

NAMR-S-111001 (自行研究報告)

漂流廢棄物之輸出模式實驗
(正式報告)

中華民國 111 年 12 月

NAMR-S-111001 (自行研究報告)

漂流廢棄物之輸出模式實驗

(正式報告)

主辦單位：本院海洋產業及工程中心

研究人員：楊文榮、賴堅戊

研究期程：中華民國 111 年 1 月至 111 年 12 月

研究經費：新臺幣 0 萬元

中華民國 111 年 12 月

「本研究報告絕無侵害他人智慧財產權之情事，如有違背願自負民、刑事責任。」

NAMR-S-111001

漂流廢棄物之輸出模式實驗
正式報告

國家海洋研究院

目次

表次.....	II
圖次.....	III
提要.....	III
Abstract.....	VII
第一章 研究緣起與背景.....	1
第二章 研究方法及過程.....	2
第三章 重要發現.....	30
第四章 主要建議事項.....	31
致謝.....	32
參考文獻.....	33
附錄	

表次

表 1、實驗所用海洋儀器設備及器材	9
表 2、浮球組的配重與球冠高度	24

圖次

圖 1、聯合國 17 項永續發展目標(SDGs).....	1
圖 2、實驗海域位於安平外海，水深 50 公尺的近岸海域內.....	3
圖 3、Leeway(L)是順風(DWL)與側風(CWL)的合成向量.....	3
圖 4、船舶航行時受到海流及風的交互作用影響，船舶航行的軌跡改變.....	4
圖 5、實驗租用船隻(海環號).....	7
圖 6、實驗儀器架設示意圖.....	7
圖 7、海流儀固定於船底支架.....	8
圖 8、船舶向量受到風向量影響航向及航速.....	8
圖 9、各類海廢漂流物.....	10
圖 10、浮球及 AIS 發報器.....	11
圖 11、浮球組佈放照片紀錄.....	11
圖 12、模型假人及模型假豬漂流物佈放照片紀錄.....	12
圖 13、所有漂流物佈放之空派照片紀錄.....	12
圖 14、漂流物固定漁網定位器的照片記錄.....	13
圖 15、11 月 14 日海流速度時間序列圖.....	18
圖 16、11 月 14 日海流方向時間序列圖.....	18
圖 17、11 月 14 日海流流速流向玫瑰圖.....	19
圖 18、11 月 14 日海流 N、E 向量及流矢圖.....	19
圖 19、11 月 14 日風速時間序列圖.....	20
圖 20、11 月 14 日風向時間序列圖，.....	20
圖 21、11 月 14 日風速玫瑰圖.....	21
圖 22、11 月 14 日的風場之 U、V 向量及風矢圖.....	21
圖 23、11 月 14 日所有漂流物包含浮球組之軌跡分布圖.....	22
圖 24、各類漂流物的漂流軌跡分布圖.....	22
圖 25、浮球組的漂流軌跡分布圖.....	23
圖 26、浮球組的向量及流矢圖.....	23
圖 27、球冠高度.....	24
圖 28、相對風向 (RWD) 和偏航角 (La) 之間的關係。.....	28
圖 29、左圖相對風順風右側的漂移為正，右圖順風左側的漂移為負.....	28
圖 30、漸進向量圖(PVD).....	29

圖 31、圖左線性回歸零風速不受約束，圖右線性回歸截距為零.....	29
圖 32、浮球的線性回歸.....	29
圖 33、浮球組受到大小不同的風壓情形.....	30

附錄

附錄一、ADCP 數據

附錄二、風速數據

附錄三、浮球 A 數據

提要

關鍵詞：海洋廢棄物、海洋垃圾、風壓差、

一、研究緣起

海洋廢棄物主要為人造生活廢棄物，很大比例源自陸地河川的輸送。自 2015 聯合國倡議海洋永續，海廢治理漸漸成為備受關注的議題，透過調查、統計追蹤溯源，透過實驗收集海漂廢棄物的軌跡，為何會成為海廢熱點，利用數值模式回推軌跡，可以得知海廢的奇幻漂流歷程；海廢不只受到海流的作用力之外，尚受到大氣風力的作用，這正是海洋與大氣的交互作用影響著全球海洋廢棄物的傳送路徑，這海氣交互作用就是所謂的風壓差，各種海洋廢棄物的種類、型態、密度、體積都不同，所以每種廢漂廢棄物都具備不同的風壓差係數，因此透過累積多次的海上實驗，蒐集並建立風壓差，對於掌握海洋廢棄物的來去，能夠導入數值模式，進而獲得海廢治理的參考。

爰此，本案計畫之目的為記錄不同形體之漂流物於近海之軌跡變化，結合現場海流與氣象觀測，轉換為風壓差數據做為漂流數值模擬與驗證，並規劃河口漂流物之釋放與收回實驗，累積陸源性與海源性廢棄物漂流之追蹤及溯源之能量，提升對我國海域之廢棄物分佈與來源之掌握。

二、研究方法及過程

本研究透過勞務委託方式，連續三年自 109 至 111 年，進行委託進行廠商進行海上實驗，收集數據，後續進行數據分析，委託海洋漂流物實驗主要有三部分：1) 操作海流儀器，收集表層海流、2) 架設風速儀，收集風速、風向變化、3) 佈放與回收漂流物並記錄各種漂流物的漂流軌跡，所得數據自行分析與處理。

本研究數據取自 109 年海上實驗數據，包含海流、風速、軌跡的原始數據需經過一連串的前處理，海流儀的產出的 N、E 即代表向北、向東向量，等同於垂直即水平向量，為同步三種時間序列資料，再把風速、風向分解成垂直及水平(u、v)向量，以及將漂流物的漂流軌跡，把每個軌跡點位移時間及速度，計算轉換成垂直水平向量，方便進行比對。

三、重要發現

本研究經過實海驗證，1) 分解海流向量、風場風向再利用風壓差速率與 10 高的風速具用線性關係，求得風壓差速率，再分解成順風與側風分量，可預測漂流物的偏移量，最後比對漂流物軌跡驗證，2) 漂流物的非對稱性使漂流軌跡產生或左或右的偏移，且密度較輕且露出海面體積較大的物體，容易受到風力的作用改變軌跡，而且 3) 隨時間約長，軌跡歧異度越來越大。

四、主要建議事項

為持續進行海廢漂流實驗，期望能收集更多的風壓差參數，但由於海上作業受限於每日必須進出港，每次實驗只能最多八小時實驗就必須回收，無法收集更長時間的變化，未來是否有可能在近岸海域進行多日實驗，便可以獲取更好更多的數據。

Abstract

Keywords : Marine debris, Marine litters, Leeway

I. Purpose

Marine debris is mainly composed of artificial waste from daily life, and a large proportion of it comes from the transportation of rivers on land. Since 2015, the United Nations has advocated for ocean sustainability, and ocean waste management has gradually become a highly concerned issue. Through investigation and statistical tracking of the source, the trajectory of marine debris can be collected through experiments to understand why it has become a hot spot for marine waste. By using numerical models to trace back the trajectory, we can learn about the magical drifting history of ocean waste.

Marine debris is not only affected by ocean currents but also by atmospheric wind force. This is precisely the interaction between the ocean and the atmosphere that affects the global transmission path of marine debris. This ocean-atmosphere interaction is called wind pressure difference. The types, shapes, densities, and volumes of various marine debris are different. Therefore, each type of floating waste has different wind pressure difference coefficients. Therefore, by accumulating multiple sea experiments and collecting and establishing wind pressure differences, numerical models can be introduced to obtain references for marine waste management.

II Methods and Procedures

This study commissioned manufacturers to conduct offshore experiments through labor contracts to collect data. The experiment is mainly divided into two parts: 1) river drift experiment and 2) ocean drift experiment. In the river drift experiment, low-impact wooden boards are used as driftwood to collect the proportion of transmission at the estuary and landing. In the ocean drift experiment, the trajectory of artificial floating objects is recorded, and data from various instruments such as ocean current meters and anemometers are recorded at the same time.

III Results

This study has been verified by sea trials. 1) Decompose the ocean current vector and wind field wind direction, compare the drift trajectory vector, and obtain the wind pressure difference relationship formula. 2) Objects with lighter density and larger volume exposed to the sea surface are easily affected by wind force to change their trajectory. 3) As time goes by, the degree of trajectory ambiguity becomes larger.

IV Suggestions

To continue the marine debris drift experiment and collect more wind pressure difference parameters, it is hoped that more data can be collected. However, due to the limitations of daily entry and exit from the port for offshore operations, each experiment can only last for a maximum of eight hours and must be recovered. It is impossible to collect longer-term changes. In the future, it may be possible to conduct multi-day experiments in nearshore waters to obtain better and more data.

第一章 研究緣起與背景

2015 年聯合國於永續高峰會（United Nations Sustainable Development Summit）發布了 17 項「永續發展目標」（Sustainable Development Goals, SDGs）如圖 1，目標是於 2030 年以前，針對全球共同面臨的挑戰，包含氣候變遷、貧富差距等問題提出相對應的解決方案，並以此為標準衡量實踐情形，其中有關海洋的 SDGs 目標 14：保育及永續利用海洋生態系，以確保生物多樣性，並防止海洋環境劣化。

本院為辦理「智慧化海洋安全與環境監測系統建置計畫」，發展「海廢流場預測模式建立」之關鍵技術，自辦台灣周遭海域風壓差實驗任務與實驗規劃，從整體對海洋環境的掌握到風壓差參數的取得，所得觀測數據分析成果除可精進海廢動向預測之數值模擬成效，亦可提升海難搜救首選規劃系統(Search and Rescue Optimal Planning System, SAROPS) 與搜索勤務的掌握。

實驗內容將參考 U.S. Coast Guard 自 1960-2011 年間的實驗方法，陸續在台灣周遭海域於不同季節展開實驗，以獲得在地的風壓差(Leeway)參數；實驗預計租用民間漁船(海環號)於海上佈放多組姿態擬真之漂浮物模型(假人、假豬、竹筏、廢棄物等等)並掛載 AIS 信標，預期將可獲得多筆觀測軌跡數據，並同步操作氣象儀器(Comar 220WX)與都普勒海流儀(ADCP 600kHz)，收集現場氣象(風速、風向、氣壓)與海流資料，漂流物因受海流與大氣交互作用隨時間產生軌跡歧異，此差異變量關係式即可用來修正海流數值模擬的計算。



圖 1、聯合國 17 項永續發展目標(SDGs)
圖片來源：聯合國教科文組織

第二章 研究方法及過程

2.1 實驗規劃-海洋廢棄物漂流風壓差收集

本實驗規畫作業地點，為尋求海流環境較為單純的海域，以風壓收集及漂流物軌跡收集作為實驗設計，選擇安平港外海，水深 50 公尺處，該處海流受潮汐影響但不會紊亂，向北貨向南流況相對單純，本此所使用的督普勒海流儀，bottom tracking 量測深度範圍約為 75 公尺，受限於設備的選擇該處水深小於 50 公尺處，該處地形較為平坦，因此適合作為風壓差參數收集之場域，如圖 2。

自第二次世界大戰以來，人們就開始研究風壓差(Leeway)，根據美國海岸防衛隊的研究與發展中心(U.S. Coast Guard Research and Development Center)1996、1999 年 7 月的報告(Report No. CG-D-08-99[1]、CG-D-21-96[2]、CG-D-05-05[3])指出，風壓差(Leeway)是指風壓差速度及角度(angle)、順風(Downwind, DWL)、側風(Crosswind, CWL)分量之間的關係，如圖 3 所示，風壓差向量(L)則是 DWL 與 CWL 的合成向量，風壓差是物體相對於表面海流的運動，這分量由於漂流物外型的不對稱，產生順風向右側或左側漂移現象(Breivik, 2011) [4]。

了解風壓差對於預測搜救(search and rescue)倖存者和救生艇的的漂移是必要的。除了傳統搜尋與援救之外，可由風速線性回歸獲得風壓差的數值模型(Breivik, 2008) [5] (Maison Dieu, 2010)[6]，對於搜救執法及海洋環境保護任務，預測任何海面漂流物體的軌跡是至關重要的，美國海岸警衛隊並為各種常見的 SAR 物體開發漂移係數，所有這些現在都作為搜索和救援最佳規劃系統 (SAROPS) 中使用的算法的基礎(J.T. Morris, 2008)[7]。

風壓差(leeway)名詞從維基百科解釋：是指由垂直於物體向前運動方向的風的分量，這分量可分為順風分量(Downwind, DWL)及側風分量(Crosswind, CWL)，引起漂浮在水中的物體向側風方向漂移的偏移量，尚有許多文獻提及透過海上進行漂流實驗，蒐集風的風壓及分量的分析模型[8][9][10]。《國際航空和海上搜救手冊國家搜救增補》(National Search and Rescue Supplement to the International Aeronautical and Maritime Search and Rescue Manual)將風壓差定義為“因風吹向暴露表面而引起的搜索物體在水中的移動”。暴露較多的物體將在水中經歷更多的風壓差漂移和整體運動，如圖 4 所示，駕駛的航向(steered course)受到海流及風力交互影響，使得船舶行進方向(water track)受到改變，這改變的角度稱之為風壓差角度(Leeway Angle, LA)，所受的合成力即為風壓差力(Leeway Force, LF)。

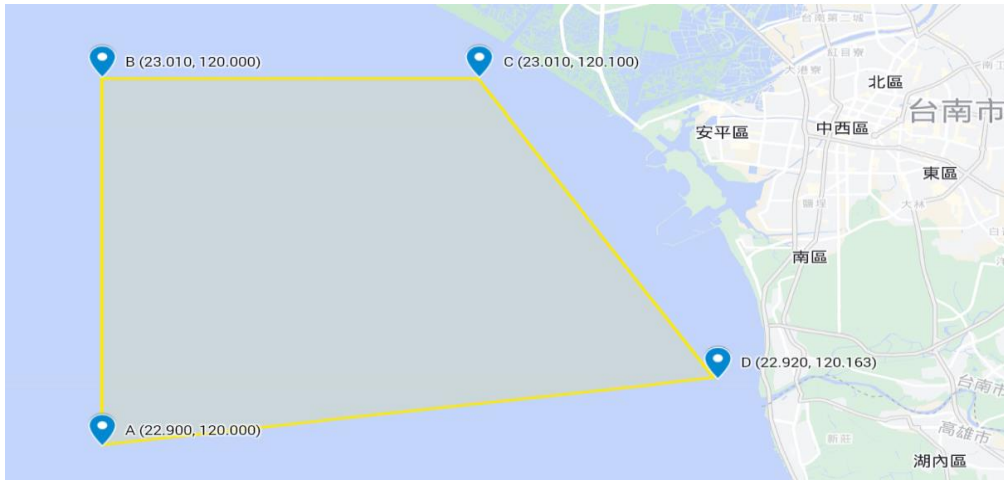


圖 2、實驗海域位於安平外海，水深 50 公尺的近岸海域內

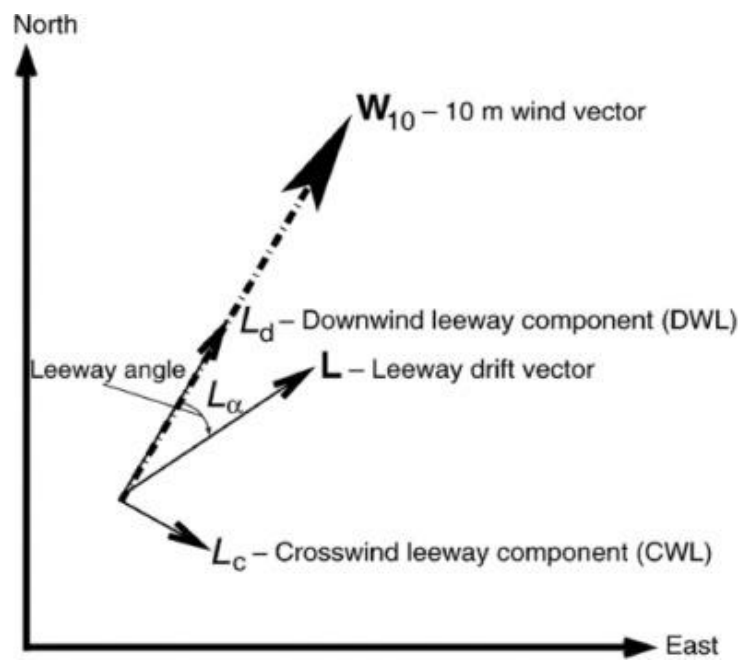


圖 3、Leeway(L)是順風(DWL)與側風(CWL)的合成向量

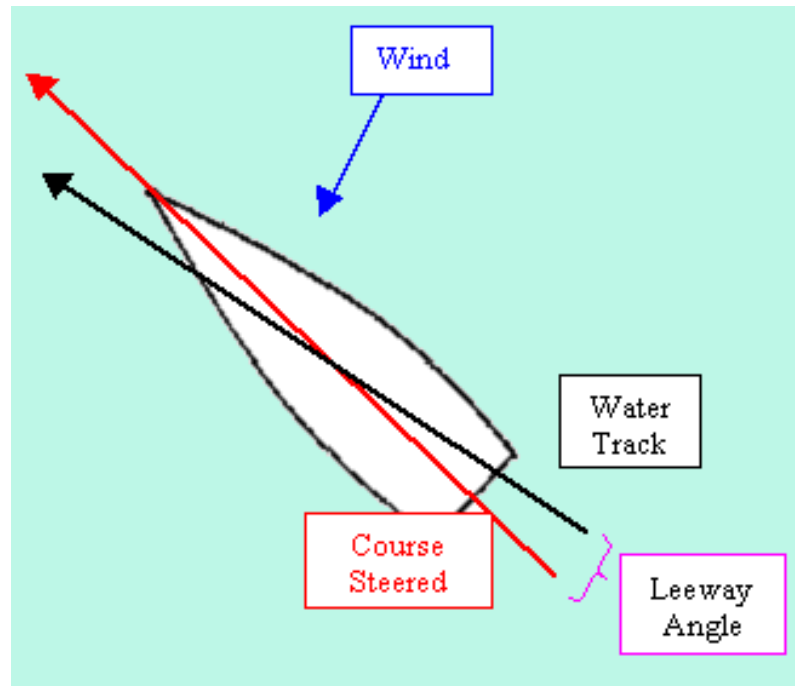


圖 4、船舶航行時受到海流及風的交互作用影響，船舶航行的軌跡改變

2.2 實驗儀器的使用

試驗為取得各種形式的海面漂流物（特別是台灣特有的、SAROPS 參數表沒有的）在海面風與表面流的作用下，飄（漂）移軌跡的差異，並進而分析出其風壓差參數，本次實驗規劃兩個科目，第一科目為真人、真豬與假人、假豬等(實驗所模擬漂流物，如表)在實海中漂流 0.5~1 小時的位置差異，確保實驗漂流物具有代表性；第二科目為約 9 類 17 件實驗標的物，實驗租用娛樂漁船(CT2 海環號)如圖 5，架設海流儀、風速儀及 AIS 接收天線，儀器整合是意圖，如圖 6，調查所使用儀器及說明，如表 1，漂流軌跡及海氣象數據收集，實驗同時收集氣象局之潮汐資料，作為參考比對之資料。

