

## 海洋情報部による海象観測 ～この 10 年の取組～<sup>†</sup>

林王弘道<sup>\*1</sup>, 高江洲剛<sup>\*2</sup>, 伊藤秀行<sup>\*3</sup>, 中村梓<sup>\*2</sup>, 佐藤敏<sup>\*4</sup>

Oceanographic research by the Japan Coast Guard—An overview of the past ten years<sup>†</sup>

Hiromichi RINNO<sup>\*1</sup>, Tsuyoshi TAKAESU<sup>\*2</sup>, Hideyuki ITO<sup>\*3</sup>, Azusa NAKAMURA<sup>\*2</sup>,  
and Satoshi SATO<sup>\*4</sup>

### Abstract

This paper summarizes the results and related findings of the oceanographic observations conducted by the Hydrographic and Oceanographic Department, Japan Coast Guard, over the past 10 years. The Kuroshio took a large meander route after an interval of 12 years. The needs for observation equipment and results are gradually changing.

### 1 はじめに

海洋情報部研究報告は 10 年毎に記念号を発行し、その中で過去 10 年の取り組みや技術の進展をまとめている。前回、海洋情報部研究報告第 48 号（2012 年 3 月発行、海洋情報部創立 140 周年記念号）では、水路分野全般の新技术という観点でまとめられている（寄高・他、2012）が、本稿では以後 10 年間の海洋情報部による海象観測及びその関連分野の動向についてまとめる。前回紹介された新技术の中には、相模湾の短波レーダーや東京湾のモニタリングポストのように観測を継続しているものもあれば、二軸電磁ログのように活用が停滞しているものもある。そしてこの 10 年では、自律型海洋観測装置（AOV）という新しいプラットフォームの導入や、GNSS 測量の活用が進んでいる。

なお、海象観測とは海水にまつわる観測全般であり、本稿では、海流観測、潮流観測、潮汐観測だけでなく、海水観測や、閉鎖性海域の環境調査（東京湾再生）、また観測結果から行う潮流推算、潮汐推算、基準面の決定や漂流予測についても記載する。

### 2 海流観測の成果

#### 2.1 海洋速報

日本周辺の海流の最新状況を表した「海洋速報」は、現在インターネットで公開しており（Fig. 1a）、2006 年以降、平日は毎日発行し、年間 240 号以上発行している。ここ 10 年（2010～2019 年）は年間平均 400 万アクセスを超えており、最新の海洋観測データから客観解析により作成する手法を続けてきた海洋速報が、現在におい

<sup>†</sup> Received September 24, 2020; Accepted November 12, 2020

\* 1 沿岸調査課 Coastal Surveys Division

\* 2 大洋調査課 Offshore Surveys Division

\* 3 技術・国際課 Technology Planning and International Affairs Division

\* 4 情報利用推進課 Chart and Marine Information Service Division

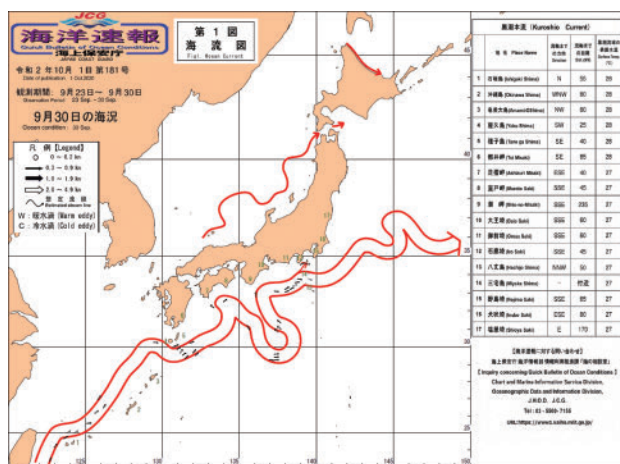


Fig. 1a. Quick Bulletin of Ocean Conditions (2020/09/30).

図 1a. 海洋速報 (2020/09/30).

でも利用者に高く評価されていることがわかる。この海洋情報部における海洋速報業務は 1939 年に開始された無線海流通報業務からスタートし、1954 年 5 月に刊行物として海洋速報第 1 号が発行された。無線海流通報から数えると 2020 年で 81 年目となる。海洋速報のウェブサイトでは 1955 年から現在に至る海洋速報のバックナンバーを掲載している。

戦後の本格的な黒潮調査は、1965 年、CSK (Co-operative-Study of the Kuroshio and Adjacent Regions) から始まり、1970 年代後半以降は、ユネスコ・政府間海洋学委員会 (IOC of UNESCO) の西太平洋に関する政府間地域小委員会 (WESTPAC) 下で行われた。海上保安庁水路部 (現海洋情報部) は、CSK 及び WESTPAC に参加し、西太平洋海域の海洋構造の変動メカニズムの解明に貢献すべく、1984 年から 2012 年までの 28 年間に渡り、東経 144 度線で ADCP、漂流ブイによる海流観測や CTD・XCTD 観測等を実施した。調査の結果、赤道潜流の実測 (石井・他, 1986) など、西太平洋における貴重な海洋データの収集に貢献した。

その後、2012 年に宇宙航空研究開発機構 (以下 JAXA) と「地球観測衛星データの利用実証に関する協定」を締結し、保有する海流・海水温等の海象データと JAXA の人工衛星データを連携さ

せる利用実証を開始した。これにより、2016 年から GCOM-W 衛星に搭載された高性能マイクロ波放射計 2 (以下 AMSR-2) データを海洋速報に利用できるようになった。AMSR-2 は、海面から放射される微弱なマイクロ波を測定するセンサーであり、従来の海況監視衛星 NOAA や METOP の熱赤外画像では知り得なかった雲域下の海面水温も測定できるため、これまで解析できなかった長い期間雲に覆われている低気圧や前線の通過時、停滞時であっても実況にあった水温図の作成、黒潮流路や親潮前線の位置についての客観的な解析ができるようになった。

