

NAR Labs 國家實驗研究院

台灣海洋科技研究中心

108年天氣分析與預報研討會

環臺岸基海洋雷達系統附屬AIS船舶 動態資訊接收及未來應用介紹

楊文榮* 賴堅戊 徐堂家 林昆毅

綱要

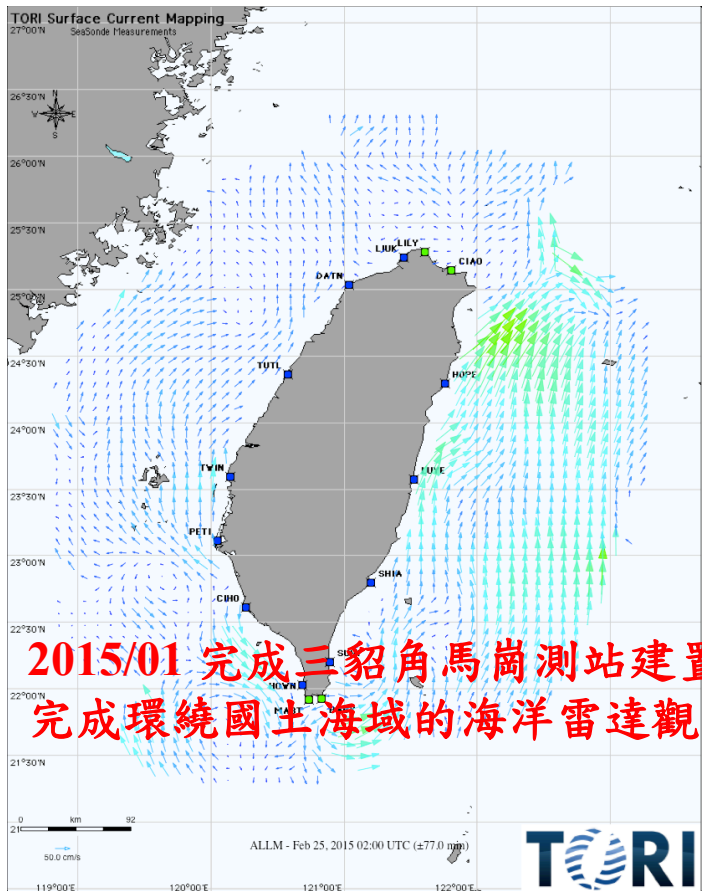
■ 目標: AIS APM

■ 研究方法: AIS 資訊與雷達回波訊號比對

■ 研究內容:

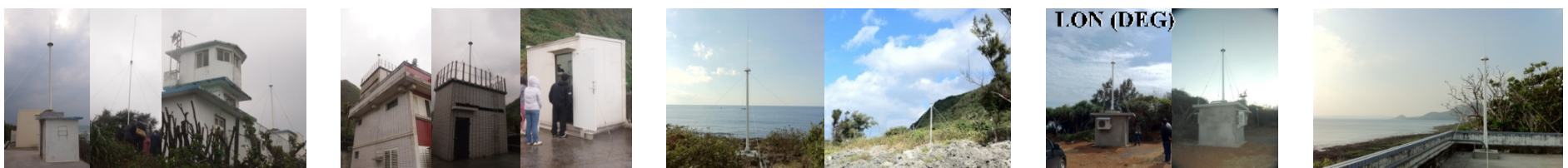
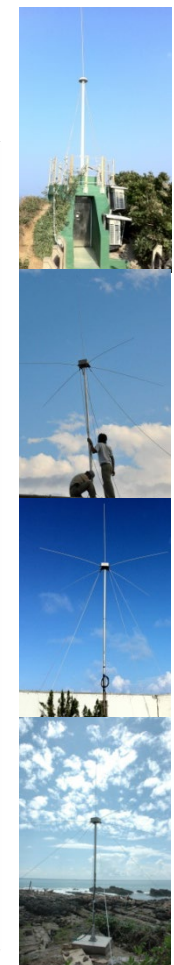
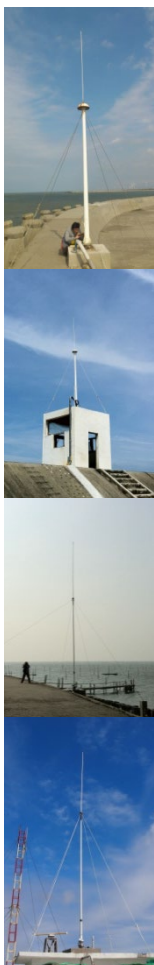
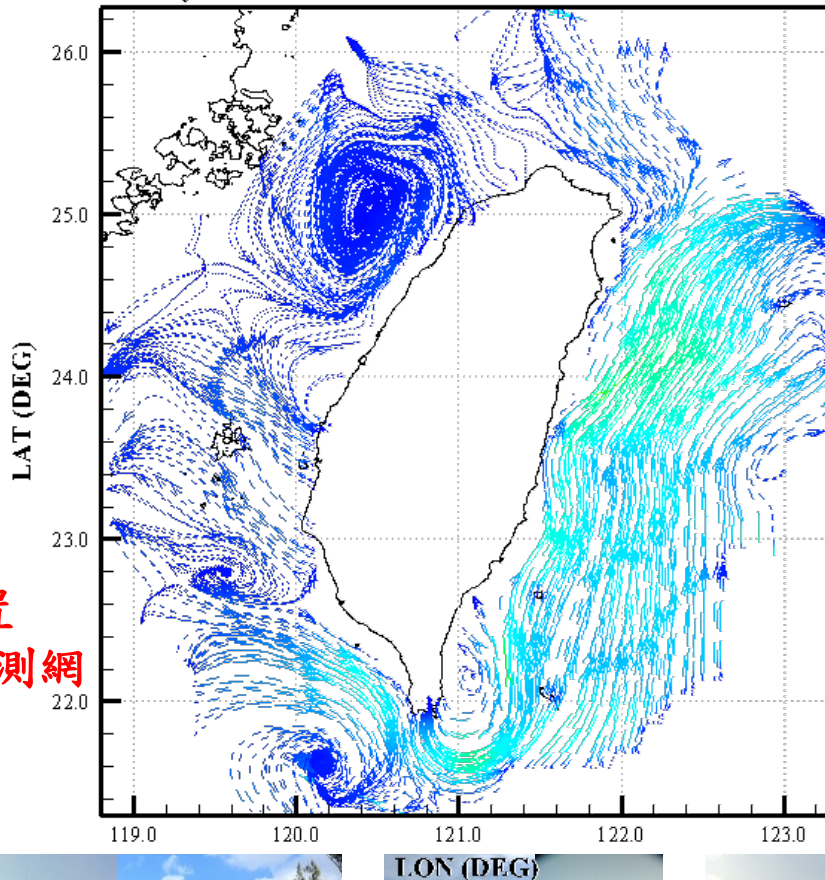
- AIS 測站建置
- AIS 封包解碼
- AIS 數據轉換徑向速度
- 雷達回波套疊
- 結論

