

# 發展海象災防服務資訊系統

范揚洛<sup>1</sup>

吳恩綺<sup>1</sup>

高家俊<sup>1</sup>

陳進益<sup>2</sup>

滕春慈<sup>2</sup>

國立成功大學近海水文中心<sup>1</sup> 中央氣象局海象測報中心<sup>2</sup>

## 摘要

為了有效因應災害應變以及維護民眾的生命安全，行政院103年6月5日核定「強化臺灣海象暨氣象災防環境監測計畫」，其中子計畫「建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統」計畫已於106年啟動。本研究在該子計畫的支持下積極發展海象災防應用技術，以提升海象觀測與預測的應用價值，同時建置臺灣海象災防服務平台，提供即時、正確、多方的海象觀測與預測資料。

為了要建置「臺灣海象災防服務平台」，須在學理基礎發展「海象災防應用技術」，同時巨量且正確的「西北太平洋海象資料庫」亦不可或缺。因此，本研究逐年整合即時與歷史海氣象監測資料與預報資料，提供資訊服務，同時強化「西北太平洋海象資料庫」，蒐集國內、外各式海氣象資料，經由品管系統確保資料正確性，提供臺灣海象災防服務平台即時預測用途。最後應用最新IT技術，將「海象災防資料展示與預測模擬技術」建置於臺灣海象災防服務平台，提供海象災害預警與應變參考。本研究預期透過整合並提供即時海氣象環境監測與預警資訊服務，增加政府執行各項災害性海象事件的預警與防災能力、有效降低各種災害之損失、增加中央氣象局在災防環境的服務效能。

關鍵字：臺灣海象災防服務平台、海象災防應用技術、西北太平洋海象資料庫

## 一、前言

臺灣位於颱風容易侵襲的亞熱帶區域之太平洋西岸，惡劣的海象災害如颱風波浪、暴潮溢淹、甚至是海嘯衝擊等，容易造成外洋的船隻觸礁、碰撞甚至傾覆，造成油污溢油，對於住在海岸的居民生命財產也造成威脅，因此海氣象資訊對於海上航行安全、海岸結構設計等影響極大，準確的海氣象資訊是減少意外災害的發生及生命財產的損失之重要一環。

為了有效因應災害應變以及維護民眾生命安全，行政院103年6月5日核定「強化臺灣海象暨氣象災防環境監測計畫」，其中子計畫「建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統」計畫已於106年啟動，預計109年完成。此計畫積極發展海象災防應用技術，以提升海象觀測與預測的應用價值，同時建置臺灣海象災防服務平台，提供即時、正確、多方的海象觀測與預測資料，增加政府執行各項災害性海象事件的預警與防災能力，有效降低各種災害之損失。此外，臺灣海象災防服務平台也可供應相關學術單位取得研究所需的海象觀測資料，獲取近岸地區的海象觀測資訊將有助於海洋科學、海洋工程領域的研究，亦可進一步運用數值模式準確預測或預警可能發生的海象災害。災防平台可以呈現各式海象資訊，例如：油污漂流、海難漂流、海嘯、航運安全、海平面溢淹、颱風

極端波浪、暴潮預報等，探討臺灣海象的長期變遷、災害預防等議題。

發達的網際網路使多樣海象資訊即時上傳和分享，國際上多有海象資訊網頁平台，如：美國的海洋服務平台、歐盟的油污監測、中國的暴潮預警決策系統等，而國內也有國家防救科技中心提供災防管理與決策雲端資訊服務，將觀測與未來的預測模擬結果即時呈現，方便政府與民眾第一時間瀏覽各種海氣象資訊。為了使氣象資訊公開與查詢便利，中央氣象局全球資訊網致力於提供民眾一般性的氣象資訊，例如觀測、預報、災害、天文等等，颱風警報期間有定期的大氣監測播報，地震災害後也有即時的地震規模資訊；然而，相對於大氣與地震，海象觀測的報導較少，位於西北太平洋、四面環海的臺灣本島，海水溫度、近岸風速與波浪高度都是颱風強度的重要因素，若是能先掌握臺灣周圍的海象狀況，對於預防海象災害將有所助益。

