

13.5MHz海洋レーダによる 双峰型スペクトル発生要因の考察

琉球大学大学院 理工学研究科

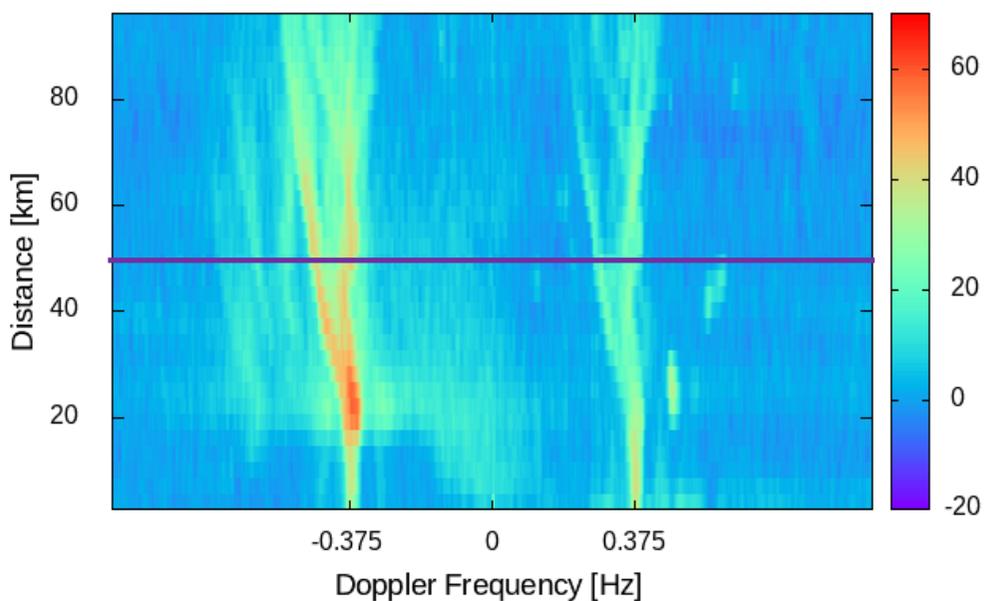
渡嘉敷悠大 藤井智史

発表内容

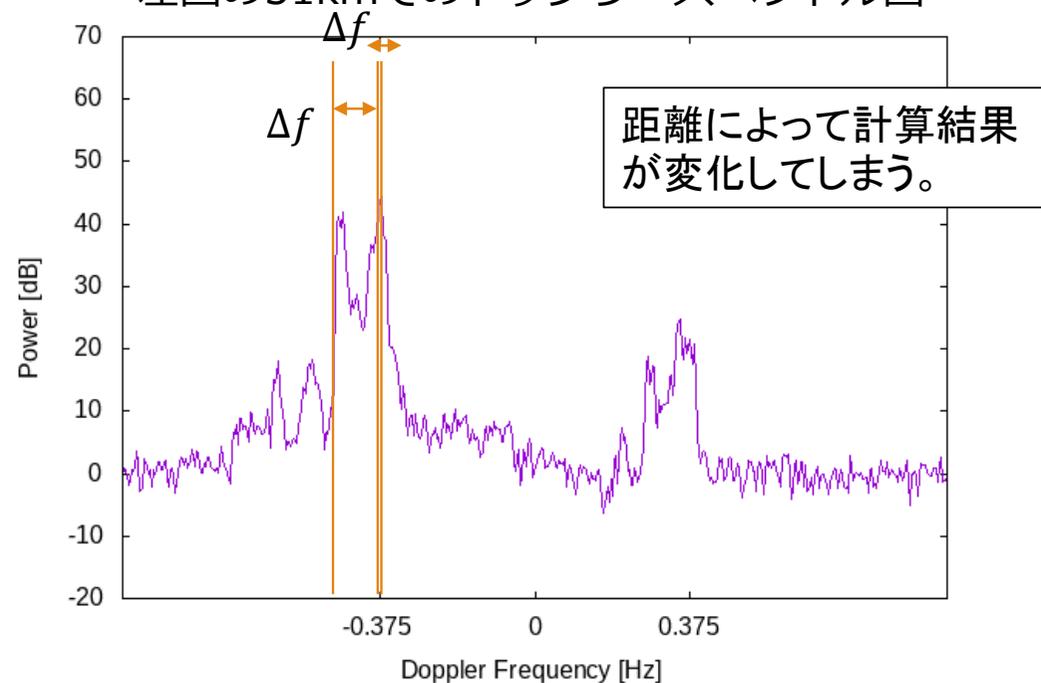
1. 研究背景
2. 双峰型スペクトルの検出
3. 双峰型スペクトルの発生分布について
4. 渦度との比較
5. まとめおよび今後の課題

