

海洋短波レーダーによる津軽海峡東口表面流観測

佐々木建一、渡邊修一、脇田昌英、田中義幸、山本秀樹、津幡圭介、吉川泰司
(独立行政海洋研究開発機構むつ研究所)

1. はじめに

津軽海峡は、日本海と北太平洋を結ぶ主要な水路の一つであり、航路（国際海峡）として、および漁場として極めて重要な海域である。さらに、津軽暖流水を北西部北太平洋に供給する経路として、とりわけ東北地方の太平洋沿岸域の海洋環境に与える影響が大きいと考えられる。独立行政法人海洋研究開発機構（以後 JAMSTEC）むつ研究所は、津軽海峡および周辺海域の海洋環境変動研究に資することを主目的として、海峡東部に海洋短波レーダーを設置し、準リアルタイムで海洋表面の流向流速計測を平成 26 年度より開始した。

2. 津軽海峡海洋短波レーダーの概要

津軽海峡海洋短波レーダーの概要を表 1 に

示す。海洋短波レーダーは、沿岸に設置した電波発信局（地方局）から海洋表面に電波を照射し、受信した後方散乱のドップラーシフトを利用して視線方向の流速を求め、別の局で同時に観測された視線方向流速とベクトル合成することで流向流速を得るものである。米国 CODAR 社製のレーダーを採用した津軽海峡海洋短波レーダーシステムは、電波を送受信する地方局 3 局（①北海道函館市大濶町、②青森県むつ市大畑町、③青森県下北郡東通村岩屋地区）とデータを集約してベクトル合成を行う中央局 1 局（当研究所内）からなる（図 1）。各地方局から 60km 程度までの範囲を約 3km の空間解像度で観測することが可能で、30 分毎に流向流速データを得る設定で計測している。瞬間値ではなく、前後 37.5 分（合計 75 分間）の計測値を用

表 1. 津軽海峡海洋短波レーダーの概要

レーダーシステム製造者	米国 CODAR OCEAN SENSORS, LTD 製
使用周波数	13.921 ~ 13.971 MHz
周波数掃引幅	50kHz
レーダー形式	FMICW方式
送信電力	平均 50W (最大100W)
パルス幅	486ms
アンテナ形式	送受信一体型アンテナ ダイポール・クロスループアンテナ
方位分解能	5度 (水平方向)
距離分解能	約 3 km
観測範囲	設置点より 3 km地点から最大60km
流速精度 (スペクトル分解能)	4.5 cm/s RMS

いて平滑化されている。

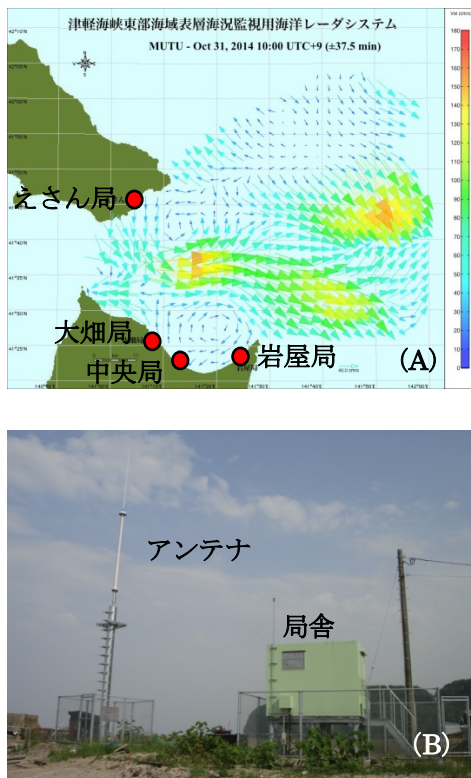


図 1. 津軽海峡海洋短波レーダーシステムについて。(A): 本システムの各局の位置と取得される津軽海峡東部の表面流ベクトルマップの例。(B): むつ市大畑町に設置された大畑局の写真。

