

# 海洋レーダによる日向灘観測において 取得したドップラースペクトルについて

大城 弘貴<sup>\*(1)</sup>, 藤井 智史<sup>(2)</sup>, 渡慶次 力<sup>(3)</sup>

(1) 琉球大学大学院 理工学研究科

(2) 琉球大学 工学部

(3) 宮崎県水産試験場

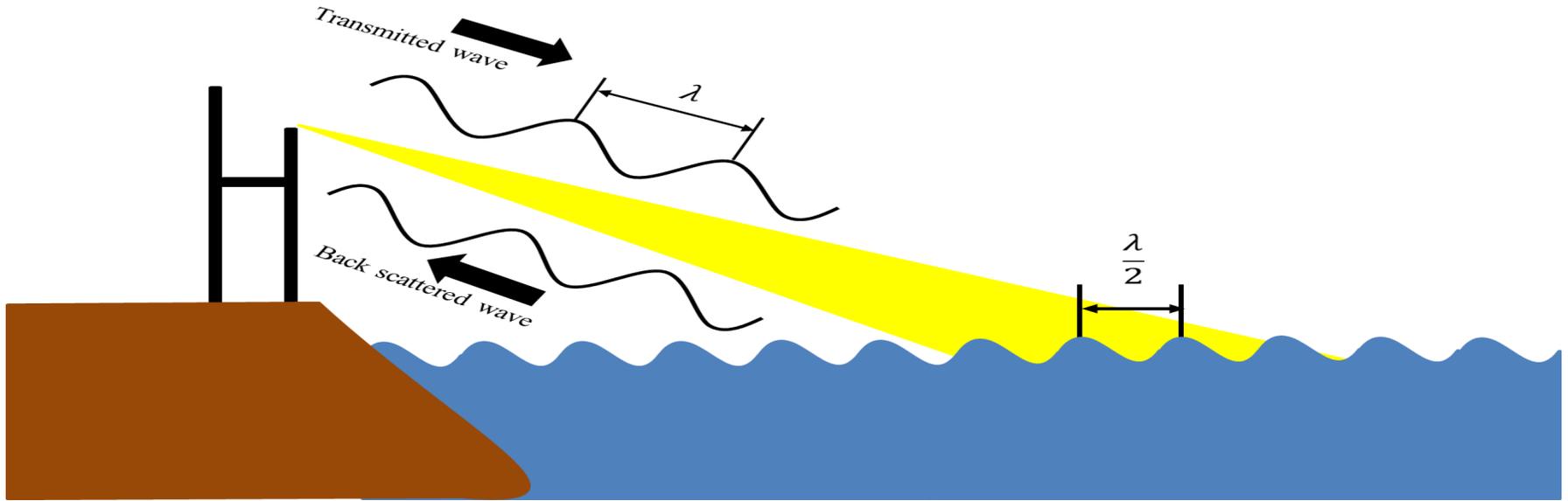


# 概要

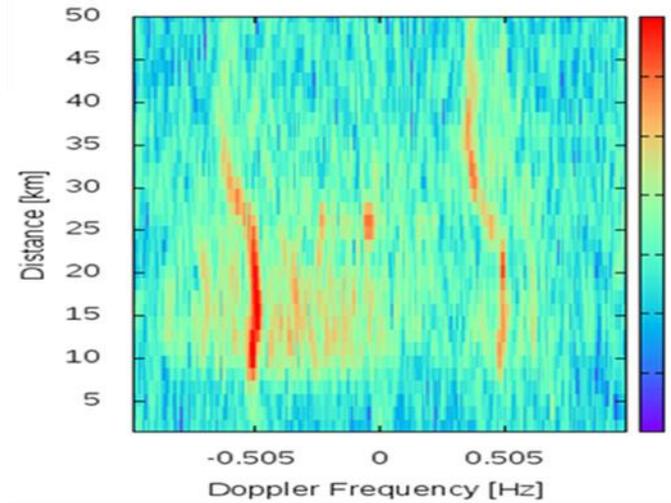
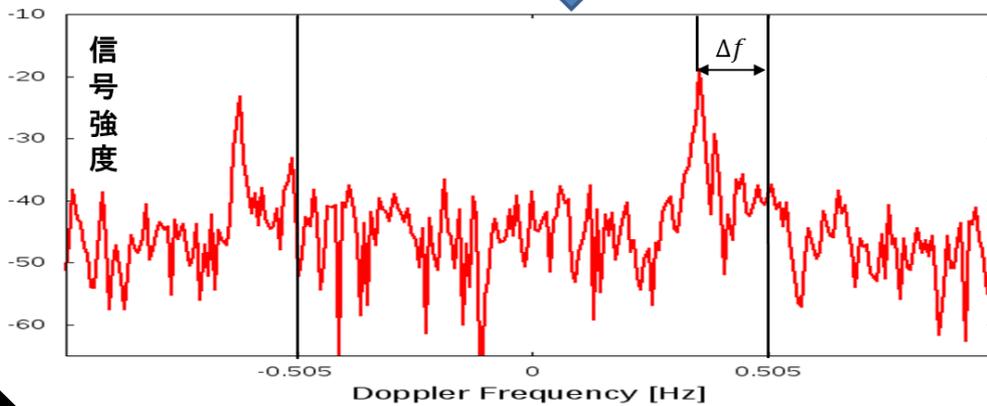
- 研究背景及び研究目的
- 観測諸元
- データ解析
- まとめ及び今後の課題

# 研究背景

## 海洋レーダとは



受信信号を解析した  
ドップラースペクトル



➡ 位相速度によるドップラースhiftとの差 $\Delta f$ から表層流速を求める

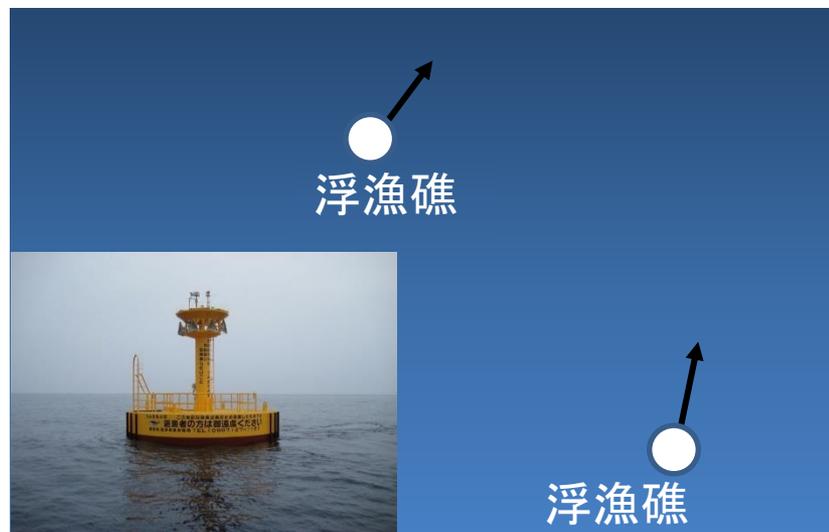
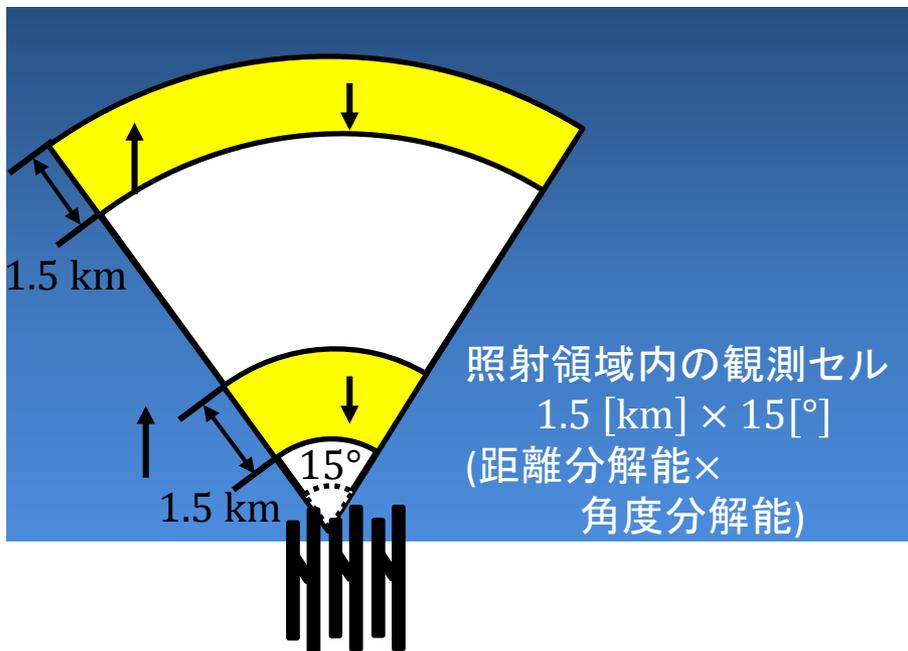
# 研究背景

流速計測において

レーダ：照射領域の平均値



浮漁礁：点観測



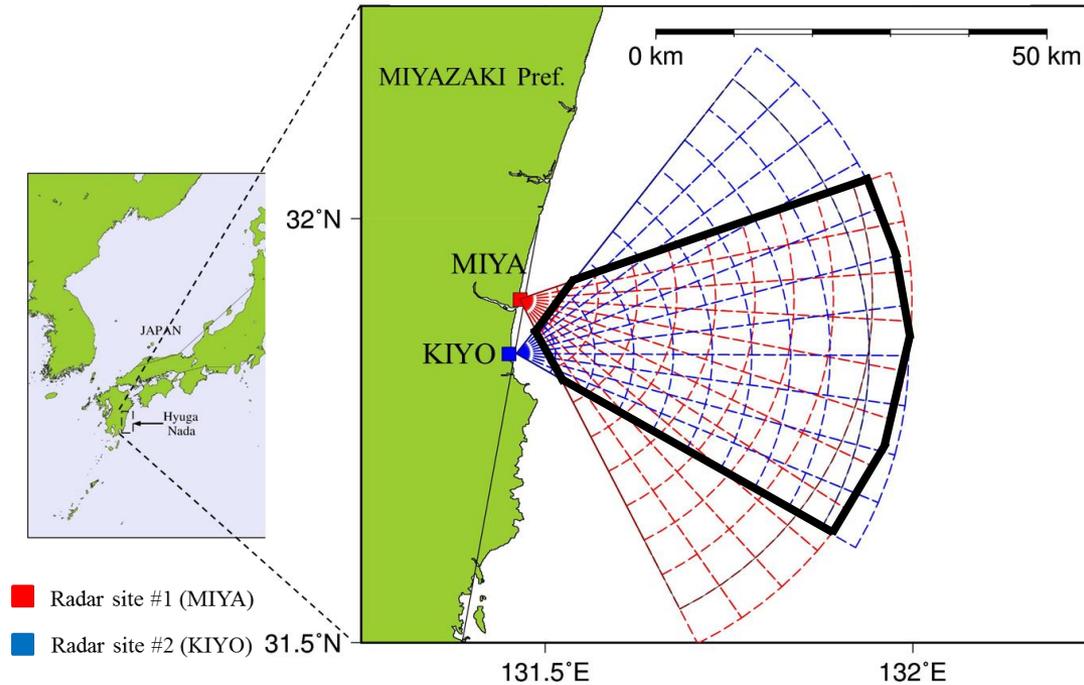
[http://blogs.yahoo.co.jp/miyazaki\\_prefecture/GALLERY/show\\_image.html?id=26687191&no=8](http://blogs.yahoo.co.jp/miyazaki_prefecture/GALLERY/show_image.html?id=26687191&no=8)

