

出國報告（出國類別：研究）

氣、海象對海巡勤務之影響及運用

服務機關：海洋委員會海巡署

姓名職稱：薛友齊科員

派赴國家/地區：美國

出國期間：108年9月4日至11月24日

報告日期：109年2月

摘要

本研究係行政院人事行政總處 108 年國外專題研究計畫，以「以美國國家海洋暨大氣總署為典範，研究海、氣象對海巡執行海上任務的重要性為題」，有效運用各項氣、海象資訊，筆者赴美實地研習美國國家海洋暨大氣總署之實務作業，運用國外研習時間進行專題研究，俾有效輔助海洋委員會海巡署各級勤務執行。

本研究計畫綜整美國國家海洋暨大氣總署實務單位對於氣、海象運用之相關資料，藉由理論與實務相互映證及歸納研究後，針對海洋委員會海巡署的各項勤務著眼思考，分別就「氣、海象實務運用」、「搜救優選規劃系統」、「教育訓練」等 3 個面向提出建議，以維持航安、人安及物安。

目次

壹、目的	頁次 2
海巡署現況及研究背景	頁次 2
貳、過程	頁次 4
研究內容	頁次 4
參、心得及建議	頁次 21
一、心得	頁次 21
二、建議	頁次 25
肆、參考文獻	頁次 27

壹、目的

海洋委員會海巡署現況及研究背景

海洋委員會海巡署依據海岸巡防法規定，職司臺灣地區海域及海岸秩序之維護與資源之保護利用，以及確保國家安全與人民權益等事務，執行「海域治安」、「維護漁權」、「救生救難」、「海洋保育」及「海洋事務」五大核心任務，天候、海象及潮汐等因素，將影響勤務遂行及人員裝備的安全，雖然目前已與中央氣象局簽署合作備忘錄，運用中央氣象局所提供氣、海象之基本資料，輔助各級勤務執行，持續將最新的科技技術及產品使用在實務及勤務上，製作氣、海象客製化產品，使本署能秉持「提前部署、預置兵力」原則，提升查緝等成效，最重要的是進一步維持航行、人員及裝備的安全。

另因應海上海象變化多端，並考量美國國家海洋暨大氣總署(National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) 為世界上首屈一指的海象預報及監測機關，爰將以美國國家海洋暨大氣總署為典範，組織架構如圖 1，研究探討海象與氣象對海巡執行海上任務的重要性、提升搜救預報及氣象專業教育訓練，以利本署氣象人員培育及

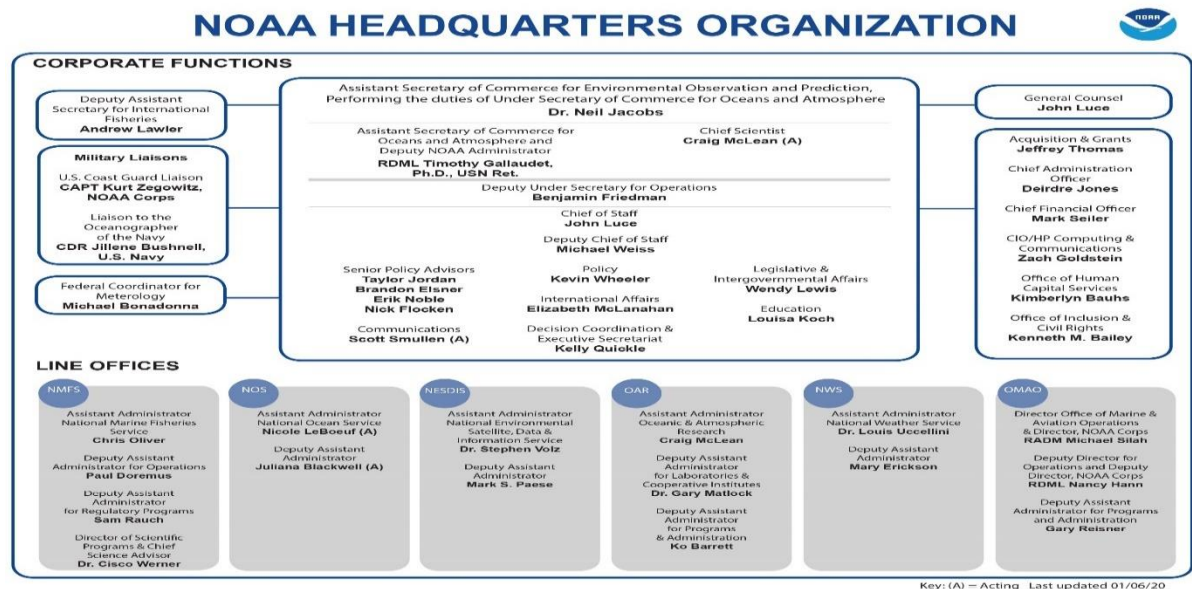


圖 1 美國國家海洋暨大氣總署組織架構¹

¹ 參考自 NOAA 官方網站，組織架構，網址：

<https://www.noaa.gov/about/organization>，最後瀏覽日期 109 年 1 月 13 日。

提升艦艇人員氣象能力。

這次專題研究主要至美國國家海洋暨大氣總署所屬單位實施參訪研究，包括美國國家氣象局（National Weather Service, NWS）、美國國家海洋局（National Ocean Service；NOS）及海洋事務產品與服務中心(Center for Operational Oceanographic Products and Services，Coops)等相關單位，更實地參觀所屬的氣象站及潮位站，瞭解美國國家海洋暨大氣總署整體的運作情形，以利提供本署未來精進的方向，並在與相關單位合作時，能有效運用客製化產品，進一步推動本署勤務及業務。

貳、 過程

研究內容:

臺灣四面環海，東臨太平洋，北接東海，西面為臺灣海峽，南方則是巴士海峽，本署在執行五大核心任務時，應確實掌握氣、海象預報及相關資訊，以提升勤務效能及維持航行安全；在「海域治安」方面，海上及岸際常發生走私偷渡及違規採捕等案件，不法份子常利用海象變化，遂行其行為，應藉由分析及運用氣海象資料及潮汐變化，研判違法案件可能之行為態樣，適時指揮調度岸海兵力部署查緝，將有助提升查緝成效，例如在走私查緝案件中，可藉由研析天氣資料及潮汐資料，研判何時違法人員將利用母船接駁等方式載運偷渡犯等等，先期將兵力預置於外海實施攔截，以防堵為法案件肇生；在「海洋保育」方面，舉凡海豚、鯨魚等保育類動物或貨輪於近岸擱淺時，本署可運用水文、潮汐等資料，掌握漲潮及退潮時間，適時實施救援，以維護海洋生態；在「海洋事務」方面，本署將定期舉辦海空聯合等各式操演，應有效運用氣海象預報及實測資料，作為實施狀況預警及行動準據研判，並針對演習地區做客製化氣、海預報，擬訂演習時間、區域及規模，以確保任務遂行；在「維護漁權」方面，本署可運用分析及氣海象資料，進一步研判即時海況，依違規態樣，彈性調度合適之艦船艇執勤，提升查處效能(驅離、登檢或扣留等)，例如於冬季時常有大陸越界漁船發生，本署可掌握東北季風增強及減弱情形，先期完成兵力部署，並進一步評估及運用順浪因素(東北向西南航行等)，提升驅離成效，並有效降低維安因子；在「救生救難」方面，本署運用沿近海即時海況及水文資料，評估搜救船艇安全性及搜救目標位置，並針對人員及船隻案件，進一步運用搜救優選規劃系統(SAROPS, Search And Rescue Optimal Planning System)，以提升搜救成效。

另外臺灣屬於海流變化較複雜的地區，對於海象的掌握度相對不容易，因此在美國國家海洋暨大氣總署研究期間，特別針對臺灣周邊海域之海流部分做探討，以提供本署勤、業務作為參考。在洋流部分，黑潮主流沿臺灣東岸北上，其支流經巴士海峽，進入南中國海，形成一逆時針方向之海流，另一部份轉而沿臺灣西岸北上，到達澎湖附近海域，而後再北上與黑潮主流會合。冬季因東北季風強盛，此一支流大部份