3. データ公開について

本システムで得られるデータは、当研究所における陸域周辺海域海洋環境変動研究を遂行する上での基礎データではあるが、JAMSTEC 内外のその他のグループによる研究活動はもとより、近隣海域における水産業、海難事故への対応などにとっても貴重なデータとなり得るため、下記の基準の下にデータをインターネット上で即時公開するための準備を行っている。

① 流速ベクトルマップについて

得られたデータを地図上に矢印標記した流速ベクトルマップ (図 1(A)に参考図) については、アクセス制限なしでインターネット環境を持っていれば誰でも閲覧できる環境とする。これは主に水産業者による利用を念頭に置いたもので、スマートフォンおよびフィーチャーフォンでの表示も可能なシステム構築を検討している。

② 数値データについて

合成ベクトルの数値データおよびその合成に用いられる各地方局の視線方向流速数値については、官公庁や研究者をはじめとする登録ユーザー向けとして、パスワード管理での公開とする。

③ 生 (に近い) データについて

各地方局で取得されている時間間隔がより短いデータ (生データに近いデータ) については、即時公開システムによる公開の予定はないが、別途申請して頂くことで、主に研究者向けに提供する。

4. データの品質管理について

研究機関としてデータを公開する上では、そのデータの精度、確度などの品質を管理することが求められる。流向のパターンについては、平成 26 年 2—3 月に観測された異常低水温現象と整合的であるとみられ (渡邊ら 2014)、津軽暖流の流軸の季節変化が数値モデル結果と似ているとの基礎的解析結果もある (石川ら 2014)。一方で、数値モデル計算値などと比較して流速が有意に小さく観測される傾向があるとの指摘があり (石川ら 2014)、早い段階でのデータの定量的な検証が望まれる。当面の間は、CODAR 社デフォルトのシステムで得られる (ある程度の異常値処理や平滑化処理が行われている) デ

ータをそのまま公開するが、同時進行でデータの品質管理手法を検討し、将来的にはより実質的な品質管理が行われた状態のデータを（も）公開する必要があるだろう。現時点で計画している品質管理手法は、以下のとおりである。

① 地方局 2 局間ベースライン上の視線方向流速の比較

任意の2局の地方局の間(ベースライン上)の点における視線方向流速は、それぞれの地方局から見れば符号が逆で大きさが等しくなる。これを準リアルタイムで監視、比較すれば、視線方向流速が一定の精度内で計測されているかを判断する材料になるだろう。このアルゴリズムは、データ公開システムにデータ品質管理支援機能として盛り込むことにしている。どの程度の差を閾値として「疑わしいデータ」とするかは、このデータ公開システムをある程度の期間運用した上で今後慎重に検討する。

② 現場観測流向流速データとの比較

現場観測データとの比較は、国内でもこれまでにいくつかの手法が検討されている（たとえば木下ら 2004 ; 吉川ら 2004, 2005）。当研究所では、観測船などの航路上で取得される船底 ADCP データ、流速計係留による定点観測データ、および GPS ブイ漂流による漂流軌跡観測などの手法を計画している。当研究所と北海道大学水産科学研究院との間に締結されている連携協定のもとで行われる北大練習船による観測航海がそれを行う主要な手段となっており、その一部の観測はすでに行われている（図 2）。

未だ十分に比較検討が可能なデータが取得されていないので、品質管理の試行については今後の課題とする。また、同様に連携協定を結んでいる青森県地方独立行政法人産業技術センターの水産総合研究所およびその他の機関によって取得されたデータのうち利用可能なものについては可能な限り収集し、本目的のために利用したい。

