

海洋レーダを用いた海況監視システムの開発と応用

# 海洋レーダによる海象観測と海洋監視の検討と 実験計画について

亀田 洋志 山田哲太郎 高橋 龍平 伊藤 聡宏 今津 智成※1  
片岡 智哉※2 藤井 智史※3

※1 三菱電機株式会社

※2 愛媛大学大学院理工学研究科

※3 琉球大学工学部

2022年11月29日



**三菱電機株式会社**

# 1. 実験の目的・概要

---

海洋レーダ多機能化を目的として、  
海象観測：潮流と波浪、風況の推定、  
海洋監視：洋上船舶等の検出追尾、  
に関する、レーダ信号処理/情報処理技術を開発中である。

その一方で、お客様視点の評価、に至っていない。

この課題軽減を目的に2021年12月より実施中である高知県室戸岬周辺における  
海洋レーダの計測実験の実施状況と今後の計画を報告する。

## 2. レーダサイト：行当局

無線局免許 9月28日取得、現在機材調整中



Google



送信  
アンテナ  
4本

6m  
4m

プレハブ

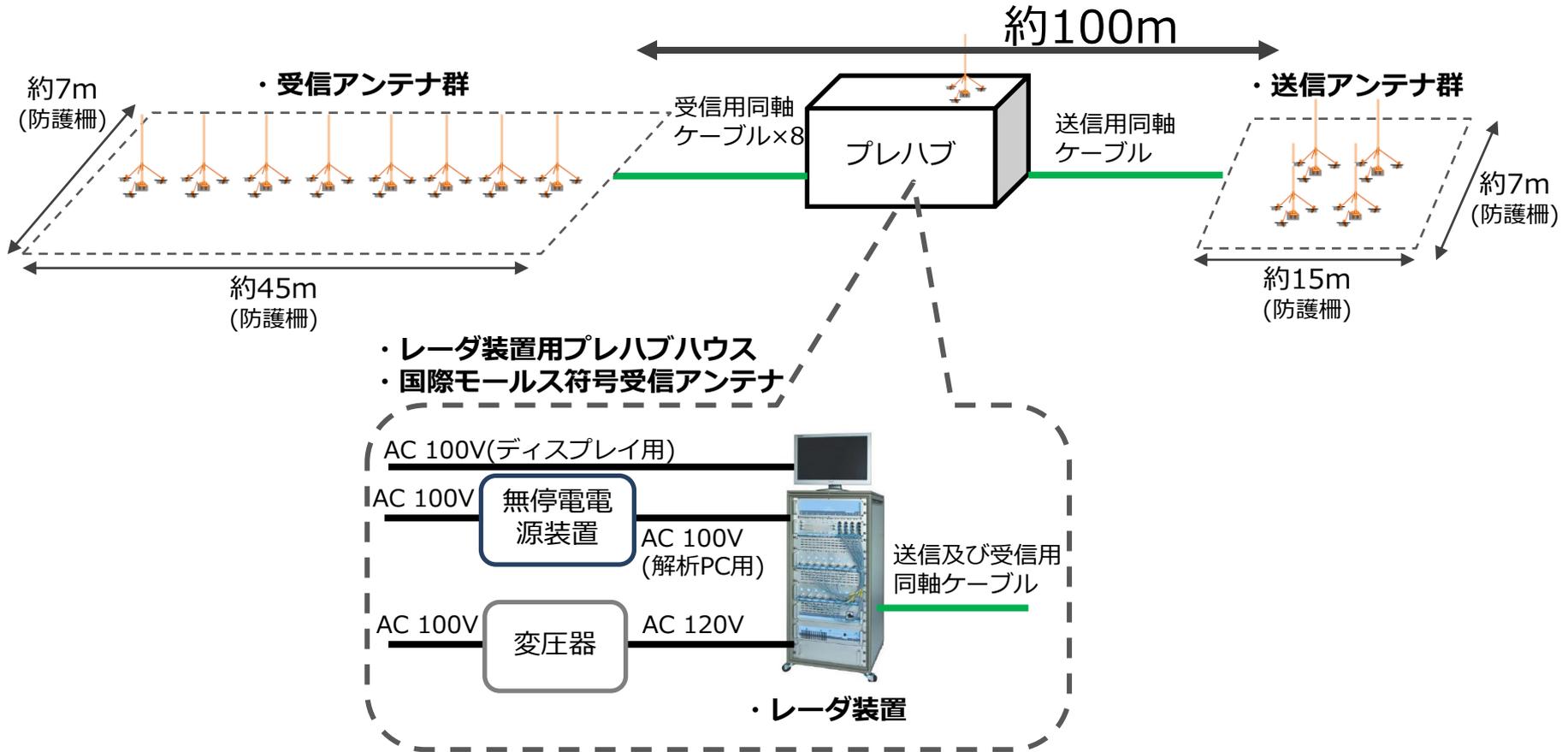
同軸ケーブル100m

同軸ケーブル

受信アンテナ8本

Google

## 2. レーダサイト：行当局海洋レーダの構成



### 3. 計測状況(行当局)

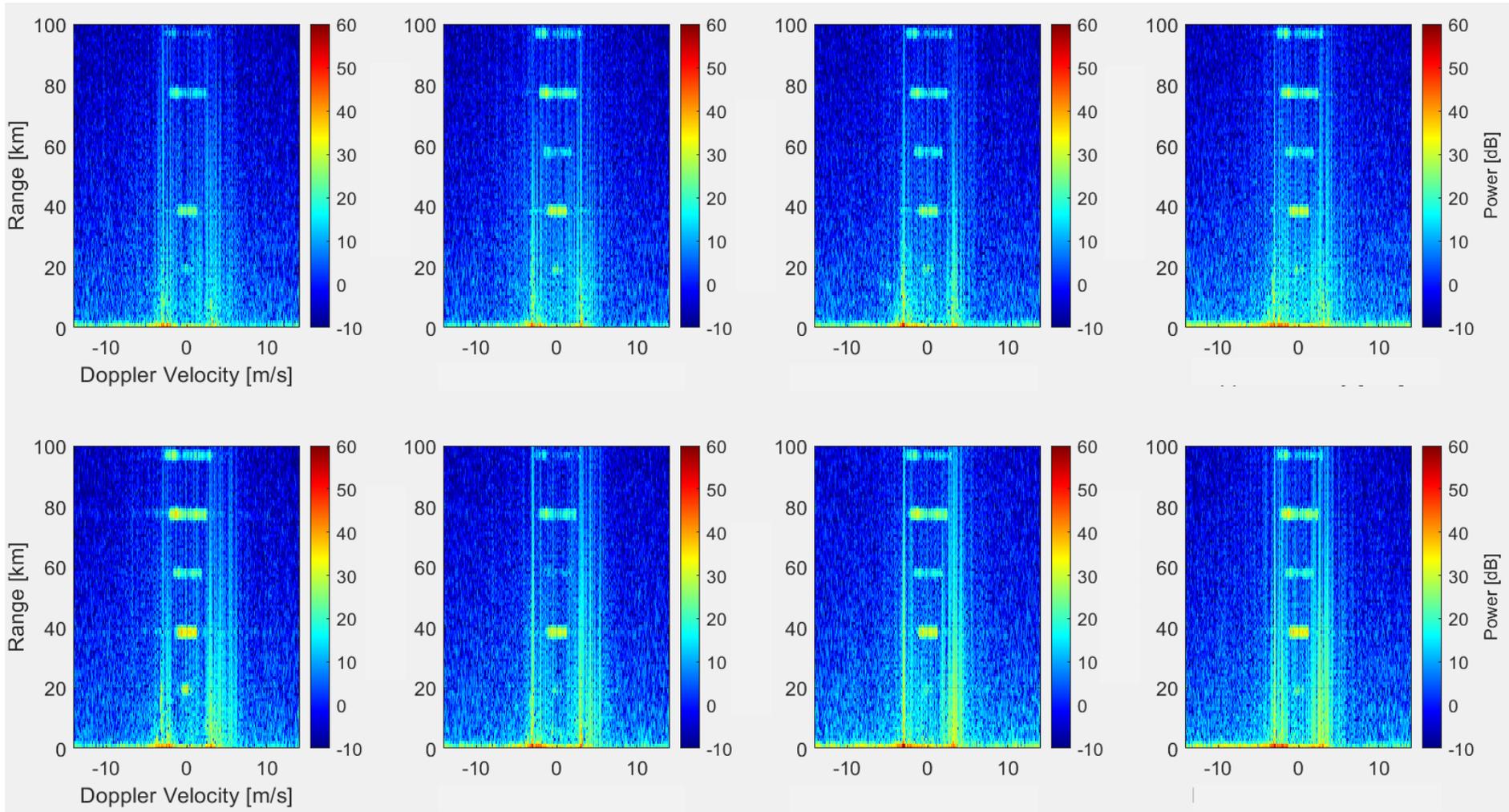
表 計測条件

番号	項目	設定値	備考
1	送信出力	80[W]	最大出力80[W]、調整中
2	変調方式	FM-CW	
3	送信周波数	24.515[MHz]	
4	送信帯域幅	100[kHz]	距離分解能1.5[km]
5	掃引時間	0.2166[s]	
6	掃引内サンプル数	1840	
7	掃引数	1024~4096	1観測 約3分42秒~ 14分57秒で調整中 データレート10分~20分

### 3. 計測状況(行当局) 受信信号スペクトルの分析

2022/11/02 18:10

受信ビーム別のレンジドップラマップ(受信信号スペクトル)



