

離岸風力發電第二期計畫

環境監測

(至 111 年第 1 季)

開發單位：台灣電力股份有限公司

執行監測單位：光宇工程顧問股份有限公司

提送日期：中華民國 111 年 9 月

目 錄

前 言.....	1
第一章 監測內容概述	1-1
1.1 開發計畫內容及工程進度	1-1
1.2 監測情形概述.....	1-3
1.3 監測計畫概述.....	1-4
1.4 監測方法概述.....	1-5
1.5 監測位址.....	1-10
1.6 品保／品保作業措施概要	1-14
1.6.1 鯨豚生態.....	1-14
1.6.2 鳥類生態.....	1-17
第二章 監測結果數據分析	2-1
2.1 候鳥衛星繫放.....	2-1
2.2 鳥類雷達監測.....	2-12
第三章 檢討與分析	3-1
3.1 監測結果檢討與因應對策	3-1
3.2 建議事項.....	3-1
參考文獻.....	1

附錄一 原始調查報告

表目錄

表一 施工前階段監測工作執行之分工	2
表 1.1-1 本開發計畫工程進度表	1-2
表 1.2-1 環境監測結果及因應對策	1-3
表 1.3-1 本計畫海域施工前環境監測工作項目	1-4
表 1.4-1 雷達系統規格表	1-7
表 2.1-1 衛星追蹤候鳥與追蹤現況	2-1
表 2.2-1 本計畫雷達調查日期及相關資訊	2-12
表 3.1-1 本次監測之異常狀況及處理情形	3-1

圖目錄

圖 1.1-1 本計畫開發場址位置圖	1-2
圖 1.4-1 裝載於船上之雷達系統	1-7
圖 1.4-2 雷達回波圖說明	1-8
圖 1.4-3 Debut MINI(2G)太陽能衛星發報器	1-9
圖 1.4-4 Debut OMNI(3G)太陽能衛星發報器	1-9
圖 1.5-1 鯨豚側線圖	1-10
圖 1.5-2 水下聲學監測點位圖	1-11
圖 1.5-3 候鳥繫放執行捕抓繫放範圍及風場相對位置圖	1-12
圖 1.5-4 雷達調查定點及風場相對位置圖	1-13
圖 1.6-1 作業流程圖	1-14
圖 2.1-1 灰斑鴿編號 6737 在 110 年 3 月 13 日至 3 月 28 日的活動位置	2-2
圖 2.1-2 灰斑鴿編號 7093 在 110 年 3 月 16 日至 3 月 23 日的活動位置	2-3
圖 2.1-3 灰斑鴿編號 6595 在 110 年 3 月 20 日的出海遷移路徑	2-4
圖 2.1-4 灰斑鴿編號 6595 在出海期間的飛行海拔高度 (不同顏色表不同定位點區間)	2-4
圖 2.1-5 灰斑鴿編號 6595 在 110 年 3 月 20 日至 5 月 25 日的遷移路徑	2-5
圖 2.1-6 現場繫放照片-灰斑鴿(6603)	2-5
圖 2.1-7 灰斑鴿編號 6603 在 111 年 2 月 16 日至 3 月 15 日的活動位置	2-6
圖 2.1-8 太平洋金斑鴿編號 7100 在 2021 年 5 月 16 日的出海遷移路徑	2-7
圖 2.1-9 太平洋金斑鴿編號 7100 出海遷移路徑	2-7

圖 2.1-10 太平洋金斑鴿編號 7100 在台灣海峽的遷移航高	2-8
圖 2.1-11 太平洋金斑鴿編號 7100 在 110 年北返遷移路徑	2-8
圖 2.1-12 太平洋金斑鴿編號 7100 在 110 年 6 月 18 日至 8 月底定位 訊號.....	2-9
圖 2.1-13 太平洋金斑鴿編號 7100 追蹤過程的活動因子(ODBA)變化	2-9
圖 2.1-12 現場繫放照片-太平洋金斑鴿(7097).....	2-10
圖 2.1-13 現場繫放照片-青足鵲(6733).....	2-11
圖 2.2-1 110 年 1 月 20 日鳥類雷達調查回波圖.....	2-13
圖 2.2-2 111 年 3 月 12 日鳥類雷達調查回波圖	2-13
圖 2.2-3 111 年 3 月 13 日鳥類雷達調查回波圖	2-14
圖 2.2-4 109 年冬季垂直雷達調查時間分佈	2-15
圖 2.2-5 111 年春季垂直雷達調查時間分佈	2-15
圖 2.2-6 111 年春季水平雷達調查時間分佈	2-16
圖 2.2-7 109 年冬季垂直雷達調查高度分佈	2-17
圖 2.2-8 109 年冬季垂直雷達日間調查高度分佈	2-18
圖 2.2-9 109 年冬季垂直雷達夜間調查高度分佈	2-18
圖 2.2-10 111 年春季垂直雷達調查高度分佈	2-19
圖 2.2-11 111 年春季垂直雷達日間調查高度分佈	2-19
圖 2.2-12 111 年春季垂直雷達夜間調查高度分佈	2-20
圖 2.2-13 111 年春季水平雷達調查鳥類飛行方向	2-21
圖 2.2-14 111 年春季水平雷達日間(左)及夜間(右)調查鳥類飛 行方向	2-22
圖 2.2-15 111 年春季水平雷達調查追蹤距離超過 1 公里軌跡之飛行速 度.....	2-23

前 言

一、依據

為配合國家政府政策，經濟部於 2015 年 7 月 2 日公告「離岸風力發電規劃場址申請作業要點」，公告潛力場址，以利業者提早準備進行離岸風場規劃與開發。為配合國家政策並響應政府 2025 非核家園目標，台灣電力股份有限公司（以下簡稱台電公司）擬定「離岸風力發電第二期計畫」（以下簡稱本計畫），期望在符合國防、飛航安全、視覺景觀、海岸環境、人文社經及生態保育等因素考量下，達到未來離岸風力發電之開發目標，為台灣綠色能源之開發盡一份心力。

本計畫於 107 年 1 月 17 日經行政院環境保護署環境影響評估審查委員會第 324 次會議審查通過，民國 107 年 2 月 9 日經環署綜字第 1070012620 號函公告審查結論，且本計畫環境影響說明書定稿本已於 107 年 4 月 26 日經環署綜字第 1070019120 號函核准備查在案；於 110 年辦理本計畫第一次變更內容對照表，並於民國 111 年 1 月 4 日取得第一次變更內容對照表定稿本核備函(環署綜字第 1100082372 號函)，茲依據核定之環境監測計畫內容據以執行。

二、監測執行期間

依據核定之環境監測計畫內容，將辦理施工前階段及施工階段及營運階段環境監測工作，其中海域工程預計於 113 年 3 月開始施工；陸域工程預計於 111 年 9 月開始施工，故規劃於 110 年開始執行海域施工前環境監測工作（110 年 3 月開始鳥類繫放、111 年 3 月開始鳥類雷達監測），並按季編撰環境監測報告。本報告為海域施工前階段環境監測報告。

三、執行監測單位

本監測計畫由光宇工程顧問股份有限公司統籌，並且分別委請環保署認可之合格檢測機關、專業調查公司及學術單位等共同執行辦理，再由光宇公司負責編撰環境監測報告。有關海域施工前階段監測工作執行之分工如表一所示。

表一 施工前階段監測工作執行之分工

類別	監測項目	執行單位
鯨豚生態	鯨豚生態調查	費思未來有限公司
		洋聲股份有限公司
鳥類生態	雷達調查 (包含水平 及垂直方向)	弘益生態有限公司
	候鳥衛星繫放	國立屏東科技大學野生動物保護研究所
文化資產	水下文化層判釋	龍門顧問有限公司

第一章 監測內容概述

1.1 開發計畫內容及工程進度

一、本計畫開發內容：

- (一) 離岸風場海域：本計畫風場位於彰化縣彰濱工業區外海，為「離岸風力發電規劃場址申請作業要點」公告之 26 號潛力場址，本潛力場址與臺灣本島最近距離約 9.7 公里，面積約 89.21 平方公里，水深範圍介於 37~49 公尺。本計畫風機位置已避開白海豚重要棲息區域、重要野鳥棲地、螻蛄蝦繁殖保育區、漢寶溼地、保護礁區、航道、軍事禁限建及相關開發計畫。
- (二) 本計畫風機單機裝置容量介於 5~10MW，最大總裝置容量不大於 720MW，其風力機組數量最多為 108 部。
- (三) 海底電纜工程：本計畫離岸風場內之 66kV 陣列海纜連接至海上變電站，利用變壓器升壓後，以 161kV 海纜輸出鋪設至淺水海域後，再利用「北側共同岸廊道」引接至彰濱工業區本公司既有彰工電廠內之人孔上岸。
- (四) 輸配電陸上設施工程：人孔轉接成陸纜後，初步規劃以 161kV 陸纜並採六回線佈設方式，採沿地下電纜廊道銜接電氣室後，最終併入彰濱工業區升壓站。

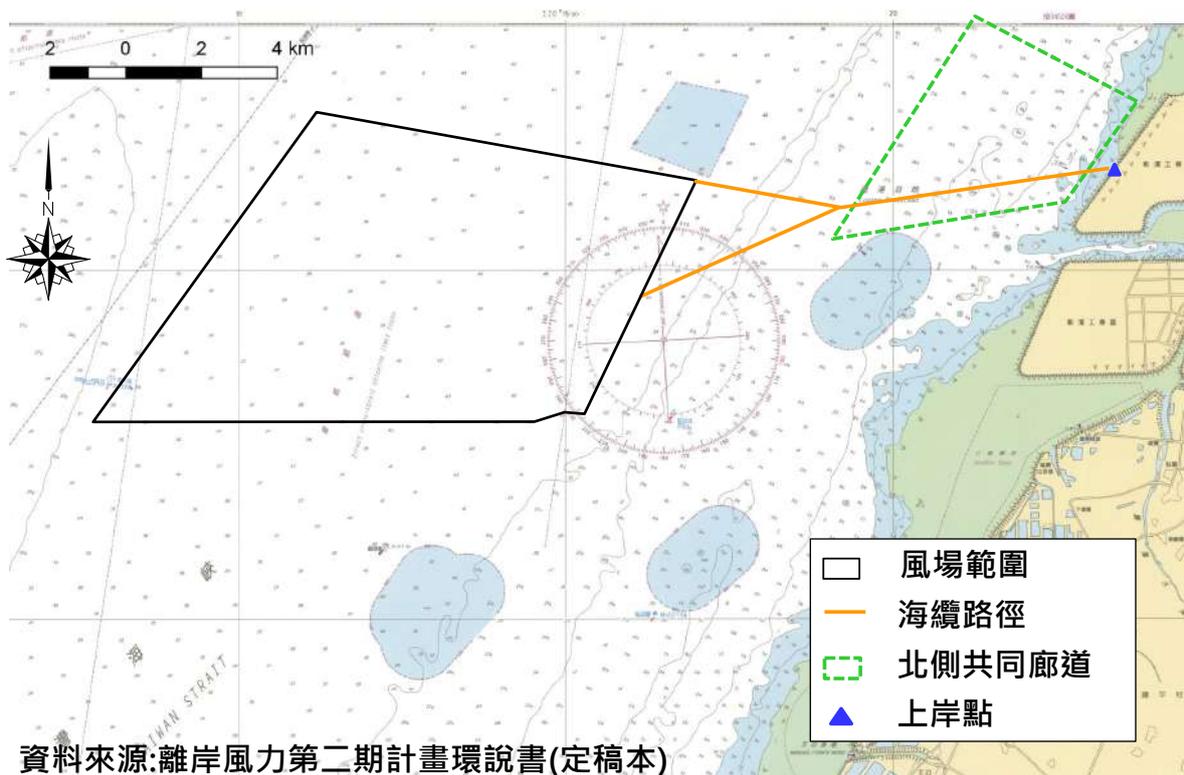


圖 1.1-1 本計畫開發場址位置圖

二、工程進度：

本開發計畫主要分為陸域工程及海域工程，陸域工程主要為陸域電纜等陸上設施之施作，預計於 111 年 9 月開始陸域施工，而海域工程則主要為風力機組設置及海域電纜等相關設施之施作，預計於 113 年 3 月開始施工。本開發計畫至 111 年 3 月底工程進度表如表 1.1-1 所示，本季仍未有實際工程行為，實際執行進度為 0%。

表 1.1-1 本開發計畫工程進度表

預定進度(%)	實際進度(%)	工程項目
0%	0%	尚未施工

1.2 監測情形概述

本計畫目前為海域施工前監測，111 年第一季之環境監測結果，經彙整摘要如表 1.2-1 所示。

表 1.2-1 環境監測結果及因應對策

類別	監測項目	執行時間	監測結果摘要	因應對策
鯨豚生態	一般視覺監測	尚未執行	尚未執行	—
	水下聲學監測	尚未執行	尚未執行	—
鳥類生態	雷達調查 (包含水平及垂直方向)	3 月 12 日、 3 月 13 日	<p>本季於 3 月 12 日、3 月 13 日，共執行雷達調查 2 次。</p> <p>一、活動時間 調查結果顯示在夜間有較多鳥類飛行活動。</p> <p>二、飛行高度 依據鳥類飛行高度資料，鳥類過境期間最主要利用的飛行高度為 500 公尺以上高度。</p> <p>三、飛行方向 依據春季水平雷達分析，可發現主要的飛行方向為朝向東北東方飛行。</p> <p>四、飛行速度 主要的鳥類飛行速度區間為 8-11 m/s。</p>	調查期間無異常情形。
	候鳥衛星繫	1 月 1 日至 5 日、2 月 16 日至 18 日、3 月 5 日至 7 日	<p>本季於 1 月 2 日捕捉繫放太平洋金斑鴿 1 隻、2 月 16 日捕獲繫放灰斑鴿。</p> <p>一、太平洋金斑鴿：尚未有資料回傳，春季北返時間約在 4-5 月間。</p> <p>二、灰斑鴿：彰化追蹤中，尚未出海。</p>	調查期間無異常情形。
文化資產	水下文化層判釋	—	本計畫已完成風機位置鑽孔取樣，判釋結果未發現文化遺物。	—

