

附件 2

2021 新海研三號多音束測深系統疊合校正報告

技術員：邵煥傑

摘要

在進行海底地形測繪作業之前，需針對多音束測深系統進行校正作業，以確定測深系統運作的正確性，以及降低系統誤差。

本次新海研三號於 NOR3-0049 航次，在西南海域之澎湖峽谷西邊的平台上，執行多音束測深系統 Kongsberg EM712 之疊合校正 (Patch Test)。在作業過程中，屢次發現表層聲速計所蒐集的聲速值相當不穩定。經比較有無使用表層聲速資料做修正後，發現 Outer beams 之誤差達到 3 公尺以上。

一、船隻資料

新海研三號船載設備如表一，船上配有一套多音束測深系統 Kongsberg EM712，其裝置於船底。EM712 測深系統的發射音鼓的角度 (Transmission Beam Angle ; TX) 與接收音鼓的角度 (Reception Beam Angle ; RX) 皆為 1 度×1 度，作業頻率為 40-100 千赫，可測深範圍為 3-3,500 公尺，最大掃幅範圍為 3,500 公尺。

表一、新海研三號船載設備一覽表。

設備名稱	說明
全球衛星差分定位系統與 船體運動姿態感測器	Kongsberg Seapath 380+ Kongsberg MRU 5+
多音束測深系統	Kongsberg EM712 TX × RX : 1°×1° 頻率 : 40-100 kHz
探測導航系統	TIMEZERO
拋棄式溫深剖面儀	T.S.K. XBT MK21
表水聲速儀 mini SVS	Valeport mini SVS 頻率 : 2.5 MHz

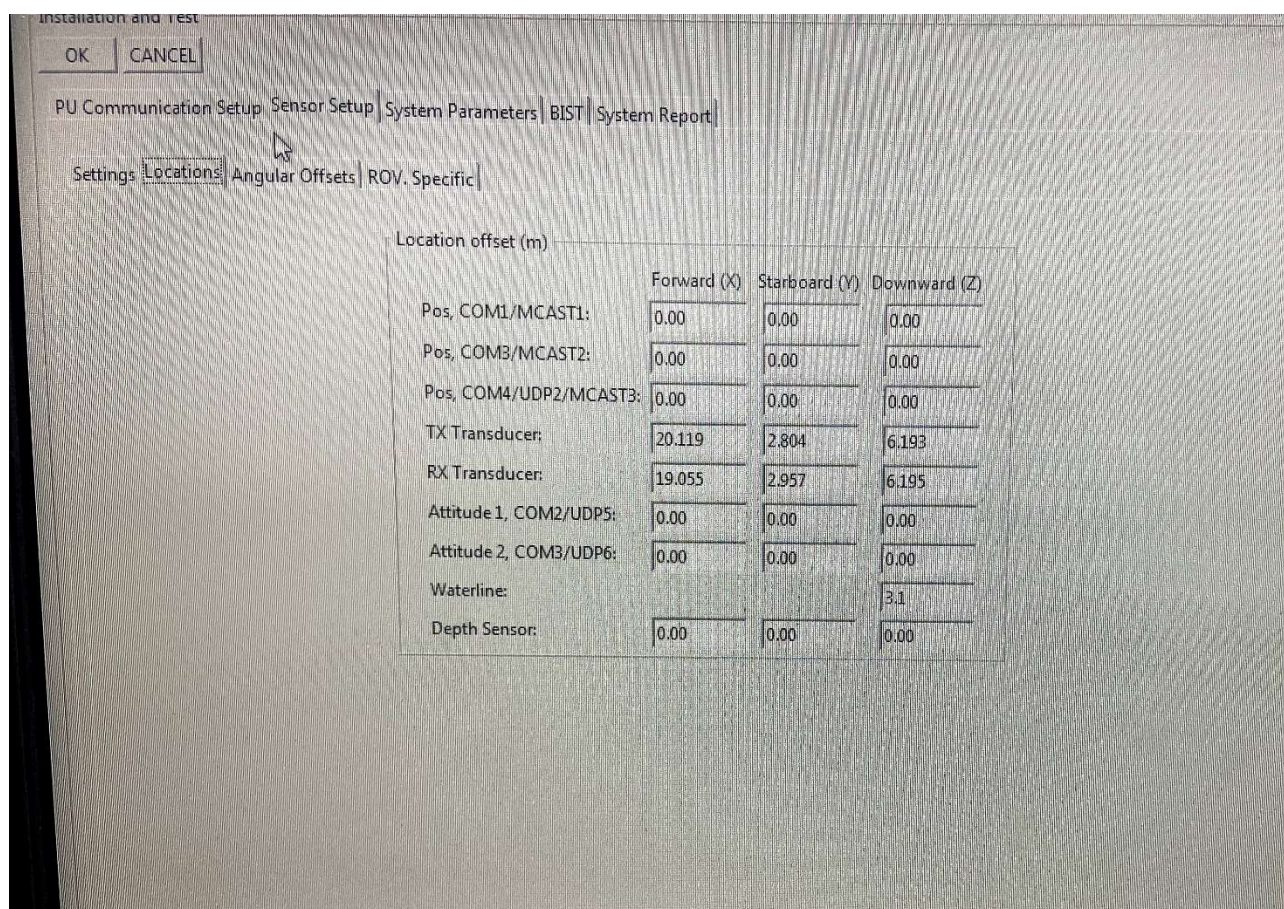
根據 2019 年於在船時所作的量測報告，量測船載科儀設備的座標系統，包括支距與角度如表二。各系統的座標參考原點 (Coordinate Reference Point ; CPR) 設置於 Seapath MRU 5+。支距方面 X 軸為由中心點向船艏為正，Y 軸為向右舷為正，Z 軸為向下為正；