Taiwan Ocean Radar Observing System

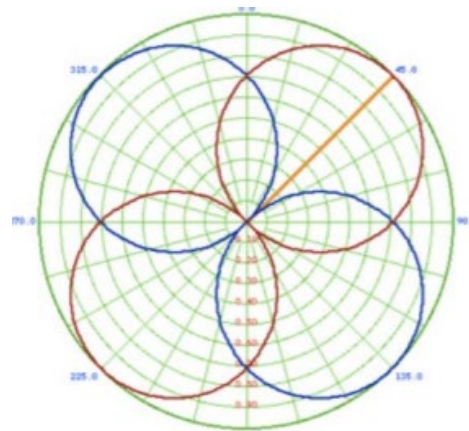
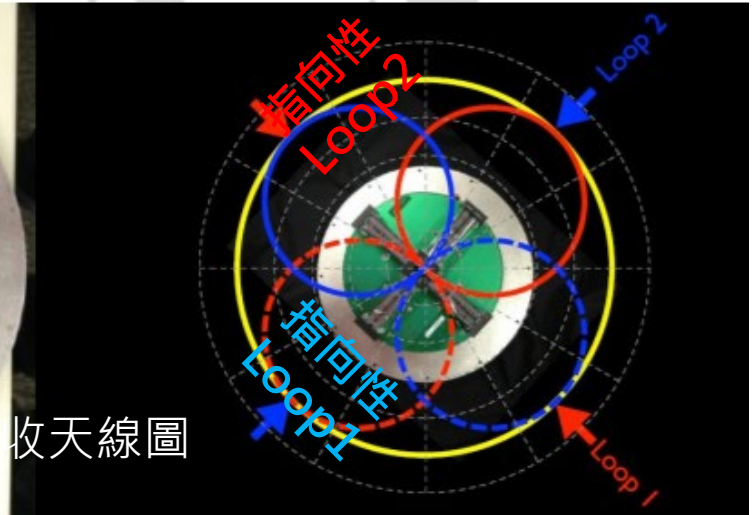
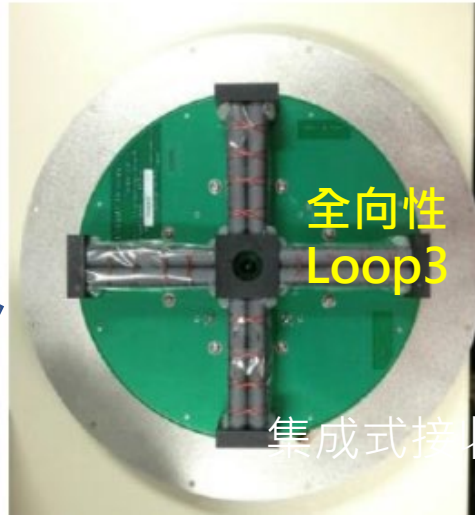


2015/01 完成三貂角馬崗測站建置
完成環繞國土海域的海洋雷達觀測網

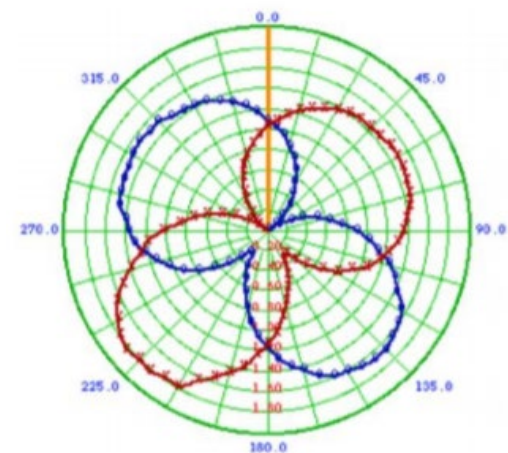
TORI Surface Current
Monthly mean of 2015/02



集成式接收天線與場型(Patten)TORI



理論值



理想觀測場型

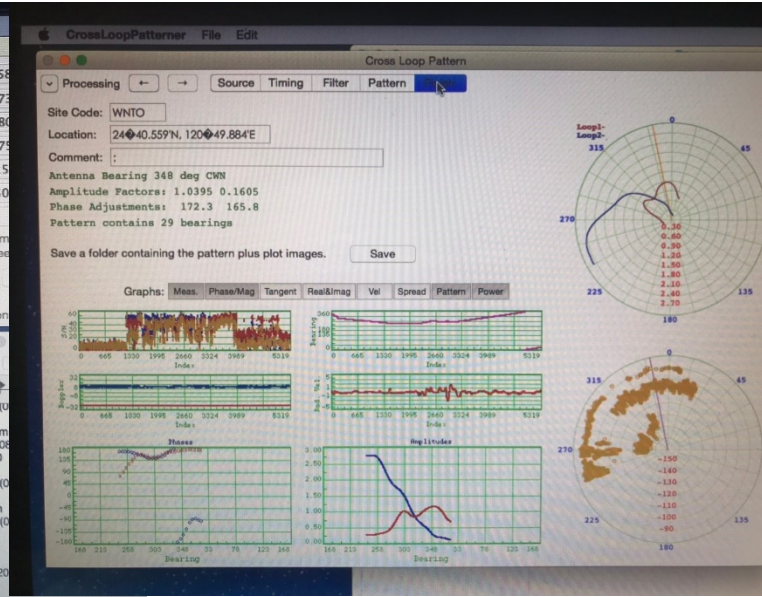
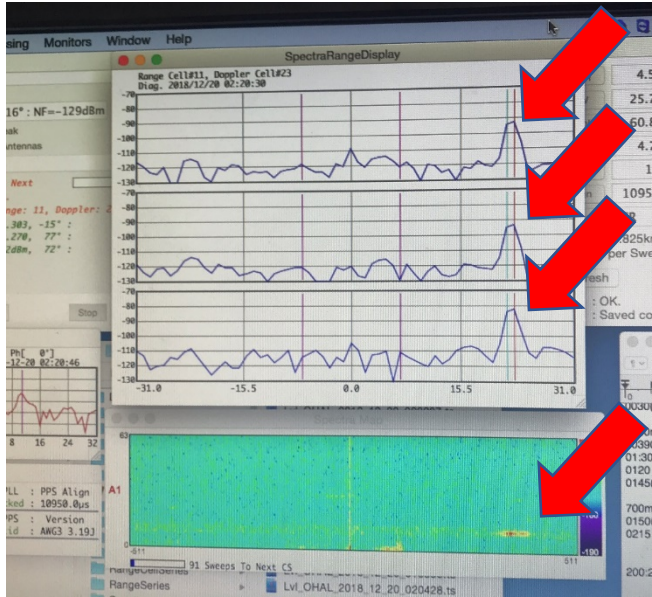
What & Why APM

APM(Antenna Pattern Measurement)

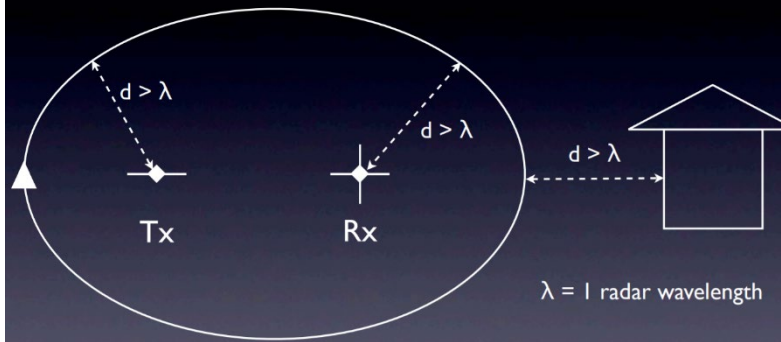
天現場型量測

目的為提高雷達產出資料的正確(accuracy)與可靠性(reliability)由於現實天線環境不可能完全無障礙物影響(根據原廠手冊 $>1\lambda$)，尤其具有導電性金屬物質，會使HF電磁波場型扭曲變形，影響到雷達觀測的方位角，進而使得速度的投影產生觀測徑向速度的誤差，因此須透過APM以得到真實的環境場型。