1.3 監測計畫概述

本監測計畫各監測類別之監測項目、地點、頻率及執行單位如表 1.3-1 所示。

表 1.3-1 本計畫海域施工前環境監測工作項目

類別	監測項目	地點	頻率	執行單位
鯨豚生態	鯨豚生態調查	一般視覺監測範圍為本計畫風機海域以及附近中華白海豚棲地海域	施工前一年，進行一般視覺監測總共30趟次(不限定僅於4月到9月執行，將平均分配調查時間)	費思未來有限公司
		水下聲學監測測站共計5站	4季，每季14天	洋聲股份有限公司
鳥類生態	雷達調查(包含水平及垂直方向)	風場範圍	施工前兩年，每季進行至少5天雷達掃描調查(含日夜間)	弘益生態有限公司
	候鳥衛星繫放	彰濱工業區海岸(冬候鳥)	執行一次，10隻次	國立屏東科技大學野生動物保護研究所
文化資產	水下文化層判釋	每部風機鑽孔取樣	考古專業人員進行判釋	龍門顧問有限公司

1.4 監測方法概述

一、鯨豚生態

(一) 一般視覺監測

1. 採目視觀察法，租用安全合格船隻在海上進行 Z 字形穿越線調查。
2. 執行 30 趟次海上調查，並調查日期須涵蓋四季，航行於所設計之航線。出發前隨機抽取兩條航線及順序，兩條航線去程與回程的航行方向不同。海上航行時以手持式全球衛星定位系統(GPSmap 64ST, Garmin Corp., Taiwan)定位並記錄航行軌跡。
3. 每次調查至少有四人，其中兩人各於船隻左右側各負責搜尋左右兩側海面，第三人則協助搜尋船前方以及左右海面，觀察員以肉眼與持望遠鏡觀察海面是否有鯨豚出現，第四人作水質測量以及紀錄，並可做不同海面觀察以及略作休息。觀察人員約每 20 分鐘交換一次位置以避免對同一觀察區域產生心理上的疲乏，每個人輪替完三個不同的觀察位置後(約 1 小時)，會交換到記錄位置休息約 20 分鐘以保持觀察員的體力。
4. 調查期間，在浪級小於 4 級，能見度遠達 500 公尺以上，行在設計航線上、浪級小於 4 級且能見度遠達 500 公尺以上，視為「線上努力量」(on-effort)；當船隻航行於進出港口與航線之間、或天氣狀況不佳難以進行有效觀測、及觀察海豚群體時，則視為「離線努力量」(off-effort)。離線努力量雖然不納入標準化目擊率之分析，但是若有目擊鯨豚，仍然是很重要的資料。航行時間為出港到進港總花費的時間，包含有效努力量和無效努力量。海上調查其航行船速保持在 6-9 節 (海浬/小時)，船隻將每 10 分鐘暫停，停船時即撈取表層海水並利用 YSI 30 鹽溫儀測量水表溫度、鹽度，並記錄環境因子資料。
5. 當遇見海豚時，記錄最初發現海豚的位置與角度、離船距離及船隻的角度，並視情形慢慢接近海豚群體，記錄接近點的經緯度位置，估算海豚群體隻數、觀察海豚行為，及蒐集相關環境因子資料，並填寫鯨豚目擊記錄表。此外，使用相機或攝影機記錄海豚影像，以建立個體辨識照片資料。如海豚未表現明顯的躲避行為，則持續跟隨並記錄該群海豚之行為與位置。若所跟蹤的海豚消失於視野且在 10 分鐘等待之內無再目擊，則返回航線繼續進行下一群之搜尋。

(二) 水下聲學監測

水下聲學監測初步規劃底碇式水下聲學紀錄器，搭配標準型水下麥克風，佈放在 5 個測站點位進行監測，如圖 1.5-2 所示。每一季執行 14 天的量測工作。此錄音設備的響應頻率範圍可以接收到低頻的風機運轉噪音、船舶噪音、風雨噪音、魚類叫聲，以及中高頻的海豚哨叫聲

與回聲定位脈衝聲。

二、鳥類生態

(一) 雷達調查:

1. 海上鳥類雷達調查是目前國際上常應用於鳥類調查的方法，雷達調查相較於肉眼觀察，不因夜晚光線不足而縮限觀測距離，且發出的電磁波亦不會使鳥類飛行方式改變 (Bruderer et al., 1999)，因此對於利用夜間遷徙的鳥類來說，使用雷達觀察能補足肉眼觀察之不足，並且能提供大範圍的飛行路線、飛行高度與活動時間分佈等資訊。在雷達功率選擇上，雖高功率的雷達掃描範圍可以遠達 100 公里，但遠距離的鳥類目標卻無法反射足夠的雷達波，因此無法被調查雷達發現，故本工作使用低功率雷達於風場區域內偵測鳥類個體的活動。
2. 本工作調查規劃將雷達系統架設於船舶上，錨泊於風場範圍內適合處採定點 24 小時長時間鳥類雷達調查，記錄風場範圍內鳥類雷達回波。而本工作使用一組垂直雷達與水平雷達同時調查，垂直雷達的掃描範圍半徑為 1.5 公里，水平雷達的掃描範圍則為半徑 6 公里，藉由分析收集的鳥類雷達回波資訊，可了解風場範圍內不同季節鳥類飛行軌跡、主要飛行高度、飛行方向及全日活動時間分佈等資訊。
3. 本工作使用的雷達系統由弘益生態有限公司所開發，專用於鳥類調查的雷達系統，該系統的軟、硬體皆已根據鳥類調查的需求而最佳化，設備規格依照 StUK4 (Aumüller et al., 2013) 的建議所設置。調查期間將雷達系統 (水平和垂直雷達) 安裝於船舶 (圖 1.4-1)，作業時於適合處進行持續監測，記錄雷達回波數值以判斷鳥類之飛行路徑及高度。本調查採用之雷達系統規格如表 1.4-1 所示。

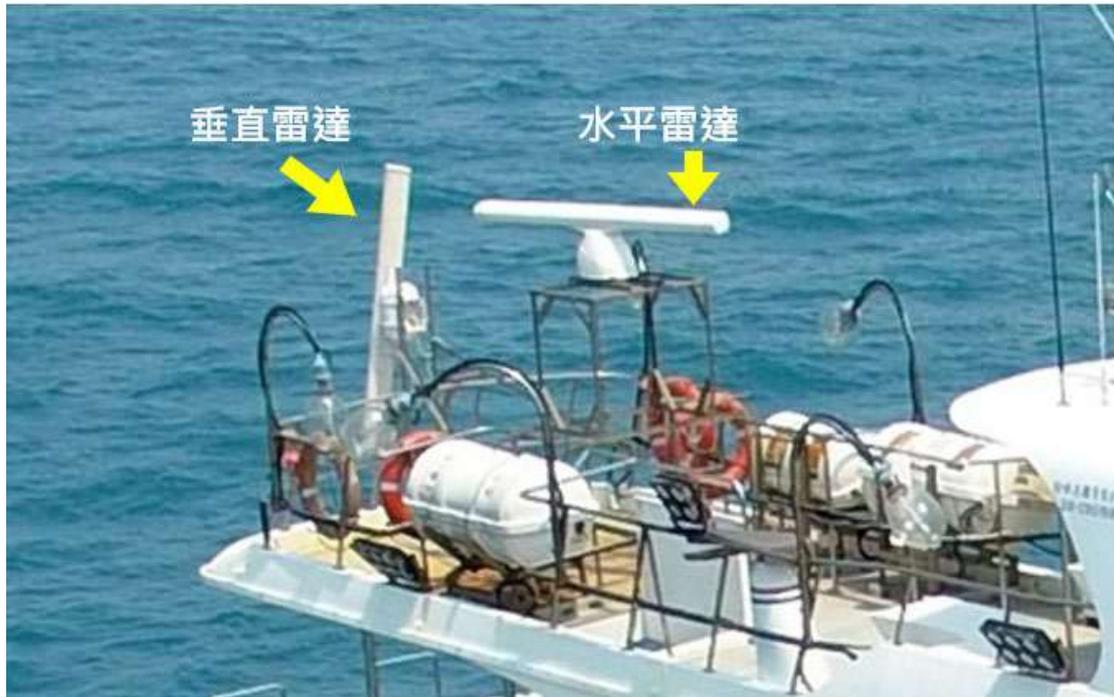


圖 1.4-1 裝載於船上之雷達系統

表 1.4-1 雷達系統規格表

雷達頻段	X-band
功率	25 kW
天線長度	6 英尺
最大範圍	96 海里

4. 本計畫同時使用水平及垂直雷達進行掃描，於海上雷達調查完成後將雷達調查記錄之回波數據攜回，截取記錄到鳥類飛行時之回波資訊，由地理資訊系統（GIS）標示鳥類出現之座標資訊，計算該點飛行時之連續座標位置，並以圖層方式呈現於 GIS 系統中，再將所得資訊呈現於地圖上，以了解鳥類飛行路線和目標區域之關係，雷達回波圖如圖 2.2.3-1 所示。同時將取得掃描範圍內目標的高度資訊，進行高度及活動時間等分析。藉由分析水平及垂直雷達所得之鳥類資訊，可了解鳥類飛行路徑、飛行高度、飛行方向及全日活動時間分佈等資訊。

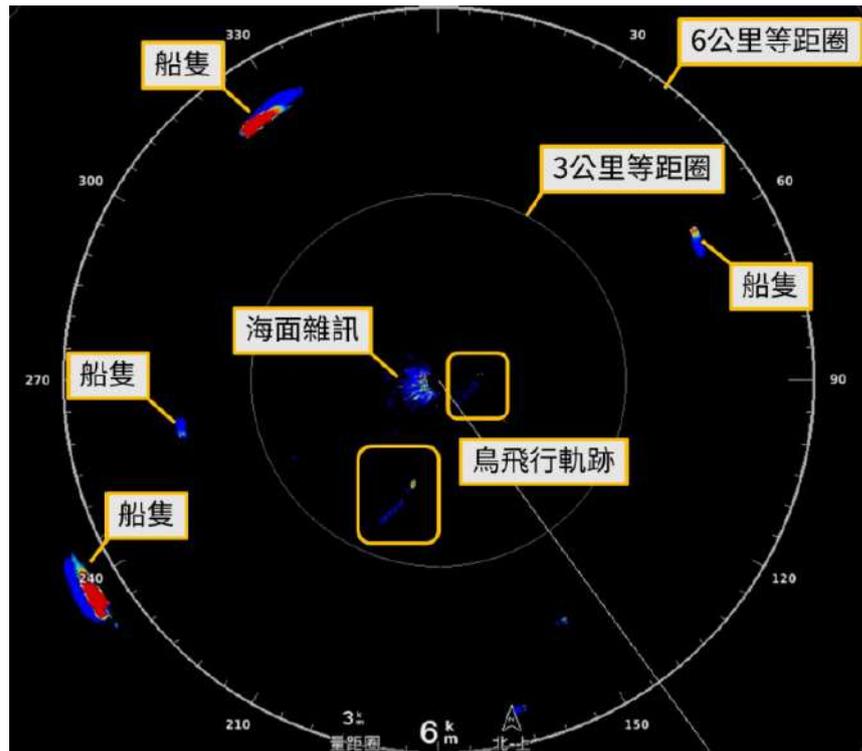


圖 1.4-2 雷達回波圖說明

(二) 候鳥衛星繫放：

施工前執行共 10 隻次冬候鳥繫放及追蹤作業。本工作規劃於彰濱工業區海岸適當地點，並選在漲潮期間鳥類經常停棲之場域設套索陷阱進行捕捉或選擇漲潮期間鳥類經常停棲之場域，利用腳套式繩圈或霧網進行捕捉，捕獲個體後將進行拍照、測量型值，並在其背部或腰部繫上衛星發報器現地野放。為降低衛星發報器對樣鳥的影響並確保追蹤過程之健康，限制個體配戴之發報器重量不得超過其體重的 5% (Cochran 1980; Caccamise and Hedin 1985)。當個體紀錄且配戴發報器完成後即現地野放並追蹤其衛星訊號。

透過執行候鳥衛星繫放可獲得受繫放鳥類之 GPS 座標及飛行方位等資訊，以圖層方式呈現於 GIS 系統中，再將所得資訊呈現於地圖上，以了解鳥類飛行路線和目標區域之關係。由於 GPS 定位點海拔高度與實際高度有一定程度誤差值，故於繫放前衛星發報器需放置於已知海拔定點，獲得定位高度，藉以校正與實際高度之誤差。

本繫放工作將優先使用中國製 5.2 克的 Debut MINI(2G)衛星發報器 (Druid, Inc.) 如圖 1.4-1，該款發報器可提供 GPS 座標、飛行高度等參數，設定 1-2 小時定位一次，若發報器電力超過 4.0V 且目標鳥持續飛行下，會進入間隔 1-10 分鐘定位一次的模式，以獲取更詳細的資訊，並透過 2G 訊號傳訊，因此繫放後須等到追蹤個體飛至有 2G 訊號的地區，才會回傳資料。當捕獲鳥種體型許可，也會嘗試配戴更大

的 10.5 克 Debut OMNI(3G)衛星發報器(Druid, Inc.)如圖 1.4-2，該款發報器則不受限於 2G 通訊地區，在台期間即可即時獲取定位資訊。後續資料分析將呈現每隻個體出入台灣海峽的時間、遷移路線與航高(公尺)。

