OAC-STCE-108-0003 (委託研究報告)

海洋科技發展中長期計畫先期規劃研究

(成果報告)

海洋委員會委託研究

中 華 民 國 108 年 12 月

「本研究報告僅供海洋委員會施政參考，並不代表該會政策，該會保留採用與否之權利。」

OAC-STCE-108-0003

海洋科技發展中長期計畫先期規劃研究

成果報告

海洋委員會

OAC-STCE-108-0003 (委託研究報告)

海洋科技發展中長期計畫先期規劃研究

(成果報告)

受委託單位：財團法人成大研究發展基金會

研究主持人：郭玉樹

協同主持人：蕭士俊、黃清哲、董東璟、張　懿、陳佳琳、李心平、劉家瑄、蘇志杰、許鶴瀚

研究期程：中華民國 108 年 3 月至 108 年 12 月

研究經費：新台幣 1,956,000 元整

海洋委員會委託研究

中 華 民 國 108 年 12 月

「本研究報告僅供海洋委員會施政參考，並不代表該會政策，該會保留採用與否之權利。」

目次

目次 II
表次 VI
圖次 VIII
提要 XII
第一章 前言 1
第一節 計畫緣起與目的 1
一、計畫緣起 1
二、計畫目的 1
第二節 計畫關鍵問題分析 2
第三節 計畫執行架構 4
第二章 臺灣海洋科技發展研析 6
第一節 擬定海洋科技類別劃分 6
第二節 蒐集及歸納近 5 年國際海洋科技各類發展情勢 9
一、海洋科學與資訊 9
二、海洋生態與保育 21
三、海洋產業與工程 33
四、海洋資源與能源 49
第三節 盤點臺灣近 5 年海洋科技各類發展成果 89
一、海洋科學與資訊 89
二、海洋生態與保育 97
三、海洋產業與工程 113
四、海洋資源與能源 129
第四節 盤點各部會海洋科技發展執掌 155
一、農委會 157
二、交通部 157
三、經濟部 158
四、內政部 160
五、科技部 161
六、海洋委員會 161
第五節 盤點海洋科技涉及相關法規 163
一、海洋產業、娛樂漁業、海洋及能源 163
二、海洋環境、海洋資源、海洋保育以及海洋污染 166
三、海域安全、海岸安全 173
四、海洋文化 174
五、海洋科學、海洋研究、海洋科技 176
六、海洋人力 178
七、海岸巡防機關 179

第六節 分析海洋委員會海洋科技發展競合 182
第三章 研擬海洋科技法令草案 184
第一節 海洋委員會推動學術與研究機構參與產業創新及研究發展補助辦法 185
第二節 海洋委員會協助產業創新活動補助及輔導辦法 186
第三節 海洋委員會科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法 187
第四節 海洋委員會海洋科技發展計畫研提及管考作業須知 188
第五節 海洋委員會海洋科技發展計畫審議會設置及作業要點 190
第六節 海洋委員會海洋科技發展計畫查核作業要點 191
第七節 海洋委員會海洋科技計畫產學合作實施要點 192
第八節 海洋委員會海洋科技創業投資計畫作業要點 193
第四章 研擬海洋科技中長程發展計畫 194
第一節 修正及撰寫 109 年中長程個案計畫內容 194
第二節 研擬 110 年海洋科技中長程計畫及總體說明 197
第三節 海洋科技專家會議辦理 198
第五章 南海科學及法政研析 200
第一節 蒐集及分類近 10 年國內外南海研究議題 200
一、國內南海科學研究議題 203
二、國外南海科學研究議題 212
三、國內外南海法政研究議題 227
第二節 研擬海洋委員會南海科學研究推展方向 249
第三節 研擬海洋委員會南海法政推展方向 253
第四節 以科研及法政推展方向提出立足南海方針 256
第六章 研擬臺灣海洋科技發展藍圖 258
第一節 海洋科研與技術發展(海洋政策白皮書第柒章草擬) 258
一、整合海洋科研資訊 258
二、完善海洋基礎調查 260
三、促進海洋產業升級 263
第二節 海洋科技發展藍圖 267
第七章 結論與建議 269
第八章 參考文獻 272
附錄 A 審查意見回覆 1
2019.02.26 評選意見回覆表 2
2019.05.09 期初審查意見回覆表 3
2019.07.29 期中審查意見回覆表 10
2019.11.22 期末審查意見回覆表 19
附錄 B 會議記錄 1
B-1. 「海洋科技發展中長期計畫先期規劃」期初報告書審查會 2

B-2. 「海洋科技發展中長期計畫先期規劃」期中報告書審查會.....8
B-3. 「海洋科技發展中長期計畫先期規劃」期末報告書審查會.....15

附錄 C 我國政府各部會近五年海洋科技發展計畫.....1
C-1 農業委員會.....2
C-1-1 農業委員會漁業署.....2
C-1-2 農業委員會水產試驗所.....2
C-2 交通部.....3
C-2-1 交通部運輸研究所港灣技術研究中心.....3
C-2-2 交通部中央氣象局.....5
C-2-3 交通部觀光局.....6
C-2-4 交通部航港局.....6
C-3 經濟部.....7
C-3-1 經濟部水利署.....7
C-3-2 經濟部技術處.....7
C-3-3 經濟部工業局.....8
C-3-4 經濟部能源局.....8
C-3-5 經濟部中央地質調查所.....9
C-3-6 經濟部國營事業委員會.....10
C-4 文化部文化資產局.....11
C-5 行政院原子能委員會.....11
C-6 行政院海岸巡防署.....11
C-7 科技部.....12
C-7-1 離岸風電相關.....12
C-7-2 海洋能及海洋科技相關.....15
C-8 海洋委員會.....18

附錄 D 海洋科技法令草案研擬.....1
D-1 海洋委員會推動學術與研究機構參與產業創新及研究發展補助辦法.....2
D-2 海洋委員會協助產業創新活動補助及輔導辦法.....7
D-3 海洋委員會科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法.....13
D-4 海洋委員會海洋科技發展計畫研提及管考作業須知.....19
D-5 海洋委員會海洋科技發展計畫審議會設置及作業要點.....22
D-6 海洋委員會海洋科技發展計畫查核作業要點.....24
D-7 海洋委員會海洋科技計畫產學合作實施要點.....27
D-8 海洋委員會海洋科技創業投資計畫作業要點.....29

附錄 E 109 年度科技發展計畫.....1
E-1 「洋流能關鍵技術開發與推動」中長程計畫.....1
E-2 「臺灣及南海海域資料收集調查與資料庫精進」中長程計畫.....1

附錄 F 110 年度科技發展中長程計畫.....1
F-1 「海洋永續環境資料庫之智慧加值應用」中長程計畫.....2

F-2 「海洋永續環境資料庫之智慧加值應用」中長程計畫專家諮詢會議 5

表次

表 1-1 本計畫各工項執行人力 5
表 2-1 國際海洋科技發展情勢彙整 7
表 2-2 IHO S-44 第五版國際水深測量之最低標準 13
表 2-3 衛星傳播的合成孔徑雷達(SAR)感測器之當前和未來[Merv et al. (2018)] 23
表 2-4 衛星遙測與雷達監測之比較 [Li (2016)] 24
表 2-5 自然海岸減災工法-硬性工法[Board (2014)] 33
表 2-6 自然海岸減災工法-柔性工法[Board (2014)] 33
表 2-7 世界主要深海區油氣資源量 67
表 2-8 離岸式風力發電機基礎型式適用水深及優缺點比較 77
表 2-9 世界現有離岸式風力發電場其水深及風速資料與基礎型式對照表 78
表 2-10 基礎型式與平均風速、水深之資料對照表 79
表 2-11 各國離岸風電示範計畫[陳芙靜(2017)] 79
表 2-12 NSTPE (能源國家型計畫離岸風力主軸計畫) v.s. ForWind v.s. RAVE Alpha Ventus v.s. We@Sea 研究方向比較 80
表 2-13 2019 至 2022 年間歐洲地區浮動式離岸風電推動岸統計[容丕達等(2017)] 84
表 2-14 海洋能總類及其特性 85
表 2-15 海潮流發電系統特性市場分析 88
表 2-16 內政部「基本測量及圖資測製實施計畫」歷年水深資料調查統計 89
表 2-17 國內各單位涉及海洋科學資料之資料庫與介紹網頁 94
表 2-18 海面油污遙測載具之比較[交通部運輸研究所(2019)] 99
表 2-19 國內海岸因應氣候變遷衝擊之相關研究 116
表 2-20 臺灣近 5 年水下考古各類發展計畫案 127
表 2-21 臺灣近 5 年海洋漁業各類發展計畫案 130
表 2-22 海洋漁業相關技術轉移成果表 131
表 2-23 臺灣近 5 年水產養殖相關各類發展計畫案 132
表 2-24 水產養殖相關技術轉移成果表 133
表 2-25 臺灣歷年來天然氣水合物研究與調查計畫列表 137
表 2-26 各類浮式基礎型式優缺點[容丕達等(2017)] 149
表 2-27 我國投入浮體式離岸風電相關計畫 150
表 2-28 我國政府涉海單位及相關業務 156
表 2-29 行政院農委會中程施政計畫海洋事務相關列表 157
表 2-30 行政院交通部中程施政計畫海洋事務相關列表 158
表 2-31 經濟部中程施政計畫海洋事務相關列表 159
表 2-32 內政部中程施政計畫海洋事務相關列表 161
表 2-33 科技部海洋科技相關學門及發展領域 162
表 2-34 各部會已投入之海洋科學研究方向及待補強缺口 182
表 3-1 「海洋科技發展中長期計畫先期規劃」規劃研擬之海洋科技法令草案 184
表 3-2 既有推動學術與研究機構參與產業創新及研究發展補助相關辦法 185
表 3-3 既有產業創新活動補助及輔導辦法相關規範 186

表 3-4 既有科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法相關辦法.....187
表 3-5 既有科技發展計畫研提及管考作業須知相關規範.....188
表 3-6 既有科技發展計畫審議會設置及作業要點相關規範.....190
表 3-7 既有科技發展計畫查核作業要點相關規範.....191
表 3-8 既有科技計畫產學合作實施要點相關規範.....192
表 3-9 既有科技創業投資計畫作業要點相關規範.....193
表 4-1 本計畫協助海洋委員會 109 年中長程個案計畫編修清單.....196
表 4-2 海洋科技專家諮詢顧問建議清單.....199
表 4-3 108 年 10 月 18 日海洋科技專家諮詢委員名單.....199
表 5-1 國內南海科學研究重點工作及議題盤點表.....205
表 5-2 國際南海科學研究重點工作及議題盤點.....213
表 5-3 國際領海基線劃設方式案例列表.....240

圖次

圖 1-1 海洋委員會組織架構圖 2
圖 1-2 中長程發展個案計畫規劃推動步驟 3
圖 1-3 我國中長程個案計畫審議流程 3
圖 1-4 「海洋科技發展中長期計畫先期規劃」計畫架構圖 4
圖 2-1 全球海底地形以 30 弧秒解析度呈現概況 10
圖 2-2 衛星測高[NOAA/Scripps Institution of Oceanography] 11
圖 2-3 MD 公司結合各種尺度的海床測繪工具合併開發軟體以利分析應用 [http://www.meridata.fi/mdps.shtml] 11
圖 2-4 GEBCO 自 1903 年以來描繪大西洋中段水深資料的沿革與進展 12
圖 2-5 GEBCO 官網提供 15 弧秒的高解析度水深(GEBCO_19)數位及圖檔 12
圖 2-6 單音束剖面及多音束系統施測示意圖[Hell(2009)] 14
圖 2-7 側掃聲納影像圖[http://gashydrate.moeacgs.gov.tw/tw/2012-2015/deeptowA.htm] 14
圖 2-8 自主式(AUV)及遙控式(ROV)水下載具示意圖 [http://oceanexplorer.noaa.gov/] 15
圖 2-9 AUV 慣性導航定位系統與都卜勒流速儀修正定位誤差結果[馬玉芳等(2015)] 16
圖 2-10 世界海洋資料庫 WOD18(2018.09.20 發布之最新版本) 17
圖 2-11 美國國家浮標資料中心浮標及海岸觀測站位置 17
圖 2-12 美國國家浮標資料中心歷史及即時觀測資料 18
圖 2-13 IFREMER 全球鹽度分佈資訊(2019.06.11 發布版本) 18
圖 2-14 British Oceanographic Data Centre 資料查詢、上傳與申請網頁 19
圖 2-15 日本海洋資料中心資料以地理資訊系統為核心的資料查詢方式展示 19
圖 2-16 韓國海洋資料中心資料以列表方式的資料查詢方式展示 20
圖 2-17 中國海洋科學大數據中心網頁之首頁 20
圖 2-18 荷蘭國家海洋資料中心網頁之首頁 21
圖 2-19 美國路易斯安那的複合式海岸防禦策略[Board (2014)] 34
圖 2-20 不同海嘯源對於核電廠抽水結構物的危害度曲線[PG&E (2010)] 35
圖 2-21 美國奧勒岡州錫賽德機率式海嘯危害度分析[FEMA-P646(2008)] 36
圖 2-22 海岸韌性流程與概念圖[NOAA(2015)] 37
圖 2-23 日本仙台市的防災環境都市政策發展方圖 37
圖 2-24 風暴潮潛勢評估示意圖(資料來源：NOAA) 40
圖 2-25 2018.10 颶風侵襲美國期間海岸溢淹警示系統顯示海岸溢淹潛勢圖 40
圖 2-26 NOAA 開發線上海事計畫管理工具使用介面 41
圖 2-27 2010.02 智利海嘯波高分布預報 42
圖 2-28 日本海嘯監測站分布圖 43
圖 2-29 日本 JAMEST 自行開發潛水艇 46
圖 2-30 日本 JAMEST 研發底質採樣系統示意圖 46
圖 2-31 無電纜水下載具與生物採集設備裝置 47

圖 2-32 FIU-Aquarius 水下實驗室 48
圖 2-33 水肺潛水 48
圖 2-34 全球海洋礦物資源分布區域[Hannington et al. (2017)] 52
圖 2-35 全球賦存多金屬結核分布區域[Kuhn et al. (2017)] 54
圖 2-36 全球賦存多金屬結核區域之平均豐存度[Hein and Petersen (2013)] 54
圖 2-37 Clarion-Clipperton Fracture Zone 多金屬結核探勘區(黃色框線) 55
圖 2-38 大西洋富鈷結殼資源潛能分布區域[Halbach et al. (2017)] 56
圖 2-39 印度洋富鈷結殼資源潛能分布區域[Halbach et al. (2017)] 56
圖 2-40 太平洋富鈷結殼資源潛能分布區域[Halbach et al. (2017)] 57
圖 2-41 全球海床熱液系統及相關礦床分布圖[Hannington et al. (2017)] 58
圖 2-42 國際海床管理局通過之俄羅斯大西洋熱液硫化物探勘許可場址 58
圖 2-43 國際海床管理局通過之法國大西洋熱液硫化物探勘許可場址址 58
圖 2-44 國際海床管理局通過之中國印度洋的熱液硫化物探勘許可場址 59
圖 2-45 國際海床管理局通過之韓國印度洋的熱液硫化物探勘許可場址 59
圖 2-46 沖繩海槽熱液場址分布[Ishibashi et al. (2015)] 60
圖 2-47 2017 年日本成功以採礦機器於沖繩外海深海海床提取塊狀硫化物 60
圖 2-48 天然氣水合物分布圖 61
圖 2-49 日本 16 年期之 MH21 計畫初始設計規劃 62
圖 2-50 國際海域、永凍層及科學鑽井工作對天然氣水合物開發與研究進展 63
圖 2-51 各國家執行天然氣水合物研究之主要單位、計畫、面向與工作地點 64
圖 2-52 韓國天然氣水合物三期工作之規劃 65
圖 2-53 中國天然氣水合物第二次鑽井成果於國際上之報導[Fire in the Ice] 66
圖 2-54 全球不同能源於不同年代之使用比例 67
圖 2-55 全球各地含油氣的海洋沉積物分布概況[Fleischer et al. (2001)] 68
圖 2-56 世界上常見之海上石油天然氣開採作業平台[Sherif (2016)] 69
圖 2-57 南中國海的油氣田分布概況[Hossain (2017)] 70
圖 2-58 著重海域 3 維震測探勘高效率化之震測探勘船隻設計 70
圖 2-59 風能評估流程圖[陳美蘭(2014)] 72
圖 2-60 KAMM/WAsP Method[Rathmann et al.(2001)] 74
圖 2-61 離岸式風力發電機基礎型式[郭玉樹(2014)] 75
圖 2-62 浮體式離岸風電主流水下基礎技術示意圖[修改自 DNV GL(2014)] 84
圖 2-63 全球海洋能源發展現況[IEA-OES (2014)] 86
圖 2-64 臺灣沿海船載測深與 GTOPO30 地形數據結合之 500m 網格的 DEM 90
圖 2-65 臺灣西南海域海底地形與蘊藏天然氣水合物底部深度分布[Liu et al. (2006)] 90
圖 2-66 科技部海洋學門資料庫所提供之數位水深分布圖 92
圖 2-67 AUV 於臺灣西南海域收集的高精密海床調查資料成果[Chen et al. (2017)] 92
圖 2-68 科技部海洋學門資料庫首頁 93
圖 2-69 NEP II 地熱與天然氣水合物主軸中心資料庫天然氣水合物分項資料庫 96
圖 2-70 內政部我國海域水深資料蒐集及整理工作 2004~2019 年資料分佈圖 96

圖 2-71 台灣海洋科技研究中心所規劃之海洋資料庫架構(目前仍多屬建置之階段).....97
圖 2-72 海洋污染事件分類和責任機構.....98
圖 2-73 我國沿海地區清理計畫之結果[中華民國環境保護統計年鑑(2003-2013)].....101
圖 2-74 我國海洋廢棄物來源分析.....102
圖 2-75 我國北部海洋垃圾(a)、(b)、(c)類別來源的組成[Kuo et al.(2014)].....103
圖 2-76 “海洋污染控制法”之框架.....105
圖 2-77 颱風波浪風險地圖.....113
圖 2-78 臺東海岸公路浪襲預警系統架構圖.....114
圖 2-79 核三廠廠區附近海域之海嘯波高危害度曲線.....114
圖 2-80 年超越機率 0.2%之海嘯最高水位分布.....115
圖 2-81 海嘯危害度曲線.....115
圖 2-82 海岸災害風險分級圖 (左圖：現況，右圖：目標年(氣候變遷條件)).....116
圖 2-83 上高屏峽谷上兩個地質剖面儀聲納剖面位置.....118
圖 2-84 小琉球附近海床因 2006 年屏東地震所引起的海底山崩[Hsu et al.(2008)].....119
圖 2-85 地質剖面儀資料顯示於沈陷地形下方具有沈積物液化構造(紅色箭頭).....120
圖 2-86 屏東地震後海域地球物理調查成果.....120
圖 2-87 海研五號研究船於枋寮海底峽谷頭部東側完成之船載多音束水深調查成果.....121
圖 2-88 MBARI 超高解析(1m)AUV 多音束海床測繪地形.....122
圖 2-89 AUV 底質剖面測線位置及彗星狀麻坑混亂聲學反白特徵.....122
圖 2-90 臺灣西南部外海表水水氡活度分布.....123
圖 2-91 曾文溪河口及七股海堤間歷年灘線變化圖(2007~2015).....124
圖 2-92 海嘯警報發布作業流程.....125
圖 2-93 臺灣東部外海錳核之分布與樣本.....134
圖 2-94 「臺灣東北海域礦產資源潛能調查」計畫，分年調查規劃分布.....135
圖 2-95 臺灣東北海域重要熱液場址位置.....136
圖 2-96 中央地調所規劃之 3 期共 12 年之天然氣水合物調查計畫.....138
圖 2-97 中央地調所與科技部能源國家主軸計畫天然氣水合物項目之工作規劃.....139
圖 2-98 2016 年臺美合作於臺灣海研一號上執行 AUV 與 ROV 的聯合探測.....139
圖 2-99 2018 年臺德合作於德國太陽號上執行「MeBo」淺地層鑽探工作.....140
圖 2-100 2018 年臺法合作於法國瑪麗杜凡號號所取得的天然氣水合物標本.....140
圖 2-101 2019 年首次執行國人全自主的水下無人遙控載具深海科學調查工作141
圖 2-102 臺灣天然氣水合物研究與調查計畫進程.....141
圖 2-103 最佳風能潛力區域圖[Archer et al.(2005)].....143
圖 2-104 台灣海域風能資源地圖集[Elliott et al.(2005)].....143
圖 2-105 台灣離岸地區年平均風速與風能密度之風力潛能分布圖.....144

圖 2-106 我國離岸風場潛力場址及先導型離岸風場位置圖[郭玉樹等(2017)] ..145
圖 2-107 我國離岸風力發電發展規劃藍圖 146
圖 2-108 我國離岸風場潛力場址開發推估時程與對應投入商轉容量[郭玉樹等(2018)] 146
圖 2-109 臺灣海域黑潮能量潛勢圖 152
圖 5-1 南海周邊國家對南海提出之專屬經濟區邊界位置 202
圖 5-2 過去研究在南海區域發現的錳結核及結殼分佈[Zhong et al.(2017a)] 216
圖 5-3 南海海域鐵錳結核分佈區域[Yin et al.(2019)] 217
圖 5-4 南海海域鐵錳結核(結殼)稀土元素含量分佈[Zhong et al.(2018)] 217
圖 5-5 南海海域鐵錳結核(結殼)與深海海泥稀土元素含量，與其他大洋區域含量比 218
圖 5-6 古熱液活動跡象 218
圖 5-7 發現迄今規模最大的海底鐵錳結核區 218
圖 5-8 鐵錳結核樣本 218
圖 5-9 中國天然氣水合物第二次鑽井成果於國際上之報導[Fire in the Ice] 219
圖 5-10 中業島周圍相對健康但過度捕撈的礁灘(左)；約 1.5 浬的礁灘被中國蛤蜊採收作業摧毀(右)[CSIS (2018)] 222
圖 5-11 中國大陸在南沙群島填海造島工程對珊瑚礁的影響[Mora et al.(2016)] 223
圖 5-12 南海冬季(a)和夏季(b)環流模式示意圖[Fang et al.(1998)] 225
圖 6-1 海洋科技發展藍圖(外頁) 267
圖 6-2 海洋科技發展藍圖(內頁) 268

提要

關鍵字：海洋科技、海洋法政研究、海洋資源調查、中長程規劃

一、研究緣起

海洋委員會職掌海洋相關政策規劃、協調及推動，並辦理海域與海岸巡防及海洋保育、研究業務。面對各國海洋科技蓬勃發展，臺灣四面環海對於海洋科技應有更深之著墨,並有完整發展規劃。我國近年積極發展離岸風電及天然氣水合物開發，均涉及我國海洋政策與發展。海洋能源與海洋資源之開發，亦牽涉海洋觀測與與海事工程科技發展,於能源與資源探採與開發期間,引致之海洋工程災害與污染防制，尤其值得我國於海洋事務推動過程提早規劃。

二、研究方法與過程

本計畫透過(1)臺灣海洋科技發展研析、(2)研擬海洋科技法令草案、(3)研擬海洋科技中長程發展計畫、(4)南海科學及法政研析及(5)研擬臺灣海洋科技發展藍圖等 5 大工項，完成國內外海洋科技盤點與分類，歸納海洋科技類別包含(1)海洋科學與資訊、(2)海洋生態與保育、(3)海洋產業與工程、(4)海洋資源與能源等範疇。經比較海洋委員會與國內各機關於海洋相關事務執掌，提出建議海洋委員會投入之科技研究方向，並協助研擬海洋政策發展白皮書-海洋科研與技術發展；透過民國 109 年科技發展中程個案計畫書編修，以及 110 年度政府科技發展中程個案計畫書「海洋永續環境資料庫之智慧加值應用」提送，逐步落實海洋科技發展藍圖願景，期待達到我國海洋科技引領藍色經濟產業發展目標。

三、主要建議事項

針對我國海洋發展建議可分為(1)整合海洋科研資訊、(2)完善海洋基礎調查及(3)促進海洋產業升級等發展方向，透過短、中、長期發展進程，落實海洋科研深耕、基礎調查量能強化、海洋產業創新及海洋人才培育等目標，期達成海洋委員會投入海域安全及發展藍色經濟之長期目標。

第一章 前言

第一節 計畫緣起與目的

一、計畫緣起

面對各國海洋科技蓬勃發展，臺灣四面環海對於海洋科技應有更深著墨並有完整發展方向。我國近年積極發展離岸風電及天然氣水合物開發，均涉及我國海洋政策與發展。海洋能源與海洋資源的開發，亦牽涉海洋觀測與與海事工程科技發展，於能源與資源探採與開發期間，引致之海洋工程災害與污染防制，尤其值得我國於海洋事務推動過程提早規劃。為了協助海洋委員會推動海洋科技發展，本計畫將蒐集並歸納國際間海洋科技發展情勢，盤點臺灣目前海洋科技發展成果，研析臺灣目前海洋科技問題及挑戰，制定適合臺灣的海洋科技發展中長期計畫及海洋委員會行政規則草案。「海洋科技發展中長期計畫先期規劃」研提之海洋委員會海洋科技發展計畫，將作為後續海洋委員會發展海洋科技發展之基石，奠定海洋委員會於我國海洋科技發展之角色，以期達到海洋科技領先的共榮願景。

二、計畫目的

「海洋科技發展中長期計畫先期規劃」計畫包含下列目的：

1. 完成研提海洋委員會海洋科技發展計畫，定位海洋委員會於我國海洋科技發展角色。
2. 完成草擬海洋委員會海洋科技發展推動各項行政法另草案，明確海洋科技發展推動實施規則。
3. 完成海洋科技發展中長程發戰計畫研擬，規劃海洋委員會海洋科技發展推動行政方案。
4. 完成研提海洋委員會南海科學與法政推動方針。
5. 完成盤點國內外海洋科技發展情勢與成果，協助海洋委員會分析海洋科技發展與競合關係。

第二節 計畫關鍵問題分析

「海洋科技發展中長期計畫先期規劃」主要面臨下列 3 項問題：

1. 海洋科技發展面向多元且執掌分屬零散

海洋委員會組織架構圖如圖 1-1，所屬機關包括海巡署、海洋保育署、國家海洋研究院籌備處，其中海洋科技發展未來將由科技文教處及國家海洋研究院共同推動。然而，我國海洋科技發展分屬各部會執掌，包括水利署、科技部、農委會、氣象局等單位。各部會因應業務發展需求，海洋科技發推動展面向多元，包括離岸風場開發、天然氣水合物開發、海嘯災害防治等應用研究。海洋委員會需透過分析國內外海洋科技發展情勢，以及彙整我國各部會海洋科技發展執掌，方能合理規劃海洋委員會於海洋科技發展之方向與定位。

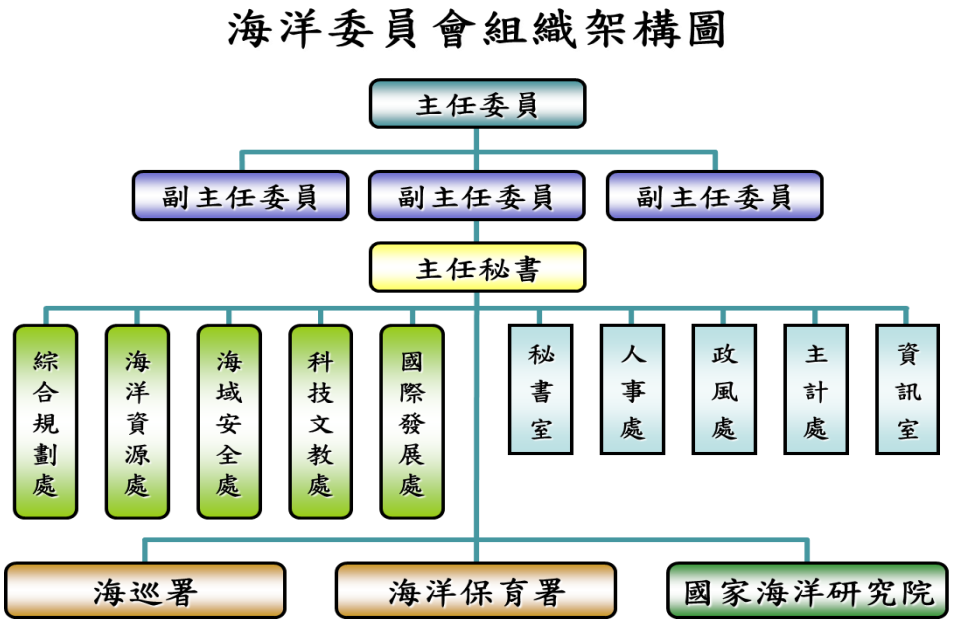


圖 1-1 海洋委員會組織架構圖

2. 海洋委員會目前缺乏海洋科技發展行政規則

海洋委員會致力捍衛國家海洋權益，提供國人安全的海洋環境，深化海域資源的保育，發展繁榮的海洋產業，厚植海洋基礎文化教育，發展前瞻海洋科技相關事務，與國際海洋事務接軌，以打造一個優質的海洋國家為目標。綜管海洋經濟、產業轉型、地方創生、預警管理、污染防治、情報網絡、打擊不法，為推動上述面向之海洋科技發展，海洋委員會亟需建立相關行政規則，以於後續推動海洋學技術研究相關計畫推動前，依序完備推動學術研究機構參與科研補助辦法、科研成果歸屬及運用辦法、科研計畫研提及管考須知、科研計畫審議會設置與作業要點、科研計畫查核作業要點、產學科研合作實施要點、協助產業創新活動補助輔導辦法、科研計畫創業投資作業要點等。

3. 海洋委員會推動長期海洋科學技術研究發展經費缺乏

由於我國海洋事務多分散於各政府部會機關，目前執行相關常態性業務之預算均已分配之各既定海洋事務執行機關。因此，當海洋委員會擬投入海洋科學技術研究相關發展時，需審慎瞭解各機關現行之海洋事務工作執掌，並對應盤點我國目前執行中之各項海洋事務需求技術發展現況，透過研析國內外海洋科技發展趨勢與技術能量，方能針對我國長期推動之海洋事務，以及後續可能面臨之海洋相關工作進行技術缺口彙整，並依照海洋政策白皮書揭示之海洋政策目標，擘劃海洋科技發展藍圖，以妥適規劃值得海洋委員會投入之中長程發展計畫(如圖 1-2)，再依照圖 1-3 之流程將海洋科技發展中長程發展計畫送交國發會、科技會報辦公室及科技部審議，以逐步取得海洋委員會推動長期海洋科學技術研究發展之充裕經費。

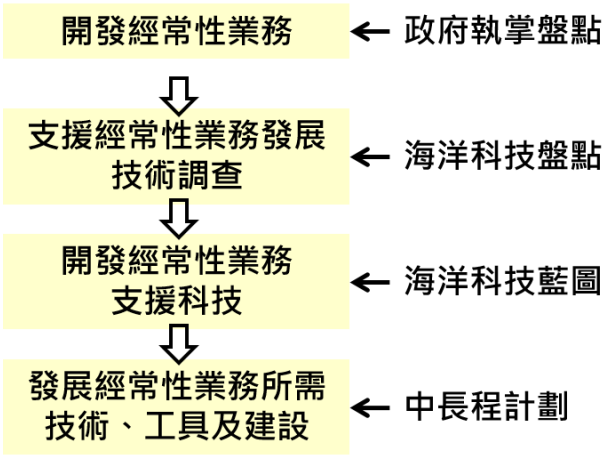


圖 1-2 中長程發展個案計畫規劃推動步驟

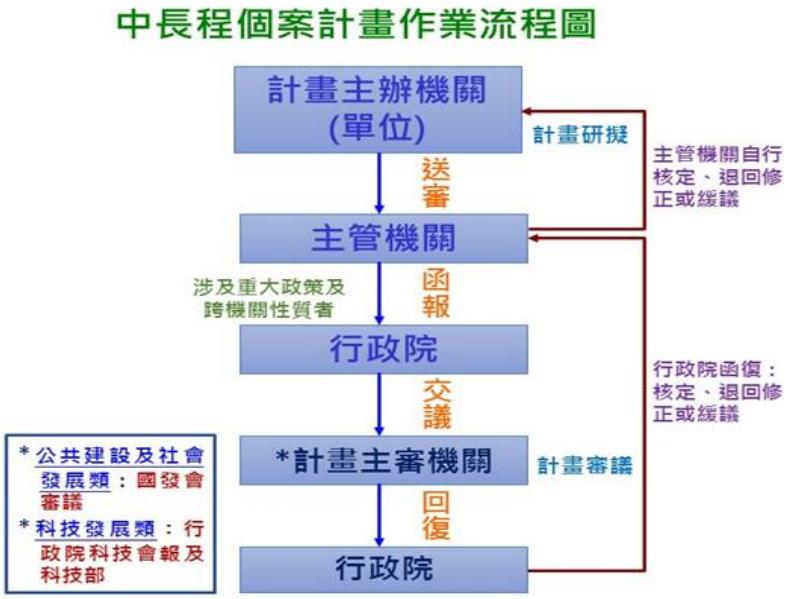


圖 1-3 我國中長程個案計畫審議流程

第三節 計畫執行架構

本計畫以 bottom-up 之方式執行，首先透過臺灣海洋科技發展研析，蒐集及歸納近 5 年國際海洋科技發展情勢、盤點臺灣近 5 年海洋科技發展成果、研析南海科學及法政現況建立我國海洋研究發展基本資料。再透過盤點各部會海洋科技發展執掌及盤點海洋科技涉及相關法規，分析海洋委員會於海洋科技發展與各部會競合關係，作為協助海洋委員會研擬海洋科技中長程發展計畫及研擬海洋科技法令草案之基礎，最後協助研提海洋委員會海洋科技發展計畫，作為後續海洋委員會發展海洋科技發展之基石，奠定海洋委員會於我國海洋科技發展之角色。本計畫執行架構如圖 1-4 所示，各項工作內容與執行方法如本報告 2~7 章所述，本計畫各工項投入成員分工如表 1-1 所示。

為達成海洋科技發展中長期計畫先期規劃，本計畫包含臺灣海洋科技發展研析、研擬海洋科技法令草案、研擬海洋科技中長程發展計畫、南海科學及法政研析及研擬臺灣海洋科技發展藍圖等工作項目。經由各工作項目整合我國海洋科技相關技術盤點，並提供科技發展依據法令草擬與南海科學與法政推動方針建議。

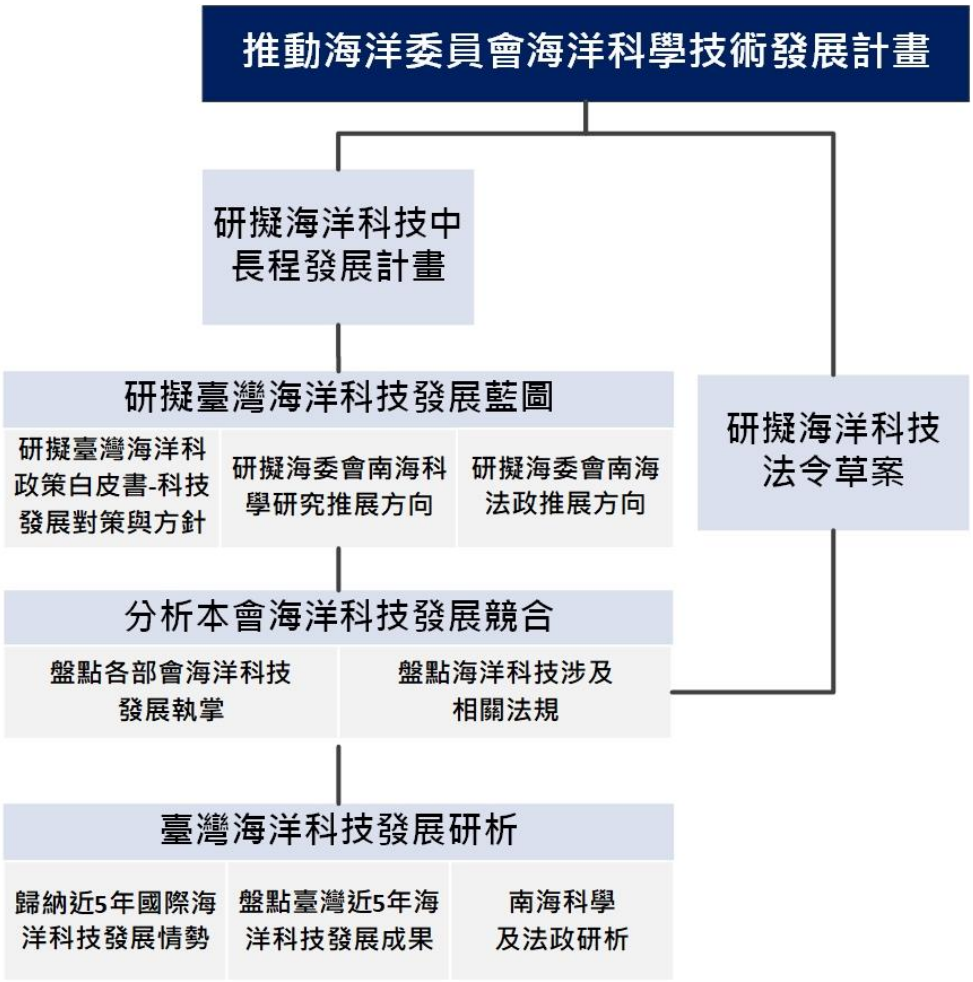


圖 1-4 「海洋科技發展中長期計畫先期規劃」計畫架構圖

表 1-1 本計畫各工項執行人力

工作項目	內容	執行人員
1.臺灣海洋科技發展研析	1-1 擬定海洋科技類別劃分	郭玉樹、李心平、蕭士俊、劉大綱、黃清哲、董東璟、張　懿、陳佳琳、劉家瑄、蘇志杰、許鶴瀚、光研科技法律事務所
	1-2 蒐集及歸納近 5 年國際海洋科技各類發展情勢	
	1-3 盤點臺灣近 5 年海洋科技各類發展成果	
	1-4 盤點各部會海洋科技發展執掌	
	1-5 盤點海洋科技涉及相關法規	
	1-6 分析海委會海洋科技發展競合	
2.研擬海洋科技法令草案	2-1 研擬海洋科技法令草案	郭玉樹、 光研科技法律事務所
3.研擬海洋科技中長程發展計畫	3-1 修正及撰寫 109 年中長程個案計畫書內容	郭玉樹、李心平、蕭士俊、劉大綱、黃清哲、董東璟、張　懿、陳佳琳、劉家瑄、蘇志杰、許鶴瀚
	3-2 研擬 110 年海洋科技中長程計畫及總體說明	
	3-3 撰寫 110 年中長程個案各計畫書內容	
	3-4 研擬海洋科技長程(111 至 113 年)發展計畫綱要及願景(含預算及發展方向)	
	3-5 辦理至少 1 場海洋科技專家會議	
4.南海科學及法政研析	4-1 蒐集及分類近 10 年國內外南海研究議題	劉家瑄、蘇志杰、許鶴瀚、宋燕輝、蔡季廷
	4-2 研擬海委南海科學研究推展方向	
	4-3 研擬海委會南海法政推展方向	
	4-4 以科研及法政推展方向提出立足南海方針	
5.研擬臺灣海洋科技發展藍圖	5-1 探討臺灣目前海洋科技發展問題與挑戰	郭玉樹、李心平、蕭士俊、劉大綱、黃清哲、董東璟、張　懿、陳佳琳、劉家瑄、蘇志杰、許鶴瀚
	5-2 研擬臺灣海洋科技發展對策與方針	
	5-3 研擬臺灣海洋科技發展藍圖	
	5-4 製作海洋科技發展藍圖摺頁(200 份)及簡報	
6.其他配合事項	6-1 配合海委會召開本計畫工作會議	郭玉樹、李心平、蕭士俊、劉大綱、黃清哲、董東璟、張　懿、陳佳琳、劉家瑄、蘇志杰、許鶴瀚
	6-2 協助海委會審查海洋科技相關計畫，提供諮詢意見，必要時配合出席會議	
	6-3 協助本會彙整及製作科技發展計畫簡報等相關資料	
	6-4 本計畫審查會外聘委員費用及會議必要費用	
	6-5 本計畫關聯之協助(審查會會議紀錄等)及保險	

第二章 臺灣海洋科技發展研析

近年來海洋政策成為國內外諸多國家的新興發展領域，無論是經濟的發展或政治的角力，海洋都成為舉世關注之焦點。臺灣四面環海，海洋蘊含之龐大而豐富的資源，遂成為有助於我國再次經濟增長、開創就業機會及推動創新之源。根據經濟合作與發展組織(OECD) 發布之「2030 年海洋經濟展望」報告指出，2010 年全球海洋經濟的價值，接近世界經濟總增加值(GVA)的 2.5%。而海洋蘊含龐大而豐富的資源，擁有推動經濟增長、就業和創新之巨大潛力，至 2030 年海洋產業將可能超過全球經濟增長幅度，其中航海及海岸旅遊(26%)、海上油氣開發(21%)、港口活動(15%)、漁產加工(11%)、航海設備(10%)、離岸風電(8%)等為主要項目。

為研析我國海洋科技發展，本計畫將以擬定海洋科技類別劃分、蒐集及歸納近 5 年國際海洋科技各類發展情勢、盤點臺灣近 5 年海洋科技各類發展成果、盤點各部會海洋科技發展執掌、盤點海洋科技涉及相關法規、分析海洋委員會科技發展競合等六個工作小項進行有系統之資料整理，以達到分析海洋委員會於海洋科技發展競合之目標。

第一節 擬定海洋科技類別劃分

於全球氣候變遷與資源日益窘困的情況下，海洋研究亦逐漸受到各國的重視。本計畫依照海洋委員會草擬之海洋政策白皮書、各部會近五年執行海洋科技相關計畫擬定 4 大發展範疇，含 11 項發展領域。依 2012 年行政院研發考核委員會委託報告「海洋委員會業務規劃與發展」統計，海洋科技發展情勢多可借鑑日本、韓國、英國、德國、美國、加拿大、澳大利亞、中國、紐西蘭、法國、荷蘭等重點國家，本計畫彙整之國內外海洋科技發展類別如表 2-1 所示。

表 2-1 國際海洋科技發展情勢彙整

發展範疇	發展領域	發展議題(研究重點)	日本	韓國	歐盟	美國	中國	其他國家
1. 海洋科學與資訊	1-1 海洋觀測	海洋遙測	O	O	O	O	O	O
		海底地形與測繪	O	O	O	O	O	O
		海洋觀測技術	O	O	O	O	O	—
	1-2 海洋資料庫	海洋科學資料庫	O	O	O	O	O	O
2. 海洋生態與保育	2-1 海洋污染與防制	雷達監測系統用於溢油探測	—	—	O	O	O	O
		衛星遙測用於溢油監測	O	O	O	O	—	—
		海洋油污模擬	—	—	O	O	—	—
		海洋垃圾監測	—	—	O	O	O	—
		船舶空氣污染監測技術	—	O	O	O	O	O
		油污對海洋生態影響之監測	—	—	O	O	—	O
	2-2 氣候變遷	暴潮分析	O	O	O	O	O	O
		漁業生態影響	—	—	—	—	—	O(澳洲)
3. 海洋產業與工程	3-1 海洋防災	海岸防護	O	—	O	O	—	—
		海嘯防治	O	O	—	O	—	O
		因應氣候變遷衝擊	O	—	O	O	—	—
		海岸侵蝕				O		
		海嘯預警	O	—	—	O	—	—
		海底山崩	O	O	O	O	O	O
		海床液化	O	O	O	O	O	O
		航行安全	O	—	O	O	—	—
	3-3 海洋遊憩	海洋遊憩	O	—	—	O	—	—
	3-4 水下技術	水下考古						
4. 海洋資源與能源	4-1 生物資源	海洋漁業	—	—	—	O	—	O(澳洲)

		水產養殖	—	—	—	O	—	O(澳洲)
	4-2 非生物資源	石油天然氣	O	O	O	O	O	O
		海洋礦物資源	O	O	O	O	O	O
		天然氣水合物	O	O	O	O	O	O
		海水淡化	O	O	O	O	O	O
	4-3 離岸風電	風能評估	O	O	O	O	O	O
		離風機支撐結構	O	O	O	O	O	O
		浮式離岸風機	O	O	O	O	O	O
	4-4 海洋再生能源	黑潮發電	O	—	—	—	—	—

O：本計畫已蒐集到資料的國家

—：本計畫未蒐集到資料的國家

第二節 蒐集及歸納近 5 年國際海洋科技各類發展情勢

世界先進國家多為海洋科技發展的領導者，諸多前瞻科技的研究與應用，可從其歷年推動成果中窺見一般，經由彙整及瞭解目前國際海洋領域各項技術發展現況及其應用，可選擇其中有助於我國海洋科技發展業務推動之技術引進和應用；日本與我國於氣候環境和經濟發展型態上十分相近，處理海洋災害事件之經驗亦十分豐富，回顧其相關處理的手段和發展的工具，可擇其中值得仿效之處來學習和改進。

本計畫將海洋科技發展概分為 4 大範疇：

1. 海洋科學與資訊
2. 海洋生態與保育
3. 海洋產業與工程
4. 海洋資源與能源

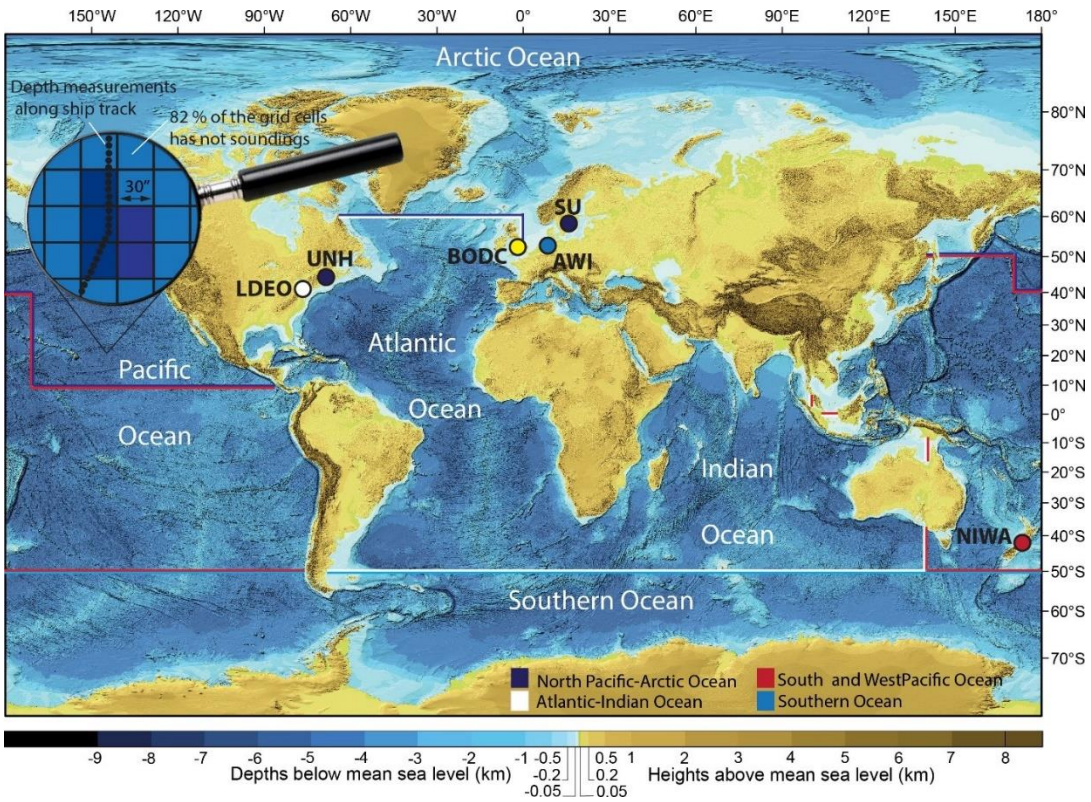
其中，屬於海洋科學與資訊範疇之發展領域說明如第二章第二節之一。屬於海洋生態與保育範疇之發展領域說明如第二章第二節之二。屬於海洋產業與工程範疇之發展領域說明如第二章第二節之三。屬於海洋資源與能源範疇之發展領域說明如第二章第二節之四。

一、海洋科學與資訊

本範疇包含(1)海洋觀測、(2)海洋資料庫等發展領域，本計畫針對各領域高度發展之研究議題現況盤點如下：

(一) 海洋觀測

海洋涵蓋地球表面 71%的面積[Weatherall et al.(2015)]，海底深度、海底地形起伏與地球的各項地質營力與構造演化息息相關[Brown et al.(1998)]。海洋是維持生命、控制氣候，促進商業發展的基礎，海底地形(圖 2-1)更是主宰海洋環流混合、緩和地球氣候[(Kunze & Smith(2004), Munk & Wunsch(1998)]、海洋生物多樣性和食物資源[Koslow(1997)]以及國防安全的重要角色。海床底部記錄了海洋盆地的地質歷史與活動[Muller et al.(1997)]，揭示了可能儲存石油和天然氣等資源的區域[Fairhead et al.(2001)]，並實實在在地留下了地震和海嘯曾經發生的證據[Mofjeld et al.(2004)]。

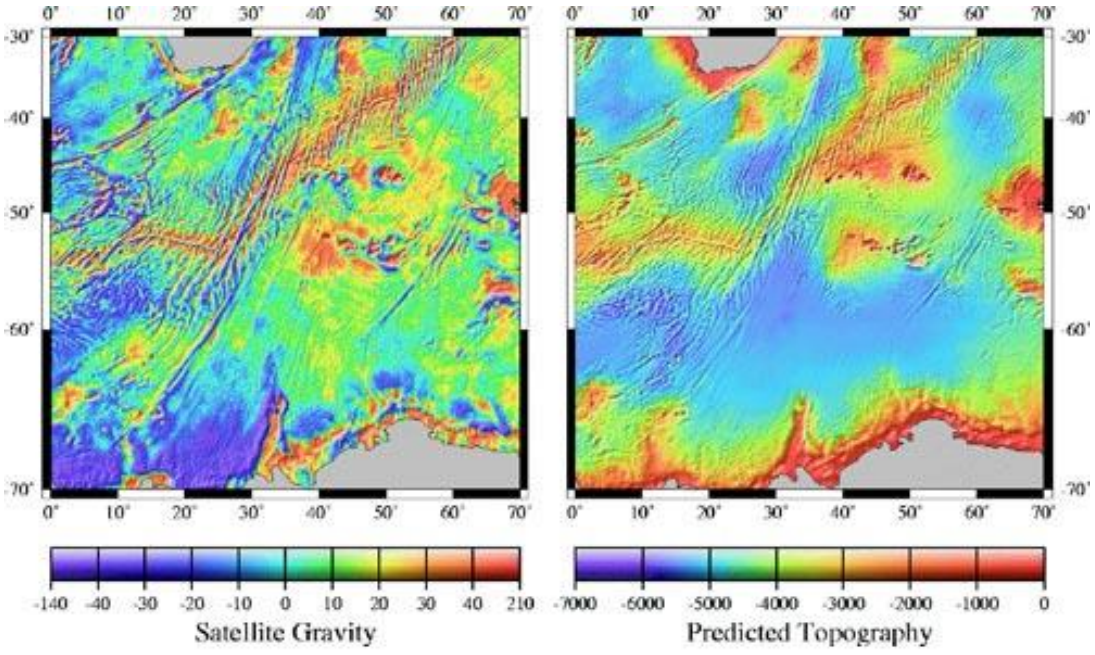


註：四大洋分別由五個海洋研究單位各司其職：由德國 AWI-Alfred Wegner 研究所負責南大洋; LDEO-Lamont Doherty 地球觀測站負責大西洋和印度洋; NIWA-紐西蘭國家水文與大氣研究所負責南太平洋；瑞典斯德哥爾摩大學和美國新罕布什爾大學則是共同負責北極和北太平洋。 並由 BODC-英國海洋學數據中心擔任全球數據協調管理中心。

圖 2-1 全球海底地形以 30 弧秒解析度呈現概況

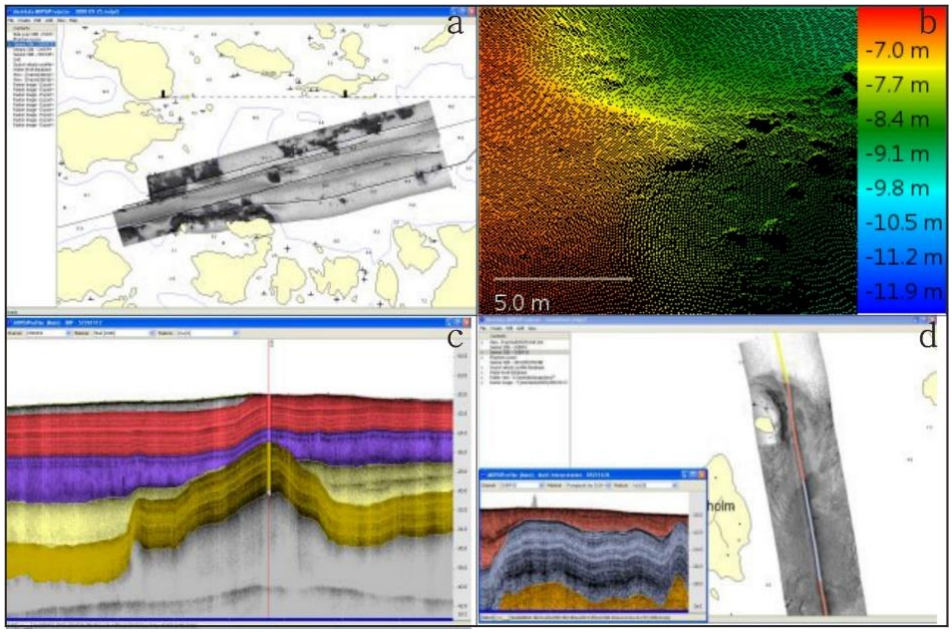
了解海底地形的方法為進行水深量測，在陸域可採用電磁波(例如：光和雷達)進行陸地地形的繪製、觀察和了解。然而，電磁波於水中能量大幅衰減，僅能穿透至數十米深，因此運用衛星偵測海表面之自由空間異常，預測海床深度之變化技術便被廣泛利用(圖 2-2)[Dixon et al.(1983)]，但此方法於執行詳細的地貌測量分析時尚欠缺足夠的空間分辨率或準確度[Lecours et al.(2016)]，以供探索海床形貌之來源和意義，例如底流特徵[Björk et al.(2018)]、海底冰川地貌[Jakobsson et al.(2016)]、底棲生態[Kostylev et al.(2001), Cutter et al.(2003)]以及大規模的海床崩塌及位移[Bastia et al.(2011)]等各項近海床的地質作用[Armijo et al.(2005), McAdoo et al.(2004)]。為深入瞭解海床演化的細節特徵及構造變遷，多重尺度海床底質探測亦陸續被開發，跨技術性之資料討論以利於瞭解海床物質的特性(以圖 2-3 為例)。

隨著海洋環境及海洋資源管理越益重要，海洋資料需求及測深數據的高分辨率將會在未來顯著增加。針對不同的探測目標，必需結合不同測深設備以獲得較可靠之數據資料。結合各種不同尺度之地球物理探測的技術與現代準確之定位技術，可針對構造存在的前因後果加以瞭解分析，以達成防患未然或是開發潛能等目的。



註：左圖為從高度測量得到的重力異常、右圖為從這些重力異常和現場測量推斷出的預測地形

圖 2-2 衛星測高[NOAA/Scripps Institution of Oceanography]



註：(a)應用軟體所呈現的主界面、(b)多音束海床資料即時測繪、(c)多頻道海床反射震測資料處理分析、(d)各項資料交互整合解釋界面

圖 2-3 MD 公司結合各種尺度的海床測繪工具合併開發軟體以利分析應用[http://www.meridata.fi/mdps.shtml]

1903 年 Julien Thoulet 以非營利繪製完整之海底圖為目的創建通用大洋水深圖組織(general bathymetric chart of the oceans, GEBCO)，隨著科技大幅發展，繪製水深地圖之技術亦有截然不同的發展(圖 2-4、圖 2-5)，當中除包含傳統單波束和現代高解析度多波束回波探測器所得到的數據，更集結衛星測高層修正後的資料庫

[Weatherall et al.(2015)]。2017 年 GEBCO 於國際海測組織(international for hydrographic organization, IHO)以及聯合國跨政府海洋委員會(intergovernmental oceanographic commission, ICO, of the United Nations Educational)共同主持下，和 Nippon Foundation 聯手建立日本基金會 GEBCO Seabed 2030 項目(“GEBCO”, 2018)，期促進 2030 年完成世界海洋繪圖之任務目標，並依據『國際水深測量標準』(IHO standards for hydrographic surveys, S-44)(表 2-2)，修訂符合國際水道測量規範之資料品質，建構出世界上最具公信力的海洋測深資料庫。

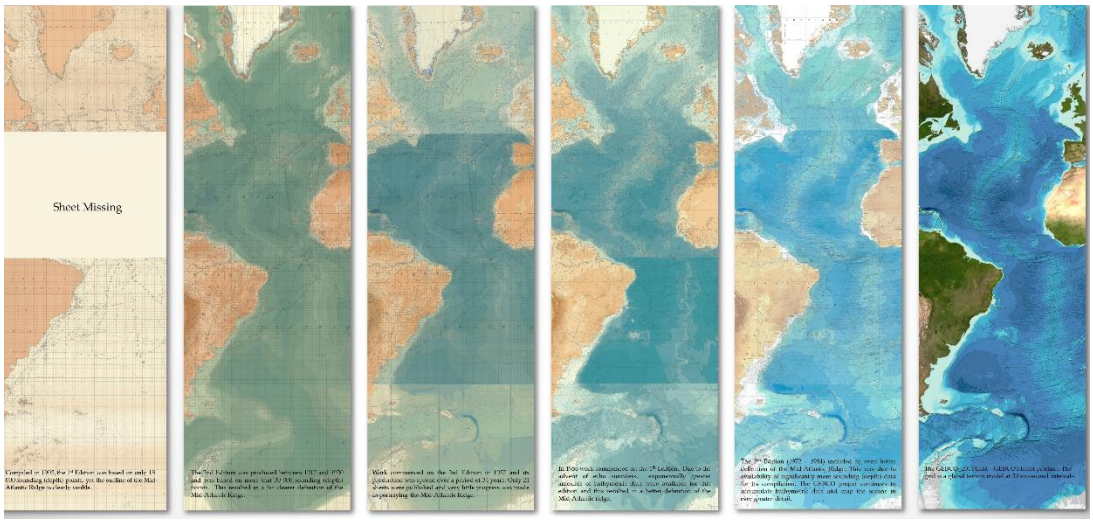


圖 2-4 GEBCO 自 1903 年以來描繪大西洋中段水深資料的沿革與進展
[https://www.gebco.net/about_us/ meetings_and_minutes/documents/ forum_mid_ atlantic_ridge.pdf)]

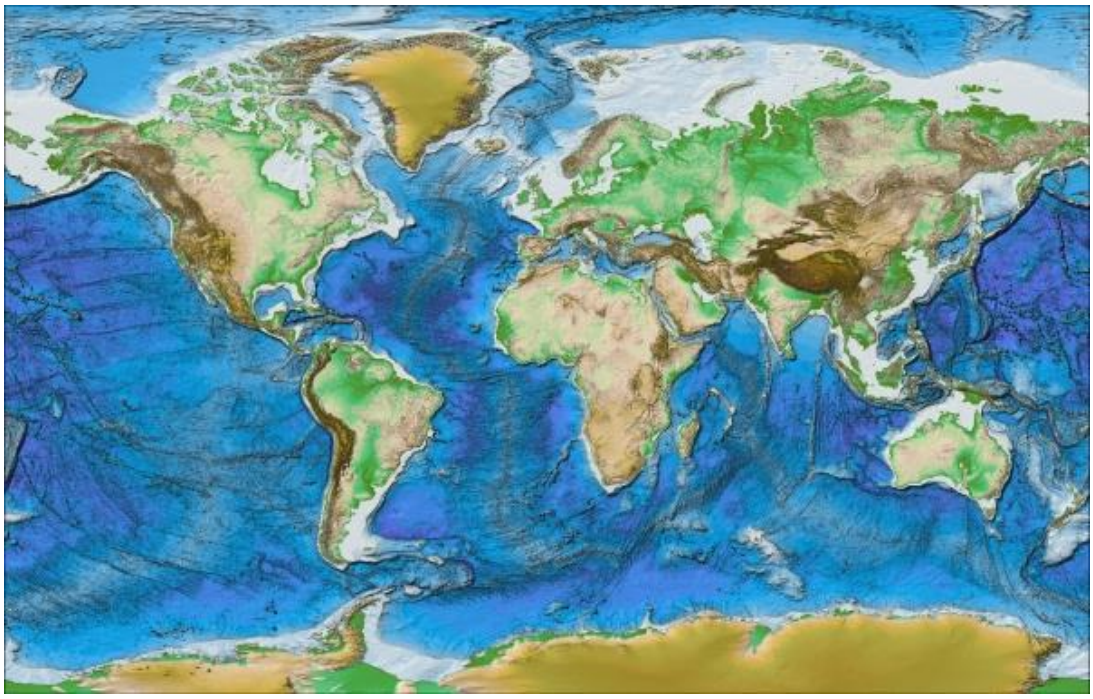


圖 2-5 GEBCO 官網提供 15 弧秒的高解析度水深(GEBCO_19)數位及圖檔

表 2-2 IHO S-44 第五版國際水深測量之最低標準

等級	特等	一等(1a)	一等(1b)	二等
典型水域範例	水深 40m 內的港區、錨泊區和重要航道等需要船底淨空的水域	水深 100m 內的港區、進港航道、建議航道船底淨空需求較少的水域	水深 100m 內，沒有船底淨空需求的水域	水深超過 100m 的水域
水平位置最大容許不確定性 (95%信賴區間)	2m	5m+5%水深	5m+5%水深	20m+10%水深
歸算後水深之水深最大容許不確定性 (95%信賴區間)	a=0.25m b=0.0075	a=0.5m b=0.013	a=0.5m b=0.013	a=1.0m b=0.023
100%底床搜尋	需要	需要	不需要	不需要
測量系統對海床特徵物之偵測能力	大於 1m 的海床特徵物	水深 40m 以內大於 2m 之海床特徵物；水深超過 40m 時為 10%水深之特徵物	不需要	不需要
最大測線間距	已要求 100%底床搜尋	已要求 100%底床搜尋	3 倍測區平均水深或 25m，取較大者；測深光達測點間距 5m*5m	4 倍測區平均水深

海底地形的量測主要是透過聲納系統進行，以船隻為載具搭載傳感音鼓於規劃之航線上進行施測。藉由傳感音鼓(transducer)發射之聲波於水中傳遞，並於接觸海床時反射之現象，由收音鼓(receiver)接收來自海床回傳之反射聲波，計算聲波傳遞時間、速率，可換算所在位置水深。隨著船隻移動便可得到不同位置的水深值。於取得充足之水深資料後，即可利用內插方式繪製等深線，取得施測範圍海底地形變化的趨勢。此外，聲納系統除了可用於測深外，亦可透過回波反射強度(backscatter)分析海床散射特性，了解海床表面沉積物之特性[Guenther(2007)]。

早期以水深測量多以單音束測深儀(single-beam echo sounder)為主，但考量單音束聲納僅能沿著測線獲取海床的地形剖面(圖 2-6)，且剖面上之測深點間距受測深儀之資料更新率及測深時之船速限制[Hell (2009)]，近年來多使用更具效率的多音束測深儀(multi-beam echo sounder)。多音束聲納可補足單音束測深系統於測線之間遺漏水深或特徵物細節之問題[Jong et al.(2002)]，於搭載其他輔助設備(如定位系統、船隻姿態感測器及電羅經等)後，可有效地取得大範圍的水深資料。

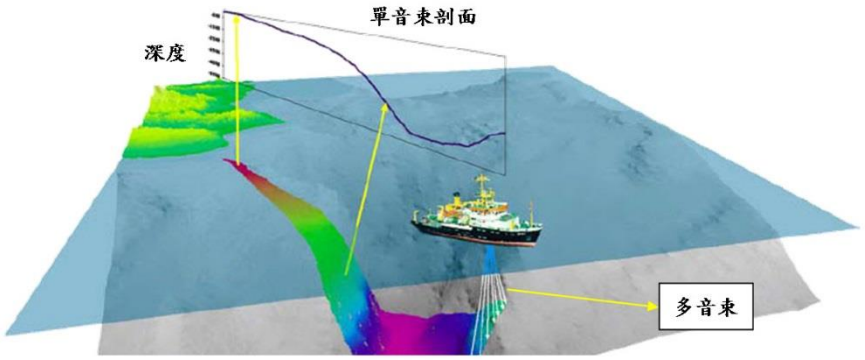
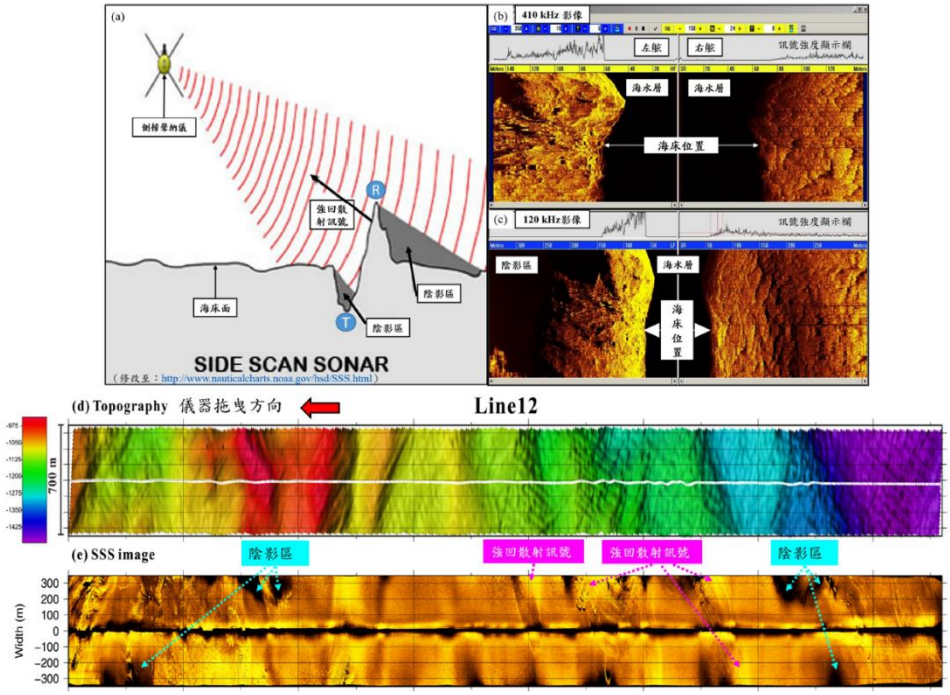


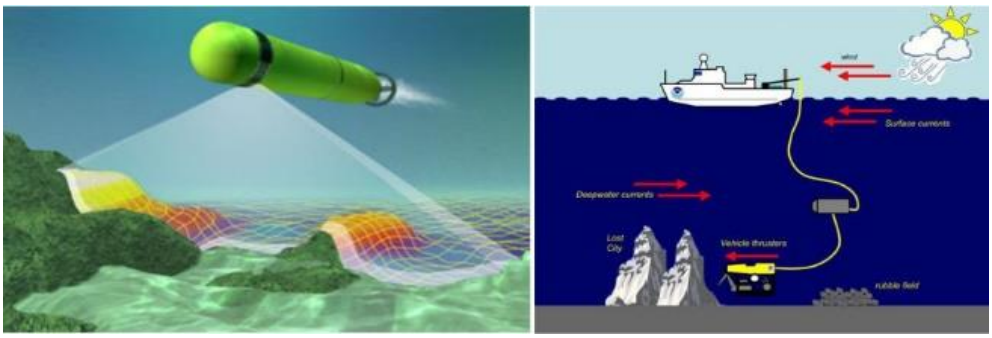
圖 2-6 單音束剖面及多音束系統施測示意圖[Hell(2009)]

然而，隨水深距離增加，多音束測深系統於探測亦有其限制，明顯可見的為隨測深距離增加，量測之精度與準度亦隨之降低。為補足前述限制，自 1970 年代起深海近海床觀測技術便開始快速發展。如目前最普及之深海調查設備：底拖側掃聲納系統，透過將音鼓放置於流線型載具兩側，經由拖魚(towed fish)向海底釋放聲波，採集由海底反射之訊號解析海床及淺部沉積物的資訊(圖 2-7)，已廣泛運用至海底地貌繪製、海底地電纜偵測、海底管線鋪設觀察及海底特殊障礙物監測之調查研究；若需更精確之精確資料，則可透過水下遙控載具(remotely operated vehicles, ROV)以及水下自主載具(autonomous underwater vehicles, AUV)([Christ & Wernli(2013), Blidberg(2001)]，搭載聲納系統貼近海床進行測量(圖 2-8)。



註：(a)為理論示意圖、(b)410 kHz 側掃聲納影像、(c)120 kHz 側掃聲納影像、(d)為沿側掃聲納測線、(e)為瀑布式展示法(waterfall display)的側掃聲納影像圖。圖中顯示側掃聲納影像訊號強度變化，與海底地形的起伏有關，透過資料實際收集時的截圖(圖 b 與圖 c)，可以使讀者更加瞭解。

圖 2-7 側掃聲納影像圖[http://gashydrate.moeacgs.gov.tw/tw/2012-2015/deeptowA.htm]



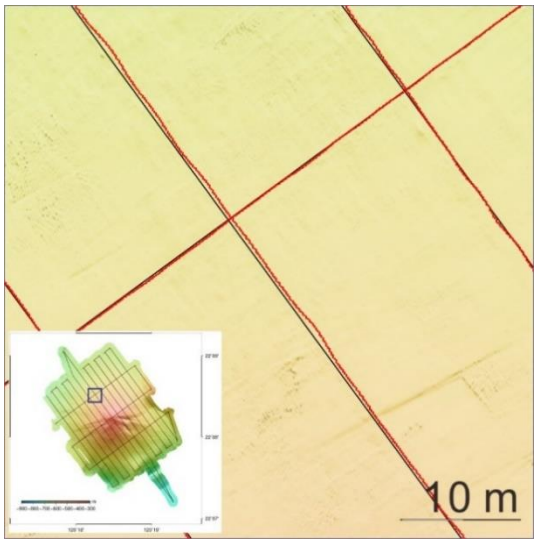
註：AUV 因不具纜線(左圖)，所以運動範圍大；ROV 運動範圍雖小(右圖)，但動力大可進行樣品採樣，因此各具優缺點。

圖 2-8 自主式(AUV)及遙控式(ROV)水下載具示意圖[http://oceanexplorer.noaa.gov/]

ROV 和 AUV 操作需高度仰賴水下定位系統與載具機電工程技術，而過往進行船載式海底地形量測工作時依賴之差分 GPS 全球衛星定位系統(differential global positioning system, DGPS)，並無法提供水下定位資訊，因此目前開發之此水下定位方法可大致分為長基線(long baseline, LBL)、短基線(short baseline, SBL)及超短基線(ultra short baseline, USBL)三種。LBL 定位法係於水中作業範圍邊界設置至少 3 個固定站位，透過定位站與工作站間之訊號時間差，交互求得彼此間之距離，並由交集概念求得作業點精確位置;SBL 定位法則將三個定位站點設定為船首、船尾左舷、船尾右舷三點間,利用三圓之交叉點進行定位;USBL 定位法定位點設置概念同 SBL 方法，但定位點間距離更短(僅數 10 公分)。前述三種方法中，LBL 方法定位站與作業點間距離較長(可達數公里)，定位效果最佳但也最為費工費時；SBL 方法定位站與作業點之間的距離則縮短為數十公尺；USBL 定位距離最短，系統及運作費用較低，操作也較為簡便，因此為目前需多水下儀器探測所採用的水下定位方法。但亦因其較為簡便，定位所精度較低，需透過其他週邊設備(電羅經、姿態感測器和深度感測器等)進行定位輔助。

為解決 AUV 於水下自主航行時，可能因作業範圍或作業設計，無法取得水下定位訊號的問題，目前已發展內部慣性導航定位系統(inertial navigation system, INS)，但純慣性系統之導航誤差將隨水下作業時間增加不斷累計，因此需利用都卜勒流速儀(doppler velocity log, DVL)計算 AUV 相對於海底之運動速度，與慣性系統互補，修正 AUV 於水下定速行走的位置，取得水下定位的資訊(圖 2-9)。AUV 定位準確度可達訊號傳遞距離的 0.05 %[Caress et al.(2008)]，為目前國際間最先端的海洋技術之一,其高精準的內部慣性導航定位系統甚至受美國政府的管制,無法任意輸出。有鑑於 ROV 及 AUV 運作成本與技術門檻較高，因此除了美國、英國、德國、法國、日本等國家外，目前尚未普及於全球。

Ryan et al.(2012)利用 AUV 獲得的高解析度地形形貌(1 公尺網格解析度)，首次發現在海底中的微小盲斷層，配合岩心定年資料瞭解斷層滑移量後，可準確評估美國加州外海聖地亞哥斷層帶(San Diego trough fault zone, DTFZ)之地震危險性；美國墨西哥灣(Gulf of Mexico)北部也利用 AUV 獲得高精確的海床資料，進而發現許多逸氣構造、化學自營性生物群落與自生性碳酸鹽礁等具有天然氣水合物賦存指標性之海床特徵[Roberts et al.(2010)]。



註：黑線顯示初始的規劃測線；紅線顯示經慣性導航定位系統與都卜勒流速儀定位系統修正後的航跡。雖然二者間的誤差在 2 公尺以下，但對於高解析的海床探測仍有一定程度的影響。

圖 2-9 AUV 慣性導航定位系統與都卜勒流速儀修正定位誤差結果[馬玉芳等(2015)]

(二) 海洋科學資料庫

多數國家均設有國家級海洋資料庫與海洋資訊網系統，海洋資料庫設立之目的多為「集合全國相關單位之實體資料庫，透過中介軟體與整合元件進行資料收集與保存，同時透過備援機制進行資料備份，建立實體與虛擬資料之可用性，以便資訊與後續等多目標系統使用」；海洋資訊網則被定義為「透過以網頁或其他前端工具介面來存取、查詢、管理後端海洋資料庫之整合型系統」。海洋資料庫與海洋資訊網系統之建置宗旨便是希望藉由官、產、學界之資料提供與分享，進行海洋資源建檔與整合連結，提升資料重複使用性，並透過資訊服務技術提供相關單位與一般使用者查詢、諮詢之便利性。

目前全世界已有 66 個國家海洋資料中心(national oceanographic data centre, NODC)。政府間海洋學委員會(intergovernmental oceanographic commission, IOC)於 1997 年發表《國家海洋資料中心設置手冊》(guide for establishing a NODC)。該手冊提及國家海洋資料中心由國家設置管理，並集中所有海洋相關數據資料。以下簡要說明目前國際上較常被應用之海洋科學資料庫：

(1) 美國國家海洋資料中心(https://www.nodc.noaa.gov/index.html)

美國國家海洋資料中心(national oceanographic data center, NODC)機構位於美國大氣海洋總署(national oceanic and atmospheric administration, NOAA)單位內，隸屬於美國商務部。美國國家海洋資料中心資料包含溫鹽、含氧量、營養鹽等化學數據、生物資源數據、潮汐及海流等物理數據(圖 2-10)；其中全球海洋資料庫(world ocean database)包含了世界海洋數據庫中所有的數據。

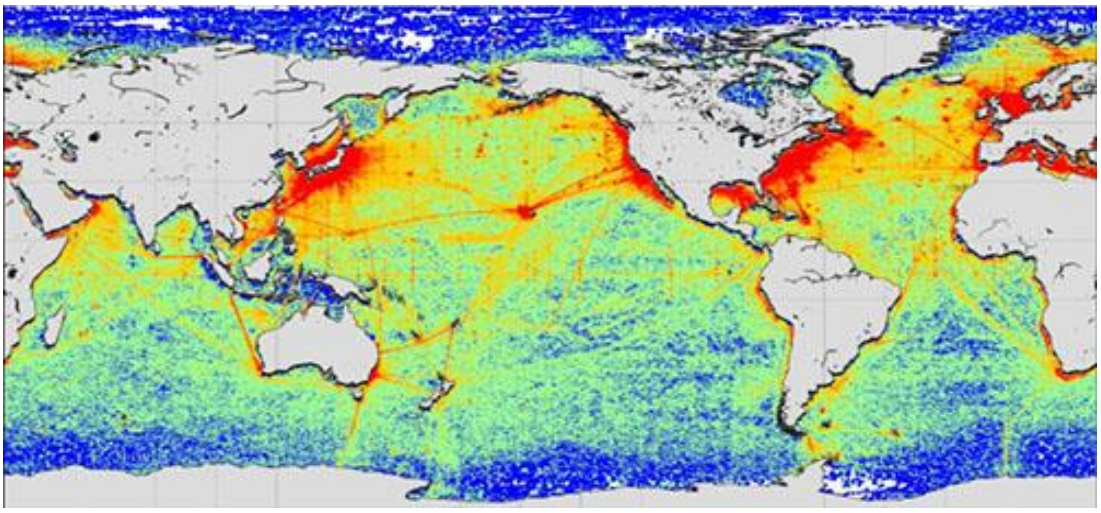


圖 2-10 世界海洋資料庫 WOD18(2018.09.20 發布之最新版本)

美國國家浮標資料中心(national data buoy center, NDBC)隸屬美國大氣海洋總署(NOAA)，負責整合全球海嘯資料與海嘯預警發布。美國國家浮標資料中心於大西洋及太平洋布設 90 多個浮標及 60 多個海岸觀測站進行經常性觀測，另布設海嘯預警浮標(DART)及熱帶大氣海洋研究計畫浮標(TAO)，提供海嘯及聖嬰聖母現象的預報及研究。浮標及海岸觀測站的運輸及維護由美國海岸巡防部(USCG)協助處理。

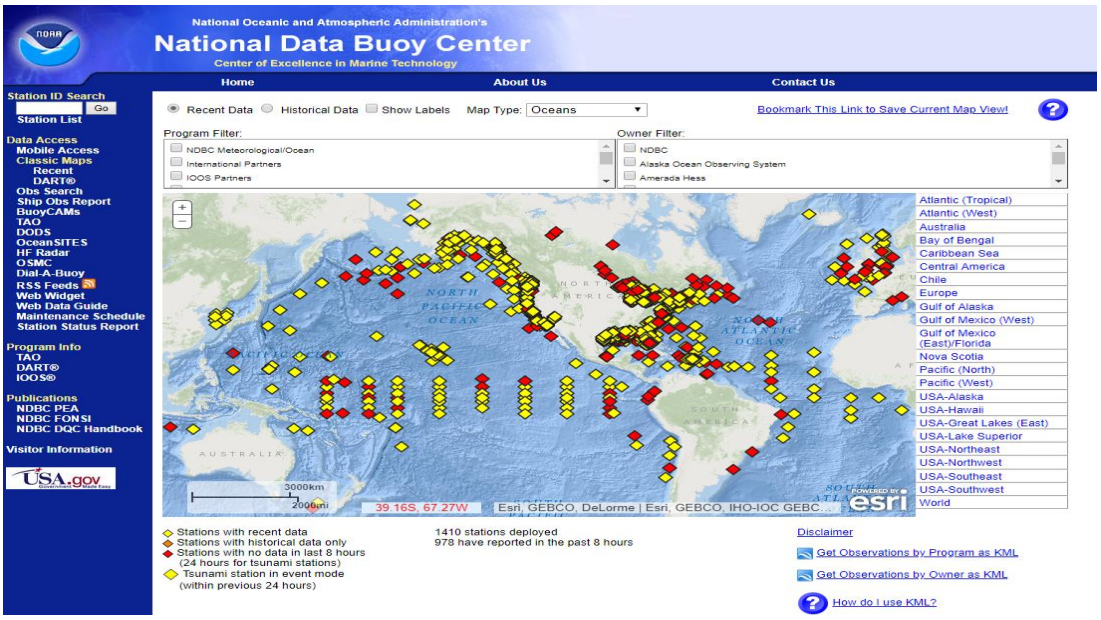


圖 2-11 美國國家浮標資料中心浮標及海岸觀測站位置

除於美國本土布設浮標及海岸觀測站取得經常性觀測資料外，NDBC 亦與南韓、日本、英國、冰島、挪威等國家之海氣象單位合作。以南韓首爾附近之站點為例，使用者可查詢下載歷史及即時氣溫，水溫，氣壓，風速風向等觀測資料。對於過去五天的觀測資料，可以折線圖呈現，方便使用者了解此處的水文狀況(圖 2-12)。

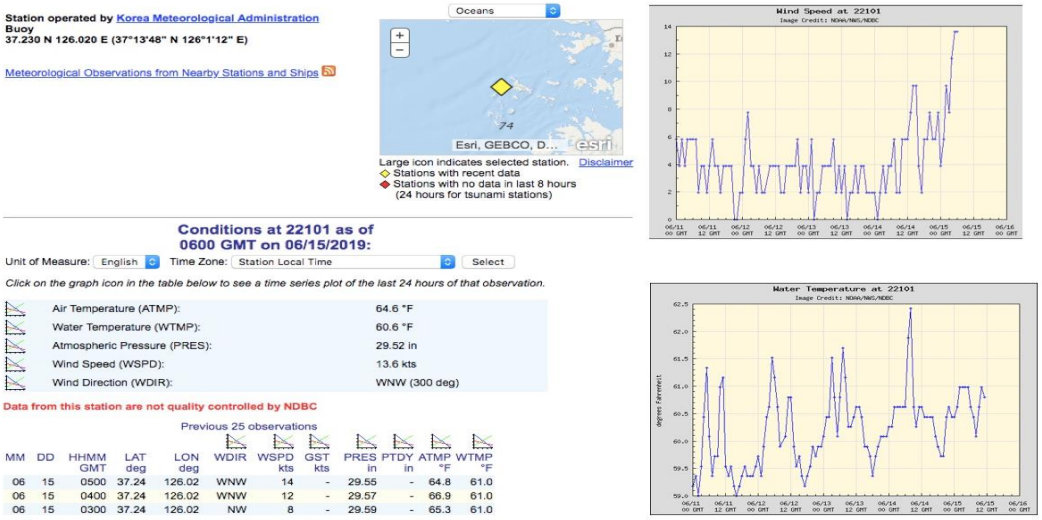


圖 2-12 美國國家浮標資料中心歷史及即時觀測資料

(2) 法國海洋資料庫(http://en.data.ifremer.fr/)

法國海洋資料庫隸屬於國家海洋科學研究院(french research institute for exploitation of the sea, IFREMER)，資料來源包括研究船隻探測資料、大型研究計畫所得資料。由於法國研究船隻均由 IFREMER 統籌管理，因此研究船資料頗為齊全，調查內容以物理、化學、地質及全球海域地球物理為主，亦有部分生物化學資料。IFREMER 海洋資料庫每日更新全球之海溫及鹽度變化觀測資料，提供全球海洋資料使用(圖 2-11)。

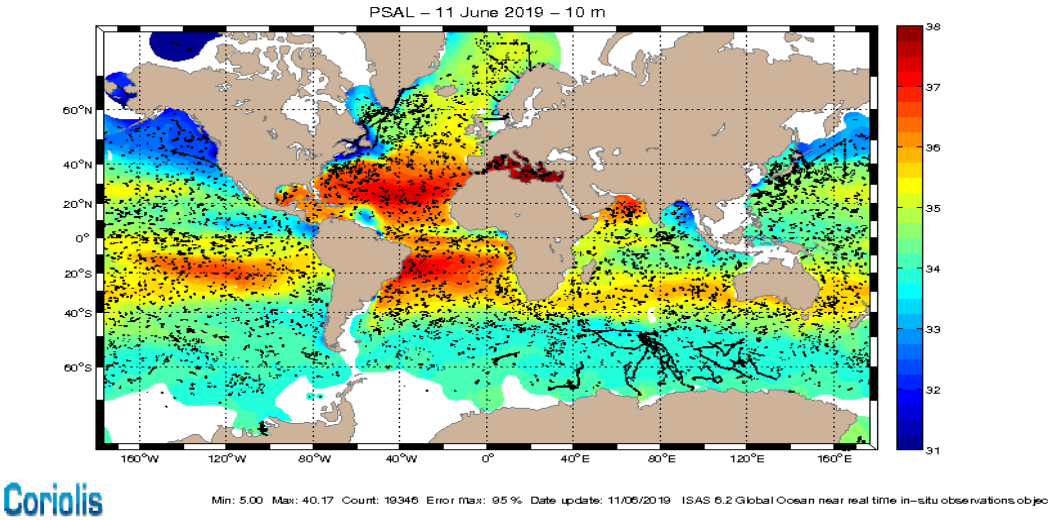


圖 2-13 IFREMER 全球鹽度分佈資訊(2019.06.11 發布版本)

(3) 英國 British Oceanographic Data Centre(https://www.bodc.ac.uk/)

British Oceanographic Data Centre(BODC)為一儲存與提供海洋環境數據之國家機構。英國自然環境研究委員會(NERC)項下所收集的各項資料數據接儲存於 BODC 單位。BODC 利用線上傳輸方式，制定繳交資料的標準規範，並由各單位所收集的各項海洋相關數據資料上傳進行歸檔整合的介面(圖 2-12)。

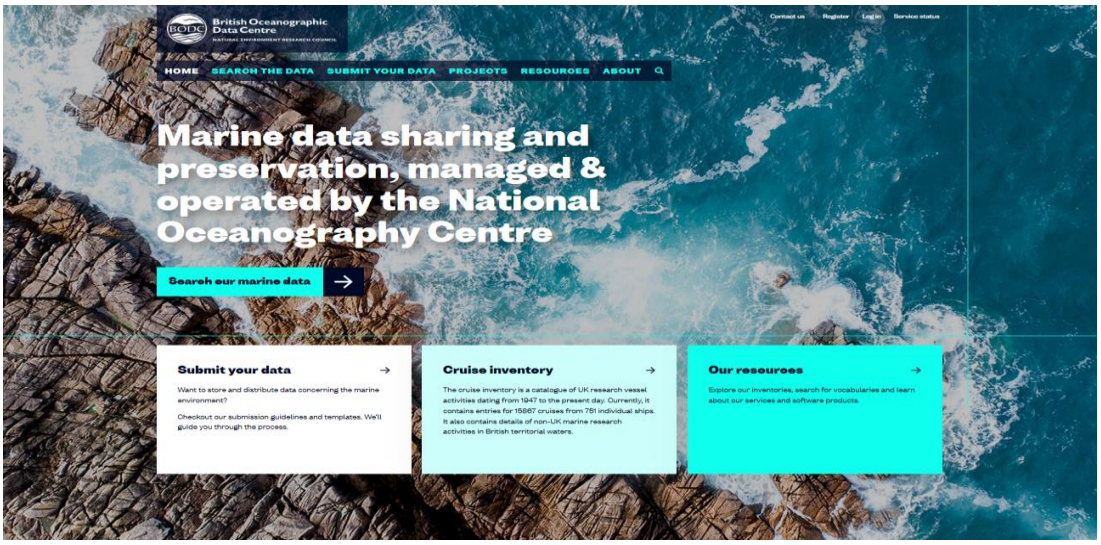


圖 2-14 British Oceanographic Data Centre 資料查詢、上傳與申請網頁

(4) 日本海洋資料中心(https://www.jodc.go.jp/jodcweb/)

日本海洋資料中心(Japan oceanographic data center, JODC)中心隸屬於海上保安廳海洋情報部，資料來源包括所有政府機構（海上保安廳、水產廳、氣象聽、防衛聽等），以及地方政府機關、大學、企業等蒐集之海洋資料，資料內容以物理、化學、地形及地物資料為主。日本海洋資料中心自 1965 年以來持續擔任 UNESCO / IOC 推動的國際海洋學數據和信息交流（IODE）國家海洋學數據中心(圖 2-13)。於日本政府組織架構中擔任之角色與我國海委會相似(均負責有海上司法、警備、救助的任務)。

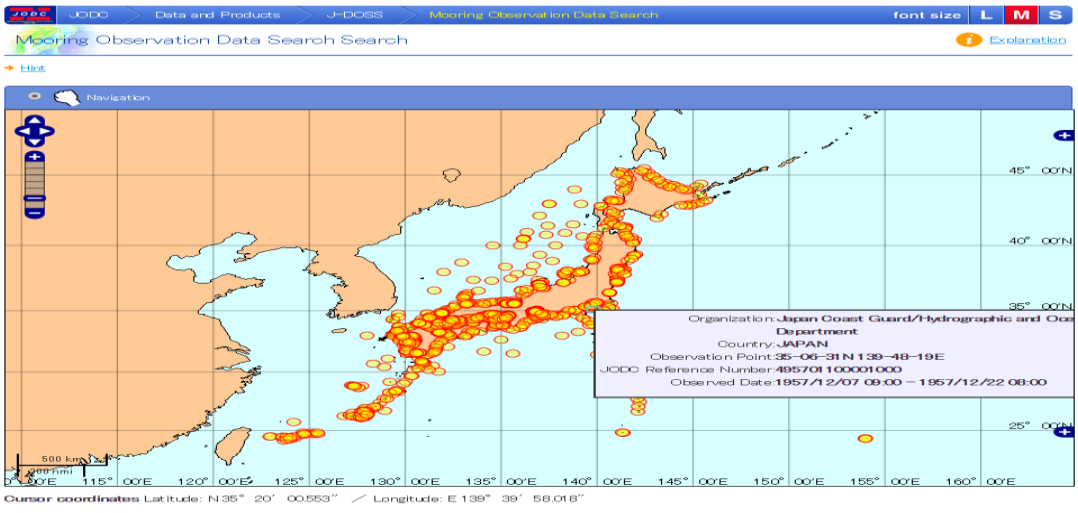


圖 2-15 日本海洋資料中心資料以地理資訊系統為核心的資料查詢方式展示

(5) 韓國海洋資料中心(http://www.nifs.go.kr/kodc/eng/index.kodc)

韓國海洋資料中心(Korea oceanographic data center, KODC)建置於 1981 年，為韓國唯一授權的海洋數據中心，隸屬於韓國國立水產業科學院(national institute of fisheries science, NIFS)，並由國家漁業科學研究所營運。此中心為東北亞區域全球海洋觀測系統(NEAR-GOOS)的韓國國家延遲模式數據庫（DMDB）。

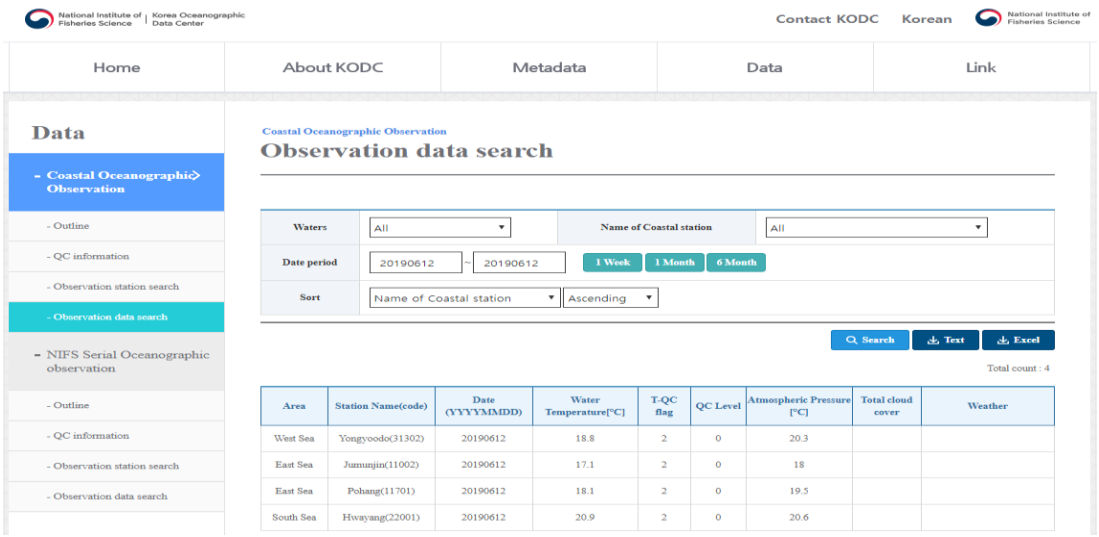


圖 2-16 韓國海洋資料中心資料以列表方式的資料查詢方式展示

(6) 中國海洋科學資料庫(http://msdc.qdio.ac.cn/)

中國的海洋科學資料庫隸屬於國家海洋局之國家海洋訊息中心，全名為「海洋科學大數據中心」。海洋資料源調查涉及之海洋學科分支包括(1)物理海洋、(2)海洋地質、(3)海洋化學和(4)海洋生物等。海洋數據中心目前不僅收集海域相關資料，保存龐大海洋數據，同時亦提供申請查詢，未來規劃建置國際共享資料數據庫(圖 2-15)。

圖 2-17 中國海洋科學大數據中心網頁之首頁

(7) 荷蘭海洋資料中心(http://www.nodc.nl/)

荷蘭的海洋資料中心係由八個政府單位與研究機構所組構，包含亦荷蘭海軍。海洋資料中心於 1997 年前述組織簽署協定後組成，並於 2009 年更新合作協議內容，穩固海洋資料中心對於海洋資料收集的目標。荷蘭海洋資料中心之主要目標為提供高效益海洋數據，並以有效的方式提供給使用者，降低合作單位間海洋數據交換之障礙(圖 2-16)。

圖 2-18 荷蘭國家海洋資料中心網頁之首頁

(B) 雷達監測系統用於溢油探測

國際間各先進國家均建置有國家級的海洋監測站網，提供科學探討與工程規劃實務使用。世界上著名之海洋觀測站網以美國為主，美國國家海洋大氣總署(NOAA)所屬之國家資料浮標中心(NDBC)於美國沿海與五大湖區設置超過 100 多個海上資料浮標(Data Buoy)、60 幾個海岸觀測站(C-Man Station)、以及超過 170 個潮位觀測站(Tide Station)，搭配遙測技術，建立全面性的海洋海岸環境動力監測站網。日本和韓國在其鄰近海域也進行長期的時間序列觀測，為該國海岸工程需求、海洋生態與環境、生物資源評估等應用提供基礎資料。歐盟以英國為主，英國氣象局設立有海洋觀測站網。中國大陸之海洋監測站網以國家海洋局為主，但各省分各單位亦均有因不同目的而設置，整體而言較為分散。

二、海洋生態與保育

本範疇包含(1)海洋污染與防制、(2)氣候變遷等發展領域，本計畫針對各領域高度發展之研究議題現況盤點如下：

(一) 海洋污染與防制

(A) 雷達監測系統用於溢油探測

海洋表面張力波反射微波（雷達）信號，產生稱為海面回波的照明圖像。海上

的油減弱了表面張力波，海洋雜波從雷達圖像中消失。然後油被顯示為黑暗點或表面張力波缺失區域[Marzialetti et al.(2016)]。許多物質也會削弱表面張力波。有許多光滑的外觀，如淡水浮油、平靜區域、結構或地形特徵背後的波浪陰影等[Fingas et al.(2014)]。研究表明即使經過大量處理，所研究的合成孔徑雷達(SAR)圖像中的光滑外觀也高達 20%[Liu et al.(2010)]。即使有這麼多相似之處，雷達對於溢油遙感也是必不可少的，因為雷達能夠在夜間以及雲或霧中運行。

雷達有兩種配置：合成孔徑雷達(SAR)和側視空用雷達(SLAR)。SLAR 更便宜並且使用水平天線沿著飛行路徑產生圖像。合成孔徑雷達使用飛機的前向運動來獲得空間分辨率。SAR 分辨率不依賴於範圍，而是使用廣泛的電子處理來產生高分辨率圖像。SAR 比 SLAR 具有更大的範圍和分辨率。對比測試表明，SAR 具有多種優勢，可用於所有雷達衛星[Leifer et al.(2012)]。SLAR 主要用於空中溢油遙感，因為它更便宜。

溢油遙感的研究顯示，X 波段雷達比 L 波段或 C 波段雷達提供更好的數據[Marzialetti et al. (2016)]。深水地平線洩漏期間石油的長期可用性為一些研究人員提供了研究雷達遙感和波段關係的機會[Minchew et al. (2012)]。總體而言 X 波段優於其他波段，但 C 波段雷達甚至 L 波段雷達在某種程度上可以提供有用的溢油數據油和水之間的對比在 X 波段最高，C 波段中等，L 波段最低[Marzialetti et al. (2016)]。使用垂直(V)和水平(H)電磁波傳播的信號極化可用於提供進一步的信息[Nunziata et al. (2016)]，使用相同極化的發送和接收由字母的重複表示，即 VV 或 HH(發送極性，然後是接收極化)，有四極可供選擇：HH、VV、HV 和 VH，垂直天線發射和接收極化(VV)使用機載雷達產生更好的圖像。一種新形式的偏振測量是緊湊型 SAR，其中系統使用混合偏振，其中發射器偏振是圓形或定向為 45 度，接收器水平和垂直對齊[Collins et al. (2015)]，緊湊型 SAR 是一種相干雙極性，具有優於單極工作的優點並已用於溢油。極化 SAR 可幫助產生信息的浮油和相似者之間的區別。Guo et al. (2017), Chen et al. (2017)]。整體來說雷達是一種非常好的感測器，適用於大面積，夜間和惡劣的天氣探測工作。雷達圖像易受外觀影響，並且具有風速限制(1.5-10 m/s)，目前是用於繪製近海石油的標準。

(B) 衛星遙測用於溢油監測

衛星遙測具有綜觀、動態及多時的特性，較適用於大範圍油污染狀況之掌握。衛星遙測通常使用 SAR 圖像，SAR 仍然是用於溢油檢測的最有效和最優質的衛星傳感器，儘管它沒有溢油厚度估算和油類型識別的能力，但特別適用於夜間和多雲天氣條件下搜索大面積和觀測海洋，通常即使是少量的油也會覆蓋大面積(幾百公尺範圍)，因此在 SAR 圖像中對非常高的空間分辨率的需求並不重要。

現有幾顆軌道雷達衛星為用戶提供了覆蓋範圍和極化的選擇。表 2-3 列出現有

和擬議的雷達衛星，大多數雷達衛星提供各種分辨率和極化，雖然多數衛星僅有 5 年壽命，但部分衛星已運行超過 15 年。

表 2-3 衛星傳播的合成孔徑雷達(SAR)感測器之當前和未來[Merv et al. (2018)]

衛星	發射日期	擁有者/操作者	[光]譜帶	極化
ERS-1	1991 (end 2000)	European Space Agency	C	
ERS-2	1995 (end 2011)	European Space Agency	C	VV
RADARSAT-1	1995 (end 2013)	Canadian Space Agency	C	HH
RADARSAT-2	2007	Canadian Space Agency	C	
ENVISAT (ASAR)	2002 (end 2012)	European Space Agency	C	HH, VV, Cross pol
ALOS (PALSAR)	2006 (end 2011)	Japan Aerospace Exploration Agency	L	
TerraSAR-X	2007	German Aerospace Centre	X	
Tandem -X	2010	German Aerospace Centre	X	
Cosmo Skymed-1/2	2007, 2010	Italian Space Agency	X	
TecSAR	2008	Israel Aerospace Industries	X	
Kompsat-5	2013	Korean Space Agency	X	
Sentinel-1	2013	European Space Agency	C	
RADARSAT-Constellation	2018	Canadian Space Agency	C	

表 2-4 衛星遙測與雷達監測之比較 [Li (2016)]

	描述	優點	缺點	應用	文獻
衛星遙測 Satellite remote sensing	• 可配備不同的傳感器：微波感測器比光學感測器更優選 • 通常使用 SAR 圖像	• 廣域覆蓋 • 經濟和簡易連續監測	• 忽略時間和頻率 • 依賴天氣 • 開發浮油算法的難度和時間	• SAR 部署的衛星 • 與條件、油類型和視角相關的檢測能力	Acker et al. (2003); Friedman et al. (2002); Lotliker et al.(2008); Topouzelis et al. (2008)
雷達 Radar	• 海洋上的表面張力波反射雷達能量並產生明亮的圖像，稱為海面回波 • 部分的表面油抑制表面張力波，並產生黑暗圖像 • 兩種基本類型：合成孔徑雷達（SAR）和側視空用雷達（SLAR）	• 廣域覆蓋 • 適用於夜間和惡劣天氣	• 干擾：淡水浮油、土地或建築物後面的波浪陰影、使海水平靜的海藻床、生物油、鯨魚和魚精子 • 在多個島嶼、淡水流入、冰和其他特徵產生不准確結果的地方效果較差 • 低海平面不會產生海面回波，因此無法區分油水差異 • 受風速限制	• 用於大面積監測 • 貴	Alpers and Huehnerfuss (1987);Gens(2008);Hünerfuss et al.(1989); Singha et al. (2013)

(C) 油污染模擬

目前溢油模擬模型有溢油應急(oil spill contingency)和反應模型(response model)或 OSCAR[Reed et al.(2000)]，溢油衝擊模型應用包/油模擬應用包或 SIMAP/OILMAP [French McCay et al.(2015), Spaulding et al.(1992)]，GNOME/ADIOS[Lehr et al.(1992, 2000, and 2002), Zelenke et al.(2012a,2012b)]等。目前國際上常見的溢油軌跡擴散模式如下[蔡易庭(2018)]：

(1) GNOME & ADIOS 2

美國國家海洋暨大氣總署(NOAA)之美國海洋污染應變與復育辦公室(office of response and restoration, OR&R)為有效及快速分析海上溢油情況，研發應變分析工具，包括油污軌跡模擬軟體 GNOME (general NOAA operational modeling environment)及溢油諮詢資料庫 ADIOS(automated data inquiry for oil spills)。GNOME 係利用風場、潮流、潮汐與擴散機制，並應用 ADIOS 之油品資料庫計算油團可能漂移軌跡和軌跡移動時相關的不確定性(uncertainty)。另外模式具有模擬油污緊急應變處理作業功能，提供以分散劑、海面焚燒及機械式處理法等模組，進行溢油處理效果之模擬(NOAA, 2018)。隨著海氣象數值預測發展越趨成熟，NOAA 亦建置 GNOME 線上海洋數據資料庫(GNOME Online Oceanographic Data Server，GOODS)，提供 GNOME 使用者於線上下載不同來源的海洋流場或風場數據，以進行更準確的油污染擴散模擬。此外為因應資訊整合，NOAA 亦逐步建置網路版 GNOME 系統 (WebGNOME)，使用者可透過網頁瀏覽器，依步驟設定溢油位置、溢油資訊與海氣象數據進行模擬，並可於線上瀏覽油粒子軌跡與風化結果。

(2) OSIS

使用者可採用 BMT 公司自行建立的油品資料庫，亦或是新增自定義油品，並於考量海流與風場等海氣象條件下運行，透過模式計算可獲得油污可能擴散分布、可能影響岸際範圍、油污濃度與溢油可能造成的潛在危害，油污影響區域及厚度則透過顯示面積及色階隨時間的變化來表示，提供現場救災人員更清楚的溢油動態圖像，而油污風化過程模擬透過輸出數據圖表來呈現。另外模式具有模擬油污緊急應變處理作業功能，提供以分散劑進行溢油處理效果之模擬。

(3) OILmap

內建經 ASA 公司實驗室試驗與驗證的油品資料庫(OILmap oil database)，同時導入 NOAA 建置 ADIOS 溢油諮詢資料庫內的油品參數，此外使用者亦能依需求自行增設新的油品參數，並於考量海流、風場、風影響係數、海溫與水平擴散係數等海氣象條件與其他模式參數下運行模擬，模式完成計算後可取得油污於海表面隨時間擴散分布動態結果，並以色階呈現油膜厚度變化，同時以油粒子表示油污影響岸際狀況。此外 OILmap 具有油污風化資訊工具，可藉由框選方式檢視框選範圍內的油污風化結果，如油膜厚度與於海表面油污量等資訊，而風化結果分別能以文字或圖表方式直接於模式中瀏覽，抑或是輸出作為為應變決策參考。另外模式具有模擬油污緊急應變處理作業功能，提供以攔油索、集油器與分散劑進行溢油處理效果之模擬。同時模擬結果可藉由地理資訊系統的圖層，標示周圍環境敏感區分布位置。

(D) 海洋垃圾監測

海洋垃圾依分布區域主要包含三類：海底垃圾(seafloor marine debris, SMD)、海漂垃圾(floating marine debris, FMD)、海灘垃圾(beached marine debris, BMD)等[Zhou et al.(2011); Lippiatt et al.(2013)]，針對各類垃圾有不同的調查方法。海洋廢棄物的影響可分為三類影響：海洋生物的傷害或死亡、對海洋生態系統的危害以及對人類生命和財產的影響[NOAA(2011b); UNEP(2005); USEPA(2012)]。海洋垃圾較易沉降的地方為河口、海岸線與海底，海底垃圾的調查文獻紀載共六種，包含拖網調查(trawl net)、潛水員、聲納等；拖網調查最普遍應用於海底垃圾及部分海漂垃圾之調查方法，其普遍性在於拖網可以進行快速且大範圍(包含水平距離與垂直深度)的調查。而穿越線法(strip transect method)則適用於海漂垃圾及海灘垃圾之調查[Thiel et al.(2003); Shiomoto and Kameda(2005); Hinojosa and Thiel(2009); Wang(2010); Titmus and Hyrenbach(2011); Zhou et al.(2011); Kuo(2013)]。至於廢棄漁具會存在於海面、海底，甚至是沖刷到岸上，偵測方法包含直接與間接兩種，直接方法利用遙測技術(如衛星與無人駕駛行控系統)等，而間接方法則是利用數學模型預測廢棄漁具沉降地點與移動方式[Morishige and McElwss,(2012)]。

關於減少海洋廢棄物，澳大利亞、巴西、智利、挪威、南非、英國、烏拉圭和美國，自 1993 年以來實施並維持了與“南極海洋生物資源保護公約”有關的沙灘廢棄物調查方案(CCAMLR)[Edyvane et al.(2004)]。聯合國環境規劃署(UNEP)批准了檀香山戰略，並建議成員國在 2011 年相應採取這些措施[UNEP, (2011)]。在國家層面，美國環境保護局(EPA)自 1996 年以來一直使用標準化的記錄表來評估美國沿海墨西哥灣的海洋垃圾狀況[Sheavly(2010)]。韓國於 1999 年注意到這個問題，並於 2003 年開始製定減少海洋廢棄物的計畫[Jung et al.(2010)]。至於私營部門及機構，其中最重要的莫過於美國海洋保育協會(The Ocean Conservancy, TOC)，它成立於 1972 年，該會宗旨是創造無垃圾海洋(trash free seas)。1986 年，TOC 在美國德州發起第一次大規模淨灘活動，慢慢演變為國際淨灘行動(International Coastal Cleanup, ICC)，是國際間最重要的海洋垃圾清除行動，每年九月號召志工至海濱、溪流、湖泊等水域進行淨灘活動。過去 30 幾年來，已經有超過 150 多個國家，超過 9 百萬的志工，在全球 6000 多個地點清除了超過 65 萬噸的垃圾。各國活動主辦單位將記錄表統計後交給 TOC，每年由 TOC 發表一份全世界的海洋廢棄物報告，提醒世界各國必須採取更積極的手段來面對海洋垃圾問題的重要性。

除國際淨灘活動外，尚有許多重要組織或大型計畫從事著海洋垃圾監測與清理工作，如美國海洋與大氣總署(NOAA)自 2005 年提出 Maine Debris Program 計畫，主要目的除建立海洋垃圾監測資料庫外，更重要的是透過具體執行讓海洋垃圾能被清除。儘管有許多監測海灘垃圾的指南(如 AMDS、NMDMP、NOWPAP 和 OSPAR 指南)[OSPAR(2010);Cheshire et al.(2009);Ryan et al.(2009);Schulz et al.(2017)]，但其協議不同，使數據整合性具有挑戰性[Galgani et al.(2015)]，再加上傳統的海灘監控

依賴於視覺效果，缺點為較主觀、耗時且範圍小。

近幾年，航空影像的使用才被證明是監測海灘垃圾的一種合適而有效的方法[Kako et al.(2012); Kataoka et al.(2018); Sha et al.(2018); Deidun et al.(2018)]，特別是搭載 RGB 相機之無人飛行載具(Unmanned Aerial Vehicles, UAVs)的使用除了低成本的優勢之外，還可收集高分辨率圖像數據(即公分級別)[asella et al.(2016); Flynn and Chapra(2014)]在相當大的區域(例如數百公頃)，也不易獲得，在數據收集的時間和頻率方面具有很大的靈活性，並且在衛星用途有限的情況下(如高雲覆蓋，圖像分辨率有限)，此外基於自動圖像分類，航空影像上的塑膠物品之客觀識別是一個新的研究領域，人工智能(Artificial Intelligence, AI)技術用於神經網絡和模糊系統，人工神經網絡(Artificial neural network, ANN)是一種非線性計算系統，由大量互連的處理單元(神經元)組成，模擬人腦學習；模糊系統是“if-then”規則之集合，利用模糊邏輯或模糊集理論來定義系統中模糊變量之關係[Zadeh,(1999)]。此兩種系統被用作確定沙灘上塑膠垃圾分級之替代方法，通過人工智能技術對塑膠測量進行分類與評估，從而產生新的塑膠分類系統(Balas et al., 2004)。Martin et al. (2018)發表關於使用無人飛行載具結合人工智能進行海灘垃圾監測，他們證明機器在學習上有比人類快 40 倍之能力和透過主觀方法檢測人為海洋廢棄物方面的能力，但 Martin 在人為海洋廢棄物自動定量中報告表示其最佳靈敏度較為低(即 44%)。

(E) 船舶空氣污染監測技術

船舶產生的廢氣排放為環境和人類健康保護的主要關注點，釋放到空氣中的有害污染物會影響位於海岸線附近的社區和港口城市地區之環境產生負面影響。船舶排放的主要污染物是顆粒物(PM)、揮發性有機化合物(VOC)、一氧化碳(CO)、氮氧化物(NOx)、硫氧化物(SOx)和二氧化碳(CO2)[Nune(2017)]。

執行船舶排放清單的兩種主要方法可分為 自上而下方法使用基於燃料的方法，而自下而上方法通常使用來自自動識別系統(AIS)的詳細船舶活動數據。AIS 之船舶排放清單估算近年來已更加普遍，並已應用在區域到全球的各種範圍內[Chen et al. (2017), Fan et al.(2016), IMO (2014), Johansson et al.(2017), Li et al.(2016), Liu et al. (2016), Nunes et al.(2017)]。AIS 數據在估算排放方面具有許多優勢，如提供詳細的船舶活動記錄，包括實時位置、速度和導航狀態，允許以高時空分辨率追蹤和量化每艘船的排放。近年來船舶和港口活動的顆粒物排放成為空氣質量和若干科學調查對象的關注點。一些研究已清楚地表明船舶排氣顆粒含有 V 和 Ni，使用氣溶膠飛行時間質譜儀測量[Healy et al.(2009), Xu et al.(2018)]或堆疊排放測量[Agrawal et al. (2008), Furuyama et al.(2011), Cesari et al.(2014)]。目前量化人為來源對空氣質量影響的方法主要基於受體模型和空氣質量模型(AQM)[Wang et al.(2016), Xie et al. (2016b)]。受體模型通常用於使用粒子化學和物理性質的多變量測量來評估初級 PM 的貢獻[Watson et al.(2002)]，AQM 已在全世界廣泛應用[Liu et al.(2017), Merico et al.

(2017), Pérez et al.(2016), Vutukuru and Dabdub(2008)]。Marelle 等人(2016)應用 WRF / Chem 模型來量化航運污染對挪威北部空氣質量和短波輻射效應的影響；Aksoyoglu 等人(2016)使用 CMAx 模型研究船舶排放對歐洲空氣質量的影響，它們不僅模擬了船舶排放對 PM2.5 濃度的貢獻，並且還分析次要組件的季節和空間變化。

(F) 油污對海洋生態影響之監測

環境敏感度(environmental sensitivity)之定義為一生態系統(人類或其他生物族群組成)對環境的一種同理性感受，亦即環境之不良變化(污染、災害及人為開發等)對生態棲息環境之安全、存活及繁衍所造成嚴重衝擊與危害下之反應程度。敏感度是相當主觀之感受，相同之生態系統也可能因其組成個體之間的差異而有所不同的反應，均一化地評估敏感程度，可藉有選擇適當且主要之影響指標 以及其所對應之量化指數來評價該生態系統的健康度(healthy)。而 ITFM(1995)對敏感度的定義為可及時反映各種不同干擾的表現程度；Gundlach & Hayes(1978)定義所謂「脆弱度指標(vulnerability indicators)」則所指的是沉積於岸線上之油污在波浪及底質等機制下之附著程度及存在期長，甚至衍生對生態之衝擊大小所定義下之量化表現。環境敏感度指標(environmental sensitivity index, ESI)則是美國於 1976 年由 RPI 公司與美國海洋及大氣總署(NOAA)合作發展出來的，對於溢油污染警急應變及海岸管理均有其重要貢獻。該指標並結合地圖及地理資訊系統(GIS)，應用於美國之海岸線、阿拉斯加及五大湖等。ESI 雖最早由美國發展出來，但後續已有許多國家如日本、加拿大、丹麥、泰國等依據其本國海岸特性加以修改並應用[Chen et al.(2005)]。

近年來海洋自治系統(MAS)的潛能和使用迅速增加，使傳統船隻無法在空間和時間尺度上進行海洋觀測[Rudnick et al.(2004), Hartman et al.(2012)]。MAS 更廣泛應用於海洋地球科學[Wynn et al.(2014)]、棲息地測繪[Robert et al.(2014)]和底棲生態學[Morris et al.,(2016)]，其可以分為靜態、定點觀測站(FPO)，提供有關環境變化的長期數據，包括懸浮固體、化學污染物、噪音、光和動物行為[Cristini et al.(2016), Ronconi et al.(2013)]和各種移動平台，後者可大致分為水下滑翔機；自主水下航行器(AUV)，其具有詳細的聲學測繪和結構視覺檢查[Robert et al.(2017)]，並且基於感測器的化學污染物和懸浮固體濃度評估的能力；無人水面載具(USV)以及海底登陸和爬行自動駕駛船舶，其配備海底觀測攝像機，主要使用插入海底的基於光纖的光極進行沉積物之氧氣分析[Wenzhöfer et al.(2016)]。

生物指標是評估生態健康的有效工具[Shin et al.(2010); Wang et al.(2017); Liu et al.(2019)]，許多指標，包括生物量、功能群和生物多樣性指數，已被廣泛用於評估水生環境的生態健康，大型底棲動物是評估生態健康最廣泛使用的指標，因為它們對多種類型的壓力敏感，並且分佈廣泛[Borja et al.(2000); Borja and Tunberg(2011); Liu et al.(2016); Yu et al.(2018)]，大型底棲動物也是生態系統中水生生物的重要組成

部分。它們在食物網中保持關鍵功能，例如能量流和營養鹽循環[Davies(1975); Dauer，(1993)]。幾種大型底棲指數已被廣泛應用於生態健康評價，如豐度生物量比較曲線(ABC)、香農多樣性指數(H′) (log2)、底棲多毛類及端足類隨機種指數(BOPA)、AZTI 海洋生物指數(AMBI)和多變量 AMBI(M-AMBI)[Borja et al.(2000); Chan et al.(2016); Liu et al.(2018b); Lv et al.(2016); Warwick(1988)]。已經對這些指標的應用和校准進行了幾項研究，如在淺層[Mistri et al.(2018)]、河口[Feebarani et al.(2016); Liu et al.(2018a)]和海灣地區[Arbi et al.(2017); Peng et al.(2013)]。例如，ABC 曲線、AMBI 和 M-AMBI 已被用於評估長江口監測牡蠣礁之健康狀況[Liu et al.(2018b)]；然而在潮間帶棲息地進行的研究相對較少。

(1) ABC 曲線：

ABC 曲線(生物量比較曲線)用於評估大型底棲動物群落健康[Dauer et al.(1993)]。在未受干擾的條件下，生物量曲線位於豐度曲線之上。在污染環境中，由於機會物種豐度的增加，豐度曲線位於生物量曲線之上或兩條累積曲線相互交叉的路徑，還計算 W 統計量，其值範圍從-1 到+1，朝向-1 之值表示受干擾或污染的條件，而朝向+1 的值則為相反之情況下。

(2) 香農多樣性指數(H′) (log2)

(H′) (log2)值越高，水質越好; 相反，(H′) (log2)值越低，水污染越嚴重。生態質量等級和相應的(H′) (log2)範圍對於未受干擾的地點(> 3)表示"高質量"，對於輕度擾動的地點(2-3)表示"好的"，對於中度受干擾的地點表示"中等"；(1-2)對於受到嚴重干擾的地點(<1)表示"差"；而對於極度受干擾的地點（沒有大型底棲動物）而言表示"糟糕"。

(3) 分類多樣性指數

在漏斗圖上，將來自分類多樣性指數的實際值的位置作為生態狀況的指標。

(4) BOPA 指數

根據下式計算底棲多毛類及端足類動物隨機種指數(BOPA)：BOPA = log[(fP / (fA + 1) + 1]，其中 fP 是隨機種多毛類總數與所有大型底棲動物總數的比例，fA 是所有大型底棲動物的端足類動物比例(Dauvin and Ruellet, 2007)。生態質量等級和相應的 BOPA 範圍符合 Dauvin 和 Ruellet(2007)："高質量" (<0.046)；"好" (0.046-0.140)；"中等" (0.140-0.194)；"差" (0.194-0.268)和"壞" (0.268-0.301)。

(5) AMBI 和 M-AMBI

使用 AMBI 5.0 軟件程序計算 AMBI 和 M-AMBI 值，根據 AMBI 物種清單，大多數大型底棲生物被分配到五個生態群中的每一個。生態質量水平和相應之 AMBI 範圍對於未受干擾的地點(<1.2)是"高"，對於輕微受干擾的地點(1.2-3.3)是"好"，對於中度受干擾的地點(3.3-4.3)是"中等"，對 嚴重受干擾的地點

(4.3-5.5)，對於極度受干擾的地點(> 5.5) "壞"[Borja et al.(2007)]。M-AMBI 指數是(H′) (log2)、AMBI 指數和物種豐富度的組合。該方法將監測結果與參考條件進行比較，在高狀態下，通過將所有重複中的最高多樣性和豐富度值增加 15％來確定參考條件[Borja and Tunberg(2011); Cai et al.(2013)]。在糟糕的狀態下，M-AMBI 接近於零。五個生態質量等級和相應的 AMBI 範圍是"高"(> 0.77)，"好"(0.53-0.77)，"中等"(0.38-0.53)，"差"(0.20-0.38)和"壞"(<0.20) [Muxika et al.(2007)]。

(二) 氣候變遷

(A) 暴潮分析

暴潮是指颱風或低氣壓所引起的強風、氣壓變化等氣象上的因素，造成海面水位升高的現象，暴潮潮位為太陽、月亮引力所引起的天文潮，與受劇烈天氣所引起的氣象潮之綜合潮位。受氣象因素影響的潮位稱為氣象潮、異常潮或暴潮（storm surge），其與天文潮位的水位高差稱為的潮位偏差，當颱風低氣壓中心在距離潮位測站 300 至 1000 公里時，潮位偏差會逐漸增大，其稱為前驅湧(forerunner)，進入颱風暴風範圍時會有潮位劇烈上升下降的暴潮，之後隨著天氣現象的趨緩，潮位偏差開始逐漸振動下降衰減，稱為餘湧(resurgence)。暴潮之高度除與氣壓高低和風力大小有關外，尚與海岸地形亦有極大關係，普通海灣、內海、海峽之暴潮位較大，面臨大洋之平直海岸則較小，餘湧即使在氣象作用消失後，在海灣或湖泊中仍有長期之蕩漾。

2005 年卡崔娜颶風(Katrina)於 8 月 29 日登陸美國墨西哥灣區，當時於密西西比 Christian 地區記錄到的水位高於海平面 27.8 英呎，狂風暴雨造成紐奧良市區堤防潰堤，八成市區遭到淹沒，整體損失達 3000 億美元。2013 年強烈颱風海燕在強度最強的狀態下侵襲菲律賓，為有紀錄以來登陸時風速最高的熱帶氣旋，其強烈風速與所引起的風暴潮與巨浪在菲律賓中部造成毀滅性的破壞，當時紀錄沿岸約有 2.3 公尺高暴潮位，使得沿岸房屋遭受破壞，造成 5680 人死亡，經濟損失約 344 億披索。而 2010 年 09 月 19 日中颱凡那比襲台，造成南臺灣的高雄大淹水，除了颱風帶來的雨量過大，無法經由河流宣洩之外，適逢滿潮，河道無法容納過多的水量，往陸地溢流，淹水區域面積廣大，造成重大財務損失。

美國國家海洋暨大氣總署(NOAA)內設國家颶風研究計畫，其目的在於預報暴潮及收集以往發生暴潮的資料，我國的暴潮通常在中央氣象局發佈颱風警報時亦會進行暴潮預測與警報。當暴潮可能會在某一海岸地帶發生時，會預先疏散可能造成災害的低窪地區居民與財物以減少損害。但由於許多的原因造成預測的不精確或反應時間過短，而不準確的預測資訊會誤判災害情勢導致民怨，如何精確的預測風暴潮則為刻不容緩的政府施政工作項目。

隨著電腦計算能力的突飛猛進，各國相繼投入以數值模式方法來模擬各種風暴潮演化之物理模型。不論波浪或暴潮從生成到傳遞至近岸，其演化過程相當複雜，主導外力也因演化地點不同也有所改變。颱風暴潮發生在颱風侵襲之時，對於暴潮的推算一般可歸納為風剪應力與颱風低壓所產生綜合水位抬升，故給定合理颱風氣壓與風場，亦可利用水動力數值模式進行颱風暴潮模擬。

(B) 漁業影響

氣候變遷的衝擊對於海洋或是陸地環境都會造成很重大的影響，同時，對沿海地區人口生活中心和基礎設施構成威脅。雖然，氣候變遷對一些物種和海洋產業不見得全是負面的影響，但多數還是受到衝擊。

有鑑於現今的資訊收集，氣候變遷對於當前漁業系群的影響還尚未有明確的驗證，但是有越來越多的證據對於因應氣候變遷時，漁業管理上提供參考依據。澳洲於 2011 年著手進行相關計畫，其中完成了 25 項涉及氣候、漁業及海洋生物多樣性的研究。對於氣候變遷與海洋環境及魚類種群的影響又更全面的解析，可更靈活地修正當前的管理辦法，進一步減少經濟損失的風險，改善對未來資源的適當管理。澳洲當局針對氣候變遷對於海洋生物與漁業應對管理方向，制定了短中長期的策略。

短期：

(1) 在澳大利亞地區開發可以快速對於海岸線和沿海脆弱度評估的工具，並同時了解漁業復原力的方法。

(2) 在實驗室中，對於生物生命各階段可全盤發展，以因應對氣候變化和海洋酸化，並涵蓋一系列氣候區從熱帶到極地實驗和建模，以了解海洋浮游生物和沿海海藻、海草、浮游生物等對於漁業的初級生產以及未來初級生產力的影響。

(3) 收集經驗模式數據，透過數據，開發區域生態系統模型，以研究在氣候變遷下，營養位階變化，微生物種群和氣候變化情景下的氧氣和 pH 濃度之間的關係以及其他壓力，例如捕撈對漁業的影響以及系統閾值是否存在。

(4) 對氣候變遷對海洋生態系統影響的風險進行生態、社會和經濟評估，包括漁業狀況報告中考慮氣候變化問題。

(5) 綜合研究，以了解生態系統功能與經濟社會影響之間的聯繫，綜合管理並戰略評估與規劃，審查所有部門，特別是漁業、養護和旅遊業的管理。

中長期:

(1) 針對溫度、氧氣及海中 PH 值等氣候變遷對漁業衝擊之因素進行區域性整合調查，其調查結果將提供於管理單位。

(2) 2.研究項目導入遺傳學及表觀遺傳學(epi-genetic)，針對漁業系群或關鍵物種為因應海洋酸化及其他環境因子所造成之變異進行研究。

三、海洋產業與工程

本範疇包含(1)海洋防災、(2)造船與維修及(3)水下技術等發展領域，本計畫針對各領域高度發展之研究議題現況盤點如下：

(一) 海洋防災

(A) 海岸防護

海岸防護主要為抵禦「波浪與暴潮溢淹」及「海岸侵蝕」等海岸災害，海岸災害對沿岸人民與財產會帶來巨大的損害，因而各國於海岸防護，均已實施長期的防護策略與工法，其防護規範與技術已邁入成熟的階段。近年來，因顧及生態與海域環境，海岸防護已漸漸由硬性工法轉為柔性工法，目前國際間常用的防護工法，可歸納如表 2-4 及表 2-5 所示。

表 2-5 自然海岸減災工法-硬性工法[Board (2014)]

硬性工法(Hard structures)	
名稱	功能
海堤(seawall)	抵擋波浪和暴潮
直立護岸(bulkhead)	抵擋波浪和暴潮
護岸(revetment)	抵擋波浪和暴潮
防暴潮海堤(storm surge barriers)	抵擋暴潮
導流突堤(jetty)	穩定進水口
突堤(groin)	固沙
堤防(levees)	防止淹水
防洪牆(floodwalls)	防止淹水

表 2-6 自然海岸減災工法-柔性工法[Board (2014)]

柔性工法(Nature-based strategies)	
名稱	功能
養灘(beach nourishment)	固沙
以推土機清除/刮(bulldozing/scraping)	固沙
沙丘建置(dune building)	固沙
植被(vegetation)	固沙、吸收波能、生態
鹽沼(salt marsh)	固沙、吸收波能、生態
牡蠣礁(oyster reef)	固沙、吸收波能、生態
珊瑚礁(coral reef)	固沙、吸收波能、生態
紅樹林(mangrove)	固沙、吸收波能、生態、降低風災
海草(seagrass)	固沙、吸收波能、生態
防災策略(Building design and nonstructural land-use strategies)	
提高房屋地基高度(Building elevation)，固定海岸緩衝帶(Fixed setback)，徵購土地(Land purchase) ，風險區域劃設(Hazard zoning)，限制危險區域重建(Hazard reconstruction limits)，強制疏散(Relocation)，低密度發展(Low-density development)、放棄(Abandonment)、防護線劃設(Utility/service-line limits)	

此外，複合式海岸防禦策略亦漸於各國擬訂與運用，藉由硬性工法和柔性工法混和使用，可最大限度的降低風暴潮與波浪侵襲海岸的風險(圖 2-19)，其策略以離岸沙洲做為第一道屏障抵擋波浪直接的侵襲，濕地區域內的柔性工法能衰減暴潮和波浪的能量，最後一道硬性工法則能更直接的降低暴潮高和波浪波高。

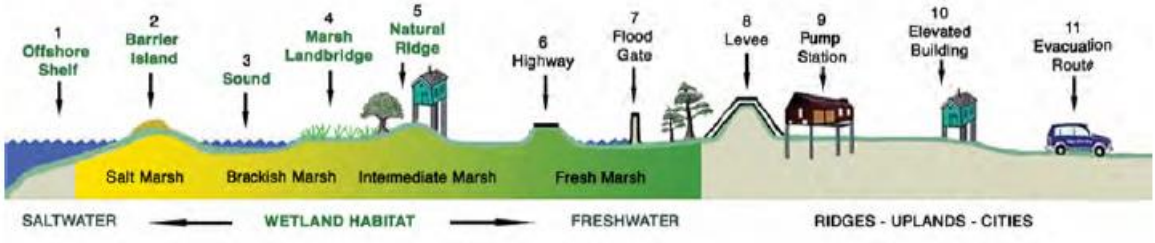


圖 2-19 美國路易斯安那的複合式海岸防禦策略[Board (2014)]

(B) 海嘯防治

機率式海嘯危害度分析(probabilistic tsunami hazard analysis, PTHA)於國外有近 40 年的發展歷史，起源於機率式地震危害度分析(probabilistic seismic hazard analysis, PSHA)。有別於定率式(deterministic tsunami hazard analysis, DTHA)之危害度分析，PTHA 建立海嘯高度與超越機率間的關係，而 DTHA 則以特定情境為標的進行分析。兩者相同之處在於皆須以數值模擬的方式計算得到海嘯造成的水位變化，進而瞭解不同位置的海嘯高度威脅。而 PTHA 有別於 DTHA，考量了數學模型的偶然不確定性及複雜自然現象的認知不確定性，並以機率的方式呈現不同海嘯高度的超越機率，能幫助決策者進行防災的規劃及籌備。近年由於海嘯災害，許多國家(美國、日本、韓國和印度等)已開始進行 PTHA 的相關研究。

美國聯邦緊急事務管理署(federal emergency management agency, FEMA)於 2008 年的報告(FEMA-P646, 2008)中已可見到 PTHA 分析成果(圖 2-20)。分析成果顯示在年超越機率為 0.2%的情況下，岸邊的波高可高達 8.1~10.5 公尺。

太平洋瓦電公司(PG&E)將海嘯源的種類分成(1)遠域地震(distant earthquakes)、(2)近域地震(local earthquakes)、(3)崩移(landslides)以及(4)暴潮和潮汐(storms & tides)，製作海嘯危害度曲線(tsunami hazard curve)，如圖 2-20 所示。PG&E (2010)針對核電廠重要設施的海嘯危害度進行分析，例如抽水結構物。從圖 2-20 可知，整體海嘯源造成之海嘯波高超過 10 米之機率約為 0.0002%。藉由機率的評估方式，可瞭解不同超越機率的海嘯波高，並可同時考量各種海嘯源之影響，得到整體之危害度曲線。此外，透過納入計算和分析時的不確定性，減少對於災害程度的低估。

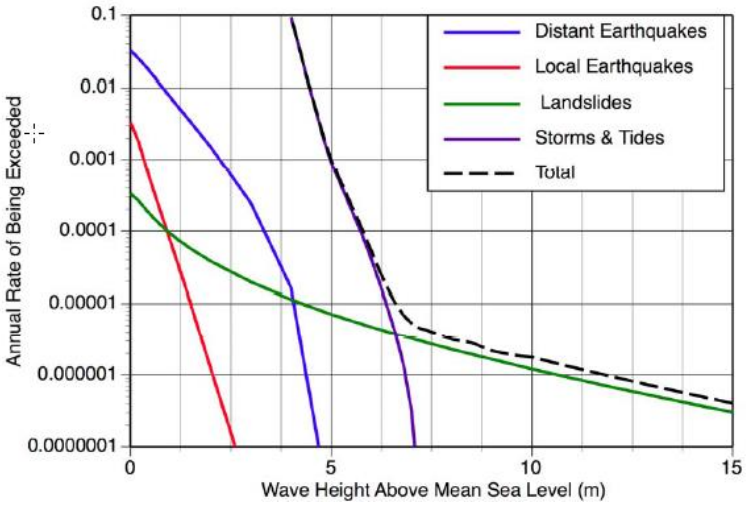


圖 2-20 不同海嘯源對於核電廠抽水結構物的危害度曲線[PG&E (2010)]

由於 PTHA 仍是一個相當新穎的評估方法，FEMA 尚未將其廣泛的應用，而是持續投入相關的研發。除了美國(Adams et al., 2017)外，日本(Goda and Song, 2016)和印尼(Horspool et al., 2014)和韓國(Choi et al., 2014)分別進行了機率式海嘯的相關研究於歷史事件分析、核電廠、和印尼海岸的分析。

除一般地震海嘯外，氣象海嘯(meteotsunamis)亦為常見的海嘯災害，氣象海嘯起因於天氣系統的變化，主要與大氣壓力的微小變動有關。海面上的大氣壓力若改變 1 個毫巴將可造成 1cm 左右的水面震盪，當這些微小的初始波傳遞至近岸時，波浪會受到水深地形的影響而產生淺化效應，故而波高變大。此外，當波速與微量氣壓變化的移動速率約略相同時，將進一步引發共振效應，造成波高進一步的增高。需要注意的是，當氣象海嘯長波與地震型海嘯長波產生交互作用後，將可能造成水位振幅增至數倍。

2004 年印尼蘇門答臘島西方 160km 處產生之海嘯波傳遞至美國東岸時，恰巧遇上低壓風暴，造成緬因州北部海岸的水位增幅達 2~5 倍以上。Linares et al. (2016)以交叉小波分析(cross-wavelet analysis)的方式評估美國密西根湖(Lake Michigan)的短期和長期水位變化、風速和氣壓變化與氣象海嘯間的關係，發現大氣擾動主要由壓力和風所主導。除此之外，透過數值模式(semi-implicit cross-scale hydroscience integrated system model, SCHISM)探討壓力擾動速度對氣象海嘯傳遞及變形的影響，而從模擬與實測的水位變化比對結果顯示模式結果之方均根偏移(root mean square deviation, RMSD)最大不超過 0.072m。從數值試驗與實測分析的資料發現，大多數的氣象海嘯(60%)的大氣擾動速度與模擬之最大海嘯波波速(32 m/s)相差 6 m/s，造成最大波高放大超過 3 倍。