研究背景：双峰型スペクトルとは

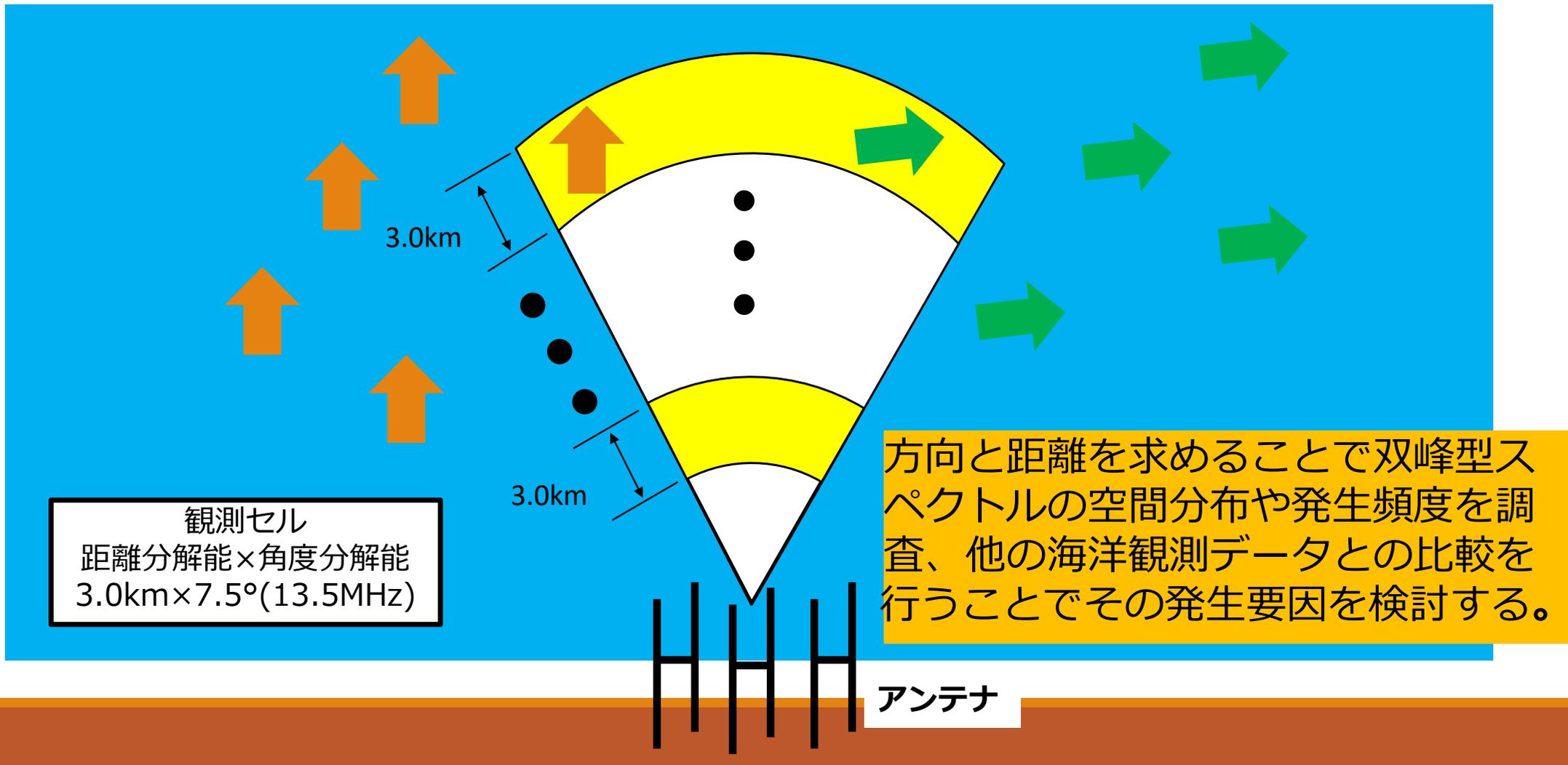
双峰型スペクトルが見られる
距離 - ドップラー スペクトル図の例



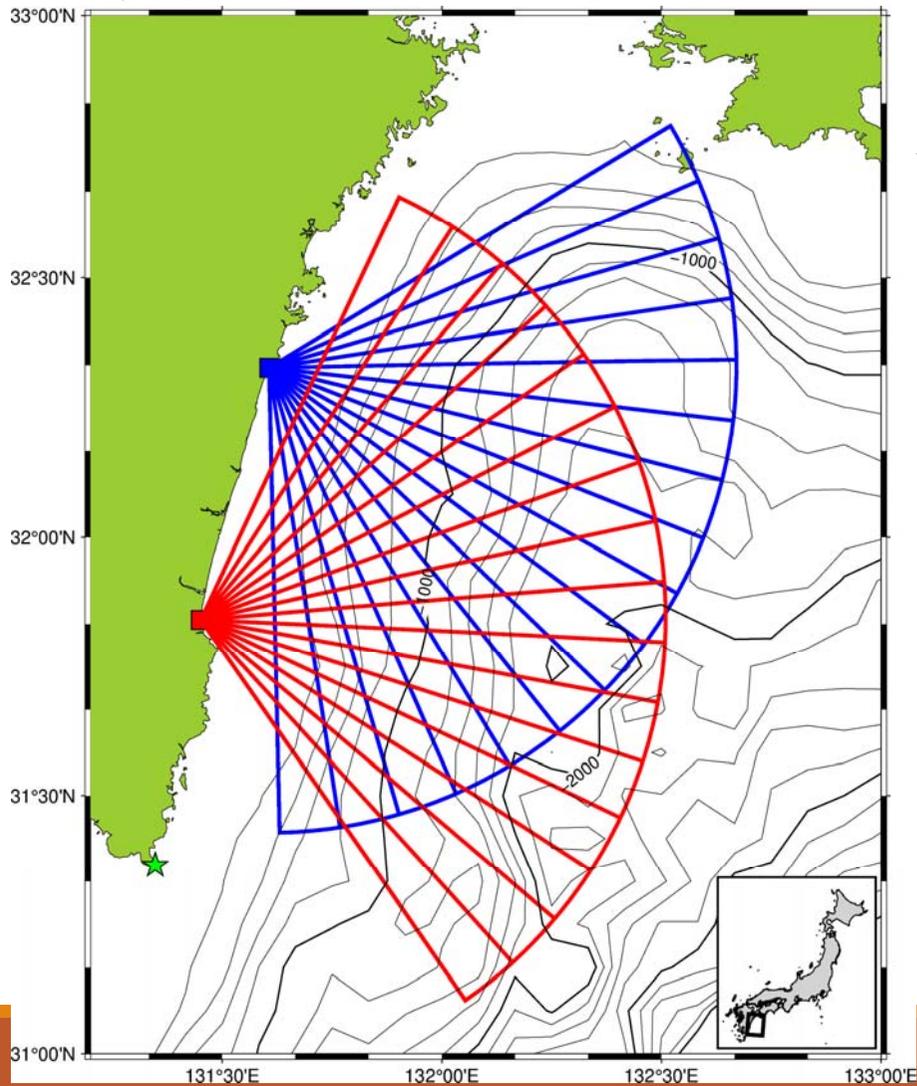
左図の51kmでのドップラー スペクトル図



研究背景：双峰型の発生要因



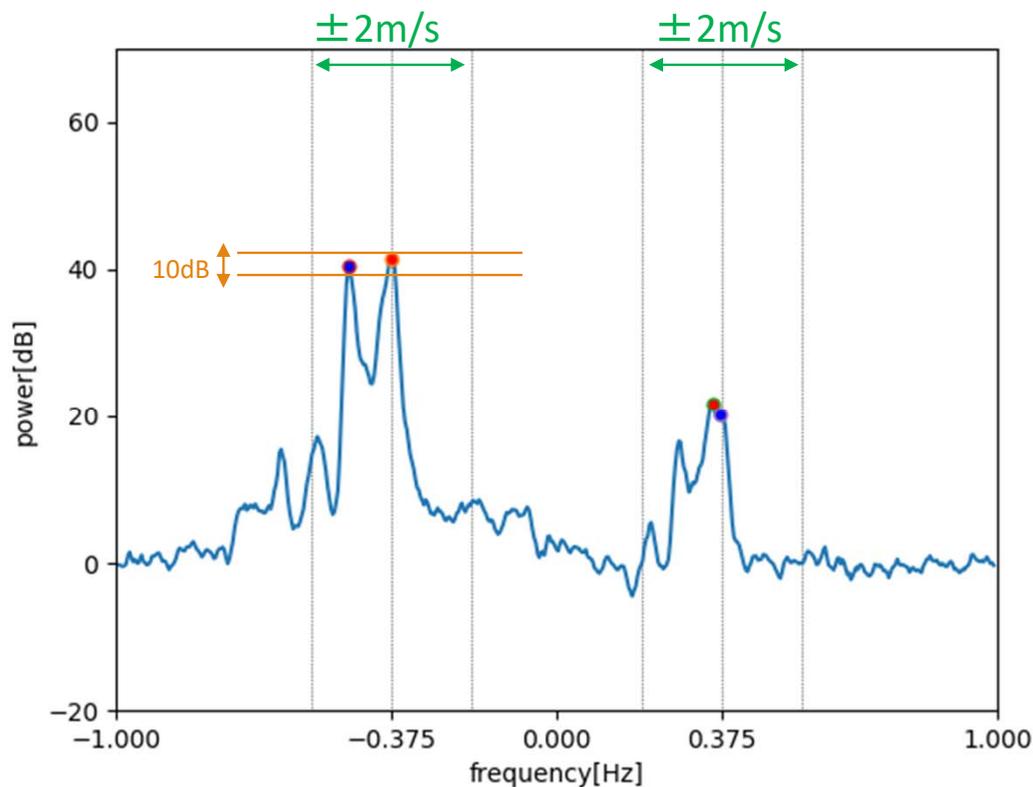
使用する海洋レーダの観測範囲



1年間のデータ数
1時間の観測方位 × 24時間 × 365日
13.5MHzの場合 $17 \times 24 \times 365 = 148920$

- : 宮崎局 (13.5MHz) 赤色の扇形が宮崎局の観測範囲
- : 美々津局 (13.5MHz) 青色の扇形が美々津局の観測範囲
- ★ : 都井岬

双峰型スペクトル検出プログラム



移動平均後、視線方向流速において
 $\pm 2\text{m/s}$ 範囲内でピークの検出

↓

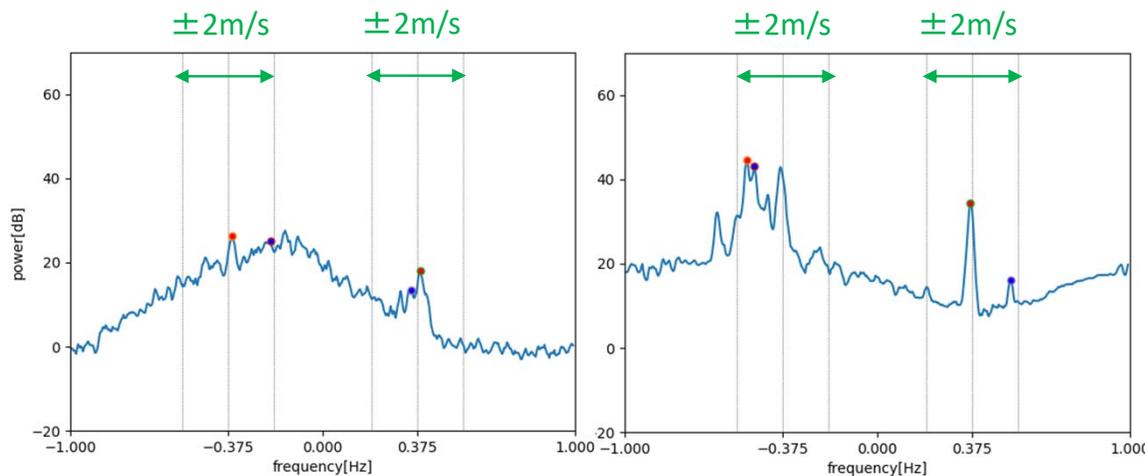
第一スペクトルピークと第二スペクトル
ピークの信号強度差[dB]が10dB以内

↓

距離方向で3点以上連続している

この条件のみだとノイズなどの影響を受けて誤検出を
してしまう

双峰型スペクトル検出プログラム



ピークが現れていない場合

ノイズが多い場合

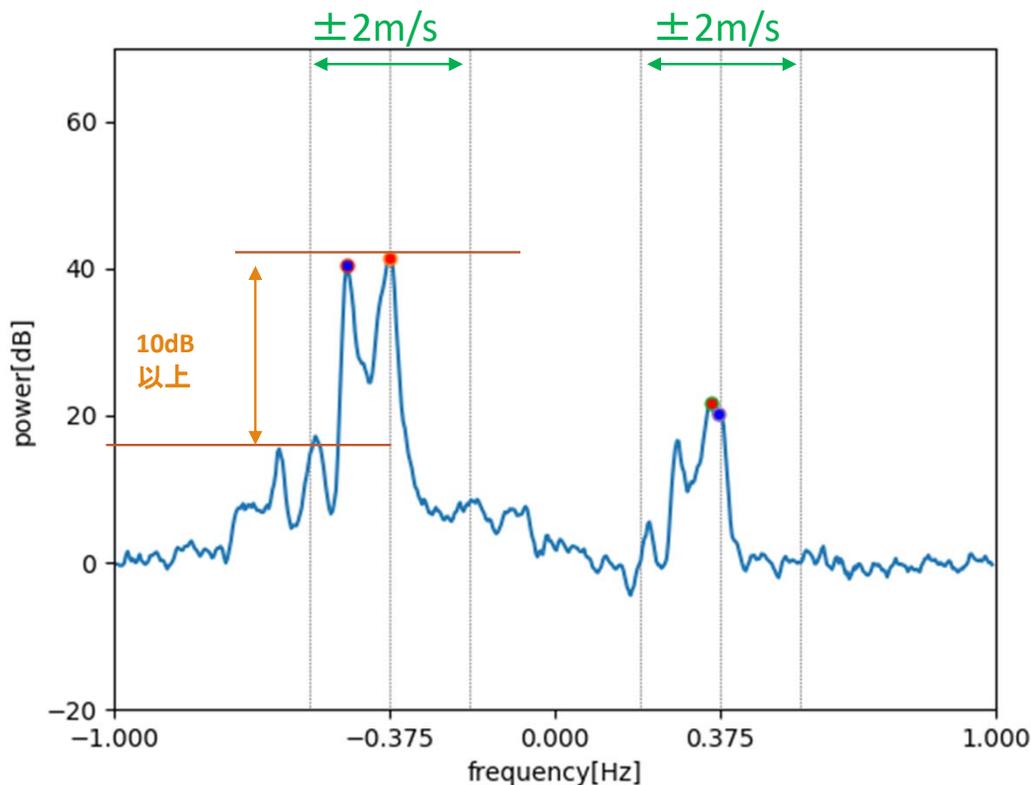
- ・ピークが現れていない場合やノイズの多い場合を除去 (第一ピークと2m/s範囲内外の信号平均との比較)

- ・2m/s範囲外の信号が第一ピークの10dB以上差があることを確認するようにする

- ・第二スペクトルピークとピーク間の極小値を比較して5dB以上の差があることを確認

これらの条件を用いても取り除くことができないものは実際に距離ドップラー図を確認して取り除く

双峰型スペクトル検出プログラム



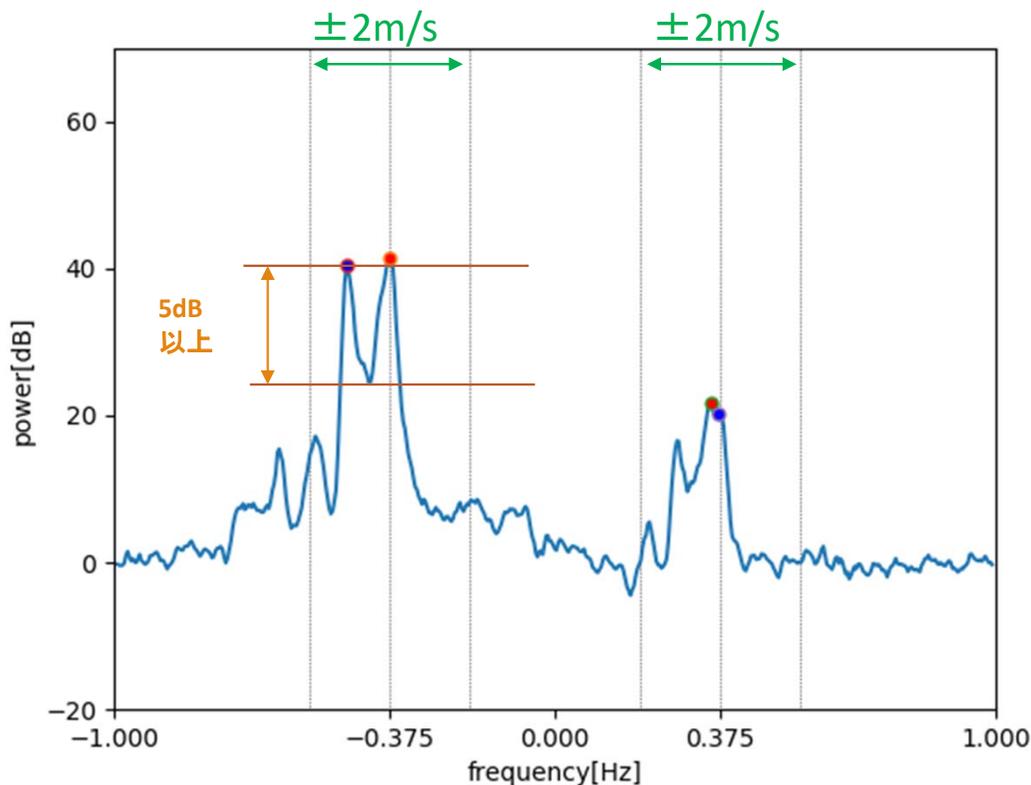
- ・ピークが現れていない場合やノイズの多い場合を除去
(第一ピークと2m/s範囲内外の信号平均との比較)

- ・2m/s範囲外の信号が第一ピークの10dB以上差があることを確認するようにする

- ・第二スペクトルピークとピーク間の極小値を比較して
5dB以上の差があることを確認

これらの条件を用いても取り除くことができないものは実際に距離ドップラー図を確認して取り除く

双峰型スペクトル検出プログラム



- ・ピークが現れていない場合やノイズの多い場合を除去 (第一ピークと2m/s範囲内外の信号平均との比較)

- ・2m/s範囲外の信号が第一ピークの10dB以上差があることを確認するようにする

- ・第二スペクトルピークとピーク間の極小値を比較して5dB以上の差があることを確認

これらの条件を用いても取り除くことができないものは実際に距離ドップラー図を確認して取り除く

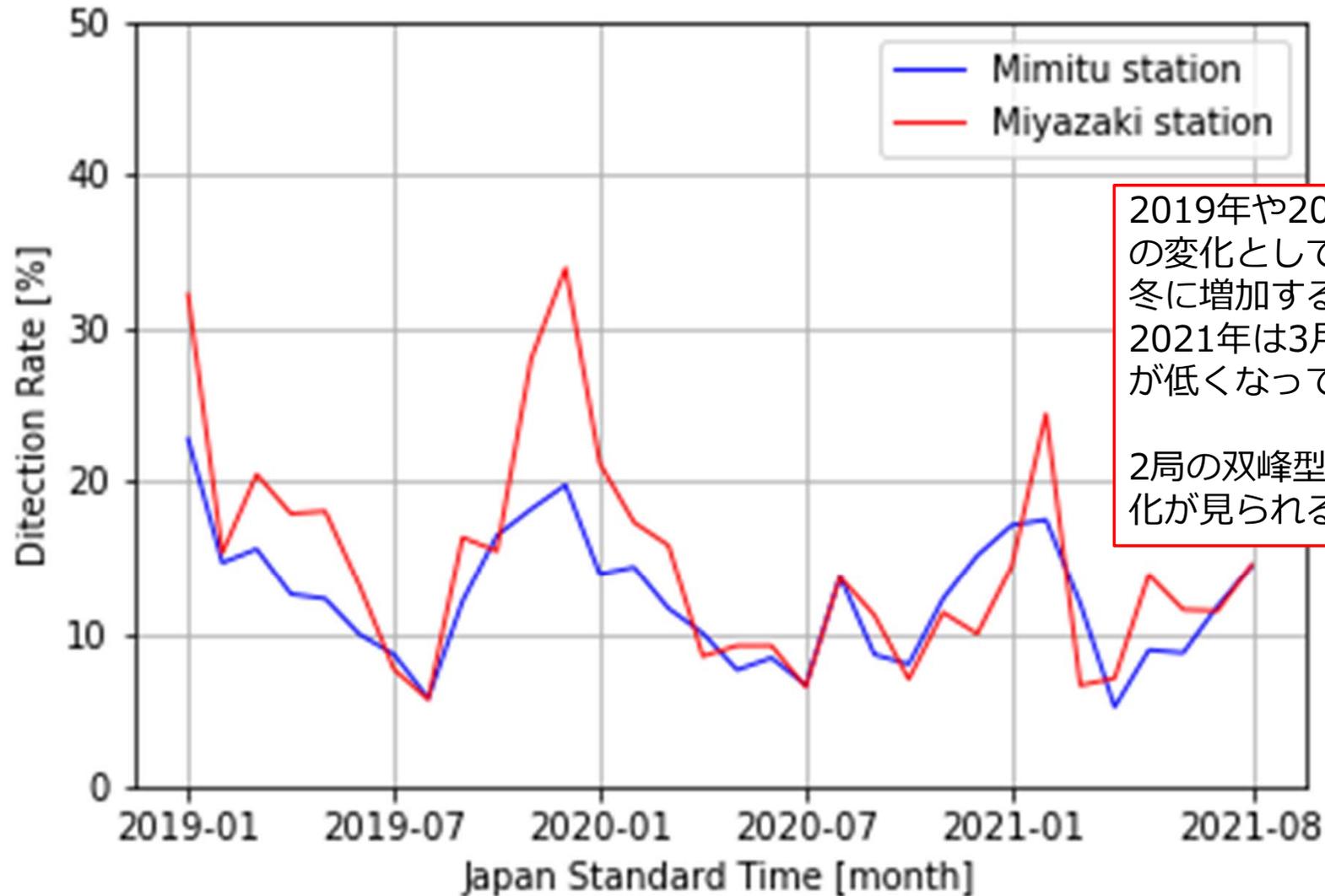
13.5MHz海洋レーダの双峰型の検出割合

年	美々津局		宮崎局	
	検出数	割合[%]	検出数	割合[%]
2019	20843	14.02	26934	18.42
2020	16138	10.82	17288	11.72
2021	11784	11.89	12686	12.86

1年間のデータ数
1時間の観測方位×24時間×365日
 $17 \times 24 \times 365 = 148920$

2021年は8月まで

2019年1月から2021年8月までの月毎の双峰型検出率

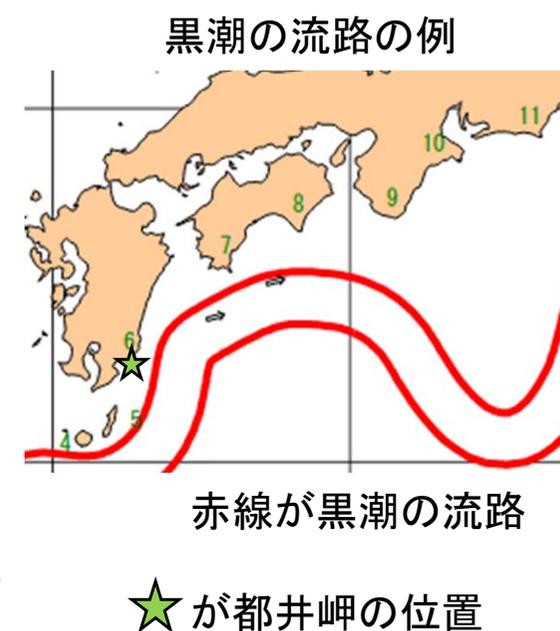
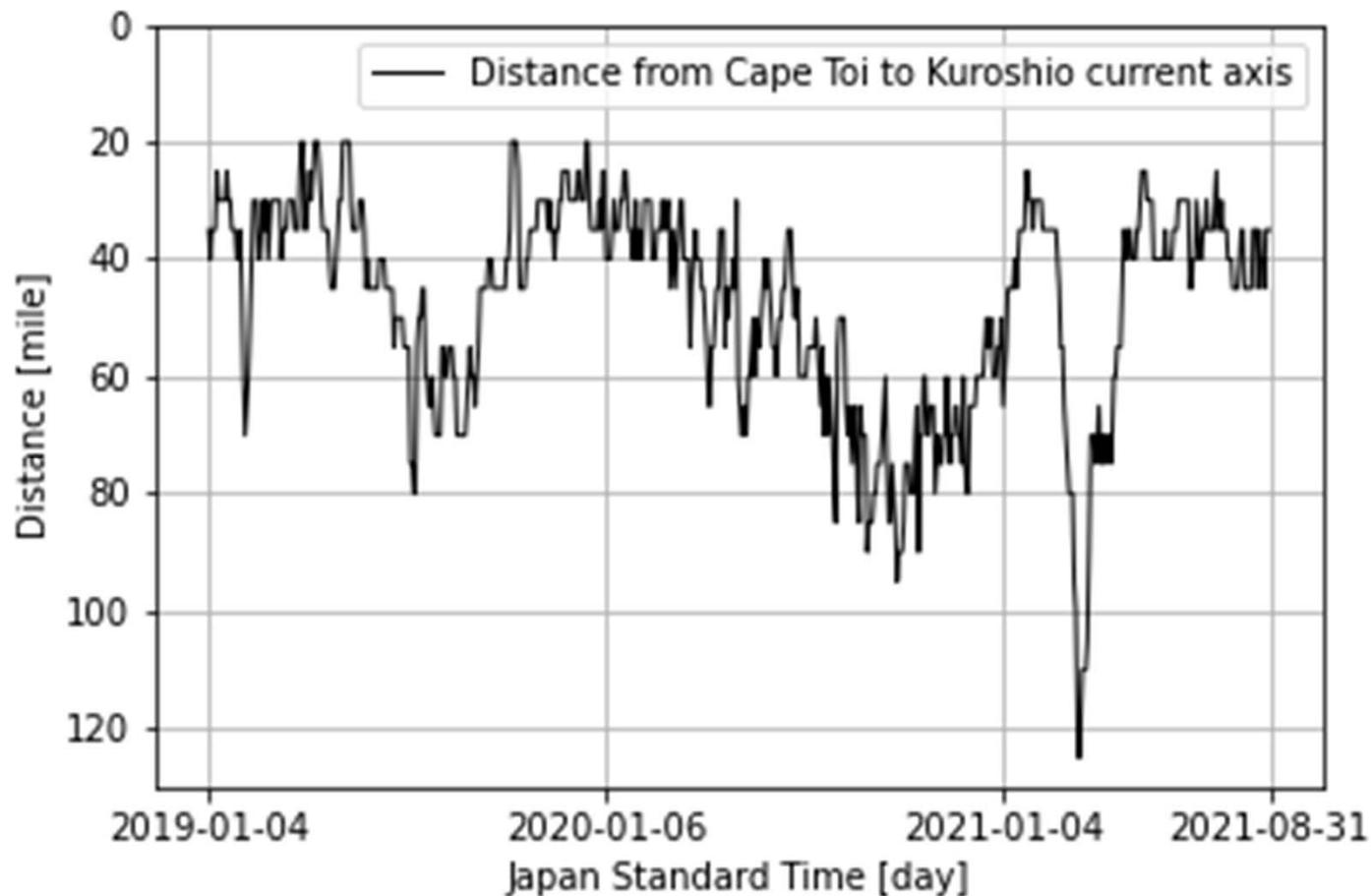