角度方面橫搖角(Roll)為右舷向下為正，縱搖角(Pitch)為船艏向上為正，航偏角(Yaw)為順時鐘為正。

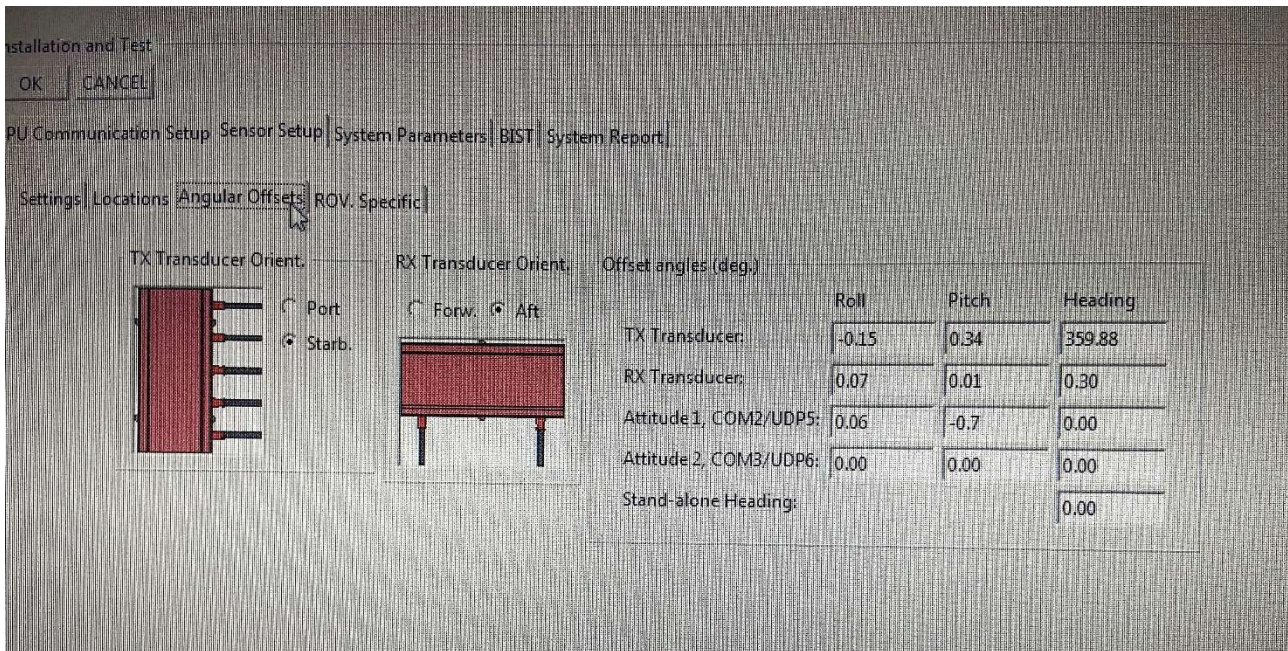
新海研三號於 2019 年出廠時，初次於外海進行疊合測試 (Patch Test)，並將校正過後數據輸入至聲納操作軟體 (Seafloor Information Systems ; SIS) 的系統參數中 (圖一與圖二中 Attitude 1 之欄位)。

