



開発したDBF海洋レーダーによる有明海での観測風景（熊本県荒尾市）

広範囲な海の流れを陸上から把握

海洋レーダーによる表層流観測技術を開発

電波を利用して海の流れを観測
新たに高性能のレーダーを開発
海を理解し社会との調和を図る

ひとこと 環境科学研究所 物理環境領域 上席研究員 坂井 伸一

電波を利用して海の流れを観測

発電所立地計画や港湾構造物の設計などをする際には、周辺海域への影響に配慮することがとても重要です。このため、電気事業では従来から、さまざまな方法で海洋の流れをあらかじめ十分調査し、温排水拡散予測などの事前環境影響評価を行ってきました。また、発電所などが完成した後も、随時海洋のモニタリング調査を実施し、環境との調和を目指した設備運営を行っています。さらに近年では、沿岸域の海流特性などの海洋調査結果を、沿岸域のゴミ回収作業、タンカー事故時の油拡散予測などにおいても活用していきたいというニーズが高まっています。

このため電力中央研究所では、独立行政法人情報通信研究機構（旧 通信総合研究所）と共同で新しい海洋レーダーを開発し、従来よりも更に高度な、広範囲に海の流れを評価できる「海洋流動観測システム」の開発を進めています。

海洋レーダーのメリット

海洋レーダーは、陸上から海に向かって電波を発信し、波で反射して返って来る（ブラッグ散乱）電波を解析することにより、表層における海流の向きや速さ、波高などのデータを取得するものです。

これまでの海洋調査では、流速計を海上の船舶から吊るすか、海中に係留して、複数の調査地点で海流の向きや流速を直接測定する方法が用いられてきました。しかしこの方法では、荒天時に測定ができず、また地点毎の「点」のデータから全体を推測することによる誤差や、個々の地点での測定する時刻の違いによって生じる誤差が生じていました。この点、海洋レーダーは、陸上からの遠隔調査が可能であることから、天候に関係なく、いつでも測定が可能であると同時に、海上の広い範囲を「面」的に、かつ同時に短時間で調べることができます。

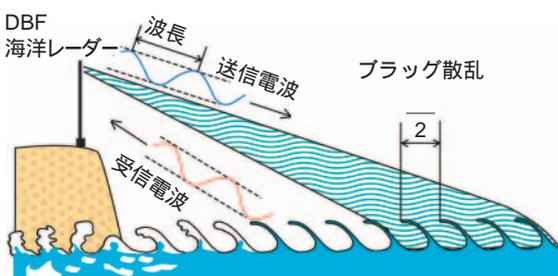


図1 海洋レーダーの観測原理

従来の海洋レーダー

海洋レーダーは、既にこれまでもさまざまなタイプのものが開発されてきました。

しかし、従来の短波帯の電波を用いるHFレーダーでは、沿岸域を対象とする場合、距離分解能や速度分解能の精度が粗く、また、精度が高い超短波帯を用いたVHFレーダーでも、面的な観測には1時間程度かかるなど、実際の現場で活用していく上で、課題が残されていました。

当研究所では実際に、既往の海洋レーダーを用いた現地観測を実施し、沿岸流動観測への適用性を検討しました。その結果、測定装置としての基本原理を確認できたものの、時間的・空間的に流れの変動が大きい海峡部や内湾域などでは、流動分布の変化を正確に観測することは、困難であることがわかりました。

表1 海洋レーダーの諸元比較

項目	HFレーダー	VHFレーダー	DBF海洋レーダー
中心周波数	24.515MHz	41.9MHz	41.9MHz
周波数掃引幅	100kHz	300kHz	300kHz
送信出力	100W	50W	100W
受信ビーム幅	15°	20°	13°～17°
観測範囲	1.5km～50km	0.5km～25km	0.5km～25km
距離分解能	1.5km	0.5km	0.5km
速度分解能	4.78cm/s	2.89cm/s	2.13cm/s
測定時間	2時間	1時間	15分
設置面積	66m×6m	15m×15m	40m×7m

* 当研究所開発のDBF海洋レーダーは、距離分解能と速度分解能が高く、測定時間間隔が短い

新たに高性能のレーダーを開発

高い分解能で観測

そこで当研究所では、独立行政法人情報通信研究機構との共同研究により、新しい「高分解能沿岸海洋レーダー（DBF海洋レーダー）」を開発しました。本レーダーでは、VHF帯の電波を用い、ほぼ天候に関係なく約25km四方の海域の表層流速を0.5kmの格子間隔において約2cm/sという高い分解能で観測することを可能にしました。

また、従来の海洋レーダーでは、一定方向の送受信を繰り返しながら、観測範囲全体をスキャンする方法が取られていましたが、本レーダーでは、観測範囲内の全方向からの電波を同時受信し、信号処理の段階で任意の方向の受信波を形成できるデジタル・ビーム・フォーミング（DBF）方式を採用しています。これにより、測定時間は15分程度と、従来の海洋レーダーに比べて1/4程になり、詳細な海流変化の検出が可能になりました。