流入南中國海，僅一小部份進入臺灣海峽西岸北流至本海域。夏季則因西南季風增強，此支流大部份進入臺灣海峽，其溫度及鹽度較其他兩種水流高；在冬季臺灣海峽主要受到中國沿岸流的影響，其源於黃海北部地區，沿中國東海岸南下，澎湖海域以其西面的海域受此沿岸冷水流影響較大，此一水流受東北季風之影響而增強，其水溫較黑潮為低，伴隨這道海流而來的魚類，此時也集中於澎湖西側。至於夏季，由於受西南季風之影響而轉弱，水溫約與黑潮相當，黑潮之一支流及中國沿岸冷流進入澎湖附近也區，形成一逆時針方向之海流，因此，南中國海季風流對此地區無影響力。夏季，西南季風盛行，海流進入臺灣海峽，流向東北，以其挾有大量雨水及河水，故鹽份甚低。澎湖海域在諸冷暖海流的交匯下，產了大量的浮游生物，因此也使得大量的魚類在此聚集生存。

在臺灣海峽部分，海流分佈較為複雜，基本上是持續向北流，如圖 2；黑潮與南海暖流混合的海流，自臺灣海峽南端開口流入，如圖 3；經漏斗狀的澎湖水道聚合海

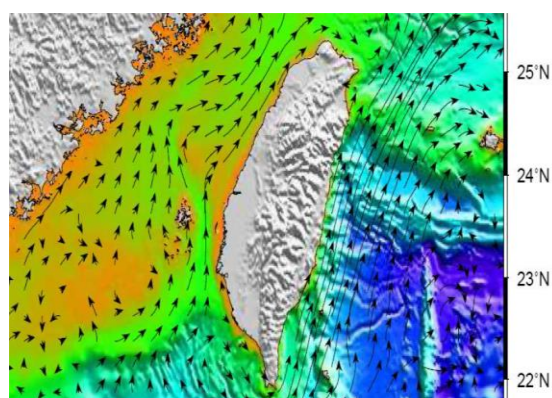


圖 2 臺灣周邊海流狀況

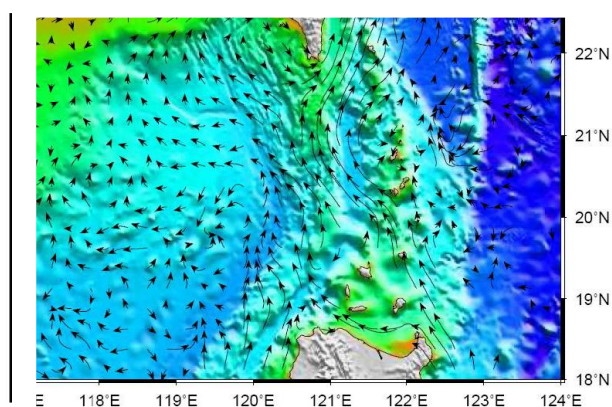


圖 3 黑潮與南海暖流混合的海流

流流速增強，如圖 4；當由漏斗狀狹窄口流入中、北臺灣海峽時，因受彰雲沙脊阻擋分裂為二支，一支越彰雲沙脊後沿臺灣西岸北上，另一支沿水道偏西流與沿大陸東岸北上的海流交匯後，轉向北及東北向流，故一般觀測常見雙主軸北向海流於北臺灣海峽，如圖 5；越過彰雲沙脊後沿臺灣西岸北上（表層流），如圖 6；另外沿水道偏西流

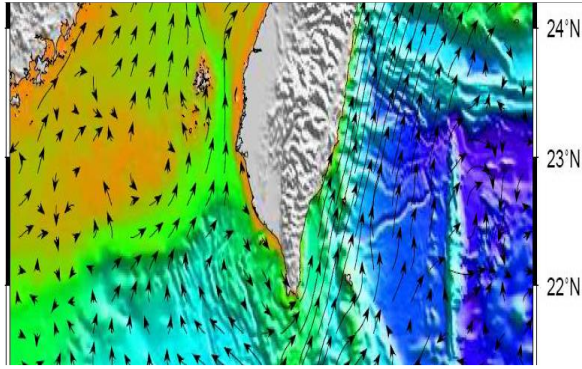


圖 4 漏斗狀的澎湖水道

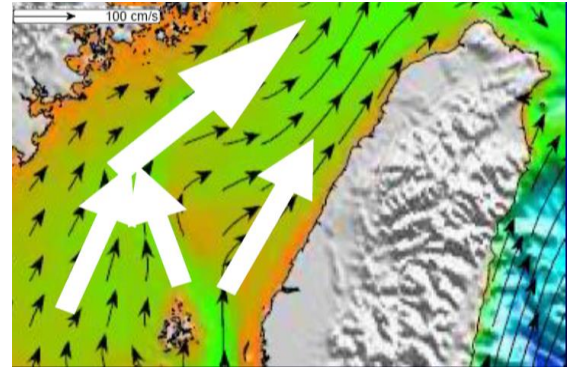


圖 5 彰雲沙脊影響海流

與沿大陸東岸北上（底層流，如圖 7）；另沿臺灣西岸的海流有部份會沿臺灣北端注入黑潮，其餘臺灣海峽外流水大都持續北流進入東海，如圖 8。藉由瞭解海流狀況，規劃各項勤務，有效提升工作效率，及維持航行安全，特別針對澎湖及彰雲外海一帶，海流有加速及分流的情況，若執勤的艦船艇有航經周邊海域，應特別注意航行安全及海流狀況。

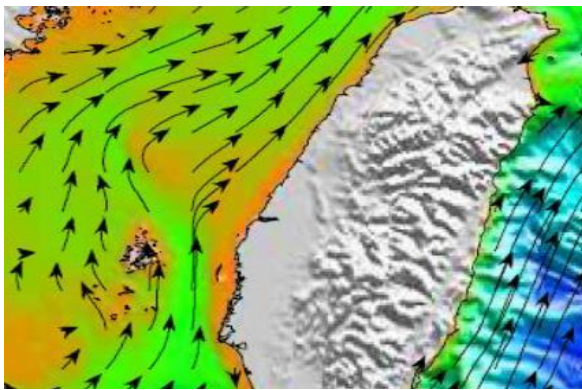


圖 6 表層流

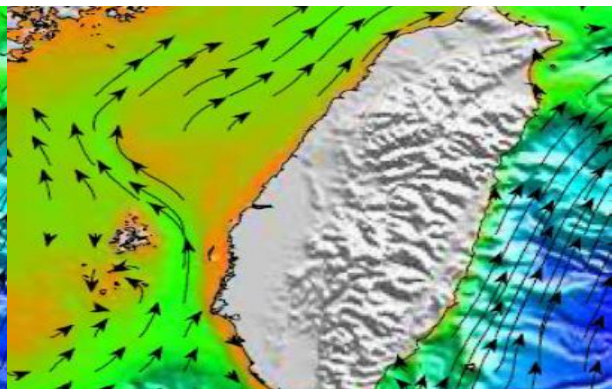


圖 7 底層流

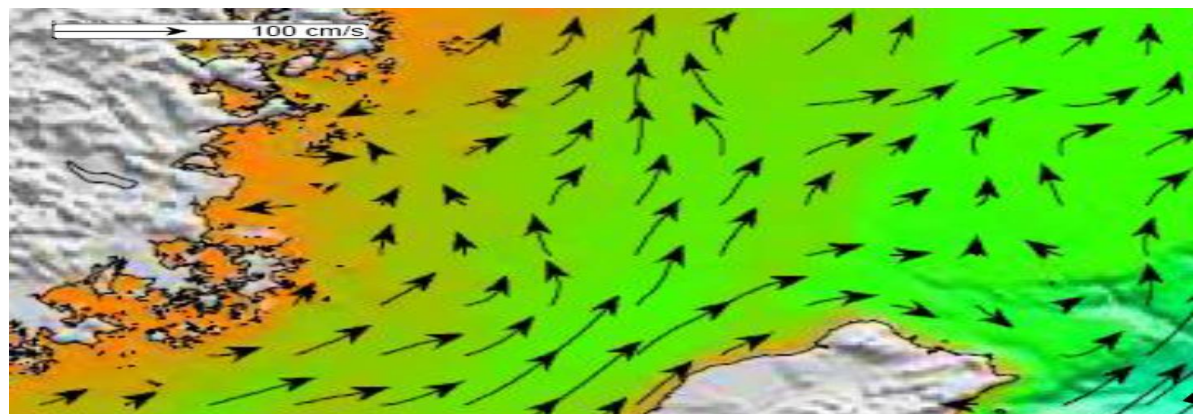


圖 8 臺灣海峽外流水與黑潮相會

有關本署在執行各項海上及岸際勤務時，可參考美國國家海洋暨大氣總署建立之海洋即時監測系統 Physical Oceanographic Real time System (PORTS®)，架構圖如圖 9 所示，該系統包含船艦的接收及發射感應器、岸際氣象站(如圖 10、圖 11 及圖 12)、能見度儀(如圖 13)、水深儀(如圖 14)、底層錨定測流儀(如圖 15)、固定式測流儀(如圖 16)、側邊固定式測流儀(如圖 17)、都卜勒測流儀、潮位站(如圖 18)、鹽度儀(如圖 19)、浮標(如圖 20)、資料蒐整平臺、資料評管系統及資料分析管制人員等；水深儀(包含底層)及都卜勒測流儀將即時海流資訊傳至資料蒐整平臺，由資料評管系統針對