### 3. 計測状況(行当局) 受信信号スペクトルの分析

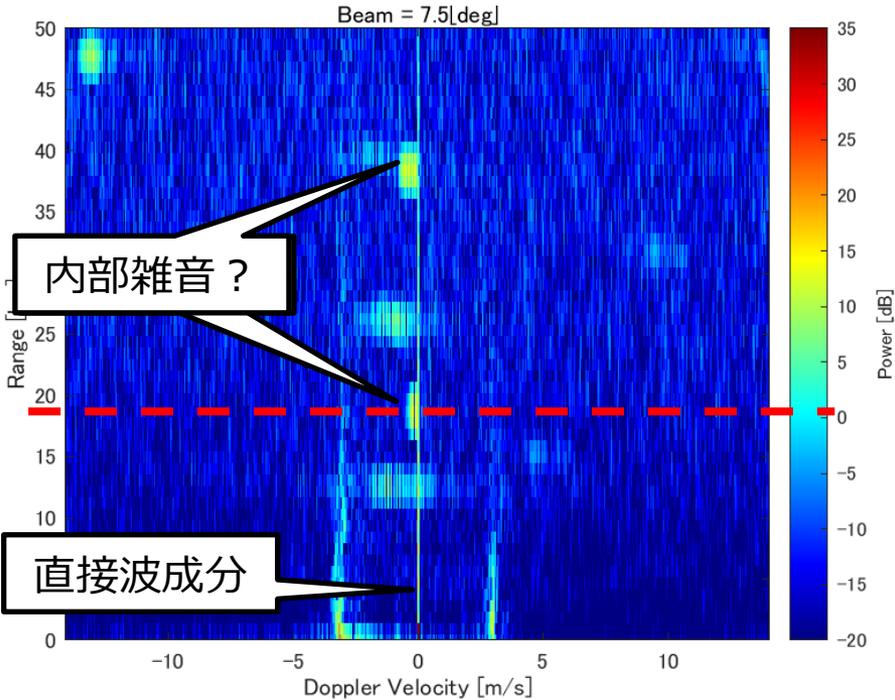


図 レンジドップラマップ

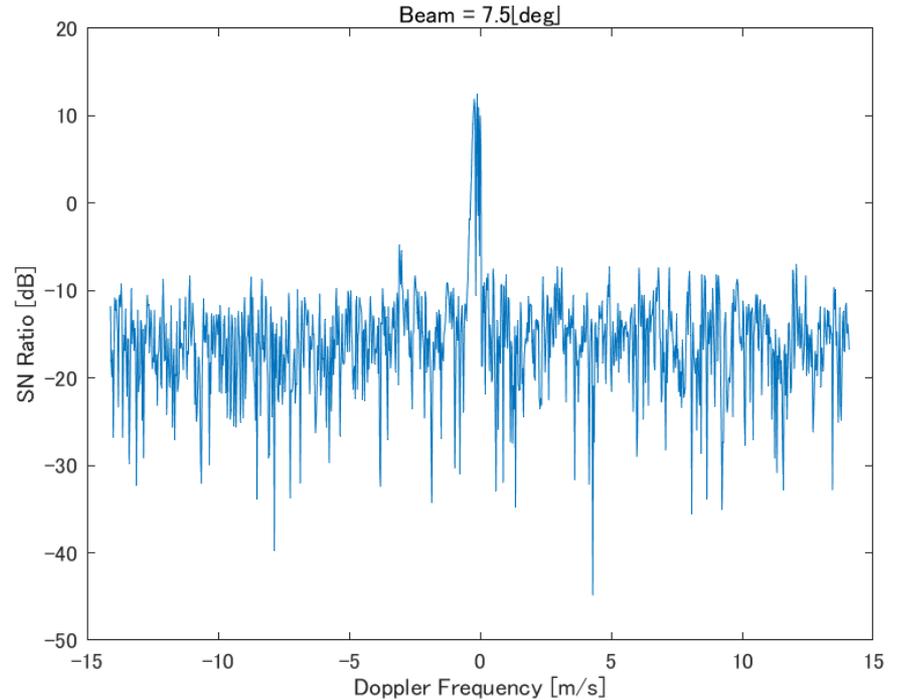