2019年や2020年の検出割合の変化として、夏に減少し、冬に増加する。
2021年は3月が最も検出割合が低くなっている。

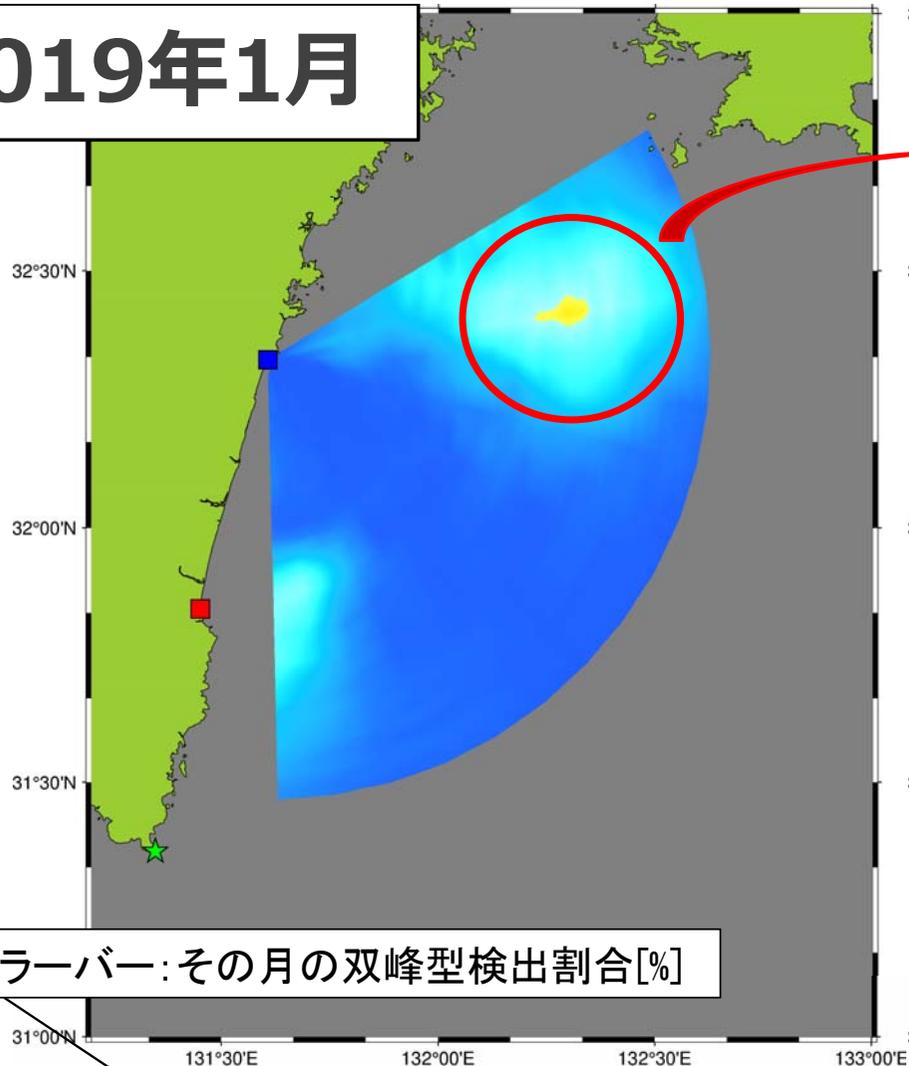
2局の双峰型の検出に同様の変化が見られる

都井岬からの黒潮流軸位置(海上保安庁)

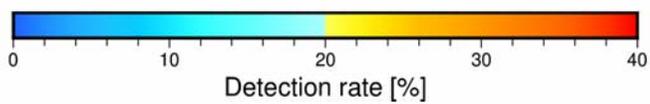
接岸 ↑
離岸 ↓



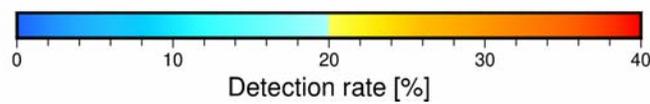
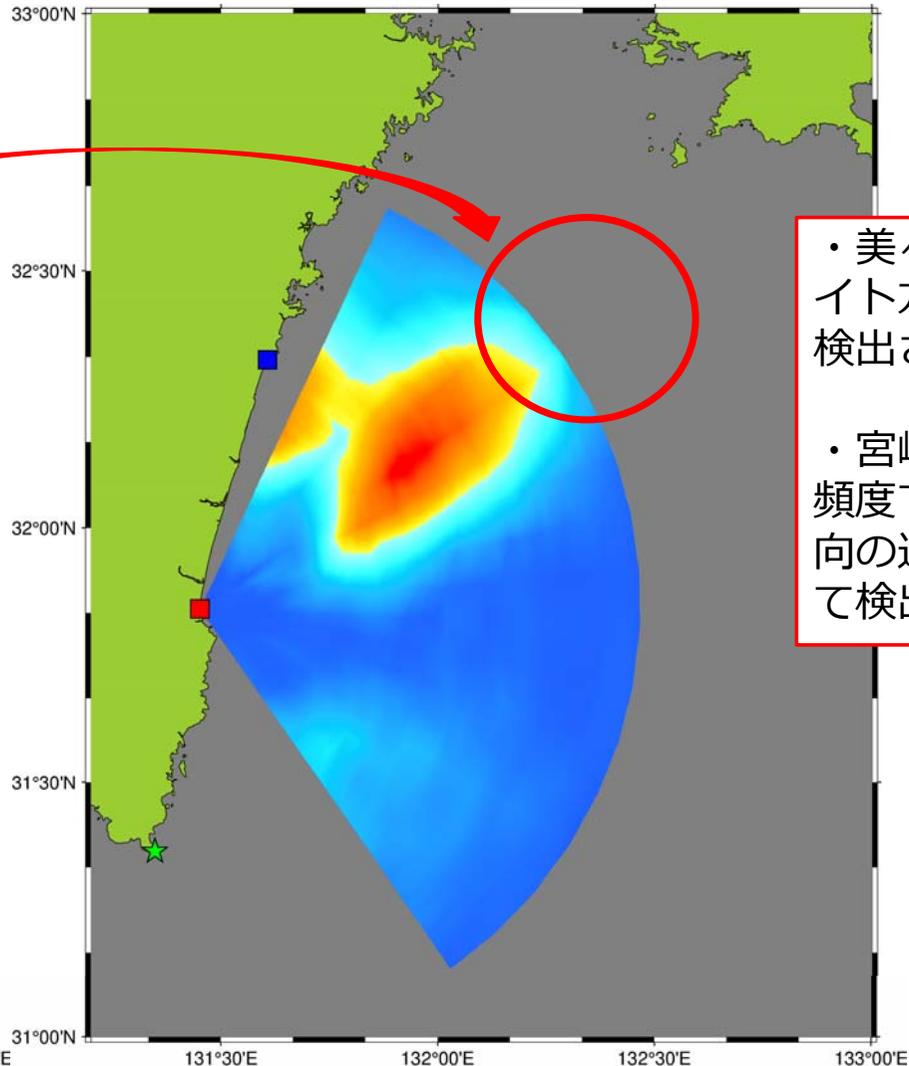
2019年1月



カラーバー: その月の双峰型検出割合[%]



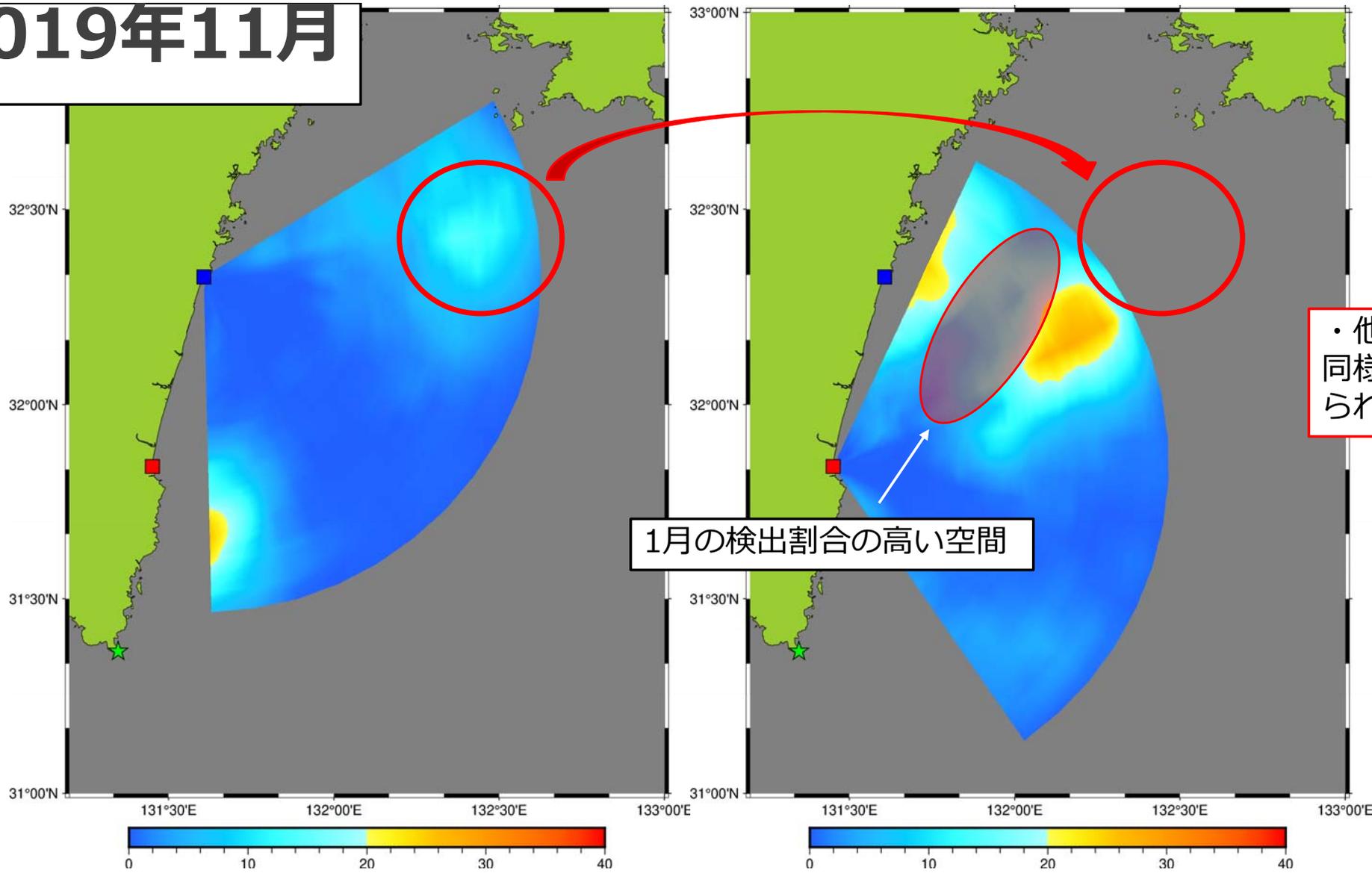
美々津局



宮崎局

- ・美々津局のボアサイト方向ではあまり検出されていない。
- ・宮崎局において高頻度で検出される方向の遠方空間において検出が多い

2019年11月



・他の月においても同様の分布変動が見られる。

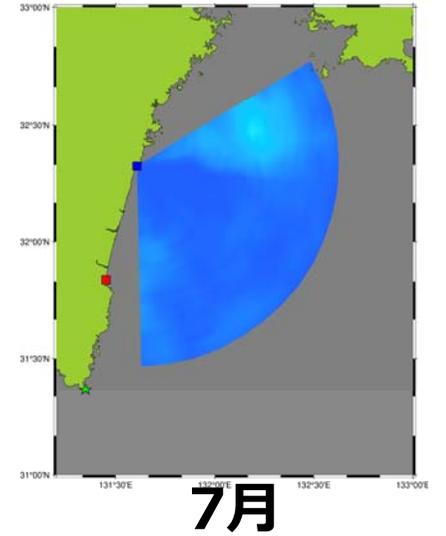
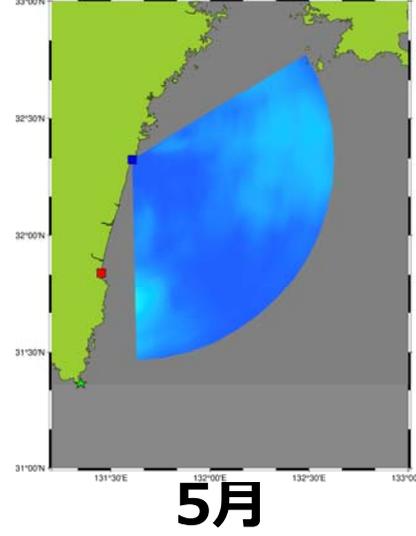
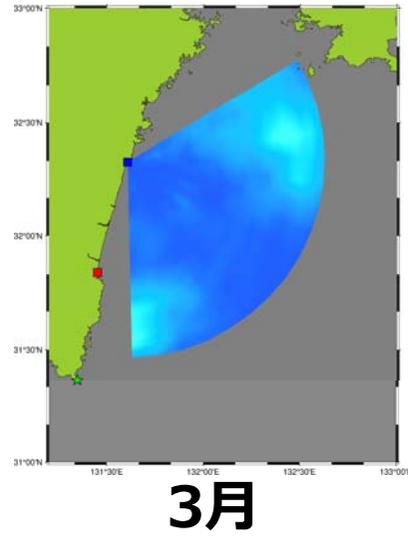
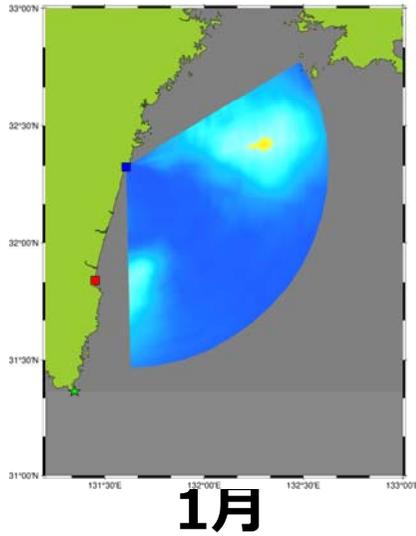
1月の検出割合の高い空間