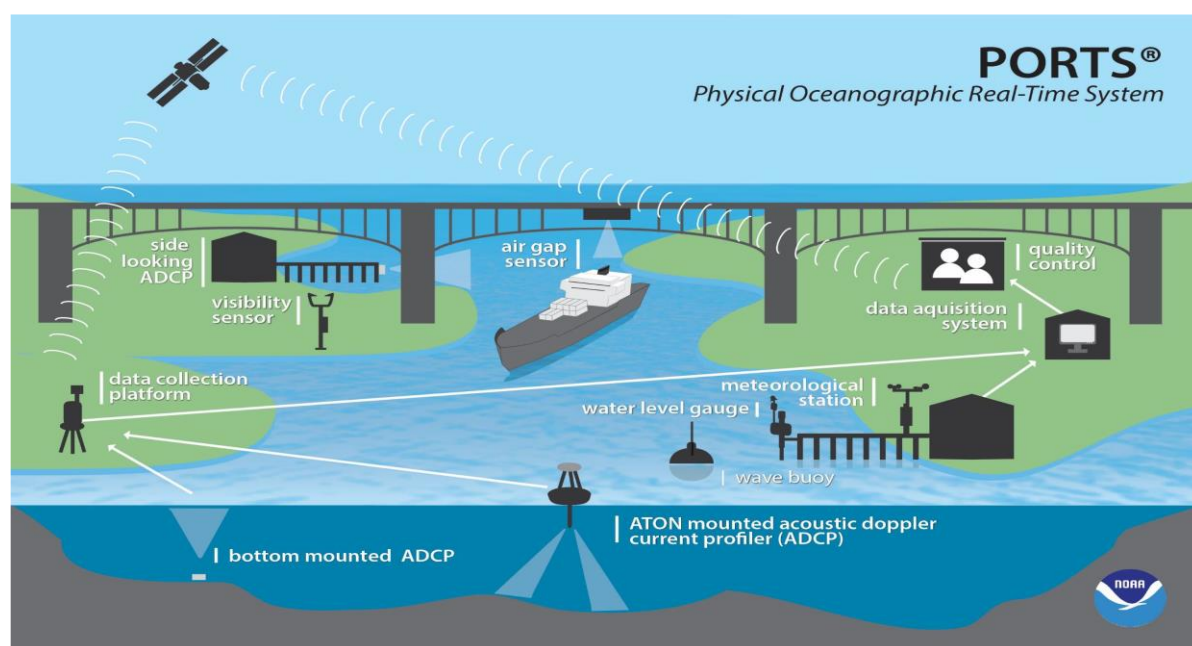


圖 9 海洋即時監測系統 Physical Oceanographic Real time System (PORTS®)架構圖



圖 10 溫度儀



圖 11 風力儀



圖 12 風力儀



圖 13 能见度儀



圖 14 水深儀



圖 15 底層錨定測流儀



圖 16 固定式測流儀



圖 17 側邊固定式測流儀



圖 18 潮位站



圖 19 鹽度儀



圖 20 浮標

回傳的資料，做初步準確度的判定再交由資料分析管制人員 24 小時進行監控，確保系統正常運作及資料判讀，如圖 21，並研析全部的氣、海象資訊，進行預報模擬，如圖 22，最後將即時的氣、海象資訊傳至網路如圖 23，並進一步將氣、海象資訊，以文字檔方式傳至航行的艦船艇及相關人員的手機上，如圖 24，以有效訊息傳遞，維持航行的安全，其中在美國因地形遼闊的關係，常有建立橋梁的情形，因此艦船艇在航



圖 21 資料分析管制人員

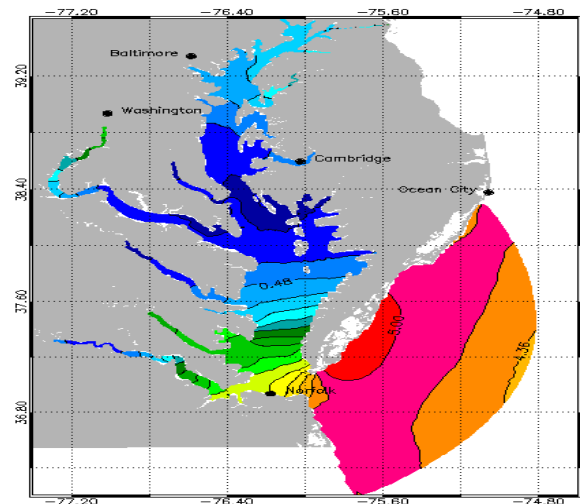


圖 22 預報模擬

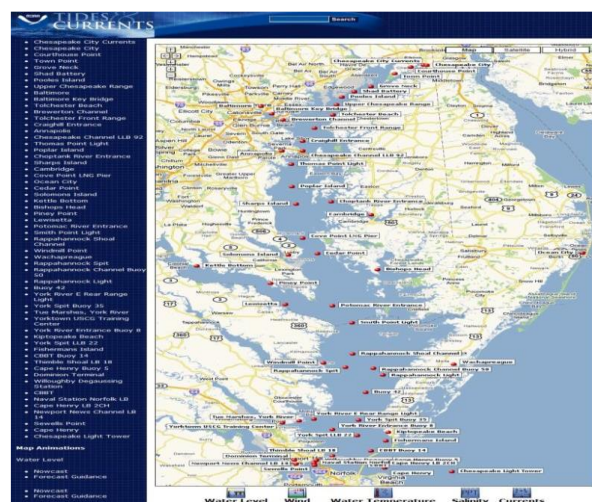


圖 23 氣、海象資訊

Houston/Galveston Bay PORTS, NOAA/NOS 2019-04-19 12:16 CDT

```

-----Water Levels (above MLLW)-----
Manchester      0.3 ft, Falling Morgans Point      0.1 ft, Falling
Eagle Point    0.4 ft, Steady  Galveston Bay Entra.. -0.3 ft, Falling
Pier 21        -0.3 ft, Steady

-----Winds-----
          Spd Dir Gusts
Manchester  11 kn NW  15  Morgans Point      18 kn NW  23
Eagle Point 11 kn NNW 18  Galveston Bay Entra.. 23 kn NW  26
Pier 21     13 kn NNW 20

-----Air and Water Temperature-----
          Air   Water
Manchester  70 °F  71 °F  Morgans Point      67 °F  70 °F
Eagle Point 68 °F  70 °F  Galveston Bay Entra.. 66 °F  68 °F
Pier 21     66 °F  69 °F

-----Barometric Pressure-----
Manchester  1017 mb Rising Morgans Point      1017 mb Rising
Eagle Point 1017 mb Rising  Galveston Bay Entra.. 1016 mb Rising
Pier 21     1017 mb Rising

-----Salinity/Specific Gravity-----
          Salin.  S.G.
Morgans Point 4.4 psu 1.002  Eagle Point      2.8 psu 1.001

-----Currents (F)lood, (S)lack, (E)bb, towards °T-----
          Spd   Dir
Fred Hartman Br., H.. 0.3 kn (E), 133.0°T Morgans Point (pred) 0.4 kn (E), 177.0°T
Bay Entr Ch LB 11    0.9 kn (E), 54.0°T Galveston Channel, .. 0.6 kn (E), 91.0°T

```

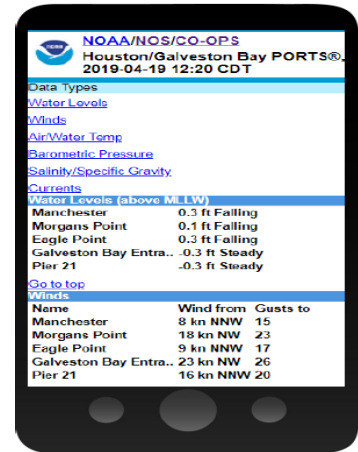


圖 24 氣、海資訊

行通過橋梁時，常會利用空氣柱測距感應器(air gap sensor)來推斷船艇與橋梁的高度，避免碰撞情形發生，如圖 25；另航行的艦船艇得知的氣、海象資訊，不僅來自海上的資訊，更來自從海底至高空的資料，可有效避免擱淺、碰撞、人員傷亡及減少因碰撞等所造成的油汙，從 1991 年至 2018 年為止，總共建置 33 座海洋即時監測系統，並分布於 75 個主要港口，分布圖如圖 26，建置的地區如圖 27，並根據美國國家海洋暨大氣總署統計建置海洋即時監測系統之後統計，有效減少意外事件，包含擱淺案件減少 59%、因碰撞等原因產生損害減少 37%、受傷人數減少 45%、死亡人數減少 60%、因碰撞等所造成的油汙減少 21%，並根據美國陸軍工程部、美國海岸防衛隊等資料統計，如圖 28，碰撞率減少 39.4%、相撞率減少 62.6%、擱淺率減少 20.3%、整體減少 43.9%，因此可得知海洋即時監測系統能有效維持航行安全，進一步提升執勤成效。