## 二、研究目標

為了掌握臺灣周圍的海象狀況，提供各單位預防海象災害的技術，中央氣象局執行「建置臺灣海象及氣象災防環境服務系統」計畫，此系統包含海象與氣象資料服務，其中海象災防應用技術發展由本研究團隊執行。海象災防應用技術發展包含「臺灣海象災防

服務平台」、「西北太平洋海象資料庫」、「海象災防應用技術」。

「臺灣海象災防服務平台」是一個提供資訊服務的網路平台，透過人性化的介面，將海象資料透過動畫、地圖與不同的警示顏色展示，以便利的網頁和使用者互動。為了使平台能順利提供資料，儲存巨量海象資料的「西北太平洋海象資料庫」亦不可或缺，「西北太平洋海象資料庫」整合西北太平洋與臺灣附近海域之海流、潮位、波浪、海水位與海溫等觀測與模式資料，對外提供海象測報展示或資料下載；除了即時的觀測資料，也包含災害期間的歷史資料，例如：即時近岸海流資料、颱風波浪資料、海平面上升數據等等。「海象災防應用技術」配合平台展示的災害資訊以及所蒐集之資料進行加值分析，整合各機關需求之災防預測技術，建立溢油漂流、海難漂流、颱風波浪、暴潮溢淹、海嘯溢淹、海平面上升、海運安全、潮間帶警示、熱含量分析等海象預警資訊，透過該平台掌握特定海域、季節之海洋環境觀測資訊，以及災害性海象之預測結果，協助我國相關權責機關進行災害防救任務時參考。

此外，為了加強學術理論與實務應用之連結，臺灣海象災防服務平台會提供災防應變機關使用，例如：海巡署、環保署、漁業署、觀光局、水利署、航港局等相關單位，以及國內相關領域之學者專家和一般民眾。

### 三、研究工作與方法

本研究工作包括「臺灣海象災防服務平台」、「海象災防應用技術」及「西北太平洋海象資料庫」，工作概述如下。

#### (一)「臺灣海象災防服務平台」規劃設計

目前國際現有的災防服務平台如美國海洋暨大氣總署OR&R 油污計算模式 GNOME (GNOME, General NOAA Operational Modeling Environment)、歐盟地中海海洋安全決策系統 (MEDESS-4MS system, Mediterranean Decision Support System for Marine Safety)、歐盟沿海觀測網絡 (JERICO, Joint European Research Infrastructure Network for Coastal Observatories)，網路介面如圖1至圖3所示。美國國家海洋暨大氣總署設立油污災害應對與復原辦公室OR&R，是為了評估及研究沿海廢棄物對海洋環境的威脅，包含石油與化學品的洩漏，其發展的模式 GNOME 對於預防人為的海洋環境污染有一定貢獻；歐盟的沿海觀測網絡設立漏油模式計算網頁，使

用者可以自行設定油污的位置、漏油時間、總量等參數，互動網頁則展示即時的油污路徑預測結果。

上述的服務平台多以人性化且便利的網頁設計，平台可同時展示多筆測站的觀測數值，透過游標、容易理解的圖像化按鈕與使用者互動，且多是以地圖的型態來呈現結果，方便使用者理解災害發生的相對位置；至於數值模擬的預測與警報，則須規劃參數設定的對話視窗，透過量測到的參數直接計算該數值所造成的影響。

「臺灣海象災防服務平台」之平台規劃設計除了首頁展示介面，亦包括「資訊服務」與「海象災防應用技術系統」之子平台總覽，各項災防產品將提供災防機關或一般民眾使用。規劃3種資訊服務：客製化服務、海象測報展示、資料下載，以及9項「海象災防應用技術系統」：溢油追蹤、落海追蹤、海運安全、海嘯溢淹、颱風波浪、潮間帶警示、海平面溢淹、暴潮溢淹、海溫寒害。將3種資訊服務放在左側，和右側的9項應用技術子平台有所分別，使介面使用者能夠容易區分功能，中間則以相關圖像增添首頁色彩。由於平台的介面設計與開發是本研究的重要內容，因此本研究持續吸取國際現有平台的經驗與優點，透過美觀展示且容易上手的災防服務平台，令使用者更有效率地運用平台。