表二、船體運動姿態感測器與多音束測深系統之支距與角度。

設備	+X(Fwd)	+Y(Stb)	+Z(Down)	Roll	Pitch	Yaw
MRU 5+	0	0	0	-0.160	0.061	0.410
EM712 TX	20.119	2.804	6.193	-0.15	0.34	359.88
EM712 RX	19.055	2.957	6.195	0.07	0.01	0.30
出廠 校正參數				0.06	-0.70	0



圖一、EM712 音鼓支距參數一覽表。



圖二、EM712 音鼓支距參數一覽表。

二、作業方法與規劃

2.1 作業方法：

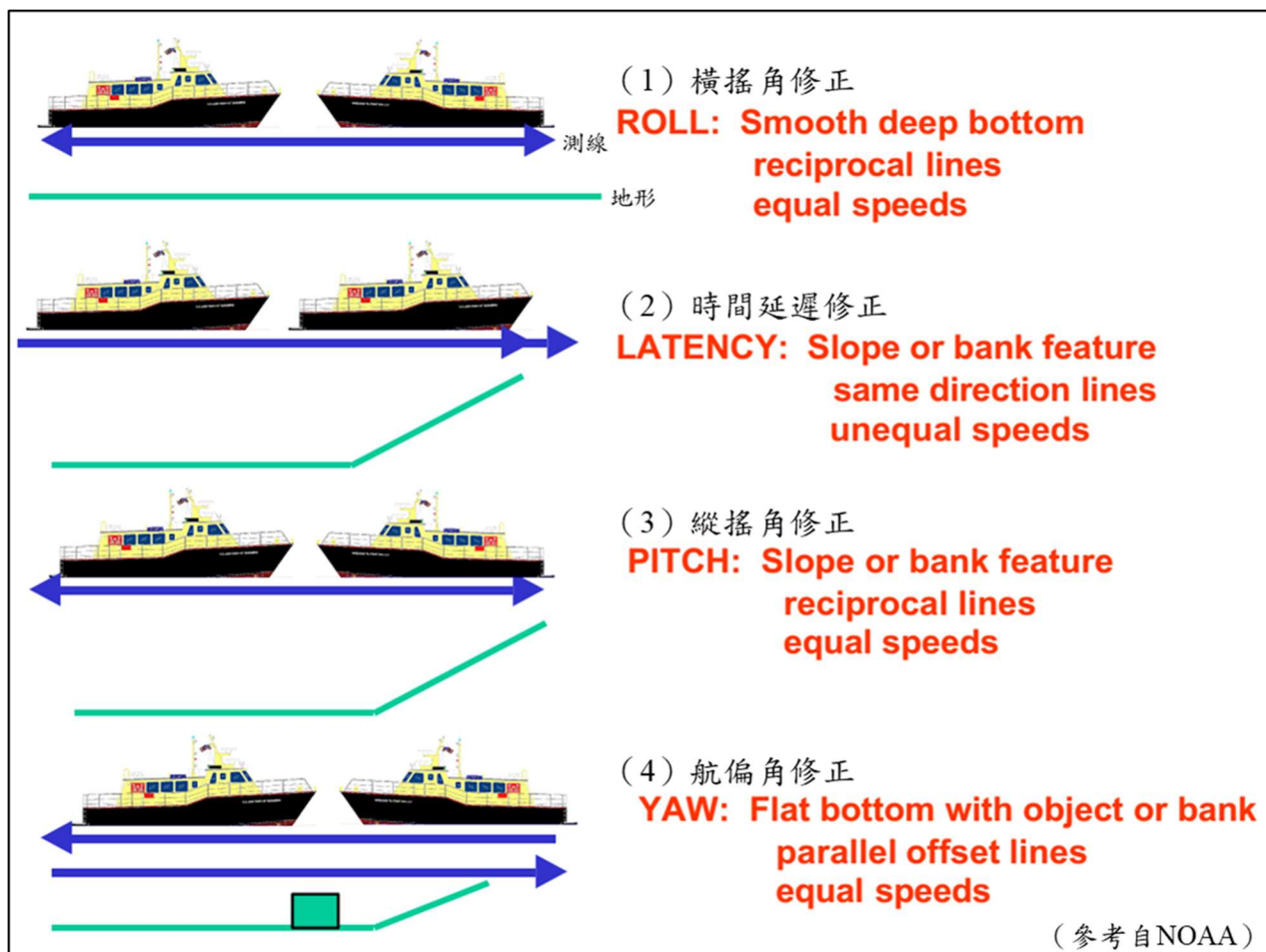
多音束測深系統的疊合校正(Patch Test)，作業內容包刮時間延遲(Time Latency)、修正橫搖角(Roll)、縱搖角(Pitch)、航偏角(Yaw)。以下針介紹四種校正方式內容(圖三)：

