

目錄

目錄.....	I
圖目錄.....	IV
表目錄.....	XI
中文摘要.....	XIV
英文摘要.....	XVI
第壹章	計畫概要..... 18
一、	計畫緣起..... 18
二、	計畫年期：112-113 年度..... 19
三、	主辦單位：研海生態顧問股份有限公司..... 19
四、	協辦單位：無..... 19
五、	總計畫經費：6,300,000 元..... 19
六、	經費來源..... 19
七、	計畫目標..... 19
八、	計畫內容概述..... 20
1.8.1	蒐集分析鯨豚族群資料並提出管理建議..... 20
1.8.2	規劃及執行鯨豚族群調查分析..... 20
1.8.3	衛星發報器標放演練及標放標準流程制定..... 21
1.8.4	辦理鯨豚調查暨保育推廣課程..... 21
1.8.5	協助鯨豚保育計畫相關資訊蒐集並提供專業諮詢..... 22
第貳章	重點工作項目..... 23
一、	工作項目及經費..... 23

第參章	重要成果及效益分析.....	24
一、	重要成果說明	24
3.1.1	蒐集分析鯨豚族群資料並提出管理建議.....	24
1.	臺灣周圍海域鯨豚紀錄和文獻資源蒐研	24
2.	國內海域鯨豚空間分布資料盤點與初步分析測試.....	63
3.	生態風險評估與鯨豚威脅熱區.....	75
4.	台灣鯨豚威脅熱區評估：以花東海域為示範區域.....	94
3.1.2	規劃及執行鯨豚族群調查分析	114
1.	海上鯨豚族群調查規劃(含配合海鳥團隊執行狀況說明) 。	114
2.	本計畫鯨豚族群調查成果彙整.....	120
3.	歷年花東調查趟次成果彙整分析.....	141
4.	歷年常見種類鯨豚 (至少 4 種) 族群數量及密度資料.....	144
5.	鯨豚海上目擊照片及目擊可辨識個體整理	151
3.1.3	衛星發報器標放演練及標放標準流程制定	178
1.	建置規劃和期程.....	178
2.	國際發展	179
3.	假想演練目標.....	182
4.	風險評估與檢核機制	184
5.	侵入性標頭處置措施評估	189
6.	衛星發報器錨定位置討論	191
7.	十字弓標放團隊.....	192
8.	演驗結果與討論.....	207
3.1.4	辦理鯨豚調查暨保育推廣課程	212
1.	112 年度執行成果.....	212

2.	113 年度執行成果	220
3.1.5	協助鯨豚保育計畫相關資料蒐集並提供專業諮詢	231
1.	國際海洋保護行動之研析	231
2.	臺灣海洋保護範圍現況	258
3.	專家學者意見與保育計畫建議	267
二、	效益分析	276
第肆章	執行困難討論與未來推動改善建議	278
一、	軍事演習、天候海況、地震等不可抗力因素導致調查安排困難	278
二、	分析報告時，部分關鍵資料無法取得，需要主管單位協助克服	278
三、	調查設備相關法規限縮，影響工作執行和拓展資料收集途徑	278
四、	公民科學資料推廣和品質管理困難，需多管齊下、眾人協力	279
五、	權益相關人接洽和邀訪工作，建議邀請在地窗口另案執行	279
六、	自動識別系統(AIS)的資料量龐雜，建議未來漁船和漁具裝設應有一定的命名 和使用規則	280
附錄一	參考資料	281
附錄二	專有名詞對照表	304
附錄三	提供目擊鯨豚照片簡圖	313
附錄四	第一次期中審查意見回覆對照表 [海保生字第 1120007268 號]	315
附錄五	第二次期中審查意見回覆對照表 [海保生字第 1120013443 號]	323
附錄六	第三次期中審查意見回覆對照表 [海保生字第 1130008058 號]	330
附錄七	期末審查意見回覆對照表 [海保生字第 1130012354 號]	338

圖目錄

圖 3.1.1-1、公民回報資料的入庫標準流程。	30
圖 3.1.1-2、生態調查資料的入庫標準流程。	31
圖 3.1.1-3、本期彙整之台灣周邊海域鯨豚目擊點位密度圖 (5x5 公里網格)。	32
圖 3.1.1-4、本團隊採用之鯨豚歷年累積目擊數，與其覆蓋之標準網格(5*5 公里)數佔領海 海湮區域網格數的百分比變化。	24 35
圖 3.1.1-5、本計畫歷年可取得或數位化之鯨豚航線分布的標準網格(5*5 公里)累積長度(公里) 分布圖。	37
圖 3.1.1-6、英國西北歐水域鯨類分布圖集。真瓶鼻海豚的調查努力量(小時，灰色方塊)和最高 標準化目擊率(每小時鯨豚個體數)分布圖。	38
圖 3.1.1-7、本計畫分析之離岸風電鯨豚調查目擊點之分布圖。	39
圖 3.1.1-8、本計畫分析之離岸風場鯨豚調查各季節目擊資料彙整比較圖。	40
圖 3.1.1-9、鯨豚擱淺資料的入庫標準流程。	42
圖 3.1.1-10、1994-2024 有效擱淺紀錄(1791 筆)物種組成比例。	45
圖 3.1.1-11、2018-2024 有效擱淺紀錄(筆)物種組成比例。	45
圖 3.1.1-12、臺灣本島八方位季節擱淺數量玫瑰圖。	47
圖 3.1.1-13、澎湖縣八方位季節擱淺數量玫瑰圖。	48
圖 3.1.1-14、金門縣(大金門及烈嶼)八方位季節擱淺數量玫瑰圖。	49
圖 3.1.1-15、連江縣(南竿、北竿、東引、東莒、西莒)八方位季節擱淺數量玫瑰圖。	50

圖 3.1.1-16、本計畫彙整截至 2024 年之臺灣累積擱淺點位網格圖 (5x5 公里網格)。	51
圖 3.1.1-17、本計畫彙整截至 2024 年之臺灣累積擱淺點位網格圖 (5x5 公里網格)的歷年擱淺網格佔比趨勢圖。	52
圖 3.1.1-18、以 Maxent 推估之北大西洋東側常見的 8 個鯨豚物種夏季的預測分布圖。	65
圖 3.1.1-19、透過 MaxEnt 模型繪製出的廈門灣白海豚適宜棲地區域圖。	66
圖 3.1.1-20、以白海豚的適宜棲地區域模擬出之重要生態廊道位置。	66
圖 3.1.1-21、物種分布模型的資料篩選流程。	71
圖 3.1.1-22、AIS 漁船航跡的資料清理流程。	72
圖 3.1.1-23、Maxent 模型預測寬吻海豚屬適宜棲地的預測成果。	73
圖 3.1.1-24、Maxent 模型預測寬吻海豚屬適宜棲地的預測成果。	74
圖 3.1.1-25、鯨豚威脅因子和其來源整理(重製自 Avila et al., 2018)。	77
圖 3.1.1-26、Avila 等人(2018)彙整全球海洋哺乳動物分布範圍與其威脅類型之風險地圖。	78
圖 3.1.1-27、生態風險評估流程架構圖。	84
圖 3.1.1-28、臺灣鯨豚族群與環境壓力來源的關係(引用自研海，2022b)。	98
圖 3.1.2-1、本計畫調查航線規劃及分布。	114
圖 3.1.2-2、高雄外海穿越線(新、舊)有效努力航跡、自主調查航跡及鯨豚目擊位置。	115
圖 3.1.2-3、2023 年海鳥團隊信件通知證明。	117
圖 3.1.2-4、2024 年海鳥團隊信件通知證明。	117
圖 3.1.2-5、112 年 4 月 17 日高雄外海趟次與海鳥團隊工作照。	118

圖 3.1.2-6、112 年 4 月 28 日花東外海與海鳥團隊工作照。	118
圖 3.1.2-7、113 年 9 月 26 日臺東外海與海鳥團隊工作照。	119
圖 3.1.2-8、113 年 9 月 27 日臺東外海與海鳥團隊工作照。	119
圖 3.1.2-9、112 年 4 月 28 日海上調查情形。	120
圖 3.1.2-10、112 年 9 月 10 日海上調查情形。	121
圖 3.1.2-11、113 年 8 月 29 日海上調查情形。	121
圖 3.1.2-12、本計畫海上鯨豚調查目擊物種比例組成圖。	123
圖 3.1.2-13、苗栗外海穿越線有效努力航跡及鯨豚目擊位置。	136
圖 3.1.2-14、彰化外海穿越線有效努力航跡及鯨豚目擊位置。	136
圖 3.1.2-15、花東外海穿越線有效努力航跡及鯨豚目擊位置。	137
圖 3.1.2-16、臺東外海穿越線有效努力航跡及鯨豚目擊位置。	137
圖 3.1.2-17、屏東外海穿越線有效努力航跡及鯨豚目擊位置。	138
圖 3.1.2-18、高雄外海穿越線有效努力航跡及鯨豚目擊位置。	138
圖 3.1.2-19、本計畫花東南北航線 108-113 年的百公里目擊群次 (目擊率)，與歷年努力量、目擊數之比例變化。	141
圖 3.1.2-20、花東外海 108-110 年度鯨豚生態調查有效目擊物種群次比例組成。	142
圖 3.1.2-21、花東外海 111-113 年度鯨豚生態調查有效目擊物種群次比例組成。	143
圖 3.1.2-22、計算鯨豚與穿越線距離之示意圖。	145
圖 3.1.2-23、本計畫族群數量推估範圍。	146

圖 3.1.2-24、瑞氏海豚偵測曲線模型選擇。	147
圖 3.1.2-25、弗氏海豚偵測曲線模型選擇。	148
圖 3.1.2-26、長吻飛旋海豚偵測曲線模型選擇。	149
圖 3.1.2-27、熱帶斑海豚偵測曲線模型選擇。	150
圖 3.1.2-28、本計畫提供鯨豚目擊照片之資料夾總覽縮圖。	151
圖 3.1.2-29、本計畫於花東外海目擊之弗氏海豚。	152
圖 3.1.2-30、本計畫於花東外海目擊之抹香鯨。	152
圖 3.1.2-31、本計畫於花東外海目擊之侏儒抹香鯨。	153
圖 3.1.2-32、本計畫於高雄外海目擊之熱帶斑海豚。	153
圖 3.1.2-33、本計畫於高雄外海目擊之偽虎鯨。	154
圖 3.1.3-1、不同類型衛星發報器之示意圖(來源：Michael Ortiz)。	181
圖 3.1.3-2、LIMPET 帽貝錨定系統利用十字弓彈射機制。	181
圖 3.1.3-3、Rone 等人 16 隻次的瑞氏海豚進行衛星追蹤活動資料。	183
圖 3.1.3-4、貝特森立方體(Bateson Cube)模型。	184
圖 3.1.3-5、各種鯨豚有不同的最大出水時間與出水面積。	192
圖 3.1.3-6、人員編制簡易流程圖。	194
圖 3.1.3-7、十字弓標放團隊示意圖。	195
圖 3.1.3-8、演練測試具備確保人員與影像紀錄人員。	195

圖 3.1.3-9、Argos CLS Platform Finder 可用於回收與追蹤無線電發報器(來源：Argos CLS)。	197
圖 3.1.3-10、動力靶船可增加演練效率並模擬瑞氏海豚泳姿。	198
圖 3.1.3-11、海豚假體仿製位置與用途。	198
圖 3.1.3-12、Type A 假體不同階段外型與設計 (圖 C.為第三階段成果)。	199
圖 3.1.3-13、鯨豚鯨皮組織假體以矽橡膠進行開模與灌製。	200
圖 3.1.3-14、海豚假體靶船海上姿態與實際野外瑞氏海豚泳姿相仿。	200
圖 3.1.3-15、海豚動力靶船可拆分為前端與後端，後端為動力機構。	201
圖 3.1.3-16、雷射尺標不同階段之外觀，其中 C.為最終樣式。	202
圖 3.1.3-17、實際運用於瑞氏海豚背鰭大小估算。	202
圖 3.1.3-18、複製之發報器假體用於演練使用，發報器假體為白色 (左)，藍色部分為彈脫上浮機構。	203
圖 3.1.3-19、十字弓與發報器箭矢。	204
圖 3.1.3-20、各式瞄準器外觀 (上排) 與其實際瞄準效果 (下排)。	205
圖 3.1.3-21、十字弓完成安裝瞄準器、雷射瞄準與發報器。	205
圖 3.1.3-22、瑞氏海豚換氣時間分析。	206
圖 3.1.3-23、錨定背鰭錨定預判點與瞄準基準線較高(A.)，錨定背部瞄準基準線較低(B.)。	207
圖 3.1.3-24、實際瑞氏海豚出水換氣進行假想瞄準位置並利用假體進行驗證射擊。	207

圖 3.1.3-25、室內演練場域(A.)與射擊測試影片擷圖，可成功錨定，並彈脫箭體(B1-B3)。	208
圖 3.1.3-26、船隻並行於靶船空拍記錄。	209
圖 3.1.3-27、以空拍視角約 10 公尺距離擊中並成功彈脫。	210
圖 3.1.3-28、以第一人稱視角錄製約 10 公尺距離擊中並成功彈脫。	210
圖 3.1.3-29、靶船成功錨定後固定於背鰭前緣，並成功彈脫(A.)，箭體使用撈網進行回收(B.)。	210
圖 3.1.3-30、抹香鯨(左)大翅鯨(右)體表出水區較大，可錨錠區域也較大。	211
圖 3.1.4-1、鯨豚調查暨保育推廣課程網路宣傳圖。	213
圖 3.1.4-2、海上實務課程之人員及組別配置示意圖。	215
圖 3.1.4-3、教育訓練參與學員身分別組成比例。	216
圖 3.1.4-4、室內靜態課程(一)上課情形。	216
圖 3.1.4-5、室內靜態課程(二)上課情形。	217
圖 3.1.4-6、海上實務課程上課情形。	217
圖 3.1.4-7、鯨豚調查暨保育推廣課程合照。	218
圖 3.1.4-8、短肢领航鯨群體於水面休息。	218
圖 3.1.4-9、短肢领航鯨與弗氏海豚混群。	219
圖 3.1.4-10、講師及學員於活動後互相交流。	219
圖 3.1.4-11、112 年學員對整體課程規劃滿意度調查結果 (n=12)。	220
圖 3.1.4-12、113 年鯨豚調查暨保育推廣課程網路宣傳圖。	221

圖 3.1.4-13、海上實務課程之人員及組別配置示意圖。	223
圖 3.1.4-14、113 年教育訓練參與學員身分別組成比例。	224
圖 3.1.4-15、113 年室內靜態課程(一)上課情形。	224
圖 3.1.4-16、113 年室內靜態課程(二)上課情形。	225
圖 3.1.4-17、113 年海上實務課程上課情形 (聲學站)。	225
圖 3.1.4-18、113 年海上實務課程上課情形 (水質站)。	226
圖 3.1.4-19、113 年海上實務課程上課情形 (攝影站)。	226
圖 3.1.4-20、113 年學員於海上實務期間練習拍攝。	227
圖 3.1.4-21、113 年學員於海上實務期間練習拍攝海豚背鰭。	227
圖 3.1.4-22、113 年海上實務課程期間目擊長吻飛旋海豚。	228
圖 3.1.4-23、113 年海上實務課程期間目擊短肢領航鯨的浮窺行為。	228
圖 3.1.4-24、113 年鯨豚調查暨保育推廣課程大合照。	229
圖 3.1.4-25、113 年學員對課程行前通知內容及相關表單評價結果 (n=11)。	229
圖 3.1.4-26、113 年學員對課程教學內容評價結果 (n=11)。	230
圖 3.1.4-27、113 年學員對整體課程規劃滿意度調查結果 (n=11)。	230
圖 3.1.5-1、利用 IMMA 的識別方式劃定出 ACCOBAMS 中鯨類關鍵棲息地範圍。藍色區域為既有的海洋保護區，紅色區域為鯨類關鍵棲息地。	239
圖 3.1.5-2、黑海、地中海和鄰近大西洋區鯨豚類保育協定中 24 個會員國。	247

表目錄

表 3.1.1-1、本期彙整 1998 年至 2024 年 9 月 17 日有效目擊資料來源。	26
表 3.1.1-2、至 2016 年止英國 Joint Cetacean Protocol(JCP)資料庫之提供者數量。	39
表 3.1.1-3、彙整 1994 年至 2024 年 10 月 04 日鯨豚擱淺紀錄之物種數量、各物種新增總資料 筆數、無效資料筆數及校正後有效筆數之數量。	43
表 3.1.1-4、各國際組織於鯨豚物種名錄整理之業務。	53
表 3.1.1-5、露脊鼠海豚屬不同時期之分類和命名比較。	56
表 3.1.1-6、布氏鯨在不同單位所使用的分類與學名差異。	60
表 3.1.1-7、國內常變動之鯨豚類群，其分類學紀錄調整建議。	62
表 3.1.1-8、有人為活動圖層的 MaxEnt 分析結果。	72
表 3.1.1-9、沒有人為活動圖層的 MaxEnt 分析結果。	73
表 3.1.1-10、生態風險評估分層式架構之特性和摘要說明。	83
表 3.1.1-11、塔蘭托灣專家半結構化訪談問卷之因果關係分析，頻率、強度、衝擊程度與總分 皆為質性分數。	85
表 3.1.1-12、我國鯨豚分布區人為活動盤點表。	93
表 3.1.1-13、鯨豚賞鯨船目擊資料來源彙整表。	95
表 3.1.1-14、鯨豚船隻目視(專船調查)資料來源彙整表。	97
表 3.1.1-15、花蓮臺東海域鯨豚人為活動影響研究列表。	99
表 3.1.1-16、我國與鯨豚相關之行政單位、職權和法源資訊彙整表。	108

表 3.1.2-1、本計畫 12 條船隻穿越線代號、南北端之鄰近地標、總長度等資訊表。.....	115
表 3.1.2-2、本計畫各調查航次之船隻穿越線航程、有效努力里程及目擊群次。.....	124
表 3.1.2-3、本計畫鯨豚目擊群次資訊列表。.....	127
表 3.1.2-4、本計畫各區調查穿越線之海水表層環境因子數值(平均值 ± 標準差)。.....	140
表 3.1.2-5、花東南北航線 108-113 年各主要目擊鯨豚物種之組成百分比。.....	143
表 3.1.2-6、花東海域四種常見鯨豚之族群密度及數量估算。.....	146
表 3.1.2-7、中華白海豚個體辨識成果。.....	156
表 3.1.2-8、瑞氏海豚個體辨識成果。.....	161
表 3.1.2-9、抹香鯨個體辨識成果。.....	175
表 3.1.3-1、設計衛星發報器研究和決策流程的建議框架。.....	185
表 3.1.3-2、研究計畫自我檢核綱要。.....	188
表 3.1.3-3、發報器錨定方式自我檢核表。.....	189
表 3.1.4-1、課程議程表及工作安排。.....	213
表 3.1.4-2、112 年鯨豚調查暨保育推廣課程講師簡歷。.....	214
表 3.1.4-3、113 年課程議程表及工作安排。.....	221
表 3.1.4-4、113 年鯨豚調查暨保育推廣課程講師簡歷。.....	222
表 3.1.5-1、澳洲大堡礁海洋公園內的區域類型和面積比例。.....	235
表 3.1.5-2、IMMA 的識別與審查過程經過四個階段。.....	238

表 3.1.5-3、海洋保護範圍類型比較。.....	242
表 3.1.5-4、國際海洋哺乳動物/鯨豚保育相關計畫彙整表。.....	244
表 3.1.5-5、可能影響海洋保護區管理的環境特性。.....	250
表 3.1.5-6、班克斯半島海洋哺乳動物庇護區相關管理單位。.....	252
表 3.1.5-7、臺灣各式海洋保護區簡介。.....	260
表 3.1.5-8、本計畫諮詢之專家學者名單。.....	269
表 3.1.5-9、對比國際和我國鯨豚調查方法和研究主題盤點和現況。.....	274

中文摘要

本團隊於 112 年 2 月至 113 年 10 月執行本計畫，並如期提送期末報告成果，所有執行工作皆符合契約進度。

在鯨豚目擊與擱淺資料之跨平台資料整合部分，彙整公民科學資料有效鯨豚目擊紀錄，和系統性生態調查有效資料共 15243 筆，擱淺資料共 1791 筆。並針對花東南、北兩航線歷年調查量與鯨豚組成之變動，提供包含物種差異說明，以及未來設定瑞氏海豚複評週期之初步建議。此外，參考國內外研究文獻，完成初步的 MaxEnt 模型分析我國鯨豚物種分布趨勢的前置作業，並產出以寬吻海豚屬為範例初探測試，並彙整分析過程的資料收集、處理和應用於風險評估之經驗，提供主管單位未來建置工作之參考。

鯨豚族群調查已完成 30 趟次，共目擊 115 群次，有效目擊 76 筆。目擊物種共包含 4 科 12 種，提供照片共 616 張並進行白海豚、瑞氏海豚及抹香鯨照片個體辨識。本團隊另於 112 年 5 月期間安排一次高雄外海自主調查，做為調整高雄外海調查航線之重要建議依據。

在鯨豚衛星發報器標放演練及標準流程制定面相中，本團隊研發海豚假體靶船、雷射尺標與發報器假體原型，並完成海上實地演練測試 1 次。

在鯨豚資源和調查教育推廣與宣導部分，本團隊已於 112 年 8 月 16 日在花蓮，及 113 年 8 月 30 日在宜蘭完成辦理鯨豚生態調查暨保育推廣課程，兩年度課程皆包含室內靜態課程 1 場次以及海上實務訓練 1 場次，期間目擊短肢領航鯨、長吻飛旋海豚等物種，獲得學員一致好評。

協助鯨豚保護育計畫相關資料蒐集並提供專業諮詢的部分，首先回顧了國際海洋保護行動，包含海洋保護範圍與國際鯨豚保育計畫，並以紐西蘭班克斯半島海洋哺乳動物庇護區為例，研析中央、地方至民間單位的海洋保護區管理框架。接下來彙整國內海洋保護區管理框架與營管評估，並回顧了中華白海豚重要棲息環境以及馬祖露脊鼠海豚的保育演進歷程。最後，

根據我國海域現有的鯨豚資料、各地人為活動特性和潛在議題影響等，提供初步的特定區域管理建議。以利完善國內鯨豚保育計畫之初步規劃基礎。期待以此建立符合我國整體海洋政策的規劃方向和實務工作。

英文摘要

This project was implemented from February 2023 to October 2024 with all work completed in accordance with the contractual schedule.

For the section of cross-platform data integration of cetacean sightings and stranded records, there are 15,243 sighting records from citizen science and systematic survey data, along with 1,791 stranding records after data verification.

Regarding to the variation of survey effort and species composition of Southeast and Northwest routes in Hualien-Taitung region, explanations of species differences and preliminary suggestions for re-evaluation cycles of the Risso's dolphin in the future were mentioned in the report. By taking bottlenose dolphin as a case example, the preliminary MaxEnt model analyses for the distribution trends around Taiwan were conducted. We also compiled the data collection and processing of the analysis method, as well as the experiences for risk assessment, which will all serve as a reference for policy development of the authorities.

We have conducted 30 trips of cetacean transect survey, and collected 115 sighting and 76 effective sighting data. There are 12 species from 4 families been identified, with a total of 616 photos taken for photo-ID of the Chinese white dolphin, Risso's dolphin, and sperm whale. One voluntary survey was conducted in May 2023 as an important basis to adjust the transect line in Kaohsiung region.

Regarding the deployment drill and standard operating procedures development of cetacean satellite tagging, the dolphin decoy target boat, laser measuring device, and transmitter prototypes were developed. One vessel-based field drill was completed.

To promote cetacean resources and surveys to the public, the “Cetacean Survey and Conservation Promotion” workshops were conducted on August 16 2023 and August 30, 2024 in Hualien and Yilan, separately. The workshop included indoor theory and vessel-based practical training. Short-finned pilot whale and long-beaked common dolphin were sighted. Overall, the workshop received unanimous praise from participants.

In assisting with the review of cetacean conservation actions, we first reviewed international marine conservation actions, including the development of marine protected regions and cetacean conservation plans. Using New Zealand's Banks Peninsula Marine Mammal Sanctuary as an example, we analyzed the management framework at the central, local, and civil levels. The domestic management framework of marine protected areas and cetacean protected areas, including important habitats of the Chinese white dolphin and the conservation of the Matsu's finless porpoise dolphin, were then reviewed. At last, preliminary management recommendations for specific areas were recommended based on the previous data, characteristics and the potential impacts of human activities. These will enhance the foundation of cetacean conservation programs, and establish development and practical work that align with domestic marine policy.

第壹章 計畫概要

一、計畫緣起

彙整至 111 年海洋保育署（後稱海保署）「海洋保育類野生動物利用與管理系統 (Marine Conservation Wildlife Utilization and Management System, MUM)」資料庫（後簡稱 MUM 資料庫）(研海，2022b)，和歷年研究、報告的目擊事件等，累積紀錄超過 30 種鯨豚 (余等，2021；研海，2022b)，顯見臺灣海域鯨豚和其分布的海洋環境資源豐富。然生態背景資料不足與研究資料分配不均，影響相關的保育策略研擬和管理效率。鯨豚的高移動能力和位居生態系高階消費者等特性，研究其族群變動時，仰賴充足且穩定的調查和進行食餌、人為活動、氣候環境改變等跨領域資訊盤點和綜整。我國鯨豚族群調查以花蓮港至臺東新港（成功港）最穩定，西部海域則因近年海岸工程、離岸風電等環評需求而顯著增長，其餘區域則資料缺乏或僅能對比歷年鯨豚擱淺事件，致使現今臺灣鯨豚研究尚有許多未解謎團。如何規劃並建置合適且穩定的族群監測，是提升我國鯨豚資源和棲地管理效率的重要基石之一。

整合我國海域鯨豚族群生態研究文獻與調查報告，並滾動修正相關的鯨豚保育規劃等，是海保署積極的關鍵任務之一。如何有效盤點歷年鯨豚擱淺、調查資料與公民科學回報，彙整評估人為活動、自然環境改變對鯨豚族群之潛在影響，以及研擬並完善各海域鯨豚生態和時空分布趨勢的研究，是未來發展有效管理策略的重要挑戰。本計畫以「111 年度臺灣鯨豚族群調查計畫（後稱 111 年計畫）」經驗奠基，延續包含人為威脅熱區盤點及裝設衛星發報器可行性評估等成果，以協助海保署彙整評估人為活動分布趨勢、自然環境改變對鯨豚族群之潛在影響，並提供相關管理建議、制定鯨豚標放標準流程。

二、 計畫年期：112-113 年度

三、 主辦單位：研海生態顧問股份有限公司

四、 協辦單位：無

五、 總計畫經費：6,300,000 元

六、 經費來源

(一)中央款：6,300,000 元

七、 計畫目標

臺灣擁有多樣化的海洋生態環境，周圍海域具有至少 33 種的鯨豚紀錄，約佔全世界鯨豚種類的三分之一。我國先前鯨豚保育工作著重於擱淺救傷，針對周圍海域鯨豚族群資料較為缺乏，亟須強化系統性之分析與調查。

本署於 108 年起整合過去臺灣周邊鯨豚族群生態研究文獻與調查報告，結合鯨豚擱淺及公民科學資料等，並優先於花東海域執行海上調查，以初步瞭解鯨豚種類組成與空間分布。依據過去調查計畫案，花東海域鯨豚發現率高、種類多、漁業混獲機率高，爰於 109-111 年續辦花東海域調查；此外，本署於 111 年另挑選基隆及宜蘭海域等花東以外具優先調查必要之區域進行調查，其他海域則持續進行鯨豚擱淺、混獲、目擊回報紀錄之蒐集及彙整。

本計畫將持續針對花東及其他資料較為缺乏(包括離岸風場)之海域進行調查，以完善臺灣周邊海域鯨豚族群基礎資料，並延續 111 年計畫之人為威脅熱區盤點及裝設衛星發報器可行性評估，彙整評估人為活動分布趨勢、自然環境改變對鯨豚族群之潛在影響，以

提出管理建議，並制定鯨豚標放標準流程，未來可藉由觀察鯨豚動態及行為並與環境資料整合，解析鯨豚與人為活動重疊時段及區域。

八、計畫內容概述

為提升鯨豚族群的現況掌握與相關管理策略的執行，本計畫以此案需求為框架，規劃五項主要工作執行內容：

1.8.1 蒐集分析鯨豚族群資料並提出管理建議

1. 以臺灣周圍海域為範圍，運用海洋保育署海洋保育類野生動物利用與管理系統(MUM)、海洋保育網(後簡稱 iOcean)、公民科學及科學調查、環評資料，彙整分析鯨豚擱淺及目擊紀錄，依物種回推分析歷年擱淺數量變化趨勢及族群變動趨勢。
2. 依據 111 年度人為威脅熱區盤點結果，選擇至少 1 處海域，彙整並評估人為活動(船隻及漁業活動、海岸開發等)分布、自然環境改變對鯨豚族群之潛在影響等，並參考國內外文獻，提出管理建議。

1.8.2 規劃及執行鯨豚族群調查分析

1. 延續 109 至 111 年度調查，於花蓮港至臺東新港(成功港)海域範圍執行海上鯨豚族群調查至少 10 趟，另於前述海域範圍以外挑選具優先調查必要之海域執行海上調查至少 20 趟(其中應包含苗栗、彰化及雲林海域合計至少 6 趟)；調查時間、海域、航線設計、觀測方式或其他調查方法由廠商於服務建議書提出。

另需配合海洋保育署「112 年海鳥族群調查」，112 年至少於 8 趟海上調查預留船位予海鳥調查計畫執行人，每趟至少預留 3 個船位(於每趟調查至少 3 日前，以電子郵件通知海鳥調查計畫執行團隊)。

2. 依據前述調查所得之資料進行種類組成及分布位置之時空分析，例如不同種類鯨豚網格化發現率(相對豐度)分析；並延續 111 年度計畫執行成果，針對歷年常見種類鯨豚(至少 4 種)族群數量及密度資料進行更新與比較。
3. 記錄鯨豚並拍攝海上目擊相片(相片至少 600 張，至少 800 萬畫素以上，清楚可辨識，檔案需標明生物名稱、拍攝時間、地點等資訊)，以作為教育推廣及成果展示使用。

1.8.3 衛星發報器標放演練及標放標準流程制定

延續 111 年裝設衛星發報器可行性評估，並諮詢國內外專家學者意見，利用鯨豚假體測試等方式進行標放演練，建立標放團隊的專業分工，及制定鯨豚標放標準流程，以便未來可藉由鯨豚動態及行為，並與環境資料整合，解析鯨豚與人為活動重疊時段及區域。

1.8.4 辦理鯨豚調查暨保育推廣課程

課程內容以鯨豚保育現況、物種辨識及生物習性、海上調查方法介紹、iOcean 目擊回報推廣等為主，應含靜態課程(線上為主但不限線上辦理)及海上實務課程至少各 2 場次，以推廣鯨豚生態、調查研究及保育工作等觀念。

1.8.5 協助鯨豚保育計畫相關資訊蒐集並提供專業諮詢

協助海洋保育署鯨豚保育計畫及相關會議資料蒐集，包含國內外文獻更新彙整、諮詢及蒐集國內外專家學者意見等，提供保育計畫之修正及執行建議，並協助 iOcean 目擊回報審查。

第貳章 重點工作項目

一、 工作項目及經費

工作項目	經費(元)	概述
一、蒐集分析鯨豚族群資料並提出管理建議	491,000	1. 彙整分析鯨豚擱淺及目擊紀錄，依物種回推分析歷年擱淺數量變化趨勢及族群變動趨勢。 2. 選擇至少 1 處海域，彙整並評估人為活動分布、自然環境改變對鯨豚族群之潛在影響等，並參考國內外文獻，提出管理建議。
二、規劃及執行鯨豚族群調查分析	4,999,000	1. 於花蓮港至臺東新港海域執行海上鯨豚族群調查至少 10 趟，另於前述海域範圍以外執行海上調查至少 20 趟；另需配合至少於 8 趟海上調查預留船位予海鳥調查計畫，每趟至少預留 3 個船位。 2. 依調查所得資料進行種類組成及分布位置之時空分析。 3. 記錄鯨豚並拍攝海上目擊相片至少 600 張。
三、衛星發報器標放演練及標放標準流程制定	450,000	裝設衛星發報器可行性評估，並諮詢國外專家學者意見，利用鯨豚假體測試等方式進行標放演練，及制定鯨豚標放標準流程。
四、辦理鯨豚調查暨保育推廣課程	225,000	辦理靜態課程及海上實務課程至少各 2 場次，推廣鯨豚生態、調查研究及保育工作等觀念。
五、協助鯨豚保育計畫相關資料蒐集並提供專業諮詢	135,000	協助海保署鯨豚保育計畫及相關會議資料蒐集，國內外文獻回顧、諮詢及蒐集國內外專家學者意見、提供保育計畫之修正及執行建議、協助 iOcean 目擊回報審查。
合計	6,300,000	

第參章 重要成果及效益分析

一、 重要成果說明

3.1.1 蒐集分析鯨豚族群資料並提出管理建議

1. 臺灣周圍海域鯨豚紀錄和文獻資源蒐研

本計畫延續「111 年度臺灣鯨豚族群調查計畫」成果，依照鯨豚資料收集時的個體狀態，分成目擊資料和擱淺事件兩大類別，進行資料研析和空間參照彙整工作，成果提供本計畫進行相關的資料呈現和趨勢分析。

(1) 鯨豚目擊資料

鯨豚目擊資料來源多元，依資料特性可又分為兩大類別：公民科學資料庫（多數僅記錄發現鯨豚的時間、地點資訊）和以系統性調查蒐集的生態調查資料（可能涵蓋陸地觀測及船隻目視調查資料）。

公民科學資料來源共有 7 個（表 3.1.1-1），包含：iOcean（海保署，2024）、白海豚陸地觀測資料（研海，2022a）、臺灣生物多樣性機構（後簡稱 Taibif）（Taibif, 2024）、臺灣花蓮近海賞鯨之鯨豚觀測紀錄（Yu & Hu, 2023）、iNaturalist 平台（iNaturalist, 2024）、台灣生物多樣性網絡（後簡稱 TBN）（台灣生物多樣性網絡，2024）、110-111 年度白海豚巡護艦隊合作計畫（研海，2022a）、民間回報資料（本團隊整理）；以及來自政府資料的海巡署之臺灣白海豚生態紀錄（海巡署，2024）。值得注意的是，海巡署於 107 年 6 月啟動的中華白海豚生態紀錄（海岸巡防過程時目擊白海豚），是成長迅速的政府公民科學資料來源，但須較多步驟的校驗。海巡署提供的目擊紀錄具有縣市區域、時間、地點經緯度、數量和部份影音檔案等重要資訊，

並有部分目擊紀錄彙入 iOcean 資料庫，需交叉比對後刪除重複者。此外，對比紀錄的描述或影音檔，偶有經緯度準確度不足者（誤差範圍可能超過 10 公里）。

生態調查資料，主要仰賴政府的相關調查案收集到珍貴的基礎資料。政府歷年委託執行報告中，船隻目視調查法之目擊資料多已由該計畫執行團隊除錯及校正，因此本計畫將資料匯入地理資訊軟體並確認無明顯錯誤後即納入計畫分析資料中，共累積彙整政府歷年委託執行報告共有 24 份，並將持續性、同性質計畫統整列出(表 3.1.1-1)。

我國政府於 2016 年公告新能源政策，將再生能源議題搬上檯面，並計畫在 2025 年前完成再生能源發電比例達到 20% 的目標，離岸風力發電便是其中的重點發展方向。然開發離岸風電帶來的潛在震動、噪音等問題同樣不容忽視，尤其對噪音引敏感的鯨豚成為開發前需要評估及保護的對象。透過離岸風力發電開發計畫，大量資金挹注至鯨豚生態調查，使長期資料缺乏的臺灣海峽鯨豚資源得有揭露的機會。此類資料成為近年生態調查的最大宗來源，本計畫使用空間對位 (Georeference) 電子化，整理行政院環保署環境影響評估審查結論¹之環境影響評估書件中的鯨豚目擊紀錄（穿越線調查法）。

這兩大資料類型在入庫時，先不論各筆資料的完整性(如：時間或地點缺失)或合理(如：南投山區)與否，僅呈現資料原始回報時的內容。然依據分析資料目的不同，需再行進一步處理。本團隊依據不同公開資料庫和計畫內容的特性，進行這兩大類資料的標準化篩選處理示範，未來可做為公民科學回報資料推廣或資料回傳教育訓練，以及分析應用時資料預處理流程的依據。

¹ 行政院環保署環境影響評估審查結論：<https://reurl.cc/AkMWAc>

表 3.1.1-1、本期彙整 1998 年至 2024 年 9 月 17 日有效目擊資料來源。

註：「*」代表以縣市界圖層裁切後剩餘的資料筆數。

類別		來源	資料跨度時間	資料筆數	
				原始筆數	出圖筆數*
公民回報資料庫	公民回報資料庫	海洋保育網 (iOcean) 平台	2018/06/07 – 2023/12/06	687	362
		臺灣生物多樣性機構 (TaiBIF)：臺灣花蓮近海賞鯨之鯨豚觀測紀錄	1998/06/13 – 2023/12/30	12486	11578
		iNaturalist 平台及台灣生物多樣性網絡 (TBN) 等	1994/04/01 – 2024/09/17	599	565
		白海豚陸地觀測資料(111 年度臺灣白海豚保育專案管理計畫)	2022	6	2
		110-111 年度白海豚巡護艦隊合作計畫(111 年度臺灣白海豚保育專案管理計畫)	2021/06/22 - 2022/11/24	57	50
		民間回報資料	2005/05/02 – 2024/09/09	203	202
	政府單位資料庫	海洋委員會海巡署網站	2018/06/07 – 2024/08/26	320	277
生態調查成果	政府歷年委託執行報告	111 年度臺灣鯨豚族群調查計畫	2022	111	110
		109-110 年度花東海域鯨豚族群調查計畫	2020-2021	219	219
		108 年度臺灣周邊鯨豚族群調查計畫	2019	14	14
		110-113 年度棉花嶼、花瓶嶼野生動物保護區巡護暨動植物生態調查委託案	2021-2024	43	43
		108-109 年棉花嶼、花瓶嶼野生動物保護區巡護暨動植物生態調查委託案	2019-2020	9	9
		111 年度台灣西部沿海白海豚族群及水下活動監測與分析計畫	2022	14	13

類別	來源	資料跨度時間	資料筆數	
			原始筆數	出圖筆數*
	109-110 年度台灣西部海域白海豚族群生態監測計畫	2020-2021	48	45
	108 年度臺灣西部沿海白海豚族群監測計畫	2019	23	20
	2010-2011 年度宜蘭海域鯨豚生態調查研究	2010-2011	33	33
	110 年度台灣金門海域白海豚族群生態監測計畫	2021	4	3
	98-100 年度金門海域中華白海豚生態調查研究	2009-2011	21	21
	99 年度墾丁國家公園海域哺乳類動物相調查	2010	16	16
	97 年度綠島海域鯨豚動物相調查	2008	32	32
	96 年度馬祖海域鯨豚生態保育調查暨保育志工培訓	2006-2007	10	10
	95 年度馬祖海域鯨豚生態資源調查			
行政院環境保護署環評書件	離岸風力發電計畫之已公開環境影響評估報告書、環境影響差異分析報告等本文或附件資料	2020/11/07 - 2024/09/15	279	279
	永安至通霄第二條海底輸氣管線興建計畫環境影響說明書	2021/06/25 - 2023/06/05	9	9
總計			15243	13912

公民科學部分的資料多數來源為黑潮海洋文教基金會(後稱黑潮基金會)的臺灣花蓮沿海賞鯨活動鯨豚觀測紀錄，其餘來源為 iOcean、iNaturalist 平台及 TBN、海巡署白海豚生態紀錄等。公民科學資料因平台設計、使用者經驗和背景、資料收集目的不同，形式和完整度有較大的落差。本團隊在分析開始前，背景的為確保資料的完整性，規劃標準篩選流程 (請參考圖 3.1.1-1)，確保資料可供重複校正檢驗。處理流程說明如下：

- 原始資料：公民科學回報中 iOcean、Taibif、TBN、iNaturalist、臺灣花蓮近海賞鯨之鯨豚觀測紀錄及海巡署之臺灣白海豚生態紀錄均由其管理網站直接下載所有原始目擊資料。iNaturalist 因為國際公民回報資料庫，因此在提取原始資料時須設定範圍，此資料庫納入台灣區域經度 E117 至 E123°，緯度 N20 至 27° 內的所有目擊資料。生態調查成果部分則分別審視執行報告後將資料匯入。
- 刪除擱淺或死亡目擊：因著重討論活體目擊紀錄，故刪去資料庫中回報為擱淺及死亡目擊資料。
- 刪除非現生物種：如 iOcean 資料庫中的臺灣鯨。
- 刪除座標資訊不完整目擊：若該筆資料無法匯入地理圖資系統彙整將予以刪除。如臺灣花蓮近海賞鯨之鯨豚觀測紀錄含多筆備註陸地目擊而無座標資訊。
- 刪除座標偏離目擊：可能為資料誤植錯誤導致座標偏離至臺灣區域(經度 E117 至 E123°，緯度 N20 至 27°)之外將予以刪除。
- 刪除永久陸地 30 海浬外目擊：偏離台灣海域過大者將予以刪除。

- 刪除內陸離海岸線 5 公里以上目擊：5 公里內陸目擊點位視為誤報將予以刪除。
- 刪除非臺灣地區陸地目擊：因 iNaturalist 納入設定範圍內所有目擊，於金門區域附近有部分目擊點位位於中國陸地範圍內而予以刪除。
- 刪除目擊重複資料：iOcean 初期資料納入海巡署之臺灣白海豚生態紀錄及 108 年度白海豚計畫目擊資料，因此將重複資料進行刪除。
- 刪除縣市界圖層內目擊：因位於內陸回報資料難以追溯是否為陸地觀測、延遲回報或為誤報，為維持資料庫處理流程一致性，因此統一使用縣市界圖層將內陸回報資料進行刪除。

本計畫公民科學及生態調查成果原始資料筆數共有 15243 筆回報資料，完成標準篩選檢查後，整體資料入庫筆數 13912 筆 (表 3.1.1-1)。為確保資料的完整性，符合以上入庫標準流程的資料將予以保留，並同時分析彙整完成後資料庫中可能出現的特殊回報狀況。在後續分析階段，建議根據具體的分析目標和方法，對資料進行適當的評估與清理。情況如下：

- 群體回報的重複性：部分目擊者將同一群次鯨豚中的個體分別回報，或不同目擊者回報了同一群鯨豚，導致資料在時間和地點上顯示極為相近的記錄。此類情況可能需進一步確認，避免重複計數。
- 影像證據不足：公民回報資料庫中有些回報缺乏相片或影像，無法進行鯨豚物種的重複確認，可能影響數據的可信度。
- 回報位置特性：因縣市界圖層輪廓並非完整與海岸線重疊，資料庫含部分港口、沙洲或堤防位於圖層外之目擊，審視回報詳細資訊，推測部分目擊可能為陸地觀察結果或其他非海上目擊者的資料。

- 港內目擊情況：在港內的鯨豚目擊事件可能為鯨豚迷航，或是在賞鯨船返航後才進行的延遲回報，需要進一步核實以排除數據異常。

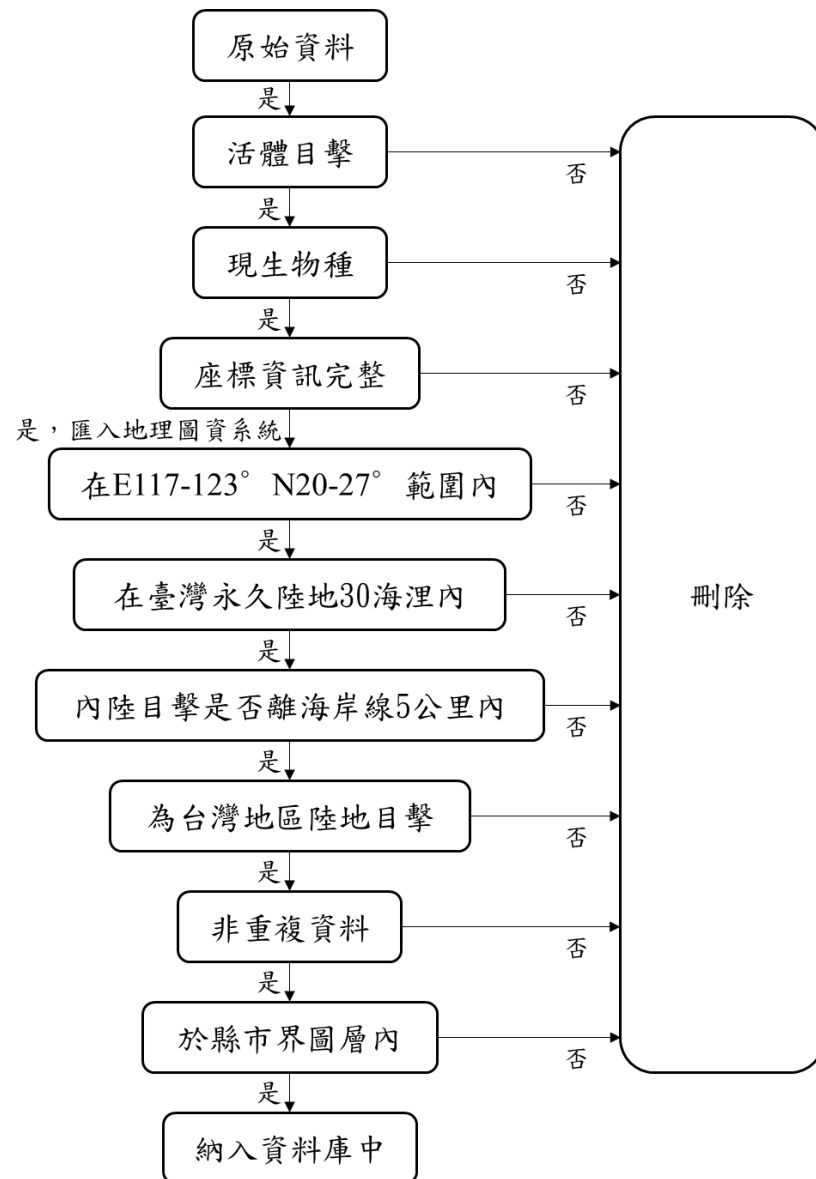


圖 3.1.1-1、公民回報資料的入庫標準流程。

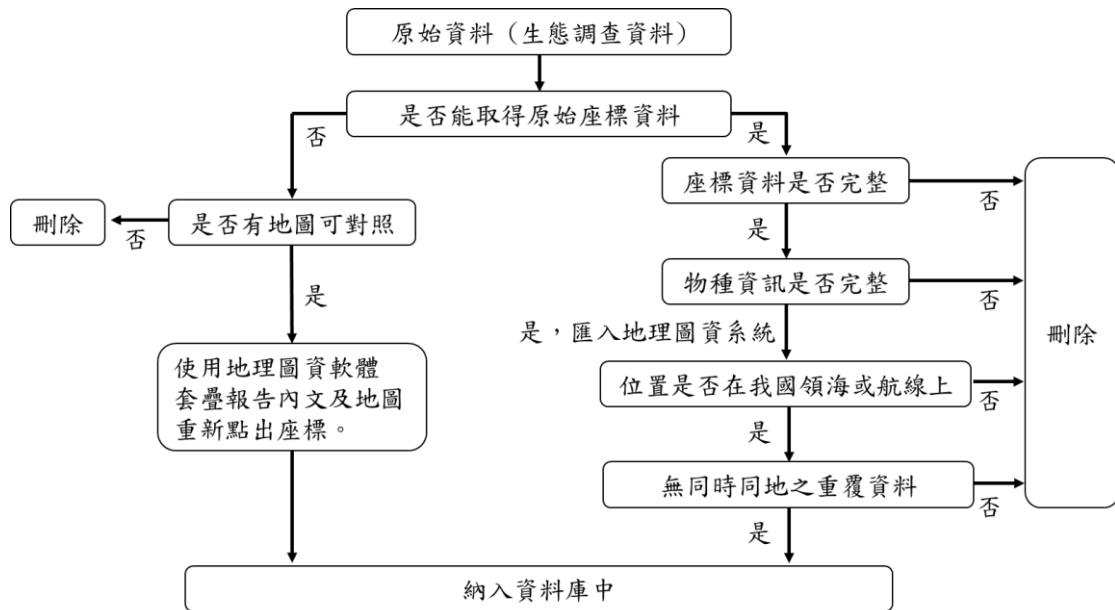


圖 3.1.1-2、生態調查資料的入庫標準流程。

(2) 目擊資料視覺化呈現與討論

以東經 117 至 123 度、北緯 20 至 27 度為範圍進行標準網格(5*5 公里)繪製，則本計畫採納分析之鯨豚目擊資料涵蓋之網格約佔整體 2.44% (n=485 個網格，約 12125 平方公里)，且各海域有明顯差異(如圖 3.1.1-3)。分布密度以花蓮港海域最高，與民間單位(黑潮基金會)提供之大量賞鯨船公民回報有關，覆蓋範圍在各縣市有明顯差異，新北市、臺南市、高雄市、屏東縣、臺東縣海域的鯨豚目擊資料較其他縣市相對缺少。由於整體調查背景的不足，數據密集區域僅能代表資料回報者較常拜訪和觀察的頻率，而非真實的鯨豚空間分布現況。其他地區仍可能有較高的生物密度，但因調查次數不足或未曾拜訪，導致資料顯得稀疏或空白，須謹慎注意資料詮釋和應用過程可能發生的偏誤。

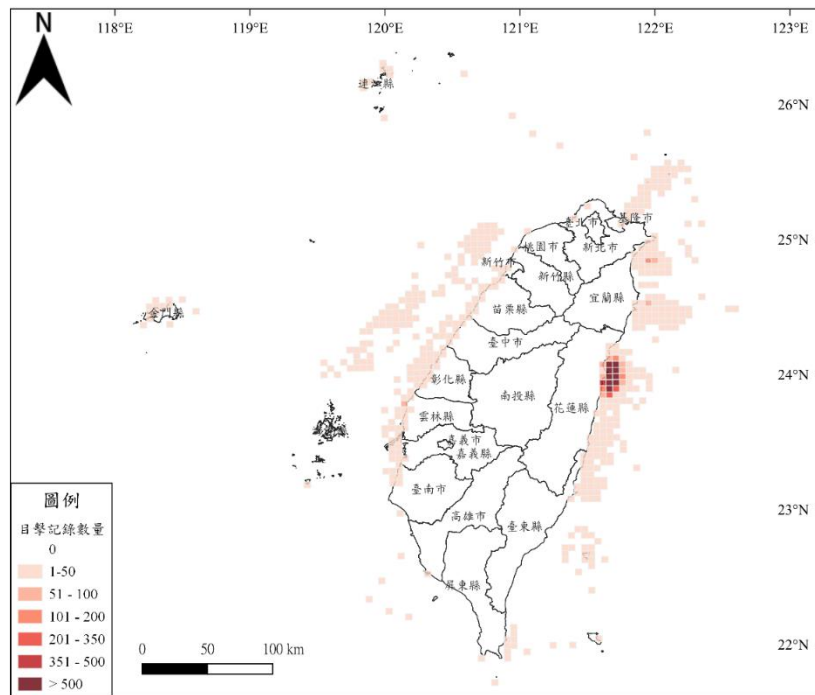


圖 3.1.1-3、本期彙整之台灣周邊海域鯨豚目擊點位密度圖 (5x5 公里網格)。

本計畫的目擊點資料詮釋受限於缺乏努力量校正、部分資料缺失以及資料取得難度等因素。然而，通過觀察歷年資料覆蓋區域的變動趨勢，我們仍能識別鯨豚分布的變化模式，並為未來的調查設計和資料庫建置提供參考。根據鯨豚目擊數和區域覆蓋範圍百分比的變化，將趨勢劃分為三個時期(圖 3.1.1-4)。

A. 2006 年之前

目擊資料主要來自黑潮文教基金會的回報。該時期各時間區段的目擊點網格覆蓋百分比較低，且集中分布於少數區域，累計網格覆蓋百分比未見顯著增長。這表明當時資料覆蓋的區域有限，與系統性調查資源有限的背景相關，未能反映鯨豚分布的全貌。

B. 2007 年至 2015 年

隨著其他海域的系統性調查加入，覆蓋範圍有所擴展。此時期累計網格覆蓋百分比顯著增加，顯示出鯨豚調查範圍的緩慢拓增。此時期政府委託或學術研究為導向的調查資料開始增加，然受限於資料的可取得性，有相當數量的目擊筆數無法取得。此外，根據可取得的公開報告，不同調查計畫的方法學(例如：航線規劃)略有差異，但若取得原始資料(如：完整的目擊資訊和調查有效軌跡等)，仍可呈現部分地區的鯨豚資源空間分布。

C. 2016 年之後

目擊次數、區間內網格覆蓋百分比和累計網格覆蓋百分比均呈顯著增長，表明空間覆蓋範圍的顯著擴展。這與離岸風電環境影響評估、政府委託的研究以及公民科學回報的增多密切相關。此時期除了延續有存在大量未取得目擊資料的挑戰外，在區域高度重疊的離岸風場報告中，亦發現同地區同時期但不同調查團隊的鯨豚有效目擊群次、物種組成出現顯著落差的情形。不排除有航線設計不一致、調查團隊經驗落差等因素所致。標準化調查方法規範、提升不同調查團隊的品質、跨部門調查資源協作(避免調查過度集中特定區、忽略其他海域)和倉儲資料交流等逐步改進的重要性，是現行最關鍵的挑戰。

有效蒐集鯨豚生態和分布的基礎數據，是各類管理策略、保護區劃設以及行動計畫前期的關鍵工作。回顧本計畫中採用的研究型生態調查和公民科學回報兩大類數據來源，建議依各自特性來進行資料品質提升。

鯨豚公民回報資料中經常出現遺漏(如缺少照片)或經緯度誤植的情況。部分資料透過訪談方式收集並由本團隊登錄於公平科學平台，但主觀描述往往多於客觀紀錄。例如，有回報者提到本年度在海域中頻繁目擊大群或過往罕見的鯨豚，但卻缺

乏具體的鯨豚數量、目擊時間、地點及可供比較的歷年數據。有些回報者主觀認為鯨豚數量增加，但經對比過去的紀錄後，這可能是因新海域的主觀印象所致，而非實際數量增加。為提高未來公民回報資料的準確性，建議建立標準化的報告流程，並提供指導手冊與教育訓練。通報平台可進一步簡化，如使用大眾熟悉的通訊軟體，並鼓勵通報者提供照片或影片等視覺資料，以提升數據的可靠性和客觀性。

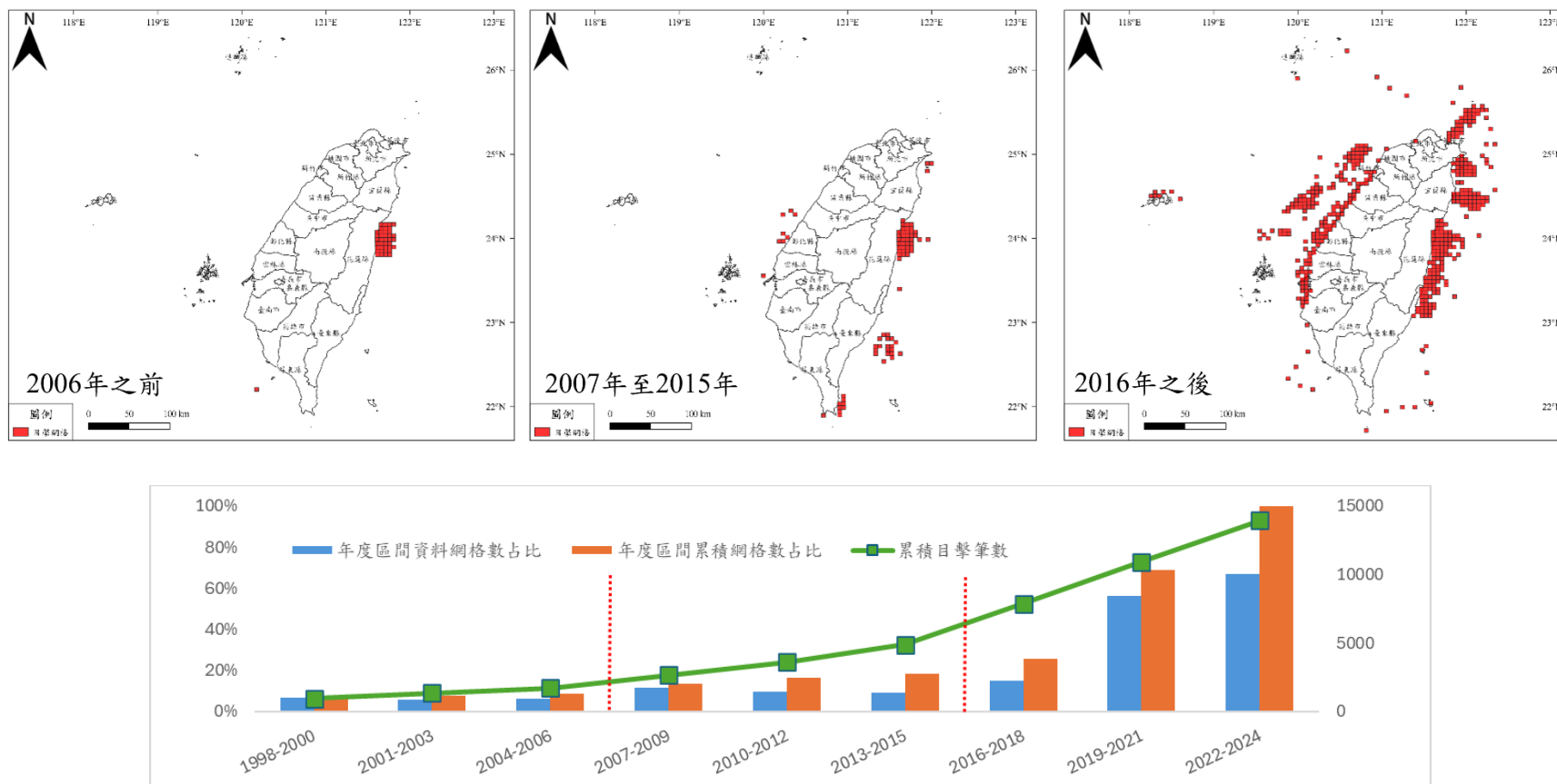


圖 3.1.1-4、本團隊採用之鯨豚歷年累積目擊數，與其覆蓋之標準網格(5*5 公里)數佔領海 24 海浬區域網格數的百分比變化。

註：藍色長條圖代表每個時間區間內的目擊數據覆蓋的網格數，佔所有網格的百分比，為當年度目擊數據在空間上的分布範圍。橘色部分則顯示累計網格覆蓋百分比，增長趨勢反映整體空間覆蓋的擴展程度。

研究和專業型調查資料部分，早期以學術單位特定研究主題為主，方法學多援引國際經驗並依實務經驗調整；近年大量的環評案件則直到環境部主責之「海洋生態評估技術規範草案」才有相對詳細的說明。然兩者在後續的資料倉儲、跨部會交流、穩定且一致的品管檢核等較無著墨，進而引發後續議題和挑戰。

I. 提升跨部會協作，避免調查資源出現時空嚴重分布不均之困境。

鯨豚調查成本高昂，若能取得完整的原始數據並建立良好的跨部會交流機制，可提升分析結果並將經費有效分配於整體海域。以標準網格初步分析我國歷年可取得或數位化的鯨豚航線分布資料(非實際有效調查航跡)(圖 3.1.1-5)，結果顯示，調查能量高度集中於離岸風電開發區，部分競爭激烈的區域甚至出現過度重疊，顯示資源分配有改善空間。建議主管機關未來能積極協調各目的事業主管機關及相關單位，在重複頻度較高區域改以規費繳納方式，增加調查能量在時空分配上的彈性。

此外，積極落實環資部主責的「海洋生態評估技術規範草案」以及海委會的「海洋科學研究許可辦法」等法律規範，可為跨部會合作提供法律框架參考。英國根據《棲地指令》第 11 條的經驗，其成員必須每六年合作彙整其海域鯨豚狀況，通過自然範圍、種群大小和棲地變化三大變數提供物種豐度和分布趨勢，提報該國海域所有鯨豚監測報告，以評估其保育現況與維護良好的保護狀態（Anderwald et al., 2007）。此項任務由英國聯合自然保育委員會(Joint Nature Conservation Committee, JNCC)JNCC 主導、委託專家執行，第三版本已 2017 年公開，超過 20 個以上的組織參與資料收集和分析協助。報告內容包含：資料分析標準化流程和建議，目標鯨豚物種的空間分布趨勢，以及大眾應用和詮釋時的注意事項。該指令一項重要成果，即是產出開發商廣

泛參考的「西北歐水域鯨類分布圖集(Atlas of cetacean distribution in north-west European waters, Atlas)」(圖 3.1.1-6) (Reid et al., 2003), 值得我國效法。

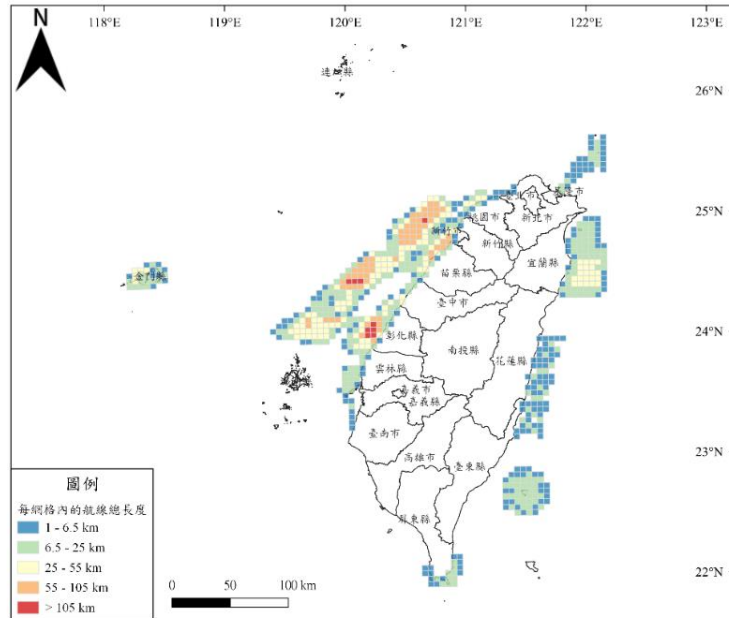


圖 3.1.1-5、本計畫歷年可取得或數位化之鯨豚航線分布標準網格(5*5 公里)累積長度(公里)分布圖。

註：因缺乏各計畫調查努力量資料，故僅以調查航線代表已被調查的區域，不代表調查量的多寡。

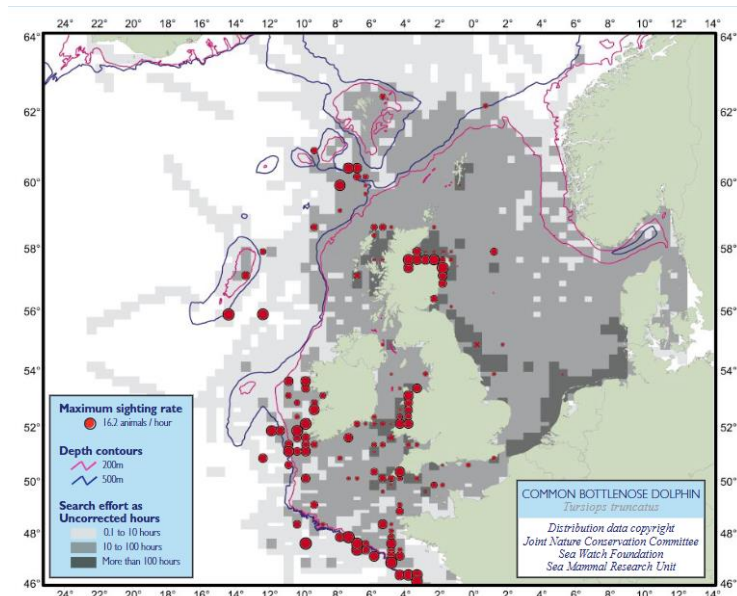


圖 3.1.1-6、英國西北歐水域鯨類分布圖集。真瓶鼻海豚的調查努力量(小時，灰色方塊)和最高標準化目擊率(每小時鯨豚個體數)分布圖。

II. 借鑒國際經驗，改善跨團隊資料品質落差，以利主管機關掌握鯨豚現況。

根據黃等 (2018) 的分析，JCP 資料庫的提供者從 2007 年的 36 個增至 2016 年的 65 個(表 3.1.1-2)，但數據品質與時空覆蓋不均仍影響敏感物種的精細尺度評估，增加了評估風險。尤其缺乏標準穿越線調查和時空覆蓋，使得即使累計資料量增加，也只能偵測劇烈變動(如：族群 12 年內超過 50% 變化)，難以提供預警訊號。因此，後續報告建議主管機關增加系統性穿越線調查並提升專業調查員比例，以校正發現率並確保資料提供者配合執行(尤其是受法規規範的開發商)(Paxton et al., 2016; Thomas, 2009)，此措施值得我國參考。

我國離岸風電鯨豚調查航線以船隻系統性穿越線調查為主，資料多由生態調查團隊或公司收集。跨區整合和適當校正後，理應能支持大範圍鯨豚分布趨勢的評估，但實際上不同團隊的航線規劃和目擊率差異顯著，報告中亦缺乏調查航跡和環境因子等關鍵原始資料，影響分析的準確性。部分案件數據缺失是一大挑戰，需在

系統建置和資料完整性上持續改善。以本計畫為例，若資料完整度高，則在視覺化空間分布上，各區域資料整合後顯示出西岸鯨豚多樣且連續的帶狀分布(圖 3.1.1-7)；時間資料則可顯示季節性 (圖 3.1.1-8) 和年度差異，並應用至進階的鯨豚分布趨勢的研究基礎。

表 3.1.1-2、至 2016 年止英國 Joint Cetacean Protocol(JCP)資料庫之提供者數量(引用自黃等 (2018))。

類別	非營利或 保育組織	顧問公司	再生能源 產業	學術單位	其他	船務公司	生態旅遊 公司
數量	27	10	9	6	6	3	1

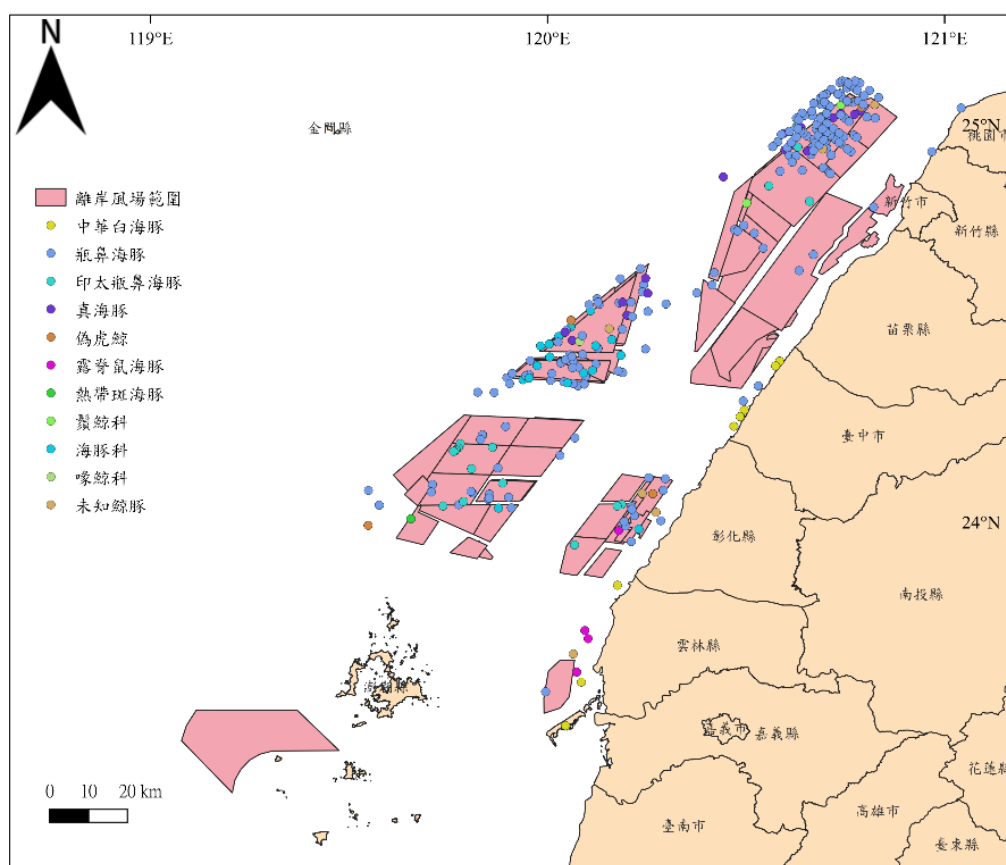


圖 3.1.1-7、本計畫分析之離岸風電鯨豚調查目擊點之分布圖。

註：因資料取得問題，部分場域(粉紅色)有調查規劃，但未能呈現目擊點資料。

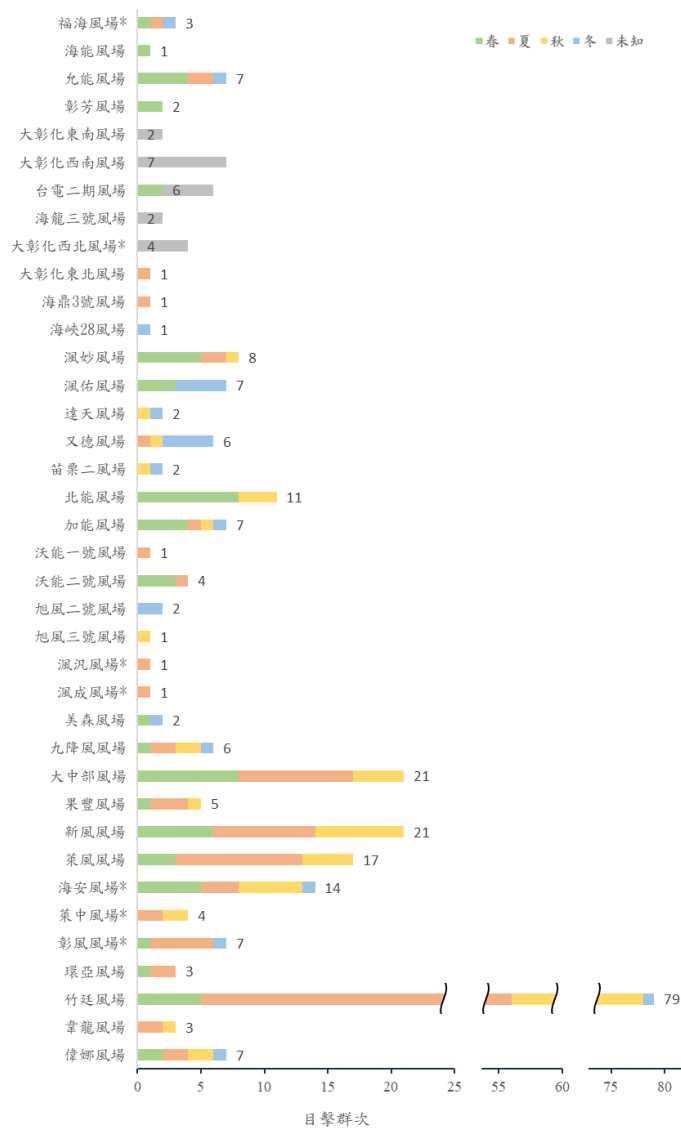


圖 3.1.1-8、本計畫分析之離岸風場鯨豚調查各季節目擊資料彙整比較圖。

註：因資料取得問題，缺少部分案件或有案件資料但目擊點資料明顯缺失。

(3) 鯨豚擱淺資料彙整

本計畫由 MUM 資料庫取得擱淺事件資料紀錄，係由海洋保育署建置的鯨豚擱淺事件資料庫，內容涵蓋 1994 年 1 月 12 日起所有的鯨豚擱淺事件數（以通報案件計算，同案件多隻鯨豚擱淺仍視為一案）。其來源包含：海保署成立前的鯨豚擱淺資料庫 (Taiwan Cetacean Stranding Network, TCSN)，和 2019 年海洋保育署成立後

的事件回報紀錄。延續歷年計畫所彙整之紀錄，本期進一步新增 2024 年 05 月 01 日至 2024 年 10 月 04 日之 38 筆資料，最終共計 38 筆作為有效資料納入本計畫分析當中。此外本計畫持續檢視已處理之事件資料，根據事件紀錄及座標位置比對事件描述，歸納目前資料中存在的資訊不足及不一致情況。

- 時間與地點相同但資料不一致：部分資料顯示相同的時間與地點，但其中個體狀態或性別等欄位不同。由於這些資料是分開回報的，無法明確判定是資料輸入的錯誤或是集體擱淺事件。為確保資料的完整性，本計畫僅刪除那些所有欄位完全相同的重複資料。若有任一欄位資訊存在差異，該筆資料仍將予以保留。
- 回報事件標準不統一：擱淺回報中存在以案件為單位或以個體為單位的記錄。母子對擱淺的情況在原始資料中將其分開回報，並未納入集體擱淺事件中。

若有上述第一點情況發生，由於資訊不足，無法明確判定是否為集體擱淺事件。為確保數據的完整性，所有符合入庫標準的資料將予以保留。

資料處理依據包含：鯨豚目擊資料之資料庫標準欄位定義段落之建議，和標準入庫流程（請參考圖 3.1.1-9），詳細說明如下：

- 江豚（露脊鼠海豚）資料更名為「新鼠海豚屬(*Genus Neophocaena*)」（仍保留原欄位及所有資訊）。
- 將瓶鼻海豚及印太瓶鼻海豚資料合併(寬吻海豚屬)。
- 刪除座標資訊不完整及座標偏移者 4 筆。
- 刪除根據事件紀錄及座標位置比對後座標偏移事件描述 2 筆及因為集體擱淺之重覆紀錄 51 筆。

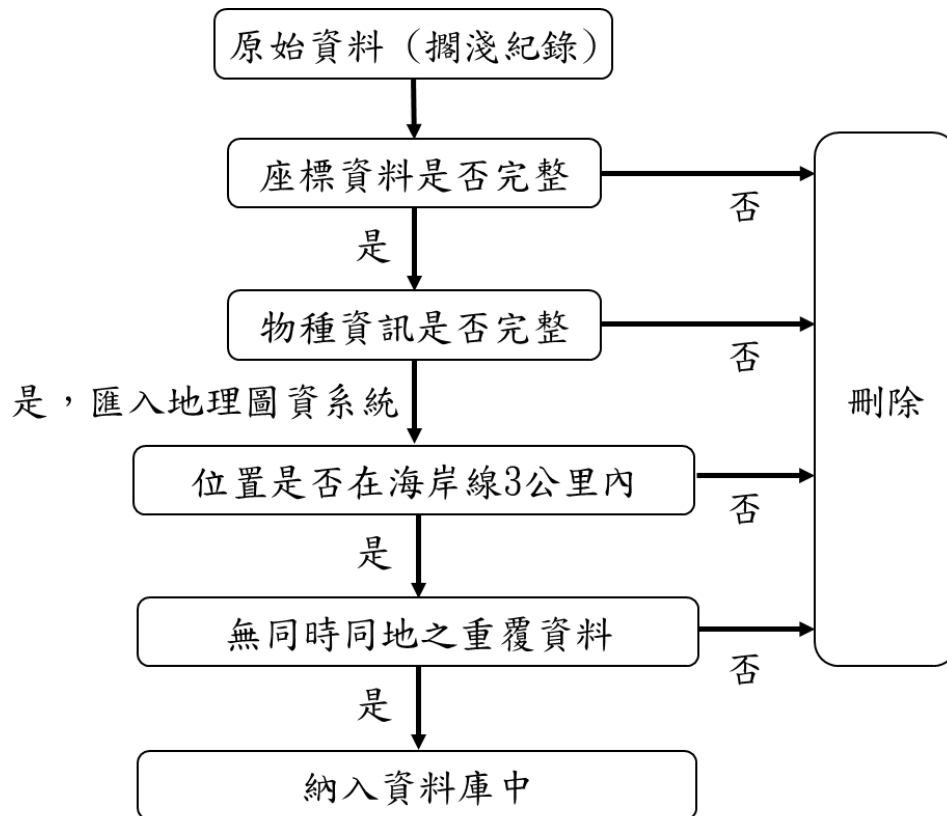


圖 3.1.1-9、鯨豚擱淺資料的入庫標準流程。

本期依循前述流程篩選各物種有效資料，彙整 2024 年 05 月 01 日至 2024 年 10 月 04 日共計 38 筆，本期累積總有效筆數為 1791 筆（表 3.1.1-3），物種比例組成如圖 3.1.1-10。以新鼠海豚屬最多（403 筆，佔比 23%），其次為寬吻海豚屬（284 筆，佔比 16%）。此外臺灣本島及澎湖縣、金門縣、連江縣鯨豚擱淺點位，以 5x5 公里計算全域有擱淺紀錄的網格，經截至本期最新資料累積網格為母數（網格數：289）（圖 3.1.1-16）計算歷年擱淺網格佔比趨勢圖顯示於 2018 年後痊癒擱淺資料展比穩定高於 25%。考量到通報系統在 2018 年主管單位移交後之品質和量能更趨成熟和比較歷年擱淺網格佔比趨勢，以下採用 2018-2024 年資料進行擱淺事件與季節、盛行風向的趨勢探討。

表 3.1.1-3、彙整 1994 年至 2024 年 10 月 04 日鯨豚擱淺紀錄之物種數量、各物種新增總資料筆數、無效資料筆數及校正後有效筆數之數量。

編號	科/屬名	中文俗名	學名	累計事件數	
				本期新增筆數	總有效筆數
1	鬚鯨科	小鬚鯨	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	0	6
2		布氏鯨	<i>Balaenoptera brydei</i>	0	3
3		藍鯨	<i>Balaenoptera musculus</i>	0	1
4		大村鯨	<i>Balaenoptera omurai</i>	0	10
5		大翅鯨	<i>Megaptera novaeangliae</i>	0	2
6	抹香鯨科	抹香鯨	<i>Physeter macrocephalus</i>	1	24
7	小抹香鯨屬	小抹香鯨	<i>Kogia breviceps</i>	2	76
8		侏儒抹香鯨	<i>Kogia sima</i>	5	115
9	喙鯨科	柏氏中喙鯨	<i>Mesoplodon densirostris</i>	0	23
10		銀杏齒中喙鯨	<i>Mesoplodon ginkgodens</i>	0	17
11		柯氏喙鯨	<i>Ziphius cavirostris</i>	0	21
12		朗氏喙鯨	<i>Indopacetus pacificus</i>	0	3
13	海豚亞科	長吻真海豚	<i>Delphinus capensis</i>	0	16
14		真海豚	Common dolphin (<i>Delphinus</i> spp.)	0	19
15		小虎鯨	<i>Feresa attenuata</i>	0	78
16		短肢领航鯨	<i>Globicephala macrorhynchus</i>	3	33
17		瑞氏海豚	<i>Grampus griseus</i>	1	87