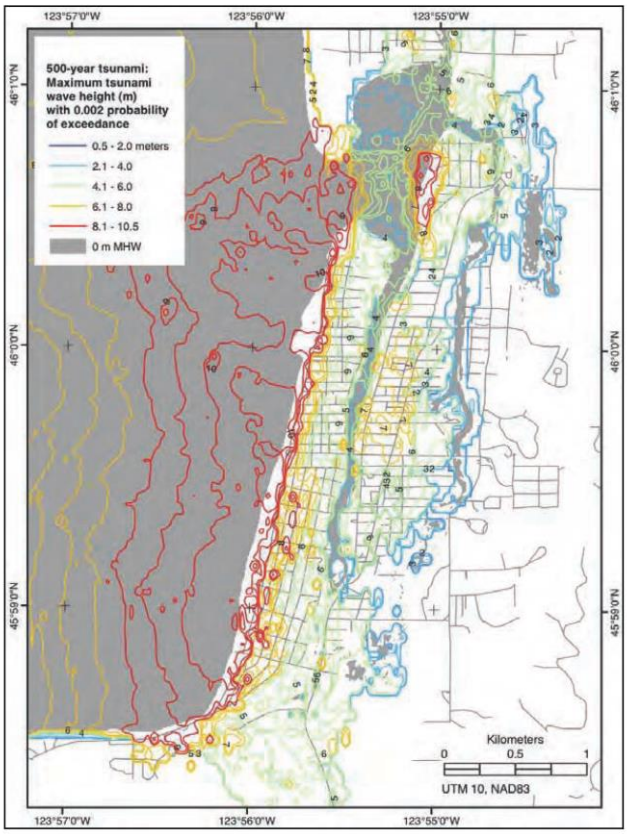


圖 2-21 美國奧勒岡州錫賽德機率式海嘯危害度分析[FEMA-P646(2008)]

(C) 因應氣候變遷衝擊

隨全球氣候變遷引致的極端天氣事件頻發與強度增強，此對於海洋環境有所衝擊(包含海洋水動力、海洋水文及生物等)。而對於人民與財產最直接的損害，則是暴潮溢淹與地形變遷的影響，目前各國也為因應氣候變遷衝擊而提出各種因應和調適對策。

以荷蘭三角洲計畫(Delta plan)為例，在執行三角洲計畫的過程中，荷蘭政府提出封閉河口阻止暴潮溢淹災害，惟於 1993、1995 年萊茵河及馬士河仍因水位暴漲和溢堤造成市區淹水，使得荷蘭政府的治水策略從傳統上「與水爭地」的思維轉成「還地於水」。2006 年 KNMI 荷蘭氣候模式研究報告預估，2100 年荷蘭地區的海平面將上升 0.35~0.85m，荷蘭政府開始推動氣候變遷相關之水議題在調適及減緩的研究與規劃，而目前各國因應氣候變遷衝擊的決策，亦逐漸由硬性抵擋轉為韌性提升。

美國大氣海洋總署 NOAA 為提升沿海地區之海岸韌性(coastal resilience)，自 2015 起均透過相關計畫(coastal resilience grant program project)進行資金補助，藉此改善海岸韌性以面對氣候變遷所帶來的海岸衝擊，其海岸韌性提升概念與流程如圖 2-22 所示。

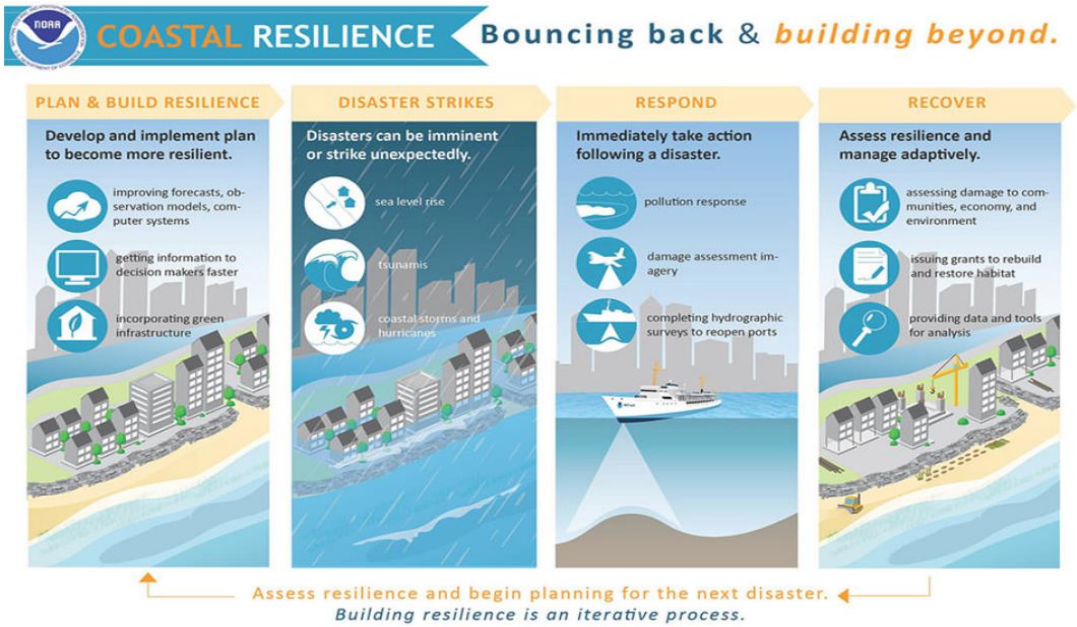


圖 2-22 海岸韌性流程與概念圖[NOAA(2015)]

日本仙台市海岸約每 40 年會發生 7 級的地震，重要歷史事件包含 1978 年宮城縣近海地震、2011 年 311 東日本大地震，造成建築物破壞以及人員傷亡。記取過去歷史教訓，仙台市政府成立仙台市災害韌性及環境友善城市推廣辦公室，以低碳(low carbon)、宜居(ease of living)以及防災回復力(disaster resilience)，為主要發展方向(圖 2-23)。

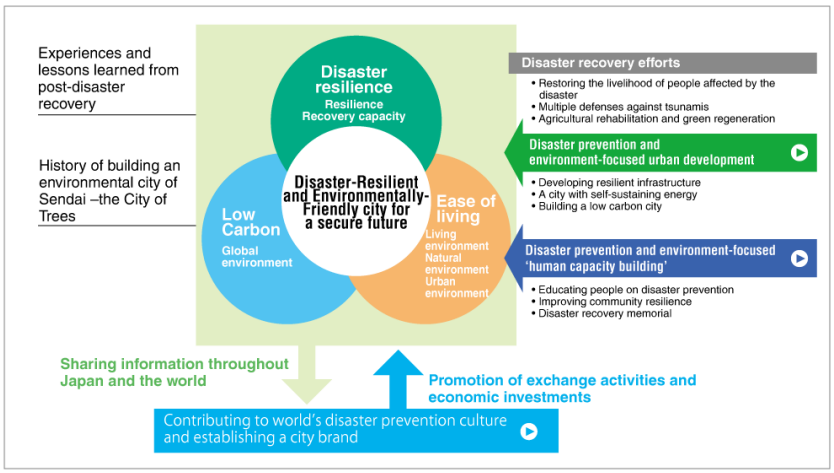


圖 2-23 日本仙台市的防災環境都市政策發展方圖

(D) 海底塊體運動

海底塊體運動(submarine mass movements)之驅動機制主要依其成因及環境變化。如紐芬蘭大淺灘(The Grand Banks)滑坡雖由地震引發的，但開闊之陸棚邊緣提供了發展大規模濁流之理想條件；密西西比河扇上之碎屑流，則由發育良好之河道系統提供遠距離傳輸之環境[Schwab et al.(1996), Locat et al.(1996)]。故考慮塊體運動之各個階段可視為將各種驅動機制結合之重要步驟。於破壞階段，需以土壤或岩石力學原理進行穩定性之解釋或預測，於破壞後，則須透過流體力學原理解釋或預

測其傳布途徑。

海床上塊體運動或邊坡破壞(slope failure)主要由長期(地質條件)及短期(驅動機制)因素控制。長期之地質條件包括(1)塊體運動歷史、(2)沈積速率、(3)沈積物固結程度、(4)海床坡度、(5)地層中低強度沈積層(weak layers)存在與否及(5)氣候變遷歷史等[Masson et al. (2006)]。短期驅動機制則包括(1)過陡的海床坡度、(2)地震荷重、(3)風暴波浪荷重、(4)海床逸氣、(5)天然氣水合物解離、(6)海床滲流(seepage)、(7)冰川荷重及(8)火山作用等[Locat and Lee(2002)]。

自 1980 年代以來，國際陸續執行 ADFEX(1989-1992)、GLORIA(1984-1991)、STEAM(1993–1996)、ENAM II(1996-1999)、STRATAFORM(1995-2001)、Seabed slope process in deep water continental margin(1996-2004)、COSTA(200-2004)等與海底塊體運動相關之海床調查研究。亦因地質和沈積環境三維(3D)描述之需求，高解析震測於此期間獲得顯著發展，可結合變頻聲納系統與測掃聲納系統進行施測。

除前述調查方法顯著發展外，塊體運動引發機制及相關沈積物分析亦有持續進展。造成沈積物抗剪力降低的因子主要來自於地層中超額孔隙水壓生成，前述長短期控制因素中之沈積速率、海床逸氣、天然氣水合物解離、海床滲流等都會將引致沈積層中之超額孔隙水壓生成。而超額孔隙水壓之消散則與沈積地層的滲透率、粒徑及沈積顆粒組構息息相關[Laberg and Camerlenghi(2008)]。依據墨西哥灣 Ursa 地區的研究結果推測，當沈積速率達 15 m/kyr 時，沈積層中之超額孔隙水壓開始累積，當沈積速率達 30 m/kyr 時，累積之超額孔隙水壓及流體將導致海床表面 10m 範為之破壞[Dugan and Sheahan (2012)]。

除沈積速率外，多數研究亦指出海底滑坡(submarine landslide)一般作用於平行海床之特殊層位，特殊層位均具有維持高超額孔隙水壓、高敏感性、富含黏土、高含水率等特徵[Solheim et al.(2007)]。若特殊層位發生液化，可能進一步催化海底滑坡作用的形成[Kvalstad et al.(2005)]，如蘇格蘭北方 Shetland 島附近之 Afen slide，即可能因地震而引發砂質等深流岩(contourite)液化所因[Wilson et al.(2004)]。

過去研究顯示超過 40%的海床滑塌作用導因於地震[Hance (2003)]，因此地震長期被視為最重要之海底滑坡觸發機制。除地震加速度直接引發剪力強度變化外，地震亦容易導致砂性沈積物(cohesionless sediment)液化作用[Sultan et al.(2004)]；由地震作用引發之邊坡破壞可分為 3 階段，第 1 階段，於地震作用期間超額孔隙水壓生成，降低沈積物剪力強度，導致海床失衡。第 2 階段，地層深處之超額孔隙水壓遷移至地層敏感區，導致邊坡不穩定並誘發地震後之海床破壞。第 3 階段，地震後地層潛移作用導致之海床破壞(主要發生於黏土質海床)[Nadim (2012)]。

(E) 海床液化

海上風暴期間，於波浪作用下海床沈積物可能會發生液化，此時埋藏於海床下之管線可能會部分浮出海床表面，而防波堤、沉箱及海上平台等重物可能下沉並消

失在海床中。除波浪外，地震亦為可能造成海底液化之誘因。當海床土層具有高超額孔隙水壓、高敏感性、富含黏土、高含水率等特徵[Solheim et al.(2007)]，受波浪或地震作用時，可能發生液化並進一步催化海底滑坡形成[Kvalstad et al.(2005)]。

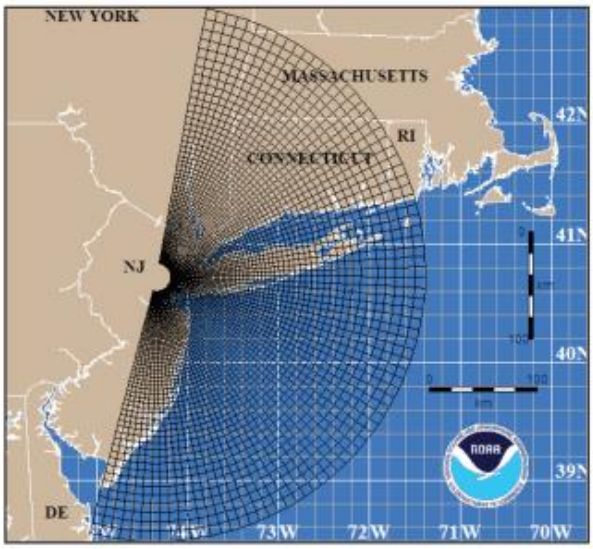
Christian et al.(1974)及 Herbich et al.(1984)曾就海上風暴期間，部分管線浮出海床表面的事件進行探討；Dunlap et al.(1979 亦描述風暴事件引致的密西西比河三角洲軟質粘土沈積物的孔隙水壓激增，導致測量儀器下沈 6-14ft；Young et al.(2009)以及 Xiao et al.(2010)認為孤立波可以引起沿海斜坡液化；Sumer et al.(2011)提出之的孔隙水壓測量表明，於孤立波之破碎階段，傾斜床表面處或附近的沈積物將遭受向上之壓力梯度力。若向上之壓力梯度力大於沈積物承受之水下重量，此範圍顆粒將發生液化。歐盟於 1998-2002 期間為保護沿海社區海洋結構免受洪水和侵蝕，調查因液化導致這些結構失效的潛在風險及準備和傳播擬議研究制定的實用指南，推動「Liquefaction around marine structures (LIMAS)」和 Scour Around Coastal Structures(SCARCOST)計畫。

(F) 海岸災害預警

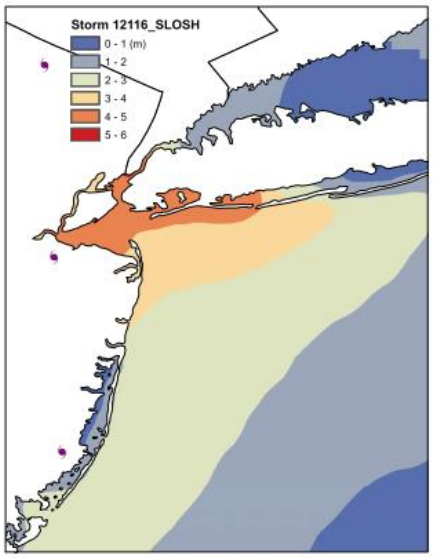
造成海岸溢淹的原因相當複雜，一般溢淹事件發生之時間點多為高潮位適逢暴潮期間，欲準確預測溢淹之水位高及範圍尚須考慮風，波浪造成的水位抬升，及暴雨造成的陸源淡水流量等。為瞭解海岸風暴潮潛勢情況，美國大氣海洋總署(NOAA)採用 SLOSH 模式(Sea, Lake,and Overland Surges from Hurricanes)，進行極端條件情境之風暴潮潛勢評估(圖 2-24)。藉由極端條件持續修訂，瞭解風暴潮於各區域災害潛勢分布情況。另外 NOAA 亦整合美國海岸地區 200 多個水位站，建置海岸溢淹警示系統(coastal inundation dashboard)，系統整合(1)即時水位資料、(2)未來 2 天之預報水位、(3)暴潮及(4)歷史洪氾區至雲端互動系統，並與颱風路徑預報系統(QuickLook)連結，顯示事件下海岸溢淹潛勢(圖 2-25)，提供決策者了解事件造成之即時災害，及未來 10 年於海平面上升對日常活動及工程設計上之影響。

海岸溢淹警示系統除進行精密之數值預報外，更進一步將預報水位及溢淹範圍轉換不同的警示等級，分為高中低等級別，以提供決策者及居民正確及有效率的對洪水事件做出反應。

另外，為促進預估產值為 32 億美金之海洋經濟發展，NOAA 於本年度完成線上海事計畫管理工具(cceanreports web tool)開發，提供使用者經濟海域內之海圖、海洋物種棲地分佈、海底電纜分佈、海洋產業類別以及多個海洋資料庫的連結(圖 2-26)。海事工程規劃之經理人或研究單位可透過此管理工具，瞭解目標區域開發、使用現況，以排除不適宜之規劃或作業。此系統是以強化海洋經濟之角度建立的，目的在未來建立 32 億美金之海洋經濟產值。



SLOSH 模式網格配置



風暴潮潛勢分布

圖 2-24 風暴潮潛勢評估示意圖(資料來源：NOAA)

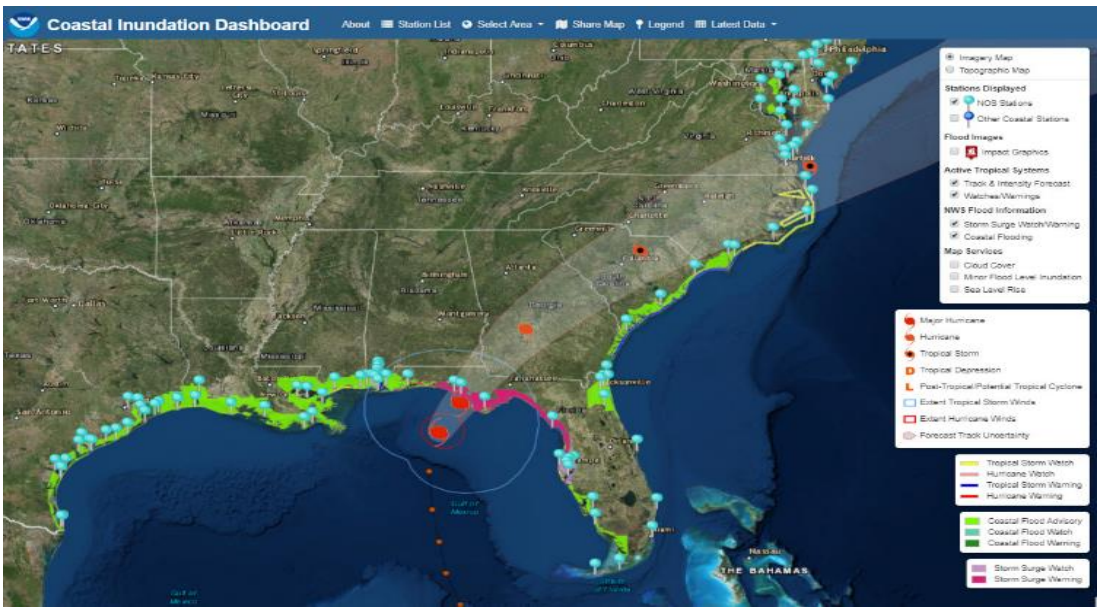
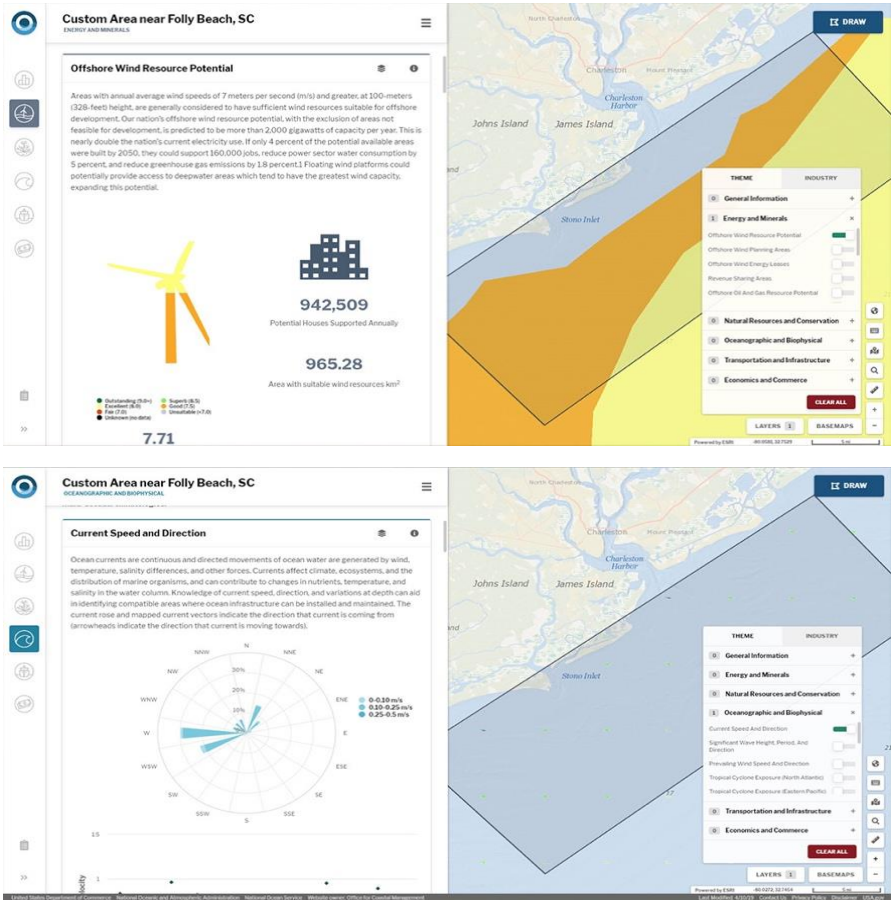


圖 2-25 2018.10 颶風侵襲美國期間海岸溢淹警示系統顯示海岸溢淹潛勢圖



註：上圖為目標場域風能潛勢，下圖為海洋物理資訊如和海流方向及速度

圖 2-26 NOAA 開發線上海事計畫管理工具使用介面

(G) 海嘯預警

太平洋海嘯警報中心(Pacific tsunami warning center, PTWC)於 1949 年成立，隸屬美國大氣海洋總署 NOAA。運用美國地質調查所地震資料進行分析，當太平洋地區有大地震發生時，立即進行海嘯發生之研判，並透過驗潮站於海洋中實測之波高變化，預測海嘯波速及波高。PTWC 更以數值模擬方法模擬出海嘯初波到達時間與可能波高，對各國及時發出海嘯預警。

PTWC 運作主要仰賴太平洋地區地震震源資訊以及海水高度資料之蒐集。當大地震(規模 6.5 以上)發生後，即對環太平洋國家發出警訊，警訊內容包括地震資訊及海嘯侵襲之可能性與地點。對於可能會遭海嘯侵襲的城市，將提供以數值模擬方式計算之海嘯初達波到達時間，對各國之遠地海嘯，可提早在海嘯波到達前數小時發出預警。警訊發佈後亦持續蒐集各潮位站及深海水壓計回傳之實測的海水位變化值，以適時修正預警的資訊(圖 2-27)，並陸續發布更新情報，直至海嘯警報解除。

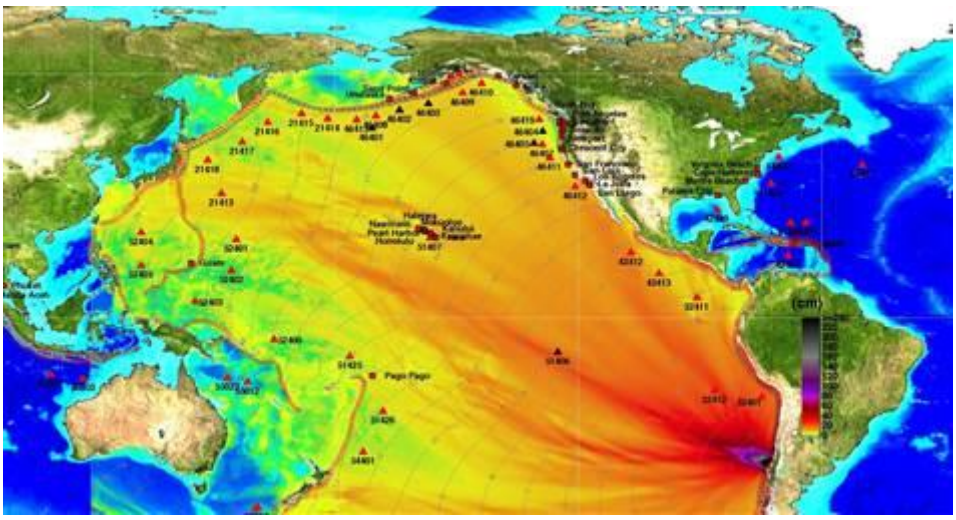


圖 2-27 2010.02 智利海嘯波高分布預報

日本過去曾發生多次的海嘯災害並造成嚴重的災害，因應免海嘯侵襲，日本已發展完善之獨立海嘯警報系統。日本海嘯警報系統將日本海岸劃分為 18 個海嘯警報區，配置於全國 74 所地震觀測站中，地震記錄將自動傳送至海嘯預報中心，研判海嘯發生之可能性，進而發布海嘯警報。對應之海嘯預報文將會送達 NHK、NTT、關係各縣的警察本部、海上保安廳等傳達中心進行大眾告知，同時亦將送往沿岸各市町村，採取對居民提出警告和避難勸導等處置方法。

日本的海嘯警報由日本氣象廳所負責，藉由事先對各種地震位置、深度、規模做數值模擬，存入資料庫，當地震發生後能夠立即利用海嘯觀測儀、GPS 波浪計及電纜式海底海嘯測量儀等監測設備所量到的即時資料與資料庫中的資料比對，快速預測海嘯產生與否，以及海嘯初波走勢與波高。除氣象廳外，日本國土交通省於 2006 年完成全国港湾海洋波浪情報網（NOWPHAS＝Nationwide Ocean Wave information network for Ports and HArbourS）亦為海嘯預警重要的參考資料，該系統於 2011 年東日本大地震後進行更新，利用 GNSS 衛星技術及水下定位技術提升海嘯預警精度；目前從地震發生之後至預報中心發布海嘯預報的判定結果為止，最快需 10 分鐘的時間，透過 NHK 的報導等至傳達訊息給居民，需要 15 分鐘或更長的時間。

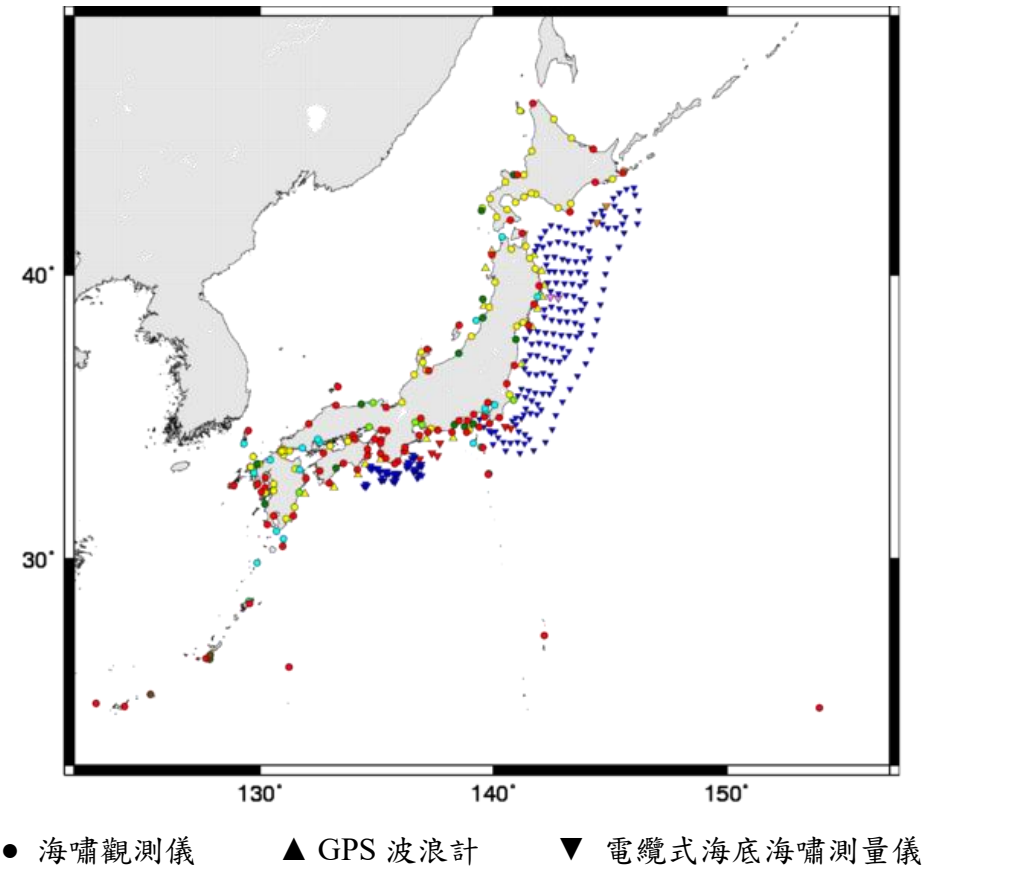


圖 2-28 日本海嘯監測站分布圖

(H) 航行安全

海上航行之船隻主要承受海氣象環境之衝擊，其中以波浪和海流影響最大。海面上有幾種型式的危險波浪，一是極端大波(Extreme Wave)、二是急速成長波浪(Rapid Growth Waves)、第三種是異常波浪(Freak Wave)。極端大波指的是特別大的浪高，通常指示性波(significant wave)超過 10 公尺的浪，它們常在極端氣象條件(如颱風)下出現；急速成長波浪的定義是在短時間內快速成長的波浪；至於異常波浪則是指海上突然發生一個比前後時刻都還要來得大的波浪，異常波浪通常具有陡且尖的波峰，是一種非線性、不對稱的波浪。學理上，一般認為某單一波浪的波高大於該觀測記錄之示性波高的 2 倍以上時，則稱該個別波為異常波浪。異常波浪在世界各大海域均有出現，如北海海域(Stansell, 2004)、日本海域(Mori et al., 2002b)、加勒比海(Pinho et al., 2004)、波羅的海(Didenkulov and Anderson, 2010)、美國西岸太平洋(Baschek and Imai, 2011)、台灣海域(Chien et al., 2002)等。

異常波浪的出現和消失的很突然，常造成船難事件，如著名的英國散裝貨輪 MV Derbyshire 號，它在 1980 年 9 月於日本附近海域突然消失，造成 44 人死亡，Faulkner(2000)提出的研究報告中指出，”一個異常的大波可能衝擊了該船…”；1982 年 2 月，一座名為 Ocean Ranger 的半潛式平台在加拿大海域傾覆，84 人失蹤；2000

年 9 月，一艘遊輪 Orianac 號從紐約航行至英國南安普敦時，遭遇 40 呎巨浪襲擊，損壞嚴重；2005 年 2 月遊輪 Voyager 從北非突尼西亞航行到巴塞隆納時，遭受巨浪襲擊，船隻浸水喪失動力好幾個小時(Cavaleri and Bertotti, 2008)；2006 年 5 月法國超大遊輪 Pont-Aven 號行駛在法國和西班牙之間海域時，突然遭遇高達 15 米、6 層樓高的怪浪襲擊，水線 15 米以上的船艙全部進水，玻璃悉數被擊碎，該船緊急返回碼頭修理。

據 Dysthe et al. (2008)統計，在 1969-1994 近 25 年的時間裡，世界海域內共有 22 艘巨輪被證實因遭遇突然的惡劣海況而失事。由於異常波浪大多在未知和不可預測情況下出現，被觀測到的資料相當地少，對其發生機制也有不同的解釋。流體力學年鑒(Annual Review of Fluid Mechanics)是當今科學領域裡最重要的刊物之一，2008 年的第 40 卷期刊中，發表了一篇 Oceanic Rogue Waves 的專文(Dysthe et al., 2008)，整理了最新的異常波浪研究並談論了其中的關鍵問題。WISE (Waves in Shallow Water)會議是國際上一群從事波浪模式與分析前沿研究的學者所組成(它的前身發展了 WAM 模式)，2007 在澳洲的 WISE 會議結論提出波浪模式未來的發展，其中也報告了 nonlinear four wave interaction 理論的發展將是可以用來解釋異常波浪產生機制的重要關鍵，它明確指出了異常波浪是波浪觀測與分析在短期的未來研究重點之一(The WISE Group, 2007)。這幾年來還有幾本談論異常波浪的專書出版，如 Extreme Waves in the Ocean (Pelinovsky and Kharif, 2008), Rogue waves in the ocean (Kharif et al., 2009)。

自 2000 年起，每 4 年由法國海洋研究所(Ifremer)在 Brest 舉辦的 Rogue Waves 研討會更是國際間異常波浪研究的主要研討會議(Olagnon, 2000; 2004; 2008)。歐盟於 2000 年啟動了一個名為 MaxWave 的研究計畫，利用遙測技術來觀測海洋哪些地方最有可能發生極端巨浪，歐盟中期天氣預報(ECMWF)單位也開始著手建置海域異常波浪預警系統，日本與美國也針對海洋中的極端大波提出預警。搜尋國際間的學術期刊論文，可以發現近年來有關異常波浪的論文發表數目日益增多，種種的跡象都顯示，異常波浪的研究正逐漸受到重視。這其中可能的原因是科學家的數值模擬能力增強，實驗技巧提昇，加上全球海洋觀測系統增加，異常波浪被觀察到的機率相對提高，是研究異常波浪的好時機。

(二) 海洋遊憩

熱門的海域遊憩活動包含使用器具的衝浪、獨木舟、風帆、水上摩托車、立式划槳等，也有未使用器具的游泳、潛水等活動，每到夏天，到處可見。任何活動都存在著風險，海域活動亦然，海域活動的風險因子包含天然的原因如風、波、潮、流、地形、坡度、生物等；也有個人的原因，譬如身體狀況、活動規劃等。大型海上活動時常有上千人參加，主辦單位必然有萬全的安全和救難佈署，但仍常見意外，其中原因之一是對海象的掌握度不足所致。陸地上的氣象難以捉摸，前一刻天晴也

有突然變天的可能性，海洋氣象更是複雜，海面位於大氣和海水的交界，變化非常難以預測。影響海面活動的主要危險因子不外乎「風」、「波」、「潮」、「流」，其中潮位的變化最規律，可預測性最高；波浪是肉眼可見，預測技術發展迄今也可達一定的準確性；海邊的海陸風也有一定的規律；至於海中的水流則可說是最險惡的因子之一，流的強弱用肉眼難以察覺，流受到漲退潮和地形、波浪的影響，預測難度相當高，一般而言，因為海流造成的影響，常是一堆人同時受害，徒手(如游泳或潛水)或非機械力(如獨木舟、立式划槳等)水域活動要抵抗自然的海流著實費力。

國際上常見很多網站提供衝浪(wind surfing)海象資訊，也有民間公司發展海象資訊服務，針對任何海域活動，包含在海上或岸邊、港邊都能提供需要的海氣象預測資料，譬如針對海事工程、海上賽事、航行導航、海上休閒娛樂等，預測的區域海象資訊可以增加安全或提高工程規劃效率，這些資訊供應和目前氣象單位提供的有所差別，這些服務通常是客製化、小區域的，而各國氣象單位通常是大尺度的預測，無法達到此需求。但要完成這些服務，所需要的軟硬體設施與能力需比擬氣象單位，大型高速電腦、各式數值模型、現場驗證所需之觀測、繪圖與地理資訊技術，以及海洋相關專業人才是建構海洋資訊服務的需求，目前全球類似的產業服務正興起中，可以想像未來海上的相關活動與行為也可以獲得跟陸域相同的資訊服務，創造經濟價值，提升安全。

(三) 水下技術

(1) 日本

國立研究開發法人海洋研究開發機構(Japan agency for marine-earth science and technology)為日本水下科技發展的重要單位，對於水下技術探勘包含一艘載人水下潛水艇以及四餘艘 ROV(圖 2-29)，載人水下潛水艇可下潛至 6500m 水深處進行影像紀錄，曾經於 2011 年 8 月，至日本東北太平洋外海地震震源進行水下攝影。於 2013 年 11 月，完成建造新型 ROV (MK-IV)，下潛水深達 7000m。利用 ROV 航行於水底，可外掛搭載多波束聲納以及側掃聲納，對海地地形進行高精度的資料收集，於 2016 年 11 月，試驗透過 ROV 裝設鑽探設備，成功完成水下鑽探，並完成樣本之採集(圖 2-30)。

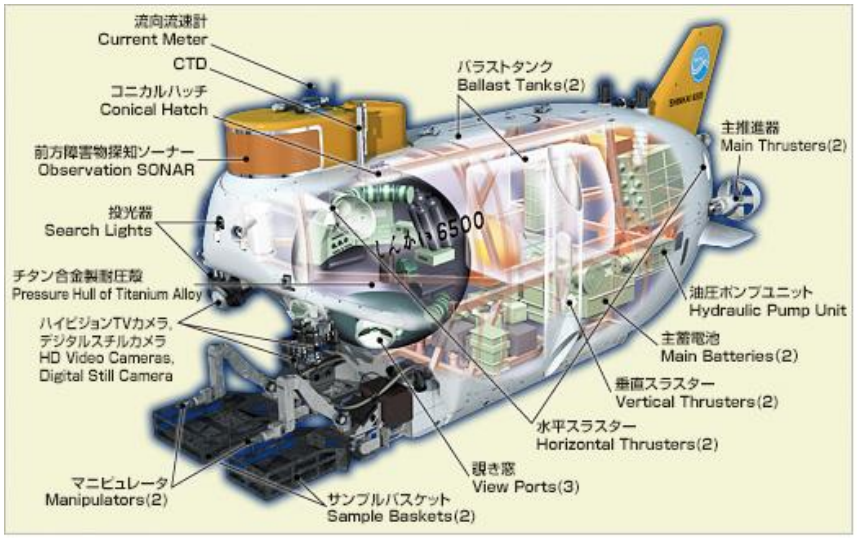


圖 2-29 日本 JAMEST 自行開發潛水艇

圖 2-30 日本 JAMEST 研發底質採樣系統示意圖

(2) 美國

2013 年美國普林斯頓大學學者利用 ROV 搭載擷取水中影像，建置影像相關之數值模式，美國 NOAA 對於水下探勘技術包含了水下 ROV 以及人員潛水技術，其中提升 ROV 的可利用性增加其研究上之自由度，為重要之發展方向。2015 年 NOAA 學者透過 autonomous under vehicle(AUV)，無須透過纜線連接，可在深海工作 40 小時，內建高解析度多波束聲納並可即時生成海底地形的 3D 模型。並搭載生物採集器，可收集了深海的有機生物(圖 2-31)。

2016 年新型的 ROV 加入，工作水深可以到達 4500m，內建 CTD 溫深鹽儀器，高解析度的影像變焦設備，可於遠處擷取極細微之影像，兩支機器手臂對於不論是生物或是地質樣本，均可以完成採樣。2018 年，歐洲希臘學者透過

聲納及雷達整合搭配 ROV 影像技術，對水下考古進行記錄。另外水下人員潛水技術部分如下所述：

A. 水下實驗室(圖 2-32)：設置一水下實驗室提供給研究人員進行海洋環境之研究，由於人員從水面上開始下潛後有潛水飽和(saturation diving)之限制，此實驗室不僅可以 24 小時提供給研究人員進行實驗，亦可排除潛水飽和之限制。替研究團隊省下時間及成本。

B. 水肺潛水(圖 2-33)：對於水下活動來說，水肺潛水由於使用蛙鞋而非過重之設備，所以自由度極高，且相關工具相較於其他水下設備成本低，操作簡單且維護容易。其缺點為潛水員並未與水面上有任何聯繫裝備，人員的活動無任何聯繫管道可以監控，潛水時間及深度有限制。

C. 技術性潛水：泛指任何超過一般休閒水肺潛水之限制者(時間、深度)，通常包含使用不同氣體混合之氣瓶進行水肺潛水，不同混合氣體之種類取決於潛水人員計畫要潛入之深度及時間，一般水肺潛水之常規深度約 130ft，而技術性潛水之深度則達 170-350ft，甚至達更深之深度。

圖 2-31 無電纜水下載具與生物採集設備裝置

圖 2-32 FIU-Aquarius 水下實驗室

圖 2-33 水肺潛水

四、海洋資源與能源

世界水產 85%產自海洋，以魚類為主體，佔世界海洋水產總量之 80%以上；目前已知海水化學物質有高達 80 種，其中氯、鈉、鎂等 11 種元素佔海水中溶解物質總量 99.8%以上；海水運動產生海洋動力資源，包含有潮汐能、波浪能、海流能及海水因溫差和鹽差而引起的溫差能與鹽差能等。預估全球海水溫差發電總量可達 10^{10} kW，而潮汐能、波浪能、河流能及海水鹽差能等發電總量約 10^{9} kW。

本範疇包含(1)生物資源、(2)非生物資源、(3)離岸風電、(4)海洋再生能源等發展領域，本計畫針對各領域高度發展之研究議題現況盤點如下：

(一) 生物資源

(A) 海洋漁業

海洋漁業對於全球糧食以及經濟上都扮演重要的角色，相較於全球漁業規模，澳洲的漁業規模相對較小，然後在重要的生態、社會與政策上卻佔有重要的位置。漁業對區域鄰國極為重要，更造就了各漁業部門之間相當大的交互作用。2015 年澳洲國家海洋科學委員會(National Marine Science committee)彙整研擬全澳洲的研究單位、學術單位以及政府部門，共同發布海洋科技發展之短中長期計畫。各期目標揭示如下：

短期

(1) 針對漁業作業漁法與漁獲策略進行評估，尤其是漁獲種類數據上的標準化。

(2) 改進休閒漁業數據並納入評估。

(3) 透過國家科學等管理標準增加管理效率並提升民眾對國家之信心。

(4) 估算國家漁獲量永續發展之方法與策略。

(5) 減少捕撈已受威脅、具滅絕性以及具保護性之特定物種，並對漁業丟棄物以及棲息地進行改善。

(6) 減少原住民對於參與漁業發展的隔閡。

(7) 確立原住民對於漁獲量與配額的發展制度。

(8) 了解環境間之交互作用，例如捕食者與掠食者之時空變化、氣候變遷對於環境影響、海洋酸化對於物種生態系之變化、更清楚地了解集水區以及對於漁業發展上，海岸帶與海洋之重要關係。

(9) 評估海洋噪聲對漁業資源生態系統的影響。

中期

(1) 在適當的數據彙整中，整合民眾科學經驗，為漁業系統的管理提供資訊。

(2) 在氣候驅使環境可能發生的變化的前提下，確立在漁業捕撈中，每個場域中生物的關鍵棲息地，透過具有成本效益的方法收集監測數據了解棲息地

的變化。

(3) 通過棲息地復育，加強棲息地和系群間調適策略，來調查並提高漁獲量，同時確定漁業活動的生態系統變化與政策影響。

(4) 對於尚未開發以及非主要漁獲物種之開發潛力進行評估及了解。

長期

(1) 氣候變遷對於漁業與沿海地區居民帶來重大的挑戰，其鄰近國家更是將遭受之糧食壓力加諸於澳大利亞，幫助鄰國尋求解決方案並促進全球糧食生產為重要議題。

(2) 透過及時監測系統與大數據分析的成熟發展，可更即時了解並解決民眾殷切期盼之問題。

另外，根據美國國家科學與科技委員會(NSTC)的海洋科學技術小組委員會報告中，於 2018 年 11 月發表提出未來 10 年海洋資源與能源之發展方向，希望透過開發及傳感器之應用，對於受保護之目標魚種進行監測識別及量化，並採用即時數據技術和現代數據管理，以減少漁業管理的不確定性。

(B) 水產養殖

水產養殖是全球增長最快的食品生產產業，年增率 8%，百分之 50 的水產品是透過養殖作為消費主力。針對水產養殖產業發展方面，澳洲彙整歸納短中長期之策略：

短期

(1) 發展如甘鯵魚與海鱸魚之商業化養殖，加強生物安全並整合能源技術、產品研發、包裝與冷凍冷藏供應鏈。

(2) 開發生物傳感器和農場管理決策的資訊管理技術。

(3) 擴大育種計畫，包括進入 omics 領域以及與其他領域如生理學和衛生整合。

(4) 擴張營養飼料的技術，特別是餌料和魚油的替代品。

(5) 對於原住民特定的傳統養殖物種，進行低維護成本的小規模開發。減少原住民對於參與漁業發展的隔閡。

中期

(1) 利用傳感器技術應用，增加生產環境之監測與管理。

(2) 進一步建立開發新型的外海養殖模式，包括近海水產養殖，多營養綜合水產養殖和陸上再循環水產養殖系統。

(3) 提高養殖和漁獲系統的自動化。

(4) 建立新的預防性管理技術，包括疫苗和育種階段。

(5) 精進檢測和控制新疾病的生物安全技術。

(6) 確立澳大利亞關鍵物種在世界無病種苗供應中主導的地位，例如鮭魚、蝦和龍蝦。

(7) 整合遍布世界各領域之研究，作為日後研究發展之基礎資料。

(8) 在氣候變化影響之下，有效管理開發新養殖物種，對於當前物種的繁殖與生長進行技術調整。

長期

(1) 生產高單價之特有物種。

(2) 增加水產養殖產量以滿足更多國內市場，增加澳大利亞具有競爭位置優勢的出口。

(3) 完善的水產養殖系統應建立於共享價值(shared values)的基礎之上。

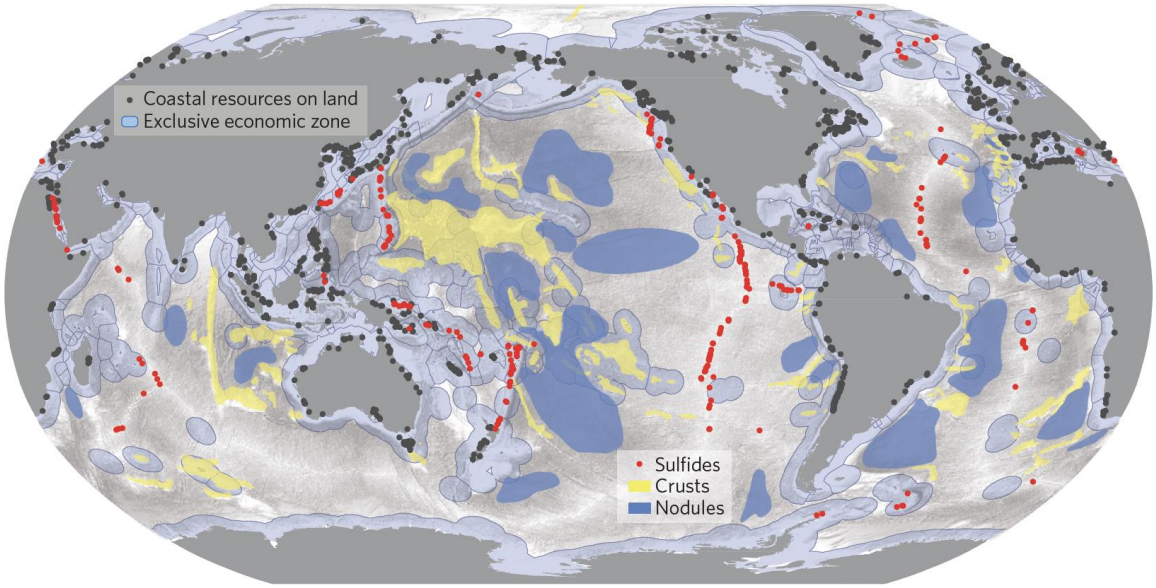
(4) 發展整合性之養殖系統，包含整合開放式、封閉式與再循環系統。

根據美國國家科學與科技委員會(NSTC)的海洋科學技術小組委員會報告中發展方向為，透過科技發展，在遵守政府規範之下，結合工業應用與水產養殖，提供水產養殖許可的重要資訊，包括有效選址、水質、遺傳學和其他科學資訊。對於生物之遺傳基因多樣性進行保護，同時對商業性之養殖貝類進行基因改良，透過種苗繁殖場開發一系列具商業價值之基改物種，如軟體動物等。推進海洋生物生質研究和技術，發展更好的在地生產食品、纖維、生物燃料和其他產品，如海藻養殖場，並將技術轉移到工業。增加大型藻類培養，以用作有益藻類生物產品（如食品和生物燃料）的原料。加速與私營企業和學術界的合作，支持生物合成生產線和孵化場（示範計畫），以更快地將產品推向市場，並改善海水養殖技術，以近一步研發天然產品。

(二) 非生物資源

(A) 海洋礦物資源

由於全球人口增長與人口密集新興國家(中國，印度)強勁經濟需求，原物料和金屬價格飆升(銅和鋅近 3 年價格飆升近 350%)，尋找新礦床資源與開發新能源，成為世界各國當務之急。依據國際海床管理局(international seabed authority, ISA)的分類，海洋礦物資源可分成多金屬結核(polymetallic nodules)、多金屬硫化物(polymetallic sulphides)與鐵錳結殼(ferromanganese crusts)三項(圖 2-34)。多金屬硫化物為一般熟知之熱液硫化物礦床，可依其成因分為塊狀硫化物礦床(volcanogenic massive sulphide ore deposits, VMS)、海底噴氣沉積礦床(sedimentary exhalative deposits, SedEx)、火山作用及沉積噴氣作用硫化物礦床(volcanic- and sediment-hosted massive sulfide, VSHMS)。鐵錳結殼一般又稱為富鈷-鐵錳結殼(Cobalt-rich ferromanganese crusts)。



註：包含多金屬結核(Polymetallic Nodules)、多金屬硫化物(Polymetallic Sulphides)與鐵錳結殼(Ferromanganese Crusts)三項

圖 2-34 全球海洋礦物資源分布區域[Hannington et al. (2017)]

1982 年聯合國通過「聯合國海洋法公約(United Nations Convention on the Law of the Sea)」，提出國際海床及其資源為人類的共同繼承財富。1983 年 3 月成立聯合國國際海床管理局和國際海洋法法庭籌備委員會(海底籌委會)。1994 年 11 月 16 日『聯合國海洋法公約』生效，同年於牙買加成立國際海床管理局(international seabed authority, ISA)。2007 年 ISA 共有 153 個會員國(包括日本、中國大陸、韓國、菲律賓、英國、越南、澳洲、加拿大、巴西、智利、法國、印尼、愛爾蘭、馬來西亞、馬紹爾群島、密克羅尼西亞、紐西蘭、挪威、俄羅斯、薩莫亞、新加坡、所羅門群島、南非及西班牙等)。美國並未加入該組織之會員國。

國際海床管理局(ISA)之重點項目為於對海床多金屬結核進行探勘，開採與利潤分配因探勘區域不同可分為 2 類，(1)由會員國從事探勘，(2)保留由國際海床管理局自行探勘。依據 1982 年聯合國海洋公約，國際海底區域的資源是人類的共同財產，任何國家均不得據為己有。此資源所得之經濟利益應獲得公平合理之分配。國際海床管理局(ISA)成立迄今，陸續頒佈「區域內多金屬結核探礦和探勘規則」、「區域內多金屬硫化物探礦和探勘規定」及「鐵錳結殼探勘與探測條例」等規則或規定，促進及鼓勵於國際區域內進行海洋科研活動。當採礦活動獲得盈餘，承包者應向 ISA 支付礦區使用費。

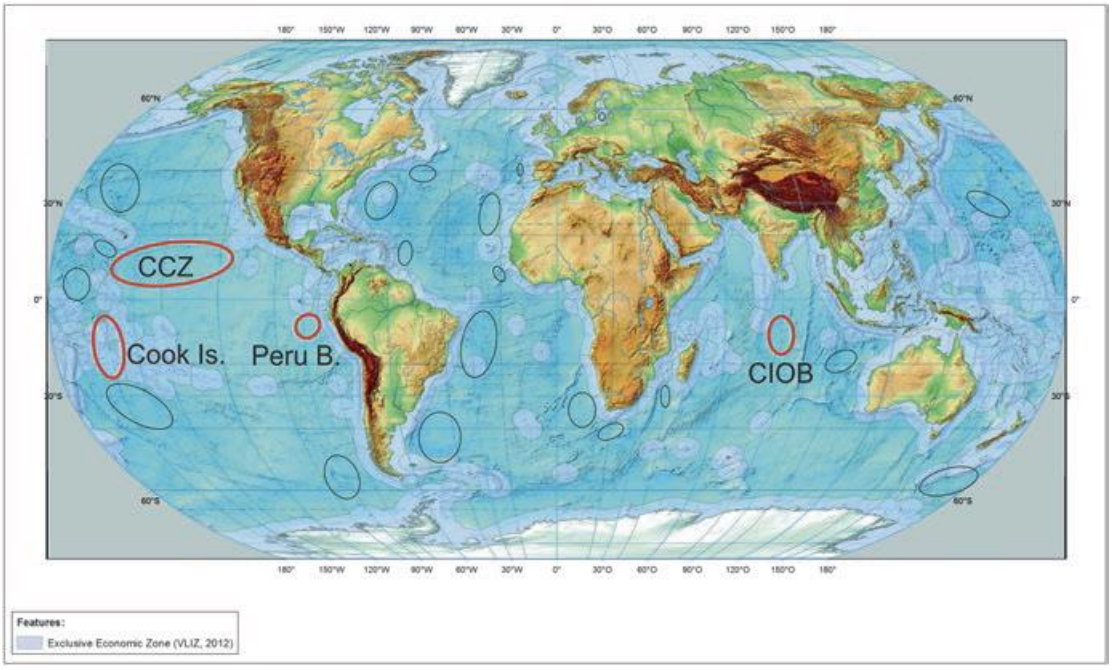
目前 ISA 已與 20 個團體完成 29 個為期 15 年之探勘開發合約，其中包含 17 個多金屬結核合約、7 個多金屬硫化物合約及 5 個富鈷－鐵錳結殼(Cobalt-rich ferromanganese crusts)合約。簽約團體分別為中國大洋礦產資源研究開發協會(China ocean mineral resources research and development association, COMRA)、中國五礦集團公司(China Minmetals Corporation)、日本石油天然氣及金屬國營集團(Japan oil, gas

and metals national corporation, JOGMEC)、日本深海資源開發有限公司(Deep Ocean Resources Development Co. Ltd.)、俄羅斯聯邦自然資源與環境部(Ministry of Natural Resources and Environment of Russian Federation)、巴西礦產資源研究公司(Companhia De Pesquisa de Recursos Minerais)、印度政府(The Government of India)、大韓民國政府(The Republic of Korea)、法國海洋開發研究所(Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer)、德國聯邦地球科學和自然資源研究所((Federal Institute for Geosciences and Natural Resources of the Federal Republic of Germany)、波蘭政府(Government of the Republic of Poland)、國際海洋金屬聯合組織(海金聯，成員包括保加利亞、古巴、捷克、波蘭、俄羅斯聯邦和斯洛伐克組成的集團；Interoceanmetal Joint Organization)、JSC Yuzhmorgeologiya（俄羅斯聯邦的國營企業)、諾魯共和國諾魯海洋資源公司(Nauru Ocean Resources Inc.)、東加王國東加海上採礦有限公司(Tonga Offshore Mining Limited)、吉里巴斯共和國馬拉瓦研究和探勘有限公司(Marawa Research and Exploration Ltd.)、比利時全球海洋礦物資源公司(Global Sea Mineral Resources NV)、英國海底資源有限公司(UK Seabed Resources Ltd.)、新加坡海洋礦業有限公司(Ocean Mineral Singapore Pte Ltd.)、庫克群島投資公司(Cook Islands Investment Corporation)。

依 ISA 簽署之合約規定於進行探勘和評估之過程中皆須保護海洋環境，防止海底活動可能造成之損害。每一承包者對單一初始面積小於 $15\times10^4 km^2$ 之區域享有專屬探勘權。於合約起始之 8 年期間承包者應將該區的一半歸還給管理局。依據聯合國海洋法公約規定，涉及第 11 條部分的海底問題的法律爭議應由國際海洋法法庭所設的海底爭端分庭處理，違約時可由國際海床管理局理事會代表管理局向分庭提起訴訟。

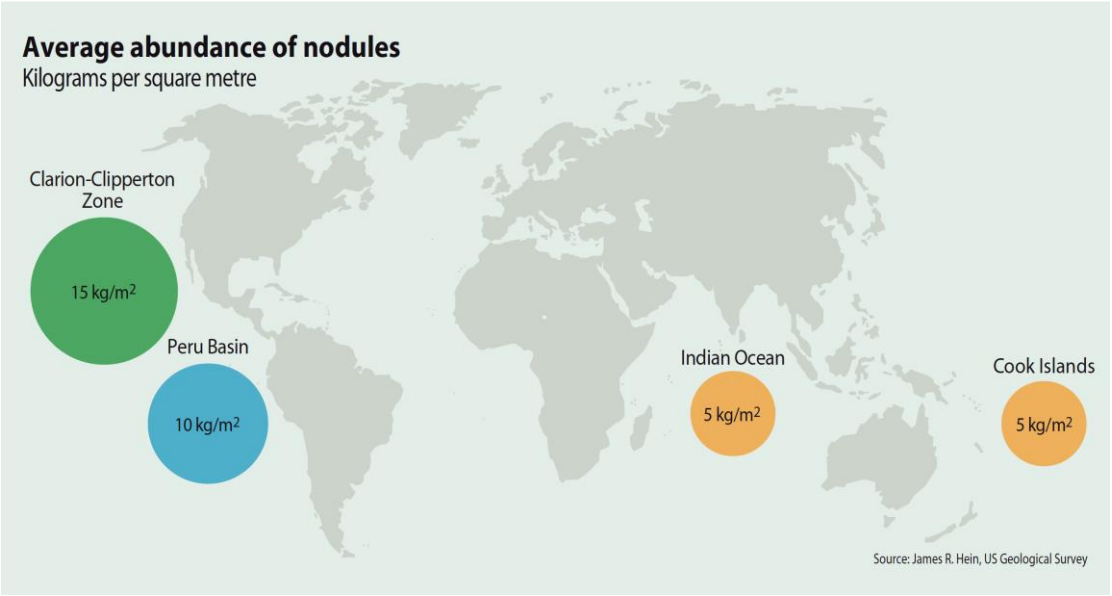
(1) 多金屬結核及富鈷錳結殼

富含鈷的結殼和多金屬結核，主要由氧化鐵和錳組成，另含有鎳、鈷、銅鋰、鎵、鉑、鈦、鈰、鋯、鉬和碲等多種金屬、稀有金屬及稀土金屬。東北赤道太平洋 Clarion- Clipperton Zone、東南太平洋 Peru Basin、西南太平洋 Cook Island、中印度洋以及波羅的海等區域，為目前全球具較完整多金屬結核研究的區域(圖 2-35)。各區域之多金屬結核分佈平均豐存度分別為 Clarion-Clipperton Fracture Zone：15 kg/m^2，Peru Basin：10 kg/m^2，Cook Island：5 kg/m^2，Center Indian Ocean Basin：5 kg/m^2(圖 2-36)。Clarion-Clipperton Fracture Zone 之錳結核總量估計約有 210 億噸，其中的錳含量約為 60 億噸，堪比全球陸地上之錳預估蘊藏量，其他金屬如 Ni、Co、Y 及 Tl 於結核總量也超過全球陸上蘊藏量[Kuhn et al. (2017)]。



註：包含 Clarion-Clipperton Fracture Zone(CCZ)，東南太平洋的 Peru Basin(Peru B)，西南太平洋的 Cook Island(Cook Is.)，中印度洋海盆(Center Indian Ocean Basin, CIOB)。

圖 2-35 全球賦存多金屬結核分布區域[Kuhn et al. (2017)]

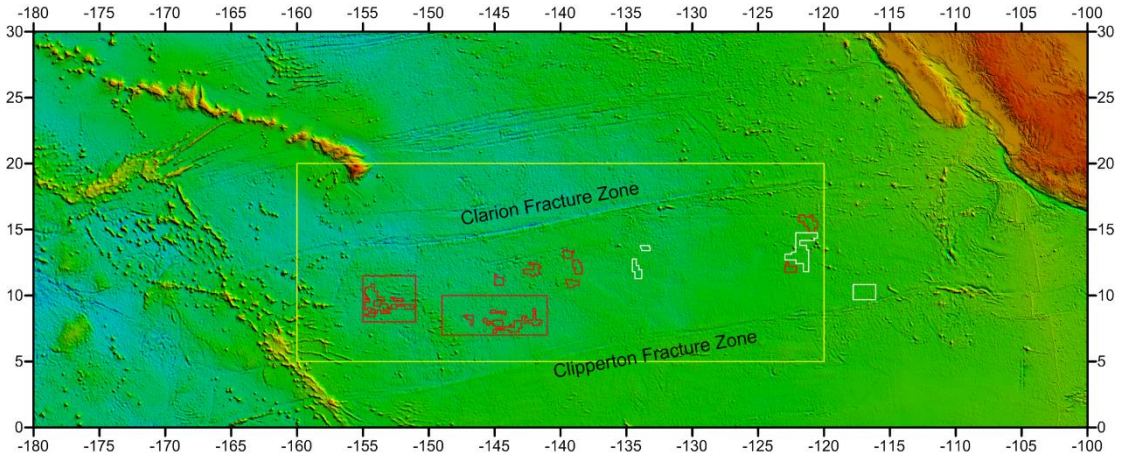


註：Clarion-Clipperton Fracture Zone：15 kg/m^2，Peru Basin：10 kg/m^2，Cook Island：5kg/m^2，Center Indian Ocean Basin：5 kg/m^2

圖 2-36 全球賦存多金屬結核區域之平均豐存度[Hein and Petersen (2013)]

ISA 簽署之 17 個多金屬結核探勘開發合約，其中 16 個位於 Clarion-Clipperton Fracture Zone，1 個位於中印度洋盆地(Central Indian Ocean Basin)。諾魯共和國之 Nauru Ocean Resources Inc(NORI)申請之探勘開發位址(合約期限：2011/7/22–2026/7/21))，部分區塊緊鄰中國五礦集團公司(China Minmetals

Corporation)申請之探勘開發區塊(合約期限：2017/5/12–2032/5/11)區塊位址如圖 2-37 所示。依據諾魯政府提供之 Deepgreen Resources Inc.簡報資料，NORI 於 2012 及 2103 年探勘航次採集 5 噸的多金屬結核，為國際海床管理局轄下第一個商業化多金屬結核探採航次。



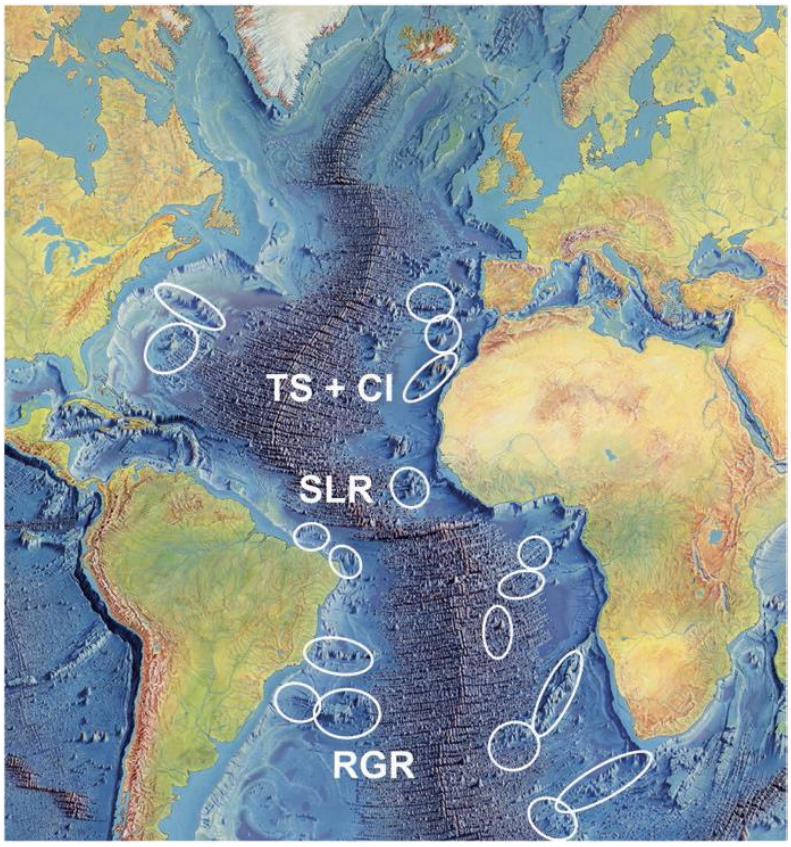
註：白色框線為 Nauru Ocean Resources Inc.申請之探勘開發區塊。紅色區塊為中國大陸申請之探勘區塊。

圖 2-37 Clarion-Clipperton Fracture Zone 多金屬結核探勘區(黃色框線)

(2) 富鈷錳結殼

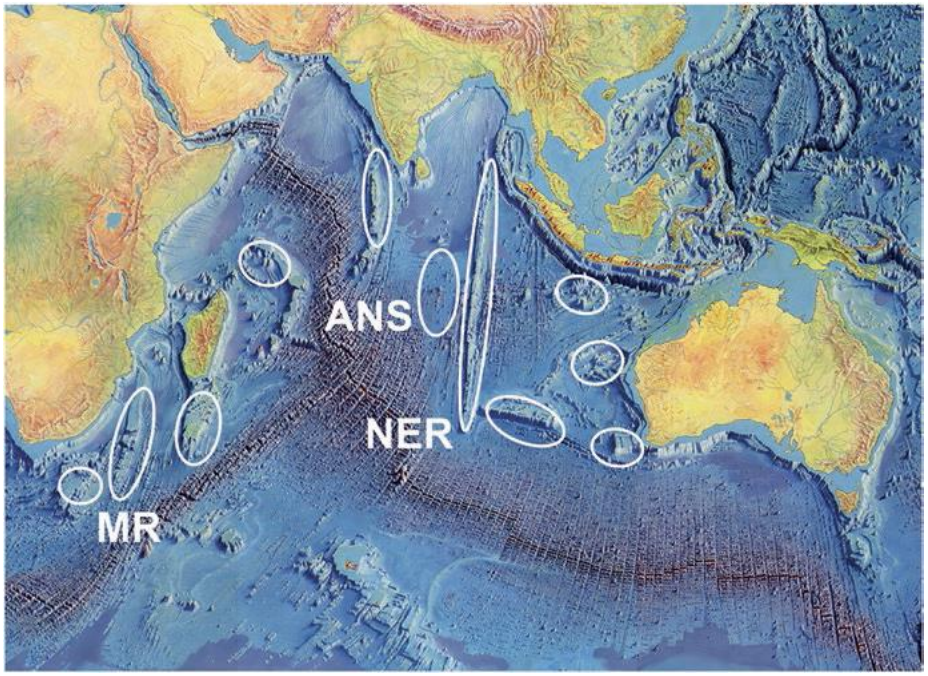
富含鈷鐵錳結殼多於水深 1000~5000m 之深海海底岩石表層形成厚度 1~10cm 之氧化層。目前於太平洋區之研究多於印度洋及大西洋等其他海洋區域，太平洋西半部為多海底山分布區域，係今多數富鈷鐵錳結殼之發現海域。全球海洋富鈷結殼總資源量約為 35.1×10^9 噸，其中大西洋佔 22.2%約 7.8×10^9 噸(圖 2-38)，印度洋佔 10.6%約 3.7×10^9 噸 (圖 2-39)，而太平洋佔 67.2%約 23.6×10^9 噸(圖 2-40)。

ISA 簽署之 5 個富鈷－鐵錳結殼探勘開發合約，其中 3 個位於於西太平洋、Magellan Mountains、1 個位於 Pacific Ocean，最後 1 個則位於 Rio Grande Rise, South Atlantic Ocean。



註：Tropic Seamount(TS)，Canary Island(CI)，Sierra Leone Rise(SLR)，及 Rio Grande Rise(RGR)為目前已進行研究區域。

圖 2-38 大西洋富鈷結殼資源潛能分布區域[Halbach et al. (2017)]



註：Mozambique Ridge(MR)，Afanasiy-Nikitin Seamount(ANS)及 Ninetyeast Ridge(NER)為目前已進行研究區域。

圖 2-39 印度洋富鈷結殼資源潛能分布區域[Halbach et al. (2017)]

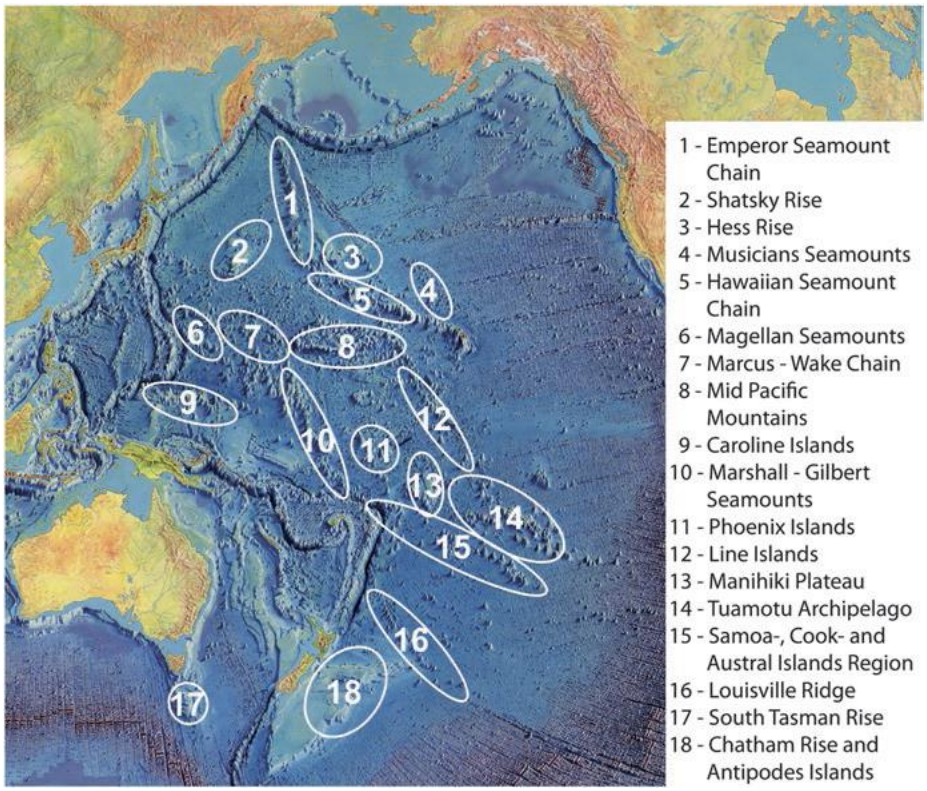


圖 2-40 太平洋富鈷結殼資源潛能分布區域[Halbach et al. (2017)]

(3) 多金屬熱液硫化礦床

多金屬熱液硫化礦床常形成於中洋脊及弧後盆地張裂帶。礦化成因為海底發達之張裂系統伴隨岩漿侵入，與沉積物及海水產生劇烈的熱液換質和礦化作用所致。依據 InterRidge Global Database，全球海床熱液活動位址共有 554 處，其中 300 處為高溫熱液噴柱，165 處確認有塊狀硫化物(圖 2-41)。近年研究指出，塊狀硫化物為藏量豐富之礦石，所含之銅及鋅於後弧盆地中高達 20%，於緩慢擴張的山脊(大西洋)和快速擴張的山脊(東太平洋)亦達 15%。此外，大多數場址都富含銀及金。於大西洋中與地幔岩石相關的之特定地點也富含鈷。

目前已有商業公司取得於巴布亞紐幾內亞 Bismarck Sea 進行塊狀硫化物礦床探勘開採許可[Hoagland et al. (2010), Van Dover (2011)]；除上述開發案外，ISA 分別於 2010 和 2011 年於深度 2000m 和 1700m 之紅海與巴布亞熱液區發放經營許可。2011 年 7 月，ISA 於國際水域發布了 4 項探勘許可證。其中 2 項許可涉及太平洋的多金屬結核。其餘 2 項許可證則為首次獲得的法國和俄羅斯大西洋熱液硫化物探勘以及中國和韓國的印度洋熱液硫化物探勘(圖 2-42~圖 2-45)。

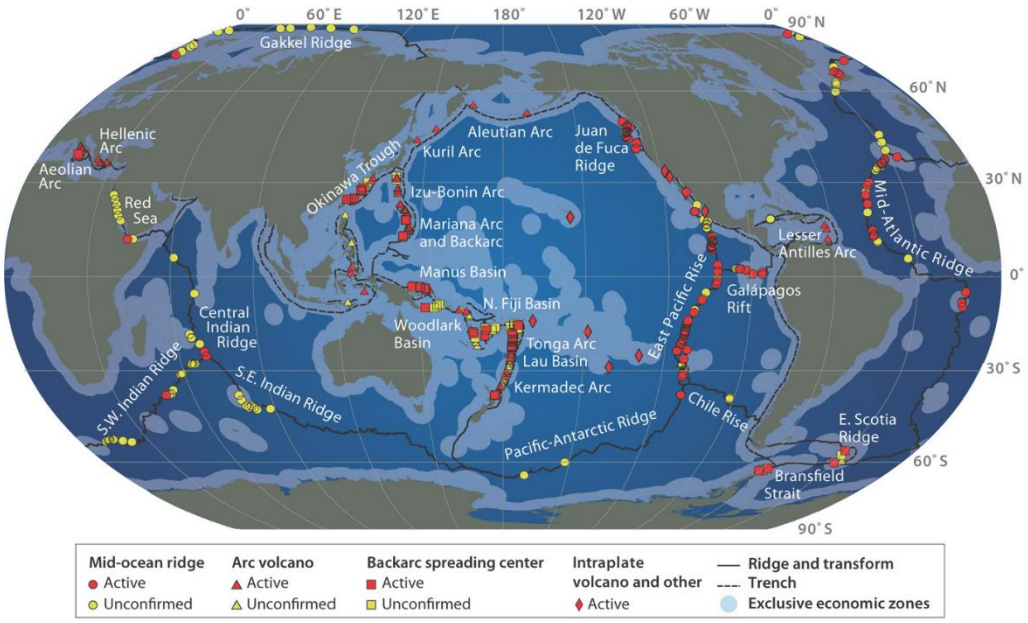


圖 2-41 全球海床熱液系統及相關礦床分布圖[Hannington et al. (2017)]

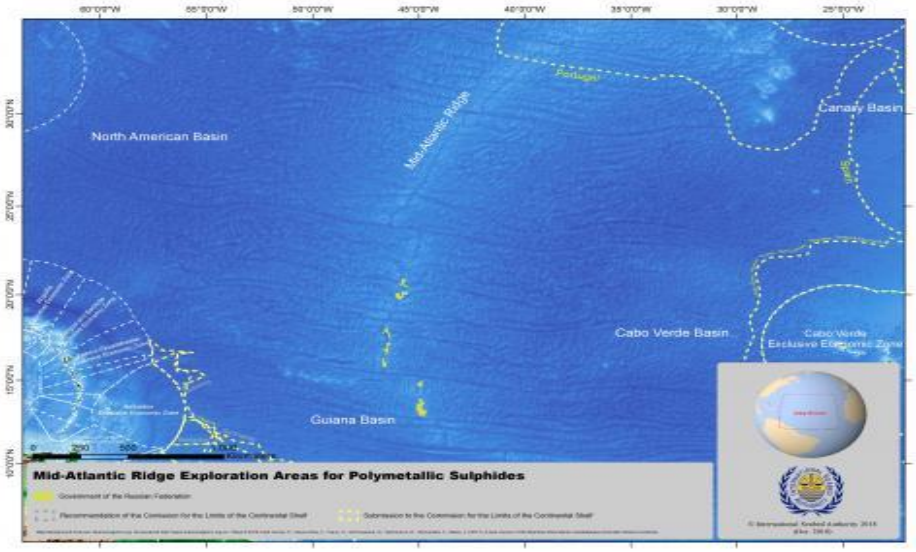


圖 2-42 國際海床管理局通過之俄羅斯大西洋熱液硫化物探勘許可場址

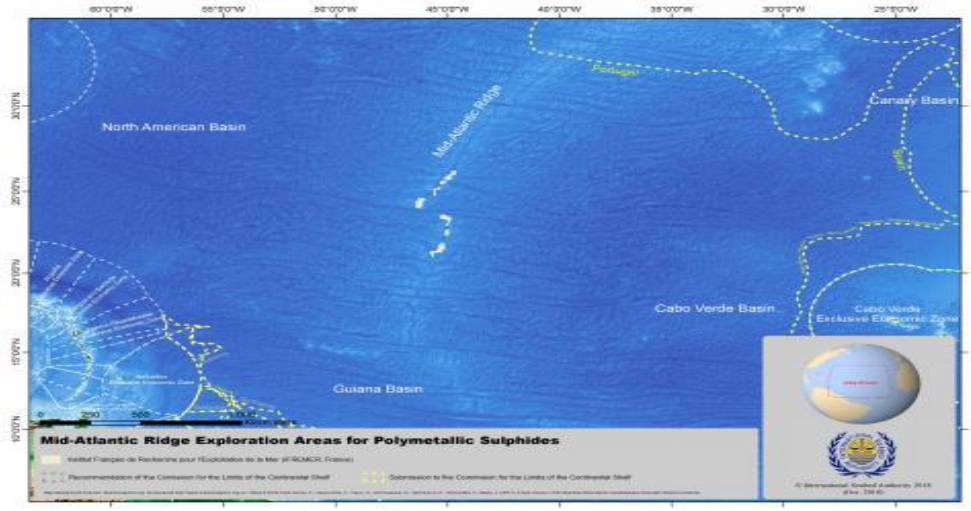


圖 2-43 國際海床管理局通過之法國大西洋熱液硫化物探勘許可場址址

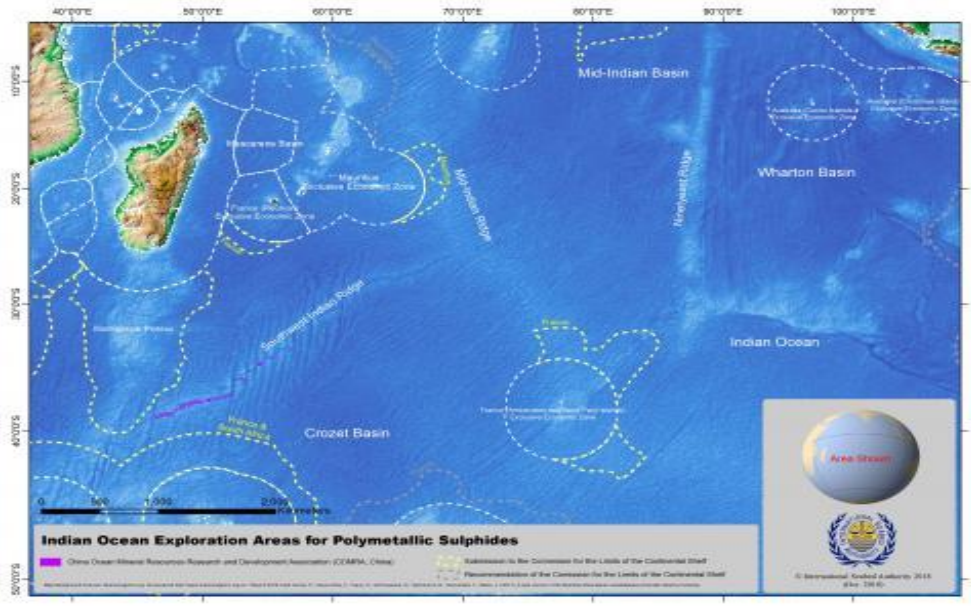


圖 2-44 國際海床管理局通過之中國印度洋的熱液硫化物探勘許可場址

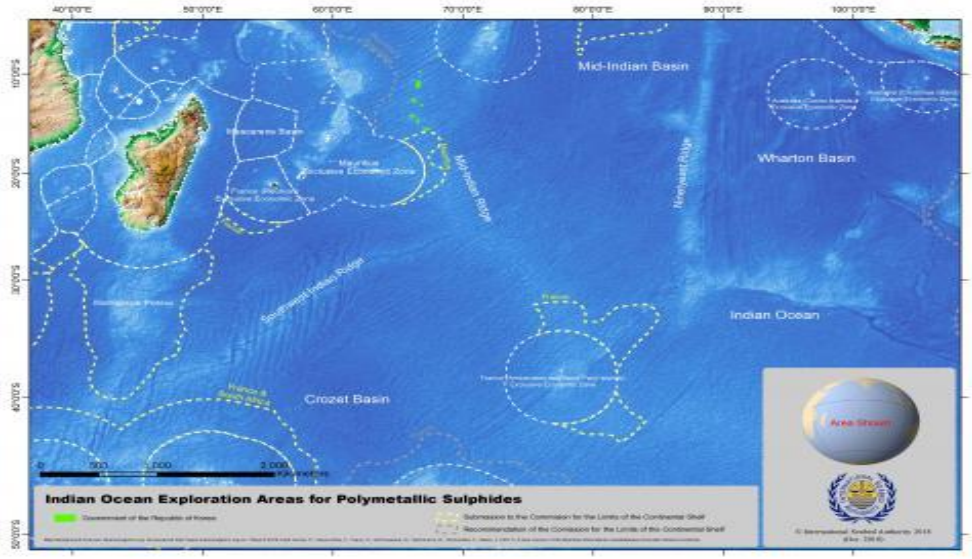


圖 2-45 國際海床管理局通過之韓國印度洋的熱液硫化物探勘許可場址

日本雖未向國際海床管理局申請國際水域探勘許可證，但自 1970 年代即開始在中沖繩海槽(mid-Okinawa trough)與南沖繩海槽(south Okinawa trough)持續進行海底熱液礦床探勘調查。於獨立行政法人石油天然氣·金屬礦物資源機構(Japan oil, gas and metals national cooperation, JOGMEC)、國立研究開發法人海洋研究開發機構(Japan agency for marine-earth science and technology, JAMSTEC)、日本地質調查所(geological survey of Japan)以及日本各大學相關研究單位合作下，於沖繩海槽陸續發現 Daiyon-Yonaguni Knoll、Yaeyama Knoll、Hatoma Knoll、Irabu Knoll、Hakurei、JADE、CLAM、Iheya North Knoll、Yoron Hole、Minami-Ensei Knoll 等熱液場址(圖 2-46)。2017 年 9 月日本經濟產業省發佈新聞成功於沖繩外海深海海床進行塊狀硫化物礦床試採，為第一次使用船載提取技術從海床中開採出大量金屬(圖 2-47)。

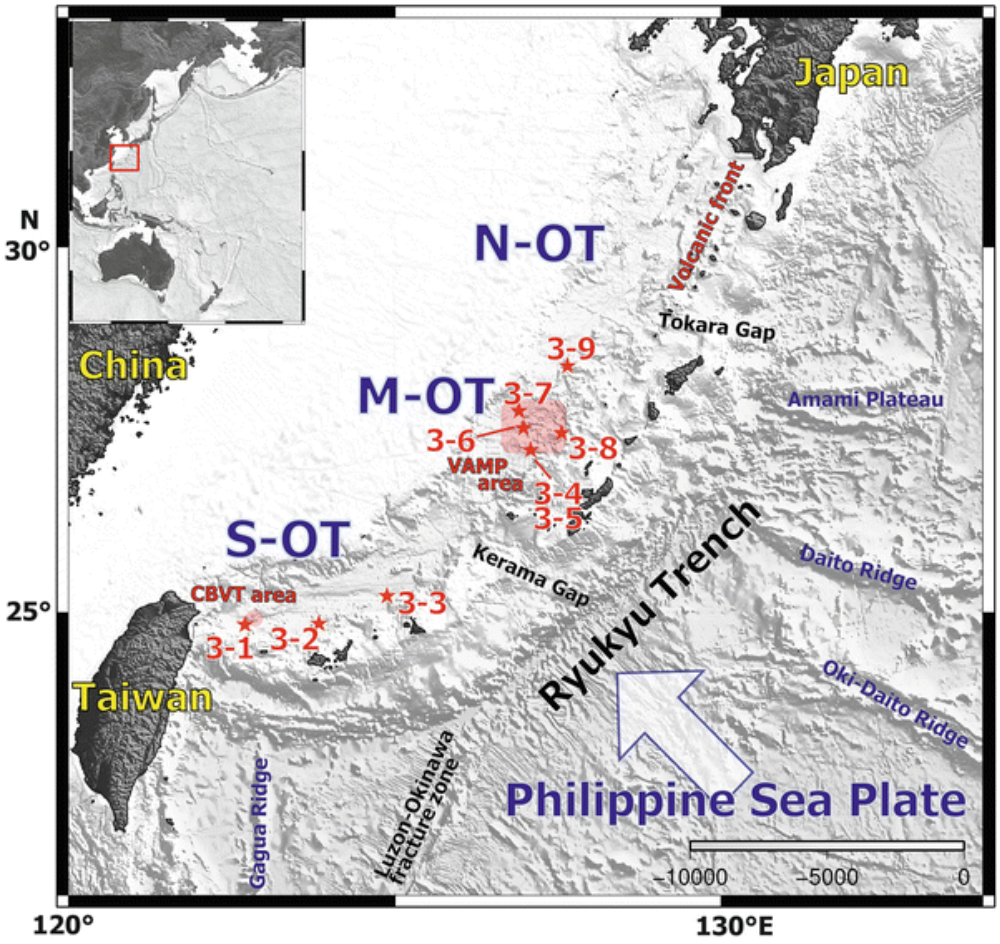
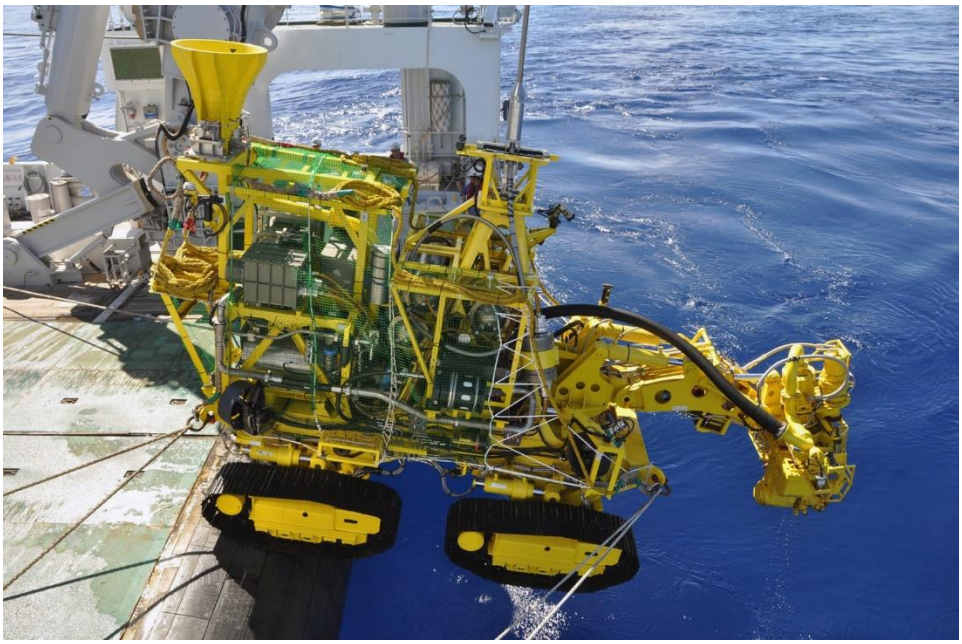


圖 2-46 沖繩海槽熱液場址分布[Ishibashi et al. (2015)]



註：KYODO, https://www.japantimes.co.jp/news/2017/09/26/national/japan-successfully-undertakes-large-scale-deep-sea-mineral-extraction/#.XO5py4gzZPY

圖 2-47 2017 年日本成功以採礦機器於沖繩外海深海海床提取塊狀硫化物

(B) 天然氣水合物

天然氣水合物(gas hydrate)為冰晶狀態的天然氣，廣泛分布於大陸邊緣海床之地層，以及南、北兩極的永凍層下(圖 2-48)。地球上以水合物形式存在之天然氣儲量約為目前煤、石油、天然氣總量之 2 倍。若能有效開發將成為可利用之新能源資源，因此許多國家陸續投入天然氣水合物之調查與研究，其中美國、日本、韓國、印度、中國、紐西蘭等，以能源資源的角度切入天然氣水合物研究，而英國、德國則以氣候變遷、碳封存以及海洋災害的角度進行天然氣水合物研究。

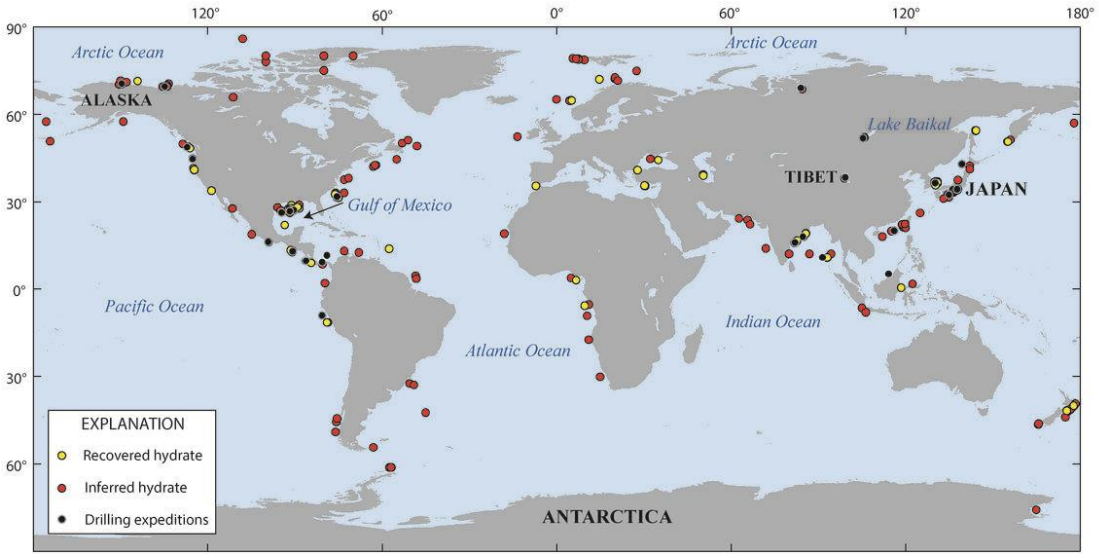


圖 2-48 天然氣水合物分布圖

目前天然氣水合物研究已完成賦存位置、資源潛能、儲集層特性分析以及開發測試之調查，逐步邁入模型驗證、生產技術突破、開採成本降低、商業生產測試及商業運轉與經濟可行性之評估。以下說明國際間相關工作進展之重要時間點與重點成果。

(1) 日本

自 90 年代末期，日本便已完成了海域的甲烷水合物能源國家型研究發展計畫，同時於加拿大的莫立克(Mallik)成功的完成初期的天然氣水合物開發井之測試。21 世紀的第一個 10 年，日本開始為期 16 年之 MH21 研發計畫(research consortium for methane hydrate resources in Japan)(圖 2-44)，於 Mallik 持續進行天然氣水合物開採技術發展，確立熱採法、降壓法、化學激發法及複合開採法等現行主流技術之基礎；於南海海槽(Nankai trough)區域之天然氣水合物探勘好景區，進行 2 維及 3 維之多頻道反射震測等以及測試井取樣，完成天然氣水合物儲集層的特徵分析。2012 年展開海域天然氣水合物開發井測試，2013 年日本國家石油天然氣及金屬公司(JOGMEC)組成企業團隊，於距離日本本島約 50km 之南海海槽區域完成全世界首次的海域天然氣水合物試驗性生產。2017 年於南海海槽進行第 2 次試驗，完成連續 24 天由天然氣水合物地層中生產天

然氣之試驗性生產作業。

完成 MH21 計畫及水合物試驗生產工作後，日本經濟產業省宣布將針對新潟縣上越外海、能登半島外海、北海道到隱岐列島周邊海域展開進一步的地質調查工作，擴大海域天然氣水合物資源潛能掌握，預計於 2020~2021 年間，完成長期海域天然氣水合物的開發技術驗證及長時間之井下天然氣生產的測試工作，作為後續商業開發經濟性評估之依據。

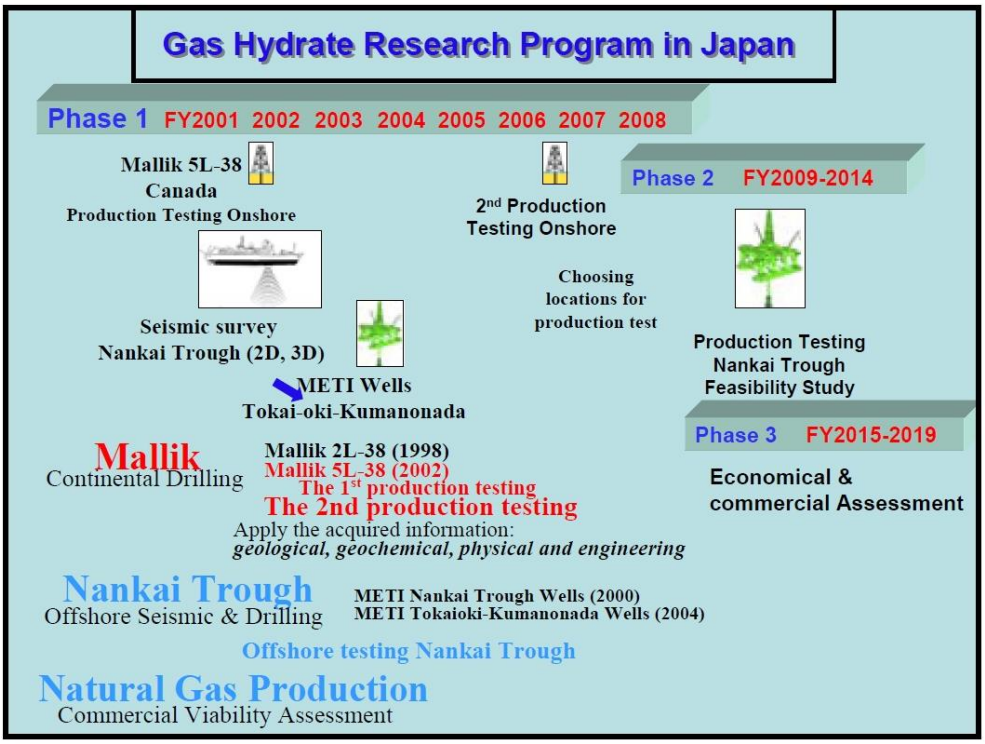


圖 2-49 日本 16 年期之 MH21 計畫初始設計規劃

(2) 美國

美國天然氣水合物計畫主要由能源部主導，結合美國地調所、石油公司、學界與石油探勘相關單位，共同進行天然氣水合物的開發研究。自 1983 年起進行相關研究計畫，1996 年透過海洋鑽探計畫(ODP)164 航次於美國東部海域進行首次的海域天然氣水合物鑽探，1998 年通過天然氣水合物研發策略法案，1999 年開始執行第一期國家型天然氣水合物長期研發計畫，2002 年海洋鑽探計畫(ODP)204 航次於美國西部俄勒岡州外海水合物海脊進行天然氣水合物鑽探，同時於墨西哥灣進行長岩心採樣，奠定 21 世紀國際對天然氣水合物之基礎認識。2005 年開始之第二期國家型天然氣水合物長期研發計畫，於 2007 年在阿拉斯加北坡(North Slope)Mount Elbert 進行永凍層之天然氣水合物鑽探，同時測試減壓開採的技術，2008 年前確認美國天然氣水合物潛在資源量。

2009 年，美國於墨西哥灣之砂質賦存層中發現大量天然氣水合物。2012 年美國能源部國家能源科技實驗室與康菲(ConocoPhillips)石油公司、日本國家石油天然氣和金屬公司合作，於阿拉斯加北坡凍土區運用二氧化碳與甲烷水合物

置換方式，取出大量甲烷。此法不僅為天然氣水合物開採方法之突破，亦為二氧化碳封存技術之進展。2014 年美國能源部核定單個 5800 萬美元之計畫，於墨西哥灣海域實施了鑽井岩心採集與分析，確認砂質儲層蘊藏，以評估海域天然氣水合物的開發潛能，預計於 2020 年開始執行長期天然氣試驗性生產工作，以期於 2025 年前完成美國周遭海域的天然氣水合物的商業生產之評估工作(圖 2-50)。

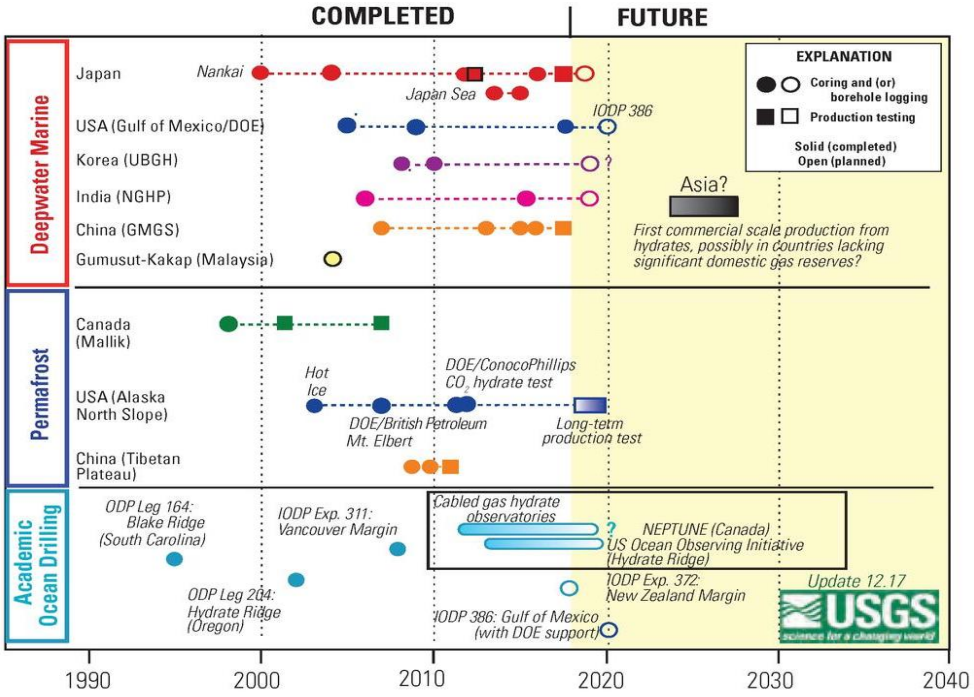


圖 2-50 國際海域、永凍層及科學鑽井工作對天然氣水合物開發與研究進展

(3) 歐美等其他國家

歐美等國家對天然氣水合物之研究可分為 2 個面向。第一面向著重全球氣候變遷、海洋地質災害、二氧化碳封存等議題，主要透過對海床下流體移棲研究，或淺鑽設備進行，如英國、德國、加拿大、北歐的挪威等國家；另一面向則以能源探勘為主，如紐西蘭以及南美洲的巴西、墨西哥、哥倫比亞、烏拉圭等國。少部分以新能源探勘的角度投入在天然氣水合物相關的工作(圖 2-51)。

圖 2-51 各國家執行天然氣水合物研究之主要單位、計畫、面向與工作地點

(4) 亞洲其他國家

臺灣、韓國、印度及中國為亞洲主要天然氣水合物研究與開發國家。印度於 90 年代後期完成初步海域天然氣水合物調查工作，2006 年利用綜合大洋鑽探計畫(integrated ocean drilling program, IODP)鑽井船 JOIDES Resolution 於印度大陸東、西兩側及 Andaman 群島進行大規模鑽探，取得大量天然氣水合物資訊與樣本。2015 年，印度與日本簽訂合作契約，利用日本「地球號」(Chikyu)鑽井船於印度東部海域完成大規模天然氣水合物鑽探調查，相關資料於 2019 年發表於國際期刊 Marine and Petroleum Geology。

韓國於 2006 年開始第 2 個階段 10 年期之天然氣水合物探勘和開發計畫，2007 年 10 月於韓國東海(日本海)進行首次鑽井調查，發現厚度大於 100m 之天然氣水合物地層。2010 年 7~9 月租用 Fugro 公司之鑽井船，進行第二階段的天然氣水合物鑽探調查，評估開發井鑽探地點。原規劃於 2012-2014 年間執行

鬱陵盆地天然氣水合物試驗生產工作(圖 2-52)，受前期研究成果消化程度及國際油價的走勢影響，延後至 2020 年執行，期能一舉突破日本前兩次生產井的連續產氣之時間紀錄。

中國大陸之天然氣水合物研究始自 90 年代，廣州海洋地質調查局與青島海洋地質研究所分別由南海北部陸坡與東海陸坡海域之反射震測資料，發現兩海域可能賦存天然氣水合物。1999 年透過海洋鑽探計畫 184 航次於南海北部陸坡海域進行鑽探調查，於岩心中發現可能含有天然氣水合物之地化異常訊號，2007 年首次於南海北部神狐地區進行天然氣水合物鑽井研究，成功採集天然氣水合物標本。2013 年於南海北部東沙海域進行第 2 次的天然氣水合物鑽井調查，同年 12 月由國土資源部宣布珠江口盆地東部海域首次鑽獲高純度天然氣水合物樣品，同時獲得 1500 億 m^3 之控制儲量(圖 2-53)。2017 年於南海北部神狐海域進行第 3 次鑽井，成功完成天然氣水合物開採，成為世界上第 2 個完成生產井測試的國家。本次工作完成 187 個小時不中斷之測試開採，連續試開採 60 天，累計產氣超過 30 萬 m^3，創造產氣時間和總量之世界紀錄。此後中國將海域天然氣水合物資源轉向商業開採之技術與經濟評估，同時亦於青藏高原和東北凍土帶展開陸域生產的研究與測試。

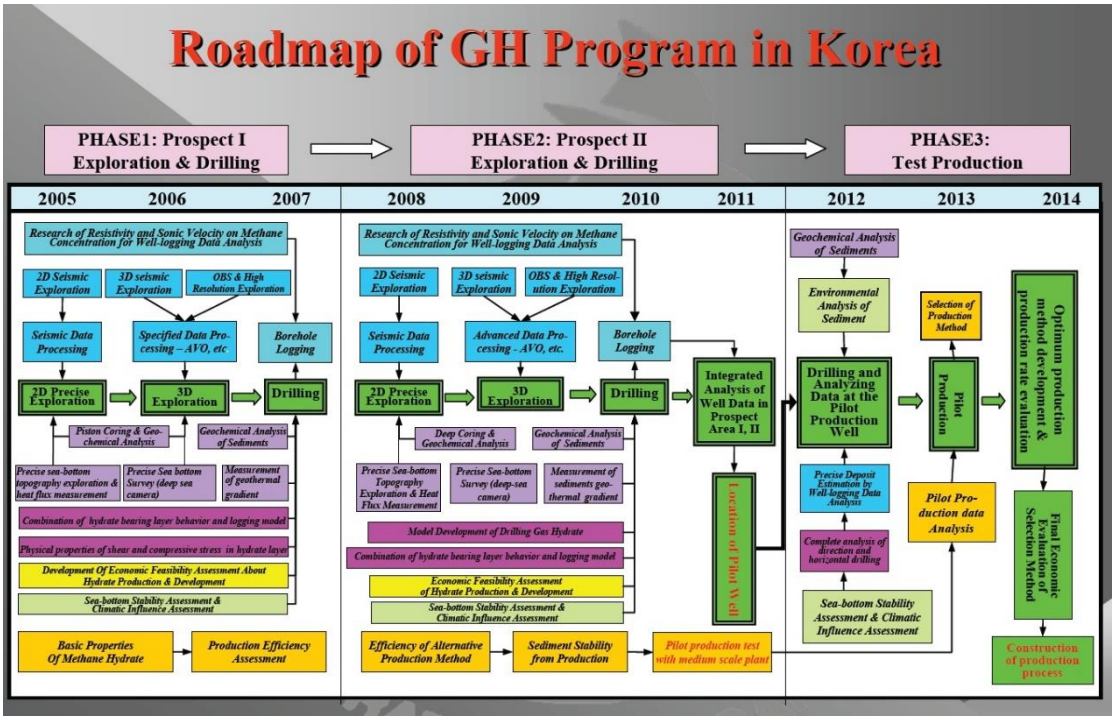
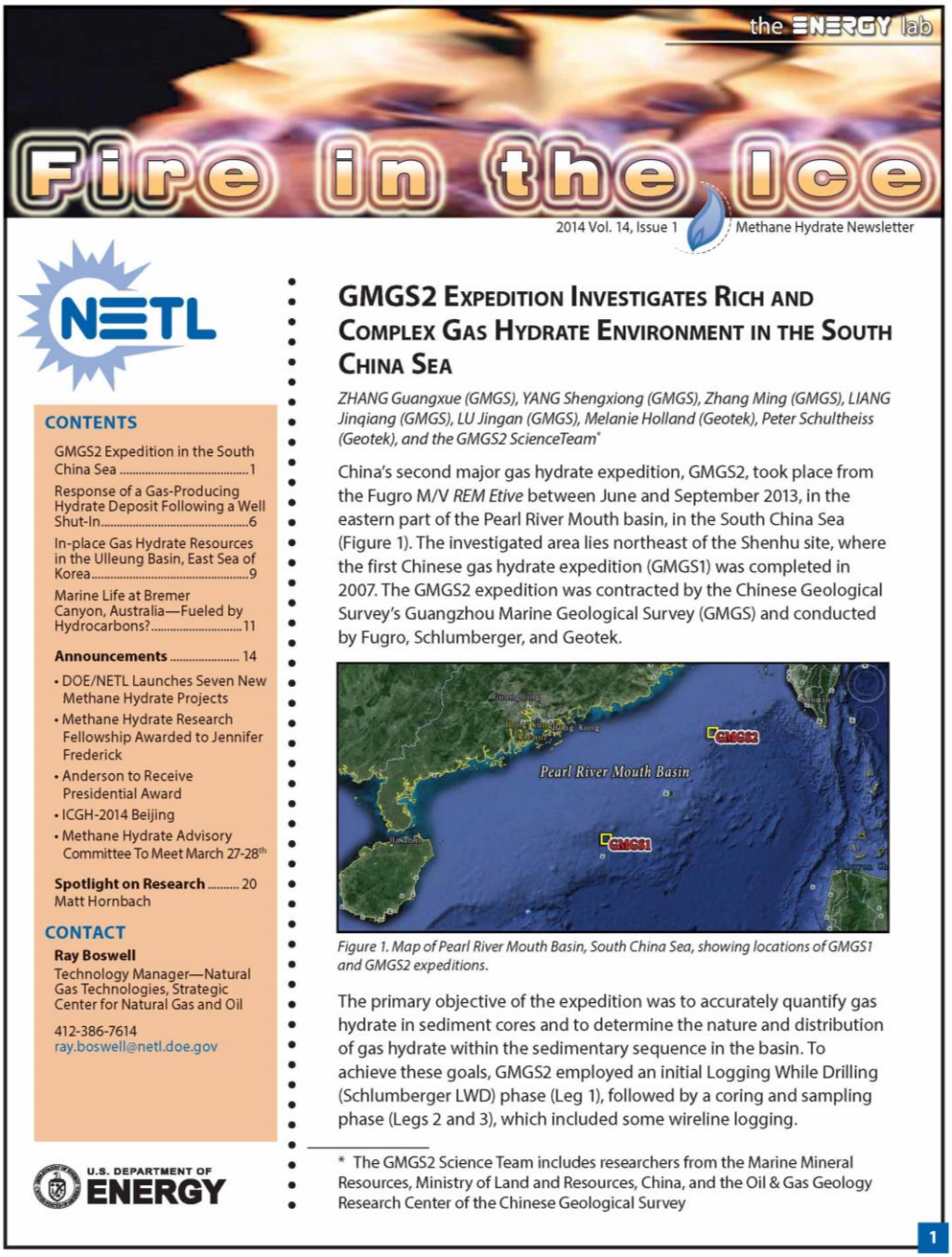


圖 2-52 韓國天然氣水合物三期工作之規劃



the ENERGY lab

Fire in the Ice

2014 Vol. 14, Issue 1 Methane Hydrate Newsletter

NETL

CONTENTS

GMGS2 Expedition in the South China Sea 1

Response of a Gas-Producing Hydrate Deposit Following a Well Shut-In 6

In-place Gas Hydrate Resources in the Ulleung Basin, East Sea of Korea 9

Marine Life at Bremer Canyon, Australia—Fueled by Hydrocarbons? 11

Announcements 14

- DOE/NETL Launches Seven New Methane Hydrate Projects
- Methane Hydrate Research Fellowship Awarded to Jennifer Frederick
- Anderson to Receive Presidential Award
- ICGH-2014 Beijing
- Methane Hydrate Advisory Committee To Meet March 27-28th

Spotlight on Research 20
Matt Hornbach

CONTACT

Ray Boswell
Technology Manager—Natural Gas Technologies, Strategic Center for Natural Gas and Oil

412-386-7614
ray.boswell@netl.doe.gov

U.S. DEPARTMENT OF ENERGY

GMGS2 Expedition Investigates Rich and Complex Gas Hydrate Environment in the South China Sea

*ZHANG Guangxue (GMGS), YANG Shengxiong (GMGS), Zhang Ming (GMGS), LIANG Jinqiang (GMGS), LU Jingan (GMGS), Melanie Holland (Geotek), Peter Schultheiss (Geotek), and the GMGS2 ScienceTeam**

China's second major gas hydrate expedition, GMGS2, took place from the Fugro M/V *REM Etive* between June and September 2013, in the eastern part of the Pearl River Mouth basin, in the South China Sea (Figure 1). The investigated area lies northeast of the Shenhu site, where the first Chinese gas hydrate expedition (GMGS1) was completed in 2007. The GMGS2 expedition was contracted by the Chinese Geological Survey's Guangzhou Marine Geological Survey (GMGS) and conducted by Fugro, Schlumberger, and Geotek.

Figure 1. Map of Pearl River Mouth Basin, South China Sea, showing locations of GMGS1 and GMGS2 expeditions.

The primary objective of the expedition was to accurately quantify gas hydrate in sediment cores and to determine the nature and distribution of gas hydrate within the sedimentary sequence in the basin. To achieve these goals, GMGS2 employed an initial Logging While Drilling (Schlumberger LWD) phase (Leg 1), followed by a coring and sampling phase (Legs 2 and 3), which included some wireline logging.

* The GMGS2 Science Team includes researchers from the Marine Mineral Resources, Ministry of Land and Resources, China, and the Oil & Gas Geology Research Center of the Chinese Geological Survey

1

圖 2-53 中國天然氣水合物第二次鑽井成果於國際上之報導[Fire in the Ice]

(C) 石油天然氣

石油及天然氣為現今世界上最重要的能源(圖 2-54)，由 2010 年後之統計數據可見，目前海域天然氣之發現與開採已佔了全球的 60%，而於深水、超深水海域所新發現與開採的石油，也超過半數。未來石油、天然氣開發之重點海域集中於美國東南部的墨西哥灣、巴西東南部外海以及非洲外海(表 2-6)。過去幾年受國際油價下跌的影響，5 年來全球各大石油公司對於油氣探勘工作較為保守，紛紛減少了油氣探勘的投資，也放慢了目前海域油氣探勘的速度。

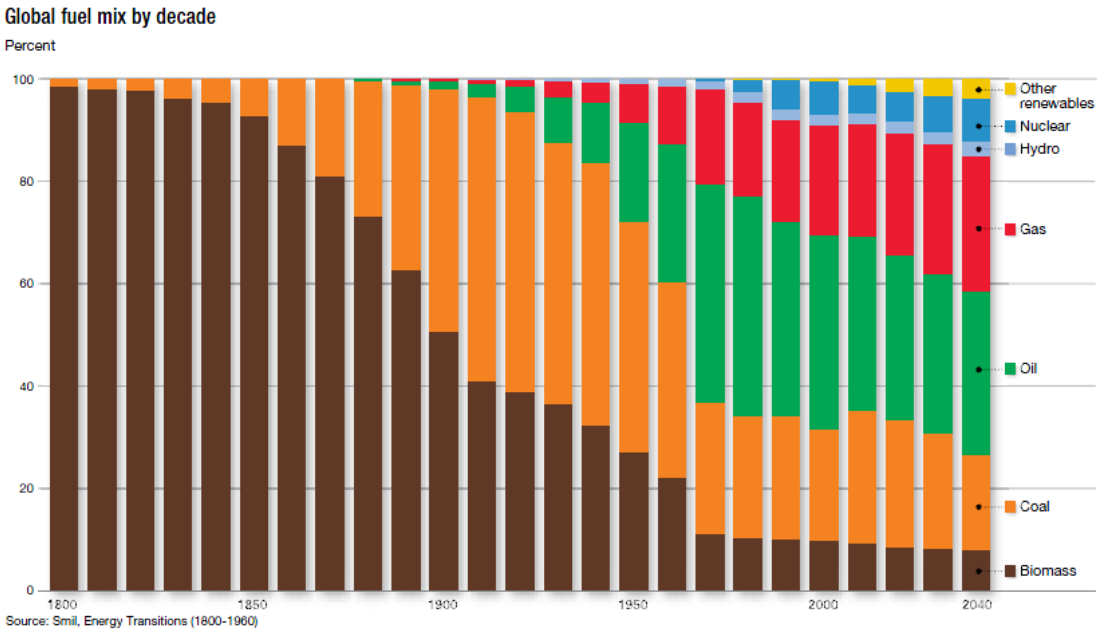


圖 2-54 全球不同能源於不同年代之使用比例

表 2-7 世界主要深海區油氣資源量

國家	海域	油氣儲量	石油	天然氣
		(億噸)	(億噸)	(億 m^3)
美國	墨西哥灣北部	21	15	6000
巴西	東南部海域	27.3	23.2	4100
西非	三角洲、下剛果	28.6	24.5	4100
澳大利亞	西北陸架區	13.6	0.5	13100
東南亞	婆羅洲	5.3	2	3300
挪威	挪威海	5.1	1.1	4000
埃及	尼羅河三角洲	4.8	-	4800
中國	南海北部	2	-	3500
印度	東部海域	1.6	-	1600

海底之石油與天然氣為有機物於缺氧之地層深處配合特定溫度、壓力環境，透過石油菌、硫磺菌等分解作用形成，並於圈閉環境中聚集和儲存。大規模之海底油氣田常與大陸沿岸區年輕沉積盆地內之大型油田關連，於地質史上同屬於同個沉積盆地或為相互延伸。天然氣和石油日益增長之需求促進海上鑽井活動，伴隨而來之潮汐、潮流和天氣預報、水下勘探、鑽井位置和海上通信問題，需逐一克服與考量。另因淺水區資源逐漸使用殆盡，深水區之自然資源越顯重要性。1947 年 Kerr-McGee 公司成功利用駁船和系統平台組成第一口離岸鑽井固定平台，開啟現代海上工業。

大部分石油都以油砂的形式存在，世界最大之礦床遍布加拿大(阿爾伯塔省)和委內瑞拉，其餘大多位於中東各國。目前各國之海域石油探勘活動多位於在海洋與

陸地交界處的大陸邊緣處，主要原因為大陸棚及大陸斜坡上部具有豐厚的沉積物外，另由海底峽谷或大陸隆起經構造作用造成的油氣儲集，亦為相當具有資源潛力的海域，故現在凡具有大量沉積物供應的海域區域，已是國際上關注的可能開發的潛能區，亦讓海域油氣探勘成為深具競爭力之能源供應產業(圖 2-55)。

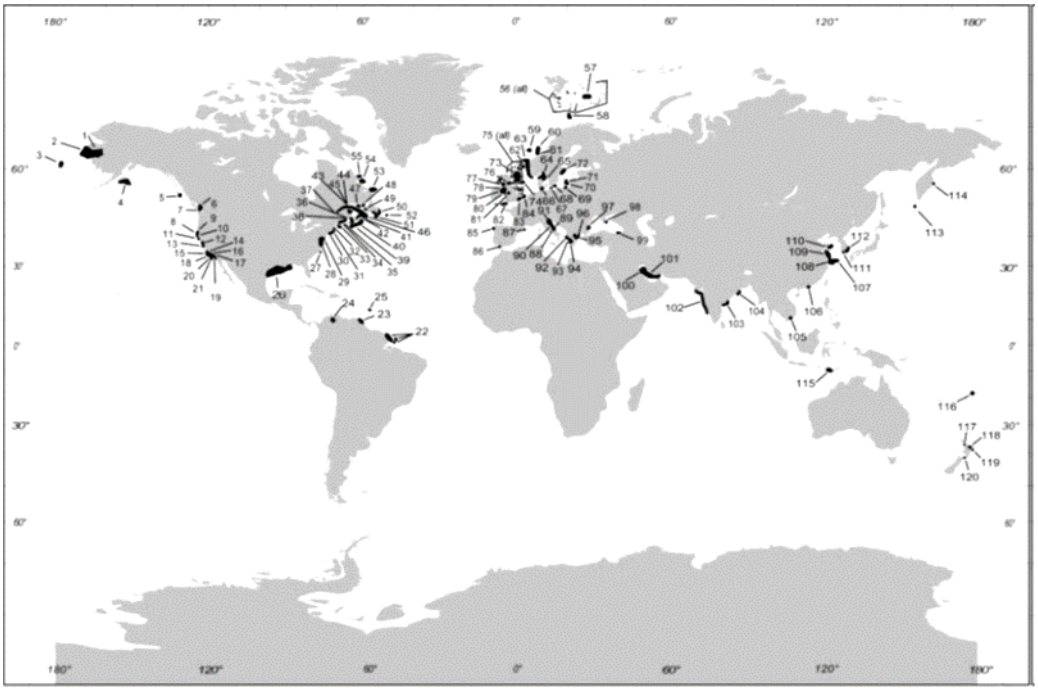


圖 2-55 全球各地含油氣的海洋沉積物分布概況[Fleischer et al. (2001)]

海洋地震勘測大多結合地震儀與多頻道反射震測，由勘測船於海面下部署一組空氣槍以製造壓力(聲)波，當壓力(聲)波通過海洋、沉積物以及地下地質結構後陸續回傳至記錄器。結合多重地物探勘資料處理技術，鎖定具潛力之封閉構造位置，進行鑽探勘井等多方向之探勘研究。海上常以半潛式鑽井平台搭載浮動鑽機進使用(圖 2-56)，透過鑽屑解析岩石之種類、年齡及鑽井地層組成，一般可透過頁岩連結烴源岩，以砂岩連結儲層之存在。但最終之鑽探開採決定需涉及在地政府之要求，經濟因素(鑽井成本、運輸成本、市場機會、相對價值/財務風險)和技術可行性(安全和環境考慮）等因素。

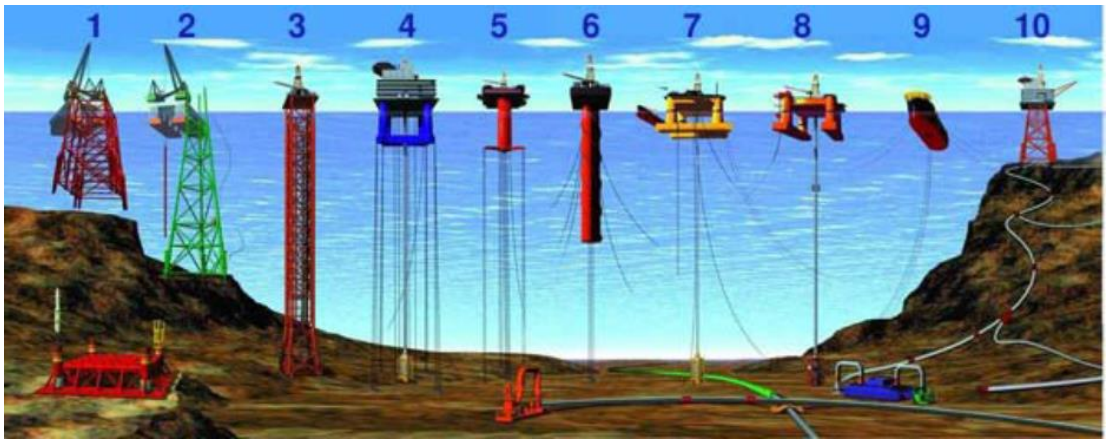
深水區油氣的勘探開發具有高技術、高風險、高投入、高回報特點。隨著全球經濟發展及能源需求不斷增加，同時於國際市場需求壓力和高油價驅使，全球海洋油氣勘探開發將快速增長，勘探開發作業之海域範圍和水深亦將不斷擴大，海洋油氣已然成為世界油氣生產增長之主要來源。海洋油氣資源主要分佈在陸架區和深水陸坡區，淺海域(水深< 200m)占多數，隨油氣勘探開發技術進步，現已陸續開發深海域區塊(水深> 500m)。以區域而言，目前海上油氣勘探開發集中於波斯灣、墨西哥灣、幾內亞灣、北海、南海、里海湖及馬拉開波湖，其中波斯灣之沙特阿拉伯、卡塔爾和阿聯酋，里海沿岸之哈薩克斯坦、阿塞拜疆和伊朗，北海沿岸的英國和挪

威，還有美國、墨西哥、委內瑞拉、尼日等，皆為世界重要之海上油氣勘探開發國家。

根據美國能源情報署(United States energy information administration)估計，南海之石油儲量為 110 億桶(圖 2-57)，天然氣為 5.4 萬億 m^3。2011 年起，中國、越南、馬來西亞、汶萊和菲律賓等國家於南海出產之石油約為 120 萬桶/日，天然氣約為 3.2 萬億 ft^3；2019 年中國海洋石油集團亦開始於南海進行液化天然氣開採，以利向粵港澳大灣區提供能源。上述的油氣資源開發，顯示在南海大陸邊緣和大陸海洋過渡地帶富有機質砂岩和頁岩，並證明此區域儲有大量油氣儲備之可能性。

由於石油、天然氣已是相當成熟且高度資本集中的產業，因此目前海域油氣開發與相關科技發展亦已由商業模式所主導，如中東的沙烏地阿拉伯國家石油公司、伊朗國家石油公司；歐美的埃克森美孚(Exxon Mobil)、殼牌公司(Shell)、英國石油公司(BP)、道達爾(Total)、挪威國家石油公司(Equinor)、雪佛龍(Chevron)、俄羅斯石油公司、俄羅斯天然氣公司；南美洲的委內瑞拉石油公司、巴西國家石油公司(petrobras)；亞洲的中國石油化工集團公司、中國石油天然氣公司、中國海洋石油集團、日本 JXTG 能源、日本國際石油開發株式會社、韓國 SK 能源、印度石油天然氣總公司、印尼石油公司等，都是世界上重要的石油、天然氣及能源公司。

另外也因為石油、天然氣開發高度資本化及專業化，除了石油公司外，亦發展出許多石油探勘及技術服務公司，如斯倫貝謝(Schlumberger)、哈里伯頓(Halliburton)、TechnipFMC、泰納瑞斯(Tenaris)、國民油井(NOV)、輝固(Fugro)、PGS 等。而近年來在海域石油開發技術的發展，便著重在海域 2 維、3 維、4 維震測探勘，包含了資料收集、處理、分析與解釋技術與其他海洋地質、海洋地球物理及地球化學的工作，以及海域鑽井的相關技術。甚至為提高海域探勘工作效率並降低探勘成本，海域探勘船、鑽井船都專為了海域探勘而發展出特殊設計(圖 2-58)。



註：1,2)傳統固定平台; 3)作業塔樓; 4,5)垂直系漂泊張力腿和微型張力腿平台; 6)圓柱浮台; 7,8)半潛水平台; 9)浮式生產，儲存和卸載設施; 10)海底完工和與主機設施的聯繫裝置。

圖 2-56 世界上常見之海上石油天然氣開採作業平台[Sherif (2016)]

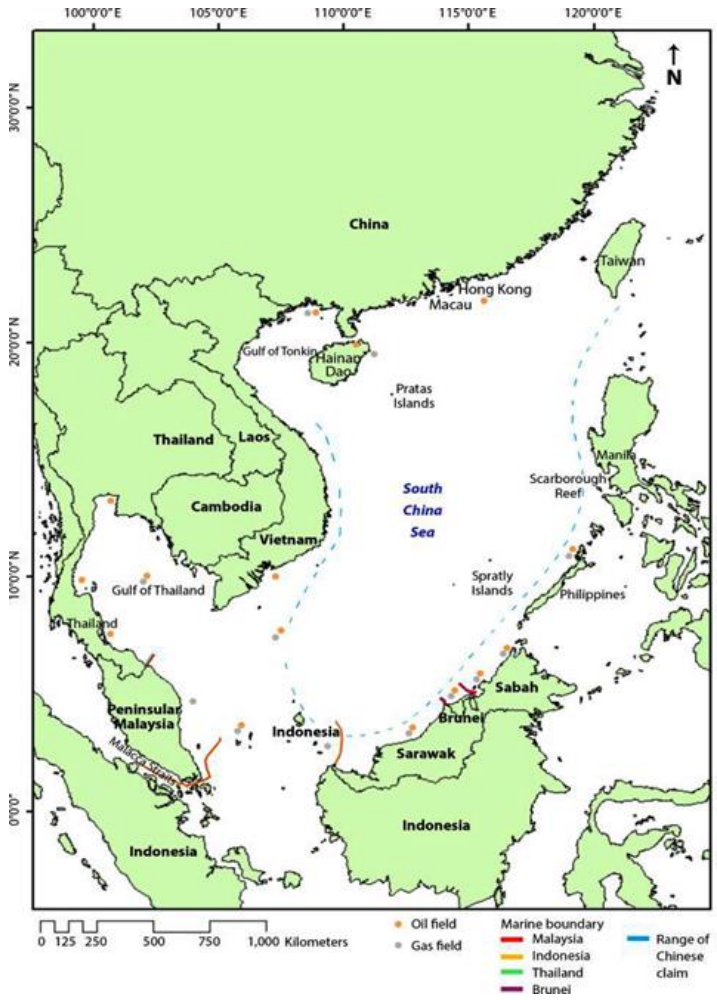


圖 2-57 南中國海的油氣田分布概況[Hossain (2017)]

圖 2-58 著重海域 3 維震測探勘高效率化之震測探勘船隻設計

(D) 海水淡化

(1) 中東阿拉伯灣地區

全世界規模前 6 大的海淡廠皆在中東地區，且前 4 名位於沙烏地阿拉伯，其中海淡水日產量最高者每天產量達 102.5 萬 CMD(噸/天)，其營運期間始為西元 2013 年。而第二及第三名之海淡廠其產量也有超過 80 萬 CMD，另外第五及第六名分別位在阿拉伯聯合大公國及科威特。

全球有 53%的海水淡化廠位於中東國家，此地區由於其所在的地理位置較為乾燥且富含石油，因此海水淡化技術應用最早，且其造水規模大，朝超大型化方向發展，受惠於海水淡化技術進步與普及，其生活方式及生活品質已獲大幅改善。此區域中阿拉伯灣是全球海水淡化產量最高的地方，總產量高達每天 1,210 萬公噸，約為全球日產量的 44%。主要海淡水生產國為沙烏地阿拉伯，佔全球產量 25%，其國內近五成的水來自海淡水，且為取得這五成之海淡水所消耗之電力佔沙烏地阿拉伯國全國電力需求的兩成。海淡水生產國其次為阿拉伯聯合大公國(佔全球產量 23%)及科威特(佔全球產量 6%)[Lattemann (2009)]。阿拉伯灣的海水淡化廠約 94%的產量為蒸餾式(distillation)海淡廠產出，包括 81%為多級閃化法(multi-stage flash, MSF)和 13%為多效蒸餾法(multiple effect distillation, MED)，剩餘 6%為非蒸餾式之逆滲透法(Reverse Osmosis, RO) (Lattemann, 2009; Mezher et al., 2011)。阿拉伯灣能源相對便宜，使大型海淡廠不斷發展，但在相對封閉的海灣，大量的海水淡化廠、高蒸發率和淡水注入量低，使得海灣中水越來越鹹，即使目前影響尚不明顯，但也是未來可能面臨的風險所在(Dickie, 2007)。

(2) 北美地區

北美地區為海淡廠第二多之區域(17%)，包括加拿大、美國及墨西哥，其中美國政府投入大量資源發展海水淡化工業，是目前世界上淡化機組最多之國家，且有別於中東地區之蒸餾式海水淡化，美國海水淡化方法以薄膜技術為主，淡水產量以逆滲透法最多，其海水淡化使用多集中在靠海之加州、德州及佛羅里達等三州。以加州為例，其境內超過 20 座海水淡化廠的日產量近 260 萬噸，可提供全州 15%之用水(Zotalis et al., 2014)。

(3) 歐洲、亞洲及其他地區

歐洲國家部份以西班牙及義大利應用最多，其餘歐洲各國亦積極投入海水淡化發展(Fuentes-Bargues, 2014)。除中東、歐美以及大部份島嶼國家外，亞洲國家近年來亦開始積極投入淡化產業，如日本、新加坡、南韓、中國大陸與印尼等也都已積極發展或應用海水淡化。日本發展海水淡化技術最早，在薄膜淡化技術方面屬於領先國家，日本自 1968 年第一座民生用水海淡廠推動至 2006 年止，日本國內共有 400 座日產量 500 公噸以上的海水淡化廠，每日可供應

1,054,274 公噸的淡化水。中國大陸亦起步較早，已具有獨立製造淡化機組之能力，其餘包括韓國、新加坡、菲律賓及印尼等國皆陸續規劃海水淡化廠並納為供水網絡，世界其他各國亦積極應用及發展海水淡化做為替代水源，提供工業、民生及其他用途之用水。

(三) 離岸風電

(A) 風能評估

自風力發電發展以來，各國紛紛成立政府研究機構，積極發展風力機機電研究外，同時亦針對地區性的風力進行評估，提供風場開發商作為後續開發與規劃時之參考依據。依目標區域之範圍可將風能評估研究區分為以下三類型：

(1) 大區塊風能初步鑑定(preliminary area identification)

(2) 小區域風能預估(area wind resource evaluation)

(3) 單一場址風力機設置規劃(micro-siting)

任何風場進行開發前置作業時，均不可忽略前三項類型或是步驟。通常第一類多以國家為單位進行大範圍之風能評估研究，並將評估結果提供給有意願進行風場開發之業者作為風能鑑定之參考依據。方進行第二步及第三步之細部規劃與評估。

隨著風力機技術提升，風力機組單機容量越來越大型化，輪轂高度(hub height)亦不斷向上延伸，以擷取更多的風能。為能取得特定區域特定高度範圍之風速資料，除蒐集鄰近既有氣象觀測站資料加以分析外，亦可架設固定高度之海氣象觀測塔進行長期觀測或利用數值模式進行風場模擬。風場模擬雖較為快速與經濟，但仍須配合實際觀測資料進行驗證。風能評估基本概念可參考圖 2-59。

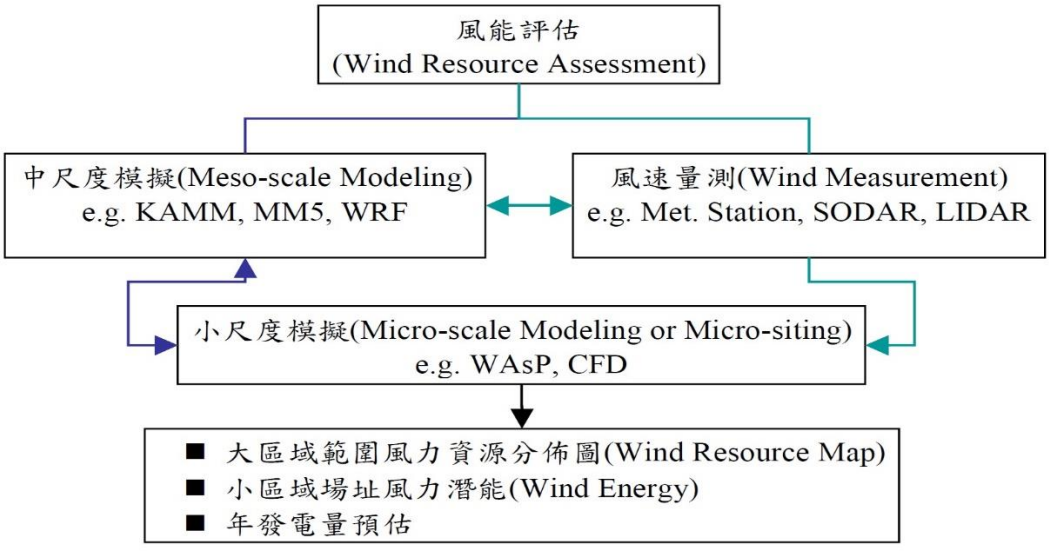


圖 2-59 風能評估流程圖[陳美蘭(2014)]

多數觀測站是為了氣象監測而設置，設置地點通常位於非空曠地區，觀測高度多侷限於地表 10 m 左右，其觀測之風速易受建築物及地貌所影響。因此為測量風機輪轂高度(hub height)實際風速大小，可透過(1)海氣象觀測塔、(2) SODAR、LIDA 和 Floating LiDAR 進行量測。

(1) 海氣象觀測塔

架設高度大於 60m 高之固定鐵塔，於不同高度處安裝風速計與風向計，進行至少一年之觀測，獲得風速及風向之時序列(time series)，方能進行風能特性分析(包含年季變化、日夜變化等)。需注意風速資料可用率須大於 95%，否則將視為此筆觀測資料則不具代表性。若發生觀測資料遺漏之現象，則必須利用鄰近觀測資料以特定相關性加以彌補，以提升資料可靠度。