➡ 観測距離が遠くなるにつれ照射領域が広がり異なる流れが観測されピークが広がるもしくは複数のピークが発生する場合がある

# 研究目的

双峰型スペクトルの原因についての検証

# 観測諸元

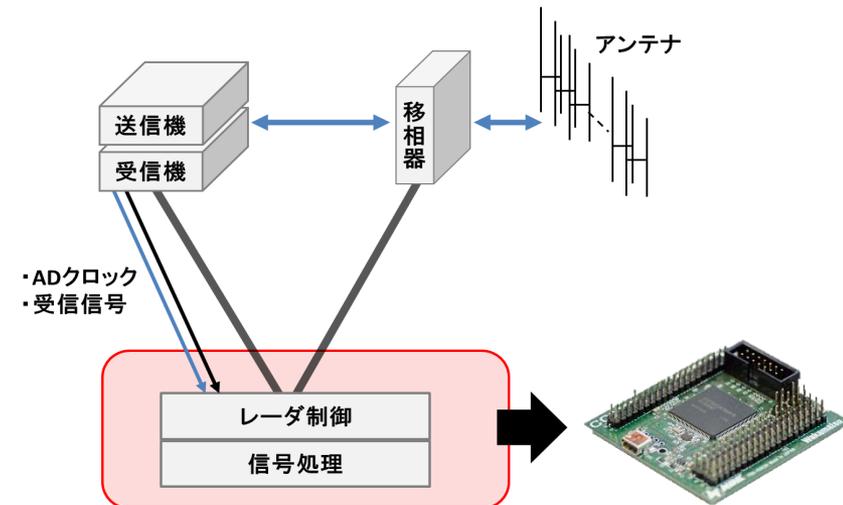


## Radar

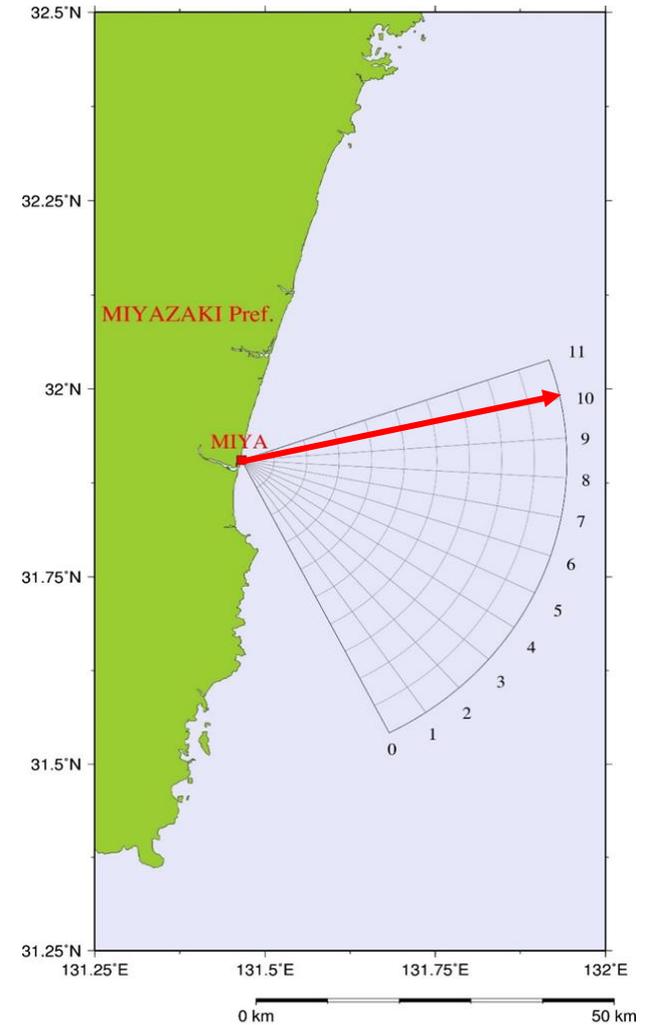
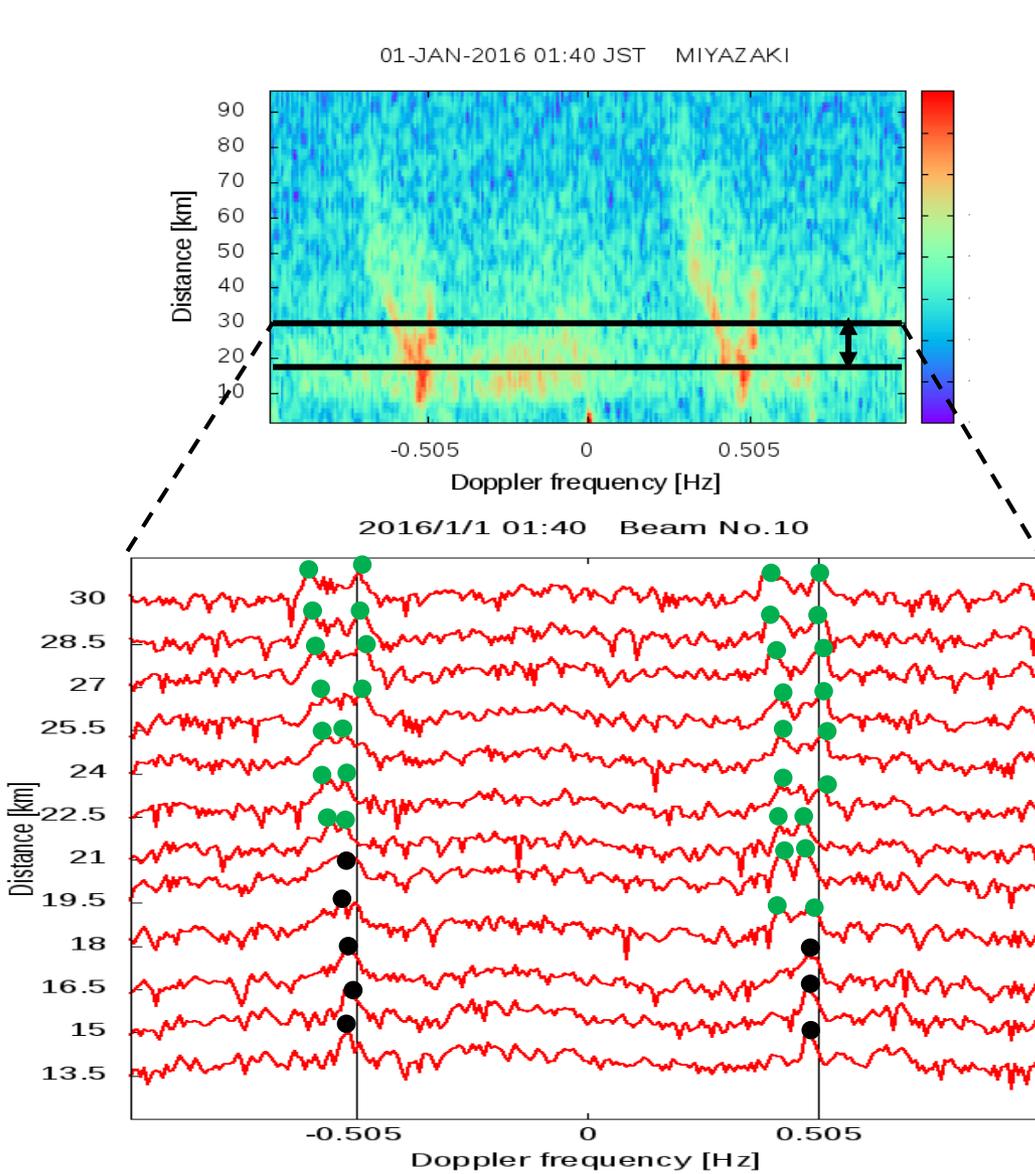
Radar type	FMICW
Center Frequency	24.515 MHz
Sweep Bandwidth	100 kHz (24.465 – 24.565 MHz)
Frequency Sweep Interval	0.5 sec
Range Resolution	1.5 km
Velocity Resolution	4.78 cm/s

## Antenna

Antenna type	Phased Array Antenna with 10 Elements
Beam Width	15°
Beam scan	±45° in intervals of 7.5°



# 観測諸元



正負それぞれの領域の18 kmを超えた辺りで同じ大きさを持った2つのスペクトルピーク(双峰型スペクトル)

## 双峰型スペクトルの要因について

レーダシステムによる原因  
・サイドローブ

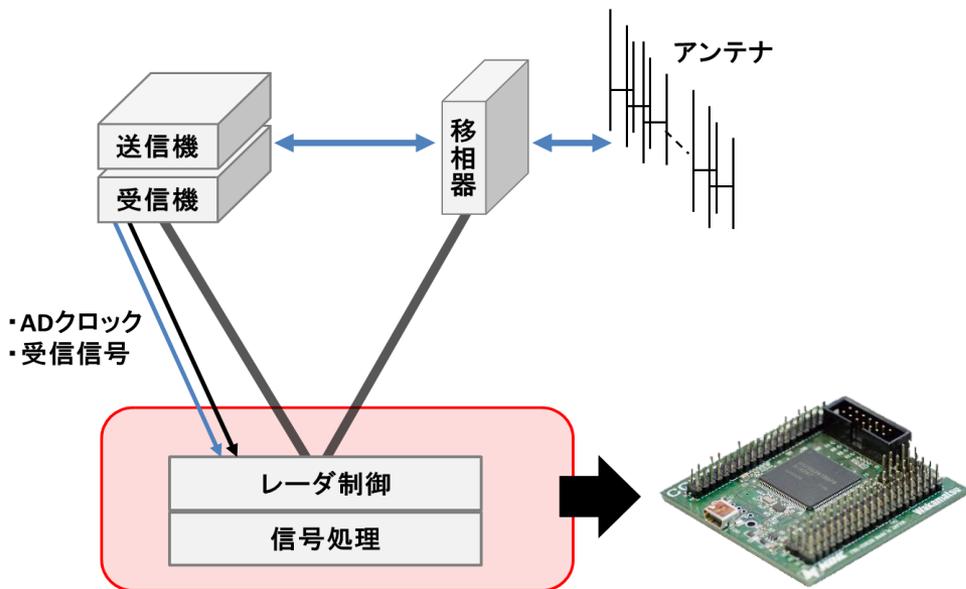
海洋変動  
照射領域内に異なる流れ  
があることを示唆  
・水平方向の速度シェア  
・渦