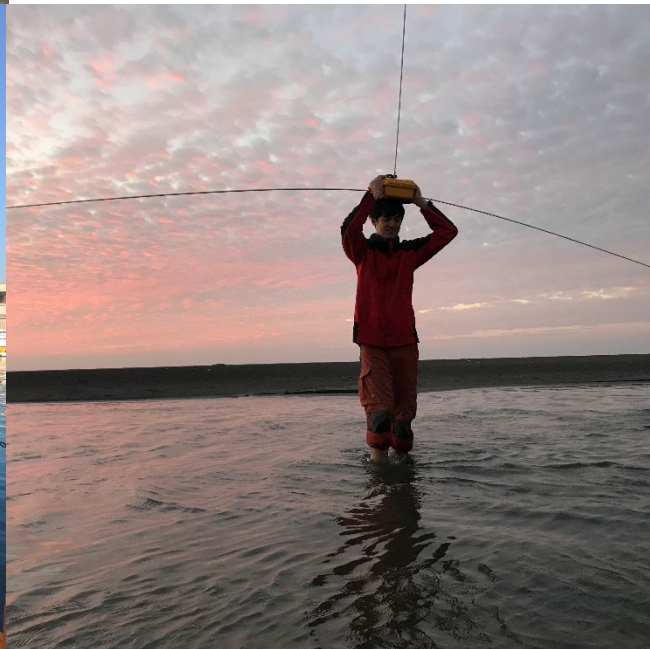
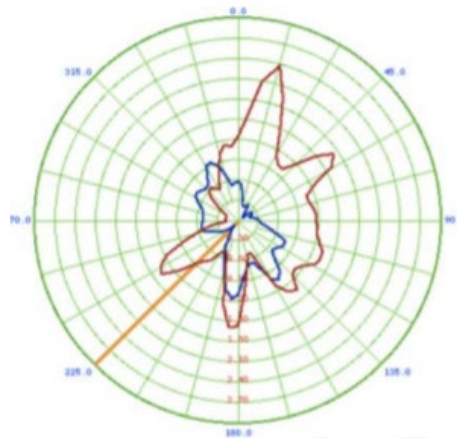
使用 Transponder 進行 APM



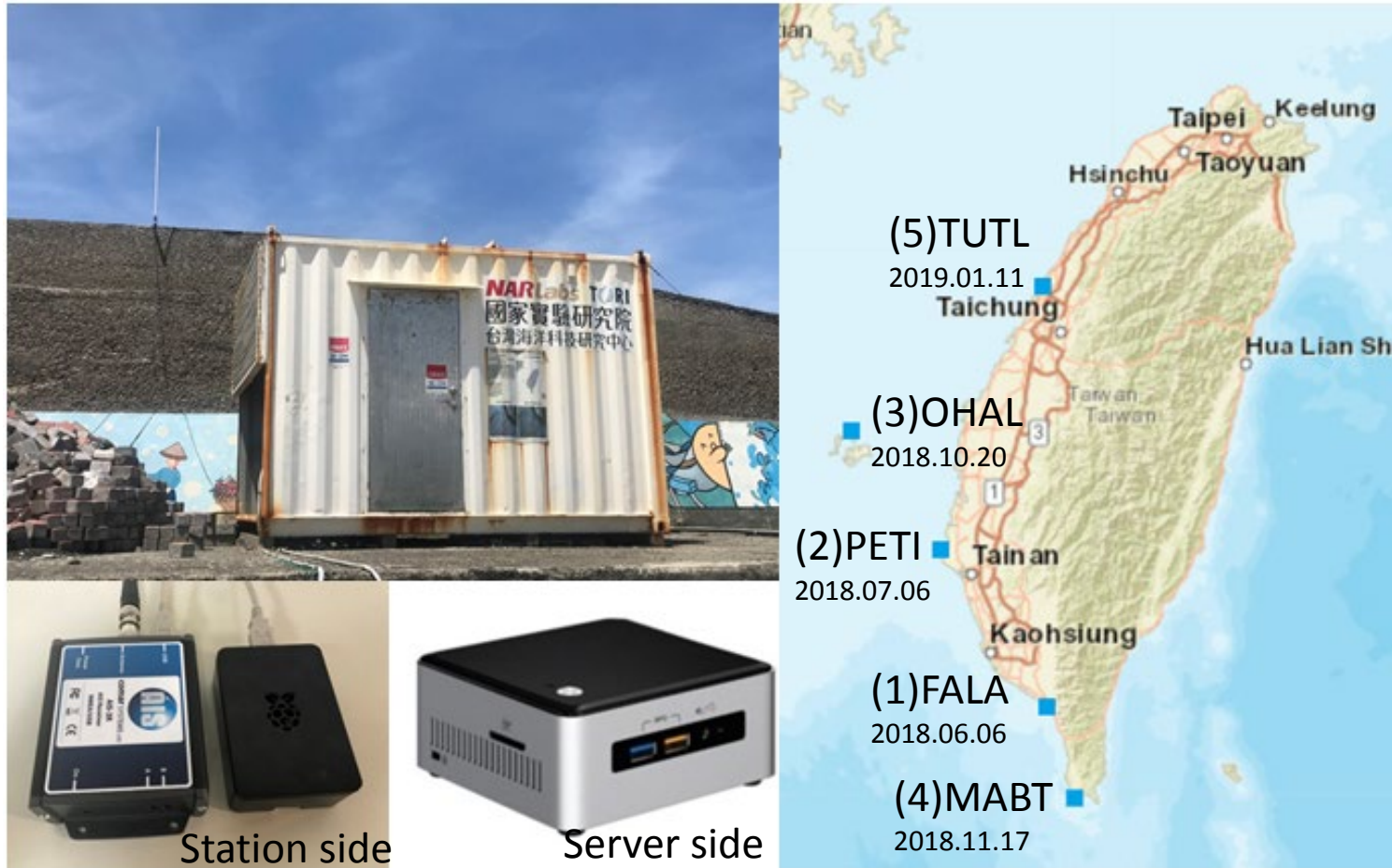
Transponder Run on Land
(Separate Rx, Tx Antennas)



APM作業的問題



TOROS 附屬 AIS 系統建置



英國 Comar System 公司之 AIS-3R，
裝置為雙通道接收，即 87B (161.975MHz) 及 88B (162.025MHz)

AIS 訊息

- 從接收機以RS232擷取之**NEMA0183**原始ASCII
- 依**ITU-M.1371**規範之AIVDM/AIVDO協定解碼

- 27種Message Type：船位報告(classA,B),身份報告...
- 15種Navigation status：錨泊,停泊,航行,...
- 99種Ship Type：客輪,貨輪,油輪...

- 船位報告：
MMSI, Latitude,Longitude,SOG(knots),COG、HDG...
- 身份報告：
MMSI(Maritime Mobile Service Identity海上移動通信識別),水上識別碼
IMO(International Maritimeorganization國際海事組織),船舶代碼
Callsign(呼號),Vessel Name,ShipType, Length, Width, Draught...