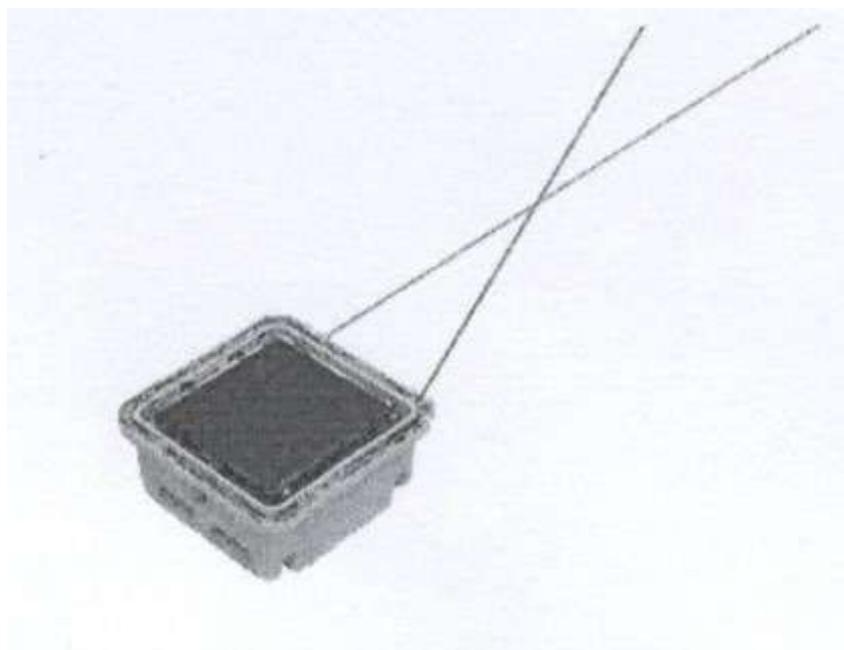


圖 1.4-3 Debut MINI(2G)太陽能衛星發報器



圖 1.4-4 Debut OMNI(3G)太陽能衛星發報器

1.5 監測位址

本計畫監測位址如圖 1.5-1~4 所示。

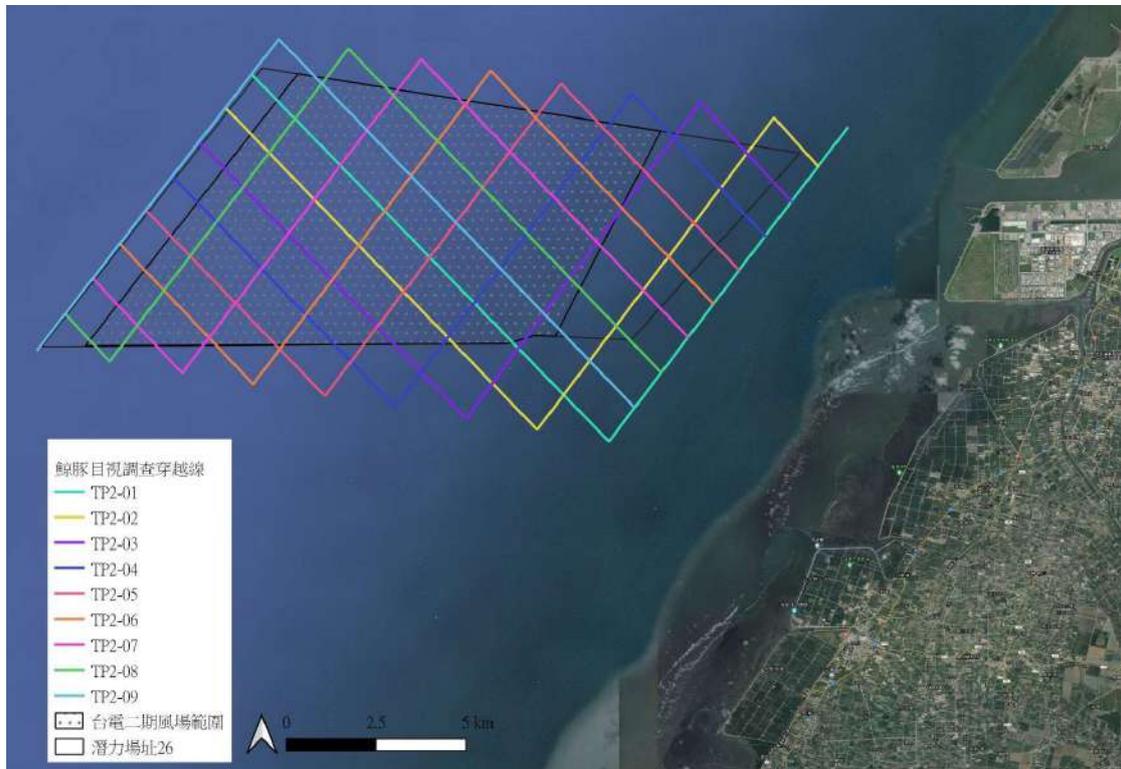


圖 1.5-1 鯨豚側線圖

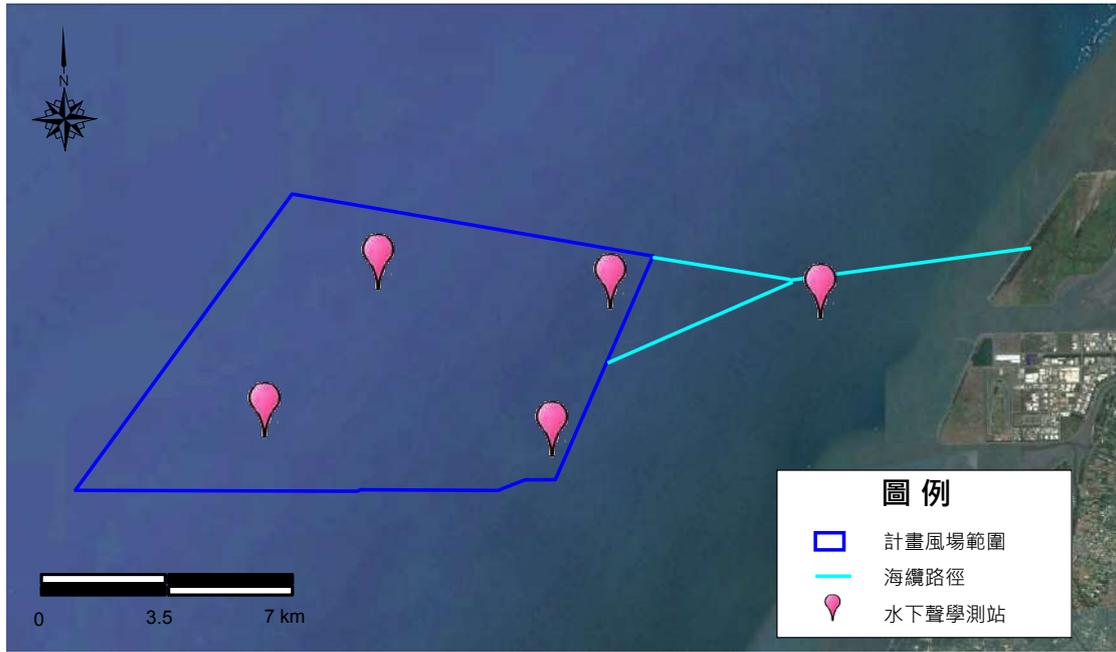


圖 1.5-2 水下聲學監測點位圖

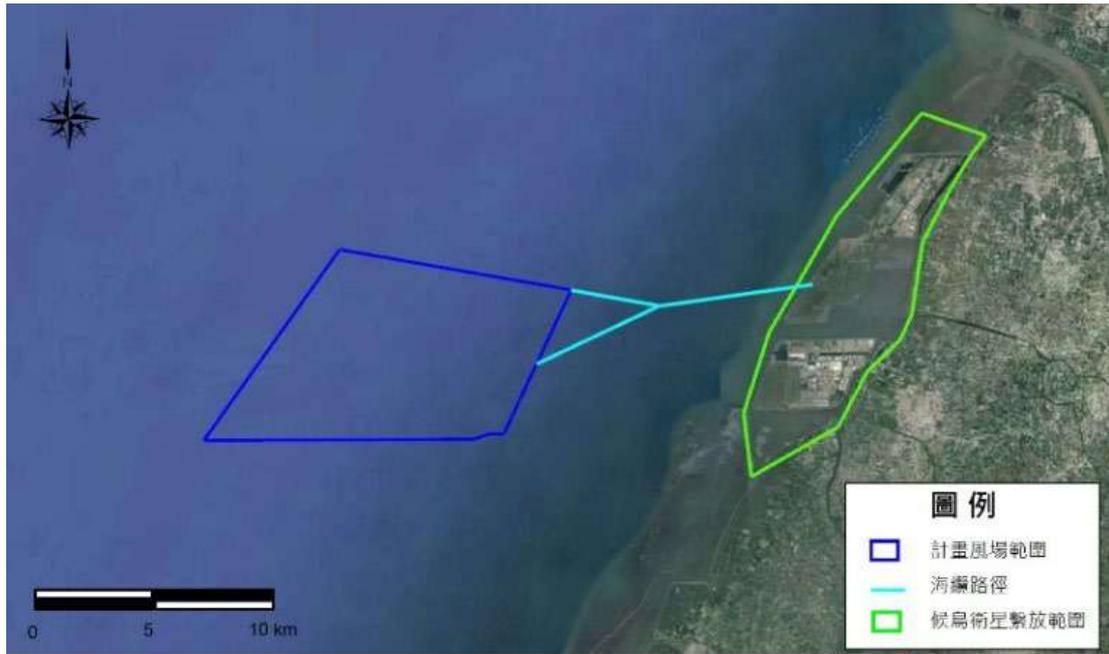


圖 1.5-3 候鳥繫放執行捕抓繫放範圍及風場相對位置圖

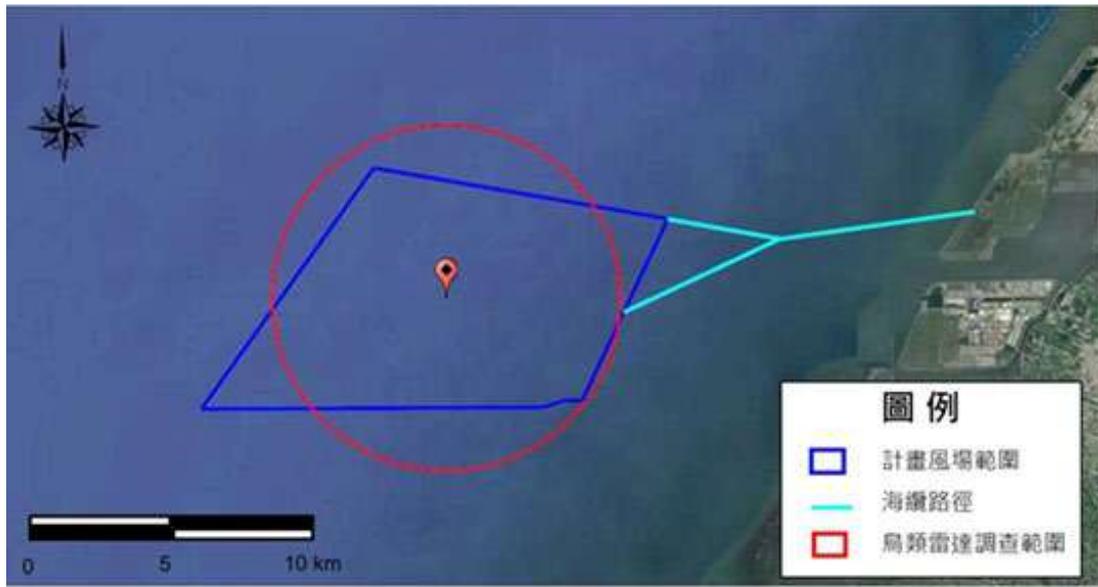


圖 1.5-4 雷達調查定點及風場相對位置圖

1.6 品保／品保作業措施概要

為確保調查工作的數據品質及執行成果達到準確性及完整性，故定訂本品保品管措施，做為品質控管及保證的執行要點，其作業流程如圖 1.5-1 所示。

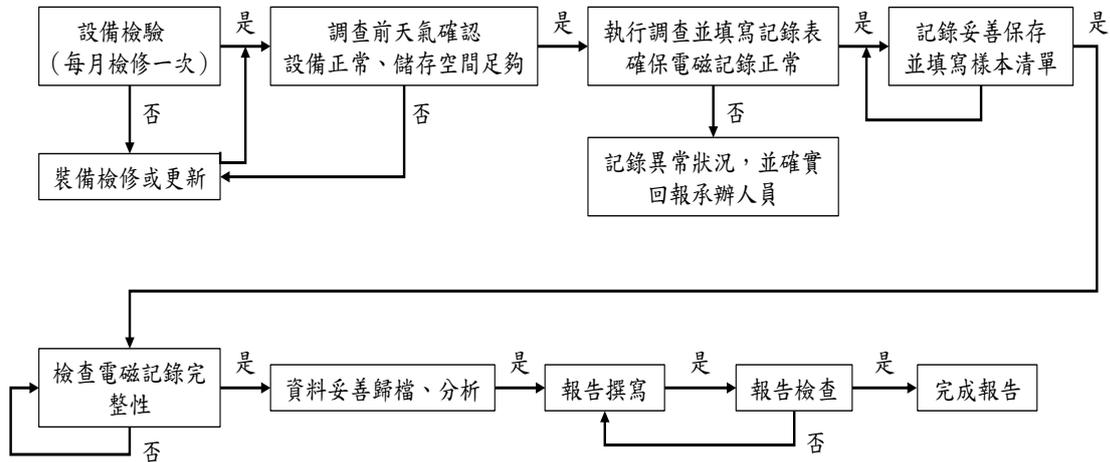


圖 1.6-1 作業流程圖

1.6.1 鯨豚生態

一、一般視覺監測

(一) 監測作業

1. 監測前準備

- (1) 出發前須確實了解調查相關事宜。
- (2) 隨時注意天候海象預報，安排監測作業期程並預先做好準備。
- (3) 定期保養裝備器材，確保出海監測時裝備器材之妥善狀況。每次作業前，均需確認各項裝備器材之正常使用。
- (4) 依期程安排調查路線，出發前領隊即和船長確認當次調查路線。

2. 監測作業進行

- (1) 填報出港紀錄表並拍照留存數位檔案備查。
- (2) 調查進行中，領隊隨時和船長確認當次調查路線有無偏移，確保當次調查之有效性。
- (3) 各人員明確依照分工進行調查作業，並依據監測作業準則執行工作。
- (4) 正確使用各項裝備器材，電子儀器均須備妥備用電池。
- (5) 詳實記錄監測路線上環境及調查人員作業之影像，作為現場實際狀況之輔助依據。

