。
3. 東南測站請改為臺東外洋資料浮標。
4. 請加強系集 test run 差異說明。

十二、廠商回覆：

(一) 對於莊委員甲子的意見回覆：

1. 謝謝委員意見。二種不同網格之計算結果已於 2-2 至 2-4 中詳述，差異性亦於結論中說明，而驗證之主要工作即在於確認各個模式之精確度，藉以了解預報結果之誤差，可以作為未來改善方向或使用別的模式之參考依據。
2. 完全同意委員意見。目前風場都與衛星資料進行比較，其差異已如報告中所述。針對 10 公里網格北方之風場差異(NCEP/NFS 及 10 公里)將再作進一步分析。
3. 系集結果與量測結果差異甚大之原因已於報告 4-1 中詳述，未來將針對起始條件設定問題再重新測試，並探討原因。

(二) 對於蔡委員立宏的意見回覆：

4. 謝謝委員意見。將於期末報告中修正。
5. 圖 30 至圖 32 為平均週期的比較，將修正內容有不一致的地方(p33)。
6. NCEP/NFS 風場較 10 公里風場更接近 ECMWF 主要是根據 4 個統計參數分析結果(表 10)，圖 44 為其分布圖，圖中不易看出乃係二邊資料個數之差異甚大所致(NCEP/NFS 風場屬於大範圍共有 32574 點，10 公里風場範圍較小僅有 12491 點的資料)。
7. 由於風驅動浪的公式大部分均係實驗公式，不同公式的差異性甚大，故在建立波浪模式時宜雙方面比較(風及浪)，據此選擇適當的公式及參數。目前 SWAN 模式波高及週期偏低的情形主因邊界及內部之驅動能量差異所致。
8. 遵照委員意見辦理。

(三) 對於馮委員欽賜的意見回覆：

9. 遵照委員意見辦理。
10. 謝謝委員提供意見。
11. 遵照委員意見辦理。

(四) 對於滕委員春慈的意見回覆：

12. 遵照委員意見辦理。
13. 遵照委員意見辦理。將在中心 HPC 測試完成後於報告中之系統環境資源中補充。
14. 遵照委員意見辦理。將請中心同仁共同確認。

(五) 對於呂委員理弘的意見回覆：

15. 本計畫只針對目前在中心作業化執行的二個預報模式進行比較，故參數均比照 HPC 之設定，而去年中心已有其他計畫針對各種參數進行校驗。此外在多重網格的參數設定部分，在去年的計畫中已依據模式輸出的繪圖結果進行局部調整，並得到較佳之浪場分布現象。
16. 近岸各個測站受地形的影響甚大，對於目前本計畫最小的網格解析度(10 公里)而言，當遇到複雜地形時很難以這樣的解析度描述正確的地形，且目前 NWW3 缺乏近岸的波浪模擬機制，這些都造成模擬近岸測站較差的主因，亦是 NWW3 模式主要的限制條件。目前僅比較 2011 年的實測資料，是否考慮季節性的變化方式進行比較將於下半年工作會議中討論。
17. 遵照委員意見辦理。
18. 遵照委員意見辦理。

十三、驗收結果：

審查通過。

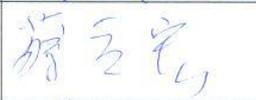
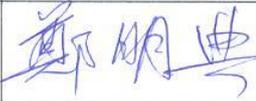
十四、散會：下午 15 時 30 分。

附件六、期末報告審查會議紀錄

交通部中央氣象局
101 年度委託研究計畫「建構波浪系集預報系統 (1/4)」
期末報告審查會議紀錄

- 一、採購案號：1012105B
- 二、計畫名稱：建構波浪系集預報系統 (1/4)
- 三、廠商名稱：財團法人工業技術研究院
- 四、履約期限：101 年 03 月 09 日至 101 年 12 月 31 日
- 五、完成履約日期：101 年 12 月 07 日
- 六、審查日期：101 年 12 月 13 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
- 九、出席人員：
審查委員：