アンテナパターンの検証

黒潮流軸との比較

# データ解析 — アンテナパターンの検証 —

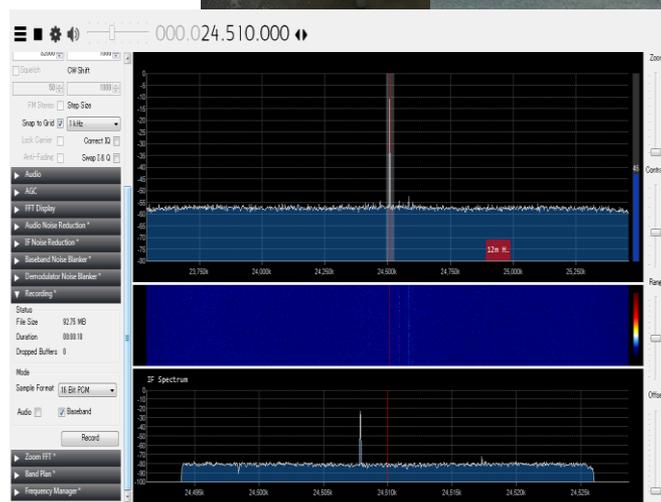
双峰型スペクトルの発生原因→サイドローブの可能性？



## 実験諸元

レーダ局から信号を送信して船で半円弧上に受信してアンテナパターン計測

みやざき丸にて観測



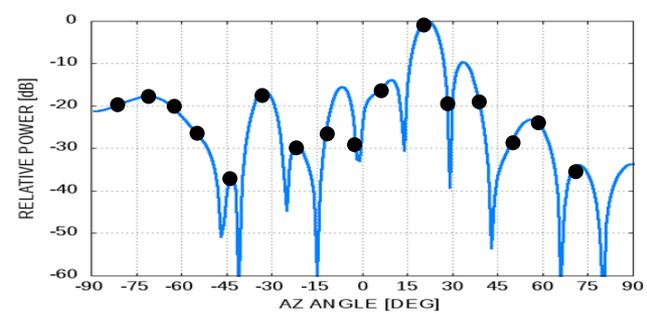
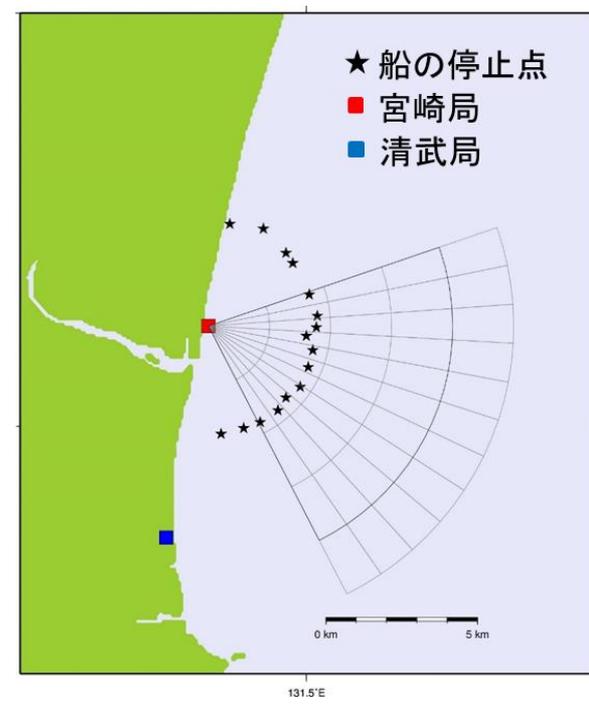
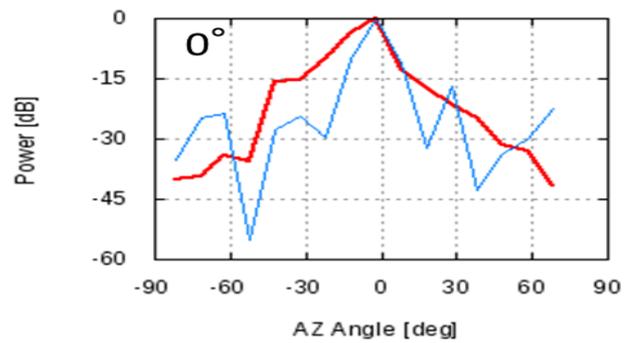
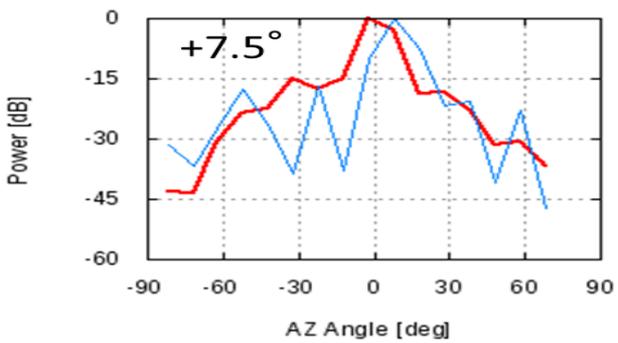
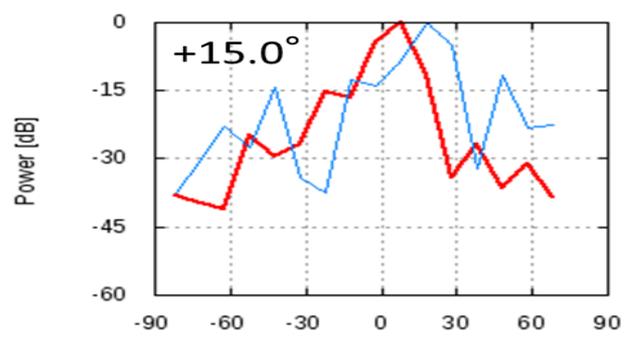
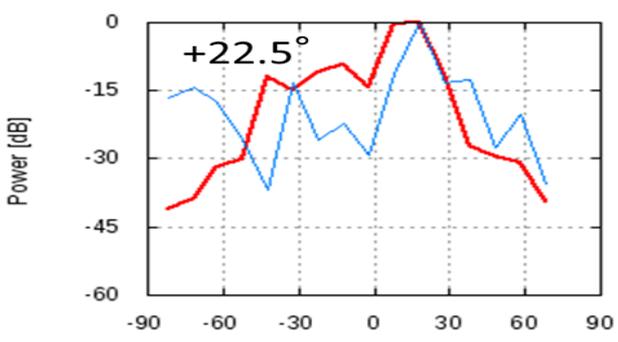
# データ解析 — アンテナパターンの検証 —

宮崎局

受信信号

移相器

1方位: 30秒間



サンプリング点  
1° → 観測点

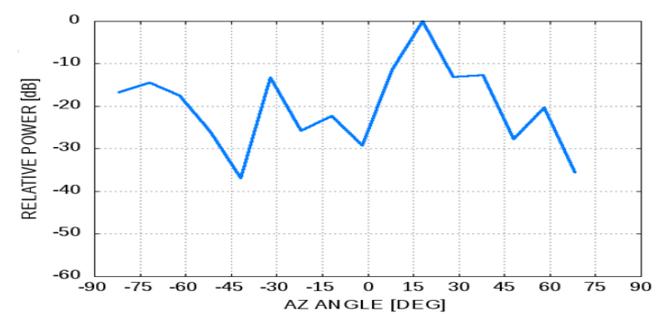


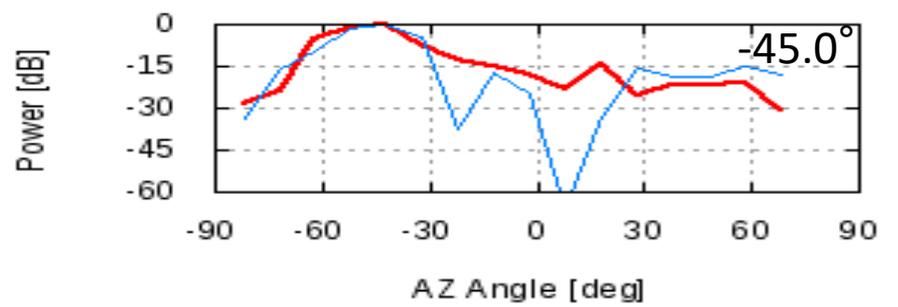
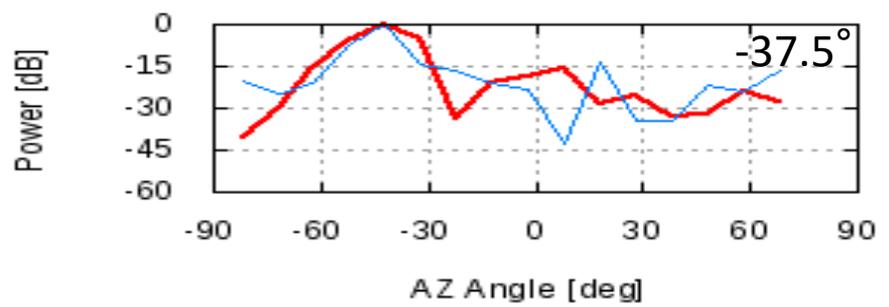
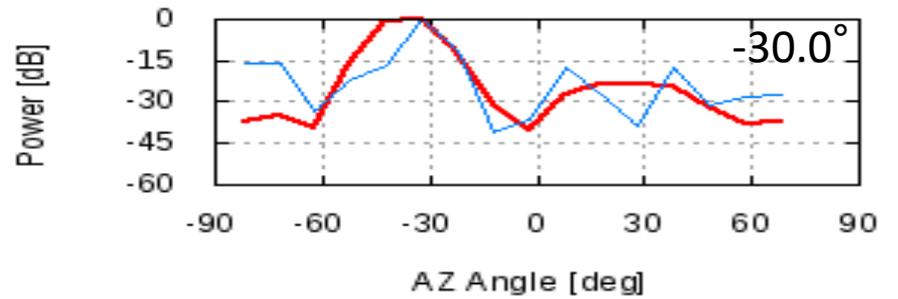
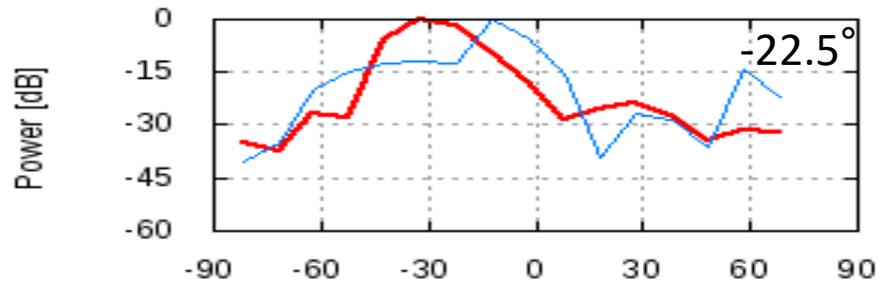
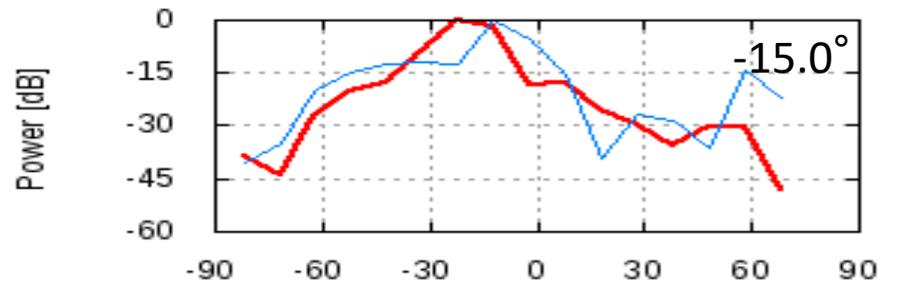
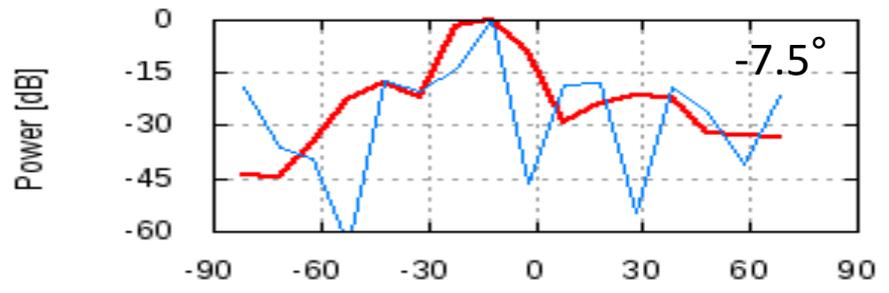
図 ポアサイト+22.5°方向における位相特性 (サンプリング点: 1°)