海洋速報では、GCOM-W、NOAA、METOP 等の地球観測衛星のデータと船舶等が直接観測したデータを元に、平年値から標準偏差  $\pm 3\sigma$  を超えるデータをエラーとして除去した後、合成、平滑化して水温水平分布図の等温線を作成している。

2015 年からは、黒潮や対馬暖流、津軽暖流、宗谷暖流の想定流線を利便性の高い GIS データとして提供を開始している。

## 2.2 黒潮大蛇行

黒潮は 2017 年 8 月から、紀伊半島・遠州灘沖で南に大きく蛇行する「大蛇行」と呼ばれる流路を取っている。

黒潮の大蛇行については、2006 年に海上保安庁・気象庁・水産庁の 3 官庁で黒潮の流路情報から大蛇行を判定する基準が定義 (吉田・他, 2006) されており、今回の大蛇行は観測資料の確かな 1960 年以降で 12 年ぶり 6 度目となる。

今回の大蛇行は、2017 年 6 月下旬に九州東南海域にあった冷水域 (以後、冷水渦) が東方へ移動したことに伴い、足摺岬・室戸岬で黒潮の離岸が始まったことがきっかけとなっている。8 月の中旬にこの冷水渦が潮岬沖まで移動しており、潮岬でも黒潮の離岸が始まった。8 月下旬にはこの冷水渦の影響により東海沖で黒潮流軸が北緯 32 度付近まで南下した。それ以降、潮岬で黒潮が安定して離岸し、及び東海沖 (東経 136 ~ 140 度) の流軸の最南下地点が北緯 32 度より南に位置し

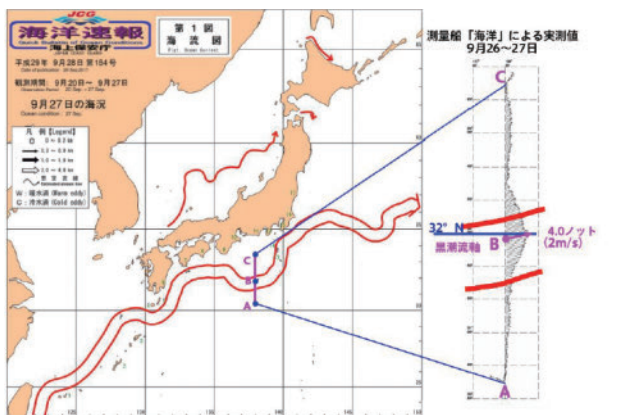


図2 9月27日の海流と測量船「海洋」実測データ（海上保安庁資料）  
 二重赤線が黒潮の流路を示しています。A-Cの線上（東経138度）を観測したところ、B点の流速が最も速く4.0ノットであることが分かりました。（図右側拡大部）。

Fig. 1b. The Kuroshio axis captured by S/V Kaiyo  
 図1b. 測量船「海洋」が捉えた黒潮大蛇行。

ている状態が続いたことから、気象庁と海上保安庁の連名で9月29日に「黒潮が12年ぶりに大蛇行」と広報を行った。この広報の直前の9月26日～27日には、測量船「海洋」により東海沖における黒潮流軸最南下位置確認のための海流観測を行い、黒潮の大蛇行を直接捉えた（Fig. 1b）。

今回の黒潮大蛇行は、2017年8月下旬に形成されて以降、3年を超えて継続している。黒潮の流路を南へ押し下げている冷水渦は強弱を繰り返

しながら東海沖に存在し続け、蛇行の最南下地点は常に北緯32度ラインより南に位置している。黒潮の流軸の最南下地点の緯度の推移をグラフに示す（Fig. 1c）。

2018年11月と2019年9月にはやや蛇行が縮小し、黒潮の流軸は北緯31度30分付近まで北上したが、その後再び南下し大蛇行消滅には至らなかった。

3年目の2020年は、1～2年目に比べ蛇行が拡大し、北緯30度線を超え6月と8月には北緯29度線に迫った時期も確認された（Fig. 1c）。黒潮を押し下げている冷水渦は、多様に変形を繰り返しており、2019年1月末及び2020年6月末と7月末、8月末には、舌状に細長くなり（Fig. 1d）北緯29度付近まで黒潮流軸を南下させた後、南端部分が分離したと推測される。そのためそれらの時期の海洋速報では黒潮想定流線の大きな変動が描かれた。