紀錄：陳仁曾

單位	姓名	簽名
建國科技大學 土木工程系	莊甲子	
交通部運輸研究所 港灣技術研究中心	蔡立宏	
交通部中央氣象局 氣象預報中心	鄭明典	
交通部中央氣象局 氣象資訊中心	馮欽賜	請假
交通部中央氣象局 海象測報中心	滕春慈	
交通部中央氣象局 海象測報中心	呂理弘	

監辦單位：會計室

書面審核監辦
專員 鍾瑞英

政風室

書面審核監辦

政風室主任 劉一夫

十、簡報計畫研究成果：

略

十一、審查意見：

(六) 莊委員甲子：

4. 期末報告摘要資料表中之研究成果部分，建議依據本年度實際研究成果重加摘述。
5. 圖 36 (P42) 示性波高比較之正確性，建議重加審慎檢核。
6. 圖 91 (P97) 至圖 103 (P109) 各站之系集比較，顯現部分 U_{10} 增大但 H_s 反而減小之現象，且整體預測波高不論風速增減卻皆有減衰之趨勢，建議加以檢核。

(七) 蔡委員立宏：

6. 成果豐碩，給予肯定。
7. P97 系集計算測試，只針對一時間點作測試，顯有不足。建議未來可對不同時間、季節及不同風場再做分析。
8. P31 中 T_{m01} 、 T_{m02} 應說明。
9. P26 圖 19、P35 圖 35 圖號有誤。
10. 許多圖形黑白顯示，不易分辨，應修正。

(八) 鄭委員明典

4. 報告內容符合計畫之規劃，工作報告清楚，結論合理。
5. 建議未來增加風速與波高相關性之統計分析。

(九) 滕委員春慈：

4. 計畫已完成 nested model 的建置與比較，同時也轉至氣象局新購置之大型電腦上運作，計畫通過。
5. 報告中圖說請修改，以利閱讀。
6. 請將 SWAN 對應 NWW3 不同波浪公式所配之參數以表格總整。
7. 系集波浪的分歧度不夠，也許爾後研究需要增加波浪初始場的擾動。

(十) 呂委員理弘：

5. 有關模式結果與實測資料之比對部分，建議建立比較表，區分不同地區測站與模式結果之差異，同時也可以突顯測站資料之特性。

十二、廠商回覆：

(六) 對於莊委員甲子的意見回覆：

19. 謝謝委員意見。將依照本年度之研究成果摘錄說明。
20. 圖 36 主要在說明增加小範圍多重網格計算，與原來單層計算和衛星波高資料的比較差異不大，原因在於增加小範圍多重網格的面積太小，與衛星經過小範圍的個數不多導致成果並不明顯，將增加小範圍的比較圖

加以說明。有關圖中少數極端值浪高的差異，並非本節之重點，未來在類似的比較將針對此現象加強說明。

21. 系集初步計算結果與量測結果之趨勢大致一致，惟為何波高降低風速增加，將蒐集相關資料再探討原因加以說明。

(七) 對於蔡委員立宏的意見回覆：

1. 謝謝委員肯定。
2. 系集計算部分今年度主要依據評審意見進行試算測試，並未針對一段時間來進行分析，下年度在系集 member 的篩選分析將會針對一段時間來計算及分析。
3. T_{m01} 、 T_{m02} 之定義將補充說明。
4. 遵照委員意見修正。
5. 遵照委員意見修正。

(八) 對於鄭委員明典的意見回覆：

1. 謝謝委員肯定。
2. 謝謝委員提供意見。未來可以針對漁業區域劃分來探討模式計算結果與 10 米風速之關係，以提供漁業氣象預報之參考。

(九) 對於滕委員春慈的意見回覆：

1. 謝謝委員肯定。
2. 遵照委員意見辦理。
3. 遵照委員意見辦理。
4. 謝謝委員提供意見。為解決系集初始場分歧度不夠的問題，目前國外有種作法如本研究之試算結果，下年度將檢討如何改善此問題。

(十) 對於呂委員理弘的意見回覆：

1. 謝謝委員提供意見。未來除了針對測站比較外，將考慮區域特性予以分類，以突顯出模式與測站之差異是否有區域性的問題。

十三、審查結果：審查通過。

十四、散會。(下午 16 時)