図 ポアサイト+22.5°方向における位相特性 (サンプリング点: 観測点)

# データ解析 —アンテナパターンの検証—

宮崎局

受信信号 — 移相器



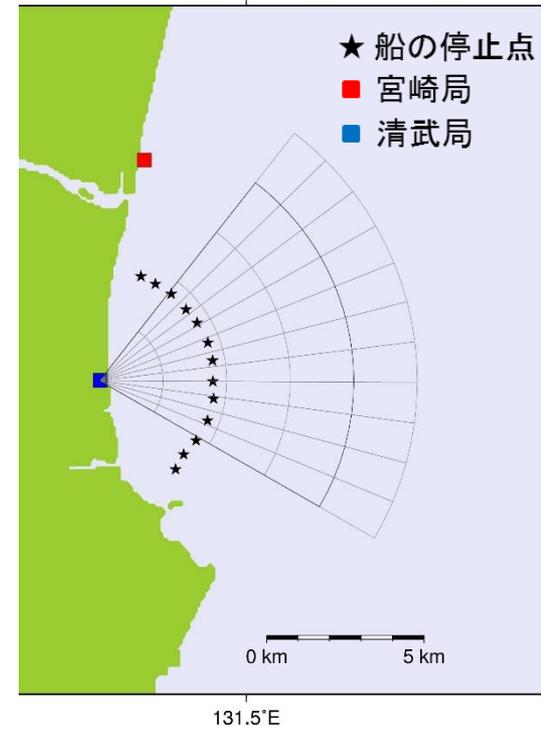
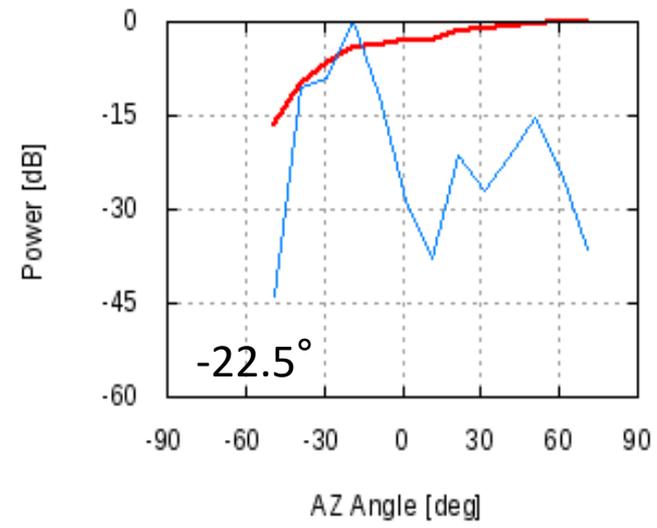
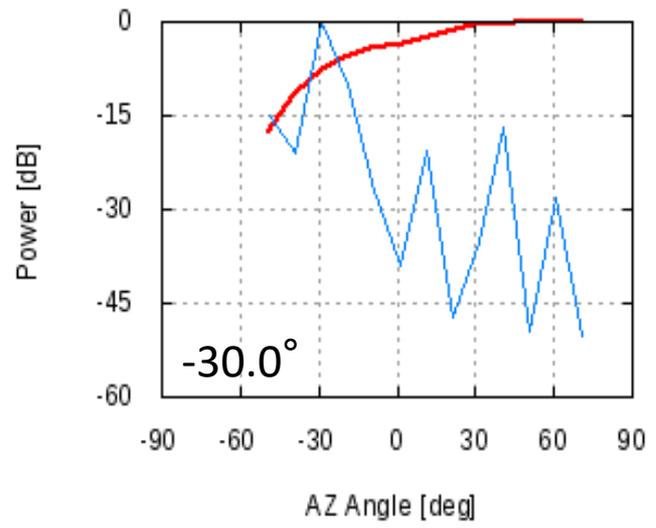
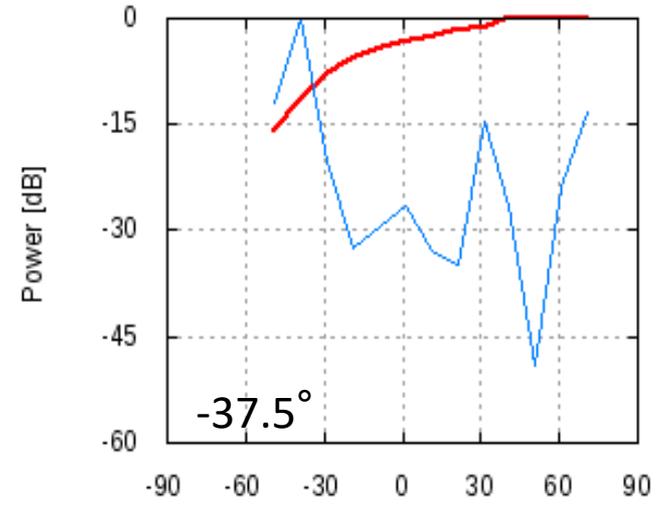
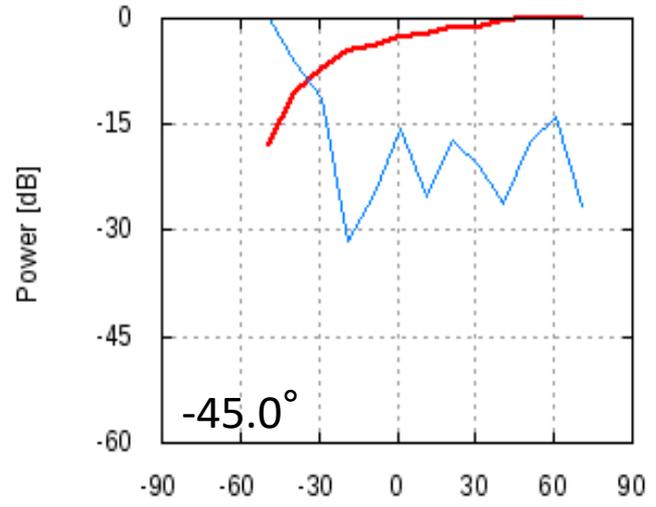
宮崎局のアンテナパターンは問題ない

# データ解析 —アンテナパターンの検証—

清武局

受信信号 

移相器 

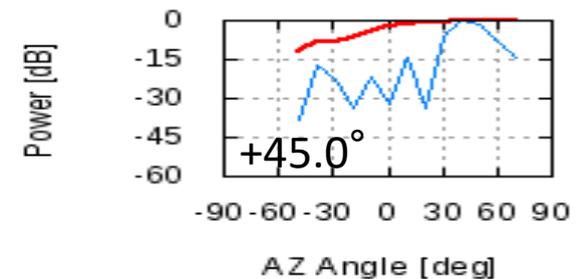
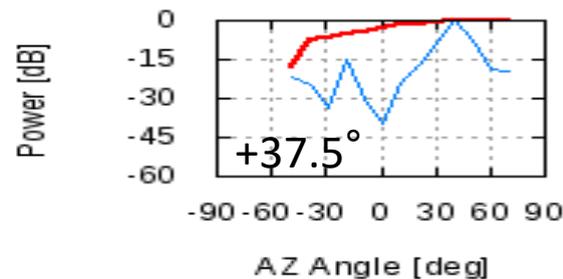
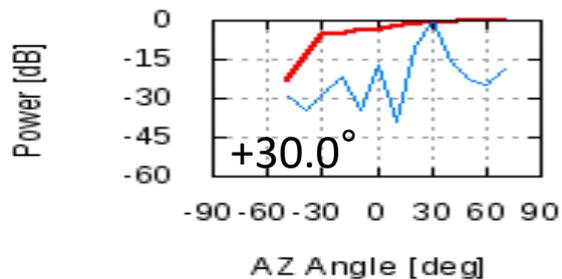
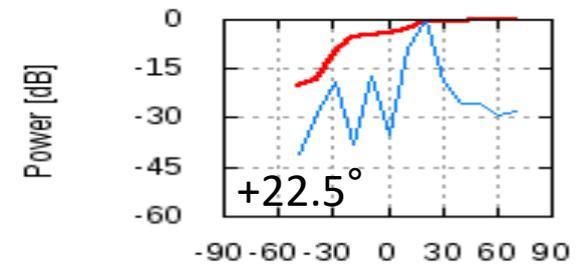
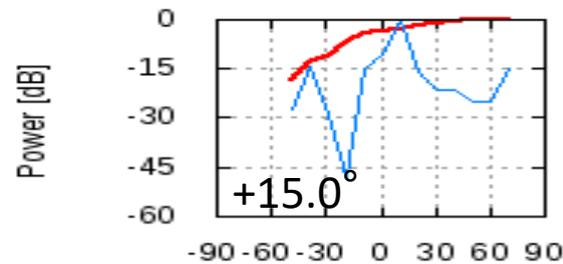
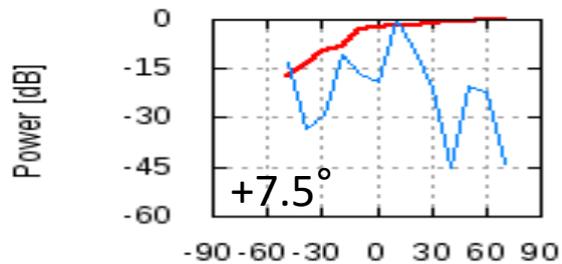
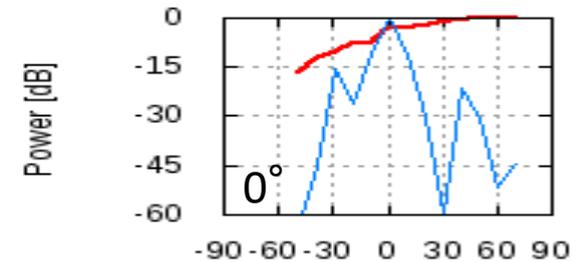
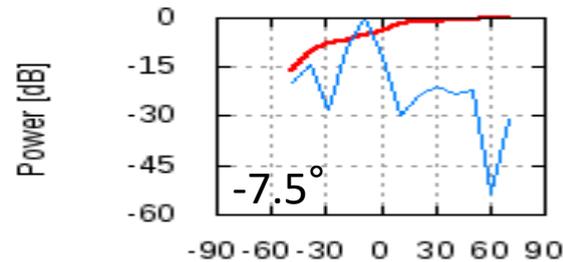
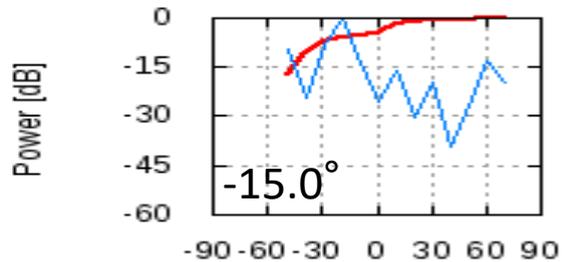