3. 監測完成後

- (1) 下船前清點裝備器材之數量，確認無遺漏在船上。返回公司後立即清潔及保養各裝備器材，如有耗損狀況需通報裝備管理者。
- (2) 確認各資料原始記錄表單數量無誤並檢查填寫資訊之完整性，於作業結束後一週內完成資料輸入。
- (3) 領隊召集當次調查人員進行工作會議，針對當次作業進行討論，記錄各項問題及狀況並回報公司主管。

(二) 資料彙整及報告撰寫

1. 原始記錄表單彙整後妥善留存管理，同時掃描成數位檔保留備份。檢視記錄資料是否有明顯的偏差，若有的話立即向當次調查人員查核，確認該記錄之正確性。
2. 資料輸入後，核對原始記錄表單，檢視是否有誤植疏漏並立即修正。
3. 依據調查記錄撰寫報告，重複檢查資料及內容是否正確。

二、水下聲學監測

(一) 監測前準備

1. 出發前應確實了解調查相關事宜。
2. 調查人員安排，嚴格禁止單人調查作業，避免緊急狀況發生時無第二人予以協助。
3. 調查前一日，需確認調查地點天候種況，若天候狀況不佳，則需更延後調查日期，確保調查人員安全及減少因特殊事件發生。
4. 每次調查前均須做裝備檢修，並備妥備用裝備。裝備若遇損毀得於調查前進行檢修或添購完畢使得調查。

(二) 資料品質查核

1. 所量測資料是否完全涵蓋需量測之時間。
2. 作業完成後，立即填報記錄表單。
3. 電磁記錄之樣品須於作業後，需立即檢測資料完整性。
4. 完成後，應以規範之容器儲存記錄表單及器材。

(三) 整體品質查核

1. 資料分析
 - (1) 分析人員依天候檢核作業參數合理性。
 - (2) 以調查單位開發之專屬程式解譯完整電磁資訊。
 - (3) 逐時分析電磁資訊，記錄各點時間、座標，風速風向等資訊。
 - (4) 建立分析資料表。
2. 複核資料：分析人員須以電磁資料，比對作業人員手稿記錄，予以參照核對確認。

(四) 數據分析及撰寫

1. 資料整理與統計分析

- (1) 資料歸檔時，資料格式(含單位)均須一致，便利後續數據分析、報表製作及減少資料勘誤。
 - (2) 資料整理後，須優先篩選出整體資料中最具差異性之部分，並對差異再進行一次性的檢查，確保資料無誤後，加以標註，以便後續報告撰寫者之判讀。
 - (3) 所有資料均須經過兩人以上檢查驗證並簽核，且所有資料檔案均須留有兩份以上備檔。
2. 報告撰寫
- (1) 報告撰寫需特別注意用字遣詞、格式一致，避免前後文意不順暢。
 - (2) 報告撰寫完畢後除須自行檢查外，需再交由兩人以上檢查簽核，避免因人為盲點造成對報告內容的勘誤。

1.6.2 鳥類生態

一、雷達調查

(一) 儀器保管

1. 電子儀器設備操作人員均需完成弘益公司內部完整訓練，且經考核通過，才能執行調查。
2. 每月均需仔細檢查裝備一次，確保裝備使用良率。
3. 每次出差前均須做裝備檢修，並備妥備用裝備。裝備若遇損毀得於出差前進行檢修或添購完畢始得出差。
4. 裝備使用前，均需再快速檢查裝備，若遇損毀得馬上以備用裝備做更換。
5. 所有船載設備，均須特別注意海水及鹽分腐蝕問題，避免電子設備故障及使用年限縮短。

(二) 現場調查作業

1. 現場調查作業
 - (1) 調查前確實確認作業期間天候狀況。
 - (2) 作業人員行程編排。
 - (3) 作業器材檢核與確認。
 - (4) 記錄表單與電磁記錄設備確認。
2. 資料傳遞
 - (1) 作業人員返回實驗室後，分析人員應立即與其交接記錄資料。
 - (2) 移動式電磁記錄應儘速存入指定之磁碟陣列。
 - (3) 紙本資訊則予以掃描歸檔保存。
3. 資料分析
 - (1) 分析人員依天候檢核作業參數合理性
 - (2) 以調查單位開發之專屬程式解譯完整電磁資訊
 - (3) 逐時分析電磁資訊，記錄各點時間、座標，風速風向等資訊。
 - (4) 建立分析資料表。
4. 複核資料：分析人員須以電磁資料，比對作業人員手稿記錄，予以參照核對確認。

(三) 數據分析及報告撰寫

1. 資料整理與統計分析
 - (1) 資料歸檔時，資料格式(含單位)均須一致，便利後續數據分析、報表製作及減少資料勘誤。
 - (2) 資料整理後，須優先篩選出整體資料中最具差異性之部分，並對差異再進行一次性的檢查，確保資料無誤後，加以標註，以便後續報告撰寫者之判讀。
 - (3) 所有資料均須經過兩人以上檢查驗證並簽核，且所有資料檔案均須留有兩份以上備檔。

2. 報告撰寫

(1) 報告撰寫需特別注意用字遣詞、格式一致，避免前後文意不順暢。

(2) 報告撰寫完畢後除須自行檢查外，需再交由兩人以上檢查簽核，避免因人為盲點造成對報告內容的勘誤。

二、候鳥衛星繫放

為最降低人為干擾對樣鳥的影響及確保於追蹤過程之健康，限制樣鳥配戴之發報器重量不得超過其重量的 5%；由於 GPS 定位點海拔高度與實際高度有一定程度誤差值，故於繫放前衛星發報器需放置於已知海拔定點，獲得定位高度，藉以校正與實際高度之誤差。

第二章 監測結果數據分析

2.1 候鳥衛星繫放

本計畫於民國 110 年度已於彰濱工業區海岸執行鳥類(冬候鳥)繫放及衛星追蹤工作：共捕抓繫放灰斑鴿 3 隻、太平洋金斑鴿 1 隻及青足鵒 1 隻。

本季於 1 月 2 日捕抓繫放太平洋金斑鴿 1 隻(發報器編號：7097)，2 月 16 日捕抓繫放灰斑鴿 1 隻(發報器編號：6603)並持續進行追蹤作業。衛星追蹤候鳥與追蹤現況如表 2.1-1，以下就各繫放鳥類追蹤結果說明如下：

表 2.1-1 衛星追蹤候鳥與追蹤現況

鳥種	發報器編號	繫放日期	追蹤現況
灰斑鴿	6737	110.03.13	傳訊至 110 年 5 月 31 日，即未再傳訊
灰斑鴿	7093	110.03.13	傳訊至 110 年 6 月 16 日，即未再傳訊
灰斑鴿	6595	110.03.15	傳訊至 110 年 5 月 25 日，即未再傳訊
灰斑鴿	6603	111.02.16	彰化追蹤中，尚未出海
太平洋金斑鴿	7100	110.03.13	於 6 月 18 日活動停止，可能為發報器脫落或死亡
太平洋金斑鴿	7097	111.01.02	尚未有訊號回傳，春季北返時間約在 4-5 月間
青足鵒	6733	110.10.05	尚未有訊號回傳，春季北返時間約在 3-5 月間

一、灰斑鴿(發報器編號：6737)

依據衛星訊號定位追蹤結果，110年4月15日該個體出海去到有2G訊號的地區，回傳資料顯示在台期間追蹤至110年3月28日，皆活動於芳苑沿海魚塢與灘地如圖2.1.2-1所示，在110年3月28日起GPS即未再正常定位，後續發報器在110年5月31日最後一次回傳資料，即未再傳訊，但GPS定位仍停留在110年3月。



圖 2.1-1 灰斑鴿編號 6737 在 110 年 3 月 13 日至 3 月 28 日的活動位置

二、灰斑鴿(發報器編號：7093)

依據衛星訊號定位追蹤結果，追蹤期間(110年3月16日至3月23日)活動於彰化沿海魚塢與灘地如圖 2.1-2 所示。由於後續 GPS 仍未正常定位，只能得知灰斑鴿有出海去到有 2G 訊號的地方，且於 110年6月16日後不再獲得 2G 通訊。



圖 2.1-2 灰斑鴿編號 7093 在 110 年 3 月 16 日至 3 月 23 日的活動位置

三、灰斑鴿(發報器編號：6595)

依據衛星訊號定位追蹤結果，110年3月20日14:30左右於彰濱工業區出海，資料顯示該個體的出海路徑並未通過本計畫風場，最近距離為 7.9 公里如圖 2.1-3 所示，在彰濱工業區上空時該個體的飛行海拔高度已達到 500 公尺，隨著離陸距離增加海拔亦隨之提升，在新竹外海約 40 公里處，灰斑鴿的飛行海拔高度已接近 3000 公尺如圖 2.1-4 所示，根據此追蹤結果，該灰斑鴿在遷移飛行時未有撞擊本計畫風場風機的風險。

該個體於 110年5月25日抵達中國黑龍江(圖 2.1-5)，即未再回傳訊號，鳥隻活動因子顯示該個體直到斷訊前仍正常活動並未死亡或發報器脫落。



圖 2.1-3 灰斑鵠編號 6595 在 110 年 3 月 20 日的出海遷移路徑

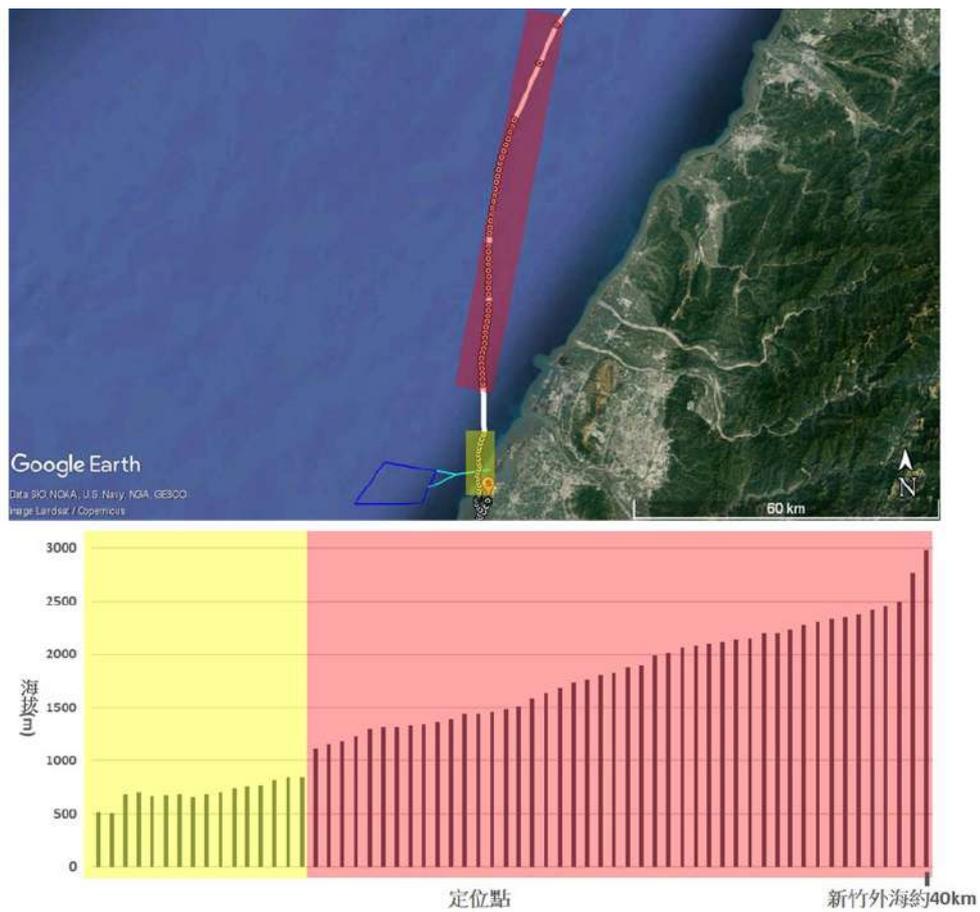


圖 2.1-4 灰斑鵠編號 6595 在出海期間的飛行海拔高度
(不同顏色表不同定位點區間)

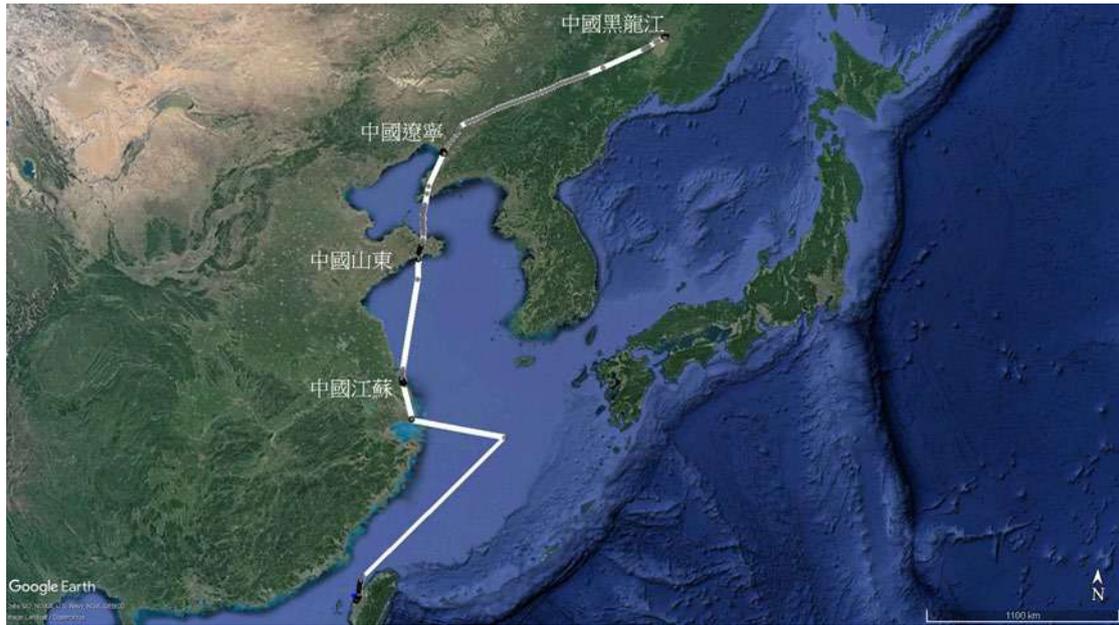


圖 2.1-5 灰斑鶺編號 6595 在 110 年 3 月 20 日至 5 月 25 日的遷移路徑

四、灰斑鶺(發報器編號：6603)

