OAC108017（委託研究報告）

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

（期末報告書-定稿版）

受委託單位：國立中山大學

研究主持人：陸曉筠

協同主持人：薛憲文、張詠斌

研究員：沈政翰

兼任研究助理：陳絡翔

研究期程：中華民國108年5月至108年10月

研究經費：新臺幣108萬元

海洋委員會委託研究

中華民國 108 年 11 月

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

摘要

有鑑於氣候變遷對於環境所造成之衝擊，世界各國紛紛提出因應氣候變遷調適之相關策略，其中海域空間同樣會因為氣候變遷而產生許多問題，如海水暖化、酸化與海平面上升等，進而影響到海洋相關產業之發展，對此，海域空間規劃之架構應融入氣候變遷概念，研擬因應氣候變遷調適之策略，以引導海洋產業之發展，降低氣候變遷對於海域之衝擊。臺灣近年來也因為極端氣候之影響，導致許多生命與財產上之損失。本研究蒐集國際組織與歐、美、日、中國大陸等各國相關文獻，藉由文獻計量分析趨勢並深入文獻探究，以瞭解國際相關海域及海岸空間規劃與產業之發展現況與發展，同時檢視臺灣現行之海域及海岸空間利用與產業相關政策與法令，此外，研究採用臺灣各中央行政機關之數據資料，初步建置臺灣海域空間利用資料庫，並以澎湖為示範案例，輔以空間分析來評估澎湖之海域空間利用現況以及氣候變遷未來推估，而為評估臺灣海域及海岸環境空間受氣候變遷影響敏感區範疇與強度，研究透過焦點團體訪談取得相關權益關係人之見解，最終研擬臺灣海域及海岸空間利用與海洋產業因應氣候變遷之調適與減緩策略，冀望降低氣候變遷對於澎湖海域與海岸空間利用與產業之影響。

關鍵字：

氣候變遷調適（Adaptation to climate change）、海洋空間規劃（Marine spatial planning, MSP）、海洋產業（Marine industry）、文獻計量學（Bibliometrics）、空間分析（Spatial analysis）、焦點團體（Focus group）

目次

摘要 I
目次 II
表次 IV
圖次 VI
附錄次 IX
提要 X
第一章　前言 1
1.1 研究目的 1
1.2 研究架構 3
第二章　文獻回顧 5
2.1 氣候變遷與調適之發展 5
2.2 氣候變遷對海洋與海岸之影響 12
2.3 海洋空間規劃與氣候變遷之關聯 17
2.4 氣候變遷對海洋產業產生之影響 19
2.5 臺灣因應氣候變遷調適與減緩之相關政策與法令 23
2.6 小結 28
第三章　國際相關海域及海岸空間規劃與海洋產業發展之現況與趨勢 29
3.1 海洋空間規劃 29
3.1.1 聯合國教科文組織之海洋空間規劃 29
3.1.2 美國的海洋空間規劃 39
3.1.3 歐盟的海洋空間規劃 44
3.1.4 中國大陸的海洋空間規劃 47
3.1.5 臺灣的海洋空間規劃 51
3.1.6 海洋空間規劃之案例 60
3.2 海洋產業之發展 63
3.2.1 海洋產業之界定 63
3.2.2 海洋產業相關調適與減緩策略 67
3.3 文獻數據蒐集 85
3.4 文獻計量分析 87
3.5 小結 90
第四章　臺灣海域及海岸空間與產業分布資料庫及空間利用現況與衝擊 100
4.1 臺灣海域空間利用資料庫之初步建置 100
4.2 空間分析 104
4.3 示範案例基地 – 澎湖 107
4.3.1 澎湖之地理環境與人口產業概況 107

4.3.2 澎湖之氣候概況......109
4.3.3 澎湖之海域空間利用現況......114
4.4 小結......115
第五章　臺灣海域及海岸環境空間受氣候變遷影響敏感區範疇與強度..122
5.1 焦點團體......122
5.2 焦點團體訪談之成果......124
5.2.1 第一次焦點團體訪談......124
5.2.2 第二次焦點團體訪談......128
5.2.3 第三次焦點團體訪談......130
5.2.4 第四次焦點團體訪談......132
5.3 臺灣氣候變遷之未來推估......134
5.4 氣候變遷對於海洋產業影響範疇與強度之建構......144
5.5 小結......150
第六章　臺灣海域及海岸空間利用與海洋產業因應氣候變遷之調適策略......151
6.1 澎湖之氣候變遷調適與減緩計畫......151
6.2 海洋產業因應氣候變遷調適與減緩策略之研擬......154
6.3 小結......159
第七章　結論與建議......162
7.1 結論......162
7.2 建議......165
第八章　參考資料......166

表次

表 1-1　計畫目標之對應 3
表 2-1　IPCC 對於風險、脆弱度、曝露度與危害等相關字詞之定義 8
表 2-2　海岸因應氣候變遷調適策略與行動方案 14
表 2-3　氣候變遷與海洋產業減排政策之關鍵影響 20
表 2-4　臺灣因應氣候變遷調適法規之主管機關 25
表 3-1　海洋空間規劃之好處 30
表 3-2　海洋空間規劃之步驟 31
表 3-3　人類對於海洋之使用 34
表 3-4　海洋使用之空間管理措施 37
表 3-5　海洋空間規劃對於相關產業之貢獻 45
表 3-6　海洋空間規劃之優點 46
表 3-7　中國大陸海洋功能區之類別 48
表 3-8　海洋功能區分類及海洋環境保護要求 49
表 3-9　世界各國海洋產業分類 64
表 3-10　依功能分類之海洋產業別 66
表 3-11　各國因應氣變遷對於沿近岸漁業生態影響之行動案例 70
表 3-12　氣候變遷對於能源產業之主要影響 73
表 3-13　風力發電之關鍵氣候影響與調適 75
表 3-14　能源傳輸與配送之影響與調適措施 76
表 3-15　權益關係人與各氣候變遷調適措施 77
表 3-16　氣候變遷之影響與風險 79
表 3-17　氣候變遷風險之調適行動 79
表 3-18　氣候變遷之影響與風險 80
表 3-19　氣候變遷所產生之商業後果 81
表 3-20　相關調適措施 82
表 3-21　氣候變遷對於發展中小島國家觀光遊憩業之影響 83
表 3-22　熱帶島嶼旅遊業之調適措施 83
表 3-23　觀光旅遊目標之相關策略 84
表 3-24　三大領域所出現之共同關鍵字詞 88
表 4-1　臺灣海域空間利用資料庫–海洋產業利用 101
表 4-2　臺灣海域空間利用資料庫–其他利用 102
表 4-3　臺灣海域空間利用資料庫–環境基礎資料 103
表 4-4　澎湖縣氣候月平均資料 109
表 4-5　各氣候值之說明 110
表 4-6　澎湖群島面臨氣候變遷之影響 113

表 4-7　澎湖各海域空間利用型態之面積 115
表 4-8　澎湖海域空間利用之重疊面積比例與兼容性 121
表 5-1　第一次焦點團體訪談出席單位 124
表 5-2　各方權益關係人關注之議題（澎湖群島） 125
表 5-3　各方權益關係人關注之議題（澎湖本島） 126
表 5-4　第二次焦點團體訪談出席單位 128
表 5-5　各方權益關係人給予之補充建議 129
表 5-6　第三次焦點團體訪談與會單位 130
表 5-7　公民對於相關議題之認知 130
表 5-8　第四次焦點團體訪談與會單位 132
表 5-9　各方權益關係人對於討論議題之建議 133
表 5-8　氣候變遷關鍵指標 134
表 5-9　澎湖與臺灣氣候變遷未來推估之比較 142
表 5-10　臺灣海域及海岸環境空間受氣候變遷對於海洋產業之影響範疇與強度 145
表 5-11　臺灣海域及海岸環境空間受氣候變遷對於海洋產業之影響範疇與強度-由強至弱排序 147
表 6-1　臺灣海洋產業因應氣候變遷之調適與減緩策略 155
表 6-2　澎湖縣既有的相關調適策略 160
表 6-3　澎湖縣既有的相關減緩策略 161

圖次

圖 1-1　研究架構圖 4
圖 2-1　全球暖化氣候變遷對地球所造成的衝擊 5
圖 2-2　氣候變遷減緩與調適 6
圖 2-3　IPCC 對風險、脆弱度、曝露度與危害之核心概念 7
圖 2-4　調適策略成本與效益比 9
圖 2-5　臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台計畫 10
圖 2-6　2021-2040 年溫度改變量 11
圖 2-7　2021-2040 年雨量改變率 11
圖 2-8　近十年臺灣重大氣候災害記錄 12
圖 2-9　NOAA 研究比較各種類型海岸防護措施 13
圖 2-10　二氧化碳增加對於海洋生態系統之影響 16
圖 2-11　運用海洋空間規劃於 ACCESS 18
圖 2-12　氣候變遷對於海洋使用之脆弱度 19
圖 2-13　國家調適工作架構 23
圖 2-14　臺灣因應氣候變遷調適法規 24
圖 2-15　各機關調適工作分類 25
圖 2-16　六大部門推動策略 26
圖 2-17　八大政策配套 27
圖 2-18　溫室氣體減量推動方案之架構 27
圖 2-19　臺灣因應氣候變遷調適相關法規與政策之推動歷程 28
圖 3-1　持續性的海洋空間規劃週期 30
圖 3-2　海洋空間規劃的循序漸進方法 33
圖 3-3　人類使用方式兼容與衝突 35
圖 3-4　美國的海岸與海洋空間規劃區 41
圖 3-5　基於生態系統之海洋空間規劃過程 43
圖 3-6　歐盟海洋空間規劃之發展 44
圖 3-7　臺灣海洋發展之脈絡 51
圖 3-8　臺灣海域地區功能使用現況圖 55
圖 3-9　海域功能區劃圖 56
圖 3-10　內水及領海範圍使用現況示意圖 57
圖 3-11　臺灣海域功能分區現況圖 58
圖 3-12　海域區重疊使用情形統計圖 59
圖 3-13　比利時之海域情況 60
圖 3-14　比利時之海洋空間規劃 62
圖 3-15　2010 年與 2030 年海洋特定產業之產值比較 63

圖 3-16 2010 年與 2030 年海洋特定產業之就業機會比較........................64
圖 3-17 氣候變遷對於漁業與水產養殖業之影響..67
圖 3-18 氣候變遷對漁業生產與漁產品供需影響途徑...............................68
圖 3-19 以漁業與水產養殖業之背景所調整之 IPCC 脆弱度模型...........69
圖 3-20 調適行為之分類...69
圖 3-21 將可再生能源納入國家自定貢獻...72
圖 3-22 2009 年至 2018 年出版物數量趨勢...85
圖 3-23 前十大產量國家...86
圖 3-24 前十大 Web of Science 領域...86
圖 3-25 與氣候變遷與調適相關之共同關鍵字詞出現次數........................89
圖 3-26 與海洋空間規劃相關之共同關鍵字詞出現次數............................89
圖 3-27 與海洋產業相關之共同關鍵字詞出現次數....................................89
圖 3-28a 以出現次數之分析成果-氣候變遷與調適....................................91
圖 3-28b 以出現次數之分析成果-海洋空間規劃..92
圖 3-28c 以出現次數之分析成果-海洋產業..93
圖 3-29a 以時間之分析成果-氣候變遷與調適..94
圖 3-29b 以時間之分析成果-海洋空間規劃..95
圖 3-29c 以時間之分析成果-海洋產業..96
圖 3-30a 以密度之分析成果-氣候變遷與調適..97
圖 3-30b 以密度之分析成果-海洋空間規劃..98
圖 3-30c 以密度之分析成果-海洋產業..99
圖 4-1 空間規劃之應用概念...104
圖 4-2 ESRI 旗下常見之應用程式...105
圖 4-3 Collector 之操作介面..105
圖 4-4 運用氣候嚮導來分析全球與地方氣候趨勢...................................106
圖 4-5 澎湖縣行政區域圖...107
圖 4-6 澎湖年齡層之分配...108
圖 4-7 近十年澎湖縣就業者之行業統計...108
圖 4-8 澎湖測站觀測值之年際變化...111
圖 4-9 澎湖測站觀測值之年際變化...112
圖 4-10 澎湖海域與海岸空間之多元使用...114
圖 4-11 澎湖海域之海洋產業利用...116
圖 4-12 澎湖海域之軍事利用...117
圖 4-13 澎湖海域之自然保護區域...118
圖 4-14 澎湖海域之其餘保護區域...119
圖 4-15 澎湖海域之環境基礎資料...120
圖 5-1 研究採取之焦點團體設計以及焦點團體組成設定.......................123
圖 5-2 各方權益關係人關注之議題...127

圖 5-3　不同模式平均之年平均溫度改變量 135
圖 5-4　不同模式平均之年平均雨量改變率 136
圖 5-5　澎湖氣候變遷關鍵指標-降雨 138
圖 5-6　澎湖氣候變遷關鍵指標-降雨 139
圖 5-7　澎湖氣候變遷關鍵指標-溫度 140
圖 5-8　澎湖氣候變遷關鍵指標-溫度 141
圖 5-9　澎湖海平面上升之推估 143
圖 5-10　前十大影響海洋產業之氣候變遷面向 144
圖 6-1　澎湖縣氣候變遷調適計畫執行架構 152
圖 6-2　澎湖縣政府氣候變遷調適工作小組 153
圖 6-3　澎湖縣氣候變遷調適策略願景與規劃 153
圖 6-4　相關調適與減緩策略之應用次數 154

附錄次

附錄一　勞務採購案評選會議之委員意見與回覆 .... 附錄- 1 -
附錄二　期中審查簡報 .... 附錄- 4 -
附錄三　期中審查會議之委員意見與回應 .... 附錄- 22 -
附錄四　期末審查簡報 .... 附錄- 36 -
附錄五　期末審查會議之委員意見與回應 .... 附錄- 61 -
附錄六　氣候變遷、海洋空間規劃與海洋產業之文獻發展分析 .... 附錄- 71 -
附錄七　第一次焦點團體座談會紀錄 .... 附錄- 74 -
附錄八　第二次焦點團體座談會紀錄 .... 附錄- 87 -
附錄九　第四次焦點團體座談會紀錄 .... 附錄- 102 -
附錄十　計畫管理相關說明表 ....附錄- 111 -

提要

關鍵詞：

氣候變遷調適、海洋空間規劃、海洋產業、文獻計量學、空間分析、焦點團體

一、 研究緣起

隨著氣候變遷對於海洋環境所帶來之問題，如：海水暖化與海平面上升等，勢必也會對於海域空間使用產生之影響，進而影響到海洋相關產業，因此，研究將納入氣候變遷概念於海域空間規劃中，研擬因應氣候變遷調適相關調適策略，以引導海洋產業之發展，降低氣候變遷對於海域之衝擊。

二、 研究方法及過程

研究將透過蒐集國際組織與歐美日等國之相關文獻，運用文獻計量分析與文獻探究來評估發展現況與趨勢，並檢視臺灣現行之海域及海岸空間利用與產業相關政策與法令，此外，蒐集相關基礎資料以規劃建置臺灣海域及海岸空間與產業分布資料庫，同時透過空間分析加以分析，評估臺灣海域及海岸空間利用現況與衝擊，接著藉由焦點團體訪談，與相關權益關係人進行訪談，以取得其之見解，最後研擬臺灣海域及海岸空間利用與海洋產業因應氣候變遷之調適策略。

三、 重要發現

- 評估國際相關海域及海岸空間規劃與海洋產業發展之現況與趨勢
- 規劃建置臺灣海域及海岸空間與產業分布資料庫
- 檢視澎湖之海域空間利用現況以及氣候變遷未來推估
- 初步評析臺灣海域及海岸環境空間受氣候變遷影響敏感區範疇與強度
- 初步研擬臺灣海域及海岸空間利用與海洋產業因應氣候變遷之調適策略

四、 主要建議事項

- 持續檢視國際相關海域及海岸空間規劃與海洋產業發展之現況與趨勢
- 臺灣海洋相關資料之調查，以及海洋資料庫之整合
- 提升氣候預警之能力
- 臺灣各縣市之海域及海岸空間利用現況及其面臨氣候變遷之影響程度
- 臺灣關鍵海洋產業因應氣候變遷之行動方案

第一章　前言

1.1 研究目的

隨著科技之發展，雖然帶給了人類方便之生活，但也使地球環境遭受到威脅，其中人類活動所排放之溫室氣體（Greenhouse gases, GHGs），如二氧化碳、甲烷與氧化亞氮等，而溫室氣體的增加，造成溫室效應增強（Greenhouse effect），促使地球溫度上升，進而導致了全球暖化（Global warming）現象。不過近年來全球暖化之名詞漸漸被氣候變遷（Climate Change）所取代，以強調氣候之改變不僅僅只有溫度上的變化，亦造成極端氣候（Extreme weather）更加頻繁（如極端降雨、颱風頻率增加等）。

地球表面 70％ 由海洋所覆蓋，由於水高比熱之特性，使得海洋在氣候調節上扮演關鍵之角色，同時，海洋也是全球最大的碳匯（Carbon sink），儲存了 30%人類活動所排放之二氧化碳，減緩了全球暖化之速度，但卻也讓海洋逐漸暖化和酸化（戴昌鳳，2017）。根據聯合國跨政府氣候變遷專家小組（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）評估報告，氣候變遷已經對於海洋環境造成海水暖化、酸化及海平面上升等影響，亦導致颱風強度提升與極端氣候事件頻率增加，同時也改變海洋生態系統。2012 年行政院經濟建設委員會所制定之「國家氣候變遷調適政策綱領」，當中提到氣候變遷之主要現象包括：氣溫上升、降雨型態改變、極端天氣事件發生的強度與頻率升高以及海平面上升，可能造成的影響包括：乾旱、熱浪、暴雨、暴潮、土石流、颱風、生態變遷、土地使用與地表覆蓋改變、地層下陷、海水倒灌、空氣惡化、水質改變等。此外，由於海岸地區豐富之資源及空間，加上對外便捷的運輸系統，世界上有超過 70%的大城市聚集在海岸地區，估計至本世紀末，全球人口將有四分之三，也就是超過五十億人口居住在海岸地區（Brandes & LeBlanc, 2013），使得海岸資源快速的需求大幅增加，導致海岸資源耗損、空間使用衝突、災害風險增加等問題。

臺灣是個海島國家，人口大多集中於沿海平原區域，促使近岸資源使用之需求增加，也導致了近岸空間使用之壓力越來越大，而氣候變遷所帶來之極端氣候勢必也會對於臺灣海域與海岸空間利用與產業發展產生影響，近十年來因為氣候變遷所造成產業影響之新聞層出不窮，如：2008、2011 年澎湖的大寒害，導致大規模魚群凍死，造成經濟損失慘重（劉禹慶，2018）；近年來由於海平面上升以及海岸線後退，導致南迴公路 50 年後恐消失（詹嘉紋，2016）；2018 年初之寒流導致牡蠣縮水，造成養殖產量減少（陳冠備，2018）；2018 年 8 月由於熱帶性低氣壓帶來豪雨，對於養殖漁業造成嚴重之損失（劉怡馨，2018），這些氣候災害事件對於臺灣造成許多生命與財產上之損失。對此，海域空間規劃之架構應融入氣候變遷概念，研擬因應調適策略，以引導海洋產業之發展，進而降低氣候變遷對於海域之衝擊。

研究透過彙整國際組織與歐美日各國之文獻並加以分析，來檢視國際相關海域及海岸空間規劃與海洋產業發展之現況與趨勢，同時，瞭解臺灣受氣候變遷影響之海域及海岸空間環境敏感區範疇與強度，並建置臺灣海域及海岸空間與產業分布資料庫，以評估其衝擊程度，最後研擬出臺灣海域及海岸空間利用與海洋產業因應氣候變遷之調適策略，進而強化臺灣海洋資源治理之基礎。

1.2 研究架構

本計畫之工作項目將分為四個部分，第一部分為評估國際相關海域及海岸空間規劃與產業之發展現況趨勢，研究將蒐集期刊、國際組織與歐美日等各國相關文獻，初步以氣候變遷調適之發展、海域及海岸空間規劃之發展及海洋及海岸產業之發展三大面向來探究，並透過文獻計量分析以瞭解現況與趨勢，同時檢視臺灣現行之海域及海岸空間利用與產業相關政策與法令。第二部分為建置臺灣海域及海岸空間與產業分布資料庫及檢視空間利用現況與衝擊，蒐集相關基礎資料，如：海域及海岸空間利用、海水溫度與酸度與海洋產業分布等，以規劃建置臺灣海域及海岸空間與產業分布資料庫，並透過空間分析來評估空間利用現況與衝擊。第三部分為評估臺灣海域及海岸環境空間受氣候變遷影響敏感區範疇與強度，基於第二部分所分析出之空間利用現況與衝擊，藉由焦點團體訪談來取得相關權益關係人之見解，進而評估受影響之敏感區範疇與強度。第四部分為研擬臺灣海域及海岸空間利用與海洋產業因應氣候變遷之調適策略，基於上述工作項目來研擬臺灣海域及海岸空間利用與海洋產業因應氣候變遷之調適策略，並以澎湖作為示範案例。而計畫目標與工作項目之對應如表 1-1。圖 1-1 為研究之架構圖。

表 1-1　計畫目標之對應（資料來源：本研究製作）

計畫目標	對應之工作項目	對應之章節
（一）蒐彙與評估國際相關海域及海岸空間規劃與海洋產業發展之現況及趨勢	工作項目（一）	第三章
（二）蒐整臺灣受氣候變遷影響之海域及海岸空間環境敏感區範疇與強度，初步評析氣候變遷對臺灣海域空間利用現況與海洋產業發展之衝擊	工作項目（二）與工作項目（三）	第四章、第五章
（三）評析及初步研擬臺灣海域及海岸空間利用與海洋產業因應氣候變遷之調適策略	工作項目（四）	第六章

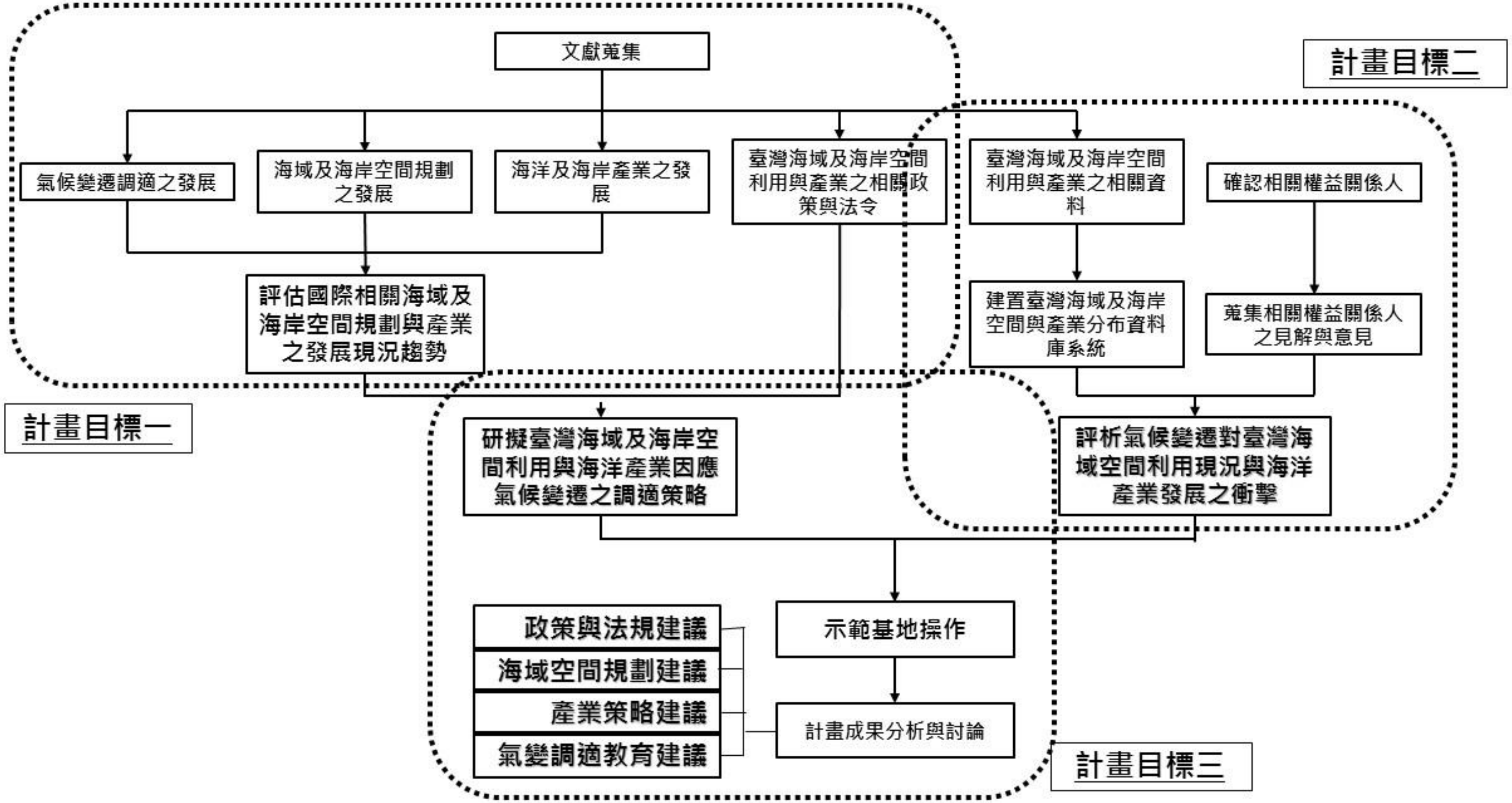


圖 1-1　研究架構圖（資料來源：本研究製作）

第二章　文獻回顧

研究先行針對氣候變遷與調適之發展進行文獻探究，接著檢視氣候變遷對於海洋相關議題之關聯與影響，蒐集國際組織與歐美日等國家之相關文獻，以瞭解其發展現況、面臨問題以及對應之解決方案，同時，檢視臺灣因應氣候變遷調適之相關政策與法令，進而作為後續計畫之參考。

2.1 氣候變遷與調適之發展

聯合國氣候變遷綱要公約（United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC）將氣候變遷定義為「經過相當一段時間的觀察，在自然氣候變遷之外由人類活動直接或間接改變全球大氣組成所導致的氣候變遷」。氣候變遷之議題從 1980 年代開始逐漸被重視，議題範圍涉及水、土壤、空氣、自然環境變化、漁業、農業、能源、生態、國際公約等（滕春慈，2009）。氣候變遷是目前全球所關注的重要議題之一，2013 年，聯合國跨政府間氣候變遷小組第五次評估報告（Assessment Report 5, AR5）指出，氣候變遷已經對自然生態系統和人類社會帶來不利之影響。而氣候變遷之影響具有潛在不確定性，影響層面更是十分廣泛（圖 2-1）（鄭欽韓，2013a）。

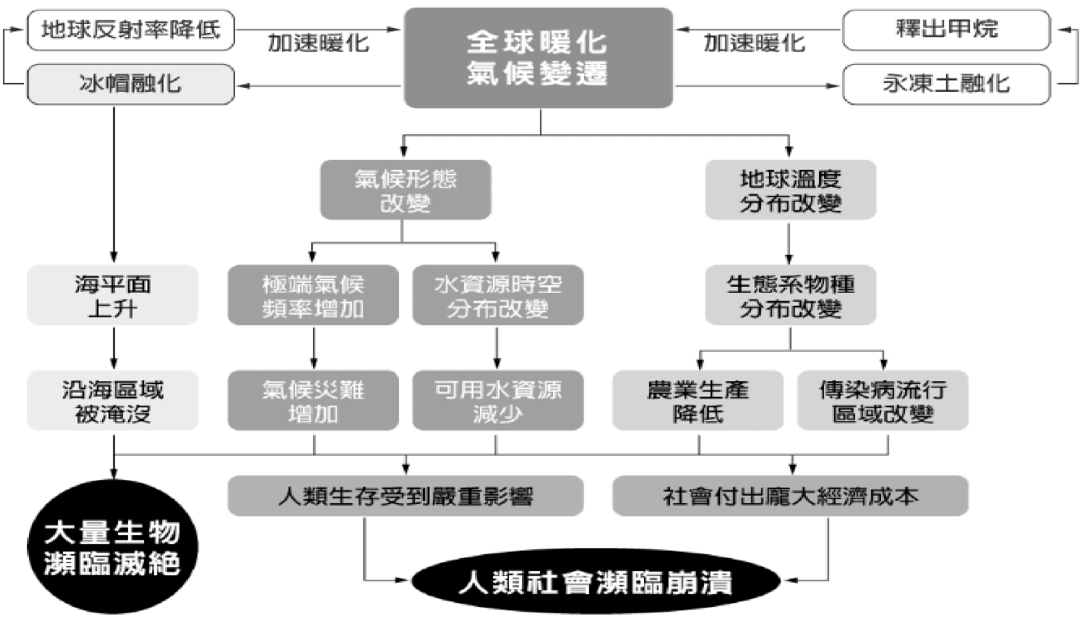


圖 2-1　全球暖化氣候變遷對地球所造成的衝擊（資料來源：鄭欽韓，2013a）

現階段全球因應氣候變遷之政策與措施，主要可分為兩種，分別為減緩（Mitigation）或調適（Adaptation）（圖 2-2），其中，減緩之目的在於從全球暖化之原因著手，即：減少溫室氣體排放，使氣候變遷之趨勢趨於緩和，調適之目的在於減少氣候變遷所帶來之影響，透過採取相關因應措施，來應對未來氣候可能帶來之衝擊與改變，然而，減緩與調適必須得相互並行，進而來面對氣候變遷所帶來之衝擊（鄭欽韓，2013b）。同時，臺灣所頒布之溫室氣體減量及管理法，當中第五條提到「政府應秉持減緩與調適並重之原則，確保國土資源永續利用及能源供需穩定，妥適減緩及因應氣候變遷之影響，兼顧環境保護、經濟發展及社會正義」。

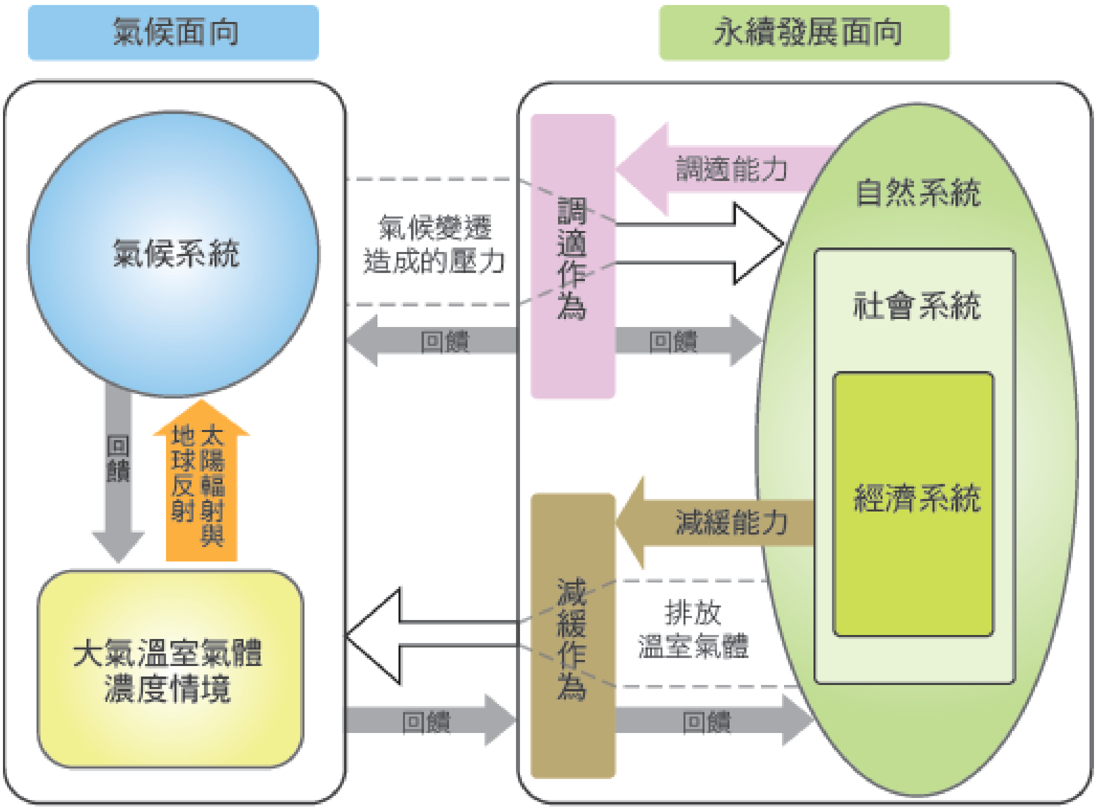


圖 2-2　氣候變遷減緩與調適（資料來源：行政院經濟建設委員會，2012）

然而，有鑑於氣候變遷存在著不確定性，聯合國跨政府間氣候變遷小組亦將其方針不斷的進行調整，早期以脆弱度（vulnerability）之評估來評估氣候變遷帶來之影響，第三次評估報告對脆弱度定義為「系統易受或無法處理氣候變遷（包括氣候易變性與氣候極端事件）負面效應影響的程度，藉由曝露度（exposure）、敏感度（sensitivity）和調適能力（adaptive capacity）之函數來評估脆弱度」，而第四次評估報告對脆弱度進一步定義為「氣候變遷脆弱度是指地球物理、生物和社會經濟系統容易受到且無法應對氣候變化的不利影響」，不同於先前以脆弱度評估為重心，第五次評估報告中，改以氣候變遷風險評估為重心（圖 2-3），當中將風險定義為「風險＝F（脆弱度，曝露度，危害）、脆弱度＝F（敏感度，調適能力）」，同時，針對風險（risk）、脆弱度、曝露度與危害（hazard）等相關字詞進行解釋（表 2-1）。

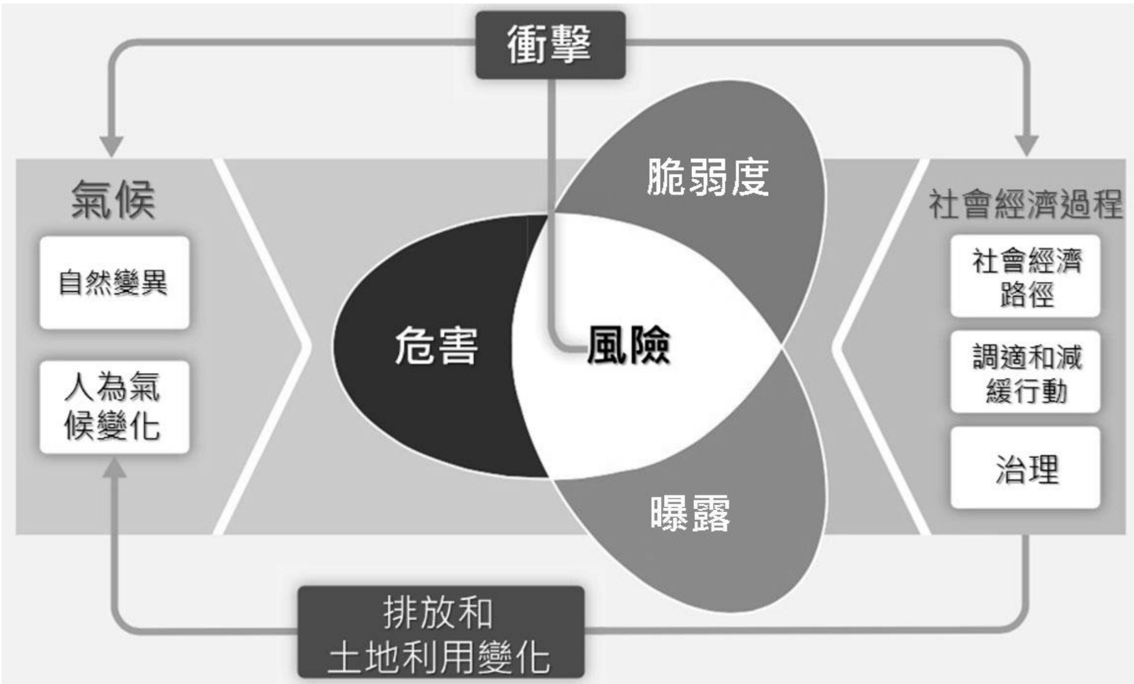


圖 2-3　IPCC 對風險、脆弱度、曝露度與危害之核心概念（資料來源：氣候變遷調適資訊與成果資料庫）

表 2-1　IPCC 對於風險、脆弱度、曝露度與危害等相關字詞之定義（資料來源：氣候變遷調適資訊與成果資料庫）

相關字詞	**定義說明**
風險（Risk）	氣候變遷造成有價值的事物處於險境且結果不確定的可能性，且通常為危害性事件或趨勢發生的概率乘以這些事件或趨勢發生造成的後
脆弱度（Vulnerability）	系統容易受到負面影響的傾向與本質，包括其敏感性、容易受災特性、以及缺乏應付與適應的能力
危害（Hazard）	可能發生的自然或人為物理事件或趨勢，或物理影響
曝露度（Exposure）	對於人類生命、生計、物種或生態系統、環境服務與資源、基礎建設、經濟、社會與文化資產有可能遭受不利影響的位置與設置
敏感度（Sensitivity）	系統或是物種受到氣候變遷或是變異影響之程度，其影響有可能為直接或是間歇性的影響
調適能力（Adaptive Capacity）	個人、組織、區域及社會上所具有調適氣候變遷衝擊所需具備的能力。包含減少氣候變遷衝擊的能力、可利用的資源等

其中，日本作為全球最早對因應氣候變遷立法之國家，其調適策略稱為「氣候變遷聰明調適策略」，強調以評估脆弱度與推估未來氣候變遷為基礎，考量有效率之調適，其策略涵蓋糧食、水環境與水資源、自然生態系、防災與沿岸大都市、健康、國民生活與都市生活、開發中國家以及其他領域（郭彥廉等，2012）。

此外，聯合國氣候變化綱要公約中將調適策略分為預防災變之預防性（anticipatory）以及降低災變後傷害之反應性（reactive），而這兩種得取決於地區狀況與實施成效來進行持續之檢討與調整修正。

臺灣方面，對於調適策略之擬定，也是基於避開風險與降低風險，總體調適之策略為（行政院經濟建設委員會，2012）：

- 落實國土規劃與管理；
- 加強防災避災的自然、社會、經濟體系之能力；
- 推動流域綜合治理；
- 優先處理氣候變遷的高風險地區；
- 提升都會地區的調適防護能力。

以美國能源公司之調適案例，2005 年卡崔娜颶風（Katrina）襲擊美國東南部灣區，對於當地造成相當大之損失，其中 Entergy 電力公司損失約 20 億美金，對此，該企業開始重視氣候變遷之議題，以量化氣候變遷風險之架構為目標，制定出調適策略，並透過合理的經濟方式來因應氣候變遷之衝擊（圖 2-4）。

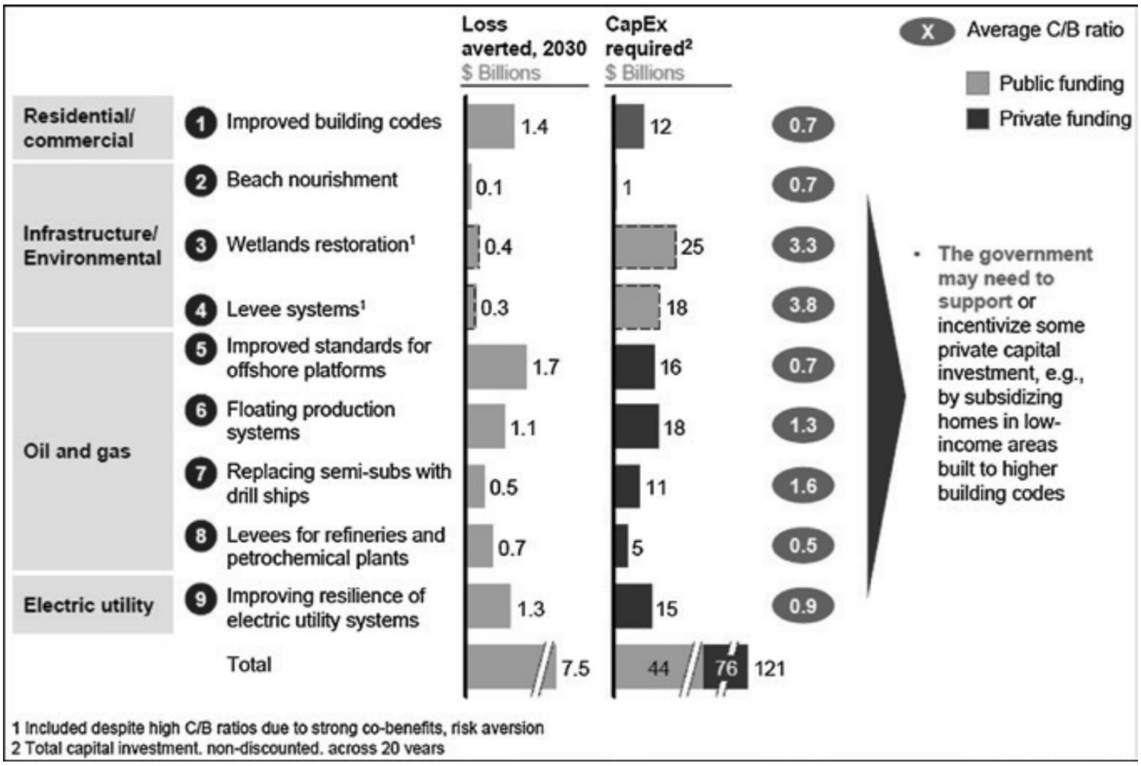


圖 2-4　調適策略成本與效益比（資料來源：Dorsey, 2016）

由於氣候變遷影響之評估仰賴於相關科學數據，因此，臺灣科技部基於過去之研究，整合前期台灣氣候變遷推估資訊平台計畫（Taiwan Climate Change Projection and Information Platform, TCCIP）以及台灣氣候變遷調適科技計畫（Taiwan integrated research program on Climate Change Adaptation Technology, TaiCCAT）之研究能量，以發展氣候變遷服務整合平台為目標，於 2017 年啟動「臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台（Taiwan Climate Change Projection information and Adaptation Knowledge Platform）」計畫（圖 2-5），寄望累積足夠的氣候變遷科學數據、發展氣候變遷科學研究，以及進行具體之衝擊評估等，以提供因應氣候變遷與調適措施決策之依據，同時，提供國內部會、地方政府、產業以及民眾之氣候變遷服務整合平台，圖 2-6 與圖 2-7 為針對 2021 至 2040 年所推估之溫度與雨量變化圖。

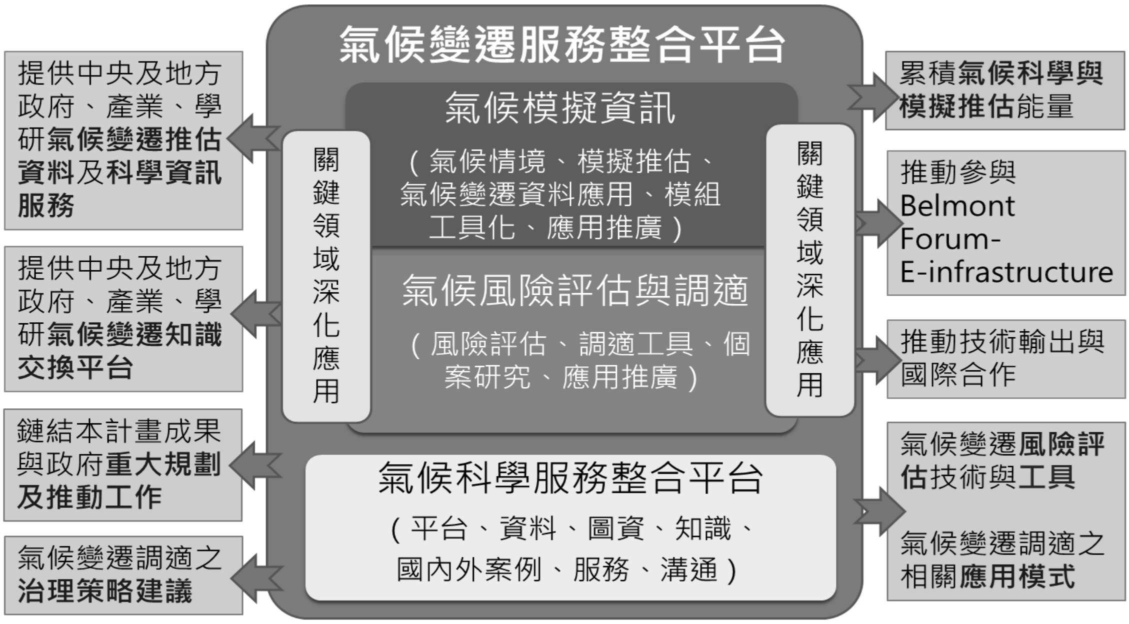


圖 2-5　臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台計畫（資料來源：臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台）

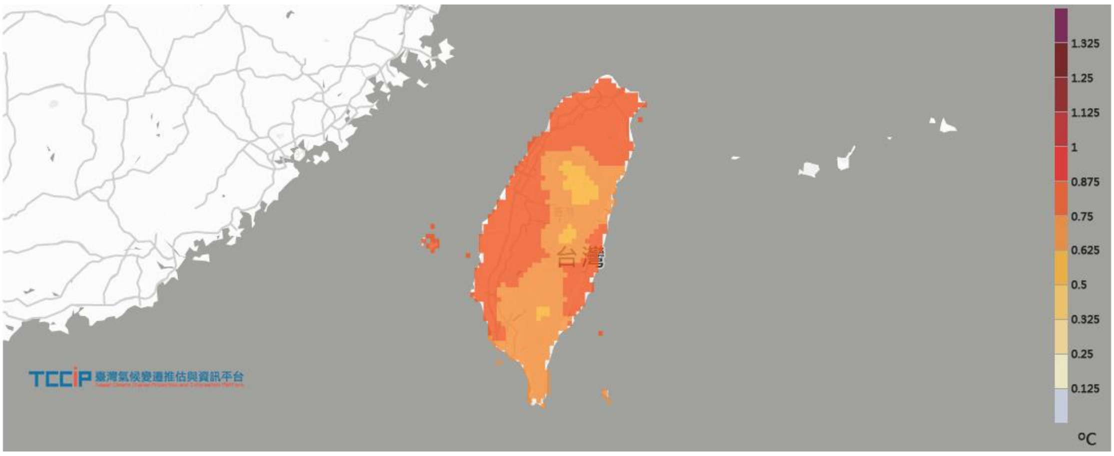


圖 2-6　2021-2040 年溫度改變量（資料來源：臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台）

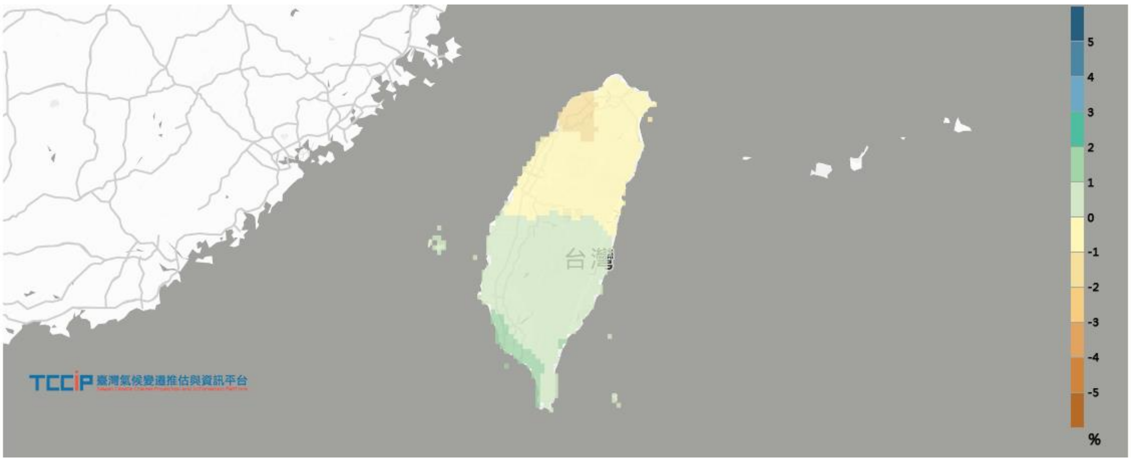


圖 2-7　2021-2040 年雨量改變率（資料來源：臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台）

2.2 氣候變遷對海洋與海岸之影響

由於許多海洋經濟活動往往分布於脆弱度較高之海岸區域，而海平面上升與極端氣候等影響將會對於其永續發展產生威脅（Kong et al., 2018）。臺灣也不例外，圖 2-8 為近十年來臺灣面臨之重大氣候災害記錄。而對於海洋環境來說，氣候變遷將可能造成海洋暖化、酸化與海平面上升等，進而導致海岸侵蝕、珊瑚白化與漁業資源變動等問題（戴昌鳳，2017）。針對漁業之議題，氣候變遷所導致之水溫暖化，將影響漁獲產量（Cheung, 2013）。對此，人們開始去思考該如何因應氣候變遷所帶來之威脅。

圖 2-8　近十年臺灣重大氣候災害記錄（資料來源：本研究製作）

為了減緩氣候變遷對於海岸所造成之衝擊，世界各國紛紛針對海岸環境提出相關因應氣候變遷調適策略，舉例來說，美國海岸社區為了防止風暴、洪水與侵蝕等威脅，採取自然基礎設施（如：珊瑚礁或沙灘等）來提供保護，根據美國國家海洋暨大氣總署（National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA）於 2015 年之研究成果，佛羅里達州海岸區域運用天然的綠色藩籬（Green Barrier），並搭配基礎設施，來有效防止海岸災害與海岸流失之現象（圖 2-9）。

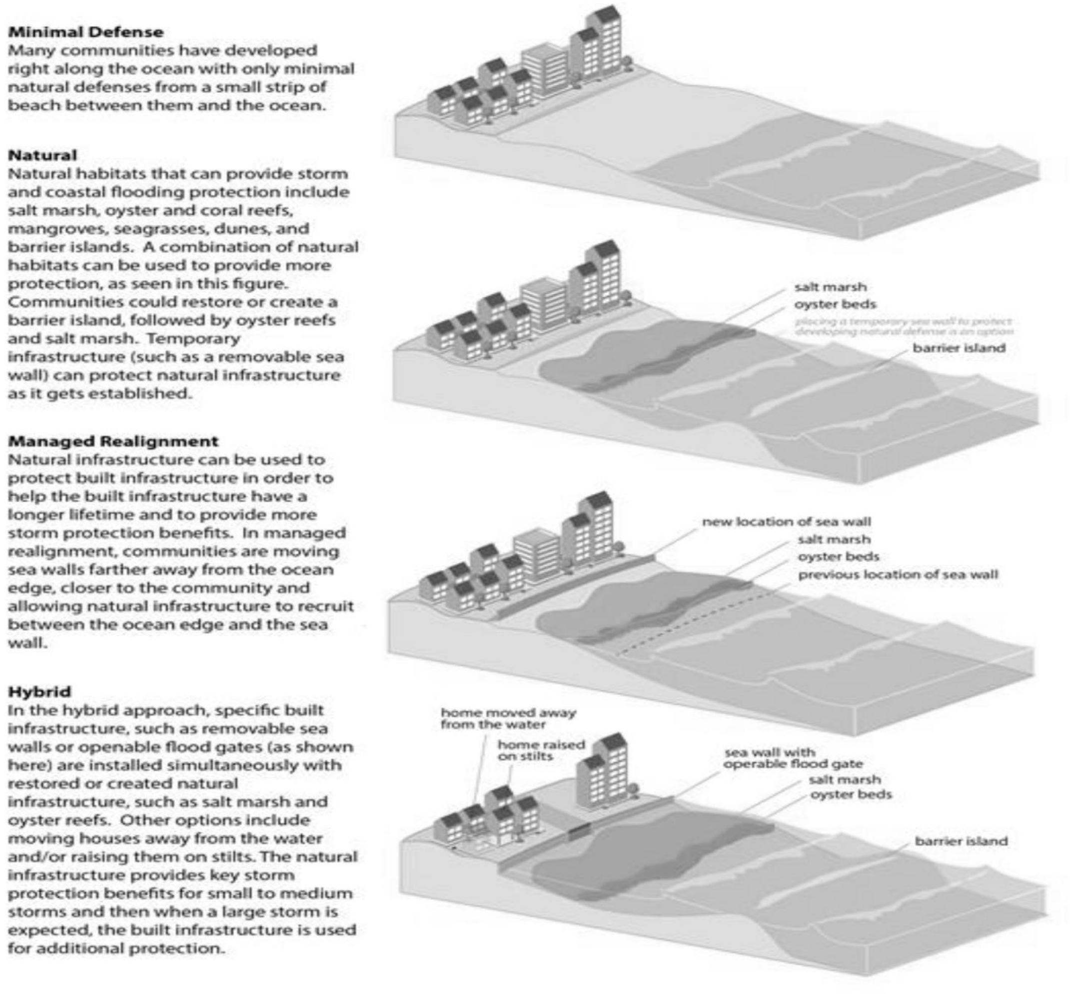


圖 2-9　NOAA 研究比較各種類型海岸防護措施（資料來源：NOAA, 2015）

臺灣方面，行政院經濟建設委員會於2012年制定之「國家氣候變遷調適政策綱領」，當中針對海岸所訂定之調適總體目標為保護海岸與海洋自然環境，降低受災潛勢，減輕海岸災害損失，相關因應氣候變遷調適策略與行動方案如表2-2。

表2-2　海岸因應氣候變遷調適策略與行動方案（資料來源：行政院經濟建設委員會，2012）

調適策略	行動方案
強化海岸侵蝕地區之國土保安工作，防止國土流失與海水入侵，並 減緩水患	1. 定期監測海岸與海洋變遷，並輔以生態保護措施 2. 推動河口地區揚塵改善 3. 加強海岸林帶復育工作 4. 現有人工結構物應加以檢討改善，逐年回復自然海岸
保護及復育可能受氣候變遷衝擊的海岸生物棲地與濕地	1. 積極進行海岸棲地與濕地保育，逐年完成海岸地區特殊物種調查及 其保護與復育，劃設自然濕地保護區，保護重要濕地，並復育已劣化 棲地之環境 2. 研擬自然海岸開發彌補機制，以降低一定規模以上開發行為對海岸 與海洋生態之衝擊 3. 海岸地區劃設自然濕地保護區時，可辦理劣化及重要濕地之復育，闢建人工濕地，加強民間團體認養濕地
推動地層下陷地區地貌改造及轉型	1. 減緩地層下陷地區面積，研議透過土地使用規劃管制及訂定補助輔 導措施等方式，規範養殖漁業之經營方式 2. 結合治水、產業及土地開發等多元目標，推動地層下陷地區產業轉型再發展 3. 將原地層下陷地區適宜農業生產的土地，配合水資源運用，調整合理之耕作制度，並改善土地利用方式
因應氣候變遷的可能衝擊，檢討海岸聚落人文環境、海洋文化與生 態景觀維護管理之工作體系	1. 辦理海岸地區聚落（含都市）風險分析，納入限制發展區及緩衝區 之概念，推動海岸都市、城鄉聚落之防災策略 2. 海岸聚落應建立具有文化與歷史價值的景觀

調適策略	行動方案
	資料庫；辦理海岸文化 資產普查與評鑑、重點地區水下文化資產探勘、資產修復與保存
建置海岸與海洋相關監測、調查及評估資料庫，並定期更新維護	
海岸地區從事開發計畫，應納入海平面上升及極端天氣狀況評估， 同時檢討建立專屬海岸區域開發的環境影響評估與土地開發許可作 業準則之可能性	

此外，由於人類活動導致二氧化碳與其他溫室氣體之排放增加，促使海洋溫度上升與海水酸化等問題，對於海洋生態系統造成影響（圖 2-10），而海洋與海岸生態系統之退化也對於地方之經濟與糧食安全產生威脅，對此，國際自然保護聯盟（International Union for Conservation of Nature, IUCN）建議可以採取下列措施來降低氣候變遷所帶來之衝擊（IUCN, 2017）：

- 海洋和海岸生態系統之保護、復育與永續管理 - 持續提供海洋之碳匯功能；
- 劃設海洋保護區 - 透過減緩人類活動來防止環境退化；
- 保護和復育海岸生態系統 - 藉由規範海岸開發來確保對生態系統之保護；
- 制定相關政策 - 確保海洋與海岸地區之產業永續發展，如漁業與觀光業；
- 科學研究支持 - 確保持續環境監測，並分析氣候變化之影響；
- 減少石化燃料之使用 - 增加可再生能源之使用，並提高能源效率，以減少二氧化碳與其他溫室氣體之排放。

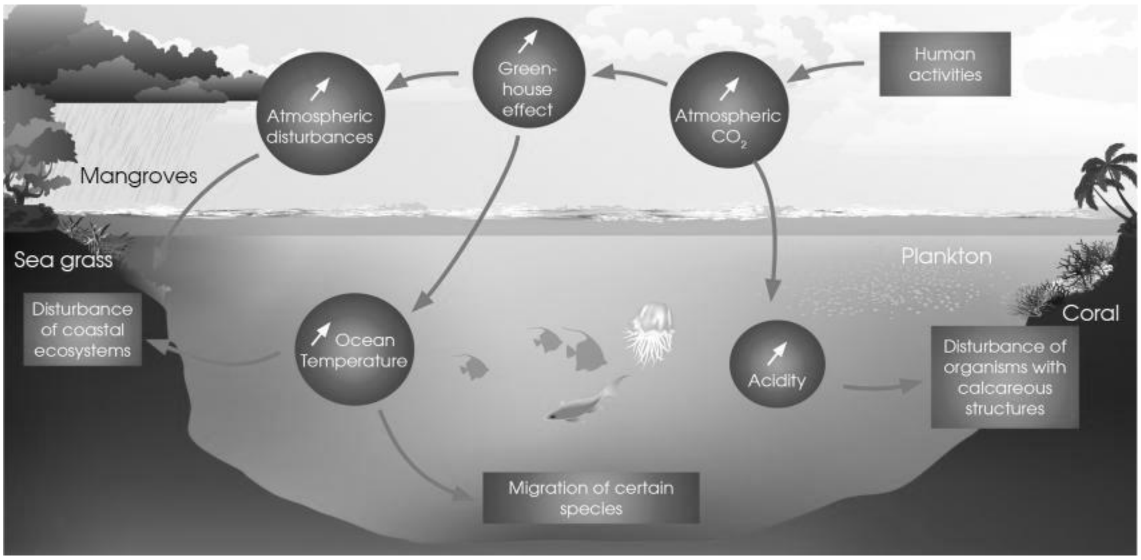


圖 2-10　二氧化碳增加對於海洋生態系統之影響（資料來源：IUCN, 2017）

2.3 海洋空間規劃與氣候變遷之關聯

近年來隨著世界各國對於海洋空間規劃之發展，開始有許多研究意識到應將氣候變遷之概念納入海洋空間規劃中，以確保海洋空間規劃之完整性，同時有助於減緩氣候變遷帶來之衝擊。例如：Ehler 等人於 2009 之研究指出氣候變遷將改變物種分布與生態環境，勢必得提供更多的海域面積來保護自然環境，對此，人類活動間之衝突將增加，而透過海洋空間規劃將有助於做出應對，進而確保海洋生態系統之完整性；McLeod 等人於 2009 之研究提到氣候變遷對於海洋生態系統造成威脅，建議於空間中建置海洋保護區網絡來應對此問題，並專門考量氣候變遷之影響，以幫助規劃者與管理者設計更加的海洋保護區網絡；Santos 等人於 2018 年之研究指出制定海洋空間規劃主要之挑戰為 1）政策與體制架構、2）權益關係人參與、3）確保適當的監測與評估、4）將人與社會之資料納入考量、5）跨國問題、6）氣候變遷以及 7)環境之永續性，當中提到由於氣候變遷影響海洋環境(如：海水酸化、海水溫度增加與海平面上升等)，導致海洋使用之變化與挑戰，需要更靈活性且適應性之規劃方法，因此，將氣候變遷納入海洋空間規劃有助於準備更完善，提升應對能力，進而降低海洋社會生態系統之脆弱度；Rilov 等人於 2019 年之研究指出人類所造成之氣候快速變遷是海洋生物多樣性之主要威脅，增加海洋保護之挑戰，而海洋空間規劃被認為是有效的解決方針，但由於目前較無將氣候變遷納入考量，為了減少空間規劃決策過程中之不確定性，並確保海洋保護之有效性，該研究提出七項關鍵科學需求 1）繪製物種分布變化、2）瞭解在氣候驅使之下，生物的生理與生態機制變化、3）辨識與預測生態狀況之關鍵變化、4）針對社區與生態系統功能發展預測工具、5）評估關鍵族群與物種之適應能力、6）在保護優先次序中，發展工具與方法來應對氣候變遷以及 7）整合資訊來制定適應性保護規劃策略（適用於多壓力環境）。

同時，為了評估氣候變遷對於海洋運輸、旅遊業、漁業、海洋哺乳動物以及北冰洋石油和天然氣開採之影響，歐盟執委會第七架構計畫（European Commission Seventh Framework Programme）於 2011 年執行北極氣候變遷、經濟與社會（Arctic Climate Change, Economy and Society, ACCESS）計畫，來，該計畫發展一套海洋空間規劃工具（圖 2-11）以解決氣候與地緣政治問題，同時為生物與非生物資源之治理提供跨界且整體性之方法。

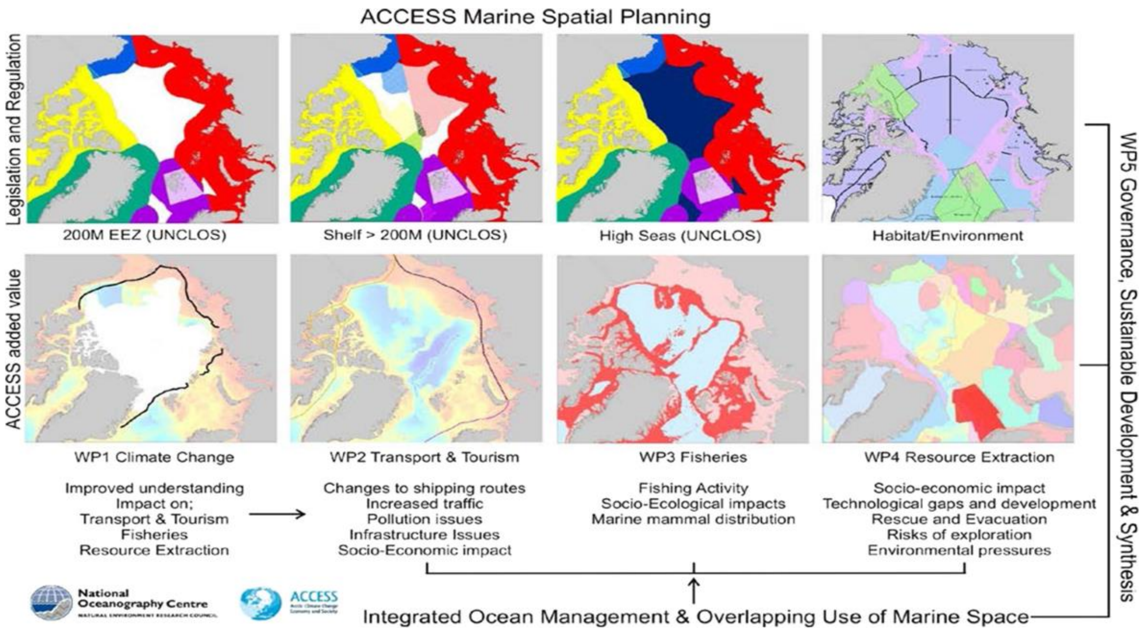


圖 2-11　運用海洋空間規劃於 ACCESS（資料來源：Edwards, 2017）

2.4 氣候變遷對海洋產業產生之影響

隨著氣候變遷造成海洋環境之改變，不僅影響海洋物種及其棲息地，更是影響了人類的生活，相對的對於海洋產業也會帶來一定程度之衝擊。有新聞報導指出由於海水溫度上升與海水酸化，世界最大水產養殖區之一的東南亞，其養殖魚產量預計到 2050 年將下降 30%（Morrison, 2019）。而斐濟受到海平面上升與極端氣候等衝擊，使得島嶼越來越脆弱，許多珊瑚礁亦受到破壞，導致其觀光遊憩產業面臨到威脅（Belson, 2018）。

對此，開始有研究紛紛探討氣候變遷對於海洋產業所帶來之挑戰，同時給予相關調適策略，以減緩其衝擊，例如：Holbrook 等人於 2014 年之研究，檢視與預測氣候變遷對於澳洲漁業之衝擊，並提出短期（5-7 年）之調適障礙，藉由減少障礙來提升未來調適規劃之效率；Santos 等人於 2016 年之研究，評估各種氣候因素對於不同海洋使用之影響（圖 2-12），冀望藉此來幫助海洋規劃更加靈活性與適應性；Kong 等人於 2018 年之研究中，發現氣候變遷確實對各種海洋產業產生顯著之影響，呼籲政府應採取相關減排政策（表 2-3），以減緩氣候所帶來之不利影響。而相關氣候變遷對於相關產業之影響範疇，研究將於第五章進行說明。

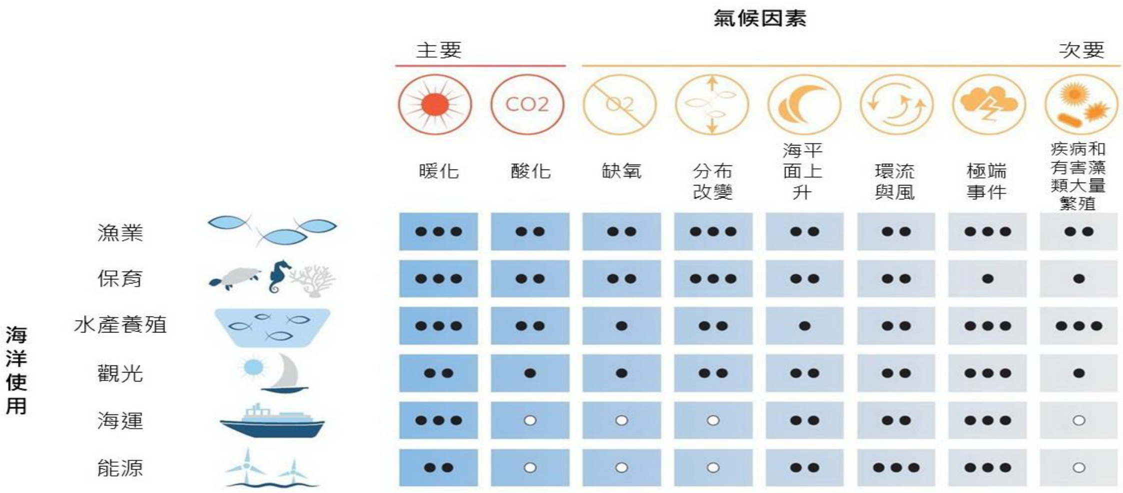


圖 2-12　氣候變遷對於海洋使用之脆弱度（資料來源：Santos et al., 2016）

表 2-3　氣候變遷與海洋產業減排政策之關鍵影響（資料來源：Kong et al., 2018）

	海平面上升（Sea-level rise）	**海面溫度上升（Sea surface temperature rise）**	**海水酸化（Seawater acidification）**	**極端氣候（Extreme weather）**	**減排政策（Emission reduction policy）**
海洋漁業（Marine fishery）	1. 淹沒海灘養殖區（beach culture areas） 2. 淹沒廠房建物，這將影響到水產品加工	1. 改變棲息環境，減少魚類族群 2. 改變漁業資源之空間分布	1. 影響魚類生活史，改變棲息環境、減少魚類族群，並影響海洋捕撈	1. 損害水產養殖設施 2. 影響戶外牧場與漁業活動之正常發展	1. 節約能源，以及減少會影響海洋捕撈之排放
海洋石油與天然氣業（Marine oil and gas industry）	1. 增加開採之難度與成本			1. 影響探勘、運輸與其它生產活動	1. 改變能源結構，以及減少化石燃料之需求
海洋採礦（Ocean mining）	1. 增加開採之難度與成本			1. 影響沿海礦石（coastal ore）與其它開採活動	1. 改變能源結構，以及減少對煤（coal）之需求
海洋鹽業（Ocean salt industry）	1. 淹沒現有鹽田（salt pan） 2. 淹沒廠房建物，這將影響到鹽加工			1. 風暴潮（storm surge）會破壞鹽田 2. 影響戶外採鹽活動	1. 改變現有生產模式
海洋化學工業（Marine chemical industry）	1. 淹沒廠房建物，這將影響到正常的生產活動			1. 減少正常生產活動之天數，但對於室內生產之影	1. 改變現有生產模式

	海平面上升（Sea-level rise）	海面溫度上升（Sea surface temperature rise）	海水酸化（Seawater acidification）	極端氣候（Extreme weather）	減排政策（Emission reduction policy）
				響相對較小	
海洋生物醫學（Marine biomedicine）	1. 淹沒廠房建物，這將影響到正常的生產活動			1. 減少正常生產活動之天數，但對於室內生產之影響相對較小	1. 改變現有生產模式
海洋能源業（Marine power industry）	1. 增加建設成本 2. 一些風力渦輪機（wind turbines）將被淹沒，並需要額外之保護			1. 風暴潮增加渦輪機休息之天數 2. 風暴潮增加建設成本（潮汐與波浪發電站）	1. 改變能源結構，增加對於可再生能源（clean energy）之需求，如離岸風力發電與海洋能源
海水利用產業（Seawater utilization industry）	1. 淹沒廠房建物，這將影響到正常的生產活動			1. 減少正常生產活動之天數，但對於室內生產之影響相對較小	1. 改變現有生產模式
海洋造船業（Marine ship building industry）	1. 淹沒碼頭與工廠 2. 提高港埠將增加生產成本			1. 影響戶外船舶修理與拆解 2. 增加防範風暴潮之成本	1. 改變現有生產模式
海洋工程建築業（Marine engineering	1. 提升保護性基礎建設（protective			1. 促進海洋工程建設之發展	1. 改變現有生產模式

	海平面上升（Sea-level rise）	**海面溫度上升（Sea surface temperature rise）**	**海水酸化（Seawater acidification）**	**極端氣候（Extreme weather）**	**減排政策（Emission reduction policy）**
construction）	infrastructures）之建設需求 2. 增加建設成本 3. 淹沒現有生產設施			2. 減少正常戶外施工之天數	
海洋運輸業（Marine transportation industry）	1. 淹沒港埠碼頭，這將影響到正常的生產活動 2. 增加生產成本			1. 風暴潮影響正常海上運輸之天數 2. 影響戶外活動 3. 增加防範風暴潮之成本	1. 低碳運輸（low-carbon shipping）模式
沿海旅遊業（Coastal tourism）	1. 淹沒沿海旅遊資源，包括文物（cultural relics）與自然景觀(如：溼地） 2. 淹沒沿海渡假飯店	1. 海洋自然景觀喪失 2. 改變旅遊業資源之空間分布	1. 海洋生態系統將受到破壞，自然景觀將喪失	1. 摧毀沿海區域之文物與自然景觀（如：溼地） 2. 減少海洋觀光與其他戶外休閒活動	1. 改變現有生產模式

2.5 臺灣因應氣候變遷調適與減緩之相關政策與法令

由於氣候變遷所帶來之災害頻率與規模越來越嚴重，為了因應氣候變遷之影響，行政院經濟建設委員會於 2010 年邀請相關部會、專家學者、非政府組織及產業界代表成立「規劃推動氣候變遷調適政策綱領及行動計畫」專案小組，2012 年核定「國家氣候變遷調適政策綱領」，其願景為「制定氣候變遷調適策略，降低與管理溫室氣體排放，建構能適應氣候風險之綠色低碳家園，確保國家永續發展。」參考世界各國對於因應氣候變遷所作之調適行為，再搭配臺灣自身之環境特殊性與歷史背景，於專案小組下設立 8 個調適領域工作分組，分別為「災害」、「維生基礎設施」、「水資源」、「土地使用」、「海岸」、「能源供給及產業」、「農生物多樣性」與「健康」8 個領域，同時，依據職責來指派相對應之機關單位來規劃與推動相關工作(圖 2-13)，2014 年核定「國家氣候變遷調適行動計畫（102-106 年）」，採取滾動式規劃，以 5 年為一期。

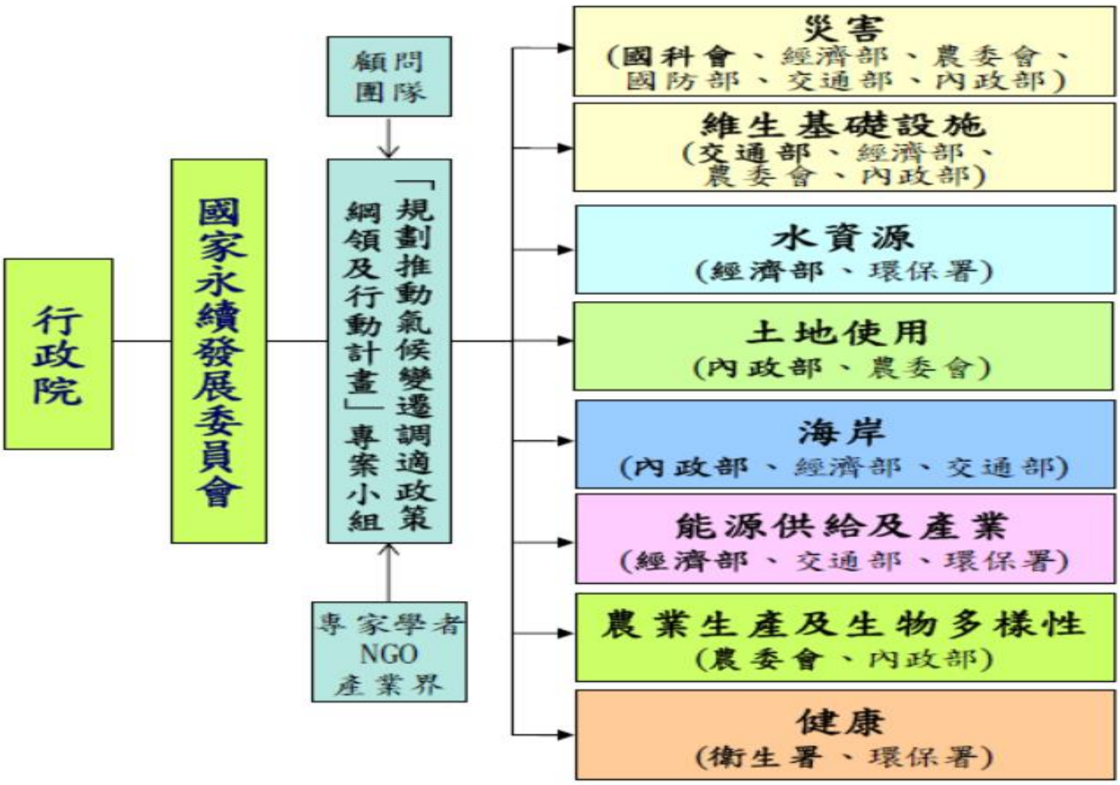


圖 2-13　國家調適工作架構（資料來源：行政院國家發展委員會，2014）

此外，2011 年，由臺北市與屏東縣作為示範城市，透過因地制宜之方式來落實調適工作，進而將調適之概念內化至地方施政計畫中，後續補助 17 個地方政府（基隆市、桃園縣[1]、新竹縣（市）、苗栗縣、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣（市）、臺南市、高雄市、宜蘭縣、臺東縣、澎湖縣、金門縣、連江縣）辦理調適計畫，調適計畫涵蓋評估與分析地方氣候變遷衝擊、調適領域、關鍵議題，並研擬初步因應策略。

近年來因應氣候變遷之政策開始法制化（圖 2-14，表 2-4），2015 年所公布之「溫室氣體減量及管理法」、「海岸管理法」，2016 年公布「國土計畫法」，以及 2018 年亦修正公布了「水利法」，這些法規皆納入了氣候變遷調適之概念，其中「溫室氣體減量及管理法」更是基於因應氣候變遷為目的而制定之法令，條文中將氣候變遷調適定義為「指人類系統，對實際或預期氣候變遷衝擊或其影響之調整，以緩和因氣候變遷所造成之傷害，或利用其有利之情勢。調適包括預防性及反應性調適、私人和公共調適、自主性與規劃性調適等」。

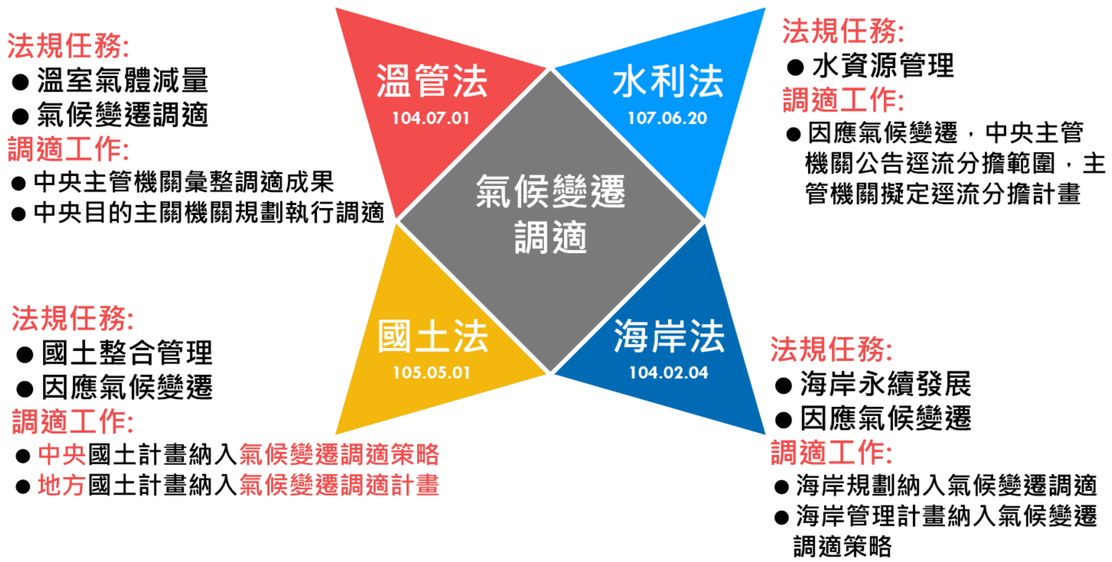


圖 2-14　臺灣因應氣候變遷調適法規（資料來源：氣候變遷調適資訊與成果資料庫）

[1] 2014 年 12 月 25 日桃園縣升格為直轄市，即桃園市

表 2-4　臺灣因應氣候變遷調適法規之主管機關（資料來源：本研究製作）

法規	中央主關機關	地方主管機關
溫室氣體減量及管理法	行政院環境保護署	在直轄市為直轄市政府；在縣（市）為縣（市）政府
海岸管理法	內政部	在直轄市為直轄市政府；在縣（市）為縣（市）政府
國土計畫法	內政部	在直轄市為直轄市政府；在縣（市）為縣（市）政府
水利法	經濟部	在直轄市為直轄市政府；在縣（市）為縣（市）政府

2017 年由溫室氣體減量及管理法之中央主管機關行政院環境保護署發布「國家因應氣候變遷行動綱領」，2018 年行政院環境保護署召開兩次部會協商會議，以各中央目的事業機關為主來規劃調適行動方案，啟動了「國家氣候變遷調適行動方案（107-111 年）」，有鑑於由於各機關之業務屬性與調適進程不同，因此依各機關業務屬性區分為「影響」及「政策輔佐」（圖 2-15），其中行動方案應包括「界定問題與設定目標」以及「調適行動計畫」。

圖 2-15　各機關調適工作分類（資料來源：氣候變遷調適資訊與成果資料庫）

針對減緩之部分，2018 年環保署根據「溫室氣體減量及管理法」第 9 條第 1 項之規定，核定「溫室氣體減量推動方案」，推動方案之內容涵蓋能源、製造、運輸、住商、農業與環境之六大部門減量策略（圖 2-16）以及溫室氣體總量管制、綠色稅費制度、綠色金融與綠能產業、衝擊評析與科技研發、資訊擴散與獎勵補助、氣候人才培育與認知提升、法規檢視修訂與健全減緩財務機制之八大政策配套（圖 2-17），同時，訂定檢視各部門執行成效之評量指標，採取滾動式規劃，以 5 年為一期，藉此來達成減碳目標，整體推動方案之架構如圖 2-18。而圖 2-19 為臺灣因應氣候變遷調適與減緩相關法規與政策之推動歷程。

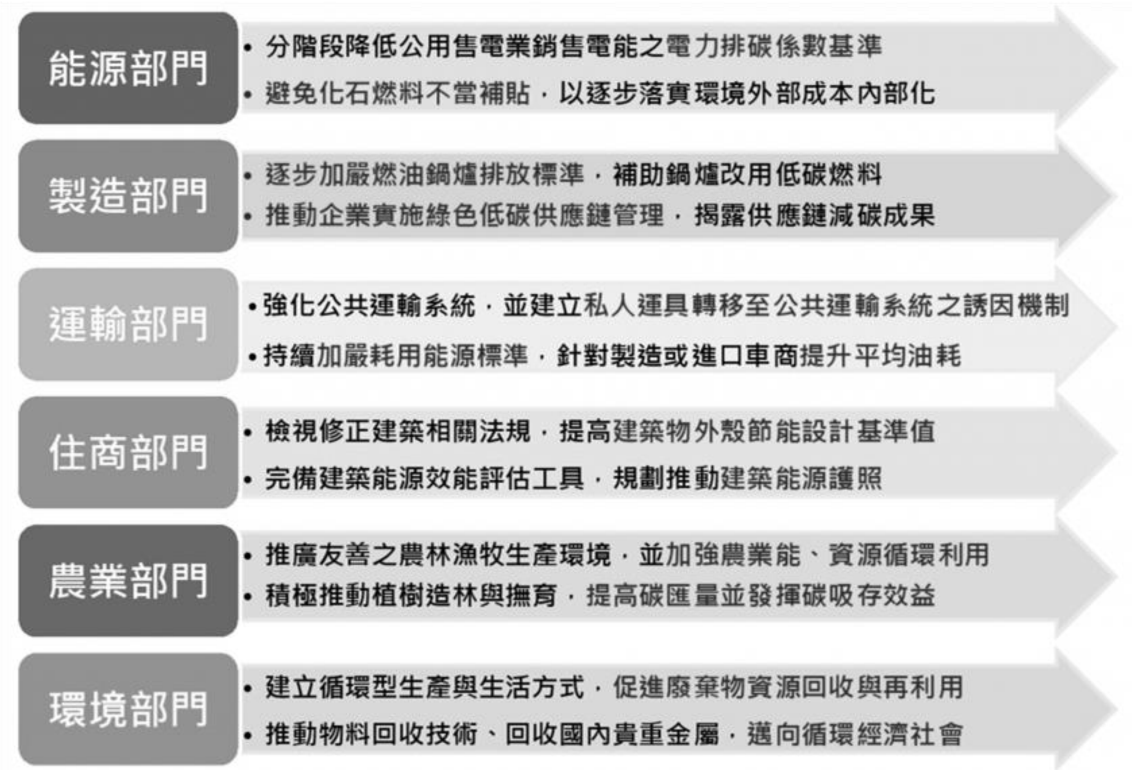


圖 2-16　六大部門推動策略（資料來源：國家溫室氣體減量法規資訊網）

圖 2-17　八大政策配套（資料來源：國家溫室氣體減量法規資訊網）

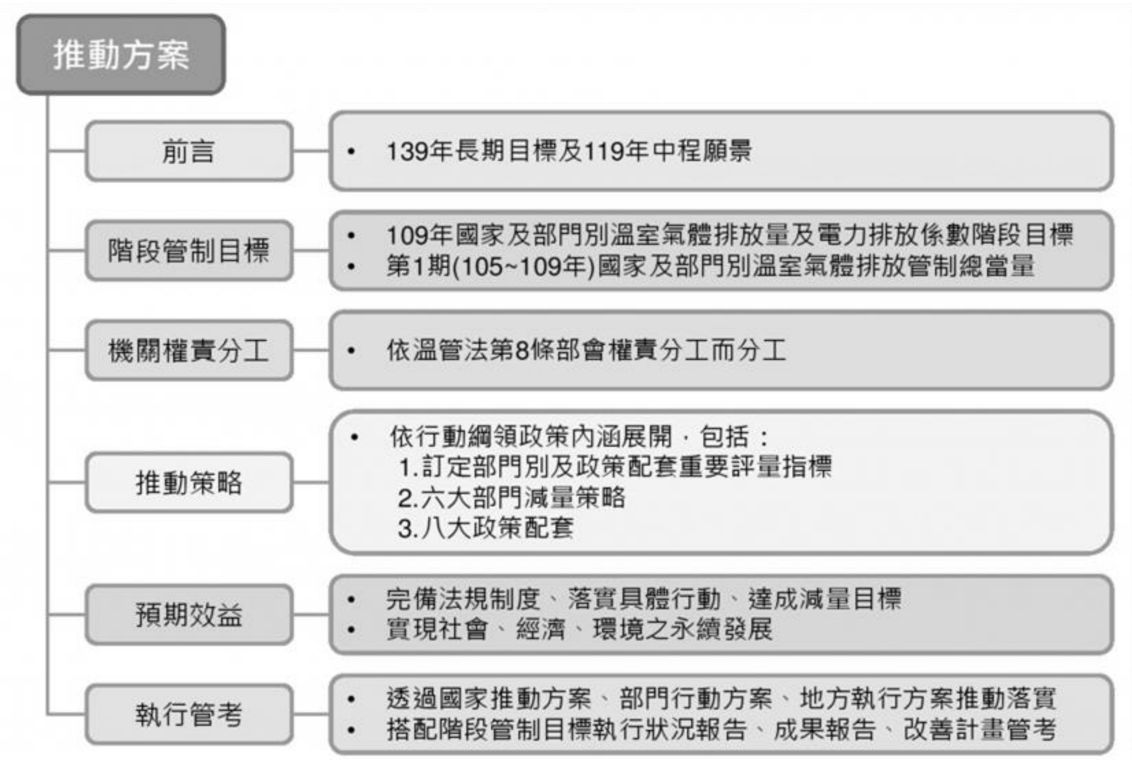


圖 2-18　溫室氣體減量推動方案之架構（資料來源：國家溫室氣體減量法規資訊網）

圖 2-19　臺灣因應氣候變遷調適相關法規與政策之推動歷程（資料來源：本研究製作）

2.6 小結

基於氣候變遷相關文獻之探究可以發現到氣候變遷確實會對與海洋產業造成影響，無論是漁業、觀光、航運或是能源，而臺灣近年來也開始針對氣候變遷調適與減緩制訂相關法令以及提出相關政策，以因應氣候變遷所帶來之影響。

第三章　國際相關海域及海岸空間規劃與海洋產業發展之現況與趨勢

為了評估國際相關海域及海岸空間規劃與海洋產業發展之現況及趨勢，研究先行檢視相關文獻，並運用文獻計量分析與文獻探究分析，以瞭解相關領域之發展。

3.1 海洋空間規劃

海洋空間規劃（Marine Spatial Planning, MSP）之概念起源於國家對於海洋保護區之劃設，進而被應用於海洋空間多功能之管理，寄望實現以生態系統為基礎的海洋空間利用與管理（Douvere, 2008），隨著 2006 年聯合國教科文組織（United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, UNESCO）於巴黎召開第一屆海洋空間規劃國際研討會（the 1st international workshop on Marine Spatial Planning）過後，海洋空間規劃之議題漸漸被受到重視與發展，有鑑於世界各國不斷的參考與使用，海洋空間規劃被視為是實施有效海洋管理的重要手段之一（Agardy, 2010），研究將針對聯合國教科文組織、美國與歐盟等國家之文獻進行探討。

3.1.1 聯合國教科文組織之海洋空間規劃

2009 年聯合國教科文組織出版「海洋空間規劃：循序漸進走向生態系統管理（Marine spatial planning – A Step-by-Step Approach toward Ecosystem-based Management）」，書中將海洋空間規劃定義為「在空間與時間上分析和分配人類在海洋區域的活動，以實現生態、經濟與社會目標的公共過程[2]」，而海洋空間規劃並非一次性之規劃，而是一個持續不斷調整與適應之過程

[2] Marine spatial planning is a public process of analyzing and allocating the spatial and temporal distribution of human activities in marine areas to achieve ecological, economic, and social objectives that are usually specified through a political process.

