

優秀賞 「海洋環境ビッグデータ取得のための、自動海洋観測システムの開発に関する提言」

熊谷 卓也・東京海洋大学大学院

本稿では第3期海洋基本計画における①海洋の安全保障、④海洋状況把握（MDA）の能力強化、⑤海洋調査及び海洋科学技術に関する研究開発の推進等に関して提言する。

・はじめに

海洋は船舶などを使用しなければアクセスできないなど、地球上で現在でも観測を行うことが難しい場所の一つである。一方で海洋環境を把握することは、海上交通の安全な運航、水産業や資源エネルギー産業の発展、地震や津波などに対する防災、海洋に関わる諸科学の発展など様々な面で非常に重要である。国土面積の約12倍、世界第6位の排他的経済水域（EEZ）を有する¹⁾日本にとって、海洋環境に関するビッグデータの取得は、国民の安全、産業、科学技術の発展などのために日本が取り組むべき課題の一つである。

海洋観測に関する技術は日々、発展している。例えば、アルゴフロートと呼ばれる観測機器で地球全体の海洋変動を観測する国際プロジェクトであるアルゴ計画²⁾³⁾、人工衛星を利用した海面水温の把握⁴⁾などがある。現状、日本で行われている統一的な海洋環境観測の一つとして、気象業務法に基づいて行われる船舶気象観測がある。気象業務法及び関係法令では船舶に対して、(1)必要な気象観測測器を備え付けること、(2)観測を実施すること、(3)観測成果を気象庁に報告することを義務付けている⁵⁾。船舶気象観測は、一般商船や官公庁の所有する船舶などによって行われており、観測結果は船舶気象通報として気象庁へ送信され、気象業務、水産業や鉱物資源の把握、気候変動・地球温暖化の監視・研究など様々な分野で利用されている^{6) 7)}。

船舶気象観測はUTC（協定世界時）の0時、3時、6時、9時、12時、15時、18時、21時に観測を行う⁵⁾。観測成果は船舶気象通報として海域によって、上記の時刻に通報する場合と0時、6時、12時、18時に通報する場合があります、インマルサットCサービスまたは電子メールで送信を行う⁵⁾⁶⁾。気象業務法施行規則では船舶が行う気象観測の項目としては、気圧、気温、露点温度、風向、風速、雲、視程、天気、水温、波浪、海氷の状態、船舶への着氷の状態が定められている⁸⁾。それぞれの項目の観測方法の詳細、送信方法、データの型式などは、気象庁の発効する手引や観測指針などの資料⁵⁾⁶⁾に記載されている。日本には、総トン数100トン以上に限っても約4000隻の船舶が存在している（2017年時点）⁹⁾。これらの全てが船舶気象通報を送信するわけではないが、船舶による海洋観測が果たす役割は大きい。現状の船舶気象通報は、定時に決まった型式で現場の観測結果を得られるため、優れた観測システムであるが、いくつかの課題があると考えられる。まず、観測の個人差が生じることである。各観測の方法は、気象庁の発効する手引や観測指針などの資料に記載されており、雲や波浪などの観測ではヒトの目視による部分がある。熟練すれば個人による誤差は減少するとされている⁵⁾が、やはり個人による判定の違いは避けられないだろう。また目視による観測では、夜間に月が出ていないときなどは、雲の形や雲量などを正確に

読み取ることが難しくなる。2つ目に船員の負担の問題がある。航海士をはじめとする船員は航海中の船橋において、船位の確認、目視による周囲の状況の把握、レーダーの操作など多くの作業を行う。このため、決まった時間に複数の観測を行う船舶気象観測は、船員の負担にもなる。また、現状の船舶気象観測では3時間ごとに観測を行うが、回数や観測項目をさらに増加させることができれば、さらに得られる情報は多くなるだろう。これらの課題の解決と観測項目の拡大による海洋環境のビッグデータの取得を目的として、本稿では新たな観測システム（以下、自動海洋観測システム）の開発に関して提言する。

・自動海洋観測システムの概要

本提言の自動海洋観測システムは、海洋観測を自動で行い、船舶気象通報の型式にまとめ自動で送信するシステムを考える。一般商船や官公庁の所有する船舶には、海流の流向・流速を計測する流向流速計、レーダーなど様々な航海計器を有しており、航海を通して計測を行っている。自動海洋観測システムでは、気象業務法施行規則で定められた船舶が行う気象観測の項目に加えて、それぞれの船舶が有する航海計器による計測データも取得することで、観測によって得られるデータの種類をさらに増加させる。また現状の船舶気象観測は3時間毎に行うが、このシステムでは観測から送信までを全て自動で行うため、1時間毎やさらに短い間隔でデータを取得することができる。

