

柏崎刈羽原子力発電所に設置した単一の海洋レーダーによる 令和6年能登半島地震の観測津波流速ならびにデータ同化について

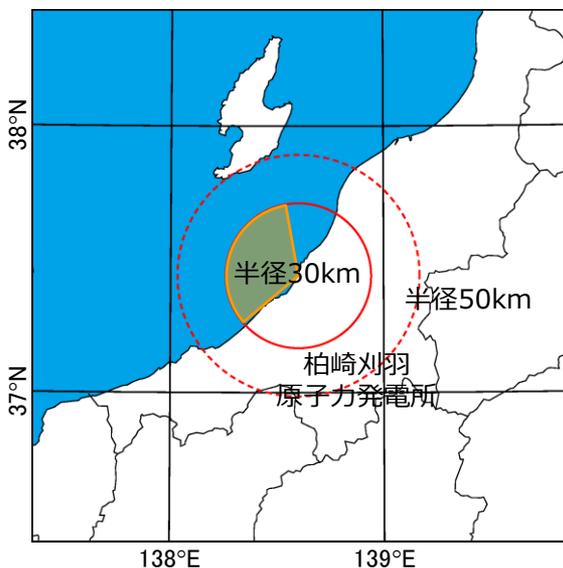


- * 三好 大地（東京電力ホールディングス株式会社）
- 金戸 俊道（東京電力ホールディングス株式会社）
- 木村 達人（東電設計株式会社）

2024年12月2日

単一の海洋レーダを用いた当社の津波予測

- 福島第一事故時に津波監視手段がなかった反省を踏まえ、柏崎刈羽原子力発電所では、海洋レーダを設置し津波を監視（以降、津波監視レーダ）。
- 既往研究にて、単一のレーダで得られる視線方向流速のみより沿岸での津波水位波形を予測する方法を開発。2024年1月末に柏崎刈羽原子力発電所へ実装、現在試験的に運用中。

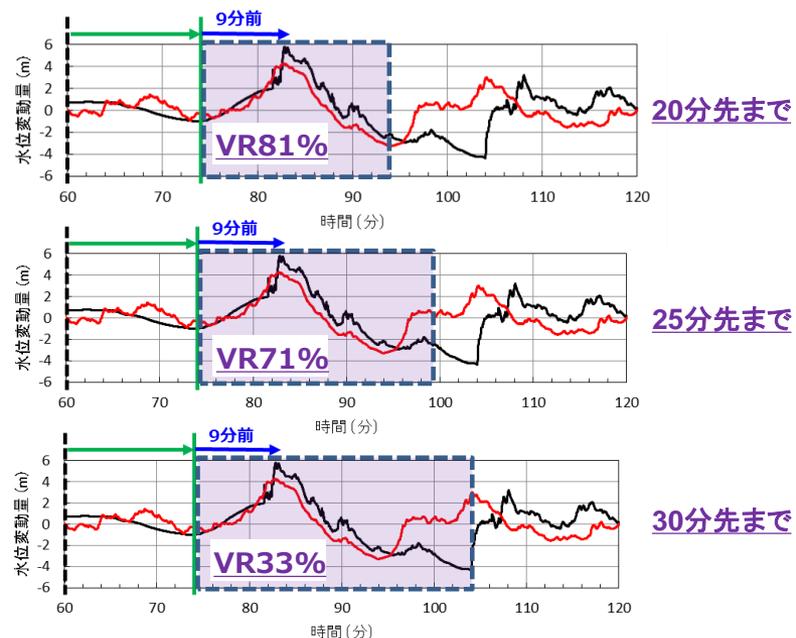


レーダ監視範囲（イメージ）

レーダ諸元

送信周波数	24.5MHz
観測距離	30km以上
観測方位	120°以上
距離分解能	1.5km以下
角度分解能	18°以下（正面）
速度分解能	0.1m/s以下
更新間隔	約1分