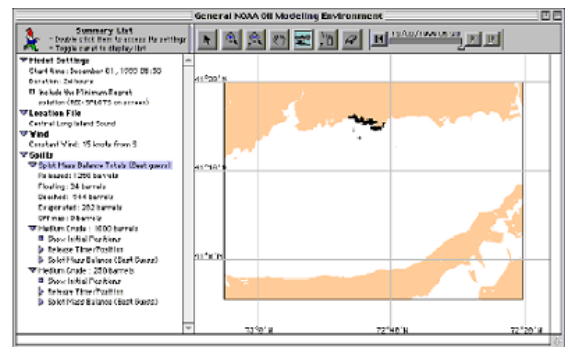


圖1 美國海洋暨大氣總署OR&R 油污計算模式

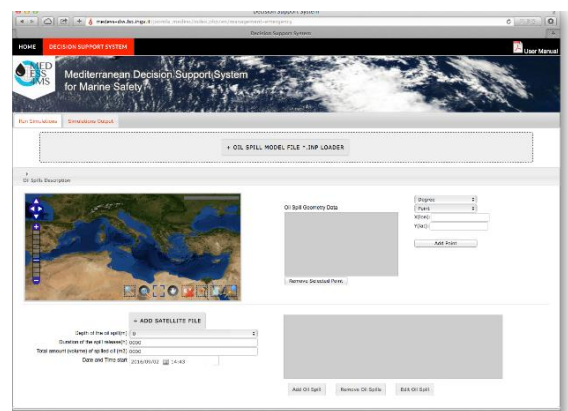


圖2 歐盟地中海海洋安全決策系統 (MEDESS-4MS system)

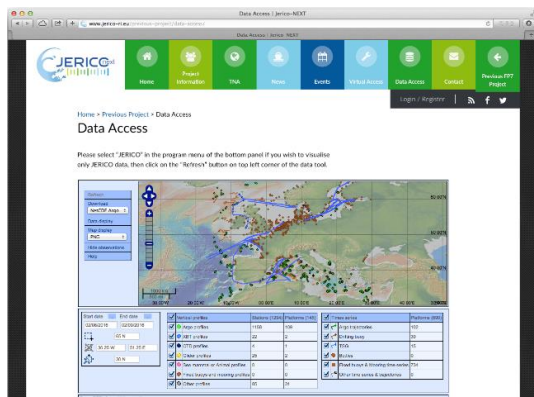


圖3 歐盟沿海觀測網絡 (JERICO)



圖4 「臺灣海象災防服務平台」介面設計

## (二)「西北太平洋海象資料庫」資料來源調查與品管程序發展

資料庫除了提供平台展示臺灣海域監測與預報產品，所存取的各项海象資料也可以供給海洋領域相關研究使用。海象資料就國內外相關單位調查、取得，現階段已調查分析的資料包括 (1) 海象資料浮標觀測資料、(2) OCM3模式預報資料、(3) HYCOM模式預報資料、(4) ARGO浮標實測資料、(5) MODIS遙測資料，如表1所示。又資料發布之前須建立資料格式與品質控管，因此本研究將建立不同觀測設備觀測的各種海象資料品管規範，使相關專家學者可參考應用不同來源的海象資訊。由於本平台具有資料下載功能，考量不同使用者的需求，本研究將參照美國國家海洋暨大氣總署 (NOAA) 所屬的「國家環境資訊中心」(NCEI) 做法，提供品管資料與原始品管資料供給使用者下載。此外，詮釋資料 (metadata) 亦不可或缺，詮釋資料是「資料的資料」(data about data)，意即針對資料特性建立其描述性資料，以協助資料之流通、解讀與應用。本研究參考氣象局提供之「CWB OPEN DATA開放資料XML共通格式說明」，建立相關標準化格式，如圖5與圖6所示，標準化格式則以中央氣象局資料浮標之資料庫為範本建立標準。