1. 修正時間延遲 (Time Latency)：在斜坡或有特徵物之區域規畫一測線，執行兩個不同船速 (3、6 節) 且相同方向。
2. 修正橫搖角 (Roll)：在平坦地形之區域規畫一測線，船行方向需相反，且掃幅重疊率達 50%。
3. 修正縱搖角 (Pitch)：在斜坡或有特徵物之區域規畫一測線，船速相等，船行方向相反。
4. 修正航偏角 (Yaw)：在斜坡或有特徵物之區域規畫兩平行測線，船速相等，船行方向相反。

在正式執行疊合校正前，需要提供正確即時的聲速剖面資訊至聲納操作軟體 SIS。因此會在走測線之前，使用 XBT 彈取得聲速剖面資訊，並採用聲速剖面計算公式(Wille, 2005)：

$$V = 1448.96 + 4.591T - 0.05304T^2 + 0.0002374T^3 + 1.34(S - 35) + 0.0163D + 1.675 \times 10^{-7}D^2 - 0.01025(S - 35) - 7.139 \times 10^{-13}D^3$$

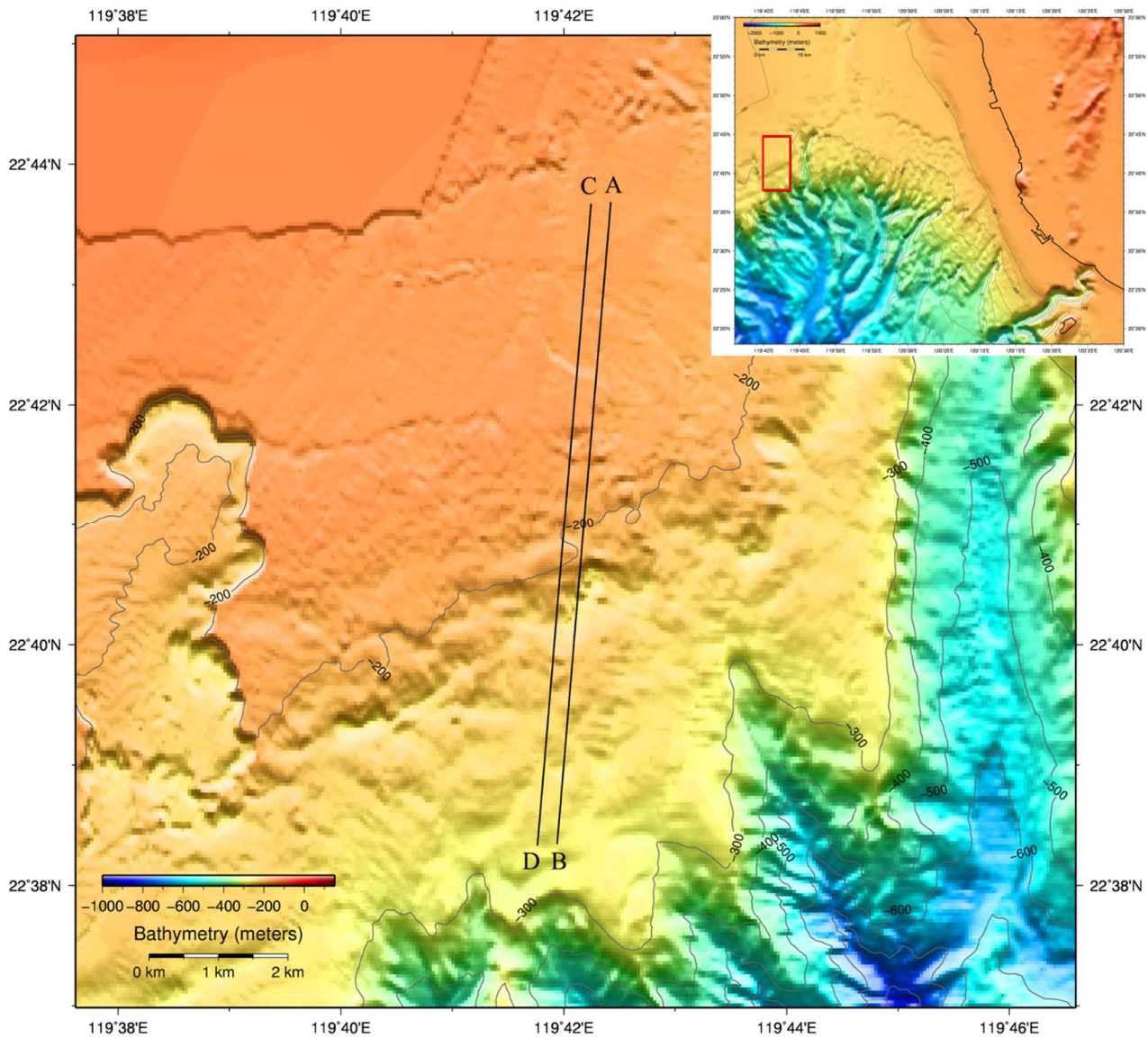
其中 V 為聲速、T 為溫度、S 為鹽度和 D 為深度，單位分別為公尺/秒、°C、‰和 m。另外，後續使用水深資料處理軟體 Caris HIPS&SIPS 時，採用日本國立天文台發展之 NAO.99b 全球/區域的潮汐模擬程式，根據導航資料得出潮汐資料，進行聲速與潮汐資料修正。