2020年11月末現在、大蛇行は継続しており、過去6回の中で2番目に長く続く大蛇行となっている（Table 1）。

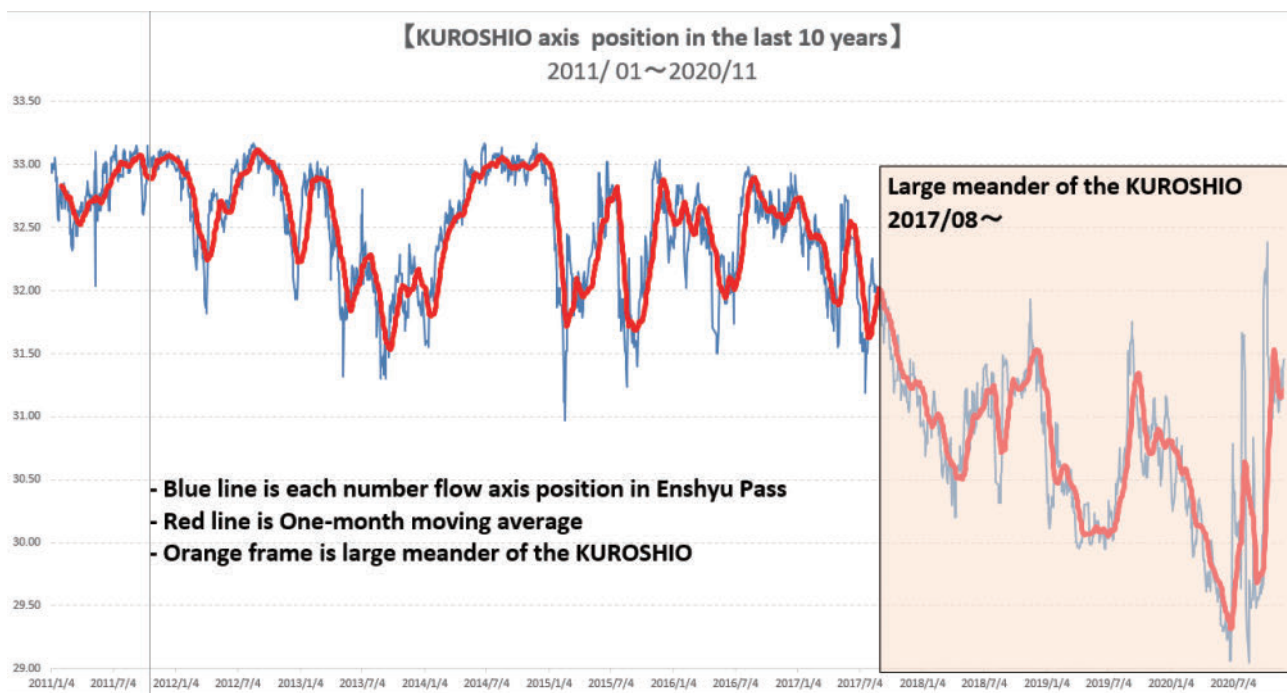


Fig. 1c. The Kuroshio axis position in the last 10 years.  
 図1c. 最近10年の黒潮流軸の最南部緯度の推移。



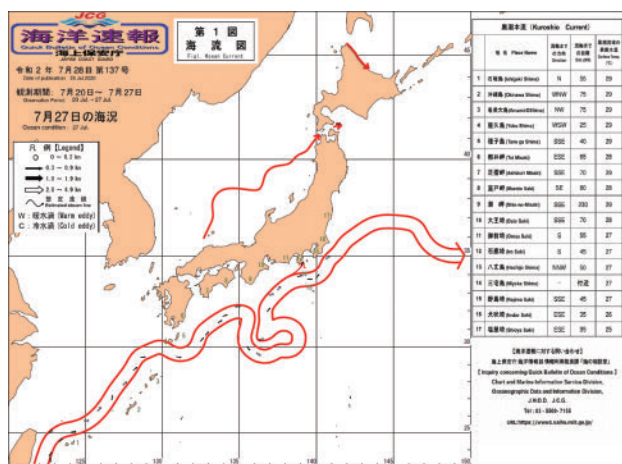


Fig. 1d. The Kuroshio taking a ligulate route (2020/07/27).

図 1d. 舌状の流路をとった黒潮 (2020/07/27).

Table 1. History of the large meanders of the Kuroshio.

表 1. 過去の黒潮大蛇行.

	期間	継続月数
1回目	1975年8月～1980年3月	4年8ヶ月
2回目	1981年11月～1984年5月	2年7ヶ月
3回目	1986年12月～1988年7月	1年8ヶ月
4回目	1989年12月～1990年12月	1年1ヶ月
5回目	2004年7月～2005年8月	1年2ヶ月
6回目	2017年8月～継続中	3年3ヶ月超

### 3 海潮流観測機器の移り変わり

#### 3.1 流速計, 船速計

ここ数十年, 海上保安庁の巡視船に搭載される船速計は, その価格や大きさ, 設置の容易さから, 音波ログ (Acoustic Doppler Current Profiler: ADCP) から電磁ログに切り替わっていった. 電磁ログであっても, 船の前後方向だけでなく左右方向も測定できる 2 軸電磁ログであれば, 船体の対水速度を測定する以上, GNSS (Global Navigation Satellite System, 全球測位衛星システム) 等によって船の対地速度を求めることで, その差から海流を求めることは理論的に可能である. しかしながら, ADCP が数 m 以上離れた水塊を測定するのに対し, 電磁ログはセンサー直近の水の動きを測定するため, 船底直近の乱流等の影響を大きく受ける. 田中 (2007) 等で, そうした影響を除去する補正法も提案されたが, センサーや船底への生物付着, 個々の船底の形状によ

り異なるセンサー取付位置と角度, センサーの突出によるキャビテーションや乱流の発生等々, 個々の船それぞれ異なる多くの誤差要因があり, 例え最良のメンテナンスを行っても ADCP に比べ誤差は大きく, また運用上そのような最良のメンテナンスを維持することは現実的ではないことが判ってきた (手登根・他, 2012).

そうした中, 2013 年 6 月に開催された海洋の総合的管理に課する海上保安庁検討会議の中で「SAR 海域内における漂流予測精度の向上」について提案された漂流予測の課題は, 「海潮流観測データの充実」とされ, その対策として巡視船による海潮流データの品質向上が挙げられた. これにより, 導入から 10 年以上経った現在でも精度向上への打開策が見つからない 2 軸電磁ログではなく, ADCP の後継機であるドップラーソナー (Doppler Sonar: DS) について精度検証を行うことが決まり, 2016 年には測量船明洋に DS を取り付けて検証が開始された. なお, この時点で, 船速計として承認されている ADCP の現行製品は既に無くなっていた.

明洋に設置された DS と従来の ADCP の測定データの比較結果は良好で, DS が 2 軸電磁ログよりも海潮流観測に適していることが確認された. また, DS は従来の ADCP と測定原理は共通であるため, ADCP で使用していた補正方法 (石井, 2006) も活用できる可能性がある.