為收集漂流軌跡，利用漁民常用之漁網定位器來收集漂流物的漂流 GPS 定位，該設備發報的頻率為 VHF，與 AIS 的發報頻率相同，為簡易的 AIS 發報器的一種；為方便海上作業以這種 AIS 發報器作為漂流物軌跡紀錄之發報器，將 AIS 發報器固定於漂流物體上如圖 6(2)，由於漁船上都有配置 AIS 海圖儀，過程可以從海圖儀上監控是否漂流出範圍，回收時更容易回報即時位置，且與船長溝通無障礙，比起使用 GPS 方便相當多，其通訊成本相對衛星通訊低廉，且接收距離大於 GSM 或 4G 通訊，接收範圍半徑大約可達 20 海浬，並視天線架設的高度決定接收範圍的大小；接收時架設 AIS 天線與船頂，以同軸電纜連接至艙內訊號接收盒，如圖 6(1)所示，所收集資料進行解碼，AIS 解碼程式應用開放源的 Python 自行開發，漁網定位器發報頻率為每分鐘一筆，AIS 解碼資料僅有 3 欄，包含 MMSI 代碼(可自行編改)、經度及緯度，並以接收時間做為發報時間，最後由經緯度計算出每個時間點的移動時間與距離，轉換成位移向量，再內插與分解成每分鐘的垂直與水平向量。所使用的設備型號規格以及相關用途說明列表於表 1。

海流儀工作原理為督普樂原理(Doppler Current Profiler)，督普勒海流儀通常應用聲波向水中發射聲波脈衝。這些聲波脈衝會在水中反射，形成回波，然後被接收器接收。當水流速度與儀器相對運動時，發射和接收的聲波頻率將發生變化，以此變化量測海流流速及流向。海流儀架設於船底，並自行請鐵工廠訂製固定架安裝於船底，如圖 7，本研究所使用的海流儀頻率為 600kHz，適合水深 75 公尺的海域作業，並自行訂製專用支架安裝於海環號的海底艙門鐵板蓋艙外一側；海環號吃水深度約 2 公尺，故量測到的深度應再加上海流支架高度。一般租用娛樂漁船並不是每一艘船都可架設在船底，大部分是使用特殊夾具夾在船舷操作使用；海流儀利用都卜勒原理量測現場海流的流速與流向，通常海流儀頂部有 3 到 4 個音鼓，發射音鼓的 beam 角設定也是重要的一環，船速、海況也決定數據品質，本研究船儘可能不發動引擎保持隨波逐流，但所量測到的數據仍是相對數據，當從量測資料擷取最近表層的 N、E 向量數據，還需要再以扣除 bottom tracking 所獲得之船舶對地的絕對速度，藉以修正量測到的海流相對速度，最後，再經過內插出每分鐘一筆的 N、E 向量數具。

風速儀，本研究採用之品牌型號為 Airmar 220WX，該型號適合船用之風速儀，因為該風速儀內建 GPS 及 AHRS，可即時將量測到的風速風向修正為真風速與真風向，AHRS 代表姿態和方向參考系統 (Attitude and Heading Reference System)。它是一種電子設備，用於測量飛行器、船舶、汽車等運動物體的姿態 (包括機身的傾斜角度、機翼的滾轉角度和舵的偏轉角度等) 以及方向 (通常是指航向或船舶的方向)。由加速度計 (Accelerometers)、磁力計 (Magnetometers)、陀螺儀 (Gyroscopes) 整合而成，稱之為航行姿態參考系統，可以提供航向(yaw)、水平翻滾(roll)含垂直搖擺(pitch)的訊息，AHRS 利用這些組件的數據和運算演算法來計算和維護運動物體的姿態和方向，因此，實驗船隻在海上的運動時所量測到的風速風向，可藉由 GPS 及 AHRS，紀錄船舶航行向量，再修正成真風速、風向，船舶與風場的向量合成關係如圖 8。

本次海上漂流物實驗共計 9 類(17 件)，如圖 9，包含冰箱、模型假人 2 具(一平躺、一立姿)、模型假豬(一平躺，一立姿)、保麗龍、碰墊、漂流木(一大一小)以及漂流浮球 8 顆。

使用方形的冰箱最主要是因為常有釣客在堤防或礁岩磯釣，因故落海，搜救時只發現冰箱，依此推論搜救範圍；假人也是為模擬落海釣客，並穿有救生衣，立姿模擬存活等待搜救、平躺模擬死亡；假豬則是因為前幾年有關病死豬隻漂流引起恐慌的社會新聞；而漂流木每每經過颱風、暴潮，由山上經河流沖刷下來的漂流木，整片堆積於近岸或港灣，影響船舶航行安全；保麗龍、碰墊是漁民、養殖戶常用物件；實驗浮球經過改造，配重填充且固定於球體內底部，求頂部開模設計連接環，可結合 AIS 發報器，如圖 10，本實驗使用 8 顆浮球共分成四組，每組 2 顆，分組依據浮力劃分，將浮球浮力分三等份，其中 2/3 浮力再分成兩組，一組加拖曳尾巴，增加受海流分項作用力影響的對照組，浮球半徑 30 公分、浮力 15 公斤。

實驗過程的照片記錄請參見圖 11、圖 12、圖 13，以及圖 14 漂流物固定漁網定位器照片。



圖 5、實驗租用船隻(海環號)

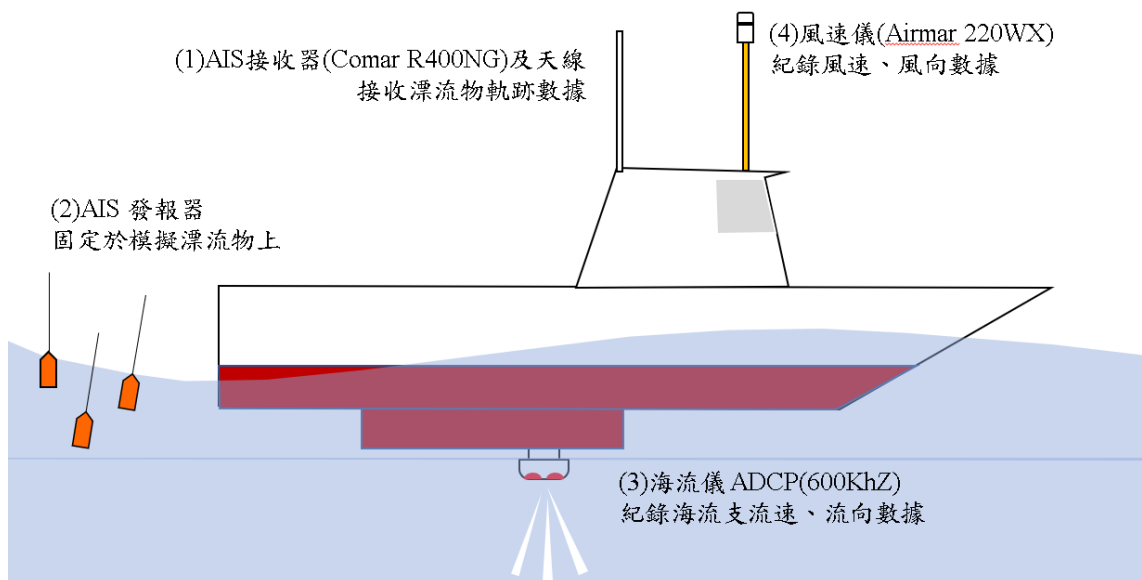


圖 6、實驗儀器架設示意圖



圖 7、海流儀固定於船底支架

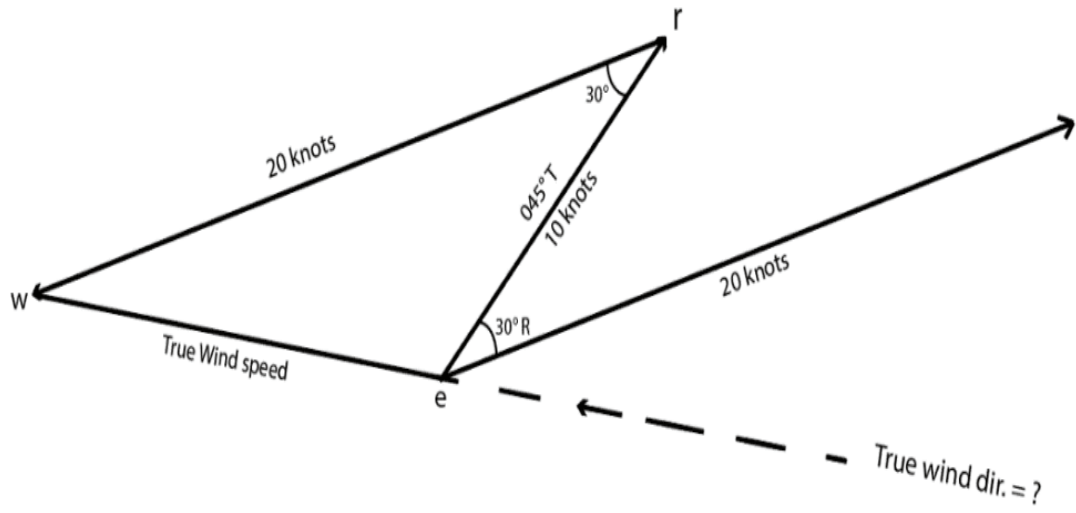






圖 8、船舶向量受到風向量影響航向及航速

表 1、實驗所用海洋儀器設備及器材

儀器	用途說明	
<p>發報器 transmitter</p>	<p>利用漁民常用的漁網定位器 (AIS)，是一種使用 VHF 頻段的船舶自動識別系統，編碼協定為 NEMA0813，作為 GPS 發報器，固定於模擬海廢漂流物，發報器可自行對 MMSI 編碼，在船端可即時接收漂流物的軌跡，最長距離約可達 20 海浬。</p> <p>【相關規格】 充電式 發射頻率 162.025MHz 發報器發報頻率每分鐘發報一筆。</p>	
<p>AIS 訊號接收盒</p> <p>【廠牌型號】 Comar R400NG</p>	<p>作為軌跡追蹤之記錄器，自行開發 AIS 解碼程式，每分鐘接收一筆資料。簡易的 AIS 發報器，數據只有經度及緯度，並以接收時間作為軌跡發生的時間。</p> <p>【相關規格】 雙通道頻率：頻道 A 161.975 MHz 及頻道 B 162.025 MHz 靈敏度：< -112 dBm 數據協定：NMEA 0183 數據輸出調變速率：38,400 Baud 輸出格式：VDM output message</p>	
<p>海流儀</p> <p>【廠牌型號】 ROWE Seawatch 600KHz</p>	<p>使用固定架安裝於船底，利用都卜勒原理量測現場海流的流速與流向，擷取最近表層的 N、E 向量海流數據，在以 bottom tracking 所獲得之船舶對地速度，修正量測到的海流相對速度。</p> <p>【相關規格】 寬頻：50m@2m bin size 窄頻：75m@2m bin size 最小空白距離：16cm 最小 Bin size：1.4cm 最大 Bins 數量：200bins 速率解析：0.01cm/s 長時間精準度：±0.25%, ±2 mm/s</p>	

	寬頻單一 Ping 準確度： 3.5cm/s@2m bin size 窄頻單一 Ping 準確度： 20cm/s@2m bin size 速率範圍：±5m/s(default),± 20m/s(maximum) Ping 頻率：>10hz	
風速儀 【廠牌型號】 Airmar 220WX	架設漁船頂(船頂約距水面 4m，本 氣象儀桿子長度 6m，約略為 10m 高，量測現場大氣之風速與風向， 透過內建的 GPS 及 AHRS 自動修 正為真風向與真風速。 【相關規格】 風向解析：0.1° 風向精準度：±3° at 10 m/s 風速解析：0.1 m/s 風速精準度：5% at 10 m/s GPS 定位精準度：3 m 數據協定：NMEA 0183 採樣頻率：10Hz	

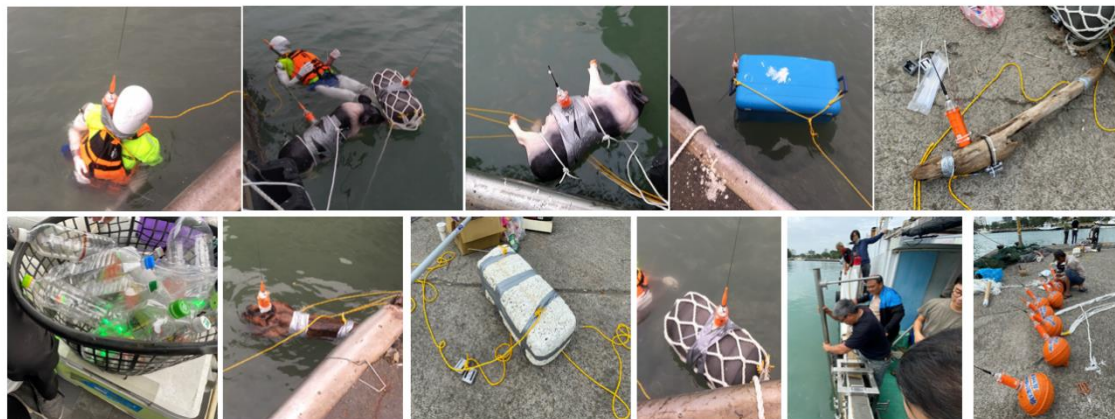


圖 9、各類海廢漂流物



圖 10、浮球及 AIS 發報器



圖 11、浮球組佈放照片紀錄



圖 12、模型假人及模型假豬漂流物佈放照片紀錄



圖 13、所有漂流物佈放之空派照片紀錄



圖 14、漂流物固定漁網定位器的照片記錄

2.3 數據處理

實驗日期為 11 月 14 日，作業自 8 時 2 分(第 0 分鐘)至 16 時 10 分(約為第 480 分鐘)，潮汐依氣象局資料自凌晨 1 時 2 分最低 30 公分，到 7 時 6 分達最高潮 93 公分後開始下降，至 13 時 4 分最低潮位(出現於第 300 分鐘)，最低 45 公分然後反轉，第二次高潮為下午 18 時 51 分，最高 108 公分。11 月 15 日作業自上午 7 時 41 分至下午 15 時 25 分，潮汐從最低凌晨 1 時 53 分最低 20 公分，開始漲潮至 6 時 9 分達最高、高度 86 公分，下午 13 時 36 分最低潮 51 公分，第二次高潮出現於黃昏 19 時 25 分，最高 115 公分。