(2) SODAR、LIDA 和 Floating LiDAR

考量設置海氣象觀測塔進行長期觀測需耗費較長工時及經費，部分團隊以 SODAR、LIDA 及 Floating LiDAR 進行量測。LiDAR 中文稱光學雷達或雷射光達，一般簡稱光達，採用雷射光進行風向、風速之遠距觀測，以大氣中的氣膠（Aerosol）做為標的物，藉由氣膠漂移所造成的都卜勒效應來估算該區之風場，由於大氣中無論晴雨均有氣膠的存在，所以可以藉由空氣中氣膠的移動，獲得風速、風向、氣流傾角、紊流、風切變、風向變測量參數等。

近年由於考量海氣象觀測塔建置所需之時間與經費較為高昂，許多國家(比利時、加拿大、荷蘭等)已開始致力研發浮動式雷射光達測風系統(floating LIDAR)。加拿大 AXYS 公司所研發之 WindSentinel 系統於 2011 年已在馬斯基根湖（Muskegon Lake）進行專案研究計畫，為首次將雷射風傳感技術（laser wind sensing technology）應用於浮動式平台上量測風力資源且具商業規模之儀器。比利時 3E 公司之 FLiDAR 系統同樣於 2011 年於北海(距比利時海岸 15km 處)成功進行測試與驗證，為首次成功在真正離岸條件下測試的浮動式光達設備。

於風場模擬相關，目前普遍使用於中尺度模擬之風能評估軟體包括 KAMM、MM5、WRF 等。由中尺度模式結合小尺度模式進行風場模擬分析為目前評估大區域風力潛能的主要做法。丹麥 RISØ 國家實驗室利用 KAMM/WAsP Method(圖 2-60)目前已完成許多國家政府所委託之風能評估研究案(如歐盟、美國、中國、日本以及最近完成的埃及等)。

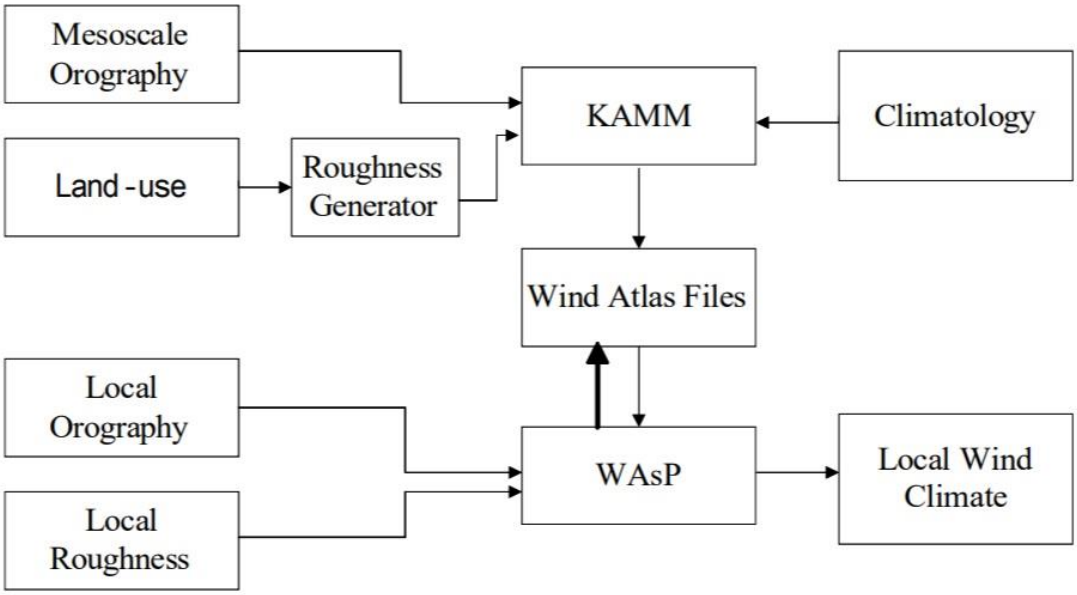


圖 2-60 KAMM/WAsP Method[Rathmann et al.(2001)]

丹麥萊舒國家實驗室(Risø)隸屬於丹麥政府的科學、技術與創新部，建立於 1958 年，主要研究部門包括：風力能源、系統分析、材料研究、聚合物、光學與電漿、植物研究、輻射研究等。1981 年丹麥萊舒國家實驗室(Risø)建立丹麥風圖，並於歐洲共同體(European Communities)委託之下，整合 200 個氣象站風速風向監測資料，利用各國的整體風能資源評估成果，完成歐洲風圖。歐洲風圖以五種不同地理情況分類考慮現地可能風速，另外為方便歐洲各國各地簡單評估當地風能潛力，亦將相關成果集結出版歐洲風圖(European wind atlas)一書，為目前從事風能評估必須參考的手冊。

由統合歐洲風能評估的經驗，Risø 發展 WAsP(wind atlas analysis and application)風圖分析與應用的風能評估軟體，以估算風力資源分布，目前已有 90 多個國家，超過 1100 使用者，利用 WAsP 來進行風流數據分析、風圖製作、風流氣象預測、風機的微觀選址(micro-siting)、風場建置和發電效率評估。WAsP 軟體亦可進一步進行風機的負載估算，包括：極端風流氣象(extreme wind climate)狀態、風流剪力和風流曲線、以及紊流等。WAsP 軟體評估成果經過多方驗證認可後，WAsP 軟體已成為現代風能評估的工業標準，為目前國際上風能評估工作的共通平台。

英國 ReSoft 公司推出 WindFarm 軟體，用於分析、設計和優化風電場，可同時考慮地形和尾流效應來計算風電場電能產量；對風機進行產能最大化和成本最小化的設計，並使其符合自然條件、規劃設計和工程建設的要求；具有先進的製圖工具，還能進行風力流動計算、噪音計算和風速數據的測量-相關聯-預測分析（MCP）。採用可視化工具創建集錦照片，包括圖像動畫、風電場電纜視圖顯示、陰影閃爍分析和創建視覺影響區域地圖。其他的風電場設計和風資源評估軟體還包含德國 Hines Marine Services 公司推出的 WindPlot、加拿大 Mistaya 公司的 Windographer 風資源評估軟體等。

(B) 離岸風機支撐結構

一般而言，離岸風場較陸域風場具有更充沛之風力資源。然而因離岸風力發電機面對與陸上風力發電機截然不同的環境特性；離岸風力發電機除承受更大的風力載重外，更需抵抗長期之波浪荷重。當以海岸線為基準時，以一運轉能量 3MW、80m 高之風力發電機為例，不論風向是由陸地吹向海洋之陸風，或是由海洋吹向陸地的海風，離岸環境之風能皆超過內陸環境。除了風力之外，離岸式風力發電機因設置於海上，終年不斷之波浪力作用於結構高於地表處，使基礎承受反覆側向荷重、彎矩及垂直拉力。

為適應不同水深以及土壤條件，海上風力發電設施的基礎以及支承結構型式差異極大，目前評估適用於海水深度 50m 以內之基礎結構可依海床深度由淺至深區分，依序為重力式、負壓沈箱式基礎、大口徑單樁基礎、三腳基礎及塔架式基礎等，如圖 2-61 所示。其中三腳基礎與塔架基礎，可與小口徑之樁或沈箱結合，成為三腳樁基礎、三腳沈箱基礎或塔架樁基礎。以下針對各類型基礎型式分述如下：

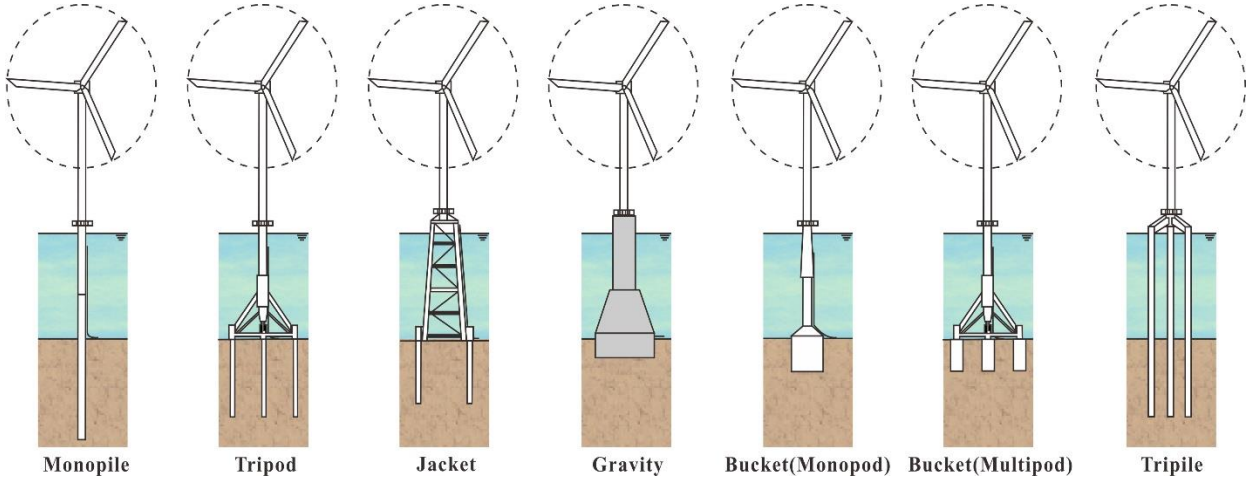


圖 2-61 離岸式風力發電機基礎型式[郭玉樹(2014)]

A. 重力式基礎

重力式基礎是最傳統之海上結構基礎型式，其原理是用基礎自重，使基礎不致上浮，並在預先整平後之海床上提供結構物足夠之承載力。一般多被應用於海水深度小於 10 公尺之海域。

B. 負壓沈箱基礎

沈箱基礎的構想源自於北海鑽油設施技術。設置時於沈箱內抽水，造成負壓，使沈箱下沈，裙翼座將貫入海床，其優點為施工及拆除容易。目前研究顯示，負壓沈箱基礎應可設置於水深 40 公尺之海域[Lars bo Ibsen (2004)]，但當水深過大，側向荷重過大時，可能造成基礎側向變形過大[Achmus& Abdel-Rahman (2005)]。

C. 單樁基礎

單樁基礎為最簡單之基礎型式，其適用水深大致介於 10 至 40m。單樁基礎幾何形狀簡單，可依需抵抗之側向荷重及垂直荷重大小設計不同之直徑及貫入深度，並提供抗拉、抗壓及抵抗側向變位之能力，因此單樁基礎可應用於淺水域及深水域。

D. 三腳及塔架式基礎

三腳及塔架式基礎是利用桁架增加結構強度，並以三根或四根直徑較小之樁作為支承結構。再將上部結構以套管型式與底座基礎結合。適用於水深大於 20 公尺之海域，若配合樁基礎，設置水深甚至可達 70 公尺。

由以上敘述比較，將各類型基礎之適用水深及優缺點簡列於表 2-8。表 2-9 為世界現有之離岸式風力發電場中，各風場之水深及風速資料與選擇之基礎型式對照表。表 2-10 整理各基礎型式對照平均風速、水深之適用性，其顯示重力式基礎及沈箱基礎多用於淺水域，隨著離岸式風力發電場朝更高能量之風力機發展，設置於水深更深之海域，幾乎都以大口徑單樁、三腳基礎及塔架基礎作為選擇對象。其中，採用重力式基礎之風場平均水深為 8.75m，大口徑單樁之風場平均水深為 13.4m，塔架基礎之風場平均水深為 45m，三腳基礎之風場平均水深為 23m。

各國為發展本土化風電發電技術，扶植國內產業，紛紛以(1)躉購電價、(2)直接資金補助、優惠貸款、(3)本土產業鏈合作、(4)提高本土企業財務或稅收誘因、(5)提高國外關稅或兌國內業者提供優惠關稅、(5)出口信貸支援、(6)研究、發展及示範計畫等政策扶植本土產業[陳芙靜(2017)]。其中針對以示範計畫投入本土風電開發研究之單位如美國、丹麥、德國、挪威、英國、中國、日本、韓國、印度等國家，各國風電示範計畫如表 2-11 所列。我國第二期國家能源主軸計畫離岸風電與各國示範計畫比較如表 2-12。

表 2-8 離岸式風力發電機基礎型式適用水深及優缺點比較

[Feld et al. (1999), Feld et al. (1999), Kuo et al. (2008)]

基礎型式	適用水深	優點	缺點
重力式基礎	小於 10m	.移除方便，設置時易掌控 .重力式基礎可先於陸上施作，再行拖運至預定基礎位置置放，縮短海上施工時間 .重力式基礎不需打樁設備	.需要預先整地，施工費時及需要較大施作場地 .不適用軟弱地盤，僅適用於承載力良好之地層或岩盤地質
單樁基礎	小於 50m	.基礎型式簡單，佔地面積較小，不需預先整地，對海床淘刷及軟弱地盤具有一定抵抗能力 .樁基礎長度可隨水深及可能因地震引起之液化區域範圍調整 .基礎佔地較小，對生態環境及船隻航行影響可減至最低	.需要大型施工機具對含礫石地盤需小心基樁挫曲 .較不適用於岩盤地質 .需大型打樁設備，造價較高 .樁基礎需進行防蝕處理，降低腐蝕速率
三腳及塔架式基礎	大於 20m	.桁架結構可隨水深增加且不需整地、對海床掏刷具有一定抵抗能力 .樁基礎長度可隨水深及可能因地震引起之液化區域範圍調整 .可用於水深較深之區域	.不適用含礫石地盤且不適用於淺水域，因結構型式需特殊製程 .較不適用於岩盤地質 .需大型打樁設備，造價較高 .樁基礎需進行防蝕處理，降低腐蝕速率
沈箱基礎	小於 40m	.易於安裝與移除	.變形量在高側向載重下可能偏大 .基礎下沉過程中之施工誤差量較大

表 2-9 世界現有離岸式風力發電場其水深及風速資料與基礎型式對照表

國家	風場名稱	總裝置容量(MW)	平均風速(m/s)(2000-2009)	最小水深(m)	最大水深(m)	基礎型式
比利時	Belwind Phase I	165	10.16	15	30	Monopile
	Thornton Bank phase I	30	10.2	13	19	Gravity Base
中國	Donghai Bridge 100 MW offshore wind power demonstration project	102	9.68	7	7	Gravity Base
丹麥	Avedore Holme	11	8.92	2	2	Gravity Base
	Frederikshavn	11	9.29	1	4	Monopile and Bucket
	Horns Rev 1	160	9.88	6	11	Monopile
芬蘭	Kemi Ajos I	15	8.43	1	7	Gravity Base
	Kemi Ajos II	15	8.43	1	7	Gravity Base
	Pori 1	2	9	16	19	Steel Shell Gravity
德國	Alpha Ventus	60	9.92	28	30	Tripod and Jacket
	BARD Offshore 1	400	10.02	39	41	Tripile
	ENOVA Offshore Project Ems Emden	4	9.58	2	4	Monopile
	Hooksiel	5	9.93	5	5	Tripile
愛爾蘭	Arklow Bank Phase 1	25	9.47	1	35	Monopile
日本	Kamisu	14	9.33	5	5	Monopile
	Sakata	10	9.06	4	4	Piled
	Lely	2	9.92	5	10	Monopile
	Offshore Windpark Egmond aan Zee	108	9.96	15	18	Monopile
	Prinses Amaliawindpark	120	9.93	19	24	Monopile
瑞典	Bockstigen	2.75	8.93	5	6	Monopile
	Lillgrund	110	9.01	4	13	Gravity Base
	Utgrunden I	10	8.98	6	15	Monopile
	Yttre Stengrund	10	8.95	6	10	Monopile
英國	Barrow	90	9.78	12	16	Monopile
	Beatrice Demonstration	10	9.96	45	45	Jacket
	Blyth	4	9.46	5	11	Monopile

表 2-10 基礎型式與平均風速、水深之資料對照表

基礎型式	平均風速(m/s)	平均最小水深(m)	平均最大水深(m)
Gravity Base	9.11	4.18	8.75
Monopile	9.32	9.82	13.41
Jacket	8.94	45	45
Tripile	9.98	22	23
Tripod and Jacket	9.92	28	30

表 2-11 各國離岸風電示範計畫[陳芙靜(2017)]

國家	主導單位	計畫	建置/研究經費	產研合作單位	扶植本土風力機	備註
德國	聯邦環境局	Alpha Ventus 實驗風場搭配 FINO 研究平台	2.5 億歐元	FINO 研究平台 (Fraunhofer Instiute, Hannover 大學,Oldenburg 大學, ForWind 研究中心, 德國聯邦海事調查與水道局)	Repower 5MW*6 Multibird 5M*6	民營開發商採購本土風機
日本	經省局	千葉県銚子沖での洋上風力発電実証研究	35 億日圓	東京大學、東京電力、三菱重工、鹿島建設	三菱重工 2.4MW*1	民營廠商採購本土風機
	經省局+福島縣	福島復興・浮体式洋上ウィンドファーム実証研究事業	政府補助 125 億日圓	丸紅、東京大學、三菱商事、IHI、日立、三井造船、古河電器、清水建設、新日本製鐵、MIZUHO 情報總研	日立 2MW*1 三菱重工 7MW*2	日本企業協同大學聯合承攬
韓國	產業通商資源部及全羅北道及南道市政府	100MW 實驗測試及 400MW 擴散 (2012~2020)	政府補助 0.6 兆韓元	韓國能源管理公司(KEMCO)、韓國電力、韓國能源技術評估與規劃機構(KETEP)	實績測試因漁民抗爭及雷達干擾，僅剩斗山重工 3MW*9	科技實驗測及示範
美國	能源部	7 個示範案	政府補助 4700 萬美元/每案	Princip Power, 緬因大學, Dominion Virgina	- Alstom, Siemens	科技研究計畫採購

表 2-12 NSTPE (能源國家型計畫離岸風力主軸計畫) v.s. ForWind v.s. RAVE Alpha Ventus v.s. We@Sea 研究方向比較

項目編號	Research Topics	Content	NEP II	Phase II	Alpha Ventus	ForWind	We@Sea
1	海氣象量測	場地選擇及佈置	A1	1、6	V (RAVE- OWEA)	—	1、6
		Mesoscale Modeling	A1	1	—	V	1
		Boundary Layer Modeling	D3	3	—	V	3
		Wind Farm Effects	A1	1、6	—	V	1、6
		Stochastic Modeling of Wind Fields	B2、A1	1、6	—	V	1、6
		Turbulence Research	—	3	V (RAVE- OWEA)	V	3
		Anemometer	B2	3	V (RAVE- OWEA)	V	3
		光載雷達應用於風能量測	—	1	V (RAVE-Lidar, RAVE-Lidar II)	—	1
		先導型風場資料收集，分享及應用	B2、D3	6	V (RAVE–Measurement)	—	6
2	發電機設計	Rotor Blade Analysis	B1	3	V	—	3
		Rotor Modeling	—	3	unkown	V	3
		Dynamical Power Characteristic	—	3	V (RAVE- Repower RAVE-Integration)	V	3
		Early Damage Detection System for Blades of Offshore Wind Energy Converters	—	3	—	V	3
		Minimum - Load Control of Wind Energy Plants	—	—	V (RAVE-Repower)	V	—
		Saturation Behaviour of Doubly-fed Induction Generators	—	—	—	V	—
		Development of a Maximum-Moment Synchronous Generator	—	—	—	V	—
		Optimizing of Power Flow in Wind Energy Plants Using Inherent Energy Storage	—	—	—	V	—
		Aeroelasticity	—	3*	V (RAVE-Repower Blades)	V	3*
		Power Train Bearing	—	6	V (RAVE- AREVA M5000)	V	6
		實機教調	—	7	V (RAVE-Repower Blades)	—	7
		發電機控制軟體遠端控制技術	—	—	V (RAVE- AREVA M5000)	—	—
3		提升氣動力效率	—	3	V	—	3

	葉片優化	葉片創新及成本降低	—	3*	V	—	3*
4	支承結構設計	上部結構–Structural members	B3	4	V (RAVE-GIGAWIND alpha ventus)	V	4
		基礎型式–Foundation structure for OWECs, Optimal Support Structures	B3	4	V (RAVE-Foundations)	V	4
		上下部連接 – Offshore grouting	—	3	V (RAVE-GIGAWIND alpha ventus)	V	3
		基礎健康監測–Monitoring of an offshore support structure (SHM) 1. Inverse load detection from meas. structural responses. 2. Early damage detection. 3. Damage localisation (global, local). 4. Damage quantification. 5. Damage curve over life time per component.	B3	—	V (RAVE-GIGAWIND alpha ventus) (RAVE-Foundations Plus) (RAVE- OWEA)	V	—
		破壞偵測 – Damage Detection by New Methods of the Measuring Data Analysis	—	6*	V (RAVE-GIGAWIND alpha ventus)	V	6*
		疲勞評估 – Fatigue Assessment of Support Structures of Offshore Wind Energy Conversion Systems	—	3*	V (RAVE-GIGAWIND alpha ventus)	V	3*
		強化連接處承載 – Increase of Preloads of Bolts in Joints of Wind Turbine by Application of the DISC	—	—	V (RAVE-GIGAWIND alpha ventus)	V	—
		支承結構動態性整合 – Integral Modeling of the Support Structure Dynamics	—	4	V (RAVE-GIGAWIND alpha ventus)	V	4
		Environmental Loads on Offshore Wind Energy Converters	—	4	V (RAVE-GIGAWIND alpha ventus)	V	4
		淘刷 – Souring Phenomena and Scour Protection for Offshore Wind Energy Converter Foundation Structures	A2	4	V (RAVE-GIGAWIND alpha ventus)	V	4

		Modeling of Non-braking and Breaking Wave Loads	—	4	V (RAVE-GIGAWIND alpha ventus)	V	4
		船隻撞擊影響	—	—	BSH- Completed	—	—
5	電網連結	Transmission Systems	—	—	—	V	—
		Grid Integration	B4	6*	V (RAVE- Grid Integration)	V	6*
		Wind Power Forecasting	—	1*	—	V	1*
		Control of Unbalanced Island Networks by Independent Current Inverters in Parallel Operation	—	—	—	V	—
		電網規劃創新及評估	—	6	V (RAVE-Offshore- WMEP)	—	6
		電力分配及調度	—	—	V (RAVE- Grid Integration)	—	—
6	施工	施工物流及運輸管理	B5 (部份)	5	V (RAVE-Measurement)	—	5
7	風場管理	長期能量及效益評估	—	7、1*	V (RAVE- Offshore – WMEP)	—	7、1*
		社會影響評估	—	6、7	V (RAVE-Acceptance)	—	6、7
		先導型風場初步規劃架構及研究規劃評估	C1,C2,C3,C4,D1,D2,D3 (部份)	7	V (RAVE- Alpha Ventus) (RAVE-Coordination I) (RAVE-Coordination II)	—	7
8	生態環境	Underwater Noise (Sound Radiation during Offshore Construction) 1. Sound Radiation during Offshore Construction 2. and Operation 3. Efficient and Applicable Mitigation Techniques	D3	2	V (RAVE – Ecology) (RAVE – Operational Noise) (RAVE – Hydro Sound) (RAVE – Sonar Transponder)	–	2
		對鳥類衝擊	—	—	V (RAVE-Ecology)	—	—
		對魚類衝擊	—	2*	V (RAVE-Ecology)	—	2*
9	整體設計	Targets: 1. Cost Reduction for OWEC support structures 2. Integration of separate computational tools into an easy operable simulation and design	—	7*	V (RAVE-GIGAWIND alpha ventus RAVE – OWEA)	–	7*

		package with common interfaces 3. Cooperation with industry 4. Validation with measurement data from the test site “alpha ventus”					
		整體效能精進	—	—	V (RAVE- Offshore – WMEP)	—	—
		極端風速下整體行為	—	3*	V (RAVE- Offshore – WMEP)	—	3*
		天氣預測模型於風能預測之應用	—	1	V (RAVE- Grid Integration)	—	1
10	水下地型監測及動態影響	水下主動式聲納監測裝置	—	6	V (RAVE- Sonar)	—	6
		水下地型變動監測及預測模型	—	2	V (RAVE- Geology / Oceanography)	—	2
		地型變動對風機影響	—	4*	V (RAVE- Geology / Oceanography)	—	4*

*表示該計畫僅含括部分左側項次內容。

(C) 浮式離岸風機

風力發電設置逐漸由陸域朝向海域，而離岸風電開發也陸續成為各國的推動重點。然而在水深 50~60m 以內之可開發定置型離岸風力發電的場域也逐漸飽和的情況下，浮式離岸風機(floating offshore wind turbine, FOWT)成為各國下一階段離岸風電開發推動重點。目前國際主要採用之浮式離岸風電主要可分為 3 種形式，分別為 semi-submersible(半潛式)、spar -buoy(深水浮筒式)、tension leg platform(張力腿式)等(圖 2-62)，各浮動離岸風電形式詳述如下：

(1) semi-submersible(半潛式)

於海面半潛之浮力穩定平台，以懸鏈錨泊至海床，通常需要較大及較重之結構以維持穩定，但較低吃水線使運用上較具彈性且安裝也較容易。

(2) spar-buoy(深水浮筒式)

由圓柱型壓艙穩定結構組成，其穩定性來自於其質心在水中低於其浮力中心，設置需求之大水深使其組裝、運輸及安裝具有很大之挑戰性，且可能限制其只能佈放於水深大於 100m 之場址。

(3) tension leg platform(張力腿式)

由半潛式結構加上張力錨繩固定於海床所組成，由錨繩提供穩定性，安裝過程具有挑戰性，當其中一支張力腿失效時會增加運轉風險。

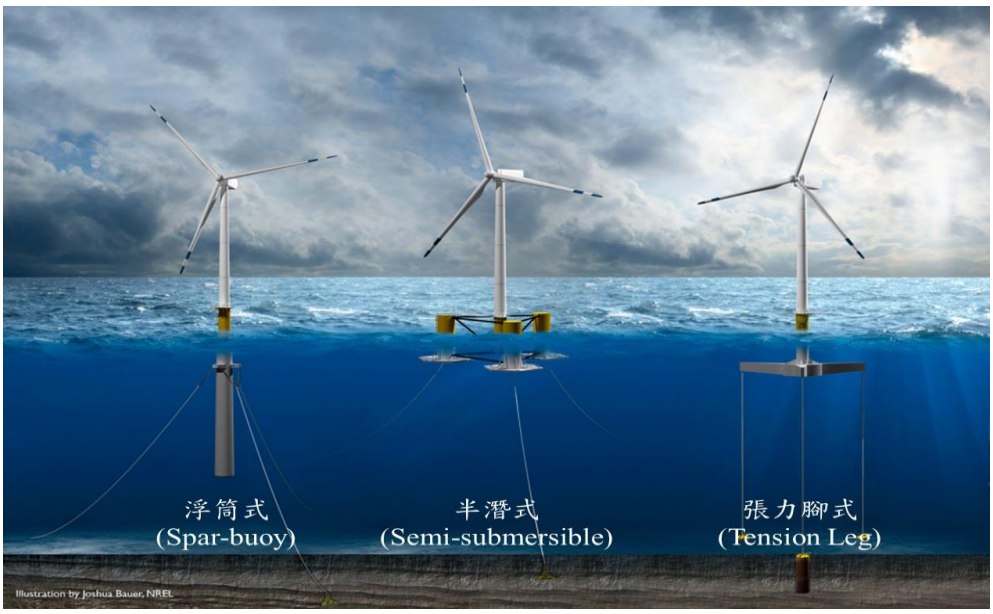


圖 2-62 浮體式離岸風電主流水下基礎技術示意圖[修改自 DNV GL(2014)]

2018 年 10 月 WIND Europe 發布「FLOATING OFFSHOREWIND ENERGY A POLICY BLUEPRINT FOR EUROPE」指出，目前歐洲地區共有 3 座浮動式離岸風電示範案及 1 座商業運轉的浮式離岸風場。預估在未來 5 年間，歐洲地區將有 6 個國家推動浮式離岸風電(表 2-13)。

表 2-13 2019 至 2022 年間歐洲地區浮動式離岸風電推動岸統計[容丕達等(2017)]

風場名稱 Wind Farm Name	國家 Country	設置容量(MW) Capacity (MW)	預估商轉時間 Commissioning date
Hywind Scotland	United Kingdom 英國	30	2017 (in operation)運作中
Windfloat Atlantic	Portugal 葡萄牙	25	2019
Flocan 5 Canary	Spain 西班牙	25	2020
Nautilus	Spain 西班牙	5	2020
SeaTwirl S2	Sweden 瑞士	1	2020
Kincardine	United Kingdom 英國	49	2020
Forthwind Project	United Kingdom 英國	12	2020
EFGL	France 法國	24	2021
Groix-Belle-Ile	France 法國	24	2021
PGL Wind Farm	France 法國	24	2021
EolMed	France 法國	25	2021
Katanes Floating Energy Park -Array	United Kingdom 英國	32	2022
Hywind Tampen	Norway 挪威	88	2022

(四) 海洋再生能源

海洋能相較於風能及太陽能形式眾多，各種類型之特性可整理如表 2-14 所列，主要包括：波浪能、潮汐能、海流能和溫差能等。廣義而言，表 2-14 可發現目前在海洋能中，國際上除了潮汐能發電技術已較成熟且有商業化運轉之外，其他形式的發電技術仍屬新興發電技術，目前未臻成熟，尚待進一步的深入研究。

表 2-14 海洋能總類及其特性

能源類別	能量來源	能源豐沛區	能量要素	穩定性	開發成本
潮汐能	由地球表面海水因太陽及月亮的引潮力產生	緯度 45°~55°大陸沿岸	與潮差的平方及港灣面積成正比	非常規律，潮差、流速及流向以半日、半月為主的週期變化	較高
波浪能	由海面上風的作用產生	北半球兩大洋東側	與波高的平方及波動水面面積成正比	較不穩定，隨機性的週期變化，週期約為 1~10s	較高
海流能	由地球自轉及海水溫度、鹽度分布不均引起的密度、壓力梯度或海面上風的作用產生	北半球兩大洋西側	與速度的平方及流量成正比	比較穩定	低
溫差能	由海洋表面與深層吸收太陽輻射熱量的不同及大洋環流熱量輸送而產生	低緯度大洋	與具有足夠溫差海區的暖水量及溫差成正比	相當穩定	高

全球海洋能源統計資料概況如圖 2-63 所示，調查 OES 會員國的海洋能源發展項目和成果，以目前現有之裝置容量表示發展現況並以核定計畫之裝置容量表示預期發展結果，現有之裝置容量最突出的是加拿大的潮流能發電，裝置容量 20MW，加拿大 Bay of Fundy 擁有世界上最大的潮差約 16 公尺為其主要發展優勢，潮汐能儲量世界第一。目前計畫執行中之預期裝置容量最大量的是英國的潮流能，裝置容量達 96MW，英國擁有豐富的海洋能資源，以及許多世界級的研究團隊包括 EMEC、WaveHub 和 FaBTest 等，經歷過去的長期研發，目前亦有多項海洋能計畫發展中。發展洋流能轉換系統受限於該區域洋流能的蘊含量，有此發展條件的國家不多，因此目前僅有瑞典有部分成果，瑞典的 Uppsala 大學發展 7.5kW 洋流能轉換系統，並於境內達爾河的橋墩處進行原型機組測試。另外新加坡積極投入再生能源的研發，洋流能是其目標發展的方向之一，但是仍在起步階段。

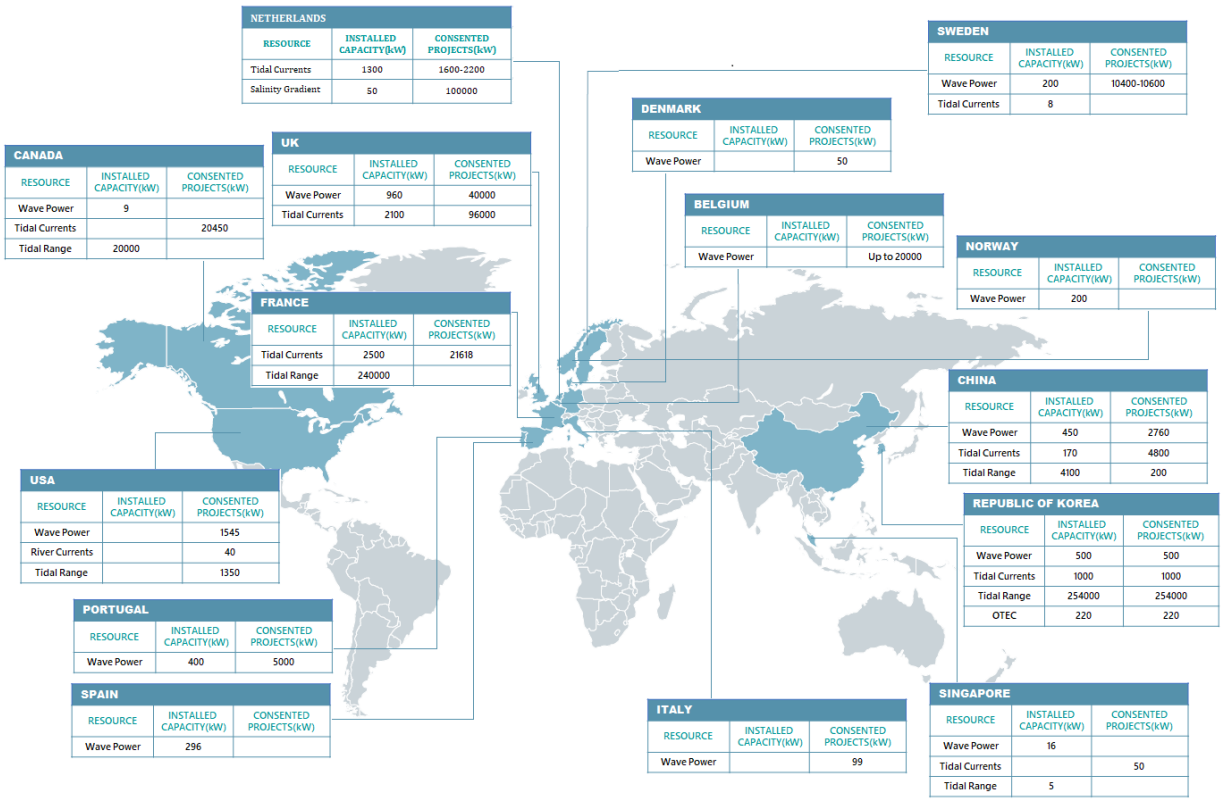


圖 2-63 全球海洋能源發展現況[IEA-OES (2014)]

依據國際能源總署-海洋能源系統(International Energy Agency - Ocean Energy Systems, IEA-OES)針對全球海域之海洋能源發電量統計預估，以波浪、溫差能具有較高之年發電能量(波浪 80000 TWH, 溫差 10000 TWH)。但若依據歐洲海洋能源中心(European Marine Energy Centre, EMEC) 針對設備或發展方向進行統計而言，目前全球約有 100 及 80 家以上之波浪發電及潮流發電設備製造商或系統開發商，占所有海洋能設備開發的最大宗，且主要以英、美為主。

根據海流能量擷取轉換方式的不同，目前主要技術可分成：垂直軸、水平軸、水翼震盪及漸縮型式等四種，茲將目前技術較成熟的垂直軸及水平軸發電設備，各廠商或相關研發計畫開發狀況整理如下：

(1) 垂直軸海潮流發電技術研究進展

垂直軸海流發電機組常被稱為潮汐柵欄式結構(tidal fence)，其依據固定型態不同可區分成：漂浮式及固定式兩種。漂浮式的發電機組由垂直軸葉輪及浮筒裝置所組成，葉輪安裝在浮筒的下端，浮筒內可以放置齒輪箱及發電機等裝置，以方便日後維護及檢修。當水流流速達到機組的啟動流速時，葉輪在水流作用下開始旋轉，再透過傳動軸(或稱轉軸)將機械能傳遞給上方的增速齒輪箱，進而帶動發電機旋轉發電。除漂浮式外，固定式垂直軸發電裝置採用可以固定在海床上的沉箱結構，葉輪安裝在沉箱內部，其餘部分與漂浮式結構相似，即透過轉軸將葉輪所產生的動能傳遞給上方的齒輪箱及發電機。

2001 年義大利 Ponte di Archimede 公司在 Messina 海峽佈放 Enermar 垂直

軸潮流發電機，其採用 Kobold 葉輪結構及傳動比為 160 的齒輪箱增速裝置，並可以利用離心力進行葉片的節距調節，其在 1.8m/s(約近 4 節)的水流流速下最大功率為 25kw，效率約 20％；2005 年中國哈爾濱工程大學於浙江省舟山市岱山縣進行了之 40kw 雛型機的海上試驗；2010 年英國 Neptune Renewable Energy Ltd 發表：長 20m、跨距 14m，葉片直徑 6m、長 6m 全尺寸商用機型之 Neptune Proteus NP1000 發電系統，其採浮台式固定架構，透過導流罩提高流體速度，預計單一模組發電量可介於 10-20KW 之間，商業產品於 2011 年上市。

(2) 水平軸海潮流發電技術研究進展

水平軸海潮流發電結構(Marine current turbine)，與目前主流的風力機發電技術有非常大的相似性，所以常被稱為“水下風車” (underwater windmill)。其原理是利用水平旋轉的葉輪機構在水流的作用下開始旋轉，然後透過輪轂、主軸、傳動系統將能量傳遞給發電機，並帶動發電機旋轉發電，其後續電氣系統與風力發電機相似，所以有比較好的研究基礎。與垂直軸結構相比，水平軸海流能發電裝置不但具有效率高、自啟動性能好的優點，透過變槳距控制機構，既可使機組適應雙向的潮流環境，又可實現機組功率的穩定輸出。

2003 年英國 Marine Current Turbine 公司在 Devon 郡北部建置之海流發電裝置 Seaflow 發電系統，發電量為 300KW。2008 年 3 月建置之第二階段雛型機 SeaGen，單邊發電量增為 600Kw；英國 SMD 發表之 TidEL 全尺寸系統，單一發電量 500KW，在流速 2.3m/s 下，整體系統發電量可達 1MW；英國 Lunar energy 發表之 RTT(Rotech Tidal Turbine)發電裝置，可藉由導流罩修正流體方向及增加流速，在流速 3.1m/s 下可發電 1.5MW；英國 Tidal Generation 之 DeepGen Tidal Stream Turbine，500KW 雛型機於 2010 完成測試，2011 年進行商用規格測試，流速 2.7m 下發電功率可以達到 1MW；英國 Scotrenewables 於 2010 年完成 Scotrenewables Tidal Turbine (SRTT)全尺寸 1/5 之雛型機測試；英國 Atlantis Resources Corporation 於 2010 年針對 AK1000 潮流發電模組進行測試，在 2.65m/s 流速下可發電 1MW；愛爾蘭 Openhydro 於 2006 年發表 Open-Centre Turbine 系統，並完成 6m 雛型機測試；2003 年挪威 Hammerfest Strøm 公司於 Kvalsund 水深 50m 處測試 Hammerfest 海流發電系統，並於 2010 年完成 1MW 之商業化發電機組測試。

美國 Verdant Power 公司 2002 年開始進行了 RITE (Roosevelt Island Tidal Energy)計畫，其發電系統在流速 2.1m/s 下可發電 35kw；2008 年加拿大 Clean Current 公司於 Race Rocks Ecological Reserve 進行系統測試，其葉片直徑 17m，在 3m/s 流速下可產生 950Kw 之功率。

日本 IHI 公司與東芝公司於 2014 年底發佈將推出海流發電系統示範研究，由 IHI 公司製造渦輪機和浮體，搭載東芝提供之發電裝置，如發電機和變壓器。共同研發之洋流發電機，於 2017 年 8 月於鹿兒島縣吐噶喇群島(Tokara Islands)

口之島外海進行 100kW 原型機實證實驗，藉由黑潮轉動渦輪機成功發電，試驗成果最大發電功率達 30 KW。

綜觀前述市場資料，整理功率大小及流速之關係如表 2-15 所示。由其中可發現，垂直軸海流能發電裝置其發電功率大小要比水平軸小很多，且單一系統發電功率均在 100Kw 以下，而此限制與其結構特性有相當大之關聯性。除此之外，在進一步整理相關技術資料可以發現，國外目前所設計之啟動流速絕大多數均在 0.7m/s 以上，且額定流速均在 2m/s 以上，其特性較不適合利用洋流發電。

表 2-15 海潮流發電系統特性市場分析

設計廠商	發電型式	功率大小	啟動/額定流速	備註
Blue Energy	垂直軸	1Mw、3Mw	1/5 m/s	
New Energy	垂直軸	5、10、25Kw	1.5/3 m/s	
Ponte di Archimede	垂直軸	25Kw	1/1.8 m/s	
Neptune Renewable Energy	垂直軸	10-20Kw		
哈爾濱工程大學	垂直軸	40Kw		
Marine Current Turbine	水平軸	300Kw 1.2Mw	0.7/3 m/s 0.7/3 m/s	Seaflow SeaGen
SMD	水平軸	1Mw	0.7/2.3 m/s	
Lunar energy	水平軸	1.5Mw	1/3.1 m/s	
Tidal Generation	水平軸	1Mw	2.7m/s	
Scotrenewables	水平軸	1.2Mw	1/ m/s	
Atlantis Resources Corporation	水平軸	1Mw	2.65 m/s	
Openhydro	水平軸	1.5Mw	0.7/2.65 m/s	
Hammerfest Strom	水平軸	1Mw		
Tocardo International BV	水平軸	53Kw 135Kw 500Kw	2/3.5 m/s	
Verdant Power	水平軸	35Kw	0.7/2.1 m/s	
UEK System	水平軸	90Kw	1.5/2.6 m/s	
Clean Current	水平軸	950Kw	3m/s	
工研院	水平軸	~Mw		
中山大學	水平軸	25W		
臺灣海洋大學	水平軸	3Kw		
臺灣大學	水平軸	800w		1/25 縮尺
萬機鋼鐵公司	水平軸	50Kw	0.45/1 m/s	

第三節 盤點臺灣近 5 年海洋科技各類發展成果

依循本計畫將海洋科技發展概分之(1) 海洋科學與資訊、(2) 海洋生態與保育、(3) 海洋產業與工程、(4) 海洋資源與能源等 4 大範疇，本計畫盤點國內海洋相關部門近 5 年海洋科技發展成果。其中，屬於海洋科學與資訊範疇之發展領域說明如第二章第三節之一。屬於海洋生態與保育範疇之發展領域說明如第二章第三節之二。屬於海洋產業與工程範疇之發展領域說明如第二章第三節之三。屬於海洋資源與能源範疇之發展領域說明如第二章第三節之四。

一、海洋科學與資訊

本範疇包含(1)海洋觀測、(2)海洋資料庫等發展領域，本計畫針對各領域高度發展之研究議題現況盤點如下：

(一) 海洋觀測

自 93 年度起，為建立完整海域基本圖，內政部研擬「國家基本測量發展計畫」，使海域基本圖測繪開始受到關注，海域基本圖之目標為延續陸域基本控制測量系統，據以確定國家海域，作為海洋資源開發使用、規劃管理之依據，減少海事、漁業糾紛；整合陸地及海洋測量系統，以利國土整體規劃，永續經營。95 年起交通部運輸研究所也積極地進行關於淺水域多音束水深技術研究，以進行多音束聲納偵測海床特徵物、港灣構造物之評估研究，並匯整多音束測深系統相關之應用技術及規範。96 年內政部公布施行「國土測繪法」，明確揭示中央主管機關應辦理全國性海域基礎圖資測繪及國土基本資料建置工作。嗣於「基本測量及圖資測製實施計畫」、「我國大陸礁層與島礁調查計畫」及「我國海域調查與圖資整合發展計畫」項下，持續推動海域基本圖測量工作，並將回收之水深資料交由國土測繪中心妥善管理(表 2-16)。

表 2-16 內政部「基本測量及圖資測製實施計畫」歷年水深資料調查統計

年度	建置圖幅數(比例尺)	面積(km^2)	辦理範圍
105	226(1/5000)	1,378	嘉義布袋至屏東枋寮海域
	20(1/25000)		
	80(1/5000)	524	金門海域
	8(1/25000)		
106	86(1/5000)	340	連江縣部分海域
	7(1/25000)		
	245(1/5000)	1,245	澎湖群島部分海域
	21(1/25000)		
107	279(1/5000)	1,512	桃園市至雲林縣外海部分海域
	25(1/25000)		
合計	916(1/5000)	4,999	-
	81(1/25000)		

針對我國海域的能源地質探勘研究(例如天然氣水合物、熱液礦床等海底資源)，及海床形貌的特徵、沉積物特性及構造研究，更利用多重的測深技術(船載式漁探儀、多音束水深、底拖式側掃聲納、水下自主載具)逐步完成臺灣附近海域數值海底地形的描繪。Liu et al.(1998)集結歷年於臺灣沿海收集之船載測深數據，結合GTOPO30 的地形數據，編制臺灣周遭海域 500m 網格解析度之數值高程模型(圖 2-64)；另外為達到天然氣水合物資源潛能調查的精確需求，採用底拖聲納系統、水下載具與其掛載的多音束水深系統取得解析度達 1m 網格之水深資料，同時辨識深海中的自生碳酸鹽礁、麻坑與流體移棲特徵等構造，有助於瞭解天然氣水合物的分布與儲藏系統[許樹坤(2015)]。以完備之基礎水深資料為底，配合多頻道反射震測、底拖攝影、海上重力及磁力量測、地熱等地物資料採集，可揭示臺灣附近海底構造的演變[Liu et al. (2004)]，更可辨識出大量天然氣水合物蘊藏於深海沉積物的特徵(2-65)。

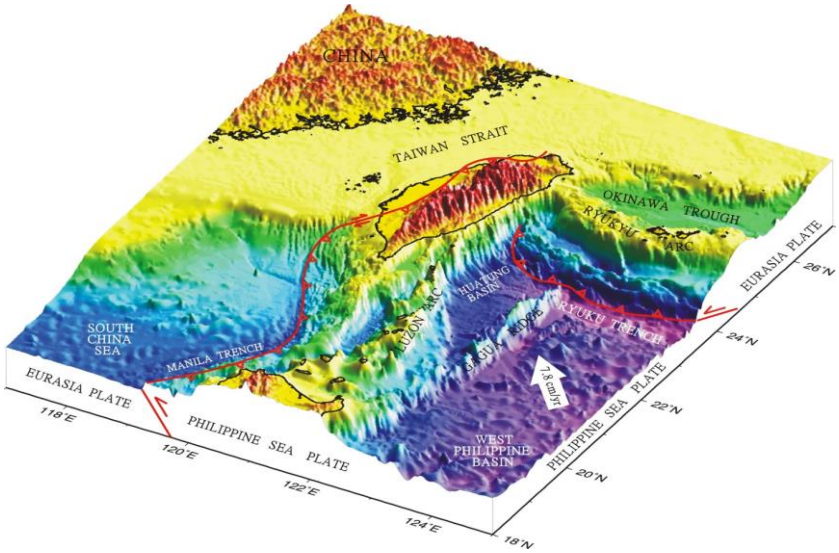


圖 2-64 臺灣沿海船載測深與 GTOPO30 地形數據結合之 500m 網格的 DEM

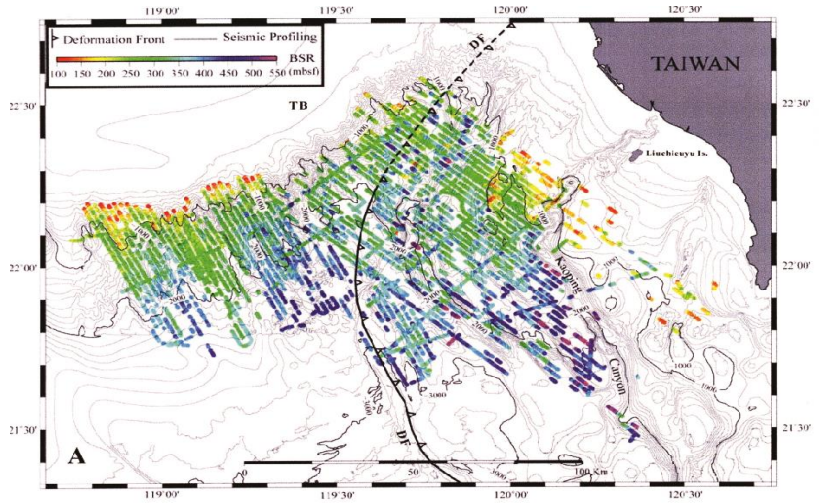


圖 2-65 臺灣西南海域海底地形與蘊藏天然氣水合物底部深度分布[Liu et al. (2006)]

隨著航運及漁業發展，海上航行安全也日益受到重視，電子航行圖(electronic navigational charts, ENC)為目前世界各國航船參考的通用圖資，內政部為善盡海洋國家的國際社會責任及因應國際化與資訊化的國際現勢，擴大海域調查資料應用及圖資整合範疇，滿足國際海上人命安全公約對航行安全的要求，自 105 年度起水深資料調查及整理工作，從原辦理測製海域基本圖工作，調整為優先朝向以建置符合 IHO 規範要求之 ENC 前置資料為原則。

無論基礎航行導航需求、科學地質探勘、海洋及近岸水域經營管理以及資源瞭解運用等，測深作業一直是探測水域不可或缺的基本工作。目前之測深方法可分為聲學與光學兩類，於進行近岸水深測量時，測深光達在淺水區域較測深聲納作業更具安全性；相對地，在水深較深之處，以及特種精度要求之情況，測深聲納較測深光達更具可行性與經濟效益。目前臺灣海域地區的水深調查，仍多以聲學測深搭配船隻載具進行，測深效率取決於(1)所使用之船隻種類、(2)水深範圍(極近岸、淺水域、一般海域)、(3)音鼓之固定位置(船弦邊或船頭、船殼等)、(4)載具之航速等因素。另因臺灣地區海象受到西南季風及東北季風強烈影響，適合以船隻為載具進行聲學測深之時日同樣受到限制。於海象條件極差的情形下進行水深測量，即使使用湧浪補償器(heave compensator)或船隻姿態收集器，測量之水深成果品質仍大幅降低。

目前國內大範圍收集與公開之水深資料，可至科技部海洋學門資料庫進行查詢，其範圍由東經 105°~135°、北緯 2°~35°之間，並依不同範圍有 1000m、500m 與 200m 的網格點水深資料(圖 2-66)。更精細的水深資料，則散佈於國防部大氣海洋局、交通部航港局、內政部地政司等政府部會或學術研究單位之間。

針對國際先進之海底地形與測繪技術(特別是深海、近海床觀測技術領域)，我國已於 2013 及 2017 年透過科技部能源國家型科技計畫與美國蒙特瑞灣水族館研究所(Monterey bay aquarium research institute, MBARI)合作，利用美國 AUV 與 ROV 設備進行聯合探測航次(圖 2-67)。MBARI 之 AUV 設備可貼近海床(海床上 50m)取得高解析度影像(1m 網格點)，提供臺灣西南海域天然氣水合物中流體移棲的分布掌握。於本次 1m 網格點之超高解析度水深資料中發現，臺灣西南海域遍步獨特的流體移棲形貌可能為地震活動誘發。相關合作成果已發表於國際期刊[Chen et al. (2019)]。

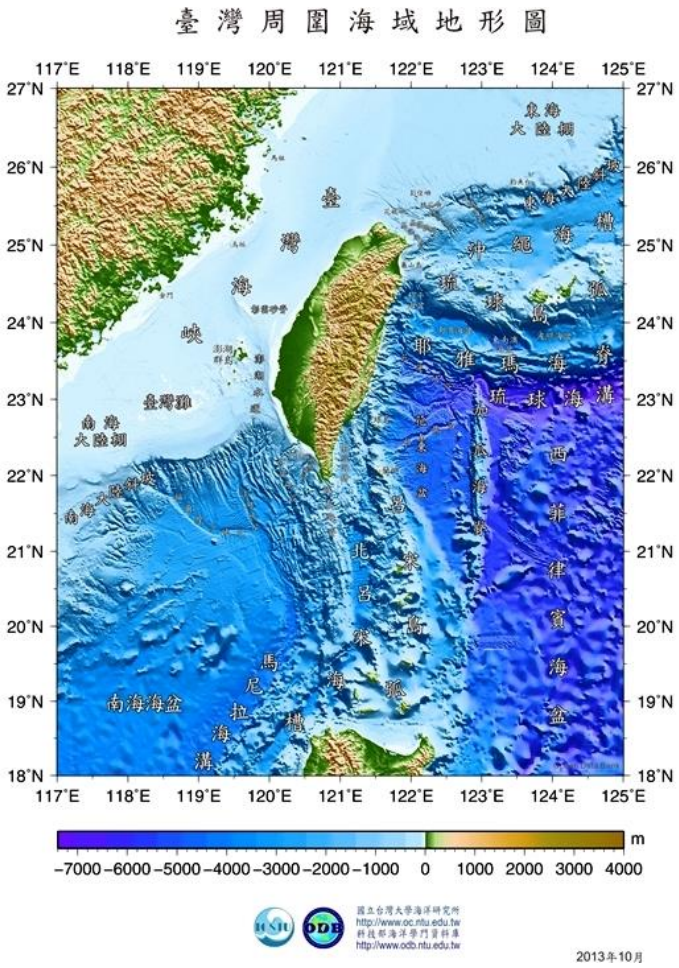
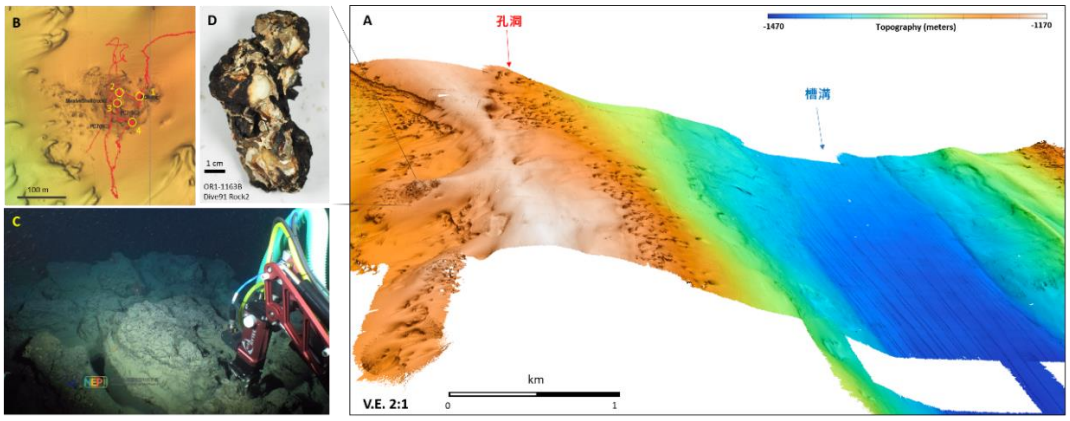


圖 2-66 科技部海洋學門資料庫所提供之數位水深分布圖



註：超高解析地形(圖 A)顯示海床上有許多形似冒氣孔洞的凹陷與一系列的南北走向線形槽溝，同時在孔洞周圍有底質堅硬的自生性碳酸鹽礁(圖 B)。圖 C 顯示 ROV 其採樣環境為大型岩塊、圖 D 顯示其所採集的岩塊碎屑外觀似嵌入的貽貝殼體(圖 B 黃圈 2)、圖 B 黃圈 3 為管蟲叢、圖 B 黃圈 3 為 2 根硫酸還原態的 push core 位置

圖 2-67 AUV 於臺灣西南海域收集的高精密海床調查資料成果[Chen et al. (2017)]

(二) 海洋科學資料庫

我國產官學界中已執行許多趟次之海域資料調查與收集，相關資料庫部分已開放一般民眾、學界查詢及申請。生物學門、地球科學學門(包含海洋物理、海洋化學、海洋生物及海洋大氣)、大氣科學與地政等彙整相關資料庫資訊如表 2-17 所列，由表 2-17 可見臺灣各項資源均已收集豐富之資料量，但分散於不同部門之資料庫。以生物資源為例，中央研究院提供了不同種類生物查詢，而同樣的在海委會、農委會及教育部也同樣設置了類似的海洋生物典藏查詢系統。而海域相關資料更是分散於各部門，以下分別簡述海域相關資料庫現況。

(1) 科技部海洋學門資料庫

海洋學門資料庫由科技部委託國立臺灣大學海洋研究所負責建置、營運、維護與提供服務。成立初期以彙整海洋研究船一號收集的資料為主，後期開始加入海研二號、海研三號、水試一號以及海研五號(最初兩年)所收集的各項資料進行整編管理(圖 2-68)。海洋學門資料庫包含了各種海洋儀器的觀測資料，同時亦編制技術人員將歷年的海洋資料進行分析、整理與展示、提供全國各界海洋研究所需之資料查詢與技術服務。海洋學門資料庫提供資料包含經過校驗的水文、海流、水深、震測、聲納、重力、化學、生物等資料，為目前國內資料最豐富，資源最完整且同時具有詳盡的資料開放、申請與服務之海洋科學資料庫。

圖 2-68 科技部海洋學門資料庫首頁

表 2-17 國內各單位涉及海洋科學資料之資料庫與介紹網頁

單位	資料庫	連結
交通部	港灣技術研究中心 港灣環境資訊網 中央氣象局 氣象資料開放平台 中央氣象局 台灣東部海域海纜觀測系統	http://isohe.ihmt.gov.tw/ https://opendata.cwb.gov.tw/index http://scweb.cwb.gov.tw/macho-web/GraphicContent.aspx?ItemId=2&loc=tw
內政部	營建署 國家公園生物多樣性資料庫 地政司 大陸礁層調查資料庫 國土測繪中心 基本地形資料庫	https://npgis.cpami.gov.tw/newpublic https://www.land.moi.gov.tw/chhtml/index https://www.nlsc.gov.tw/Home/MakePage/442?level=442
經濟部	中央地質調查所 水利署 水文資料庫	http://gis.moeacgs.gov.tw/gwh/gsb97-1/sys8/index.cfm https://gweb.wra.gov.tw/Hydroinfo/
國防部	海軍大氣海洋局	https://cnmoo.mnd.gov.tw/Notice.aspx?PN=6&PClass=0003
教育部	國立海生館海洋生物典藏系統	http://210.243.41.75/nmmba_front/Default.aspx
中研院	台灣生物多樣性資料庫 台灣魚類資料庫 台灣貝類資料庫 台灣深海生物相資料庫	http://taibif.tw/ http://fishdb.sinica.edu.tw/chi/home.php http://shell.sinica.edu.tw/chinese/index_c.php http://fishdb.sinica.edu.tw/chi/deepsea/introduction.php
科技部	海洋學門資料庫 台灣地震中心資料庫 NEP II 地熱與天然氣水合物資料庫	http://www.odb.ntu.edu.tw/ http://tec.earth.sinica.edu.tw/new_web/index.php http://140.109.80.235/database/index.php
海委會	海洋保育署海洋生物資料庫 海洋保育署海洋保育網(iOcean)資料庫	https://www.oac.gov.tw/GipOpen/wSite/np?ctNode=10689&mp=oca&idPath=10438_10683_10689 https://iocean.oca.gov.tw/OCA_OceanConservation/
農委會	漁業署臺灣周邊海域海洋生物多樣性資料庫 水產試驗所水產數位典藏	http://taibif.tw/eco_data/ https://www.tfrin.gov.tw/ct.asp?xItem=2848&CtNode=2440&mp=1
國研院	台灣海洋科技研究中心海洋資料庫	http://med.tori.narlabs.org.tw/

(2) 科技部台灣第二期能源國家型科技計畫地熱與天然氣水合物主軸中心

台灣第二期能源國家型科技計畫(NEP II)地熱與天然氣水合物主軸中心資料庫(圖 2-69)針對 2014~2018 年於計畫中收集之臺灣西南海域天然氣水合物地物、地化及生物資料進行彙整編輯，目前此項資料庫僅提供內部計畫人員查詢使用。

(3) 內政部地政司

提供本國國土相關資訊，並於 104 年至 109 年期間推動「我國海域調查與圖資整合發展計畫」，積極整合尚未建置完整的海域資處資料。

(4) 內政部國土測繪中心

提供我國國土地籍圖資、GIS 圖資、土地段籍資料、基本地形圖及國土測繪整合資料等；並於 2004 年度起開始進行我國海域水深資料蒐集及整理工作(圖 2-70)。

(5) 交通部港灣技術研究中心港灣環境資訊網

提供港區海樣、地震、影像與腐蝕等資訊查詢，其資料庫並同時提供海上航路之海氣象數值模擬資訊，包含風速、風向、波高以及波向等。本資訊網於 2019.02.25 全面更新上線。

(6) 交通部中央氣象局

網羅資訊包含觀測、地震海嘯、氣候與天文等數據，提供查詢以及保存過往的所有相關資料；2007 年提出第一個海嘯觀測網研究計畫「東部海域海底電纜觀測系統(MACHO)」，提供即時資訊查詢。

(7) 國防部海軍大氣海洋局

海軍大氣海洋局隸屬於國防部，提供當局所收集的海域相關大氣資料(氣壓、風場、溫度、降雨量及數值模式資料)、海洋資料(海流、鹽溫、底質、潮汐及數值模式資料)以及地理資料(水深、水準點誌記、控制點誌記及岸線)，釋出供產官學界使用。

(8) 國立海洋生物博物館海洋生物典藏系統

國立海洋生物博物館海洋生物典藏系統提供海洋生物標本查詢，包含學名、科名以及圖片等屬性資料。

(9) 國家實驗研究院台灣海洋科技研究中心海洋資料庫

台灣海洋科技研究中心海洋資料庫主要進行海洋環境資料庫收集、儲存與管理海洋中心各分項計畫所收集產出之資料，並提供船測、近岸與遠洋觀測系

統、衛星遙測、數值模式模擬預測以及岩心等資料整合服務。資料類別包含生物海洋、海洋生地化、海洋地質與地物、物理海洋等領域，資料庫除了提供資料申請服務，並同時統整海洋環境資料庫長期儲存管理和永續使用(圖 2-71)。

圖 2-69 NEP II 地熱與天然氣水合物主軸中心資料庫天然氣水合物分項資料庫

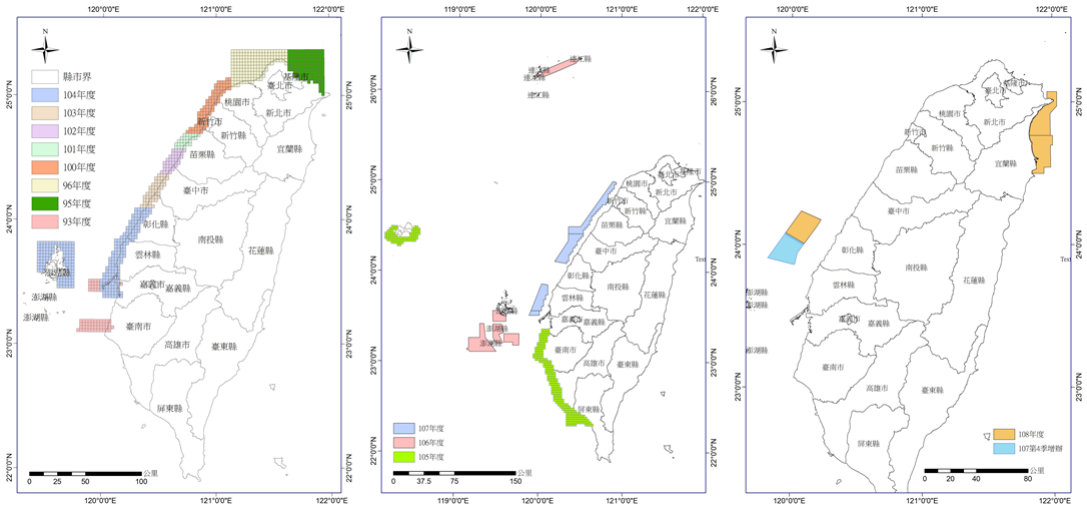


圖 2-70 內政部我國海域水深資料蒐集及整理工作 2004~2019 年資料分佈圖

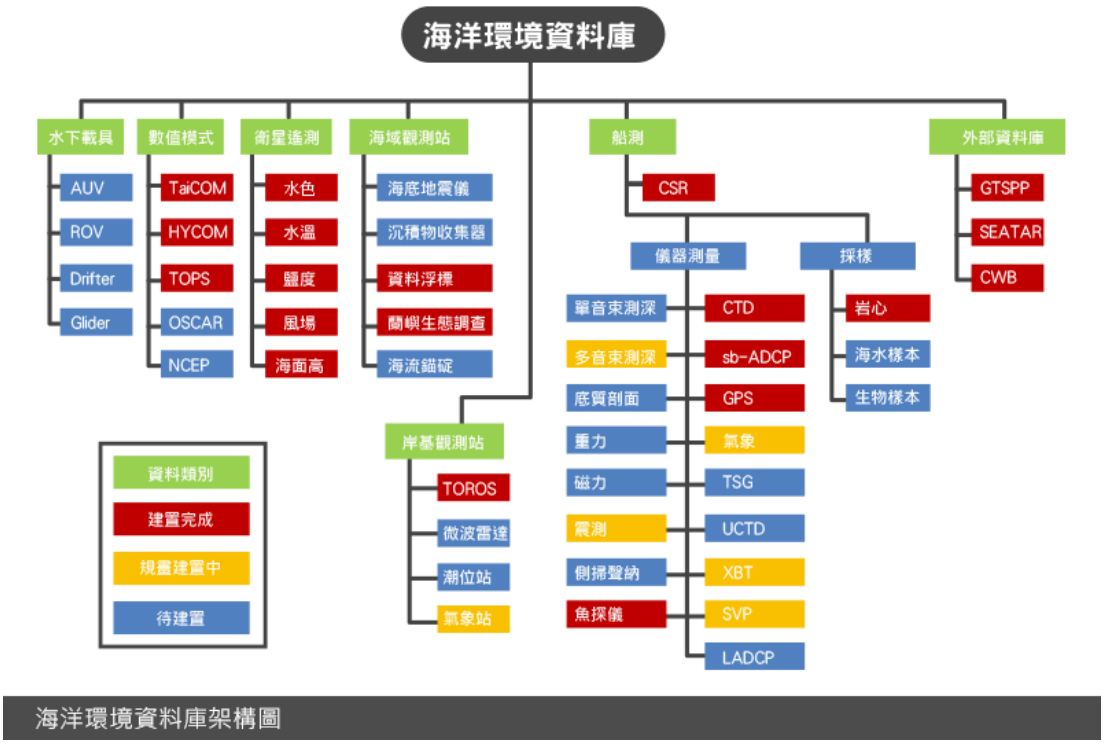


圖 2-71 台灣海洋科技研究中心所規劃之海洋資料庫架構(目前仍多屬建置之階段)

二、海洋生態與保育

本範疇包含(1)海洋污染與防制、(2)氣候變遷等發展領域，本計畫針對各領域高度發展之研究議題現況盤點如下：

(一) 海洋污染與防制

(A) 雷達監測系統用於溢油探測

主要海洋石油污染緊急應變計畫是海洋溢油事件緊急應變的指南，它規定了從第一次應變行動，設備部署到工作人員，到後續污染減緩程序的操作，它還規定了具體部委的義務。在緊急通知方面，無論哪個機構首先了解情況，如海事管理局、港口管理機構、沿海當局、地方政府或行政單位是否必須立即通知環境保護署和海巡署(CGA)所有相關信息，該計畫還詳細說明污染事件之嚴重程度和相應的標準操作規程(SOP)，例如處理該事件的負責機構(圖 2-72) [Fan et al.(2018)]。在海洋溢油污染減緩的實地行動中，波濤洶湧的大海增加且應變其複雜性，迫使決策者不僅要考慮海洋污染的擴散，還要考慮船舶工程和結構設計以及它們之間可能的相互作用該計畫不是將所有污染事件視為同樣的事件，而是將應變機制分為兩個部分。第一部分涉及由船舶故障引起的污染事件，由交通部(MOTC)管理，他們將建立船舶故障危險應變中心，該中心將協調緊急應變和清理海洋污染、沉船貨物、剩餘和釋放的石油、清除殘骸以及所有其他相關任務，根據情況的嚴重程度完成環境恢復；第二部分涉及不是由船舶故障引起的污染事件。在這些情況下，應變遵循一般的環境

恢復概念，行政院環保署做出大部分重要決策，來更好地應對複雜的污染事件。海洋污染控制的另一項進口規定是“商業港口法”，該法規定了處理污染事件的程序以及當這些事件發生在商業港口時各方的責任，它還概述從這些港口拆除沉船的協議。“商業港口法”通過在發生任何一種或兩種情況時提供詳細規範來解決與船舶有關的污染和沈船處置，並對責任人提供詳細的處罰[Fan et al.(2018)]。

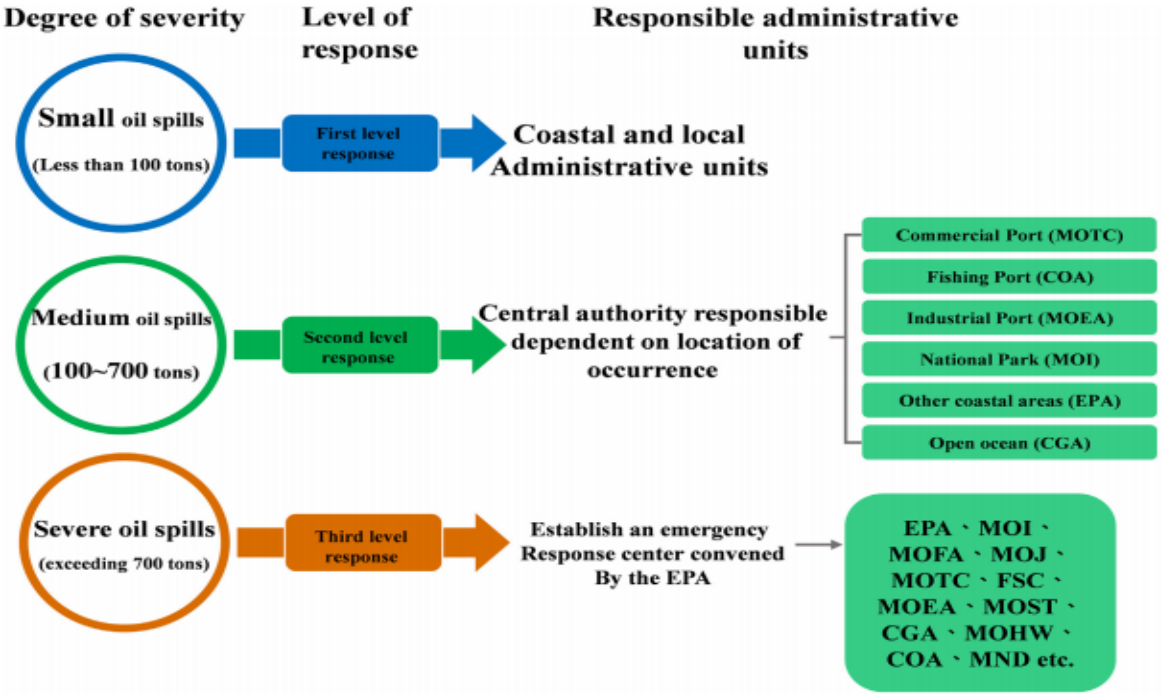


圖 2-72 海洋污染事件分類和責任機構

依據我國海洋污染防治法之規定，為有效防治海洋污染，保護海洋環境，維護海洋生態，確保國民健康及永續利用海洋資源，目前已發展出利用無人飛機、衛星及雷達車為基礎的監測技術。

在國內，交通部運輸研究所港灣技術研究中心與臺灣大學進行 X-band 雷達遙測系統之建置[王(1999)]，為國內開發 X-band 雷達海洋環境遙測系統之先驅。港灣技術研究中心也與臺灣海洋大學[尹等(2005)、翁等(2011)]的研究團隊共同合作，持續投入此領域之技術發展與研究討論，並針對雷達所測得海面影像的統計特徵進行深入之檢討，獲得許多豐碩的成果。成功大學近海水文中心自 2002 年起持續進行雷達系統軟硬體技術之研發，包括：自行開發雷達訊號的取樣、分析方法與軟體程式，並經將雷達系統自 行改裝為陸上移動式觀測系統，對臺灣沿海進行機動性的觀測作業，在 Xband 雷達遙測領域已獲得了許多研究結果[Wu et al. (2011)]。前述國內之研究都是利用雷達遙測技術進行海洋物理參數的量測，並無應用於油污偵測之研究。國立臺灣大學的研究團隊針對 2001 年 1 月 14 日的阿瑪斯油污事件進行 X-band 雷達監測與檢討[王等(2001)]，2 月 9 日才於南灣進行海面遙測，而未能發現有任何明顯之大面積油污帶漂浮在海面上，阿瑪斯號沈船下風處有一不明顯的雷達

回波暗帶，疑似由油漬所造成，這應是國內學界利用 X-band 雷達進行油污監測的先例。而 2016 年德翔台北輪擱淺事件中，為了阻止污染物的擴散，國立中央大學利用義大利航太中心發展的 COMSMO-SkyMed 衛星的 X 波段電磁波、福爾摩沙衛星二號的全色態(PAN)及多頻譜(MS)及近年興起的空拍機(UAS)來監測和預測周圍水域的污染動態行為，環興科技公司則利用高倍率全視野戶外監視器，全程監看擱淺的德翔台北輪，此外以獲取紅外熱輻射為主的紅外光(IR)監測也是國際監測油污的一大發展主軸，另外海巡署還派出巡邏艇協助監測行動，緊急應變中心要求船東的緊急應變小組協助當地漁民協助清理和監視行動。依據 2016 年度執行之海洋油污染雷達監測作業成果，同時整合歷年海洋油污染雷達監測作業車監控成果，於計畫執行期間商討如何精進雷達監測作業車監控作業程序。海洋污染業務經行政院 107 年 4 月 27 日院臺規字第 10701725741A 號公告，『海洋污染防治法』之中央主管機關由『行政院環境保護署』改為『海洋委員會』管轄。

表 2-18 海面油污遙測載具之比較[交通部運輸研究所(2019)]

	技術優勢
空拍機攝影	(1) 機動性高 (2) 光學影像相對較易於目測辨識 (3) 監測成本低 (4) 減少到海上工作之危險性
衛星微波遙測	(1) 觀測範圍大 (2) 可取得遠洋的海面影像 (3) 不受日夜與能見度之影響 (4) 不受風雨影響 (5) 減少到海上工作之危險性
岸邊 X-band 雷達遙測	(1) 可進行定點連續監控 (2) 不受日夜與能見度之影響 (3) 觀測範圍可達數公里 (4) 縮短維護時間，減少資料漏失率 (5) 監測成本低 (6) 減少到海上工作之危險性

(B) 衛星遙測用於溢油監測

針對海面油污漂移資訊的取得，目前國內外主要都是依靠海域環境監控或是電腦數值模擬這兩種方法進行之。其中應用遙測科技於海洋油污染監測可以有效協助掌握污染在時間與空間上的變化情況；而結合模擬海潮流運動之三維水動力模式及預測洩油漂移軌跡之數值模式，則能準確地預測外洩油污之漂移軌跡及其擴散範圍。隨著海洋污染法的通過與實施，一套有效的監測、預警與決策整合系統之建立是港

口管理單位迫切需要的，尤其是面對複合性災害，整合性之資訊更是必需的[交通部運輸研究所(2016)]。

在國內曾有學者探討利用飛機、衛星、地面裝載各式雷達監測海面油污染的可行性，以及建立緊急影像接受機制之研究[陳錕山等(2001)]，另有利用 SAR 4 影像於海面油污染偵測之研究[吳基等(1996)]、應用基波轉換於 SAR 影像之油污邊緣偵測[林明顯(1997)]等，上述之研究基本上都是探討如何偵測油污，或推估其污染的面積。就衛星來說這幾十年來進步的非常快速，特別是從 2004 年，我國自主控制的福爾摩沙 2 號衛星升空後，就已經建立一個非常龐大之遙測資料庫，高品質之衛星影像，光學衛星影像可以來協助進行海岸之監測。為因應衛星發現海洋油污染事件而進行我國周邊海域定期監測通報流程的持續修正，許多團隊會應用雷達衛星，光學衛星再搭配無人機(UAS)同時進行海域上的監測作業。我國目前的油污染遙測監測資料主要為國內自主性操作之福衛五號、法國 SPOT 系列衛星及無人駕駛航空器系統等光學感測器協助進行相關的海洋污染之蒐證及調查工作。

(C) 油污染模擬

今日環保意識高漲，民眾對海洋污染事件亦相當關切，政府對海洋污染的預防、應變、復育等都有非常積極的作為。行政院環境保護署(以下簡稱環保署)為瞭解臺灣周邊海域發生溢油事件可能對環境造成負面影響，曾執行以下研究:「臺灣南部、北部及中部海域的油污染擴散風險評估及模擬建置計畫」(行政院環境保護署，2006、2007、2008)、「海洋油污染溢油模擬暨應變科學諮詢專案工作計畫」(行政院環境保護署，2011)、「油及化學品海洋污染應變模擬暨監控專案工作計畫」(行政院環境保護署，2012)、「海洋污染緊急應變科學支援暨監控專案工作計畫」(行政院環境保護署，2013、2014) 、「海洋污染緊急應變擴散模擬管控計畫」(行政院環境保護署，2015)、以及「海洋污染事件緊急應變模擬管控計畫」(行政院環境保護署，2016)，此計畫藉由美國 ASA 公司(Applied Science Associates,Inc.)的 OILmap 油污染擴散模擬軟體、OILmap web 網路版海洋油污染擴散模擬系統及 CHEMmap 化學品擴散模擬軟體，配合臺灣四周海域相關的海洋環境資料，以及 HYDROMmap 流體動力模式所產生的海流，進行油品及化學品擴散模擬。另外利用挪威 MIROS 公司發展 OSD(Oil Spill Detection system)雷達油污監測系統，針對突發溢油事件，具有機動性即時偵測油污、波浪、平均海流、區域海流、風速風向等資料的能力，偵測範圍為離岸 3 至 8 公里，同時也能即時顯示油污影響的範圍與預測油污飄移速度與方向，提供各單位在溢油事件發生時之緊急應變與指揮之參考。

(D) 海洋垃圾監測

我國政府於 1997 年通過“海岸沿海環境清理行動指南”(Environment Protection Administration, 1997) 之前，對海洋垃圾採取的信息和行動有限。參與人數和清除的海洋垃圾數量在不同年份之間有所不同，2004 年最高，之後有所下降 (圖 2-73) [Kuo et al.(2014)]，另一方面臺灣黑潮教育基金會於 2000 年啟動了拆除沙灘殘骸的計畫，從 2005 年開始台南社區大學每月一次監測二人河口海域的海洋垃圾，每次持續 3 小時[Tainan Community University(2013)]。從 2008 年開始，荒野協會在我國的 26 個地點進行了海灘清理工作。2010 年，一些非政府組織成立了臺灣清淨海洋行動聯盟(TOCA)，邀請了許多組織採用和監測我國沿海地區，並建立了海洋垃圾數據庫，作為分析和政策制定的基礎[The Society of Wilderness(2013)]，參與者從 2010 年的 370 人增加到 2012 年的 6945 人[The Ocean Conservancy(2010); The Ocean Conservancy(2013)]。我國海岸線和休閒活動(76.9%)和海洋/水路活動(14.2%)的比例高於全球平均水平(分別為 64.7%和 9.0%)。我國與吸煙有關之行為(7.3%)、傾倒行為(1.0%)和醫療及個人衛生(0.5%)的百分比低於全球平均水平(分別為 22.1%，2.2%和 2.0%))[The Ocean Conservancy(2013)]。最近在我國南部的研究表明，塑膠袋和塑膠瓶的比例低於美國環境保護局的國家海洋廢棄物計畫(NMDMP)，其可能的原因是我國環環保署自 2002 年以來採取並實施了“塑膠限制政策”和“強制垃圾分類政策” [Liu et al.(2013)]。

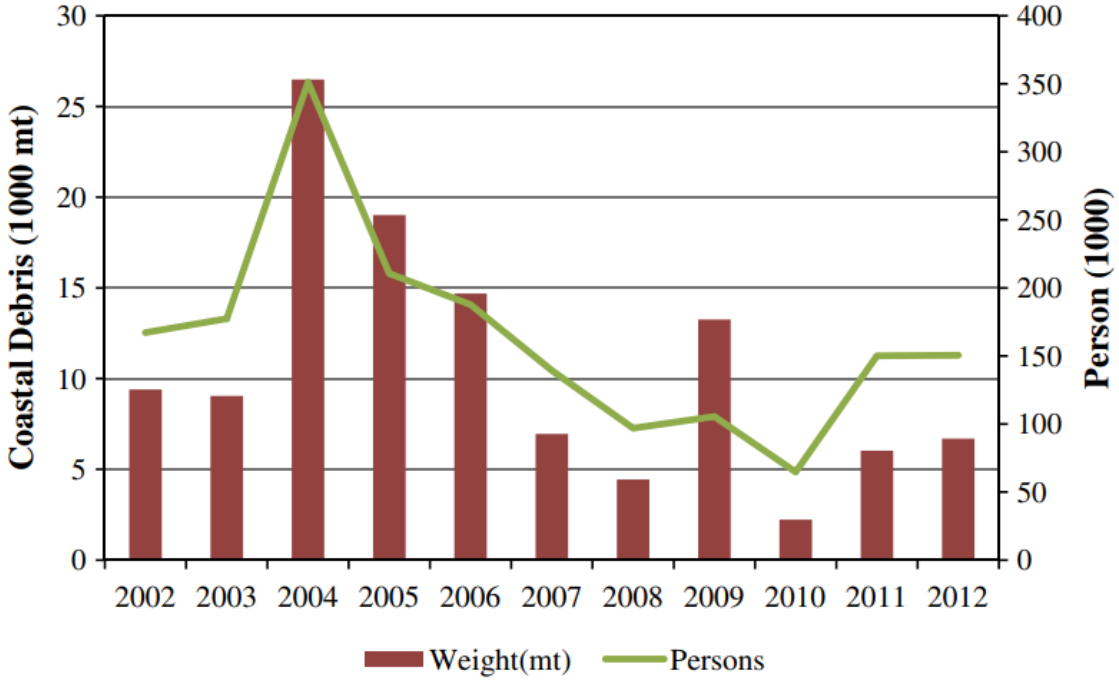


圖 2-73 我國沿海地區清理計畫之結果[中華民國環境保護統計年鑑(2003-2013)]

行政院環保署於2018年起推動海岸廢棄物寶特瓶監測及垃圾組成(International Coastal Cleanup ,ICC)紀錄表的監測調查工作，公布107年輔導臨海縣市環保局辦理海岸廢棄物監測結果，以生活垃圾及遊憩行為所產生的垃圾比率最高(第 1 季占76.67%、第 2 季占89.37%及第 3 季占85.58%)，其次為抽菸行為(第 1 季 17.66%)及漁業與休閒釣魚(第 2 季 6.02%及第 3 季 8.79%)；另為鼓勵更多民眾、團體加入淨灘行動，行政院環保署於「海岸淨灘認養系統」提供單一申請窗口，便利民眾線上申辦淨灘認養及活動。

行政院環保署於 2018 年輔導臨海縣市環保局辦理海岸廢棄物監測工作，依據本年累計執行 3 季的 ICC(International Coastal Cleanup ,ICC)調查結果，顯示全國以生活垃圾及遊憩行為所產生的垃圾比率最高，其次為抽菸行為及漁業與休閒釣魚行為，與鄰近國家(日本、韓國)的海岸廢棄物垃圾組成 ICC 監測調查結果差異不大；此外，調查結果亦顯示北部與離島縣市的漁業及休閒釣魚行為、東部縣市的抽菸行為所產生垃圾亦占一定比率；另依據本年度寶特瓶監測調查資料顯示，在海岸上的寶特瓶多數(63.12%)已無法辨識產地；依據可辨識寶特瓶研判，在離島海岸廢寶特瓶主要來源受大陸海漂垃圾影響，顯示海洋垃圾除對當地海岸及海洋造成危害外，並會透過洋流及潮汐等因素，長程傳散並累積在各地海岸，顯示海洋廢棄物已成為全球性的問題(圖 2-74)。

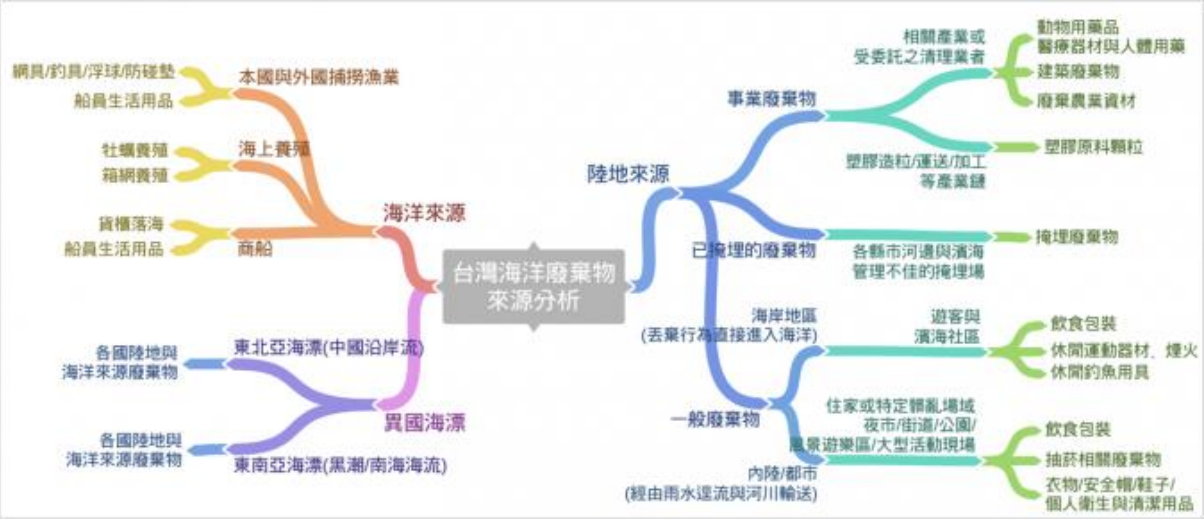


圖 2-74 我國海洋廢棄物來源分析

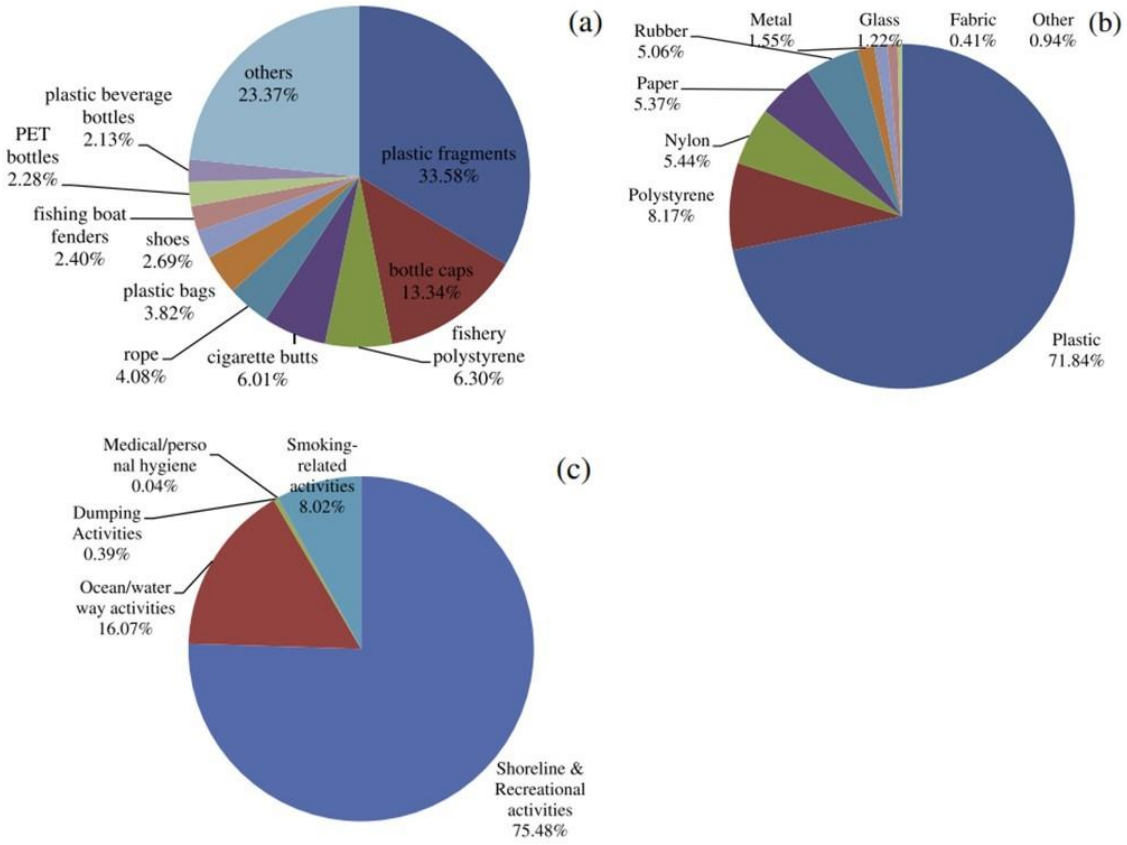


圖 2-75 我國北部海洋垃圾(a)、(b)、(c)類別來源的組成[Kuo et al.(2014)]

關於海洋垃圾類型(圖 2-75)，塑膠碎片佔海洋垃圾的 65.95%，清楚地表明塑膠是海洋垃圾的主要類型。自 2002 年以來，我國環境保護署對塑膠購物袋和一次性塑膠餐具的使用實行限制，推行這項政策使塑膠袋的使用量減少了 58.34%，2005 年使用塑膠一次性餐具的數量減少了 86%(行政院環境保護署，2013)。自 2011 年以來，我國環保局鼓勵全國飲料連鎖店和便利店設立飲料杯回收設施，並為自帶可重複使用杯子的消費者提供新台幣 2-10 元的折扣(行政院環境保護署，2013)。

依據 2017 年 4 月 22 日至 2018 年 11 月底止的統計資料，全國淨灘場次達 2 萬 3,469 場次，淨灘人數約 40 萬人次，清理垃圾量達 7,826 公噸，統計本年主動發起淨灘之民間團體，如荒野保護協會、綠色和平等，公私部門亦共同辦理淨灘活動，展現守護海洋、保護海洋生命之具體行動。而 ICC 在政策倡議上，以源頭減量、減塑為主要訴求，分別於 2014 年召開「塑人之亂」、2016 年召開「塑塑退散」記者會，要求政府應積極減塑，共同推動了購物用塑膠袋擴大限制政策。更在 2017 年 7 月，其他民間團體串連，結合行政院環保署成立臺灣海洋廢棄物治理平台，將許多環境團體常年監測的數據送入公部門，並促成環保署啟動全台的監測行動，並提出更積極的源頭減塑計畫及檢討廢棄物處理體系，歷時半年，於 2018 年 2 月推出第一版「臺灣海洋廢棄物治理行動方案」，同時也提出 2030 臺灣無塑島的願景。在執行成

效方面，海委會海保署透過衛星監測、無人飛行載具調查，使用自動影像辨識技術與 AI 技術，辨別海洋廢棄物之種類、數量及分布，以建立海廢地圖。於 2018 年 7 月到 2019 年進行海灘調查，共有 50 位參加者，分屬 7 類非政府組織，調查時間有 4 季共 121 調查點位，調查結果共累積 12,272,000 公升的海洋廢棄物，其熱點區域為北部、西南沿岸。另外在 NGO 部分，2018 年 5 月黑潮海洋教育基金會在臺灣各沿海地區調查微塑膠顆粒，其熱點區域為北部與西南沿海水域。

(E) 船舶空氣污染監測技術

環境品質監測，主要為提供民眾瞭解周遭環境品質，我國空氣品質監測站網全天候監測各地空氣品質狀況，發布空氣品質預報。並為提供更完整環境品質資訊，自 87 年開始增加紫外線測報工作,提醒民眾採取適當防護措施。行政院環保署 2018 年設有 77 站空氣品質監測站，其監測結果於環保署網站上提供即時的空氣品質資料，以及提供歷時、歷年的監測數據。維持全國 77 個空氣品質監測站正常運轉，執行全國 31 站 PM2.5 手動監測工作，監測數據經由品管及品保作業，資料可用率達 96%以上，並即時於網路發布監測資訊。每日 23 次預報未來 3 日空氣品質及細懸浮微粒指標，並於每年自 11 月至隔年 5 月執行境外污染物(中國大陸沙塵、霾)預警機制，適時提醒民眾注意防範。整合全國空氣品質監測資源，包括污染源煙道排放，工業區空氣品質監測等，落實資料開放全民監督。應用物聯網(IoT)科技，發展微型空氣品質感測器，建置智慧城鄉感測物聯網示範計畫，針對特定污染發生源進行小尺度監測，讓民眾參與污染監測，減少污染情事，保護民眾健康。

國內港埠地區空氣污染物排放，依據國內外研究顯示，港區空氣污染物排放量對該區域污染排放總量的佔比頗高，尤其是硫氧化物(SOx)與氮氧化物(NOx)最為顯著。根據行政院環保署最新之全國空氣污染物排放清冊顯示港埠相關活動於 102 年之 PM10、PM2.5、SO2、NOx、NMHC 與 CO 排放量佔全國排放量之比例分別為 1.54%、2.66%、29.3%、7.91%、0.26%與 0.56%。故港埠相關活動排放之 SO2、NOx 與 PM2.5 比例不可忽視。

交通部運輸研究所港灣技術研究中心已建立，進行臺灣海域空氣污染估算等有關綠色海運的規劃與運作，100-103 年完成高雄港區空氣污染物排放清冊，104 年完成高雄港區建置空氣品質擴散模式 AERMOD(AERMIC Model)平臺，105 年完成高雄港區即時空氣品質推估系統，模擬高雄港區即時擴散現況及提供建置監測站位置建議，相關研究成果已供臺灣港務股份有限公司參考使用，要求所屬各分公司與營運處，落實港區節能減碳做法，並針對港區空氣污染問題，研擬具體可行措施，目前高雄、基隆及臺中港已取得歐洲海港組織生態港認證，成為亞太地區唯一具有取得 Eco-Ports 生態認證之港口。AERMOD 模式為美國環保署(United States Environmental Protection Agency, USEPA)公告之最新煙流擴散模式，使用 AERMOD

推估臺中港區原生性污染物的影響，利用建置完成之臺中港 AERMOD 模式模擬平臺，結合行政院環保署 Open-data 之氣象觀測資料與 AIS 即時船隻相關資料，建置臺中港區之即時空氣品質推估系統，用以模擬惰性空氣污染物於小區域(50 公里內)範圍之擴散情形，以精進深化臺中港綠色港口形象，使之符合國際海事組織(IMO)與歐洲海港組織(ESPO)規範，提升港口國際競爭力，確保港區環境安全(交通部運輸研究所，107)。

(F) 油污對海洋生態影響之監測

我國除遵守國際海事公約外，還實施自己的“海洋污染防治法”和“重大海洋油污染緊急應變計畫”的規定，以保護海洋環境和生態完整性[Fan et al.(2018)]。“海洋污染防治法”是我國海洋污染管理最重要的法律，它定義了海洋污染物類別、海洋環境標準、海洋環境保護等許多相關概念，它還規定管理協議，並詳細說明了與可能造成海洋污染的污染源和活動相關的處罰，例如沿海工程項目、海洋傾倒、廢棄沉船、海上石油輸送以及來自海洋和陸地來源的垃圾，該法通過實施一系列行政控制措施、教育計畫、許可證制度和現場檢查以及對非法活動的處罰來保護我國周圍的海洋環境，該法共 61 條，分為 8 章，內容包括一般原則、基本措施、內陸污染防治、海洋工程污染防治、海上廢物處理污染防治、船舶污染防治、損害賠償責任和罰款規定(圖 2-76)。

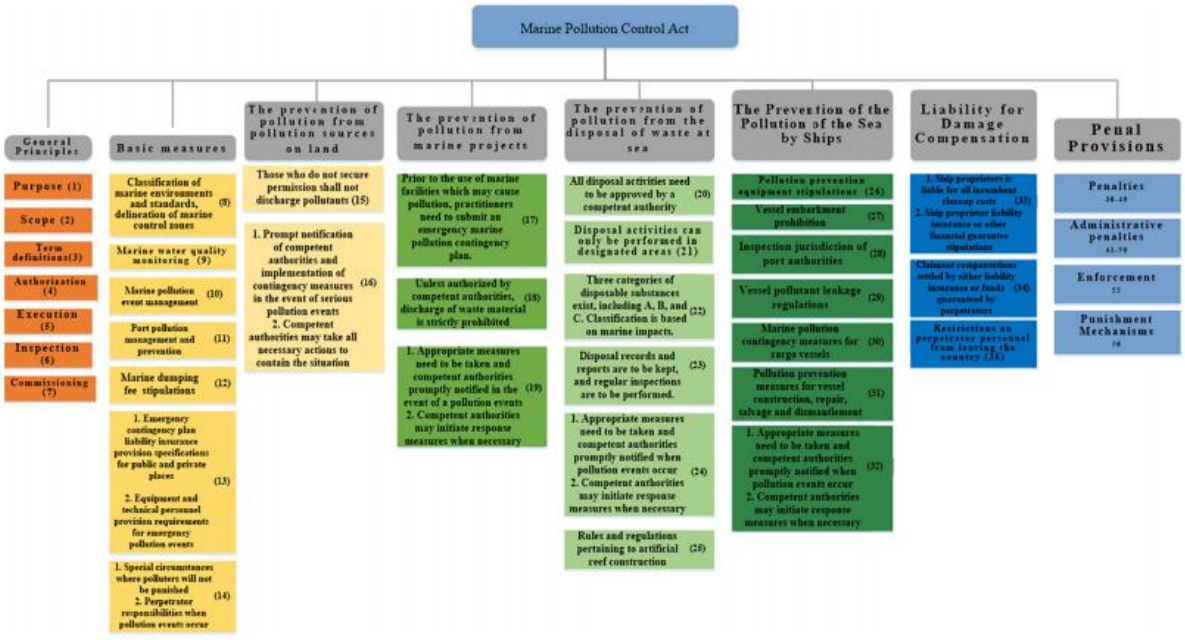


圖 2-76 “海洋污染控制法”之框架

國立中山大學海洋環境工程學系柳大雄在論文「海洋油污染應變回收系統組合運用規劃」指出，國內發生的海洋油污染事件中，造成損害的污染物質多為船舶的貨油或燃料油。以 2016 年 3 月德翔台北貨輪擱淺為例，行政院環保署發布的作業方式如下：

- 啟動「重大海洋油污染緊急應變計畫」（為 2001 年的阿瑪斯貨輪油污染事件後，行政院於同年核定）
- 運用油污染擴散模擬系統，依現場海氣象條件預測 24 小時內如有油污染洩漏時可能影響範圍
- 申請福衛二號衛星執行監控作業，掌握事故現場附近海域狀況
- 交通部航港局應依商港法第 53 條，辦理難船殘油及油品移除工作，避免船舶殘油洩漏
- 於岸際可能受污染地方先進行攔油索、吸油索等應變資材布放等污染防止措施
- 新北市政府環保局每日進行水質採樣及海域水質監控作業

德翔台北輪 2016 年 3 月 10 日於我國北部石門海域擱淺，24 日船身斷裂發生嚴重漏油污染後，為利後續求償作業，行政院農業委員會漁業署委託國立臺灣海洋大學環境生物與漁業科學學系教授鄭學淵團隊進行生態調查。德翔台北輪出事第一天，主要研究領域為環境化學、生態毒理學的鄭學淵教授旋即展開調查工作。這項生態調查計畫為期半年，由鄭教授擔任召集人，在安全條件許可下，團隊第一時間便開始進行採樣，包括水質、底泥、仔稚魚、浮游生物等項目，並蒐集生物樣本分析體內礦物性油脂，綜合就污染範圍、影響層面等等累積科學數據。在調查分工部分，鄭教授負責水質污染檢測，前半個月平均 1~2 天測一次，密集於岸際採樣，每隔 500~1000 公尺一個測點，同時依漏油量及重油外洩時間調整次數；後半個月平均 3~5 天測一次，超過一個月後維持一周至少測一次。調查團隊也會出海採樣，樣本會同農委會水產試驗所做氣相層析。其他則委請同系呂學榮、廖正信教授評估生態損失、復原賠償等相關經費和執行方法；助理教授藍國瑋負責浮游生物、仔稚魚、衛星監測；助理教授何平合調查潮間帶、甲殼類。至於水下攝影記錄，但礙於經費限制無法進行，因為全球原物料價格大幅上漲，各項實驗耗材、量測儀器等愈加所費不貲，這些因素都讓當今生態調查的處境愈發艱困。行政院 107 年 4 月 27 日院臺規字第 10701725741A 號公告，『海洋污染防治法』之中央主管機關由『行政院環境保護署』改為『海洋委員會』管轄。

(二) 氣候變遷

(A) 暴潮分析

當颱風過境臺灣時，除了引起暴潮外，其所夾帶的強大風勢往往在海面上形成巨浪，而這些海浪在暴潮的加乘作用下，不僅直接對濱海地區的港灣建設與海岸工程造成極大的損害，也影響到沿海附近居民的生命財產安全。近年來海岸與港灣結構物遭受颱風侵襲嚴重破壞之事件屢屢發生，沿岸常有海水倒灌而造成海岸災害，暴風浪造成海岸嚴重侵蝕等，這些災害發生之原因乃在於對颱風波浪之行進演化不能確切地預報，過去依賴傳統之颱風波浪統計模式迴歸深海波浪條件，再以線性理論計算海岸地區之波場分布狀況作為設計條件，忽略波浪行進之能量消散與轉換之重要物理機制的影響，因此，計算結果較難符合實際海域之波浪分佈。此外，颱風之低氣壓及強風導致的暴潮，其會增加颱風對海岸結構物的破壞力，因此，如何適切的模擬近岸暴潮與巨浪，進而防患其侵害，乃為防護海岸地區重要課題之一。

有關暴潮偏差預測之數值模式，早在七十年代台灣學界就開始發展模式來預測暴潮，中央氣象局在八十年代發展三合一模式，包括預報簡表、快速二維模式與三維模式，可預測 24 小時之內的暴潮變化，為使暴潮模式更能模擬實際現象，國內學者除考慮暴風因素外更加上陸地的摩擦效應及建築物、樹林等不同海岸地貌與感潮河段及河口對暴潮的影響，模擬情況與支配暴潮運動之外在因素更能符合實際情形，但模式中的參數需要較多的現場資料來進一步率定，近年來，非結構性格網利用不規則網格的選取來克服有限差分法處理不規則邊界之不便，在複雜海岸線及地形或港灣的模擬上能提高計算精確度。臺灣東北部海域屬大陸礁棚邊緣地帶，海底地形為大陸棚邊緣之分界，東側水深甚大，西側之水深則淺，其間水深變化甚遽，海灣形狀大部份均為岬灣形狀，數值計算時處理陸地邊界及水深變化較為複雜，如進行暴潮計算，可利用不規則格網之特性來加以克服，以提高數值計算之精度。暴潮的模擬過程中，風場輸入是一大重要關鍵，過去可能使用模型化颱風風場，但真實性不足，近年來，中央氣象局的 WRF 大氣模式風場日益改善，在模擬暴潮過程中提升不少準確性。國內也有人透過資料探勘方法如類神經理論預設暴潮，成效亦不錯。

綜整國內有關暴潮預測之發展技術，大致上可歸納為數值模式發展、模式物理機制探討、模式參數校正、暴潮迴歸重現值推估等，很多文獻亦指出模式與參數有其地域性，適用於國外的模式未必適合臺灣的地形與颱風特性，為防治颱風造成的海洋災害，發展適合臺灣海岸與海域地形的本土化暴潮預測模式為重要課題，為了達成目標應推動下列重點工作：(1)收集臺灣海域潮位測站資料，分析潮位與暴潮特性，建立暴潮研究資料庫；(2)建立暴潮模式測試平台，對國內外所發展的暴潮預測數值或經驗模式進行測試與校正模式參數; (3)探討暴潮、天文潮、波浪及洋流之間的交互作用，並進行模式耦合模擬；(4)結合大氣模式資料，建立臺灣海域暴潮預測

與海岸溢淹作業化模式。

(B) 漁業影響

根據行政院農委會及科技部針對氣候變遷與漁業生態之研究計畫統整依年份如表，其計畫內容多元，主要內容包含環境監測、漁業資源調查與評估、資源增裕、水產技術提升、氣候變遷調適策略、漁業經營管理等多面向之研究，以因應未來多變之變異環境，進行相關之調適規劃及策略訂定。

(1) 行政院農委會

年份	計畫主題	計畫內容
2015	放流魚介貝類之繁養殖技術開發及種苗關鍵量產技術之開發	1. 掌握善泳蟳、大眼鯛、短棘鰏等之生殖生物學資料及野生親種養殖條件。 2. 進行善泳蟳、萊氏擬烏賊等之幼苗餌料及培育試驗。 3. 進行遠海梭子蟹種苗生產及放流作業。 4. 進行短棘鰏生理生態相關因子探討並藉此進行種魚培育以達種苗量產目標 5. 現行常態放流物種多世代繁殖能力之探討
2016	建構海洋漁業資料整合系統	本計畫之目標為建構一個現代化之電子海洋漁業資料控制系統，俾順利推動高競爭力之產業。 同時，與國際接軌，同步管理規定，維護海洋環境，保持生態系統健康，落實永續遠洋漁業經營。
	重要水產生物育種及繁養殖技術研發	研究將從水產養殖技術模式的設計以因應環境變異；養殖物種的改良提昇對變異環境適應力，以對抗未來多變異的氣候環境。
2017	未來適合放流物種之繁養殖技術與種苗量產技術之開發	在全球氣候變遷、海域生態環境遭受破壞及部分漁業資源過度利用等因素之影響下，致使沿近海漁業資源呈現衰退的現象。為增育沿近海漁業資源，除了訂定可行政策及有效管理外，發展栽培漁業亦是未來可行的資源復育模式。本計畫擬針對大眼鯛、萊氏擬烏賊、遠海梭子蟹等進行人工繁養殖模式之建立，藉由從野外收集魚苗或種魚並進而培育成種魚,生產受精卵進行種苗量產研發及魚苗放流前置作業等相關試驗，尋找合適棲地並配合計畫進行放流，以增加沿近海漁業資源。
	水產動物及環境安全之研究	由於人類大量使用石化能源，使得大氣中之二氧化碳濃度快速增加，造成全球氣候變遷，如何有效封存二氧化碳，已為刻不容緩之環境課題。本計畫首先彙整國內外相關研究成果，探討國內現有牡蠣及文蛤兩種大宗貝類養殖生產過程中，封存與排放之二氧化碳當量(CO_2e)。再針對我國貝類養殖產業現況，評估各物種之固碳效益，探討各種貝類養殖產業中，最具發展碳封存潛力之模式。最後收集國內外應用碳酸鈣外殼之海岸生態工法範例，評估國內未來應用貝類養殖漁業廢棄之外殼，製成生態工程材料之可行性，增加我國貝類養殖產業之附加經濟效益。研究成果期望能提供作為未來推動綠色養殖產業之參考

	臺灣沿海場域環境調查暨改善之研究	過度漁業捕撈、棲地破壞、海洋污染以及日益增強的氣候變遷對於南沙群島珊瑚礁水產生物資源衝擊甚鉅，特別是近來周邊國家於南沙群礁的「填礁造島」行為，更加速該區珊瑚礁生態系功能的衰退甚至永久無法回復。其中位於南沙群島北部中央鄭和群礁西北角的太平島為我國實質管轄，也是南沙群島中最大的島嶼。太平島除了島上的機場跑道與碼頭之外，並無大規模的開發。在政府的努力維護之下，太平島周邊海域仍維持相對不錯的海洋生態系。因此，面對南沙群島周邊國家的人為活動與氣候變遷的衝擊，建立禁採型海洋保護區是維護太平島珊瑚礁生態系與水產生物資源非常重要戰略之一。 本計畫整合國內外在珊瑚礁水產生物資源、地理資訊系統與遙測、生態經濟評估、保護區劃設實務以及水下環景攝影團隊前進南沙太平海域進行資料收集、生態服務評估以及跨領域與學門的綜合分析，提供給政府部門設立太平島海洋保護區的政策參考。
	建構海洋漁業資料整合系統	本計畫之目標為建構一個現代化之電子海洋漁業資料控制系統，俾順利推動高競爭力之產業。同時，與國際接軌，同步管理規定，維護海洋環境，保持生態系統健康，落實永續遠洋漁業經營。
	鰻魚繁養殖、資源調查及多元利用研究	種鰻培育及幼苗育成技術之研究：日本鰻曾是我國養殖漁業產值最高的魚種，惟近年受到全球氣候變遷及資源量減少影響，鰻苗的產量急遽減少，造成養殖戶無苗可放，導致漁民和相關產業的收益減少新台幣百億元以上。雖然日本在 2010 年已完成鰻魚完全養殖的試驗，惟未能商業化，目前養殖業者仍須仰賴野生苗，為維持鰻魚產業亟需建立人工繁殖等技術。本試驗為穩定獲得試驗用魚擬自行培育雌化種鰻並進行鰻魚人工繁殖可獲得受精卵及孵化出鰻苗。
	重要水產生物育種及繁養殖技術研發	研究將從水產養殖技術模式的設計以因應環境變異；養殖物種的改良提昇對變異環境適應力，以對抗未來多變異的氣候環境。
2018	水產免疫技術之研究	本年度擬進行蚵螺生活史與天然環境數量之變化、低鹽度與低溫對牡蠣的影響。以瞭解天然環境蚵螺數量變化與生活史，提供防治方式參考。與低鹽度與溫度對於牡蠣活存之影響，以提供天然氣候變遷可造成災害之預報參考。

	沿近海重要洄游漁業資源調查評估與利用管理研究	近年海洋漁業面臨全球氣候變遷、海洋生態環境惡化及漁業資源銳減等多重衝擊，使得臺灣的漁業經營環境愈顯嚴峻。氣候變遷造成造成魚群分布的改變，亦直接影響了魚群洄游的路徑與時間，造成漁場的改變甚至消失，對漁業資源造成深遠的影響，而海水溫鹽等水團特性則是影響漁場、漁期變動的關鍵因子。為此，水產試驗所於 2003 年起著手實施「臺灣周邊海域漁場環境監測」計畫，於周邊海域設置 62 個測站按季蒐集水溫、鹽度、營養鹽、葉綠素、浮游動物等漁場環境資訊，嘗試透過長期資料庫之建置來瞭解臺灣周邊海域長期水文、海況及漁業生物時空分佈資訊，進而掌握影響周邊海域漁業資源變動的機制，及時發現問題並提供解決對策，期能降低氣候變遷之衝擊。

(2) 科技部

年份	計畫主題	計畫內容
2015	從生產不確定性觀點探討氣候變遷下北部沿近海漁業之風險管理	氣候變遷是近年來受國際社會關注的全球性環境議題，相關研究指出氣候變遷將對於海洋生態系及其生態系統服務有所影響，尤其對於海洋捕撈漁業的影響 更是顯著。氣候變遷所造成的環境資源變化為漁業經營上重要風險來源，更進一 步造成漁業生產上的不確定性。因此，從生產不確定性觀點探討氣候變遷影響下 沿海漁業風險管理之作法，乃增進漁業永續經營的重要研究課題。
	以多元嵌入法之經驗動態模式結合年齡體長分佈和環境因子來評估與管理商業標的魚群	1. 比較傳統的漁業評估分析模型和經驗動態模型分析的優缺點。 2. 確認環境變遷和人為捕撈因素對魚群結構的相對作用及相互關係。 3. 進行情景模擬以研究氣候變遷和漁業捕撈對魚群結構的潛在作用。 本研究的成果將顯著改善漁業資源管理方法。
2017	東海南部劍尖鎖管之族群結構研究	探察海洋生物資源之族群結構，為漁業生態學之核心課題，亦為漁業管理之基礎要件。魚類及無脊椎動物體內硬組織(如平衡石)之元素組成及含量，可能受海洋環境狀態影響而形成特有之元素標記，可應用於探察可能存在之族群結構，及重建生活史事件之歷程。管鮹類為短生命週期之物種，其生活史參數特性，使對環境狀態之改變具快速反映能力。在海洋環境狀態可能因氣候變遷而逐漸改變時，管鮹類在海洋生態系之角色可能愈顯重要。

	日本鰻在東亞陸棚的輸送模式與河川棲地利用	日本鰻 (Anguilla japonica) 為東亞地區重要的養殖魚種，但是近年來，由於 河川棲地破壞、人為濫捕、以及氣候變遷等等因素影響，天然日本鰻鰻苗數量大 減，在 2014 年被國際自然保育聯盟 (IUCN) 列入瀕危物種，2016 年華盛頓公約 會議亦通過決議，在未來 3 年將積極評估日本鰻資源現況，作為下一屆是否將日 本鰻列入附錄二物種之參考。由於鰻魚目前尚無法商業化的人工繁殖，養殖仍完全依賴天然鰻苗之供給。每年日本鰻鰻苗來游時，台灣為第一站，了解其後續在 東亞陸棚之輸送擴散模式，以及地區間來游量之相關性，可以掌握產業先機；而 日本鰻鰻苗進入河川後之棲地利用方式，則攸關保育政策之制定。因此本計畫擬 利用耳石日齡鑑定、冬季黑潮入侵流與沿岸流分析、以及環境 DNA (eDNA) 等 技術，深入探討日本鰻鰻苗在東亞陸棚的輸送模式與在河川之棲地利用。
2018	東海南部劍尖鎖管之族群結構研究	探察海洋生物資源之族群結構，為漁業生態學之核心課題，亦為漁業管理之基礎要件。魚類及無脊椎動物體內硬組織(如平衡石)之元素組成及含量，可能受海洋環境狀態影響而形成特有之元素標記，可應用於探察可能存在之族群結構，及重建生活史事件之歷程。管鮹類為短生命週期之物種，其生活史參數特性，使對環境狀態之改變具快速反映能力。在海洋環境狀態可能因氣候變遷而逐漸改變時，管鮹類在海洋生態系之角色可能愈顯重要。
	澎湖礁膜(Monostroma nitidium)種苗量產實務技術研發-配子釋放、孢子體育成、動孢子附苗	澎湖地區天然野生礁膜(俗名青海菜)產量逐年下滑，因氣候變遷、棲地破壞及過漁導致種苗數量、種苗附著及發育受影響，導致產量易產生波動，礁膜人工養殖技術開發過程，目前已掌握成熟配子體(藻體)以人工方式釋放配子之關鍵，藉由長年野外調查結果，每年約 3 月藻體開始趨於成熟，直至 6 月左右礁膜消失於潮間帶，從 3 月開始到 6 月所採集到的藻體皆可利用陰乾、覆水及強光照刺激配子釋放，可經由量產礁膜種苗進行天然野生礁膜復育，於 10 月左右將種苗移入潮間帶，補充種原的數量盼增加天然海域礁膜之產量及開發人工養殖礁膜技術。

三、海洋產業與工程

本範疇包含(1)海洋防災、(2)造船與維修及(3)水下技術等發展領域，本計畫針對各領域高度發展之研究議題現況盤點如下：

(一) 海洋防災

(A) 海岸防護

目前國內於海岸防護上，除東部台九線因應公路拓寬工程，仍有進行海岸防護相關工程外，其餘區域海岸防護工程均以維運為主。近年來，國內海岸防護主要以擬訂法規為主軸，其中包含「整體海岸管理計畫」與「海岸防護計畫」，其精神為「強化海岸防護能力，降低災害損失」、「加速海岸環境復育，營造優質海岸」與「落實海岸防護工法研發應用，維護海堤設施功能」。

於海岸災害風險方面，仍持續透過精進的數值模式來進行海岸危害程度之分析與劃設，Shih et al.(2018)運用 SCHISM 數值模式模擬往昔 129 個颱風引致臺灣沿岸的波高和暴潮水位，並進一步透過統計分析，繪製臺灣颱風波浪潛勢風險地圖(圖 2-77)。此外，交通部運輸研究所為提升台九線浪襲防災應變時間，故研發推算海岸公路波浪溯上技術，並提供颱風期間浪襲路段通行安全所需之防災預警資訊。2017 年完成「臺東海岸公路浪襲預警系統」(圖 2-78)，以簡易網頁方式，提供台 9 線浪襲易致災路段(多良段、南興段)於颱風期間預警資訊。

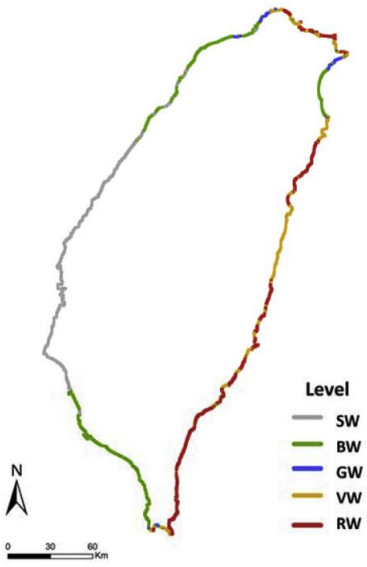


Fig. 12. A comprehensive PRMTW for the HITs.