附件七、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 (1/4)

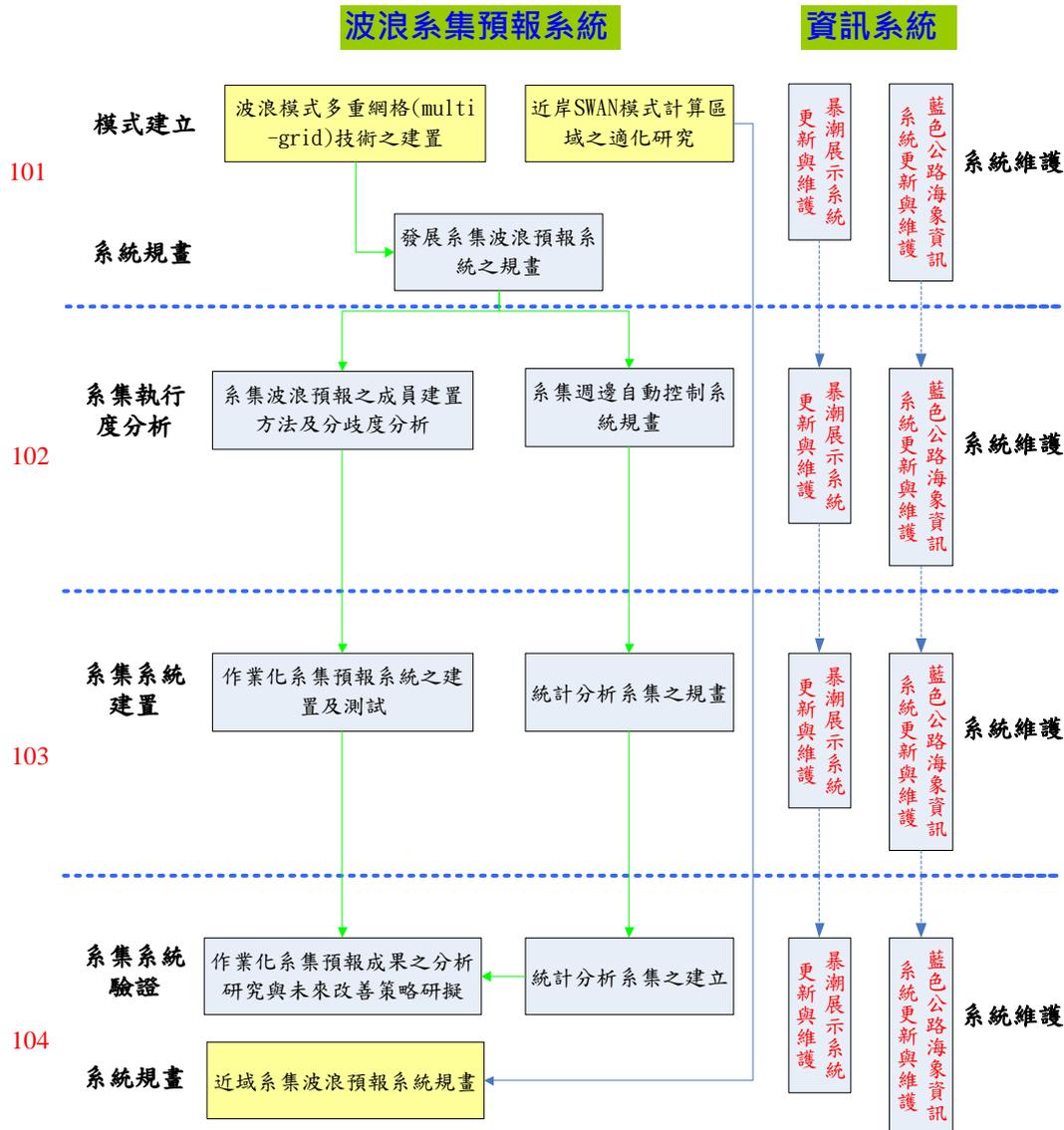
(科技研發 群組) (海洋 領域)