圖三、為 NOAA 疊合校正作業參考規範。

2.2 作業規劃：

規劃疊合校正測試區域時，先參考既有地形資料，挑選具有緩降斜坡、平坦地形、與不規則或水下特徵物的區域，且測線需有一定長度。本次 EM712 疊合校正作業規劃在西南海域之澎湖峽谷西邊的平台上，水深範圍介於 150-300 公尺，包含平坦區域與緩降斜坡的區域(圖四)。測線規劃方面共規劃兩條測線，長度 5.4 海里，間距 300 公尺。

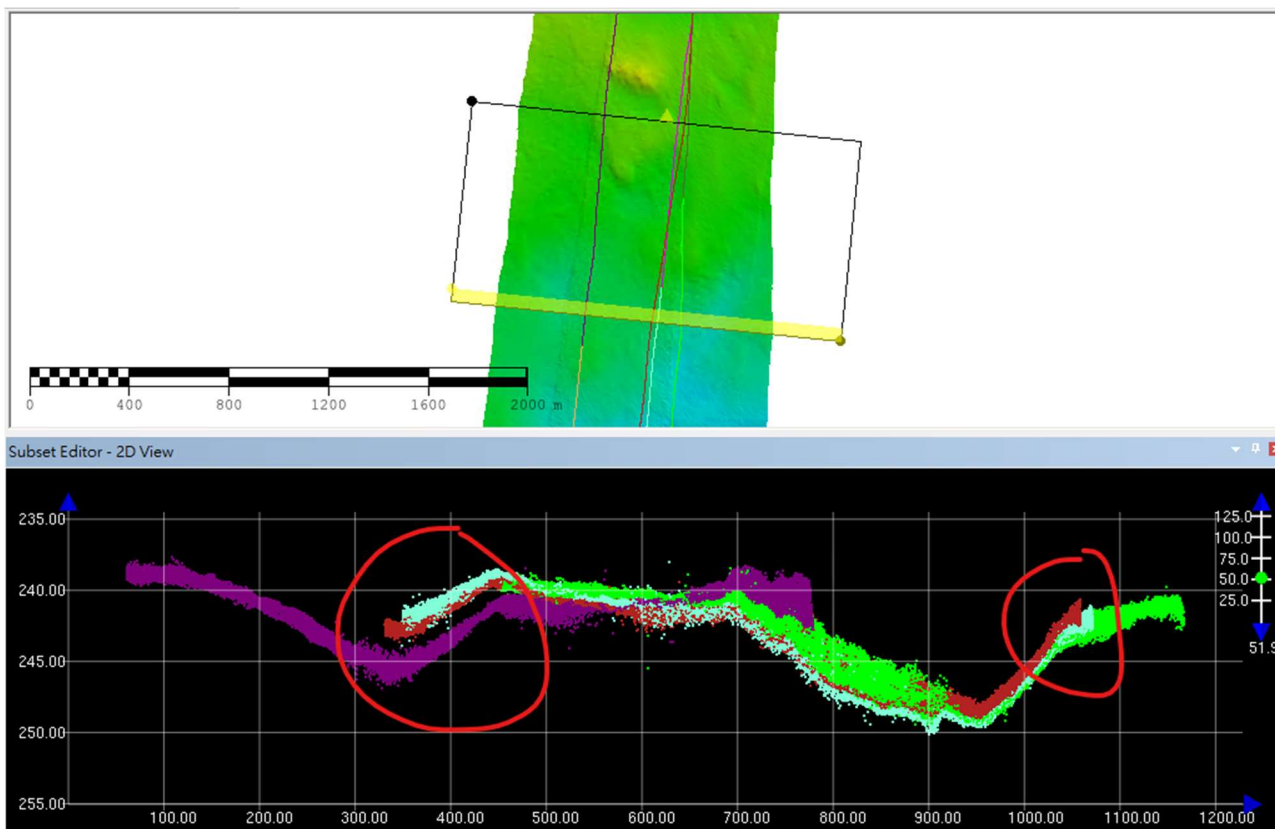


圖四、本次疊合校正測線規劃圖

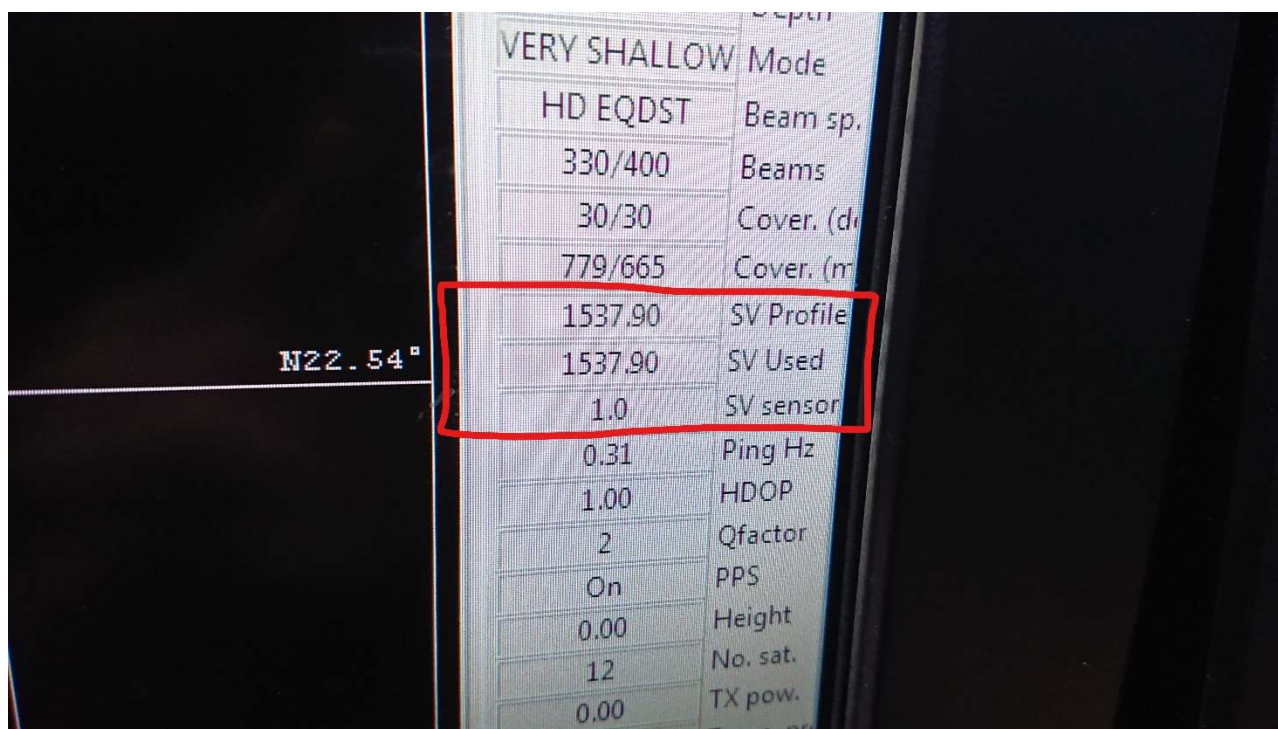
三、資料處理與展示

本報告資料校正、處理與展示皆使用 Caris HIPS&SIPS。尚未進行校正的資料經由 Caris HIPS&SIPS 檢視，以圖五顯示紅色與淺藍色測線，都有聲速不足導致外側的地形資料（Outer beams）上翹的情況。