（圖 3-1）。

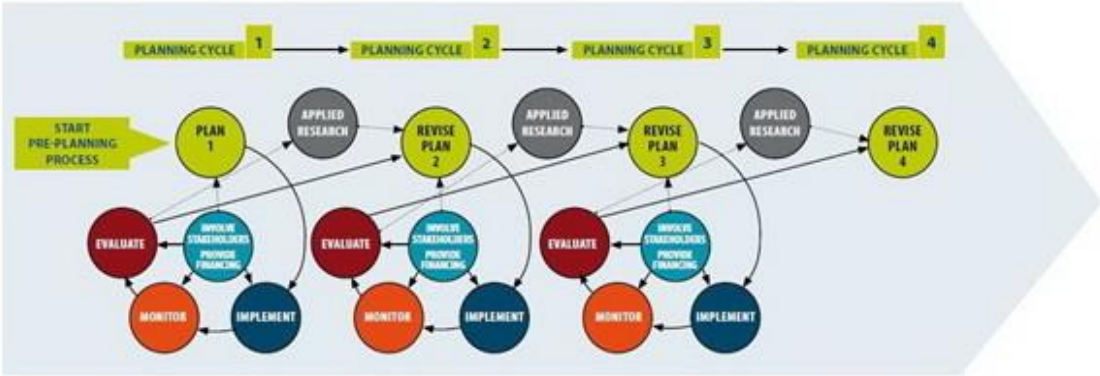


圖 3-1　持續性的海洋空間規劃週期（資料來源：Ehler & Douvere, 2009）

海洋空間規劃對於生態與環境、經濟以及社會皆會帶來好處（表 3-1），而有效的海洋空間規劃應具備下列特點（Ehler & Douvere, 2009）：

- 以生態系統為基礎來達到生態、經濟與社會之平衡；
- 整合跨部門之單位；
- 基於地點或區域；
- 從經驗中學習以增強適應性；
- 策略性與預期性；
- 權益關係人於過程中積極參與。

表 3-1　海洋空間規劃之好處（資料來源：Ehler & Douvere, 2009）

好處	說明
生態與環境	➢ 確認生物與生態之重要區域 ➢ 將生物多樣性目標納入決策計畫中 ➢ 確認與減少人類使用與自然之衝突 ➢ 配置空間給生物多樣性與自然保育 ➢ 建立海洋保護區網絡 ➢ 確認與減少人類活動對於海洋生態系統之累積影響
經濟	➢ 更加確定新的私營部門投資到理想區域，通常緩衝 20-30 年

好處	說明
	➢ 確定同一發展區域內之兼容用途 ➢ 減少不兼容用途之衝突 ➢ 提升創新與改變人類活動之規劃能力，包括新興技術及其影響 ➢ 提升人類活動期間之安全性 ➢ 促進資源與空間之有效使用 ➢ 簡化與透明化辦理許可之程序
社會	➢ 改善社區與民眾參與之機會 ➢ 確定海洋空間分配（如：特定使用之封閉區域、保護區）對於近岸社區與經濟體之影響（如：就業、收入分配） ➢ 確定與加強對於文化遺產之保護 ➢ 確定與保存與海洋使用相關之社會和精神價值

根據「海洋空間規劃：循序漸進走向生態系統管理」一書中所述，海洋空間規劃應包括下列十個步驟（表 3-2），而這些步驟並非一個逐步的線性過程（圖 3-2），應該是在過程中有許多回饋循環，例如：新的資訊必須被納入規劃過程中或者權益關係人之參與將改變規劃過程，因此，規劃人員必須不斷的進行調整（Ehler & Douvere, 2009）。

表 3-2　海洋空間規劃之步驟（資料來源：Ehler & Douvere, 2009）

步驟	說明
確定需求並建立適當的規劃機構	1. 確定編制海洋空間規劃的目的； 2. 確定適當的機構來編制和實施海洋空間規劃； 3. 擬通過海洋空間規劃解決具體問題的清單。
獲得財政支持	1. 估算海洋空間規劃的開支； 2. 確定獲得海洋空間規劃財政支持的備選方案。
透過先期規劃過程來組織規劃程序	先期規劃應完成： 1. 海洋空間規劃團隊； 2. 工作計畫（包括進度表）； 3. 規劃範圍和規劃期； 4. 規劃原則； 5. 規劃總目標；

步驟	說明
	6. 一套清晰且可衡量的具體目標； 7. 對規劃進程中可能出現的失誤和意外進行風險評估。
組織權益關係人參與	1. 確定哪些人參與海洋空間規劃； 2. 確定權益關係人何時參與； 3. 確定權益關係人的參與方式。
確定並分析現有狀況	1. 編制清查重要生物和生態區的名錄和分布圖； 2. 編制清查現有人類活動的統計和分布圖； 3. 對現有人類使用中可能存在的衝突和兼容性的分析評估； 4. 對現有人類使用和環境之間可能存在的衝突和兼容性的分析評估。
確定並分析未來狀況	1. 現有人類用海時空需求趨勢的預測； 2. 估測滿足海洋空間新需求的時空條件； 3. 確定規劃區內可能出現的備選方案； 4. 選擇最適宜的空間用海方案。
擬定與批准空間管理計畫	1. 確立可選擇的時空管理措施、激勵措施和機構制度安排； 2. 確定海洋空間管理措施的選擇基準； 3. 編制區劃； 4. 評估空間管理計畫； 5. 批准空間管理計畫。
海洋空間管理計畫措施之實施和執法	1. 實施空間管理計畫； 2. 海洋空間管理計畫的達標； 3. 空間管理計畫的執法。
監測與評估績效	1. 建立測量海洋空間管理措施的指標績效的監測系統； 2. 用於評估海洋空間管理措施的績效的資訊； 3. 向決策者、權益關係人和民眾定期公布海洋空間管理計畫績效的報告。
調整空間規劃過程	1. 重新考慮和設計海洋空間規劃； 2. 確定應用性研究的需求； 3. 開始下一輪海洋空間規劃。

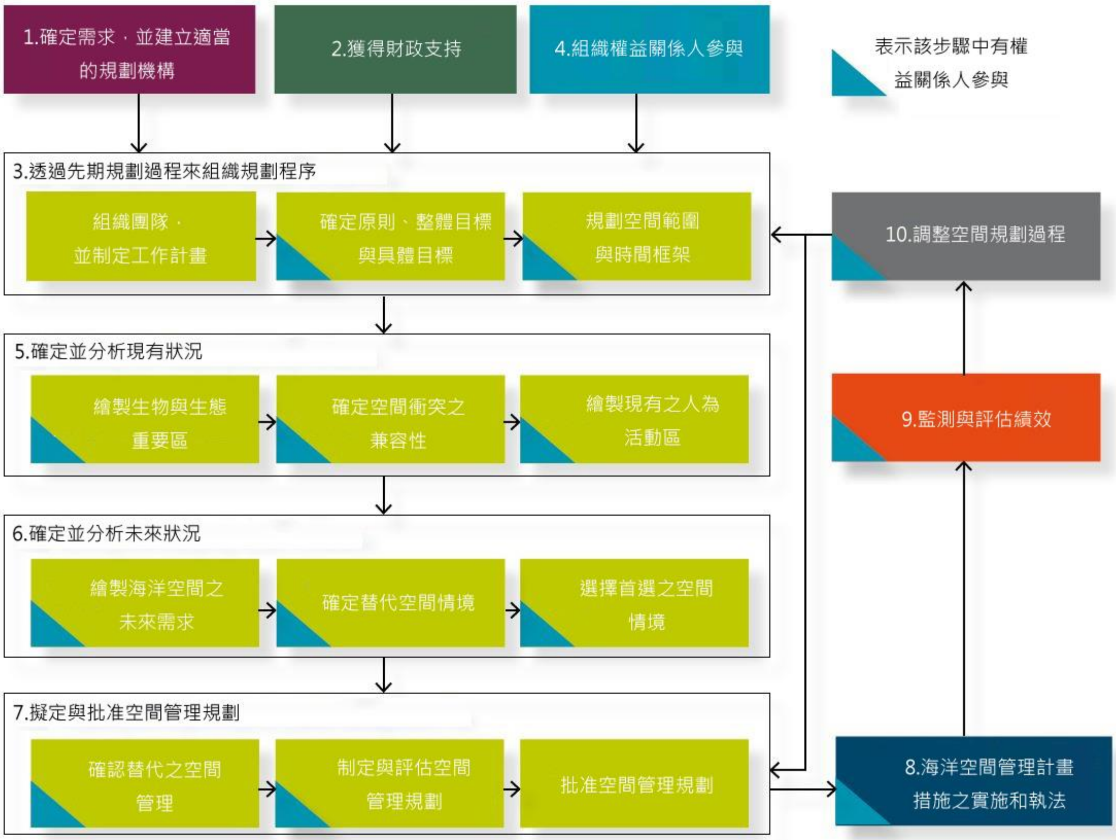


圖 3-2　海洋空間規劃的循序漸進方法（資料來源：Ehler & Douvere, 2009）

由於不同的人類活動在使用上可能會有空間重疊之情形，如：離岸風電可能會與海上航運相互衝突，但可能與特定養殖漁業兼容，因此，Ehler 等人先行將人類對於海洋使用分為 44 種方式（表 3-3），其中由於部分使用型態相似，最後針對 39 種方式進行兼容性評估（圖 3-3），進而瞭解不同人類活動彼此間之關係，同時針對不同的海洋使用提出相關之空間管理措施（表 3-4），以提供後續在海洋空間規劃上之重要參考。

表 3-3　人類對於海洋之使用（資料來源：Ehler & Douvere, 2009）

商業捕撈（Commercial fishing）	網具（nets）、一支釣/延繩釣（hook/line）、魚籠/陷阱（pots/traps）、矛/魚叉（spears/harpoons）、拖網/撈網（trawls/dredges）、圍網（seine nets）、拉網（beach seines）、圍網（purse seines）
近岸水產養殖/海水養殖（Offshore aquaculture/mariculture）	
休閒漁業（Recreational fishing）	一支釣/延繩釣（hook/line）、魚籠/陷阱（pots/traps）、貝類捕撈（shellfishing）、魚叉捕魚（spearfishing）
休閒娛樂（Recreation）	航行（sailing）、划船（boating）、私人船隻（personal watercraft）、潛水/浮潛（scuba diving/snorkelling）、觀賞野生動物（wildlife watching）
海洋運輸（Marine transportation）	貨船（cargo vessels）、油輪（tankers）、液化天然氣運輸船（liquefied natural gas (LNG) carriers）、遊輪（cruise ships）、渡輪（ferries）
港埠營運（Port and harbour operations）	
港埠疏濬（Port and harbour dredging）	
疏濬物棄置場（Dredged material disposal）	
離岸機場（Offshore airports）	
離岸工業生產設施（Offshore industrial production facilities）	
離岸液化天然氣中繼站（Offshore liquefied natural gas (LNG) terminals）	
離岸油氣探勘（Offshore oil and gas exploration）	
離岸油氣開發（Offshore oil and gas development）	
電纜、管道、傳輸線（Cables, pipelines, transmission lines）	
砂石開採（Sand and gravel mining）	
離岸再生能源（Offshore renewable energy）	風力發電（wind farms）、波浪發電（wave parks）、潮汐發電（tidal）、海流發電（currents）
海水淡化廠（Ocean desalination plants）	
碳封存站（Carbon sequestration sites）	
軍事作業（Military operations）	
嚴格海洋保護區（Strictly protected marine reserves）	
多功能海洋公園（Multiple use marine parks）	
科學研究（Scientific research）	
文化與歷史保護（Cultural and historic conservation）	

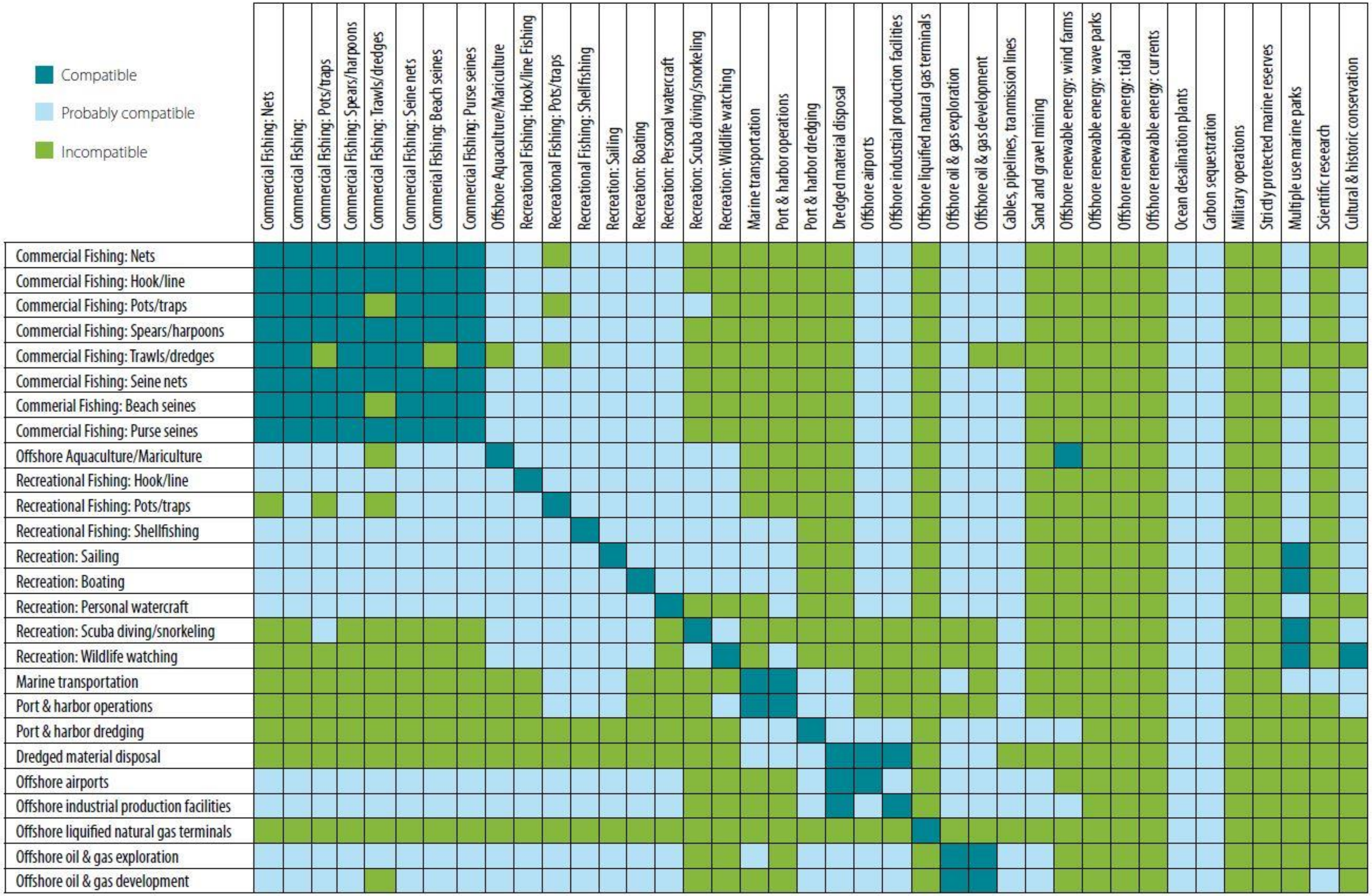


圖 3-3　人類使用方式兼容與衝突（資料來源：Ehler & Douvere, 2009）

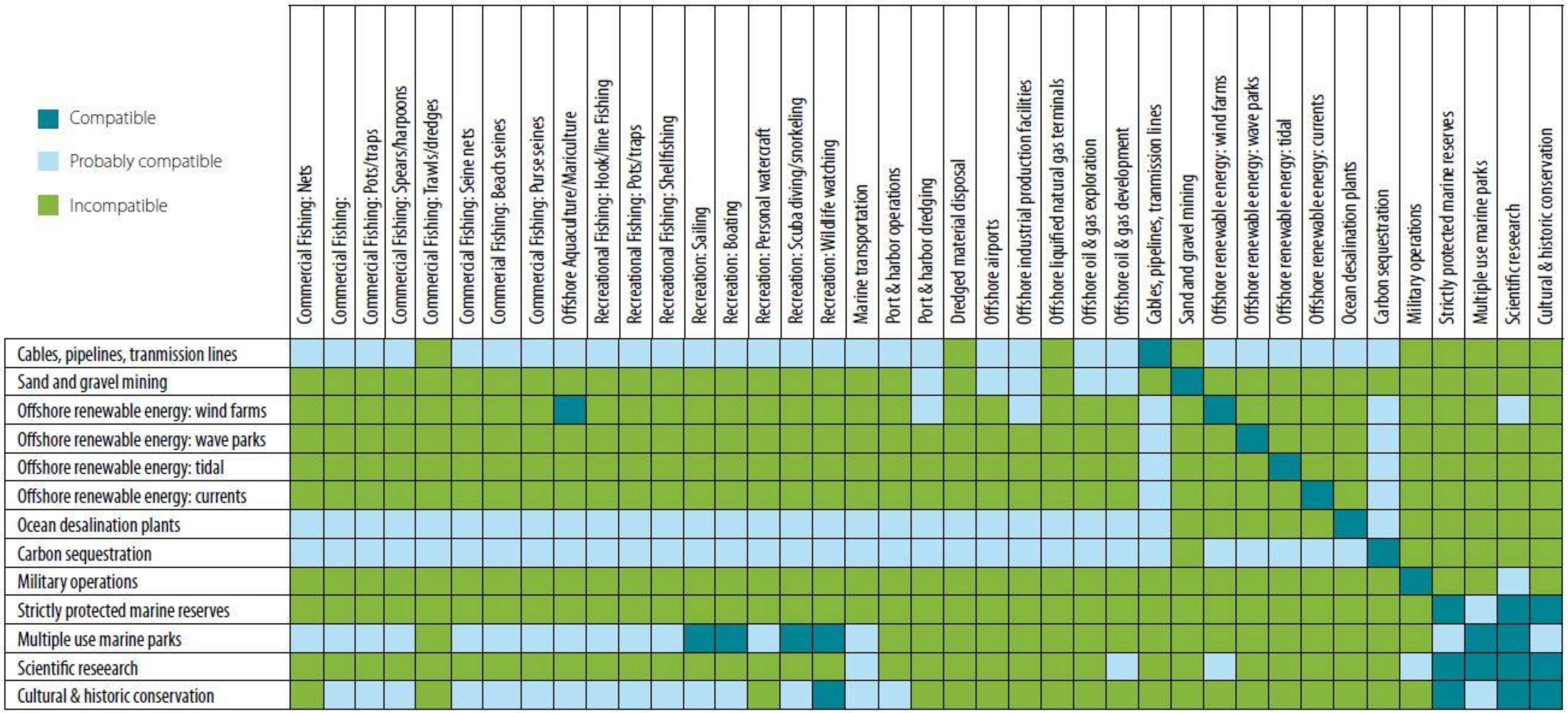


圖 3-3　人類使用方式兼容與衝突(續)（資料來源：Ehler & Douvere, 2009）

表 3-4　海洋使用之空間管理措施（資料來源：Ehler & Douvere, 2009）

海洋使用	**空間管理措施**
海運	➢ 強制性之船舶交通航線 ➢ 船舶航線/航道 ➢ 迴避區（船舶） ➢ 預防或禁止區 ➢ 特別敏感海域 ➢ 燈塔區 ➢ 液化天然氣載運船週遭的移動緩衝區與安全區 ➢ 載客區 ➢ 溢油應急行動週遭的安全區
港埠	➢ 船舶與碼頭週遭的安全區 ➢ 錨地與非錨地區 ➢ 港埠與水道中的安全區 ➢ 石油或天然氣轉移之近海港區
漁業	➢ 禁漁區，包括季節性休漁區 ➢ 非拖網區 ➢ 重要棲息地 ➢ 人工魚礁區
海上水產養殖	➢ 指定的海上水產養殖區
石油與天然氣	➢ 石油與天然氣租賃或特許區 ➢ 從租賃區的開採 ➢ 海上設施週遭的安全區
再生能源	➢ 風力發電場、波浪發電場、潮汐能租賃或特許區 ➢ 風力發電場、波浪發電場、潮汐能設施週遭的安全區
管線與電纜	➢ 管道線路或區域 ➢ 通信電纜線路 ➢ 能源傳輸電纜線路 ➢ 電纜線（並不一定在線路區）
污水	➢ 污水管線與擴散區
疏浚	➢ 疏浚場或區 ➢ 疏浚物處理場或區（活動與非活動）
砂與礫石開採	➢ 砂與礫石（骨料 Aggregate）開採區
軍事	➢ 軍事行動或演習／訓練區（熱區） ➢ 危險、限制或安全區 ➢ 導彈測試範圍

海洋使用	空間管理措施
	➢ 潛艇作業區 ➢ 潛艇作業之水域空間管理 ➢ 聲納作業區 ➢ 海軍艦艇週遭的安全區 ➢ 未爆彈藥區
娛樂	➢ 野生動物觀賞區 ➢ 個人水上活動區 ➢ 遊客潛水區
海洋保護區	➢ 海洋自然保護區或生態保護區（禁止採捕、進入與影響之區域），(IUCN Ia 類） ➢ 海洋荒野區，(IUCN Ib 類） ➢ 海洋公園，(IUCN II 類） ➢ 海洋自然遺跡區，(IUCN III 類） ➢ 棲息地/物種管理區，(IUCN IV 類） ➢ 海景保護區，(IUCN V 類） ➢ 資源管理保護區，(IUCN VI 類）
自然保育	➢ 魚類產卵區 ➢ 魚類育苗區 ➢ 海洋哺乳動物繁殖區 ➢ 海洋哺乳動物飼養區 ➢ 海洋哺乳動物遷移路線 ➢ 海洋哺乳動物中途停留區 ➢ 海鳥飼養區 ➢ 海草床 ➢ 珊瑚礁 ➢ 濕地
歷史與文化	➢ 考古保護區，如：沉船遺址 ➢ 水下考古區
宗教	➢ 禮儀區 ➢ 儀式食品/材料採集區 ➢ 禁忌區
研究	➢ 科學考察區

3.1.2 美國的海洋空間規劃

2009 年 6 月美國總統歐巴馬簽署備忘錄，冀望制定國家海洋政策（National Ocean Policy, NOP），並成立跨部會海洋政策特別小組（Interagency Ocean Policy Task Force），以保護、維護與恢復海岸、海洋與五大湖之生態系統。隔年歐巴馬總統正式簽署行政命令（Executive Order 13547）制訂海洋、海岸與五大湖管理方法（Stewardship of the Ocean, Our Coasts, and the Great Lakes）之國家政策，並設立國家海洋委員會（National Ocean Council）來執行政策，其中海洋規劃為國家政策目標之一，目的在於解決海洋、海岸與五大湖在保護、經濟活動、使用者衝突與永續使用上之問題，冀望聯邦、州、部落與地方共同合作發展，並包括重要的權益關係人、科學與民眾之意見，以促進更有效之決策，提升區域經濟、環境、社會與文化之福祉，整體來說，海洋規劃涵蓋下列好處（NOAA Office for Coastal Management, 2010）：

- 更佳地獲取資料與資訊；
- 減少衝突；
- 強化權益關係人之聲音；
- 更好地保護；
- 增加經濟發展；
- 監管的一致性與有效性。

同時，海洋、海岸與五大湖管理方法之國家政策中將海岸與海洋空間規劃（Coastal and Marine Spatial Planning, CMSP）定義為「一個全面性、適應性、綜合性、基於生態系統與透明化之空間規劃過程，基於可靠的科學來

分析海洋、海岸與五大湖目前與預期之用途[3]」。而海岸與海洋空間規劃將確定各種區域所適合之活動類型，以減少使用上之衝突、減少環境影響、促進兼容使用以及保護關鍵生態系統服務，進而達到經濟、環境、安全與社會目標。

美國的主要海洋機構為國家海洋暨大氣總署（National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA），許多國家海洋政策與海洋規劃工作之基本原則皆反映出 NOAA 作為海洋科學與管理機構之首要工作，而 NOAA 將其現有之科學能力應用於規劃工作中，其對於海岸與海洋空間規劃之科學能力涵蓋下列事項（NOAA Office for Coastal Management, 2010）：

- 觀察與監測計畫；
- 繪製與描述生態系統；
- 獲取關鍵海岸與海洋資料；
- 資料管理、分布、分析與歸檔之工具；
- 預測天氣與氣候；
- 生態建模與預測；
- 基於社會與經濟科學之評估；
- 區域夥伴關係。

現階段美國將其海岸與海洋空間規劃區分為九個區域，包括東北、中大西洋、南大西洋、五大湖、加勒比、墨西哥灣、西海岸、太平洋島嶼以及阿拉斯加/北極（圖 3-4），NOAA 在每個區域中都有工作人員，以促進彼此間之合作。

[3] Coastal and marine spatial planning means a comprehensive, adaptive, integrated, ecosystem-based, and transparent spatial planning process, based on sound science, for analyzing current and anticipated uses of ocean, coastal, and Great Lakes areas.

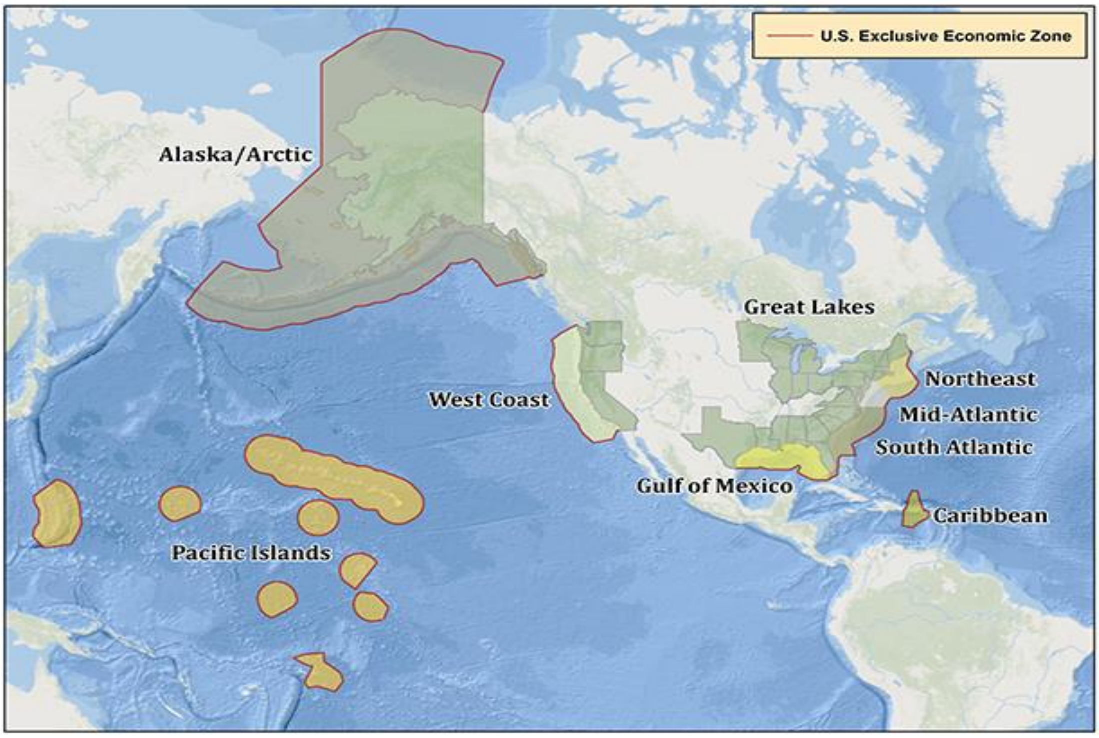


圖 3-4　美國的海岸與海洋空間規劃區（資料來源：NOAA Office for Coastal Management, 2010）

由於每個海岸與海洋區域都有各自之利益與經營方式，但所有的區域都希望維持其海洋經濟、海洋社區以及享有健康的環境，而透過海洋規劃這種以科學與資訊為基礎之工具，將有助於促進區域之利益，因此，2013 年國家海洋委員會（National Ocean Council）提出「海洋規劃手冊（Marine Planning Handbook）」，冀望提供相關資訊與指導來幫助區域建立區域規劃團體與發展海洋計畫，而海洋規劃應依據其區域工作之範圍來涵蓋下列事項以最大化海洋利益與最小化人類使用對於海洋之影響（National Ocean Council, 2013）：

- 該區域希望透過海洋規劃來實現之目標與目的；
- 透過地圖與資訊來評估區域，以描述海洋環境與人類活動相關之規劃主題；
- 與規劃主題相關之監管背景；

- 規劃過程、材料、分析、資訊與指導之描述，以建構規劃；
- 描述海洋規劃之位置，以及海洋規劃是如何與聯邦機關現有之單位交集；
- 描述海洋規劃之結果是如何與聯邦機關現有之法規進行協調，並促進一致性；
- 正在進行之監測與評估機制，以評估規劃之有效性；
- 由聯邦機關下之國家海洋委員會來制訂爭議解決程序。

同時，區域規劃團體應以最適當之需求、利益與能力來制訂海洋規劃，處理步驟如下，這些步驟並無順序，反而步驟兼可能存在反饋循環（National Ocean Council, 2013）：

- 評估區域海洋規劃之能力；
- 成員、權益關係人與民眾之概念討論；
- 共同願景之承諾；
- 確定區域目標與目的；
- 發展工作計畫，概述區域之海洋規劃將如何制訂；
- 分析資料、使用、服務與影響；
- 制訂與評估能夠達成區域目標與目的之替代方案；
- 提供規劃草案來徵詢民眾意見；
- 提供最終規劃給國家海洋委員會審查與同意；
- 隨著時間來執行、監測、評估與修改規劃。

此外，為了幫助規劃者與管理者更有效的進行海洋規劃，2011 年美國史丹佛大學旗下之海洋解決方案中心（Center for Ocean Solutions）提出「決策指南：選擇海洋空間規劃之決策支援工具（Decision Guide: Selecting Decision Support Tools for Marine Spatial Planning）」，目的在於幫助相關人

員選擇適當的決策支援工具，並針對基於生態系統之海洋空間規劃過程提出流程（圖 3-5），當中強調法規、社會、經濟與生態在治理上之複雜性，同時在規劃過程中必須明確考量背景及不確定性、進行權責定義、權益關係人參與、財政支持、分析目前與未來之海洋條件、執法、監測以及適應性管理，進而讓海洋環境在人類多功能使用之下（如：休閒娛樂、商業與工業等），提供與維持健康之生態系統（Foley et al., 2010）。整體來說，美國的海洋空間規劃對於社會提供了一個公共政策過程，進而更加確定現在與未來的海洋、海岸與五大湖之永續使用與保護。

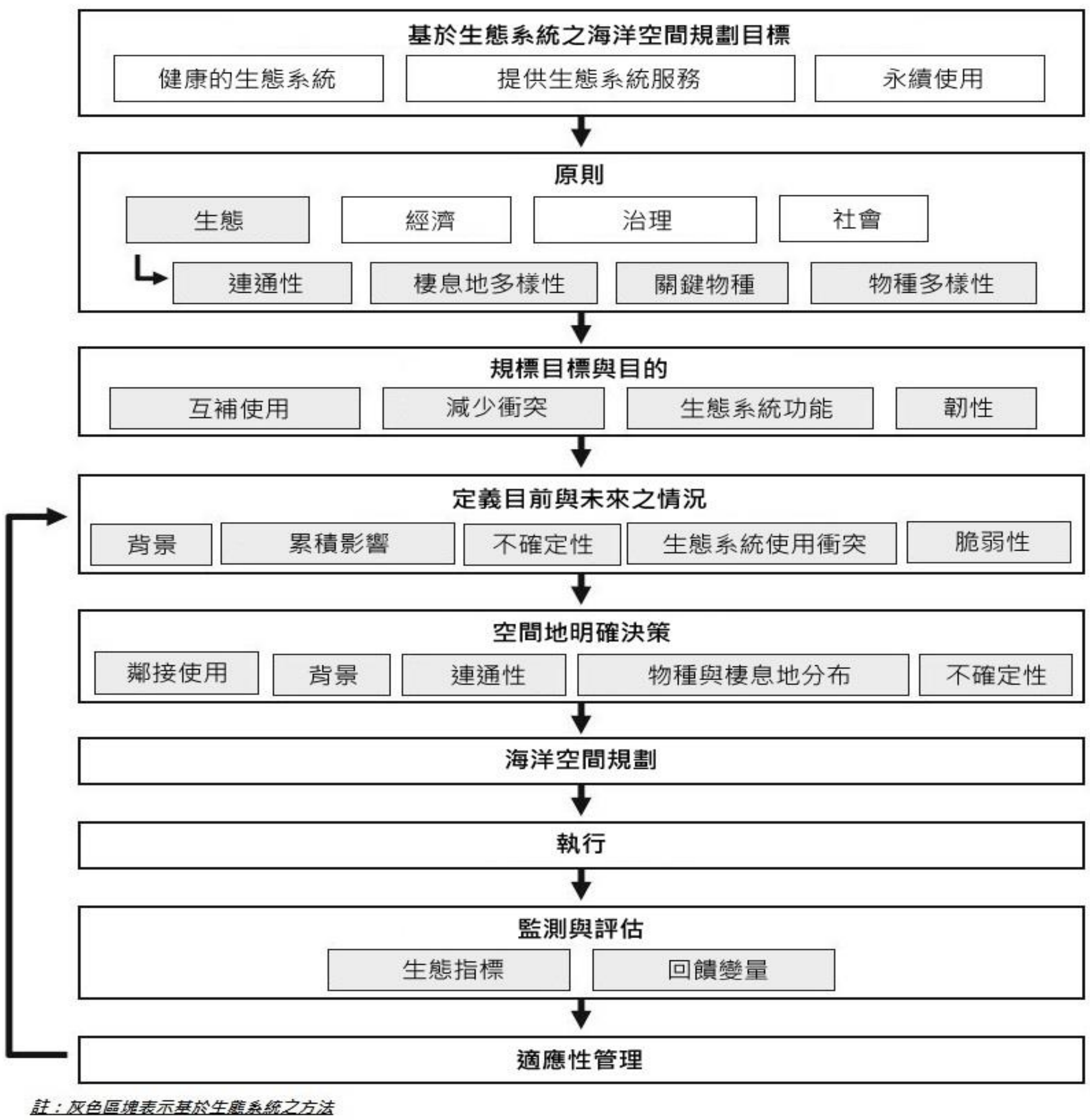


圖 3-5　基於生態系統之海洋空間規劃過程（資料來源：Foley et al., 2010）

3.1.3 歐盟的海洋空間規劃

2014 年歐洲議會與高峰會（The European Parliament and the Council）頒布歐盟指令（DIRECTIVE 2014/89/EU），以建立海洋空間規劃（Maritime Spatial Planning, MSP），其目的在於規劃人類於海上使用之時間與空間，以盡可能確保其有效性、安全性與永續性，歐盟要求其成員國應於 2016 年之前指派相關主管機關來執行此指令，並制定相關必須之法規或行政規定，冀望最遲於 2021 年之前確定各成員國之海洋空間規劃（圖 3-6）。

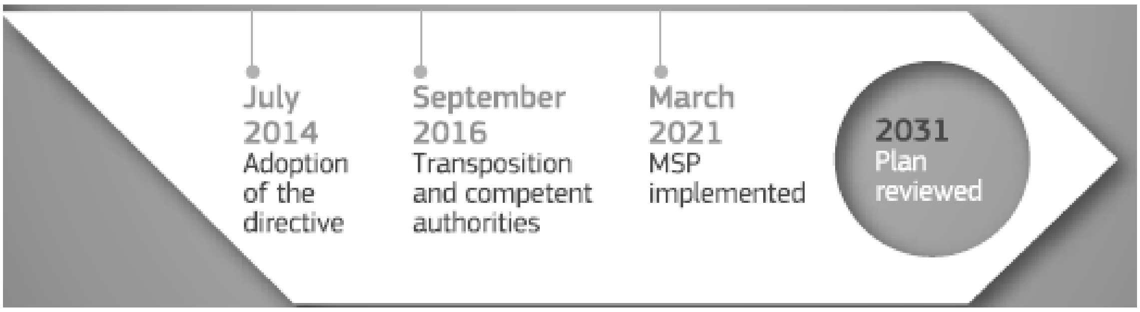


圖 3-6　歐盟海洋空間規劃之發展（資料來源：European Commission, 2015）

指令中第五條指出海洋空間規劃之目的為 1)成員國在制訂與執行海洋空間規劃時，應考量經濟、社會與環境來支持海事部門永續發展與成長，並應用基於生態系統之方法促進相關使用之共存、2)成員國應透過其海洋空間規劃來致力於海上能源業、海運、漁業和水產養殖業與環境保護與改善之永續發展，並涵蓋氣候變遷影響之調適，成員國亦可追求其他目標，如：永續旅遊等，以及 3)此指令並不會強制規定成員國之規劃細節或管理目標，而是由成員國自行決定。此外，第六條中則是指出海洋空間規劃之基本原則，成員國應採取下列程序來達成海洋空間規劃之目標：

1. 考量海陸之相互作用；
2. 考量環境、經濟、社會與安全；
3. 促進海洋空間規劃與其計畫或其他過程間之一致性；

4. 確保權益關係人之參與（依據第 9 條）；
5. 使用最佳的可用資料（依據第 10 條）；
6. 確保成員國之間之合作（依據第 11 條）；
7. 促進與第三國之合作（依據第 12 條）。

成員國應海洋空間規劃來確定目前與未來海洋使用之時空分布，以達成上述之目標，同時，在不損害成員國權益之下，各成員國的相關海洋使用（如：水產養殖區域、漁業區域、海上運輸、軍事訓練區域、海洋保護區、海洋旅遊與水下文化遺產等）應有所互動。

整體來說，為了考量海上所有活動對於環境之影響，海洋空間規劃之工作必須跨國與跨機關，而權益關係人為海洋空間規劃之核心，透過其專業知識來辨識特定區域目前與未來之趨勢，並促進其發展，同時，海洋空間規劃會對於相關產業帶來貢獻（表 3-5），然而，由於海洋環境與人類活動不斷發展，促使海洋空間規劃必須是一個連續之過程，以適應新的資訊與不同使用對於環境之改變，表 3-6 為海洋空間規劃對於歐盟帶來之好處。

表 3-5　海洋空間規劃對於相關產業之貢獻（資料來源：European Commission, 2015）

產業	貢獻
環境保護	透過對於空間之永續使用，並限制於生態敏感區週遭之活動，海洋空間規劃將對於海洋環境之保護做出貢獻。此外，根據海洋策略架構指令（Marine Strategy Framework Directive）之要求，海洋空間規劃被視為實現實現良好的海洋環境狀態（Good Environmental Status, GES）之重要工具，藉由減少人類活動之累積影響，以及建立跨國之海洋保護區網絡來幫助達成良好的海洋環境狀態
旅遊業	海上旅遊取決於健康與乾淨的環境，並需要與其他海上與海岸之活動同步規劃，海洋空間規劃有助於與其他活動產生共同作用（synergy），如：離岸風電廠提供遊客參觀之機會，亦有助於保護自然景觀，並創造新的旅遊機會

運輸	隨著航運業的繁榮以及離岸基礎設施數量變多，增加航行之危險，透過確保航道擴大之區域或基礎設施週遭安全之區域，來正確預測空間之需求
漁業和水產養殖	海洋空間規劃能夠確保重要之漁場，確保漁民在歐盟海域之發展上擁有發言權，亦有助於確定水產養殖之合適區來幫助水產養殖之發展，進而為投資者提供更多的確定性
能源	海洋空間規提升能源產業之透明性，以及投資者之確定性，讓民眾更容易接受，而跨國合作亦有助於提升能源傳輸網絡發展，以降低成本

表 3-6　海洋空間規劃之優點（資料來源：European Commission, 2015）

優點	說明
減少衝突	海洋空間規劃有助於提早辨識海洋使用之間可能存在之衝突與共同作用
環境保護	海洋空間規劃有助於更加管理人類活動之累積影響，進而保護海洋環境
加強跨國合作	由於海上活動與海洋生態系統並不會停留在國界，因此跨國合作對於跨國活動之發展是必要的，如：能源網、航道與海底電纜之安裝等，此外，整個海域之海洋保護區網絡之發展亦有助於保護海洋環境
促進投資	海洋空間規劃提升海洋經濟活動之透明度與確定性，如：海上位置與持續時間等，有助於強化現有使用之投資，並透過降低相關發展之風險來創造新商機
整合海陸間之互動	海域與陸域關係密切，海上活動可能會對於陸地產生影響，如：海上交通所產生之海浪將可能增加海岸侵蝕，因此需要加以考慮，而海洋空間規劃之目的在於更好地考量海陸間之相互作用

3.1.4 中國大陸的海洋空間規劃

中國大陸於 1980 年代末期提出海洋功能區劃之概念，其目的在於提供科學依據給海洋行政管理工作，以及提供國民經濟與社會發展之用海保障，中國國家海洋局會同國務院涉及海洋之部門與沿海地方政府於 1989-2001 年之間進行兩次海洋功能區劃之工作（潘文炎，2016）。中國國務院於 2012 年依據「中華人民共和國海域使用管理法」與「中華人民共和國海洋環境保護法」等法規批准「全國海洋功能區劃」，並以此為基礎於 2012 年提出「全國海洋功能區劃（2011~2020 年）」，冀望對於中國大陸管轄海域未來 10 年之開發利用和環境保護做出的全面部署與具體安排，該區劃由國家海洋局會同相關部門和沿海 11 個省、自治區、直轄市人民政府編制，其範圍涵蓋中國大陸的內水、領海、毗連區、專屬經濟區、大陸架以及管轄的其他海域，整體海洋功能區劃之基本原則為 1）自然屬性為基礎、2）科學發展為導向、3）保護漁業為重點、4）保護環境為前提、5）陸海統籌為準則與 6）國家安全為關鍵。

「全國海洋功能區劃（2011~2020 年）」將中國大陸海洋依功能區分為 8 種（表 3-7），而不同之之分區有個不同的環境保護要求（表 3-8），同時，冀望透過科學編制與嚴格執行，於 2020 年達成下列目標：

- 增強海域管理在宏觀調控中的作用；
- 改善海洋生態環境；
- 維持漁業用海基本穩定；
- 合理控制圍填海規模；
- 保留海域後備空間資源；
- 開展海域海岸帶整治修復。

表 3-7　中國大陸海洋功能區之類別（資料來源：中國國務院，2012）

功能區類別	定義	涵蓋內容
農漁業區	適於拓展農業發展空間和開發海洋生物資源，可供農業圍墾，漁港和育苗場等漁業基礎設施建設，海水增養殖和捕撈生產，以及重要漁業品種養護的海域	農業圍墾區、漁業基礎設施區、養殖區、增殖區、捕撈區和水產種質資源保護區
港口航運區	適於開發利用港口航運資源，可供港口、航道和錨地建設的海域	港口區、航道區和錨地區
工業與城鎮用海區	適於發展臨海工業與濱海城鎮的海域	工業用海區和城鎮用海區
礦產與能源區	適於開發利用礦產資源與海上能源，可供油氣和固體礦產等勘探、開採作業，以及鹽田和可再生能源等開發利用的海域	油氣區、固體礦產區、鹽田區和可再生能源區
旅遊休閒娛樂區	於開發利用濱海和海上旅遊資源，可供旅遊景區開發和海上文體娛樂活動場所建設的海域	風景旅遊區和文體休閒娛樂區
海洋保護區	專供海洋資源、環境和生態保護的海域	海洋自然保護區、海洋特別保護區
特殊利用區	指供其它特殊用途排他使用的海域	海底管線鋪設、路橋建設、污水達標排放、傾倒等的特殊利用區
保留區	指為保留海域後備空間資源，專門劃定的在區劃期限內限制開發的海域	

表 3-8　海洋功能區分類及海洋環境保護要求（資料來源：中國國務院，2012）

一級類	二級類	海水水質品質（引用標準：GB3097-1997）	海洋沉積物質量（引用標準：GB18668-2002）	海洋生物品質（引用標準：GB18421-2001）	生態環境
1 農漁業區	1.1 農業圍墾區	不差於二類			不應造成外來物種侵害，防止養殖自身污染和水體富營養化，維持海洋生物資源可持續利用，保持海洋生態系統結構和功能的穩定，不應造成濱海濕地和紅樹林等棲息地的破壞
	1.2 養殖區	不差於二類	不差於一類	不差於一類	
	1.3 增殖區	不差於二類	不差於一類	不差於一類	
	1.4 捕撈區	不差於一類	不差於一類	不差於一類	
	1.5 水產種質資源保護區	不差於一類	不差於一類	不差於一類	
	1.6 漁業基礎設施區	不差於二類（其中漁港區執行不差於現狀海水水質標準）	不差於二類	不差於二類	應減少對海洋水動力環境、岸灘及海底地形地貌的影響，防止海岸侵蝕，不應對毗鄰海洋生態敏感區、亞敏感區產生影響
2 港口航運區	2.1 港口區	不差於四類	不差於三類	不差於三類	
	2.2 航道區	不差於三類	不差於二類	不差於二類	
	2.3 錨地區	不差於三類	不差於二類	不差於二類	
3 工業與城鎮用海區	3.1 工業用海區	不差於三類	不差於二類	不差於二類	應減少對海洋水動力環境、岸灘及海底地形地貌的影響，防止海岸侵蝕，避免工業和城鎮用海對毗鄰海洋生態敏感區、亞敏感區產生影響
	3.2 城鎮用海區	不差於三類	不差於二類	不差於二類	
	4.1 油氣區	不差於現狀水準	不差於現狀水準	不差於現狀水準	

一級類	二級類	海水水質品質（引用標準：GB3097-1997）	海洋沉積物質量（引用標準：GB18668-2002）	海洋生物品質（引用標準：GB18421-2001）	生態環境
4 礦產與能源區	4.2 固體礦產區	不差於四類	不差於三類	不差於三類	應減少對海洋水動力環境產生影響，防止海島、岸灘及海底地形地貌發生改變，不應對毗鄰海洋生態敏感區、亞敏感區產生影響
	4.3 鹽田區	不差於二類	不差於一類	不差於一類	
	4.4 可再生能源區	不差於二類	不差於一類	不差於一類	
5 旅遊休閒娛樂區	5.1 風景旅遊區	不差於二類	不差於二類	不差於二類	不應破壞自然景觀，嚴格控制佔用海岸線、沙灘和沿海防護林的建設專案和人工設施，妥善處理生活垃圾，不應對毗鄰海洋生態敏感區、亞敏感區產生影響
	5.2 文體休閒娛樂區	不差於二類	不差於一類	不差於一類	
6 海洋保護區	6.1 海洋自然保護區	不差於一類	不差於一類	不差於一類	維持、恢復、改善海洋生態環境和生物多樣性，保護自然景觀
	6.2 海洋特別保護區	使用功能水質要求	使用功能沉積物質量要求	使用功能生物品質要求	
7 特殊利用區	7.1 軍事區				
	7.2 其它特殊利用區				防止對海洋水動力環境條件改變，避免對海島、岸灘及海底地形地貌的影響，防止海岸侵蝕，避免對毗鄰海洋生態敏感區、亞敏感區產生影響
8 保留區	8.1 保留區	不差於現狀水準	不差於現狀水準	不差於現狀水準	維持現狀

3.1.5 臺灣的海洋空間規劃

臺灣四面環海，擁有相當豐富之生物與景觀資源，然而，隨著科技進步、人口成長以及經濟發展，對於海洋資源之需求與使用也越來越多樣化，從過去的海運及漁業，衍生到觀光與海洋再生能源開發（圖 3-7）。為了因應海洋之趨勢，近年來有研究開始針對臺灣海域進行空間區劃，相關計畫與研究之摘要。

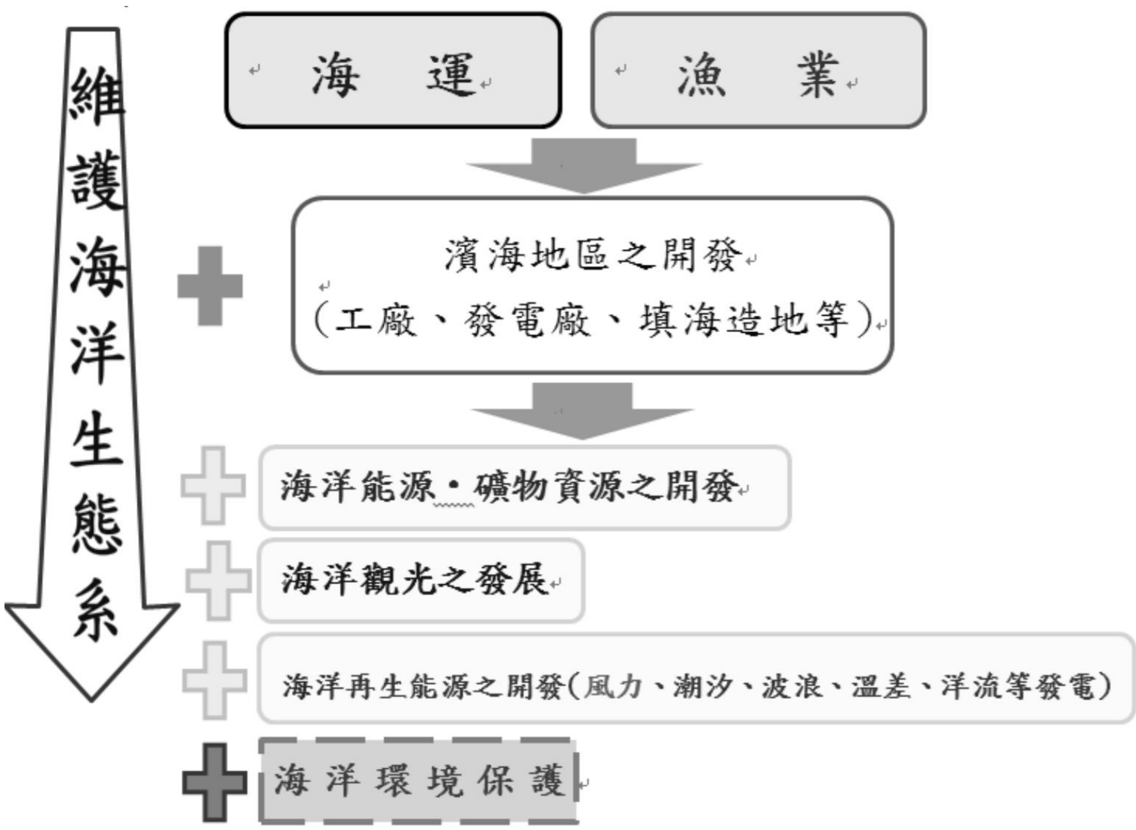


圖 3-7　臺灣海洋發展之脈絡（資料來源：潘文炎，2016）

（一）邱文彥（2006），國土規劃前置作業辦理計畫-子計畫 3 國土計畫海域範圍之界定與規劃議題之研究

以文獻回顧法來分析國內外海洋相關政策，建構臺灣藍色國土之願景，並透過比較分析法來檢討臺灣制度，進而強化臺灣於海域範圍界定與規劃之理論基礎。將臺灣海洋之空間使用規劃為（圖 3-8）：港口航運區（港口

區、航道區、錨地區與藍色公路)、漁業資源利用區(漁港區、養殖區、重要漁業保護區與漁業權)、礦產資源利用區(油氣區、固體礦產區與其他礦產區)、旅遊區(國家風景區與海水浴場)、海岸工程區(海底管線區、海岸防護工程區、海岸公路、跨海橋樑區與其它工程用海區)、海洋保護區(國家公園、自然保留區、野生動物重要棲息環境、自然遺跡和非生物資源保護區與海洋保護區)以及特殊使用區(軍事區、排污區與傾倒區)。

(二)簡連貴(2008),海域功能區劃與管理工作

蒐集與整合各部會之海域使用現況,並建置資料庫,同時,研擬海域功能分區劃設原則與劃設指標,完成海域功能分區之模擬劃設,進而提供海域使用與管理法制化。將臺灣海洋之空間使用規劃為(圖 3-9):港口航運區、海洋保護區、漁業資源利用和養護區、非生物資源區、海洋觀光遊憩區、工程用海區、特殊利用區、軍事用海區、原住民傳統海域區、保留區以及用途待定區。

(三)內政部營建署(2009),海域區土地使用規劃與管理制度之建立

蒐集國外相關案例,並邀集專家學者、相關主管機關進行訪談,以統整與分析臺灣海域使用法令、制度、權責與管理事項,以研擬中央與地方之管理權責、範圍與分工事項,進而對於海域區管理制度提出具體建議。將臺灣海洋之空間使用規劃為(圖 3-10):

- 潮間帶範圍:屬於自然型態,可分為沙灘、礫石海岸、溼地、潟湖、珊瑚礁岩、紅樹林、礁岩等。屬於人工使用型態,可分為礦業、林業、水產養殖、農業、水利、港口、軍事、遊憩等
- 內水範圍:港務航運、漁業使用、礦業能源、觀光遊憩、生態保護、電廠、工業港、國防演習、海洋棄置、管線纜線、海事工程及其他

等

- 領海範圍：海域石油礦區、石油開採平台、國防演習、海洋棄置、管線纜線等

（四）內政部（2013），全國區域計畫

臺灣海域資源豐富，近年隨著人口成長、經濟快速發展與海防管制的開放，使得海域資源利用漸趨多元化，成為國土利用中不可或缺之新開發空間。依內政部營建署 97 年委託研究彙整海域使用情形，海域區之使用依類型可區分為港口航運（工業港區、商港等）、漁業（人工魚礁禁漁區、保護魚礁、漁業資源保育區等）、觀光生態保育（自然保留區、沿海保護區、一級珊瑚礁、國家風景區、野生動物保護區、國家公園等）、礦業資源（海域砂石賦存區、海域礦業區、礦業保留區等)、軍事國防（演習區等）、其他（海拋區、電廠用海區、臺鹽公司用海區、水下文化資產保存維護等）等類型。

（五）潘文炎（2016），臺灣海域利用規劃與管理—初步研析

藉由瞭解臺灣海域利用與管理之現況以及國際海洋空間規劃之趨勢來檢視臺灣可能面臨之問題，並針對發展策略提出下列建議：

- 儘速通過「海域管理法」及其配套措施；
- 確立「區域計畫法」的「海域區」和「國土計畫法」的「海洋資源地區」其分類及使用地之轉換與銜接；
- 建立行政院層級跨部會之海域規劃與管理協調機制。

（六）林秉勳（2016），臺灣海域國土功能規劃管理現況與問題

將臺灣周邊海域按功能區劃分為（圖 3-11）：漁業資源利用、非生物資源利用、海上平台設置範圍、港埠航運、工程相關使用、環境廢棄物排放或

處理、軍事及防救災相關使用、原住民傳統海域使用範圍。

（七）內政部（2017），國土計畫之海洋資源地區劃設與土地使用管制相關事宜研商會議

海域用地容許使用項目分為漁業資源利用、非生物資源利用、海洋觀光遊憩、港埠航運、工程相關使用、海洋科研利用、環境廢棄物排放或處理、軍事及防救災相關使用、原住民傳統海域使用範圍。臺灣海域區總面積約52,000平方公里，目前既有許可使用面積約26,111平方公里（扣除重疊區及海域區範圍外），約佔總海域面積之49.92%，同時，進一步檢視海域區之使用情形，主要為單一使用，整體重疊使用情形約佔海域總面積之13.56%（圖3-12），其中以2種重疊使用最高（佔13.24%），多為軍事用海區、專用漁業權與海堤區域。

然而，受限於海洋委員會剛成立不久，以及相關法規之尚未建置完善，因此，目前臺灣許多海洋空間使用與管理仍分散於各相關部會（如：交通部、內政部與漁業署等），待後續建構一套正式且完整之海洋空間規劃，並加以管理，進而讓臺灣的海域得以永續發展。

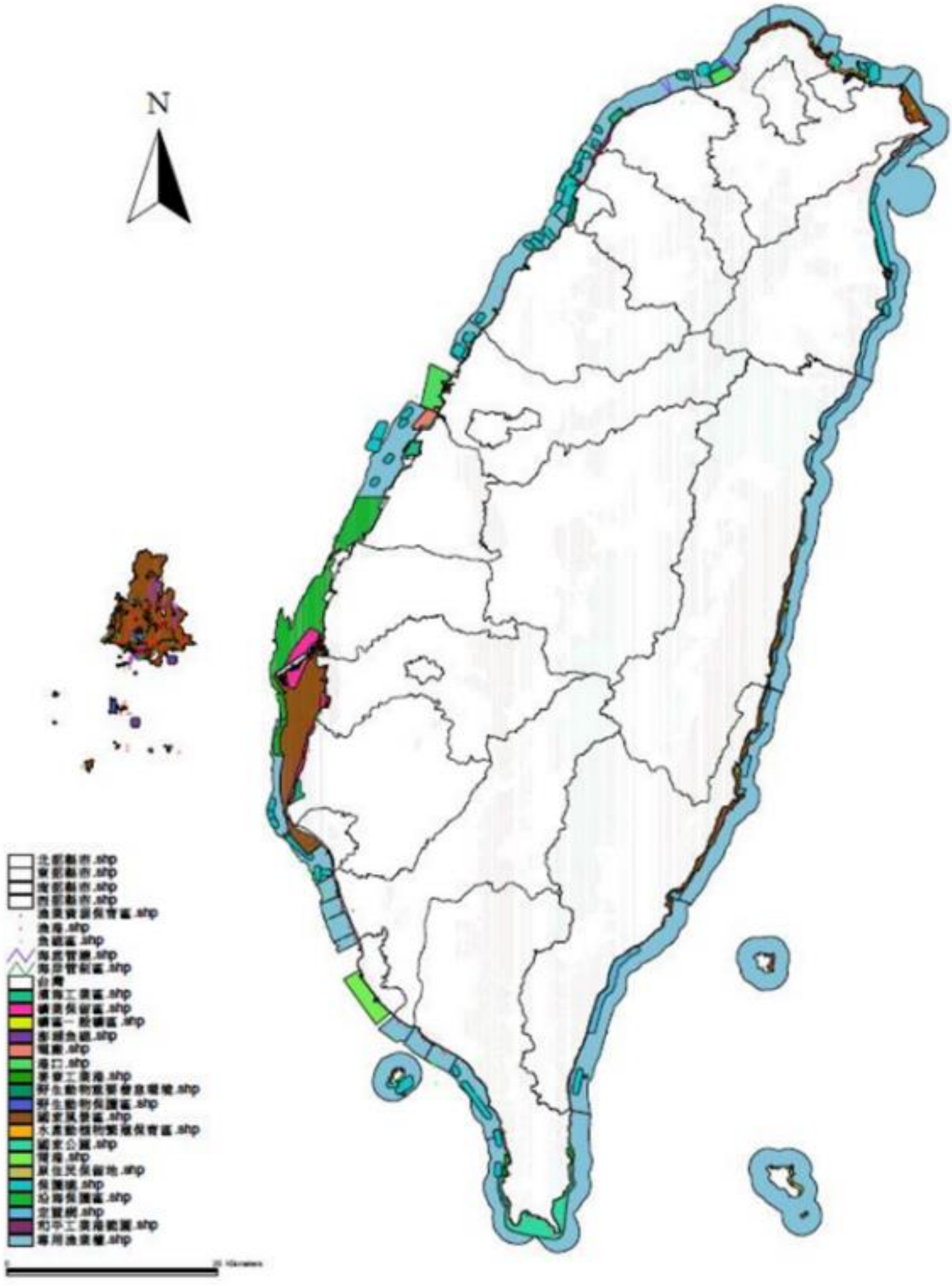


圖 3-8　臺灣海域地區功能使用現況圖（資料來源：邱文彥，2006）

圖 3-9　海域功能區劃圖（資料來源：簡連貴，2008）

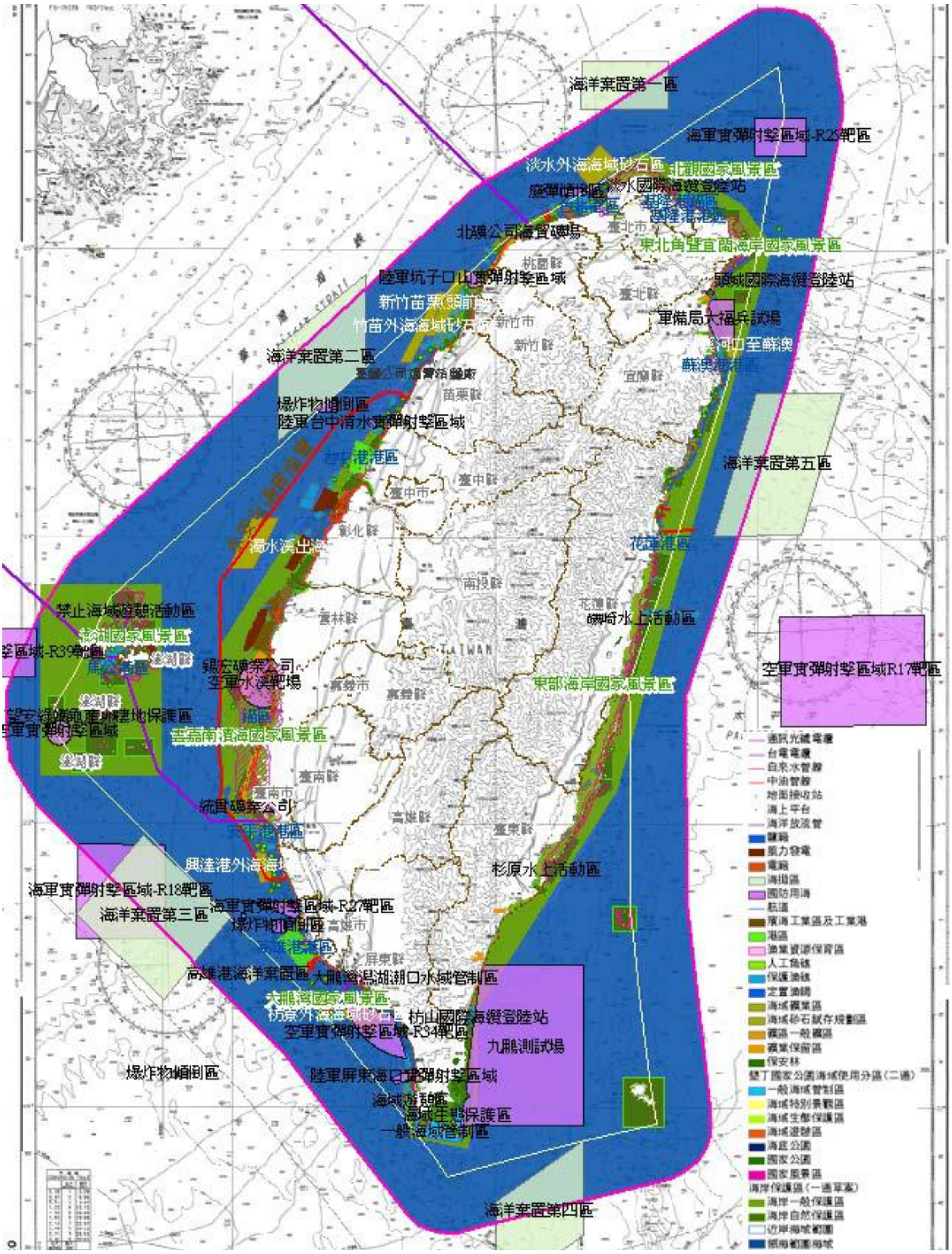


圖 3-10　內水及領海範圍使用現況示意圖（資料來源：內政部營建署，2009）

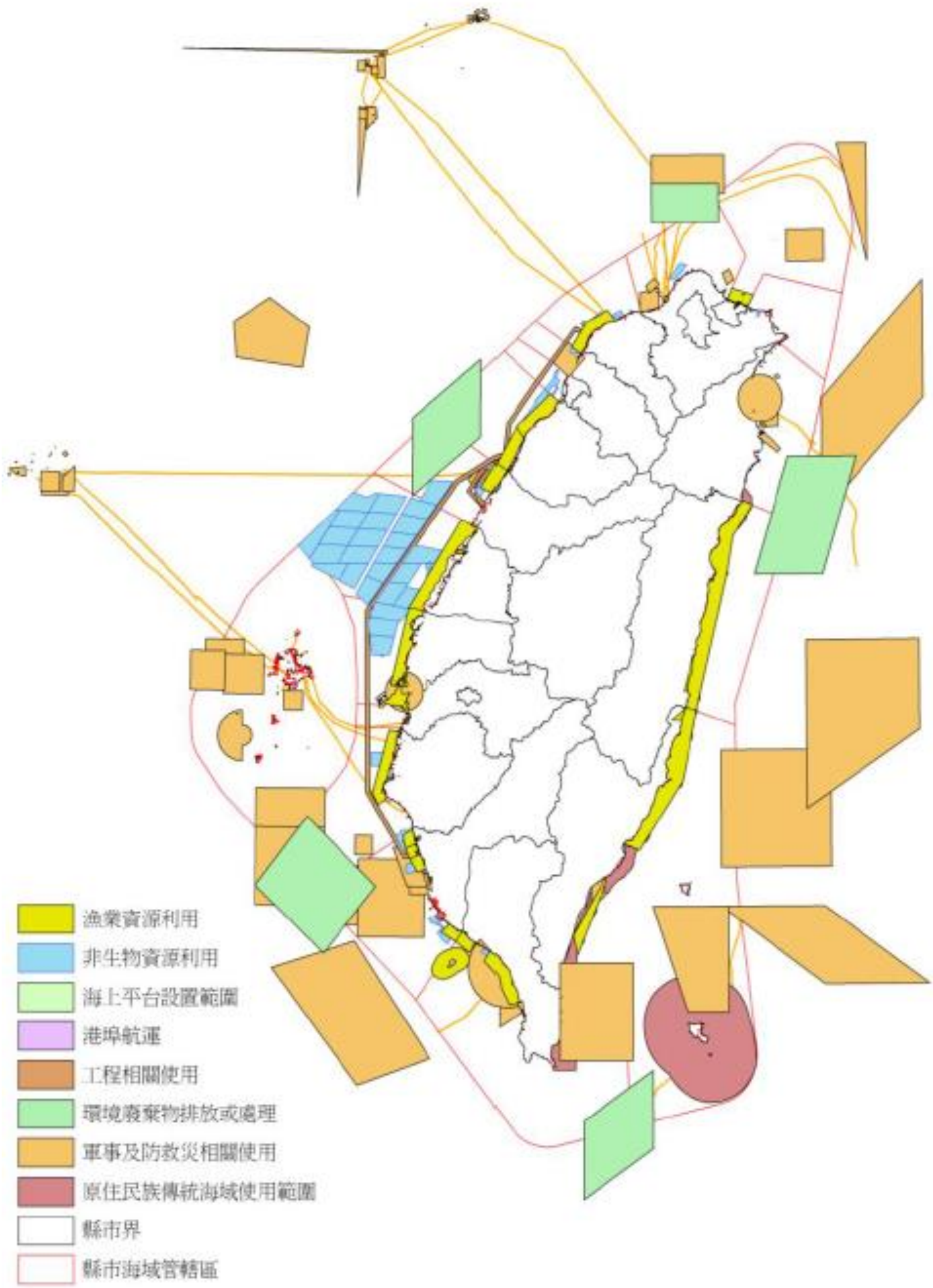


圖 3-11　臺灣海域功能分區現況圖（資料來源：林秉勳，2016）

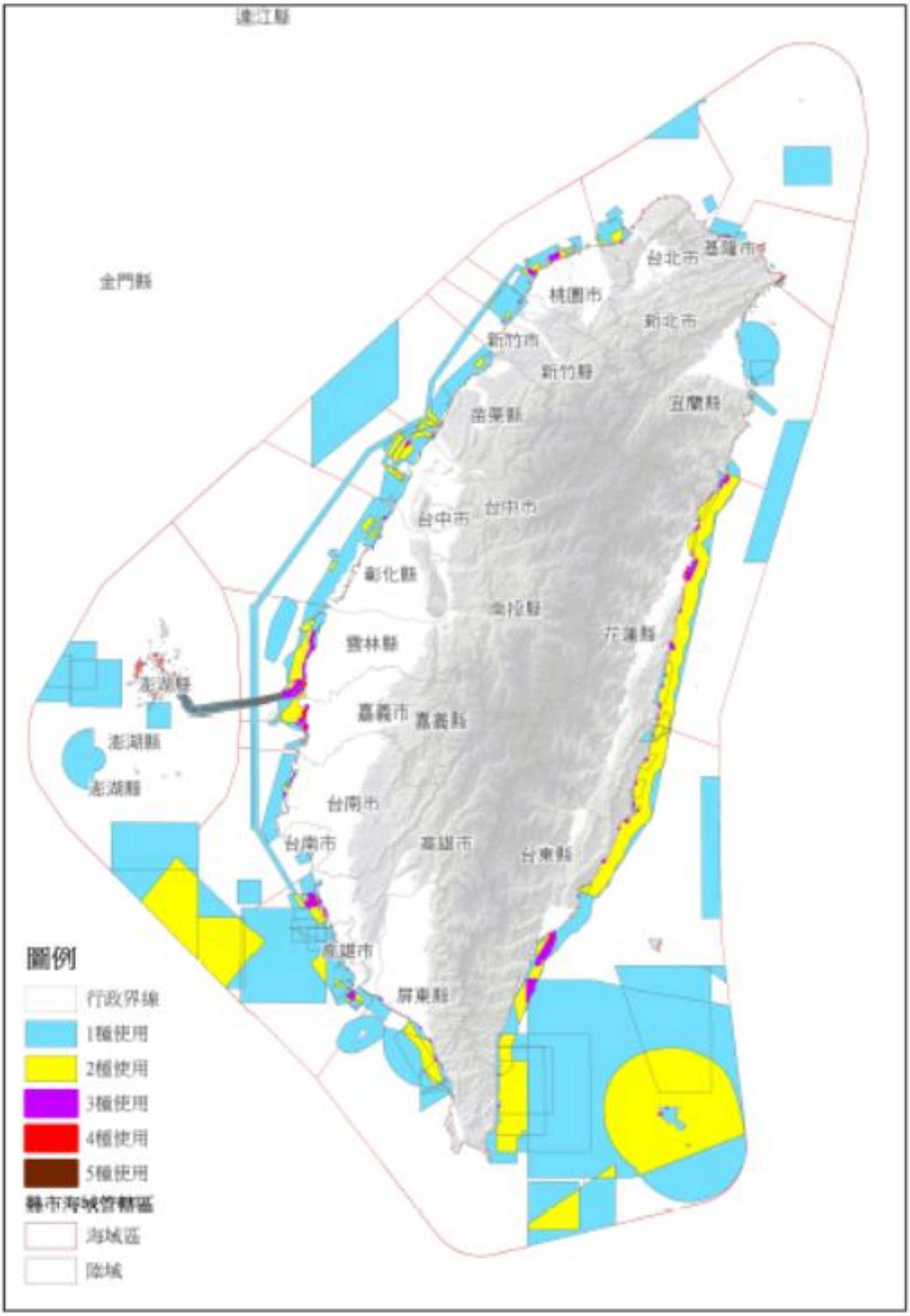


圖 3-12　海域區重疊使用情形統計圖（資料來源：內政部，2017）

3.1.6 海洋空間規劃之案例

隨著海洋空間規劃越來越受到關注，許多國家紛紛開始發展其海洋空間規劃策略，以滿足其海洋空間使用之需求，對此，研究挑選歐洲比利時之海洋空間規劃操作案例進行探討，冀望作為後續之參考。

（一）比利時

比利時位於歐洲西北部，臨靠北海（圖 3-13），其管轄海域面積為 3,454 平方公里（領海面積為 1,437 平方公里、專屬經濟海域 2,017 平方公里），目前比利時於北海之使用主要為離岸可再生能源生產、航運、港埠、採礦、自然保育、漁業、水產養殖、軍事與科學研究，而有鑑於北海為世界上最密集使用海域之一，對此，比利時著手制定海洋空間規劃，亦為歐洲較早實施海洋空間規劃的國家之一。

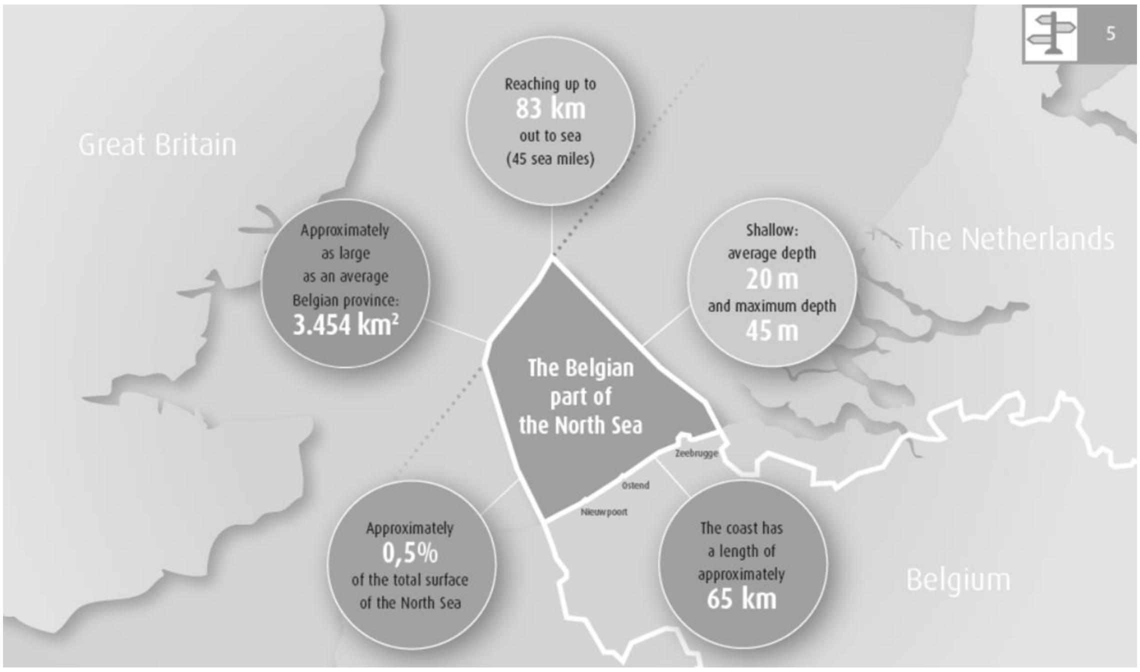


圖 3-13　比利時之海域情況（資料來源：Velde et al., 2014）

比利時之海洋空間規劃概念最早出現於1999年，2003年比利時政府為了能夠永續使用其海域，開始發展比利時部分北海海域（Belgian Part of the North Sea, BPNS）之整體規劃，當中涉及離岸風力發電之發展、海洋保護區之劃定、砂石之開採與海洋棲息地之描繪等核心議題（Douvere et al., 2007），然而，該計畫並無法律約束力，對此，2012年修訂海洋環境法，使其涵蓋海洋空間規劃之發展，最終於2014年正式執行海洋空間規劃（圖3-14），主要涵蓋1）海域之空間分析、2）規劃之願景、目標、指標和政策選擇、3）實施海洋空間規劃之行動與4）海洋空間規劃之圖資，同時，提出相關具體目標（滕欣、赵奇威，2018）：

- 環境 - 確保「良好的環境狀況」和「良好的地表水狀況」，並保護生態環境；
- 安全 - 確保「良好的環境狀況」和「良好的地表水狀況」，並保護生態環境；
- 經濟 - 確保「良好的環境狀況」和「良好的地表水狀況」，並保護生態環境；
- 文化、社會與科學 - 提升海洋景觀與水下遺產之保護。

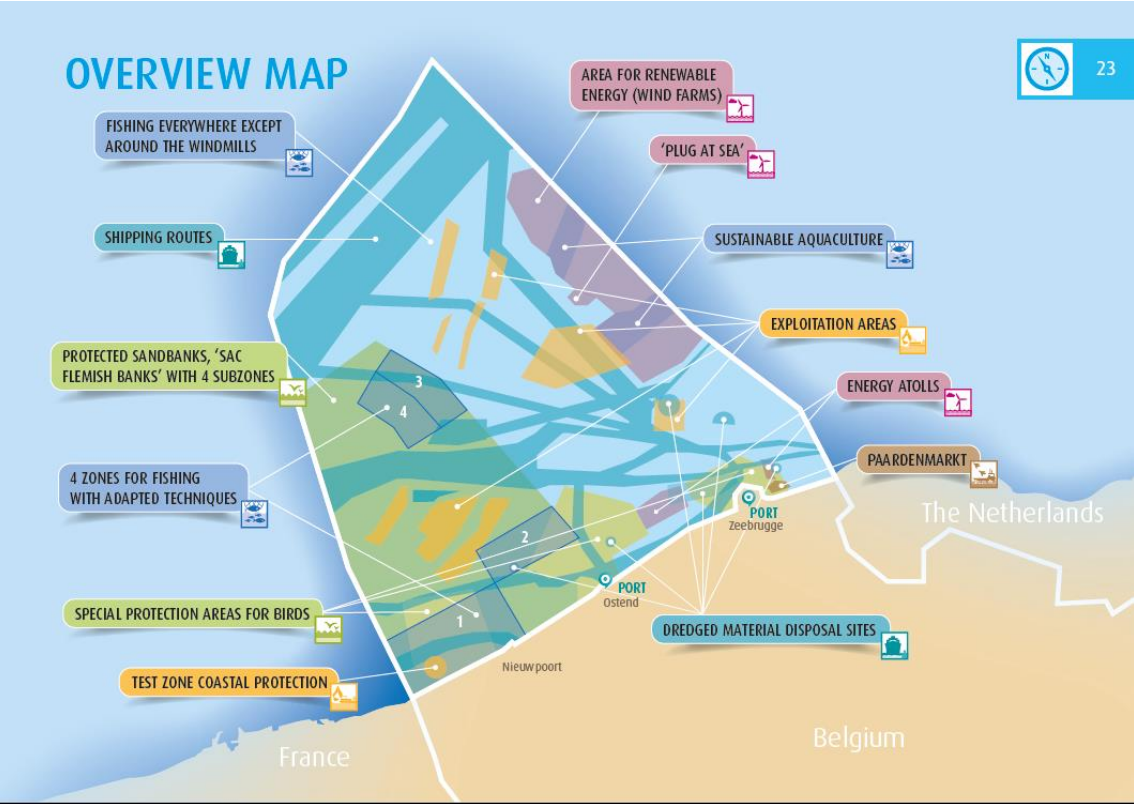


圖 3-14　比利時之海洋空間規劃（資料來源：Velde et al., 2014）

隨著海域使用型態之增加，比利時將於 2019 年更新其海洋空間規劃，預計將額外考量旅遊、水下文化遺產、海底電纜等使用，預計於 2020 年生效。

3.2 海洋產業之發展

3.2.1 海洋產業之界定

海洋產業對於一個濱海國家之經濟往往扮演著重要之角色，根據經濟合作暨發展組織（Organization for Economic Co-operation and Development, OECD）於 2016 年研究指出 2010 年海洋經濟對於世界經濟有著 1.5 兆美元之貢獻（約全球國內生產總值的 3%），並推估 2030 年海洋產業之產值將從 1.5 兆美元增加至 3 兆美元(圖 3-15)，預計能帶來 4,000 萬個全職工作(Full-time equivalent, FTE）之就業機會（圖 3-16）。然而，雖然海洋產業並非一個新興產業，但世界各國尚未有一致性的定義，僅可從世界各國海洋產業分類（表 3-9）初步推測，其中，海洋漁業、近海石油與天然氣、海底礦產、船舶建造與維修、海洋運輸與海洋旅遊為共通點，其中將這些產業分類進行統計亦是瞭解海洋產業對於國家重要性之關鍵（邱文彥，2017）。