SN	Station	Name	Unit	DataFormat	TableName	ItemName	LastUpdate	LastValue	LastQuality	HQ_Min	HQ_Max
204	23	524288	水位	公分	0.0	WaterLevel	2013-02-07 13:18:00.000	4.2	1	500	50
205	28	16384	氣壓	hPa	0.0	Pressure	2013-02-20 11:00:00.000	1014.1	1	700	111
206	28	32788	氣溫	℃	0.0	AirTemp	2012-03-23 08:00:00.000	16.5	1	-75	75
207	28	2048	風向	度	0.0	WindDirection	2013-03-20 11:00:00.000	233	1	0	360
208	28	1024	風速	公尺/秒	0.0	WindSpeed	2013-03-20 11:00:00.000	5.2	1	0	20
209	28	256	二秒風速	公尺/秒	0.0	WindSpeed2s	2013-03-20 11:00:00.000	7.1	1	0	10
210	19	524288	水位	公分	0.0	WaterLevel	2017-07-06 13:06:00.000	-0.4	1	-500	50
211	75	131072	水溫	℃	0.0	WaterTemp	2016-03-12 00:00:00.000	16.9	1	-75	75
212	75	8	尖峰週期	秒	0.0	PeakPeriod	2016-03-12 00:00:00.000	9.5	1	0	60
213	75	1	示性波高	公分	0.0	HinfWave	2016-03-12 00:00:00.000	154	1	0	24
214	75	2	浪速週期	秒	0.0	HinfPeriod	2016-03-12 00:00:00.000	6	1	0	60
215	75	4	波向	度	0	WaveDirct	2016-03-12 00:00:00.000	0	1	0	360
216	75	8192	波向	度	0	CurrentDirct	2013-08-12 09:06:00.000	217	1	NULL	NULL
217	76	4096	流速	公分/秒	0.0000	CurrentSpeed	2013-08-12 09:06:00.000	0.0786	1	NULL	NULL
218	106	524288	水位	公分	0.0	WaterLevel	2013-12-31 23:00:00.000	94	1	NULL	NULL
219	77	32788	氣溫	℃	0.0	AirTemp	2017-07-07 13:00:00.000	29.4	1	-75	75
220	77	4096	流速	公分/秒	0.0000	CurrentSpeed	2017-07-07 12:48:00.000	0.094	1	0	20