依據衛星訊號定位追蹤結果，灰斑鶺(圖 2.1-6)於民國 111 年 2 月 16 日繫放，回傳資料顯示於在台期間追蹤至 3 月初，皆活動於彰化沿海魚塢與灘地(圖 2.1-7)，尚未出海遷移。



圖 2.1-6 現場繫放照片-灰斑鶺(6603)



圖 2.1-7 灰斑鶺編號 6603 在 111 年 2 月 16 日至 3 月 15 日的活動位置

五、太平洋金斑鶺(發報器編號：7100)

依據衛星訊號定位追蹤結果，出海路徑如圖 2.1-8~9 所示。

在風場範圍的定位點共有 8 個(1 分鐘頻度)，航高介於 162-331 公尺(圖 2.1-10)，有 5 個點的航高位於風機葉片範圍，若以完整海上路徑 34 個(10 分鐘頻度)定位點來看，有 25 個定位點的航高位於風機葉片範圍，佔 74%，顯示太平洋金斑鶺在遷移過程確實有通過本計畫風場葉片範圍之虞。

該太平洋金斑鶺直到 8 月底兩個多月的時間定位點皆不再有明顯移動(圖 2.1-12)，發報器所提供的活動因子也呈現靜止的狀態(圖 2.1-13)，顯示該太平洋金斑鶺可能是發報器脫落或死亡。

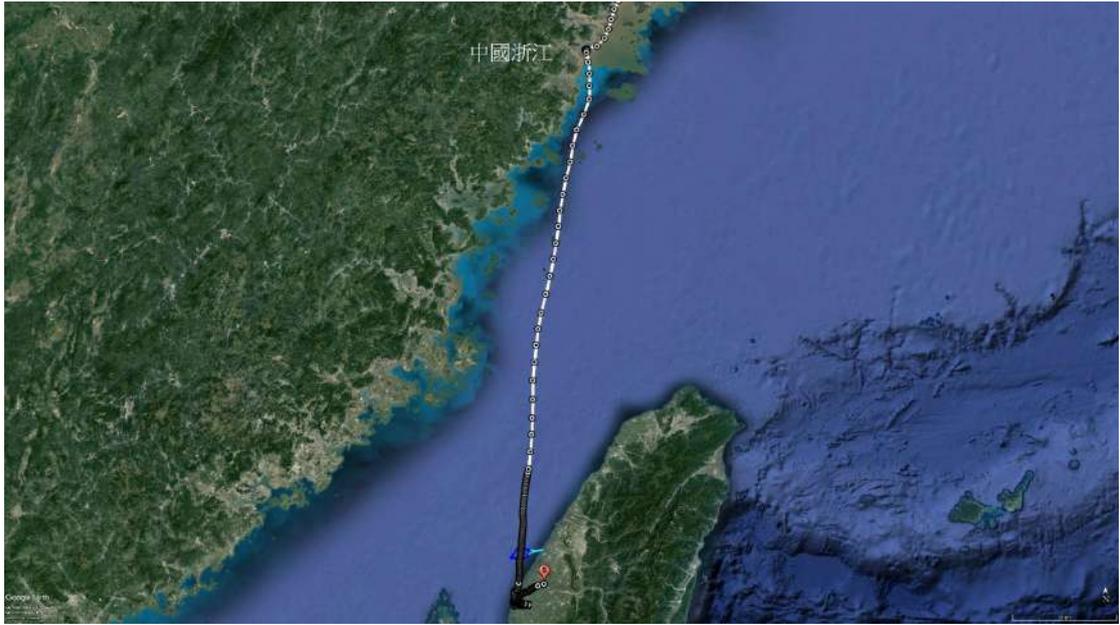


圖 2.1-8 太平洋金斑鵒編號 7100 在 2021 年 5 月 16 日的
出海遷移路徑

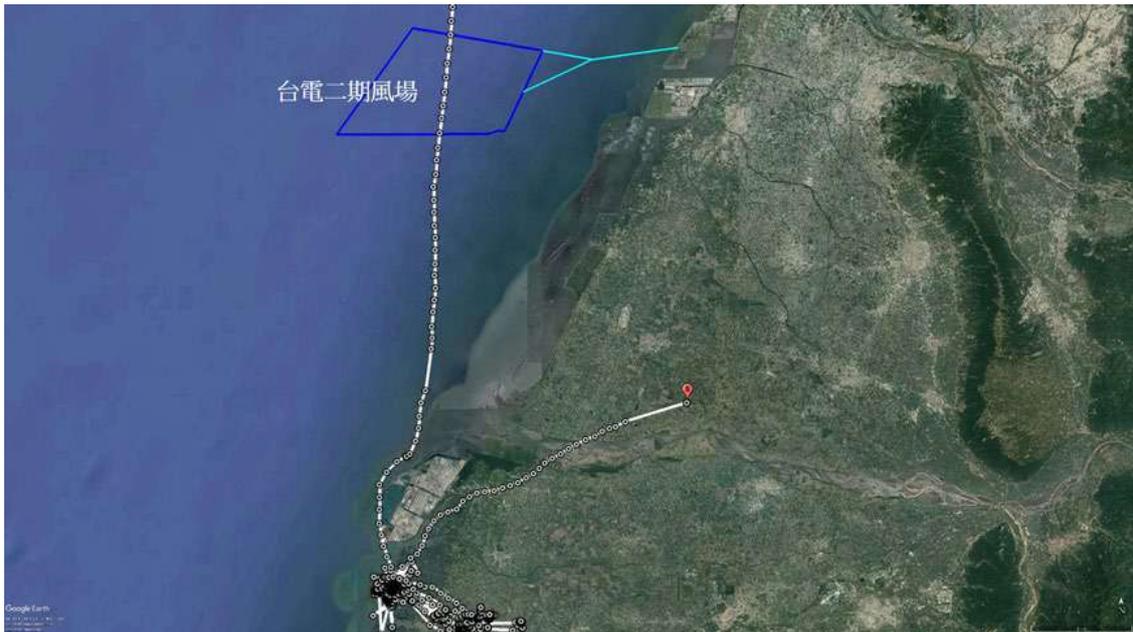


圖 2.1-9 太平洋金斑鵒編號 7100 出海遷移路徑



圖 2.1-10 太平洋金斑鵒編號 7100 在台灣海峽的遷移航高

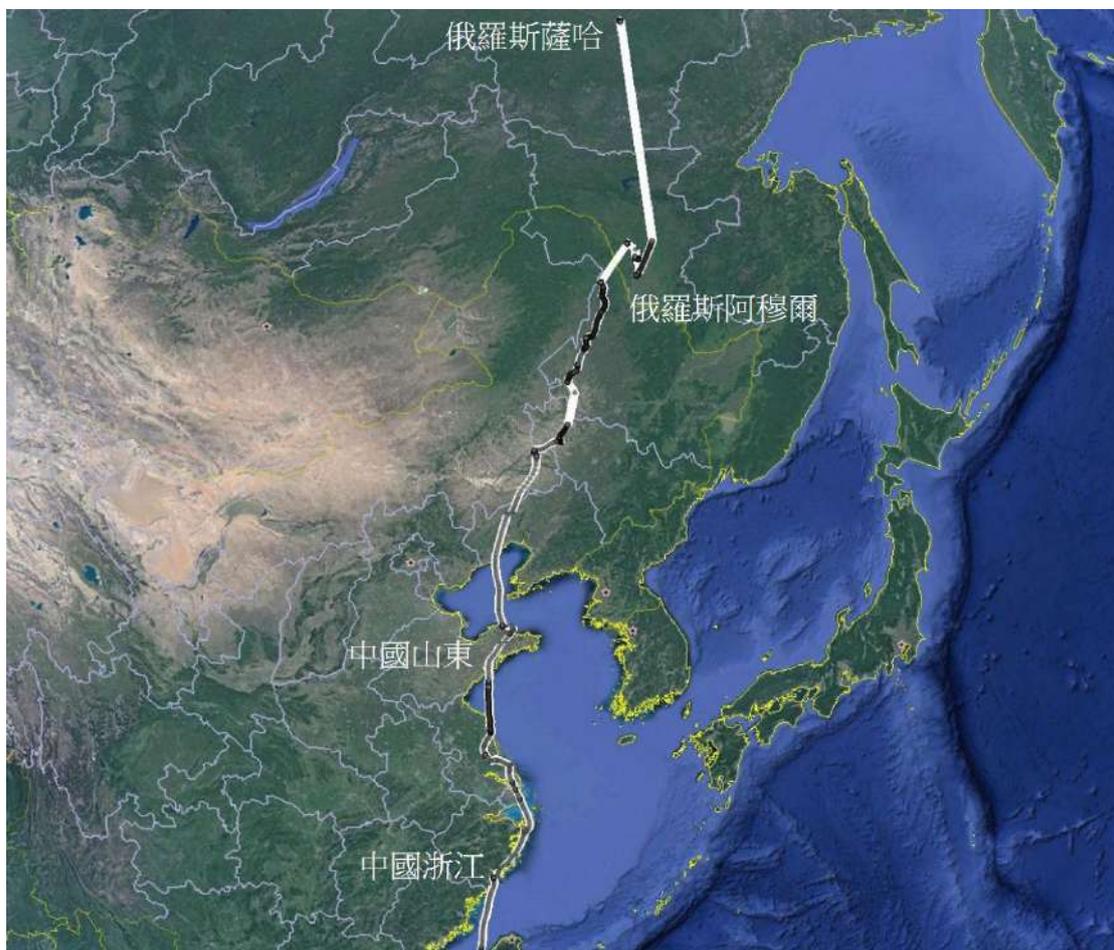


圖 2.1-11 太平洋金斑鵒編號 7100 在 110 年北返遷移路徑



圖 2.1-12 太平洋金斑鶺編號 7100 在 110 年 6 月 18 日至 8 月底定位訊號

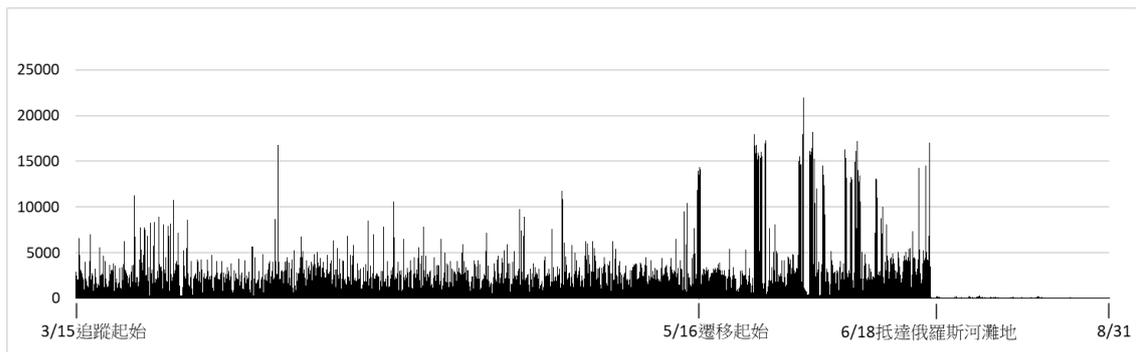


圖 2.1-13 太平洋金斑鶺編號 7100 追蹤過程的活動因子 (ODBA) 變化

六、太平洋金斑鶺(發報器編號：7097)

依據衛星訊號定位追蹤結果，7097(圖 2.1-12)於 111 年 1 月 2 日繫放，由於該款發報器為 2G 通訊，須等冬候鳥太平洋金斑鶺在春季 4-5 月離開台灣北返去到有 2G 訊號的地區才會回傳資料(Johnson et al. 2012, 2017)。



圖 2.1-12 現場繫放照片-太平洋金斑鵞(7097)

七、青足鵞(發報器編號：6733)

依據衛星訊號定位追蹤結果，6733(圖 2.1-13)於 110 年 10 月 5 日繫放，由於該款發報器為 2G 通訊，須等冬候鳥青足鵞在春季 3-5 月前後離開台灣北返去到有 2G 訊號的地區才會回傳資料(Bamford et al. 2008)。



圖 2.1-13 現場繫放照片-青足鷗(6733)

總結本季工作成果報告，共繫放追蹤 1 隻太平洋金斑鴉與 1 隻灰斑鴉，皆尚未出海遷移。

此外於 110 年 3 月共繫放追蹤灰斑鴉 3 隻、太平洋金斑鴉 1 隻，10 月繫放青足鷗 1 隻，其中有 1 隻灰斑鴉與 1 隻太平洋金斑鴉順利追蹤出海，路徑顯示太平洋金斑鴉在遷移過程確實有通過本計畫風場葉片範圍之虞；另 2 隻灰斑鴉雖有出海但疑似遭遇發報器故障；1 隻青足鷗尚在等待傳訊中。