圖 25 空氣柱測距感應器



圖 26 海洋即時監測系統分布圖

TAMPA	Tampa Bay, FL	1991	August	1
NY/NJ	New York/New Jersey Harbor	1994	July	2
SAN FRANCISCO	San Francisco Bay	1995	July	3
GALVESTON	Houston/Galveston Bay	1996	July	4
NARRAGANSETT	Narragansett Bay	2000	July	5
LA/LB	Los Angeles/Long Beach	2001	July	6
SOO LOCKS	Soo Locks	2001	June	7
ANCHORAGE	Port of Anchorage	2002	July	8
DELAWARE	Delaware River and Bay	2002	July	9
CHESAPEAKE	Chesapeake Bay - North and South	2003	July	10
TACOMA	Tacoma	2003	July	11
NEW HAVEN	New Haven	2004	July	12
COLUMBIA	Lower Columbia River	2005	July	13
MOBILE	Mobile Bay	2007	December	14
GULFPORT	Gulfport	2008	June	Removed
PASCAGOULA	Pascagoula	2008	August	15
MISSISSIPPI	Lower Mississippi River	2009	October	16
LAKE CHARLES	Lake Charles	2009	May	17
SABINE-NECHES	Sabine-Neches	2010	May	18
CHERRY POINT	Cherry Point	2010	November	19
HUMBOLDT	Humboldt Bay	2012	July	20
NEW LONDON	New London	2012	December	21
CHARLESTON	Charleston Harbor	2013	May	22
JACKSONVILLE	Jacksonville	2014	June	23
MORGAN CITY	Morgan City	2015	May	24
PORT FOURCHON	Port Fourchon	2015	July	25
SAVANNAH	Savannah	2016	July	26
CAPE COD	Cape Cod	2016	July	27
CUYAHOGA	Cuyahoga River	2016	August	28
MATAGORDA	Matagorda Bay	2017	October	29
MIAMI	Miami	2018	January	30
EVERGLADES	Port Everglades	2018	February	31
CORPUS CHRISTI	Corpus Christi Bay	2018	May	32
TOLEDO	Toledo	2018	August	33

圖 27 海洋即時監測系統建置地區

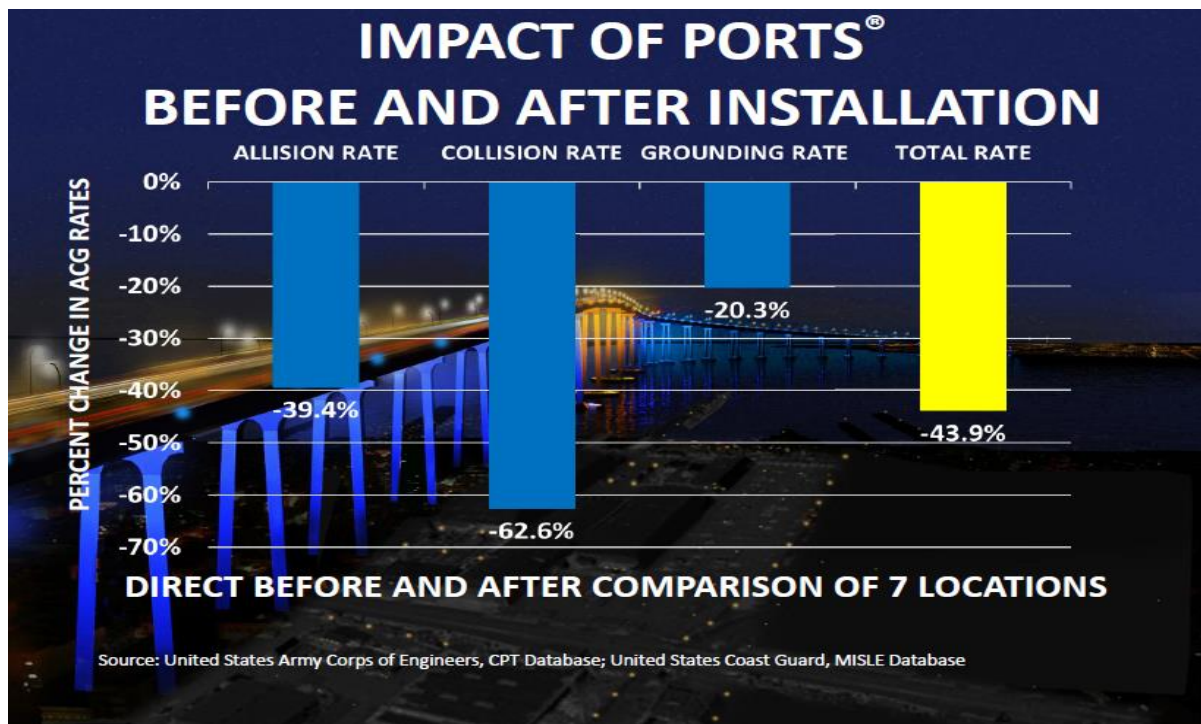


圖 28 海洋即時監測系統安裝前後之影響

有關本署執行各項救生救難任務時，將會運用美國海岸防衛隊所提供的搜救優選規劃系統(Search And Rescue Optimal Planning System, SAROPS)進行模擬，並執行搜救任務；搜救優選規劃系統為一套整合各種原件以完整提供搜救規劃的系統。系統原件包含地理資訊系統(GIS)、精簡版共同繪圖架構(CMF-L)、ArcMap 以及搜救工具列(SAR Tools)。搜救優選規劃系統為專門設計用於模擬遇險前之情境與遇險後之搜尋目標的漂流軌跡，以及利用可取得的搜救資源為基礎，建立具備最大成功率(Possibility of Success, POS)的搜尋計畫。其中 ArcMap 為搜救優選規劃系統所使用之電子繪圖系統，將地理資訊系統(GIS)顯示於桌面並進行繪圖作業；ArcMap 提供使用者所需之工具，以利將資訊標註於地圖上，並以最佳的方式顯示。地理資訊系統(GIS)為地理環境製圖程式，係為修改 ArcMap 地圖的執行工具。換言之，它可以提供使用者全世界之地圖，以檢視搜尋計畫、各式圖層、電子海圖及地圖、航線、標記，以及其他相關資訊；CMF-L(Common Mapping Framework - Lite)為專為海岸防衛隊使用所設計之精簡版共同繪圖架構。它優化使用者介面，除去原本 ArcMap 繁瑣的功能，並提供搜救規劃者進行搜救計畫之特別需求。它亦提供基本的地圖資訊及相關工具，以利海岸防衛隊建立海上漂移計畫。此外，它可協助本署勤務指揮中心研判並對救援任務實施相關決

定；環境資料伺服器 (Environmental Data Server, EDS)，提供各種的環境資料，包括岸際與離岸的風、流資訊；搜救工具列(SAR Tools)則為一獨立的運用程式，目的在於統合搜救優選規劃系統及精簡版共同繪圖架構的搜尋規劃工具。

在操作搜救優選規劃系統上，可選擇地圖圖層，包含初始地圖(CMF Base Map)、海底地形圖(Ocean Base Map)、航空圖(Aeronautical Chart)、地形圖(Topographic Maps)、世界影像圖(World Imagery)；並在模擬模式 Sim Mode 方面可選擇一般 Normal(5000 個粒子，Fast 是 2500 個粒子，Comprehensive 是 10000 個粒子)；針對海岸線也具有不同類型的選擇，包含流動的 Slipery 是指岩岸，粒子會往返反彈滑動；黏滯的 Sticky 是指沙岸，粒子會停滯、停留不動，Both 是指皆有可能各 50%；針對搜索的目標也設定不同類型，例如為 10 人座救生筏、有錨、有屋頂等等，搜救優選規劃系統可模擬遇險目標的漂流情形。