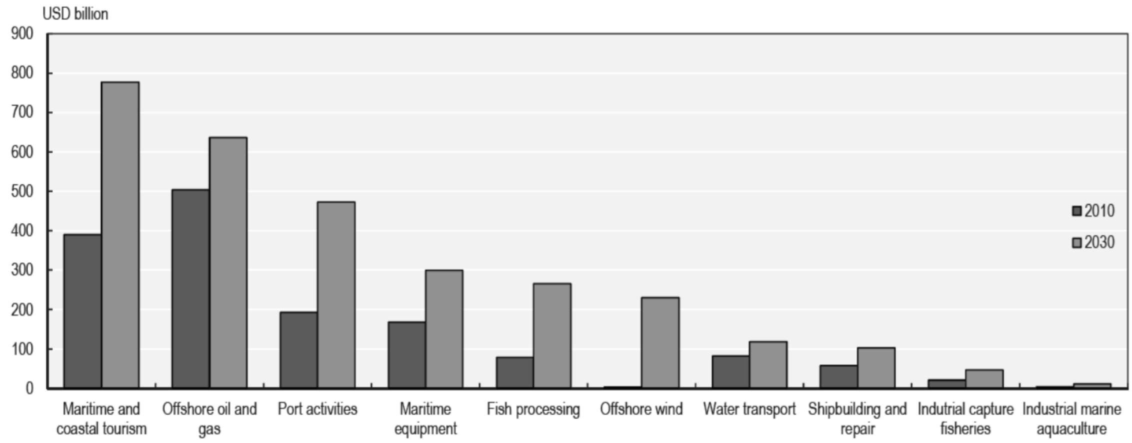


圖 3-15　2010 年與 2030 年海洋特定產業之產值比較（資料來源：OECD, 2016）

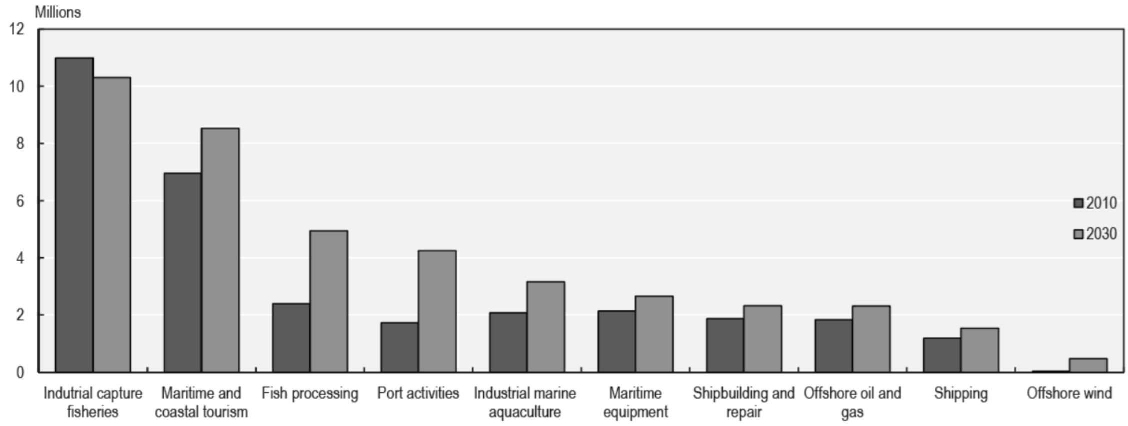


圖 3-16　2010 年與 2030 年海洋特定產業之就業機會比較（資料來源：OECD, 2016）

表 3-9　世界各國海洋產業分類（資料來源：邱文彥，2017）

產業類別	美國	加拿大	法國	澳洲	中國大陸
海洋漁業	●	●	●	●	●
近海石油與天然氣	●	●	●	●	●
海底礦產	●	●	●	●	●
海洋運輸	●	●	●	●	●
船舶建造與維修	●	●	●	●	●
海洋旅遊	●	●	●	●	●
海洋建築工程	●	●	●		●
海洋電力			●	●	●
海洋電子與通訊	●	●	●		●
海水利用				●	●
海洋生物製藥					●
海洋化工					●
海洋金融服務			●		●
海洋科技研究		●	●	●	●
公共服務		●	●	●	●

臺灣是個海洋國家，實際管轄的海域面積是陸域的 4.72 倍，因此，海洋產業勢必為發展之重要項目。2006 年，行政院研究發展考核委員會出版的海洋政策白皮書中，以廣義的方式，將海洋產業定義為「利用海洋或依賴海洋而發展的相關事業的統稱」，並將其分為航港造船產業、海洋漁業、海洋科技產業與海洋觀光遊憩。2009 年，行政院農委會漁業署出版的我國海洋產業範疇內容及統計方式研討中，將海洋產業範疇分為「海洋基本產業（如：漁業、船舶建造與維修業、海洋運輸業與海洋旅遊業等）」、「海洋新興產業（如：海洋科技製造業）」與「海洋服務業（如：海洋教育與科技研究業）」。近年來海洋產業對於臺灣之經濟發展貢獻良多，端看遠洋漁業、航運與造船之發展，可以發現臺灣擁有相當堅強的海洋產業實力（蔡英文，2015）。

而由於臺灣目前仍尚未針對海洋產業或分類進行正式定義，對此，研究先行參考邱文彥於 2017 年基於海洋提供人類使用之功能，將海洋產業分為海洋生物性資源產業、海洋非生物性資源產業、海洋運輸與造船產業、海洋與海岸工程產業、海洋觀光遊憩產業、海洋汙染防治產業以及海洋科技研究與發展產業（表 3-10）。有鑑於各項海洋產業之發展，勢必會面臨到相互衝突與競合之情形，因此，應積極規劃並制定管理規範，使海域合理且有效被利用，以因應未來發展之需求（蘇偉成，2009）。隨著海洋委員會之成立，為了打造優質海洋產業發展環境，並兼顧環境永續使用之目的，海洋委員會於 2019 年制定「海洋產業發展條例草案」，當中將海洋產業定義為指利用海洋資源與空間進行各項生產及服務活動之下列產業：1）海洋能源、2）海洋生物科技、3）海洋水科技、4）海洋礦資源、5）海洋文化、6）海洋運動、觀光、遊憩、7）海洋監測及測繪、8）海洋資訊服務、9）海洋工程、10）海洋運輸及輔助、11）海洋漁業、12）海洋環境保護、13）其他經中央主管機關指定之產業。然而，條例草案較無提及氣候變遷與調適之

內容，建議應考量氣候變遷所帶來之威脅，待條例通過後，著手針對不同之縣市區域，來詳盡評估氣候變遷對於各項海洋產業之影響，以及相關調適與減緩策略，進而強化海洋產業之發展。

表 3-10 依功能分類之海洋產業別（資料來源：邱文彥，2017）

海洋產業	功能	業務內容	舉例說明
海洋生物性資源產業	提供食物功能	舉凡海洋中具有經濟價值之動、植物均屬之。	漁業、養殖業
海洋非生物性資源產業	提供能源功能	舉凡海洋中任何型態且具有開採、利用價值之能源礦物均屬之。	海底礦產、近海石油
海洋運輸與造船產業	運輸媒介功能	透過海洋為管道，連結兩陸岸所提供之工具與服務均屬之。	海運、造船業
海洋與海岸工程產業	空間利用功能	海洋中及鄰近海洋且需考量水體條件（如波浪或潮汐等）之人工結構物均屬之。	海洋建築、港灣工程
海洋觀光遊憩產業	休閒遊憩功能	提供動態或靜態海上及近岸休閒活動之服務均屬之。	潛水活動、賞鯨活動
海洋汙染防治產業	吸納污染功能	對造成海域生態環境負面影響之因子，提供預防、處理或補救之技術與服務。	海洋廢棄物處理、汙泥處理
海洋科技研究與發展產業	教育研究功能	從事有關海洋基礎研究或應用研究、海洋環境教育、海洋利用規劃或諮詢單位均屬之。	海洋教育

3.2.2 海洋產業相關調適與減緩策略

研究針對關鍵海洋產業(海洋生物性資源產業、海洋非生物性資源產業、海洋運輸與造船產業與海洋觀光遊憩產業）進行深入探討，瞭解氣候變遷對其所帶來之影響以及相關調適與減緩策略。其餘三類（海洋與海岸工程產業、海洋汙染防治產業、海洋科技研究與發展產業）較屬於輔助性海洋產業，僅進行初步探究。

（一）海洋生物性資源產業

以海洋生物性資源產業來說，世界上許多地方之漁業與水產養殖業正面臨到氣候變遷所帶來之挑戰（圖 3-17），這些挑戰來自於極端溫度、海水酸化以及暴雨強度與頻率增加，改變原有之物種分布、物種組成與生產力等，進而導致生態與社會經濟之不確定性提升，同時對於漁民、養殖業者和漁村造成風險（Barange et al., 2018）。此外，氣候變遷所導致之漁獲量下降，將對於全球漁業生產與漁產品供需之穩定性產生影響（圖 3-18），引發糧食安全之疑慮，而臺灣方面目前同樣面臨相同之問題與困境（侯清賢，2016）。

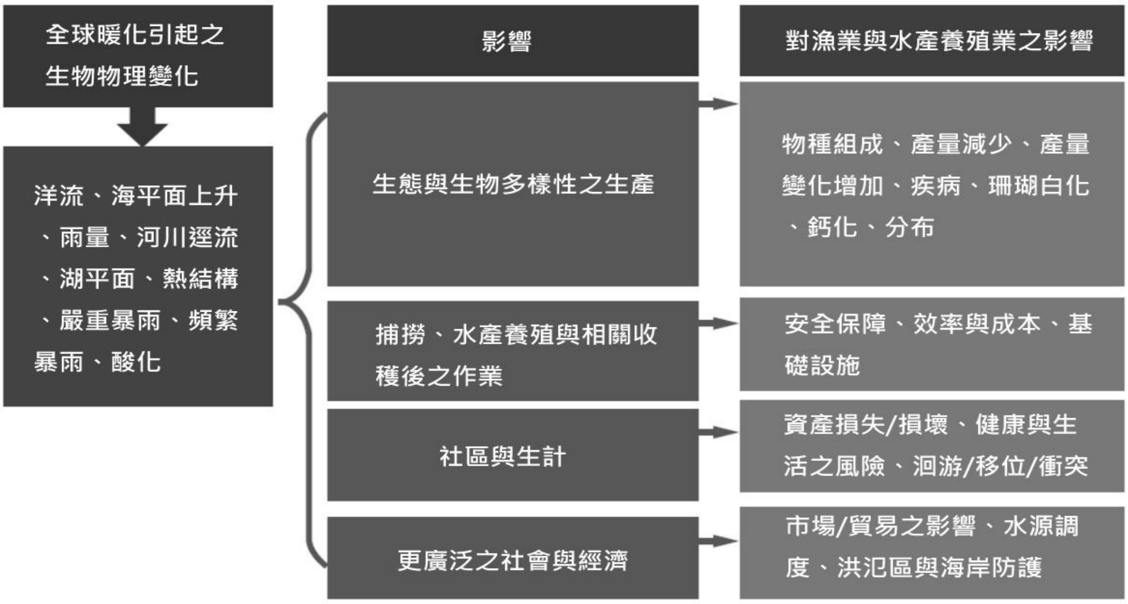


圖 3-17　氣候變遷對於漁業與水產養殖業之影響（資料來源：Barange et al., 2018）

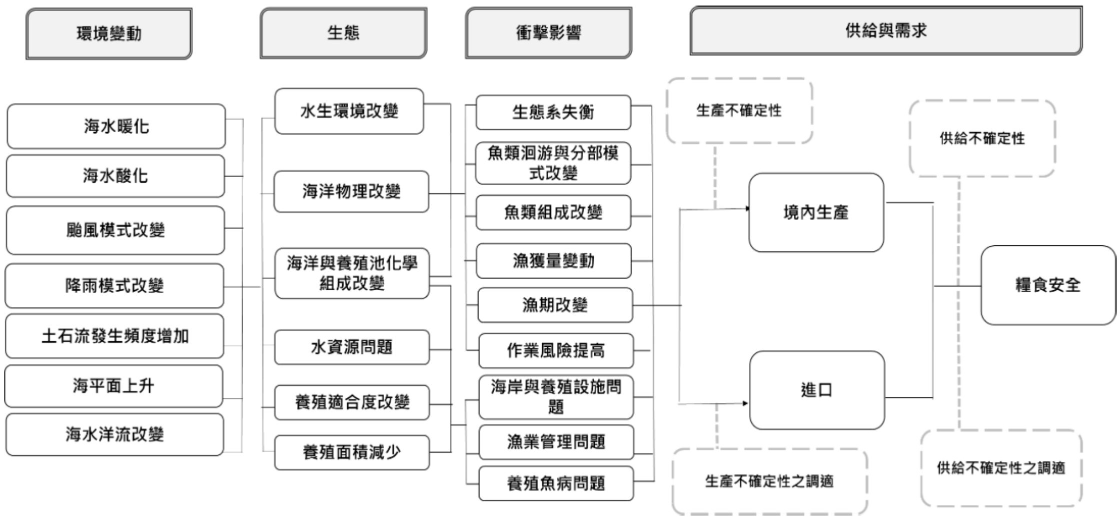


圖 3-18　氣候變遷對漁業生產與漁產品供需影響途徑（資料來源：侯清賢，2016）

有鑑於過去專門針對漁業與水產養殖業所制定之調適策略不多（Cinner etal., 2018），為了協助國家、地方與社區減緩氣候變遷所帶來之衝擊，Barange 等人於 2018 年之研究，將漁業與水產養殖業之概念融入 IPCC 之脆弱度模型中（圖 3-19），藉由加以評估脆弱度來確定實用之調適策略，並且透過相關案例分析將調適行動分為 1）制度與管理、2）生計以及 3）針對恢復力來降低與管理風險（圖 3-20），進而提供後續可用之因應氣候變遷方針。同時，世界各國在因應氣變遷對於沿近岸漁業生態之影響亦提出相關行動案例（表 3-11），從中可發現各國之行動案例大多以海岸棲地保護、制定管理政策與提升教育宣導這三大面向為主軸，並寄望採取事前預防之形式，以避免事後補救得花費更多人力與物力。

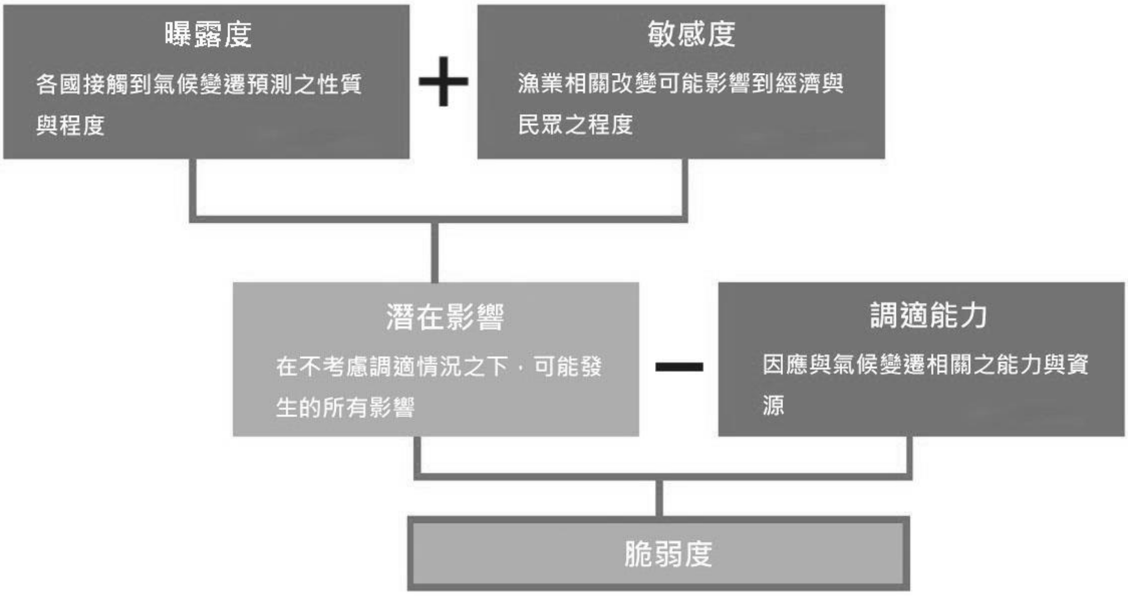


圖 3-19　以漁業與水產養殖業之背景所調整之 IPCC 脆弱度模型（資料來源：Barange et al., 2018）

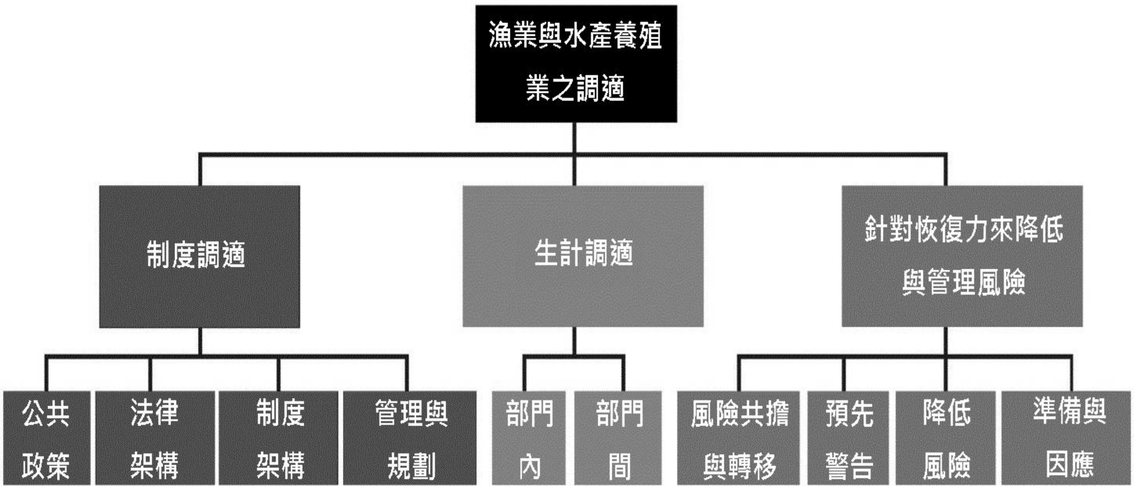


圖 3-20　調適行為之分類（資料來源：Barange et al., 2018）

表 3-11　各國因應氣變遷對於沿近岸漁業生態影響之行動案例（資料來源：教育部，2016）

國家	行動案例	案例說明
泰國	保護示範區建立	聯合周邊國家共同選擇區域進行適應性管理
	提高相關知識教育宣導	透過海報文宣增加人民對氣候變遷造成衝擊的認知
斐濟	海岸防護措施建置	短期策略：建構防波堤保護海岸線 長期策略：如種植紅樹林提供水生生物棲息，同時保護阻體設施流失
祕魯	創新保險制度建立	針對氣候變遷造成的損失進行保險
墨西哥	沿岸生態恢復與重建	利用原生植物進行生態廊道建置與棲息地的恢復，維持生態系統功能
	濕地保護管理策略訂定	包含更新法規與加強區域治理
埃及	生態沿岸廊道設立	棲地恢復措施與海岸防護措施建置
	氣候風險評估	進行沿岸帶海域開發對漁業與生態影響調查，進行長期性的調適策略

而臺灣方面，由於臺灣較易受到氣候變遷之影響，為因應氣候變遷對於臺灣漁業之衝擊，2010 年漁業署彙整國內外與氣候變遷對漁業衝擊及其調適策略相關之文獻，最終根據臺灣之漁業政經背景提出 5 項調適建議（林坤龍，2010）：

- 建立臺灣漁業氣候變遷調適資訊平台；
- 定期監測與預測氣候變遷對我國主要水產資源棲息環境之影響；
- 建立海洋生態避難走廊；
- 與水共生還地於河；
- 開發主要增養殖魚種之增養殖轉換判斷指標。

除此之外，聯合國糧食及農業組織（Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO）針對沿近岸漁業調適策略所提出之建議如下（教

育部，2016）：

(1) 漁場生產力降低之調適：包含開發高價市場與加強漁撈能力。

(2) 因應漁業捕獲量變動加劇之調適：增加漁民收入來源，避免單一化、建立保險制度、針對復原能力較佳的生態系統進行預防管理且進行綜合性調適管理。

(3) 因應漁場分布改變之調適:針對具有商業用途的魚類進行魚群洄游路徑預測技術研發之投入，增強漁海況預報之能力。

(4) 因應獲利下降之調適：降低成本提高作業效率、輔導漁民兼業以分散漁民謀生策略，增加收入來源，同時建立漁業的退場機制。

(5) 因應極端氣候造成海平面上升、暴潮與洪氾對沿岸漁村設施衝擊之調適：政府部門相關單位提早規劃撤退與安置計畫，興建阻體設施，同時安排重建與災害應變計畫、設立預警系統與講習並協助易受危害之區域遷移。

(6) 漁撈作業風險增加之調適：生命、資本設備的私有保險、理賠、遇難救助等保險制度之改革或調整、天氣預警系統準確率與船隻穩定度與安全性改善方面的投資。

(7) 貿易與市場衝擊之調適：市場與產品多樣化、提供價格與市場變動相關資訊服務。

(8) 海岸帶環境變動使捕魚人口增減之調適：對既有相關管理組織的協助與功能強化，同時漁業管理者必須具備相關能力與知識，以進行未來氣候變遷對漁獲量所帶來的影響之調適。

（二）海洋非生物性資源產業

有鑑於電力為人類生活不可或缺的一部分，但現階段大多的發電系統仍然仰賴化石燃料，以至於溫室氣體大量被排放，亦為造成氣候變遷的主因之一，舉例來說，2012 年歐盟 27 個國家的溫室氣體排放量中有 27%來自於電力，對此，歐盟執行委員會（European Commission）寄望透過調整發電系統，於 2050 年將電力之溫室氣體幾乎零排放（Berrill et al., 2016）。隨著 2015 年聯合國所通過之巴黎協議（Paris Agreement）[4]，要求各個國家每 5 年提出屬於自己國家之「國家自定貢獻(Nationally Detemined Contributions, NDCs)」，並在 5 年期間內執行，當中可再生能源被認為是關鍵要素（圖 3-21）（IRENA, 2017）

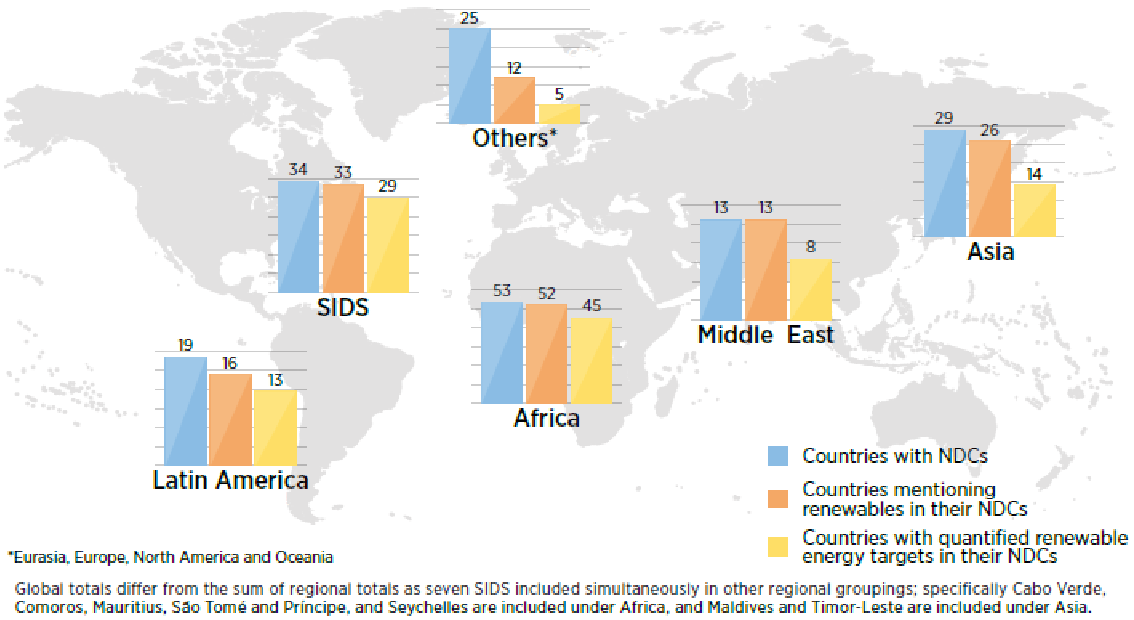


圖 3-21　將可再生能源納入國家自定貢獻（資料來源：IRENA, 2017）

[4] 巴黎協議（Paris Agreement）：被視為承接 2020 年京都議定書失效後，下一世代具約束力的國際溫室氣體減量協定，其生效門檻與京都議定書相同，為 55 個且總和占全球 55% 溫室氣體排放量以上締約國同意，始生效力。其重點包括：

- 以前工業時代為基準值， 21 世紀末，全球升溫控制在攝氏 2 度 C 以下，並追求限制升溫 1.5 度 C 目標。
- 2020 年前，國際間每年籌措 1,000 億美元氣候基金投入溫室氣體減量工作（主要為協助開發中國家減量）。
- 每 5 年檢討各國自主減量貢獻及減量目標執行成效，並進行滾動式調整縮小缺口。

然而，氣候變遷同樣會對於發電系統產生影響（Cronin et al., 2018）。例如：風力強度增加、暴風事件頻繁、海岸侵蝕加劇以及海平面上升等影響將損壞風力、波浪與潮汐等之發電裝置（Sims, 2004），表 3-12 為氣候變遷對於能源產業之主要影響。對此，研究以再生能源產業為主，特別針對臺灣目前正興起之風力發電進行考量，後續透過相關文獻探討以瞭解相關調適策略。

表 3-12　氣候變遷對於能源產業之主要影響（資料來源：EUEI PDF, 2017）

	暖化趨勢	降水	氣旋	海平面
水力發電	➢ 高溫可能會導致冰川融化，增加水盆地之水量 ➢ 由於極端溫度導致水庫蒸發量增加，影響能量產生	➢ 降水量變化可能會增加逕流變化 ➢ 乾旱可能會影響逕流與能量輸出	➢ 設備損壞可能會降低輸出	➢ 沒有重大影響
風力發電	➢ 溫度升高可能會降低空氣密度，降低能量輸出	➢ 沒有重大影響	➢ 風速改變可能會增加輸出之可變性 ➢ 氣旋所造成之破壞可能會縮短發電廠之壽命與輸出	➢ 海平面上升可能會破壞海上基礎設施
生質能	➢ 溫度升高可能會影響作物產量與灌溉需求 ➢ 極端溫度可能引發火災，並威脅作物	➢ 降水波動可能導致不同的灌溉需求 ➢ 乾旱可能會影響作物產量	➢ 風暴可能會威脅作物產量	➢ 侵蝕與鹽化可能會威脅作物產量
太	➢ 高溫可能會	➢ 雲量增加可	➢ 極端事件可	➢ 沒有重大影

	暖化趨勢	降水	氣旋	海平面
陽能發電	降低太陽能電池之效率 ➢ 高溫可能會改變集中太陽能之效率	能會降低太陽能電池之電量 ➢ 乾害可能會影響集中太陽能發電極端事件	能會破壞結構，並縮短發電廠之壽命	響
熱能發電	➢ 較高的冷卻水溫可能會降低發電廠效率	➢ 含水量增加可能會影響石化燃料之質量 ➢ 乾旱可能會影響冷卻水之可用性	➢ 氣旋可能會破壞發電廠基礎設施	➢ 海平面上升可能會增加離岸基礎設施造成損害之風險

亞洲開發銀行（Asian Development Bank）於 2012 年針對電力部門之氣候風險與調適進行研究，進而提升亞太地區能源部門對於氣候變遷風險與脆弱度之認識，以海上風力發電來說，氣候變遷可能會造成 4 種類型之影響：1）漂浮之海冰會損壞海上風機基礎設施、2）海平面上升可能會破壞低窪海岸地區之風機基礎設施、3）隨著淡水減少，海洋負荷增加，預計將導致風機結構腐蝕以及 4）風力與波浪強度增加將破壞基礎設施，使得海上風機需要承受更大的力量，而風力渦輪機（Wind turbines）之設計雖然能夠應對各種條件，但仍需要先行預測風速增加之情況，以取得更多的電能，表 3-13 統整了氣候變遷對於風力發電之關鍵影響與調適方案。

表 3-13　風力發電之關鍵氣候影響與調適（資料來源：Asian Development Bank, 2012）

氣候變量	物理要件	關鍵影響	調適選項
一般	➢ 全部	➢ 如下所列	➢ 發展基於氣象之天氣/氣候預報
風速	➢ 旋轉葉片/軸 ➢ 塔架/基樁 ➢ 發電機	➢ 風速變化會減少發電量（渦輪機不能在很高或很低之風速下運行） ➢ 在風速運行範圍內，輸出受到風速之影響很大 ➢ 風力模式與持續時間之變化影響輸出（如：預測輸出之能力）	➢ 設計能夠運行且承受更高風速、陣風與風向之渦輪機 ➢ 安裝較高的塔架以取得更高海拔之強風 ➢ 在渦輪機使用壽命期間，預測風速變化，進而選址 ➢ 開發與商業化垂直軸風力渦輪機（產能更多且能夠於更廣之風速範圍內運行）
氣溫	➢ 旋轉葉片/軸 ➢ 發電機	➢ 極端寒冷期間會影響產出（如：渦輪機與葉片結冰）	➢ 在選擇與操作渦輪機與葉片時，考量極端溫度之影響
風暴潮	➢ 塔架/基樁	➢ 破壞離岸風場	➢ 強化結構
極端事件	➢ 旋轉葉片/軸 ➢ 塔架/基樁	➢ 破壞基礎設施 ➢ 較難以進入海上區域（如：維修）	➢ 設計離岸風機，來抵抗預期增長之風與波浪 ➢ 確保長期電能產量與損害不受風暴之影響 ➢ 確保具備快速緊急搶修團隊
註： 旋轉葉片（Rotor blades）/軸（shaft）、塔架（Tower）/基樁（foundation）、發電機（Generator）			

歐盟能源倡議夥伴關係對話工具（EU Energy Initiative Partnership Dialogue Facility, EUEI PDF）於2017年提出「發展中國家能源與氣候變遷調適（Energy and Climate Change Adaptation in Developing Countries）」研究報告，寄望能夠將能源部門與氣候變遷調適進行連結，來有效的提出相關氣候變遷調適措施，當中針對風力發電之調適措施為提升渦輪機設計以承受較高之風速，以及增加塔架高度以取得較強之風力，同時，能源之傳輸與配送也可能受到氣候變遷衝擊，亦需要有調適措施（表 3-14），此外，有效的調適措施之執行仰賴於所有權益關係人，例如，學術界之研究成果提供公部門作出有效之政策架構來促進調適、捐贈者則給予財政上之支持以及管理者扮演監督之角色等，不同的權益關係人將在氣候變遷調適中作出各自之貢獻（表 3-15）。

表 3-14　能源傳輸與配送之影響與調適措施（資料來源：EUEI PDF, 2017）

	氣候變遷之影響	調適措施
暖化趨勢	➢ 較高的溫度可能會增加傳輸線之電阻，降低傳輸效率 ➢ 較高的溫度可能會增加火災風險，破壞包括電線在內之基礎設施	➢ 溫度提升可能需要額外的電線保護 ➢ 使用地下傳輸與轉換結構
降水	➢ 降水變化可能阻礙或延遲公路運輸，影響石油或天然氣運輸	➢ 無
氣旋	➢ 風暴與強風可能會損壞基礎設施與電線，降低系統之可靠性	➢ 極端事件可能需要增強電線之穩健性 ➢ 極端事件可能需要應急計畫程序，並定期評估與監測基礎設施 ➢ 極端事件可能需要混凝土建築，而不是金屬（結構更耐風與鏽蝕）
海平面	➢ 海平面上升可能會導致基礎設施受到海水鏽蝕而損壞	➢ 海平面上升可能需要搬遷，並增加穩健性以避免海水鏽蝕

表 3-15　權益關係人與各氣候變遷調適措施（資料來源：EUEI PDF, 2017）

權益關係人 調適措施	學術界	管理者	政府	產業	捐贈者
提升氣候變遷影響之認識	✓		✓		✓
氣候變遷風險評估	✓	✓	✓	✓	✓
能量供應/儲存容量/存取之多樣化與增加	✓		✓	✓	✓
選址地點規劃		✓		✓	
預警與災難恢復管理系統		✓	✓	✓	✓
強化基礎設施		✓		✓	✓
能源/水效率	✓		✓	✓	✓
能源安全標準		✓	✓	✓	✓
監測與評估	✓	✓	✓		✓

（三）海洋運輸與造船產業

海運業雖不受到聯合國氣候變化綱要公約與京都議定書之規範，但其二氧化碳排放量並不容忽視，根據 2017 年之統計資料，海運業佔全球排放量約 2.3%，倘若不加以管理，預計於 2050 年時全球海運業之排放量將增加 250%，對此，2018 年國際海事組織（International Maritime Organization, IMO）通過「船舶溫室氣體排放減量之初步方針（Initial IMO strategy on the reduction of GHG emissions from ships）」，其內容包括 3 種國際海運業溫室氣體減排目標：1）透過對新船實施下一階段的「能源效率指數（energy efficiency design index）」要求，降低船舶碳強度 （carbon intensity）、2）降低國際海運業之碳強度與 3）國際海運業溫室氣體達排放峰值並迅速減排，以最終零排放為目標（江庭瑀，2018）。由此可見，海運業與氣候變遷有著密切之關係。

除此之外，根據 Gelete G 等人於 2018 年之研究指出，氣候變遷可能對水運基礎設施與物流產生正面和負面之影響，其中正面影響為溫度提升融化了世界上許多湖泊與溪流的冰，增加運輸的可能性，例如：北極海面的冰層消失，開通了西北航道，提供歐洲、北美、亞洲與俄羅斯間一個有效率之交通機會，而負面影響為海平面上升、暴雨強度與頻率增加將對於船舶與港埠造成損害，例如：暴雨所帶來之洪水可能會導致渠道關閉。對此，研究以海洋運輸業為主，後續透過相關文獻探討以瞭解相關調適策略。

Garnacho 等人於 2013 年提出「海洋氣候變遷調適行動計畫（Marine Adaptation Climate Change Action Plan, MACCAP）」，當中針對運輸業提出氣候變遷之 7 大影響與風險（表 3-16），並給予相關調適行動（表 3-17）。

表 3-16　氣候變遷之影響與風險（資料來源：Garnacho et al., 2013）

氣候作用	影響/風險
海平面上升與風暴	➢ 港埠損壞
海上風暴之變化	➢ 渡輪服務中斷
風暴頻率、波浪高度與風力強度之變化	➢ 航行渠道沉積改變（需要疏濬、重新繪製地圖、安全問題） ➢ 運輸途中貨物遺失以及更頻繁之事故發生 ➢ 減少取得海砂資源
融冰	➢ 更多不可預測之狀況造成船舶事故風險 ➢ 透過北極航運減少距離與燃料成本

表 3-17　氣候變遷風險之調適行動（資料來源：Garnacho et al., 2013）

氣候變遷風險	調適行動
港埠損壞	➢ 改善與港埠相關之風暴預報（地方規模） ➢ 規範港埠基礎設施設計之安全限制 ➢ 建設更具有恢復力之港埠設施 ➢ 維護連結港不知運輸線（公路/鐵路）
渡輪服務中斷	➢ 更好的即時天氣預報/降尺度 ➢ 規範船舶設計/營運之安全限制 ➢ 建造更多避風港設施 ➢ 橋梁或隧道施工（取代） ➢ 波浪監測與預警
航行渠道沉積改變（需要疏濬、重新繪製地圖、安全問題）	➢ 在不久的將來重新繪製海底地圖，並承諾後續會定期重新繪製 ➢ 更好的風暴預測 ➢ 波浪監測與預警

（四）海洋觀光遊憩產業

有鑑於海洋與海岸環境是戶外休閒旅遊受歡迎的區域之一，以至於海洋與海岸旅遊業不斷發展，其中適當的天氣條件以及具有吸引力的環境是不可或缺之要素，但氣候變遷將對其造成影響，不過旅遊業同樣也是溫室氣體排放的重要來源，進而導致氣候變遷（Moreno et al., 2009）。Garnacho 等人於 2013 年之研究中，同樣提出氣候變遷對於旅遊業之影響與風險（表 3-18），對此，研究以海洋觀光遊憩業為主，後續透過相關文獻探討以瞭解相關調適策略。

表 3-18　氣候變遷之影響與風險（資料來源：Garnacho et al., 2013）

氣候作用	影響/風險
海平面上升與風暴	➢ 旅遊基礎設施之損壞或風險增加，包括海灘損失
更頻繁之暴洪	➢ 海岸旅遊業風險增加
海水溫度升高與河流流量變化	➢ 透過分布轉移與河流流量改變，對休閒漁業造成影響
氣溫與海溫升高	➢ 改變海岸觀光客之旅遊條件
風暴頻率、波浪高度之變化	➢ 改變帆船或衝浪之機會
風向/強度之變化	➢ 改變帆船或衝浪之機會
低氣壓頻率之變化	➢ 平靜之天氣有助於浸沒式水上運動（immersion water sports），如：水肺潛水（scuba diving）
海水溫度升高	➢ 改善完全浮現式休閒活動（full emersion recreational activities）之條件，如：衝浪（surfing）
融冰	➢ 增加北極郵輪旅遊之機會

由於英國的遊艇（boating）、高級遊艇（superyacht）與小型商業海洋產業每年價值 30 億英鎊，員工數量更是超過 3 萬人，因此，由英國的海洋科學家、政府與業者所組成之海洋氣候變遷影響合作夥伴（Marine Climate Change Impacts Partnership, MCCIP）於 2014 年之研究報告，特別針對英國的海洋休閒產業（marine leisure industry）進行探討，當中提到氣候變遷將對於旅遊之商業行為產生影響（表 3-19），對此，透過研討會制定出相關減緩措施（表 3-20），進而採取相關作為。

表 3-19　氣候變遷所產生之商業後果（資料來源：MCCIP, 2014）

氣候變遷影響	商業後果
海平面上升	➢ 基礎設施將會淹沒 ➢ 海浪可能會高於碼頭之防禦 ➢ 服務中斷，影響想關成本與聲譽
氣溫升高	➢ 溫暖的夏季導致英國旅遊旺季延長，特別是在海岸地區 ➢ 英國的條件比地中海更加舒適，增加了收入 ➢ 夏季工作人員與遊客的高溫安全風險，雖然冬季較為溫暖，但在結冰之碼頭仍會降低安全風險 ➢ 需要考量基礎設施之能力，以支持隨著夏季變暖而增加之遊客人數（如紓緩交通壅賭以及避免船隻碰撞）
海溫升高	➢ 延長水上運動（如划水、帆船）之季節 ➢ 增加外來種對於結構與船隻之汙染
降雨模式改變	➢ 洪水對於區域與船隻造成破壞 ➢ 大雨擾亂物流或導致臨時關閉 ➢ 降雨模式變化導致沉積物供應改變，影響疏濬 ➢ 較乾旱之夏季導致限水
風暴、風與波浪之改變	➢ 高潮或風暴潮之封閉 ➢ 波浪高度影響安全性 ➢ 冬季風暴導致船隻損壞 ➢ 大風導致服務中斷 ➢ 中斷服務導致較高之保險費 ➢ 風越來越有力於帆船賽事，影響賽程安排

表 3-20　相關調適措施（資料來源：MCCIP, 2014）

關鍵領域	調適措施
海平面上升、風與風暴對於基礎設施之影響	➢ 在任何新的設計工作中考量海平面上升（如碼頭要增加多少高度） ➢ 簽署環境部（Environment Agency）的洪水預警服務 ➢ 制定洪水現場應急計畫，並確保員工接受培訓以做出回應 ➢ 確保基礎設施的定期維護，並保持良好的工作狀態以增強對極端事件之抵禦能力 ➢ 透過商業協會來分享最佳實踐 ➢ 尋求實用之建議來作為準則
天氣條件改變之影響	➢ 透過資訊、活動與特別優惠來促進較長之旅遊季，包括透過社群媒體來吸引年輕人 ➢ 基於瞭解客戶行為偏好以應對不同的天氣條件，進而制定長期策略 ➢ 對於地方的承載力進行評估，以確保增加使用不會對於現有基礎設施產生不利影響 ➢ 回報外來種之發現頻率給當地的保護辦公室
環境立法與意識（包括碳排放）	➢ 針對碼頭進行能源審計（energy audit），以減少碳足跡與成本，並對於未來立法建立恢復力 ➢ 考量使用創新的綠色海洋技術，以改善區域和船舶之環境憑據（environmental credentials） ➢ 參與整體規劃協商（如：海洋可再生能源開發）

對於許多發展中的小島國家來說，海洋觀光遊憩業為主要之經濟來源，但同樣面臨到氣候變遷所帶來之威脅（表 3-21）（Hess & Kelman, 2017），為處於南太平洋之斐濟是著名之觀光勝地，然而，由於島嶼國家之旅遊業很容易受到氣候變遷之影響，因此，斐濟同樣面臨一定程度之威脅，例如：颶風強度之增加，不僅破壞了旅遊基礎設施，也使得交通運輸中斷，產生遊客滯留之問題，此外，當地的重要的珊瑚礁生態系統也受到威脅，預計未來 20-50 年內大部分珊瑚礁生物將消失，而這些都降低遊客前往斐濟之意願，對此，有研究透過訪談、實地考察與住宿調查來提出相關之調適措施（表 3-22）（Becken, 2005）。

表 3-21　氣候變遷對於發展中小島國家觀光遊憩業之影響（資料來源：Hess & Kelman, 2017）

氣候變遷影響	對於觀光遊憩業之影響
海平面上升	海岸侵蝕，以及海灘損失
不斷變化之風暴	遊憩設施損壞、保險費用增加，以及營運中斷
生物多樣性變化	自然景點與物種之減少，特別是對於珊瑚礁
溫度上升	遊客體溫升高，增加空調成本，以及珊瑚白化

表 3-22　熱帶島嶼旅遊業之調適措施（資料來源：Becken, 2005）

調適	減緩影響	環境管理上之影響	經濟面
植樹	透過碳匯減少淨二氧化碳排放量	有助於生物多樣性、水管理與土壤	可納入碳交易計畫中
節約用水	降低供水的能源成本	對於水資源有限之區域是正面的	節省成本，特別是往島嶼運水時
可再生能源	減少二氧化碳排放量	整體而言，汙染程度低於石化燃料	可以節省成本，減少燃料進口之依賴
使用天然建築材料（如木材）	地方生產之材料碳足跡相對較小	取決於種植地之永續性	刺激當地林業部門
減少水汙染	可能增加汙水處理之能源使用	有利於珊瑚礁與海洋生物	維持旅遊收入
海洋保護區/珊瑚礁保護	不確定的（Neutral）	對於海洋生物多樣性是正面的	維持旅遊收入
雨水收集	節省供水之運輸成本	可能會中斷自然水循環	長期節省成本
客戶教育	不確定的（Neutral）	提高認識	遏制遊客之風險
建築結構退一步	不確定的（Neutral）	當結構遠離海濱時是正面的	若維護成本降低，則是正面
多元化的市場	若新市場更具生態效益，則是正面	取決於新市場對於環境之影響	若新市場是高收益，則是正面
防惡劣天候的旅遊活動	取決於活動類型	取決於活動類型	對於當地社區收入是正面的
海水淡化	能源成本高	減輕淡水資源之壓力	昂貴
增加空調	增加二氧化碳排放量	柴油發電之空氣汙染	昂貴

調適	減緩影響	環境管理上之影響	經濟面
人工養灘	採礦與運輸之能源使用	擾亂生態系統	昂貴
透過海堤減少海灘侵蝕	不確定的（Neutral）	擾亂自然潮流，並導致其他地方侵蝕	昂貴、需要持續維護

為了協助泰國因應氣候變遷所帶來之影響，泰國於 2015 年制定國家調適計畫（National Adaptation Plan），以水管理（Water Management）、農業與糧食安全（Agriculture and Food Security）、觀光旅遊（Tourism）、公共衛生（Public Health）、自然資源管理（Natural Resources Management）與人類聚落與安全（Human Settlement and Security）六項實施準則作為基礎，各項實施準則有著各自之目標，並擬定相關策略來達成，表 3-23 為達成觀光旅遊目標之相關策略。

表 3-23　觀光旅遊目標之相關策略（資料來源：SONGKHAO, 2015）

目標	策略
發展與促進生態與永續旅遊	➢ 促進生態、文化與永續旅遊 ➢ 促進環境友善管理與行動 ➢ 基於因應氣候變遷之基礎設施來發展相關旅遊方式 ➢ 建立地方政府、旅遊業與社區生態旅遊與永續發展之能力 ➢ 重視永續市場
透過調適能力來減緩災害與氣候變遷所帶來之風險	➢ 制定地方標準之旅遊發展計畫 ➢ 制定適當之旅遊發展計畫，包括評估用水之效率 ➢ 制定預警系統與疏散計畫

3.3 文獻數據蒐集

研究挑選氣候變遷（Climate Change）、海洋空間規劃（Marine Spatial Planning）與海洋產業（Marine Industry）作為文獻數據搜尋之關鍵字詞，運用 Web of Scienc 文獻資料庫系統[5]進行準確主題檢索，採用旗下之 Web of Science 核心合輯[6]資料庫，出版年份設定為近十年(即：2009 年至 2018 年)，合計共有 14 多萬篇之出版物被確定有相關，出版物型態主要以期刊論文居多，從搜尋結果顯示相關領域之研究正逐年成長(圖 3-22)，2018 年時已有 2 萬多篇之出版物，其中又以美國（4.7 萬多篇）、英格蘭（1.7 萬多篇）與中國大陸(1.7 萬多篇)之出版物數量最多(圖 3-23)，而根據 Web of Science 領域來檢視，大多屬於環境科學（ENVIRONMENTAL SCIENCES）與生態（ECOLOGY）(圖 3-24)，研究同時將三個關鍵字詞進行分別討論，其分析成果如附錄六。

圖 3-22　2009 年至 2018 年出版物數量趨勢（資料來源：本研究製作）

5 Web of Science（簡稱 WOS），為美國 Clarivate Analytics 於 1997 年所建置之文獻資料庫系統，收錄自然科學、社會科學、人文與藝術等 256 個學科領域最新與回溯性的豐富資訊，資料每日更新且最早可回溯至 1900 年。

6 Web of Science 核心合輯，數據資料從 1955 年至今，檢索科學、社會科學及藝術和人文等領域的全球一流學術期刊、書籍及論文集，然後瀏覽完整的引用網路。

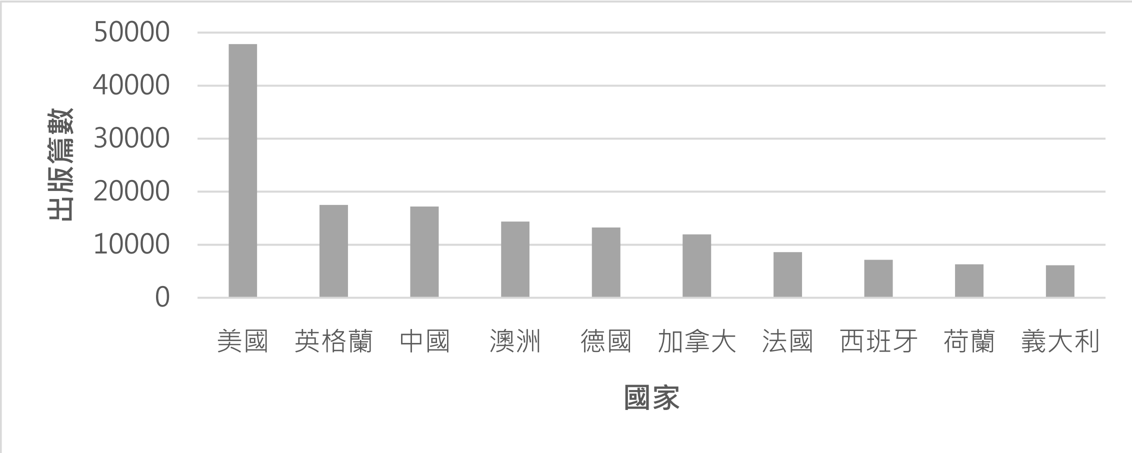


圖 3-23　前十大產量國家（資料來源：本研究製作）

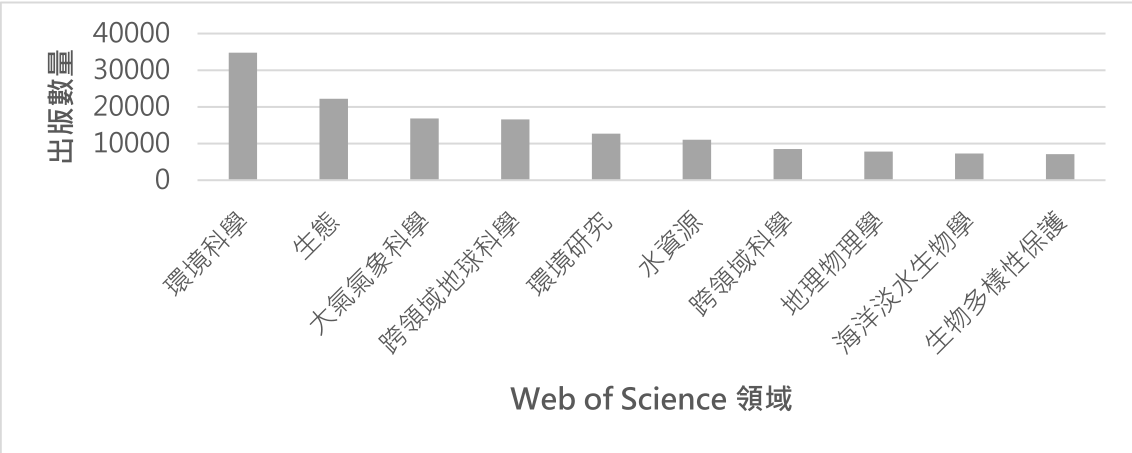


圖 3-24　前十大 Web of Science 領域（資料來源：本研究製作）

3.4 文獻計量分析

文獻計量學（Bibliometrics），又稱書目計量學，是 Alan Pritchard 於 1969 年提出，其定義為「將數學與統計方法應用於書籍與其他傳播媒介」（何光國，1994）。文獻計量學之目的在於提供知識結構與傳播的資訊，藉由文獻資訊分析來歸納出通則，並預測文獻數量增長之趨勢，以瞭解該知識領域之脈動（林巧敏，2009）。其中，文獻計量圖（Bibliometric map）是文獻計量學研究領域中的重要部分（van Eck, 2009）。因此，研究運用文獻可視化分析軟體 VOSviewer[7]來呈現文獻之間的相互關係，如：共現關係（Co-occurrence）、文獻耦合關係（Bibliographic coupling）以及共被引關係（Co-citation）等，基於社會網絡分析之概念，透過節點與連結來呈現關係強度與聚類成果，讓研究者能夠較明確的檢視文獻彼此間之關聯性。

研究將三大領域（氣候變遷、海洋空間規劃與海洋產業）之文獻蒐集數據進行匯出，但由於氣候變遷之文獻數量高達十多萬篇，而受限於 Web of Science 數據匯出上限為十萬，對此，研究增加調適（Adaptation）之關鍵字詞以減少搜尋之文獻數量，即：搜尋氣候變遷與調適。接著將所取得之數據檔案匯入 VOSviewer 中，進行共現關係分析來檢視三大領域所出現之共同關鍵字詞之關聯性與出現次數，進而檢視相關領域之發展趨勢，然而，為方便後續數據整理，研究從諸多共同關鍵字詞中，篩選前 100 個出現次數最多之關鍵字詞（表 3-24），圖 3-25 至圖 3-27 為共同關鍵字詞之出現次數（僅呈現出現次數較多的二十個）。

[7] VOSviewer 為荷蘭萊頓大學（Leiden University）的 Nees Jan van Eck 和 Ludo Waltman 於 2009 年共同開發，是一套免費之文獻可視化分析工具，以建構與檢視文獻計量圖（Bibliometric Map）。

表 3-24　三大領域所出現之共同關鍵字詞（資料來源：本研究製作）

領域	共同關鍵字詞*
氣候變遷與調適	adaptation, adaptive capacity, africa, agriculture, australia, barriers, **biodiversity**, capacity, carbon, **challenges**, change adaptation, **change impacts**, china, cities, climate, climate adaptation, climate change, climate change adaptation, **communities**, **conservation**, decision-making, **diversity**, drought, **dynamics**, ecology, **ecosystem services**, **ecosystems**, elevated co2, emissions, environmental-change, **environments**, europe, evolution, floods, food security, forests, **framework**, future, global change, global warming, **governance**, growth, health, **impacts**, india, **information**, irrigation, **knowledge**, land use, livelihoods, local adaptation, maize, **management**, migration, mitigation, **models**, mortality, ocean acidification, **patterns**, perceptions, **performance**, **perspectives**, phenology, phenotypic plasticity, **policy**, politics, **populations**, precipitation, productivity, projections, rainfall, **resilience**, **resources**, responses, **risk**, **scales**, scenarios, **science**, sea-level rise, selection, sensitivity, simulations, **social-ecological systems**, soils, strategies, stress, **sustainability**, sustainable development, **systems**, **temperature**, thermal tolerance, trends, uncertainty, united-states, **variability**, vegetation, **vulnerability**, **water**, weather, yield
海洋空間規劃	abundance, adaptive management, aquaculture, areas, assemblages, baltic sea, **behaviors**, benefits, **biodiversity**, biodiversity conservation, california, **challenges**, classification, **climate change**, coastal, coastal zone management, **communities**, connectivity, **conservation**, conservation planning, coral-reefs, cumulative impacts, **design**, distributions, **diversity**, **dynamics**, ecosystem approach, **ecosystem services**, ecosystem-based management, **ecosystems**, engagement, **environments**, europe, fish, fisheries, fisheries management, fishing effort, **framework**, geographic information system (gis), **governance**, great-barrier-reef, habitats, **impacts**, implementation ,indicators, **information**, integration, **knowledge**, land, lessons, **management**, mapping, **marine**, marine conservation, marine ecosystems, marine management, marine protected areas, marine reserves, marine spatial planning, marine strategy framework directive, maritime spatial planning, mediterranean sea, **models**, monitoring, networks, north-sea, ocean, ocean governance, participation, **patterns**, **perspectives**, **policy**, **populations**, protected areas, recruitment, reef, renewable energy, reserves, **resilience**, **resources**, **scales**, **science**, sea, sea use management, seabirds, services, **social-ecological systems**, species distribution, species distribution models, species richness, stakeholder engagement, stakeholder participation, stakeholders, **sustainability**, **systems**, uk, valuation, **variability**, **vulnerability**, **waters**
海洋產業	**behaviors**, damage, **design**, identification, **impacts**, **management**, **marine**, marine industry, mechanical-properties, microstructure, **models**, **performance**, **risk**, seawater, strength, **systems**, **temperature**
註： ➢　底線粗體字表示該關鍵字詞於另外兩個領域中亦有出現過一次	

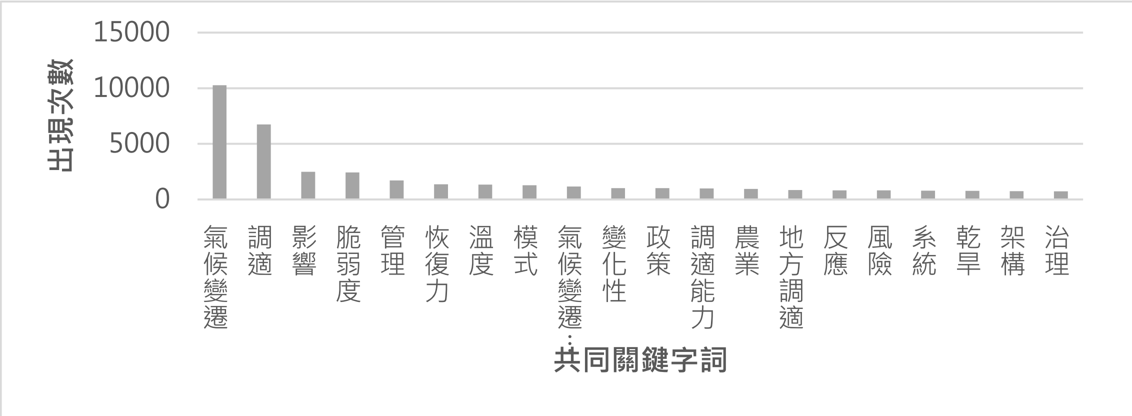


圖 3-25　與氣候變遷與調適相關之共同關鍵字詞出現次數（資料來源：本研究製作）

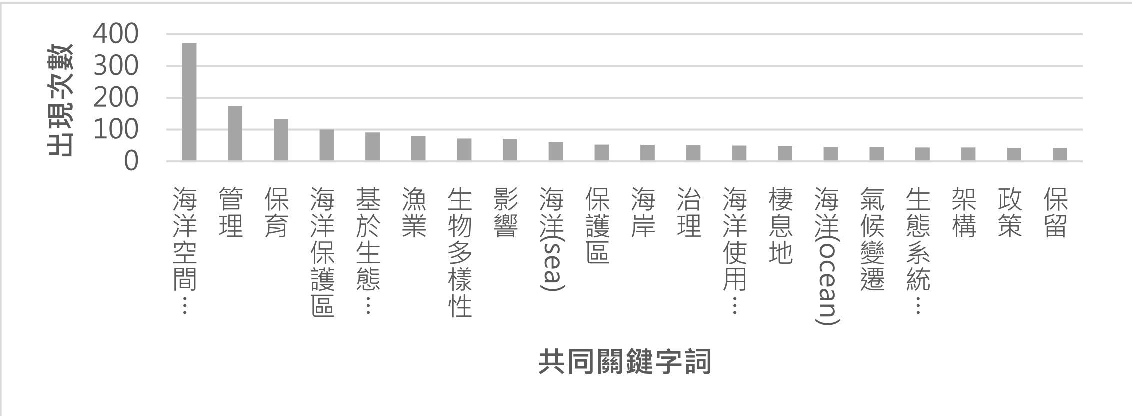


圖 3-26　與海洋空間規劃相關之共同關鍵字詞出現次數（資料來源：本研究製作）

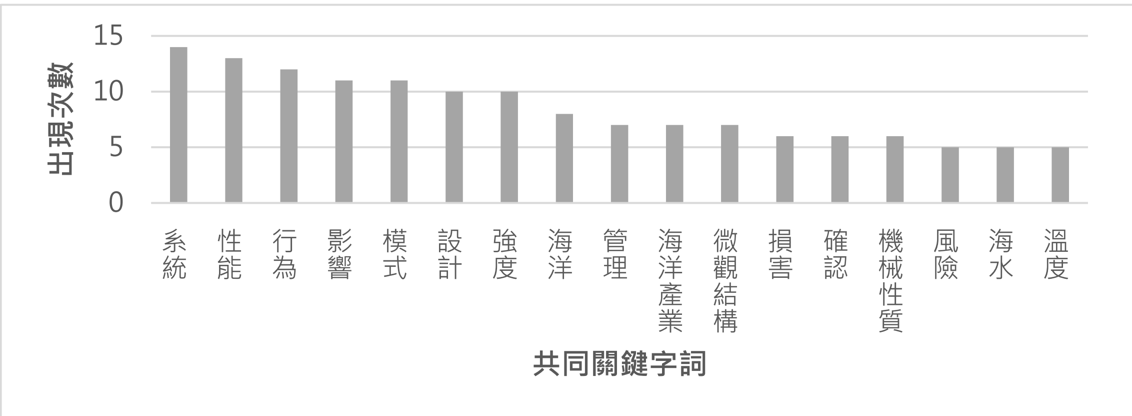


圖 3-27　與海洋產業相關之共同關鍵字詞出現次數（資料來源：本研究製作）

從分析結果得知，氣候變遷與調適領域近十年較為受關注之議題為其影響、脆弱度與管理，海洋空間規劃領域近十年較受關注之議題為管理（基於生態系統之管理）與保育，而海洋產業領域近十年則較關注於其系統與性能。此外，三大領域中有部分共同關鍵字詞重疊，其中氣候變遷亦為海洋空間規劃之共同關鍵字詞，而海洋空間規劃所分析出之共同關鍵字詞雖然並未出現海洋產業，但有部分海洋產業相關字詞，如：漁業、水產養殖與再生能源等，顯示這三大領域彼此間具有關聯性。

最後，研究透過 VOSviewer 分別呈現各領域之文獻計量圖，包含出現次數、時間和密度（圖 3-28 至圖 3-30），若以時間軸之角度來看，可以發現氣候變遷領域發展趨勢最初是由二氧化碳提升與脆弱度開始，接著延伸到氣候變遷、調適、減緩與影響，然後到近期的恢復力、風險、氣候變遷調適與改變調適。而海洋空間規劃領域則是由海洋使用管理、政策、社區與海洋服務開始，發展至海洋保護區、基於生態系統管理與生態系統方法，接著到後期的海洋空間規劃、管理與氣候變遷。海洋產業領域雖然文獻數量較少以至於共同關鍵字詞較少，但從中亦可發現其影響與損害為較新之發展趨勢。

3.5 小結

從各國相關文獻之蒐集與探究可以發現相關領域之研究正逐年成長，此外，氣候變遷與調適、海洋空間規劃以及海洋產業之領域彼此間具有相互之關聯。當中，聯合國科教文組織針對海洋空間規劃所提出之步驟與相關使用方式兼容性將作為後續研究之參考，而世界各國對於關鍵海洋產業之調適與減緩策略亦將作為後續研擬相關策略之依據。

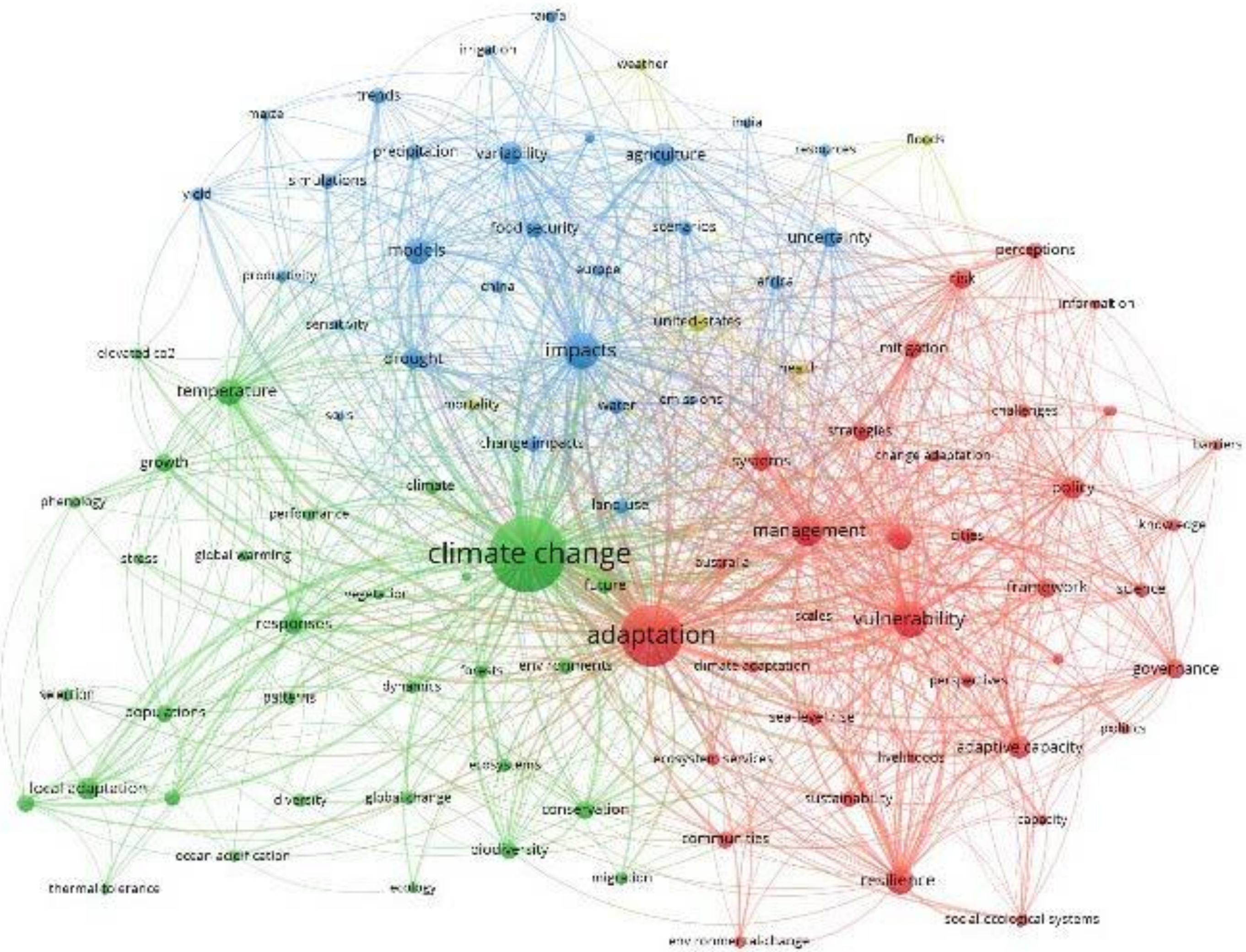


圖 3-28a　以出現次數之分析成果-氣候變遷與調適（資料來源：本研究製作）

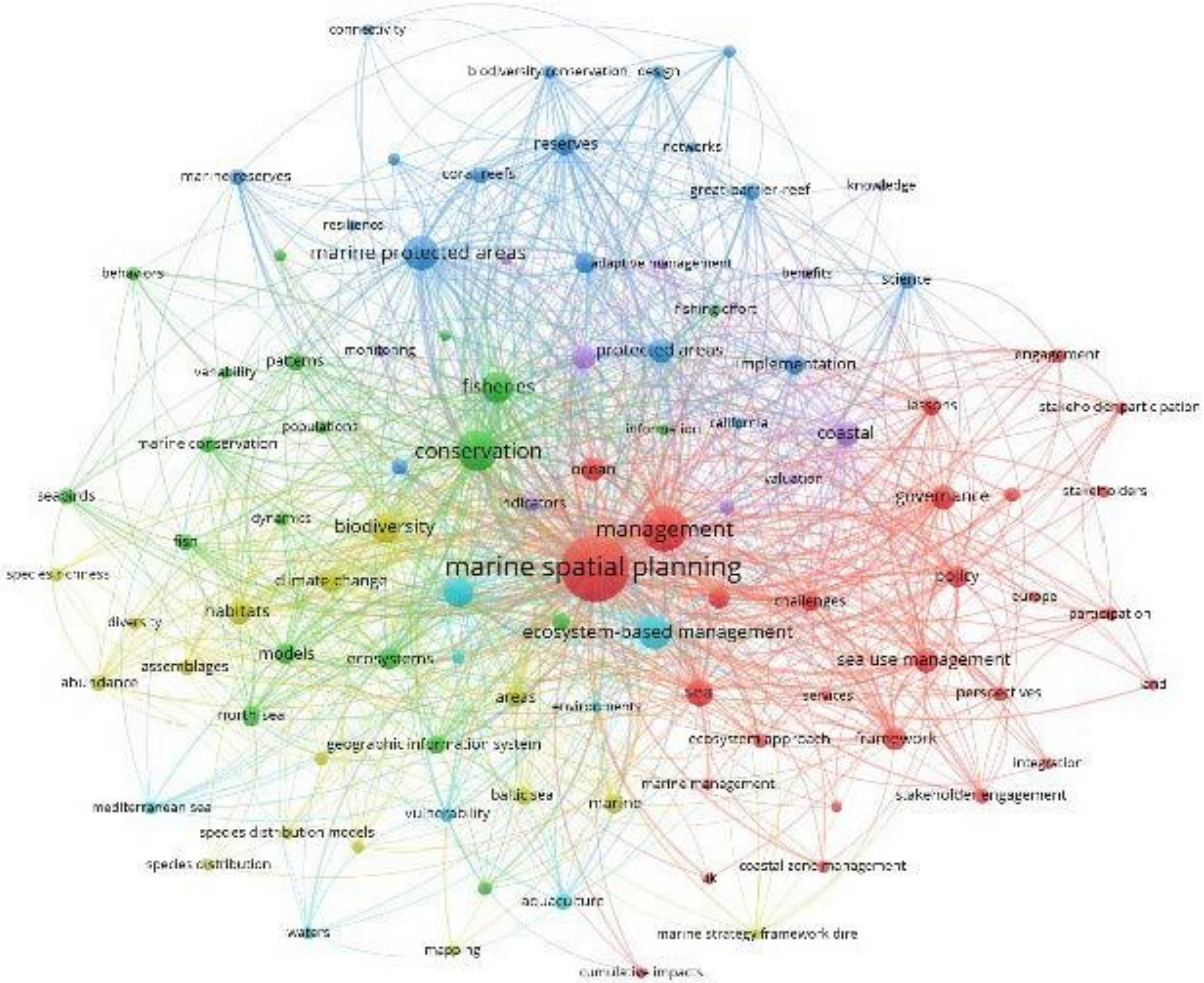


圖 3-28b　以出現次數之分析成果-海洋空間規劃（資料來源：本研究製作）

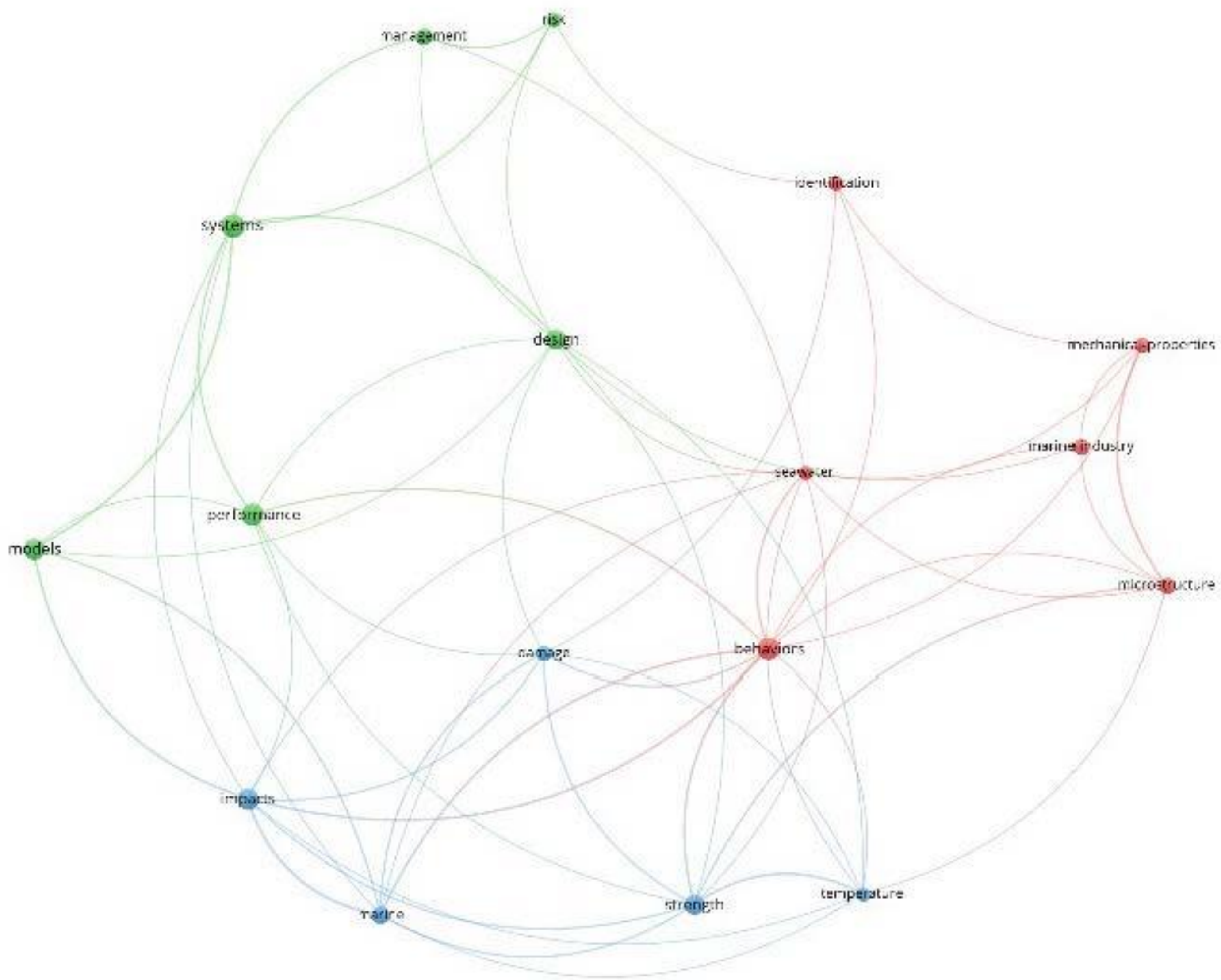


圖 3-28c　以出現次數之分析成果-海洋產業（資料來源：本研究製作）

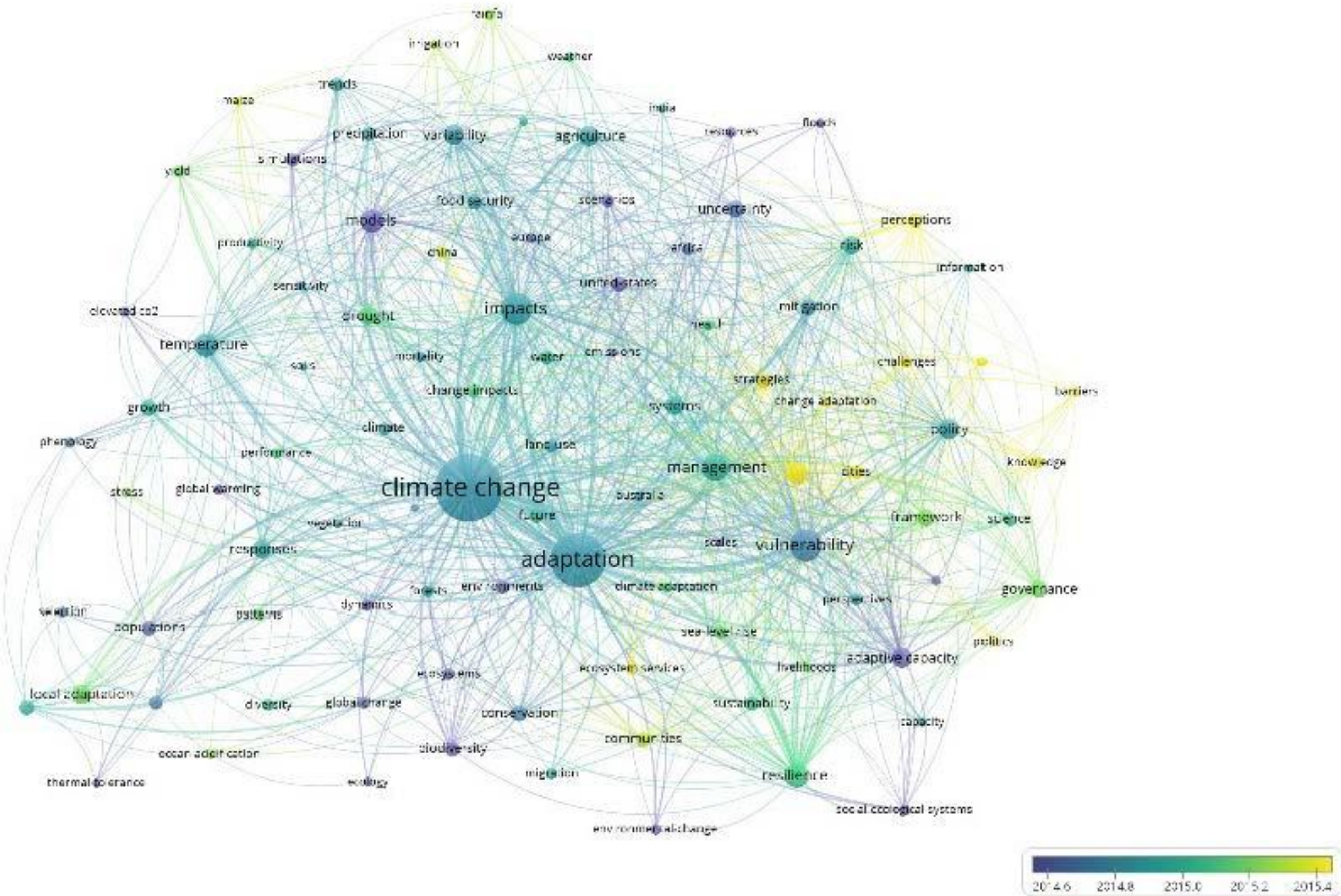


圖 3-29a　以時間之分析成果-氣候變遷與調適（資料來源：本研究製作）

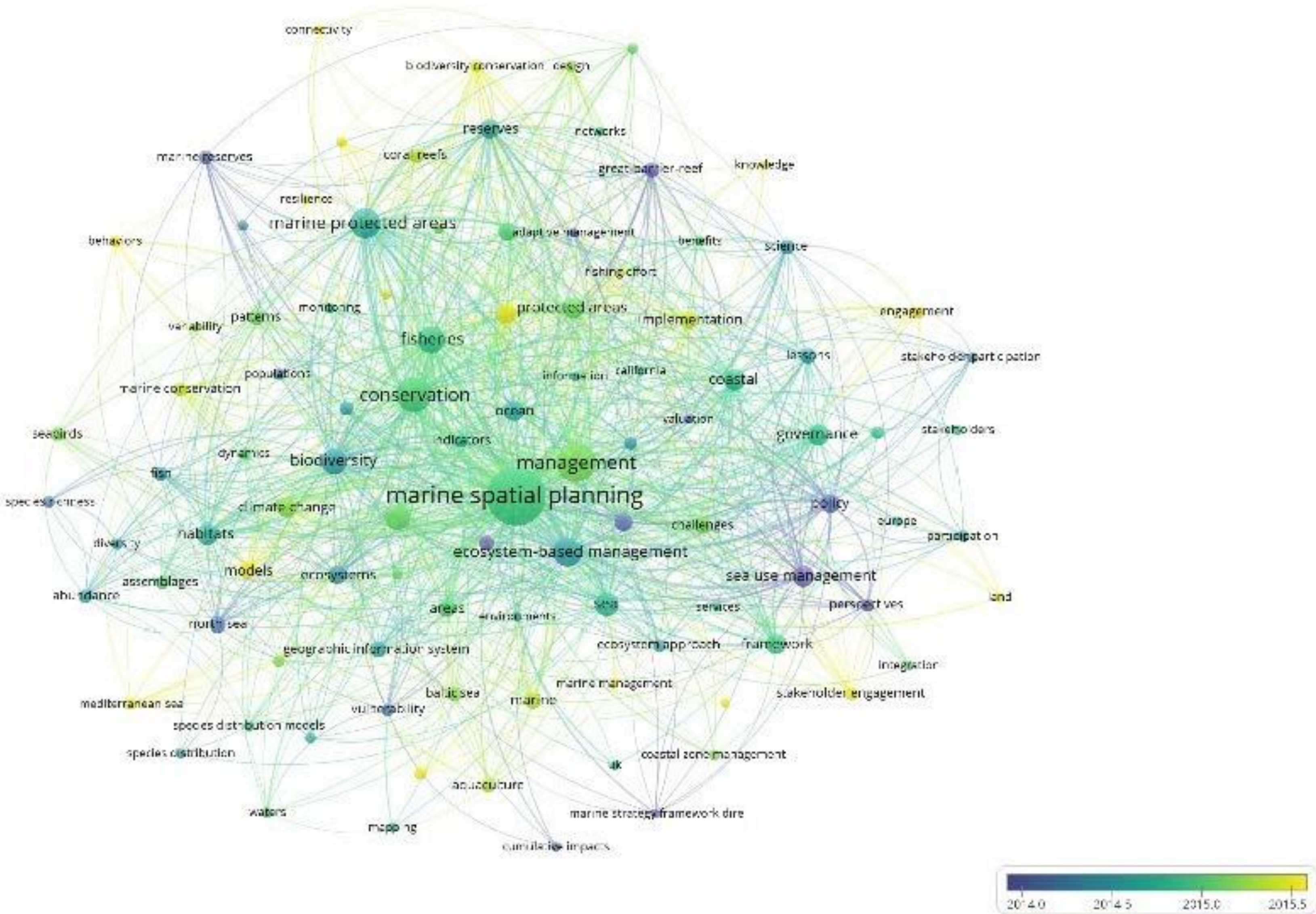


圖 3-29b　以時間之分析成果-海洋空間規劃（資料來源：本研究製作）

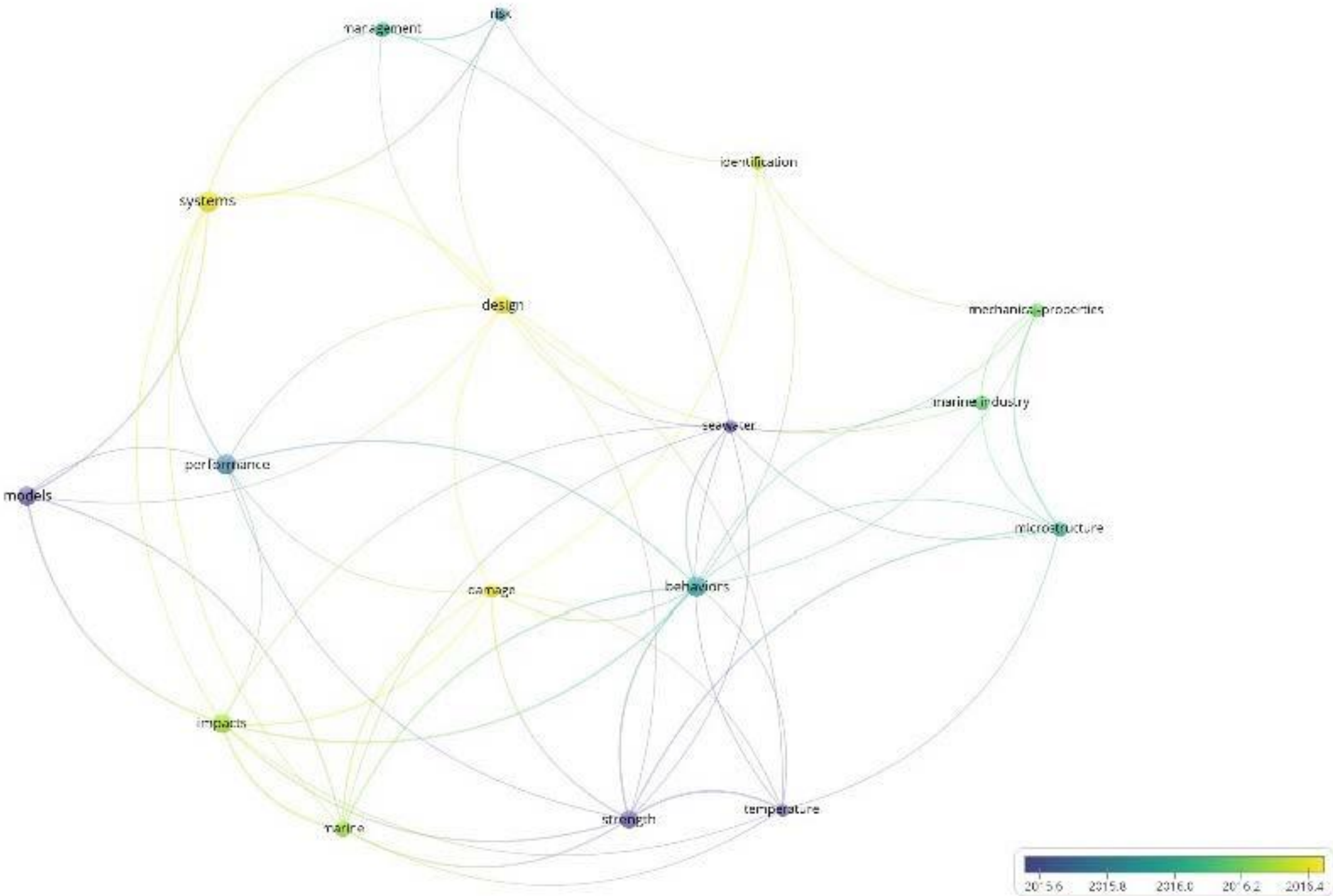


圖 3-29c　以時間之分析成果-海洋產業（資料來源：本研究製作）

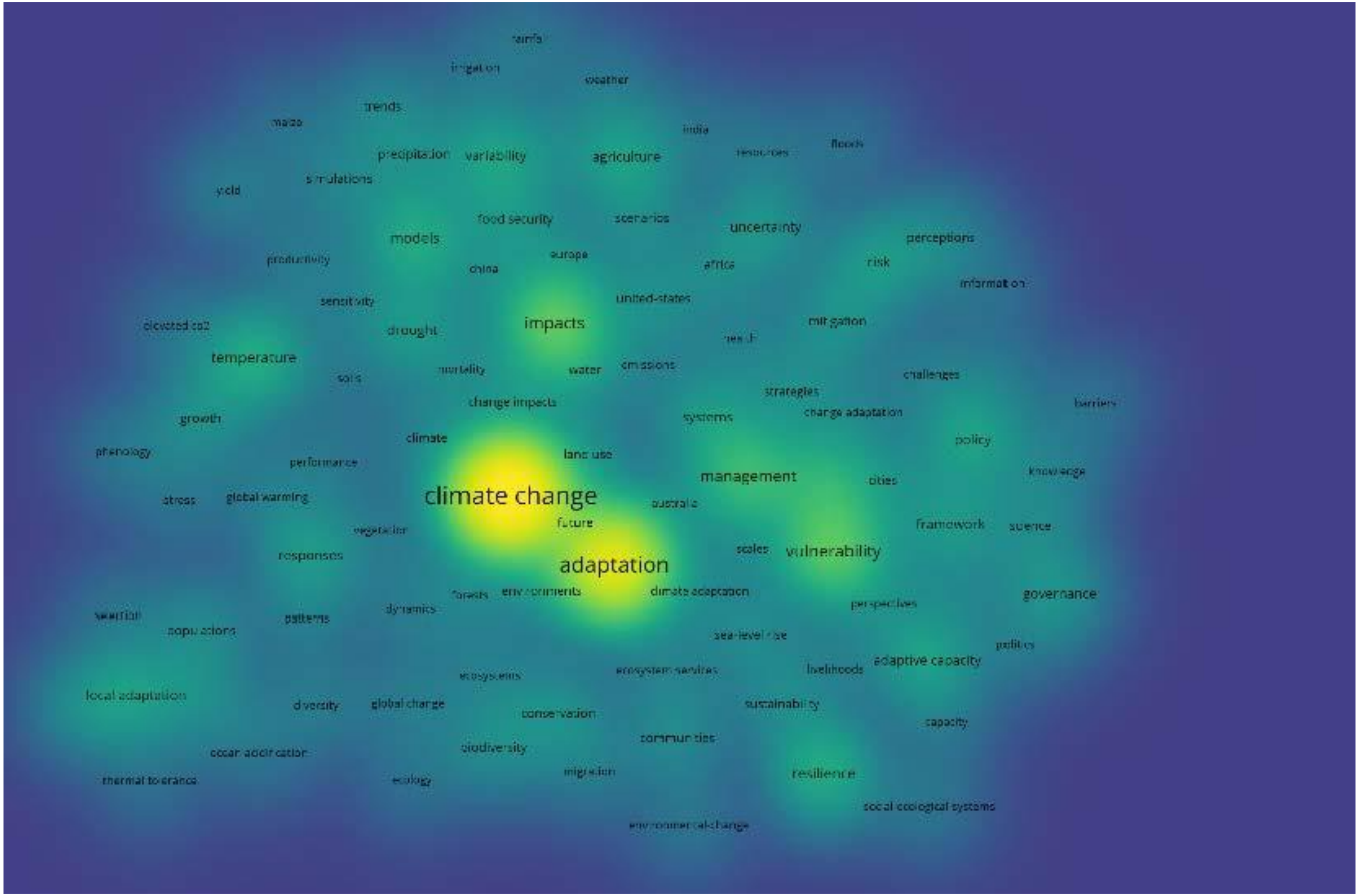


圖 3-30a　以密度之分析成果-氣候變遷與調適（資料來源：本研究製作）

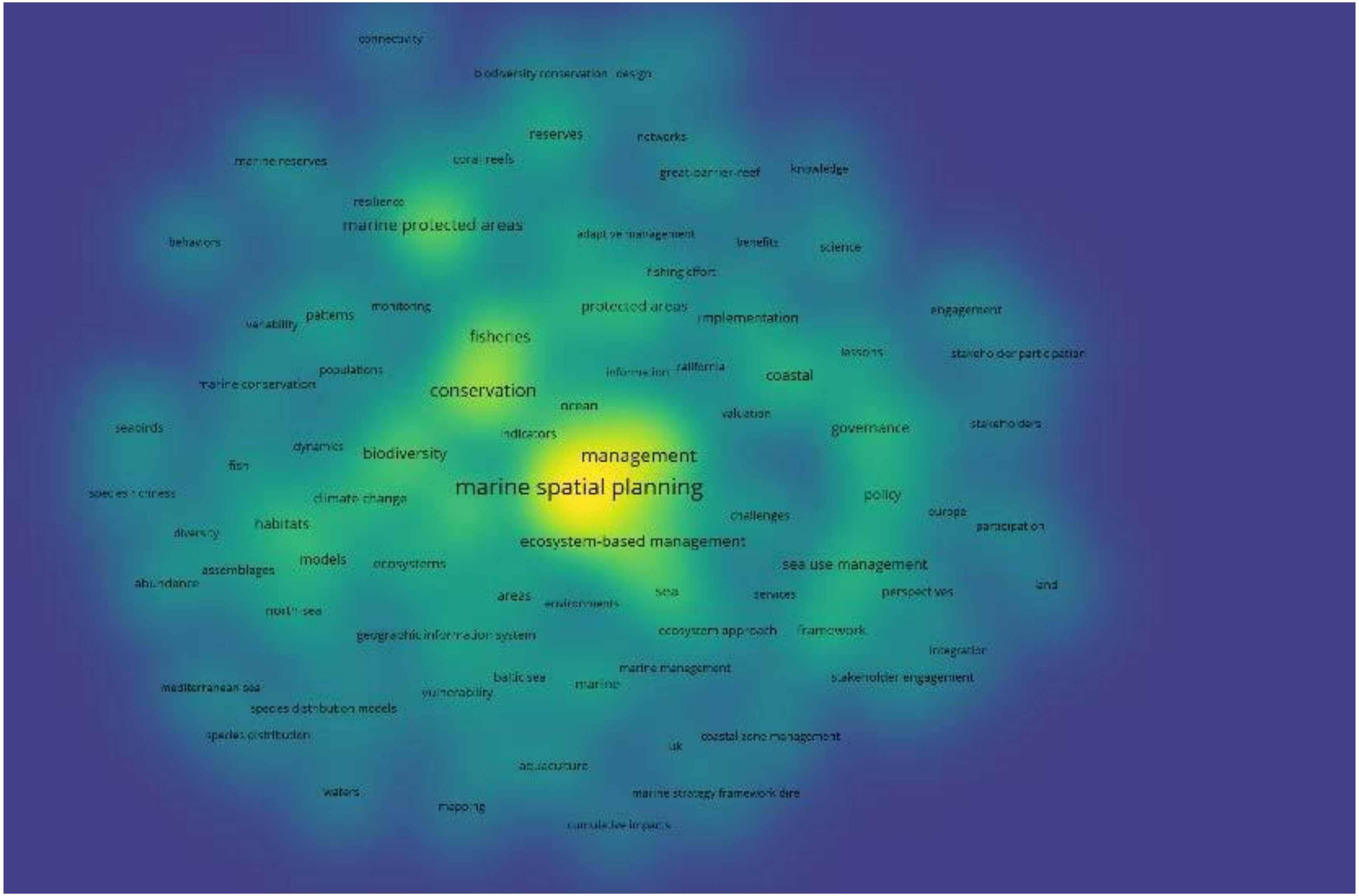


圖 3-30b　以密度之分析成果-海洋空間規劃（資料來源：本研究製作）

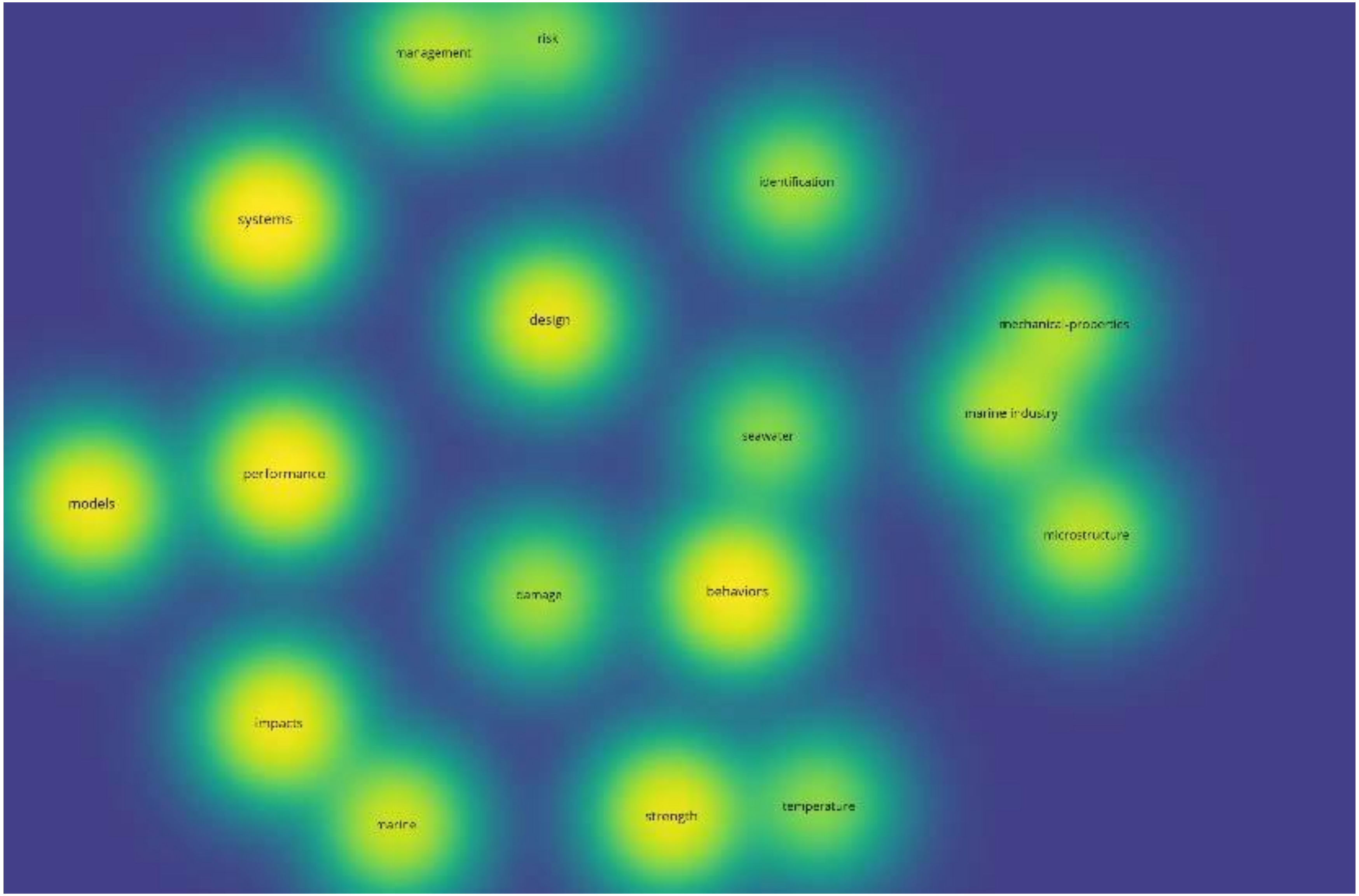


圖 3-30c　以密度之分析成果-海洋產業（資料來源：本研究製作）

第四章　臺灣海域及海岸空間與產業分布資料庫及空間利用現況與衝擊

為了瞭解氣候變遷對臺灣海域空間利用現況與海洋產業發展之衝擊，研究先行初步建置臺灣海域空間利用資料庫，並以澎湖為示範案例，運用空間分析來進行評估。同時，對應於聯合國教科文組織之海洋空間規劃步驟，此部分屬於步驟五「確定並分析現有狀況」。