AIS原始碼範例

■ Message Type 1 (class A):

!AIVDM,1,1,,B,16<foT@P?w<tSF0I4Q@>4?wv0hK@, 0*13

■ Message Type 5(ship information for class A):

!AIVDM,2,1,1,A,56:>QB02C4w88T5;B21<P4r0pDpN2222222221B;0F>35=E0<RhCj4jECQp,0*11

!AIVDM,2,2,1,A,88888888880,2*25

■ Message Type18(class B):

!AIVDM,1,1, ,A,B6<gvJP07j9sA2S<NHMH797QP06,0*0A

■ Message Type 19(ship info. for class B):

■ !AIVDM,1,1, ,A,C1;bjeh0AJ9l;=3<<g48CwiqgkWaaWSS11111111110CP81110W,0*06

Archive format

Position Report daily

```

AIS server
Listing positions
sta=PETI
SavefileTime=2018-12-17 00:04:33
DatafromTime=2018-12-16 00:00:00
DatatoTime=2018-12-16 23:59:59
  
```

Time(UTC)	MMSI	MSG	Lat(E)	Lon(N)	SOG(knot)	COG	HDG
2018-12-16 00:00:00	667001975	1	22.900117	120.126300	0.0	93.0	165
2018-12-16 00:00:00	098324354	18	23.169925	120.029428	0.9	192.1	511
2018-12-16 00:00:00	700056707	18	22.972767	120.082600	12.5	11.3	11
2018-12-16 00:00:00	200007041	18	22.949468	120.023305	3.3	350.8	511
2018-12-16 00:00:00	511456000	3	23.261002	120.022183	0.3	299.0	7
2018-12-16 00:00:00	416737000	3	23.293977	120.044597	0.1	127.5	1
2018-12-16 00:00:02	004161806	4	22.990950	120.147100	999	999	999
2018-12-16 00:00:03	416004047	1	23.043783	119.929750	11.3	116.7	511
2018-12-16 00:00:03	416458553	18	23.106268	119.954968	3.9	185.4	511
2018-12-16 00:00:03	412277000	1	22.870783	120.021300	9.4	165.0	165

Ship Report

```

Ships Report
  
```

MMSI	MsgType	IMO	Callsign	ShipName	Type	L	W	Draught
416020000	5	9172313	BIBM	KUO CHANG	70	70	70	6.6
416021000	5	9345635	BIBZ	CSE CLIPPER EXPRESS	70	70	70	5.9
477293700	5	9167681	VRMY2@	DA SHEN	70	70	70	6.1
538007526	5	9582441	V7TG8	PAN BICORN	70	70	70	10.4
352618000	5	9425265	3ENU2	GRAND ACE7	80	80	80	10.4
403518001	5	9459022	HZEJ	NCC NAJEM	82	82	82	9.2
538002591	5	9347712	V7JZ2@	CAPE FARO	79	79	79	7.0
538003173	5	9365520	V7OW3	ROYAL EMERALD	82	82	82	9.1
416453000	5	9202211	BKJL	UNI-PROMOTE	74	74	74	9.0
312744000	5	9085388	V3EG3	OCEAN PRINCESS	80	80	80	12.0
416341000	5	9130559	BKNS	UNI-ADROIT	74	74	74	6.1

表1. A類船舶移動設備報告時間

船舶運動狀態	間隔
錨泊或停泊，運動速度不超過3節	3 min
錨泊或停泊，運動速度超過3節	10 sec
0 到 14 節	10 sec
0 到 14 節且更換航線	3.3 sec
14 到 23 節	6 sec
14 到 23 節且更換航線	2 sec
大於 23 節	2 sec
大於 23 節且更換航線	2 sec

資料來源：IUT-RM1371-1(Table 1a)

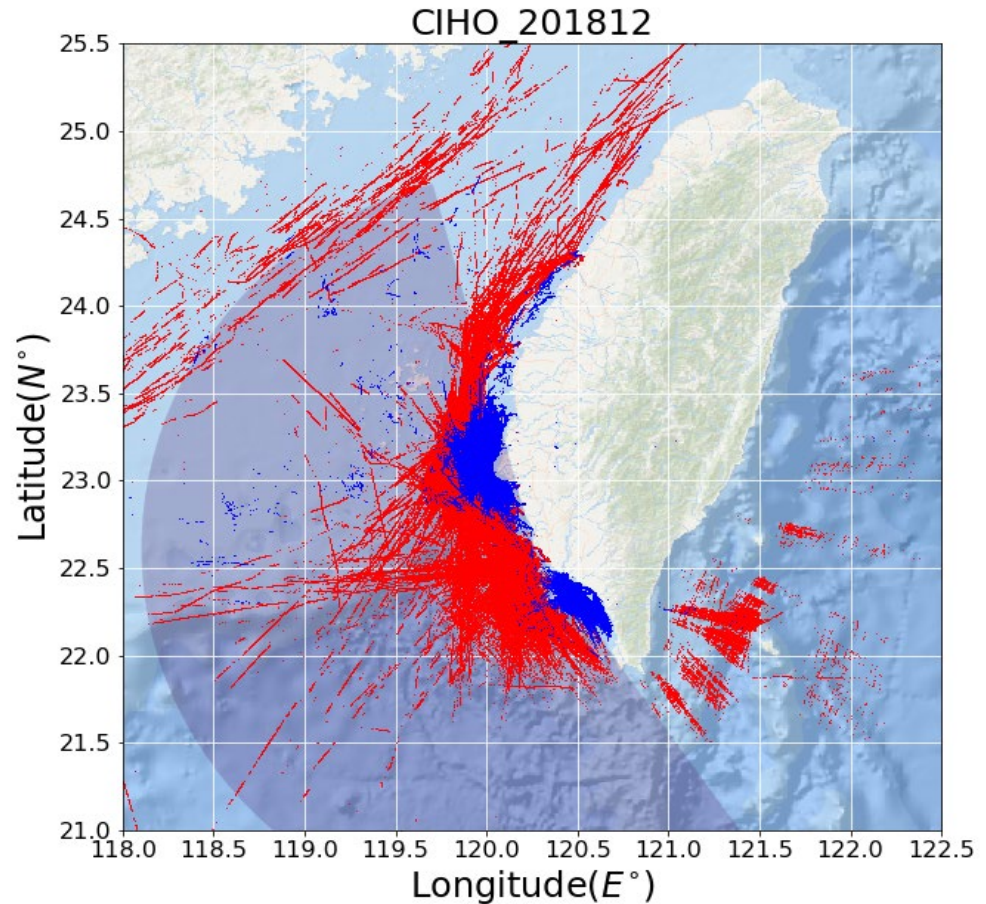
訊號傳送距離受天線高度、海上空氣溫度、濕度等因素影響，海上船隻數量亦受到海氣象影響。

高雄港區船隻進出頻繁，AIS訊號數量龐大，以北堤站為例每日接收筆數約在10萬筆以上

研究範圍

2018年12月份北堤(PETI)與枋寮(FALA)測站所接收到的資料總筆數為3,417,194

其中屬於A類訊息(Message Type 1、2、3)的筆數有2,505,744，B類(Message Type 18)有674,547，A類約為B類的3.7倍