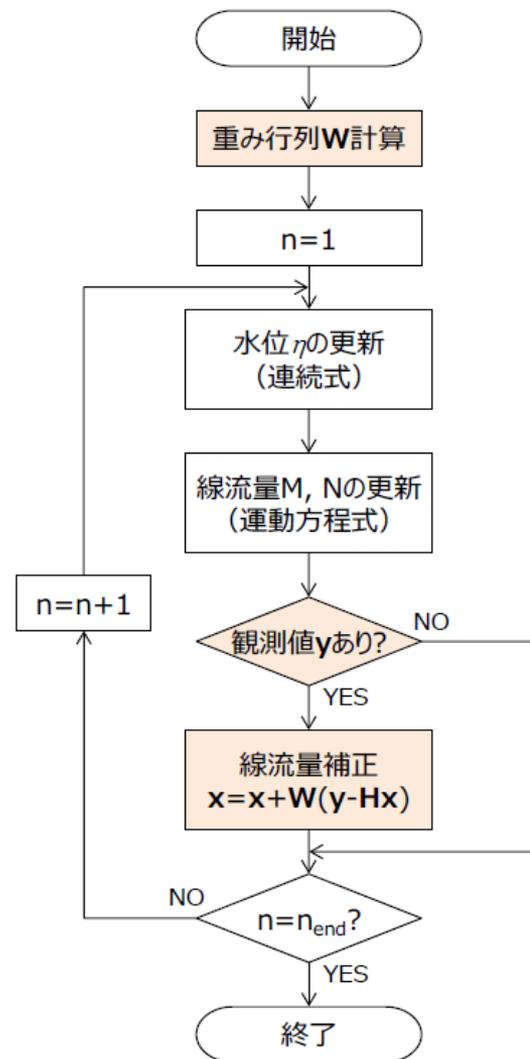
— 波源配置 — データ同化



データ同化による津波予測精度の検証

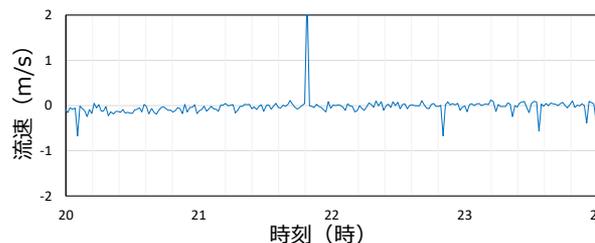
2. 手法

2.1 データ同化型津波予測の解析フロー

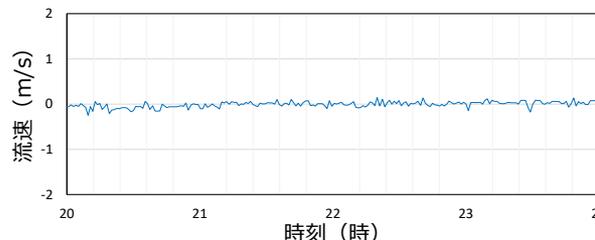


流速を用いたデータ同化津波解析フロー

■ 流速観測値



■ ノイズ処理後の流速



各フィルタによるノイズの除去

■ ハンペルフィルタ

- $Y \geq 3 \times 1.4826 \times MAD$ であれば外れ値とみなし、MEDと入れ替える。

※3σ法の平均値と標準偏差を、それぞれ中央値と中央全体偏差に置き換えており、よりロバストな検出が可能。

■ 空間平均フィルタ

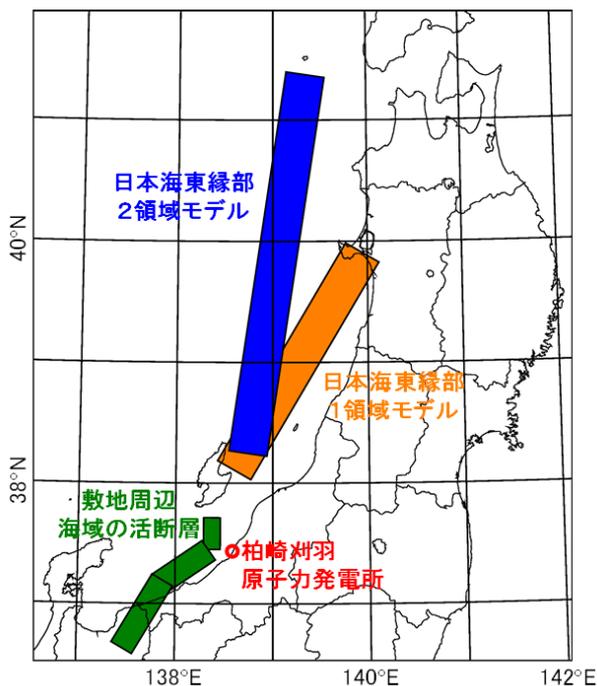
- 前時刻との流速差に閾値を定め異常値判定。閾値は $\pm 0.1 \text{ m/s}$ に設定。