但從實際案例研析得知，漂流模擬與實際情形仍有出現些許落差，經過與美國國家海洋暨大氣總署所屬機關海洋事務產品與服務中心(Center for Operational Oceanographic Products and Services, Coops)海洋部門的海洋模式團隊討論及研析後(海洋事務產品與服務中心組織架構圖如圖 29)，雖然在參數的設定上、程式碼撰寫及相關技術涉及機密，無法於文中一一陳述，但可針對以下幾個部分持續精進及探討；首先雖然搜救優選規劃系統包含氣、海象等資訊，但對於臺灣沿海複雜的地形參數及即時氣、海象資料掌握度仍可持續增加精確度，因搜救優選規劃系統並無臺灣近岸精細的地形參數，因此在模擬搜救任務時，對於近岸的模擬易出現誤差，建議可與友軍等相關單位取得地形及水深資料，並將相關資料格式化，以符合搜救優選規劃系統，進一步將資料輸入至搜救優選規劃系統作為資料庫，以提升初始場及資料庫的準確度；另在於能否取得事故發生地區的即時風場和流場等相關氣、海象資訊扮演重要的條件，其中包含觀測資料(包括海面水溫、氣溫、能見度、浪高、潮汐、海流等)和數值模式產品(網格分割)。

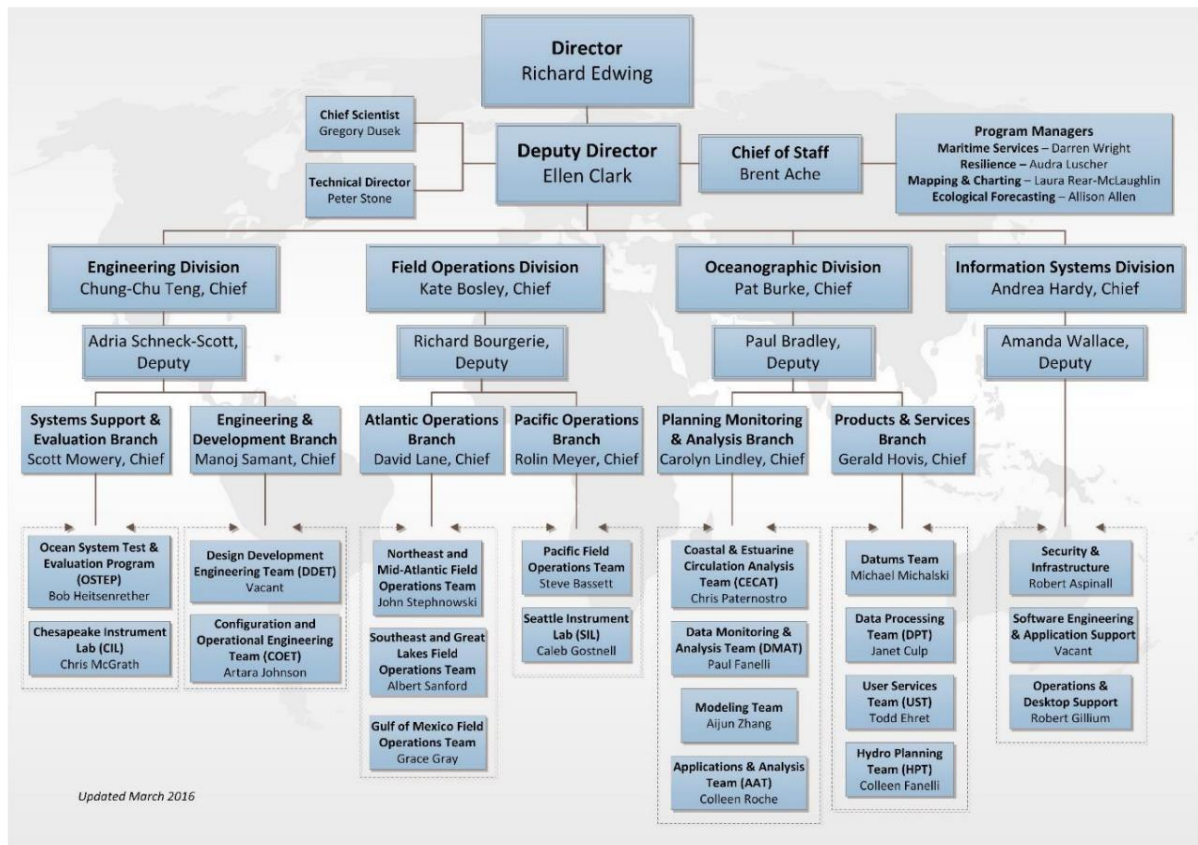


圖 29 海洋事務產品與服務中心組織架構

高解析數值模式產品則由作業化預報模式產出，其中搜救優選規劃系統主要是運用混合坐標海洋模式（HYCOM, hybrid coordinate ocean model）和美國海軍實驗室（Navy Research Laboratory）的近海模式；美國國家海洋暨大氣總署氣、海象模式團隊認為搜救優選規劃系統中混合坐標海洋模式在網格的分割範圍較大，但發生救生救難事件的海域區域相對來說較小，雖然可掌握整體流場的趨勢，但建議除了運用全球模式做為初使場外，應客製化或使用網格切割較為精細的氣、海象模式，做進一步分析模擬，因網格太大，對於近岸或小尺度搜救不易準確掌握，若初始場不夠準確，易造成後續模擬漂流準確度降低，並隨著天數增加，將容易對漂流等模式模擬誤差越大，進而影響整體搜救判斷及成效。

近年來美國海岸防衛隊透過整合性海洋觀測系統（IOOS, Integrated Ocean Observing System）供應最近時的作業化環境資訊產品，納入搜救優選規劃系統中；另因許多救生救難案件發生於岸際及出海口，在整體潮汐等海流的掌握度相對重要，美國國家海洋暨大氣總署模式團隊指出，他們在分析及模擬阿拉斯加東部海域潮汐變化

時，會運用潮汐構成及內插法做整合(TCARI, Tidal Constituent And Residual Interpolation)，以提供模式模擬相關的參數，如圖 30，先將選取的範圍進行各測站潮汐基準的判定；其中每個三角形所連結的點包含重力位內差的結果，稱德勞內三角化方法(Delaunay triangulation Method)，如圖 31；進而做重力位分析，如圖 32；最後得知相關參數，如圖 33；因此搜救優選規劃系統在潮汐部分，也可運用上述相關的內插法進行河口等地區海流模擬，並將潮位站實測資料進行模擬比對，以提升模式對於潮汐的掌握度。