# データ解析 —アンテナパターンの検証—

清武局

受信信号

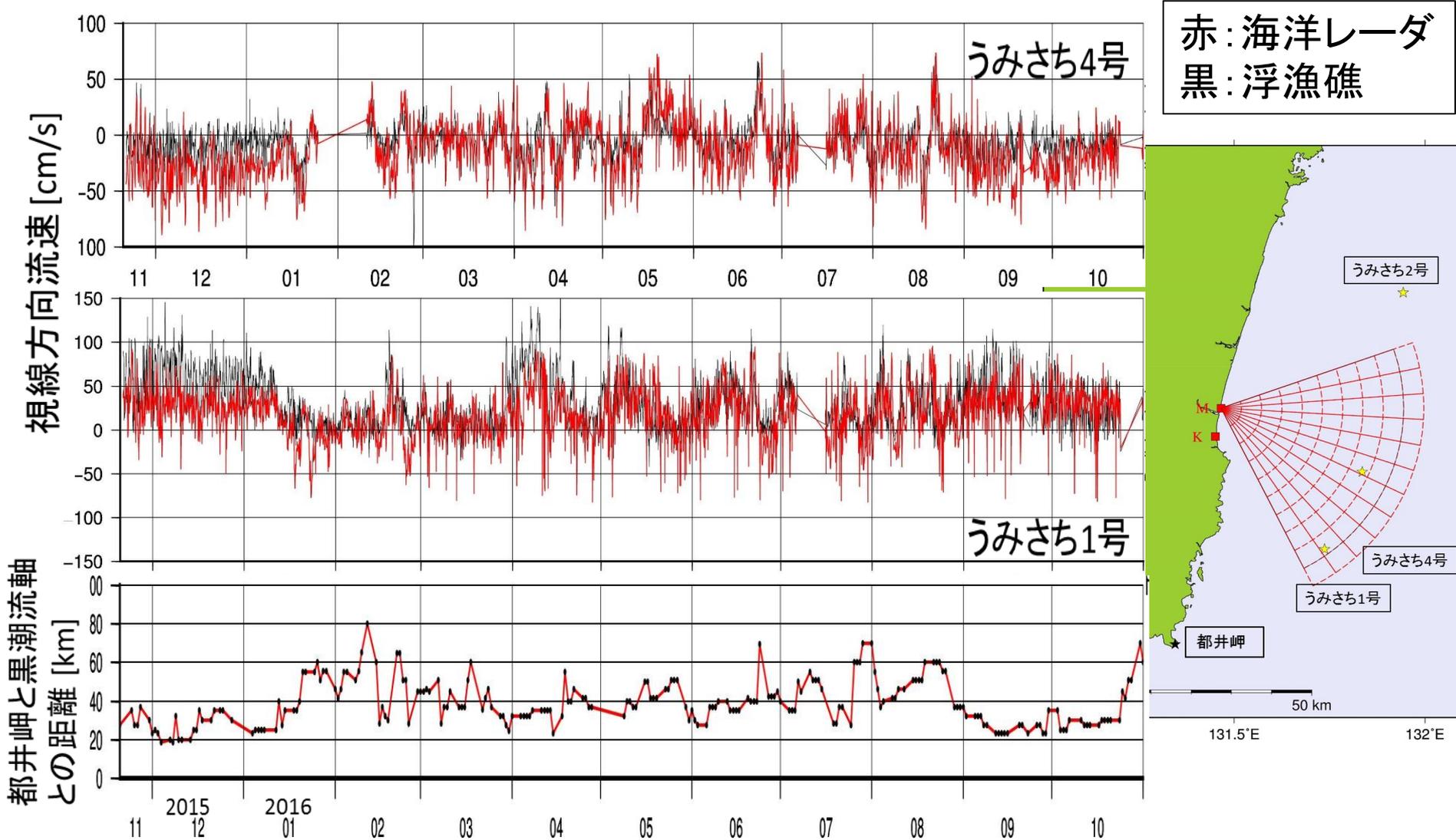
移相器



清武局ではアンテナパターンは取れなかった

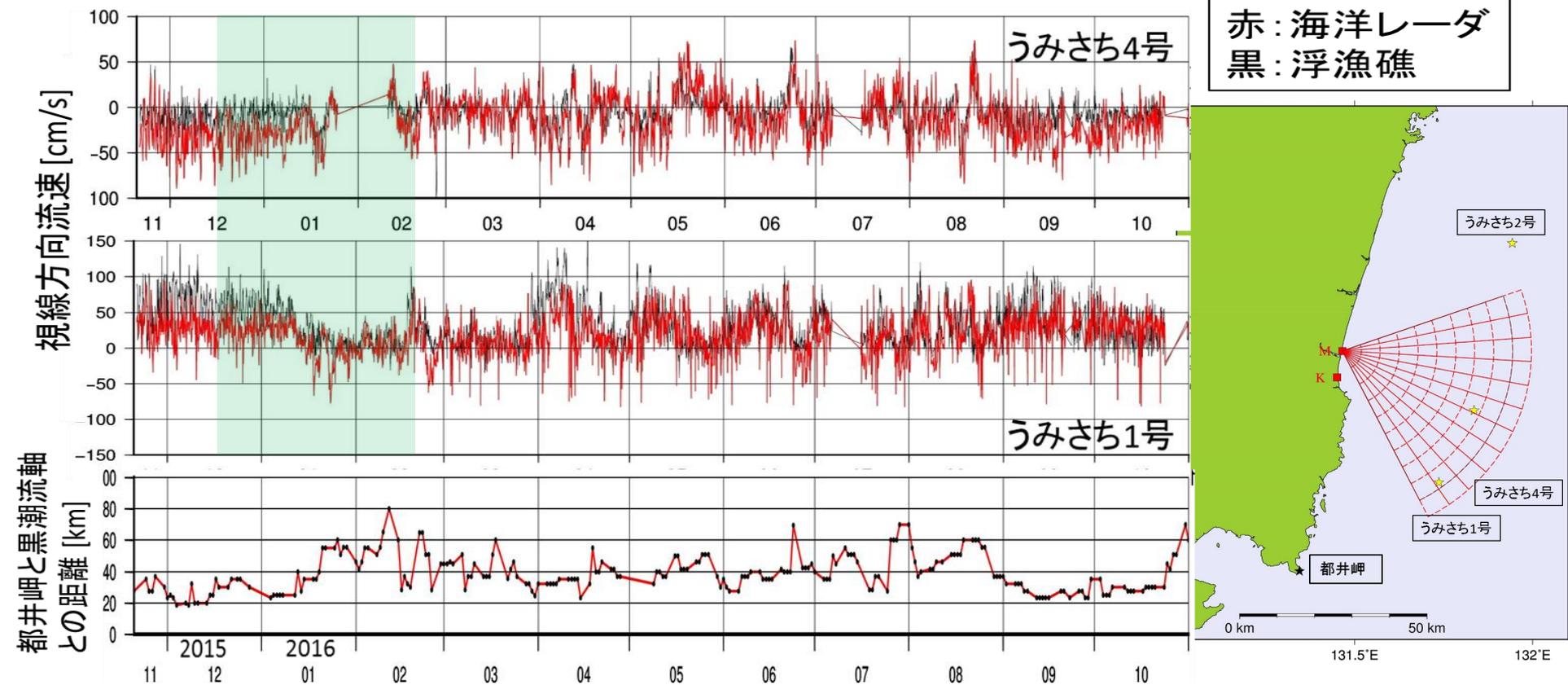
原因: 入力信号がオーバーフローによりパターン測定ができなかった

# データ解析 —視線方向流速—



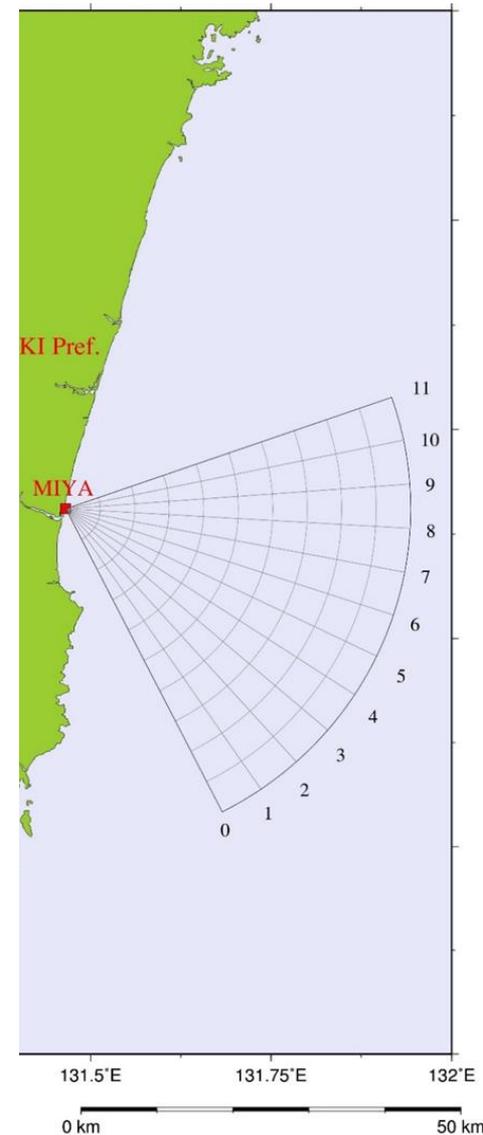
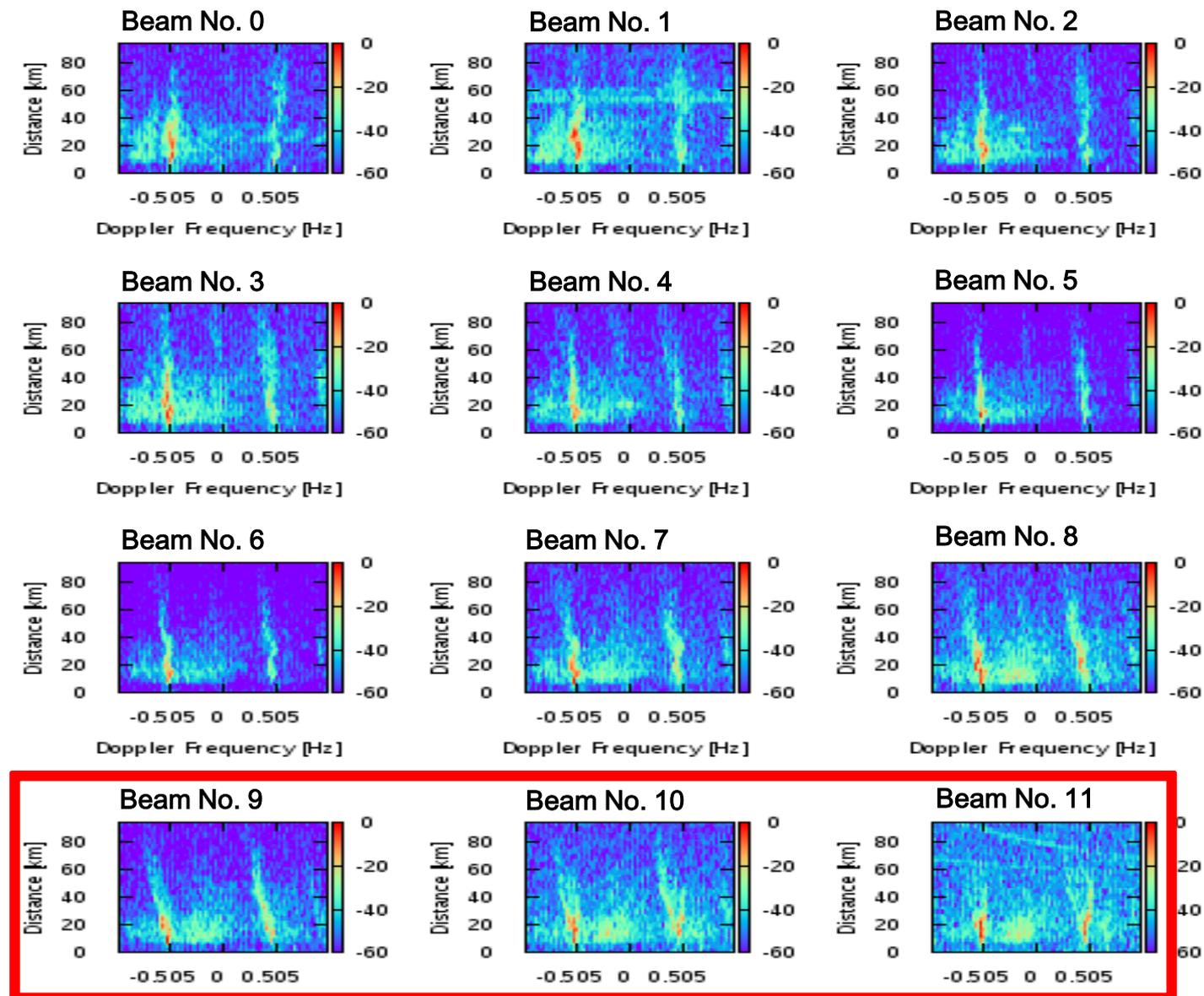
黒潮流軸の変動により視線方向流速成分が変化