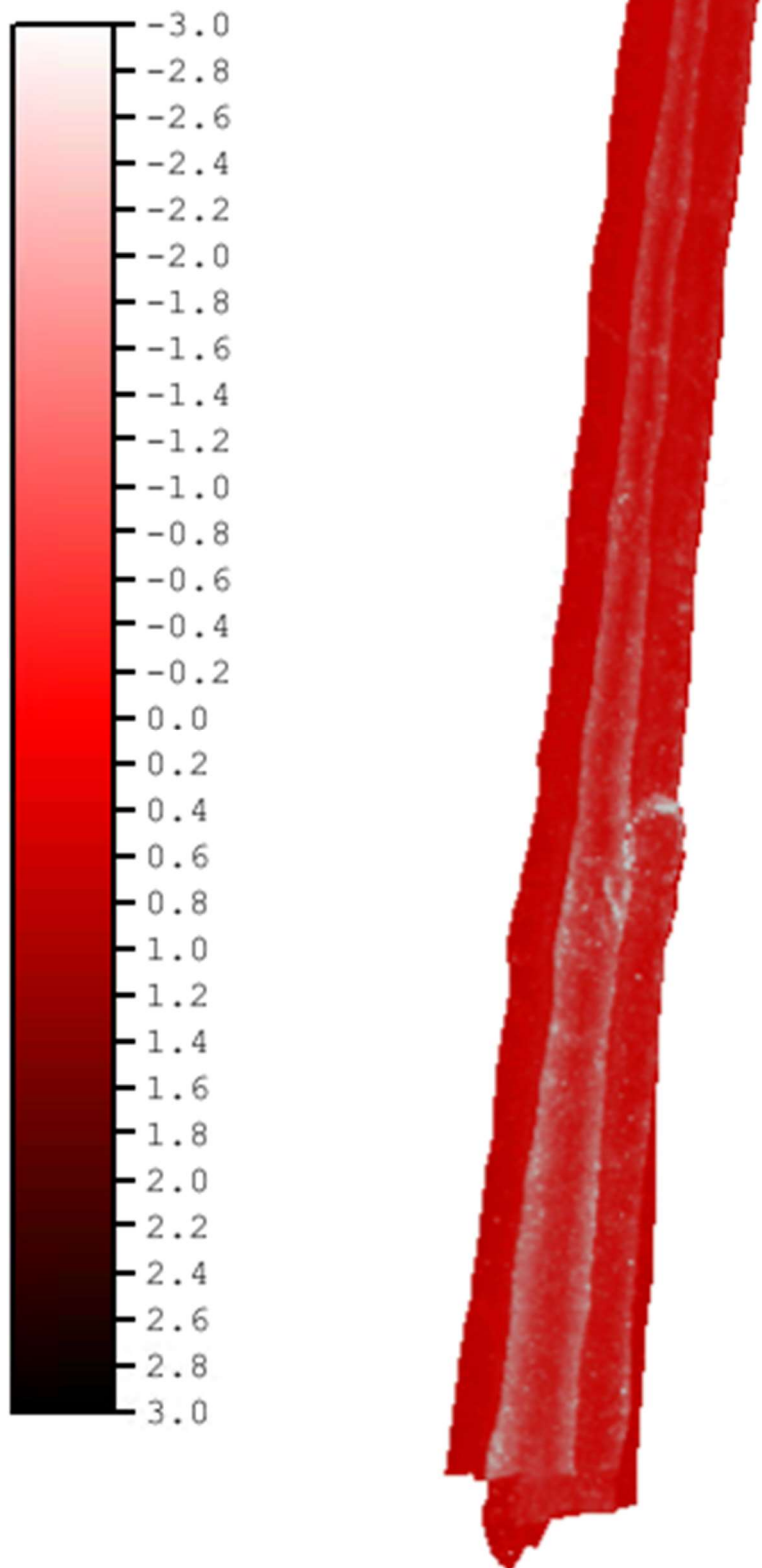
作業過程中，發現 mini SVS 不穩定的狀況（圖六的紅框），出現異常值。不論使用 XBT 聲速剖面，或者 mini SVS 的表層聲速資訊，聲速修正的用意在於將 Outer beams 的誤差降至最低，更貼近真實地形深度。因此，將有使用表層聲速修正之網格檔，減去未使用表層聲速修正之網格檔（圖七），結果顯示在 Outer beams 部分有明顯高程落差，有達到 3 公尺以上的誤差。