圖5 現行資料庫定義列表1

SN	Name	enName	Code	Import	TM2_x	TM2_y	Height	Longitude	Latitude	Company	Address	
23	1	蘇澳浮標	Sueo	A	1	538	272	NULL	121°52'36"	24°37'38"	經濟部水利署	宜蘭蘇澳鎮
24	2	金甌浮標	Kinmen	F	1	124	268	NULL	118°24'41"	24°22'48"	經濟部水利署	金門縣料羅
25	3	鵝鑾鼻浮標	Buansu	D	1	231	242	NULL	120°49'21"	21°54'01"	經濟部水利署	屏東縣佳冬
26	4	花蓮浮標	Hualien	1	1	NULL	NULL	NULL	121°37'50"	24°01'58"	交通部中央氣象局	花蓮縣七里
27	5	新竹浮標	Hanchu	2	1	NULL	NULL	NULL	120°50'38"	24°45'39"	交通部中央氣象局	新竹縣海山
28	6	龍完浮標	Longbang	3	1	NULL	NULL	NULL	121°56'22"	25°09'54"	交通部中央氣象局	台北縣貢寮
29	7	龜山浮標	Guishan	4	1	NULL	NULL	NULL	121°55'35"	24°55'52"	經濟部中央氣象局	基隆縣龍山
30	8	小琉球浮標	Sao Luchiu	9	1	NULL	NULL	NULL	120°21'50"	21°18'50"	交通部中央氣象局	屏東縣小琉球
31	9	大鵬灣浮標	Dapeng Bay	6	NULL	NULL	NULL	NULL	120°21'50"	21°18'50"	交通部中央氣象局	屏東縣大鵬灣
32	12	牙直隴站	Fangyuan	4M	NULL	178	264	NULL	120°17'50.00"	23°54'53.00"	經濟部水利署	彰化縣芬園
33	13	崎頂嶼站	Syungwangwei	4N	1	220	243	NULL	120°42'42.92"	21°59'8.76"	經濟部水利署	屏東縣佳冬
34	14	高樹站	Fugang	4J	1	269	252	NULL	121°11'52.12"	22°47'26.81"	經濟部水利署	台南市高樹
35	15	利澤港站	Lidzhang	4C	1	110	276	NULL	118°25'39.37"	24°24'27.07"	經濟部水利署	金門縣利澤
36	16	鵝鑾鼻站	Ludao	4C	1	297	250	NULL	121°28'23.53"	22°39'38.41"	經濟部水利署	屏東縣佳冬
37	17	石碇站	Shedi	4H	1	301	258	NULL	121°30'22.30"	23°29'40.92"	經濟部水利署	花蓮縣石碇
38	18	大寮站	Dawn	4D	1	239	247	NULL	120°53'46.64"	22°20'14.61"	經濟部水利署	台南縣大寮
39	19	永安站	Yongan	4U	1	167	252	NULL	120°11'51"	22°49'7.79"	經濟部水利署	高雄永安
40	20	蘇澳站	Sueo	4T	NULL	NULL	NULL	NULL	120°37'35"	24°37'26"	經濟部水利署	宜蘭蘇澳
41	21	小琉球站	Shuchiu	4W	1	243	276	NULL	118°17'21.44"	24°28'16.35"	經濟部水利署	金門縣小琉球
42	22	蘇澳站	Keelung	4Q	NULL	NULL	NULL	NULL	121°44'59"	25°09'26"	蘇澳港務局	基隆蘇澳

圖6 現行資料庫定義列表2

## (三)「海象災防應用技術」發展

「海象災防應用技術」是建立災防應用技術系統，配合平台展示的災害資訊以及所蒐集之資料進行加值分析，整合各機關需求之災防預測技術，應用巨量數據的分析技術，及海洋科學的專業知能，提供臺灣海域海洋環境預報或預警資訊。本工作開發九項海象災防技術發展：(1) 油污漂流預報作業技術發展、(2) 海象災防事件快速檢索介面作業技術發展、(3) 颱風波浪先期資訊服務技術發展、(4) 海難漂流預報作業技術發展、(5) 海嘯警示技術發展、(6) 船舶航行安全警示技術發展、(7) 海平面變化趨勢技術發展、(8) 暴潮預報作業技術發展技術發展、(9) 溯升越波預報作業技術評估。

上述第(1)項與第(3)項已有階段成果，說明如下：

### 1. 油污漂流預報系統

油污漂流預報系統架構如圖7所示。二維溢油傳輸擴散模式需要海流及風場資料計算油污漂流軌跡，透過SCHISM海洋模式(Zhang et al., 2016)輸出海流，WRF大氣風場輸出風場資料，再將以上資料輸入溢油模式中進行運算，產出油污漂流軌跡。中央氣象局已於超級電腦建構SCHISM海洋模式，每日一次作業化產出u分量與v分量的表層海流預測資料，因此本研究已開發二維溢油傳輸擴散模式(Lehr et al., 1984; Lehr, 2001; Tkalich, 2006)，並與SCHISM海洋模式的海流預測資料、WRF大氣風場整合，模擬油污在海面表層的傳輸過程現象，包括蒸發、乳化、及黏附於海岸邊等物理化學現象。此外，在模式產出的同時進行網頁介面設計，透過網頁平台的建構完成油污漂流預報結果之展示，介面初稿如圖8所示。此