美々津局

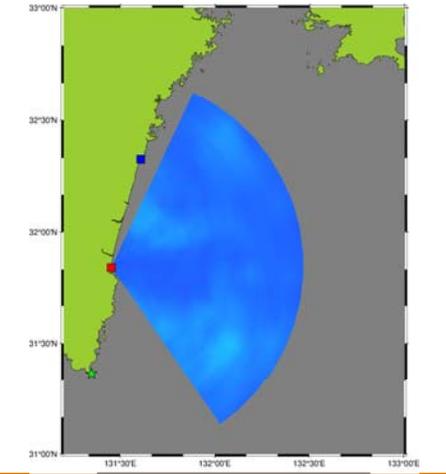
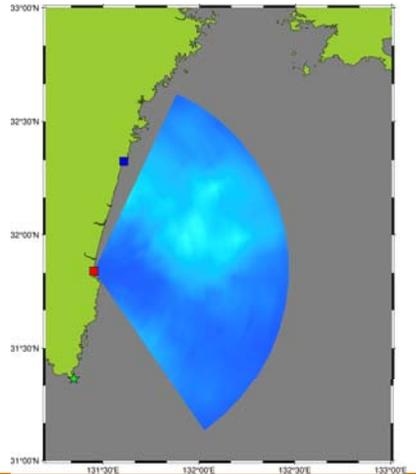
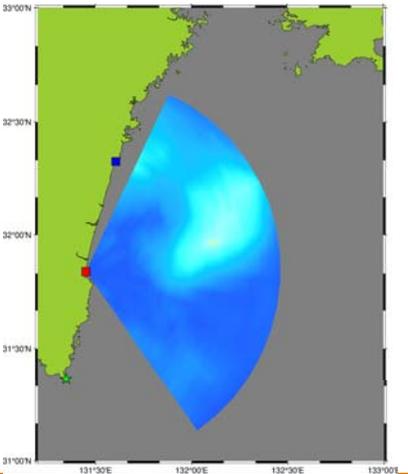
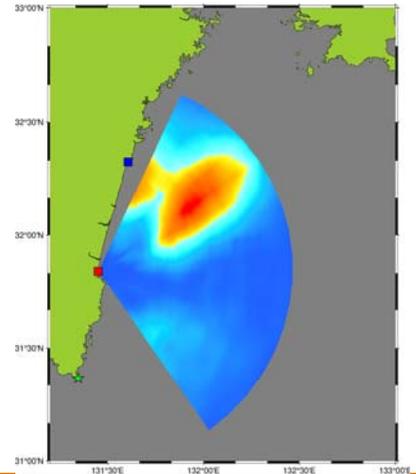
宮崎局