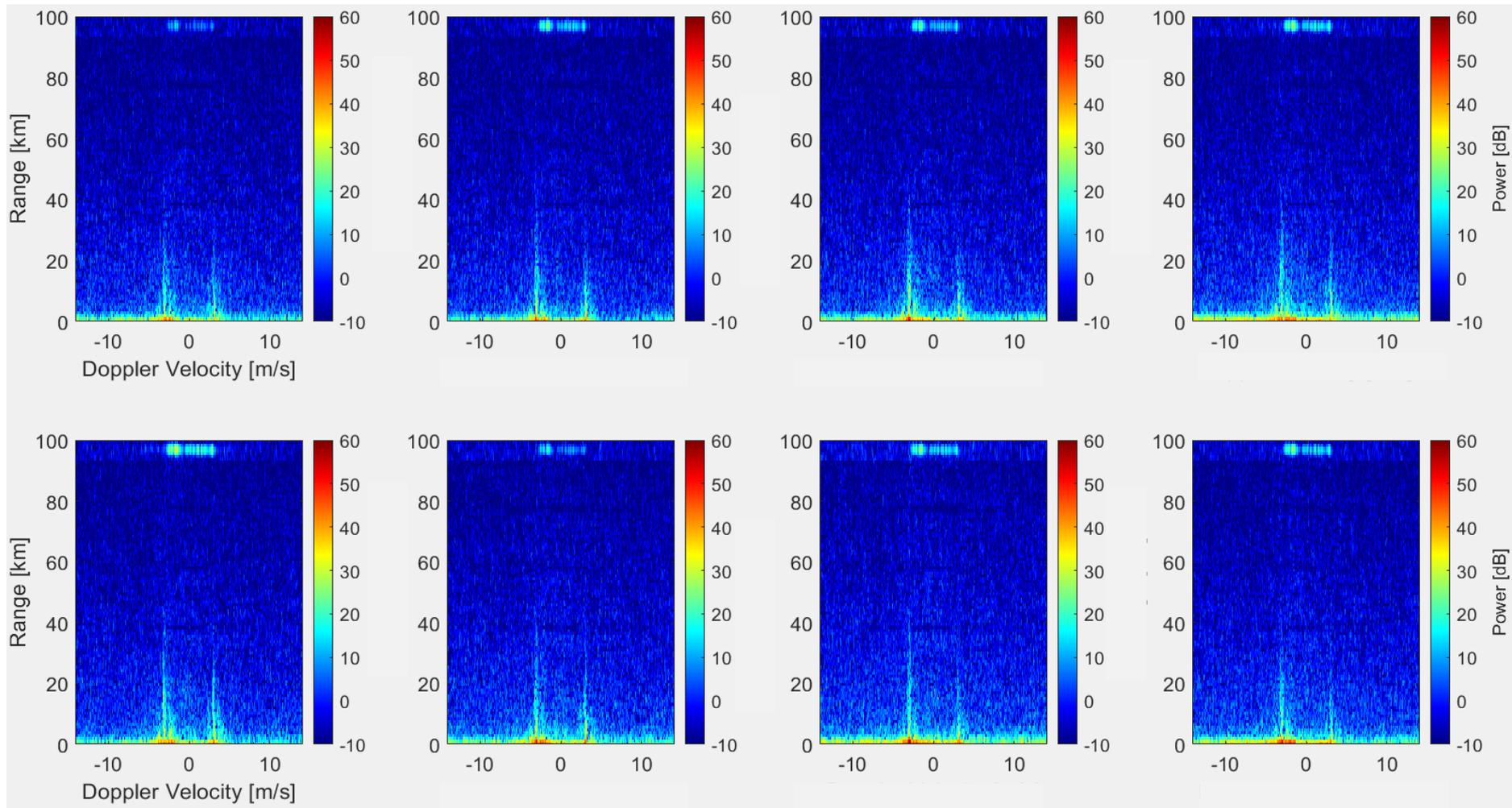
図 ドップラプロフィール

- ① 直接波・干渉波の影響を受ける  
⇒ 送信アンテナからの電波、方向依存性と発生周波数を考慮して抑圧
- ② 内部雑音(電源高調波?)が現れる  
⇒ 内部雑音発生距離の信号電力を考慮して抑圧