本研究所收集的資料特性，包含海流、風速及漂流物各有所不同，本研究所使用的海流儀數據的頻率設定，約每 3~4 分鐘產出一筆，資料由海流儀的軟體進行區段時間的平均計算，本研究僅取最表層的海流資料使用，風速則每秒鐘產出 1 筆，風速使用船用真風速氣象儀，當船轉彎或移動時，資料需要刪除，並且進行 2 倍標準偏差外的資料濾除，漂流物的 AIS 浮標約每分鐘 1 筆，且經常掉資料，需要進行移動平均、內插等數值方法進行前處理。

本實驗所使用的 ADCP 海流儀(品牌型號 ROWE 600KHz)，使用固定架安裝於船底，利用都卜勒原理量測現場海流的流速與流向，海流儀為所量測到的資料為垂直剖面的流速、流向資料，是相對的數值，本計畫擷取最近表層的海流數據，由於架設於船底，取最上層量測到的海流，該量測到的海流速度為船與海流的相對速度，以垂直及水平的向量呈現，垂直為 N，即流向北的海流，水平為 E，即為流向東的海流，再扣除海流儀量測到的 bottom tracking，即船對海床的相對速度，該修正速度為海流對海床的絕對速度，同一時間收集。

11 月 14 日海流資料擷取自第一層資料，水深深度 0.87m，從海流速度時間序列圖，如圖 15，海流速度初始 0.7m/s 於第 120 分鐘後遞減至 0.1m/s 開始反增，於第 200 分鐘處漸增至 0.5m/s，從流向時間序列圖觀察，如圖 16，海流方向於第 120 分鐘前海流流向北方，之後轉向至 100 至 140 度，再從流速流向的玫瑰圖，如圖 17 顯示，海流呈現西北北(320 至 340 度)及東南流向(100 至 140 度)，另外，從海流之 NE 向量及合成流矢向量觀察，如圖 18，圖中綠色線條為 East 海流，代表水平方向的向量，藍色線為 North，代表垂直方向的海流向量，流矢線長短代表海流的強弱，流矢方向則代表合成海流流向，初始垂直向量為正，漸轉為負值，水平向量為負，漸轉為正值，合成向量為流向西北北(約 320 至 340 度)，在第 120 分鐘順時針方向轉向東再向東南，大約就是上午 10 時左右，10 時後，合成向量為向東南(約 100 至 140 度)。

關於風速及風向部分，第一日(14 日)請參見風速的時間序列圖，如圖 19，風速約略介於 3 至 9m/s 區間，在第 0 至 60 分鐘約略 4m/s，漸漸變強，於第 120 分鐘時約為 6m/s，

200 分鐘又再變更強，約略在第 240 分時到達 8m/s，在第 280 分鐘後轉弱至 6m/s 之後，持續介於 6~8m/s 間。再觀察風向之時間序列圖，如圖 20，風向主要為北風，由北邊吹向南邊，偶有陣風東及東南風，而風速風向玫瑰圖，如圖 21 顯示，主要風向為北風(340 度至 20 度)，風速約 3 至 9m/s，偶有 50 至 185 度之陣風，風速約 6 至 12m/s。

關於風速向量計算，由美國國家大氣研究中心(National center for Atmospheric Research, NCAR) 發展針對大氣科學研究常用語言 NCL (NCAR command Language)之風速向量計算公式，由風速 Wspeed (m/s)及風向 Wdir(°)計算獲得：

$$u = (-1) * Wspeed * \sin\left(\frac{\pi}{180} * Wdir\right) \dots\dots\dots(1)$$

$$v = (-1) * Wspeed * \cos\left(\frac{\pi}{180} * Wdir\right) \dots\dots\dots(2)$$

其中Wdir角度需要轉成弧度，u為水平分量，如公式(1)，由 Wspeed 負值乘以角度的正弦函數、v為垂直分量則由 Wspeed 負值乘以角度的餘弦函數，如公式(2)。依上述公式將計算出風場 U、V 向量圖，如圖 22，得知觀測期間，風速穩定呈現北風(由北向南吹)的狀態。關於風速繪圖部分，因為風速數據格式為 NEMA0183，取樣頻率為最高可達 10Hz，本研究設定 1Hz，每秒一筆，每分鐘有 60 筆因此繪製向量圖時需要將資料進行移動平均計算，因此本計算採 60 筆移動平均，繪製向量圖時為避免過度擁擠，5 筆取一筆進行繪製。

所有海廢漂流物的軌跡分布圖顯示，請參見圖 23，圖中圓形點為佈放起始點，各類漂流物軌跡以西北東南走向呈帶狀分布，其中浮球組由 A 到 H 共計 8 顆浮球，浮球直徑 30 公分，浮力為 15 公斤分成四組，每組 2 顆具有相同配重，故將配重則分成三等份，故，分成三組再加上一組加掛尾繩，以降低風吹及增強受海流影響，第一組配重 5 公斤最輕為 A、B 浮球，第二組配重約 10 公斤，C、D 浮球組，第三組 D、E 配重 14 公斤，第四組配重 10 公斤再加掛尾繩；尚有各類漂流物，如釣魚冰桶、漂流木、碰墊、保麗龍，以及兩具模型假人，一個立姿、一個躺姿，立姿模擬求生姿態，躺姿模擬大體，參見圖 6；佈放起始時間為 11 月 14 日 8 時 15 分左右，所有物品初始流向為向西北漂移，約在 10 時 15 分時(約為第 120 分鐘處)軌跡開反轉向東南方向漂移，而圖中假人模型(立姿)及浮球 G(帶尾)的軌跡平移，是實驗過程中為避免漂流物擱淺，將漂流物撈上船，移至南邊再投入海中繼續漂流，屬人為介入。

關於漂流物的數據是使用漁民常用之漁網定位發報器，經由 VHF 頻段將定位點的 GPS 發報出來的，傳送的數據格式為 NEMA0183，與 AIS 解碼相同，解出的欄位只有 MMSI、經度及緯度，每分鐘發報一筆，由於海上漂流物受海況影響，收訊數據常有遺漏，因為連續時間序列，對資料影響不大，為了與風場及海流流場比對，統一轉換成向量，向量計算由經緯度移動距離及間隔時間差來計算，向量數值代表浮球的瞬時水平(U)及垂

直(V)向量，由 A 點到 B 點經緯度座標計算距離公式為球面三角通用計算方式，取自維基百科的半正矢定律(Haversine)公式，公式如下式(3)~(6)。

$$dx = (Lon_B - Lon_A) * \frac{\pi}{180} \dots\dots\dots(3)$$

$$dy = (Lat_B - Lat_A) * \frac{\pi}{180} \dots\dots\dots(4)$$

$$H = \sin^2\left(\frac{dy}{2}\right) + \cos\left(Lat_A * \frac{\pi}{180}\right) * \cos\left(Lat_B * \frac{\pi}{180}\right) \sin^2\left(\frac{dx}{2}\right) \dots\dots\dots(5)$$

$$Distance = 2 * R * \text{asin}(\sqrt{H}) * 1000 \dots\dots\dots(6)$$

其中經緯度需轉換為弧度，其中R為地球半徑，地球半徑=6371公里(3959海哩、3956英里)，距離單位為公尺，除以時間獲得速率，再計算水平或垂直位移的正負值，依此可推算出向量值。

以下我們將各類漂流物與浮球組分開討論，比較容易理解受力關係，各類漂流物的圖 24，呈帶狀分散的軌跡由左向右依序為保麗龍、釣魚冰箱、假人(躺)、碰墊、漂流木、假人(立)，這個偏移顯示保麗龍除了面積大之外，密度也輕，與相同浮出面積更容易受風的作用力影響而改變漂流軌跡，漂流木與假人(立)都一半吃水，且密度也大，故受作用力影響不大。而僅從浮球組的帶狀分散的軌跡圖，如圖 25 來看，兩兩一組的浮球組，具有相同配重之浮球軌跡相近，證明其所受的作用力是相同的。浮力較大的浮球 A 往西南偏移最多，浮球 C 浮力次之，偏移也次之，浮球 E 浮力第三，偏移也排第三，而浮球 G 因為帶尾，軌跡隨海流移動，偏移最小，浮球 G 尾段因人力介入，故軌跡向南平移。

綜上述數據顯示，配重越重露出水面體積越小，受風作用力影響也越小。漂流物初始受到海流向西北北流(約 320 至 340 度)影響，風力由北方吹向南方，受風影響大者漂流軌跡偏西，收海流影響大者，隨海流漂移；漂流物在第 120 分鐘後(也就是 10 時 5 分)，海流之 N 向量遞減而 E 向量遞增，海流由流向西北北逆轉流向東南方(100 至 140 度)，而風速的仍然向北且漸增至 6m/s，將漂流物向南推移，露出水面面積越大者漂流物向南偏的位移越大，吃水深的直立假人與帶尾的浮球較不受風的影響。

從漂流物的向量圖及流矢圖觀察，如圖 26，所有浮球初始向量為向西北漂流，在第 85 分鐘就開始反轉指向東南漂流，與前述海流向量有約 35 分鐘的差距，顯然這時的北風影響了浮球的移動；而浮力不同的浮球組受到風的影響，也可從的流矢圖看出，浮球本身總浮力 15 公斤，浮球 A 為配重約 5 公斤的浮球，也就是露出水面最多的浮球，浮球 C 配重將近 14 公斤，幾乎全部沒入水中，浮球 E 為配重 10 公斤但是帶有尾繩的浮球，受到海流影響較多，初始期間浮球往西北漂移，如圖 26，在第 40 分鐘時，所有浮球都向西北