2019年1月～7月の2カ月間隔の空間分布変化

美々津局

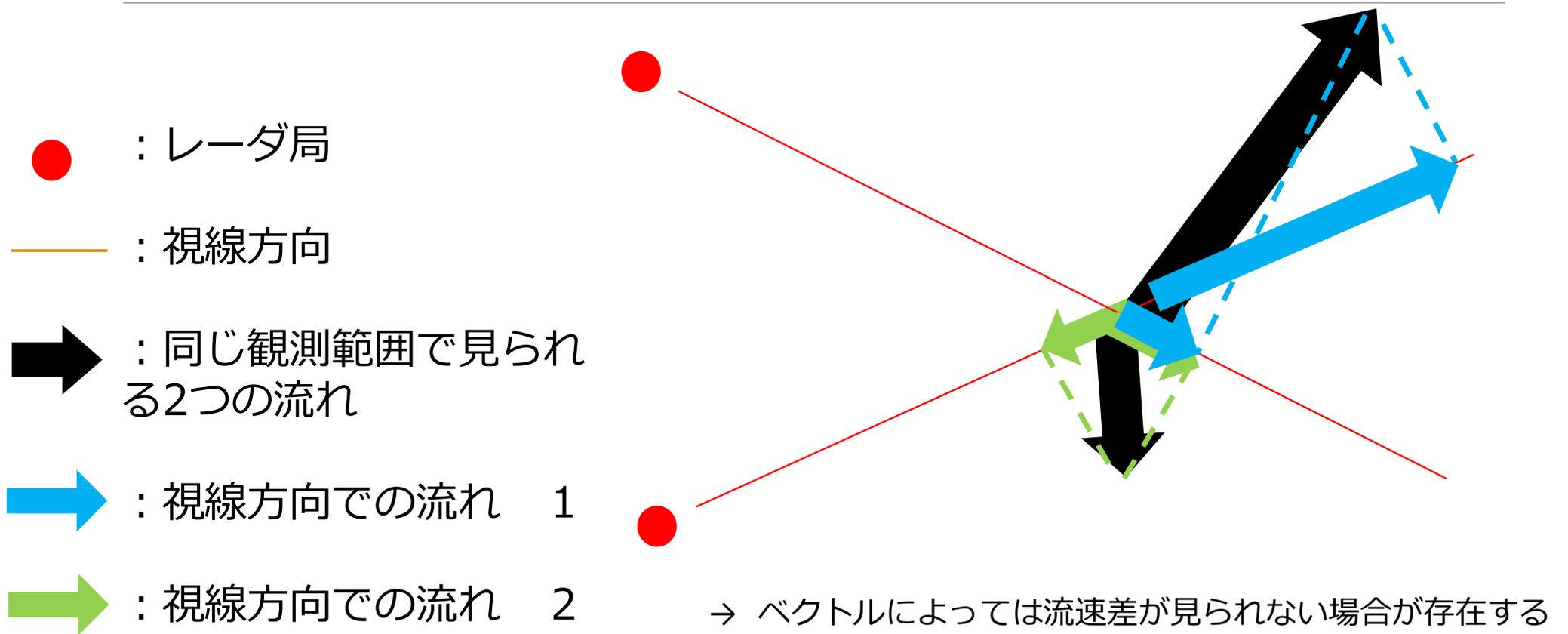


宮崎局

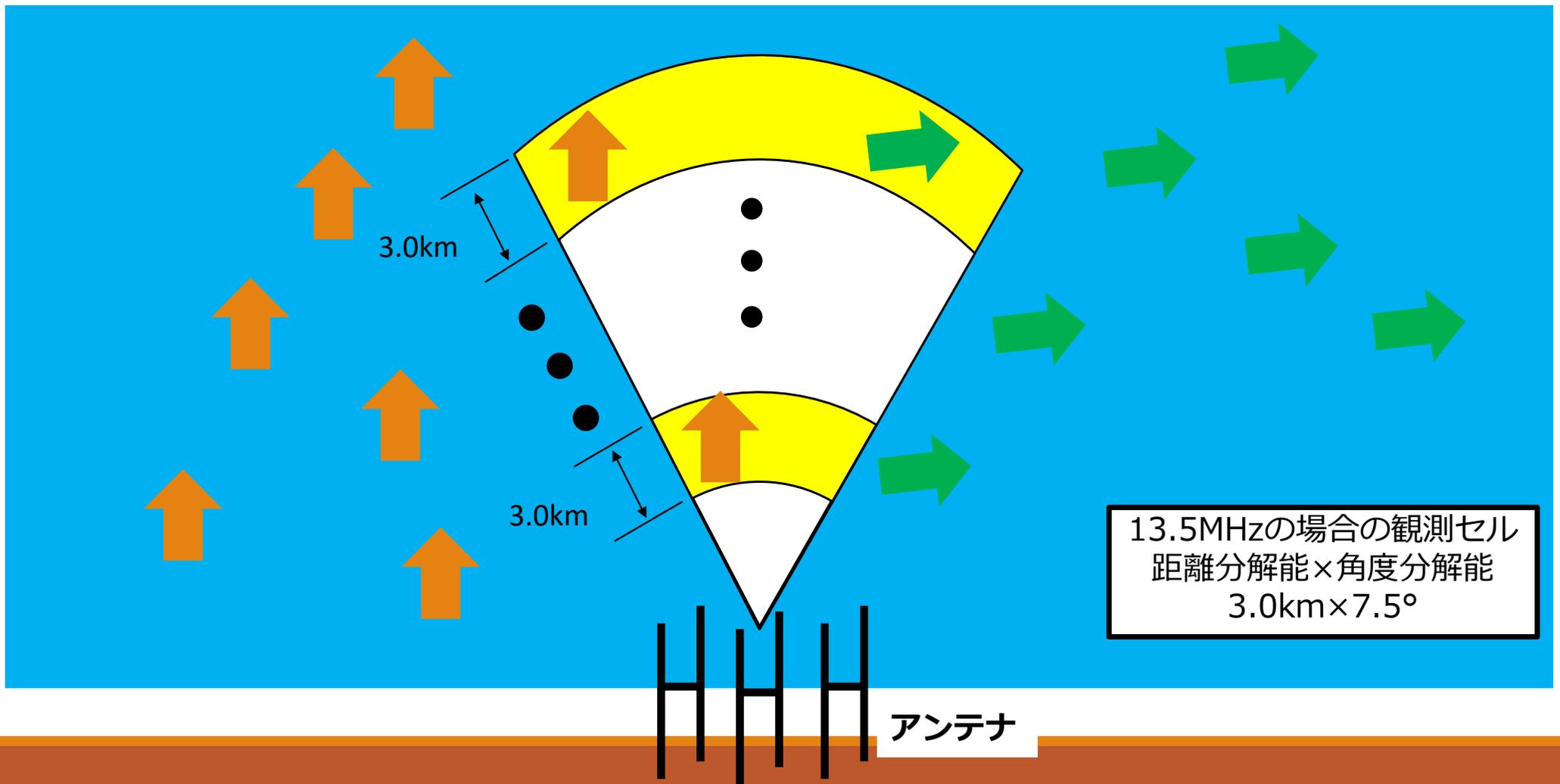


発生分布は岸から離れていき、発生そのものが減少していく

双峰型スペクトルが検出できない理由

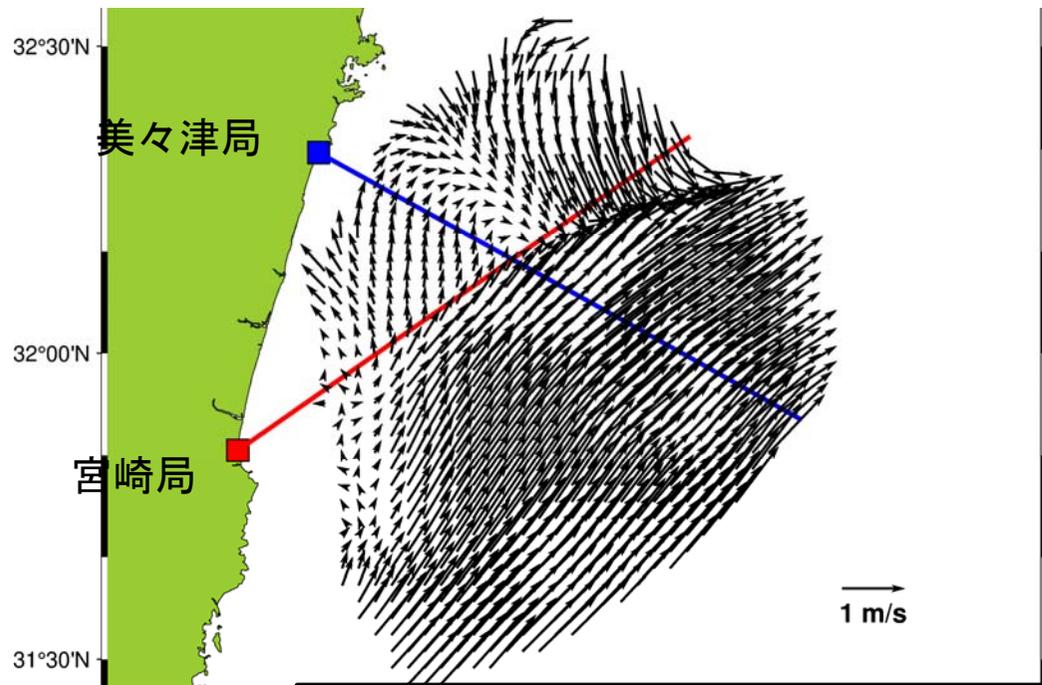


観測セルの大きさ

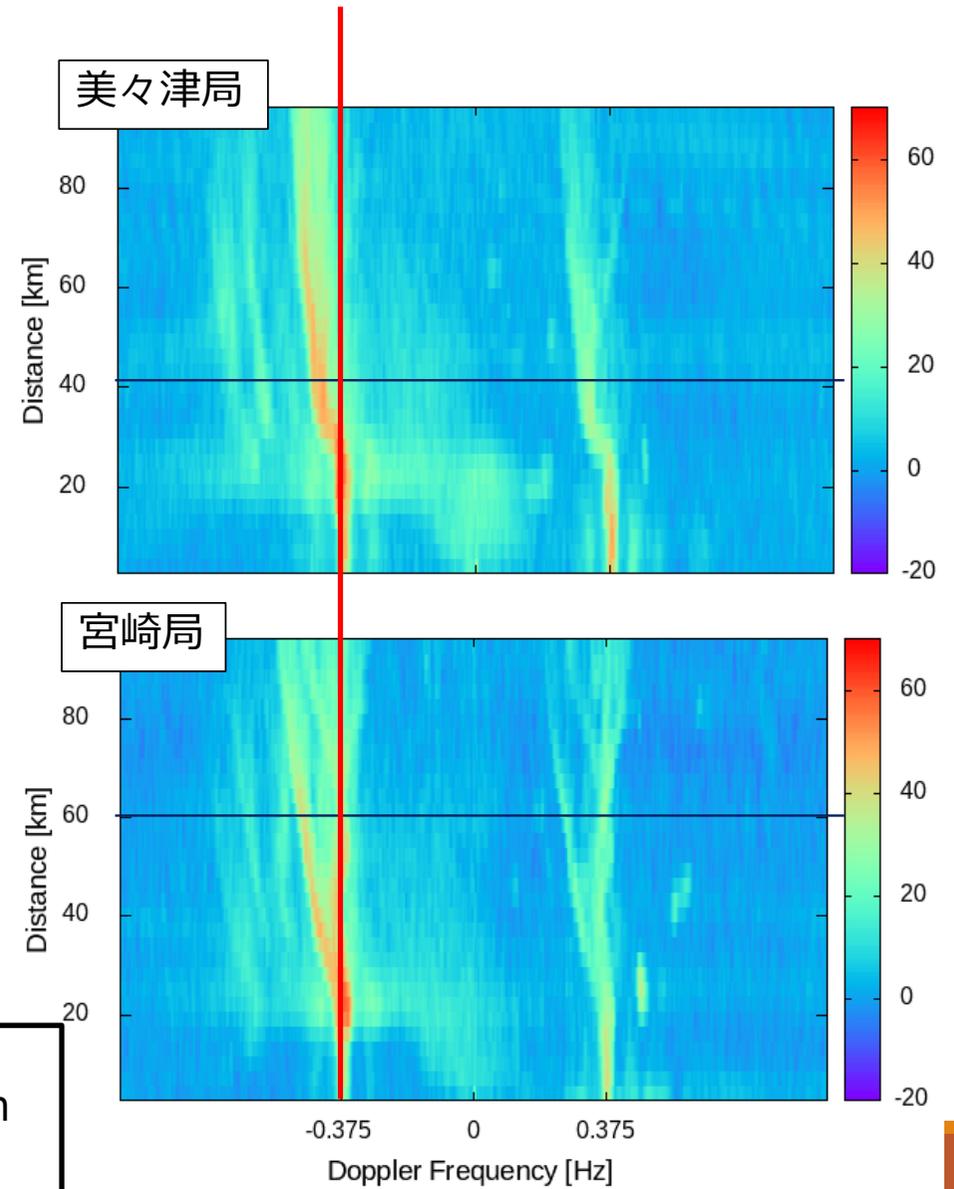


レーダ局ごとの見え方

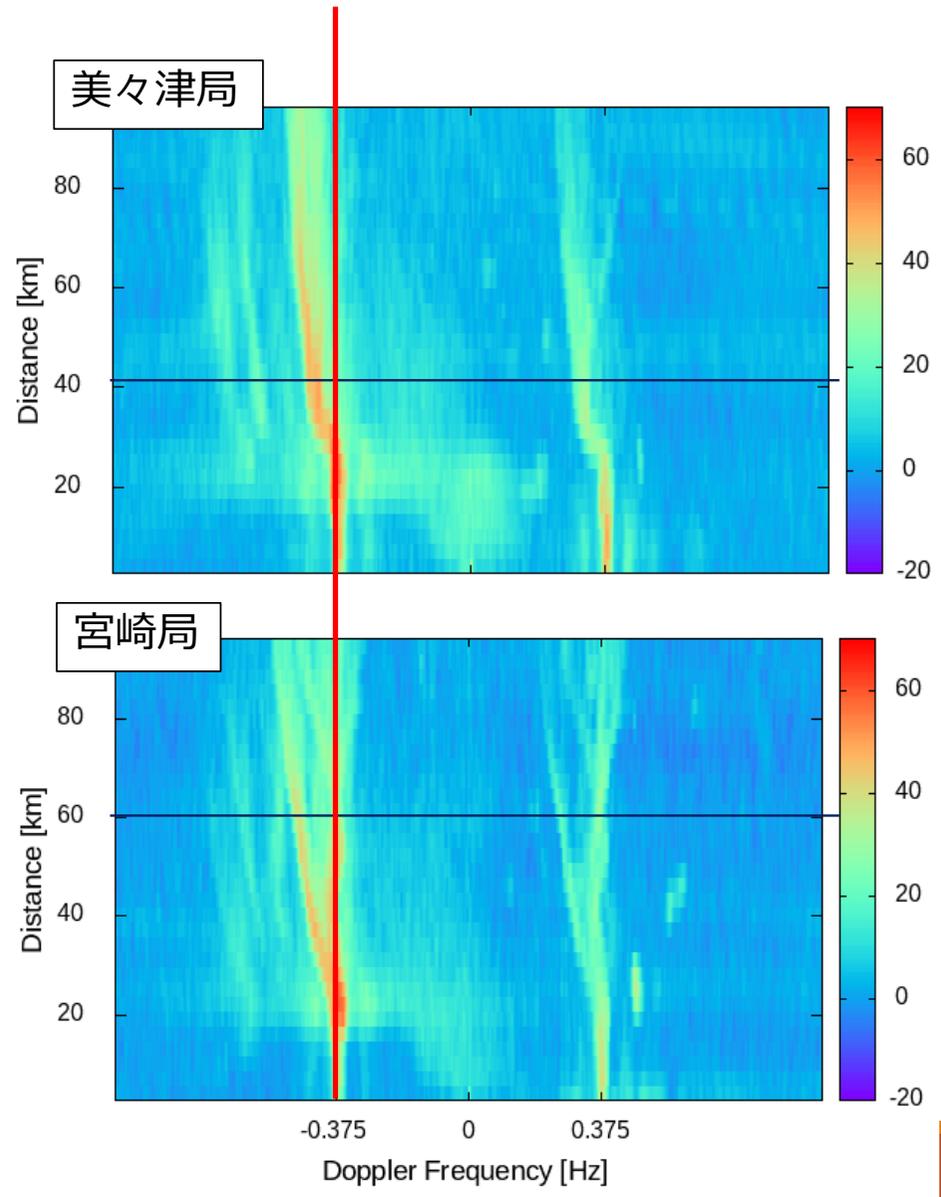
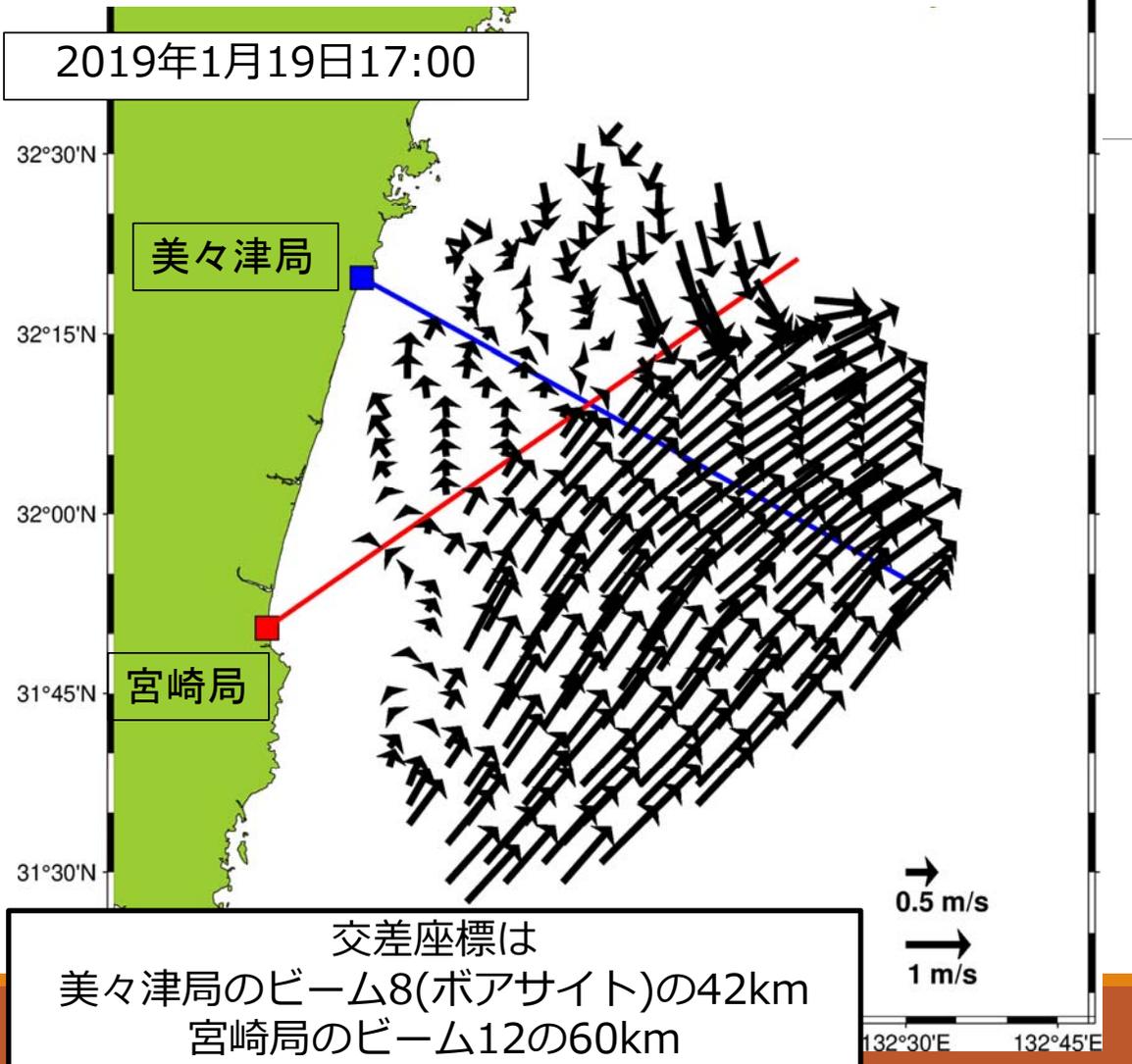
2019年1月19日17:00



交差座標は
美々津局のビーム8(ボアサイト)の42km
宮崎局のビーム12の60km

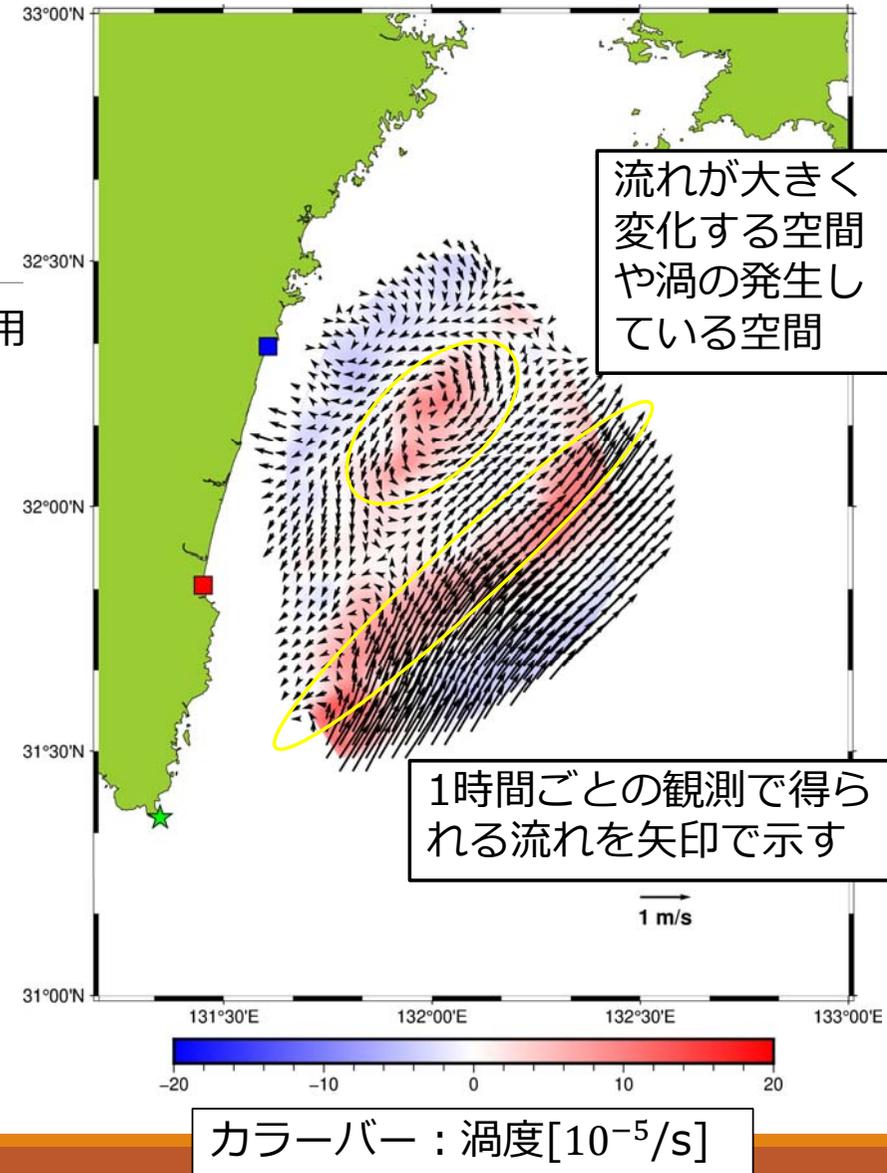
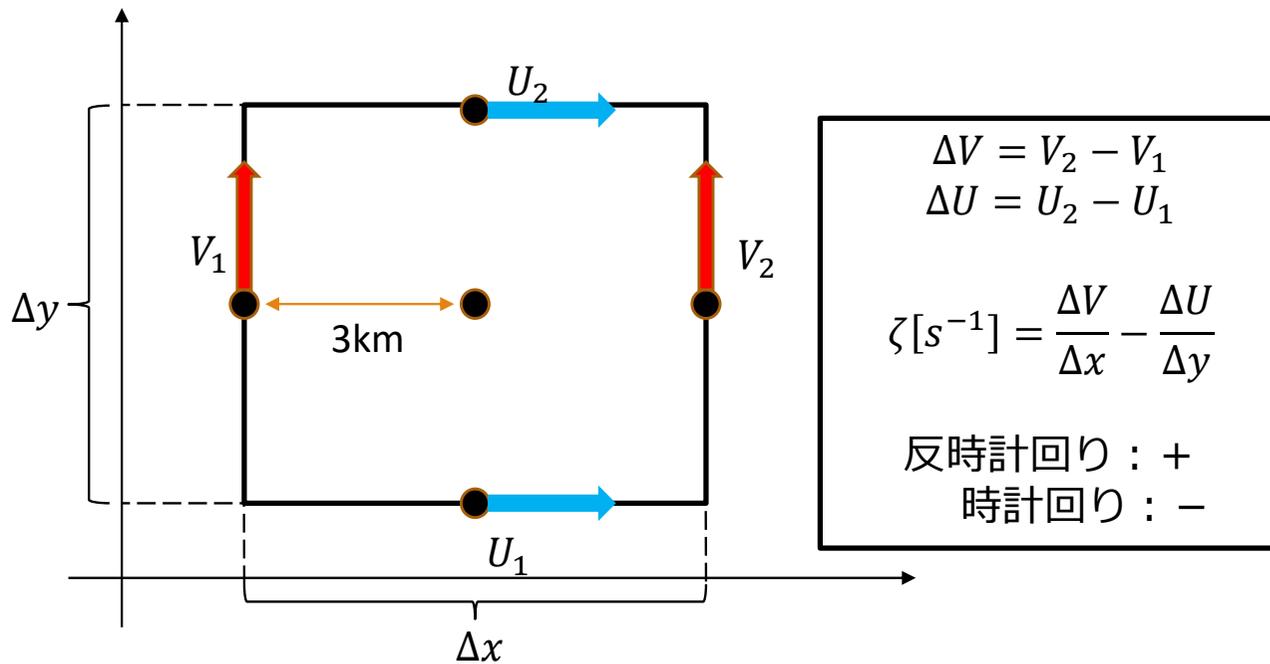