#### 3.2 海洋短波レーダー

海洋情報部では 2000 年のミレニアム・プロジェクトにより, 房総半島南方と相模湾それぞれに海洋短波レーダーシステムを整備し海流や波高を観測してきた. 海洋短波レーダーは, アンテナから短波帯の電波を海面に照射し反射して帰ってきた電波のドップラーシフトから海面の動きを測定する観測機器である. 面的且つ継続して観測できるが, 電波の照射方向の動きしか測定できないため, 海流ベクトルを測定するためには, 対象海域を囲む 2 カ所以上の送受信局が必要になる. 房総半島南方のシステムでは房総半島野島埼と八丈

島，相模湾のシステムでは三浦半島荒埼と伊豆大島に送受信局を設置し観測していた。

海洋短波レーダーは，面的かつ継続して観測できるというメリットがあるが，上述の対象海域を囲む配置に加え，電力と通信のインフラは勿論，短波を扱うためアンテナはメートル規模が必要であり，地形など周囲の電波干渉にも留意する必要があるため，設置できる場所は限られている。また，離島や僻地に設置されることが多くなるため，台風等災害発生時の即時対応や復旧の面で難があり，メンテナンスコストも高くなり易い。

房総半島南方については，地球観測衛星の技術の進歩や利用できるデータの増加に伴い，地球観測衛星の観測データで十分海流の把握が可能となったこともあり，海洋短波レーダーシステムは2017年に役目を終えて廃局した。

相模湾の海洋短波レーダーシステムは，2019年の台風の影響で大きく破損し2020年11月現在修理中だが，それまでの観測データは，潮流成分を含む相模湾の複雑な流況の把握の一助となっている（宗田，2020a）。

### 3.3 漂流ブイ

実際の流れに任せて漂流する漂流ブイは，風の影響を除けば，海表面の流れを直接観測できる機器であり，海象観測のごく初期の頃から現在に至るまで使われ続けている。当初は位置の把握のため，比較物のある海域で使われていたが，GNSSと衛星通信により外洋で単独で観測を行えるようになり普及が進んだ。

漂流ブイに使われる通信システムは，アルゴシステムからオーブコム衛星に移り代わり，近年の海洋観測機器に利用される通信は他機関も含め，概ねイリジウム通信衛星を利用したものへと代わっている。今後も世界の通信インフラ事情に合わせ，よりリーズナブルな通信システムを選択してゆくものと思われる。

### 3.4 地球観測衛星

地球観測衛星には様々なセンサーが搭載されて

おり，年々進歩している。地球観測衛星が観測した海水温からは黒潮や親潮といった周囲と温度差がある海流を把握することができる他，海面高から流速場を求めることができる。海面高度データから流速場を求めるためには，精度の良いジオイドのデータが必要だが，それが得られない場合でも同時期の漂流ブイの軌跡を使って推測する手法も，工藤・寄高（2012）により提案されている。

### 3.5 自律型海洋観測装置（AOV）

近年，マルチコプターを始めとした自律型の移動体が急速に発展しており，海象観測への利用も始まっている。海洋情報部が2016年度から導入した海上を単体で数ヶ月間活動できる自律型海洋観測装置（Autonomous Ocean Vehicle：AOV）は，ADCPや波浪計，CTDも搭載しており（Fig. 2），これまで継続した観測を行うことが難しかった海域での長時間の観測も可能となっている（西村・他，2017）。

またAOVに搭載されているGNSS測定装置のデータから，精密な高さを求めることで，海面高の変動，つまり潮汐の観測も可能である。AOVは海上に浮いているため，荒天や波浪の影響を受け，台風から予め退避するため観測海域を離れることもあり，欠測が少なくないが，土屋（2020）

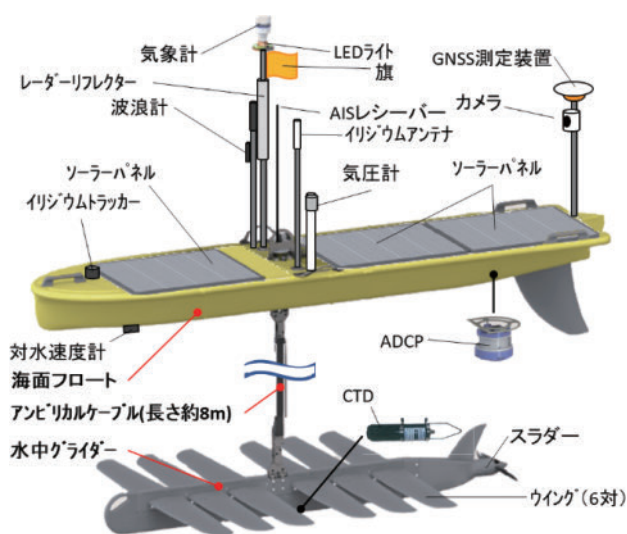


Fig. 2. Appearance of the AOV and some devices mounted on the AOV.

図2. AOVの外観と搭載機器。

により、潮汐調和定数を算出するためにどの程度の欠測まで許容されるのかが示された。

## 4 潮流観測

### 4.1 潮流観測

潮流観測に用いる機器は基本的に海流観測に用いる機器と共通であるが、海流観測と異なり同一海域での継続した観測が求められる。また、潮流の観測データが欲しい海域は、潮流が強い海域や地形が複雑な海域、船舶の交通量が多い海域と重なることが多く、そうした海域で継続した観測を行うことは様々な困難を伴う。海洋情報部ではこの10年で、そうした困難な海域のうち、明石海峡と来島海峡について観測を実施した。明石海峡については、古河・他(2013)と古河・他(2014)に、来島海峡については、熊谷・他(2013)に経緯等が述べられている。

明石海峡2号灯浮標での潮流観測は、現在(2020年11月)も継続しており、その観測情報は2017年10月から試験的に第五管区海上保安本部海洋情報部のウェブサイトでもリアルタイムに公開している。