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

二、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) 經費門經費表

會計科目	項目	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	1,944,720				
業務費	研究設備費				
	材料與雜費	522,813			
管理費	246,753				

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 (1/4)	原訂	10	7	2	0	1
	實際	10	7	2	0	1
	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	
			學歷	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
			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

姓名	計畫職稱	投入主要工作及人月數	學、經歷及專長	
			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	2	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	4	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)

- 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。
- 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)。
- 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。

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_%)
- 二、 技術創新(科技整合創新) (權重_30_%)
- 三、 經濟效益(產業經濟發展) (權重_20_%)
- 四、 社會影響(民生社會發展、環境安全永續) (權重_20_%)
- 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

102 年工作重點:

1. 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。

2. 系集週邊自動控制系統規畫

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。波浪系集預報系統之執行流程規劃順序將按照前處理、系統模擬及後處理的方式執行。前處理包括前述之風場讀取處理及計算輸入條件的建置，系統模擬包括各個系集的計算及後處理，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)。

3. 暴潮展示系統更新及功能加強

進行暴潮展示與校驗系統的更新及功能加強，主要工作項目是確保暴潮展示與校驗系統的正常運作、新增模式暴潮偏差圖的展示功能、新增 1 個暴潮模式結果展示與校驗功能、系統介面改善精進、配合局內規劃對暴潮預報資料建置暴潮預報 2D 及時序列圖展示 KML 檔案以及符合 Common Alerting Protocol (CAP)通報傳輸協定的檔案產出功能、及建置備援系統。

4. 藍色公路海象資訊系統更新及功能加強

第二年度在藍色公路海象資訊系統更新及功能加強方面，將持續進行藍色公路海象資訊系統每日的正常運作並協助進行 2 條航線的新增工作。更新藍色公路海象資訊系統網頁內容，除改善現有的即時海象觀測與預報展示功能外，預報有效時程的增加也是第二年度工作項目。在波浪模式執行方面，本年度將調整多重網格波浪模式之輸出作為藍色公路預報使用，並將波浪模式預報時間之格式增加到 3 位數(超過 100 小時)。由於藍色公路海象預報網頁將交由資訊中心統一建置，因此第二年度將配合資訊中心所需格式傳輸藍色公路航線預報結果。

103 年工作重點:

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，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、Continuous Ranked Probability Score 和 Continuous Ranked Probability Skill Score (CRPSS)、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。

此外在系集預報產品部份，主要是機率預報的產出，亦需進行產品規畫及相關統計分析，例如風場及浪場的系集平均、系集分歧、Spaghetti 分布及機率分佈，輸出參數可以包括風速、示性波高、主頻週期等。而針對藍色公路的單點輸出部分，亦可以進行統計方面的規畫分析(如圖 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))。

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，開始進行系集系統的建置。整個系統均安排在氣象局的 hpc 上，故需利用 Linux Shell Script 程式撰寫控制流程，利用排程定期執行 Shell Script 程式。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。

首先需針對風場的讀取進行處理及排程，同時需考慮風場無法正常產生的狀況提出備案，其次各個成員起始條件的產生，與風場的結合，計算的排程等都必須有流程控制，而整體系統需建構一個整合所有系集的控制系統，以結合所有系集的計算成果，同時需做輸出控制、資料備份及資料傳輸的設計等。

由於整個系集系統運作非常龐大，建置過程中與硬體結構息息相關，本研究將秉持過去建置系統的經驗，隨時與系統管理者密切聯繫，以確保系統可以穩定運作。

3. 暴潮展示系統更新及功能加強

第三年度除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 或其他統計方式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。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。

4. 藍色公路海象資訊系統更新及功能加強

第三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，將根據上一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。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。