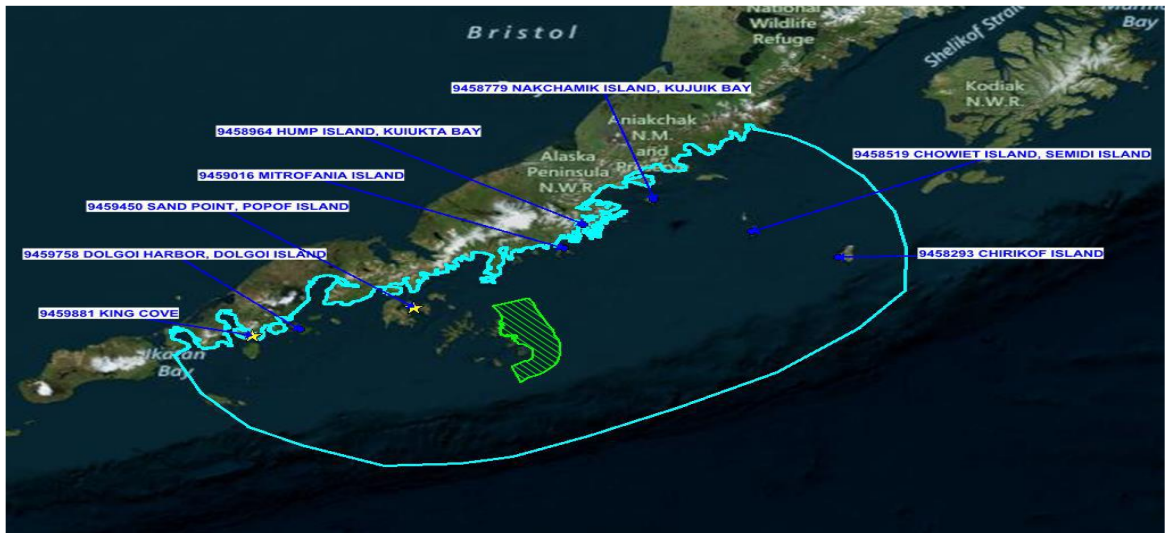


圖 30 TCARI, Tidal Constituent And Residual Interpolation

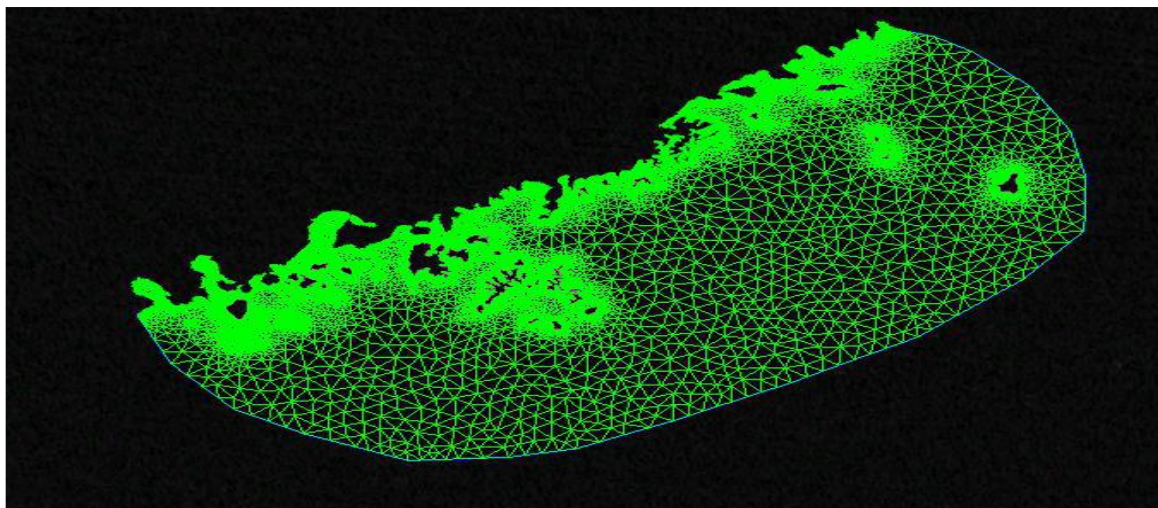


圖 31 Delaunay triangulation Method

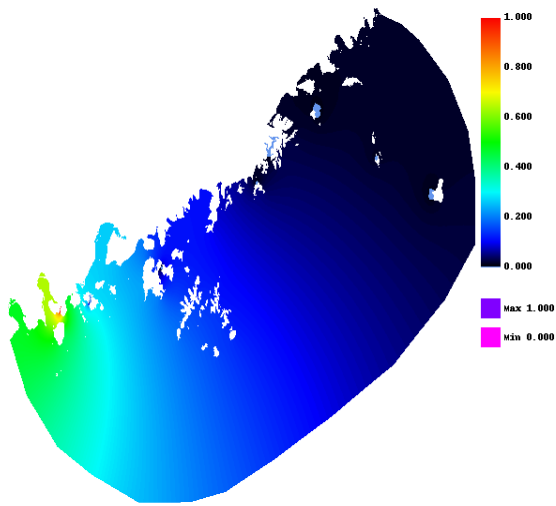


圖 32 重力位分析

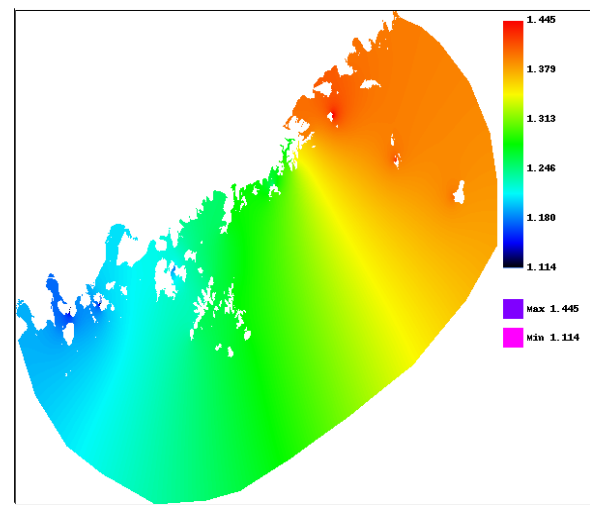


圖 33 相關參數

在海表面地形(TSS, topography of the Sea Surface)定義上，是運用相對於當地平均海平面(LMSL, local mean sea level)的 1988 年北美垂直基準海平面地形(NAVD88, the North American Vertical Datum of 1988)，如圖 34，該網格的正值表示高於當地平均；現今美國國家海洋暨大氣總署正在針對下一代海表面地形(TSS)進行研發模擬，例如在

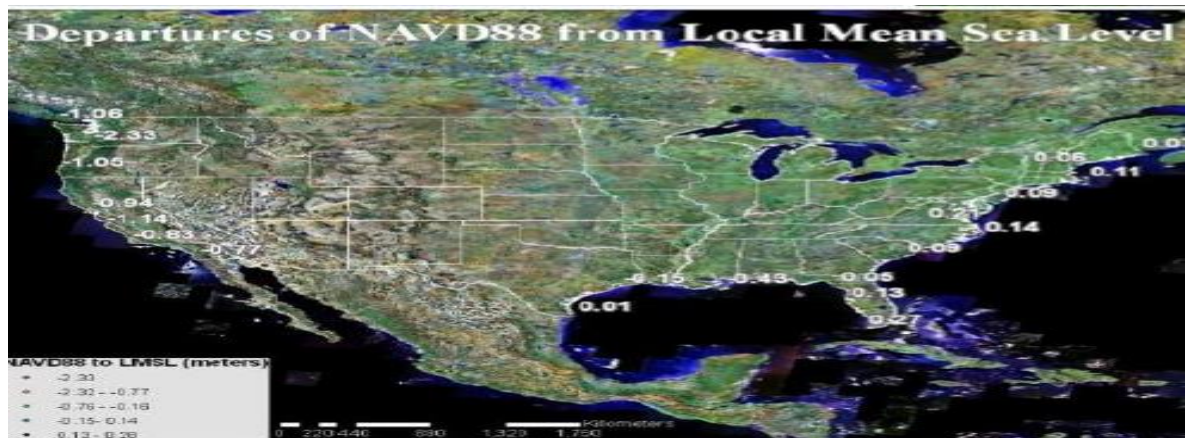


圖 34 NAVD88

西岸某一沿海地區，目前只有 8 個潮位站進行海表面地形校正，如圖 35，進一步發展運用譜段中的紅譜段(610-680nm)來提供作物識別、裸露土壤和岩石表面的情況，如圖 36，紅色點代表紅譜段，黃色點代表潮位站，並將 0.001 度的網格輸入至海表面地形(TSS)進行模擬，提升整體的精確度，如圖 37，對於在內插及轉換中產生的不確定值如圖 38，藉由系集預報進行模擬，以減少誤差值；建議未來美國國家海洋暨大氣總署研發模擬及校正後，透過相關合作，將地形的相關技術及參數運用於本署搜救優選規劃

