

浜岡原子力発電所海洋レーダの観測性能評価に関する検討

中部電力(株) 正会員 ○横洲 弘武
 中部電力(株) 正会員 田中 良仁
 国際航業(株) 非会員 渡邊 紗代

1. はじめに

浜岡原子力発電所では、前面海域の津波監視を強化するため、津波監視用の海洋レーダを設置している。海洋レーダで観測できる流速データはノイズ等によるバラつきを含んでおり、その信頼性を評価したうえで津波の予測に用いる必要がある。そこで本研究では、流速のバラつきを検証し、浜岡原子力発電所レーダにおいて信頼性の高い流速を得るための最適な計算手法について、仮想津波観測実験手法を用いた検討を実施した。

2. 仮想津波観測実験による津波流速精度の検証

(1) 仮想津波データの作成

海洋レーダの観測範囲(図-1)において、観測測線 No. 3, 5, 7 を検討対象とした。また、地震は南海トラフ地震の内閣府ケース 1 を対象とした。

仮想津波データは、これまで収集した海洋レーダ観測記録(2015 年 10 月 15 日～11 月 20 日)のうち、代表的な風速の場合(通常風況時)および観測ノイズの大きい場合の 2 ケースを対象とし、それぞれ 2015 年 11 月 8 日、2015 年 11 月 5 日を選定した。具体的には、代表的な風速の場合(11/8 6:00～6:59)および観測ノイズの大きい場合から SN 比の大きい期間(11/5 6:00～6:59)と SN 比の小さい期間(11/5 14:00～14:59)の計 3 ケースを検討対象とした。なお、データ出力ピッチは 60 秒および 30 秒の 2 ケースとした。

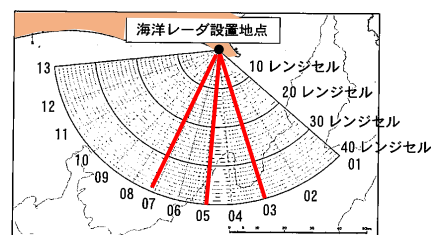


図-1 海洋レーダ観測範囲および対象測線

(2) 仮想津波観測実験による津波解析

予測潮流を考慮できる Ogata et al. (2018) の手法を用いて背景流を分離し、津波成分を抽出した。流速計算では、出力ピッチおよび FFT の時間が計算に影響すると考えられるため、出力ピッチを 60 秒および 30 秒の 2 パターン、FFT を 1 分および 2 分の 2 パターンとして、仮想津波観測実験を行い検討した。

検討の結果、15 レンジにおける視線方向流速は図-2 となった。上から順に測線番号 No. 3, 5, 7 である。測線番号 No. 7 は他 2 測線に比べ視線方向流速が捉えにくいことがわかる。出力ピッチは、60 秒出力より 30 秒出力が短時間で鋭いピークを捉えることが確認できた。60 秒出力では僅かに位相のズレがみられるが、その他明確な違いは確認できなかった。

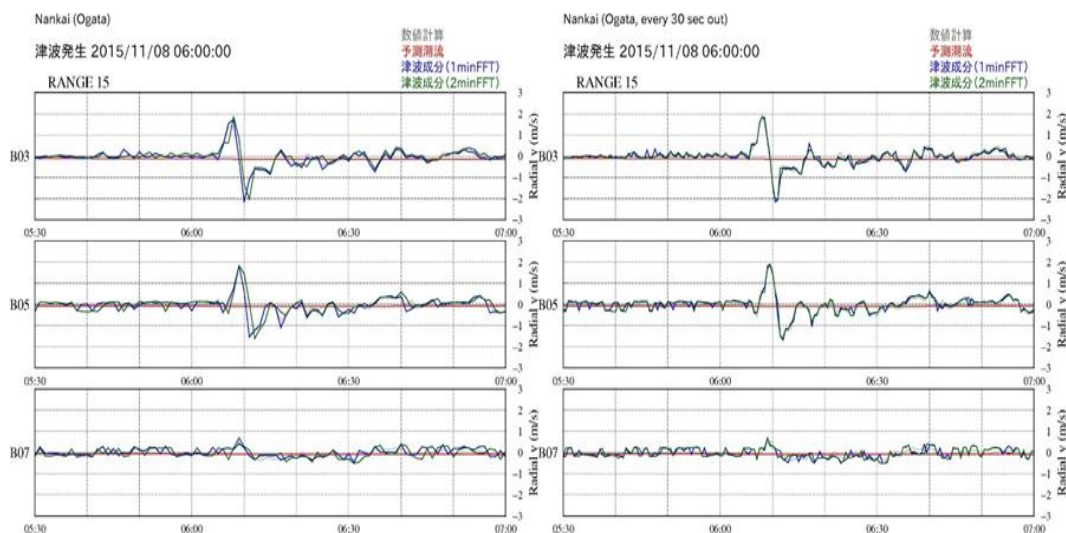


図-2 1分FFTおよび2分FFTによる視線方向流速(左: 60秒出力、右: 30秒出力)

キーワード 海洋レーダ、仮想津波観測実験、津波予測、ドップラスペクトル

連絡先 〒437-1695 静岡県御前崎市佐倉 5561 中部電力(株)原子力安全技術研究所 TEL0537-85-2353

続いて、津波成分の推定精度を VR (Variance Reduction) で確認した。VR は 2 つの時系列の一致度を示す指標で、次式で表される。

$$VR(\%) = \left\{ 1 - \left(\frac{\sum_{j=1}^N (v_j - \tilde{v}_j)^2}{\sum_{j=1}^N v_j^2} \right) \right\} \times 100 \quad \text{式 1}$$