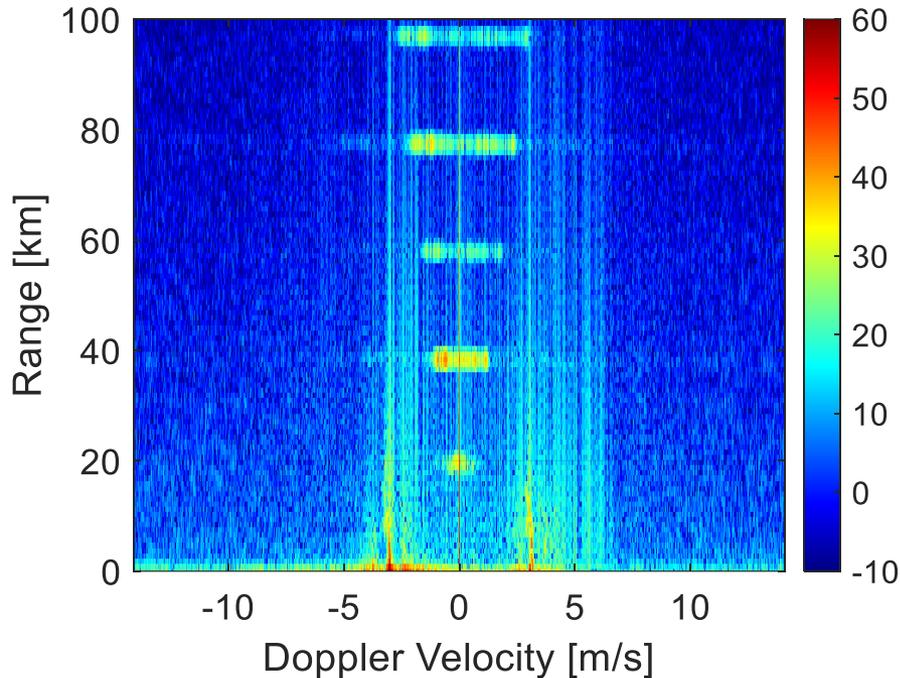
### 3. 計測状況(行当局) 受信信号スペクトルの課題①②に対する対策

2022/11/02 18:10

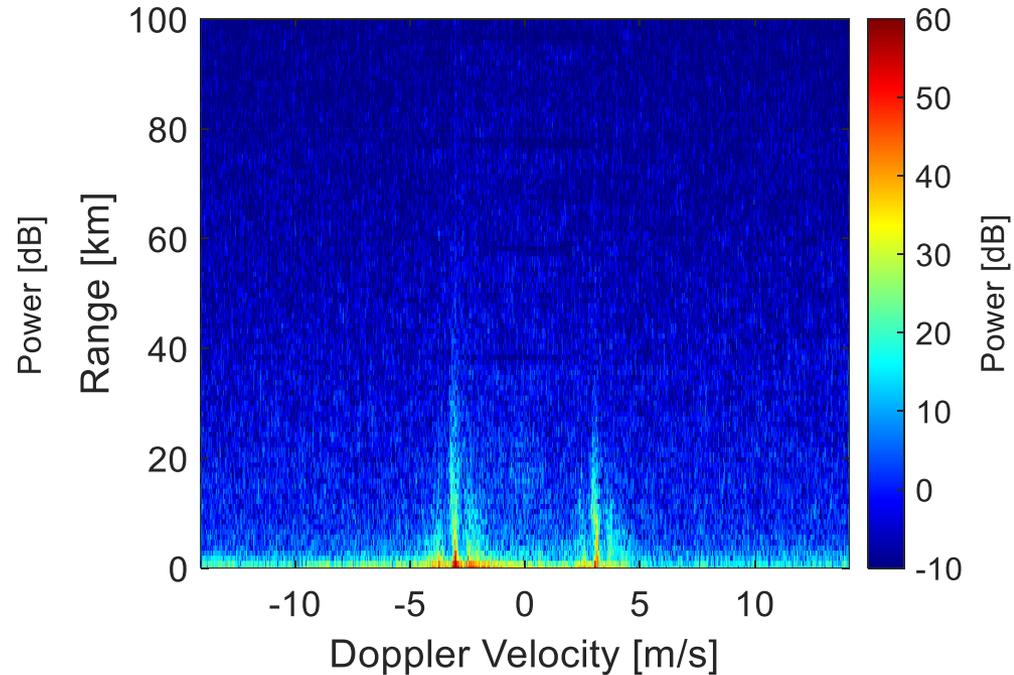
受信ビーム別のレンジドップラマップ(受信信号スペクトル)



### 3. 計測状況(行当局) 受信信号スペクトルの分析



抑圧処理適用前



抑圧処理適用後

レンジドップラ応答に不要波抑圧処理を適用し、その除去を確認。目視であるがBragg散乱エコーへの影響は軽微に見える（引き続き、定量評価を予定）