註：Generating potential risk maps for typhoon-induced waves along the coast of Taiwan

圖 2-77 颱風波浪風險地圖

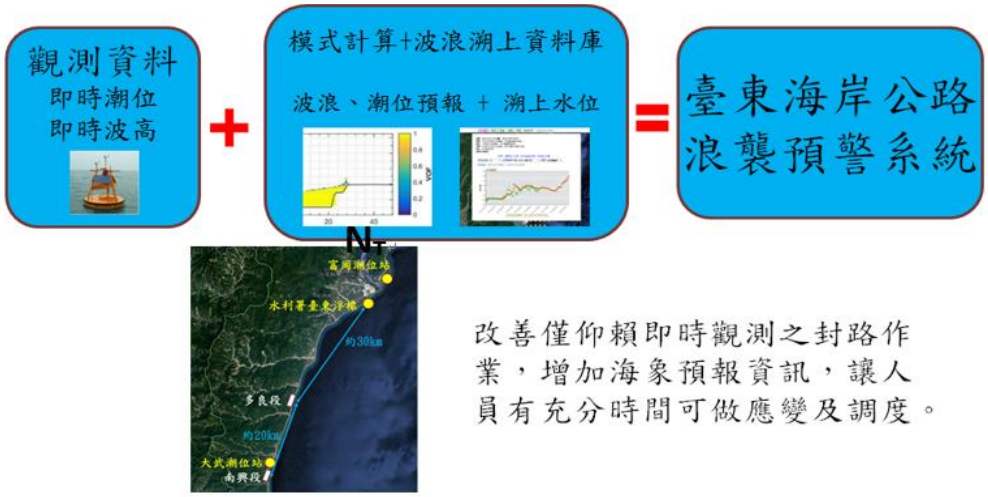


圖 2-78 臺東海岸公路浪襲預警系統架構圖

(B) 海嘯防治

行政院原子能委員會在 2014 年開始進行機率式海嘯危害度分析(Probabilistic Tsunami Hazard Analysis, PTHA)的相關研究，作為核電廠安全性的可能評估方式之一。「104 年海嘯浪高波傳機率模型之建置研究」主要針對台灣南部的第三核能發電廠進行地震海嘯的海嘯危害度分析。以 2006 屏東地震和 2011 日本 311 地震事件的潮位資料，進行模擬與歷史波高比對，建立機率式模型所需之參數。藉由模擬各種海底地震情境條件(邏輯樹狀圖)，考量各種情境之地震海嘯，進而建立單一位置海嘯危害度曲線(圖 2-79)，和同一個超越機率條件的海嘯最高水位分布(圖 2-80)。

蕭士俊(2014, 2015)以太平洋瓦電公司的研究報告為基礎，建立海溝型海嘯造成之海嘯危害度曲線(tsunami hazard curve)，如圖 2-81 所示。為了考量海嘯發生時的潮位不確定性，蕭士俊(2016)探討了三種不同的計算方式，包含高斯方法、時間週期方法與型態方法，並建議未來採用型態方法進行潮汐不確定性之計算。

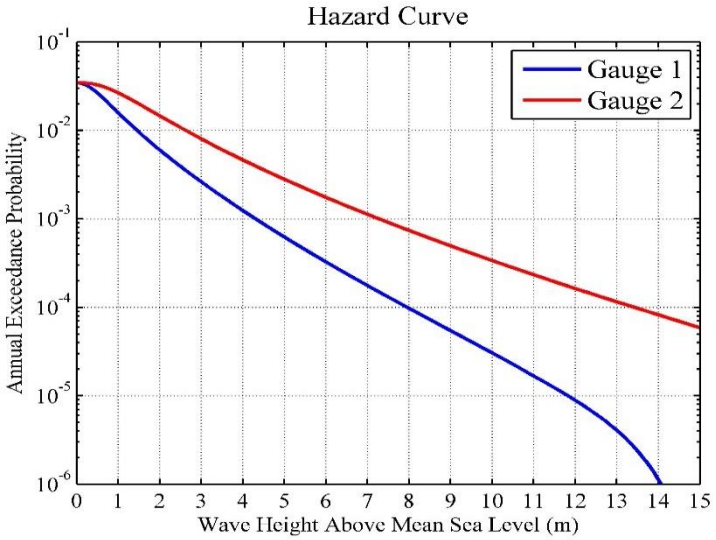


圖 2-79 核三廠廠區附近海域之海嘯波高危害度曲線

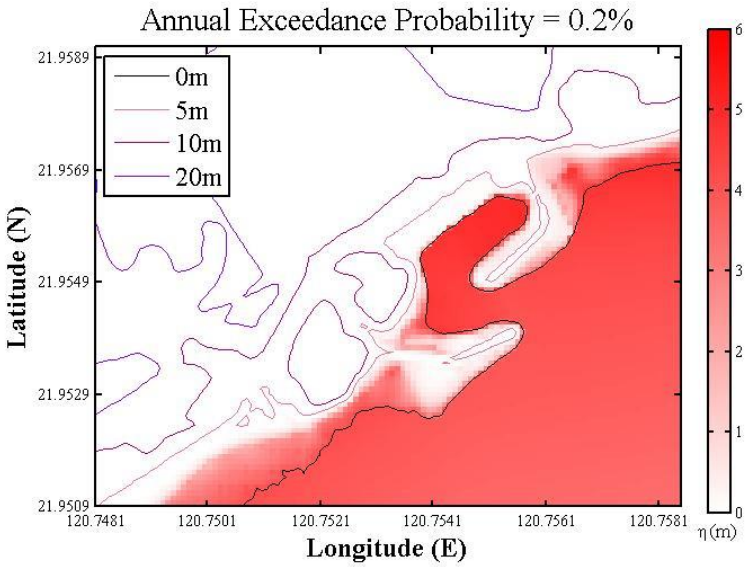


圖 2-80 年超越機率 0.2%之海嘯最高水位分布

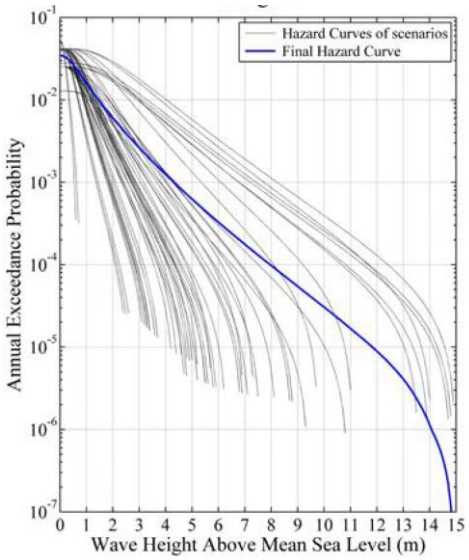


圖 2-81 海嘯危害度曲線

(C) 因應氣候變遷衝擊

經濟部水利署為因應氣候變遷影響下，臺灣海岸面臨的不確定性災害衝擊(如海岸溢淹、地形變遷)，而海岸因應災害之韌性不足時，易導致海岸居民安全與財產受到威脅(如波浪衝擊岸邊建物、海岸溢淹危害、內陸淹水無法排放至外海)，故自民國 99 年開始至今進行了一系列臺灣海岸因應氣候變遷衝擊的研究(表 2-19)。

早期研究(民國 99 年~102 年)主要針對沿海地區海岸溢淹的風險進行分析，而情境條件多以「極端條件」為主，並以單一斷面的方式進行越波的數值模擬。近期之研究(民國 106 年~107 年)則進一步分析了海岸侵蝕及沙洲變遷風險，並以動力降尺度之模擬資料建立一個更為完善的氣候變遷影響之模擬計算方法。研究指出計畫

區整體海岸災害風險以雲林縣、嘉義好美里及台南市北門區風險相對較大，屬於脆弱等級。此外，計畫區目標年與海岸現況海岸災害風險差異較大集中在嘉義縣猿樹村至好美里，其風險等級由現況的普通轉趨為脆弱等級，如圖 2-82 所示。

表 2-19 國內海岸因應氣候變遷衝擊之相關研究

年份	研究名稱
99	強化台灣西南地區因應氣候變遷海岸災害調適能力研究計畫(1/2)
100	強化台灣西南地區因應氣候變遷海岸災害調適能力研究計畫(2/2)
101	強化臺灣西北及東北地區因應氣候變遷海岸災害調適能力研究計畫(1/2)
102	強化臺灣西北及東北地區因應氣候變遷海岸災害調適能力研究計畫(2/2)
106	氣候變遷對臺灣自然海岸與近岸沙洲之衝擊研究(1/2)
107	氣候變遷對臺灣自然海岸與近岸沙洲之衝擊研究(2/2)

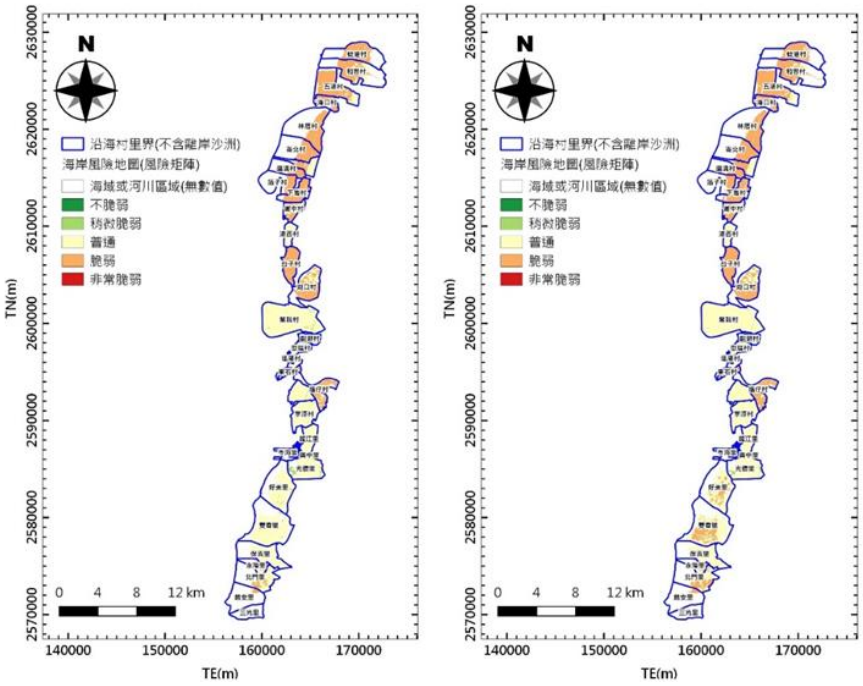


圖 2-82 海岸災害風險分級圖 (左圖：現況，右圖：目標年(氣候變遷條件))

(D) 海底塊體運動

整合過往資料發現台灣西南海域的地質災害潛能可能與各項長、短期因子中之(1)沈積速率、(2)沈積物固結程度、(3)海床坡度、(4)地層中低強度沈積層的存在、(5)氣候變遷歷史、(6)地震、(7)海床逸氣、(8)天然氣水合物解離及(9)海床滲流相關。結合各項地球物理、沈積物力學、沈積學及地球化學工具，可從不同的空間、時間尺度，評估調查區之致災潛能。其中地球物理的各項調查結果，包括震測、海底地震儀、地質剖面儀，解析區域內地層的結構、沈積物組成差異及是否有流體活動徵兆等，協助建立大尺度下的基本地質架構，瞭解過去可能的災害記錄(mass transport deposit)、地層中是否存在低強度沈積層(weak layers)及流體移棲的管道(fluid migration)。

沈積學分析可提供沈積物的粒徑、含水率、統體密度與礦物組成等基本參數，亦提供地球物理觀測之實物驗證。藉由沈積速率的計算可推估調查區沈積物之潛在穩定性，而沈積物力學研究更直接提供沈積物的物理與力學特性，結合沈積學所得之沈積物參數可進一步瞭解邊坡破壞的成因及動力過程。

目前國內團隊已初步建立台灣西南外海沈積物之統體密度、粒徑分布與沈積速率等基本圖幅[Su et al. (2018)]。沈積物粒徑中值空間分布結果顯示，區域內沈積物粒徑中值約介於 6-7 ϕ 之間，粗顆粒沈積物(3-5 ϕ)主要出現於上部陸棚、下枋寮盆地、恆春海脊東側等三個區域。上部陸棚之粗顆粒沈積物分布可能原因如下：

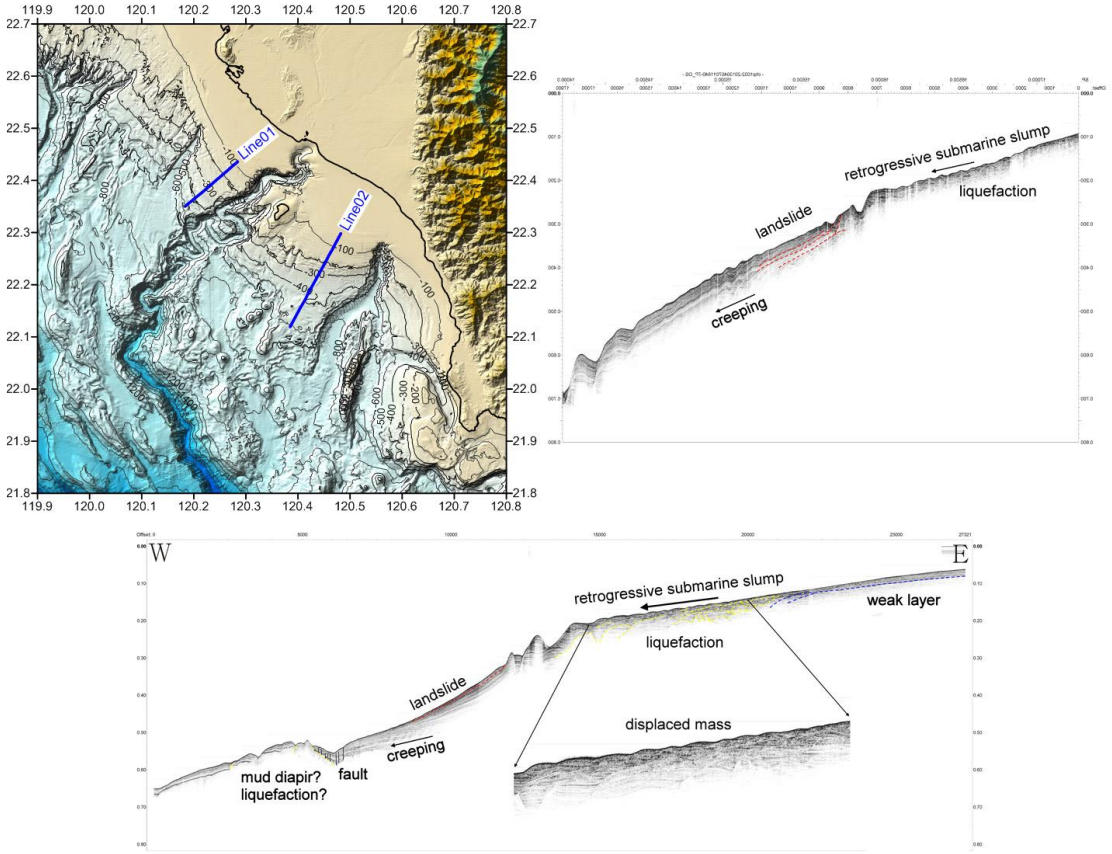
(1) 曾文溪所輸出之粗顆粒沈積物堆積於此區域。

(2) 為臺南外海沙洲之延伸。

由於枋寮峽谷頭部並未連接主要河川提供沈積物來源，因此當災害事件發生時，粗顆粒沈積物將沿枋寮峽谷傳輸、堆積至下枋寮盆地中；恆春海脊東側沈積物可能由海脊崩塌或恆春半島中央山脈最南端沈積物輸出而堆積。

淘選度分析可以進一步提供沈積物傳輸之水文動力狀態，於西南海域沈積物中，以高屏峽谷兩側盆地及深海海盆之淘選度較佳，高屏峽谷兩側盆地及深海海盆以懸浮沈積物以堆積為主，促使其沈積顆粒淘選度較佳；沈積物統體密度與粒徑大小與含水相關，一般而言近岸陸棚與上部陸坡處之沈積物統體密度值較高，可能係因此區沈積物粒徑較大。而位於上部斜坡末端處沈積物可能因海床破壞(沈積物滑塌、重力流、質量流等)，導致沈積物脫水而造成較高統體密度。台南海脊沈積物亦具有較高的統體密度，比較其沈積物的中值粒徑與淘選度顯示並無特別粗顆粒或劣淘選沈積物存在，推測此處沈積物可能受脫水作用影響。

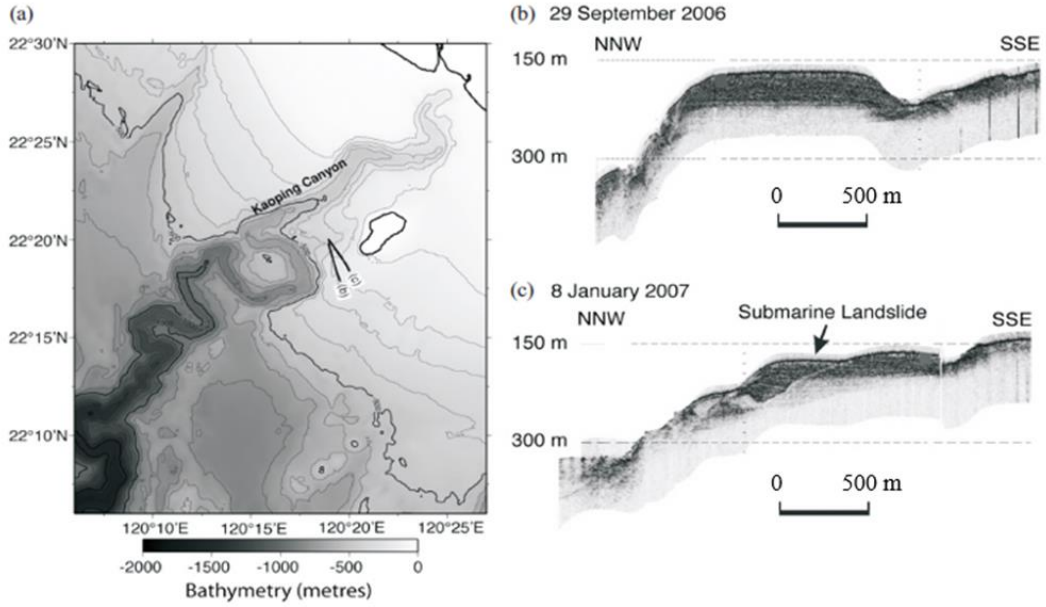
沈積物於西南海域有兩個主要堆積區，分別為高屏峽谷兩側及下枋寮盆地，透過非事件沈積層位計算西南海域之平日沈積物堆積量，得到在<150 年內平日沈積物堆積量為 632 Mt/km^2，主要為河流輸出之懸浮沈積物藉由潮汐、海流等作用逐步向外海擴散沈積。沈積物在包含非事件及事件沈積作用下，總堆積量為 1922 Mt/km^2，佔高屏溪沈積物平均年傳輸量的 40%。此結果與單純非事件沈積物堆積量在空間分布與數量上差異甚遠，推測西南海域沈積物堆積主要是受控於事件的影響。整體沈積速率從活動大陸邊緣的棚坡區往外海快速遞減，而位於被動大陸邊緣的指標海脊也低於活動大陸邊緣。全區沈積速率絕大部分低於 0.5 cm/yr（5 m/kyr），相較於前人研究中因高沈積速率引起海床不穩定的情況，西南海域相對穩定。此外於高屏海底峽谷與枋寮海底峽谷間的陸坡區，發現一系列的沈積物波，類似地震後地層潛移作用所導致的破壞(圖 2-83)。



註：Line01：上部高屏斜坡北部剖面。Line02：上部高屏斜坡南部剖面

圖 2-83 上高屏峽谷上兩個地質剖面儀聲納剖面位置

雖然台灣西南海域於現地沈積速率條件不易形成海床不穩定狀況，但震測及地質剖面與漁探儀資料卻顯示西南海域沈積地層中頻繁出現流體活動特徵。位於淺水棚坡區之流體活動特徵主要與海底地下水輸出(submarine groundwater discharge)有關，而位於水深 500 公尺以上位置之流體活動特徵則與海底泥火山、泥貫入體及與天然氣水合物相關的冷泉或海床滲流系統有關，其間也常於地層中伴隨出現低強度沈積層。由於這些區域的沈積地層常伴隨高孔隙壓，在地震力的驅動下易於引發海底滑坡或液化作用，並進一步造成濁流或碎屑流等沈積物重力流破壞海床上之人工結構物，如海底電纜及油管線路等（圖 2-84）。



註：(a)底質剖面位置圖、(b)震前的海底地層剖面圖、(c)震後的海底地層剖面圖。

圖 2-84 小琉球附近海床因 2006 年屏東地震所引起的海底山崩[Hsu et al.(2008)]

(E) 海床液化

如同海底塊體運動中所提，震測及地質剖面與漁探儀資料顯示西南海域沈積地層中頻繁出現流體活動特徵。位於淺水棚坡區之流體活動特徵主要與海底地下水輸出(submarine groundwater discharge)有關，而位於水深 500 公尺以上位置之流體活動特徵則與海底泥火山、泥貫入體及與天然氣水合物相關的冷泉或海床滲流系統有關。由於這些區域的沈積地層常伴隨高孔隙水壓，在地震力作用下易於引發海床滑塌或液化作用，並進一步造成濁流或碎屑流等沈積物重力流破壞海床上之人工結構物，如海底電纜及油管線路等。

依據屏東地震後多年的調查研究發現，屏東地震所引發的一系列海底電纜斷裂事件可能與位於枋寮峽谷頭部附近的大規模海床沈積物液化作用有關(圖 2-85)，而此一液化作用可能與區域內的海底地下水輸出關係密切。透過一系列的地質剖面、側掃聲納及表水水氡測量結果，皆顯示海底地下水輸出系統的存在。

2006.12.26 發生於枋寮外海的屏東地震，觸發了北起高屏陸坡，南至馬尼拉海溝北端間十四條海底電纜斷纜事件。地震當時，當地漁民回報於枋寮海底峽谷頭部附近漁船陷於泥水之中，最初引發可能與臺灣西南海域廣泛發育之海底泥火山噴發有關的聯想。屏東地震後之地球物理調查工作即發現一系列的斷層、沈積物液化、麻坑及沈積物呈現聲學透明與地層隆起結構等可能與海底地下水滲流(submarine groundwater discharge)有關的現象(圖 2-86)。臺灣海洋科技中心海研五號研究船於枋寮海底峽谷頭部東側完成之船載多音束水深調查工作顯示，受震時於此處出現一範圍超過 10km^2，最大深度達 40m 之海床凹陷地形(圖 2-87)，顯示屏東地震觸發了大範圍沈積物液化作用，並進一步引發沈積物碎屑流進入枋寮海底峽谷。

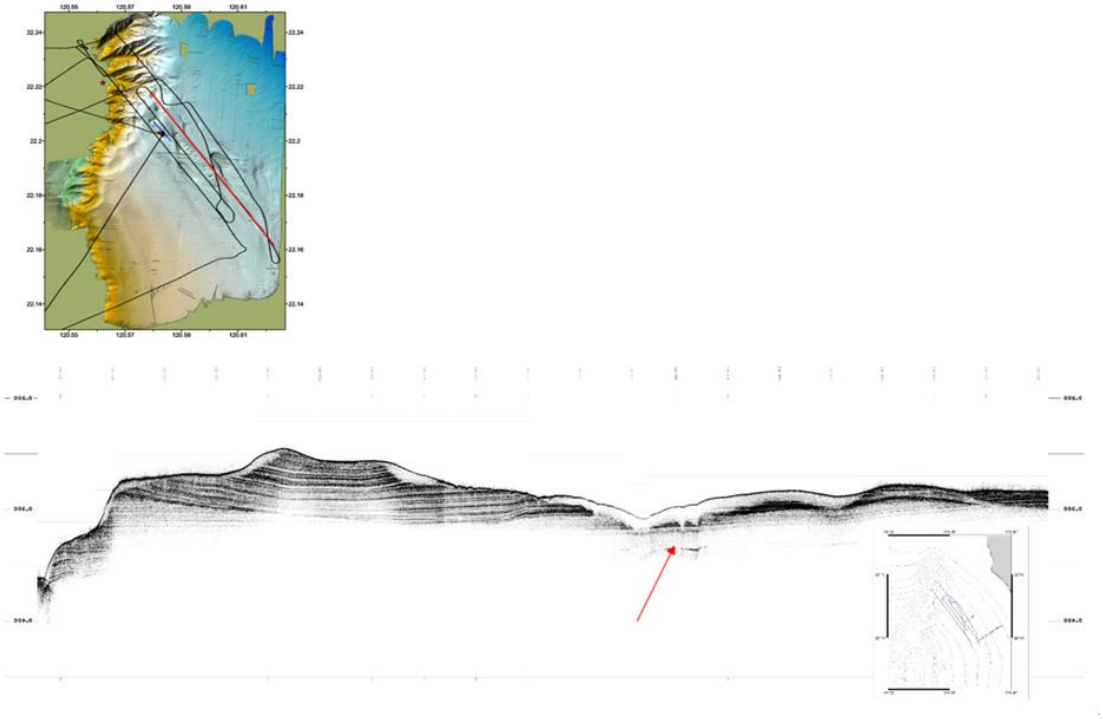
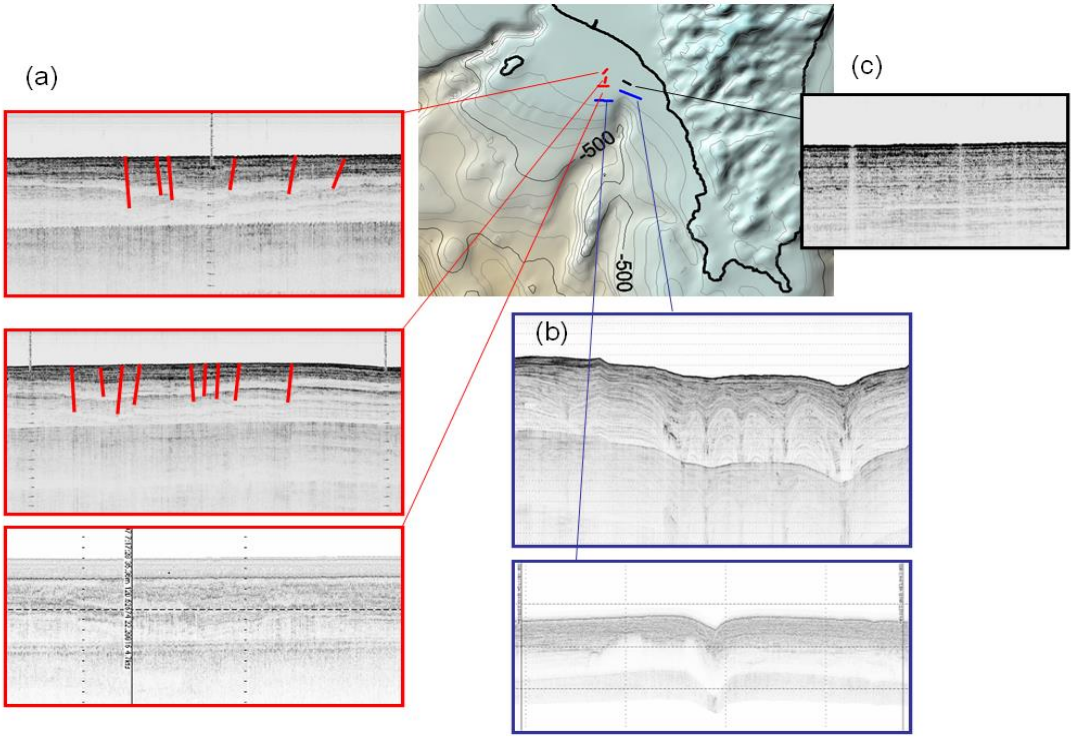
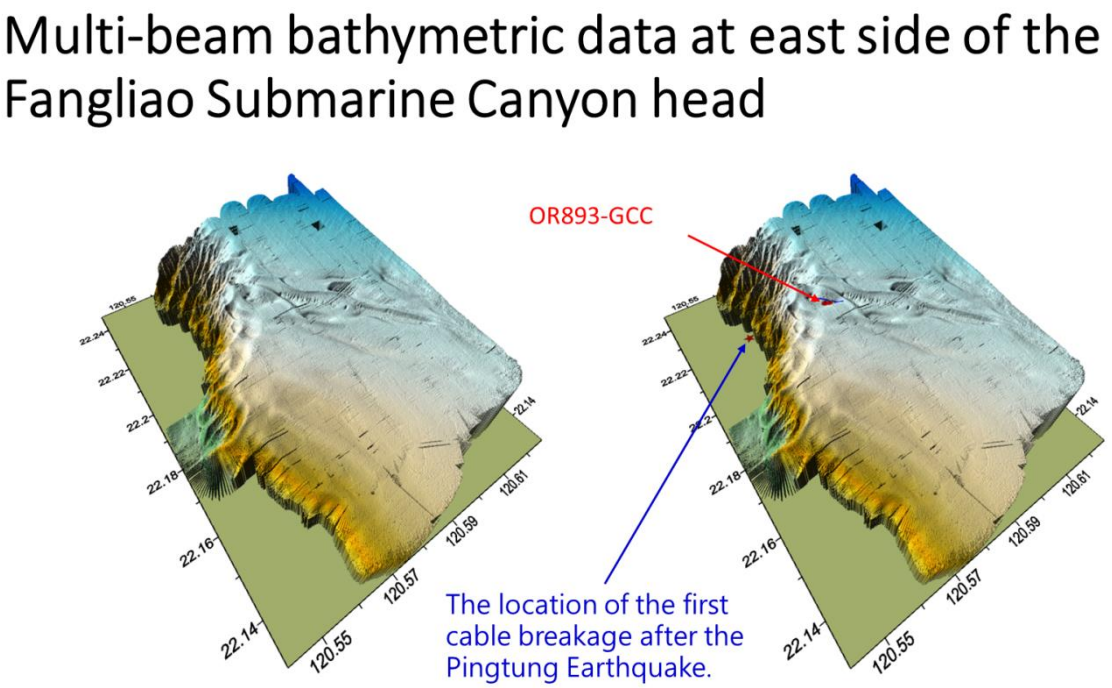


圖 2-85 地質剖面儀資料顯示於沈陷地形下方具有沈積物液化構造(紅色箭頭)



註：(a)斷層、(b)沈積物液化、(c)麻坑及沈積物呈現聲學透明與地層隆起結構等可能與海底地下水滲流（submarine groundwater discharge）有關的現象。

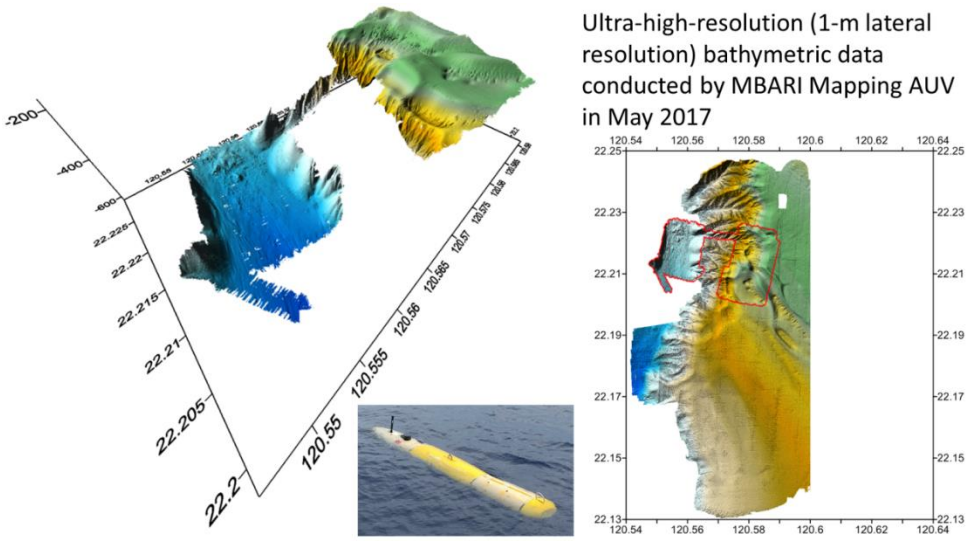
圖 2-86 屏東地震後海域地球物理調查成果



註：海床凹陷地形範圍超過 10km^2，最大深度達 40m，於屏東地震時形成。沈陷區北端連接枋寮海底峽谷，此處亦是屏東地震後第一條海底電纜斷裂的位置(紅色星號位置)。

圖 2-87 海研五號研究船於枋寮海底峽谷頭部東側完成之船載多音束水深調查成果

2017 年 5 月國立臺灣大學與 MBARI 聯合探測航次(OR1-1163)，利用 MBARI 的 Mapping AUV 及 miniROV 重返枋寮海底峽谷頭部海域，進行屏東地震後海底電纜斷裂位置調查。本次調查所獲之超高解析(1m 解析度)水深資料顯示，海底峽谷壁上存在一系列階梯狀地形，並沿著海床破壞位址之斗壁(headwall)出現慧星狀凹陷(圖 2-88)，此系列彗星狀麻坑出現於水深 200-240m 處，並與底質剖面儀出現聲學反白及液化構造之層位一致(圖 2-89)。圖 2-88 中底質剖面 A、B、C 測線海床呈現沈積物波結構，顯示 2006 屏東地震造成沈積物液化所形成之沈積物碎屑流遺留之沈積物堆積。D 及 E 測線則海床呈現侵蝕遺跡，顯示液化後沈積物流刮蝕地表。綜合海床地形與底質剖面調查結果，推測枋寮海底峽谷頭部地區為海床破壞之高潛勢區。而此高流體活動現象，可能來自屏東平原及中央山脈南端輸出的海底地下水滲流導致沈積物孔隙水壓增高，進一步因地震活動而觸發沈積物液化及海床破壞。調查團隊以表水氡氣為追蹤示劑，於臺灣西南沿岸至枋寮海底峽谷頭部進行調查，成果顯示此區域具有高水氡活度，特別於每年 9~12 月，水氡活度值明顯高於其它月份(圖 2-90)。



註：左圖紅框中可見沈積物碎屑流堆積，此一位址亦是 2016 屏東地震後海底電纜斷纜位置。右圖為 MBARI AUV 多音束海床地形(紅框)與 TORI 海研五號多音束海床測繪地形(10 m 解析)疊合圖。下圖為 MBARI Mapping AUV。

圖 2-88 MBARI 超高解析(1m)AUV 多音束海床測繪地形

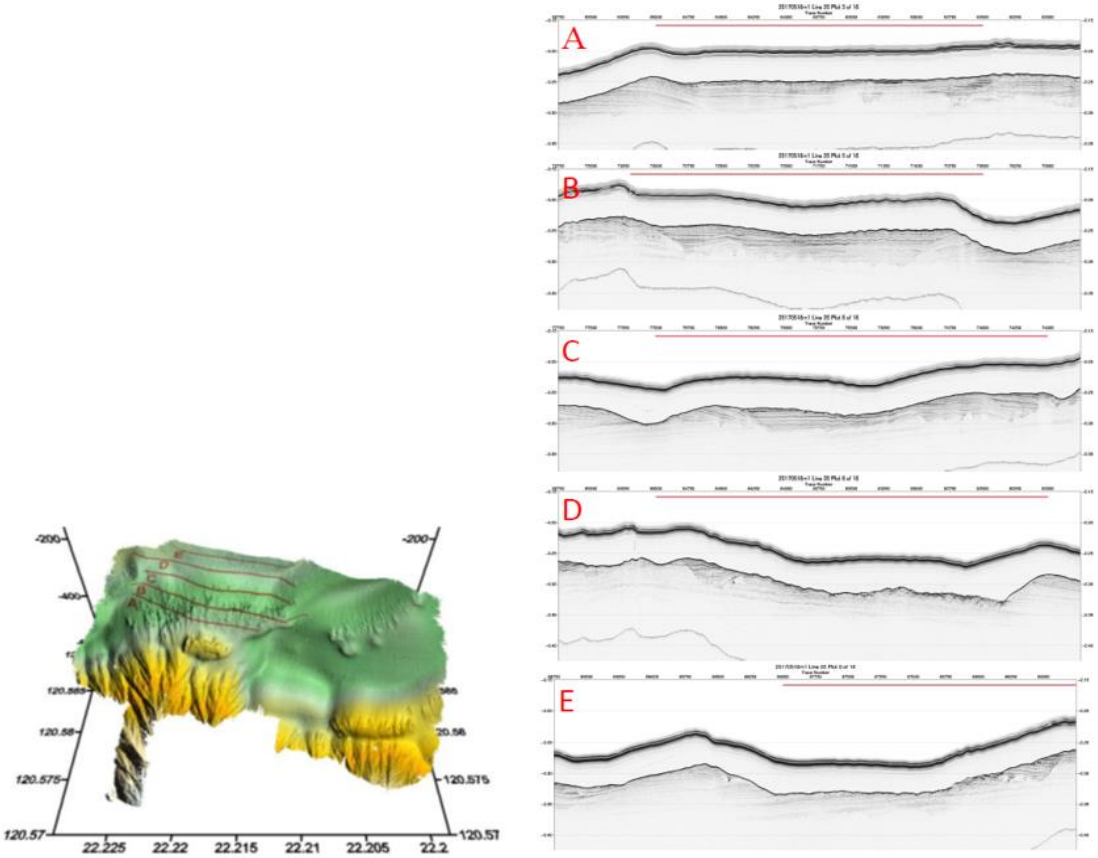
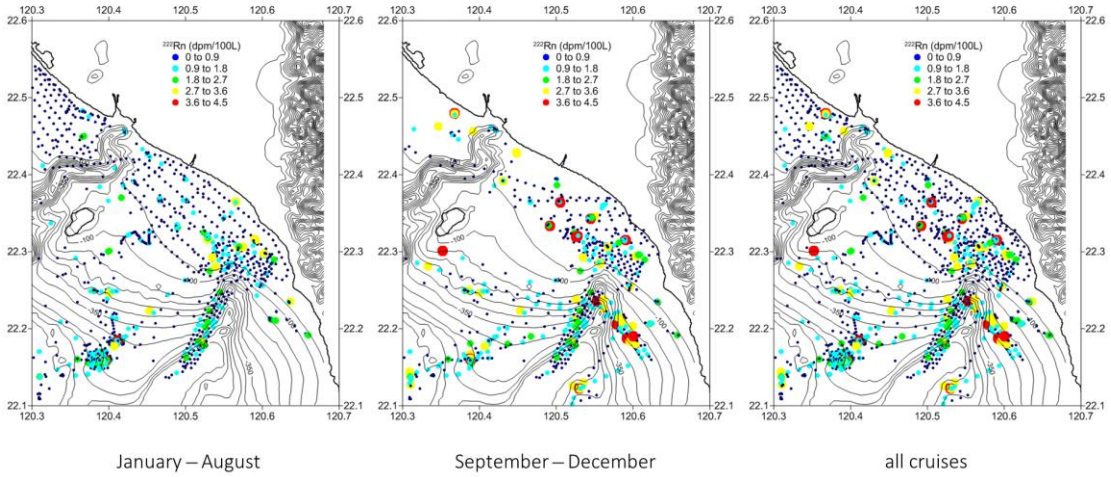


圖 2-89 AUV 底質剖面測線位置及彗星狀麻坑混亂聲學反白特徵



註：9~12 月為水氡高活度值出現季節，暗示此一季節海底地下水輸出高於其它時節。

圖 2-90 臺灣西南部外海表水水氡活度分布

(F) 海岸侵蝕

根據研究指出曾文溪上游興建水庫及攔砂工等設施，攔蓄來自上游集水區之土砂材料，使得河川輸砂量減少造成海岸砂源供給量不足。曾文溪下游段為感潮河段，河口與鄰近海域的水理與輸砂行為十分複雜，上游之供砂量與外海之波、潮流之推移形成之交互作用，亦是影響河口與鄰近海域漂砂與地形變化之主要因子。另根據張等人(2012)年研究指出，河堤築堤束洪之影響，使河川水流流速加劇，以束流之形式將原本應該停駐於河口沖積三角洲之砂源帶往較深之海域，致使近岸流無法將其帶回鄰近海岸淤積，亦為導致海岸線長期呈現向後退縮之因素。依據劉等人(2007~2009)研究指出，台南曾文溪口海岸的沙源供給減少問題日益嚴重，再加上夏季颱風的波浪淘刷，導致鄰近河口之自然沙灘之侵蝕後退，如圖 2-91 之曾文溪河口及七股海堤間歷年灘線變化圖(2007/ 2012/ 2015)所示。

水利署為維持現有水庫之蓄水功能，積極推動水庫更新改善及防淤工程，辦理曾文水庫防淤隧道工程，其計畫於水庫左壩座興建防淤隧道使水庫能適時將入庫泥砂及渾水藉由水庫底層之隧道進水口排洪兼放淤，以期達到蓄清排渾之目的，減緩水庫淤積，延長水庫使用年限，一方面能使水庫淤積情形得以減緩，另一方面能提供下游河口之泥沙補助。根據研究顯示，於颱洪期間進行水庫防淤操作運轉時，經由防淤隧道洩水所挾帶之泥砂預估量體為每年 104 萬立方公尺，預估可補充下游河川砂源，進而增加河口輸砂以減緩海岸退縮之情形，以達到「還砂於河」之效。

圖 2-91 曾文溪河口及七股海堤間歷年灘線變化圖(2007~2015)

(G) 海嘯預警

2011 年日本大海嘯提供台灣許多寶貴經驗,讓我國明瞭來自海嘯的嚴重影響及海嘯防災的不足與缺點；更重要的是要謹慎檢查台灣之海嘯災防體系及其弱點，並透過相關技術發展逐步改善，以建構完整的災防體系。災害防救法現行條文將海嘯災害列為地震衍伸災害，並由內政部於地震災害防救業務計畫中說明相關防救災中工作，目前雖未將海嘯災害單獨列為重點防救災害類型，但各相關業務防災計畫及地區災害防救計畫已對其擬訂相關計畫並實施演習；從日本海嘯的嚴重危害程度，可見其威脅民眾安全及造成衝擊更大，加上台灣西南海域存在毀滅性海嘯之威脅確實存在。為及時因應海嘯災害威脅，未來有必要將海嘯列為災害防救法法所定之災害種類。

臺灣地區每年平均發生多起規模 6 以上的地震，其中大部分發生於海域，因此存在海嘯侵襲的威脅。最近一次的災害性海嘯發生於 1867 年 12 月 18 日臺灣北部的基隆地區，曾經造成數百人傷亡。由於臺灣四面環海，當環太平洋區域發生大地震時，引發之海嘯可能侵襲臺灣沿岸，造成傷亡。對於國內海嘯預警係由「交通部中央氣象局海嘯資訊發布作業要點」進行海嘯預警作業及警報發布，期發布作業分為遠域海嘯及近域海嘯，有關遠域海嘯係由中央氣象局界接太平洋海嘯警報中心(PTWC)資訊進行海嘯警報發布作業，對於近域海嘯則由氣象局地震速報系統配合單元海嘯資料庫進行海嘯警報發布作業，其相關作業流程如圖 2-92 所示。

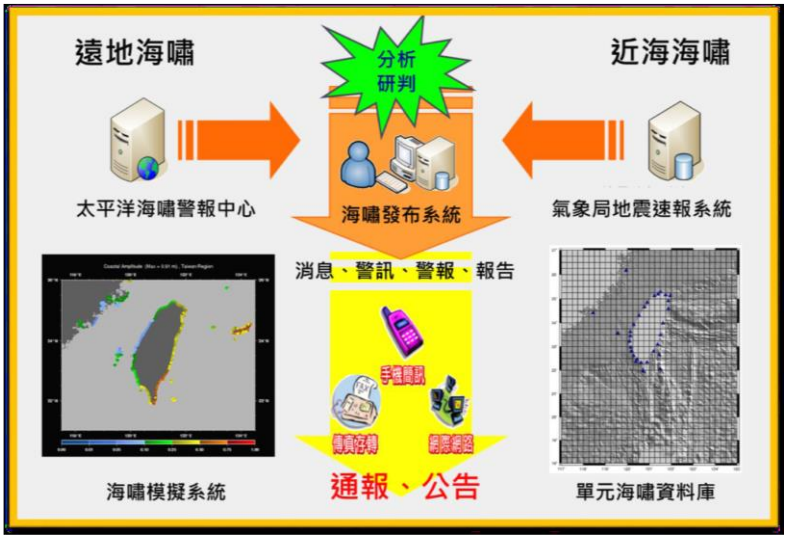


圖 2-92 海嘯警報發布作業流程

(G) 航行安全

由於對波浪學理的掌握與數值運算技巧的提昇，諸多的學者把研究重心放在利用數值技巧模擬異常波浪，他們研究的方向絕大多數都在於探討異常波浪發生的成因，因為只有將發生的成因弄清楚了，未來才有可能達到預測的可能性。造成航行安全危害的異常海象的成因可能是(1)遭受外在環境如風暴的影響；(2)波浪內部的能量疊加；(3)波浪的高階非線性交互作用；或是(4)波浪的調制不穩定引起的能量非線性自聚焦。近年來國內的研究亦是著重在異常波浪成因的探討上，有學者認為異常波浪的形成是因為波群的非線性演化所造成，也有人指出窄頻、高非線性及高群聚性的波浪場，其發生突起波浪的機率較高。我國中央氣象局除從事海域即時海氣象觀測外，近年亦積極從事極端與瞬變海象研究，中央氣象局委託國內學者利用非線性波理論，推導海洋中的異常波浪發生機率，使成為異常波浪機率預警模式，提供某一個海域會發生異常波浪的機率，航行船隻在高機率海域應特別提高警覺，這樣的預警系統已經達到準作業化能力，但受限於研發經費規模與驗證資料，研發進步較慢，應用也還未普遍，台灣環島規劃有十數條藍色公路，這些藍色公路上之海象狀況有定期進行預警，但這僅是針對一般性海象，對於藍色公路上出現突發性異常波浪則尚未有預警系統對外公告。

(二) 海洋遊憩

生活與氣象息息相關，舉凡小至個人每天生活旅遊、育樂、工商活動、健康保健，大至農、漁、畜牧、能源、交通、水資源、災防應用及國家經濟建設等都需參考及應用氣象資訊，因此在各行各業活動與應用中，氣象扮演相對重要的角色。1990年代初期，網際網路(Internet)開始在全球各地發展茁壯後，資訊服務產業興盛，氣象資訊服務亦然，從靜態圖片到動態圖片、影片等多媒體資訊，提供更具象化、直觀化的資訊服務，時下流行的 Flash 動畫也為網頁版面注入活力與朝氣，建立方便又美觀的瀏覽環境，在網際網路的普及下，電子報、個人化網頁服務、RSS 等服務使用更加便利，近年來，社群網站的興盛更成為主要的資訊傳播管道之一。

國內早已有氣象服務，中央氣象局係政府部門，提供國人免費氣象資訊服務，但對於部分特殊需求的氣象資訊，則由民間的氣象資訊服務公司提供，並收取費用，譬如舉辦演唱會、戶外婚禮等都需要氣象服務。陸域的生活需要氣象服務，但若活動是在海上，則需要海象的資訊服務。因此，漁撈、海洋遊憩、海釣、到貨物運送、渡輪等交通工具都需要海洋資訊服務，目前在國內尚未有此產業，未來的發展潛力很大，相較於陸域，海洋相關事務通常較為昂貴，因此，海象資訊服務的代價也會比較高，產業產值也會較高，值得推廣發展。在發展技術上則並未有大的門檻，相關海洋預測技術在國內學術界、產業界都已有掌握，未來應著重在系統整合並加強運算效能和穩定性，具有良好操作者介面並且和新科技結合展示是必走的方向。

(三) 水下技術

(1) 水下考古

根據科技部及文化部文化資產局近 5 年之究計畫項目進行統整(表 2-20)，顯示水下考古議題為近 5 年之新興研究項目，104 年開始進行水下文化資產保存法相關法制委託研究，接續幾年主要研究考古工具、應用 ROV 進行立體攝影測量之技術研發以及利用側掃聲納系統提升水下辨識物之能力。

(2) 水下可見光通訊

依臺灣近 5 年水下通訊各類發展計畫案顯示，現階段水下技術發展以通訊品質及技術作為發展重心，並應用於水下無人載具，近年來發展則著重於結合水下物聯網，改善水下無線電力傳輸技術，以滿足海洋探測開發、救災及海洋休閒活動等之應用。

表 2-20 臺灣近 5 年水下考古各類發展計畫案

年份	主管機關	計畫主題	計畫內容
2015	科技部	追隨移動中水下載具之光通訊雲台機構研製	本計畫涵蓋三個子計畫：(1)追隨移動中水下載具之光通訊雲台機構研製、(2)可見光通訊前端類比設計，製作，及雛形系統整合、(3)水下光通訊系統設計與訊號處理。提出一利用可見光為資料傳輸媒介之水下載具無線通訊系統，目標在淺水區或是狹窄水域等 不利於聲波傳輸的水下環境，用於水下網路與載具之間的中短距離雙向溝通介面。本計畫整合各子計畫的成果，研製先進的前端、基頻訊號處理與指向機構，完成一個可以高速連結水下載具與水中網路結點之光通訊系統。此系統裝設在水下載具上，在 50 公尺水深處驗證功能，展示潛艦與水下固定節點之高速通訊成果。
2016	科技部	10Gbps 超高速水下可見光通訊系統	水下通訊不外忽應用於海洋、大型蓄水區之探測開發與災害搶救等，此水域皆附有浮游生物及粒子，造成光線散射與阻擾，針對此惡劣環境下，本計畫嘗試設計新型可見光通訊光學系統，讓可見光通訊能在清澈水域中傳輸達 15~25m，在混沌水域中(模擬海洋)也能傳輸達 5~10m。於發射端與接收端加入等化器電路、正交分頻多工(OFDM)調變等關鍵技術，對於水下可見光通訊應用而言，預期將可得到相當低的誤碼率值及漂亮的星座圖。
2017	科技部	15 Gbaud PAM4 高速水下可見光通訊	本計畫提出利用可見光波長雷射及 PAM4 訊號調變技術於水下可見光通訊應用；現有訊號格式中，非歸零編碼(NRZ)訊號傳輸相對簡單，而於可見光波段的光通訊元件未有光纖通訊波段的成熟時，NRZ 訊號將受限於其雷射頻寬限制，使得傳輸速率無法提升。4 階脈衝振幅調變(PAM-4)訊號是通 過組合雙通道 NRZ 訊號所產生的新穎訊號格式，通過在每個符號中傳輸兩個位元來將固定傳輸速率的頻寬減半，其 PAM4 訊號的頻譜正好是 NRZ 訊號頻譜寬度的一半，使得這種格式在高速數據通信中具有潛在的優勢。
	科技部	應用聚光型太陽能於水下可見光通訊及無線電力傳輸之研究	近年隨著各式通訊系統蓬勃發展，造成 Radio Frequency (RF)頻段的擁擠，使得可見光通訊(visible light communications，VLC)傳輸技術愈來愈受到研究機構及業界的矚目。以太陽能系統搭配 VLC 傳輸技術中的 Li-Fi (Light Fidelity)技術同時具備無線電力傳輸和通訊功能。 於水下無人探測載具(unmanned underwater vehicle，UUV)的水下可見光通訊技術由於其具有低延遲、低成本、低功耗等特性，也越來越受到科學界的重視。本研究提出整合聚光型太陽能系統於水下可見光通訊系統(underwater visible light communication，UVLC)，以提供雙向並列可見光資料傳輸，以及高轉換效率之太陽能無線電力傳輸、並利用聚光透鏡增加其可視角，具有創新及極具投入研究之價值。

2018	科技部	結合雷射電力傳輸及聚光型太陽能於水下無人載具充電及通訊之研究	本計畫「結合雷射電力傳輸及聚光型太陽能於水下無人載具充電及通訊之研究」，延續105~106 年度受科技部補助之專題研究計畫的研究成果。進一步將無線電力傳輸暨可見光通訊系統應用於水下可見光通訊及無線電力傳輸，目前開發之系統已可在數公尺的範圍內電力傳輸可達數百 mW，傳輸速率可達數百 Kb/s。預計於下一年度的計畫，進一步研究以雷射二極體(laser diode，LD)光源提升電力傳輸效率，並加入太陽能接收器電池重組電路、以及搭配超級電容之電力轉換器及蓄電池充放電電路，以建立「結合 CPV 之水下無人載具無線充電/可見光通訊」之完整示範系統。並以此系統結合水下物聯網(Internet of underwater things，IoUT)以建構充電網路，以拓展太陽能之應用領域，並改善水下無線電力傳輸技術。
	經濟部技術處	多維度視訊與聯網整合技術計畫	多維度視訊與聯網技術發展我國自主性水下影音視訊之智慧輕型遠程操控平台與即時通訊系統，以關鍵核心軟體與演算法達到專業視訊對場域應用的技術要求，透過資通訊技術解決無人載具上的複雜決策與靈敏反應，以 VR 3D 前瞻應用服務為挑戰標的，引領空中與水域無人輕型載具產業之加值應用。本計畫將投入超高擬真 360 全景視訊編解碼與 3D 點雲壓縮技術研發，藉由整合產官學研各界的研發能量，共同參與 MPEG/ITU-T H.266 高解析度全景視訊國際標準規格制定並進行技術提案，先期佈局我國 VR360 技術專利智財權(Essential IPR)保護網；研發公分等級 3D 定位測距與水下載具 MR 臨場操控技術，完成水下可見光聯網通訊系統解決方案；以無線光通訊實現水下多視角視訊與聯網整合，進行水下互動式混合實境觸動操控之多類型訊息蒐集、傳輸與應用(如：近海養殖/海底生物觀測/水質即時監測等)，提供水下環境快速偵測、巡檢服務與水下施工安全/便利性，可降低水域重要公共設施檢測成本，藉此帶動台灣無人輕型載具 MR 臨場互動遠端操控與多維度視訊聯網服務體驗，實現國內產業軟硬整合及跨領域之新型態應用。

四、海洋資源與能源

本範疇包含(1)生物資源、(2)非生物資源、(3)離岸風電、(4)海洋再生能源等發展領域，本計畫針對各領域高度發展之研究議題現況盤點如下：

(一) 生物資源

(A) 海洋漁業

根據漁業署近 5 年之科技研究計畫項目可歸納出 4 大發展主軸(下表 2-21)，包括資源增裕、漁業資源調查與評估、漁業能力提升技術、及監控與管理科技等 4 大面向。2018 年後 2 項主軸所規劃的各項研究案中，大量導入衛星遙測、地理訊系統、船舶通訊及大數據等重要科技，顯見遙測與通訊技術是重要研究工具，而大數據分析模式將是未來持續投入研發新的主要領域。目前海洋漁業相關技術轉移之成果如表 2-22，列舉出 103 年至 107 年技轉成功之內容，主要分為漁業資源及資訊管理等 2 大主軸。

(B) 水產養殖

根據漁業署近 5 年之科技研究計畫項目可歸納出 3 大發展主軸(表 2-23)，包括水產養殖技術及水產食品加工、食品安全、監控與管理科技等 3 大面向。目前水產養殖技術轉移之成果如下表 2-24，列舉出 103 年至 107 年技轉成功之內容，相比海洋漁業相關技術目前仍以發展水產技術及相關加工為主要重點，上節其他 2 項漁業資源及資訊管理等技術轉移案例較少。

表 2-21 臺灣近 5 年海洋漁業各類發展計畫案

計畫主軸	近五年主要研究案及相關內容(依年份區分)				
	104	105	106	107	108
資源增裕	推動台灣栽培漁業示範區放流後效益評估	推動台灣栽培漁業示範區放流後效益評估	推動臺灣栽培漁業示範區放流及效益評估	推動臺灣栽培漁業示範區	臺灣栽培漁業區之跨域統合暨漁場環境調整改善
漁業能力提升	漁船作業安全及省能源漁業機具技術開發研究	建構海洋漁業資料整合系統	建構海洋漁業資料整合系統	1.建構海洋漁業資料整合系統 2.漁船作業安全及省能源漁業機具技術開發研究 3.海洋漁產業領航產業技術研發與應用	建構海洋漁業資料整合系統
漁業資源調查與評估	1. 臺灣沿海場域環境調查暨改善之研究 2. 三大洋鮪、旗魚類生物暨資源評估 3. 魷魚及秋刀魚生物暨資源研究 4. 三大洋混獲物種資源調查研究 5. 氣候變遷對遠洋鮪類資源及漁場變動之影響 6. 海洋生物多樣性之環境調查研究 7. 沿近海重要漁業資源調查評估與利用管理研究 8. 鰻魚資源復育之研究 9. 赤鯙族群動態調查及繁養殖技術開發	1. 臺灣沿海場域環境調查暨改善之研究 2. 三大洋鮪、旗魚類生物暨資源評估 3. 魷魚及秋刀魚生物暨資源研究 4. 沿近海重要底棲漁業資源調查評估與利用管理研究 5. 沿近海重要洄游性漁業資源調查評估與利用管理研究 6. 鰻魚繁養殖、資源調查及多元利用研究	1. 臺灣沿海場域環境調查暨改善之研究 2. 三大洋鮪、旗魚類生物暨資源評估 3. 魷魚及秋刀魚生物暨資源研究 4. 三大洋混獲物種資源調查研究 5. 沿近海重要底棲漁業資源調查評估與利用管理研究 6. 沿近海重要洄游性漁業資源調查評估與利用管理研究 7. 鰻魚繁養殖、資源調查及多元利用研究	1. 大西洋區重要鮪旗鯊類漁獲物種資源調查研究 2. 印度洋區重要鮪旗鯊類漁獲物種資源調查研究 3. 太平洋區重要鮪旗類漁獲物種資源調查研究暨太平洋黑鮪生殖研究 4. 魷魚及秋刀魚生物暨資源研究 5. 寶石珊瑚漁業漁獲資料分析及漁場調查研究 6. 臺灣沿岸海域魚槍採捕狀況及對當地漁業資源影響調查評估 7. 管理魚種漁業資源調查評估 8. 臺灣沿海場域漁業活動調查暨放流後效益評估	太平洋區重要鮪旗鯊類漁獲物種資源調查研究

計畫主軸	近五年主要研究案及相關內容(依年份區分)				
	104	105	106	107	108
監控與管理科技			遠洋觀察員資料改善研究	1. 海洋漁業資料改善研究 2. 臺灣小型鮪延繩釣漁船動態及漁獲資料分析 3. 三大洋鮪釣漁業混獲物種(海鳥、海龜及鯨豚)混獲分析暨鯊魚物種快速篩檢技術 4. 大數據(Big data)之航程紀錄器(VDR)資料應用研究 5. 船舶自動辨識系統(AIS)於漁船監控及應用之整體規劃 6. 運用衛星及航測資訊建構養殖面積監控系統	

表 2-22 海洋漁業相關技術轉移成果表

技轉主軸	漁業資源	資訊管理
技轉內容	海面養殖水下殘餌監控系統組裝及使用技術： 水下殘餌監控系統及即時監測網具變形及破損狀態，網片藻類附著狀況，減少魚隻脫逃數量。	1. Zigbee 水質微氣候多點監控系統： 提供一套淡水環境微氣候與水質監測WSN架構的解決方案。 2. 多功能監測紀錄通訊器： 可進行田間即時環境參數監測,提供異常警示及回饋控制。

表 2-23 臺灣近 5 年水產養殖相關各類發展計畫案

計畫主軸	近五年主要研究案及相關內容(依年份區分)				
	104	105	106	107	108
水產養殖技術及水產食品加工	1. 放流魚介貝類之繁養殖技術開發及種苗關鍵量產技之開發 2. 黃鰭鮪箱網養殖生產技術之建構 3. 重要水產生物育種及餌飼料研究 4. 水產低度利用資源之加值應用研究 5. 重要水產生物育種及繁養殖技術研發 6. 觀賞魚繁養殖及產業應用關鍵技術研發	1. 未來適合放流物種之繁養殖技術與苗量產開發 2. 冷水性魚類繁養殖技術之開發 3. 鮪類及洄游性魚類繁養殖技術之開發 4. 水產繁養殖多元技術開發 5. 重要水產生物育種及餌飼料研究 6. 重要水產生物育種及繁養殖技術研發	1. 未來適合放流物種之繁養殖技術與苗量產開發 2. 開發鮪類箱網養殖生產技術之建構與繁養殖技術之開發 3. 多樣化養殖技術及新興物種開發 4. 重要水產生物育種及餌飼料研究 5. 水產免疫技術之研究	1. 水產食品加工技術研發 2. 復育東北角及東部地區九孔養殖產業之研究 3. 液態天然氣(LNG)冷排水養殖模場之經營模式及成本效益分析之研究	
食品安全		水產品及飼料安全性研究		水產動物用藥及環境衛生安全監測之研究	水產動物用藥及環境衛生安全監測之研究
監控與管理科技	水產養殖經營管理	水產養殖經營管理研究	水產養殖管理研究	外來水產生物之野外族群監控與危害防治	

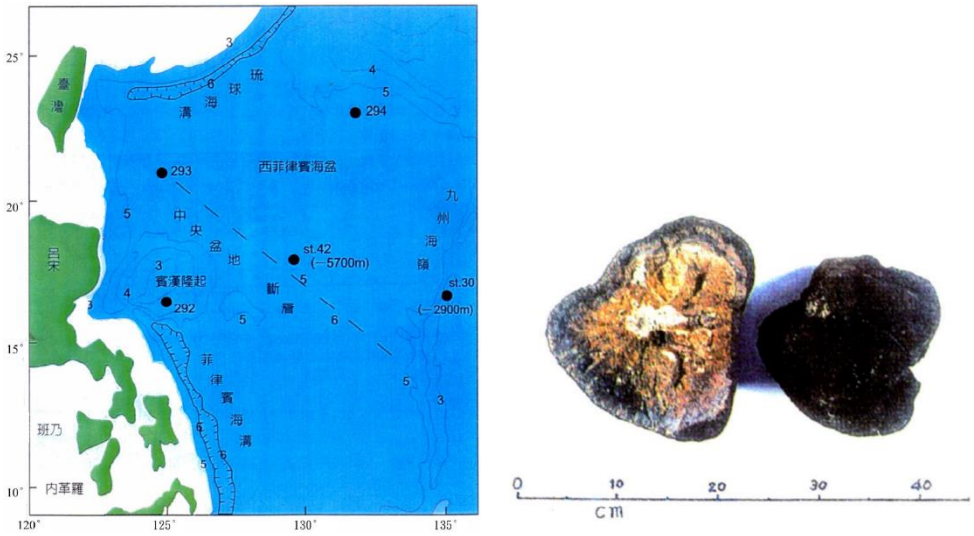
表 2-24 水產養殖相關技術轉移成果表

技轉主軸	水產養殖及加工
技轉內容	1. 抗水產病原弧菌之益生菌及其保存與培養技術：有效預防及抑制弧菌疾病，減少抗生素的使用，並降低養殖產業因為弧菌疾病造成的損失，以健康管理方式，促進水產養殖產業永續經營。 2. 海水吳郭魚養殖與運用：培育出完全在海水中養殖之具耐塩性海水吳郭魚品系。 3. 高產能 SPF 虎龍斑幼苗培育及成魚養殖技術：提高育苗率，本技術是一種無毒、健康、衛生、環保、科技、永續的養魚技術。 4. 高產能 SPF 白蝦繁殖技術：解決多年來海水蝦類蝦苗因垂直與水平感染病毒而造成大量死亡的問題。 5. 海洋奇冰機能性冰品：以各式海洋原料為素材，結合健康與機能概念，研發出一系列機能性冰品。 6. 觀賞水草炫彩培養基及栽培技術：研發之植化性成分培養基試驗中發現，植化性培養基以個別對需光性強弱(陰性或陽性)的觀賞水草進行初步測試栽培，對於無論需光性強弱的觀賞水草都具有顯著的生長，非常適合觀賞水草栽培使用，搭配豐富色彩使植化性培養基，營造出療癒系的視覺特性。 7. 庫達海馬養殖及量產技術：內容含庫達海馬餌料生物之培養及保種技術、庫達海馬種魚之配對及養殖技術、養殖用水之處理技術及庫達海馬培苗生產技術流程之建構。 8. 產葡聚糖及糖之乳酸菌保存及培養技術：有效增進魚蝦類的生長及免疫能力。 9. 九孔育苗附著板及其應用技術：能提高培育池中浪板間之通透性，減少浪板之阻隔，增加九孔浮游苗於水中的均勻度，讓九孔浮游苗能充分利用水流穿梭於浪板間，增進其在水體中之分散性，提昇其在附著時之均勻度。 10. 誘導短鰭黃鱲鯵種魚成熟產卵技術：藉由抽卵法判斷成熟度決定荷爾蒙種類與劑量，在產卵臨界水溫內進行催熟產卵。 11. 海水觀賞蝦-德班氏活額蝦種苗量產技術：量產技術的建立，是依據實驗室所獲的結果實際應用。 12. 魚鱗氫氧基磷灰石之萃取技術：以魚鱗原料經關鍵萃取產製魚鱗氫氧基磷灰石 (HAP)，可應用作為生醫及食品保健用材。 13. 腸炎弧菌池邊即時快檢套組：快速檢測試劑僅需 15 分鐘即可判讀結果，將可推廣為養殖業者落實魚池健康管理的得力助手，有效降低養殖現場發生大規模疫病蔓延的風險。 14. 鋸緣青蟹獨立盒養殖系統：本套系統，以獨立盒養殖及模擬環境潮汐水流為概代，設計節能省電流水系統，配合一系列便於操作、投餵及管理設備，能應用於蝷蟹類養殖，高活存率，生產體型一致，肉質飽滿，健康度佳的蝷，提高養殖業者的經營收益。 15. 白蝦排砂及冷凍調理包製作技術 16. 鯊魚皮去鱗技術：少原料量損失以提升商品價值。 17. 紅斑活額蝦種苗量產技術：利用種蝦管理方法篩選種蝦、卵的孵化管理控制孵化時機及數量、餌料計量方法計算投未量、蝦苗的餵食方法及時機、蝦苗培育管理方法結合以上方法進行量產。

(二) 非生物資源

(A) 海洋礦物資源

我國於 1980 至 1990 年代曾積極進行錳核相關科學研究，其後因樣本取得困難，僅零星少數研究工作斷續進行。我國海洋研究船九連號曾在臺灣東部之菲律賓海 30 號測站(16°14' N, 134°34' E，水深 2,900m)及 42 號測站(16°56' N, 129°48' E，水深 5,700m)之測站採得錳核標本(圖 2-93)。採集之 18 個菲律賓海錳核經由原子吸光法及 X 光螢光法測定其平均成分為鐵、錳、鈣、鎂、鈉、鉀、鈷、鉻 30 ppm、銅、鋰、鎳、鉛、鍶、鋅、鑭、鈰、釹、釩、釔、鋯、鈮(陳汝勤，1984)。其中錳、鐵、鎳、鈷及銅的含量較世界錳核之平均值低。

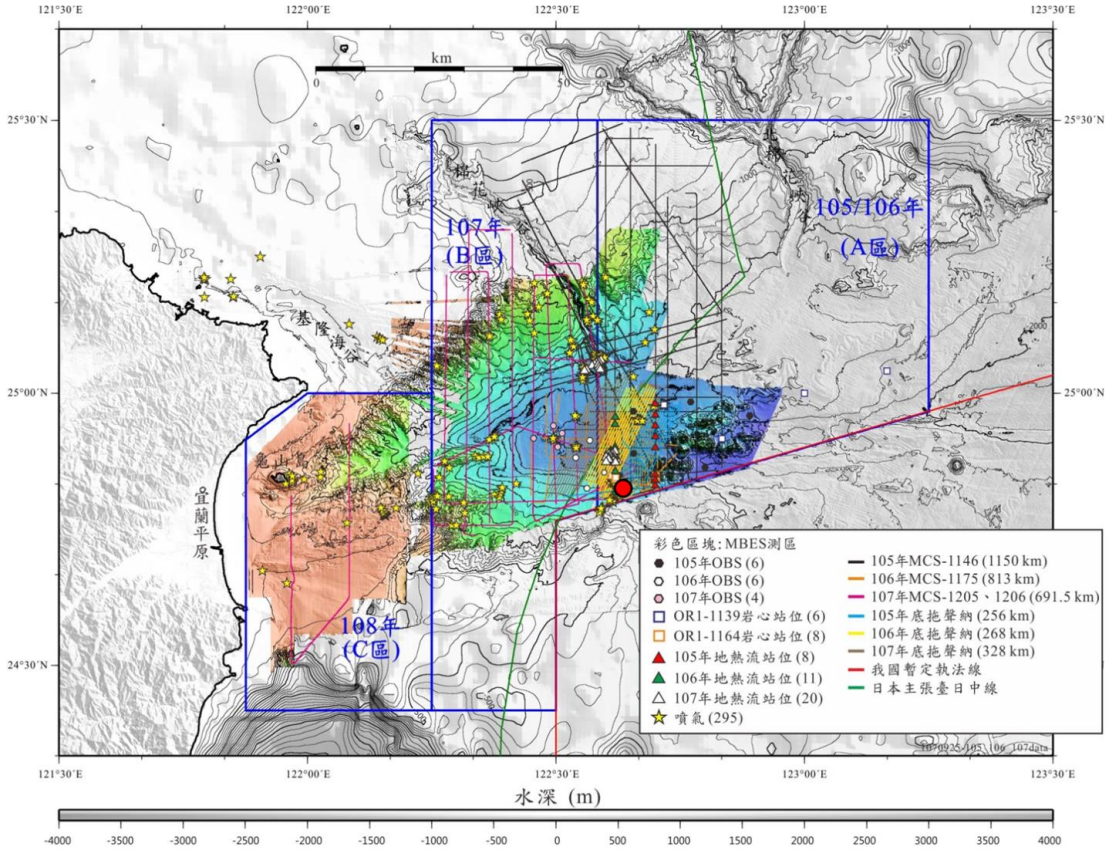


註：左圖為錳核在臺灣東部外海之分布。我國研究船於第 30 號測站(st.30)及第 42 號測站(st.42)曾採到大量錳核標本；右圖為我國海洋研究船在菲律賓海第 30 測站所採到的錳核標本，直徑約 20 公分，呈球形黑色，屬於較大之錳核，具有洋蔥狀結構。

圖 2-93 臺灣東部外海錳核之分布與樣本

於海床塊狀硫化物礦床(熱液礦床)調查研究方面，雖然沖繩海槽西南端 SPOT 地區，具備發達的張裂構造系統，並伴隨密集火成岩之噴發與侵入，與沉積物和海水可產生廣泛的熱液換質與礦化作用，中性至酸性之安山岩與流紋岩和富含有機質之陸源沉積物充分交換取代後可促進鉛、鋅、砷、銻、金和銀等具經計價值之金屬礦化。且因現地水深大多小於 2000m，較深部之熱液移棲至海床表層後易產生沸騰作用，使多種換質礦物接續沈澱，形成較大規模的礦化作用；富含 CO_2 氣體的熱液及海水混合後，常形成碳酸鹽類礦物，可能富含稀土元素。

囿於過去海上調查能量與資源之不足，未能長期進行相關調查研究。有鑑於臺灣地理位置得天獨厚，且近年來海域調查與採樣技術增進，2016 年起中央地質調查所啟動第 1 期 4 年科技發展計畫「臺灣東北海域礦產資源潛能調查」，執行內容包括(1)震測及地熱流調查研究、(2)高解析聲納及磁力調查研究、(3)地球化學及海床觀測調查研究，期運用國內現有之海域地質調查設備與技術，進行東北海域的礦產資源潛能調查。計畫規劃之重點調查區域位於東經 121°52.57'~123°15'、北緯 24°25'~25°30'之範圍(圖 2-94)，希望藉由各種海域地質、地化調查方法與探測技術，分年分區調查、瞭解臺灣東北海域火成活動分布範圍及熱液換質、礦化作用的特性，以評估東北海域之多金屬礦產資源潛能，並建立東北海域基礎地質資料，奠定我國海域礦產資源永續發展基礎。

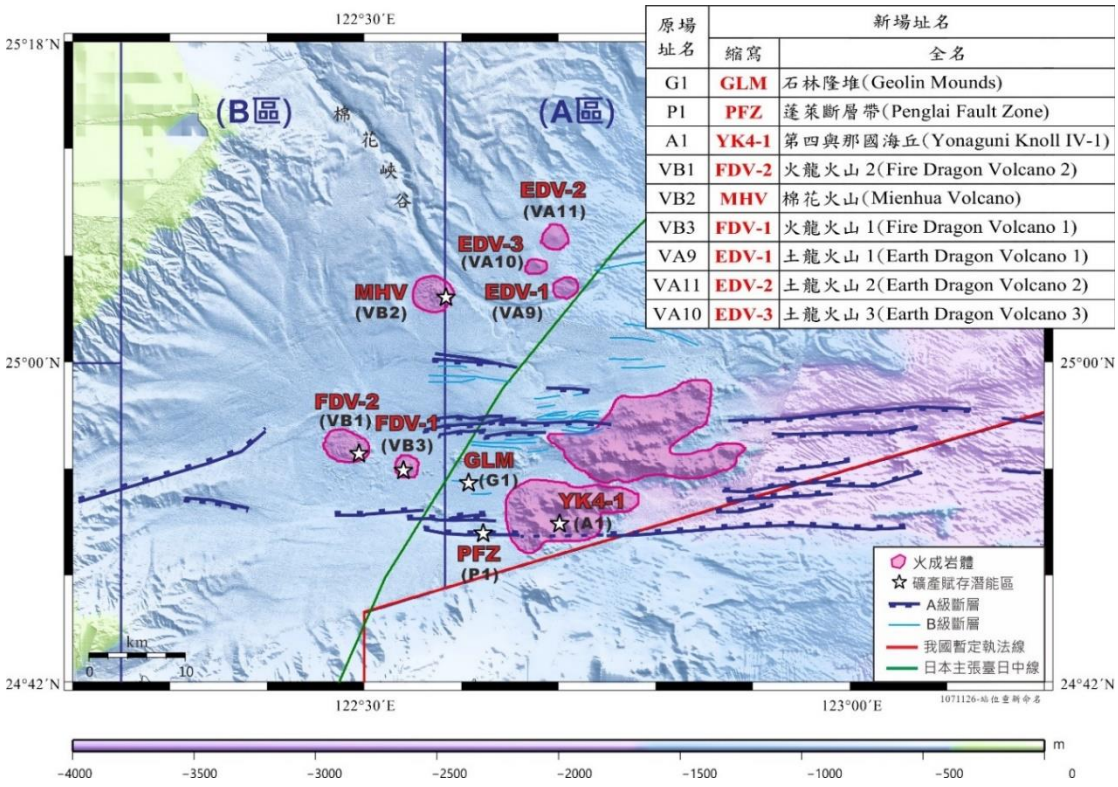


註：紅色圓點為第四與那國海丘。

圖 2-94 「臺灣東北海域礦產資源潛能調查」計畫，分年調查規劃分布

2016~2018 年調查結果顯示南沖繩海槽南端除已知之第四與那國海丘(Diyaon-Yonaguni Knoll)熱液場址外，新發現蓬萊斷層帶場址(PFZ)、石林隆堆場址(GLM)、棉花火山場址(MHV)、火龍火山 1 場址(FDV-1)、火龍火山 2 場址(FDV-2)等熱液活動場址(圖 2-95)。其中石林隆堆場址(GLM)之沉積物具有明顯微量元素(Ag、As、Pb、Bi、Cd、Cu、Zn)富集現象，其間隙水之稀土元素最高濃度與第四與那國海丘場址(Yonaguni Knoll IV)區域熱液噴口所測得稀土元素文獻值相當。此外，於石林隆堆場址(GLM)取得之大量礦化標本顯示硫化金屬礦化作用活躍，產出與鉍相關之原生及

次生自然金(含少量銀)，以極低度至低度硫化型 380–410°C 熱液沉澱為主，局部遭受中度硫化型和非硫化型熱液影響；海床表面影像亦於第四與那國海丘熱液場址及蓬萊斷層帶熱液場址發現層化岩礁區塊與及裂口位置，亦拍攝到大量的深海生物，其中於第四與那國海丘熱液場址所觀測到的熱液噴柱活躍噴發與滿佈白色潛鎧蝦及貽貝的海床特徵最具代表性。於石林隆堆場址、棉花火山場址及火龍火山 1 場址觀測到熱泉地質與生態群聚，取得豐富之海床表面特徵及生態影像資料。整體調查結果顯示調查地區具有探勘貴金屬和相關礦產資源之良好前景，值得再深入調查其礦化範圍及特性變化。



原場址名	新場址名	
	縮寫	全名
G1	GLM	石林隆堆(Geolin Mounds)
P1	PFZ	蓬萊斷層帶(Penglai Fault Zone)
A1	YK4-1	第四與那國海丘(Yonaguni Knoll IV-1)
VB1	FDV-2	火龍火山 2(Fire Dragon Volcano 2)
VB2	MHV	棉花火山(Mienhua Volcano)
VB3	FDV-1	火龍火山 1(Fire Dragon Volcano 1)
VA9	EDV-1	土龍火山 1(Earth Dragon Volcano 1)
VA11	EDV-2	土龍火山 2(Earth Dragon Volcano 2)
VA10	EDV-3	土龍火山 3(Earth Dragon Volcano 3)

圖 2-95 臺灣東北海域重要熱液場址位置

(B) 天然氣水合物

臺灣天然氣水合物的研究始自 90 年代末期，2001 年經濟部中央地質調查所(後續以「中央地調所」稱之)委託工業技術研究院能源與資源研究所(現綠能與環境研究所)利用臺灣大學海洋研究所資料進行「臺灣週邊海域天然氣水合物先期調查研究計畫」，並建議將臺灣西南海域列為最優先重點調查區域。2002 及 2003 年分別委託臺灣大學海洋研究所執行「臺灣西南海域海底仿擬反射(BSR)資料庫暨甲烷(天然氣)水合物網頁建置專案」及「臺灣西南海域天然氣水合物地球物理先期調查」計畫，重新彙整、處理、分析臺灣西南海域之反射震測資料，評估天然氣水合物可能之賦存位置，並建置臺灣西南海域天然氣水合物剖面影像與屬性資料庫。

近五年國內天然氣水合物研究工作，除學界外主要集中於中央地調所及科技部執行。考量天然氣水合物之科技發展為一長期且發展中之工作，為能清楚表達臺灣

目前發展，以下就重要之發展時間與里程碑進行說明(表 2-25)。

表 2-25 臺灣歷年來天然氣水合物研究與調查計畫列表

委託單位	計畫名稱	主持人	年份
中央地調所	台灣西南海域天然氣水合物地球物理先期調查研究計畫	劉家瑄	2003
中央地調所	第 1 期-台灣西南海域天然氣水合物賦存區地質調查研究地球物理調查	劉家瑄	2004~2007
中央地調所	第 2 期-臺灣西南海域新興能源-天然氣水合物資源調查與評估	劉家瑄	2008~2011
中央地調所	第 3 期-天然氣水合物資源潛能調查	劉家瑄	2012~2015
科技部	NEP I 台灣西南海域天然氣水合物	劉家瑄	2013
科技部	NEP II 臺灣西南海域天然氣水合物儲集層特性與能源潛力評估	劉家瑄	2014~2016
科技部	NEP II 天然氣水合物儲集系統精密觀測與取樣-臺美與臺德合作計畫	劉家瑄	2017~2018
科技部	台灣西南海域天然氣水合物探採安全與海床穩定性的基礎研究	董家鈞	2014~2015
科技部	台灣西南海域天然氣水合物資源地質精查及南部海域天然氣水合物賦存潛能調查	鐘三維	2014~2015
科技部	量化台灣西南海域甲烷溢出總量及評估其對環境之影響	洪慶章	2014~2015
科技部	天然氣水合物地層分解量評估技術建立	施武陽	2014~2015
科技部	天然氣水合物開發與儲集層工程技術之研究	陳立仁	2014~2015
科技部	天然氣水合物對於深海生物多樣性與生態功能之影響評估	賴美津	2014~2015
科技部	台灣西南海域天然氣水合物賦存區海床穩定性的基礎研究	林靜怡	2014~2015
科技部	台灣西南海域天然氣水合物儲集層特性與能源潛力評估	劉家瑄	2014~2016
科技部	台灣西南海域天然氣水合物資源台德合作探勘計畫	林曉武	2014~2016
科技部	甲烷水合物海域探測與採樣工程技術之研發	王兆璋	2014~2016
科技部	甲烷水合物海域探測與採樣工程技術之研發 II	王兆璋	2017~2018
科技部	台灣西南海域天然氣水合物賦存區海床穩定性的基礎研究	林靜怡	2016~2018
科技部	天然氣水合物對於深海生物多樣性之影響評估	賴美津	2016~2018
科技部	天然氣水合物儲集層開採工程之技術研發	林祥泰	2016~2018

為更進一步瞭解臺灣西南海域天然氣水合物儲存區之分布與其地球物理與地球化學特性，中央地調所於 2004 年推動了 3 期共 12 年之長期調查計畫（圖 2-96）。第 1 期為「臺灣西南海域天然氣水合物賦存區地質調查研究(2004~2007)」，分為「地球物理調查」與「地質、地球化學調查」兩大計畫執行。透過該計畫於高雄-恆春外海之深水海域之天然氣水合物之調查與探勘，掌握該區天然氣水合物的位置與分布型態，並瞭解其與區域性構造、沉積型態之關係。探討天然氣水合物之資源特性，進行蘊藏量之評估。第 1 期完成總面積約 12,500km^2 之海域初步調查，由多頻道反射震測區域性調查顯示，區內賦存豐富的天然氣水合物。

第 2 期科技發展計畫「臺灣西南海域新興能源-天然氣水合物資源調查與評估(2008~2011)」，引進新型調查技術與設備針對探勘好景區進行精查，以探明臺灣西南海域探勘好景區天然氣水合物地質儲量。經由海域地質、地球物理及地球化學等區調查，圈繪天然氣水合物可能分布範圍，規劃出 18 個優先鑽探井位，推估調查區內天然氣水合物甲烷資源量達 2.7 兆 m^3，足可供應我國天然氣使用 270 年。

根據中央地調所 2004~2011 計畫調查成果顯示，西南海域具有豐富的天然氣水合物資源蘊藏，但仍需進行鑽探、井測及鑽井岩心分析等研究，方能驗證天然氣水合物的實際產狀、分布與儲集情形，建置資源評估與開發所需之儲集系統模式。有鑑於此，能源國家型計畫辦公室於 2013 年開始進行「天然氣水合物主軸計畫」，推動未來的國際合作研究及鑽井調查等工作。於天然氣水合物主軸計畫分工規劃架構下，中央地調所將計畫重心移至基礎地質調查，故第 3 期計畫「天然氣水合物資源潛能調查(2012~2015)」，由(1)震測、地熱及地球化學調查研究、(2)高解析聲納調查及(3)熱力學與動力學研究為主軸進行，探明臺灣西南海域探勘好景區與南部海域區域之天然氣水合物資源潛能，並著重於天然氣水合物之儲集層特性分析。

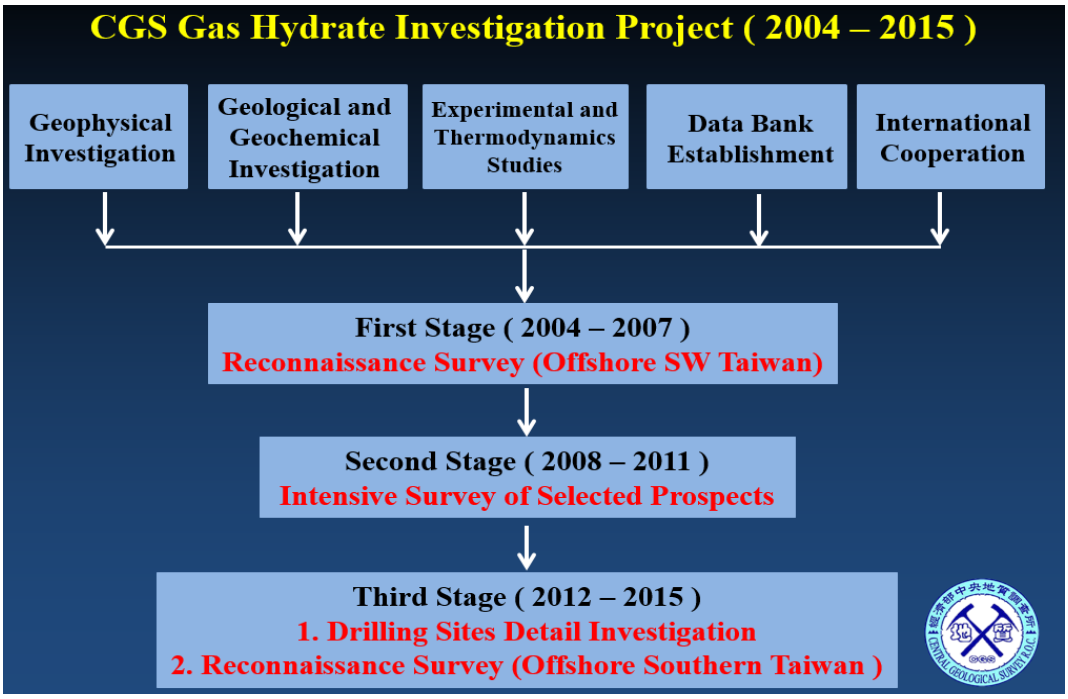
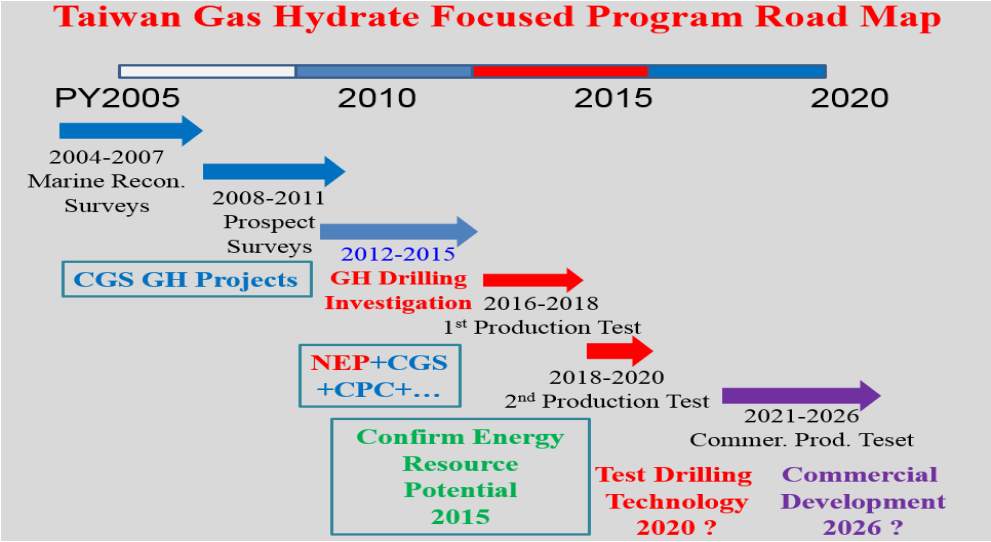


圖 2-96 中央地調所規劃之 3 期共 12 年之天然氣水合物調查計畫

2012 年起，科技部於科技發展計畫下納入天然氣水合物的調查及研究工作，合併中央地調所第 3 期「天然氣水合物資源潛能調查(2012~2015)」計畫，展開「能源國家型科技計畫－臺灣西南海域天然氣水合物資源地質精查及南部海域天然氣水合物賦存潛能調查」，同時亦相關研究拓展至(1)天然氣水合物的儲集層評估、(2)天然氣水合物的開採技術、(3)天然氣水合物系統對生態環境以及全球碳循環的影響、(4)天然氣水合物開採安全以及對海床穩定度的影響、(5)開採完成後的能源運儲以及相關的工業應用。推動天然氣水合物的試驗鑽井工作，驗證過去建立之地質模型

及儲集層特性評估結果(圖 2-97)。



註：2018 年 NEP II 計畫天然氣水合物項目停止後，後續試驗鑽井與開發生產工作便已停止。

圖 2-97 中央地調所與科技部能源國家主軸計畫天然氣水合物項目之工作規劃

於第二期能源國家型科技計畫(2014~2018)將海域天然氣水合物之調查與發展與陸域之地熱發展結合，成立地熱與天然氣水合物主軸中心負責與整合後續天然氣水合物相關工作，並推動相關試驗鑽井工作。由於鑽井工作需要達一定經費門檻方可執行，雖研究團隊曾於 2014~2016 年間成功爭取國際海洋探勘計畫(international ocean discovery program, IODP，為前期綜合大洋鑽探計畫的延伸）之鑽探團隊的科學合作，但仍受限政策走向使得海域深部鑽井工作難以執行。2016~2018 年計畫轉型，透過國際合作引進國際間技術與設備，再利用國內或國外之研究船，進行天然氣水合物好景區之精密調查與取樣，嘗試透過取得海床與淺部地層樣品，進一步瞭解臺灣天然氣水合物系統之特性。本階段工作利用國內研究船完成 5 個航次之自主式水下載具(autonomous underwater vehicle, AUV)調查，取得的高精密、高解析度的近海床地形、地球物理及地球化學資料，以及 3 個航次之水下無人遙控載具(remotely operated vehicle, ROV)，取得天然氣水合物賦存區的生地化樣品(圖 2-98)。

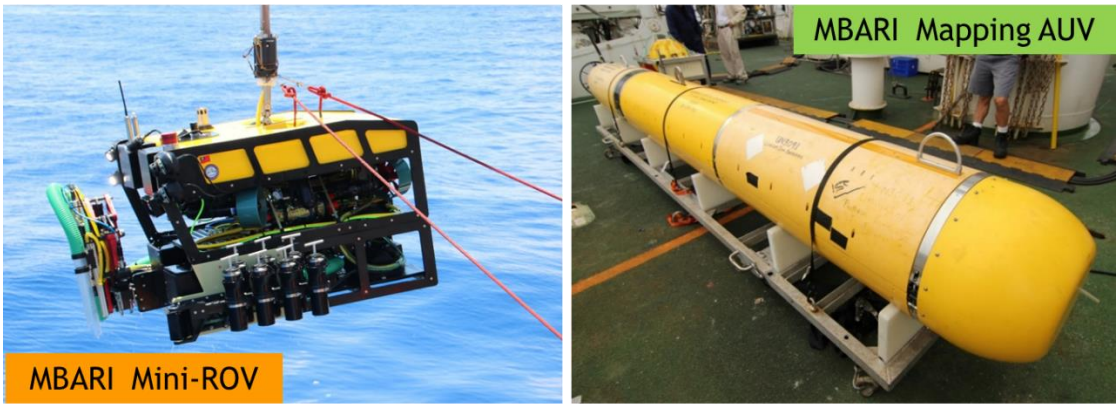


圖 2-98 2016 年臺美合作於臺灣海研一號上執行 AUV 與 ROV 的聯合探測

2018 年利用法國及德國研究船搭載之長岩心採樣設備及海床淺鑽(海床下 200m 以淺)技術進行地層及天然氣水合物樣品採樣(圖 2-99)，並於臺灣西南海域成功取得天然氣水合物未解離之固態樣本(圖 2-100)，首次向國人展示別稱「可燃冰」之天然氣水合物。2019 年成功由國人全自主執行國內首次的深海水下無人遙控載具科學調查工作(圖 2-101)，完成臺灣西南海域天然氣水合物探勘好景區調查。

圖 2-99 2018 年臺德合作於德國太陽號上執行「MeBo」淺地層鑽探工作

圖 2-100 2018 年臺法合作於法國瑪麗杜凡號號所取得的天然氣水合物標本

圖 2-101 2019 年首次執行國人全自主的水下無人遙控載具深海科學調查工作

然著第二期能源國家型科技計畫天然氣水合物相關工作結束，國內對於後續天然氣水合物的進一步調查、實驗鑽井驗證、生產井測試、商業生產評估工作便無以為繼。過去累積之大量成果(圖 2-102)，目前僅差最後一步鑽井工作，便可將其實現並收穫最後的成果。考量國際油價慢慢攀升，美國、日本、韓國、中國、印度也開始重新加速海域天然氣水合物開採技術及生產測試鑽井之工作，並投入海域天然氣水合物長時間生產技術之驗證，著手評估商業開採與經濟可行性之工作。未來 10 年海域天然氣水合物之開採可能如頁岩油開採般蓬勃發展，後續國內相關單位，應可在經濟部、科技部相關單位於過去所累積有關天然氣水合物資源研究的大量基礎上，接力執行後續海域天然氣水合物鑽井驗證及生產測試之工作，為臺灣未來的新能源、且較潔淨的能源之開發更向前邁進一步。

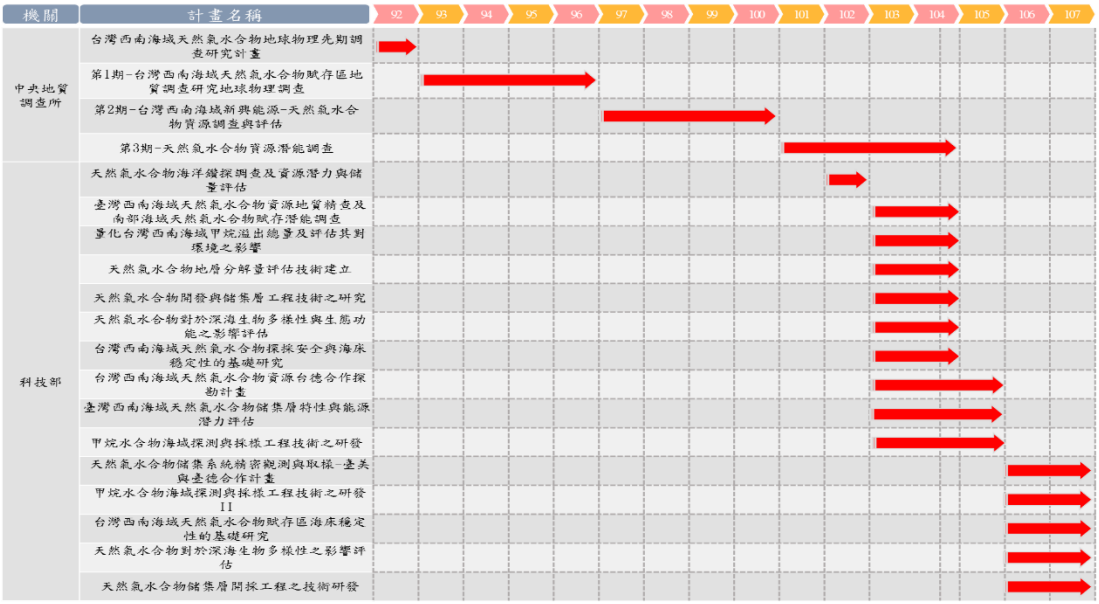


圖 2-102 臺灣天然氣水合物研究與調查計畫進程

(C) 海水淡化

台灣政府因應目前用水趨勢，在新水源開發上採多元化開發理念，依次優先推動對環境影響較少的攔河堰、雨水貯集利用、海水淡化、人工湖及離槽水庫等。由於海水淡化供水穩定，不受乾旱、天候、降雨分佈等水文條件影響，台灣地處海島四面環海，以海水淡化增加水源供應具有海水取之不盡用之不竭之優勢；且海水淡化有興建時程短、水質好以及具擴充彈性之優勢，而淡化技術亦因水利產業不斷研發與創新，產水及能源回收效率日益精進，致產水成本逐年降低；海水淡化此項新興水源，在國際上海水淡化之建廠規模與產水量日益增加，已成為水資源發展趨勢[Yermiyahu(2007), Schiermeier(2008), UNEP(2008), Elimelech(2011)]。因此，海水淡化是台灣目前十分值得積極推動之水源開發項目之一，水利署為應對工業區及能源設施大幅增加，導致用水需求快速成長的台灣本島西南部沿海地區及離島缺水地區，乃著手進行興建海水淡化廠之新水源開發工作[水利署(2008)]。目前台灣興建完成之海水淡化廠有 20 餘座，除台灣本島屏東核三發電廠外，其他皆位處離島，其中澎湖縣 12 座最多。台灣海洋事務推動委員會於 2006 年出版之海洋政策白皮書中，主張「保護海洋環境，厚植海域資源」，其中海洋非生物資源包括海水淡化、深層海水資源和海水元素等海水資源，皆闡述合理發展利用資源的重要性，其中也提及未來開發新水源，經濟部針對離島缺水地區及用水需求增長迅速的台灣西南部沿海地區，進行海水淡化的發展研究與評估，國內已興建之海水淡化廠已可有效解決缺水的問題。但因海水淡化廠排放水的鹽度較高，未來在區位選擇與環評上，應更加審慎規劃評量[海推會(2006)]。

近年海淡技術雖進步甚多，但因為其單位成本(估計約每噸水 30~50 元)仍遠高於傳統水庫等水資源工程，故台灣本島地區目前仍以開發天然水源為主。由於高科技產業對缺水容忍度極低，若遭遇缺水會造成製程停擺，對整體損失極高，而海水淡化主要優點為供水穩定，高科技產業基於「保險用水」之需要性，興建海淡廠可增加其供水穩定度，以彌補傳統水資源供水受氣象水文變異之影響，故現階段係推動供應高產值且缺水將造成嚴重損失之高科技產業為主[水利署(2012)]。

(三) 離岸風電

(A) 風能評估

台灣具有可觀的風力資源，陸域風能較少且大致上已建置或完成規劃，海域風能則蘊含豐富但尚未開發。政府規劃再生能源配比預期達成目標，2025 年達到 15.1%，其中風力佔 5.3%，突顯出風力是所有再生能源預期增長最快、佔比最高，顯示其重要性與急迫性。

「全球風能評估(evaluation of global wind power）」一文所提供之世界最佳風力潛在區域圖顯示，台灣離岸地區 80m 高平均風速可高達 8m/s(圖 2-103)。「中國東

南風能資源地圖集(wind energy resource atlas of southeast China)」中美國能源局所量測之圖顯示台灣西面海域 50m 高之平均風速幾乎介於 6~8m/s(圖 2-104)。根據經濟部能源局分析，台灣海上風場條件極佳，5~20m 水深之淺海海域，風能可開發量約 1.2GW，20~50m 水深之深海海域，可開發量達 5GW。工研院綠能所研究分析亦指出，保守估計台灣西海岸約有 2GW 以上的發展潛力。

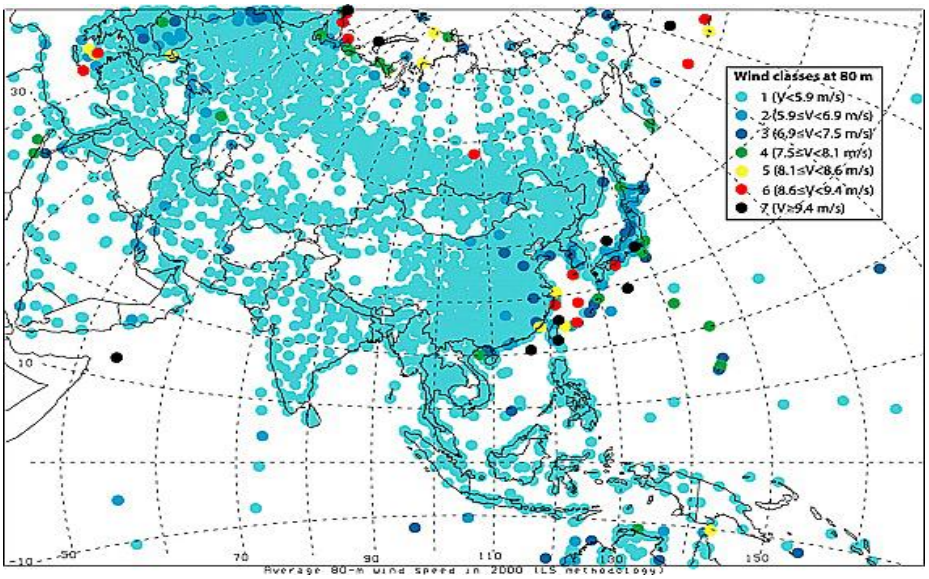


圖 2-103 最佳風能潛力區域圖[Archer et al.(2005)]

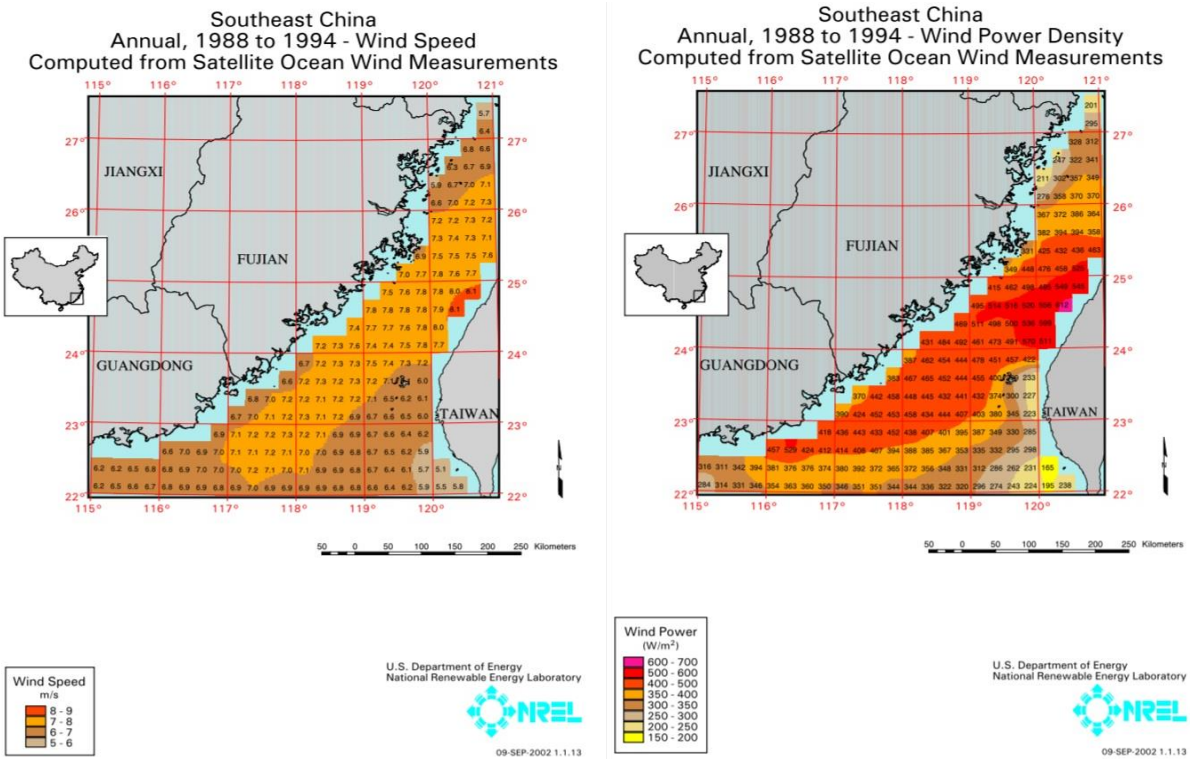


圖 2-104 台灣海域風能資源地圖集[Elliott et al.(2005)]

離岸風能評估主要方法為利用氣象模式模擬、海域觀測、衛星影像或衛星反演風場進行多重比對分析，以得到大範圍高解析度之風能特性資訊。衛星資料總類繁

多，應用於風能分析主要是以氣象海洋為主的衛星觀測，如歐洲太空總署SAR(synthetic aperture radar)、美國太空總署海洋衛星等。美國太空總署海洋觀測資料(Jet Propulsion Labo- ratory)種類豐富，具有遍佈全球高解析度的海平面風場資料，包含 SSM/I、TMI、AMSR、QuikSCAT、MSU 等遙測衛星的氣象資料，提供全球即時之熱帶氣旋情報供瀏覽，除預測路徑外，亦有海水溫度、風場分佈和降雨強度等分析，於缺乏觀測資料之海域有很大的幫助。

工研院 2007~2010 年利用 The Weather Research and Forecasting Model 數值模式進行時序列模擬研究，透過分析比對並推估不同高度的風場數據，完成建置台灣地區 2 km × 2 km 解析度之風場模擬分佈資料(圖 2-105)，可作為政府擬定風電推動政策以及篩選潛在場址之重要依據。為推動我國風電產業發展。

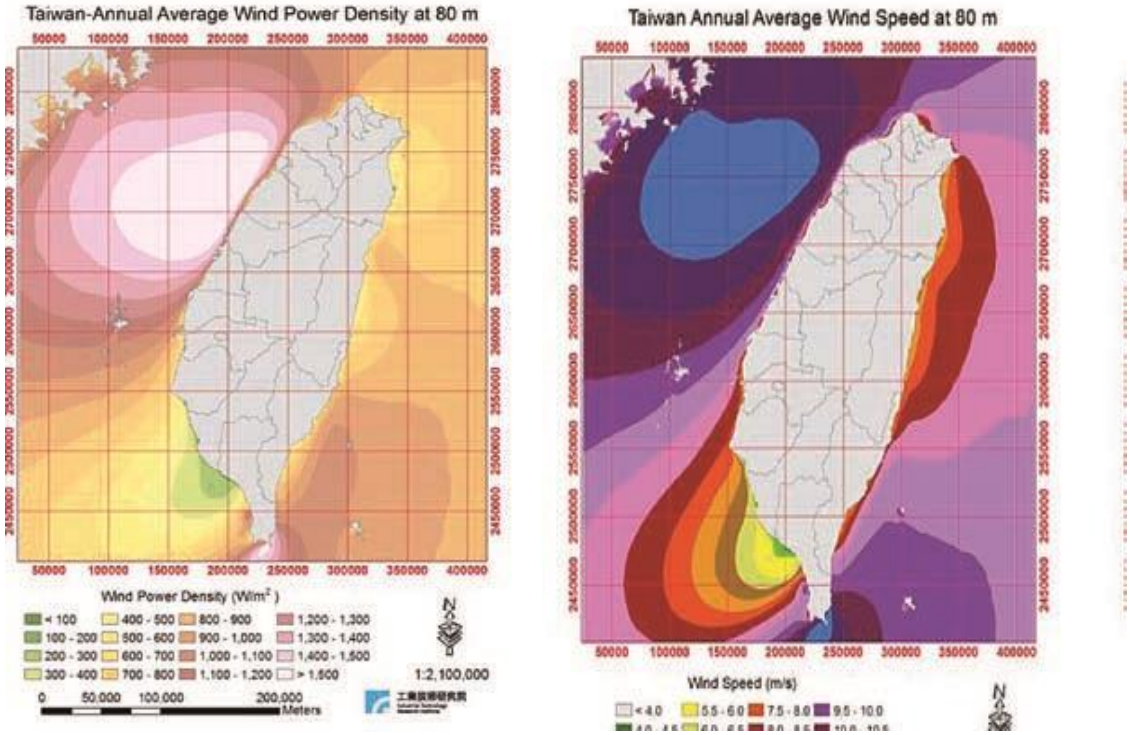


圖 2-105 台灣離岸地區年平均風速與風能密度之風力潛能分布圖

經濟部能源局自 2000 年起，陸續委託工業技術研究院辦理「風力示範推廣計畫(5 年)」，及「風能整體開發推動計畫(3 年)」，期藉由工研院過去長期參與國內風電推動之經驗，積極推動離岸風電開發，並於風電市場規模擴大同時，帶動國內相關產業之建立，建構我國風力發電長期穩定發展之基礎。2 期共 8 年計畫希冀達成(1)建置風力發電開發資訊暨行政服務系統、(2)建立本土化陸、海域風能評估與預測技術、(3)進行整體發展策略研擬並研析相關開發法規等 3 項目標。

2009 年經濟部能源局委辦「陸海域風力發電技術發展及整體推動計畫」，由政策面、法規面、技術面及行政面著手，解決(1)陸域場址漸趨飽和、(2)風能評估準確度需提升、(3)海域風能開發風險高，以及(4)風電環境影響等問題，建構國內完備的

風力發電環境，並完成以下 3 項目標：

(1) 建立本土化陸、海域風能評估與預測技術

(2) 建立離岸式風力電場評估與開發技術

(3) 協助全面推動風力發電

(B) 離岸風機支撐結構

我國自 2006 年起開始規劃先導型離岸風場開發，於 2011 年公布新能源政策，積極推動「千架海陸風力機」計畫，經濟部能源局於 2012 年 7 月公告實施「風力發電離岸系統示範獎勵辦法」，帶動風能開發重心由陸域逐步推向離岸。評選結果由「福海風力發電股份有限公司籌備處」、「海洋風力發電股份有限公司籌備處」及「台灣電力公司」取得獎勵資格，預計於 2020 年完成約 300 MW 示範風場開發。為銜接示範風場開發，我國政府於 2015 年 7 月公告「離岸風力發電規劃場址申請作業要點」，進一步劃分我國離岸風場 36 處潛力場址(圖 2-106)，供業者提早準備辦理相關作業。

圖 2-106 我國離岸風場潛力場址及先導型離岸風場位置圖[郭玉樹等(2017)]

為協助離岸風電發展技術培養，國科會(現今科技部)於 2006 年展開台灣離岸風能發電國家級研究計畫-先期規劃計畫，歷經兩年之前期規劃及接續先導型離岸風場設置評估，2013 年起展開第二期國家能源離岸風電主軸計畫，希冀達成協助產業如期建置先導型離岸風場，扶植國內離岸風電本土產業鏈之政策與經濟發展目標；自 2017 年起推展大型離岸風電場的建置，目標於 2030 年協助我國政府達成 4GW 離岸風電裝置容量的政策目標，同時建置我國離岸風電相關本土產業，促進經濟發展。我國產學界協力推動離岸風力發電發展規劃藍圖如圖 2-107 所示。

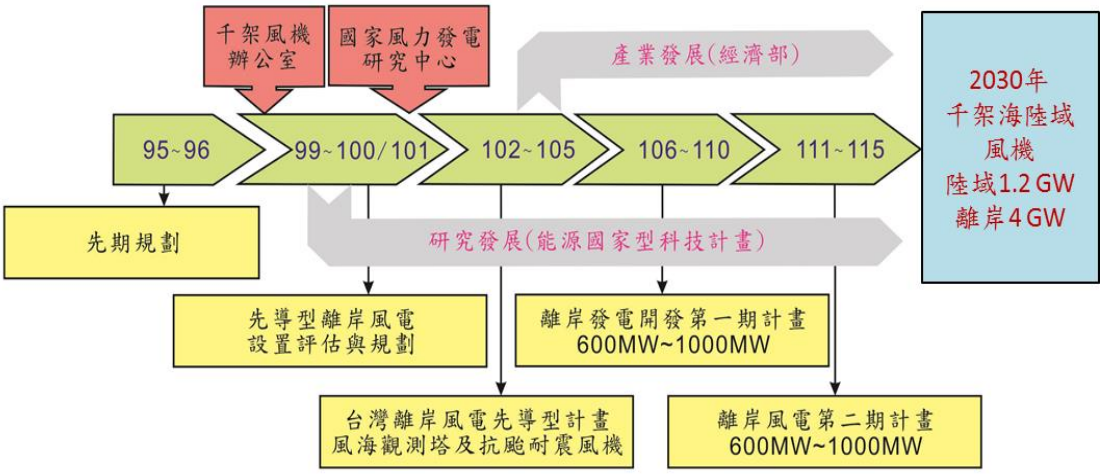


圖 2-107 我國離岸風力發電發展規劃藍圖

目前我國離岸風場潛力場址開發已進入環境影響評估審查階段，29 個潛力場址及 3 座先導型離岸風場中(圖 2-106)，包含 5 個以上本土開發商，顯見我國產業積極投入擔任離岸風場開發商角色。2017 年底各離岸風場開發商順利通過環境影響評估，進入離岸風場籌設許可申請階段；一般自離岸風場開發可行性評估至籌備創設申請通過，時程約兩年以上。自取得籌備創設通過至取得施工許可的兩年期間，離岸風場開發商需完成一切開發前置準備，包含風機採購合約、支撐結構與基礎製造供應鏈選擇、海事工程船隊搭配與工期規劃等細節。於取得施工許可後，約一年可完成風場開發建置。依上述時程推演，我國離岸風場於 2021 年前僅有約 0.5~1GW 可投入商轉(圖 2-108)，離岸風電相關產業建置成果仍將十分缺乏。

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
示範風場商轉容量	示範風機 4支16MW			示範風場 220-320 (台電)						
潛力場址商轉容量				370		1970	3946	1521	450	700-1160 (台電)
累計發電容量	16			606-706		2576-2676 (2.5-2.67GW)	6072-6172 (6-6.1GW)	7593-7693 (7.6-7.7GW)	8043-8143 (8-8.1GW)	8743-9303 (8.7-9.3GW)

容量單位：MW

圖 2-108 我國離岸風場潛力場址開發推估時程與對應投入商轉容量[郭玉樹等(2018)]

國家型能源計畫執行至今，透過產學合作計畫逐步將推升學界研發技術成熟度，並導向產業應用實際需求。為進一步活化技術應用成果，催生我國離岸風電產業建置。國家型能源計畫已於 2018 年末退場，並以創能、節能、儲能及系統整合四大分項展開下一階段之整合型研究計畫，以提高學界產出技術成熟度達到商品化為目標，透過技術移轉或新創公司協助建置離岸風電產業發展。為達成此一目標，離岸風電主軸計畫規劃徵求三項關鍵技術研發：(1)台灣離岸風場運轉維護管理平台、(2)離岸風機固定式水下結構關鍵技術、(3)離岸風機浮動式水下結構關鍵技術，透過徵

求整合型計畫研發上述關鍵技術，配合台南沙崙綠能科學城建置聯合研究推動中心預作準備，以接續我國離岸風電發展推動。我國能源國家型科技計畫「離岸風力」主軸歷年推動重點說明如下：

(1) 研究發展初步規劃、第二期國家能源主軸計畫離岸風電(民國 102 年至 104 年)

根據「先導型離岸風電設置評估與規劃(民國 99~101 年)」研究成果，完成我國先導型離岸風電場初步規劃，並與產業界整合，釐清我國迫切所需之關鍵技術與環境條件。「台灣離岸風電先導型計畫(民國 102~104 年)」，以完成風海觀測塔及抗颱耐震風機建置為目標，協助風電產業完成先導型離岸風電場開發前期作業。主軸項目包括：A.風場潛能及開發評估、B.環境影響評估、C.風機效能與安全性、D.支承結構基礎及載重、E.海事工程、F.風場運維、G.環境建構、H.風機創新應用及效能提升、及 I.風機性能評估標準檢測認證。

(2) 第二期國家能源主軸計畫離岸風力及海洋能源主軸中心(民國 105 年至 106 年)

配合國家既有重要政策與急需發展事項，以「加速國內離岸風場開發、落實離岸風電產業國產化、推進海洋能發電應用」為目標，整合產學研現有資源，納入具前瞻性應用構想，凝聚產業界共識提出發展離岸風力產業發展課題，協調研究與學術機構提出解決方案，開創離岸風力及海洋能源技術新思維。

相關研究重點分為任務導向與創新前瞻研究兩部分，任務導向研究分兩階段推動。離岸風力任務導向研究方面，與國內規劃進行中之離岸風力發電示範機組及有意願投入離岸風力發電系統設備、海事工程服務業者合作，推動相關研究與技術開發。次階段著重相關技術擴大應用與推廣；海洋能源任務導向部分將進行海洋能源先導研發，產學共同參與，按技術目標做出原型機同時進行先導測試。次階段進行應用與推廣，發展商轉規模技術。創新前瞻部分則鼓勵具創意之研究主題，吸引更多前瞻或跨領域思維參與離岸風力及海洋能源主軸研究。

105-106 年離岸風力及海洋能源主軸項目包括：A.離岸風場開發與運維、B.離岸風力機國產化與自主研發設計、C.海事工程施工能力與水下結構設計、D.海洋能發電系統開發與先導示範研究。

(3) 第二期國家能源主軸計畫離岸風力及海洋能源主軸中心(民國 107 年)

以建置風場的海氣象資料及風機的運維資料為目的，發展適當的模式，對離岸風場進行精準的海氣象預測，預測天氣窗期、風機維修時段及風場發電量。因此進行「台灣離岸風場運轉維護管理平台」主題徵求，擬完成之技術研發包括(1)風場運維服務巨量資訊網路平台、(2)風場併網之電力系統研究、(3)風場發電效能評估與預測、(4)風場風況與風機交互作用模擬與局部海、風況預測、(5)風機機艙驅動鏈條件監控系統訊號分析與故障早期預測。

提供離岸風場開發商基座設計準則，蒐集與調查潛在場址之海氣象條件，尤其針對台灣劇烈之颱風、地震、高溫等特性，做為水下結構極限與疲勞態荷載外力條件，歸納重要設計參數，建立國內水下基座設計能量。海洋能源主軸中心於 107 年徵求「離岸風機固定式水下結構關鍵技術」主題研究。擬進行之研究包括(1)風機塔架結構安全監測、模擬與破壞早期預測、(2)風機基樁淘刷監測、模擬與預測、(3)風機固定式水下基礎結構設計驗證技術、(4) 風機動態基礎勁度計算模組開發。

考量我國離岸風電發展可能朝向水深大於 50m 之場域開發，離岸風力及海洋能源主軸中心預先提出「離岸風機浮動式水下結構關鍵技術」主題，徵求國內產官學研建立國內浮動式風機整機數值模擬與實驗(縮尺/實海域)測試等關鍵技術，並建置浮動式風機經濟評估模式與產業鏈架構，據以提出具經濟競爭性之抗颱型浮動風機，以進行 MW 級浮動式風機示範機組實海域測試，拖航、佈放、發電運轉與回收為目標。細部項目包含(1) 浮動式風機整機(風機、載台、繫纜系統)數值模擬建置、模擬與破壞早期預測、(2) 浮動式風機整機(風機、載台、繫纜系統)物理測試平台建置、模擬與預測、(3) 浮動式離岸風電之經濟分析與產業鏈建構。

(C) 浮式離岸風機

全球相對積極投入的浮動式離岸風電開發之主流技術形式，則以 semi-submersible(半潛式)、spar-buoy(深水浮筒式)及 tension leg platform(張力腿式)等三種為主(圖 2-64)。而這三種形式各有其優缺點，依據經濟部能源局委託研究計畫「106 年度離岸風力機浮動式承載平台關鍵技術開發計畫」之研究整理，前述三種形式之優缺點如表 2-26。

據 2018 年 European Maritime Days 會議簡報，離岸風能約有 60-80%潛能分佈於水深 60m 以上之區域，而台灣外海水深 60 公尺以上的潛能估計可達 90GW。目前我國規劃之離岸風場皆位於水深 50m 以下，考量我國 50m 水深內之優良場址可能與其他海洋開發用途相競合(如漁業、航運等)或已陸續開發完畢，大水深區(水深大於 50m)離岸風場開發可能為我國未來風電發展趨勢。有鑑於此，科技部、經濟部能源局於過去幾年零星投入計畫(表 2-27)，計畫類型以設計與分析為主，尚未進入模型實作階段。

表 2-26 各類浮式基礎型式優缺點[容丕達等(2017)]

型式	優點	缺點
semi-submersible (半潛式)	可設置水深較為彈性，淺水區至超過 50 公尺之深水區皆可安裝。 機組可在岸邊施工組裝，再由拖船直接拖至施放地點。 風機故障時，可拖回港口進行維修。	1. 浮體平台鋼構較複雜，且平台結構設計及點焊製作技術門檻高，開發成本相對提高。 2. 浮體平台可能需要配置動態穩定係統(active ballast systems)及主動壓艙水系統。
spar-buoy (深水浮筒式)	1. 浮筒結構簡單，具有較少的移動元件，可在工廠進行大量生產。 2. 浮筒穩定度高，不需要額外的動態控制系統。	1. 僅能設置於 120 公尺以上的深水區，可設置範圍相對受限。 2. 無法於港口或岸邊組裝，且組裝工作船需具備起重設施與有動態穩定係統。 3. 因設施吃水較深，如風機故障時，僅能現場修復，無法拖回港口作業。
tension leg platform (張力腿式)	1. 結構較輕，無主動壓艙系統，浮台建置成本相對較低。 2. 可機組可在岸邊施工組裝，再由拖船直接拖至施放地點。 3. 平台穩定性高，不需要額外配置動態穩定系統。	1. 安裝過程較其他形式複雜，需要特製的安裝駁船。 2. 錨定係統需承受高負荷，容易發生金屬疲勞之問題。

表 2-27 我國投入浮體式離岸風電相關計畫

委辦機關	執行機關	計畫名稱	執行時程	計畫概要內容
科技部	成大系統及船舶機電工程學系	浮動式離岸風力發電機模組化動態計算模式之開發及驗證	2018.08 ~2019.07	結合以小板法為基礎的流體動力求解器，在 MATLAB/SIMULINK 建構出一套浮式風機模組化動態計算模式
經濟部能源局	財團法人金屬工業研究發展中心	多台水平軸離岸風力機浮動式承載平台技術開發計畫	2016.01 ~2016.12	為深水區離岸風力機浮動平台解決方案之先期研究開發
行政院原子能委員會	台大工程科學及海洋工程學系	大型風力機控制器設計研究	2014.02 ~2015.12	5MW 浮體式離岸風電全機運轉控制模式
行政院原子能委員會	行政院原子能委員會核能研究所	浮動型離岸風機載台之動態穩定性調控技術研究	2014.05 ~2015.04	針對浮動型風機載台設計動態穩定系統，以強化漂浮式風機可行性。
經濟部能源局	財團法人船舶暨海洋產業研發中心	新及再生能源技術先期研發－離岸風電創新前瞻計畫	2014.01 ~2014.12	浮體式離岸風電相關基礎設計
科技部	臺灣大學工程科學及海洋工程學系暨研究所	創新整合空氣動力、機構動力、波浪力、控制系統動態及結構應力分析應用於離岸風力發電機及其創新傳動控制之研究	2013.08 ~2016.7	浮體式離岸風電全系統動態模擬分析
經濟部能源局	大橋舟公司	離岸風力發電機創新型基座之海事施工服務研究計畫	2013.07 ~2013.12	浮體式離岸風電基座設計與安裝方法
行政院國家科學委員會	台大工程科學及海洋工程學系	浮式離岸風機結構分析與測試	2012.08 ~2013.07	研究離岸風力發電機的結。構部份，內容包括葉片結構分析、塔架結構分析、結構系統分析與測試三部份
行政院國家科學委員會	台大工程科學及海洋工程學系	浮式離岸風機系統運動性能實驗之研究	2012.08 ~2013.07	以 NREL 定義之 5MW 離岸風機為對象，設計一浮式離岸風機系統的原型。
行政院國家科學委員會	台大工程科學及海洋工程學系	離岸型浮動式風力發電機之運動特性及其對葉片結構的影響	2010.8 ~2013.7	以空氣動力、材料特性、控制及水動力和錨鍊系統力學複合程式，評估浮式風機的可行性。

(四) 海洋再生能源

台灣具有四面環海的優越地理條件，但由於地理位置處低緯度，波浪及潮汐能有限，而溫差及鹽差能因效率不高，進而造成開發成本較高。因此在海洋能之中，台灣最可行的技術之一，便是長年穩定流經東部海域的黑潮所衍生之海流發電。

台灣在海洋能開發潛力上，根據工研院統計顯示以海流發電最具有優勢，其具有 4Gw 以上的蘊藏量，且以東部為主。若以行政院二高二低能源消費型態與供應系統而言，利用海流發電可以使台灣在發展再生能源開發上達到東部進行海流發電、西部進行風力發電之東西部發展平衡，並可避免過度依賴某一再生能源發電技術，因此具有投入開採及研發之價值。

自 2005 年全國能源會議做出加強海洋溫差、波浪發電、海流發電及潮汐發電之評估與研究的結論後，2007 年政府將『海洋能科技』納入前瞻能源科技，至 2009 年全國能源會議結論進行波浪能、洋流能(黑潮能)、潮汐能、溫差發電利用研發。

(A) 黑潮發電

黑潮係源自於菲律賓東方的北赤道洋流，北赤道洋流東起墨西哥南方約北緯 12 度處，向西流至菲律賓的民答那峨後分為兩支，向南的支流稱為民答那峨海流，向北的支流即形成黑潮。黑潮主流自呂宋海峽向北流經台灣東岸，在台灣東北部外海遇東海陸棚後，沿陸棚邊緣注入琉球群島西邊及日本九州東南方海域，最後在東京灣沿岸轉向東匯入北太平洋洋流中。根據研究結果顯示，流經台灣東部的黑潮，其寬度在 120 至 170 公里間，在台灣東部沿岸與綠島之間的黑潮主流，其最高流速可達 1~1.5 m/s，而流量則介於 20.7~22.1 Sv 之間。此外，根據台電公司所做的『台灣東部黑潮發電應用調查規劃』，黑潮擁有可觀的動能，再加上黑潮流經台灣本島、綠島及蘭嶼附近距離台灣本島僅二十幾公里，因此利用黑潮所產出的電力可輕易地輸送至用戶端。Chen (2010)以數值模式之結果進行平均發電能量計算統計，其中蘇澳外海、花蓮及綠島等地分別為 5.5±1.7GW 、5.7±1.8GW 及 5.3±1.5GW(如圖 2-110 所示)，且夏季約有 10GW，而冬季為 4GW。

工研院於 2008 年提出包覆型海流渦輪機及適合深海錨固相關技術，該裝置可透過水平翼調整設備在水中的位置，且透過入口聚流與出口擴散增加發電容量。中山大學於 2008 年發表之水平軸海潮流發電系統雛型機，該系統採水平軸設計，葉片直徑 60cm，在實驗水槽測試下，當流速 1.5m/s 下發電可達 30W。此外，臺灣海洋大學亦於 2011 年發表一海潮流發電計畫，其直徑為 0.8m，在流速為 3m/s 下，預估發電量可達 3Kw。

2015 年~2018 年台灣國際造船股份有限公司與國立台灣大學產學合作執行科技部國家能源型計畫「浮游式黑潮發電先導機組設計開發關鍵技術之研究」，開發浮游式黑潮發電機，完成 1/25 縮尺 800W 模型機組於水槽的拖曳發電公開展示與

關鍵技術驗證，目前尚屬先導型實驗測試及可行性評估階段；萬機鋼鐵工業股份有限公司從 2009 年啟動洋流能發電之研發專案，歷經 7 年的測試與改善，參考國內外相關技術逐步發展出適合臺灣海域環境之低轉速洋流渦輪機，萬機公司投入低轉速潛水式永磁發電機開發，於 2014 年起與國立中山大學產學合作執行科技部國家能源型計畫「旺級黑潮發電先導機組研發與實海域測試平台建置規劃」，進行洋流能發電機組實海域測試，於 2015 年進行船拖測試及 2016 年進行錨碇測試，洋流能發電機組最低啟動流速僅需 0.45m/s，流速為 1.43m/s 時有近 33KW 的發電功率產出。

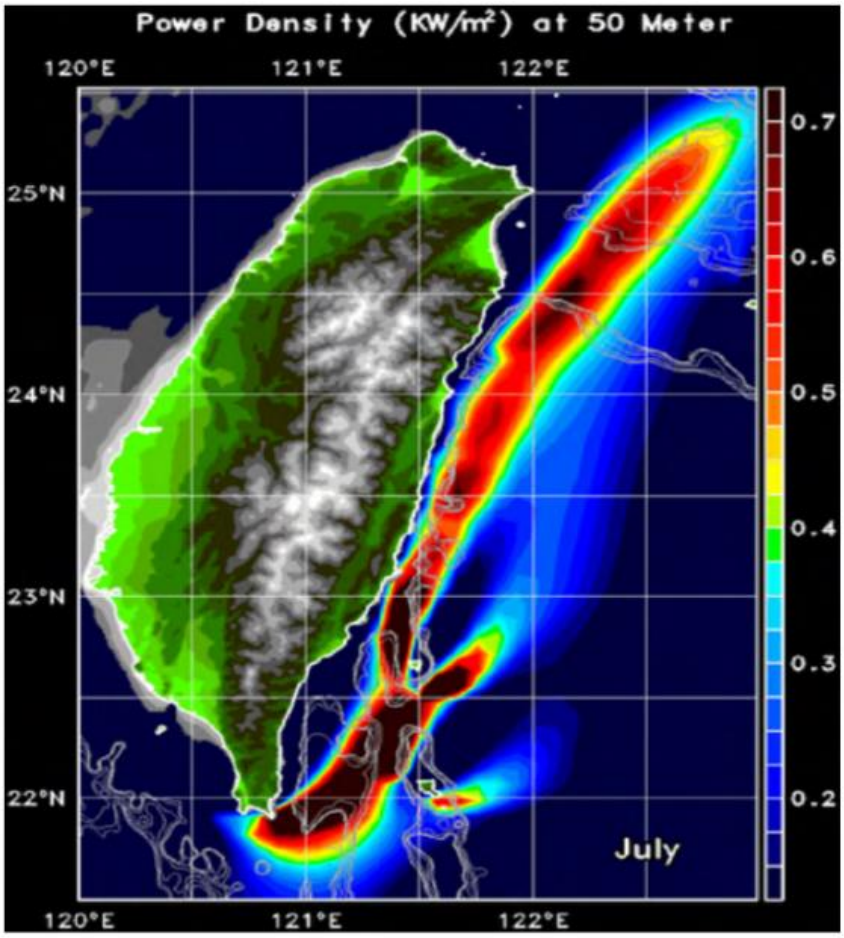


圖 2-109 臺灣海域黑潮能量潛勢圖

(B) 波浪發電

科技部推動的「第一期能源國家型科技計畫」、「第二期能源國家型科技計畫」與經濟部能源局所推動的「海洋能源發電系統評估與測試計畫」對於海洋能源發電的波浪能都有進行研究與評估，為達成海洋能發展目標，統合產官學研，以先導研究由上而下（Top-Down）方式，建立所需海事工程技術團隊及海洋能源關鍵元件設計能力，進行試運轉奠定未來發展海洋能基礎。海洋能主軸計畫選定波浪與黑潮關鍵技術研發，開發波浪與黑潮自製發電系統，吸引產業投入海洋能源發電，共同進行商轉機組開發與設置示範電廠，藉由進行實際運轉測試作為階段研發之重點。

波浪能發電，是一種以波浪發電裝置將波浪的動能轉換成電能的發電方式，全球現在至少有數十～數百個波浪能計畫在進行，其中英國海洋電力傳輸公司（Ocean Power Delivery Ltd.），於 2008 年 9 月在葡萄牙北部大西洋沿岸，完成了世界第一座商用容量 2.25 MW 的波浪發電站。綜觀過往 20 年，波浪能發電機組營運電力成本明顯下降，雖然仍高於現行電價，但在未來持續推動與技術成熟的狀況下，全球可望有超過 15 百萬千瓦（15 GW）波浪能發電裝置容量出現，能逐漸加入電力系統營運，增加電力負載容量，紓緩電力供應的壓力。從現在到 2025 年，波浪能發電若能達到每年 2,000 TWh 的電力產出，則可達到 2005 年時全球總發電量的 11%之多。

臺灣海岸線長約 1,150 公里，加入離島長達 1,566 公里，每年有半年以上的東北季風吹襲。根據中央氣象局蒐集的波浪模式資料，可推估西岸及西南沿海的波浪能較小(<10 kW/m)，臺灣海峽北部及東岸沿海地區次之(5~15 kW/m)，澎湖西側海域、巴士海峽、臺灣東北部及東部外海的波浪能則較高(15~20 kW/m)。由此可見，澎湖西北海域是較佳區域，台灣東北部與東部外海潛能次之，但仍需考量地形、離岸水深、波浪穩定度與海底電纜裝設難易度等因素。

綜觀資料來看澎湖西北海域具波浪發電的開發潛力，無論發電量或能量密度都冠於其他海域。同時波浪發電也與風力息息相關，若能同步配合岸上風力發電、離岸風力發電與波浪發電，對澎湖西北海域進行規劃，可開發澎湖區域成再生能源的特色區域，但如何將所產電力扣除島上運作所需後，送回本島進行電力調配，也須一併納入考量。最後，不論對於再生能源的開發與應用，海底電纜是所有發電項目包括波浪、溫差、海流與離岸風電的共同基本設備，由於效率低、成本甚高，再加上裝設不易，幾乎是所有海洋發電工程的發展障礙。因此除進行海底電纜相關的研究計畫，提高輸電效率，降低成本外，對鋪設管線路徑基礎的地質屬性、斷層分布、沉積物泥流特性等基礎調查工作，對於鋪設海事工程也是一大必須重點。

(C) 氫能產製

氫能由於在使用過程中不會產生溫室氣體和其他污染物質，是一種可以取代傳統化石燃料的潔淨燃料，乍看之下對於緊迫的能源問題似乎是個解藥。然而氫能所需的氫氣於製造、儲存、運送的整體經濟效益與安全問題也一直被廣泛討論與審慎評估。目前世界上最成熟被廣泛用來產製高純度氫氣的方法有兩種，一為化石燃料製氫，二為水電解法。化石燃料，如：天然氣、石油、煤炭都富含大量的烴，能在高溫高壓的環境下經過觸媒轉換器與水蒸汽產生氫氣，但會產生大量的二氧化碳，對於環境有著潛在影響；水電解法的製程，透過通電將水分子分解而製造氫氣，過程中並不會產生大量二氧化碳，但電解過程所需電力相對化石燃料製氫法成本相對較高。因此在生產成本考量下，目前全球 95%以上的氫氣來源是以煤炭、天然氣或石油為原料產製，其餘約 4%則是透過電解的方式生產。

由於能源短缺與環保意識的抬頭，再生能源-氫能系統開始被大家所注意，再生

能源以太陽、風力、水力或生質能源產生電力，電解水產生氫氣，而氫氣可供燃料系統發電或產生熱，其副產品為水，形成一個再生循環的永續系統。但再生能源普遍有著成本相對高價的特性，如要利用成本較高的再生能源來產製另一種新的能源，首先必須考慮的是能源轉換與散失的效率問題。在先不論運輸與儲存的成本之下，目前天然氣進行氫氣產製的生產成本約 1 美元/公斤，採用電解法產製一公斤氫氣，約需耗費 32.9 度的電，換算單位成本約 3 美元/公斤。因此考量產製成本，若能利用所在環境中現有的再生能源系統在產能充沛的狀況下，同時處理氫能產製，應可以達到事半功倍的效果。

臺灣週圍有黑潮經過，東部海域長年都有強大而穩定的黑潮北上，洋流能發電一直是努力的目標。洋流能發電是架置渦輪機組於洋流所經過的深度，利用海流推動渦輪發電機來產生電力，類似陸上風力發電效果。黑潮在亞洲由菲律賓，經臺灣的東部到達琉球、四國、本州，寬度 110~150 公里，水深達 400 公尺，但目前洋流發電發展最大的挑戰，如洋流經較深海域渦輪機組穩定性，長距離送電纜線與海底地質搭配、底樁錨固建置與維護方式等深海工程執行面上需進行克服的。若能改進海底工程技術將渦輪機組錨固在海底，配合深海基座浮台，將海底電纜從外海的渦輪發電機組牽往陸地，並於港口送電站配合建置水電解氫能產製設備，利用豐沛黑潮洋流發電同時進行氫能產製，形成再生能－氫能系統循環系統，將是一舉兩得的解決方案。唯需考量的是，洋流渦輪機組的穩定性，若遭逢海底地震、海底山崩、濁流沖擊等地質災害時的因應。而氫能於岸邊產製時，受到海底地質災害影響不大，但氫能其獨特性質對於儲存與運輸上的安全性要求，當颱風、海嘯來襲時，不論是海浪擾動對洋流渦輪機組的影響，還有氫能儲存槽的安全，都是必須慎重考量的。

在實務運作上，建議採取前期的大氣與海洋相關調查包括底質、斷層、地震活動度、颱風模式分析與洋流流動特性等基礎工作，進而連結相關海洋工程，對於海床底樁錨固、深海基座浮台連接、深海渦輪機組與送電纜線等項目進行研討，最後進行實地測試進而商業運轉。對於深海海洋工程變數眾多，需逐步測試、考量與規劃。

第四節 盤點各部會海洋科技發展執掌

依海洋委員會(以下簡稱海委會)組織法第一條「行政院為統合海洋相關政策規劃、協調及推動，並辦理海域與海岸巡防及海洋保育、研究業務，特設海洋委員會」及第二條海委會掌理下列事項：

一、海洋總體政策與基本法令之統合規劃、審議、協調及推動。

二、海洋產業發展之統合規劃、協調及推動。

三、海洋環境保護、資源管理、永續發展、生物多樣性保育與污染防治之統合規劃、審議、協調及推動。

四、海域與海岸安全統合規劃、審議、協調及推動。

五、海洋文化與教育之統合規劃、協調及推動。

六、海洋科學研究與技術發展之統合規劃、審議、協調及推動。

七、海洋人力資源發展之統合規劃、審議、協調及推動。

八、海洋國際公約內國法化與國際合作之統合規劃、審議、協調及推動

九、所屬海洋研究及人力發展機構之督導、協調及推動。

十、其他有關海洋事務統合事項。

配合行政院 108 年度施政方針，海委會針對經濟、社會情勢變化及海委會未來發展需求，編定海洋委員會 108 年施政計畫，完成整體施政目標：「致力捍衛國家海洋權益，提供國人安全的海洋環境，深化海域資源的保育，發展繁榮的海洋產業，厚植海洋基礎文化教育，發展前瞻海洋科技相關事務，與國際海洋事務接軌，進而打造一個優質的海洋國家」。

為有效強化臺灣永續治理海洋的量能，維護我國海洋權益，海委會因綜理各機關海洋相關事務，藉由公私協力的方式，結合民間資源，加強總體海洋政策的務實規劃、統合海洋資源管理與利用之功能、落實海域安全工作、培育海洋人才和提升海洋科技、拓展海洋國際關係等方向努力。

因此就海委會組織法及施政計畫來看，「前瞻海洋科技相關事務發展」與「海洋科學研究與技術發展之統合規劃、審議、協調及推動」均為海委會之重點課題，但綜觀國內在海委會成立之前，海洋相關事務分別由：國防部、內政部、經濟部、交通部、科技部、教育部、文化部、財政部、法務部、農委會、國發會及環保署等單位進行推動，各單位涉海業務簡列如表 2-28，前述機關在業務推動的過程中也依其機關執掌逐步推動相關的海洋科技發展工作，茲將海洋事務相關機關與其業務執掌說明如下：

表 2-28 我國政府涉海單位及相關業務

	單位	涉海業務
1	行政院環保署	1.海洋污染防治及清除 2.海域環境分類、品質、海洋放流管線放流水標準訂定 3.海洋棄置管理
2	行政院農委會漁業署	1.漁業政策、法規、方案、計畫之擬訂及督導。 2.漁業科學、漁業公害防治之研究及規劃。 3.漁船與船員管理督導、漁業巡護協調及督導 4.國外漁業基地業務之督導。 5.國際漁業合作策劃、推動及漁業涉外事務
3	行政院農委會動植物防疫檢疫局	1.海上非法走私監控
4	行政院農委會林務局	1.海洋保育
5	內政部營建署	1.海岸土地利用管理 2.保護及復育海岸資源
6	內政部警政署	1.打擊海域不法及私
7	內政部消防署	1.港區消防安全任務 2.防災宣導、執行消防安全檢查與海域災害搶救
8	內政部移民署	1.海上非法入境
9	外交部	1.海權與海域國際爭端處理
10	國防部海軍司令部	1.維持臺海安全及維持對外航運暢通 2.執行護航、偵巡、監偵、外島運補任務 3.支援各項重大災害防救工作
11	財政部關務署	1.掌理關稅稽徵、查緝走私、保稅、貿易統計
12	教育部	1.海洋教育政策之規劃及協調
13	法務部調查局	1.辦理有關海上及沿海(江)、港口地區航業及海員之調查、保防事項
14	經濟部能源局	1.離岸風場開發與管理、海洋再生能源電業開發與管理
15	經濟部水利署	1.海岸防護之規劃與相關規範之擬訂 2.海岸空間利用規劃、海岸防護計畫推動
16	經濟部礦務局	1.海域礦區劃定及開發
17	經濟部中央地質調查所	1.地質調查及各類地質圖編製 2.國內外能源及礦產資源調查、探勘、開發協助 3.地質標本及地層岩心之蒐集、管理
18	交通部觀光局	1.海上觀光宣導及規劃
19	交通部航港局	1.辦理航政及港政業務
20	交通部運輸研究所	1.港灣工程技術研究
21	交通部中央氣象局	1.蒐集、整合國內外海氣象資訊
22	文化部文化資產局	1.水下文化資產保護區劃設、管理計畫研擬與推動
23	科技部	1.推動全國整體科技發展、支援學術研究
25	國家發展委員會	1.國土空間規劃與發展

一、農委會

依據行政院農業委員會組織條例，農委會負責掌理下列事項：

(1) 主管全國農、林、漁、牧及糧食行政事務。

(2) 對於省(市)政府執行本會主管事務，有指示、監督之責。

(3) 就主管事務，對於省(市)政府之命令或處分，認為有違背法令或逾越權限者，得報請行政院停止或撤銷之。

綜觀農委會相關業務與組織與海委會業務相關以農委會漁業署為主，農業委員會漁業署轄下的企劃組研究發展科，是漁業署年度科技計畫研提與彙編的專責單位，主要負責規劃海洋漁業與養殖漁業之中長期發展科技計畫。該單位每年針對水產養殖技術、漁船監控技術、漁業資源調查與評估、漁業資源永續利用管理等議提研提相關開發或例行調查計畫。另參考農委會施政計畫(106~109 年)，與海洋事務相關之施政綱要為「維護生態永續、強化防災能力」，於此施政綱要下訂有兩重要施政計畫如表 2-29 所示。參照政府研究資訊系統(GRB)，本計畫彙整農委會漁業署近五年研究成果(附錄 C-1)提供研擬中長期計畫參考。

表 2-29 行政院農委會中程施政計畫海洋事務相關列表

施政綱要	重要計畫項目	計畫期程	計畫類別
維護生態永續、強化防災能力	漁業多元化經營建設： 1.沿近海漁業永續經營管理 2.漁港機能維護與整體功能躍升 3.穩定養殖區生產環境 4.落實養殖管理推動產業升級	106-109	公共建設
	強化國際合作打擊非法漁業計畫	105-109	社會發展

二、交通部

依交通部職掌：交通部主管全國交通行政及交通事業，涵蓋運輸、觀光、氣象、通信 4 領域，負責交通政策、法令規章之釐定和業務執行之督導。運輸事業分為陸、海、空運輸。其中與海洋事務相關的業務分別包含有海運及氣象觀測，其對應機關分別為：運輸研究所港灣技術研究中心與中央氣象局，運輸研究所港灣研究中心為協助解決我國港灣建設與海岸開發所遭遇的問題，以維護船舶近岸航行安全、提高港埠營運效益、提供民眾美好海岸環境為目標辦理全國氣象業務，中央氣象局則以氣象觀測、氣象預報、地震測報、海象測報及相關資訊的發布為首要工作。

另參考交通部施政計畫(106~109 年)，與海洋事務相關之施政綱要為「提升公共運輸服務，建構綠能運輸環境」、「郵電氣象與時俱進，貼近民眾生活需求」，於此施政綱要下訂有四個重要施政計畫如表 2-30 所示。

表 2-30 行政院交通部中程施政計畫海洋事務相關列表

施政綱要	重要計畫項目	計畫期程	計畫類別
提升公共運輸服務，建構綠能運輸環境	時空資訊雲落實智慧國土計畫	105-109	公共建設
郵電氣象與時俱進，貼近民眾生活需求	地震與海嘯測報效能提升整合計畫	99-106	科技發展
	強化臺灣海象暨氣象災防環境監測計畫	104-109	公共建設
	臺灣東部海域地震海嘯海纜觀測網建置計畫	109-112	公共建設

(一) 交通部運輸研究所港灣技術研究中心

交通部運輸研究所港灣技術研究中心(簡稱港研中心)前身係交通處港灣技術研究所，隸屬交通部運輸研究所，主要任務為研究發展港灣工程技術，培育訓練有關人才，並協助解決我國港灣建設與海岸開發所遭遇的問題，以維護船舶近岸航行安全、提高港埠營運效益、提供民眾美好海岸環境為目標。參照政府研究資訊系統(GRB)，本計畫彙整港研究中心近五年研究成果(附錄 C-2)提供研擬中長期計畫參考。

(二) 交通部中央氣象局海象測報中心

交通部中央氣象局海象測報中心(簡稱海象中心)成立宗旨是建立具有前瞻性、全盤性的海洋氣象業務，以迎合國家社會多元化及時代進步的要求。海象測報中心專責管轄海象測報業務，平日負責之工作是有關波浪、潮位、海流、海溫及海氣交互作用等相關的觀測、預報及資料庫等項目，自 1997 年開始較有系統地設置長期觀測站，收集我國海域波浪、潮位等海洋水文要素，定期發布浮標年報和潮汐年報。近年來，海象中心除持續維持、擴充海氣象觀測網外，亦大力委託研發前瞻海洋觀測技術，參照政府研究資訊系統(GRB)，本計畫彙整海象中心近五年研究(附錄 C-2)成果提供研擬中長期計畫參考。

三、經濟部

經濟部掌理全國經濟行政運作，因應經濟新情勢及產業發展需要，策訂經濟政策及措施，打造以創新、就業、分配為核心價值的經濟發展新模式，推動臺灣產業創新、拓展經貿布局及能資源 永續管理，以創造有利經濟成長及企業永續經營發展的環境。經濟部與海洋事務相關的業務分別包含有經濟部水利署、經濟部技術處、經濟部工業局、經濟部能源局等；另參考經濟部施政計畫(106~109 年)，有關海洋科技相關課題之施政綱要為「永續的能源與資源管理」、「塑造優質經營環境」，於此施政綱要下訂有三項重要施政計畫如表 2-31 所示。

表 2-31 經濟部中程施政計畫海洋事務相關列表

施政綱要	重要計畫項目	計畫期程	計畫類別
永續的能源與資源管理	海岸環境營造計畫（104~109 年）	104-109	公共建設
	臺灣東北海域礦產資源潛能調查	105-108	科技發展
塑造優質經營環境	智慧國土經濟與能源資料建置	105-109	公共建設

(一) 經濟部水利署

依經濟部水利署於 102 年所提出之「新紀元水利施政綱領（102~111 年）」中有關海洋相關事務之業務主要針對加強海岸防護能力，營造海岸區域生態親水環境，茲將內容簡述如下：

(1) 強化監測、精進預報與建置預警等能力

A. 加強近海（岸）地區及海岸防護區資料建置與監測能量，並精進海象、氣象預報警戒技術。

B. 協調建置海嘯襲擊潛勢地區開發使用及預警機制

(2) 提升海岸防護與應災等能力

A. 協調辦理海岸地區國土規劃，強化沿海地層下陷區排水能力與國土復育。

B. 檢討及加強海岸防護設施防護能力與保護標準，並檢討提升自然海岸防禦潮浪能力。

C. 加強海岸侵蝕地區之海岸防護。

D. 檢討改善海堤因應海嘯防護能力。

E. 強化海岸防災整備及災害應變能力。

(3) 營造海岸地區友善環境

A. 訂定氣候變遷對海岸環境影響調適策略。

B. 加強海岸開發管制與環境補償機制，推動海岸法等海岸地區相關法規之檢討與訂定。

C. 活化海岸及沙洲、砂丘之復育。

D. 加強河川上、中、下游土砂管理，增加海岸砂源補充。

E. 持續推動海岸近自然新工法之研究、試驗與實施。

F. 加強海岸環境營造及改善既有海岸防護設施之生態復育。

因水利署有關海洋事務之業務著重於海岸保護，其研究主軸在於：海岸災害監測預警系統建置、氣候變遷下海岸高風險地區調適方案、海岸溢淹災害預警系統之建立、海岸災害決策系統建立等相關科技的研發。參照政府研究資訊系統(GRB)，本計畫彙整水利署近五年海洋相關研究(附錄 C-3)成果提供研擬中長期計畫參考。

(二) 經濟部技術處

經濟部技術處主要投入海洋科技相關研發著重海洋工程船研發與海洋再生能源，參照政府研究資訊系統(GRB)，本計畫初步彙整經濟部技術處近年海洋科研相關研究計畫如附錄 C-3。

(三) 經濟部工業局

經濟部工業局掌管全國工業發展任務，以產業界需求為導向，提供產業相關服務，並致力於帶領台灣工業創新升級、轉型。近年於海洋科技相關計畫多著重於再生能源發展與產業推動，參照政府研究資訊系統(GRB)，本計畫初步彙整經濟部工業局近年海洋科研相關研究計畫如附錄 C-3。

