

高分解能沿岸海洋レーダの実用化へ向けて —流速測定精度の検証とデータ同化モデルの開発—

背景

臨海発電所前面海域の環境アセスメント、および温排水や海域流動のモニタリング効率化を目指して、広域の表層流速分布を長期連続観測できる高分解能沿岸海洋レーダ（以後、DBF 海洋レーダ*1）を開発した。DBF 海洋レーダは、1回の観測に要する時間が15分程度と従来の海洋レーダに比べて1/4に短縮化されており、これまでに伊勢湾での現地観測を通じ、時間的・空間的分解能は国内で最高の性能を有することを確認している。ただし、本レーダを環境調査などの実業務へ適用するためには、流動特性の違う海域での精度検証を重ねていくことが重要である。また、取得した表層の観測データから3次元流動分布を推定できれば、水質予測や海洋浮遊ゴミの集積予測など本装置の活用用途を広げることができる。

目的

明石海峡域における現地観測を実施して、潮汐による流れが極めて速い海域でのDBF 海洋レーダの測定精度を検証する。また、DBF 海洋レーダの連続観測データを効果的に活用して3次元流動場を推定するデータ同化モデルを開発する。

主な成果

1. DBF 海洋レーダの流速測定精度

日本沿岸の中では非常に流れが速い海域として知られる明石海峡において、2003年1月～2月に現地観測を実施し、計21測点にて取得した流速計による観測結果との比較から、以下の成果が得られた。

- (1) レーダのビーム方向に関して両者の流速成分を比較した結果、データ総数91に対して相関係数約0.97と非常に良い対応を示した（図1）。これより、15分という短時間観測が可能なDBF 海洋レーダは、海峡部においても高い精度で流動場の変動を観測できることが確認された。
- (2) 2台のレーダで取得した観測データから流速ベクトルを合成処理する際に含まれる誤差について、その空間分布特性を理論的に評価し、観測データを活用する場合の測定精度の指標を示した（図2）。
- (3) 得られた長期間の連続データを統計解析することにより、船舶やブイなどによる従来の観測手法では把握が困難であった広域の潮流分布や物質循環に影響を及ぼす残差流分布を捉えることが可能となった（図3）。

2. 3次元流動場推定のためのデータ同化モデルの開発

- (1) DBF 海洋レーダの短時間間隔の観測データを、一般的な海域流動予測モデルに対して、海表面におけるせん断力として効果的に取り込んで下層に伝播させ、3次元の流速分布を推定するデータ同化モデルを開発した。
- (2) 開発したモデルを伊勢湾北部海域の流動推定に適用し、別途流速計で測定した3次元流速データ（4測点各4潮時）とモデルの推定結果を比較した結果、河口部前面での再現性に課題が残るものの、表層から中層にかけての流速分布の再現性を向上できることを確認した（図4）。

今後の展開

データ同化モデルの改良を図るとともに、インターネット配信によるリアルタイムモニタリングを実現して、海域の環境保全への具体的なシステム活用を目指す。

主担当者 環境科学研究所 物理環境領域 上席研究員 坂井 伸一
環境科学研究所 物理環境領域 主任研究員 坪野 考樹

関連報告書 「DBF 海洋レーダを活用した3次元沿岸流動場推定のためのデータ同化モデルの開発」電力中央研究所報告：V05005（2005年10月）
「DBF 海洋レーダで得られる流速の測定精度検証」電力中央研究所報告：V05020（2006年7月）

*1：信号処理の段階で任意の受信電波を生成できるデジタル・ビーム・フォーミング方式（DBF方式）を採用することにより観測時間を短縮化した海洋レーダで、通信総合研究所（現 情報通信研究機構）との共同研究により開発した。

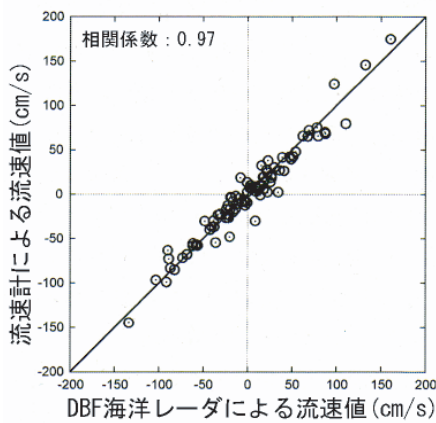


図1 DBF海洋レーダの観測精度(流速計との比較)
横軸はDBF海洋レーダの観測結果(水深0.3m)、縦軸は超音波ドップラー流速計による観測結果(水深1.7m)を示す。測定水深の違いはあるものの、相関係数が0.97と両者の対応がよいことが確認できる。