- 津波監視レーダより流速観測結果を取得し津波計算を実施。
- 1分毎に最新の観測結果を取得し、その都度津波計算を実施することで、予測結果を更新する。
- ハンペルフィルタ・空間平均フィルタを用いることで、スパイクノイズ等による影響を取り除いている。

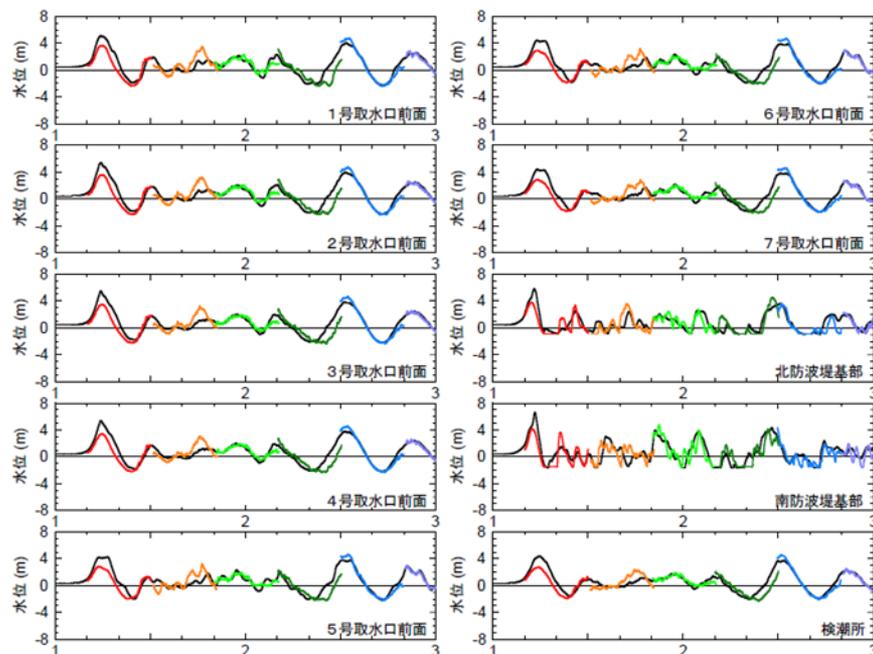
2. 手法

2.2 津波予測精度の検証

- 柏崎刈羽原子力発電所で想定する津波波源のうち、海域の活断層上昇側最大ケースを対象。
- 上記波源による津波波形と、仮想津波観測値（平時の観測流速+想定津波流速）を用いた津波予測結果を比較。
- 約20分毎の津波予測結果に対し、概ね想定波形と同様の結果となっている。