(四) 經濟部能源局

經濟部能源局主要委託財團法人工業技術研究院發展能源業務，尤其針對躉購電價制訂、風場遴選、風能評估等面向進行科技發展。參照政府研究資訊系統(GRB)，本計畫初步彙整經濟部工業局近年海洋科研相關研究計畫如附錄 C-3。

(五) 經濟部中央地質調查所

經濟部中央地質調查所依法辦理全國地質礦產調查及研究，綜合策劃全國地質業務及建立全國性之地質資料，並培育地質專才，滿足政府機關與人民對國土管理、自然災害防治及生活安全等地質環境資料之需求。近年於海洋科技相關計畫多著重於海域礦產潛能調查、非生物資源調查。參照政府研究資訊系統(GRB)，本計畫初步彙整經濟部工業局近年海洋科研相關研究計畫如附錄 C-3。

四、內政部

內政部的組織職掌之施政主軸包含三大主軸：「人民安心、生活安全」、「國土永續、居住正義」及「法規鬆綁、簡政便民」3 大主軸推動各項業務，其中在「國土永續、居住正義」之業務主軸在於：為讓我國可以落實永續環境、永續社會、永續經濟的願景，內政部持續致力於擘劃整體國土的發展藍圖，透過國土二層級空間計畫體系及國土功能分區的建立，完備國土管理機制，並經由海岸管理及濕地保育工作的推動，保護與復育海岸資源，防治海岸災害與環境破壞，及確保濕地明智利用，達成濕地零淨損失，積極落實兼顧國土生態、環境保育與社會經濟發展需求的國土管理策略。 因此就內政部業務而言，其主要與海洋事務相關的施政重點在於整體國土的發展藍圖、空間計畫體系及國土功能分區的建立以完備國土管理機制以及透過海岸管理及濕地保育工作的推動，保護與復育海岸資源，防治海岸災害與環境破壞；因此就內政部海洋相關業務而言，其主要執掌在於國土的功能的劃分與管理以及海岸的保護等事務。

就內政部於 106 年所公開之內政部中程施政計畫（106 至 109 年度）中與海洋事務相關之中程計畫分別為「我國海域調查與圖資整合發展計畫(104-109)」、「海岸規劃及資料庫建置計畫(104-109)」等四項相關計畫，如表 2-32 所示。

表 2-32 內政部中程施政計畫海洋事務相關列表

施政綱要	重要計畫項目	計畫期程	計畫類別
安居環境－國土永續、居住正義	我國海域調查與圖資整合發展計畫	104-109	公共建設
	落實智慧國土－國土測繪圖資更新及維運計畫	105-109	公共建設
	時空資訊雲落實智慧國土－內政圖資整合應用計畫	105-109	公共建設
	海岸規劃及資料庫建置計畫	104-109	公共建設

五、科技部

科技部職掌規劃國家科技發展政策，推動基礎及應用科技研究，並支援學術研究，管理其他有關科技發展事項。部下設有綜合規劃司、自然科學及永續研究發展司、工程技術研究發展司、生命科學研究發展司、人文及社會科研究發展司、科教發展及國際合作司、前瞻及應用科技司、產學及園區業務司等 8 個司，綜管 75 個學門領域，其中有關海洋科技相關學門包含自然科學及永續研究發展司海洋學門、工程技術研究發展司能源學門及海洋及造船工程學門。各學門發展領域如表 2-33 所示。

科技部近年配合國家能源發展政策：「發展創新能源科技、再生能源與低碳科技，降低進口能源依賴度並提升替代能源相關產業國際競爭力」。將海洋科技研發著重於離岸風電與天然氣水合物。參照政府研究資訊系統(GRB)，本計畫初步彙整科技部近五年海洋相關研究計畫如附錄 C-7。

六、海洋委員會

海洋委員會已將海洋能科技發展納入 2019 年近程與 2020 年中長程施政計畫內。未來將就 2020 年至 2023 年思考長程規劃，初步可能針對海流能發電從 20kW 機組建置、船拖測試、錨繫測試，再推進至 0.4MW(400kW)機組建置、測試和併網，朝向小規模示範電廠發展。海委會近年執行海洋相關計畫如附錄 C-8。

表 2-33 科技部海洋科技相關學門及發展領域

發展司	學門	領域
自然科學及永續研究	海洋學門	1.海洋物理 2.海洋化學 3.海洋地質學及地球物理學 4.生物海洋學 5.海洋遙測 6.其他海洋科學
工程技術研究	能源學門	1.風力發電研究領域 2.海洋能源研究領域
	海洋及造船工程學門	I. 船舶 1.船舶結構、運動及操縱研究 2.節能船型設計之研究 3.推進器流體力學研究 4.提升能源效率之船舶營運研究 5.潛艦國造相關技術之研發 II. 輪機 1.船舶機電系統性能優化與節能研究 2.船舶動力系統排氣污染防治研究 3.輪機系統控制、監控與故障診斷研究 4.燃用替代能源之海事動力系統研究 5.船舶聲音與震動傳遞研究 III. 海洋工程 1.風波流基礎研究 2.海岸環境改善與再造 3.氣候變遷與海水位上升對海岸及沿岸結構物之衝擊 4.海洋能源及資源開發 5.海洋觀測技術與資料庫建立 IV. 水下技術 1.水中、海洋及海床聲學 2.水中訊號處理與水中通訊 3.聲納技術 4.水下搜尋與辨識及量測技術 5.水下監測與觀測系統 6.ROV、AUV、水下滑翔機技術及水下潛航器

第五節 盤點海洋科技涉及相關法規

本計畫依海洋委員會組織法第 2 條所定之執掌事項，作為盤點收集涉及海洋委員會之基礎，以(1)海洋產業、(2)娛樂漁業、(3)海洋及能源、(4)海洋環境、(5)海洋資源、(6)海洋保育、(7)海洋污染、(8)海域安全、(9)海岸安全、(10)海洋文化、(11)海洋教育、(12)海洋科學、(13)海洋研究、(14)海洋科技、(15)海洋人力作為盤點之 15 組關鍵字，並同時蒐集海岸巡防機關相關之法規進行統整。本次盤點之方式，係以全國法規資料庫進行檢索，並就檢索結果分別以法律、法規命令以及行政規則等位階排序；至於各關鍵字檢索下，若有法規重複之情形，則以「*」符號標記。

一、海洋產業、娛樂漁業、海洋及能源

本小節依海洋委員會第 2 條第 2 款規定：「二、海洋產業發展之統合規劃、協調及推動。」以「海洋產業」、「娛樂漁業」、「海洋及能源」為關鍵字進行盤點。

(一) 海洋產業

名稱	主管機關	位階	法源/ 授權依據	制定時間/ 最新修訂	內容重點
海洋委員會組織法	海洋委員會	法律	/	104.07.01	海洋委員會掌理海洋產業發展之統合規劃、協調及推動
國家海洋研究院組織法	海洋委員會	法律	/	104.07.01	海洋委員會為辦理海洋政策規劃、海洋資源調查、海洋科學研究、海洋產業及人力培育發展業務，特設國家海洋研究院
海洋委員會專業獎章頒給辦法	海洋委員會	法規命令	獎章條例第 9 條第 1 項	104.07.01	海洋委員會為獎勵對海洋政策、海域（岸）巡防、保育、研究工作有功人士
海洋委員會處務規程	海洋委員會	行政規則	海洋委員會組織法以及中央行政機關組織基準法第 8 條第 1 項	107.04.27	海洋委員會為處理內部單位之分工職掌，特訂定之規程

(二) 娛樂漁業

名稱	主管機關	位階	法源/ 授權依據	制定時間/ 最新修訂	內容重點
漁業法	行政院 農業委員會	法律	/	18.11.11/ 107.12.26	為促進漁業健全發展，輔導娛樂漁業，維持漁業秩序，改進漁民生活之相關規定
漁會法	行政院 農業委員會	法律	/	18.11.11/ 105.11.30	本法第 4 條，規定漁會之任務如漁村及漁港旅遊、娛樂漁業
娛樂漁業管理辦法	行政院 農業委員會	法規命令	漁業法第 41 條第 5 項及第 43 條	82.05.26/ 106.11.07	針對娛樂漁業漁船搭載乘客在船上或登島嶼、礁岩從事相關活動等相關規定
船舶防火構造規則	交通部	法規命令	船法第 35 條	75.03.15/ 107.01.09	船舶之防火完善相關規定
船舶檢查規則	交通部	法規命令	船舶法第 23 條第 4 項	55.03.16/ 105.05.12	非從事娛樂漁業漁船，艉軸之檢查得以間隙量測、試車或試航方式辦理
漁會法施行細則	行政院 農業委員會	法規命令	漁會法第 52 條	19.06.28/ 102.02.27	漁村、漁港旅遊及娛樂漁業，得設立漁業休閒旅遊部門
漁業法施行細則	行政院 農業委員會	法規命令	漁業法第 70 條	19.06.28/ 108.03.11	娛樂漁業之相關管理權責規定
漁船建造許可及漁業證照核發準則	行政院 農業委員會	法規命令	漁業法第 7 條及第 8 條第 3 項	78.11.17/ 108.06.06	規範娛樂漁業漁船管理相關規定
漁船加油站設置管理規則	經濟部	法規命令	石油管理法第 17 條第 3 項	91.0116/ 104.105.15	針對漁船加油站之經營除以供售領有漁業證照及配 (購) 油手冊之船舶等為主外，兼供經營娛樂漁業漁船等為限
農業產銷班設立暨輔導辦法	行政院 農業委員會	法規命令	農業發展條例第 26 條第 2 項	93.09.15 103.03.11	農業產銷班設立相關輔導規定
臺灣地區漁船船主境外僱用及接駁暫置大陸地區漁船船員許可及管理辦法	行政院 農業委員會	法規命令	臺灣地區與大陸地區人民關係條例第 10 條第 3 項及漁業法第 54 條第 5 款	92.09.15/ 106.06.30	針對非屬下列漁船者，其漁船船主得申請僱用大陸船員，如經營專營或兼營娛樂漁業之漁船

二十噸以上漁船安裝主機之最大馬力限制標準	行政院 農業委員會	行政規則	漁業法	88.11.06	二十噸以上漁船安裝主機之最大馬力限制之規定
行政院農業委員會漁業署辦事細則	行政院 農業委員會	行政規則	行政院農業委員會漁業署組織條例以及中央行政機關組織基準法第 8 條第 1 項	92.09.15/ 106.06.30	行政院農業委員會漁業署業務之處理規定

(三) 海洋及能源

名稱	主管機關	位階	法源/ 授權依據	制定時間/ 最新修訂	內容重點
再生能源發展條例	經濟部	法律	/	98.07.08/ 108.05.01	明定海洋能包含海洋溫差能、波浪能、海流能、潮汐能、鹽差能等
中華民國專屬經濟海域及大陸礁層法	內政部	法律	/	87.01.21	規範我國於專屬經濟海域享有並得行使利用海水、海流、風力所產生之能源或其他活動之主權權利
再生能源發電設備免徵及分期繳納進口關稅品項及證明文件申請辦法	經濟部	法規命令	再生能源發展條例第 16 條第 6 項	99.04.29/ 101.01.10	規範進口供其興建或營運之海洋能發電相關設備，得免徵進口關稅等之規定
再生能源發電設備設置管理辦法	經濟部	法規命令	再生能源發展條例第 4 條第 3 項	99.04.30/ 104.07.03	定義海洋能發電設備
電業登記規則	經濟部	法規命令	電業法第 24 條	40.12.20/ 107.01.08	離岸式風力發電廠及海洋能發電廠，應檢具前目文件及海底電纜完成後備查文件

二、海洋環境、海洋資源、海洋保育以及海洋污染

本小節依海洋委員會第 2 條第 3 款規定：「三、海洋環境保護、資源管理、永續發展、生物多樣性保育與污染防治之統合規劃、審議、協調及推動。」以「海洋環境」、「海洋資源」、「海洋保育」、「海洋污染」作為關鍵字進行盤點。

(一) 海洋環境

名稱	主管機關	位階	法源/ 授權依據	制定時間/ 最新修訂	內容重點
*中華民國專屬經濟海域及大陸礁層法	內政部	法律	/	87.01.21	中華民國在其專屬經濟海域或大陸礁層享有並得行使下列權利，如海洋環境保護之管轄權以及其他保護海洋環境規定
中華民國領海及鄰接區法	內政部	法律	/	87.01.21	中華民國政府基於航行安全、預防海上與海底設施或海洋資源受到破壞或預防海洋環境受到污染，得要求無害通過之外國船舶遵守一定之海道或分道通航制
海岸巡防法	海洋委員會	法律	/	89.01.26/ 108.04.10	巡防機關所掌事項，如海洋環境保護及保育事項
海洋污染防治法	海洋委員會	法律	/	89.11.01/ 103.06.04	為防治海洋污染，含有海洋環境關鍵字之相關規定
*海洋委員會組織法	海洋委員會	法律	/	104.07.01	海洋委員會掌理海洋環境保護、資源管理、永續發展、生物多樣性保育與污染防治之統合規劃、審議、協調及推動
商港法	交通部	法律	/	73.01.31/ 107.06.08	針對外國商船違反管制檢查規定，情節嚴重，有影響船舶航行、船上人員安全之虞或足以對海洋環境產生嚴重威脅之虞者，航港局得留置其改善之規定

環境基本法	行政院 環境保護署	法律	/	91.12.11	各級政府應積極採取各種措施，保護海洋環境、強化海岸管理，並防制地下水超限利用、地層下陷及海岸侵蝕
行政院海岸巡防署海岸巡防總局組織條例	海洋委員會	法律			行政院海岸巡防署海岸巡防總局掌理事項，可依法執行如海洋環境保護及保育事項等事項
*娛樂漁業管理辦法	行政院 農業委員會	法規命令	漁業法第 41 條第 5 項及第 43 條		娛樂漁業漁船經主管機關核准，得提供水產（漁業）資源調查、海洋環境調查研究等
海洋污染防治法施行細則	海洋委員會	法規命令	海洋污染防治法第 60 條		就海洋污染防治法相關施行細節，有海洋環境關鍵字
海洋棄置許可管理辦法	海洋委員會	法規命令	海洋污染防治法第 20 條第 2 項		針對海洋棄置之許可申請進行海洋環境調查
海洋環境污染清除處理辦法	海洋委員會	法規命令	海洋污染防治法第 14 條第 3 項		針對海洋環境污染之清除處理之相關規定
船員服務規則	交通部	法規命令	船員法第 25 條之 2		針對船舶洩漏污染物質對海洋環境之污染，船長應注意並即為必要之措施
海域環境分類及海洋環境品質標準	海洋委員會	法規命令	海洋污染防治法第 8 條第 1 項		針對海域環境進行分類，並對海洋環境品質設立相關標準
經濟部事業廢棄物再利用產品環境監測管理辦法	經濟部	法規命令	廢棄物清理法第 39 條之 1 第 2 項		針對再利用產品地點進行環境監測，如海洋
漁船建造許可及漁業證照核發準則	行政院 農業委員會	行政規則	漁業法第 7 條及第 8 條第 3 項		針對漁船擱淺船主未予妥善處理，而有影響船隻航行，或污染海洋環境之虞者，不得申請汰建資格

海洋委員會海洋保育署處務規程	海洋委員會	行政規則	海洋委員會海洋保育署組織法以及中央行政機關組織基準法第 8 條第 1 項		海洋委員會海洋保育署為處理內部單位之分工職掌，特訂定之規程
*海洋委員會處務規程	海洋委員會	行政規則	海洋委員會組織法以及中央行政機關組織基準法第 8 條第 1 項		海洋委員會為處理內部單位之分工職掌，特訂定之規程

(二) 海洋資源

名稱	主管機關	位階	法源/授權依據	制定時間/最新修訂	內容重點
*中華民國專屬經濟海域及大陸礁層法	內政部	法律	/	87.01.21	中華民國在其專屬經濟海域或大陸礁層享有權利，他國家除另有協議外，不得調查海洋資源
*中華民國領海及鄰接區法	內政部	法律	/	87.01.21	中華民國政府基於航行安全、預防海上與海底設施或海洋資源受到破壞或預防海洋環境受到污染，得要求無害通過之外國船舶遵守一定之海道或分道通航制
國立海洋生物博物館組織法	教育部	法律	/	101.02.03	教育部為辦理海洋生物科學研究、推廣海洋教育，提升社會海洋資源保育及永續發展觀念，特設國立海洋生物博物館
國立海洋科技博物館組織法	教育部	法律	/	103.01.15	教育部為辦理海洋科學、科技與海洋生態及其相關文物之蒐集、研究、典藏、展示、應用及推廣大眾海洋教育，提升海洋資源保育及永續發展等相關事宜，特設國立海洋科技博物館

*海洋污染防治法	海洋委員會	法律	/	89.11.01/ 103.06.04	為防治海洋污染，保護海洋環境，維護海洋生態確保國民健康及永續利用海洋資源
海洋委員會海洋保育署組織法	海洋委員會	法律	/	104.07.01	海洋委員會為辦理海洋生態保育與海洋資源永續管理業務，特設海洋保育署
*國家海洋研究院組織法	海洋委員會	法律	/	104.07.01	海洋委員會為辦理海洋政策規劃、海洋資源調查、海洋科學研究、海洋產業及人力培育發展業務，特設國家海洋研究院
遠洋漁業條例	行政院農業委員會	法律	/	105.07.20	為落實保育海洋資源，強化遠洋漁業管理等，以促進遠洋漁業永續經營
投設人工魚礁或其他漁業設施許可管理辦法	海洋委員會	法規命令	海洋污染防治法第 25 條第 2 項	92.05.21	人工魚礁或其他漁業設施，係指將天然或人造之結構物投設於海域中，作為漁場造成、保護或培育海洋資源之設施
*海洋委員會處務規程	海洋委員會	行政規則	海洋委員會組織法以及中央行政機關組織基準法第 8 條第 1 項	107.04.27	海洋委員會為處理內部單位之分工職掌，特訂定之規程
海洋委員會海巡署各地區分署組織準則	海洋委員會	行政規則	海洋委員會海巡署組織法以及中央行政機關組織基準法第 4 條第 1 項及第 6 條第 1 項第 5 款	107.04.27	巡防科掌理事項如海洋污染防治與海洋資源保護勤務之督導、執行及考核

(三) 海洋保育

名稱	主管機關	位階	法源/ 授權依據	制定時間/ 最新修訂	內容重點
*海洋委員會海洋保育署組織法	海洋委員會	法律	/	104.07.01	海洋委員會為辦理海洋生態保育與海洋資源永續管理業務，特設海洋保育署，並掌理相關保育事項
*海洋委員會組織法	海洋委員會	法律	/	104.07.01	海洋委員會掌理海洋環境保護、資源管理、永續發展、生物多樣性保育與污染防治之統合規劃、審議、協調及推動
*國家海洋研究院組織法	海洋委員會	法律	/	104.07.01	國家海洋研究院掌理事項，包含海洋保育與海巡執法人員之教育、訓練、認證及管理
*海洋委員會專業獎章頒給辦法	海洋委員會	法規命令	獎章條例第 9 條第 1 項	104.07.01	海洋委員會針對保育研工作有功人士，可頒發海育或海研獎章
動物運送管理辦法	行政院農業委員會	法規命令	動物保護法第 9 條第 3 項	94.06.30/ 108.03.14	除救援或特殊緊急情形外，運送之動物屬瀕臨絕種、珍貴稀有陸域保育類野生動物或海洋保育類野生動物者，其運送方式應符合相關規定
行政院農業委員會漁業署辦事細則	行政院農業委員會	行政規則	行政院農業委員會漁業署組織條例第 14 條	100.08.04	行政院農業委員會漁業署業務之處理，如設有海洋保育科
*海洋委員會海洋保育署處務規程	海洋委員會	行政規則	海洋委員會海洋保育署組織法以及中央行政機關組織基準法第 8 條第 1 項	107.04.27	海洋委員會海洋保育署為處理內部單位之分工職掌，特訂定之規程

(四) 海洋污染

名稱	主管機關	位階	法源/ 授權依據	制定時間/ 最新修訂	內容重點
行政院環境保護署組織條例	行政院環境保護署	法律	/	76.07.29/ 91.01.03	行政院環境保護署水質保護處掌理海洋污染防治之策劃、指導、監督或執行事項
海岸管理法	內政部	法律	/	104.02.04	船舶航行有影響海岸保護或肇致海洋污染之虞者，得由中央主管機關會商航政主管機關調整航道，並公告之
*海洋污染防治法	海洋委員會	法律	/	89.11.01/ 103.06.04	本法第 1、6、7、10、12-14、17、28、59 條，出現海洋污染之關鍵字
*海洋委員會海洋保育署組織法	海洋委員會	法律	/	104.07.01	海洋委員會海洋保育署所掌事項，如海洋污染防治之整合規劃、協調及執行
一般廢棄物回收清除處理辦法	行政院環境保護署	法規命令	廢棄物清理法第 12 條第 1 項	86.04.23/ 106.11.03	一般廢棄物採海洋棄置法處理者，應符合海洋污染防治法之規定
外國船舶無害通過中華民國領海管理辦法	內政部	法規命令	中華民國領海及鄰接區法第 7 條第 5 項及第 9 條	91.01.30	外國船舶通過中華民國領海時，應遵守中華民國海洋污染防治法並設置防止污染設備
*海洋委員會專業獎章頒給辦法	海洋委員會	法規命令	獎章條例第 9 條第 1 項	104.07.01	對海洋污染防治、海岸與海域管理之整合規劃、協調及執行，具有特殊貢獻，可頒發海育獎章
*投設人工魚礁或其他漁業設施許可管理辦法	海洋委員會	法規命令	海洋污染防治法第 25 條第 2 項	92.05.21	依照海洋污染防治法授權訂定，針對人工漁礁之設施，是否有污染之虞，於申請時應予說明
事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準	行政院環境保護署	法規命令	廢棄物清理法第 36 條第 2 項	78.05.08/ 95.12.14	事業廢棄物之處理採海洋棄置者，依海洋污染防治法之規定

海岸巡防機關與環境保護機關協調聯繫辦法	海洋委員會	法規命令	海岸巡防法第 11 條第 2 項	90.06.13	為處理一般海洋污染事件，環保署得設海洋污染事件處理工作小組，海巡署應協助執行相關任務
海洋污染防治各項許可申請收費辦法	海洋委員會	法規命令	海洋污染防治法第 57 條	91.07.30/ 101.12.10	依照海洋污染防治法授權訂定，海洋污染防治各項許可收取審查費等之規定
*海洋污染防治法施行細則	海洋委員會	法規命令	海洋污染防治法第六十條	90.09.05	本施行細則第 1-4、7、10、13、14 條，為海洋污染防治法相關施行細節之規定
海洋污染涉及軍事事務檢查鑑定辦法	海洋委員會	法規命令	海洋污染防治法第 6 條第 4 項	92.03.19	為海洋污染涉有軍事事務檢查鑑定之相關規定
*海洋棄置許可管理辦法	海洋委員會	法規命令	海洋污染防治法第 20 條第 2 項	91.12.25/ 98.01.08	依照海洋污染防治法授權訂定，海洋棄置之許可申請以及管理之規定
*海洋環境污染清除處理辦法	海洋委員會	法規命令	海洋污染防治法第 14 條第 3 項	91.03.06	依照海洋污染防治法授權訂定，海洋環境污染之清除處理之相關規定
海域工程排放油廢(污)水許可辦法	海洋委員會	法規命令	海洋污染防治法第 18 條第 3 項	91.12.11	針對海域工程排放油廢(污)水申請許可文件等之規定
*海域環境分類及海洋環境品質標準	海洋委員會	法規命令	海洋污染防治法第 8 條第 1 項	90.12.26/ 107.02.13	針對海域環境進行分類，並對海洋環境品質設立相關標準，係依照海洋污染防治法。
海域環境監測及監測站設置辦法	海洋委員會	法規命令	海洋污染防治法第 9 條第 3 項	91.11.013	依照海洋污染防治法授權訂定，海洋委員會掌理海洋環境保護、資源管理、永續發展、生物多樣性保育與污染防治之統合規劃、審議、協調及推動
陸上污染源廢(污)水排放於特定海域許可辦法	海洋委員會	法規命令	海洋污染防治法第 15 條第 2 項	91.12.11	依海洋污染防治法授權訂定，有關陸上污染源廢(污)水排放於特定海域之相關規定

行政院環境保護署辦事細則	行政院環境保護署	行政規則	行政院環境保護署組織條例第 23 條	77.11.28/ 93.05.05	水質保護處下第四科掌理海洋污染相關事項
*行政院農業委員會漁業署辦事細則	行政院農業委員會	行政規則	行政院農業委員會漁業署組織條例第 14 條	100.08.04	行政院農業委員會漁業署業務之處理，如設有海洋保育科
*海洋委員會海巡署各地區分署組織準則	海洋委員會	行政規則	海洋委員會海巡署組織法以及中央行政機關組織基準法第 4 條第 1 項、第 6 條第 1 項第 5 款	107.04.27	巡防科掌理事項，如海洋污染防治與海洋資源保護勤務之督導、執行及考核
*海洋委員會海洋保育署處務規程	海洋委員會	行政規則	海洋委員會海洋保育署組織法以及中央行政機關組織基準法第 8 條第 1 項	107.04.27	海洋委員會海洋保育署為處理內部單位之分工職掌，特訂定之規程

三、海域安全、海岸安全

本小節依海洋委員會第 2 條第 4 款規定：「四、海域與海岸安全統合規劃、審議、協調及推動。」以「海域安全」、「海岸安全」作為關鍵字進行盤點。

(一) 海域安全

名稱	主管機關	位階	法源/ 授權依據	制定時間/ 最新修訂	內容重點
行政院處務規程	行政院	行政規則	行政院組織法以及中央行政機關組織基準法第 8 條第 1 項	100.10.27/ 107.08.20	由交通環境資源處掌理海洋事務及海域安全
*海洋委員會處務規程	海洋委員會	行政規則	海洋委員會組織法以及中央行政機關組織基準法第 8 條第 1 項	107.04.27	明定海洋委員會設海域安全處，並掌理海域安全之統合規劃、協調及推動等事項

(二) 海岸安全

名稱	主管機關	位階	法源/授權依據	制定時間/最新修訂	內容重點
*海洋委員會組織法	海洋委員會	法律	/	104.07.01	海洋委員會掌理海域與海岸安全統合規劃、審議、協調及推動
行政院海岸巡防署與國防部協調聯繫辦法	海洋委員會	法規命令	海岸巡防法第 11 條第 2 項	90.07.25	海巡署及國防部應相互合作，密切協調，彼此提供影響海域、海岸安全之預警、雷情及滲透情資等資料，共同維護國家安全
*海洋委員會專業獎章頒給辦法	海洋委員會	法規命令	獎章條例第 9 條第 1 項	104.07.01	海洋委員會為獎勵對海洋政策、海域（岸）巡防、保育、研究工作有功人士
*海洋委員會海巡署各地區分署組織準則	海洋委員會	行政規則	海洋委員會海巡署組織法以及中央行政機關組織基準法第 4 條第 1 項及第 6 條第 1 項第 5 款	104.04.27	明定轄區內海域及海岸安全調查之執行
*海洋委員會處務規程	海洋委員會	行政規則	海洋委員會組織法以及中央行政機關組織基準法第 8 條第 1 項	107.04.27	海域安全處掌理海岸安全之統合規劃、協調及推動以及其他有關海域及海岸安全等事項

四、海洋文化

本小節依海洋委員會第 2 條第 5 款規定：「五、海洋文化與教育之統合規劃、協調及推動。」以「海洋文化」、「海洋教育」作為關鍵字進行盤點。

(一) 海洋文化

名稱	主管機關	位階	法源/授權依據	制定時間/最新修訂	內容重點
*海洋委員會組織法	海洋委員會	法律	/	104.07.01	海洋委員會掌理海洋文化與教育之統合規劃、協調及推動

*海洋委員會處務規程	海洋委員會	行政規則	海洋委員會組織法以及中央行政機關組織基準法第 8 條第 1 項	107.04.27	科技文教處掌理國家海洋文化推展策略規劃、協調及推動、海洋文化資產保存、保護、管理之統合及協調等事項

(二) 海洋教育

名稱	主管機關	位階	法源/授權依據	制定時間/最新修訂	內容重點
*國立海洋生物博物館組織法	教育部	法律	/	101.02.03	教育部為辦理海洋生物科學研究、推廣海洋教育，提升社會海洋資源保育及永續發展觀念，特設國立海洋生物博物館
*國立海洋科技博物館組織法	教育部	法律	/	103.01.15	教育部為辦理海洋科學、科技與海洋生態及其相關文物之蒐集、研究、典藏、展示、應用及推廣大眾海洋教育，提升海洋資源保育及永續發展等相關事宜，特設國立海洋科技博物館
*國立海洋科技博物館處務規程	教育部	行政規則	國立海洋科技博物館組織法以及中央行政機關組織基準法第 8 條第 1 項	103.02.18	展示教育組掌理如中小學、終身學習之海洋教育教學活動與教材教案之研究等事項
教育部處務規程	教育部	行政規則	教育部組織法以及中央行政機關組織基準法第 8 條第 1 項	21.07.23/ 101.12.10	綜合規劃司掌理如原住民族及少數族群教育、學校衛生教育、海洋教育政策之規劃及協調等事項
*海洋委員會處務規程	海洋委員會	行政規則	海洋委員會組織法以及中央行政機關組織基準法第 8 條第 1 項	107.04.27	科技文教處掌理國家海洋教育發展策略規劃、協調及推動等事項

五、海洋科學、海洋研究、海洋科技

本小節依海洋委員會第 2 條第 6 款規定：「六、海洋科學研究與技術發展之統合規劃、審議、協調及推動。」以及第 9 款：「九、所屬海洋研究及人力發展機構之督導、協調及推動。」以「海洋科學」、「海洋研究」、「海洋科技」作為關鍵字進行盤點。

(一) 海洋科學

名稱	主管機關	位階	法源/ 授權依據	制定時間/ 最新修訂	內容重點
*中華民國專屬經濟海域及大陸礁層法	內政部	法律	/	87.01.21	中華民國在其專屬經濟海域或大陸礁層享有並得行使下列權利，如海洋科學研究之管轄權並得管制相關研究
*中華民國領海及鄰接區法	內政部	法律	/	87.01.21	中華民國政府得對下列各項或任何一項制定關於領海無害通過的法令，如防止及處罰未經許可進行海洋科學研究和水文測量
*國立海洋生物博物館組織法	教育部	法律	/	101.02.03	國立海洋生物博物館掌理如海洋生物科學教育之規劃與推廣、海洋科學教育出版品之編纂及發行
*國立海洋科技博物館組織法	教育部	法律	/	103.01.15	教育部為辦理海洋科學、科技與海洋生態及其相關文物之蒐集、研究、典藏、展示、應用及推廣大眾海洋教育，提升海洋資源保育及永續發展等相關事宜，特設國立海洋科技博物館
*海洋委員會組織法	海洋委員會	法律	/	104.07.01	海洋委員會掌理海洋科學研究與技術發展之統合規劃、審議、協調及推動

*國家海洋研究院組織法	海洋委員會	法律	/	104.07.01	海洋委員會為辦理海洋政策規劃、海洋資源調查、海洋科學研究、海洋產業及人力培育發展業務，特設國家海洋研究院
水下文化資產保存法施行細則	文化部	法規命令	水下文化資產保存法第 43 條	105.10.31	海洋科學研究屬於非以水下文化資產為標的之活動
水下文化資產專業人才培育辦法	文化部	法規命令	水下文化資產保存法第 11 條第 2 項	105.12.02	水下文化資產專業人才如海洋科學人員
以水下文化資產為標的之活動管理辦法	文化部	法規命令	水下文化資產保存法第 22 條第 4 項及第 23 條第 2 項	105.12.08	水下考古作業之中若具海洋科學之資格可作為進行考古之相關人員等規定
*外國船舶無害通過中華民國領海管理辦法	內政部	法規命令	中華民國領海及鄰接區法第 7 條第 5 項及第 9 條	91.01.30	外國船舶通過中華民國領海時，未經許可，不得進行海洋科學研究及水文測量活動
*在中華民國專屬經濟海域或大陸礁層從事海洋科學研究許可辦法	科技部	法規命令	中華民國專屬經濟海域及大陸礁層法第 9 條第 3 項	89.08.16/ 104.05.15	中華民國專屬經濟海域或大陸礁層從事海洋科學研究許可之申請等程序
從事氣象海象預報業務許可辦法	交通部	法規命令	氣象法第 18 條第 3 項	93.01.02	具有海洋科學相關學歷，可從事氣象或海象預報業務之預報人員

(二) 海洋研究

名稱	主管機關	位階	法源/授權依據	制定時間/最新修訂	內容重點
航路標識條例	交通部	法律	/	107.11.21	下列船舶免收航路標識服務費，如專供海洋研究、鑽採石油、礦物、調查、教育實習用之船舶
*海洋委員會組織法	海洋委員會	法律	/	104.07.01	海洋委員會掌理海洋研究及人力發展機構之督導、協調及推動

*國家海洋研究院組織法	海洋委員會	法律	/	104.07.01	海洋委員會掌理海洋研究與發展計畫之研擬及執行、成果及技術之推廣、發展之資訊蒐集、人才培育引進及國際合作等事項
*海洋委員會專業獎章頒給辦法	海洋委員會	法規命令	獎章條例第9條第1項	104.07.01	對海洋研究與發展計畫之研擬及執行與發展成果及技術之推廣，經審定或採行確有特殊價值或具體成效，得頒給海研專業獎章

(三) 海洋科技

名稱	主管機關	位階	法源/授權依據	制定時間/最新修訂	內容重點
*國立海洋科技博物館組織法	教育部	法律	/	103.01.15	教育部為辦理海洋科學、科技與海洋生態及其相關文物之蒐集、研究、典藏、展示、應用及推廣大眾海洋教育，提升海洋資源保育及永續發展等相關事宜，特設國立海洋科技博物館
*海洋委員會處務規程	海洋委員會	行政規則	海洋委員會組織法以及中央行政機關組織基準法第8條第1項	107.04.27	科技文教處掌理海洋科技專案計畫先期統合規劃及協調、成果與績效指標之追蹤及評估、研究成果之推廣及應用等事項

六、海洋人力

本小節依海洋委員會第2條第7款規定:「七、海洋人力資源發展之統合規劃、審議、協調及推動。」以及第9款規定:「九、所屬海洋研究及人力發展機構之督導、協調及推動。」以「海洋人力」作為關鍵字進行盤點。

名稱	主管機關	位階	法源/授權依據	制定時間/最新修訂	內容重點
*海洋委員會組織法	海洋委員會	法律	/	104.07.01	海洋委員會掌理海洋人力資源發展之統合規劃、審議、協調及推動

*海洋委員會專業獎章頒給辦法	海洋委員會	法規命令	獎章條例第9條第1項	104.07.01	海洋委員會對海洋、海域（岸）之文化教育、國際合作、海洋人力資源發展及涉外事務之統合規劃、協調及推動，具有特殊貢獻，得頒給海洋專業獎章
海洋委員會海巡署教育訓練測考中心組織規程	海洋委員會	行政規則	海洋委員會海巡署組織法以及中央行政機關組織基準法第4條第1項及第16條第2項	107.04.27	海洋委員會海巡署為辦理海洋人力培育及發展業務，特設教育訓練測考中心

七、海岸巡防機關

原行政院海岸巡防署，現降編入海洋委員會改為海洋委員會海巡署，本計畫以「海岸巡防」作為盤點之關鍵字，盤點出現於法規名稱以及出現於法條內容中之相關法規範。

(一) 法規

名稱	主管機關	位階	法源/授權依據	制定時間/最新修訂	內容重點
*海岸巡防法	海洋委員會	法律	/	89.01.26/108.04.10	為維護臺灣地區海域及海岸秩序，與資源之保護利用，確保國家安全，保障人民權益
行政院海岸巡防署與行政院農業委員會協調聯繫辦法	海洋委員會	法規命令	海岸巡防法第11條第2項	91.01.16	海岸巡防署與行政院農業委員會相關協調聯繫事項、程序
行政院海岸巡防署與交通部協調聯繫辦法	海洋委員會	法規命令	海岸巡防法第11條第2項	90.05.30	海岸巡防署與交通部相關協調聯繫事項、程序
行政院海岸巡防署與財政部協調聯繫辦法	海洋委員會	法規命令	海岸巡防法第11條第2項	90.10.17	海岸巡防署與財政部部相關協調聯繫事項、程序

*行政院海岸巡防署與國防部協調聯繫辦法	海洋委員會	法規命令	海岸巡防法第 11 條第 2 項	90.07.25	海岸巡防署與國防部相關協調聯繫事項、程序
海岸巡防機關提供政府資訊收費標準	海洋委員會	法規命令	政府資訊公開法第 22 條第 2 項	95.05.12	海岸巡防機關提供政府資訊之相關收費規定
*海岸巡防機關與環境保護機關協調聯繫辦法	海洋委員會	法規命令	海岸巡防法第 11 條第 2 項	90.06.13	海岸巡防署與環境保護機關相關協調聯繫事項、程序
海岸巡防機關與警察移民及消防機關協調聯繫辦法	海洋委員會	法規命令	海岸巡防法第 11 條第 2 項	89.09.20/ 96.12.31	海岸巡防署與警察移民及消防機關相關協調聯繫事項、程序
*海洋委員會海巡署教育訓練測考中心組織規程	海洋委員會	行政規則	行政院功能業務與組織調整暫行條例第 19 條	107.04.27	海洋委員會海巡署為辦理海洋人力培育及發展業務，特設教育訓練測考中心

(二) 法條

名稱	主管機關	位階	法源/ 授權依據	制定時間/ 最新修訂	內容重點
海洋委員會海巡署組織法	海洋委員會	法律	/	104.07.01	海洋委員會為辦理海域及海岸巡防業務，特設海巡署，並規定掌理事項
*海洋委員會組織法	海洋委員會	法律	/	104.07.01	海洋委員會掌理海洋環境保護、資源管理、永續發展、生物多樣性保育與污染防治之統合規劃、審議、協調及推動
*行政院海岸巡防署與交通部協調聯繫辦法	海洋委員會	法規命令	海岸巡防法第 11 條第 2 項	90.05.30	海岸巡防署與交通部相關協調聯繫事項、程序
*行政院海岸巡防署與行政院農業委員會協調聯繫辦法	海洋委員會	法規命令	海岸巡防法第 11 條第 2 項	91.01.16	海岸巡防署與農業委員會相關協調聯繫事項、程序

*行政院海岸巡防署與財政部協調聯繫辦法	海洋委員會	法規命令	海岸巡防法第 11 條第 2 項	90.10.17	海岸巡防署與財政部部相關協調聯繫事項、程序
*行政院海岸巡防署與國防部協調聯繫辦法	海洋委員會	法規命令	海岸巡防法第 11 條第 2 項	90.07.25	海岸巡防署及國防部應相互合作，密切協調，彼此提供影響海域、海岸安全之預警、雷情及滲透情資等資料，共同維護國家安全
*海岸巡防機關與環境保護機關協調聯繫辦法	海洋委員會	法規命令	海岸巡防法第 11 條第 2 項	90.06.13	為處理一般海洋污染事件，環保署得設海洋污染事件處理工作小組，海巡署應協助執行相關任務
*海岸巡防機關與警察移民及消防機關協調聯繫辦法	海洋委員會	法規命令	海岸巡防法第 11 條第 2 項	89.09.20/ 96.12.31	海岸巡防署與警察移民及消防機關相關協調聯繫事項、程序
離島建設條例施行細則	國家發展委員會	法規命令	離島建設條例第 18 條	90.04.24	為配合推動離島之開發建設，離島建設指導委員會得請國防部、行政院海岸巡防署及內政部，就海岸或軍事管制區重新檢討，減少其管制範圍及管制事項
*海洋委員會海巡署各地區分署組織準則	海洋委員會	行政規則	海洋委員會海巡署組織法以及中央行政機關組織基準法第 4 條第 1 項及第 6 條第 1 項第 5 款	107.04.27	巡防科掌理事項如海洋污染防治與海洋資源保護勤務之督導、執行及考核
海洋委員會海巡署各地區分署辦事細則	海洋委員會	行政規則	中央行政機關組織基準法第 8 條第 1 項	107.04.27	海洋委員會海巡署各地區分署為處理內部單位之分工職掌，特訂定本細則
海洋委員會海巡署處務規程	海洋委員會	行政規則	中央行政機關組織基準法第 8 條第 1 項	107.04.27	海洋委員會海巡署為處理內部單位之分工職掌，特訂定本規程

第六節 分析海洋委員會海洋科技發展競合

經本計畫第二章第四節彙整各部會執掌，並透過海委會協助發文各公部門請求提供海洋科技相關研究計畫清單，共計盤點科技部、教育部、交通部、內政部等單位(尚缺經濟部、環保署等單位)，初步彙整各部會海洋科技研發方向如表 2-34。由表 2-34 瞭解科技部涉獵之海洋科學研究領域最為廣泛；包括海洋科學領域：如海洋地質、海洋物理、海洋化學、海洋水文、海洋漁業、氣候變遷對海洋衝擊影響等，以及海洋工程領域：如海洋聲學、水下通訊、水下載具、近岸工程、離岸風電、海洋能源、海洋污染、海洋天然災害、海岸與海底地形變遷等。然而，科技部核定之研究計畫規模較小，均無長期系統性之研究規劃，相關研究成果均尚無法達到商業應用或實務操作階段。因此，科技部既有參與之海洋科技研發領域均為海洋委員會可以持續投入之方向；惟海洋委員會若擬以科技部曾經投入研發之議題研擬中長程發展計畫時，需要特別針對將研發成果實務應用納入計畫管考與推動基本考量。於科技部提供海委會之盤點成果中，並未包含國家能源主軸計畫。依本計畫團隊成員參與科技部國家能源主軸計畫經驗，天然氣水合物探採、海洋能(黑潮發電)及離岸風電均為國家能源主軸計畫涉獵海洋科技相關領域。

表 2-34 各部會已投入之海洋科學研究方向及待補強缺口

單位	投入海洋科技研發方向	可補強之研究方向
科技部	(I) 海洋科學領域： 1. 海洋地質 2. 海洋物理海洋化學 3. 海洋水文 4. 海洋漁業 5. 氣候變遷對海洋衝擊影響等 (II)海洋工程領域： 1. 海洋聲學 2. 水下通訊 3. 水下載具 4. 近岸工程 5. 離岸風電 6. 海洋能源 7. 海洋污染 8. 海洋天然災害 9. 海岸與海底地形變遷等 (III)國家能源主軸計畫 1. 天然氣水合物 2. 離岸風場開發 3. 黑潮發電	1. 海洋工程與海洋科學大數據資料庫整合應用 2. 黑潮發電開發與示範場域建置 3. 天然氣水合物實場域開採與應用 4. 海洋發電設施工程災害防救體系建置

單位	投入海洋科技研發方向	可補強之研究方向
交通部	1. 海氣象觀測及預報 2. 海洋地震與波浪災害分析預警 3. 海氣象資料收集與資料庫維護 4. 港灣海洋污染監測分析 5. 港灣構造物設計與檢測技術研發(支援法規研擬)	1. 海氣象與海洋工程鏈結資料庫加值應用 2. 我國領海多尺度海洋減污與永續管理
教育部	1. 海生館生態與環境監測 2. 氣候變遷對海洋環境影響分析與模擬	1. 海洋科學大數據資料庫整合應用
內政部	1. 東沙海域生態研究 2. 國家公園生態監測與研究(台江國家公園、墾丁國家公園、澎湖四島國家公園) 3. 海域島礁與相關圖資資料庫建置與維護	1. 海洋科學大數據資料庫整合應用

依照本報告附錄 C 之盤點成果，交通部近五年的海洋科學研究方向主要集中於海氣象觀測及預報、海洋地震與波浪災害分析預警、海氣象資料收集與資料庫維護、港灣海洋污染監測分析、港灣構造物設計與檢測技術研發(支援法規研擬)。上述研究顯示，針對人造設施與災害，交通部主要針對港灣區域為研發目標區塊。對於天然環境影響，則針對業務轄管之海氣象與地震作為研發主題。

內政部近五年涉及之海洋科技研發方向包含東沙海域生態研究、國家公園（台江國家公園、墾丁國家公園、澎湖四島國家公園）生態監測與研究、海域島礁與相關圖資資料庫建置與維護等；教育部之海洋科技研究範疇集中於海生館生態與環境監測、氣候變遷對海洋環境影響分析與模擬。

雖然本計畫尚未取得經濟部與環保署等單位之海洋科技研發相關計畫統計資料回覆，依本計畫主持人參與經濟部能源局與標檢局之研究計畫與審查經驗，知悉上述單位長期投入離岸風電設計驗證、海事工程安全、抗颱耐震風機結構設計等議題。國家對上述議題均已投入大量人力與資金，不宜於離岸風場已開發進入商轉階段時再重複投資相同之研究議題；後續海洋委員會可對離岸風場等海洋工程之維護監測與工程災害防制與搶救予以著墨

本計畫初步盤點比對我國政府機關科技發展執掌，可得表 2-34 中之各機關對海洋科技研發投入缺口。同時經由與表 2-1 中之國內外科技發展情勢與成果交叉比對，可知適合海洋委員會切入之海洋科研方向為 (1) 海洋工程與海洋科學大數據資料庫整合應用、(2) 黑潮發電開發與示範場域建置、(3) 海洋發電設施工程災害防救體系建置、(4)天然氣水合物實場域開採與應用、(5) 多尺度海洋減污與永續管理。針對上述海洋科研方向，主要可協助海洋委員會新增海洋科學與工成大數據資料庫維護、海洋發電設施與海事工程防救災整備、海洋污染防治與等經常性業務。

第三章 研擬海洋科技法令草案

海洋委員會職掌對於海洋總體政策與基本法令、海洋文化與教育海洋相關事務、海洋國際公約內國法化與國際合作，負有統合規劃、審議、協調及推動等之義務，而為期符合本會組織法制定之意旨，同時彰顯海洋專責機關成立之使命，歷經多次諮詢會議，擬定據有政策指導、規範政府義務與授權之海洋專法，即「海洋基本法」草案。「海洋基本法」草案於 107 年 9 月函請行政院審議，其後於 108 年 11 月 1 日經立法院三讀通過，並於 108 年 11 月 20 日經總統公布；「海洋基本法」之內容主要在於統籌整合各目的事業主管機關之涉海之權責針對海洋資源、產業之開發與各項事務，並針對海洋污染防治、海洋產業人才與產業培訓、公私部門與學術機構合作、海洋事務預算等進行原則性規範。

另外，由於海洋產業之多元特性，與多個部會均有關連，為統合海洋產業推動之事權，集合相關部會資源以收共同推展之效，海洋委員會爰擬具「海洋產業發展條例」草案，繼相關部會協商工作之後，並於 108 年 7 月間辦理預告作業，以對外徵詢各界意見。

綜上所述，我國海洋事務相關法令與法條約有 1700 條以上，其中綜合與海洋核心重要相關事項計 345 條，分散在我國各機關，各相關條文因立法需求各異，缺乏專業性海洋科技發展政策諮詢、系統性海洋法令研究及全面性海科技推展，是以，本計畫將透過工作會議與海洋委員會溝通，瞭解海洋委員會海洋科技發展實施目標與方法，以循序完成表 3-1 中之海洋科技法令草案研擬。

表 3-1 「海洋科技發展中長期計畫先期規劃」規劃研擬之海洋科技法令草案

法源依據與位階	增訂法令	對象
產業創新條例第 9 條第 2 項（命令）	海洋委員會推動學術與研究機構參與產業創新及研究發展補助辦法	學界、法人（研究機構）
產業創新條例第 9 條第 2 項（命令）	海洋委員會協助產業創新活動補助及輔導辦法	產業
科學技術基本法第 6 條第 3 項（命令）	海洋委員會科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法	學界、法人、產業
行政規則	海洋委員會海洋科技發展計畫研提及管考作業須知	學界、法人、產業
行政規則	海洋委員會海洋科技發展計畫審議會設置及作業要點	學界、法人、產業
行政規則	海洋委員會海洋科技發展計畫查核作業要點	學界、法人、產業
行政規則	海洋委員會海洋科技計畫產學合作實施要點	產業
行政規則	海洋委員會海洋科技創業投資計畫作業要點	產業

第一節 海洋委員會推動學術與研究機構參與產業創新及研究發展補助辦法

針對「海洋委員會推動學術與研究機構參與產業創新及研究發展補助辦法」草案，本計畫已於海洋委員會文教處協助下收集表 3-2 中之相關補助辦法，以作為研擬海洋委員會推動學術與研究機構參與產業創新及研究發展補助辦法草案之依據。

表 3-2 既有推動學術與研究機構參與產業創新及研究發展補助相關辦法

項次	法規名稱	修正日期
1	行政院農業委員會推動學術與研究機構參與產業創新及研究發展補助辦法	105.04.28
2	客家委員會推動研究機構參與客家產業群聚創新服務及研究發展補助辦法	104.12.17
3	經濟部推動研究機構進行產業創新及研究發展補助辦法	106.02.08
4	經濟部推動學術機構進行產業創新及研究發展補助辦法	105.10.14
5	國家通訊傳播委員會推動通訊傳播產業創新研究發展補助辦法	105.11.11
6	行政院農業委員會協助產業創新活動補助及輔導辦法	105.04.28

本計畫於民國 108 年 4 月 25 日提交之「海洋委員會推動學術與研究機構參與產業創新及研究發展補助辦法」草案，係基於海洋委員會為我國海洋政策及相關事務統合之專責機關，為加速推動海洋科技及產業之發展，並強化產業合作，爰依據產業創新條例第 9 條第 2 項規定擬定，其中內容明定補助對象之資格條件、申請補助之應備文件、審核標準及作業程序、補助經費之撥付及管理，以及其他應遵行事項之管理辦法，合計條文共 21 條，條文內容說明請參閱附錄 D-1，各條文之要點說明如下：

一、本辦法之授權依據。(草案第一條)

二、本辦法訂定目的。(草案第二條)

三、本辦法用詞定義。(草案第三條)

四、本辦法補助事項範圍。(草案第四條)

五、明定申請補助之對象、條件、審查程序以及計畫聲明書應載明事項，並依本會或所屬機關之規定作業流程、表件格式等，提出計畫書及相關文件。(草案第五條至第十條)

六、對於重大急要且具時效性案件特殊情形之因應。(草案第十一條)

七、計畫成果審查規定。(草案第十二條及第十三條)

八、計畫變更之規定（草案第十四條）

九、計畫經費之專帳管理、核銷、購置之研究設施及追繳經費。(草案第十五條至第十七條)

十、為掌握計畫執行之效益，本會得辦理績效考評。(草案第十八條)

十一、依據行政程序法第十六條規定，明定業務委託之法源。(草案第十九條)

十二、本會所屬機關（構）得準用本辦法之規定。(草案第二十條)

十三、本辦法之施行日期。(草案第二十一條)

第二節 海洋委員會協助產業創新活動補助及輔導辦法

針對「海洋委員會協助產業創新活動補助及輔導辦法」草案，本計畫已於收集表3-3 中之相關辦法，以作為研擬海洋委員會協助產業創新活動補助及輔導辦法之依據。

表 3-3 既有產業創新活動補助及輔導辦法相關規範

項次	法規名稱	修正日期
1	行政院農業委員會協助產業創新活動補助及輔導辦法	105.04.28
2	經濟部業界能源科技專案計畫申請須知	104.07.13
3	經濟部協助產業創新活動補助獎勵及輔導辦法	107.05.24

本計畫於民國 108 年 5 月 10 日提交之「海洋委員會協助產業創新活動補助及輔導辦法」草案。海洋委員會（以下簡稱本會）為開創海洋科技產業發展，改善產業環境及提升產業競爭力，參酌經濟部訂定之「經濟部協助產業創新活動補助獎勵及輔導辦法」，研擬訂定「海洋委員會協助產業創新活動補助獎勵及輔導辦法」(以下簡稱本辦法)，以利本會及所屬機關執行相關補助獎勵及輔導時能有所遵循，合計條文共 27 條，條文內容說明請參閱附錄 D-2，其要點如下：

一、本辦法之授權依據。(草案第一條)

二、本會或所屬機關得就本辦法所定申請案之受理、審查、核定、查驗、撥付、追回補助款、獎勵及其他相關事項，委任機關（構)、法人或團體辦理。(草案第三條)

三、本辦法補助事項範圍。(草案第四條)

四、申請補助之對象、資格條件、審查程序、表件格式等。(草案第五條至第十九條)

五、研發成果之歸屬及運用規定。(草案第二十條)

六、補助案件之資訊應予公開。(草案第二十一條)

七、產業創新活動輔導事項及相關規定。(草案第二十二條至第二十五條)

八、本辦法所需經費之支應及編列。(草案第二十六條)

九、本辦法之施行日期。(草案第二十七條)

第三節 海洋委員會科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法

針對「海洋委員會科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法」草案，本計畫已於收集表 3-4 中之相關辦法，以作為研擬海洋委員會科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法之依據。

表 3-4 既有科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法相關辦法

項次	法規名稱	修正日期
1	科技部科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法	107.05.17
2	經濟部科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法	106.02.17
3	行政院農業委員會科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法	107.04.20
4	衛生福利部科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法	108.01.22
5	交通部科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法	106.08.08
6	政府科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法	107.01.05
7	教育部科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法	107.06.08
8	國防部科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法	103.05.07
9	勞動部科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法	104.06.16
10	中央研究院科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法	107.03.05
11	國營事業研究發展成果歸屬及運用辦法	107.05.31
12	行政院原子能委員會科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法	107.08.03

本計畫於民國 108 年 5 月 10 日提交之「海洋委員會科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法」草案。為促進海洋科技計畫相關研發成果之擴散，發揮海洋科技計畫之創新價值，本會依科學技術基本法（以下簡稱科技基本法）第六條第三項規定之授權，擬具「海洋委員會科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法」（以下稱本辦法）草案，藉以明定研發成果之歸屬、運用、管理，以及成果運用收入繳庫及回饋等事項，合計條文共 29 條，條文內容說明請參閱附錄 D-3，各條文之要點說明如下：

一、本辦法之授權依據。（草案第一條）

二、本辦法與其他規定之適用順序。（草案第二條）

三、本辦法用詞定義。（草案第三條）

四、本辦法研發成果歸屬與運用之原則與目的。（草案第四條）

五、海洋科技計畫之研發成果歸屬原則以及歸屬國家、產業、學術或研究機構所有之情形。（草案第五條至第六條）

六、執行單位簽訂契約約定研發成果歸屬，並依程序公告。（草案第七條及第八條）

七、研發成果運用之迴避及資訊揭露事項，本會應訂定管理機制或規範。（草案第九條）

八、執行單位研發成果各種運用方式。(草案第十條及第十一條)

九、本會得行使歸入權與研發成果終止繳納維護費之情形。(草案第十二條及第十三條)

十、執行單位、產學研合作對象之收入繳納與獎勵之規定。(草案第十四條至第十六條)

十一、執行單位應自行負擔費用之項目。(草案第十七條)

十二、執行單位應建立之制度及項目。(草案第十八條至第二十條)

十三、研發成果之收入支出專帳管理、內部稽核項目、定期報告與實地查訪。(草案第二十一條至第二十二條)

十四、執行單位與研發人員之契約事項。(草案第二十三條)

十五、本會應就執行單位運用研發成果進行績效評估。(草案第二十四條)

十六、國有研發成果原則以本會為管理機關，所獲得之收入由本會專案核定分配作為獎勵。(草案第二十五條至第二十六條)

十七、國有研發成果之管理及運用與本會或所屬研究機構自行進行海洋科技計畫準用本辦法之規定。(草案第二十七至第二十八條)

十八、本辦法之施行日期。(草案第二十九條)

第四節 海洋委員會海洋科技發展計畫研提及管考作業須知

針對「海洋委員會海洋科技發展計畫研提及管考作業須知」草案，本計畫已於收集表 3-5 中之相關辦法，以作為研擬海洋委員會海洋科技發展計畫研提及管考作業須知之依據。

表 3-5 既有科技發展計畫研提及管考作業須知相關規範

項次	法規名稱	修正日期
1	行政院農業委員會農業科技計畫研提及管考作業須知	102.07.11
2	原子能科技學術合作研究計畫管考作業規定	106.10.06
3	臺東縣政府對本縣各鄉鎮市公所計畫執行效能管考作業規定	106.07.26
4	原住民族委員會對地方政府公共工程及公共建設型補助計畫作業及管考要點	105.04.27
5	教育部所屬機關學校重大公共建設計畫管考作業要點	106.09.07
6	行政院農業委員會補助直轄市及縣（市）政府推動社區農村再生計畫審查及管考作業要點	106.12.18
7	經濟部水利署蓄水建造物更新及改善計畫第三期補助管考要點	106.02.15

本計畫於民國 108 年 7 月 21 日提交之「海洋委員會海洋科技發展計畫研提及管考作業須知」草案。為推動各項海洋科技發展計畫，以促進海洋科技及其產業之創新發展，並有效進行計畫執行成效之管考，本會擬具「海洋委員會海洋科技發展計畫研提及管考作業須知」（以下稱本須知）草案，合計條文共 12 條，條文內容說明請參閱附錄 D-4，其要點如下：

一、本須知之目的。（草案第一點）

二、本須知所適用之海洋科技發展計畫範疇。（草案第二點及第四點）

三、海洋科技發展計畫統籌單位為科技文教處，本會並將指定各該計畫管考單位或人員。（草案第三點）

四、本會及所屬機關應依政策需求及目標等考量因素，進行海洋科技發展計畫之概算編擬。（草案第五點）

五、本會及所屬機關選定研究主題時，應參考 GRB 系統及其他項目，以符合施政計畫及業務發展需要。而就委託或補助研究對象之選定，則將審酌計畫主持人主持研究能力及相關因素。（草案第六點）

六、海洋科技發展計畫之主持人或管理人員應依本會要求辦理計畫登錄、審核及報告繳交等作業。（草案第七點）

七、海洋科技發展計畫之經費撥付以分期辦理為原則，其應依雙方簽訂之契約撥予受委託或補助之單位。（草案第九點）

八、海洋科技發展計畫之進度追蹤及成效管考作業及原則。（草案第十點）

九、本會及所屬機關應依海洋科技發展計畫契約書之約定辦理計畫驗收或審查作業。（草案第十一點）

十、明定海洋科技發展計畫之其他注意事項，例如研究報告應以全文公開為原則，以及本會及所屬機關之人員參與計畫時不得支領經費。（草案第十二點）

第五節 海洋委員會海洋科技發展計畫審議會設置及作業要點

針對「海洋委員會海洋科技發展計畫審議會設置及作業要點」草案，本計畫已於收集表 3-6 中之相關辦法，以作為研擬海海洋委員會海洋科技發展計畫審議會設置及作業要點之依據。

表 3-6 既有科技發展計畫審議會設置及作業要點相關規範

項次	法規名稱	修正日期
1	行政院農業委員會農業科技審議會設置及作業要點	106.06.16
2	行政院農業委員會農業智慧財產權審議會設置及作業要點	100.02.21
3	科技部科學園區審議會設置要點	107.07.13
4	內政部住宅審議會設置辦法	106.06.29
5	文化資產審議會組織及運作辦法	106.07.27
6	行政院環境保護署綠色消費暨環境保護產品審議會設置要點	101.10.17
7	高雄市促進產業發展審議會設置要點	106.06.01

本計畫於民國 108 年 7 月 21 日提交之「海洋委員會海洋科技發展計畫審議會設置及作業要點」草案。為加強海洋科技之未來發展規劃，充分發揮海洋科技發展計畫之最大效能，爰擬具「海洋委員會海洋科技發展計畫審議會設置及作業要點」（以下稱本要點）草案，以明定科審會之目標、組成以及運作等事項，合計條文共 8 條，條文內容說明請參閱附錄 D-5，其要點如下：

一、本要點訂定之目的。（草案第一點）

二、科審會之任務分工。（草案第二點）

三、科審會之委員組成以及人數。（草案第三點）

四、科審會應邀請相關領域之專家學者參與。（草案第四點）

五、科審會之執行秘書及其他工作人員設置。（草案第五點）

六、科審會委員任期為二年，且為無給職。（草案第六點）

七、科審會會議以半年召開一次為原則，應有半數以上委員出席始得召開。（草案第七點）

八、科審會運作所需經費之支應及預算編列。（草案第八點）

第六節 海洋委員會海洋科技發展計畫查核作業要點

針對「海洋委員會海洋科技發展計畫查核作業要點」草案，本計畫已於收集表 3-7 中之相關辦法，以作為研擬海洋委員會海洋科技發展計畫查核作業要點之依據。

表 3-7 既有科技發展計畫查核作業要點相關規範

項次	法規名稱	修正日期
1	行政院農業委員會農業科技計畫查核作業要點	104.01.06
2	經濟部工業局對民間團體補（捐）助計畫查核機制	104.10.26
3	對地綠色環境給付計畫查核作業規範	107.04.24
4	科技部補助經費原始憑證就地查核實施要點	103.04.02
5	內政部服務品質創新精進查核及輔導計畫	98.07.28
6	內政部營建署對臺灣省各縣（市）政府雨水下水道建設計畫查核要點	94.07.04

本計畫於民國 108 年 7 月 21 日提交之「海洋委員會海洋科技發展計畫查核作業要點」草案。為掌握海洋科技發展計畫之執行成效，強化海洋科技發展計畫管考作業，爰擬具「海洋委員會海洋科技發展計畫查核作業要點」（以下稱本要點）草案，藉以明定查核作業之類別、查核準備程序、查核重點以及查核結束後之處理程序等事項，合計條文共 9 點，條文內容說明請參閱附錄 D-6，其要點如下：

一、本要點之訂定目的。（草案第一點）

二、本要點與其他規定之適用順序。（草案第二點）

三、查核作業分為一般查核以及實地查核，並據以訂定相關查核程序。（草案第三點）

四、一般查核及實地查核之準備程序。（草案第四點及第五點）

五、一般查核及實地查核之查核重點。（草案第六點）

六、一般查核及實地查核後之處理程序。（草案第七點及第八點）

七、本要點所定書表格式，由本會另定。（草案第九點）

第七節 海洋委員會海洋科技計畫產學合作實施要點

針對「海洋委員會海洋科技計畫產學合作實施要點」草案，本計畫已於收集表 3-7 中之相關辦法，以作為研擬海洋委員會海洋科技計畫產學合作實施要點之依據。

表 3-8 既有科技計畫產學合作實施要點相關規範

項次	法規名稱	修正日期
1	行政院農業委員會農業科技計畫產學合作實施要點	100.05.13
2	科技部補助前瞻技術產學合作計畫試行要點	104.09.21
3	科技部補助產學技術聯盟合作計畫作業要點	105.06.23
4	經濟部補助前瞻技術產學合作計畫作業要點	107.10.05
5	國防部軍備局中山科學研究院科專計畫產學研合作作業規定	100.04.06
6	行政院農業委員會農業科技計畫產學合作實施要點	100.05.13

本計畫於民國 108 年 7 月 21 日提交之「海洋委員會海洋科技計畫產學合作實施要點」草案。為推動海洋科技發展計畫之產學合作，並整合產學能量、縮小學研機構與產業間之落差，本會爰鼓勵並推動海洋科技發展計畫之產學合作，並擬具「海洋委員會海洋科技發展計畫產學合作實施要點」(以下稱本要點)草案，合計條文共 16 點，條文內容說明請參閱附錄 D-7，其要點如下：

一、本要點之目的。(草案第一點)

二、本要點所定產學合作之範疇。(草案第二點)

三、產學合作之計畫執行期間原則上為兩年。(草案第三點)

四、產學合作之經費編列，以及參與業者之資金投入及支用項目。(草案第五點)

五、產學合作參與業者之家數限制。(草案第六點)

六、產學合作以學術機構或研究機關（構）作為申請單位，業界僅為參與單位，申請單位須事先審核參與業者之資格及能力。(草案第八點)

七、產學合作之各項期末報告、次年度計畫構想及執行成果報告之提出時間。(草案第十三點及第十四點)

八、產學合作之管考，由本會或所屬機關依海洋委員會海洋科技發展計畫研提及管考作業須知及相關規定辦理。(草案第十五點)

九、產學合作之成果歸屬、管理及運用，由本會或所屬機關依海洋委員會科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法及相關規定辦理。(草案第十六點)

第八節 海洋委員會海洋科技創業投資計畫作業要點

針對「海洋委員會海洋科技創業投資計畫作業要點」草案，本計畫已於收集表 3-9 中之相關辦法，以作為研擬海洋委員會海洋科技創業投資計畫作業要點之依據。

表 3-9 既有科技創業投資計畫作業要點相關規範

項次	法規名稱	修正日期
1	行政院農業委員會農業科技創業投資計畫作業要點	96.11.30
2	科技部科學工業園區創新創業輔導培育作業要點	105.03.22
3	科技部中部科學工業園區管理局創新創業輔導培育作業要點	105.04.07
4	教育部補助大專校院創新創業扎根計畫作業要點	107.07.19

本計畫於民國 108 年 9 月 4 日提交之「海洋委員會海洋科技創業投資計畫作業要點」草案。海洋委員會（以下簡稱本會）為開創海洋科技及其產業之創新發展，投資開發國內具發展潛力之新技術、新產品、新服務，爰訂定「海洋委員會海洋科技創業投資計畫作業要點」，全文計 13 點，條文內容說明請參閱附錄 D-8，其要點如下：

一、本要點之訂定目的。（草案第一點）

二、本計畫基金之信託方式。（草案第二點）

三、金融機構參與本計畫甄選之資格。（草案第三點）

四、本計畫之官股投資比例與金額限制。（草案第四點）

五、申請本計畫應具備之公司資格。（草案第五點）

六、申請本計畫應檢附之文件。（草案第六點）

七、本計畫受託機構創投審議小組之組成與計畫審查程序。（草案第七點）

八、明定受託機構彙報義務與投資款項核撥程序。若計畫執行有重大缺失等情況，應視情節收回款項。另明定本計畫投資之回收年限。（草案第八點）

九、受託機構定期查核報告義務及投資計畫終止情形。（草案第九點）

十、本計畫信託管理費與績效獎金撥付範圍。（草案第十點）

十一、明定信託契約之終止或解除事由。（草案第十一、十二點）

十二、明定信託契約之有效期間及其延長。（草案第十三點）

第四章 研擬海洋科技中長程發展計畫

為協助海洋委員會研擬海洋科技中長程發展計畫，本計畫首先釐清中長程計畫之定義欲預算爭取時所需注意事項。依照「行政院所屬各機關中長程個案計畫編審要點」第二條『行政院所屬各機關之中長程個案計畫，係指期程二年以上，並依據行政院施政重點、國家發展長期展望、中程國家發展計畫、各機關中程施政計畫及其他重要施政事項所擬訂者。』。由該條文知道，本計畫協助海洋委員會規劃中長程發展計畫時需至少以三年為期程。

「行政院所屬各機關中長程個案計畫編審要點」第二條『針對各機關擬訂之中長程個案計畫，應衡酌其業務性質、財務需求及重要程度，其涉及重大政策及跨機關性質者，應函報行政院核定，但計畫性質單純或屬例行性業務者，得由各機關自行核定。』明確說明，各機關執行例行性業務時，各機關應以經常性預算自行核定中長程個案計畫，不需要報行政院核定；當然亦無法取得行政院核撥之中長程計畫執行預算。

「行政院所屬各機關中長程個案計畫編審要點」第三條『中長程個案計畫之類別如下：(一)社會發展計畫：為預防、解決社會問題，促進社會發展，所研擬具前瞻性、新興性及重大性之計畫、(二)公共建設計畫：配合國家發展需要，所研擬重要實質公共建設之計畫、(三)科技發展計畫：依據國家重大政策，所研擬科學技術與產業發展需要之計畫。』。本計畫後續將社會發展計畫以「社發計畫」稱之，公共建設計畫以「公建計畫稱之，科技發展計畫以「科發計畫」稱之。

「行政院所屬各機關中長程個案計畫編審要點」第四條『中長程個案計畫之擬訂，應注意下列事項：(一)應以國家發展計畫為其上位指導計畫，並依據各機關施政計畫研擬個案計畫。』。該條文意指各機關需根據上位計畫或上位政策提出中長程個案計畫，以避免背離國家發展政策。依據以上說明，以下各節逐一說明各年度海洋委員會中長程個案計畫提送與規劃概況。

第一節 修正及撰寫 109 年中長程個案計畫內容

依循海委會執掌及政府規劃年度目標內容，109 年科技政策依年度施政計畫分為科技加值、產業創新；資源永續、科研轉化；文教培力、薪傳扎根等 3 大科技施政主軸，以海洋能源科技研發、完善國境管理，建構海岸巡防安全即時監控網絡；開發海洋工程水下與智慧船舶系統之關鍵技術、創新發展海洋工程產業；建構海洋環流即時預報系統、海洋長期監測與資料庫精進、先期掌控海象變異過程；建置教育推廣平台、培植海洋專業人才；整合海洋文史法教育、傳揚保存海洋文化。為達前述目標，

本計畫團隊於 108 年 3 月收到海委會提供之 109 年中長程個案計畫書，包含科發計畫之中長程計畫 1 件，社發計畫之中長程計畫 3 件，共計 4 件。計畫概要說明分列如下：

(1) 社會發展計畫

(A) 海洋人力與文教長期發展計畫

加強海洋政策之規劃及落實推動，辦理「海洋人力與文教長期發展計畫」，以三個工作項目分別為「海洋教育深根計畫」、「海洋人力培育計畫」及「海洋文教啟航計畫」來執行，以達「扎根海洋」、「前瞻海洋」、「永續海洋」三大目標。

(B) 海洋技術及監測長期創新發展

由(一)海洋技術精進與創新發展、(二)臺灣海域資料長期監測調查及(三)海洋防減災及調適策略等三大標的，透過資料處理面、技術面、應用面和政策層面解決達成「海洋技術精進與創新發展」計畫目標之同時解決相關衍生問題。

(C) 海洋研究船環境與資源長期調查統合與教育訓練

規劃「環境調查與資源探勘」、「海洋環境變遷與防災策略研究」、「推廣海洋科學教育及國際海洋科學合作交流」等相關工作，強化海洋研究船之使用效率與運營效能，提升海洋科學研究、維護周邊海域人命財產安全、促進海洋經濟發展、推動國際海洋學術交流，增進國際對我經略海洋實力之認同與肯定，以達「多贏」之境。

(2) 科技發展計畫

科技發展計畫依我國科技施政佈局可劃分為(1)洋流能關鍵技術推動發展、(2)臺灣及南海海域資料收集調查與資料庫精進、(3)科技監偵系統裝備建置案、(4)推動海洋科技與法政研究、資源調查、產業發展及海事專才培育計畫、(5)智慧海洋與全台環流即時預報系統建置、(6)精進水下科技發展與通訊傳輸技術、(7)特殊海洋工程之施工技術研究、(8)智慧船舶系統創新技術開發等 8 件子計畫，總規劃經費達 12.98 億元。依 2019 年 4 月 11 日海委會來函(海科技字第 1080003365 號)修正，前述 8 案於審查時刪減為(1)洋流能關鍵技術推動發展、(2)臺灣及南海海域資料收集調查與資料庫精進、(3)科技監偵及船舶影像分析系統平台建置、(4)推動海洋科技與法政研究、資源調查、產業發展及海事專才培育計畫等 4 案，執行經費為 1.9 億元。2019 年 7 月上旬經科計部審議及「行政院科技會報第 17 次會議之預備會議」審查，最終核定科技發展總計畫經費為 1.66 億元。

有關科發計畫，目前本計畫已協助於 108 年 4 月完成(1)洋流能關鍵技術推動發展計畫及(2)臺灣及南海海域資料收集調查與資料庫精進計畫之計畫書修編，並上傳至「政府科技計畫資訊網」提供科技部進行預算及計畫內容審查；有關社發計畫，經 108 年 5 月接收行政院秘書長函覆意見及各政府機關提送計畫審查建議，海委會內部討論後決議撤回本年度社發計畫申請。表 4-1 為本計畫協助完成之 109 年中長程個案計畫。

表 4-1 本計畫協助海洋委員會 109 年中長程個案計畫編修清單

計畫類別	計畫名稱	計畫期程	原申請經費 (萬元/年)	核定經費 (萬元/年)	計畫現況
科發計畫	洋流能關鍵技術開發與推動	2020~2023	8,000	5,400	行政院核定
	臺灣及南海海域資料收集調查與資料庫精進	2020~2023	7,000	3,700	行政院核定
	科技監偵系統及船舶影像分析平臺建置計畫	2020~2024	12,640	3,000	行政院核定
	海洋研究發展與人才培育計畫	2020~2023	70,000	4,500	行政院核定
社發計畫	海洋人力與文教長期發展計畫	2020~2023	7,550	-	終止申請
	海洋技術及監測長期創新發展	2020~2023	144,000	-	終止申請
	海洋研究船環境與資源長期調查統合與教育訓練	2020~2023	82,000	-	終止申請

第二節 研擬 110 年海洋科技中長程計畫及總體說明

由於我國海洋事務多分散於各政府部會機關，目前執行相關常態性業務之預算均已分配之各既定海洋事務執行機關。因此，當海洋委員會擬投入海洋科學技術研究相關發展時，若不熟悉我國各機關現執行之海洋事務業務，於提送中長程個案計畫時，可能與其他機關已執行或執行中之工作與科研計畫重疊。因此，本計畫已於第二章第四節初步完成我國各機關執掌工作相關之海洋科技發展方向，後續將透過檢視各機關執掌海洋相關工作執行技術成熟度規劃海洋委員會投入科研方向。此外，本計畫亦已於報告書第二章之第二節與第三節完成國內外之海洋科技各類發展盤點，透過研析國內外海洋科技發展趨勢與技術能量，後續本計畫將針對我國長期推動之海洋事務，以及後續可能面臨之海洋相關工作彙整技術缺口，並依照海洋政策白皮書揭示之海洋政策目標，協助規劃適合海洋委員會投入之中長程發展計畫，再依照圖 1-3 之流程將海洋科技發展中長程發展計畫送交國發會、科技會報辦公室及科技部審議，積極協助海洋委員會取得長期推動海洋科學技術研究發展之充裕經費。

經本計畫請教國家發展委員會，中長程計畫主要任務是依照國家政策發展精進經常性工作所需之技術或工程設施的輔助計畫;針對符合國家發展需求之新增工作項目，若欠缺相關技術或工程設施，亦可透過編列中長程計畫開發執行新工作項目所需之技術與相關工程設施。以目前海洋委員會海洋保育署於 110 年研提之「永續海洋環境計畫」計畫，該計畫之目標明確，亦為我國目前草擬之海洋政策白皮書所列重點推動方向。清除海洋污染為經常性業務，若中長程計畫僅編列定期清除海洋污染之常態性業務費用，則該計畫之提送中長程計畫之標的與國家中長程計畫邊審核心宗旨不符合。然而，若海洋委員會提送之中長程計畫為增進海洋污染清除效率所需之新技術，則十分適合提送中長程計畫之科發計畫。若海洋委員會為加速海洋污染清除或提升海洋污染能量，需要建設新的之工程設施，則適合提送中長程計畫之工建計畫，例如逐年添購海洋污染清除船艦，或建設海洋污染回收高效碼頭等。

由以上說明可知，造成目前海洋委員會於 109 年科發計畫核定金額過低之原因，應為目前尚未有明確之海洋科技發展藍圖，且缺乏相關對應之海洋科研上位計畫與上位政策。此外，海委會對自身之海洋事務專屬執行權責尚未釐清，且研提計畫內容並非針對協助任一機關之經常性業務執行效能提升或衍生附加效益。有鑑於此，本計畫將於下半年之執行期程依照海洋科研方向盤點成果及各機關海洋科技發展執掌彙整資訊，根據海洋政策白皮書揭示的海洋科研發展方向，與海洋基本法賦予之海洋委員會之基本職權，協助海洋委員會釐清基本定位，並規劃提送 110 年中長程計畫。

透過第二章第六節之分析，本計畫初步歸納適合海洋委員會切入之海洋科研方向為(1)海洋工程與海洋科學大數據資料庫整合應用、(2)黑潮發電開發與示範場域建置、(3)海洋發電設施工程災害防救體系建置、(4)天然氣水合物實場域開採與應用、(5)多尺度海洋減污與永續管理。依據前述本計畫建議海委會可切入執行之方向，本計畫研提「海洋永續環境資料庫之智慧加值應用」中長程計畫，並於中長程計畫書撰寫完成後

於 2019 年 10 月 18 日召開專家諮詢會議，透過專家諮詢委員會廣納各專家學者意見，以修正及調整中長程個案計畫書內容，呈送海洋委員會提報 110 年中長程科技發展計畫申請。「海洋永續環境資料庫之智慧加值應用」中長程計畫相關資料請參閱本報告附錄 F-1。

第三節 海洋科技專家會議辦理

於進行專家諮詢會議前，為瞭解各專家學者對於海洋科技發展研究期待，本計畫前期已拜會表 4-3 中之專家學者，並收集國家海洋研究院拜會 29 個相關部門、單位、代表之會議記錄，以於專家諮詢會議前瞭解各專家學者對海洋科研之期待與相關專長領域。

本計畫於 108 年 10 月 18 日召開專家諮詢會議，進行 110 年海洋科技中長程發展計畫內容修訂與討論。為滿足計畫涉獵之海洋科技範疇，本計畫提送 10 位建議委員名單與海洋委員會進行適任委員挑選，當日出席之委員名單如表 4-3 所示。專家諮詢會議記錄請參閱本報告附錄 F-2。依各委員意見顯示「海洋永續環境資料庫之智慧加值應用」中長程計畫可進一步推動我國海洋工程應用，並加速海委會於海洋資訊之智慧化管理。於各單位之既有資料取得及分享，因涉及法源依據、部會權責、資安等級等問題，建議由海委會於前期協助執行團隊進行跨部會協商，並由 108 年「海洋環境調查運用、海洋技術研發與海洋產業發展(1/1)」計畫執行團隊完善規劃資料庫架構與資安防護，交由 109 年「台灣及南海海域資料收集調查與資料庫精進(1/4)」計畫執行團隊收攏各單位既有海域資料，方能於 110 年順利執行「海洋永續環境資料庫之智慧加值應用」計畫規劃之加值應用。

表 4-2 海洋科技專家諮詢顧問建議清單

諮詢日期	姓名	單位	職稱	專長領域	建議發展方向
108.04.11	文展權	國立高雄科技大學航運技術系	副教授	整合航海與航行管理系統、海洋測量、海洋工程、航海、海洋遙感探測、電子海圖	1. 海事安全作業管理法規政策 2. 離岸風電人才培育與資源整合
108.04.11	許泰文	國立海洋大學河海工程學系	副校長	近岸數值模擬、波浪模式、二相流、海岸環境管理	1. 海事工程災害防治與應變 2. 能源安全與永續發展
108.04.11 108.05.26	彭紹博	國家發展委員會	處長	水利工程、海洋工程	1. 永續海洋環境計畫調整 2. 海洋資料庫整合
108.05.06	錢　樺	國立中央大學水文與海洋科學研究所	副教授兼系主任	海氣交互作用、近岸海洋沈積物輸送、高頻與微波雷達海洋遙測、波浪學	1. 海岸科學垂直與平面研究領域整合 2. Future earth and Future coast

表 4-3 108 年 10 月 18 日海洋科技專家諮詢委員名單

姓名	單位	職稱	專長領域
許泰文	國立海洋大學河海工程學系	副校長	近岸數值模擬、波浪模式、二相流、海岸環境管理
張揚祺	中山大學海洋環境及工程系	教授	海洋環境系統分析、整合性海岸管理、資料探勘與人工智慧應用
文展權	國立高雄科技大學航運技術系	副教授	整合航海與航行管理系統、海洋測量、海洋工程、航海、海洋遙感探測、電子海圖
錢　樺	國立中央大學水文與海洋科學研究所	副教授	海氣交互作用、近岸海洋沈積物輸送、高頻與微波雷達海洋遙測、波浪學
王詠絢	中央地調所地質組	組長	海洋資源與能源

第五章 南海科學及法政研析

第一節 蒐集及分類近 10 年國內外南海研究議題

隨著政治發展與經濟開發的持續進步，世界各國對於環境資源的需求日益增加，然而地球資源有限，陸地與海域的面積比例約 3：7。因此在陸地資源開發進程到達一定規模之後，世界各國開始將目光轉移到海域資源調查，對於海域資源開發開始投入諸多心力，進而衍生的問題就關係到各國疆土領域劃界及開發所有權的種種爭議。因此聯合國訂定「聯合國海洋法公約」(United Nations Convention on the Law of the Sea, UNCLOS)規定沿海國家擁有自己的海洋控制權利：除了 12 海里的領海權以外，還有 200 海里的專屬經濟區(exclusive economic zone)，且沿海國如能證明其海底地形及地質滿足陸地自然延伸的一定條件，即可申請該國大陸礁層之外部界限，原則上最遠可延伸至該國領海基線外至 350 海里。因此對海洋的理解與掌握，不僅涉及主權管轄範圍爭端，同時亦與國家間龐大的經濟利益衝突有關。

臺灣四面環海，範圍北起釣魚台北方的東海海域，南至南沙曾母暗沙的南海海域，廣大的藍色國土海域超過臺灣本島面積的 30 倍，其中我國在南海的東沙島、太平島更是我國立足南海的重要據點，也是掌握南海資源及突顯臺灣國際影響力的重要角色。南海為一具有複雜領土爭端、海域主張重疊、周邊國家眾多、海上航線密度極高、富有海洋資源和獨特海洋生態系等特殊性質之半閉海，使南海的國際安全情勢、海域資源利用及海洋環境的保護與保全，都充滿了高度複雜與不確定。於科學發展上，隨著南海相關議題升溫，周邊國家與歐美等國對南海的科學亦逐漸重視，因此南海的科學相關調查活動也日益增加。此外，於南海複雜的背景下，南海周邊與區域外國家如何透過不同的雙邊與多邊機制，管理潛在的危機並達到南海資源的永續利用，亦是目前南海的法政相關工作不可或缺的一環。同時，因為聯合國海洋法公約之執行，目前周邊國家對於所屬大陸礁層海域之劃界與申索行為也正在執行中。

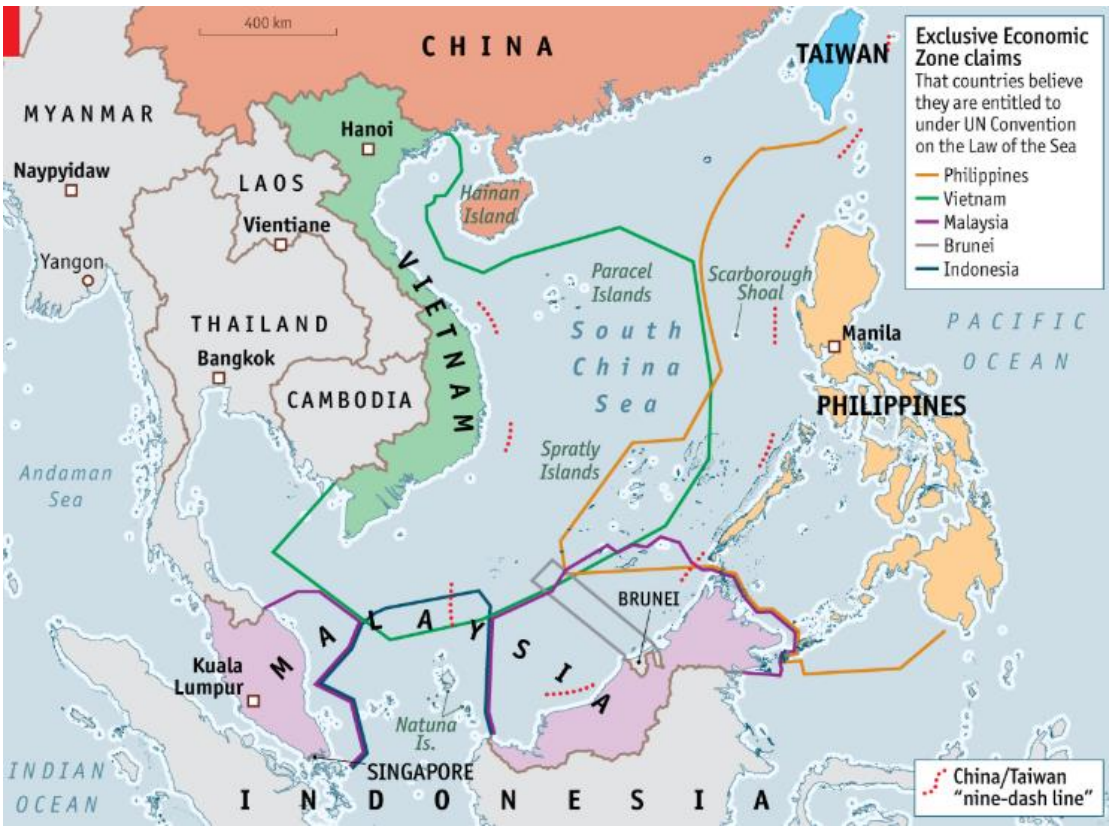
臺灣作為一於國際上具有特殊地位的主體以及本身相關之歷史背景，兼具實質控制東沙島與南沙太平島優勢。過去在南海相關的科學與法政相關的研究議題，透過多年計畫執行亦累積了許多成果。隨著政府因應大陸礁層劃界需求與海域資源潛能調查評估作業持續展開，對於我國海域領土最南方的南海調查開始變得更加重要，不論是從其所蘊含的經濟資源，如海洋生物漁業、海底礦產、油氣資源等，或是政治戰略地位的重要性。而鄰近各國如越南、中國、菲律賓等國家亦積極在南海進行相關調查與建設工作，其中包含海洋生物與非生物資源、海洋地質及地球物理調查與取樣、海域石油天然氣開發、南海法政議題研析、島礁建設與軍事能量擴充等等。近年來，南海鄰近諸國進行填礁造陸工程，試圖以人工造島的方式提升其在南海區域的國際影響力與宣示權，對海域生態與政治角力亦開始產生重大影響，而我國政府自從 2006 年開始系統性的對我國固有疆土進行相關的大陸礁層調查，其中南海區域也是重要調查海域之一，亦獲得豐碩的成果。

就國際上而言，南海做為印度洋進入東亞最重要的國際水道，加上具有豐富自然資源潛能，長期以來一直是周邊各國爭議焦點。目前共有七個國家(臺灣、中國、菲律賓、馬來西亞、汶萊、印尼和越南)提出南海主權聲索(圖 5-1)。

近 20 年東南亞國家聯盟(後以東盟稱之, ASEAN)和中國長期折衝討論管理南海海域和領土爭端的「南海行為準則(COC)」。1992 年東盟發表有關領土爭端之第一份聲明，並在 1996 年批准南海行為準則(COC)的想法。經兩年談判，中國和東盟於 2002 年簽署「南海各方行為宣言」非約束性聲明，2005 年制定實施 DOC 初步準則草案，2011 年通過 DOC 初步準則草案審議。

儘管進行種種努力，南海緊張局勢仍然日漸上升。2003 年中國與菲律賓發生海上衝突，雙方均有船艦損傷；2007 年越南片面宣稱擁有南沙群島主權，並公開招標投資開發石油；2009 年菲律賓、越南、馬來西亞等國提交外大陸礁層劃界文書，當年度 7 月美國宣布重返亞洲政策；2012 年中國大陸成立三沙市，並發生中國與菲律賓船艦於黃岩島對峙事件；2013 年 1 月 22 日菲律賓針對南海爭議向荷蘭海牙之常設仲裁法庭提交國際仲裁，同年 5 月發生廣大興號事件(菲律賓公務船射殺臺灣漁民)，亦為我國首次大規模動用海軍軍力迫使菲律賓道歉退讓；2014 年 5 月中越 981 鑽油平台對峙事件並引發大規模排華抗議與暴動。

2011 年美國歐巴馬政府以「亞太再平衡」，揭示美國以重返亞洲、以亞洲為中樞及前進部署外交等亞太戰略使美國重新融入亞洲，維繫區域秩序穩定；2017 年美國川普總統於「2017 國家安全戰略報告」以「印度太平洋」重新界定美國之亞洲戰略，並於 2018 年 5 月將太平洋司令部更名為印度太平洋司令部，此一戰略將區域中最重要的位置，孟加拉灣－馬六甲海峽－南中國海，此一重要的經濟樞鈕串連。2018 年 8 月 2 日，新加坡外交部長 Vivian Balakrishnan 宣布，與中國大陸已就南海行為準則(COC)之單一談判草案達成協議。洩露之文本細節表明，在協議的地理範圍、潛在爭端解決機制、以及資源勘探和開發細節等最敏感的問題上，仍存在重大障礙，但就單一談判草案達成協議而言仍是一個重要的成就。這是多年來第一次顯示以外交機制管理南海爭端似乎是可能的，各方都需要表現出極大的創造力和政治意願，方能實現此一目標。



（資料來源：The Economist, https://www.economist.com/gallery/2016-07-10/20160916-southchinasea）

圖 5-1 南海周邊國家對南海提出之專屬經濟區邊界位置

依據國際海道測量組織(International Hydrographic Organization, IHO)定義，南海範圍南至南緯 3 度，位於印尼的南蘇門達臘和加里曼丹之間，北至中國大陸，東北至臺灣本島，東至菲律賓群島，西南至越南與馬來半島，通過臺灣海峽、巴士海峽、蘇祿海和馬六甲海峽，分別連接東海、太平洋和印度洋，為世界第三大邊緣海。環南海周邊沿海地區(臺灣、中國、菲律賓、馬來西亞、汶萊、印尼、新加坡、柬埔寨、泰國和越南)人口數超過 5 億。南海長久以來以其豐富的漁業資源聞名世界，為世界五大產量最高的漁業區之一，佔 2015 年全球魚類捕撈量 12%。豐富的漁業資源深深的影響了這些周邊國家食物來源。除提供食物來源以外，亦為周邊國家經濟與沿海居民人口的重要就業的機會，衍生超過 370 萬個合法漁業勞動相關工作，若加入非法、無管制和未報告的捕撈活動，實際從業人數更多。

除漁業資源外，美國能源信息署(U.S. Energy Information Administration)估計，南海擁有約 190 兆 ft^3 的天然氣和 110 億桶已探明和可能儲量的石油，其中大部分位於南海邊緣，而非有爭議的島嶼和珊瑚礁；2010 年美國地質調查所(USGS)評估，南海可能還有 70-290 兆 ft^3 的天然氣和 50-220 億桶未被發現的石油[USGS(2010), EIA(2013), CSIS(2018)]。

除了天然資源外，全球每年有一半以上的商船船隊噸位通過馬六甲海峽(Strait of Malacca)、巽他海峽(Sunda Strait)及龍目島海峽(Lombok Strait)，其中大部分繼續前往南海並輸運全球近三分之一的原油和一半以上的液化天然氣，成為全球最重要的貿易

路線之一。地理位置及天然資源條件造就了南海無可替代的重要性，也引發了各國的關注與為確保其自身權益各項主權爭議與爭奪戰。

大陸礁層界限委員會的設立，對於各國的疆土延伸劃界提供準則。臺灣雖然不是聯合國會員國，但四面環海，範圍北起釣魚台北方的東海海域，南至南沙曾母暗沙的南海海域，廣大的藍色國土海域超過臺灣本島面積的 30 倍，與海洋息息相關，身為海洋國家，為了維護應有權益與了解所擁有的海洋資源，積極調查臺灣本島及所有離島週圍 350 海里的海域資源刻不容緩。因應 2009 年聯合國大陸礁層界限委員會時效的限制，大陸礁層調查工作有其急迫性。在時間與週邊各國競爭之下，2005 年內政部多次召開各部會討論會議研擬「我國大陸礁層調查 5 年計畫(2006-2010)」，重點以我國東海、東南、南部及南海地區，涉外主權劃界所需資料調查蒐集，並以區域資源潛能調查評估為主要優先目標。同時 2008 年國家安全會議的領土主權議題下，裁示經濟部於「資源開發」類別項目下，成立「東海資源開發小組」及「南海資源開發小組」合作開發周邊海域資源。經濟部礦務局因此於 2013 年~2017 年辦理東海及南海海洋非生物資源相關研究計畫。

隨著政府因應大陸礁層劃界需求與海域資源潛能調查評估作業持續展開，對於我國海域領土最南方的南海調查開始變得更加重要，不論是從其所蘊含的經濟資源，如海洋生物漁業、海底礦產、油氣資源等，或是政治戰略地位的重要性。然而鄰近各國如越南、中國、菲律賓等國家亦積極在此進行相關調查工作，包含海洋生物資源、海洋地球物理探勘、海洋地層沉積取樣等。近年來，南海鄰近諸國進而進行填礁造陸工程，試圖以人工造島的方式提升其在南海區域的國際影響力與宣示權，對海域生態與政治角力亦有重大的影響。我國政府自從 2006 年開始系統性的對我國固有疆土進行相關的大陸礁層調查，其中以南海區域調查為主，亦獲得豐碩的成果。本章節初步蒐集分類近十年國內外南海研究議題，提供做為南海相關科學研究總盤點的參考資料。

一、國內南海科學研究議題

國內相關南海的工作大致可分為學、官、產界。學界部分主要是透過學校及研究單位執行科技部相關基礎科研計畫，計畫領域涵蓋古海嘯與古地震研究、海域孕震構造、海洋地質災害、全球變遷與古氣候、海洋生地化研究、海洋環境長期觀測技術與執行、近岸跨尺度動力過程、河－海沉積物輸運系統、海洋聲學技術發展、洋流與內波、數值模式與預報、深海環境及南海資料庫等議題。配合政府政策發展，科技部近年來亦積極推動之智慧災防新南向專案計畫、南海國際科學研究中心計畫辦公室、臺菲火山海洋颱風地震工作委員會（VOTE）、南海－海洋大陸區對流與大尺度環流交互作用、東沙國際海洋研究站等專案計畫；官界則為政府部門，包含內政部、經濟部、交通部、農委會、外交部等，內政部執行南海相關議題包大陸礁層與島礁調查計畫、海域基礎調查及測繪工作、生物資源與環境調查（東沙島尖齒檸檬鯊分布與其他軟骨魚資源調查、東沙環礁的八放珊瑚物種多樣性與分布、東沙島昆蟲相及棲地環境調查）、

東沙環礁構造研究、南沙群島海域水產動植物資源調查及生態系統調查。經濟部主要南海非生物資源探勘，相關議題包含傳統能源之油氣探勘、新興能源之天然氣水合物等議題。交通部則於南海海域設置之海氣象觀測設備等相關議題進行蒐集、盤整及分類。伴隨上述的科學研究議題，外交部府亦針對南海國際關係發展，提出政策性的宣示工作，如過去的南海和平倡議及現任政府對南海議題所提出「四點原則」和「五項做法」等。

產業界於執行南海發展相關議題，主要集中於油氣資源探勘，如臺灣中油股份有限公司等，近年來與中國、加拿大、法國的石油公司，於南海北部海域進行了一系列的探勘工作。以下簡列各部會主要工作之重點，並列於表 5-1。

(一) 內政部

自 2006 年開始第一期「我國大陸礁層調查計畫」至今共進行了三期的相關調查計畫。第一期：2006-2010 五年期「我國大陸礁層調查計畫」，各項工作內容包括「海域調查」、「海域資料整合」及「海洋法政」等三大項工作，完成我國周邊東海、東南及南部海域、東沙海域三大優先調查區之海底地形及沉積構造調查等大陸礁層科學佐證資料調查工作。第二期：2011-2014 四年期「我國大陸礁層與島礁調查計畫」，調查工作項目內容包括沉積與地殼構造調查、海上重力與磁力測量、岩心鑽探取樣、海洋地質資源與化學分析工作以及多音束測深系統保養、維護等分項工作。第三期：2015-2020 六年期「我國海域調查與圖資整合發展計畫」，本期計畫目前仍在進行中，包括「海底地形圖測繪」、「沉積與地殼構造調查」、「太平島及其周邊海域水文環境時序變化與極端事件延伸調查」、「臺灣西南海域海底災害潛勢區域研究」以及「海域調查設備檢修及維護」等五項主要工作。

(二) 經濟部礦務局

自 2013 年開始經濟部礦務局因應資源開發需求，進行海域資源調查與評估工作，整體目標為配合政府能源政策提升我國油氣蘊藏量，以確保油源自主。油氣蘊藏量提升，可增加本國收益及提升經濟利益。2013-2015 為第一期「我國海域礦區石油與天然氣資源潛能評估」計畫，主要工作項目為建置南海地區之相關背景資料、規劃及初步實施太平島鄰近海域水文及海床調查、分析近期南海地區各國探勘局勢、初步石油系統分析、規劃太平島附近油氣探勘、規劃及實施太平島陸上地質勘查、鑽探及補給設備之設立六個主要項目。2016-2017 為第二期「我國南海地區非生物資源調查評估計畫」，可分為南海海域石油地質及各國探勘局勢、太平島鄰近海域水文及海床調查、太平島附近油氣探勘規劃及油氣潛能評估四個主要工作項目。

表 5-1 國內南海科學研究重點工作及議題盤點表

主管機關	計畫名稱	計畫年度	計畫目標	補充資料
內政部	我國大陸礁層調查計畫	2006~2010	為提供我國大陸礁層基本海洋權利之依據，掌握我國海域專屬經濟海域資源，開發海域研究所需之科學與技術，永續海洋資源與能源利用。	1. 我國海域大陸礁層劃界調查 2. 我國海域大陸礁層資料整合 3. 我國海域大陸礁層調查技術發展
內政部	我國大陸礁層與島礁調查計畫	2011~2014	執行我國大陸礁層科學調查工作，將調查、蒐集我國大陸礁層及專屬經濟海域範圍內之海底地形、地球物理、地質及礦產資源等各項科學佐證資料，以納入我國大陸礁層空間地理資訊系統進行評估、分析，提供海域劃界談判參考以及政府相關單位對於海洋資源永續開發之規劃、管理使用。	1. 沉積與地殼構造調查 2. 海上重力與磁力測量 3. 岩心鑽探取樣 4. 海洋地質資源與化學分析工作 5. 多音束測深系統保養、維護
內政部	我國海域調查與圖資整合發展計畫	2015~2020	調查、蒐集我國得主張海域內之海底地形、地球物理、地質及礦產資源等各項科學佐證資料，除納入我國大陸礁層空間地理資訊系統進行評估、分析，提供海域劃界談判參考外，並將整合建置海域基礎圖資，透過資料整合應用與共享機制，促進科學研究、提升航行安全，以及作為未來國土規劃、環境保護與生態保育等相關政策研擬分析及施政規劃之依據。	1. 海底地形圖測繪 2. 沉積與地殼構造調查 3. 太平島及其周邊海域水文環境時序變化與極端事件延伸調查 4. 臺灣西南海域海底災害潛勢區域研究 5. 海域調查設備檢修及維護
經濟部礦務局	我國海域礦區石油與天然氣資源潛能評估—南海(1/3 ~ 3/3)	2013~2015	整體目標為配合政府能源政策提升我國油氣蘊藏量，以確保油源自主。油氣蘊藏量提升，可增加本國收益及提升經濟利益。	1. 建置南海地區之相關背景資料 2. 規劃及初步實施太平島鄰近海域水文及海床調查 3. 分析近期南海地區各國探勘局勢 4. 初步石油系統分析 5. 規劃太平島附近油氣探勘 6. 規劃及實施太平島陸上地質勘查

主管機關	計畫名稱	計畫年度	計畫目標	補充資料
				7. 鑽探及補給設備之設立
經濟部礦務局	我國南海地區非生物資源調查評估計畫(1/3 ~ 2/3)	2016~2017	提升我國油氣蘊藏量瞭解：配合政府能源政策，以確保油源自主。油氣蘊藏量之資訊掌握，期望增加本國收益及提升經濟利益。	1. 南海海域石油地質及各國探勘局勢 2. 太平島鄰近海域水文及海床調查 3. 太平島附近油氣探勘規劃 4. 油氣潛能評估
科技部	南海國際科學研究中心計畫辦公室	2016~2017	成立<南海國際科學研究中心>計畫辦公室	1. 整合跨領域相關研究及建立資料庫; 2. 強化國土觀測及監測能力; 3. 推動國際合作及成果分享 4. 加速南海國際科學研究中心之成立
科技部	臺菲火山海洋颱風地震工作小組 VOTE TWG	2016~2018	啟動 3 件 3 年期的臺菲火山、海洋、颱風及地震計畫，簡稱 VOTE 計畫。為永續發展及共同增進兩國人民的福祉。	1. 臺菲(VOTE TWG)國合計畫－改進劇烈天氣、海洋氣象、以及短期氣候預報能力； 2. 臺菲(VOTE TWG)國合計畫－台菲島弧系統的地體動力學研究； 3. 臺菲(VOTE TWG)國合計畫－馬尼拉隱沒帶與菲律賓斷層之地震與大地測量監測計畫。
科技部	南海-海洋大陸區對流與大尺度環流交互作用-總計畫	2016~2017	本計畫為「南海-海洋大陸區對流與大尺度環流交互作用」整合總計畫，配合國際“海洋大陸年”，進行大氣、海氣、陸氣三項觀測任務。	1. 南海-海洋大陸區季內振盪與熱帶氣旋交互作用 2. 南海對流雲雨之日夜變化及其在全球模式之表現 3. 南海-海洋大陸地區水氣傳輸與對流的交互作用 4. 台灣近海、南海海域、與中緯度對流系統結構與演化的雷達觀測與比較 5. 微波遙測南海水氣及雲的特微 6. 使用衛星遙測資料探討南海地區之雲與對流過程

主管機關	計畫名稱	計畫年度	計畫目標	補充資料
科技部	南海-海洋大陸區對流與大尺度環流交互作用(II)-總計畫	2017~2019	本計畫為「南海-海洋大陸區對流與大尺度環流交互作用」整合總計畫，配合國際“海洋大陸年”，進行大氣、海氣觀測任務。	1. Aerosonde 無人飛機海洋大氣邊界層量測 2. 南海與海洋大陸對流雲雨之組織化與日夜變化 3. 南海-海洋大陸地區水氣傳輸與對流的交互作用 4. 南海海氣交互作用及其與海洋大陸的關聯 5. 南海-海洋大陸區季內震盪與熱帶氣旋交互作用 6. 使用衛星遙測資料探討南海地區之雲與對流過程
科技部	以雷達和 SWOT 合成孔徑雷達測高推求南海高解析度重力和海深	2017~2018	提升先進測高儀數據處理能力與提供南海區域高解析度重力資料與水深。	1. 開發 Geosat / GM，ERS-1 / GM，Jason-1 / GM 和 CRYOSAT-2 測高儀數據的新解算法。 2. 結合測高儀和船的所量測的重力資料，以產生在南海高解析度的重力場和水深資料。 3. 合併重力場和水深場將用製造模擬 SWOT 觀測量，優化未來 SWOT 數據的數值處理算法。
科技部	「智慧災防新南向」計畫	2018~	1. 新南向國家地球科學重點科技合作研究深耕計畫。 2. 東沙科學研究站擴充及維運與南海國際科學研究設施建置與管理計畫； 3. 建置維運新南向國家整合式災害情資決策系統與智慧防震技術輸出計畫	1. 地震與地殼結構研究。 2. 地震災害研究與防治。 3. 火山災害研究與防治。 4. 山崩與洪氾災害研究與防治。 5. 空間與遙測技術的推廣應用。
科技部	南海國際科學研究設施建置	2018~2019	呈現南海國際大氣科學與海洋觀測研究平台(太平島、東沙島)的獨特性。	1. 逐年強化太平島國際聯合研究站(貨櫃與科學設備)規模

主管機關	計畫名稱	計畫年度	計畫目標	補充資料
	與管理			2. 開發太平島的科學研究潛力，吸引國際注意 3. 開發高雄到太平島之間海巡署密集船期的科學研究應用。 4. 經由台灣現有研究船(海研一號與勵進號)串起東沙島、太平島兩島嶼的觀測點形成南北觀測線，其航行過程所進行的地球科學(海洋生物、地質、地物、季風、颱風、劇烈天氣、海氣交互作用)科學觀測
交通部中央氣象局	建置南沙自動氣象站及潮位站	2014~2016	即時傳輸該地區海、氣象觀測資料供天氣預報及防災應用。	1. 海氣象觀測設備結合海軍南沙氣象臺的人工目視觀測，以達到國際氣象組織所規定之綜觀氣象標準 2. 並藉由國際氣象交換格式，透過世界氣象組織所建立全球通訊網路，將資料提供其他各國氣象作業單位 3. 持續辦理觀測資料之國際分享，更以積極方式提供南海地區氣象資訊的服務，可有效建立國際科研交流，
海洋委員會	太平島視導參訪	2018	推動太平島成為人道救援中心與運補基地及發展南海科學研究。	1. 平等協商基礎上，以太平島為中心，跟周邊國家合作 2. 推動包括監測地震、海嘯、氣候變遷、海洋酸化等科學合作計畫
農業委員會	南沙群島海域水產動植物資源調查及生態	2017	了解南沙群島動植物資源與生態系統。	1. 太平島擁有最高的魚種豐富度以及獨特的魚種群聚 2. 南沙群島海洋生物多樣性的「熱點」中心

主管機關	計畫名稱	計畫年度	計畫目標	補充資料
	系統服務評估			3. 大規模的填礁造島的舉動，更加深此區域珊瑚礁生態服務功能的崩解 4. 重視珊瑚礁、海洋保護區、關鍵物種復育，及棲息地對南海海域生態系統之重要性。

(三) 科技部

科技部及其前身–國科會–從民國 93 年起，開始補助南海區域的科學研究計畫，包括地質地物、海洋、大氣、人文地理等地球環境科學領域的研究，並在東沙與太平島上建置地震與氣象觀測站，用來提供全球科學研究團隊主要觀測資料。南海是東亞最大的邊緣海，被我國、菲律賓、越南、馬來西亞、印尼、汶萊以及中國大陸等所環繞，不僅富含豐富的海洋資源，也是東亞重要的航運管道，近年來成為各國關注的焦點。而太平島位處我國境最南端之南沙群島北部中央，鄭和群礁大型環礁上的西北角，居南海西側航道的東邊。太平島長 1,360 公尺，寬 350 公尺，面積約 0.51 平方公里，是南沙群島中最大的天然島嶼。

近年來政府對於南海議題投入更多資源重視其重要性，包含許多跨國合作計畫與南向政策，並多次舉辦南海國際科學研究論壇，邀請國內外重量級研究學者對於南海科學議題進行發表與討論，論壇中針對地質地物、大氣與海洋環境科學等環境科學相關議題，分享在南海地區的合作研究經驗與成果，並針對各議題進行深入意見交換，對於未來在南海地區的國際科學合作研究，提出建議與規劃，期望能全面深化科學研究成果，進而吸引國際人才，促進國際學術及人才交流。因此，科技部積極在 2016 年 11 月成立南海國際科學研究中心計畫辦公室，其任務為(1)整合跨領域相關研究及建立資料庫、(2)強化國土觀測及監測能力、(3)推動國際合作及成果分享、(4)加速南海國際科學研究中心之成立。

藉由建置科學研究站方式，針對南海海域，尤其是以南沙太平島為中心，進行一系列有系統之海洋生態與氣候環境相關資料收集整理分析工作。並提出上下游各領域間相互影響過程，建立概念模式，將太平島甚至整個南海海域的環境特徵具體化，對於氣候暖化造成之環境變遷影響數據科學化，藉此與周邊國家建立雙邊或多邊關係，進行資料交流交換，提供國際學術界長期觀察監測據點，推動與南海周圍各國的國際科學合作研究，鼓勵國際學者到東沙及太平島進行在地國際研究，包含地質、地震、氣象、氣候變遷等國際科學合作領域，達到彰顯國家主權及柔性國力延伸的目的。

2017 年 9 月由科技部率領國內外 24 位學者專家所組成的國際科研團隊，登上南沙太平島進行科學研究勘查活動，其中包含美國、日本、加拿大等國的專家學者，這是首度有國際學者登上太平島，與國內學者共同規劃未來在南海區域的國際科學合作研究，展現我國對於南海固有領土深耕經營的決心，展現臺灣南海研究實力。2018 年 7 月起推動執行為期四年的「智慧災防新南向」專案計畫（2018-2021），計畫內容包括三大主軸，(1)新南向國家地球科學重點科技合作研究深耕計畫、(2)東沙科學研究站擴充及維運與南海國際科學研究設施建置與管理計畫、(3)建置維運新南向國家整合式災害情資決策系統與智慧防震技術輸出計畫。冀望透過南海雙島（太平與東沙島）基礎研究設施之建置，以及定期辦理科學研討會和加強南海周邊國家科學合作研究、人才交流及培育的方式，擴大相關領域國際鏈結及跨領域研究合作，充分發揮我國在南海地區的優勢，形成整體影響力，以推動科技創新的區域鏈結。今年（2019）6 月 10 日

「新南向國家地球科學重點科技合作研究深耕計畫」舉辦「推動東南亞地區國際地球科學研究合作與智慧減災國際研討會」,邀請印尼、馬來西亞、緬甸、紐西蘭、菲律賓、所羅門群島、東帝汶、泰國、越南等九國官、產、學界參與,計畫以「雙島國際」、「智慧防災」和「學術深耕」為主軸,以臺灣離島及東南亞國家為基地,強化合作協議工作的內涵,期望提升科技外交效益。目前各國或跨國的重點及科技議題規劃包括:地震與地殼結構研究、地震災害研究與防治、火山災害研究與防治、山崩與洪氾災害研究與防治、空間與遙測技術的推廣應用等。

在國際整合型計畫方面,科技部配合國際"海洋大陸年"計畫,推動整合型計畫:南海-海洋大陸區對流與大尺度環流交互作用(The integrated project: Interaction of convection over the SCS-MC with large-scale Flow)。進行大氣、海氣觀測任務。大氣觀測任務主要是在南海太平島和東沙島執行兩類觀測實驗:一是在延伸觀測期(2017 年至 2018 年)透過地面氣象站、剖風儀、探空氣球的定期量測,提供逐時或逐日大氣資料;二是在密集觀測期(2017 年 12 月以及 2018 年 5-6 月在東沙、太平島)設立「雲和降水」整合觀測系統,透過一天二至四次無線電探空、X-POL 降雨雷達、雨滴譜儀、MRR 垂直降雨雷達,雲冪儀,被動微波輻射計,剖風儀等觀測對流系統的結構和屬性,提供對流過程研究與數值模擬所需的資料。海氣觀測任務是協調海洋觀測的子計畫,綜整南海已有或新設海氣觀測浮標(東沙、太平島、SEATS)、海研一號等海洋觀測資料,提供南海海氣相互作用研究所需的海面實測資料。本整合計畫並與國際團隊共同進行觀測、分享資料,就南海-海洋大陸區水氣傳輸與對流的交互作用發展合作研究。

(四) 交通部中央氣象局

中央氣象局於 2014 年 10 月起即規劃建置南沙自動氣象站及潮位站,於 2016 年 12 月完成建置南沙自動氣象站及潮位站,可即時傳輸該地區海、氣象觀測資料供天氣預報及防災應用,所建置的海氣象觀測設備結合海軍南沙氣象臺的人工目視觀測,以達到國際氣象組織所規定之綜觀氣象標準,並藉由國際氣象交換格式,透過世界氣象組織所建立全球通訊網路,將資料提供其他各國氣象作業單位,以持續辦理觀測資料之國際分享,更以積極方式提供南海地區氣象資訊的服務,可有效建立國際科研交流,提升我國科研能見度。

(五) 海洋委員會

為貫徹「推動太平島成為人道救援中心與運補基地」及「發展南海科學研究」之國家政策,2018 年 11 月 14 日海委會邀集相關部會(交通部、國防部、科技部及衛生福利部)官員,前往太平島,視導相關工作推動情形,包括參訪南沙醫院、生態農場、南沙氣象觀測坪,以及南沙碼頭等。一同登上太平島,視導相關人道救援等工作推動情形。南沙太平島不僅是臺灣領土,也是我國為南海區域和平及穩定做出具體貢獻的重要場域,在平等協商基礎上,以太平島為中心,跟周邊國家合作,推動包括監測地震、海嘯、氣候變遷、海洋酸化等科學合作計畫,是海委會未來努力之目標。

(六) 農業委員會

為了解南沙群島動植物資源與生態系統，農委會進行「南沙群島海域水產動植物資源調查及生態系統服務評估」計畫。在為期一年的調查中，共發現 92 種新紀錄種，包含 35 種藻類、46 種珊瑚、9 種大型底棲無脊椎動物與 2 種新紀錄海草。其中珊瑚有 20 種為臺灣新紀錄物種，13 種被 IUCN 列為近危物種（Near Threatened），15 種為易危物種（Vulnerable），顯示太平島珊瑚礁生物多樣性相當高，與其他南海及臺灣周邊海域比較，太平島擁有最高的魚種豐富度以及獨特的魚種群聚，為南沙群島海洋生物多樣性的「熱點」中心。但是，面對過度漁業捕撈、海洋污染、棲地破壞，加上氣候變遷引起海水升溫所造成大尺度珊瑚白化，以及過多二氧化碳溶入海洋所引發的海水酸化，造成海洋生物鈣化作用漸緩等效應，南海珊瑚礁生態系亦已呈現嚴重衰退的問題。而近年來南海周邊國家在西沙、南沙群島進行大規模的填礁造島的舉動，更加深此區域珊瑚礁生態服務功能的崩解，有必要重視珊瑚礁、海洋保護區、關鍵物種復育，及棲息地對南海海域生態系統之重要性。目前海洋保護區相關業務已移交海洋保育署執行。

二、國外南海科學研究議題

國外南海研究議題，主要圍繞在同屬南海鄰近國家上，如中國、越南與菲律賓，但受限於對方政府機密資料的保密性無法獲得，因此對於國外諸國對於南海的研究議題，只能初步從公開資訊、已發表的學術文章與相關合作議題進行彙整。其成果列於表 5-2。

表 5-2 國際南海科學研究重點工作及議題盤點

國家	研究議題	補充資料	單位/ 合作對象
中國	大陸礁層劃界 石油氣探勘與開發 衛星遙測 大氣氣候變化 海洋工程	1. 海洋外大陸架劃界研究，為南海大陸架劃界提供地質科學依據。 2. 建立南海衛星遙感資料庫，對南海重點海域實行即時監控。 3. 南海氣候變化研究，研究氣候變化背景下南海資源的可持續利用與生態環境變化。 4. 南海政策法規、能源開發、氣候效應、生態系統、環境資源等多學科交叉性研究。 5. 南海海域海洋工程勘探重大專案的制定與實施。	中國 南海研究院
中國	海域礦藏 石油氣探勘調查	1. 南海的天然氣水合物礦藏(姚伯初，2001)、南海天然氣水合物的成礦願景(張光學等，2002) 2. 南沙海域沉積盆地及油氣資源分佈(姚伯初，2006) 3. 深水區-南海北部大陸邊緣盆地油氣勘探新領域(張成功等，2007) 4. 南海南沙海域主要盆地含油氣系統特徵(楊明惠等、2015) 5. Preliminary results of environmental monitoring of the natural gas hydrate production test in the South China Sea (Ye et al., 2018) 6. The first offshore natural gas hydrate production test in South China Sea (Li et al., 2018) 7. 南沙海域主要盆地地質特徵與油氣分佈(張厚和等，2018)	
中國	海域地球物理調查 地殼構造解釋	1. 南海南部禮樂盆地結構演化及其對區域地質背景的回應(劉雨晴等，2018) 2. 南海西南次海盆的地熱流特徵與分析(徐行等，2018) 3. 火成岩體在現今陸坡形態調整中的作用 來自南海東沙群島近海陸坡的啟示(Liang et al., 2019)	
中國	海域生物多樣性	1. 關於中國和印尼在資源環境領域開展重點合作的建議(鐘帥等，2019)	
中國	海域海洋物理與聲學研究	1. 南海東北部環流結構探討(李立，1989)	
越南	大陸礁層劃界 石油氣探勘調查 島礁建設	1. 2005 年 3 月 14 日中菲越三國簽署協議，進行三方聯合海洋地震工作協議	

國家	研究議題	補充資料	單位/ 合作對象
菲律賓	海事與海洋事務中心內閣委員會	1. 監督技術委員會的海洋決策 2. 落實相關海洋政策	
菲律賓	大陸劃界資訊調查；石油氣探勘調查；漁業活動;島礁建設	1. 中業島跑道修復 2. 菲律賓南海仲裁案：太平島認定為岩礁而非島	
菲律賓	台菲火山海洋颱風地震工作小組	1. 1.臺菲(VOTE TWG)國合計畫－改進劇烈天氣、海洋氣象、以及短期氣候預報能力 2. 2.臺菲(VOTE TWG)國合計畫－臺菲島弧系統的地體動力學研究 3. 3.臺菲(VOTE TWG)國合計畫－馬尼拉隱沒帶與菲律賓斷層之地震與大地測量監測計畫	科技部

(一) 中國大陸

中國大陸為深化對南海事務的研究，於 1996 年設置「海南南海研究中心」，並於 2004 年更名為「中國南海研究院」，2013 年設立「中國南海研究院北京分院」，更於 2015 年於美國華盛頓設立「中美研究中心」成為中國大陸第一個海外智庫，2016 年設置「中國－東南亞南海研究中心」。

「中國南海研究院」於 2017 年進入中國大陸國家高端智庫培育名單，由其發展路徑可見中國大陸在南海議題上有其一貫之政策路徑，系統性的收集、分析各項南海相關議題，並持續維持推動各項研究工作，作為政府政策智庫及各項工作依據。研究領域涵蓋海洋法律、政策、經濟、科學與海上絲綢之路；其中，海洋科學研究所之研究領域包含(1)海洋外大陸架劃界研究，為南海大陸架劃界提供地質科學依據、(2)建立南海衛星遙感資料庫，對南海重點海域實行即時監控、(3)南海氣候變化研究，研究氣候變化背景下南海資源的可持續利用與生態環境變化、(4)南海政策法規、能源開發、氣候效應、生態系統、環境資源等多學科交叉性研究、(5)南海海域海洋工程勘探重大專案的制定與實施。

除上述「中國南海研究院」外，中國大陸各大學與研究中心亦投注相當大的研究能量在南海學術研究議題上，大致可分為下列題材並列舉部分相關參考文獻如下：

(A) 海洋礦物資源

由於邊緣海的沉積速率較大洋沉積環境高，且豐富陸源物質輸入，因此舊往多認為南海並不利於結核的生長。中國最早於 1980 年代在南海海域發現了多金屬結核及結殼存在，而接著後續許多研究展開了在南海的結核及結殼調查工作[Bao and Li(1993), He et al.(2005), Liang et al.(1991), Zhang et al.(2013), Zhong et al.(2017 a), Zhong et al.(2017b)]。南海所發現的多金屬結核與結殼，通常生長得慢以致尺寸較小且厚度較薄，另外相較於西太平洋之結核與結殼，具較高含量的矽和鋁等而錳鈷鎳含量較低，應是由於高陸源物質輸入所致(圖 5-2)[He et al.(2005), Zhang et al.(2013), Zhong et al.(2017a)]。另外相對於大洋環境生成的結核，南海海域多金屬結核及結殼生長區域主要集中在受陸源物質輸入影響較小的南海深海海盆及部分的海底上頂部，以及南海北部陸緣區域[Bao and Li(1993), Liang et al.(1991)]。

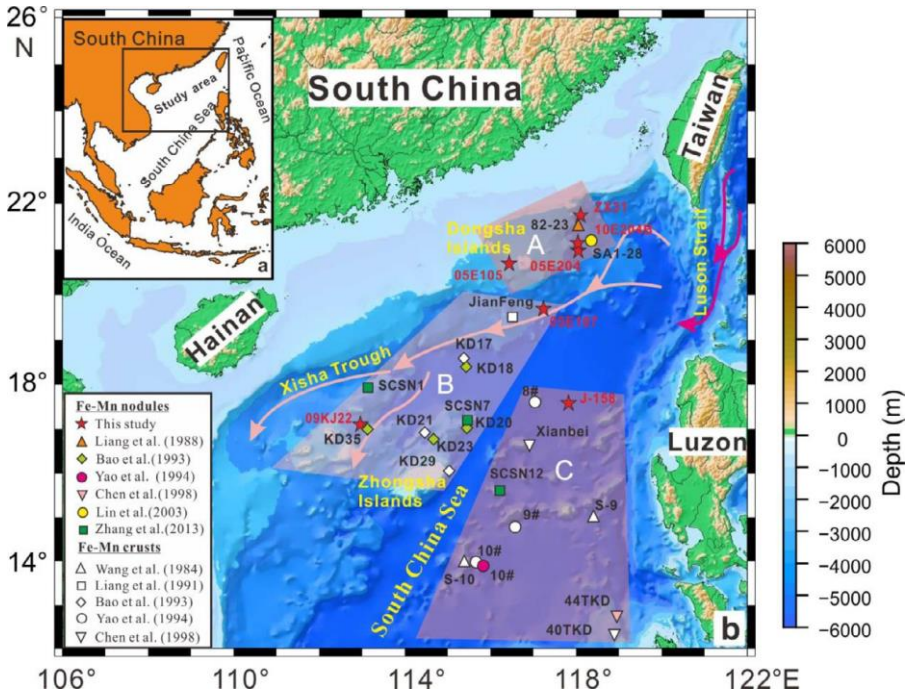
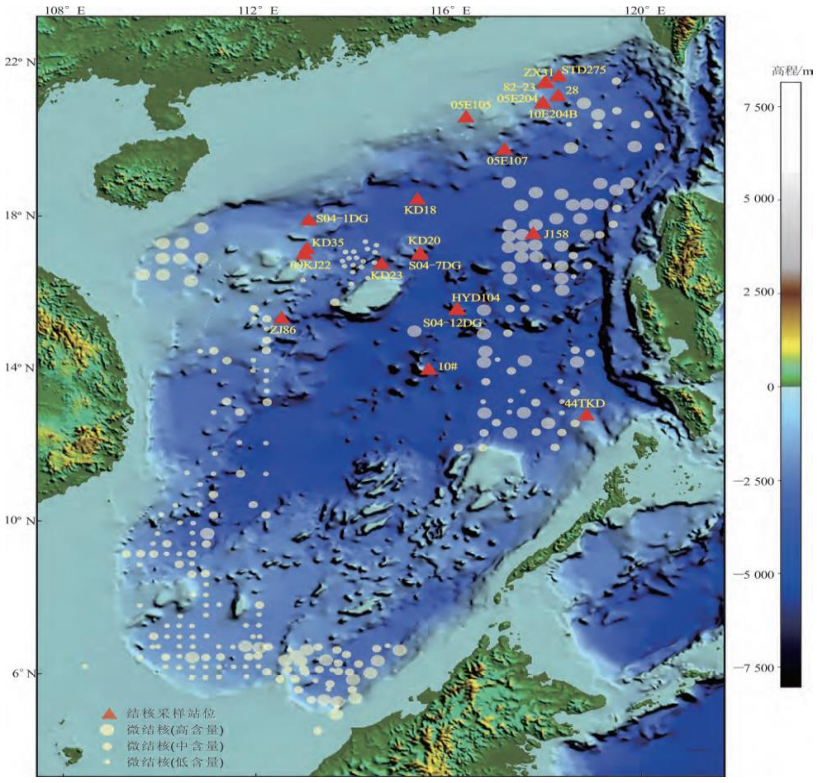


圖 5-2 過去研究在南海區域發現的錳結核及結殼分佈[Zhong et al.(2017a)]

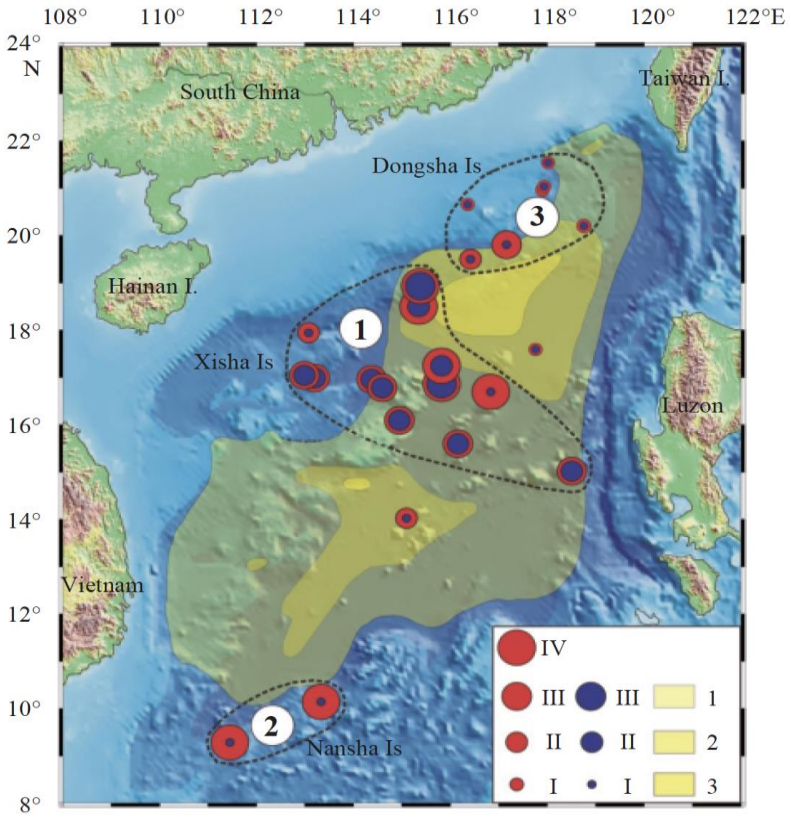
南海多金屬結核相較於大洋結核，具有較低的 Mn/Fe 比值，其因來自於受陸源物質影響大而有更多量的 Fe，與南太平洋 Cook Island 附近海域鐵錳結核相似，成礦物質皆是源自海水，屬於水成成因的結核生長機制。而南海多金屬結核中所含 Co、Ni、Cu 等高經濟性金屬元素相較大洋結核為低，而含有較高含量 Si、Al、K 等元素，顯示陸源物質輸入影響了高經濟性金屬元素的富集，但另一方面較為富集如 Fe、Ti、P、Nb、Pb、Rb、Sc、Ta、Sr、Th 及 REY 等親陸源性元素(圖 5-3)[Yin et al. (2019)]。Zhang et al.(2013)利用 Be 同位素結果指出南海西北陸緣多金屬結核生長時間約為 3.29 Ma 左右，遠小於太平洋及印度洋等大洋結核需 10 Ma 以上的生長時間，顯示其相較大洋結核要高的平均生長速率。而南海多金屬結核及結殼中稀土元素的富集，以及擴及南海沉積物中稀土元素的資源分佈，在過去也累積許多詳細的研究[Miao et al.(2008), Zhong et al.(2018)]。過去的研究成果大致指出稀土元素的分佈於結殼的含量高於結核，海底山結核高於深海海盆結核，而陸緣區域結核高於深海盆地結核。另外南海結核(結殼)稀土元素含量雖然有地域上的分布差異，但總量相較之下高於印度洋及中部太平洋，相當東北大西洋區域，稍低於西北太平洋及加州邊緣海域，而遠高於南海及大洋深海海泥。相對太平洋區域來說，南海結核(結殼)具有極高潛力的稀土資源量(圖 5-4 及圖 5-5)[Zhong et al.(2018)]。

2018 年中國大陸於「南海深部計畫」利用嘉庚號科考船於首次在南海海底發現「南溟」和「樓蘭」兩個古熱液區，並採集到古熱液烟囪樣品(圖 5-6~圖 5-8)；此外亦新發現一處迄今規模最大的海底鐵錳結核區，並確定 2013 年發現的蛟龍海山鐵錳結核區的分布範圍和分布特徵。各項調查結果顯示確有必要對南海區域進行進一步資源調查並評估多金屬結核及稀土資源潛能。



註：紅色三角符號為結核採樣點，實心圓點為微結核分布區域

圖 5-3 南海海域鐵錳結核分佈區域[Yin et al.(2019)]



註：數字 1 代表高含量區域，數字 2 代表一般含量區域，數字 3 代表低含量區域。紅色實心圓點為輕稀土氧化物（LREE oxides），藍色實心圓點為重稀土氧化物（HREE oxides），並分為 I-低富集、II-輕富集、III-富集、IV-極度富集（可達工業等級兩倍）。黃色區塊代表微結核分布區域。

圖 5-4 南海海域鐵錳結核(結殼)稀土元素含量分佈[Zhong et al.(2018)]

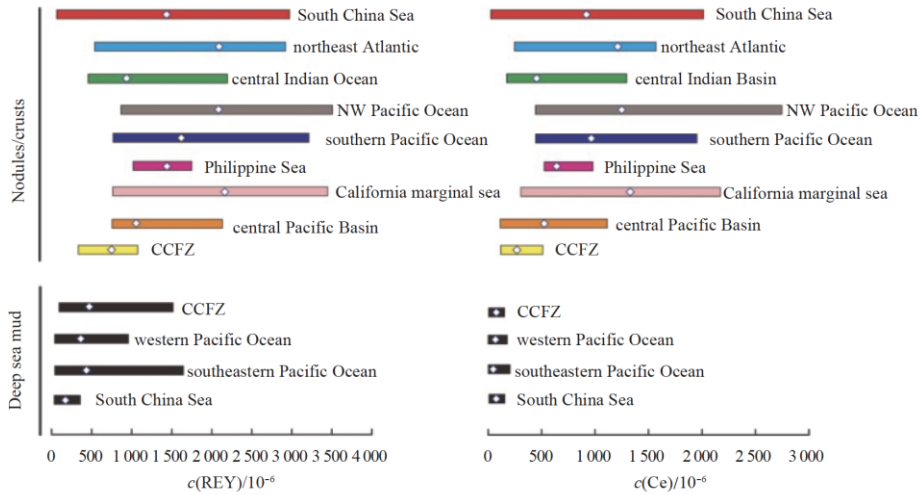


圖 5-5 南海海域鐵錳結核(結殼)與深海海泥稀土元素含量，與其他大洋區域含量比

圖 5-6 古熱液活動跡象

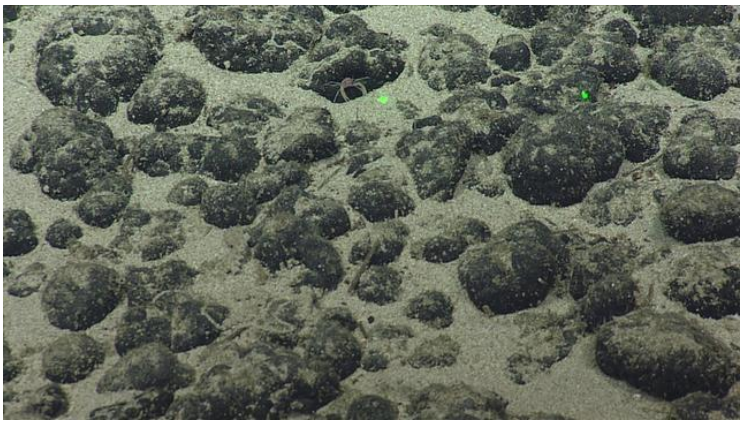


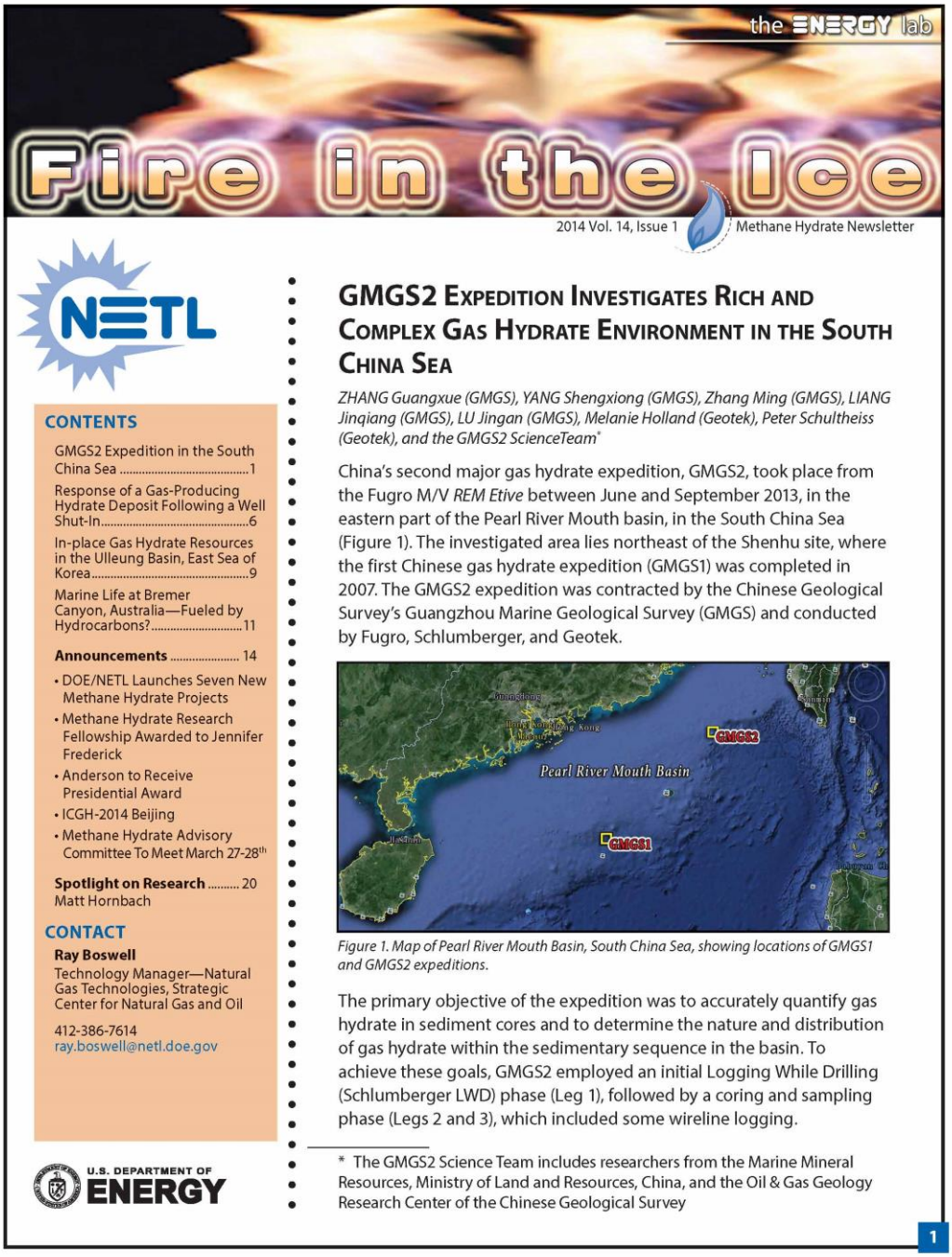
圖 5-7 發現迄今規模最大的海底鐵錳結核區

圖 5-8 鐵錳結核樣本

(B) 海域天然氣水合物礦藏調查

中國大陸天然氣水合物的研究始自 1990 年代，廣州海洋地質調查局與青島海洋地質研究所分別根據南海北部陸坡與東海陸坡海域的反射震測資料，發現兩海域可能有天然氣水合物的賦存。1999 年，透過海洋鑽探計畫 184 航次於南海北部陸坡海域進行

鑽探調查，發現岩心具可能含有天然氣水合物之地化異常訊號，中國開始擴大南海的天然氣水合物調查計畫[姚伯初(2001)、張光學等(2002)]。2007 年中國首次在南海北部神狐地區的 8 個井位進行天然氣水合物的鑽井研究，成功的採集到天然氣水合物標本後，其天然氣水合物的研究便開始了有急速的成長。2013 年中國又在南海北部東沙海域進行第二次的天然氣水合物鑽井調查，並在 12 月由國土資源部宣布珠江口盆地東部海域首次鑽獲高純度天然氣水合物樣品，並通過鑽探獲得可觀控制儲量(1500 億 m^3)(圖 5-9)。



the ENERGY lab

Fire in the Ice

2014 Vol. 14, Issue 1 Methane Hydrate Newsletter

NETL

CONTENTS

GMGS2 Expedition in the South China Sea 1
Response of a Gas-Producing Hydrate Deposit Following a Well Shut-In 6
In-place Gas Hydrate Resources in the Ulleung Basin, East Sea of Korea 9
Marine Life at Bremer Canyon, Australia—Fueled by Hydrocarbons? 11
Announcements 14
- DOE/NETL Launches Seven New Methane Hydrate Projects
- Methane Hydrate Research Fellowship Awarded to Jennifer Frederick
- Anderson to Receive Presidential Award
- ICGH-2014 Beijing
- Methane Hydrate Advisory Committee To Meet March 27-28th

Spotlight on Research 20
Matt Hornbach

CONTACT

Ray Boswell
Technology Manager—Natural Gas Technologies, Strategic Center for Natural Gas and Oil
412-386-7614
ray.boswell@netl.doe.gov

U.S. DEPARTMENT OF ENERGY

GMGS2 Expedition Investigates Rich and Complex Gas Hydrate Environment in the South China Sea

*ZHANG Guangxue (GMGS), YANG Shengxiong (GMGS), Zhang Ming (GMGS), LIANG Jinqiang (GMGS), LU Jingan (GMGS), Melanie Holland (Geotek), Peter Schultheiss (Geotek), and the GMGS2 ScienceTeam**

China's second major gas hydrate expedition, GMGS2, took place from the Fugro M/V *REM Etive* between June and September 2013, in the eastern part of the Pearl River Mouth basin, in the South China Sea (Figure 1). The investigated area lies northeast of the Shenhu site, where the first Chinese gas hydrate expedition (GMGS1) was completed in 2007. The GMGS2 expedition was contracted by the Chinese Geological Survey's Guangzhou Marine Geological Survey (GMGS) and conducted by Fugro, Schlumberger, and Geotek.