4.1 臺灣海域空間利用資料庫之初步建置

由於現階段臺灣數據資料遍布各局處單位，為確保數據資料之正確性以及一致性，研究採用中央行政機關（如：科技部、內政部、經濟部、交通部、行政院環境保護署與農業委員會等）之數據資料為主，針對海洋環境基本資料（如：深度、海水溫度與海水酸度等）以及現行海域空間使用（如：各式保護區範圍、專用漁業權範圍與離岸風電潛力範圍等）之相關數據資料進行蒐集，同時搭配臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台與中央氣象局所建構之氣候資料與氣候變遷相關推估資料，此外，為確保數據資料之準確性，研究優先採用已數化完成之數據資料，其次才以圖像資料自行數化。

有鑑於內政部營建署所建置之海岸地區管理資訊網已針對臺灣海域空間利用進行相關圖資之蒐集，對此，研究基於此網站之數據資料，搭配研究所界定之 7 種海洋產業，補充相關不足之圖層，以初步建置臺灣海域空間利用資料庫（表 4-1-表 4-3），並將這些數據資料建置於 ArcGIS 的地圖中，進而提供後續之使用。

表 4-1　臺灣海域空間利用資料庫–海洋產業利用（資料來源：本研究製作）

產業類別	圖層名稱	圖資來源
海洋生物性資源產業	➢ 漁業權範圍（定置漁業權、區劃漁業權與專用漁業權） ➢ 漁業設施設置範圍	內政部營建署
	➢ 養殖生產區	行政院農業委員會
海洋非生物性資源產業	➢ 風力發電設施設置範圍 ➢ 海流發電設施設置範圍 ➢ 土石採取設施設置範圍 ➢ 深層海水資源利用及設施設置範圍 ➢ 風機點位 ➢ 風場及海纜廊道 ➢ 海纜	內政部營建署
海洋觀光遊憩產業	➢ 水域遊憩活動範圍 ➢ 海上平台設置範圍	內政部營建署
	➢ 觀光景點	內政部國土測繪中心
海洋運輸與造船產業	➢ 航道及其疏濬工程範圍-線 ➢ 航道及其疏濬工程範圍-面 ➢ 錨地範圍 ➢ 港區範圍	內政部營建署
	➢ 碼頭位置	內政部國土測繪中心
海洋與海岸工程產業	➢ 海底電纜或管道設置範圍-纜線 ➢ 海底電纜或管道設置範圍-管道 ➢ 海堤區域範圍 ➢ 資料浮標站設置範圍 ➢ 海上觀測設施及儀器設置範圍 ➢ 底碇式觀測儀器設置範圍 ➢ 跨海橋梁範圍 ➢ 其他工程範圍	內政部營建署
海洋汙染防治產業	➢ 排洩範圍 ➢ 海洋棄置指定海域範圍	內政部營建署
海洋科技研究與發展產業	-	-

表 4-2　臺灣海域空間利用資料庫–其他利用（資料來源：本研究製作）

<table>
<tr><th colspan="2">使用類別</th><th>圖層名稱</th><th>圖資來源</th></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">軍事及防救災相關使用</td><td>➢ 軍事相關設施設置範圍</td><td>內政部營建署</td></tr>
<tr><td>➢ 淹水潛勢圖</td><td>經濟部水利署</td></tr>
<tr><td rowspan="3">自然保護區域[8]</td><td>文化資產保存法</td><td>➢ 自然保留區</td><td>行政院農業委員會</td></tr>
<tr><td>野生動物保育法</td><td>➢ 野生動物保護區
➢ 野生動物重要棲息環境</td><td>行政院農業委員會</td></tr>
<tr><td>國家公園法</td><td>➢ 國家公園生態保護區（含海域生態保護區）
➢ 國家公園史蹟保存區（含海域史蹟保存區）
➢ 國家公園特別景觀區（含海域特別景觀區）
➢ 國家公園遊憩區（含海域遊憩區）
➢ 國家公園一般管制區（含海域一般管制區）
➢ 澎湖南方四島國家公園</td><td>內政部營建署</td></tr>
<tr><td rowspan="5">其餘保護區域</td><td>漁業法</td><td>➢ 水產動植物繁殖保育區
➢ 人工魚礁區及保護礁區</td><td>行政院農業委員會漁業署</td></tr>
<tr><td>濕地保育法</td><td>➢ 國際級重要濕地
➢ 國家級重要濕地
➢ 地方級重要濕地</td><td>內政部營建署</td></tr>
<tr><td>發展觀光條例</td><td>➢ 國家風景區</td><td>交通部觀光局</td></tr>
<tr><td>海岸管理法</td><td>➢ 一級海岸防護區
➢ 二級海岸防護區</td><td>內政部營建署</td></tr>
<tr><td>都市計畫法</td><td>➢ 都市計畫保護區</td><td>內政部營建署</td></tr>
</table>

[8] 依據行政院農業委員會林務局-自然保育網（https://conservation.forest.gov.tw/）中自然保護區域總表之項目，自然保護區域涵蓋自然保留區、野生動物保護區、野生動物重要棲息環境、國家公園、國家自然公園與自然保護區。

表 4-3　臺灣海域空間利用資料庫–環境基礎資料（資料來源：本研究製作）

資料類別	圖層名稱	圖資來源
環境相關	➢ 水文及化學資料 ➢ 海流資料 ➢ 水深資料 ➢ 海底地形圖 ➢ 生物資料	科技部海洋學門資料庫
	➢ 海域管轄區界點 ➢ 最高潮線 ➢ 平均高潮線 ➢ 最低潮線 ➢ 潮間帶 ➢ 近岸海域 ➢ 濱海陸地 ➢ 海域管轄區	內政部營建署
氣候相關	➢ 網格化資料(月降雨、平均溫度、最高溫及最低溫網格資料) ➢ 推估未來 2020~2100 年月溫度、雨量資料（統計降尺度資料） ➢ 推估未來 2020~2100 年前 20 名颱風事件時雨量(動力降尺度資料) ➢ 臺灣月降雨指數 ➢ 臺灣月降雨指數延伸	科技部臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台計畫
	➢ 氣候統計(潮位、波浪與海溫等) ➢ 海氣象資料浮標站、波浪站觀測資料（海面風、波浪、海溫與海流） ➢ 潮位站觀測資料（潮位與海溫）	交通部中央氣象局 經濟部水利署
	➢ 衛星海溫影像 ➢ 等水溫線圖	農業委員會水產試驗所
	➢ 海溫模式資料	HYCOM
	➢ 海平面上升	Flood Maps

4.2 空間分析

空間分析（Spatial Analysis）為地理資訊系統（Geographic Information System, GIS）的重要功能之一，大多為研究地理現象在空間上變異，如：人口密度在空間上分布之差異等，近年來隨著科技發展，地理資訊系統以及資料蒐集與建置之方法也日益進步（林明璋，2006），目前亦有許多軟體來輔助地理資訊資料庫之建立與分析，以及後續成果之展現，如：ArcGIS、Google Earth 與 Quantum GIS 等，其中，可視化之分析成果亦有助於後續各權益關係人之討論。圖 4-1 為研究應用空間規劃之概念。

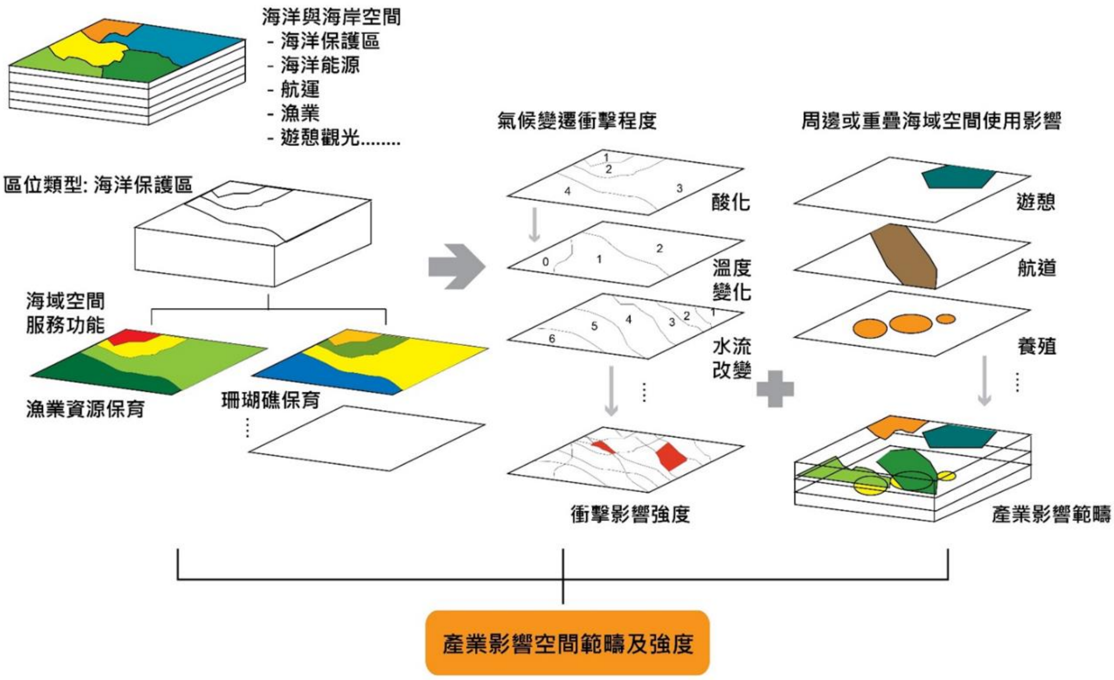


圖 4-1　空間規劃之應用概念（資料來源：本研究製作）

同時，隨著手機與平板日益普及，美國環境系統研究所公司（Environmental Systems Research Institute, ESRI）開發多款應用程式（APP）來輔助 ArcGIS 之使用，如：Workforce、Survey 123、Collector 與 Navigator 等（圖 4-2），其中 Collector 為一款數據蒐集導向之應用程式（圖 4-3），使用者可於手機或平板中下載此應用程式，透過定位之功能來於地圖中建立所在位置之相關資料，以發揮公民科學家之作用。

圖 4-2　ESRI 旗下常見之應用程式（資料來源：ESRI）

圖 4-3　Collector 之操作介面（資料來源：ESRI）

除此之外，由於氣候變遷之議題漸漸被受到關注，越來越多的研究開始將地理資訊系統應用於氣候變遷上，如：Panpeng 等人於 2016 年應用氣候模擬、地理資訊系統與遙感技術來量化海平面之變化、淹沒區與受影響之住戶，以分析調適能力；Li Liu 等人於 2011 年發展一套基於地理資訊系統之風險評估工具，以可視化氣候變遷對於農業之影響，進而評估調適策略；

ESRI 亦提供了自然保育氣候嚮導(The Nature Conservancy Climate Wizard）來顯示氣候變化之歷史與未來氣候變化圖（圖 4-4），以提供科學家、規劃者與民眾等一個直觀的方式來理解氣候變化模式。

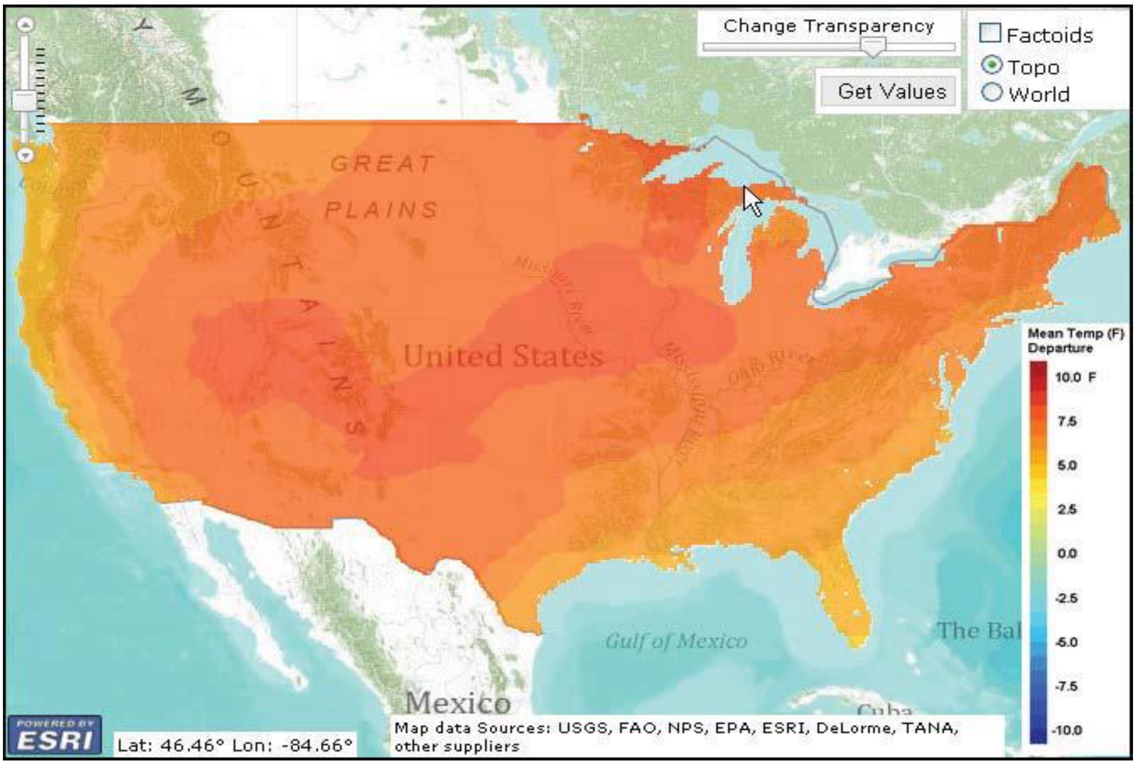


圖 4-4　運用氣候嚮導來分析全球與地方氣候趨勢（資料來源：The Nature Conservancy, University of Southern Mississippi and University of Washington, 2009）

4.3 示範案例基地 – 澎湖

有鑑於澎湖許多居民往往與海為生，無論是漁業、水產養殖業與旅遊業等，有著多元化之海洋產業類型，同時，由於澎湖之地理位置，使其海域空間擁有海上運輸與軍事區域等使用，造就其多樣化之使用型態，對此，研究挑選澎湖作為示範案例。

4.3.1 澎湖之地理環境與人口產業概況

澎湖縣位於臺灣海峽上，為臺灣唯一的島縣，由 90 座島嶼所組成，全部島嶼面積約 126.864 平方公里，依行政區域劃分為一市五鄉，分別為：馬公市、湖西鄉 白沙鄉、西嶼鄉、望安鄉與七美鄉（圖 4-5），其中，馬公市與湖西鄉之陸地合稱澎湖本島，面積約 65.4132 平方公里。

圖 4-5　澎湖縣行政區域圖（資料來源：澎湖縣政府全球資訊網）

近十年來澎湖縣人口數呈現逐年成長現象，截至 2017 年底澎湖縣總人口為 104,073 人（男性 53,648 人、女性 50,425 人），圖 4-6 為各年齡層之分配。而近年來澎湖縣之就業人口持續呈現成長趨勢，2017 年之就業人口為 44,000 人，其中，71.66%為三級產業（服務業），次之為二級產業（工業）占 23.33%，一級產業（農林漁牧業）5.01%為最少，圖 4-7 為近十年之行業統計資料。

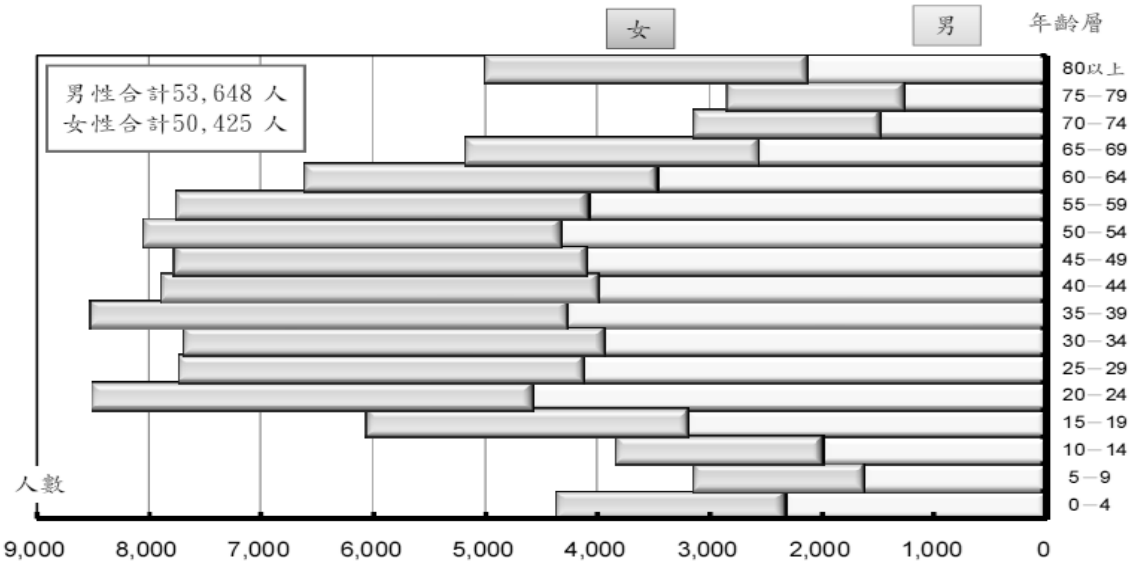


圖 4-6　澎湖年齡層之分配（資料來源：澎湖縣政府，2018）

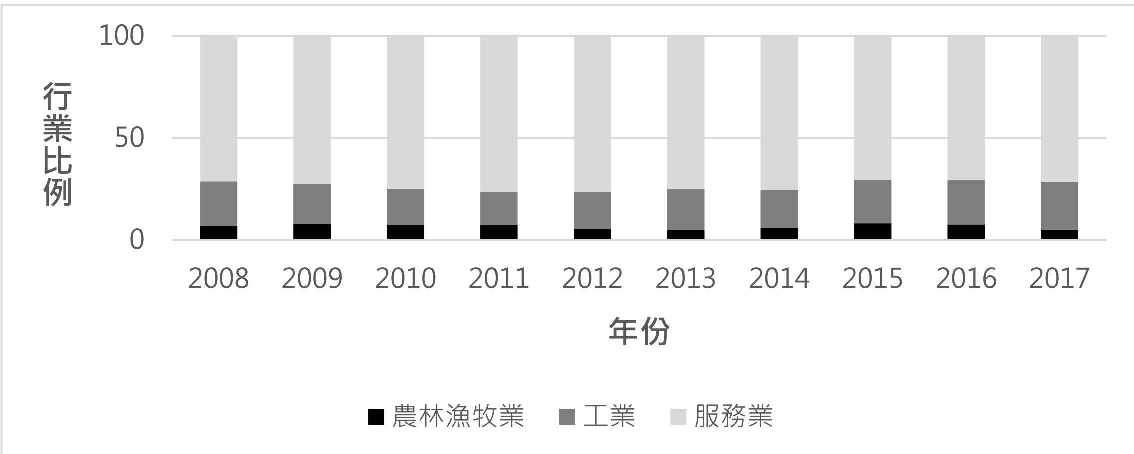


圖 4-7　近十年澎湖縣就業者之行業統計（資料來源：澎湖縣政府，2019a）

4.3.2 澎湖之氣候概況

澎湖群島屬於亞熱帶氣候區，由於地勢較為低平，且位於臺灣海峽中央，因此，氣候大多受到雨量與季風之影響。根據中央氣象局 1981 年至 2010 年之統計，年平均氣溫為 23.5℃，以 7 月均溫 28.7℃最高，1 月均溫 16.9 最低，相對溼度介於 77.3%至 85.9%，年平均相對濕度為 81.5%，而相對於臺灣本島各縣市，澎湖的年雨量較低，年降水量約 1013.4 毫米，降雨月份大多集中於 5 月至 10 月，年平均風速約為每秒 4.4 公尺，以冬季（10 月至翌年 2 月）風速較強，平均風速約為每秒 5.64 公尺，表 4-4 為澎湖縣平均氣候概況統計。

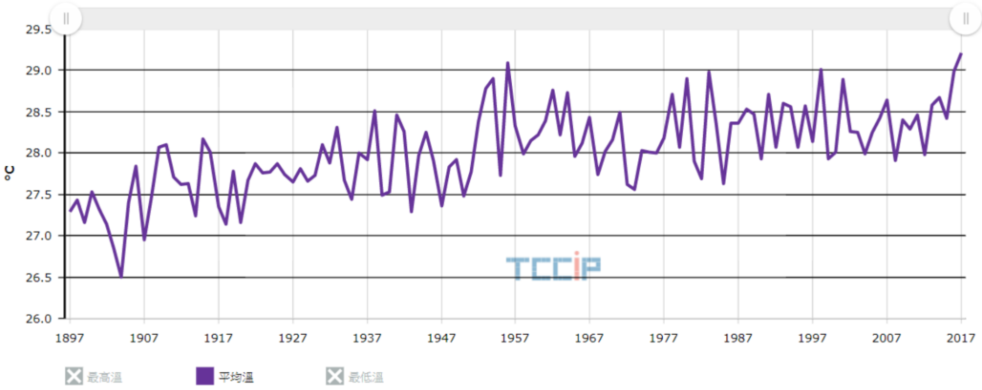
表 4-4　澎湖縣氣候月平均資料（資料來源：交通部中央氣象局）

項目／月份	日照時數（小時）	最低氣溫（攝氏度）	最高氣溫（攝氏度）	氣溫（攝氏度）	相對濕度（百分比）	降水量（毫米）	風速（公尺/秒）
一月	111.5	15.4	19.3	16.9	79.7	7.5	5.6
二月	94.7	15.4	19.6	17.1	82.2	50.7	5.3
三月	125.2	17.4	22.4	19.5	82.1	59.5	4.5
四月	148.8	20.9	26	23	82.7	88.3	3.7
五月	179.3	23.7	28.8	25.7	83.6	118.3	3.2
六月	200.4	25.6	30.6	27.6	85.9	153.9	3.3
七月	264.8	26.6	32	28.7	84.8	157.7	2.8
八月	240.4	26.5	31.8	28.6	85	181	2.8
九月	213.8	25.9	30.7	27.8	80.9	112.7	3.8
十月	189.9	23.9	28.1	25.4	76.8	28.4	5.6
十一月	139.1	20.9	24.8	22.4	77.3	21.2	5.8
十二月	123.3	17.4	21.1	18.9	77.4	24.2	5.9
平均	169.3	21.6	26.3	23.5	81.5	83.6	4.4

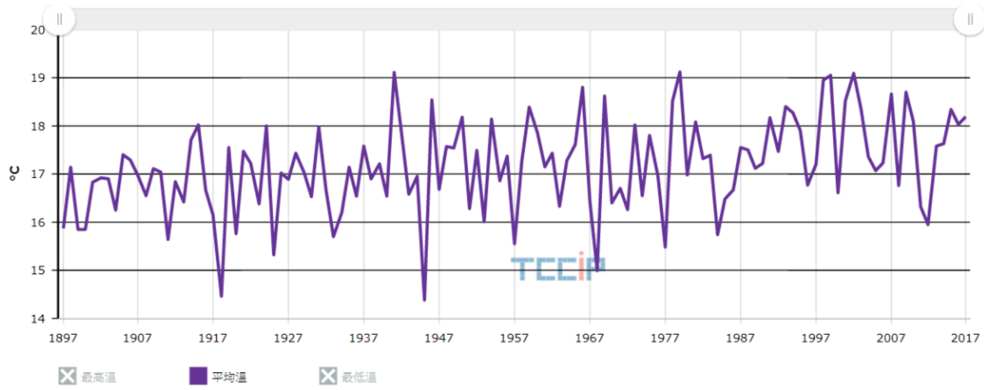
臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台調查臺灣過去之氣候變遷狀況，針對各測站之平均溫、極端高溫日數、極端低溫日數、最大連續不降雨日、降雨日、風速變化與濕度等氣候值（表 4-5）進行觀測，圖 4-8 與圖 4-9 為澎湖測站之觀測資料，從各項氣候觀測之結果可以看出，年與年之間的差異較為明顯，極端之現象亦較顯著，推測出近年來澎湖之氣候有著較不穩定之情形。而根據澎湖縣氣候變遷調適計畫之研究，澎湖群島主要面臨之氣候變遷影響為 1）平均氣溫逐漸增加，溫差增大（低溫或熱浪）、2）年雨量呈微量減少之趨勢，降雨強度與變率增大（豐越豐或枯越枯）、3）颱風強度變大，侵襲頻率增加與 4）海平面上升速率遠高於其他地區（表 4-6）。

表 4-5　各氣候值之說明（資料來源：臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台）

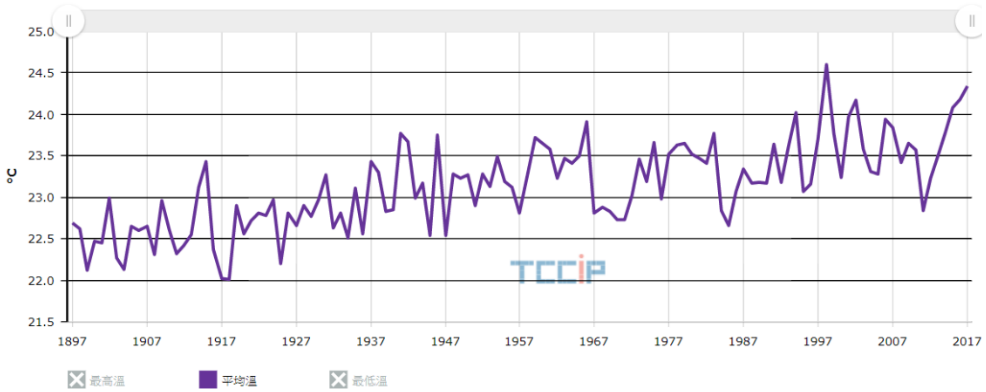
氣候值	說明
平均溫（攝氏度）	平均溫度
極端高溫日數	以 1951 年-2010 年夏季（6 月-8 月）日最高溫度的第 90 百分序位定義為極端高溫門檻值，分析每年日最高溫度高於溫度門檻值的日數
極端低溫日數	以 1951 年-2010 年冬季（12 月-2 月）日最低溫度的第 10 百分序位定義為極端低溫門檻值，分析每年日最低溫度低於溫度門檻值的日數
降雨量（毫米）	平均雨量
最大連續不降雨日	年最大連續不降雨（日雨量＜0.6 毫米）日數
小雨日	日雨量＜1.0 毫米發生日數
大豪雨日	日雨量≧200 毫米年發生日數
年平均風速（公尺/秒）	全年平均風速
夏半年平均風速（公尺/秒）	4 月-9 月平均風速
冬半年平均風速（公尺/秒）	10 月-3 月平均風速
相對溼度距平值（百分比）	平均相對濕度



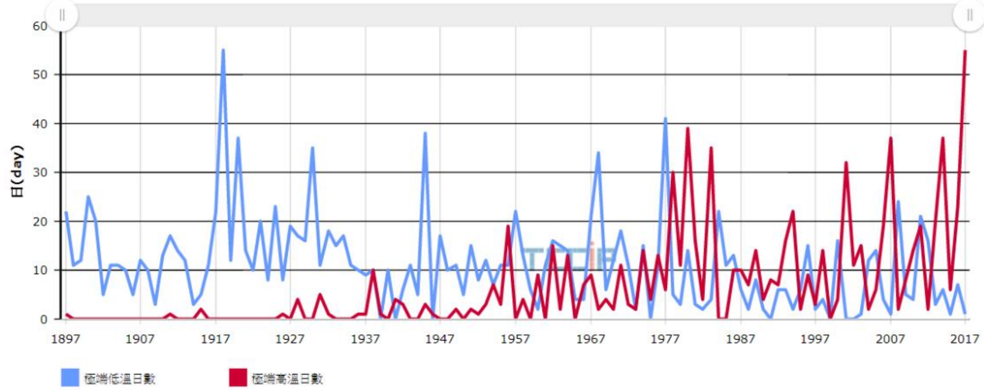
夏季（6、7、8 月）平均溫



冬季（12、1、2 月）平均溫

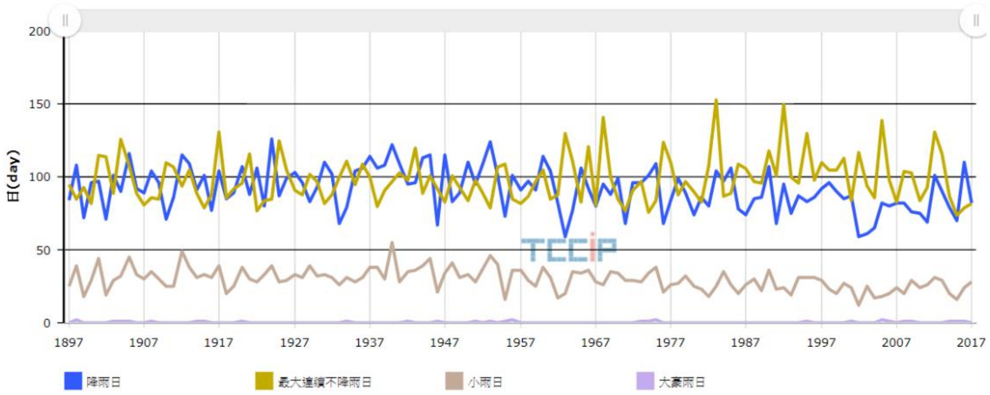


年平均溫

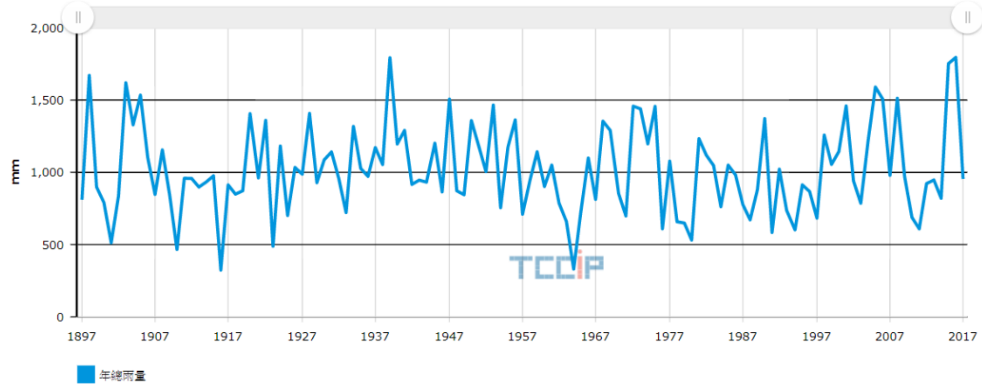


極端氣溫日數

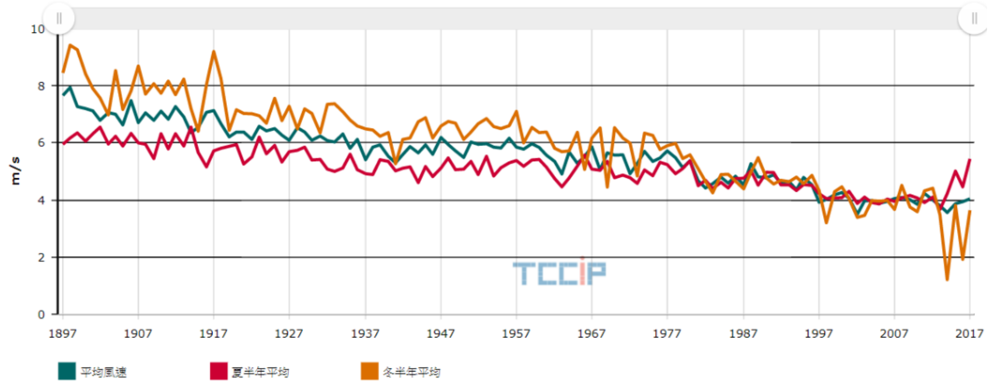
圖 4-8　澎湖測站觀測值之年際變化（資料來源：臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台）



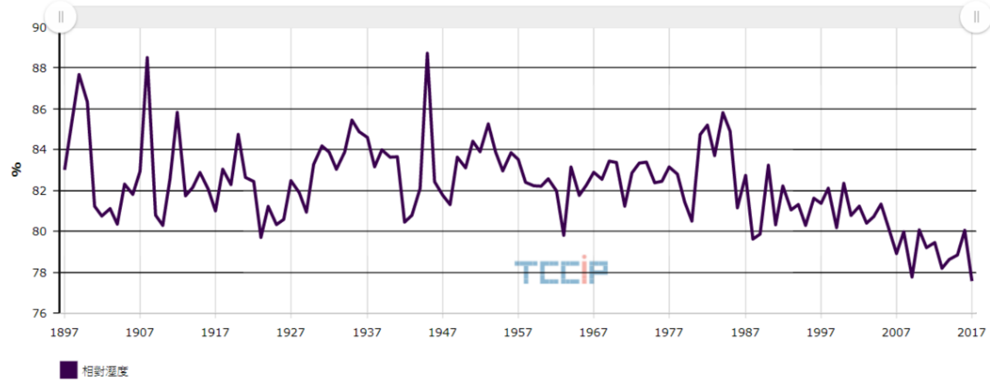
降雨



年總雨量



風速變化



溼度

圖 4-9　澎湖測站觀測值之年際變化（資料來源：臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台）

表 4-6　澎湖群島面臨氣候變遷之影響（資料來源：澎湖縣政府，2014）

變遷項目	未來氣候變遷趨勢預估	可能之影響與衝擊
降水量	近百年全臺降雨量屬減少之趨勢，以冬季減少較多，臺灣南部的降雨天數減少。降雨強度（單位時間內降水量）、變率增大，乾季越乾旱；雨季越豐，亦即豐越豐，枯越枯，變率可達±40%。	1. 澎湖每年平均降雨量為 1,000 公厘，在旺盛蒸發量下，再加上地形平坦缺乏廣大集水區及觀光季的大量需求，水資源供需問題為影響島嶼永續發展之關鍵 2. 冬夏雨量變異大，對水資源的調配與都市防災為一大挑戰
溫度	近百年臺灣地區的溫度呈增加之趨勢。氣候模式的趨勢推估顯示百年尺度的增溫幅度為 2.5℃至 2.7℃之間。	1. 溫度增溫與變異大將對澎湖高齡社會造成直接的健康威脅 2. 溫度上升將提高病媒蚊傳播的機率，及傳染病流行的可能
極端事件	熱帶地區形成強颱比例增加，但就西北太平洋平均颱風生成的位置將向東南偏移，向北偏轉的路徑發生機率較大，相對雖直接侵台的機率不大，但伴隨的豪雨將可能影響全台。2008 年的寒害肇因於近岸海溫的異常下降，與反聖嬰與東北季風連續吹拂有關，當年造成箱網養殖與近岸海洋生態的大規模浩劫。	1. 澎湖無高地屏障，若颱風中心直撲澎湖，破壞道路、港口與機場等交通運輸、水電、油氣供應設施，嚴重影響居民維生與島嶼經濟發展 2. 降水量超出澎湖地區排水道之容量，抑或適逢大潮降低排水功能，造成海岸與低窪地區的積水 3. 澎湖冬季位處大陸沿岸流之影響範圍，加上東北季風與廣大淺棚地形的擴大效應，恐再度發生大規模的寒害
海平面上升	澎湖地區的歷年海平面上升速率遠超過臺灣地區（5.0 毫米）與全世界之平均值（3.1 毫米），其平均速率為每年上升 10.5 毫米。	1. 澎湖住屋多集中於沿海之凹地內，當海平面上升易發生海水倒灌，嚴重威脅居住安全 2. 海水面上升後造成的土壤鹽鹼化問題，將降低土地的生產力 3. 海平面上升後，恐使水資源鹽化

4.3.3 澎湖之海域空間利用現況

一直以來漁業為澎湖居民主要經濟活動之一，澎湖縣內之漁港數量更多達 66 座，但受到漁業資源逐漸匱乏，近年來慢慢開始轉型為觀光業（李思蓉，2011），而隨著海洋再生能源之議題興起，台灣電力公司看中澎湖之風力潛能，後續將評估其發展離岸風電之可行性（林菁樺，2018），再加上基本的交通航道、軍事區域與保護區等，導致澎湖的海域空間使用多樣化（圖 4-10），如此多功能使用勢必將面臨到衝突。

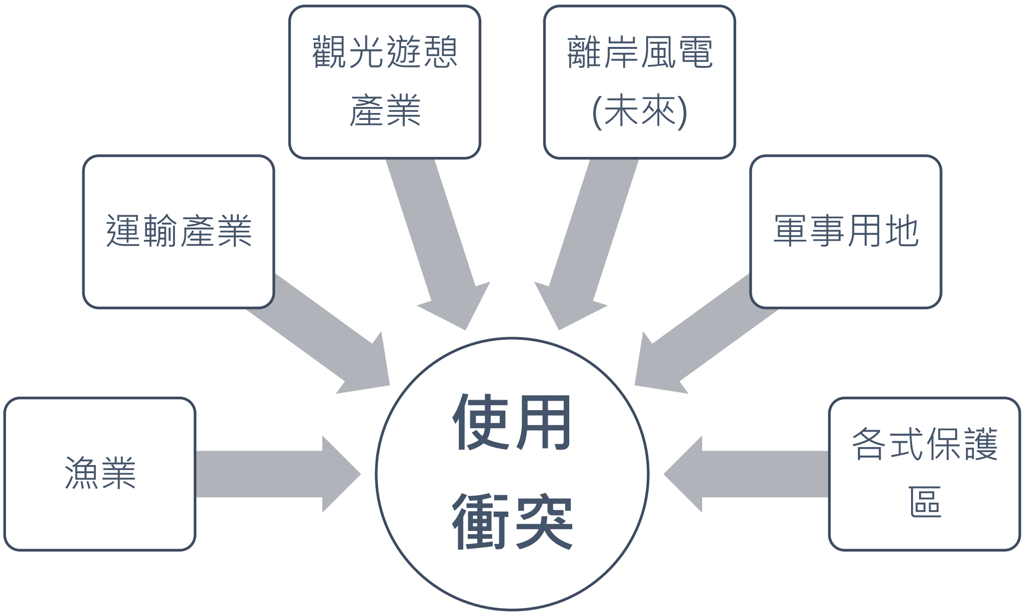


圖 4-10　澎湖海域與海岸空間之多元使用（資料來源：本研究製作）

研究基於初步建置之海域空間利用資料庫，將相關圖資建置於 ArcGIS 地圖中，座標系統採 TWD97[9]為基準，繪製出澎湖海域空間利用之現況與相關環境基本資料（圖 4-11 至圖 4-15），並透過空間分析之功能計算各海域空間利用型態之面積（表 4-7），當中以其餘保護區域的面積最大，約 1,037.43 平方公里。然而，由於澎湖的部分空間利用型態現階段尚未有相關圖層，因此，研究先行暫不考量，後續冀望透過公民科學家之力量以及更多元之圖層資料，來促使資料庫更加完

[9] TWD97：1997 臺灣大地基準（TAIWAN DATUM 97）為民國八十六年內政部採用國際地球參考框架而定義更適合於全國大地座標系統之新基準。

善與更貼近民眾。

表 4-7　澎湖各海域空間利用型態之面積（資料來源：本研究製作）

海域空間利用型態	面積（僅計算澎湖周遭海域）
海洋生物性資源產業	2.74 平方公里
海洋非生物性資源產業	目前資料庫之圖層未有空間利用
海洋運輸與造船產業	72.77 平方公里
海洋與海岸工程產業	113.28 平方公里
海洋觀光遊憩產業	87.07 平方公里
海洋汙染防治產業	目前資料庫之圖層未有空間利用
海洋科技研究與發展產業	目前資料庫之圖層未有空間利用
軍事及防救災相關使用	979.21 平方公里
自然保護區域	434.17 平方公里
其餘保護區域	1,037.43 平方公里

最後檢視不同空間利用之重疊面積比例，並參考聯合國教科文組織之界定進行兼容性評估，數字較大者表示其空間利用重疊性較高，若屬於部分兼容與不兼容之使用則可能產生較多之衝突，但針對部分兼容與不兼容仍須加以檢視其時間因素，若兩種利用出現於不同時間點，則不會有不兼容或部分兼容之情形。從結果可以看出澎湖海域空間利用上確實有衝突（表 4-8），當中，其餘保護區域與海洋生物性資源產業、海洋運輸與造船產業和海洋觀光遊憩產業重疊比例較高，其兼容性屬於部分兼容，對此，建議應深入瞭解各空間使用之時間點，若依舊屬於部分兼容，應加以評估各空間使用上之優先順序，並邀請各方權益關係人進行協調，以減少其使用上之衝突。

4.4 小結

研究先行蒐集各中央行政機關之圖層資料，初步建置臺灣海域空間利用資料庫，並以澎湖作為示範案基地檢視其海域空間使用現況，其結果顯示澎湖海域空間使用較為多元，相關資料庫與空間分析成果將作為後續焦點團體訪談之參考。

臺灣海域空間利用資料庫之初步建置-海洋產業利用

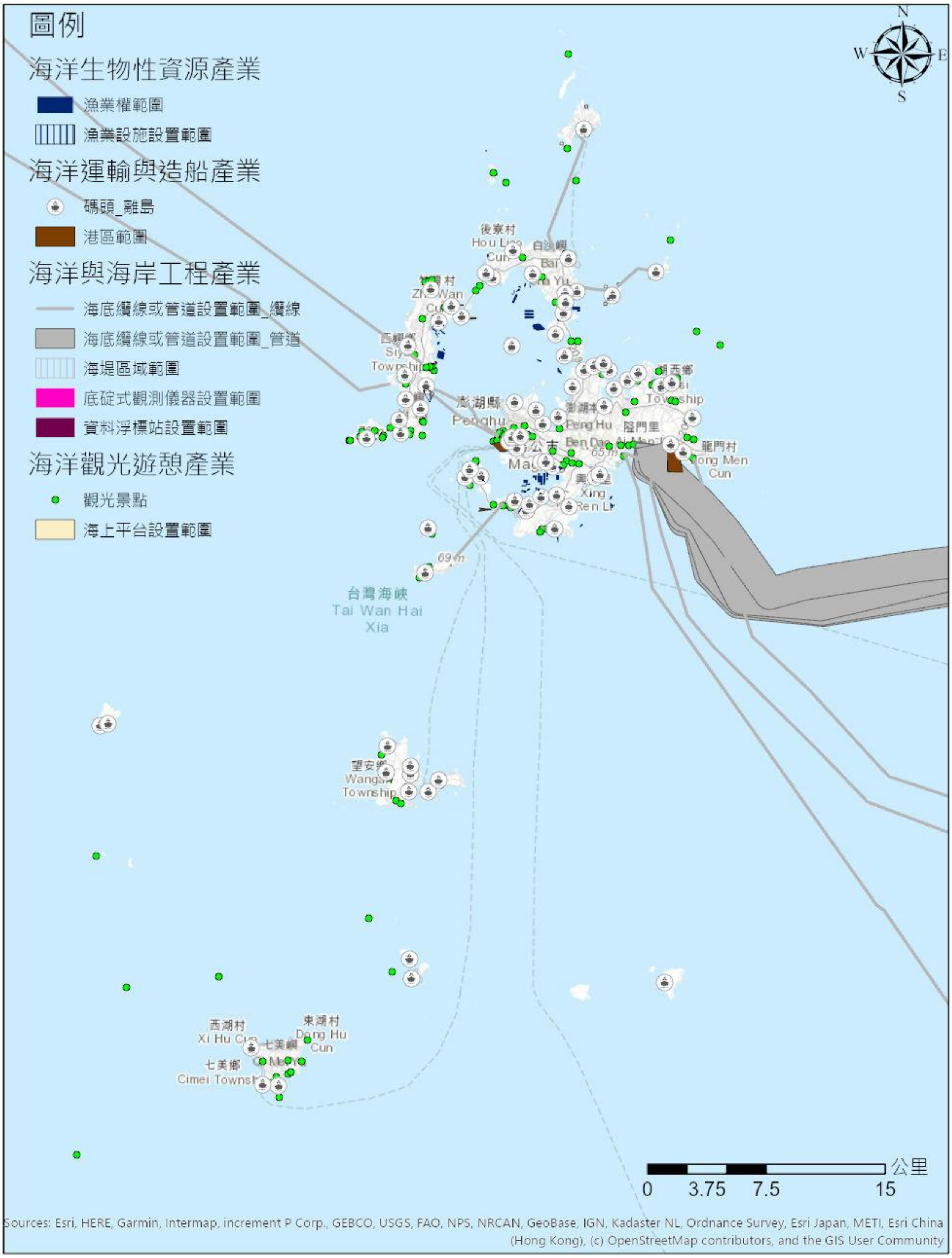


圖 4-11　澎湖海域之海洋產業利用（資料來源：本研究製作）

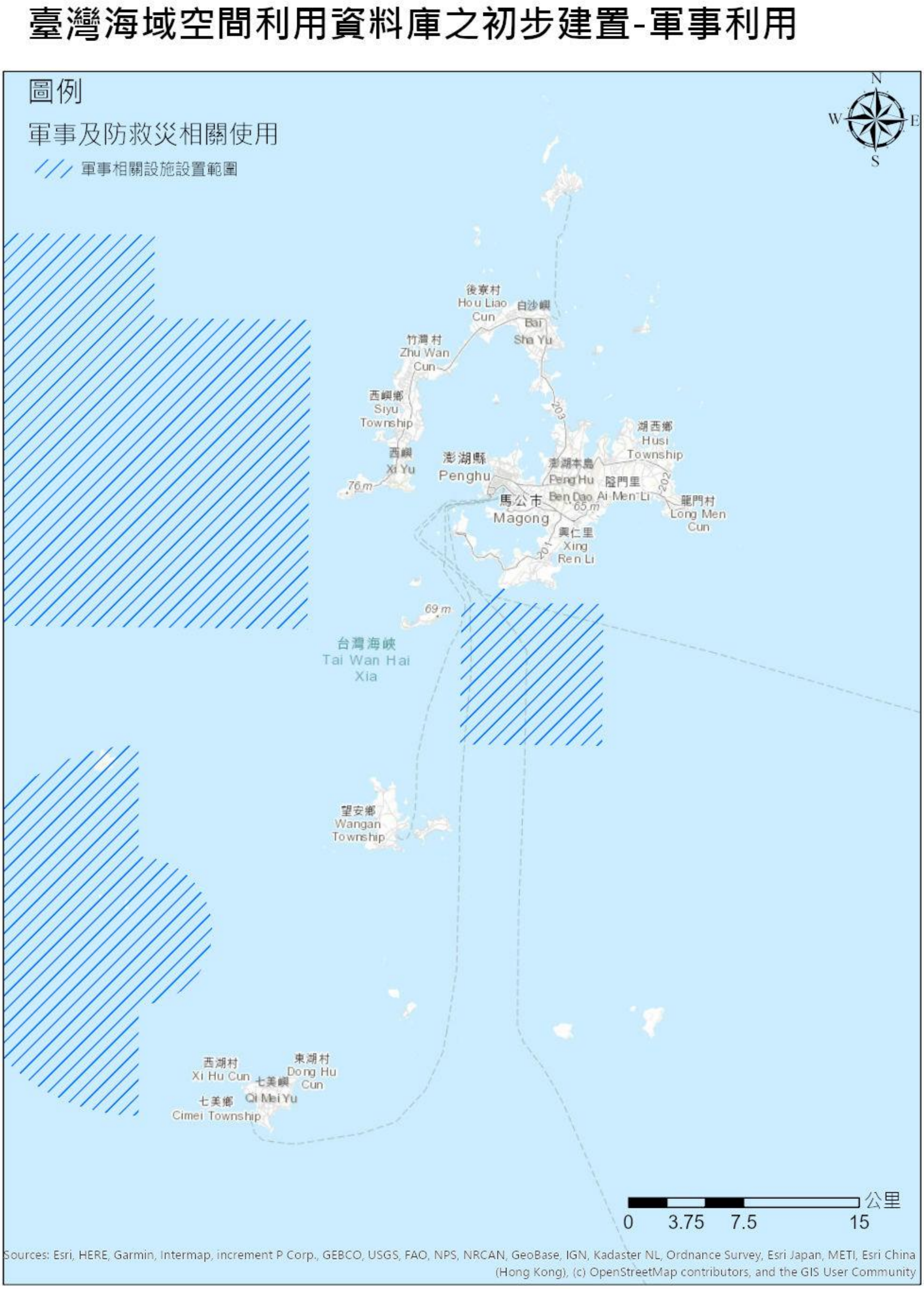


圖 4-12　澎湖海域之軍事利用（資料來源：本研究製作）

臺灣海域空間利用資料庫之初步建置-自然保護區域

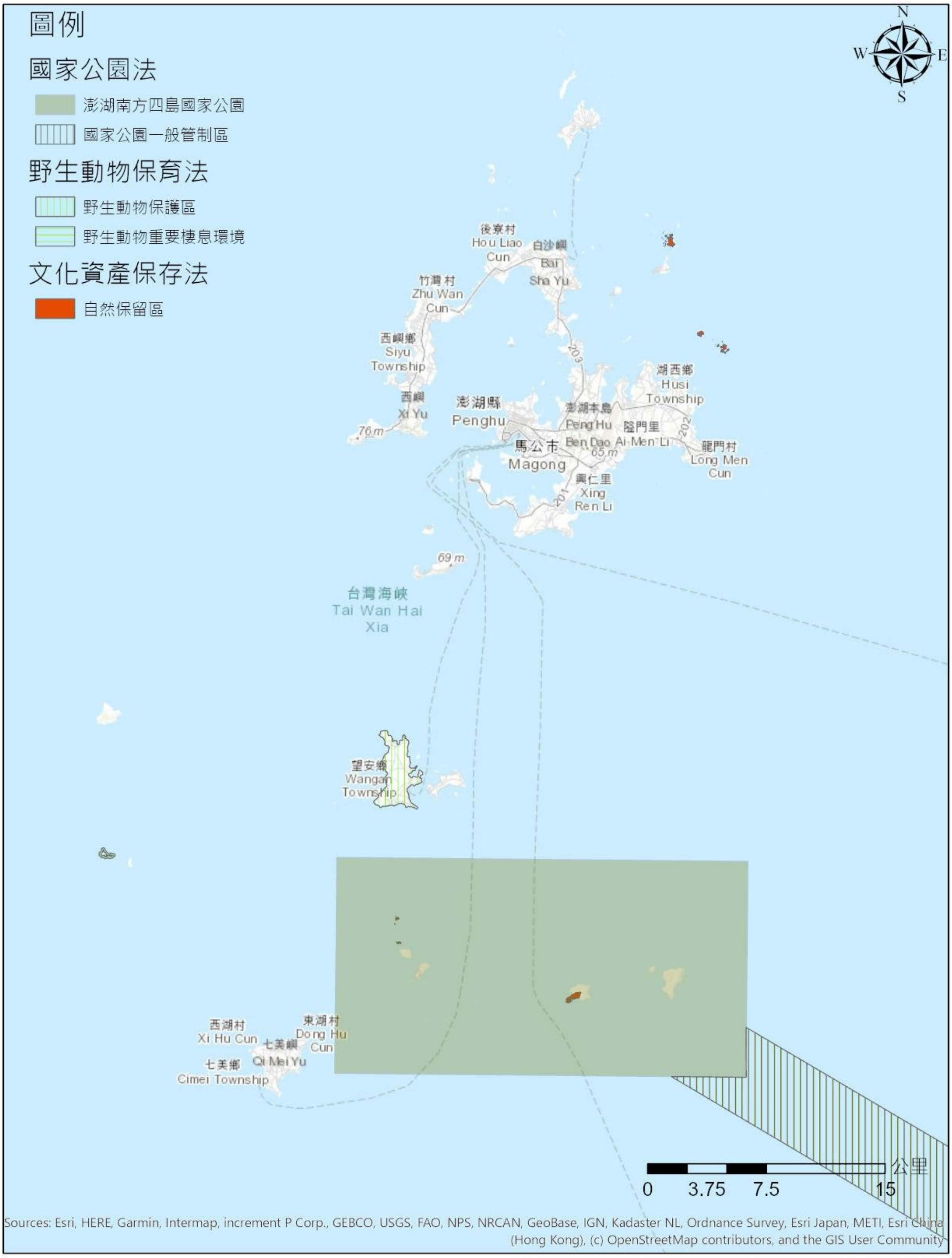


圖 4-13　澎湖海域之自然保護區域（資料來源：本研究製作）

臺灣海域空間利用資料庫之初步建置-其餘保護區域

圖 4-14　澎湖海域之其餘保護區域（資料來源：本研究製作）

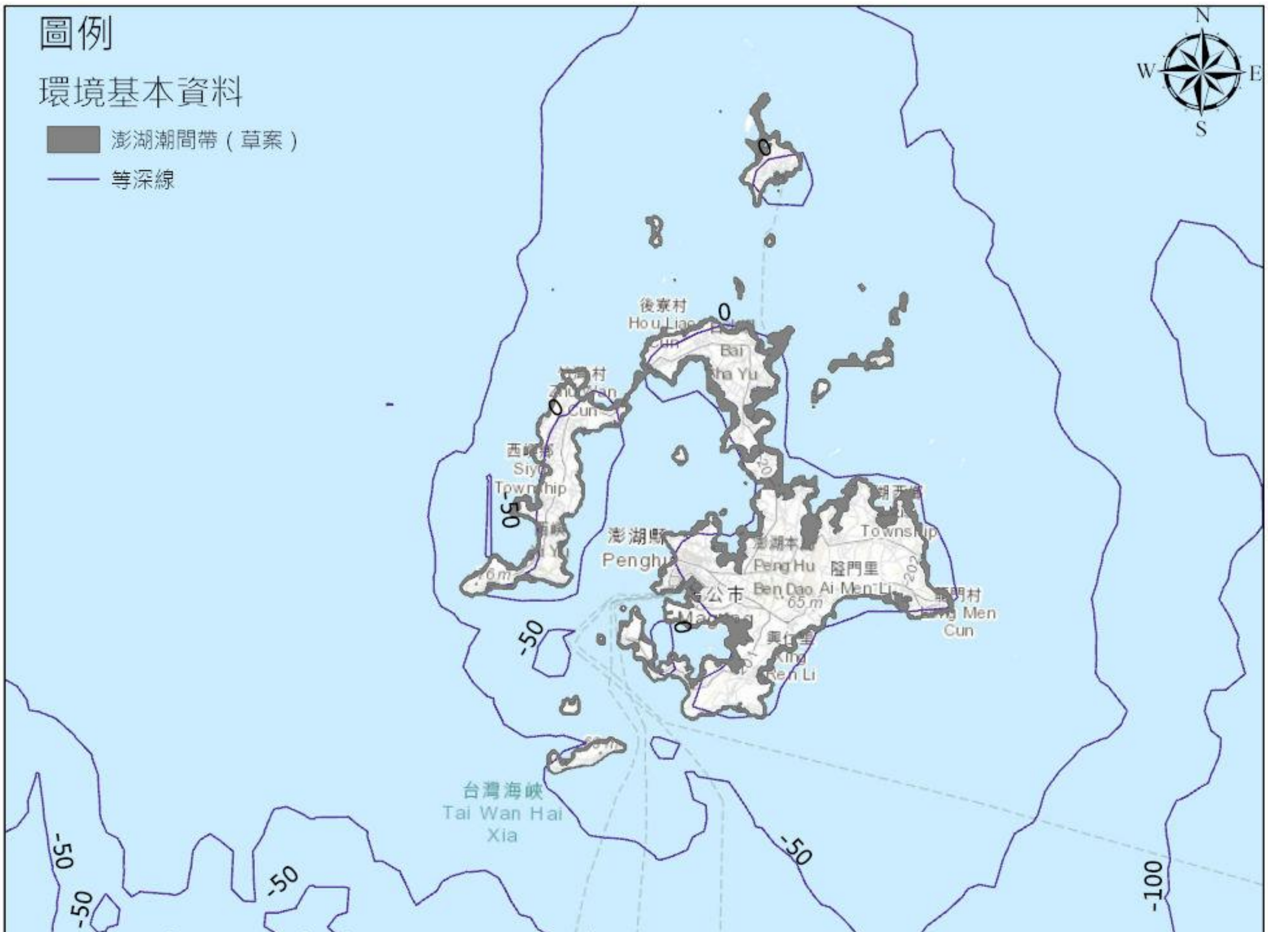


圖 4-15　澎湖海域之環境基礎資料（資料來源：本研究製作）

表 4-8　澎湖海域空間利用之重疊面積比例與兼容性（資料來源：本研究製作）

	海洋生物性資源產業	海洋非生物性資源產業	海洋運輸與造船產業	海洋與海岸工程產業	海洋觀光遊憩產業	海洋汙染防治產業	海洋科技研究與發展產業	軍事及防救災相關使用	自然保護區域	其餘保護區域
海洋生物性資源產業		-	11.3%	0.7%	4.7%	-	-	0.0%	0.0%	100%
海洋非生物性資源產業	-		-	-	-	-	-	-	-	-
海洋運輸與造船產業	0.4%	-		4.6%	35.1%	-	-	1.8%	6.0%	69.5%
海洋與海岸工程產業	0.0%	-	2.9%		2.5%	-	-	0.1%	0.2%	17.8%
海洋觀光遊憩產業	0.1%	-	29.4%	3.3%		-	-	1.8%	4.8%	87.1%
海洋汙染防治產業	-	-	-	-	-		-	-	-	-
海洋科技研究與發展產業	-	-	-	-	-	-		-	-	-
軍事及防救災相關使用	0.0%	-	0.1%	0.0%	0.2%	-	-		0.0%	9.7%
自然保護區域	0.0%	-	1.0%	0.0%	1.0%	-	-	0.1%		2.0%
其餘保護區域	0.3%	-	4.9%	1.9%	7.3%	-	-	9.2%	0.8%	

註：

- 紅色表示不兼容、黃色表示部分兼容、綠色表示兼容
- \- 表示目前資料庫之圖層未有相關空間利用

第五章　臺灣海域及海岸環境空間受氣候變遷影響敏感區範疇與強度

為了審視臺灣海域及海岸環境空間受氣候變遷影響敏感區範疇與強度，研究運用焦點團體法，以取得相關權益關係人之見解。並針對相關數據來探討澎湖的氣候變遷之未來推估，同時，對應於聯合國教科文組織之海洋空間規劃步驟，此部分屬於步驟四「組織權益關係人參與」與步驟六「確定並分析未來狀況」。

5.1 焦點團體

焦點團體（Focus Group），又稱團體深度訪談，於第二次世界大戰後開始廣泛被使用，直到現在仍為社會科學中常被使用到的研究工具之一（史都華&夏德薩尼，2000），焦點團體之目的在與聽取意見與收集訊息，將有助於更加瞭解人們對於一個特定議題、產品或服務項目之感受與意見，而典型之焦點團體具有下列五種特質：1）涉及到人、2）具有某種特性、3）提供質性資料、4）聚焦的討論與 5）協助瞭解感興趣之主題（柯魯格&凱西，2003）。

對此，研究將先行確定研究目的（如：釐清討論之問題、需要哪些資訊以及後續將如何運用這些資訊），挑選政府單位、產業單位、學術單位與公民團體等相關權益關係人組成焦點團體，預計召開 4 場的討論，每場約 10-20 人，以取得相關見解與意見，並加以分析，進而瞭解臺灣受氣候變遷影響之海域及海岸空間環境敏感區範疇與強度，圖 5-1 為焦點團體設計與使用步驟以及焦點團體組成設定。

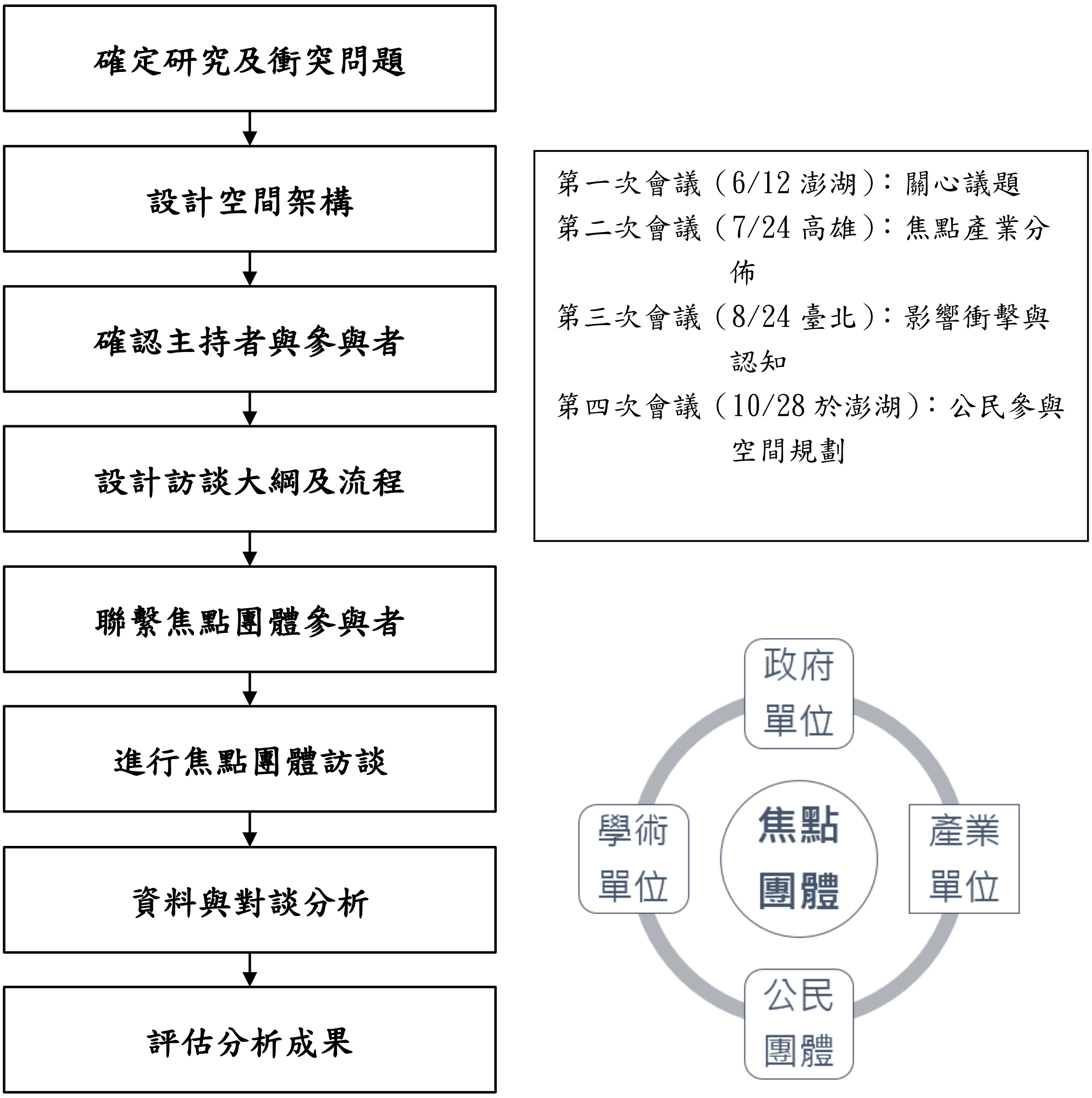


圖 5-1　研究採取之焦點團體設計以及焦點團體組成設定（資料來源：本研究製作）

5.2 焦點團體訪談之成果

5.2.1 第一次焦點團體訪談

研究於 2019 年 6 月 12 日於澎湖舉辦第一次焦點團體座談會，一共邀請 23 個單位參與，最終有 7 個單位出席（表 5-1），從各方權益關係人之見解中發現，氣候變遷對於澎湖的產業關係密切（如：水溫之變化會影響澎湖的漁業與養殖產業以及季風日數與強度之改變影響觀光產業等），除此之外，有鑒於此次座談會之重點在於瞭解澎湖地方單位所關注之議題，對此，研究先行讓各方權益關係人思索其所關注之議題及其重要程度，接著讓各方權益關係人將自身所關注之議題寫於不同顏色之便利貼（紅色、橙色與黃色）上，不同顏色表示不同層級之重要程度，由高至低依序為紅色、橙色與黃色，並依據各議題所在之區域將便條紙黏貼於空拍地圖中，而空拍地圖分為澎湖群島與澎湖本島，讓議題之空間區位更加明確，圖 5-2 為經各方權益關係人黏貼後之空拍地圖，經過彙整後（表 5-2 與表 5-3）發現各方權益關係人較關注之議題為 1）內海與潮間帶問題、2）海域相關資料調查、3）漁業資源以及 4）資源保育等，此成果亦冀望提供後續座談會作為參考，附錄七為詳細之會議紀綠與相關資訊。

表 5-1　第一次焦點團體訪談出席單位（資料來源：本研究製作）

類型	**組織單位**
政府單位	行政院農業委員會-水產試驗所-澎湖海洋生物研究中心 澎湖縣政府-農漁局
學術單位	國立澎湖科技大學觀光休閒系　李明儒教授
產業單位	澎湖潛水會 澎湖區漁會
公民團體	中華民國海洋事務與政策協會 海洋公民基金會

表 5-2　各方權益關係人關注之議題（澎湖群島）（資料來源：本研究製作）

重要程度	議題	區域界定
紅色	水下文化資產保存	澎湖縣整體
	石滬保存	澎湖縣整體
	氣候變遷-寒害	澎湖縣整體
	海域資源資訊	澎湖縣整體
	保護區不足	澎湖縣整體
	漁業產業問題	澎湖縣整體
	漁業資源下降	澎湖縣整體
	內海變淺	內海
	內海汙染	內海
	內海堆積陸化	內海
	魚種的減少	馬公
	東西廊道保育	七美
橙色	生態旅遊管制	澎湖縣整體
	漁業資料品質提升	澎湖縣整體
	沿岸資料調查	澎湖縣整體
	養殖產業問題	澎湖縣整體
	產業	澎湖縣整體
	閒置海岸設施活化	西嶼
	海域救援	西嶼
	漁業/潮間帶改變	馬公
	觀光模式	白沙
	海洋生態環境劣化	內海
	潮間帶減少	內海
黃色	觀光產業問題	澎湖縣整體
	遊憩業的影響	澎湖縣整體
	離島觀光發展	澎湖縣整體
	軍事用海檢討	澎湖縣整體
	漁業資源調查	馬公
	海洋基本調查	內海
	海沙大量增加	內海
	東西吉廊道保育	七美

註：

- 關注議題之重要程度分為三級，由高至低依序為紅色、橙色與黃色
- 關注議題所在區域之界定分為澎湖縣整體、內海、馬公、白沙、湖西、

重要程度	議題	區域界定
西嶼、望安、七美		

表 5-3 各方權益關係人關注之議題（澎湖本島）（資料來源：本研究製作）

重要程度	議題	區域界定
紅色	海沙如不抽取，潮間帶會消失	白沙
	環境	西嶼、馬公
	海洋環境生態	內海
橙色	橋梁改善	內海
	環境汙染	內海
	內灣水域如何活化	內海
	海洋產業	西嶼
黃色	海洋空間利用衝突	西嶼
	險礁碼頭拆除	馬公
	南北海的水溫有很大差異（生態改變）	澎湖縣整體
註： ➢ 關注議題之重要程度分為三級，由高至低依序為紅色、橙色與黃色 ➢ 關注議題所在區域之界定分為澎湖縣整體、內海、馬公、白沙、湖西、西嶼、望安、七美		

a、澎湖群島

b、澎湖本島

圖 5-2　各方權益關係人關注之議題（資料來源：本研究製作）

5.2.2 第二次焦點團體訪談

研究於 2019 年 7 月 24 日於高雄舉辦第二次焦點團體座談會，一共邀請 24 個單位參與，最終有 8 個單位出席（表 5-4），從各方權益關係人之見解中發現，氣候變遷對於海洋產業之影響大多為極端氣候（如：瞬間強降雨），其影響尺度較屬於區域性，相同的產業於不同之區域所面臨之問題可能有所不同，而現有之海域基礎資料仍然不足，其調查尺度也較大，因此，後續應界定議題之尺度，並持續進行海域基礎資料調查，其數據尺度亦不宜過大，同時，可以藉由固定且有效之溝通平台來協調權益關係人，進而來考量各方之意見，此外，氣候變遷對於產業之保險制度同樣會產生影響，未來將會是個值得探討之議題。

表 5-4　第二次焦點團體訪談出席單位（資料來源：本研究製作）

類型	組織單位
學術單位	國立中山大學海洋環境及工程學系-李忠潘教授 國立成功大學水利及海洋工程系-張懿副教授 國立成功大學水利及海洋工程系-莊士賢副教授 國立高雄科技大學造船及海洋工程系-洪文玲副教授 國立高雄科技大學漁業生產與管理系-侯清賢助理教授
產業單位	中華民國養殖漁業發展協會 峰漁股份有限公司 嘉鴻遊艇股份有限公司

有鑒於此次座談會之重點在於評估氣候變遷對於海洋產業之影響範疇與強度，對此，研究邀請各方權益關係人針對其專業知識進行填答氣候變遷對於海洋產業之影響範疇與強度調查表，結果顯示海水溫度上升、海平面上升以及風暴頻率改變對於產業之影響強度較高，同時，亦有權益關係人針對研究未考量之面向給予相關建議（表 5-5），附錄八為詳細之會議紀錄與相關資訊。

表 5-5　各方權益關係人給予之補充建議（資料來源：本研究製作）

產業類型	議題	氣候影響面向	對於產業影響範疇
海洋生物性資源產業	水產養殖業	極端強降雨事件	水產養殖環境化學組成改變，造成養殖魚類突發性死亡
		連續性不降雨事件	陸域性營養物質改變
海洋與海岸工程產業	海下電纜	波流強度與程度改變、海岸侵蝕	海下電纜（含通訊與電力傳輸）在海下底床與上岸段易受波流的程度與強度改變，以及海岸侵蝕而造成破壞
	填海工程	海平面上升、風暴潮頻率與強度上升、波流強度與程度改變、海岸易淹	國內各縣市在過去 30 年逐漸將工業區、廢棄物掩埋場、海域遊憩基地及養殖漁業利用填海工程來進行開發，但氣候變遷下填海工程的脆弱度升高
海洋科技研究與發展產業	海域調查	各海象條件明顯改變	需要更廣泛（空間）、更高程度（時間）的海氣象調查，更高技術的調查能量（研究船、綜合性測站、智慧型監測設施），因此需培養更多海洋科技人力
其他	融資與保險	海氣象條件惡化	海洋產業因氣候變遷造成各海洋產業的風險提高，進而使得成本遠高於陸上產業，保險費也提高，因此更需要資金的調度，與保險的支持，但也因此難以獲得融資與保險

5.2.3 第三次焦點團體訪談

研究於 2019 年 8 月 24 日於台北舉辦第三次焦點團體座談會，本次座談會與「2019 海洋文化政策概念形成公民論壇」合作，從中挑選適當之與會來賓進行受訪，最終有 5 位願意受訪（表 5-6），此次座談會之重點在於瞭解公民對於計畫相關議題之認知，從各方權益關係人之見解中發現，目前臺灣海域空間確實有不同使用上之衝突，同時，氣候變遷相關議題確實會對於海洋產業造成影響，表 5-7 為公民對於相關議題之認知。

表 5-6　第三次焦點團體訪談與會單位（資料來源：本研究製作）

類型	**組織單位**
學術單位	台北海洋科技大學海洋休閒觀光系　黃妍榛副教授
產業單位	湧升海洋股份有限公司 銘達漁業股份有限公司 潮境號
公民團體	Global Fishing Watch