2.2 鳥類雷達監測

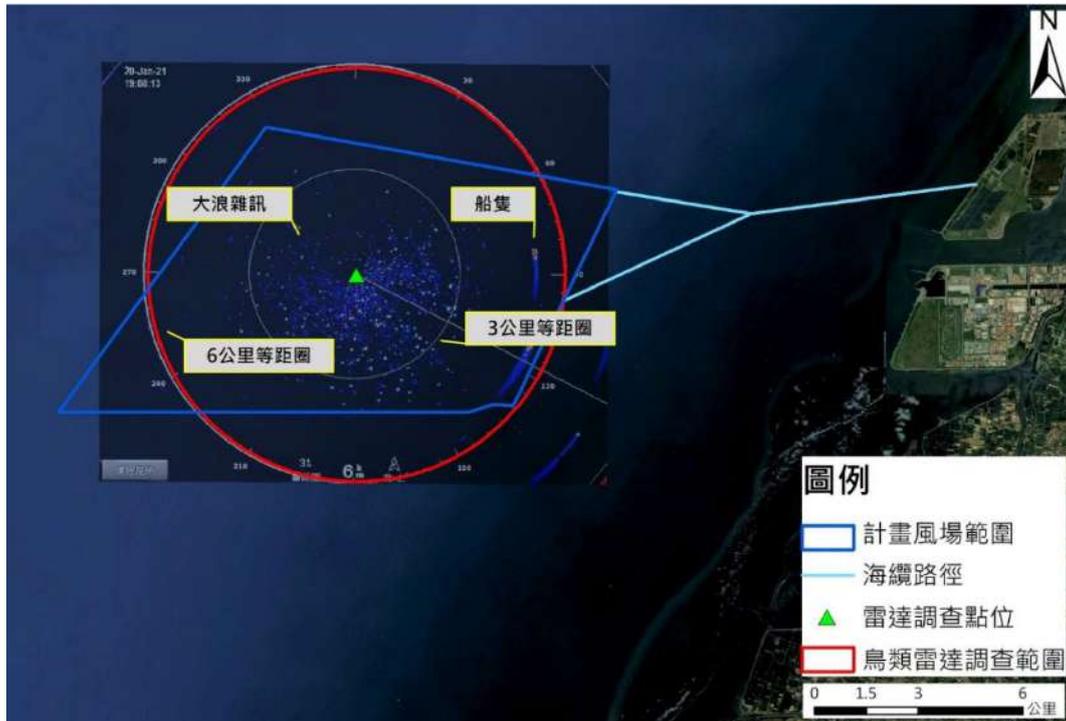
本計畫於 110 年 1 月 15 日接獲 貴公司通知安排執行鳥類雷達調查，並於 110 年 1 月 20 日至 1 月 21 日完成冬季第 1 次鳥類雷達調查；後於 110 年 1 月 20 日接獲 貴公司通知後暫停後續 4 次調查。而後，於 111 年 1 月 5 日接獲貴公司通知安排執行鳥類雷達調查，並於 111 年 3 月 12 日及 111 年 3 月 13 日進行春季 2 次鳥類雷達調查，本計畫調查日期及資訊詳表。

表 2.2-1 本計畫雷達調查日期及相關資訊

季別	日期（農曆）	日落時間	隔日日出時間	時間長度	雷達掃描方式	月相圖
109 年冬季	110 年 1 月 20 日 （初八）	17:30	06:40	24 小時	水平及垂直	
111 年春季	111 年 3 月 12 日 （初十）	18:05	06:09	24 小時	水平及垂直	
	111 年 3 月 13 日 （十一）	18:05	06:08	24 小時	水平及垂直	

資料來源：中央氣象局

本計畫於 109 年冬季（12 月至隔年 2 月）共執行 1 次雷達調查，水平雷達調查未記錄飛行軌跡，垂直雷達記錄 23 筆。由於當日的天氣影響導致海面浪況不佳，透過雷達記錄到 10.8 m/s 以上的真風風速，最大風速達到 12.1 m/s，浪況為大浪的等級，因此水平雷達調查受到海浪的雜訊干擾而未記錄到飛行軌跡，垂直雷達也僅零星記錄，雷達回波圖如圖 2.2-1 所示；111 年春季（3 月）目前共執行 2 次雷達調查，水平雷達調查共記錄飛行軌跡 212 筆，垂直雷達記錄 831 筆，雷達回波圖如圖 2.2-1 所示，而本計畫雷達調查記錄詳表 2.2-2。



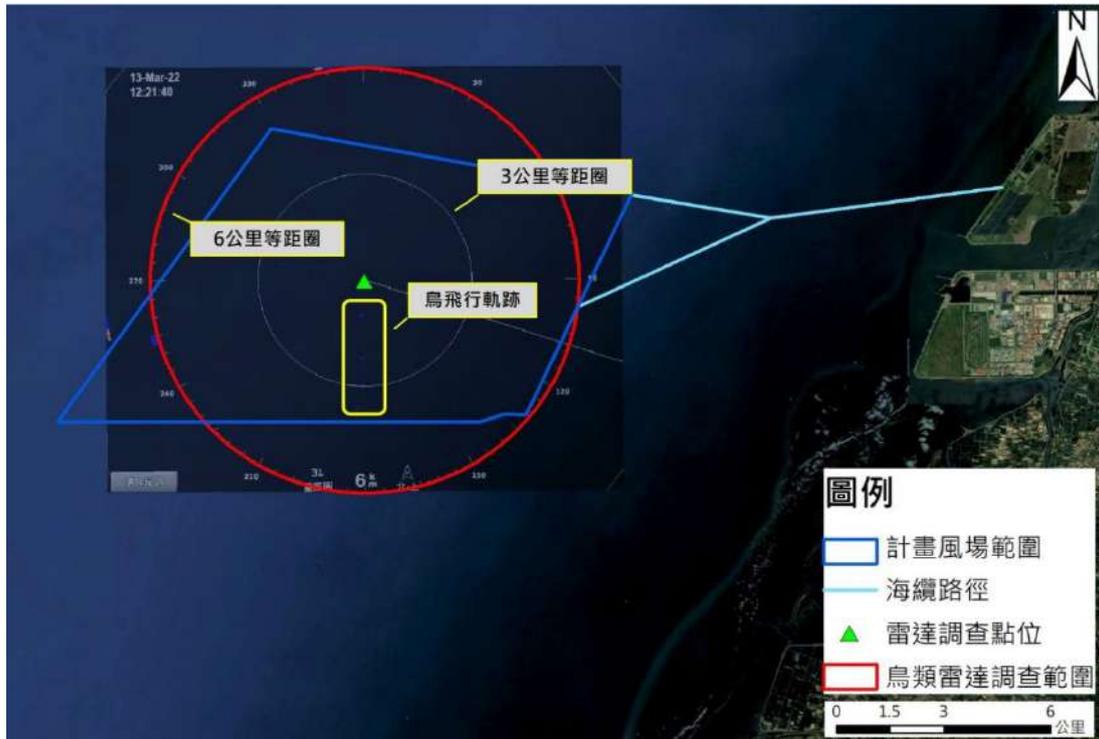
註：受到海浪的雜訊干擾而未記錄到飛行軌跡。

圖 2.2-1 110 年 1 月 20 日鳥類雷達調查回波圖



註：本計畫雷達儀器掃描週期為 1.25 秒/次，且飛行軌跡可能受鳥類個體大小或大量鳥群而影響其訊號強度，故針對調查期間擷取鳥類軌跡相對清楚之時間點。

圖 2.2-2 111 年 3 月 12 日鳥類雷達調查回波圖



註：本計畫雷達儀器掃描週期為 1.25 秒/次，且飛行軌跡可能受鳥類個體大小或大量鳥群而影響其訊號強度，故針對調查期間擷取鳥類軌跡相對清楚之時間點。

圖 2.2-3 111 年 3 月 13 日鳥類雷達調查回波圖

表 2.2-2 本計畫雷達調查記錄表

調查日期		水平雷達筆數	垂直雷達筆數
冬季	110 年 1 月 20 日	0	23
	總計	0	23
春季	111 年 3 月 12 日	144	406
	111 年 3 月 13 日	68	425
	總計	212	831

一、活動時間

綜合 109 年冬季垂直雷達調查結果，顯示在日間有較多鳥類飛行活動，總計日間 06:00 至 18:00 間所記錄的飛行鳥類筆數共 18 筆，佔垂直雷達筆數 78.3% (圖 2.2-4)。

綜合 111 年春季垂直雷達調查結果，可發現在夜間有較多鳥類飛行活動，總計夜間 18:00 至 06:00 間所記錄的飛行鳥類筆數 520 筆佔所有垂直雷達筆數的 62.6%。而水平雷達調查則同樣以夜間

18:00 至 06:00 間所記錄的筆數略多 141 筆，佔所有水平雷達筆數的 66.5% (圖 2.2-5、圖 2.2-6)。

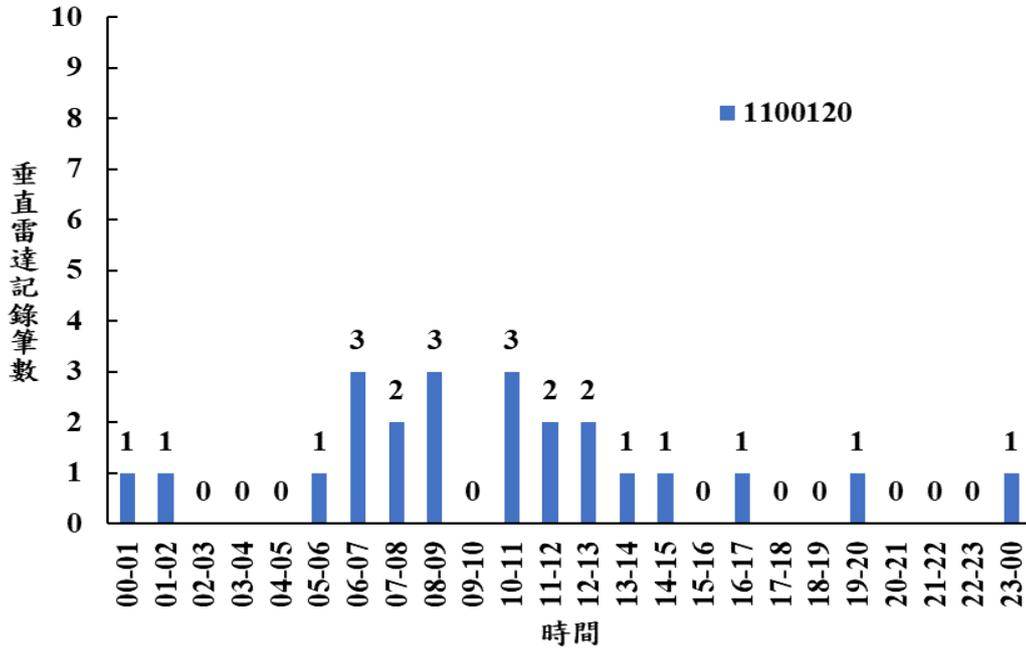


圖 2.2-4 109 年冬季垂直雷達調查時間分佈

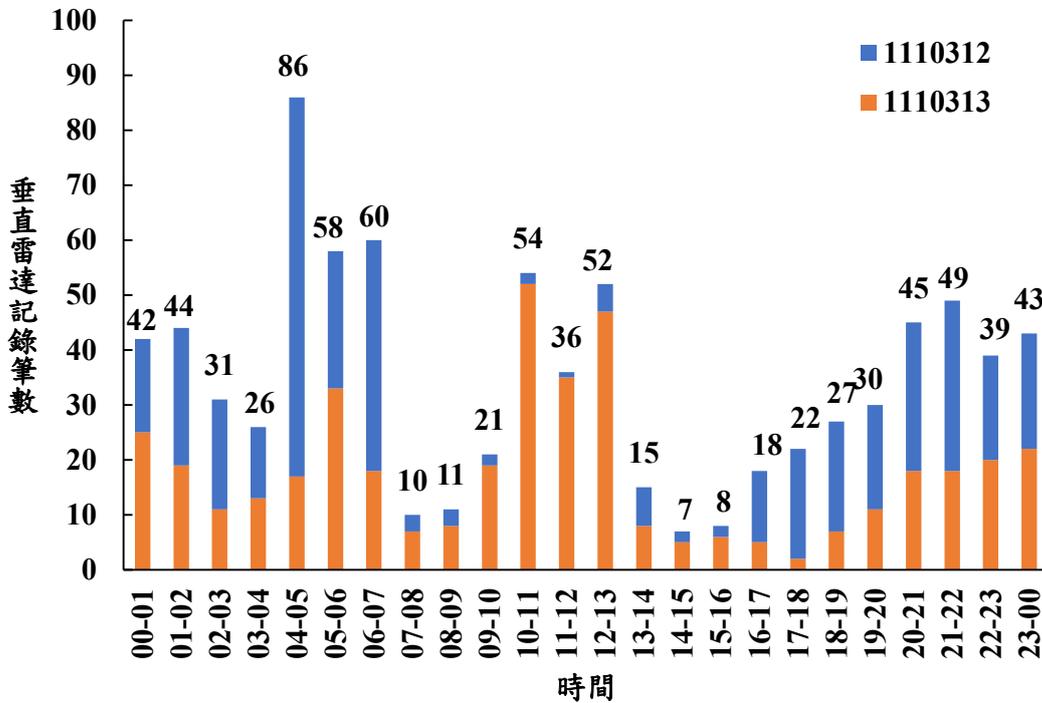


圖 2.2-5 111 年春季垂直雷達調查時間分佈

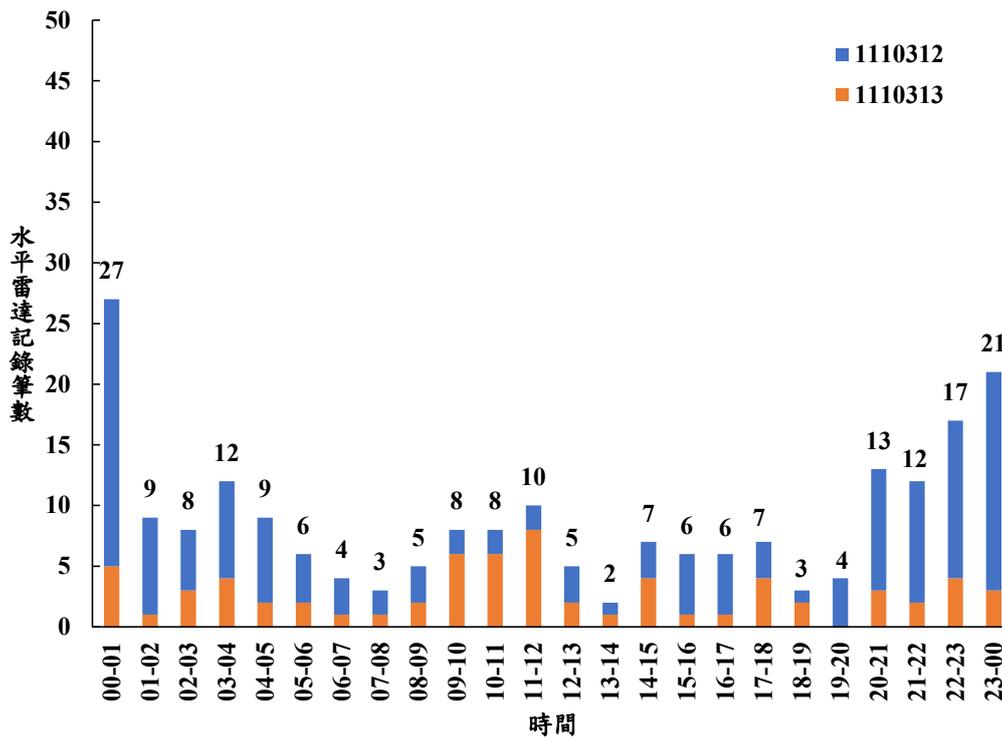


圖 2.2-6 111 年春季水平雷達調查時間分佈

二、飛行高度

109 年冬季調查結果鳥類飛行高度資料，鳥類過境期間最主要利用的飛行高度為 500 公尺以上高度之空域為 6 筆，佔總記錄筆數的 26.1%。垂直雷達調查高度分佈如圖 2.2-7 所示。調查分別由日夜間的飛行高度分佈結果來看日間於 450 至 500 公尺和 500 公尺以上高度空域各記錄到 4 筆，各佔日間記錄筆數的 22.2%；夜間則在 500 公尺以上高度記錄到 2 筆，佔夜間記錄筆數的 40.0%（圖 2.2-8、圖 2.2-9）。