### 3. 計測状況(行当局) 海象観測の状況、微弱な一次散乱抽出

ブラッグ一次散乱の発生周波数の変動は距離との相関があることに着目し、近距離から遠距離に至るブラッグ一次散乱の中心周波数を探索追尾し、遠距離域でのブラッグ一次散乱を抽出する。遠距離方向への探索追尾中に相関ゲートを設定し、雑音対象は棄却する。抽出結果を海象計算に使用する。

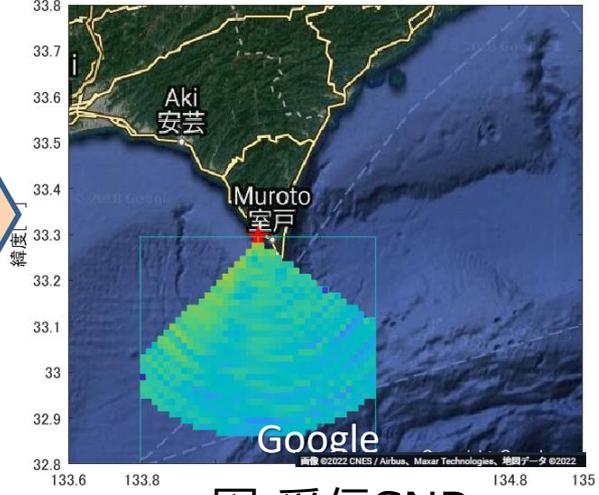
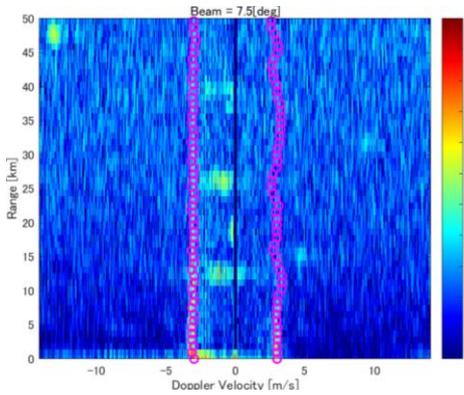