来島海峡は、複雑な地形と強い潮流を持ち、航行する船舶は順中逆西と呼ばれる特殊な航法に従っている。書誌「潮汐表」では、平成31(2019)年版まで来島海峡は中水道の推算値のみ掲載していたが、2017～2018年に行われた観測結果を元に「平成32年潮汐表 2020」から中水道と西水道それぞれの推算値の掲載を開始した。なお、海上交通安全法施行規則第9条第2項に規定する流向は中水道のものである。

内海・内湾ではないが、沖縄県の慶良間列島周辺も潮流の影響が大きい海域であり、2015年から2018年に掛けて複数の地点で潮流観測を行い、後述の潮流シミュレーションの基礎データとして使われた。

潮流に関しては、東日本大震災後、再生可能エネルギーの利用が推進され、潮流も再生可能エネルギーの1つとして活用が模索された。国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

(NEDO)が2011年から海洋エネルギー技術研究開発事業を、環境省が2014年から潮流発電技術実用化推進事業を推進し、それぞれ潮流観測を行っている。

### 4.2 潮流シミュレーション

潮流観測は、海洋短波レーダーやADCPを水平に設置するという手法を除けば、観測機器を設置した限られた固定点を観測することになる。そのため、瀬戸内海等の複雑な地形の海域では、その海域の潮流の全容を把握することは容易ではない。シミュレーションは、そうした海域について、潮流を面的に把握するための重要な手法となっている。

これまで海洋情報部で利用してきた日本各地の内海や内湾の潮流調和定数データセットは、宗田(2020b)がまとめているが、シミュレーションの他、内挿で作られたものも多く、品質は様々である。

この10年で、PCの性能は上がり続け、新しいソフトウェアも現れ、潮流を再現する流動シミュレーションも身近なものとなった。海洋情報部では、流動シミュレーションソフトDelft3Dを使って、来島海峡のシミュレーションを実施、その結果に基づく面的な潮流推算を2014年から海洋情報部のホームページで公開している(Fig. 3)。シミュレーションの計算は100mメッシュで行い、新居浜と波方の潮汐を境界条件に与えた。

また、慶良間列島周辺については、第十一管区海上保安本部が行った上記潮流観測結果を基に、沖縄科学技術大学院大学(OIST)が潮流シミュレーションを行い、その成果である潮流の予測が2020年8月から「海しる(海洋状況表示システム)」上で公開されている。これは、第十一管区海上保安本部とOISTが2012年3月に締結した業務協力にかかる協定による成果である。

比較的容易にシミュレーションを試行できる環境は整い始めたが、その結果はメッシュサイズや計算範囲等の条件や設定で変わることが多く、検



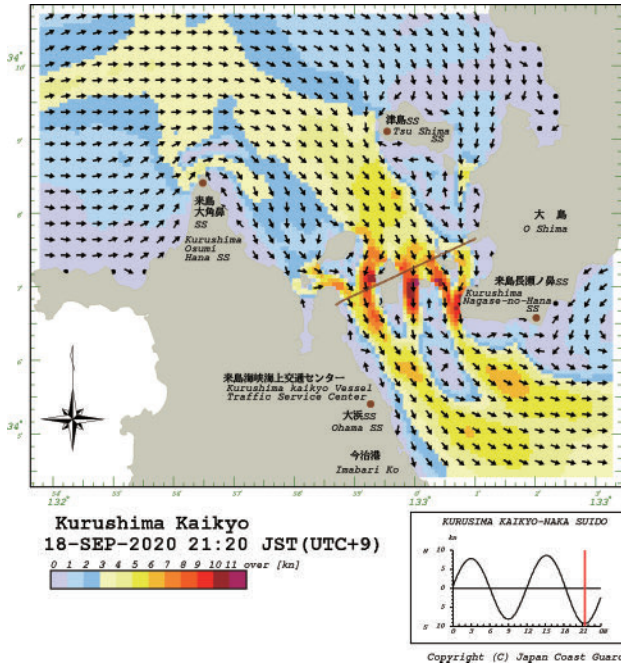


Fig. 3. Kurushima Kaikyo Tidal Current Information.  
図3. 来島海峡の潮流予測図.

証と試行錯誤を要する。どの設定がより良いかの検証に実際の潮流観測結果は不可欠であり、今後も相互に補完しあう必要がある。

### 5 漂流予測

海上保安庁では、海中転落者や漂流船舶の捜索・救助及び浮遊油の対策等のため、海上を漂流する物体が何処へどの様に流れていくかを予測する漂流予測計算プログラムを運用している。

現行の漂流予測計算プログラムは、1997年1月に日本海で発生したナホトカ号海難及び同年7月に東京湾で発生したダイヤモンドグレース号海難という大規模流出油事案が立て続けに発生したことを契機に作成が開始されたもので、1999年3月に最初のバージョンが完成した。その後、実際に捜索救難や油対策に活用されながら、バージョンアップを重ね、現在は Ver. 7 が運用されている。

2014年に行われた Ver. 6.0 へのバージョンアップは比較的大きなもので、2001年に大幅な改正がなされた捜索救助活動の国際標準とされている国際航空海上捜索救助マニュアル (International