技術成果可協助災防單位如海巡署、環保署擬定油污災害決策。

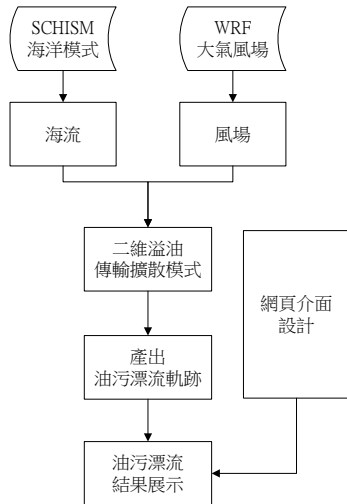


圖7 油污漂流預報系統架構圖



圖8 油污漂流預報系統介面全螢幕瀏覽介面設計初稿

## 2. 颱風先期資訊服務技術

颱風波浪先期資訊服務系統架構如圖9所示。為建立颱風波浪資料庫，蒐集發布颱風警報的波浪觀測資料與模擬資料，觀測資料來自中央氣象局、水利署與觀光局的海象資料浮標，而模擬資料則透過風場資料輸入數值模式中進行系集運算。資料收集後，為了災防資訊的提供，須要統計波浪的極值，包括最大示性波高(公尺)、最大平均週期(秒)、最大湧浪波高(公尺)、最大湧浪週期(秒)、尖峰週期(秒)，使災防機關在颱風警報期間容易了解波浪情形，協助決策之擬定。此外，在資料彙整的同時進行介面設計，透過平台的建構完成颱風波浪結果之展示。

歷史觀測資料部分，中央氣象局於民國96年至105年期間有發布颱風警報之颱風共有53個，此十年間，中央氣象局、水利署及觀光局於臺灣周遭海域設置17座海氣象資料浮標，資料浮標位置如圖10所示。颱風波浪先期資訊服務在觀測資料方面已按照颱風路徑、強度及浮標位置等分類完成颱風資料庫建置，

展示資料包含示性波高(公尺)、平均週期(秒)、波向(度)、湧浪波高(公尺)、湧浪週期(秒)及尖峰週期(秒)。

歷史模擬波浪資料部分，將建置民國96年至105年期間建置範圍涵蓋台灣周遭海域範圍的海象模擬資料庫，展示資料如同上述歷史觀測資料，包含示性波高(公尺)、平均週期(秒)、湧浪波高(公尺)、尖峰週期(秒)。為了提升模擬波浪資料的準確性，將以系集方法模擬颱風期間波浪，大氣風場資料將使用中央氣象局NFS與WRF風場、美國NCEP風場及日本JMA風場，波浪數值模式採用中央氣象局建置的WAVEWATCH III模式。為了持續擴充颱風波浪資料庫，未來有發布颱風警報的資料浮標觀測資料與波浪預測資料將匯入颱風波浪資料庫，其中波浪預測資料將匯入23個中央氣象局內部之系集波浪預測資料(交通部中央氣象局, 2015)。

颱風波浪先期資訊服務之使用介面設計如圖11與圖12所示，可依據颱風警報期間、強度及侵台路徑等檢索條件，於各海氣象資料浮標位置展示觀測資料之最大示性波高(公尺)、最大平均週期(秒)、最大湧浪波高(公尺)、最大湧浪週期(秒)、尖峰週期(秒)等統計資訊(如圖11)；於未設置海氣象資料浮標之海域位置則展示模擬波浪資料之最大示性波高(公尺)、最大平均週期(秒)、最大湧浪波高(公尺)、最大湧浪週期(秒)、尖峰週期(秒)等統計資訊，如圖12所示，使用者將滑鼠移至查詢位置，介面的左上角自動展示上述資料。此模組將提供颱風期間之先期海況以提前為防災應變之決策參考。