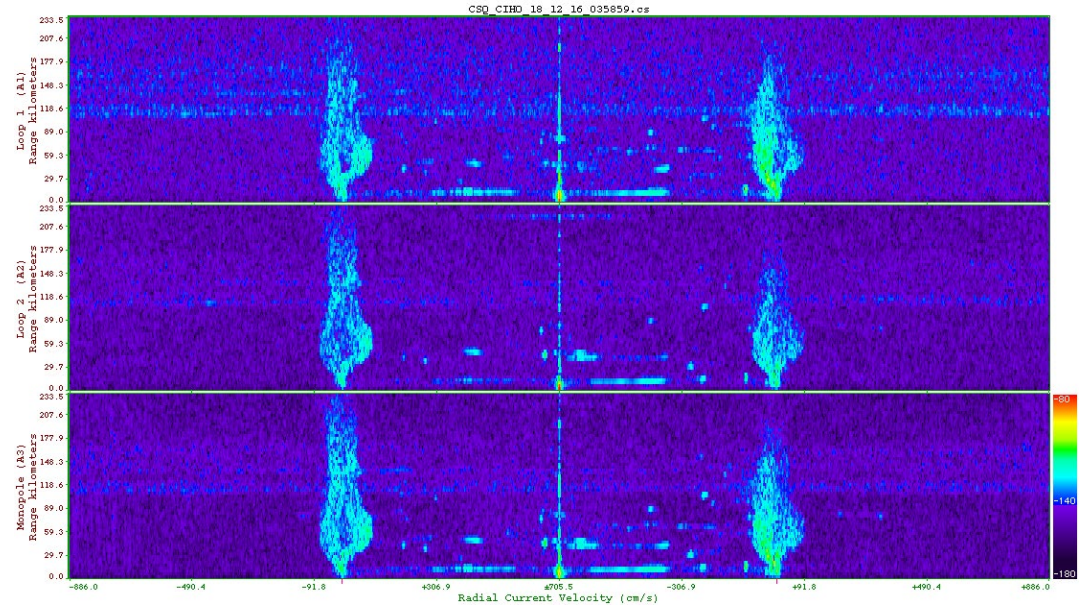
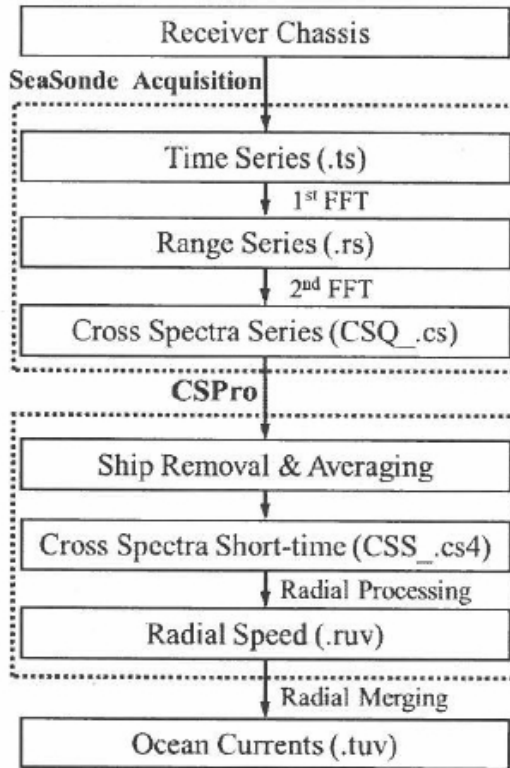


顯示北堤及枋寮站AIS觀測資料的空間分佈，紅色為A類訊號，藍色為B類訊號，紫色扇形為旗后雷達站涵蓋區域

AIS與雷達回波資訊

CSQ (cross spectra series)

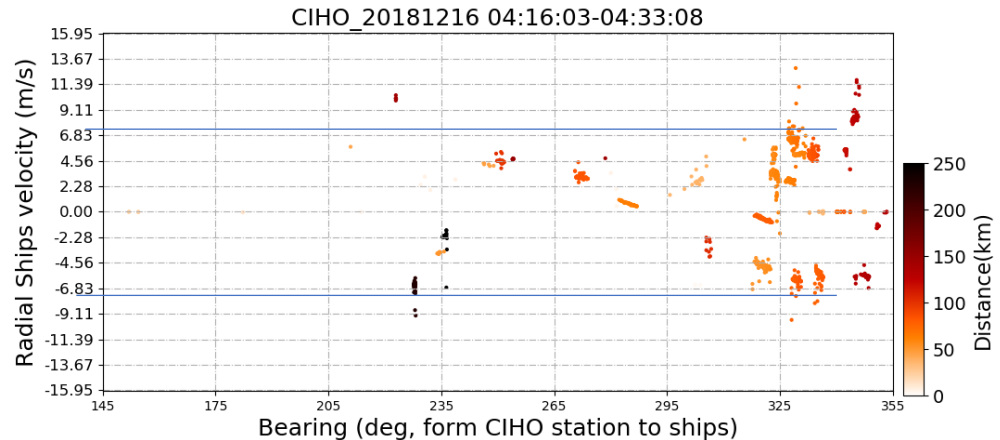
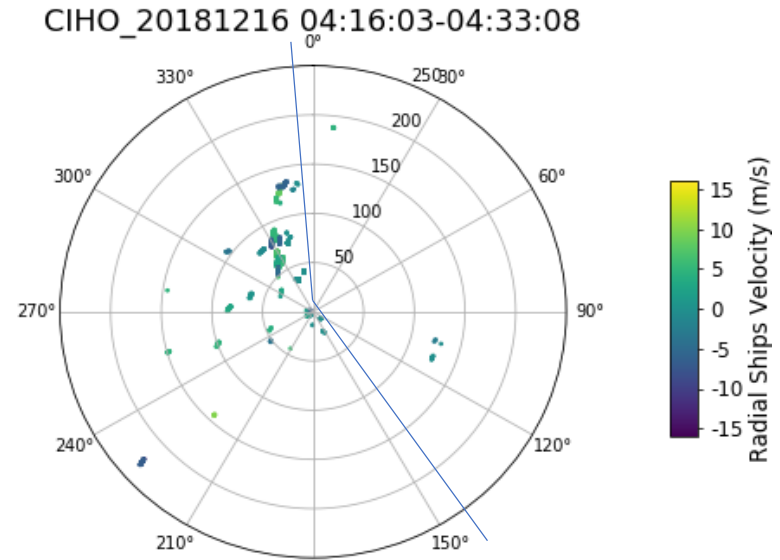
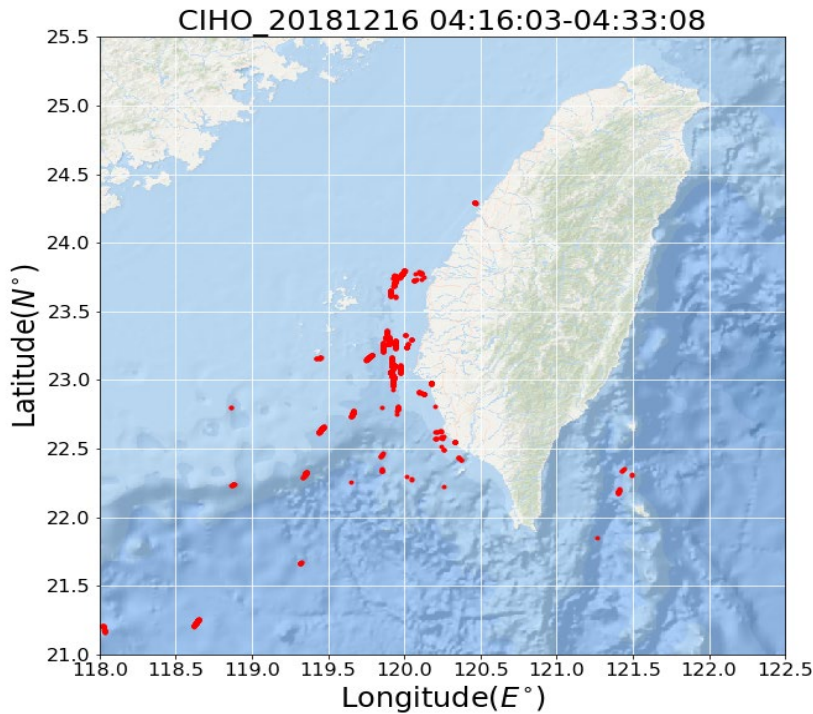
根據原廠操作手冊(2009)