Figure 1. Map of Pearl River Mouth Basin, South China Sea, showing locations of GMGS1 and GMGS2 expeditions.

The primary objective of the expedition was to accurately quantify gas hydrate in sediment cores and to determine the nature and distribution of gas hydrate within the sedimentary sequence in the basin. To achieve these goals, GMGS2 employed an initial Logging While Drilling (Schlumberger LWD) phase (Leg 1), followed by a coring and sampling phase (Legs 2 and 3), which included some wireline logging.

* The GMGS2 Science Team includes researchers from the Marine Mineral Resources, Ministry of Land and Resources, China, and the Oil & Gas Geology Research Center of the Chinese Geological Survey

1

圖 5-9 中國天然氣水合物第二次鑽井成果於國際上之報導[Fire in the Ice]

2017 年中國國土資源部中國地質調查局又在南海北部神狐海域，透過第三次鑽井工作，試開採天然氣水合物成功，成為世界上第二個完成生產井測試的國家，更特別的是此次工作完成了連續 187 個小時不中斷的測試開採工作，並連續試開採 60 天，累計產氣超過 30 萬立方公尺，創造了產氣時間和總量的世界紀錄[Ye et al.(2018)]。之後中國將轉向海域天然氣水合物資源商業開採的技術與經濟評估，同時也將在青藏高原和東北凍土帶展開陸域生產的研究與測試。事實上，中國大陸第二次的天然氣水合物鑽井調查中，其中成果最為豐碩最成功的井位，其實是位在臺灣天然氣水合物研究計畫的西南海域調查區內，而根據國內現有的調查結果，中國大陸鑽探井位位置與更接近臺灣的已調查海域相比，臺灣掌握的其他探勘好景區其地層中富含天然氣水合物的特徵更為良好，因此臺灣西南海域實應為更具潛力的天然氣水合物開發區域，未來也應更具有具經濟開採的可能性。

(C)石油氣探勘

1987 年 4 月，中國大陸科學家勘查南海部分地區，並宣布在婆羅洲外海的曾母暗沙附近發現豐富的油氣蘊藏。1989 年中國大陸估計南沙群島有 250 億立方公尺的天然氣和 1050 億桶的石油，而曾母暗沙地區另外還有 910 億桶石油。此一估算受到中國大陸能源界和軍方的大肆渲染，並在 1987 至 1990 年期間發表一系列文章，把保衛國家領土的重要性與南海資源相結合。1994 年中國大陸國家地礦部部長宋瑞祥指出中國大陸在南沙群島發現五、六處石油天然氣蘊藏構造，估計石油藏量高達 300 億噸。中國海洋石油總公司亦估計南沙海域石油蘊藏量為 349.7 億噸，天然氣藏量約為 8~10 億立方公尺。2004 年中國海洋石油總公司與菲律賓政府簽署「海洋震測聯合作業」（Joint Marine Seismic Undertaking），2005 年越南國營石油公司加入簽署擴大版、為期三年的海洋震測聯合作業，於禮樂灘（Reed Bank）進行探勘作業。2008 年因總總因素，海洋震測聯合作業於效期屆滿後未繼續進行第三階段工作。2014 年 5 月 2 日中國海洋石油總公司九八一鑽油平台於南海西沙群島中建島附近海域進行鑽探，由於探勘位置逾越越南主張之二百浬專屬經濟區，引發越方抗議及暴力反華示威，鑽探工作於 7 月 15 日結束。而經過上述的工作，中國大陸對於南海北部大陸邊緣盆地油氣勘探發展、南海南沙海域主要盆地含油氣系統特徵、南沙海域主要盆地地質特徵與油氣分佈、南海地殼構造解釋與盆地結構演化、地熱流特徵與分析，火成岩體作用等等資訊，也有了一定的掌握[張成功等(2007)、楊明惠(2015)、張厚和等(2018)、劉雨晴等(2018)、徐行等(2018)、Liang et al.(2019)]。

(D) 南海深海過程演變

中國大陸於國家自然科學基金「十三五」發展規劃中，將深海過程與圈層相互作用、深海大洋生態系統動力學、海氣相互作用、陸海相互作用以及海洋綜合觀測系統與科學實驗等列為重點支持項目，並延續「十二五」對形成海上高技術作業能力目標，強化核心技術開發和裝備研製，推進海洋技術由近淺海向深遠海的戰略轉移，進一步

加強對海洋觀測、調查儀器設備的支持。

由於深海過程為目前海洋研究的前沿也是海洋研究中最為欠缺的一塊，南海作為西太平洋及全球低緯度地區最大的邊緣海，成為研究深海過程與地質演變關係的良好案例。中國大陸自 2010 年 7 月正式立項，成為中國大陸第一個海洋領域大型基礎研究計畫。此一計畫透過南海洋殼磁異常、深海火山鏈的調查研究，重新認識南海海底擴張及其前後的演變史，並以現代深海觀測技術及深海沉積物的分析，揭示南海底層流的變遷，驗證海盆演化歷史，以及對海平面變化的回應，最後通過海底水文觀測與各項分析，認識南海深部的生物地球化學過程及其演變。在上述研究基礎上，探討南海深海過程演變的資源與環境效應。其中較為重要的調查活動包括 2013 年 6 月，蛟龍號於南海冷泉區完成首次實驗性應用航次下潛任務；2014 及 2017 年 IODP「JOIDES Resolution」分別完成第二次（IODP-349）及第三次（IODP-367、368、368X）的南海大洋鑽探航次。

南海的三個鑽探航次，讓國際強調高緯度區的氣候演變理論，尤其是北大西洋北部海區的控制，而忽視低緯度海區的重要性，藉由南海大洋鑽探成果所提出的冰蓋驅動和熱帶驅動之「雙重驅動」假說，將氣候演變的熱帶驅動落實在「全球季風」演變的新概念上。以此概念提出了全球季風為標誌的水迴圈假說，和以微生物碳泵為基礎的溶解有機碳假說，使得低緯度全球季風演變與冰蓋消長一樣，成為國際過去全球變遷的新命題。在南海形成機制方面，過去對於南海成因的觀點來自歐洲，Tapponnier et al.(1982)提出印度的碰撞使中南半島向南突出，所以南海形成之原因在北邊；Hall(2002)認為古南海向婆羅洲的俯衝，拉開了南海，原因在南邊。南海鑽探的結果顯示南海深海盆由東向西推進的記錄，特別是從菲律賓海到南海中央海盆、西南次海盆，海底擴張從東向西擴展，因此南海的張裂原因很可能來自西菲律賓海方向。因此，南海鑽探結果否定了南海震測剖面的大西洋模式解釋，南海裂谷作用和海底擴張具有西太平洋邊緣海的特色，南海可能為邊緣海提供另一種形成演化的地質模型[翦知湣(2018)]。

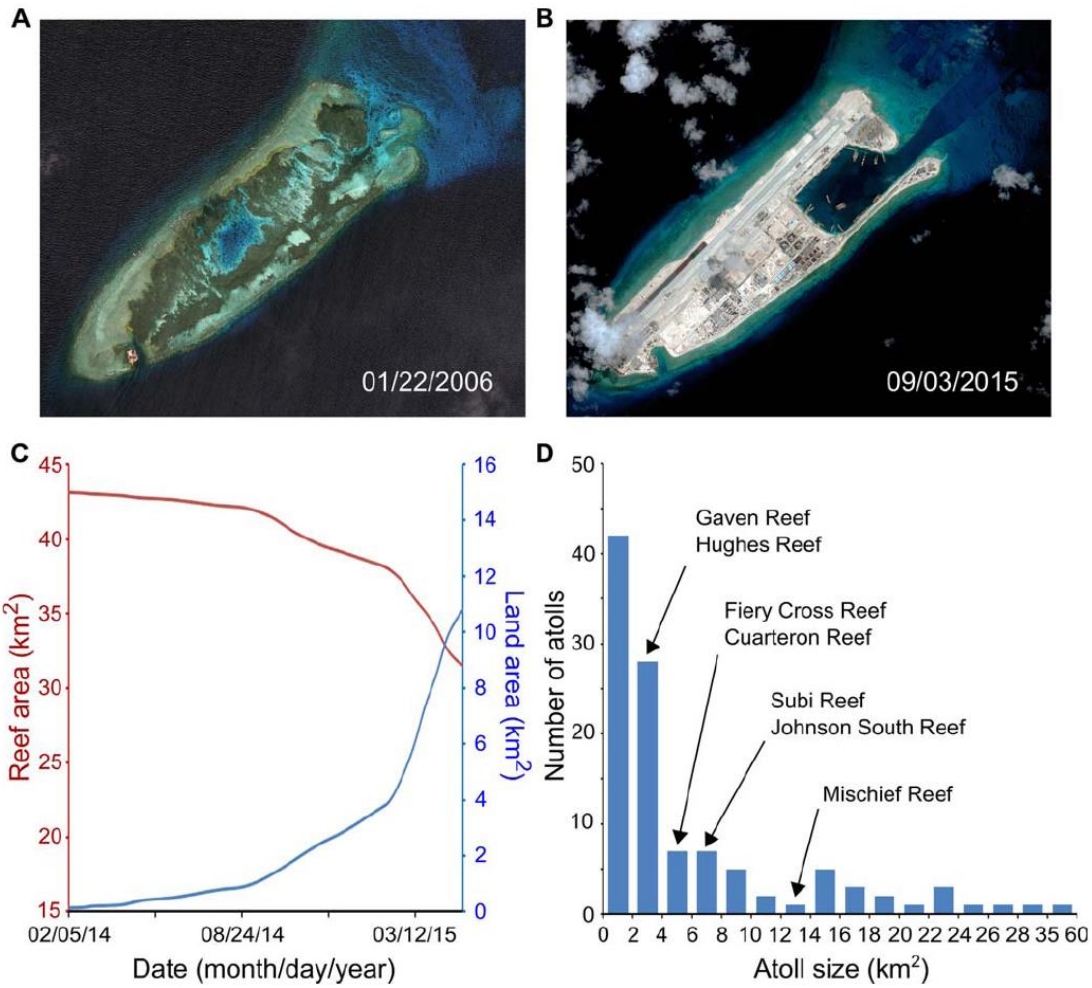
(E) 海域生物多樣性

南海是世界產量最大的漁業區之一，佔 2015 年全球魚類捕撈量的 12%，世界上超過一半的漁船在此水域運營。近年來巨型蛤蜊收穫、疏浚和人工島建設嚴重破壞或摧毀了 160km^2 之珊瑚礁(圖 5-10)，珊瑚礁面積平均每 10 年下降 16%，自 1950 年代以來，南海的魚類總存量已經減少 70~95%，且過去 20 年的捕撈率下降了 66~75%[CSIS (2018)]。

圖 5-10 中業島周圍相對健康但過度捕撈的礁灘(左)；約 1.5 浬的礁灘被中國蛤蜊採收作業摧毀(右)[CSIS (2018)]

中國大陸近年來積極於華陽礁(Cuarteron Reef)、美濟礁(Mischief Reef)、赤瓜礁(Johnson South Reef)、東門礁(Hughes Reef)、南薰礁(Gaven Reef)、渚碧礁(Subi Reef)和永暑礁(Fiery Cross Reef)等七個島礁進行填海造陸，強化南海控制中。Barnes and Hu(2016)根據 Landsat-8 衛星影像資料，估計在 2013.06~2015.125 之間已有超過 15 km^2 的珊瑚礁被改造為人工島，各島面積仍在迅速擴大中；另根據 MODIS 衛星影像資料，在美濟礁、渚碧礁和永暑礁造島工程伴隨產生的濁流(turbidity plume)覆蓋超過 4300km^2 的珊瑚礁區；在此範圍內，攜帶大量沉積物的海水可能造成珊瑚被掩埋或窒息死亡，也會使水層透光率和生產力降低，導致珊瑚白化或死亡，可能對南海珊瑚礁生態系產生巨大的影響。

Mora et al.(2016)分析 Landsat-8 衛星影像資料，指出在 2014.02~2015.05 之間，中國在南海七島的填海造島工程已導致珊瑚礁面積減少約 11.6km^2，但陸地僅增加約 10.711.6km^2(圖 5-11)，工程衍生的濁流對珊瑚礁的傷害更大，可能造成珊瑚大量死亡，值得國際間重視，並倡議以南極公約(Antarctic Treaty)模式來減少南海的國際爭端，促進國際間在資源開發與保育的合作。此倡議與美國學者 J. W. McManus 自 1990 年代提出的南海海洋和平公園(Marine Peace Park)倡議[McManus(1992, 1994), McManus et al.(2010)]相似，亦即擱置爭議、共同開發與維護南海的海洋環境，以及共同保育生態資源，以維持南海生態系的永續發展。中國也與開始周邊國家進行討論，例如中國和印尼在資源環境領域開展重點合作的工作[鐘帥等(2019)]



註：A、B：永暑礁於 2006 年及 2015 年的衛星影像；C：珊瑚礁面積（紅色）與陸地面積（藍色）的改變；D：南海環礁面積的分布情形，七座施工島礁的面積如圖中箭頭所示。

圖 5-11 中國大陸在南沙群島填海造島工程對珊瑚礁的影響[Mora et al.(2016)]

除人為破壞外，南海諸島都是位於海平面附近的珊瑚礁島嶼，容易受到氣候變遷的衝擊，如海溫升高、海水酸化、海平面上升、異常氣候及風暴頻率增加等，都可能對南海島礁生態系造成重大影響。海溫升高會導致珊瑚白化和死亡；海水酸化會減緩珊瑚及其他生物鈣質骨骼形成，影響其生長和生存；海平面上升則會加速海岸侵蝕，危及島礁發展；異常氣候及風暴也可能造成海域生態系嚴重傷害。

Wang et al.(2018)研究採自南海的團塊形微孔珊瑚骨骼的化學組成，結果顯示在 1978~2015 年間，珊瑚骨骼紀錄了三次重大的聖嬰事件，分別是 1982-1982、1997-1998 及 2014-2016 年。其中，1982-83 的海溫異常被認為是造成太平島珊瑚群聚大量死亡的原因[Dai and Fan(1996)]，1997-1998 年的海溫異常升高則是導致東沙環礁潟湖區及東南亞海域珊瑚大量死亡的主要原因[Wilkinson(2004), Dai(2005)]；2014-2016 年的海溫異常升高則引起東沙環礁礁台區的珊瑚大量死亡[DeCarlo et al.(2017)]。

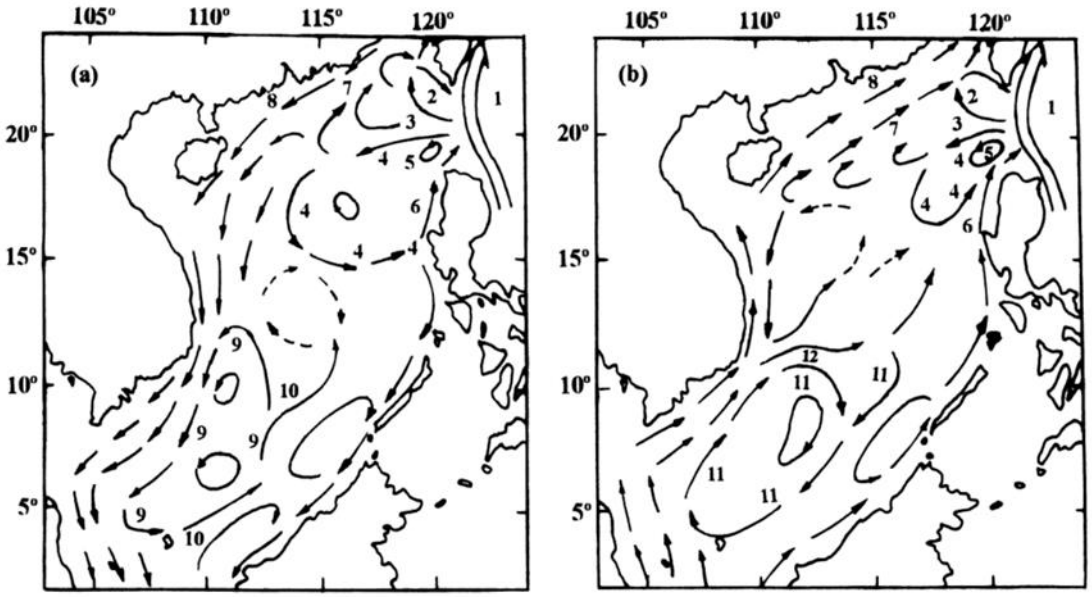
Tong et al.(2017)研究採集自南海不同礁區的棘杯珊瑚（galaxea fascicularis）和表孔珊瑚（montipora spp.）與共生藻的關係，他們發現生長在不同緯度和不同水溫環境

的同種珊瑚，含有不同的共生藻組成，顯示造礁石珊瑚可以調節其體內的共生藻品系，以應付生長環境水溫的變動，亦即對於水溫升高有相當的適應能力。Tkachenko and Soong（2017）研究東沙環礁的珊瑚群聚，結果指出東沙環礁外圍可能是海溫升高衝擊下的珊瑚庇護所，這與該區受到週期性內波帶來的低溫海水湧升有關。Zhou et al.（2016）研究海水酸化對南海的芽枝軸孔珊瑚（Acropora gemmifera）微生物群聚、光合和鈣化作用的影響，結果顯示該珊瑚體的微生物群聚非常多樣，並以 Alphaproteobacteria 占優勢；而且，在不同程度海水酸化環境中，其微生物群聚皆維持在穩定狀態，珊瑚的光合和鈣化作用僅在二氧化碳濃度很高（pCO_2 >2070 μatm）時才顯著降低，暗示珊瑚可能對海水酸化具有相當高的適應能力。

近年來研究指出，南海北部地區（如廣東徐聞、雷州，廣西北海瀾洲島，海南三亞、萬寧大洲島、昌江棋子灣等地的國家級海洋保護區）近岸海域珊瑚礁生態監測以 10 年為尺度來看，南海區珊瑚礁處於退化狀態，但近年來退化趨勢已減緩，並趨於穩定。中國大陸國家海洋局南海分局、地方海洋部門和科研院所的南海海洋生物多樣性調查研究，針對南海區生物多樣性重點監測區包括珠江口、大亞灣、雷州半島西南沿岸、廣西北海、北侖河口、海南東海岸和西沙等海域進行調查。2016 年，共鑒定出浮游植物 510 種，浮游動物 518 種，大型底棲生物和潮間帶生物 1211 種，造礁石珊瑚 81 種，紅樹植物 10 種和海草 6 種。2014 年以來，南海環境監測中心先後組織開展了 4 次三沙海域珊瑚礁生態專項調查監測，獲取了西南中沙海域珊瑚礁生態系統資料。綜合結果顯示，2014 年以來南海區珊瑚礁區造礁石珊瑚覆蓋率保持穩定，沒有出現大面積白化與死亡現象，也沒有大規模的珊瑚病害與敵害生物出現。

(F) 海域海洋物理與聲學研究

南海典型的表面洋流圖是由 1970 年代以前的美國海軍水文辦公室 Hydrographic Office of the U.S. Navy(1945)、Dale(1956)和 Wyrtki(1961)由船舶航行數據和主要風場數據推導並製作。早年中國大陸也曾針對南海北部環流結構探討進行討論[李立(1989)]。Huang et al.(1994)基於前人的研究，提出盛行的冬/夏季風導致南海表層的氣旋/反氣旋環流。Yang and Liu(1998)進一步提出，太陽輻射、季風和南海地形是影響南海環流的主要因素。其中季風是影響整個南海環流的形成，維持和季節變化的最重要因素。Fang et al.(1998)回顧自 Dale(1956)和 Wyrtki(1961)以來對上層南海環流理解的進展，指出北南海環流是由季風和呂宋海峽黑潮入侵所共同驅動，包括黑潮南海分支(SCSBK)，西北呂宋氣旋環流，西北呂宋氣旋渦流，西北呂宋海岸流，南海暖流(SCSWC)和廣東沿海流；但南南海的循環主要受季風影響，南海南部氣旋環流(SCS Southern Cyclonic Gyre)在冬季佔據了大部分南南海，而南海南部反氣旋環流(SCS Southern Anti-Cyclonic Gyre)則出現於夏季；南海中央的環流受季風和北南海環流系統與南南海之間的相互作用控制(圖 5-12)。



註：1.黑潮(Kuroshio)，2.套流(loop current)，3.黑潮南海支流(SCSBK)，4.呂宋西北氣旋式大洋環流(NW Luzon Cyclonic Gyre)，5.呂宋西北氣旋窩流(NW Luzon Cyclonic Eddy)，6.呂宋西北沿岸流(NW Luzon Coastal Current)，7.南海暖流(SCSWC)，8.廣東沿岸流(Guangdong Coastal Current)，9.南海南部氣旋式大洋環流(SCS Southern Cyclonic Gyre)，10.納土納外陸棚流(Natuna Offshelf Current)，11.南海南部反氣旋式大洋環流(SCS Southern Anticyclonic Gyre)，12.越南東南外海海流(SE Vietnam Offshore Current)。

圖 5-12 南海冬季(a)和夏季(b)環流模式示意圖[Fang et al.(1998)]

(F) 海底觀測網

海洋傳統的觀測方式主要是以研究船、浮標、錨碇為主的觀測或以衛星遙感、飛機航測為基礎的遙測觀測。由於海洋環境的複雜性和獨特性，既有的海洋觀測資料存在著短暫、不連續的問題。在現代感測器、水下機器人、海底光纖電纜、物聯網、大數據等新型技術的推動下，源自冷戰時期美國海軍水聲監視系統的海底觀測網融合了物理海洋、海洋化學、海洋地球物理、海洋生態等學科，以深海、極端環境下高解析和即時獲取海洋觀測數據的技術，使研究人員可以深入海洋內部進行觀測，達到全天候、長期、連續、即時、原位觀測海洋環境。

中國大陸自「863 計畫」以來在「十一五」及「十二五」期間，陸續展開海底觀測網試驗節點關鍵技術的攻關，以及海底觀測網試驗系統的研究和建置。中國大陸 2013 年「國家重大科技基礎設施建設中長期規劃(2012~2030 年)」指出，將優先安排包括海底科學觀測網在內的 16 項重大科技基礎設施建設，為資源與能源開發、環境監測和災害預警預報、國家海洋安全等研究提供支撐。

「十二五」期間，中國科學院南海海洋研究所、中國科學院聲學研究所、中國科學院瀋陽自動化研究所聯合研製的“南海海底觀測實驗示範網”在海南三亞海域建設完成。中國大陸南海深海海底觀測網試驗系統以海南為岸基站，通過 150km 海底光電複

合纜連接的多套海洋化學、地球物理和海底動力觀測平臺布放在水深 1800m 處。該系統自 2016 年 9 月建成運行以來，取得近 9TB 的海底視頻、地球物理、海底動力及深海化學資料。系統運行以來觀測到國際上多個地震資訊，獲取了相關海域溫、鹽、流的年度變化、地磁、硫酸根離子濃度以及深海生物視頻。

(二) 越南

越南在南海的研究議題，主要集中在大陸礁層劃界、石油氣探勘與開發項目與島礁建設上。從 1973 年迄今，越南共佔南沙島礁 29 個，其中以南威島最具規模，其機場在 2004 年完工，越南空軍從此獲得南沙前進機場，除加強所屬島礁之基礎建設外，同時加緊對油氣資源的開發。

1989 年英國石油公司(BP)即進入越南市場，並協助越南於其領海開發海上天然氣，供應越南 1/3 以上的電力。2005 年 3 月 14 日中菲越三國簽署協議，進行三方聯合「海洋震測聯合作業」，做為石油氣探勘的聯合合作項目，於 2008 年 3 月終止。2011 年 10 月艾克森美孚於越南中部近岸區發現潛在巨大天然氣儲存。2011 年上半，越南石油公司於越南宣稱之專屬經濟區進行震測調查作業時，遭中國大陸海監船及漁政船三次切斷電纜。其後於 2012 年及 2013 年又傳出數起切斷海纜事件。2014 年 5 月 2 日中國海洋石油總公司九八一鑽油平台於南海西沙群島中建島附近海域進行鑽探，由於探勘位置逾越越南主張之二百浬專屬經濟區，引發越方抗議及暴力反華示威，鑽探工作於 7 月 15 日結束。雖然中越間屢屢傳出衝突，但越南仍持續進行探勘活動。

(三) 菲律賓

菲律賓於 1981 年 10 月成立「Establishing Cabinet Committee on the Treaty on the Law of the Sea」(簡稱 CABCOM-LOS 委員會)，總管海洋事務與領土相關業務。1999 年 7 月將該委員會改名為「Strengthening the Cabinet Committee on Maritime and Ocean Affairs and its Supporting Mechanisms, Establishing its Technical Committee, and for Other Purposes」，並在其海事與海洋事務中心（Center for Maritime and Ocean Affairs；MOAC）下，結合其各技術核心群組正式成立了一個技術委員會（TechCom），並聯合相關成員機構組織而成海事與海洋事務中心內閣委員會（CABCOM-MOA），以監督技術委員會的決策並落實相關海洋政策。

菲律賓於 1971 年 5 月登中業島，至今佔據南沙海域 9 個島礁，其中中業島屬中業群礁，島上跑道約 1300m 長，可用以起降軍用運輸機。於南海研究議題項目為(1)大陸劃界資訊調查、(2)石油氣資源探勘調查與(3)漁業活動。長久以來我國與菲律賓於雙邊科技交流持續進行，於 2016 年 12 月 9 日舉辦的第五屆臺菲部長級科技會議提及，基於地緣關係，臺灣與菲律賓面臨天然災害的類型頗為相似，皆有遭受颱風、地震、洪水及海嘯等天然災害侵襲之虞，造成許多重要基礎設施、經濟體受損，嚴重影響人民

生命及財產的安全。加強區域性合作是臺灣及菲律賓兩國間不可缺少的一環。會議中亦協議兩國的科技部組建建立臺菲火山海洋颱風地震工作小組(volcano, ocean, typhoon, earthquake technical working group, VOTE TWG)，正式通過及啟動 3 件為期 3 年之臺菲火山(volcanos)、海洋(ocean)、颱風(typhoon)及地震(earthquake)相關計畫，加強臺菲合作。目前補助計畫之計畫包含(1)臺菲(VOTE TWG)國合計畫－改進劇烈天氣、海洋氣象、以及短期氣候預報能力、(2) 臺菲(VOTE TWG)國合計畫－臺菲島弧系統的地體動力學研究、(3) 臺菲(VOTE TWG)國合計畫－馬尼拉隱沒帶與菲律賓斷層之地震與大地測量監測計畫。

在南海的石油探勘方面，菲律賓國家石油公司於 2003 年 11 月 10 日與中國海洋石油總公司簽署意向書，對巴拉望以北及以西，包含禮樂灘(Reed Bank)，進行探勘。2004 年 9 月 1 號雙方進一步簽署「海洋震測聯合作業」(Joint Marine Seismic Undertaking)。2005 年 3 月 14 日越南石油公司加入簽署。此一計畫於 2008 年 7 月 1 日效期屆滿，並未進入第三階段作業。

三、國內外南海法政研究議題

(一) 南海領土爭端之研究

由於南海爭端發生的主要根源，多為傳統的主權及海域主張重疊之爭端。因此於涉及南海法政計畫之研究中，領土與海域主張的爭端為最常見的研究。過去研究過的次領域主要集中在(1)南海各主權聲索國領土主張與實踐、(2)南海 U 形線與中國歷史性權利主張與實踐、(3)南海仲裁案與島嶼制度之變化、(4)南海海域劃界方案之研析及(5)南海諸島之領海基線劃設研究。

有關南海主權領土主張研究，近十年較常見之研究為透過研究最新的領土國際法法理，分析對我國可能較為有利的領土主張基礎。

(A) 契約法與財產法兼具的領土主權取得法理

現代國際法中，合法的領土割讓必須是國家在主觀上有轉移領土主權的意圖，且客觀上將領土占有轉移給另一個國家。換言之，領土割讓強調的是主權國家基於自主意志與他國訂定條約，而有處分其領土的客觀行為。從一般法律原則的角度來說，合法的領土割讓是一種契約法理的展現；亦即，只要基於國家同意原則，沒有重大違反國家自主的事由，都是合法的領主轉讓。換言之，契約法理是一種有關財產權「轉移」的規範。

又，「先占」係指對於「不屬於」任何國家主權下的土地(即無主地)，一個國家「意圖」將其置於主權管理之下，並「和平」、「繼續」、且「有效」使用據為己有的行為。此一類型的領土取得概念，非常明顯地與傳統財產法的概念相同；亦即，如果有人占有無主地並有效管理，可讓土地經濟效益最大化以增加總體福利。換言之，財產法理

可說是一種有關財產權「效益」的規範。

另,「時效取得」係指對於「已屬於」一個國家的領土，由另一個國家因「長期」、「繼續」、「和平」、並「有效」使用據為己有，而有主張時效取得領土權原的行為。雖然,「先占」和「時效取得」是兩種不同的領土取得類型，但是，其由於共同的特點都是以有效控制為核心，因而具有財產法的性質。不過，時效取得會導致財產權的轉移，時效取得也因而具有契約法的性質。

(B) 其他判斷領土取得之輔助要素：法制化程度

由上述說明可知，國際法上領土取得類型，可大致分為契約與財產法理。雖然在理想上可分為這兩種類型，但在遇到實際爭端時，ICJ 與爭端國可能會援用南轅北轍的法理進行論證。要了解領土取得之契約法理與財產法理之功能，應該加上國際法的法制化要素。相較於其他傳統的國際法領域，聯合國並沒有試圖要對有關領土取得的要件建立一套法典化的草案。此現象的主要原因，可能是擔心領土取得的法典化，只會帶來更多的領土爭端，並造成國際社會更高的成本。尤其，大部分的實證研究顯示，領土議題是國家間，最不可能妥協並導致衝突的主要因素。因此，聯合國國際法委員會不將領土取得法典化，似乎可說是一種標準的成本效益考量。

如果領土取得的法理無法成為國際社會成文法化的次級規則(secondary rules)，也就勢必要在個別爭端中，讓爭端國間有更多的國家裁量空間(margin of appreciation)。ICJ 在碰到領土爭端時，應該要盡量探求爭端國間，是否透過不同的國家實踐，形成了法院不能任意介入的合意裁量空間。至於判斷上述合意裁量空間的大小，則應該從當事國間有關特定領土爭端的法制化程度，來判斷該合意裁量空間的大小。

所謂法制化程度，係指國家間以明確且有拘束力的法律義務，規範兩國間特定互動議題之程度。法制化程度低者，可能是沒有領土協商，或有某些程度的政治協商；法制化程度較高者，可能是沒有拘束力的軟法，或透過不作為所形成有拘束力的默認；法制化程度最高者，可能是透過作為所形成的默示合意、承認與條約。當然，在 ICJ 中不會接受以沒有拘束力的規範，作為判斷領土主權歸屬的依據。因此，本研究團隊提出法制化程度高低要素，主要是為了從功能性的角度，指出領土爭端的當事國間，可以透過不同高低的法制化互動，建構出 ICJ 領土爭端的審查密度空間。因此，若法制化程度越高，ICJ 越需要尊重當事國的意圖；反之，ICJ 得享有更多的法律解釋空間。

(C) 領土取得的法律解釋框架與原則

在提出領土取得具有契約與財產法理性質，與 ICJ 的領土爭端審查密度後，再進一步提出整合實務上常見的領土取得之法律解釋框架。因此，最近的研究指出，領土取得之法律解釋框架，必須同時反映出領土取得之規範與功能性判准，從而對既有的領土法律解釋原則有以下的法律適用方式。

(1) 條約解釋原則

此原則是由領土取得的契約法理，與爭端國高度到中度法制化的國家實踐所構成。如果爭端當事國間，存在有拘束力的條約、或任何其他較為法制化的互動，則 ICJ 應該盡量以條約法理，作為領土法律解釋的次級規則；換言之，此時 ICJ 要盡量以雙方合意為基礎，判斷領主主權的歸屬。在條約解釋原則下，ICJ 也應給予爭端當事國高度的裁量空間。(明確原則)

(2) 時效取得

如前所述，時效取得同時具有財產法理與契約法理的性質。從法制化的角度來說，由於時效取得原則上是佔領著「未經」他國同意，即占有他國土地的狀況，應僅具有低度到中度法制化的國家實踐所構成。如果爭端當事國間，沒有明確拘束力的條約、或有關特定領土的政治性對話或協商，則 ICJ 可能僅能從領土的實際控制與利用，較為主觀地判斷領土歸屬的解釋原則。相較於條約解釋的領土取得法理，ICJ 在解釋時效取得問題時，僅須給予爭端當事國較低度的裁量空間。(比例原則)

(3) 佔有保持主義

此類型亦可說是契約與財產法理之混合領土取得類型。一方面，由於佔有保持主義強調尊重殖民列強間劃分勢力的條約，因而具有一部分的契約法理和較高度的法制化程度。另一方面，由於佔有保持主義也強調不能擁有超過原殖民母國已經占有的領土，因而具有一部分的財產法理性質。在占有保持主義下，ICJ 應會給予爭端當事國，高於時效取得、但低於條約解釋原則的裁量空間。

(4) 先占

既然先占是對於無主地的占領與控制，與他國間自然會呈現低度的法制化互動。既然僅具有低度的法制化程度，兩國間所形成的合意裁量空間也最小，ICJ 僅需給予當事國最低程度的裁量空間即可。尤其，ICJ 在要判斷先占國，幾乎都必須從古老的歷史中尋求相關證據。但這類歷史證據能力通常較弱，ICJ 只能從較為主觀的角度，解釋與先占相關的證據或行為。因此，先占往往只是先判斷領土權原的歸屬，接著再視情況討論有無時效取得問題。

而 ICJ 在衡量各爭端中的證據時，必須優先探詢當事國間的法制化程度。若有比較明顯的法制化時，應盡量從契約法理的角度，確定爭端國的法律關係，以給予爭端國的意圖最大之裁量空間。但若窮盡契約法理仍無法確定爭端國的法律關係時，就進一步探求是否具有符合佔有保持主義的情況。若不能適用佔有保持主義，才審查以國家實力為主的時效取得或先占。但在衡量時效取得與先占的證據時，應會優先探求是否存在能夠落實國界穩定性較高的時效取得證據。最後，窮盡所有上述證據的探求後，才有可能確認以先占取得領土權原的國家，可繼續保有領土主權。

(D) 對我國南海領土主權聲索的政策啟示

有關目前南沙群島的領土爭端，似乎有逐漸法制化的潛力。尤其，東協與中國大陸已經有「南海各方行為宣言」，未來更可能訂定進一步有拘束力的「南海行為準則」。從前述領土取得的法律解釋框架來看，一旦南海法制化程度提高，我國以控制太平島作為南海議題的法律與政治籌碼也就越小。換言之，非常弔詭地，若南沙群島持續呈現低度法制化地在競爭「先占」的有效控制局面，我國反而會有法律與政治上的優勢。

據此，在我國目前無法參與任何與南海有關的多邊協議之現實狀況下，我國應展現更多對太平島的有效管理措施即可；反而不要倡議多邊協議，除非我國有加入多邊協議的機會。此外，如前所述，「先占」是一種財產法理，著重對自然資源的開發效益。因此，上述研究成果認為，對南沙群島的各種有效管理措施中，最重要的是要展現出我國在南海具有自然資源之開發行為或能力，以增加我國在南海「先占」的法律基礎上之優勢。

(二) 南海海域權利主張之研究

總體而言，相關研究認為海域劃界的發展重點，是有關衡平劃界法理的檢討。在地理因素方面，相關研究然為仍舊是最重要的劃界因素；其中，比例原則、島嶼劃界效力、自然延伸原則等，都有值得檢討分析的發展。至於在非地理因素方面，各國在劃界中最重視的仍是經濟因素與國家行為；但其在劃界中所佔的重要性仍不及地理因素。近年的研究成果重點如下：

(A) 比例原則重要性的擴張

相關研究指出，經過擴張過後的比例原則尚缺乏明確的操作依據，主要的原因似乎是因為沒有明確的國家實踐可以支撐。在海洋法公約生效前的海域劃界協議，有相當大比例的協議會提及兩國的劃界原則為等距原則，因此影響著後來國際司法實踐以等距原則作為衡平劃界的第一步驟。但是，沒有海域劃界協議提到如何以海岸線長度，推估兩國合理的海域面積比例。不過，根據近期的劃界裁決來看，若要適用比例原則調整海域劃界線的要件，除了國際法院過去明確提及的 (1)當事國海岸線長度與劃界面積比例明顯失衡；(2)不能僵化計算海岸線長度與面積比例；(3)不能以劃界海域面積比例決定海域劃界方法外，似可再加上(4)當依據所有地理與非地理因素的相關特殊情況，仍無法劃定一個讓爭端國可衡平接近使用(access)生物與非生物性資源時，國際司法機構得為了爭端國間永續和平之目的，調整經過第一與第二階段檢視過後的海域劃界線。但應注意者，在衡平劃界原則及其具體的架構下，比例原則只是輔助原則，並不能大幅修正或構成推翻前兩個劃界階段的理由。否則，將會造成衡平劃界所期待的「可預測性」降低，回到早期「彈性」而不明確的衡平劃界方法。

(B) 部分明確的島嶼劃界效力

不管是海域劃界的裁決或國家實踐，都認為島嶼在劃界中是一種相關特殊情況。但究竟島嶼應該賦予甚麼樣的效力，始終沒有一個明確的標準，似乎僅能以類型化的方式予以歸納。一般而言，島嶼在劃界上依據其所得享有的海域管轄範圍，可概分為全效力(full effect)、部分效力(partial effect)、飛地(enclave solution)、以及無效力(no effect)。

雖然島嶼在劃界中的效力有上述諸多問題，但從近期海域劃界的研究發展來看，早在南海仲裁案出現之前，就已經認為島嶼效力有部分明確或甚至類型化的數項原則：(1)洋中島嶼似不會僅賦予領海效力，但會視情況挑選部分島嶼享有部分超過領海劃界效力；(2)若近岸島嶼位在等距線「錯誤」的一側，而和另一國海岸相向，通常僅會賦予領海效力；(3)若近岸島嶼位在等距線「對」的一側，除非不符合海岸結構整體性原則，否則該島嶼可享有全效力；但若不符合時，該沿岸島嶼恐怕僅能享有領海效力；(4)若島嶼會影響沿岸國大陸向海延伸(project)管轄權以利用海域資源時，島嶼效力即有被限縮的高度可能性。

(C) 其他非地理因素對調整劃界線的影響

(1) 經濟因素

在國際司法實踐中，在考量經濟因素時可分成天然資源，如石油、天然氣、或漁業資源；另外一種為社會經濟因素，如沿岸國依賴某天然資源的程度。在近期的海域劃界案中，法院並未以經濟因素做為調整第一階段劃界的基礎。事實上，自從揚馬延劃界案以後，均未將天然資源作為調整劃界的相關特殊情況。從近期的海域劃界的司法實踐來看，「黑海劃界案」中的烏克蘭曾經主張其探勘與開發石油的活動範圍，應構成一種相關特殊情況。但法院認為除非兩國對於此石油開發經濟活動，構成有關潛在海域劃界的默示或暫訂協議式的協議；否則，不能以兩國石油相關經濟活動作為調整劃界線的基礎。又，在二〇一四年「祕魯 v.智利」劃界案中，國際法院也表示兩國漁業活動的範圍，若在早期只有小型漁船的話，很難想見兩國有真正兩百海里的劃界意圖。此外，在「尼加拉瓜 v.哥倫比亞劃界案」中，國際法院亦表示只有在極端例外的情況下，才有可能被接受為調整第一階段劃界的理由。

從上述說明可知，天然資源因素在海域劃界的裁決中，不是不能被當作一種調整第一階段劃界的考量，但其原則必須是在兩國合意或其他非常例外的情況，才有可能被法院所接受。因此，單方的天然資源利用行為或所受影響，除非有非常極端的情況，否則不會被接受作為調整劃界的經濟因素。在過去的劃界司法實踐中，均可看到法院提出相同的見解。例如，在「緬因灣劃界案」中，國際法院認為除非最後的劃界結果，出現對當地受居民生活與經濟福祉帶來災難性的影響，天然資源或經濟活動因素不能當作調整第一階段劃界的相關特殊情況。

不過，在前述說明近期擴張後的比例原則功能後發現，在劃界第三階段以比

例原則檢視前兩個階段的劃界結果後，若法院認為無法確保天然資源的衡平接近使用與爭端國間的永續和平時，即便沒有其他地理與非地理因素可作為調整界線的依據，國際法院似乎仍可加以調整之。因此，即便經濟因素中的天然資源利用可能在第二階段的「相關特殊情況」中不會作為調整海域界線依據，也有可能成為第三階段以「比例原則」加以調整的實質原因。

(2) 歷史性權利、國家行為與默示協議標準

歷史性權利是指國家自古或無法追憶(immemorial)以來，在某些海域或陸地長久與公開的利用，獲得其他國家的默認而取得之權利。自從海洋法公約簽署後，曾有數個海域劃界案例中的當事國，主張以歷史性權利作為調整第一階段劃界的基礎，但在國際司法實踐中均未曾被接受。從過去的案例來看，法院認為只有當事國之間有明確的合意，欲將某一沿岸國長久以來在海上所行使的權利，當作當事國間的海域界線時，歷史性權利才能被當作是調整界線的基礎。然而，過往的裁決也顯示，歷史性權利和劃界後的海域界線本身不見得無法相容。例如，在厄利垂亞/葉門劃界仲裁案中，仲裁庭裁決漁民的傳統捕魚權，在劃界後仍應受到保障。換言之，歷史性權利和海域劃界，兩者可以透過保護既得權利的方式彼此共存，毋須調整海域劃界線。

在近期的海域劃界裁決中，並沒有直接提到歷史性權利在海域劃界中的效果。但是，國際法院在祕魯 v.智利劃界案中，對於認定兩國間海域劃界協議存在的認定標準，似乎有走向更為功能性判斷的現象，並可能影響劃界的結果。申言之，祕魯與智利兩國在一九五二年簽訂了「聖地牙哥宣言」同意此宣言具有保護海洋生物資源利用、海洋資源屬於此宣言締結國家全體人民以及為了日後的經濟發展而共同發表的國際海洋政策。但對於是否具有劃界的宗旨或目的，兩國則有不同主張。

國際法院在判決中重申「尼加拉瓜 v. 宏都拉斯劃界案」中，所提到有關劃界的默示協議，應以明確存在理由作為標準。但「明確存在」標準，在這次的判決中似乎不等於兩國「明示」的合意。因為，國際法院表示雖然兩國間沒有如一般劃界協議的具體形式，但兩國以「現在式」而非「未來式」的語法約定未來兩國不同海域活動或管轄權範圍，表示在本協議中已經有海域界線的默示協議。據此，不管是否具有暫時性的功能性管轄權目的，條約均以「現在式」某種海域界線的存在。又，國際法院又接著從上下文的角度，認為兩國間相關協議中所規範的活動，同時包含有關水體與大陸礁層的活動，所以可將此界線性質理解為「全功能劃界線」(all-purpose boundary line)。

國際法院在祕魯 v.智利劃界案，是第一次以默示而非明示標準，認定沿岸國具有劃界協議，這也是近期海域劃界較為特殊的發展。而此默示協議存在的證據，主要是以兩國是否具有海域活動的功能性活動範圍為主。但是，以兩國在特定國家的海域活動範圍，作為認定默示海域界線存在的證據，有可能會混淆歷史性權

利與海域劃界線之間的界線。前者強調一國默示接受另一國在其海域的活動，後者強調一國與他國就國家管轄權範圍具有明確的協議範圍。但在本案中似乎是兩者的部分綜合，形成兩國間的默示協議。

相關研究也認為，若要維持兩者間的界線，可能仍應以兩國是否有相當程度的海域活動協商與安排為斷。否則，有可能產生較有彈性的歷史性權利範圍限縮，比較不能調整的默示海域劃界協議範圍擴大，因而影響兩國間透過比較彈性的制度安排，解決天然資源的利用問題。因此，祕魯 v.智利劃界案中，兩國長期協商的各種國際法律文件，所明定記載之海域活動安排與原則，可以顯現出兩國間除了「現在式」語法外，也展現了確定兩國明確的海域活動範圍意圖。

(D) 對南海海域劃界的政策啟示

由前述說明可知，近期海域劃界裁決部分是新的發展，有的則是與過去長期的海域劃界司法實踐相同。這些發展，又對於解決目前各國在南海劃界的爭端會有什麼啟示，是本部分準備進一步說明者。以下將以 U 形線作為本文的論述中心。採取 U 形線為中心的討論，是因為近年在南海仲裁案期間，中國的著名海洋法學者高之國與賈冰冰主張，U 形線具有海域劃界的剩餘功能。因此，採取以 U 線形為中心的主要理由，可以同時將其他國家的主張視為對 U 形線的駁斥，並加以評估各方說法的合理性。同時，亦可評述其與他國主張間，在目前衡平解決劃界架構下的合法與合理性。不過，也關南海仲裁案的內容對海域權利主張的影響，將另外在下一個部分加以陳述。

如果將 U 形線當作劃界主張，除了以前歷史性權利或水域作為其中一種基礎外，也有可能是將 U 形線當作等距或中間線主張。又，不論 U 形線是否在精確的等距或中間線位置，問題在於若以 U 形線作為與海岸相向國家的劃界主張時，必須接受嚴格的三階段劃界檢驗。或許，有的人會主張不一定要以中間線作為劃界的起始線，因而可證成U形線不一定要在中間線的位置。然而，依照目前衡平劃界的司法實踐來看，在海岸相向的情況下，國際司法裁決機構尚未採取其他暫時等中線以外的方法。

依據前述有關目前衡平劃界的司法實踐來看，第一階段劃界除非有其他迫切的理由，否則都應該以等距或中間線劃界。又，在目前海岸相向國家劃界的法實踐中，第一階段劃界尚無出現迫切理由的案例，只有在海域相鄰國家狀況下，會因為海線線的地質不穩導致基點無法固定狀況下，採用等距線以外的劃界法。因此，若 U 形線的位置符合中間線劃界位置時，不是不能當作可能的一種劃界主張。然而，根據美國國務院在 2014 年 12 月 5 日所發佈的 Limits in the Seas: No. 143 內容可知，U 形線各段實際上與中間線的位置大幅偏離，且部分線斷非常接近其他沿岸國大陸，似乎很難主張這是依據中間線原則所劃定。此外，美國國務院認為即便這是一種劃界主張，也違反國家實踐中海域界線必須透過司法裁決或協議才能確定，不能以單方行為予以確認。

即便假設 U 形線符合中間線原則，按照三階段衡平劃界架構，尚須接受相關特殊情況的檢驗。兩岸政府既然主張所有 U 形線內的海洋地物，且假設這些面積非常小的

海洋地物，均可產生專屬經濟海域和大陸礁層，在劃界效力上應會受到修正。依照前述第二節的說明可知，菲律賓和越南都認為這些海洋地物無法產生專屬經濟海域與大陸礁層。然而，從近期尼加拉瓜 v.哥倫比亞劃界案的實踐與過去的裁決歸納可知，沿岸國的遠洋島嶼通常不會僅賦予領海效力。即便此遠洋島嶼可能距離另一沿岸國海岸距離很近，為了劃界的目的，國際司法實踐似乎仍會賦予領海以外的半效力。因此，菲律賓和越南的主張不一定和國際司法實踐相合。此外，從近期海域劃界裁決的原則可知，如果南海中的海洋地物所產生的專屬經濟海域或大陸礁層，不會影響到海岸相向國家延伸其海域管轄權時，更沒有理由主張南海所有海洋地物都無法產生專屬經濟海域或大陸礁層。

不過，假設兩岸政府均欲以 U 形線作為專屬經濟海域或大陸礁層的劃界線，也勢必受到一定程度的修正。更重要者，在不論哪一個特定海洋地物可產生專屬經濟海域或大陸礁層的情況下，單純為了劃界的目的，依據尼加拉瓜 v.哥倫比亞案的說明可知，也僅有部分較大的海洋地物可以和海岸相向國家進行專屬經濟海域與大陸礁層劃界，而其他較小的海洋地物可能僅能賦予領海與飛地效力。不過，如何為了劃界目的選定部分海洋地物，具有專屬經濟海域與大陸礁層劃界效力，也是國際司法實踐中最不清楚的一部分。本文以為，或許選擇目前已經實際住人，且地貌未經過大量改變的海洋地物，是可產生專屬經濟海域或大陸礁層的「候選」島嶼。此外，如果沒有領土主權爭端且選定了候選島嶼，各沿岸國若欲透過協商或司法程序解決此問題，仍是透過前述衡平結果劃界的司法實踐架構中，作為協商或裁決的重要方法。

最後，如前所述，比例原則的功能擴張，以及超過兩百海里外大陸礁層劃界越趨重要，其相關司法實踐對於南海大陸礁層劃界也有重要啟示。

(1) 若假設南海海洋地物主權歸屬我國且可產生外大陸礁層，首要面對的問題是越南與菲律賓大陸所延伸而來與我國重疊的外大陸礁層。依照近期兩個孟加拉灣劃界案可知，若兩國都擁有自然延伸的外大陸礁層，不需要進一步考慮自然延伸的地質與地貌完整程度，主要還是以地理因素作為劃界調整因素。若繼續適用此原則，理論上我國在面對越南與菲律賓大陸所延伸出的外大陸礁層時，可省去比較島嶼和大陸自然延伸的完整度。

(2) 假設南海的海洋地物沒有自然延伸的外大陸礁層，可能會出現越南或菲律賓自然延伸超過兩百海里的外大陸礁層，「侵入」相關島礁所產生的兩百海里大陸礁層。在近期尼加拉瓜 v.哥倫比亞劃界案中，尼加拉瓜即曾經主張尼國擁有完整的自然延伸大陸礁層，哥倫比亞的島嶼沒有自然延伸超過兩百海里的大陸礁層，國際法院應以此作為調整劃界線的一種相關特殊情況。不過，國際法院認為由於哥倫比亞沒有遞交外大陸礁層情報，法院對超過兩百海里的劃界沒有管轄權。因此，自然延伸完整度是否在這種情況下，可以構成相關特殊情況還是一個未知數。不過，此時我國或可繼續援引孟加拉灣的兩個劃界裁決，強調以海岸地理因素，作為衡平劃界的主要考量因素，海底的地質地貌狀況或

可排除。

(3) 雖然衡平原則中不包含分配正義，但近期劃界裁決中的比例原則適用狀況，可能對於洋中島嶼的劃界來說是有利的。一方面，國際裁決不會僵硬地以海岸線長度比例，作為嚴格分配海域劃界面積的比例。從過去實踐來看，通常這對於洋中島嶼來說是比較有利的。另方面，比例原則隱含著讓各國衡平接近使用天然資源，以確保爭端國間的國際和平目的。因此，在南海如此緊張的區域國際關係中，假設劃界結果無法確保洋中島嶼對天然資源的近用，或許經過擴張後的比例原則，在沒有大幅變動海岸線長度比例的情況下，可作為調整劃界線的依據。

(三) 南海仲裁案中對 U 形線的影響

在南海仲裁案中，對我國在政治與法律上影響最大者，涉及到 U 形線內的主張與太平島在島嶼制度上的地位問題。因此，在南海仲裁案期間與之後，相關研究主要是聚集在這兩個問題上。

(A) 歷史性權利與中國的九段線

如前所述，南海仲裁案的審理過程和判斷結果可知，其爭端核心始終圍繞著中國大陸九段線主張的國際法意涵。本案仲裁庭除了認定中國大陸九段線內海域具有歷史性權利的主張外，仲裁庭必須進一步論證九段線內水域不具有「歷史性所有權」或「歷史性海灣」性質。仲裁庭表示，歷史性海灣與所有權都是屬於歷史性權利的一種，且歷史性海灣與所有權均具有排他性質。但仲裁庭認為，中國大陸不僅在歷史上不曾主張過如此大範圍的排他性海域，且其對外聲明與實踐均未排除他國在南海的航行。據此，九段線內水域不可能具有歷史性海灣或歷史性所有權性質。

仲裁庭確認對於九段內所指水域具有管轄權，且中國大陸在九段線內的實踐具有歷史性權利的性質後，仲裁庭則必須進一步探究存在於此公約前的歷史性權利，是否已經完全被 UNCLOS 所取代。仲裁庭分別從條約的文義、EEZ 制度的談判歷史、以及過去有關歷史性權利的的國際司法裁決等角度分析此問題。具體而言，由於 EEZ 制度已經針對沿岸國的管轄權、他國的航行自由與資源利用建置了非常完整的規範，因此仲裁庭認為任何與 EEZ 規定不相容的主張均應被 UNCLOS 取代。尤其，EEZ 係賦予沿岸國對於海域資源「專屬」的主權權利，因此任何對於相同海域資源主張擁有排他性權利的國家，均與 UNCLOS 規定有所抵觸。

仲裁庭基於沿岸國享有 EEZ 資源的排他性管轄權、協商創設 EEZ 的目的、與特定海域長久的捕魚事實無法創設傳統捕魚權等理由，認為中國大陸對於菲律賓 EEZ 內資源所主張的排他性歷史性權利，無法與 UNCLOS 相容。又，仲裁庭為求論述上的周延性，也提到國際法上並未排除一國，可能基於長久的實踐與他國的默認，而保有原本既得權利。但仲裁庭強調，此等權利必須是大幅「偏離」(deviate)於既有國際法的規

範內容時，才有可能在新的規範創設後，例外保有其傳統權利。而仲裁庭認為，中國大陸在 UNCLOS 生效前後，在南海均無行使大幅偏離當時有效的海洋法權利，因此中國大陸也就不能例外以九段線為基礎，主張其享有菲律賓 EEZ 內的排他性歷史性權利。

(B) 對南海 U 形線法政策的啟示

歷史性水域或權利的主張，在南海仲裁後，大部分的學者都認為兩岸幾乎沒有證成此一主張的機會。若假設現行海洋法下有證成的可能性，我國必須提出更多的證據始有該當的機會。例如，2015 年 7 月 7 日外交部所發佈的「中華民國對南海問題之立場聲明」中提到，「無論就歷史、地理及國際法而言，南沙群島、西沙群島、中沙群島、東沙群島及其周遭海域屬中華民國固有領土及海域，中華民國對該四群島及其海域享有國際法上之權利」，且「南海諸島係由我國最早發現、命名、使用並納入領土版圖」；但歷來類似的相關聲明中，並未提及相關歷史上在南海長期活動的歷史證據。

此外，我國原本在 1993 年所發佈的「南海政策綱領」的前言中提到「歷史性水域界線」，但在 2005 年已經廢除的情況下，似乎更無以「歷史性水域」作為海域主張的基礎，以免構成法律上的禁反言行為。再者，即便我國得以舉出相關海域長期活動的證據，但這不代表獲得其他國家長期的默認。事實上，我國早期內政部的一項跨部會會議決議中，曾經提到要在南海魚汛期的護漁問題，是有可能構成歷史性水域或權利的機會。但嚴格來說，對於潛在應該護漁的範圍、他國的態度、與持續期間等，缺乏完整的活動紀錄。

依據國際法院在祕魯 v.智利劃界案的意見，該等明確的活動紀錄，有助於認定兩國間可能潛在的海域劃界範圍。若類推此明確活動紀錄原則，我國的會議決議提供了進一步強化證據的方向，但尚不足以支撐該等主張。最後，從前述相關裁決說明來看，以經濟因素作為任何劃界主張的基礎，必須是該國人民非常依賴特定海域以維生，一旦喪失將造成災難性的後果。但是，目前我國並未依賴南海漁業或其他非生物性資源，欲以經濟因素作為歷史性權利的基礎，在法律上極為不利。據此，若我國未來要主張歷史性水域或權利的法律基礎，似乎已經非常薄弱，除非有其他有力證據支持。

綜上所述，如果要解決南海劃界問題，在證據不足的情況下，不管將 U 形線作為歷史性水域或權利，作為談判上的主張或甚至司法爭端程序中的主張，恐怕不容易說服南海周邊其他聲索國或國際司法機構。

(C) 島嶼制度的解釋與太平島地位

在定性太平島與其他海洋地物之前，仲裁庭以相當大的篇幅說明不同海洋地物的分類，以及解釋島嶼要件的方法。

(1) 判定要件一：維持人類居住

有關前述「維持人類居住」要件中，仲裁庭表示所謂的「維持」(sustain)具有以下三個層次的要件，以此判斷聲請實體是否足以提供人類社群居住的承載能力：

提供基本生存之所需、該項提供必須持續一段長時間、以及該提供必須達到最小程度的「適切標準」(proper standard)。

(2) 判定要件二：維持本身經濟生活

透過檢視「維持本身經濟生活」要件，仲裁庭表示「經濟」是對物質資源進行發展與規範，且進一步將其變成一整套的生產、買賣與交換的體系。

仲裁庭透過上述兩大要件的解釋，不僅認定南沙群島最大的太平島不具有島嶼性質，且進一步說明南沙群島沒有一個海洋地物具有島嶼地位。

(四) 島嶼制度的研究對南海政策的啟示

(A) 島嶼制度之研究

如前所述，在南海仲裁期間，有關島嶼制度的法律解釋開始變成重要的爭議點。由於仲裁本身認為太平島不能產生專屬經濟海域與大陸礁層，所以對於仲裁的批判也就成為研究的焦點。

仲裁庭認為對一海洋地物定性之要件必須以該海洋地物「自然狀態」下的承載力(capability)為前提，即不能有人為因素介入，以外力維持該海洋地物之承載力。然而，仲裁庭並未如實說明為何「自然狀態」之要件得以套用至「維持人類居住與其本身經濟生活」之要件上。

若檢驗第 121 條第 3 款之通常意義，該條款僅規定「不能維持人類居住或其本身的經濟生活的岩礁，不應有專屬經濟海域或大陸礁層。」並未要求「維持人類居住」。

第 121 條第 1 款「島嶼是四面環水並在高潮時高於水面的自然形成的陸地區域」之條文，僅能說明在 UNCLOS 的定義下，島嶼必須是自然形成的海洋地物，並不能直接將「自然形成」的要件套用至第 121 條第 3 款。

以第 121 條第 3 款之宗旨及目的而言，其目的未必是如仲裁庭所言為限制專屬經濟海域過度擴張之條款。

Myron H. Nordquist 指出，根據協商談判過程國家代表的討論脈絡來看，第 121 條第 3 款並不是為了第 13 條所設計，而僅僅是作為第 121 條之例外，且在協商過程中也幾乎或沒有討論兩條款之區別，不應該一併解釋。

《海洋法公約》第 121 條「島嶼制度」第一項雖明文定義了「島嶼」，但卻在第三項模糊地規定「不能維持人類居住或其本身經濟生活之岩礁，不應有專屬經濟海域或大陸礁層」，並未更精準地提出「島、礁」分辨之標準，仲裁人亦不應過度解釋而有法官造法之嫌。簡言之，在 UNCLOS 制約過程中有諸多保持「建設性的模糊」是一種政治妥協的智慧與藝術。

(B) 對我國南海政策之啟示

部分研究認為，涉及到太平島所有海域權利維護的前提，都必須以能夠提出反駁仲裁判斷的意見為基礎；但這並不代表我國不能順著仲裁庭的邏輯，經營太平島成為一種全權島嶼。

目前，我國政府所採取的太平島經營策略，亦即，「四原則、五做法」中的五做法，單純從內容上來說沒有任何妥當性問題。但是，部分研究認為，不論是原則或做法，都應該設立清楚我國的南海政策目標，以及太平島經營目標。在目標沒有確立之前，相關原則和做法只是徒然。然而，在 2005 年「南海政策綱領」已經停止適用後，我國並沒有明確的南海政策目標。據此，既然總體的外交政策是「維持現狀」，那麼暫時沒有設定南海政策目標即是我國的目標，且在短期內也就不會有正式宣告太平島專屬經濟海域範圍的行動。若假設不會有宣告太平島專屬經濟海域範圍的行動，也就不清楚我國在南沙群島應有的漁權範圍為何。因此，目前五做法中首要的「捍衛漁權」，將產生不知實際上政府應該行動的範圍為何。又，有關五做法中的「科學研究」，在缺乏明確的南海政策目標下，無法產生科學研究以外的政策價值。因此，有研究建議在 2018 年海洋委員會成立後，整合我國各機關的海洋科學研究成果，考慮分享轉移我國的海洋科學技術予南海周邊國家，亦可配合「新南向政策」創造科學研究以外的外交效果。否則，以目前這一年多來我國邀請至太平島進行科學研究的國際科學家來看，並沒有和新南向國家有實質的連結，在外交上殊為可惜。

最後，也有研究指出，若在「維持現狀」的政策下經營太平島，使其未來有機會主張太平島為全權島嶼，建議我國依循著此次南海仲裁判斷的邏輯，創造更完整的人類社群居住之自然與人文條件。目前，強化環境保護之工作當然是必要的條件，但對於仲裁判斷中所提到的地下水脈的恢復是否能有幫助仍有疑問。此外，考量到菲律賓與越南均有在其所佔之南沙島礁有常住居民，我國應可適度考慮從開放特定季節經營太平島觀光，以增加人民常住的誘因。據此，未來整體的經營策略，似得以漸進式、國際化、部分民事化為主要原則。根據上述原則，可能具體的規劃項目，有：(1)規劃：建立太平島作海洋生態多樣性的保護與復育中心、建立太平島成為國際科學合作研究基地、建立太平島觀光業；(2)繼續強化：現有的人道救援、能源、水資源、糧食自給自足等能力；(3)將太平島軍事管制部分民事化，成為軍、民共用區。

(五) 南沙群島基線劃設之研究

若欲進一步於太平島經營與維護我國的海域權利，南沙群島複雜之基線劃設方式為主張海域權利之其中一項重要步驟。以下說明近年有關南沙群島基線劃設之研究成果與政策建議。

(A) 海洋法公約與國家實踐概況

從目前的研究來看，可至少包含四種潛在的領海基線劃設方式：(1)選定 U 形線內目前有住人的 18 個島礁，同時透過直線基線，連結 18 個島礁領海範圍內的低潮高地，形成類似群島基線的領海基線；或，(2)選定 U 形線內符合島嶼要件的海洋地物，劃設正常基線；或，(3)選定太平島與中洲礁，劃設正常與直接基線之混合領海基線，並以群礁為單位，劃定領海正常基線；或(4)以群礁為單位，劃定領海正常基線。

可以參照表 5-3 觀察到，目前國際實踐上以直線基線法適用與洋中群島的方式有兩種。其一是以各別的群島地物分別以直線基線劃設（多組直線分別劃設），另一方式則是以一組直線基線將群島整體包圍。其中，以一組直線基線包圍將洋中群島整體包圍的作法，受到他國抗議的情形較為明顯；若是以多組以群島各別地物劃設直線基線，則較少受到他國反對。

雖然有上述可能的基線劃設方案，但不能忽略的狀況是我國自己已經有的基線劃設之實踐問題。尤其，我國在釣魚台、東沙島與黃岩島採用正常基線劃設方法，但若在其他地方採取非正常基線劃設方法時，有可能落入國際法上之禁反言原則。不過，有研究指出南沙群島的地理分布情況，可能無法與上述三個島嶼相提並論。最主要的原因，是因為上述三個島嶼的地理分佈情況，都沒有南沙群島複雜。如果我國目前還是主張所有的南沙群島主權時，某種程度上如厄利垂亞與葉門劃界案中的比較相信的島嶼之間，其一體性問題就更必須要考慮在基線的劃設方案中。所以，或許以地理整理性此一法律上理由，可以初步排除我國在其他地方的國家實踐質疑。

表 5-3 國際領海基線劃設方式案例列表

海洋地物	所屬國家	基線類型	立法年份	國際反應
法羅群島	丹麥	整體概念、一組直線基線包圍	1976	美國抗議: 法羅群島的直線基線並非以個別島與為單位畫設，而是將島嶼整體包圍，不符合《公約》之規定。
加拉帕歌群島	厄瓜多	整體概念、一組直線基線包圍	1973	美國抗議: 該基線主張可視為群島基線，厄瓜多非群島國，不得適用。 西班牙、比利時、瑞典認為該主張違反《公約》。
Svalbard	挪威	多組直線基線分別劃設	2001 修正	沒有公開反對的紀錄
Balearic	西班牙	多組直線基線分別劃設	1977	沒有公開反對的紀錄
Canary	西班牙	整體概念、一組直線基線包圍	1977	沒有公開反對的紀錄
Kerguelen	法國	一組直線基線包圍	1978/2015 年改以直線基線和正常基線包圍	沒有公開反對的紀錄
Azores and Madeira	葡萄牙	多組直線基線分別劃設	1985	美國抗議: 並不符合直線基線海岸極為曲折或緊鄰海岸有一系列島嶼之要件，習慣法也未允許將各島嶼整體包圍。
Falkland	英國	一組直線基線包圍	1989	美國表達關切
The Turks and Caicos	英國	一組混合基線	1989	沒有公開反對的紀錄
西沙群島	中國	一組直線基線包圍	1996	美國抗議: 該地理情形並不符合直線基線之要件，應以低潮線為之。 菲律賓、越南亦反對
釣魚島	中國	多組直線基線分別劃設	2012	美國抗議: 該地理情形並不符合直線基線海岸極為曲折或有一系列島嶼之要件。
Andaman and Nicobar	印度	直線基線(未包圍島群)	2009	
Lakshadweep	印度	一組直線基線	2009	
Preparis and CoCo Islands	緬甸	多組直線基線分別劃設	2008	孟加拉抗議: 不符合直線基線之規定

(B) 南海仲裁案後的發展對南沙群島基線可能劃設方案的影響

(1) 仲裁庭觀點

第一，認為中國是在主張將南沙群島以群島基線或直線基線包圍所有地物，並以一個整體主張海域權利。第二，根據海洋法公約第 47 條之規定，僅有群島國得使用群島基線，中國並不屬於群島國，故不得主張之。第三，南沙群島也不能使用《海洋法公約》第 7 條所提供的直線基線法將其包圍。

(2) 中國國際法學會之反駁

中國國際法學會公佈了一本反駁南海仲裁案的專論，其中也提到群島地位的問題。中國國際法學會之學者認為，大陸國家之洋中群島制度屬於海洋法公約未規定之事項，故在海洋法公約通過後應繼續受到國際習慣法規定，並透過國家實踐加以確認。但在南海仲裁一案中，仲裁庭無視早已確立之大陸國家洋中群島的國際習慣法，斷言既有的國家實踐尚不足以支持該法律制度。中國國際法學會之學者認為，海洋法公約的談判歷程資料顯示，大陸國家之洋中群島屬於海洋法公約未規定之事項。因此根據公約前言第 8 條所言，「應繼續以一般國際法的規則和原則為準據」。

仲裁庭於判決表示：中國的立場可被理解為，應圍繞南沙群島的高潮地物劃出群島基線及直線基線，並做為一個整體賦予海域權利。中國國際法學會的學者認為，菲律賓的訴求內並未提出任何中國南沙群島基線劃定的問題，仲裁庭無權做出判斷。同時，仲裁庭認為群島基線不適用於南沙群島，理由包含：(1)海洋法公約的群島基線僅適用於群島國，中國作為大陸國家不符合群島國之定義，故不是用群島基線；(2)南沙群島適用群島基線不符合海洋法公約 47 條規定之水陸比要求。然而中國國際法學會之學者認為，仲裁庭應該審查是否習慣國際法適用於洋中群島，而非將焦點放在海洋法公約 47 條有關水陸比之問題。

仲裁庭認為海洋法公約第 7 條之規定僅適用於「在海岸線及為曲折的地方，或者緊鄰海岸有一系列之島嶼」的情形，而這些條件並不包括洋中群島。中國國際法學會則反駁，海洋法公約第 7 條之規定是對「地理條件」的限制，而非「地理範圍」之限制。換言之，只要客觀的地理條件符合第 7 條之要件，大陸國家可以將直線基線法適用於洋中群島。再者，D.P.O'Connell 認為: 雖然洋中群島和沿岸群島有所差別，但是法院適用的原則不至於如此狹隘以致只能包含後者。最後，聯合國海洋事務與海洋法司關於基線的報告指出：「應把重點放在海洋法公約第 7 條第 1 款的精神及文字，即直線基線的概念，是為了處理正常基線及河口等規則在適用上會造成複雜的領海情形。」由此可見，避免複雜的領海情形是適用直線基線的合法依據，此種複雜地形在洋中群島下更是明顯。故此，仲裁庭斷言洋中群島不得適用直線基線的結論，並非合理。

綜上所述，中國國際法學會認為，仲裁庭並未就大陸國家在洋中群島方面的實踐進行嚴謹的審理，就草率判定有關實踐不符海洋法公約之規定，並認為這種實踐尚不構成習慣國際法。然而如前段所言，海洋法公約並未包含有關大陸國家洋中群島之規

定，故適用習慣國際法。由於洋中群島制度在習慣國際法上早已被確立，南沙群島亦符合國際法上群島之地位，仲裁庭不將南沙群島視為一整體看待，並非合理。

(C) 近年研究與發展對台灣南沙群島可能劃設方案的啟示

近年亦有結合國際關係與國際法的角度，同時考量美國、東協國家、中國、南海仲裁案、海洋法公約及其實踐的綜合視角，提出台灣的最適劃設方案的研究。

根據不同的法律基礎，政策方案一為「選定南沙群島內符合島嶼要件的島礁，同時透過直線基線，連結島礁領海範圍內的低潮高地，形成類似群島基線的領海基線」。

方案一：根據海洋法第 121 條第 1 項所定義的高潮地物與低潮高地以直線基線來劃定，領海範圍最廣，而據此畫出來的專屬經濟海域面積為 848498.079 平方公里。

方案二：「選定南沙群島符合島嶼要件的島礁，以各島嶼為主島，透過直線基線連結個別領海範圍內的低潮高地。」，根據此定義所繪出的專屬經濟海域約介於 84 萬到 94 萬平方公里中間。

方案三：「選定南沙群島內符合島嶼要件的海洋地物，以群礁為單位劃設正常基線。」預計專屬經濟海域面積為 943303.149 平方公里。

方案四：「選定鄭和群礁，以該群礁為單位劃定領海正常基線。」專屬經濟海域面積預估為 481490.94 平方公里。

方案五：「選定太平島及中洲礁，劃設正常基線與直線基線之混合領海基線。」繪製的專屬經濟海域面積為 428679.115 平方公里。

方案六：「選定太平島，以該群礁為單位，劃設正常基線。」所繪製出來的專屬經濟區面積為 344068.704 平方公里。

前述三種以海洋法公約所規定的低潮高地或島嶼等為劃界節點的方案中，其共通點為：相較於傳統 U 型線的海域主張面積相對較小，然大大減少了與印尼、菲律賓與印尼專屬經濟區海域重疊的主張範圍，與馬來西亞的主張重疊也減少不少，但與汶萊重疊的面積則不變。在這之中又以方案三與越南和菲律賓則重疊較少。

方案四、五、六和方案一至三相比，可以發現這三種方案所推導出來的專屬經濟區海域面積大為減少，與傳統 U 型線主張大相逕庭，與周遭國家所主張的專屬經濟區海域重疊就更少，不管是越南、菲律賓、汶萊或馬來西亞，尤其方案六對菲律賓和馬來西亞的影響又更少，即便如此，由於群礁內各國依據佔領的島礁而主張的領海仍有相互重疊之處，因此仍有可能招致反對，不過我國與對方能夠談判妥協的地方將會更大。

以上六種領海基線方案的假設下所推導出來的專屬經濟海域，與傳統 U 型線的主張差距不小，然而在採取「多方」避險的策略下，有研究指出，南沙群島基線劃設時，

有下列幾個原則值得注意。第一、盡量取得多方協調、談判與妥協的可能性，即便是領海主張，仍會被認為將會向外延伸 200 海浬的專屬經濟區海域，因此不應與各國重疊太多，或過於逼近對方領海等我國難以執行海域控制權的劃界；第二、國際海洋法公約為目前各國對海洋事務管理最大公約數，因此在「南海行為準則」或其他可能的多邊管理機制尚未成形前，遵守或不違背海洋法公約以作為要求他國也須遵守海洋法公約的立足點，對實力中等的我國而言較為有利，也就是將海洋法公約作為南海地區海域控制的前導制度；第三、避免過於抗衡中國大陸或違背美國主張的態度，若過於抗衡中國且支持美國主張，則不僅僅只是得放棄 U 型線的主張，同時可能得放棄曾母暗沙等島礁，甚至波及太平島為島的主張。若過於與中國大陸合作，即便僅限於經濟共同開發等行為，恐因中國大陸軍事化六島礁的行為，而影響美國及周遭各國對台灣的支持。

若以原則一思考，則方案四至六是最為可能能夠吸引其他國家願意與我國談判與達成一定共識;然而方案四至六的主張與傳統主權主張差距過大,不僅國內可能反對，也會遭致中國大陸的抨擊，認為是為了引進他方勢力來抗衡中國大陸，而大大犧牲我國利益。考量到所有原則之下，方案一至三較為可行，並且由於越南、菲律賓和印尼所採取的避險是針對中美在特定事務上相互牽制的避險，與我國目標與偏好策略較為一致，可以利用對 U 型線的減讓，進行特定事務的合作與談判，在這之中，方案三對各國影響面積不但減少，同時也確保我國所主張的水域面積不致於大幅縮減，從策略導向與實力來看，偏好順序在這六方案中為最佳。

南海的劃界、海洋利益維護和海洋控制議題時至今日已非單純南海主權聲索國之間的事務，追根究柢即因南海諸國不管是經濟或軍事實力相差甚鉅，尤其面對一國獨大的態勢，引進多邊制度的避險策略成為其他國家的重點策略之一，然僅有多邊制度亦尚不足以確保制度運行無礙，以及在談判時能有足夠的籌碼，因此借助美國的影響力，不管是在多邊制度的形成過程，或是單獨面對中國大陸時，都是避險成功的關鍵之一。因此，在選擇我國「南沙群島最適基線原則」時，在避險策略的指導下，首先在制度面上要能促進制度的形成與維持，因此方案必須「符合海洋法公約」、「符合南海仲裁裁判」;另外,考量到國家實踐或重要國際學說也有可能成為國際法援引的來源,「有國家實踐或學說支持」也應納入考量。

其次則是為了借助美國力量,「美國是否反對」也應納入排定先後順序的要項，若某方案容易招致美國反對,則對實力有限的我國而言,要將方案落實將遭受極大困難;相對地，放棄傳統 U 型線主張，改採務實的國際法方案，則符合美國一貫以來對於南海的主張，將有利於我國與美國關係的維持。對周遭各國來說，南海諸國為了確保各自主權主張和在專屬經濟區的利益等，面對強勢中國大陸的崛起，若我方持續堅持傳統 U 型線，則與中國大陸九段線主張相重合，因此雙方難有談判妥協的空間。而各方案中務實採用現代國際法主張，並且減少與各國重疊之處，不僅對於國際法制度維持或實際計算雙方受影響的面積上均有益處，因此在大原則上將不至於遭受各國強烈反

對，而是在技術細節上，也就是所引用的島礁和高潮低物等認定、基線原則的使用上，會多大影響各自領海和專屬經濟區海域上有所差別。

進一步而言，在南海事務上來看，雖然我國傳統主張與中國大陸的主張多所重疊，並且在某種程度上是相互背書，然而，中國大陸軍事化南海島礁的政策，以及中國大陸稱霸南海的企圖，則與我國一貫採取和平愛好者的立場不同，加以兩岸之間事務的特殊性，因此，可以想見中國大陸面對我方放棄 U 型線的主張，均會大力抨擊並否認之。即便如此，為了有效執行我方海域管理的權力，為了趁我國實力在其餘南海諸國排名中仍屬一二的前提下，引進國際多邊制度來確保我方利益，仍有必要考慮選擇符合我國最大利益的方案。

整體而言，考量到以上各方可能反應後，以及秉持確保我國主權完整與維護，確保我國安全與經濟利益的永續的話，方案二為最佳。方案二不僅符合國際法公約與行之有年的實踐案例，同時也不會遭致美國反對，而由於係為從 U 型線中尋找符合島嶼要件的海洋地物，中國大陸反對的力道相較於完全放棄 U 型線的方案四、五、六而言應為較小，其次則為對我國而言專屬經濟區海域面積較大的方案三，方案三以群礁為單位劃設正常基線，與南海周遭各國的主張較相似，並且從實際圖示來看，對於菲律賓和越南影響較方案二略少，在多邊談判上有可能較為有利。而方案四至六雖然在國際法上較無爭議，美國也未對此等劃界原則表示反對，對南海聲索國影響又更小，然而由於偏離 U 型線主張過多，很可能導致中國大陸的強力反對，或進一步蠶食鯨吞，且造成我國專屬經濟區海域大幅縮水，因此，順序較低。最後則是方案一，雖然有國際實踐的案例，且保留不少我國傳統上主張的專屬經濟區海域，然而不僅不符合海洋法公約，且美國曾經公開反對過此種劃界原則，對於以避險策略為主軸的我國最為不利。

(六) 南海外大陸礁層訊息提案之追蹤發展

(A) 近年案例

考察近年各國（爭端方）在亞太地區的政策舉措與法律實踐，各沿海國（爭端方）期望透過向 CLCS 提案，獲致 CLCS 全體會議作成決議的「爭端解決建議方案」（recommendations），據以援引 UNCLOS 第 76 條第 8 項等條文，作為主張「延伸大陸礁層」（ECS）之法理基礎，進一步公布各該沿海國所屬之外大陸架延伸的外部界線，實質取得國際法上海域主權的合法地位。

案例一：2008 年 11 月 12 日由日本政府向 CLCS 提出其延伸外大陸礁層之提案—The Submission of Japan of 12 November 2008。

案例二：菲律賓於 2009 年 4 月 8 日向 CLCS 提交的劃界案—The Submission by the Republic of the Philippines。

案例三：涉及我國（中華民國）南海周邊海域各聲索之海域主張。越南、馬來西亞兩國於 2009 年 5 月 6 日向 CLCS 提出以南海南邊部分（southern part of the South China Sea）主張延伸外大陸礁層的聯合提案—Joint submission by Malaysia and Viet Nam。

向CLCS提出大陸礁層延伸之主權申請案，必須基於《CLCS議事規則》及UNCLOS兩項國際法作為支柱和構成要件。特別是前者，關乎 CLCS 作為各類海域劃界案的一個爭端解決平台，其提出解釋性或適用性的建議方案（recommendations）尚須基於委員會對該案的可受理性，此為 CLCS 接受各案申請或提出爭端解決建議案的合法性基礎，對此，本部分將特別回顧近年有關《CLCS 議事規則》之研究，以釐清 CLCS 的功能管轄之範疇，探究如何判別各該項提案申報是否明顯侵害第三方的權利，及如何對應此類狀況。

(B) 《聯合國大陸礁層界線委員會議事規則》：

(1) CLCS 具備管轄權的條件

根據《CLCS 議事規則》第 46 條第 1 項：「如果存在相向或相鄰國家間的大陸架劃界爭端，或其他未解決（unresolved）的陸地或海洋爭端，可以依照本議事規則附件一的規定提出劃界案（shall be considered），提出的劃界案應依照該附件規定進行審議。」（畫線部分為本研究註記） 此為提案的一個前提要件。然而，《CLCS 議事規則》亦於同一條文中規範該「委員會的行動不應妨害（prejudice）國家間劃定邊界的事項」（第 46 條第 2 項），顯示 CLCS 認為其審理行動僅為一種雙邊劃界爭端的輔助性功能角色，仍尊重 UNCLOS 的公約精神，將雙邊協議劃界方式列為優先選項。

在受理條件上，由上述《CLCS 議事規則》之規定明顯可知，CLCS 受理各項爭端案之兩項前提，第一、申報之大陸礁層區域範圍之全部或部分，確實存在有尚未解決的爭端現狀；第二、委員會的審理行動不應阻礙各爭端當事國間劃定邊界的行動與立場。分析後者之意涵，《CLCS 議事規則》要求各申請案應以爭端當事國間協議劃界為優先考量，另一項重要關切，提案國（無論單方或雙方聯合提案）應與爭端區域內可能涉及權力之其他沿岸國家進行事前協商，或「至少」已確認有關國家（concerned parties）對該項提案持「不反對立場」（non-objection）

然而，實踐上，委員會的審理行動是否必然遵守《CLCS 議事規則》？可能因個案需求容有解釋空間，以越、馬兩國 2009 年聯合提案為例，兩國雖於提案中強調該項提案完全遵循《CLCS 議事規則》，符合上述兩項前提要求，於提案中說明「針對兩國申報大陸礁層之範疇，兩國已致力於取得周邊其他沿岸國家的不反對意見」，惟事實上，越、馬兩國事前從未與包含中華民國在內的南沙群島周邊國家（涉及之聲索方至少包括兩岸政府、菲律賓、汶萊）進行協商，完全採取兩國單方面之聯合提案模式，顯然並沒有顧及該項提案內容將實質侵害第三方的權利。

(2) 附件一：規定委員會不應審議之範疇

《CLCS 議事規則》附件一之重要性，在於明確規定提案中爭端方指涉、主張範圍的「部分性」，以及規範委員會對「不應審議」和「認定爭端」的範疇，如附件一第三條：雖有《公約》附件二第四條規定的十年期間，沿海國可以就其一部分的大陸架提出劃界案，以避免妨害在大陸架其他部分劃定國家間邊界的問題，有關大陸架其他部分的劃界案可以在以後提出。

附件一第四條：二個或更多的沿海國可以通過協議，共同或分別向委員會提出劃界案，請委員會就劃界問題提出建議，條件是：

(a) 不考慮這些國家間劃定的邊界；或

(b) 在以大地測量座標標明的範圍內，劃界案不妨害與本協定另一締約國或其他締約國劃定邊界的事項。

附件一第五條(a)項：

如果已存在陸地或海洋爭端，委員會不應審議和認定爭端任一當事國提出的劃界案。但在爭端所有當事國事前表示同意的情況下，委員會可以審議爭端區域內的一項或多項劃界案。

對應上述 2009 年提案，中國政府於 2009 年 5 月 7 日向聯合國秘書長提交的外交照會（Note）則援引附件一第五條 (a) 項，主張該項提案之大陸礁層主張，嚴重侵害中國在南海的主權、管轄權，建請 CLCS 依據上述規定，不予受理兩國之聯合提案。

(3) UNCLOS 條文的解釋及適用不在 CLCS 的職權範圍之內

針對提案內容觸及「UNCLOS 第 76 條及公約附件二所規範的議題，對於公約其他條文的解釋及適用的問題」，CLCS 不應採取任何行動。以 2008 年日本向 CLCS 提出其延伸外大陸架之提案為例，2009 年 8 月 CLCS 召開第 24 屆會議，審理該項提案中有關涉及沖之鳥礁周邊大陸礁層區域（the area of Oki-no-Tori Shima）之事宜，即考量到該項議題具有爭議性，且確實涉及「UNCLOS 第 121 條有關之島嶼地位之解釋」，CLCS 指示審議小組應將涉及「有關沖之鳥之建議」，排除在 CLCS 的審理範圍之外。其理由正是，對於 UNCLOS 的解釋及適用之工作，非屬 CLCS 的職權範圍之內，亦非《CLCS 議事規則》所規範的事項。另如，在 2011 年 8 月 3 日，中國政府亦提出一項外交照會，重申並以公約締約方身分指稱 CLCS 之功能職責，應在於「維護人類共同繼承財產的國際海底區域的範圍，此涉及國際社會共同利益」：「作為由地質學、地球物理學或水文學方面的專家組成的機構，委員會應避免其工作影響包括第 121 條在內的《公約》有關條款的解釋和適用」。

(4) 南海區域國家之提案

深入觀察東亞地區，作為衝突主體的區域內成員，彼此衝突的本質根源於歷史領土爭議問題，特別是海域劃界及島嶼主權衍生的海洋權利。國際法院（ICJ）與 CLCS 近年來受理國家（爭端方）間的領土爭議案件日增，在東亞地區，又以南海區域為焦點。

2009 年 5 月 6 日越南、馬來西亞聯合提案：兩國政府引用 1982 年聯合國海洋法公約第 76 條第 8 項之規定，共同向 CLCS 提交 200 浬以外大陸礁層界限之延伸區域，聯合聲請 CLCS 受理審議兩個海域區塊。依照各項考量因素，越南把 200 浬以外的大陸礁層劃分為北部（VN-N）、中部和南部區域三大部分，其中南部區域與馬來西亞聯合提案。其中，北部區是以大陸外延向東方延伸，中部和南部區是越南東南大陸架的自然延伸。

2009 年 5 月 7 日越南單方提案：越南政府刻意在與馬國聯合提案之翌日（2009 年 5 月 7 日），根據 1982 年聯合國海洋法公約和 CLCS 的規定，以其所屬海域的自然條件，主張其擁有自基線起算 200 浬之大陸礁層。越南宣稱擁有 3260 公里長的海岸線，並對中國的西沙和南沙群島享有主權，並宣稱其基於 2007、2008 兩年的科學調查，將自其海岸延伸之大陸礁層分為北部區（VN-N：向東方延伸之大陸架）、中部區（向東自然延伸之大陸架）和南部區三大部分，其中南部區域即屬於與馬來西亞聯合提案之主張範圍。至此，越南同時冀圖以雙邊、單邊途徑提案，建立三個區域的三個劃界案。

中國回應 2000 年越、馬聯合提案的外交照會：針對 2009 年越、馬聯合提案，中華人民共和國常駐聯合國代表團於 2009 年 5 月 7 日向聯合國秘書長提交外交照會（CML/17/2009 & CML/18/2009），分別回應「反對」（to oppose）越南及馬來西亞兩國於 2009 年 5 月 6 日提出之 200 海浬外延伸大陸礁層及 2009 年 5 月 7 日的越南單方提案之主權主張立場。當時於照會中，中國明確指出：「中國對南海諸島及其附近海域擁有無可爭辯的主權，並對相關海域及其海床和底土享有主權權利和管轄權（見附件）。中國政府的這一一貫立場為國際社會所周知。」 中國在此次照會中附上的一幅南海九段線地圖（附件一），就是後來於 2013 年被菲律賓刻意引用於啟動「南海仲裁案」的照會之中。

菲律賓對越、馬聯合提案提交外交照會：為回應 2009 年越、馬聯合提案中涉及菲律賓大陸礁層延伸區域與島嶼領土主權之重疊爭議，在中國提交反對通知照會後，菲律賓於 2009 年 8 月 4 日向聯合國秘書長提交外交照會，回應「反對」（to oppose）越南及馬來西亞兩國於 2009 年 5 月 6 日提出之 200 浬外延伸之大陸礁層。對應菲律賓的照會，馬來西亞駐聯合國代表團隨即於 8 月 21 日向聯合國秘書長提交解釋性照會。

值得注意，菲律賓除提交用於抗議越、馬聯合提案之外交照會，針對 2009 年

5 月 7 日，中國上述所提交的兩份外交照會。2011 年 4 月 5 日，針對這 2 份照會，菲律賓常駐聯合國大使向聯合國遞交了一份照會（Note Verbale 11-00494 No. 000228），質疑中國以「歷史性權利」作為在南海 U 形線內海域主張的法律基礎，聲明中國對南海區域的海域權利主張明顯違反《公約》之規定。

(5) 後南海仲裁時期的評估

基於本工作項目之分析，大陸礁層界限委員會（CLCS）運作之首要在於解決各公約締約方劃定大陸礁層外界引發爭端，並避免沿海國聲索 200 海浬之外大陸礁層（CS）與「外大陸礁層」（ECS）與違反公約規定。

儘管 CLCS 對上述越、馬聯合提案之審理程序已予擱置，惟時空轉移，在 2016 年 7 月 12 日「中」、菲南海仲裁案（Philippines v. China Arbitration Case，簡稱「南海仲裁案」）判斷書頒布之後，仲裁庭將南海區域島嶼地位、法律性質與主張權利降格，仲裁庭同意菲律賓關於在自然狀態下黃岩島、赤瓜礁、華陽礁和永暑礁為高潮時高於水面的島礁，悉數被歸為屬於「岩塊」之島礁。仲裁庭亦同意菲律賓另一項提訴主張，關於渚碧礁、東門礁、美濟礁以及仁愛礁為高潮時沒入水中的島礁，屬於「低潮高地」。其重要之國際法判例意涵在於，聲索國並無主張 200 浬專屬經濟海域（EEZ）及大陸礁層（CS）之權利。

簡言之，在島嶼定位之判斷上，「南海仲裁案」之仲裁庭以「維持人類居住或經濟生活的歷史證據」與這些島礁的「客觀承載力」為檢視基準，予以解釋《公約》第 121 條，採取極為嚴格的標準，備受爭議。這也等同說明，在南海區域內不存在任何有資格主張專屬經濟海域（EEZ）及大陸礁層（CS）的海上地物，亦無主張「延伸大陸礁層」（ECS）之權利。

基於上述，近期已經有研究指出，有學者注意到「南海仲裁案」對於 2009 年聯合提案的具體效力，亦即包括西沙、南沙群島所屬的各島嶼之地位，均已具備法律定性，排除了各聲索方（中華人民共和國、中華民國、菲律賓等）主張專屬經濟海域（EEZ）及大陸礁層（CS）之可能。因此可以預見的是，越南政府可能將在未來適當時機，再次評估單方或與馬來西亞雙邊提案，甚至不排除與菲律賓、汶萊等國進行聯合多方提案之可能選項。

第二節 研擬海洋委員會南海科學研究推展方向

如本章第一節所述，國內於南海海域進行之相關調研工作，在學界部分主要以環境與災防相關之基礎科研計畫為主，其領域涵蓋古海嘯與古地震研究、海域孕震構造、海洋地質災害、全球變遷與古氣候、海洋生地化研究、海洋環境長期觀測技術與執行、近岸跨尺度動力過程、河－海沉積物輸運系統、海洋聲學技術發展、洋流與內波、數值模式與預報、深海環境及南海資料庫等議題，此外配合政府政策發展，科技部近年來積極推動之智慧災防新南向專案計畫、南海國際科學研究中心計畫辦公室、臺菲火山海洋颱風地震工作委員會(VOTE)、南海－海洋大陸區對流與大尺度環流交互作用、東沙國際海洋研究站等專案計畫。政府部門（包含內政部、經濟部、交通部、農委會、外交部等）之工作則集中在海域劃界、聯合國大陸礁層與環境及生物資源調查等相關事項，如大陸礁層與島礁調查、海域基礎調查及測繪等工作、生物資源與環境調查、東沙環礁構造研究、南沙群島海域水產動植物資源調查及生態系統調查（內政部)；非生物資源部分則主要由經濟部進行，如傳統能源之油氣探勘、新興能源之天然氣水合物等議題；交通部主要由中央氣象局進行南海海域海氣象觀測設備等相關議題之資料蒐集、盤整、分類及觀測設施設置；國防部與海巡署則長期以來肩負海域安全之責任，海軍大氣海洋局於島上設置器相關海氣象監測設施，蒐集並分析太平島海域海氣象觀測成果，擁有目前此一海域最完整之實測資料典藏。國內產業界於南海之相關議題工作，主要集中於臺灣中油股份有限公司之油氣資源探勘，近年來與中國、加拿大、法國的石油公司於南海北部海域進行了一系列的探勘工作。

在國外南海研究方面，從公開資訊、已發表的學術文章與相關國際合作議題所收集之資訊主要國家有中國、越南與菲律賓。其中中國大陸不論在科學研究、資源與環境調查監測、及相關法政研議上，著力最深。於 2017 年進入中國大陸國家高端智庫培育名單的「中國南海研究院」作為中國政府政策智庫及各項工作依據提供單位，研究領域涵蓋海洋法律、政策、經濟、科學與海上絲綢之路，在海洋科學研究領域包含(1)海洋外大陸架劃界研究，為南海大陸架劃界提供地質科學依據、(2) 建立南海衛星遙感資料庫，對南海重點海域實行即時監控、(3) 南海氣候變化研究，研究氣候變化背景下南海資源的可持續利用與生態環境變化、(4) 南海政策法規、能源開發、氣候效應、生態系統、環境資源等多學科交叉性研究、(5) 南海海域海洋工程勘探重大專案的制定與實施。而中國大陸各大學與研究中心亦投注相當大的研究能量在南海海洋礦物資源、海域天然氣水合物礦藏調查、石油氣探勘、南海深海過程演變（IODP 鑽探)、海域生物多樣性、海域海洋物理與聲學研究、及海底觀測網等領域皆有大規模的投資與成果。至於越南及菲律賓則集中於與外國聯合進行漁業資源及石油天然氣探勘工作。

綜觀國內外對於南海研究之項目與進程，大多基於各國經濟需求，多以資源調查為主要工作。隨著各國對於經濟海域之主權與權益保護需求、聯合國大陸棚界限委員會（UN Commission on the Limits of the Continental Shelf，CLCS）審查所需科學與技術相關審查資料、與目前全球環境變遷造成之生態、環境、與自然災害等各種議題需求，

各國亦正積極進行基本海洋、生態、環境、地質之調研工作。過去我國對於南海之相關研究工作雖起步甚早，但多屬零星各部會針對其職權進行相關工作，除內政部為因應聯合國海洋公約及大陸棚界限委員會之審查需求，自 2006 年起啟動為期 9 年（2006-2014）之「我國大陸礁層與島礁調查計畫」及其後延續之「我國海域調查與圖資整合發展計畫」（2015-2019），與經濟部礦務局推動之「我國海域礦區石油與天然氣資源潛能評估—南海」及「我國南海地區非生物資源調查評估計畫」（2013-2017）建立了較長期與完整之南海海域基礎調查資料。因應國際目前關注意提及考量南海之局勢現況，本計畫建議除維持應有之基礎調查能量（如海域基本水文、地質、生物、資源等調查工作），應大幅增加並推動區域災防、環境生態、全球變遷與海洋調查研究之科學合作。例如科技部推動之我國與菲律賓雙邊科技交流，建立臺菲火山海洋颱風地震工作小組（volcano, ocean, typhoon, earthquake technical working group, VOTE TWG），並啟動 3 件 3 年期之臺菲火山（volcanos）、海洋（ocean）、颱風（typhoon）及地震（earthquake）相關計畫，如（1）改進劇烈天氣、海洋氣象、以及短期氣候預報能力、（2）臺菲島弧系統的地體動力學研究、（3）馬尼拉隱沒帶與菲律賓斷層之地震與大地測量監測計畫。

前述各項研究調查計畫需植基於精密、確實的基礎調查資料，如海域水深資料、底質組成、地質構造分布等，因此海委會基於其執掌必須詳實掌握我國海域基礎資料之常規調查與建置工作，提供政府各部門與民間機構之施政與經濟開發所需。例如持續過去內政部之大陸礁層與島礁調查、海域圖資整合等，以充實我國對於領海與經濟海域相關資料之掌握與瞭解。在漁業及生物資源方面，除過去海巡署執行之護漁、打擊犯罪與人道救援相關行動外，更應協調各相關部會整合我國海域漁業與生物資源相關資料，建立完整之漁業捕撈與生態環境維護工作，於海洋污染、生態環境產生危害時，能快速由建立之資料庫系統進行評估與復原規劃，以達成我國於國際海洋社會應盡之責任與義務。

在國際合作方面，雖然南海為具有高度政治爭議性海域，然而周邊海域國家對於此一海域需具有共同保育、合理使用與永續發展之生命共同體之互信、互利理念。由於我國之海洋研究與調查能量於南海地區具有領先的優勢地位，因此透過與南海周邊國家之密切合作，以我國科學、技術之優勢協助各國建立環南海地區之災防、環境保育與資源管理利用，應為我國在南海海域之優先工作。海委會應脫離傳統上對於海域活動管制與管理之思維與作法，改以積極協助、參與之作為，協調各部會之步調，以合作取代競爭、以資源合理應用取代掠奪式資源開發，將不僅能促進我國與南海鄰近國家之實質關係，更能體現我國於現今全球化環境中為一負責任之國際社會成員。

對於現今全球高度已開發國家皆朝向藉由科學依據進行長期施政規劃，藉以達到「基於知識基礎之政策決策與制訂（Knowledge Based Policy Decision-making）」目標。本計畫建議海委會對於南海相關研究之推展方向與時程如下：

A. 短、中期計畫

(1) 整合國內已有資料（庫）系統，活化舊有資料（庫）建立新型態智慧加值型資料系統，以因應各項海域開發、保育、污染防制、地質災害、搜救之決策需求。

(2) 進行南海海域之基礎地形、底質、地球物理、重力、磁力、構造地質與衛星遙測之調查與圖資整合。雖然過去我國已在南海進行過部分區域之調查工作，但仍十分不足，而此一工作於國外皆屬政府相關部門應執行之常規調查項目，藉由政府部門建置常規調查能量，不僅平日可有效率規劃調查海域與工作項目，於緊急狀態時亦可充分支援相關作業。例如美國地質調查所（USGS）、日本海洋研究開發機構（JAMSTEC）、法國海洋開發研究院（IFREMER）、英國國家海洋中心（NOC）等，各國類似我國海巡署之相關單位亦都配置人員與設備，並肩負海域基本調查任務。日本於 311 東日本大震災後，引發之一連串地震、海嘯災害事件，也都透過這些部門的調查能量快速完成災後相關海域調查工作，增進政府部門進一步第一手掌握相關訊息的能力，以利後續災後復建工作之評估與進行。南海地區自臺灣南部海域至菲律賓海域為馬尼拉海溝位置，長久以來即為區域內大地震與海嘯相關災害之高危險潛勢區，因此相關基礎調查工作具有高度急迫性。

(3) 推動太平島與東沙島作為東南亞地區環境監測站址。目前科技部已推動並設置南海國際科學研究設施於太平島與東沙島，其中東沙島已設置完整之研究設施供科學人員進行駐島觀測調查。在太平島方面亦已建置移動式科學觀測站執行科技部「南海－海洋大陸區對流 與大尺度環流交互作用」整合型專題計畫，中央氣象局亦已完成氣象觀測自動站之設置，加上海軍大氣海洋局於太平島上之氣象觀測站，提供南沙海域唯一長期氣象觀測紀錄，對於南沙海域之環境變遷研究至關重要。海委會下屬海巡署之東南沙分署，為島上常駐單位，如何加強海委會內部各單位間之合作，促進與科學界於太平島與東沙島上長期大氣、水文、生態環境與地質之監測工作，不僅對於我國於南海地區主權聲索至關重要，對於增進此一海域於全球環境變遷所扮演之角色的認識亦可彰顯我國對於國際事物之積極參與、勇於任事的態度。

(4) 配合我國南海政策方向，就政治需求及現今海洋法的規定，提出可影響國際海洋法判定結果之科研成果，例如太平島的地位（為島或礁）判定，就有賴於環礁自然環境資源、島上自然淡水資源，及相關考古歷史調查研究等綜合學科調查成果支持。

(5) 推動各式資源（生物、非生物）之基礎調查，如漁業、生物、石油天然氣、天然氣水合物、多金屬結核、熱液硫化金屬等。此等工作不僅著眼於我國海域現有資源賦存之盤整，更是對海域生態、環境及生物多樣性等基礎調查做一通盤性調研工作，並藉以提供後續資源開發評估所需訊息。

B. 中、長期計畫

(1) 海洋科技之發展牽動著海洋科研與探測之未來發展，各國之相關海洋調查技術已逐步走向遙控或自主載具之開發。例如，日本海上保安廳近年來大力發展自主式潛水調查裝置（AUV），2013 年起即利用 AUV 執行海底地形、地震與火山活動、海洋污染與輻射污染等海洋相關環境相關調查任務。其後更進一步發展自主式海洋觀測裝置，長期自主式運作，進行海域潮汐、潮流、水溫及鹽度調查。目前我國科學用水下載具主要為臺灣海洋科技中心（TORI）之 3000 公尺等級水下無人載具（ROV）。多年來的努力下，今年度（2019）分別與來自臺灣大學、中山大學、墾丁國立海洋生物館、中央地質調查所等科學團隊完成臺灣西南海域天然氣水合物好景區及南沖繩海槽熱液活動區之採樣觀測活動，並發現國內首座海底熱液煙囪之調查，取回珍貴樣本。2019 年 10 月更完成尋獲 2017 年空軍失事之幻象 2000 戰機黑盒子紀錄器，顯示我國水下無人載具已達到可順利支援各項任務之要求。而國立臺灣大學海洋研究所海洋貴重儀器中心亦已完成水下滑翔機之實海觀測，並獲致寶貴的黑潮相關水文資料。顯示我國亦已迎向世界潮流，進入無人載具觀測的新紀元。然而我國目前尚未完全掌握此等水下關鍵技術，我國未來更高階之海洋研究工作尚須工程技術部門與科學家通力合作。海委會於此一議題上亦需充分掌握各項技術之開發前沿資訊，以利國家長遠發展。

(2) 前述中、短期計畫之長期監測成果整合與新興科技之衍生。各式海洋調研工作有賴於長時間序列資料之分析與發展新興衍生科學技術之利用。例如衛星遙測科技已不僅可提供地表訊息，對於近岸區地形地貌演化、利用各式高光譜訊息判讀海面異常資料並進而反衍海下資訊等。因此藉由階段性中短期計畫任務，透過不斷討論與引進新興技術，是長期規劃中不可或缺的部分。

(3) 結合海委會轄下單位，參考國際上與海巡署同等單位之任務（如美國海岸防衛隊、加拿大海岸防衛隊、日本海上保安廳等），加強海域觀測數據收集，支援海洋保育署、國家海洋研究院之海域調查工作，並進行資料庫建置工作。配合國家需求，進一步提出公部門單位之海上調查研究船隊，執行我國海域常規調查工作，加強國家海上調查能量之建立。

由於聯合國海洋法公約中明確定義出，在主張權利的範圍內（如專屬經濟區、大陸礁層等），海洋科研是行使主權行為的實際作為之一。有別於硬性的海上軍力投射與海域執法動作，海上科研調查是相對較為柔性，且較不易引發緊張衝突的主權行使動作，因此海上科研調查本身可為一種「行使主權之實」的證據，其不僅可向外表明我國對於經濟海域與大陸礁層範圍的重視，成功的海上科研的「行為本身」也可用來作為我方主張我國主權範圍的證據。因此持續性的科研工作及其相對應的科研成果，將可強化我國經濟海域主權的主張行為。此外，透國我國之豐沛海洋科研能量，協助南海周邊國家之海洋科研活動，共同推動相關環境生態保護、非生物與生物資源調查、

海洋災防能量之建置、基礎海洋調查技術之建立等，將可更進一步建立我國於國際社會之聲譽及實質影響力。

第三節 研擬海洋委員會南海法政推展方向

自 1982 年 12 月聯合國海洋法會制定「海洋法公約」（United Nations Convention on the Law of Sea）後，根據公約內容，沿海國家皆擁有自己的海洋控制權力：除了 12 海里的領海權以外，還有 200 海里的專屬經濟區（Excusive Economic Zone）。而依據不同型態的大陸礁層（包含地質構造上的大陸棚、大陸坡及大陸隆起區域）之地體構造與沉積物分布情況，於可在符合「海洋法公約」的情況下，亦可在專屬經濟區外將大陸礁層擴張至離基線 350 海里或 2,500 公尺等深線延伸 100 海里範圍之大陸礁層延伸區（Continental Shelf Extended Zone）。

依據「海洋法公約」，南海周遭國家為能掌握住海洋資源的權利，在近年來也積極透過對大陸礁層資訊的了解，以科研調查為基礎，在法政上主張國家的海洋主權。而廣大的專屬經濟區與大陸礁層及其上水域不僅漁業資源豐富，同時也是海底油氣、礦產與新能源等重要自然資源的集中地區。大陸礁層劃界不僅涉及主權管轄範圍之爭端，同時也與國家間龐大的經濟利益衝突有關。

以南海鄰近各國於法政上之工作為例，菲律賓於 2009 年 3 月頒布菲律賓領海基線法案，將屬於我國之部份南沙群島（菲律賓稱為 Kalayaan Islands），以及中沙群島之黃岩島劃入該國領土。馬來西亞及越南兩國，於 2009 年 5 月 6 日及 7 日就南海部份海域共同及單獨提交大陸礁層外部界限申請，皆嚴重影響我國在南海地區之主權及各項權益；2012 年 4 月，中國大陸與菲律賓兩國在我國所屬的黃岩島海域展開對峙，之後在 2013 年 1 月，菲律賓接受美國於幕後的指導，依海洋法公約第 287 條及附件七組成，就南海問題訴請國際仲裁庭解決。而在隨後的 3 至 5 月間，中國大陸又分別與菲律賓和越南在西沙群島和南沙群島產生了嚴重的衝突，這些事件更凸顯了相關主權爭議議題。而我國在南沙的太平島，於 2016 年經荷蘭海牙聯合國法庭宣告的南海仲裁案結果，遭宣告為岩礁，在法律上均為無法產生專屬經濟區或者大陸礁層，同時判定我國宣稱的九段線沒有歷史依據，此案對我國於南海的主權，以及可能獲取的海域資源也產生了相當不利之影響。

而南海海域除了豐富廣大的漁業資源及戰略位置引起鄰近各國之注意外，其海底下之石油及天然氣資源更是引起該區域主權歸屬爭議不斷。此外，考慮到臺灣在國際上的特殊地位以及可扮演的關鍵角色，在參與南海法政機制上有其一定的困難性，但隨著美國與中國在此區的戰略競逐升高後，各國在南海的資源永續利用與和平則變得更為不確定，臺灣在南海法政相關活動所能發揮的影響力也將更為重要，在此背景下，法政方面的工作，除了將持續追蹤更新南海相關仲裁案以及聯合國大陸礁層委員會對大陸礁層劃界結果，依照其判例及理由，針對未來可能相關法政議題進行發展外，也

在此報告中，提出六大可能的南海法政工作類別及發展之方向：

1. 南海領土與海域主張爭端之研究

南海爭端發生的主要根源，是傳統的主權及海域主張重疊的爭端。因此，在南海法政計畫的研究中，此一常態存在且不易解決的問題，也就有納入本計畫的必要。在此一類別下，未來預計規劃的中、長程研究工作項目，將會偏向以傳統的法律質化與文獻分析途徑，至少分析下列事項：

(1) 南海各主權聲索國領土主張與實踐

(2) 南海 U 形線與中國歷史性權利主張與實踐

(3) 南海仲裁案與島嶼制度之變化

(4) 南海海域劃界方案之研析

(5) 南海諸島之領海基線劃設研究

2. 南海外交與軍事衝突管理之研究。

雖然南海處在前述所提到複雜的領土與海域爭端中，但長期以來仍可透過不同的機制管理其不至於成為大規模的戰爭。在本類別中，希望就近年來隨著中國與東協的政治與經濟發展，造成的新興問題及其所可能對國際安全產生的衝突進行分析：

(1) 南海自由航行與飛越自由之挑戰

(2) 中國在南海的灰色地帶戰略對南海安全之挑戰

(3) 南海與南、北極治理經驗之研究

(4) 南海海盜、人口販運與海上毒品之管制

(5) 中國與東協國家之南海衝突管理

3. 南海漁業與生物多樣性資源保護之研究。

隨著南海漁業資源受到破壞，如何能夠管制過漁的情況並恢復南海的生態系，遂成為國際漁業治理上的挑戰。除了漁業資源外，南海生物多樣性資源也隨著海洋的高度利用，而亟需在檢討現有的法律制度外，也創設新興的法律與政策工具：

(1) 南海與非法、未報告與未受規範漁業（IUU）之實踐與發展

(2) 南海漁業資源變化對糧食安全之挑戰

(3) 南海與聯合國國家管轄權外之生物多樣性（BBNJ）協議之適用

(4) OSPAR 對南海生物多樣性保護治理之啟示

(5) 南海周邊國家海洋加工產業之發展與管制

4. 南海海洋環境保護與保全之研究。

除了前述生物性資源本身的利用外，海洋環境本身（尤其是海洋生態系）所面對的自然變化，也構成了南海亟需一套涉及海洋環境保護與保全之宏觀與微觀法律架構與執行工具：

(1) 氣候變遷制度對南海海環境治理之挑戰

(2) 建立大型海洋保護區在南海之挑戰

(3) 南海霧霾與海水酸化治理之研析

(4) 國際非政府組織對南海海洋環境治理的影響

(5) 南海周邊國家之港口國管制之實踐

5. 南海油氣資源共同開發與永續利用之研究。

南海衝突的核心，莫過於油氣資源的開發所造成。雖然擱置爭議與共同開發的呼聲不斷被提出來，但始終無法尋得一個大家都能接受的模式。本工作類別也就以圍繞著不同開發模式與目前外大陸礁層制度的發展，作為南海油氣資源利用之研究內容：

(1) 南海外大陸礁層界限之發展與自然延伸原則之適用

(2) 國際法上的共同開發制度模式在南海之適用

(3) 海域劃界後之灰區合作問題與實踐

(4) 海洋法公約中的臨時安排機制對南海永續資源利用之影響

(5) 南海油氣資源與人類共同繼承財產制度

6. 臺灣參與南海及其周邊事務之研析。

臺灣一直都被排除於南海多邊治理機制之外，但如何利用跨部會資源工具，協調強化與整合目前已經參與的雙邊或未達一軌的對話機制，搭配著臺灣強勁的非整府組織，建立一套全政府途徑的臺灣參與南海事務是當前不可或缺的重要工作：

(1) 臺灣與東協國家海洋法政智庫之交流與合作架構探析

(2) 臺灣參與南海第一、二軌安全對話之實踐與檢討

(3) 臺灣與東協國家之海洋科學合作對南海外交政策之影響

(4) 臺灣的非政府組織參與南海事務的實踐與展望

(5) 臺灣與東協國家信心措施之建立

第四節 以科研及法政推展方向提出立足南海方針

根據「聯合國海洋法公約(United Nations Convention on the Law of the Sea, UNCLOS)」規定，沿海國家擁有自己的海洋控制權利，除了 12 海里的領海權以外，還有 200 海里的專屬經濟區(exclusive economic zone)，且沿海國如能證明其海底地形及地質滿足陸地自然延伸的一定條件，即可申請該國大陸礁層之外部界限，原則上最遠可延伸至該國領海基線外至 350 海里。因此對海洋的理解與掌握，不僅涉及主權管轄範圍爭端，同時亦與國家間龐大的經濟利益衝突有關，而科研調查的成果也是法政上所欲爭取之利基，例如大陸礁層的延伸主張，便是相當依據海洋地質及地球物理的調查結果，因此本計畫將根據基礎科學、應用科學及法政研究相關的綜合結果，透過不同團隊的交流，根據我國在南海可能發展及爭取的議題，特別是利用我國目前實質控制的東沙及南沙太平島之優勢，配合國際關係及政策需要，藉由相關研討會會的舉辦，透過官、產、學的合作與討論，建議我國的南海主權論述及方針。例如，透過科研及法政工作的推展，針對聯合國海洋法公約與南海仲裁案後續的發展，以法政的觀點擇定可重點發展的科研項目，以科學研究之成果作為支持，以發展我國在南海相關法政論述。另外也能藉由瞭解現今國際間對南海相關研究之主流議題及重點，結合科研及法政推展成果，提出我國南海相關的立足南海方針。

在南海領土與海域主張爭端之研究方面，各項主張有賴科研成果提出相關確實證據，如島礁之自然地貌、承載力、適居性與周邊海域之地質衍生性等。在南海漁業與生物多樣性資源保護之研究方面，確實的漁業與生物資源調查不僅確保我國對於南海生物資源資訊之掌握與瞭解,更對區域生態保育與資源利用與管理提供基礎科學依據。在南海海洋環境保護與保全之研究方面，南海為東南亞地區做為區域環境監測之優良場址，對於亞洲季風氣候之演化（自古至今)、東南亞霧霾研究、珊瑚多樣性熱點－珊瑚大三角區（The Coral Triangle）鄰近區之生態保育、全球環境變遷對中低緯度區影響監測、人為活動（人工島礁、污染）對環境生態影響等，十分重要，特別是以太平島與東沙島做為區域科學監測站址，可彰顯我國對於全球環境變遷研究之貢獻及不可取代之位置。在南海非生物資源共同開發與永續利用方面，充分及全面瞭解各式非生物資源之分佈位置及其環境特徵，不僅提供開發所需之基礎資料，亦為開發前生態環境背景資訊提供重要參考評估基準，如何在開發與生態保育間求取平衡，端賴法政與科研人員之結果交流與討論。

此外,藉由相關的海上工作執行,逐步加深我國在南海相關情資活動資訊的收集，例如過往各國在南海相關島礁上各國的發展，一般是仰賴於衛星觀測，但其所能獲得的觀測影像在角度上必然有所限制，而一般他國公務船隻也難以接近不同國家所控制的島嶼，而海洋科學調查的行為，通常能在較不易引起爭議的狀況下，收集到南海各島嶼從海平面拍攝的各種影像情資，這些記錄情資有別於衛星影像只能從高空由上而下的角度進行拍攝，對於我國相關單位內部所需的資訊評估工作，以及政策擬定工作應有一定之助益，而海洋科研的作為同時也是證明我國在南海行使主權的動作。而實

質產出的各項海上科研與法政成果，也將配合國際情勢發展以及相關的南海科學議題，發表重點成果，以提升海委會在國內以及臺灣在國際間的能見度。此部分之工作方針，將依照各階段的科研及法政工作成果，以及國內外的相關情勢發展，就我國較具優勢的項目，特別是對東沙、南沙等相關島嶼等可發展的科研及法政議題進行推展。

最後，國家海洋科研人才的培育也是本案規劃的建議方向，藉由南海科研及法政工作的推行，針對國內海域探勘及法政工作方面的人才培育，也將能深化國內自主的海上法政經驗、科研技術與調查能量。此外，也可藉由培育東南亞各國留學生參與南海科研及法政工作，為我國未來在東南亞各國南海議題甚至是海洋相關領域壯大影響力。例如，過往菲律賓、印尼、馬來西亞等國的留學生曾在臺灣求學並獲得學位，返國後即為其母國的首批海洋科學人才，現在我國跟東南亞各國的雙邊合作，一部份便是透過過往在臺灣學成歸國的留學生所推動，對於我國執行南海的科研計畫以及對於南海相關議題的影響力起到相當正面的幫助。本案工作針對日後所提出的科研與法政推展方向，也會就海域主權主張和資源探勘等實務工作提出相關培訓之建議，以培育出適宜的本土與國際人才，並規劃培育出符合臺灣政府、產業及學界需求的人才，以及未來可協助推動南海國際合作的潛在生力軍，這些伴隨科研及法政推展的海洋教育工作，也是我國能永續在南海，甚至整體海洋立足的基本。必須再次強調「基於知識基礎之政策決策與制訂（Knowledge Based Policy Decision-making）」是國家政策長期發展、規劃的重要依據，唯有結合科學與法政雙方之努力，方能獲致有效、影響深遠之執行成果。

第六章 研擬臺灣海洋科技發展藍圖

於針對我國政府各部會之海洋事務執掌深入瞭解後，透過盤點國內外海洋科技發展成果，可瞭解我國各部會執行經常性海洋事務相關業務。若有可經由科研補強各項工作需求技術，達到優化與強化經常性海洋事務工作之技術缺口時，可透過推動海洋科研中長程發展計畫補強各項海洋事務推動與執行所需要之技術、人力與工程建設。為了通盤佈局海洋科研發展推動，明示我國政府推動海洋事務方向。

本計畫團隊協助海洋委員會文教處草擬海洋政策白皮書第柒章「海洋科研與技術發展」，以作為後續海洋科技發展藍圖草擬基本架構。以下為本計畫協助海委會草擬之海洋政策白皮書第柒章內容。

第一節 海洋科研與技術發展(海洋政策白皮書第柒章草擬)

海洋研究目的在於探索海洋、了解海洋、利用海洋，進而愛護海洋，面對各國海洋科技蓬勃發展，臺灣對海洋科研與技術發展應有更深著墨。因此本章將以「整合海洋科研資訊」、「完善海洋基礎調查」及「促進海洋產業升級」三大面向，開創未來海洋新面相。

一、整合海洋科研資訊

為深化國家海洋科研能量，透過整合海洋科研資訊，提升海洋產業發展、海洋政策規劃、環境生態維護、海域安全救難及海洋教育推廣等各方面的業務推動。

(一) 現況與重要課題

目前海洋科學研究散於各部會及研究單位，各單位依所需自行訂定科研規劃並執行。海洋科研分為，基礎性海洋科學研究、任務性海洋科學研究及應用性海洋科學研究三大類。基礎性科學研究由科技部負責規劃及審查，任務性海洋科學研究由各部會所屬單位或研究機構依任務需求規劃執行，應用性海洋科學研究依各部會業務職掌面臨之海洋課題，委託國內學術單位或工程顧問公司協助執行。

(1) 海洋科研資訊分布現況

1. 科技部海洋學門資料庫：由臺灣大學海洋研究所協助維運，蒐集、管理與分析的研究船探測資料與研究成果資料。
2. 交通部運輸研究所港灣技術研究中心資料庫：保存近海船舶航行資料及港灣區域監測資料。
3. 交通部中央氣象局海象測報中心：保存近岸定點觀測資料，並蒐集、處理、儲存、展示相關海象資料。
4. 其他資料庫：因應不同海洋業務需求各單位自行建置，如：內政部的近岸及港灣地形地貌資料，農業委員會的遠洋與近海漁業資源資料，經濟部中央地質調查所的海洋非生物資源資料，經濟部水利署的水文調查資料，國防部海

軍大氣海洋局的海域水文調查與航海圖資，海洋委員會海洋保育署的海洋保育網等。

(2) 海洋科研資訊重要課題

目前近海觀測與海洋研究資料分散於各機關及研究單位，各單位僅就權責領域進行研究分析，部分海洋基本資料調查成果並未公開提供學術與產業查閱，使得海洋調查基本資料無法有效利用，技術研發成果無法橫向延伸應用，造成研發資源重複投入，耗費海洋政策推動時效，影響國家海權伸張發展。

目前對於海洋資訊的現況與所面臨課題，歸納如下：

1. 海氣象觀測缺乏整體性規劃

針對近海觀測海象之資料蒐集、分析、模擬、研判及預報等業務，主要分散於交通部運輸研究所、經濟部水利署、交通部中央氣象局、國家實驗研究院台灣海洋科技研究中心及其他學術單位等。國內諸多海洋相關資料分別建置不同單位自有資料庫中，使得觀測資料散落及缺乏整體性規劃，造成無法將海氣象及近海觀測相關資料詳實整合紀錄並以進行分析與應用。

2. 各領域研究人才與人力不足

對於海洋觀測資料之品質保證與品質控制需仰賴不同海洋科學與工程領域人才協助，透過專才協助長期維護國家海洋資訊系統，以達到共享平台與資訊服務的目標，促進海洋資訊需求部門的資料流通。

3. 資料庫分散缺乏協調統合機制

目前部分資料庫因計畫結束，無經費持續支持，以致後續發展中斷，加上缺乏協調統合機制，使得各類資料缺乏加值應用成果，無法展現多元資料監測價值。因此各界期待建立國家海洋資訊系統及共享平台，管理海洋觀測基本資料與海洋科技研發應用成果，避免經費支援中斷或資源重複投入之問題。

4. 缺乏長期性觀測機制

長期觀測海洋資料，能確實掌握過去、現在、未來有關海洋環境狀況的數據，將海洋環境數據發展演繹成為業務化的產品網路，掌握整體海洋環境變化，以提供大眾對我們所共同居住的地球海洋環境有所瞭解，同時提供各產業進行海洋資源開發及環境影響評估使用。

(二) 政策目標、策略與工作要項

為使我國海洋科研資訊具有完善整合，未來將以促進海洋資料庫統合及升級為目標，建置一套完善體制，以整合散落於各單位之資訊。

(1) 政策目標

1. 深耕海洋科研，強化國際交流。
2. 整合科研資訊，加值應用服務。•

(2) 策略與工作要項

1. 有效規劃資料庫，促進海洋資訊之整合與交流

(a) 海洋資料管理：於資訊安全前提下，定義使用者並劃分使用權限以決定資料項目及資料格式，並制定資料申請收費標準。

(b) 海洋資料資訊技術管理:開發分散式資訊架構及建立資料交換標準與協定，以利資料整合、分析及展示與資訊安全防護目的。

(c) 建立標準格式及品保品管方針：引用國際標準，建立標準格式及品保品管方針。

(d) 海洋資料庫資訊加值與服務：提供各研究單位進行加值應用，加深資料附加價值及創造多元資訊服務。

2. 整合相關管理單位人力與資源，建置國家海洋資訊系統

發揮新設國家海洋研究院功能，整合分散之海洋研究資源，建置國家海洋資訊系統，並深化研究成果。

3. 透過國際合作加深資訊交流，提升科研技術共享科研成果

透過國際資料庫合作，以資料及資訊共享，為科學研究提供更多元資料，期望提升科研成果及精進科研技術。

4. 建立人員培訓制度，普及海洋科研運用

建立海洋資料與科技管理人才，透過人員培訓制度讓海洋科研運用普及化，達到增加技術人力與厚植產業實力，期望提升海洋產業產值目標及加值應用服務。

二、完善海洋基礎調查

海洋的研究與調查不僅有助於國土環境與資源的掌握,更是國家安全的重要關鍵。臺灣東部位處黑潮環流，具潛在豐富的漁業資源，是研究全球變遷對重要的區域，而在西南海域潛在海洋非生物資源則是各國相互競爭角逐的區域，為有效掌握這些資源有賴完善基礎調查。

(一) 現況與重要課題

海洋資源包括海洋水資源、海洋生物資源、海洋礦物資源、海洋油氣資源、海洋能源與海洋空間資源等，透過完善的海洋資源基礎調查，將可有效利用海洋資源，達到永續利用海洋之目標。

(1) 海洋基礎調查現況

目前各部會均依所轄權管及任務，辦理各項基礎調查及監測作業，而常態性監測調查作業可簡單分為四類：

1. 防禦及近海海象與環境生態監測

經濟部水利署為海岸防禦設置水文觀測站，調查海岸地形、波流、漂沙及海域監測等，其範圍較為局部；海洋委員會海洋保育署依轄管權責進行環境生態及污染關監測作業。

2. 海氣象長期觀測

交通部氣象局設置海氣象浮標與深海錨碇觀測天氣；國家實驗研究院台灣海洋科技研究中心利用雷達測流系統，發展長期觀測及模擬技術；交通部運輸研究所港灣技術研究中心針對主要港口設置海氣象觀測站，長期觀測風、波浪、海流、潮位等資料，作為港灣工程規劃設計、航行安全、海域空間利用之應用。交通部中央氣象局海象測報中心：保存近岸定點觀測資料，並蒐集、處理、儲存、展示相關海象資料。

3. 海域基本資料調查

經濟部中央地質調查掌管全國地質調查，利用海洋地球物理探測、地球化學分析及沉積物岩心採集等調查研究，建立海域地質基礎資料；內政部地政司負責海圖測繪及管理；在軍事方面，海軍大氣海洋局負責海洋環境資料調查。

4. 海洋保護區長期觀測

農業委員會漁業署轄管漁業資源保育工作及海洋生物資源調查，執行保育區內漁業資調查；海洋委員會海洋保育署針對非經濟性生物進行生態調查。

由上列各單位之工作重點可知，目前各項調查系統及建置執行成果，大可分為物理海洋長期觀測、生物地球化學長期觀測、海洋地質觀測，各項分類如下：

(a) 物理海洋長期觀測

主要為深海錨碇觀測及岸基雷達兩大部分，目的為長期測量海洋水文資料，作為探討海洋循環、海洋污染傳輸、浮游生物分佈等生態環境研究；沿海目前建置環臺岸基雷達系統，觀測周圍 150 公里表層海流資訊，提供海難救助、海洋保育、船舶航行等應用。

(b) 生物地球化學長期觀測

透過採集水體及沉積物進行化學分析，觀察海洋生物多樣性之生物及遺傳調查。

(c) 海洋地質災害長期觀測

利用海洋科學研究船鑽取岩心，透過岩心分析鄰近海域與其它大洋地球科學特性，以了解海底地質災害時空分布，建構海域底質特性及基本概況。

(2) 海洋基礎調查重要課題

各部會調查資料均依轄管權責執行，其成果資訊無法橫向流通，對於調查佈點建置密度疏密均將影響後續研究及模擬品質。因此，學界呼籲政府部門應將調查資訊整合，補充基礎調查空缺區域，是當前須優先檢討或投入的事項。目前我國對於海洋基礎調查所面臨課題，歸納如下：

1. 科學研究船使用機制應予強化

為完善基礎調查有賴完善海洋科學研究船隊，目前計有科技部、國防部海軍及農業委員會水產試驗所擁有海洋科學研究船，對於跨機關間科學研究船的使用協調機制應予強化，以有效利用有限研究量能。

2. 海域調查宜妥掌握地理優勢

臺灣位處特殊地理位置，在南海具政治性敏感及開發潛能海域，許多海洋先進國家探勘受限，因此我國更應掌握特殊地理位置及優良探測技術，強化周邊海域的研究、調查、國土觀測及監測能力。

3. 海洋資源調查須持續推動

海洋資源可分為生物資源及非生物資源，其中生物資源包含漁業資源調查評估、瀕危或保育類海洋生物之研究、海洋生物多樣性調查研究等，而非生物資源則包含天然氣水合物（甲烷冰）、石油、天然氣、稀有礦物、水資源及海洋空間等調查。尤其繼石油天然氣後，各國聚焦於新興資源探勘，而臺灣位置處鄰近金屬礦物與天然氣水合物礦藏區，更應持續推動調查工作。

在資源開發的前提必須建立完善基礎調查工作及研究，進而拓展至各項海上及水下技術提升，及運用於海域開發價值評估，也唯有如此才能藉由海洋資源調查而能站在下一階段海洋工業革命起跑點的有利位置。

(二) 政策目標、策略與工作要項

完善的海洋基礎調查，是海洋科學研究與政策的根本，如何解決各機關、研究機構及學校各自為政，而避免海洋調查範圍與項目有重複或缺漏之情形，至關重要。基此，統合海洋基礎調查資源及妥善分工與管考，以集中資源、發揮統合研究效能，為未來之重要工作。

(1) 政策目標

1. 強化基礎調查量能，跨國跨域合作交流。
2. 導入最新科學技術，升級資料使用效益。

(2) 策略與工作要項

1. 增加科學研究船之研究能量

(a) 充實科學研究船各式研究設備，以提高各項研究精度及支應各項基礎研究調查所需。

(b) 新造及更新多用途漁業試驗船，提升各項漁業調查及試驗成果。

(c) 建立各管理單位之合作機制，以補足歲修期間的空窗，使研究船做有效管理及運用。

2. 進行長期性、全面性、應用性與基礎性之調查研究

系統性更新及維護各項監測設備，以達到各監測站及資料能長期且持續取得。

3. 國際合作增加基礎調查視野

透過國際合作，導入國外基礎調查技術，以物聯網加值模式加速調查資料即時回傳與分享，提升模擬成果即時回饋。

4. 整合跨領域之資源調查團隊投入調查

整合海洋水資源、海洋生物資源、海洋礦物資源、海洋油氣資源、海洋能源等領域之人才，以串連跨領域合作提升調查技術。

5. 於研究中導入及發展新科技

(a) 感測元件物聯網佈建：善用成熟的感測元件，廣佈於需探測重點區域，形成綿密資料收集網絡，增加數據廣度及採樣頻率。

(b) 衛星遙測技術應用：發展雷達遙測系統，並結合國家太空實驗中心精進衛星在海洋科技之應用、建立全臺環流觀測預報系統、研發地形變遷遙測技術、研發海上油汙事件之遙測監控技術、研發海洋保育之追蹤技術。

(c) 5G 即時資料傳輸：透過 5G 技術的低延遲、高可靠、高傳輸速度等特性，大量收集即時資訊，提供即時大數據分析及相關海事應用。

(d) 資料庫大數據分析：運用資料庫之大量資料，研發各種演算法，進行大數據分析，以供建立各種數據分析、運用及預測。

(e) 深度學習人工智慧導入：導入電腦深度學習，以節省人力，維持資訊品質一致性。

三、引領海洋產業升級

對於海洋產業分類大致可分為「海洋能源」「海洋生物科技」、「海洋水科技」、「海洋監測及測繪」、「海洋資訊服務」、「海洋工程」及「海洋漁業」等各類，海洋產業升

級有賴海洋科技支持，本節將就「海洋科技發展現況」及「海洋科技在產業之應用」說明臺灣海洋產業發展，並提出海洋產業升級策略。

(一) 海洋科技發展現況

綜觀國內外海洋科技發展，海洋科技類別初步可劃分為：「海洋資源與能源」「海洋生態與保育」、「海洋科學與資訊」及「海洋產業與工程」四大類，各大類發展概況如下：

(1) 海洋資源與能源

海洋資源與能源類別包括海洋能（包含離岸風能）開發、海洋資源（包含海底礦產與天然氣水合物）開發等技術研發。臺灣在海洋資源與能源項目中，科技部近十年推動能源國家型科技計畫，在海洋科技方面投入離岸風能、海洋能源及天然氣水合物潛能研究及開發，尤其離岸風能開發目前已於西部沿海積極投入，並以 2025 年達到 5.5GW 發電量為目標；另外，臺灣位處黑潮環流地區，根據研究在東南外海水深 50 公尺處具洋流能開發潛能，海洋委員會延續第二期能源國家型科技計畫投入相關經費研究，期望未來為常態供電一環。

(2) 海洋生態與保育

近年國際上逐漸重視海洋環境保護與生態保育，臺灣除訂立「海洋汙染防治法」外，更研擬相關對策，期望以多管齊下之方式，為海洋環境保護與污染防制貢獻心力。

1. 行政院環境保護署及海洋委員會海洋保育署致力船舶油污染應變科技（如：無人飛機勘查技術、衛星監控、油污擴散模擬及雷達偵測等）、油污染現地整治技術、海洋化學品污染應變及近岸污染復育科技等。
2. 海洋廢棄物監測方面，已建立海洋廢棄物監控平台，統合相關資源清理，對於後端的處理則藉由業界協助以免造成二次汙染。
3. 交通部運輸研究所近期推動船舶空氣污染排放模擬、船舶壓艙水法制化等研究。
4. 內政部營建署及經濟部工業局則致力於海洋放流水處理科技研發。

(3) 海洋科學與資訊

海洋科學與資訊主要發展領域分為海洋觀測及海洋資料庫，其中在海洋觀測部分，國際大多採用岸基雷達系統觀測海象，近五年內各國主要發展非同調微波雷達，藉由相位的掌握及透過都卜勒頻率的變化計算波浪和海流，值得關注。

臺灣在海洋觀測資料上仰賴交通部中央氣象局資料浮標、潮位觀測站及海岸氣象站，觀測波浪、風速、風向、氣溫、水位變化、降雨、等資料，對於海岸地形、漂砂狀況的觀測較為匱乏，因此近年積極推動創新海洋科技研究計畫，嘗試

提升海洋觀測及預報技術與國際接軌。

(4) 海洋產業與工程

海洋產業與工程主要發展領域分為海洋防災與船舶科技，在海洋防災重點在於「海嘯預警系統」、「災海潛勢評估」、「海洋韌性提升研究」三大方向。近年國際防災已轉向「提升海岸韌性」思維，以降低二次災害衝擊。

交通部中央氣象局建置海嘯預警系統，提供國內海嘯預警，經濟部水利署因應環境氣候變遷影響，研究海岸災害調適能力研究計畫，並擬定海岸防護計畫以降低對於沿海暴潮溢淹地區的衝擊；然海洋災害防制仍需要搭配海氣象監測系統與資料庫建置，同時輔以被動之海洋工程設施對國土進行保育，以避海洋災害擴大經濟損失。

(二) 海洋科技在產業之應用

臺灣推動發展海洋科技在產業應用上，包含「海水淡化技術」、「離岸風能相關海事技術」、「造船產業技術」、「海洋運輸」、「水下探勘技術」、「生物科技技術」與「其他技術應用」等：

(1) 海水淡化技術

海洋科技應用上，海水淡化技術已屬相當成熟技術，尤其離島已興建多處海水淡化廠，彌補水資源不足問題。

(2) 離岸風能相關海事技術

國產自主化浮動式海氣象光達載具開發、浮動式載臺及繫纜系統關鍵技術開發、防颱抗震型支撐結構整合設計技術、固定式水下結構關鍵技術、水下背景噪音量模擬測試及運轉維護管理平臺建置等。產業及政府亦鼓勵相關大學開設課程，培育離岸風電與海事工程專業人才，以創造產業精進及升級。

(3)造船產業技術

為達成國艦國造政策，目前已導入結構與計算流體力學數值分析、船體耐波浪分析、船舶監控系統及船模試驗等技術，運用於造船產業中。

(4)水下探勘技術

受海底探勘採樣需求，目前已開發無人載具取代部分人工水下作業，應用於水底採樣、水下電焊、水下打撈、海洋地形測繪調查、危險水域調查、水下沉船搜尋、水下環境監測及海底電纜線路檢測等作業，成為學界及產業界運用的技術。

(5)生物科技技術

目前生物科技技術應用於海洋生物方面主要有：繁殖技術改良、遺傳育種、新品種開發、水產疾病疫苗、水產生物分子檢測，促進水產養殖技術提升；另外，

透過生醫技術將海洋生物萃取物用於醫藥、健康食品及化妝品等各式產品。

(6)其他技術運用

目前也將先進材料、衛星觀測技術、海底工程技術、大數據分析、自動化系統及奈米技術等創新技術，應用在海洋科技產業上。透過產業界、學界、政府部門的合作，讓海洋技術不斷提升，創造海洋產業升級，進而提高國際競爭。

(三) 政策目標、策略與工作要項

海洋產業扮演推動藍色經濟的火車頭，面對世界各國競爭及海洋產業蓬勃發展，為促進海洋產業升級，透過運用智慧海洋技術與高科技接軌，提高產業國際競爭力。

(1) 政策目標

1. 結合國內科技優勢，創新海洋產業技術。
2. 培育海洋產業人才，推動產業開發科技。

(2) 策略與工作要項

1. 海洋技術與科技接軌
   (a) 結合國內精密機械及半導體與資通訊產業之科技優勢，應用於船舶和水下載具、遊艇、海洋工程與海水養殖等產業，帶動新興產業育成及新創企業。
   (b) 推動海洋能源之發展及利用，投入洋流能關鍵技術研發，積極開發新能源。
   (c) 創造實驗研究新能量，培養國艦國造實力鏈結船模實驗研究，滿足臺灣造船需求。
2. 積極培育海洋產業所需科技人才
   (a) 藉由產學合作與提供實習機會，搭建學生進入海洋產業之橋樑，培育海洋產業發展與升級之基本人力。
   (b) 鼓勵大專院校成立海洋科技相關系所，培育海洋產業所需科技人才。
   (c) 建構「海洋科技工程人才培訓及驗證中心」、「海洋科技產業創新研發中心」及「海洋科技工程材料研發及認證中心」，培育海洋科技研發及技術人才。
3. 推動法制協調統合國內科技能量發展產業所需科技
   (a) 藉由「海洋基本法」宣示建立海洋研究資源運用，發展協調統合機制並建立國家海洋資訊系統及共享平台。
   (b) 藉由「海域管理法」、「海洋產業發展條例」等作用法，運用海域管理基金、海洋產業發展基金等，推動海域長期基礎調查、研究、輔導、補助及獎勵投入產業所需科技研究。

第二節 海洋科技發展藍圖

本計畫依照海洋科技盤點內容，及我國海洋科技產業發展需求，本計畫擘劃海洋科技發展藍圖，其中包含(1)整合海洋科研資訊、(2)完善海洋基礎調查及(3)促進海洋產業升級等 3 大主軸。各主軸後續推展進程如圖 6-1 及圖 6-2 所示。本計畫參酌海洋科技發展藍圖，起草擬定海洋政策白皮書相關內容，交由海委會進行後續編修與審議。目前海洋政策白皮書尚未完成訂定，審議修訂之相關內容可參閱本報告 6-1 節。

海洋發展藍圖中主要分成(1)整合海洋科研資訊、(2)完善海洋基礎調查及(3)促進海洋產業升級等發展方向。海洋委員會為推動海洋國家之目標，已於 108 年推動海洋科技研究發展中長程計畫「海洋環境調查運用、海洋技術研發與海洋產業發展(1/1)」及「洋流能關鍵技術開發與推動(1/1)」，可分別對應海洋科技發展藍圖之(1)整合海洋科研資訊及(3)促進海洋產業升級，並規劃於 109-112 年推動海洋科技發展中長程計畫「洋流能關鍵技術開發與推動」、「台灣及南海海域資料收集調查與資料庫精進」、「科技監偵系統及船舶影像分析平臺建置」及「海洋研究發展與人才培育」計畫，後續海洋委員會將逐步依海洋科技發展藍圖進程，提送海洋科技發展計畫，必要時將推動海洋相關公共建設計畫或社會發展計畫，協助我國海洋科技發展政策推動。

圖 6-1 海洋科技發展藍圖(外頁)

圖 6-2 海洋科技發展藍圖(內頁)

第七章 結論與建議

海洋科技發展中長期計畫先期規劃研究計畫依照計畫預定期程，共完成 5 大工作項目，包含(一)臺灣海洋科技發展研析、(二)研擬海洋科技法令草案、(三)研擬海洋科技中長程發展計畫、(四)南海科學及法政研析及(五)研擬臺灣海洋科技發展藍圖。以下針對各工作項目完成之內容進行說明：

一、臺灣海洋科技發展研析

本計畫針對「臺灣海洋科技發展研析」收集國內外海洋科技發展近況，並盤點國內各涉海部會之海洋科技發展執掌，參考國內外海洋科技發展近況收集成果，歸納海洋科技類別包含(1)海洋科學與資訊、(2)海洋生態與保育、(3)海洋產業與工程、(4)海洋資源與能源等範疇，於各範疇中包含之發展領域分別簡述如下：

(1)海洋科學與資訊：海洋觀測、海洋資料庫等發展領域

(2)海洋生態與保育：海洋污染與防制、氣候變遷等發展領域

(3)海洋產業與工程：海洋防災、海洋遊憩、水下技術等發展領域

(4)海洋資源與能源：生物及非生物資源、離岸風電、海洋再生能源發展領域

我國各部會海洋科技發展執掌龐雜，各項業務散布於經濟部、交通部、國防部、科技部、文化部、內政部、外交部、教育部、財政部、環保署、農委會、海委會、原民會、客委會等，經本計畫盤點我國 26 個涉海部會，其中以經濟部、交通部、科技部、海洋委員會為主要海洋科技發展重點部會，各部會發展重點如下：

(1) 交通部：海氣象觀測及預報、海洋地震與波浪災害分析預警、海氣象資料收集與資料庫維護、港灣海洋污染監測分析及港灣構造物設計與檢測技術研發等。

(2) 經濟部：離岸風場開發與管理、海洋再生能源電業開發與管理、海岸防護之規劃與相關規範之擬訂、海域礦區劃定及開發、國內外能源及礦產資源調查、探勘、開發協助等。

(3) 科技部：海洋科學(地質、水文、物理化學)、氣候變遷對海洋衝擊影響、海洋工程、海洋資源與能源開發等。

(4) 農委會：漁業政策、法規、方案、計畫之擬訂及督導、漁業科學、漁業公害防治之研究及規劃、漁船與船員管理督導、漁業巡護協調、國際漁業合作策劃、推動及漁業涉外事務等。

經由盤點國內外海洋科技發展及國內涉海機關海洋科技相關執掌，並分析海

洋委員會科技發展與各涉海部會競合關係，本計畫提出海洋委員會適合之科技發展方向包含(1)海洋永續環境資料庫之智慧加值應用、(2)海域天然氣水合探勘與開發鑽探調查及能源資源價值評估，本計畫依據上述盤點分析結果規劃研擬海洋委員會 110 年海洋科技發展中長程計畫。

二、研擬海洋科技法令草案

為配合後續海洋委員會之海洋科技發展應用與研究推廣，本計畫協助完成 8 項科技法令草擬，分別為(1)海洋委員會推動學術與研究機構參與產業創新及研究發展補助辦法、(2)海洋委員會協助產業創新活動補助及輔導辦法、(3)海洋委員會科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法、(4)海洋委員會海洋科技發展計畫研提及管考作業須知、(5)海洋委員會海洋科技發展計畫審議會設置及作業要點、(6)海洋委員會海洋科技發展計畫查核作業要點、(7)海洋委員會海洋科技計畫產學合作實施要點及(8)海洋委員會海洋科技創業投資計畫作業要點。後續海洋委員會可依循上述 8 項海洋科技法令草案以招標或委辦之方式，推動海洋科技發展計畫。

三、研擬海洋科技中長程發展計畫

中長程計畫主要任務是依照國家政策發展精進經常性工作所需之技術或工程設施的輔助計畫；針對符合國家發展需求之新增工作項目，若欠缺相關技術或工程設施，亦可透過編列中長程計畫開發執行新工作項目所需之技術與相關工程設施。中長程計畫類型包括：(1)社會發展計畫、(2)公共建設計畫、(3)科技發展計畫。

為協助海洋委員會持續推動海洋科技發展，本計畫完成 109 年「洋流能關鍵技術推動發展」及「臺灣及南海海域資料收集調查與資料庫精進」中長程計畫之修編與上傳，並參酌本計畫完成之海洋科技發展近況盤點與海洋委員會意見，研擬 110 年中長程計畫「海洋永續環境資料庫之智慧加值應用」。本計畫研擬之 110 年中長程計畫包含下列主要工作項目：(1)海洋意識及科技資訊之智慧法政研析、(2)海洋資料庫跨領域智慧應用示範場域建置、(3)海域災害預警及應變技術開發、(4)海域地質災防智慧資訊系統規劃與建置、(5)海洋資源智慧管理及技術開發、(6)海洋生態保育及海洋產業智慧管理技術開發及(7)海洋環境污染追蹤與減污技術開發。110 年中長程計畫擬推動之海洋科研方向與我國海洋政策白皮書及海洋科技發展藍圖一致，並與海洋委員會 109 年擬推動之「臺灣及南海海域資料收集調查與資料庫精進」中長程計畫鏈結，可達海洋委員會長期發展海洋科技之目標。

110 年中長程計畫「海洋永續環境資料庫之智慧加值應用」計畫草案已依據 108 年 10 月 18 日召開之專家諮詢會議研修，並交由海洋委員會科技文教處作為後續研提計畫之參考內容。

四、南海科學及法政研析

針對南海科學及法政研析，本計畫團隊首要盤點國內外涉及南海議題之機關與國家，國內部分包含內政部、經濟部礦務局、科技部、氣象局、海委會及農委會等單位，而國外則以中國、越南、菲律賓等南海周邊國家。並以前述機關與國家近年對南海進行之研究及主權宣示議題進行討論。

南海為一具有高度政治爭議性海域，考量我國於國際之特殊地位以及可能扮演的關鍵角色，於海洋科研及法政推展建議可由內外兩側著手進行：

(1) 國內行為

作為一統合、規劃、協調及推動海洋相關事務之機關，海洋委員會應脫離傳統上對於海域活動管制與管理之思維與作法，改以積極協助、參與之作為，協調我國各部會於南海業務之步調，以合作取代競爭、以資源合理應用取代掠奪式資源開發。

(2) 國際行為

針對南海主權宣示，宜採不易引發緊張衝突之海洋科研調查作為柔性之主權行使，持續性之科研工作及成果，可進一步強化我國經濟海域主權之主張行為，建立我國於國際社會之聲譽及實質影響力。

「基於知識基礎之政策決策與制訂(knowledge based policy decision-making)」為國家政策長期發展、規劃的重要依據，結合科學與法政之努力，方能獲致有效、影響深遠之執行成果。

五、研擬臺灣海洋科技發展藍圖

本計畫透過研提海洋科技發展中長程計畫與協助撰寫之海洋政策白皮書等步驟，逐步擘畫我國海洋科技發展藍圖。海洋發展藍圖中主要分成(1)整合海洋科研資訊、(2)完善海洋基礎調查及(3)促進海洋產業升級等發展方向，透過短、中、長期發展進程，期達成海洋委員會投入海域安全及發展藍色經濟之長期目標。相關內容以折頁方式呈現，並透過紙本文宣提供海洋委員會進行參考與宣傳。

第八章 參考文獻

1. Acker, J., Williams, R., Chiu, L., Ardanuy, P., Miller, S., Schueler, C., Vachon, P.W., Manore, M., (2003). Remote sensing from satellites. In: Meyers, R.A. (Ed.), Encyclopedia of Physical Science and Technology, third ed. Academic Press, New York.
2. Adams, L. M., LeVeque, R. J., Rim, D., & Gonzalez, F. I. (2017). Probabilistic Source Selection for the Cascadia Subduction Zone (Final Report), FEMA Region IX.
3. Aksoyoglu, S., Baltensperger, U., Prevot, A.S.H., (2016). "Contribution of ship emissions to the concentration and deposition of air pollutants in Europe. Atmos. " Chem. Phys. 16 (4): 1895–1906.
4. Alpers, W., Huehnerfuss, H., (1987). Radar signatures of oil films floating on the sea surface. IGARSS'87- International Geoscience and Remote Sensing Symposium. Ann Arbor, MI, USA.
5. Anderson H, (2001) An overview of offshore oil and gas exploration and production activities. 30
6. Arkema, K. K., Guannel, G., Verutes, G., Wood, S. A., Guerry, A., Ruckelshaus, M., Kareiva, P., Lacayo, M., & Silver., J. M. (2013). Coastal habitats shield people and property from sea-level rise and storms. Nature Climate Change, 3,913-918.
7. Armijo, R., Pondard, N., Meyer, B., Uçarkus, G., de Lépinay, B.M., Malavieille, J., Dominguez, S., Gustcher, M.-A., Schmidt, S., Beck, C. (2005) Submarine fault scarps in the Sea of Marmara pull-apart (North Anatolian Fault): Implications for seismic hazard in Istanbul. Geochem. Geophys. Geosyst.
8. Bao, G.D., Li, Q.X. (1993) Geochemistry of rare earth elements in ferromanganese nodule (crusts) of the South China Sea. Oceanol. Limnol. Sin. 24, 304–313 (in Chinese with English abstract).
9. Barnes BB, Hu C (2016) Island building in the South China Sea: detection of turbidity plumes and artificial islands using Landsat and MODIS data. Scientific Reports 6, Article No.: 33194, DI 10.1038/srep33194
10. Bastia, R., Radhakrishna, M., Nayak, S. (2011) Identification and characterization of marine geohazards in the deepwater eastern offshore of India: Constraints from multibeam bathymetry, side scan sonar, and 3d high-resolution seismic data. Nat. Hazards, 57, 107–120.
11. Beaulieu, S.E. (2010) InterRidge Global Database of Active Submarine Hydrothermal Vent Fields, Version 2.0: http://www.interridge.org/irvents (July 2011).
12. Becker, J.J., Sandwell, D.T., Smith, W.H.F., Braud, J., Binder, B., Depner, J., Fabre, D., Factor, J., Ingalls, S., Kim, S.H., Ladner, R., Marks, K., Nelson, S., Pharaoh, A., Trimmer, R., Von Rosenberg, J., Wallace, G., Weatherall, P. (2009) Global Bathymetry and Elevation Data at 30 Arc Seconds Resolution: SRTM30_PLUS. Marine Geodesy. 32:355-371.