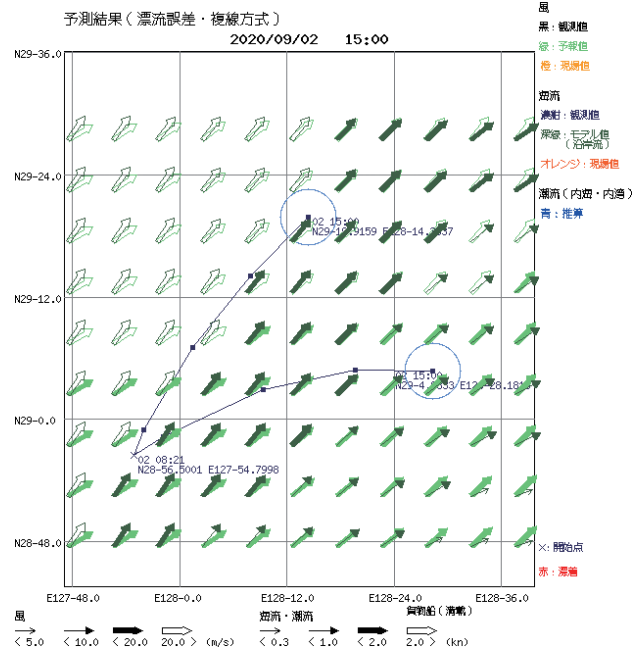


Fig. 4. The result of double track drift prediction.  
図4. 複線方式の漂流予測例.

Aeronautical and Maritime Search and Rescue Manual : IAMSAR マニュアル) への準拠, 日米 SAR 協定の海域全域のカバー, 風圧流偏角による複線予測の導入等が行われた (浅原・他, 2015, Fig. 4). この風圧流偏角を加味した経路が、実際の漂流に合致していた事例が複数確認されている。

バージョンアップは続いており、2018年の Ver. 7 では潮流卓越海域での計算間隔短縮 (0.1 時間間隔) が導入された。漂流予測の需要は依然として減っておらず、予測精度の向上や計算速度の向上だけでなく、プログラムの使いやすさ等、引き続き更新していく必要がある。

### 6 潮汐観測とその成果

#### 6.1 常設験潮所

海上保安庁では現在、全国 20 カ所の常設験潮所で潮汐観測を行っている。こうした常設験潮所による潮汐観測は、海上保安庁の他、気象庁、国土地理院、地方整備局、都道府県等も行っている。

海上保安庁や国土地理院ではフロートによる験

潮器を使っているが、気象庁では全て電波式に切り替えた。フロート式の場合、ワイヤや滑車、ギアといった可動部が複数あり、急激な変動でワイヤが外れたり絡まったりする可能性がある。一方、電波式は可動部品や接触部分が少ないため、トラブルが少なくメンテナンスが比較的容易である。また、波浪計と共通する部品も多いため、製造や修理のコストも抑制が期待できる。こうした理由から、都道府県の常設験潮所でも近年は電波式を採用している事例が少なくない。

電波式は、電波が壁面で反射する可能性があり、反射波は経路が長くなり海面を低く読み取ることになるため、それを抑制または除去する必要がある。常設験潮所は通常、井戸の形状になっており、周囲全てが壁であるため、電波式験潮器を使う場合、電波の反射の抑制・除去は必須である。国土地理院では、将来の電波式への切り替えを見据え、同じ験潮井戸にフロート式と電波式を設置し、比較検証を行っている（七海・他、2017）。

## 6.2 海図の基準面

水路測量の基準は、水路業務法施行令（平成13年12月28日、政令第433号）によって定められており、物標の高さの基準は平均水面、水深や低潮線の基準は最低水面、橋梁の高さや海岸線の基準は最高水面とされている。これら平均水面、最低水面、最高水面（以下、基準面）は、海上保安庁告示第103号（平成14年4月1日）により、インターネット上の海上保安庁のホームページで提供されることと定められており、「平均水面、最低水面及び最高水面一覧表」（以下、一覧表）として公開されている。

この一覧表において各基準面は、港や地域・海域毎に、水路測量標を始めとした陸上の標からの高さで決められている。そして平均水面、最低水面、最高水面の定義は、一覧表の解説で述べられており、最低水面は主要四分潮の振幅の和だけ下げた面、つまり略最低低潮面（Nearly Lowest Low Water Level : NLLWL）が採用されている。

一方、国際水路機関（IHO）の技術勧告では、水深の基準として天文最低低潮面（LAT）が推奨されている。

日本沿岸においてLATは、佐藤・熊谷（2017）によるとNLLWLより概ね20～40 cm程度低い。そのため、最低水面としてLATを採用した場合、低潮線の延伸が期待でき、同時に天文潮位が海図基準面より低くなり現地の水深が海図記載水深より浅くなるマイナス潮位という現象を避けることができる。

現在、各地の基準面は前述のとおり陸上に実在する標を基点に定められている。そのため、その標が亡失または大きく上下動した場合、基準面として使用できなくなる。それが広い範囲で発生したのが東日本大震災である。基準面の再決定のため、各地で32昼夜以上の潮汐観測を要した（環境調査課、2012）。

これを受け、海洋情報部では全国各地でGNSS測量を行い、最低水面の地球楕円体からの高さ（以下、楕円体高）の決定を始め、2019年3月から一覧表に最低水面の楕円体高を掲載し始めている（Fig. 5）。

この最低水面の楕円体高は、現在はまだ非常時にのみ使用できる補助的な数字であり、主は陸上の標からの高さであるが、将来的には、楕円体高を基準とし日本沿岸を面的に網羅する基準面の整備が期待される。こうした地球楕円体基準の基準面群の構築の動きは海外でも進んでいる（松本・他、2019）。日本でも実現すれば、国土地理院が