編號	科/屬名	中文俗名	學名	累計事件數	
				本期新增筆數	總有效筆數
18		弗氏海豚	<i>Lagenodelphis hosei</i>	0	127
19		瓜頭鯨	<i>Peponocephala electra</i>	1	14
20		偽虎鯨	<i>Pseudorca crassidens</i>	0	27
21		中華白海豚	<i>Sousa chinensis</i>	0	28
22		熱帶斑海豚	<i>Stenella attenuata</i>	3	79
23		條紋海豚	<i>Stenella coeruleoalba</i>	0	15
24		長吻飛旋海豚	<i>Stenella longirostris</i>	0	29
25		糙齒海豚	<i>Steno bredanensis</i>	1	59
26		瓶鼻海豚	<i>Tursiops</i> spp.	3	222
27		印太瓶鼻海豚	<i>Tursiops aduncus</i>	2	62
28	新鼠海豚屬	露脊鼠海豚(江豚)	<i>Neophocaena</i> spp.	14	403
29	無法辨認、非鯨豚或資料缺失			2	192
總計				38	1791

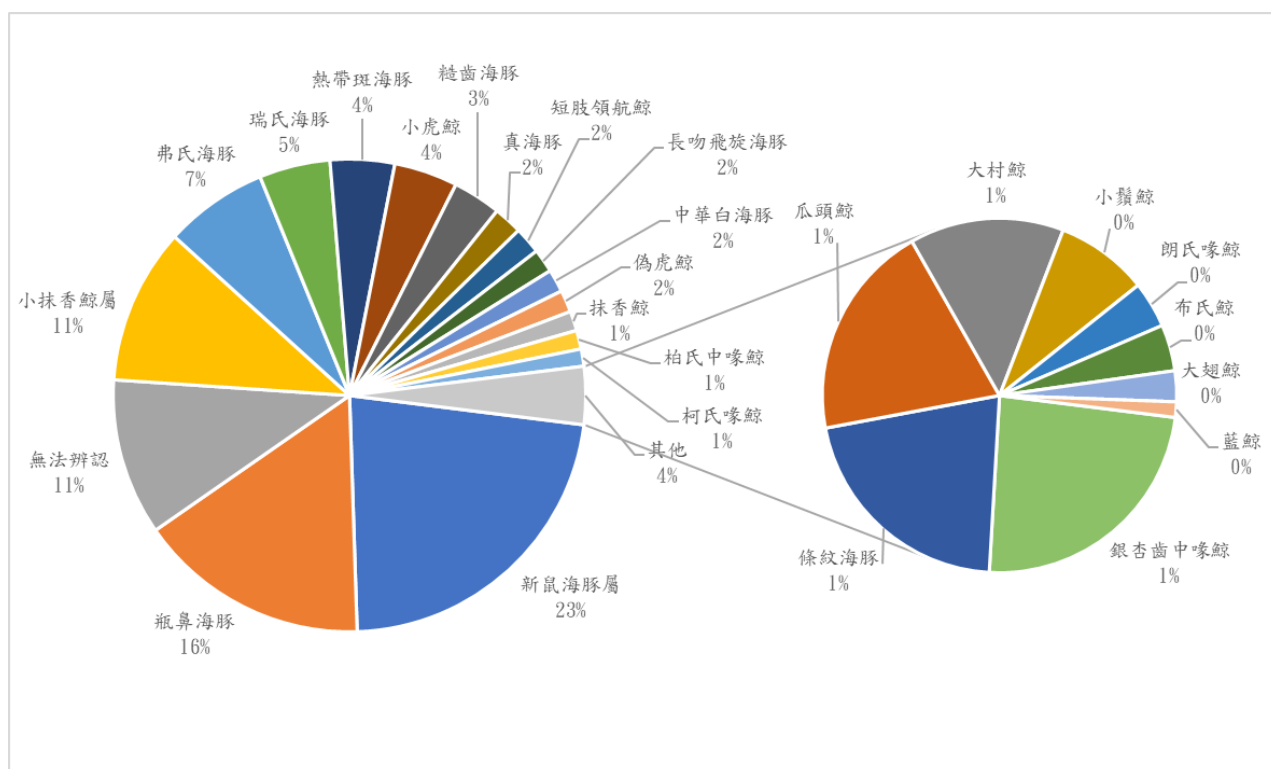


圖 3.1.1-10、1994-2024 有效擱淺紀錄(1791 筆)物種組成比例。

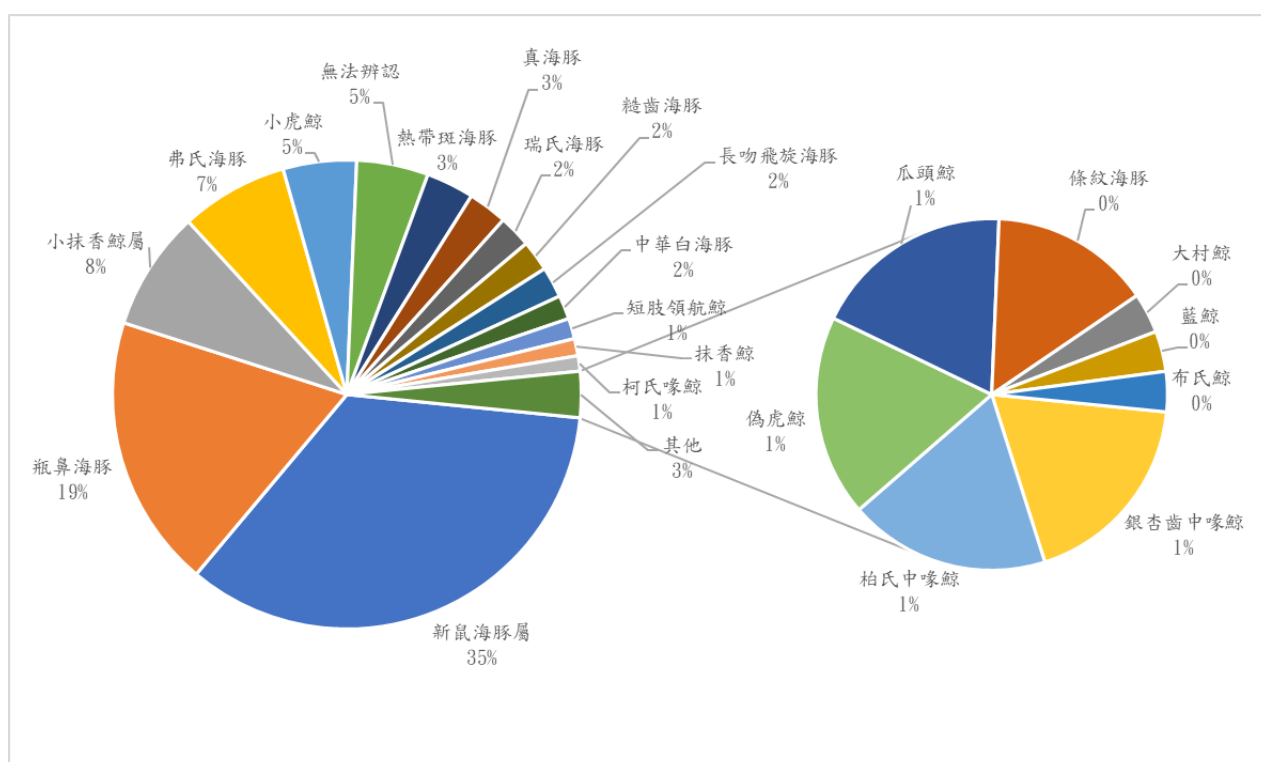


圖 3.1.1-11、2018-2024 有效擱淺紀錄(筆)物種組成比例。

以臺灣本島以地理中心(虎頭山:23.97565°N, 120.9738819°E)為基準進行八方位分區：東(E)、東北(NE)、北(N)、西北(NW)、西(W)、西南(SW)、南(S)、東南(SE)，西部離島以島嶼邊界算出中心進行分區，其中金門分為大金門及烈嶼，馬祖分為北竿、南竿、東引、東莒、西莒的區劃法歸納和討論，初步有潛在季節、盛行風向之潛在趨勢(圖 3.1.1-12 至圖 3.1.1-15)，說明如下：

- 以季節做比較，所有區域在春季及冬季的擱淺事件數量明顯較夏季及秋季高。
- 以各方位擱淺事件比例來看：
 - 臺灣本島全年於北方、東北方皆有高比例擱淺事件發生，且須注意於春季及夏季南方及西南方會有顯著的擱淺比例提升。本期新增之臺灣本島 2024 年 5-10 月夏季及秋季案件中，大多案件皆發生於東北方，夏季新增案件含南方及西南方區域，秋季皆為北方、東北方擱淺案件。
 - 澎湖縣擱淺事件多聚集於東方、東北方及北方。
 - 西方離島部分，金門縣於東方、東北方有較大比例擱淺事件發生，而連江縣除東方及東北方，西方及西北方也有一定比例的擱淺案件。本期新增之西方離島 2024 年 5-10 月夏季及秋季案件中，大多發生於連江縣西方及西北方。

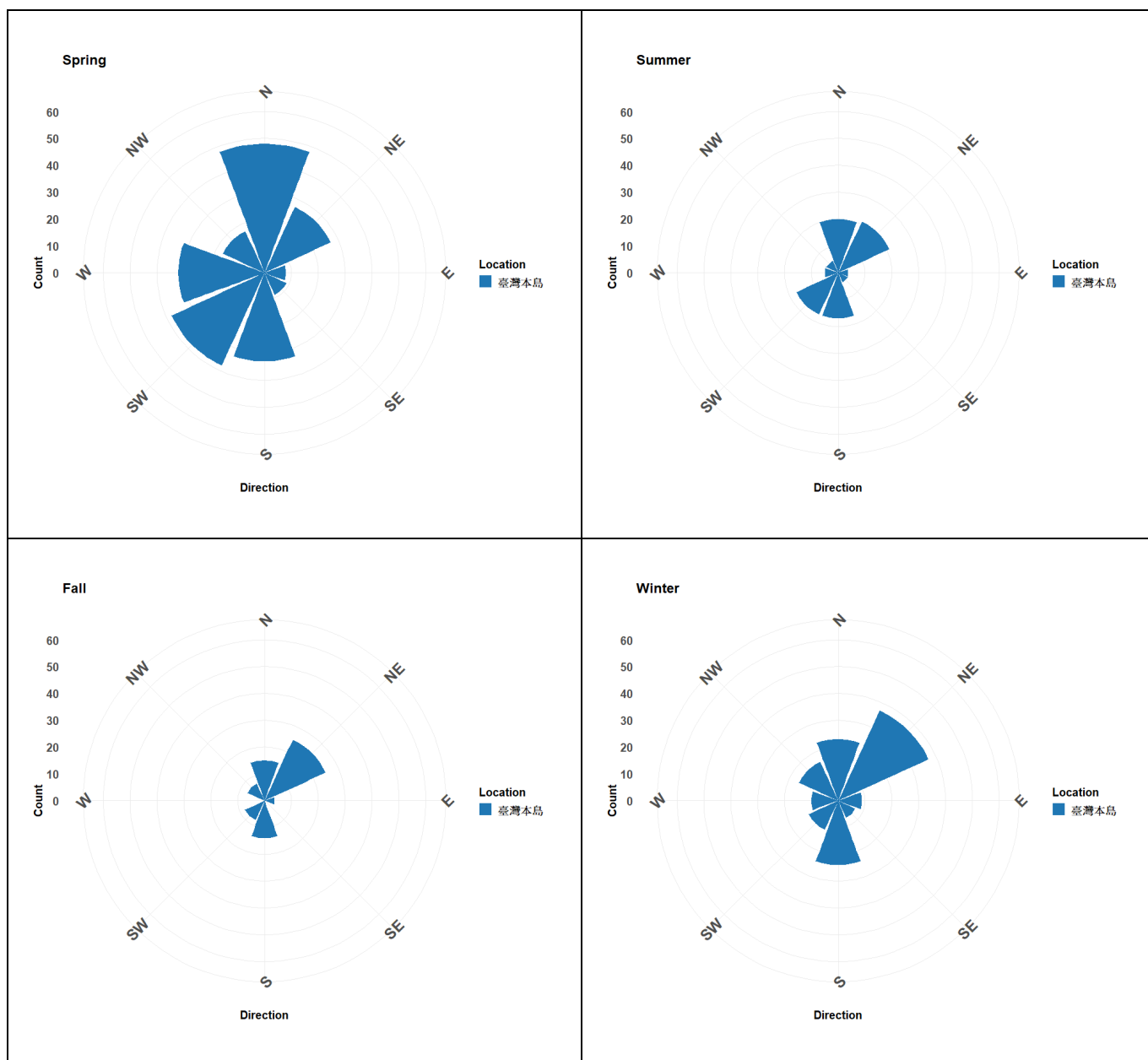


圖 3.1.1-12、臺灣本島八方位季節擱淺數量玫瑰圖。春季(左上)、夏季(右上)、秋季(左下)、冬季(右下)。

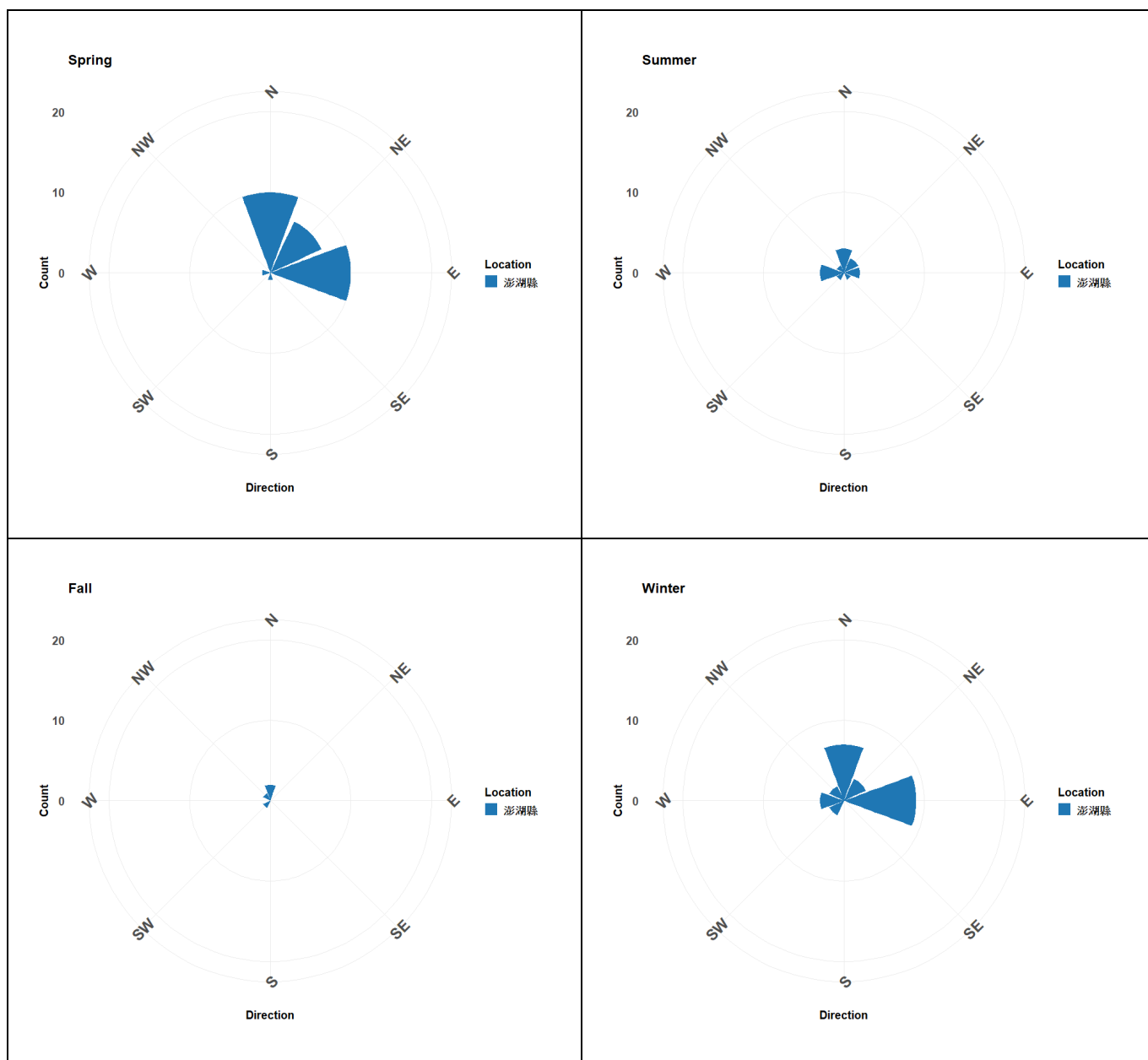


圖 3.1.1-13、澎湖縣八方位季節擱淺數量玫瑰圖。春季(左上)、夏季(右上)、秋季(左下)、冬季(右下)。

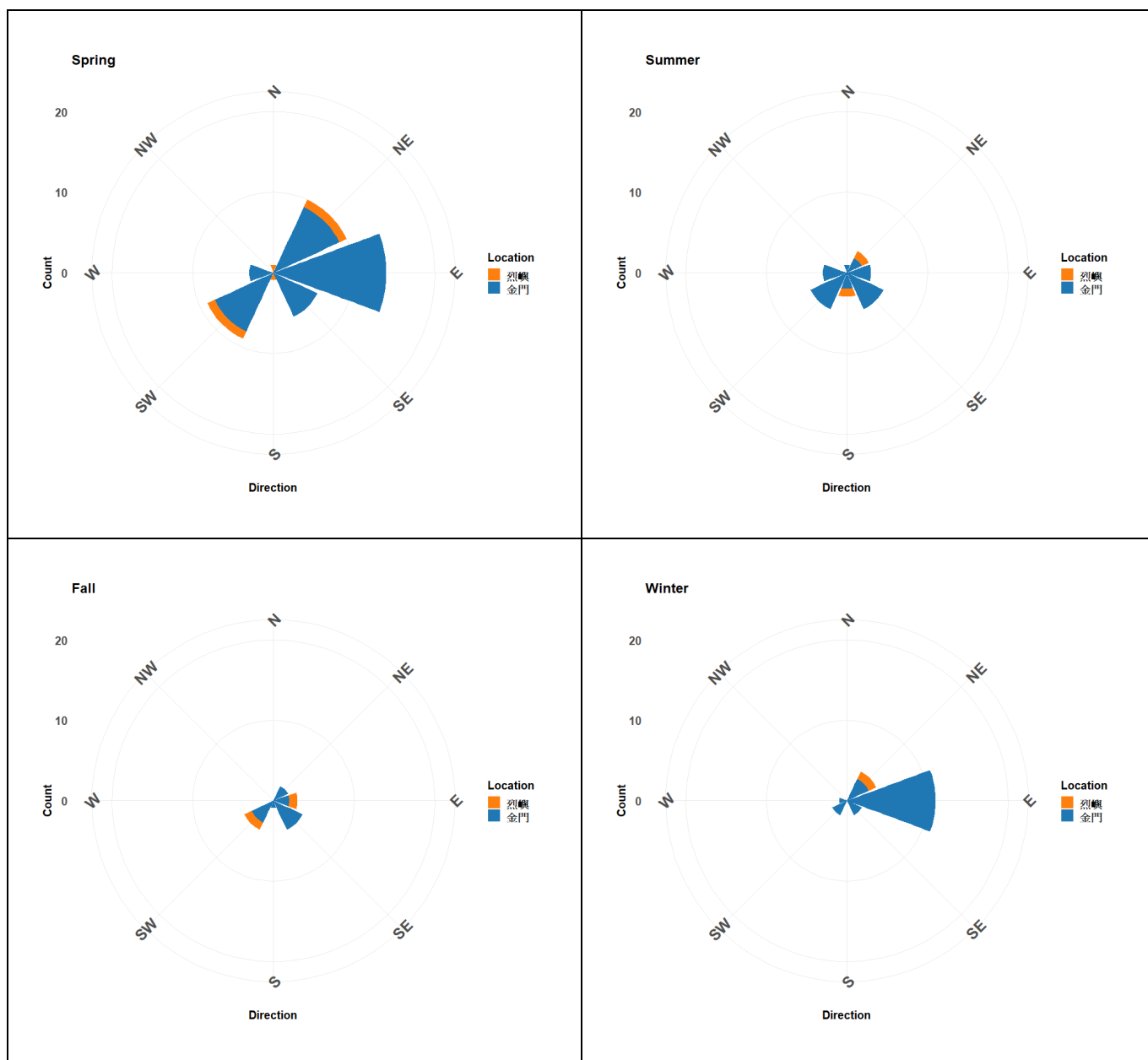


圖 3.1.1-14、金門縣(大金門及烈嶼)八方位季節擱淺數量玫瑰圖。春季(左上)、夏季(右上)、秋季(左下)、冬季(右下)。

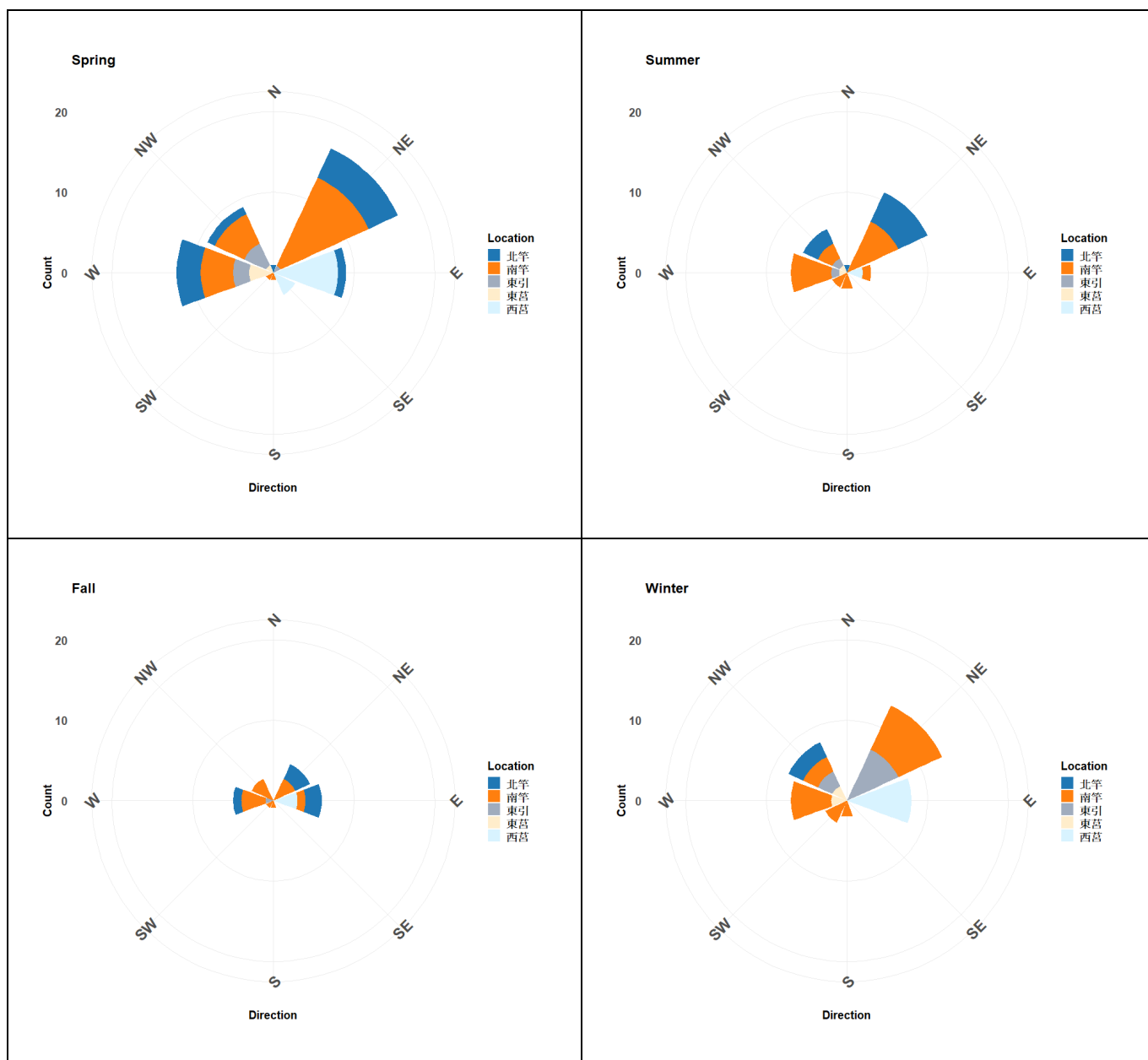


圖 3.1.1-15、連江縣(南竿、北竿、東引、東莒、西莒)八方位季節擱淺數量玫瑰圖。春季(左上)、夏季(右上)、秋季(左下)、冬季(右下)。

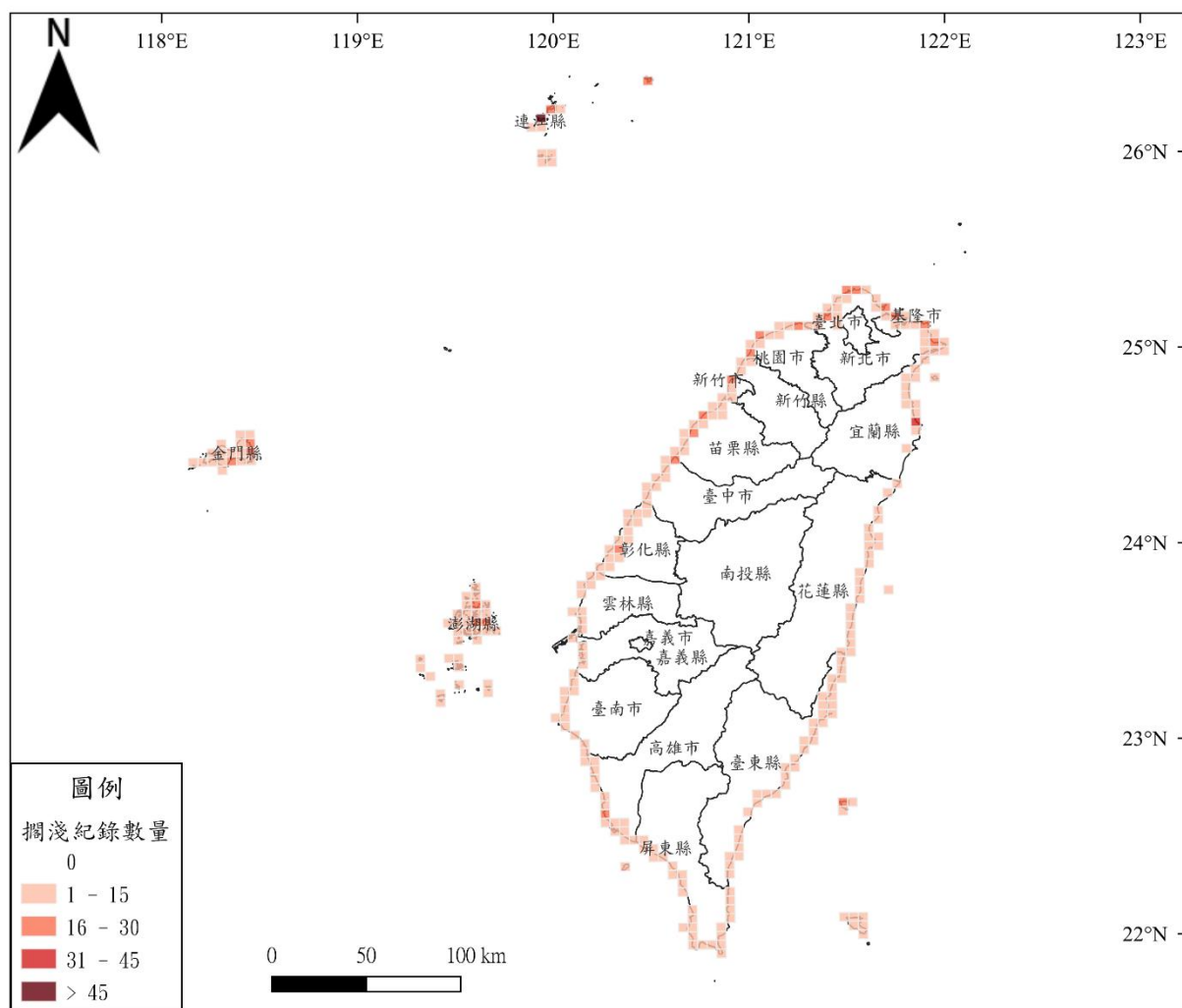


圖 3.1.1-16、本計畫彙整截至 2024 年之臺灣累積擱淺點位網格圖 (5x5 公里網格)。

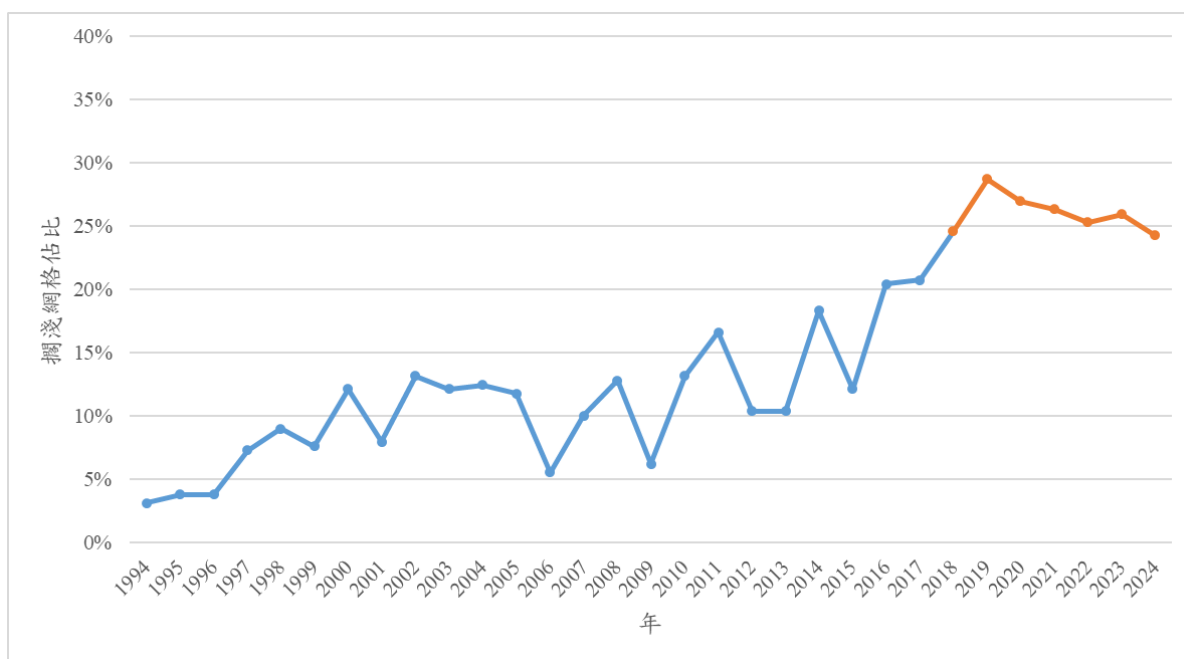


圖 3.1.1-17、本計畫彙整截至 2024 年之臺灣累積擱淺點位網格圖 (5x5 公里網格)的歷年擱淺網格佔比趨勢圖。

(4) 鯨豚資料庫標準欄位定義建議

資料內容、結構和欄位定義等重要格式，常因資料收集者或各資料庫既有規範而異。本計畫彙整資料活體目擊與擱淺資料過程，發現常見物種使用名稱不一致的問題。鯨豚物種的分類和命名，近年隨著形態學和分子生物學的研究成果不斷累積，鯨豚的分類群可能有被調整或判定為同物異名 (synonym) 的情形，不同國際組織也可能因為採用的物種學名不同而有提供的物種名錄差異(表 3.1.1-4)。

近年來因離岸風電等各類海洋開發案件，鯨豚資料累積明顯提升，為確保大量資料（例如：擱淺紀錄、海上目擊資訊等）整合的一致性，本團隊建議進行以下調整：

- 保留既有「物種名」並新增「物種中文俗名」欄位。此欄僅在客觀證據可精確鑑種前提，使用下拉選單方式填寫；如無法鑑種則此欄空白。標準化(減少錯別字和同物異名)的同時，也利於彙整不同時期和調查形式的資料。
- 新增「分類群」作為實務操作時使用。此欄位填寫該筆鯨豚紀錄可辨識的科學分類層級(最差分類為齒鯨或鬚鯨亞目；最佳為種名)，為必填寫、不可空白之欄位。後續段落會以露脊鼠海豚、瓶鼻海豚、真海豚和小抹香鯨屬等四個不易鑑種的鯨豚類群，進行討論和範例說明。
- 新增「科學學名(拉丁文)」欄位，此欄位為使用者填寫「物種中文俗名」後，自動帶入之資訊(由主管單位參考國際研究現況進行名錄維護)。提供參考同時，使用者亦可向管理單位提交該物種是否有學名變更之虞。

表 3.1.1-4、各國際組織於鯨豚物種名錄整理之業務。

組織名稱 (中文)	組織名稱 (英文)	物種名錄整理相關業務
國際自然保護聯盟	International Union for Conservation of Nature (IUCN)	主要參與評估和監測物種的保育狀態，但不直接參與物種命名，而是引用經研究認證之物種分類，進行相關的評估，例如：瀕危物種紅色名錄。
世界海洋物種目錄	World Register of Marine Species (WoRMS)	在海洋物種名錄建置扮演重要角色，蒐羅資訊相對全面且具參考性，目的在於確保物種名與科學命名規範一致。

組織名稱 (中文)	組織名稱 (英文)	物種名錄整理相關業務
國際捕鯨 委員會	International Whaling Commission (IWC)	專注於鯨豚的管理和保育策略，其監測和保育工作中會使用物種分類，但不直接參與物種分類和命名。
海洋哺乳 動物學會	Society for Marine Mammalogy(SMM)	海洋哺乳動物學會的分類委員會(Taxonomy Committee)為常設委員會之一，其任務是及時掌握世界各地海洋哺乳動物的分類學，確立標準的分類和命名，並更新海洋哺乳動物物種和亞種名錄，在海洋哺乳動物學領域具重要影響力。

分類群的變動、學名的採用也會影響鯨豚物種數量的計算。根據台灣歷年有紀錄的 33 種鯨豚物種 (包含列入 CITES 的灰鯨)(余等, 2021; 研海, 2022b)中，露脊鼠海豚、瓶鼻海豚、真海豚和小抹香鯨屬、布氏鯨是最常出現分類填寫不一致的五個類群，以下分述各類群分類學的常見問題。

A. 露脊鼠海豚

臺灣周圍海域的露脊鼠海豚 (又稱「江豚」) 在過去被認為屬於鼠海豚科 (Phocoenidae) 分類群之下的一個單型屬 (monotypic genera)，於新鼠海豚屬 (*Neophocaena*) 中僅有一種物種露脊鼠海豚 (*Neophocaena phocaenoides*)，並以外觀型態(type)區分在臺灣海峽共域(sympatric)的兩個亞型或可能是亞種 (subspecies)，分別為印太露脊鼠海豚 (*Neophocaena phocaenoides phocaenoides*) 和東溟露脊鼠海豚 (*N. p. sunameri*)，並且將另一種長江江豚 (*N. p. asiaeorientalis*) 視為第三種、屬於淡水棲息的亞型或亞種(Amano, 2009)。2008 年時王愈超博士等人透過形態學以及粒線體 DNA 序列測試，推論在臺灣海峽共域的兩種之間存在生殖隔離(Wang et al., 2008)。於 2011 年的時候修訂其分類群屬於兩個不同的物種，分別為寬脊露脊鼠海

豚，又稱印太露脊鼠海豚 (*Neophocaena phocaenoides*) 以及窄脊露脊鼠海豚 (*Neophocaena asiaeorientalis*)，窄脊露脊鼠海豚之下再分為兩種亞種，長江江豚 (*N. a. asiaeorientalis*) 以及東亞江豚 (*N. a. sunameri*) (Jefferson & Wang, 2011)。

早期的分類和命名與現今有所不同，本團隊彙整多個資料庫時，發現露脊鼠海豚、江豚這兩種名稱被交替使用，增加回溯和校正歷年資料上的困難。「江豚」一詞較多出現在早期的資料庫，然因容易被誤解為僅生活於淡水區域的物種，和長江江豚 (Yangtze finless porpoise) 的中文俗名混淆等，國內後期多改採「露脊鼠海豚」。為了確保與國際研究資訊的銜接，本團隊建議在登錄資料時，可鑑別至物種者，應在「物種中文俗名」選填為寬脊或窄脊露脊鼠海豚。無法鑑別至物種但能確定為這兩者之一的情況，僅於「分類群」欄位填寫「新鼠海豚屬」；「物種中文俗名」欄位則維持空白 (表 3.1.1-5 表 3.1.1-7)。

表 3.1.1-5、露脊鼠海豚屬不同時期之分類和命名比較。

註：藍色底色表示分布棲地為海洋、淡橘色則為淡水(長江)水域(Amano, 2009; Jefferson & Wang, 2011)。

(Jefferson & Wang, 2011)			(Amano, 2009)		
屬名	種名	亞種名	屬名	種名	亞種名
新鼠海豚屬 (<i>Neophocaena</i>)	寬脊露脊鼠海豚 (<i>N. phocaenoides</i>)	(無亞種)	新鼠海豚屬 (<i>Neophocaena</i>)	露脊鼠海豚 (<i>N. phocaenoides</i>)	印太露脊鼠海豚 (<i>N. p. phocaenoides</i>)
	窄脊露脊鼠海豚 (<i>N. asiaeorientalis</i>)	東亞露脊鼠海豚 (<i>N. a. sunameri</i>)			東溟露脊鼠海豚 (<i>N. p. sunameri</i>)
		長江江豚 (<i>N. a. asiaeorientalis</i>)			長江江豚 (<i>N. p. asiaeorientalis</i>)

B. 瓶鼻海豚

瓶鼻海豚是寬吻海豚屬(*Genus Tursiops*)下所有物種的中文統稱。寬吻海豚屬的分類仍未明確，其體表和骨骼外觀的多變，加大研究的難度。寬吻海豚屬下物種的頭骨型態與食性相關，且不同海域(如：近海、遠洋)環境和水溫也影響其體型大小或體色變化，單以外觀評斷，就有超過 20 種不同的分類描述。根據海洋哺乳動物學會於 2024 年更新的海洋哺乳動物名錄(*The Society for Marine Mammalogy*, 2024)，寬吻海豚屬共可分為真瓶鼻海豚(*Tursiops truncatus*)(Montagu, 1821) 以及印太瓶鼻海豚 (*Tursiops aduncus*)(Ehrenberg, 1832) 和塔馬南德寬吻海豚(*Tursiops erebennus*) (Cope, 1865)三種，其中塔馬南德寬吻海豚僅於美國東岸有分布，真瓶鼻海豚及印太瓶鼻海豚則為全球海域廣泛分布的物種，真瓶鼻海豚又可再區分成四種亞種，其餘亞種或地方特有物種的分類由於研究資料不足或未能取得共識，僅有分類的文章提出，學名則尚未被廣泛接受和使用。

真瓶鼻海豚及印太瓶鼻海豚兩物種於臺灣海域皆有目擊和擱淺紀錄，但印太瓶鼻海豚和真瓶鼻海豚的外觀型態略有差異：前者的腹側隨年齡增長出現斑點(Wang, 2018)，且體型較小(Wells & Scott, 2018)；後者的嘴喙(rostrum)則較為粗短。相較於擱淺資料可利用明確的 DNA 鑑定、確切的外觀描述進行鑑種，海上觀測期間常因觀察時間過短、距離過遠的案例，常有不易區分或辨別錯誤的狀況，故在實務上多以瓶鼻海豚稱之。此類落差導致資料彙整時的不一致，故本團隊建議：可鑑別至物種者，應在「物種中文俗名」選填為真瓶鼻海豚或印太瓶鼻海豚；無法鑑別至物種但能確定為這兩者之一的情況，僅於「分類群」欄位填寫「寬吻海豚屬」；「物種中文俗名」欄位則維持空白。

C. 真海豚

真海豚 (Common dolphin) 是海豚屬 (Genus *Delphinus*) 下所有物種的中文統稱，其分類系統仍未有共識。海洋哺乳動物學會目前將真海豚視為單一物種(*The Society for Marine Mammalogy*, 2024)，底下包含四種亞種；WoRMS 的海洋哺乳動物名錄中，真海豚 (*Delphinus delphis*) 為單一物種，長吻真海豚 (*Delphinus capensis*) 則視為真海豚 (*D. delphis*) 的同物異名 (WoRMS, 2024)；美國國家海洋漁業局將真海豚(*Delphinus spp.*)分為長吻真海豚與短吻真海豚(*Delphinus delphis*) (*NOAA Fisheries*, 2023)。在國內，根據余欣怡博士在「110 年度花東海域鯨豚族群調查計畫」中的臺灣鯨豚名錄及其保育情形表，也採用將長吻真海豚與短吻真海豚兩物種分開的分類 (余等, 2021)。考量到長吻與短吻真海豚在外觀辨識的困難，以及臺灣地區的物種資料缺乏、短吻真海豚多樣化的體色變異 (Colour Anomalies) (Lisovsky et al., 2017; Stockin & Visser, 2005)等因素，本團隊建議在實務上：可鑑定至屬名者，應在「物種中文俗名」和「分類群」皆填寫真海豚。

D. 小抹香鯨屬

小抹香鯨屬 (Genus *Kogia*) 其下可以分為小抹香鯨 (*Kogia breviceps*) 和侏儒抹香鯨 (*Kogia sima*) 兩物種，在外型特徵上，小抹香鯨屬主要的特徵為具有形似鯊魚頭型較前凸的額隆和假腮裂 (false gill)，在兩種物種的分辨上通常以體型和背鰭的形狀、位置作為主要區分的特徵(McAlpine, 2018)。

小抹香鯨的體型稍大，背鰭的位置較靠近尾鰭，形狀在背鰭的尖端會向身體後端微彎(Plön, 2004)。成年體長約 2.5-3.5 公尺，體重約達 315-450 公斤 (邵等, 2020)。侏儒抹香鯨的體型比小抹香鯨略小，成年體長約 2.0-

2.7 公尺，體重可達約 200 公斤 (邵等，2020)。背鰭的位置約在身體的中間區段，形狀較為直立(Plön, 2004)。

小抹香鯨屬的習性通常不具顯著的水面行為，甚至有主動避開船隻的趨勢。導致調查員目擊鯨豚時，可能因觀測角度不佳、距離過遠或目擊時間過短等，無法準確鑑定物種。僅在少數情境 (如：個體穩定漂浮於海面、拍攝到個體完整且清晰的影響等)，則可以背鰭位置特徵進行小抹香鯨或侏儒抹香鯨的物種辨識工作和紀錄。有鑒於此，本團隊建議在實務操作中，將這兩種物種合併記錄為「小抹香鯨屬」，以確保資料描述的準確性。然在資料欄位的建置上，仍保留了原有的分類學物種分類，以利後續取得其他可辨識特徵的資料(如：DNA 鑑定、其他明確影音資料參照或外型描述等)時進行填寫。

E. 布氏鯨

布氏鯨(或中文俗名有時以鯨鯨稱之)在分類上亦有不同單位採用分類學名不同的情形。海洋哺乳動物學會目前對於布氏鯨的分類，分為布氏鯨(Bryde's whale, *Balaenoptera edeni*)(Anderson, 1879)單一物種，其下包含布氏鯨(有時可能被稱為侏儒布氏鯨或小布氏鯨)(*B. e. brydei*)(Olsen, 1913)和伊頓鯨(*B. e. edeni*)(Anderson, 1879)兩種亞種(The Society for Marine Mammalogy, 2024)。國際捕鯨委員會所採用的分類學名與海洋哺乳動物學會相同，關於亞種的型態描述可以分為體型較小的亞種伊頓鯨(Eden's whale, *B. e. edeni*)和體型較大的亞種布氏鯨(Bryde's whale, *B. e. brydei*)。在 WoRMS 的海洋哺乳動物名錄目前僅收錄布氏鯨(*Balaenoptera edeni*)單一物種名稱，*Balaenoptera brydei*(Olsen, 1913)這項物種名稱則有不確定性，認為需要有更充分的分類學資料支持(WoRMS, 2024)。Sasaki 等在 2006 年的研究中，則認為布氏鯨包含可以分別為體型較大的布氏鯨(Bryde's whale, *Balaenoptera*

brydei)和體型較小的伊頓鯨(Eden's whale, *Balaenoptera edeni*)兩個物種 (Sasaki et al., 2006)。美國國家海洋漁業局目前將布氏鯨(*Balaenoptera edeni*)列為單一種，其下可能包括體型較大的亞種布氏鯨(Bryde's whale, *Balaenoptera edeni brydei*)，和體型較小的亞種伊頓鯨(Eden's whale, *Balaenoptera edeni*)，但也尚在討論科學證據是否足夠支持將兩個亞種視為獨立的物種 (NOAA Fisheries, 2023)。臺灣物種名錄現將鯨鯨(*Balaenoptera edeni*)(Anderson, 1879)列為單一物種，無亞種資料(TaiCOL, 2023)，根據臺灣生命大百科的描述，部分學者可能會將體型較小的伊頓鯨 (Eden's whale)和體型較大的布氏鯨(*B. brydei*)分成兩種，而在海洋哺乳動物分類委員會 (Committee on Taxonomy, Society for Marine Mammalogy)根據現有的科學證據，決定將所有布氏鯨列為單一物種 *Balaenoptera edeni*，潛在的體型或遺傳結構差異則暫以亞種區分 (TaiEOL, 2017)。

整體而言，由於科學證據尚無法充分的支持布氏鯨的物種分類資訊，目前對於亞種的描述多僅以體型作為區分，實務上建議優先採用布氏鯨 (*Balaenoptera edeni*)作為單一物種名稱。

表 3.1.1-6、布氏鯨在不同單位所使用的分類與學名差異。

單位/研究團隊	物種名	亞種名
海洋哺乳動物學會	布氏鯨(Bryde's whale, <i>Balaenoptera edeni</i>)	布氏鯨(Bryde's whale, <i>B. e. brydei</i>) 伊頓鯨(Eden's whale, <i>B. e. edeni</i>)
國際捕鯨委員會	布氏鯨(Bryde's Whale, <i>Balaenoptera edeni</i>)	布氏鯨(Bryde's whale, <i>B. e. brydei</i>) 伊頓鯨(Eden's whale, <i>B. e. edeni</i>)
WoRMS	布氏鯨(<i>Balaenoptera edeni</i>)	無亞種

單位/研究團隊	物種名	亞種名
Sasaki 等(Sasaki et al., 2006)	布氏鯨(Bryde's whale, <i>Balaenoptera brydei</i>) 伊頓鯨(Eden's whale, <i>Balaenoptera edeni</i>)	無亞種
美國國家海洋漁業局	布氏鯨(Bryde's Whale, <i>Balaenoptera edeni</i>)	布氏鯨(Bryde's whale, <i>B. e. brydei</i>) 伊頓鯨(Eden's whale, <i>B. edeni</i>)
臺灣物種名錄	鯨鯨(<i>Balaenoptera edeni</i>)	無亞種

近年來因離岸風電等各類海洋開發案件，鯨豚資料累積明顯提升，為確保大量資料（例如：擱淺紀錄、海上目擊資訊等）整合的一致性，本團隊建議進行以下調整：

- 保留既有「物種名」並新增「物種中文俗名」欄位。此欄僅在客觀證據可精確鑑種前提，使用下拉選單方式填寫；如無法鑑種則此欄空白。標準化（減少錯別字和同物異名）的同時，也利於彙整不同時期和調查形式的資料。
- 新增「分類群」作為實務操作時使用。此欄位填寫該筆鯨豚紀錄可辨識的科學分類層級（最差分類為齒鯨或鬚鯨亞目；最佳為種名），為必填寫、不可空白之欄位。後續段落會以露脊鼠海豚、瓶鼻海豚、真海豚和小抹香鯨屬等四個不易鑑種的鯨豚類群，進行討論和範例說明。
- 新增「科學學名（拉丁文）」欄位，此欄位為使用者填寫「物種中文俗名」後，自動帶入之資訊（由主管單位參考國際研究現況進行名錄維護）。提供參考同時，使用者亦可向管理單位提交該物種是否有學名變更之虞。

表 3.1.1-7、國內常變動之鯨豚類群，其分類學紀錄調整建議。

原始物種欄位名稱 (不刪除)	新增物種欄位 (下拉選單)	新增分類群 (額外新增之統計用欄位)
寬脊露脊鼠海豚	寬脊露脊鼠海豚	新鼠海豚屬
窄脊露脊鼠海豚	窄脊露脊鼠海豚	
真瓶鼻海豚	真瓶鼻海豚	寬吻海豚屬
印太瓶鼻海豚	印太瓶鼻海豚	
長吻真海豚	真海豚	真海豚
短吻真海豚		
小抹香鯨	小抹香鯨	小抹香鯨屬
侏儒抹香鯨	侏儒抹香鯨	
布氏鯨	布氏鯨	布氏鯨
鯨鯨		
伊頓鯨		

2. 國內海域鯨豚空間分布資料盤點與初步分析測試

我國鯨豚組成和自然環境特性多元，然綜整歷年台灣周圍海域的鯨豚目擊資訊，可以發現國內海域鯨豚研究和現況資訊有明顯的物種、地區差異。中華白海豚野生動物重要棲息環境和花東海域(花蓮港至台東新港)有歷年最完整、穩定之系統性調查資料；其他地區和鯨豚多以公民科學、賞鯨目擊通報為大宗。根據歷年可取得的系統性調查公開之文獻和報告，研究區域雖已逐步拓增到各海域(圖 3.1.1-5)，卻有顯著的年間差異。例如宜蘭海域系統性調查僅於 2010-2011 年間執行(周、余，2010；周等，2011)；西部海域外海則是在離岸風電環境影響評估的需求下於 2014 年始有系統性調查資料；屏東半島於 2010 年有部分的區域調查(王，2010)，直到本計畫於 2023 年度才再次啟動的本島南段初探調查(高雄、屏東、台東新港以南)。

目擊資料來源的時間、空間均勻性、品質等因素，都會影響鯨豚時空分布趨勢評估的有效性。在缺乏充足的研究資料下，台灣周圍海域的鯨豚分布趨勢與活動熱區尚無法明確得知，而這些基礎調查資料對於保育措施的研擬規劃都是非常重要的參考資訊。本團隊綜整國際研究團隊和經驗，將以最常使用的物種分布模型(species distribution model, SDM)，為資料較多的鯨豚物種進行分布趨勢模擬測試。

(1) 物種分布模型介紹

物種分布模型的核心框架，是分析生物出沒的時間地點，與當下環境的相關性，進而預測未採樣區域的生物分布(Miller, 2010)。在生態學研究與保育生物學經常用於評估入侵物種的分布範圍、評估生物的潛在分布區域、生物多樣性組成與建模、氣候變遷對生物的影響評估、甚至是保護區範圍的模擬評估(Guisan & Thuiller, 2005)。在鯨豚研究應用領域，經常會利用目擊點位所在的環境、人為活動變量等數值的相關性，推論出該鯨豚物種在不同空間或棲地的出現機率和適合度。

在應用此類型的資料前仍需注意的是，物種分布模型的模擬預測模型中，許多是基於生態與演化學的理論和假設，其中包括生物分布範圍由環境因子決定、特定範圍和環境因子已達到平衡、和生物的生態棲位不會隨時間變化(Dormann et al., 2012)。在生物目擊的採樣資料，會視情況假定生物的目擊紀錄位置是屬於源棲地(source habitat)，源棲地環境條件符合該物種長期存活所需，族群可在不仰賴個體遷入的狀況下自然增長。然此假設在高移動性物種的分析應用有較大的限制，因目擊當下的環境可能為該物種遷移的中途場域，而非適宜其長期生活的環境。物種模型分析時，即是以目擊點所在環境為現實棲位(realized niche)，進行基礎棲位(fundamental niche)的推估模擬(Phillips et al., 2006)。因生物資料常會單純化為存在/不存在的資料集，卻忽略生態棲位的實際情況。基礎棲位包含物種可以生存的所有環境條件範圍，區域通常較廣闊；而受現實環境變動、物種和個體間競爭等非環境因子交互影響的現實棲位範圍通常有所限縮(Pulliam, 2000)。

生物分布模型的資料輸入，可分成只有出沒點位(presence-only data)或包含出沒點位和非出沒點位(presence and absence data)。只有出沒點位的資料，適用在既有的調查資料缺乏，對物種特性和背景掌握度較低之研究前驅階段，或是難以取得調查資料。包含出沒點位和非出沒點位資料，適合可獲得詳細且有效的生物出沒和非出沒點位記錄之情境，例如調查覆蓋率完善、資料充足的生態環境(Hijmans & Elith, 2011)。進行物種分布模型須利用適當的資料集進行模擬，若採樣資料和預測模型理論差異過大，將會降低模擬的可信度。預測模型的演算法也是需要注意的環節，合適、充足的環境圖層選用，以及運算模型的適用性也都會影響機率分布的結果差異(Araújo & Guisan, 2006)。廣義線性模型(Generalized Linear Models, GLMs)、廣義加成模型(Generalised Additive Models, GAMs)是需要擁有出沒點位和非出沒點位資料的演算法；最大熵模型(Maximum Entropy Models, MaxEnt)是用在只有出沒點位資料的演算法。

(2) 物種分布模型的應用案例文獻回顧

物種分布模型廣泛應用於潛勢區推估、生物經營管理、和各國保育管理策略研擬的重要參考資訊之一。關鍵因子包含足量的生物出現紀錄，和對應生物分布特性之統計方法和環境因子選用，辨識出目標區內的空間分布趨勢、出現機率以及關聯性高的因子等。Correia 等(2021)透過廣義加成模型和最大熵模型，利用斜率、葉綠素 a、離岸距離、海表溫度、海洋深度等環境因子，預測北大西洋東側常見的 8 個鯨豚物種夏季的棲地適宜性以及和該物種分布關聯性高的環境因子，並建議優先投入鯨豚物種棲地適宜性較高範圍之調查能量與管理等，為執行策略主軸(Correia et al., 2021)。在北大西洋東側，為確認港灣鼠海豚及真海豚兩種鯨豚因漁業活動，而可能被混獲的影響程度，同樣有利用物種分布模型以及整合利用生產力敏感性分析(Productivity Susceptibility Analysis, PSA)的結果，判斷鯨豚與漁業活動的重疊熱區，提供做為混獲管理的依據(Breen et al., 2017)的案例。

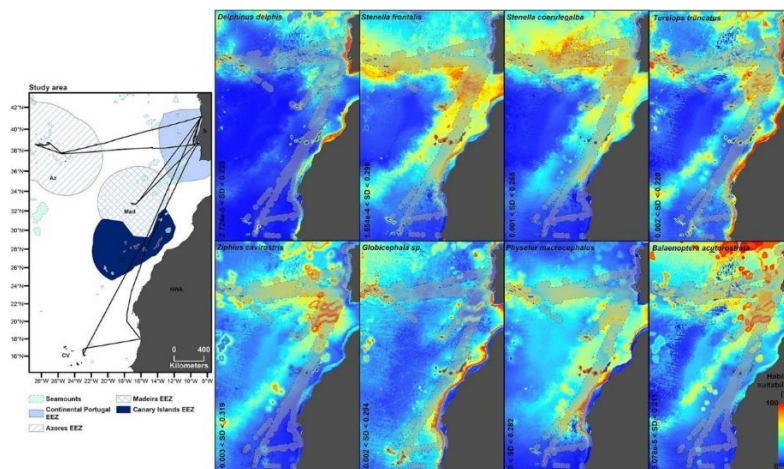


圖 3.1.1-18、以 Maxent 推估之北大西洋東側常見的 8 個鯨豚物種夏季的預測分布圖(Correia et al., 2021)。

註：棲地適合度(habitat suitability)百分比越高者，推論為棲地適宜狀況較佳；百分比偏低者，則視為適宜程度較低或不適宜之區域。

而比對同樣保育重點標的廈門灣白海豚族群研究，何等(2022)針對其分布進行調查，使用環境因子以鹽度、溶氧量、葉綠素 a、無機氮濃度、磷酸鹽濃度、水溫、流速、水深、離岸距離等環境變量，和與航道距離等人為活動因子，有效建置鯨豚等海洋生物環境適宜性的 MaxEnt 模型，並應用識別潛在生態廊道和人為衝擊影響評估，以及行動策略的建議(He Sixuan, 2022)，值得借鑑。

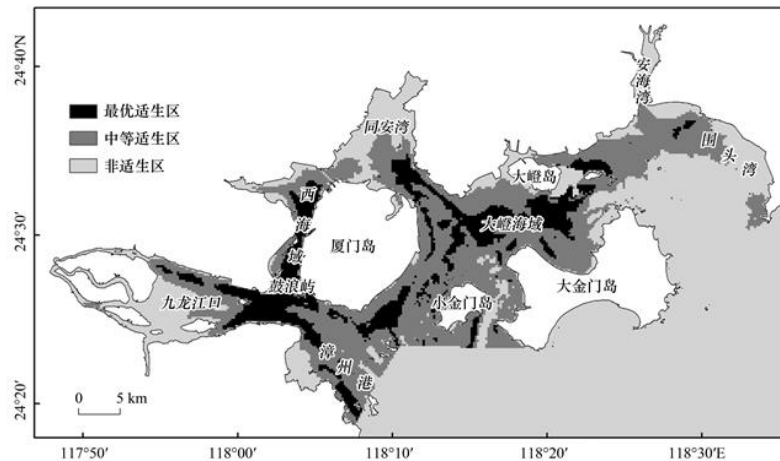


圖 3.1.1-19、透過 MaxEnt 模型繪製出的廈門灣白海豚適宜棲地區域圖。

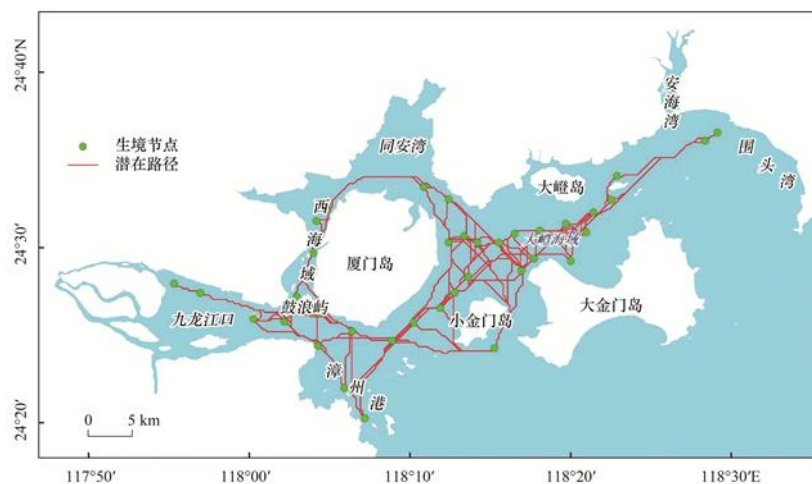


圖 3.1.1-20、以白海豚的適宜棲地區域模擬出之重要生態廊道位置。

(3) 臺灣海域鯨豚物種分布模型測試

了解物種分布模型之適用性，是制定相關保育和管理工作的重要基礎之一。現行物種分布模型多元，本計畫選擇廣泛應用且案例眾多的最大熵模型 (MaxEnt) 作為初步的討論和評估工具，該模型特別適合我國鯨豚物種研究大多處於前驅階段的特性。

MaxEnt 利用貝氏統計方法，基於生物目擊地點的環境變量，來推算模擬區域範圍內每個網格中物種分布的機率，並評估各環境變量對分布機率的影響強度。其優點在於僅需使用出沒點位的生物資料(也可以使用包含出沒點位和非出沒點位的資料)，並結合研究區域的環境資訊。此外，MaxEnt 能處理連續資料，並整合不同變數間的交互作用，並在閾值的選擇上具有較大的靈活性。然 MaxEnt 的應用也有其限制。例如，該模型的計算方式在預測結果上難以估計誤差值，因此統計結果需要進一步的研究驗證；模型在研究區域外的環境條件，也可能會產生較大範圍的預測值 (Phillips et al., 2006)。使用 MaxEnt 進行物種分布的模擬時，需充分了解其假設和限制，否則可能影響分析結果的可靠性。

A. MaxEnt 模型的假設與限制

- 物種盛行率的假設：MaxEnt 需要設定物種盛行率(species prevalence)的參數，但這項資訊無法直接從數據中得出。
- 輸出機率的解讀：MaxEnt 的輸出值代表環境適宜性(environmental suitability)，而非物種出現的直接機率(probability of occurrence)(Guillera-Arroita et al., 2014)。這意味著，輸出結果只是預測某種環境下物種出現的相對適宜性，而非具體的出現機率。此外，MaxEnt 的輸出值與其他模型不易直接比較，需謹慎解釋。

- 模型結果的誤差估計與擴展性：MaxEnt 難以對預測結果中的誤差進行估計，因此需要進一步的研究驗證。此外，在研究區域以外的環境條件下，預測值可能出現較大的偏差(Phillips et al., 2006)。

B. 模型效果評估

曲線下面積：AUC(Area Under the Curve)是評估模型整體預測性能的重要指標，反映模型在不同參數和變量組合下的準確性。AUC 的計算基於接收者操作特徵曲線(ROC)，展示模型在不同閾值下的真陽性率和偽陽性率。

AUC 解讀說明如下：

- $AUC = 0.5$ ：預測效果等同於隨機，模型無效。
- $0.5 < AUC < 0.75$ ：預測能力較差，建議調整模型。
- $0.75 \leq AUC < 0.9$ ：預測效果良好。
- $AUC \geq 0.9$ ：預測結果過度擬合，應重新檢視參數設定。

對比過去的研究經驗，影響 AUC 數值的因子包含：

- 數據品質與數量：出現點和背景點的數據質量對 AUC 值影響很大。
- 變量選擇：適當的變量選擇更能準確描述物種的生存需求。
- 模型複雜度：過於簡單或複雜的模型均可能影響預測效果。

棲位適合性臨界數值的選擇 (Thresholding in Species Distribution Models) 是將 MaxEnt 模型的連續輸出轉換為適宜與不適宜棲地的一個關鍵步驟，從而生成物種分布地圖。臨界值設定方式說明如下：

- 固定值、最大化指標(例如真陽性與真陰性率)和分位數(如 95%分位數，用於篩選最適宜地區)是常見的臨界值選擇方式。

- 第十百分位臨界值：本計畫參考 Morrow (2019) 的建議，選擇模型預測目擊點位的結果最低 10% 數值作為臨界點，即第十百分位數出現臨界值。

確立臨界值後，根據模型結果可將高於臨界值的區域標記為適宜棲地，低於臨界值的區域則為不適宜棲地。通常，適宜區域應優先考慮作為保護和管理的投入重點，而不適宜區域可列入次要或後續的關注範疇。選擇的臨界值反映該地區對物種生存的適合程度，數值越高則適合性越高。臨界值選擇有多種策略，部分方法採取較保守的「最低出現臨界值」(Minimum Training Presence, Lowest Presence Threshold) 作為篩選標準。本團隊根據現有數據特性，選擇第十百分位數臨界值，具體說明如下：

- 假設：若模型包含 100 個目擊點位，則以倒數第 10 個輸出概率為適宜棲地的臨界值。
- 結果解釋：模型最差的 10% 數值不適合作為該物種的整體棲地代表。
- 假陰性率：第十百分位臨界值門檻較高，可能提高假陰性率，因而捨棄 10% 較低的目擊記錄以提升預測準確度並降低假陽性率。

C. 本計畫模型示範之鯨豚目擊點資料彙整和預處理說明

目擊資料收集：根據圖 3.1.1-1 和圖 3.1.1-2 的資料篩選流程，入庫的鯨豚目擊資料進一步篩選後使用於物種分布模型的分析(圖 3.1.1-21)。生態調查數據通常以「群次」為單位記錄，而公民科學資料可能以「群次」或「隻數」為單位記錄，這可能導致以隻數為單位的目擊數據產生顯著的群聚現象。為了統一數據處理，對時空資料進行重新取樣，並將時間設為最小單位 30 分鐘。例如，若觀察者在 90 分鐘內不斷觀察到同一群鯨豚，則僅保留每

30 分鐘的最後一筆目擊紀錄。若資料僅記錄日期而無時間，則將同一物種的空間取樣精度設為經緯度 0.01 度，並去除精度 0.01 度以上的重複記錄。

物種分析：寬吻海豚屬 (*Tursiops spp.*) 為本計畫挑選之示範物種，考量到在海上目視調查中，印太瓶鼻海豚與真瓶鼻海豚外型相似，容易在距離過遠或天候不佳時難以區分，因此將兩者合併分析，使用了共 790 筆目擊紀錄(N=790)。回顧近年的資料顯示，此屬的兩個物種在本島周圍海域目擊和擱淺事件頻發，是近年議題關注的對象之一，然其整體的時空分布和棲地偏好模式缺乏，難以進行族群現況評估和管理策略研擬。

環境圖層與人為活動圖層套疊：本計畫寬吻海豚屬模擬，參考國際研究經驗，選擇並處理其中五種可取得之資料圖層納入分析。

- 水深資料來源為 2023 年版本的大洋地勢圖項目(GEBCO, General Bathymetric Chart of the Oceans, <https://download.gebco.net/>)
- 海底地形斜率資料由前述之水深圖資，運用地理圖資軟體(QGIS)計算而得。
- 海洋葉綠素濃度：來自農業部水產試驗所提供的臺灣實測資料(<https://nodass.namr.gov.tw/dataInfo?metadataid=24>)。
- 歷年平均的海洋流速圖：資料庫提供多種水深的流速圖，保留國科會海洋學門資料庫的十公尺水深海流流速(Ocean Data Bank, National Science and Technology Council (<https://www.odb.ntu.edu.tw/>))，數值為 1991 年到 2023 年的夏季(6 到 8 月)平均值。
- 漁船密度圖：本計畫以遍布我國周圍海域、資料公開的船隻裝載自動識別系統(Automatic Identification System, AIS)(資料來源為透過署內向航港局行文取得後轉交本團隊分析)回傳的船隻點位資

料進行漁船航跡的資料清理(圖 3.1.1-22)，再將整年的航跡做成漁船密度圖。最後，將 2017-2020 的漁船密度圖加總，再取對數，視為人為活動的圖層。

寬吻海豚屬示範案例之 MaxEnt 模型分析：為探討人為活動的干擾影響，建立了兩個 MaxEnt 模型進行比較：一個包含上述所有環境圖層(共五個圖層)，另一個剔除漁船密度圖層(共四個圖層)。兩個模型均針對寬吻海豚屬(N=790)，並排除海拔高於 0 的目擊紀錄後，保留 785 筆目擊資料。將其中 75%作為訓練集(N=589)，25%作為測試集(N=196)，並進行四次交叉驗證。訓練集結果產出適宜棲地的臨界值(最末 10%數值)，測試集則產出 ROC 曲線和 AUC 值。將四次的臨界值和 AUC 值取平均，作為模型預測性能的評估標準。

模型分析結果：表 3.1.1-8 顯示包含人為活動圖層的 MaxEnt 分析結果，表 3.1.1-9 為未包含人為活動的結果。無論訓練集或測試集，含人為活動的模型 AUC 稍高(測試集 AUC=0.91)，但兩者差距不大。第十百分位數的適棲位臨界值在兩者間也僅有微小差異(介於 0.46 至 0.5 之間)，表明這兩個模型的效果均良好。查看適棲位機率圖(圖 3.1.1-23、圖 3.1.1-24)後，可以明顯看到人為活動(如漁船干擾)對適棲位範圍的縮減影響。

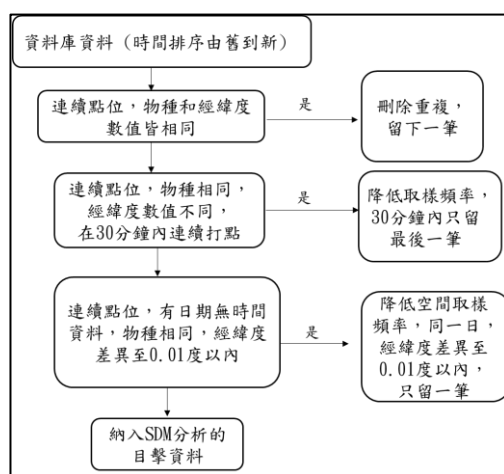


圖 3.1.1-21、物種分布模型的資料篩選流程。

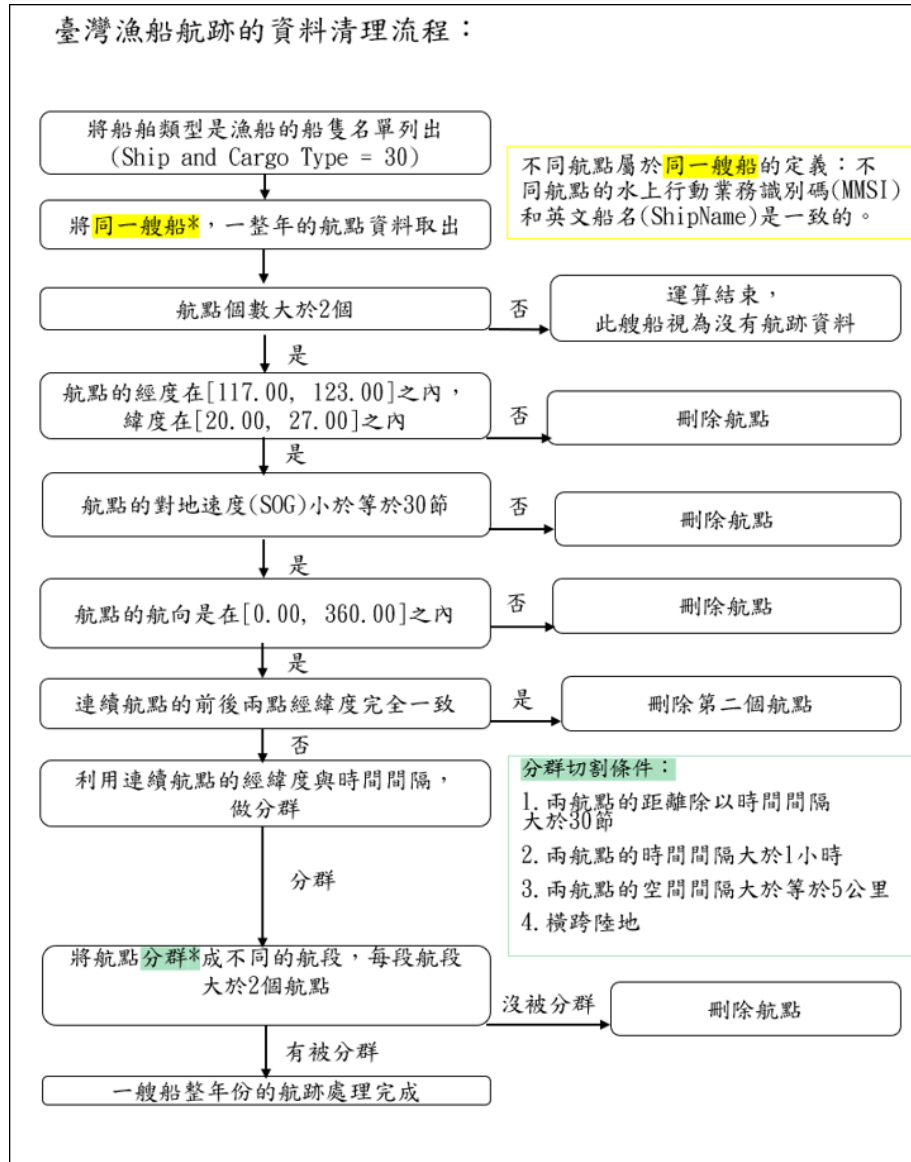


圖 3.1.1-22、AIS 漁船航跡的資料清理流程。

表 3.1.1-8、有人為活動圖層的 MaxEnt 分析結果。

有人為活動圖層	訓練集 AUC	測試集 AUC	物種盛行率 (prevalence)	適棲位臨界點_10%
交叉驗證_1	0.9209	0.9189	0.5374	0.4682
交叉驗證_2	0.9182	0.9185	0.5500	0.4817
交叉驗證_3	0.9313	0.9071	0.5377	0.4747
交叉驗證_4	0.9293	0.9012	0.5290	0.4917
平均值	0.9249	0.9114	0.5385	0.4790

表 3.1.1-9、沒有人為活動圖層的 MaxEnt 分析結果。

沒有人為活動	訓練集 AUC	測試集 AUC	物種盛行率 (prevalence)	適棲位臨界點_10%
交叉驗證_1	0.9022	0.8997	0.5380	0.4969
交叉驗證_2	0.8982	0.8893	0.5334	0.4993
交叉驗證_3	0.9106	0.8661	0.5503	0.4820
交叉驗證_4	0.8991	0.9047	0.5429	0.4902
平均值	0.9025	0.8900	0.5411	0.4921

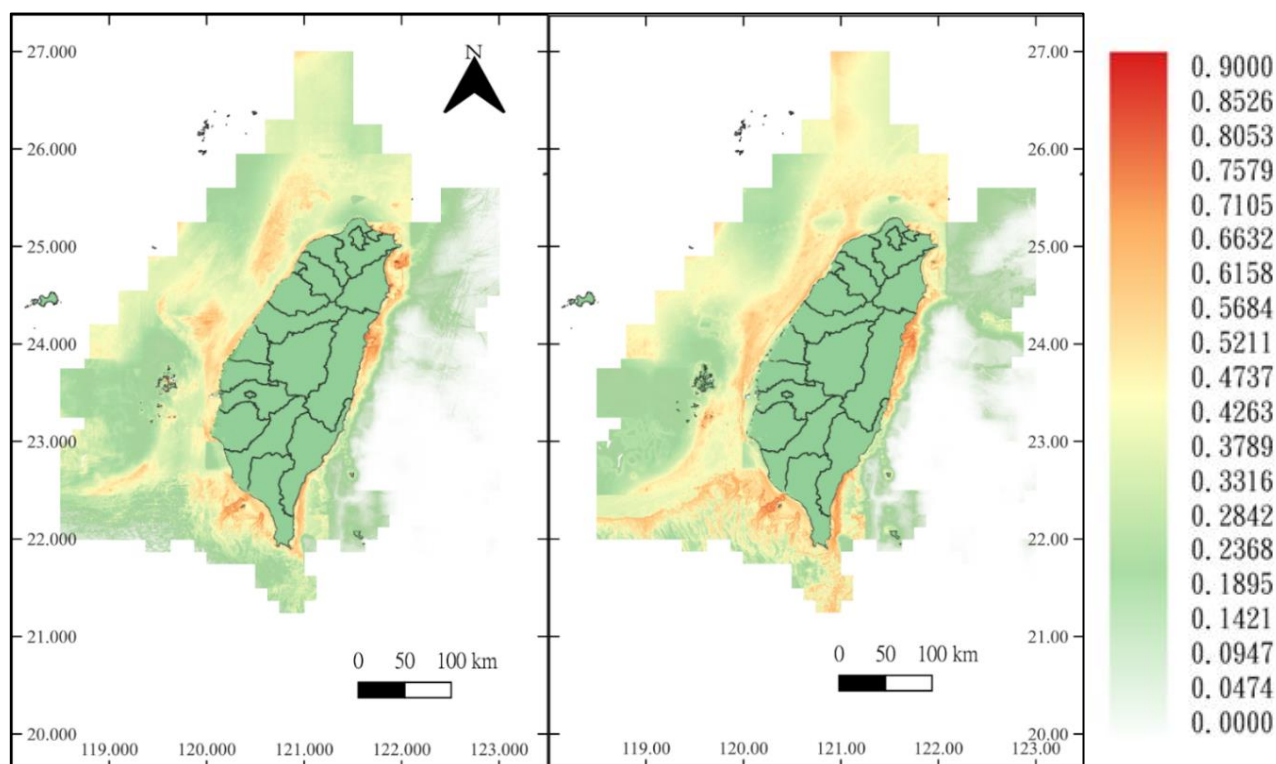


圖 3.1.1-23、Maxent 模型預測寬吻海豚屬適宜棲地的預測成果。

註：左圖使用的環境圖層為五種環境圖層，包含人為干擾（漁船密度圖），右圖使用的環境圖層為四種環境圖層，不包含人為干擾。

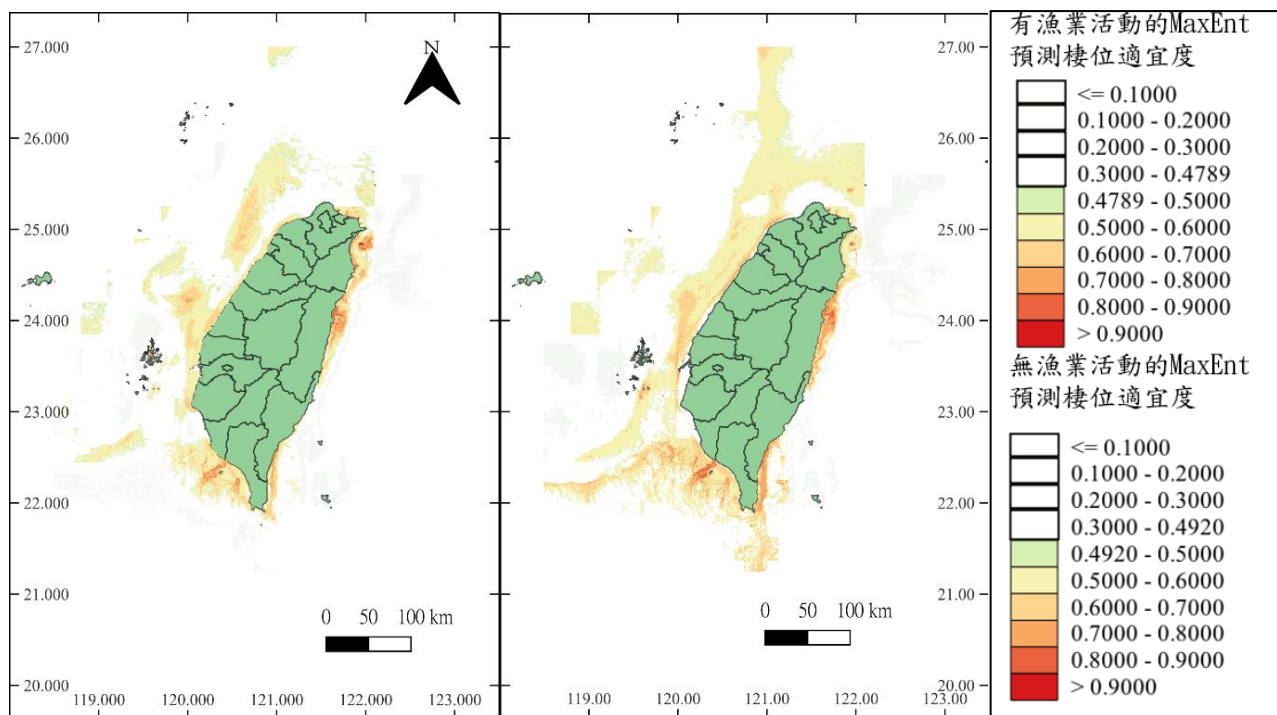


圖 3.1.1-24、Maxent 模型預測寬吻海豚屬適宜棲地的預測成果。

註：去除低於適棲位臨界點的地區，剩餘的都是高適生區。左圖使用的環境圖層為五種環境圖層，包含人為干擾(漁船密度圖)，右圖使用的環境圖層為四種環境圖層，不包含人為干擾。