64(range cell) x 1024(doppler bin)

AIS在時空與方位角的分佈

17分鐘內的AIS資料：
1735筆，有63組MMSI group



旗后雷達站觀測角度：145到355度

雷達回波都卜勒譜解算

- 旗后雷達站工作頻率為4.7MHz、線性頻率調變(frequency modulation pulse)為40.439KHz，由FM-i-CW技術解析距離單元(RC, range cell)。

$$RC = c/2 * BW$$

- $c=2.997*10^8$ 為光速
- 求得RC為3.7067 km，因此偵測最遠距離237.23 km；
- 由雷達波長為63.766m

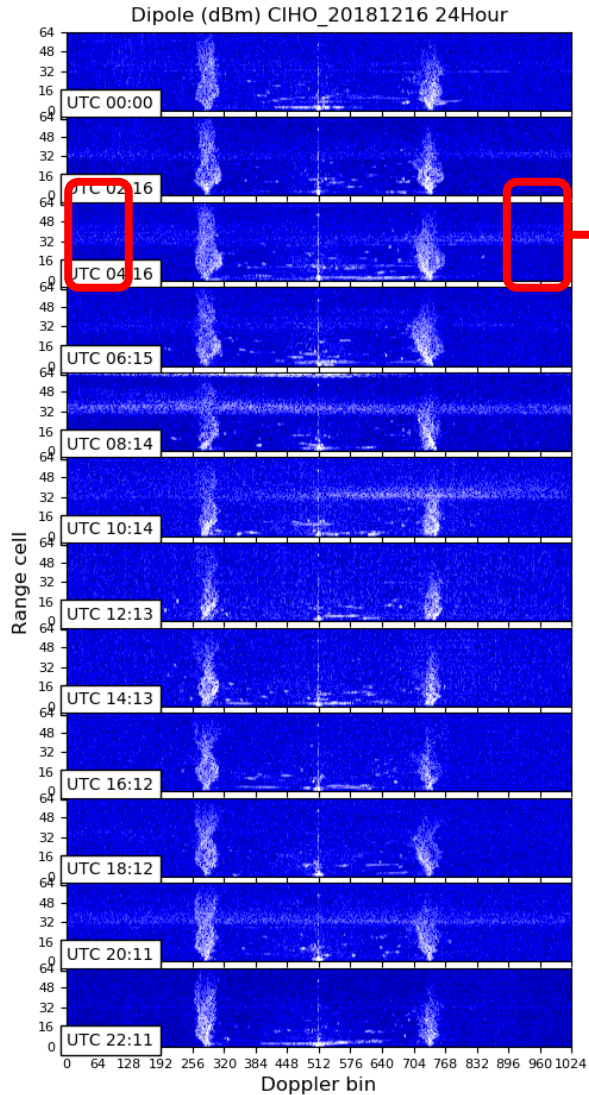
$$\lambda = \frac{c}{f}$$

- 雷達掃頻頻率為1Hz，都卜勒雷達頻譜經FFT轉換成頻率後為±0.5Hz
- 都卜勒速度(Doppler Velocity, m/s)介於±15.942 m/s間，最小都卜勒速度解析(resolution)則為約為3.11 cm/s。
- CSQ檔內電壓值平方轉換為天線功率(dBm)(CODAR, 2009)：

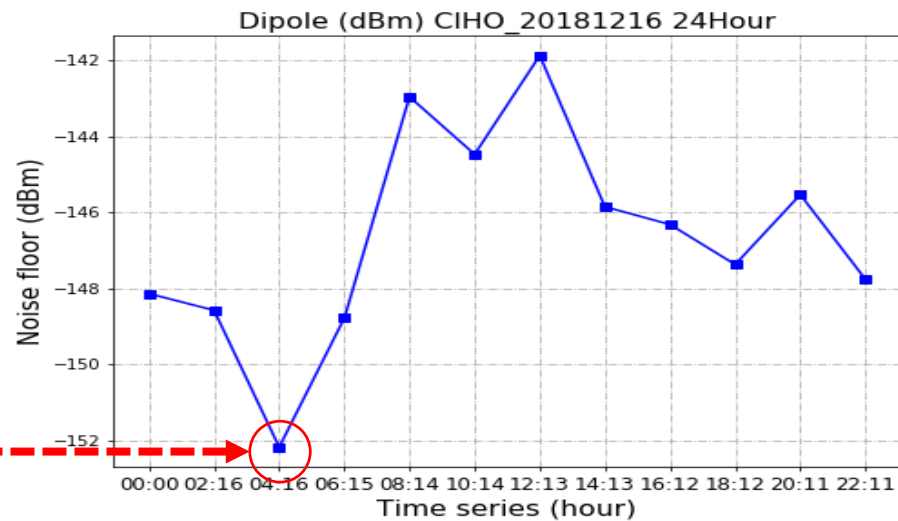
$$dBm = 10 * \log_{10}(voltage^2) + (-40 + 5.8)$$