系統上，若初始場的參數能夠越精確，將有利於增進救生救難任務整體之成效。

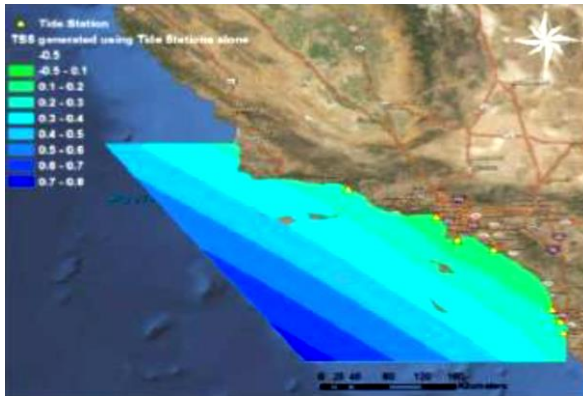


圖 35

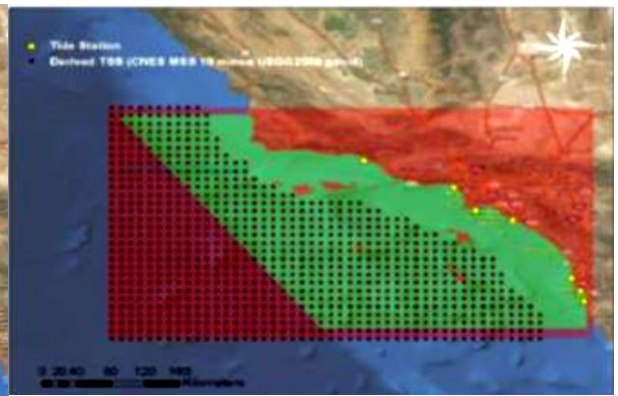


圖 36

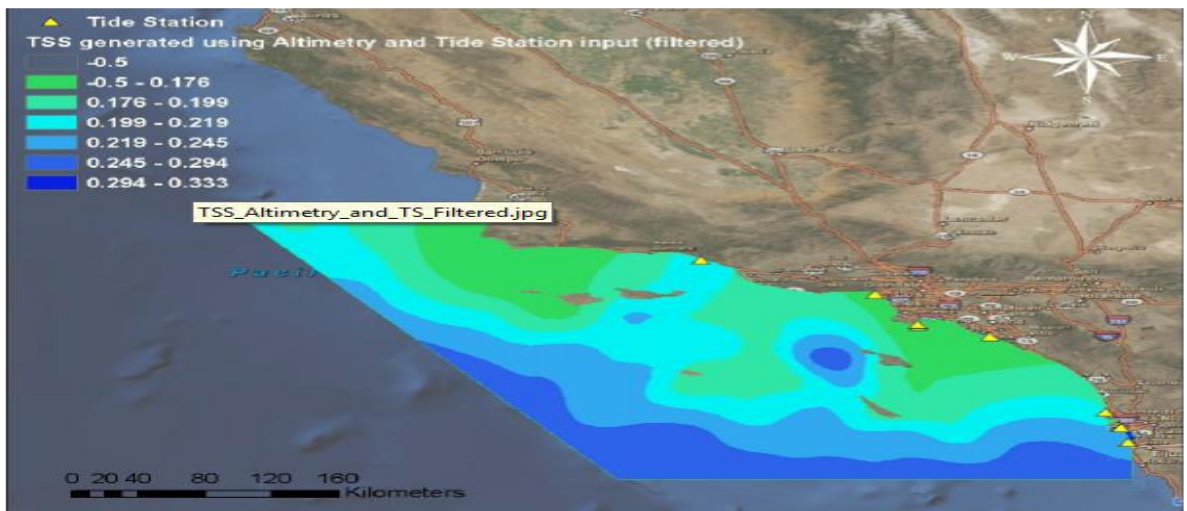


圖 37

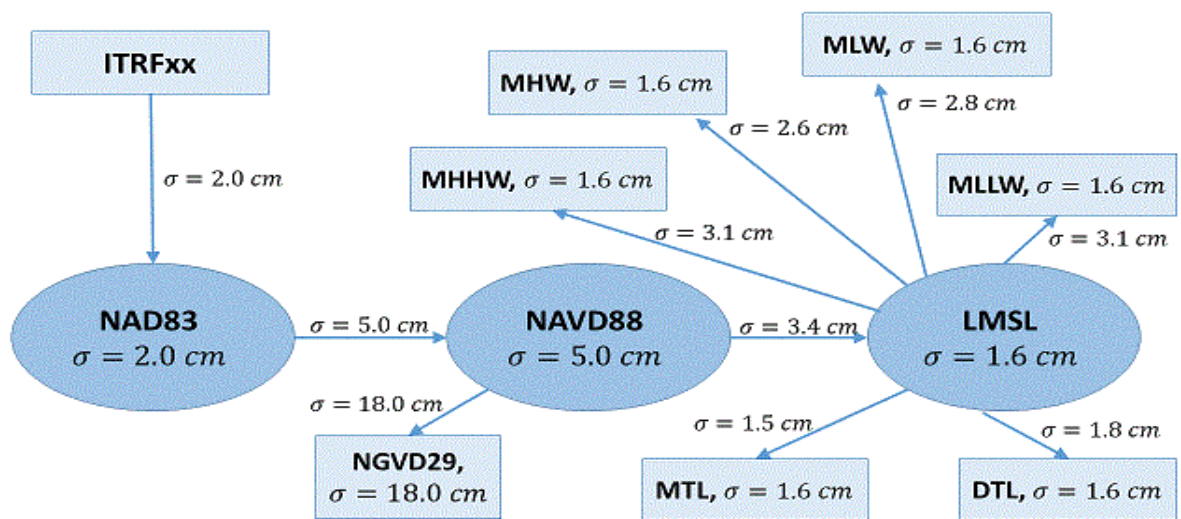


圖 38

另外美國國家海洋暨大氣總署針對潮汐基準及流體動力模式提出說明，首先美國國家海洋暨大氣總署運用測深法於切割後之網格上，如圖 39；潮汐的基準場則是取自於先進的海流流動模式(ASCIRC, Advanced Circulation Model)，並與美國國家海洋暨大氣總署全球系統研究實驗室中的系集電腦進行模擬分析，如圖 40；並運用潮汐構成及內插法(TCARI, Tidal Constituent and Residual interpolation)進行空間上內差的誤差，如圖 41；進一步將結果運用於基準海洋網格上，並進行比對分析，如圖 42；如此一來能較為精確的預測潮汐。

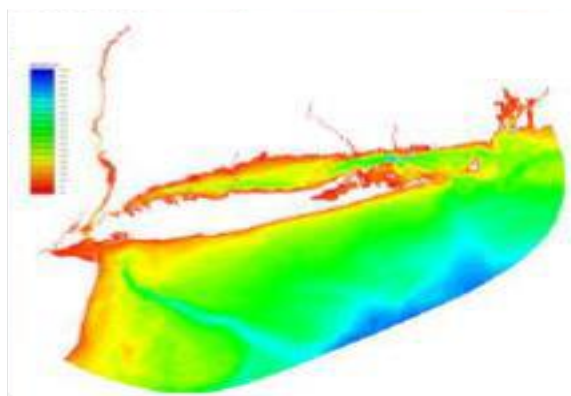


圖 39 測深法運用於切割後之網格

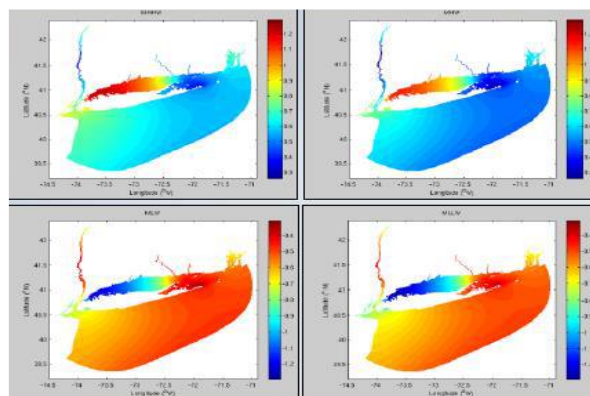


圖 40 ASCIRC

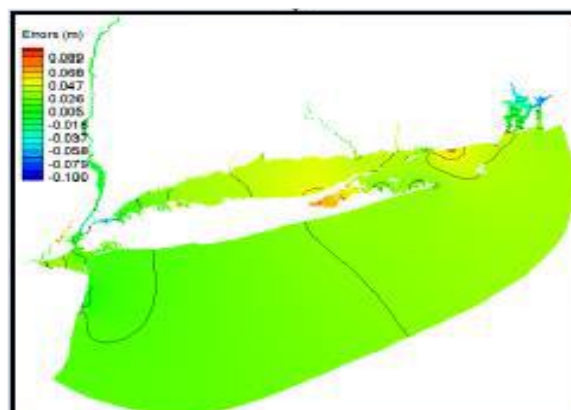


圖 41 TCARI

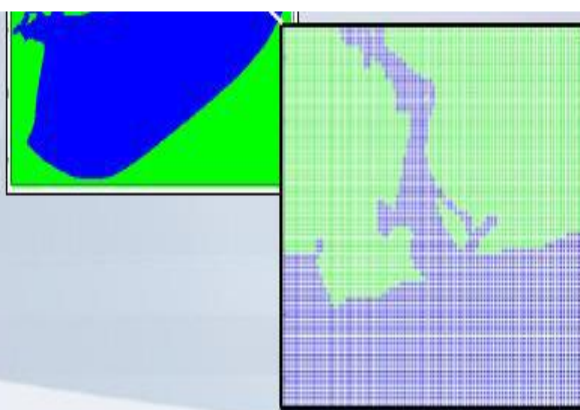


圖 42 進行比對分析

針對美國國家海洋暨大氣總署的組織架構上，包含美國國家氣象局（National Weather Service；NWS）、美國國家海洋局（National Ocean Service；NOS）、美國國家海洋漁業局（National Marine Fisheries Service；NMFS）、美國國家環境衛星、數據及資訊服務中心（National Environmental Satellite, Data and Information Service；NESDIS）、海洋及大氣研究中心（Office of Oceanic and Atmospheric Research；OAR）、