3. 生態風險評估與鯨豚威脅熱區

隨著人為活動於海洋生物和環境的互動與日俱增，擬定有效的減輕和管理策略，是提昇生態永續的重要關鍵。完善海洋和跨領域資料庫，不僅是風險評估過程的重要參考，更能提供主管單位能綜整考量人文(如：社區、法律、政治或經濟)和環境生態層面等因素，確保管理或保育政策推行的效率和成功。

(1) 生態風險評估之框架資料彙整

隨著人類海域活動日漸擴張頻繁，制定有效的風險管理策略成為生態永續的核心。完善的海洋跨領域資料庫不僅對風險評估至關重要，更為管理機構提供了整合人文因素（如社會、法律、經濟）與生態系統考量的基礎，以支持政策的高效推行 (Salafsky et al., 2008)。了解風險評估的關鍵要素和使用現況，是發展我國未來評估框架的重要基礎。

● 鯨豚威脅因子的定義與應用

根據美國環境保護署的《生態風險評估指引》(EPA, 1998)，生態風險評估旨在分析受體暴露於壓力源（如人為活動或自然事件）時，可能產生的影響及其發生機率。當影響被評估為負面或不良，該壓力源被定義為威脅(Threat)。若受體已具保護地位，這些威脅可能使其面臨進一步的滅絕風險 (Salafsky et al., 2008)。威脅評估的層級涵蓋從個體至生態系統各層面，尤其是多個群體與多種壓力源的累加效應(圖 3.1.1-25)，使量化其影響難度增加。對於鯨豚威脅熱區的建置，精確識別威脅來源和影響層級的資料收集至關重要。

● 全球鯨豚威脅概況

Avila 等人(2018)的系統性回顧顯示，全球 121 種海洋哺乳動物均面臨多種威脅(圖 3.1.1-25)。主要威脅包括誤捕(112 種)、污染(99 種)、直接捕捉(89 種)和航運(86 種)。此外，漁業活動、城市開發、捕鯨及旅遊業等人類活動亦威脅超過 60 種海洋哺乳動物的存續(Avila et al., 2018)。鯨豚個體層級的主要威脅有直接捕撈(Robards & Reeves, 2011)、漁具誤捕(Read et al., 2006)、海洋廢棄物(Baulch & Perry, 2014)、船隻撞擊(Clapham & Van Waerebeek, 2007)和疾病感染(Van Bressem et al., 2015)。若這些威脅的範圍或強度擴大，影響則可能擴展至群體甚至物種層級。賞鯨活動的無規範干擾則可能導致鯨豚行為變化，甚至棲地喪失(Avila et al., 2018)。隨著海洋開發的增多，新興的噪音污染成為重要威脅，衝擊鯨豚的回聲定位及社交行為，甚至造成暫時或永久性的聽力損傷(Weilgart, 2007; Gómez et al., 2016)。沿海鯨豚因工業發展和破壞性捕撈技術，普遍面臨棲地喪失和食餌資源枯竭(Marsh et al., 2002; Reeves et al., 2003)。由陸地或海域活動期間排放至水體的污染物，也會透過生物累積作用影響甚至擾亂鯨豚的內分泌系統，甚至提高疾病風險(Desforges et al., 2016)。極端氣候事件和人為引發的海洋環境變化也對鯨豚棲地和食餌供應構成威脅(Kaschner et al., 2011; Simmonds & Isaac, 2007)。

風險評估是衡量威脅的重要工具，通常以分層架構進行逐步量化評估。Hobday 等人(2011)針對漁業生態風險提出的分層式評估架構，可依序進行三層評估，逐步聚焦於高風險且影響重大的因子。此架構無固定模式，可根據評估目標與環境背景特性進行彈性應用。Avila 等人(2018)繪製的全球海洋哺乳動物風險地圖顯示(圖 3.1.1-26)，約 51%的核心棲地為潛在風險區，47%的沿海棲地的海洋哺乳動物處於高風險狀態，風險熱點集中於溫帶和極地沿海水域及封閉海域(如地中海、波羅的海)，顯示出依威脅類型和分類群而異的風險特徵，為海洋哺乳動物風險評估提供了明確參考(Avila et al., 2018)。

在威脅多元且壓力源日益增加的情況下，運用分層式風險評估框架有助於更精確地識別和量化威脅來源，並支持各級別的管理決策。然而，在背景資料不足的地區，威脅因素的評估和熱區建置尤為困難。如何透過資料整合、利害關係人參與及協同知識產出來補充資料缺口，將是下一步討論的重點。期待透過探討此框架在背景資料缺乏的情境下的應用策略，以發展我國相關區域的風險評估和保育管理計畫。



圖 3.1.1-25、鯨豚威脅因子和其來源整理(重製自 Avila et al., 2018)。左側顯示為 IUCN 鯨豚威脅因子分類架構；右側則為 Avila 等人於 2018 年報告彙整。

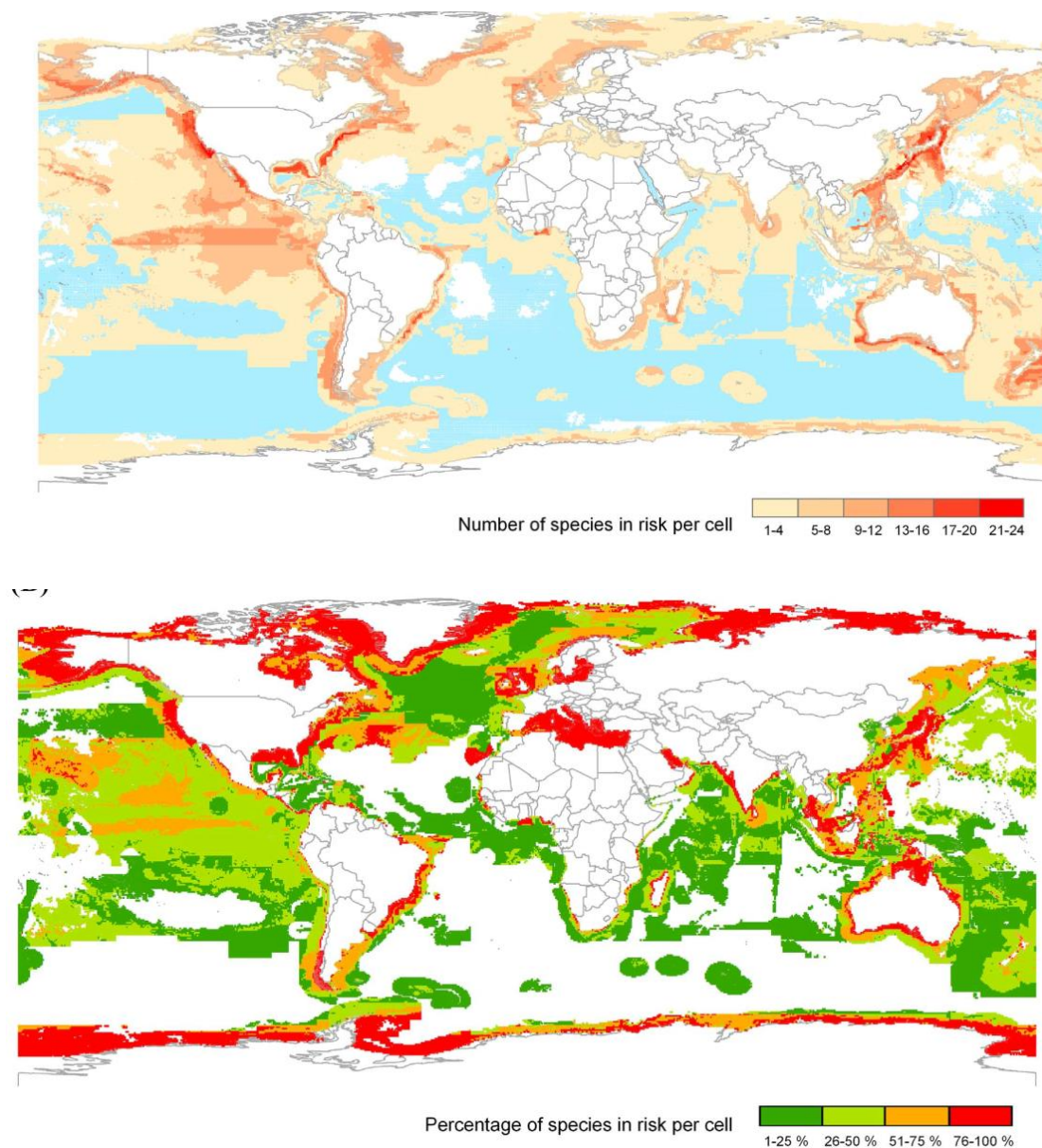


圖 3.1.1-26、Avila 等人(2018)彙整全球海洋哺乳動物分布範圍與其威脅類型之風險地圖。上圖顯示海哺動物核心棲地中，每網格受威脅影響之物種數量，藍色區域代表該核心棲地內無任何已知的威脅。下圖網格數值為該網格受威脅之海哺物種數除上該網格內所有海哺物種數的百分比，紅色代表高風險區域或熱點區域。

(2) 我國鯨豚風險地圖發展討論

相較於國際現況，我國多數海域的背景資料相對不足，缺乏詳細的生態資訊與人類活動壓力分析，增加了風險地圖製作的挑戰。本團隊延續 111 年度計畫「研擬我國海域鯨豚人為威脅熱區之風險評估框架」(研海，2022a)的成果(表 3.1.1-10)，採用 Hobday 等人(2011)為漁業生態風險評估提出的分層式架構進行逐步量化的評估流程，此架構同樣適用於漁業以外的生態風險評估。

分層式風險評估可分為三級，通常建議依序進行，以逐步聚焦於風險較高且對物種影響顯著的因子。然而，各級評估方式皆有其侷限，尤其在背景資料不足的地區，評估結果的不確定性隨之上升。現行框架在建構過程，需要明確標示和瞭解資料來源及使用方式(應用優勢和詮釋限制)，並對評估過程中的不確定性進行討論與展示 (USEPA, 1998)。基於多方資料整合、利害關係人參與及協同知識產出框架等策略，以下風險評估地圖產出第一階段的工作項目和步驟建議：

- 前期調查：蒐集環境與鯨豚物種分佈的數據

在背景資料缺乏的地區，前期調查的主要目標是蒐集物種分佈和環境變數的基本數據。透過定期的船隻目視調查、空中調查和聲學監測，可以掌握當地鯨豚的出現頻率、群體大小、行為模式以及群體結構。此外，搭配環境資料（例如水深、海水溫度、鹽度、pH 值），有助於識別與物種分佈有關的環境因子。規劃設計有以下關鍵要素：

多樣化調查方法和跨領域資料庫：除了常見的目視調查、被動聲學監測(PAM)等，同步蒐研其他海洋研究計畫也會收集的水文資料和環境 DNA(eDNA)採樣等，增加數據來源的多樣性與可靠性；隨機性與系統性航線設計：在蒐集物種分佈數據時，建議隨機劃定調查航線，並覆蓋不同深度與環境條件區域，以便獲得無偏見的密度估算；拓展資料收集平台：邀集海上船隻(商船、漁船等)加入通報網。

- 物種空間建模：使用物種空間分布模型推測鯨豚潛在棲地區域

在背景資料缺乏的情況下，物種棲地可透過參考同種鯨豚於不同空間的研究成果，進行物種空間分布模型等工具的推演。若分析成果與實際趨勢落差較大，或無其他前例可參考，可於下一階段的風險評估時，召集專家一同協作。以下為簡化版執行要點，詳細的分析請參考本文物種分布模型的介紹。

1. 選擇關鍵環境變數：依據其他研究結果，水深、海面溫度、海床坡度等是鯨豚分佈的重要指標。初期可優先蒐集這些數據並納入模型。

2. 分層設計：在環境異質性高的區域，考慮進行分層設計，針對不同的環境條件建立局部模型，以提高預測的精準度。

3. 校正偏差：在模型訓練階段，應校正由於調查方法造成的數據偏差，以避免結果的過度偏向。

- 風險評估：識別並減少人為壓力對鯨豚的影響

人為活動的干擾，包括船隻交通、漁業活動、噪音污染等，對鯨豚及其他海洋生物的生態系統造成嚴重影響。風險評估的重點在於識別主要壓力源並評估其影響範圍，為後續管理措施提供依據。此階段的重點為參與討論的專家經驗、權益相關人代表性和資料收集是否充足。透過問卷訪談和實體工作坊，可以質性分數方式定義出各衝擊因子的強度(成果請參考表 3.1.1-11)。

- 背景資料不足情境下的應對策略

1. 多方資料整合與優化

在背景資料不足的環境中，依賴單一資料來源往往無法提供充分的生態風險評估基礎。因此，如何取得並整合多方數據成為關鍵。資料整合可包括歷史調查、衛

星影像、漁業活動數據、及公民科學報告(如漁民或賞鯨遊客提供的鯨豚目擊紀錄)。不同來源的數據能相互補充，彌補生態調查的空白。例如，歷史調查可提供長期生態趨勢，衛星影像則可呈現大範圍海洋動態。為解決多源資料的時空不一致性，可利用數據清理及校正技術，提升數據的一致性與可靠性。

2. 利害關係人參與和在地知識應用

蒐羅在地利害關係人(如當地社區、漁民、非政府組織及商家團體)知識和觀點，是生態風險評估重要的一環。在生態觀察和行為數據上提供了補充資料。文件指出利害關係人的參與不僅能增加資料豐富性，還有助於促進對保育政策的認同和支持(Mitchell et al., 1997)。建立跨部門工作小組和定期座談會，能有效收集在地知識，並建立長期合作架構，以確保持續數據更新(CMP, 2011)。

3. 跨平台資料庫框架建置

透過盤點並暢通潛在的產、官、學、民間資料的互動窗口，確保我國海域的鯨豚和相關調查資料能以多方協力的模式，且在資料收集、入庫流程、標準倉儲等有共識的前提下，提升資料累加的速度和完整性。由此主管機關可逐步發展最完整的官方版資料庫，擔負基線或是背景對照的角色，提供各類海域開發或空間規劃使用，甚至可對比有各地區變動趨勢，和審視資料貢獻者是否存在資料品質或偏差的議題。例如：發現某海域開發區鯨豚調查成果，顯著低於官方或其他同地區團隊，需進一步了解是鯨豚族群的變動或資料收集方法所致。即時更新並強化透明性，常態性的資料交流、教育訓練或工作坊活動，增強各界對官方資料詮釋的信心和接受度，是最初也是最終的重要目標。

4. 物種模式範例與船隻活動解析

為更具體地展示資料不足情境下的風險評估方法，本計畫以物種模式範例與船隻活動解析為實例，探討船隻活動對鯨豚的潛在影響。例如，噪音污染和碰撞風險在鯨豚分布區域的影響可透過解析船隻活動模式進行量化。此實例將展示如何應用數據，並為未來風險評估前置作業和專家會議提供參考(Weilgart, 2007)。

表 3.1.1-10、生態風險評估分層式架構之特性和摘要說明。(整理自本團隊 111 年計畫成果；林，2017；陳，2002；USEPA 1998；

Hobday et al., 2011; Vora et al., 2021)

分層式架構		資料需求度	研究經費	成果不確定性	客觀性	內容摘要
第一級	定性分析	低	低	高	低	<p>初期的全面性盤點並進行質化評估，概括分為三個步驟：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 問題形成或議題描述 (Problem formulation) ● 分析 (Analysis) ● 風險特性確認 (Risk Characterization) <p>評估結束則須與風險管理者溝通討論，以利後續減輕措施和風險管控之制定 (圖 3.1.1-27)。</p>
第二級	半定量分析	中	中	中	中	<p>流程架構與定性分析之環境風險評估流程相似，主要差別為第二步驟風險分析時加入量化的數據評估。</p>
第三級	定量分析	高	高	低	高	<ul style="list-style-type: none"> ● 經過定性與半定量分析後，應可得知中高風險的危害來源，若有足夠的研究數據，則可以進行定量分析，利用數學模型來估算評估目標在面對壓力源的生態反應程度。 ● 人為主觀判斷影響相對低且重複度高，不同研究成果也較能夠互相比較。此階段長發展相關的有效數學模型，然需足夠的研究作為模型參數之訂定。 ● 只適合用於評估特定影響因子或物種，導致定量分析在生態風險評估中的通用性不高。

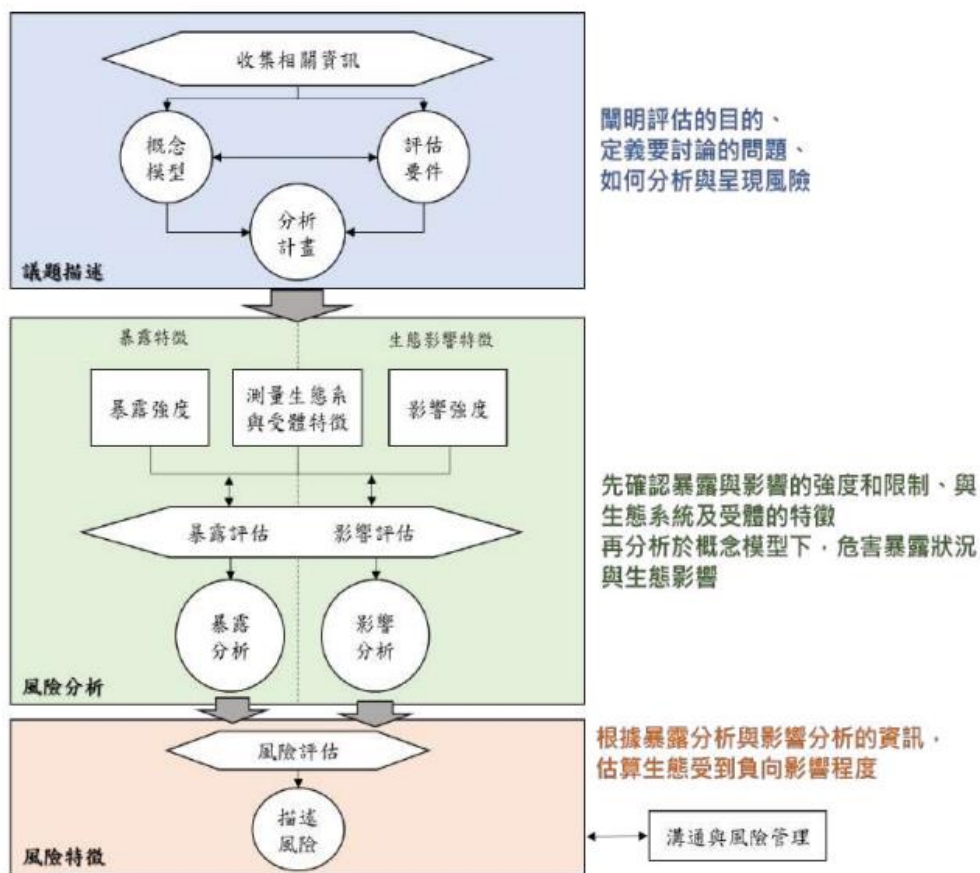


圖 3.1.1-27、生態風險評估流程架構圖。(劉等，2021，重製自 USEPA, 1998)

表 3.1.1-11、塔蘭托灣專家半結構化訪談問卷之因果關係分析，頻率、強度、衝擊程度與總分皆為質性分數。翻譯並彙整自 Carlucci et al., (2021)。

陸地或 海域 活動	海域利 用/載台/ 活動	壓力傳遞載 體	壓力	受體	壓力 類型	潛在效應	頻率	強度	衝擊程度	總 分	壓力源的 空間分布 和影響距 離	信 心 水 平	來源		
													驗證(特定於 研究領域的已 發表數據)	參考文獻	專家意 見*
海洋	漁業	延繩釣	副漁獲物	小型齒 鯨	直接	動物因中網或 誤捕過過程傷 亡	稀有 (0.2)	個體 (0.4)	毀滅性/ 致死性 (1)	1.6	地區性	中	-	Bearzi, 2002; Gillman et al., 2006	是的
		拖網漁業	競爭	真瓶鼻	間接	資源競爭 進行機會捕食 的物種、族群 量下降 群體小規模分 布變動	每月 (0.8)	個體 (0.4)	輕微干擾 (0.2)	1.4	地區性	高	Carlucci et al., 2016; Maiorano et al., 2010; Russo et al., 2017; Ricci et al., 2020b	Bearzi, 2002; Jusufovski et al., 2019	是的
			過度捕撈	齒鯨	間接	資源競爭 因捕撈導致食 餌枯竭、族群 規模減少 群體小規模分 布變動	偶爾 (0.4)	族群 (1)	輕微干擾 (0.2)	1.6	地區性	中	Maiorano et al., 2010; Carlucci et al., 2020c	Tudela et al., 2004; Piroddi et al., 2010; Giannoulaki et al., 2017.	-

陸地或 海域 活動	海域利 用/載台/ 活動	壓力傳遞載 體	壓力	受體	壓力 類型	潛在效應	頻率	強度	衝擊程度	總 分	壓力源的 空間分布 和影響距 離	信 心 水 平	來源		
													驗證(特定於 研究領域的已 發表數據)	參考文獻	專家意 見*
		幽靈網具	海洋垃圾	小型鯨 豚	直接	動物因幽靈網 具纏繞導致傷 亡	未知 (0.6)	個體 (0.4)	毀滅性/ 致死性 (1)	2	地區性 ~10 公里 範圍	低	-	Bearzi, 2002, Stelfox et al., 2016; ACCOBAMS, 2019	-
		圍網漁業	競賽	真瓶鼻	間接	資源競爭 因捕撈導致食 餌枯竭、族群 規模減少 群體小規模分 布變動	偶爾 (0.4)	族群 (1)	輕微干擾 (0.2)	1.6	地區性	低	Carlucci et al., 2020c; Ricci et al., 2020b	Bearzi et al., 2010	-
		小型漁業 (使用網 具)	競賽	真瓶鼻	間接	資源競爭、族 群量下降 群體小規模分 布變動	每月 (0.8)	個體 (0.4)	輕微干擾 (0.2)	1.4	地區性	高	Bearzi, 2011	Bearzi et al., 2011;	是的
海洋	海軍演 習區域	海軍聲納	水下噪音	柯氏喙 鯨	直接	動物致傷或致 死性的聽覺損 傷	稀有 (0.2)	族群 (1)	毀滅性/ 致死性 (1)	2.2	~40 公里	中	Podestà et al., 2016; ACCOBAM S, 2013; Bernaldo de	Jepson et al., 2003; D'Amico et al., 2009;	是的

陸地或 海域 活動	海域利 用/載台/ 活動	壓力傳遞載 體	壓力	受體	壓力 類型	潛在效應	頻率	強度	衝擊程度	總 分	壓力源的 空間分布 和影響距 離	信 心 水 平	來源		
													驗證(特定於 研究領域的已 發表數據)	參考文獻	專家意 見*
													Quirós et al., 2019		
		軍事射擊 場	水下噪音	鯨豚	直接	干擾、族群量 減少 群體中等規模 分布變動	季節性 (每年兩 次以上) (0.6)	族群 (1)	中等擾動 (0.6)	2.2	~40 公里	中	-	Podestà et al., 2016; Castellote et al., 2012; Maglio et al., 2015	是的
		軍事射擊 場	對獵物的 干擾	齒鯨	間接	干擾、族群量 減少 群體中等規模 分布變動	季節性 (每年兩 次以上) (0.6)	族群 (1)	輕微干擾 (0.2)	1.8	~40 公里	低	-	Kavanagh et al., 2019; Gordon et al., 2003; Popper and Hawkins 2016; Parsons, 2017,	是的
海洋	航運 (交通)	航道	水下噪音	鯨豚	直接	干擾、族群量 減少 群體中等規模 分布變動	日常 (1)	族群 (1)	毀滅性~ 中度干擾 (0.8)	2.8	~10 公里	低	-	Campana et al., 2015	是的

陸地或 海域 活動	海域利 用/載台/ 活動	壓力傳遞載 體	壓力	受體	壓力 類型	潛在效應	頻率	強度	衝擊程度	總 分	壓力源的 空間分布 和影響距 離	信 心 水 平	來源		
													驗證(特定於 研究領域的已 發表數據)	參考文獻	專家意 見*
		航道	船擊	長鬚 鯨、抹 香鯨	直接	因船擊導致動 物傷亡	稀有 (0.2)	個體 (0.4)	毀滅性/ 致死性 (1)	1.6	地區性	中	-	Panigada et al., 2006; Notarbartolo Di Sciara, 2014	是的
		軍艦相關 廢棄物傾 倒	倒入人造 物質或化 合物	鯨豚	直接	污染、重金屬 累積可能損害 生物體的健康，並構成動 物死亡/受傷的 風險因素	稀有 (0.2)	個體 (0.4)	中等擾動 (0.6)	1.2	地區性	低	-	-	是的
			海洋垃圾	鯨豚	直接	因汙染物影響 動物健康或導 致傷亡	稀有 (0.2)	個體 (0.4)	中等擾動 (0.6)	1.2	地區性	低	-	-	是的
海洋	石油和 天然氣 勘探 (地質 震測)	氣槍勘探	水下噪音	柯氏喙 鯨，	直接	動物致傷或致 死性的聽覺損 傷	稀有 (0.2)	族群 (1)	毀滅性/ 致死性 (1)	2.2	~40 公里	中	-	Podestà et al., 2016; Castellote et al., 2012; Popper and Hawkins 2016.	-

陸地或 海域 活動	海域利 用/載台/ 活動	壓力傳遞載 體	壓力	受體	壓力 類型	潛在效應	頻率	強度	衝擊程度	總 分	壓力源的 空間分布 和影響距 離	信 心 水 平	來源		
													驗證(特定於 研究領域的已 發表數據)	參考文獻	專家意 見*
				鯨豚	直接	短期棲地衰退 干擾動物對食 餌的定位和攝 食，活動和行 為改變 群體中等規模 分布變動	稀有 (0.2)	族群 (1)	中等擾動 (0.6)	1.8	大於 40 公里	低	-	Kavanagh et al., 2019; Gordon et al., 2003; Engås and Løkkeborg, 2002; Popper and Hawkins 2016.	-
陸地	近海旅 遊	休閒活動	海洋垃圾	鯨豚	直接	誤食垃圾致傷 亡	偶爾 (0.4)	個體 (0.4)	毀滅性/ 致死性 (1)	1.8	地區性	中	-	Fossi et al., 2014; de Stephanis et al., 2013; Lusher et al., 2018	是的
			水下噪音	真瓶鼻	直接	短期棲地衰 退、動物活動 和行為改變 群體小規模分 布變動	季節性 (每年兩 次以上) (0.6)	個體 (0.4)	輕微干擾 (0.2)	1.2	地區性	中	-	Jensen et al., 2009; Gonzalvo et al., 2014	是的

陸地或 海域 活動	海域利 用/載台/ 活動	壓力傳遞載 體	壓力	受體	壓力 類型	潛在效應	頻率	強度	衝擊程度	總 分	壓力源的 空間分布 和影響距 離	信 心 水 平	來源		
													驗證(特定於 研究領域的已 發表數據)	參考文獻	專家意 見*
陸地	海岸開 發	港口	水下噪音	真瓶鼻	直接/ 間接	短期棲地衰 退、動物活動 和行為改變	未知 (0.6)	個體 (0.4)	輕微干擾 (0.2)	1.2	未知	低	-	Bearzi et al., 2012	-
		河口河流	倒入人造 物質或化 合物	鯨豚	直接/ 間接	短期棲地衰退 群體小規模分 布變動	未知 (0.6)	族群 (1)	輕微干擾 (0.2)	1.8	未知	低	-	Fossi et al., 2012, 2014; Pinzone et al., 2015; Squadrone et al., 2015;Jepson et al., 2016	-
			海洋垃圾	鯨豚	直接/ 間接	短期棲地衰退 群體小等規模 分布變動	未知 (0.6)	族群 (1)	輕微干擾 (0.2)	1.8	未知	低	-	Fossi et al., 2012, 2014; Jepson et al., 2016 ; Poeta et al., 2018	-
		工業廢棄 物傾倒	倒入人造 物質或化 合物	鯨豚	直接/ 間接	污染、重金屬 累積可能損害 生物體的健康，並構成動	稀有 (0.2)	族群 (1)	輕微干擾 (0.2)	1.4	未知	非常 高	Cardellicchio et al., 2000.	Jepson et al., 2016; Squadrone et al., 2015	是的

陸地或 海域 活動	海域利 用/載台/ 活動	壓力傳遞載 體	壓力	受體	壓力 類型	潛在效應	頻率	強度	衝擊程度	總 分	壓力源的 空間分布 和影響距 離	信 心 水 平	來源		
													驗證(特定於 研究領域的已 發表數據)	參考文獻	專家意 見*
						物傷亡的風險 因素									
		都市和農 業 徑流	倒入人造 物質或化 合物	真瓶鼻	間接	長期棲地退 化、污染 群體小等規模 分布變動	稀有 (0.2)	個體 (0.4)	輕微干擾 (0.2)	0.8	未知	低	-	Fossi et al. (2002), Jepson et al. (2016)	-
			海洋垃圾	真瓶鼻	間接	長期棲地衰 退、污染 群體小等規模 分布變動	稀有 (0.2)	個體 (0.4)	輕微干擾 (0.2)	0.8	未知	低	-	Simmonds and Nunny, 2002; Azzolin et al., 2016; Poeta et al., 2018	-
海洋	漁業	拖網捕撈	深海珊瑚 棲地退化	鯨豚	間接	破壞珊瑚群落 生態系營養網 改變	每月 (0.8)	族群 (1)	毀滅性 - 中度干擾 (0.8)	2.6	未知	高	D'Onghia et al., 2017	Ragnarsson et al. (2016)	-
海洋		延繩釣	深海珊瑚 棲地退化	鯨豚	間接	破壞珊瑚群落 生態系營養網 改變	每月 (0.8)	族群 (1)	毀滅性 - 中度干擾 (0.8)	2.6	未知		-	-	-

陸地或 海域 活動	海域利 用/載台/ 活動	壓力傳遞載 體	壓力	受體	壓力 類型	潛在效應	頻率	強度	衝擊程度	總 分	壓力源的 空間分布 和影響距 離	信 心 水 平	來源		
													驗證(特定於 研究領域的已 發表數據)	參考文獻	專家意 見*
海洋/ 陸地	沿海旅 遊	沿海地區 的休閒利 用	深海珊瑚 棲地退化	鯨豚	間接	破壞珊瑚群落 生態系營養網 改變	季節性 (每年兩 次以上) (0.6)	個體 (0.4)	中等擾動 (0.6)	1.6	未知	高	D'Onghia et al., 2017	Ragnarsson et al. (2016)	-
海洋 和陸 地		沿海地區 的休閒利 用	海草床衰 退 (<i>Posidonia oceanica</i>)	鯨豚	間接	生態系營養網 破壞、改變	季節性 (每年兩 次以上) (0.6)	族群 (1)	毀滅性 - 中度干擾 (0.8)	2.4	未知	高	Telesca et al., 2015	Marbà et al., 2014	-
陸地		都市和農 業 徑流	海草床衰 退 (<i>Posidonia oceanica</i>)	鯨豚	間接	生態系營養網 因動物的棲地 喪失而改變	偶爾 (0.4)	族群 (1)	毀滅性 - 中度干擾 (0.8)	2.2	未知	高			-

表 3.1.1-12、我國鯨豚分布區人為活動盤點表。

人為活動	項目	權責單位	其他相關單位	區域性
漁業活動	拖網	漁業署	各地區漁會、海洋委員會	國際海域、我國海域
	延繩釣			
	圍網			
	小型漁業網具或幽靈網具			
軍事演習區	水面上或下射擊和演習	國防部	海巡署	我國海域
航運	海事運輸	交通部航港局、交通部觀光署、漁業署（賞鯨船隻）	各地區漁會、海洋委員會、國防部	我國海域
	休閒或觀光船			
海洋和海床資源探勘	地質震測探勘和開發利用	經濟部、環境部、海洋委員會	縣市政府	我國海域
海岸遊憩活動	海廢、城市污水排放	環境部	縣市政府	區域性
工業活動	工業傾倒	環境部	縣市政府	海域公告區
海岸開發	都市化、土地利用或覆蓋區變化	營建署、縣市政府	環境部、海洋委員會	區域性
水資源和汙染管理	河口傾倒、海廢排放	水利署、環境部、海洋委員會	經濟部(再生水)、縣市政府	區域性

4. 台灣鯨豚威脅熱區評估：以花東海域為示範區域

本計畫延續 111 年度計畫之人為威脅熱區盤點結果，聚焦於台灣鯨豚生態數據較為充足的花蓮港至台東新港海域，對該區域的人為活動（如船隻及漁業活動、海岸開發等）分布和自然環境變化對鯨豚族群的潛在影響進行評估，並結合國內外文獻提出管理建議。除了針對西岸白海豚族群的棲地研究(周、李，2009；周等，2010；邵、周，2011)外，其餘海域和鯨豚族群仍缺乏全面性的生態風險評估。因此，建議從分層式架構的定性分析入手，系統盤點台灣鯨豚族群所受的各種衝擊因子及現有研究資料，並召開專家小組會議進行生態風險評估，以作為主管機關未來制定保育政策和管理規劃的依據。計畫的彙整分為自然環境背景資料、威脅因子與人文背景資料三大面向，詳述如下：

(1) 自然環境背景資料：花東區域鯨豚目擊資料彙整

花東海域為我國鯨豚資源最豐富、且鯨豚調查及目擊回報最穩定的區段。花東海域的資源調查盤點計畫，包含：2015 年至 2018 年東部海岸國家風景區管理處的「成功海洋觀光生態資源調查暨海洋環境教育推廣案」，2019 年起海保署計畫(海大，2019；魚類學會，2020；余等，2021；研海，2022b)等，皆有穩定的鯨豚調查及目擊回報蒐集。此區鯨豚豐富，花蓮與臺東縣市界到花蓮港(後簡稱北花蓮)海域以長吻飛旋海豚(*Stenella longirostris*)和瑞氏海豚(*Grampus griseus*)為大宗。其他賞鯨船常目擊種類亦包含：熱帶斑海豚(*Stenella attenuata*)與弗氏海豚(*Lagenodelphis hosei*)(余等，2021)；近年來更有大村鯨、布氏鯨、糙齒海豚等海上調查未能涵蓋之種類。顯示賞鯨目擊紀錄收集的必要性，能一定程度的補足地區性的鯨豚數據(海大，2019)。

A. 賞鯨船目擊紀錄

我國賞鯨船配合提供目擊資料的歷史可回溯到 2008 年(資料來源如表 3.1.1-13)，透過研究單位與民間團體推動，成為研究資料累積的重要助力。其中以黑潮海洋文

教基金會所提供公開的資料長達 23 年以上最多，共確認 20 種以上的鯨豚種類。其中包含 IUCN(國際自然保育聯盟)列為數據缺(Data Deficient)且系統性調查未目擊的鯨豚種類大村鯨(*Balaenoptera omurai*)：GBIF 上僅有 110 筆，其中 9 筆來自黑潮，及布氏鯨(*Balaenoptera edeni*)1 筆。由此可見長期公民科學數據之重要。

表 3.1.1-13、鯨豚賞鯨船目擊資料來源彙整表。

目擊資料單位	資料集或計畫名稱	資料海域	調查 年份	航線 努力量資料
中華鯨豚協會	漁業署賞鯨計畫 111 年海保署在地守護計畫	宜蘭、花蓮和臺東 (賞鯨 APP 打卡)	2015-2018	無
黑潮海洋文教海洋基金會	臺灣花蓮沿海賞鯨活動 鯨豚觀測紀錄 (GBIF Dataset)	花蓮北側近海	1998-2021	2016-2021 有
國科會永續會報告(臺大生演所鯨豚實驗室)	臺灣東海岸賞鯨對鯨豚 資源與行為生態衝擊之研究	花蓮、臺東賞鯨港口	2005-2006	無
漁業署報告(臺大生演所鯨豚實驗室)	臺灣週邊海域鯨豚數量 評估及生態環境之研究 II	宜蘭、花蓮和臺東的賞鯨港口	2008	無

B. 鯨豚專船調查資料

透過國家科學及技術委員會線上版「政府研究資訊系統」(<https://www.grb.gov.tw/>)進行搜尋，包含歷年科技部、海洋委員會、交通部觀光局等調查與研究計畫，並查找其他研討會及碩博士論文等資料，蒐研花東海域公開之報告和文獻，有關鯨豚船隻調查資料彙整如表 3.1.1-14。花東海域調查以 1997-2000 年

屬於調查初期，調查方向著重種類調查與資源評估。2015-2018 年中期以觀察賞鯨船觀察物種之變化與重要種類-瑞氏海豚之族群資料建立。2020 年後由海洋保育署主導，主要評估花東海域的鯨豚物種組成變化及族群數量調查。

(2) 威脅因子：花東鯨豚棲地威脅資料彙整

對比國際彙整資料和 111 年計畫成果，我國海域鯨豚所面臨的環境衝擊來源複雜且有潛在的累加效應(同區域內有一個以上的威脅存在)。尤其從過去的研究(表 3.1.1-15)指出，此區是鯨豚潛在高風險海域之一，受到人為活動影響主要分為：漁業混獲(誤捕、流刺網混獲)、漁業行為(部分違法捕獵)，航運與賞鯨船活動之生態衝擊、水下噪音影響、及各種環境汙染物、自然環境變動的議題。而近年來鯨豚擱淺報告中有提及海洋廢棄物與塑膠微粒危害等案例、船隻撞擊與其他棲地品質變化，仍待系統性研究，提供相關管理策略研擬的依據。

了解此區域的鯨豚族群量、重要分布區域與環境因子的關聯，是掌握鯨豚活動時空模式的關鍵(劉等，2021)。有鑑於相關的生態、環境、人為、政治、經濟和法規等資訊零散或不足，本計畫以背景盤點和關鍵威脅之辨識與討論，以利後續釐清衝擊來源、暴露路徑與環境中應受保護且可能受危害影響的受體之間關係，並建立概念模型(Conceptual Model)，藉此了解面臨風險的要素和風險評估的界線(圖 3.1.1-28)。

表 3.1.1-14、鯨豚船隻目視(專船調查)資料來源彙整表。

計畫單位	計畫名稱	調查海域	調查年份	目擊資料	航線努力量資料
海洋保育署	臺灣鯨豚族群調查計畫	花蓮、臺東	2022-2023	有	有
海洋保育署	花東海域鯨豚族群調查 (中華民國魚類學會)	花蓮、臺東	2020-2021	有	有
交通部觀光局東 部海岸國家風景 區管理處	成功海洋觀光生態資源調查 海洋環境教育推廣案 (中華鯨豚協會)	花蓮石梯	2015-2018	有	有
		臺東成功	2015-2018	有	有
營建署海洋國家 公園管理處	綠島海域鯨豚動物相調查 (國立海洋生物博物館)	綠島海域	2008	已數化	無
臺東縣政府	蘭嶼海域鯨豚資源調查 (中華鯨豚協會)	蘭嶼海域	2000	有	已數化

計畫單位	計畫名稱	調查海域	調查年份	目擊資料	航線努力量資料
臺東縣政府	臺灣東南海域鯨豚種類、分佈與棲地特性 (台大鯨豚研究室)	臺東	1997-1998	可數化	無
花蓮縣政府	花蓮縣海域鯨豚海上調查(尋鯨小組)	花蓮石梯	1996	可數化	無

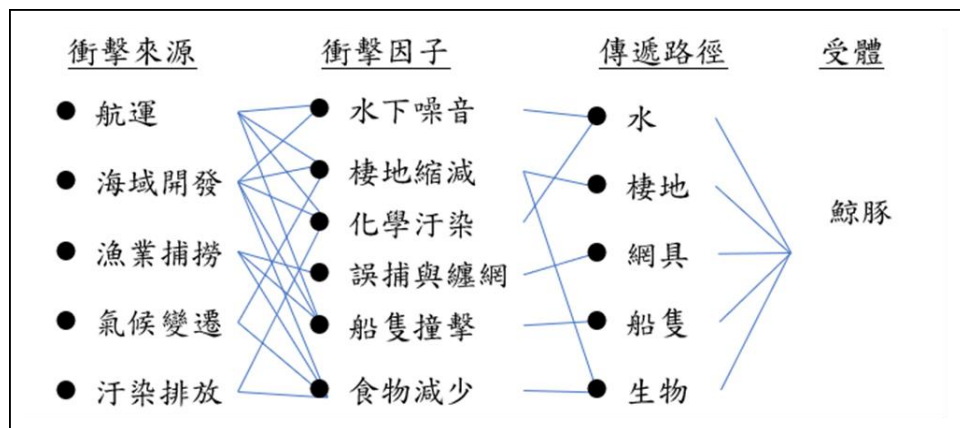


圖 3.1.1-28、臺灣鯨豚族群與環境壓力來源的關係(引用自研海，2022b)。

表 3.1.1-15、花蓮臺東海域鯨豚人為活動影響研究列表。

計畫委託單位	計畫名稱	樣本與調查區域	調查年份	原始資料	報告電子檔
農委會林務局	擱淺鯨豚疾病調查與其保育策略(II)	全臺擱淺動物 (包含臺東)	2010-2011	無	有
漁業署報告	我國東部海域鮪旗魚類漁獲效益及管理建議之研究	花蓮、台東	2010-2011	無	無
漁業署報告	臺灣沿海鯨豚誤捕研究 I,II	花蓮、臺東	2004-2005	有	有
漁業署報告	臺灣沿近海鯨豚意外捕獲評估(III)	花蓮、臺東	2001	無	無
行政院國家科學委員會	臺灣海域鯨豚多氯聯苯濃度與疾病關係分析	全臺擱淺動物 (花蓮、臺東樣本)	2001-2002	無	有
科技部	持久性有機污染物質在海洋食物鏈之生物累積及分佈： 高食階海洋哺乳類(擱淺鯨豚)	擱淺動物	2014	無	有
中山大學海洋資源研究所	臺灣海域鯨豚重金屬濃度及碳氮同位素之研究	擱淺動物 (花蓮、臺東樣本)	2001-2011	無	有 (論文)
行政院國家科學委員會	臺灣鯨豚資源永續發展與地區社經活化之研究---總計畫 暨子計畫一：臺灣東海岸賞鯨對鯨豚資源與行為生態衝	宜蘭、花蓮、臺東	2005-2006	無	有

計畫委託單位	計畫名稱	樣本與調查區域	調查年份	原始資料	報告電子檔
	擊之研究(II)				
行政院國家科學委員會	臺美臺灣大地動力學國際合作計畫(TAIGER)實驗花東外海噪音監測計畫	花蓮、臺東	2009	無	有
海洋保育署	108 年度臺灣周邊鯨豚族群調查計畫	花蓮、臺東	2019	無	有

A. 海域開發

聽覺對於鯨豚的生存至關重要，鯨豚中的齒鯨小目(Odontoceti)會利用位於頭部的「猴唇」(phonic lip)震動來發聲，並透過充滿脂肪的「額隆」(Melon)集中並傳遞聲波。當聲波傳遞至其他物品並反射時，齒鯨便會利用下顎骨及耳骨來接收聲波並判讀其中的資訊，完成這一套「回聲定位系統」的運作。而鬚鯨小目(Mysticeti)同樣會利用類似的機制進行回聲定位，只是其發聲方式仍在研究階段。無論覓食、社交、躲避威脅、交配、導航或感知方向，鯨豚都需要接收環境或其他個體發出的聲音來進行(Weilgart, 2007)。因此，人為噪音進入鯨豚棲地後，將對鯨豚族群造成嚴重干擾。人為噪音的來源主要來自商業航運、海洋震測、海軍及探勘聲納、水下爆破及工業活動等。已知的噪音影響包含了死亡、擱淺、聽力受損、緊迫反應、離開原棲地，亦可能擾亂其覓食、生殖行為(Hildebrand, 2009)。

隨著 2050 年淨零排放的國家目標期程持續推進，原先已有眾多開發案進行的臺灣海峽海域進一步成為離岸風電開發商積極爭取、劃分的區域。截至 2022 年底，商業運轉中、施工中、已預定施工和潛在開發的風場總計高達 57 案，受影響海域面積超過 4680 平方公里。另外尚有疏濬相關工程 8 案、擴港工程 8 案、海岸建設 1 案、橋樑建設 3 案以及其他人為威脅 (研海, 2022a)。這些開發案帶來的打樁(Piling)、鑽孔(Drilling)、疏濬(Dredging)等行為，將產生大量不同頻率的噪音進入鯨豚的活動範圍，成為巨大的壓力來源。由於上述開發場域與海洋委員會訂定發布之「中華白海豚野生動物重要棲息環境之類別及範圍」有許多接近甚至重疊的區域，使得開發與鯨豚生態衝突的議題近幾年再次被提至公眾視野。然而鯨豚資源豐富的東部海域，也正面臨類似的問題。

現行海域開發案件所提出的海洋哺乳動物監測及減輕措施計畫書，其中減輕措施的內容擬定與報告的呈現，與該國所制定的海洋哺乳動物觀察員規範指引內容有高度相關(研海, 2022b)。在國內，《臺灣鯨豚觀察員制度作業手冊》(海保署, 2021)

已具有較完善的規範，使得鯨豚觀察員制度在多件離岸風場疏濬或擴港開發案中被實行。然而回顧目前東部海域數件已通過環境影響評估甚至施工中的開發案，其減輕措施或環境保護對策不僅並未加入鯨豚觀察員制度，甚至在環境影響評估的調查當中也並未將鯨豚或是水下生態納入調查項目。

在東部海域常見鯨豚當中，長吻飛旋海豚(*Stenella longirostris*)經常在近岸海域活動，大量目擊紀錄都發生在離岸不到 3 公里的位置(研海，2022b)。回顧本計畫彙整之東部海域(岸)開發案件，對於逕流廢水之排放方式，開發商多有承諾將遵守環境保護署逕流廢水管制收集相關規定，在《蘇澳溪分洪工程環境影響說明書》(宜蘭縣政府，2020)亦承諾使用污濁防止幕等措施以避免影響週邊海域之水質。對於噪音的管制則僅止於降低噪音、避免高噪音機具同時啟動或空轉等。

B. 賞鯨活動

商業性賞鯨最早始於 1955 年的美國加州海岸，並在 1980 年代後快速成長(Hoyt, 1996)。2008 年時賞鯨市場已遍布全球 119 個國家，帶來 1300 萬名遊客和 21 億美元的經濟利益(O'Connor et al., 2009)。但隨著產業發展，這項非消耗型休閒遊憩活動對鯨豚生態的影響也逐漸加劇，越來越多研究指出賞鯨船隻的干擾對鯨豚造成負面影響。其短期影響包含鯨豚的下潛模式、游速、游向、聲學行為改變等(Machernis et al., 2018)。Sprogis 等(2020)更發現當 172 分貝的賞鯨船隻模擬噪音在大翅鯨母子對旁 100 公尺處產生時，成年個體的休息時間比例下降百分之 30、呼吸頻率加倍且游速增加百分之 37，顯示僅賞鯨船噪音便會對大型鯨母子對造成負面影響(Sprogis et al., 2020)。長期累積的研究結果，促使國際間越來越多國家、組織訂定賞鯨規範，並將其提升到法律層級，以確保鯨豚資源得以永續發展。

在國內，自 1990 年農業委員會公告所有鯨豚列為保育類動物後，鯨豚不再被視為經濟漁獲，賞鯨活動便開始高速發展。花蓮縣石梯漁港的首趟賞鯨航次完成至

今已超過 25 年，其經濟效益超過每年新臺幣 11 億元 (沈，2003)。單就宜蘭縣烏石港 13 艘賞鯨船每年的總遊客數便突破 25 萬人次(楊，2017)，是國內重要的觀光產業，然國內僅有為數不多的研究分析賞鯨船對鯨豚行為的短、長期衝擊。觀測的結果包含宜蘭縣烏石港、花蓮縣石梯漁港及臺東縣成功漁港之賞鯨船對飛旋海豚、瑞氏海豚、弗氏海豚及熱帶斑海豚的短期衝擊(游，2000；郭，2001；謝，2012)。而周(2006)經過長期觀測後也發現飛旋海豚族群可能受賞鯨船隻干擾而逐漸往外海移動。面對東部海域龐大的產業以及豐富的鯨豚資源，不僅短、長期衝擊的研究少，長期觀測的資料更是缺乏，目前僅在宜蘭縣至臺東縣海域已有長期系統性的調查計畫(海大，2019；魚類學會，2020；余等，2021；研海，2022b)，雖已累積超過 3000 公里的有效調查努力量，卻遠遠不及賞鯨船隻的航運量和發展速度，加大完善相關法規的困難度。

C. 鯨豚混獲

自漁業發展以來，各種漁法皆可能導致混獲，而混獲問題也影響著各個海洋生物，如：海龜、海鳥、鯊及海洋哺乳類等非目標漁獲。1960 年代首次提出人類捕撈活動對小型鯨豚影響的擔憂，當時大量海豚在東熱帶太平洋黃鰭鮪圍網漁業中被混獲和殺害(Hall, 1998)。在海洋的健康狀況日益下降的情況下，鯨豚的生存環境亦趨艱困，人類活動對於鯨豚族群也產生了重大影響，鯨豚常見的生存壓力有海洋汙染、水下噪音、船隻撞擊、混獲及漁具纏繞等，國際捕鯨委員會 (International Whaling Commission, IWC) 指出，漁業混獲為最顯著且直接的鯨豚威脅及漁業管理議題。各種漁法皆可能發生鯨豚混獲，且不分地區及離岸遠近，從大型商業捕撈至沿岸漁業皆可能產生混獲。混獲對於大型及小型鯨豚都會產生影響，大型鯨豚具繁殖周期及壽命較長的特性，及多數小型鯨豚的族群成長率有限，也因為這些特性，許多鯨豚族群無法從致命的漁業互動所導致的族群減少中復原(Tulloch et al., 2019)。「混獲」一詞有多種的解讀，這也導致全球漁獲物的混獲比例估算不易，因此在討論混

獲議題前，需先定義何為混獲，Davies 將混獲定義為「未被使用或未被管理的漁獲物」，並將此定義應用於全球海洋漁獲數據中，據其估計，全球海洋漁獲中有 40.4% 的比例為混獲，而這個混獲比例也凸顯出漁業政策和管理方面的問題 (Davies et al., 2009)，但要真正了解不同地區或漁法的混獲比例及規模仍然是非常困難的，特別是缺乏數據及管理的地區，在漁業管理未落實的國家及海域，在無視法規和忌避措施的情況下可能使混獲的影響加劇。

據估計每年有超過 300,000 頭鯨豚由於混獲被捕捉或殺害(Read et al., 2006)，對於小型且棲息於靠近海岸的鯨豚種類來說，混獲問題影響相對嚴重，著名的案例如：已因混獲滅絕的白鰲豚 (*Lipotes vexillifer*) (Turvey et al., 2007)，或是加州灣北部的小頭鼠海豚(*Phocoena sinus*)，因捕撈石首魚所使用的流刺網，大大危害了該物種，使其數量銳減(Brownell Jr et al., 2019；Taylor et al., 2017)；又如紐西蘭特有種赫氏矮海豚 (*Cephalorhynchus hectori*) 及其亞種毛伊海豚 (*C. h. maui*)，在 IUCN 中，赫氏矮海豚為瀕危 (EN) 等級，毛伊海豚為極危 (CR) 等級，其分布範圍僅在紐西蘭近岸海域，因當地的近岸漁業如刺網及拖網等與其棲地範圍高度重疊，而赫氏矮海豚及毛伊海豚族群數量因此受到嚴重威脅，大型鯨類如北大西洋露脊鯨 (*Eubalaena glacialis*) 也受混獲影響 (Harcourt et al., 2012)。大部分的漁具幾乎都不具專一選擇性，這代表漁業活動除了預定的目標物種外，還會捕撈到其他的物種，且有鑑於現代船隻科技發展，航行距離幾乎沒有限制，漁撈活動遍及各個海洋，漁具覆蓋範圍也非常巨大，且漁撈活動不再是一兩艘小船出海作業，而是配備精密航測系統的船隊進行捕撈，也因此提高了捕撈努力量和漁場的擴張，同時使得漁業與全球海洋哺乳動物的互動機會增加，漁撈活動在空間、時間及漁撈對象上，與鯨豚棲息範圍高度重疊下即產生鯨豚混獲。鯨豚可能被各種類型的漁具纏繞，包括網具、繩索及漁線，較小型的鯨豚被纏繞後即因無法呼吸在短時間內死亡，部分大型鯨類則可能在被纏繞後沒有立即死亡，而是必須拖著繩索、浮具或漁網數周或數月，進而降低移

動甚至是進食能力，最終導致死亡。現代漁具非常牢固，對鯨豚而言也不易察覺及掙脫，刺網、延繩釣及拖網是最常導致混獲的漁法，刺網使用較纖細的網線置於海中形成網牆，用以捕撈大於網目的目標魚種，且網線與水完美融合很難察覺，大型鯨類也很難透過回聲定位發現漁網；部分的家計型漁業 (Artisanal fisheries) 也導致大型鯨類死亡，如厄瓜多爾 (Ecuador) 的大翅鯨及齒鯨受到刺網的威脅 (Alava et al., 2019)。

臺灣東部海域鯨豚混獲與管理現況，由於長期以來的鯨豚混獲議題逐漸受到重視，近年來國內外皆著手進行鯨豚混獲的影響及相關忌避措施可行性評估，惟國內鯨豚混獲研究仍較少。臺灣東部海域相關研究經整理，主要為 2004 至 2005 年的臺灣沿海鯨豚誤捕研究 (周，2004；周，2005)，研究針對刺網漁業，在花蓮的 6 份問卷中，曾誤捕到海豚的比例為 83%，當年度有誤捕到海豚的比例為 33.3% (3 隻)；在花蓮石梯港每艘船每晚的鯨豚誤捕率為 19.6%。

另在 2001-2004 年之漁業署計畫 (周，2003)，於宜蘭進行沿近海漁業與鯨豚衝突評估，該研究著重在漁業因鯨豚干擾造成的初步損益評估，以登船觀察及問卷訪談方式，針對延繩釣及曳繩釣進行沿海漁業與鯨豚間互動及漁民因鯨豚干擾受損情況調查。研究提出，相對當時出海捕魚的漁民對於鯨豚干擾感受影響甚大，在更早期的漁民對於鯨豚干擾問題較少有抱怨，研究提出三個可能原因：(1) 以前的鯨豚不會掠食，更早期的漁獲資源較豐富，鯨豚可能不需掠食漁獲。(2) 以前的鯨豚會掠食但數量較少，但在更早期的漁業年報中有統計鯨豚的產量，推斷鯨豚數量應達商業經濟價值，因此本說明可能不成立。(3) 以前的海豚就會掠食，但早前的漁船數量較少且漁業資源豐富，因此鯨豚掠食機率可能較小；研究中，登船調查的樣本船兩艘，兩艘船遇到鯨豚的機會相等，兩種作業漁法在遇到海豚及受海豚干擾的頻度也無顯著差異，該研究也針對初步損益進行評估，結果遇鯨豚未被干擾之產值為遇鯨豚有干擾的 5 倍，而遇鯨豚未干擾的產值則是未遇海豚的 1.4 倍，該數據來

自長期追蹤單一樣本船而得；在該研究時期，國際上之鯨豚混獲忌避措施仍未有定論。

另篇臺灣東部海域鯨豚混獲相關研究為 2020 年國立臺灣海洋大學執行之海保署「臺灣沿近海域降低海洋保育類生物混獲之忌避措施可行性評估」計畫，該計畫進行工項：一、以宜蘭南方澳、臺東成功的沿近海延繩釣漁業為主，針對鯨豚及海龜與沿近海漁業的互動情形調查；二、採取音波器及 LED 燈進行忌避措施的有效性測試；三、建立定置網漁業誤捕海洋保育類生物之通報網；四、提出海洋保育類生物混獲之忌避措施可行性評估及推廣利用建議。在沿近海漁業與海洋保育類生物互動調查中，參考 IOTC (2007) 會議報告，尋找標本船填寫漁撈日誌，由漁撈日誌填寫之內容進行四種不同咬食比例估算鯨豚破壞樣本船漁獲物的比例：(1) 破壞比例，結果以 5 至 7 月黑鮪季節的鯨豚咬食破壞率較高，(2) 尾數咬食比例，結果其漁獲被咬食的月別變化，與鮪魚漁獲季節一致。(3) 重量咬食比例，結果本方法因估算被咬食之魚體重量不易，難以實際回推漁獲重量。(4) 咬食指標，在延繩釣中，為每千鈎被鯨豚咬食的尾數比例，結果顯示咬食指標可能被低估，因漁民可能依經驗開往較無鯨豚的水域，或是漁獲被咬食太嚴重即丟棄。漁獲遭咬食之總收益與總損失，結果初步估計延繩釣 5-12 月漁獲總收益為 317,062,590 元（新台幣），但因對被咬食的漁獲重量估算仍有落差，損失推估僅就 5-8 月及 11 月的黃鰭鮪、黑鮪及長鰭鮪漁獲咬食進行推估，咬食總損失為 408,720 元（新台幣）。

回顧國內東部鯨豚混獲相關文獻，其研究方向主要都是藉漁業損失的多寡來進行損失評估，而兩篇研究相隔近 20 年，更顯示漁撈作業與海洋保育類野生動物間的互動與衝突問題至今仍待改善。

(3) 人文背景資料：國內外相關規範彙整

A. 賞鯨規範的發展方向

為使賞鯨產業的規範從承諾、自律公約走向完善的法律，需要明確的構成要件與執法程序。在《東北角暨宜蘭海岸國家風景區轄域鯨豚海洋永續旅遊規劃》(楊，2017) 中已彙整 30 國 (40 個地區) 的賞鯨法規，對賞鯨執照、賞鯨船隻航行方式、禁區距離、船隻數和噪音控制方式都有可參考的條文和建議。在短期衝擊部分也有透過客觀紀錄及量化數據來監測的評估指標(Parsons, 2012)可以借鑑。

農業委員會漁業署於 2003 年起實施「賞鯨標章」制度，針對船隻硬體設備、安全設施、對社區的回饋、對解說員的配置及訓練訂定一套公開認證的程序，並委託中華鯨豚協會執行 (鯨豚協會，2003)。然該制度僅具有輔導及鼓勵性質，並無法源依據及強制力，對於賞鯨產業的影響力仍有限。從業人員認為賞鯨標章有申請門檻過高、公信力不彰、執行難度高、過於理想化、效益不明顯等問題 (吳，2008)，因此僅有部分業者響應。2017 年起中華鯨豚協會也宣布不再將資源投入賞鯨標章等自律公約，而是轉向推動賞鯨規範的立法工作。財團法人黑潮海洋文教基金會 (2019) 的報告中對於此法規體系下的管理策略有 5 項建議方案，包含：組織賞鯨公會、組織賞鯨協會、中央保育單位統籌、地方保育單位統籌以及成立賞鯨委員會其中「中央保育單位統籌」方案，建議由海洋委員會海洋保育署提案，推動野生動物保育法或海洋基本法修法，將賞鯨產業納入管理，制定申請程序和標準，建立賞鯨規範的許可制度。截至 2023 年 4 月，海洋基本法中仍只有列出通則，尚未有詳細的規範納入。海洋保育署另於 2019 年公布《臺灣海域賞鯨指南》(海保署，2019) 再次推動向大眾進行宣導，該指南獲得 20 家賞鯨業者支持，並已納入了仍在研擬中的《鯨豚保育計畫 (草案) 》(海保署，2024)。目前草案中已訂定 2024 年後，海洋保育署會偕同地方政府、各地區漁會將針對賞鯨業者的教育訓練以及賞鯨熱門地區的社區營造納入保育計畫的期程中，卻仍無法解決法源依據及強制力缺乏的問題。

一旦賞鯨產業持續發展而破壞鯨豚生態，其結果也將對賞鯨產業本身帶來嚴重損失（竺，2002），顯示不論對鯨豚、環境、賞鯨業者和民眾，主管機關都應將立法、修法和建立長期觀測機制作為首要任務。

作為國內重要的觀光產業，賞鯨的相關法規及執法方式尚有大量待完善之處。法規方面，其主管機關橫跨了海洋、觀光及漁業管理單位，包含：海洋委員會海洋保育署、海洋委員會海洋巡防署、農業委員會漁業署、農業委員會林務局、交通部觀光局、宜蘭縣海洋及漁業發展所、花蓮縣政府農業處、臺東縣政府農業處等，溝通管道複雜，各單位權責、執法方式、管理範圍和目標都有極大的差異（表 3.1.1-16）。

表 3.1.1-16、我國與鯨豚相關之行政單位、職權和法源資訊彙整表。

行政層級	角色	單位	科別	業務內容
中央	海洋保育主管機關	海洋委員會海洋保育署	海洋生物保育組	有關海洋生物保育事項。
中央	保育類野生動物主管機關	行政院農業委員會林務局	野生物保育科	野生物與保育類動物之採集、獵捕、輸出入及利用審核
中央	漁業主管機關	行政院農委會漁業署	漁政組	娛樂漁業政策之擬訂、協調、督導及管理。
中央	海上執法機關	海洋委員會海巡署	各所轄海域分組	漁業巡護及漁業資源之維護事項。海洋環境保護及保育事項。

行政層級	角色	單位	科別	業務內容
中央	觀光產業主管機關	交通部觀光局	技術組	觀光資源之調查及規劃事項。 稀有野生動物資源調查及保育之協調事項。
中央	港區船舶主管機關	交通部航港局	船舶組	有關船舶事務之處理。
地方	保育類野生動物主管機關	各縣市政府農業處	保育與林政科	自然保育管理與輔導
地方	漁業主管機關	各縣市政府農業處	漁牧科	娛樂漁業及漁船筏業務(含進出港申請、發照及檢丈)
地方	觀光產業主管機關	各縣市政府觀光處	觀光企劃課	觀光資源保育利用事項。

「賞鯨」產業實際需管理的內容橫跨不同領域，所對應的主管機關及法規更是複雜，增加現今管理措施執行或擬訂的難度，賞鯨船隻的船體部分，受娛樂漁業管理辦法規範，內容涵蓋漁船硬體設施、漁業行為、行政程序、漁業人之權責等，也主要針對漁船搭載乘客數超額以及乘客未著救生衣的項目委託海洋巡防署（後稱海巡署）進行裁罰。賞鯨行為對動物影響的部分，在野生動物保育法（後稱野保法）中，明文禁止對保育類動物（所有鯨豚）有騷擾行為，然「騷擾」一詞的定義模糊，並沒有可量化的依據作為裁罰標準。有關海洋保育類動物，中央主管機關已於 2018 年由林務局轉為海洋保育署，而裁罰仍委託海巡署執行。

除了中央機關頒布的法規，地方政府另訂有相關的規範或公約，如《宜蘭縣經營賞鯨活動注意事項》、《花蓮縣娛樂漁船班會自律公約》、《臺東縣經營賞鯨船自律

公約》，這些公約中不單針對船隻硬體設備及安全措施進行規範，也明列與鯨豚間互動時，賞鯨船在不同距離下需要有不同的處置或駕駛方式。然該公約同樣未明載罰則及執法方式，僅能向賞鯨業者宣導。

B. 鯨豚混獲管理及規範

混獲是許多鯨豚族群存續的威脅因子，也是各國政府管理的艱難議題。漁業混獲不僅影響鯨豚的保育工作，大量非經濟目標的海洋生物更因此衰退，對整體生物多樣性和生態系統健康造成廣泛影響（Read et al., 2006）。特別是大型的商業漁業，其單位捕獲量高、行駛於管理不便的遠洋海域的特性，致使國際社會主要通過協議和公約來協調管理鯨豚混獲，確保漁業資源和海洋保育能永續並進。依《國際捕鯨管制公約》成立的國際捕鯨委員會（International Whaling Commission, IWC），關注議題已從初期的捕鯨活動配額和區域劃分移轉，參與減少鯨豚混獲的指引和相關保護計畫等管理研究的發起和推動。《波羅的海、東北大西洋、愛爾蘭海和北海小型鯨類保護協議》（ASCOBANS）和《黑海、地中海及毗連大西洋區域鯨類保護協議》（ACCOBAMS）是《遷徙物種保護公約》（CMS）下的區域協議，針對鯨豚保育，並包括減少混獲的措施。這些協議要求締約國實施監測混獲水平、改良漁具及建立保護區等行動。聯合國糧食及農業組織（FAO）也制定了減少混獲的指南，雖然無法律約束力，但這些指南深刻影響著各國政策，並促進漁業管理的最佳實踐（FAO, 2010）。為了減少鯨豚混獲，國際上已採用多種策略，如聲學驅避裝置（pingers），已被證明在刺網漁業中能降低鯨豚的混獲率（Kraus et al., 1997; Dawson et al., 2013）；然而這也同時存在鯨豚產生適應性和噪音衝擊問題（Leeney et al., 2007）。

時間和區域禁漁及海洋保護區（MPAs）的建立則是另一種空間管理工具，旨在減少漁業與鯨豚之間的互動（Gerber et al., 2005）。通過限制鯨豚高密度活動的區域和時段，這些措施顯著降低了混獲率（Hooker & Gerber, 2004）。但其效果依賴於準確的鯨豚分佈及漁業活動數據，強調了建立強大監測系統的必要性（Maxwell et al.,

2013)。漁業觀察員紀錄的混獲資料，則提供了評估混獲和措施成效的關鍵數據（Baird & Bradford, 2000）。由於資源限制，特別是在發展中國家的小規模漁業中，此類型的觀察覆蓋率普遍有限（Alfaro-Shigueto et al., 2011）。現行已有發展電子監測系統等輔助或替代方法以加強數據收集（Kindt-Larsen et al., 2012），然整體的推廣仍有經費和各國政策特性的挑戰。

我國近年較無大規模、完整的鯨豚混獲研究，但從過往的報告、歷年的擱淺事件、研究人員拍攝的鯨豚體表潛在人為傷害跡象推論，誤捕和混獲是潛在的重要議題。根據「臺灣沿近海域降低海洋保育類生物混獲之忌避措施可行性評估」報告，針對鯨豚類、海龜及大型軟骨魚類在沿近海漁業中的混獲進行深入調查，並嘗試多種降低鯨豚接近網具的設施，如聲學驅避裝置（pinger），以期從源頭避免誤傷和混獲等風險發生。結果顯示，聲學驅避裝置具備一定的成效，但考量到費用和使用者配合門檻，如何推動和改良尚待各方努力。該計畫也協助主管機關者發展通報網絡，鼓勵漁民即時上報混獲事件，以利研究人員和相關單位能及時掌握鯨豚及其他海洋保育類生物的混獲狀況，並進行適合的應變措施。納入權益相關人(如：漁民、船主)社會經濟因素和誘因，對混獲減緩策略的成功至關重要。通過參與式方法鼓勵漁業社區參與管理，可提高其遵守度並促進資源管理（Campbell & Cornwell, 2008）。經濟激勵措施，如生態認證及市場機制，可能進一步推動可持續實踐（Innes et al., 2009）。

(4) 管理規劃建議

花東海域是台灣重要的鯨豚棲地，鯨豚物種種類豐富且目擊頻繁，且為重要的漁業活動區之一。如何確保環境和利用行為共存永續，是未來管理和行動研擬的主要目標。本計畫彙整相關資料建議如下：

- 以風險評估成果規劃分層型的保護區

建立分層的保護區管理架構，包括核心區（禁止人為活動）、緩衝區（限制特定活動）及多用途區域（允許有限度的活動）。核心區應涵蓋鯨豚的關鍵繁殖地和覓食區，以最大程度地減少對鯨豚族群的干擾。然如何界定各區域的界線，需召集專家小組進行生態風險評估流程，以確認核心區和緩衝區的具體範圍。這種分層管理模式，可依照不同區域的生態需求與人為活動影響進行適當管控，降低鯨豚受到的影響。

- 評估高強度海域開發和噪音行為的管控

本區域為多種鯨豚的重要覓食、育幼棲地，對於軍演活動、船隻和海洋工程活動的噪音，建議推行噪音管制措施，並因應不同的地區、季節和育幼群體設定最大噪音管制標準。降低對鯨豚族群的衝擊。

- 船隻活動管理和發展通報網絡

針對不同的船隻類型規劃和推廣合適的指引，包含特定區域(如：大型鯨豚休憩、育幼區)的船速限制，鼓勵船主和船長加入鯨豚通報網絡，透過資料累積可推論和掌握非調查區的鯨豚分布和互動。減少碰撞和衝擊風險的同時，亦促進相關指引可依照實務情形滾動修正。

- 重啟漁業誤捕和混獲鯨豚的調查，依實務經驗規劃管理措施

現行的漁業誤捕和混獲鯨豚資訊不足，建議可先與當地漁民建立信任關係並成為通報網絡為第一階段；並將其回報資訊、經驗、意見等納入風險評估參考，以利發展合適的分層保護區相應行動和規範。

- 以教育培訓和多元化賞鯨活動發展，將友善賞鯨規範內化至日常活動

海保署已有公告且持續推行的友善賞鯨規範，一般民眾也多能認同理念。然實務進行上，會有因時間不足或拍攝角度和距離需求，造成船家落地執行的挑戰。建議增強賞鯨活動前對遊客的教育宣導，以及發展如：長時間特色航班、遠距離聲學體驗等多元方式，降低船家必須因遊客體驗而追逐鯨豚壓力。對賞鯨船家和解說員，亦可強化目擊回報的暢通性和完整性，並定期交流鯨豚現況，作為長期監測當地鯨豚分布趨勢，並研究後續管理規範的重要基礎。

- 依照各階段目標，持續長期且穩定的調查研究工作。

充足的鯨豚研究資料建置，須明確建立鯨豚族群的長期監測數據庫，記錄其分布、繁殖和行為模式，並透過衛星追蹤和聲學監測技術，了解不同時間段和地點的族群動態(Maxwell et al., 2013)。並與學術單位和公民科學計劃合作，蒐集和分析鯨豚的目擊記錄，補充系統調查未涵蓋的數據。

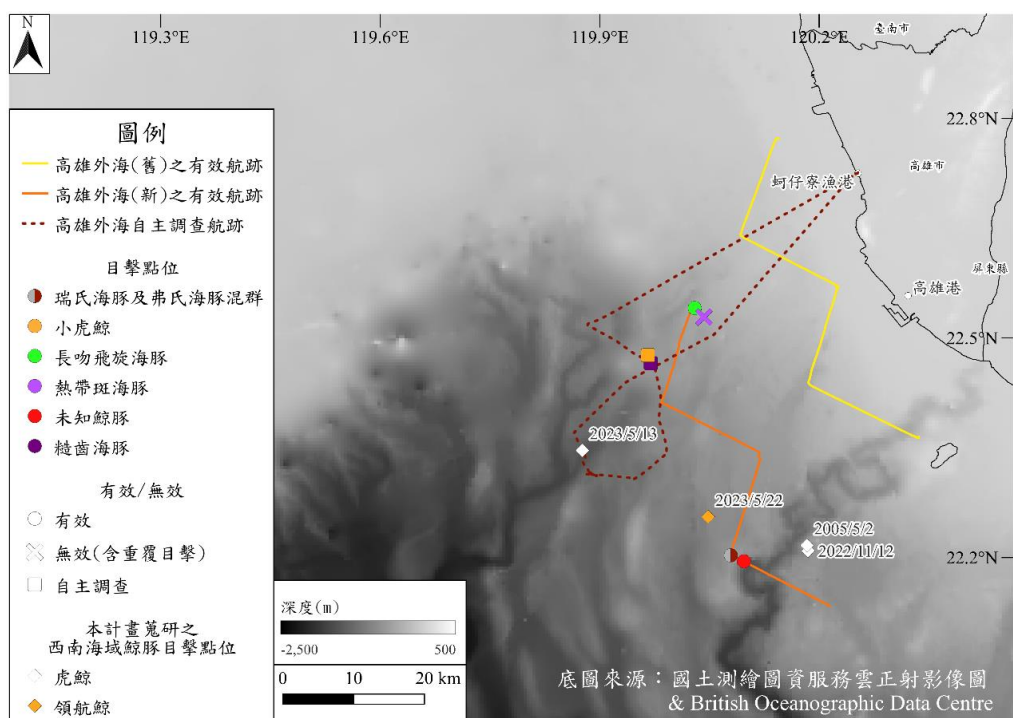


圖 3.1.2-2、高雄外海穿越線(新、舊)有效努力航跡、自主調查航跡及鯨豚目擊位置。

表 3.1.2-1、本計畫 12 條船隻穿越線代號、南北端之鄰近地標、總長度等資訊表。

穿越線代號	數量	起始端之鄰近地標	總長度(公里)
苗栗	1	新竹市香山濕地、苗栗縣白沙屯	47.4
彰化_雲林	1	彰化縣鹿港鎮、雲林縣四湖鄉	64.5
花東_北	2	花蓮港、花蓮縣石梯坪	83.7 / 87.7
花東_南	2	花蓮縣石梯坪、臺東縣三仙台	62.3 / 66.4
臺東_北	1	臺東縣三仙台、太麻里溪口外海	64.5

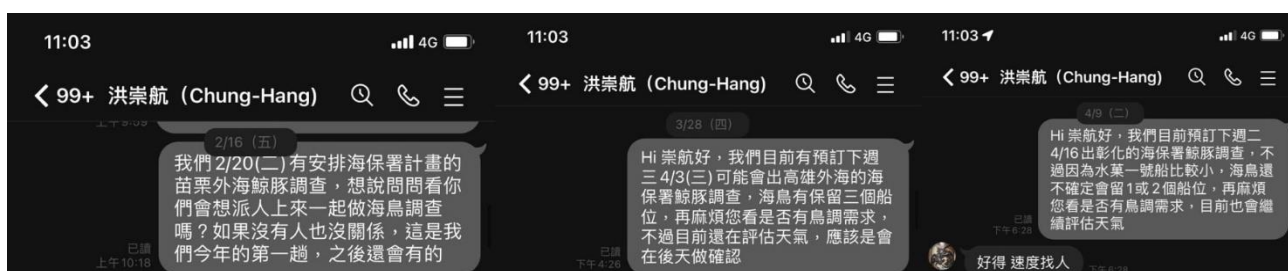
穿越線代號	數量	起始端之鄰近地標	總長度(公里)
高雄 ²	1 (舊)	高雄市蚵仔寮、小琉球北方	65.4
高雄	1 (新)	高雄港、小琉球西南方	64.5
屏東_西	1	小琉球東南方、屏東縣車城鄉	46.6
屏東_南	2	墾丁白沙灣、鵝鑾鼻東南方	44.8 / 45.0
屏東_東	1	臺東縣大武鄉、佳樂水	64.5

海鳥團隊趟次配合工作部分，自本計畫第一次鯨豚調查起，與承辦海保署「112 年度海鳥族群調查」執行團隊（臺灣大學）聯繫密切。每調查趟次開始 3 天前，皆以電子郵件或其他通訊方式詢問參與趟次意願，2023 年共發送 10 次行前通知信件（2/15、4/12、4/21、7/17、7/18、8/11、8/22、9/8、9/15、10/24），信件紀錄如圖 3.1.2-3，兩日以上連續調查行程則合併通知。除部分預定趟次因天候不佳取消，以及 11/1 海鳥團隊因事務安排未參與外，2023 年成功配合共 14 趟次；2024 年確認「113 年全臺海鳥族群調查」計畫啟動後，則比照去年模式辦理，於調查前通知行程（圖 3.1.2-4）並確認人數，除 2/20、6/19、6/20 及 7/3 海鳥團隊因事務安排未參與外，2024 年共成功配合 10 趟次。每趟次皆預留三個船位給海鳥調查團隊，符合本計畫契約規定，並且與海鳥團隊相處融洽、溝通順暢（海鳥團隊現場工作照片如圖 3.1.2-5、圖 3.1.2-6）。

² 高雄航次新、舊表示該穿越線變更前後的資訊。

[研海][112-113年度臺灣鯨豚族群調查計畫] 海上調查行前確認 - 112年度海上鯨豚調查, 資訊如下: 10/31調查 1. 調查日期: 2023/10/31(二...	10月27日
[研海][112-113年度臺灣鯨豚族群調查計畫] 海上調查行前確認 - 112年度海上鯨豚調查, 資訊如下: 9/19調查 1. 調查日期: 2023/09/19(二...	9月15日
[研海][112-113年度臺灣鯨豚族群調查計畫] 海上調查行前確認 - 112年度海上鯨豚調查, 資訊如下: 9/10調查 1. 調查日期: 2023/09/10(日...	9月8日
[研海][112-113年度臺灣鯨豚族群調查計畫] 海上調查行前確認 - 112年度海上鯨豚調查, 因下周有接近颱風接近, 海況轉差, 近日持續與...	8月25日
[研海][112-113年度臺灣鯨豚族群調查計畫] 海上調查行前確認 - 112年度海上鯨豚調查, 因預報風浪在8/13(日)後轉為*浪高超過1.5米*, ...	8月15日
[研海][112-113年度臺灣鯨豚族群調查計畫] 海上調查行前確認 - 112年度海上鯨豚調查, 資訊如下: 第八次調查 1. 調查日期: 2023/07/24(...	7月18日
[研海][112-113年度臺灣鯨豚族群調查計畫] 海上調查行前確認 - 112年度海上鯨豚調查, 資訊如下: 第六次調查 1. 調查日期: 2023/07/20...	7月17日
[研海][112-113年度臺灣鯨豚族群調查計畫] 海上調查行前確認 - 四次調查 1. 調查日期: 2023/04/28(五) 2. 調查範圍: 花蓮-台東外海3. ...	4月21日
[研海][112-113年度臺灣鯨豚族群調查計畫] 海上調查行前確認 - 112年度海上鯨豚調查, 資訊如下: 第二次調查 1. 調查日期: 2023/04/17(...	4月12日
收件匣 [研海][112-113年度臺灣鯨豚族群調查計畫] 海上調查行前確認 - 豚族群調查計畫」專案經理, 我經由本案承辦得知貴單位聯絡...	2月15日