レーダ局ごとの見え方



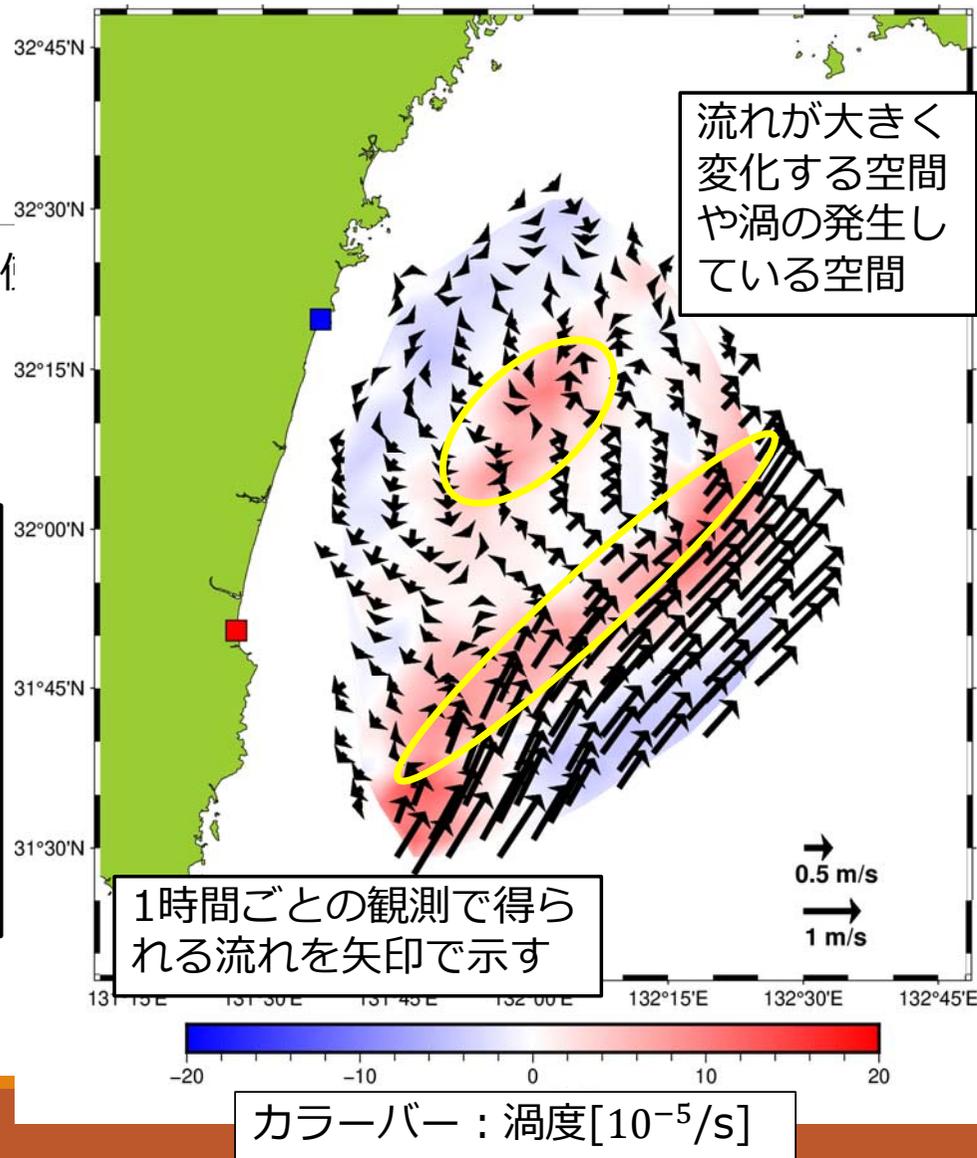
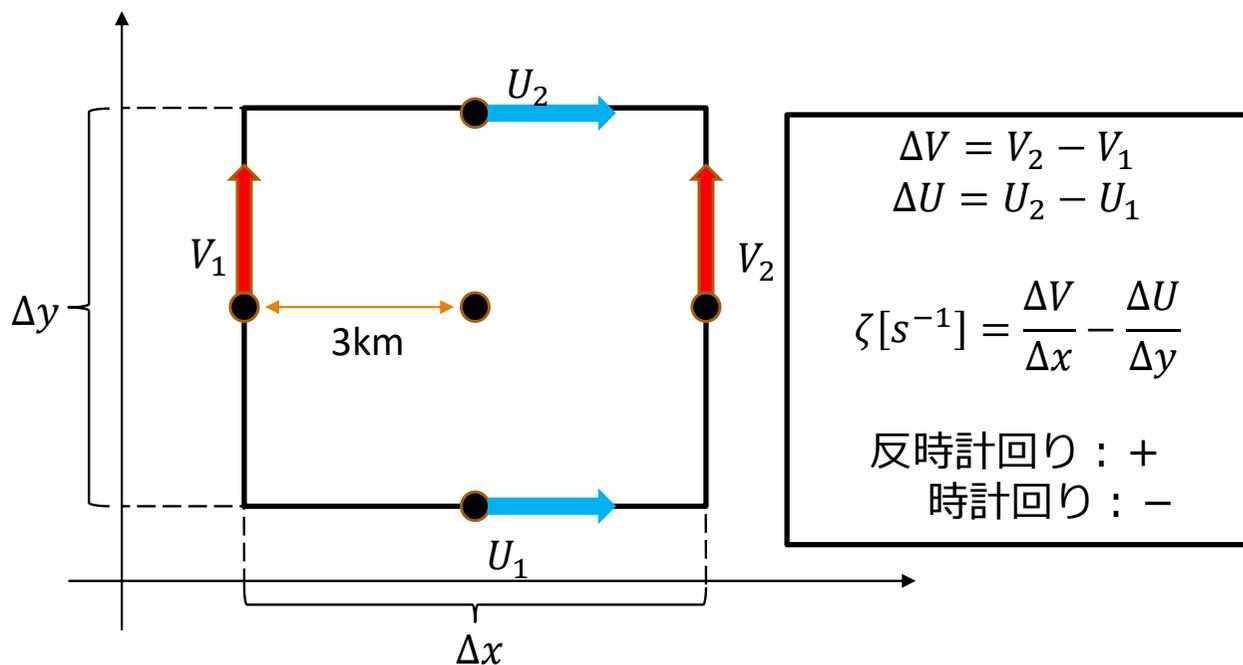
渦度

渦度を求める格子点から、東西南北3km離れた格子点の流速場を使用



渦度

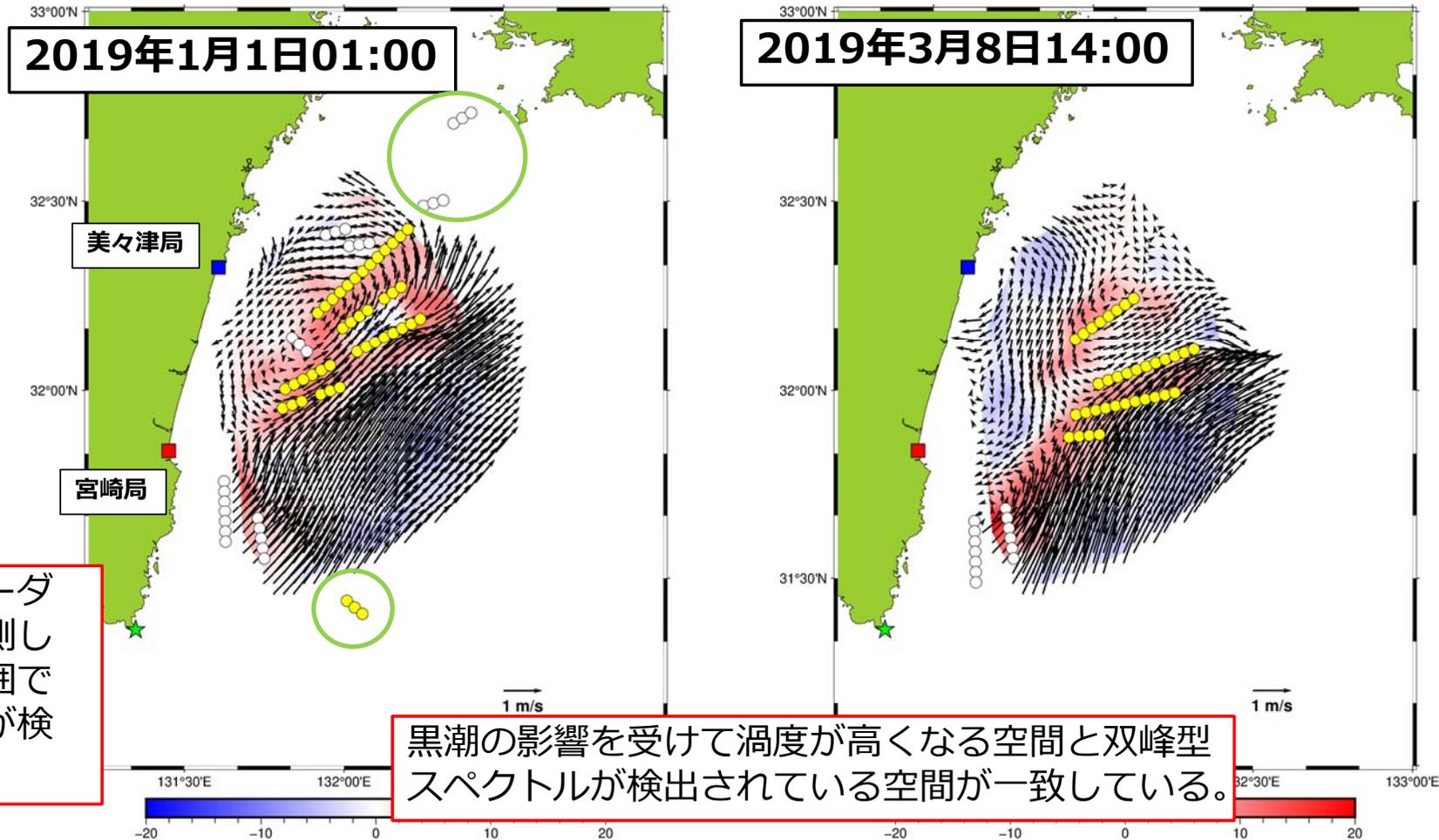
渦度を求める格子点から、東西南北3km離れた格子点の流速場を



渦度と各局の双峰型検出

○ : 美々津局で双峰型が検出された空間

● : 宮崎局で双峰型が検出された空間



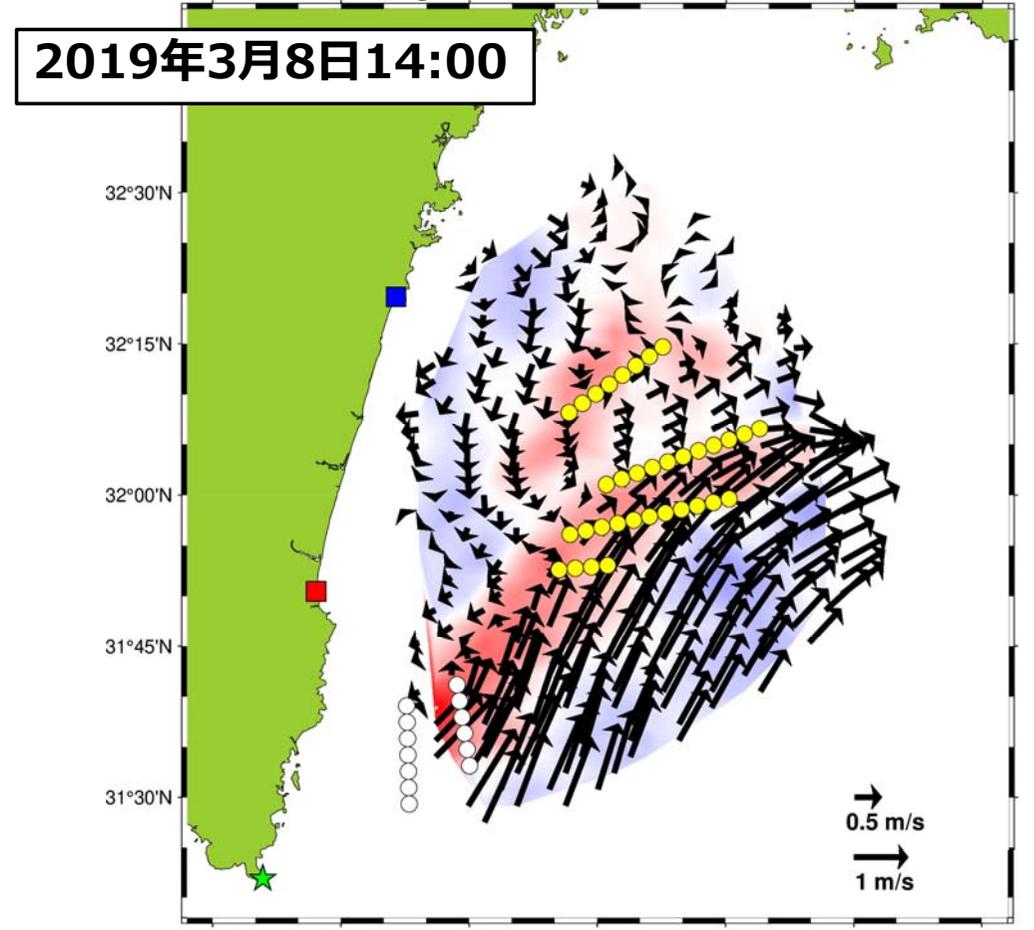
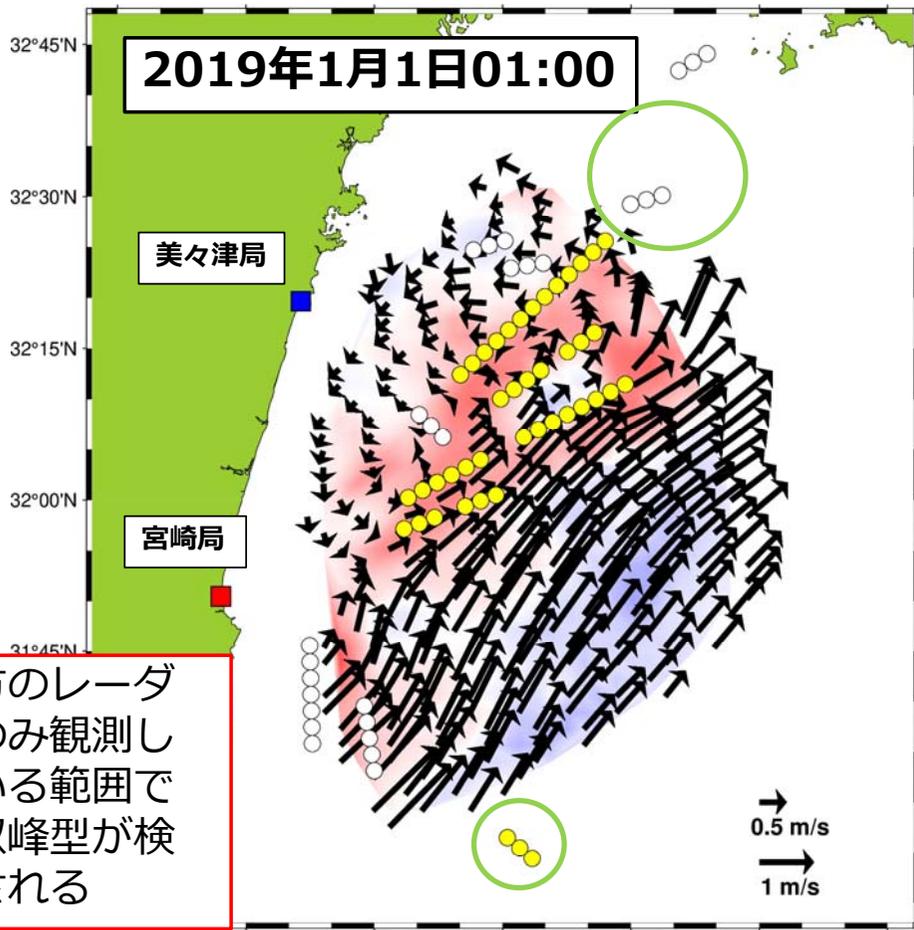
片方のレーダ局のみ観測している範囲でも双峰型が検出される