表 5-7　公民對於相關議題之認知（資料來源：本研究製作）

議題	**認知**
目前臺灣海域空間不同使用之衝突	➢ 民眾對於海洋之觀念較為薄弱，普遍將海洋視為無主空間，以至於沒有去管理 ➢ 海域空間定義劃分不一，涉及之主管機管與法令規範複雜 ➢ 以海洋運動為例，許多遊憩行為尚未有法令規範，因此在面對到空間使用衝突時，較難以去解決
臺灣海洋產業之發展與挑戰	➢ 臺灣擁有很好的條件來發展離島與跳島旅遊，也有美麗的海岸線可以發展海洋休閒觀光 ➢ 臺灣目前較重要之海洋產業為漁業（商業捕撈與休閒漁業）、休閒產業（遊艇產業）、能源業（風力、潮汐）與航運業 ➢ 臺灣海洋產業面臨之挑戰為 1）海洋之觀念較為薄弱、2）法規不健全與 3）無法得知海洋產業帶來之經濟效益

	➢ 以郵輪旅遊來說，雖然有許多大型郵輪逐漸開始在臺灣進駐，但由於現有簽證之法令，對於岸上旅遊發展造成限制，也限縮了業者的獲益空間。此外，郵輪上面目前臺灣的服務人員並不多，除有人才培育問題外，就業媒合也是一個顯見的問題 ➢ 以遊艇來說，臺灣的遊艇製造產業雖然名列前茅，但遊艇相關的附加設施（如：遊艇港）仍持續開發，甚至可能漁業等用途有所衝突
氣候變遷相關議題對於海洋產業之影響	➢ 氣候變遷對於海洋產業之影響很大，不論是漁業、航運與觀光，只要是人類活動之區域都會受到氣候變遷之衝擊 ➢ 氣候變遷對於海洋生物資源影響甚大且無所不在，當中越基層的生物（如藻類與貝類等）受到氣候變遷之影響越大，進而影響上層之生物 ➢ 受限於沿近海之環境調查較為欠缺，因此，較難以去評估氣候變遷對於海洋產業之影響程度 ➢ 臺灣較看不出具體作為來因應氣候變遷對於環境之變化，也較難靠民間團體去改變，應該還是需要從整體性來做規劃

5.2.4 第四次焦點團體訪談

研究於 2019 年 10 月 28 日於澎湖舉辦第四次焦點團體座談會，一共邀請 22 個單位參與，最終有 7 個單位出席（表 5-8），此次座談會之重點在於寄望各方權益關係人能夠協助蒐集相關空間資料，同時針對研究所研擬之海洋產業因應氣候變遷調適與減緩策略給予建議，從各方權益關係人之見解中發現，針對空間資料之蒐集，建議後續應統整現有公民科學家資料蒐集平台，並使平台更加簡單與友善，以及結合通報系統，方便資料提供者進行使用，同時，平台應進行使用者區別，所蒐集之數據應加以審核後再予以公開，避免數據上有所爭議。除此之外，與會者針對研究所研擬之海洋產業因應氣候變遷調適與減緩策略對於澎湖之適用性大多無意見，僅需進行些微調整，表 5-9 為各方權益關係人對於討論議題之建議，附錄九為詳細之會議紀錄與相關資訊。

表 5-8　第四次焦點團體訪談與會單位（資料來源：本研究製作）

類型	組織單位
政府單位	澎湖縣政府-農漁局 交通部觀光局澎湖國家風景區管理處
學術單位	國立澎湖科技大學海洋遊憩系 吳政隆 教授 國立澎湖科技大學觀光休閒系 李明儒 教授
產業單位	澎湖潛水會 臺灣港務股份有限公司-高雄港務分公司-馬公管理處
公民團體	海洋公民基金會

表 5-9　各方權益關係人對於討論議題之建議（資料來源：本研究製作）

議題	建議
空間資料蒐集	➢ 目前有越來越多的公民科學家資料蒐集平台，建議能將不同的平台加以統整，提升使用意願 ➢ 建議資料蒐集平台之系統與使用介面應較為簡單且友善，讓每個人都能使用 ➢ 建議資料蒐集平台在使用上能加以區別，像是不同的物種資料建置（如：鳥類與鯨豚等）或是不同的功能使用（如：一般資料建置或緊急通報等），甚至是不同管理單位之區分，讓使用者前端進行分流，降低平台呈現數據與使用上之複雜性 ➢ 建議資料蒐集平台應結合通報系統，讓平台更加實用 ➢ 建議從各方單位蒐集之數據能加以審核後再予以公開，避免數據上有所爭議，同時，使用者權限應分開
海洋產業因應氣候變遷調適與減緩策略	➢ 風力發電中的離岸風電將會受到水下文資法之影響，建議參考文資局的相關限制 ➢ 針對漁業之氣候影響面向，目前僅列出海水溫度上升，建議涵蓋海水溫度下降 ➢ 建議納入國立海洋大學之衛星遙測資訊（溫度與海流之照片），進而建立預警機制，讓相關單位能於事前做出應對 ➢ 氣候變遷所造成之海平面上升已經是事實，於澎湖港區長年之觀察，一般的潮差約 3 公尺，而今年的潮差較為特殊，最高可達 5 公尺，影響到船舶停靠與貨物裝卸，交通部運研所於商港有設立潮位站，擁有即時之資訊，建議後續能加以結合 ➢ 針對極端氣候的部分，由於颱風天較為頻繁以及風速增強，造成運輸中斷，舉例來說，布袋航線常常就受到風力影響而停航 ➢ 針對臺灣海域空間利用資料庫之初步建置-海洋產業利用的部分，以海洋觀光遊憩產業來說，許多水域遊憩活動是屬於交通部所管轄，而海上平台之設置有些是屬於地方自治，建議加以檢視有無相關資料 ➢ 以澎湖來說，海平面上升對於海洋產業所帶來之影響很大 ➢ 澎湖縣有許多的法令規範是與臺灣其他縣市是不同的，如：海岸線管理與漁民捕撈等，建議與中央有所區隔

5.3 臺灣氣候變遷之未來推估

為了掌握臺灣氣候變遷之趨勢，臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台整合多方氣候變遷資訊，針對臺灣氣候之過去變遷與未來推估進行相關資料分析（圖 5-3 與圖 5-4），而國家災害防救科技中心基於過去累積之氣候變遷數據於 2019 年出版「臺灣氣候變遷關鍵指標圖集」，當中參考 IPCC 所定義的不同暖化情境[10]，並以降雨指標與溫度指標為主軸，來編製氣候變遷關鍵指標[11]（表 5-8），推估之時間可分為近未來（2016~2035 年）、世紀中（2046~2065 年）與世紀末（2081~2100 年）三個時期，推估之區域分為北部（基隆市、臺北市、新北市、桃園市、新竹縣（市）及苗栗縣）、中部（臺中市、彰化縣、南投縣、雲林縣及嘉義縣（市））、南部（臺南市、高雄市及屏東縣）、東部（宜蘭縣、臺東縣及花蓮縣）與外島（澎湖縣）。

表 5-8　氣候變遷關鍵指標（資料來源：陳宏宇，2019）

類型	指標
降雨指標	年最大日降雨、年最大連續 5 日累積降雨量、雨日降雨強度、雨日、多雨日、大雨日、豪雨日、年最大連續不降雨日、年最大連續降雨日、年總降雨量
溫度指標	日低溫、日高溫、日夜溫差、日低溫的最大值、日高溫的最小值、極端暖晝日數、極端冷晝日數、極端暖夜日數、極端冷夜日數、熱浪持續指標、寒潮持續指標

[10] 不同暖化情境為 IPCC 第五次評估報告（AR5）中根據四個代表濃度途徑（Representative Concentration Pathways, RCPs）所定義，其中 RCP2.6 是個暖化減緩的情境；RCP4.5 與 RCP6.0 是屬於穩定的情境；RCP8.5 則是個溫室氣體高度排放的情境。

[11] 臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台計畫（TCCIP）根據世界氣象組織（World Meteorological Organization，WMO）建議之「氣候變遷偵測與指標（Climate Change Detection and Indices, CCDI）」來進行編製，涵蓋極端高溫、極端低溫、暴雨與乾旱等。

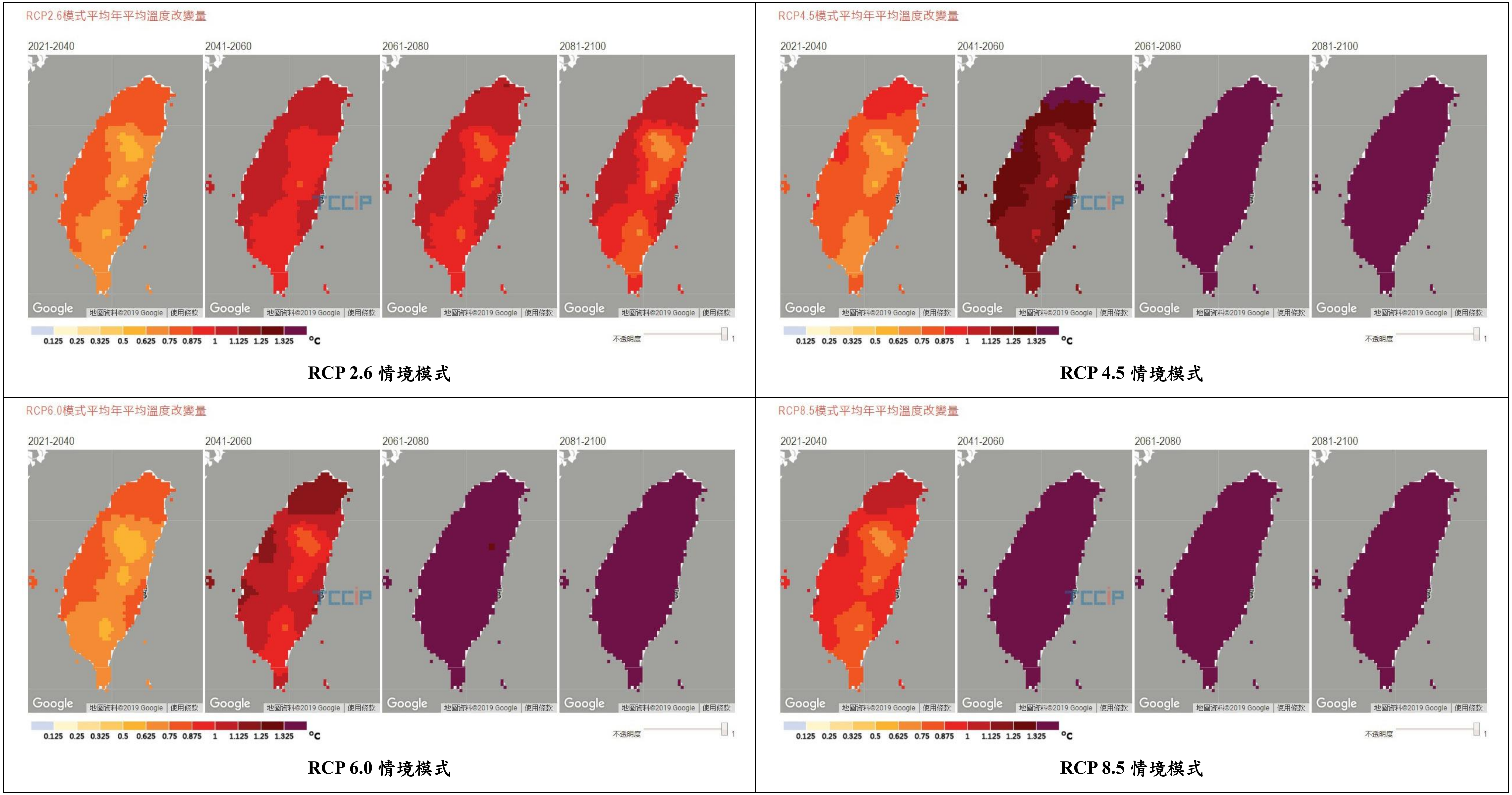


圖 5-3　不同模式平均之年平均溫度改變量（資料來源：臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台）

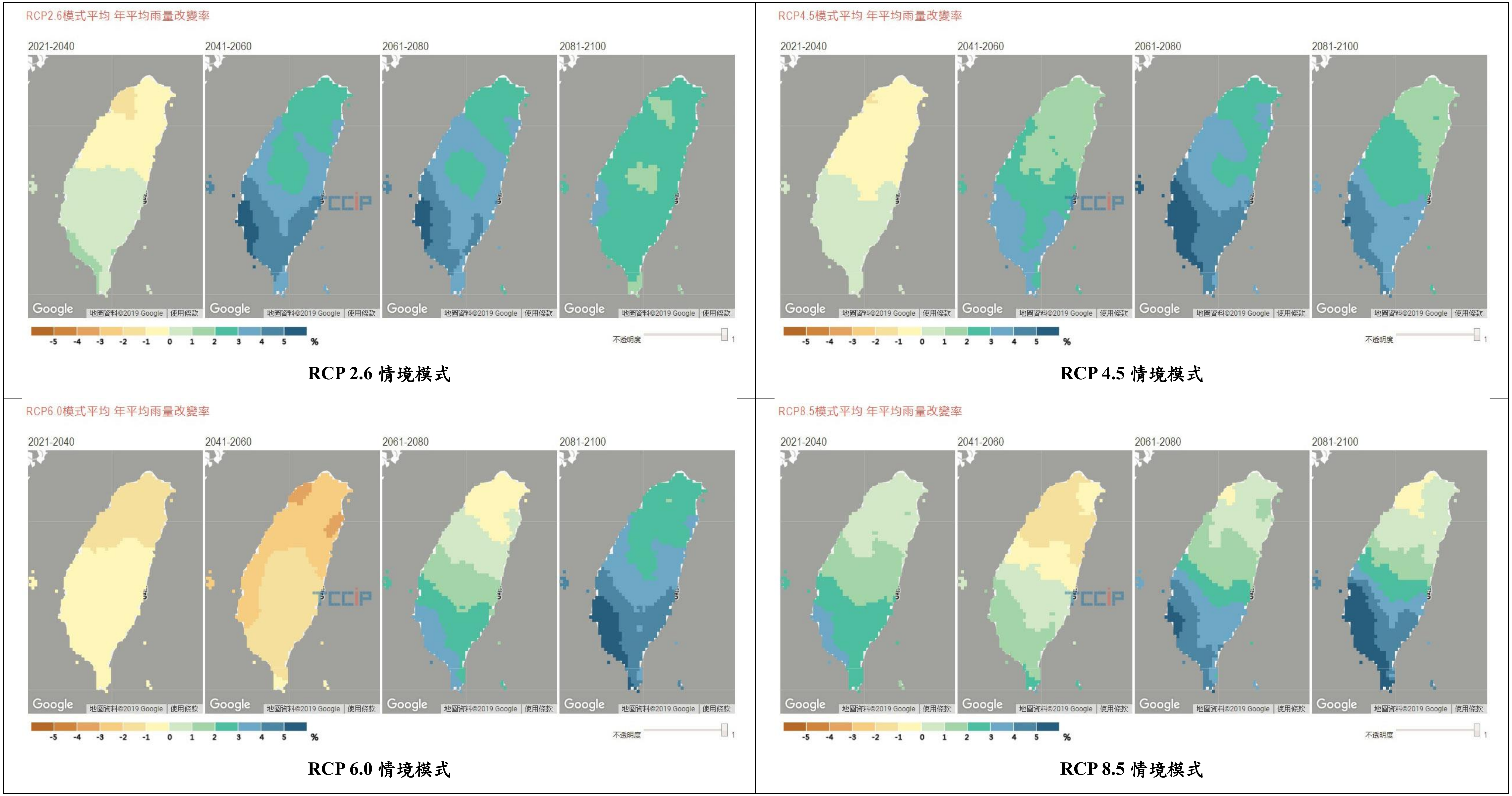


圖 5-4　不同模式平均之年平均雨量改變率（資料來源：臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台）

針對臺灣海域氣候變遷之未來推估，有鑑於海域相關之氣候數據受限於海氣象等因素之影響，以及網格資料空間尺度過大，以至於目前臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台計畫尚未針對海域空間進行氣候變遷之未來推估。對此，研究先行針對澎湖縣之氣候變遷未來推估進行探討，冀望未來相關單位針對海域相關氣候數據進行降尺度[12]，進而得以針對海域空間深入進行探討。

根據「臺灣氣候變遷關鍵指標圖集」中針對澎湖縣所進行之推估（圖 5-5 至圖 5-8），依據不同之情境，到世紀末（2081~2100 年）時，年最大日降雨量平均將增加 11.47-33.29%、年最大連續 5 日降雨量平均將增加 13.07-38.28%、雨日降雨強度平均將增加 9.07-30.12%、豪雨日平均約增加 2.8-11 倍、年最大連續不降雨日平均將增加 3.64-8.92%、年最大連續降雨日平均將增加 5.7-12.27%、年總降雨量平均將增加 11.3- 34.5%、日低溫平均將增加 1.14-3.4℃、日高溫平均將增加 1.04- 3.49℃、日低溫的最大值平均將增加 0.99-3.39℃、日高溫的最小值平均將增加 1.19-3.41℃、日夜溫差平均將增加 0.03-0.12℃、熱浪持續指標平均約增加 3-9 倍以及寒潮持續指標平均約減少 55.78-95.09%，與全臺灣之推估進行比較，澎湖縣的降雨指標皆較高，而溫度指標則是以熱浪持續指標與寒潮持續指標較高（表 5-9），顯示出澎湖縣較容易受到氣候變遷之衝擊，對此，易受到溫度與降雨影響之海洋生物性資源產業與海洋觀光遊憩產業勢必需要相關調適與減緩措施，以因應氣候變遷所帶來之威脅。

[12] 目的在於提升空間之解析度，全球氣候模式（General Circulation Model, GCM）有兩種降尺度之方法，一為統計降尺度（Statistical Downscaling），另一為動力降尺度（Dynamical Downscaling）。

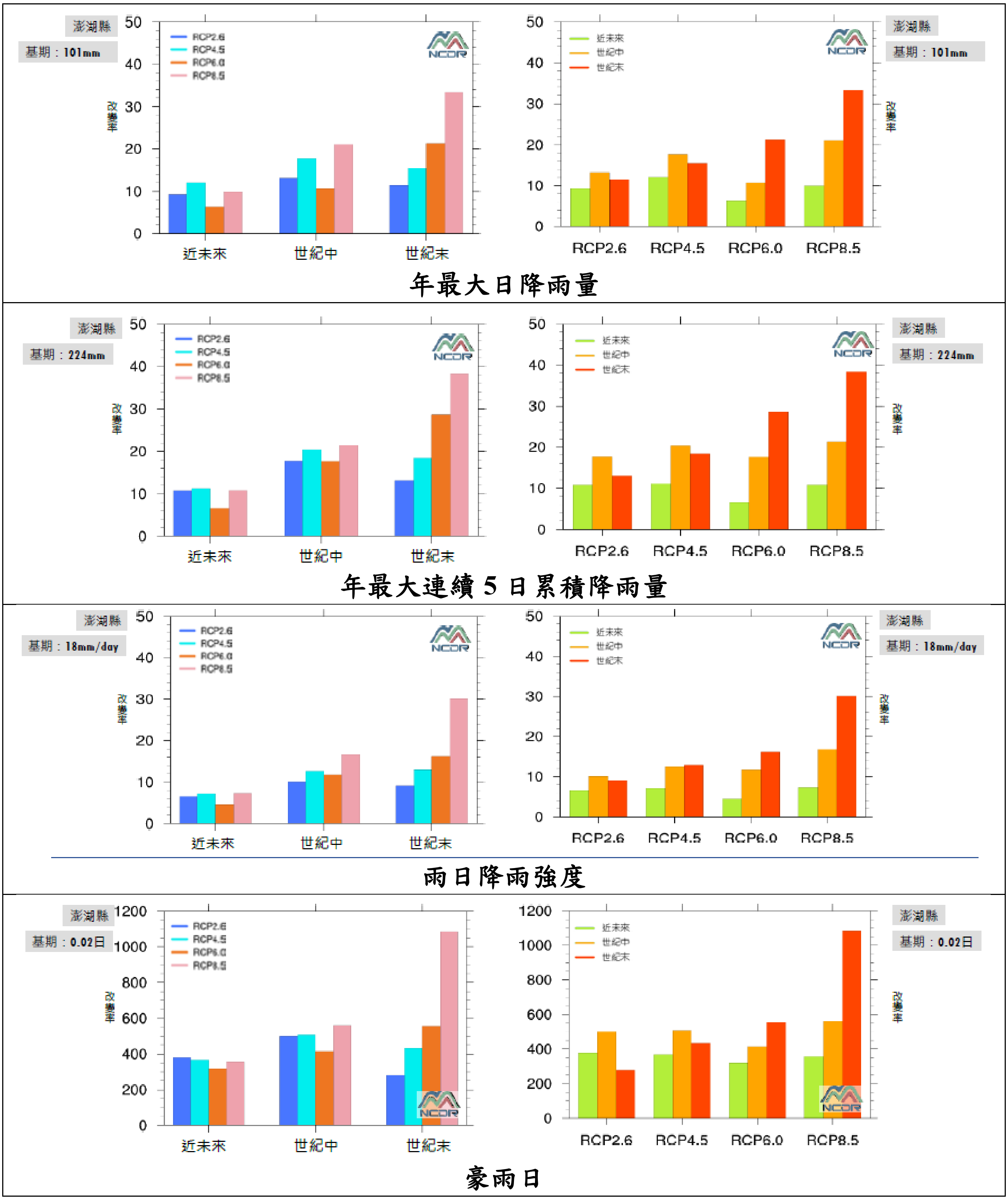


圖 5-5　澎湖氣候變遷關鍵指標-降雨（資料來源：陳宏宇，2019）

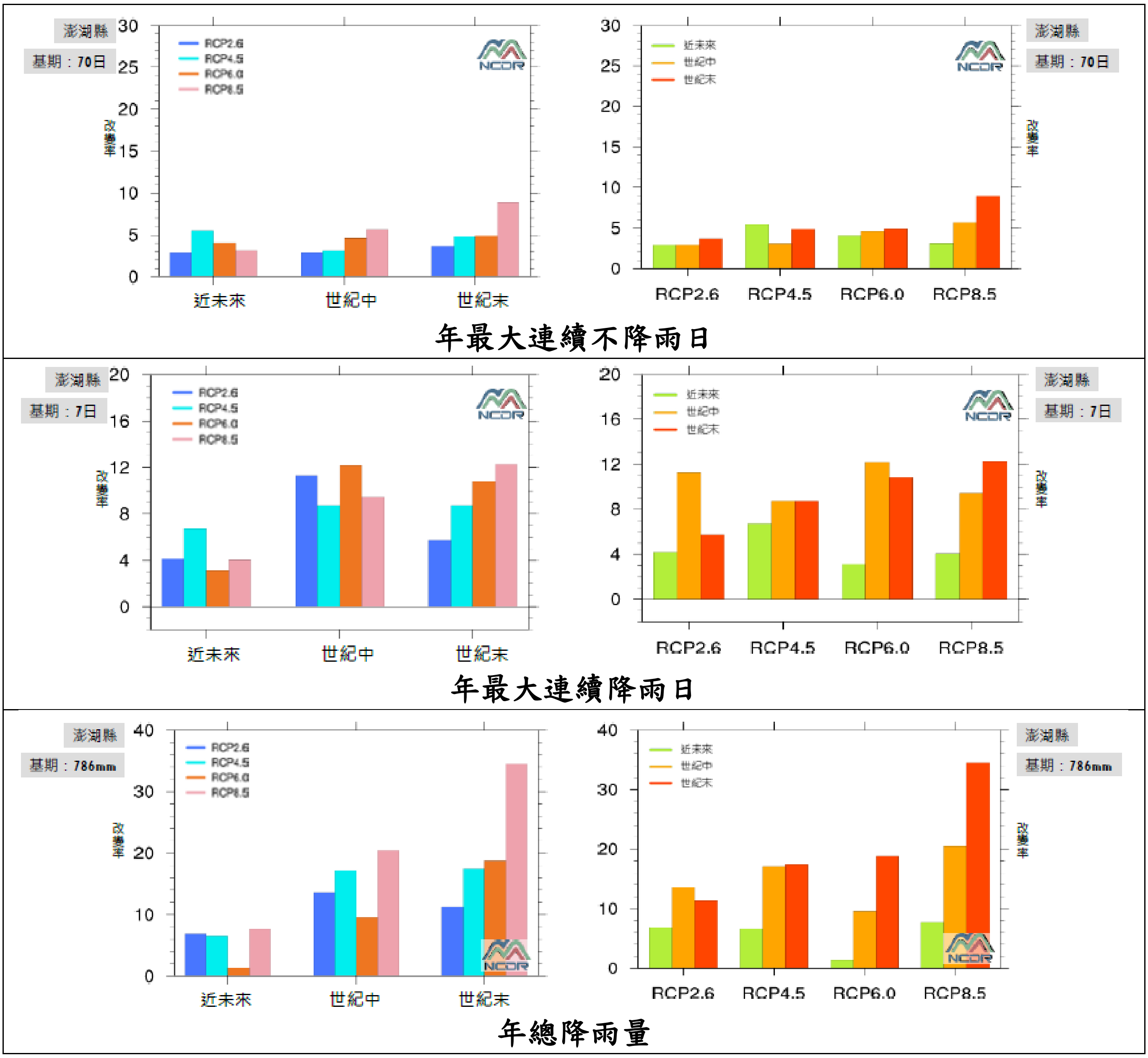


圖 5-6　**澎湖氣候變遷關鍵指標-降雨**（資料來源：陳宏宇，2019）

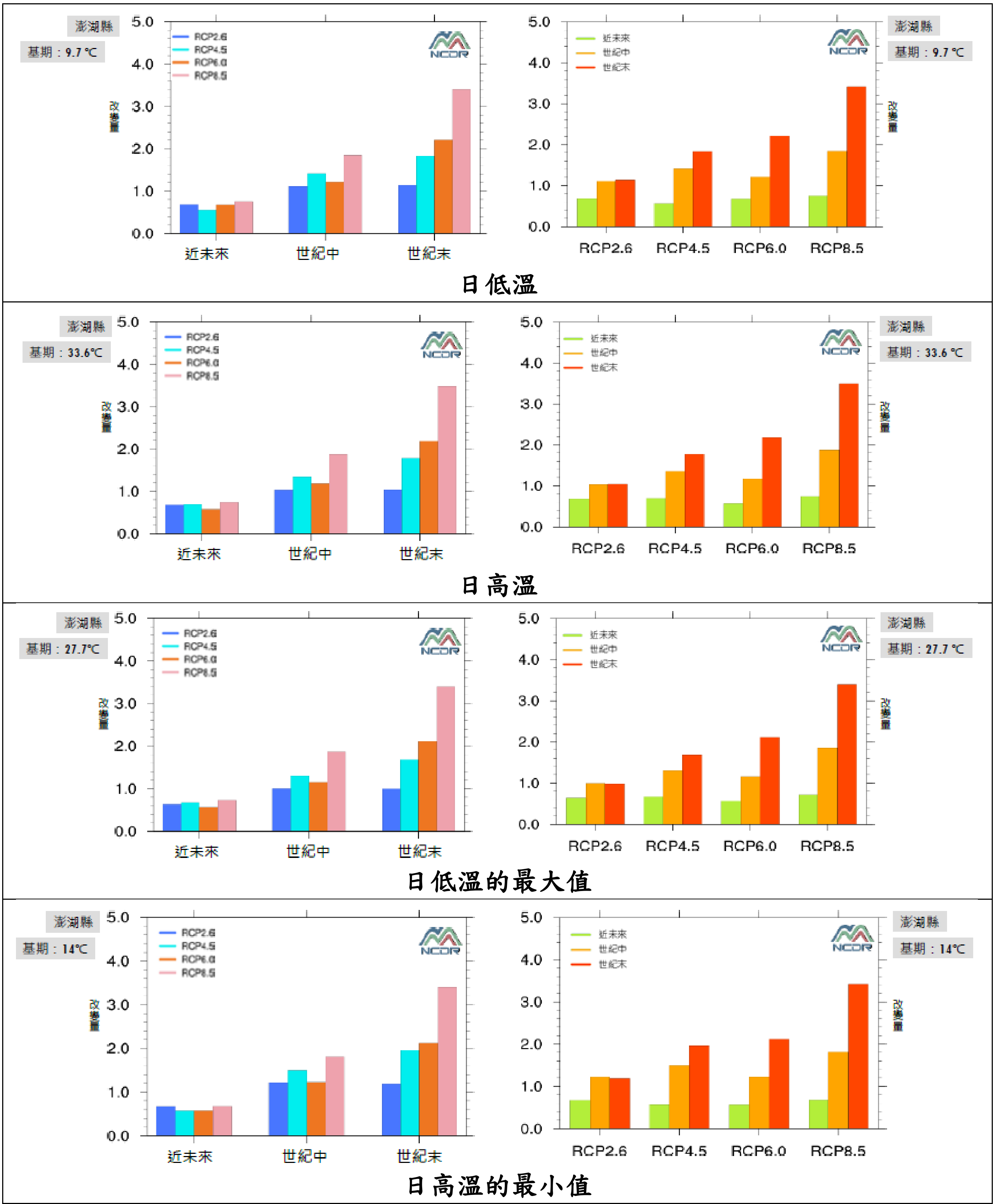


圖 5-7　澎湖氣候變遷關鍵指標-溫度（資料來源：陳宏宇，2019）

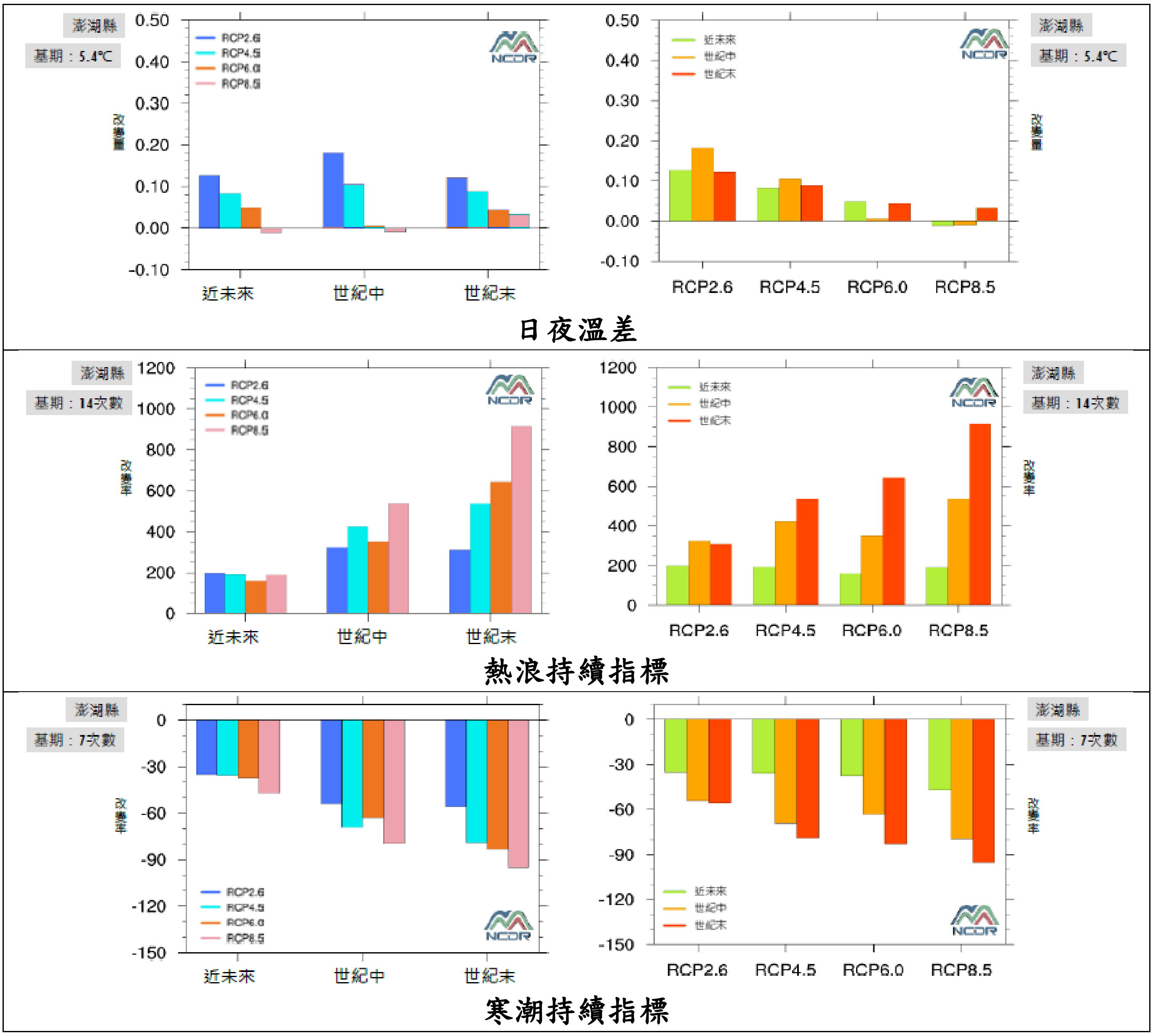


圖 5-8　澎湖氣候變遷關鍵指標-溫度（資料來源：陳宏宇，2019）

表 5-9　澎湖與臺灣氣候變遷未來推估之比較（資料來源：陳宏宇，2019）

		澎湖	臺灣			澎湖	臺灣
年最大日降雨量（%）	RCP2.6	11.47	10.15	日低溫（℃）	RCP2.6	1.14	1.17
	RCP4.5	15.47	15.48		RCP4.5	1.83	1.84
	RCP6.0	21.29	20.16		RCP6.0	2.21	2.25
	RCP8.5	33.29	31.03		RCP8.5	3.4	3.49
年最大連續5日降雨量（%）	RCP2.6	13.07	11.24	日高溫（℃）	RCP2.6	1.04	1.22
	RCP4.5	18.4	15.71		RCP4.5	1.77	1.9
	RCP6.0	28.67	28.59		RCP6.0	2.18	2.25
	RCP8.5	38.28	33.9		RCP8.5	3.49	3.57
雨日降雨強度（%）	RCP2.6	9.07	7.51	日低溫的最大值（℃）	RCP2.6	0.99	1.15
	RCP4.5	12.94	11.21		RCP4.5	1.68	1.81
	RCP6.0	16.15	15.34		RCP6.0	2.11	2.13
	RCP8.5	30.12	26.87		RCP8.5	3.39	3.42
豪雨日（%）	RCP2.6	279.56	48.49	日高溫的最小值（℃）	RCP2.6	1.19	1.31
	RCP4.5	433.23	72.48		RCP4.5	1.96	2
	RCP6.0	556.51	96.8		RCP6.0	2.12	2.21
	RCP8.5	1083.8	160.54		RCP8.5	3.41	3.5
年最大連續不降雨日（%）	RCP2.6	3.64	2.62	日夜溫差（℃）	RCP2.6	0.12	0.17
	RCP4.5	4.83	6.3		RCP4.5	0.09	0.11
	RCP6.0	4.89	5.81		RCP6.0	0.04	0.07
	RCP8.5	8.92	14.07		RCP8.5	0.03	0.05
年最大連續降雨日（%）	RCP2.6	5.7	2.38	熱浪持續指標（%）	RCP2.6	308.91	294.77
	RCP4.5	8.72	4.3		RCP4.5	537.55	487.12
	RCP6.0	10.82	8.97		RCP6.0	641.66	581.78
	RCP8.5	12.27	5.92		RCP8.5	913.77	862.12
年總降雨量（%）	RCP2.6	11.3	7.92	寒潮持續指標（%）	RCP2.6	-55.78	-53.08
	RCP4.5	17.44	10.33		RCP4.5	-79.05	-75.38
	RCP6.0	18.76	13.96		RCP6.0	-82.98	-80.42
	RCP8.5	34.5	22.94		RCP8.5	-95.09	-94.1

除此之外，氣候變遷所造成之海平面上升同樣是一大威脅，根據臺灣周遭海域測站數據顯示，自 1961 年起海平面有上升的趨勢，而近 20 年來上升幅度增快（氣候變遷調適資訊與成果資料庫，2018），而研究參考許晃雄等人於 2017 年之研究，在 RCP8.5 情境之下，21 世紀末全球海平面可能上升 0.63 公尺，以及 Strauss 等人於 2015 年之研究，在不減碳情境之下，將導致全球溫度上升 4℃並造成全球海平面上升 6.9 公尺到 10.8 公尺，運用 Flood Maps（http://flood.firetree.net/）之數據（圖 5-9），將海平面上升 1 公尺、7 公尺與 9 公尺之圖資匯入至澎湖海域空間利用地圖中，發現在不考量海岸保護措施之下，有許多海洋產業將受到影響，如：許多的碼頭與觀光景點被海水淹沒，對此，較容易受到海平面上升影響之海洋運輸與造船產業與海洋觀光遊憩產業將需要相關調適與減緩措施，來應對氣候變遷所帶來之威脅。

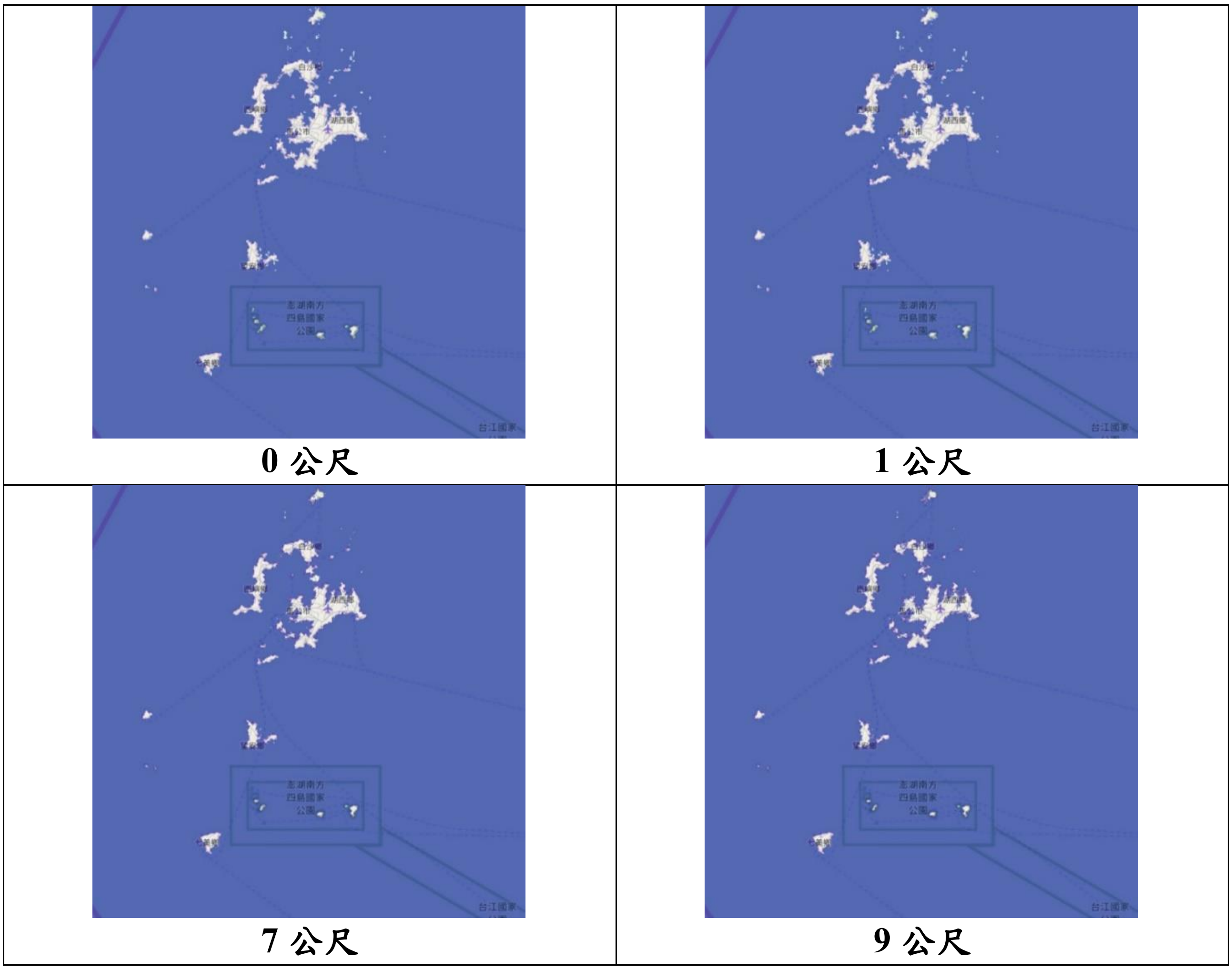


圖 5-9　澎湖海平面上升之推估（資料來源：Flood Maps）

5.4 氣候變遷對於海洋產業影響範疇與強度之建構

有鑑於氣候變遷確實會對於臺灣造成威脅，對此，基於相關文獻探究，研究彙整出氣候變遷對於海洋產業之影響範疇，並採用五級量表（由低至高給予 1-5 分，最高 5 分）來調查各項影響範疇之強度，透過各方權益關係人針對其專業知識給予權重，最後將其填答結果進行平均，同時，藉由焦點團體來取各方權益關係人之見解，以補充影響範疇之不足，進而初步建構臺灣海域及海岸環境空間受氣候變遷對於海洋產業之影響範疇與強度（表 5-10），並依據其對於產業影響強度由強至弱進行排序（表 5-11），從中可以看出各方權益關係人認為海洋觀光遊憩產業遭受風暴頻率、波浪高度之影響最強，接著為海洋生物性資源產業受海水溫度上升之影響以及海洋運輸與造船產業受海平面上升之影響（圖 5-10），其影響強度與氣候變遷之未來推估相符，因此，後續將可針對這些受影響較強之面向優先給予調適與減緩策略。

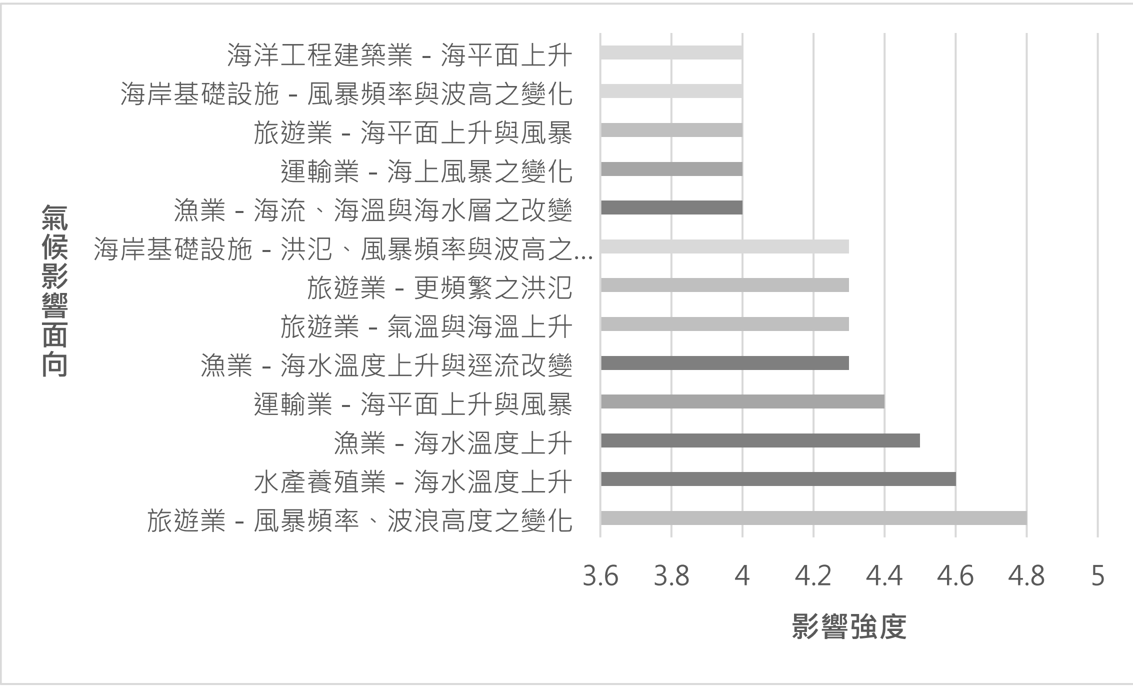


圖 5-10　前十大影響海洋產業之氣候變遷面向（資料來源：本研究製作）

表 5-10　臺灣海域及海岸環境空間受氣候變遷對於海洋產業之影響範疇與強度（資料來源：本研究製作）

產業類型	議題	氣候影響面向	對於產業影響範疇	對於產業影響之強度
海洋生物性資源產業	漁業	海流、海溫與海水層之改變	➢ 對於魚卵與浮游生物之存活造成衝擊，影響魚群補充與漁業	4
		海水溫度上升	➢ 改變浮游生物之聚落，對於魚群之補充產生影響 ➢ 改變漁業之分布模式（某些物種喪失，而其他物種進來） ➢ 改變魚群行為與遷移，影響漁業捕撈能力 ➢ 外來種增加	4.5
		海水酸化與海水溫度上升	➢ 對於魚群之生殖與生長產生直接影響，進而衝擊到漁業之永續性	3.8
		海水酸化	➢ 對於貝類產量產生影響 ➢ 間接影響漁業食物網（由下而上）	3.7
		風暴頻率、波高與風力強度之變化	➢ 天氣條件不佳，導致不適合捕撈，促使漁船停留於港口天數增加或改變捕撈漁場	3.0
		更頻繁之洪氾	➢ 增加貝類產業之風險	3.3
		北極冰融化	➢ 外來種增加	2.2
		海水溫度上升與逕流改變	➢ 增加貝類產業之風險	4.3
		海平面上升	➢ 淹沒廠房，影響水產品加工	2.0
	水產養殖業	海水溫度上升	➢ 能夠於水產養殖中成功提升物種變化 ➢ 改變商業物種與病原體間之平衡，造成漁業與水產養殖業之損失 ➢ 水母增加，對於漁業與水產養殖業產生影響	4.6
		氣候變遷國際化	➢ 改變水產養殖的魚粉與油之可用性	3.6
		海水酸化	➢ 對於貝類之水產養殖產生影響	3.9
		風暴頻率、波高與風力強度之變化	➢ 水產養殖場遭受破壞，意外釋放養殖物種	3.6
海洋非生物性資源產業	能源業	海水溫度上升	➢ 降低發電站之冷卻效率 ➢ 水母增加，對於發電站之運行造成影響 ➢ 溫度升高可能會降低空氣密度，降低風力發電之能量輸出 ➢ 較高的溫度可能會增加電纜傳輸線之電阻，降低傳輸效率	2.8
		風暴頻率、波高與風力強度之變化	➢ 對於風力發電機或石油鑽井平台造成損壞，需要修補與更換 ➢ 減少搭乘直升機或船隻進入海上風力發電機或石油鑽井平台之機會 ➢ 鋪設海上電纜與管線之難度增加	3.4
		風暴頻率與波高之變化	➢ 風力發電機、石油與天然氣鑽井平台需要更多的支撐能力，需要修補與更換之成本 ➢ 電纜與管線遭受更多衝擊，需要修補與更換之成本	3.4
		風向與風力強度之變化	➢ 改變風力發電機之效率 ➢ 氣旋所造成之破壞可能會縮短發電廠之壽命與輸出 ➢ 風暴與強風可能損壞基礎設施與電線，降低系統之可靠性	3.4
		海平面上升	➢ 可能會導致基礎設施受到海水鏽蝕而損壞	2.2

產業類型	議題	氣候影響面向	對於產業影響範疇	對於產業影響之強度
			➢ 增加建設成本 ➢ 風力發電機可能會被淹沒，並需要額外之保護	
	鹽業	海平面上升	➢ 淹沒現有鹽田 ➢ 淹沒廠房，影響到鹽加工	3.3
		極端氣候	➢ 影響探勘、運輸與其它生產活動 ➢ 風暴潮會破壞鹽田 ➢ 影響戶外採鹽活動	3.5
	採礦業	海平面上升	➢ 增加採礦之難度與成本	2.5
		極端氣候	➢ 影響探勘、運輸與其它生產活動 ➢ 影響沿海礦石與其它採礦活動	2.8
海洋運輸與造船產業	運輸業	海平面上升與風暴	➢ 港埠損壞	4.4
		海上風暴之變化	➢ 渡輪服務中斷	4.0
		風暴頻率、波浪高度與風力強度之變化	➢ 航行渠道沉積改變（需要疏濬、重新繪製地圖、安全問題） ➢ 運輸途中貨物遺失以及更頻繁之事故發生 ➢ 風暴潮影響正常海上運輸之天數 ➢ 影響戶外活動 ➢ 增加防範風暴潮之成本	3.8
		融冰	➢ 更多不可預測之狀況造成船舶事故風險	3.0
		海平面上升	➢ 淹沒港埠碼頭，影響到正常的活動	3.2
	造船業	海平面上升	➢ 淹沒碼頭與廠房 ➢ 提升港埠高度將會增加生產成本	2.8
		極端氣候	➢ 影響戶外船舶修理與拆解 ➢ 增加防範風暴潮之成本	3.0
海洋觀光遊憩產業	旅遊業	海平面上升與風暴	➢ 旅遊基礎設施之損壞或風險增加，包括海灘損失	4.0
		更頻繁之洪氾	➢ 海岸旅遊業風險增加	4.3
		海水溫度升高與河流流量變化	➢ 透過分布轉移與河流流量改變，對休閒漁業造成影響	3.8
		氣溫與海溫上升	➢ 改變海岸觀光客之旅遊條件 ➢ 海洋自然景觀喪失 ➢ 改變旅遊業資源之空間分布	4.3
		風暴頻率、波浪高度之變化	➢ 改變帆船或衝浪之機會 ➢ 減少海洋觀光與其他戶外休閒活動	4.8
		風向/強度之變化	➢ 改變帆船或衝浪之機會	3.3
		海水溫度上升	➢ 改善完全浸沒式休閒活動（衝浪與潛水等）之條件	2.8
		海水酸化	➢ 海洋生態系統將受到破壞，自然景觀將喪失	2.3
海洋與海岸工程產業	海岸基礎設施	洪氾、風暴頻率與波高之變化以及海平面上升	➢ 海岸基礎設施遭受破壞之風險增加	4.3
		海平面上升與風暴	➢ 財產與基礎設施之損失，如公路與鐵路	3.0

產業類型	議題	氣候影響面向	對於產業影響範疇	對於產業影響之強度
		風暴頻率與波高之變化	➢ 加快海岸侵蝕，對於海灘或防護沙洲造成損失	4.0
	海洋工程建築業	海平面上升	➢ 提升保護性基礎建設之建設需求 ➢ 增加建設成本 ➢ 淹沒現有生產設施	4.0
海洋汙染防治產業	汙染處理	海流之變化	➢ 對於汙染物之擴散產生影響	3.0
海洋科技研究與發展產業	海洋生物醫學	海平面上升	➢ 淹沒廠房，影響到正常的生產活動	2.5

表 5-11　臺灣海域及海岸環境空間受氣候變遷對於海洋產業之影響範疇與強度-由強至弱排序（資料來源：本研究製作）

產業類型	議題	氣候影響面向	對於產業影響範疇	對於產業影響之強度
海洋觀光遊憩產業	旅遊業	風暴頻率、波浪高度之變化	➢ 改變帆船或衝浪之機會 ➢ 減少海洋觀光與其他戶外休閒活動	4.8
海洋生物性資源產業	水產養殖業	海水溫度上升	➢ 能夠於水產養殖中成功提升物種變化 ➢ 改變商業物種與病原體間之平衡，造成漁業與水產養殖業之損失 ➢ 水母增加，對於漁業與水產養殖業產生影響	4.6
海洋生物性資源產業	漁業	海水溫度上升	➢ 改變浮游生物之聚落，對於魚群之補充產生影響 ➢ 改變漁業之分布模式（某些物種喪失，而其他物種進來） ➢ 改變魚群行為與遷移，影響漁業捕撈能力 ➢ 外來種增加	4.5
海洋運輸與造船產業	運輸業	海平面上升與風暴	➢ 港埠損壞	4.4
海洋生物性資源產業	漁業	海水溫度上升與逕流改變	➢ 增加貝類產業之風險	4.3
海洋觀光遊憩產業	旅遊業	更頻繁之洪氾	➢ 海岸旅遊業風險增加	4.3
海洋觀光遊憩產業	旅遊業	氣溫與海溫上升	➢ 改變海岸觀光客之旅遊條件 ➢ 海洋自然景觀喪失 ➢ 改變旅遊業資源之空間分布	4.3
海洋與海岸工程產業	海岸基礎設施	洪氾、風暴頻率與波高之變化以及海平面上升	➢ 海岸基礎設施遭受破壞之風險增加	4.3
海洋生物性資源產業	漁業	海流、海溫與海水層之改變	➢ 對於魚卵與浮游生物之存活造成衝擊，影響魚群補充與漁業	4.0
海洋運輸與造船產業	運輸業	海上風暴之變化	➢ 渡輪服務中斷	4.0
海洋觀光遊憩產業	旅遊業	海平面上升與風暴	➢ 旅遊基礎設施之損壞或風險增加，包括海灘損失	4.0
海洋與海岸工程產業	海岸基礎設施	風暴頻率與波高之變化	➢ 加快海岸侵蝕，對於海灘或防護沙洲造成損失	4.0
海洋與海岸工程產業	海洋工程建築業	海平面上升	➢ 提升保護性基礎建設之建設需求 ➢ 增加建設成本	4.0

產業類型	議題	氣候影響面向	對於產業影響範疇	對於產業影響之強度
			➢ 淹沒現有生產設施	
海洋生物性資源產業	水產養殖業	海水酸化	➢ 對於貝類之水產養殖產生影響	3.9
海洋生物性資源產業	漁業	海水酸化與海水溫度上升	➢ 對於魚群之生殖與生長產生直接影響，進而衝擊到漁業之永續性	3.8
海洋運輸與造船產業	運輸業	風暴頻率、波浪高度與風力強度之變化	➢ 航行渠道沉積改變（需要疏濬、重新繪製地圖、安全問題） ➢ 運輸途中貨物遺失以及更頻繁之事故發生 ➢ 風暴潮影響正常海上運輸之天數 ➢ 影響戶外活動 ➢ 增加防範風暴潮之成本	3.8
海洋觀光遊憩產業	旅遊業	海水溫度升高與河流流量變化	➢ 透過分布轉移與河流流量改變，對休閒漁業造成影響	3.8
海洋生物性資源產業	漁業	海水酸化	➢ 對於貝類產量產生影響 ➢ 間接影響漁業食物網（由下而上）	3.7
海洋生物性資源產業	水產養殖業	氣候變遷國際化	➢ 改變水產養殖的魚粉與油之可用性	3.6
海洋生物性資源產業	水產養殖業	風暴頻率、波高與風力強度之變化	➢ 水產養殖場遭受破壞，意外釋放養殖物種	3.6
海洋非生物性資源產業	鹽業	極端氣候	➢ 影響探勘、運輸與其它生產活動 ➢ 風暴潮會破壞鹽田 ➢ 影響戶外採鹽活動	3.5
海洋非生物性資源產業	能源業	風暴頻率、波高與風力強度之變化	➢ 對於風力發電機或石油鑽井平台造成損壞，需要修補與更換 ➢ 減少搭乘直升機或船隻進入海上風力發電機或石油鑽井平台之機會 ➢ 鋪設海上電纜與管線之難度增加	3.4
海洋非生物性資源產業	能源業	風暴頻率與波高之變化	➢ 風力發電機、石油與天然氣鑽井平台需要更多的支撐能力，需要修補與更換之成本 ➢ 電纜與管線遭受更多衝擊，需要修補與更換之成本	3.4
海洋非生物性資源產業	能源業	風向與風力強度之變化	➢ 改變風力發電機之效率 ➢ 氣旋所造成之破壞可能會縮短發電廠之壽命與輸出 ➢ 風暴與強風可能損壞基礎設施與電線，降低系統之可靠性	3.4
海洋生物性資源產業	漁業	更頻繁之洪氾	➢ 增加貝類產業之風險	3.3
海洋非生物性資源產業	鹽業	海平面上升	➢ 淹沒現有鹽田 ➢ 淹沒廠房，影響到鹽加工	3.3
海洋觀光遊憩產業	旅遊業	風向/強度之變化	➢ 改變帆船或衝浪之機會	3.3
海洋運輸與造船產業	運輸業	海平面上升	➢ 淹沒港埠碼頭，影響到正常的活動	3.2
海洋生物性資源產業	漁業	風暴頻率、波高與風力強度之變化	➢ 天氣條件不佳，導致不適合捕撈，促使漁船停留於港口天數增加或改變捕撈漁場	3.0

產業類型	議題	氣候影響面向	對於產業影響範疇	對於產業影響之強度
海洋運輸與造船產業	運輸業	融冰	➢ 更多不可預測之狀況造成船舶事故風險	3.0
海洋運輸與造船產業	造船業	極端氣候	➢ 影響戶外船舶修理與拆解 ➢ 增加防範風暴潮之成本	3.0
海洋與海岸工程產業	海岸基礎設施	海平面上升與風暴	➢ 財產與基礎設施之損失，如公路與鐵路	3.0
海洋汙染防治產業	汙染處理	海流之變化	➢ 對於汙染物之擴散產生影響	3.0
海洋非生物性資源產業	能源業	海水溫度上升	➢ 降低發電站之冷卻效率 ➢ 水母增加，對於發電站之運行造成影響 ➢ 溫度升高可能會降低空氣密度，降低風力發電之能量輸出 ➢ 較高的溫度可能會增加電纜傳輸線之電阻，降低傳輸效率	2.8
海洋非生物性資源產業	採礦業	極端氣候	➢ 影響探勘、運輸與其它生產活動 ➢ 影響沿海礦石與其它採礦活動	2.8
海洋運輸與造船產業	造船業	海平面上升	➢ 淹沒碼頭與廠房 ➢ 提升港埠高度將會增加生產成本	2.8
海洋觀光遊憩產業	旅遊業	海水溫度上升	➢ 改善完全浸沒式休閒活動（衝浪與潛水等）之條件	2.8
海洋非生物性資源產業	採礦業	海平面上升	➢ 增加採礦之難度與成本	2.5
海洋科技研究與發展產業	海洋生物醫學	海平面上升	➢ 淹沒廠房，影響到正常的生產活動	2.5
海洋觀光遊憩產業	旅遊業	海水酸化	➢ 海洋生態系統將受到破壞，自然景觀將喪失	2.3
海洋生物性資源產業	漁業	北極冰融化	➢ 外來種增加	2.2
海洋非生物性資源產業	能源業	海平面上升	➢ 可能會導致基礎設施受到海水鏽蝕而損壞 ➢ 增加建設成本 ➢ 風力發電機可能會被淹沒，並需要額外之保護	2.2
海洋生物性資源產業	漁業	海平面上升	➢ 淹沒廠房，影響水產品加工	2.0

5.5 小結

研究一共舉辦四場焦點訪談座談會，藉此來蒐集各方權益關係人之見解，研究先行瞭解澎湖相關單位所關注之議題，其結果為內海與潮間帶問題、海域相關資料調查、漁業資源與資源保育。接著，評估氣候變遷對於海洋產業之影響範疇與強度，其結果為海水溫度上升、海平面上升以及風暴頻率改變對於海洋產業之影響強度較高。然後，瞭解公民對於計畫相關議題之認知，發現到目前臺灣海域空間確實有不同使用上之衝突，而氣候變遷相關議題確實會對於海洋產業造成影響，最後則是寄望澎湖相關單位能夠協助蒐集相關空間資料，並協助檢視研究所研擬之海洋產業因應氣候變遷調適與減緩策略，當中與會者針對空間資料之蒐集給予相關建議。此外，研究亦針對臺灣氣候變遷之未來推估進行探討，發現所調查之影響強度與氣候變遷之未來推估相符。

經由四場焦點訪談座談會，研究發現受邀單位與實際參與單位有所落差，推測原因是由於氣候變遷之議題涉及廣泛，許多受邀單位並不瞭解其對應窗口為何，以至於將公文錯發或一轉再轉，導致最終無人出席，而部分受邀單位可能是缺乏參與之誘因，對此，研究建議後續應先行釐清各受邀單位之對應窗口，直接發文至該窗口，並給予相關之誘因，以提升參與之意願。除此之外，亦可透過感知評量之方式來瞭解各方權益關係人之需求，以及可接受之氣候變遷因應對策，進而達到雙向溝通與凝聚共識之目的。

第六章　臺灣海域及海岸空間利用與海洋產業因應氣候變遷之調適策略

為了研擬臺灣海域及海岸空間利用與海洋產業因應氣候變遷之調適策略，研究基於上述工作項目，蒐集各國相關調適與減緩策略來進行彙整，並參考示範案例-澎湖的氣候變遷調適與減緩計畫，同時，對應於聯合國教科文組織之海洋空間規劃步驟，此部分屬於步驟七「擬定與批准空間管理計畫」。

6.1 澎湖之氣候變遷調適與減緩計畫

為了配合「國家氣候變遷調適策略綱領」與「地方氣候變遷調市計畫規劃作業指引」，2014 年澎湖縣政府辦理其氣候變遷調適計畫，該計畫採取滾動式規劃與策略規劃之概念，透過協商會議、深入訪談、文獻回顧與次級資料分析、工作小組與平台會議，與澎湖縣政府等相關行政單位、地方非政府組織共同討論，以取得澎湖氣候調適之方向與策略，主要操作程序內容為：

1）成立氣候變遷調適計畫推動平台；

2）分析澎湖縣氣候變遷趨勢及影響；

3）釐清氣候變遷衝擊關鍵領域與脆弱度；

4）分析氣候變遷衝擊之空間脆弱度；

5）分析澎湖縣重要氣候變遷調適議題；

6）檢視既有政策與相關計畫；

7）發展澎湖氣候變遷調適願景、策略與行動計畫。

整體而言，澎湖縣氣候變遷調適計畫之執行可分為 1）衝擊評估階段、2）策略研提階段與 3）調適落實階段（圖 6-1），對此，澎湖縣政府委託專業規劃團隊結合澎湖縣政府各單位（環保局、行政處、消防局、工務處、建設處、車船處、農漁局、財政處、民政處、文化局、旅遊處、衛生局與社會處）成立澎湖縣氣候變遷調市計畫工作小組（圖 6-2），先行了解澎湖縣氣候變遷之趨勢與影響，接著配合 8 大領域評估各領域之脆弱度，其中以災害、水資源、維生基礎設施與健康被認為較具重要性，並界定出各領域之關鍵議題，進而研擬澎湖各關鍵議題之調適策略，同時基於過去澎湖縣之縣政發展目標提出澎湖縣氣候變遷調適三大策略願景，即：低碳島嶼、多樣海洋與永續樂活（圖 6-3）。

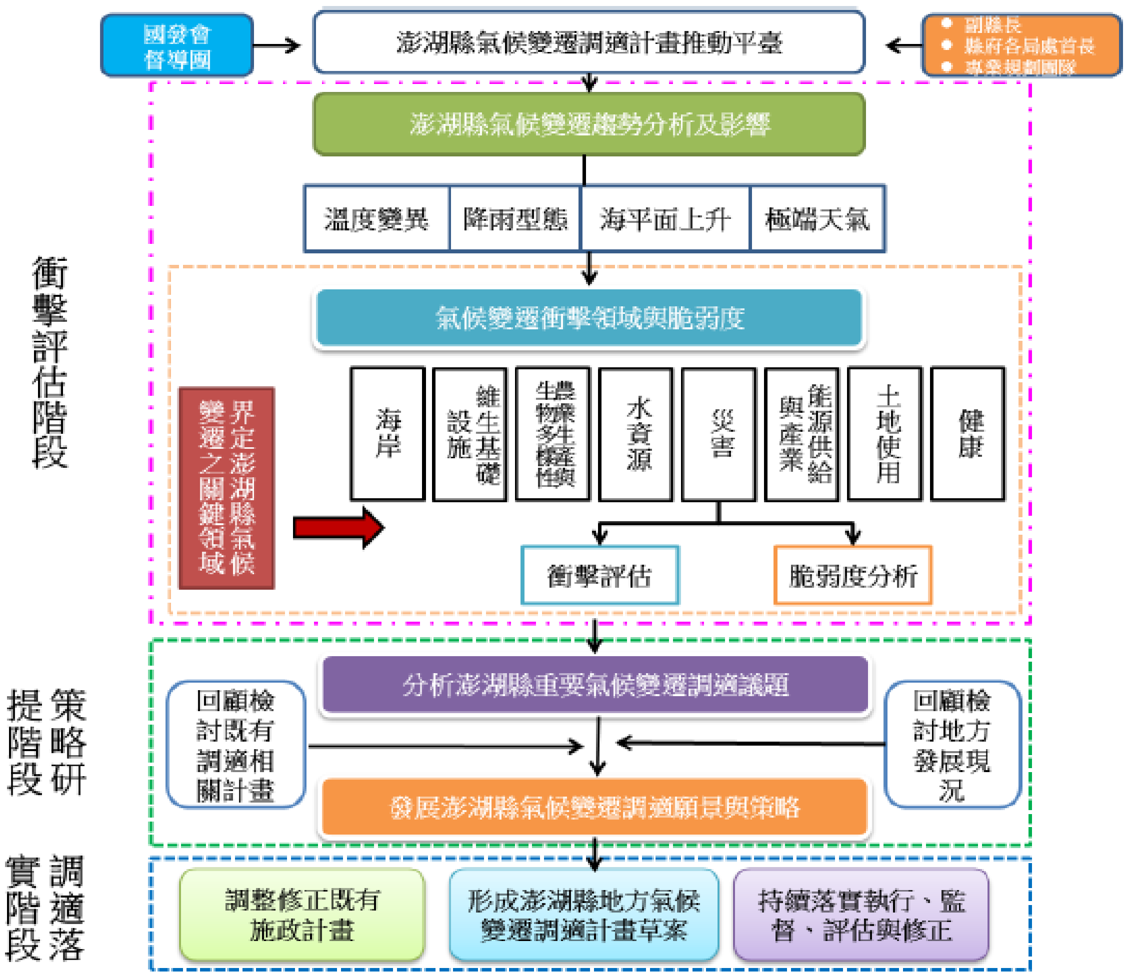


圖 6-1　澎湖縣氣候變遷調適計畫執行架構（資料來源：澎湖縣政府，2014）

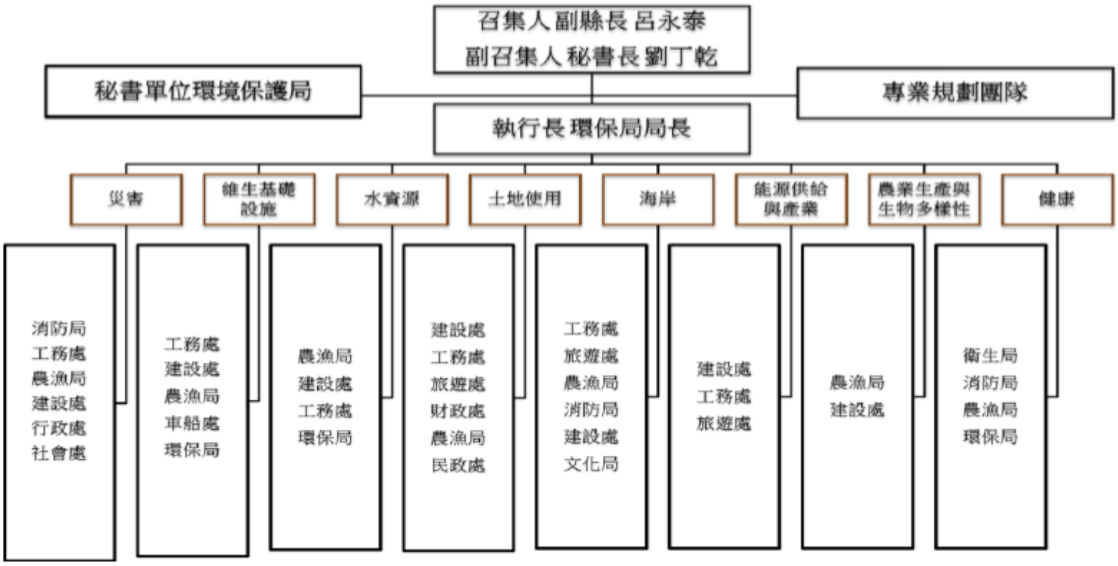


圖 6-2　澎湖縣政府氣候變遷調適工作小組（資料來源：澎湖縣政府，2014）

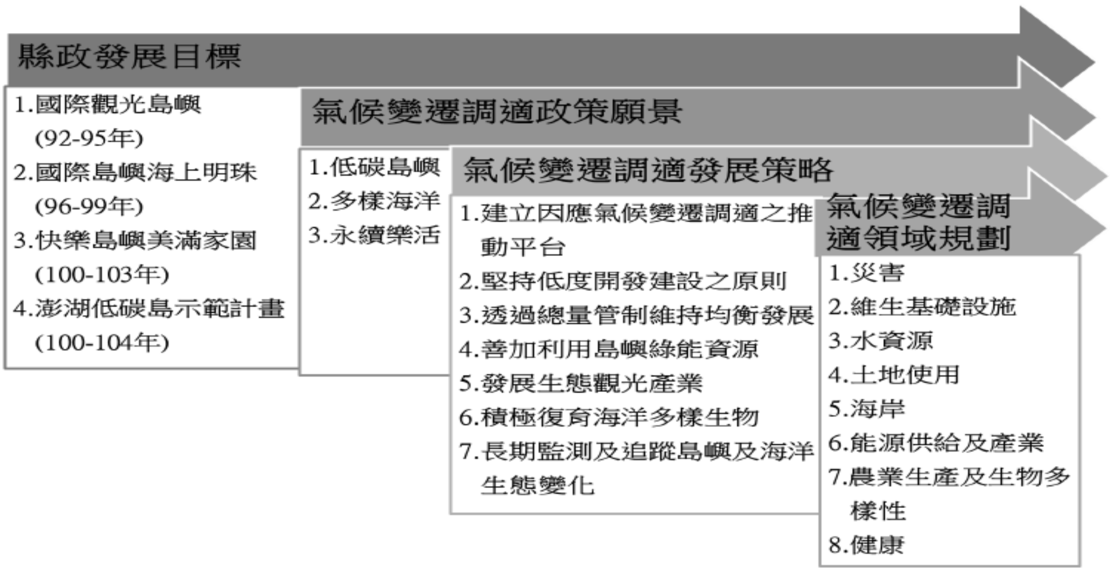


圖 6-3　澎湖縣氣候變遷調適策略願景與規劃（資料來源：澎湖縣政府，2014）

此外，澎湖縣政府依循溫室氣體減量及管理法所擬定之推動目標，研擬澎湖縣溫室氣體管制執行方案，其中的推動策略涵蓋節約能源、綠色運輸、綠色運輸、綠色產業、永續農漁業、能資源循環利用、氣候韌性、教育宣導、綠色採購與減塑策略。

6.2 海洋產業因應氣候變遷調適與減緩策略之研擬

有鑑於氣候變遷未來確實會對於臺灣海域造成影響，研究基於上述所建構之臺灣海域及海岸環境空間受氣候變遷對於海洋產業影響範疇與強度，再透過文獻探究與焦點團體訪談，針對各式海洋產業類型以及不同的氣候變遷影響範疇給予相關調適與減緩策略，最終彙整出 40 種調適與減緩策略，其中以「提升氣候預測能力之準確性」與「提升環境監測能力」最常被應用來作為調適與減緩策略（圖 6-4），顯示出預測氣候與監測環境之重要性，表 6-1 為研究研擬之臺灣海洋產業因應氣候變遷之調適與減緩策略。除此之外，若對應第一次焦點團體訪談所取得之澎湖各方權益關係人關注議題，「提升氣候預測能力之準確性」、「提升環境監測能力」與「補償與補貼」為澎湖應考量調適與減緩之重點。

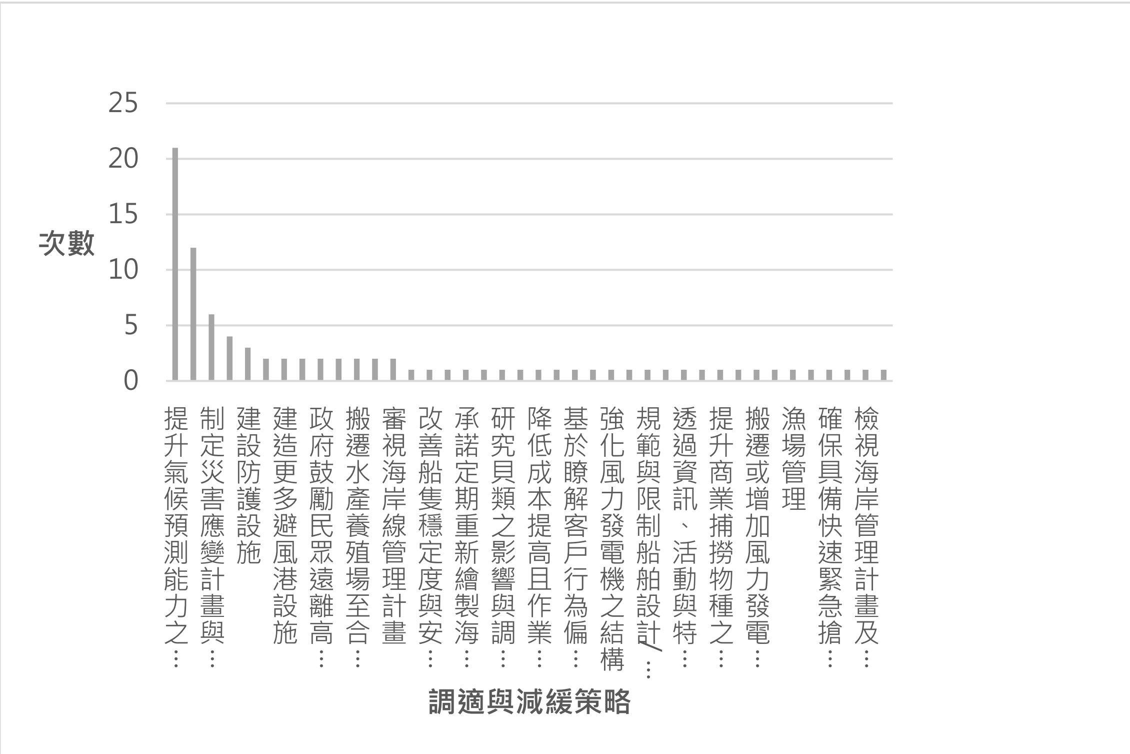


圖 6-4　相關調適與減緩策略之應用次數（資料來源：本研究製作）

表 6-1　臺灣海洋產業因應氣候變遷之調適與減緩策略[13]（資料來源：本研究製作）

<table>
<tr><th>產業類型</th><th>議題</th><th>氣候影響面向</th><th>對於產業影響範疇</th><th>相關調適與減緩策略</th></tr>
<tr><td rowspan="9">海洋生物性資源產業</td><td rowspan="4">漁業</td><td>海平面上升</td><td>➢ 淹沒漁村與相關基礎設施</td><td>➢ 政府部門規劃相關撤退與安置計畫
➢ 建設防護設施
➢ 提升氣候預報能力之準確性
➢ 制定災害應變計畫與設立預警系統</td></tr>
<tr><td>海水溫度改變</td><td rowspan="2">➢ 影響魚卵與浮游生物之存活，衝擊魚群之補充
➢ 改變物種棲息環境，影響其生殖與生長
➢ 改變漁業之空間分布（某些物種喪失，而其他物種進來）
➢ 改變魚群行為與遷移，影響漁業捕撈能力
➢ 外來種增加
➢ 影響貝類產量</td><td rowspan="2">➢ 開發高價市場
➢ 建立保險制度
➢ 提升商業捕撈物種之洄游路徑預測技術
➢ 提升氣候預報能力之準確性
➢ 提升環境監測能力
➢ 降低成本提高且作業效率
➢ 輔導漁民兼業能力，並建立漁業退場機制
➢ 漁場管理
➢ 補償與補貼</td></tr>
<tr><td>海水酸化</td></tr>
<tr><td>極端氣候</td><td>➢ 影響捕撈作業，增加風險
➢ 增加貝類產業之風險</td><td>➢ 調整保險制度（理賠、遇難救助）
➢ 提升氣候預報能力之準確性
➢ 改善船隻穩定度與安全性</td></tr>
<tr><td rowspan="5">水產養殖業</td><td>海平面上升</td><td>➢ 淹沒水產養殖場，意外釋放養殖物種</td><td>➢ 搬遷水產養殖場至合適之區域，亦或縮小養殖面積</td></tr>
<tr><td>海水溫度上升</td><td>➢ 提升物種變化
➢ 改變商業物種與病原體間之平衡
➢ 水母增加將造成影響</td><td>➢ 提升氣候預測能力之準確性
➢ 提升環境監測能力
➢ 補償與補貼</td></tr>
<tr><td>海水酸化</td><td>➢ 影響貝類養殖</td><td>➢ 研究貝類之影響與調適能力
➢ 提升氣候預報能力之準確性
➢ 提升環境監測能力
➢ 補償與補貼</td></tr>
<tr><td>極端氣候</td><td>➢ 破壞水產養殖場，意外釋放養殖物種
➢ 水產養殖環境化學組成改變，造成養殖魚類突發性死亡</td><td>➢ 搬遷水產養殖場至合適之區域，亦或縮小養殖面積
➢ 提升氣候預測能力之準確性
➢ 提升環境監測能力
➢ 補償與補貼</td></tr>
<tr><td>全球性氣候變遷</td><td>➢ 影響魚粉或魚油之國際產量，進而增加成本</td><td>➢ 研發替代性產品來取代魚粉（如：植物性蛋白或昆蟲蛋白）</td></tr>
<tr><td>海洋非生物性資源產業</td><td>風力發電</td><td>海平面上升</td><td>➢ 淹沒風力發電機
➢ 導致風力發電機受到海水鏽蝕而損壞
➢ 增加建設成本</td><td>➢ 提升氣候預報能力之準確性
➢ 提升環境監測能力
➢ 制定災害應變計畫與設立預警系統
➢ 搬遷或增加風力發電機之穩健性</td></tr>
</table>

[13] 研究於此將極端氣候定義為：風暴頻率、波浪高度、風力強度與風向之變化以及更頻繁之洪氾

產業類型	議題	氣候影響面向	對於產業影響範疇	相關調適與減緩策略
		風向與風力之變化 極端氣候	➢ 改變風力發電機之效率 ➢ 減少風力發電機之壽命，需要更強大之風力發電機 ➢ 增加風力發電機之建設與修復成本	➢ 提升氣候預報能力之準確性 ➢ 制定災害應變計畫與設立預警系統 ➢ 強化風力發電機之結構 ➢ 設計能夠運行且承受更高風速、陣風與風向之風力發電機 ➢ 確保具備快速緊急搶修團隊
	能源傳輸與配送	海平面上升	➢ 導致基礎設施受到海水鏽蝕而損壞 ➢ 增加電纜之清理與修復成本	➢ 搬遷或增加基礎設施之穩健性 ➢ 提升氣候預報能力之準確性 ➢ 制定災害應變計畫與設立預警系統
		溫度變化	➢ 增加電纜之電阻，降低能源傳輸效率	➢ 額外的電纜保護
		極端氣候	➢ 損壞電纜與基礎設施，降低系統之可靠性 ➢ 增加鋪設電纜之困難度	➢ 強化電纜之穩健性 ➢ 提升氣候預報能力之準確性 ➢ 制定災害應變計畫與設立預警系統
海洋運輸與造船產業	運輸業	海平面上升	➢ 淹沒與損壞港埠 ➢ 船舶停靠與貨物裝卸	➢ 提升氣候預報能力之準確性 ➢ 規範港埠基礎設施之安全設計 ➢ 建設更具有恢復力之港埠設施
		極端氣候	➢ 運輸服務中斷 ➢ 損壞港埠 ➢ 影響海上運輸之天數 ➢ 改變航道-沉積問題（需要疏濬、重新繪製地圖與安 全疑慮）	➢ 提升氣候預報能力之準確性 ➢ 提升環境監測能力 ➢ 規範與限制船舶設計/營運之安全 ➢ 建造更多避風港設施 ➢ 承諾定期重新繪製海底地圖
	造船業	海平面上升	➢ 淹沒碼頭與廠房 ➢ 提升港埠高度將會增加生產成本	➢ 提升氣候預報能力之準確性 ➢ 規範港埠基礎設施之安全設計 ➢ 建設更具有恢復力之港埠設施
		極端氣候	➢ 影響戶外船舶修理與拆解 ➢ 增加防範風暴潮之成本	➢ 提升氣候預報能力之準確性 ➢ 建造更多避風港設施
海洋觀光遊憩產業	旅遊業	海平面上升	➢ 損壞旅遊基礎設施	➢ 提升氣候預報能力之準確性 ➢ 檢視海岸管理計畫及其對於旅遊基礎設施之影響 ➢ 建設防護設施 ➢ 增加沙灘補充制度 ➢ 在新的基礎設施設計中考量海平面上升 ➢ 定期維護基礎設施，並保持良好的工作狀態，以增強對極端事件之抵禦能力
		溫度變化	➢ 改變旅遊條件 ➢ 改變旅遊業資源之空間分布（如：休閒漁業捕撈）	➢ 透過資訊、活動與特別優惠來促進較長之旅遊季，包括透過社群媒體來吸引年輕人 ➢ 基於瞭解客戶行為偏好以應對不同的天氣條件，進而制定長期策略 ➢ 強化休閒漁業捕撈量與活動之紀錄 ➢ 提升捕撈物種之洄游路徑預測技術

產業類型	議題	氣候影響面向	對於產業影響範疇	相關調適與減緩策略
				➢ 提升環境監測能力
		風向與風力之變化	➢ 改變帆船或衝浪之機會	➢ 提升氣候預報能力之準確性 ➢ 提升環境監測能力
		極端氣候	➢ 增加海岸旅遊業風險	➢ 提升氣候預報能力之準確性 ➢ 提升環境監測能力
海洋與海岸工程產業	海岸基礎設施	海平面上升	➢ 損壞基礎設施 ➢ 海岸基礎設施遭受破壞之風險增加	➢ 提升氣候預報能力之準確性 ➢ 提升環境監測能力 ➢ 審視海岸線管理計畫 ➢ 政府鼓勵民眾遠離高風險之地區
		極端氣候	➢ 損壞基礎設施 ➢ 海岸基礎設施遭受破壞之風險增加 ➢ 淹沒或喪失自然棲息地 ➢ 加快海岸侵蝕，對於海灘或防護沙洲造成損失	➢ 提升氣候預報能力之準確性 ➢ 提升環境監測能力 ➢ 審視海岸線管理計畫 ➢ 政府鼓勵民眾遠離高風險之地區 ➢ 增加沙灘補充制度
海洋汙染防治產業	汙染處理	海流之變化	➢ 對於汙染物之擴散產生影響	➢ 提升氣候預報能力之準確性 ➢ 提升環境監測能力
海洋科技研究與發展產業	海洋生物醫學	海平面上升	➢ 淹沒廠房，影響到正常的生產活動	➢ 政府部門規劃相關撤退與安置計畫 ➢ 建設防護設施 ➢ 提升氣候預報能力之準確性 ➢ 制定災害應變計畫與設立預警系統
	海域調查	各海象條件明顯改變	➢ 需要更廣泛（空間）、更高程度（時間）的海氣象調查，更高技術的調查能量（研究船、綜合性測站、智慧型監測設施）	➢ 培養更多海洋科技人力

進一步檢視相關調適與減緩策略,「政府鼓勵民眾遠離高風險之地區」、「提升捕撈物種/商業捕撈物種之洄游路徑預測技術」、「搬遷水產養殖場至合適之區域，亦或縮小養殖面積」、「漁場管理」、「搬遷或增加基礎設施之穩健性」與「搬遷或增加風力發電機之穩健性」這些策略與海域空間規劃有所關聯，涉及之海洋產業為：海洋生物性資源產業、海洋非生物性資源產業、海洋觀光遊憩產業與海洋與海岸工程產業。同時，基於各方權益關係人對於氣候變遷對於海洋產業影響強度之見解，未來應從下列海洋產業之調適與減緩策略優先著手，以降低氣候變遷對於海洋產業帶來之威脅：

- <u>海洋觀光遊憩產業</u>

  提升氣候預報能力之準確性與提升環境監測能力

- <u>海洋生物性資源產業</u>

  提升氣候預報能力之準確性、提升環境監測能力、開發高價市場、建立保險制度、提升商業捕撈物種之洄游路徑預測技術、降低成本提高且作業效率、輔導漁民兼業能力，並建立漁業退場機制、漁場管理與補償與補貼