圖 3.1.2-3、2023 年海鳥團隊信件通知證明。



[研海][112-113年度臺灣鯨豚族群調查計畫] 海上調查行前確認 -)進行113年度海上鯨豚調查, 資訊如下: 2024/09/26調查 1. 調查日期: 2024/09/26(四) 2. 調查範圍: 成功-太麻里3. 進出...	9月20日
收件匣 [研海][112-113年度臺灣鯨豚族群調查計畫] 海上調查行前確認 -)進行113年度海上鯨豚調查, 資訊如下: 2024/09/02調查 1. 調查日期: 2024/09/02(一) 2. 調查範圍: 大武-佳樂...	8月30日
收件匣 [研海][112-113年度臺灣鯨豚族群調查計畫] 海上調查行前確認 - 不佳調查取消, 延期至2024/8/27 (二) - 8/29 (四), 行程資訊如下: 2024/08/27調查 1. 調查日期: 2024/08/27(...	8月14日
[研海][112-113年度臺灣鯨豚族群調查計畫] 海上調查行前確認 -)進行113年度海上鯨豚調查, 資訊如下: 2024/07/03調查 1. 調查日期: 2024/07/03(三) 2. 調查範圍: 彰化外海3. 進出港口...	6月27日
[研海][112-113年度臺灣鯨豚族群調查計畫] 海上調查行前確認 -)進行113年度海上鯨豚調查, 資訊如下: 2024/06/19調查 1. 調查日期: 2024/06/19(三) 2. 調查範圍: 高雄-車城外海3. 進...	6月14日
[研海][112-113年度臺灣鯨豚族群調查計畫] 海上調查行前確認 -)進行113年度海上鯨豚調查, 資訊如下: 2024/06/05調查 1. 調查日期: 2024/06/05(三) 2. 調查範圍: 石碇-花蓮外海3. 進...	6月3日

圖 3.1.2-4、2024 年海鳥團隊信件通知證明。

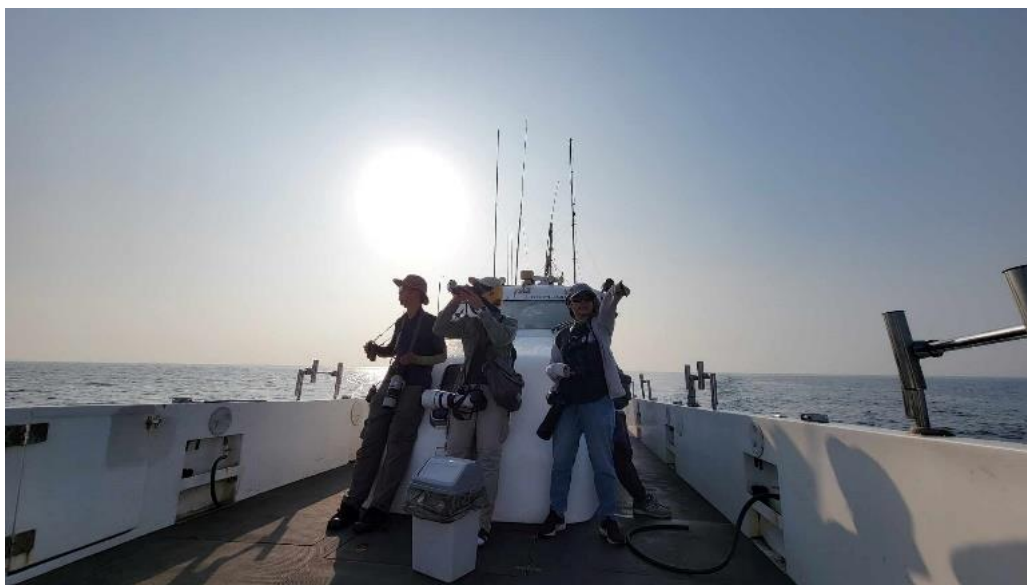


圖 3.1.2-5、112 年 4 月 17 日高雄外海趟次與海鳥團隊工作照。



圖 3.1.2-6、112 年 4 月 28 日花東外海與海鳥團隊工作照。



圖 3.1.2-7、113 年 9 月 26 日臺東外海與海鳥團隊工作照。

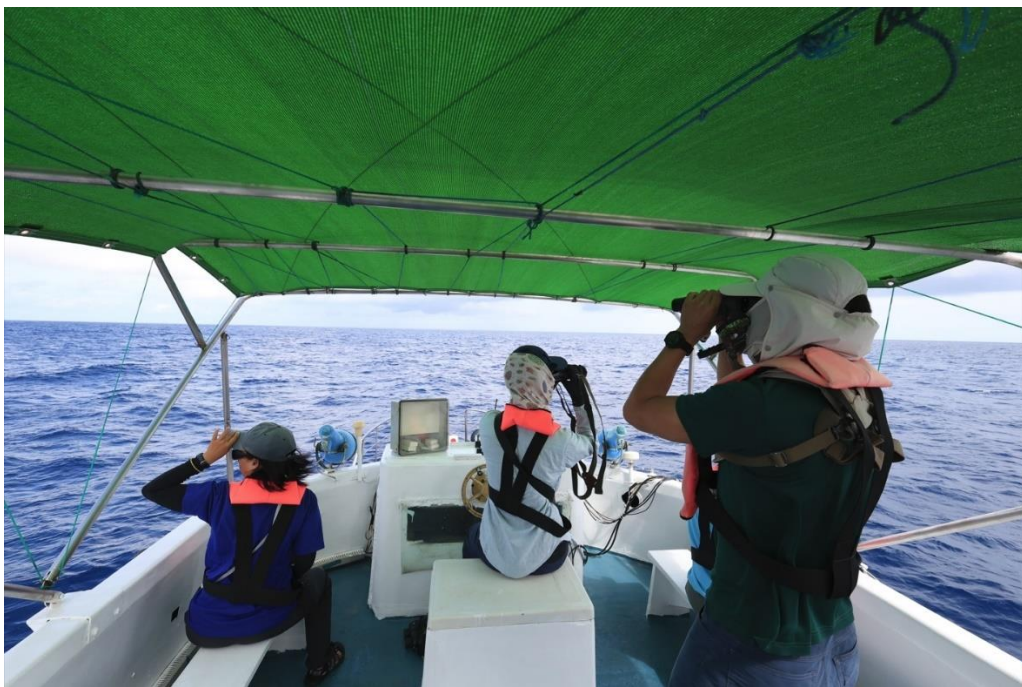


圖 3.1.2-8、113 年 9 月 27 日臺東外海與海鳥團隊工作照。

2. 本計畫鯨豚族群調查成果彙整

(1) 本計畫穿越線成果說明

本計畫已完成預定航線之 30 趟次調查。實際執行包含苗栗外海 2 趟次、彰化外海 4 趟次、高雄外海 4 趟次、花蓮港至石梯漁港海域範圍 4 趟次、石梯漁港至成功漁港海域範圍 6 趟次、屏東外海 6 趟次、臺東外海 4 趟次。海上調查情形如圖 3.1.2-9 至圖 3.1.2-11。調查總航行時間為 280.9 小時，總航行里程 4045 公里，有效努力里程共 1731.7 公里，鯨豚共目擊 115 群次(包含 113 群次及 2 群次重複目擊)，其中 8 筆目擊為混群群次，於航線上調查時所目擊之有效目擊 76 群，及未於航線上調查時所目擊之無效目擊共 39 群(包含 37 群及 2 群重複目擊)。



圖 3.1.2-9、112 年 4 月 28 日海上調查情形。



圖 3.1.2-10、112 年 9 月 10 日海上調查情形。



圖 3.1.2-11、113 年 8 月 29 日海上調查情形。

發現鯨豚時，本團隊會記錄調查船當時的位置為發現點；如果該位置距離鯨豚群體超過 300 公尺，則在調查船接近鯨豚群體後，再次記錄當時的位置為接近點。若初次發現時，調查船與鯨豚群體的距離已少於 300 公尺，則發現點與接近點為相同位置。繪製實際航跡及鯨豚空間分布圖時，考量到不同群次發現當下與調查船的

距離有明顯差異（例如：從少於 300 公尺至超過 1 公里），為準確反映鯨豚實際出沒位置和環境特徵，主要以接近點表示鯨豚出沒的位置，無法追蹤鯨豚或目擊時間極短的群次，則以發現點標記。

此外，因觀察時間過短、不活躍的水面行為和目擊當下距離超過一公里以上以至於難以觀察等因素，部分群次無法辨識到物種層級，僅能記錄至最可能的分類群。實務上，調查團隊仍會以現場觀察動物的特徵進行類群判定，然部分無法精確描述分類群的生物紀錄，會以中小型鯨豚或未知鯨豚描述。「中小型鯨豚」指體長估計小於 3 公尺的鯨豚，物種可能包含海豚科或小抹香鯨科；「未知鯨豚」指無法確認物種，海豚科、小抹香鯨科、喙鯨科等皆有可能之生物紀錄，因考量資料的正確性，以最保守的方式進行記錄。

分析累積目擊群次之鯨豚組成(避免高估物種族群數量，刪去同一群鯨豚於同一航線上的非第一次重複目擊群)，以瑞氏海豚的累積目擊群次 (本期新增 13 群次，累積 28 群次，佔比 25%) 最多，其次為弗氏海豚 (本期新增 6 群次，累積 15 群次，佔比 13%)及小抹香鯨屬，含侏儒抹香鯨 8 群及小抹香鯨屬 7 群 (本期新增 9 群次，累積 15 群次，佔比 13%)。再者為抹香鯨(本期無新增，累積 13 群次，佔比 11%)；其餘物種或類群累積目擊群次皆少於等於 10 群次。由高到低分別為：熱帶斑海豚(本期新增 1 群次，累積 6 群次，佔比 5%)、長吻飛旋海豚(本期新增 1 群次，累積 6 群次，佔比 5%)、瓶鼻海豚含印太瓶鼻海豚 2 群及瓶鼻海豚屬 2 群(本期新增 2 群次，累積 4 群次，佔比 3%)、喙鯨科含銀杏齒中喙鯨 1 群及喙鯨科 1 群(本期新增 2 群次，累積 2 群次，佔比 3%)、偽虎鯨(本期無新增，累積 3 群次，佔比 3%)、小虎鯨(本期無新增，累積 2 群次，佔比 3%)，中華白海豚 (本期新增 1 群次，累積 2 群次，佔比 3%)、瓜頭鯨本期新增 1 群次，新鼠海豚屬累積 1 群次以及未知鯨豚 15 群次 (有效 13 群次)。

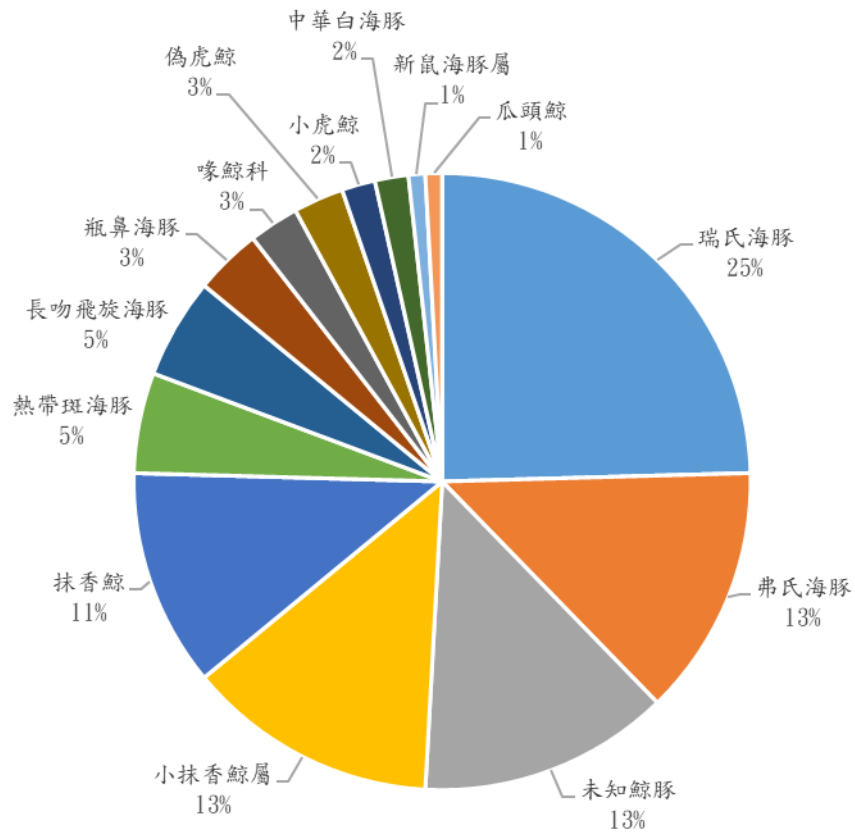


圖 3.1.2-12、本計畫海上鯨豚調查目擊物種比例組成圖。

表 3.1.2-2、本計畫各調查航次之船隻穿越線航程、有效努力里程及目擊群次。

航次	日期	起迄地點	調查區域	開始時間	結束時間	總航行時間 (小時)	總航行里程 (公里)	總目擊 (群次)	有效努力里程 (公里)	有效目擊 (群次)
1	2023/02/18	龍鳳漁港	苗栗	09:46	18:44	8.9	100	0	48	0
2	2023/04/17	蚵仔寮漁港	高雄(舊)	06:40	14:05	7.5	122	0	65	0
3	2023/04/18	崙尾灣漁港	彰化_雲林	09:19	20:10	10.9	152	2	63	1
4	2023/04/28	石梯漁港/成功漁港	花東_南	07:27	15:15	7.8	85	3	53	1
5	2023/04/29	成功漁港/石梯漁港	花東_南	07:23	15:03	7.7	103	5	67	5
6	2023/07/20	石梯漁港/花蓮港	花東_北	07:37	17:52	10.3	148	10	78	6
7	2023/07/21	花蓮港/石梯漁港	花東_北	07:14	17:32	10.3	121	7	63	5
8	2023/07/24	崙尾灣漁港	彰化_雲林	05:03	13:59	9.2	137	0	61	0
9	2023/09/10	石梯漁港/成功漁港	花東_南	07:41	15:52	8.3	105	6	58	5
10	2023/09/11	成功漁港	臺東_北	06:18	15:19	8.7	142	4	64	2
11	2023/09/12	成功漁港/石梯漁港	花東_南	07:31	14:30	7.3	102	4	60	2

航次	日期	起迄地點	調查區域	開始時間	結束時間	總航行時間 (小時)	總航行里程 (公里)	總目擊 (群次)	有效努力里程 (公里)	有效目擊 (群次)
12	2023/09/19	後壁湖漁港	屏東_南	06:10	15:34	9.7	178	0	30	0
13	2023/09/20	後壁湖漁港	屏東_西	05:59	14:44	8.8	149	3	46	2
14	2023/10/31	高雄港	屏東_西	06:21	16:17	9.9	156	0	42	0
15	2023/11/01	高雄港	高雄(新)	05:56	15:47	9.9	157	5	62	4
16	2024/02/20	南寮漁港	苗栗	09:22	17:23	9.9	132	2	47.8	2
17	2024/04/03	蚵仔寮漁港	高雄(新)	06:19	17:49	11.5	175	6	59.5	2
18	2024/04/16	崙尾灣漁港	彰化_雲林	06:33	15:26	8.9	139	0	51.2	0
19	2024/06/05	石梯漁港/花蓮港	花東_北	07:04	16:54	9.9	134	8	69.9	5
20	2024/06/06	花蓮港/石梯漁港	花東_北	07:07	16:42	9.6	120	11	56	7
21	2024/06/19	高雄港/後壁湖漁港	高雄(新)	06:28	11:36	5.1	95	0	65.2	0
22	2024/06/19	高雄港/後壁湖漁港	屏東_西	11:37	17:51	6.2	105	3	39.9	2
23	2024/06/20	後壁湖漁港/高雄港	屏東_南	09:05	21:38	12.6	173	0	60.3	0

航次	日期	起迄地點	調查區域	開始時間	結束時間	總航行時間 (小時)	總航行里程 (公里)	總目擊 (群次)	有效努力里程 (公里)	有效目擊 (群次)
24	2024/07/03	崙尾灣漁港	彰化_雲林	08:40	18:03	9.4	134	1	60.1	0
25	2024/08/27	石梯漁港/成功漁港	花東_南	07:32	18:18	10.8	130	8	53.5	6
26	2024/08/28	成功漁港	臺東_北	06:27	15:56	9.5	143	5	62	2
27	2024/08/29	成功漁港/石梯漁港	花東_南	06:19	16:41	10.4	118	16	54	15
28	2024/09/02	富岡漁港	屏東_東	06:37	19:20	12.7	209	2	63.9	0
29	2024/09/26	成功漁港	臺東_北	07:35	17:01	9.4	141	2	63.9	1
30	2024/09/27	成功漁港	臺東_北	05:58	15:48	9.8	140	2	64.5	1
總計						280.9	4045	115	1731.7	76

表 3.1.2-3、本計畫鯨豚目擊群次資訊列表。

註：同時混群出現的 2 種不同種海豚使用黃底及「*」標記。觀察時間過短、不活躍的水面行為和目擊當下距離超過 1 公里以上以至於難以觀察的群次可能無法判斷其物種或是否有母子對，依據當下紀錄的特徵再將無法確認的物種細分為：未知鯨豚、中小型鯨豚或海豚科。

流水號	日期	群次	調查區域	物種	學名	數量	母子對	目擊狀態
1.	2023/4/18	1	彰化_雲林	新鼠海豚屬	<i>Neophocaena</i> sp.	1	無法判斷	有效
2.	2023/4/18	2	彰化_雲林	中華白海豚	<i>Sousa chinensis</i>	11-12	有	無效
3.	2023/4/28	1	花東_南	小虎鯨	<i>Feresa attenuata</i>	7-8	有	有效
4.	2023/4/28	2	花東_南	瑞氏海豚	<i>Grampus griseus</i>	2-3	無	無效
5.	2023/4/28	3	花東_南	瑞氏海豚	<i>Grampus griseus</i>	6-8	有	無效
6.	2023/4/29	1	花東_南	小抹香鯨屬	<i>Kogia</i> sp.	1	無	有效
7.	2023/4/29	2	花東_南	未知鯨豚		1	無	有效
8.	2023/4/29	3*	花東_南	瑞氏海豚	<i>Grampus griseus</i>	24-31	有	有效
9.	2023/4/29		花東_南	弗氏海豚	<i>Lagenodelphis hosei</i>	15-20	無	有效
10.	2023/4/29	4	花東_南	小抹香鯨屬	<i>Kogia</i> sp.	1	有	有效

流水號	日期	群次	調查區域	物種	學名	數量	母子對	目擊狀態
11.	2023/7/20	1	花東_北	瑞氏海豚	<i>Grampus griseus</i>	2-3	無	無效
12.	2023/7/20	2*	花東_北	瑞氏海豚	<i>Grampus griseus</i>	6	有	無效
13.	2023/7/20		花東_北	弗氏海豚	<i>Lagenodelphis hosei</i>	53-55	有	無效
14.	2023/7/20	3	花東_北	海豚科		1	無	有效
15.	2023/7/20	4	花東_北	熱帶斑海豚	<i>Stenella attenuata</i>	100-200	有	有效
16.	2023/7/20	5	花東_北	弗氏海豚	<i>Lagenodelphis hosei</i>	60-80	有	有效
17.	2023/7/20	6	花東_北	弗氏海豚	<i>Lagenodelphis hosei</i>	250-400	有	有效
18.	2023/7/20	7	花東_北	弗氏海豚	<i>Lagenodelphis hosei</i>	150-200	有	有效
19.	2023/7/20	8	花東_北	海豚科		2	無	有效
20.	2023/7/20	9	花東_北	海豚科		無法判斷	無法判斷	無效
21.	2023/7/21	1	花東_北	海豚科		1	無	有效
22.	2023/7/21	2	花東_北	弗氏海豚	<i>Lagenodelphis hosei</i>	400-500	有	有效
23.	2023/7/21	3	花東_北	弗氏海豚 (重複目擊)	<i>Lagenodelphis hosei</i>	無法判斷	無法判斷	無效
24.	2023/7/21	4	花東_北	小虎鯨	<i>Feresa attenuata</i>	4	無	有效

流水號	日期	群次	調查區域	物種	學名	數量	母子對	目擊狀態
25.	2023/7/21	5	花東_北	瑞氏海豚	<i>Grampus griseus</i>	6	無	有效
26.	2023/7/21	6	花東_北	抹香鯨	<i>Physeter macrocephalus</i>	30-35	有	有效
27.	2023/7/21	7	花東_北	小抹香鯨屬	<i>Kogia</i> sp.	1	無	無效
28.	2023/9/10	1	花東_南	中小型鯨豚		4-5	無法判斷	無效
29.	2023/9/10	2	花東_南	長吻飛旋海豚	<i>Stenella longirostris</i>	50-80	有	有效
30.	2023/9/10	3	花東_南	瑞氏海豚	<i>Grampus griseus</i>	10-15	有	有效
31.	2023/9/10	4*	花東_南	瑞氏海豚	<i>Grampus griseus</i>	40-60	有	有效
32.	2023/9/10		花東_南	弗氏海豚	<i>Lagenodelphis hosei</i>	150	有	有效
33.	2023/9/10	5	花東_南	中小型鯨豚		3-4	無	有效
34.	2023/9/11	1	臺東_北	瑞氏海豚	<i>Grampus griseus</i>	25-35	有	無效
35.	2023/9/11	2	臺東_北	瑞氏海豚	<i>Grampus griseus</i>	15-20	無	有效
36.	2023/9/11	3	臺東_北	中小型鯨豚		4-5	無法判斷	有效
37.	2023/9/11	4	臺東_北	侏儒抹香鯨	<i>Kogia sima</i>	3	無法判斷	無效
38.	2023/9/12	1	花東_南	侏儒抹香鯨	<i>Kogia sima</i>	2	無	有效

流水號	日期	群次	調查區域	物種	學名	數量	母子對	目擊狀態
39.	2023/9/12	2	花東_南	瑞氏海豚	<i>Grampus griseus</i>	30-40	有	有效
40.	2023/9/12	3	花東_南	長吻飛旋海豚	<i>Stenella longirostris</i>	40-50	有	無效
41.	2023/9/12	4	花東_南	瑞氏海豚 (重複目擊)	<i>Grampus griseus</i>	8-10	無	無效
42.	2023/9/20	1	屏東_西	長吻飛旋海豚	<i>Stenella longirostris</i>	40-50	有	無效
43.	2023/9/20	2	屏東_西	熱帶斑海豚	<i>Stenella attenuata</i>	60-80	有	有效
44.	2023/9/20	3	屏東_西	未知鯨豚		3		有效
45.	2023/11/1	1	高雄 (新)	海豚科		1	無	有效
46.	2023/11/1	2*	高雄 (新)	瑞氏海豚	<i>Grampus griseus</i>	58-72	無	有效
47.	2023/11/1		高雄 (新)	弗氏海豚	<i>Lagenodelphis hosei</i>	70-90	有	有效
48.	2023/11/1	3	高雄 (新)	長吻飛旋海豚	<i>Stenella longirostris</i>	85-125	無	有效
49.	2023/11/1	4	高雄 (新)	熱帶斑海豚	<i>Stenella attenuata</i>	80-90	有	無效
50.	2024/2/20	1	苗栗	印太瓶鼻海豚	<i>Tursiops aduncus</i>	6-8	無	有效
51.	2024/2/20	2	苗栗	海豚科		1	無	有效
52.	2024/4/3	1*	高雄 (新)	偽虎鯨	<i>Pseudorca crassidens</i>	20-40	無法判斷	無效

流水號	日期	群次	調查區域	物種	學名	數量	母子對	目擊狀態
53.	2024/4/3		高雄 (新)	瓶鼻海豚	<i>Tursiops</i> spp.	3-5	無法判斷	無效
54.	2024/4/3	2	高雄 (新)	瑞氏海豚	<i>Grampus griseus</i>	10-20	無	無效
55.	2024/4/3	3	高雄 (新)	瑞氏海豚	<i>Grampus griseus</i>	6-8	無	無效
56.	2024/4/3	4	高雄 (新)	偽虎鯨	<i>Pseudorca crassidens</i>	8-12	無	有效
57.	2024/4/3	5	高雄 (新)	未知鯨豚		3	無	有效
58.	2024/6/5	1	花東_北	抹香鯨	<i>Physeter macrocephalus</i>	8-10	無	有效
59.	2024/6/5	2	花東_北	抹香鯨	<i>Physeter macrocephalus</i>	7-9	有	無效
60.	2024/6/5	3	花東_北	弗氏海豚	<i>Lagenodelphis hosei</i>	350-450	有	無效
61.	2024/6/5	4	花東_北	瑞氏海豚	<i>Grampus griseus</i>	2	無	有效
62.	2024/6/5	5	花東_北	抹香鯨	<i>Physeter macrocephalus</i>	6	有	有效
63.	2024/6/5	6	花東_北	抹香鯨	<i>Physeter macrocephalus</i>	4	無	無效
64.	2024/6/5	7	花東_北	熱帶斑海豚	<i>Stenella attenuata</i>	100-150	有	有效
65.	2024/6/5	8	花東_北	偽虎鯨	<i>Pseudorca crassidens</i>	20-40	有	有效
66.	2024/6/6	1	花東_北	長吻飛旋海豚	<i>Stenella longirostris</i>	30-40	無	有效

流水號	日期	群次	調查區域	物種	學名	數量	母子對	目擊狀態
67.	2024/6/6	2	花東_北	小抹香鯨屬	<i>Kogia</i> sp.	2	無	有效
68.	2024/6/6	3	花東_北	抹香鯨	<i>Physeter macrocephalus</i>	1	無	無效
69.	2024/6/6	4	花東_北	抹香鯨	<i>Physeter macrocephalus</i>	5	無	無效
70.	2024/6/6	5	花東_北	抹香鯨	<i>Physeter macrocephalus</i>	2	無	有效
71.	2024/6/6	6	花東_北	抹香鯨	<i>Physeter macrocephalus</i>	2	無	有效
72.	2024/6/6	7	花東_北	抹香鯨	<i>Physeter macrocephalus</i>	1	無	有效
73.	2024/6/6	8	花東_北	抹香鯨	<i>Physeter macrocephalus</i>	3	無	無效
74.	2024/6/6	9	花東_北	抹香鯨	<i>Physeter macrocephalus</i>	1	無	無效
75.	2024/6/6	10	花東_北	抹香鯨	<i>Physeter macrocephalus</i>	2	無	有效
76.	2024/6/6	11	花東_北	熱帶斑海豚	<i>Stenella attenuata</i>	400-450	有	有效
77.	2024/6/19	1	屏東_西	瑞氏海豚	<i>Grampus griseus</i>	15-20	無	無效
78.	2024/6/19	2	屏東_西	未知鯨豚	Unknown	1-2	無	有效
79.	2024/6/19	3	屏東_西	真瓶鼻海豚	<i>Tursiops truncatus</i>	15-20	有	有效
80.	2024/7/3	1	彰化_雲林	中華白海豚	<i>Sousa chinensis</i>	4	有	無效

流水號	日期	群次	調查區域	物種	學名	數量	母子對	目擊狀態
81.	2024/8/27	1	花東_南	弗氏海豚	<i>Lagenodelphis hosei</i>	50-60	有	無效
82.	2024/8/27	2	花東_南	弗氏海豚	<i>Lagenodelphis hosei</i>	90-110	有	有效
83.	2024/8/27	3	花東_南	瑞氏海豚	<i>Grampus griseus</i>	20-25	有	無效
84.	2024/8/27	4	花東_南	瑞氏海豚	<i>Grampus griseus</i>	15-20	有	有效
85.	2024/8/27	5	花東_南	瑞氏海豚	<i>Grampus griseus</i>	12-15	有	有效
86.	2024/8/27	6	花東_南	弗氏海豚	<i>Lagenodelphis hosei</i>	250-300	有	有效
87.	2024/8/27	7	花東_南	瓜頭鯨	<i>Peponocephala electra</i>	10-15	無	有效
88.	2024/8/27	8	花東_南	侏儒抹香鯨	<i>Kogia sima</i>	1	無	有效
89.	2024/8/28	1	臺東_北	印太瓶鼻海豚	<i>Tursiops aduncus</i>	25-40	有	無效
90.	2024/8/28	2	臺東_北	喙鯨科	Ziphiidae	4	無	有效
91.	2024/8/28	3	臺東_北	侏儒抹香鯨	<i>Kogia sima</i>	3	無	有效
92.	2024/8/28	4	臺東_北	侏儒抹香鯨	<i>Kogia sima</i>	1	無	無效
93.	2024/8/28	5	臺東_北	侏儒抹香鯨	<i>Kogia sima</i>	3	無	無效
94.	2024/8/29	1	花東_南	瑞氏海豚	<i>Grampus griseus</i>	10-12	有	無效

流水號	日期	群次	調查區域	物種	學名	數量	母子對	目擊狀態
95.	2024/8/29	2	花東_南	小抹香鯨屬	<i>Kogia sp.</i>	4	無	有效
96.	2024/8/29	3*	花東_南	瑞氏海豚	<i>Grampus griseus</i>	30-40	有	有效
97.	2024/8/29		花東_南	弗氏海豚	<i>Lagenodelphis hosei</i>	40-60	有	有效
98.	2024/8/29	4	花東_南	瑞氏海豚	<i>Grampus griseus</i>	4	無	有效
99.	2024/8/29	5	花東_南	侏儒抹香鯨	<i>Kogia sima</i>	3	無	有效
100.	2024/8/29	6	花東_南	銀杏齒中喙鯨	<i>Mesoplodon ginkgodens</i>	4	有	有效
101.	2024/8/29	7*	花東_南	瑞氏海豚	<i>Grampus griseus</i>	20-30	有	有效
102.	2024/8/29		花東_南	弗氏海豚	<i>Lagenodelphis hosei</i>	40-60	有	有效
103.	2024/8/29	8	花東_南	侏儒抹香鯨	<i>Kogia sima</i>	4	有	有效
104.	2024/8/29	9	花東_南	瑞氏海豚	<i>Grampus griseus</i>	8	無	有效
105.	2024/8/29	10	花東_南	瑞氏海豚	<i>Grampus griseus</i>	5	無	有效
106.	2024/8/29	11	花東_南	小抹香鯨屬	<i>Kogia sp.</i>	3	有	有效
107.	2024/8/29	12*	花東_南	長吻飛旋海豚	<i>Stenella longirostris</i>	10-20	有	有效
108.	2024/8/29		花東_南	熱帶斑海豚	<i>Stenella attenuata</i>	70-80	有	有效

流水號	日期	群次	調查區域	物種	學名	數量	母子對	目擊狀態
109.	2024/8/29	13	花東_南	瑞氏海豚	<i>Grampus griseus</i>	10-15	無	有效
110.	2024/9/2	1	屏東_東	弗氏海豚	<i>Lagenodelphis hosei</i>	80-100	有	無效
111.	2024/9/2	2	屏東_東	瑞氏海豚	<i>Grampus griseus</i>	6-8	無	無效
112.	2024/9/26	1	臺東_北	海豚科	Delphinidae	1-2	無	有效
113.	2024/9/26	2	臺東_北	小抹香鯨屬	<i>Kogia</i> sp.	1	無	無效
114.	2024/9/27	1	臺東_北	未知鯨豚	Unknown	1	無	有效
115.	2024/9/27	2	臺東_北	瑞氏海豚	<i>Grampus griseus</i>	1	無	無效

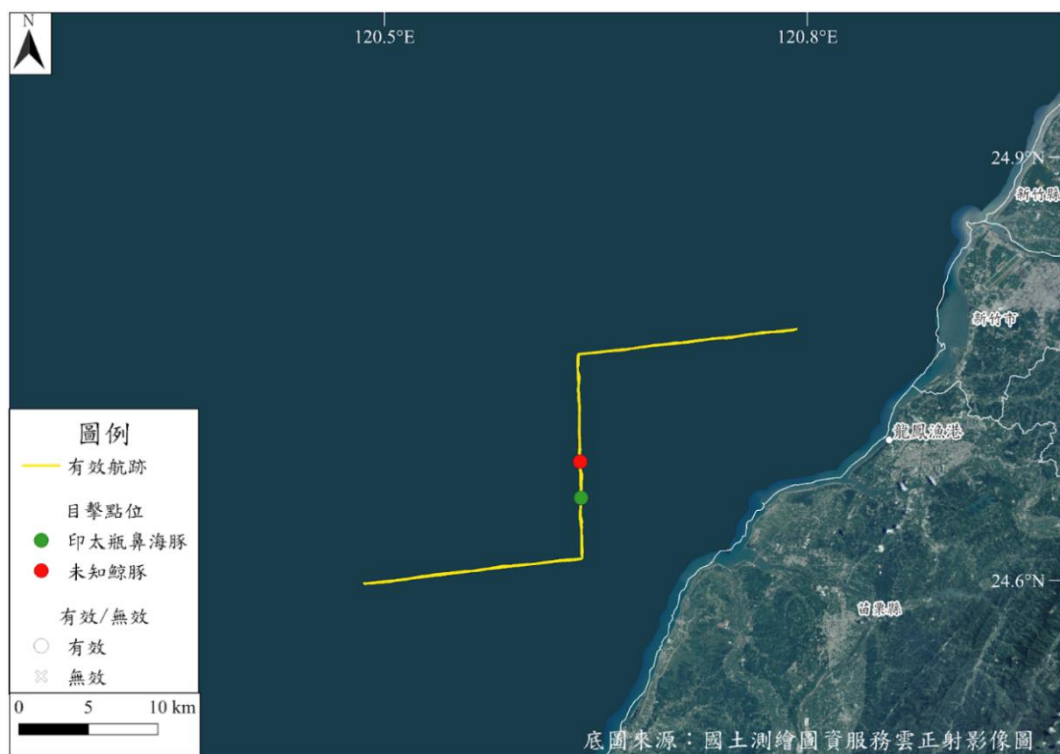


圖 3.1.2-13、苗栗外海穿越線有效努力航跡及鯨豚目擊位置。

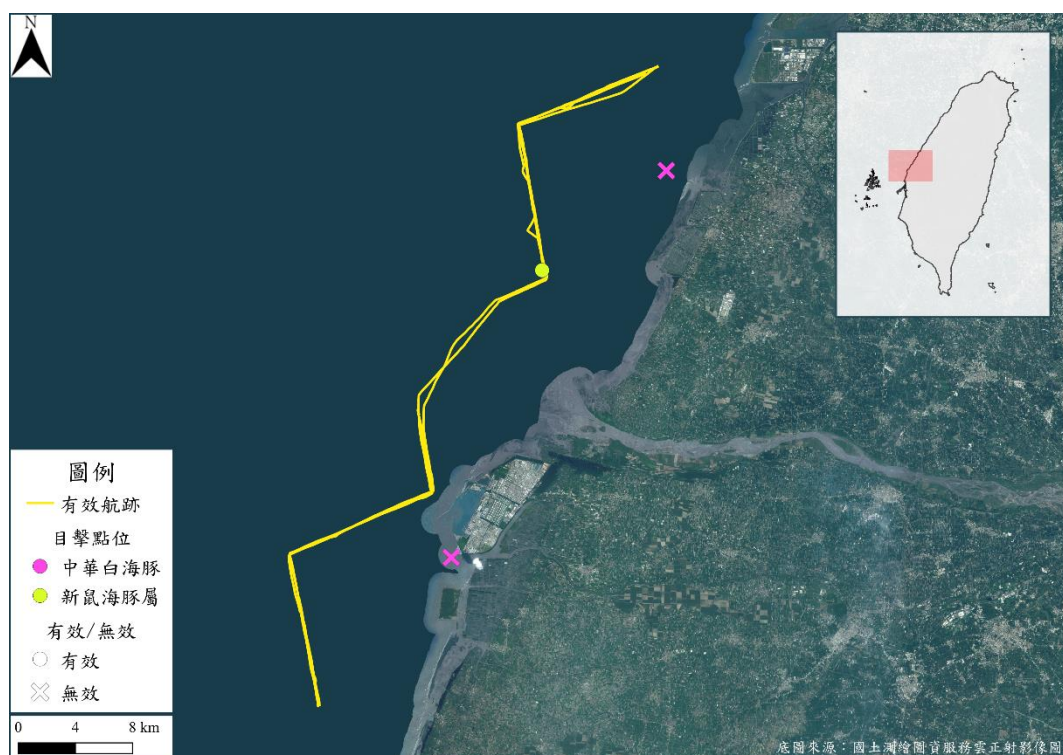


圖 3.1.2-14、彰化外海穿越線有效努力航跡及鯨豚目擊位置。

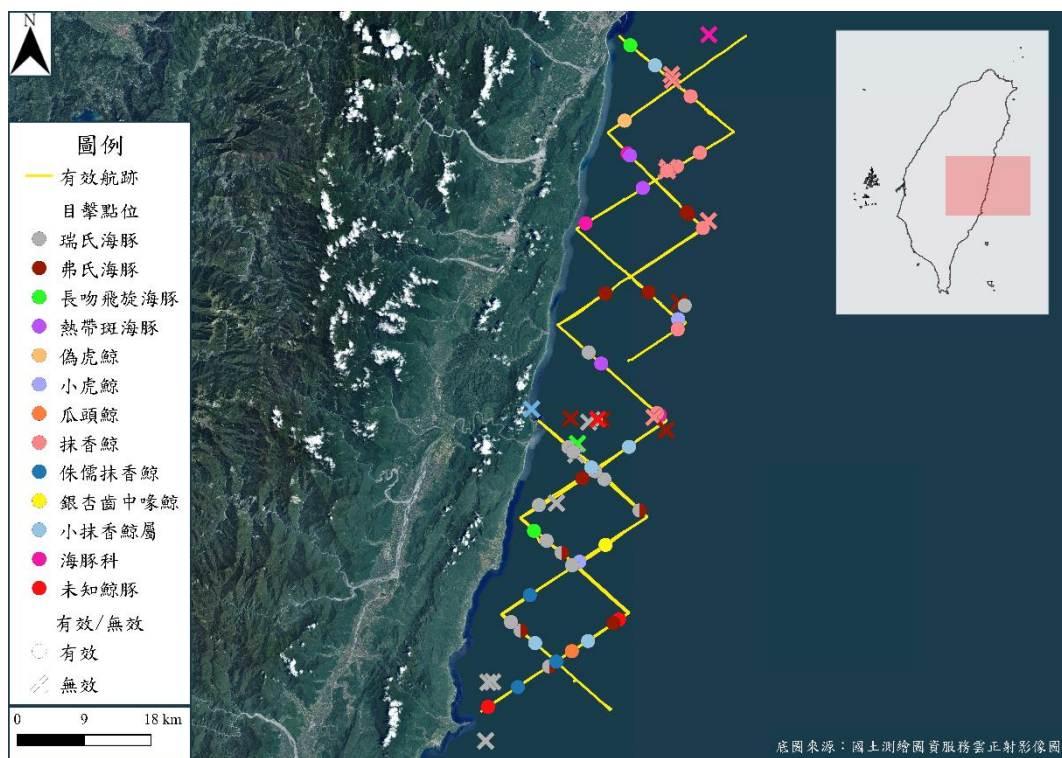


圖 3.1.2-15、花東外海穿越線有效努力航跡及鯨豚目擊位置。

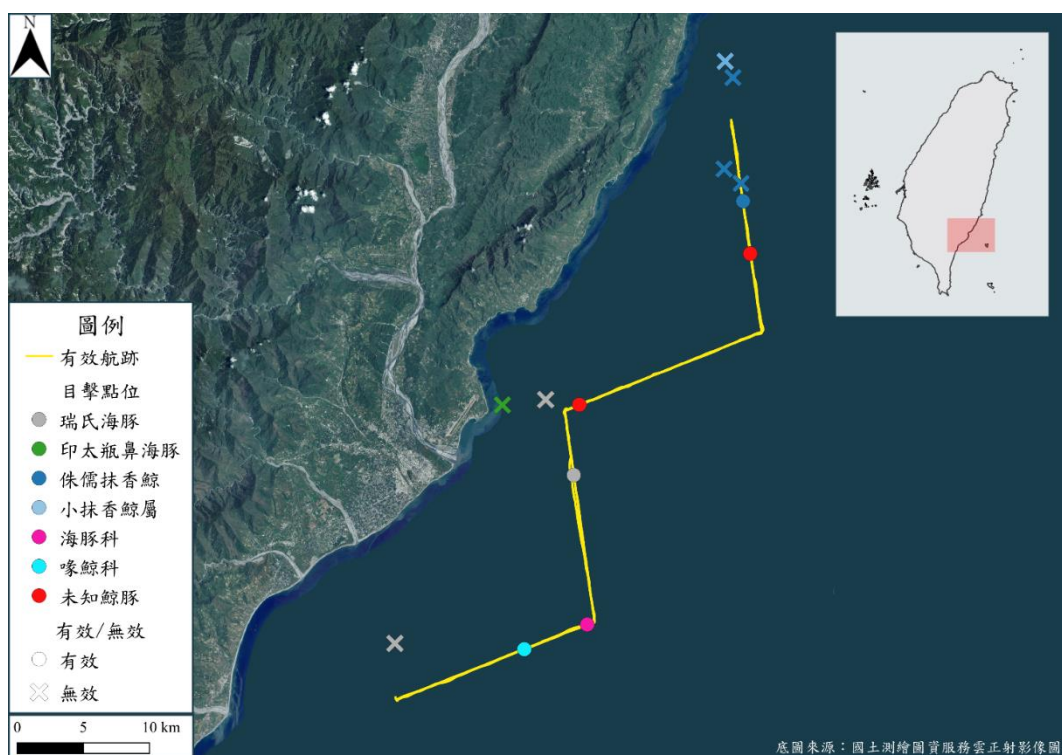


圖 3.1.2-16、臺東外海穿越線有效努力航跡及鯨豚目擊位置。

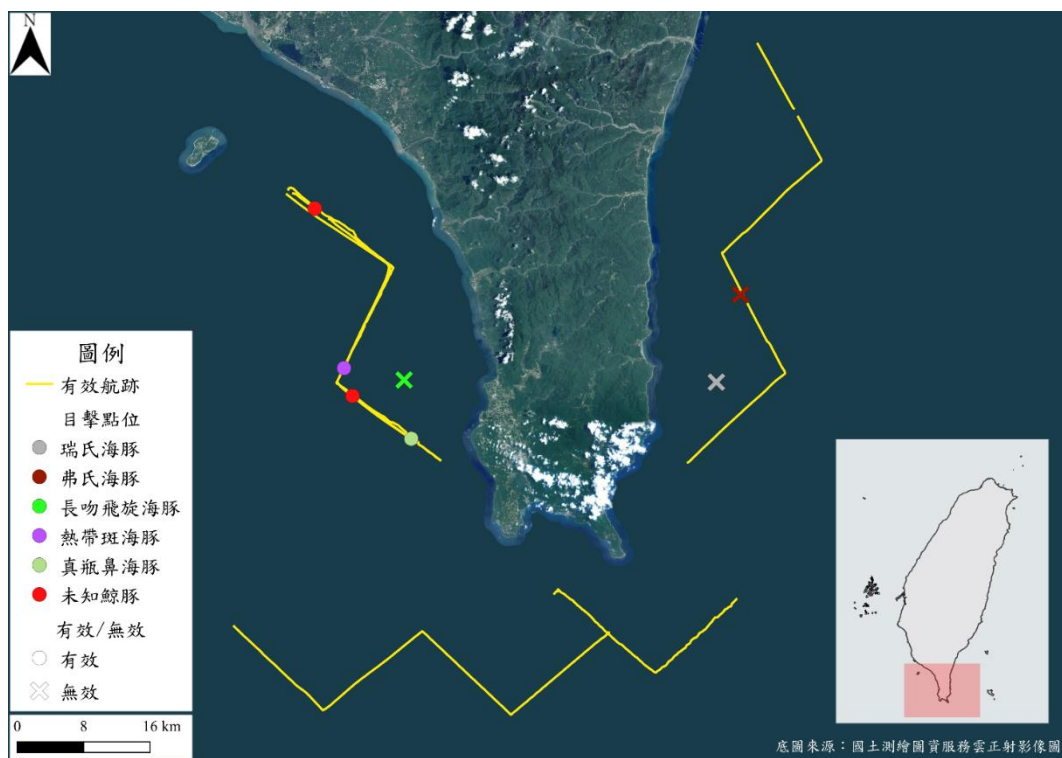


圖 3.1.2-17、屏東外海穿越線有效努力航跡及鯨豚目擊位置。

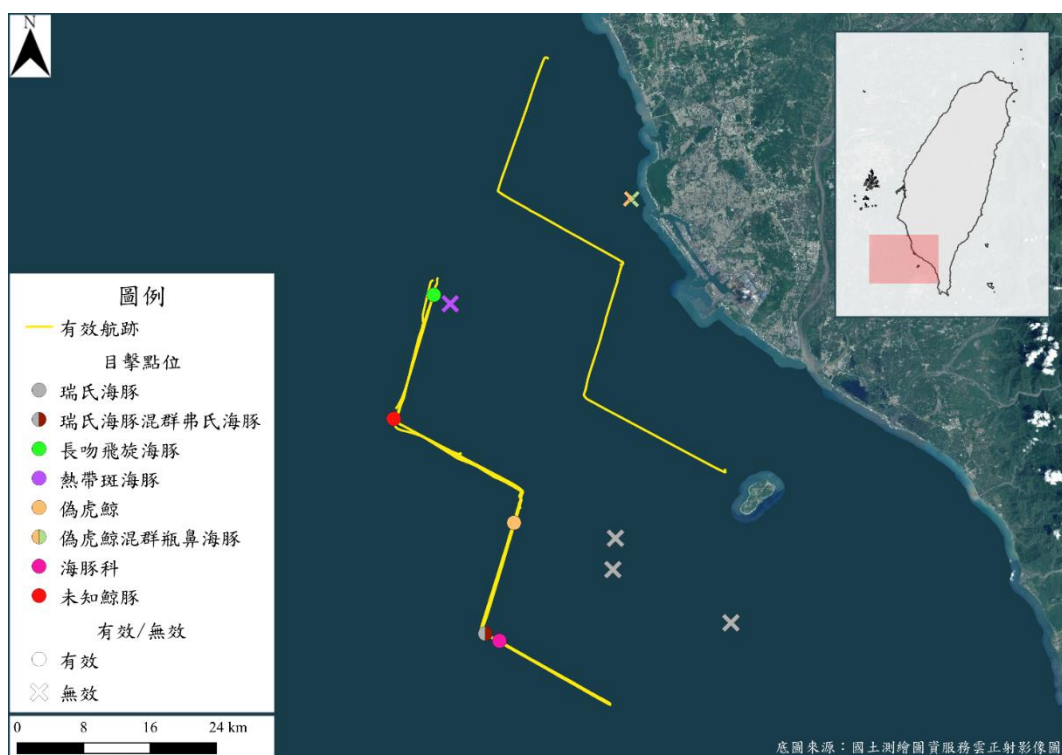


圖 3.1.2-18、高雄外海穿越線有效努力航跡及鯨豚目擊位置。

(2) 本計畫穿越線和鯨豚群次位置之環境因子彙整

彙整本計畫 30 趟次穿越線採樣點和鯨豚群次目擊位置之環境因子 (水表溫度、鹽度、pH 值、濁度、水深)(表 3.1.2-4)，各航線環境因子趨勢略有差異。排除季節對水溫的影響，初步就現有資料顯示，西岸高雄新調查線相較舊調查線向外推至深度平均大於 500 米之海域(深度平均值 672.41 ± 222.8 m)，本期新增臺東_北、屏東_南、屏東_東的環境因子數據，於屏東南側獲得可測得之最深水深(深度平均值 744.86 ± 325.59 m)，最淺則為彰化外海(深度平均值 26.46 ± 9.74 m)；花東區域及屏東東側則因水深多超過 1500 公尺無法測量。鹽度方面，西岸高雄新調查線(鹽度平均值 34.43 ± 0.35 ppt)較舊調查線高，除高雄舊調查線區域，其餘地區的鹽度大多集中在 33 至 34 ppt 之間，東岸由北向南鹽度遞減：花東北側 (鹽度平均值 33.88 ± 2.87 ppt)、花東南側(鹽度平均值 33.30 ± 1.41 ppt)及臺東北側(鹽度平均值 32.64 ± 1.45 ppt)。屏東地區鹽度高至低依序為東側(鹽度平均值 34.61 ± 0.12 ppt)、南側(鹽度平均值 34.04 ± 0.09 ppt)及西側(鹽度平均值 33.79 ± 0.73 ppt)。pH 值在所有區域的變化不大，範圍介於 8.03 至 8.19 之間。彰化、雲林外海的濁度最高(濁度平均值 1.24 ± 1.15 NTU)，而臺東北側(濁度平均值 0.11 ± 0.10 NTU)及屏東東側(濁度平均值 0.14 ± 0.11 NTU)濁度最低，現行 10 個區域航線中除苗栗、屏東南側及東側外，調查趟次皆至少 3 趟次，各環境因子數據筆數皆達 30 筆以上，其他區域尚待後續資料充足後，可進行更精確的時間空間差異比對。

表 3.1.2-4、本計畫各區調查穿越線之海水表層環境因子數值(平均值 ± 標準差)。

註：「*」表示該趟次受天氣及浪況變化影響，無法採集海水樣本及檢測。

穿越線	鹽度(ppt)	溫度(°C)	pH 值	濁度(NTU)	水深(m)
苗栗*	34.40 ± 0.63 (n = 10)	23.38 ± 0.19 (n = 10)	8.19 ± 0.05 (n = 10)	0.34 ± 0.10 (n = 10)	59.75 ± 4.17 (n = 35)
彰化_雲林	33.19±1.61 (n = 59)	28.37±2.73 (n = 59)	8.10±0.10 (n = 59)	1.24±1.15 (n = 59)	26.46±9.74 (n = 59)
花東_北	33.88±2.87 (n = 111)	29.17±1.06 (n = 111)	8.10±0.05 (n = 111)	0.25±0.43 (n = 110)	無法測得 (>1500)
花東_南	33.30±1.41 (n = 98)	29.46±3.59 (n = 98)	8.13±0.04 (n = 97)	0.19±0.16 (n = 98)	無法測得 (>1500)
臺東_北*	32.64±1.45 (n = 49)	30.20±0.83 (n = 49)	8.13±0.04 (n = 49)	0.11±0.10 (n = 48)	無法測得 (>1500)
高雄(舊)	31.97 ± 0.27 (n = 13)	29.42 ± 2.59 (n = 13)	8.14 ± 0.04 (n = 13)	0.42 ± 0.35 (n = 13)	156.62 ± 81.40 (n = 13)
高雄(新)	34.43±0.35 (n = 46)	29.24±1.15 (n = 46)	8.11±0.03 (n = 46)	0.13±0.11 (n = 45)	672.41±222.8 (n = 41)
屏東_西	33.79±0.73 (n = 33)	30.46±1.18 (n = 34)	8.03±0.11 (n = 35)	0.22±0.32 (n = 33)	257.86±147.46 (n = 25)
屏東_南	34.04±0.09 (n = 7)	31.20±0.17 (n = 7)	8.13±0.01 (n = 7)	0.22±0.20 (n = 7)	744.86±325.59 (n = 7)
屏東_東	34.61±0.12 (n = 20)	30.29±0.31 (n = 20)	8.18±0.05 (n = 20)	0.14±0.11 (n = 20)	無法測得 (>1500)

3. 歷年花東調查趟次成果彙整分析

本計畫的花東區航線於兩個時期 (108-110 年和 111-113 年)，分別由余欣怡博士領銜和研海生態兩個團隊執行調查。在各年度中，每百公里的有效目擊群次有顯著變動。排除努力量過低的 108 年，以 109 年度的調查努力量(此年度達歷年最高)和有效目擊群次為基準(100%)與其他年度進行對比，顯示除了 111 年外，此區的目擊率即使降低努力量的前提下(僅年調查努力量低於 109 年)，目擊率仍呈現上升趨勢努力量成正比變動(海大，2019；魚類學會，2020；研海，2022b)(圖 3.1.2-19)，為鯨豚豐度重要的區域，應確保穩定且持續的監測調查。

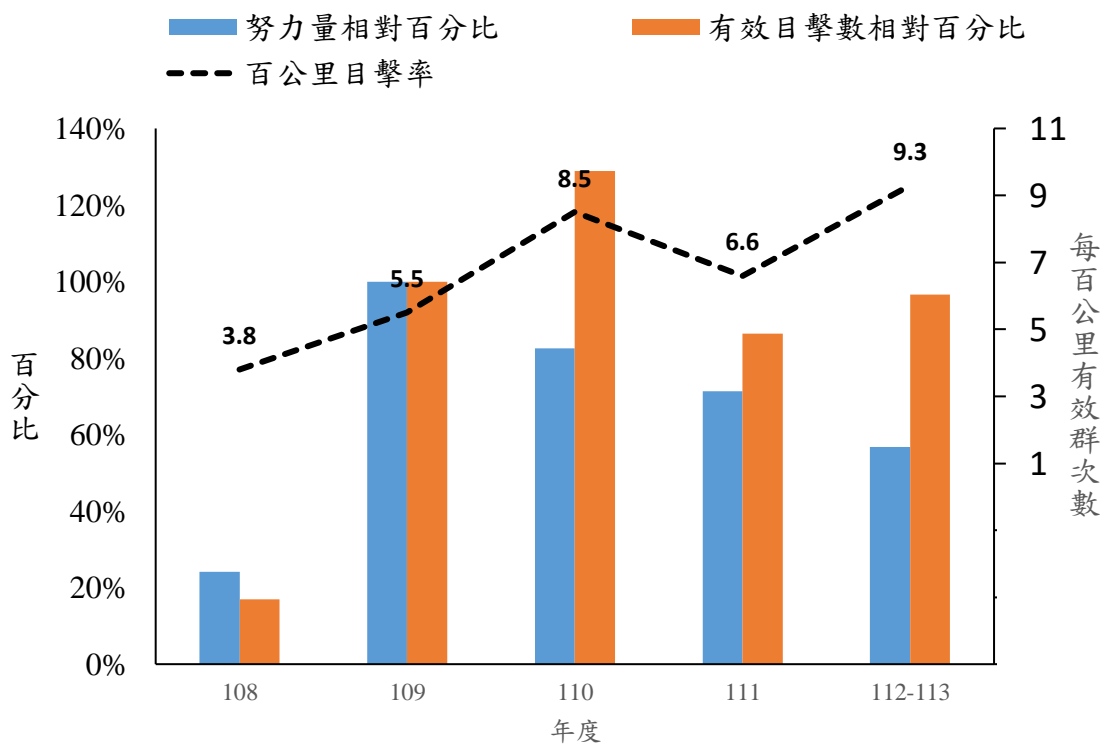


圖 3.1.2-19、本計畫花東南北航線 108-113 年的百公里目擊群次 (目擊率)，與歷年努力量、目擊數之比例變化。

比對兩時期的物種組成部分，有下降趨勢的分別為最常見種類皆為瑞氏海豚 (35%降至 30%)和抹香鯨(8%降至 7%);微幅上升的則有弗氏海豚 (11%上升至 13%)、飛旋海豚和熱帶斑海豚 (9%增長至 11%)、小抹香鯨屬(8%增長至 12%)等(圖 3.1.2-20、圖 3.1.2-21)。

進一步分析 108-113 年共六年的主要物種歷年變化趨勢，僅熱帶斑海豚未於 108 年目擊，其餘 5 種每年度或時間區段(112-113 年)皆有穩定目擊，但年間變動趨勢相異(表 3.1.2-5)。其中瑞氏海豚穩居歷年之冠，航次平均目擊群次穩定 (0.93-1.7 群)，目擊數會隨著航次增加而提升；當航次數超過 10 趟時，增長趨勢會逐步趨緩。弗氏和飛旋海豚年間目擊數的變動，則較無明顯規律。回顧過去五年有穩定調查的花東南、北航線區域的物種紀錄累積和組成，並參考海大(2019) 引用之穿越線調查研究經驗：單物種群次達 60-80 群次以上較適合進行族群密度和族群量的門檻，則瑞氏海豚為評估週期相對短和容易的選擇 (累計 40-50 趟)。考量海域調查經費有限和最有效率的資料收集方式，評估其年度調查航次在不低於 10 航次的前提下，大約 3 年即可完成一次族群量的複評。

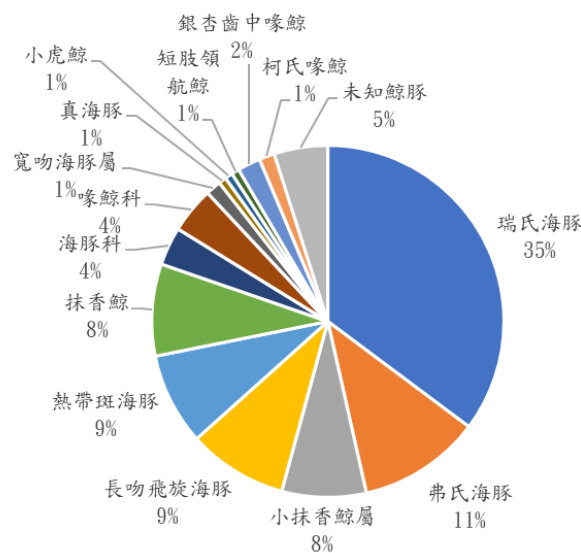


圖 3.1.2-20、花東外海 108-110 年度鯨豚生態調查有效目擊物種群次比例組成。

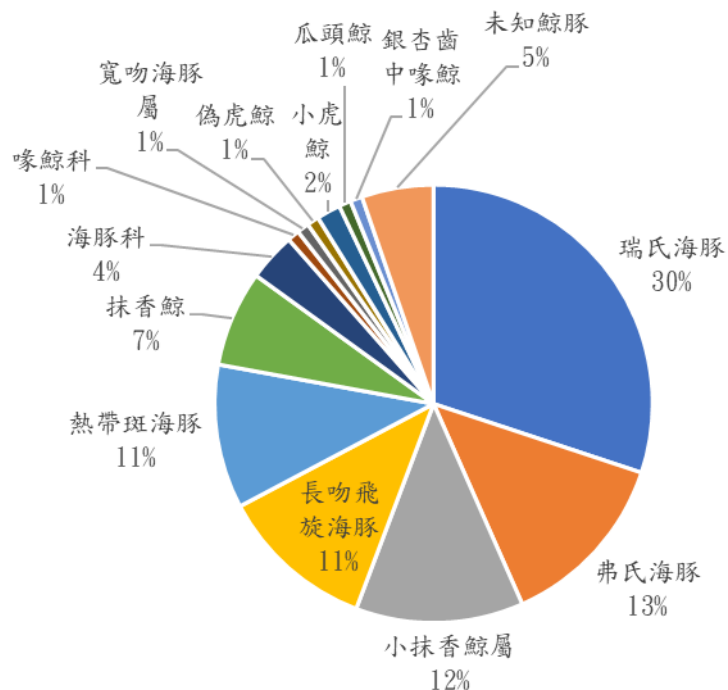


圖 3.1.2-21、花東外海 111-113 年度鯨豚生態調查有效目擊物種群次比例組成。

表 3.1.2-5、花東南北航線 108-113 年各主要目擊鯨豚物種之組成百分比。

	108 年	109 年	110 年	111 年	112 年	113 年	112-113 年
瑞氏海豚	40% (n=4)	44% (n=26)	27% (n=20)	36% (n=20)	21% (n=5)	27% (n=9)	25% (n=14)
弗氏海豚	10%	12%	11%	9%	25%	12%	18%
小抹香鯨屬	10%	2%	12%	9%	13%	18%	16%
長吻飛旋海豚	30%	2%	12%	18%	4%	6%	5%
熱帶斑海豚	0	8%	10%	14%	4%	9%	7%
抹香鯨	0	14%	5%	2%	4%	18%	12%
當年全物種總有效目擊數	10	59	73	56	24	33	57
當年總趟次數	3	18	23	11	6	4	10

4. 歷年常見種類鯨豚 (至少 4 種) 族群數量及密度資料

(1) 計算方式說明

本計畫使用 Distance Sampling(Buckland et al., 2005)進行鯨豚族群密度分析。此方法假設生物距離調查穿越線越遠，偵測到該生物的機率越低。如果直接忽略偵測率隨距離遞減的影響來估算生物族群數量密度，結果可能產生偏差。Distance Sampling 即是藉由統計穿越線上每筆生物紀錄的發現距離進行偵測曲線的模擬，校正偵測率的差異後再進行生物族群密度及數量的估算。

影響生物族群密度估算最關鍵的因素之一為偵測曲線的模擬，在 Distance Sampling 中，偵測曲線模擬常用的三個主要函數 (Key function) 包含半常態分布函數 (Half-Normal function)、風險率函數 (Hazard Rate) 及均勻分布函數 (Uniform function)。此外，這些主要函數可以與副函數 (Adjustment terms) 結合使用，常見的副函數包括餘弦調整 (Cosine adjustment)、厄米多項式調整 (Hermite Polynomial adjustment)，及簡單多項式調整 (Simple Polynomial adjustment)。在這些主要函數及副函數所組合的模型當中，找出最符合目標物種調查結果的偵測曲線，是進行族群數量密度估算最重要的環節之一。同時，為了降低離群值 (Outlier) 對於模型擬合度的影響，通常會將偵測距離超過 95 百分位的資料視為離群值，並將其移除後再進行分析。離群值可能會增加模型的擬合難度或引入不必要的誤差，因此移除這部分數據能夠提高模型的穩定性和估算結果的準確性。

模型的選擇可以參考多重標準，包括 (1) 視覺檢查：將模型及實際偵測距離長條圖疊合，直接觀察兩者的契合度；(2) 適合度檢定 (Goodness-of-fit Test)：檢測模型預測值及實際數據之間是否有顯著差異，針對連續數值的數據常使用克萊姆-馮米賽斯檢定 (Cramer-von Mises Test) 或科摩哥洛夫-史密諾夫檢定 (Kolmogorov-Smirnov Test)；(3) 赤池資訊量準則 (Akaike Information Criterion, AIC)，比較不同模

型的 AIC 值來選擇最佳模型，一般來說數值越小代表擬合度越高，但也要衡量模型的複雜度及精度。

同時，本計畫也利用 Distance Sampling 計算各物種的有效寬帶距離 (Effective Strip Width, ESW)。在穿越線兩側的有效寬帶範圍內偵測物種的機率經過校正，確保密度與數量估算不受距離遞增導致偵測率下降的影響。計算出有效寬帶後才能正確估算族群密度和數量，能有效修正偵測率隨距離遞減所產生的偏差。

本計畫執行穿越線調查時，記錄鯨豚與調查船隻的距離及鯨豚與船首方向的夾角，以獲得 Distance Sampling 所需之偵測曲線數據 (圖 3.1.2-22)。本計畫使用 R 軟體 Distance 套件進行分析，族群數量推估範圍為花東海域穿越線所圍成的長方形區域，面積為 1546 平方公里 (圖 3.1.2-23)。

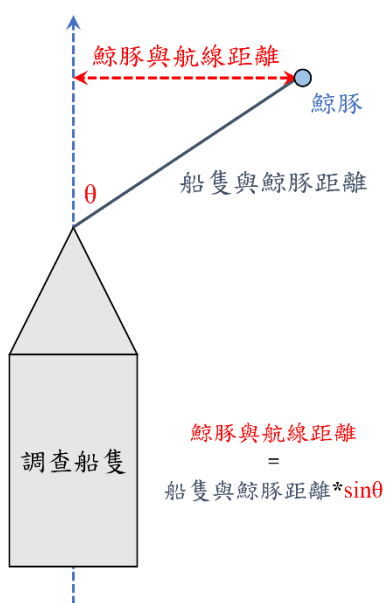


圖 3.1.2-22、計算鯨豚與穿越線距離之示意圖。

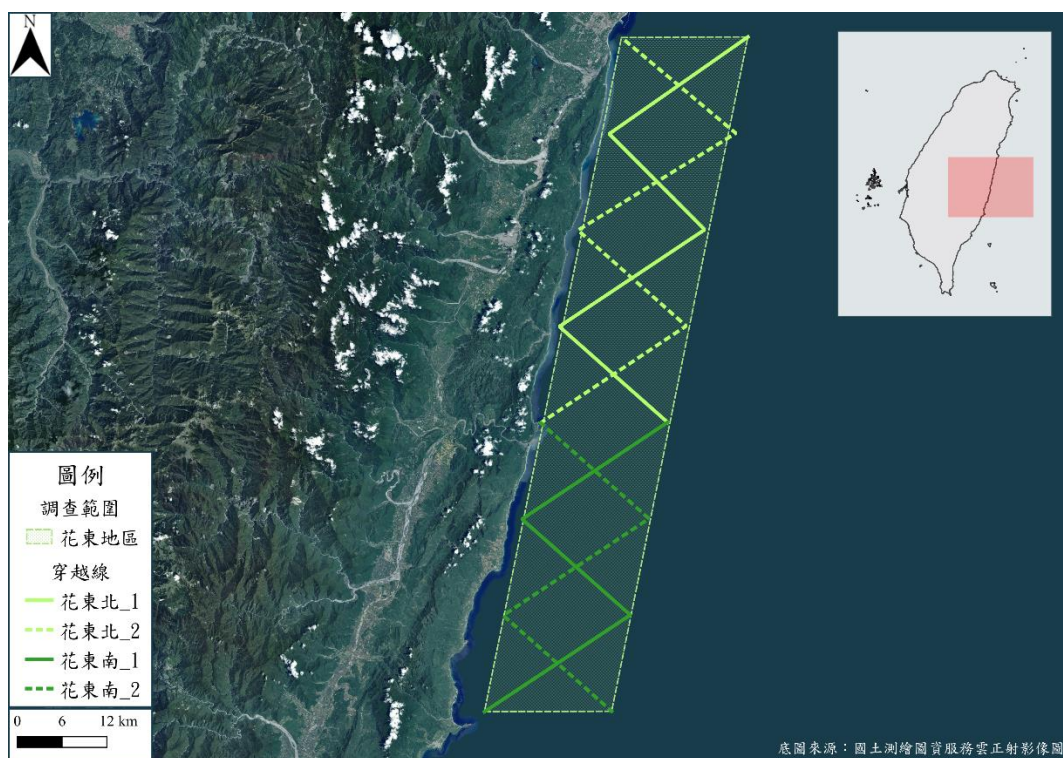


圖 3.1.2-23、本計畫族群數量推估範圍。

(2) 執行成果

自 111 至 113 年，於花東海域穿越線上有效目擊紀錄最多之 4 種鯨豚物種依序為瑞氏海豚 (34 群次)、弗氏海豚 (15 群次)、長吻飛旋海豚 (14 群次) 及熱帶斑海豚 (12 群次)。使用 Distance Sampling 估算其於花東海域之族群密度及數量結果如表 3.1.2-6。

表 3.1.2-6、花東海域四種常見鯨豚之族群密度及數量估算。

註 1：括號內數值為 95%信賴區間數值。

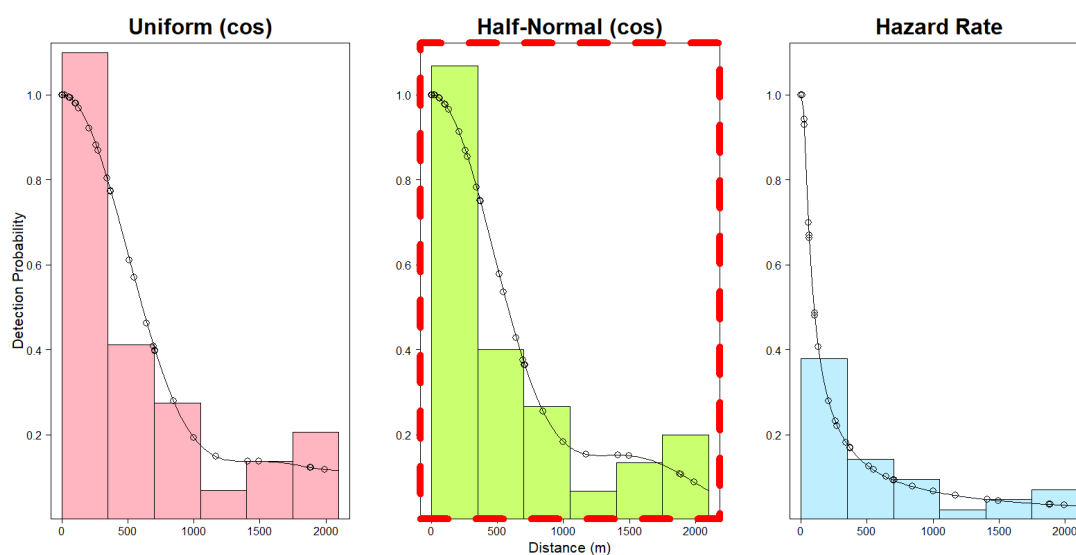
註 2：扣除離群值之群次數，其中熱帶斑海豚資料筆數因過少且無明顯地離群值而未進行扣除。

物種	族群密度 ¹ (隻/平方公里)	族群數量 ¹ (隻)	有效寬帶 (公尺)	樣本數 ² (群次)
瑞氏海豚 <i>Grampus griseus</i>	0.32 (0.18~0.57)	495 (277~883)	747	32
弗氏海豚	1.22	1890	751	14

物種	族群密度 ¹ (隻/平方公里)	族群數量 ¹ (隻)	有效寬帶 (公尺)	樣本數 ² (群次)
<i>Lagenodelphis hosei</i>	(0.47~3.18)	(726~4919)		
長吻飛旋海豚 <i>Stenella longirostris</i>	0.44 (0.19~1.02)	681 (293~1582)	1490	13
熱帶斑海豚 <i>Stenella attenuata</i>	0.39 (0.17~0.89)	606 (266~1382)	1605	12

A. 瑞氏海豚

在瑞氏海豚的偵測距離數據上，依照上述的模型選擇參考標準，最終選用半常態分布函數為主要函數，配合二階餘弦調整項進行偵測曲線的建模（圖 3.1.2-24）。經過計算，本計畫估算瑞氏海豚在花東海域之族群密度為每平方公里 0.32 隻（95%信賴區間：每平方公里 0.18~0.57 隻），族群數量為 495 隻（95%信賴區間：277~883 隻），有效寬帶為 747 公尺。

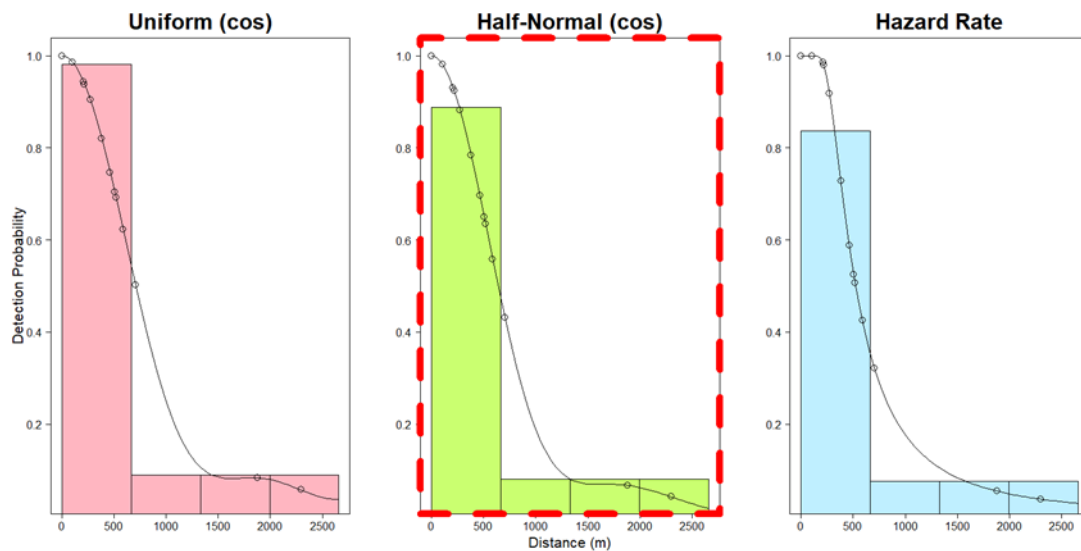


註：紅框為最終選擇之偵測曲線模型

圖 3.1.2-24、瑞氏海豚偵測曲線模型選擇。

B. 弗氏海豚

在弗氏海豚的偵測距離數據上，依照上述的模型選擇參考標準，最終選用半常態分布函數為主要函數，配合二階餘弦調整項進行偵測曲線的建模（圖 3.1.2-25）。經過計算，本計畫估算弗氏海豚在花東海域之族群密度為每平方公里 1.22 隻（95%信賴區間：每平方公里 0.47~3.18 隻），族群數量為 1890 隻（95%信賴區間：726~4919 隻），有效寬帶為 751 公尺。

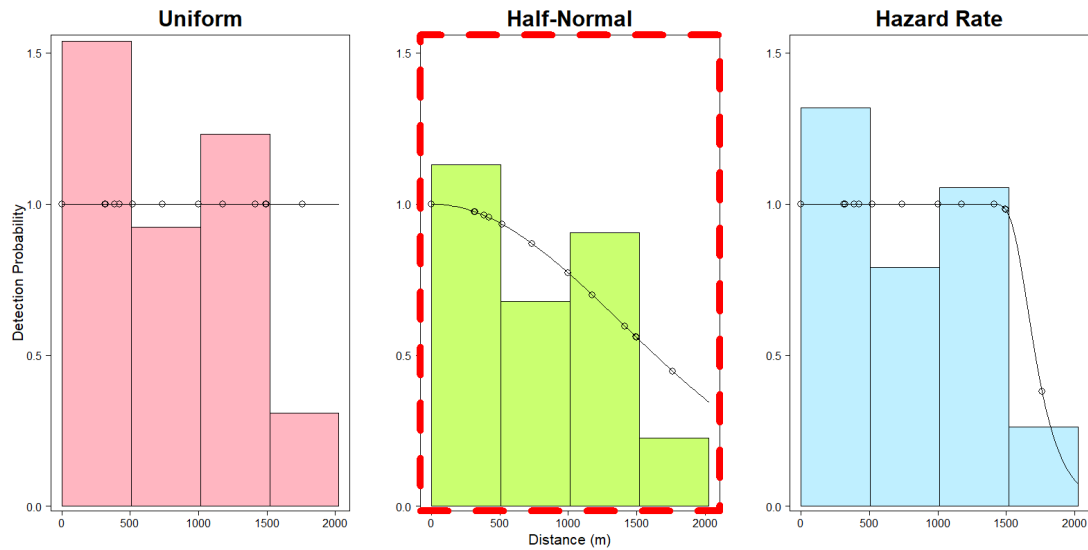


註：紅框為最終選擇之偵測曲線模型

圖 3.1.2-25、弗氏海豚偵測曲線模型選擇。

C. 長吻飛旋海豚

在長吻飛旋海豚的偵測距離數據上，依照上述的模型選擇參考標準，最終選用半常態分布函數為主要函數（未結合副函數），進行偵測曲線的建模（圖 3.1.2-26）。經過計算，本計畫估算長吻飛旋海豚在花東海域之族群密度為每平方公里 0.44 隻（95%信賴區間：每平方公里 0.19~1.02 隻），族群數量為 681 隻（95%信賴區間：293~1582 隻），有效寬帶為 1490 公尺。

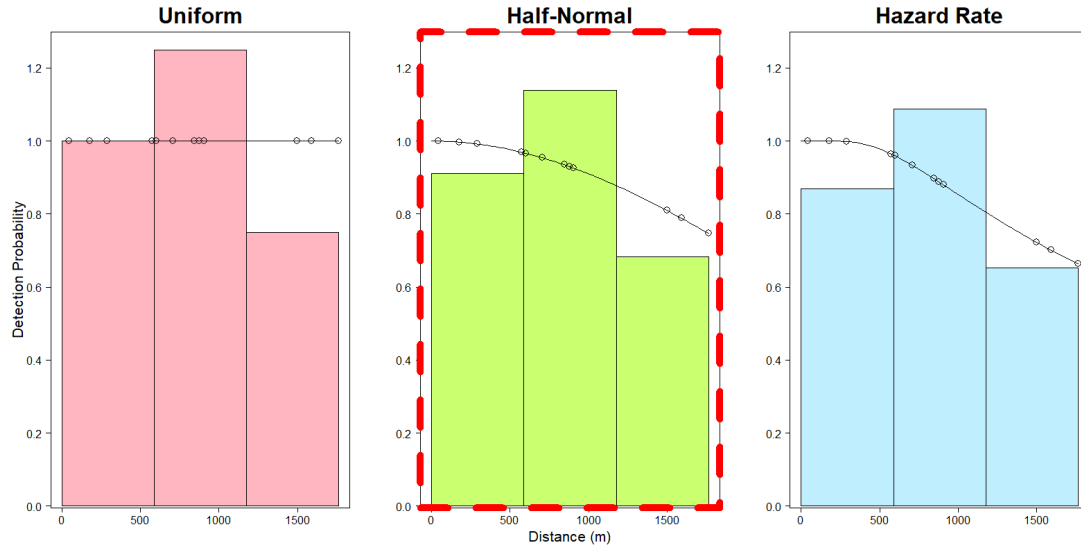


註：紅框為最終選擇之偵測曲線模型

圖 3.1.2-26、長吻飛旋海豚偵測曲線模型選擇。

D. 熱帶斑海豚

在熱帶斑海豚的偵測距離數據上，由於資料筆數太少且無明顯地離群值，納入所有距離資料進行建模。依照上述的模型選擇參考標準，最終選用半常態分布函數為主要函數（未結合副函數），進行偵測曲線的建模（圖 3.1.2-27）。經過計算，本計畫估算熱帶斑海豚在花東海域之族群密度為每平方公里 0.39 隻（95%信賴區間：每平方公里 0.17~0.89 隻），族群數量為 606 隻（95%信賴區間：266~1382 隻），有效寬帶為 1605 公尺。