- -40為訊號損耗因子(factor to signal processing loss, FSPL)，
- +5.8為接收天線的增益(gain)。

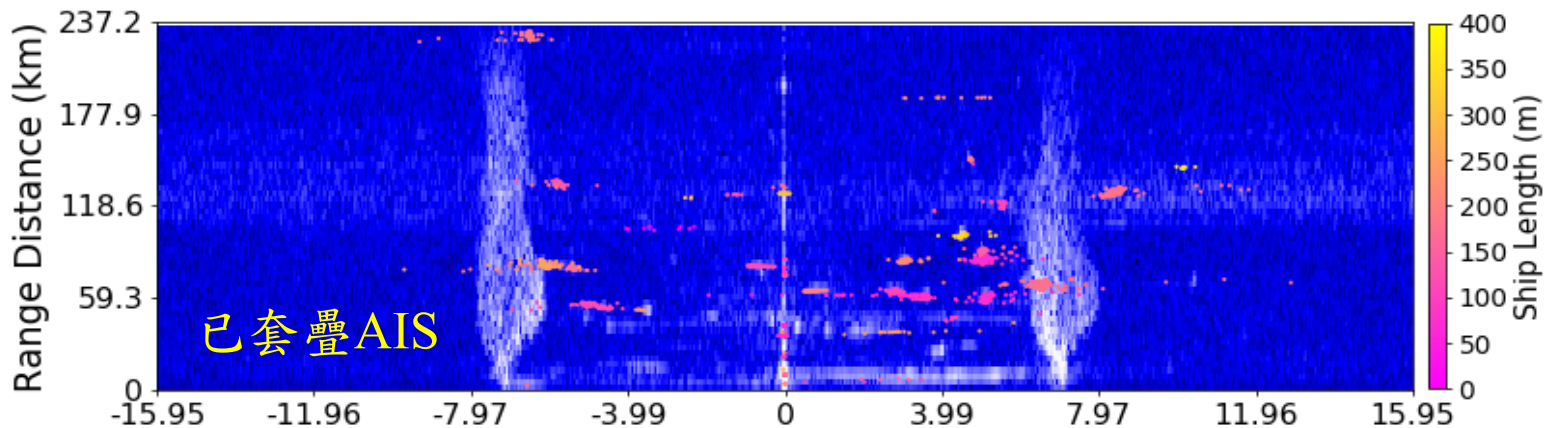
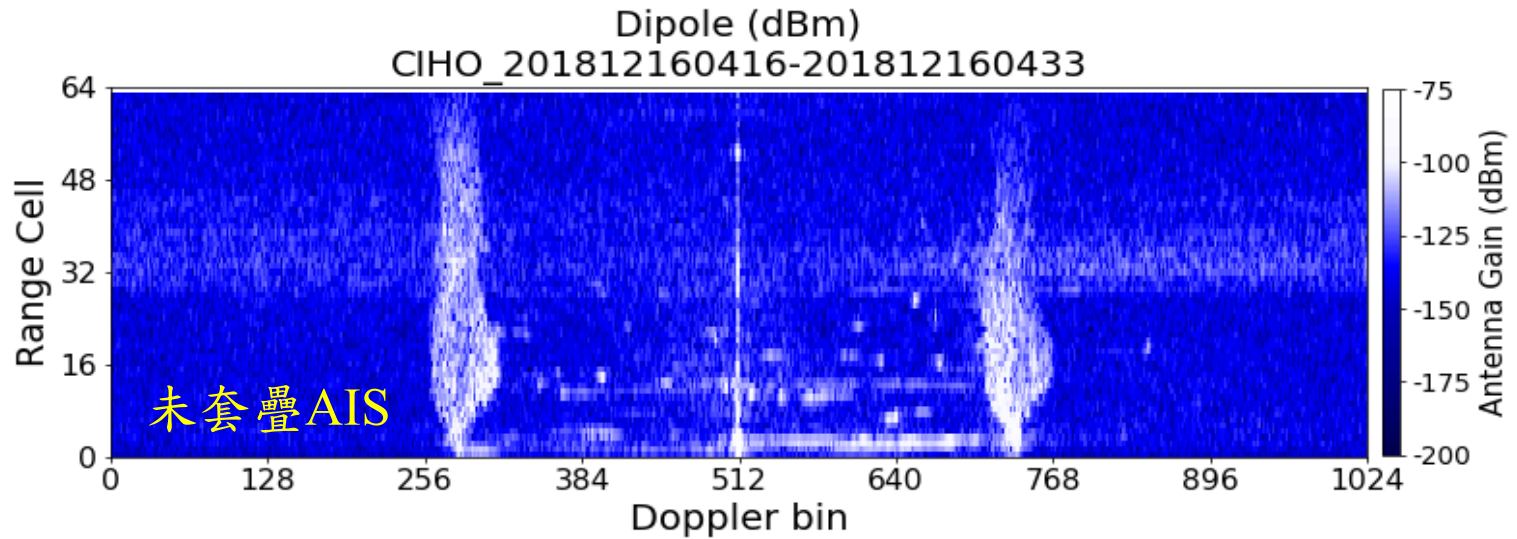
雷達回波背景噪訊



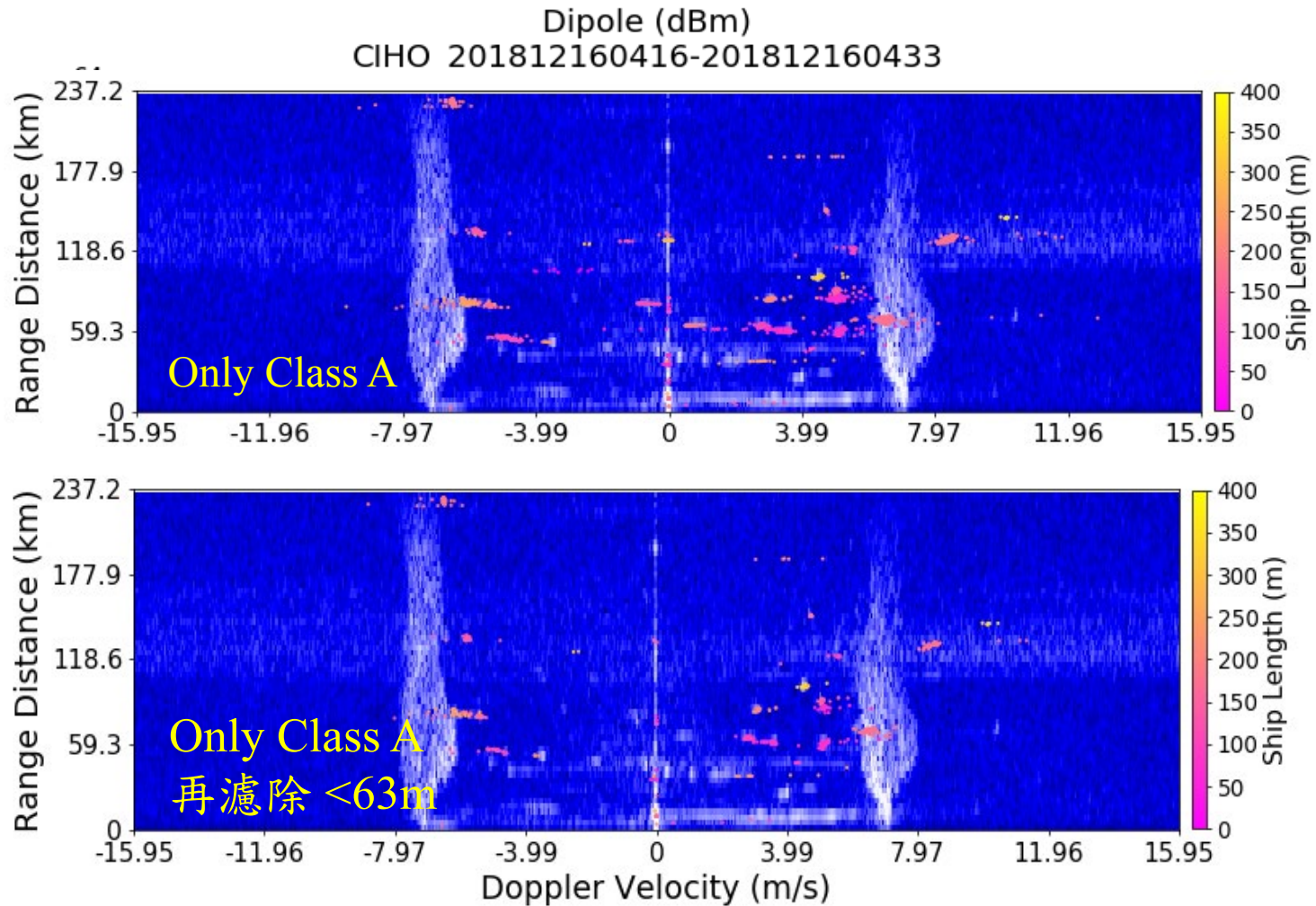
取都卜勒單元0到99及925到1024間的全向性天線訊號強度(dBm)平均值作為背景值