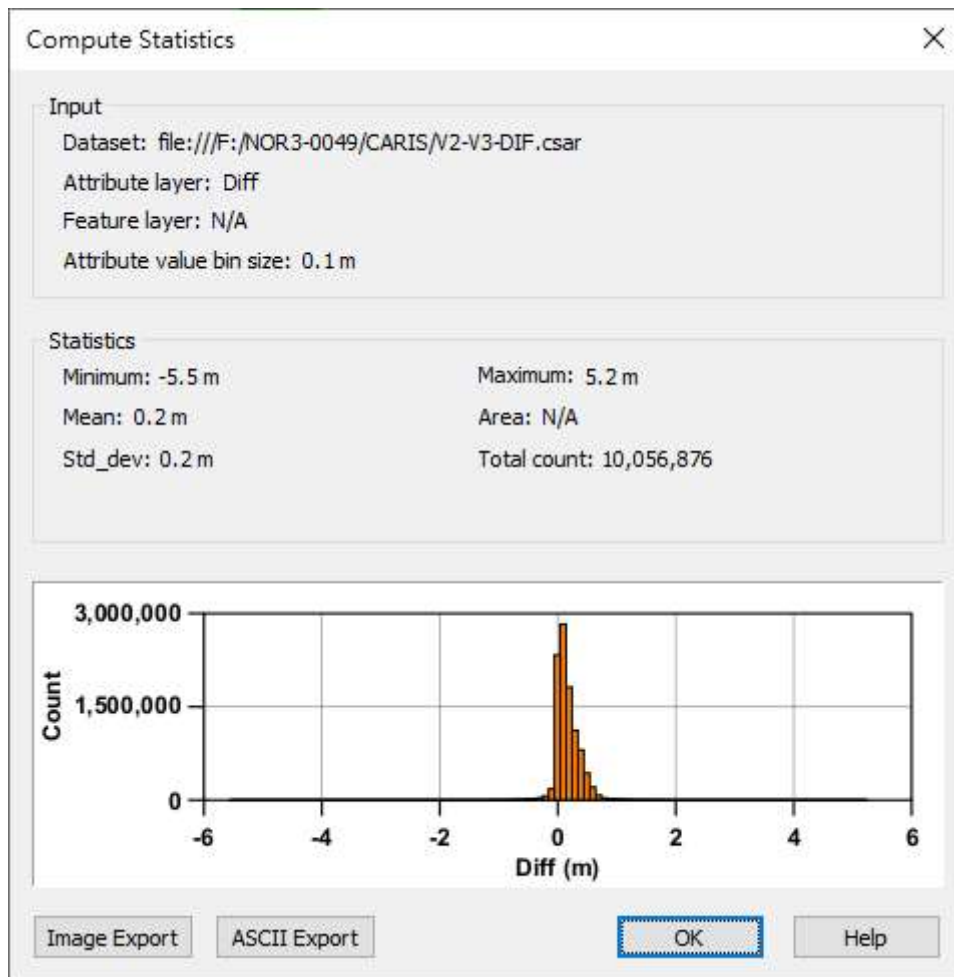
圖五、在 Caris 上檢視 NOR3-0049 航次蒐集之水深資料，若將垂直放大比例增加，可以觀察到外側資料有上翹，疊合不佳的情況。



圖六、作業過程中發現 mini SVS 數值異常。



圖七、比較有無使用表層聲速修正之高程差值。



圖八、有無使用表層聲速修正後高程差值之統計表。