- <u>海洋運輸與造船產業</u>

  提升氣候預報能力之準確性、規範港埠基礎設施之安全設計與建設更具有恢復力之港埠設施

除此之外，研究針對澎湖縣政府所研擬之「澎湖縣氣候變遷調適計畫」與「澎湖縣溫室氣體管制執行方案」,從中篩選與海洋產業相關之調適與減緩策略作為補充之參考（表 6-2 與表 6-3），亦可發現當中有部分的調適與減緩策略與研究所彙整的相互呼應。

6.3 小結

研究先行檢視「澎湖縣氣候變遷調適計畫」與「澎湖縣溫室氣體管制執行方案」，並基於第二章至第六章之文獻探究與焦點團體訪談之成果，初步研擬出臺灣海洋產業因應氣候變遷調適與減緩策略，同時檢視相關策略與海域空間規劃之關聯，寄望後續能提供相關單位作為參考。

表 6-2 澎湖縣既有的相關調適策略（資料來源：澎湖縣政府，2014）

領域	類別	關鍵議題	調適策略	建議擬定之行動計畫	可能涉及之產業
災害	寒害	寒害所帶來的問題	整合氣象與海象監測系統、建立寒害預警以及應變通報機制，並建立災後處置計畫	強化災害預警，並提升災害發生時應變機制之彈性及緊急應變能力	海洋生物性資源產業
維生基礎設施	交通設施	極端氣候對海港與航空站設施的破壞	整合氣象與海象監測系統、建立災害預警以及應變通報機制	強化災害預警，並提升災害發生時應變，以及機制之彈性及緊急應變能力	海洋運輸與造船產業
				改善漁港設施之防汛能力，避免防汛缺口	海洋運輸與造船產業
土地使用	沿海地區	極端氣候對沿海易淹水地區的生命居住安全問題	易淹水地區土地利用檢討	評估氣候變遷對於沿海土地之衝擊影響範圍，檢討土地使用規劃方向	海洋生物性資源產業
			易淹水聚落社會調查與脆弱度評估	建構災害風險管理體系	海洋生物性資源產業
			推動海岸災害潛勢區的調查與評估，並檢視災害潛勢區海岸防護設施之脆弱度與防護能力	評估氣候變遷對於沿海土地之衝擊影響範圍，檢討土地使用規劃方向	海洋生物性資源產業
				建立以調適為目的之土地使用評估等相關等配套機制	海洋生物性資源產業
海岸	人類環境衝擊	海水面上升後，沿海土地空間利用配置重組的問題	海水面上升衝擊潛勢地區土地利用檢討	調查海堤及海岸地質、地形，並檢視既有設施結構安全性	海洋生物性資源產業
				提高沿海地區或地勢低窪區域設備之配置	海洋生物性資源產業
				改善漁港設施之防汛能力，避免防汛缺口	海洋運輸與造船產業
		海水面上升後，沿海地區傳統文化景觀資源威脅問題（如石滬）	海水面上升衝擊潛勢地區調查與脆弱度評估	調查海堤及海岸地質、地形，並檢視既有設施結構安全性	海洋觀光遊憩產業
能源供給及產業	產業發展	觀光景點或設施受極端氣候破壞，造成觀光吸引力降低的問題	強化觀光資源維護	評估觀光資源與設施的衝擊	海洋觀光遊憩產業
		全縣旅遊風險，如溺水、玄武岩崩塌的威脅問題	加強觀光設施管理	評估觀光資源與設施的衝擊	海洋觀光遊憩產業
		氣候變遷對澎湖周圍海域的漁場分布與變化問題	進行漁業養殖調查	對同一種養殖業採取不同養殖技術以分散風險	海洋生物性資源產業
		漁業捕獲量降低、過度捕撈、棲地破壞、汙染等海域環境破壞行為問題	健全漁業法制	檢討漁業制度及漁法	海洋生物性資源產業
		當海溫或鹽度改變後，衝擊箱網養殖漁業的程度	採用多元養殖方式	檢討漁損補助辦法	海洋生物性資源產業
		氣候變遷對家禽畜牧的傳染病議題，如口蹄疫、禽流感	養殖傳染疾病研究與監控	針對現有養殖魚類，所受之氣候變遷之衝擊進行調查	海洋生物性資源產業

表 6-3　澎湖縣既有的相關減緩策略（資料來源：澎湖縣政府，2019b）

策略類別	執行方案推動策略	權責單位	推動期程	預期效益	可能涉及之產業
永續農漁業	農漁業務漁政管理	農漁局	107年-109年	取締非法捕魚巡護查緝、清除海底覆網50,000公尺、依據行政院農委會訂定之「自願性休漁實施作業要點」辦理「獎勵休漁」政策等，以活化海洋生態環境，讓漁業資源得以生生不息。	海洋生物性資源產業、海洋觀光遊憩產業
	農漁業務漁業輔導			建立『澎湖優鮮驗證標章』以及澎湖優鮮水產品輔導及通路認證推廣每年5家次、每年推動漁產品藥檢100次提高抽檢驗合格率預計每年合格率達90%等，以永續養殖漁業。	
	農漁業務生態保育			辦理生物多樣性保育宣導推廣活動、辦理重要自然地景調查及保護、進行草螺（國家級）與菜園（暫定重要級）濕地的保育與管理維護工作。	
	澎湖縣水產種苗繁殖			繁殖培育並放流魚、介、貝類等水產種苗達700萬尾（粒、隻）、培育瀕危物種及珊瑚礁並放流本縣海洋保護區海域2,400株（粒）培育紫菜種苗9萬粒/年、投放200塊珊瑚移植磚及50塊人工藻礁於選定之海域進行復育。	

第七章　結論與建議

研究先行蒐集國際間相關領域之文獻，運用文獻計量分析與文獻探究來瞭解相關領域之發展現況與趨勢，並基於中央行政機關之數據資料來初步建置臺灣海域空間利用資料庫，同時，藉由空間分析來評估澎湖海域空間利用之現況，以及檢視澎湖縣氣候變遷之未來推估，而經由焦點團體訪談取得各方權益關係人之見解，彙整出臺灣海域及海岸環境空間受氣候變遷影響敏感區範疇與強度，搭配相關文獻之探究，進而研擬臺灣海域及海岸空間利用與海洋產業因應氣候變遷之調適策略，最終給予結論與建議。

7.1 結論

研究重要之結論如下：

- 國際相關領域之文獻蒐集分析

  經由氣候變遷、海洋空間規劃與海洋產業之文獻蒐集分析，可以發現近十年相關領域之研究呈現逐年成長，截至 2018 年已經有 2 萬多篇的出版物，當中又以美國、英格蘭與中國大陸之出版物數量最多，領域則以環境科學與生態為主。

- 國際相關領域之文獻計量分析

  經由氣候變遷調適、海洋空間規劃與海洋產業之文獻計量分析，可以發現近十年氣候變遷與調適領域較為受關注之議題為影響、脆弱度與管理，海洋空間規劃領域較受關注之議題為管理（基於生態系統之管理）與保育，而海洋產業領域則較關注於其系統與性能。同時，三大領域中有部分共同關鍵字詞重疊。

- 臺灣海域空間利用資料庫之初步建置

  基於內政部營建署所建置之海岸地區管理資訊網之數據資料，搭配其他中央行政機關之數據資料，初步建置臺灣海域空間利用資料庫，資料庫之數據涵蓋海洋產業利用、軍事及防救災相關使用、環境保護相關使用與海洋環境基本資料。

➢ 澎湖之海域空間利用現況

基於初步建置臺灣海域空間利用資料庫之數據，繪製出澎湖海域空間利用之現況，並透過空間分析之功能計算各海域空間利用型態之面積，其中以環境保護相關使用-其他的面積最大，同時檢視不同空間利用之重疊面積發現確實有衝突。

➢ 臺灣海域及海岸環境空間受氣候變遷影響敏感區範疇與強度

根據相關文獻探究，並透過焦點團體來取各方權益關係人之見解，彙整出氣候變遷對於海洋產業之影響範疇與強度，當中各方權益關係人認為海洋觀光遊憩產業遭受風暴頻率、波浪高度之影響最強，其次為海洋生物性資源產業受海水溫度上升之影響以及海洋運輸與造船產業受海平面上升之影響。

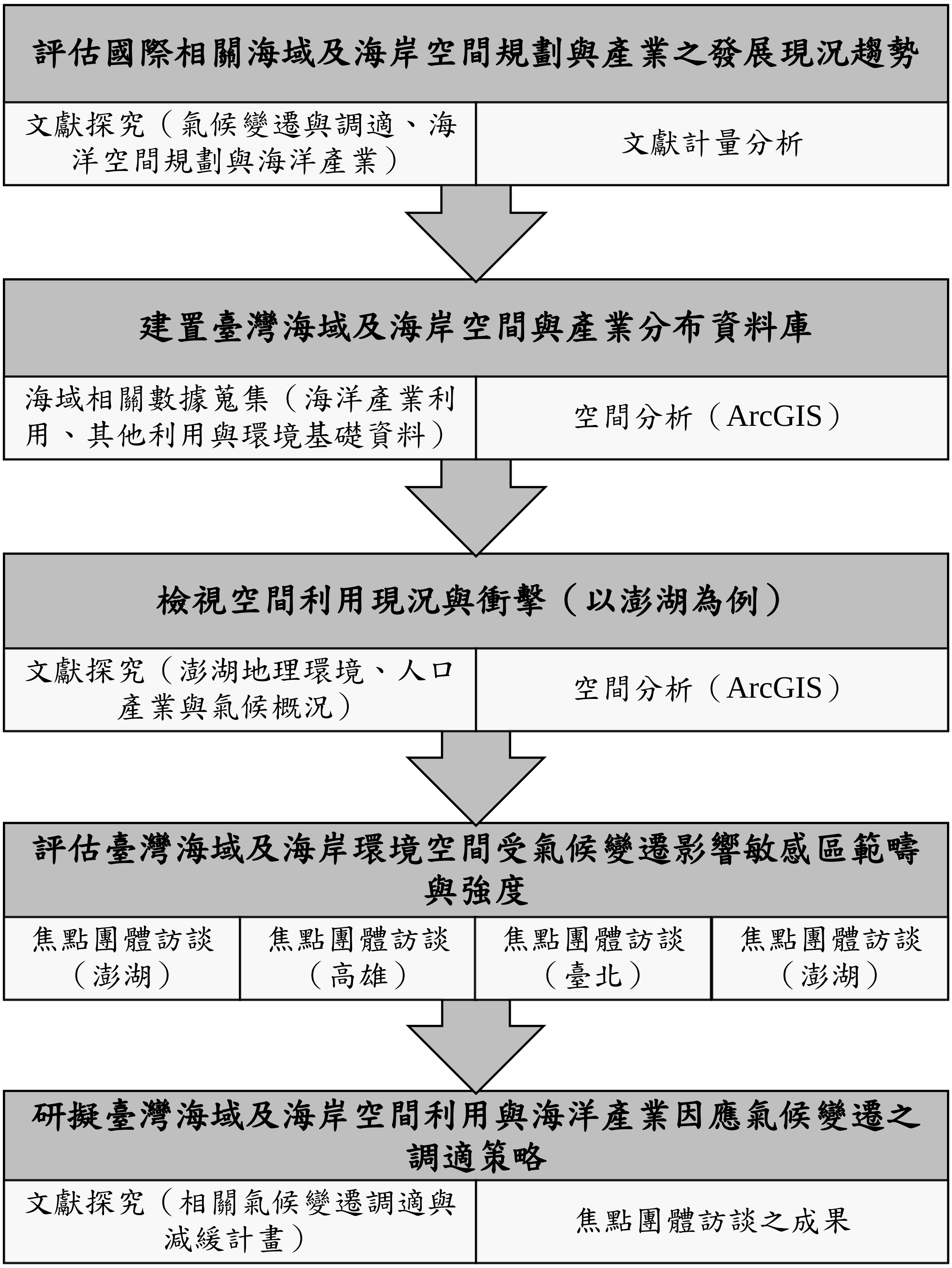
➢ 澎湖縣氣候變遷之未來推估

根據「臺灣氣候變遷關鍵指標圖集」所進行之推估，與全臺灣相比，澎湖縣的降雨指標皆較高，溫度指標則是以熱浪持續指標與寒潮持續指標較高，顯示出澎湖縣較容易受到氣候變遷之衝擊，同時，海平面上升亦會導致許多的碼頭與觀光景點被海水淹沒，這些都將對於使海洋產業受到影響。

➢ 臺灣海域及海岸空間利用與海洋產業因應氣候變遷之調適策略

透過文獻探究與焦點團體訪談，針對各式海洋產業類型以及不同的氣候變遷影響範疇彙整出 40 種調適與減緩策略，其中以「提升氣候預測能力之準確性」與「提升環境監測能力」最常被作為調適與減緩策略，此外，參考澎湖縣政府所研擬之「澎湖縣氣候變遷調適計畫」與「澎湖縣溫室氣體管制執行方案」，當中發現有部分的調適與減緩策略與研究所彙整的相互呼應。

- 研究執行之路徑圖


評估國際相關海域及海岸空間規劃與產業之發展現況趨勢
文獻探究（氣候變遷與調適、海洋空間規劃與海洋產業）
文獻計量分析
建置臺灣海域及海岸空間與產業分布資料庫
海域相關數據蒐集（海洋產業利用、其他利用與環境基礎資料）
空間分析（ArcGIS）
檢視空間利用現況與衝擊（以澎湖為例）
文獻探究（澎湖地理環境、人口產業與氣候概況）
空間分析（ArcGIS）
評估臺灣海域及海岸環境空間受氣候變遷影響敏感區範疇與強度
焦點團體訪談（澎湖）
焦點團體訪談（高雄）
焦點團體訪談（臺北）
焦點團體訪談（澎湖）
研擬臺灣海域及海岸空間利用與海洋產業因應氣候變遷之調適策略
文獻探究（相關氣候變遷調適與減緩計畫）
焦點團體訪談之成果

7.2 建議

研究重要之建議如下：

- 相關領域發展現況與趨勢之檢視

　　有鑑於氣候變遷之研究越來越受到重視，對此，建議後續應持續檢視相關領域之發展，以瞭解國際最新之發展與趨勢。

- 臺灣海域資料之調查與整合

　　有鑑於提升環境監測能力為一項重要之調適與減緩策略，以及研究在蒐集臺灣海域相關資料之面臨之困境，對此，建議後續應提升臺灣海域資料之調查，不論是環境基本資料、各項海域使用之空間資料與相關海象數據等，其資料之空間尺度亦不宜過大，此外，臺灣現有之海域相關資料四散於各單位，建議後續應有專責單位負責彙整，以便未來各研究之使用。

- 氣候預警能力之提升

　　有鑑於提升氣候預測能力之準確性為一項重要之調適與減緩策略，對此，建議後續應增強氣候預測之能力，進而減緩氣候變遷所帶來之威脅。

- 臺灣關鍵海洋產業因應氣候變遷之行動方案

　　有鑑於臺灣海洋產業之定義同樣在建構中，對此，建議後續待有明確之海洋產業定義後，可針對各海洋產業提出因應氣候變遷之行動方案，以利於未來相關之研究。

- 臺灣各縣市之海域空間利用現況及其面臨氣候變遷影響程度之評估

　　有鑑於臺灣各縣市之海域空間利用皆不相同，而不同的海域空間利用所面臨之氣候變間影響亦不同，對此，建議後續應檢視各縣市之海域空間利用現況，進而評估其可能面臨之氣候變遷影響。

第八章　參考資料

[1] 中國國務院，《全國海洋功能區劃（2011~2020 年）》（中國：中國國務院，2012）。

[2] 內政部，《全國區域計畫》（臺北市：內政部，2013）。

[3] 內政部，《國土計畫之海洋資源地區劃設與土地使用管制相關事宜研商會議》（臺北市：內政部，2017）。

[4] 內政部營建署，《海域區土地使用規劃與管理制度之建立》（臺北市：中華民國海洋及水下技術協會，2009）。

[5] 史都華（Stewart, David W.）、夏德薩尼（Shamdasani, Prem N.）合著；歐素汝編譯。焦點團體：理論與實務（Focus groups:theory and practice）。臺北市：弘智，2000。

[6] 交通部中央氣象局，（2018）。〈https://www.cwb.gov.tw/V8/C/〉（2019 年 9 月 1 日）。

[7] 江庭瑀，〈國際海事組織通過船舶溫室氣體排放減量之初步方針〉，《*經貿法訊*》 235 期（2018）：1-7。

[8] 行政院研究發展考核委員會，《海洋政策白皮書》（臺北市：行政院研究發展考核委員會，2006）。

[9] 行政院國家發展委員會，《國家氣候變遷調適行動計畫（102-106 年）》（臺北市：行政院國家發展委員會，2014）。

[10] 行政院經濟建設委員會，《國家氣候變遷調適政策綱領》（臺北市：行政院經濟建設委員會，2012）。

[11] 行政院環境保護署-氣候變遷調適資訊與成果資料庫，（2018）。〈https://adapt.epa.gov.tw/〉（2019 年 5 月 1 日）。

[12] 行政院環境保護署-國家溫室氣體減量法規資訊網，（2019）。〈https://ghgrule.epa.gov.tw/action/action〉（2019 年 9 月 1 日）。

[13] 何光國，《文獻計量學導論》（臺北市：三民書局，1994）。

[14] 李思蓉，「以區域經濟觀點探討澎湖縣之產業發展與人口就業─兼論基礎產業之競爭策略」（中華大學企業管理學系碩士班，碩士論文，2011）。

[15] 林巧敏，〈臺灣地區資訊組織文獻書目計量分析〉，《圖書資訊學刊》7 卷第 1/2 期（2009）：101-123。

[16] 林坤龍，《因應氣候變遷各國漁業政策調適之研究》（高雄市：行政院農業委員會漁業署，2010）。

[17] 林明璋，〈地理資訊系統的空間分析應用與空間資料展現〉，《地圖：中華民國地圖學會會刊》16 期（2006）：147-166。

[18] 林秉勳，〈臺灣海域國土功能規劃管理現況與問題》（臺北市：內政部營建署，2016）。

[19] 林菁樺。「澎湖外海發展風電 能源局年底決定」。2018 年 5 月 12 日。〈https://ec.ltn.com.tw/article/paper/1199926〉（2019 年 5 月 1 日）。

[20] 邱文彥，《海洋與海岸管理》（臺北市：五南，2017）。

[21] 邱文彥，《國土規劃前置作業辦理計畫：子計畫 3-國土計畫海域範圍之界定與規劃議題之研究》（臺北市：內政部營建署市鄉規劃局，2006）。

[22] 侯清賢，「氣候變遷對臺灣沿近海漁業生產衝擊與調適之研究」（國立臺灣海洋大學環境生物與漁業科學學系，碩士論文，2016）。

[23] 柯魯格（Krueger, Richard A.）、凱西（Casey, Mary Anne）合著；洪志成與廖梅花編譯。焦點團體訪談（Focus groups : a practical guide for applied research）。嘉義市：濤石文化，2003。

[24] 洪志銘，《我國海洋產業範疇內容及統計方式研訂》（高雄市：行政院農業委員會漁業署，2010）。

[25] 教育部，《氣候變遷調專業融入補充教材》（臺北市：教育部，2016）。

[26] 許晃雄，《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》（新北市：國家災害防救科技中心，2017）。

[27] 郭彥廉、張瓊婷、朱吟晨，〈英、荷、日、澳的氣候變遷災害調適策略比較〉，《碳經濟》26 期（2012）：2-16。

[28] 陳宏宇，《臺灣氣候變遷關鍵指標圖集》（新北市：國家災害防救科技中心，2019）。

[29] 陳冠備。「彰化海面灰濛濛 蚵仔也不敢開口吃東西」。2018 年 1 月 22 日。〈https://news.ltn.com.tw/news/life/breakingnews/2319785〉（2019 年 5 月 1 日）。

[30] 詹嘉紋。「海岸 60 年倒退 300 公尺 南迴公路 50 年後恐消失」。2016 年 10 月 31 日。〈https://e-info.org.tw/node/200859〉（2019 年 5 月 1 日）。

[31] 臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台，（2018）。〈https://tccip.ncdr.nat.gov.tw/v2/index.aspx?aspxerrorpath=/v2/index.aspx.〉（2019 年 5 月 1 日）。

[32] 劉怡馨。「豪雨釀禍，全台農漁災損破六億！嘉義掌潭村至今淹水及胸，魚塭潰堤逃魚四竄」。2018 年 8 月 27 日。〈https://www.newsmarket.com.tw/blog/112191/〉（2019 年 5 月 1 日）。

[33] 劉禹慶。「突破 15 度警戒線 澎湖寒害魚損還在監控範圍」。2018 年 2 月 6 日。〈https://news.ltn.com.tw/news/life/breakingnews/2334061〉(2019 年 5 月 1 日)。

[34] 滕欣、赵奇威,〈比利时海洋空间规划的进展与特点〉,《中国海洋报》(2018)。

[35] 滕春慈,〈氣候變遷與生態衝擊-與談文〉,《海洋與台灣永續發展 I 氣候變遷與海洋保護》, 22-25。(新北市:台灣研究基金會,2009)。

[36] 潘文炎,《臺灣海域利用規劃與管理—初步研析》(臺北市:財團法人中技社,2016)。

[37] 澎湖縣政府,《澎湖縣氣候變遷調適計畫》(澎湖縣:澎湖縣政府,2014)。

[38] 澎湖縣政府,《中華民國 106 年澎湖縣統計年報》(澎湖縣:澎湖縣政府,2018)。

[39] 澎湖縣政府,《澎湖縣統計年報》(澎湖縣:澎湖縣政府,2018)。

[40] 澎湖縣政府 a,《澎湖縣第五期(108-111 年)離島綜合建設實施方案》(澎湖縣:澎湖縣政府,2019)。

[41] 澎湖縣政府 b,《澎湖縣溫室氣體管制執行方案》(澎湖縣:澎湖縣政府,2019)。

[42] 澎湖縣政府全球資訊網,(2019)。〈https://www.penghu.gov.tw/〉(2019 年 9 月 1 日)。

[43] 蔡英文。「推動永續 有競爭力海洋產業」。2015 年 7 月 30 日。〈http://iing.tw/posts/43〉(2019 年 5 月 1 日)。

[44] 鄭欽韓 a。「氣候變遷是什麼?」。2013 年 10 月 21 日。〈http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=46162〉(2019 年 5 月 1 日)。

[45] 鄭欽韓 b。「面對氣候變遷我們該怎麼辦?」。2013 年 10 月 21 日。〈http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=46147〉(2019 年 5 月 1 日)。

[46] 戴昌鳳,〈氣候變遷對臺灣海洋環境的衝擊與因應策略〉,《氣候變遷下的國家發展藍圖》, 163-176。(臺北市:國立臺灣大學出版中心,2017)。

[47] 簡連貴,《海域功能區劃與管理工作》(臺北市:內政部營建署市鄉規劃局,2008。

[48] 蘇偉成,〈海洋產業的內涵與展望〉,《海洋與台灣永續發展 II 海洋產業與科技創新》, 125-149。(新北市:台灣研究基金會,2009)。

[49] Agardy, Tundi, Ocean Zoning: Making Marine Management More Effective (UK: Earthscan, 2010).

[50] Asian Development Bank, Climate Risk and Adaptation in the Electric Power Sector (Philippines: Asian Development Bank, 2012).

[51] Barange, Manuel, Tarûb Bahri, Malcolm CM Beveridge, Kevern L Cochrane, Simon Funge-Smith, and Florence Poulain, Impacts of Climate Change on Fisheries and Aquaculture (Italy: FAO, 2018).

[52] Becken, Susanne. "Harmonising Climate Change Adaptation and Mitigation: The Case of Tourist Resorts in Fiji." Global environmental change 15, no. 4 (2005): 381-393.

[53] Belson, Ken. "Paradise Threatened: Fiji’s War against Climate Change." The New York Times, 2018.

[54] Berrill, Peter, Anders Arvesen, Yvonne Scholz, Hans Christian Gils, and Edgar G Hertwich. "Environmental Impacts of High Penetration Renewable Energy Scenarios for Europe." Environmental Research Letters 11, no. 1 (2016): 014012.

[55] Brandes, Uwe, and Alice LeBlanc, Risk & Resilience in Coastal Regions (US: Urban Land Institute, 2013).

[56] Cheung, William WL, Reg Watson, and Daniel Pauly, "Signature of Ocean Warming in Global Fisheries Catch." Nature 497, no. 7449 (2013): 365.

[57] Cinner, Joshua E, W Neil Adger, Edward H Allison, Michele L Barnes, Katrina Brown, Philippa J Cohen, Stefan Gelcich, et al. "Building Adaptive Capacity to Climate Change in Tropical Coastal Communities." Nature Climate Change 8, no. 2 (2018): 117.

[58] Cronin, Jennifer, Gabrial Anandarajah, and Olivier Dessens. "Climate Change Impacts on the Energy System: A Review of Trends and Gaps." Climatic Change 151, no. 2 (2018): 79-93.

[59] Dorsey, Brent. "Entergy: Climate Change Resiliency and Adaptation." Sustainable Electricity, 133-150. (Germany: Springer, 2016).

[60] Douvere, Fanny, "The Importance of Marine Spatial Planning in Advancing Ecosystem-Based Sea Use Management." Marine policy 32, no. 5 (2008): 762-771.

[61] Douvere, Fanny, Frank Maes, An Vanhulle, and Jessie Schrijvers. "The Role of Marine Spatial Planning in Sea Use Management: The Belgian Case." Marine Policy 31, no. 2 (2007): 182-91.

[62] Edwards, Rosemary, and Alan Evans. "The Challenges of Marine Spatial Planning in the Arctic: Results from the Access Programme." Ambio 46, no. 3 (2017): 486-496.

[63] Ehler, Charles, and Fanny Douvere, Marine Spatial Planning: A Step-by-Step Approach toward Ecosystem-Based Management. (France: UNESCO, 2009).

[64] ESRI, “Atlas for a Changing Planet”, 2015, < http://storymaps.esri.com/stories/2015/atlas-for-a-changing-planet/> (1 May 2019).

[65] EUEI PDF, Energy and Climate Change Adaptation in Developing Countries. (Germany: EUEI PDF, 2017).

[66] European Commission, The Maritime Spatial Planning Directive. (Belgium: European Commission, 2015).

[67] Flood Maps, (2019), < https://www.penghu.gov.tw/> (1 September 2019).

[68] Foley, Melissa M, Benjamin S Halpern, Fiorenza Micheli, Matthew H Armsby, Margaret R Caldwell, Caitlin M Crain, Erin Prahler, et al. "Guiding Ecological Principles for Marine Spatial Planning." Marine Policy 34, no. 5 (2010): 955-966.

[69] Garnacho, Eva, and John K Pinnegar, Towards a Marine Adaptation Climate Change Action Plan. (UK: Cefas, 2013).

[70] Gelete G and Gokcekus H. "The Economic Impact of Climate Change on Transportation Assets." Journal of Environmental Pollution and Control 1, no. 1 (2018).

[71] Goudie, Andrew S. "Geomorphological Hazards and Global Climate Change." Geomorphological Hazards and Disaster Prevention, 245-255. (UK: Cambridge University Press, 2010).

[72] Hess, J. and I. Kelman " Tourism industry financing of climate change adaptation: exploring the potential in small island developing states." Climate, Disaster and Development Journal 2, no. 2 (2017): 33-45.

[73] Holbrook, Neil J, and Johanna E Johnson. "Climate Change Impacts and Adaptation of Commercial Marine Fisheries in Australia: A Review of the Science." Climatic change 124, no. 4 (2014): 703-715.

[74] IRENA, Untapped Potential for Climate Action: Renewable Energy in Nationally Determined Contributions. (United Arab Emirates: IRENA, 2017).

[75] IUCN, The Ocean and Climate Change. (Switzerland: IUCN, 2017).

[76] Kong, Hao, Wei Yang, Ping Zhang, and Ricai Peng. "Impact of Climate Change on Major Marine Industries." Paper presented at the E3S Web of Conferences, 2018.

[77] Li Liu, De, Bertrand Timbal, Jianhua Mo, and Helen Fairweather, "A GIS-Based Climate Change Adaptation Strategy Tool." International Journal of Climate Change Strategies and Management 3, no. 2 (2011): 140-155.

[78] MCCIP, Climate Change and the UK Marine Leisure Industry. (UK: MCCIP, 2014).

[79] McLeod, Elizabeth, Rodney Salm, Alison Green, and Jeanine Almany. "Designing Marine Protected Area Networks to Address the Impacts of Climate Change." Frontiers in Ecology and the Environment 7, no. 7 (2009): 362-370.

[80] Moreno, Alvaro, and Bas Amelung. "Climate Change and Coastal & Marine Tourism: Review and Analysis." Journal of Coastal Research (2009): 1140-1144.

[81] Morrison, Oliver. "Investors Eye ‘Game Changing Innovations’ as Climate Change and Antibiotics Threaten Aquaculture Sector." Food Navigator, 2019.

[82] National Ocean Council, Ocean. Marine Planning Handbook. (US: National Ocean Council, 2013).

[83] NOAA, “NOAA study finds marshes, reefs, beaches can enhance coastal resilience”, 2015, < https://www.noaa.gov/media-release/noaa-study-finds-marshes-reefs-beaches-can-enhance-coastal-resilience> (1 May 2019).

[84] NOAA Office for Coastal Management, “Coastal and Marine Spatial Planning”, 2010, < https://cmsp.noaa.gov/index.html> (1 June 2019).

[85] OECD, The Ocean Economy in 2030. (France: OECD, 2016).

[86] Panpeng, Jirawat, and Mokbul Ahmad, "Vulnerability of Fishing Communities from Sea-Level Change: A Study of Laemsing District in Chanthaburi Province, Thailand." Sustainability 9, no. 8 (2017): 1388.

[87] Rilov, Gil, Antonios D. Mazaris, Vanessa Stelzenmüller, Brian Helmuth, Martin Wahl, Tamar Guy-Haim, Nova Mieszkowska, Jean-Baptiste Ledoux, and Stelios Katsanevakis. "Adaptive Marine Conservation Planning in the Face of Climate Change: What Can We Learn from Physiological, Ecological and Genetic Studies?". Global Ecology and Conservation 17 (2019): e00566.

[88] Santos, Catarina Frazão, Tundi Agardy, Francisco Andrade, Manuel Barange, Larry B Crowder, Charles N Ehler, Michael K Orbach, and Rui Rosa. "Ocean Planning in a Changing Climate." Nature Geoscience 9, no. 10 (2016): 730.

[89] Santos, Catarina Frazão, Tundi Agardy, Francisco Andrade, Larry B Crowder, Charles N Ehler, and Michael K Orbach. "Major Challenges in Developing Marine Spatial Planning." Marine Policy (2018).

[90] Sims, Ralph EH. "Renewable Energy: A Response to Climate Change." Solar energy 76, no. 1-3 (2004): 9-17.

[91] SONGKHAO, C., Thailand National Adaptation Plan. (Thailand: Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning, 2015).

[92] Strauss, B. H., et al., Mapping Choices: Carbon, Climate and Rising Seas–Our Global Legacy. (US: Climate Centra, 2015).

[93] The Nature Conservancy, University of Southern Mississippi and University of Washington, “Climate Wizard”, 2009, < https://nyclimatescience.org/resources/resource::1409> (1 May 2019).

[94] van Eck, Nees, and Ludo Waltman, "Software Survey: Vosviewer, a Computer Program for Bibliometric Mapping." Scientometrics 84, no. 2 (2009): 523-538.

[95] Velde, Mieke Van de, Marijn Rabaut, Charlotte Herman, and Steven Vandenborre, A Marine Spatial Plan for the Belgian Part of the North Sea . (Belgium: Executive Committee Chairman of the Federal Public Service Health, 2014).

附錄一　勞務採購案評選會議之委員意見與回覆

海洋委員會

「OAC108017 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」

勞務採購案評選會議之委員意見與回應

壹、 會議時間：2019 年 4 月 17 日下午 2 時 30 分

貳、 會議地點：海洋委員會第 2 會議室

參、 審查委員意見及回應

審查委員	委員意見	回覆
委員一	1. 工作項目第一項為國際相關之現況分析，會以哪些國家之文獻為主？以及如何因應結合成為台灣的策略？	1. 研究預計將以國際組織、歐盟、美國與日本之文獻為主，並依據臺灣現行之相關政策與法令，以評估出較為適合臺灣之策略。
	2. 提案以澎湖為示範基地，是否以操作型之示範為主？如何操作？	2. 研究預計將進行操作示範，先行透過焦點訪談以瞭解相關權益關係人之見解，並蒐集相關基礎資料，運用 PPGIS 讓澎湖在地相關權益關係人實際參與空間規劃。
	3. 焦點訪談建議納入不同團體，避免僅以專家菁英之意見為主。	3. 謝謝委員意見，後續之焦點訪談將會納入政府單位、學術界、產業界與公民等相關權益關係人之意見。
委員二	1. 國際文獻以哪個方向為主？海洋空間規劃如何預計如何操作？	1. 研究預計將以國際組織、歐盟、美國與日本之文獻為主，基於各國海洋空間規劃之操作模式，並透過焦點訪談所取得之相關權益關係人見解，運用 PPGIS 讓澎湖在地相關權益關係人實際參與空間規劃之過程。

	2. 臺灣海洋產業的現況？計畫預計以那些產業為主？	2. 針對研究初步之探究，臺灣目前的海洋產業主要有漁業、養殖業、航運業、觀光遊憩業與能源業等，研究將以綜合性產業來作為探討。
	3. 建議考量產業的趨勢及時間變遷，以及如何連接氣候變遷之敏感區與強度分析？	3. 謝謝委員意見，整體計畫將納入相關思維，藉由焦點訪談，以瞭解相關產業之趨勢與受影響狀況，進而來評估實際影響之範疇與強度。
	4. 是否可提供操作過程之紀錄？非僅呈現成果。	4. 謝謝委員意見，研究冀望研究之成果能夠提供一個操作平台或是操作手冊，進而讓後續研究得以方便使用。
	5. 焦點座談時應盡可能納入不同之關係人，包含地方之團體。	5. 謝謝委員意見，後續之焦點訪談將會納入政府單位、學術界、產業界與公民等相關權益關係人之意見，同時針對澎湖之示範案例，亦將邀請在地相關權益關係人一同參與。
委員三	1. 是否考量因氣候變遷可能產生之未來產業？ 如溫差發電。	1. 謝謝委員意見，整體計畫將納入相關思維。
委員四	1. 如何確保不同來源研究資料之準確性？建議應對將現有之數據資料進行把關。	1. 謝謝委員意見，研究主要會以官方數據資料為主，並評估哪些數據可做後續運用。
	2. 建議產業應與台灣國家型重大產業相結合，如離岸風電產業。	2. 謝謝委員意見，整體計畫將納入相關思維，能源業亦為研究所考量之產業之一。
	3. 計畫會建置資料庫？還是現有資料庫之使用？	3. 研究將以現有資料庫為主，若有不足之數據資料則給予需求建議。
委員五	1. 如何篩選及消化大量之文獻資料？	1. 研究預計透過文獻計量學來輔助，彙整文獻資料之現況與趨勢，同時找出較為關鍵之文獻。

	2. 後續澎湖的示範，將探討單一性產業或綜合性產業？	2. 研究後續將以澎湖的綜合性產業來進行示範，目前初步探究，澎湖相關產業主要為漁業、航運業、休閒娛樂業與能源業。

附錄二　期中審查簡報

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
期中審查
計畫主持人：陸曉筠 副教授
協同主持人：薛憲文 教授 張詠斌 副教授
計畫專家顧問：邱文彥 榮譽講座教授
研究單位：國立中山大學 海洋科技研究中心
民國 108 年 07 月 30 日

簡報大綱
1 文獻回顧
2 國際相關海域及海岸空間規劃與海洋產業發展之現況與趨勢
3 臺灣海域及海岸空間與產業分布資料庫及空間利用現況與衝擊
4 臺灣海域及海岸環境空間受氣候變遷影響敏感區範疇與強度
5 後續工作項目
2


海域及海岸空間規劃
海洋產業
氣候
變遷
緣起
“為因應全球氣候變遷，制定氣候變遷調適策略，降低與管理溫室氣體排放，落實環境正義，善盡共同保護地球環境之責任，並確保國家永續發展，特制定本法“
……溫室氣體減量及管理法第一條
“為維繫自然系統、確保自然海岸零損失、因應氣候變遷、防治海岸災害與環境破壞、保護與復育海岸資源、推動海岸整合管理，並促進海岸地區之永續發展“…… 海岸管理法第一條


海域及海岸空間規劃
與海洋產業
現況與
趨勢
氣候變遷
海域及海岸空間規劃
與海洋產業
衝擊
敏感區範疇
與強度
海域及海岸空間規劃
與海洋產業
調適
策略
計畫內容
一、蒐彙與評估國際相關海域及海岸空間規劃與海洋產業發展之現況及趨勢
二、蒐整臺灣受氣候變遷影響之海域及海岸空間環境敏感區範疇與強度，初步評析氣候變遷對臺灣海域空間利用現況與海洋產業發展之衝擊
三、評析及初步研擬臺灣海域及海岸空間利用與海洋產業因應氣候變遷之調適策略
6

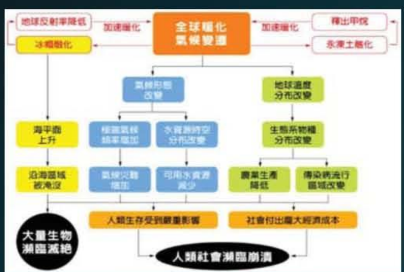
文獻回顧

- 氣候變遷與調適
- 海洋空間規劃
- 海洋產業

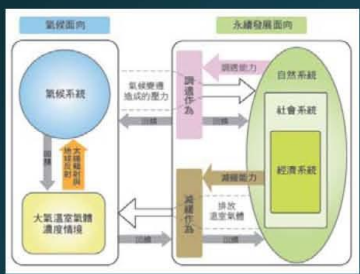
1

氣候變遷與調適

- 聯合國氣候變遷綱要公約（United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC）將氣候變遷定義為「經過相當一段時間的觀察，在自然氣候變遷之外由人類活動直接或間接改變全球大氣組成所導致的氣候變遷」
- 聯合國跨政府間氣候變遷小組第五次評估報告（Assessment Report 5, AR5）指出，氣候變遷已經對自然生態系統和人類社會帶來不利之影響。而氣候變遷之影響具有潛在不確定性，影響層面更是十分廣泛
- 現階段全球因應氣候變遷之政策與措施，主要可分為兩種，分別為減緩（Mitigation）或調適（Adaptation）
- 聯合國氣候變化綱要公約中將調適策略分為預防災變之預防性（Anticipatory）以及降低災變後傷害之反應性（Reactive）



全球暖化氣候變遷對地球所造成的衝擊（資料來源：鄭欽韓，2013a）



氣候變遷減緩與調適（資料來源：行政院經濟建設委員會，2012）

歷年重大海岸災害記錄（資料來源：教育部，2016）

臺灣因應氣候變遷調適之相關政策與法令

- 2010
  - 「規劃推動氣候變遷調適政策綱領及行動計畫」專案小組成立
- 2011
  - 推動「地方氣候變遷調適示範計畫」（臺北市、屏東縣）
- 2012
  - 頒布「國家氣候變遷調適政策綱領」
  - 「地方氣候變遷調適行動」擴展至 10 個縣市
- 2013
  - 推動「臺灣氣候變遷調適整合平台及地方調適計畫」
- 2014
  - 核定「國家氣候變遷調適行動計畫（102-106年）」
- 2015
  - 頒布「溫室氣體減量及管理法」、「海岸管理法」
  - 推動「海域管理法 (草案)」
  - 推動「第二階段地方氣候變遷調適行動計畫」
- 2016
  - 頒布「國土計畫法」
- 2017
  - 發布「國家因應氣候變遷行動綱領」
- 2018
  - 修訂「水利法」
  - 啟動「國家氣候變遷調適行動方案（107-111年）」

（資料來源：氣候變遷調適資訊與成果資料庫）

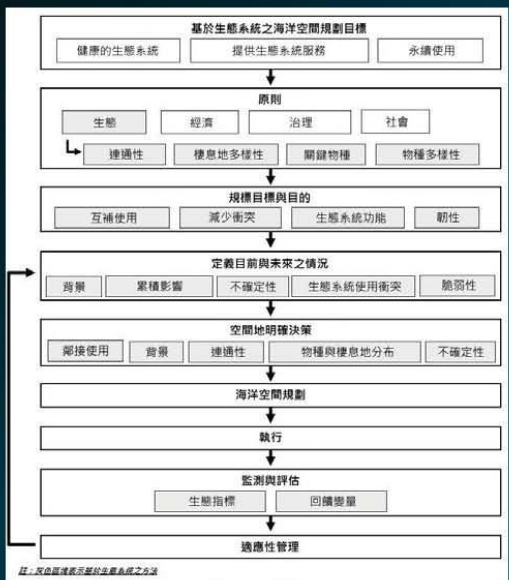
7

海洋空間規劃（美國）

海岸與海洋空間規劃（Coastal and Marine Spatial Planning, CMSP）定義：「一個全面性、適應性、綜合性、基於**生態系統**與**透明化**之空間規劃過程，基於可靠的**科學**來分析海洋、海岸與目前與預期之用途」

海洋規劃之處理步驟*:
- 評估區域海洋規劃之能力
- 成員、權益關係人與民眾之概念討論
- 共同願景之承諾
- 確定區域目標與目的
- 發展工作計畫，概述區域之海洋規劃將如何制訂
- 分析資料、使用、服務與影響
- 制訂與評估能夠達成區域目標與目的之替代方案
- 提供規劃草案來徵詢民眾意見
- 提供最終規劃給國家海洋委員會審查與同意
- 隨著時間來執行、監測、評估與修改規劃

*這些步驟並無順序，反而步驟兼可能存在反饋循環



基於生態系統之海洋空間規劃過程（資料來源：Foley et al., 2010）

海洋空間規劃（聯合國教科文組織）

海洋空間規劃（Marine Spatial Planning, MSP）定義：「在空間與時間上分析和分配人類在海洋區域的活動，以實現生態、經濟與社會目標的**公共過程**」

有效的海洋空間規劃應具備下列特點：

1）以生態系統為基礎來達到生態、經濟與社會之平衡

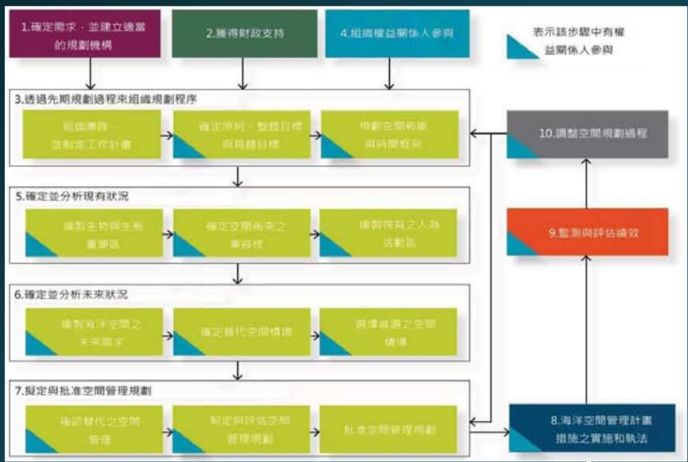
2）**整合跨部門之單位**

3）基於**地點或區域**

4）從**經驗中學習**以增強適應性

5）策略性與**預期性**

6）**權益關係人**於過程中積極參與

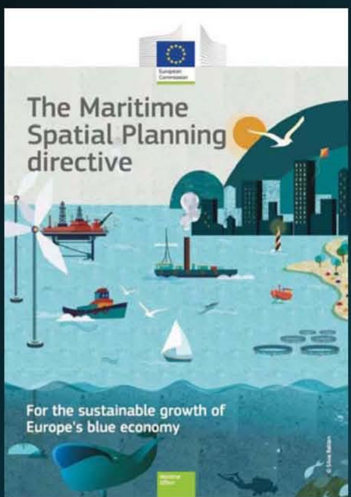


海洋空間規劃的循序漸進方法（資料來源：Ehler, 2009）

9

海洋空間規劃（歐盟）

海洋空間規劃（Maritime Spatial Planning, MSP）定義：「規劃人類於海上使用之時間與空間，以盡可能確保其**有效性、安全性與永續性**」

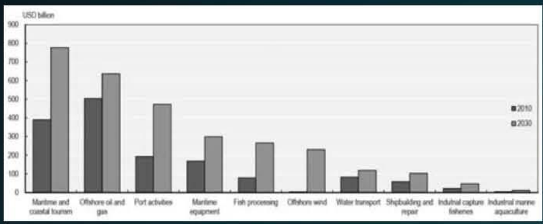


對於成員國之關鍵要求為：

- 涉及權益關係人
- 發展跨國合作
- 應用基於生態系統之方法
- 使用最佳可用並共享資料
- 考量陸海間之互動
- 促進活動之共存
- 至少每十年審查一次計畫

海洋產業

海洋產業對於一個國家之經濟往往扮演著**重要**角色，根據經濟合作暨發展組織（Organization for Economic Co-operation and Development, OECD）於2016年研究指出2010年海洋經濟對於世界經濟有著1.5兆美元之貢獻（約全球國內生產總值的3%），並推估2030年海洋產業之產值將從1.5兆美元增加至3兆美元



2010年與2030年海洋特定產業之產值比較（資料來源：OECD, 2016）

衝擊影響 ➡ 各國行動 ➡ 台灣產業現況 ➡ 綜合分析產業策略

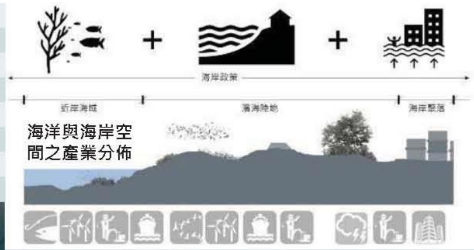
依功能分類之海洋產業別（資料來源：邱文彥，2017）

海洋產業	功能	業務內容	舉例說明
海洋生物性資源產業	提供食物功能	舉凡海洋中具有經濟價值之動、植物均屬之。	漁業、養殖業
海洋非生物性資源產業	提供能源功能	舉凡海洋中任何型態且具有開採、利用價值之能源礦物均屬之。	海底礦產、近海石油
海洋運輸與造船產業	運輸媒介功能	透過海洋為管道，連結兩陸岸所提供之工具與服務均屬之。	海運、造船業
海洋與海岸工程產業	空間利用功能	海洋中及鄰近海洋且需考量水體條件（如波浪或潮汐等）之人工結構物均屬之。	海洋建築、港灣工程
海洋觀光遊憩產業	休閒遊憩功能	提供動態或靜態海上及近岸休閒活動之服務均屬之。	潛水活動、賞鯨活動
海洋汙染防治產業	吸納污染功能	對造成海域生態環境負面影響之因子，提供預防、處理或補救之技術與服務。	海洋廢棄物處理、汙泥處理
海洋科技研究與發展產業	教育研究功能	從事有關海洋基礎研究或應用研究、海洋環境教育、海洋利用規劃或諮詢單位均屬之。	海洋教育

海洋產業

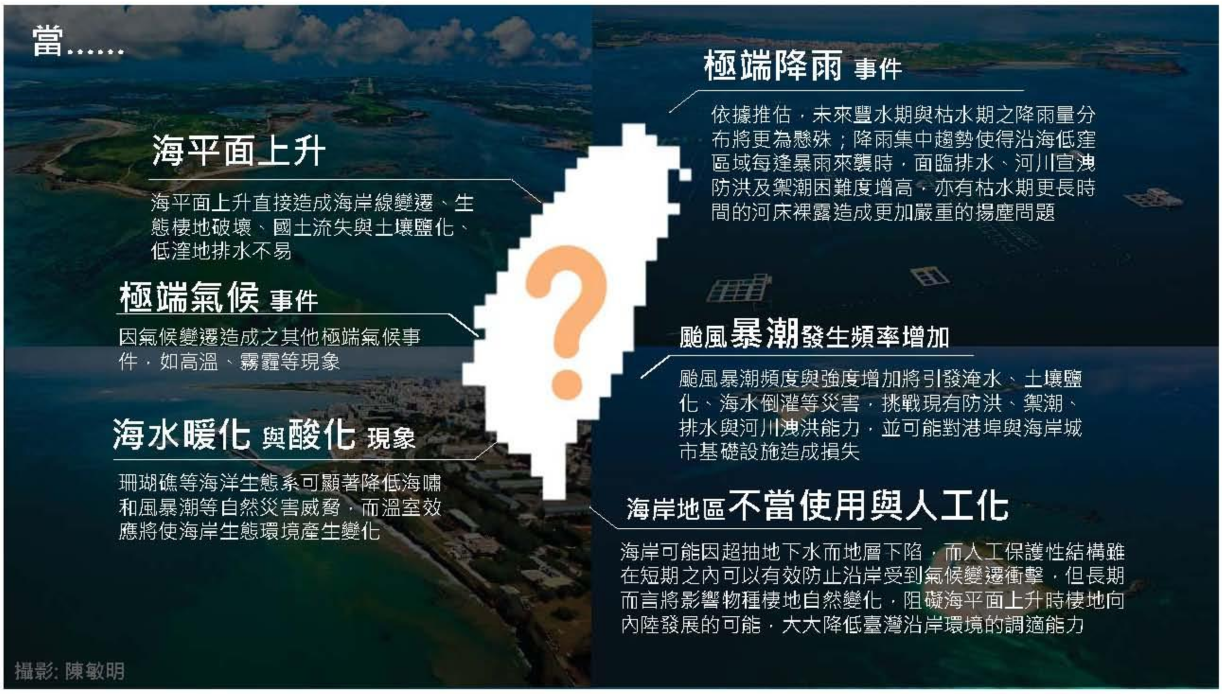
108 年海洋委員會「我國海洋產業範疇與產值推估」研究

- 運用海洋**資源**
  - 海洋漁業
  - 海洋礦業
  - 海洋能源產業
- 運用海洋**功能**
  - 海運暨港埠業
  - 海洋休閒遊憩產業
- 直接與海相關
  - 船舶製造與維修產業
  - 海洋科技業
  - 其他海洋服務業

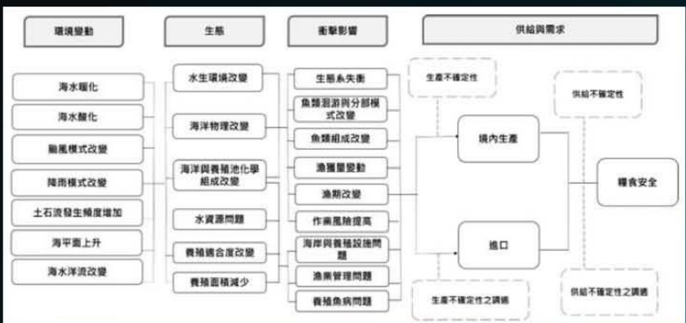


不同海洋產業的空間

現況?
需求?
衝突?



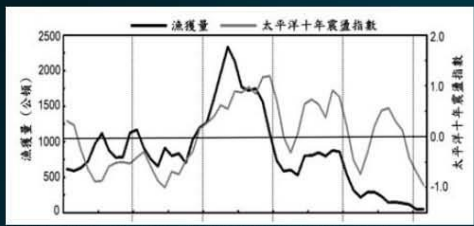
氣候變遷調適策略（漁業）



氣候變遷對漁業生產與漁產品供需影響途徑（資料來源：侯清賢，2016）

各國因應氣變遷對於沿近岸漁業生態影響之行動案例（資料來源：教育部，2016）

國家	行動案例	案例說明
泰國	保護示範區建立	聯合周邊國家共同選擇區域進行適應性管理
	提高相關知識教育宣導	透過海報文宣增加人民對氣候變遷造成衝擊的認知
斐濟	海岸防護措施建置	短期策略：建構防波堤保護海岸線 長期策略：如種植紅樹林提供水生生物棲息，同時保護阻體設施流失
祕魯	創新保險制度建立	針對氣候變遷造成的損失進行保險



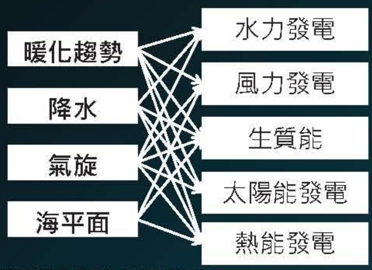
台灣烏魚捕獲量與太平洋十年震盪指數時序列變動（教育部，2016）

聯合國糧食及農業組織 FAO 漁業調適策略建議：

(1) 因應極端氣候造成海平面上升、暴潮與洪氾對**沿岸漁村設施衝擊**之調適
(2) 海岸帶環境變動使**捕魚人口增減**之調適
(3) 因應**漁業捕獲量變動**加劇之調適
(4) 因應**漁場分布改變**之調適
(5) 漁撈**作業風險增加**之調適
(6) 漁場生產力降低之調適
(7) 因應**獲利下降**之調適
(8) 貿易與**市場衝擊**之調適

14

氣候變遷調適策略（能源業）



氣候變遷對於能源產業之主要影響（資料來源：EUEI PDF, 2017）

以海上風力發電來說，氣候變遷可能會造成下列之影響：

1) 漂浮之海冰會損壞海上風機基礎設施
2) 海平面上升可能會破壞低窪海岸地區之風機基礎設施
3) 淡水海洋預計將減少，導致風機結構腐蝕增加
4) 風力與波浪強度增加將破壞基礎設施，使得海上風機需要承受更大的力量

風力發電之關鍵氣候影響與調適（資料來源：Asian Development Bank, 2012）

氣候變量	物理要件	關鍵影響	調適選項
一般	• 全部	• 如下所列	• 發展基於氣象之天氣/氣候預報
風速	• 旋轉葉片/軸 • 塔架/基樁 • 發電機	• 風速變化會減少發電量（渦輪機不能在很高或很低之風速下運行） • 在風速運行範圍內，輸出受到風速之影響很大 • 風力模式與持續時間之變化影響輸出（如預測輸出之能力）	• 設計能夠運行且承受更高風速、陣風與風向之渦輪機 • 安裝較高的塔架以取得更高海拔之強風 • 在渦輪機使用壽命期間預測風速變化，進而選址 • 開發與商業化垂直軸風力渦輪機（產能更多且能夠於更廣之風速範圍內運行）
氣溫	• 旋轉葉片/軸 • 發電機	• 極端寒冷期間會影響產出（如：渦輪機與葉片結冰）	• 在選擇與操作渦輪機與葉片時，考量極端溫度之影響
風暴潮	• 塔架/基樁	• 破壞離岸風場	• 強化結構
極端事件	• 旋轉葉片/軸 • 塔架/基樁	• 破壞基礎設施 • 較難以進入海上區域（如：維修）	• 設計離岸風機，來抵抗預期增長之風與波浪 • 確保長期電能產量與損害不受風暴之影響 • 確保具備快速緊急搶修團隊
註： 旋轉葉片（Rotor blades）/軸（shaft）、塔架（Tower）/基樁（foundation）、發電機（Generator）			

氣候變遷調適策略（海洋運輸業）

2018年國際海事組織（International Maritime Organization, IMO）通過「船舶溫室氣體排放減量之初步方針（Initial IMO strategy on the reduction of GHG emissions from ships）」，其內容包括下列國際海運業溫室氣體減排目標：

1) 透過對新船實施下一階段的「能源效率指數（energy efficiency design index）」要求，降低船舶碳強度 （carbon intensity）
2) 降低國際海運業之碳強度
3) 國際海運業溫室氣體達排放峰值並迅速減排，以最終零排放為目標

氣候變遷對於海洋運輸業之影響與風險（資料來源：Gamacho et al., 2013）

氣候變遷風險之調適行動（資料來源：Garnacho et al., 2013）

氣候變遷風險	調適行動
港埠損壞	• 改善與港埠相關之風暴預報（地方規模） • 規範港埠基礎設施設計之安全限制 • 建設更具有恢復力之港埠設施 • 維護連結港不知運輸線（公路/鐵路）
渡輪服務中斷	• 更好的即時天氣預報/降尺度 • 規範船舶設計/營運之安全限制 • 建造更多避風港設施 • 橋梁或隧道施工（取代） • 波浪監測與預警
航行渠道沉積改變（需要疏濬、重新繪製地圖、安全問題）	• 在不久的將來重新繪製海底地圖，並承諾後續會定期重新繪製 • 更好的風暴預測 • 波浪監測與預警

16

氣候變遷調適策略（海洋觀光遊憩業）

有鑑於海洋與海岸環境是戶外休閒旅遊受歡迎的區域之一，以至於海洋與海岸旅遊業不斷發展，其中適當的天氣條件以及具有吸引力的環境是不可或缺之要素，然而，氣候變遷同樣將對其造成影響

氣候變遷對觀光遊憩業之影響與風險（資料來源：Garnacho et al., 2013）

熱帶島嶼旅遊業之調適措施（資料來源：Becken, 2005）

調適	減緩影響	環境管理上之影響	經濟面
植樹	透過碳匯減少淨二氧化碳排放量	有助於生物多樣性水管理與土壤	可納入碳交易計畫中
節約用水	降低供水的能源成本	對於水資源有限之區域是正面的	節省成本，特別是往島嶼運水時
可再生能源	減少二氧化碳排放量	整體而言，汙染程度低於石化燃料	可以節省成本，減少燃料進口之依賴
使用天然建築材料（如木材）	地方生產之材料碳足跡相對較小	取決於種植地之永續性	刺激當地林業部門
減少水汙染	可能增加汙水處理之能源使用	有利於珊瑚礁與海洋生物	維持旅遊收入
海洋保護區/珊瑚礁保護	中立	對於海洋生物多樣性是正面的	維持旅遊收入
雨水收集	節省供水之運輸成本	可能會中斷自然水循環	長期節省成本
客戶教育	中立	提高認識	遏制遊客之風險
建築結構退一步	中立	當結構遠離海濱時是正面的	若維護成本降低，則是正面
多元化的市場	若新市場更具生態效益，則是正面	取決於新市場對於環境之影響	若新市場是高收益則是正面
防惡劣天候的旅遊活動	取決於活動類型	取決於活動類型	對於當地社區收入是正面的
海水淡化	能源成本高	減輕淡水資源之壓力	昂貴
增加空調	增加二氧化碳排放量	柴油發電之空氣汙染	昂貴
人工養灘	採礦與運輸之能源使用	擾亂生態系統	昂貴
透過海堤減少海灘侵蝕	中立	擾亂自然潮流，並導致其他地方侵蝕	昂貴、需要持續維護

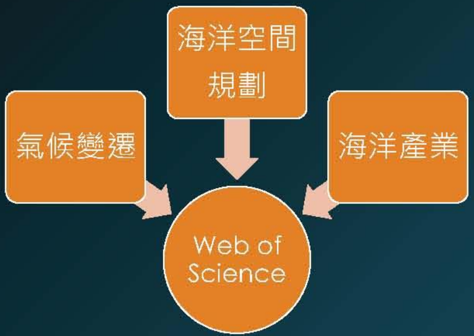
2

國際相關海域及海岸空間規劃與海洋產業發展之現況與趨勢

文獻數據蒐集

挑選**氣候變遷（Climate Change）**、**海洋空間規劃（Marine Spatial Planning）**與**海洋產業（Marine Industry）**作為文獻數據搜尋之關鍵字詞

運用Web of Science 核心合輯資料庫進行準確主題檢索，出版年份設定為近十年（即：2009年至2018年），合計共有14多萬篇之出版物被確定有相關



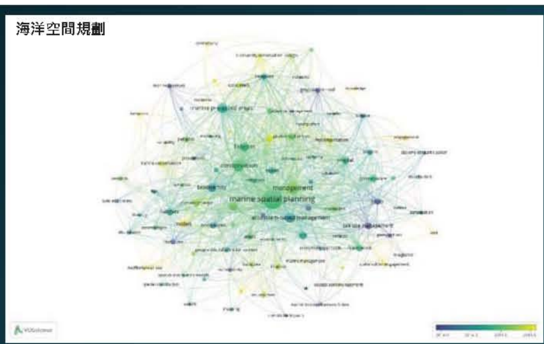
2009年至2018年出版物數量趨勢

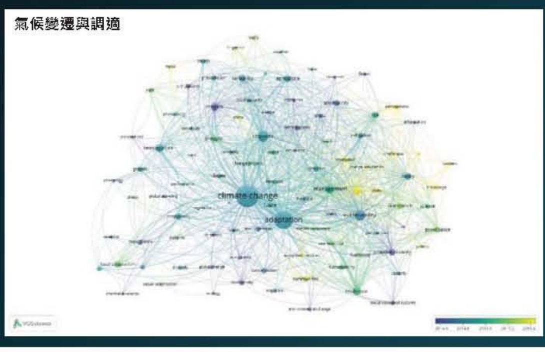
前十大產量國家

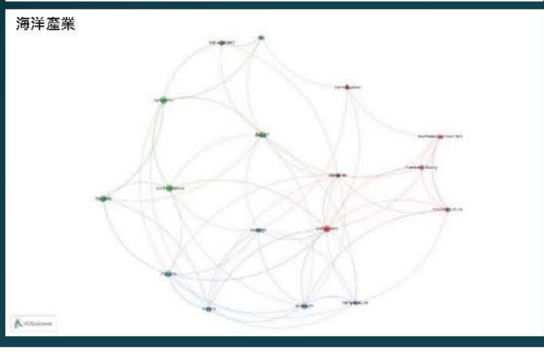
19

文獻計量分析

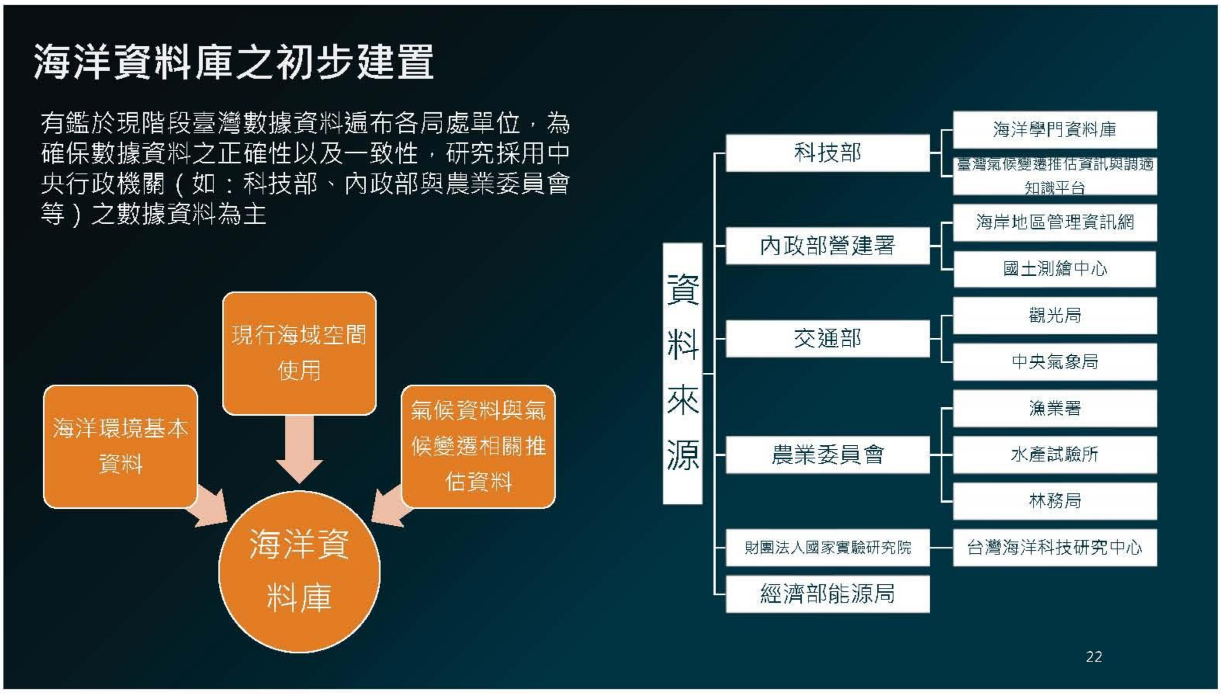
運用文獻可視化分析軟體 VOSviewer 來呈現文獻之間的相互關係，從分析結果得知，氣候變遷與調適領域近十年較為受關注之議題為其**影響**、**脆弱度**與**管理**，海洋空間規劃領域近十年較受關注之議題為**管理（基於生態系統之管理）**與**保育**，而海洋產業領域近十年則較關注於其**系統**與**性能**。此外，三大領域中有部分共同關鍵字詞重疊





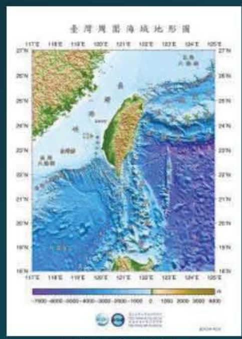



3
臺灣海域及海岸空間與產業分布資料庫及空間利用現況與衝擊

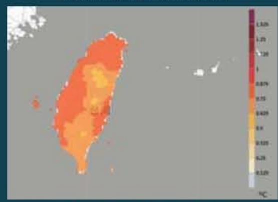

海洋資料庫之初步建置
有鑑於現階段臺灣數據資料遍布各局處單位，為確保數據資料之正確性以及一致性，研究採用中央行政機關（如：科技部、內政部與農業委員會等）之數據資料為主
現行海域空間使用
海洋環境基本資料
氣候資料與氣候變遷相關推估資料
海洋資料庫
資料來源
科技部
海洋學門資料庫
臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台
內政部營建署
海岸地區管理資訊網
國土測繪中心
交通部
觀光局
中央氣象局
農業委員會
漁業署
水產試驗所
林務局
財團法人國家實驗研究院
台灣海洋科技研究中心
經濟部能源局
22

海洋資料庫之初步建置

單位	資料內容	處理狀態
科技部海洋學門資料庫	• 水文及化學資料 • 海流資料 • 水深資料 • 海底地形圖 • 生物資料	已申請
科技部臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台計畫	• 網格化資料（月降雨、平均溫度、最高溫及最低溫網格資料） • 推估未來2020~2100年月溫度、雨量資料（統計降尺度資料） • 推估未來2020~2100年前20名颱風事件時雨量（動力降尺度資料） • 臺灣月降雨指數 • 臺灣月降雨指數延伸	已申請
內政部營建署海岸地區管理資訊網	• 海岸保護區 • 海岸地區特定區位案件 • 海岸管理圖層 • 海域用地區位許可	已申請
交通部中央氣象局	• 潮位統計 • 波浪統計 • 海溫統計 • 颱風路徑	公開資料

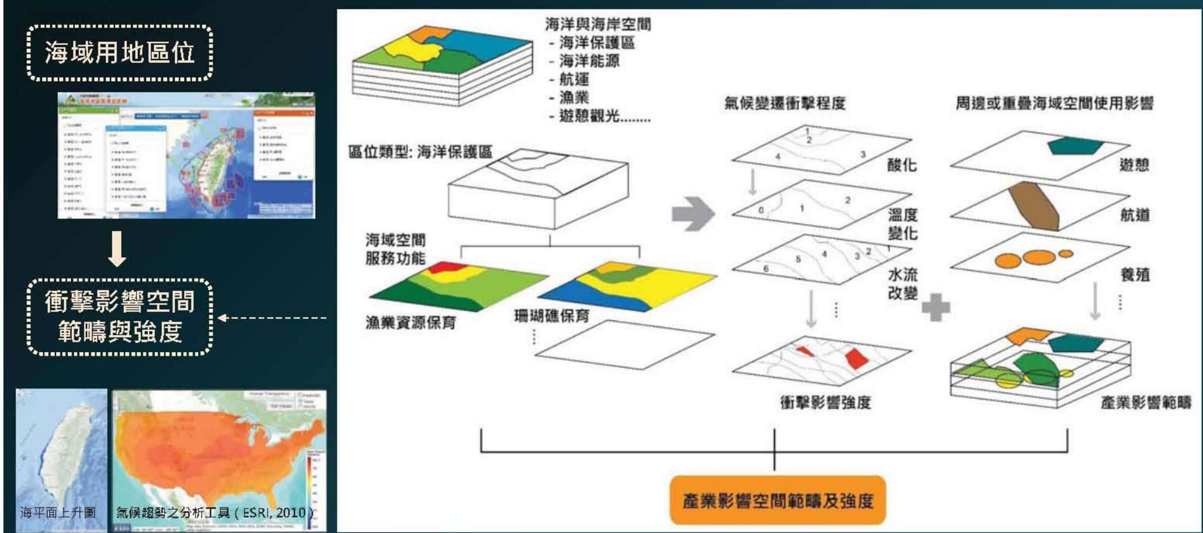


臺灣周圍海域地形圖
（資料來源：海洋學門資料庫）



2021-2040平均溫度改變量
（資料來源：臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台）

氣候變遷對臺灣海域空間利用現況與海洋產業發展之衝擊



24

4

臺灣海域及海岸環境空間受氣候變遷影響敏感區範疇與強度

臺灣海域及海岸空間與產業分布資料庫及檢視空間利用現況與衝擊

氣候變遷對臺灣海域空間利用現況與海洋產業發展之衝擊

全台尺度

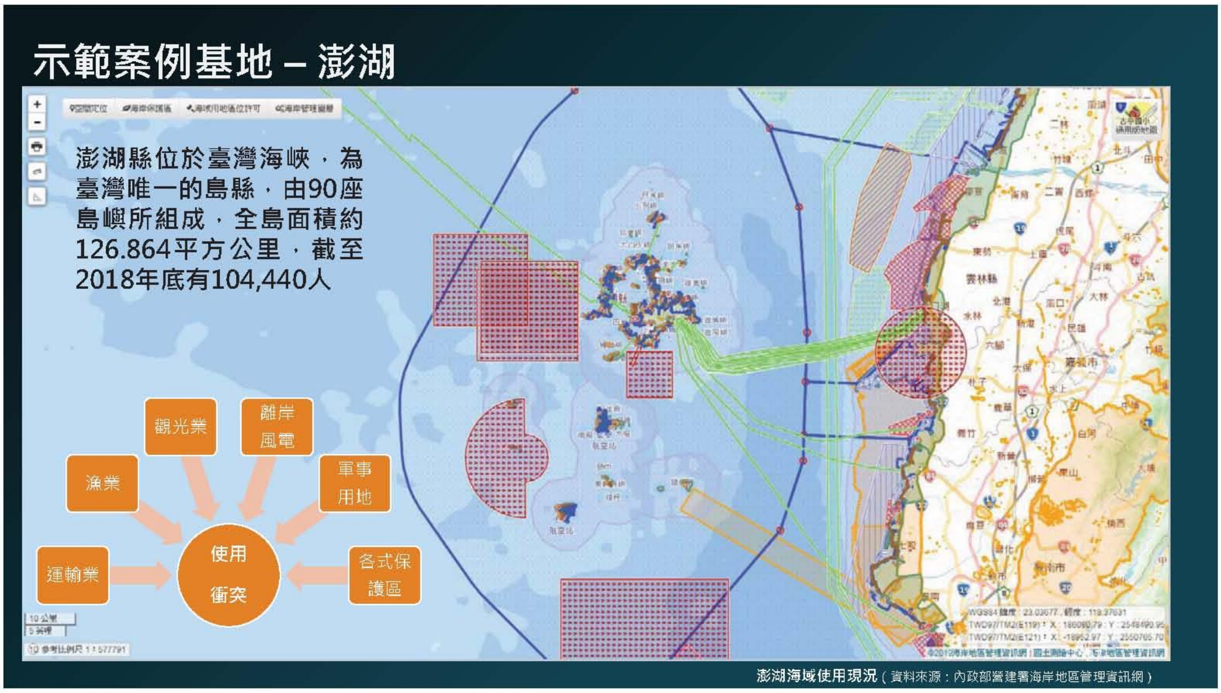
海域用地區位

- 用地區位
- 海岸保護區
- 海岸防護區
- 海岸景觀區
- 其他區位圖資

海域功能分區 (2008)

海岸地區管理資訊平台 (2019)

26


示範案例基地 – 澎湖
澎湖縣位於臺灣海峽，為臺灣唯一的島縣，由90座島嶼所組成，全島面積約126.864平方公里，截至2018年底有104,440人
觀光業
離岸風電
漁業
軍事用地
運輸業
使用衝突
各式保護區
澎湖海域使用現況（資料來源：內政部營建署海岸地區管理資訊網）


溫度
降雨
酸化
水位上升
暴潮
颱風
……
衝擊風險
需要更多空間資訊
澎湖特有種小章魚潮間帶出沒 產量少價格直線飆高
今日新聞NOWnews
澎湖港區水母大爆發 疑與氣候變遷有關
突破15度警戒線 澎湖寒害魚損還在監控範圍
1957~2011年間臺灣周邊海域月別SST變異量

第一次焦點團體訪談

時間：2019年6月12日
地點：澎湖生活博物館
出席人員：

類型	組織單位
政府單位	行政院農業委員會-水產試驗所-澎湖海洋生物研究中心 澎湖縣政府-農漁局
學術單位	國立澎湖科技大學觀光休閒系 李明儒 教授 國立中山大學海洋環境及工程學系 邱文彥 榮譽教授
產業單位	澎湖潛水會 澎湖區漁會
公民團體	中華民國海洋事務與政策協會 胡興華監事 海洋公民基金會

討論提綱
- 澎湖海域空間使用之現況
- 澎湖海洋產業之現況
- 氣候變遷之影響
- 相關建議事項

各方與會者關注之議題

1）內海與潮間帶問題
2）海域相關資料調查
3）漁業資源
4）資源保育

第二次焦點團體訪談

時間：2019年7月24日
地點：國立中山大學
出席人員：

類型	組織單位
學術單位	國立高雄科技大學造船及海洋工程系洪文玲 副教授 國立高雄科技大學漁業生產與管理系 侯清賢 助理教授 國立中山大學海洋環境及工程學系 李忠潘 教授 國立成功大學水利及海洋工程系 張懿 副教授 國立成功大學水利及海洋工程系 莊士賢 副教授
產業單位	峰漁股份有限公司 中華民國養殖漁業發展協會 嘉鴻遊艇股份有限公司

討論提綱
- 臺灣海域空間使用之現況
- 臺灣海洋產業之現況
- 氣候變遷之影響
- 氣候變遷對於海洋產業之影響範疇與強度

各方與會者對於相關產業影響範疇與強度之見解

產業類型	議題	氣候影響面向	對於產業影響範疇	對於產業影響之強度（由低至高給予1-5分，最高5分）
海洋生物性資源產業	漁業	海水溫度上升	● 改變浮游生物之聚落，對於魚群之補充產生影響 ● 改變漁業之分布模式（某些物種喪失，而其他物種進來） ● 改變魚群行為與遷移，影響漁業捕撈能力 ● 外來種增加	4.6
		更頻繁之洪氾	● 增加貝類產業之風險	4.4
	水產養殖業	海水溫度上升	● 能夠於水產養殖中成功提升物種變化 ● 改變商業物種與病原體間之平衡，造成漁業與水產養殖業之損失 ● 水母增加，對於漁業與水產養殖業產生影響	4.7
海洋非生物性資源產業	能源業	風暴頻率、波高與風力強度之變化	● 對於風力發電機或石油鑽井平台造成損壞，需要修補與更換 ● 減少搭乘直升機或船隻進入海上風力發電機或石油鑽井平台之機會 ● 鋪設海上電纜與管線之難度增加	3.5
		風暴頻率與波高之變化	● 風力發電機、石油與天然氣鑽井平台需要更多的支撐能力，需要修補與更換之成本 ● 電纜與管線遭受更多衝擊，需要修補與更換之成本	3.5
		風向與風力強度之變化	● 改變風力發電機之效率 ● 氣旋所造成之破壞可能會縮短發電廠之壽命與輸出 ● 風暴與強風可能損壞基礎設施與電線，降低系統之可靠性	3.5
海洋運輸與造船產業	運輸業	海平面上升與風暴	● 港埠損壞	5.0
		海上風暴之變化	● 渡輪服務中斷	4.3
	造船業	極端氣候	● 影響戶外船舶修理與拆解 ● 增加防範風暴潮之成本	3.7
海洋觀光遊憩產業	旅遊業	氣溫與海溫上升	● 改變海岸觀光客之旅遊條件 ● 海洋自然景觀喪失 ● 改變旅遊業資源之空間分布	4.7
		風暴頻率、波浪高度變化	● 改變帆船或衝浪之機會 ● 減少海洋觀光與其他戶外休閒活動	5.0

後續工作項目

5

後續工作項目

- 藉由國際相關海域及海岸空間規劃與產業發展之文獻，配合現階段世界各國之研究趨勢，整合分析臺灣涉及海洋事務部門對於海域及海岸空間規劃與產業之相關政策與法令，進而提出有助於推動之相關策略與法令
- 建置臺灣海域及海岸空間利用與產業資料庫系統架構，並與相關政府單位、產業界與學術界進行焦點團體訪談，以評估臺灣海域及海岸空間受氣候變遷影響之敏感區範疇與強度
- 期末將研擬臺灣海域與海岸空間利用與產業因應氣候變遷之調適策略，並以澎湖作為示範案例，分析氣候變遷對於海洋產業之衝擊，並初步評估調適之策略

工作內容	5月	6月	7月	8月	9月	10月
相關文獻蒐集與整理	■	■				
評估國際相關海域及海岸空間規劃與產業發展現況趨勢		■	■			
建置臺灣海域及海岸空間與產業分布資料庫		■	■			
制定調適策略與未來相關研究主題			■	■	■	
示範案例				■	■	■
期中報告	108年7月1日前提交期中報告書					
期末報告	108年10月1日前提交期末報告書					
成果報告	108年11月20日前提交成果報告書					

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

計畫主持人：陸曉筠 副教授
協同主持人：薛憲文 教授 張詠斌 副教授
計畫專家顧問：邱文彥 榮譽講座教授
研究單位：國立中山大學 海洋科技研究中心
民國 108 年 07 月 30 日

附錄三　期中審查會議之委員意見與回應

海洋委員會

「OAC108017 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」

期中審查會議之委員意見與回應

壹、 會議時間：2019 年 7 月 30 日上午 10 時

貳、 會議地點：海洋委員會第 2 會議室

參、 審查委員意見及回應

審查委員	委員意見	回覆
主席	1. 針對 69 頁，2011 年經建會有補助各縣市政府執行地方調適計畫，其中也包括本計畫所選的澎湖縣，建議參考澎湖縣當年的相關調適策略，甚至是參考其他縣市。	1. 謝謝委員意見，後續將參考相關縣市之調適策略。
	2. 建議於期末報告時，將所蒐集之相關資料進行篩選，做更有條理之呈現，讓報告更加清楚。	2. 期末將重新分類歸納相關資料並進行篩選，同時調整期末報告架構。
劉委員大綱	1. 本計畫需蒐集國際相關海洋空間規劃之現況及趨勢，然而目前所蒐集之國際資料，僅止於 MSP 之原則，蒐集之案例如美國及歐盟，並未呈現出依 MSP 原則之規劃成果現況及趨勢。	1. 謝謝委員意見，已在期中報告修正稿中補充歐洲比利時之案例，詳見 P.55。
	2. 本計畫需蒐集國際相關海洋產業發展之現況及趨勢，報告中僅依照 WOS（Web of Science）查詢之學術研究趨勢，尚未有較具體成果呈現，建議列舉一些海洋產業大國之產業類別及實際發	2. 國際相關海洋產業發展之現況及趨勢將以氣候變遷調適為主要分析內容，除整體計畫將納入相關思維，也在期中修正稿中重新調整架構並補充相關內容。

	展現況，並評析臺灣發展之競爭力。	
	3. 計畫目標二「蒐整臺灣受氣候變遷影響之海域及海岸空間環境敏感區範疇與強度，初步評析氣候變遷對臺灣海域空間利用現況與海洋產業發展之衝擊。」成果分別呈現於第四章及第五章。然而，第四章僅蒐集相關海洋資料庫，並未有臺灣海域空間利用現況及氣候變遷對海洋產業發展之衝擊分析。第五章則未見海洋空間環境敏感區範疇及氣候變遷對其影響之強度。	3. 謝謝委員意見，臺灣海域空間利用現況及氣候變遷對海洋產業發展之衝擊分析，以及海洋空間環境敏感區範疇及氣候變遷對其影響之強度主要為期末範疇，除文獻資料外，相關成果將呈現於期末報告中。
	4. 目標三「初步研擬臺灣海域及海岸空間利用與海洋產業因應氣候變遷之調適策略。」，目前並無內容，應先分析後再討論澎湖之示範案例。然而，示範案例似乎錯置於第五章。	4. 謝謝委員意見，目標三主要為期末之範疇，相關成果將呈現於期末報告中，並已將錯置之內容移至第四章，詳見 P.97。
	5. 建議就氣候變遷造成之海洋溫度上升、海平面上升、海洋酸化、海域缺氧等問題，探討各產業之衝擊與調適對策，並以澎湖案例做一個細部的討論。建議參考國外調適之案例，再以澎湖作為案例，探討未來該如何進行調適，調適對策為整個計畫之重點。	5. 謝謝委員意見，目前已就氣候變遷造成之海洋溫度上升、海平面上升、海洋酸化、海域缺氧等問題，對不同產業之衝擊進行文獻及國內外案例之分析，除整體計畫將納入相關思維外，也希望透過澎湖，作為一個案例之示範討論與操作。
	6. 海洋溫度上升導致海域缺氧，其中澎湖內灣也因此底部之水質很差，建議加以檢討，環保署過去兩年有企圖去改善內灣水質，建議與環保署目前之計畫進行比較。	6. 計畫將持續蒐集不同單位之研究與調查，同時以區域或全國性資料屬性建議不同之架構。因計畫以澎湖為操作示範，將與地方討論中央及地方型資料在未來調適對策中應扮演的角色。

	7. p.70，將海洋產業條例、海域管理法等草案納入討論，若此兩草案在氣候調適有不足之處，亦可提供修法建議。	7. 這兩個計畫目前也都同時在執行階段，由目前海委會提供的「海洋產業發展條例 (草案)」逐條說明內較無提到氣候調適之內容，後續將就研究之成果提供建議。
	8. 期末報告之撰寫，建議依據計畫的三個計畫目標，其中研究團隊將第二目標拆成兩個工作項目，分成四章節來撰寫，第二章文獻回顧主要以氣候變遷進行簡單描述，其餘涉及到工作目標之文獻則放置於後面章節，較能顯示出研究之成果。	8. 謝謝委員意見，計畫將調整架構，依據計畫的三個計畫目標分別撰寫內容。
董委員東璟	1. 氣候變遷對於海域及海岸空間規劃與海洋產業衝擊評估至為重要，本計畫成果將具有重大參考價值。	1. 謝謝委員，氣候變遷對於海域及海岸空間規劃與海洋產業衝擊評估確實極為重要。
	2. 建議報告章節參考公告之工作項目規劃，或有對照表，以利評估是否依時程完成約定工作內容。	2. 謝謝委員意見，已新增對照表於期中修正稿中，詳見 P.5 表 1-1。
	3. 本計畫採用邱文彥（2017）提出之海洋產業範疇共計七類，並依據合約要求將評估氣候變遷對各項海洋產業之影響極調適策略，2.3.2 節內容中僅列出四類，其餘部分建請於期末報告時增補。	3. 謝謝委員意見，計畫著重於關鍵海洋產業進行深入探討，其餘三類較屬於輔助性海洋產業，後續將於期末報告中進行彙整。
	4. 承上，建議完成後，列一總表明示各海洋產業因應氣候變遷之主要衝擊與主要調適策略。	4. 謝謝委員意見，計畫將於期末報告中新增相關總表，明示各海洋產業因應氣候變遷之主要衝擊與主要調適策略。