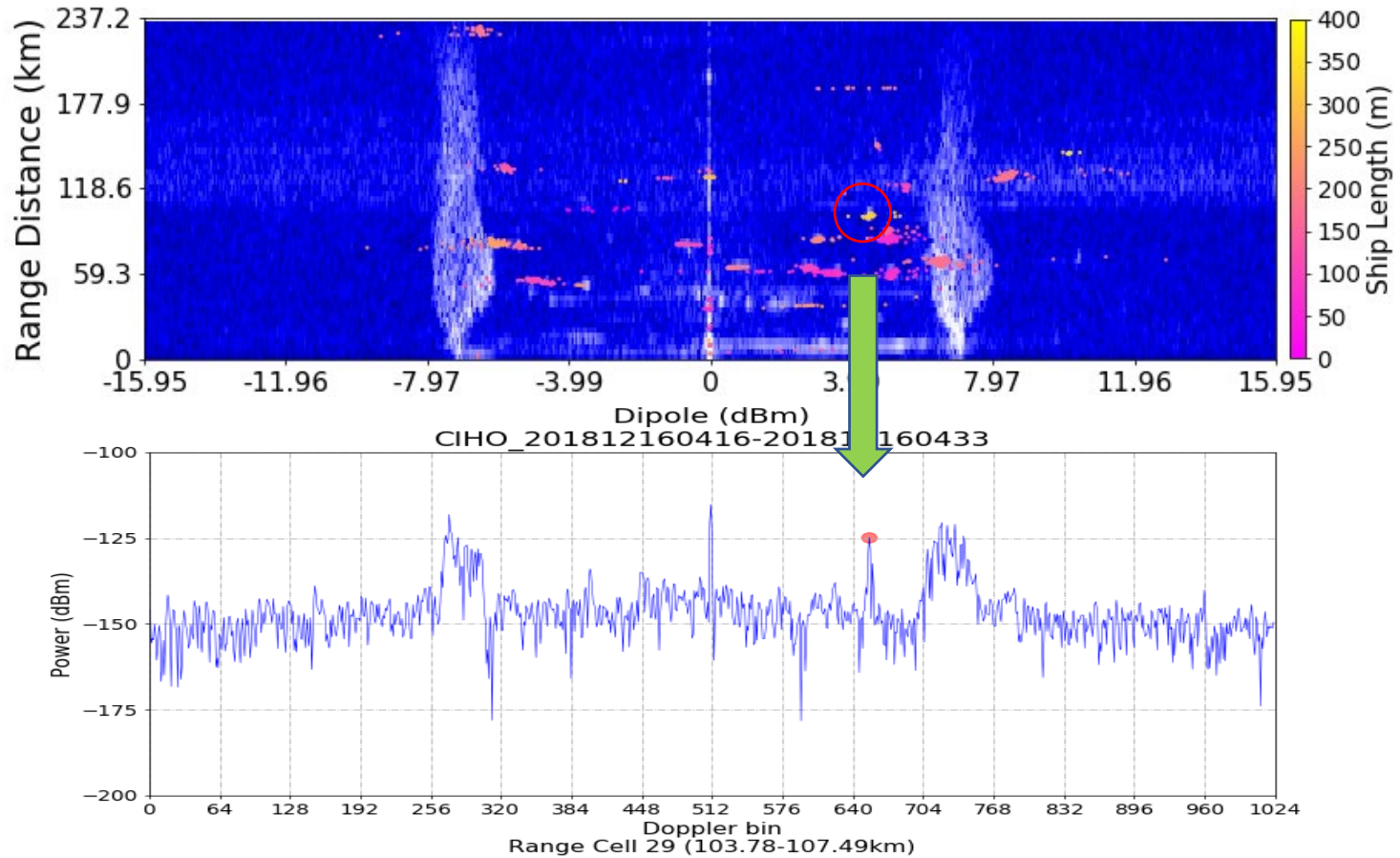
AIS與雷達回波譜套疊



濾除小於雷達波長

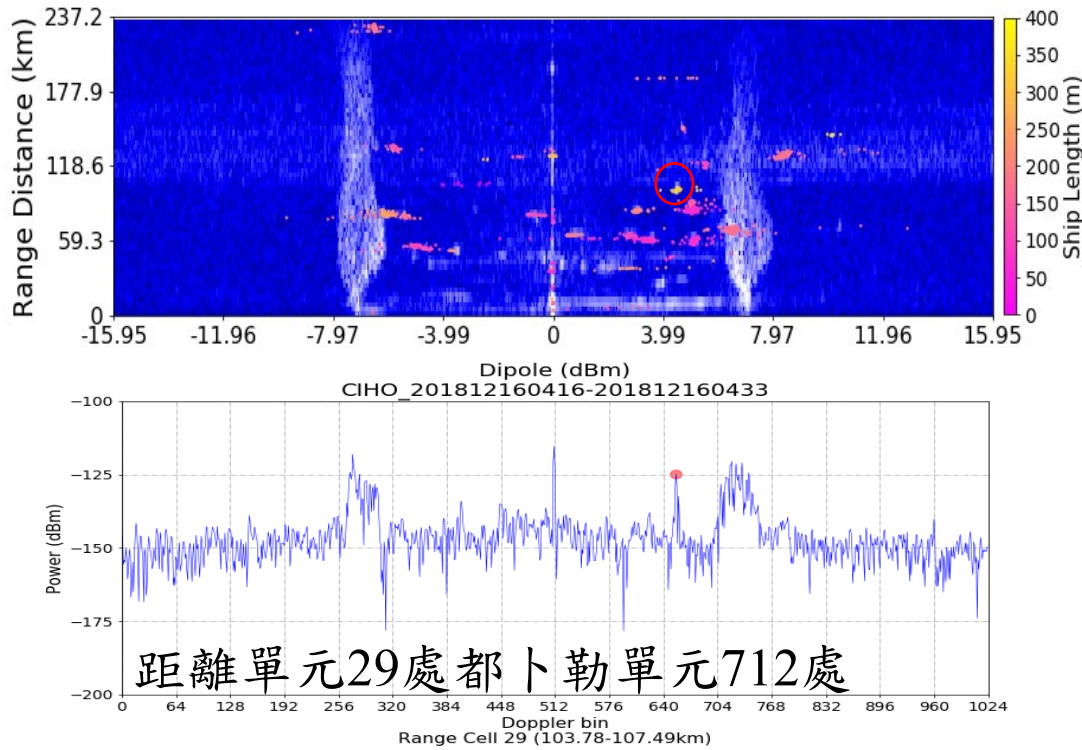


AIS與距離單元



在距離單元29處都卜勒單元712處除一階峰值以外，出現訊號特別強的峰值，船長在300m以上，如圖上紅點處

訊號特徵



- 船舶長度330m、船寬60m，MMSI: 636018156 (IMO: 9422635, Callsign: D5OL2)，美國籍，船名DRAGON(大山, TAIZAN，船舶類別代碼為80之大型油輪(Tanker))。
- 該船位於距離測站101.9公里處，約以6.2m/s(14.1節)速度航向207度，
- 從雷達來看此船其相對於測站之方位角約為250°，正以徑向速度4.726m/s遠離測站

結論

- AIS訊號與雷達頻譜疊合吻合度高
- AIS確實具有潛力發展出自動化APM技術
- 後續工作，除建置台灣東部測站，對各站產出Patten的時空統計與量化。
- 對於不吻合處原因待深入解析
 - 有雷達無AIS可能原因:未開啟AIS或B類未放入等
 - 有AIS無雷達可能原因:船身材質、長度、高度等，徑向速落於雷達盲區等原因而未構成雷達回波能量
 - 註：A類也有小船,同樣也有解析資料不完整，但比例相對低，而B類也有大船)

感謝聆聽
報告完畢