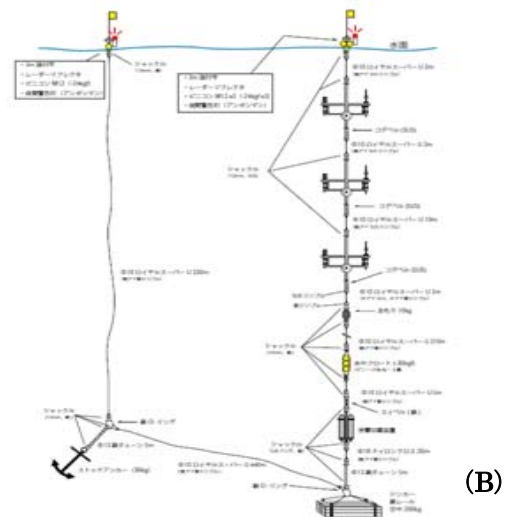
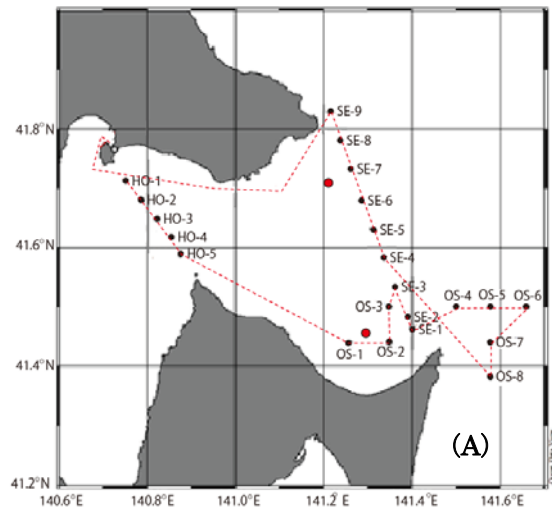


図 2. 北海道大学練習船「うしお丸」による観測について。(A) : 航跡の典型例。図中の赤丸の点で流速計の係留観測を計画している。(B) : 平成 26 年度に試験を行った電磁流速計と小型 CTD の係留系図。

5. おわりに

津軽海峡東口における海洋短波レーダーによる表面流向流速の計測が開始されて 1 年程になる。当研究所は、このデータを最大限に生かして、津軽海峡およびその周辺海域の海洋環境変動を捉え、地球規模の環境変動との関わりを解析するための研究を進めようとしている。一方で、当研究所単独でこの研究を十分に推し進

めることが困難であるのも事実である。東北海区の関係機関には、本海洋短波レーダーのデータ利用を促進していただくとともに、当研究所の研究にもご理解を賜り、データ共有や議論の場等を通してご協力いただければ幸甚である。

6. 謝辞

本海洋短波レーダーシステムの3地方局は、北海道函館市えさん漁業協同組合、青森県むつ市大畑町漁業共同組合、青森県下北郡東通村岩屋漁業共同組合の多大なるご協力の下で設置され、今日の計測が実現したものである。ここに謝意を表する。

7. 参考文献

- 石川洋一・渡邊修一・佐々木建一, 2014, 津軽海峡 HF レーダーデータのデータ同化にむけて: レーダーデータの基礎的な解析結果, 九州大学応用力学研究所 共同研究集会「海洋レーダーを用いた海況監視システムの開発と応用」.
- 木下秀樹・寄高博行・高芝利博・伊藤友孝, 2004, 海洋短波レーダーによる海流計測データの検証, 海洋情報部研究報告, 40, 93-101.
- 吉川裕・増田章・丸林賢次・石橋道芳・奥野章・山下義幸, 2004, HF レーダーによる対馬海峡表層海流観測—計測精度の検証—, 沿岸海洋研究, 41, 109-117.
- 吉川裕・増田章・丸林賢次・石橋道芳・奥野章, 2005, 対馬海峡に設置された HF レーダーの計測精度再検証, 沿岸海洋研究, 43, 69-75.
- 渡邊修一・佐々木建一・脇田昌英・田中義幸・吉川泰司・山本秀樹・津幡圭介・柳谷敏典, 2014, 2014年2-3月における下北半島冷水接岸時の津軽海峡の海況について, 64回 東北海区海洋調査技術連絡会.