註：紅框為最終選擇之偵測曲線模型

圖 3.1.2-27、熱帶斑海豚偵測曲線模型選擇。

根據(Buckland, 2001)的建議，通常需要超過 60 筆生物紀錄，才能有效模擬偵測曲線並獲得穩定的估算結果。若紀錄數量不足，模型的精確度可能會受到影響，進而影響族群密度及數量估算的準確性。以本計畫整理的三年成果來看，目擊群次數最高的瑞氏海豚也僅有 34 群次的有效目擊，遠不及前述的標準。因此，目前各物種的族群密度與數量估算存在一定的不確定性，且信賴區間較寬。未來仍需持續累積更多資料，才能獲得更高精確度的估算結果。

5. 鯨豚海上目擊照片及目擊可辨識個體整理

本團隊挑選調查期間所拍攝照片中，具備可清楚辨識鯨豚物種的照片共 616 張（示意請參考圖 3.1.2-28 及附錄三），提供署內做為應用於教育推廣以及成果展示素材。共涵蓋糙齒海豚、小虎鯨、中華白海豚、瑞氏海豚、長吻飛旋海豚、弗氏海豚、抹香鯨、侏儒抹香鯨、熱帶斑海豚、瓜頭鯨、銀杏齒中喙鯨等物種之目擊照片，所提供照片示意圖如圖 3.1.2-29 至圖 3.1.2-33。

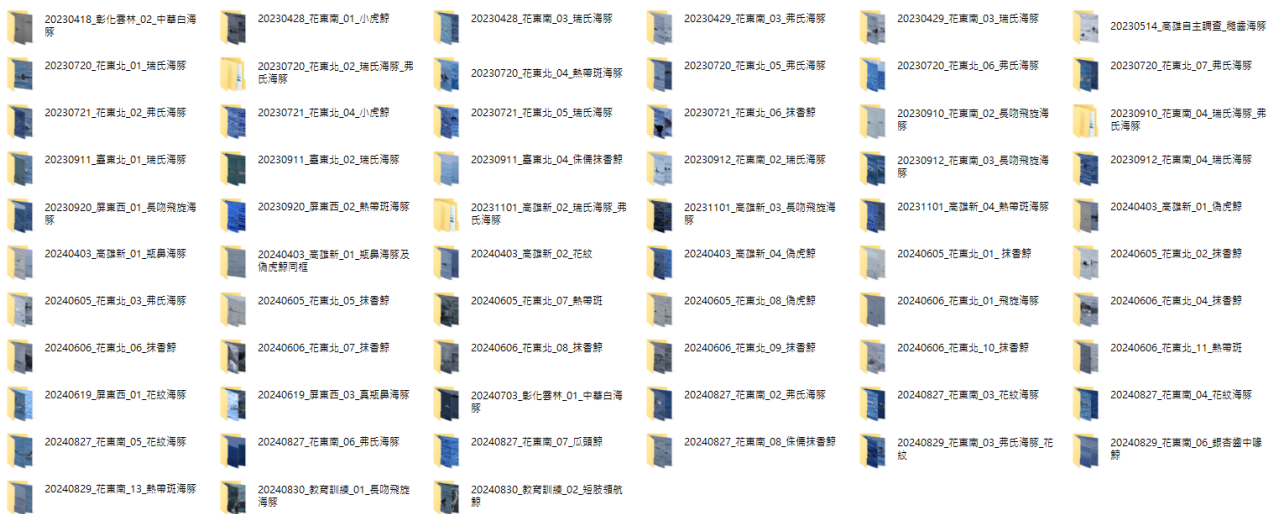


圖 3.1.2-28、本計畫提供鯨豚目擊照片之資料夾總覽縮圖。



圖 3.1.2-29、本計畫於花東外海目擊之弗氏海豚。



圖 3.1.2-30、本計畫於花東外海目擊之抹香鯨。



圖 3.1.2-31、本計畫於花東外海目擊之侏儒抹香鯨。



圖 3.1.2-32、本計畫於高雄外海目擊之熱帶斑海豚。





圖 3.1.2-33、本計畫於高雄外海目擊之偽虎鯨。



本計畫所攝得之鯨豚照片，也利用照片辨識資料處理方法，以左、右兩側進行辨識，透過鯨豚個體身上的斑點、花紋、缺刻等穩定特徵值，進行各鯨豚物種的個體辨識 (Neumann et al., 2002)，將能辨識出個體特徵的鯨豚個體整理成照片辨識資料庫提供署內參考。在本計畫調查所目擊的鯨豚物種當中，適合進行照片辨識的物種分別有中華白海豚、瑞氏海豚及抹香鯨。在本計畫執行期間，目擊中華白海豚兩群次，可辨識的個體共有 9 隻，另有未達可進入個體辨識資料庫標準的幼年期海豚 3 隻次(因照片辨識方法學的限制，花紋不具有明顯特徵的個體不會納入計算)，9 隻白海豚個體辨識的編號結果與個體左右側照片如表 3.1.2-7，個體編號係根據海洋委員會海洋保育署公開之 112 年海洋保育署白海豚資料庫(海保署，2023)進行核對。瑞氏海豚 17 群次的照片中，具有特殊的花紋或背鰭缺刻的個體共可辨識出 38 隻，其中一隻個體於 2023 年 4 月 29 日和 2024 年 8 月 27 日重複目擊，如表 3.1.2-8，個體編號由本團隊自行編列。抹香鯨 9 群次的照片，利用所拍攝到尾鰭的缺刻作為



辨識依據，具有明顯可辨識缺刻、照片角度較佳的個體共可辨識出 3 隻，如表 3.1.2-9，個體編號由本團隊自行編列。抹香鯨的可辨識個體與目前由黑潮海洋文教基金會公開之抹香鯨 Photo-ID 資料庫(黑潮，2024)核對，未比對出重複目擊的個體。



表 3.1.2-7、中華白海豚個體辨識成果。

註：NA 為該次未攝得可用於個體辨識的照片資料。

個體 編號	目擊日期	左側照	右側照
OC004	2023/04/18		NA*
OCA015	2023/04/18		NA

個體 編號	目擊日期	左側照	右側照
OCA017	2023/04/18	NA	
OCA019	2023/04/18	NA	

個體 編號	目擊日期	左側照	右側照
OCA021	2024/07/03		NA
OCA022	2023/04/18	NA	

個體 編號	目擊日期	左側照	右側照
OCA032	2023/04/18	NA	
OCA033	2024/07/03		NA







個體 編號	目擊日期	左側照	右側照
OCA065	2023/04/18	NA	



表 3.1.2-8、瑞氏海豚個體辨識成果。




個體 編號	目擊日期	左側照	右側照
GG_ 001	2023/04/28	NA	
GG_ 002	2023/04/29		NA

個體 編號	目擊日期	左側照	右側照
GG_ 003	2023/04/29 2024/08/27		
GG_ 004	2023/04/29		NA

個體 編號	目擊日期	左側照	右側照
GG_ 005	2023/04/29		
GG_ 006	2023/04/29		NA
GG_ 007	2023/04/29		NA




個體 編號	目擊日期	左側照	右側照
GG_ 008	2023/09/10		NA
GG_ 009	2023/09/10		NA

個體 編號	目擊日期	左側照	右側照
GG_ 010	2023/09/10	NA	
GG_ 011	2023/09/10	NA	




個體 編號	目擊日期	左側照	右側照
GG_ 012	2023/09/10		NA
GG_ 013	2023/09/10		NA
GG_ 014	2023/09/11	NA	




個體 編號	目擊日期	左側照	右側照
GG_ 015	2023/09/11	NA	
GG_ 016	2023/09/11		NA




個體 編號	目擊日期	左側照	右側照
GG_ 017	2023/09/11	NA	
GG_ 018	2023/09/12		NA
GG_ 019	2023/09/12	NA	




個體 編號	目擊日期	左側照	右側照
GG_ 020	2023/09/12	NA	
GG_ 021	2023/09/12	NA	
GG_ 022	2023/09/12	NA	

個體 編號	目擊日期	左側照	右側照
GG_ 023	2023/09/12		
GG_ 024	2023/09/12	NA	
GG_ 025	2023/09/12	NA	

個體 編號	目擊日期	左側照	右側照
GG_ 026	2023/09/12	NA	
GG_ 027	2023/09/12	NA	
GG_ 028	2023/09/12	NA	

個體 編號	目擊日期	左側照	右側照
GG_ 029	2023/09/12	NA	
GG_ 030	2023/09/12	NA	
GG_ 031	2023/09/12	NA	

個體 編號	目擊日期	左側照	右側照
GG_ 032	2023/09/12		
GG_ 033	2024/06/19	NA	

個體 編號	目擊日期	左側照	右側照
GG_ 034	2024/08/27	NA	
GG_ 035	2024/08/29		NA
GG_ 036	2024/08/29		NA





個體 編號	目擊日期	左側照	右側照
GG_ 037	2024/08/29		NA
GG_ 038	2024/08/29		NA

表 3.1.2-9、抹香鯨個體辨識成果。

個體編號	目擊日期	尾鰭照片
PM_001	2024/06/05	
PM_002	2024/06/06	

個體編號	目擊日期	尾鰭照片
PM_003	2024/06/06	

3.1.3 衛星發報器標放演練及標放標準流程制定

1. 建置規劃和期程

延續 111 年裝設衛星發報器可行性評估，並諮詢國內外專家學者意見，利用鯨豚假體測試等方式進行標放演練，建立標放團隊的專業分工，及制定鯨豚標放標準流程，以便未來可藉由鯨豚動態及行為，並與環境資料整合，解析鯨豚與人為活動重疊時段及區域。本工作項目將分為兩年期：

(1) 第一年期

進行文獻收集國內外專家學者進行研究方法的諮詢，並進行研究系統演練設備的採購建置，例如採購錨定工具與發報器假體，參考標本與文獻並設計鯨豚假體進行器材設備的建置與改良，同時研擬記錄標放鯨豚期間的行為反應，包含追蹤個體，個體與群體間的互動變化、標放後動物追蹤之模擬，以提供評估標放過程之動物福利相關依據。第一次期中報告將著重在文獻蒐研（包含 111 年報告中的規劃統整）、設備原型開發測試，開發過程持續與專家顧問進行諮詢與討論。

第二次期中報告提供具體演練流程與方法，包含相關人員安全訓練與系統整合測試初步結果，提供演練流程架構於第二年期進行演練與滾動調整。

(2) 第二年期

進行實際場地測試並建置人員訓練方式，從實際的測試演練中並滾動調整為適合臺灣環境的標準化鯨豚衛星標放系統，藉著發展完善衛星標放系統將使臺灣從被動收集資料躍升成具備主動鯨豚衛星資料蒐集的海洋國家之一，並能提供各類針對各類鯨豚進行資源管理保育所需的生態學知識。

2. 國際發展

正確的野生動物經營管理策略仰賴於充足的生態基礎資料，包含物種的分布、活動模式、棲地與食性偏好等關鍵資料。鯨豚因移動能力強和隱蔽的行為特性，且相關調查成本和調查門檻高、資料收集不易等限制，以至於在經營管理前期初期難以累積足夠資料，用於辨識關鍵棲地和分析潛在衝擊的影響。衛星發報器的出現對鯨豚生態保育有著重要的影響，在過去 40 年來發報器遙測技術提供鯨豚重要的生態學資料，例如活動模式、棲地利用與行為生態，並且該研究方法的獨特性以至難以使用其他方法取代(Balmer et al., 2014)。現今隨著科技與技術演進，新式感應器與偵測器與電子追蹤器的結合，並加入預測演算甚至新穎 AI 辨識，體積縮小與功能擴展，不僅研究對象從過去的大型鯨拓展至中小型鯨豚(Baird et al., 2012; Webster et al., 2015; Shaff & Baird, 2021; Rone et al., 2022)，更使科學家有機會將研究成果應用相關的生態學議題。

本計畫將「侵入式 A 型遠距拋射之 LIMPET 帽貝錨定系統(Low Impact Minimally-Percutaneous External-electronics Transmitter, LIMPET)」，做為後續蒐研國際研究和經驗，以及於臺灣鯨豚之可行性評估，提出初步架構完善相關訓練與團隊演練盤點整理相關設備的採購與維護細節，以及所需訓練的專業技能、相應的訓練與檢核方式等建議。

(1) 主動標識與被動標識

搭配適當的分析方法與配套，能使衛星發報器得發揮最大功效，並協助調查人員掌握鯨豚在特定區內的活動模式、棲地利用和行為的重要關鍵。透過衛星發報器連續收集資料的特性，鯨豚長期三維活動資料（如：日夜活動模式、長距離遷移路徑甚至是下潛深度等）得以揭露，並成為分析和評估遷徙路線和時間、覓食區、潛水行為等重要生態學資訊的數據基礎(Henderson et al., 2022; Reisinger et al., 2014;

Schorr et al., 2018)。選用發報器型號、發展合適我國的設備施用流程，不僅可突破過去難以船隻目視收集瓶頸，同時大幅改善研擬管理人為活動的效率和實務可行性。現行的鯨豚用衛星發報器，可大致分為被動標識和主動標識兩種獲取鯨豚追蹤個體的方式。因為無法預測鯨豚種類、時間，難以鎖定特定族群或物種為研究目標等限制，標識擱淺或混獲鯨豚被視為被動獲取方式。相反的，明確監測區域和目標鯨豚族群方式，則被定義為主動標識方式，並因其安裝方式多元、可選定目標等優勢，成為國際上重要的發展方向(Mate et al., 2007a)。

(2) 主動標識法投射載台的選擇

發展主動遠距標示的衛星發報器投射法，需納入包含：投射器具的測試和人員充足的前期演練。器具選擇部分，因氣動或火藥推進槍械在我國取得合法使用許可不易，本團隊預計先以十字弓錨定法進行規劃。十字弓作為衛星報器的投射載台，錨定目標為鯨豚背鰭或背部大肌肉群。此方式適用於中小型或船隻難以靠近的鯨豚，為廣泛於各地使用的方法之一。除了安全性高（免去槍枝彈藥需要特定環境保存與額外的火藥效能測試）的優勢外，十字弓在我國也有成熟的民間市場與用戶，操作、人員培訓與場地測試、保養維護、維護與購置成本等容易且成本相對低廉。現行法規僅需要使用者向警政署申請並取得十字弓使用許可後，即可合法購置和使用。

(3) 衛星發報器與錨定機構

發報器錨定方式主要分為侵入式的皮下嵌入與非侵入式的吸盤，後者固定、維持時間顯著較短和裝置體積大，較適用於大型鯨豚的追蹤研究，故本計畫以侵入式為規劃目標。侵入型發報器固定方法因鯨豚特性而異，侵入式 A 型 (Anchored) 較為普遍，特點包含：發報器具備標頭嵌入鯨豚皮下中固定、可裝置在一定距離投射、不須限制鯨豚活動等（圖 3.1.3-1）。現行多為商業化的 Wildlife Computer LIMPET，是低衝擊經皮微型電子標籤為常見選擇（圖 3.1.3-2）。早先由美國海軍研究辦公室 (Office of Naval Research, ONR) 國家海洋合作計畫 (National Oceanographic

Partnership Pro-program，NOPP) 發起規劃，Wildlife Computers Inc. 參與設計研發。其目標為設計一款能遠距拋射在虎鯨背鰭電子標籤，具備較長時間緊貼於鯨豚體表、高資料收集品質、且兼顧不顯著影響野生動物自然行為等需求。LIMPET 帽貝錨定系統可使用十字弓與氣槍進行彈射，發射體前端有兩個傘型鈦合金標頭，作為發報器固定於鯨豚體表的錨定支點。其彈射動力高，箭身有彈脫動的緩衝結構 (可將箭身額外的動能吸收並彈離鯨豚)，是可以回收再利用箭矢的循環使用系統。

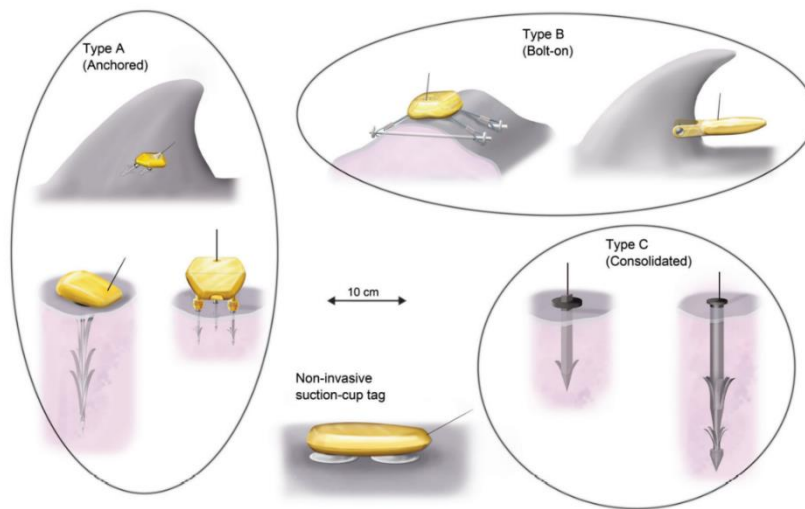


圖 3.1.3-1、不同類型衛星發報器之示意圖(來源：Michael Ortiz)。

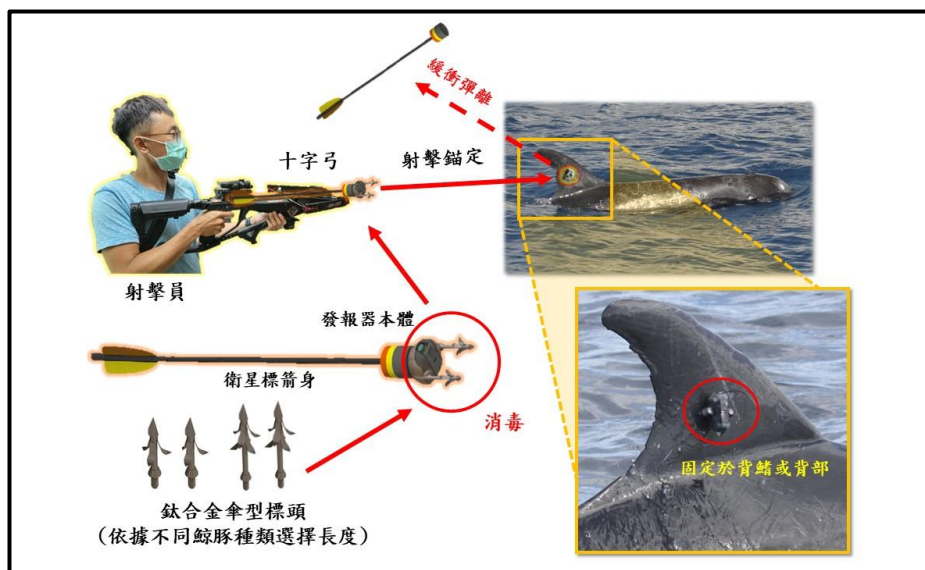


圖 3.1.3-2、LIMPET 帽貝錨定系統利用十字弓彈射機制。

衛星發報器衛星定位方式係利用法國廠商定位與數據收集服務 Argos CLS 所屬的低軌道衛星利用頻率漂變(都普勒效應)進行發報器二維位置計算，座標誤差約為 20 至 200 公尺，優點省電運作時間長，有多款型號，重量約 60 至 70 公克左右，內藏除了 Argos 資料傳輸系統外，依據不同型號內部有其他重要感應器例如溫度、深度、光度等資料，進行資料傳輸時間會有相應額外的資訊處理費用，發報器壽命約可運作 1 至 11 個月不等。Argos 所使用的無線通訊頻段在臺灣為列管使用範圍，使用與建置發報器都需要先與臺灣國家通訊傳播委員(NCC)會進行專案設備建置申請與設備進口審驗申請，並且申請前需先撰寫儀器設備的使用計畫與資料使用分析方式提供審驗，審驗時間依照涉及業務範圍 14 天至 2 個月不等。而發報器本身也須先與 Argos CLS 提供英文使用計畫得到許可才可拿到發報器使用 ID，才可進行發報器訂製，從正式訂製到發報器正式進口約需要 6 至 8 個月。並且 Argos 發報器進口後需 6 個月內使用完畢，若未使用完畢需報請國家通訊傳播委員會計畫展延或繳回裝置進行銷毀。

3. 假想演練目標

參考國際中小鯨豚使用的 LIMPET 系統進行研究與嘗試，其成功效益值得我國借鑑。Webster 等人在 2015 年時使用錨定法衛星追蹤 14 隻在夏威夷群島活動的糙齒海豚 (*Steno bredanensis*)，建置出種群體間的活動模式，並用於評估鯨豚與海軍訓練的潛在影響監測 (Webster et al., 2015)；Rone 等人在 2009 年至 2019 年間使用遠距錨定法成功錨定 16 隻次的瑞氏海豚進行衛星追蹤 (圖 3.1.3-3)，繪製出鯨豚的時空移動趨勢並依此進行管理規劃建議(Rone et al., 2022)。當此類長時間、連續性資料缺乏時，則可能限制後續保育和管理措施的發展。Kruse 等人在 1999 年與 Jefferson 在 2014 年統整瑞氏海豚已知文獻紀錄，嘗試釐清分布與棲地偏好，但對於不同族群是否存在當地族群或任何遷移行為仍未有定論(Kruse et al., 1999;

Jefferson et al., 2014)。我國花東地區情形相似，本區鯨豚資源豐富且有穩定的調查資料，然其關鍵的日夜移動模式、是否有遷徙行為等研究資料仍相對缺乏。引入新式的研發方式和工具，將可提升本區鯨豚的現況掌握和管理規劃參考依據。

標放目標鯨豚的選擇，需考量標放其族群數量和目擊穩定、水面行為較可預測、或對船隻靠近的反應穩定的鯨豚為優先。本團隊經文獻彙整、現場觀察經驗與專家諮詢等，推論花東區瑞氏海豚可為首先的試行對象。花東海域的瑞氏海豚有穩定的日間資料收集，然覓食、社交、日夜分布模式等仍待探究。期望未來衛星發報器之資料，可以瑞氏海豚作為標放對象，回答關鍵生態問題之餘，提供為我國其他鯨豚調查和研究規劃應用的參考。

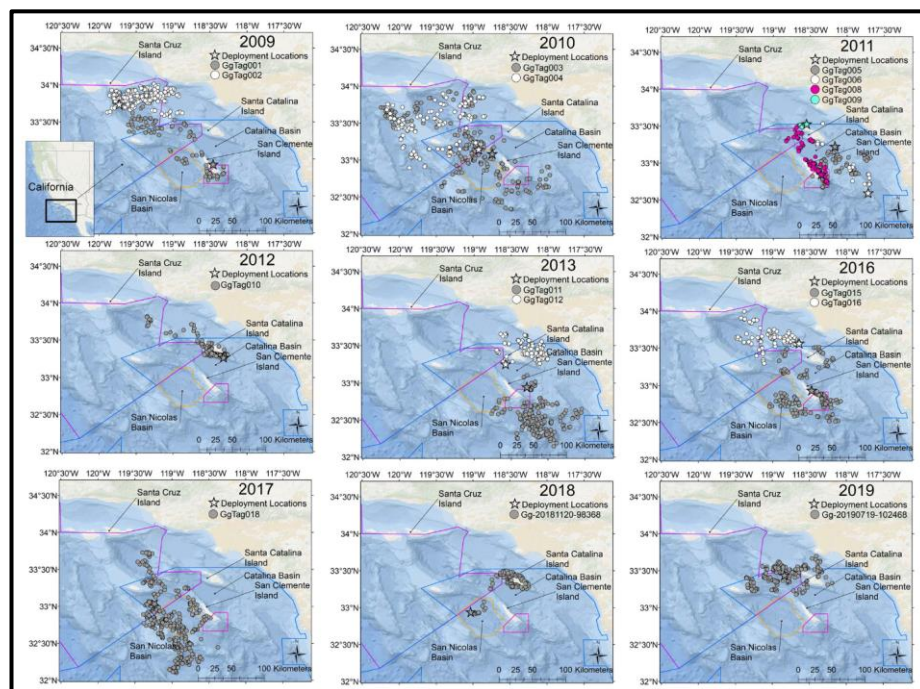


圖 3.1.3-3、Rone 等人 16 隻次的瑞氏海豚進行衛星追蹤活動資料。

4. 風險評估與檢核機制

利用發報器具備長時間、連續收集的訊號的特性，是快速取得資料收集困難的鯨豚族群，其生態、行為等大量資訊的重要工具之一。然與發報器強大效益和優點一同產生的，還有被標記個體的潛在影響、甚至傷亡的風險。McMahon 等(2012)建議，參考評估動物受苦程度、研究品質、潛在醫療效益等三方權重的貝特森立方體(Bateson Cube)模型(圖 3.1.3-4)，應用在衡量鯨豚衝擊風險、研究成果和對該族群未來的效益等，進行動物研究成本效益分析比較，是確保此項研究為科學和動物福利並進的方法(McMahon et al., 2012)。

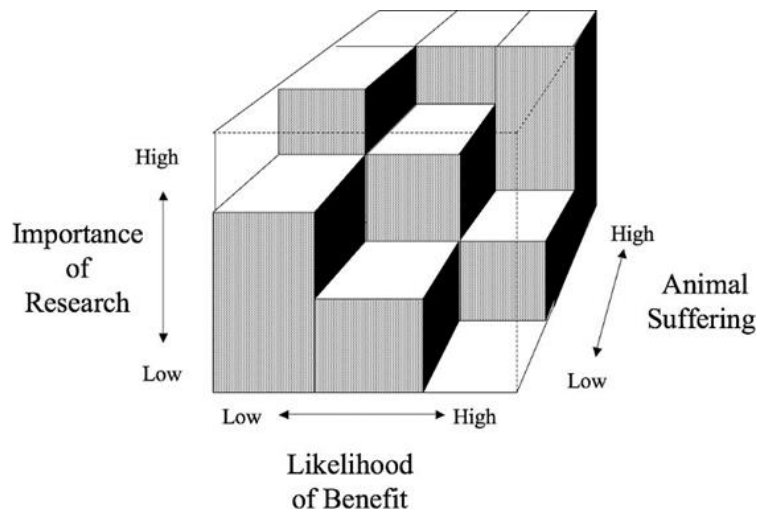


圖 3.1.3-4、貝特森立方體(Bateson Cube)模型。

參考 Andrews 等 2019 的研究指引對發報器合適的研究方法的決策框架之建議，可作為我國規劃和決策框架的前期規劃參考(Andrews et al., 2019)。該框架主要分為三個階段(表 3.1.3-1)：

(1) 第一階段

研究效益與正當性的自我評估，鯨豚發報器的標放具備一定風險與潛在的干擾，在研究前期規劃必須確定衛星發報器是否為必要的資料蒐集方法，並且是否對該保

育族群或動物福利是否有謹慎的評估方法，更重要的是所投入的研究資源與保育效益是否適當。

(2) 第二階段

進行務實面評估與規劃，屬於施行方法細節的規劃，發報器選用、固定方法、研究人員能力要求與資料適切性等細節。

(3) 第三階段

流程的檢討與優化，實際執行時所遭遇的經驗進行改善，若發生不可控或嚴重影響應立即停止進行改善檢討。

表 3.1.3-1、設計衛星發報器研究和決策流程的建議框架。(翻譯自：Andrews et al., 2019)。

第一階段： 動機發想	第二階段： 實務評估	第三階段： 階段規劃與滾動修正
明確特定的短期或和長期目標	<ul style="list-style-type: none"> ● 標放的選擇 ● 選擇收集資料最適切的方式 ● 合理的發報器尺寸、形狀、附著設計、合適的感測器等 	初探研究(如需要)
是否有其他現行的衛星標放資訊可以達成目標？	發報器的施放方式	彙整結果
<ul style="list-style-type: none"> ● 比較整體優勢和成本(多因子考量，例如族群的現況等) 	施放地點(研究區域)	新設或修正優先項目和執行流程

第一階段： 動機發想	第二階段： 實務評估	第三階段： 階段規劃與滾動修正
● 對個體的風險 vs 對族群的幫助		
<ul style="list-style-type: none"> ● 成功的可能性？ ● 在目標區域的接觸機會 ● 標放成功性和資料回收 ● 是否有其他相似物種可以參考 	施放時間(如：季節)	如必要，執行進一步的發報器施放，並依照回收的資料和經驗等進行調整
標放是最適合的研究方法嗎？	預定的樣本數	資料充足或是研究目標時須停止
	預定地對象(如年齡、性別、健康狀態等，需切合研究目標)	
	盡可能減少干擾和最大化成功率的流程設計	
	選擇有標放經驗人執行標放	
	設計發報器對個體影響的追蹤研究，以利未來參考	

尤其在第三階段為流程的檢討與優化部分，Andrews 等(2019)對研究過程變因引入帶來的風險擾動極為關注。建議在以下情況出現時，必須啟動積極的追蹤關注和滾動修正相關的錨定後續追蹤報告。彙整其關注變因如下：

- 引入新款或是明顯修改後的發報器本體、固定設備和方式等。

- 被標記個體因發報器存在而受其他個體或物種干擾、攻擊等，進而可能影響研究結果的詮釋。
- 當發報器施行在關注個體、物種或族群時。
- 有研究成果顯示發報器標放未按預期執行時。

此外，該指引也建議進行遠距錨定法以前，應明確擬定追蹤報告，且必須先納入以下規劃要點：

- 引用合適統計分析方法，包含樣本量、研究結果的詮釋和限制。此外，應包括一組未被標記的對照組進行比較。
- 以穩定的頻率觀察、調查時間，對被標記個體進行充足的追蹤觀察和評估。
- 跨領域合作，徵詢並與標放個體活動區域內的生物學家、獸醫、當地賞鯨業者或漁民等密切合作，以利收集個體的狀態和資訊。
- 透過觀察或影像拍攝，比較標放個體與當地其他個體的差異，包括行為和於不同棲地的利用表現。
- 盡可能拍攝標放個體不同角度的高解析度影像資料，尤其發報器和鄰近和其他重要的身體部位，以利進行健康評估。
- 如經評估可行，可引入系統健康評估（例如：噴氣樣本、糞便採集、皮膚活檢組織等，分析標放個體的代謝速率、壓力和生殖激素等生理評估。

表 3.1.3-2、研究計畫自我檢核綱要。

鯨豚標放研究計畫自我檢核	
研究計畫名稱:	計畫主持人:
執行人員:	預定研究期間: 起: 迄:
研究計畫摘要	
簡要說明研究目的、方法與成果效益	
預計短期目標(簡要描述)	
條列欲達成目的	
預計長期目標(簡要描述)	
條列欲達成目的	
風險管理	
研究方法是否具備可替代方案? 是否具備可參考研究經驗? 研究工具是否為已驗證安全的系統? 目標物種可承受損失是否可控?	
人員訓練與編制	
是否具備相應能力、工具與載具執行?	
預定樣本數	
數量、年齡、性別、健康等	
個體來源與施放區域	
混獲、擱淺、野外遭遇等	
衛星發報器系統運作機制	
詳述發報器規格、系統運作方式與資料管理方式 使用何種衛星系統進行定位與資料傳輸方式，營運商營運位置與國家	

表 3.1.3-3、發報器錨定方式自我檢核表。

衛星發報器施放方式自我檢核表					
形式	編號	檢核內容	檢核		備註
			是	否	
通用檢核	1	研究人員是否完成海上安全訓練？			
	2	團隊人數是否作業量分配得當？			
	3	船隻是否符合衛星發報器施放需求？			
	4	是否具備施放後監測與檢討措施			
	5	發報器施放人員是否進行專業訓練？			
	6	是否具備觀察鯨豚干擾行為處置標準作業流程？			
	7	發報器系統是否已經過可行性測試？			
	8	發報器重量/外觀/體積是否嚴重影響動物行為			
	9	發報器收集資料模式是否合乎實驗設計			
侵入式	1	侵入結構(標頭)是否使用抗菌耐候材質			
	2	標頭施放前是否使用正確方式充分消毒			
	3	發報器錨定位置是否影響鯨豚健康			
投射法	1	十字弓/氣槍動力初速是否合適且安全			
	2	十字弓/氣槍相關設備是否進行例行保養？			
	3	是否設置最近安全射擊區？			
標槍法	1	標槍是否具備安全檔片可控制標頭侵入深度			
	2	標槍是否具備上浮或回收結構			
	3	標槍是否具備安全彈脫釋放結構			

5. 侵入性標頭處置措施評估

發報器侵入鯨豚體表所造成創口會引發一系列的發炎反應，在健康個體大部分傷口會復原、形成黑色素沉澱或疤痕。大部分狀況標頭可自行脫落，而標頭或發報器大概留存於體表幾週至數個月，所造成的創口恢復時間大概約 1 年（傷口復原定義為傷口收結為長小於 2 公分、寬小於 1 公分沒有感染的跡象）(Andrews et al., 2019)。少數因標頭或部分倒刺留存於背鰭中的鯨豚個體，有被觀察到感染或組織增生的案例，

在極端情況下可能造成死亡。例如美國研究團隊進行南方虎鯨群的研究時，L95 Nigel 虎鯨個體在 2016 年 2 月 24 日標上發報器後，於同年 4 月 2 日被發現其屍體擱淺在溫哥華島附近。爾後美國國家海洋暨大氣總署 (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) 暫緩研究並啟動調查流程，經後續檢測發現，推測所使用 LIMEP 標頭遭受污染，導致 L95 可能因感染真菌死亡，致使後續研究針對人員訓練、設備管理和訓練等都重新加強與重新審視 (NOAA, 2016)。

標頭污染控制在本案中至關重要，感染位置有可能會由造成的創口造成感染，但錨定進入的標頭的無菌性更為重要。標頭侵入過程有機會造成血管或組織創口，使病原體容易進入血液系統，應謹慎使用太過入體內的標頭、或對太過纖瘦個體或部位進行標放。所有植入式發報器都應進行消毒，侵入標頭則建議使用高層次的滅菌方式進行全面消毒。消毒方式必須謹慎，選擇與發報器各部位零件化學特性相符的化學或物理消毒方式，操作時可使用保護罩、無菌帶與無菌手套來最大程度的減少發報器與標頭的環境污染，在準備部署當下，去除發報器的無菌保護措施後，設備的表面會開始累積各種污染物，在某些情況則會需要重新消毒才能繼續使用，使用不透水的無菌布、包裹物或容器保護錨定設備直到即將使用之前，延長無菌的時間，在環境溫度與濕度較高的作業環境，則更需要更頻繁地進行消毒與滅菌，所以，現場情況下準備簡易滅菌與消毒措施，準備無菌手套、袋子、膠帶和處理工具以及浴槽用於滅菌化學藥品浸泡為必要措施，如果標頭被污染（例如標頭與非無菌表面直接接觸，包括錯過目標動物和落入海中），則應在使用前重新消毒，若無法完成滅菌或消毒措施，也無替代的無菌標頭，則應當下暫停所有錨定行為。

除了消毒滅菌手段，國外研究團隊也嘗試使用長效性的滅菌手段，例如 Mate 團隊在嘗試錨定的標頭上添加了抗生素(Mate et al., 2007b)，使用硫酸慶大黴素 (Gentamicin sulfate) 與新孢黴素 (Neosporin) 與介質在發報器標頭處包埋與塗層。雖可能是有效的手段，但目前利用抗生素減少錨定感染尚未有研究進行嚴謹的討論；

野外環境使用抗生素，有可能對鯨豚體表有益菌叢產生潛在的負面影響，並可能使感染源產生特定抗藥性，因此在抗生素的使用應謹慎使用並進行評估與滾動修整。若考慮使用抗生素塗層，應先了解台灣常見鯨豚感染源（真菌或細菌種類），並選擇正確種類抗生素、劑量與塗抹方式進行操作評估。

6. 衛星發報器錨定位置討論

隨著生物遙測技術的發展，生態學的研究也有了重大的突破，能夠深入瞭解動物在不同層面和方向的運動以及其生理狀態。發報器有兩種主要的類型：一種是資料記錄器，需要記錄和儲存數據，並且要回收才能取得數據；另一種是資料發射器，可以將數據傳送到遠端的儲存平台。雖然有多種數據傳輸的方式，但是大部分無線電傳輸模式都難以應用於水中-空中通訊，因為海水會阻擋無線電波，訊號無法通過水和空氣的界面。

以衛星傳輸作為海洋生物的資料傳輸非常合適，不過，傳輸過程會需要發報器的天線在空氣中暴露一段足夠長的時間才能與衛星連結進行資料傳輸。衛星通訊在遙測研究中有兩個功能：估計位置和傳送數據。Argos 系統用於估計資料傳輸時間至少 360 毫秒，而需要傳輸包含發報器的其他感應器數據需要傳輸時間達 920 毫秒 (Argos CLS, 2023)。定位誤差取決於收到的衛星資料數量、衛星的分布和資料的傳輸模式，因此，發報器天線暴露於水面的時間會直接影響資料傳輸與定位是否能夠成功蒐集。

鯨豚因其特殊的習性導致發報器在衛星定位難度較高，所以具備衛星傳輸功能的發報器安裝必須符合其發報器傳輸時間限制，需使天線能夠最大程度地暴露，同時也要考慮到鯨豚對發報器的可能反應、標籤的水中阻力和固定方法。在齒鯨中，發報器可以固定在背鰭的上方或下方或背脊上。但是對於某些物種來說，背鰭的大小造成了標籤在背鰭上的垂直位置有很大的個體差異。而且在水面上，背鰭的上部

比下部更容易和更頻繁地暴露在空氣中，所以，發報器和衛星通訊的頻率和持續時間取決於標籤在背鰭上的垂直位置，但對於中小型鯨豚來說，背鰭的大小與面積較小可能存在標放時的瞄準困難，且難以確定主要血管位置，所以背脊位置為背鰭次要方案之一(圖 3.1.3-5)。



圖 3.1.3-5、各種鯨豚有不同的最大出水時間與出水面積。

7. 十字弓標放團隊

(1) 人員編制

十字弓錨定法的成功，仰賴對當地鯨豚行為生態有充足了解的資深研究人員參與。該資深研究者提供有效並安全的靠近鯨豚之指示的同時，更需最大化射擊員合適的射擊機會，並以水面觀察鯨豚即時反饋船隻行為的機動修正。由於任務繁多且緊湊，團隊需具備密切合作和溝通順暢等必備條件。本報告初步規劃團隊組成應至少包含：標放船人員至少需要 1 名總領隊、2 名觀察員、1 名射擊員、1 位射擊確保員(備用射擊員)、1 位標箭回收員以及 1 位船長，共 7 位。這七位成員所需具備相應訓練與背景已執行其專業任務(圖 3.1.3-6)，以下將各人員需求條列：

總領隊：足夠的鯨豚生態背景知識與現場經驗，熟知如何靠近安全的鯨豚，並能夠與船長傳達正確的航行姿態靠近鯨群。判斷群體是否合適靠近期間，還需確定標放個體狀態以掌控全場團隊節奏，確保每名隊員的最佳位置與狀況。領隊須熟悉操作 Argos 衛星標籤接收器(Argos CLS Platform Finder)，藉由本器具直接追蹤與觀察標放鯨豚後續狀況。

船長：有充足的賞鯨船或鯨豚調查航行經驗，航行技術優良能夠及時應對突發狀況進行閃避或停機，熟悉該區域海流、海洋人文生態(如：漁業活動和工具)等。

射擊員與射擊確保員：兩者皆應有豐富的十字弓操作射擊、錨定箭矢射擊經驗，以及優秀的體力與呼吸換氣頻率掌控，確保具備工作當下維持身體姿態和安全的能力。射擊員主要工作為預判鯨豚的出水時刻與位置，進行預先瞄準。射擊確保員(未持弓射擊員)的主要工作，為負責確保場域與射擊員的安全，並且進行箭矢消毒。射擊員與射擊確保員應為能力和訓練同等，且可隨機互換工作之替補夥伴；實務上，射擊員操作十字弓射擊期間，確保員為備用的射手；反之亦然。

觀察員：至少兩名觀察員，皆需能夠熟練拍攝鯨豚背鰭與進行工作紀錄。實務上，A 觀察員進行鯨豚的 Photo ID 資料收集，B 觀察員進行工作紀錄，包含射擊前後的行為描述紀錄與影像紀錄。在沒有遭遇鯨豚時，為鯨豚調查員，負責搜索鯨豚。

標箭回收員：著重關注射擊後的箭矢著點與箭身彈離方向，並以合適工具(如：手持撈網)回收箭矢。在沒有遭遇鯨豚時，任務為鯨豚調查員，負責搜索鯨豚。

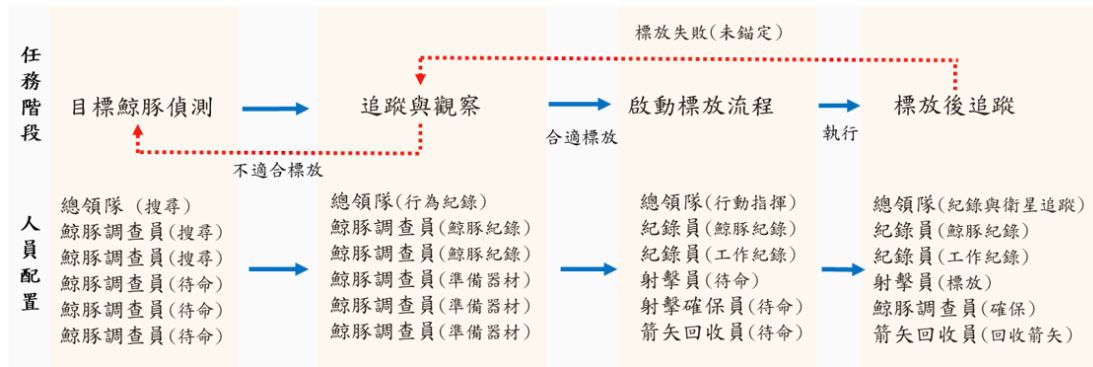


圖 3.1.3-6、人員編制簡易流程圖。

(2) 標放流程與演練

以具備雙層結構的 CT3 船隻，進行人員分配位置規劃設計。模擬遭遇鯨豚時的標放團隊運作流程與動線。此規劃系統基於執行海上研究期間(有相應錨定方法學基礎)，偶遇稀有鯨豚物種為情境參考。將任務階段分為以下階段：

- 目標鯨豚偵測
- 追蹤與觀察
- 啟動標放流程
- 標放後工作

各個工作階段研究人員職責略有不同，須因應船上空間與實際執行位置進行職位轉換(示意可參考圖 3.1.3-7)。任務的第一階段可將鯨豚標準穿越線調查納入，可節省成本與增加標放效率，若能在同樣人員編組下進行鯨豚族群調查，除了保有調查團隊彈性之外，若鯨豚調查過程遭遇稀有鯨豚種類則可把握機會進行標放(例如抹香鯨、虎鯨、大翅鯨等)，若該趟有特定標放目標，不考慮執行其他調查，則可以不用進行輪替。惟申請保育類利用時得先述明可能標放的鯨豚種類，並且該物種有相應的錨定方式。二樓視野較好，主要為總領隊與兩位觀察員值勤，在鯨豚調查時三位主要為職責為鯨豚調查員進行鯨豚偵測，在一樓的三位調查員待命之外，一位調查員在船尾採集表層海水進行水質檢測。如果該次出航主要目的為鯨豚發報器錨定，

不搭配其他調查或研究方式，則團隊成員任務為啟動標放階段的人員編制實行，不須進行任務調動搭配。

本系統未來也可靈活轉變為鯨豚的活組織採樣 (biopsy sampling) 配置，除了設備更換為適用於組織採樣的十字弓與箭頭，需額外增列組織儲存設施保存樣本。

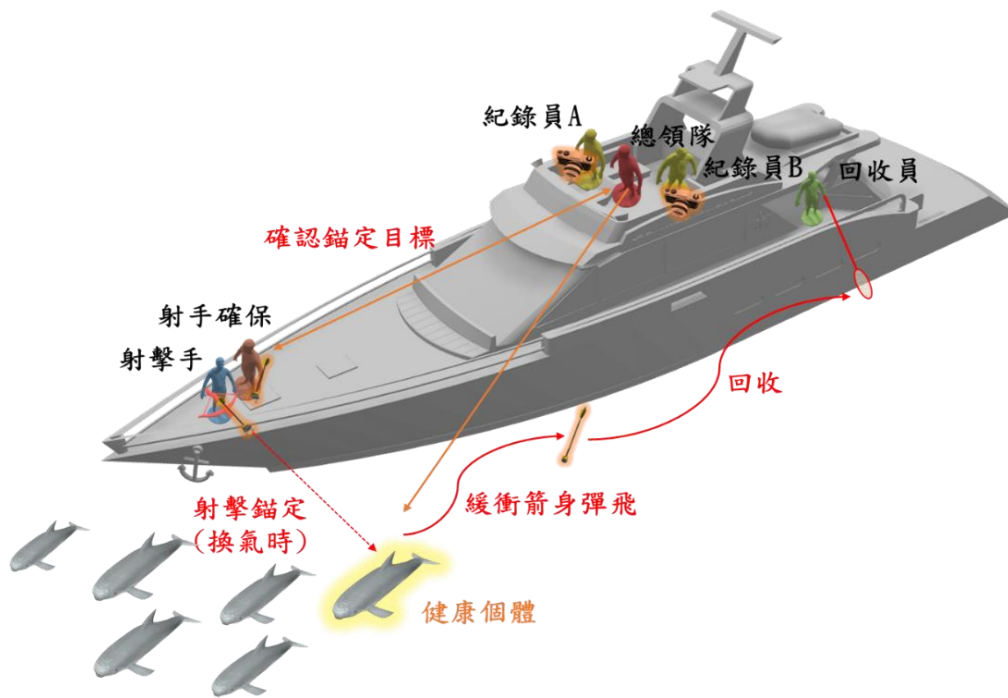


圖 3.1.3-7、十字弓標放團隊示意圖。



圖 3.1.3-8、演練測試具備確保人員與影像紀錄人員。

偵測鯨豚後進行第二階段鯨群追蹤觀察時，應優先觀察鯨豚中是否有母子對與鯨群游速，發現有母子隊時應保持適當距離，且應避免針對該群鯨豚進行標放，俟鯨豚泳速稍快，游向改變頻繁或逃竄無法接近，也應避免繼續追蹤與標示。經評估合適執行標放則啟動第三階段標放，船長與總領隊同時在水面觀察鯨豚反應且進行船隻行為機動調整，能夠有效並安全的靠近鯨豚給射擊手創造合適的射擊機會，並在視野開闊的地方掌握每名隊員位置與狀況。前方兩名觀察手進行鯨豚的行為紀錄，包含射擊前後的行為描述紀錄與影像紀錄，與總領隊密切討論標放個體與行動時機。射手與備用射手兩位必須有充足的十字弓使用訓練並且了解鯨豚的游動行為以進行預測射擊。射擊時射擊手需要雙手持弓並且敏捷瞄準轉動，專注於射擊目標與總領隊指令。這時確保手需要協助穩固射擊手並確保場域安全既射擊火線內沒有任何安全疑慮，確認射擊目標後確保手十字弓上膛後交給射擊手，同時將消毒完成與完成開機設定的衛星發報器箭組交給射擊手放入箭夾中，瞄準射擊並射擊標放。射擊後船長必須立即減速，總領隊與兩位觀測手除了觀察發報器固定情況與紀錄鯨豚行為之外，觀察緩衝箭身的彈射方向並大聲指出給回收手資訊，於船側或船尾的回箭身回收人員手持撈網將箭身撈回完成回收。若情況允許會繼續跟隨該鯨群了解其反映是否有快速下潛與逃竄行為，並且觀察發報器固定個體的狀況，若有任何異狀則停止施作並通報進行緊急應變措施。標放個體應持續地進行衛星資料下載與整理，並在各個社群論壇關注是否該標籤個體有再度目擊。在海上作業時，Argos 衛星標籤由於資料傳輸處理延遲與衛星運行覆蓋時間交錯，鯨豚衛星標籤無法得知即時位置，若需密切追蹤觀察鯨豚則需藉由其他方式。而為了改善此狀況，需使用專用 Argos 衛星標籤接收器進行直接連接，該接收器可直接下載衛星標籤的位置資訊，不必經由衛星連接，可在海上直接追蹤個體(圖 3.1.3-9)。



圖 3.1.3-9、Argos CLS Platform Finder 可用於回收與追蹤無線電發報器(來源：Argos CLS)。

(3) 標放與演練設備研發

A. 海豚假體與靶船

在海上進行實際假體射擊測試，但若以固定漂浮的靶，在海上可能因為海流與風可能造成靶的方向不可控，船隻有可能花費大量時間圍繞靶找尋射擊位置，並且難以控制船隻與靶之間的距離(圖 3.1.3-10)等挑戰。為了增進演練效率，本團隊設計一款能夠遙控操作的海豚假體靶船，主要目標是能夠製造出模擬實際瑞氏海豚的型態與游速，在海上進行演練。該專案分為兩個項目：海豚假體研製與靶船研製，成果展示如下。

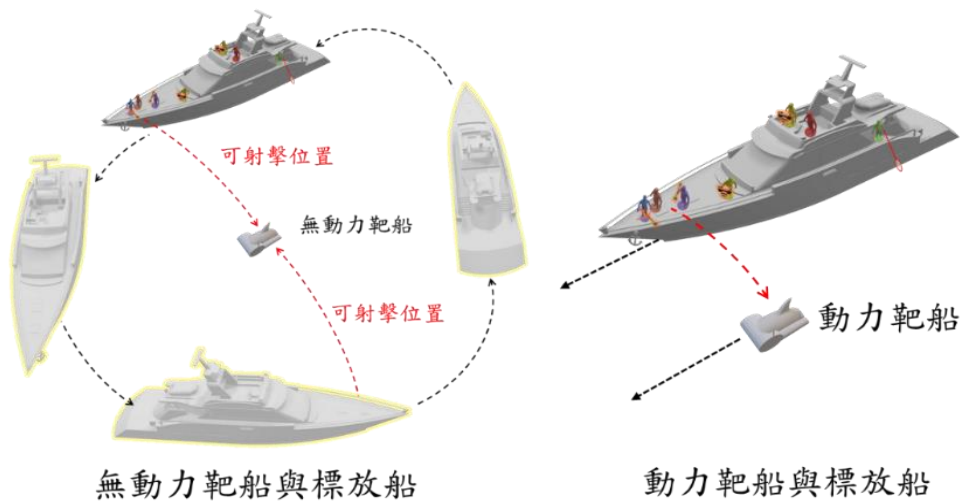


圖 3.1.3-10、動力靶船可增加演練效率並模擬瑞氏海豚泳姿。

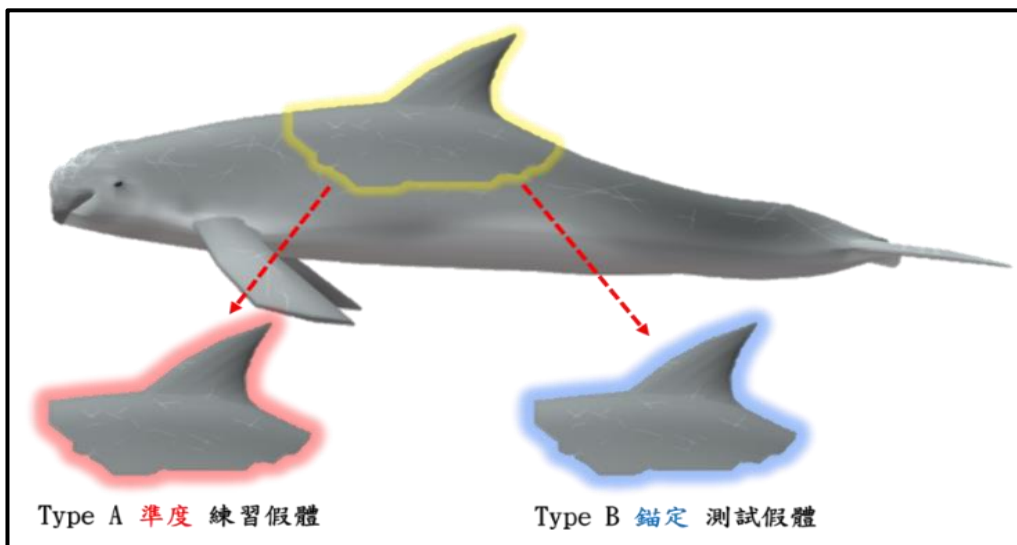


圖 3.1.3-11、海豚假體仿製位置與用途。

海豚假體將分為兩型進行研製。Type A 假體將使用類泡棉複合材質進行研製，主要用於海上十字弓射擊練習用，材質與結構較為簡易；Type B 結構將參考瑞氏海豚實際皮脂厚度，蒐集整理其皮脂資料，做為參考研製數據進行仿造假鯨脂，並可組合於 Type A 假體上（圖 3.1.3-11）。研製規劃第一階段目標為確認概念可行性，包含可分離式假體與靶船載台的原型製造，進行多種材料與測試。第二階段進行船隻動力升級與強固性，第三階段動力升

級與強固性分離式海豚假體提供依運送環境可進行快速簡易組裝拆卸之機動性，並假體在練習後毀壞可進行更換。供練習用之 Type A 假體目前皆已完成階段測試，在浮力、航行控制與出水面積都符合設計預期，已可投入練習使用(圖 3.1.3-12)。

Type B 假體以矽橡膠進行多種密度灌製測試(圖 3.1.3-13)，目前可客製化厚度、硬度與夾層種類，可針對不同種鯨豚體表厚度進行模擬。

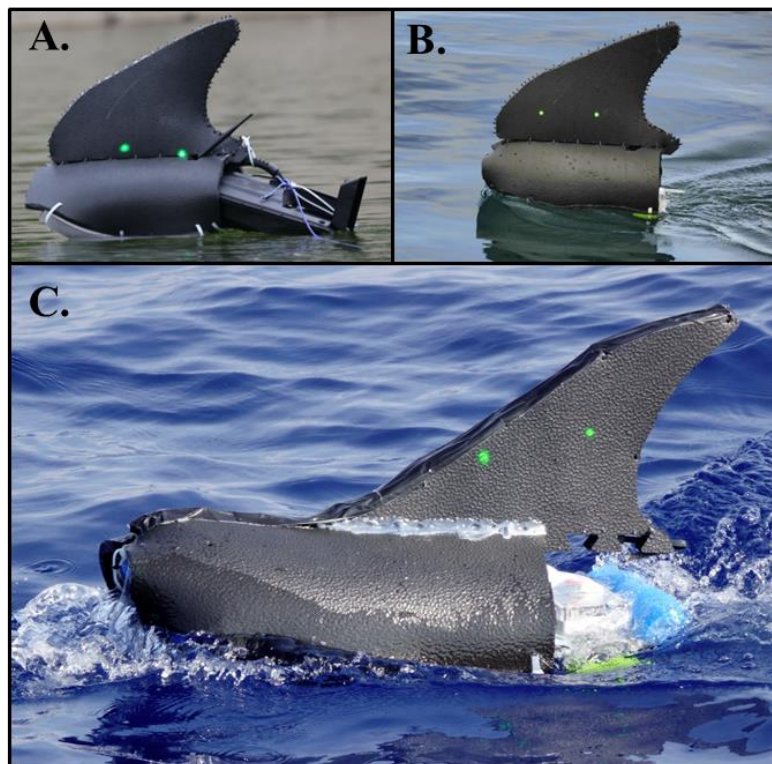


圖 3.1.3-12、Type A 假體不同階段外型與設計 (圖 C.為第三階段成果)。

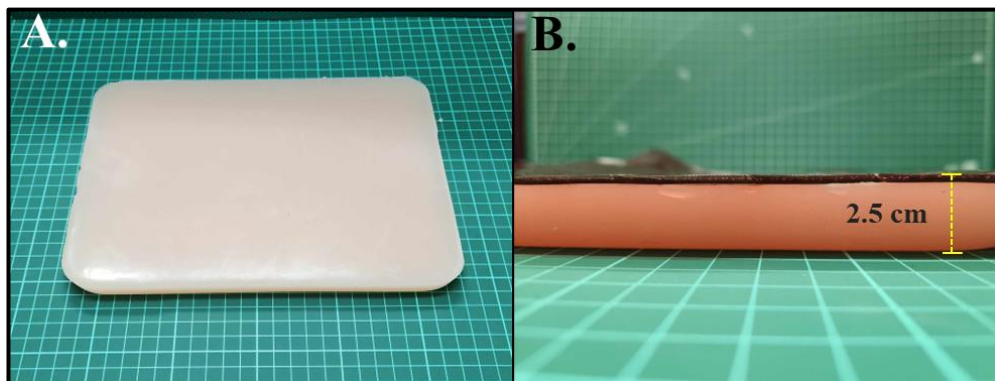


圖 3.1.3-13、鯨豚鯨皮組織假體以矽橡膠進行開模與灌製。

動力靶船旨在提高演練整體效率，目前已可模擬海豚實際泳姿提供研究人員貼近實際運作情況(圖 3.1.3-14)。靶船使用高動力雙配置水下推進器，在負載 4 公斤時全速可達 3 節，可提供演練時彈性控制範圍，船隻為全防水結構，並於翻覆時具備部分控制能力，下方有進行配重，致使船體重心低於水面，未來在演練時可承受錨定產生作用力並維持姿態避免翻覆(圖 3.1.3-15)。

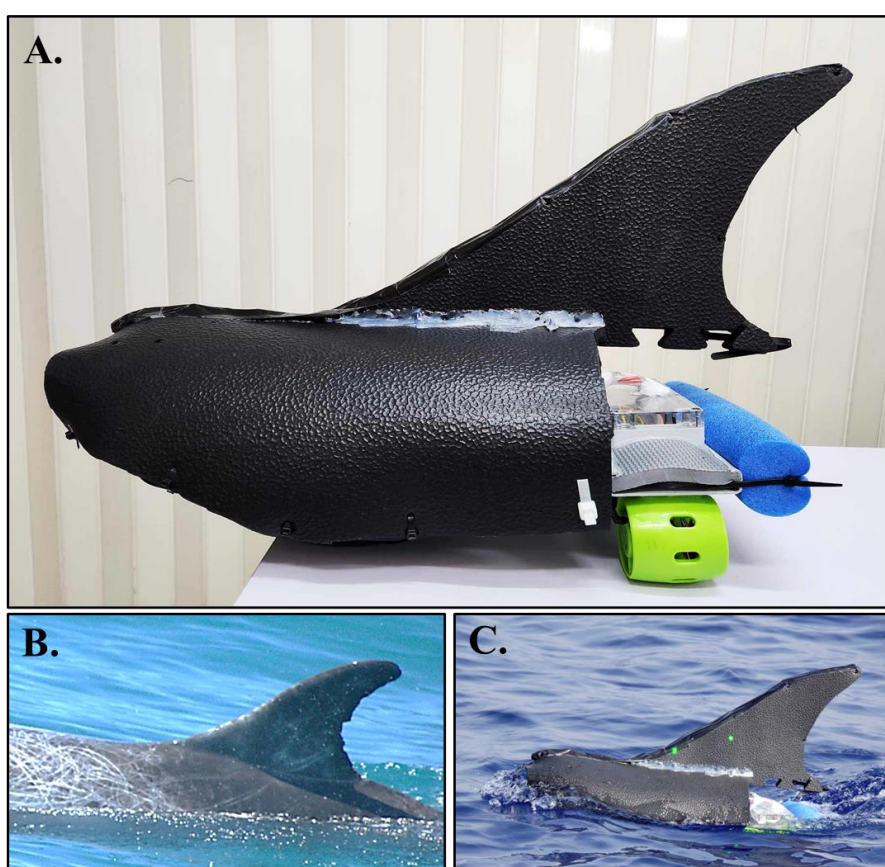


圖 3.1.3-14、海豚假體靶船海上姿態與實際野外瑞氏海豚泳姿相仿。



圖 3.1.3-15、海豚動力靶船可拆分為前端與後端，後端為動力機構。

B. 遠距雷射尺標

尺標研發目的為推估目標瑞氏海豚背鰭尺寸用於海豚假體的仿製，並提供未來錨定造成的傷追蹤量化使用。概念為兩個平行的雷射點瞄準於目標時，輸入相機感應器大小、焦距與實際雷射尺對應之像素(Pixel)數量，並套入公式換算以推估目標瑞氏海豚背鰭尺寸、未來錨定造成的傷口大小等。本團隊進行三個階段測試，第一階段為概念驗證，第二階段為試作型，第三階段為改良型，最後方案確認能夠與單眼相機光軸平行的方案(圖 3.1.3-16)，可搭配單眼相機作為拍攝用於 Photo ID 的照片使用，並且成功推估瑞氏海豚背鰭大小進行海豚假體製作與測試(圖 3.1.3-17)。

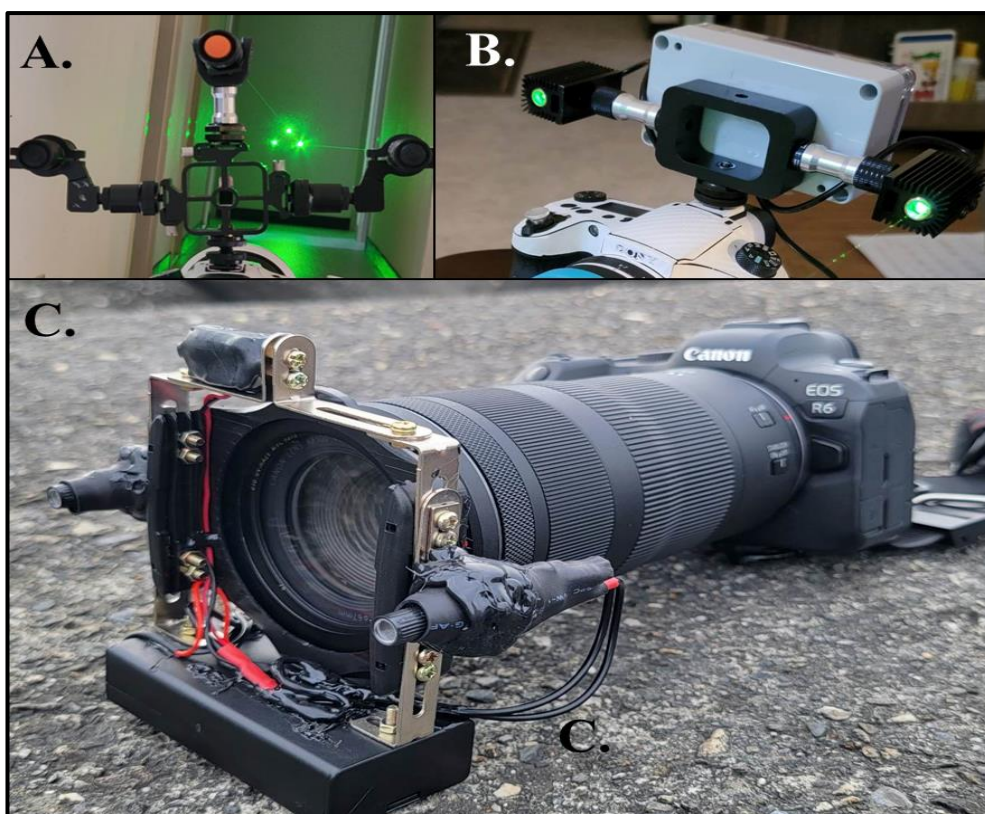


圖 3.1.3-16、雷射尺標不同階段之外觀，其中 C. 為最終樣式。

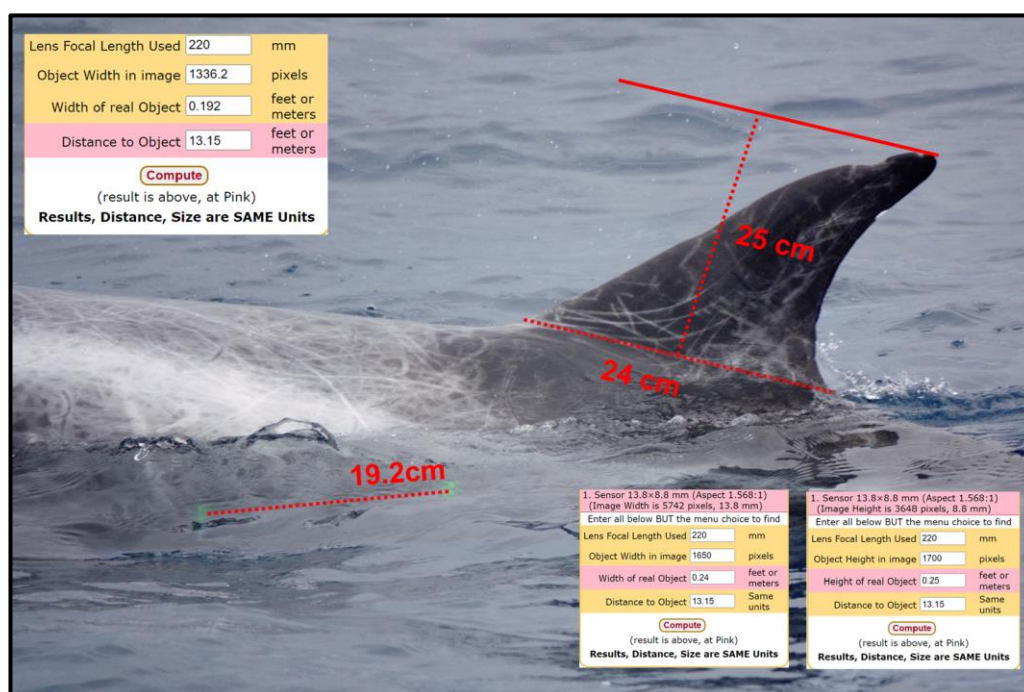


圖 3.1.3-17、實際運用於瑞氏海豚背鰭大小估算。

C. 發報器假體研製

本團隊已取得模擬原廠網站的發報器尺寸、重量資訊進行假體製作，並且取得原廠提供的假體進行比對仿製。目前已完成全部結構之複製假體試做，發報器進行實際配重與天線位置重現，並在錨定標頭、彈脫夾具、特殊箭矢與浮具皆已完成仿製，落水後皆可上浮，並在相應位置進行螢光色標記方便攝影辨識。

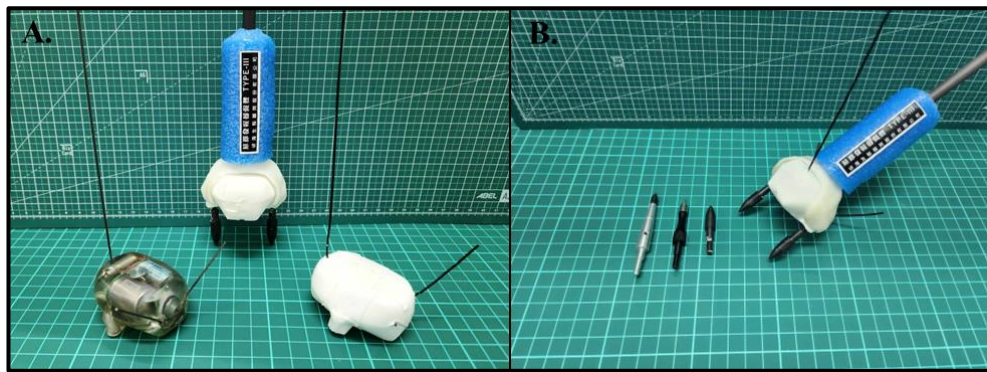


圖 3.1.3-18、複製之發報器假體用於演練使用，發報器假體為白色（左），藍色部分為彈脫上浮機構。

D. 十字弓

十字弓為利用機械板機觸發釋放所儲存弓臂彈力位能的投射器械，現代化的十字弓使用複合材料增進強度外，具備現代機械結構增進威力與準確度(例如：可調式槍托，鏡橋，省力板機與保險機制等)。除了簡單的弓臂儲存彈力位能，高磅數的十字弓上膛較為困難，所以發展多種省力機械例如動滑輪組、絞盤等結構，便利使用者以較少的力量上膛，並以更強的射擊出速。考量動物使用安全性。參考國外使用 130-150 磅數的十字弓進行評估與挑選，目前採購以 130 磅可換弓臂的十字弓進行測試與演練，上膛方式以雙手即可完成(不敷輔助器)，具備可外加瞄準器具的皮卡汀尼導軌(Picatinny rail)外加瞄準器具。



圖 3.1.3-19、十字弓與發報器箭矢。

E. 瞄準方式

瞄準工具在本計畫中至關重要，因考慮箭矢飛行時間與鯨豚距離，瞄準器具主要為 10 公尺內，但考慮有可能箭矢下墜曲線較大，本團隊測試多種形式瞄準器進行評估。

數位化瞄準鏡 (圖 3.1.3-20 A1.) 為具備電子鏡頭的瞄準器具，具備有夜視功能且可以進行錄影 (圖 3.1.3-20 A2.)，也可進行歸零，倍率 1 倍至 4 倍，惟視野稍窄，大範圍搜索較為遲鈍，並且電子顯示螢幕是否具備防震與高更新率也至關重要，若無防震機制則可能產生嚴重的果凍效應影響瞄準，螢幕更新率須至少每秒 60 赫茲不至於產生延遲。光學瞄準器 (圖 3.1.3-20 B1.) 利用觀光學透鏡進行放大目標之瞄準器，倍率選擇較多，也可變焦，通常為 4-8 倍，視野一般，高倍率不適合本案使用，價格便宜，惟重量較重，無其他特殊功能。全息瞄準器 (圖 3.1.3-20 C1.) 是一種利用全息技術來產生三維的瞄準圖案的瞄準器，藉由大的透明視窗進行瞄準，射手可以通過它看到目標和瞄準圖案，可以提供更多的資訊和選項，而且不會產生視差，對於搜索目標較為便利。外雷射瞄準器 (圖 3.1.3-20 D1.) 是利用雷射

發射器產生一束高能量的光束，並通過一個光學系統將其聚焦成一個細小的點，然後將其投射到目標上。雷射瞄準器通常有一個調節裝置，可以根據所需的目標距離的校準和射程來調整雷射點的位置，使其與彈道相符，雷射由於其亮度的限制，在陽光下與過遠的距離有判讀上的限制。綜合上述評估由於距離與天候限制，並且需要廣闊視野進行瞄準，演練以全息瞄準器搭配外雷射瞄準器進行測試與演練。

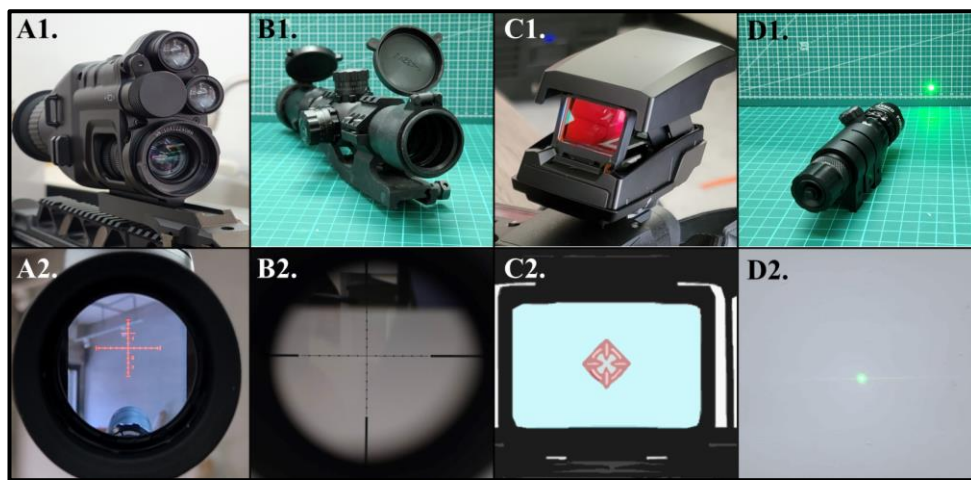


圖 3.1.3-20、各式瞄準器外觀（上排）與其實際瞄準效果（下排）。



圖 3.1.3-21、十字弓完成安裝瞄準器、雷射瞄準與發報器。

F. 射擊員海上瞄準訓練

標放團隊之射擊手的能力養成，為標放工作成敗的關鍵之一。射擊手除了基本操作十字弓的能力、準確度與體能，更重要的是必須熟悉該目標鯨豚的活動行為，尤其是換氣時間間隔。藉由操持長焦段鏡頭相機，進行 photo ID 拍照訓練，旨在訓練射擊員能夠預測海豚的出水時間，並進行預判(圖 3.1.3-22)，海上測試中，總領隊或其他影像紀錄者可協助射擊手預估出水時間與位置。

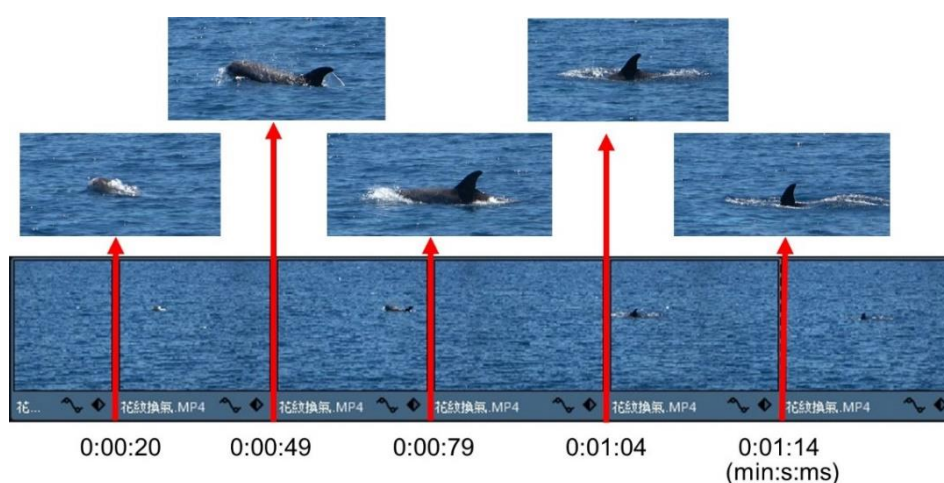


圖 3.1.3-22、瑞氏海豚換氣時間分析。

預判瞄準在不同部位有相異的預判邏輯，大部分情況可參考使用，但須考慮不同船支高度、浪況與風向等因素進行微調。以瞄準背鰭前緣為例，瞄準基準線需要較高，並在背鰭出水約 1/3 就得預先擊發，使彈著點落在背鰭前緣，但由於背鰭面積較小，有較高的脫靶機率，但脫靶位置較高所以不會誤擊鯨豚其他部位；以瞄準背部為例，預判瞄準點較低且預判距離較多，發射時機在海豚背鰭顯出約 2/3 或全部背鰭時擊發，瞄準基準線上可落在鯨豚背部、背鰭基部前緣與背鰭中段偏後，若太過低位則剛好擊中海水面緩衝，也不會誤擊鯨豚其他部位(圖 3.1.3-23、圖 3.1.3-24)。

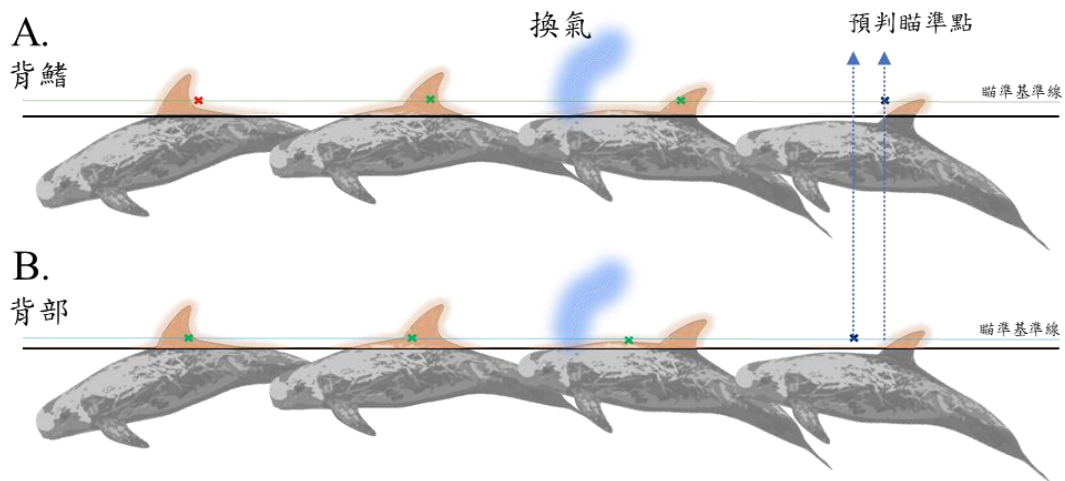


圖 3.1.3-23、錨定背鰭錨定預判點與瞄準基準線較高(A.)，錨定背部瞄準基準線較低(B.)。



圖 3.1.3-24、實際瑞氏海豚出水換氣進行假想瞄準位置並利用假體進行驗證射擊。

8. 演驗結果與討論

(1) 陸上訓練

本團隊在海上演練前在陸上完成測試演練，室內封閉場域具備深水池，並有安全人員待命(圖 3.1.3-25 A)，利用智慧眼鏡進行第一身稱視角錄影紀錄，距離 2-5m 進行多次靶船射擊測試，確保靶船功能、發報器假體設計與射擊熟練度合乎海上作業需求，並在該場域進行靶船操作訓練。靶船經測試可維持正浮力，並翻覆後可自

動回正，出水姿態也符合預期之海豚換氣出水面積，控制舵面靈活，可靈活轉向；130 磅十字弓後座力小，重量輕盈，準確度高，操作簡易，單人可完成上膛；發報器假體可承受十字弓推力，並可錨定於假體並彈脫箭身(圖 3.1.3-25 B1-B3)，每支箭體可重複使用多次，發報器假體則錨定後拔出可再回收利用。在 3 公尺射擊距離，發報器假體可穩固於仿製假體上，且不會擊穿假體，僅標頭錨進假體中，發報器錨鉸位置也無其他破損，因大部分動能分散至大面積假體表面，動能部分隨箭身彈出不直接傳導至假體上，經評估在 130 磅弓臂十字弓，利用緩衝彈脫機制與箭矢重量控制，最短距離 3 公尺射擊對於中大型鯨豚應無大礙，不會整支箭矢擊穿鯨豚，而未來非使用本次演練測試參數則需另外評估。



圖 3.1.3-25、室內演練場域(A.)與射擊測試影片擷圖，可成功錨定，並彈脫箭體(B1-B3)。

(2) 海上演練

本團隊已於外海執行海上演練，演練過程紀錄藉由第一人稱智慧眼鏡、空拍機與高畫質錄影機進行影像紀錄，演練人員與配置則依照擬定流程執行演練(圖 3.1.3-26)，演練過程皆有警戒注意周遭是否有船隻或任何鯨豚，若有則停止執行，觀察狀況再啟動。