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

本計畫第一年執行時程由民國 101 年 03 月 9 日至 101 年 12 月 31 日止，共計約 10 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. 波浪模式多重網格技術之建置：已完成波浪模式多重網格技術建置之雙向多重網格與單向巢狀網格之初步校驗分析，顯示多重網格計算較單向巢狀網格計算便利性高、不同網格計算結果較為一致。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. SWAN 模式計算區域之適化研究：經過湧浪及 10m/s 每秒風速所造成風浪之測試，結果顯示搭配 NWW3 使用 Tolman and Chalikov 的公式時，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。此說明造成 SWAN 波高及週期降低的因素，與 SWAN 使用的輸入及消散公式，及上游粗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。
3. 發展系集波浪預報系統之規畫：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，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進行規劃。
4. 暴潮展示與校驗系統更新與維護：完成修改讀取資料庫位址及欄位將原先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，部分欄位名稱也有進行編修。本年度也編修系統控制介面，便於預報員操作、傳送檔案至防災中心、及防止操作程序錯誤發生。在資料讀取方面也完成新增讀取各測站水位「修正基準面」欄位的功能，並建置 8 張預報水位時序列圖的選取功能建置。預報員可以使用預設或自行選擇 8 個預報站來傳輸預

報水位時序列圖。本年度新增一個暴潮模式（大氣風場）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。

5. 藍色公路海象資訊系統更新與維護：持續進行藍色公路海象資訊系統及波浪預報模式之維護。本年度由海象中心指示增加 4 條藍色公路航線之預報，並進行模式輸出設定、資料處理程式與網頁編修。本年度並完成航線預報依觀測值調整功能，已上線作業化運轉，藍色公路海象預報系統網頁程式也轉製成壓縮檔格式，並每天自動傳送至指定電腦。另外在 HPC 電腦完成建置藍色公路波浪預報模式之備援系統。
6. 本年度亦完成 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。

計畫展望：

1. 未來將持續進行系集預報系統的建立，以期建立海象機率預報技術，提供民眾機率型預報產品，將能更準確應用於海上活動、航行、海上施工、海上工程施工規劃之所需。
2. 未來要進行暴潮展示與校驗系統的更新及功能加強，主要工作項目是確保暴潮展示與校驗系統的正常運作、新增模式暴潮偏差圖的展示功能、新增 1 個暴潮模式結果展示與校驗功能、系統介面改善精進、配合局內規劃對暴潮預報資料建置暴潮預報 2D 及時序列圖展示 KML 檔案以及符合 Common Alerting Protocol (CAP)通報傳輸協定的檔案產出功能、及建置備援系統。
3. 在藍色公路海象資訊系統更新及功能加強方面，未來將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 2 條航線的新增工作。更新藍色公路海象資訊系統網頁內容，除改善現有的即時海象觀測與預報展示功能外，預報有效時程的增加也是未來工作項目。在波浪模式執行方面，未來將調整多重網格波浪模式之輸出作為藍色公路預報使用，並將波浪模式預報時間之格式增加到 3 位數（超過 100 小時）。由於藍色公路海象預報網頁將交由資訊中心統一建置，因此未來將配合資訊中心所需格式傳輸藍色公路航線預報結果。

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	3 篇	投稿國內論文期刊: 1. 發表第 13、14 屆水下技術研討會暨國科會成果發表會 2. 101 年天氣分析與預報研討會	
	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 (2 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。	
		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	2 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，藉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。	
		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	2 項	1. 颱風暴潮展示與校驗系統 2. 藍色公路海象預報系統	
		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	<ol style="list-style-type: none"> 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。 		
	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 2496 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	<ul style="list-style-type: none"> ■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（1/4）

【A 學術成就表】

中文題名	第一作者	發表年（西元年）	文獻類別
藍色公路海象資訊系統介紹	朱啟豪	2012	e
海上漂流搜救系統範圍劃定 模組建置	顏厥正	2012	e
藍色公路海象預報服務建置	顏厥正	2011	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（1/4）	張恆文等	2012	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
第十三屆水下技術研討會	a	20110429	中華民國海洋及水下技術協會
第十四屆水下技術研討會	a	20120504	中華民國海洋及水下技術協會

101 天氣分析與預報研討會	a	20120919	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	2012

【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金額無法估算

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、波向、風速、風向、波高修正值、觀測值	Numerical	每日增加 2496 筆

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