# データ解析 —視線方向流速—



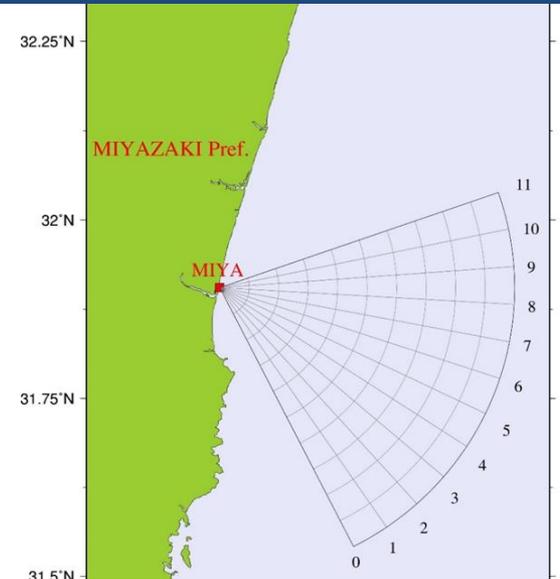
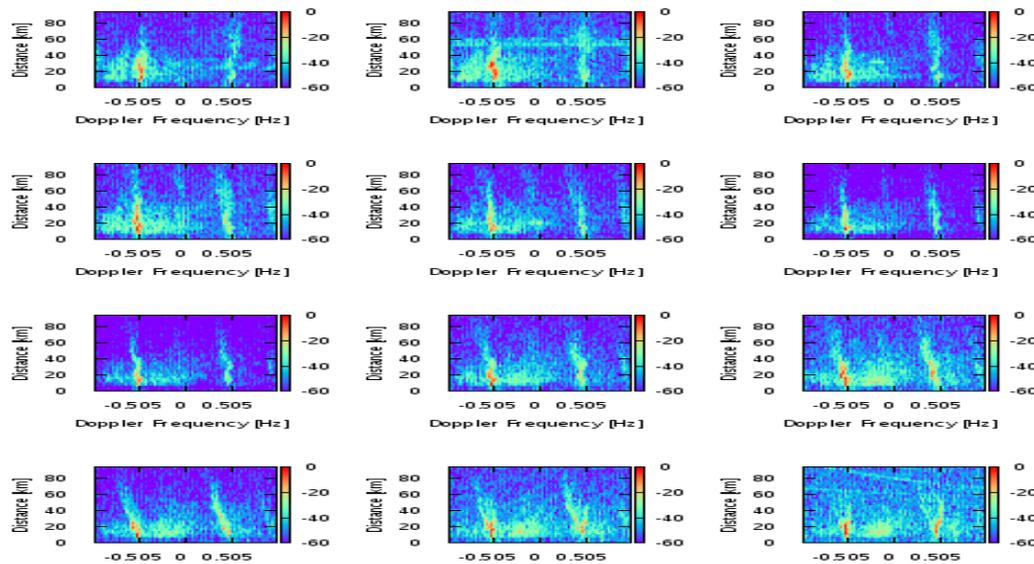
清武局の観測開始以降、同じ周波数帯であり2局間の距離が近く混信の影響がある。視線方向流速のピークを読み取りには問題ないが今回は自動読み取りの構成途中のため1局のみが運用されている期間で検証を行った

# データ解析 — 双峰型スペクトル —

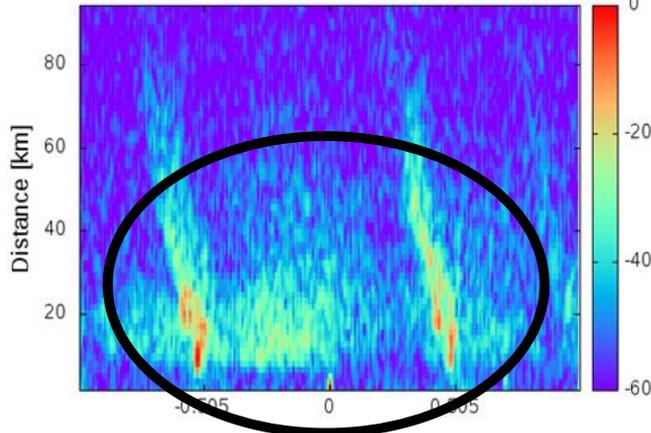


2016/1/1 00:00の観測で得られたドップラースペクトル

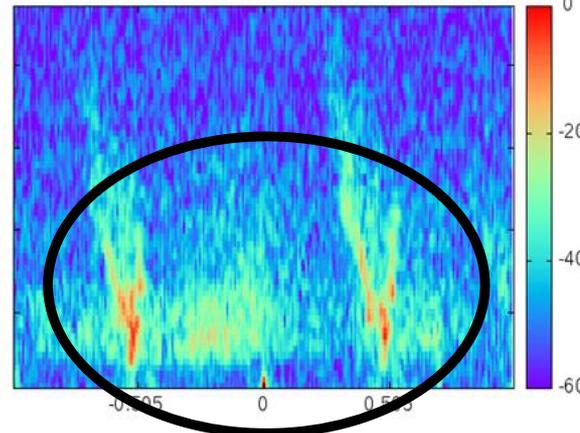
# データ解析 — 双峰型スペクトル —



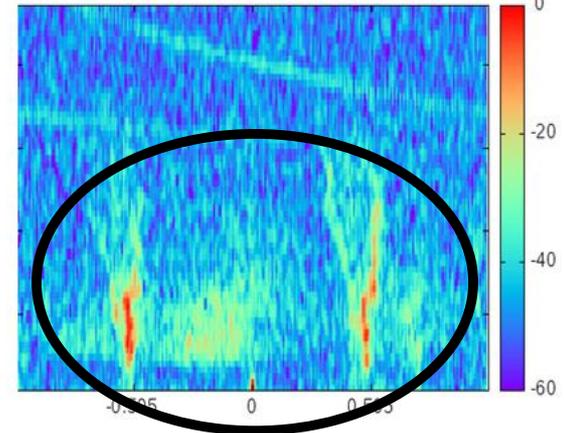
Beam No. 9



Beam No. 10



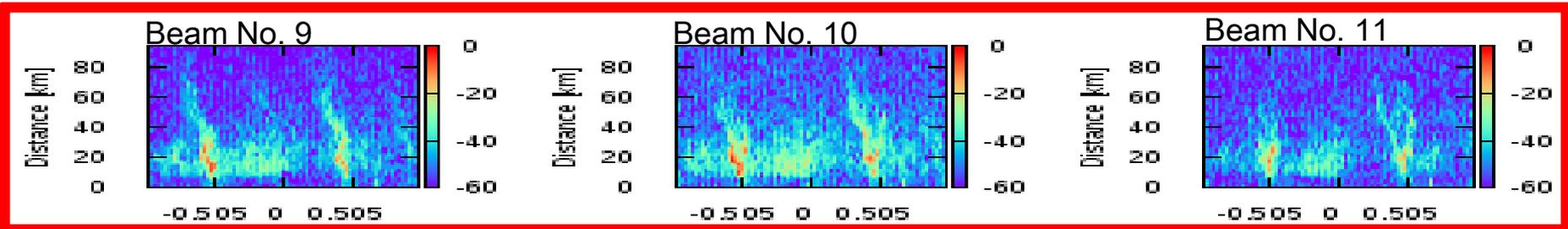
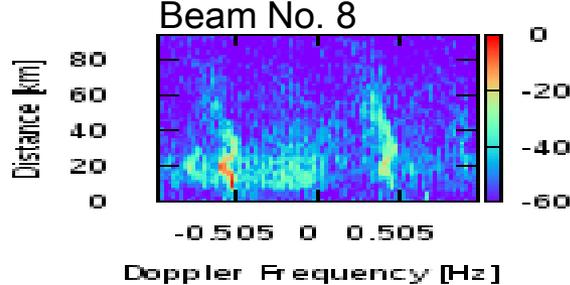
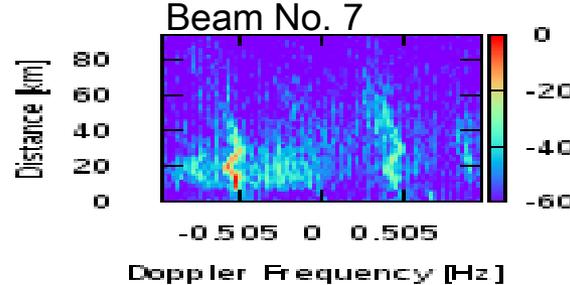
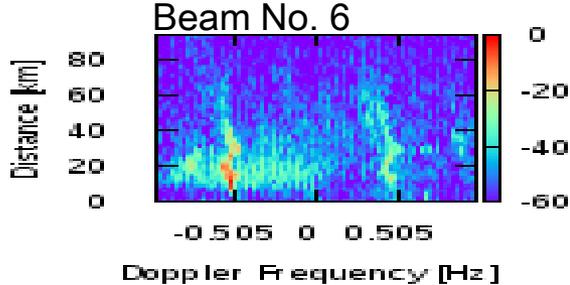
Beam No. 11