・自動海洋観測システムの開発に必要な技術

自動海洋観測システムの開発には、「観測を自動で行うシステム」と「送信を自動で行うシステム」の2つのシステムの技術開発が必要となる。まず「観測を自動で行うシステム」について述べる。前述した気象業務法施行規則では船舶が行う気象観測の項目のうち、気圧、気温、露点温度、風向、風速、水温、波浪については、現時点でも自動で観測する装置が市販され実用化されている¹⁰⁾¹¹⁾。また、雲の観測については、船舶に設置した全天球カメラを用いて空の画像を取得し、AIによる画像解析で雲量と雲の状態を観測するシステムが研究レベルで行われている¹²⁾¹³⁾。視程、海氷の状態、船舶への着氷の状態の観測については、画像解析などを用いて自動で観測する新たな技術の開発が必要となる。「送信を自動で行うシステム」については、それぞれの観測機器が取得したデータを自動で記録し、最終的に船舶気象通報の型式にデータをまとめる技術が必要となる。送信には現状のインマルサットCサービス及び電子メールを使用する。

・自動海洋観測システムの開発によるメリット

本提言の自動海洋観測システムには、大きく分けて3つメリットがある。

1つ目は自動観測により、海洋環境に関する膨大なデータが得られることである。このシステムによって得られるデータは、気象予報業務の正確性の向上、従来では実現できなかった新たな海洋関連分野の研究及び技術開発の発展に貢献するだろう。また、既存の人工衛星による海洋の解析や、アルゴフロートなどの機器による観測データの信頼性を補完する用途にも使用することができるだろう。

2 つ目は開発が比較的容易であると考えられることである。前述したように、現状でも船複数の項目について実用化が行われている。送信についても従来のインマルサット C サービス及び電子メール使用するため、新たな通信方式を開発する必要はない。また観測に使用する機器についても、自動化に対応する機器を開発する必要があるものの、それぞれの船舶を運航する上で必須となる機器を応用することを考えたため、コストの面でも有利である。

3 つ目は船員の負担を軽減することができることである。自動海洋観測システムでは、観測から送信までを全て自動で行うため、船員は操作をする必要がなくなる。

以上で本提言を終了する。本提言の自動海洋観測システムをはじめ、新たな海洋関連技術の発展は、海洋国家である日本にとって非常に重要であり、積極的に取り組むべきである。

<参考文献>

- 1) 海洋基本計画
- 2) アルゴ計画の概要
http://www.jamstec.go.jp/J-ARGO/overview/overview_1.html
- 3) アルゴのしくみ
http://www.jamstec.go.jp/J-ARGO/overview/overview_3.html
- 4) 人工衛星による海洋環境観測 今岡啓治 宇宙航空研究開発機構地球観測研究センター 海洋と宇宙の連携推進シンポジウム 「海洋状況認識に有効な宇宙技術」 (2015)
- 5) 船舶気象観測指針 改訂第 8 版 気象庁 (2019)
- 6) 船舶気象観測表による報告および船舶気象通報の手引(2019 年 改訂) 気象庁 (2019 年)
- 7) 船舶による海上気象観測と港湾気象サービス
<https://marine.kishou.go.jp/brochure/pms-jp.pdf>
- 8) 気象業務法施行規則
- 9) 海運統計要覧 日本籍船舶腹量の推移(100 総トン以上の商船) 日本船主協会 (2018)
<https://www.jsanet.or.jp/data/pdf/2018data10-4.pdf>
- 10) 海上気象観測システム 株式会社 日本エレクトリック・インスルメント
<https://www.nei.co.jp/solutions/detail/103.html>
- 11) マイクロ波式波高計 WM-2 株式会社 鶴見精機
<http://www.tsk-jp.com/index.php?page=/product/detail/21>
- 12) 世界初、船上での撮影画像と AI で、船舶気象観測における課題解決を目指す 神戸デジタル・ラボ (2017)
https://www.kdl.co.jp/news/2017/10/banyan_cloudai.html
- 13) 全地球画像のデータ収集と雲形と状態判定 森川優, 中西波瑠, 稲村直樹, 近藤伸明, 小渕浩希, 大澤輝夫, 松原崇, 上原邦昭 2018 年度人工知能学会全国大会 (第 32 回) (2018)