圖 3.1.3-26、船隻並行於靶船空拍記錄。

演練依照以下四種方式進行測試：5 公尺停船射擊、5 公尺行徑射擊、10 公尺停船射擊與 10 公尺行徑射擊，距離判定利用瞄準器簡易三角測量。停船射擊目的在於適應海上浪況與風向進行射擊校準預判，行徑射擊為模擬鯨豚游速 2 至 3 節與船隻同步運動情境，不同距離則測試射擊彈著點預判距離，後續測試為了增加演練效率，發報器假體使用無法彈脫支固定型夾具進行練習測試。演練結果在 10 公尺內命中率高，並能錨定於背鰭前緣(圖 3.1.3-27、圖 3.1.3-28 與圖 3.1.3-29 A)，尤其 5 公尺左右目前命中率最高(100%)，超過 10 公尺因箭體飛行時間延遲與海浪浮動致使容易脫靶，脫靶距離誤差估計約 20-100 公分，超過 10 公尺錨定需要更高初速十字弓減少飛行時間，但更高初速意味最短射擊距離會高於先前所測試出 3 公尺的距離，且拋射箭體會需要更精確的空氣動力設置與配重，未來不建議距離超過 10 公尺進行錨定中小型鯨豚，依據目前系統測試，3-10 公尺為最合適的錨定距離。

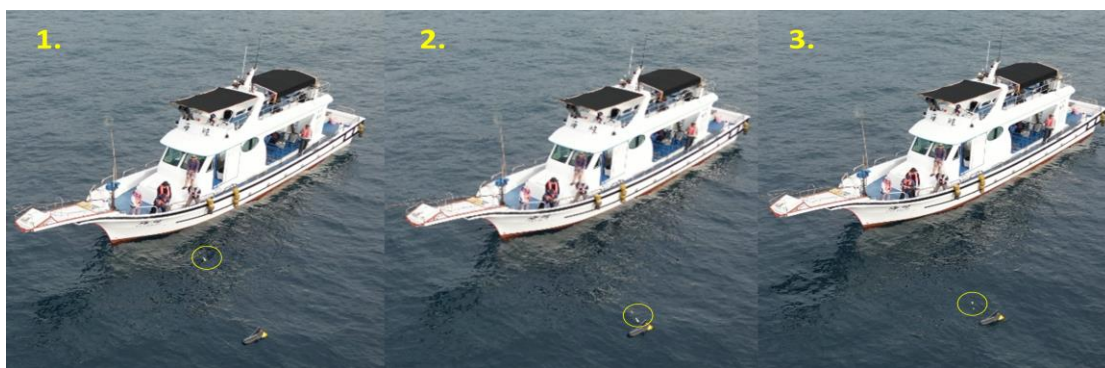


圖 3.1.3-27、以空拍視角約 10 公尺距離擊中並成功彈脫。

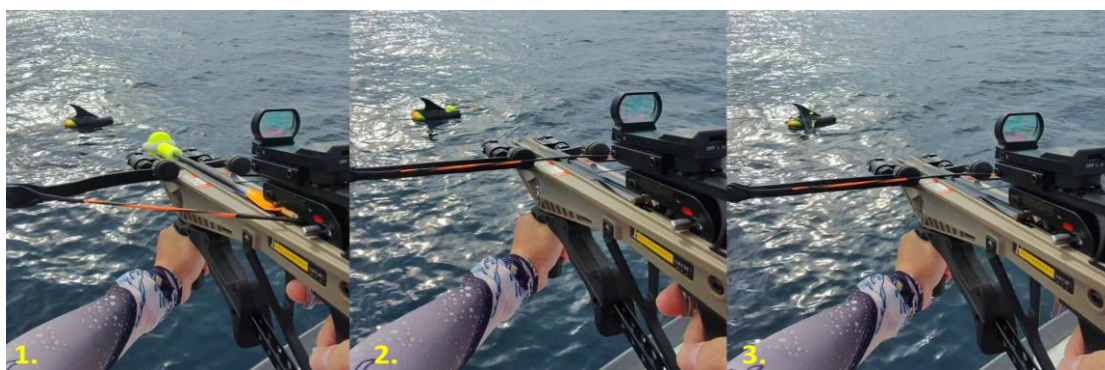


圖 3.1.3-28、以第一人稱視角錄製約 10 公尺距離擊中並成功彈脫。

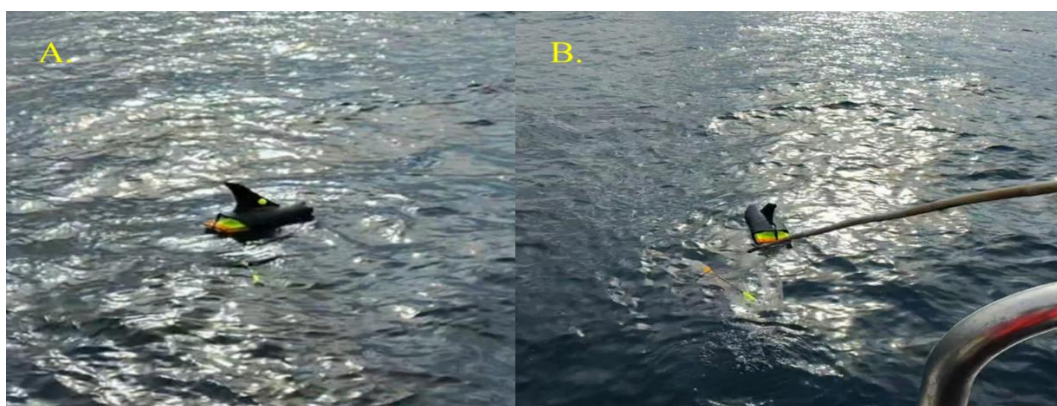


圖 3.1.3-29、靶船成功錨定後固定於背鰭前緣，並成功彈脫(A.)，箭體使用撈網進行回收(B.)。

總結演練結果，以目前 130 磅十字弓，使用 LIMPET 系統進行瑞氏海豚發報器錨錠，在無風浪情況下建議最短射擊距離 3 公尺，最遠則建議不超過 10 公尺，若

須超過 10 公尺進行錨定，則需要更高磅數十字弓並拉長最短射擊距離。目前假想錨定目標為瑞氏海豚，錨定背鰭面積約 25 平方公分，容錯率低，超過 10 公尺時容易脫靶，但以大型鯨豚可錨定面積遠大於瑞氏海豚，例如抹香鯨與大翅鯨(圖 3.1.3-30)，錨定距離有機會超過 10 公尺，所以依照目前演練的配置，將發報器替換為大型鯨豚版本也有可行性。建議除了瑞氏海豚之外，抹香鯨與大翅鯨也可列入標放目標之一。



圖 3.1.3-30、抹香鯨(左)大翅鯨(右)體表出水區較大，可錨錠區域也較大。

3.1.4 辦理鯨豚調查暨保育推廣課程

本計畫已於 112 年 8 月 16 日、113 年 8 月 30 日如期完成鯨豚調查暨保育推廣靜態課程及海上實務課程各一場次。招收對象包含現役海洋保育署巡查員或職員、對鯨豚有興趣之民眾以及在學學生。推廣課程之目標為使學員獲得鯨豚演化歷程、鯨豚物種辨識等相關背景知識，以及了解海上鯨豚調查所使用之器材和注意事項，並實際於海上體驗。

1. 112 年度執行成果

112 年 8 月 16 日於花蓮石梯漁港的海鯨號解說教室執行靜態課程及海上實務課程各 1 場次，於活動前 10 天將大綱內容及網路宣傳圖(圖 3.1.4-1)上傳至 Accupass 平台供民眾報名，當日課程議程表及工作安排如表 3.1.4-1。室內靜態課程課綱包含：《鯨豚物種介紹及目擊回報》、《海上調查實務及 Photo ID 應用》，由研海生態顧問股份有限公司的 2 位講師主講，簡歷如表 3.1.4-2 錯誤！找不到參照來源。。《鯨豚物種介紹及目擊回報》課程內容包含：鯨豚的演化過程、臺灣東部海域常見的 12 種鯨豚、iOcean 目擊回報推廣以及鯨豚現正面臨的人為威脅。《海上調查實務及 Photo ID 應用》的前半段著重在海上調查的規劃、流程細節、遭遇突發狀況之應變措施等；後半段則是介紹當今國際主流的鯨豚生態研究方法：照片個體辨識法 (Photo ID)，透過與其他個體辨識方式進行優缺點比較，來呈現鯨豚生態調查方式的演進及資料庫應用方式。



圖 3.1.4-1、鯨豚調查暨保育推廣課程網路宣傳圖。

表 3.1.4-1、課程議程表及工作安排。

日期：112年8月16日 時間：8:45－17:30 地點：花蓮石梯漁港海鯨號解說教室			
時間	階段	人員	工作內容
8:45-9:45	報到	現場負責人	場控
		講師	測試電腦投影、音響設備
		工作人員	協助簽到、發放學員講義與名牌
9:45-9:50	開場	現場負責人	引言
		工作人員	攝影
9:50-10:50	上午課程(一) 鯨豚物種介紹及目擊回報	講師	課程
		工作人員	攝影
10:50-11:00	中場休息	現場負責人	場控
		講師	簡報準備
11:00-12:00	上午課程(二) 海上調查實務及Photo ID 應用	講師	課程
		現場負責人	場控、提醒致詞人時間 清點中餐數量
		工作人員	攝影
12:00-13:10	午休	全體	中餐時間
		工作人員	廚餘、餐盒處理

日期：112年8月16日 時間：8:45－17:30 地點：花蓮石梯漁港海鯨號解說教室			
時間	階段	人員	工作內容
13:10-13:15		現場負責人	通知講師、工作人員準備
13:15-13:30	安全宣導(岸上)	現場負責人	引導至登船口
		講師	進行登船前說明、分組 發放及協助穿救生衣
		工作人員	攝影
13:30-16:30	海上實務課程	現場負責人	引導登船、場控、提醒講師時間
		講師、工作人員	輔導實務操作
		工作人員	攝影
16:30-16:45	返港	講師、工作人員	回饋表單及學習單(線上) 收集學員與工作人員名牌
17:00-17:30	場地復原	全體	桌椅歸位、收拾報到桌、教材桌、垃圾清理

表 3.1.4-2、112 年鯨豚調查暨保育推廣課程講師簡歷。

講師姓名	單位	專業背景	課程名稱
陳佳微 副研究員	研海生態顧問股份有限公司	海上鯨豚調查、地理資訊系統、鳥類穿越線調查	鯨豚物種介紹及目擊回報
趙叔謙 副研究員	研海生態顧問股份有限公司	海上鯨豚調查、空拍機操作、單眼相機操作、水質分析	海上調查實務及 Photo ID 應用

海上實務課程則選在臺灣賞鯨產業發源地—石梯漁港執行，與本計畫調查航次之合作船家共同執行。有鑑於大多數學員並沒有出海經驗，本次課程規劃 3 至 4 小時的體驗航程，並將實務訓練內容分為 3 組：(1) 攝影及目擊記錄訓練、(2) 水質檢測及環境紀錄訓練、(3) 鯨豚目擊及望遠鏡使用訓練。登船前由船長先在岸上進行

安全宣導，包括救生衣穿戴方式和船隻環境介紹。使學員在確保安全的情況下以分組闖關的方式依序至前甲板、後側作業區以及上甲板學習鯨豚調查實務上會使用的技巧（圖 3.1.4-2），實際操作望遠鏡、水質儀和濁度計、GPS 定位系統等設備，並保有一定彈性時間複習及互相交流，亦不會對學員的身體狀況造成負擔。

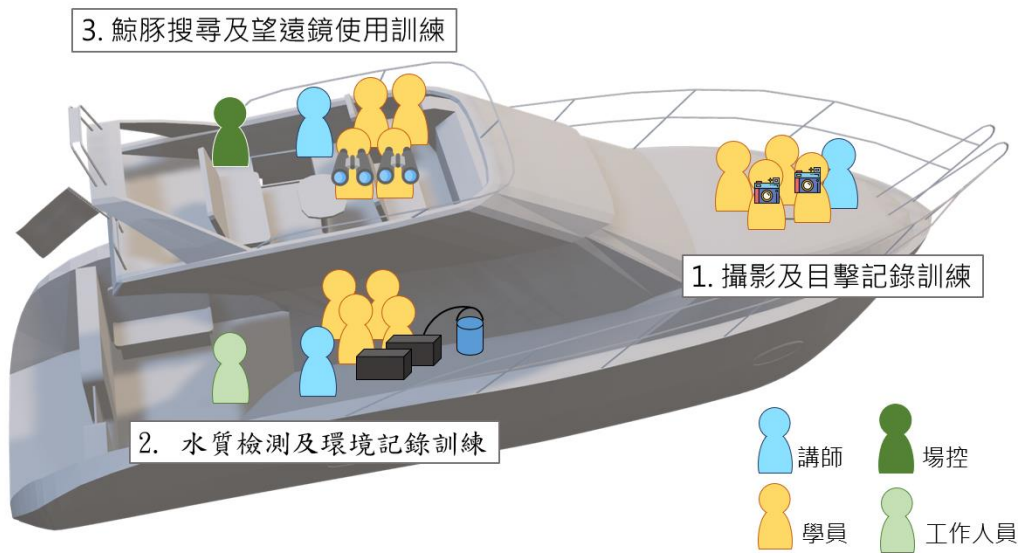


圖 3.1.4-2、海上實務課程之人員及組別配置示意圖。

本期教育訓練活動共計 15 位學員報名成功，並全程參加。其職業別包含在學學生、生態調查相關產業在職人員、非生態調查相關產業在職人員、自由業者、海洋保育署人員，身分別組成如圖 3.1.4-3。室內靜態課程部份如表訂計畫完成（圖 3.1.4-4、圖 3.1.4-5）。海上實務課程中所有學員皆有完成每組的實務訓練和器材操作（圖 3.1.4-6），並於課程期間目擊短肢領航鯨 1 群次、弗氏海豚 1 群次以及長吻飛旋海豚 1 群次。目擊期間同時記錄到短肢領航鯨群體於水面休息（圖 3.1.4-8）以及短肢領航鯨與弗氏海豚混群（圖 3.1.4-9）的現象。透過課程後學員們所填寫之線上問卷和返港後的意見交流，收集到許多正面回饋（圖 3.1.4-10），整體教育訓練活動自規劃到執行皆獲得學員們一致好評（圖 3.1.4-11）。

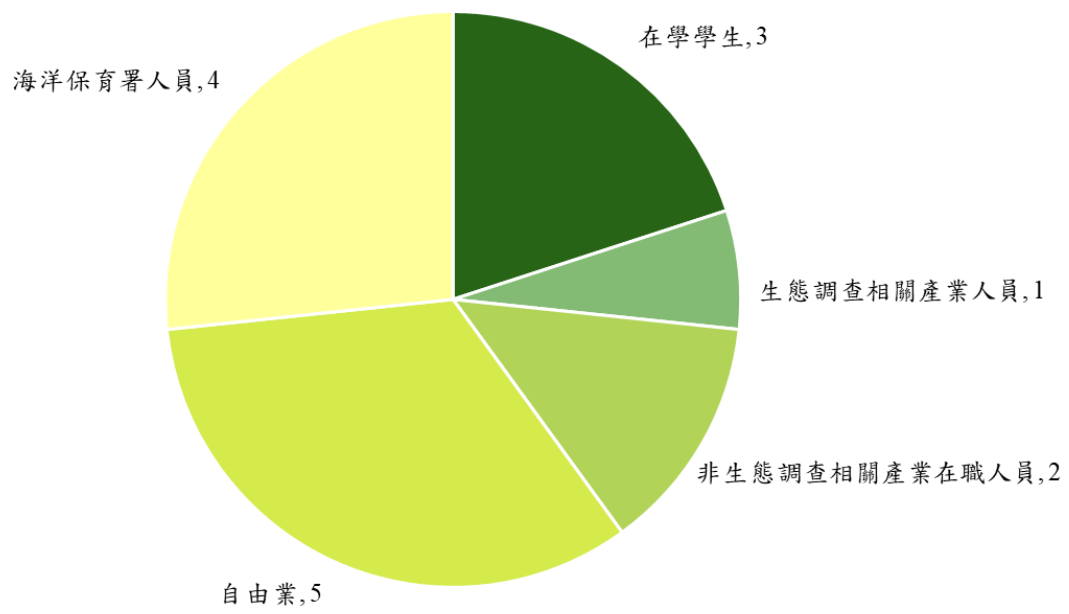


圖 3.1.4-3、教育訓練參與學員身分別組成比例。



圖 3.1.4-4、室內靜態課程(一)上課情形。



圖 3.1.4-5、室內靜態課程(二)上課情形。

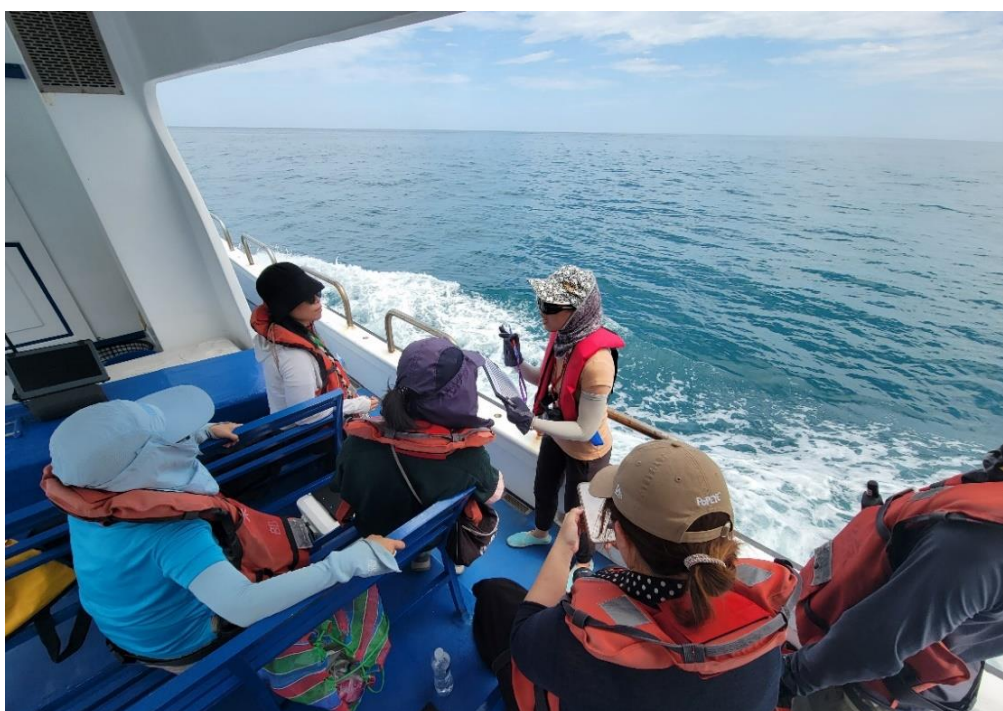


圖 3.1.4-6、海上實務課程上課情形。



圖 3.1.4-7、鯨豚調查暨保育推廣課程合照。



圖 3.1.4-8、短肢领航鲸群體於水面休息。



圖 3.1.4-9、短肢领航鲸與弗氏海豚混群。



圖 3.1.4-10、講師及學員於活動後互相交流。

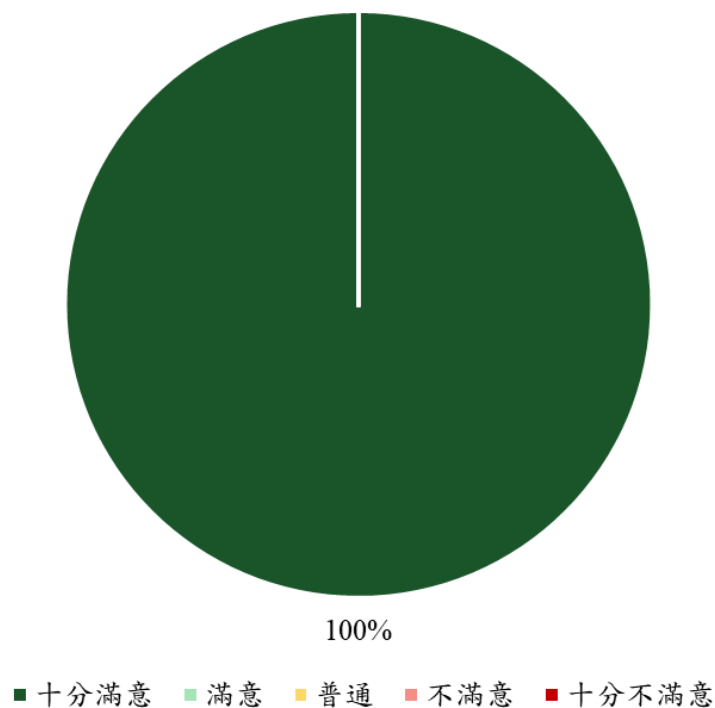


圖 3.1.4-11、112 年學員對整體課程規劃滿意度調查結果 (n=12)。

2. 113 年度執行成果

113 年 8 月 30 日於蘭陽博物館執行靜態課程及海上實務課程各 1 場次，於活動前 10 天將大綱內容及網路宣傳圖 (圖 3.1.4-12) 上傳至 Accupass 平台供民眾報名，當日課程議程表及工作安排如表 3.1.4-3。室內靜態課程課綱包含：《基礎鯨豚生態介紹》、《Photo-ID 及公民科學》，由研海生態顧問股份有限公司的 2 位講師主講，簡歷如表 3.1.4-4。《基礎鯨豚生態介紹》課程內容包含：鯨豚適應水下環境的演化機制、臺灣東部海域常見的 8 種鯨豚以及鯨豚現正面臨的人為威脅。《Photo-ID 及公民科學》介紹當今國際主流的鯨豚生態研究方法：Photo-ID (照片個體辨識法) 以及調查人員收集資料的方式，並進一步介紹 iOcean 及 iNaturalist 這 2 種容易操作的公民科學平台，以推廣學員加入公民科學家行列。



圖 3.1.4-12、113 年鯨豚調查暨保育推廣課程網路宣傳圖。

表 3.1.4-3、113 年課程議程表及工作安排。

日期：113年8月30日 時間：9:30 – 17:30 地點：蘭陽博物館			
時間	階段	人員	工作內容
9:30-10:00	學員入場 報到	現場負責人	場控
		講師	測試電腦投影、音響設備
		工作人員	協助簽到、發放學員講義與名牌
10:00-10:05	開場	現場負責人	引言
		工作人員	攝影
10:05-10:50	上午課程(一) 基礎鯨豚生態介紹	講師	課程
		工作人員	攝影
10:50-11:00	中場休息	現場負責人	場控
		講師	簡報準備
11:00-11:50	上午課程(二) Photo-ID及公民科學	講師	課程
		現場負責人	場控、提醒致詞人時間 清點中餐數量
		工作人員	攝影
11:50-13:00	午休	全體	中餐時間
		工作人員	廚餘、餐盒處理
13:00-13:15		現場負責人	引導至賞鯨碼頭

日期：113年8月30日 時間：9:30 – 17:30 地點：蘭陽博物館			
時間	階段	人員	工作內容
13:15-13:20	安全宣導(岸上)	現場負責人	場控
		講師	進行登船前說明、分組發放及協助穿救生衣
		工作人員	攝影
13:20-16:30	海上實務課程	現場負責人	引導登船 場控、提醒講師時間
		講師、工作人員	輔導實務操作
		工作人員	攝影
16:30-16:45	返港	講師、工作人員	回饋表單及學習單（線上） 引導使用公民科學平台 收集學員與工作人員名牌
17:00-17:30	場地復原	全體	桌椅歸位、收拾教材、垃圾清理

表 3.1.4-4、113 年鯨豚調查暨保育推廣課程講師簡歷。

講師姓名	單位	專業背景	課程名稱
邱侑蓮 經理	研海生態顧問股份有限公司	海上鯨豚調查、專案規劃與執行、生態數據統計、海洋保育	基礎鯨豚生態介紹
趙叔謙 副研究員	研海生態顧問股份有限公司	海上鯨豚調查、空拍機操作、單眼相機操作、水質分析	Photo-ID 及公民科學

海上實務課程則選在臺灣賞鯨產業發達的烏石漁港執行，與本計畫調查航次之合作船家共同執行，並規劃 3 至 4 小時的體驗航程，將實務訓練內容分為 3 組：(1) 攝影及目擊記錄訓練、(2) 水質檢測展示、(3) 水下聲學體驗。登船前由船家先在岸上進行安全宣導，包括救生衣穿戴方式和船隻環境介紹。使學員在確保安全的情況

下以分組闖關的方式依序至前甲板、後側作業區以及上甲板學習鯨豚調查實務上會使用的技巧 (圖 3.1.4-13)，另有望遠鏡、水質儀等設備供學員實際操作練習以及有多副耳機供學員聆聽鯨豚即時的社交聲音。



圖 3.1.4-13、海上實務課程之人員及組別配置示意圖。

本期教育訓練活動共計 15 位學員報名成功，僅 1 位因感染新冠肺炎而缺席。其職業別包含退休人士、生態調查相關產業在職人員、非生態調查相關產業在職人員、自由業者、海洋保育署人員，身分別組成如圖 3.1.4-14。室內靜態課程部份如表訂計畫完成 (圖 3.1.4-15、圖 3.1.4-16)。海上實務課程中所有學員皆有完成每組的實務訓練和器材操作 (圖 3.1.4-17 至圖 3.1.4-21)，並於課程期間目擊長吻飛旋海豚及短肢领航鯨各 1 群次。目擊期間同時記錄到短肢领航鯨有躍身擊浪、浮窺等行為 (圖 3.1.4-22、圖 3.1.4-23)。透過課程後學員們所填寫之線上問卷和返港後的意見交流，收集到許多正面回饋 (圖 3.1.4-25 至圖 3.1.4-27)，整體教育訓練活動自規劃到執行皆獲得學員們一致好評。

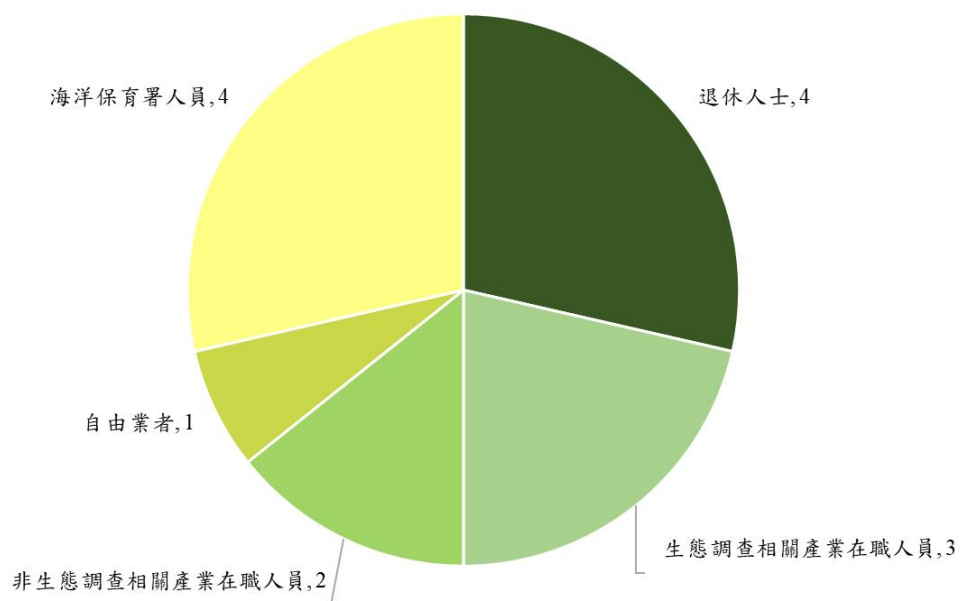


圖 3.1.4-14、113 年教育訓練參與學員身分別組成比例。



圖 3.1.4-15、113 年室內靜態課程(一)上課情形。



圖 3.1.4-16、113 年室內靜態課程(二)上課情形。



圖 3.1.4-17、113 年海上實務課程上課情形 (聲學站)。



圖 3.1.4-18、113 年海上實務課程上課情形 (水質站)。



圖 3.1.4-19、113 年海上實務課程上課情形 (攝影站)。



圖 3.1.4-20、113 年學員於海上實務期間練習拍攝。



圖 3.1.4-21、113 年學員於海上實務期間練習拍攝海豚背鰭。



圖 3.1.4-22、113 年海上實務課程期間目擊長吻飛旋海豚。



圖 3.1.4-23、113 年海上實務課程期間目擊短肢领航鲸的浮窺行為。



圖 3.1.4-24、113 年鯨豚調查暨保育推廣課程大合照。

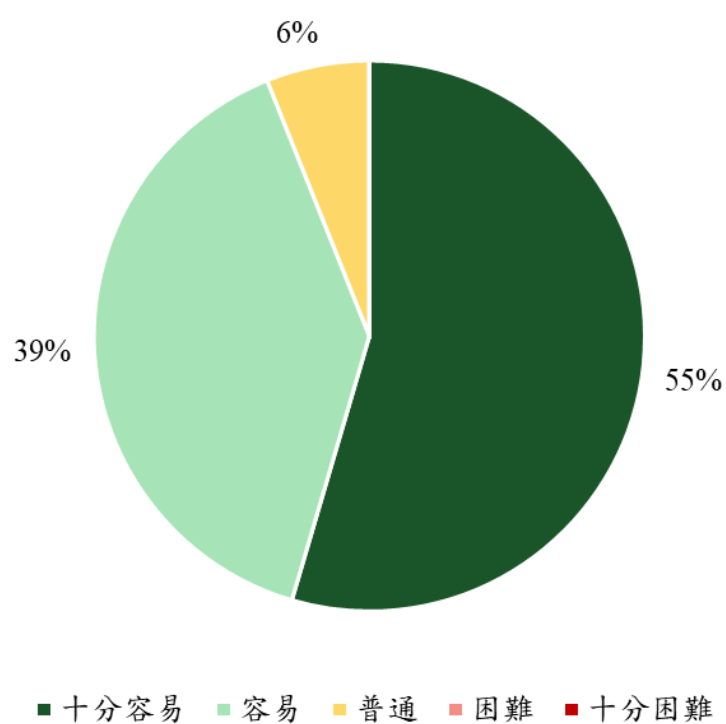


圖 3.1.4-25、113 年學員對課程行前通知內容及相關表單評價結果 (n=11)。

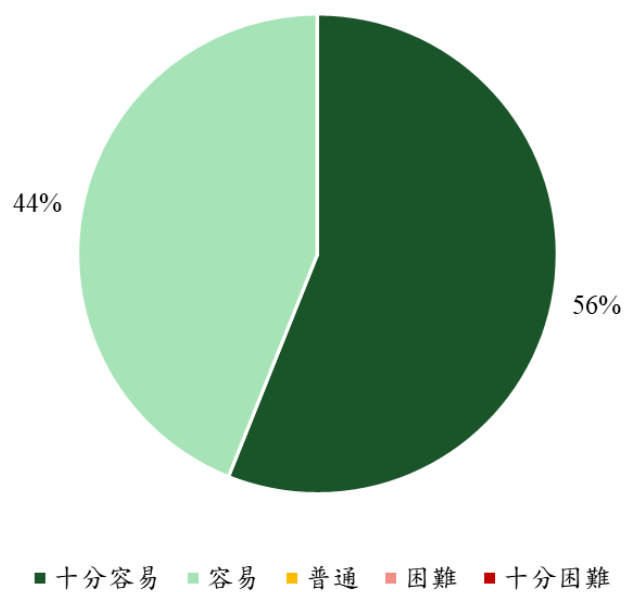


圖 3.1.4-26、113 年學員對課程教學內容評價結果 (n=11)。

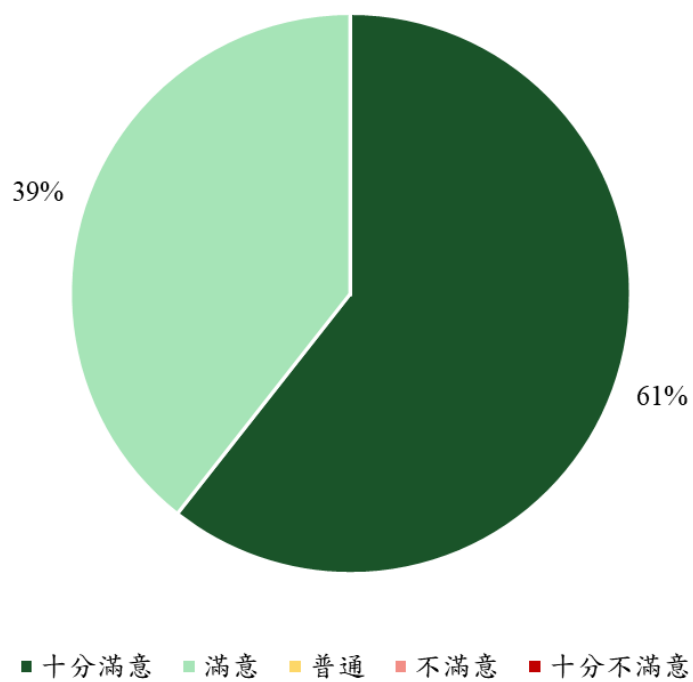


圖 3.1.4-27、113 年學員對整體課程規劃滿意度調查結果 (n=11)。

3.1.5 協助鯨豚保育計畫相關資料蒐集並提供專業諮詢

鯨豚為食物鏈頂層消費者，是生態系健康、環境棲地變動和資源使用規劃的重要指標之一。因人為活動造成的棲地破碎或劣化、水質和噪音汙染、食餌資源變化和混獲傷亡等，影響鯨豚個體的行為、社交結構、生育與存活率，甚至是整體族群的變動。圍繞鯨豚保育所開展的治理工作，不僅能提升海洋生態系統應對干擾的衝擊調適能力，更是環境資源永續利用的關鍵。海保署自成立以來，積極推動多項鯨豚保育工作，如何借鑒國內外既有經驗，研擬並滾動修正合適的管理措施，是目前的關鍵課題。

1. 國際海洋保護行動之研析

海洋保育對於海洋生態系的健康和多樣性，扮演關鍵的角色。海洋保護行動雖因各界的定義而有所差異，整體仍以保護海洋生物多樣性和生態系統健康為目標。回顧國際海洋和鯨豚保育工作的發展和經驗，大致可分為建置海洋保護範圍或是制定鯨豚保育計畫。

(1) 海洋保護範圍之劃設

海洋保護區(Marine Protected Area, MPA)屬於通用的詞彙，是保護生物多樣性和生態系服務最廣泛使用的工具之一(Balbar & Metaxas, 2019)。除了海洋保護區，也有針對特定物種重要區域的非保護區如重要海洋哺乳動物區域，以及近年以非傳統生態保育為主要目的所劃設的其他有效保育區域(Other Effective Area-based Conservation Measures, OECM)，這些都可視為海洋保護範圍的一種。下文將分為(A)海洋保護區、(B)重要海洋哺乳動物區域，以及(C)其他有效保育區域三種層面依項說明。

A. 海洋保護區

IUCN 於海洋保護區的定義相對廣泛：「一個明確界定的地理空間，透過法律或其他策略取得共識、專用和管理，實現對自然的長期保護以及相關的生態系統服務(Ecosystem Services)³ 與文化價值」(Day et al., 2019)。各種海洋保護區的名詞很多樣，如海洋公園(Marine Parks)、海洋保育區(Marine Conservation Zones)、海洋保留區(Marine Reserves)、海洋庇護區(Marine Sanctuaries)、特別保護區(Special Areas of Conservation)和海洋禁漁區(No-Take Zones)等。在不同國家的法規中，名詞變動常代表不同的涵義和管理方式(Day et al., 2019)，或有同義多詞或同詞多義的落差，因此實務上更關注該區域的保護目標和管理措施是否因名稱而異。例如：海洋禁漁區不得進行任何漁業行為；部分海洋保護區則允許浮潛或漁業行為(Hoyt, 2018)。

海洋保護區的劃設可分為特定物種活動範圍和生態系兩種不同的主體，並研擬合適的策略。以瀕危或易受到干擾的物種為主體者，多以嚴格保護其活動或關鍵棲地的核心區域，但開放周邊區域則進行低衝擊用途。以生態系保護為主體的海洋保護區，其管理多依據區塊進行不同程度的人為活動限制。

紐西蘭班克斯半島海洋哺乳動物庇護區 (Banks Peninsula Marine Mammal Sanctuary)為特定物種活動範圍劃設海洋保護區的案例。該處為保護赫氏矮海豚並減少刺網混獲的死亡率所設立的保護區。根據赫氏矮海豚分布的區域、季節差異和當地的水深地形，發現有明確的季節分布趨勢差

³ 生態系統服務：廣義內容為人類從生態系統直接或間接取得生活相當的福利及必要的服務。服務層面包含供給服務類(如：食物和水)；調節服務(如：洪旱、土地退化和疾病調節)；支援服務(如：土壤形成和營養循環)；以及文化服務(如娛樂、精神、宗教和其他非物質利益)共 17 種 (Day et al., 2019)。

異，並以個體辨識的方式估算族群的大小、繁殖率、出生及死亡率、族群成長率等生物重要資訊。由紐西蘭保育局(Department of Conservation, DOC)組成的專家小組優先考慮赫氏矮海豚的出沒熱區及大量刺網纏繞發生過的區域進行管理，但考慮到刺網對於商業漁獲的重要性，必須要有折衷的管理措施。因此在公部門與權益關係人的公開會議中，共同商討並研議出保護區的區域範圍和對於刺網的管理方案，透過由公眾決議的方式所蒐集的意見，超過六成選擇應將刺網排除在保護區內的使用。DOC 最終決議在保護區內使用刺網，須設定長度上限和必須在白天且有人隨時注意的情況才允許使用。透過長期監測取得之個體辨識資料，比對設立海洋保護區前後的赫氏矮海豚族群變化，發現設立保護區後的存活率顯著上升，證實海洋保護措施有效以及長期調查的重要性(Gormley et al., 2012)。

為提升海洋保護區於海域管理的應用，隸屬於 IUCN 的世界保護區委員會 (World Commission on Protected Areas, WCPA)重新審視並釐清保護區名詞和定義。2019 年更新版的海洋保護區管理指南，保護區被分為六種管理類別，保護等級越高的海洋保護區類別會進行更為嚴格的管理規範，保護等級由高至低分別為：Ia 嚴格自然保護區、Ib 荒野地保護區、II 國家公園、III 自然紀念物、IV 棲地/物種管理區、V 陸域/海域景觀保護區。管理範圍包含：研究及傳統文化用途、漁業採集及養殖作業、人為復育行動、再生能源及天然資源開採、旅遊娛樂活動、工程作業、船隻運輸、廢棄物排放、居住等人為活動。而管理程度則分為完全禁止、原則禁止⁴、視情況⁵、有條件

⁴ 原則禁止：一般情況下禁止，無非有特殊情況則須申請。例如若該科學研究無法在其他地域進行，即可能例外開放使用。

⁵ 視情況：取決於活動的管理方式是否符合 MPA 的具體目標。

開放⁶與完全開放 (Day et al., 2019)。實務上海洋保護區內經常劃分成不同區域，各區域規劃不同程度的管理措施。例如澳洲的大堡礁海洋公園 (Great Barrier Reef Marine Park, GBRMP) 是第一個進行分區管理的海洋保護區，各區域會定期審查、更新，並制定不同的法定目標 (Day et al., 2019) (表 3.1.5-1)。

須注意在 IUCN 的定義中 (Day et al., 2019) 無論採取何種管理形式，海洋保護區的首要重點都是保護生物多樣性。以下幾種情況並不應被視為海洋保護區：(1) 部分有管理措施但主要目標不符合的區域 (如：以永續漁業為目標的漁業管理域)。倘若漁業或其他利用活動要納入保護區目標，需有兩個前提。一是該活動為低生態影響、永續，且是受到妥善監督的綜合管理方法之一；二是該區域需符合 IUCN 任一類別之保護區定義。(2) 工業活動和其基礎設施開發區域 (例如：能源探勘、商業捕魚、石油和天然氣開採等) 均不可納入海洋保護區範圍計算 (Day et al., 2019)。

⁶ 有條件開放：因為沒有其他替代性方案所以可開放，但必須申請並取得許可。例如傳統、儀式、或生存目的下的人為活動，但不得用於商業或貿易目的。

表 3.1.5-1、澳洲大堡礁海洋公園內的區域類型和面積比例。(Day et al., 2019)

區域名稱	對應 IUCN 類別	各區域法定目標	面積(平方公里)	所 占 比 例(%)
保留區(Preservation Zone)	Ia	保護海洋公園區域的自然完整性和價值，通常不受人類活動的干擾	710	< 1
科學研究區(Scientific Research Zone)	Ia	<ul style="list-style-type: none"> ● 保護海洋公園區域自然完整性和價值觀，一般不進行採集活動 ● 在滿足前述目標的情況下，提供在未受干擾的區域進行科學研究的機會 	155	< 1
聯邦島嶼 (Commonwealth Islands)	II	<ul style="list-style-type: none"> ● 規定保護海洋公園區域低水位線以上 ● 規定聯邦政府對於該區域的利用 ● 滿足前述目標的情況下，提供符合該區域價值的用途 	185	< 1
海洋國家公園區 (Marine National Park Zone)	II	<ul style="list-style-type: none"> ● 保護海洋公園區域自然完整性和價值觀，一般不進行採集活動 ● 在滿足前述目標的情況下，提供參與部分活動的機會，包括介紹海洋公園的價值，並在相對低程度干擾的區域進行 	114530	33

區域名稱	對 應 IUCN 類別	各區域法定目標	面積(平方 公里)	所 占 比 例(%)
緩衝區(Buffer Zone)	IV	<ul style="list-style-type: none"> ● 保護海洋公園區域自然完整性和價值觀，一般不進行採集活動 ● 在滿足前述目標的情況下，提供參與部分活動的機會，包括介紹海洋公園的價值，並在相對低程度干擾的區域進行 ● 中上層物種的利用 	9880	3
保育公園區 (Conservation Park Zone)	IV	<ul style="list-style-type: none"> ● 保育海洋公園區域 ● 在滿足前述目標的情況下，有限度的利用和享受 	5160	2
棲地保護區(Habitat Protection Zone)	VI	<ul style="list-style-type: none"> ● 透過保護和管理敏感棲息地來保護海洋公園區域，一般不進行可能造成破壞的活動 ● 在滿足前述目標的情況下，提供合理使用的機會 	97250	28
一般使用區(General Use Zone)	VI	在保護海洋公園的同時，提供合理使用的機會	116530	34

B. 重要海洋哺乳動物區域

海洋哺乳動物的分布時空不均，通常集中在食物資源豐富或特定區塊，強化此類範圍的管理為提升物種成功保育的基礎之一。為應對和保護海洋哺乳動物、全球海洋生物多樣性的衰退危機，IUCN 於 2013 年提出重要海洋哺乳動物區域(Important Marine Mammal Areas, IMMAs)的概念，2016 年由海哺乳動物保護區工作小組(Marine Mammal Protected Areas Task Force, MMPATF)正式發起 (Tetley et al., 2022)。IMMA 的定義為：對海洋哺乳動物具有重要性的離散棲息地區域，有被劃定和管理以進行保護的潛力(Di Sciara et al., 2016; Tetley et al., 2022)。其管理概念參考重要野鳥棲地(Important Bird Area)的成功經驗，依據棲地中存在或可能存在的生物特性，以及該區域的利用行為進行劃分(Hoyt, 2018)。截至 2021 年，超過 60%的 IMMA 是基於 IUCN 紅皮書中列出的受威脅海洋哺乳動物物種的重要棲息地而建立 (Tetley et al., 2022)。相較於其他的海洋保護區劃設方式，IMMA 的優勢在於範圍的劃定不會受到政治、社會經濟或管理影響，而是以科學為基礎並由同儕審查。但 IMMA 並非海洋保護區，僅是做為針對海洋哺乳動物保育的識別工具，將資源集中在對這些物種最重要的區域(Hoyt & Notarbartolo Di Sciara, 2021; Notarbartolo Di Sciara & Hoyt, 2020; Tetley et al., 2022)。

劃設 IMMA 的要素，需先累積長期、標準化的調查資料，才能做為空間管理參考的依據(Hoyt, 2018)。IMMA 的審查流程須經由專家會議 (表 3.1.5-2)，審查標準包含四大項目及其下的四個子項目共八項標準的一項或多項，標的涵蓋海洋哺乳動物生物學、生態學和種群結構等關鍵層面(Hoyt & Notarbartolo di Sciara, 2013；Tetley et al., 2022；IMMA, 2023)：

- 物種或族群的脆弱度：該棲地對於受威脅或正在衰退的物種非常重要。受威脅的定義根據為 IUCN 的受威脅類別。
- 分布和豐度：(2a)小型或定居型的族群，至少一個且佔該物種或族群的重要部分；(2b)群集，具有支持物種或族群集中的潛力區域。
- 關鍵生命週期：(3a)繁殖區；(3b)覓食區；(3c)遷徙路線。
- 特殊性：(4a)獨特性，可以維持族群重要的遺傳、行為或生態學的獨特性的區域；(4b)多樣性，包含可以支持物種多樣性的棲息區域。

表 3.1.5-2、IMMA 的識別與審查過程經過四個階段。(Tetley et al., 2022)

一、初步感興趣區域(preliminary Areas of Interest, pAoI)提案
提案申請時須提供相關支持證據，專家會議召開的六個月前會公開提案內容以徵求更多相關資訊。
二、專家會議討論 IMMA 的候選
專家會議中會將所有的 pAoI 與現有的地域型(place-based)保護區一同評估，討論包含範圍劃定及其合理性、檢視科學證據是否符合 IMMA 的標準、覆核提案區域中已有的保育措施，最後才選出候選重要海洋哺乳動物區域(Candidate Important Marine Mammal Areas, cIMMA)。每次專家會議的討論，都使用相同的選擇標準和所需的資料類型，以維持識別 cIMMA 標準的一致性。
三、審查小組選出 IMMA

每個 cIMMA 都會由 IUCN 的獨立審查小組中的各別專家獨立評估，檢視 cIMMA 支持證據的科學穩健性(Robustness)，以及相關資訊是否符合標準。由審查小組的主席決議是 cIMMA 提案是否通過。

四、公開 IMMA 資訊

通過審查的 IMMA 將於可搜尋或下載資料的線上資料庫公開，公開資訊包含 IMMA 的關鍵資訊、GIS 圖資和說明文件。提案未通過的區域會保留為 cIMMA 或感興趣區域(Areas of Interest, AoI)，這兩者的資訊也會被保留在資料庫當中。cIMMA 要成為 IMMA 僅需滿足提交時所缺少的資料或要求，而 AoI 則是需要再經過專家會議與審查小組重新審查。

IMMA 提供了海洋哺乳動物保育非常重要的資訊，2019 年 IWC 和 CMS、ACCOBAMS 舉行聯合研討會，討論如何利用 IMMA 的資訊識別大型鯨與船隻撞擊的高風險區域(IWC, 2019; Notarbartolo Di Sciara & Hoyt, 2020)。IMMA 識別也被應用在 ACCOBAMS 中的鯨類關鍵棲息地(Cetacean Critical Habitat)，與人為活動有顯著衝突發生的區域(ACCOBAMS-ECS-WK, 2017)，以評估需要優先進行保育的區域(圖 3.1.5-1)。

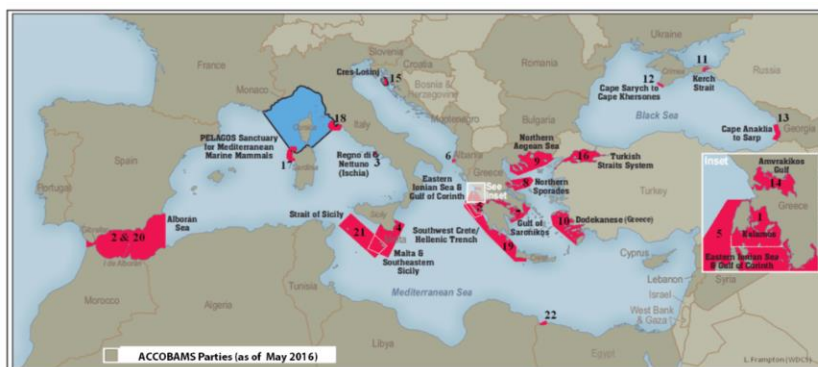


圖 3.1.5-1、利用 IMMA 的識別方式劃定出 ACCOBAMS 中鯨類關鍵棲息地範圍。藍色區域為既有的海洋保護區，紅色區域為鯨類關鍵棲息地。(ACCOBAMS, 2017)

C. 其他有效保育區域

自 2022 年 COP15 設立「30 x 30」目標，海洋保護的面積受到相當程度的重視，過去曾提出的「其他有效保育區域(OECM)」之管理概念也被重新檢視。OECM 的概念最早在 COP10 被提出(Garcia et al., 2022; Laffoley et al., 2017)，但在當時對於這樣新興的保護區概念尚未有明確的定義，一直到 2018 年 COP14 會議才被確認(CBD, 2018; Cook, 2023)。海洋保護區和 OECM 都有機會提供生物多樣性的長期保護，但在定義上有所區別，海洋保護區以保護生物多樣性為目的，OECM 則可能有其他首要目標，但因為受到管理而能夠一併提供生物多樣性的保護。

IUCN 對於 OECM 的定義為(1)該區域目前並非保護區，(2)在地理區域上有明確的劃分且受到管轄，(3)能持續且有效的提供生物多樣性就地保育(*in-situ* Conservation of Biodiversity)，以及(4)具有生態系服務、文化、社會經濟及其他與當地有關聯性的價值(類似國內近年提倡里海概念) (IUCN WCPA Task Force on OECMs, 2019)。像是小型、半自然 (semi-natural)且生物多樣性保育價值低的區域(例如市立公園或休閒海灘)就不符合 OECM 的條件。海洋管理方面，禁漁或其他的漁業管理措施(包括但不限於捕撈限制、單一物種或漁具限制)或是區域型賞鯨規範皆不屬 OECM，前者的目的可能因開發需求或是種群(Stock)管理而改變，且無法對相關生態系提供就地保育的成效，後者僅適用於區域範圍中的單一物種或族群的保育措施。

OECM 的管理程度可以分為初級保育(Primary Conservation)、次級保育(Secondary Conservation)與輔助保育(Ancillary Conservation)為三種類型(CBD, 2018; IUCN WCPA Task Force on OECMs, 2019)。初級保育較符合 IUCN 的保護區定義，但由於治理機構不希望該區域被承認為保護區而未正式劃定保護區。例如原住民或當地社區不希望其管轄的高生物多樣性地區

被指定為保護區。次級保育進行積極管理並且以生物多樣性成果作為次要管理目標的地區，例如長期的流域保護管理政策的首要目標並非保育卻能有效的保護生物多樣性。輔助保育指管理目標並非以生物多樣性為主，但造就了生物多樣性的附加價值，例如沉船保護管理。

離岸風場常作為 OECM 的應用案例，目前普遍認為離岸風場的管理可以限制捕魚，水下結構也能幫助恢復受損的生態系並增加生物多樣性(Day et al., 2019; Lloret et al., 2022)。然而新增的人為建物也可能改變當地的海洋和沿海生態。水下基座提供附著物種的新棲地、中繼站，甚至創造了如「墊腳石」般的新傳播途徑。(Adams et al., 2014)以生物和水動力耦合模型為蘇格蘭西南部潮間帶海洋生物與中上水層幼蟲 (如：藤壺)的傳播，結果顯示物種擴散能力增加，跨越北愛爾蘭海岸向北傳播到蘇格蘭的物理屏障。目前尚無離岸風場作為 OECM 的長期監測資料與報告，因此若要掌握離岸風場生態系結構和組成變動趨勢，應有更長期且有效的研究支持。

雖然 OECM 有明確的定義，實務上到近期仍只有少數的實例，更多則是人們對於 OECM 認證的疑慮(Rodríguez-Rodríguez et al., 2021)。例如擔心無效的區域被納入 OECM、難以確保長期管理的有效性，以及特別是在當地原住民或是社區管轄的背景之下，對於管理有效性的評估挑戰(Alves-Pinto et al., 2021)。(Cook, 2023)指出已註冊的 OECM 雖超過 800 個，但這些地區實際符合 OECM 的資料透明度標準卻很低。要發揮 OECM 的潛力，極度仰賴政府與私人企業或權益關係人的合作，並有定期的監測和報告以檢視外溢效益對生物多樣性的貢獻，才有機會真正達到長期保護的目標。

表 3.1.5-3、海洋保護範圍類型比較。(Ban, 2009; Cabral et al., 2015; Day et al., 2019; Gormley et al., 2012; IUCN WCPA Task Force on OECMs, 2019)

類型	定義	目標	應用實例
海洋保護區	任何受到政府管理人為活動的海洋區域都可以稱為海洋保護區，但管理的嚴格程度則有差異。	以海洋生態系或特定物種的保育為目的。	<ul style="list-style-type: none"> ● 澳洲大堡礁海洋公園的生態系分區管理 ● 紐西蘭海洋哺乳動物庇護區
重要海洋哺乳動物區域	在海洋哺乳動物棲地中的部分區塊，對一種或多種生物重要並且有機會藉由劃定、管理以進行保育。	非保護區，無法直接進行管理，而是做為辨識工具尋找建議著重管理的區域。	<ul style="list-style-type: none"> ● 辨識航運、水下噪音、海事工程等可能影響鯨豚的因子以及鯨豚出沒的熱區，以進行時間或空間的迴避 ● 辨識對鯨豚重要的區域(覓食、繁殖等利用區)，以做為未來納入管理的參考
其他有效保育區域	以特定區域範圍來界定，這些區域可能因為受到管理而能夠一併提供生物多樣性的保護。	可能有其他的主要保護目的，但能對生物多樣性保護提供外溢效益。	<ul style="list-style-type: none"> ● 離岸風場、集水區、水產養殖區等漁業管理區 ● 受原住民或當地社區保護的區域 ● 軍事區、石油或天然氣開採區、沉船保護等人為利用或遺跡保護需求的管理區域

(2) 國際鯨豚保育計畫盤點與比較

鯨豚保育研究計畫多以特定區域(如：MPA)與管理措施出發，引入鯨豚生理學、生態學和行為研究等，評估不同人為干擾的衝擊程度，以發展適宜的減輕或管理策略。借鑒國際經驗，建置長期且充足的鯨豚個體、族群健康和社交系統、生活史資訊等，仰賴學界、政府和非政府組織的研究交流和合作，是研擬鯨豚保育計畫的重要參考。現行海洋哺乳動物保育相關計畫，依據保育目標可分為區域型保育計畫或物種保育計畫兩大類，以下以海洋哺乳動物或鯨豚相關保育計畫為案例說明(表 3.1.5-4)。

表 3.1.5-4、國際海洋哺乳動物/鯨豚保育相關計畫彙整表。

類別	計畫名稱	適用範圍	年份	保育目的	規範項目
區域性保育計畫	保護歐洲受保護物種免受傷害及干擾指引	英格蘭、威爾士及英國海域	2010	不得傷害、獵捕海洋的歐洲受保護物種，以及須對可能造成人為干擾的行為進行影響評估。	規範 ADD 的使用、海事工程、聲納、船隻噪音和賞鯨行為等。
區域性保育計畫	黑海、地中海和鄰近大西洋地區鯨豚類保育協定	公約簽署國之經濟海域	1996 簽訂， 2001 生效	保護地中海區域及其周圍海域的鯨豚物種繁殖、覓食或是遷徙不受到人為的威脅影響。	簽訂此份協定的國家需： 1. 國家對鯨豚保育的法規制定和執行 2. 評估、管理人和鯨豚的相互影響 3. 棲息地保護 4. 研究監測 5. 對人員的能力培養、資訊提供和教育訓練 6. 擬定緊急應變措施
物種保育計畫	藍鯨復育計畫	澳洲海域	2015	最小化對藍鯨造成的人為威脅(捕鯨、氣候變遷、噪音影響、船隻干擾等)，並有機會促進讓藍鯨的保育階層可以從環境保護和生物多樣性保護法中的受威脅名錄中移除	可分為評估與監測兩大類別： 一、評估與威脅處理 1. 維護、改善現有法規和管理 2. 評估和應對人為噪音 3. 確認氣候變遷影響 4. 減少船隻撞擊 二、族群恢復情形監測

類別	計畫名稱	適用範圍	年份	保育目的	規範項目
					1. 計算、監測族群恢復 2. 族群結構研究 3. 根據時空分布評估生物重要區域 (Biologically Important Areas, BIA)
物種保育計畫	南露脊鯨復育計畫	澳洲海域	2012	最小化對南露脊鯨造成的人為威脅(纏繞、船隻干擾、捕鯨、氣候變遷影響、噪音干擾、棲地變遷、食源減少),並有機會促進讓南露脊鯨的保育階層可以從環境保護和生物多樣性保護法中的受威脅名錄中移除	可分為評估與監測兩大類別： 一、評估與威脅處理 1. 維護、改善現有法規和管理 2. 評估和應對人為噪音(船隻、工程和震測) 3. 減少商業捕魚的纏繞 4. 確認氣候變遷影響 5. 船隻撞擊應對 6. 應對工程和沿海開發衝擊影響 二、族群恢復情形監測 1. 計算、監測族群恢復 2. 研究兩個南露脊鯨的族群模式 3. 了解離岸分布和遷徙 4. 行為研究

A. 區域型保育計畫

針對特定海域推展保育計畫，目的是大範圍保護並監測鯨豚生態現狀和整體威脅。

由英國聯合自然保護委員會(Joint Nature Conservation Committee, JNCC)主導的《保護歐洲受保護物種免受傷害及干擾指引》(The Protection of Marine European Protected Species from Injury and Disturbance)的主旨為避免歐洲受保護物種(European Protected Species)受到人為活動的干擾或傷亡。它以棲息地和物種保護條例(The Conservation of Habitats and Species Regulations 2010, HR)及近海海洋保護條例(The Offshore Marine Conservation(Natural Habitats, &c.)Regulations 2007, OMR)為法源根據，制定不得傷害和獵捕保護物種的規範，詳細包括使用聲學驅離裝置(Acoustic Deterrent Devices, ADD)、海事工程、聲納、船隻噪音或賞鯨等行為，皆須評估對歐洲受保護物種之影響(JNCC, 2009)。

《黑海、地中海和鄰近大西洋區鯨豚類保育協定》(Agreement on the Conservation of Cetaceans of the Black Sea, Mediterranean Sea and Contiguous Atlantic Area, ACCOBAMS)為根據保護野生動物遷徙物種公約所簽訂(Burns, 1998)，旨在保護地中海區域及其周圍海域的鯨豚物種繁殖、覓食或是遷徙不受到人為威脅影響。特別是遷徙性鯨豚常跨越國界，唯有藉國際合作的方式才能提升保護行動成果。此協定涵蓋的範圍隨會員國增加而擴大，至 2022 年已有 24 個國家簽署此份保育協定(圖 3.1.5-2)(ACCOBAMS, 2023)，ACCOBAMS 會員國應遵守協議內容，包含對於鯨豚保育須有國家法規制定和執行，協助評估、管理人和鯨豚的相互影響，棲息地保護，持續監測研究和對人員或部門的能力培養、資訊提供和教育訓練，以及制訂如遭遇鯨豚擱淺時的緊急應變措施 (Burns, 1998)。



圖 3.1.5-2、黑海、地中海和鄰近大西洋區鯨豚類保育協定中 24 個會員國 (ACCOBAMS, 2023)。

B. 物種保育計畫

當地議題關注之物種為主軸的保育計畫，主因是該物種深受人為活動威脅、族群數量少且有迫切保育需而衍生。其內容因物種的風險評估結果而定，分列復育需求與保育的短、中、長期成效評估標準，以定期檢視和調整保育計畫的執行。

澳洲的鯨豚物種保育計畫，如 2015 年公布的《藍鯨復育計畫》(Conservation Management Plan for the Blue Whale)(Moller et al., 2015)和 2012 年公布的《南露脊鯨復育計畫》(Conservation Management Plan for the Southern Right Whale) (Harcourt et al., 2012)，為減輕對藍鯨、南露脊鯨造成的人為威脅，包括纏繞、船隻干擾、捕鯨、氣候變遷影響、噪音干擾、棲地變遷、食源減少等影響，發展和推行合適的管理策略，以確保目標物種的保育階層從澳洲的受威脅名錄中移除。保育計畫的執行細節會再劃分成各項保育行動，並設定執行成功的衡量標準以及成功可能性評估。評估項目包含科學研究證據是否充足，或是環境影響變遷速度是否因為過快導致執行無

法與時俱進等潛在的風險考量，且對於過去的保育計畫會做整體性的效果評析，同時作為未來保育計畫滾動修正的重要參考。

(3) 海洋保護行動的管理框架

藉由管理規範與推行具體行動，合適的海洋保護行動為生物族群恢復和增長，以及減緩生物多樣性衰退的有效方法之一(Almany et al., 2009; Gaines et al., 2010; Speed et al., 2018)。如何從規劃階段就設定合適的監管框架，務實的執行方向和成效指標，對鯨豚族群保育和永續至關重要。

A. 有效的管理規劃

有關規劃與管理海洋保護行動的指導文件眾多，Jupiter et al. (2013)依據島嶼生態的特性並彙整太平洋島國的案例，指出保護行動管理的 10 個原則如下。相較其他指導文件經常提及的計劃規劃層面(如設定明確目標)，Jupiter et al. (2013)的原則更加看中權益關係人間的充足溝通與管理，源於考量海島國家中環境擾動容易影響不只一個生態系統，加上地理鄰近性使社會和生態系統在應對環境變化時的靈活性有限，因此他更加強調從下而上、以人為中心的管理框架。Day et al. (2019)也指出了在海洋保護區的管理層面，有些環境特性會使保育管理面臨不同的挑戰(表 3.1.5-5)。

- 採用整合性方法進行長期治理。應統整不同生態系統與組織，並考量人類活動社經層面的累積影響。管理階層應了解生態系統不會因實施管理行為而立即改變，因此應重視長期效益規劃而不是短期利益。
- 採用在生態及治理系統中明確定義的邊界。合適的監管框架包含明確且完善的法律和政策框架、法源依據、監測措施、管理單位和執法機制等。

- 維護及復原生態系統及複雜人類社會系統的連結。海島的生態系與人類社會緊密相關，社會經濟與文化傳統等社會因素皆可能影響自然資源的使用和管理決策。
- 將廣泛的利害關係人納入管理框架進行參與式管理，且需要考量社會、性別與少數意見的平等權益。
- 確保管理框架反映利害關係人的價值觀和狀況。如果管理內容與利害關係人的立場完全相斥則會難以落實。
- 依據有效的法律制度或規範來進行管理。
- 視當地情況不同等級的懲處措施。漸進性懲處(初犯的懲罰較輕微)有機會反向提高違規人員與其社區的生態管理意識，並轉型協助管理。
- 確定適當、有效率且具成本效益的衝突解決機制。在管理規劃的初期須確定哪些機構有權調解衝突，並提供利害關係人能夠及時討論和解決相關問題的溝通平台。
- 適應性管理。透過長期與定期的監測和評估，依據有效的證據進行管理策略或計畫內容的優化，確保生態系與社會的韌性。
- 確保在地社群組織及制定的經營管理規範受到認可。在跨部門、社會系統和棲息地的龐大的管理系統中，這些互信度高的群體反而能更夠更有效的解決問題，組織適合當地的管理規則，以實現更廣泛的利益。

表 3.1.5-5、可能影響海洋保護區管理的環境特性。(Day et al., 2019)

特性	對海洋保護區管理影響層面
多維度環境	某些情況下需要以不同的深度進行管理，或以深度作為垂直分區的界定時。但 IUCN 指引中不建議以深度作為管理的依據，因為許多證據指出在生態系的功能中，底棲生物和中上層其實有密切的聯繫。
缺乏明確的所有權	在各國的專屬經濟區(Exclusive Economic Zones, EEZs)範圍中，國家可以建立保護區管理制度，雖沒有個人的所有權，但經常被國家的人們利用；在部分國家中，沿海社區可能會擁有部分海洋區域或資源利用的權利；在英國，皇室擁有約 5 成的領海範圍。
複數的司法管轄權	通常海床、海洋生物、近岸區域可能會涉及多的司法管轄區或政府機構，造成執法的困難度。
邊界劃分	邊界時常難以劃分，向海域的邊界需要有電子海圖或是全球定位系統(Global Positioning System, GPS)的輔助，向岸際的邊界則會受到潮汐水位邊線的影響而難以界定，通常僅能粗略的界定。
執行和管理困難	通常無法限制海洋保護區的進入和人為活動，且可能因為地點偏遠使造成巡邏的困難和高成本，而且根據國際法，所有船隻均享有「無害通過」的權利。雖管理上比陸域環境更加困難，但衛星技術的發展可以讓管理較為容易。
受保護的特性缺乏可見性	除非有適當的監測或遠端監視，難以確認潮下帶的是否有非法行為、不受監管的活動或 MPA 的功能受到危害。
生態系及棲地間的連結性	海洋的影響尺度、連接性的規模可能非常大，且會影響營養物質流動、生物遷徙、底棲魚類幼苗播遷和生物間的基因交流，MPA 通常需要考慮足夠大的區域以確保對生態系的充分保護。

雖然理想上推行高度保護的海洋保護行動對於棲地、生物多樣性和長期的資源利用都有顯著好處，但實務上過於嚴格的保育管理可能與利害關係人的立場相斥而導致無法落實。依照保護區範圍的目標進行不同強度的分區管理限制，可以降低管理上的人為衝突。分區劃分可以基於保護該棲息地的生態特性或人為活動區域進行劃分，以 IUCN 定義的六個保護區管理類別(Day et al., 2019)為例，每個類別管理的人為活動型態與限制程度各有

不同。較常見的模式為於保護區內畫設管制最嚴格的核心區，周圍環繞一個或數個允許特定人為活動的緩衝區。核心區內應禁止任何形式的人為活動與利用，理論上核心區內的物種豐富度與生物量會比較高，產生外溢效益使外圍的漁撈量上升(Atkinson, 2009)。進行保護區分區劃設與管理的重點大致可分為邊界劃設與分區管理兩項，其概念與海洋保護區劃設雷同，不過更強調區域之間的邊界劃設與管制差異(Atkinson, 2009; Lewis et al., 2017)。

- 邊界劃設

- 邊界的劃設應有足夠且有說服力的資訊佐證，並將利害關係人納入區域規劃的討論中。
- 應為傳統知識與精神文化劃分明確且充足的使用區域，以延續傳統知識體系的演變。
- 區域邊界應該要清楚且容易辨識。可使用固定特徵(如電纜、地面標記等)或是行政地理界線(如縣市政府邊界)為分區邊界參考，避免使用會隨時間變動的自然邊界(如高低潮位置)。
- 確保各區域的邊界緊密相鄰，沒有未劃設的空隙區域。

- 分區管理

- 確定分區的主要管理目標，限於(a)允許但尚未取得許可或(b)特定條件滿足後可以進行的人為活動，而不是為每一個人為活動(不論是否會發生)都分區管理。
- 應透過公部門管道公告邊界範圍，公告中需要清晰標示邊界範圍以及說明允許和禁止的人為活動。
- 法律規範中應定義分區的邊界範圍，邊界需要明確劃定且易於導航(如沿著經緯度劃直線)。確保經緯度坐標以通用的地理

座標系統(如 WGS84)標示，並與其他國家的官方航海圖上的坐標一致。

- 確保有足夠的行政、執法與監管能量進行分區管制。
- 確保大眾有意見回饋的管道、使用者的公平性以及有效的許可申請流程。

B. 管理組織框架

不同國家或國際單位的法源和組織結構因地而異，本計畫以前文曾提及的班克斯半島海洋哺乳動物庇護區（以下簡稱班克斯半島庇護區）為例，彙整其管理架構。班克斯半島庇護區於 1988 年依據海洋哺乳動物保育法 (Marine Mammals Protection Act 1978) 成立，位於坎特伯雷區 (Canterbury Region) 的基督城 (Christchurch City)，為保護赫氏矮海豚並減少刺網混獲的死亡率所設立的保護區，相關的管理單位大致可以分為四種：中央主管機關、中央獨立幕僚單位、地方主管機關與民間單位(表 3.1.5-6)。

表 3.1.5-6、班克斯半島海洋哺乳動物庇護區相關管理單位。

管理單位類別	單位名稱	職責	相關政策、管理策略或計畫
中央主管機關	紐西蘭保育局 (DOC)	負責保護紐西蘭自然環境和歷史遺產	《班克斯半島海洋哺乳動物保育公告》 《保護服務計畫》 《赫氏矮海豚與毛伊海豚威脅管理計畫》 -南島赫氏矮海豚誤捕減少計畫 -弓漿蟲病行動計畫 -赫氏矮海豚與毛伊海豚研究策略
	紐西蘭漁業署	負責紐西蘭漁業資源的管理	《赫氏矮海豚與毛伊海豚威脅管理計畫》 -南島赫氏矮海豚誤捕減少計畫
中央獨立幕僚單位	紐西蘭自然保護局(NZCA)	對國家保育政策提供建議	審核國家公園管理計畫、保育管理策略

管理單位類別	單位名稱	職責	相關政策、管理策略或計畫
	區域保育委員會	對其轄區相關的保育政策提供建議	審核保育管理計畫
地方主管機關	坎特伯雷區議會	負責地方環境和地方公共服務	《坎特伯雷區域沿海環境計畫》
	基督城市議會	負責現場實務工作規劃	《基督城市議會生物多樣性策略》 -班克斯半島生物多樣性概念計畫
民間單位	班克斯半島保育信託基金會	促進當地生物多樣性和重要景觀保護	《班克斯半島 2050 年生態願景》

III. 中央主管機關

DOC 為紐西蘭的自然保育中央主管機關，業務部下有多個小組，其中區域業務組(Regional Operations Group) 為確保 DOC 政策在全國不同地區實施的區域部門，在執法和監管方面扮演重要角色。班克斯半島庇護區的法源規範為《班克斯半島海洋哺乳動物保育公告》(Marine Mammals Protection (Banks Peninsula Sanctuary) Notice 1988)，於 2008 與 2020 年各修訂一次，現行管理措施包括限制定置網、拖網、海洋開發等人為活動。DOC 對於海洋資源的管理，另有公布《保護服務計畫》(Conservation Service Programme)：自 1996 年起，針對商業捕魚行為進行規範，目標為避免、補償或減輕商業捕魚造成保育類海洋物種的負面影響。《保護服務計畫》建置了漁業誤捕回報機制，規範漁業觀察員的職責：監測與紀錄保育類物種與漁業行為的交互影響、記錄混獲的保育類物種；處理保育類物種的樣本用於鑑定工作等，以作為對於商業捕魚造成的影響評估之調查研究資料(Williams & Nelson, 2022)。

此外，DOC 和紐西蘭漁業署(Fisheries New Zealand)於 2008 年共同制定《赫氏矮海豚與毛伊海豚威脅管理計畫》(Hector's and Maui Dolphin Threat Management Plan 2020)，DOC 負責管理海豚的整體族群，而紐西蘭漁業署

負責管理漁業對海豚的影響(Department of Conservation & Fisheries New Zealand, 2021)。該計畫規範了全國對海豚造成的威脅的人為活動，包含：漁業、石油和天然氣勘探、旅遊、礦業，並大幅限制了南島東岸的休閒與商業用定置網活動，也提及了「弓漿蟲病行動計畫」(Toxoplasmosis Action Plan)、「赫氏矮海豚與毛伊海豚研究策略」(Hector's and Māui dolphin Research Strategy)、保育觀念推廣等細節。2020 年與 2022 年相繼擴大漁業限制：限制商業與娛樂用定置網、商用拖網與流網的使用，其下新增「南島赫氏矮海豚誤捕減少計畫」(South Island Hector's Dolphins Bycatch Reduction Plan)。該計畫透過一系列的措施鼓勵漁民逐步降低誤捕量，執行上以《保護服務計畫》中已經建立的漁業誤捕回報機制為基礎(Department of Conservation, 2024a)，建立誤捕漸進式回報措施。每次回報時，以公告的「漁業死亡限額(Fishing-related Mortality Limit)」為分母，相關單位依據累計死亡案件比例進行不同程度的管理反應，累計死亡通報越高，應對措施隨之加強，以避免超過死亡量上限。誤捕減少計畫中還包含了加強電子監管(船上攝像機)的使用、紐西蘭漁業署須公開每年計畫報告、DOC 需上傳計畫資料、原住民聯合舉辦論壇等內容(Fisheries New Zealand, 2022)。該計劃將當地漁業、政府機構及原住民社群串聯，共同減輕漁業對其生存的影響。

IV. 中央獨立顧問單位

DOC 的業務執行受到三種法定規劃文件 (Statutory Planning Documents) 規範：保育管理策略(Conservation Management Strategy)、國家公園管理計畫(National Park Management Plan)，與保育管理計畫(Conservation Management Plans) (Department of Conservation, 2024b)。保育管理策略是行政地區型規劃性文件，規範該區域非國家公園的保育議題；保育管理計畫

為保育管理策略無法涵蓋的重要保育議題提供規範；國家公園管理計畫則為國家公園管理決策的主要文件。為了確保以上 DOC 的政策能反應民間意見，依保育法(Conservation Act 1987)另設立了兩種獨立幕僚單位：紐西蘭自然保護局 (New Zealand Conservation Authority, NZCA)與區域保育委員會 (Conservation Board)。兩種單位的成員大多由民間與地區團體代表組成，並由他們分別審核法定規劃文件內容，監督 DOC 的執行狀況。

紐西蘭自然保護局(NZCA)反映大眾對國家保育政策的意見，主要關注目標為保育政策和策略層面，其職責是審核國家公園管理計劃和保育管理策略，並可以對國家重要保育議題進行調查，並就影響保育資源的政府施政提供建議，例如 NZCA 曾於 2021 年針對《赫氏矮海豚與毛伊海豚威脅管理計劃》提供弓漿蟲病相關建議。

區域保育委員會目的為促進不同地方區域大眾與 DOC 的互動，依據紐西蘭全國行政區共設置 15 個區域保育委員會。每個保育委員會代表其管轄區域內社群的聲音，其主要職責是向 DOC 和 NZCA 提供顧問建議、審核保育管理計畫，以及參與其轄區的保育計畫制定並監督其實施，確保社區的意見能夠反映在這些計畫中。區域保育委員會的成員均被明確指派負責聯繫的團體，以確保委員會能夠反映當地聲音。此外，各區域保育委員會每年會舉辦 6 次例行會議，定期報告其轄下的執行、審查、財務狀況等。NZCA 聯絡員皆會出席區域保育委員會的例行會議，使地區意見與國家層級的施政能夠雙向互通。其中坎特伯雷-奧拉基保育委員會(Canterbury Aoraki Conservation Board) 2018 年曾對《赫氏矮海豚與毛伊海豚威脅管理計劃》的執行細節提出具體建議(Canterbury Aoraki Conservation Board, 2024b)。2024 年 4 月的例行會議中，提到「南島赫氏矮海豚誤捕減少計畫」下漁船攝像機安裝數量增加，進而導致坎特伯雷區的赫氏矮海豚誤捕死亡回報案例大幅

增加，並強調請漁民將死亡個體帶回岸上進行更進一步分析的重要性 (Canterbury Aoraki Conservation Board, 2024a)。

V. 地方主管機關

坎特伯雷區議會 (Canterbury Regional Council 也稱為 Environment Canterbury) 為一級行政區，負責環境和地方公共服務。與班克斯半島庇護區相關的規範如《坎特伯雷區生物多樣性策略》 (Canterbury Biodiversity Strategy) 作為政策指導方針，概念性描述了協調與合作並強調共同責任和協作的重要性，包含了保護班克斯半島的生物多樣性。而《坎特伯雷區域沿海環境計畫》 (Regional Coastal Environment Plan for the Canterbury Region) 內則非常詳細了描述沿海和海洋區域的人類活動的管理，例如限制班克斯半島沿岸可以設置的建築類型、沿岸與海上觀光活動細節等。

基督城市議會 (Christchurch City Council) 為二級行政區，負責更細節的現場實務工作規劃，如廢棄物管理、露營生火規範、道路交通規劃等。基督城市議會透過《基督城市議會生物多樣性策略》 (Christchurch City Council Biodiversity Strategy 2008-2035) 推動當地的生物多樣性保護、管理與教育宣導 (Christchurch City Council, 2008)。作為指導方針的《基督城市議會生物多樣性策略》沒有法律約束力，實際執行仰賴市議會與民間機構自行提出相關計畫。該策略所提及的「班克斯半島生物多樣性概念計畫 (Banks Peninsula Biodiversity Concept Plan)」雖然有較詳細的保育規劃，但大多著重於陸域或沿岸區域，唯一關注的海洋哺乳類是海獅 (Fur Seal)，並沒有針對赫氏矮海豚的描述。

VI. 民間單位

班克斯半島保育信託基金會(Banks Peninsula Conservation Trust)為該區域一個重要的非營利組織，透過與政府機構、議會、科學家、當地的部落與農民密切合作，致力於保護班克斯半島的生物多樣性和重要景觀。不過該組織的《班克斯半島 2050 年生態願景》(2050 Ecological Vision for Te Pātaka o Rākaihautū Banks Peninsula)中並沒有提及海洋庇護區或赫氏矮海豚，雖然文件中沒有漏掉海洋生態系保育，但基金會可能較為著重陸域與沿岸範圍的管理(Banks Peninsula Conservation Trust, 2023)。

整體來說，DOC 為班克斯半島庇護區主要的主管機關，庇護區內的漁業活動則另與漁業署聯合管理，並透過各種策略指導方針、區域管理計畫等政策文件與計畫堆疊出管理框架。另有中央獨立幕僚單位(NZCA 與坎特伯雷-奧拉基保育委員會)審核這些政策文件並監督 DOC 執行。地方政府(坎特伯雷區議會與基督城市議會)可能沒有與班克斯半島庇護區直接相關的規定，而是透過管理大範圍的環境與制定概念型策略方針，與 DOC、漁業署及其他地方組織合作來管理該區的生態保育工作。民間單位則較著重於班克斯半島的非海域保育經營。

班克斯半島庇護區在明確的法律框架下，以不同策略與計畫文件建構出管理框架，搭配獨立幕僚單位，確保民間能夠參與政策制定。最重要的是各單位運用適應性管理，依據監測和評估狀況調整進行管理策略或計畫內的方向，確保生態系與社會的韌性，最大化管理的效益與保育的有效性。