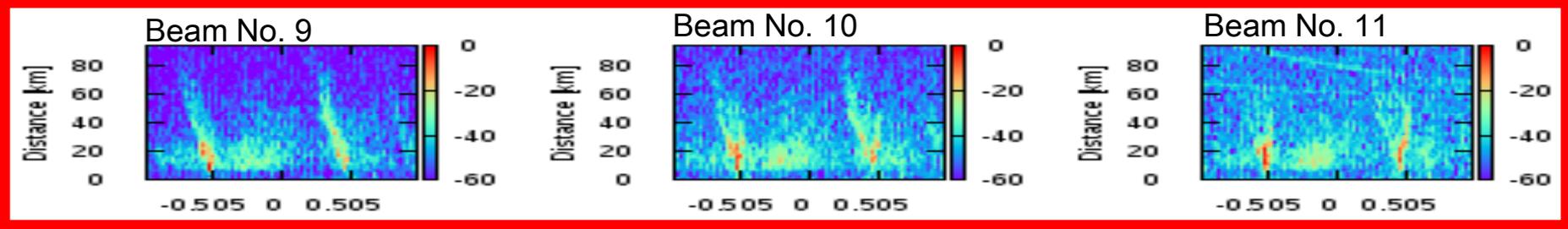
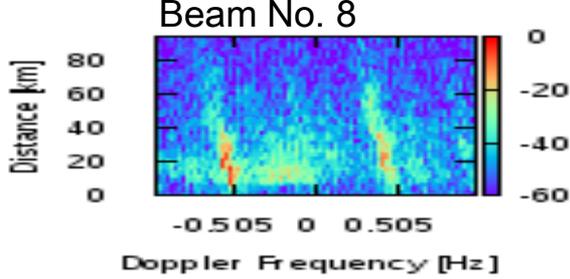
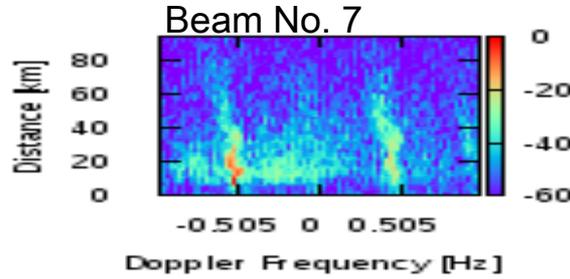
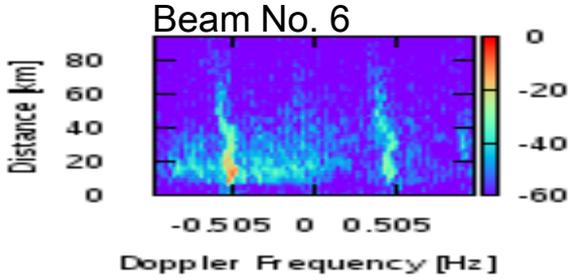
双峰型スペクトルが発生しピークが変化  
→前後の時間におけるドップラー・スペクトルの確認

# データ解析 — 双峰型スペクトル —

2015/12/31 23:00 – 23:50



2016/1/1 3:00 – 3:50



# データ解析 — 双峰型スペクトル —

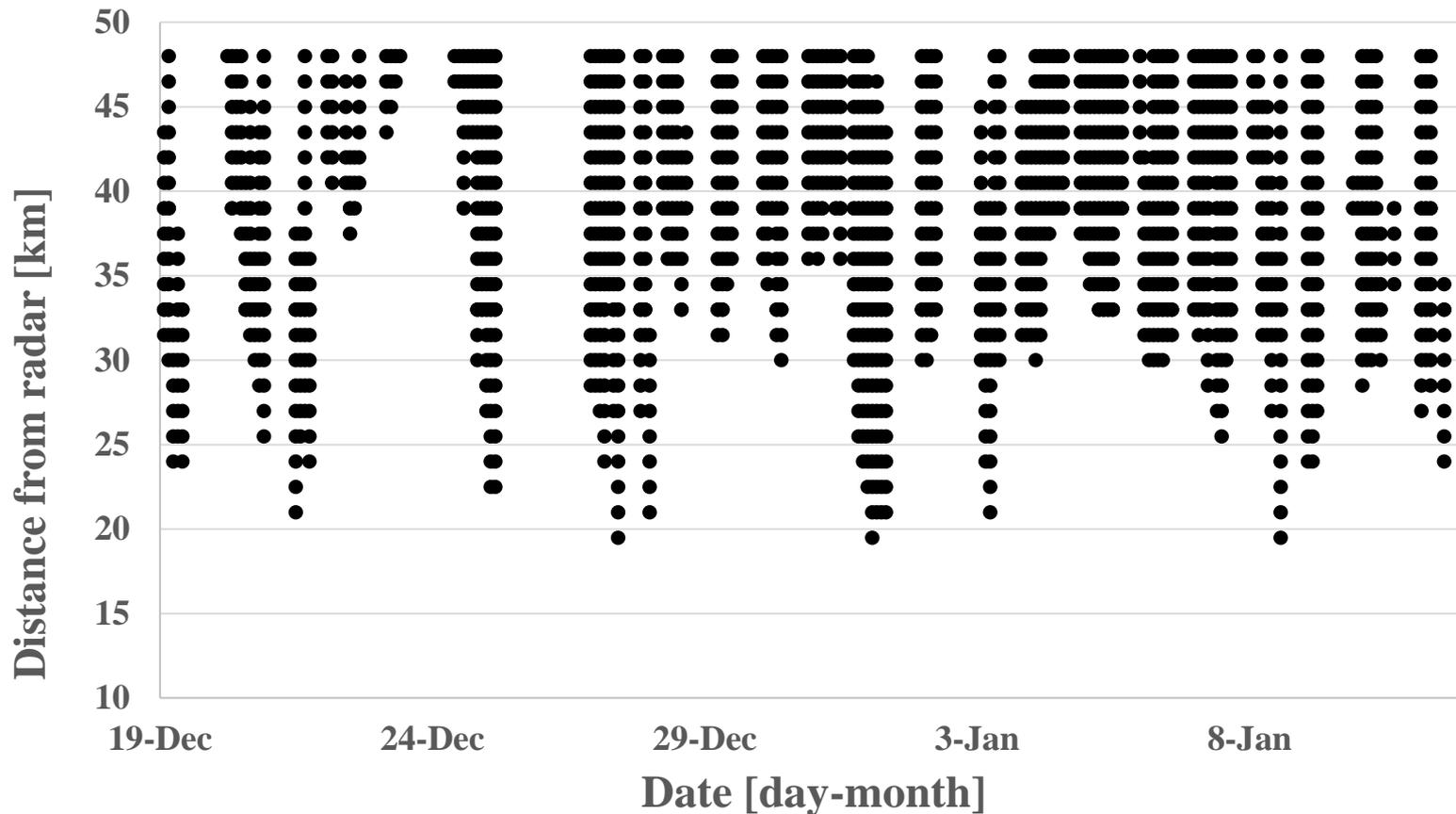
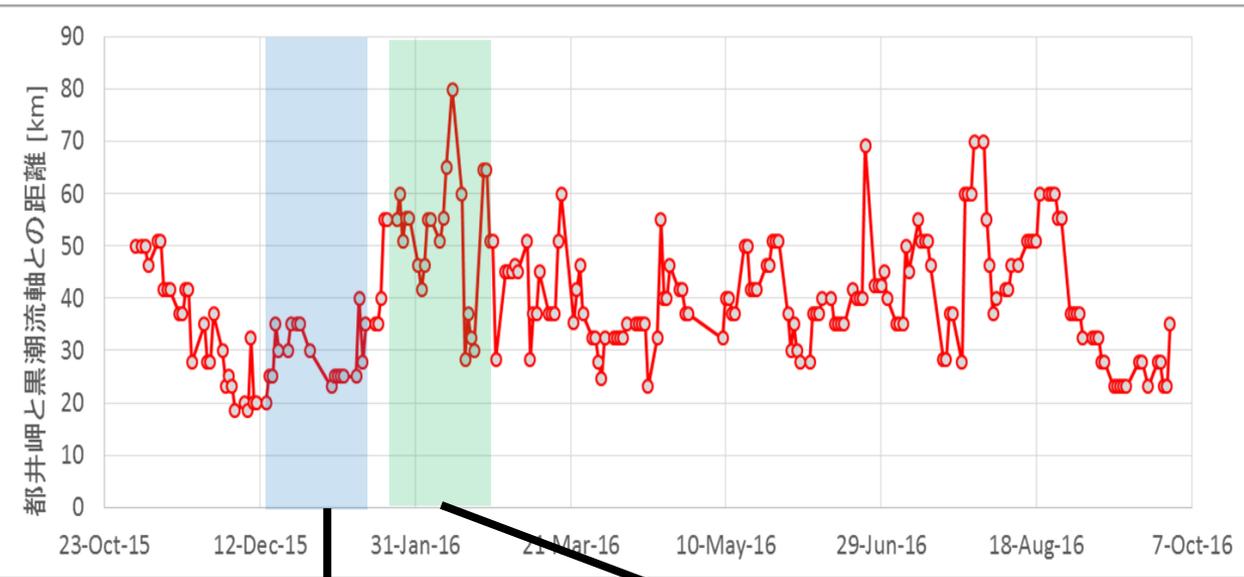


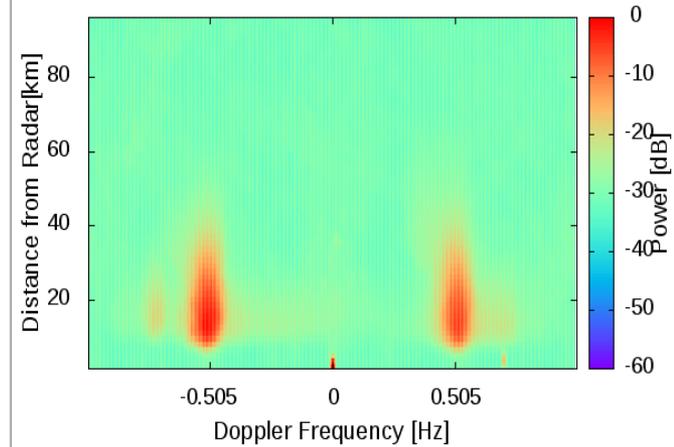
図 2015/12/19から2016/1/12における双峰型スペクトルの発生頻度。  
黒丸は特定の距離に双峰型スペクトルが発生していることを示す。  
(正負どちらかに発生した場合に黒丸)