ここに、 N : データ数 v_j : 模擬津波流速

$\tilde{v}_j$: 仮想津波観測実験流速

VR の計算結果を図-3 に示す。

いずれのパターンも測線番号 No. 3, 5 は 26 レンジ付近まで VR80%以上の高い一致度を示したが、測線番号 No. 7 は相対的に低かった。

次に、津波第一波ピークの観測精度を検証するため、抽出した津波成分と数値解析結果について、ピークの時間差 (lag) および最大流速差 (Vdiff) を調べた。測線番号 No. 3 における 30 秒出力時の結果を図-4 に示す。6~40 レンジの時間差は、1 分 FFT は平均 0.37min、標準偏差 4.0min、2 分 FFT は平均 0.81min、標準偏差 3.6min となった。最大流量差は、1 分 FFT で平均 0.21m/s、標準偏差 0.57m/s、2 分 FFT で平均 0.12m/s、標準偏差 0.48m/s となり、後者の方が若干ばらつきが小さかった。さらに、ここでは示さないが VR 値の高い 06~26 レンジを対象に計算とすると、2 分 FFT で平均 0.011m/s、標準偏差 0.01m/s と大幅に観測精度が向上することが確認できた。

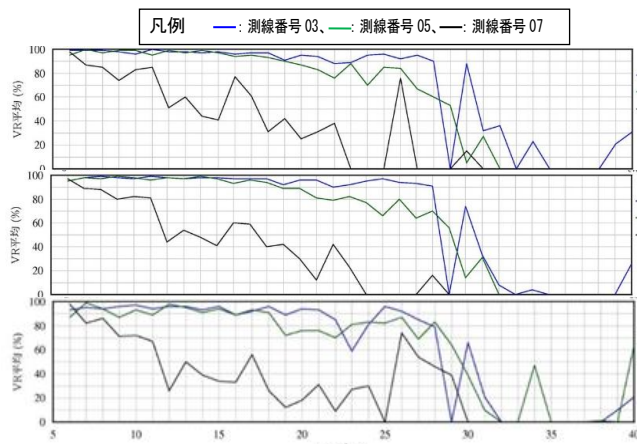


図-3 VR の比較 (上 : 60 秒出力 1 分 FFT、中 : 30 秒出力 1 分 FFT、下 : 30 秒出力 2 分 FFT)

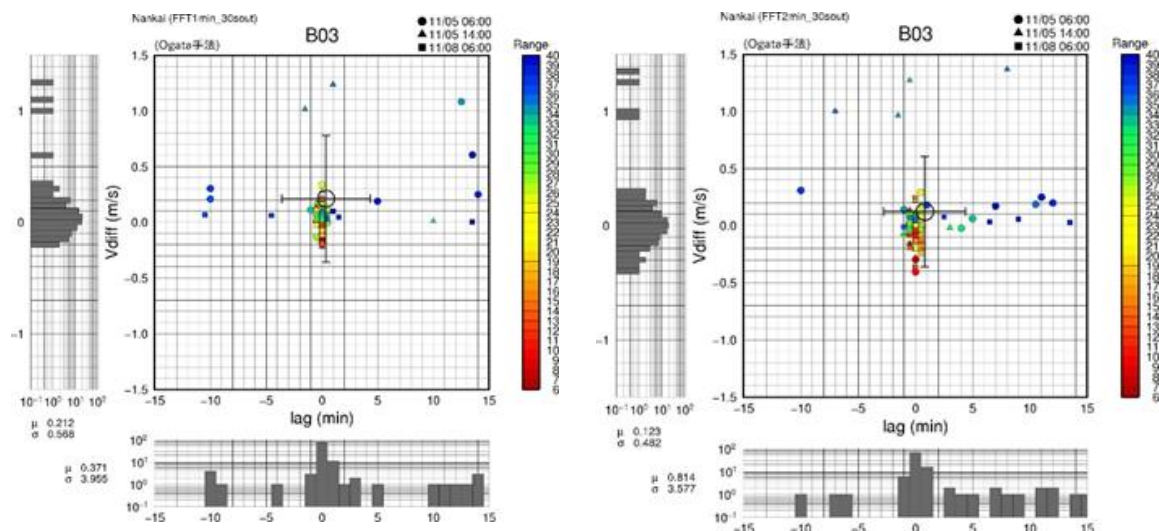


図-4 第一波の時間差と最大流量差 (左 : 1 分 FFT、右 : 2 分 FFT) ※測線番号 No. 3、30 秒出力の場合

1 分 FFT と 2 分 FFT の SN 比を図-5 に示す。1 分 FFT は SN 比 10 以下が点在しているのに対し、2 分 FFT は SN 比 10 以下がなく、全般的に SN 比が高いことが確認できた。海洋レーダは観測特性上、SN 比が一定以下では流速の計測が困難となる。この結果は、SN 比に関しては 2 分 FFT の方が津波成分の抽出に有効であることを示している。

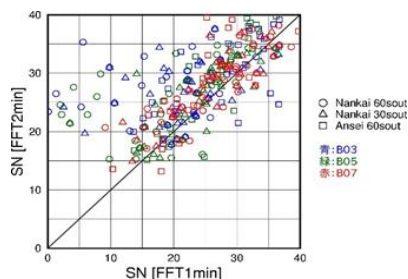


図-5 SN 比の比較

3. まとめ

浜岡原子力発電所海洋レーダの最適な流速計算手法について検討した結果、①レーダ観測時間 : 2 分、②データ出力ピッチ : 30 秒とした場合、最も観測精度が良いことを確認した。また流速のバラつきは、数値計算結果に対し、VR 値の高い 06~26 レンジまでを観測対象とすると、最大流速差が平均 0.011m/s、標準偏差 0.01m/s となり、観測精度が高いことが確認できた。