柏崎刈羽原子力発電所で
想定する波源配置



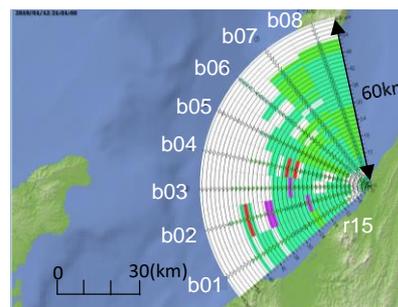
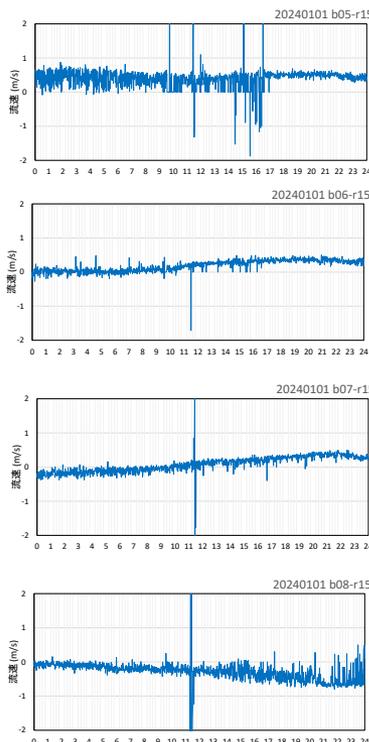
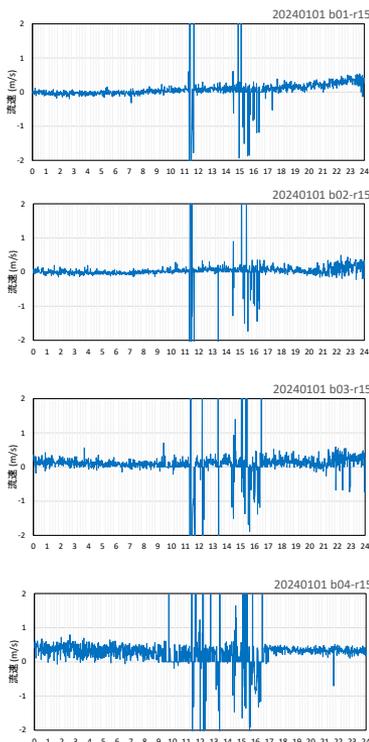
津波予測精度検証結果（敷地周辺海域の活断層）



3. 令和6年能登半島地震の観測津波流速

3.1 検潮場記録と発電所におけるレーダ観測津波流速

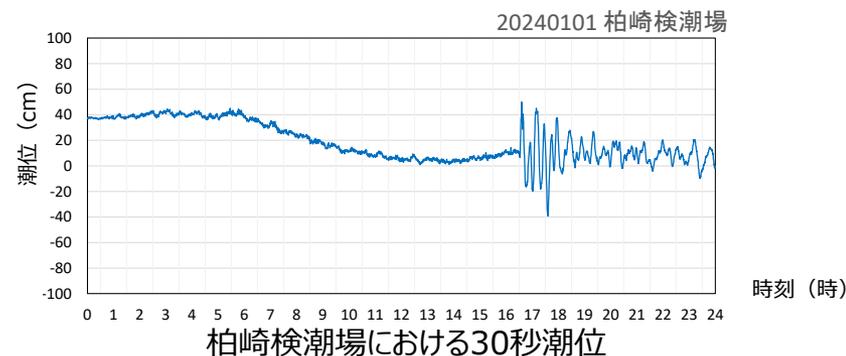
- 令和6年1月1日16時10分に石川県能登地方を震源とするM7.6の地震が発生。
- 柏崎検潮場（柏崎市鮫島）では16時36分に約0.4mの津波を観測。
- レーダによる流速観測値のうちビーム01～05方向は、17時頃まで原因不明のノイズが載っており、観測結果から明確に津波の影響を判別することは出来なかった。
- ビーム06～08はノイズの影響はほとんどないものの、同様に観測結果から明確に津波の影響を判別することはできなかった。