	5. 期中審查要點要求盤點及評估我國涉海事務部門（機關）對海域空間規劃與利用，2.2.4 節已蒐集不少先前研究人員或政府部門之規劃，但僅列出清單或重要規劃圖，宜有文字或列表明確說明有哪些規劃。	5. 謝謝委員意見，已補充相關規劃內容於期中修正稿中，詳見 P.52 表 3-6。
	6. 焦點團體訪談邀請對象中之公民團體目前以邀請協會或基金會等團體，是否可將里或村（如村里幹事）視為一個團體加以邀請參與訪談，以便反映基層民眾的看法。	6. 謝謝委員意見，後續焦點團體訪談將納入參考，廣納各方之意見。
	7. 工作項目：台灣海域及海岸環境空間受氣候變遷影響敏感區範疇與強度，透過焦點團體法是否能獲得全面性結果，建請說明。	7. 計畫將藉由文獻回顧彙整出臺灣海域及海岸環境空間受氣候變遷影響敏感區範疇，接著透過各方權益關係人基於其經驗給予強度之權重，並針對未考量之範疇給予建議，相關結果呈現於附錄四。由於台灣不同海岸段面臨的問題及焦點團體型態不一，且目前計畫為前期分析，主要以示範操作為思考，希望藉由澎湖之操作，未來可至不同海岸段，藉由焦點團體之操作找尋敏感區範疇及強度之界定。
	8. 本計畫探討氣候變遷之評估，因此宜對台灣鄰近海域或海洋在顯著氣候變遷影響下可能之環境或情境（如海平面、海溫、暴潮、波浪等）有所蒐集整理，以使報告更加完整。	8. 謝謝委員意見，計畫將建立臺灣海域氣候變遷影響下可能之環境或情境等資料架構，因為初期之計畫且計畫期程較短，較不以蒐集全面性之資料為目標。
吳委員榮華	1. 期中報告對各項工作項目（如國際相關海域空間規劃與海洋產業發展之現況及趨勢；評析氣候	1. 謝謝委員意見，期末報告將強化空間分析等相關之內容。

	變遷對臺灣海域空間利用與海洋產業因應氣候變遷之調適策略等）均已提出初步成果，符合原需求規範，惟部份內容可再強化（如空間分析）。	
	2. 此計畫已初步建置考量氣候變遷之海域及海岸空間及產業分布資料庫，可逐步完善資料庫，並與委辦單位既有的資料庫整合，以收相輔相成及加值應用之效。	2. 謝謝委員意見，計畫將於期末報告中提出資料庫所需資料架構之建議。
	3. 此計畫之涵蓋範疇大，相關資料量及議題龐雜，可考量分門別類歸納成發展路徑圖，輔以必要之時程及資源配置規劃，並突顯階段性之亮點。	3. 謝謝委員意見，計畫將嘗試以發展路徑圖呈現相關成果，以利各方權益關係人能夠輕易理解。
	4. 離岸風力發電為我國能源轉型之指標性項目，可考量強化氣候變遷對其影響與調適之相關分析，以供委辦單位參考。	4. 謝謝委員意見，計畫已針對氣候變遷對於離岸風力發電之影響與調適進行探討，並納入期中報告修正稿中，詳見 P.71 之表 3-11。
吳委員全安	1. 期中報告蒐集了很多參考文獻，惟請聚焦在與本案研究題目相關範疇者較妥，並請考量台灣位處亞熱帶因地制宜之特性，將參考文獻的綜合研析結論與建議撰述於期末報告內。	1. 謝謝委員意見，計畫將於期末報告中納入參考文獻的綜合研析結論與建議。
	2. 請將 P.9 及 P.10 的「暴露」、「暴露度」統一用詞，並將「暴」修正為「曝」。P.44，第一行「一個國家」請修正為「一個濱海國家」。P.48 倒數第四行「減緩氣後」請修正為「減緩氣候」。	2. 謝謝委員意見，已於期中報告修正稿中進行修改，詳見 P.9、P.10、P.58 與 P.22。
	3. 期中報告內容如有譯自外文，請斟酌用字之準確性，例如：P.49	3. 謝謝委員意見，已於期中報告修正稿中進行修改，並針對相關名

	的表 2-10 內之海平面上升對海洋漁業之影響「淹沒海灘文化區」不知何意？「文化區」恐係「養殖區」之誤譯；另，海平面上升對「海洋石油與天然氣」及「海洋採礦」之影響，為何都是「增加採礦之難度與成本」？而減排政策對海洋採礦之影響「......，以及減少對煤炭之需求」，海洋採礦不會是開採煤礦，為何會有「減少對煤炭之需求」的影響？又，P.50 的「海水利產業」不知何意？恐是誤繕，請 check 後修正。	詞加註其原文，詳見 P.24 之表 2-3。
	4. P.69，第三行的「桃園縣」請修正為「桃園市；倒數第二行的「開始法治化」請修正為「開始法制化」；最後一行的「頒布」請修正為「公布。P.70，第一行「修訂了「水利法」」請修正為「修正公布了「水利法」。P.72，圖 2-30 內的 2015 年及 2016 年之「頒布」請修正為「公布，2015 年請加列「海岸管理法」，2018 年的「修訂「水利法」請修正為「修正公布「水利法」。	4. 謝謝委員意見，已於期中報告修正稿中進行修改，詳見 P.28、P.29 與 P.31 之圖 2-16。
	5. P.83，「圖 4-1 海洋資料庫之數據資料來源」內政部營建署除「海岸地區管理資訊網」，請加列「國家公園管理處」。	5. 謝謝委員意見，已於期中報告修正稿中進行修改，詳見 P.92 之圖 4-1。
	6. P.90，第二行及圖 5-2 之「全島面積」請修正為「全部島嶼面積」。	6. 謝謝委員意見，已於期中報告修正稿中進行修改，詳見 P.97。

	7. P.91 之表 5-1「第一次焦點團體訪談與會單位」與附錄二 P.10 的「第一次焦點團體座談會會單位」之簽名單邀請單位落差太大，表 5-1 只列了實際出席單位（約為原所有受邀單位的 1/3），建議將表 5-12 標題名稱酌予調整，以符實際。	7. 謝謝委員意見，已於期中報告修正稿中進行修改，詳見 P.100 之表 5-1。
	8. P.92 之間 5-3、P.93 之圖 5-4、P.94 之表 5-2、P.95 之表 5-3 內之「澎湖群島、「澎湖本島」、「地理位置分為澎湖、內海、馬公、白沙、湖西、西嶼、望安、七美」，經查「澎湖群島」、「澎湖本島」與後述地理位置之屬性與相關性易於混淆不清，請再做適當釐清與界定。	8. 謝謝委員意見，已於期中報告修正稿中進行修改，詳見 P.101 之表 5-2、P.102 之表 5-3 與 P.103 之圖 5-2。
	9. 附錄二，P.3 之「捌、決議」在後續的座談會及成果報告之會議記錄建請修正為「捌、發言內容」較妥；另，P.20 座談會邀請單位內之「南方四島國家公園管理處」在後續相關的座談會函請參加時請修正為「海洋國家公園管理處」。	9. 謝謝委員意見，已於期中報告修正稿中進行修改，詳見附錄三。
經濟部（工業局）	1. 工業局主要會針對產業的部分，研究團隊雖有定義海洋產業，但一般產業機關對與產業之定義有分為一級產業（農林漁牧業）、二級產業（製造業）與三級產業（服務業），而海洋產業大概是利用海洋資源度最多的產業，因此，農林漁牧業與服務業應該是主軸，當然離岸風電業可能也會在裡面，後續應釐清從哪些產業	1. 謝謝委員意見，由於海委會同時另有「海洋產業發展條例 (草案)」，當中已針對海洋產業進行初步定義，故本計畫將針對關鍵海洋產業進行探討。

	著手，因為若從大方向去進行，而最後卻發現有些產業衝擊並不大，可能會做白工，建議從直接影響最大的產業，而各部分大概以一級、二級與三級來區分，若可以很清楚的區分是屬於哪一級產業的話，各機關較能夠給予對應窗口來協助。	
	2. 若要探討能源海洋資料庫，建議再與能源局作聯繫。	2. 謝謝委員意見。
經濟部（水利署）	1. 本計畫期中階段，在第二、三章針對計畫工作項目的文獻盤點、彙整並釐清趨勢上已頗為詳盡，但在空間規劃與產業發展的國際趨勢率定上，僅採用計量分析以尋求其相互關係，似嫌單線且範疇未盡全面，建議參考其餘資料分析工具，如 Data crawling（資料爬蟲）等網路資訊擷取工具，讓整體面向更廣域且易於提綱挈領。	1. 謝謝委員意見，計畫後續將評估相關資料分析工具之適用性。
	2. 第四、五章的內容以期中階段進度而言僅能做到初步陳述與闡釋，尚屬合理。然第四章對於空間分佈與產業利用受氣候變遷影響之衝擊，除將各部會及學研單位的既有資料進行綜整與資料庫建置外，如僅以 ESRI ArcGIS 軟體的空間分析（Spatial Analysis）功能，透過 shapefiles 各類項與屬性的圖層套疊判釋其影響範疇，若無進一步的模擬與評估，於期末階段是否可達成預期的工作目標，還請考量。	2. 謝謝委員意見，模式並非此計畫之目標，後續應該不會進行模型預測，但將透過圖層之呈現實際操作，以分析評估不同影響區位之相互關係。

	3. 承上，第五章針對海域及海岸空間受氣候變遷影響的敏感區範疇與強度界定，以字面而言涉及到定性與定量的分析，如以一般學術分析架構及流程，似應包含氣候變遷情境設定、衝擊評估、風險分析，乃至相應的調適策略等，本章亦擇定澎湖地區為示範基地，以現行操作規劃，是否也僅以第四章相同之空間分析為之?建議期末階段釐清工作項目與預計目標，亦避免相關疑義。	3. 謝謝委員意見，計畫將透過文獻探究與焦點團體來界定海域及海岸空間受氣候變遷影響的敏感區範疇與強度。
交通部（氣象局）	1. 氣候變遷需要有科學資料作為佐證，本身是一種風險，將隨著情境而有所變動，建議先行釐清所採取之情境，進而提供後續有效之建議。	1. 謝謝委員意見，計畫將以海洋產業作為情境來提出相關建議。
	2. 針對 p.1 頁之內容，建議相關用詞能基於科學數據來加以說明。	2. 謝謝委員意見，已於期中修正稿中進行修正，詳見 P.1。
	3. 針對 p.15 頁之圖 2-8，研究團隊若是以澎湖作為示範案例，建議應涵蓋澎湖縣，如 2001 年的奇比颱風造成 200 艘船翻覆，同時，內容中有提到水溫暖化影響漁獲產量，建議加入 2015 年澎湖的寒害事件，使其更加完善，亦建議使用官方資料。	3. 謝謝委員意見，已於期中修正稿中進行修正，詳見 P.15 之圖 2-8。
	4. 針對 p.30 頁之內容提到美國會考量預測天氣與氣候來進行海洋空間規劃，建議加入預警資料。	4. 謝謝委員意見，計畫後續將嘗試考量相關氣候預警資料。
交通部（運輸研究所）	1. 對臺灣海域及海岸空間規劃除現況盤點外，建議後續可擇定氣候變遷情境評估相關衝擊。	1. 謝謝委員意見，計畫將以海洋產業作為情境，來評估相關衝擊。

	2. 海洋資料庫部分建議可納入經濟部水利署及交通部運輸究所（港灣技術研究中心）之海象觀測資料。	2. 謝謝委員意見，計畫將針對相關海象觀測資料進行申請。
	3. 有關示範案例基地-澎湖，若有需海象觀測資料可與港研中心（澎湖商港）及氣象局申請。	3. 謝謝委員意見與協助。
內政部（營建署）	1. 有關氣候變遷可能引發之海岸災害部分，因國內尚無相關調查研究資料，故本部係先依海岸管理法規定，請水利主管機關擬訂海岸防護計畫，研訂海岸防護區之禁止及相容事項，後續再依該法第 19 條規定，修正或變更相關空間計畫。故目前國內是否可逕依據「氣候變遷」修正或調整「海域及海岸空間規劃」內容，仍請審慎研議評估。	1. 謝謝委員意見。
	2. 「2.2.4 臺灣的海洋空間規劃」，其內容僅包括本署早期之委託研究，未包括全國區域計畫(102 年 10 月 17 日公告實施)將海域納入區域計畫實施範圍之政策、105 年~106 年核定各直轄市、縣（市）之海域區(海域用地)、國土計畫法及全國國土計畫（107 年 4 月 30 公告實施）將劃設海洋資源地區及其分類等內容。故本案現況資料之蒐集情形似欠缺完整，建議應予補充。	2. 謝謝委員意見，後續將補充相關委託之研究。
	3. 內政部依「非都市土地使用管制規則」第 6 條之 2 規定，已建置海域用地區位許可審查機制，並蒐集相關單位用海資料，納入	3. 謝謝委員意見與協助，已行文內政部，相關資料已納入期中修正稿中。

	「海岸地區管理資訊網」。本案如有需要，本署可配合提供。	
農業委員會（漁業署）	1. 本計畫係針對氣候變遷與海域空間作研究，除了問卷洽詢相關權益關係人意見外，建議委員成員可包含產業界代表，以利提供寶貴意見。	1. 謝謝委員意見，第二三場之問卷及訪談均納入產業界代表。
	2. 報告指出檢視既有政策與法令，以研擬臺灣海域及海岸空間利用與海洋產業因應氣候變遷之調適策略部分，建議增加盤點我國現有海域利用情形。	2. 謝謝委員意見，計畫已針對臺灣現行海洋空間之規劃使用相關文獻進行探討，詳見期中修正稿P.51，內政部營建署-海岸地區管理資訊網已進行相關海域用地區位之盤查。
	3. 計畫內有關文獻參考部分，建議確認是否引用最新公開文獻。	3. 謝謝委員意見，計畫大多引用較近期且較關鍵之文獻。
	4. 計畫內提及「海洋產業定義」一詞，查海委會另案委託「海洋產業統計與經濟推動策略規劃」計畫內涵包含該定義，建議與該會討論，以利兩項計畫用詞定義一致。	4. 謝謝委員意見，目前此計畫也正同時進行，待「海洋產業統計與經濟推動策略規劃」確定其海洋產業定義後，計畫將加以調整。
	5. 本署過去針對氣候變遷有相關研究報告，計畫名稱如附表，建請逕至 GRB 系統下載網址：https:/www.grb.gov.tw/）	5. 謝謝委員意見，計畫將持續更新並參考相關單位之研究。
	6. 2.1.1 氣候變遷與調適之發展：報告內容多以聯合國氣候變化綱要公約和氣候變遷小組的資料為主，惟 p.1 只引用日本的「氣候變遷聰明調適策略」，鋪陳上似較為突兀。建議再行蒐羅及說明其他重要國家的調適策略。	6. 謝謝委員意見，計畫著重於氣候變遷對海域空間規劃與海洋產業衝擊，已針對關鍵海洋產業之調適策略進行文獻探究，詳見期中修正稿 P.62 之 3.2.1，後續亦將針對澎湖縣之地方調適計畫進行探究籍資料彙整。
	7. 2.1.2 氣候變遷對海洋與海岸之影響:內容僅簡單敘述美國海岸社區某個案例和我國行政院的	7. 謝謝委員意見，計畫著重於氣候變遷對海域空間規劃與海洋產

	研究資料。建議可再予增列世界各國相關研究資料，以豐富內文。	業衝擊，故文獻回顧將偏重於相關內容。
	8. 2-2 海洋空間規劃：請評估增加我國鄰近海域的國家或地區資料的可能性，例如日本、大陸、南海沿海諸國等。	8. 謝謝委員意見，期末報告將增加臺灣鄰近國家之海洋空間規劃文獻。
	9. 2.3.1 海洋產業之界定：表 2-8 世界各國海洋產業分類羅列有美國、加拿大、法國、澳洲、中國大陸，如能收集分析該等國家之氣候變遷調適策略及海洋空間規劃，應可讓文獻回顧更具完整性。	9. 謝謝委員意見，礙於各國文獻之取得難易不同，僅參考較常被引用之文獻，但計畫會盡可能地使其完善。
	10. 表 2-11 各國因應氣變遷對於沿近岸漁業生態影響之行動案例：所列國家有泰國、斐濟、秘魯、墨西哥、埃及，與前列章節所述國家完全不同，是否會造成文獻回顧、統整、引用上的缺憾，請惠予卓處。	10. 謝謝委員意見，計畫後續將檢視更新更恰當之文獻。
	11. 第五章臺灣海域及海岸環境空間受氣候變遷影響敏感區範疇與強度 p.88，第一次焦點訪談規劃邀集單位眾多包含產、官、學及公民團體代表），惟實際到場參與單位顯少，建議爾後類此會議儘量以多數受邀單位能出席時間召開為宜，以廣納建言。	11. 謝謝委員意見，針對受邀單位，研究團隊於發文後，皆有透過電話再次邀請，但許多單位可能認為氣候變遷不屬於其管轄，進而不斷移轉，到最後未出席，後續會試著去釐清與思索，以廣納建言。
海洋資源處	1. 請計畫執行團隊將本計畫目標及受託廠商工作事項放置期中報告書前，並補充期中報告進度與本計畫目標及工作事項之對照表及對應頁碼，另將本計畫評	1. 謝謝委員意見，已於期中修正稿中進行修改，詳見附錄一與附錄七之內容。

	選時委員之意見及回覆對照表放置期中報告書後。	
	2. 「I」摘要上方請加上本計畫名稱，關鍵字請補充英文。「VIII」三、「重要發現」請修正為「預期效益」，並依本計畫目標及工作事項分列敘明計畫團隊執行可獲得之預期效益；另請將「主要建議事項」依據本計畫目標三之工作事項（一）需求修正為「未來相關研究主題架構，並加以敘明架構。	2. 謝謝委員意見，已於期中修正稿中進行修改，詳見 I、II、X 與 IX。
	3. 氣候變遷已為國際迫切議題，且納入聯合國永續發展目標 13「採取緊急措施以因應氣候變遷及其影響」，然審視計畫期中報內容僅提及氣候變遷綱要公約「減緩」與「調適」或巴黎協定，且僅探討「調適」，請增加對「減緩」之探討；另請納入「永續發展」目標 13 及扣合目標 14「保育及永續利用海洋與海洋資源，以確保永續發展」之分析探討。	3. 謝謝委員意見，後續將納入聯合國永續發展目標 13 與 14，並針對減緩進行探討。
	4. 期中報告之圖或表格式請放大（如圖 2-6~12、2-18~21、2-23 及第 3、4、5 章等）、用色及名稱置中，資料來源請縮減字體另行列於圖或表名稱下；圖或表來源若為計畫分析產出請於名稱下註明為本計畫研究整理或分析（如第 2 章表 2-22、圖 2-30 及第 3、4、5 章等）。	4. 謝謝委員意見，已於期中修正稿中進行修改。
	5. p.74 圖 3-1 請修正年份排序為 2009→2018，圖 3-7~9 請修正空白無圖格式並放大圖。	5. 謝謝委員意見，已於期中修正稿中進行修改，詳見 P.81 之圖 3-20 與 P.86 圖 3-24~26。

	6. 計畫團隊為計畫執行成員，不應列為焦點團體訪談與會單位，如表 5-1 之學術單位。另圖 5-3-4 呈現不明確，請加強說明，並清晰呈現。第七章參考資料各文獻請加註序號（如 1.2.3.等）。	6. 謝謝委員意見，已於期中修正稿中進行修改，詳見 P.100 與第七章。
	7. 請針對海委會目前掌理的海洋污染防治法與野生動物保育法（針對海洋野生動物），檢視是否需要融入氣候變遷相關概念，進行法規修訂。	7. 計畫主要以海洋空間規劃與產業為主，會初步檢視海洋污染防治法與野生動物保育法（針對海洋野生動物）是否在概念上須納入相關概念，但較無法涉及此兩法規之修法。
	8. 國家海洋研究院目前正在進行海洋資料庫架構之研究，建議本團隊可強化海洋產業資訊面及氣候變遷對於產業影響之資料進行蒐集，以進行區隔，另針對航運與港埠營運之資料可以洽交通部申請洽詢。	8. 謝謝委員意見，計畫將檢視交通部航運資料之屬性，以進行申請。
	9. 海委會之海洋產業發展條例草案，有針對海洋產業之範疇進行定義，可以作為資料蒐整方向參考。	9. 謝謝委員意見，目前已取得海委會提供的 「海洋產業發展條例(草案)」逐條說明，後續將以此作為海洋產業發展之參考。
	10. 有關工作事項第二大類別之「蒐整台灣受氣候變遷影響之海域及海岸空間環境敏感區範疇與強度」部分請加強辦理，在資料蒐集上，水利署過去有進行許多研究，針對不同情境來模擬臺灣周遭海岸之影響範疇，建議加以整理，可利用水利資訊整合雲平台進行資料搜尋。	10. 謝謝委員意見，後續將檢視水利署相關之計畫，評估其適用性。

附錄四　期末審查簡報

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
期末審查
計畫主持人：陸曉筠 副教授
協同主持人：薛憲文 教授 張詠斌 副教授
計畫專家顧問：邱文彥 榮譽講座教授
研究單位：國立中山大學 海洋科技研究中心
民國 108 年 10 月 30 日

簡報大綱
1 文獻回顧
2 國際相關海域及海岸空間規劃與海洋產業發展之現況與趨勢
3 臺灣海域及海岸空間與產業分布資料庫及空間利用現況與衝擊及初評臺灣海域及海岸環境空間受氣候變遷影響敏感區範疇與強度
4 臺灣海域及海岸空間利用與海洋產業因應氣候變遷之調適策略
5 地方操作海岸空間利用與產業因應氣候變遷調適 – 以澎湖為例
6 結論與建議
2

工作內容	5月	6月	7月	8月	9月	10月
相關文獻蒐集與整理						
評估國際相關海域及海岸空間規劃與產業發展現況趨勢						
建置臺灣海域及海岸空間與產業分布資料庫						
制定調適策略與未來相關研究主題						
示範案例						
期中報告	108年7月1日前提交期中報告書					
期末報告	108年10月1日前提交期末報告書					
成果報告	108年11月20日前提交成果報告書					

一、蒐彙與評估國際相關海域及海岸空間規劃與海洋產業發展之現況及趨勢

二、蒐整臺灣受氣候變遷影響之海域及海岸空間環境敏感區範疇與強度，初步評析氣候變遷對臺灣海域空間利用現況與海洋產業發展之衝擊

三、評析及初步研擬臺灣海域及海岸空間利用與海洋產業因應氣候變遷之調適策略

計畫內容

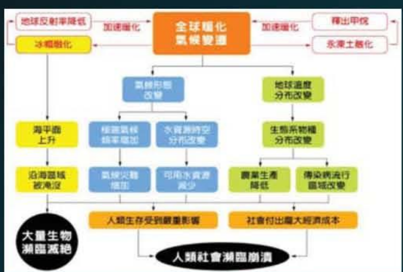
文獻回顧

- *氣候變遷與調適*
- *氣候變遷對於海洋產業之影響*
- *臺灣因應氣候變遷調適與減緩相關政策與法令*

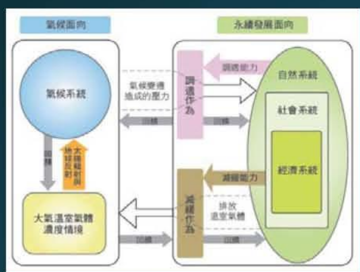
1

氣候變遷與調適

- 聯合國氣候變遷綱要公約（United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC）將氣候變遷定義為「經過相當一段時間的觀察，在自然氣候變遷之外由人類活動直接或間接改變全球大氣組成所導致的氣候變遷」
- 聯合國跨政府間氣候變遷小組第五次評估報告（Assessment Report 5, AR5）指出，氣候變遷已經對自然生態系統和人類社會帶來不利之影響。而氣候變遷之影響具有潛在不確定性，影響層面更是十分廣泛
- 現階段全球因應氣候變遷之政策與措施，主要可分為兩種，分別為減緩（Mitigation）或調適（Adaptation）
- 聯合國氣候變化綱要公約中將調適策略分為預防災變之預防性（Anticipatory）以及降低災變後傷害之反應性（Reactive）



全球暖化氣候變遷對地球所造成的衝擊（資料來源：鄭欽韓，2013a）



氣候變遷減緩與調適（資料來源：行政院經濟建設委員會，2012）

歷年重大海岸災害記錄（資料來源：教育部，2016）

氣候變遷對於海洋產業之影響

- 世界最大水產養殖區之一的東南亞，其養殖魚產量預計到2050年將下降30%（Morrison, 2019）
- 斐濟受到海平面上升與極端氣候等衝擊，使得島嶼越來越脆弱，許多珊瑚礁亦受到破壞，導致其觀光遊憩產業面臨到威脅（Belson, 2018）

氣候因素（主要 → 次要）

海洋使用	暖化	酸化	缺氧	分布改變	海平面上升	環流與風	極端事件	疾病和有害藻類大量繁殖
漁業	●●●	●●	●●	●●●	●●	●●	●●●	●●
保育	●●●	●●	●●	●●●	●●	●●	●	●
水產養殖	●●●	●●	●	●●	●	●●	●●●	●●●
觀光	●●	●	●	●●	●●	●●	●●●	●
海運	●●●	○	○	○	●●	●●	●●●	○
能源	●●	○	○	○	●●	●●●	●●●	○
採礦	○	○	○	○	○	○	●●●	○

直接影響程度：高 (●●●)、中 (●●)、低 (●)、無 (○)

（資料來源：Santos et al., 2016）

臺灣因應氣候變遷調適與減緩之相關政策與法令

- 2010
  - 「規劃推動氣候變遷調適政策綱領及行動計畫」專案小組成立
- 2011
  - 推動「地方氣候變遷調適示範計畫」（臺北市、屏東縣）
- 2012
  - 公布「國家氣候變遷調適政策綱領」
  - 「地方氣候變遷調適行動」擴展至 10 個縣市
- 2013
  - 推動「臺灣氣候變遷調適整合平台及地方調適計畫」
- 2014
  - 核定「國家氣候變遷調適行動計畫（102-106年）」
- 2015
  - 公布「溫室氣體減量及管理法」、「海岸管理法」
  - 推動「海域管理法 (草案)」
  - 推動「第二階段地方氣候變遷調適行動計畫」
- 2016
  - 公布「國土計畫法」
- 2017
  - 公布「國家因應氣候變遷行動綱領」
- 2018
  - 修正公布「水利法」
  - 啟動「國家氣候變遷調適行動方案（107-111年）」與「溫室氣體減量推動方案」

（資料來源：氣候變遷調適資訊與成果資料庫）

8

2

國際相關海域及海岸空間規劃與海洋產業發展之現況與趨勢

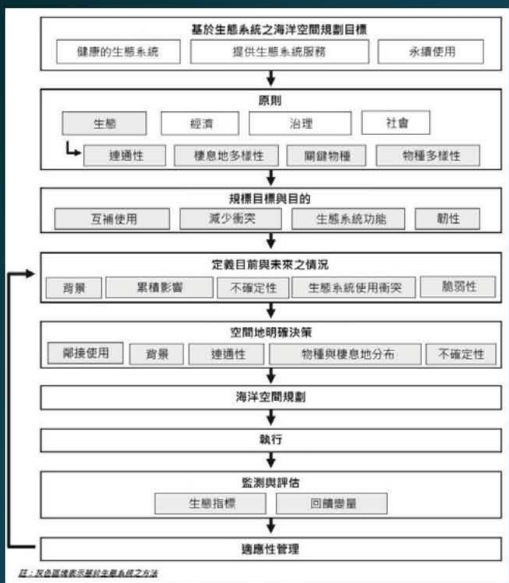
海洋空間規劃（美國）

海岸與海洋空間規劃（Coastal and Marine Spatial Planning, CMSP）定義：「一個全面性、適應性、綜合性、基於**生態系統**與**透明化**之空間規劃過程，基於可靠的**科學**來分析海洋、海岸與目前與預期之用途」

海洋規劃之處理步驟*：

- 評估區域海洋規劃之能力
- 成員、權益關係人與民眾之概念討論
- 共同願景之承諾
- 確定區域目標與目的
- 發展工作計畫，概述區域之海洋規劃將如何制訂
- 分析資料、使用、服務與影響
- 制訂與評估能夠達成區域目標與目的之替代方案
- 提供規劃草案來徵詢民眾意見
- 提供最終規劃給國家海洋委員會審查與同意
- 隨著時間來執行、監測、評估與修改規劃

*這些步驟並無順序，反而步驟兼可能存在反饋循環

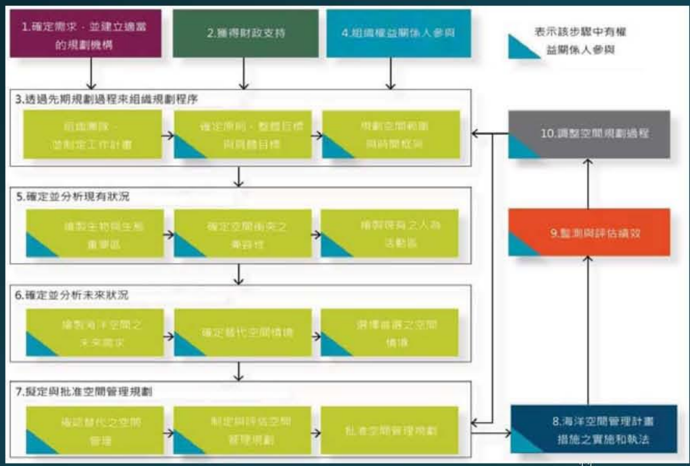


基於生態系統之海洋空間規劃過程（資料來源：Foley et al., 2010）

海洋空間規劃（聯合國教科文組織）

海洋空間規劃（Marine Spatial Planning, MSP）定義：「在空間與時間上分析和分配人類在海洋區域的活動，以實現生態、經濟與社會目標的**公共過程**」

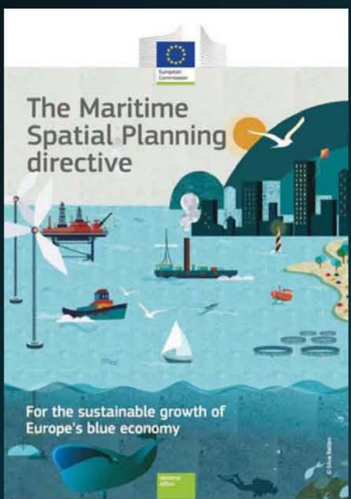
有效的海洋空間規劃應具備下列特點：
1）以生態系統為基礎來達到生態、經濟與社會之平衡
2）**整合跨部門之單位**
3）基於**地點或區域**
4）從**經驗中學習**以增強適應性
5）策略性與**預期性**
6）**權益關係人**於過程中積極參與



海洋空間規劃的循序漸進方法（資料來源：Ehler, 2009）

海洋空間規劃（歐盟）

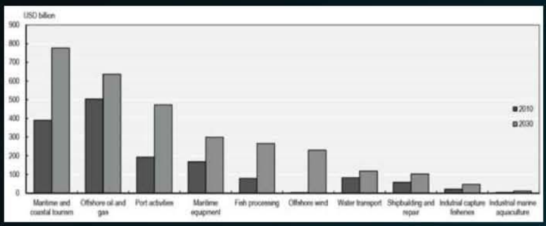
海洋空間規劃（Maritime Spatial Planning, MSP）定義：「規劃人類於海上使用之時間與空間，以盡可能確保其**有效性、安全性與永續性**」



對於成員國之關鍵要求為：
- 涉及權益關係人
- 發展跨國合作
- 應用基於生態系統之方法
- 使用最佳可用並共享資料
- 考量陸海間之互動
- 促進活動之共存
- 至少每十年審查一次計畫

海洋產業

海洋產業對於一個國家之經濟往往扮演著**重要**角色，根據經濟合作暨發展組織（Organization for Economic Co-operation and Development, OECD）於2016年研究指出2010年海洋經濟對於世界經濟有著1.5兆美元之貢獻（約全球國內生產總值的3%），並推估2030年海洋產業之產值將從1.5兆美元增加至3兆美元



2010年與2030年海洋特定產業之產值比較（資料來源：OECD, 2016）

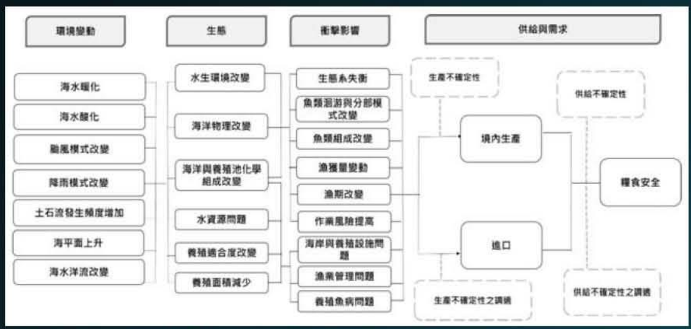
運用海洋**資源**	海洋漁業
	海洋礦業
	海洋能源產業
運用海洋**功能**	海運暨港埠業
	海洋休閒遊憩產業
直接與海相關	船舶製造與維修業
	海洋科技業
	其他海洋服務業

108 年海洋委員會「我國海洋產業範疇與產值推估」研究

依功能分類之海洋產業別（資料來源：邱文彥，2017）

海洋產業	功能	業務內容	舉例說明
海洋生物性資源產業	提供食物功能	舉凡海洋中具有經濟價值之動、植物均屬之。	漁業、養殖業
海洋非生物性資源產業	提供能源功能	舉凡海洋中任何型態且具有開採、利用價值之能源礦物均屬之。	海底礦產、近海石油
海洋運輸與造船產業	運輸媒介功能	透過海洋為管道，連結兩陸岸所提供之工具與服務均屬之。	海運、造船業
海洋與海岸工程產業	空間利用功能	海洋中及鄰近海洋且需考量水體條件（如波浪或潮汐等）之人工結構物均屬之。	海洋建築、港灣工程
海洋觀光遊憩產業	休閒遊憩功能	提供動態或靜態海上及近岸休閒活動之服務均屬之。	潛水活動、賞鯨活動
海洋汙染防治產業	吸納污染功能	對造成海域生態環境負面影響之因子，提供預防、處理或補救之技術與服務。	海洋廢棄物處理、汙泥處理
海洋科技研究與發展產業	教育研究功能	從事有關海洋基礎研究或應用研究、海洋環境教育、海洋利用規劃或諮詢單位均屬之。	海洋教育

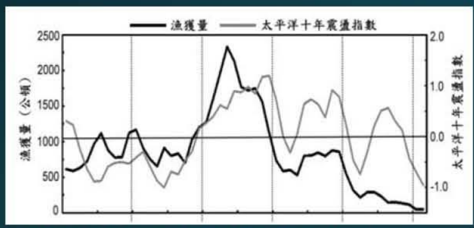
氣候變遷調適策略（漁業）



氣候變遷對漁業生產與漁產品供需影響途徑（資料來源：侯清賢，2016）

各國因應氣變遷對於沿近岸漁業生態影響之行動案例（資料來源：教育部，2016）

國家	行動案例	案例說明
泰國	保護示範區建立	聯合周邊國家共同選擇區域進行適應性管理
	提高相關知識教育宣導	透過海報文宣增加人民對氣候變遷造成衝擊的認知
斐濟	海岸防護措施建置	短期策略：建構防波堤保護海岸線 長期策略：如種植紅樹林提供水生生物棲息，同時保護阻體設施流失
祕魯	創新保險制度建立	針對氣候變遷造成的損失進行保險



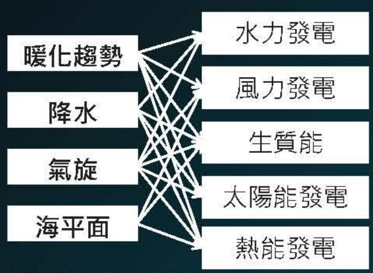
台灣烏魚捕獲量與太平洋十年震盪指數時序列變動（教育部，2016）

聯合國糧食及農業組織 FAO 漁業調適策略建議：

(1) 因應極端氣候造成海平面上升、暴潮與洪氾對**沿岸漁村設施衝擊**之調適
(2) 海岸帶環境變動使**捕魚人口增減**之調適
(3) 因應**漁業捕獲量變動**加劇之調適
(4) 因應**漁場分布改變**之調適
(5) 漁撈**作業風險增加**之調適
(6) 漁場生產力降低之調適
(7) 因應**獲利下降**之調適
(8) 貿易與**市場衝擊**之調適

15

氣候變遷調適策略（能源業）



氣候變遷對於能源產業之主要影響（資料來源：EUEI PDF, 2017）

以海上風力發電來說，氣候變遷可能會造成下列之影響：

1) 漂浮之海冰會損壞海上風機基礎設施
2) 海平面上升可能會破壞低窪海岸地區之風機基礎設施
3) 淡水海洋預計將減少，導致風機結構腐蝕增加
4) 風力與波浪強度增加將破壞基礎設施，使得海上風機需要承受更大的力量

風力發電之關鍵氣候影響與調適（資料來源：Asian Development Bank, 2012）

氣候變量	物理要件	關鍵影響	調適選項
一般	• 全部	• 如下所列	• 發展基於氣象之天氣/氣候預報
風速	• 旋轉葉片/軸 • 塔架/基樁 • 發電機	• 風速變化會減少發電量（渦輪機不能在很高或很低之風速下運行） • 在風速運行範圍內，輸出受到風速之影響很大 • 風力模式與持續時間之變化影響輸出（如預測輸出之能力）	• 設計能夠運行且承受更高風速、陣風與風向之渦輪機 • 安裝較高的塔架以取得更高海拔之強風 • 在渦輪機使用壽命期間預測風速變化，進而選址 • 開發與商業化垂直軸風力渦輪機（產能更多且能夠於更廣之風速範圍內運行）
氣溫	• 旋轉葉片/軸 • 發電機	• 極端寒冷期間會影響產出（如：渦輪機與葉片結冰）	• 在選擇與操作渦輪機與葉片時，考量極端溫度之影響
風暴潮	• 塔架/基樁	• 破壞離岸風場	• 強化結構
極端事件	• 旋轉葉片/軸 • 塔架/基樁	• 破壞基礎設施 • 較難以進入海上區域（如：維修）	• 設計離岸風機，來抵抗預期增長之風與波浪 • 確保長期電能產量與損害不受風暴之影響 • 確保具備快速緊急搶修團隊
註：旋轉葉片（Rotor blades）/軸（shaft）、塔架（Tower）/基樁（foundation）、發電機（Generator）			

氣候變遷調適策略（海洋運輸業）

2018年國際海事組織（International Maritime Organization, IMO）通過「船舶溫室氣體排放減量之初步方針（Initial IMO strategy on the reduction of GHG emissions from ships）」，其內容包括下列國際海運業溫室氣體減排目標：

1) 透過對新船實施下一階段的「能源效率指數（energy efficiency design index）」要求，降低船舶碳強度（carbon intensity）
2) 降低國際海運業之碳強度
3) 國際海運業溫室氣體達排放峰值並迅速減排，以最終零排放為目標

氣候變遷對於海洋運輸業之影響與風險（資料來源：Gamacho et al., 2013）

氣候變遷風險之調適行動（資料來源：Gamacho et al., 2013）

氣候變遷風險	調適行動
港埠損壞	• 改善與港埠相關之風暴預報（地方規模） • 規範港埠基礎設施設計之安全限制 • 建設更具有恢復力之港埠設施 • 維護連結港不知運輸線（公路/鐵路）
渡輪服務中斷	• 更好的即時天氣預報/降尺度 • 規範船舶設計/營運之安全限制 • 建造更多避風港設施 • 橋梁或隧道施工（取代） • 波浪監測與預警
航行渠道沉積改變（需要疏濬、重新繪製地圖、安全問題）	• 在不久的將來重新繪製海底地圖，並承諾後續會定期重新繪製 • 更好的風暴預測 • 波浪監測與預警

氣候變遷調適策略（海洋觀光遊憩業）

有鑑於海洋與海岸環境是戶外休閒旅遊受歡迎的區域之一，以至於海洋與海岸旅遊業不斷發展，其中適當的天氣條件以及具有吸引力的環境是不可或缺之要素，然而，氣候變遷同樣將對其造成影響

氣候變遷對觀光遊憩業之影響與風險（資料來源：Garnacho et al., 2013）

熱帶島嶼旅遊業之調適措施（資料來源：Becken, 2005）

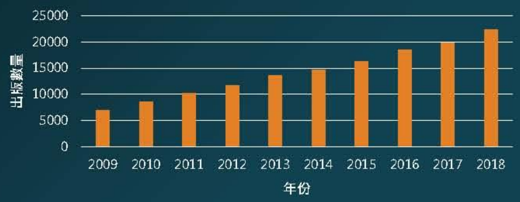
調適	減緩影響	環境管理上之影響	經濟面
植樹	透過碳匯減少淨二氧化碳排放量	有助於生物多樣性水管理與土壤	可納入碳交易計畫中
節約用水	降低供水的能源成本	對於水資源有限之區域是正面的	節省成本，特別是往島嶼運水時
可再生能源	減少二氧化碳排放量	整體而言，汙染程度低於石化燃料	可以節省成本，減少燃料進口之依賴
使用天然建築材料（如木材）	地方生產之材料碳足跡相對較小	取決於種植地之永續性	刺激當地林業部門
減少水汙染	可能增加汙水處理之能源使用	有利於珊瑚礁與海洋生物	維持旅遊收入
海洋保護區/珊瑚礁保護	中立	對於海洋生物多樣性是正面的	維持旅遊收入
雨水收集	節省供水之運輸成本	可能會中斷自然水循環	長期節省成本
客戶教育	中立	提高認識	遏制遊客之風險
建築結構退一步	中立	當結構遠離海濱時是正面的	若維護成本降低，則是正面
多元化的市場	若新市場更具生態效益，則是正面	取決於新市場對於環境之影響	若新市場是高收益則是正面
防惡劣天候的旅遊活動	取決於活動類型	取決於活動類型	對於當地社區收入是正面的
海水淡化	能源成本高	減輕淡水資源之壓力	昂貴
增加空調	增加二氧化碳排放量	柴油發電之空氣汙染	昂貴
人工養灘	採礦與運輸之能源使用	擾亂生態系統	昂貴
透過海堤減少海灘侵蝕	中立	擾亂自然潮流，並導致其他地方侵蝕	昂貴、需要持續維護

文獻數據蒐集

挑選**氣候變遷（Climate Change）**、**海洋空間規劃（Marine Spatial Planning）**與**海洋產業（Marine Industry）**作為文獻數據搜尋之關鍵字詞

運用Web of Science 核心合輯資料庫進行準確主題檢索，出版年份設定為近十年（即：2009年至2018年），合計共有14多萬篇之出版物被確定有相關

運用文獻可視化分析軟體 VOSviewer 來呈現文獻之間的相互關係，從分析結果得知，氣候變遷與調適領域近十年較為受關注之議題為其**影響**、**脆弱度**與**管理**，海洋空間規劃領域近十年較受關注之議題為**管理（基於生態系統之管理）**與**保育**，而海洋產業領域近十年則較關注於其**系統**與**性能**。此外，三大領域中有部分共同關鍵字詞重疊



2009年至2018年出版物數量趨勢

前十大產量國家

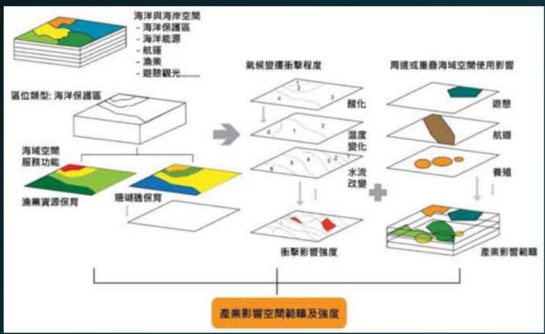
19

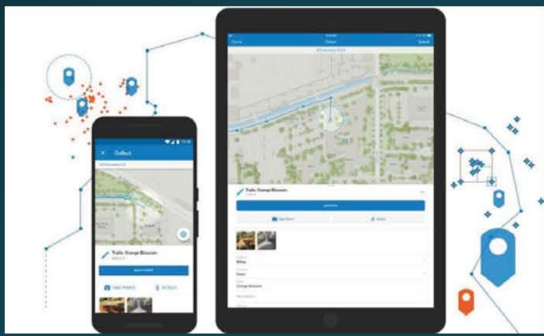
3

臺灣海域及海岸空間與產業分布資料庫及空間利用現況與衝擊及初評臺灣海域及海岸環境空間受氣候變遷影響敏感區範疇與強度

海洋資料庫之初步建置

- 有鑑於現階段臺灣數據資料遍布各局處單位，為確保數據資料之正確性以及一致性，研究採用中央行政機關（如：科技部、內政部與農業委員會等）之數據資料為主
- 將相關數據資料建置於ArcGIS地圖中，座標系統採TWD97 為基準，繪製出澎湖海域空間利用之現況與相關環境基本資料
- 運用Collector之應用程式，讓使用者可於手機或平板中下載此應用程式，透過定位之功能來於地圖中建立所在位置之相關資料，以發揮公民科學家之作用





Collector之操作介面（資料來源：ESRI）

臺灣海域空間利用資料庫之初步建置-海洋產業利用

產業類別	圖層名稱	圖資來源
海洋生物性資源產業	➢ 漁業權範圍 ➢ 漁業設施設置範圍 ➢ 專用漁業權	內政部營建署
	➢ 養殖生產區	農業委員會
海洋非生物性資源產業	➢ 風力發電設施設置範圍 ➢ 海流發電設施設置範圍 ➢ 土石採取設施設置範圍 ➢ 深層海水資源利用及設施設置範圍 ➢ 風機點位 ➢ 風場及海纜廊道 ➢ 海纜	內政部營建署
海洋觀光遊憩產業	➢ 水域遊憩活動範圍 ➢ 海上平台設置範圍	內政部營建署
	➢ 觀光景點	內政部國土測繪中心
海洋運輸與造船產業	➢ 航道及其疏濬工程範圍-線 ➢ 航道及其疏濬工程範圍-面 ➢ 錨地範圍 ➢ 港區範圍	內政部營建署
	➢ 碼頭位置	內政部國土測繪中心
海洋與海岸工程產業	➢ 海底電纜或管道設置範圍-纜線 ➢ 海底電纜或管道設置範圍-管道 ➢ 海堤區域範圍 ➢ 資料浮標站設置範圍 ➢ 海上觀測設施及儀器設置範圍 ➢ 底碇式觀測儀器設置範圍 ➢ 跨海橋梁範圍 ➢ 其他工程範圍	內政部營建署
海洋汙染防治產業	➢ 排洩範圍 ➢ 海洋棄置指定海域範圍	內政部營建署
海洋科技研究與發展產業	-	-

臺灣海域空間利用資料庫之初步建置-其他利用

使用類別		圖層名稱	圖資來源
軍事及防救災相關使用		➢ 軍事相關設施設置範圍	內政部營建署
		➢ 淹水潛視圖	經濟部水利署
環境保護相關使用-自然保育為目的	國家公園法	➢ 國家公園生態保護區（含海域生態保護區） ➢ 國家公園史蹟保存區（含海域史蹟保存區） ➢ 國家公園特別景觀區（含海域特別景觀區） ➢ 國家公園遊憩區（含海域遊憩區） ➢ 國家公園一般管制區（含海域一般管制區）	內政部營建署
	野生動物保育法	➢ 野生動物保護區 ➢ 野生動物重要棲息環境	農業委員會
	文化資產保存法	➢ 自然保留區	農業委員會
環境保護相關使用-其他	漁業法	➢ 水產動植物繁殖保育區 ➢ 人工魚礁區及保護礁區	農業委員會漁業署
	濕地保育法	➢ 國際級重要濕地 ➢ 國家級重要濕地 ➢ 地方級重要濕地	內政部營建署
	發展觀光條例	➢ 國家風景區	交通部觀光局
	海岸管理法	➢ 一級海岸防護區 ➢ 二級海岸防護區	內政部營建署
	都市計畫法	➢ 都市計畫保護區	內政部營建署

23

臺灣海域空間利用資料庫之初步建置-環境基礎資料

資料類別	圖層名稱	圖資來源
環境相關	➢ 水文及化學資料 ➢ 海流資料 ➢ 水深資料 ➢ 海底地形圖 ➢ 生物資料	科技部海洋學門資料庫
	➢ 海域管轄區界點 ➢ 最高潮線 ➢ 平均高潮線 ➢ 最低潮線 ➢ 潮間帶 ➢ 近岸海域 ➢ 濱海陸地 ➢ 海域管轄區	內政部營建署
氣候相關	➢ 網格化資料（月降雨、平均溫度、最高溫及最低溫網格資料） ➢ 推估未來2020~2100年月溫度、雨量資料（統計降尺度資料） ➢ 推估未來2020~2100年前20名颱風事件時雨量（動力降尺度資料） ➢ 臺灣月降雨指數 ➢ 臺灣月降雨指數延伸	科技部臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台計畫
	➢ 氣候統計（潮位、波浪與海溫等） ➢ 海氣象資料浮標站、波浪站觀測資料（海面風、波浪、海溫與海流） ➢ 潮位站觀測資料（潮位與海溫）	交通部中央氣象局
	➢ 衛星海溫影像 ➢ 等水溫線圖	農業委員會水產試驗所
	➢ 海溫模式資料	HYCOM
	➢ 海平面上升	Flood Maps

示範案例基地 – 澎湖

- 澎湖縣位於臺灣海峽，為臺灣唯一的島縣，由90座島嶼所組成，全島面積約126.864平方公里，截至2018年底有104,440人
- 近年來澎湖縣之就業人口持續呈現成長趨勢，2017年之就業人口為44,000人，其中，71.66%為三級產業（服務業），次之為二級產業（工業）占23.33%，一級產業（農林漁牧業）5.01%為最少

近十年澎湖縣就業者之行業統計（資料來源：澎湖縣政府，2019）

澎湖群島面臨氣候變遷之影響（資料來源：澎湖縣政府，2014）

變遷項目	氣候變遷可能之影響與衝擊
降水量	1. 澎湖每年平均降雨量為1,000公厘，在旺盛蒸發量下，再加上地形平坦缺乏廣大集水區及觀光季的大量需求，水資源供需問題為影響島嶼永續發展之關鍵 2. 冬夏雨量變異大，對水資源的調配與都市防災為一大挑戰
溫度	1. 溫度增溫與變異大將對澎湖高齡社會造成直接的健康威脅 2. 溫度上升將提高病媒蚊傳播的機率，及傳染病流行的可能
極端事件	1. 澎湖無高地屏障，若颱風中心直撲澎湖，破壞道路、港口與機場等交通運輸、水電、油氣供應設施，嚴重影響居民維生與島嶼經濟發展 2. 降水量超出澎湖地區排水道之容量，抑或適逢大潮降低排水功能，造成海岸與低窪地區的積水 3. 澎湖冬季位處大陸沿岸流之影響範圍，加上東北季風與廣大淺棚地形的擴大效應，恐再度發生大規模的寒害
海平面上升	1. 澎湖住屋多集中於沿海之凹地內，當海平面上升易發生海水倒灌，嚴重威脅居住安全 2. 海水面上升後造成的土壤鹽鹼化問題，將降低土地的生產力 3. 海平面上升後，恐使水資源鹽化

25

澎湖海域空間利用之重疊比例與兼容性

	海洋生物性資源產業	海洋非生物性資源產業	海洋運輸與造船產業	海洋與海岸工程產業	海洋觀光遊憩產業	海洋汙染防治產業	海洋科技研究與發展產業	軍事及防救災相關使用	環境保護相關使用-自然保育為目的	環境保護相關使用-其他
海洋生物性資源產業		-	11.3%	0.7%	4.7%	-	-	0.0%	0.0%	100.0%
海洋非生物性資源產業	-		-	-	-	-	-	-	-	-
海洋運輸與造船產業	0.4%	-		4.6%	35.1%	-	-	1.8%	6.0%	69.5%
海洋與海岸工程產業	0.0%	-	2.9%		2.5%	-	-	0.1%	0.2%	100.0%
海洋觀光遊憩產業	0.1%	-	29.4%	3.3%		-	-	1.8%	4.8%	87.1%
海洋汙染防治產業	-	-	-	-	-		-	-	-	-
海洋科技研究與發展產業	-	-	-	-	-	-		-	-	-
軍事及防救災相關使用	0.0%	-	0.1%	0.0%	0.2%	-	-		0.0%	9.7%
環境保護相關使用-自然保育為目的	0.0%	-	1.2%	0.1%	1.2%	-	-	0.1%		2.3%
環境保護相關使用-其他	0.3%	-	4.9%	11.0%	7.4%	-	-	9.2%	0.8%	

註：

- 紅色表示不兼容、黃色表示部分兼容、綠色表示兼容
- －表示目前資料庫之圖層未有相關空間利用

26

焦點團體座談會

研究分析資訊

＋

公民參與空間資訊系統

PPGIS (Public Participation Geographic Information Systems)

第一次會議
時間: 108 年 6 月 12 日
地點: 澎湖馬公

地方關心議題

討論提綱
- 澎湖海域空間使用之現況
- 澎湖海洋產業之現況
- 氣候變遷之影響
- 相關建議事項

第二次會議
時間: 108 年 7 月 24 日
地點: 高雄

焦點產業影響

討論提綱
- 臺灣海域空間使用之現況
- 臺灣海洋產業之現況
- 氣候變遷之影響
- 氣候變遷對於海洋產業之影響範疇與強度

第三次會議
時間: 108 年 8 月 24 日
地點: 台北

產業影響衝擊訪談

訪談提綱
- 臺灣海域空間使用之現況
- 臺灣海洋產業之發展與挑戰
- 氣候變遷對於海洋產業影響

第四次會議
時間: 108 年 10 月 28 日
地點: 澎湖馬公

地方參與操作

討論提綱
- 澎湖海域空間使用實際狀況
- 澎湖受氣候變遷影響之區域
- 針對計畫所研擬海洋產業因應氣候變遷調適與減緩策略之建議

對於相關產業影響範疇與強度

議題	認知
目前臺灣海域空間不同使用之衝突	➢ 民眾對於海洋之觀念較為薄弱，普遍將海洋視為公共財，以至於沒有去管理 ➢ 海域空間定義劃分不一，涉及之主管機管與法令規範複雜 ➢ 以海洋運動為例，許多遊憩行為尚未有法令規範，因此在面對到空間使用衝突時，較難以去解決
臺灣海洋產業之發展與挑戰	➢ 臺灣擁有很好的條件來發展離島與跳島旅遊，也有美麗的海岸線可以發展海洋休閒觀光 ➢ 臺灣目前較重要之海洋產業為漁業（商業捕撈與休閒漁業）、休閒產業（遊艇產業）、能源業（風力、潮汐）與航運業 ➢ 臺灣海洋產業面臨之挑戰為1）海洋之觀念較為薄弱、2）法規不健全與3）無法得知海洋產業帶來之經濟效益 ➢ 以郵輪旅遊來說，雖然有許多大型郵輪逐漸開始在臺灣進駐，但由於現有簽證之法令，對於岸上旅遊發展造成限制，也限縮了業者的獲益空間。此外，郵輪上面目前臺灣的服務人員並不多，除有人才培育問題外，就業媒合也是一個顯見的問題 ➢ 以遊艇來說，臺灣的遊艇製造產業雖然名列前茅，但遊艇相關的附加設施（如：遊艇港）仍持續開發，甚至可能漁業等用途有所衝突
氣候變遷相關議題對於海洋產業之影響	➢ 氣候變遷對於海洋產業之影響很大，不論是漁業、航運與觀光，只要是人類活動之區域都會受到氣候變遷之衝擊 ➢ 氣候變遷對於海洋生物資源影響甚大且無所不在，當中越基層的生物（如藻類與貝類等）受到氣候變遷之影響越大，進而影響上層之生物 ➢ 受限於沿近海之環境調查較為欠缺，因此，較難以去評估氣候變遷對於海洋產業之影響程度 ➢ 臺灣較看不出具體作為來因應氣候變遷對於環境之變化，也較難靠民間團體去改變，應該還是需要從整體性來做規劃

28

對於相關產業影響範疇與強度

產業類型	議題	氣候影響面向	對於產業影響範疇	對於產業影響之強度（由低至高給予1-5分，最高5分）
海洋生物性資源產業	漁業	海水溫度上升	● 改變浮游生物之聚落，對於魚群之補充產生影響 ● 改變漁業之分布模式（某些物種喪失，而其他物種進來） ● 改變魚群行為與遷移，影響漁業捕撈能力 ● 外來種增加	4.5
		海水溫度上升與逕流改變	● 增加貝類產業之風險	4.3
	水產養殖業	海水溫度上升	● 能夠於水產養殖中成功提升物種變化 ● 改變商業物種與病原體間之平衡，造成漁業與水產養殖業之損失 ● 水母增加，對於漁業與水產養殖業產生影響	4.6
海洋非生物性資源產業	能源業	風暴頻率、波高與風力強度之變化	● 對於風力發電機或石油鑽井平台造成損壞，需要修補與更換 ● 減少搭乘直升機或船隻進入海上風力發電機或石油鑽井平台之機會 ● 鋪設海上電纜與管線之難度增加	3.4
		風暴頻率與波高之變化	● 風力發電機、石油與天然氣鑽井平台需要更多的支撐能力，需要修補與更換之成本 ● 電纜與管線遭受更多衝擊，需要修補與更換之成本	3.4
		風向與風力強度之變化	● 改變風力發電機之效率 ● 氣旋所造成之破壞可能會縮短發電廠之壽命與輸出 ● 風暴與強風可能損壞基礎設施與電線，降低系統之可靠性	3.4
海洋運輸與造船產業	運輸業	海平面上升與風暴	● 港埠損壞	4.4
		海上風暴之變化	● 渡輪服務中斷	4.0
	造船業	極端氣候	● 影響戶外船舶修理與拆解 ● 增加防範風暴潮之成本	3.0
海洋觀光遊憩產業	旅遊業	氣溫與海溫上升	● 改變海岸觀光客之旅遊條件 ● 海洋自然景觀喪失 ● 改變旅遊業資源之空間分布	4.3
		風暴頻率、波浪高度變化	● 改變帆船或衝浪之機會 ● 減少海洋觀光與其他戶外休閒活動	4.8

氣候變遷對於海洋產業影響範疇與強度之建構

基於相關文獻探究，彙整出氣候變遷對於海洋產業之影響範疇，並藉由焦點團體來取各方權益關係人之見解，以補充影響範疇之不足，同時針對氣候變遷對於海洋產業之影響強度給予權重，進而初步建構臺灣海域及海岸環境空間受氣候變遷對於海洋產業之影響範疇與強度

前十大影響海洋產業之氣候變遷面向

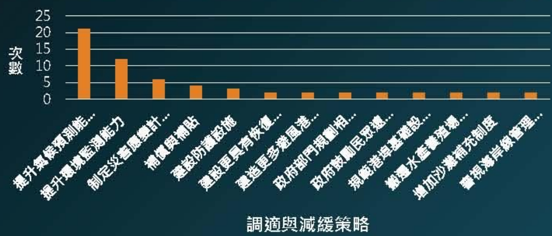
30

4

臺灣海域及海岸空間利用與海洋產業因應氣候變遷之調適策略

海洋產業因應氣候變遷調適與減緩策略之研擬

- 藉由文獻探究與焦點團體訪談，針對各式海洋產業類型以及不同的氣候變遷影響範疇給予相關調適與減緩策略，彙整出不同產業面向調適與減緩策略（參閱144頁之表6-1）



- 透過焦點團體座談會之建議，未來應從下列海洋產業之調適與減緩策略優先著手，以降低氣候變遷對於海洋產業帶來之威脅：
  - 海洋觀光遊憩產業 － **提升氣候預報能力之準確性與提升環境監測能力**
  - 海洋生物性資源產業 － **提升氣候預報能力之準確性、提升環境監測能力、開發高價市場、建立保險制度、提升商業捕撈物種之洄游路徑預測技術、降低成本提高且作業效率、輔導漁民兼業能力，並建立漁業退場機制、漁場管理與補償與補貼**
  - 海洋運輸與造船產業 － **提升氣候預報能力之準確性、規範港埠基礎設施之安全設計與建設更具有恢復力之港埠設施**

32

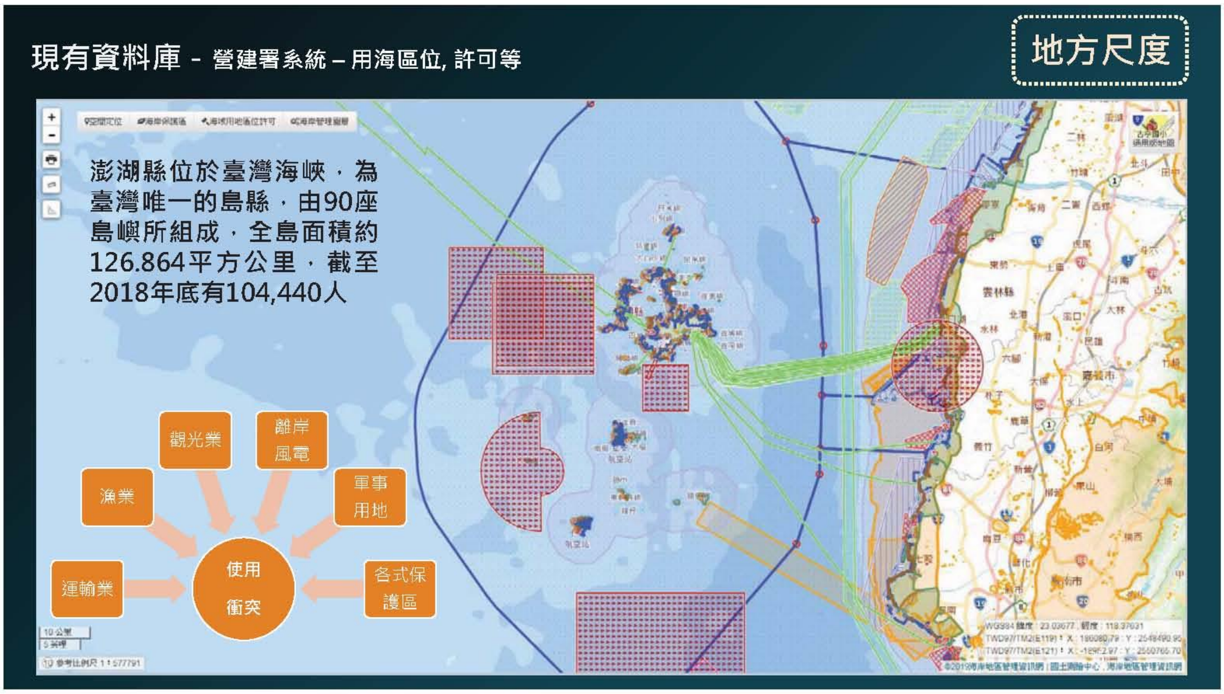
海洋產業因應氣候變遷之調適與減緩策略 (參閱144頁，表6-1)

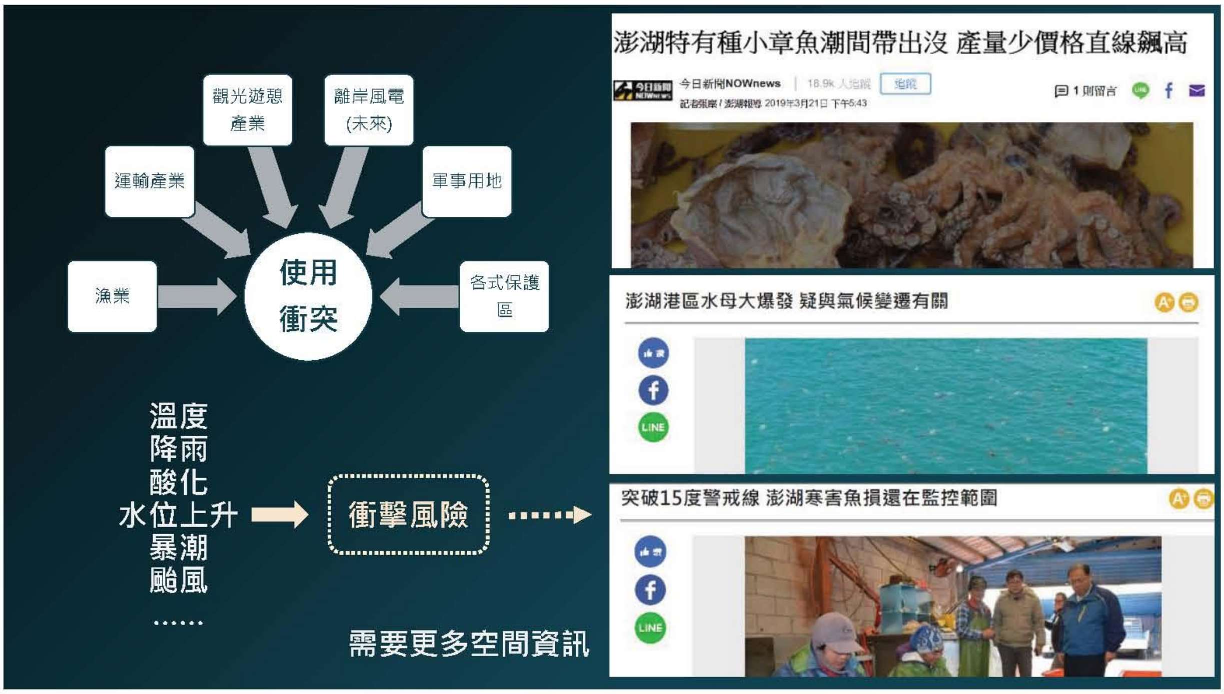
產業類型	議題	氣候影響面向	對於產業影響範疇	相關調適與減緩策略
海洋生物性資源產業	漁業	海平面上升	➢ 淹沒漁村與相關基礎設施	➢ 政府部門規劃相關撤退與安置計畫 ➢ 建設防護設施 ➢ 提升氣候預報能力之準確性 ➢ 制定災害應變計畫與設立預警系統
		海水溫度改變 海水酸化	➢ 影響魚卵與浮游生物之存活，衝擊魚群之補充 ➢ 改變物種棲息環境，影響其生殖與生長 ➢ 改變漁業之空間分布（某些物種喪失，而其他物種進來） ➢ 改變魚群行為與遷移，影響漁業捕撈能力 ➢ 外來種增加 ➢ 影響貝類產量	➢ 開發高價市場 ➢ 建立保險制度 ➢ 提升商業捕撈物種之洄游路徑預測技術 ➢ 提升氣候預報能力之準確性 ➢ 提升環境監測能力 ➢ 降低成本提高且作業效率 ➢ 輔導漁民兼業能力，並建立漁業退場機制 ➢ 漁場管理 ➢ 補償與補貼
		極端氣候	➢ 影響捕撈作業，增加風險 ➢ 增加貝類產業之風險	➢ 調整保險制度（理賠、遇難救助） ➢ 提升氣候預報能力之準確性 ➢ 改善船隻穩定度與安全性

33

5

地方操作海岸空間利用與海洋產業因應氣候變遷調適 – 以澎湖為例


現有資料庫 - 營建署系統 – 用海區位, 許可等
地方尺度
澎湖縣位於臺灣海峽，為臺灣唯一的島縣，由90座島嶼所組成，全島面積約126.864平方公里，截至2018年底有104,440人
觀光業
離岸風電
漁業
軍事用地
運輸業
使用衝突
各式保護區

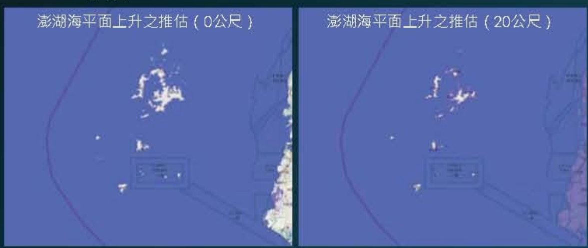

觀光遊憩產業
離岸風電(未來)
運輸產業
軍事用地
漁業
使用衝突
各式保護區
溫度
降雨
酸化
水位上升
暴潮
颱風
……
衝擊風險
需要更多空間資訊
澎湖特有種小章魚潮間帶出沒 產量少價格直線飆高
澎湖港區水母大爆發 疑與氣候變遷有關
突破15度警戒線 澎湖寒害魚損還在監控範圍

澎湖氣候變遷之未來推估

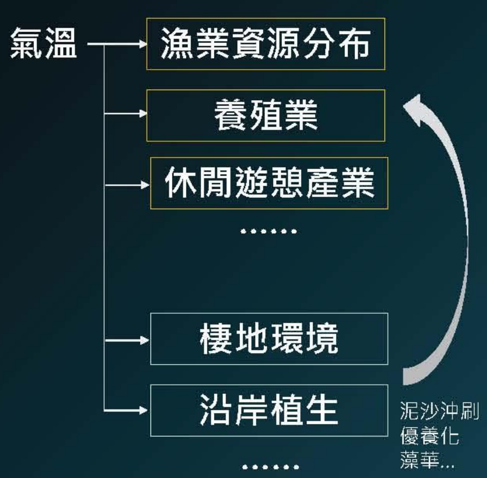
- 根據國家災害防救中心於2019年出版之「臺灣氣候變遷關鍵指標圖集」，將澎湖縣與全臺灣之推估進行比較，澎湖縣的**降雨指標皆較高**，而溫度指標則是以**熱浪持續指標與寒潮持續指標較高**，顯示出澎湖縣較容易受到氣候變遷之衝擊
- 基於Flood Maps之數據，當海平面上升20公尺時，澎湖**面積大幅縮減**，海洋產業亦將受到影響

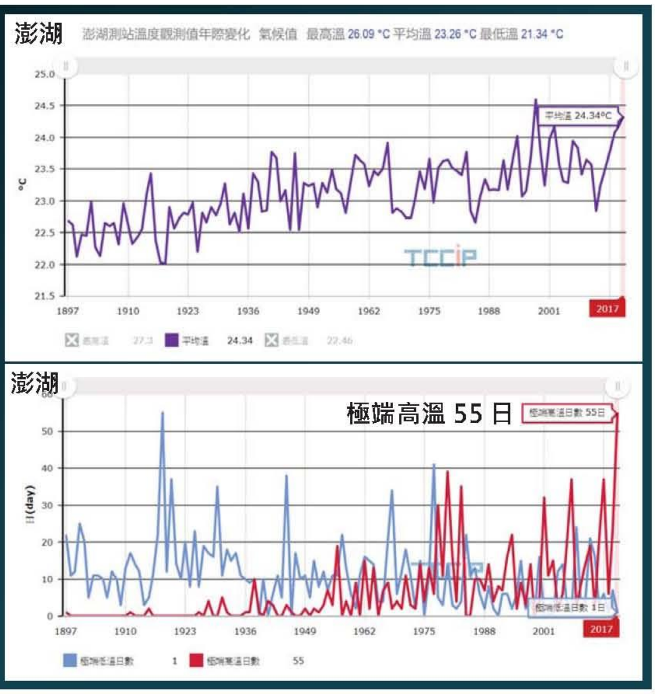
澎湖與臺灣氣候變遷未來推估之比較（資料來源：陳宏宇，2019）

		澎湖	臺灣			澎湖	臺灣
年最大日降雨量（%）	RCP2.6	11.47	10.15	日低溫（℃）	RCP2.6	1.14	1.17
	RCP4.5	15.47	15.48		RCP4.5	1.83	1.84
	RCP6.0	21.29	20.16		RCP6.0	2.21	2.25
	RCP8.5	33.29	31.03		RCP8.5	3.4	3.49
年最大連續5日降雨量（%）	RCP2.6	13.07	11.24	日高溫（℃）	RCP2.6	1.04	1.22
	RCP4.5	18.4	15.71		RCP4.5	1.77	1.9
	RCP6.0	28.67	28.59		RCP6.0	2.18	2.25
	RCP8.5	38.28	33.9		RCP8.5	3.49	3.57
雨日降雨強度（%）	RCP2.6	9.07	7.51	日低溫的最大值（℃）	RCP2.6	0.99	1.15
	RCP4.5	12.94	11.21		RCP4.5	1.68	1.81
	RCP6.0	16.15	15.34		RCP6.0	2.11	2.13
	RCP8.5	30.12	26.87		RCP8.5	3.39	3.42
豪雨日（%）	RCP2.6	279.56	48.49	日高溫的最小值（℃）	RCP2.6	1.19	1.31
	RCP4.5	433.23	72.48		RCP4.5	1.96	2
	RCP6.0	556.51	96.8		RCP6.0	2.12	2.21
	RCP8.5	1083.8	160.54		RCP8.5	3.41	3.5
年最大連續不降雨日（%）	RCP2.6	3.64	2.62	日夜溫差（℃	RCP2.6	0.12	0.17
	RCP4.5	4.83	6.3		RCP4.5	0.09	0.11
	RCP6.0	4.89	5.81		RCP6.0	0.04	0.07
	RCP8.5	8.92	14.07		RCP8.5	0.03	0.05
年最大連續降雨日（%）	RCP2.6	5.7	2.38	熱浪持續指標（%）	RCP2.6	308.91	294.77
	RCP4.5	8.72	4.3		RCP4.5	537.55	487.12
	RCP6.0	10.82	8.97		RCP6.0	641.66	581.78
	RCP8.5	12.27	5.92		RCP8.5	913.77	862.12
年總降雨量（%）	RCP2.6	11.3	7.92	寒潮持續指標（%）	RCP2.6	-55.78	-53.08
	RCP4.5	17.44	10.33		RCP4.5	-79.05	-75.38
	RCP6.0	18.76	13.96		RCP6.0	-82.98	-80.42
	RCP8.5	34.5	22.94		RCP8.5	-95.09	-94.1



澎湖海平面上升之推估（資料來源：Flood Maps）

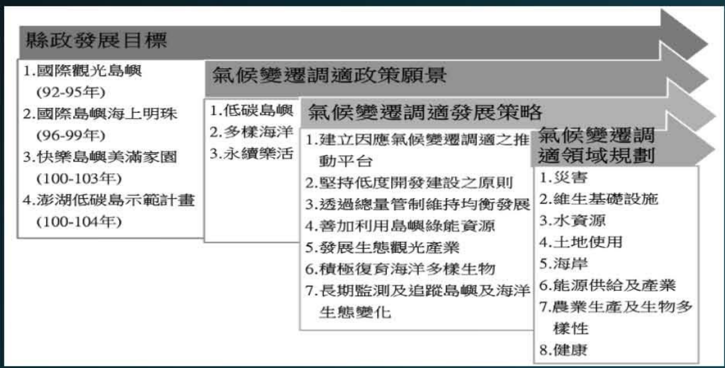




澎湖近年之溫度變化（資料來源：TCCIP）

澎湖之氣候變遷調適與減緩計畫

- 2014年澎湖縣政府配合「國家氣候變遷調適策略綱領」與「地方氣候變遷調適計畫規劃作業指引」，提出澎湖縣氣候變遷調適計畫
- 2019年澎湖縣政府依循「溫室氣體減量及管理法」之推動目標，研擬澎湖縣溫室氣體管制執行方案



澎湖縣氣候遶謙調適策略願景與規劃（資料來源：澎湖縣政府，2014）

溫室氣體管制執行方案推動策略（資料來源：澎湖縣政府，2019）

焦點團體座談會

研究分析資訊

+

公民參與空間資訊系統

PPGIS (Public Participation Geographic Information Systems)

第一次會議
時間: 108 年 6 月 12 日
地點: 澎湖馬公
地方關心議題

討論提綱
- 澎湖海域空間使用之現況
- 澎湖海洋產業之現況
- 氣候變遷之影響
- 相關建議事項

第二次會議
時間: 108 年 7 月 24 日
地點: 高雄
焦點產業影響

討論提綱
- 臺灣海域空間使用之現況
- 臺灣海洋產業之現況
- 氣候變遷之影響
- 氣候變遷對於海洋產業之影響範疇與強度

第三次會議
時間: 108 年 8 月 24 日
地點: 台北
產業影響衝擊訪談

訪談提綱
- 臺灣海域空間使用之現況
- 臺灣海洋產業之發展與挑戰
- 氣候變遷對於海洋產業影響

第四次會議
時間: 108 年 10 月 28 日
地點: 澎湖馬公
地方參與操作

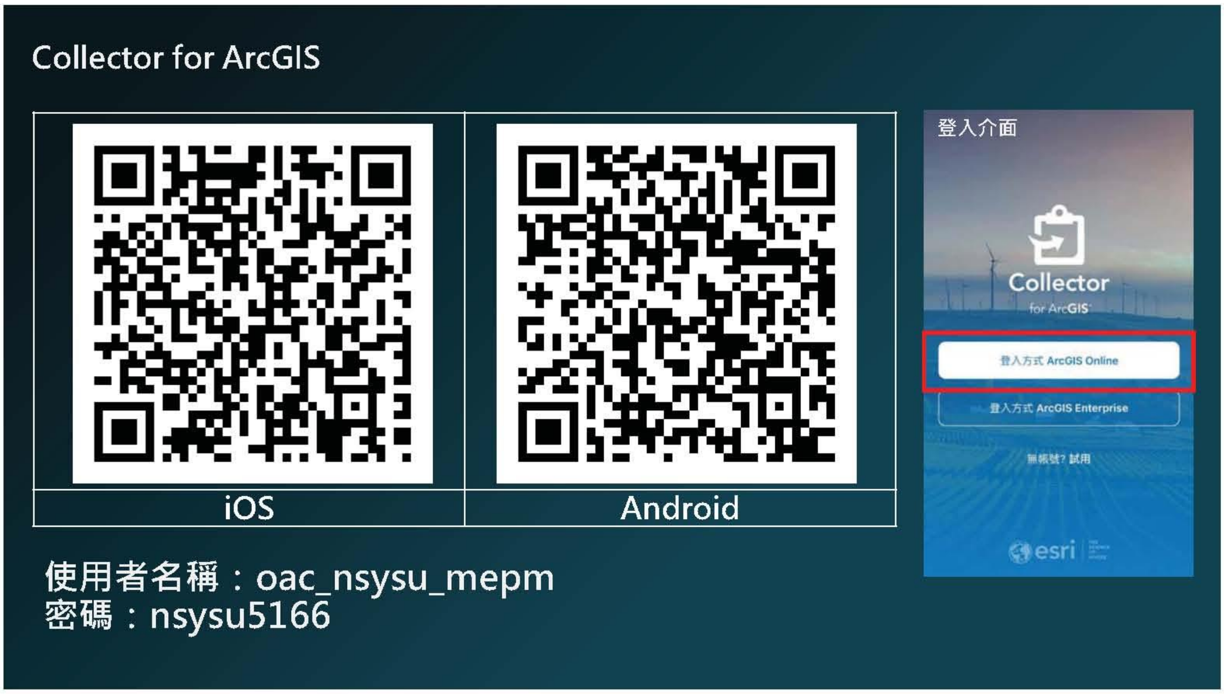
討論提綱
- 澎湖海域空間使用實際狀況
- 澎湖受氣候變遷影響之區域
- 針對計畫所研擬海洋產業因應氣候變遷調適與減緩策略之建議

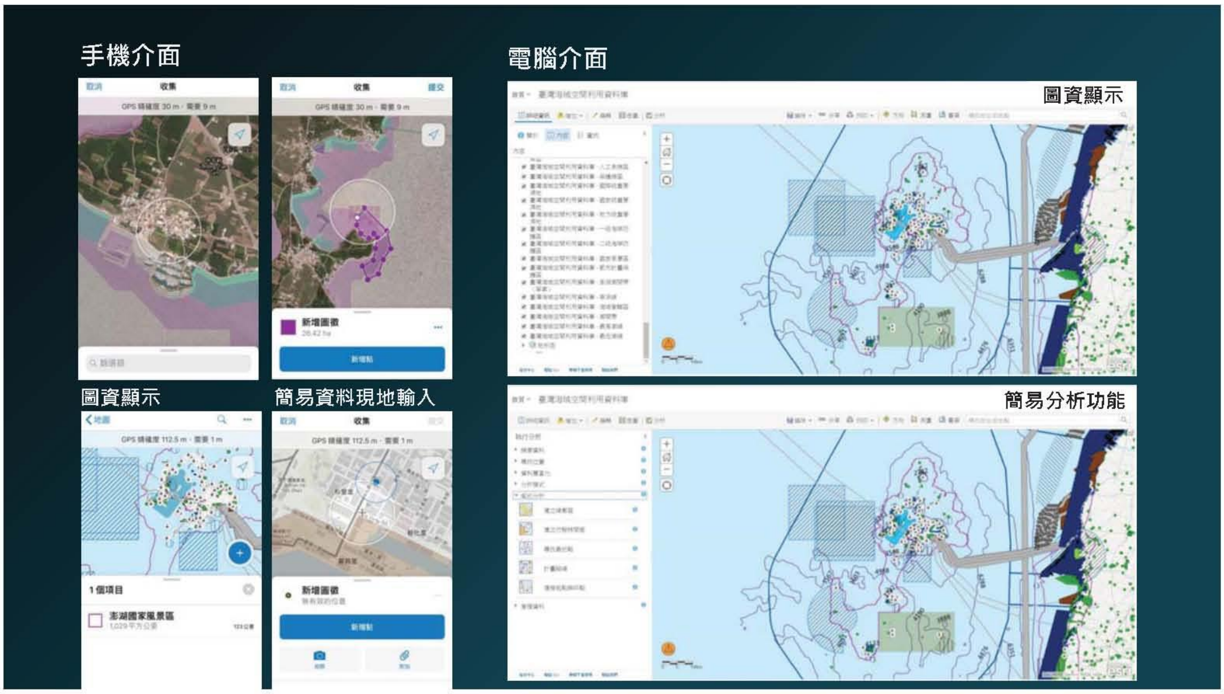
各方與會者關注之議題
1）內海與潮間帶問題
2）海域相關資料調查
3）漁業資源
4）資源保育

現有資料庫 - 海委會系統 – 海洋保育地理資訊平台
地方尺度
海洋委員會海洋保育署
海洋保育地理資訊平台
海域水質
環保署測站：
Off On
地方：
Off On
海域水體分類：
Off On
海氣象
海洋保護區及野生動物重要棲息環境
海岸現況地貌
珊瑚礁體檢
其它分區及範圍
海洋生物目擊紀錄
垂釣成果紀錄
海洋生物擱淺紀錄

地方對於海洋空間平台及調適策略之初步建議

議題	建議
空間資料蒐集	➢ 目前有越來越多的公民科學家資料蒐集平台，建議能將不同的平台加以統整，提升使用意願 ➢ 建議資料蒐集平台之系統與使用介面應較為簡單且友善，讓每個人都能使用 ➢ 建議資料蒐集平台在使用上能加以區別，像是不同的物種資料建置（如：鳥類與鯨豚等）或是不同的功能使用（如：一般資料建置或緊急通報等），甚至是不同管理單位之區分，讓使用者前端進行分流，降低平台呈現數據與使用上之複雜性 ➢ 建議資料蒐集平台應結合通報系統，讓平台更加實用 ➢ 建議從各方單位蒐集之數據能加以審核後再予以公開，避免數據上有所爭議，同時，使用者權限應分開
海洋產業因應氣候變遷調適與減緩策略	➢ 風力發電中的離岸風電將會受到水下文資法之影響，建議參考文資局的相關限制 ➢ 針對漁業之氣候影響面向，目前僅列出海水溫度上升，建議涵蓋海水溫度下降 ➢ 建議納入國立海洋大學之衛星遙測資訊（溫度與海流之照片），進而建立預警機制，讓相關單位能於事前做出應對 ➢ 氣候變遷所造成之海平面上升已經是事實，於澎湖港區長年之觀察，一般的潮差約3公尺，而今年的潮差較為特殊，最高可達5公尺，影響到船舶停靠與貨物裝卸，交通部運研所於商港有設立潮位站，擁有即時之資訊，建議後續能加以結合 ➢ 針對極端氣候的部分，由於颱風天較為頻繁以及風速增強，造成運輸中斷，舉例來說，布袋航線常常就受到風力影響而停航 ➢ 針對臺灣海域空間利用資料庫之初步建置-海洋產業利用的部分，以海洋觀光遊憩產業來說，許多水域遊憩活動是屬於交通部所管轄，而海上平台之設置有些是屬於地方自治，建議加以檢視有無相關資料 ➢ 以澎湖來說，海平面上升對於海洋產業所帶來之影響很大 ➢ 澎湖縣有許多的法令規範是與臺灣其他縣市是不同的（如：海岸線管理與漁民捕撈等），建議與中央有所區隔


Collector for ArcGIS
iOS
Android
登入介面
Collector
for ArcGIS
登入方式 ArcGIS Online
登入方式 ArcGIS Enterprise
無帳號? 試用
esri
使用者名稱：oac_nsysu_mepm
密碼：nsysu5166