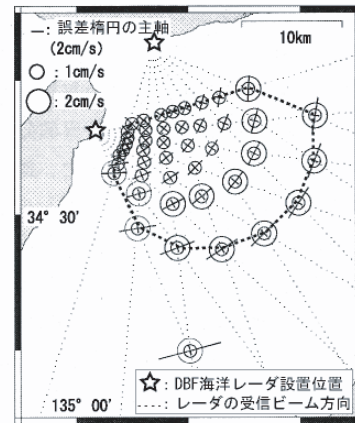


図2 流速ベクトルを算出した際の誤差の空間分布特性
ビーム方向(点線)の測定結果に1cm/sの誤差が含まれるとした場合に、流速ベクトルに含まれる誤差楕円の主軸の方向と大きさを示す。例として誤差半径1cm/sと2cm/sの円を示しており、ビーム交差角が90°に近い程誤差が小さく、90°からずれる程ビームと直交方向に誤差が大きくなる。

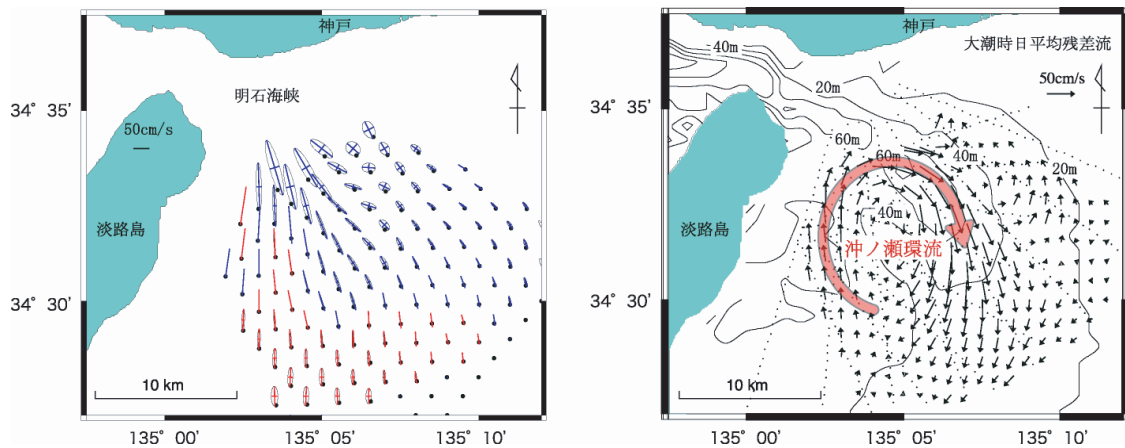


図3 DBF海洋レーダにより得られた卓越する半日周潮流の空間分布(左)と大潮時の日平均残差流分布(右)
左図は卓越する潮流方向と大きさを示す潮流楕円で、青が反時計回り、赤が時計回りを示し、海峡部で支配的な流動分布特性を捉えることができている。右図の実線は水深を示し、流速ベクトルより沖ノ瀬環流と呼ばれる直径15km程度の時計回りの渦が捉えられていることがわかる。

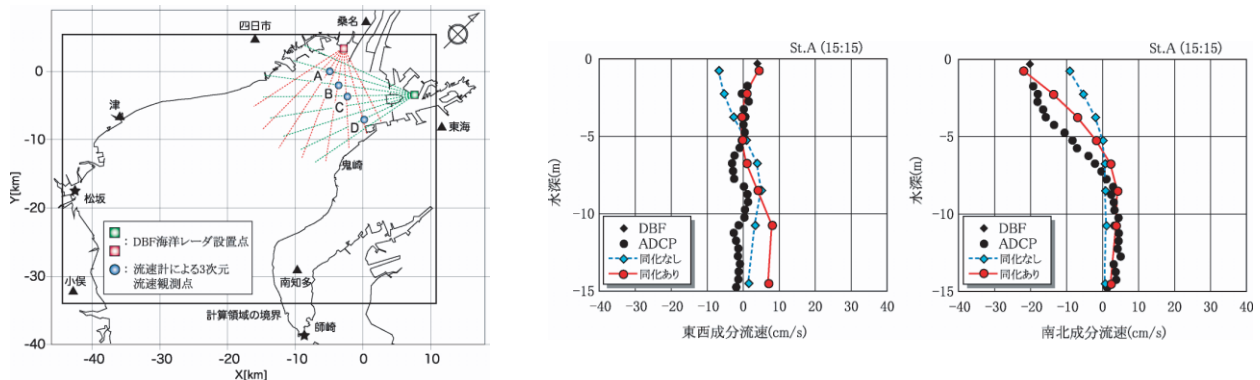


図4 計算領域(左)と測点Aにおけるデータ同化モデルによる3次元流動の推定結果
(中:東西成分、右:南北成分)

観測データは最上層がDBF海洋レーダの値(◆)、第2層以深は超音波ドップラー流速計の値(●)。データ同化しない数値モデル結果(青線◆)に比べ、同化をしたモデルの結果(赤線●)は、底層の再現性に課題が残るものの、表層から中層にかけての再現性が向上していることが確認できる。