2. 臺灣海洋保護範圍現況

(1) 國內海洋保護行動之管理

截止至 113 年 5 月海保署統計，我國目前有 70 處海洋保護區，分別由《野生動物保育法》、《國家公園法》、《漁業法》、《文化資產保存法》、《發展觀光條例》(都市計畫法)與《濕地保育法》劃設。大部分海洋保育區的管理會再依據區塊進行不同程度的人為活動限制，如核心區與緩衝區。不同管理機關以及法源依據所設置的海洋保護區與保護區區塊名稱各異，其保護標的也不盡相同(表 3.1.5-7)。管理措施如何規劃才是評估保護區成效的關鍵，然而同法源且同等區塊的保護區依然有管理與保護程度上的差異，或因地制定特別管制事項。例如馬祖列島燕鷗保護區的保育標的為海鳥，考量當地漁業資源豐富而有生物資源採集的傳統，因此核心區的特別管制事項中規範漁民得於非燕鷗繁殖季節進行採集行為；澎湖縣貓嶼海鳥保護區也有相似狀況而設置的核心區的特別管制事項；桃園觀新藻礁生態系野生動物保護區的核心區則禁止農漁業行為，且無特別管制事項。由此可知，欲了解海洋保護區的管理與經營成效，評估是否達成保護環境、維護生物多樣性目的，須依據個別海洋保護區逐一探討並全面評估法規、生態調查及有效執法等面向，無法單一概論。

為了量化各別海洋保護區之管理成效，以利主管單位經營管理方向的調整，海洋保護區經營管理成效評估及輔導計畫參考國內外文並舉辦多場會議，以目標、生態因子、社會經濟因子、治理因子之四大構面 30 個評估指標，建立一套符合國際趨勢又適用我國治理體系之台灣海洋保護區經營管理成效評估之架構(張、張，2021)。除了 3 處自然紀念物與 22 處重要濕地未評估，結果顯示 45 處海洋保護區之中有 7 處評比為「完全保護」。這些保護區的管理計畫期程、生態及環境調查工作完善，且有完全禁漁區與高強度漁撈管制等實質有效管理措施。而評比為低度保護之保護區在管理人力與經費上短缺、地方參與程度低，甚至保護標的不符實際需求，導致帶

來的效益無法符合預期。其中保護標的為鯨豚的中華白海豚野生動物重要棲息環境，因海委會明定保育計畫工作目標、有長時間生態調查資料、地方團體與漁民參與程度高等因素，被評比為「完全保護」的海洋保護區，但報告中仍指出了調查資料標準化以及漁業管制缺乏的問題(張、張，2022)。

海洋保護行動中另一個重要的角色為保育計畫。現行臺灣的鯨豚保育計畫有兩個，分別是以臺灣海域的鯨豚為保育標的的「鯨豚保育計畫」(海洋保育署，2024)，以及考量特定物種受人為活動威脅、族群數量少且有迫切保育需而衍生的「臺灣白海豚保育計畫」(海洋保育署，2021)。兩個保育計畫中先描述生物資訊，再說明生物面臨的人為威脅，最後提出生物監測與管理營運規劃，整體框架與前幾章所提及的生態風險評估架構相似。海洋保育法於今年(2024 年)7 月已於立法院三讀正式通過，該法賦予主管機關劃定海洋庇護區、管理經營、復育以及監測等權限與職責。因此，未來如何將海洋保育法納入鯨豚保育計畫，妥善的規劃與利用政策工具以保育鯨豚生物多樣性將會是一大重點。

表 3.1.5-7、臺灣各式海洋保護區簡介。

法源依據	主管單位	立法目的	主要保護標的	人為活動管理	保護區名稱	數量
漁業法	農業部漁業署	為保育、合理利用水產資源，提高漁業生產力，促進漁業健全發展，輔導娛樂漁業，維持漁業秩序，改進漁民生活。	水產動植物	<ul style="list-style-type: none"> ● 劃設核心區，除研究與復育目的外，禁止採捕水產動植物或破壞水產生物棲地環境。 ● 劃設永續利用區或養護區，有條件限制採捕目的、採捕時間、採捕人員身分資格、採捕物種與大小、採捕方法工具、採捕量。 	水產動植物繁殖保育區、漁業資源保育區	30 處
國家公園法	內政部國家公園署	為保護國家特有之自然風景、野生物及史蹟，並供國民之育樂及研究。	特有之自然風景、野生物及史蹟	<ul style="list-style-type: none"> ● 除東沙環礁國家公園外，皆有劃設分區並分級管理。 ● 劃設海域生態保護區，除研究目的外，禁止人為活動。 ● 劃設海域特別景觀區，嚴格限制資源利用行為，除許可之潛水攝影、研究目的外，禁止人為活動之地區。 ● 劃設海域遊憩區與海域一般管制區，經申請可進行有限度資源利用行為、遊憩活動、開發興建行為。 	國家公園海域保護區	4 處
野生動物保育法	海洋委員會海洋保育署	為保育野生動物，維護物種多樣性，與自然生態之平衡。	瀕臨絕種、珍貴稀有及其他應予保育之野生動物	<ul style="list-style-type: none"> ● 禁止獵捕、宰殺、騷擾、虐待一般類與保育類野生動物。 ● 劃設核心區，除研究目的外，禁止人為活動，部分野生動物保護區有條件允許採捕行為。 	野生動物保護區	5 處

法源依據	主管單位	立法目的	主要保護標的	人為活動管理	保護區名稱	數量
				● 劃設緩衝區，允許採捕行為。		
野生動物 保育法	海洋委員會 海洋保育署	為保育野生動物，維護物種多樣性，與自然生態之平衡。	指瀕臨絕種、珍貴稀有及其他應予保育之野生動物	<ul style="list-style-type: none"> ● 共同管制事項：經申請許可，可進行資源利用、遊憩活動、開發興建行為。 ● 涉及建設或土地利用，應擇影響最少之方式及地域。 	野生動物重要棲息環境	1 處
文化資產 保存法	海洋委員會 海洋保育署、農業部林業及自然保育署	為保存及活用文化資產，保障文化資產保存普遍平等之參與權。	具保育自然價值之自然區域、地形、植物及礦物	<ul style="list-style-type: none"> ● 禁止改變或破壞其原有自然狀態。 ● 有條件允許人員進出、資源利用與開發興建行為。 	自然保留區	3 處
				<ul style="list-style-type: none"> ● 劃設核心區，除傳統文化或研究目的，不得進行可能破壞自然紀念物之行為。 ● 劃設緩衝區，得進行資源利用行為。 	自然紀念物	3 處
發展觀光 條例及都市計畫法	交通部觀光署	為維持觀光地區及風景特定區之美觀。保護當地之生態資源 以供觀光遊憩。	海岸地形景觀與海底資源	● 限制海域遊憩行為。	海域資源保護區	2 處
濕地保育法	內政部國家公園署	為確保濕地天然滯洪等功能，維護生物多樣性，促進濕地生態保育及明智利用。	濕地生態資源	<ul style="list-style-type: none"> ● 禁止改變或破壞其原有自然狀態，允許有條件之資源利用行為。 ● 重要濕地分為國際級、國家級及地方級等 3 個級別，並分為核心保育區、生態復育區、環境教育區、管理服務區及其他分區等 5 個功能分區進行管理。 	重要濕地	22 處

法源依據	主管單位	立法目的	主要保護標的	人為活動管理	保護區名稱	數量
				● 國際級、國家級重要濕地的核心保育區、生態復育區不得開發或建築。		

(2) 臺灣的鯨豚海洋保護區演進歷程

臺灣唯一與鯨豚直接相關的海洋保護區為野生動物保育法下的「中華白海豚重要棲息環境」。臺灣的中華白海豚(*Sousa chinensis*)研究可追溯到 2002 年 (Wang et al., 2004)，當時海洋保護意識逐漸興起，白海豚的族群數量及棲息環境仍大多未知，在那之前僅從漁民訪查與擱淺資料推估臺灣西海岸與離島有白海豚族群出現(周等，2018)，(Wang et al., 2004)的報告經由系統性的研究確認了這一點。2005 年起由農委會漁業署委託研究團隊進行海上船隻目視調查，2009 年改為當時的野生動物保護主管機關農委會林務局主導研究計畫的委託。透過十多年來長期資料的累積，白海豚的活動範圍、族群動態、行為以及個體資料庫逐步建立。2014 年林務局根據累積的調查數據，首次預告了中華白海豚的重要棲息環境的範圍，涵蓋了苗栗至彰化的沿岸淺水海域。2018 年海洋保育署成為海洋野生動物保護主管機關，隔年接續先前計畫，持續委託白海豚的調查至今。除了海上船隻目視調查，2009 年便有調查團隊以水下聲學定點監測進行白海豚調查(周、魏，2013)，2020 年(黃、黃，2020)嘗試透過無人空拍機以不同於船上的角度觀察白海豚行為及活動。這些不同的調查方式多樣化了白海豚的生態資料，累積的調查資料也為白海豚保育提供了基礎的科學證據支持。2020 年，海保署正式公告中華白海豚野生動物重要棲息環境(海保署，2020)，次年 2021 年海洋保育署公告臺灣白海豚保育計畫，內容除了描述白海豚的生態族群與生存威脅，更重要的是在計畫中明確列出復育行動方案的監測、經營管理、教育跟在地參與的行動內容以及主管機關。

中華白海豚的棲息環境為近岸水深小於 15 米的海域，而臺灣西部沿海人口密度高且開發壓力大，潛水海域的水質、漁業、船舶等人為活動成為白海豚族群的主要生存威脅(研海，2022a)。臺灣的白海豚族群於 2008 年被列入世界自然保育聯盟(IUCN)極度瀕危(Critically Endangered, CR)等級的保育類動物。2010 年，因國光石化開發計畫範圍與白海豚的重要棲地重疊而引發了環保團體與民間抗議聲浪，該開

發計畫於 2011 年被迫取消，整個過程促進了臺灣社會對海洋生態保育的認識和重視，也進一步促使白海豚保護工作進入具體實施階段。經濟部能源局於 2007 年公告實施離岸風電開發方案、2012 年公告離岸風電示範獎勵辦法，離岸風電產業的議題逐漸浮出檯面。由於有些離岸風場場址的開發位置、海纜路徑以及海纜上岸點鄰近白海豚的核心棲息地範圍，如何在再生能源的發展下平衡保育便成為民間團體的關注重點。為了釐清海域利用與保育行為相互重疊競合以及諸多權責機關溝通協商等問題，離岸風電區塊開發政策評估說明書(經濟部能源局，2016)中規範離岸風力發電場址與重要棲息環境範圍的距離、環境影響評估所需要納入的調查工作、環境監測計畫、施工期間噪音管制以及減輕對策，以減輕開發行為對白海豚的影響。離岸風電開發帶來的鯨豚保育議題，也使海域開發對於白海豚保育影響的議題更受到關注，包含土方開採(疏濬)、港口擴建、海堤維護管理等工程(劉等，2021)。如何掌握開發案與中華白海豚重要棲息環境的管理將會是主管單位的長期挑戰。

中華白海豚重要棲息環境的劃設過程，不僅是科學研究成果的體現，亦反映了政府、科學家及民間的共同努力。2016 與 2020 年重要棲息環境的預告與公告是白海豚保育政策的重要里程碑，也意味著白海豚保育經營管理和監測上有更多的可能性。

臺灣另一個與鯨豚海洋保護區相關的案例為馬祖的寬脊露脊鼠海豚與窄脊露脊鼠海豚，儘管馬祖水域沒有劃定鯨豚海洋保護區，但持續性監測調查資料與保護區規劃評估穩步推進，為露脊鼠海豚的保育措施打下基礎。馬祖水域是露脊鼠海豚的重要活動地區，佔馬祖所有鯨豚目擊與擱淺紀錄的 90%以上，主要出現在 10 月到隔年 5 月東北季風時期及季風季節交換之際。由擱淺與誤捕資料推估，該地可能是牠們繁殖育幼的重要地點(姚等，2013)。馬祖自 2005 年就有陸地觀察露脊鼠海豚的資料(姚等，2013)，而後陸續擴展至船隻目視調查、聲景調查、生物與非生物性環境因子分析，逐步形成了系統性的監測框架(連江縣產發處等，2020；連江縣產發

處，2021，2022，2023)。連江縣產發處等(2020)分析馬祖與鄰近水域露脊鼠海豚族群遺傳結構，結果顯示馬祖的寬脊露脊鼠海豚與南邊的香港及東邊的臺灣族群間有較高的基因交流，而共同在馬祖水域的寬脊與窄脊露脊鼠海豚之間的基因交流可能性較小。保育經營上，寬脊與窄脊露脊鼠海豚族群雖然應視為不同管理單位(Management Unit)，但兩者在馬祖水域的時空分布與棲地利用差異仍有待更多研究釐清。這些長期數據為生態研究奠定了基礎，物種的族群數量與分布範圍逐步被掌握，有利於露脊鼠海豚的保育經營管理。

2021 至 2023 年馬祖進行了多次鯨豚保護區的規劃與評估，內容涵蓋國外海洋保護區案例與經營管理效能評估研析、IUCN 國際海洋重要棲地申請流程、國內法規與管理架構盤點、權益關係人意見收集、及鯨豚生存威脅的盤點。110 年依據調查結果與當地狀況，提出了具體的劃設保護區經緯度範圍。長期的生態監測與保護措施將有助於維護露脊鼠海豚的棲息地與主管機關經營管理方向，並確保其生存環境的可持續發展以避免過度開發和污染(連江縣產發處，2023)，因此在相關計畫中也評估設置海洋工作站以及無人載具調查的可能性(連江縣產發處，2021，2023)。隨著鯨豚保護區劃設的基礎推進，未來馬祖的露脊鼠海豚保育工作將繼續延續長期的監測與評估，並探討如何減少人類活動對鯨豚的影響，以規劃更具體的經營管理方向。

中華白海豚與馬祖露脊鼠海豚的保育案例為臺灣海洋保護區規劃評估與發展歷程的重要案例。2002 年起白海豚的系統性調查資料的逐漸累積，中華白海豚重要棲息環境相繼於 2014 年預告並於 2020 年正式公告，成為臺灣首個與鯨豚相關的海洋保護區。另一方面，馬祖露脊鼠海豚的系統性調查則從 2005 年展開，透過逐年監測和保護區評估，為其保護區的規劃奠定基礎。由於長期監測數據的科學依據，有助於提高保育經營管理的有效性和可持續性，而這兩個案例也顯示了長期數據的累積的重要性。除此之外，海洋保育的落實還需要多方權益關係人，例如政府機關、

民間團體與當地社區，之間溝通參與跟合作。有效的權益關係人溝通有助於在規劃保護區劃設方案時，兼顧生態保護與當地經濟活動的平衡。這些經驗將有助於加強臺灣海洋生物的保護和棲息地管理，有利於未來政策的推動。

3. 專家學者意見與保育計畫建議

(1) 專家與利害關係人意見蒐集

有鑑於鯨豚保育牽涉的層面和機關多且複雜，完善意見訪談和交流所需的關鍵資料，建立出不同層面的具體指標，是政府單位和各界專家能收斂共識、確認適合我國現況之鯨豚保育計畫的關鍵。為了能夠完善關於鯨豚生態和海洋環境管理的關鍵資訊，本計畫諮詢多位國內外專家學者(表 3.1.5-8)，訪談議題主要分為 (1)鯨豚衛星發報器以及 (2)保護區的建置與管理兩大主題，下方為訪談彙整內容。

針對鯨豚衛星發報器的議題，本計畫諮詢了江偉全博士、陳瑩助理教授與陳怡樺獸醫師。由於鯨豚發報器與方法學與動物福利需求較高，所需測試評估也須更為謹慎，本計畫所評估使用之美國 Wildlife computer LIMPET 錨定系統，依目前蒐研資料評估國外已有長久的使用經驗與驗證，並有相關科學期刊發表可參考，惟各類鯨豚之習性與行為不同且複雜，建議標準作業流程應以選定鯨豚種類進行更深入與細節的流程，且不同物種應有相對應之標準作業流程。標頭消毒劑的部分，考量優碘為廣效消毒劑、黏著性比酒精好，以及曾有圈養海豚對酒精過敏等因素，可評估作為高層次消毒的一個選擇。此外，由於花紋海豚目前沒有急迫保育議題，且小型鯨豚感染風險較高，建議嘗試以大型鯨為衛星標放目標，不過仍須考量到不同物種的標準作業流程會不一樣，如抹香鯨皮膚硬度與厚度而使用較銳利的穿刺錨等問題。

有關保護區的建置與管理則分別諮詢了盧道杰副教授、郭庭君助理教授、郭兆揚博士以及財團法人臺灣海洋保育與漁業永續基金會。他們強調了劃設保護區最重要的第一步為確定保育目標的重要性。保育目標會影響整個計畫的方向，目標確定才會知道如何劃設範圍、管理及人力規劃、經費如何安排等。討論保育目標時須先確認資料的充足度，再討論應納入保育範疇的項目，並根據法規規劃經營管理策略。若能夠取得足夠的魚類開放資料，缺乏的鯨豚資料可藉魚類分布與鯨豚食餌資料交

疊以推估潛在分布範圍。漁業管理部分，可以利用 AIS 與漁貨資料分析船隻進入保護區的作業時長或船隻數量，並評估保護區開放或限制漁業後的潛在影響。此外，保護區的劃設須考量其政策價值以及管理的行政成本。由於經營管理與保育主管機關息息相關，主管機關對外所展現的態度與預期將會影響保育落實程度，並建議能將具有執法能量的海巡署納入管理系統。與權益關係人溝通時，若能呈現建立保護區所帶來的好處，較容易獲得他們的支持且有助於保護區管理。

此外，透過東海大學溫國彰老師的介紹，本計畫訪問了國外兩位有豐富保育與管理經驗的專家，分享針對海洋保護區經營管理的意見。Prof. Laurence McCook 曾參與大堡礁海洋公園管理與規劃，後參與中國、香港、印尼、等多個區域的海洋保育經營管理。他指出針對生活範圍廣闊的大型海洋生物，海洋保護區管理會面臨更複雜的挑戰。他以自然資本(Natural Capital)的角度切入，說明海洋環境對人類社會提供了巨大的經濟、精神和生態價值，因此環境保護應被視為一項經融投資而不僅是成本的一部分。由於業界、商界、金融業與私人公司的影響力遠超過民間與政府單位，因此政府應制定相關規範與會計流程以激勵企業將環境保護納入營運管理框架。此外，推廣海洋保護管理時應釐清各政府單位的立法與行政執行職責，並確保有足夠的法源或政策支持。像原住民、宗教領袖、漁民等社區團體與權益關係人在地方十分有影響力，於推廣保育管理時也是不可或缺的一環。另一位專家 Dr. David Williamson 任職於大堡礁海洋公園管理局，擁有豐富的第一線保育與管理經驗。他也強調了解保育標的價值、威脅來源和利害關係人，對於保護區的決策十分重要。識別相關單位在保育管理中的角色責任有助於加強跨界的決策和參與；完整清楚的組織結構圖則有益於複雜的專案管理；而公開且資訊一致的資料或圖資平台則有利於公眾討論。此外，社群媒體已成為推廣資訊與提升公眾意識的強大工具，適時運用可以彌合資訊差距。決策過程與結果可能無法滿足所有權益關係人的需求，在這

個過程中摩擦、誤解或失敗是不可避免的漫長路程，這些都突顯了從過去經驗學習、清晰溝通、協力合作等適應性管理在面臨這些挑戰的重要性。

整體而言，專家們一致認為，劃設海洋保護區過程中識別保育目標是首要步驟。有效的保護區管理需釐清政府部門職責並促進社區參與，在決策過程中摩擦和誤解難以避免，因此清晰溝通和協作十分重要。

表 3.1.5-8、本計畫諮詢之專家學者名單（順序依據姓名筆畫排列）。

專家姓名	單位	專業背景	諮詢議題
Dr. David Williamson	澳洲大堡礁海洋公園管理局	海洋保護區適應性管理、漁業管理、珊瑚礁生態學	海洋保護區適應性管理以及跨部門間協調溝通
Prof. Laurence McCook	澳洲詹姆斯庫克大學 ARC 珊瑚礁研究卓越中心 澳洲昆士蘭大學生物科學學院	海洋保護區管理、生態系統服務、社會經濟影響評估、珊瑚礁生態學	經濟發展下的海洋保育資源分配與保育政策推動
江偉全 博士	水產試驗所東部海洋生物研究中心	洄游性魚類衛星標識放流研究	海上標放經驗以及實務執行期間可能遭遇之潛在問題探討
林愛龍 執行長 黃章陽 組長	財團法人臺灣海洋保育與漁業永續基金會	漁業技術、漁業經營、海洋事務規劃	海洋保護區漁業狀況與漁業資料收集
郭兆揚 博士	國立海洋科技博物館	海洋生物多樣性、群聚生態、能量分配與適應策略	水下調查與保護區監督管理交流
郭庭君 助理教授	國立臺灣海洋大學海洋事務與資源管理研究所	漁業生態學、野生動物貿易與永續、漁業資源評估與管理	藉魚類分布與鯨豚食餌資源交疊以推估鯨豚潛在分布區域範圍之可行性
陳怡樺 獸醫師	臺南暖心動物醫院	鯨豚救傷與獸醫專業	海上標放對鯨豚造成傷害評估、抗生素藥物使用與對環境潛在影響討論
陳瑩 助理教授	國立臺灣師範大學地理學系	生物多樣性調查與分析、族群遺傳、分子演化	國內鯨豚遺傳多樣性保育

專家姓名	單位	專業背景	諮詢議題
盧道杰 副教授	國立台灣大學森林 環境暨資源學系	自然保護區經營管理、保 育政策、保育思維發展	現有保護區管理規劃更新以 及經營管理效能評估

(2) 保育計畫之修正與執行建議

根據海保署於 2024 年 2 月公告之「鯨豚保育計畫」，潛在且日益增加的環境壓力和人為威脅是我國鯨豚族群永續的重要議題。有效的保護策略和管理規劃，取決於對生態、環境、人類活動影響的全面評估與資料收集。然回顧本計畫執行成果，我國鯨豚分布海域普遍有基礎資訊不足、溝通管道和平台缺乏，進而影響管理策略規劃等挑戰。為進一步提升海洋保護區的生態效益與管理效率，並強化社會參與和權益相關人溝通與宣導，以達成長期的生態健康與永續發展，本團隊將從前期調查、相關資訊蒐集、空間建模、風險評估與人為壓力管理等方面，提出規劃步驟和建議，以期在資料有限的情況下，啟動鯨豚保護區規畫仍能進行有效且具科學根據的海洋保護區設計。

一、前期調查：蒐集環境與物種分佈的過往研究成果和現況的基本數據

透過穩動且充足的研究，掌握生物和非生物的關鍵資訊。依據不同的研究主題引入合適的調查方式(表 3.1.5-9)，建置物種的各項背景資訊。非生物因子部分，鯨豚研究過程收集和跨領域研究整合之環境資料（例如：地形、水深、海流）和水文資料(如：海水溫度、鹽度、pH 值)；生物因子，包含鯨豚族群動態(如：出生和死亡率)、健康(如：患病分析和基因多樣性)、社群結構和時空分布趨勢和食餌研究；以及人為影響衝擊(漁業、噪音、汙染等)，皆為棲地研究和建模的重要基礎。比對我國政府研究資訊系統(GRB)和碩博士論文查詢結果，共有近百篇以上相關的成果，對於鯨豚保護行動和保護區規劃必須的關鍵主題資訊(表 3.1.5-9)多有著墨，但有明顯的物種、地區和研究方法的量能差異。白海豚為歷來研究主題覆蓋最完整的鯨豚

時空分布；其次的露脊鼠海豚族群相關研究報告也於近年在連江縣因保護區規劃需求，啟動包含：以船隻調查和穩定同位素等研究推論潛在的時空和棲地環境分布，和食餌、水下聲學等分析。地區上，則以白海豚重要棲地和花東海域為歷年調查相對充足和穩定，且後者的鯨豚族群豐度和種類多樣性高。資料來源上，從擱淺鯨豚個體衍生出的相關研究，如：鯨豚物種名錄、遺傳多樣性、穩定同位素、生殖資訊和汙染等最廣且穩定；海上船隻調查則為族群現況研究最普遍使用的方式，而近年水下聲學設備和研究技術的進步，亦有興起的趨勢。

「鯨豚保育計畫」的臺灣鯨豚保育行動章節，羅列了五大類別近 30 個工作項目，須執行的研究工作和取得資料量龐雜，尤其是監測研究的五大項目，橫跨多個專業領域、執行團隊，且既有的資料完整性相異。**首要任務應是先盤點過往和現行研究的資料面向和結構，並以此提供專家顧問研擬長期研究主題進程表**，避免研究能量和經費分配不均或遺漏，是提升保護區、保育行動規劃基礎資料收集效率的關鍵，此外，考量到鯨豚調查成本高昂，除了過往和既有研究資料持續彙整和進行，拓增資料貢獻者的多樣性(例如：漁船和商船回報、公民回報等)可擴大樣本量，但需注意後續分析成果與實際現況的偏差(高資料密度區不等於鯨豚高分布密度區)。此外，公告明確且客觀嚴謹的調查指引，有助於提升資料品質和跨團隊、跨領域整合，加速弭平資料普遍不足的現況。

二、鯨豚分區調查規畫建議

綜整國際經驗，鯨豚保護區應優先涵蓋鯨豚的核心棲地和活動熱區，分區、針對特定物種制定管理策略等，則是在較小尺度上，有效提升執法成功性和降低人類活動干擾的策略。排除已經在進行的中華白海豚野生動物重要棲息環境和連江縣海洋保護區，以本計畫初探台灣海域成果建議，花東海域和高雄外海具有鯨豚資源多樣性、豐度較高的特性，建議未來完整的系統性研究調查(船隻目視、聲學等)應以：

在花東海域持續進行穩定、高雄外海新設並規劃充足調查能量的方向進行，完善保護區規劃的各項關鍵因子(表 3.1.5-9)，以利未來的規劃參考。此外，花東海豚近年穩定目擊的抹香鯨育幼和非育幼個體，其遷徙廊道和尤其是育幼群停留區的棲地品質和人為影響管理，是國際關注度相對高的物種之一，建議應評估是否參考如 NOAA 北大西洋露脊鯨和紐西蘭毛伊海豚的案例，在既有的海洋保護區內，針對物種另行制定合適的管理策略。此外，花東海域和宜蘭海域是既有人為活動密集的區域，在保護區內推行生態和經濟共存的管理策略，有助於減少當地衝突和保育推動的可行性。由鯨豚空間分布趨勢模擬套疊人為活動重疊區，加強辨識真正的權益相關人並建立暢通的溝通平台，依其特性制訂合適的行動策略和誘因，應是此兩區域未來在管理策略研擬時的重要考量。

三、鯨豚棲地利用的空間分布建模

完成前期調查階段各項基礎資料的收集後，可依照各鯨豚物種的可取得資料進行模擬。以鯨豚棲地偏好模型推測關鍵管理區域應用生物資料和對應之環境變數的棲地偏好模型，在物種背景資料缺乏的情況下，推測物種的潛在分佈模式。進一步套疊不同鯨豚物種分布趨勢，可識別出潛在的高密度區域；套疊不同的人為活動，則有助於了解衝擊影響，並規劃相關的管理策略。並隨著研究資料日趨完善，定期更新模擬的結果。現行的推測模式類型繁多，建議未來可與相關領域專家進行會商，挑選並制定標準化的分析流程。範例可參考本計畫以可取得的鯨豚目擊、環境因子和人為活動趨勢圖層於 MaxEnt 相關分析的操作。

四、權益相關人群體辨識和行為、需求誘因研析

權益相關人群的掌握和參與與否，是相關政策推行。然過往的權益相關人訪談，各專業領域多為獨立計畫進行。然以行為經濟學的角度出發，目標對象的行為、需求誘因，往往是環環相扣且非單一因素造成。如何設計針對權益相關人的有效經濟

誘因機制，應圍繞目標對象蒐集彙整其在不同問答主題(例如：社會家庭、漁業管理、保護區關港、鯨豚和其他海洋生物互動)的表現，交叉比對出有效影響行為和配合度的關鍵因子，有助於增加行動的可行性和持久性。因此，建議由專家顧問團辨識出權益相關人群體後，評估邀請熟悉該群體、特別是已經進行過相關訪談研究工作的團隊進行專案交流，供未來計畫問卷設計參考的同時和訪談的效率。將鯨豚作為海洋生態系統中重要的指標物種，從經濟角度評估其對生態系統服務的貢獻。並以維護的概念，規劃後續的核心區補償、永續利用區使用者付費、相關管制和保育行動等行動，有助於更好地規劃資源分配和保育經費的優先次序。

五、民間合作及公民科學推廣

環境保護 (Environmental)、社會責任 (Social) 以及公司治理 (Governance) 是近年民間企業積極參與和採取的行動，應盤點現行關鍵研究課題，引導合適資金挹注的跨界合作，不僅有助於加速和補充研究量能和經費的限制，亦可透過推廣公民科學參與等實施方案，達到企業形象營造和研究保育之共贏需求。提高民間、公共參與感的同時，對於保育成果的透明度與有效性的回饋。

表 3.1.5-9、對比國際和我國鯨豚調查方法和研究主題盤點和現況。O：研究成果直接相關；▲：研究成果間接相關、需要其他輔助資料或是資料較少；橘色則是對比公開報告和可查詢之資料庫，確認或推論曾執行之計畫。

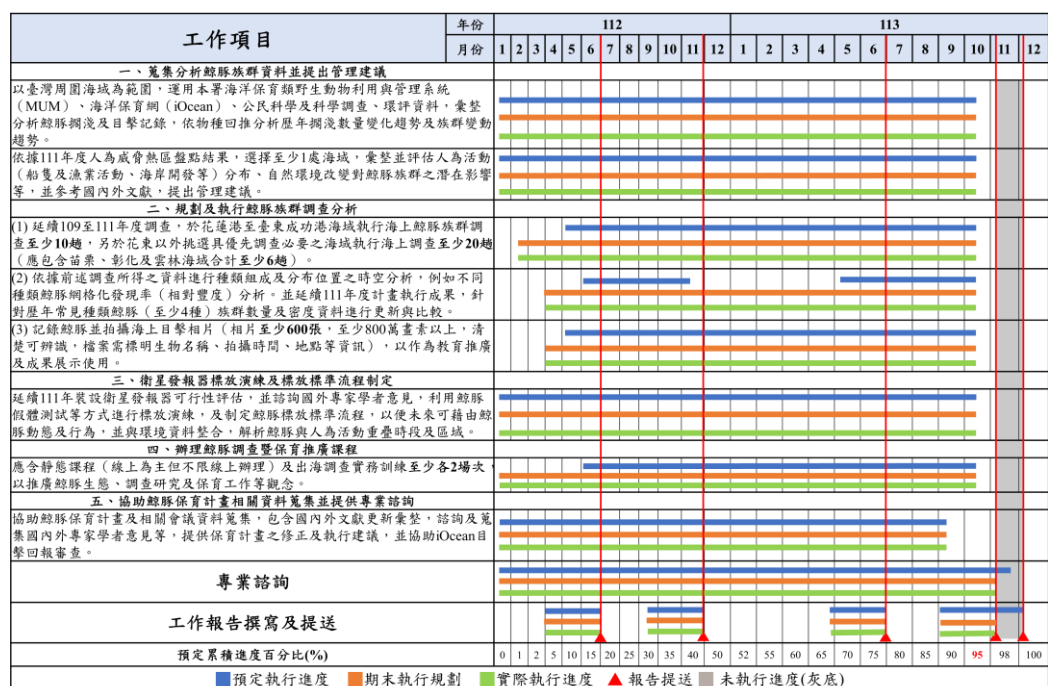
調查方法		船隻目視調查	紅外線成像	擱淺數據分析	固定式被動聲學	拖曳式陣列水下被動聲學	生物採樣(身體組織、糞便)	衛星追蹤器	特高頻無線電追蹤(VHF)	聲學標籤	經緯儀追蹤(陸地)	環境 DNA (eDNA)	空中觀察(無人機/飛機)	水下攝影機(ROV/AUV)
研究主題	物種分布	O	-	▲	O	O	-	-	-	O	-	O	O	-
	族群分佈	O	▲	O	O	O	-	O	O	▲	O	-	O	▲
	族群豐度	O	-	-	-	-	-	O	O	▲	O	-	O	▲
	族群動態資訊	O	-	O	-	-	O	▲	-	-	-	-	-	-
	繁殖與覓食區	O	-	-	O	-	-	O	O	▲	-	-	O	▲
	食餌偏好	O	-	O	▲	-	O	▲	▲	-	-	▲	▲	▲
	非聲學行為模式	O	-	-	▲	▲	-	O	O	O	O	-	O	▲
	聲學行為	-	-	-	O	O	-	-	-	O	-	-	-	▲

調查方法		船隻目視調查	紅外線成像	擱淺數據分析	固定式被動聲學	拖曳式陣列水下被動聲學	生物採樣(身體組織、糞便)	衛星追蹤器	特高頻無線電追蹤(VHF)	聲學標籤	經緯儀追蹤(陸地)	環境 DNA (eDNA)	空中觀察(無人機/飛機)	水下攝影機(ROV/AUV)
	夜間行為	-	O	-	▲	▲	-	-	-	O	-	-	-	▲
	社群結構	O	-	-	-	-	-	▲	▲	O	-	-	-	-
	噪音影響	O	-	O	O	O	O	▲	▲	▲	O	-	-	-
	健康狀況	O	O	-	-	-	O	-	-	-	-	-	O	▲
	個體辨識	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	遺傳多樣性	-	-	-	-	-	O	-	-	-	-	▲	-	-
	擱淺風險評估	O	-	O	▲	-	O	-	-	-	-	-	▲	-

二、 效益分析

成果目標 與效益	指標 (依原核定工作計畫書或新增)	成果 (值)	說明
可量化效益	(一)、蒐集分析鯨豚群資料並提出管理建議		
	鯨豚目擊資料蒐整	15243	公民科學平台及其他生態調查資料
	鯨豚擱淺資料處理	1791	MUM資料庫
	(二)、規劃及執行鯨豚族群調查分析		
	鯨豚生態調查執行	30趟	船隻目視調查
	海鳥團隊趟次配合	24趟	共同執行調查航次
	鯨豚目擊資料	115群次	鯨豚目擊群次數
	鯨豚影像資料提供	616張	鯨豚可辨識物種照片
	鯨豚照片個體辨識資料	3趟	白海豚、瑞氏海豚、抹香鯨個體資料
	(三)、衛星發報器標放演練及標放標準流程制定		
	文獻回顧與諮詢之衛星錨定系統與方法建置評估	1式	文獻蒐研及團隊規劃
	遙控靶船	1艘	鯨豚標放演練系統測試使用
	雷射尺標	1套	鯨豚標放演練系統測試使用
	海豚假體	1套	鯨豚標放演練系統測試使用
	海上實地演練	1次	鯨豚標放演練系統測試使用
	(四)、辦理鯨豚調查暨保育推廣課程		

	112年度辦理保育推廣靜態課程	15人次	112/08/16於花蓮辦理靜態課程
	112年度辦理保育推廣海上課程	15人次	112/08/16花蓮外海海上實務課程
	113年度辦理保育推廣靜態課程	14人次	113/08/30於宜蘭辦理靜態課程
	113年度辦理保育推廣海上課程	14人次	113/08/30宜蘭外海海上實務課程
	(五)、協助鯨豚保育計畫相關資訊蒐集並提供專業諮詢		
	國內外保育計畫蒐研	1式	文獻回顧結果
不可量化 效益	國內外專家學者訪談	12人次	鯨豚生態資料詮釋、標放經驗與建議、保育計畫參與經驗諮詢等
	1. 提供鯨豚生態與國內鯨豚保育計畫草案相關專業諮詢服務。 2. 標準化資料入庫流程，提升資料整合效率。		



第肆章 執行困難討論與未來推動改善建議

執行鯨豚海上調查、大量資料彙整及管理策略研擬時，我們常常面臨各種挑戰和困難。這些困難不僅影響了調查工作的效率和準確性，也對鯨豚保育策略的制定產生了影響。以下將探討七個主要的困難及其因應對策。

一、 軍事演習、天候海況、地震等不可抗力因素導致調查安排困難

本計畫執行期間，軍事演習頻繁，尤其在屏東和台東海域，常影響調查期程臨時更改。因應此挑戰，本團隊調查持續掌握軍演公告的平台，並即時與調查地區的海巡哨站確認更新的資訊，避免人員到港卻無法出行的窘境。地震和颱風造成的路況崎嶇、海象不佳等，一定程度上增加調查人員的安全風險。因應此挑戰，本團隊規劃多重移動選擇(例如：汽車搭配火車、飛機等)，也確實為所有調查員投保旅平險和員工團保，並不定期進行內部工作安全教育、急救知識等訓練，提升調查期間的各項保障。

二、 分析報告時，部分關鍵資料無法取得，需要主管單位協助克服

本計畫擔負彙整多類型、跨平台、跨團隊之資料，然因法規或相關因素導致大量資料無法取得，對本已背景資料不足的鯨豚研究，增加更多的挑戰和不確定性，期待未來主管能協助研究團隊取得資料。因應此挑戰，本團隊建議可先盤點各需求資料的倉儲位置和權責單位，建立數據共享平台。由此整合出的串接數據庫，確保暢通性的同時，也有機會審視資料的品質，並回饋到未來的調查規範和資料繳交的滾動修正，提升應用於鯨豚保育工作規劃的效率。

三、 調查設備相關法規限縮，影響工作執行和拓展資料收集途徑

鯨豚為移動能力極強的野生動物，充足的資料收集仰賴合適的設備。然因法規規範未考量研究調查的特殊狀況，導致本計畫在評估衛星發報器和嘗試引入長途無人機過程，遭

遇一定程度的阻礙。前者有十字弓申請和可使用者的綁定，後者則是因無人載具不可離開目視區域，限制發展空拍較遠距離的調查方法研發。期待後續能由主管機關協助與相關管理窗口進行溝通，提供個案申請的可行性。

四、 公民科學資料推廣和品質管理困難，需多管齊下、眾人協力

推廣公民科學參與鯨豚調查，能夠擴大數據收集範圍，但在實際推廣中面臨困難。公眾可能缺乏相關知識和技能，參與意願不高，且收集的資料品質可能參差不齊，影響數據的可靠性。因應此挑戰，規劃合適的工作坊和培訓活動，可提高公眾對鯨豚保育的認識和參與能力。但就長程而言，期待未來能持續開發使用者友善的資料收集工具：設計簡單易用的手機應用程式或線上平台，方便公眾上傳觀察紀錄；並同步建立資料驗證機制：確保該平台的後端人員皆具備專業審核資料的能力，提升數據的準確性和可應用性。

五、 權益相關人接洽和邀訪工作，建議邀請在地窗口另案執行

研擬管理策略時，妥善收集不同權益相關人觀點、國際專家意見等極為重要。前者需要有一定的信任關係；後者則須考慮語言溝通上的壁壘。相較於研究人員或專家的開放態度，漁民、船隻業者、或當地社區民眾等權益相關人的訪談，往往需要事先熟識或透過中間人串接。因工作型態和習慣，以及問卷答覆的繁瑣，潛在受訪者多期待能以當面實體方式先說明再進行問答。然本計畫工作項目繁多且經費有限，故先以熟識的合作船家為意見收集對象，建議未來可和相關單位或其他有訪談型計畫跨領域合作，提升收訪對象數量和覆蓋度的同時，更可全面地了解特定區域不同海洋生物、環境變動和輿論反應的資訊。完成之結果亦建議可與權益相關人分享，並探討雙贏的管理策略，提高各方的參與意願。

六、自動識別系統(AIS)的資料量龐雜，建議未來漁船和漁具裝設應有一定的命名和使用規則

AIS 數據量龐大，且混和大量非正式命名船隻、海上漁具甚至是幽靈平台的位置資訊，拉高分析船隻活動對鯨豚影響的困難。我國因國安議題，海巡署長於本年度 10 月份的立院質詢期間，表示正在推動 2025 年前，所有船舶都要安裝 AIS。考量到現行設備編碼上的亂象，更多未明確規範的設備加入，勢必會影響長期的資料分析；此外，操作人員擅自關閉 AIS 設備亦時有所聞。全面安裝 AIS 有助於掌握過去未能了解的漁船行為，然仍須制訂合適的漁船和漁具裝設命名和使用規則，避免影響整體的資料品質。

在執行鯨豚海上調查、大量資料彙整及管理策略研擬的過程中，面臨各種不可抗力因素、關鍵資料缺失、法律法規限制、公民科學資料推廣困難、權益相關人探訪，以及處理 AIS 大數據等多重挑戰。通過加強與相關單位的合作、採用先進技術、動員社會力量、優化數據管理以及建立信任關係等對策，可以有效克服這些困難。這將為鯨豚保育和管理策略的制定提供堅實的基礎，促進海洋生態系統的可持續發展。

附錄一 參考資料

- ACCOBAMS. (2017, April 30). *Protected Areas*. <https://accobams.org/conservations-action/protected-areas/>
- ACCOBAMS. (2023, June 12). ACCOBAMS Introduction. <https://accobams.org/about/introduction/>
- ACCOBAMS-ECS-WK, T. (2017). *Inputs to the ACCOBAMS ongoing effort to map human threats on cetaceans in the Mediterranean and black seas ACCOBAMS-ECS-WK Threats/2017/Report*.
- Adams, T. P., Miller, R. G., Aleynik, D., & Burrows, M. T. (2014). Offshore marine renewable energy devices as stepping stones across biogeographical boundaries. *Journal of Applied Ecology*, 51(2), 330–338. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12207>
- Almany, G., Connolly, S., Heath, D., Hogan, D., Jones, G., McCook, L., Mills, M., Pressey, R., & Williamson, D. (2009). Connectivity, biodiversity conservation and the design of marine reserve networks for coral reefs. *Coral Reefs*, 28, 339–351. <https://doi.org/10.1007/s00338-009-0484-x>
- Alves-Pinto, H., Geldmann, J., Jonas, H., Maioli, V., Balmford, A., Ewa Latawiec, A., Crouzeilles, R., & Strassburg, B. (2021). Opportunities and challenges of other effective area-based conservation measures (OECMs) for biodiversity conservation. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 19(2), 115–120. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2021.01.004>
- Amano, M. (2009). Finless porpoise. In *Encyclopedia of Marine Mammals* (pp. 437–439). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-373553-9.00103-6>

- Andrews, R. D., Baird, R. W., Calambokidis, J., Goertz, C. E. C., Gulland, F. M. D., Heide-Jorgensen, M. P., Hooker, S. K., Johnson, M., Mate, B., Mitani, Y., Nowacek, D. P., Owen, K., Quakenbush, L. T., Raverty, S., Robbins, J., Schorr, G. S., Shpak, O. V., Townsend Jr., F. I., Uhart, M., ... Zerbini, A. N. (2019). Best practice guidelines for cetacean tagging. *IWC Journal of Cetacean Research and Management*, 20(1), 27–66.
<https://doi.org/10.47536/jcrm.v20i1.237>
- Andrews, R. D., Baird, R. W., Schorr, G. S., Mittal, R., Howle, L. E., & Hanson, M. B. (2015). *Improving attachments of remotely-deployed dorsal fin-mounted tags: Tissue structure, hydrodynamics, in situ performance, and tagged-animal follow-up.*
- Araújo, M. B., & Guisan, A. (2006). Five (or so) challenges for species distribution modelling. *Journal of Biogeography*, 33(10), 1677–1688. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2006.01584.x>
- Argos CLS. (2023). *Argos CLS*. Argos CLS. <https://www.argos-system.org/>
- Atkinson, S. (2009). *How is your MPA managed? : A guidebook for MPA management planning.*
<https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/772>
- Avila, I. C., Kaschner, K., & Dormann, C. F. (2018). Current global risks to marine mammals: Taking stock of the threats. *Biological Conservation*, 221, 44–58.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.02.021>
- Baird, R. W., Hanson, M. B., Schorr, G. S., Webster, D. L., McSweeney, D. J., Gorgone, A. M., Mahaffy, S. D., Holzer, D. M., Oleson, E. M., & Andrews, R. D. (2012). Range and primary habitats of Hawaiian insular false killer whales: Informing determination of critical habitat. *Endangered Species Research*, 18(1), 47–61. <https://doi.org/10.3354/esr00435>

- Balbar, A. C., & Metaxas, A. (2019). The current application of ecological connectivity in the design of marine protected areas. *Global Ecology and Conservation*, 17, e00569.
<https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00569>
- Balmer, B. C., Wells, R. S., Howle, L. E., Barleycorn, A. A., McLellan, W. A., Ann Pabst, D., Rowles, T. K., Schwacke, L. H., Townsend, F. I., Westgate, A. J., & Zolman, E. S. (2014). Advances in cetacean telemetry: A review of single-pin transmitter attachment techniques on small cetaceans and development of a new satellite-linked transmitter design. *Marine Mammal Science*, 30(2), 656–673. <https://doi.org/10.1111/mms.12072>
- Ban, N. C. (2009). Minimum data requirements for designing a set of marine protected areas, using commonly available abiotic and biotic datasets. *Biodiversity and Conservation*, 18(7), 1829–1845. <https://doi.org/10.1007/s10531-008-9560-8>
- Banks Peninsula Conservation Trust. (2023, October). *2050 Ecological Vision for Te Pātaka o Rākaihautū Banks Peninsula (including the Port Hills)*.
https://www.bpct.org.nz/images/2050EcologicalVisionForBanksPeninsula_Mar24.pdf
- Baulch, S., & Perry, C. (2014). Evaluating the impacts of marine debris on cetaceans. *Marine Pollution Bulletin*, 80(1–2), 210–221. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.12.050>
- Breen, P., Brown, S., Reid, D., & Rogan, E. (2017). Where is the risk? Integrating a spatial distribution model and a risk assessment to identify areas of cetacean interaction with fisheries in the northeast Atlantic. *Ocean & Coastal Management*, 136, 148–155.
<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.12.001>
- Brownell Jr, R., Reeves, R., Read, A., Smith, B., Thomas, P., Ralls, K., Amano, M., Berggren, P., Chit, A., Collins, T., Currey, R., Dolar, M., Genov, T., Hobbs, R., Krebs, D., Marsh, H.,

Zhigang, M., Perrin, W., Phay, S., ... Wang, J. (2019). Bycatch in gillnet fisheries threatens Critically Endangered small cetaceans and other aquatic megafauna. *Endangered Species Research*, 40, 285–296. <https://doi.org/10.3354/esr00994>

Buckland, S. T. (Ed.). (2001). *Introduction to distance sampling: Estimating abundance of biological populations*. Oxford University Press.

Buckland, S. T., Anderson, D. R., Burnham, K. P., & Laake, J. L. (2005). Distance Sampling. In P. Armitage & T. Colton (Eds.), *Encyclopedia of Biostatistics* (1st ed.). Wiley. <https://doi.org/10.1002/0470011815.b2a16019>

Burns, W. C. G. (1998). The agreement on the conservation of cetaceans of the black sea, Mediterranean Sea and contiguous Atlantic area (Accobams): A regional response to the threats facing cetaceans. *Journal of International Wildlife Law & Policy*, 1(1), 113–133. <https://doi.org/10.1080/13880299809353886>

Cabral, R. B., Mamauag, S. S., & Aliño, P. M. (2015). Designing a marine protected areas network in a data-limited situation. *Marine Policy*, 59, 64–76. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2015.04.013>

Canterbury Aoraki Conservation Board. (2024a). *Canterbury Aoraki Conservation Board _annual report-2023-2024.pdf* (Annual Report DOC-7700685). <https://www.doc.govt.nz/globalassets/documents/getting-involved/nz-conservation-authority-and-boards/conservation-boards-by-region/canterbury-aoraki/cacb-annual-report-2023-2024.pdf>

Canterbury Aoraki Conservation Board. (2024b, April). *Canterbury Aoraki Conservation Board Agenda and Public Meeting Papers—April 2024*.

<https://ftp.doc.govt.nz/public/folder/mpj5qquszuwqdrnaa7xbnq/canterbury-aoraki/2024-public%20papers/2024-04-08-cacb-public-papers.pdf>

Carlucci, R., Manea, E., Ricci, P., Cipriano, G., Fanizza, C., Maglietta, R., & Gissi, E. (2021). Managing multiple pressures for cetaceans' conservation with an Ecosystem-Based Marine Spatial Planning approach. *Journal of Environmental Management*, 287, 112240. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112240>

CBD. (2018). *Protected areas and other effective area-based conservation measures*. <https://www.cbd.int/doc/c/9b1f/759a/dfcee171bd46b06cc91f6a0d/sbstta-22-l-02-en.pdf>

Christchurch City Council. (2008). *Christchurch City Council's biodiversity strategy*. <https://ccc.govt.nz/the-council/plans-strategies-policies-and-bylaws/strategies/biodiversity-strategy>

Clapham, P., & Van Waerebeek, K. (2007). Bushmeat and bycatch: The sum of the parts. *Molecular Ecology*, 16(13), 2607–2609. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2007.03378.x>

Cook, C. N. (2023). Progress developing the concept of other effective area-based conservation measures. *Conservation Biology*, e14106. <https://doi.org/10.1111/cobi.14106>

Correia, A. M., Sousa-Guedes, D., Gil, Á., Valente, R., Rosso, M., Sousa-Pinto, I., Sillero, N., & Pierce, G. J. (2021). Predicting Cetacean Distributions in the Eastern North Atlantic to Support Marine Management. *Frontiers in Marine Science*, 8, 643569. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.643569>

Davies, R. W. D., Cripps, S. J., Nickson, A., & Porter, G. (2009). Defining and estimating global marine fisheries bycatch. *Marine Policy*, 33(4), 661–672. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2009.01.003>

- Day, J., Dudley, N., Hockings, M., Holmes, G., Laffoley, D., Stolton, S., Wells, S., & Wenzel, L. (2019). *Guidelines for applying the IUCN protected area management categories to marine protected areas* (2nd ed.). IUCN, Gland, Switzerland.
<https://portals.iucn.org/library/node/48887>
- Department of Conservation, & Fisheries New Zealand. (2021, December). *Hector's and Maui dolphin threat management plan 2020*. <https://www.doc.govt.nz/our-work/protecting-species/protecting-marine-species/our-work-with-maui-dolphin/hectors-and-maui-dolphin-threat-management-plan/>
- Department of Conservation. (2024a, November 1). *Protected species liaison officers in Conservation Services Programme*. Protected Species Liaison Officers.
<https://www.doc.govt.nz/our-work/conservation-services-programme/about-csp/protected-species-liaison-officers/>
- Department of Conservation. (2024b, November 1). *Statutory planning documents*.
<https://www.doc.govt.nz/about-us/our-policies-and-plans/statutory-plans/>
- Desforges, J.-P. W., Sonne, C., Levin, M., Siebert, U., De Guise, S., & Dietz, R. (2016). Immunotoxic effects of environmental pollutants in marine mammals. *Environment International*, 86, 126–139. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2015.10.007>
- Di Sciara, G. N., Hoyt, E., Reeves, R., Ardron, J., Marsh, H., Vongraven, D., & Barr, B. (2016). Place-based approaches to marine mammal conservation: Place-based approaches to marine mammal conservation. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 26, 85–100. <https://doi.org/10.1002/aqc.2642>

- Dormann, C. F., Schymanski, S. J., Cabral, J., Chuine, I., Graham, C., Hartig, F., Kearney, M., Morin, X., Römermann, C., Schröder, B., & Singer, A. (2012). Correlation and process in species distribution models: Bridging a dichotomy. *Journal of Biogeography*, 39(12), 2119–2131. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2011.02659.x>
- EPA. (1998). *Guidelines for ecological risk assessment*.
- Fisheries New Zealand. (2022, November). *South Island Hector's Dolphin Bycatch Reduction Plan*. <https://www.mpi.govt.nz/dmsdocument/54532-South-Island-Hectors-Dolphin-Bycatch-Reduction-Plan-November-2022>
- Gaines, S., White, C., Carr, M., & Palumbi, S. (2010). Designing Marine Reserve Networks for Both Conservation and Fisheries Management. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107, 18286–18293. <https://doi.org/10.1073/pnas.0906473107>
- Garcia, S. M., Rice, J., Himes-Cornell, A., Friedman, K. J., Charles, A., Diz, D., Appiott, J., & Kaiser, M. J. (2022). OECMs in marine capture fisheries: Key implementation issues of governance, management, and biodiversity. *Frontiers in Marine Science*, 9, 920051. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.920051>
- Gormley, A. M., Slooten, E., Dawson, S., Barker, R. J., Rayment, W., Du Fresne, S., & Bräger, S. (2012). First evidence that marine protected areas can work for marine mammals: *Protected areas for marine mammals*. *Journal of Applied Ecology*, 49(2), 474–480. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2012.02121.x>
- Guisan, A., & Thuiller, W. (2005). Predicting species distribution: Offering more than simple habitat models. *Ecology Letters*, 8(9), 993–1009. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00792.x>

- Hall, M. A. (1998). An ecological view of the tuna—Dolphin problem: Impacts and trade-offs. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 8(1), 1–34. <https://doi.org/10.1023/A:1008854816580>
- Harcourt, R., Kessler, M., & Pirzl, R. (2012). *Conservation Management Plan for the Southern Right Whale A Recovery Plan under the Environment Protection and Biodiversity Conservation Act 1999 2011–2021*.
- He Sixuan, 何思璇, 张典, 吴福星, 王先艳, 胡文佳, 梁姗姗, 杜建国, 俞炜炜, 陈彬. (2022). Identification of potential ecological corridors for *Sousa chinensis* in Xiamen Bay and assessment of anthropogenic disturbance. *Acta Ecologica Sinica*, 42(21). <https://doi.org/10.5846/stxb202109232670>
- Henderson, E., Deakos, M., Aschettino, J., Englehaupt, D., & Alongi, G. (2022). Behavior and inter-island movements of satellite-tagged humpback whales in Hawai'i, USA. *Marine Ecology Progress Series*, 685, 197–213. <https://doi.org/10.3354/meps13976>
- Hijmans, R. J., & Elith, J. (2011, February 21). *Species distribution modeling in R*. https://rspatial.org/raster/sdm/index.html#google_vignette
- Hildebrand, J. (2009). Anthropogenic and natural sources of ambient noise in the ocean. *Marine Ecology Progress Series*, 395, 5–20. <https://doi.org/10.3354/meps08353>
- Hobday, A. J., Smith, A. D. M., Stobutzki, I. C., Bulman, C., Daley, R., Dambacher, J. M., Deng, R. A., Dowdney, J., Fuller, M., Furlani, D., Griffiths, S. P., Johnson, D., Kenyon, R., Knuckey, I. A., Ling, S. D., Pitcher, R., Sainsbury, K. J., Sporcic, M., Smith, T., ... Zhou, S. (2011). Ecological risk assessment for the effects of fishing. *Fisheries Research*, 108(2–3), 372–384. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2011.01.013>

- Hoyt, E. (2018). Marine Protected Areas. In *Encyclopedia of Marine Mammals* (pp. 569–580). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804327-1.00167-9>
- Hoyt, E., & Notarbartolo di Sciara, G. (2013). *Report of the Workshop for the Development of Important Marine Mammal Area (IMMA) Criteria*. IUCN Marine Mammal Protected Areas Task Force and International Committee on Marine Mammal Protected Areas, Marseille, France. <https://www.marinemammalhabitat.org/download/report-of-the-workshop-for-the-development-of-important-marine-mammal-area-imma-criteria/>
- Hoyt, E., & Notarbartolo Di Sciara, G. (2021). Important Marine Mammal Areas: A spatial tool for marine mammal conservation. *Oryx*, 55(3), 330–330. <https://doi.org/10.1017/S0030605321000272>
- Hoyt. (1996). *Whale watching and the community: The way forward five case studies. A report from the Whale and Dolphin Conservation Society*.
- iNaturalist contributors, iNaturalist (2024). iNaturalist Research-grade Observations. iNaturalist.org. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/ab3s5x> accessed via GBIF.org on 2024-10-11.
- iOcean(海洋保育網)。(2024)。https://iocean.oca.gov.tw/OCA_OceanConservation/Default.aspx。瀏覽於 2024-10-11。海洋委員會海洋保育署。
- IUCN WCPA Task Force on OECMs. (2019). *Recognising and reporting other effective area-based conservation measures*. IUCN, International Union for Conservation of Nature. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2019.PATRS.3.en>
- IWC. (2019, September 13). *A Joint IWC-IUCN-ACCOBAMS Workshop to evaluate how the Data and Process used to identify Important Marine Mammal Areas (IMMAs) can assist the IWC to identify areas of High Risk for Ship Strikes*. International Whaling Commission.

<https://www.ascobans.org/en/document/joint-iwc-iucn-accobams-workshop-evaluate-how-data-and-process-used-identify-important>

Jefferson, T. A., & Wang, J. Y. (2011). *Revision of the taxonomy of finless porpoises (genus Neophocaena): The existence of two species*. 4(1).

Jefferson, T. A., Weir, C. R., Anderson, R. C., Ballance, L. T., Kenney, R. D., & Kiszka, J. J. (2014). Global distribution of Risso's dolphin *Grampus griseus*: A review and critical evaluation. *Mammal Review*, 44(1), 56–68.

JNCC. (2009). *The protection of marine European Protected Species from injury and disturbance*. Joint Nature Conservation Committee, Natural England and Countryside Council for Wales.

José Alava, J., Tatar, B., José Barragán, M., Castro, C., Rosero, P., Denkinger, J., Jiménez, P. J., Carvajal, R., & Samaniego, J. (2019). Mitigating cetacean bycatch in coastal Ecuador: Governance challenges for small-scale fisheries. *Marine Policy*, 110, 102769. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.05.025>

Jupiter, S., Aaron, J., Lee Long, W., Sean, M., James, W., Hodge, K., Govan, H., & Carruthers, T. (2013). *Pacific integrated island management: Principles, case studies and lessons learned*. SPREP ; UNEP.

Kaschner, K., Tittensor, D. P., Ready, J., Gerrodette, T., & Worm, B. (2011). Current and Future Patterns of Global Marine Mammal Biodiversity. *PLoS ONE*, 6(5), e19653. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0019653>

Kruse, S., Caldwell, D., Caldwell, M., Ridgway, S., & Harrison, R. (1999). Risso's dolphin *Grampus griseus* (G. Cuvier, 1812). *Handbook of Marine Mammals. The Second Book of Dolphins and the Porpoises*, 6, 183–212.

- Laffoley, D., Dudley, N., Jonas, H., MacKinnon, D., MacKinnon, K., Hockings, M., & Woodley, S. (2017). An introduction to ‘other effective area-based conservation measures’ under Aichi Target 11 of the Convention on Biological Diversity: Origin, interpretation and emerging ocean issues. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 27(S1), 130–137. <https://doi.org/10.1002/aqc.2783>
- Lewis, N., Day, J., Wilhelm, 'Aulani, Wagner, D., Gaymer, C., Parks, J., Friedlander, A., White, S., Sheppard, C., Spalding, M., San Martin, G., Skeat, A., Taei, S., Teroroko, T., & Evans, J. (2017). *Large-Scale Marine Protected Areas: Guidelines for design and management* (BPG 26). IUCN, International Union for Conservation of Nature. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2017.PAG.26.en>
- Lisovsky, A. A., Obolenskaya, E. V., Ge, D., & Yang, Q. (2017). *Phylogeny and distribution of Palaearctic chipmunks Eutamias (Rodentia: Sciuridae)*. 28(1), 107–109.
- Lloret, J., Turiel, A., Solé, J., Berdalet, E., Sabatés, A., Olivares, A., Gili, J.-M., Vila-Subirós, J., & Sardá, R. (2022). Unravelling the ecological impacts of large-scale offshore wind farms in the Mediterranean Sea. *Science of The Total Environment*, 824, 153803. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153803>
- Machernis, A. F., Powell, J. R., Engleby, L., & Spradlin, T. R. (2018). *An updated literature review examining the impacts of tourism on marine mammals over the last fifteen years (2000-2015) to inform research and management programs*. <https://doi.org/10.7289/V5/TM-NMFS-SER-7>
- Mate, B., Mesecar, R., & Lagerquist, B. (2007a). The evolution of satellite-monitored radio tags for large whales: One laboratory's experience. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 54(3–4), 224–247. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2006.11.021>

- Mate, B., Mesecar, R., & Lagerquist, B. (2007b). The evolution of satellite-monitored radio tags for large whales: One laboratory's experience. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 54(3), 224–247. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2006.11.021>
- McAlpine, D. F. (2018). Pygmy and Dwarf Sperm Whales. In *Encyclopedia of Marine Mammals* (pp. 786–788). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804327-1.00209-0>
- McMahon, C. R., Harcourt, R., Bateson, P., & Hindell, M. A. (2012). Animal welfare and decision making in wildlife research. *Biological Conservation*, 153, 254–256. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.05.004>
- Miller, J. (2010). Species Distribution Modeling. *Geography Compass*, 4(6), 490–509. <https://doi.org/10.1111/j.1749-8198.2010.00351.x>
- Mitchell, R. K., Agle, B. R., & Wood, D. J. (1997). Toward a Theory of Stakeholder Identification and Salience: Defining the Principle of Who and What Really Counts. *The Academy of Management Review*, 22(4), 853–886. <https://doi.org/10.2307/259247>
- Moller, L., Bilgmann, K., & Attard, C. (2015). *Conservation Management Plan for the Blue Whale 2015-2025—A Recovery Plan under the Environment Protection and Biodiversity Conservation Act 1999*.
- Neumann, D. R., Leitenberger, A., & Orams, M. B. (2002). Photo-identification of short-beaked common dolphins (*Delphinus delphis*) in north-east New Zealand: A photo-catalogue of recognisable individuals. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 36(3), 593–604. <https://doi.org/10.1080/00288330.2002.9517115>
- NOAA fisheries. (2023, June 26). About Us. <https://www.fisheries.noaa.gov/about-us#overview>

- Notarbartolo Di Sciara, G., & Hoyt, E. (2020). Healing the wounds of marine mammals by protecting their habitat. *Ethics in Science and Environmental Politics*, 20, 15–23.
<https://doi.org/10.3354/esep00190>
- O'Connor, Campbell, Cortez, & Knowles. (2009). *Whale watching worldwide: Tourism numbers, expenditures and economic benefits. A special report from the International Fund for Animal Welfare*.
- Parsons, E. C. M. (2012). The Negative Impacts of Whale-Watching. *Journal of Marine Biology*, 2012, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2012/807294>
- Paxton, C. G. M., Scott-Hayward, L. A. S., MacKenzie, M. L., Rexstad, E., & Thomas, L. J. (2016). *Revised Phase III Data Analysis of Joint Cetacean Protocol Data Resources with Advisory Note: Report 517*. Joint Nature Conservation Committee. <http://jncc.defra.gov.uk/page-7201>
- Phillips, S. J., Anderson, R. P., & Schapire, R. E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190(3), 231–259.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026>
- Plön, S. (2004, January). *The status and natural history of pygmy (Kogia breviceps) sperm whales off Southern Africa*. Doctoral dissertation, Rhodes University.
<https://core.ac.uk/download/pdf/145046782.pdf>
- Pulliam, H. r. (2000). On the relationship between niche and distribution. *Ecology Letters*, 3(4), 349–361. <https://doi.org/10.1046/j.1461-0248.2000.00143.x>
- Read, A. J., Drinker, P., & Northridge, S. (2006). Bycatch of Marine Mammals in U.S. and Global Fisheries: Bycatch of Marine Mammals. *Conservation Biology*, 20(1), 163–169.
<https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2006.00338.x>

- Reid, J. B., Evans, P. G. H., & Northridge, S. P. (with Joint nature conservation committee). (2003). *Atlas of cetacean distribution in north-west european waters*. Joint nature conservation committee.
- Reisinger, R. R., Oosthuizen, W. C., Péron, G., Cory Toussaint, D., Andrews, R. D., & de Bruyn, P. J. N. (2014). Satellite Tagging and Biopsy Sampling of Killer Whales at Subantarctic Marion Island: Effectiveness, Immediate Reactions and Long-Term Responses. *PLoS ONE*, 9(11), e111835. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111835>
- Robards, M. D., & Reeves, R. R. (2011). The global extent and character of marine mammal consumption by humans: 1970–2009. *Biological Conservation*, 144(12), 2770–2786. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.07.034>
- Rodríguez-Rodríguez, D., Sánchez-Espinosa, A., & Abdul Malak, D. (2021). Potential contribution of OECMs to international area-based conservation targets in a biodiversity rich country, Spain. *Journal for Nature Conservation*, 62, 126019. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2021.126019>
- Rone, B. K., Sweeney, D. A., Falcone, E. A., Watwood, S. L., & Schorr, G. S. (2022). Movements and diving behavior of Risso’s dolphins in the Southern California Bight. *Frontiers in Marine Science*, 9. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2022.873548>
- Salafsky, N., Salzer, D., Stattersfield, A. J., Hilton-Taylor, C., Neugarten, R., Butchart, S. H. M., Collen, B., Cox, N., Master, L. L., O’Connor, S., & Wilkie, D. (2008). A Standard Lexicon for Biodiversity Conservation: Unified Classifications of Threats and Actions: *Classifications of Threats & Actions*. *Conservation Biology*, 22(4), 897–911. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.00937.x>

- Sasaki, T., Nikaido, M., Wada, S., Yamada, T. K., Cao, Y., Hasegawa, M., & Okada, N. (2006). *Balaenoptera omurai* is a newly discovered baleen whale that represents an ancient evolutionary lineage. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 41(1), 40–52.
<https://doi.org/10.1016/j.ympev.2006.03.032>
- Schorr, G. S., Falcone, E. A., Rone, B. K., & Keene, E. L. (2018). *Distribution and demographics of Cuvier's beaked whales and fin whales in the Southern California Bight*.
- Shaff, J. F., & Baird, R. W. (2021). Diel and lunar variation in diving behavior of rough-toothed dolphins (*Steno bredanensis*) off Kaua'i, Hawai'i. *Marine Mammal Science*, 37(4), 1261–1276. <https://doi.org/10.1111/mms.12811>
- Simmonds, M. P., & Isaac, S. J. (2007). The impacts of climate change on marine mammals: Early signs of significant problems. *Oryx*, 41(1), 19–26. <https://doi.org/10.1017/S0030605307001524>
- Speed, C. W., Cappel, M., & Meekan, M. G. (2018). Evidence for rapid recovery of shark populations within a coral reef marine protected area. *Biological Conservation*, 220, 308–319.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.01.010>
- Sprogis, K. R., Videsen, S., & Madsen, P. T. (2020). Vessel noise levels drive behavioural responses of humpback whales with implications for whale-watching. *eLife*, 9, e56760.
<https://doi.org/10.7554/eLife.56760>
- Stockin, K. A., & Visser, I. N. (2005). Anomalously Pigmented Common Dolphins (*Delphinus sp.*) off Northern New Zealand. *Aquatic Mammals*, 31(1), 43–51.
<https://doi.org/10.1578/AM.31.1.2005.43>
- Taylor, B. L., Rojas-Bracho, L., Moore, J., Jaramillo-Legorreta, A., Ver Hoef, J. M., Cardenas-Hinojosa, G., Nieto-Garcia, E., Barlow, J., Gerrodette, T., Tregenza, N., Thomas, L., &

Hammond, P. S. (2017). Extinction is Imminent for Mexico's Endemic Porpoise Unless Fishery Bycatch is Eliminated: Mexican porpoise near extinction via gillnets. *Conservation Letters*, 10(5), 588–595. <https://doi.org/10.1111/conl.12331>

TBN：台灣生物多樣性網絡。(2024)。TBN 首頁 <https://www.tbn.org.tw/>。瀏覽於 2024-10-11。農業部生物多樣性研究所。

Tetley, M. J., Braulik, G. T., Lanfredi, C., Minton, G., Panigada, S., Politi, E., Zanardelli, M., Notarbartolo Di Sciara, G., & Hoyt, E. (2022). The Important Marine Mammal Area Network: A Tool for Systematic Spatial Planning in Response to the Marine Mammal Habitat Conservation Crisis. *Frontiers in Marine Science*, 9, 841789. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.841789>

The Society for Marine Mammalogy. (2024, 010). List of Marine Mammal Species and Subspecies. <https://marinemammalscience.org/science-and-publications/list-marine-mammal-species-subspecies/>

Thomas, L. (2009). *Potential Use of Joint Cetacean Protocol Data for Determining Changes in Species' Range and Abundance: Exploratory Analysis of Southern Irish Sea Data*. National Parks and Wildlife Service. https://www.npws.ie/sites/default/files/publications/pdf/Thomas_2009_JCP_Analysis.pdf

Tulloch, V. J. D., Plagányi, É. E., Brown, C., Richardson, A. J., & Matear, R. (2019). Future recovery of baleen whales is imperiled by climate change. *Global Change Biology*, 25(4), 1263–1281. <https://doi.org/10.1111/gcb.14573>

Turvey, S. T., Pitman, R. L., Taylor, B. L., Barlow, J., Akamatsu, T., Barrett, L. A., Zhao, X., Reeves, R. R., Stewart, B. S., Wang, K., Wei, Z., Zhang, X., Pusser, L. T., Richlen, M., Brandon, J. R.,

- & Wang, D. (2007). First human-caused extinction of a cetacean species? *Biology Letters*, 3(5), 537–540. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2007.0292>
- Van Bressem, M.-F. E., Flach, L., Reyes, J. C., Echegaray, M., Santos, M., Viddi, F., Félix, F., Lodi, L., & Van Waerebeek, K. (2015). Epidemiological characteristics of skin disorders in cetaceans from South American waters. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*, 10(1), 20–32. <https://doi.org/10.5597/lajam190>
- Vora, M., Sanni, S., & Flage, R. (2021). An environmental risk assessment framework for enhanced oil recovery solutions from offshore oil and gas industry. *Environmental Impact Assessment Review*, 88, 106512. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2020.106512>
- Wang, J. Y. (2018). Bottlenose Dolphin, *Tursiops Aduncus*, Indo-Pacific Bottlenose Dolphin. In *Encyclopedia of Marine Mammals* (pp. 125–130). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804327-1.00073-X>
- Wang, J. Y., Frasier, T. R., Yang, S. C., & White, B. N. (2008). Detecting recent speciation events: The case of the finless porpoise (genus *Neophocaena*). *Heredity*, 101(2), 145–155. <https://doi.org/10.1038/hdy.2008.40>
- Wang, J. Y., Hung, S. K., & Yang, S.-C. (2004). Records of Indo-Pacific Humpback Dolphins, *Sousa chinensis* (Osbeck, 1765), from the Waters of Western Taiwan. *Aquatic Mammals*, 30(1), 189–196. <https://doi.org/10.1578/AM.30.1.2004.189>
- Webster, D. L., Baird, R. W., Rone, B. K., & Anderson, D. B. (2015). *Rough-toothed dolphins on a Navy range in Hawai‘i: Using LIMPET satellite-tag data to assess movements, habitat use, and overlap with Navy activities*.