図 受信SNR

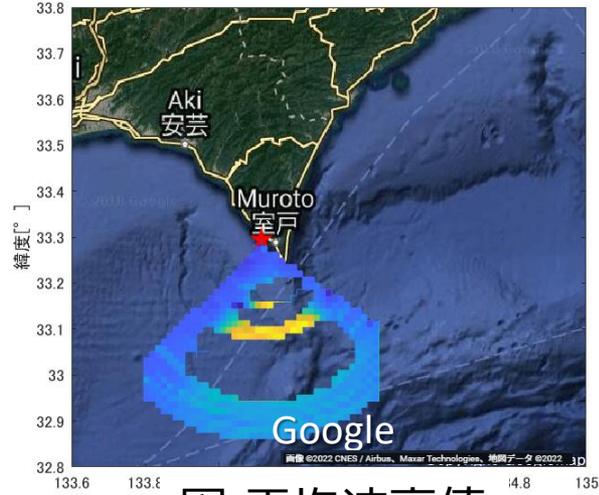


図 平均波高値

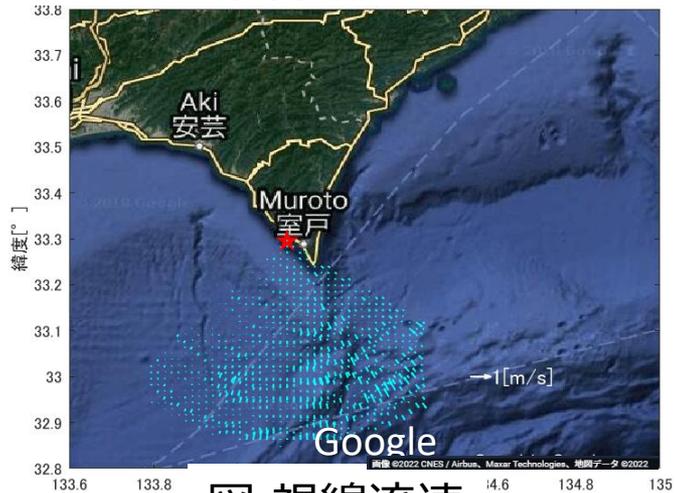


図 視線流速

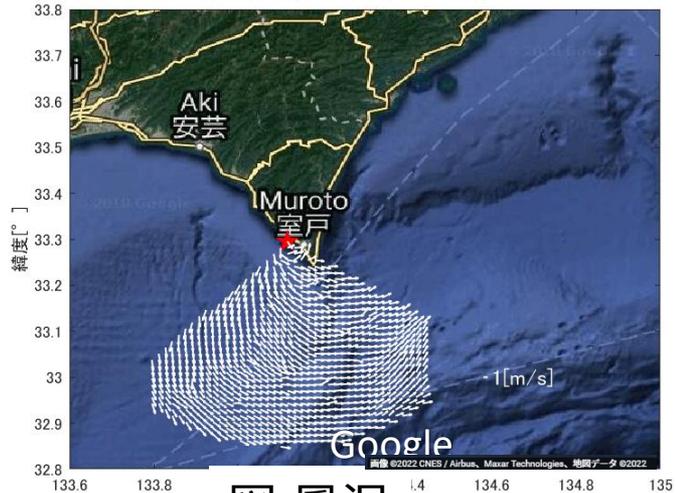
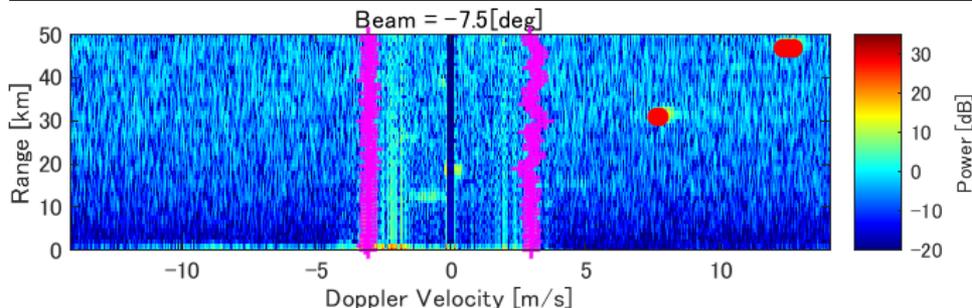