黒潮の影響を受けて渦度が高くなる空間と双峰型スペクトルが検出されている空間が一致している。

渦度と各局の双峰型検出

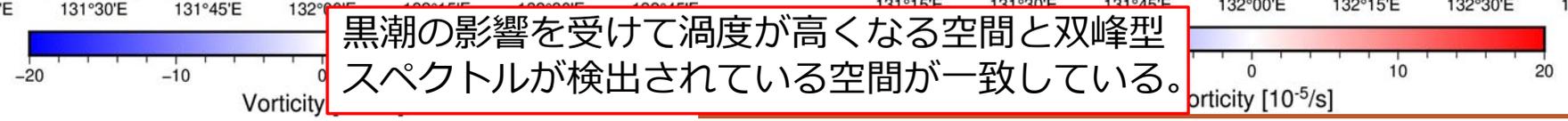
○ : 美々津局で双峰型が検出された空間

● : 宮崎局で双峰型が検出された空間



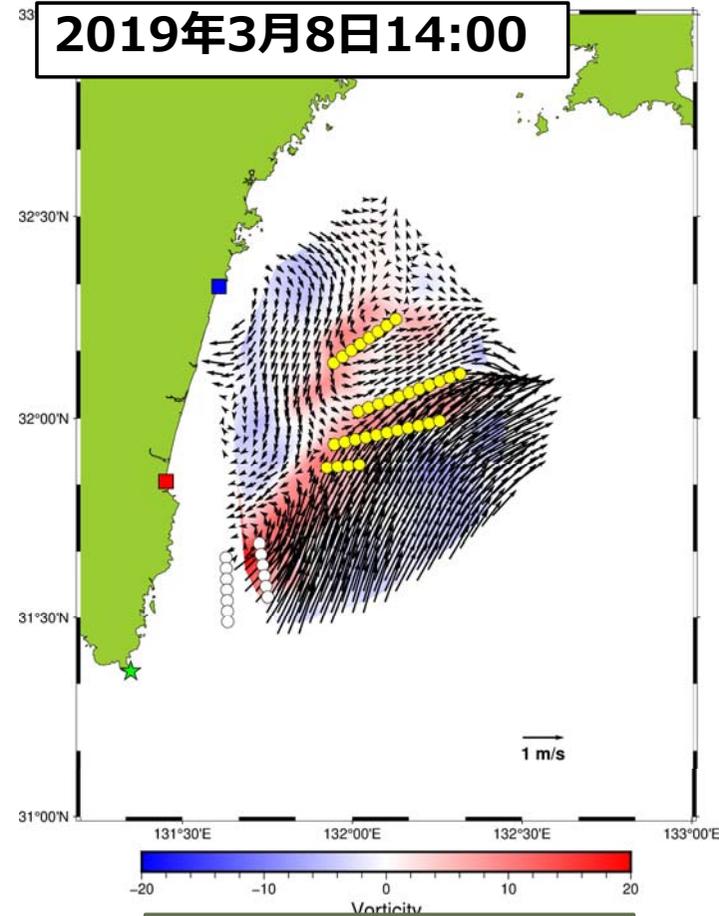
片方のレーダ局のみ観測している範囲でも双峰型が検出される

黒潮の影響を受けて渦度が高くなる空間と双峰型スペクトルが検出されている空間が一致している。

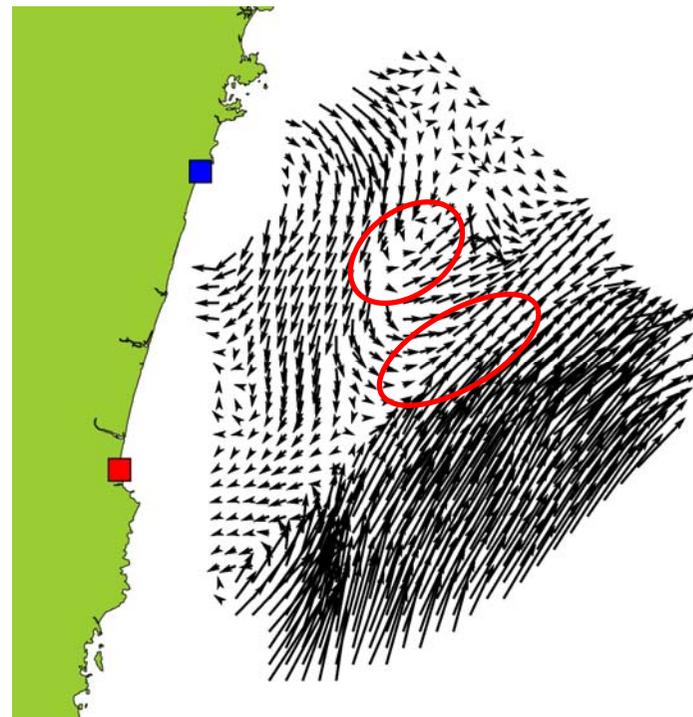


双峰型が発生している際の2パターンの流速場

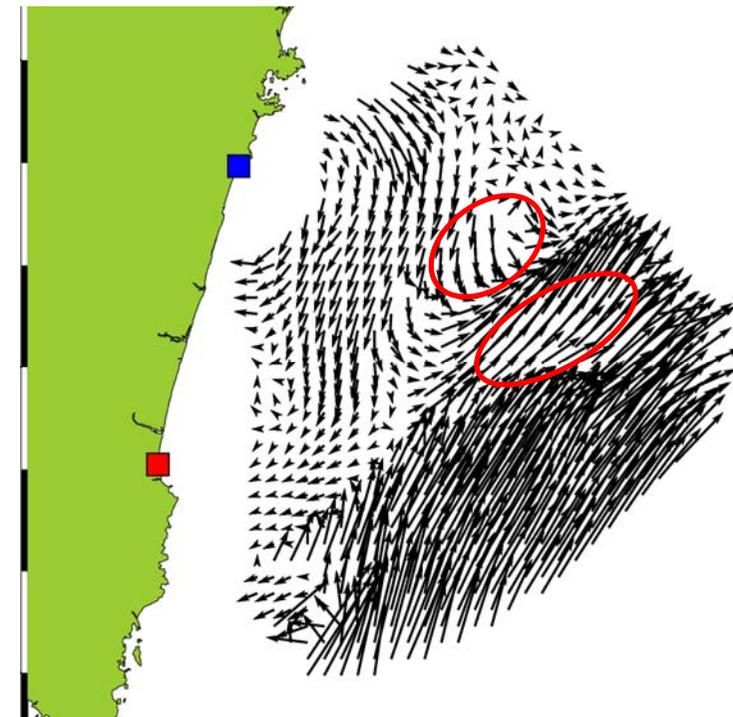
2019年3月8日14:00



渦度と双峰型発生分布



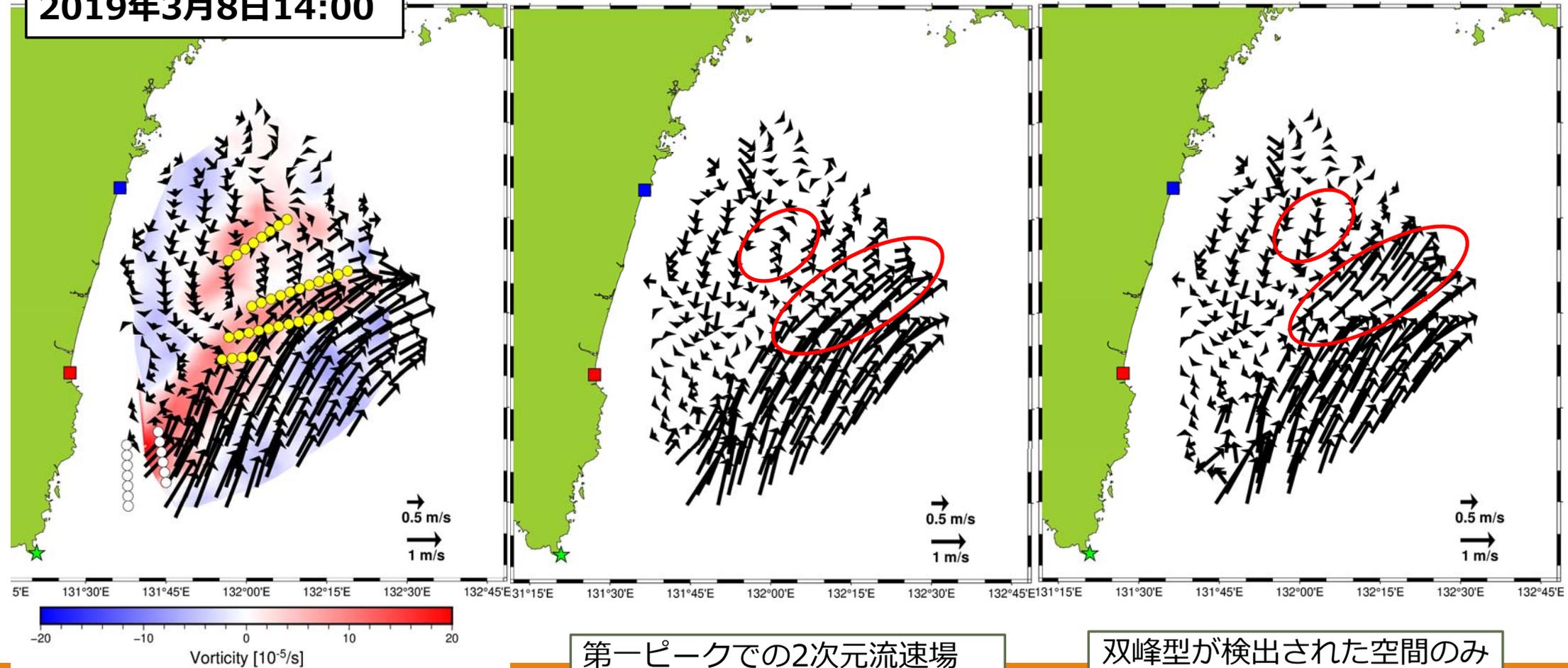
第一ピークでの2次元流速場



双峰型が検出された空間のみ
第二ピークを使用

双峰型が発生している際の2パターンの流速場

2019年3月8日14:00

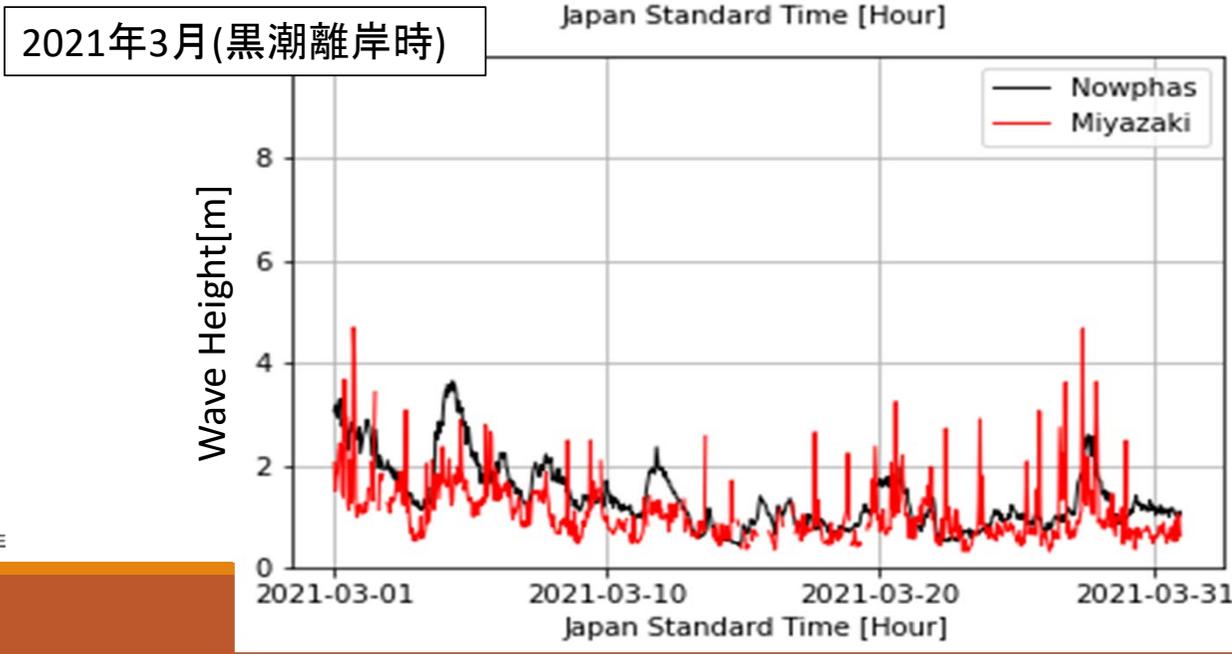
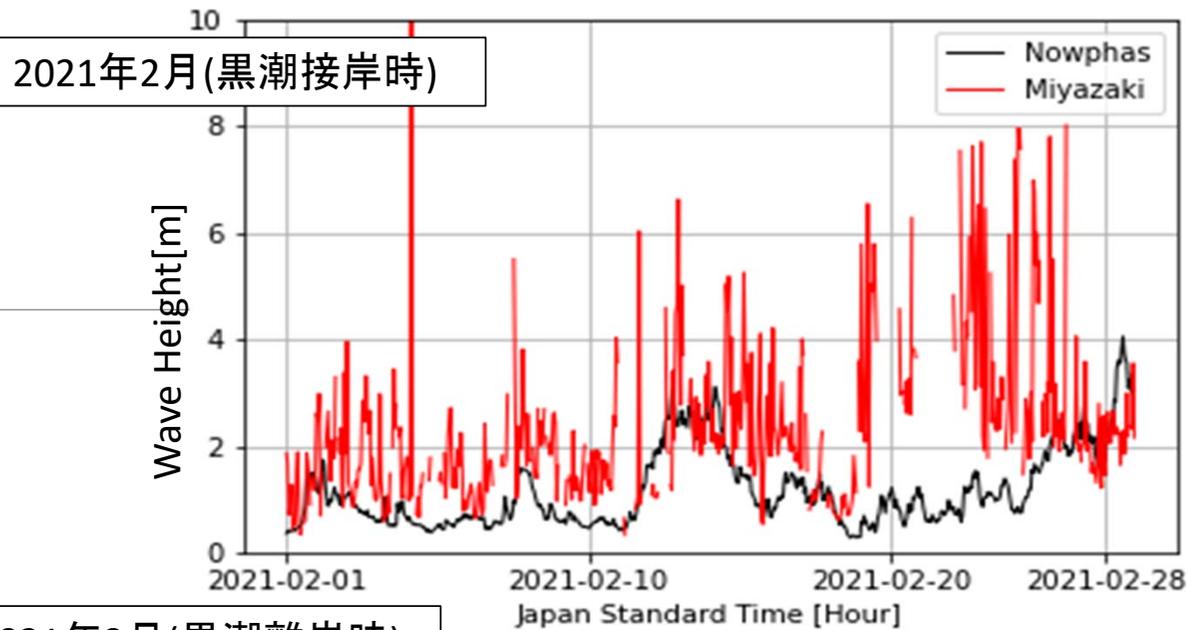
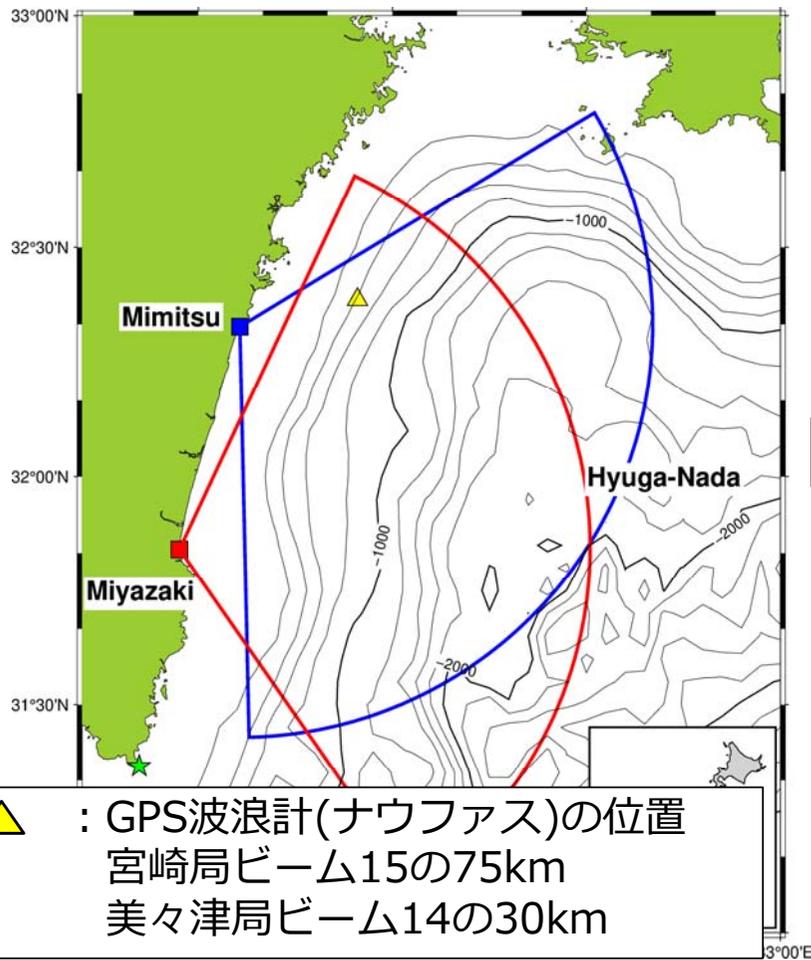