手機介面
電腦介面
圖資顯示
簡易分析功能
圖資顯示
簡易資料現地輸入

結論與建議

6

結論

- 近十年來，氣候變遷、海洋空間規劃與海洋產業之文獻相關蒐集**呈現逐年成長**，當中又以美國、英格蘭與中國之研究佔大多數
- 近十年氣候變遷與調適領域較為受關注之議題為影響、脆弱度與管理，海洋空間規劃領域較受關注之議題為**管理（基於生態系統之管理）**與**保育**，而海洋產業領域則較關注於其**系統**與**性能**
- 各方權益關係人認為海洋觀光遊憩產業遭受**風暴頻率、波浪高度**之影響最強，其次為海洋生物性資源產業受**海水溫度上升**之影響，以及海洋運輸與造船產業受**海平面上升**之影響
- 針對各式海洋產業類型以及不同的氣候變遷影響範疇彙整調適與減緩策略，其中以**「提升氣候預測能力之準確性」**與**「提升環境監測能力」**為較為關鍵之調適與減緩策略
- 澎湖之海域空間利用現況以**環境保護相關使用**的使用面積最大，同時與不同空間利用之重疊面積發現確實有**衝突**
- 地方尺度之空間資料與中央資料有落差，可由不同地方機關與焦點團體協力建置

建議

- 氣候變遷之研究越來越受到重視，後續應持續檢視相關領域之發展，以**瞭解國際最新之發展與趨勢**
- 有鑑於提升環境監測能力為一項重要之調適與減緩策略，建議後續應**提升臺灣海域資料之調查**（環境基本資料、各項海域使用之空間資料與相關海域氣候數據等），其資料之**空間尺度須同時考量地方尺度資料**（由地方機關及焦點團體協作)，此外，臺灣現有之海域相關資料與平台建置分屬不同單位，建議後續應有**專責單位負責彙整**，以利綜合性之評估
- 提升氣候預測能力之準確性為一重要調適與減緩策略，後續除持續**增強氣候預測之能力**， 應納入地方產業之觀測值，進而減緩氣候變遷所帶來之威脅
- 臺灣各縣市之海域空間利用皆不相同，而不同的海域空間利用所面臨之氣候變間影響亦不同，對此，應**檢視各縣市之海域空間利用現況**及評估策略應用之差異性

49

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

計畫主持人：陸曉筠 副教授
協同主持人：薛憲文 教授 張詠斌 副教授
計畫專家顧問：邱文彥 榮譽講座教授
研究單位：國立中山大學 海洋科技研究中心
民國 108 年 10 月 30 日

附錄五　期末審查會議之委員意見與回應

海洋委員會

「OAC108017 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」

期末審查會議之委員意見與回應

肆、 會議時間：2019 年 10 月 30 日下午 2 時

伍、 會議地點：海洋委員會第 2 會議室

陸、 審查委員意見及回應

審查委員	委員意見	回覆
主席	1. p.85 以 VOS viewer 而得到圖 3-28 至圖 3-30 不清楚，不易看出氣候變遷領域發展趨勢，請補充說明。	1. 謝謝委員意見，已在期末報告修正稿中進行修正，詳見 P.91 至 P.99。
	2. 研究使用 ArcGIS 來進行資料處理，而這個系統是如何管理及其機密性，避免造成民眾恐慌。	2. 謝謝委員意見，計畫使用之 ArcGIS 必須透過登入才能檢視相關圖資，而所有的帳號是由計畫團隊進行控管，此外，計畫所使用之圖資皆為中央行政機關之公開資料，並不會有機密性與造成民眾恐慌之情形。
	3. p.145 表 5-10 前十大影響海洋產業氣候變遷面向，影響強度之建構如何判定，請加以描述其標準。	3. 謝謝委員意見，已在期末報告修正稿中進行補充說明，詳見 P.144。
	4. 建議與海洋產業發展條例進行對應。	4. 謝謝委員意見，已在期末報告修正稿中進行補充說明，詳見 P.65。
	5. 第 38 頁中，請加以說明為何是針對 39 種方式進行兼容性評估。	5. 謝謝委員意見，已在期末報告修正稿中進行補充說明，詳見 P.33。
	6. 焦點團體座訪談參加單位不多，有點可惜，有無建議方案可增加	6. 謝謝委員意見，已在期末報告修正稿中進行補充說明，詳見

	參加單位人數作為後續之參考。	P.150。
劉委員大綱	1. 資料收集豐富，予以肯定。	1. 謝謝委員肯定。
	2. 第三章部分文獻提及之調適策略是否適用於澎湖，建議加以說明，可再充實國外海洋產業發展之內容，如漁業可參考 FAO，非生物資源參考 ISA、歐洲風能協會。運輸可參考 UNCTAO 之 SIPPING 年報等等。另外（四）海工，（六）污染，（七）科技等產業似乎內容較少。國內部分海洋產業條例（草案）及海委會今年度之海洋產值盤點亦可補充。Fig3-8-3-12 不清楚，可用全頁圖。	2. 謝謝委員意見，從澎湖各方權益關係人焦點團體訪談之回饋，研究所提及之調適策略適用於澎湖。另外，針對海洋與海岸工程產業、海洋污染防治產業、海洋科技研究與發展產業較屬於輔助性海洋產業，故計畫僅進行初步探究。而海洋產業條例（草案）之部分與不清楚之圖片，已在期末報告修正稿中進行補充說明與修正，詳見 P.65、P.55 至 P.59。
	3. 第四章部分，表 4-1 可加入漁港範圍、鑽油平台、甲烷水合物分布、航道避碰區、近岸油運輸、地質公園及各縣市海域管轄區。另海污法並未劃排洩範圍，本章應收集水文浮標或海域測站之水溫資料，衝擊部分之論述應可加強。另表 4-2，文資法的自然保留區建議加以確認，現在稱為自然地景，包括自然保留區與地質公園，同時建議補充都市計畫法的各縣市管轄權圖層；表 4-3，建議補充水利署的洪氾濫淹區圖層。	3. 謝謝委員意見，計畫已重新檢視相關圖層資料，但部分圖層資料尚未公開或建置，因此，表 4-1 至表 4-3 僅列計畫已取得之圖層資料。
	4. 第五章可加強研究方法之描述，如表 5-10 說明產業影響強度之計算方式及尺度範圍，便利貼討論是否有權重計算，另表 5-10 適用全台或僅澎湖？哪些是澎湖之重點調適？	4. 謝謝委員意見，表 5-10 適用於全臺灣，並已在期末報告修正稿中進行補充說明，詳見 P.144。第一次焦點團體訪談所運用之便利貼僅表示各方權益關係人分別對於相關議題之關注程度，其中「提升氣候預測能力之準確性」、「提升環境監測能力」與「補償與補貼」為澎湖應考量之調適

		重點，已在期末報告修正稿中進行補充說明，詳見 P.154，相關權重由專家訪談而得。
	5. 表 6-1 如何產出，是否能提出比澎湖縣之研究（表 6-2，6-3）更具體可行之建議,3.2.1 國外之調適策略是否有在澎湖案例上運用，可做比較說明。	5. 謝謝委員意見，表 6-1 為透過文獻探究與焦點團體訪談彙整出之成果，因此，3.2.1 國外之調適策略已考量於其中，具體可行之建議如相關調適與減緩策略所述。
	6. 針對 3.2 海洋產業之發展，細項為 3.2.1 海洋產業之界定與 3.2.2 海洋產業相關調適策略，較缺乏國外海洋產業發展之狀況，建議能加強，並建議將調適的部分調整至第六章。	6. 針對海洋產業調適之部分，由於相關內容為第五章參考之依據，因此，計畫維持原有之安排，以確保邏輯上之通順。
	7. 針對海洋生物性資源產業的部分，聯合國農糧署有豐富之漁業資訊。針對海洋非生物性資源產業的部分，歐洲相關組織有蒐集風能的資訊，國際海底管理局有詳盡的礦物開採資訊。針對海洋運輸的部分，聯合國貿易和發展會議每年有出版全球航運年報。建議可加以蒐集補充。	7. 謝謝委員意見，由於文獻過於龐雜，且各方面之文獻取得難易亦不同，故計畫大多引用較近期且較關鍵之文獻。
	8. 海委會今年有委託台經院盤點國內海洋產業之產值，海洋產業發展條例草案也完成，建議可加以補充。	8. 謝謝委員意見，已在期末報告修正稿中進行補充說明，詳見 P.65。
	9. 針對澎湖寒害之問題，建議能列入海水溫度相關之資料。	9. 謝謝委員意見，計畫已蒐集海溫模式資料，但其空間尺度過大，而交通部中央氣象局與經濟部水利署之測站資料屬於點狀資料，因此，無法以空間方式來呈現澎湖寒害之問題。
董委員東璟	1. 5-3 節中敘述台灣氣候變遷之未來推估相當重要。瞭解未來趨勢後才能分析衝擊，擬定調適策略。該節中參考台灣氣候變遷關	1. 謝謝委員意見，由於海域相關之氣候數據受限於海氣象等因素之影響，以及網格資料空間尺度過大，因此，目前臺灣氣候變遷

	鍵指標圖集，節錄研究案例澎湖地區的變化趨勢，但僅有降雨和溫度變化，缺少直接影響海洋和海岸之變化趨勢，因本案是研究海岸空間利用和海洋產業衝擊調適，直接和海岸地區有關之變遷趨勢的資料（譬如海平面、暴潮、颱風巨浪等是否會增加？是否有增加量值之多寡）參考價值會比較高。	推估資訊與調適知識平台計畫尚未針對海域空間進行氣候變遷之未來推估，對此，研究僅針對現有之資訊進行探討。
	2. P142 頁引用新聞媒體報導海平面上升（高於世界平均值 5 倍）情境不具有學理基礎，建議應使用具有政府公信力或有學理基礎之數值。另，同段落使用 Flood Maps 模擬海平面上升 5 公尺之淹水情境，該模擬僅考慮高程差異，未考慮海岸保護措施，略有誇大之情形，若與後續研究有關，宜謹慎使用。另，若以到世紀末海平面上升 5 公尺，反算年平均上升超過 50 毫米，遠超過世界平均值，似乎不合理。	2. 謝謝委員意見，已在期末報告修正稿中進行修正，詳見 P.143。
	3. 表 6-1「海洋產業因應氣候變遷之調適與減緩策略」中提到之”極端氣候”之具體狀態為何？在文中宜有定義。	3. 謝謝委員意見，已在期末報告修正稿中進行補充說明，詳見 P.155。
	4. 表 5-3 中各方權益關係人關注之議題中，重要程度中的環境議題為何？與橙色之環境污染區別為何？建議增加說明，會讓報告內容更加易懂。	4. 謝謝委員意見，表 5-2 與表 5-3 所列議題為各方權益關係人基於其知識所提供之見解，計畫僅以原貌呈現，已在期末報告修正稿中進行補充說明，詳見 P.124。
	5. 5.4 節中針對氣候變遷對於海洋產業之影響強度權重評估方法為何？建議增加說明評估方法。	5. 謝謝委員意見，已在期末報告修正稿中進行補充說明，詳見 P.144。
	6. 研究團隊對於海洋產業受氣候變遷的衝擊評估能否訂出一套流程，若有，建於報告中補充說	6. 謝謝委員意見，已在期末報告修正稿中進行補充說明，詳見 P.164。

	明或置放於附錄，以供海委會或相關主管機關參考。	
	7. 章節目錄中應顯示附錄目錄。	7. 謝謝委員意見，已在期末報告修正稿中進行修正，詳見 P.IX。
吳委員榮華	1. 此計畫工作項目多，各項工作內容豐富，可考量以對應計畫管理相關說明表呈現（如：工作進度達成率，經費動支率，人力運用...等）以利了解。	1. 謝謝委員意見，已在期末報告修正稿中進行補充說明，詳見附錄十。
	2. 期末報告（初稿）內容充實，分析項目多元，可考量於各章增列一節「本章結語」，說明各章重要研究成果及其與其他章節之關係，結論與建議中呈現具邏輯性之研究綜效及建議。	2. 謝謝委員意見，已在期末報告修正稿中，將各章增列小結。
	3. 此計畫為先期評估案，研究成果很多元，可考量將之歸納成較聚焦的呈現方式（如：多層次發展路徑圖）以利了解問題全貌及後續研究重點與可呈現之亮點。	3. 謝謝委員意見，已在期末報告修正稿中進行補充說明，詳見 P.164。
	4. 第 78 頁海洋非生物性資源產業第一段之相關論述請再確認，另 Nationally Determined Contributions 之中譯請再確認，石化能源應為化石能源。	4. 謝謝委員意見，已在期末報告修正稿中進行修正，詳見 P.72。
吳委員全安	1. 研究團隊於報告中引用對岸之資料，名稱上有使用中國與中國大陸，建議採一致性寫法，在稱呼上則使用中國大陸。	1. 謝謝委員意見，已在期末報告修正稿中進行修正。
	2. 摘要第六行「本研究蒐集國際組織與歐美日等各國相關文獻」，請修正為「本研究蒐集國際組織與歐、美、日、中國大陸等各國相關文獻」。	2. 謝謝委員意見，已在期末報告修正稿中進行修正，詳見 P.I。
	3. P.27，第二行「行政院國家發展委員會於 2010 年...」請修正為「行政院經濟建設委員會於 2010 年...」。	3. 謝謝委員意見，已在期末報告修正稿中進行修正，詳見 P.23。

	4. P.28，第三行「桃園市」請修正為「桃園縣」。	4. 謝謝委員意見，已在期末報告修正稿中進行修正，詳見 P.24。
	5. P.33，2012 年公布「國家氣候變遷調適政策綱領」及 2017 年公布「國家因應氣候變遷行動綱領，「公布」請修正為「行政院核定。	5. 謝謝委員意見，已在期末報告修正稿中進行修正，詳見 P.28。
	6. P.42，「海洋自然保護區或生態保護區（禁止提取、禁止通行、禁止影響區），「禁止提取」請修正為「禁止採捕」「禁止影響區」不知何意？請再 check 原文及參酌國內慣用詞後修正。	6. 謝謝委員意見，已在期末報告修正稿中進行修正，詳見 P.38。
	7. P.74，圖 3-19 內之「暴露度」請修正為「曝露度」。	7. 謝謝委員意見，已在期末報告修正稿中進行修正，詳見 P.69。
	8. P81，第一行「淡水海洋預計將減少，導致風機結構腐蝕增加」不知何意？請 check 原文後酌予修正用詞。	8. 謝謝委員意見，已在期末報告修正稿中進行修正，詳見 P.74。
	9. P.86，海水溫度升高之影響/風險「改善完全浸沒式休閒活動（衝浪與潛水等）之條件」，惟衝浪與浮潛係屬水面上，而非完全浸沒式之休閒活動，請 check 原文內容後再酌。	9. 謝謝委員意見，已在期末報告修正稿中進行修正，詳見 P.80。
	10. P.87~P89，選擇位處高緯度的英國及南太平洋的熱帶島國斐濟做國外案例介紹，由於其地理環境條件與台灣差異較大，參考性稍弱，建議再補充介紹地理環境條件與台灣較接近的東南亞國家案例供參考較妥。	10. 謝謝委員意見，已在期末報告修正稿中進行補充說明，詳見 P.84。
	11. P.89，表 3-20「減緩影響」內之「中立」不知何意？如無適當詞彙可譯，請於「中立」後面加註英文，以瞭解原意。	11. 謝謝委員意見，已在期末報告修正稿中進行修正，詳見 P.83。
	12. P.101，第六行之「研究採用中央行政機關（如：科技部、內政部	12. 謝謝委員意見，已在期末報告修正稿中進行修正，詳見 P.100。

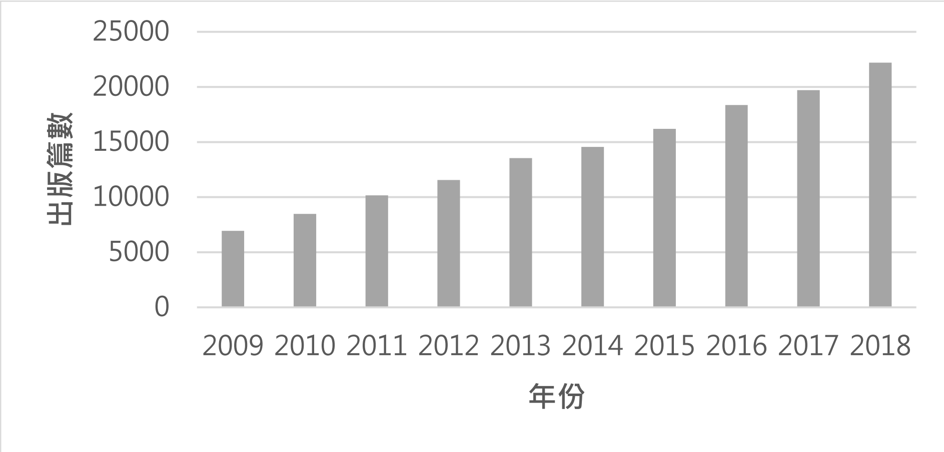
	與農業委員會等)，請修正為「研究採用中央行政機關（如：科技部、內政部、經濟部、交通部、行政院環境保護署與農業委員會等）。	
	13. P.102，請刪除表 4-1 圖層名稱內之「專用漁業權」(因漁業權範圍包括專用漁業權、區劃漁業權、定置漁業權）」。P.103，表 4-2 圖層名稱內之「淹水潛視圖」請修正為「淹水潛勢圖」。	13. 謝謝委員意見，已在期末報告修正稿中進行修正，詳見 P.101 與 P.102。
	14. P.116，表 4-7 之「海域空間利用型態」之「環境保護相關使用自然保育為目的、「環境保護相關使用-其他」，請修正為「環境保護相關使用為目的」、「自然保育相關使用為目的、「其他」，並請重計面積，P.122 的表 4-8 亦請一併修正調整。	14. 謝謝委員意見，計畫已重新將「臺灣海域空間利用資料庫－其他利用」之使用類別進行調整，依據行政院農業委員會林務局-自然保育網中自然保護區域總表之項目進行區分為自然保護區域（自然保留區、野生動物保護區、野生動物重要棲息環境、國家公園、國家自然公園與自然保護區）與其餘保護區域（水產動植物繁殖保育區、人工魚礁區及保護礁區、各級重要濕地、國家風景區、海岸防護區與都市計畫保護區）。
	15. P.119，圖 4-13 之圖例「南方四島國家公園」請修正為「澎湖南方四島國家公園」，並刪除「國家公園一般管制區」及圖上繪有細直線的框框。另，澎湖南方四島國家公園東吉嶼並無自然保留區，請修正自然保留區分布區域。P.120，圖 4-14 之圖例「國家級重要濕地」應納入「自然保育相關使用為目的」。	15. 謝謝委員意見，圖 4-13 中之圖例已修正為「澎湖南方四島國家公園」，並已詢問海洋公園管理處，將依據相關圖資進行修正。另外，圖 4-13 與圖 4-14 已重新區分。
	16. P.125 表 5-1、P129 表 5-4、P131 表 5-6 等三次焦點團體訪談與會單位，組織單位有的只寫單位名	16. 謝謝委員意見，已在期末報告修正稿中進行修正，詳見 P.124、P.128、P.130 與 P.132。

	稱無與會代表人員姓名，有的則有寫，建請統一寫法。	
	17. P.131，表 5-7「...，普遍將海洋視為公共財，以至於沒有去管理。」請修正為「...，普遍將海洋視為無主空間，以至於沒有去管理。」	17. 謝謝委員意見，已在期末報告修正稿中進行修正，詳見 P.130。
經濟部（水利署）	1. 計畫書第 5.3 節之氣候變遷之未來推估中，係援引 NCDR 2019 出版之「臺灣氣候變遷關鍵指標圖集」，分別呈現在 IPCC Ar5 之 RCP2.6，4.5，6.0，8.0 情境下之近未來、世紀中與世紀末之降雨、溫度及與本計畫相涉的海平面上升情勢推估。其中，某學術研究報告顯示，澎湖地區之海平面上升率為世界平均的 5 倍，將衝擊若干碼頭、觀光景點，且對海洋運輸業、造船業、海洋觀光及遊憩產業造成影響。然而針對此種風險狀況之初步因應對策為何？建議就可行之方針與策略稍作補述。	1. 謝謝委員意見，相關因應對策與建議方針呈現於 P.155 的表 6-1 中。
	2. 承上，第六章之氣候變遷調適策略中，承接第 5.3 節的未來推估結果，建議可補充說明現行調適與減緩策略架構，能否涵蓋與應對上述最新研究成果，並進行適度調整與精進，包含：表 6-1 研究團隊製作之調適減緩策略；表 6-2 澎湖縣既有調適策略；表 6-3 澎湖縣既有減緩策略。	2. 謝謝委員意見，已在期末報告修正稿中進行補充說明，詳見 P.154。
	3. 第五章之焦點團體訪談，內涵除匯集各權益關係人之關注議題外，建議未來可藉此公開平台，針對氣候變遷對海域及海岸空間衝擊之風險管理、調適減緩策略，設計相關可行方案；並透過	3. 謝謝委員意見，已在期末報告修正稿中進行補充說明，詳見 P.150。

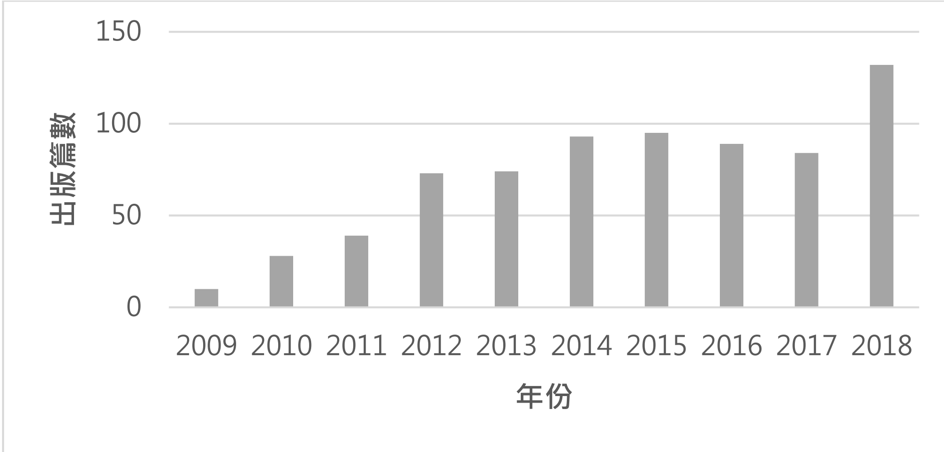
	感知評量方式瞭解各界需求與可接受之氣候變遷因應對策，以達到雙向溝通凝聚共識之目的。	
交通部（氣象局）	1. 報告104頁中，海氣象浮標除氣象局七美浮標，水利署亦有建置澎湖浮標，建議可一併納入基礎資料庫中。	1. 謝謝委員意見，已在期末報告修正稿中進行修正，詳見P.103。
	2. 報告目錄中之附錄未在報告電子檔案中，建議加入供與會人員參考。	2. 謝謝委員意見，已在期末報告修正稿中進行修正。
	3. 寒害部分，氣象局於每年冬季，每日利用浮標水溫與模式預測提出預警送農委會參考（line群組傳送）。今年11月起，氣象局亦有新的低溫警報(氣溫)上線，可供澎湖民眾參考。	3. 謝謝委員意見。
交通部（運輸研究所）	1. 有關台灣海域及海岸空間使用類型及管理分類，建議後續可加以彙整，並補述各主管機關。	1. 謝謝委員意見，有鑑於計畫蒐集之海域空間利用資料庫之類型繁雜，涉及之管理單位會依據不同區域而有所不同，故較難以彙整出各主管單位。
	2. 5.3節所匯入海平面上升5公尺的情境分析，請補充說明情境之依據為何？或改採其它數據如IPCC推估資料加以論述。	2. 謝謝委員意見，已在期末報告修正稿中進行補充說明，詳見P.143。
內政部（營建署）	1. 本案本署前於期中審查會議已提書面意見，本次尚無其他補充意見。	1. 謝謝委員。
農業委員會（漁業署）	1. 第二章文獻回顧，本署前於期中審查意見時，提供相關意見似未納入本期末報告修正，請建議納入修正。	1. 謝謝委員意見，由於相關文獻過於龐雜，且各國文獻取得難易亦不同，故計畫大多引用較近期且較關鍵之文獻。
	2. 表4-1臺灣海域空間利用資料庫-海洋產業利用（p.102）海洋生物性資源產業項下：1.內政部營建署圖層名稱：(1) 刪除「漁業權範圍、「專用漁業權」。(2) 新	2. 謝謝委員意見，已在期末報告修正稿中進行修正，詳見P.101。

	增「區劃漁業權範圍」及「定置漁業權範圍。2.農業委員會單位請修正為「行政院農業委員會，圖層名稱新增「專用漁業權範圍」。	
海洋資源處	1. 鑒於本案係聚焦於海域空間規劃之主軸，請再針對檢視評估各不同海洋產業類型在海域空間規劃上是否需提出對應之「調適與減緩策略」。	1. 謝謝委員意見，已在期末報告修正稿中進行補充說明，詳見P.158。
	2. 本計畫盤點出的產業空間利用型態共7類，和營建署初步設定「海洋資源地區之容許使用項目」接近，就其空間使用排他性質之分類請補述相關探討。	2. 謝謝委員意見，有鑑於計畫執行初期臺灣尚未針對海洋產業或分類進行正式定義，目前「海洋產業發展條例草案」已將海洋產業定義為13類，故後續在臺灣海域空間利用資料庫建置上建議改採13類，以確保一致性。
	3. 有關表4-8澎湖海域之空間利用相容評估表，針對具衝突之部分，是否可提出調整之原則或對策。另表4-8空間利用相容評估表之結果，其數據和顏色分別來自澎湖實際資料和聯合國教育科學和文化「組織(UNESCO)，內文及圖表說明過於簡易，請再補充說明。	3. 謝謝委員意見，已在期末報告修正稿中進行補充說明，詳見P.115。
	4. 有關表5-10中各氣候影響面向，對產業影響之強度如何計算得知，請再加強說明。另請再針對影響強度由強至弱進行排序，並再製一新表。	4. 謝謝委員意見，已在期末報告修正稿中進行修正，詳見P.144。

附錄六　氣候變遷、海洋空間規劃與海洋產業之文獻發展分析



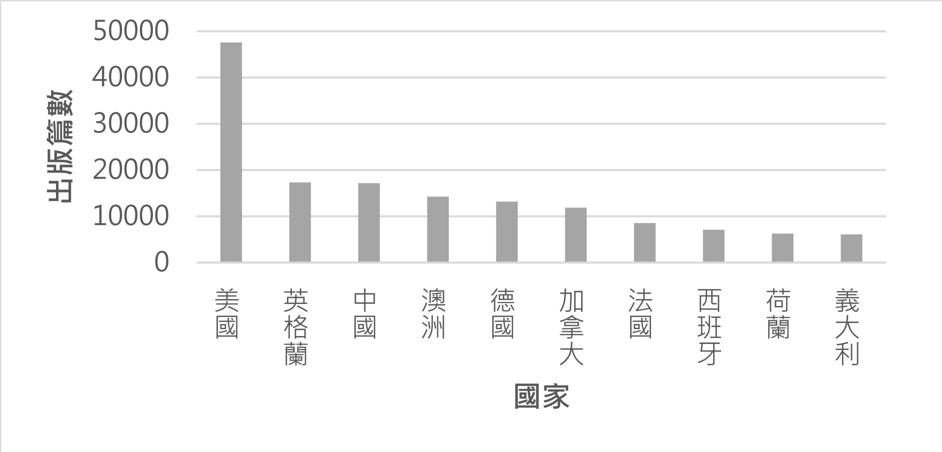
氣候變遷



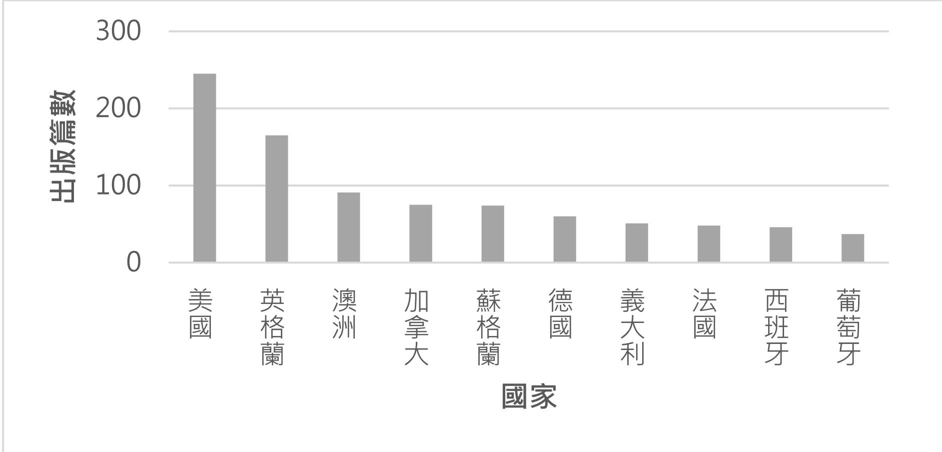
海洋空間規劃

海洋產業

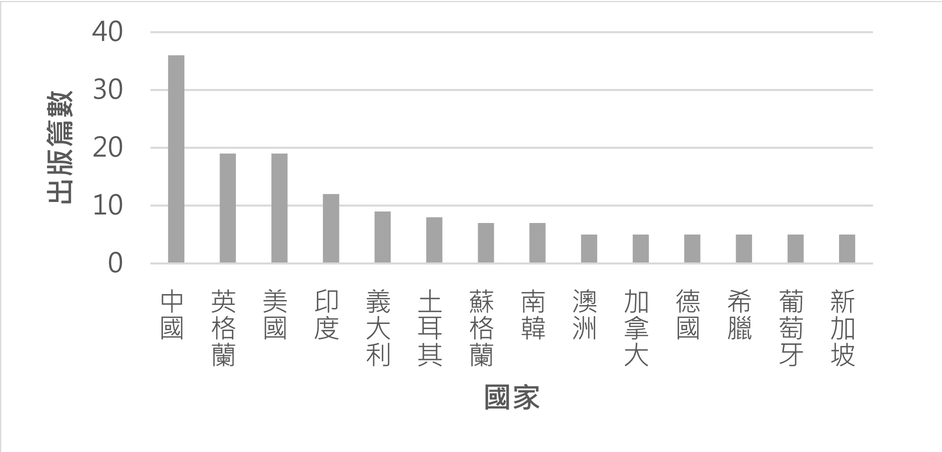
近十年相關研究之發展



氣候變遷



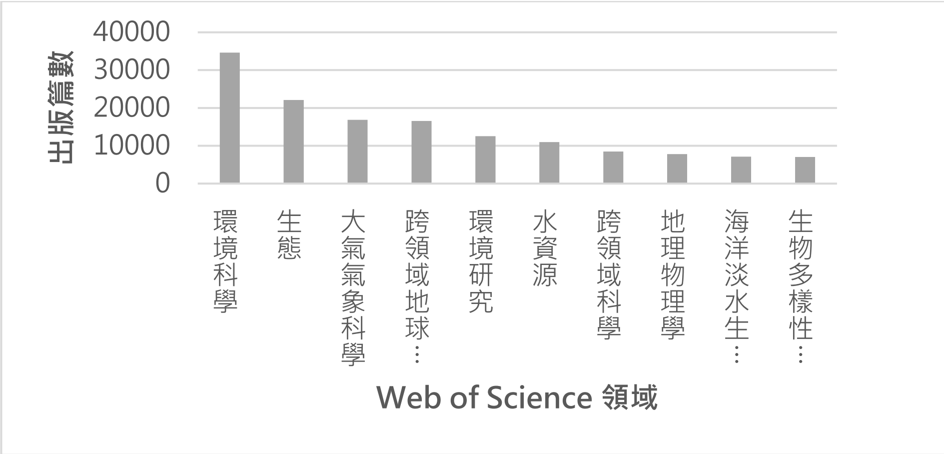
海洋空間規劃



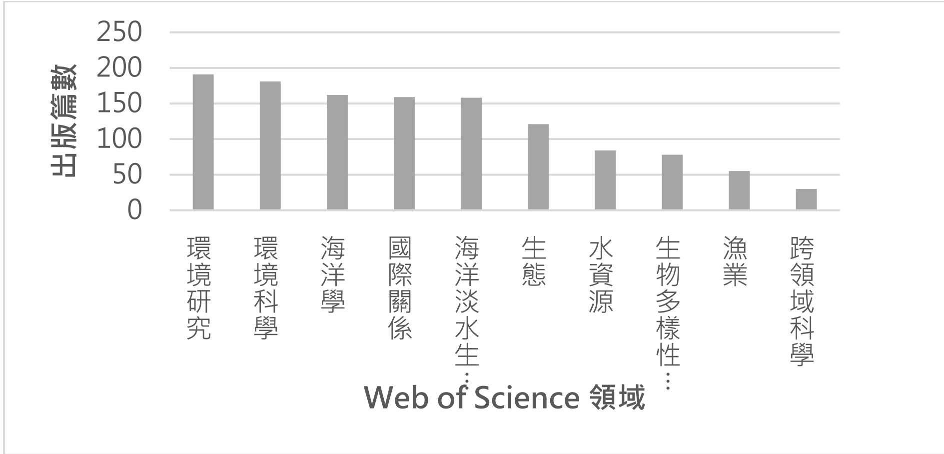
海洋產業

註：
澳洲 AUSTRALIA、加拿大 CANADA、英格蘭 ENGLAND、法國 FRANCE、德國 GERMANY、希臘 GREECE、印度 INDIA、義大利 ITALY、荷蘭 NETHERLANDS、中國大陸 PEOPLES R CHINA、葡萄牙 PORTUGAL、蘇格蘭 SCOTLAND、新加坡 SINGAPORE、南韓 SOUTH KOREA、西班牙 SPAIN、土耳其 TURKEY、美國 USA

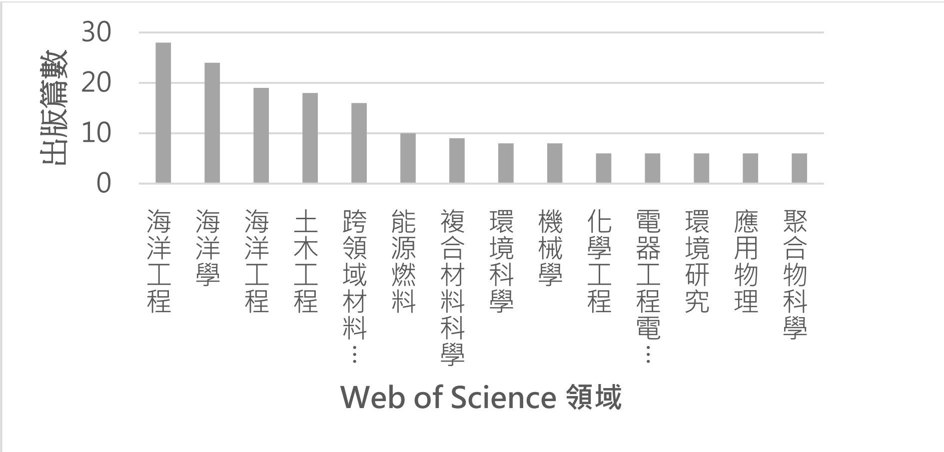
前十大產量國家



氣候變遷調適



海洋空間規劃



海洋產業

註：

生物多樣性保護 BIODIVERSITY CONSERVATION、生態 ECOLOGY、能源燃料 ENERGY FUELS、化學工程 ENGINEERING CHEMICAL、土木工程 ENGINEERING CIVIL、電器工程電子學 ENGINEERING ELECTRICAL ELECTRONIC、海洋工程 ENGINEERING MARINE、環境科學 ENVIRONMENTAL SCIENCES、環境研究 ENVIRONMENTAL STUDIES、漁業 FISHERIES、地理物理學 GEOGRAPHY PHYSICAL、跨領域地球科學 GEOSCIENCES MULTIDISCIPLINARY、國際關係 INTERNATIONAL RELATIONS、海洋淡水生物學 MARINE FRESHWATER BIOLOGY、複合材料科學 MATERIALS SCIENCE COMPOSITES、跨領域材料科學 MATERIALS SCIENCE MULTIDISCIPLINARY、機械學 MECHANICS、大氣氣象科學 METEOROLOGY ATMOSPHERIC SCIENCES、跨領域科學 MULTIDISCIPLINARY SCIENCES、海洋學 OCEANOGRAPHY、應用物理 PHYSICS APPLIED、聚合物科學 POLYMER SCIENCE、水資源 WATER RESOURCES

前十大 Web of Science 領域

海洋委員會
「OAC108017 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」
第一次焦點團體座談會紀錄

壹、 會議時間：2019 年 6 月 12 日 上午 10 時

貳、 會議地點：澎湖生活博物館-研習教室 1

參、 主持人：陸曉筠 副教授　　　　紀錄：沈政翰

肆、 出席人員：詳如簽到單

伍、 前言

隨著科技之發展，雖然帶給了人類方便之生活，但也使地球環境遭受到威脅，其中人類活動所排放之溫室氣體（Greenhouse gases, GHGs），如：二氧化碳、甲烷與氧化亞氮等，而溫室氣體的增加，造成溫室效應增強（Greenhouse effect），促使地球溫度上升，進而導致了全球暖化（Global warming）現象。不過近年來全球暖化之名詞漸漸被氣候變遷（Climate Change）所取代，以強調氣候之改變不僅僅只有溫度上的變化，亦造成極端氣候（Extreme weather）更加頻繁（如：極端降雨、颱風頻率增加等）。

地球表面 70％由海洋所覆蓋，由於水高比熱之特性，使得海洋在氣候調節上扮演關鍵之角色，同時，海洋也是全球最大的碳匯（Carbon sink），儲存了 30%人類活動所排放之二氧化碳，減緩了全球暖化之速度，但卻也讓海洋逐漸暖化和酸化。根據聯合國跨政府氣候變遷專家小組（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）評估報告，氣候變遷已經對於海洋環境造成海水暖化、酸化及海平面上升等影響，並直接或間接導致大氣震盪、聖嬰與反聖嬰現象、季風變動、颱風與極端氣候頻率提升，同時也改變海洋生態系統。2012 年行政院經濟建設委員會所制定之「國家氣候變遷調適政策綱領」，當中提到氣候變遷之主要現象

包括：氣溫上升、降雨型態改變、極端天氣事件發生的強度與頻率升高以及海平面上升，可能造成的影響包括：乾旱、熱浪、暴雨、暴潮、土石流、颱風、生態變遷、土地使用與地表覆蓋改變、地層下陷、海水倒灌、空氣惡化、水質改變等。此外，由於海岸地區豐富之資源及空間，加上對外便捷的運輸系統，世界上有超過 70%的大城市聚集在海岸地區，估計至本世紀末，全球人口將有四分之三，也就是超過五十億人口居住在海岸地區，使得海岸資源快速的需求大幅增加，導致海岸資源耗損、空間使用衝突、災害風險增加等問題。

臺灣是個海島國家，人口大多集中於沿海平原區域，促使近岸資源使用之需求增加，也導致了近岸空間使用之壓力越來越大，而氣候變遷所帶來之極端氣候勢必也會對於臺灣海域與海岸空間利用與產業發展產生影響，近十年來因為氣候變遷所造成產業影響之新聞層出不窮，如：2008、2011 年澎湖的大寒害，導致大規模魚群凍死，造成經濟損失慘重；近年來由於海平面上升以及海岸線後退，導致南迴公路 50 年後恐消失；2018 年初之寒流導致牡蠣縮水，造成養殖產量減少；2018 年 8 月由於熱帶性低氣壓帶來豪雨，對於養殖漁業造成嚴重之損失，這些氣候災害事件對於臺灣造成許多生命與財產上之損失。對此，海域空間規劃之架構應融入氣候變遷概念，研擬因應調適策略，以引導海洋產業之發展，進而減緩氣候變遷對於海域之衝擊。本次座談會將廣徵各界相關權益關係人之寶貴意見，瞭解澎湖受氣候變遷影響之海域及海岸空間環境敏感區範疇與強度，最終研擬相關因應氣候變遷之調適策略，以降低氣候變遷對於澎湖海域及海岸空間利用與產業之影響。

陸、 討論提綱：

為研擬臺灣海域及海岸空間利用與海洋產業因應氣候變遷之調適策略，有效聚焦討論，謹列參考提綱如下，敬請參考。

■ 澎湖海域空間使用之現況

澎湖目前海域空間之使用狀況？是否有使用上之衝突？主要面臨到之問題為何？

■ 澎湖海洋產業之現況

澎湖目前海洋產業之發展狀況？其趨勢與面臨之挑戰為何？各產業關注之

議題為何？

■ 氣候變遷之影響

氣候變遷對於澎湖海域及海岸空間利用與海洋產業之影響範疇與程度？現階段是否有相關調適之策略？

■ 其他相關建議事項

其他可供參考之建議。

柒、 預定議程：

時間	議程	說明
10：00 - 10：10	開幕致詞	邱文彥教授、陸曉筠副教授
10：10 - 10：30	計畫主旨說明	陸曉筠副教授
10：30 - 11：45	焦點團體座談	全體與會人員
11：45 - 12：00	總結	邱文彥教授、陸曉筠副教授 敬備便當

捌、 發言內容

國立澎湖科技大學觀光休閒系 李明儒 教授

1. 由於海水溫度的上升，改變了原有之生態環境，許多南中國海之魚種（如：龍王鯛）北移至澎湖海域，近幾年亦導致海菜或紫菜之收成不佳
2. 澎湖近年來面臨到極度低溫，出現 2-3 次寒害使得澎湖受創嚴重，其中水產養殖需要掌握水溫相關資料，建議後續將極度低溫納入考量
3. 水位上升造成深度改變，將影響潮間帶環境，從目前水位上升的情況來推估 50 年後澎湖會喪失一半以上的潮間帶，100 年後澎湖的潮間帶將會消失，而過去澎湖縣政府曾經提出浮動城市之概念來因應水位上升之問題

4. 過去澎湖冬季受到東北季風影響，觀光季節大多為夏季，但受到季節風的日數與強度下降，促使旅遊季逐漸延長，對於水域活動、船舶交通需求增加，因此傳統漁業或觀光使用之衝突將升高
5. 目前澎湖欠缺關注與研究（如：水下生物或自然資產等），有許多物種可能來不及研究就面臨消失
6. 建議於空間區劃中增加國際航線，於臺灣海峽中間（東吉嶼外圍）有一條國際航線，此外，空域的資料是否要考量，使現有之資訊更加完備
7. 澎湖地理環境非常複雜，漲退潮之水流相當混亂，但目前無人研究，後續探討水溫升高或海平面變化時，將對空間規劃上產生問題，同時，颱風對於澎湖也會造成影響，建議加以考量
8. 建議海洋委員會後續可以建置資料平台，臧振華教授已確定 85 艘沈船之位置、石滬之位置以及相關單位過往所做之研究，這些資料後續應進行通盤考量
9. 近年來發現澎湖內海正逐漸陸地化，由於水流下降導致沙堆積，許多區域的水深變淺，這可能也對於仔稚魚產生影響，如果內海是個很大的棲地將造成非常大之影響。過去內海能夠進行抽沙，但現在為了要保育而禁止抽沙，於是開始出現堆積之問題，內海陸化可能是好也是壞，好處是多了許多新生地，壞處是自然環境消失

國立中山大學海洋環境及工程學系 邱文彥 榮譽教授

1. 在彙整海域空間資料時，發現臺灣的資料不夠或是過與不及，另外，近岸區域較多，3 浬之外則沒有。而臺灣海域空間使用者為軍方（軍事射擊區），但使用上對於漁業資源或生態之是否有影響則不清楚
2. 此計畫為先行計畫，建議剛開始先建立一套模式，再慢慢將臺灣的資料建構完成
3. 未來若對於每個海岸都進行瞭解將有助於空間規劃，瞭解過去與現在之生態環境變遷亦能夠提出更清楚的對策，此外，明確的界定漁業作業區與文化資產保存區等，進行整合才能夠提出具體可行之規劃
4. 國外所提出「待訂區」或「保留區」之概念也很重要，保留給後代作為使用，而不是這個世代全部都使用

中華民國海洋事務與政策協會 胡興華 監事

1. 氣候變遷有兩個地方需要留意，一個是全球暖化，這對於生物多樣性之影響相當大，例如：烏魚的位置改變，一個是劇烈變遷（乾旱、豪雨與颱風等），例如：之前澎湖寒流來時，導致 3 千噸的於死在沙灘上。而紫菜也會受到氣候變遷之影響，溫度之因素將影響其生長
2. 海洋是澎湖的命脈，澎湖是個好的示範點，而若要以澎湖為示範點，應注意現況如何，目前澎湖海域並沒有空間規劃，大多是哪個單位有需求就於海域上一塊一塊堆積出來，或是有一些規劃，但缺乏相關基礎資料，導致其並不完善

3. 建議將初步現況呈現出來，各方來檢視哪些地方面臨怎樣的問題，該如何進行挑整，接著討論未來該如何發展，以及氣候變遷可能之影響，進而長期的規劃設計，在空間規劃中將不合適的使用排除
4. 氣候變遷可能無法改變，但可透過一些方式來降低損失，於適當的地方進行適當的利用

行政院農業委員會-水產試驗所-澎湖海洋生物研究中心

1. 氣候變遷之議題對於澎湖這種島嶼來說非常重要
2. 2008 年寒害之後，意識到對於水溫瞭解相當低，於是水試所於北中南建立 3 個測站，經過十年之監測，發現澎湖的水溫變化極大，以冬天來說，北海與內海水溫較為接近，但南海水溫會高於 3 度，此外，受潮汐之影響，這 3 個區域每天的水溫變異大，影響生物之生存條件
3. 因為水溫之關係，觀察到一些有趣的現象，今年 2 月的平均水溫比過去兩年相比高 4 度，影響海藻的採捕，因此，水溫對於澎湖產業之影響是顯著的，而這些都仰賴於基礎資料，特別是水下資料
4. 氣候變遷對於海域影響較為顯著的一部分為潮間帶，潮間帶對於溫度與水位高低之感受較為明顯，而澎湖潮間帶的棲地多樣性高（岩岸、沙泥、泥灘與淺坪），其中淺坪為漁業資源生產之關鍵棲地，但目前對於這方面之資料是缺乏的，特別是棲地變遷，棲地往往會隨著時間而有所改變，若無法加以掌握，對於後續之利用規劃是有難度的，過去的數據資料大概無法掌握，但建

議後續應對於潮間帶的相關資料之進行蒐集

5. 澎湖目前有大尺度的海流資料，但由於澎湖的海底地形不斷再調整，因此，小尺度的海流資料可能無法掌握
6. 氣候變遷議題可能較難以與一般民眾產生連結，而透過公民參與和資料呈現，將有助於人與資料進行連結，而氣候變遷的時間尺度很長，建議後續進行常態性的資料蒐集會較有貢獻

澎湖潛水會

1. 1986 年韋恩颱風與澎湖肆虐 3 天，讓許多珊瑚死亡，產生堆積之問題，但由於當時還有抽沙，因此，不會堆積於潮間帶
2. 目前積沙之問題，若不進行抽沙，每年堆積約超過 1 公尺，許多石滬會被堆積到消失，更會破壞原始風貌（如：天堂路）
3. 由於內海變成死水灘，導致水溫不適合海菜生長，促使漁民收入下降，若再不抽沙，以及橋梁下方透水量不夠，那內海就會變成死海，勢必會對於內海產生衝擊
4. 如果以觀光來說，現在有許多觀光業者都有帶旅客到潮間帶體驗，每個潮間帶幾乎都有軟珊瑚，而觀光業者帶旅客行走固定路線，但旅客會四散，導致許多軟珊瑚被踐踏死亡，死亡的珊瑚往上堆積，也間接影響章魚的生存空間，此外，因為商業需求，部分不肖份子使用毒藥，促使章魚數量減少，甚至是滅絕

澎湖區漁會

1. 針對養殖部分，過去漁民會於澎湖養殖九孔與班節蝦，但現在受限於氣溫之因素，以至於目前無法養殖，因此，漁民們冀望透過專家學者之協助來改善養殖狀況

海洋公民基金會

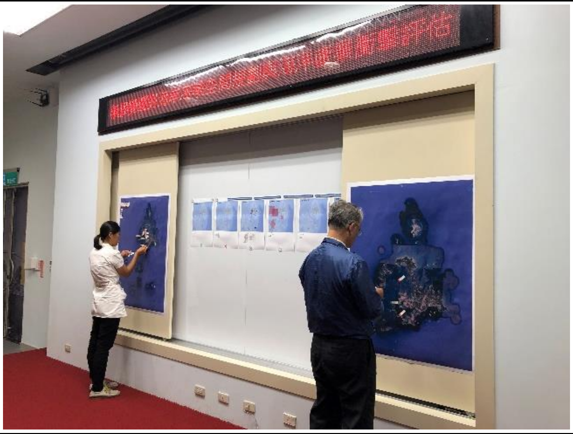
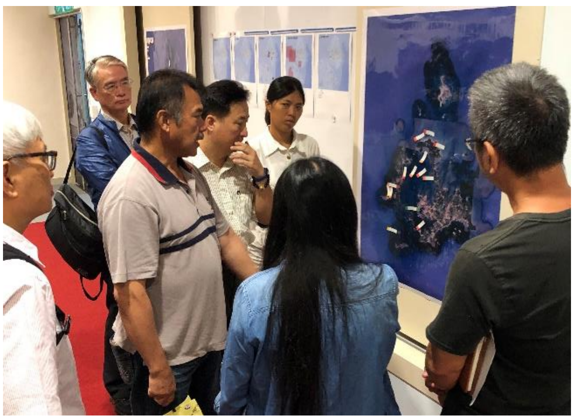
1. 由於氣候變遷之議題是長遠的，後續勢必會回歸到地方政府來制定相關策略，以及相關資料蒐集，因此地方政府扮演重要之角色，以避免此計畫淪落為一份報告書
2. 過去之研究太過於散亂，建議將資料加以整合，有更多資料才有辦法去確定問題
3. 有鑒於氣候變遷是個大議題，建議後續廣邀更多權益關係人

澎湖縣政府-農漁局

1. 氣候變遷對於漁業之影響相當大，近年來之漁獲量遞減快速，捕撈漁民收入越來越減少，此外，養殖漁業所需之下雜魚也減少許多，當然漁具進步也有關係，這方面可能需要專家學者之意見
2. 抽沙確實會對於潮間帶造成影響，過去抽沙是為了要蓋房子，但由於學者與環保團體提出抽沙會對於海流與生態造成影響，因此禁止抽沙，建議後續可以設立示範點，開放一個定點進行抽沙，來檢視潮間帶之問題有無改善

玖、 會議照片：


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
焦點團體座談會-澎湖

氣候變遷對海岸海域空間規劃與海洋產業衝擊評估

壹拾、 簽到單：

「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」

第一次焦點團體座談

壹、　會議時間：2019 年 6 月 12 日 上午 10 時

貳、　會議地點：澎湖生活博物館-研習教室 1

參、　與會嘉賓：

單位	簽名
澎湖縣政府	陳源福
澎湖海巡隊	
南方四島國家公園管理處	
澎湖國家風景區管理處	
行政院農業委員會-水產試驗所-澎湖海洋生物研究中心	呂逸林 陳律[illegible]
海軍馬公後勤支援指揮部	
台灣電力公司澎湖區營業處	
澎湖區漁會	洪嘉鴻
澎湖縣近海漁業發展協會	

1

海洋委員會 Ocean Affairs Council　國立中山大學 National Sun Yat-sen University

「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」

第一次焦點團體座談

壹、　會議時間：2019 年 6 月 12 日 上午 10 時

貳、　會議地點：澎湖生活博物館-研習教室 1

參、　與會嘉賓：

單位	簽名
澎湖水產養殖協會	
天和生物股份有限公司	
澎湖潛水會	[illegible] [illegible] [illegible]
澎湖縣帆船協會	
澎湖休閒工作坊	
台灣航業股份有限公司	
臺灣港務股份有限公司-高雄港務分公司-馬公管理處	
中華民國海洋事務與政策協會	[illegible]
海洋公民基金會	巫佳容

「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」

第一次焦點團體座談

壹、　會議時間：2019 年 6 月 12 日 上午 10 時

貳、　會議地點：澎湖生活博物館-研習教室 1

參、　與會嘉賓：

單位	簽名
國立澎湖科技大學水產養殖系翁平勝講師	
國立澎湖科技大學海洋遊憩系吳政隆教授	
國立澎湖科技大學觀光休閒系李明儒教授	李明儒
國立澎湖科技大學航運管理系郭思瑜助理教授	

「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」

第一次焦點團體座談

肆、　會議時間：2019 年 6 月 12 日 上午 10 時
伍、　會議地點：澎湖生活博物館-研習教室 1
陸、　與會嘉賓：

單位	簽名
國立中山大學海洋科技研究中心	陸曉筠
國立中山大學	邱文彥
中華民國海洋事務與政策協會	胡念華
中華民國海洋事務與政策協會	陳璿文
中華民國海洋事務與政策協會	簡林倫
國立中山大學	古孟恩
國立中山大學	沈政翰

附錄八　第二次焦點團體座談會紀錄

海洋委員會
「OAC108017 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」
第二次焦點團體座談會紀錄

壹、 會議時間：2019 年 7 月 24 日 下午 2 時

貳、 會議地點：國立中山大學-海工館 ME2003

參、 主持人：陸曉筠 副教授　　　　　　　　　紀錄：沈政翰

肆、 出席人員：詳如簽到單

伍、 前言

隨著科技之發展，雖然帶給了人類方便之生活，但也使地球環境遭受到威脅，其中人類活動所排放之溫室氣體（Greenhouse gases, GHGs），如：二氧化碳、甲烷與氧化亞氮等，而溫室氣體的增加，造成溫室效應增強（Greenhouse effect），促使地球溫度上升，進而導致了全球暖化（Global warming）現象。不過近年來全球暖化之名詞漸漸被氣候變遷（Climate Change）所取代，以強調氣候之改變不僅僅只有溫度上的變化，亦造成極端氣候（Extreme weather）更加頻繁（如：極端降雨、颱風頻率增加等）。

地球表面 70％由海洋所覆蓋，由於水高比熱之特性，使得海洋在氣候調節上扮演關鍵之角色，同時，海洋也是全球最大的碳匯（Carbon sink），儲存了 30%人類活動所排放之二氧化碳，減緩了全球暖化之速度，但卻也讓海洋逐漸暖化和酸化。根據聯合國跨政府氣候變遷專家小組（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）評估報告，氣候變遷已經對於海洋環境造成海水暖化、酸化及海平面上升等影響，並直接或間接導致大氣震盪、聖嬰與反聖嬰現象、季風變動、颱風與極端氣候頻率提升，同時也改變海洋生態系統。2012 年行政院經濟建設委員會所制定之「國家氣候變遷調適政策綱領」，當中提到氣候變遷之主要現象包括：氣溫上升、降雨型態改變、極端天氣事件發生的強度與頻率升高以及海平

面上升，可能造成的影響包括：乾旱、熱浪、暴雨、暴潮、土石流、颱風、生態變遷、土地使用與地表覆蓋改變、地層下陷、海水倒灌、空氣惡化、水質改變等。此外，由於海岸地區豐富之資源及空間，加上對外便捷的運輸系統，世界上有超過 70%的大城市聚集在海岸地區，估計至本世紀末，全球人口將有四分之三，也就是超過五十億人口居住在海岸地區，使得海岸資源快速的需求大幅增加，導致海岸資源耗損、空間使用衝突、災害風險增加等問題。

臺灣是個海島國家，人口大多集中於沿海平原區域，促使近岸資源使用之需求增加，也導致了近岸空間使用之壓力越來越大，而氣候變遷所帶來之極端氣候勢必也會對於臺灣海域與海岸空間利用與產業發展產生影響，近十年來因為氣候變遷所造成產業影響之新聞層出不窮，如：2008、2011 年澎湖的大寒害，導致大規模魚群凍死，造成經濟損失慘重；近年來由於海平面上升以及海岸線後退，導致南迴公路 50 年後恐消失；2018 年初之寒流導致牡蠣縮水，造成養殖產量減少；2018 年 8 月由於熱帶性低氣壓帶來豪雨，對於養殖漁業造成嚴重之損失，這些氣候災害事件對於臺灣造成許多生命與財產上之損失。對此，海域空間規劃之架構應融入氣候變遷概念，研擬因應調適策略，以引導海洋產業之發展，進而減緩氣候變遷對於海域之衝擊。本次座談會將廣徵各界相關權益關係人之寶貴意見，瞭解臺灣受氣候變遷影響之海域及海岸空間環境敏感區範疇與強度，最終研擬相關因應氣候變遷之調適策略，以降低氣候變遷對於臺灣海域及海岸空間利用與產業之影響。

陸、 討論提綱：

為研擬臺灣海域及海岸空間利用與海洋產業因應氣候變遷之調適策略，有效聚焦討論，謹列參考提綱如下，敬請參考。

- 臺灣海域空間使用之現況

  臺灣目前海域空間之使用狀況？是否有使用上之衝突？主要面臨到之問題為何？

- 臺灣海洋產業之現況

  臺灣目前海洋產業之發展狀況？其趨勢與面臨之挑戰為何？各產業關注之議題為何？

■ 氣候變遷之影響

氣候變遷對於臺灣海域及海岸空間利用與海洋產業之影響範疇與程度？現階段是否有相關調適之策略？

■ 其他相關建議事項

附表初步列出目前氣候變遷對於不同海洋產業之影響範疇與強度，敬請與會代表針對專長之領域提供建議與指教，並提出其他可供參考之建議。

柒、 預定議程：

時間	議程	說明
14：00 - 14：10	報到與交流	陸曉筠副教授
14：10 - 14：30	計畫說明	陸曉筠副教授
14：30 - 16：00	焦點團體座談	全體與會人員
16：00 - 16：30	茶敘交流及總結	全體與會人員

捌、 發言內容

國立成功大學水利及海洋工程系 莊士賢 副教授

1. 針對能源，目前政府主要以太陽能與風機作為未來再生能源之發展，而這兩項的作業時間都很容易受到氣候變遷所影響，異常天候增加將導致可作業天數減少，以可作業日來說，牽涉到整個系統運作與維護，這些又將影響到成本問題

2. 針對電纜，一般較不受重視，但事實上臺灣是亞洲電纜很重要的中間站，許多跨太平洋的電纜都會經過臺灣，而氣候變遷會對於海底電纜產生影響，進

而影響資訊之正常運作，但或許是涉及到國安，因此較少被探討

3. 針對海運，氣候變遷將影響其航行與港口之使用，而衍生到產業，臺灣許多工業用地，各縣市政府為了避免其造成噪音或相關汙染，盡可能將工業用地搬移至海岸，最有名的是彰濱工業區與六輕，因此，受到氣候變遷之影響也相當大

4. 極降雨之問題，不單單只是影響到農漁業，也會影響到都市規劃，像是這兩天幾個城市的淹水，而這次蔡總統出訪美國，針對極降雨，與美國採購了更好且更多的監測雷達，對於未來的即時預報應該是會有幫助

峰漁股份有限公司

1. 太陽能或離岸風電產業是否能在養殖區域或農地範圍進行微氣候監測，因為現在的監測數據資料大多屬於大尺度，像是中央氣象局以一個監測站來涵蓋周遭區域，若能夠在所設立之風力發電區域範圍內進行監測，是否就可以很快地得知水溫、酸化之變化，馬上讓相關產業業者了解附近區域的環境狀況是否有變化，進而較全面之考慮

2. 針對計畫所提出之澎湖新聞事件，根據過去於澎湖農改場之經驗，確實是有在現場看過相關的狀況，澎湖水試所有在相關海域進行潛水調查，發現到某些區域特別嚴重，呼應先前所提之微氣候，應該局限於特定區域進行探討，而非大面積之探討，避免所探討之東西，因為數據平均過後而消失

3. 針對養殖產業，極降雨（暴雨）對於水質之變化較大，而臺灣跟泰國一樣有

進行氣候保險，多少時間降多少雨量會給予賠償，但根據近期了解，由於得不斷上修氣候條件且一直賠償，許多保險業者大部分都快不做，，光是這半年屏東的農漁業就賠償了三次，因此，相關單位可能需要研擬其他配套措施

中華民國養殖漁業發展協會

1. 針對氣候變遷之議題，最近彰化雲林一帶的文蛤死亡慘重，其原因可能是海水溫度上升以及弧菌量上升，再加上強降雨稀釋海水鹽度，而文蛤是一種很好的固碳生物，對環境是好的，但受限於氣候變遷，使得文蛤較難養殖，導致惡性循環
2. 之前提過利用光電板來作為解決方案，透過光電板來達到遮陰之效果，並搭配導引設施來將雨水蒐集，避免雨水直接進入養殖池，以減緩溫度上升與強降雨之影響，然而，目前光電板亦引發部分漁民之抗爭，需要持續溝通

嘉鴻遊艇股份有限公司

1. 很贊同透過科學分析之方式，來進行海域規劃，以美國休閒釣魚發證為例，管制何時何地開放，開放多少釣魚數量，發放多少釣魚牌照，去年通過法令來規範，要求進行魚類科學化分析，以做出適當之管制，因此運用科學化分析來進行海洋空間規劃是很重要的，但也衍生出相關問題，如：海洋調查之不容易、調查結果之解釋
2. 過去也曾面臨到問題，IMO 近年來對於汙染排放有越來越嚴格之管制，明年

要開始實施的管制為排氣中氮氧化物之含量要被限縮，三年前已經實施於商船上，但對於遊艇有五年之放緩，當初 IMO 也是透過科學研究來制定，以減緩氣候變遷，之所以會對遊艇放緩五年，則是因為制定上有誤差，運用商船技術於遊艇上並不會有預期之效果，此外，遊艇的空間與配置也不適合使用觸媒轉換器之排溫系統，目前技術並沒有太大改變，但 IMO 仍然決定要實施，基於協會之研究發現，由於遊艇不像是商船長時間行駛，因此加裝觸媒轉換器之效率較低，反而會增加遊艇重量與成本，產生更多污染，這對於遊艇產業是個負面衝擊

3. 針對氣候變遷所造成之影響，船舶產業相當依賴保險，也是較早就使用保險制度之產業，從美國卡翠納颶風過後，遊艇保險就有很大之改變，目前只要是颶風季節還停留在佛羅里達州之遊艇都不被承保，在颶風季節都必須移至北卡以北，而亞洲地區自從去年日本的天鴿颱風之後，保費也是三級跳，因為保險業者發現原本的保費已經不足以涵蓋如此的風險，臺灣的遊艇保險較晚起步，基本上是針對國外制度來進行調整，因此臺灣遊艇保費近年來也是逐年成長，不過因為臺灣遊艇數量不多，反應較不劇烈，而從保險來看，遊艇的受損機率確實有越來越高，也同樣影響到遊艇相關產業（如遊艇碼頭），協會之遊艇碼頭於 2015 年受到風災而毀損，之後也沒有保險公司願意承保或是保費提升，有接觸過氣候保險，只要颱風半徑掃過遊艇碼頭就理賠多少錢，但是保費相當高，協會也會思索一些應對措施，如：遊艇設計上之改變

與調整，以因應不佳之氣候狀況，同時滿足法規之需求

國立高雄科技大學造船及海洋工程系 洪文玲 副教授

1. 針對基礎建設之部分，如港區之建設，大多是根據過去幾百年的相對穩定之氣候條件與知識（如土木工程與機械工程）所發展出來，但目前面臨到變化之情境，因此必須建立新的科學與技術知識，需要相關資訊蒐集與新的作法
2. 針對港埠設施之耐受度，以遊艇碼頭來說，這涉及到願意花費之金額，進而影響其使用之技術，而港埠是否適合遊艇停泊，或是由閒置漁港轉型是否恰當，這些都會有所影響，新的港埠設施是否能夠引進臺灣，或者是發展適合臺灣之港埠設施，以面對氣候變遷帶來之各種影響
3. 可以詢問能源辦公室與風電廠商現有設計之環境條件是否有符合更先進且更有彈性之環境衝擊
4. 新的園區之規劃（如南星計畫區與大林蒲循環經濟園區等），這些區域都會受到氣候變遷之衝擊，而園區基礎建設之規劃是否能夠長久使用，同時，關於住宅設施，泰國傳統之高腳屋是個不錯的設計，而臺灣新的住宅設施是否有全面性之處理方案，都值得去思考
5. 針對海域基礎資料之蒐集，就我所知，能源辦公室與風電廠商有在協調，當風機建置完成後，能夠同時蒐集當地之海氣象資料，進而提供大家做使用，因此，未來監測數據之開放與使用需要有更多的人才投入
6. 近年來國際針對公民參與大致會從兩個觀點來看，第一種為藉由公民活動來

增加數據蒐集之能力(如路殺社,透過定位上傳之系統來讓民眾協助調查),第二種為透過公民討論來尋求方法以及該蒐集哪些資料

國立高雄科技大學漁業生產與管理系 侯清賢 助理教授

1. 此計畫涉及到海域空間規劃、氣候變遷與產業,彼此間非常複雜,每個主題都有自身之問題,因此在執行上相當不容易,推測這也是為何計畫會挑選澎湖作為示範,澎湖的海洋使用較為多樣化
2. 以目前來說,在探討產業影響之議題時,權益關係人(即當地的人)之思維才是關鍵問題,以及影響範疇之關鍵,因為或許可以從文獻找出各個領域所關注之議題,每個地方的問題都不一樣,比如說光是高雄的養殖產業,永安跟彌陀所面臨到的氣候影響可能就不一樣,因此,可以透過大範圍之文獻來做聚焦,細部的部分建議可以由示範區域之各方權益關係人共同參與,不論是議題界定或是認知判定,以及後續調適之評估,避免產生發散
3. 氣候變遷對於海洋產業會產生衝擊影響,不過氣候變遷是長期性,而產業面臨到的大多為極端氣候,是屬於瞬間性,因此在議題探討上應加以區分,以有助於後續調適與管理

國立成功大學水利及海洋工程系 張懿 副教授

1. 以澎湖來說,針對氣候變遷對於海洋產業之衝擊,箱網養殖過去死亡是由於寒害所造成,同時也衝擊到沿海產業,此外,珊瑚礁會受到海水暖化而白化,

影響到珊瑚礁生態系

2. 當時有提出調適策略構想，箱網養殖需要一個避寒的水域，預測到反聖嬰較容易發生寒害時，於澎湖南方海域劃設臨時避冬區，先行將箱網移至區域內，但這將牽涉到漁業權，無法有一個臨時的漁業權，而若超過三浬則不是漁業署的管轄，將會是國土計畫中的海域分區，涉及到跨部會與法規上競合之問題，相當複雜，不過可以明確知道受衝擊之對象
3. 牡蠣養殖在澎湖沒有漁業權，往往仰賴過去之經驗，雖然對於環境衝擊較小，但海水溫度上升會導致養殖成效不好，這兩三年都能夠從市場價格上感受到，而調適策略大致上為調整其放養量，或者是與箱網養殖相反，往北邊移以減少溫度之衝擊，但都會面臨到法規問題
4. 呼應到法規問題，在海洋空間規劃操作上，需要建立一個有效的溝通平台，不外乎就是漁民、管理者、當地居民與學者這些權益關係人，是否能有個固定且有效資訊溝通平台，比如說政策擬定者必須先了解漁民之需求為何，法規制定者則必須知道空間概念資訊為何，這些在操作上較為困難
5. 實際調查之資訊應該反應到政策制定上，這才是個關鍵，以風電來說，雲林彰化的爭議點在於，海域空間劃設完風機場域之後擁有排他性，而漁民一輩子只會抓魚，並沒有能力轉型到風電業，畢竟風機大多來自國外廠商，工程人員都是外國人，因此漁民並不可能轉型，以漁民之需求來說，可能於風機場域中劃設一個區塊，提供給漁民進行一支釣作業，畢竟風電基樁可能有人

工魚礁之效果，因此，內政部營建署在劃定國土計畫時應納入考量，但實際上並未考慮，缺乏橫向聯繫與溝通平台，建議透過此計畫來反映至海委會，靠海委會來進行相關的溝通聯繫

國立中山大學海洋環境及工程學系 李忠潘 教授

1. 其實地球的氣候從來沒有穩定過，從幾十萬年之變動到幾百年之變動都有，1990 年代的 NATURE 文獻推估溫度變化約是 65-70 年之週期，因此不應將氣候變遷視為負面之議題，而是該用正面的態度來思索如何去面對
2. 目前海岸面臨最大之災害為海岸侵蝕，而在思考海岸問題時，應考量到山、河與海，若山上工程阻擋了砂石崩落，則河與海亦不會有砂石，同時，汙染亦是相同之狀況
3. 針對空間利用之衝突性，以漁港使用來說，臺灣本島有 170 多個，澎湖有 69 個，隨著產業轉型開始出現廢棄漁港，而這些廢棄漁港後續是否要拆除還是轉型作為其他用途，以及與其他產業之協調，都是未來得加以思索的問題
4. 在空間使用上，過去曾提出安全第一(人民生命財產安全)，生態第二，最後才是使用，其中生態應該是原有之生態系統
5. 目前嚴重缺乏海洋基本資料，因此需要全面性且完整之監測系統
6. 建議能源業是否再加以細分，分為風、波、潮流、溫差與甲烷

玖、 會議照片：




壹拾、 簽到單：

「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」

第二次焦點團體座談

壹、 會議時間：2019 年 7 月 24 日 14 時

貳、 會議地點：國立中山大學海工館-ME2003

參、 與會嘉賓：

單位	簽名
中華民國全國漁會	
中華民國海洋事業協會	
中華民國養殖漁業發展協會	洪銀[illegible]
台灣風力發電產業協會	
台灣海洋休閒運動發展協會	
台灣海洋帆船學校	
台灣海洋重工股份有限公司	
峰漁股份有限公司	劉建伸 王靜儀

1

海洋委員會 Ocean Affairs Council　國立中山大學 National Sun Yat-sen University

「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」

第二次焦點團體座談

壹、　會議時間：2019 年 7 月 24 日　14 時

貳、　會議地點：國立中山大學海工館-ME2003

參、　與會嘉賓：

單位	簽名
高雄區漁會	
陽明海運-高雄分公司	
嘉鴻遊艇股份有限公司	[illegible]
臺灣港務股份有限公司-高雄港務分公司	
臺灣漁業經濟發展協會	
國立中山大學海洋科學系　劉莉蓮教授	
國立中山大學海洋環境及工程學系李忠潘 教授	李忠潘

「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」

第二次焦點團體座談

壹、　會議時間：2019 年 7 月 24 日 14 時
貳、　會議地點：國立中山大學海工館-ME2003
參、　與會嘉賓：

單位	簽名
國立成功大學水利及海洋工程系 張懿 副教授	張懿
國立成功大學水利及海洋工程系 莊士賢 副教授	莊士賢
國立成功大學水利及海洋工程系 董東璟 副教授	
國立高雄科技大學 造船及海洋工程系 洪文玲 副教授	洪文玲
國立高雄科技大學海洋休閒管理系 李孟璁 副教授	
國立高雄科技大學漁業生產與管理系 侯清賢 助理教授	侯清賢
國立臺灣海洋大學河海工程系 許泰文 講座教授	
國立臺灣海洋大學環境生物與漁業科學學系 藍國瑋 助理教授	

「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」

第二次焦點團體座談

壹、　會議時間：2019 年 7 月 24 日 14 時
貳、　會議地點：國立中山大學海工館-ME2003
參、　與會嘉賓：

單位	簽名
國立中山大學海洋環境及工程學系 陸曉筠 副教授	陸曉筠
國立中山大學海洋環境及工程學系 薛憲文 教授	
國立中山大學海洋科學系 張詠斌 副教授	
國立中山大學海洋環境及工程學系 邱文彥 榮譽講座教授	
	陳瑨文
國立中山大學	沈政翰
國立中山大學	張宇樹
國立中山大學	古孟恩

4

海洋委員會 Ocean Affairs Council　國立中山大學 National Sun Yat-sen University

海洋委員會

「OAC108017 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」

第四次焦點團體座談會紀錄

壹、 會議時間：2019 年 10 月 28 日 10 時

貳、 會議地點：救國團澎湖青年活動中心-405A 會議室

參、 主持人：陸曉筠 副教授　　　　　　　　紀錄：沈政翰

肆、 出席人員：詳如簽到單

伍、 前言

隨著科技之發展，雖然帶給了人類方便之生活，但也使地球環境遭受到威脅，其中人類活動所排放之溫室氣體（Greenhouse gases, GHGs），如：二氧化碳、甲烷與氧化亞氮等，而溫室氣體的增加，造成溫室效應增強（Greenhouse effect），促使地球溫度上升，進而導致了全球暖化（Global warming）現象。不過近年來全球暖化之名詞漸漸被氣候變遷（Climate Change）所取代，以強調氣候之改變不僅僅只有溫度上的變化，亦造成極端氣候（Extreme weather）更加頻繁（如：極端降雨、颱風頻率增加等）。

地球表面 70%由海洋所覆蓋，由於水高比熱之特性，使得海洋在氣候調節上扮演關鍵之角色，同時，海洋也是全球最大的碳匯（Carbon sink），儲存了 30%人類活動所排放之二氧化碳，減緩了全球暖化之速度，但卻也讓海洋逐漸暖化和酸化。根據聯合國跨政府氣候變遷專家小組（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）評估報告，氣候變遷已經對於海洋環境造成海水暖化、酸化及海平面上升等影響，並直接或間接導致大氣震盪、聖嬰與反聖嬰現象、季風變動、颱風與極端氣候頻率提升，同時也改變海洋生態系統。2012 年行政院經濟建設委員會所制定之「國家氣候變遷調適政策綱領」，當中提到氣候變遷之主要現象包括：氣溫上升、降雨型態改變、極端天氣事件發生的強度與頻率升高以及海平

面上升，可能造成的影響包括：乾旱、熱浪、暴雨、暴潮、土石流、颱風、生態變遷、土地使用與地表覆蓋改變、地層下陷、海水倒灌、空氣惡化、水質改變等。此外，由於海岸地區豐富之資源及空間，加上對外便捷的運輸系統，世界上有超過 70%的大城市聚集在海岸地區，估計至本世紀末，全球人口將有四分之三，也就是超過五十億人口居住在海岸地區，使得海岸資源快速的需求大幅增加，導致海岸資源耗損、空間使用衝突、災害風險增加等問題。

臺灣是個海島國家，人口大多集中於沿海平原區域，促使近岸資源使用之需求增加，也導致了近岸空間使用之壓力越來越大，而氣候變遷所帶來之極端氣候勢必也會對於臺灣海域與海岸空間利用與產業發展產生影響，近十年來因為氣候變遷所造成產業影響之新聞層出不窮，如：2008、2011 年澎湖的大寒害，導致大規模魚群凍死，造成經濟損失慘重；近年來由於海平面上升以及海岸線後退，導致南迴公路 50 年後恐消失；2018 年初之寒流導致牡蠣縮水，造成養殖產量減少；2018 年 8 月由於熱帶性低氣壓帶來豪雨，對於養殖漁業造成嚴重之損失，這些氣候災害事件對於臺灣造成許多生命與財產上之損失。對此，海域空間規劃之架構應融入氣候變遷概念，研擬因應調適策略，以引導海洋產業之發展，進而減緩氣候變遷對於海域之衝擊。

有鑑於澎湖的海域空間使用具有衝突性（如：漁業、運輸業、觀光休閒業與各式保護區等），本研究以澎湖作為示範案例，蒐集臺灣海域空間使用相關資料，以初步建置臺灣海域空間利用資料庫，並匯入至 ArcGIS，本次座談會將廣徵各界相關權益關係人之寶貴意見，協助檢視與提供相關見解，同時運用 ArcGIS Online 與 Collector for ArcGIS，讓各方權益關係人基於自身之經驗給予相關使用區位，進而強化且在地化資料庫。

陸、 討論提綱：

為建置澎湖海域空間使用區位與受氣候變遷之區域，有效聚焦討論，謹列參考提綱如下，敬請參考。

■ 澎湖海域空間使用之實際狀況

基於各方權益關係人之經驗與知識，運用 Collector for ArcGIS 與 ArcGIS Online 之功能，協助建置海域空間使用區位。

■ 澎湖受氣候變遷影響之區域

基於各方權益關係人之經驗與知識，運用 Collector for ArcGIS 與 ArcGIS Online 之功能，協助建置澎湖受氣候變遷影響之海域。

■ 其他相關建議事項

附件列出計畫初步建置臺灣海域空間利用資料庫、澎湖海域相關利用圖以及研擬之海洋產業因應氣候變遷之調適與減緩策略，敬請與會代表針對專長之領域提供建議與指教，並提出其他可供參考之建議。

柒、 預定議程：

時間	議程	說明
10：00 - 10：10	報到與交流	陸曉筠副教授
10：10 - 10：30	計畫說明	陸曉筠副教授
10：30 - 11：50	焦點團體座談	全體與會人員
11：50 - 12：00	總結	陸曉筠副教授 敬備便當

捌、 發言內容

海洋公民基金會

1. 目前有越來越多的公民科學家平台，不同物種有著不同的回報系統（如：鯨豚、鯊魚與海龜等），而資料提供者較難分別去上傳至不同的平台，大多會選擇上傳至資料量較多之平台，建議未來可將現有的各式平台進行統整，提升使用意願，此外，介面太複雜且繁瑣會讓公民不願意去操作

國立澎湖科技大學觀光休閒系 李明儒 教授

1. 針對公民所建置資料，目睹的位置資料與實際的位置資料可能會有所差異，建議後續能加以定義
2. 針對公民科學家資料蒐集平台，建議後續能夠有使用上之區別，像是不同的物種資料建置（如：鳥類與鯨豚等）或是不同的功能使用（如：普通資料建置或緊急通報等），甚至是不同管理單位之區分，讓使用者前端進行分流，降低平台呈現數據與使用上之複雜性
3. 近年來有一些爭議性的漁業捕撈（如：越界捕魚），是否能結合通報系統，讓平台更加實用
4. 風力發電中的離岸風電將會受到水下文資法之影響，建議參考文資局的相關限制

澎湖縣政府-農漁局

1. 未來若要開發一套資料蒐集平台，建議其系統需要相對友善，讓每個人都能使用
2. 建議後續從各方單位蒐集之數據能加以審核後再予以公開，避免數據上有所爭議，同時，使用者權限應分開
3. 針對漁業之氣候影響面向，目前僅列出海水溫度上升，建議涵蓋海水溫度下降
4. 建議後續納入國立海洋大學之衛星遙測資訊（溫度與海流之照片），進而建立預警機制，讓相關單位能於事前做出應對

臺灣港務股份有限公司-高雄港務分公司-馬公管理處

1. 氣候變遷所造成之海平面上升已經是事實，於澎湖港區長年之觀察，一般的潮差約 3 公尺，而今年的潮差較為特殊，最高可達 5 公尺，影響到船舶停靠與貨物裝卸，交通部運研所於商港有設立潮位站，擁有即時之資訊，建議後續能加以結合
2. 針對極端氣候的部分，由於颱風天較為頻繁以及風速增強，造成運輸中斷，舉例來說，布袋航線常常就受到風力影響而停航
3. 關於航道與淤積之問題，港務公司定期都會進行測量，而目前馬公之情況是還好

國立澎湖科技大學海洋遊憩系 吳政隆 教授

1. 針對澎湖海域空間使用之衝擊，建議先行釐清議題，以澎湖來說，目前在空間使用上可能涉及到法律相關之議題、海岸破壞之議題與海洋廢棄物之議題，進而找出有關單位（如：漁民、休閒活動業者、當地居民與相關協會等），同時依據不同屬性加以分類來取得資料
2. 針對臺灣海域空間利用資料庫之初步建置-海洋產業利用的部分，以海洋觀

光遊憩產業來說，許多水域遊憩活動是屬於交通部所管轄，而海上平台之設置有些是屬於地方自治，建議加以檢視有無相關資料
3. 以澎湖來說，海平面上升對於海洋產業所帶來之影響很大
4. 澎湖縣有許多的法令規範是與臺灣其他縣市是不同的，如：海岸線管理與漁民捕撈等，建議與中央有所區隔

澎湖潛水會

1. 針對公民科學家資料蒐集平台，建議應該有尺規，方便於在地圖上進行標點，同時建議平台能有自動回報系統

交通部觀光局澎湖國家風景區管理處

1. 針對公民科學家資料蒐集平台，建議平台使用介面能更友善

玖、 會議照片：

壹拾、 簽到單：

「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」

第四次焦點團體座談

壹、　會議時間：2019 年 10 月 28 日 10 時

貳、　會議地點：救國團澎湖青年活動中心-405A 會議室

參、　與會嘉賓：

單位	簽名
台灣海洋箱網養殖發展協會	
海洋公民基金會	陳宜君
國立澎湖科技大學海洋遊憩系-吳政隆教授	吳政隆
國立澎湖科技大學觀光休閒系-李明儒教授	李明儒
臺灣港務股份有限公司-高雄港務分公司-馬公管理處	許大誠
澎湖國家風景區管理處	施乃瑱
澎湖潛水會	呂健瑋
澎湖縣政府	陳銓發、白文

1

海洋委員會 Ocean Affairs Council　國立中山大學 National Sun Yat-sen University

「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」

第四次焦點團體座談

壹、　會議時間：2019 年 10 月 28 日 10 時
貳、　會議地點：救國團澎湖青年活動中心-405A 會議室
參、　與會嘉賓：

單位	簽名
天和生物股份有限公司-澎湖分公司	
台灣航業股份有限公司-高雄分公司	
台灣電力公司澎湖區營業處	
行政院農業委員會-水產試驗所-澎湖海洋生物研究中心	
海洋委員會海巡署第八海巡隊	
海洋國家公園管理處	
馬公後勤支援指揮部	
國立澎湖科技大學航運管理系郭思瑜助理教授	

「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」

第四次焦點團體座談

壹、　會議時間：2019 年 10 月 28 日 10 時

貳、　會議地點：救國團澎湖青年活動中心-405A 會議室

參、　與會嘉賓：

單位	簽名
國立澎湖科技大學通識教育中心王明輝教授	
澎湖水產養殖協會	
澎湖休閒工作坊	
澎湖區漁會	
澎湖縣帆船協會	
澎湖縣近海漁業發展協會	

3

海洋委員會 Ocean Affairs Council　國立中山大學 National Sun Yat-sen University

「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」

第四次焦點團體座談

壹、　會議時間：2019 年 10 月 28 日 10 時

貳、　會議地點：救國團澎湖青年活動中心-405A 會議室

參、　與會嘉賓：

單位	簽名
國立中山大學海洋環境及工程學系 陸曉筠副教授	陸曉筠

4

海洋委員會 Ocean Affairs Council　國立中山大學 National Sun Yat-sen University

附錄十　計畫管理相關說明表

工作進度達成率

工作內容	期中階段	期末階段	總達成率
相關文獻蒐集與整理	90%	10%	100%
檢視國際相關海域及海岸空間規劃與產業之發展現況趨勢	100%	0%	100%
建置臺灣海域及海岸空間與產業分布資料庫	40%	60%	100%
檢視空間利用現況與衝擊	20%	80%	100%
評估臺灣海域及海岸環境空間受氣候變遷影響敏感區範疇與強度	10%	90%	100%
研擬臺灣海域及海岸空間利用與海洋產業因應氣候變遷之調適策略	10%	90%	100%
示範案例	10%	90%	100%

經費動支率

項目	總金額	使用金額	動支率
人事費	545,262	496,324	91.02%
業務費	389,803	271,715	69.71%
行政管理費	93,506	93,506	
合計	1,028,571	861,545	83.76%

人力運用

類別	姓名	工作內容
計畫主持人	陸曉筠 副教授	計畫統籌規劃協調
協同主持人	薛憲文 教授	協助臺灣海域與海岸空間與產業分布資料庫系統之建置
協同主持人	張詠斌 副教授	協助臺灣及亞洲太平洋地區之長期氣候與環境變遷之探究
專家顧問	邱文彥 榮譽講座教授	協助臺灣海域及海岸空間利用與海洋產業因應氣候變遷之調適策略之研擬
研究人員	沈政翰	計畫執行
研究人員	陳絡翔	計畫執行