これまでの観測結果と成果

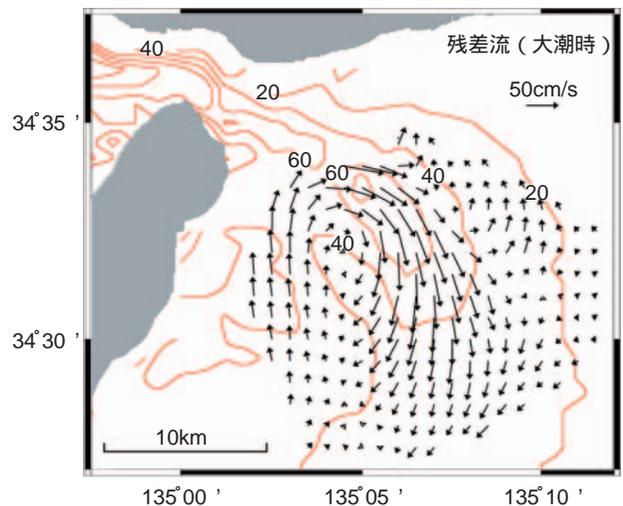
これまで当研究所では、伊勢湾北部海域（木曾三川前面域）、大阪湾西部海域（明石海峡域）および大阪湾東部海域（淀川前面域）で、DBF海洋レーダーを用いた観測を実施してきました。この中で従来の流速計やGPS（全地球測位システム）搭載型漂流ブイとの比較観測を行い、同程度の測定精度であることを確認しました。

また、従来の機器による観測では把握することが困難であった、詳細な潮汐流の空間分布特性や、湾域の物質循環に重要な役割を果たす残差流（潮汐流の影響を除いた平均的な流れ）分布を解明し、成果を公表してきました。

さらに、総務省からの許可を得て、関東圏と沖縄以外の日本沿岸全域で、当所の海洋レーダーを使えるようにするとともに、GPSによる時刻同期、FOMA無線通信による観測データの遠隔取得など、リアルタイムモニタリング実現へ向けたシステムの高度化を図ってきました。



図2 開発したDBF海洋レーダー



上図は大阪湾西部海域における大潮時の残差流分布で、沖ノ瀬環流と呼ばれる半径8km程度の渦が捉えられています。なお、赤い等値線は、水深（m）を示しています。

図3 大阪湾西部海域の流れ

海を理解し社会との調和を図る

有明海でも現在観測中

当研究所では、長崎大学、西日本技術開発株式会社との共同研究により、平成17年8月下旬から、熊本県荒尾市と長崎県雲仙市にDBF海洋レーダーを設置し、有明海・諫早湾湾口北部海域において、広域表層流動の連続観測を実施しています。有明海においては、諫早湾干拓工事からなる潮受け堤防の建設と漁業被害との関連性が大きな社会問題となっていますが、いまだその因果関係は明確になっていません。

本観測では、海洋での長期の物質循環に影響をおよぼす残差流に着目して、海水の流れと水質汚濁の関係を明らかにするための、基礎的・客観的な科学データの取得を目的としています。

また、現在、表層の流れのデータを基に、より深い水深での流れを推定する「三次元流動データ同化モデル」の開発も続けています。

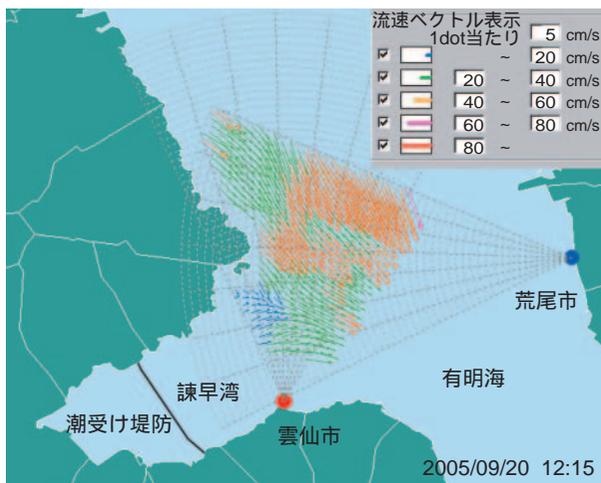


図4 有明海での観測例

環境・防災分野等への活用を推進

海洋レーダーを用いた調査は、海のダイナミックな流れを従来よりも広範囲に、かつ迅速・安全に調べることができる画期的な方法です。

今後は、DBF海洋レーダーの観測データを基に、海域環境アセスメントの効率化、ゴミなど海上浮遊物回収作業の効率化、油流出事故が起きた際の拡散等の緊急監視、漁業情報や防災業務への適用など、海洋レーダーの長所を生かして、社会のさまざまな方面への活用を図っていく予定です。

ひとこと



環境科学研究所
物理環境領域
上席研究員

坂井 伸一

海は、潮汐流、河川流、風による吹送流など様々な流れが混在し、地形や気象の影響を受けながら時々刻々と変化しています。このような生きた海の実態を把握する上で、従来測器にはない利点を持つ海洋レーダーは、非常に有効な装置であり、また環境や防災など多方面へ活用することができます。当所では、国内最高の精度を有する独自の海洋レーダーを開発し、さまざまな海域での実証調査を通じて現場で活用できることを確認しました。今後は、環境アセスメントの効率化へ本装置を役立てるとともに、実社会で活用できるアプリケーションの開発を目指します。

既刊「電中研ニュース」ご案内

No.421 電力自由化に伴う家庭の電力会社選択
No.420 CRIEPIのうごき 2006.1冬

No.419 強風から送電用鉄塔を守る
No.418 CRIEPIのうごき 2005.10秋