図 風況

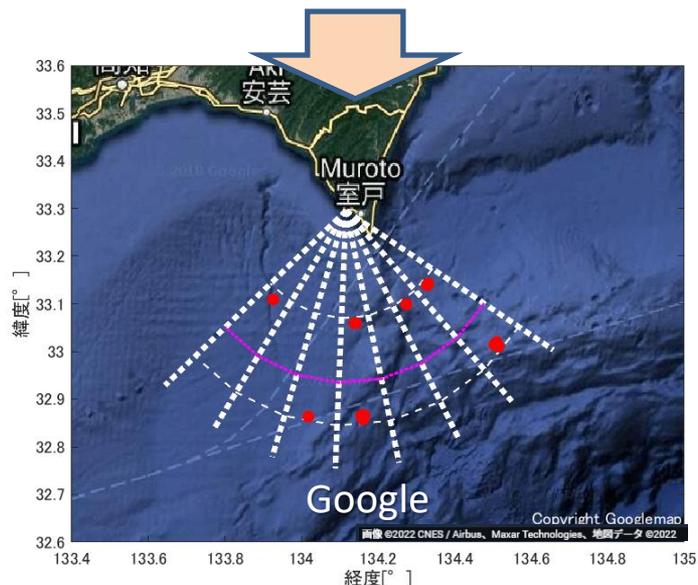
### 3. 計測状況(行当局) 船舶等海洋監視の状況、孤立点の抽出と追尾

- ① フレーム内追尾で抽出した一次散乱以外で一定電力以上の分解能セルを抽出、目標候補とする
  - ② 次フレームにおいて①と同様な抽出処理を行い、①で得た目標候補との時間的な繋がり(相関)を取る
  - ③ ②の相関が一定フレーム継続した場合に船舶として航跡確立、受信ビーム間で確立した航跡の統合を行う
- ①における多重検出、②における数10分での超低データレートでの相関が課題⇒GLMBFを適用する**

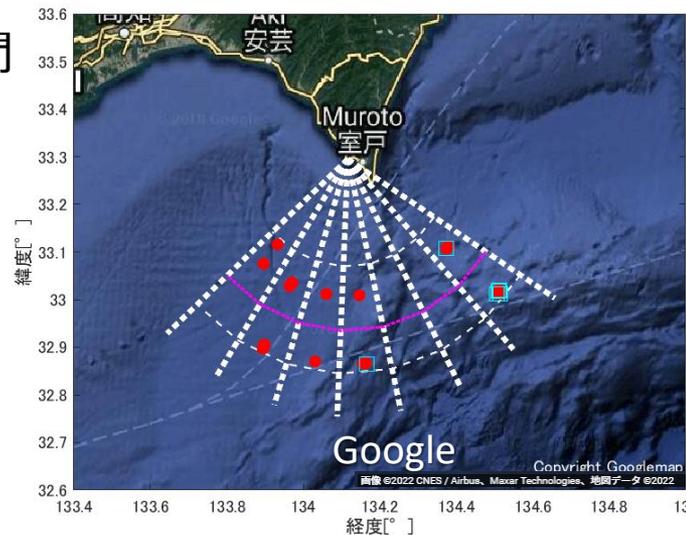
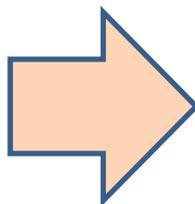
GLMBF: Generalized Labeled Multi-Bernoulli Filter



#### ①各受信ビームにおける目標候補抽出結果



約 1 時間  
10 分後



#### ② 目標候補抽出結果の時間繋がり(相関)を考慮

#### ③ 相関の取れた本航跡(水色)を確立

## 4. むすび

・海洋レーダ多機能化による潮流及び波浪推定、洋上船舶の検知追尾等、海洋レーダの関連アルゴリズムの評価とお客様視点での価値評価を目的に室戸岬周辺にレーダ3局(高岡、佐喜浜、行当岬)を設置

-高岡、佐喜浜局(21年12月より計測開始)

-行当局 9月末に無線局開局(実験試験局24年3月まで)、現在調整中

-引き続き4局目バイスタ実験局の準備を進める計画(22年度中に設置)

・受信信号スペクトルの改善

①直接波、干渉波、内部雑音の抑圧

②一次散乱追尾方式による遠距離域での微弱信号の抽出処理

海象観測、海象監視への適用検討(今後リファレンスとの比較による改善行う)

・今後に向けて

(1)高岡局、佐喜浜局：データ取得の継続、解析データの利用方法検討

(2)行当局：フルパワー送信の追求、取得データによるアルゴリズム評価

(3)バイスタ局：設置準備