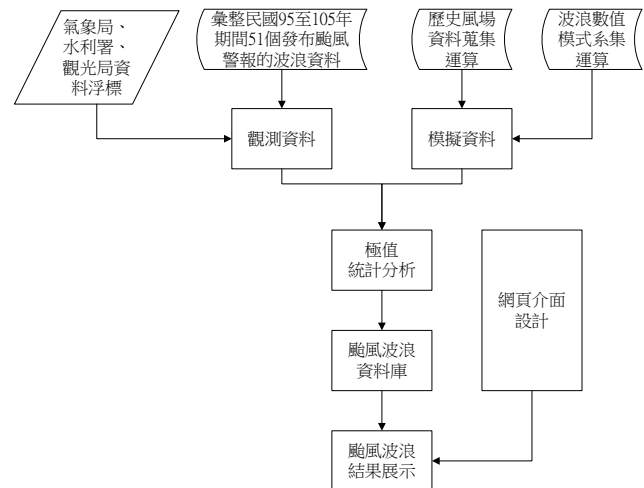


圖9 颱風波浪先期資訊服務系統架構圖



圖10 海氣象觀測站位置圖

## 四、結論與建議

中央氣象局推動「建構臺灣海象及氣象防災環境服務系統-海象災防應用技術發展」4年計畫，執行期程為106年至109年，透過預期建立平台與資料庫，針對不同的災害開發災害監測預報技術。「臺灣海象災防服務平台」規劃設計部分，本研究目前已經完成首頁設計及網頁雛形之建構，頁面設計以簡易圖標的方式分為12項子平台，後續持續吸取國際現有平台的經驗與優點，同時了解災防機關的實物需求，透過美觀展示且容易上手的災防服務平台，令使用者更有效率地運用平台；「西北太平洋海象資料庫」資料來源調查與品管程序發展部分，已陸續對海象資料進行調查分析，同時已參考氣象局提供之「CWB OPEN DATA 開放資料XML共通格式說明」進行詮釋資料，建立相關標準化格式；而資料品管技術目前已建立資料浮標之波浪與海流品管原則；「海象災防應用技術」部分，本研究將發展8項海象資訊災防應用產品，其中油污漂流預報系統技術與颱風波浪先期資訊服務技術已完成系統架構與展示介面初稿。



圖11 颱風波浪先期資訊服務產品介面網頁設計初稿1



圖12 颱風波浪先期資訊服務產品介面網頁設計初稿2

## 五、參考文獻

- Lehr, W.J., 2001. "Review of modeling procedures for oil spill weathering behavior." In: Brebbia, C.A. (Ed.), Oil Spill Modeling and Processes. WIT Press, 51–90.
- Lehr, W.J., Fraga, R.J., Belen, M.S., Cekirge, H.M., 1984. "A new technique to estimate initial spill size using a modified Fay-type spreading formula. Mar. Pollut. Bull. 15, 326–329.
- Tkalich, P., 2006. "A CFD solution of oil spill problems." Environmental Modelling & Software, 21, 271–282.
- Zhang, Y. J., Ye, F., Stanev, E. V., & Grashorn, S., 2016. "Seamless cross-scale modeling with SCHISM." Ocean Modelling, 102, 64-81.
- 交通部中央氣象局, 2015. "建構波浪系集預報系統 (4/4)", 臺北

表 1 資料內容表格

資料內容	資料來源	資料要素	解析度	資料起始時間	更新頻率	資料格式
海象資料						
海象浮標	氣象局、水利署	風速、風向、氣溫、水溫、氣壓、波高、週期、波速、波向、流速、流向、波譜	風速0.1 m/s 風向1度 氣溫攝氏0.1度 水溫0.1度 氣壓0.1百帕 方位1度 示性波高0.1公尺 示性波譜0.1秒 波浪譜0.01Hz	1997/05	1小時	txt
OCM3模式	海象中心預報課	流速、流向、海表溫度、水下溫度、潮位	模式設定	2016/05	每天	NetCDF
HYCOM模式	NOPP	流速、流向、海表高度、海表溫度、風速、海表鹽度	模式設定	2016/11	每天	NetDCF
ARGO Float	Argo Information Centre (AIC)	海表鹽度、海溫	約350公尺	2000年開始ARGO計畫	定位:15分鐘-幾小時 / Cycle:1-10天	NetDCF
MODIS 遙測載具	NOAA	海表溫度、風速	250公尺 (band 1~2) 500公尺 (band 3~7) 1000公尺 (band 8~36)	2000/02	每天	PDS.bz2, NetCDF