北漂移，浮球 A 浮力大偏差角度最大，而在第 120 分鐘，所有浮球都轉向東南漂移，同樣地，浮力最大的浮球 A，也是向偏差角最大的。

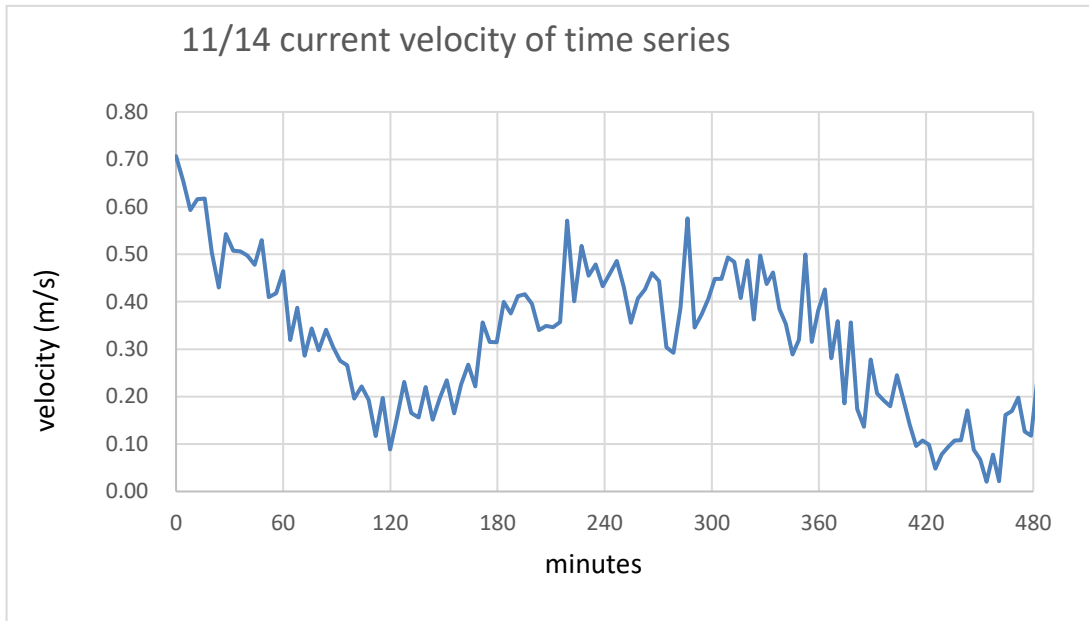


圖 15、11 月 14 日海流速度時間序列圖

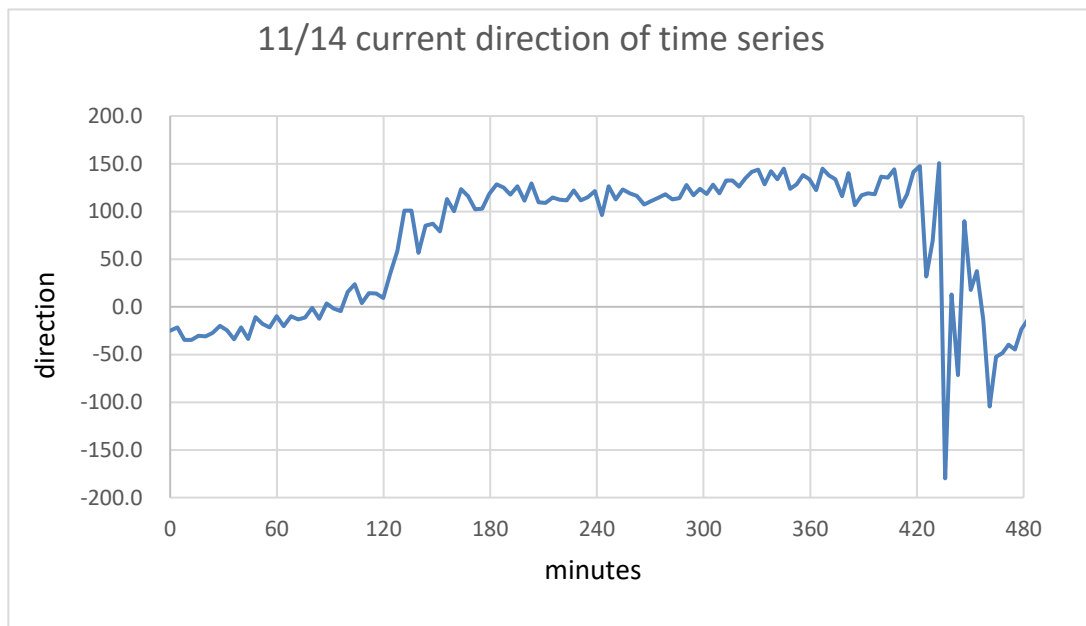


圖 16、11 月 14 日海流方向時間序列圖

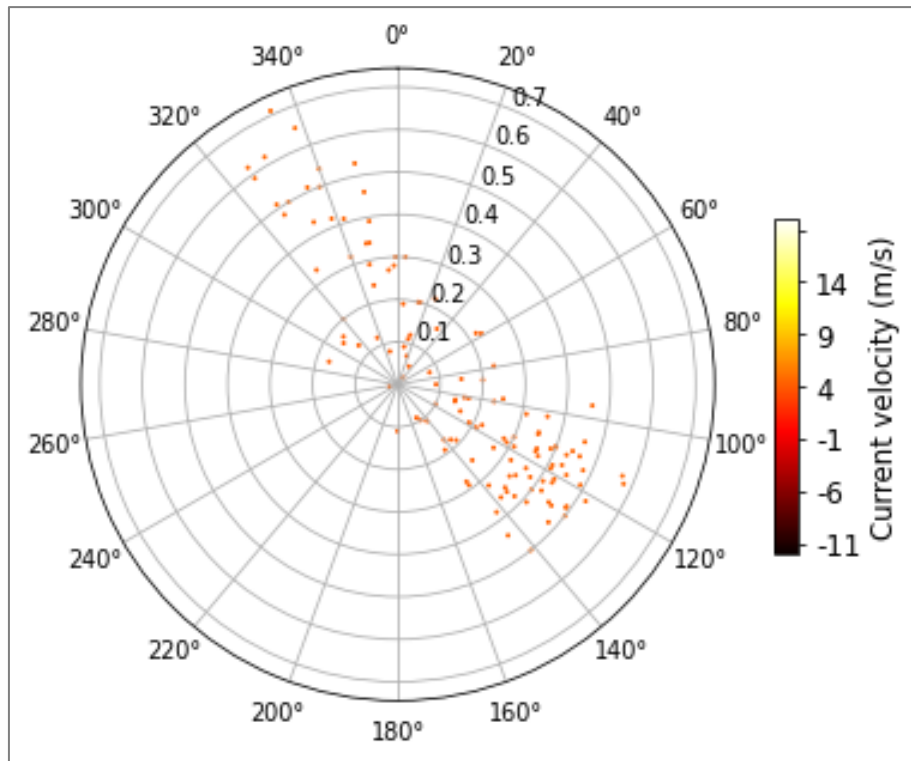


圖 17、11 月 14 日海流流速流向玫瑰圖

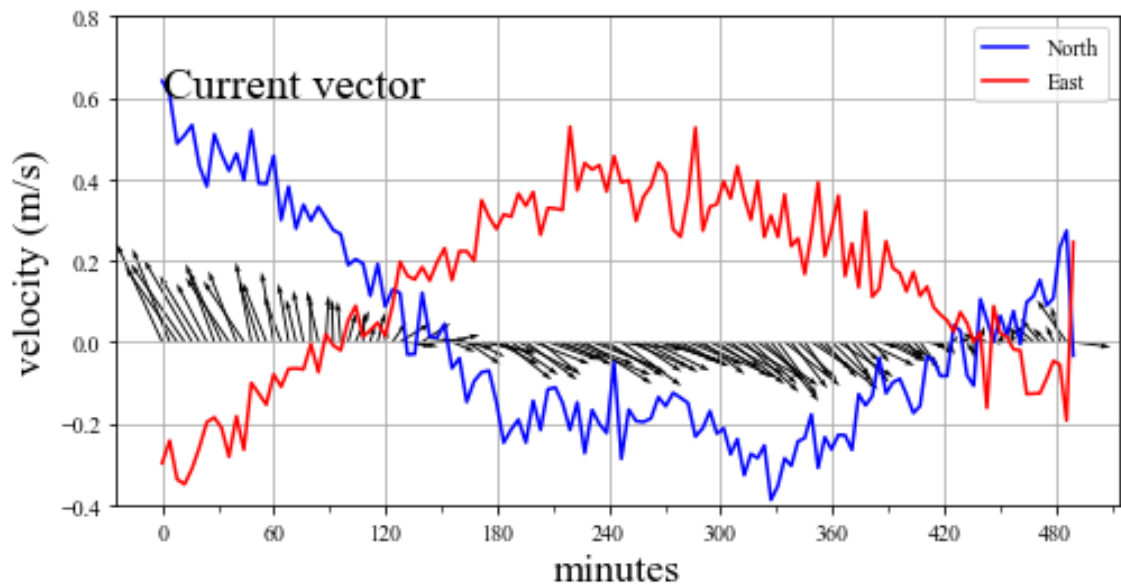


圖 18、11 月 14 日海流 N、E 向量及流矢圖

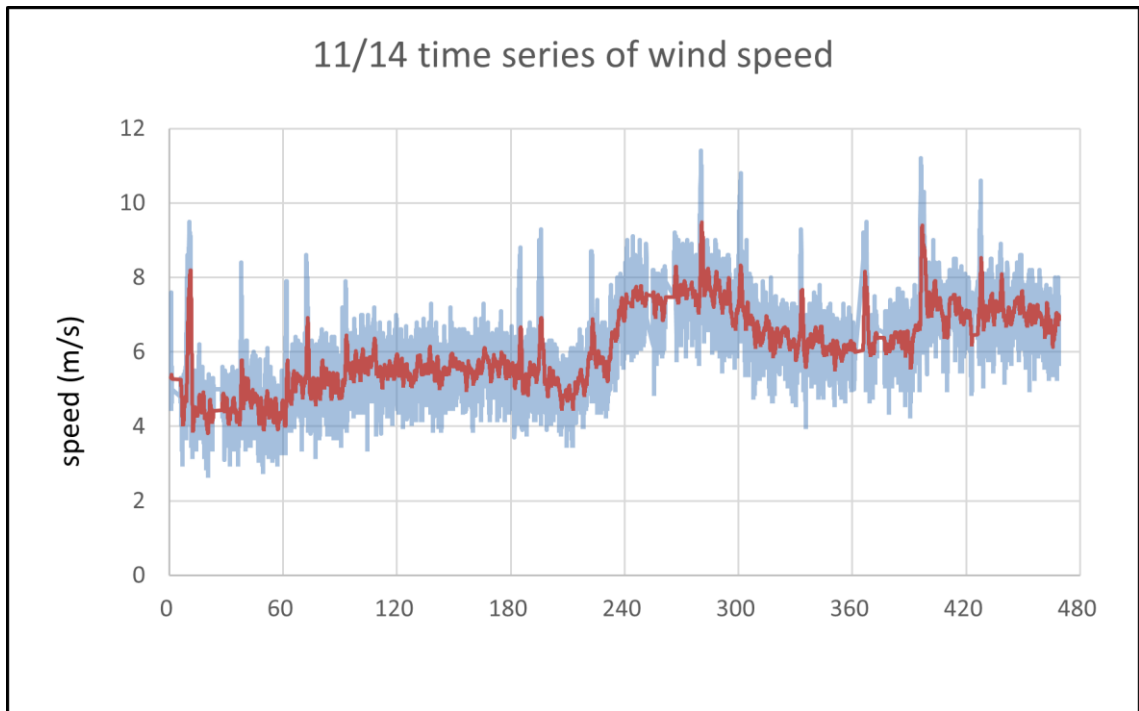


圖 19、11 月 14 日風速時間序列圖

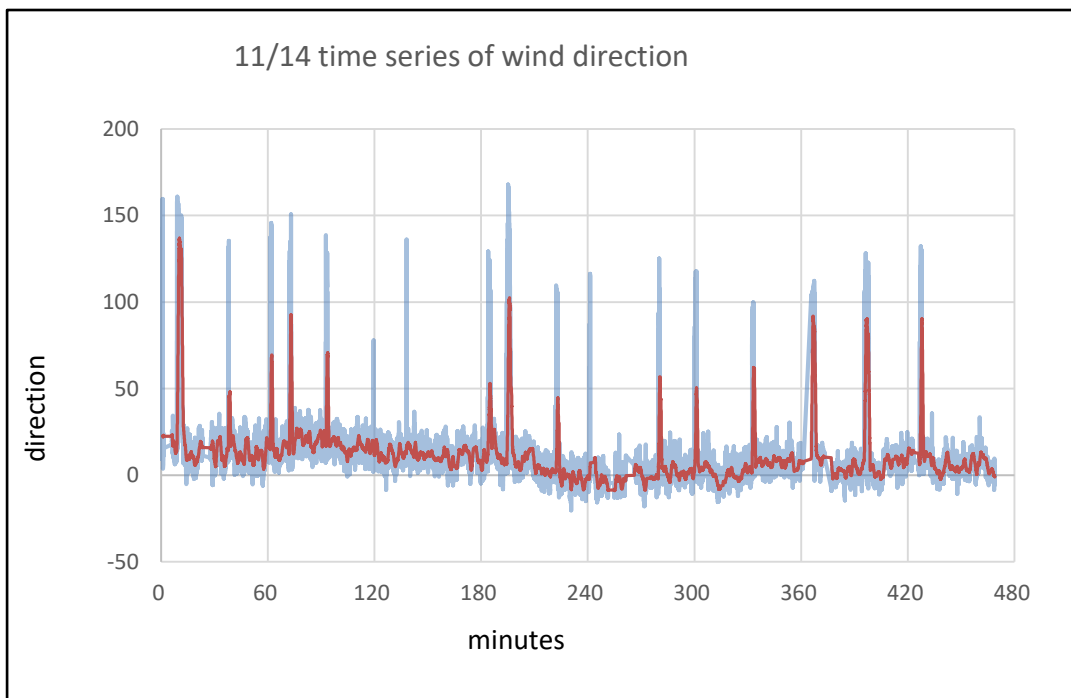


圖 20、11 月 14 日風向時間序列圖，

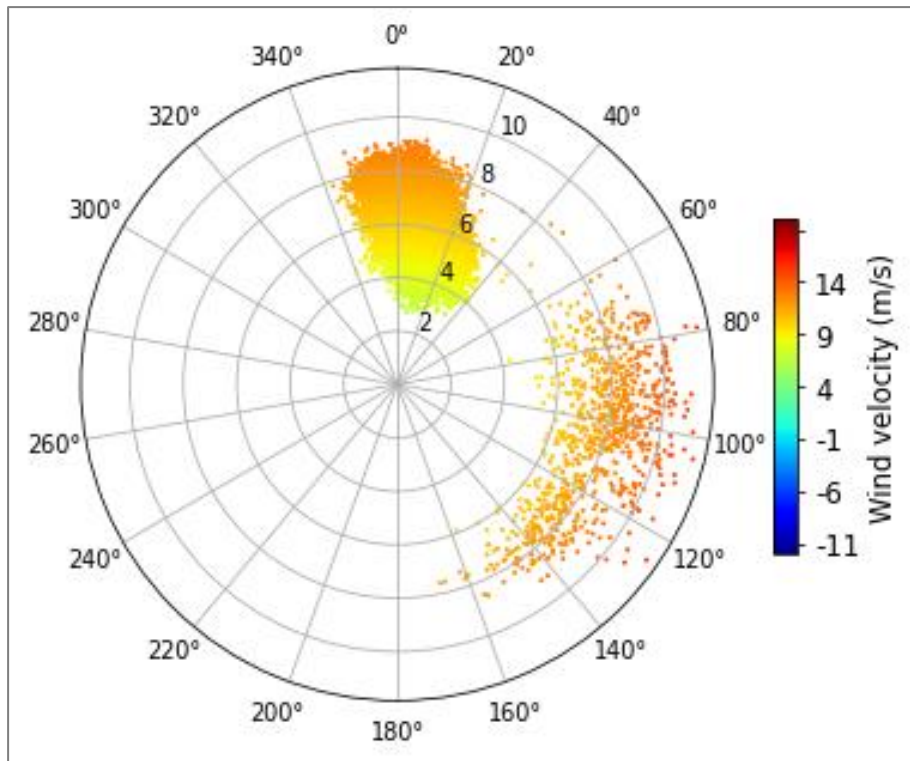


圖 21、11 月 14 日風速玫瑰圖

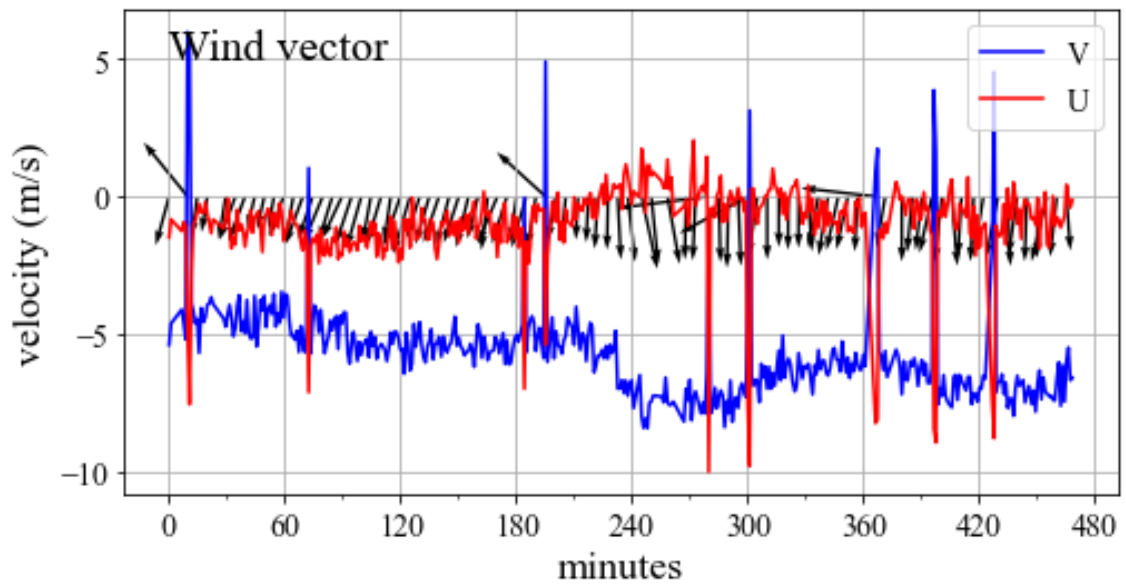


圖 22、11 月 14 日的風場之 U、V 向量及風矢圖

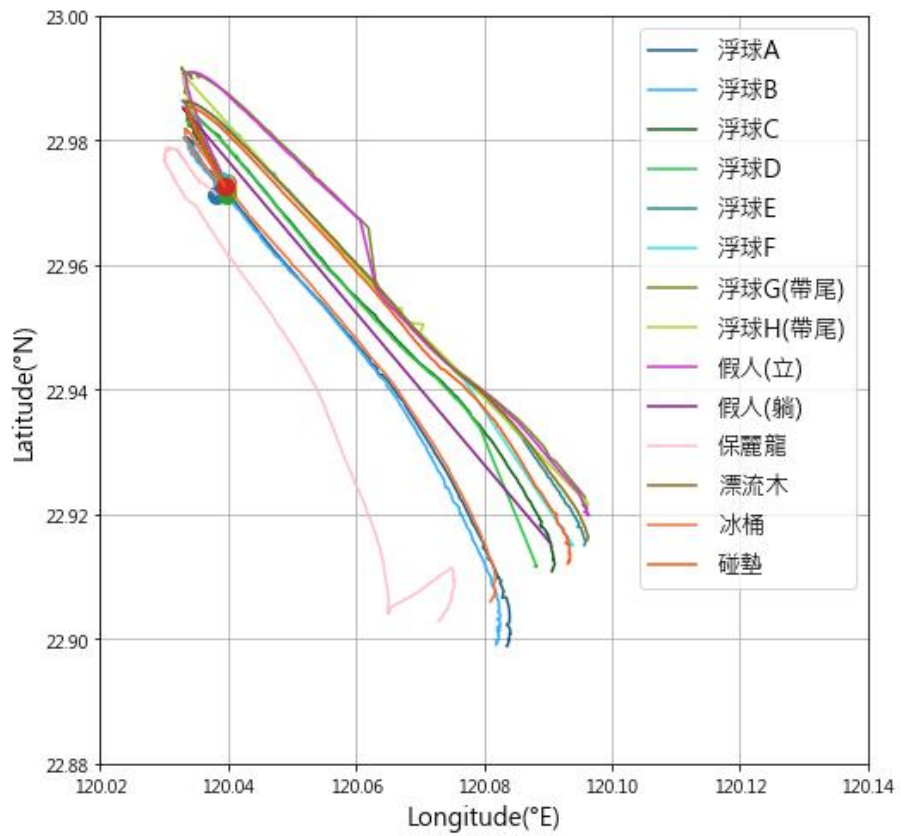


圖 23、11 月 14 日所有漂流物包含浮球組之軌跡分布圖

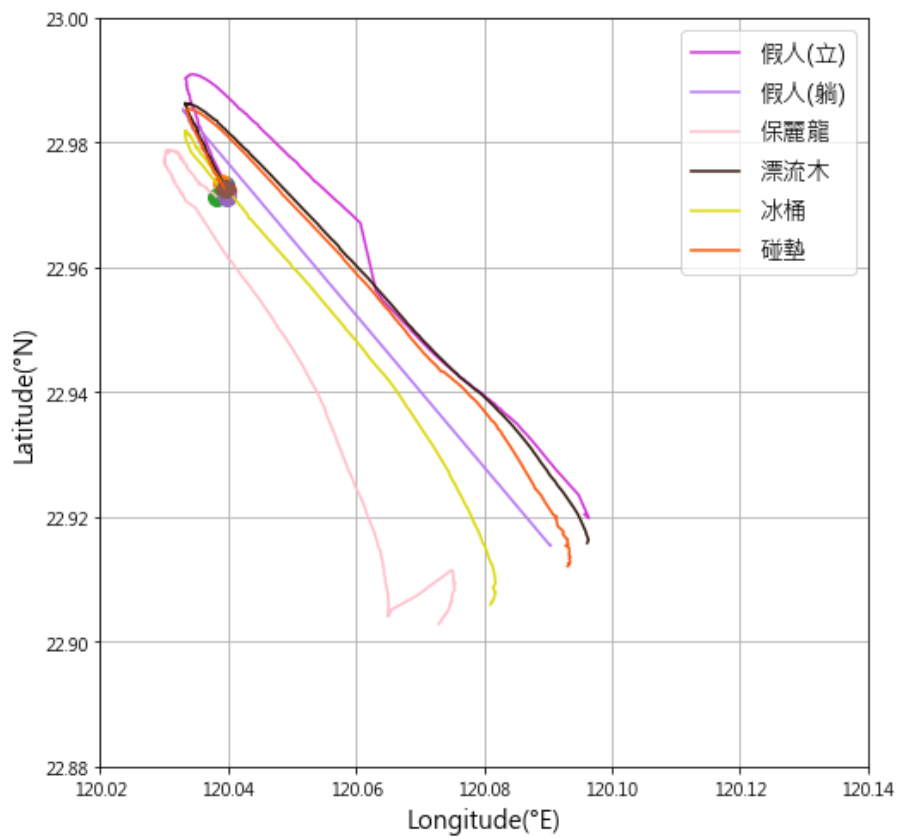


圖 24、各類漂流物的漂流軌跡分布圖

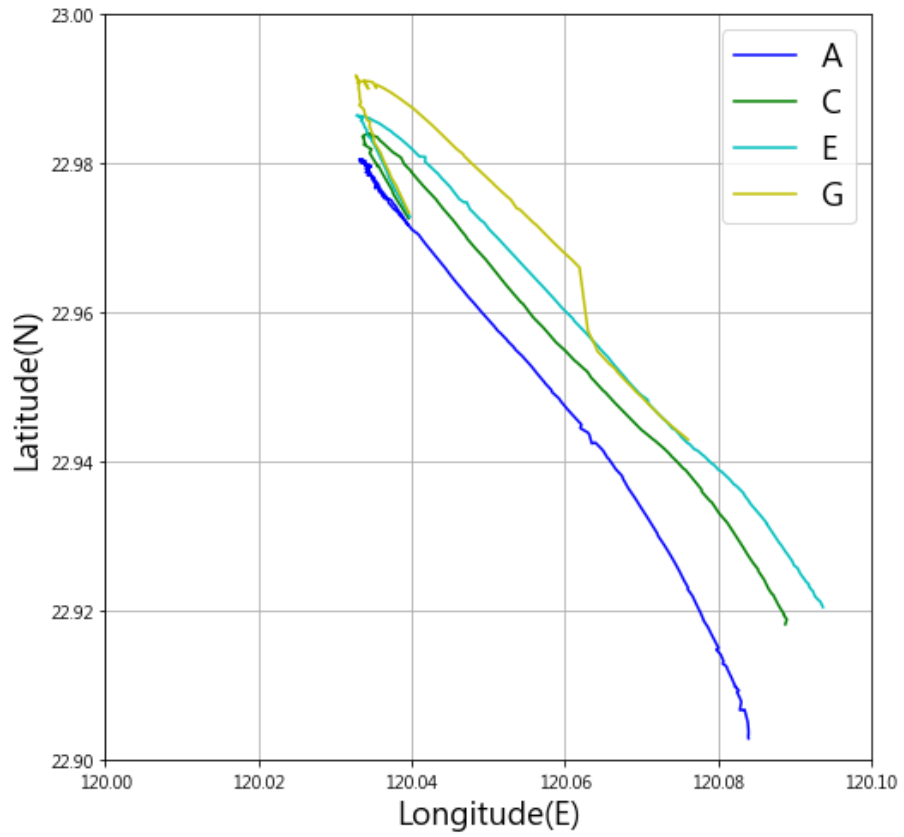


圖 25、浮球組的漂流軌跡分布圖

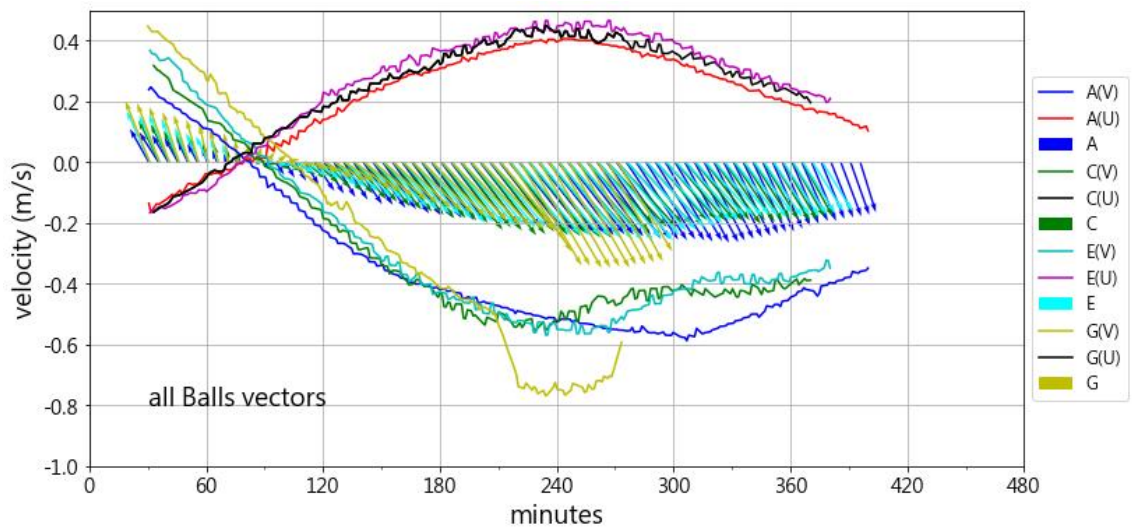


圖 26、浮球組的向量及流矢圖

2.4 球冠計算

根據阿基米德、畢氏定理，球冠(spherical cap)，如圖 27，計算公式如式(7)~(9)，本研究所用浮球半徑 15 cm，淨浮力為 15 kg，球體體積計算公式，如公式(7)，此浮球的體積為 $4500\pi \text{ cm}^3$ ，因此，單位體積之浮力為 $1/300\pi \text{ (kg/cm}^3\text{)}$ ，故，配重 5kg 的浮球，如公式(8)，可計算出浮球 A、B 水面高度約為 21.52 cm，在換算露出水面球冠表面積，如公式(9)，約為 2027.18 cm^2 ，浮球 C、D 配重 10 kg，露出水面的球冠高度 17.42cm，露出水面球冠表面積 1640.96 cm^2 ，浮球 E、F 配重將近 14 kg，露出水面高度 11.2 cm，水面上的表面積為 1055.04 cm^2 。

表 1、浮球組的配重與球冠高度

分組	配重 (公斤)	露出水面高度 (公分)	露出水面表面積 (平方公分)
浮球 A、B	5	21.52	2027.18
浮球 C、D	10	17.42	1640.96
浮球 E、F	14	11.2	1055.04

浮球半徑 15 公分，無配重時浮力為 15 公斤

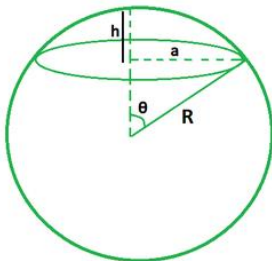


圖 27、球冠高度

$$\frac{4}{3}\pi r^3 \dots\dots\dots(7)$$

$$\frac{(3r-h)}{3} h^2 \pi \dots\dots\dots(8)$$

$$2 \pi r h \dots\dots\dots(9)$$

公式(7)為球體體積公式，公式(8)為球冠體積公式，
公式(9)為球冠表面積公式，h 則為球冠高度。

2.5 風壓差計算

前一節僅用向量觀念處理數據，本節將引入風壓差觀念，依據美國海岸防衛隊在報告書(CG-D-09-00，1999)所定義的參數：

(1)相對風向(Relative Wind Direction, RWD)：來自參考點的右側風為正，來自左側的風為負。請參考圖 28，RWD 與風壓差角(La)之間的關係。(2)風壓差角(Leeway Angle, La)：偏航方向減去風吹的方向。順風右側的漂移為正，順風左側的漂移為負。這與相對風向的約定相同。0 度的則屬順風漂移。(3)風壓差速度(Leeway speed, |L|)：向量強度大小。風壓差速度始終為正。風壓差速度和風壓差角形成極坐標上的距離定位，此為風壓差向量。(4)風壓差的順風(Downwind, DWL)及側風分量(Crosswind, CWL)：風壓差分量以笛卡爾坐標表示的風壓差向量(leeway velocity vector)與風速向量(Wind velocity vector, W_{10})關係。這裡分量可以是正，也可以是負。實際上，順風部分幾乎總是正的。側風分量是指搜救載具與順風方向的偏離。正側風分量是風向右側的發散，負側風分量是風向左側的發散，在低風速時，使用側風分量比使用風壓差角，容易表達 SAR 載具在順風方向上的發散，因為側風分量乘以風速使發散變小，比風壓差角的容易計算。而低風速時側風分量的分散減少。因此，可利用風壓差分量的回歸統計方法實現作業化數值搜索規劃工具[5]。(5)風壓差係數(Leeway rate)：風壓差速度 (|L|) 除以調整至 10 公尺高 (W_{10}) 的風速。考慮到 |L| 的單位為 cm/s， W_{10} 的單位為 m/s，以風速的百分比(%)表示。

參考上述，本研究所蒐集到的數據分析，如圖 29，風、海流與漂流物三者的關係猶如圖 27 所描述，左圖為第 26 分鐘時(此時漂流物為順風右側飄移)，相對風向及風壓差角為正值，圖右為第 194 分鐘時為負(此時為順風左側飄移)。通常可以觀察到物體迎風轉向趨勢，即從相對於風向(例如順風左側)的持續漂移方向改變為反向。需要識別這些符號變化來分割左右漂移事件，然後計算左右側風風壓差係數(r)。由於這種現象變化通常很少見，最簡單的方法是目視檢查相對於順風方向風壓的漸進向量圖 (Progressive Vector Diagram, PVD)，如圖 30，再根據上述定義，而本次實驗所架設的風速儀約為 10 公尺高(吃水 1 公尺、水面至船橋頂 6 公尺、風速儀桿長 3 公尺)，所測量數據符合本次求解風壓差使用。風壓差與風(W_{10})的方向具線性關係，(Allen, A.1999)向量求夾角如下，公式(10)到(12)：