- Weilgart, L. S. (2007). A Brief Review of Known Effects of Noise on Marine Mammals. *International Journal of Comparative Psychology*, 20(2). <https://doi.org/10.46867/IJCP.2007.20.02.09>
- Weilgart, L. S. (2007). The impacts of anthropogenic ocean noise on cetaceans and implications for management. *Canadian Journal of Zoology*, 85(11), 1091–1116. <https://doi.org/10.1139/Z07-101>
- Wells, R. S., & Scott, M. D. (2018). Bottlenose Dolphin, *Tursiops Truncatus*, Common Bottlenose Dolphin. In *Encyclopedia of Marine Mammals* (pp. 118–125). Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804327-1.00072-8>
- Williams, Hon. P., & Nelson, P. (2022, August). *Conservation Services Programme Annual Plan 2022/23*. Department of Conservation.
<https://www.doc.govt.nz/globalassets/documents/conservation/marine-and-coastal/marine-conservation-services/plans-and-submissions/202223/final-csp-annual-plan-2022-23.pdf>
- WoRMS. (2024, October 11). *Delphinus Capensis* Gray, 1828.
<https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=137093>
- Yu, & Hu. (2023). *The observation records from whale and dolphin watching inshore of Hualien, eastern Taiwan / 臺灣花蓮近海賞鯨之鯨豚觀測紀錄* [Dataset].
- 中央研究院生物多樣性研究中心。(2024)。臺灣生物多樣性資訊機構。瀏覽於 2024-10-11。
取自：<https://portal.taibif.tw/>
- 中華民國魚類學會。(2020)。109 年度花東海域鯨豚族群調查計畫成果報告書。海洋委員會海洋保育署(109-C-16)。取自：<https://reurl.cc/x7pK3e>
- 中華鯨豚協會。(2021)。110 年度台灣金門海域白海豚族群生態監測計畫成果報告書。海洋委員會海洋保育署(110-C-55)。取自：<https://reurl.cc/DAKbvd>

王愈超、蕭澤民、楊世主。(2008)。97 年度綠島海域鯨豚動物相調查。內政部營建署海洋國家公園管理處。

王愈超。(2010)。99 年度墾丁國家公園海域哺乳類動物相調查。墾丁國家公園管理處。

台灣中油股份有限公司。(2022)。永安至通霄第二條海底輸氣管線興建計畫環境影響說明書。

左承偉。(2019)。108 年度棉花嶼、花瓶嶼野生動物保護區巡護暨動植物生態調查委託案成果報告書。基隆市動物保護防疫所(108AP02)。取自：

<https://www.klaphio.klcg.gov.tw/tw/klaphio/1352-100292.html>

白梅玲、連裕益。(2019)。108 年台灣西部沿海白海豚族群監測計畫案成果報告書。海洋委員會海洋保育署(108-C-4)。取自：<https://reurl.cc/9G1KIV>

余欣怡、姚秋如、林子皓、金磊、陳玟樺、陳冠榮、林思瑩。(2021)。110 年度花東海域鯨豚族群調查計畫成果報告書。海洋委員會海洋保育署(110-C-25)。取自：

<https://reurl.cc/GK22mW>

沈振中、沈錦豐、鄭暉。(2020)。109 年度棉花嶼、花瓶嶼野生動物保護區巡護暨動植物生態調查委託案成果報告書。基隆市動物保護防疫所(109AP02)。取自：

<https://www.klaphio.klcg.gov.tw/tw/klaphio/1354-105000.html>

周蓮香、丁建均、林幸助、孫建帋。(2018)。中華白海豚族群生態與河口棲地監測(II)。行政院農業委員會林務局(107 林發-08.1-保-26)。

周蓮香、余欣怡、林思瑩、楊瑋誠、謝嘉煌、區家欣、王俊傑、劉明章、劉昱閏、林子皓。(2011b)。2011 宜蘭海域鯨豚生態調查研究結案報告。宜蘭縣立蘭陽博物館。取自：

<https://www.lym.gov.tw/export/pdf/2011-whale%26dolphin.pdf>

- 周蓮香、余欣怡。(2010)。2010 宜蘭海域鯨豚生態調查研究期末報告。宜蘭縣立蘭陽博物館。取自：<https://www.lym.gov.tw/export/pdf/2010-dolphin.pdf>
- 周蓮香、吳彥頡、張維倫、余欣怡。(2011a)。100 年度金門海域中華白海豚生態調查研究(三)。金門國家公園管理處。取自：<https://reurl.cc/o7Vv0V>
- 周蓮香、張維倫、葉志慧、柯孟辰、林子皓、吳彥頡、林明慶、余欣怡、劉明章、郭祥廈、王忠斌、陳飛龍。(2010)。99 年度金門海域中華白海豚生態調查研究(二)。金門國家公園管理處。取自：<https://reurl.cc/o7Vv7V>
- 周蓮香、張維倫。(2009)。98 年度金門海域中華白海豚生態調查研究。金門國家公園管理處。取自：<https://reurl.cc/x7pW6E>
- 周蓮香、魏瑞昌。(2013)。中華白海豚族群生態與棲地環境噪音監測計畫。行政院農業委員會林務局(101-林發-08-保-14)。
- 邵廣昭、余欣怡、姚秋如、蘇淮、呂翊維、莊守正、黃世彬。(2020)。臺灣百種海洋動物。海洋委員會海洋保育署。
- 姚秋如、顧芳祺、張沔、王志庭、郭偉望、周蓮香。(2013)。露脊鼠海豚在馬祖列島近岸水域之擱淺、誤捕與陸上觀察目擊紀錄所呈現的時間分布特性。特有生物研究保育中心，台灣生物多樣性研究(TW J. of Biodivers.) 15 (1): 33- 48。
- 研海生態顧問股份有限公司。(2022a)。111 年度臺灣白海豚保育專案管理計畫成果報告書。海洋委員會海洋保育署(111-C-52)。取自：<https://reurl.cc/aVZx23>
- 研海生態顧問股份有限公司。(2022b)。111 年度臺灣鯨豚族群調查計畫。海洋委員會海洋保育署(111-C-46)。取自：<https://reurl.cc/r53YOZ>

海洋委員會海巡署。(2024)。臺灣白海豚生態紀錄。瀏覽於 2024-10-11。取自：

<https://www.cga.gov.tw/GipOpen/wSite/lp?ctNode=10952&mp=marine>

海洋委員會海洋保育署。(2020)。中華白海豚野生動物重要棲息環境之類別及範圍。海保字第 10900069941 號 公告。取自：<https://law.oac.gov.tw/LawContent.aspx?id=GL000129>

海洋委員會海洋保育署。(2021)。臺灣白海豚保育計畫。海洋委員會海洋保育署。瀏覽於 2024-10-21。取自：<https://www.oca.gov.tw/ch/home.jsp?id=368&parentpath=0,296,360>

海洋委員會海洋保育署。(2023)。112 年海洋保育署白海豚資料庫。海洋委員會海洋保育署。瀏覽於 2024-10-18。取自：

<https://www.oca.gov.tw/userfiles/A47020000A/files/112%E5%B9%B4%E6%B5%B7%E6%B4%E8%B%E4%BF%9D%E8%82%B2%E7%BD%B2%E7%99%BD%E6%B5%B7%E8%B1%9A%E8%B3%87%E6%96%99%E5%BA%AB.pdf>

海洋委員會海洋保育署。(2024)。鯨豚保育計畫。海洋委員會海洋保育署。瀏覽於 2024-06-23。取自：<https://www.oca.gov.tw/ch/home.jsp?id=523&parentpath=0,296,360>

國立臺灣海洋大學。(2019)。108 年度臺灣周邊鯨豚族群調查計畫成果報告書。海洋委員會海洋保育署(108-C-28)。取自：<https://reurl.cc/eDGVdb>

張家茂、林佳宏、黃彥婷。(2022)。111 年度台灣西部沿海白海豚族群及水下活動監測與分析計畫成果報告書。海洋委員會海洋保育署(111-C-26)。取自：<https://reurl.cc/V4dWOOb>

張懿、張水鍇。(2021)。海洋保護區經營管理成效評估及輔導計畫成果報告書。海洋委員會海洋保育署(110-P-31)。

張懿、張水鍇。(2022)。海洋保護區經營管理成效評估及輔導計畫總結]報告。海洋委員會海洋保育署(111-P-17)。

連江縣政府。(2006)。95 年度馬祖海域鯨豚生態資源調查。連江縣政府。

連江縣政府。(2007)。96 年度馬祖海域鯨豚生態保育調查暨保育志工培訓。連江縣政府。

連江縣政府產業發展處、國立自然科學博物館、慶霖電腦股份有限公司。(2020)。109 年度
連江縣海洋野生動物及生態保育計畫。海洋委員會海洋保育署(109 海保 5.1 生 03)。

連江縣政府產業發展處。(2021)。110 年連江縣鯨豚保護區經營管理計畫。海洋委員會海洋保
育署(110 海保-6-綜-13A)。

連江縣政府產業發展處。(2022)。111 年連江縣海洋保護區經營管理計畫。海洋委員會海洋保
育署(111 海保-6-綜-13-A)。

連江縣政府產業發展處。(2023)。112 年度連江縣海洋野生動物及生態保育計畫。海洋委員會
海洋保育署(112 海保-021-生-A-16)。

黃彥婷、姚秋如、王珮蓉。(2018 年 12 月 7 日)。離岸風場的海洋哺乳動物生態調查和人員
培訓之建議-以英國為例。〔口頭發表〕。台灣風能學術研討會暨經濟部成果發表會,台南
市,台灣。

黃彥婷。(2021)。110 年度棉花嶼、花瓶嶼野生動物保護區巡護暨動植物生態調查委託案成果
報告書。基隆市動物保護防疫所(110AP02)。取自：

<https://www.klaphio.klcg.gov.tw/tw/klaphio/1354-130444.html>

黃彥婷。(2022)。111 年度棉花嶼、花瓶嶼野生動物保護區巡護暨動植物生態調查委託案成果
報告書。基隆市動物保護防疫所。取自：

<https://www.klaphio.klcg.gov.tw/tw/klaphio/1354-264844.html>

黃彥婷。(2023)。112 年度棉花嶼、花瓶嶼野生動物保護區巡護暨動植物生態調查委託案。基隆市動物保護防疫所(112AP02)。取自：<https://www.klaphio.klcg.gov.tw/tw/klaphio/1339-267315.html>

黃鈞漢、黃彥婷。(2020)。109 年台灣西部沿海白海豚族群監測計畫案成果報告書。海洋委員會海洋保育署(109-C-23)。取自：<https://reurl.cc/M0eeNv>

黑潮海洋文教基金會。(2024)。與抹香鯨相遇-你拍的照片也可以做保育。瀏覽於 2024-10-18。取自：<https://amazing-gold-239.notion.site/100230f04b7b4843873a6f765535423a>

經濟部能源局。(2016)。離岸風電區塊開發政策評估說明書定稿本(1050020A)。取自：<https://eiadoc.moenv.gov.tw/eiaweb/11.aspx?hcode=1050020A&srctype=0>

農業部漁業署。(2014)。臺灣的海洋保護區：五、我國海洋保護區保護等級分類系統。瀏覽於 2024-10-21。取自：https://www.fa.gov.tw/view.php?theme=web_structure&id=467

臺灣生命大百科。(2017)。瀏覽於 2024-10-24。取自：<https://taieol.tw/pages/73545>

臺灣物種名錄 Catalogue of Life in Taiwan。(2023)。瀏覽於 2024-10-24。取自：<https://taicol.tw/zh-hant/taxon/t0076154>

劉威廷、黃彥婷、侯雯。(2021)。110 年度台灣西部海域白海豚族群生態監測計畫成果報告書。海洋委員會海洋保育署(110-C-49)。取自：<https://reurl.cc/j1AnAn>

附錄二 專有名詞對照表

中文專有名詞	英文專有名詞 / 英文縮寫
班克斯半島 2050 年生態願景	2050 Ecological Vision for Te Pātaka o Rākaihautū Banks Peninsula
聲學驅離裝置	Acoustic Deterrent Devices / ADD
副函數	Adjustment terms
《黑海、地中海和鄰近大西洋區鯨豚類保育協定》	Agreement on the Conservation of Cetaceans of the Black Sea, Mediterranean Sea and Contiguous Atlantic Area / ACCOBAMS
赤池資訊量準則	Akaike Information Criterion / AIC
輔助保育	Ancillary Conservation
Argos 標籤接收器	Argos CLS Platform Finder
班克斯半島生物多樣性概念計畫	Banks Peninsula Biodiversity Concept Plan
班克斯半島保育信託基金會	Banks Peninsula Conservation Trust
紐西蘭班克斯半島海洋哺乳動物庇護區	Banks Peninsula Marine Mammal Sanctuary
貝特森立方體	Bateson Cube
生物重要區域	Biologically Important Areas / BIA
活組織採樣	biopsy sampling

中文專有名詞	英文專有名詞 / 英文縮寫
緩衝區	Buffer Zone
候選重要海洋哺乳動物區域	Candidate Important Marine Mammal Areas / cIMMA
坎特伯雷-奧拉基保育委員會	Canterbury Aoraki Conservation Board
《坎特伯雷區生物多樣性策略》	Canterbury Biodiversity Strategy
坎特伯雷區	Canterbury Region
坎特伯雷區議會	Canterbury Regional Council，也稱為 Environment Canterbury
鯨類關鍵棲息地	Cetacean Critical Habitat
基督城	Christchurch City
基督城市議會	Christchurch City Council
《基督城市議會生物多樣性策略》	Christchurch City Council Biodiversity Strategy 2008-2035
聯邦島嶼	Commonwealth Islands
(紐)保育法	Conservation Act 1987
區域保育委員會	Conservation Board
《藍鯨復育計畫》	Conservation Management Plan for the Blue Whale
《南露脊鯨復育計畫》	Conservation Management Plan for the Southern Right Whale

中文專有名詞	英文專有名詞 / 英文縮寫
保育管理計畫	Conservation Management Plans
保育管理策略	Conservation Management Strategy
保育公園區	Conservation Park Zone
《保護服務計畫》	Conservation Service Programme
餘弦調整	Cosine adjustment
克萊姆-馮米賽斯檢定	Cramer-von Mises Test
極度瀕危	Critically Endangered / CR
紐西蘭保育局	Department of Conservation / DOC
生態系統服務	Ecosystem Services
有效寬帶距離	Effective Strip Width / ESW
環境適宜性	environmental suitability
歐洲受保護物種	European Protected Species
假腮裂	false gill
紐西蘭漁業署	Fisheries New Zealand
漁業死亡限額	Fishing-related Mortality Limit
基礎棲位	fundamental niche
一般使用區	General Use Zone

中文專有名詞	英文專有名詞 / 英文縮寫
廣義加成模型	Generalised Additive Models / GAMs
廣義線性模型	Generalized Linear Models / GLMs
硫酸慶大黴素	Gentamicin sulfate
空間對位	Georeference
適合度檢定	Goodness-of-fit Test
大堡礁海洋公園	Great Barrier Reef Marine Park / GBRMP
棲地保護區	Habitat Protection Zone
棲地適合度	habitat suitability
半常態分布函數	Half-Normal function
風險率函數	Hazard Rate
赫氏矮海豚與毛伊海豚研究策略	Hector's and Māui dolphin Research Strategy
《赫氏矮海豚與毛伊海豚威脅管理計畫》	Hector's and Māui Dolphin Threat Management Plan 2020
厄米多項式調整	Hermite Polynomial adjustment
重要野鳥棲地	Important Bird Area
重要海洋哺乳動物區域	Important Marine Mammal Areas / IMMAs
生物多樣性就地保育	<i>in-situ</i> Conservation of Biodiversity

中文專有名詞	英文專有名詞 / 英文縮寫
國際自然保護聯盟	International Union for Conservation of Nature / IUCN
國際捕鯨委員會	International Whaling Commission / IWC
英國聯合自然保護委員會	Joint Nature Conservation Committee / JNCC
主要函數	Key function
科摩哥洛夫-史密諾夫檢定	Kolmogorov-Smirnov Test
侵入式 A 型遠距拋射之 LIMPET 帽貝錨定系統	Low Impact Minimally-Percutaneous External-electronics Transmitter / LIMPET
海洋保育區	Marine Conservation Zones
海哺動物保護區工作小組	Marine Mammal Protected Areas Task Force / MMPATF
《班克斯半島海洋哺乳動物保 育公告》	Marine Mammals Protection (Banks Peninsula Sanctuary) Notice 1988
(紐)海洋哺乳動物保育法	Marine Mammals Protection Act 1978
海洋國家公園區	Marine National Park Zone
海洋公園	Marine Parks
海洋保護區	Marine Protected Area / MPA
海洋保留區	Marine Reserves
海洋庇護區	Marine Sanctuaries
最大熵模型	Maximum Entropy Models / MaxEnt

中文專有名詞	英文專有名詞 / 英文縮寫
最低出現臨界值	Minimum Training Presence, Lowest Presence Threshold
單型屬	monotypic genera
美國國家海洋暨大氣總署	National Oceanic and Atmospheric Administration / NOAA
國家海洋合作計畫	National Oceanographic Partnership Pro-gram / NOPP
國家公園管理計畫	National Park Management Plan
新孢黴素	Neosporin
紐西蘭自然保護局	New Zealand Conservation Authority / NZCA
海洋禁漁區	No-Take Zones
美國海軍研究辦公室	Office of Naval Re-search / ONR
其他有效保育區域	Other Effective Area-based Conservation Measures / OECM
離群值	Outlier
皮卡汀尼導軌	Picatinny rail
像素	Pixel
地域型	place-based
初步感興趣區域	preliminary Areas of Interest / pAoI
保留區	Preservation Zone
初級保育	Primary Conservation

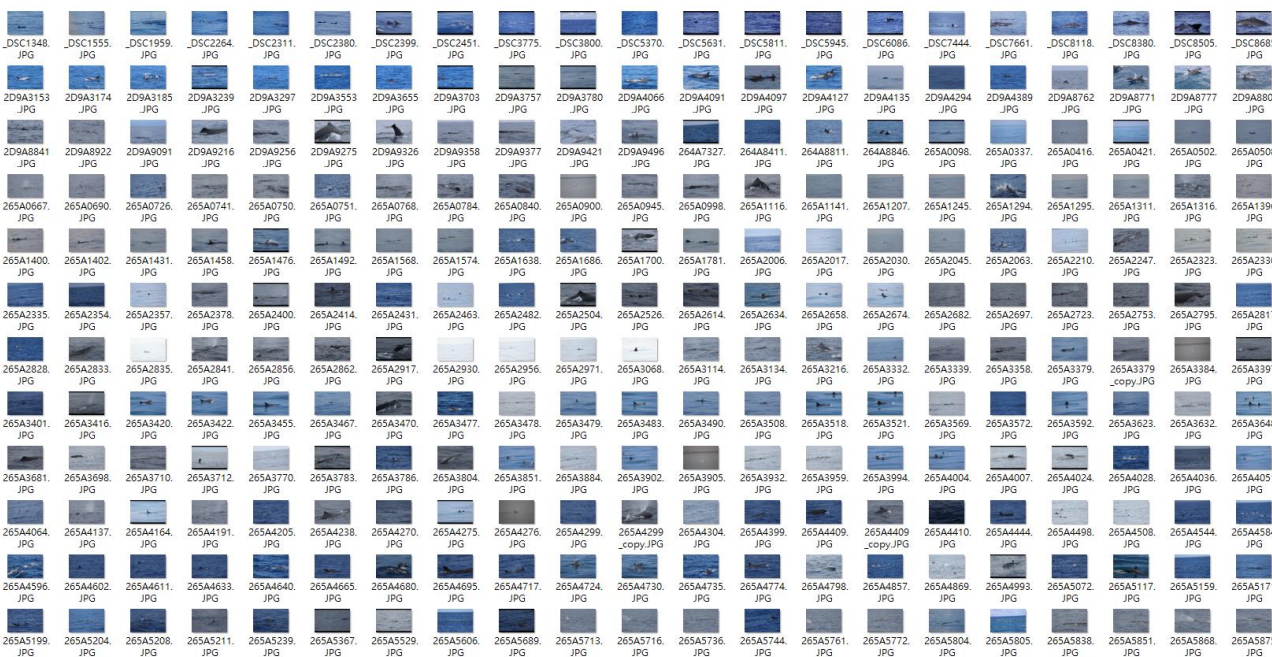
中文專有名詞	英文專有名詞 / 英文縮寫
生產力敏感性分析	Productivity Susceptibility Analysis / PSA
現實棲位	realized niche
《坎特伯雷區域沿海環境計畫》	Regional Coastal Environment Plan for the Canterbury Region
區域業務組	Regional Operations Group
穩健性	Robustness
嘴喙	rostrum
科學研究區	Scientific Research Zone
次級保育	Secondary Conservation
半自然	semi-natural
簡單多項式調整	Simple Polynomial adjustment
海洋哺乳動物學會	Society for Marine Mammalogy / SMM
源棲地	source habitat
南島赫氏矮海豚誤捕減少計畫	South Island Hector's Dolphins Bycatch Reduction Plan
特別保護區	Special Areas of Conservation
物種分布模型	species distribution model / SDM
物種盛行率	species prevalence

中文專有名詞	英文專有名詞 / 英文縮寫
法定規劃文件	Statutory Planning Documents
亞種	subspecies
共域	sympatric
同物異名	Synonym
臺灣生物多樣性機構	Taiwan Biodiversity Information Facility / Taibif
台灣生物多樣性網絡	Taiwan Biodiversity Network / TBN
鯨豚擱淺資料庫	Taiwan Cetacean Stranding Network / TCSN
分類委員會	Taxonomy Committee
棲息地和物種保護條例	The Conservation of Habitats and Species Regulations 2010 / HR
近海海洋保護條例	The Offshore Marine Conservation(Natural Habitats, &c.)Regulations 2007 / OMR
《保護歐洲受保護物種免受傷害及干擾指引》	The Protection of Marine European Protected Species from Injury and Disturbance
棲位適合性臨界數值	Thresholding in Species Distribution Models
弓漿蟲病行動計畫	Toxoplasmosis Action Plan
型態	type
均勻分布函數	Uniform function

中文專有名詞	英文專有名詞 / 英文縮寫
世界保護區委員會	World Commission on Protected Areas / WCPA
世界海洋物種目錄	World Register of Marine Species / WoRMS
海洋保育網	iOcean

附錄三 提供目擊鯨豚照片簡圖

照片維持原始檔名並使用資料夾進行編號及分類，資料夾命名方式為目擊日期_調查區域簡稱_群次_鯨豚物種中文俗名。



附錄四 第一次期中審查意見回覆對照表

[海保生字第 1120007268 號]

審查意見	辦理情形
(一)王委員浩文/國立成功大學	
一、 P.12 此次有將前一陣子黑潮基金會上傳到網路 database 的資料抓入做分析，這可以有效的補足花蓮外海鯨豚出現的相關資料，後續可討論是否要將這一部分資料做仔細分析。	感謝委員建議，黑潮基金會的資料已納入公民科學資料的計算中。
二、P.18-22 針對團隊提出對於國內幾種鯨豚“名稱”(如表三)的議題，在不確定其確認種類時，例如：真瓶鼻或印太瓶鼻時，或可將其以“瓶鼻海豚”做紀錄或標示，但是建議每一筆此幾類不確定種類出現時，如有任何細部相關資料(如：照片或描述)此類細部資料需確實保留，以利後續協助種類區分或確認的依據。在真海豚的部份，因在擱淺個體部份，有的確實可以分辨出是長吻或短吻，同上面討論瓶鼻海豚議題，無論何種方式呈現，都需保留原始資料，以利後續或未來的區分依據。	感謝委員建議，本計畫在蒐整國內鯨豚的目標和擱淺資料時皆會保留所有的原始資料欄位，係因各調查單位或不同的人員記錄時常有分類學紀錄上的寫法差異，但為統計需要，本計畫透過新增欄位並重整易混淆的分類群做為物種區分的依據，詳細內容可參考內文 4.2.1 章。
三、 P.22 內文描述的小抹香鯨與侏儒抹香鯨的文字描述內容相反，請仔細確認。	感謝委員指正，已勘誤。
四、 P.26 文字部份倒數第 7 行後半提到“故整體而言，2000 年後會較穩定…”此種說法需較謹慎，在 2000 年~2015(或 2016)年間，隨著手機相關軟硬體之普及，長時間海洋保育意識的建立，都是不同階段性的使得資料覆蓋度慢	感謝委員建議，本團隊會納入後續報告撰寫建議，並同步分析不同時期之資料來源特性。

審查意見	辦理情形
慢提升，目前的資料大致可以建議是 2018 年後才趨向穩定。	
五、 P.31 圖 8 的內容，建議另外再針對台灣“本島”的露脊鼠海豚曲線，獨立呈現，再做進一步說明或分析的說明基礎。	感謝委員建議，已將露脊鼠海豚擱淺位置依本島與各離島區分，並分別計算歷年擱淺數量變化趨勢。
六、 P.36 表 6 其中提到客觀性的參考原文來源請補充？	感謝委員建議，生態風險評估分層式架構的內容主要參考自美國 EPA 的 Guidelines for Ecological Risk Assessment(1998)。
七、 P.47 第 2 段文字提到，相關的開發案的方式或行為中，建議加入“震測”這一部份。	感謝委員建議，由於震測在國內的環評中常是包含在各項的海域工程事前地質調查項目，但並不一定有海洋哺乳類的調查結果呈現，因此優先彙整有海洋哺乳類調查結果的書件。
八、 P.48 文字最後倒數第 2 行，是“1990 年”公告的，請修正。	感謝委員指正，已勘誤。
九、 賞鯨規範的發展方向部份，請加入海保署這幾年確實在推動“友善賞鯨”的相關內容。	感謝委員建議，相關敘述請參酌報告章節 4.5.5。
十、 表 13 部份，可在“備註”欄加上是哪一個航段(例如起訖地點)的資料以利完全訊息。	感謝委員建議，已在表格中新增調查區域以利對照資訊。
十一、 P.94-95 海豚假體在測試時，其露出水面的部份，是否要做露出水面高度的調整，以模擬實際野放海豚游動時，其大小、比例、時機等的狀況擬真的練習？	感謝委員建議，內文的論述已調整，請參考報告內文 4.3.7 章。
十二、 P.107(B)IWC 是在 1946 年簽署捕鯨管制公約，1948 年才正式成立，建議修正描述。	感謝委員建議，相關描述已調整內容。

審查意見	辦理情形
十三、 P.124 參考文獻調整排列方式(不要縮排)，以利版面整齊。	感謝委員建議。排版方式將依據委員建議修改。
張委員學文/國立中山大學	
一、 有效目擊紀錄在公民回報類別，有 5 個資料庫只到 2021/2022 年，新的資料是否有困難無法取得？所有的資料庫會不會有重複情形？	感謝委員建議，公民科學資料庫皆有定期檢視是否有新的資料持續上傳，若期間無資料更新則會以最後更新日期為主；各資料庫所取得資料也會合併檢視，在核實時則會剔除重複資料避免重複計算。
二、 環評書件有些海域工程如天然氣海地輸氣管線、港灣開發等亦有鯨豚調查資料，應可收錄。	感謝委員建議，將於後續的資料彙整作業再逐步納入不同類型的案件資訊。
三、 表 4 引用 Jefferson & Wang 2011 在寬脊鼠海豚亞種名下，應是“無亞種”，而非“未包含亞種”。	感謝委員提醒，表格內容已調整。
四、 瓶鼻海豚兩種及寬脊露脊鼠海豚兩亞種(或種)在海上觀察可能不易分辨，但擱淺的似乎沒有問題，是否考慮如(小抹香鯨、侏儒抹香鯨)、(真海豚、長吻真海豚)在擱淺資料一樣仍分開，增加資料訊息作為保育參考。	感謝委員建議，本計畫在蒐整國內鯨豚的擱淺資料時皆會保留所有的原始資料欄位，係因各調查單位或不同的人員記錄時常有分類學紀錄上的寫法差異，且這些資料若無明確的照片佐證或後續的分子生物學鑑定時則難以回溯資料紀錄的正確性，但為統計需要，本計畫透過新增欄位並重整易混淆的分類群做為物種區分的依據。詳細內容可參考內文 4.1.2 章。
五、 露脊鼠海豚海上目擊紀錄非常少。但是擱淺新增總數/有效筆數(43/38)幾乎和其他海豚相	感謝委員建議，後續在彙整擱淺資料時也會持續確認相關資訊。

審查意見	辦理情形
當(52/40)，是一警訊，建議海保署追蹤研究其原因。	
六、 鯨豚威脅熱區評估以花東海域為示範區域，其中衝擊因子海域開發離岸風電對鯨豚聽覺影響未發生在花東，另有逕流廢汙水，但未多探討，殊為可惜。賞鯨活動規範及鯨豚混獲應是花東地區威脅熱區探討重點，計畫在鯨豚混獲這方面可能只能整理他人研究做一報告，倒是賞鯨規範可做較深入探討。	感謝委員建議，本計畫為兩年期報告，各項衝擊因子相關資料量和研究文獻數量較多。因目前西部海域開發案件、尤其離岸風電數量較多，故彙整時優先以離岸風電相關的影響進行彙整。後期包含汙水排放、賞鯨活動等，也正在收集相關的資料並進行分析，預計將於期末報告時呈現。
七、 利用十字弓作為衛星發報器錨定用具是否國外已有案例？130-150 磅數的十字弓力量驚人，過去我們用在外來種移除上，雖然有減速裝置，仍會直接射穿，宜審慎考慮。	感謝委員建議，國外已有各種鯨豚錨定案例，並在本次評估目標物種瑞氏海豚也有執行案例，且國外有使用更高動能之高壓槍擊發錨定大型鯨豚上。本標放設備發報器設計是將動能分散至一定面積，並且部分動能將會隨箭體導引彈出，並非移除外來種所使用之穿透或彈刀放血箭頭，在國外經驗以及本團隊目前測試，在符合安全使用情境下，不會導致穿透鯨軀體。
王委員建平/國立成功大學	
一、 P.15 彙整環保署的環評書件資料較少，近年風力發電開發調查案很多，請盡可能補足資料完整性。	感謝委員建議，離岸風電的調查資料已在彙整之調查資料中，請參考報告章節 4.2.1。
二、 P.28。布氏鯨與大村鯨的部份照片應可明顯分出，若分不出就寫 sp.，表內種名 edeni 是鯢鯨，布氏鯨是 bryde。	感謝委員建議，物種學名係參考各國國際單位所提供的物種名錄進行整理。本計畫在蒐整國內鯨豚的擱淺資料時皆會保留所有的原始資料欄位，係因各調查單位或不同的人員記錄時常有分類學紀錄上的寫法差異，且這些資料若無明確的照片佐證或後續的分子

審查意見	辦理情形
	生物學鑑定時則難以回溯資料紀錄的正確性，在統計時僅能依據現有的資料進行整理，若有資料缺失或疑問時則會視情況判定為無效資料。
三、 P.35 建議將兩個表格 IUCN 及他人研究的部份，彙整成一個在台灣的風險評估表，提供署內推動政策之參考。	感謝委員建議，國內的部分將會根據國際經驗，彙整資訊後與國內的專家學者討論，並於期末前產出是用於國內的風險評估參考建議。
四、 P.46-47 圖 13，已知衝擊來源及衝擊因子，在台灣應如何落實降低該因子，可提出建議署內的做法，例如：進行水下錄音，確認背景值是否已達噪音等級，而非僅做鯨豚觀察，最好增加計畫才有助於數據蒐集及結果分析。	感謝委員建議，不同衝擊因子在風險評估上會有相似或相異的資料分析來源和需求。考量到我國海域鯨豚組成多元、自然和人文環境複雜之特性，完整的資料收集建議將於期末報告進行分析討論後呈現，以利未來工作研擬時參閱。
五、 P.53 鯨豚誤入港的問題，請蒐集國外資料提出處置的建議。	感謝委員建議，相關資料將於本計畫期末報告時一併討論和呈現。
六、 P.90 標放使用的船舶種類是哪一種？是否有獸醫的規劃配置？	感謝委員提問，目前實務測試上以 CT2 以上船舶為載台，未來的船舶型態和獸醫配置，會於報告中說明。
羅委員進明/海洋保育署	
一、 P.3 提到 EBM 框架，但參看 P.9 圖 1 的各工作項目預定進度，與一般的甘特圖在目標及時間管理意涵上，有何不同？對本計畫的特殊意義之處為何？	感謝委員建議，EBM 框架主軸為強調各方資訊的蒐集和彙整。主軸是對於既有和潛在利益相關人盤點和意見的辨識。成果有利於未來在保育工作和保護區規劃研擬時，參與者工作分配和期程制定之重要參考，以利提升計畫落地時的實務可行和參考。

審查意見	辦理情形
<p>二、 P.7 有提到第三次期中預定工作進度-鯨豚標放演練系統測試與建置，請問本計畫規劃此演練系統之初步想法?是否會有一系統?</p>	<p>在本次進度已在本報告章節三中提出演練系統以及相應的方法與系統初步架構，未來會依照本方法進行演練與滾動修正。</p>
<p>三、 以 P.19 提到使用資料建議統一以「新鼠海豚屬」之名稱為例，此在分類及統計上是否周延，有無進一步的參考文獻補充說明，以提供本署參考。</p>	<p>感謝委員建議，本計畫在蒐整國內鯨豚的目標和擱淺資料時皆會保留所有的原始資料欄位，係因各調查單位或不同的人員記錄時常有分類學紀錄上的寫法差異。且分類學資料會根據研究資料的累積不斷的更新，但為統計需要，本計畫透過新增欄位並重整易混淆的分類群做為物種區分的依據，詳細內容可參考內文 4.2.1 章。</p>
<p>四、 P.39 有提到臺灣鯨豚威脅熱區之評估，此種評估僅適合花東海域，或以目前西部海域所累積的科學調查資料，可適用及提供熱區嗎？如不足，則未來上可補足哪些的努力及調查建議。</p>	<p>感謝委員提問，本島周圍海域除花東和白海豚重要棲地之外的資訊略顯不足，完整的資訊仍須進一步的研究規劃和資料分析。本計畫將於期末報告討論並呈現未來各區和不同鯨豚的調查建議和方向。</p>
<p>五、 P.51 探討鯨豚誤捕研究，所引用的資料為 2004 年，是否過於老舊？</p>	<p>感謝委員建議，此篇文獻為我國討論鯨豚誤捕之關鍵科學、系統性之研究報告。考量到資料的彙整和掌握，仍建議納入評估。後續也於保育計畫規劃時，討論未來重啟調查之期程和內容。</p>
<p>六、 有人說對大自然動物而言，最少的人為干擾就是最好的保育，而賞鯨活動是否值得鼓勵，以團隊的理解，台灣在東部或西部的海域，有無發展陸上遠距欣賞鯨豚活動的可能性。</p>	<p>感謝委員建議，我國周邊海域以小型鯨豚為主，相對可以陸地觀察的大型鯨豚(如:沖繩和南非的大翅鯨)有物種特點和地理環境(西部潮間帶廣闊、東部多崎嶇)的限制，船隻應為較可行之載具。建議以完善業者賞鯨規範、推動遊客對友善賞鯨船家的選擇、在地社區對鯨豚族群共存榮之認同等，發展生態環境和經濟發展之永續。</p>

審查意見	辦理情形
七、 西部開發案件多，對於鯨豚生態、資源及分布狀態的掌握部份，團隊有何建議，以供本署未來相關調查規劃之參考。	感謝委員建議，因應西部大量的離岸風電開發案件，以及既有的白海豚調查計畫皆正在執行的情況下，建議應可持續追蹤並彙整離岸風電各案場之鯨豚調查歷年成果；西部海域近岸白海豚調查則建議應持續進行，以利掌握族群變化情況。
八、 P.65 表格之群體數是指每一群的鯨豚個體數?請註明。	感謝委員建議， 表格已調整呈現方式以利閱讀。
林委員天賞/海洋保育署	
族群調查包括花東海域及非花東海域優先調查區，本案規劃有 20 趟次的調查，每趟次的路徑及所需花費的時間及經費是否已有安排？請予以說明。	感謝委員建議，調查路線皆以工作計畫書所提供之調查航線為執行原則，如果調整或變更需求時也會像署內敘明原因，同意後執行，並且比對前後差異。
吳委員龍靜/海洋保育署	
一、 P.31 圖 8 有關露脊鼠海豚的資料建議區分本島及離島，本島的部份並說明縣市別的數量變化，以釐清外界對於離岸風電建設與此數據是否有關聯。	感謝委員建議，已將露脊鼠海豚擱淺位置依本島與各離島區分，並分別計算歷年擱淺數量變化趨勢。
二、 P.46 “(B)” 標題和內容不符，後續整理請再重新歸納。	感謝委員建議，報告章節架構已做調整。
三、 P.49 周(2006)所述飛旋海豚可能受賞鯨船影響，有往外移動現象，因該報告距今超過 10 年，現況如何？鯨豚混獲分析，建議區分漁種別，因國外混獲的作業漁法與國內不盡相同。	感謝委員提問，口頭與賞鯨業者交流時，有部分業者認同外移說法， 部分業者則表示與當天的天候海況有關。然因 2012 年後宜蘭海域鯨豚時空分布趨勢現況無完整的系統性調查，暫無法與當年比較。鯨豚混獲分析部分，係以當年報告為基礎的方式呈現；

審查意見	辦理情形
	<p>期末報告將再參考專家和國際案例進行區分討論。</p>
<p>四、 P.61 鯨豚族群調查目的為何？可否說明清楚，例如：長期調查種類變化或針對某地區特定族群調的估計？或是長期變化的趨勢？建議提供可掌握的數量有哪些？提供給本署建議。</p>	<p>感謝委員建議， 鯨豚族群調查目的為收集未來保育工作和保護區規劃時，必要之鯨豚生活史、族群變動因子和時空分布資訊等關鍵資訊。截至本期報告已先提供掌握花東(花蓮港至台東新港)海域鯨豚關鍵物種組成、時空分布資料等，每年應執行的最低調查量。其他海域之相關建議也將於期末報告時一併討論和呈現。</p>
<p>五、 白海豚目擊和辨識的資料，希望瀏覽過去文獻以瞭解辨識及應用的情況，是否可能透過辨識資料來估計白海豚數量的變化，未來在白海豚數量估計和 PhotoID 辨識上應如何規劃，可否提供建議。</p>	<p>感謝委員建議，鯨豚照片的個體辨識在國際研究中，時常用於調查區域中的個體數量估算依據，且因白海豚在外觀上有明顯的年齡變化特徵，同時也可以用於檢視族群年齡結構。根據紐西蘭 Gormley 等人的經驗，照片辨識不僅可用於估算族群的大小、繁殖率、出生及死亡率、族群成長率等生物重要資訊，長期調查也是掌握族群變化的關鍵指標，也是作為保育資訊和有效性評估的重要背景資料。此部分完整工作已另有署內委託之專業團隊進行中，提供包含公開的個體目錄等資訊。建議未來以此目錄，要求所有於白海豚重要棲地環境執行鯨豚調查之團隊(如：離岸風電近岸鯨豚調查)需進行個體辨識與回報；其他非鯨豚專題研究但有拍攝到白海豚影像者(如：漁民巡護艦隊)，交由專業團隊進行辨識彙整。將有助於族群個體的現況掌握。</p>

附錄五 第二次期中審查意見回覆對照表

[海保生字第 1120013443 號]

審查意見	辦理情形
張委員學文/國立中山大學	
一、P.15，目擊鯨豚 43 群次(有效目擊 33 群次)，但表 3 有效目擊合計就有 36 群次，數字上何者正確？請再修正。	感謝委員建議，鯨豚目擊群次計算方式已調整描述內容。
二、無效目擊或無效群次請定義。	感謝委員建議，相關敘述已新增在內容中，請參考報告章節 4.1.1。
三、瑞氏海豚 (n=9，28%)，建議用(9 群次，28%)，n=9 一般在統計指樣本大小，通常在有統計數值如平均數時使用。	感謝委員建議，相關描述已調整。
四、P.29，兩個不同的調查團隊，報告成果將來會公開，建議可以將團隊名稱寫出來。	感謝委員建議，團隊名稱呈現部分，會與署內確認後進行調整。
五、P.31，表 6 同上(n = 4)用(4 群次，40%)，另 108 年群次加總為 9 次，而非下面的 10 次。	感謝委員建議，相關描述已調整。
六、P.42，表 8 環保署環境許可資料，仍有台中港改建、馬祖機場改建等資料可納入參考。	感謝委員建議，將於後續的資料彙整作業再逐步納入不同類型的案件資訊。
七、P.54，同上(n =13，41%) 建議用(13 筆，41%)。	感謝委員建議，相關描述已調整。
八、P.57，露脊鼠海豚學名用 <i>Neophocaena</i> spp.，一般 spp. 指幾種未確定物種，sp. 指一種。	感謝委員建議，因早期的分類資訊尚不明確，亦難以回溯資料紀錄，表格中 <i>Neophocaena</i> spp.指可能有印太露脊鼠海豚

審查意見	辦理情形
	(<i>Neophocaena phocaenoides</i>) 及窄脊露脊鼠海豚 (<i>Neophocaena asiaeorientalis</i>)兩種同時包含的情況。
九、P.58，露脊鼠海豚新鼠海豚屬擱淺事件在離島尤其是金門、馬祖的比例很大，是否有更多的資訊可以對其保育做一些先期的準備，這將來可能成為白海豚之後的下一個保育重點。	感謝委員建議，已將露脊鼠海豚擱淺位置依本島與各離島區分，並分別計算歷年擱淺數量變化趨勢。
十、P.59，MaxEnt 模型使用的方法可介紹一下，在 64 頁資料訓練的筆數？可靠度多少是否也可有數據？	感謝委員建議，關於MaxEnt 模型介紹已新增在內文；本期報告為訓練的測試資料，因此著重在資料的前處理以及更多潛在應掌握的資料討論。
王委員浩文/國立成功大學	
一、P.2，蒐集分析鯨豚群資料部份，黑潮今年發表與上傳花蓮海域鯨豚 data，是否有考慮後續要納入。	感謝委員建議，黑潮基金會的資料已納入公民科學資料的計算中。
二、口頭報告中有提到 11 月在高雄外海新航線有目擊弗氏海豚？群體大小？建議提供 Raw data。	感謝委員建議，該次目擊為瑞氏海豚與弗氏海豚於同地點目擊，海豚群體數量約 70-90 隻，該群次影像紀錄也已包含在繳交的照片當中。
三、海豚練習的假體背鰭是否太大？	<p>感謝委員建議，假體製作係根據測量瑞氏海豚體長建模製作，以模擬瑞氏海豚在換氣時的海面上面積。</p> <p>在第一版假體為試做型，目的在測試可行性，最終板目前第三版本已利用雷射測量法測量實際面積並改良，所以背鰭與出水面積應合乎實際狀況。</p>

審查意見	辦理情形
四、P.21，表 4 中的 5 月 14 日高雄自主調查是舊航線或新航線？	感謝委員提問，自主調查時並未依照特定航線調查，而是依照船家經驗尋找過往鯨豚出沒紀錄較多的區域搜尋，並以此經驗作為航線外推的建議根據。
五、Citation 的引用方式，例如 P.29 第 3 段之海大(2019)的引用方式請做確認。	感謝委員建議，引用文獻皆依照 APA 第七版的範例撰寫，但若中文報告書中未揭露計畫主持人或主要的計畫執行人員時，僅能在引用時以承接計畫的單位標註。本團隊也將於期末報告時撰寫時，與署內確認欲呈現的方式。
六、P.34，圖 21 有拍攝到 Kogia 是否有高清的檔案或前後秒數的影像截圖檔可供辨識。	感謝委員建議，報告內容中僅擷取部分照片呈現，該影像紀錄已包含在繳交的照片當中。
七、P.58，露脊鼠海豚更名的依據需再進行討論，另擱淺數量逐年上升，尤其是外島，背後原因的影響因子分析？	感謝委員建議，本計畫在蒐整國內鯨豚的目擊和擱淺資料時皆會保留所有的原始資料欄位，係因各調查單位或不同的人員記錄時常有分類學紀錄上的寫法差異。且分類學資料會根據研究資料的累積不斷的更新，但為統計需要，本計畫透過新增欄位並重整易混淆的分類群做為物種區分的依據；另由於鯨豚擱淺的潛在原因眾多，且仰賴事後解剖報告的分析資訊才有機會推論，難以直接就擱淺趨勢判定影響原因。
王委員建平/國立成功大學	
一、P.15，如同張學文委員意見，有效目擊 33 次的資料差別請確認。	感謝委員建議，鯨豚目擊群次計算方式已調整描述內容。

審查意見	辦理情形
二、P.27，有完整的鯨豚目擊記錄，但生態因子僅有描述未有完整數據，應可進一步探討族群生態中的生物多樣性指標、歧異度、食性分析，資料完整就可進行主成份分析、群聚分析等相關指標分析。	感謝委員建議，我國鯨豚物種豐富，然不同鯨豚物種資料完整性落差較大。本團隊將於期末報告以可掌握之鯨豚現況，選用資料量和品質達分析門檻之物種進行分析。
三、P.38，所提到之季節、時空分布等資料尚未進行分析，建議可針對重要物種（例如：白海豚）分析。	感謝委員建議，將於期末報告以可掌握之我國鯨豚現況，選擇資料量和品質達可分析門檻之鯨豚物種，借鑑國際經驗進行分析。
四、P.43，水質、生態基礎資料在執行調查期間請盡可能蒐集及分析。	感謝委員建議，於天候海況良好時，皆會盡可能蒐集水文資料，如遇風浪不佳影響調查人員作業安全時，則會視情況調整採樣頻度。
五、P.58，John Wang 曾做過金門鯨豚資源調查，建議可以從野外調查資料評估族群是否增加或減少，而非僅靠擱淺資料。	感謝委員建議，本計畫揭會盡可能蒐研各調查計畫或公民科學資料庫，並彙整逐筆目擊資料的經緯度及日期。
六、P.59，水深、食餌的分布等資料很重要，建議應加入。	感謝委員建議，本計畫會盡可能蒐研公開資料庫可取得資訊進行模擬測試。
七、P.91，陸地上射擊成功率多少？水面上成功率可能會下降應考量。	感謝委員提問，因第二次期中報告預定進度尚未包含實際演練工作。陸上演練目的在於練習器材熟練度與人員合作流程，在第二次期中報告的目的提出演練方式，在期中審查後採納署內與各位委員的意見完備後，再進行演練。
八、P.116，海洋保護區是將來劃設的重點，建議可考慮將繁殖區加入。	感謝委員建議，相關的國際案例將納入本計畫期末報告呈現，以利未來本島海域鯨豚繁殖區的空間和時間分布資料充足時，納入評估規劃之指標。

審查意見	辦理情形
羅委員進明/海洋保育署	
一、前次審查委員的意見回復辦理情形，請列表整理放入本報告中，以方便審閱。	感謝委員建議，已調整報告框架並納入。
二、P.53 從本計畫鯨豚目擊點位密度圖搭配鯨豚擱淺資料，團隊目前可以歸納出其之間的關聯性如何？尤其針對擱淺熱點之分布，是否可在未來期末報告時，提供相關資訊。	感謝委員提問，本計畫鯨豚目擊點位密度圖與鯨豚擱淺資料之資料，需考量資料的來源和特性，預計將於期末報告時呈現和說明可應用於評估之範疇。
三、計畫執行至目前目擊鯨豚群次有 43 群次，此對於台灣周邊海域之鯨豚活動、種類、分布位置、季節等之分析，有達到哪些啟示，如果要據以對外界說明，尤其台灣西部沿海離岸風場的鯨豚數量、豐度等，尚需補足哪些努力？團隊看法如何？	感謝委員提問，本計畫和調查航線設計之主要目的為台灣周邊海域的鯨豚資源初探。截至本期的鯨豚目擊資源，初步可推論原有之花蓮港至台東成功，仍為本島穩定、豐富度高之重要海域，且為當地之族群量和變化趨勢評估，調查航次應持續維持每年 8-10 趟以上。其他首次初探的航線，初步顯示本島西南側(高雄外海)為潛在的熱區，然因累積資料不足尚無法評斷空間和時間之趨勢；建議未來應有至少 3 年的完整計畫，評估該區合適之調查方法和航次數。台灣西部沿海離岸風場的鯨豚數量、豐度等評估，則建議應進行跨區整合，向開發商取得完整原始資料後，進行分析和分布模型建置。
四、衛星發報器標放演練狀況如何，實用性如何，未來打算如何實際進行標放作業，規劃情形如何？	感謝委員提問，本期已完成初步的實務測驗和可行性評估，成果良好。完整的分析和未來工作建議，將於期末報告一併呈現。
五、有辦理鯨豚調查及保育推廣課程，內容相當豐富實用，請問有哪些可以運用 TCO 制度的培訓參考。	感謝委員建議，TCO 的重要工作之一為發現鯨豚、熟悉鯨豚物種辨識以及充分了解打樁工程的施作過程，以利在發現鯨豚時能即時通報能正確提供施工團隊保護措施建議。

審查意見	辦理情形
	與海上鯨豚調查的教育推廣活動，則和鯨豚的物種辨識及如何發現鯨豚有較高的相關性。
六、P.177 提到人文背景資料蒐集，有關賞鯨規範的發展方向，如果從經濟面向而言，賞鯨經濟規模、產值、生態旅遊價值部分，煩請亦能補充，以供政策規劃之參考。	感謝委員建議，本計畫主要著重於鯨豚現況資料、棲地環境和風險衝擊評估等面向，考量到產業經濟和價值評估有其專業性，將於期末報告彙整國際相關案例，以利主管單位未來規劃並尋找專業團隊時參考。
吳委員龍靜/海洋保育署	
一、臺灣周邊海豚調查，是否有進行族群量分析之必要。	感謝委員提問，參考國際劃設保護區和設定保育工作之案件，目標區內的鯨豚族群組成、族群量與其他相關的生態和環境資訊皆為重要參考基準。考量到我國海域除白海豚和花東海域外的資料相對不足，短時間、大範圍內完成所有鯨豚的族群量分析有其難度，建議族群量仍為應執行之研究項目但可先設定優先調查區或優先鯨豚物種，以利啟動第一階段的保育工作或保護區之推行。
二、建議花蓮的調查著重與以往的資料進行比對分析，尤其地理分布及物種上的變動。	感謝委員建議，報告已針對 112 年度與過往的調查資料進行比對，113 年度資料將待調查完整執行後，於期末報告中完整呈現。
三、西海岸的鯨豚調查，建議不以白海豚為主要的目標，其他物種或露脊鼠海豚更需建置資料。	感謝委員建議，本團隊西海岸之鯨豚調查，包含白海豚之外、所有可取得之鯨豚調查彙整。惟白海豚為現今相對研究完整之物種，故資料呈現上較調查難度高的露脊鼠海豚、其他研究啟動時間較晚的鯨豚為重。本團隊正持續數位化各案件公開資料，屆時於期末

審查意見	辦理情形
	報告呈現完整的鯨豚現況，以利未來相關工作規劃和研究研擬參考。
四、表 12 建議將擱淺數據區分為臺灣本島和離島，以真實呈現露脊鼠海豚的死亡情況。	感謝委員建議，已將露脊鼠海豚擱淺位置依本島與各離島區分，並分別計算歷年擱淺數量變化趨勢。

附錄六 第三次期中審查意見回覆對照表

[海保生字第 1130008058 號]

審查意見	辦理情形
王委員浩文/國立成功大學(視訊參加)	
一、P.244-245，提醒確認，在此處所有提供署裡照片的原始檔案，是否沒有重複的？同時，還請協助署裡承辦人員，每張照片檔案的清晰度、角度與亮度。與主辦單位討論，在最終版本的期末報告，要用多少版面，照片大小與解析度等，做報告(公開版)上的呈現？	感謝委員建議。本計畫所提公告照片檔案的規格與張數、提供方式皆會依據本案件契約執行。
二、P.11，之前有留意到去年(2023 年)，iOcean 資料庫的更新資料，如果沒有記錯，有較少筆資料登入的狀況，在 2023 年底到現在，iOcean 資料的持續匯入趨勢，與之前相會比較為何？	感謝委員建議。iOcean 資料因在上傳資料至審核完成並呈現在視覺化網頁中會有時間差異，故在網頁中無法直接確認匯入趨勢。
三、P.iii，在目錄中頁碼的部分，“i~xviii”沒有列入？	感謝委員建議。已調整目錄格式。
四、P.i，因為本次報告為“第 3 次期中”報告，在摘要中有呈現自 112 年 1 月開始至今的精簡成果的文字，建議此類的期中報告形式，還是要列出只有 113 年 1 月至 6 月之單獨呈現出，以符合期中報告之原目的。(第 3-7 行，看起來是只有第 3 期的數據？若是，則建議在第 2 行尾加上“本期 113 年 1 月至 6 月”的文字)	感謝委員建議。因本計畫為兩年期的長期計畫，未來會調整為區分每期進度以及整體執行內容說明。本次因屬期末報告，故大部分會以本計畫整體執行進度說明。
五、P.13-15，關於文中提到，南區航線略有調整，目前看起來是高雄與屏東南之部分，因為是同在 2 年期計畫中，在期末報告中，尤其建議此	感謝委員建議。航線調整緣由可參考章節 3.1.2-1。

審查意見	辦理情形
處要進行調整緣由的說明，與前後 data set 比較，以及在調整後的優點(如有，可呈現)。亦可加入往後此區的建議(為求資料延續與科學意義的應用)。	
六、P.18，圖 7 中所謂的“比例組成”，是否為“目擊群次的比例組成”？	感謝委員提醒。已在圖說中標註說明。
七、P.28-29，表中的抹香鯨群次(113 年 2 月 20 日之後的)，是否有一些尾鰭刻痕的照片，可以協助判斷 ID，同時可以累積 data base？	感謝委員建議。本計畫已挑選有明顯缺刻，且照片角度較佳的個體放入報告，請參考表 3.1.2-9。
八、P.33，表 5 的水質資料，表的說明中寫到的“本期”，是指何時?(因為 P.22 中，113 年 2 月 20 日之後的航次，僅有苗栗、高雄(新)、彰化、花蓮北)。	感謝委員建議。因本計畫為兩年期的長期計畫，故在每期進度以及整體執行內容說明文字會容易混淆，未來撰寫時會區分每期與整體進度的說明。
九、P.36，表 6 的小抹香“應”屬，應為“小抹香鯨屬”。	感謝委員指正，已勘誤。
十、P.44-58，執行單位對於已經存在資料庫中，現有的鯨豚分類的名稱及中文俗名，以及建議上，內容十分的完善。為需考量資料庫填寫單位及人員，很難做到標準一致，所以在未來的實際執行層面與人員訓練上，仍是重要的。但是，不建議將真瓶鼻海豚與印太瓶鼻海豚合併，因為這幾年已經在實務上進行區分(這部分有很多實務困難，需署內也同步同意進行彈性修正(尤其指回溯修正舊 data)。	感謝委員建議。本計畫因考量部分早期資料缺乏以致無法重複校對，以及資料後續應用的需求，故建議部分資訊在統計時可以合併呈現。如未來在人員訓練以及觀測實務上可以清楚區分各物種差異，建議可以盡量完整呈現調查資訊(文字描述、照片等)，以確保資料的正確性和可重複校對。
十一、P.83，圖 45 建議圖加大。	感謝委員建議，已修正。
十二、P.89-94，關於 LIMPET 部分，由於 NCC 規範下，可用的 Argos CLS 訊號的發報器，其	感謝委員建議，未來發報器使用與採購期可能為 6 個月，若需啟動則建議提早採購，或

審查意見	辦理情形
本身低溫放置有效期，申請訂製到進口的時程長，再加上 NCC 給予的有效期限短，而需展延的交錯問題需從寬，估算後進行訂製與運作。	是以兩年計畫執行。
王委員建平/國立成功大學	
一、P.36、P.50，有些錯字請修正。	感謝委員指正，已勘誤。
二、P.30、P.32，調查航線東部與西部密集程度不一，是否會有差異請說明。	感謝委員建議。本計畫係為持續花東區域的長時間監測，故該區域為沿用過去的調查航線，以便進行各年度的調查資料比對。而西岸及其他區域因過去無調查規劃，並考量經費限制，本計畫已初探的方式進行調查，並根據初探調查的結果建議未來可以持續調查的區域以及各區域最低的航次數需求。
三、P.63，圖 29 呈現兩種圖像目的何在？	感謝委員建議。因部分物種所佔比例低，在圖中不易呈現，故將比例較低的部分在另張圖中加註說明以利閱讀。
四、P.73、P.74，棲地適合度與物種分布模式，是要分析什麼？分析的目的為何？請於報告中說明。	感謝委員建議。棲地適合度主要用途為尋找鯨豚潛在的分布區域，做為未來調查或保育規劃的參考。
五、P.103，標放的模型選擇背鰭很大，但如果是背鰭小的海豚就有困難，吸盤式的標示法應可選擇發展。	感謝委員建議。本案規劃目標為瑞氏海豚，無背鰭之鯨豚種類需要另外評估，吸盤發報器本團隊會持續關注國際發展並提供建議。
六、報告中蒐集許多資料，包括 P.133、P.149、P.168、P.173、P.215 等劃設各種海洋保護區之建議，請問將來如何提供署內策略及方向，以實際應用。	感謝委員建議。本案以花東海域為示範區域，盤點該區的背景資料與人為活動威脅，提供實際管理規畫之建議，同時建議完善北二島已有之野生動物保護區管理規劃，並將高雄外海作為未來潛在區域。整體而言，建議提升海洋保護區的生態效益與管理效率，

審查意見	辦理情形
	並強化社會參與和權益相關人溝通與宣導，以達成長期的生態健康與永續發展。
七、niche 為物種在生態系扮演的角色，請問 P.71 所描述的 realized niche 及 fundamental niche，主要是要分析生態因子？限制因子？或空間分布的關係？請說明。	感謝委員建議。在 SDM 的模型中，物種主要受到環境因子影響其分布情形，並在部分模型會簡化或忽略生物在環境中與其他物種的交互作用。但由於調查資料有部分可能是已受到生物交互作用的影響，故需考慮到在簡化的模型與實際環境上的差異性。
林委員天賞/海洋保育署	
一、花蓮大地震前後團隊是否有做過調查，若有是否有差異？	感謝委員建議。單一事件的前後比對需要有持續性的調查執行才有機會進行評估，本計畫因所規劃的調查地點較為分散，故難以直接確認是否有明顯的影響性。
二、訪談對象未包括船長，請規劃納入。	感謝委員建議。本計畫共訪談兩位船長，訪談意見大多以漁業活動如漁獲、漁法為主，應對於非法捕與加強限制，但取締執法有一定的困難。相關意見反映了 3.1.5 中所提及劃分海洋保育區分區管理時須確保有足夠的行政、執法與監管能量進行管制，才能達到劃設目標。
三、裝置發報器在大型的鯨豚上應比較可行，小型的鯨豚是否可參考國外相關報告再研發更好的方式。	感謝委員建議。發報器不捕捉狀態下，尚未蒐研到小型鯨豚發報器利用遠距錨定之案例，本團隊規劃以中大型鯨豚首要目標。
四、P.197，南非鳥島保護區的相關研究文獻，內容文字重複請再確認。	感謝委員建議。該章節(3.1.5)已修改為參考國際文獻彙整之海洋保護區以及分區管理原則與可能挑戰，並以紐西蘭班克斯半島海

審查意見	辦理情形
	洋哺乳動物保育為案例，研析中央、地方至民間單位的海洋保護區管理框架。
吳委員龍靜/海洋保育署	
一、團隊提出期末報告將參考海洋保育法提出相關保育建議，請問目前是否已有充足的科學調查資料及證據，可讓署對外界、漁民團體及其他利害關係者溝通及說服，劃設海洋庇護區的重要性及必要性，以及族群是否具有在地性。	感謝委員建議。建議保育計畫中加入科學調查資料與鯨豚棲地偏好模型等穩定且充足的研究內容，掌握生物和環境的關鍵資訊，並公告明確且客觀嚴謹的調查指引，有助於弭平資料不足的狀況。此外，建議納入應用行為經濟學，呈現建立海洋庇護區帶來的好處，以利權益關係人溝通。
二、依據海保法第 14 條，倘若鯨豚面臨重要的威脅時，是否可能先行採用減輕措施來降低其所面臨的威脅壓力，這也是一個思考的方向。此外，所提出的建議，也要考慮到未來需經過審議會審議，而審議會的組成包括在地民眾、原住民、漁民等。	感謝委員建議。海保法第 14 條提供主管機關為保育海洋生物公告相關人為活動管理事項之權力，而規範事項、執法監管能量與權責劃分等皆須詳細盤點規劃。權益關係人溝通為規劃海洋保護區時重要的一環，建議將權益關係人納入管理框架進行參與式管理，納入應用行為經濟學，呈現建立海洋庇護區帶來的好處，以利權益關係人溝通。
三、衛星標示用以追蹤鯨豚洄游範圍，可證實臺灣周邊海域是否為其主要棲地，未來應可考慮採吸盤式標示，尤其是中華白海豚是否可採此種方式，以確認目前所觀測發現到的母子對數量，建議團隊未來能多提供其他國家相關器材使用的經驗。	感謝委員建議，本團隊持續蒐研國外吸盤式發報器，惟目前吸盤設計限制，難以長時間固定，並且鯨豚有可能彼此間摩擦咬除發報器減少吸盤壽命。
四、期末報告將提出生態風險評估，重點在於相關因子的資料及數據，提醒未來應注意資料蒐集的完整性。	感謝委員提點。本案進行評估時已彙整目標區域之自然環境資料、通盤檢視衝擊來源、研析當地人為背景資料，多面向收集相關數據與資料以進行風險評估。同時建議保育計

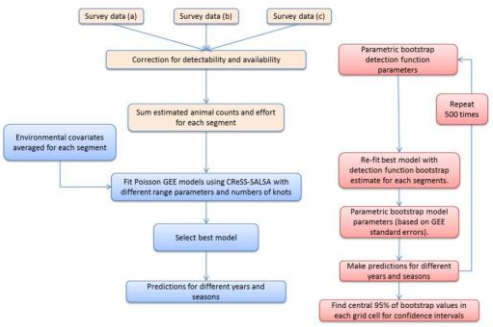
審查意見	辦理情形
	畫中加入科學調查資料與鯨豚棲地偏好模型等穩定且充足的研究內容，以掌握更多的生物和環境的關鍵資訊。
張委員學文/國立中山大學(書面審查意見)	
一、P.21-22，20 趟次在東部、西部，2 月 1 次、4 月 4 次、7 月 3 次、9 月 5 次、10 月 1 次、11 月 1 次等，似乎沒有一個按季節或按海域的規則，如：4 月高雄、彰化、花東，7 月花東、彰化、雲林，9 月東部、屏東，很難得到比對的分析成果。	感謝委員建議。本計畫係為持續花東區域的長時間監測，故該區域為沿用過去的調查航線，以便進行各年度的調查資料比對。而西岸及其他區域因過去無調查規劃，並考量經費限制，本計畫已初探的方式進行調查，並根據初探調查的結果建議未來可以持續調查的區域以及各區域最低的航次數需求。
二、P.32，環境因子測了，和鯨豚的關係為何？	感謝委員建議，本計畫調查設計目的為全台多個海域的初探設計
三、P.34，歷年花東調查成果分析，航次的月份、穿越線範圍是否都相同或相似，如果不同，比較可能無效。	感謝委員建議。本計畫係為持續花東區域的長時間監測，故該區域為沿用過去的調查航線，以便進行各年度的調查資料比對。月份涵蓋受限於計畫航次的規劃數量，僅能盡可能於不同季節進行調查。
四、P.44-49，有效目擊資料中環評書件僅 2 件，離岸風電、環評、環差應有許多資料，不知為何不用？	感謝委員建議。鯨豚調查資料整理會以該筆目擊記錄同時能包含完整的時間、地點(經緯度)和數量、物種等資訊，而在部分的書件呈現資訊將目擊資料模糊化，則無法以地理參照和內文交叉比對出完整資訊。
五、P.82-88，第二期 MaxEnt 模型已有三種海豚空間分布，其中白海豚 AUC 值 0.98 相當好，但其餘 2 種則低於 0.8，不是十分理想，第三期環	感謝委員建議，本期報告已改選用模式表現較好的寬吻海豚屬，詳細請參考章節 3.1.1-2。

審查意見	辦理情形
境變量與第二期不同，成果較好。(圖 45-47 圖例表有說明)	
六、P.120，海上演練的內容不是十分清楚，是實際鯨豚?假體?命中率 100%是多少次的結果?其他的數據?	感謝委員建議。海上演練非實際鯨豚，為團隊為此演練任務所開發之假體靶船進行海上試射，靶船假體為求與實際演練目標瑞氏海豚之出水換氣表面大小與皮脂厚度。命中率在 5 公尺內射擊 100% 為 4 次，5-10 公尺 4 次，超過 10 公尺 3 次。
七、P.197，國內海洋保育區現況，對象沒有敘及?	感謝委員意見。國內海洋保育區管理框架、經營管理成效評估結果，以及現行鯨豚海洋保護區，包含中華白海豚重要棲息環境以及馬祖露脊鼠海豚案例，以上文獻回顧與現況分析已於期末報告 3.1.5 章呈現。
八、P.215，Delphi Method 問卷內容為何?結果分析?	感謝委員意見。德爾菲法的研究過程中需要針對特定主題設計問題，召集專家學者組成諮詢小組，利用多回合的意見回饋方式匯集共識，進而解決複雜的政策問題。由於目前尚待盤點議題以釐清權益關係人溝通以及政策方向，且作為該研究方法核心的諮詢小組成員需謹慎篩選，考量以上因素本計畫沒有應用德爾菲法收集意見，而是以訪談形式蒐集並了解國內外專家對於海洋保育區經營管理以及衛星發報器執行流程之建議，提供確立權益關係人公開溝通議題之參考。
九、P.204-215，花東鯨豚生態風險評估，在海域開發花東只提列 1 件，其他在西海岸，賞鯨及鯨豚混獲有較多資料，但作為威脅熱區評估，結論可提供海保署參考。	感謝委員意見，已將花東海域的賞鯨目擊資與鯨豚混獲資料納入威脅熱區評估框架。

審查意見	辦理情形
羅委員進明/海洋保育署(書面審查意見)	
<p>一、本計畫工作項目有蒐集分析鯨豚群資料並提出管理建議，因應海保署已正式對外公告發布鯨豚保育計畫，建請團隊可對照保育計畫內容及相關保育行動，依所蒐集分析之成果，提供有關之具體管理建議。</p>	<p>感謝委員建議。本案 3.1.5-3 中建議保育計畫加入科學調查資料與鯨豚棲地偏好模型等穩定且充足的研究內容，掌握生物和環境的關鍵資訊，並公告明確且客觀嚴謹的調查指引，有助於弭平資料不足的狀況。此外，建議納入應用行為經濟學，呈現建立海洋庇護區帶來的好處，以利權益關係人溝通。</p>
<p>二、針對衛星發報器標放演練訂有相當完整之標準流程，未來實際操作上認為還需搭配那些培訓及養成，以確保人員執行符合要求，請補充建議。</p>	<p>感謝委員建議，建議未來實際操作建議將本報告之產出成果召開相關專家會議，並增加演練次數滾動修整。</p>
<p>三、有針對鯨豚保護區整理相當多的資料，如以臺灣東部海域而言，未來配合海洋保育法通過實施後，如朝劃設鯨豚保護區之目標而言，對於劃設範圍、物種標的、族群資源等調查資料，團隊認為還有哪些功課需補足，以期順利推動，建議為何?請於期末報告加以補充。</p>	<p>感謝委員建議。由於近年來台灣東部海岸頻繁目擊抹香鯨，且抹香鯨生存環境需求能夠涵蓋許多其他物種，因此初步建議將花東海域劃設為以抹香鯨為物種標的之鯨豚保護區。然而目前仍需要更多基礎穩健資料，建議加強以抹香鯨為目標物種之科學系統性調查，並拓增資料來源的多樣性，了解該物種之分布趨勢，以利規劃相關的管理策略。</p>

附錄七 期末審查意見回覆對照表

[海保生字第 1130012354 號]

審查意見	辦理情形
張委員學文/國立中山大學（視訊參加）	
<p>一、P.36 最後一段提到英國的經驗，每六年整合海域鯨豚資料，可否提供更多的資料，作為台灣鯨豚保育物種及分布調查資料的整合？</p>	<p>感謝委員建議，英國經驗說明如下：</p> <p>根據歐盟 EU Habitats Directive 的要求，其成員必須每六年提報一次該國海域所有鯨豚監測報告，以評估其保育現況；在英國國內則用於政策制定和開發評估參閱。此項任務由 JNCC 主導、委託專家執行，第三版本已 2017 年公開，超過 20 個以上的組織參與資料收集和分析協助。報告內容包含：資料分析標準化流程(下圖)和建議，目標鯨豚物種的空間分布趨勢，以及大眾應用和詮釋時的注意事項。</p>  <pre> graph TD A[Survey data (a)] --> C[Correction for detectability and availability] B[Survey data (b)] --> C C[Survey data (c)] --> C C --> D[Sum estimated animal counts and effort for each segment] E[Environmental covariates averaged for each segment] --> F[Fit Poisson GEE models using CHES-SALSA with different range parameters and numbers of knots] D --> F F --> G[Select best model] G --> H[Predictions for different years and seasons] I[Parametric bootstrap detection function parameters] --> J[Re-fit best model with detection function bootstrap estimate for each segment] J --> K[Parametric bootstrap model parameters based on GEE standard errors] K --> L[Make predictions for different years and seasons] L --> M[Find central 95% of bootstrap values in each grid cell for confidence intervals] N[Repeat 500 times] --> J </pre> <p>C.G.M., Paxton, L.Scott-Hayward., M. Mackenzie., E. Rexstad. & L. Thomas (2016) Revised Phase III Data Analysis of Joint Cetacean Protocol Data Resource JNCC Report No.517</p>

審查意見	辦理情形
<p>二、P.42 新鼠海豚屬（露脊鼠海豚）擱淺紀錄最多 403 筆(23%)2024 年紀錄多少？百分比？是否有上升紀錄？台灣西部海岸鯨豚有上升趨勢？</p>	<p>感謝委員建議。新鼠海豚屬(露脊鼠海豚)近五年的擱淺比例分別為：2024 年 35%、2023 年 41%、2022 年 42%、2021 年 31%、2020 年 34%，並沒有明顯上升或下降趨勢。</p>
<p>三、P.54-56 核對露脊鼠海豚物種問題時，建議也列入 Wang and Reeves 2017,IUCN 的報告，Red List of Threatened Species</p>	<p>感謝委員建議。該段為描述露脊鼠海豚的分類學演變，目前內容已經包含 Wang and Reeves 2017,IUCN報告中所提及分類學上的議題，並提出未來資料庫資料登錄所建議的格式以確保與國際研究資訊的銜接。Wang and Reeves 2017,IUCN報告有關分類學演變內容為引用其他文獻之論述並彙整，因此報告內文直接引用原始文獻來描述相關議題。</p>
<p>四、P.67-74 Max Ent 模型預測物種分布，要根據現有的資料，但現有資料同離岸風場調查眾多且重覆，可能有所預測失真，要如何避免？</p>	<p>感謝委員建議。在生物分布模型的使用上，會先將目擊點位進行整理，最後以網格呈現有/無的資料格式後再進行網格抽樣，如此可以避免點位過度集中的抽樣問題。</p>
<p>五、P.127-137 不能確定物種的學名，若只有一種，spp.應改為單數 sp.</p>	<p>感謝委員指正，表 3.1.2-3已勘誤。</p>
<p>六、P.138 屏東外海調查，在南方未調查到鯨豚，其原因推測是因季節？還是當地海象不適合鯨豚活動？</p>	<p>感謝委員建議。本計畫兩年期只有執行2次屏東南段的初探調查，尚未能下任何推論，此外本計畫執行期間，屏東與台東海域軍事演習頻繁，也可能是影響因子之一。但調查次數太少，無法推論未調查到鯨豚的原因。</p>
<p>七、P.207-213 衛星發報器用十字弓射擊演練，是否有 5-10 公尺的紀錄，因為要近距離接近鯨</p>	<p>感謝委員建議。依本團隊執行本案經驗，鯨豚在適當之船隻駕駛行為可靠近鯨豚之範圍為 10 公尺以內；由於各種環境因子，若</p>

審查意見	辦理情形
豚不易，可能需要更長射擊距離，是否考慮增加十字弓磅數，增加射擊的距離。	考慮標放大型鯨豚，超過 10 公尺則可更換更遠距離動能十字弓，惟更需謹慎判斷最近射擊距離，避免誤傷鯨豚。
八、P.216 推廣課程可提供執行日期、地點、講師姓名、簡歷等，供後續計畫參考。	感謝委員建議，相關敘述已新增在內容中，請參考報告章節3.1.4。
九、P.275-277 鯨豚分區調查規劃建議，棲地利用的空間分佈建議，尤其在保護區規劃，似乎可有更多專家執行計畫團隊的意見。	感謝委員建議。該段落為彙整目前已公開之調查資料與文獻，所提出的「鯨豚保育計畫」修正與執行建議之方向，其內容未來持續廣納意見並滾動式修正。
王委員建平/國立成功大學	
一、P.32 圖 3.1.1-3 所述目擊點密度，由於未分析調查頻度、時間，是否應與圖 3.1.1-4 以目擊數表示？	感謝委員建議。在視覺化呈現歷年目擊資料之地域分布時，由於考量到整體調查背景的不足，因此以圖3.1.1-3、圖3.1.1-4兩張圖分別呈現。圖3.1.1-3可以看出所有資料在不同地區回報數量的差異，圖3.1.1-4則是可呈現時空上目擊筆數的變化。若圖3.1.1-3以目擊數呈現則無法看出資料在不同地區的分布落差，因此文中同時呈現兩張圖並加以文字說明。
二、P.63-74 鯨豚為大洋性，報告推薦 Max Ent，如寫論文，引經據典為什麼不分析白海豚？同樣 P.94 熱區也不分析？	感謝委員建議。由於本計畫的調查目標為全台灣的鯨豚物種，考量到署內已經另外有獨立計畫進行特定物種白海豚的調查與評估，報告內容著重在其他關鍵物種進行分析比對。
三、P.147-150 偵測曲線需 60 筆紀錄，族群密度誤差如此大？	感謝委員建議。Distance Sampling 的樣本數與統計模型的穩定性和準確性有關。偵測曲線(Detection Function)的擬合需要足夠的數據來捕捉偵測率隨距離變化的特徵，樣本數

審查意見	辦理情形
	越多分析模型越能找出符合的偵測曲線。如果樣本數不足，模型可能會無法穩定擬合，進而影響密度和族群估算的準確性。理論上須至少收集 60 至 70 筆樣本才確保偵測曲線的擬合穩定性，實際數字則依據不同物種而有差異。本計畫中累計樣本數最高的瑞氏海豚僅達標準的一半，因此族群估算的準確性相較低很多。
四、P.274 配合鯨豚保育計畫，盡可以以行動綱領方式規劃。	感謝委員建議。考量須說明修正與執行建議的原因與脈絡，本計畫仍以文章段落呈現，但將執行行動重點以粗體呈現，以利未來執行與業務團隊作為規劃之參考。
五、內容廣泛，每個章節都可訓練出碩博士論文題目。	感謝委員肯定。
王委員浩文/國立成功大學(書面審查意見)	
一、整本期末報告，整體內容與排序上，十分的用心，且將之前數次建議予以改進，十分直讚賞。	感謝委員肯定。
二、針對 MUM 系統，執行團隊在這一年來，十分的認真將其所有的資料進行多次的釐清，十分難能可貴；不過，我們在多年來數次回顧原 TCSN 與現 MUM 系統，整體而言，數據內容上，還是有一些、尤其是現在難以釐清的資料，特別是越久以前的資料，在缺乏有公信力的紀錄證據、照片證據、統合證據下，經過多方討論，MUM 系統的資料庫，在目前的努力下，其科學精準度是絕對高於一般的公民科學資料庫，但	感謝委員肯定。本計畫所提出之鯨豚目擊資料之資料庫標準欄位定義段落之建議，和標準入庫流程，建議可做為未來資料管理的參考。

審查意見	辦理情形
是，可能尚未達到完全科學程度的紀錄，這一點，還是有一段努力要做。	
三、圖 3.1.1-22，圖裡面的黃色底，是否在正式期末報告中，還要維持？（表 3.1.1-8，表 3.1.1-9 相同）	感謝委員建議。圖 3.1.5-22、表 3.1.1-8、表 3.1.1-9 黃底皆為醒目標示，目的為讓讀者閱讀時更容易抓到圖表重點，最後成果報告中仍會保留。
四、表 3.1.2-3，在 p.131、p.132 兩頁的紀錄，有許多無效的目擊次數，還請計畫執行團隊稍作解釋。	感謝委員建議。於穿越線上進行調查並目擊鯨豚時，團隊會視情況中斷調查、靠近並追蹤鯨豚，以便近距離觀察鯨豚，結束後再返回穿越線恢復調查。由於追蹤往返期間不在穿越線上，屬於非努力時間(off effort)，途中所發現的所有目擊皆為無效目擊。2024/6/5-6 兩日調查期間，數次在追蹤往返的途中另外發現鯨豚，因此有較多的無效目擊紀錄。
五、表 3.1.3-2，自我檢核表，請說明這個表的來源以及設定時的考量。	感謝委員建議。表 3.1.3-2 為團隊自行設計研發之表格，參考多篇研究文獻之集合，包含 NOAA 之虎鯨死亡調查報告、本錨定系統發表之科學期刊、原廠技術文件與官方網站、國內衛星標識研究報告與國內外野生動物利用相關法規與文件等。本表系提供未來需執行實際標放時之討論框架，列出以本系統可能的標放方式應注意事項提供參考。
羅委員進明/海洋保育署(書面審查意見)	
一、本計畫工項有期待團隊協助就離岸風電生態鯨豚調查資料進行彙整分析，而根據目前為止所掌握的資料，對於瞭解西海岸之鯨豚分布是否有幫助，有那些需要調整改進之處，以作為	感謝委員建議。大量的離岸風電鯨豚生態調查使長期資料缺乏的臺灣海峽鯨豚資源得有揭露的機會，此類資料也成為近年生態調查的最大宗來源。然而近年的環評案件則直

審查意見	辦理情形
<p>本署未來要求開發案件進行調查評估意見之參考，一方面亦可回應外界質疑政府對於西海岸鯨豚資源掌握不足之問題。</p>	<p>到環境部主責之「海洋生態評估技術規範草案」才有相對詳細的說明。於 3.1.1-1 章第(2)節最後幾段(p.36)也指出了環評生態調查在後續的資料倉儲、跨部會交流、穩定且一致的品管檢核等較無著墨，進而引發後續議題和挑戰。並建議提升跨部會協作，避免調查資源出現時空嚴重分布不均之困境；以及借鑒國際經驗，改善跨團隊資料品質落差，以利主管機關掌握鯨豚現況。</p>
<p>二、根據 P.44 彙整紀錄物種之數量，新鼠海豚屬總有效筆數達 403 筆，此與一般認知上對於露脊鼠海豚之觀測不易似有差異，請問其可能原因為何？此是否說明該類物種在台灣海域之分佈數量多，因此擱淺數量也最多？</p>	<p>感謝委員建議。新鼠海豚屬有效筆數 403 筆為擱淺紀錄而非目擊筆數，該屬因沒有背鰭加上常有閃避船隻的行為，而不易在海面上觀察。新鼠海豚屬的擱淺比例雖然相較其他物種較高，但擱淺比例與分佈數量並沒有直接關係。</p>
<p>三、P.66 有利用 Max Ent 模型模擬白海豚適宜棲地區域，試問如果用在台灣西海岸白海豚重棲範圍進行白海豚生態廊道和人為衝擊影響，可行性如何？是否欠缺那些資料？</p>	<p>感謝委員建議。由於本計畫的調查目標為全台灣的鯨豚物種，考量到署內已經另外有獨立計畫進行台灣西海岸白海豚的調查與評估，報告內容著重在其他關鍵物種進行分析比對。該模型雖然可運用在白海豚，但本計畫資料無法掌握所有白海豚相關資料，因此模型的詮釋上的會有一定的限制性。</p>
<p>四、P.84 所提供生態風險評估流程，運用在西海岸離岸風場探討鯨豚風險地圖，可以提供那些協助，需要補足那些資料？</p>	<p>感謝委員建議。目前西海岸離岸風場鯨豚生態調查雖然眾多但並未揭露細節生態資訊，且仍有資料轉譯細節缺失的問題。此外，多樣化調查方法和跨領域資料庫也增加數據來源的多樣性與可靠性。風險評估的另一個重點在於識別主要壓力源並評估其影響範圍，為瞭解各項衝擊因子的強度，需要有充足的資料收集。建議與主管單位建立數據共享平台以利進一步的資料分析與討論，同時</p>

審查意見	辦理情形
	建議保育計畫中加入科學調查資料與鯨豚棲地偏好模型等穩定且充足的研究內容，以掌握更多的生物和環境的關鍵資訊。
五、P.127 所整理本計畫鯨豚目擊群次資訊，目擊狀態屬無效或有效各有多少筆，判斷上為無效的原因主要有那些？	感謝委員建議。相關描述參考報告第 3.1.2 章第 2-(1)小節的第一段，本計畫共有 76 筆有效目擊與 39 筆無效目擊。有效目擊為於航線上調查時所目擊之紀錄；而無效目擊為未於航線上所目擊之紀錄。
六、目前在衛星發報器標放演練方面，有進行海上實地操作，是否尚有那些缺點，如要加以擴大運用是否已成熱？有那些精進空間。	感謝委員建議。衛星發報器標放中船隻與鯨豚間行為尤其重要，然因臺灣海域鯨豚多樣性高，且鯨豚行為多樣且複雜，因標放過程需依照目標物種與其行為作最適化調整，使實際操作增加困難度。在海上實地操作前，應針對錨定發報器與目標物種的種類進行討論，本案中討論以瑞氏海豚為假想標記對象，亦可考慮優先以大型鯨豚如抹香鯨與大翅鯨為優先施作目標。另一個方向為將衛星發報器搭配組織採樣，同時收集個體的動態資訊及生理健康數據，對於理解鯨豚族群生態及其面臨的環境壓力具有重要意義。
七、根據 P.146 有推估 4 種鯨豚的族群數量，依團隊的觀察，族群量的趨勢較過往是否有特別的增加？推估可能原因為何？	感謝委員建議。本計畫利用 Distance Sampling 分析模擬不同物種的偵測曲線，以此計算族密度與數量，然而該方法的累積樣本數與統計模型的穩定性和準確性高度相關，如果樣本數不足會大幅影響密度和族群估算的準確性。理論上每一個物種須至少收集 60 至 70 筆樣本才確保族群估算的準確性，本計畫累計樣本數最高的瑞氏海豚直至今年底僅達標準的一半，其餘 3 個物種的樣本數不及標準的 1/4，因此族群數量的誤差

審查意見	辦理情形
	值很大，無法作為科學性探討變化趨勢的依據。
八、因應海洋保育法通過後，如要朝劃設海洋庇護區或採 OECM 指認的方式，根據團隊所蒐集的國外文獻資料，認為還有那些需努力或資料不足之處，以提升對鯨豚的保育對策。	感謝委員建議。不論劃設哪一種類型的海洋保護範圍，最重要的是確定保育標的與範圍，因此需收集各項基礎資料進行空間分布建模，並套疊不同的人為活動，以利相關管理策略的規劃。此外，還需要有社區支持跟參與才能落實保育目的，因此權益相關人群體辨識和行為、需求誘因研析與溝通平台的建立也相當重要。
林委員天賞/海洋保育署	
一、P.282 第肆章執行困難討論與未來推動改善建議，「本計畫擔負彙整多類型、跨平台、跨團隊之資料，然因法規或相關因素導致大量資料無法取得，期待未來主管單位能協助研究團隊取得資料。」是指哪方面之協助？請團隊說明一下。	感謝委員建議。以離岸風電鯨豚調查資料為例，其報告揭露的資訊有限，但大部分的環境影響評估生態調查原始資料皆會上傳環境部的倉儲系統。另外，漁船大多裝有航程紀錄器(VDR) 記錄航程資料，漁業署將該資料應用於漁業管理工作。若能與主管單位協調溝通，建立數據共享平台以取得原始資料，將有益於資料分析。
二、接下來提到「因應此挑戰，本團隊建議可先盤點各需求資料的倉儲位置和權責單位，建立數據共享平台。」，麻煩團隊再補充以上論述。	感謝委員建議。以離岸風電鯨豚調查資料為例，其報告揭露的資訊有限，但大部分的環境影響評估生態調查原始資料皆會上傳環境部的倉儲系統。另外，漁船大多裝有航程紀錄器(VDR) 記錄航程資料，漁業署將該資料應用於漁業管理工作。若能與主管單位協調溝通，建立數據共享平台以取得原始資料，將有益於資料分析。

審查意見	辦理情形
<p>三、「因法規規範未考量研究調查的特殊狀況，導致本計畫在評估衛星發報器和嘗試引入長途無人機過程，遭遇一定程度的阻礙。」，請團隊說明遇到的阻礙是什麼？「期待後續能由主管機關協助與相關管理窗口進行溝通」，請具體說明其內容？</p>	<p>考量動物和人員安全、設備可取得性等，十字弓為本計畫建議之衛星發報器載台。根據我國法規，可以個人或機關、團體名義合法申請持有，然搭乘大眾交通工具時仍有所限制。期待未來可由主管機關評估執行單位在完善的設備管理、清楚的執行計畫內容、充分的人員訓練前提下，開放設備於特定場所的出入權限。引入長程無人機進行研究部分，相關管制相當嚴格。包含需依照「遙控無人機管理規則」第 28 條遞交相關申請外，亦有禁航區之限制。期待未來能透過主管機關居中協調，以利加速我國鯨豚研究的設備和技術選項。</p>
<p>四、P.224、P.233、P.234 圖 3.1.4，滿意度結果圖中其「十分容易」及「容易」顏色太過相近，請團隊調整。</p>	<p>感謝委員建議，相關敘述已新增在內容中，請參考報告章節 3.1.4。</p>