13. Björk, G., Jakobsson, M., Assmann, K., Andersson, L.G., Nilsson, J., Stranne, C., Mayer, L. (2018) Bathymetry and oceanic flow structure at two deep passages crossing the Lomonosov Ridge. Ocean Sci., 14, 1–13.
14. Blidberg, D. R. (2001) The development of autonomous underwater vehicles (AUV), a brief summary. In Ieee Icra.
15. Board, O. S. (2014) Reducing Coastal Risk on the East and Gulf Coasts.
16. Caress, D. W., Thomas, H., Kirkwood, W. J., McEwen, R., Henthorn, R., Clague, D. A., ... & Greene, H. G. (2008) High-resolution multibeam, sidescan, and subbottom surveys using the MBARI AUV D. Allan B. Marine habitat mapping technology for Alaska, 47-69.
17. Chen, G.; Li, Y.; Sun, G.; Zhang, Y. (2017). Application of Deep Networks to Oil Spill Detection Using Polarimetric SAR Images. Appl. Sci., 7, 968.
18. Chen, T. T., Hsu, H H., Liu, C. S., Su, C. C., Paull, C. K., Chen, Y. H., Caress, D. W., Gwiazda, R., and Lundsten, E. M. (2017) Distribution and Characteristics of Seafloor Seepage Features in the Active Margin Offshore of SW Taiwan, 2017 AGU Fall Meeting.
19. Chen, T. T., Paull, C. K., Liu C. S., Klaucke, I., Hsu, H. H., Su, C. C., Gwiazda, R., Caress., D. W. (2019) Discovery of numerous Pingos and Comet-Shaped Depressions Offshore Southwestern Taiwan. Geo-Marine Letters. DOI: 10.1007/s00367-019-00577-z
20. Cheshire, A., Adler, E., Barbière, J., Cohen, Y., (2009). UNEP/IOC Guidelines on Survey and Monitoring of Marine Litter.
21. Choi, I. K., Kim, M. K., & Rhee, H. M. (2014). Probabilistic Tsunami Hazard Analysis for Nuclear Power Plants on the East Coast of Korean Peninsula. Probabilistic Safety Assessment and Management PSAM, 12.
22. Christ, R. D., Wernli Sr, R. L. (2013) The ROV manual: a user guide for remotely operated vehicles. Butterworth-Heinemann.
23. Cristini, L., Lampitt, R.S., Cardin, V., Delory, E., Haugan, P., O'Neill, N., Petihakis, G., Ruhl, H.A., (2016). "Cost and value of multidisciplinary fixed-point ocean observatories. " Mar. Policy 71, 138–146.
24. Cutter, G.R., Rzhanov, Y., Mayer, L.A. (2003) Automated segmentation of seafloor bathymetry from multibeam echosounder data using local Fourier histogram texture features. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 285–286, 355–370.
25. Dai CF (2005) Dongsha Atoll in the South China Sea: Past, Present and Future. Proceedings of the 10th International Coral Reef Symposium, Okinawan, Japan, p. 1587-1592.
26. Dai CF, Fan TY (1996) Coral fauna of Taiping Island（Itu Aba Island）in the Spratlys of the South China Sea. Atoll Research Bulletin 436:1-21.
27. DeCarlo TM, Cohen AL, Wong GTF, Davis KA, Lohmann P, Soong K (2017) Mass coral mortality under local amplification of 2℃ ocean warming. Scientific

Reports 7: 44586.

28. Dickie P, 2007. "Making water – Desalination: option or distraction for a thirsty world? " Gland: WWF's Global Freshwater Programme.
29. Dixon, T. H., M. Naraghi, M.K. McNutt, Smith, S.M. (1983) Bathymetric prediction from Seasat altimeter data. J. Geophys. Res. 88, 1563-1571.
30. Elimelech M, Phillip WA, (2011). "The future of seawater desalination: Energy, technology, and the environment," Science 333: 712–717.
31. Elmore, P.A., Avera, W.E., Harris, M.M. (2009) Use of the AN/AQS-20A tactical mine-hunting system for on-scene bathymetry data. J. Mar. Syst., 78, S425–S432.
32. Fairhead, J. D., C. M. Green, Odegard, M. E. (2001) Satellite-derived gravity having an impact on marine exploration. The Leading Edge 20:873–876.
33. FEMA P-646 (2008). Guidelines for design of structures for vertical evacuation from tsunamis. Federal Emergency Management Agency, Washington, D.C.
34. Fenty, I., Willis, J.K., Khazendar, A., Dinardo, S., Forsberg, R., Fukumori, I., Holland, D., Jakobsson, M., Moller, D., Morison, J. (2016) Oceans melting Greenland: Early results from NASA's ocean-ice mission in Greenland. Oceanography, 29, 72–83.
35. Fingas, M., & Brown, C. (2017). A Review of Oil Spill Remote Sensing. Sensors, 18(2), 91.
36. Fleischer, P., Orsi, T., Richardson, M., Anderson, A. (2001) Distribution of free gas in marine sediments: a global overview. Geo-Marine Letters, 21(2), 103-122.
37. French McCay, D.P., Jayko, K., Li, Z., Horn, M., Kim, Y., Isaji, T., Crowley, D., Spaulding, M., Decker, L., Turner, C., Zamorski, S., Fontenault, J., Shmookler, R., Rowe, J.J., (2015). Technical Reports for Deepwater Horizon Water Column Injury Assessment – WC_TR14: Modeling Oil Fate and Exposure Concentrations in the Deepwater Plume and Cone of Rising Oil Resulting From the Deepwater Horizon Oil Spill. DWH NRDA Water Column Technical Working Group Report. Prepared for National Oceanic and Atmospheric Administration by RPS ASA, South Kingstown, RI, USA. September 29, 2015.
38. Friedman, K.S., Pichel, W.G., Clemente-Colón, P., Li, X., (2002). GoMEx-an experimental GIS system for the Gulf of Mexico region using SAR and additional satellite and ancillary data. Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2002 IGARSS'02 2002 IEEE International. IEEE.
39. Fuentes-Bargues JL, (2014). "Analysis of the process of environmental impact assessment for seawater desalination plants in Spain, " Desalination 347: 166–174.
40. Galgani, F., Hanke, G., Maes, T., (2015). Global distribution, composition and abundance of marine litter. In: Mar. Anthropog. Litter, pp. 29–56
41. GEBCO (2018) Retrieved June 10, (2019), from https://seabed2030.gebco.net/
42. Gens, R., (2008). Oceanographic applications of SAR remote sensing. GISci. Remote Sens. 45, 275–305.

43. GINA (2017) Retrieved June 10, 2019, from http://www.gina.alaska.edu/

44. Goda, K., & Song, J. (2016). Uncertainty modeling and visualization for tsunami hazard and risk mapping: a case study for the 2011 Tohoku earthquake. Stochastic environmental research and risk assessment, 30(8), 2271-2285.

45. Guenther, G. C. (2007) Airborne LiDAR Bathymetry, Digital Elevation Model Technologies and Applications: The DEM Users Manual, 2nd edition, pp. 253-320.

46. Guo, H.; Wu, D.; An, J. (2017) Discrimination of Oil Slicks and Lookalikes in Polarimetric SAR Images using CNN. Sensors, 17, 1837.

47. Halbach, P.E., Jahn, A., Cherkashov, G. (2017) Marine co-rich ferromanganese crust deposits: description and formation, occurrences and distribution, estimated world-wide resources. In: Sharma, R. (Ed.), Deep-Sea Mining: Resource Potential, Technical and Environmental Considerations. Springer, Cham, pp. 23–63.

48. Hall R. Cenozoic geological and plate tectonic evolution of SE Asia and the SW Pacific: Computer-based reconstructions, model and animations. J Asian Earth Sci, 2002, 20: 353–431

49. Hall, J. (2006) GEBCO centennial special issue—Charting the secret world of the ocean floor: The GEBCO project 1903–2003. Mar. Geophys. Res., 27, 1–5.

50. Hannington, M., Jamieson, J., Monecke, T., Petersen, S., Beaulieu, S. (2011) The abundance of seafloor massive sulfide deposits. Geology 39, 12, 1155–1158.

51. Hannington, M., Petersen, S., Krätschell, A. (2017) Subsea mining moves closer to shore. Nature Geoscience 10, 158–159.

52. Hartman, S.E., Lampitt, R.S., Larkin, K.E., Pagnani, M., Campbell, J., Gkritzalis, T., Jiang, Z.-P., Pebody, C.A., Ruhl, H.A., Gooday, A.J., Bett, B.J., Billett, D.S.M., Provost, P., McLachlan, R., Turton, J.D., Lankester, S., 2012. "The porcupine abyssal plain fixed-point sustained observatory (PAP-SO): variations and trends from the Northeast Atlantic fixed-point time-series. " ICES J. Mar. Sci. 69, 776–783.

53. He, G.W., Xue, T., Sun, X.M., Zhang, X.H., Zhu, K.C., Wang, S.W. (2005) The elemental association characteristics and the geological significance of cobalt-rich crusts in the West Pacific Ocean. Bull. Mineral. Petrol. Geochem. 21, 125–129 (in Chinese with English abstract).

54. Hein, J.R. and Petersen, S. (2013) The Geology of Manganese Nodules. In: Baker E, Beaudoin Y (eds), Deep sea minerals: manganese nodules, a physical, biological, environmental, and technical review. vol 1B. Secretariat of the Pacific, Community, pp. 7-18.

55. Hein, J.R., Koschinsky, A. (2013) Deep-ocean ferromanganese crust and nodules. In: Holland H, Turekian K (Eds), Earth systems and environmental sciences, treatise on geochemistry, 2nd edn. Elsevier, Amsterdam, pp. 273–291.

56. Hell, B. (2009) Towards the Compilation of a New Digital Bathymetric Model of the North Atlantic Ocean, Stockholm University Licentiate thesis.

57. Hinojosa, I. A., &; Thiel, M, (2009). "Floating marine debris in fjords, gulfs and

channels of southern Chile. " Marine Pollution Bulletin, 58(3), 341-350.

58. Hoagland, P., Beaulieu, S., Tivey, M.A., Eggert, R.G., German, C., Glowka, L., Lin, J. (2010) Deep-sea mining of seafloor massive sulfides: Marine Policy, v. 34, p. 728–732, doi:10.1016/j.marpol.2009.12.001.

59. Hori, M., Lagarde, F., Richard, M., Derolez,V., Hamaguchi, M., & Makino, M. (2019). Coastal management using oyster-seagrass interactions for sustainable aquaculture, fisheries and environment. Bull. Jap. Fish. Res. Edu. Agen, 49,35-43.

60. Horspool, N., Pranantyo, I., Griffin, J., Latief, H., Natawidjaja, D. H., Kongko, W., Cipta, A., Bustaman, B., Anugrah, S. D., & Thio, H. K. (2014). A probabilistic tsunami hazard assessment for Indonesia. Natural Hazards and Earth System Sciences, 14(11), 3105-3122.

61. Hossain, M. S. Hashim, M. (2017) Earth observation data for marine silk road development in South East Asia. Jurnal Teknologi, 79(6).

62. Huff, L. C., Guy T. N. (2007) Sonar, Digital Elevation Model Technologies and Applications:The DEM Users Manual, 2nd edition, pp. 321-349, American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, Bethesda, Maryland.

63. Hünerfuss, H., Alpers, W., Witte, F., (1989). Layers of different thicknesses in mineral oil spills detected by grey level textures of real aperture radar images. Int. J. Remote Sens. 10, 1093–1099.

64. Ishibashi J., Ikegami F., Tsuji T., Urabe T. (2015) Hydrothermal activity in the Okinawa Trough back-arc basin: geological background and hydrothermal mineralization. In: J.-i. Ishibashi et al. (eds.), Subseafloor Biosphere Linked to Hydrothermal Systems: TAIGA concept, Springer, Tokyo, Japan, pp. 337–359.

65. Jakobsson, M., Gyllencreutz, R., Mayer, L.A., Dowdeswell, J.A., Canals, M., Todd, B.J., Dowdeswell, E.K., Hogan, K.A., Larter, R.D. (2016) Mapping submarine glacial landforms using acoustic methods. Geol. Soc. Lond. Mem., 46, 17–40.

66. Jakobsson, M., Mayer, L., Armstrong, A. (2003) Analysis of data relevant to establishing outer limits of a continental shelf under law of the sea article 76. Int. Hydrogr. Rev., 4, 1–18.

67. Jong, C.D. de, G. Lachapelle, S. Skone, Elema, I.A. (2002) Sounding Methods, Hydrography, 1st Edition, Delft University Press, 363.

68. Kato, Y., Fujinaga, K., Nakamura, K., Takaya, Y., Kitamura, K., Ohta, J., Toda, R., Nakashima, T., Iwamori, H. (2011) Deep-sea mud in the Pacific Ocean as a potential resource for rare-earth elements. Nat. Geosci. 4, 535–539.

69. Koslow, J. A. (1997) Seamounts and the ecology of deep-sea fisheries. American Scientist 85:168– 176.

70. Kostylev, V.E., Todd, B.J., Fader, G.B.J., Courtney, R.C., Cameron, G.D.M., Pickrill, R.A. (2001) Benthic habitat mapping on the Scotian shelf based on multibeam bathymetry, surficial geology and sea floor photographs. Mar. Ecol. Prog. Ser., 219, 121–137.

71. Kuhn, T., Wegorzewski, A., Rühlemann, C., Vink, A. (2017) Composition,

formation, and occurrence of polymetallic nodules. In: Sharma, R. (Ed.), Deep-Sea Mining: Resource Potential, Technical and Environmental Considerations. Springer, Cham, pp. 23–63.

72. Kunze, E., and S. G. Llewellyn Smith. (2004) The role of small-scale topography in turbulent mixing of the global ocean. Oceanography 17:55

73. Lattemann S, (2009). "Protecting the marine environment. In: Cipollina A, Micale G, Rizzuti L, editors. Seawater desalination – Conventional and renewable energy processes. " Heidelberg: Springer.

74. Lecours, V., Dolan, M.F.J., Micallef, A., Lucieer, V.L. (2016) A review of marine geomorphometry, the quantitative study of the seafloor. Hydrol. Earth Syst. Sci., 20, 3207–3244.

75. Lehr, W.J., Overstreet, R., Jones, R., Watabayashi, G., (1992). ADIOS-Automatic Data Inquire for Oil Spill. Proceedings of the 15th Arctic Marine Oilspill Program, Technical Seminar. Environment Canada, Ottawa, Ontario, pp. 31–45.

76. Leifer, I.; Lehr, B.; Simecek-Beatty, D.; Bradley, E.; Clark, R.; Dennison, P.; Hu, Y.; Matheson, S.; Jones, C.; Holt, B.; et al. (2012) State of the art satellite and airborne oil spill remote sensing: Application to the BP DeepWater Horizon oil spill. Remote Sens. Environ., 124, 185–209.

77. Li, P., Cai, Q., Lin, W., Chen, B., & Zhang, B. (2016). Offshore oil spill response practices and emerging challenges. Marine Pollution Bulletin, 110(1), 6–27.

78. Liang, H.F., Yao, D., Liang, D.H., Liu, X.B. (1991) Geochemistry of polymetallic crust from JianFeng Seamount, South China Sea. Mar. Geol. Quatern. Geol. 11, 49–57 (in Chinese with English abstract).

79. Linares, Á., Bechle, A. J., & Wu, C. H. (2016). Characterization and Assessment of the meteotsunami hazard in northern Lake Michigan. Journal of Geophysical Research: Oceans, 121(9), 7141-7158.

80. Liu, C. S., Deffontaines, B., Lu, C. Y., Lallemand, S. (2004) Deformation patterns of an accretionary wedge in the transition zone from subduction to collision offshore southwestern Taiwan. Marine Geophysical Researches, 25(1-2), 123-137.

81. Liu, C. S., Liu, S. Y., Lallemand, S. E., Lundberg, N., Reed, D. L. (1998) Digital elevation model offshore Taiwan and its tectonic implications. Terrestrial, Atmospheric and Oceanic Sciences, 9(4), 705-738.

82. Liu, C.-S., P. Schnurle, Y. Wang, S.H. Chung, S.C. Chen, Hsiuan T.H. (2006) Distribution and characters of gas hydrate offshore southwestern Taiwan. Terrestrial, Atmospheric and Oceanic Sciences, 17(4), 615-644.

83. Liu, J. Y., Lin C. S., Jiang L. and Chen Z. Y. (2000) Characteristics of Tertiary Inversion Structures and Their Influence on Oil-Gas Accumulation in Xihu Trough, East China Sea. Acta Geoscientia Sinica, 21(4):350-355.

84. Liu, P.; Zhao, C.; Li, X.; He, M.; Pichel, W. (2010) Identification of ocean oil spills in SAR imagery based on fuzzy logic algorithm. Int. J. Remote Sens., 31, 4819–4833.

85. Liu, Z.M., Lu, X.H., Feng, J.L., Fan, Q.Z., Zhang, Y., Yang, X., (2017). "Influence of ship emissions on urban air quality: a comprehensive study using highly time-resolved online measurements and numerical simulation in Shanghai. " Environ. Sci. Technol. 51 (1): 202–211.

86. Lotliker, A.A., Mupparthy, R.S., Tummala, S.K., Nayak, S.R., (2008). Evaluation of high resolution MODIS-Aqua data for oil spill monitoring. Proceedings of SPIE 7150, Remote Sensing of Inland, Coastal, and Oceanic Waters. Noumea, New Caledonia.

87. Marelle, L., Thomas, J.L., Raut, J.C., Law, K.S., Jalkanen, J.P., Johansson, L., Roiger, A., Schlager, H., Kim, J., Reiter, A., Weinzierl, B., (2016). "Air quality and radiative impacts of Arctic shipping emissions in the summertime in northern Norway: from the local to the regional scale. Atmos. " Chem. Phys. 16 (4):2359–2379.

88. Marzialetti, P.; Laneve, G. Oil spill monitoring on water surfaces by radar L, C and X band SAR imagery: A comparison of relevant characteristics. In Proceedings of the (2015) IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), Beijing, China; pp. 7715–7717.

89. Mayer, L., Jakobsson, M., Allen, G., Dorschel, B., Falconer, R., Ferrini, V., Lamarche, G., Snaith, H., and Weatherall, P. (2018) The Nippon Foundation—GEBCO seabed 2030 project: The quest to see the world's oceans completely mapped by 2030. Geosciences, 8(2), 63.

90. McAdoo, B.G., Capone, M.K., Minder, J. (2004) Seafloor geomorphology of convergent margins: Implications for Cascadia seismic hazard. Tectonics, 23, TC6008.

91. McManus JW (1992) The Spratly Islands: a marine park alternative, ICLARM 15: 4-8.

92. McManus JW (1994) The Spratly Islands: a marine park? Ambio. 23(3): 181-186.

93. McManus JW, Shao KT, Lin SY (2010) Toward establishing a Spratly Islands International Marine Peace Park: ecological importance and supportive collaborative activities with an emphasis on the role of Taiwan. Ocean Development & International Law 41(3): 270-280.

94. Merico, E., Gambaro, A., Argiriou, A., Alebic-Juretic, A., Barbaro, E., Cesari, D., Chasapidis, L., Dimopoulos, S., Dinoi, A., Donateo, A., Giannaros, C., Gregoris, E., Karagiannidis, A., Konstandopoulos, A.G., Ivosevic, T., Liora, N., Melas, D., Mifka, B., Orlic, I., Poupkou, A., Sarovic, K., Tsakis, A., Giua, R., Pastore, T., Nocioni, A., Contini, D., 2017. D. Chen et al. / Science of the Total Environment 610–611 (2018) 1476–1486 1485 Atmospheric impact of ship traffic in four Adriatic-Ionian port-cities: comparison and harmonization of different approaches. Transp. Res. Part D: Transp. Environ. 50: 431–445.

95. Mezher T, Fath H, Abbas Z, Khaled A, (2011). "Techno-economic assessment and environmental impacts of desalination technologies, " Desalination 266: 263–273.

96. Miao, W.L., Shao, L., Pang, X., Lei, Y.C., Qiao, P.J., Li, A., Wu, M.Z. (2008) REE

geochemical characteristics in the northern South China Sea since the Oligocene. Mar. Geol. Quatern. Geol. 28, 2, 71–78 (in Chinese with English abstract).

97. Minchew, B.; Jones, C.E.; Holt, B. (2012) Polarimetric analysis of backscatter from the Deepwater Horizon oil spill using L-band synthetic aperture radar. IEEE Trans. Geosci. Remote Sens., 50, 3812–3830.

98. Mofjeld, H. O., C. Massell-Symons, P. Lonsdale, F. I. Gonzalez, and V. V. Titiv. (2004) Tsunami scattering and earthquake faults in the deep Pacific Ocean. Oceanography 17:38–46.

99. Möller, I., Kudella, M., Rupprecht, F., Spencer, T., Paul, M ., Wesenbeeck, B. K., Wolters, G., Jensen, K., Bouma, T. J., Miranda-Lange, M., & Schimmels, S. (2014). Wave attenuation over coastal salt marshes under storm surge conditions. Nature Geoscience, 7, 727-731.

100. Mora C, Caldwell IR, Birkeland C, McManus JW (2016) Dredging in the Spratly Islands: Gaining Land but Losing Reefs. PLoS Biology 14: Article No.: e1002422. DI 10.1371/journal.pbio.1002422

101. Morris, K.J., Bett, B.J., Durden, J.M., Benoist, N.M.A., Huvenne, V.A.I., Jones, D.O.B., Robert, K., Ichino, M.C., Wolff, G.A., Ruhl, H.A., (2016). "Landscape-scale spatial heterogeneity in phytodetrital cover and megafauna biomass in the abyss links to modest topographic variation. " Sci. Rep. 6, 34080.

102. Muller, R. D., Roest, W. R., Royer, J. Y., Gahagan, L. M., Sclater, J. G. (1997) Digital isochrons of the world's ocean floor. Journal of Geophysical Research-Solid Earth 102:3211–3214

103. Munk, W., Wunsch, C. (1998) Abyssal recipes II: Energetics of tidal and wind mixing. Deep-Sea Research Part I-Oceanographic Research Papers 45:1977–2010.

104. NOAA, (2015). Coastal Resilience Grant Program Project.

105. Nunziata, F.; Buono, A.; Migliaccio, M. (2016) A new look at the old sea oil slick observation problem: Opportunities and pitfalls of SAR polarimetry. In Proceedings of the 2015 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), Beijing, China, 10–15 July 2016; pp. 4027–4030.

106. ODB (2019) Retrieved June 10, 2019, from http://www.odb.ntu.edu.tw/bathy/

107. OSPAR,(2010). Guideline for Monitoring Marine Litter on the Beaches in the OSPAR Maritime Area. OSPAR Comm, London (84pp.).

108. Panayotov, K. (2019) The Study of Mapping the Seafloor. Retrieved June 10, 2019, from https://www.hydro-international.com/content/article/the-study-of-mapping-the-seafloor

109. Pérez, N., Pey, J., Reche, C., Cortes, J., Alastuey, A., Querol, X., (2016). "Impact of harbour emissions on ambient PM10 and PM2.5 in Barcelona (Spain): evidences of secondary aerosol formation within the urban area. " Sci. Total Environ. 571:237–250.

110. PG&E, (2010). Methodology for probabilistic tsunami hazard analysis: Trial application for the Diablo Canyon power plant site. Pacific Gas & Electric

Company.

111. R.A.O. Nunes, M.C.M. Alvim-Ferraz, F.G. Martins, S.I.V. Sousa, (2017) The activity-based methodology to assess ship emissions - A review Environmental Pollution,231:87-103

112. R.A.O. Nunes, M.C.M. Alvim-Ferraz, F.G. Martins, S.I.V. Sousa, (2017) “Assessment of shipping emissions on four ports of Portugal” Environmental Pollution, 231:1370-1379

113. Reed, M., Daling, P., Brakstad, O., Singsaas, I., Faksness, L., Hetland, B., Ekrol, N., (2000). Oscar: a multi-component 3-dimensional oil spill contingency and response model. Proceedings of the Arctic and Marine Oil Spill Program (AMOP) Technical Seminar, Vancouver, CA, pp. 663–680.

114. Robert, K., Huvenne, V.A.I., Georgiopoulou, A., Jones, D.O.B., Marsh, L., Carter, G.D.O., Chaumillon, L., (2017). "New approaches to high-resolution mapping of marine vertical structures." Nat. Sci. Rep. 7, 9005.

115. Robert, K., Jones, D.O.B., Huvenne, V.A.I., (2014). "Megafaunal distribution and biodiversity in a heterogeneous landscape: the iceberg-scoured Rockall Bank, NE Atlantic. " Mar. Ecol. Prog. Ser. 501, 67–88.

116. Roberts, H. H., Shedd, W., Hunt, J. (2010) Dive site geology: DSV ALVIN (2006) and ROV JASON II (2007) dives to the middle-lower continental slope, northern Gulf of Mexico: Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography, v. 57, no. 21-23, p. 1837-1858.

117. Rudnick, D.L., Davis, R.E., Eriksen, C.C., Fratantoni, D.M., Perry, M.J., (2004). "Underwater gliders for ocean research. " Mar. Technol. Soc. J. 38, 73–84.

118. Ryan, H. F., Conrad, J. E., Paull, C. K., McGann, M. (2012) Slip Rate on the San Diego Trough Fault Zone, Inner California Borderland, and the 1986 Oceanside Earthquake Swarm Revisited: Bulletin of the Seismological Society of America, v. 102, no. 6, p. 2300-2312.

119. Ryan, P.G., Moore, C.J., van Franeker, J.A., Moloney, C.L., (2009). "Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment. Philos. "Trans. R. Soc. Lond. Ser. B Biol. Sci. 364, 1999–2012.

120. Sadeghi, K. (2007) An overview of design, analysis, construction and installation of offshore petroleum platforms suitable for Cyprus oil/gas fields. GAU Journal, Social & Applied Sciences, 2(4), 1-16.

121. Satellite geodesy (2019) Retrieved June 10, 2019, from https://topex.ucsd.edu/marine_topo/

122. Schiermeier Q, (2008). “Purification with a pinch of salt,” Nature 452: 260–261.

123. Schulz, M., van Loon, W., Fleet, D.M., Baggelaar, P., van der Meulen, E., (2017). "OSPAR standard method and software for statistical analysis of beach litter data. " Mar. Pollut. Bull. 122, 166–175.

124. Sherif K. (2016) Offshore oil and gas. Pp. 110

125. Shih, H. J., Chen, H., Liang, T. Y., Fu, H. S., Chang. C. H., Chen, W. B., Su, W. R., & Lin, L. Y. (2018). Generating potential risk maps for typhoon-induced waves along the coast of Taiwan. Ocean Engineering, 163,1-14.

126. Shiomoto, A. and T. Kameda, (2005). "Distribution of manufactured floating marine debris in near-shore areas around Japan." Marine Pollution Bulletin 50(11): 1430-1432.

127. Singha, S., Vespe, M., Trieschmann, O., 2013. Automatic synthetic aperture radar based oil spill detection and performance estimation via a semi-automatic operational service benchmark. Mar. Pollut. Bull. 73, 199–209.

128. Spaulding, M.L., Howlett, E., Anderson, E., Jayko, K., (1992). OILMAP: a global approach to spill modeling. 15th Arctic and Marine oil Spill Program, Technical Seminar, Edmonton, Alberta, Canada, June 9–11, 1992, pp. 15–21.

129. Sun, S. C. (1985) The Cenozoic tectonic evolution of offshore Taiwan. Energy 10: 421-432.

130. Takaya, Y., Yasukawa, K., Kawasaki, T., Fujinaga, K., Ohta, J., Usui, Y., Nakamura, K., Kimura, J.-I., Chang, Q., Hamada, M., Dodbiba, G., Nozaki, T., Iijima, K., Morisawa, T., Kuwahara, T., Ishida, Y., Ichimura, T., Kitazume, M., Fujita, T., Kato, Y. (2018) The tremendous potential of deep-sea mud as a source of rare-earth elements. Sci. Rep. 8, 1–8. https://doi.org/10.1038/s41598-018-23948-5.

131. Tapponnier P, Peltzer G, Le Dain A Y, (1982) Propagating extrusion tectonics in Asia: New insights from simple experiments with plasticine. Geology, , 10: 611–616

132. Thiel, M., Hinojosa, I., Vásquez, N., &; Macaya, E, (2003). "Floating marine debris in coastal waters of the SE-Pacific (Chile). " Marine Pollution Bulletin, 46(2), 224-231.

133. Titmus, A. J., &; David Hyrenbach, K, (2011). "Habitat associations of floating debris and marine birds in the North East Pacific Ocean at coarse and meso spatial scales. " Marine Pollution Bulletin, 62(11), 2496-2506.

134. Tkachenko KS, Soong K (2017) Dongsha Atoll: A potential thermal refuge for reef-building corals in the South China Sea. Marine Environmental Research 127: 112-125.

135. Tong H, Cai L, Zhou G, Yuan T, Zhang W, Tian R, Huang H, Qian PY (2017) Temperature shapes coral-algal symbiosis in the South China Sea. Scientific Reports 7: 40118.

136. Topouzelis, K., Karathanassi, V., Pavlakis, P., Rokos, D., (2008). Dark formation detection using neural networks. Int. J. Remote Sens. 29, 4705–4720.

137. Topouzelis, K.N., (2008). Oil spill detection by SAR images: dark formation detection, feature extraction and classification algorithms. Sensors 8, 6642–6659.

138. Toth, J.R., (1980). Deposition of submarine crusts rich in manganese and iron. Geol. Soc. Amer. Bull. 91, 44–54.

139. United Nations Environmental Programme (UNEP), (2008). Desalination resource

and guidance manual for environmental impact assessments. Manama: UNEP/ROWA, and Cairo, WHO/EMRO.

140. USGS, (2010). Assessment of Undiscovered Oil and Gas Resources of Southeast China, 2010. USGS World Petroleum Resources Assessment Project, Fact Sheet 2010-3015, June 2010.

141. Van Dover, C.L. (2011) Tighten regulations on deep-sea mining: Comment: Nature, v. 470, p. 31–33, doi:10.1038/470031a.

142. Vutukuru, S., Dabdub, D., (2008). "Modeling the effects of ship emissions on coastal air quality: a case study of southern California. " Atmos. Environ. 42 (16):3751–3764.

143. Wang X, Deng W, Liu X et al. (2018) Super instrumental El Nio events recorded by a Porites coral from the South China Sea. Coral Reefs 37: 295-308.

144. Wang, G., Cheng, S.Y., Wei, W., Zhou, Y., Yao, S., Zhang, H.Y., (2016). Characteristics and source apportionment of VOCs in the suburban area of Beijing, China. Atmos. Pollut. Res. 7 (4):711–724.

145. Watson, J.G., Zhu, T., Chow, J.C., Engelbrecht, J., Fujita, E.M., Wilson, W.E., (2002). Receptor modeling application framework for particle source apportionment. Chemosphere 49:1093–1136.

146. Weatherall, P., Marks, K.M., Jakobsson, M., Schmitt, T., Tani, S., Arndt, J.E., Rovere, M., Chayes, D., Ferrini, V., Wigley, R. (2015) A new digital bathymetric model of the world's oceans. Earth Space Sci., 2, 331–345.

147. Wei, Y., Li, H., Lu, D., Zhu, R. (2010) Dynamic Calibration for Multi-beam Bathymetric System Based on Characteristic Data Processing, Proceedings of 2010 IEEE International Conference. Information and Automation (ICIA), 1548-1552.

148. Wenzhöfer, F., Oguri, K., Middelboe, M., Turnewitsch, R., Toyofuku, T., Kitazato, H., Glud, R.N., (2016). "Benthic carbon mineralization in hadal trenches: assessment by in situ O2 microprofile measurements. " Deep-Sea Res. Pt. I 116, 276–286.

149. Wilkinson C (2004) Status of Coral Reefs of the World: 2002. Australian Institute of Marine Science, Townsville, Queensland, Australia.

150. Wynn, R.B., Huvenne, V.A.I., Le Bas, T.P., Murton, B.J., Connelly, D.P., Bett, B.J., Ruhl, H.A., Morris, K.J., Peakall, J., Parsons, D.R., Sumner, E.J., Darby, S.E., Dorrell, R.M., Hunt, J.E., (2014). "Autonomous underwater vehicles (AUVs): their past, present and future contributions to the advancement of marine geoscience. " Mar. Geol. 352, 451–468.

151. Xie, M., Zhu, K.G., Wang, T.J., Feng, W., Gao, D., Li, M.M., Li, S., Zhuang, B.L., Han, Y., Chen, P.L., Liao, J.B., (2016 b). Changes in regional meteorology induced by anthropogenic heat and their impacts on air quality in South China. Atmos. Chem. Phys. 16 (23): 15011–15031.

152. Yermiyahu U, Tal A, Ben-Gal A,Bar-Tal A, Tarchitzky J, Lahav O, (2007).

"Rethinking desalinated water quality and agriculture," Science 318: 920–921.

153. Yin, Z., Wang, H., Han, J., Lü, X., Shen, Z., Chen, J., He, H., Xie, A., Guan, Y., Dong, C. (2019) Comparison between the marginal-sea polymetallic nodules in South China Sea and ocean polymetallic nodules. Journal of Jilin University (Earth Science Edition), 49(1):261-277 (in Chinese with English abstract) doi: 10.13278/j.cnkij.juese.20180133.

154. Zelenke, B., O'Connor, C., Barker, C., Beegle-Krause, C.J. (Eds.), (2012b). General NOAA Operational Modeling Environment (GNOME) Technical Documentation: Data Formats. U.S. Dept. of Commerce, NOAA Technical Memorandum NOS OR&R 41. Seattle, WA: Emergency Response Division, NOAA, p. 49.

155. Zelenke, B., O'Connor, C., Barker, C., Beegle-Krause, C.J., Eclipse, L. (Eds.), (2012a). General NOAA Operational Modeling Environment (GNOME) Technical Documentation. U.S. Dept. of Commerce, NOAA Technical Memorandum NOS OR&R 40. Seattle, WA: Emergency Response Division, NOAA, p. 105 (PDF version, 2 MB; Word version, 2.5 MB).

156. Zhang, Z.G., Du, Y.S., Wu, C.H., Fang, N.Q., Yang, S.X., Song, C.B. (2013) Growth of a polymetallic nodule from northwestern continental margin of the South China Sea and its response to changes in paleoceanographical environment of the late Cenozoic. Sci. China (Earth Sci.) 56, 453–463.

157. Zhong, Y., Chen, Z., González, F.J., Hein, J.R., Zheng, X., Li, G., Luo, Y., Mo, A., Tian, Y., Wang, S. (2017a) Composition and genesis of ferromanganese deposits from the northern South China Sea. Journal of Asian Earth Sciences, 138: 110–128.

158. Zhong, Y., Chen, Z., Mo, A., Luo, Y., Li, G., Zheng, X. (2017b) Genetic types and elemental occurrence phases of ferromanganese nodules in the northern South China Sea. Journal of Tropical Oceanography, 36(2): 48-59 (in Chinese with English abstract).

159. Zhou G, Yuan T, Cai L, Zhang W, Tian R, Tong H, Jiang L, Yuan X, Liu S, Qian PY, Huang H (2016) Changes in microbial communities, photosynthesis and calcification of the coral Acropora gemmifera in response to ocean acidification. Scientific Reports 6: 35971.

160. Zhou, P., Huang, C., Fang, H., Cai, W., Li, D., Li, X., &; Yu, H, (2011). "The abundance, composition and sources of marine debris in coastal seawaters or beaches around the northern South China Sea (China). " Marine Pollution Bulletin, 62(9), 1998-2007.

161. Zotalis K, Dialynas E.G, Mamassis N, Angelakis A.N, (2014). "Desalination Technologies: Hellenic Experience, " Water 6(5): 1134-1150.

162. 交通部運輸研究所(2008)「交通部運輸研究所運輸及港埠篇(http://www.iot.gov.tw/lp. asp?ctNode=1077&CtUnit=51&BaseDSD=7)」，交通部運輸研究所

163. 交通部運輸研究所，(2015)，海域油污監測與擴散模擬技術研發

164. 交通部運輸研究所，(2017)，建置高雄港區 105 年即時空氣品質推估系統

165. 交通部運輸研究所，(2018)，船舶航行對沿岸及港域空污預測模式之建立

166. 行政院研究發展考核委員會，(2011)，我國重大海洋油污染事件應變與求償機制建立之研究

167. 行政院環保署(2007)「台灣北部油污染擴散險評 估及模式檢討建置專案工作」，行政院環保署。

168. 行政院環保署(2008) 「行政院環保署-海洋重大污染緊急應變系統(http://ocean.epa.gov.tw/ oceanemg/)」，行政院環保署

169. 吳基、莊甲子，1996，利用 SAR 影像於海面油污偵測，第二次資源衛星資料應用研討會

170. 李立、伍伯瑜 (1989) 黑潮的南北流套-南海東北部環流結構探討。台灣海峽 Vol.8, No.1, 89-95.

171. 李昭興、劉家瑄、許樹坤 (2007) 以科學方法調查我國藍色海域國土的意義，海洋及水下科技季刊，第 17 卷第 3 期，57-62。

172. 林明顯，(1997)，應用基波轉換於 SAR 影像之油污邊緣偵測，國立台灣海洋大學碩士論文

173. 姚伯初 (2001) 南海的天然氣水合物礦藏。熱帶海洋學報 Vol.20, No.2, 20-28.

174. 姚伯初、劉振湖 (2006) 南沙海域沉積盆地及油氣資源分佈。中國海上油 18, 3, 150-160.

175. 柳大雄，(2013)，海洋油污染應變回收系統組合運用規劃，國立中山大學海洋環境工程碩士論文

176. 徐行、姚永堅、彭登、姚伯初 (2018) 南海西南次海盆的地熱流特徵與分析。地球物理學報 61, 7, 2915-2925.

177. 海推會，(2006)，海洋政策白皮書，台北：海洋事務推動委員會。

178. 馬玉芳、邱協棟、陳姿婷、許鶴瀚、劉家瑄 (2015) 高精準深海海床調查與採樣技術，海洋及水下科技季刊 25, 2, 22-27。

179. 陳冠宇，(2017)，海岸公路異常波浪特性及防災應用技術之研究，交通部運輸研究所計畫研究報告

180. 陳逸偵 (2013) 南海非生物資源探勘開發之潛力、實力與風險(上)(下)礦冶，9-19。

181. 陳錕山、陳繼藩、林依依，(2001)，應用遙測技術於目標導向油污染監測系統之建立，行政院環保署 88/08-89/12 委託研究案報告

182. 張光學、黃永樣、祝有海、吳必豪 (2002) 南海天然氣水合物的成礦遠景。

海洋地質與第四紀地質 22, 1, 75-81.

183. 張成功、米立軍、吳時國、陶維祥、何仕斌、呂建軍 (2007) 深水區——南海北部大陸邊緣盆地油氣勘探新領域。石油學報 28, 2, 15-21.

184. 張厚和、劉鵬、廖宗寶、赫栓柱、徐慶梅、朱筱敏、漆家福、楊明慧 (2018) 南沙海域主要盆地地質特徵與油氣分佈。中國石油探勘 23, 1, 62-69.

185. 張建培，張田，唐賢君 (2014) 東海陸架盆地類型及其形成的動力學環境. 地質學報 88, 11, 2033-2043。

186. 張國棟，(2008)，台灣北部海域油污染擴散風險評估

187. 莊文思、許德惇 (2004) 設置國家海洋資料中心（藍色海洋資料庫）之研究第一部份：國外概況。

188. 許泰文，(2010)，強化台灣西南地區因應氣候變遷海岸災害調適能力研究計畫(1/2)，經濟部水利署計畫研究報告

189. 許泰文，(2011)，強化台灣西南地區因應氣候變遷海岸災害調適能力研究計畫(2/2)，經濟部水利署計畫研究報告

190. 許泰文，(2012)，強化臺灣西北及東北地區因應氣候變遷海岸災害調適能力研究計畫(1/2)，經濟部水利署計畫研究報告

191. 許泰文，(2013)，強化臺灣西北及東北地區因應氣候變遷海岸災害調適能力研究計畫(2/2)，經濟部水利署計畫研究報告

192. 臺灣天然氣水合物調查現況介紹－中央地質調查所天然氣水合物調查計畫，高解析聲納調查－底拖側掃聲納暨底質剖面及多音束水深探測(2015)。http://gashydrate.moeacgs.gov.tw/tw/2012-2015/deeptowA.htm>(9 Aug. 2019).

193. 曾弘志 (2012) 臺灣海域油氣鑽探及 CBK 油氣田與 F 構造油氣開發規劃比較。臺灣礦冶 64, 2, 60-69。

194. 楊明慧、張厚和、廖宗寶、羅曉華、楊光、鞏婷 (2015) 南海南沙海域主要盆地含油氣系統特徵。地學前緣 22, 3, 48-58.

195. 經濟部水利署，(2008)，以海水淡化供應水資源之環境承載分析與發展研究，能邦科技顧問有限公司、經濟部水利署水利規劃試驗所，研究報告。

196. 經濟部水利署，(2012)，台南海水淡化廠可行性規劃-工程可行性規劃(2)，能邦科技顧問有限公司、經濟部水利署水利規劃試驗所，研究報告。

197. 經濟部水利署，(2012)，台灣水利建設的經驗及教訓。

198. 靳叔彥 (1976) 我國海域石油探勘之推展：石油通訊 298，39～41。

199. 廖學瑞、林俶寬、陸宏祥、曾彥智 (2012) 海底電纜工程技術探討-海域調查篇。中華技術 95, 36-47。

200. 劉雨晴、吳智平、張傑、賈博、劉一鳴、段亮、張道軍、裴健翔 (2018) 南海南部禮樂盆地結構演化及其對區域地質背景的回應。地質學報 92, 9,

1766-1779.

201. 劉家瑄、林曉武、戚務正、陳明德 (2017) 天然氣水合物儲集系統精密觀測與取樣-臺美與臺德合作計畫，106 年度地熱與天然氣水合物聯合成果發表會論文集。

202. 劉書彰，(2005)，臺灣附近海域油污染之衛星觀測，國立台灣海洋大學碩士論文

203. 翦知湣，(2018)。進軍深海科學前沿－我國參與大洋鑽探的進展。科學通報，63（36），3877-3882。

204. 蔡易庭，(2018)，網路版油污染擴散模擬系統之研究，國立高雄科技大學碩士論文

205. 蕭士俊，(2014-2016)，海嘯浪高波傳機率模型之建置研究，行政院原子能委員會委託研究計畫研究報告

206. 蕭士俊，(2017-2018)，氣候變遷對臺灣自然海岸與近岸沙洲之衝擊研究(1/2)，經濟部水利署計畫研究報告

207. 薛憲文、史天元、徐佳筠 (2012) 水域測深方法暨原理探討。航測及遙測學刊 16, 3，203-217。

208. 鐘帥、邱華盛、沈鐳、胡妤寒 (2019) 關於中國和印尼在資源環境領域開展重點合作的建議。中國科學院院刊 34, 1, 94-103.

附錄 A 審查意見回覆

海洋科技發展中長期計畫先期規劃研究(OAC 108004)

2019.02.26 評選意見回覆表

序次	委員意見	審查回覆
1	計畫書中將海洋科技類別劃分成 4 類是否已能涵蓋海委會統合全國海洋科技發展所有內容？海洋環境模擬及海洋資料庫均為主要發展項目，但未列入。	感謝委員指教。本團隊將重新審視檢討，避免成果論述缺漏。
2	請將其他部會有關海洋科技發展現有的中長程計畫一併納入研析。	感謝委員意見。本團隊遵照辦理。
3	專家諮詢顧問建議清單中，建議加入海洋化學專長之專家。	感謝委員意見。本團隊遵照辦理。
4	東南沙已有科技部及海管處執行計畫多年，應可納入參考資料。	感謝委員意見。本團隊遵照辦理。
5	海洋資料庫之整合應再加強學術與事業機構之整合。	感謝委員意見。本團隊遵照辦理。
6	海洋資源應包括生物及非生物資源之資料，在海洋油汙事件發生時尤其重要。	感謝委員意見。本團隊遵照辦理。
7	跨部會科技整合、協調及資源作大及如何做有效分配的議題，如何說服各部會及上級機關可有發想，請酌說明。	感謝委員意見。本團隊後續將與文教處商議各部會海洋科技成果盤點最具效益之方法，以利國內相關資源與成果彙整。
8	對於南海的資源如何做有效的調查且不引起鄰國的抗議或成為爭端，可有初步方案？(含海洋科技已有防災方面的研究如何擴展)	感謝委員意見。本團隊將敦聘具南海法令、政策相關研究經驗之專家學者進行深入研究，以提供建議方案。
9	船舶產業含全壽期維運應列為大重點，因為所有海上工程(作)皆離不開船舶。	感謝委員意見。本團隊後續將於國內外海洋科技發展盤點項目，納入船舶產業相關科技發展，提供海委會後續海洋科研發展規劃。

2019.05.09 期初審查意見回覆表

	委員意見	審查回覆
委員一 林銘崇	1. 配合主辦單位揭示之工作項目，研究工作內容尚稱完整。執行時可能需要以管理科學思維。	1. 感謝委員指教。本團隊將參酌學會、國海院及其他管理科學作法進行海洋科技領域區分，避免後續論述有所缺漏。
	2. 中長程發展計畫及發展藍圖兩大課題之研擬，原則定位依據與執行規畫如何？	2. 感謝委員指教。本團隊將於後續報告補充說明中長程發展計畫及發展藍圖兩大課題之研擬原則與依據。
	3. 本計畫內容廣泛，確需多種專業人力參與，配置人力陣容堅強，但人力工作分配與整合之規劃不明。	3. 感謝委員指教。本團隊將於期中報告中補充團隊整合之橫向協調與縱向執行圖表說明。
委員二 郭一羽	1. 海洋科技分類中，能源與資源方向建議多加石油、潮流、水產資源等。天然氣水合物應包括在海底礦產資源內。類別劃分應有各層級細項。	1. 感謝委員意見。本團隊將依據專諮委員意見、國內外海洋科技盤點成果重新瞭解，並以生物資源及非生物資源劃分之進行分類調整。
	2. 國外已成熟的技術不要再從基礎研究做起。	2. 感謝委員意見。
	3. 本計畫重點在尋求海委會的科技發展定位，但最好能成為國家各部會未來海洋科技發展的藍本。	3. 感謝委員意見。本計畫自期無過於海洋科技發展必有有全盤之思考協助海委會規劃定位。
	4. 中長程計畫需要依專業分別處理，期望能徵詢更多專才共同腦力激盪擬定。	4. 感謝委員指教。本團隊將依委員意見重新進行思考，並安排專諮委員訪問規劃。
	5. 海嘯、海砂的研究可省略。	5. 感謝委員意見。針對委員提出是否執行之研究領域，本團隊將虛心納入考量，超過本團隊專長研究範疇之處，亦將協尋專諮委員意見。
	6. 離岸風電似已成熟，時效上往後應以技術轉移和其邊際效益作為發展方向。	6. 感謝委員意見。針對離岸風電邊際效應之影響本計畫將蒐集相關資料後於報告內討論研究議題適宜性。
	7. 潮流發電需科技整合並有上中下游的合作，需有大團隊或大型計畫方能落實。	7. 感謝委員意見。
	8. 水產資源復育為重要海洋科技，其職責在農委會而非漁業署。	8. 感謝委員指正。

	9. 基礎研究和應用研究在經費比例上希望能有建議。	9. 感謝委員指教。本團隊將再研議相關建議。
	10.海委會因經費有限，如何在各部會的既有發展中尋求關鍵問題，為本計畫之重點。	10. 感謝委員指教。
	11.海洋科技之資料庫建立應為重點工作。	11. 感謝委員意見。
委員三 蔡政翰	1. 此計畫對海委會將來的研究方向與定位相當重要	1. 感謝委員肯定。
	2. 此計畫的工作項目包含海洋科技中長程發展計畫，在此之前先探討近五年國際與國內海洋科技發展情勢，依此來研擬中長程發展計畫，這執行方法頗為合理。	2. 感謝委員肯定。
	3. 在規劃長程發展方向方面以下有些建議： (1) 因國內有許多機關已進行海洋相關的研究,如果能為海委會規劃出與其他機關的方向有所區分,如此將可為海委會的方向作個特殊的定位。 (2) 海委會的科技發展計畫似乎目前已被核定,對將來的計畫是否可增加另一方向。海委會下有海巡署，海域之航行安全與搜救為海巡署之職責之一,另海委會下也有海域安全處,但目前都未看到有海域安全(含航行、搜救與遊憩安全)相關規劃,若可以的話請增加此一方向之規劃。	3. 感謝委員意見。本團隊遵照辦理。
	4. 第 10 頁之海洋科技分為四大類，建議第 3 類改為海洋觀測，第 4 類為海洋災害防治與海域安全。	4. 感謝委員意見。針對海洋科技於海域安全範疇,本團隊擬重新調整,將搜救及海域安全議題納入彙整。

	委員意見	審查回覆
委員四 楊瑞源	1. 期初報告針對我國海洋科技發展研析、海洋科技法令草案、海洋科技中長程發展、南海科學及法政研析及海洋科技發展藍圖等已有相當詳盡之蒐整及計畫推動架構，研究團隊之努力值得肯定，預期可有豐碩之研究成果。	1. 感謝委員指導。
	2. 建請將評選會審查意見之回覆情形納入。	2. 感謝委員意見。本團隊遵照辦理。
	3. 建議亦能蒐集納入各部會海洋相關科技計畫，科技部海工、海洋學門及台灣海洋科技研究中心等單位，後續有相關海洋科技之近、中、長程之發展規劃並進一步評析。	3. 感謝委員意見。針對各海洋相關部會與學門之拜訪，本團隊將安排逐一拜訪，以瞭解各單位中長程發展規、方向，及預算爭取狀況，以協助海委會於後續計畫及經費爭取規劃。
	4. 海洋科技類別之劃分是否可加入海下技術科技、海事工程、(船艦)造船、海洋養殖(牧場)、海洋休閒、海洋保育等類別。	4. 感謝委員意見。
	5. 建議能蒐集近年來中央政府各部會所編列之科技計畫中用於相關海洋科技發展之預算規模，俾能逐步擴大績效及預算規模用於我國未來海洋科技之發展。	5. 感謝委員意見。本團隊將研議相關規劃。
	6. 建議海洋科技發展之規劃與研析應能扣合海洋產業關鍵技術之提升及應用。	6. 感謝委員意見。
國海院 林世昌	1. 機關用語不一致，建請統一。	1. 感謝委員指正。
	2. P.33 第三章第三節「貴會」宜改為海委會。	2. 感謝委員指正，已改正。
	3. P.25 盤點各部會科技發展執掌漏列水試所。	3. 感謝委員指正。本團隊將依委員意見將水試所成果納入盤點。
海保署 蘇宏盛	1. 有關整體海洋科技發展，建議納入氣候變遷及海洋酸化之議題，並強化海洋生態研究之角色。	1. 感謝委員意見。

海保署 蘇宏盛	2. 有關計畫工作項目，建議增加海洋生物及非生物資源探勘之工作項目。	2. 感謝委員意見，遵照辦理。
	3. 本署業已研擬社會發展類別之海洋生物多樣性保育中長程計畫，該計畫中「海洋生物多樣性之監測與調查」之工作項目涉及科技計畫範疇，建請將前開本署已研擬之中長程計畫納入本計畫先期規劃。	3. 感謝委員意見。
	4. 第 7 頁，圖 1-3 海洋科技發展中長計畫先期規劃計畫架構圖，研擬臺灣海洋科技發「○」對策與方針，缺漏字。	4. 感謝委員指正，已改正。
	5. 第 20 頁，海洋環境保護與污染防治： (1) 建議蒐集機關增列海洋保育署、行政院農業委員會，因涉及海洋污染業務前於 107 年 4 月 28 日由行政院環境保護署移交予海洋保育署、以及海洋污染防治後續漁業及生態資源調查復育工作。 (2) 另因油污染現地整治技術文字，易與土壤與地下水現地整治技術互相混淆，建議更正為海洋油污染控制清除技術。 (3) 海洋廢棄物監測，建議分類為海洋棄置工程許可監測，海底垃圾、海漂垃圾、海岸垃圾等海洋廢棄物調查。 (4) 內政部營建署，建議蒐集國家公園內區域相關資料、地理圖資、環境敏感區、或海岸管理等相關資料。 (5) 「○」通部港灣技術研究中心，缺漏字。	5. 感謝委員意見與指正。本團隊遵照辦理，缺漏字已改正。
	6. 第 36 頁，建議中長程個案計畫書，可於期中審查前，先行擬具相關該中長程主要規劃方向及預執行工作項目，藉以確立海委會海洋科技發展中長程計畫之主軸。	6. 感謝委員意見。本團隊遵照辦理。
	7. 期初成果報告內容多處缺漏字或有重疊字，請再予以檢視及修正。	7. 感謝委員指正。本團隊遵照辦理。
	委員意見	審查回覆

文教處 黃世偉	1. 科技專案計畫中，本會獲得之經費甚少，如何提升經費之獲得以助於後續工作之推動，請成大於報告中酌列入。	1. 感謝委員意見。本團隊將提送海洋科技盤點及研究規劃供海委會爭取預算。
	2. 盤點海洋科研工作哪些已有在執行不要重複投入，而哪些值得提出並甚或作為亮點工作，請深入研析	2. 感謝委員意見。本團隊遵照辦理。
	3. 南海法政研究可多蒐集國內外情勢資料並以科技合作、人道救援為重點，例如科技部即有「防災新南向」等之計畫案，如何再深入或發揚光大。	3. 感謝委員意見。本團隊遵照辦理。
	4. 成功大學內有很多學術及實務上的資源，請多考量與衛星中心、資源工程及法律系所等合作之可行性。	4. 感謝委員意見。本團隊前期已多次拜訪校內團隊，但因經費與工項考量，最終無法合作。雖無法與校內其他單位合作，但本團隊將透過私下拜訪或專諮會議形式將各專家意見納入考量。
	5. 計畫主持人具離岸風電設施之專長，請多思考如何導入海委會可主導之工作項目，另外建議對於模型試驗室、智慧箱網養殖可列入發展方向參考。	5. 感謝委員意見。本團隊遵照辦理。
文教處 孫嘉良	1. 海洋科技類別劃分為四大類，請問是參酌哪些機構或研究並做哪些調整，請補充說明分類之依據	1. 感謝委員意見。本團隊將重新檢視國內外海洋科技發展成果，並於期中報告說明海洋科技分類依據。
	2. 國際海洋科技各類發展情勢方面，在海洋能源、資源之論述，盤點能蒐集一些量化的資訊，例如：全球台灣預估產量、產值，並在能源、資源盤點後予以表格化、圖像化。	2. 感謝委員意見。本團隊遵照辦理。
	3. 海洋災害防治方面，依據一些網路資訊海洋災害尚包含海水赤潮等，或許台灣並不預期遭遇，但建議考量完整性可在報告中提及，如同委員建議如海嘯、暴潮等，說明考量發生可能性低，不納入進一步研究。	3. 感謝委員意見。本團隊遵照辦理。
	4. 盤點臺灣近 5 年海洋科技各類發展成果-海洋環境保護與污染防制，建請結合一併盤點臺灣近 5 年海洋環保污染重大事件，俾利對照成果不足之部分或重點。	4. 感謝委員意見。本團隊遵照辦理。

文教處 孫嘉良	5. 盤點臺灣近 5 年海洋科技各類發展成果-海洋觀測與安全，要能整理、整合各研究之面向範圍取得資料之異同處(如取樣方法、範圍額度、應用範圍、應用限制等)並以表格化呈現，以利比較分析。	5. 感謝委員指教。本團隊遵照辦理。
	6. 盤點各部會海洋科技發展執掌，未來呈現面可製作矩陣以機關、海洋科技分類(4 大類)。	6. 感謝委員指教。
	7. 海洋科技法令草案表 3-9 第 3.6 項重複，請刪除第 3 項(有漏字)。	7. 感謝委員指教，已改正。
文教處 鮑俊宏	1. 能否補充其他先進國家海洋科技類別之劃分，我國先前因無專責單位執行類案，爰以海委會作為官方機關應完整解析國內、國外相關類別後，始定義之較有公信力。	1. 感謝委員指教。本團隊將盤點國內外海洋科技發展成果、我國海洋發展政策及各部會海洋發展重點方向，重新進行海洋科技劃分與定義說明。
	2. 海洋科技發展藍圖其定位應配合科技發展藍圖時程編擬，應為 4 年一期(2019-2022 年或 2021-2024 年)。	2. 感謝委員指教。本團隊遵照辦理。
	3. 擬定海洋科技如政策白皮書、科技發展藍圖等，首先需先盤點各部會業務職掌及相關計畫內容，才得有立足點去跟行政院或科技部爭取預算，盤點工作如由本會函文調查、召開會議等形式蒐整公部門之計畫可能更有效率。	3. 感謝委員指教。本團隊已於 2019 年 5 月 16 日協助調整海洋科研調查表予海洋委員會科技文教處進行發文參考。
文教處 林昌良	1. 有關協助修正 109 年中長程個案計畫內容部分，建議未來請呈現於報告書附錄中。	1. 感謝委員意見。本團隊補 109 年度「洋流能關鍵技術開發與推動」及「臺灣及南海海域資料收集調查與資料庫精進」中長程個案計畫內容於報告書附錄 C。
	2. 有關研擬「海洋委員會科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法」請於規畫時程於本(5)月提出草案。	2. 感謝委員意見。有關研擬「海洋委員會科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法」草案，本團隊已於 5 月 11 日完成提送。

	委員意見	審查回覆
文教處 林昌良	3. 海洋科技類別劃分部分，建議增述分類依據或參酌。	3. 感謝委員指教。本團隊將參酌期初審查委員意見、貴單位提供之海洋科技產業分配及盤點資料、以及國家海洋研究院提供之相關資料，重新劃分海洋科技範疇。
	4. 臺灣海洋科技研究中心(TORI)之研究發展方向及成果，與本會國家海洋究院研究發展方向建議列入盤點內容。	4. 感謝委員意見。本團隊遵照辦理。

2019.07.29 期中審查意見回覆表

	委員意見	審查回覆
委員一 林銘崇	1. 執行研究內容豐富，大致符合計畫規劃方向。	1. 感謝委員肯定。
	2. 海洋科技中長程發展計畫方面，相關議題內容豐富，但檢討分析與歸納尚可加強。	2. 感謝委員意見。本團隊將於後續報告加強相關內容，進行 109 年度中長程計畫之檢討與 110 年度中長程計畫之規劃。
	3. 台灣海洋科技發展藍圖相關議題之檢討歸納可予加強。其次，海洋科學領域之重要性似未適當突顯。藍圖宜以國家角度思考。	3. 感謝委員意見。本團隊將持續與委辦單位討論，以更宏觀之角度進行規劃。
委員二 郭一羽	1. 資料蒐集豐富，但內容散亂，用途不明確，如離岸風機的基座種類等技術細節內容建議不放在本文。	1. 感謝委員意見。本團隊將持續精鍊報告內容。
	2. 有整合性全盤規劃，詳細檢討其中其他部會已執行或未來該執行的部分（整理列出），再依海委會組織架構訂定海委會的工作項目。此檢討分析可整合國內的海洋科技發展。	2. 感謝委員意見。
	3. 應優先進行整合各部會會同樣性質的研究並給予協調，如潮流發電研發等，以及解決未能良好銜接的工作，如離岸風場發展為海洋牧場等。	3. 感謝委員意見。
	4. 缺經濟部、農委會、環保署等的資料，例如沿岸漁業資源復育原為農委會職掌，但被忽略應予檢討。	4. 感謝委員指教。本團隊將依委員意見納入計畫執行考量及國內現況盤點。
	5. 國發會以外，應多拜訪各主管機關意見，如能源局等。	5. 感謝委員意見。
	6. 顯然資料整合為最重要工作。除資料蒐集外，全國觀測站網的檢討和建立亦不容忽視。	6. 感謝委員意見。
	7. 建議以標的性大型計畫為主，以與科技部自主性的研究計畫有所區別。	7. 感謝委員意見。
	8. 海委會執行的計畫應以自主研發為主，委託研究為輔，故需考量海委會的人力資源。	8. 感謝委員意見，本團隊遵照辦理。

	委員意見	審查回覆
委員三 蔡政翰	1. 第 88 頁，表 2-9 Horns Rev 2 平均風速 2.3m/s 是否正確?	1. 感謝委員指正。Horns Rev 2 風場 10 年平均風速資料目前為不公開資訊，本團隊將於期中報告中修正。
	2. 第 137 頁，(G)航行安全段，若有參考資料來源如計畫報告或參考文獻請加入。	2. 感謝委員意見。本團隊遵照辦理。
	3. 第 138 頁，(三)水下技術：此項下有(1)與(2)兩小項皆以「水下考古」作標題。	3. 感謝委員指正。項次(2)修正為水下可見光通訊。
	4. 表 2-22 與表 2-24 可否加上技轉年份。	4. 感謝委員意見。本團隊將於期末報告進行補充。
	5. 第 160 頁，第 3 行"若 2017 年底各離岸風場開發商順利通過環境影響評估"，下一段也有"我國政府規劃國家型能源計畫於 2018 年退場"，現在已經是 2019 了。這部分請更改成符合現況。假如這一節是從某報告節錄出來，請註明。	5. 感謝委員指正。
	6. 第 209 頁及第 227 頁，建議適合海委會之科研方向有 4 點，其中黑潮發電開發與示範場域建置與天然氣水和物實場域開採與應用這兩項研究要達到有實際經濟價值可能要很長的時間與投資，而且是否會成功還不太確定，海委會的研究方向是否要往這方向請考慮。	6. 感謝委員意見。本團隊將與委辦單位進行相關議題討論。
	7. 近日海漂垃圾越來越受到社會重視，請考慮將海漂垃圾的清除作為海委會的施政重點之一，不要再只做海漂垃圾的監測，現在做監測已無濟於事，目前上岸的垃圾是靠民眾的淨灘，港內的由當地政府負責，但許多海漂物會上到不容易清除的礁石海岸，淨灘活動不能清理這些垃圾，要避免這情況就需在其未上岸前打撈，不過近岸漂流的垃圾目前是沒有一個政府機關在負責打撈。第 318 頁的表 6-2 有海洋廢棄物回收技術開發，這是正確的方	7. 感謝委員肯定

	向，但現在應該就可由海委會負責統籌將海漂垃圾清除，這件事應該是海委會很好的施力點。	
	8. 第 225 頁最後第 2 段寫”…等 4 案，執行經費為 1.9 億元。”,但在第 226 頁的表 4-1 之重新分配經費項之 4 案金額總數並非 1.9 億元。	8. 感謝委員意見。p.225 頁所述之 1.9 億元為單年度計畫執行金額，p.226 頁表 4-1 所載為計畫期程之總額度。
	9. 第 311 頁第六章的海洋產業的分類分成 7 類，這分類與第二章第一節劃分的海洋產業(表 2-1)完全不同，前後一致應該比較好。	9. 感謝委員意見。p.318 頁表 6-2 所載之海洋科技發藍圖分類表為參考範例，本團隊後續將與委辦單位持續溝通討論，完成表 6-2 更新。
委員四 楊瑞源	1. 期中報告進度符合原規劃之預定進度且研究成果亦相當豐碩，研究團隊的努力值得肯定。	1. 感謝委員肯定。
	2. 審查意見回覆部份，若有修正及補充部份建議能標註修正或補充之章節、段落與頁數，便於瞭解其修正或補充的情形。	2. 感謝委員意見。本團隊遵照辦理。
	3. 為能協助海委會爭取海洋科技發展計畫之研究經費，建議可依每 4 年為一期之中長程海洋科技發展，如（2020-2023）、(2024-2027)及(2028-2031）等之研究計畫發展藍圖。	3. 感謝委員意見。
	4. 海委會今（2019）年已提送 109 年科技發展計畫，並為 4 年期計畫。建議研究計畫可扣合目前已提送之研究計畫，並增強論述與檢視計畫預算之編列，以因應明（2020）年提送 110 年之科發計畫。	4. 感謝委員意見。本團隊將研議相關規劃，並配合委辦單位需求進行調整。
	5. 與其他部會執行之海洋科技計畫於盤點後，建議可再進一步做統合及界面銜接等接軌之全面性論述。	5. 感謝委員意見。本團隊將研議相關規劃。

	委員意見	審查回覆
國海院 施義哲	1. 本計畫盤點工作有助於釐清本會及所屬國家海洋研究院研究方向及腳色，並作為未來計畫研擬之準據，予以肯定。	1. 感謝委員肯定。
	2. 建議研擬本會中長程計畫應扣合本會之政策目標、綱領及海洋政策白皮書等，以實現施政願景。	2. 感謝委員意見。
	3. 透過盤點各部會工作及競合後，可使本會在海洋事務協調、統合及規劃上更為明確及順利。	3. 感謝委員意見。
海保署 蘇宏盛	1. 第 114~119 頁，關於海洋污染防治法管轄權變更一事，建請將「海洋污染業務於 107 年 4 月 28 日由行政院環境保護署移交予海洋保育署，以及海洋污染防治後續漁業及生態資源調查復育工作」修正為「行政院 107 年 4 月 27 日院臺規字第 10701725741A 號公告，『海洋污染防治法』之中央主管機關由『行政院環境保護署』改為『海洋委員會』管轄」。	1. 感謝委員指正。
	2. 海洋保育署 107 年提出中長程公共建設計畫「永續海洋環境計畫」(現更名為「海洋污染監測及應處計畫」)以 5 大執行策略「全方位監控海域水質、調查海洋廢棄物、預防漁業廢棄物棄置、海洋廢棄物清理、海洋污染預防及應變」解決海洋廢棄物問題、提升我國海污緊急應變量能，經國發會審查意見如下：「『永續海洋環境計畫』屬較宏觀且整體性之上位計畫，應不僅侷限於目前所提海洋廢棄物及海洋油污清理等執行內容，爰請海洋委員會依所報工作內容及計畫定位屬性修正計畫名稱，未來俟整合全面性之永續海洋環境相關政策後，另循行政程序提報整體計畫，俾作為推動海洋事務及海洋環境保育等之施政藍圖」，建議參照國發會意見，整合海委會全面性之上位	2. 感謝委員意見。

	綱要，以順利申請相關經費。	
	3. 第 226 頁，有關「科技監偵及船舶影像分析系統平台建置計畫」中，建議於經費可行下納入海洋垃圾監測機制工項，透過衛星及遙控無人機等遙測技術監測海洋垃圾蒐集海洋垃圾影像，使用 AI 人工智慧新穎技術研發海洋垃圾自動辨識技術，記錄我國海洋垃圾數量和類型，以「辨識、確定、評估、預防、減少」海洋垃圾為目標。	3. 感謝委員意見。
	4. 海洋保育議題缺乏海洋野生動物、海洋棲地（保護區）近 5 年科技成果及各部會職掌及法規之盤點。	4. 感謝委員指正。本團隊遵照辦理。
	5. 第 16~17、54~55、141~144 頁，生物資源僅盤點遠洋漁業及水產養殖；第 318 頁，海洋科技發展藍圖推動計畫分類表內，海洋生物資源調查與追蹤管理平台建置，僅臚列遠洋資源調查。海洋生物資源亦包含海洋野生生物(動植物)，建議納入。	5. 感謝委員意見。本團隊遵照辦理。
	6. 第 111 頁，表 2-18 國內各單位涉及海洋科學資料之資料庫與介紹網頁，有關海洋委員會部分，海洋保育署海洋生物資料庫連結為官網資料；另海保署有建置海洋保育網(iOcean)資料庫，請列入。	6. 感謝委員指正。目前網路可尋海洋生物資料庫連結僅有官網相關資料，後續若覓得資料庫直接連結，將進行修正。內文另已補充海洋保育網(iOcean)資料庫。
	7. 第 242、309 頁，海洋保護區業務已移交海洋保育署，不宜列在農業委員會項下辦理。另海保署 2019 年將建置整合平台網站，盤點所有海洋保護區文獻、調查資料及公開資訊。	7. 感謝委員指正。
	8. 年代請統一，例如有民國年及西元年；錯別字請修正，包括污染建議為「污」，非「汙」；計畫為「畫」，非「劃」；記錄(動詞)及紀錄(名詞)；規劃為「劃」，非「畫」；海洋污染防「制」統一修正為海洋污染防「治」。	8. 感謝委員指正。

	9. 有關海洋天然災害以及因應措施是科技研發重點，並未提到例如：颱風、寒害、氣候變遷。	9. 感謝委員意見。有關颱風及氣候變遷引致之海洋天然災害及因應措施可參考本報告第二章第三節之二、三。有關寒害相關資料將於期末報告進行補充。
	10. 如何與台灣其他海洋相關機構之橫向連連結與合作。國內研究回顧未提到農委會水試所，以及海洋科學、生態系乃至自然學門生物類別研究。	10. 感謝委員意見。
	11. 海洋生態與保育部分太過單薄，建議可增加如下： (1) 僅提到海污與海廢，缺乏有關廢水排放、過度開發造成的衝擊(例如：藻華)。其中「國際海洋科學委員會」(Scientific Committee on Oceanic Research, SCOR)下之「整合海洋生物研究計畫」(Integrated Marine Biosphere Research, IMBeR)以及「北太平洋國際海洋組織」(North Pacific Marine Science Organization, PICES) 之跨國合作組織的網站均可查到相關議題及國際上目前最前緣的科學研究及目標 (2) 海洋環境之基礎監測。 (3) 如何運用公民科學是世界的新趨勢。 (4) 海廢部分遺漏塑膠微粒。	11. 感謝委員建議。
	12. 第 25 頁，有關資料庫部分，各國案例介紹均為成果，未提及其資料庫架構與技術，易造成誤解所有資料均為集中式。其中所列網頁僅特定功能之API，易對資料中心範疇之「集中」概念錯誤理解。例如：大多展示網頁及資料入口網站(portal)管理採集中整合，然其背後採分散式資料庫技術。	12. 感謝委員意見。

	13. 第 50 頁，水下技術章節中只提到 ROV，許多重要技術均未提到，例如：錨錠、浮標連續觀測、自走式紀錄儀器、Seaglider、化學探針發展、e-DNA、高通量化學及生物技術、影像分析技術、AI 影用。	13. 感謝委員意見。本計畫後續將請團隊成員進行補充。
	14. 第 54 頁，海洋漁業部分，請參考 PICES 網頁，歐美等國家對於海洋生態及漁業研究甚久且廣，但本報告僅針對澳洲進行概略性說明。在海洋漁業與養殖亦同，澳洲養殖種類及量均不多，卻為唯一資料蒐集對象，建議可補充；第 105 頁僅提到地質相關研究，建議可增加對於台灣周邊海域之研究，如：海洋物理、化學、生物、生地化循環研究，以及整合型計畫，如：東海、黑潮、南海等；第 114 頁，海洋生態環境中對於沿岸以至於沿近海、大洋各食階之生物群聚與食物網研究並未提及，對於海洋生物、生態系、生物多樣性，資源與物種保育付之闕如。	14. 感謝委員意見。考量本計畫執行之經費與人力，本團隊恐無法全面蒐羅各面向資料，僅能針對委辦單位側重之項目進行盤點與補強。
	15. 第 183 頁，表 2-36 缺海洋物理。	15. 感謝委員指正。
	16. 參考文獻引用各段落寫法不一致，其中海洋遊憩及養殖部分無參考文獻。另風電段落參考文獻較舊。	16. 感謝委員指正。
	17. 關專家諮詢部分，僅請教四位專家，是否太少？另本計畫之審查委員部分，應強化海洋科技各領域以涵蓋各面向。	17. 感謝委員意見。本報告表 4-3 所列為目前已完成拜訪之專家清單，後續將持續拜訪多位專家學者。

	委員意見	審查回覆
文教處 黃世偉	1. AI議題如何設定及執行與未來展望要多著墨。	1. 感謝委員意見。本團隊將重新審視並與委辦單位進行溝通後納入我國海洋科研方向考量。
	2. 請多蒐集美國海洋防衛隊、日本保安廳支援科研調查之資料供參。	2. 感謝委員意見。本團隊遵照辦理。
	3. 天然氣水合物甲烷冰之調查及開採方式評估，可能為亮點之一，請多敘述。	3. 感謝委員意見。本團隊遵照辦理。
	4. 福衛5、7號衛星於我國科研之影響及海洋研究鏈結為何，請評估。	4. 感謝委員意見。本團隊將納入應用思考。
	5. 本會及國海院未來之科研方向請團隊可多著墨。	5. 感謝委員意見，本團隊遵照辦理。
	6. 法令及相關規則目前處理得如何？是否來得及與如何認定符合，請必要時開工作會報。	6. 感謝委員指教。目前本團隊已完成8條法令草擬，並提供貴單位專員參考。若需進行工作會報，本團隊可配合進行。
	7. 科技部所主導的「智慧防災新南向」的科研工作，請多蒐集資料及評估。	7. 感謝委員意見，本團隊將納入後續執行項目。
	8. 第318頁，表6-2海洋科技發展藍圖時可能採用之推動計畫分類表，其分類與歸納不太合適。	8. 感謝委員意見，本團隊將重新檢討與檢視。
	9. 第321頁，「劃」改為「畫」。	9. 感謝委員指正。
文教處 孫嘉良	1. 大數據、人工智慧、物聯網之應用，可納於國際海洋科技發展情勢彙總中。	1. 感謝委員意見。本團隊將納入計畫考量。
	2. 各資料庫被拿來組合、比對、應用的範例或典範可著墨介紹，以觸發各項應用之提案發想。尤其，海洋資源、海洋保育、海洋巡防、防災、救災等方面之應用範例。	2. 感謝委員意見。本團隊遵照辦理。
文教處 鮑俊宏	1. 貴單位協助本會所研擬之中長程計畫，其時程應注意總體計畫於12月初完成提報，下半年除列為工作重點外，應考量本會行政程序所需時間。	1. 感謝委員意見。本團隊遵照辦理。

	委員意見	審查回覆
	2. 本計畫蒐集其他部會海洋科技發展計畫，盤點近期內執行現況，以供本會提報計畫時得予釐清不重複，惟海委會除提報本身執行案以外，亦有協調規劃統合海洋科學研究與技術發展之作用，建議能朝此細節多加著墨。	2. 感謝委員意見。本團隊將於期末報告中補充。
	3. 南海科學及法政乙節，「以法政觀點擇定重點發展科研項目，以科研成果支持我國於南海法政論述」合乎本會政策需求，惟有無具體計畫案以納入年底總體計畫提報。	3. 感謝委員意見。本團隊將於期末報告中補充。
	4. 法令研擬時程涉 8 案增訂法令，即使本年度可能不予公告，仍可能另行敦聘法律相關專家學者進行審查，請預作準備。	4. 感謝委員意見。本團隊遵照辦理。
文教處 林昌良	1. 有關本會 109 年科技發展計畫於 108 年 7 月上旬經科計部審議及「行政院科技會報第 17 次會議之預備會議」後，行政院科技會報辦公室通知本會建議核定經費為 1.66 億元函報行政院，細部計畫分別為「洋流能關鍵技術開發與推動」(原提報 6,000 萬，建議核定 5,400 萬)、「臺灣及南海海域資料收集調查與資料庫精進」(原提報 4,000 萬，建議核定 3,700 萬)、「科技監偵系統及船舶影像分析平臺建置計畫」(原提報 3,500 萬，建議核定 3,000 萬)、「海洋研究發展與人才培育計畫」(原提報 5,500 萬，建議核定 4,500 萬)等 4 案，報告內容請更新。	1. 感謝委員指正。本團隊遵照辦理。
	2. 有關第二章臺灣海洋科技發展部分，請參酌國家海洋研究院 5 大核心工作推動面相加強蒐整。	2. 感謝委員意見。本團隊遵照辦理。
	3. 有關第六章研擬海洋科技發展藍圖部分，請配合本會國家海洋政策白皮書草擬內容更新。	3. 感謝委員意見。本團隊遵照辦理。

2019.11.22 期末審查意見回覆表

	委員意見	審查回覆
委員一 林銘崇	1. 整體規畫內容大致符合計畫目標，惟前瞻性規劃亮點之成果展現並不突顯。	1. 感謝委員意見。由於受限於主辦單位108年既有計畫執行及延續，本團隊配合主辦單位延續規劃。
	2. 海洋科技在產業之應用方面，國內相關產業所具能量宜先行適度評估分析。	2. 感謝委員意見。相關補述內容請參閱本報告第二章第六節(p.182)。
	3. 國際、國內海洋科技發展趨勢在海洋能源方面，僅有離岸風力發電，其他種類能源之可能性如何？	3. 感謝委員意見。海洋能源相關補充資料請參閱本報告第二章第三節四(p.151-154)。
委員二 郭一羽	1. 缺經濟部、環保署以至農委會、國防部等的相關計畫盤點，對研究成果影響很大，若只是行文要求難以達到目的。	1. 感謝委員意見。本團隊參考政府GRB系統盤點各單位涉海科研計畫，成果可見本報告附錄C。其中，環保署與國防部近5年並無涉海科研計畫。
	2. 目前海委會人力、經費都很有限，不應自行發展突破創新性的技術或產業，例如黑潮發電或水合物開發等，應以解決迫切性的小問題為優先。	2. 感謝委員意見。黑潮發電為目前主辦單位主軸計畫且具延續性，本部分須配合主辦單位為主。
	3. 以解決各部會的難題為重點工作，如工業局的藻礁問題、水利署的深層水問題、能源局的離岸風電安全問題等。	3. 感謝委員意見。本計畫工作以研析國內海洋科技發展，部會難題解決工作非計畫項目。
	4. P.89 表 2-16 水深調查數量不應這麼少。	4. 感謝委員意見。表2-16為內政部「基本測量及圖資測製實施計畫」項目之水深調查工作成果統計，本團隊修正表標題如本報告p.89所示。
	5. P.194 科技專家會議結論，請簡要說明。	5. 感謝委員意見。相關說明請參閱本報告第四章第三節(p.198)所示。
	6. 社會發展計畫目前終止申請原因為何？後續對策為何？	6. 感謝委員意見。社發計畫終止申請主因為計畫工項與多數涉海部會業務重複，主辦單位於各方考量中決議。
	7. 發展藍圖內容豐富，有課題、目標、策略、工作項目，但如何落實其工作分配(各部門)應有規畫。	7. 感謝委員意見。有關各部門可能工作規劃可參閱本報告第六章第一節二(p.261)所示。
	8. 文字不易吸收，應多以圖表來顯示成果。	8. 感謝委員意見。本團隊已盡量將相關表示整合成表，如p.7表2-1、表2-20至表2-24及p.205表5-1等部分。

	委員意見	審查回覆
委員三 楊瑞源	1. 綜整國際、國內海洋科技發展情勢已有相當詳盡之說明及討論，建議可再進一步分析，我國於各類海洋科技在國際海洋科技領域之技術發展等級，及後續可運用資源之海洋科發發展順序。	1. 感謝委員意見。本項研析工作非計畫工項，且由於無法取得所有部會計畫執行成果內容，及各領域計畫量過於龐大，並無法於計畫內研析成果或技術發展等級。
	2. 建議本計畫可於報告中之結論及建議，進一步依據研究成果協助海委會 110 年度政府科技發展計畫之研究項目及內容，相關資源投入與政策論述依據。(109 年海委會獲行政院 1 億 6 仟 6 佰萬元之科發計畫經費後續爭取預算之策略為何？)	2. 感謝委員意見。針對國內外海洋科技盤點成果，本計畫研提「海洋永續環境資料庫之智慧加值應用」與「海洋資源活化與能源開發永續應用」中長程計畫主軸。參酌海洋委員會意見後提送中長程計畫如本報告附錄 F 所示。
	3. 附錄 C，我國政府各部會近五年海洋科技發展計畫做了相當詳盡之整理，建議將各部會總投入經費作一總計，並將所有部會總投入經費作一分析。(如海洋科學與資訊、海洋產業與工程、海洋資源與能源、海洋生態與保育，分別於近五年投入之資源)	3. 感謝委員意見。本團隊補充各部會近年執行之海洋科技發展計畫經費及計畫所屬範疇如本報告附錄 C 所示。唯附錄 C 僅大致搜整 GRB 系統之公開資訊，於後續應用建議僅做初步參考。
	4. 期末研究成果豐碩，研究團隊之努力值得肯定。	4. 感謝委員肯定。
國海院 胡誠友	1. 報告中圖、表之表頭及內容文字有闕漏或誤繕情形，請修正。	1. 感謝委員意見。本團隊已依委員提供資料對應修正相關文字及內容。
	2. 所研擬中長程計畫之內容，如涉及執行前須保密部分，請配合主辦單位。	2. 感謝委員意見。經洽詢主辦單位本計畫無須保密問題，如有需求本團隊將配合辦理。
國海院 李孟學	1. 由於國內海洋相關資料庫眾多，對於未來數據使用及整合，是否有相關建議？	1. 感謝委員意見。國內諸多海洋資料庫多由各業務單位因應不同時期需求與任務導向而分別建置、管理與維護，如將來需進行數據使用及整合，建議可分為下列三方向進行。 A.：過往資料可透過與原管理業務單位進行 MOU 簽署、公文申請等步驟取得相關合作授權；正在進行與未來將產出的資料庫，可透過政府資訊公

		開原則來進行資料的匯整、申請與交換，以解決相關資料智慧財產權之問題。 B：在實際應用層面上，未來海委會新收之資料庫可建置實體資料庫於國海院，與異地備份資料庫於會本部，或其他海委會異地單位，但就現有之其他單位之資料庫，可以離散式資料庫之核心架構，由海委會建立集中式的入口界面及服務平台，鏈結其他單位現有海洋相關資料庫，也可要求其他相關單位，提供資料屬性資料(非實體之大量資料)，加強連結查詢之功能，也可提供遠端資料對接服務，獲得所需資訊。 C：國內現有海洋資料的收集、管理、彙整與資料品管，尚未有相對應的法源依據，建議海委會可集合相關官、學、產界相關人士，擬定海洋相關資料的處理法源，特別是未來涉及海洋產業開發的商業發展工作，應制訂適宜的資料繳交、審核、品管、保存與釋出規定，將海洋資料的效益最大化，也可充實國家海洋資料庫的規模。
海保署 蘇宏盛	1. 本計畫初步建議適合海委會切入海洋科研方向有五，惟本署前於期初報告時建議納入「生物資源探勘」工作項目，經查本報告未包含海洋生物資源相關項目，因此請教執行單位就此部分是否有其他意見。	1. 感謝委員意見。目前於生物資源探勘部分本團隊暫無法提出其他建議，因此建議委由後續專門團隊執行。
	2. 第 97 頁，文字所述如為翻譯文字，應注意相關用詞，舉例「應急響應」應修正為「緊急應變」、「環保署」係指國內還是國外環保署，多數文字應修正。	2. 感謝委員指正。本團隊已依委員意見修正相關文字及內容(p.97-106)。
	3. 第 98 頁，「依據我國海洋污染防治法之規定，行政院環境保護署為海洋污染防治的主管機關。為有效防治海洋污染，保護海洋環境，維護海洋生態，確保國民健康及永續利用海洋資源，	3. 感謝委員指正。本團隊已依委員意見修正相關文字及內容(p.98)。

	環保署已發展出利用無人飛機、衛星及 Xband 航海雷達等平臺為基礎的監測技術。」請修正為「依據我國海洋污染防治法之規定，為有效防治海洋污染，保護海洋環境，維護海洋生態，確保國民健康及永續利用海洋資源，目前已發展出利用無人飛機、衛星及雷達車為基礎的監測技術。」	
	4. 第 98 頁，「國立臺灣大學的研究團隊雖曾針對 2001 年 1 月 14 日的阿瑪斯油污事件進行 X-band 雷達監測與檢討[王等(2001)]，但因遲至 2 月 9 日才於南灣進行海面遙測，而未能發現有任何明顯之大面積油污帶漂浮在海面上，只在阿瑪斯號沈船下風處有一不明顯的雷達回波暗帶，疑似由油漬所造成，這應是國內學界利用 X-band 雷達進行油污監測的先例。」請修正為「國立臺灣大學的研究團隊針對 2001 年 1 月 14 日的阿瑪斯油污事件進行 X-band 雷達監測與檢討[王等(2001)]，2 月 9 日才於南灣進行海面遙測，而未能發現有任何明顯之大面積油污帶漂浮在海面上，阿瑪斯號沈船下風處有一不明顯的雷達回波暗帶，疑似由油漬所造成，這應是國內學界利用 X-band 雷達進行油污監測的先例。」	4. 感謝委員指正。本團隊已依委員意見修正相關文字及內容(p.98)。
	5. 第 98 頁，「應急響應」中心，請修正為「緊急應變」中心。	5. 感謝委員指正。本團隊已依委員意見修正相關文字及內容(p.99)。
	6. 報告中多次提及「海洋污染業務經行政院 107 年 4 月 27 日院臺規字第 10701725741A 號公告，『海洋污染防治法』之中央主管機關由『行政院環境保護署』改為『海洋委員會』管轄」，於不影響報告內容下，無須重複敘述。	6. 感謝委員指正。本團隊已依委員意見修正相關文字及內容。
	7. 第 101 頁，最近在台灣南部的研究表明，塑膠袋和塑膠瓶的比例低於美國環境保護局的國家海洋廢棄物計畫(NMDMP)，其可能的原因是台灣環境	7. 感謝委員指正。本團隊已依委員意見修正，原文「台灣環境局」係指我國行政院環保署，文內均已完成修正(p.101-102)。

	局自 2002 年以來採取並實施了“塑膠限制政策”和“強制垃圾分類政策”[Liu et al.(2013)]。請說明「台灣環境局」為何?	
	8. 第 101 頁~第 103 頁，海洋垃圾監控，海灘、海岸垃圾目前仍由環保署主政，並未移撥業務，僅海漂(底)垃圾移撥由海保署主政，另該章節中僅敘明海灘、海岸垃圾，均未提及海保署目前的執行成效，請補充說明。	8. 感謝委員意見。海保署目前執行成效補充說明請參閱本報告第二章第三節二(p.103-104)。
	9. 第 105 頁，台灣除遵守國際海事公約外，還實施自己的“海洋污染控制法”和“海洋油污染應急響應計畫”的規定，以保護海洋環境和生態完整性[Fan et al.(2018)]。請將「海洋污染控制法」修正為「海洋污染防治法」，及「海洋油污染應急響應計畫」修正為「重大海洋油污染緊急應變計畫」。	9. 感謝委員指正。本團隊已依委員意見修正相關文字及內容(p.105)。
	10. 第 105 頁，圖 2-76「海洋污染控制法」之框架，請修正為「海洋污染防治法」。	10. 感謝委員指正。本團隊已依委員意見修正相關文字及內容(p.105)。
	11. 台灣、臺灣、我國，請統一用詞。	11. 感謝委員指正。本團隊已依委員意見統一相關用詞為「我國」(p198-106)。
	12. 本期末報告，大多內容為翻譯文章，部分文字用詞不夠精準明確，如前開所述「海洋污染控制法」及「應急響應」等處，建請重新檢視報告內容並修正。	12. 感謝委員指正。本團隊已依委員意見統一修正。(同意見 2、5、9、10)
文教處 黃世偉	1. 對於 AI、IOT、5G 等於海洋科研之運用及聯結方案，請再多闡述。	1. 感謝委員意見。有關 AI、IOT、5G 等於海洋科研之運用及聯結可參閱本報告第六章第一節二(p.263)所示。
	2. 科研船之合理建置與分配使用，請再多思考及提相關解決方案。	2. 新海研 1、2、3 號將陸續上線服務，加上 2019 年開始運作之勵進研究船，將會有四條新研究船投入海洋探勘領域。由於經費與資源有限，除了持續爭取更多新研究船建置經費，針對不同調查與研究領域設立各自工作母船的計畫，讓調查與分析工作更加有效率與成果之外。在既有配置上應可更加

		靈活，提供小而巧且多面向的科研成果。目前學界三條科研船由科技部統籌，過往每年都執行約 200 天以上的海上勤務，勵進研究船則由海科中心負責，在分配使用上應以滿足科技部申請計畫所需為優先，剩餘航行天數，以政府各部會需求為次，但建議保留基本一定天數提供額外建教計畫申請使用，達到產官學三方合作三贏局面。並且因應航行需求與調查目標，需依航行天數與近遠洋需求做為區分，分配不同噸數科研船的航行任務。 學界研究船的設計是以滿足不同領域的海洋科學任務為優先，其設計不一定能符合海委會的任務需求。建議海委會或可考量挑選適當的所屬船隻，加裝基本、自動化程度較高的船載式科儀設備(如多音束測深儀、底質剖面儀、聲學都卜勒流速剖面儀等)，收集海域基本地形、底質、水文資料，並與學界及國內科研船團隊合作，完成後續的資料處理工作。如此海委會可藉由最小的資源成本，在既有任務下，建構出多艘”類科研船”，執行基本的海域調查工作。此方法也是日本保安廳執行多年的方式，已有相當之成效。待累積一定量的海域基本資料後，便可考慮再利用國內現有科研船，針對不足或需加強之處，進行補充或深入性的調查工作。 隨著新海研 1、2、3 號的服役，海研一、二、三號也即將退役，若能透過適當的中期延壽工程，舊研究船也可在海委會現今處建構研究、調查船能量的銜接過程中，扮演一定的角色，特別是委由挪威船廠建造的海研一號，雖已老舊，若海委會能考慮進行延壽工程，並配置相關新調查設備，依照海研一號之經驗與設計，仍能滿足國內海域基本調查需求。

	3. 於 MDA(Maritime domain awareness)及北極航道等之議題，建議再多蒐整資料及補充。	3. 感謝委員意見。北極航道之議題主要為國際法政層面之問題，並非海洋科技發展範疇。
	4. 海洋能有關波浪能發電之現況與未來，應再多著墨並提出本會如何爭取為科專計畫，請妥為分析俾利參考。	4. 感謝委員意見。相關內容請參閱本報告第 2 章第 3 節之四(p.152-154)。
	5. 洋流能發電如何將所產生的電力產製氫能並請研析。	5. 感謝委員意見。相關內容請參閱本報告第 2 章第 3 節之四(p.152-154)。
	6. 藍色經濟的發揚於未來發展應甚重要，請多蒐整與論述(含 SDGs)。	6. 感謝委員意見。藍色經濟議題系以海洋遊憩產業為主，非本計畫之範疇。
	7. 中長程計「劃」其中「劃」改成「畫」，內容有很多誤植。	7. 感謝委員指正。本團隊已依委員意見修正相關文字。
	8. 另外，本會海洋產業發展條例草案已經預告，請酌參閱及援引。	8. 感謝委員意見。相關內容請參閱本報告第三章(p.184)。
文教處 鮑俊宏	1. 建議參考「南海科學研究推展方向」、「南海法政推展方向」提出國內海洋科研經盤點後的競爭優勢。	1. 依據今年東協的外交相關會議中，目前東協國家在海洋管理問題上有四個主要關心議題： 1.海洋廢棄物的處理(Special ASEAN Ministerial Meeting on Marine Debris (SAMM-MD)) 2.海底地震網的建置(目前中國大陸正積極協助 21 世紀海上絲路沿途國家建置地震觀測技術) 3.海底電纜維護(The 19th Association of Southeast Asian Nations (ASEAN) Telecommunications and Information Technology Ministers Meeting (TELMIN) 4.海域漁業生物資源管理與保護 而這四個議題目前也都是我國海洋科學與地球科學相關發展互相契合，也是我國科研成果具有優勢的領域，值得推展與南海鄰近各國進行合作。 其中特別是整合國內已推動之「智慧災防新南向」專案計畫（2018-2021），積極加入海域觀測項目，如海域氣象浮標、海嘯預警系統、建置海底地震

		儀網路系統。此外，延伸我國近年來於太空科技領域之長足發展，建立衛星遙測海洋監測模擬技術，進一步開拓海域災防、污染監測、能源探勘與海域生物資源監測、管理等領域之應用。相關進展不僅對我國自身海洋相關事務至關重要，透過相關技術之合作與技術轉移，也是我國爭取並展現於南海周邊海域相關國際事務積極、負責並勇於任事角色之重要一步。
	2. 建議針對附錄 C 加值，新增類別及其統計上之數據，以利未來本會研提「海洋科技綱領」使用，未來可能為較上位的綱要計畫。	2. 感謝委員意見。本團隊補充各部會近年執行之海洋科技發展計畫經費及計畫所屬範疇如本報告附錄 C 所示。唯附錄 C 僅大致搜整 GRB 系統之公開資訊，於後續應用建議僅做初步參考。
文教處 林昌良	1. 110 年度總體說明格式與 109 年格式不同，請配合調整，並融入延續計畫部份。	1. 感謝委員意見。本團隊已配合調整，於成果光碟中補附主辦單位送審版電子檔。
	2. 第六章第一節海洋科研與技術發展內容中，所採科研船圖片版權係屬科技部所有請刪除。	2. 感謝委員意見。本團隊遵照委員意見刪除相關圖片。
	3. 工項 5-4 製作海洋科技發展藍圖簡報未附，請於成果報告補正並附電子檔。	3. 感謝委員意見。本團隊將於成果光碟補附電子檔。
	4. 附錄 C-2-1 交通部運輸研究所港灣技術研究中心部分，「颱風雨季風…之應用」計畫經費僅 5 萬元，是否有誤請再確認。	4. 感謝委員意見。經查詢 GRB 系統確認，該計畫執行經費時為 5 萬元無誤。
	5. 附錄 E，109 年度科技發展計畫僅附計畫概述表，請於成果報告光碟內檢附電子檔「完整內容」	5. 感謝委員意見。本團隊將於成果光碟補附電子檔。
	6. 附錄 F，「海洋永續環境資料庫之智慧加值應用」計畫僅附計畫概述表，請於成果報告光碟內檢附電子檔「完整內容」及總體說明。另計畫聯絡人部分請刪除。	6. 感謝委員意見。本團隊將於成果光碟補補附電子檔並已依委員意見修正相關文字。
	7. 報告及附錄中，「行政院海洋委員會」請統一更正為「海洋委員會」。	7. 感謝委員意見。本團隊已依委員意見修正相關文字。

	8. 表 4-1 內「重新分配經費」請修正為「核定經費」、單位為「萬元/年」	8. 感謝委員指正。本團隊已依委員意見修正相關文字(p.196)。
	9. 請更正、編修日期請刪除，科發計畫名稱有誤請修正	9. 感謝委員意見。本團隊已依委員意見修正相關文字(p.196)。
	10. 第二章第一節一、海洋科學與資訊內容中，編號順序及位階有誤，請再確認	10. 感謝委員指正。本團隊已依委員意見修正相關文字及內容(p.9)。
	11. P.13 表 2-2 名稱有誤，請修正。	12. 感謝委員指正。本團隊已依委員意見修正相關文字(p.13)。
	13. P.158 中 0.5MW 請更為 0.4MW(400kW)。	13. 感謝委員指正。本團隊已依委員意見修正相關文字(p.161)。

附錄 B 會議記錄

B-1.「海洋科技發展中長期計畫先期規劃」期初報告書審查會

一、 時間：108 年 5 月 9 日（星期四）下午 2 時 30 分

二、 地點：本會第三會議室

三、 主席：黃處長世偉　　記錄：林昌良

四、 出列席單位及人員：詳如簽名冊。

五、 主持人致詞：略。

六、 主辦單位報告：略。

七、 審查委員及各單位審查意見：

林銘崇 委員

1. 配合主辦單位揭示之工作項目，研究工作內容尚稱完整。執行時可能需要以管理科學思維。
2. 中長程發展計畫及發展藍圖兩大課題之研擬，原則定位依據與執行規畫如何？
3. 本計畫內容廣泛，確需多種專業人力參與，配置人力陣容堅強，但人力工作分配與整合之規劃不明。

郭一羽 委員

1. 海洋科技分類中，能源與資源方向建議多加石油、潮流、水產資源等。天然氣水合物應包括在海底礦產資源內。類別劃分應有各層級細項。
2. 國外已成熟的技術不要再從基礎研究做起。
3. 本計畫重點在尋求海委會的科技發展定位，但最好能成為國家各部會未來海洋科技發展的藍本。
4. 中長程計畫需要依專業分別處理，期望能徵詢更多專才共同腦力激盪擬定。
5. 海嘯、海砂的研究可省略。
6. 離岸風電似已成熟，時效上往後應以技術轉移和其邊際效益作為發展方向。
7. 潮流發電需科技整合並有上中下游的合作，需有大團隊或大型計畫方能落實。
8. 水產資源復育為重要海洋科技，其職責在農委會而非漁業署。
9. 基礎研究和應用研究在經費比例上希望能有建議。
10. 海委會因經費有限，如何在各部會的既有發展中尋求關鍵問題，為本計畫之重點。
11. 海洋科技之資料庫建立應為重點工作。

蔡政翰 委員

1. 此計畫對海委會將來的研究方向與定位相當重要
2. 此計畫的工作項目包含海洋科技中長程發展計畫，在此之前先探討近五年國際與國內海洋科技發展情勢，依此來研擬中長程發展計畫，這執行方法頗為合理。
3. 在規劃長程發展方向方面以下有些建議：
   (一) 因國內有許多機關已進行海洋相關的研究，如果能為海委會規劃出與其他機關的方向有所區分，如此將可為海委會的方向作個特殊的定位。
   (二) 海委會的科技發展計畫似乎目前已被核定，對將來的計畫是否可增加另一方向。海委會下有海巡署，海域之航行安全與搜救為海巡署之職責之一，另海委會下也有海域安全處，但目前都未看到有海域安全(含航行、搜救與遊憩安全)相關規劃，若可以的話請增加此一方向之規劃。
4. 第 10 頁之海洋科技分為四大類，建議第 3 類改為海洋觀測，第 4 類為海洋災害防治與海域安全。

楊瑞源 委員

1. 期初報告針對我國海洋科技發展研析、海洋科技法令草案、海洋科技中長程發展、南海科學及法政研析及海洋科技發展藍圖等已有相當詳盡之蒐整及計畫推動架構，研究團隊之努力值得肯定，預期可有豐碩之研究成果。
2. 建請將評選會審查意見之回覆情形納入。
3. 建議亦能蒐集納入各部會海洋相關科技計畫，科技部海工、海洋學門及台灣海洋科技研究中心等單位，後續有相關海洋科技之近、中、長程之發展規劃並進一步評析。
4. 海洋科技類別之劃分是否可加入海下技術科技、海事工程、(船艦)造船、海洋養殖(牧場)、海洋休閒、海洋保育等類別。
5. 建議能蒐集近年來中央政府各部會所編列之科技計畫中用於相關海洋科技發展之預算規模，俾能逐步擴大績效及預算規模用於我國未來海洋科技之發展。
6. 建議海洋科技發展之規劃與研析應能扣合海洋產業關鍵技術之提升及應用。

國家海洋研究院 林世昌 副研究員

1. 機關用語不一致。
2. P.33 第三章第三節「貴會」宜改為海委會。
3. P.25 盤點各部會科技發展執掌漏列水試所。

海洋保育署 蘇宏盛 專門委員

1. 有關整體海洋科技發展，建議納入氣候變遷及海洋酸化之議題，並強化海洋生態研究之角色。
2. 有關計畫工作項目，建議增加海洋生物及非生物資源探勘之工作項目。
3. 本署業已研擬社會發展類別之海洋生物多樣性保育中長程計畫，該計畫中「海洋生物多樣性之監測與調查」之工作項目涉及科技計畫範疇，建請將前開本署已研擬之中長程計畫納入本計畫先期規劃。
4. 第 7 頁，圖 1-3 海洋科技發展中長計畫先期規劃計畫架構圖，研擬臺灣海洋科技發「○」對策與方針，缺漏字。
5. 第 20 頁，海洋環境保護與污染防治：
   (一) 建議蒐集機關增列海洋保育署、行政院農業委員會，因涉及海洋污染業務前於 107 年 4 月 28 日由行政院環境保護署移交予海洋保育署、以及海洋污染防治後續漁業及生態資源調查復育工作。
   (二) 另因油污染現地整治技術文字，易與土壤與地下水現地整治技術互相混淆，建議更正為海洋油污染控制清除技術。
   (三) 海洋廢棄物監測，建議分類為海洋棄置工程許可監測，海底垃圾、海漂垃圾、海岸垃圾等海洋廢棄物調查。
   (四) 內政部營建署，建議蒐集國家公園內區域相關資料、或地理圖資、或環境敏感區、或海岸管理等相關資料。
   (五)「○」通部港灣技術研究中心，缺漏字。
6. 第 36 頁，建議中長程個案計畫書，可於期中審查前，先行擬具相關該中長程主要規劃方向及預執行工作項目，藉以確立海委會海洋科技發展中長程計畫之主軸。
7. 期初成果報告內容多處缺漏字或有重疊字，請再予以檢視及修正。

科技文教處 黃世偉 處長

1. 提供 109-113 年中長程科技計畫(社會發展)之審查意見，給成大團隊參考，俾訂出更好的策略與工作計畫及發展藍圖。
2. 科技專案計畫中，本會獲得之經費甚少，如何提升經費之獲得以助於後續工作之推動，請成大於報告中酌列入。
3. 盤點海洋科研工作哪些已有在執行不要重複投入，而哪些值得提出並甚或作為亮點工作，請深入研析。
4. 南海法政研究可多蒐集國內外情勢資料並以科技合作、人道救援為重點，例如科技部即有「防災新南向」等之計畫案，如何再深入或發揚光大。
5. 成功大學內有很多學術及實務上的資源，請多考量與衛星中心、資源工程及

法律系所等合作之可行性。

6. 計畫主持人具離岸風電設施之專長，請多思考如何導入海委會可主導之工作項目，另外建議對於模型試驗室、智慧箱網養殖可列入發展方向參考。

科技文教處 孫嘉良 科長

1. 海洋科技類別劃分為四大類，請問是參酌哪些機構或研究並做哪些調整，請補充說明分類之依據
2. 國際海洋科技各類發展情勢方面，在海洋能源、資源之論述，盤點能蒐集一些量化的資訊，例如：全球台灣預估產量、產值，並在能源、資源盤點後予以表格化、圖像化。
3. 海洋災害防治方面，依據一些網路資訊海洋災害尚包含海水赤潮等，或許台灣並不預期遭遇，但建議考量完整性可在報告中提及，如同委員建議如海嘯、暴潮等，說明考量發生可能性低，不納入進一步研究。
4. 盤點臺灣近 5 年海洋科技各類發展成果-海洋環境保護與污染防制，建請結合一併盤點臺灣近 5 年海洋環保污染重大事件，俾利對照成果不足之部分或重點。
5. 盤點臺灣近 5 年海洋科技各類發展成果-海洋觀測與安全，要能整理、整合各研究之面向範圍取得資料之異同處(如取樣方法、範圍額度、應用範圍、應用限制等)並以表格化呈現，以利比較分析。
6. 盤點各部會海洋科技發展執掌，未來呈現面可製作矩陣以機關、海洋科技分類(4 大類)。
7. 海洋科技法令草案表 3-9 第 3.6 項重複，請刪除第 3 項(有漏字)。

科技文教處 鮑俊宏 專員

1. 能否補充其他先進國家海洋科技類別之劃分，我國先前因無專責單位執行類案，爰以海委會作為官方機關應完整解析國內、國外相關類別後，始定義之較有公信力。
2. 海洋科技發展藍圖其定位應配合科技發展藍圖時程編擬，應為 4 年一期(2019-2022 年或 2021-2024 年)。
3. 擬定海洋科技如政策白皮書、科技發展藍圖等，首先需先盤點各部會業務職掌及相關計畫內容，才得有立足點去跟行政院或科技部爭取預算，盤點工作如由本會函文調查、召開會議等形式蒐整公部門之計畫可能更有效率。

科技文教處 林昌良 科員

1. 有關協助修正 109 年中長程個案計畫內容部分，建議未來請呈現於報告書附錄中。
2. 有關研擬「海洋委員會科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法」請於規畫時程於本(5)月提出草案。
3. 海洋科技類別劃分部分，建議增述分類依據或參酌。
4. 臺灣海洋科技研究中心(TORI)之研究發展方向及成果，與本會國家海洋究院研究發展方向建議列入盤點內容。

八、 結論：

1. 請謹慎提出可為海委會爭取科技專案計畫經費之完整論述並研擬海委會之亮點計畫以作為中長程推動之參考。
2. 本案研究範圍需涵蓋海巡署、海保署、國海院等單位關注之科研項目，並請上述單位提供相關資料給成大團隊，俾成大深入評析以定出適當的策略。
3. 海洋科技發展之項目與面向眾多，如何依我國之整體能力定出發展的優先順序，必須多予著墨。
4. 如何導入管理的手法於本項研究中及組成適當的委員會(Committee)，請再補充。
5. 本報告原則認可，並請依出席人員意見增修本報告並於 5 月 25 日前提定稿版本。

九、 附件：

1. 附件一，會議簽到表。
2. 附件二，期初會議簡報

「海洋科技發展中長期計畫先期規劃」期初報告書審查會議
出席人員簽名冊

主辦單位：海洋委員會

時間	108 年 5 月 9 日下午 2 時 30 分	地點	本會第三會議室
主持人	黃世偉	記錄	林昌良

		職　稱	簽　名	備　註
出席人員	1	林委員銘崇	林銘崇	
	2	郭委員一羽	郭一羽	
	3	楊委員瑞源	楊瑞源	
	4	王委員維賢	請假	
	5	蔡委員政翰	蔡政翰	
	6			
	7	本會國家海洋研究院	林世昌	
	8			
	9	本會海巡署	請假	
	10			
	11	本會海洋保育署	朱欣亮	
	12		蘇宏盛	
	13	本會科技文教處	孫嘉良	
	14		鮑啓吾	
	15	財團法人成大研究發展基金會	郭[illegible]	
	16		許[illegible]	
	17			

B-2.「海洋科技發展中長期計畫先期規劃」期中報告書審查會

一、 時間：108 年 7 月 29 日（星期一）下午 2 時 30 分

二、 地點：本會第三會議室

三、 主席：黃處長世偉（孫嘉良代）　　紀錄：林昌良

四、 出列席單位及人員：詳如簽名冊

五、 主持人致詞：略。

六、 主辦單位報告：略。

七、 審查委員及各單位審查意見：

林銘崇 委員

1. 執行研究內容豐富，大致符合計畫規劃方向。
2. 海洋科技中長程發展計畫方面，相關議題內容豐富，但檢討分析與歸納尚可加強。
3. 臺灣海洋科技發展藍圖相關議題之檢討歸納可予加強。其次，海洋科學領域之重要性似未適當突顯。藍圖宜以國家角度思考。
4. 建議議題 AI 在海洋科技應用上之可能性或可行性。

郭一羽 委員

1. 資料蒐集豐富，但內容散亂，用途不明確，如離岸風機的基座種類等技術細節內容建議不放在本文。
2. 有整合性全盤規劃，詳細檢討其中其他部會已執行或未來該執行的部分（整理列出），再依海委會組織架構訂定海委會的工作項目。此檢討分析可整合國內的海洋科技發展。
3. 應優先進行整合各部會會同樣性質的研究並給予協調，如潮流發電研發等，以及解決未能良好銜接的工作，如離岸風場發展為海洋牧場等。
4. 缺經濟部、農委會、環保署等的資料，例如沿岸漁業資源復育原為農委會職掌，但被忽略應予檢討。
5. 國發會以外，應多拜訪各主管機關意見，如能源局等。
6. 顯然資料整合為最重要工作。除資料蒐集外，全國觀測站網的檢討和建立亦不容忽視。
7. 建議以標的性大型計畫為主，以與科技部自主性的研究計畫有所區別。
8. 海委會執行的計畫應以自主研發為主，委託研究為輔，故需考量海委會的人力資源。
9. 各部會或署局近 5 年有關海洋科技發展總經費，請列表供參考。經費代表其執行分量的比重。

蔡政翰 委員 (書面意見)

1. 第 88 頁，表 2-9 Horns Rev 2 平均風速 2.3m/s 是否正確?
2. 第 137 頁，(G)航行安全段，若有參考資料來源如計畫報告或參考文獻請加入。
3. 第 138 頁，(三)水下技術：此項下有(1)與(2)兩小項皆以「水下考古」作標題。
4. 表 2-22 與表 2-24 可否加上技轉年份。
5. 第 160 頁，第 3 行"若 2017 年底各離岸風場開發商順利通過環境影響評估"，下一段也有"我國政府規劃國家型能源計畫於 2018 年退場"，現在已經是 2019 了。這部分請更改成符合現況。假如這一節是從某報告節錄出來，請註明。
6. 第 209 頁及第 227 頁，建議適合海委會之科研方向有 4 點，其中黑潮發電開發與示範場域建置與天然氣水和物實場域開採與應用這兩項研究要達到有實際經濟價值可能要很長的時間與投資，而且是否會成功還不太確定，海委會的研究方向是否要往這方向請考慮。
7. 近日海漂垃圾越來越受到社會重視，請考慮將海漂垃圾的清除作為海委會的施政重點之一，不要再只做海漂垃圾的監測，現在做監測已無濟於事，目前上岸的垃圾是靠民眾的淨灘，港內的由當地政府負責，但許多海漂物會上到不容易清除的礁石海岸，淨灘活動不能清理這些垃圾，要避免這情況就需在其未上岸前打撈，不過近岸漂流的垃圾目前是沒有一個政府機關在負責打撈。第 318 頁的表 6-2 有海洋廢棄物回收技術開發，這是正確的方向，但現在應該就可由海委會負責統籌將海漂垃圾清除，這件事應該是海委會很好的施力點。
8. 第 225 頁最後第 2 段寫"…等 4 案，執行經費為 1.9 億元。",但在第 226 頁的表 4-1 之重新分配經費項之 4 案金額總數並非 1.9 億元。
9. 第 311 頁第六章的海洋產業的分類分成 7 類，這分類與第二章第一節劃分的海洋產業(表 2-1)完全不同，前後一致應該比較好。

楊瑞源 委員

1. 期中報告進度符合原規劃之預定進度且研究成果亦相當豐碩，研究團隊的努力值得肯定。
2. 審查意見回覆部份，若有修正及補充部份建議能標註修正或補充之章節、段落與頁數，便於瞭解其修正或補充的情形。
3. 為能協助海委會爭取海洋科技發展計畫之研究經費，建議可依每 4 年為一期之中長程海洋科技發展，如（2020-2023）、（2024-2027）及（2028-2031）等之研究計畫發展藍圖。
4. 海委會今（2019）年已提送 109 年科技發展計畫，並為 4 年期計畫。建議研究計畫可扣合目前已提送之研究計畫，並增強論述與檢視計畫預算之編列，以因應明（2020）年提送 110 年之科發計畫。
5. 與其他部會執行之海洋科技計畫於盤點後，建議可再進一步做統合及界面銜接等接軌之全面性論述。

國家海洋研究院 施義哲 主任

1. 本計畫盤點工作有助於釐清本會及所屬國家海洋研究院研究方向及腳色，並作為未來計畫研擬之準據，予以肯定。
2. 建議研擬本會中長程計畫應扣合本會之政策目標、綱領及海洋政策白皮書等，以實現施政願景。
3. 透過盤點各部會工作及競合後，可使本會在海洋事務協調、統合及規劃上更為明確及順利。

海洋保育署 蘇宏盛 專門委員

1. 第 114~119 頁，關於海洋污染防治法管轄權變更一事，建請將「海洋污染業務於 107 年 4 月 28 日由行政院環境保護署移交予海洋保育署，以及海洋污染防治後續漁業及生態資源調查復育工作」修正為「行政院 107 年 4 月 27 日院臺規字第 10701725741A 號公告，『海洋污染防治法』之中央主管機關由『行政院環境保護署』改為『海洋委員會』管轄」。
2. 海洋保育署 107 年提出中長程公共建設計畫「永續海洋環境計畫」(現更名為「海洋污染監測及應處計畫」)以 5 大執行策略「全方位監控海域水質、調查海洋廢棄物、預防漁業廢棄物棄置、海洋廢棄物清理、海洋污染預防及應變」解決海洋廢棄物問題、提升我國海污緊急應變量能，經國發會審查意見如下：「『永續海洋環境計畫』屬較宏觀且整體性之上位計畫，應不僅侷限於目前所提海洋廢棄物及海洋油污清理等執行內容，爰請海洋委員會依所報工作內容及計畫定位屬性修正計畫名稱，未來俟整合全面性之永續海洋環境相關政策後，另循行政程序提報整體計畫，俾作為推動海洋事務及海洋環境保育等之施政藍圖」，建議參照國發會意見，整合海委會全面性之上位綱要，以順利申請相關經費。
3. 第 226 頁，有關「科技監偵及船舶影像分析系統平台建置計畫」中，建議於經費可行下納入海洋垃圾監測機制工項，透過衛星及遙控無人機等遙測技術監測海洋垃圾蒐集海洋垃圾影像，使用 AI 人工智慧新穎技術研發海洋垃圾自動辨識技術，記錄我國海洋垃圾數量和類型，以「辨識、確定、評估、預防、減少」海洋垃圾為目標。
4. 海洋保育議題缺乏海洋野生動物、海洋棲地（保護區）近 5 年科技成果及各部會職掌及法規之盤點。
5. 海洋生物資源侷限於水產或漁業資源，其餘建議補充。
6. 第 16~17、54~55、141~144 頁，生物資源僅盤點遠洋漁業及水產養殖；第 318 頁，海洋科技發展藍圖推動計畫分類表內，海洋生物資源調查與追蹤管理平台建置，僅臚列遠洋資源調查。海洋生物資源亦包含海洋野生生物(動植物)，建議納入。
7. 第 111 頁，表 2-18 國內各單位涉及海洋科學資料之資料庫與介紹網頁，有關海

洋委員會部分，海洋保育署海洋生物資料庫連結為官網資料；另海保署有建置海洋保育網(iOcean)資料庫，請列入。

8. 第 242、309 頁，海洋保護區業務已移交海洋保育署，不宜列在農業委員會項下辦理。另海保署 2019 年將建置整合平台網站，盤點所有海洋保護區文獻、調查資料及公開資訊。
9. 年代請統一，例如有民國年及西元年；錯別字請修正，包括污染建議為「污」，非「汙」；計畫為「畫」，非「劃」；記錄(動詞)及紀錄(名詞)；規劃為「劃」，非「畫」；海洋污染防「制」統一修正為海洋污染防「治」。
10. 有關海洋天然災害以及因應措施是科技研發重點，並未提到例如：颱風、寒害、氣候變遷。
11. 如何與台灣其他海洋相關機構之橫向連連結與合作。國內研究回顧未提到農委會水試所，以及海洋科學、生態系乃至自然學門生物類別研究。
12. 海洋生態與保育部分太過單薄，建議可增加如下：
13. 僅提到海污與海廢，缺乏有關廢水排放、過度開發造成的衝擊(例如：藻華)。其中「國際海洋科學委員會」(Scientific Committee on Oceanic Research, SCOR)下之「整合海洋生物研究計畫」(Integrated Marine Biosphere Research, IMBeR)以及「北太平洋國際海洋組織」(North Pacific Marine Science Organization, PICES) 之跨國合作組織的網站均可查到相關議題及國際上目前最前緣的科學研究及目標
14. 海洋環境之基礎監測。
15. 如何運用公民科學是世界的新趨勢。
16. 海廢部分遺漏塑膠微粒。
17. 第 25 頁，有關資料庫部分，各國案例介紹均為成果，未提及其資料庫架構與技術，易造成誤解所有資料均為集中式。其中所列網頁僅特定功能之 API，易對資料中心範疇之「集中」概念錯誤理解。例如：大多展示網頁及資料入口網站(portal)管理採集中整合，然其背後採分散式資料庫技術。
18. 第 50 頁，水下技術章節中只提到 ROV，許多重要技術均未提到，例如：錨錠、浮標連續觀測、自走式紀錄儀器、Seaglider、化學探針發展、e-DNA、高通量化學及生物技術、影像分析技術、AI 影用。
19. 第 54 頁，海洋漁業部分，請參考 PICES 網頁，歐美等國家對於海洋生態及漁業研究甚久且廣，但本報告僅針對澳洲進行概略性說明。在海洋漁業與養殖亦同，澳洲養殖種類及量均不多，卻為唯一資料蒐集對象，建議可補充。
20. 第 105 頁僅提到地質相關研究，建議可增加對於台灣周邊海域之研究，如：海洋物理、化|學、生物、生地化循環研究，以及整合型計畫，如：東海、黑潮、南海等。
21. 第 114 頁，海洋生態環境中對於沿岸以至於沿近海、大洋各食階之生物群聚與食物網研究並未提及，對於海洋生物、生態系、生物多樣性，資源與物種保育付之闕如。

22. 第 183 頁，表 2-36 缺海洋物理。
23. 參考文獻引用各段落寫法不一致，其中海洋遊憩及養殖部分無參考文獻。另風電段落參考文獻較舊。
24. 有關專家諮詢部分，僅請教四位專家，是否太少?另本計畫之審查委員部分，應強化海洋科技各領域以涵蓋各面向。

科技文教處 黃世偉 處長(書面意見)

1. AI 議題如何設定及執行與未來展望要多著墨。
2. 請多蒐集美國海洋防衛隊、日本保安廳支援科研調查之資料供參。
3. 天然氣水合物甲烷冰之調查及開採方式評估，可能為亮點之一，請多敘述。
4. 福衛 5、7 號衛星於我國科研之影響及海洋研究鏈結為何，請評估。
5. 本會及國海院未來之科研方向請團隊可多著墨。
6. 法令及相關規則目前處理得如何？是否來得及與如何認定符合，請必要時開工作會報。
7. 科技部所主導的「智慧防災新南向」的科研工作，請多蒐集資料及評估。
8. 第 318 頁，表 6-2 海洋科技發展藍圖時可能採用之推動計畫分類表，其分類與歸納不太合適。
9. 第 321 頁，「劃」改為「畫」。

科技文教處 孫嘉良 科長

1. 大數據、人工智慧、物聯網之應用，可納於國際海洋科技發展情勢彙總中。
2. 各資料庫被拿來組合、比對、應用的範例或典範可著墨介紹，以觸發各項應用之提案發想。尤其，海洋資源、海洋保育、海洋巡防、防災、救災等方面之應用範例。

科技文教處 鮑俊宏 專員

1. 貴單位協助本會所研擬之中長程計畫，其時程應注意總體計畫於 12 月初完成提報，下半年除列為工作重點外，應考量本會行政程序所需時間。
2. 本計畫蒐集其他部會海洋科技發展計畫，盤點近期內執行現況，以供本會提報計畫時得予釐清不重複，惟海委會除提報本身執行案以外，亦有協調規劃統合海洋科學研究與技術發展之作用，建議能朝此細節多加著墨。
3. 南海科學及法政乙節，「以法政觀點擇定重點發展科研項目，以科研成果支持我國於南海法政論述」合乎本會政策需求，惟有無具體計畫案以納入年底總體計畫提報。
4. 法令研擬時程涉 8 案增訂法令，即使本年度可能不予公告，仍可能另行敦聘法律相關專家學者進行審查，請預作準備。

科技文教處 林昌良 科員

1. 有關本會 109 年科技發展計畫於 108 年 7 月上旬經科計部審議及「行政院科技會報第 17 次會議之預備會議」後，行政院科技會報辦公室通知本會建議核定經費為 1.66 億元函報行政院，細部計畫分別為「洋流能關鍵技術開發與推動」(原提報 6,000 萬，建議核定 5,400 萬)、「臺灣及南海海域資料收集調查與資料庫精進」(原提報 4,000 萬，建議核定 3,700 萬)、「科技監偵系統及船舶影像分析平臺建置計畫」(原提報 3,500 萬，建議核定 3,000 萬)、「海洋研究發展與人才培育計畫」(原提報 5,500 萬，建議核定 4,500 萬)等 4 案，報告內容請更新。
2. 有關第二章臺灣海洋科技發展部分，請參酌國家海洋研究院 5 大核心工作推動面相加強蒐整。
3. 有關第六章研擬海洋科技發展藍圖部分，請配合本會國家海洋政策白皮書草擬內容更新。

八、 結論：

1. 本報告原則認可，並請依出席人員意見增修本報告後於文到兩週內提定稿版本送核。

九、 附件：

1. 附件一，會議簽到表。
2. 附件二，期初會議簡報

「海洋科技發展中長期計畫先期規劃」期初報告書審查會議
出席人員簽名冊

主辦單位：海洋委員會

時間	108年7月29日下午2時30分	地點	本會第二會議室
主持人	孫嘉良代	記錄	林呂良

出席人員		職稱	簽名	備註
	1	林委員銘崇	林銘崇	
	2	郭委員一羽	郭一羽	
	3	楊委員瑞源	楊瑞源	
	4	王委員維賢	請假	
	5	蔡委員政翰	請假	
	6			
	7	本會國家海洋研究院	施政銘	
	8			
	9	本會海巡署	請假	
	10			
	11	本會海洋保育署	蘇宏盛	
	12			
	13	本會科技文教處	鄭啓宏	
	14			
	15	財團法人成大研究發展基金會	郭[illegible]	
	16	台大海洋所	劉家瑄 [illegible]	
	17	成大水利	蕭士俊 [illegible]	

B-3.「海洋科技發展中長期計畫先期規劃」期末報告書審查會

一、 時間：108 年 11 月 22 日（星期五）下午 2 時

二、 地點：本會第二會議室

三、 主席：黃處長世偉　　紀錄：林昌良

四、 出列席單位及人員：詳如簽名冊。

五、 主持人致詞：略。

六、 主辦單位報告：略。

七、 審查委員及各單位審查意見：

林銘崇 委員

1. 整體規畫內容大致符合計畫目標，惟前瞻性規劃亮點之成果展現並不突顯。
2. 海洋科技在產業之應用方面，國內相關產業所具能量宜先行適度評估分析。
3. 國際、國內海洋科技發展趨勢在海洋能源方面，僅有離岸風力發電，其他種類能源之可能性如何？

郭一羽 委員

1. 缺經濟部、環保署以至農委會、國防部等的相關計畫盤點，對研究成果影響很大，若只是行文要求難以達到目的。
2. 各項工作分散各部會，海委會應負起承上(科技部氣象局)啟下(經濟部交通部農委會等)的任務。
3. 目前海委會人力、經費都很有限，不應自行發展突破創新性的技術或產業，例如黑潮發電或水合物開發等，應以解決迫切性的小問題為優先。
4. 以解決各部會的難題為重點工作，如工業局的藻礁問題、水利署的深層水問題、能源局的離岸風電安全問題等。
5. P.89 表 2-16 水深調查數量不應這麼少。
6. P.194 科技專家會議結論，請簡要說明。
7. 社會發展計畫目前終止申請原因為何？後續對策為何？
8. 發展藍圖內容豐富，有課題、目標、策略、工作項目，但如何落實其工作分配(各部門)應有規畫。
9. 文字不易吸收，應多以圖表來顯示成果。

楊瑞源 委員

1. 綜整國際、國內海洋科技發展情勢已有相當詳盡之說明及討論，建議可再進一步分析，我國於各類海洋科技在國際海洋科技領域之技術發展等級，及後續可運用資源之海洋科發發展順序。
2. 建議本計畫可於報告中之結論及建議，進一步依據研究成果協助海委會 110 年度政府科技發展計畫之研究項目及內容，相關資源投入與政策論述依據。(109 年海委會獲行政院 1 億 6 仟 6 佰萬元之科發計畫經費後續爭取預算之策略為

何？)

3. 附錄 C，我國政府各部會近五年海洋科技展計畫做了相當詳盡之整理，建議將各部會總投入經費作一總計，並將所有部會總投入經費作一分析。(如海洋科學與資訊、海洋產業與工程、海洋資源與能源、海洋生態與保育，分別於近五年投入之資源)
4. 期末研究成果豐碩，研究團隊之努力值得肯定。

國家海洋研究院 胡誠友 研究員

1. 本報告內容經相似度檢測為 8%尚符規定。
2. 報告中圖、表之表頭及內容文字有闕漏或誤繕情形，請修正。
3. 所研擬中長程計畫之內容，如涉及執行前須保密部分，請配合主辦單位。

國家海洋研究院 李孟學 副研究員

1. 由於國內海洋相關資料庫眾多，對於未來數據使用及整合，是否有相關建議？

海洋保育署 蘇宏盛 專門委員

1. 本計畫初步建議適合海委會切入海洋科研方向有五，惟本署前於期初報告時建議納入「生物資源探勘」工作項目，經查本報告未包含海洋生物資源相關項目，因此請教執行單位就此部分是否有其他意見。
2. 第 97 頁，文字所述如為翻譯文字，應注意相關用詞，舉例「應急響應」應修正為「緊急應變」、「環保署」係指國內還是國外環保署，多數文字應修正。
3. 第 98 頁，「依據我國海洋污染防治法之規定，行政院環境保護署為海洋污染防治的主管機關。為有效防治海洋污染，保護海洋環境，維護海洋生態，確保國民健康及永續利用海洋資源，環保署已發展出利用無人飛機、衛星及 Xband 航海雷達等平臺為基礎的監測技術。」請修正為「依據我國海洋污染防治法之規定，為有效防治海洋污染，保護海洋環境，維護海洋生態，確保國民健康及永續利用海洋資源，目前已發展出利用無人飛機、衛星及雷達車為基礎的監測技術。」
4. 第 98 頁，「國立臺灣大學的研究團隊雖曾針對 2001 年 1 月 14 日的阿瑪斯油污事件進行 X-band 雷達監測與檢討[王等(2001)]，但因遲至 2 月 9 日才於南灣進行海面遙測，而未能發現有任何明顯之大面積油污帶漂浮在海面上，只在阿瑪斯號沈船下風處有一不明顯的雷達回波暗帶，疑似由油漬所造成，這應是國內學界利用 X-band 雷達進行油污監測的先例。」請修正為「國立臺灣大學的研究團隊針對 2001 年 1 月 14 日的阿瑪斯油污事件進行 X-band 雷達監測與檢討[王等(2001)]，2 月 9 日才於南灣進行海面遙測，而未能發現有任何明顯之大面積油污帶漂浮在海面上，阿瑪斯號沈船下風處有一不明顯的雷達回波暗帶，疑似由油漬所造成，這應是國內學界利用 X-band 雷達進行油污監測的先例。」
5. 第 98 頁，「應急響應」中心，請修正為「緊急應變」中心。

6. 報告中多次提及「海洋污染業務經行政院 107 年 4 月 27 日院臺規字第 10701725741A 號公告，『海洋污染防治法』之中央主管機關由『行政院環境保護署』改為『海洋委員會』管轄」，於不影響報告內容下，無須重複敘述。
7. 第 101 頁，最近在台灣南部的研究表明，塑膠袋和塑膠瓶的比例低於美國環境保護局的國家海洋廢棄物計畫(NMDMP)，其可能的原因是台灣環境局自 2002 年以來採取並實施了“塑膠限制政策”和“強制垃圾分類政策” [Liu et al.(2013)]。請說明「台灣環境局」為何?
8. 第 101 頁~第 103 頁，海洋垃圾監控，海灘、海岸垃圾目前仍由環保署主政，並未移撥業務，僅海漂(底)垃圾移撥由海保署主政，另該章節中僅敘明海灘、海岸垃圾，均未提及海保署目前的執行成效，請補充說明。
9. 第 105 頁，台灣除遵守國際海事公約外，還實施自己的“海洋污染控制法”和“海洋油污染應急響應計畫”的規定，以保護海洋環境和生態完整性[Fan et al.(2018)]。請將「海洋污染控制法」修正為「海洋污染防治法」，及「海洋油污染應急響應計畫」修正為「重大海洋油污染緊急應變計畫」。
10. 第 105 頁，圖 2-76 「海洋污染控制法」之框架，請修正為「海洋污染防治法」。
11. 台灣、臺灣、我國，請統一用詞。
12. 本期末報告，大多內容為翻譯文章，部分文字用詞不夠精準明確，如前開所述「海洋污染控制法」及「應急響應」等處，建請重新檢視報告內容並修正。

科技文教處 黃世偉 處長

1. 對於 AI、IOT、5G 等於海洋科研之運用及聯結方案，請再多闡述。
2. 科研船之合理建置與分配使用，請再多思考及提相關解決方案。
3. 於 MDA(Maritime domain awareness)及北極航道等之議題，建議再多蒐整資料及補充。
4. 海洋能有關波浪能發電之現況與未來，應再多著墨並提出本會如何爭取為科專計畫，請妥為分析俾利參考。
5. 洋流能發電如何將所產生的電力產製氫能並請研析。
6. 藍色經濟的發揚於未來發展應甚重要，請多蒐整與論述(含 SDGs)。
7. 中長程計「劃」其中「劃」改成「畫」，內容有很多誤植。
8. 另外，本會海洋產業發展條例草案已經預告，請酌參閱及援引。
9. 對於海域安全及生態保育與復育所提之科技發展計畫較少，請再評析。

科技文教處 鮑俊宏 專員

1. 12 月份將提交「總體計畫」，請掌握時程依規定辦理。
2. 建議參考「南海科學研究推展方向」、「南海法政推展方向」提出國內海洋科研經盤點後的競爭優勢。
3. 建議針對附錄 C 加值，新增類別及其統計上之數據，以利未來本會研提「海洋

科技綱領」使用，未來可能為較上位的綱要計畫。

科技文教處 林昌良 科員

1. 110 年度總體說明格式與 109 年格式不同，請配合調整，並融入延續計畫部份。
2. 第六章第一節海洋科研與技術發展內容中，所採科研船圖片版權係屬科技部所有請刪除。
3. 工項 5-4 製作海洋科技發展藍圖簡報未附，請於成果報告補正並附電子檔。
4. 附錄 C-2-1 交通部運輸研究所港灣技術研究中心部分，「颱風雨季風…之應用」計畫經費僅 5 萬元，是否有誤請再確認。
5. 附錄 E，109 年度科技發展計畫僅附計畫概述表，請於成果報告光碟內檢附電子檔「完整內容」。
6. 附錄 F，「海洋永續環境資料庫之智慧加值應用」計畫僅附計畫概述表，請於成果報告光碟內檢附電子檔「完整內容」及總體說明。另計畫聯絡人部分請刪除。
7. 報告及附錄中，「行政院海洋委員會」請統一更正為「海洋委員會」。
8. 期末簡報檔請依委員意見同步調整，並於成果報告光碟內檢附電子檔。
9. 表 4-1 內「重新分配經費」請修正為「核定經費」、單位為「萬元/年」，請更正、編修日期請刪除，科發計畫名稱有誤請修正。
10. 第二章第一節一、海洋科學與資訊內容中，編號順序及位階有誤，請再確認。
11. P.13 表 2-2 名稱有誤，請修正。
12. P.158 中 0.5MW 請更為 0.4MW(400kW)。
13. 請後續配合本案 GRB 填列。

八、 結論：

1. 請研究團隊於報告書中增加說明計畫亮點。
2. 有鑑本會科技發展經費有限，請將研擬中長期計畫之子計畫排序，以利業務推動。
3. 報告內容及蒐整資料豐富，為利快速綜觀資料及判讀，請適當增加綜整圖表。
4. 本報告原則認可，請於 12 月 6 日前依出席人員意見增修內容並提修正版本，經機關確認後再印製成果報告。.