$$\frac{|L|}{|W_{10}|} = r(\%) \dots \dots \dots (10)$$

$$DWL(L_d) = |L| \sin(90^\circ - La) \dots \dots \dots (11)$$

$$CWL(L_c) = |L| \cos(90^\circ - La) \dots \dots \dots (12)$$

其中， W_{10} 為 10 公尺高的風速(m/s)、 L 是 Leeway 向量， $|L|$ 則是 Leeway speed， r 為風壓差係數，單位為百分比(%)， La 是風壓差角，順風分量為風壓向量的餘角正弦，側風分量則風壓向量的餘角餘弦。

遵循 Allen (1996)定義和迴歸分析方法。使用風壓差速度的順風和側風分量對風速的兩個線性迴歸模型。一個線性迴歸模型對於零風速時的風壓差速度不受約束，如公式(13)，而第二個線性迴歸模型則通過原點受到約束，以便在零風速時風壓差速度被迫為零，亦即截距為零，如公式(14)。

$$|L| = a + b * W_{10} \dots\dots\dots(13)$$

$$|L| = b * W_{10} \dots\dots\dots(14)$$

將風壓差向量分解成順風分量(DWL)及側風分量(CWL)。又根據 Allen (2005) [4]研究中發現 10 米風速 W_{10} (m/s) 與物體的風壓差之間幾乎呈線性關係，如圖 31，圖左零風速時風壓差速度不受約束，圖右則零風速時風壓差為零，截距為零。兩分量與風速呈幾乎線性關係，這方便我們透過分析順風和側風風壓差分量應用在蒙特卡羅搜救規劃中。

(Breivik et. al, 2011)接近徑向對稱漂移物體具有非常小的側風漂移，可能無法辨別風速和側風漂移之間的明確關係，而其他物體具有顯著的風壓差的側風分量導致向左或向右的漂移，即正負側風分量，透過實驗數據，於是再把公式(13)(14)以下列表示：

$$L_d = a_d W_{10} + b_d + \varepsilon_d \dots\dots\dots(10)$$

$$L_{c+} = a_{c+} W_{10} + b_{c+} + \varepsilon_{c+} \dots\dots\dots(11)$$

$$L_{c-} = a_{c-} W_{10} + b_{c-} + \varepsilon_{c-} \dots\dots\dots(12)$$

L_d (cm/s)為順風分量等於風速常數 a_d (%)加上偏移量 b_d ，以及誤差項；而 L_d 可以對正(L_{c+})、負(L_{c-})側風分量(cm/s)進行線性迴歸。假設線性迴歸存在高斯誤差(Gaussian error)，三個參數 (ε_d 、 ε_{c+} 和 ε_{c-}) 足以解釋順風以及正負(或左右)側風分量的誤差。最後，可以通過原點約束線性迴歸係數 (無低風偏移， $b=0$)。如果數據量允許，兩組係數都應使用其相關的標準誤差進行計算。

而本研究之漂流物軌跡向量 $B = (u_B, v_B) = L$ ，如公式(13)，因此，漂流物向量 B 與海流 $C = (E, N) = (u_C, v_C)$ 及風 $W = (U, V) = (u_W, v_W)$ ，風與漂流物的夾角即為 La ，依據向量夾角等於兩向量點積除以兩向量長度的反餘弦函數，公式如下(13)~(16)：

$$B = (u_B, v_B) \dots\dots\dots(13)$$

$$\cos(La) = \frac{B \cdot W}{|B||W|} \dots\dots\dots(14)$$

$$La = \cos^{-1}\left(\frac{B \cdot W}{|B||W|}\right) \dots\dots\dots(15)$$

$$La = \cos^{-1}\left(\frac{u_B u_W + v_B v_W}{\sqrt{u_B^2 + v_B^2} \cdot \sqrt{u_W^2 + v_W^2}}\right) \dots\dots\dots(16)$$

依上述公式，將 2.4 節海流、風以及漂流物的向量，計算出風壓角(La)，再推算出順風分量(L_d)及側風分量(L_c)。

進行內插資料處理，內插每分鐘 1 筆，以便同步比對三種垂直與水平向量，海流、風、浮球 A、風壓係數(k)、風壓差(L)及風壓差角(La)之關係，依據公式(13)~(16)由海流與漂流物合成向量推算風壓差角(La)，再利用線性回歸，如圖 32，本實驗的 R-squared 分數只有 0.01，推測可能與本次實驗風速分布有關，本次實驗風速最小約 3.8m/s 到最大 8m/s，風速變化小，所以集中在此區間，透過線性回歸，求得 DWL 的斜率，由此求得風壓差(L)及風壓差係數(r)。也可以此預測漂流廢棄物漂移的方向及速度。

再對浮球組個別向量分析探討，在同一時間因為露出水面不同，各浮球所受到的風壓差也不同，如圖 33 左側，再第 40 分鐘時，風的方向約為北風、海流方向為西北北，合成向量為向西北北，漂流物向西北北，此時為，漂流物為背風方向移動，假設浮球 G 因帶有尾繩，且配重約 11 公斤，受到海流影響最大，受到風作用力影響最小，因此浮球 A 因配重較輕，露出海面最多，所受到的 LF 也最大，浮球 C 次之，浮球 E 受到的 LF 再次於 C，LF 的作用力為；圖右側為第 120 分鐘左右，風向仍然為北風，海流為流向東南，合成向量為東南，浮球組已轉向東南漂移，此時，漂流物為順著風的方向移動，浮球 A 所受的 LF 也最大，因此 LF 也可再分解為風作用力在不同表面積所致，露出海面的面積大小會產生不同風壓，也驗證了不同風壓致使漂流軌跡產生分歧的現象。