渦度と双峰型発生分布

第一ピークでの2次元流速場

双峰型が検出された空間のみ
第二ピークを使用

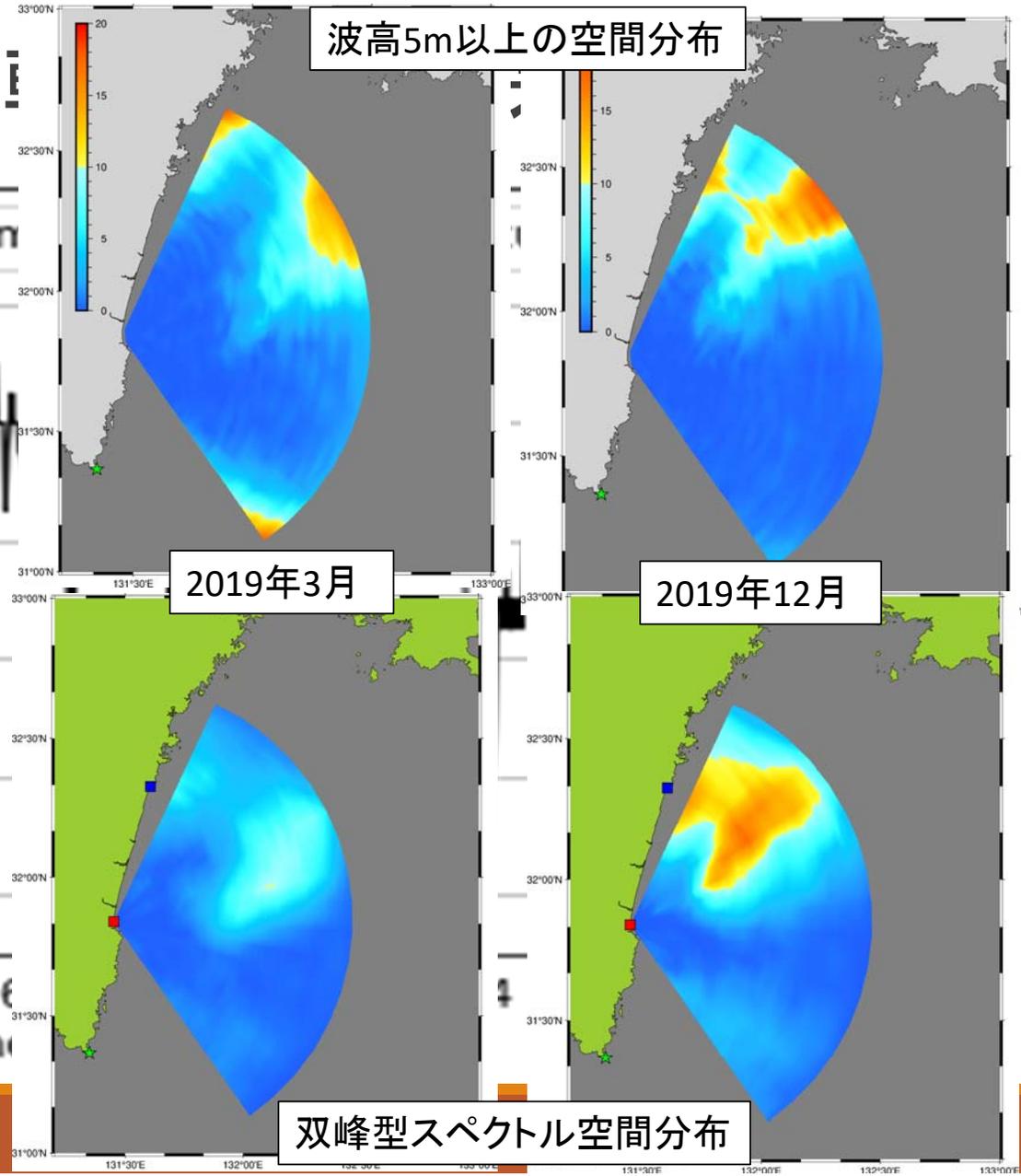
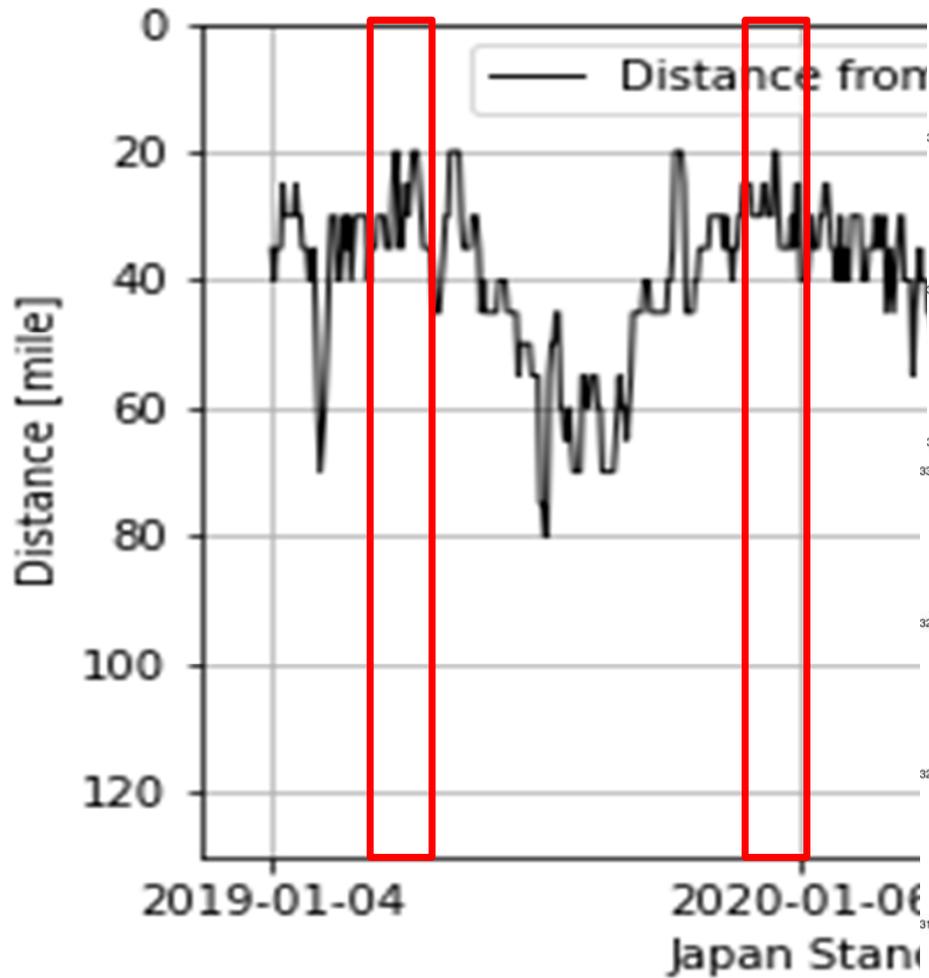
波高導出への影響



都井岬からの黒潮流

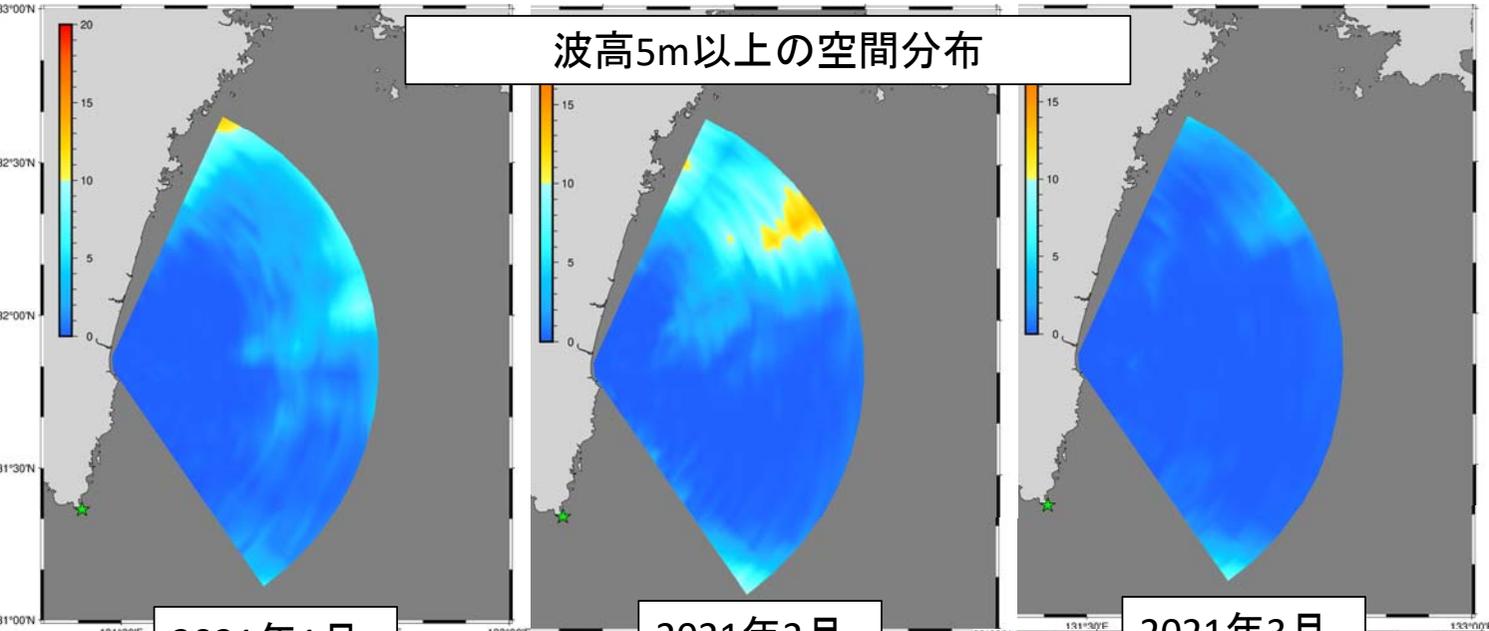
接岸
↑

離岸
↓



上保安庁)

波高5m以上の空間分布

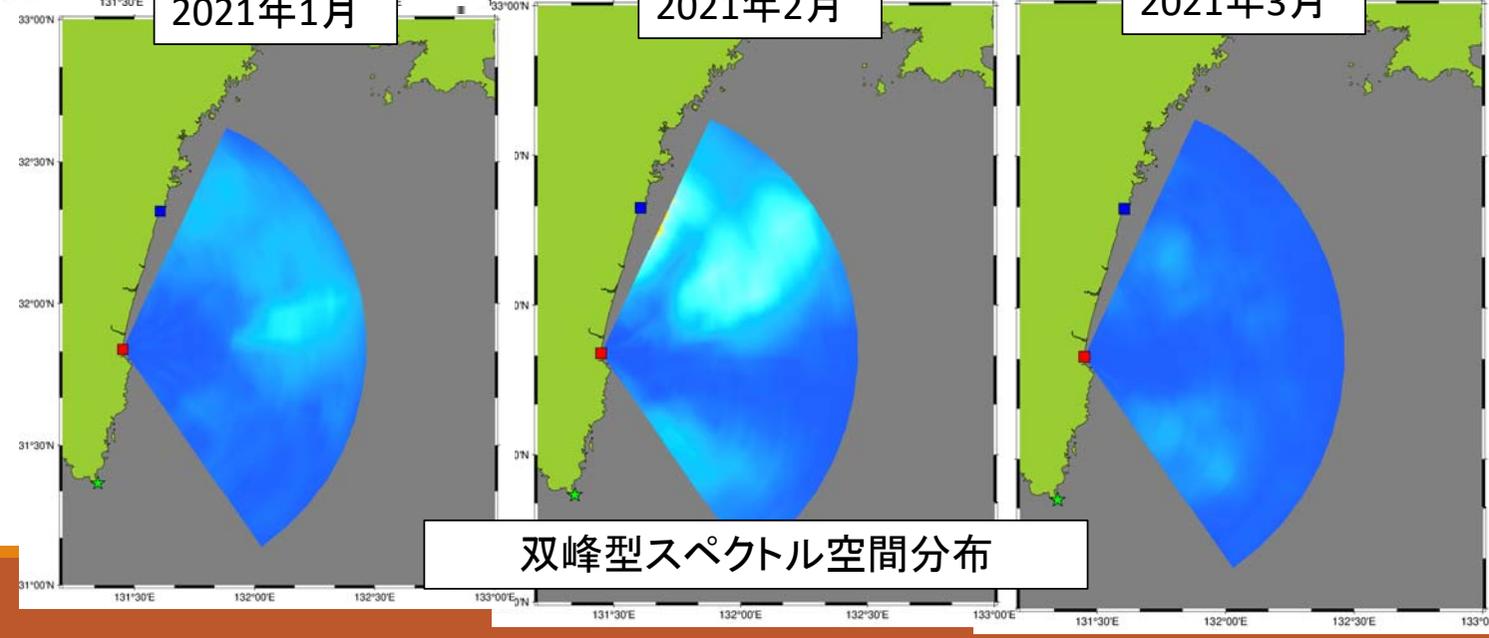


2021年1月

2021年2月

2021年3月

双峰型スペクトル空間分布



まとめおよび今後の課題

まとめ

- 2局の13.5MHz海洋レーダのどちらにおいても双峰型スペクトルが検出でき、月ごとの検出割合や空間分布に同様の変化が見られた。
- 宮崎県東部沖合の日向灘では北東向きに流れる黒潮フロントにおいて渦度が高くなり、渦度が高い空間と双峰型スペクトル発生空間が一致した。
- これらのことから、宮崎県に設置された 13.5MHz 海洋レーダで観測される双峰型スペクトルは主に黒潮フロントにおいて流速差が大きい空間が観測セル内に存在する時に発生すると考えられる。

課題

- 他の海洋観測データとの比較（風向風速など）
- 方向・距離・時間の連続性からより詳細な分解能での流速場

謝辞

本研究を進めるにあたり、海洋レーダ観測において多大な協力をして頂いている宮崎県水産試験場の山田和也様に厚く御礼申し上げます。

ご清聴ありがとうございました。



参考文献

・土木学会海岸工学委員会研究現況レビュー小委員会、“陸上設置型レーダによる沿岸海洋観測”、社団法人土木学会、2001

・ Akitsugu Nadai、“Model analysis of influence of wavecurrent interaction on current measurement of HF ocean surface radar for isolated eddy and upwelling”、Journal of Geophysical Research、Vol.111、C10012、doi:10.1029/2006JC003528、2006

・ “海洋速報&推測図 | 海上保安庁 海洋情報図”
https://www1.kaiho.mlit.go.jp/KANKYO/KAIYO/qboc/ku_rosio-num.html

(閲覧日：2022年4月1日)