九、 附件：

1. 附件一，會議簽到表。
2. 附件二，期末會議簡報

「海洋科技發展中長期計畫先期規劃」期末報告書審查會議
出席人員簽名冊

主辦單位：海洋委員會

時間	108 年 11 月 22 日下午 2 時	地點	本會第二會議室
主持人	黃世偉	記錄	林昌良

出席人員	職稱	簽名	備註
1	林委員銘崇	林銘崇	
2	郭委員一羽	郭一羽	
3	楊委員瑞源	楊瑞源	
4	王委員維賢	請假	
5	蔡委員政翰	請假	
6			
7	本會國家海洋研究院	胡誠友	
8		李孟學	
9	本會海巡署	請假	
10			
11	本會海洋保育署	薛宏盛	
12			
13	本會科技文教處	鮑俊吾	
14			
15	財團法人成大研究發展基金會		許[illegible]
16	[illegible]	劉宗道 蘇吉士	李仁平
17		劉大綱	胡家維

劉[illegible]

胡方維

許[illegible]

附錄 C 我國政府各部會近五年海洋科技發展計畫

C-1 農業委員會

參照政府研究資訊系統(GRB)，本計畫彙整農業委員會漁業署及水產試驗所近 5 年計畫執行列表如下。漁業署及水產試驗所權責所及之海洋科技多屬本計畫擬定之第 4 範疇：「海洋資源與能源」，近年分別投入此範疇海洋科技發展之經費分別為 36,170 萬及 27,684 萬元。

C-1-1 農業委員會漁業署

年度	計畫中文名稱	執行單位	經費(萬元)
107	臺灣沿海場域漁業活動調查暨放流後效益評估	農委會漁業署	1,495
107	海洋漁業資料改善研究	農委會漁業署	450
106-108	海洋漁產業智能管理及自動化技術研發與應用	農委會漁業署	5,222
106	三大洋鮪、旗魚類生物暨資源評估	農委會漁業署	1,092
105-107	沿近海重要洄游漁業資源調查評估與利用管理研究	農委會漁業署	3,901
105-107	建構海洋漁業資料整合系統	農委會漁業署	4,773
105	我國遠洋漁業海上觀測暨生物樣本資料蒐集	農委會漁業署	1,350
104-107	推動臺灣栽培漁業示範區	農委會漁業署	3,130
104-106	臺灣沿海場域環境調查暨改善之研究	農委會漁業署	4,304
104-106	應用航程紀錄器(VDR)資料解析沿近海作業漁船時空分布及漁獲量推估	農委會漁業署	2,833
104	沿近海重要漁業資源調查評估與利用管理研究	農委會漁業署	3,093
103-107	漁船作業安全及省能源漁業機具技術開發研究	農委會漁業署	1,627
103-107	魷魚及秋刀魚生物暨資源研究	農委會漁業署	1,240
103-107	三大洋混獲物種資源調查研究	農委會漁業署	1,437
103-104	氣候變遷對遠洋鮪類資源及漁場變動之影響	台灣海洋大學	223

C-1-2 農業委員會水產試驗所

年度	計畫中文名稱	執行單位	經費(萬元)
108	水產資源再利用與魚農系統新產業	農委會水試所	1,786
107	離岸風能設施海藻牧場創育	農委會水試所	2,371
107	開發鮪類箱網養殖生產技術之建構與繁養殖技術之開發	農委會水試所	1,017
107	沿近海重要洄游漁業資源調查評估與利用管理研究	農委會漁業署	1,357
106-108	智慧化養殖技術之研發	農委會水試所	5,128
105-108	沿近海重要底棲漁業資源調查評估與利用管理研究	農委會水試所	5,538
104	海洋生物多樣性之環境調查研究	農委會漁業署	6,195
104	黃鰭鮪箱網養殖生產技術之建構	農委會水試所	1,926
104	水產繁養殖多元技術開發	農委會漁業署	2,366

C-2 交通部

參照政府研究資訊系統(GRB)，本計畫彙整交通部運輸研究所港灣技術研究中心、中央氣象局、觀光局及航港局近 5 年計畫執行列表如下。前述各單位依權責所及分別執行之海洋科技發展計畫包含「海洋產業與工程」、「海洋生態與保育」、「海洋科學與資訊」及「海洋資源與能源」等範疇。各單位近年分別投入海洋科技發展之經費分別為 34,905 萬、19,643 萬、1,193 萬及 1,545 萬元。

C-2-1 交通部運輸研究所港灣技術研究中心

年度	計畫中文名稱	執行單位	經費(萬元)
108	商港整體發展規劃	台野諮詢公司	580
108	建立即時氣象模組及船舶排放之三維空氣品質模擬系統	成功大學	246
108	整合 AIS 與海洋陣列雷達系統之航安應用評估	中央大學	197
108	船舶航行安全大數據資料庫應用與分析	高雄科技大學	104
108	規劃我國籍載客船舶航行安全風險管理輔導教材與實船示範計畫	中華海洋事業協會	60
107-108	海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運	成功大學	552
107-108	港灣環境資訊系統維護--功能提升	台灣富士通公司	371
107-108	離岸風電區鄰近海域波流及地形變遷數值分析	交通部運輸研究所	200
107-108	港灣風波潮流模擬及長浪預警之研究	交通部運輸研究所	460
107-108	運輸環境災防技術發展研究	交通部運輸研究所	1,212
107	港灣環境調查與綠色海洋航安發展計畫	交通部運輸研究所	2,805
107	離岸風電區鄰近海岸漂沙機制探討	交通部運輸研究所	426
107	港灣環境資訊整合及防災應用研究	交通部運輸研究所	350
107	離岸風電區海氣象觀測與特性分析	交通部運輸研究所	212
107	颱風與季風波浪特性分析及其在瘋狗浪預警之應用	交通部運輸研究所	5
107	港區及沿岸空氣品質受船舶航行之影響分析與即時推估系統建立	成功大學	250
107	金門海域海氣象特性分析及觀測系統維運	中山大學	200
107	臺北港海氣地象資料檢核與分析	中山大學	180
107	離岸風機基礎穩定性檢監測技術研發	中山大學	170
107	離岸風機基樁與金屬構件腐蝕防治之研究	弘光科技大學	162
107	離岸風電區之船舶監控及急難救助	高雄科技大學	180
107	AIS 系統訊號干擾研究與訊號解碼資料庫建置	高雄科技大學	104
107	運輸部門氣候變遷調適策略研議計畫	鼎漢國際工程公司	336
106-107	離岸風電水下技術研發	交通部運輸研究所	297
106	臺灣港灣海氣象調查系統營運與分析應用	交通部運輸研究所	2,713
106	綠色航運與航安資訊之整合研發	交通部運輸研究所	470
106	港灣環境資訊整合及預警應用研究	交通部運輸研究所	355
106	臺灣港灣海象模擬技術研發與防災之應用	交通部運輸研究所	153

106	港灣海象模擬技術及預警系統研發	成功大學	230
106	船舶航行對沿岸及港域空污預測模式之建立	成大研發基金會	245
106	離岸風電建置與航安技術發展計畫	高雄海洋科技大學	185
106	臺北港之港域航行安全分析與評估	高雄海洋科技大學	114
106	行動中繼傳輸技術應用於 AIS 系統之研發	高雄海洋科技大學	110
106	無人飛行載具應用於海難蒐查及港區環境監視之研究	經緯航太科技公司	530
106	港灣環境資訊系統-加值應用暨功能擴充及維護	台灣富士通公司	188
105	「國際海運資料庫」更新擴充及資料分析服務	成功大學	190
105	臺灣海域海平面上升之加速特性研究	成功大學	83
105	馬祖水域海象預報系統之建置研究	台灣海洋大學	180
104-105	海氣象自動化預報模擬系統作業化校修與維運	成功大學	543
104-105	「國際空運資料庫」更新擴充及資料分析服務	台灣海洋大學	395
104-105	港灣海象模擬暨溢淹資訊建置之研究	交通部運輸研究所	142
104	臺灣海域未來平均海平面升降變動率之推估	成大研發基金會	84
104	「國際海運資料庫」更新擴充及資料分析服務	長榮大學	192
104	應用地理資訊系統建置臺灣主要商港溢淹災害潛勢圖之研究	中山大學	111
104	臺北港附近海域平面流況調查及特性分析研究	台灣海洋大學	91
104	港灣地區防救災系統整合及應用可行性研究	綠卡邦科技公司	85
103-105	海域油污監測與擴散模擬技術研發	成功大學	390
103-105	港灣結構物受異常波浪影響分析	成功大學	187
103-105	我國港灣壓艙水污染問題管理法制化之研究	成大研發基金會	205
103-104	金門水域海象預報系統之建置研究	台灣海洋大學	291
103-104	臺北港風與波浪關連性之統計特性研究	交通大學	206
103-104	臺北港海岸地形變遷數值監測模式研究	中興大學	188
102-105	臺灣港灣長期性海氣象調查及資訊應用系統建置之研究	交通部運輸研究所	9,100
102-105	創造綠色港埠之新技術研發	交通部運輸研究所	2,067
102-105	港灣海氣象環境資訊整合及統計分析研究	交通部運輸研究所	1,745
102-105	港灣構造物與波流互制研究	交通部運輸研究所	805
102-105	全球暖化引致臺灣海域海面水位昇降變動率之評估研究	交通部運輸研究所	150
102-105	港灣防波堤堤頭三維沖蝕特性及防制機制研究	中山大學	929
102-105	可循環式綠色能源結合港灣結構以建構綠色港灣之發展研究	中山大學	504
102-105	港灣環境資訊服務系統功能提升規劃與建置	台灣富士通公司	725
102-105	臺灣主要港口附近海域混合波浪統計特性及推算模式建置研究	交通大學	365

C-2-2 交通部中央氣象局

年度	計畫中文名稱	執行單位	經費(萬元)
107-108	地震密集帶(盲斷層)之相關研究	中華民國地科學會	378
107	臺灣地區 107 年地震前兆監測資料彙整及分析	中華民國地科學會	248
107	異常海水溫與海難漂流預報技術發展	台灣大學	445
107	縱谷斷層南段之地震活動時空演化分析	中正大學	34
106-107	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統-海氣象災防環境服務作業系統建置	資拓宏宇國際公司	8,353
106-107	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統-海象災防應用技術發展	成大研發基金會	1,595
106	異常海水溫災防應用技術發展	台灣大學	340
106	臺灣地區 106 年地震前兆監測資料彙整及分析	中華民國地科學會	244
106	臺灣海峽地震觀測紀錄之分析	中華民國地科學會	30
106	臺灣地區 106 年中大型地震震源資訊之快速彙整與提供	中華民國地物學會	218
106	106 年度臺灣地區強震資料在強化地震測報作業之應用研究	中華民國地物學會	179
106	縱谷斷層中段之地震活動時空演化分析	中正大學	30
105-108	發展波浪資料同化技術及強化波浪系集預報系統	台灣地球觀測學會	948
105-108	異常海象機率預警研究與作業試用	成大研發基金會	876
105-108	極端風暴潮模擬研究與潛在威脅性分析	中華民國地物學會	639
105-108	應用地球物理方法探勘颱風及其波浪特性	中華民國地物學會	374
105-108	臺灣海域地震與海嘯觀測之相關研究	中華民國地科學會	540
105	臺灣地區 105 年地震前兆監測資料彙整及分析	中華民國地科學會	329
105	臺灣地區 105 年中大型地震震源資訊之快速彙整與提供	中央大學	248
104	臺灣地區 104 年地震前兆監測資料彙整及分析	中華民國地科學會	245
104	臺灣地區 104 年版地震潛勢圖之製作	中央大學	30
104	1604 泉州地震於海嘯生成之敏感性分析及其對臺灣西部沿海之影響	中央大學	29
104	中央氣象局海纜觀測系統現況與後續擴充評估研究	中央大學	29
104	臺灣東北外海海域震波速度構造研究	中央大學	29
103-104	消除海纜式海底地震儀中之低頻雜訊	中華民國地科學會	65
101-104	建構波浪系集預報系統	工業技術研究院	1,064
101-104	臺灣海域近岸風暴潮溢淹預報模式開發與研究	中央大學	895
101-104	災害性瞬變海象之研究	台灣海洋大學	827
101-104	船舶自動辨識系統之海象資料應用	台灣海洋大學	382

C-2-3 交通部觀光局

年度	計畫中文名稱	執行單位	經費(萬元)
108	東海岸海域生態調查暨潛點資源經營管理評估	交通部觀光局	340
107	東海岸海洋永續觀光國際論壇暨海域生態資源調查計畫	台灣珊瑚礁學會	445
106	東部海岸國家風景區海域生態資源調查計畫	明新科技大學	245
106	宜蘭濱海水域遊憩活動規劃案	成功大學	96
105	東部海岸國家風景區海域生態資源調查計畫	飛魚 2 號工作室	67

C-2-4 交通部航港局

年度	計畫中文名稱	執行單位	經費(萬元)
107-108	自由貿易港區服務網(FTZNet)系統功能整合及維運計畫	關貿網路公司	578
107	海運產業發展政策系列研析-海運先進國家投資環境與發展策略(以法制面策略探討為限)研究	輔仁大學	92
106	自由貿易港區營運實績統計分析管理平臺 106 年度委外維護及功能提升計畫	關貿網路公司	393
105	商港法修正之研析	冠博法律事務所	92
105	我國海域規劃建置 AIS 研究	台灣海洋大學	45
104-105	海商法修正草案之研究	臺灣海商法學會	345

C-3 經濟部

參照政府研究資訊系統(GRB)，本計畫彙整經濟部水利署、技術處、工業局、能源局、中央地質調查所及國營事業委員會近 5 年計畫執行列表如下。除中央地質調查所外，經濟部下轄各單位執行之海洋科技計畫多屬「海洋產業與工程」、「海洋資源與能源」範疇，而中央地質調查所之計畫則則多屬「海洋科學與資訊」。各單位近年分別投入海洋科技發展之經費分別為 7,468 萬、261,709 萬、31,443 萬、203,762 萬、25,023 萬及 26,769 萬元。

C-3-1 經濟部水利署

年度	計畫中文名稱	執行單位	經費(萬元)
108	因應氣候變遷之海岸風險評估	成功大學	445
106-107	氣候變遷對臺灣自然海岸與近岸沙洲衝擊研究	成大研發基金會	607
106-107	建置再生水媒合與稽核系統及產業推動服務	中興工程顧問社	1,123
106	混凝土緩坡海堤溯升觀測系統建置—以屏東楓港海堤為例	成大研發基金會	215
105-106	海堤堤前與河口水深地形非接觸式觀測科技之研發	成大研發基金會	289
104-106	曾文溪流域因應氣候變遷總合調適研究	成功大學	1,030
104-105	以水文技術提昇海堤設計之研究	中央大學	423
103-107	氣候變遷對水環境之衝擊與調適研究第 3 階段管理計畫	環興科技公司	3,336

C-3-2 經濟部技術處

年度	計畫中文名稱	執行單位	經費(萬元)
108	工研院創新前瞻技術研究計畫	工業技術研究院	131,436
107-108	多維度視訊與聯網整合技術計畫	工業技術研究院	8,382
107	智慧船舶自主航行應用服務先期技術開發計畫	船舶暨海洋產業研發中心	3,790
106-108	再生水資源創新膜材及系統開發與驗證	工業技術研究院	31,414
106-107	船艦級關鍵技術開發計畫	船舶暨海洋產業研發中心	4,219
106	綠能科技產業之在地化深耕機制研究	資訊工業策進會	1,700
105-108	東部特色資源創新應用技術開發暨產業化推動計畫	石材暨資源產業研發中心	17,507
105-107	離岸風電施工維護船機技術開發計畫	船舶暨海洋產業研發中心	12,803
104	異深度帶之深層海水產業應用技術開發計畫	石材暨資源產業研發中心	3,498
103-105	多功能及節能船艇技術開發計畫	船舶暨海洋產業研發中心	11,654

102-104	離岸風電關聯船機技術開發計畫	船舶暨海洋產業研發中心	12,568
101	離岸風電場建置與海事工程發展先期技術計畫	船舶暨海洋產業研發中心	2,000
100-102	綠能船艇技術發展計畫	船舶暨海洋產業研發中心	20,738

C-3-3 經濟部工業局

年度	計畫中文名稱	執行單位	經費(萬元)
106-107	再生能源產業推動計畫	金屬工業研發中心	2,902
102-105	再生能源產業推動計畫	金屬工業研發中心	5,604
101	大型風力機產業環境建構計畫	金屬工業研發中心	1,549
101	船舶產業輔導計畫	船舶暨海洋產業研發中心	645
94-101	再生能源設備產業推動計畫	金屬工業研發中心	20,743

C-3-4 經濟部能源局

年度	計畫中文名稱	執行單位	經費(萬元)
108	風力發電設置整體推動與離岸風電關鍵技術研發計畫	工業技術研究院	13,000
108	底碇式波浪發電機組開發與測試計畫	工業技術研究院	2,500
108	離岸風場海事操作關鍵作業評估技術開發計畫	船舶暨海洋產業研發中心	2,600
108	離岸風場結構檢修與運維技術開發計畫	金屬工業研發中心	2,500
107-108	高雄海洋科技專區人才育成、產業創新軟硬體建置及營運委託專業服務案	金屬工業研發中心	37,638
106-108	氣象資訊在綠能開發之應用服務計畫	工業技術研究院	3,456
106-107	離岸風場區塊開發海域環境建構計畫	台灣世曦工程公司	16,237
106-107	海洋能機組研發與關鍵技術開發計畫	工業技術研究院	5,445
106-107	10kW 潮流發電系統開發計畫	金屬工業研發中心	5,265
106-107	離岸風場維運作業效能提升技術開發計畫	船舶暨海洋產業研發中心	5,026
106	小型潮流發電機組與動態纜線測試計畫	工業技術研究院	4,356
106	離岸風力機浮動式承載平台關鍵技術開發計畫	金屬工業研發中心	1,773
105	多台水平軸離岸風力機浮動式承載平台技術開發計畫	金屬工業研發中心	990
104-107	千架海陸風力機設置推動及關鍵技術研發計畫	工業技術研究院	34,237
104	20 瓩波浪發電系統精進與測試計畫	工業技術研究院	5,000
103-105	離岸風場作業安全評估技術開發計畫	船舶暨海洋產業研發中心	6,278

103	陸海域風力發電設置推動及技術研發	工業技術研究院	8,200
103	波浪發電系統研發與測試	工業技術研究院	4,500
103	新及再生能源技術先期研發－離岸風電創新前瞻計畫	船舶暨海洋產業研發中心	725
103	高效率溫差發電及深層海水冷能利用可行性評估計畫	中興工程顧問公司	165
102	離岸風場調查分析及技術研發計畫	工業技術研究院	12,000
102	新及再生能源技術先期研發-離岸風電浮動式平台創新前瞻計畫	船舶暨海洋產業研發中心	350
102	大型能源海藻培養技術之開發計畫	台灣海洋大學	360
102	黑潮發電的核心技術研發與測試	台灣海洋大學	280
102	海洋能潮流發電整合系統研發	成功大學	312
102	離岸風力發電機創新型基座之海事施工服務研究計畫	大橋舟造船公司	79
101	101 年度「綠島海域海洋能發電潛力調查評估計畫」	中興工程顧問公司	1,955
100-101	海洋能源系統及關鍵元件技術開發計畫	工業技術研究院	12,600
100-101	自主化大型風力發電機技術開發計畫	工業技術研究院	12,400
98-101	能源科技研究中心推動計畫-海洋能科技研究中心	成功大學	3,535

C-3-5 經濟部中央地質調查所

年度	計畫中文名稱	執行單位	經費(萬元)
105-108	臺灣東北海域礦產資源潛能調查—震測及地熱流調查研究	臺灣大學	3,060
105-108	臺灣東北海域礦產資源潛能調查－地球化學與海床觀測調查研究	臺灣大學	3,699
105-108	臺灣東北海域礦產資源潛能調查－高解析聲納及磁力調查研究	中華民國地物學會	3,265
101-104	天然氣水合物資源潛能調查：熱力學與動力學研究	台灣大學	1,710
101-104	天然氣水合物資源潛能調查：震測、地熱及地球化學調查研究	臺灣大學	8,773
101-104	天然氣水合物資源潛能調查：高解析聲納調查	中央大學	3,944
95-96	10 萬分之 1 海洋地質圖幅編製試測計畫	工業技術研究院	435
94	台灣周邊海域海洋地質圖測製先期規劃	工業技術研究院	137

C-3-6 經濟部國營事業委員會

年度	計畫中文名稱	執行單位	經費(萬元)
108-110	林口電廠海洋牧場之多元研發	台灣電力公司	228
108-110	排煙脫硫海水曝氣以提升 pH 值技術研發	台電綜合研究所	77
108-109	國內離岸風場投資研究計畫	安侯企業管理公司	2,635
108-109	海水脫硫曝氣池泡沫之生成機制與抑制研究	台電綜合研究所	210
108	風力發電機組故障預判模型之建立	台電綜合研究所	36
107-112	配合離岸風力發電之漁業轉型研究	台灣電力公司 成大研發基金會	1,280
107-109	澎湖湖西離岸風場氣海象調查分析	台灣電力公司 高雄海洋科技大學	1,600
107-109	離岸觀測塔資料庫建置應用與振動分析	台電綜合研究所 成功大學	666
107-109	海水電解結合燃料電池發電技術研究	台電綜合研究所	160
107-108	高煤灰摻量無鋼筋混凝土應用於海事工程構造物研究	台電綜合研究所	966
107-108	協和計畫發展海洋牧場相關研究：海域生態及漁業資源調查	台電綜合研究所 臺灣海洋大學	366
107-108	因應離岸風場併網之電壓諧波分析及諧波阻抗模型建置研究	台電綜合研究所	210
107	台灣南部海域油氣潛能與未來油氣聯合開發可行性研究	台灣中油公司	4,161
107	綠色環保產品開發應用於油污染場址與事件	經濟部國委會	1,751
107	風力發電機組運轉綜合指標之建立	台電綜合研究所	377
106-108	風波能發電系統共置示範計畫可行性研究	台灣電力公司 台灣海洋大學	858
106-107	#26 離岸風力廠址風能評估及驗證	台灣電力公司 力鋼工業公司	1,760
105-109	離岸風力發電第二期計畫環境響評估編擬工作	台灣電力公司 光宇工程顧問公司	2,952
104-115	第三座液化天然氣接收站建港及圍堤造地工程等技術服務工作	中興工程顧問公司	4,988
104-106	離岸海氣象觀測塔監測資料庫建置與應用模組開發	台電綜合研究所 成大研發基金會	680
104-105	興達發電廠離岸卸煤作業安全資訊決策系統建置可行性評估	台電綜合研究所 成大研發基金會	188
104-105	「澎湖海(潮)流調查」技術服務案	台灣電力公司 中山大學	390
104-105	台灣西部海岸原生藻類之分離與固碳適用性評估	台電綜合研究所	230

C-4 文化部文化資產局

參照政府研究資訊系統(GRB)，本計畫彙整文化部文化資產局近 5 年計畫執行列表如下。考量文化部業務權責，文化資產局執行之海洋科技計畫多屬「海洋產業與工程」範疇，致力進行水下調查技術開發。其近年分別投入海洋科技發展之經費約 771 萬元。

年度	計畫中文名稱	執行單位	經費(萬元)
107	近海水下考古用 ROV 及攝影測量技術提升與測試	成功大學	82
105-106	水下考古應用 ROV 進行立體攝影測量之技術研發	成功大學	188
104	水下考古特殊輔助工具研發	成功大學	46
104	水下文化資產保存法相關法制委託研究	中山大學	455

C-5 行政院原子能委員會

參照政府研究資訊系統(GRB)，本計畫彙整行政院原子能委員會近 5 年計畫執行列表如下。行政院原子能委員會執行之海洋科技計畫多屬「海洋資源與能源」範疇，致力進行離岸風電系統開發。其近年分別投入海洋科技發展之經費約 6,704 萬元。

年度	計畫中文名稱	執行單位	經費(萬元)
108	儲能併網對電力系統影響之研究	中原大學	70
103-105	風能系統工程技術開發與研究	原能會核能研究所	6,180
103-104	大型風力機控制器設計研究	臺灣大學	134
103	浮動型離岸風機載台之動態穩定性調控技術研究	核能研究所	320

C-6 行政院海岸巡防署

年度	計畫中文名稱	執行單位	經費(萬元)
104	海岸巡防機關海事訓練測驗制度、模擬機建制及其訓練標準	中央警察大學	47
103	建置艦艇自動蒐集表面風流資訊可行性及效益評估之研究	台灣海洋大學	50
102	海務資料庫及輔助預警系統建置之研究	高雄海洋科技大學	55
101	建置我國海難搜救作業程序書	高雄海洋科技大學	85
100	海上船舶碰撞管轄權及執法措施之研究	臺灣海洋事務策進會	79

C-7 科技部

科技部職掌規劃國家科技發展政策，推動基礎及應用科技研究，並支援學術研究，管理其他有關科技發展事項。參照政府研究資訊系統(GRB)，本計畫彙整科技部近 5 年百萬等級之計畫執行列表如下。考量科技部業務權責，執行之海洋科技計畫包含「海洋產業與工程」、「海洋生態與保育」、「海洋科學與資訊」及「海洋資源與能源」等範疇，近年離岸風電及海洋能發電等海洋科技發展之經費約 211,430 萬元。

C-7-1 離岸風電相關

年度	計畫中文名稱	執行單位	經費(萬元)
108	抗颱型浮動風機關鍵技術開發與實海域驗證	成功大學	2,000
108	台灣離岸風場海氣象大數據預測技術與觀測標準認證	成功大學	1,500
108	圓錐貫入試驗參數不確定性對離岸風場海床土壤液化分析影響研究(	成功大學	415
108	台灣離岸風場運維大數據網路平台建置研究	臺灣大學	1025
108	海纜檢修用水下爬行機器人研發	臺灣大學	420
108	雙體船之結構強度分析及實用評估方法之研究	臺灣大學	101
108	離岸風力發電廠運轉噪音對當地石首魚類聽覺及生理的影響	臺灣海洋大學	127
107-108	離岸風機複合結構柱耐震耐候研究:應用高分子複合材料包覆螺紋管中空混凝土圓柱發展與試驗	臺灣大學	205
107-108	多功能複合式剛架海域風機平台系統之研發	臺灣大學	152
107	浮動式離岸風機載台及繫纜系統關鍵技術開發與驗證	成功大學	2,600
107	離岸風機水下基礎設計暨維護決策資料庫與展示平台開發	成功大學	2,000
107	台電彰化外海離岸海氣象觀測資料研發應用	成功大學	1,000
107	風速計校正系統國際認證與極端風速量測技術研發	成功大學	614
107	台灣離岸風場運轉維護管理平台建置研究	臺灣大學	2,000
107	離岸風機固定式水下結構關鍵技術開發	原能會核能研究所	1,125
106-108	台灣離岸風能大數據產業之發展與創新應用	高速網路計算中心	1,346
106-108	具視覺補償之液壓多軸運動調平系統應用於離岸風場施工船舶之研究	臺灣大學	357
106-107	離岸風力發電對生物衝擊	臺灣大學	1,143
106-107	適用於台灣離岸風場之智能型離岸風場監控管理系統之研究	臺灣大學	586
106-107	離岸風場之水下背景噪音量測與模擬 II	臺灣大學	576
106-107	離岸風機基礎穩定性風險評估	成功大學	747
106-107	國產自主化浮動式海氣象光達載具開發－實驗	成功大學	700

	與實海域測試		
106-107	防颱抗震型離岸風機支撐結構整合設計驗證技術精進	原能會核能研究所	656
106-107	先進無鉛壓電風能採集系統之開發與應用	南臺科技大學	198
106-107	圓柱直立結構物於海洋波浪方向不規則波場下受力之研究	臺灣海洋大學	146
106-107	一般及浮式離岸柔性植被對波浪減衰之研究	臺灣海洋大學	142
106	離岸風機支撐結構天然災害風險評估與關鍵組件測試平台	國家地震工程中心	3,843
106	離岸風場海床土壤與離岸風機基礎實驗技術服務平台建置	國家地震工程中心	2,993
106	加速提升量測技術於台灣離岸風能產業發展藍圖	成功大學	1,018
106	結合無人機與維運船隊進行離岸風力發電機檢修	成功大學	670
106	離岸風場地工設計參數資料庫建置與應用	成功大學	317
106	風機葉片表層損傷之診斷裝置設計與製造	臺灣大學	370
106	小型任務指定無人船開發研究	臺灣大學	265
106	離岸風力發電對海洋生態影響之調查與評估-雲彰隆起海域底質環境與底棲生物生態	中山大學	414
106	離岸風力發電對海洋生態影響之調查與評估-雲彰隆起海域水質、浮游生物生態、資料庫與模式建構(Ⅰ)	中興大學	892
105-106	分層水體中繫纜型浮式構造物與波浪互制之纜繩動力分析研究	臺灣海洋大學	183
105-106	航海雷達監測離岸裂流技術之研發	成功大學	117
105	離岸風場場址調查與環境評估-地質調查與評估技術	成功大學	147
105	離岸風場之主動安全式進出系統之研究	臺灣大學	120
104-107	離岸風場與漁業協調及友善漁業空間規劃研究	臺灣海洋大學	1,460
104-106	海象觀測即時監測預警系統及加值服務技術開發	慈濟大學	1,509
104-106	「風能與海洋能」制式與非制式創新教育資源研發暨應用推廣-風能與海洋能發電模組轉化暨應用推廣	海洋科技博物館	646
104-106	「風能與海洋能」制式與非制式創新教育資源研發暨應用推廣-風能與海洋能發電模組開發研究計畫	臺灣海洋大學	281
104-105	多功能離岸式基座搭載海上光達現地建置與動態量測試驗	成功大學	1,600
104-105	離岸風力發電場址波浪特徵之調查與研究	成功大學	800
104-105	離岸風機套管基礎變形分析方法研究	成功大學	792

104-105	高液化潛勢區離岸風機基礎穩定性評估	成功大學	300
104-105	5MW 離岸風力發電機運轉操控模式、監控及電能轉換技術之研究	臺灣大學	560
104	離岸型風力機之關鍵鑄件之鑄造技術研發-以3.6MW 機座(Main Frame)為載具	臺灣大學	714
104	海域再生能源開發接軌國際推動計畫	臺灣海洋大學	660
104	離岸風場軟弱土層改良研究	臺灣海洋大學	166
103-105	我國發展離岸風電技術經濟分析與建置融資體系之研究	台灣經濟研究院	2,892
103-105	離岸風機及支撐結構設計驗證及工程技術建立	原能會核能研究所	2,632
103-105	台灣離岸示範風場之風能觀測評估與電網併聯技術開發	成功大學	2,499
103-105	整合離岸風機材料與結構之安全性、腐蝕防治及損壞監測研究	臺灣大學	1,507
103-105	預兆式離岸風機營運維修系統之開發	臺灣大學	1,397
103-105	大型離岸風場併網技術開發研究-以台灣實際離岸風場開發案為例	中正大學	392
103-105	外海剛架式結構物之減振及避震系統研究	中山大學	209
103-104	地震作用下離岸風機群樁基礎之動力模擬與最佳化抗震設計	成功大學	708
103-104	大渦漩模擬數值模式架構在風能研究之發展及應用	成功大學	173
103-104	氣候變遷下海岸地區發展與海洋變遷互動之研究-氣候變遷對海岸地區國土及城鄉規劃之風險評估與管理研究	臺灣海洋大學	258
103-104	氣候變遷下海岸地區發展與海洋變遷互動之研究-沿岸地區地下水與地層下陷特性研究	臺灣海洋大學	113
103-104	氣候變遷下海岸地區發展與海洋變遷互動之研究-永續性海岸防護工程標準訂定與非工程措施	臺灣海洋大學	107
103	離岸型風力機之關鍵鑄件之鑄造技術研發	臺灣大學	774
103	創新型離岸風力發電機載體式基座風波流動力負載與基座局部沖刷之研究	成功大學	408
103	風波流對離岸風機支撐結構與基礎影響之動力模擬與最佳化設計	成功大學	400
103	低施作成本離岸風力機水下結構研究	臺灣海洋大學	141
103	5MW 風力機之新型分流傳動系統研發與構想設計	中山大學	436
102-105	非破壞性檢測水下樁柱基礎和外觀之系統開發	臺灣大學	2,520
102-105	離岸風機影響中華白海豚生理與生態之研究	臺灣大學	2,073
102-105	離岸風場之水下背景噪音量測與模擬	臺灣大學	1,604
102-104	創新整合空氣動力、機構動力、波浪力、控制系統動態及結構應力分析應用於離岸風力發電機	臺灣大學	325

	及其創新傳動控制之研究		
102-103	離岸風場風機基座周遭局部地形淘刷水工模型試驗與現地監測研究	成功大學	627

C-7-2 海洋能及海洋科技相關

年度	計畫中文名稱	執行單位	經費(萬元)
108	浮式振盪水柱式波浪轉換系統實海域測試場址選擇與測試	臺灣海洋大學	233
108	台灣西南外海氣水化合物的地球物理研究	中研院地科研究所	166
108	南海北坡大陸邊緣區域地層天然氣水合物資源潛在賦存量之估算及氣體移棲時序變化與成因之探究–SO266 太陽號鑽探長岩心樣品之深入研究解析	臺灣大學	121
108	長波通過潛沒式植被之波浪能量衰減及流場演變之研究	成功大學	115
108	沿岸風波流耦合對太陽光電板之氣動力現象及浮動載台穩定度研究	成功大學	104
107-108	底碇振盪衝擊式波浪能轉換器 BH-OWSC 之設計與驗證	臺灣海洋大學	619
107-108	多功能沉箱防波堤的研發與應用	中興大學	403
107-108	颱風大小對上層海洋降溫作用、颱風強度變化以及氣候變遷的影響	中央大學	320
107-108	波浪通過任意形狀張力腳平台與地形之分析	高雄科技大學	182
107-108	採集藍色能源與增益生化檢測靈敏度的研究	成功大學	283
107	底棲性水產養殖之智慧化監測及管理技術	中山大學	750
107	風鼓式海浪發電系統於近岸海域建置	臺灣海洋大學	800
107	臺灣四周海域海洋基礎生產力長期觀測與研究	臺灣海洋大學	126
107	海床地震儀紀錄中非構造地震的訊號源研究	臺灣大學	107
106-108	水下獵能系統的設計與開發	高雄師範大學	279
106-107	天然氣水合物儲集系統精密觀測與取樣-臺美與臺德合作計畫	臺灣大學	7,830
106-107	甲烷水合物海域探測與採樣工程技術之研發 II	中山大學	6,330
106-107	整合開口式沉箱與波浪能轉換系統以提高波能擷取之系統設計參數研究	臺灣海洋大學	183
106-107	針對水下感測網路多路徑路由協定之組合最佳化研究	臺灣海洋大學	155
106	煉鋼爐石應用於海洋牧場固碳之認證制度與橋接溝通研究	成功大學	437
106	硫化鐵礦物相轉變路徑之研究及其地質上意涵	成功大學	183
106	CTOP：颱風－海洋耦合預報系統－預報與理解海洋與颱風在氣候變遷下的耦合反應	中央大學	204

106	台灣海岸帶變遷與海陸交互作用研究－科學基礎與社會關連-減緩海岸帶地層下陷-建立離岸養殖船	中山大學	163
106	直接施力沈浸邊界法於流體能源轉換器最佳化設計應用研究	臺灣科技大學	122
105-107	天然氣水合物儲集層開採工程之技術研發	臺灣大學	3,313
105-107	台灣西南海域天然氣水合物賦存區海床穩定性的基礎研究	中央大學	4,040
105-107	天然氣水合物對於深海生物多樣性影響評估 II	中興大學	2,912
105-107	整合新型多功能離子篩與電容去離子技術應用於海(廢)水脫鹽程序	成功大學	526
105-107	催化部分氧化、二氧化碳還原及熱循環交互作用下燃料產生氫氣及合成氣之研究	成功大學	477
105-107	臺灣周邊海域上層海洋之分析與預報機制建立	臺灣師範大學	256
104-106	全球變遷對西北太平洋臺灣海域海洋生物地球化學與生態系統影響之長期觀測與研究(II)	臺灣海洋大學	7,522
104-106	結合基礎與應用兼具海洋特色新穎綠能光電研究	臺灣海洋大學	717
104-106	浮游式黑潮發電先導機組設計開發關鍵技術之研究	臺灣大學	2,740
104-106	資源化 CO_2 製備多功能石墨烯應用於捕獲及轉化 CO_2	成功大學	411
104-106	航行船舶之擺錘式波浪獵能器設計	成功大學	294
104	建構我國永續能源發展法制整體架構計畫	資訊工業策進會	600
104	海域震測資料波場處理,分析與逆推應用於甲烷水合物勘探及構造成像	中央大學	144
104	固定點擊式波力發電機之研發與發電效能評估	臺灣海洋大學	110
103-107	我國發展淨源節流科技所涉法令限制探討研究	清華大學	2,514
103-106	瓩級黑潮發電先導機組研發與實海域測試平台建置規劃	中山大學	10,100
103-105	臺灣西南海域天然氣水合物儲集層特性與能源潛力評估	臺灣大學	4,329
103-104	台灣西南海域天然氣水合物探採安全與海床穩定性的基礎研究	中央大學	2,805
103-104	量化台灣西南海域甲烷溢出總量及評估其對環境之影響	中山大學	2,268
103-104	潮汐發電系統連接電網之系統穩定度研究	成功大學	160
103-104	天然氣水合物地層分解量評估技術建立	中原大學	130
103	海域再生能源開發接軌國際推動計畫	臺灣海洋大學	400
103	海域能源與構造震測成像於資料波場處理與逆推的整合與應用	中央大學	126
103	複合式海浪發電之浮筒最佳化設計與模擬	高雄海洋科技大學	101

102-106	次世代鋼及其綠色製程與產品創新應用產學合作計畫	成功大學	32,399
106-107	黑潮研究(III)	臺灣大學	1,154
104-105	黑潮研究(II)	臺灣大學	2,931
102-105	台灣西南海域天然氣水合物資源台德合作探勘計畫	臺灣大學	25,012
102-105	甲烷水合物海域探測與採樣工程技術之研發	中山大學	7,833
102-104	天然氣水合物開發與儲集層工程技術之研究	臺灣大學	3,223
102-104	複合式重量調合與液體調合阻尼器在結構簡振與波能收集之研究	中山大學	260
102-103	X-band 雷達觀測技術應用於近岸海域溫熱水放流現象之研究	成功大學	103
102	海洋能潮流發電整合系統研發	成功大學	312
101-103	黑潮通量及其變化之觀測	臺灣大學	4,544
101-102	海流發電系統效能驗證	成功大學	1,536

C-8 海洋委員會

年度	計畫中文名稱	執行單位	經費(萬元)
108	洋流能關鍵技術開發與發展	中山大學	6,541
108	屏東西南部外海長期觀測規劃調查	中山大學	1,630
108	臺灣東南部海域長期觀測系統規劃建置	中山大學	1,510
108	氣候變遷對臺灣海域及海岸空間規劃與海洋產業衝擊先期評估	中山大學	108
108	臺灣東南部海域海底地形調查	高雄科技大學	1,050
108	海洋教育推廣與人才培育機制之籌建	高雄科技大學	393
108	108 年度海洋污染事件緊急應變模擬監測計畫	高雄科技大學	380
108	全國海洋資料庫服務平臺先期規劃	勤崴國際科技公司	690
108	臺灣周邊海域水下噪音與被動式聲學監測網先期規劃	知洋科技公司	467
108	108 年度鯨豚觀察員制度試辦計畫	知洋科技公司	200
108	108 年度衛星及遙測技術運用於海域污染事件監控計畫	中央大學	427
108	海洋人力培訓與公私協力聯繫與發展	成大研發基金會	339
108	海洋科技發展中長期計畫先期規劃	成大研發基金會	196
108	海洋產業統計與經濟推動策略規劃	台灣經濟研究院	310
108	107 年度漁港水體水質監測計畫	台灣檢驗科技公司	266
108	通訊技術應用於台灣西南沿海海域空間衝突及漁業廢棄物監測研究	成功大學	259
108	危險海域劃設原則之研究	成功大學	152
108	全國鯨豚擱淺救援處理計畫	中華鯨豚協會	250
108	鯨豚搶救作業標準研究及教育推廣	中華鯨豚協會	115
108	108 年台灣西部沿海白海豚族群監測計畫	福爾摩莎自然公司	190
108	海洋文化與教育發展中長期計畫先期規劃	和昱國際永續公司	189
108	臺灣北區擱淺混獲海龜救傷處理計畫	臺灣海洋大學	165
108	海域管理法制立法研究	中華民國海洋事務與政策協會	152
108	海洋文化政策概念形成研究	中華民國海洋事務與政策協會	144

附錄 D 海洋科技法令草案研擬

D-1 海洋委員會推動學術與研究機構參與產業創新及研究發展補助辦法

條文	說 明
第一條 本辦法依產業創新條例第九條第二項規定訂定之。	本辦法之授權依據。
第二條 海洋委員會（以下簡稱本會）為鼓勵海洋科技研究發展，以促進海洋產業創新、提升海洋競爭力，訂定本辦法。	本辦法訂定目的。
第三條 本辦法用詞，定義如下： 一、 學術機構：指依法設立之公私立大(專)學校院。 二、 研究機構：指具科技研究發展及產業化推動能力之財團法人、行政法人或政府研究機關(構)。 三、 海洋科技計畫：指本會職掌範圍內產業創新及研究發展相關事項之計畫。 四、 創新：指全新或改良之產品或服務、技術、產製流程、行銷通路或其他各類創新活動。 五、 研究：指原創且有計畫之探索，以獲得科學性或技術性之新知識。 六、 發展：指技術或商品於量產或使用前，將研究發現或其他知識應用於全新或改良之材料、器械、產品、流程、系統或服務之專案與設計。	本辦法用詞定義。
第四條 本辦法之補助事項範圍如下： 一、為政府重大施政方針、擬訂或決議之科技發展計畫。 二、建構創新、前瞻海洋事務發展環境之政策法規研究發展。 三、促進海洋科技或產業發展之技術、營運模式或創新相關之研究發展或應用服務。 四、統合海洋科學研究與技術發展之應用、人力資源或與文化教育之事項。	本辦法補助事項範圍。
第五條 申請海洋科技計畫者（以下稱申請人），以學術機構或研究機構為限，且符合下列各款條件： 一、 具有政策研析及創新研發能力。 二、 具有固定之研究場所及執行計畫之基本人力與設備。 三、 具有財務管理、人力配置、會計制度及內部稽	為推動海洋科技之計畫，明定補助對象及其資格條件。

核等完善計畫專案管理制度。	
第六條 為有效整合國內外之研究發展資源及能力，協助海洋科技產業轉型，申請人得以跨領域或跨單位之方式從事技術引進、合作開發或共同參與執行。	為透過資源整合以協助海洋科技產業轉型，明定申請人得以跨領域或跨單位之方式執行本辦法補助計畫。
第七條 申請人於提出計畫申請時，應向本會或所屬機關提出聲明書，並載明下列事項： 一、 三年內未有執行政府計畫之重大違約紀錄。 二、 未有因執行政府計畫受停權處分而其期間尚未屆滿情事。 三、 一年內未有違反勞工、環境保護、食品安全衛生之相關法規或身心障礙者權益保障法相關規定之重大情節。 四、 三年內無欠繳應納稅捐情事。 五、 同一或類似申請計畫未獲得其他機關或本會或所屬機關之補助。 申請人拒絕為前項之聲明，本會或所屬機關得不予受理申請；其聲明不實者，得駁回其申請，或撤銷補助並解除契約。	一、為確保海洋科技補助計畫之執行，第一項明定計畫申請時所應提出之聲明事項。 二、第二項明定申請人拒絕申請或聲明不實之處置。
第八條 符合本辦法申請資格者，應依本會或所屬機關規定之作業流程、表件格式、費用標準及其他相關規定，研提計畫書及相關申請文件。 前項計畫書應載明下列項目： 一、 計畫目標。 二、 計畫內容與本辦法之關聯性。 三、 計畫執行期程及進度。 四、 經費分配。 五、 人力配置。 六、 預期成果或效益。 七、 具體衡量之績效指標。 八、 風險評估及因應方式。 九、 其他經本會或所屬機關指定之項目。	一、為俾利計畫執行，第一項明定申請人應依本會或所屬機關之規定研提計畫書及相關申請文件。 二、為俾利申請人遵循，第二項明定計畫書之應備項目。
第九條 補助案件之審核基準應依下列規定辦理： 一、 由本會或所屬機關先就申請人資格、申請書、計畫書及應備文件進行檢核，倘有未符合規定且可補正者，本會或所屬機關得通知限期補正；屆期未補正或補正不全者，不予受理。 二、 為審查申請人所提計畫，由本會或所屬機關召開審查會議。	一、第一項為明定案件審核標準程序。 二、第二項明定審查期間及其延長，以利申請人之預見性。

三、前款計畫由審查委員依下列審查項目及基準提供意見： （一）與本會或所屬機關業務職掌範圍之關聯性。 （二）執行之可行性。 （三）經費分配之合理性。 （四）人力配置之妥適性。 （五）預期成果或效益之可能性。 （六）績效衡量指標之適當性。 本會或所屬機關審查之計畫申請案，自收件之日起至審查完竣通知申請人之日止，其期間不得逾四個月；必要時，得延長一個月。	
第十條 經本會或所屬機關核定之海洋科技計畫，由本會或所屬機關與申請人簽訂契約，明定雙方之權利及義務。前項契約，應約定下列事項： 一、計畫內容及執行期間。 二、工作進度、補助經費之撥付條件、經費收支及查核。 三、契約終止、解除及違約責任。 四、其他重要事項。	一、第一項申請人應與本會或所屬機關簽訂補助契約，以確立雙方權利義務關係。 二、配合前項之訂定，第二項明定補助契約之應備項目。
第十一條 符合下列各款情形之一者，本會得指定執行單位推動計畫，不受第九條之限制： 一、經行政院核定或經本會審議認定屬重大特殊且具時效性之計畫。 二、經費來源之編列、申請或取得時已載明補助對象。	對於重大急要且具時效性案件特殊情形之因應。
第十二條 依第十條規定與本會或所屬機關簽約執行海洋科技計畫者（以下簡稱執行單位），應依約提交各項工作報告送本會或所屬機關審查。計畫執行期間未達六個月者，免辦期中審查。 海洋科技計畫執行期間，本會或所屬機關得進行查證，必要時派員實地查訪或查核帳目，執行單位不得規避、妨礙或拒絕，並應配合提供所需相關文件。 本會或所屬機關依前項查證結果或執行進度，得進行審議，調整各該海洋科技計畫之工作項目或經費、終止或解除契約。	一、為確保計畫之執行進度及狀況，第一項明定執行單位有提交工作報告之義務。 二、考量計畫執行及管理之效率，第二項明定計畫執行期間未達六個月者，免辦期中審查。 三、為確保計畫管理及經費運用，第三項明定本會或所屬機關得自行或派員進行查證，執行單位不得任意拒絕。 四、經查證發現有執行不力之情形，第四項明定本會或所屬機關得調整工作項目或經費，或終止或解除契約。

第十三條 本會或所屬機關依本辦法辦理之審查，得作下列決定： 一、 准予結案。 二、 限期改善。 三、 減價結案。 四、 廢止或撤銷補助及終止契約，並追回已撥付未達成部分之補助款。 五、 廢止或撤銷補助及解除契約，並追回已撥付之補助款。 審查結果屬前項第二款或第三款者，本會或所屬機關得依約核減該計畫當年度或以後年度之管理費或補助經費，並得要求更換主持人。	一、為提升海洋科技計畫之品質，第一項明定本會或所屬機關得依本辦法審查海洋科技計畫，審查結果概括五類。 二、為避免執行績效不良造成政府資源虛擲，明定屬於前項第二款或第三款者，本會得核減經費，並得要求更換主持人作為未妥善執行海洋科技計畫之懲罰。
第十四條 海洋科技計畫之變更，應符合下列各款規定： 一、 本會或所屬機關因情事變更而認定有變更執行內容或調整期間之必要者，得於通知執行單位後，依約逕行辦理變更。 二、 於符合原定海洋科技計畫目標之原則下，執行單位認定有變更執行內容或調整期間之必要者，應以書面敘明理由及變更項目，報經本會或所屬機關同意後，始得為之。	考量情事變更或其他重大需求，第一項明定計畫變更之條件，並區分為補助機關或執行單位發動變更之情形，分別於第一款及第二款設計不同之條件。
第十五條 執行單位執行海洋科技計畫，其經費收支應依約設專帳管理，並定期編製經費支用報表送本會或所屬機關審核。 前項經費項目，包括人事費、材料費、其他經常支出、土地建築、儀器設備、其他資本支出及管理費。 海洋科技計畫之費用，執行單位應以實際發生數檢據核銷；結餘經費除另有規定者外，應繳回本會或所屬機關。	一、為確保經費運用及管理，第一項明定經費應設立專帳管理，並定期編列報表送審。 二、第二項明定經費科目。 三、針對經費核銷，第三項明定經費核銷應以實際發生數為準，如有結餘經費，應繳回本會或所屬機關，不得任意留用。
第十六條 本會或所屬機關依本辦法推動各項海洋科技計畫時，得將政府經費所購置之研究設施及設備，提供執行單位於計畫執行範圍內進行業務上之必要使用。	由於以政府預算購置之研究設施或設備，應依循國有財產法進行運用，為確保執行單位得運用該等研究設施及設備進行研發，爰明定本會或所屬機關得將其提供執行單位於計畫執行範圍內進行業務上之必要使用，以避免爭議。

第十七條 執行單位執行海洋科技計畫有下列各款情形之一者，本會或所屬機關得停止撥付次期款，並追回補助經費： 一、 經費挪移他用。 二、 無正當理由停止計畫工作。 三、 執行進度或經費動支嚴重落後，且未能改善。 四、 執行項目與契約內容不符。 五、 未依管理制度執行。 六、 其他違反法令或契約之情事。 執行單位違反前項規定且情節重大者，本會或所屬機關得終止或解除契約。 執行單位於政府審監單位查核後，經要求改善而不予改善者，本會或所屬機關得減少或停止撥付經費、終止或解除契約。	一、針對計畫執行不力之情形，明定其具體情形及相關處置內容。 二、針對計畫執行不力且情節重大者，第二項明定本會或所屬機關得終止或解除契約。 三、針對審監單位查核並要求改善之情形，明定執行單位如未改善時之處置。
第十八條 本會或所屬機關為促進補助計畫對產業創新之效益，得訂定績效指標規範及相關考評程序。 本會或所屬機關得依前項效益，作為未來審查申請補助案之准駁或核減該計畫主持人以後年度申請經費之參考。	為追蹤並評估科技專案之效益及貢獻，明定本會或所屬機關得辦理績效考評。
第十九條 本會或所屬機關得就本辦法相關之計畫之申請及受理、審查、查訪、查核、撥付、追回補助經費或其他相關事項，委託機關（構）、法人或團體辦理之。	依據行政程序法第十六條規定，明定業務委託之法源。
第二十條 本會所屬機關（構）得準用本辦法之規定。	本會所屬機關（構）得準用本辦法之規定。
第二十一條 本辦法自發布日施行。	本辦法之施行日期。

D-2 海洋委員會協助產業創新活動補助及輔導辦法

條文	說明
第一條 本辦法依產業創新條例第九條第二項規定訂定之。	本辦法之授權依據。
第二條 海洋委員會（以下簡稱本會）及所屬機關得以補助或輔導方式，協助海洋產業創新活動，以促進產業發展、改善產業環境及提升產業競爭力。	本辦法訂定目的。
第三條 本會或所屬機關得就本辦法所定申請案之受理、審查、核定、查驗、撥付、追回補助款及其他相關事項，委託法人或團體辦理之。	本辦法得委託行使公權力事項。
第四條 本會或所屬機關得提供下列海洋產業創新活動之補助： 一、 促進海洋產業創新或研究發展。 二、 鼓勵海洋產業設置創新或研究發展中心。 三、 協助設立海洋產業創新或研究發展機構。 四、 促進海洋產業、學術及研究機構之合作。 五、 鼓勵海洋產業對於人才培育之投入。 六、 協助地方海洋產業創新。 七、 鼓勵海洋產業研發創新商業應用或服務模式。 八、 其他促進海洋產業創新或研究發展事項。 前項所稱創新，指全新或改良之海洋產業商品或服務、技術、生產流程、行銷、組織運作或其他各類創新活動。 第一項所稱研究發展，其研究，指原創且有計畫之探索，以獲得科學性或技術性之新知識；其發展，指於產品量產或使用前，將研究發現或其他知識應用於全新或改良之材料、器械、產品、流程、系統或服務之專案或設計。	本辦法補助事項範圍。
第五條 前條第一項第一款規定之補助對象，屬於海洋產業商品創作事項者，應符合下列資格條件： 一、 中華民國國民、國內依法登記成立之獨資、合夥、有限合夥事業或公司。 二、 非屬銀行拒絕往來戶；申請人為公司者，其公司淨值應為正值。 前條第一項第一款規定之補助對象，屬於海洋產業商品創作事項以外者，及前條第一項第八款規定之補助對象，應符合下列資格條件：	本辦法第四條第一項第一款之補助對象及條件。

一、 國內依法登記成立之獨資、合夥、有限合夥事業或公司。 二、 非屬銀行拒絕往來戶；申請人為公司者，其公司淨值應為正值。 補助對象如因海洋產業發展而需有特別資格條件者，經本會或所屬機關公告，並刊登於政府公報，得不受前二項規定之限制。	
第六條 第四條第一項第二款規定中屬於鼓勵國外海洋產業企業在臺設置創新或研究發展中心之補助對象，應符合下列資格條件： 一、 具海洋產業研究發展實績之外國公司依國內法認許並辦理分公司登記，或具海洋產業研究發展實績之外國公司或研究機構在國內依法登記成立之公司。 二、 非屬銀行拒絕往來戶，且其公司淨值應為正值。 三、 在我國設有研究發展部門及足夠研究發展之專門人才及設備。 第四條第一項第二款規定屬於鼓勵國外海洋產業企業在臺設置創新或研究發展中心以外之補助對象，其資格條件，由本會或所屬機關公告，並刊登於政府公報。	本辦法第四條第一項第二款之補助對象及條件。
第七條 第四條第一項第五款及第六款規定之補助對象，應非屬銀行拒絕往來戶，且符合下列資格條件之一： 一、 中華民國國民。但經本會或所屬機關核准者，得包含外國人。 二、 國內依法登記之公司或國內依法設立之大學校院。 補助對象如因海洋產業發展而需有特別資格條件者，經本會或所屬機關公告，並刊登於政府公報，得不受前項規定之限制。	本辦法第四條第一項第五款及第六款之補助對象及條件。
第八條 第四條第一項第三款、第四款、第七款及第九款規定之補助對象，由本會或所屬機關公告，並刊登於政府公報。	本辦法第四條第一項第三款、第四款、第七款及第九款規定之補助對象。
第九條 補助案件之補助比率，限制如下： 一、第四條第一項第一款及第八款：不得超過申請補助計畫全案總經費之百分之五十。但有政策性考量之補助計畫，經本會或所	申請案件之補助比率限制。

屬機關核准者，不在此限。 二、 第四條第一項第五款及第六款：不得超過開班費用之百分之五十。但對於原住民、身心障礙、低收入戶之補助或因情況特殊經本會或所屬機關核准者，不在此限。 三、 第四條第一項第二款至第四款、第七款及第九款：由本會或所屬機關公告，並刊登於政府公報。	
第十條 第四條第一項第一款規定之補助款，其補助科目範圍限於與審核通過計畫相關之下列項目： 一、 人事費。 二、 消耗性器材及原材料費。 三、 設備使用費及維護費。 四、 無形資產之引進。 五、 委託研究或驗證費。 六、 差旅費。 第四條第一項第八款規定之補助款，其補助科目範圍除前項所列之項目外，尚包括下列項目： 一、 委託勞務費。 二、 教育訓練費。 三、 推廣宣傳費。 前二項之補助項目，得經本會或所屬機關公告，並刊登於政府公報增列或限制之。	本辦法第四條第一項規定之補助科目範圍。
第十一條 申請人應提出申請書、計畫書及相關資料，向本會或所屬機關申請補助。 前項計畫書，應載明下列事項： 一、 計畫目標。 二、 計畫內容及實施方法。 三、 執行時程及進度。 四、 預期效益。 五、 風險評估及因應方式。 六、 人力配置。 七、 經費分配。	申請文件及計畫應載明之事項。
第十二條 申請補助案件之計畫書內容或文件資料，如未符合規定者，本會或所屬機關得通知限期補件，但其期限不得逾一個月；逾期未補件者，本會或所屬機關不予受理。	申請資料不備時之補正規定。

第十三條 本會或所屬機關為審查補助案件之申請、變更及異常狀況，應召開審查會議。 本會或所屬機關辦理審查業務，得請申請人說明或派員實地評核；必要時，得委託有關機關或機構協助進行財務審查。	補助案件審查程序。
第十四條 補助案件之審查，自申請人文件齊備之日起至審查完竣通知申請人之日止，不得逾四個月；必要時，得延長一個月。	補助案件審查期限。
第十五條 申請人應於本會或所屬機關補助核准函所定期限內，與本會或所屬機關簽訂補助契約；逾期未簽約者，核准失其效力。但經本會或所屬機關同意展延且展延期間未超過一個月者，不在此限。 前項補助契約，應約定下列事項： 一、 計畫內容及執行期間。 二、 各期工作進度、補助款之撥付條件與比例、經費之收支處理及相關查核。 三、 研發成果之歸屬及運用。 四、 契約之終止、解除事由及違約處理。 五、 其他重要權利義務事項。	補助契約之簽訂及其應約定事項。
第十六條 受補助人應設立補助款專戶並單獨設帳，補助款專戶所生之孳息及計畫執行結束後之結餘款，應全數交由本會或所屬機關繳交國庫。 本會或所屬機關為審查受補助人有無重複申請、經費使用情況及考核執行成效，得派員或委託公正機構前往查核有關單據、帳冊及計畫執行狀況，受補助人不得拒絕。 受補助人對於前項之查核有答覆之義務，並應依約定時間向本會或所屬機關提出工作報告及各項經費使用明細。	補助款之管理與結餘款處理方式。
第十七條 受補助人執行補助計畫有下列情形之一者，本會或所屬機關得依補助契約之約定停止撥付次期款，並追回其應返還之補助款： 一、 未依計畫推動業務或進度嚴重落後，且未能於本會或所屬機關通知之期限內改善。 二、 業務推動成效與計畫書所列內容差距過大，且未能於本會或所屬機關通知期限內改善。 三、 經本會或所屬機關審查、查驗或驗收不合	補助款之停止撥付及追回事項。

格，且未能於通知期限內改善。 四、 未依補助款用途支用或有虛報、浮報之情事。 五、 受補助人辦理採購，補助款占採購金額半數以上，且達政府採購法規定之公告金額以上者，違反科學技術研究發展採購監督管理辦法之相關規定。 如有前項情形者，本會或所屬機關得依情節輕重，對該受補助人停止補助一年至三年。	
第十八條 本會或所屬機關應對補助案件之執行成效進行綜合評估，受補助人應配合提供評估所需資料。	執行成效評估時之資料提供義務。
第十九條 申請人申請補助時，應向本會或所屬機關聲明下列事項： 一、 於五年內未曾有執行政府科技計畫之重大違約紀錄。 二、 未有因執行政府科技計畫受停權處分而其期間尚未屆滿情事。 三、 就本補助案件，未依其他法令享有租稅優惠、獎勵或補助。 四、 於三年內無欠繳應納稅捐情事。但個人申請第四條第一項第五款或第六款規定補助者，不在此限。 五、 最近三年未有嚴重違反環境保護、勞工或食品安全衛生相關法律或身心障礙者權益保障法之相關規定且情節重大經各中央目的事業主管機關認定之情事。但於本條例施行前發生之情事，不在此限。 申請人拒絕為前項之聲明，本會或所屬機關得不受理其申請案；其聲明不實經發現者，本會或所屬機關得駁回其申請，或撤銷補助、解除契約，並追回已撥付之補助款。	聲明事項與聲明不實之處理方式。
第二十條 依本辦法所補助之計畫，其研發成果歸受補助人所有。但法令另有規定或補助契約另有約定者，不在此限。 研發成果歸受補助人所有時，本會或所屬機關基於國家利益或社會公益，得與受補助人協議，取得該研發成果之無償、不可轉讓且非專屬之實施權利。	研發成果之歸屬及運用規定。

受補助人於補助計畫之創新或研究發展成果產生之日起二年內，不得於我國管轄區域外生產或使用該成果。但經本會或所屬機關核准或事先於補助契約另有約定者，不在此限。 受補助人違反前項規定，本會或所屬機關除得終止補助契約外，並自創新或研究發展完成之日起二年內不再受理該申請人補助之申請；如其屬可歸責於受補助人之原因，本會或所屬機關應解除該補助契約，並追回補助款。	
第二十一條 受補助案件之補助事項、補助對象、核准日期、補助金額（含累積金額）及相關資訊，除屬政府資訊公開法第十八條規定應限制公開或不予提供者外，應按季公開於本會或所屬機關網站。	補助案件之資訊公開內容。
第二十二條 促進海洋產業創新活動之輔導對象為國內依法登記之獨資、合夥、有限合夥事業或法人。 輔導對象如因海洋產業發展而需有特別資格條件者，經本會或所屬機關公告，並刊登於政府公報，得不受前項規定之限制。	海洋產業創新活動之輔導對象資格規定。
第二十三條 本會或所屬機關得就本條例第九條第一項規定之海洋產業創新活動事項提供輔導。	海洋產業創新活動輔導事項。
第二十四條 本會或所屬機關得就受委託之各輔導單位所執行輔導工作之成效進行評估及考核，作為審查輔導單位計畫之重要依據。	海洋產業輔導工作之績效考評依據。
第二十五條 輔導單位得建立單一服務窗口，提供輔導事項諮詢。	輔導單位服務窗口之建立。
第二十六條 執行本辦法所需之經費，由本會、所屬機關或其他機關編列預算支應之。	本辦法所需經費之支應及預算編列。
第二十七條 本辦法自發布日施行。	本辦法之施行日期。

D-3 海洋委員會科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法

條文	說 明
第一條 本辦法依科學技術基本法第六條第三項規定訂定之。	本辦法之授權依據。
第二條 海洋委員會及所屬機關（以下簡稱本會）委託或補助學術機構及研究機構執行之海洋科技計畫研發成果之歸屬及運用，除法令另有規定者外，適用本辦法之規定。	本辦法之適用順序。
第三條 本辦法用詞，定義如下： 一、 執行單位：指執行海洋科技計畫之學術機構及研究機構。 二、 研發成果：指執行單位執行海洋科技計畫所產生之技術、原型、方法、著作等成果，及因而取得之各項國內外專利權、商標權等智慧財產權。 三、 學術機構：指依法設立之公私立大(專)學校院。 四、 研究機構：指具科技研究發展及產業化推動能力之財團法人、行政法人或政府研究機關(構)。	本辦法用詞定義。
第四條 研發成果之歸屬與運用應符合公平及效益原則，以促進海洋產業創新，並提升海洋競爭力。	明定研發成果之歸屬與運用之基本原則。
第五條 執行單位執行海洋科技計畫所產生之研發成果，除本辦法另有規定者外，歸屬各該執行單位所有。	明定研發成果以歸屬予執行單位為原則，以利其自由運用。
第六條 研發成果涉及國家安全者，應歸屬國家所有。 本會參酌研發成果之性質、運用潛力、社會公益及對市場之影響，事先認定研發成果應歸屬國家所有者，該研發成果歸屬國家所有。 執行單位與其他產業、學術或研究機構合作（以下簡稱產學研合作）執行海洋科技計畫，其所產生之研發成果除前二項或本會於計畫公告文件另有規定者外，應參酌雙方提供經費及專業能力之貢獻，以契約約定其歸屬。	一、第一項明定研發成果如涉及國家安全者，應歸屬國家所有。 二、第二項明定如經本會事先認定研發成果歸屬國家所有者，該研發成果歸屬國家所有。 三、為確立研發成果之歸屬，第三項明定產學研合作執行之海洋科技計畫，除有前二項或本會於計畫公告另有規定者外，得以契約約定歸屬。

第七條 本會與執行單位應於簽訂契約時，依本辦法約定研發成果之歸屬。 研發成果歸屬執行單位者，本會享有無償、全球、非專屬及不可轉讓之實施權利。	一、第一項明定本會與執行單位應於簽約時約定研發成果之歸屬。 二、第二項明定研發成果歸屬執行單位時，本會所享有之權利。
第八條 執行單位應就研發成果之申請、登記、取得、維護及確保，採取一切必要且適當之措施。 執行單位依本辦法規定運用研發成果前，應依公開程序將研發成果公告。但契約另有約定、報本會同意或法令另有規定者，不在此限。 執行單位辦理研發成果之公告，應以刊登網際網路、全國性報紙、函告業界相關公會、辦理研發成果說明會或其他公開方式為之。	一、為管理海洋科技計畫研發成果，第一項明定執行單位應就研發成果之申請、登記、取得、維護及確保，採取必要、適當之措施。 二、為俾利研發成果之推廣，第二項明定運用研發成果前，應依公開程序公告之。 三、針對公開程序之公告，第三項明定應以網際網路、全國性報紙、函告業界相關公會、辦理研發成果說明會或其他公開方式為之。
第九條 執行單位應就研發成果運用之迴避及其相關資訊揭露事項，訂定管理機制或規範。 前項管理機制或規範，至少應包括下列事項： 一、 利益衝突迴避、資訊揭露之受理單位。 二、 因研發成果授權或讓與而應向受理單位主動揭露或自行迴避之態樣及要件。 三、 審議會議之組成，審議基準及作業程序。 四、 違反應遵行事項之處置。 五、 相關資訊之公告方式與範圍，及內部與外部通報程序。 六、 利益衝突迴避及資訊揭露之教育訓練。 七、 利益衝突迴避及資訊揭露之其他管理措施。	一、第一項明定執行單位應就研發成果之管理及運用，訂定研發成果運用之迴避及其相關資訊揭露事項之管理機制或規範。 二、第二項明定利益迴避及資訊揭露機制之必要項目。
第十條 執行單位運用研發成果，得以授權、讓與、信託或其他適當之方式為之。 執行單位對於研發成果之運用，除有下列情形者外，應以有償方式為之： 二、 執行單位基於公益目的，報經本會同意後，得將其研發成果於五年內，無償授權實施。 三、 執行單位為促進海洋科技發展或海洋產業創新，報經本會同意後，得將其研發成果無償讓與具有運用能力之學術機構或研究機構。 執行單位應與無償讓與之受讓人約定，受讓人應依本辦法規定運用研發成果，且因運用所獲得之總收入應依第十四條規定繳交。	一、第一項明定執行單位運用研發成果之方式。 二、第二項明定執行單位就研發成果之運用應以有償為原則、無償為例外，並明定無償授權或讓與之條件。 三、第三項明定前項無償讓與之受讓人仍應依本辦法規定運用研發成果及繳交收入。

第十一條 執行單位辦理一般研發成果之授權時，應以非專屬方式為之。但有下列情事之一者，得基於公平與效益之考量，報由本會同意以專屬授權之方式為之： 一、 一般研發成果尚未達到量產階段，而需被授權人投入鉅額資金或提供重要發明專利，繼續開發或加以商品化。 二、 研發成果之實施需經長期實驗並依其他法律規定應取得許可證者。 三、 較有利於國家安全、經濟發展或公共利益。 四、 以非專屬之方式，無法達到該研發成果之最大效益。 一般研發成果之授權實施內容及範圍，執行單位於必要時得加以限制。 執行單位就無須報經本會核准之非專屬授權方式運用研發成果，其運用情形應依相關規定向本會報告；必要時，本會得要求執行單位提出說明。	一、為使研發成果運用確實達成國內產業效益，第一項爰參考國防部科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法，明定執行單位以非專屬授權方式為原則。 二、第二項執行單位得就授權實施之內容及範圍予以限制。 三、第三項明定非專屬授權運用研發成果者，無須報本會核准，惟仍應依規定向本會報告。
第十二條　研發成果歸屬執行單位者，本會應與執行單位約定如有下列各款情形之一者，本會得自行或依申請，要求執行單位將研發成果授權他人實施，或於必要時將研發成果收歸國有： 一、 研發成果之所有權人或其受讓人或專屬被授權人，於合理期間無正當理由未有效運用研發成果，且申請人曾於該期間內以合理之商業條件，請求授權仍不能達成協議。 二、 研發成果之所有權人或其受讓人或專屬被授權人，以妨礙環境保護、公共安全或公共衛生之方式實施研發成果。 三、 為增進國家重大利益。 本會依前項規定行使前項權利前，應將通知書或申請書送達研發成果之所有權人或其受讓人或專屬被授權人，限期三個月內答辯；逾期不答辯者，本會得逕行處理。 本會依第一項規定將研發成果授權他人實施時，被授權人應支付合理對價；研發成果之所有權人或其受讓人或專屬被授權人仍得實施該研發成果。	一、考量如研發成果歸屬執行單位，第一項明定於特殊情形時，本會得自行或依申請要求將研發成果授權他人實施，必要時得實行歸入權。 二、第二項明定本會依前項規定行使權利前，應通知研發成果之所有權人、受讓人或專屬被授權人於三個月內進行答辯。 三、第三項明定依第一項將研發成果授權他人時，被授權人仍應支付合理對價，原所有權人、受讓人或專屬被授權人仍得運用。
第十三條 研發成果公告後達三年以上，經執行單位認定不具有運用價值者，執行單位得發布讓與之公告；三個月內無人請求受讓時，經本會核准後，得終止繳納與智慧財產權相關之維護費用。	因應環境因素之變動，部分研發成果於推廣一定期間後，可能已不具有運用價值，為撙節其維護成本，明定終止繳納維護費用之規定。

第十四條 運用研發成果所獲得之收入包括授權金、權利金、價金、股權及其他權益。 執行單位運用研發成果所獲得總收入之一定比率，應交由本會繳交國庫或循預算程序撥入行政院指定之基金。 執行單位如為學術機構或政府研究機關（構）者，其繳交收入之比率為百分之二十。 前項以外之執行單位，其繳交收入之比率為百分之四十。 本會提供金額占海洋科技計畫總經費百分之五十以下者，執行單位繳交收入之比率由雙方約定之或免繳之。	一、第一項明定研發成果運用收入之範疇。 二、第二項明定研發成果收入之一定比率應予繳庫。 三、第三項明定學術機構或政府研究機關(構)之繳交收入比率為百分之二十。 四、第四項明定研究機構之繳交收入比率為百分之四十。 五、第五項明定本會提供金額占海洋科技計畫總經費一定比率以下者，得約定繳交收入之比率或免繳之。
第十五條 執行單位及產學研合作對象運用產學研合作研發成果，應就各自所獲得之收入，依前條規定繳交之。 產學研合作對象提供金額超過海洋科技計畫總經費百分之五十者，其繳交收入之比率由本會專案核定。	一、為確實產學研合作對象收入之繳交，第一項明定應依第十四條規定辦理。 二、考量產學研合作對象提供金額超過總經費半數者，第二項明定其收入繳交比率，由本會專案核定。
第十六條 執行單位應將運用研發成果所獲得之收入，分配一定比率予研發人員及其他有關人員，作為獎勵。 前項獎勵之方式、範圍、比率及其他相關事宜，執行單位應訂定規範，並報本會備查。	一、為鼓勵執行單位之研發人員及其人員，第一項明定應分配收入之一定比率做為獎勵。 二、第二項明定獎勵之方式、範圍、比率及其他事宜，由執行單位訂定規範並報本會備查。
第十七條 執行單位應自行負擔下列各款費用： 一、 研發成果之維護及確保費用。 二、 研發成果之推廣及管理費用。 三、 其他相關費用。	由於研發成果歸屬於執行單位所有，自應自行負擔維護、確保、推廣及管理等費用，爰於本條明定之。
第十八條 執行單位應建立下列各款制度，並指定專責人員或內部單位執行之： 一、 研發成果管理制度。 二、 技術移轉制度。 三、 研發成果之會計及稽核制度。	明定執行單位應建立研發成果管理制度，並指定專責人員或內部單位負責執行。
第十九條 研發成果管理制度應包含下列各款： 一、 建立研發成果管理之權責編制。 二、 規劃並執行研發成果之申請、登記、取得、維護及確保等相關程序。 三、 保管研發成果之相關文件資料。	明定研發成果管理制度之具體內涵。

四、 研發成果、相關人員與資訊等管理及保密措施。 五、 其他相關事宜。	
第二十條 技術移轉制度應包含下列各款： 一、 建立並維護研發成果之資料庫。 二、 推廣研發成果之技術移轉相關資訊。 三、 規劃並執行研發成果之技術移轉程序。 四、 評估研發成果之技術移轉方式、對象、標的、範圍、條件、收入及支出費用等。 五、 其他相關事宜。	明定技術移轉制度之具體內涵。
第二十一條 執行單位應將研發成果之收入及支出單獨設帳管理，定期編製收支報表，送本會備查，並於會計制度內增訂有關研發成果之會計事務處理事項。 執行單位應於內部稽核制度內增訂有關研發成果之稽核項目及程序，並確實執行稽核業務。	一、為確保經費運用及管理，第一項明定執行單位應設立專帳管理及會計事項，並定期編列報表。 二、第二項明定執行單位之內部稽核機制應增訂研發成果之項目與程序。
第二十二條 執行單位應定期向本會報告研發成果之運用情形，並提供相關資料；必要時，本會得要求執行單位提出說明。 本會及政府審計人員為監督研發成果之運用及管理，得定期或不定期實地查訪執行單位之研發成果運用情形及紀錄、收支報表或帳簿等相關文件，執行單位應有配合義務。	一、為確保研發成果之運用情形，第一項明定執行單位應定期向本會報告及提供相關資料，必要時本會得要求執行單位說明。 二、第二項明定本會及政府審計人員得查訪執行單位，執行單位應有配合之義務。
第二十三條 執行單位應與研發人員簽訂契約，規範下列各款事項： 一、 要求新進研發人員聲明其既有之智慧財產權。 二、 研發人員於計畫執行期間所產生之智慧財產權歸屬。 三、 研發人員對於因職務或執行計畫所創作、開發、蒐集、取得、知悉或持有之一切業務上具有機密性及重要性之資訊，負有保密義務。 執行單位基於產業特性或執行計畫之需要，應與研發人員約定，其離職後一定期間內，不得利用執行單位之研發成果為自己或他人從事相同或近似業務。但其新任職企業與原執行單位簽訂研發成果授權或讓與契約者，不在此限。	一、為防止研發成果之歸屬產生問題，第一項明定執行單位應與研發人員簽訂契約，以及應包含之事項。 二、為避免研發成果之機密洩漏，第二項明定執行單位應與研發人員約定離職後不得利用研發成果從事相關業務，惟新任企業如有經授權或讓與研發成果者，不再此限。 三、第三項明定就研發成果之人員管理制度規範，應報本會備查。

執行單位對於涉及研發成果之人員管理事宜，應訂定相關制度及規範，並報本會備查。	
第二十四條 本會應就執行單位運用研發成果之績效進行評估。	為評估執行單位運用研發成果之效益及貢獻，明定本會應辦理績效評估。
第二十五條 執行單位執行海洋科技計畫所產生之國有研發成果，以本會為管理機關。 本會得基於效益原則，委任或委託予執行單位或其他合法之智慧財產權管理運用服務機構進行管理及運用。	一、第一項明定國有研發成果本會為管理機關。 二、基於效益原則，第二項明定本會得委任或委託執行單位或其他機構進行管理及運用。
第二十六條 國有研發成果運用所獲得之收入，由本會專案核定，將一定比率分配予研發人員、其他有關人員或執行單位，作為獎勵。	為鼓勵研發，針對國有研發成果運用之收入，明定由本會專案核定，得將收入一定比率分配作為獎勵。
第二十七條 國有研發成果之管理及運用，準用第八條至第十一條、第十三條、第十四條第一項及第二十三條有關規定。	針對國有研發成果之管理及運用，明定準用本辦法相關規定。
第二十八條 本會以非科技計畫預算補助、委託、出資、或自行進行計畫所產生之科技研發成果，其歸屬、管理及運用，準用本辦法之規定。	明定本會非海洋科技計畫範疇所產出之顆科技研發成果，其歸屬、管理運用，準用本辦法相關規定。
第二十九條 本辦法自發布日施行。	本辦法之施行日期。

D-4 海洋委員會海洋科技發展計畫研提及管考作業須知

條文	說明
第一條 為強化海洋委員會（以下簡稱本會）及所屬機關對於海洋科技發展計畫之追蹤及管考，特訂定本須知。	本須知之訂定目的。
第二條 本須知之海洋科技發展計畫，指本會或所屬機關依業務需要，動用其公務預算或其主管運用屬政府所有之基金作為經費來源，自行辦理之研究計畫，或透過委託、補助或合作之方式交由學術機構、研究機關(構)、或業界辦理之研究計畫。	本須知所適用之海洋科技發展計畫範疇。
第三條 海洋科技發展計畫統籌單位為本會科技文教處。 本會及所屬機關之海洋科技發展計畫，應由本會各單位主管或所屬機關首長指定適當人員或單位負責管考。	海洋科技發展計畫之統籌單位，以及相關計畫管考人員之指定。
第四條 海洋科技發展計畫之分類如下： 一、 自行研究：由本會或所屬機關自行辦理之研究計畫。 二、 委託研究：由本會或所屬機關依政府採購法委託學術機構、研究機關（構）、或業界辦理之研究計畫。 三、 補助研究：由本會或所屬機關依本會各項法令補助學術機構、研究機關（構）、或業界辦理。 四、 其他研究。	海洋科技發展計畫分為自行研究、委託研究、補助研究以及其他研究。
第五條 本會及所屬機關於編擬海洋科技發展計畫之年度概算前，應就政策需求、計畫目標、執行急迫性與可行性、預期成效、預算來源與編列之合理性、是否重複研究等進行先期審議，並報經本會主任委員或其授權人員核定。	本會及所屬機關應依政策需求及目標等考量因素，進行海洋科技展計畫之年度概算編擬。
第六條 本會及所屬機關就海洋科技發展計畫之研究主題選定，應符合本會施政計畫及業務發展需要，並應參考政府研究資訊系統（Government Research Bulletin，簡稱為 GRB）；選定委託或補助研究對象時，除應審酌主持人主持研究能力外，同一期間接受政府委託或補助研究計畫合計二項以上者，尤應審慎衡酌考量。	研究主題之選定，應參考 GRB 系統及其他層面，以符合本會施政計畫及業務發展需要。此外，選定委託或補助研究對象時，除應審酌主持人主持研究能力外，應同時注意該委託或補助對象是否同一期間接受政府委託或補助研究計畫合計二項以上，以評估其計畫執行之品質。

研究主題及其研究重點，除有政府資訊公開法第十八條規定之情形外，應刊登於本會或所屬機關網頁；增修異動時，應即更新。	
第七條 海洋科技發展計畫之主持人或管理人員應依本會或所屬機關要求辦理計畫登錄、審核或報告繳交等作業。 海洋科技發展計畫有出國項目應依本會或所屬機關規定之時間及方式，將出國報告交由本會或所屬機關存檔備查。	海洋科技發展計畫之主持人或管理人員應依本會要求辦理計畫登錄、審核或報告繳交等作業。
第八條 本會或所屬機關應與受委託、補助或其他合作單位簽訂海洋科技發展計畫契約書，敘明雙方權利義務關係。	本會或所屬機關應與受委託、補助或其他合作單位簽訂海洋科技發展計畫契約書。
第九條 除計畫執行期間低於六個月者得一次撥付外，其餘計畫之經費撥付以分期辦理為原則。 經費撥付方式，依海洋科技發展計畫契約書撥予受委託或補助單位之金融機構存款帳戶。	海洋科技發展計畫之經費撥付以分期辦理為原則，其應依雙方簽訂之契約撥予受委託或補助單位。
第十條 海洋科技發展計畫進度追蹤及成效管考應依下列規定辦理： 一、 計畫主持人應依海洋科技發展計畫契約書之約定，按時提送各項報表。 二、 審查原則： (a) 除計畫執行期間低於六個月者得免辦期中審查外，其餘計畫應辦理期中及期末審查。 (b) 期中及期末執行情形應由本會或所屬機關召開會議進行審查;必要時,得由本會或所屬機關自行或委由專業人員進行實地查核。 (c) 審查委員須具備該領域之專業知能，必要時得邀請跨領域委員，且應遵守利益迴避原則，審查意見並送計畫主持人參考修正原計畫或報告。	海洋科技發展計畫之進度追蹤及成效管考作業及原則。
第十一條 本會及所屬機關應依海洋科技發展計畫契約書之約定辦理計畫驗收或審查作業。	本會或所屬機關應依海洋科技發展計畫契約書之約定辦理計畫驗收或審查作業。
第十二條 其他注意事項如下： 一、 本會或所屬機關除有政府資訊公開法第十八條規定之情形外，應自行或要求執行單位於計畫結束後四個月內，將研究報告全文登錄	明定海洋科技發展計畫之其他注意事項,例如研究報告之全文公開,以及本會及所屬機關之人員參與計畫時不得支領經費。

政府研究資訊系統。 二、 本會及所屬機關之人員參與海洋科技發展計畫之研究工作，不得支領海洋科技發展計畫相關經費。 三、 本須知未盡事宜，應依本會相關法令及海洋科技發展計畫契約書約定辦理。	

D-5 海洋委員會海洋科技發展計畫審議會設置及作業要點

條文	說 明
第一點 海洋委員會(以下簡稱本會)及所屬機關為加強海洋科技研究發展之規劃、本會及所屬機關海洋科技發展計畫之審查、執行與管理，特設海洋科技發展計畫審議會(以下簡稱科審會)。	本要點之訂定目的。
第二點 科審會任務如下： 一、 海洋科技研究發展方向規劃之審議。 二、 海洋之技術、發展政策、制度、法規、策略及重大方案之審議。 三、 年度海洋科技發展計畫執行績效及檢討之審議。 四、 其他海洋科技發展事項之審議。	明定科審會之具體任務目標。
第三點 科審會置審議委員十五人至三十三人，委員任一性別比例不得低於三分之一，由本會就下列人員遴聘之： 一、 本會代表二人至三人。其中以本會主任為員為召集人。 二、 專家、學者四人至七人。其中具法律或科技管理等專長或經驗者至少各一人。 三、 其他政府機關代表三人。 四、 民間相關團體代表二人。	明定科審會委員之人數以及組成，另外基於性別平等，須注意任一性別委員應占總數額三分之一以上。
第四點 科審會應邀集產業界、政府機關（構）、學術及研究機構之專家，進行海洋科技研究發展之策略規劃，並參考各界意見，規劃未來年度之海洋科技研究發展方向。	科審會得邀集產業界、政府機關（構）、學術及研究機構之專家提供意見。
第五點 審會置執行秘書一人、副執行秘書一人及工作人員若干人，承召集人之命辦理相關事務。。	明定科委會執行秘書及其他工作人員之設置及負責事項。
第六點 科審會委員之任期均為二年，期滿得續派(聘)兼之，並均為無給職，但本會以外之兼職人員得依規定支領審查費。	明定科審會委員之任期以二年為原則，除本會以外兼職人員得依規定支領審查費外，均為無給職。
第七點 科審會會議以每半年召開一次為原則，必要時，得另召開會議。會議主席由召集人擔任，召集人未能出席會議時，得指定委員一人代理之。 前項會議，應有全體委員半數以上出席，始得召開。	一、第一項明定科審會召開頻率以半年一次為原則。 二、第二項明定科審會委員出席之比例以半數為基準。

第八點 科審會運作所需經費，由本會編列預算辦理。	明定科審會之經費由本會編列辦理。

D-6 海洋委員會海洋科技發展計畫查核作業要點

條文	說 明
第一點 海洋委員會（以下簡稱本會）及所屬機關為強化海洋科技發展計畫管考作業，提升計畫執行成效，特訂定本要點。	本要點之訂定目的。
第二點 本會海洋科技發展計畫之查核作業，除法令另有規定者外，適用本要點之規定。	本要點與其他法規之適用順序。
第三點 查核作業分為一般查核與實地查核，並依個別原則選定受查計畫。 一般查核於當年度○月底前，由本會或所屬機關進行隨機選定。 實地查核屬於委辦或補助計畫者，於當年度○月底前，由本會或所屬機關之單位主管選定 查核作業程序以及實地查核選定受查計畫優先次序，由本會或所屬機關另行公告。	一、第一項明定查核作業之類別。 二、第二項明定一般查核之選定程序。 三、第三項明定實地查核之選定程序。 四、為確保公平性，第四項明定相關選定之優先次序，由本會或所屬機關另行公告。
第四點 一般查核作業之準備，依下列程序辦理： 一、 依前點規定完成選定後，函知受查計畫所屬之主持機關（單位）。 二、 計畫執行機關（單位），應依海洋委員會海洋科技發展計畫研提及管考作業須知檢送相關資料。 三、 計畫執行機關（單位）應邀請學者專家擔任審查委員辦理審查。	明定一般查核作業之準備程序。
第五點 實地查核作業之準備，依下列程序辦理： 一、 本會或所屬機關之單位主管依第三點完成選定後，指派適當人員擔任聯絡人，邀請相關政府機關以及具會計、法律、科技管理等專長或經驗之學者、專家，組成實地查核小組。 二、 實地查核小組聯絡人應通知計畫執行機關（單位）依查核重點提出計畫執行檢討報告，並由計畫主辦機關（單位）就檢討報告提出改進意見及討論事項。 三、 實地查核小組聯絡人應於當年度○月底前，擇期規劃安排實地查核行程，並通知計畫執行機關（單位）及實地查核小組成員。 四、 計畫執行機關（單位）應於實地查核日指派	明定實地查核之準備程序以及應提出之報告。

計畫主持人或代表，就計畫檢討報告重點內容及討論事項簡報，並陪同實地查核小組赴現場解說。 五、 實地查核小組成員於現場得參考實地查核表填寫查核項目，並依查核結果製作紀錄。	
第六點 一般查核之查核重點為各計畫查核點達成情形。 實地查核之查核重點如下： 一、 計畫有無按計畫說明書核定本內容執行及執行情形。 二、 計畫執行有關軟硬體設備（施）之購（建）置情形。 三、 計畫執行困難及落後原因。 四、 前期計畫成果有無妥善管理。 五、 計畫經費支用情形是否妥適。 六、 計畫執行是否涉及違反法令或契約之情事。 七、 其他。	一、第一項明定一般查核之查核重點。 二、第二項明定實地查核之查核重點。
第七點 一般查核後處理，應依下列程序辦理： 一、 主持機關（單位）彙整審查委員審查意見，作成計畫評核建議予計畫主辦機關（單位）參考。 二、 計畫主辦機關（單位）依評核建議簽報機關首長（單位主管）決定評核結果，並副知本會。 三、 計畫主辦機關（單位）依評核建議決定評核不通過者，應就未達目標及評核基準之計畫，請計畫執行機關（單位）限期改善，並由計畫主辦機關（單位）辦理複審，如複審不通過者，計畫主辦機關（單位）應辦理計畫終止。	明定一般查核結束後之處理程序，如不通過應限期改善進行複審，如未能通過複審者則應辦理計畫終止，並追回款項。
第八點 實地查核後處理，應依下列程序辦理： 一、 由實地查核小組聯絡人彙整實地查核表。 二、 各受查計畫主辦機關（單位）應依實地查核報告之查核結果，切實督導改善計畫之執行，定期追蹤改善情形，並列入期末評核重點。 三、 實地查核報告經各機關（單位）認定計畫執行困難、有重大缺失者，應依契約辦理計畫變更或終止，並依情節輕重追回未用、或不當使用之款項，或停止受理該計畫主持人申	明定實地查核結束後之處理程序，實地查核報告經各機關(單位)認定計畫執行困難、有重大缺失者，應依契約辦理計畫變更或終止，並依情節輕重追回未用、或不當使用之款項，或停止受理後續計畫申請或參與。

請及參與本會之所有計畫一至五年。	
第九點 本要點所定書表格式，由本會或所屬機關另定之。	本要點各項查核所需之書表，其格式由本會或所屬機關另行訂定。

D-7 海洋委員會海洋科技計畫產學合作實施要點

條文	說明
第一點 海洋委員會（以下簡稱本會）及所屬機關為推動海洋科技發展計畫之產學合作（以下簡稱產學合作），整合產學能量以加速研發成果之運用及擴散，特訂定本要點。	本要點之訂定目的。
第二點 產學合作之實施範疇如下： 一、 本會或所屬機關之海洋科技發展計畫已有初步成果，而擬就該成果進行商品化者。 二、 執行單位非屬本會或所屬機關者，以其自有經費研發所獲得之初步成果，而擬就該成果進行商品化者。	產學合作之實施範疇，並分就執行單位是否為本會或所屬機關加以說明。
第三點 產學合作之計畫執行期間，以不超過二年為原則。	由於產學合作之目的在於促進成果商品化，為落實此一目標，避免時間過度延宕，故將產學合作之計畫執行期間定為二年。
第四點 產學合作欲變更計畫內容時，應先報請本會或所屬機關同意後辦理。	產學合作計畫變更之程序。
第五點 執行本要點所需經費，由本會及所屬機關編列預算支應。 參與業者出資經費應達計畫總經費百分之十以上。其出資經費，限支用於人事費、業務費及研究設備費。 參與業者指派參與計畫之技術或研究人員需接受計畫主持人督導，其人事費不得由產學合作計畫經費支應。	產學合作之經費支應，並敘明參與業者出資之比率及其支用項目。
第六點 產學合作之業界參與，依下列規定辦理： 一、 一般型產學合作：每項計畫之參與業者以單一公司為限。 二、 政策型產學合作：每項計畫得由二家以上公司參與，惟各分項之參與業者以單一公司為限。	產學合作之參與業者家數。
第七點 產學合作之計畫研提、審查、簽約等作業流程，由本會或所屬機關另行公告。 產學合作之計畫構想書由學術機構或研究機關（構）撰寫，並送本會或所屬機關審查。 參與業者應具備符合計畫需求之相關技術與能力。	產學合作之計畫研提、審查及簽約等作業流程，同時敘明產學合作計畫之申請單位限於學術機構或研究機關（構），而業者僅為參與之輔助角色，惟仍須具有計畫所需之技術及能力。
第八點 申請單位向本會或所屬機關提送計畫構想書前，應先審核參與業者之資格及計畫構想書中所載業者應配合事項。	配合前點第三項之要求，提出申請之學術機構或研究機關（構），應先審核參與業界之

申請單位為前項之審核，應評估該業者目前經營領域、所投入資金與人力、以往研發與產銷績效、繳納稅捐等項目。計畫執行期間超過一年之產學合作，僅須於第一年審核參與業者之資格。	資格條件及其他配合事項，預先避免參與業者有不符資格或需求之情形。
第九點 本會或所屬機關進行計畫審查時，得邀請相關領域專家、學者及本會或相關政府機關人員審查；必要時，得邀請產業界代表參與。	本會或所屬機關得邀請相關領域專家、學者及相關政府機關人員參與審查。
第十點 產學合作構想書審查期限為二個月，必要時得延長一個月。審查期限不包含補正及陳述意見之期間。	為掌握計畫審查時程、避免延宕，明定產學合作之計畫審查期限。
第十一點 計畫構想書經本會或所屬機關審查通過後，申請單位應依審查結果撰擬計畫書，並於計畫書經核定後與本會或所屬機關進行簽約，以利後續執行。	產學合作之實施，應先由申請單位提出計畫構想書及計畫書，而後與本會或所屬機關簽約後正式執行。
第十二點 產學合作之計畫執行期間，參與業者不得任意退出計畫執行。	參與業者不得任意退出產學合作之執行。
第十三點 計畫執行期間超過一年者，計畫主持人應於第一年十一月底前，向本會或所屬機關提出期末報告及次年度計畫構想。本會及所屬機關應就其書面資料進行審查。	產學合作期末報告及次年度計畫構想之提出及審查。
第十四點 計畫主持人應於計畫結束後二個月內繳交執行成果報告。計畫執行期間超過一年者，計畫主持人應於第一年計畫結束後一個月內，及於第二年計畫結束後二個月內繳交執行成果報告。	產學合作執行成果報告之提報時限。
第十五點 產學合作執行狀況之督導及考核等，由本會或所屬機關依海洋委員會海洋科技發展計畫研提及管考作業須知及相關規定辦理。	產學合作之管考，依海洋委員會海洋科技發展計畫研提及管考作業須知及相關規定辦理。
第十六點 產學合作所獲得之智慧財產權及相關研發成果，其歸屬、管理及運用，由本會或所屬機關依海洋委員會科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法及相關規定辦理。	產學合作之成果歸屬、管理及運用，依海洋委員會科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法及相關規定辦理。

D-8 海洋委員會海洋科技創業投資計畫作業要點

條文	說明
第一點 經濟部海洋委員會（以下簡稱本會）為開創海洋科技及其產業之創新發展，訂定海洋科技創業投資計畫（以下簡稱本計畫），投資開發國內具發展潛力之新技術、新產品、新服務，特訂定本要點。	本要點之訂定目的。
第二點 本計畫係以公開甄選方式，將所欲投資之資金信託予有經營信託業務之金融機構（以下簡稱受託機構）進行管理運用。受託機構應設立創投審議小組，審核各項申請案件，並於審核通過後報請本會備查。	明定本計畫基金之信託方式。
第三點 參加公開甄選之金融機構除本要點另有規定外，應符合下列資格： 一、 設立年限：設立登記滿十年。 二、 資本額：實收資本額達新臺幣二百億元以上。 三、 自有或受託之投資金額累計已達新臺幣四百億元以上、獲利能力於最近二個會計年度之稅後淨利占實收資本額比例平均達百分之六以上或最近五個會計年度之稅後淨利占實收資本額比例平均達百分之五以上。 四、 專責部門及專職人員：設有信託部門，並有十五名以上之專職人員。 五、 其他依法應具備之經營條件。	明定金融機構參與本計畫信託業務公開甄選之資格條件。
第四點 本會參與投資之比率，以官股（本會及其他政府機關）占被投資公司股權比率合計不超過百分之四十九為限，且除有特殊情形外，政府不得擔任該事業最大投資人。 政府投資單一公司之投資金額以新臺幣一億元為上限。	明定本計畫之官股投資比例及金額限制。
第五點 本計畫之申請者，應符合下列資格： 一、 組織型態：依公司法設立之本國公司，並以本公司為限。 二、 設立年限：設立未滿五年之公司。 三、 資本額：實收資本額達新臺幣五千萬元。 四、 專職人員：研發部門之專職研發人員應達五人以上。	明定本計畫之申請資格條件。
第六點 符合前點規定之申請者應填具申請書並檢附下列文件向受託機構提出申請： 一、 公司核准設立之證明文件。 二、 最近三年內經會計師簽證之財務報表；成立未滿三年者，應提出成立迄今經會計師簽證	明定本計畫之申請文件。

之相關報表。 三、 前點第四款規定之專職人員名冊，並應載明其學歷、從事研究改良與開發創新之工作經驗及初步研發成果。 四、 營運計畫書：內容應詳述組織結構、研發團隊、研發內容、財務計畫書及預算金額與內部管理制度等。 五、 其他經本會規定應提出之文件。 前項申請文件不齊全者，得限期補正；屆期未補正或補正文件不全者，應予退回。	
第七點 受託機構應成立創投審議小組，創投審議小組之成員由學者、專家及政府機關之人員組成之，其中政府機關人數不得超過總人數五分之二，小組召集人並應由民間具法律、金融或科技管理等專長或經驗者擔任。成員資格與應遵守事項依創投審議小組設置及作業要點規定辦理。 受託機構進行審查時，應先行遴聘具法律、金融或科技管理等專長或經驗者，就前點第一項所定申請相關文件進行專業初審。 專業初審通過後，由創投審議小組針對營運計畫書內容及申請投資額度進行複審（含書面審查及實地察訪）。	明定受託機構應成立之創投審議小組，以及該小組之成員組成及審查程序等事項。
第八點 經創投審議小組複審決議通過之案件，受託機構應按月彙報本會備查。經核定投資之公司應依本要點申請撥款，每次以新臺幣三千萬元為上限，並於實際運用金額達該次申請額度之百分之八十時，始得再提出申請，其累計申請撥款額度不得超過核准投資額。 被投資公司如未經創投審議小組之同意，而於受託機構經費核撥日起連續六個月未按財務計畫執行者，受託機構應先行收回未動用資金百分之五十，每逾一個月未動用者，收回未動用資金百分之十，直至全數收回為止。 本計畫之投資，以七年為限，所投入之股本應於屆期後由本會回收，以為循環利用。	明定受託機構彙之報告義務，若計畫執行有重大缺失等情況，應視情節收回款項。另明定本計畫之回收年限。
第九點 受託機構應定期追蹤了解被投資公司公司之營運及財務概況，以確保權益，並於每季向本會提出被投資公司公司之經營報告，本會得隨時派員查訪被投資公司之營運及研發狀況。 被投資公司如發生所營事業無法成就情事，或連續三年虧損無法改善時，受託機構得經創投審議小組之決議，終止投資該公司。	明定受託機構之定期查核及報告義務，同時明定本計畫之終止事由及條件。
第十點	明定受託機構之管理費用及績效獎金計算。

受本會信託予受託機構辦理本計畫事宜，應支付管理費及績效獎金。管理費以實際撥付投資金額之百分之一點五為上限。但支付予同一受託機構之管理費應依其受託金額之增加而調降。績效獎金按投資淨收益之百分之二十支付。	
第十一點 受託機構如有違反本要點或本計畫受託機構人員道德行為要點之情事發生，經通知改善仍未改善者，本會有權終止信託契約，且不補償該機構因此所生之損失。	明定本會與受託機構之終止事由。
第十二點 受託機構履約有下列情形之一者，本會應以書面通知該機構終止信託契約或解除信託契約之部分或全部，且不補償該機構因此所生之損失： 一、 違反政府採購法第三十九條第二項或第三項規定。 二、 有政府採購法第五十條第二項前段所定情形。 三、 有政府採購法第五十九條所定得終止或解除契約情形。 四、 違反不得轉包規定。 五、 受託機構或其人員犯政府採購法第八十七條至第九十二條規定之罪，經判決有罪確定。 六、 因可歸責於受託機構之事由，致延誤履約期限，情節重大。 七、 偽造或變造契約或履約相關文件，經查明屬實。 八、 受託機構組織變更致無法繼續履約。 九、 無正當理由而不履行契約。 十、 審查、查驗或驗收不合格，且未於通知期限內依規定辦理。 十一、 有破產或其他重大情事，致無法繼續履約。 十二、 受託機構未依契約規定履約，自接獲本會書面通知之次日起十日內或書面通知所載較長期限內，仍未改善。 十三、 契約規定之其他情形。	明定信託契約之終止及解除事由，以及相關損失之賠付條件。
第十三點 信託契約之有效期間為七年，期滿經雙方之同意，得予延長。	明定信託契約之有效期間及其延長。

附錄 E 109 年度科技發展計畫

E-1 「洋流能關鍵技術開發與推動」中長程計畫

E-2 「臺灣及南海海域資料收集調查與資料庫精進」中長程計畫

附錄 F 110 年度科技發展中長程計畫

F-1 「海洋永續環境資料庫之智慧加值應用」中長程計畫

<table>
<tr><td>審議編號</td><td colspan="4">年度(3 碼)-機關代碼(4 碼)-群組代碼(2 碼)-計畫類別代碼(2 碼)-流水碼(2 碼)，除計畫類別代碼為手動選取外，其餘編號為系統自動帶出。</td></tr>
<tr><td>計畫名稱</td><td colspan="4">海洋永續環境資料庫之智慧加值應用</td></tr>
<tr><td>申請機關</td><td colspan="4">海洋委員會</td></tr>
<tr><td>預定執行機關
(單位或機構)</td><td colspan="4">海洋委員會</td></tr>
<tr><td rowspan="3">預定
計畫主持人</td><td>姓名</td><td></td><td>職稱</td><td></td></tr>
<tr><td>服務機關</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>電話</td><td></td><td>電子郵件</td><td></td></tr>
<tr><td>計畫群組
及比重</td><td colspan="4">計畫可為單一群組或多群組，請依各群組所占比重填寫%，總計須為 100%。
□ 生命科技 ____ %　■環境科技 _50_ %　□資通電子 ____ %
■ 工程科技 _50_ %　□人社科服 ____ %　□科技政策 __ %</td></tr>
<tr><td>計畫類別</td><td colspan="4">■ 一般科技施政計畫
□ 新興重點政策計畫(綁定必填重點政策項目、政策依據)
□ 延續重點政策計畫(綁定必填重點政策項目、政策依據)
□ 屆期續提重點政策計畫(綁定必填重點政策項目、政策依據)
□ 前瞻基礎建設計畫(綁定必填前瞻項目、政策依據)</td></tr>
<tr><td>重點政策項目</td><td colspan="4">□ 亞洲・矽谷　□ 智慧機械　□ 綠能產業　□ 生醫產業
□ 國防產業(資安、微衛星)　□ 新農業　□ 循環經濟圈
□ 晶片設計與半導體前瞻科技　□ 數位經濟與服務業科技創新
□ 文化創意產業科技創新　■ 其他_海洋科研</td></tr>
<tr><td>前瞻項目</td><td colspan="4">□ 綠能建設　□ 數位建設　□ 人才培育促進就業之建設</td></tr>
<tr><td>政策依據</td><td colspan="4">1. 行政院 109 年度施政方針：壹、內政、族群及轉型正義（二、建立智慧政府，極大化政府資料開放加值應用，促進公民參與及社會創新；利用大數據分析及國土資訊優化施政決策）、（四、....精進國家關鍵基礎設施安全防護，提升複合型災害防救量能，扎根防災教育，增進緊急救護品質。）、（十、擘劃國家總體海洋政策，完備國家整體海洋發展；布局關鍵技術研發，引導海洋產業創新應用，帶動海洋產業發展；強化海事安全，精進救生救難量能；提升海上巡防能量，捍衛國家海域主權。）
2. 海洋基本法
3. 海洋政策白皮書</td></tr>
<tr><td>與國家科學技術發展計畫的關聯</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>新制額度</td><td colspan="4">■ 一般科技施政額度：_60,000__千元
□ 重點政策額度：__千元
□ 前瞻基礎建設額度：___千元</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>執行期間</td><td colspan="6">110 年 01 月 01 日　至 110 年 12 月 31 日 (當年度計畫之起迄期間)</td></tr>
<tr><td>全程期間</td><td colspan="6">110 年 01 月 01 日　至 113 年 12 月 31 日 (計畫之全程起迄期間)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">前一年度預算</td><td>年度</td><td colspan="2">經費(千元)</td><td colspan="2">人力(人/年)</td></tr>
<tr><td>108</td><td colspan="2">0</td><td colspan="2">0</td></tr>
<tr><td rowspan="11">資源投入
(以前年度請填法定預算數)</td><td>年度</td><td colspan="2">經費(千元)</td><td colspan="2">人力(人/年)</td></tr>
<tr><td>第一年</td><td colspan="2">60,000</td><td colspan="2">45</td></tr>
<tr><td>第二年</td><td colspan="2">60,000</td><td colspan="2">45</td></tr>
<tr><td>第三年</td><td colspan="2">60,000</td><td colspan="2">45</td></tr>
<tr><td>第四年</td><td colspan="2">60,000</td><td colspan="2">45</td></tr>
<tr><td>合計</td><td colspan="2">240,000</td><td colspan="2">180</td></tr>
<tr><td rowspan="5">當年度</td><td>人事費</td><td>10,000</td><td>土地建築</td><td>0</td></tr>
<tr><td>材料費</td><td>15,000</td><td>儀器設備</td><td>0</td></tr>
<tr><td>其他經常支出</td><td>35,000</td><td>其他資本支出</td><td>0</td></tr>
<tr><td>經常門小計</td><td>60,000</td><td>資本門小計</td><td>0</td></tr>
<tr><td colspan="2">經費小計(千元)</td><td colspan="2">60,000</td></tr>
<tr><td>中程施政計畫關鍵策略目標</td><td colspan="6">自系統選取主管機關之中程施政計畫關鍵策略目標。</td></tr>
<tr><td>本計畫在機關施政項目之定位及功能</td><td colspan="6">本會於 107 年 4 月 28 日成立，依職掌係負責海洋相關政策規劃、協調及推動，並辦理海域與海岸巡防及海洋保育、研究業務。依本會組織法第二條第一項第六款：「海洋科學研究與技術發展之統合規劃、審議、協調及推動」所訂原則下，推動各項海洋科技政策。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">計畫重點描述及主要績效指標（KPI）</td><td colspan="6">計畫整體說明</td></tr>
<tr><td colspan="6">1. 針對不同海洋領域應用需求進行加值應用模組開發，建立智慧海洋管理平台。因應海洋環境管理、海洋資源開發、海洋能源開發、海洋災害防救需求，延伸建構海洋事務智慧管理法規，保障全民海洋資訊取得與應用權益。
2. 完備海洋環境監測資料回饋政府法源依據，並建立我國海洋工程與海洋能源開發相關海洋調查資料回饋機制，避免海洋國土與能源資源等重要資料外流，並建構我國完整海域大地資料庫。
3. 透過本計畫建構海域安全維護與海洋災防資料分析與加值應用模組，提供海事工程防災、減災、救災服務及國土資源變遷。
4. 透過本計畫建構海洋資源活化與能源開發加值應用模組，提供完整海氣象、水深地形與海域地質土壤資料，作為後續長期海洋能源開發評估應用及國產化之可行性。
5. 透過本計畫建構海洋生態保育與污染防制加值應用模組及平台，提供科研人員瞭解氣候變遷對於我國海洋生態之影響，海事工程與海洋能源開發對於海洋噪音與環境污染之影響，以及漁業生態變遷資訊，作為漁業經濟產業發展與調適策略參考。</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td colspan="4">依細部計畫說明(第二階段才需填寫)</td></tr>
<tr><td></td><td>細部計畫 1 名稱</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td></td><td>概估經費(千元)</td><td></td><td>計畫性質</td><td>請以下拉選單選擇此細部計畫之計畫性質。</td></tr>
<tr><td></td><td>計畫重點描述</td><td colspan="3">請儘量以條列方式敘述計畫之重點內容或工作項目，總字數 300 字內。</td></tr>
<tr><td></td><td>主要績效指標 KPI</td><td colspan="3">請填寫此細部計畫之主要績效指標(至多 3 項)，可參考主要績效指標表(B003)或自訂。</td></tr>
<tr><td></td><td>細部計畫 2 名稱</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td></td><td>概估經費(千元)</td><td></td><td>計畫性質</td><td>請以下拉選單選擇此細部計畫之計畫性質。</td></tr>
<tr><td></td><td>計畫重點描述</td><td colspan="3">請儘量以條列方式描述此細部計畫之重點內容或工作項目，總字數 300 字內。</td></tr>
<tr><td></td><td>主要績效指標 KPI</td><td colspan="3">請填寫此細部計畫之主要績效指標(至多 3 項)，可參考主要績效指標表(B003)或自訂。</td></tr>
<tr><td>預期效益</td><td colspan="4">■ 滾動修正。
盤點我國各公部門及公法人之海洋領域相關資料庫，串連整合各部會海洋環境資料（氣象、海象、地質、土壤、地形、船行、生態等），補強缺漏資料對應之監測重點項目，建構完整海洋大數據資料庫監測網。

修正理由：_____</td></tr>
<tr><td>前一年計畫或相關之前期程計畫名稱</td><td colspan="4">無</td></tr>
<tr><td>近三年
主要績效</td><td colspan="4">依學術成就(科技基礎研究)、技術創新(科技整合創新)、經濟效益(經濟產業促進)、社會影響(資源安全永續)與其他效益(科技政策管理)等面向評估，且在各面向中設定不同的績效指標。</td></tr>
<tr><td rowspan="5">跨部會署計畫</td><td colspan="4">□ 是 ■ 否 （若屬跨部會署計畫，請續填說明。）</td></tr>
<tr><td>合作部會署 1 名稱</td><td></td><td>所分配之經費(千元)</td><td></td></tr>
<tr><td>負責內容</td><td colspan="3">總字數 300 字內</td></tr>
<tr><td>合作部會署 2 名稱</td><td></td><td>所分配之經費(千元)</td><td></td></tr>
<tr><td>負責內容</td><td colspan="3">總字數 300 字內</td></tr>
<tr><td>中英文關鍵詞</td><td colspan="4">資料庫、海洋法政、海洋科學調查
Database, Ocean law and policy, Ocean Science Investigate</td></tr>
<tr><td rowspan="3">計畫連絡人</td><td>姓名</td><td></td><td>職稱</td><td></td></tr>
<tr><td>服務單位</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>電話</td><td></td><td>電子郵件</td><td></td></tr>
</table>

F-2 「海洋永續環境資料庫之智慧加值應用」中長程計畫專家諮詢會議

一、 時間：108 年 10 月 18 日（星期五）下午 3 時 00 分

二、 地點：國立成功大學水利系海工大樓 2 樓系史室

三、 主席：黃處長世偉　　記錄：林昌良

四、 出列席單位及人員：詳如簽名冊。

五、 主持人致詞：略。

六、 主辦單位報告：略。

七、 專家委員及各單位意見：

王詠絢 委員

1. 目前有關政府部門計畫執行取得之資料，雖可於執行團隊內流通，但用途多僅限於參考使用，無法授權外部加值使用。若執行團隊若考量加值，並開放外部團隊申請、採購使用，需多方考量資安及資料歸屬等疑義。
2. 依據各計畫委辦單位不同，目前均無對應之法規要求計畫執行團隊上繳計畫執行成果及智慧財產權，因此於資料庫建置前期之資料蒐集恐面臨資料不全，或無法收攏之狀況。因此於計畫推動前期，建議先由海洋委員會確認部會權責，於架構資料庫前亦需確認資料之格式、架構、範圍等，以利後續執行。

文展權 委員

1. 本計畫工項及內容龐雜，但實為我國發展海洋工程必要推動之項目。
2. 資料庫整合首要問題為資料格式及標準不一。以離岸風電為例，外商多以高標準高規格要求海域調查資料成果，因此若本計畫建構相關資料庫，建議可依循較高規格之標準，以利後續資料庫加值應用與資料販售等事宜。但如何取得經費與品質之平衡，需多加思量。
3. 各單位執行海域調查時，因使用之機具船隻不同，所得之調查成果品質及規格落差極大，為利後續資料統整，建議以示範場域執行調查，統一調查規格與資料品質。
4. 後續海洋委員會亦可考量建構海事工程技術國家團隊，提供各項海事工程研究支援。

錢 樺 委員

1. 針對計畫執行，建議可將成果多以量化方式呈現，以利後續計畫成果查核。
2. 無論海洋防災、減災及海洋資源開發，均與民眾生活息息相關，因此計畫及政策推動多需仰賴科學數據佐證以利推動。而資料庫建置為一長期且前瞻之重點項目，故於計畫推動前期建議釐清本計畫所謂資料庫，僅為一般之結構式(分散式)資料庫或為大數據。若為大數據，目前國內外仍屬發展階段，並無成熟之技術可供參考，因此計畫工項中建議新增大數據資料發展，以利團隊執行。

張揚祺 委員

1. 資料加值應用前，針對既有資料需先建立資料庫，方能加速後續使用端之便利。
2. 各部會資料索取與分享可能可以政府資訊公開法為依據進行，因其所指資訊公開應包含全面性非機密資料而不限於科技性資料。
3. 採納或使用目前廣為使用之 VR、AR 等虛擬實境進行海洋環境教育，可有效提升民眾海洋意識。另外於海洋環境生態價值與民眾生活間取得平衡前，可先進行海域空間規劃，其牽涉之議題不僅包含社會科學，亦包含自然、生態等料蒐集，方能有效評估後續海域開發影響。

許泰文 委員

1. 建立智慧海洋管理平台為海洋永續利用必要之現代化科技，本計畫構想具創新性，執行方法正確，符合時代趨勢潮流，人力配置適當，預期程果合理，加速海洋委員智慧化管理。
2. 資料庫建立與分析有助於海洋委員會掌控海洋重要資訊，從資料庫分析成果可以瞭解環島海域水動力特性，海平面上升、海洋環境生態受氣候變遷溫度、酸度及含氧量、垃圾分布，進而提出妥適調適策略，提供海洋海岸防災、救災、減災等防護措施之依據。
3. 透過本計畫協助海洋委員會建構海洋開發與保育、污染和海洋廢棄物處理管制措施，漁業經費管理、海域巡防平台。
4. 本計畫面向很廣，建議設立之平台宜跨部會整合協商，使資料庫更完整，亦避免各部會規劃之年度工作與經費編列重覆。

科技文教處 黃世偉 處長

1. 海洋產業發展條例目前已正式通過。
2. 目前國海院包含海洋政策及文化研究中心、海洋科學及資訊研究中心、海洋生態及保育研究中心、海洋產業及工程研究中心、綜合規劃及人力培訓中心等 5 個中心，後續將進一步把工程研究納入考量。
3. 依據府資訊公開法，109 年起且由我國政府 100%出資之科技發展計畫，於結案後均需依循政府資訊公開法公開計畫成果。公共建設計畫及社會發展計畫目前上不列入本法管制範圍。另外海域管理法亦要求所有海域調查計畫回饋相關成果予委辦單位。
4. 海委會於民國 108 年執行「海洋環境調查運用、海洋技術研發與海洋產業發展」計畫始建構海洋環境資料庫，目前多採用簽訂 MOU 之方式與各單為進行資料交換。

國家海洋研究院 何永顯 研究員

1. 目前海洋資料庫建置執行可能之困難包含資料蒐集之項目與順序，為解決此一問題，初步採分年目標之方式進行。以本單位目前掌握之既有資料為底，架構資料庫結構，後續再依可取得之資料逐步擴充。
2. 目前收集之資料包含多數機敏性資料，於資料交付時均需比照原單位之保全等

級進行防護，因此於資料庫建構過程，資安問題為目前最需諸多思量之挑戰。另外有關公開資料於加值使用後是否收費，亦需與原單位進行討論，取得雙方平衡。

科技文教處 鮑俊宏 專員

1. 本案主要針對資料庫內容進行加值與應用，考量 110 年海洋資料庫尚未到位，可能無法進行資料加值與應用，本案恐需進一步的備案，以供執行。
2. 針對其他部會可能重疊之海洋相關業務，建議於本案執行之第一年新增資料盤點之工作項目，以避免與其他部會執行之年度工作重覆。

科技文教處 林昌良 科員

1. 應明確說明 110 年中長程計畫之可行規劃研究。目前工項範圍較為廣闊，建議可束縮既有工項內容，精確載明工作內容。

八、 結論：

1. 可先分析先前各單位執行資料庫計畫未獲成功之因素及相關策進，做為參考。
2. 海洋委員會之權責為統合、規劃、協調及推動海洋相關事務，如何避免與其他部會權責重複，亦找出工作計畫亮點(如納入 GIS、VR、AR 等)，需多予思考。
3. 資料庫加值運用需考慮資安問題、資料格式與品質控管等，適當之展示或運用已成熟之系統，可避免經費過度浪費與資安問題。
4. 請依委員意見酌修報告後提送定稿版本供參。

九、 附件：

3. 附件一，會議簽到表。
4. 附件二，專家諮詢會議簡報

『海洋科技發展中長期計畫先期規劃』專家諮詢會議-
海洋永續環境資料庫之智慧加值應用草案 出席簽到單

單位	人員	簽名
海洋委員會科技文教處	黃世偉 處長	黃世偉
	鮑俊宏 專員	鮑俊宏
	林昌良 科員	林昌良
海洋委員會 國家海洋研究院	張佩錡 副研究員	張佩錡
		何永顯
高雄海洋科技大學	文展權 委員	文展權
中央大學	錢 樺 委員	錢樺
中山大學	張揚祺 委員	張揚祺
中央地調所	王詠絢 委員	王詠絢
執行團隊		
	成大工資中心	李心平
	台大海洋中心	謝獻祥
	台大政治	胡方維
	成大地科	蕭士俊
	成大水利	許泰文
	成大水利及海洋工程	許泰文