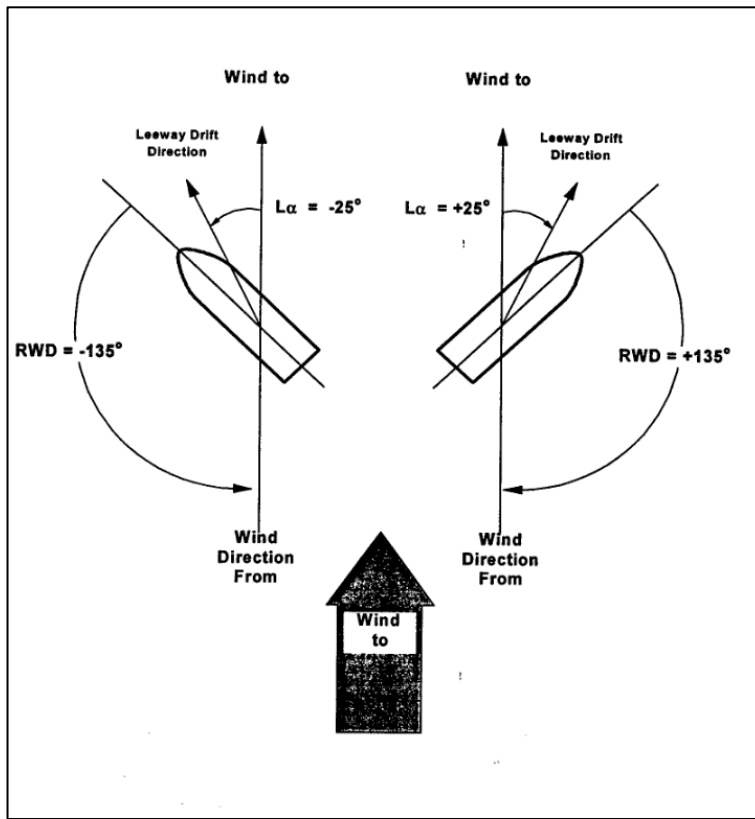


圖 28、相對風向 (RWD) 和偏航角 ($L\alpha$) 之間的關係。

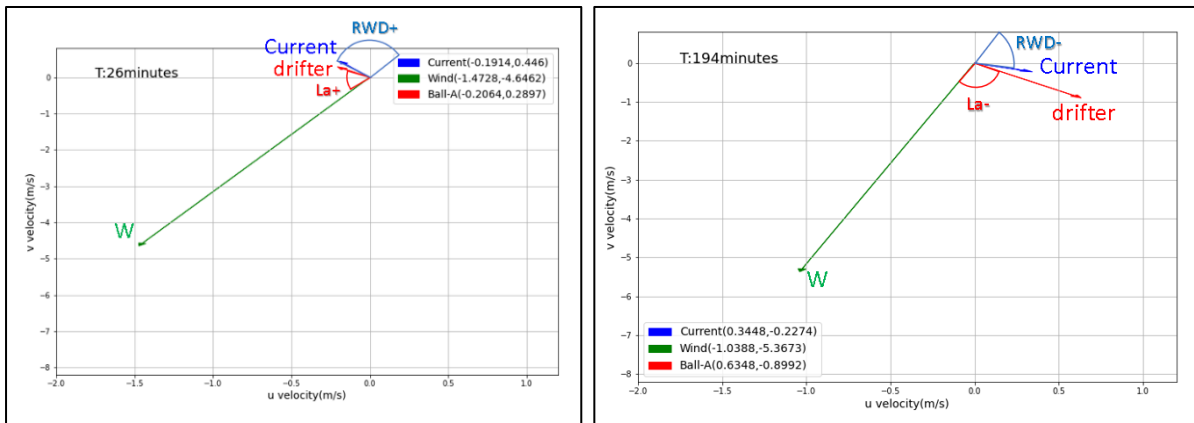


圖 29、左圖相對風順風右側的漂移為正，右圖順風左側的漂移為負

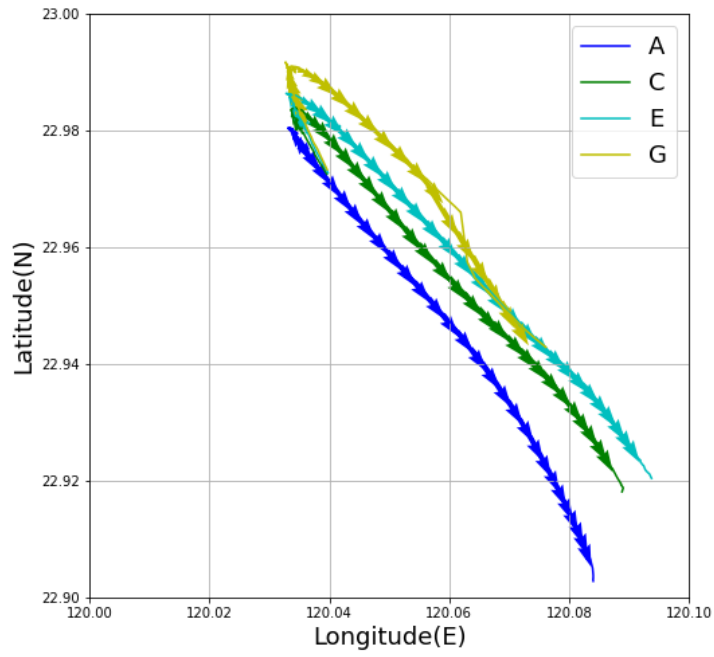


圖 30、漸進向量圖(PVD)

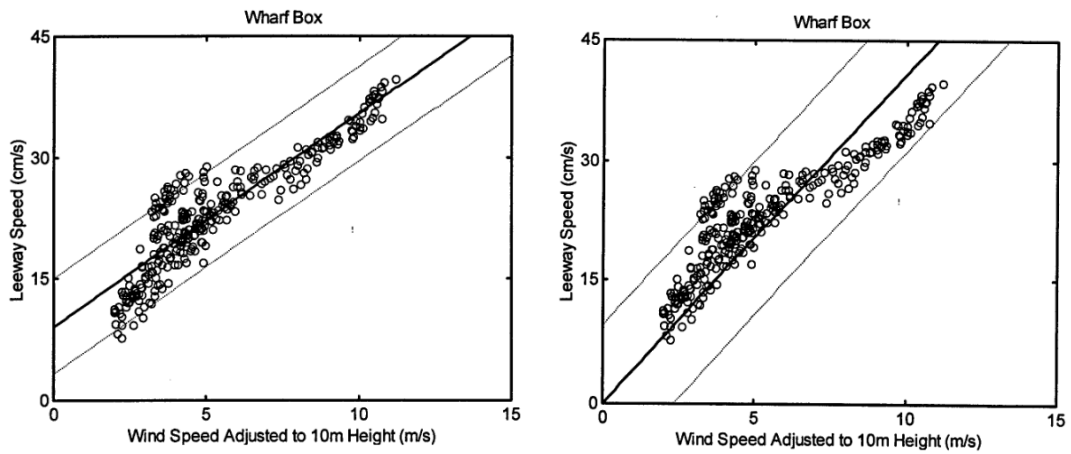


圖 31、圖左線性回歸零風速不受約束，圖右線性回歸截距為零

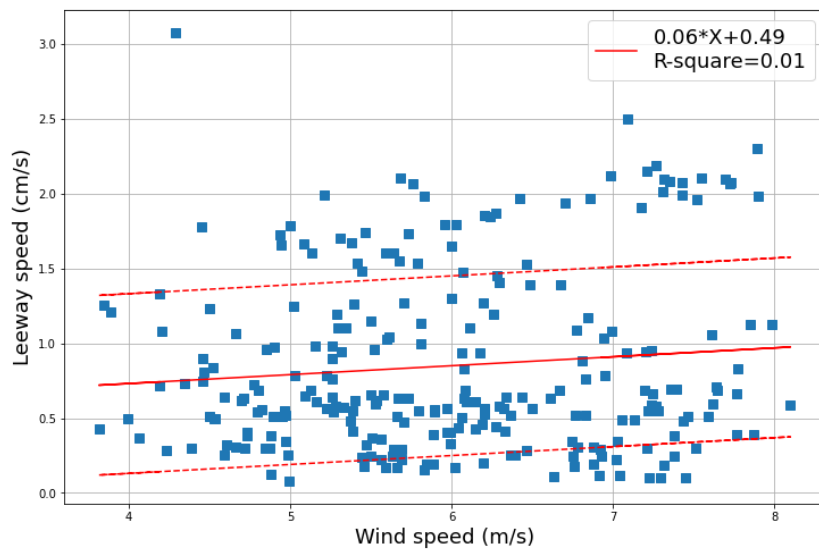


圖 32、浮球的線性回歸

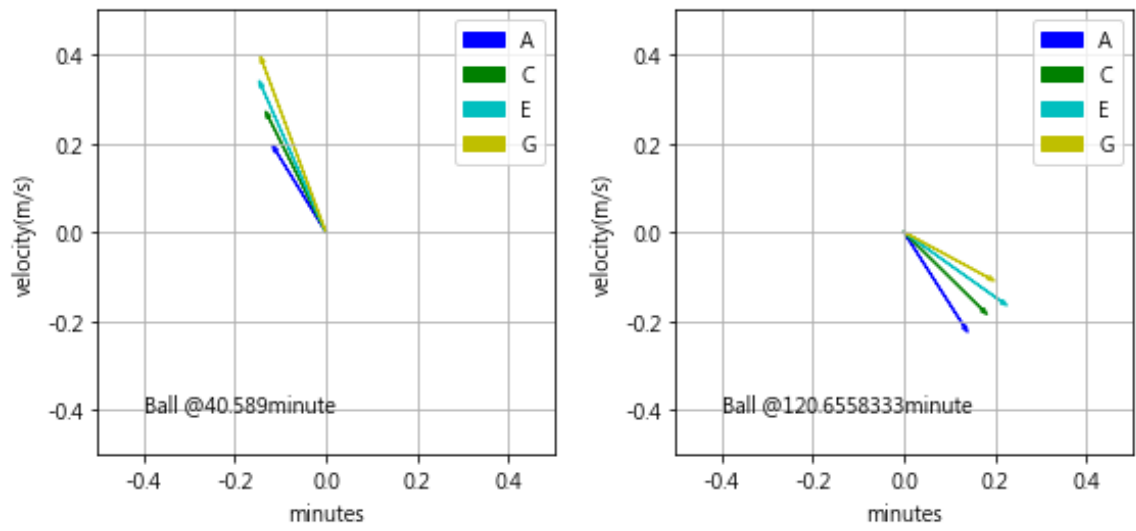


圖 33、浮球組受到大小不同的風壓情形

第三章重要發現

本研究將海流、風場、漂流物實驗數據，透過漂流物的向量得知風壓差角度(La)，再透過向量分解及線性回歸等方法，獲得風壓差(L)關係，解出順風與側風分量。本實驗中的比較了保麗龍及碰墊，兩者露出海面體積均較大，但保麗龍因密度較輕，更容易受到風力的作用改變軌跡，而且隨時間約長，軌跡歧異度越來越大；另外，以躺姿的假人與立姿的假人為例，由於立姿肩膀以下沒入水中受海流影響面積較大，與帶尾浮球所受風壓差影響相近，而躺姿露出水面面積相對較大，所受的風壓差影響較大，且與漂流木所受風壓差相近；或許未來搜救可以施放及跟隨漂流木軌跡，比施放浮球來得接近待搜救的人，而且漂流木的形狀為非對稱性，更像人在漂流的形體，這可以做更多的試驗來證明。

另外，本實驗使用不同配重之浮球，由於可由阿基米德、畢氏定理及球冠計算公式，因為壓力乘以面積得到受力，故可進一步將風壓轉為作用力，這可解釋不同配重的浮球受到不同作用力，造成偏移量的不同。而非對稱的漂流物體，風壓差角會產生順風正漂移及左側的漂移現象較明顯，若是球體則較不明顯，本實驗中同樣配重的浮球兩顆一組，看不出有正負偏移的現象，有可能實驗風速分布較為集中所產生的現象，以過去經驗釋放一組浮球進行雷達驗證時，往往會有發散的漂移軌跡的現象，但是否因為水下有加掛拖曳傘，對受力產生影響所致，所以並非完全對稱，這現象可以另外找機會進行實驗驗證。

第四章 主要建議事項

實驗作業心得方面，本次實驗的海況良好，所以風速的變化不大，所收集到的風速集中 3.8~8 m/s 之間，所以仍需持續進行實驗，以收集更多不同風速狀況下的漂流軌跡，並且結合 AIS 發報器的浮標，很適合指揮船家進行佈放及回收，可隨時再海圖儀獲知漂流物的位置，比起單純使用 GPS 方便作業，只是 AIS 發報器是魚網定位專用的信標，其發報頻率每分鐘一筆，定位飄移嚴重，軌跡數據品質不佳，需要經過前處理，花費許多時間，故未來進行實驗，建議加掛 GPS logger，以提高數據品質，且容易回收。

實驗作業過程確實辛苦，尤其回收假人、假豬時，需要兩個人力進行拖拉，實驗前需要固定發報器，測試各樣儀器，又要確保實驗數據品質，各樣儀器的現場操作，需要至少兩人，加上佈放回收工作共計需要四人，並且實驗期程很難跨越整日兩個潮汐周期，而且被要求需要當日進出港，因為租用娛樂漁船出海作業，就會被限定進港時間，因此凌晨 3~4 點就在港邊準備出港，一直到黃昏前趁天黑前將漂流物回收，再趕回港的過程實在很匆忙，實驗過程一日大約只有 8 小時，大約 480 分鐘，無發收集更長的漂流軌跡，未來本院若有研究船，進行相關實驗將可收集更長時間的漂流軌跡。

致謝

本研究期間感謝長官的全力支持，廖主任、賴博實驗規劃的指導，從立案規劃實驗過程到海上作業的紀錄，辛苦點滴只有在現場的人才知道；並感謝曾經受委託之公司包含傳家樹的邱靜玉小姐，認真不懈協助跑腿、塑新企業的程建雄先生，還協助調借設備，以及澄洋環境顧問股份有限公司，從海上海漂流，到岸際廢棄物的關聯發展；海上操作儀器這部分仍是需要專業人力來操作，過程中仍能從中學學習到不少知識技能，期望能持續進行海上實驗數據的收集。

參考文獻

1. Review of Leeway: Field Experiments and Implementation (1999). U.S. Coast Guard Research and Development Center, Report No. CG-D-08-99.
2. A. Allen (1996). The Leeway of Cuban Refugee Rafts and a commercial fishing vessel (2021). U.S. Coast Guard Research and Development Center, Report No. CG-D-2I-96.
3. Allen, A., (2005). "Leeway Divergence Report." Report CGD-05-05. US Coast Guard Research and Development Center, 1082 Shennecossett Road, Groton, CT, USA.
4. Ø. Breivik, A. A. Allen, C. Maisondieu, and J. C. Roth, "Wind-induced drift of objects at sea: The leeway field method," *Applied Ocean Research*, vol. 33, no. 2, pp. 100–109, Apr. 2011, doi: 10.1016/j.apor.2011.01.005.
5. Ø. Breivik and A. A. Allen, "An operational search and rescue model for the Norwegian Sea and the North Sea," *Journal of Marine Systems*, vol. 69, no. 1–2, pp. 99–113, Jan. 2008, doi: 10.1016/j.jmarsys.2007.02.010.
6. C. Maisondieu, O. Breivik, J.-C. Roth, A. A. Allen, B. Forest, and M. Pavec, "Methods for Improvement of Drift Forecast Models," in *29th International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering: Volume 4*, Shanghai, China: ASMEDC, Jan. 2010, pp. 127–133. doi: 10.1115/OMAE2010-20219.
7. J. T. Morris, V. I. Osychny, and A. C. Turner, "Analytical techniques for the calculation of leeway as a basis for search and rescue planning," in *OCEANS 2008*, Quebec City, QC, Canada: IEEE, 2008, pp. 1–10. doi: 10.1109/OCEANS.2008.5152022.
8. K. Zhu, L. Mu, and H. Tu, "Exploration of the wind-induced drift characteristics of typical Chinese offshore fishing vessels," *Applied Ocean Research*, vol. 92, p. 101916, Nov. 2019, doi: 10.1016/j.apor.2019.101916.
9. G. Sutherland et al., "Evaluating the Leeway Coefficient of Ocean Drifters Using Operational Marine Environmental Prediction Systems," *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, vol. 37, no. 11, pp. 1943–1954, Nov. 2020, doi: 10.1175/JTECH-D-20-0013.1.
10. P. L. Richardson, "Drifting in the wind: leeway error in shipdrift data," *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, vol. 44, no. 11, pp. 1877–1903, Nov. 1997, doi: 10.1016/S0967-0637(97)00059-9.