地名 又は 港名	基本水準標等 所 在	位置				最低水面				最高水面 平均 水面± #	
		緯度(N)	経度(E)	採用 年月	遷移 年月	基本水準 標地下 #	平均 水面下 (20)cm #	TP下 #	楕円 体高 #		
赤羽根	物標橋奥にあるHBM(金属標)頂	34-36-20.9	137-11-07.4	平22-3	平28-1	3.96	1.05			37.95	1.05
三河湾	国土地理院(923号)頂	34-38	137-06	平7-11		4.06	1.30	1.26			1.30
三河湾	神野東ふ頭(南西端)にある中部地方整備局HBM頂	34-43-58.7	137-19-14.4	平13-9	平27-1	4.12	1.35			38.20	1.35
豊橋	竹島ふ頭にあるHBM頂	34-49	137-13	平18-3	平28-3	3.40	1.35				1.35
洲崎	練子岩頂にあるHBM十字	34-47	137-09	昭56-10	平28-12	4.10	1.35				1.35
衣浦	津湾合同庁舎前面防波堤にあるHBM(金属標)頂	34-52-49	136-56-35	平19-2	平28-9	3.12	1.30			37.07	1.30
宇治山田	師崎港内にあるHBM(金属標)頂	34-42-06.1	136-58-32.6	平19-2	平29-8	3.12	1.30			37.34	1.30
伊勢湾	伊良湖港にある愛知県HBM頂	34-35	137-01	平25-3		5.49	1.20				1.20
鬼崎	国土地理院(前18号)頂	34-54-16	136-49-26	平13-6	平28-2	3.58	1.30			36.67	1.30
名古屋	名古屋港管理組合管理にあるHBM頂	35-05-25	136-52-56	平22-8	平1-12	4.13	1.40			36.57	1.40
藤田	高砂町にあるHBM(鋼管十字)	34-57-38	136-38-17	平9-10	平1-12	4.77	1.30			35.24	1.30
松阪	津松尾港管理事務所にあるHBM頂	34-36-31	136-33-41	昭62-3	平29-11	2.79	1.30			37.53	1.30
宇治山田	北栄船渠西側にあるHBM(鋼管十字)	34-31-27	136-44-40	昭61-6	平28-12	5.61	1.20			37.46	1.20
鳥羽	鳥羽船渠西側にあるHBM(鋼管十字)	34-29-06	136-49-29	平27-2	平30-2	3.84	1.20			37.61	1.20
国崎	国崎港物標橋奥にあるHBM(金属標)頂	34-24-45.7	136-55-22.8	昭26-10	平29-3	3.21	1.04			37.61	1.04

Fig. 5. The list of datum levels for nautical chart.

図5. 平均水面、最低水面及び最高水面一覧表。



整備する日本のジオイドや国土交通省が進めるICTの全面的な活用を図るi-Constructionの取り組みともリンクし、利便性の向上や作業の合理化を促進することになるだろう。

また、現行の基準面は陸上の標を基点としているのに加え験潮も沿岸で行われるため、沖合では多少のズレが生じる。水深200m以上の海域については潮高の改正は不要であるため、大きな差が生じる場合はまれだが、堀内(2014)のようにシミュレーションモデルの活用も提案されている。

一覧表の主たる用途は、水路測量時の潮高改正での利用であるが、その使い方には非合理的な点もあることが佐藤(2020)により指摘されており、一覧表の抜本的な再構築の際には水路測量業務準則施行細則の改正も併せて行う必要がある。

### 6.3 潮汐表

海上保安庁が刊行する書誌「潮汐表」は、昭和45(1970)年版から平成30(2018)年版まで、日本及び付近の主な港について記載した第1巻と太平洋及びインド洋の主な港について記載した第2巻という2巻構成だった。第2巻は沿岸国が推算した値を記載していたが、国際運航を行う企業にとって外国の潮汐表の入手が容易となったこと、外国人船員にとっては外国の潮汐表の方が使いやすいことや英国水路部のデジタル潮汐表(ADMIRALTY Total Tide)が普及し始めたこと等から、潮汐表第2巻は2017年9月に発行した「平成30年潮汐表第2巻」を最後に廃刊した。

## 7 海水観測

2019年12月、海水(流氷)情報センターは50年目を迎えた。1970年3月に発生した択捉島単冠湾(ひとかっぷわん)の漁船集団海難を契機に、第一管区海上保安本部が同年12月に流氷情報センターを開設し、以後毎年、北海道沿岸の海水の情報を発信して来た(2007年12月から名称を海水情報センターに変更)。海水情報センターは北海道周辺海域の海水分布情報を、迅速・正確

に把握し、これらの情報を速やかに、船舶や関係者へ周知することで海難防止を図っている。

海水の観測は、巡視船、航空機、陸上観測点、そして地球観測衛星によって行われている。上空数百kmから観測する地球観測衛星は一度に非常に広い範囲を観測できるが、静止軌道ではなく周回軌道の人工衛星が多いため、かつては欲しい時のデータが得られないことも多かったが、ここ10年、JAXAの地球観測衛星は、2年に1機のペースで打ち上げられており、観測データが年々充実してきている。

地球観測衛星のセンサーも、一口に電磁波と言っても紫外線から可視光、赤外線、マイクロ波と様々な周波数それぞれに対応しており、方式も対象が発する電磁波を観測する受動型(パッシブ)と、衛星から地球上に電磁波を照射し反射して戻ってきた電磁波を観測する能動型(アクティブ)、また、人工衛星の移動を利用しレーダーの直径を仮想的に大きくする合成開口レーダー等、様々な方式がある。それぞれメリット・デメリットが存在するが、人工衛星の数が増えたことにより、併用や使い分けできる選択肢が増えた。例えば、可視光の光学センサーは、海氷の判別は容易だが、日中かつ雲のない領域しか観測できないが、マイクロ波のレーダーは、可視光に比べ海氷の判別が難しいが、夜間や雲の下も観測できる。

1981~2010年の海水観測については、伊藤・他(2012)にまとめられている。それ以降の海水情報センターの動きとして、2014年から海の安全情報による情報提供、2019年から「海しる」による情報提供を開始している。

## 8 閉鎖性水域の環境調査

東京湾は、その流域圏に大都市を抱え、陸域からの汚濁負荷が多く、海水交換が起こりにくいといった地形的特性から、慢性的な富栄養化、赤潮や青潮の発生等が問題となっている。この問題に様々な機関が一体となって取り組むため、2002年に「東京湾再生推進会議」が設置され、海上保安庁水路部(現海洋情報部)は海洋観測を担う機