- ・期間内において双峰型スペクトルが頻繁に現れている
- ・発生する距離20km以上からであるがすべて同じ距離からではない

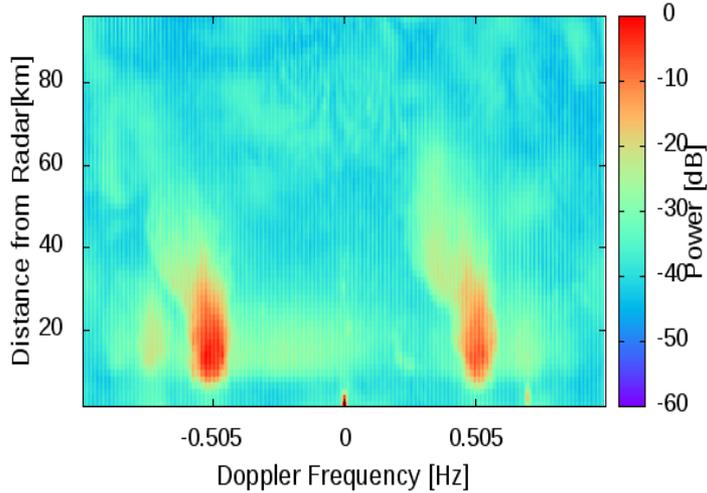
# データ解析 —黒潮流軸との比較—



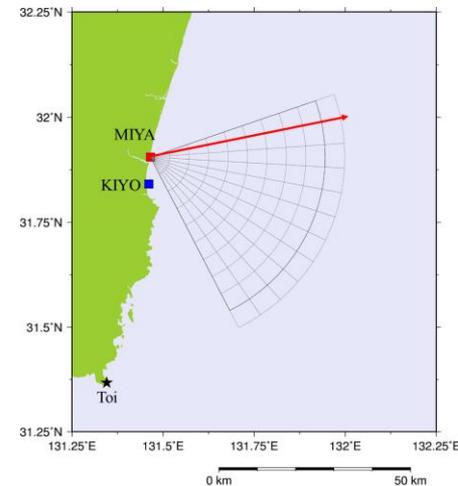
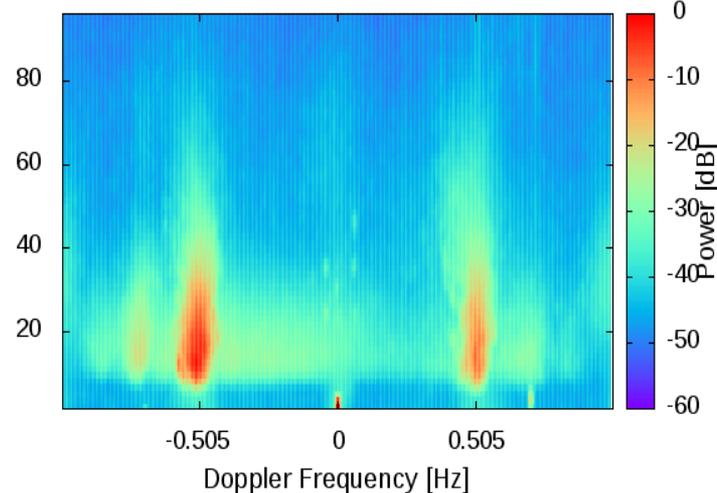
Averaged Doppler Spectrum from 2015/11/20 to 2016/9/20



Averaged Doppler Spectrum from 2015/12/19 to 2016/1/12



Averaged Doppler Spectrum from 2016/1/26 to 2016/2/15



# データ解析 —自動読み取りアルゴリズム—

移動平均 : (距離方向) × (周波数方向)

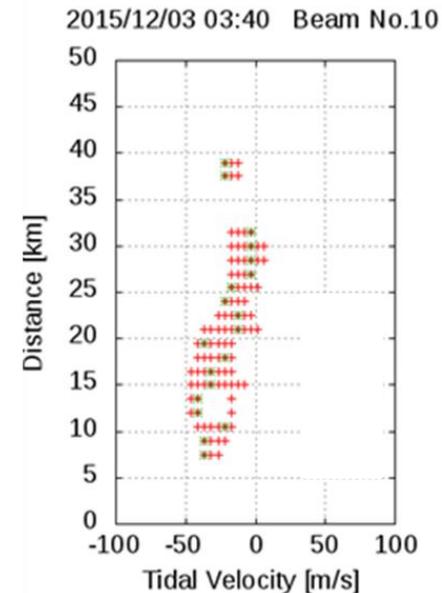
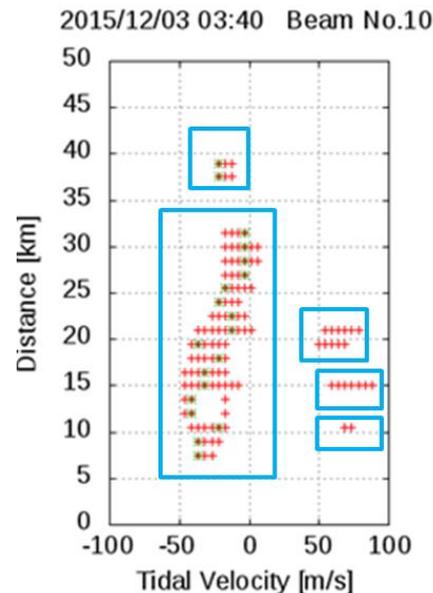
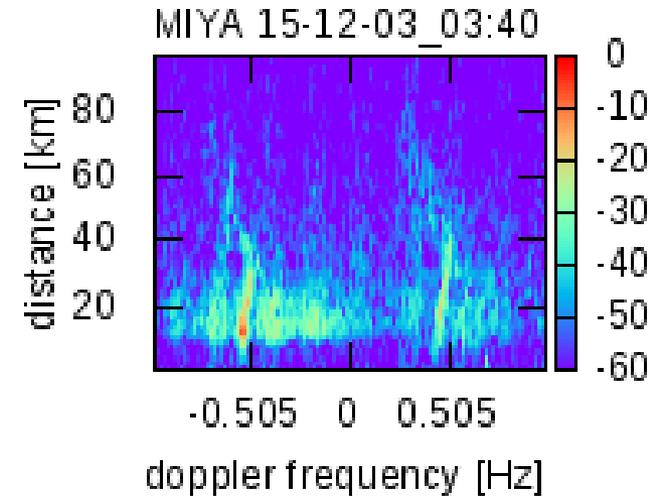


2値化処理

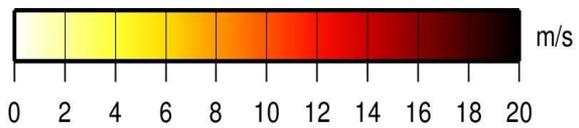
各距離: ピーク値 - 10dB > 0 → 1  
          ピーク値 - 10dB < 0 → 0



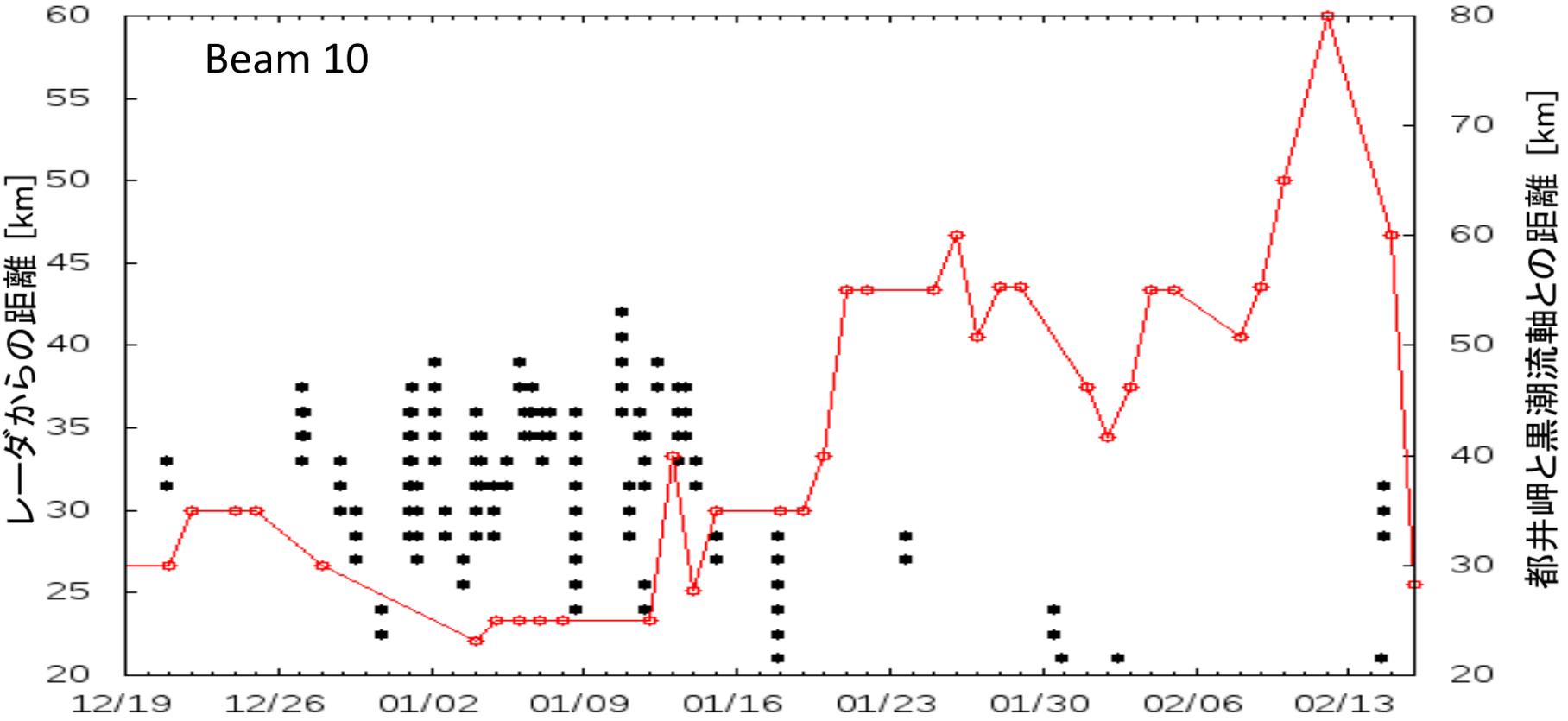
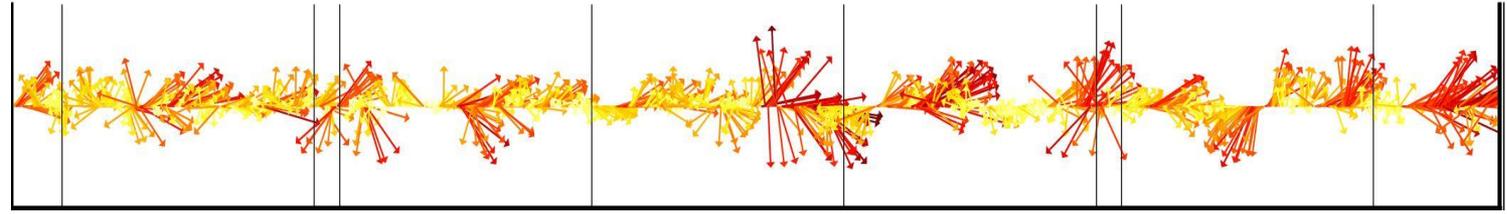
各距離のピーク値が含まれないブロックを除去



# データ解析 —自動読み取りアルゴリズム—



うみさち2号



# まとめ及び今後の課題

## まとめ

短波海洋レーダによる日向灘観測において双峰型スペクトルの発生

- ・レーダシステムによる影響

→アンテナパターン測定によりレーダシステムによるものではない

- ・海洋変動によるもの

照射領域内に異なる流れがあることを示唆

- ・水平方向の速度シェア

- ・渦

発生原因についての検証

- ・黒潮流軸との比較

黒潮流軸と都井岬との距離の変動により双峰型スペクトルが発生する

要因であると示唆される

- ・自動読み取りアルゴリズムによる検討

黒潮流軸と都井岬との距離が近いと双峰型スペクトルが発生すると判断

## 今後の課題

長期間のデータにより双峰型スペクトルの発生頻度を調べ、黒潮流軸との距離または海上風の風向、風速との比較