附錄一、ADCP 數據

Hour	Minute	Depth	N	E	Hour	Minute	Depth	N	E	Hour	Minute	Depth	N	E
8	23	0.873858	0.245978	0.025336	11	7	0.874104	0.218259	-0.10162	13	45	0.874057	0.416538	-0.12353
8	27	0.873829	-0.92993	0.486312	11	11	0.874	0.198869	-0.12135	13	48	0.874048	0.353568	-0.00926
8	31	0.873753	0.228823	0.123235	11	15	0.874057	0.278374	-0.00185	13	52	0.874188	0.139805	0.603654
8	35	0.873695	0.268939	-0.04235	11	19	0.874057	0.240163	-0.16804	13	56	0.874104	0.194969	-0.01233
8	39	0.873801	0.286921	-0.05055	11	23	0.874066	-0.18949	0.839873	13	59	0.873943	0.312179	-0.13958
8	43	0.873695	0.2984	-0.04196	11	26	0.873972	0.239997	-0.13146	14	3	0.873962	0.238806	-0.10406
8	47	0.873791	0.246084	-0.11936	11	30	0.874085	0.089693	0.21513	14	6	0.874113	0.238521	-0.00532
8	51	0.873791	0.337032	0.020521	11	34	0.874047	-0.39596	0.518011	14	10	0.874113	0.314147	-0.12212
8	55	0.873829	0.121509	0.378076	11	38	0.874076	0.307277	-0.12413	14	14	0.874467	0.237432	-0.15194
8	59	0.873981	0.340771	-0.05792	11	42	0.874066	0.26493	0.035626	14	17	0.873972	0.324563	-0.17982
9	3	0.874	0.309337	-0.03104	11	46	0.874104	0.273434	-0.04088	14	21	0.874189	0.132101	0.216106
9	7	0.874019	0.195939	-0.11946	11	50	0.874066	0.216612	-0.08678	14	25	0.874216	-0.28433	1.343381
9	11	0.874066	0.266971	-0.04626	11	54	0.874085	0.3616	-0.07768	14	28	0.874	0.367451	-0.05137
9	15	0.873943	0.233787	-0.0767	11	58	0.874076	0.059786	0.331374	14	32	0.874113	0.314515	-0.01756
9	19	0.874085	0.115936	0.498988	12	2	0.874094	0.127429	0.327105	14	36	0.874189	0.31132	-0.09955
9	23	0.874057	0.245553	-0.05376	12	6	0.873972	0.415712	-0.04448	14	40	0.874412	0.320276	-0.08885
9	27	0.874113	0.368518	-0.0419	12	10	0.874104	0.157833	-0.18864	14	43	0.874	0.273839	-0.13093
9	31	0.873991	0.079331	0.757905	12	14	0.874095	0.379101	-0.11082	14	47	0.873981	0.192765	-0.08566
9	35	0.874123	0.265461	-0.01663	12	18	0.874057	-0.2103	0.311789	14	50	0.874076	0.254435	-0.16469
9	39	0.874066	0.333584	-0.08136	12	22	0.874085	0.288086	-0.01739	14	54	0.874095	-0.15502	1.476644
9	43	0.874057	0.293346	0.011922	12	26	0.874113	0.401066	-0.17566	14	58	0.873972	0.392468	-0.09488
9	47	0.874038	0.22643	0.017279	12	30	0.874085	0.354885	-0.09815	15	1	0.874328	0.316237	-0.21102
9	51	0.874029	0.111111	0.53706	12	34	0.874	0.361955	-0.1327	15	5	0.874132	0.286031	-0.19482
9	55	0.874057	0.261938	-0.02748	12	38	0.87416	0.418465	-0.23777	15	8	0.874019	0.400632	-0.15333
9	59	0.874028	0.377542	-0.02239	12	42	0.874076	0.186177	0.512573	15	12	0.874019	0.381142	-0.06828
10	3	0.874057	0.314542	-0.16033	12	46	0.874066	0.433218	-0.04697	15	16	0.873981	0.276684	-0.10879
10	7	0.874029	0.406952	-0.07714	12	50	0.874094	0.296708	-0.02802	15	19	0.874188	0.194429	-0.19738
10	11	0.874095	0.329729	0.025429	12	54	0.874057	0.314854	-0.17645	15	23	0.874057	0.393794	0.046324
10	15	0.874047	0.209355	0.029616	12	58	0.873962	0.09324	0.660741	15	26	0.874188	-0.04038	0.311952
10	19	0.87402	0.157964	0.178207	13	1	0.874094	0.410224	-0.0983	15	30	0.874114	0.270178	-0.07497
10	23	0.874038	0.45169	-0.08227	13	5	0.873858	0.382774	-0.08545	15	33	0.874113	0.325303	-0.16691
10	27	0.874048	0.362652	-0.13704	13	9	0.874057	0.380981	-0.13226	15	37	0.874282	0.307399	-0.17199
10	31	0.873991	0.32016	-0.06125	13	12	0.873991	0.362075	-0.0548	15	41	0.874057	0.336331	-0.15252
10	35	0.874038	0.297023	0.197745	13	16	0.87417	0.241169	-0.05465	15	44	0.874161	0.24402	-0.20209
10	39	0.874076	0.32355	-0.10664	13	20	0.874291	-0.2924	0.586696	15	48	0.873952	0.377737	-0.23948
10	43	0.874076	0.276676	-0.10265	13	23	0.874141	0.329244	-0.09618	15	51	0.874104	0.345634	-0.19368
10	47	0.874076	0.226565	-0.16615	13	27	0.874076	0.367626	-0.1305	15	55	0.874254	0.36035	-0.20365
10	51	0.874095	0.318443	-0.1363	13	30	0.87417	0.167875	-0.19225	15	58	0.873981	0.279509	-0.19838
10	55	0.874048	0.32484	-0.0053	13	34	0.874217	0.250046	-0.23813	16	2	0.874066	0.269851	-0.16975
10	59	0.874029	0.334182	-0.02022	13	38	0.874076	0.272438	-0.0629	16	6	0.873981	0.408696	-0.16658
11	3	0.874076	0.342916	-0.14813	13	41	0.87418	0.245185	-0.15056	16	9	0.873953	-0.9941	1.639923

附錄三、浮球 A 數據(1/3)

MMSI	code	Hr	Min	Sec	Lon	Lat	MMSI	code	Hr	Min	Sec	Lon	Lat	MMSI	code	Hr	Min	Sec	Lon	Lat
41699008	B1	8	20	3	120.03948	22.971742	41699008	B1	9	11	6	120.03412	22.978843	41699008	B1	10	0	8	120.034075	22.979815
41699008	B1	8	21	3	120.03948	22.971742	41699008	B1	9	12	6	120.03412	22.978843	41699008	B1	10	2	8	120.033917	22.979707
41699008	B1	8	22	3	120.038988	22.972352	41699008	B1	9	13	6	120.03412	22.978843	41699008	B1	10	3	8	120.033895	22.979627
41699008	B1	8	23	3	120.038863	22.972538	41699008	B1	9	14	6	120.034343	22.979123	41699008	B1	10	4	8	120.033895	22.979627
41699008	B1	8	24	4	120.038863	22.972538	41699008	B1	9	15	6	120.03398	22.979192	41699008	B1	10	5	9	120.033895	22.979627
41699008	B1	8	25	4	120.038863	22.972538	41699008	B1	9	16	6	120.03398	22.979192	41699008	B1	10	6	9	120.034118	22.979531
41699008	B1	8	26	4	120.038343	22.972072	41699008	B1	9	17	6	120.03398	22.979192	41699008	B1	10	7	9	120.034433	22.979168
41699008	B1	8	27	4	120.038242	22.973325	41699008	B1	9	18	6	120.034343	22.979165	41699008	B1	10	8	9	120.034433	22.979168
41699008	B1	8	28	4	120.038242	22.973325	41699008	B1	9	19	6	120.034723	22.979478	41699008	B1	10	9	9	120.034338	22.979013
41699008	B1	8	29	4	120.038242	22.973325	41699008	B1	9	20	6	120.034723	22.979478	41699008	B1	10	10	9	120.034338	22.979013
41699008	B1	8	30	4	120.037695	22.973778	41699008	B1	9	21	6	120.034723	22.979478	41699008	B1	10	11	9	120.034338	22.978862
41699008	B1	8	31	4	120.03755	22.973965	41699008	B1	9	22	6	120.033198	22.980367	41699008	B1	10	12	9	120.0345	22.978862
41699008	B1	8	32	4	120.03755	22.973965	41699008	B1	9	23	6	120.033198	22.980367	41699008	B1	10	13	9	120.0345	22.978862
41699008	B1	8	33	4	120.03755	22.973965	41699008	B1	9	24	6	120.034047	22.979813	41699008	B1	10	14	9	120.034422	22.978653
41699008	B1	8	34	4	120.037113	22.974478	41699008	B1	9	25	7	120.034047	22.979813	41699008	B1	10	15	9	120.034673	22.978467
41699008	B1	8	35	4	120.03699	22.974642	41699008	B1	9	26	7	120.033467	22.98003	41699008	B1	10	16	9	120.034673	22.978467
41699008	B1	8	36	4	120.03699	22.974642	41699008	B1	9	27	7	120.03379	22.980015	41699008	B1	10	17	9	120.034673	22.978467
41699008	B1	8	37	4	120.03699	22.974642	41699008	B1	9	28	7	120.03379	22.980015	41699008	B1	10	18	9	120.034847	22.978188
41699008	B1	8	38	4	120.036878	22.975117	41699008	B1	9	29	7	120.03379	22.980015	41699008	B1	10	19	9	120.035145	22.978
41699008	B1	8	39	4	120.036453	22.975215	41699008	B1	9	30	7	120.033862	22.980183	41699008	B1	10	20	9	120.035145	22.978
41699008	B1	8	40	4	120.036453	22.975215	41699008	B1	9	31	7	120.03384	22.980127	41699008	B1	10	21	9	120.035145	22.978
41699008	B1	8	41	4	120.036115	22.975655	41699008	B1	9	32	7	120.03384	22.980127	41699008	B1	10	22	9	120.035312	22.97755
41699008	B1	8	42	4	120.036115	22.975655	41699008	B1	9	33	7	120.03384	22.980127	41699008	B1	10	23	9	120.035312	22.97755
41699008	B1	8	43	4	120.036125	22.975827	41699008	B1	9	34	7	120.033225	22.980305	41699008	B1	10	24	9	120.035312	22.97755
41699008	B1	8	44	4	120.035727	22.976153	41699008	B1	9	35	7	120.033745	22.980237	41699008	B1	10	25	10	120.035312	22.97755
41699008	B1	8	45	4	120.035605	22.976697	41699008	B1	9	36	7	120.033745	22.980237	41699008	B1	10	26	10	120.035673	22.977108
41699008	B1	8	46	4	120.035605	22.976697	41699008	B1	9	37	7	120.033745	22.980237	41699008	B1	10	27	10	120.035643	22.977015
41699008	B1	8	47	4	120.035195	22.976603	41699008	B1	9	38	7	120.033203	22.980358	41699008	B1	10	28	10	120.035643	22.977015
41699008	B1	8	48	4	120.035252	22.976728	41699008	B1	9	39	7	120.033765	22.980229	41699008	B1	10	29	10	120.035913	22.976562
41699008	B1	8	49	4	120.035252	22.976728	41699008	B1	9	40	7	120.033765	22.980229	41699008	B1	10	30	10	120.035913	22.976562
41699008	B1	8	50	4	120.035277	22.977113	41699008	B1	9	41	7	120.033765	22.980229	41699008	B1	10	31	10	120.035905	22.976435
41699008	B1	8	51	4	120.035277	22.977113	41699008	B1	9	42	7	120.033765	22.980229	41699008	B1	10	32	10	120.035905	22.976435
41699008	B1	8	52	4	120.035197	22.977247	41699008	B1	9	43	7	120.03334	22.98041	41699008	B1	10	33	10	120.035905	22.976435
41699008	B1	8	53	4	120.035197	22.977247	41699008	B1	9	44	7	120.03334	22.98041	41699008	B1	10	34	10	120.0363	22.976005
41699008	B1	8	54	4	120.035197	22.977247	41699008	B1	9	45	7	120.03334	22.98041	41699008	B1	10	35	10	120.0363	22.976005
41699008	B1	8	55	4	120.035007	22.9776	41699008	B1	9	46	8	120.033143	22.980443	41699008	B1	10	36	10	120.03695	22.975833
41699008	B1	8	56	4	120.035007	22.9776	41699008	B1	9	47	8	120.033143	22.980443	41699008	B1	10	37	10	120.03695	22.975833
41699008	B1	8	57	4	120.034818	22.977815	41699008	B1	9	48	8	120.033853	22.980287	41699008	B1	10	38	10	120.03695	22.975833
41699008	B1	8	58	4	120.034818	22.977815	41699008	B1	9	49	8	120.033853	22.980287	41699008	B1	10	39	10	120.038837	22.975283
41699008	B1	9	0	5	120.034818	22.977815	41699008	B1	9	48	8	120.033853	22.980287	41699008	B1	10	39	10	120.038837	22.975283
41699008	B1	9	1	5	120.034818	22.977815	41699008	B1	9	49	8	120.033853	22.980287	41699008	B1	10	40	10	120.037332	22.974995
41699008	B1	9	2	5	120.034818	22.977815	41699008	B1	9	50	8	120.033852	22.98022	41699008	B1	10	41	10	120.037332	22.974995
41699008	B1	9	3	5	120.034843	22.978032	41699008	B1	9	51	8	120.033823	22.980187	41699008	B1	10	42	10	120.037332	22.974995
41699008	B1	9	4	5	120.034578	22.978308	41699008	B1	9	52	8	120.033823	22.980187	41699008	B1	10	43	10	120.037655	22.97446
41699008	B1	9	5	5	120.034578	22.978308	41699008	B1	9	53	8	120.033823	22.980187	41699008	B1	10	44	10	120.037655	22.97446
41699008	B1	9	6	5	120.034578	22.978308	41699008	B1	9	54	8	120.033823	22.980187	41699008	B1	10	45	10	120.037823	22.974337
41699008	B1	9	7	5	120.034222	22.978365	41699008	B1	9	55	8	120.034	22.980168	41699008	B1	10	46	11	120.037823	22.974337
41699008	B1	9	8	5	120.034222	22.978365	41699008	B1	9	56	8	120.034	22.980168	41699008	B1	10	47	11	120.038162	22.973775
41699008	B1	9	9	5	120.034612	22.97861	41699008	B1	9	57	8	120.033952	22.980038	41699008	B1	10	48	11	120.038333	22.973485
41699008	B1	9	10	5	120.034612	22.97861	41699008	B1	9	58	8	120.033952	22.980038	41699008	B1	10	49	11	120.038333	22.973485
41699008	B1	9	11	5	120.034612	22.97861	41699008	B1	9	59	8	120.033553	22.979983	41699008	B1	10	50	11	120.038333	22.973485
41699008	B1	9	12	5	120.034612	22.97861	41699008	B1	9	59	8	120.034075	22.979815	41699008	B1	10	51	11	120.03874	22.972992
41699008	B1	9	13	5	120.034612	22.97861	41699008	B1	9	59	8	120.034075	22.979815	41699008	B1	10	52	11	120.03874	22.972992

浮球 A 資料(2/3)