関として当初から同会議に参画している。その後、東京湾と類似の問題を抱える閉鎖性海域：伊勢湾、大阪湾、広島湾について同様の取組が始まった。

本庁では、2003年に東京湾内に位置する千葉灯標に自動水質観測装置を設置し、1時間に1回の高頻度な水質観測を365日毎日続けている。観測項目は、水質（水温、塩分、溶存酸素、クロロフィル、濁度）、海潮流（流向、流速）、海上風（風向、風速）である。これまでの観測により、ほとんどの年において、表面水温が高くなり上下の海水混合が起こりにくい夏季の底層に、青潮の原因となる溶存酸素が少ない水塊が発生していることがわかった（森岡，2015；渡邊・他，2017）。また2020年には17年ぶりに観測機器の更新が行われ、引き続き観測を継続する。また、第三管区海上保安本部も測量船による東京湾の環境調査を毎年行っている。

伊勢湾、大阪湾、広島湾については、それぞれ第四管区海上保安本部、第五管区海上保安本部、第六管区海上保安本部が各湾再生推進会議に参画しており、測量船による環境保全調査等を行っている。伊勢湾の環境保全調査については本間・他（2016）にまとまっている。

## 文 献

浅原悠里・東 吉一・森岡裕詞・入澤沙弥・増山昭博（2015）漂流予測プログラム Ver 6.0 の紹介，海洋情報部研究報告，52，107-113。  
古河泰典・難波 徹・田中一英・中山浩一郎（2013）船舶の輻輳する強潮流域での観測手法の検討—求められる情報提供を目指した交通部との連携—，海洋情報部研究報告，50，104-114。  
古河泰典・難波 徹・田中一英・中村幸之介（2014）船舶の輻輳する強潮流域での観測手法の検討（2）—明石海峡航路中央第三号灯浮標における潮流計の取得データとメンテナンス—，海洋情報部研究報告，51，116-126。  
本間章禎・関 由貴子・田村悦義（2016）伊勢湾

環境保全調査結果（平成26年度）について，海洋情報部研究報告，53，108-132。  
堀内大嗣（2014）海洋潮汐モデルを用いた沖合域測深データの潮高補正，海洋情報部研究報告，51，92-97。  
石井春雄・西田英男・小杉 瑛・上野義三・道田豊（1986）ドップラーログを利用した流速測定，水路部研究報告，21，135-150。  
石井春雄（2006）船舶搭載型3ビーム式 ADCP の測定流速誤差と補正（解説），海洋情報部研究報告，42，61-88。  
伊藤禎信・霜鳥史郎・千葉明香（2012）海水観測30年統計について，海洋情報部研究報告，48，137-143。  
環境調査課（2012）最低水面の決定，海洋情報部研究報告，49，87-95。  
工藤宏之・寄高博行（2012）漂流ブイデータを用いたオホーツク海の平均流の推定，海洋情報部研究報告，48，132-136。  
熊谷 武・難波江 靖・社 泰裕（2013）今後の来島海峡の潮流観測，海洋情報部研究報告，50，115-118。  
松本良浩・土屋主税・山野寛之・住吉昌直（2019）諸外国の事例にみる鉛直基準面モデル構築の取り組み，海洋情報部研究報告，57，87-100。  
森岡裕詞（2015）連続観測装置で捉えた東京湾における青潮時の貧酸素水塊の挙動，海洋情報部研究報告，52，1-10。  
宗田幸次（2020a）相模湾の流況予測に向けた取り組み，海洋情報部研究報告，58，135-155。  
宗田幸次（2020b）潮流調和定数データセットの作成手法に関する調査，海洋情報部研究報告，58，126-134。  
西村一星・増田貴仁・糸井洋人・土屋主税・加藤弘紀・松坂真衣・佐藤勝彦・田中友規・野坂琢磨・石田雄三（2017）自律型海洋観測装置（AOV）の運用に向けて，海洋情報部研究報告，54，74-83。  
七海仁美・大脇温子・菅原 準（2017）電波式験

- 潮儀の導入に向けた試験観測，国土地理院時報，129，231-236.
- 佐藤 敏・熊谷 武（2017）日本沿岸の Lowest Astronomical Tide について，海洋情報部研究報告，54，84-94.
- 佐藤 敏（2020）水路測量に係る平均水面の求め方の問題点，海洋情報部研究報告，58，100-108.
- 田中友規（2007）2軸電磁ログを使用する海流観測におけるバイアス誤差の補正方法，海洋情報部研究報告，43，45-57.
- 手登根 功・小山あずさ・木村琢磨・宗田幸次（2012）二軸電磁ログによる海潮流観測について，海洋情報部研究報告，48，127-131.
- 土屋主税（2020）欠測の多い潮位データの最小二乗法による調和分解，海洋情報部研究報告，58，109-125.
- 渡邊奈保子・松坂真衣・山尾 理（2017）千葉灯標モニタリングポストで観測された東京湾の底層溶存酸素量の時間変化，海洋情報部研究報告，54，102-110.
- 寄高博行・岩本暢之・金田謙太郎・笹原 昇・清水潤子・三宅武治・小森達雄（2012）水路技術の進展と電子海図への取組，海洋情報部研究報告，48，1-25.
- 吉田 隆・下平保直・林王弘道・横内克巳・秋山秀樹（2006）黒潮の流路情報をもとに黒潮大蛇行を判定する基準，海の研究，15，499-507.

## 要 旨

最近10年間の海洋情報部による海象観測及び成果についてまとめる。黒潮は12年ぶりに大蛇行の流路をとった。観測機器や成果へのニーズは徐々に移り変わっている。