ビーム方向・距離



検潮場と発電所の位置関係

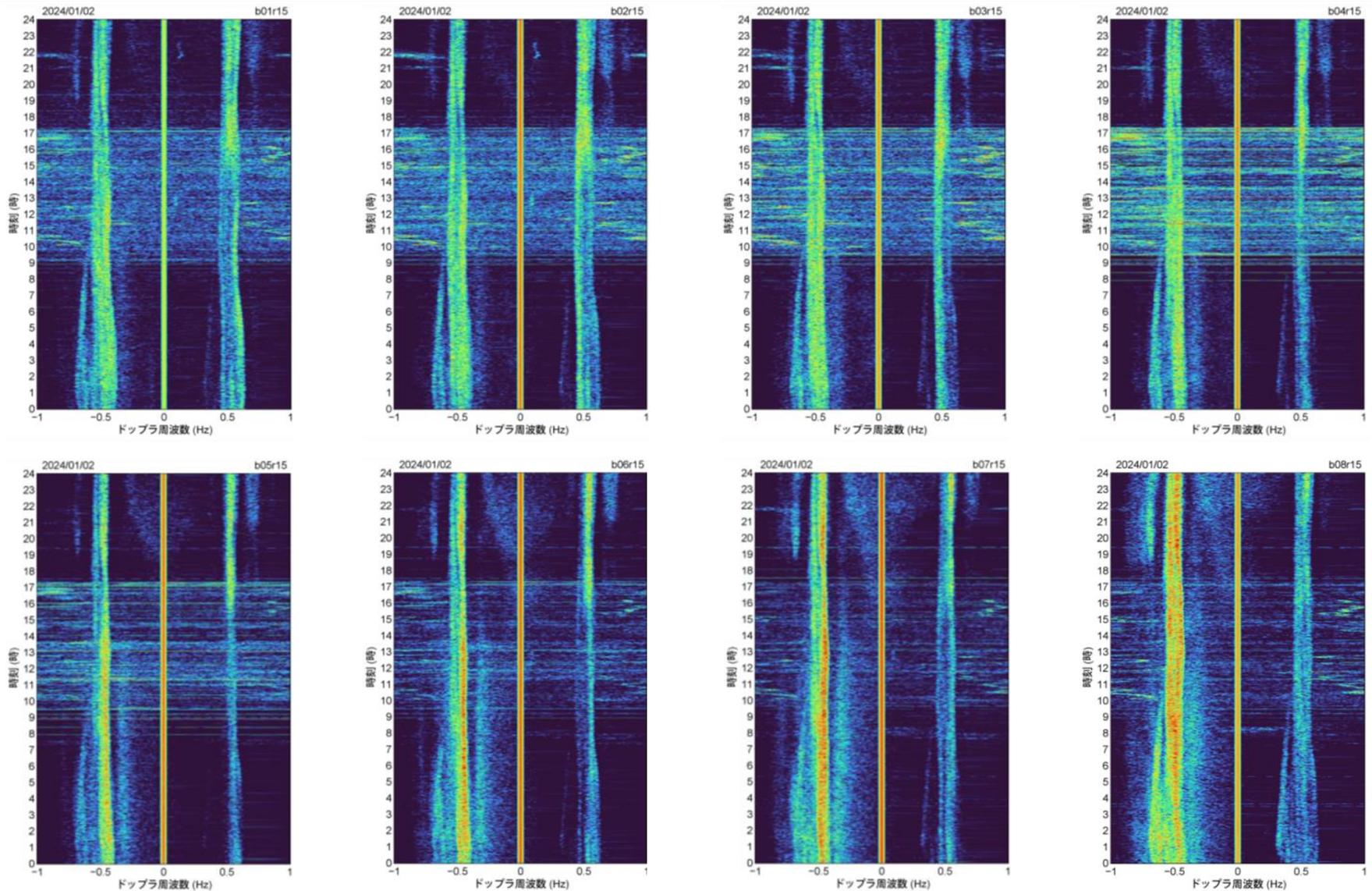


津波監視レーダによる流速観測値（2024年1月1日）

出典:国土交通省国土地理院 測地観測センター 2024年1月1日 柏崎検潮場 30秒潮位データ

3. 令和6年能登半島地震の観測津波流速

3.2 レーダ観測値にみられるノイズについて

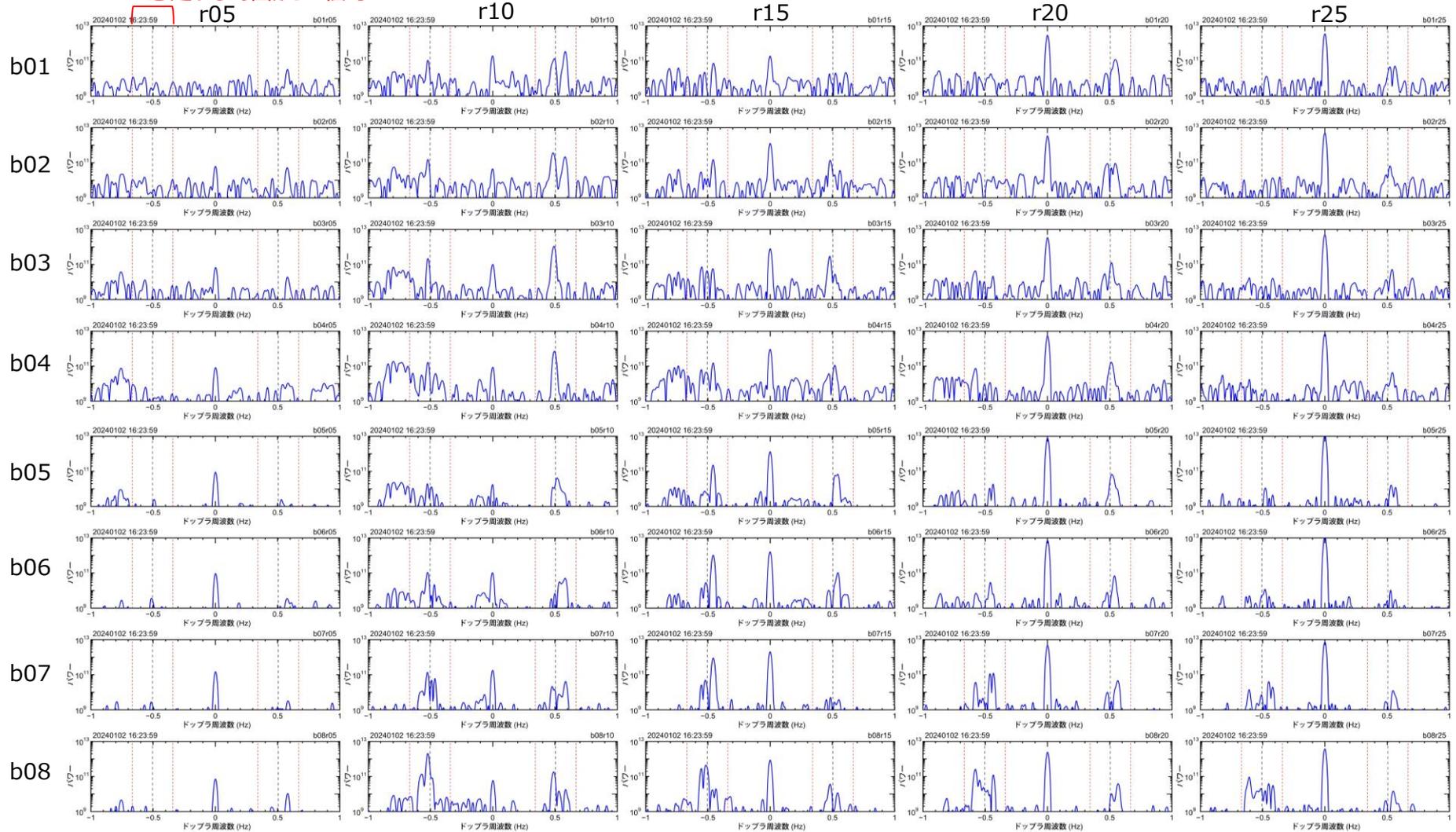


※干渉波が強い1月2日の例

3. 令和6年能登半島地震の観測津波流速

3.2 レーダ観測値にみられるノイズについて

想定する海面からの信号



■ レーダによる観測結果について

- ビーム01～05方向は、17時頃まで原因不明のノイズが載っており、観測結果から明確に津波の影響を判別することは出来なかった。
- ビーム06～08はノイズの影響はほとんどないものの、同様に観測結果から明確に津波の影響を判別することはできなかった。

【ご相談事項】

- 干渉波影響によるノイズの抑制について