MMST	code	Hr	Min	Sec	Lon	Lat	MMST	code	Hr	Min	Sec	Lon	Lat	MMST	code	Hr	Min	Sec	Lon	Lat	MMST	code	Hr	Min	Sec	Lon	Lat
41699008	B1	11	45	14	120.048217	22.9611	41699008	B1	12	38	16	120.061202	22.945983	41699008	B1	13	26	19	120.071342	22.931538	41699008	B1	14	21	21	120.07924	22.91661
41699008	B1	11	46	14	120.048798	22.96375	41699008	B1	12	39	16	120.061437	22.945883	41699008	B1	13	27	19	120.071538	22.931208	41699008	B1	14	22	21	120.079587	22.915895
41699008	B1	11	47	14	120.048997	22.960147	41699008	B1	12	40	16	120.061437	22.945883	41699008	B1	13	28	19	120.071538	22.931208	41699008	B1	14	23	21	120.07971	22.915675
41699008	B1	11	48	14	120.048997	22.960147	41699008	B1	12	41	16	120.062173	22.94491	41699008	B1	13	29	19	120.071538	22.931208	41699008	B1	14	24	21	120.07971	22.915675
41699008	B1	11	49	14	120.048997	22.960147	41699008	B1	12	42	16	120.062173	22.94491	41699008	B1	13	30	19	120.0721168	22.930007	41699008	B1	14	25	22	120.07971	22.915675
41699008	B1	11	50	14	120.048618	22.959413	41699008	B1	12	43	16	120.062032	22.944413	41699008	B1	13	31	19	120.0721168	22.930007	41699008	B1	14	26	22	120.080092	22.914925
41699008	B1	11	51	14	120.049815	22.959172	41699008	B1	12	44	16	120.062032	22.944413	41699008	B1	13	32	19	120.072168	22.930007	41699008	B1	14	27	22	120.079785	22.914773
41699008	B1	11	52	14	120.049815	22.959172	41699008	B1	12	45	16	120.062032	22.944413	41699008	B1	13	33	19	120.072168	22.930007	41699008	B1	14	28	22	120.079785	22.914773
41699008	B1	11	53	14	120.049815	22.959172	41699008	B1	12	46	17	120.06301	22.943832	41699008	B1	13	35	19	120.073007	22.928723	41699008	B1	14	29	22	120.079785	22.914773
41699008	B1	11	54	14	120.050482	22.95845	41699008	B1	12	47	17	120.0632	22.943568	41699008	B1	13	36	19	120.073007	22.928723	41699008	B1	14	30	22	120.080353	22.914077
41699008	B1	11	55	14	120.050728	22.958162	41699008	B1	12	48	17	120.0632	22.943568	41699008	B1	13	37	19	120.073007	22.928723	41699008	B1	14	31	22	120.080463	22.91382
41699008	B1	11	57	14	120.050728	22.958162	41699008	B1	12	49	17	120.0632	22.943568	41699008	B1	13	38	19	120.073562	22.927808	41699008	B1	14	32	22	120.080463	22.91382
41699008	B1	11	58	14	120.051293	22.957428	41699008	B1	12	50	17	120.06355	22.942365	41699008	B1	13	39	19	120.073738	22.927508	41699008	B1	14	33	22	120.080463	22.91382
41699008	B1	11	59	14	120.05163	22.957137	41699008	B1	12	51	17	120.064005	22.942475	41699008	B1	13	40	19	120.073738	22.927508	41699008	B1	14	34	22	120.080463	22.91382
41699008	B1	12	0	14	120.05163	22.957137	41699008	B1	12	52	17	120.064005	22.942475	41699008	B1	13	41	19	120.073738	22.927508	41699008	B1	14	35	22	120.08061	22.912858
41699008	B1	12	1	14	120.05163	22.957137	41699008	B1	12	53	17	120.064005	22.942475	41699008	B1	13	42	19	120.074548	22.926613	41699008	B1	14	36	22	120.08061	22.912858
41699008	B1	12	2	14	120.052408	22.956338	41699008	B1	12	54	17	120.064778	22.94169	41699008	B1	13	45	19	120.074412	22.926305	41699008	B1	14	37	22	120.08061	22.912858
41699008	B1	12	3	14	120.05257	22.956067	41699008	B1	12	55	17	120.064993	22.941437	41699008	B1	13	44	19	120.074412	22.926305	41699008	B1	14	38	22	120.081113	22.912487
41699008	B1	12	4	14	120.05257	22.956067	41699008	B1	12	56	17	120.064993	22.941437	41699008	B1	13	45	20	120.074412	22.926305	41699008	B1	14	40	22	120.081252	22.912073
41699008	B1	12	5	15	120.05257	22.956067	41699008	B1	12	57	17	120.064993	22.941437	41699008	B1	13	46	20	120.07489	22.925408	41699008	B1	14	41	22	120.081252	22.912073
41699008	B1	12	6	15	120.053385	22.95524	41699008	B1	12	58	17	120.065578	22.940437	41699008	B1	13	47	20	120.075042	22.925108	41699008	B1	14	42	22	120.08156	22.911445
41699008	B1	12	7	15	120.053527	22.95498	41699008	B1	12	59	17	120.065748	22.940302	41699008	B1	13	48	20	120.075042	22.925108	41699008	B1	14	43	22	120.081672	22.911235
41699008	B1	12	8	15	120.053527	22.95498	41699008	B1	13	0	17	120.065748	22.940302	41699008	B1	13	49	20	120.075042	22.925108	41699008	B1	14	44	22	120.081672	22.911235
41699008	B1	12	9	15	120.053527	22.95498	41699008	B1	13	1	17	120.065748	22.940302	41699008	B1	13	50	20	120.075477	22.924225	41699008	B1	14	46	23	120.081927	22.910588
41699008	B1	12	10	15	120.054387	22.954168	41699008	B1	13	2	17	120.066497	22.939142	41699008	B1	13	51	20	120.075602	22.923947	41699008	B1	14	47	23	120.082012	22.910378
41699008	B1	12	11	15	120.05462	22.953885	41699008	B1	13	3	17	120.066693	22.93888	41699008	B1	13	52	20	120.075602	22.923947	41699008	B1	14	48	23	120.082012	22.910378
41699008	B1	12	13	15	120.05462	22.953885	41699008	B1	13	4	17	120.066693	22.93888	41699008	B1	13	53	20	120.075602	22.923947	41699008	B1	14	49	23	120.082012	22.910378
41699008	B1	12	14	15	120.05536	22.953058	41699008	B1	13	5	18	120.066693	22.93888	41699008	B1	13	54	20	120.076097	22.923206	41699008	B1	14	50	23	120.082292	22.909788
41699008	B1	12	15	15	120.055603	22.952763	41699008	B1	13	6	18	120.06748	22.938028	41699008	B1	13	55	20	120.076097	22.922835	41699008	B1	14	51	23	120.082178	22.909805
41699008	B1	12	16	15	120.055603	22.952763	41699008	B1	13	7	18	120.067597	22.937662	41699008	B1	13	56	20	120.076097	22.922835	41699008	B1	14	52	23	120.082178	22.909805
41699008	B1	12	17	15	120.055603	22.952763	41699008	B1	13	8	18	120.067597	22.937662	41699008	B1	13	58	20	120.07665	22.921997	41699008	B1	14	53	23	120.082178	22.909805
41699008	B1	12	18	15	120.05628	22.951902	41699008	B1	13	9	18	120.067597	22.937662	41699008	B1	14	1	20	120.07677	22.921708	41699008	B1	14	54	23	120.08274	22.909248
41699008	B1	12	19	15	120.056508	22.951598	41699008	B1	13	10	18	120.068145	22.936648	41699008	B1	14	5	21	120.077288	22.920585	41699008	B1	14	55	23	120.082493	22.909033
41699008	B1	12	21	15	120.056508	22.951598	41699008	B1	13	12	18	120.068303	22.936537	41699008	B1	14	6	21	120.077668	22.919837	41699008	B1	14	56	23	120.082493	22.909033
41699008	B1	12	22	15	120.057272	22.950693	41699008	B1	13	13	18	120.068303	22.936537	41699008	B1	14	8	21	120.077767	22.91958	41699008	B1	14	57	23	120.082493	22.909033
41699008	B1	12	24	15	120.057453	22.950407	41699008	B1	13	14	18	120.068987	22.93556	41699008	B1	14	9	21	120.077767	22.91958	41699008	B1	14	58	23	120.082755	22.90845
41699008	B1	12	25	16	120.057453	22.950407	41699008	B1	13	15	18	120.069187	22.935037	41699008	B1	14	10	21	120.07813	22.918755	41699008	B1	14	59	23	120.08296	22.908013
41699008	B1	12	26	16	120.058268	22.949522	41699008	B1	13	16	18	120.069187	22.935037	41699008	B1	14	11	21	120.078097	22.91867	41699008	B1	15	0	23	120.08296	22.908013
41699008	B1	12	27	16	120.058317	22.949268	41699008	B1	13	17	18	120.069187	22.935037	41699008	B1	14	12	21	120.078097	22.91867	41699008	B1	15	1	23	120.08296	22.908013
41699008	B1	12	28	16	120.058317	22.949268	41699008	B1	13	18	18	120.069757	22.934098	41699008	B1	14	13	21	120.078097	22.91867	41699008	B1	15	2	23	120.083058	22.907713
41699008	B1	12	30	16	120.059247	22.948402	41699008	B1	13	19	18	120.069955	22.933773	41699008	B1	14	14	21	120.078643	22.917845	41699008	B1	15	3	23	120.083263	22.906603
41699008	B1	12	32	16	120.059477	22.948035	41699008	B1	13	20	18	120.069955	22.933773	41699008	B1	14	15	21	120.078758	22.917593	41699008	B1	15	4	23	120.083263	22.906603
41699008	B1	12	33	16	120.059477	22.948035	41699008	B1	13	21	18	120.069955	22.933773	41699008	B1	14	16	21	120.078758	22.917593	41699008	B1	15	6	24	120.083505	22.906645
41699008	B1	12	34	16	120.060207	22.947145	41699008	B1																			

浮球 A 資料(3/3)

MMSSI	code	Hr	Min	Sec	Lon	Lat	MMSSI	code	Hr	Min	Sec	Lon	Lat	MMSSI	code	Hr	Min	Sec	Lon	Lat	MMSSI	code	Hr	Min	Sec	Lon	Lat
41699008	B1	15	11	24	120.083732	22.905765	41699008	B1	16	5	26	120.083835	22.899465	41699003	E2t	9	10	36	120.034057	22.986307	41699003	E2t	10	6	39	120.033852	22.990098
41699008	B1	15	12	24	120.083732	22.905765	41699008	B1	16	7	27	120.083747	22.899215	41699003	E2t	9	11	36	120.0339	22.98647	41699003	E2t	10	7	39	120.033852	22.990098
41699008	B1	15	13	24	120.083732	22.905765	41699008	B1	16	8	27	120.083747	22.899215	41699003	E2t	9	12	37	120.0339	22.98647	41699003	E2t	10	8	39	120.034558	22.990097
41699008	B1	15	14	24	120.083873	22.905197	41699008	B1	16	9	27	120.083747	22.899215	41699003	E2t	9	13	37	120.0339	22.98647	41699003	E2t	10	9	39	120.034447	22.990097
41699008	B1	15	17	24	120.0839	22.905037	41699008	B1	16	10	27	120.083727	22.899032	41699003	E2t	9	14	37	120.0338	22.98693	41699003	E2t	10	10	39	120.034447	22.990097
41699008	B1	15	18	24	120.08396	22.904552	41699008	B1	16	11	27	120.083722	22.899	41699003	E2t	9	15	37	120.03377	22.987165	41699003	E2t	10	11	39	120.034447	22.990097
41699008	B1	15	19	24	120.08396	22.904372	41699008	B1	16	12	27	120.083722	22.899	41699003	E2t	9	16	37	120.03377	22.987165	41699003	E2t	10	12	39	120.034447	22.990097
41699008	B1	15	20	24	120.08396	22.904372	41699008	B1	16	13	27	120.083722	22.899	41699003	E2t	9	17	37	120.03377	22.987165	41699003	E2t	10	14	39	120.034878	22.990177
41699008	B1	15	21	24	120.08396	22.904372	41699008	B1	16	14	27	120.08365	22.898828	41699003	E2t	9	18	37	120.03377	22.987165	41699003	E2t	10	15	40	120.034953	22.990177
41699008	B1	15	23	24	120.084003	22.903843	41699008	B1	16	15	27	120.08357	22.898875	41699003	E2t	9	19	37	120.03377	22.987165	41699003	E2t	10	16	40	120.034953	22.990177
41699008	B1	15	24	24	120.084003	22.903843	41699008	B1	16	16	27	120.08357	22.898875	41699003	E2t	9	20	37	120.033142	22.987165	41699003	E2t	10	17	40	120.034953	22.990177
41699008	B1	15	25	25	120.084003	22.903843	41699003	E2t	8	20	34	120.039655	22.973275	41699003	E2t	9	21	37	120.03397	22.988113	41699003	E2t	10	18	40	120.035352	22.990048
41699008	B1	15	26	25	120.084023	22.903283	41699003	E2t	8	22	34	120.039245	22.974188	41699003	E2t	9	22	37	120.03397	22.988113	41699003	E2t	10	19	40	120.035352	22.990048
41699008	B1	15	27	25	120.083962	22.903203	41699003	E2t	8	24	34	120.039105	22.974482	41699003	E2t	9	25	37	120.03327	22.988623	41699003	E2t	10	20	40	120.035352	22.990048
41699008	B1	15	28	25	120.083962	22.903203	41699003	E2t	8	25	34	120.039105	22.974482	41699003	E2t	9	26	37	120.03327	22.988623	41699003	E2t	10	21	40	120.035352	22.990048
41699008	B1	15	29	25	120.084003	22.902795	41699003	E2t	8	27	34	120.038498	22.975716	41699003	E2t	9	29	37	120.03327	22.989002	41699003	E2t	10	22	40	120.035352	22.990048
41699008	B1	15	30	25	120.084003	22.902795	41699003	E2t	8	29	34	120.038498	22.975716	41699003	E2t	9	29	37	120.03327	22.989002	41699003	E2t	10	23	40	120.035352	22.990048
41699008	B1	15	32	25	120.083992	22.902672	41699003	E2t	8	31	35	120.038012	22.976887	41699003	E2t	9	30	37	120.03327	22.989002	41699003	E2t	10	25	40	120.03597	22.99022
41699008	B1	15	33	25	120.083992	22.902672	41699003	E2t	8	32	35	120.038012	22.976887	41699003	E2t	9	33	38	120.033162	22.989577	41699003	E2t	10	26	40	120.03597	22.99022
41699008	B1	15	35	25	120.083555	22.902317	41699003	E2t	8	33	35	120.038012	22.976887	41699003	E2t	9	34	38	120.033162	22.989577	41699003	E2t	10	28	40	120.03564	22.989993
41699008	B1	15	36	25	120.083555	22.902317	41699003	E2t	8	35	35	120.037335	22.978047	41699003	E2t	9	36	38	120.0331	22.989957	41699003	E2t	10	29	40	120.036562	22.989887
41699008	B1	15	37	25	120.083555	22.902317	41699003	E2t	8	38	35	120.037043	22.978857	41699003	E2t	9	37	38	120.03306	22.990033	41699003	E2t	10	31	40	120.036562	22.989887
41699008	B1	15	38	25	120.083943	22.901887	41699003	E2t	8	39	35	120.036858	22.979187	41699003	E2t	9	39	38	120.03306	22.990033	41699003	E2t	10	32	40	120.036562	22.989887
41699008	B1	15	39	25	120.083958	22.901753	41699003	E2t	8	40	35	120.036858	22.979187	41699003	E2t	9	41	38	120.0331	22.990283	41699003	E2t	10	33	40	120.036562	22.989887
41699008	B1	15	40	25	120.083958	22.901753	41699003	E2t	8	41	35	120.036858	22.979187	41699003	E2t	9	42	38	120.0331	22.990283	41699003	E2t	10	34	40	120.036562	22.989887
41699008	B1	15	41	25	120.083958	22.901753	41699003	E2t	8	43	35	120.03637	22.980232	41699003	E2t	9	43	38	120.0331	22.990283	41699003	E2t	10	35	40	120.037472	22.989318
41699008	B1	15	42	25	120.084115	22.901267	41699003	E2t	8	44	35	120.03637	22.980232	41699003	E2t	9	44	38	120.033145	22.990493	41699003	E2t	10	36	41	120.037472	22.989318
41699008	B1	15	43	25	120.0841	22.901165	41699003	E2t	8	47	35	120.035965	22.981302	41699003	E2t	9	45	38	120.033127	22.990562	41699003	E2t	10	37	41	120.037472	22.989318
41699008	B1	15	44	25	120.0841	22.901165	41699003	E2t	8	49	35	120.035965	22.981302	41699003	E2t	9	46	38	120.033127	22.990562	41699003	E2t	10	38	41	120.037472	22.989318
41699008	B1	15	45	25	120.0841	22.901165	41699003	E2t	8	50	35	120.035527	22.982085	41699003	E2t	9	47	38	120.033127	22.990562	41699003	E2t	10	39	41	120.037472	22.989318
41699008	B1	15	46	26	120.08408	22.900743	41699003	E2t	8	52	36	120.035082	22.982758	41699003	E2t	9	48	38	120.032895	22.990757	41699003	E2t	10	40	41	120.03828	22.98876
41699008	B1	15	47	26	120.084012	22.900848	41699003	E2t	8	54	36	120.035082	22.982758	41699003	E2t	9	49	38	120.03314	22.990898	41699003	E2t	10	41	41	120.03845	22.988628
41699008	B1	15	48	26	120.084012	22.900848	41699003	E2t	8	56	36	120.035082	22.982758	41699003	E2t	9	50	38	120.03314	22.990898	41699003	E2t	10	42	41	120.03845	22.988628
41699008	B1	15	50	26	120.084013	22.900552	41699003	E2t	8	55	36	120.035032	22.98352	41699003	E2t	9	51	38	120.03314	22.990898	41699003	E2t	10	43	41	120.03845	22.988628
41699008	B1	15	51	26	120.083992	22.900455	41699003	E2t	8	57	36	120.034967	22.983657	41699003	E2t	9	53	38	120.033117	22.990788	41699003	E2t	10	44	41	120.039123	22.98811
41699008	B1	15	52	26	120.083992	22.900455	41699003	E2t	8	58	36	120.034967	22.983657	41699003	E2t	9	54	39	120.032703	22.990788	41699003	E2t	10	45	41	120.039123	22.98811
41699008	B1	15	53	26	120.083975	22.900455	41699003	E2t	8	59	36	120.034967	22.983657	41699003	E2t	9	55	39	120.032703	22.990788	41699003	E2t	10	46	41	120.039123	22.98811
41699008	B1	15	55	26	120.08388	22.900102	41699003	E2t	9	0	36	120.034967	22.983657	41699003	E2t	9	57	39	120.033117	22.990788	41699003	E2t	10	47	41	120.039123	22.98811
41699008	B1	15	57	26	120.08388	22.900102	41699003	E2t	9	1	36	120.034967	22.983657	41699003	E2t	9	58	39	120.033117	22.990788	41699003	E2t	10	48	41	120.039123	22.98811
41699008	B1	15	58	26	120.083975	22.899837	41699003	E2t	9	3	36	120.0345	22.98494	41699003	E2t	9	59	39	120.033567	22.990933	41699003	E2t	10	50	41	120.040078	22.987352
41699008	B1	15	59	26	120.083812	22.899802	41699003	E2t	9	4	36	120.0345	22.98494	41699003	E2t	9	59	39	120.03372	22.990998	41699003	E2t	10	51	41	120.040283	22.987245
41699008	B1	16	0	26	120.083812	22.899802	41699003	E2t	9	5	36	120.0345	22.98494	41699003	E2t	10	0	39	120.03372	22.990998	41699003	E2t	10	52	41	120.040283	22.987245
41699008	B1	16	1	26	120.083812	22.899802	41699003	E2t	9	6	36	120.034562	22.985522	41699003	E2t	10	2	39	120.034352	22.990922	41699003	E2t	10	53	41	120.040283	22.987245
41699008	B1	16	2	26	120.08383	22.899522	41699003	E2t	9	7	36	120.034182	22.985735	41699003													