規劃、計劃和綜合處（Office of Program Planning and Integration；PPI）及國家海洋暨大氣總署軍官隊（National Oceanic and Atmospheric Administration Commissioned Officer Corps, NOAA Corps），此單位與美國陸軍、海軍、空軍、陸戰隊、海防隊、美國公共衛生隊（United States Public Health Service Commissioned Corps）一樣必須穿軍服，是美國政府裡七個必須穿軍服的單位，因此在執行各項生態系統、氣候、氣象、海象、商業和運輸等等方面的任務時，有相關背景的氣象及海象人員組成專業團隊，提供氣、海象預報的數據，包括風暴、乾旱和洪水的等等資料，並進一步了解氣候的變化，包括全球氣候的變化和聖嬰現象，以因應各項災害，採取適當的對策及作為；另本署主要為執行「海域治安」、「維護漁權」、「救生救難」、「海洋保育」及「海洋事務」五大核心任務的實務單位，主要配置分別為關務體系、警察體系及一般海事院校體系，大多的背景來自法律及海洋相關科系，但並無像美國國家海洋暨大氣總署編制龐大的氣、海象團隊作為後盾，因此美國國家海洋暨大氣總署建議除了與中央氣象局保持密切聯繫外，建立合作機制，另應針對本署的人員提供基本氣海象教育訓練，能夠判讀相關的氣象資訊，並理解其資訊所代表的含意，以先期規劃相關勤、業務，作為執行五大核心任務的參考依據，最重要的是能夠維持各艦船艇及岸際人員航行、人員及物品的安全，進一步培育氣、海象專業人員，以掌握各海域相關氣象資訊。

參、心得及建議

一、心得

近年來氣候變遷問題日益嚴重，極端天氣發生的頻率增加，另臺灣周邊海域海象瞬變，風浪強大，影響航安的天氣因素及風險增加，包含東北季風時強風及大浪、鋒面影響時霧、強陣風及豪雨(梅雨)、西南氣流造成西南湧及豪雨(雷雨)、夏季熱帶系統所造成的強風、大浪及豪雨等等皆是執行海上任務應考量的部分。

本署為海洋漁業資源維護、海洋非生物資源維護、海上災害防救以及周遭海域潛在國安危機等首要機關，在執行「海域治安」、「維護漁權」、「救生救難」、「海洋保育」及「海洋事務」五大核心任務時，氣海象天氣預報及觀測扮演非常重要的角色，藉由至美國國家海洋暨大氣總署參訪學習，瞭解美國國家海洋暨大氣總署的組織架構、設備、人員培育及如何有效提供實用的氣海象資訊，讓實務單位能在安全的條件下執行各項任務。

在參訪期間，參加了許多美國國家海洋暨大氣總署美國國家氣象局及海洋事務產品與服務中心的會議，如圖 43，也參觀各項儀器的演變歷史，如圖 44，各氣、海象專家除了介紹國家海洋暨大氣總署在美國各部會所扮演的角色、如何運用各項科技裝備，提供各單位實用的氣、海象資料，更針對模式參數、程式碼撰寫等技術上提供指導及討論，不僅讓我能夠學習到許多氣、海象知識，更能以理論為基礎，進而運用到

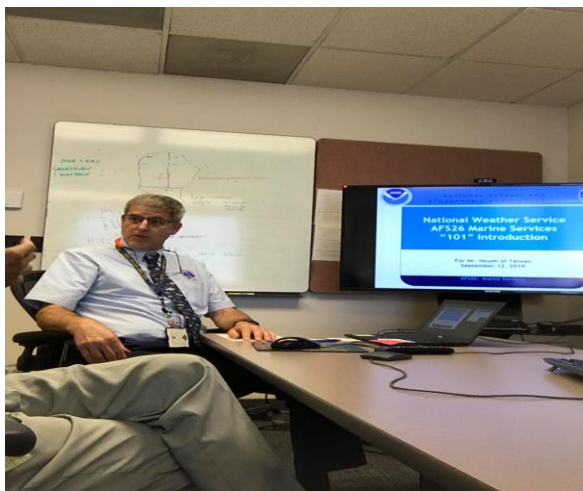


圖 43



圖 44

實務上。

其中最令我印象深刻的部分是至美國國家氣象局參加氣海象的預報檢討會及實地至氣象站及潮位站實際操作，在氣海象預報檢討會上，會先由氣象人員作災害天氣的評估及研判，例如颶風等，再依序針對各州的天氣概況做預報，在這預報檢討會上，不僅會運用各國的氣象模式做分析，更適時針對模式做驗證及校正，以提升預報的準確度，最後由主管級的長官做結論後，相關資料做成各單位所需的客製化產品，以因應各實務單位的需求；另有關氣象站及潮位站實際操作部分，由專業的人員實施講解，介紹各項儀器的功能及如何運作，如圖 45 及圖 46，能夠讓我直接操作，瞭解整體的運作架構。



圖 45



圖 46

每當踏入美國國家海洋暨大氣總署的門口前，都會看到一個明顯的地標，如圖 47，為一隻手，上面有許多飛行的鳥類，這常常讓我感覺人類能夠運用科技的進步，掌握氣象及海象的變化，但卻不意味著能夠戰勝上天，而是以一個和平共處的方式存在著，換言之，本署在執行勤務及任務時，應先期掌握天氣變化，彈性調度艦船艇，維持航行安全。



圖 47

在美國國家海洋暨大氣總署參訪期間也很榮幸以本署的身分與海洋事務產品與服務中心執行長 Richard Edwing 進行會面，並討論美國國家海洋暨大氣總署未來相關的展望，及本署在實務上能夠努力的方向，其中在談話過程中最令我印象深刻的是執行長與我分享的一句話:「if the plan doesn't work, change the plan but never the goal.」這句是 Henry Ford 的一句名言，主要是說如果計畫不可行，改變計畫，但不可以改變目標，執行長陳述曾經執行許多氣、海象相關的計畫，但並不是每一個計畫都能順利去執行，往往會遭遇到一些難題，但目標永遠不能去改變，與我共勉之。



圖 48 與美國國家海洋暨大氣總署執行長合影

最後我覺得這次參訪讓我學習到很多，除了氣、海象知識，更能接觸到來自不同領域的專家學者，除了有利於提供本署在運用氣海象之目標與政策，進一步提升人員整體氣象素質，以面對未來更為險峻的海上執法環境，最重要的是能秉持「維持航安、人安及物安」的原則，完成各項工作及任務。

二、建議

本署職司海域治安等五大核心任務，在執行各項任務時，應參考及有效運用氣海象資料，文中提及的臺灣周邊海域海流概況及航行需特別注意的地方，可提供各單位做為勤、業務的參考；另因本署並無像美國國家海洋暨大氣總署相關的氣象團隊，而是屬於實務運用的單位，因此建議本署與中央氣象局持續簽訂合作備忘錄 (Memorandum of understanding, MOU)，以有效提供實務氣海象資訊；氣象資訊之正確性及即時性，對海巡署勤務上有著舉足輕重的角色，除輔助本署勤務執行外，亦提供更具參考價值之海氣象資訊。

其中可參考美國國家海洋暨大氣總署建置之海洋即時監測系統 Physical Oceanographic Real time System (PORTS®)，但因涉及的層面較廣，可作為遠程規劃，與各部會持續簽訂相關合作備忘錄，從各項儀器的建置、艦船艇資料連結及建立海洋資料庫，進一步完成屬於本署的海洋即時監測系統，以有效降低危安因子，維持航安、人安及物安。

本署在執行各項救生救難任務時，會運用美國海岸防衛隊所提供的搜救優選規劃系統(Search And Rescue Optimal Planning System, SAROPS)進行模擬，提供各單位搜救的方向，並執行相關的搜救任務，但在準確度上仍可持續精進，例如文中提及地形、潮汐、模式切割的網格大小等部分，可與友軍相關單位協調聯繫，簽訂合作備忘錄，提供較為精細的地形、水深等參數至搜救優選規劃系統，進一步提升漂流準確度，並與政府相關執行救生救難的單位持續交流精進，另藉由與中央氣象局合作，除了請中央氣象局提供符合搜救優選規劃系統格式的相關氣海象參數外，並可建立一套專屬本署之客製化漂流模擬系統，進一步利用實際案例與搜救優選規劃系統及實際搜救結果相互比對及校正，以提升搜救成效。

在本署氣象人員培育上，建議本署同仁可多參與中央氣象局相關氣、海象基礎的研討會，以增進氣、海象基本的知識，以利正確判讀氣象資料；遠程計畫建議培育氣、海象相關背景知識人員，並參考中央氣象局及美國國家海洋暨大氣總署成立 24

小時氣象監控席位，以利即時掌握各海域氣、海象資訊，進一步維持航安、人安及物安。

肆、 參考文獻

網站: 美國國家海洋暨大氣總署官方網站, 網址:

<https://www.noaa.gov/about/organization>