111 年春季調查結果鳥類飛行高度資料，鳥類過境期間最主要利用的飛行高度為 500 公尺以上高度之空域為 173 筆，佔記錄筆數的 20.8%如圖 2.2-10 所示。調查分別由日夜間的飛行高度分佈結果來看，日夜飛行高度分佈上沒有差異，日夜間皆以 500 公尺以上的記錄筆數最多，佔日間記錄筆數的 20.4%（64 筆），佔夜間記錄筆數的 21.0%（109 筆）（圖 2.2-11、圖 2.2-12）。

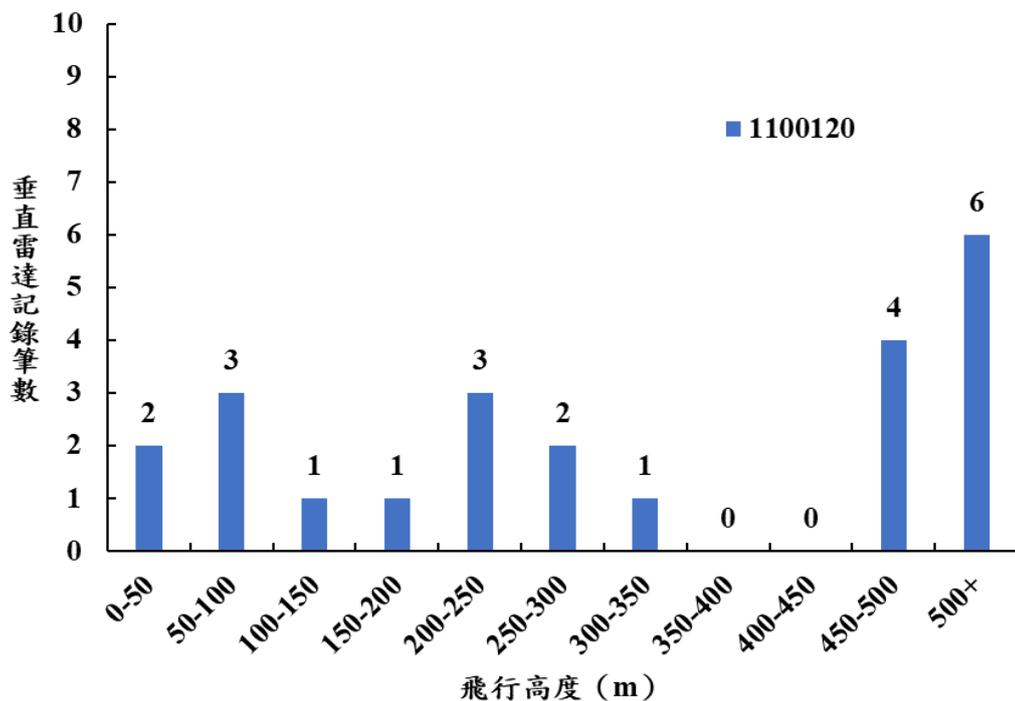


圖 2.2-7 109 年冬季垂直雷達調查高度分佈

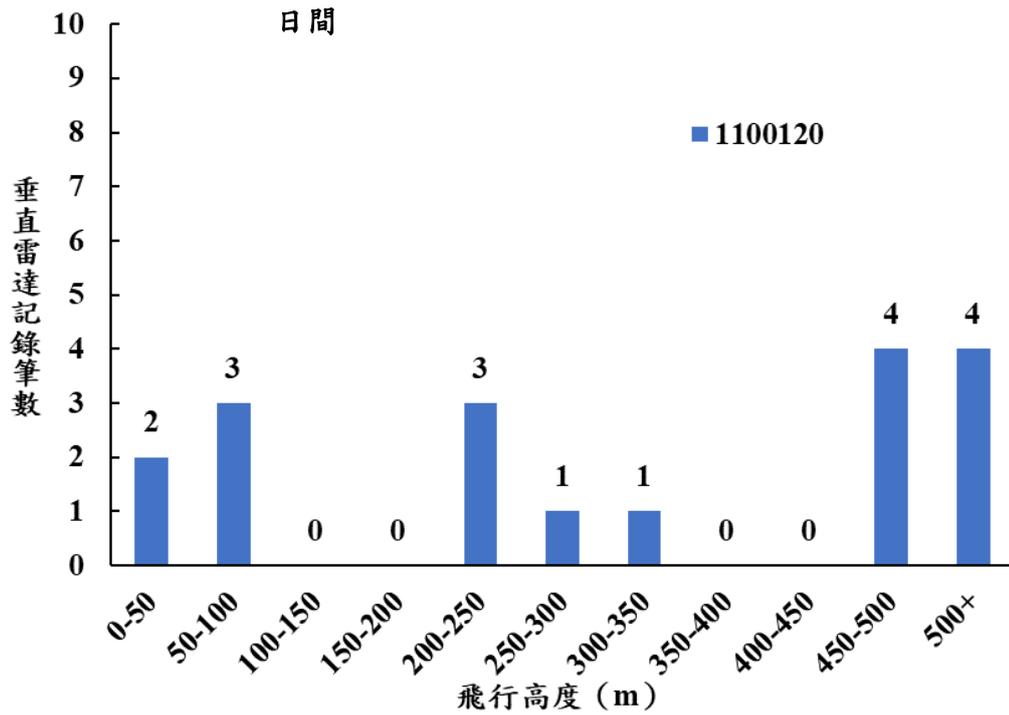


圖 2.2-8 109 年冬季垂直雷達日間調查高度分佈

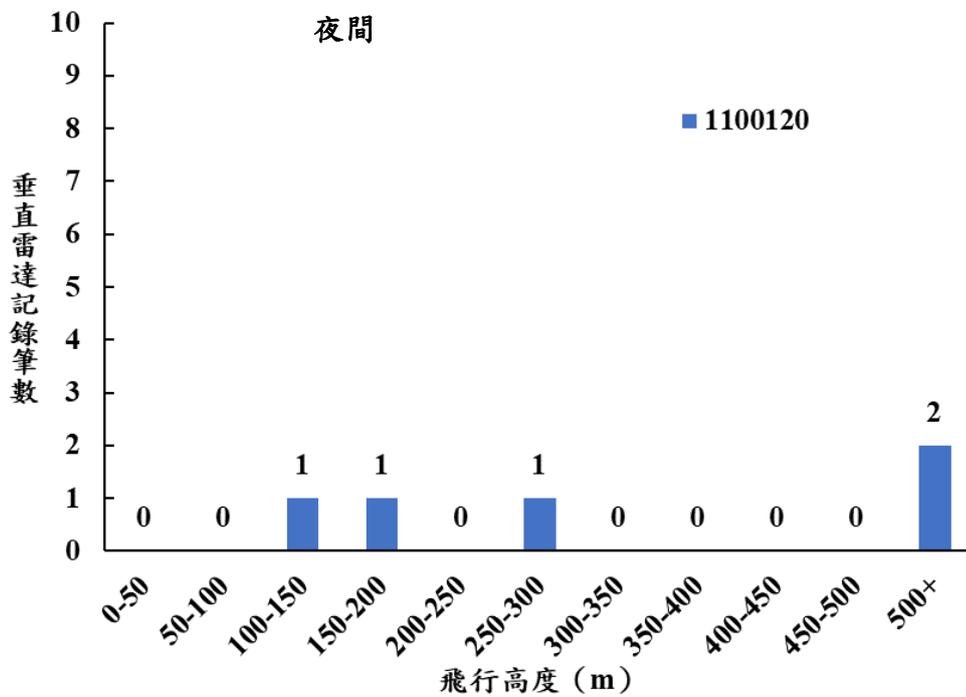


圖 2.2-9 109 年冬季垂直雷達夜間調查高度分佈

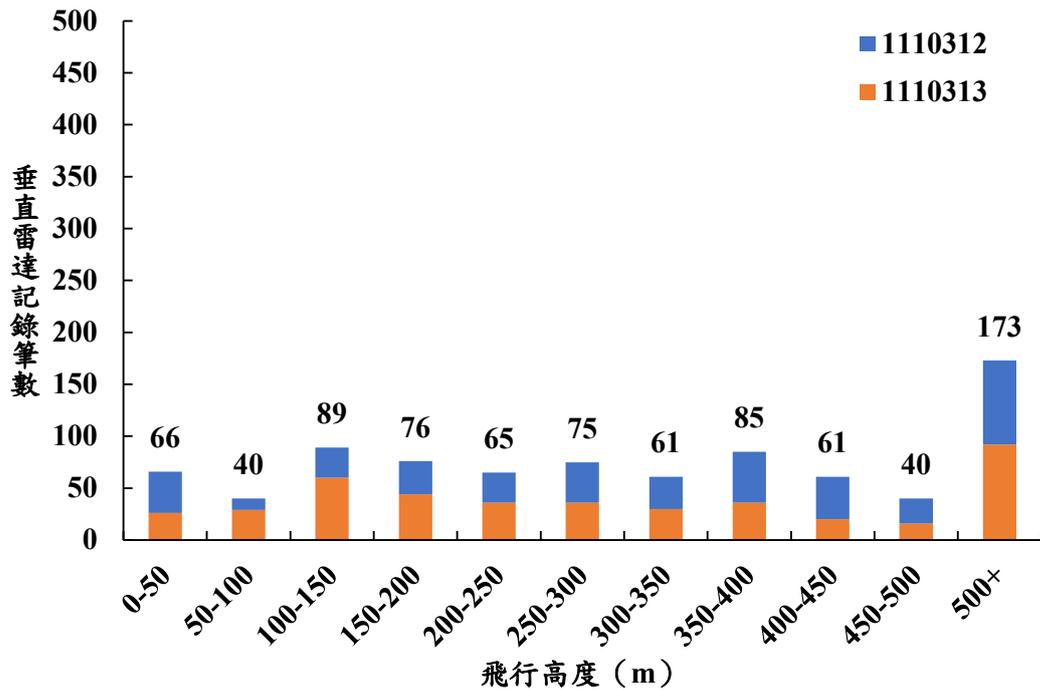


圖 2.2-10 111 年春季垂直雷達調查高度分佈

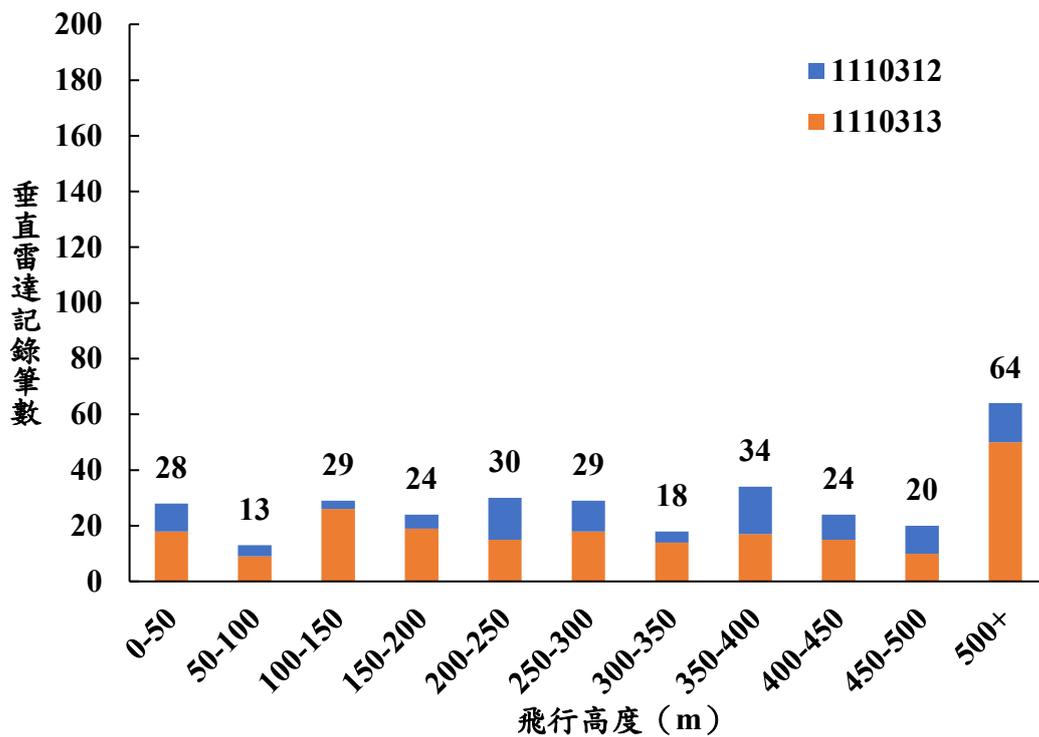


圖 2.2-11 111 年春季垂直雷達日間調查高度分佈

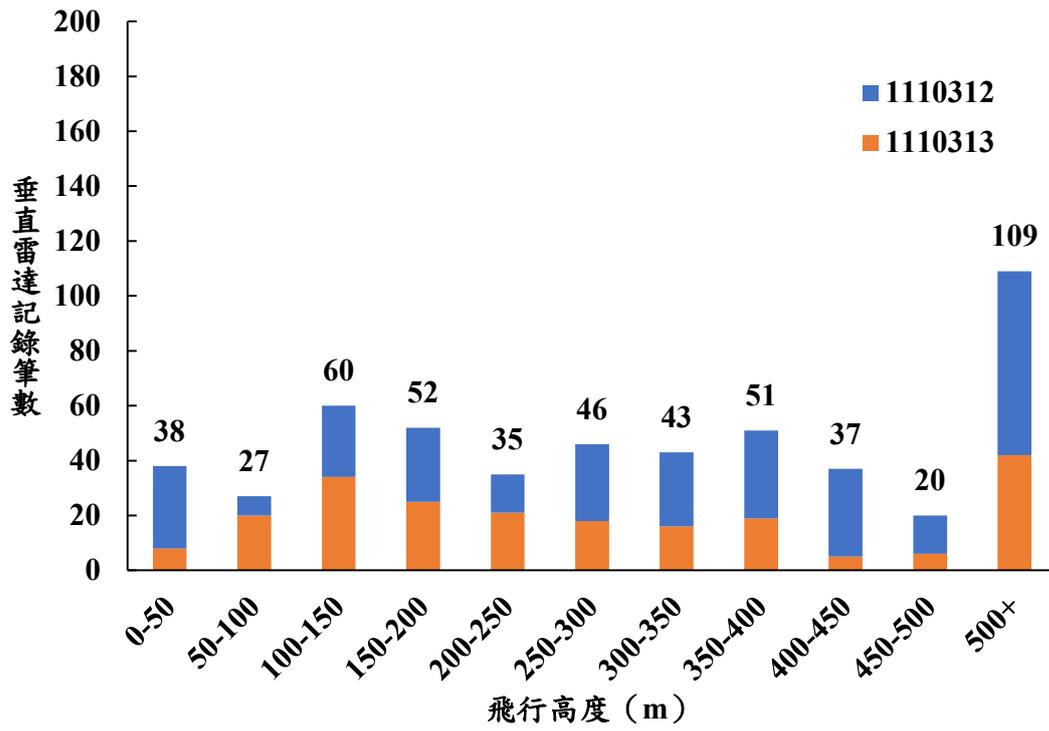


圖 2.2-12 111 年春季垂直雷達夜間調查高度分佈

三、飛行方向

109 年冬季水平雷達調查未記錄鳥類飛行軌跡資料。

以 111 年春季水平雷達分析鳥類飛行方向，可發現主要的飛行方向為朝向東北東方飛行 29 筆，佔所有記錄軌跡的 13.7%，其次為朝向南方 27 筆，佔所有記錄軌跡的 12.7%。飛行方向在日間以朝向東南東方為主 9 筆，佔日間總筆數的 12.7%；夜間則以朝向東北東方為主 22 筆，佔夜間總筆數的 15.6%，如圖 2.2-13 及 2.2-14 所示。

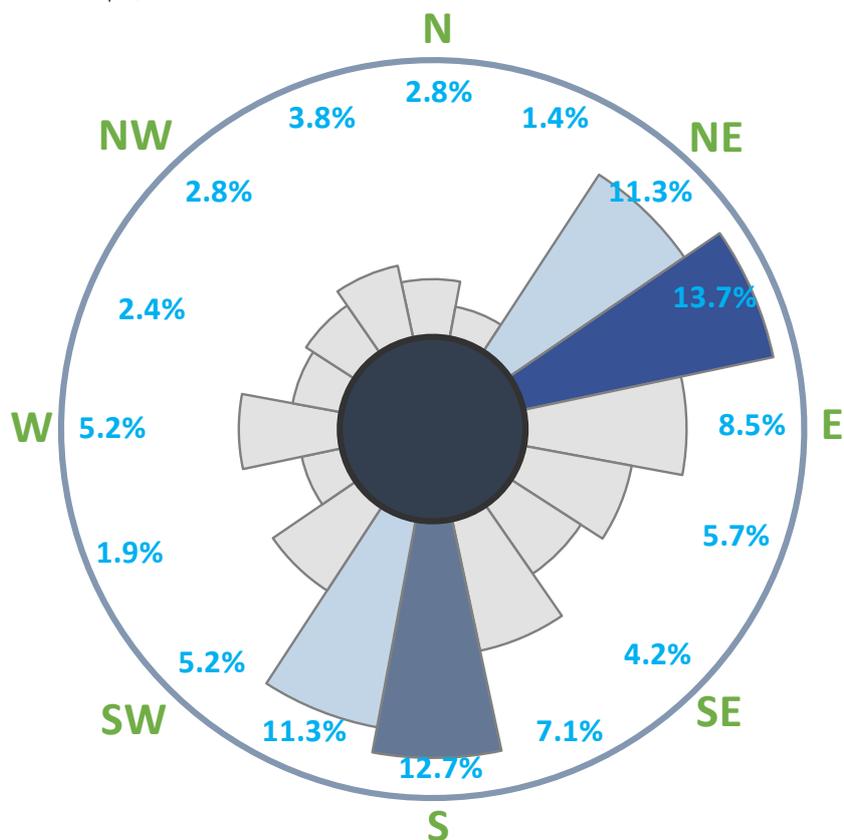


圖 2.2-13 111 年春季水平雷達調查鳥類飛行方向

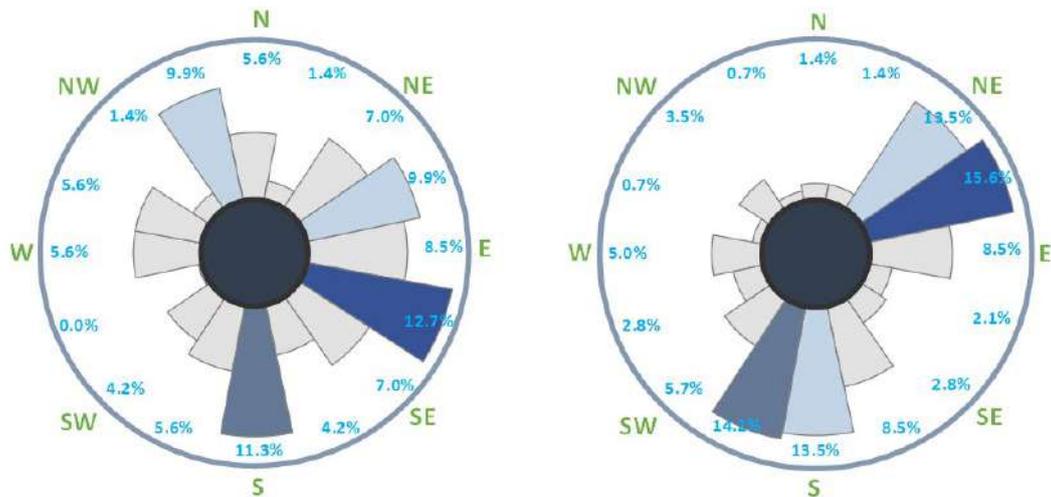


圖 2.2-14 111 年春季水平雷達日間（左）及夜間（右）調查鳥類飛行方向

四、飛行速度

109 年冬季水平雷達調查未記錄鳥類飛行軌跡資料。

111 年春季水平雷達所記錄飛行軌跡的飛行速度為 9.1 ± 2.7 m/s，由於在追蹤距離較短的軌跡時，速度易受時間秒差而有較大的誤差，因此僅統計追蹤距離大於 1 公里的軌跡。分析後可發現，追蹤距離 1 公里以上之軌跡共 120 筆，主要的鳥類飛行速度區間為 8-11 m/s，此速度區間的軌跡共 67 筆，佔 55.8% 如圖 2.2-15 所示。

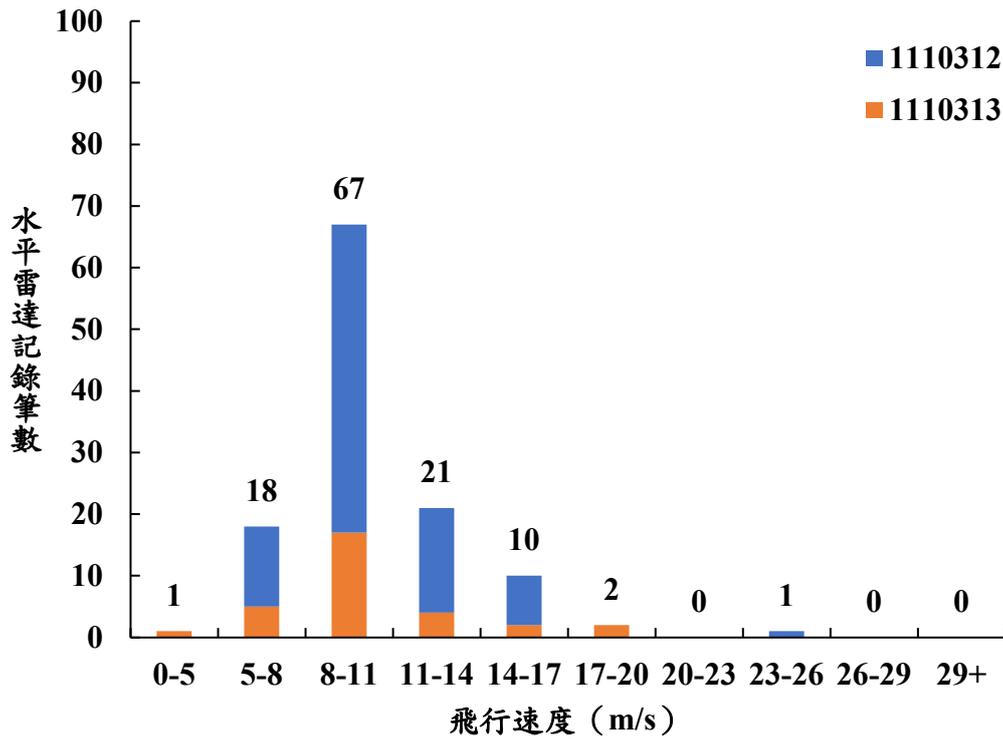


圖 2.2-15 111 年春季水平雷達調查追蹤距離超過 1 公里軌跡之飛行速度

第三章 檢討與分析

3.1 監測結果檢討與因應對策

本年度截至第一季環境監測結果之異常狀況及處理情形，詳見表 3.1-1。

表 3.1-1 本次監測之異常狀況及處理情形

異常狀況	因應對策及執行成效
無。	無。

3.2 建議事項

無。

參考文獻

1. 光宇工程顧問有限公司，2020a。彰化近海 CIP 風場周邊海岸地鳥類繫放及衛星追蹤調查計畫冬季工作成果報告。
2. 光宇工程顧問有限公司，2020b。大彰化東南及西南風場周邊海岸地鳥類繫放及衛星追蹤調查計畫冬季工作成果報告。
3. 梁昇，1996。後處裡差分全球定位系統法之應用－桃園大圳取水口定位案例。水土保持學報 28：45-62。
4. 彰化縣政府，2016。彰化海岸濕地野生鳥類棲地環境經營計畫。104 年度國家重要濕地保育行動計畫。
5. 福爾摩莎自然史資訊有限公司，2017。台電二期離岸風力發電環境影響評估鳥類及陸域生態調查計畫與環境影響概述。
6. Caccamise, D.F. and R.S., Hedin. 1985. An aerodynamic basis for selecting transmitter loads in birds. *Wilson Bull* 97: 306-318.
7. Cochran, W. W. 1980. Wildlife telemetry. Pp. 507-520 in *Wildlife management techniques manual* (S. D. Schemnitz, ed.). The Wildlife Society, Washington, D.C.
8. Flaherty, T. 2016. Satellite tracking of Grey Plover from South Australia to Russia. *Journal of the Victorian Wader Study Group* 39: 45–54.
9. Johnson, O.W., L. Fielding, J.P. Fisher, R.S. Gold, R.H. Goodwill, A.E. Bruner, J.F. Furey, P.A. Brusseau, N.H. Brusseau, P.M. Johnson, J. Jukema, L.L. Prince, M.J. Tenney and J.W. Fox. 2012. New insights concerning transoceanic migratory pathways of Pacific Golden-Plovers (*Pluvialis fulva*): the Japan stopover and other linkages as revealed by

- geolocators. Wader Study Group Bull. 119: 1–8.
10. Johnson, O.W., P.S. Tomkovich, R.R. Porter, E.Y. Loktionov and R.H. Goodwill. 2017. Migratory linkages of Pacific Golden-Plovers *Pluvialis fulva* breeding in Chukotka, Russian Far East. Wader Study 124: 33–39.
 11. Bamford, M., D. Watkins, W. Bancroft, G. Tischler and J. Wahl. 2008. Migratory shorebirds of the East Asian - Australasian flyway: population estimates and internationally important sites. Wetlands International - Oceania. Canberra, Australia.
 12. Aumüller, R., L. Bach, H. Baier, H. Behm, A. Beiersdorf, M. Bellmann, ... & M. Boethling. (2013) Investigation of the Impacts of Offshore Wind Turbines on the Marine Environment (StUK4).
 13. Bruderer, B., D. Peter, T. Steuri. (1999) Behaviour of migrating birds exposed to X-band radar and a bright light beam. Journal of Experimental Biology 202: 1015-1022.
 14. Casement, M.B. 1966. Migration across the Mediterranean observed by radar. Ibis 109: 461-491.
 15. Desholm, M., A.D. Fox, P.D.L. Beasley, J. Kahlert. (2006) Remote techniques for counting and estimating the number of bird–wind turbine collisions at sea: a review. Ibis 148: 76-89.
 16. Graber, R.R., S.S. Hassler. (1962) The effectiveness of aircraft-type (APS) radar in detecting birds. The Wilson Bulletin 74: 367-380.
 17. Kahlert, J., I.K. Petersen, A.D. Fox, M. Desholm, I. Clausager. (2004) Investigations of birds during construction and operation of Nysted offshore wind farm at Rødsand, Annual status report 2003. National Environmental Research Institute, Rønde, Denmark.