

### 潮流調和定数データセットの作成手法に関する調査<sup>†</sup>

宗田幸次\*

Survey on the method of creating a tidal current harmonic constants data set<sup>†</sup>

Koji MUNEDA\*<sup>1</sup>

#### Abstract

Sea current information is used in a variety of fields, including navigation safety, marine economic activities, marine environment conservation, and marine leisure. The Japan Coast Guard's Hydrographic and Oceanographic Department has been conducting ocean current observations, tidal current observations, coastal current surveys, and so on to collect information on ocean currents, and has been publicizing the results in order to contribute to the public. In this paper, a technique for simulating tidal current, one type of the ocean current information, is reported. In order to make it a data for preparation in the research of 2018, we investigated the method of creating a tidal harmonic constants data set, and report the results.

#### 1 はじめに

海の流れの情報は、航海安全、海洋での経済活動、海洋環境の保全、及び海洋レジャーなど様々な分野で利活用されている。海上保安庁海洋情報部では測量船及び巡視船等を使用して、海流観測、潮流観測、及び流況調査等を行って海の流れに関連する資料を収集している。収集した資料は整理・解析した後、観測報告書等の成果を作成し、印刷物や Web サイトで公表し、国民に寄与している。近年、海洋に関連する技術が進歩しているところ、デジタルデータを各種海洋空間情報と重畳、航海システムへの表示、及び流況予測ツールの開発など利活用の多様性に対応した高品質な海の流れの情報の必要性が高まっている。このため、海上保安庁海洋情報部では海の流れの情

報の一つである潮流について、新しい面的な情報（以下、「潮流グリッドデータ」という）の作成に向けた研究を行っている。2018 年度の研究では、潮流グリッドデータの作成にあたり、最初にその手法を何にするか決定した。この決定に必要な資料の一つとするため、海上保安庁海洋情報部が保有する潮流調和定数データセットの作成手法に関する調査を行ったので、その結果を報告する。

#### 2 調査の概要

調査項目は、作成年月、海域、空間種別（単一点かグリッドか）、作成したときの研究（論文）名等、概要、海上保安業務での使用実績、メリット（利活用性）、デメリット（課題等）、潮流グリッドデータ作成への直接的な利用価値、及びそ

<sup>†</sup> Received September 6, 2019; Accepted September 30, 2019

\* 技術・国際課 海洋研究室 Ocean Research Laboratory, Technology Planning and International Affairs Division

の理由とした。作成年月から概要までは主に研究報告（論文）等により調査したものである。海上保安業務での使用実績は、過去の当部の報告書及び資料等により調査したものである。メリットから利用価値の理由までは調査結果から判明したことを踏まえ、著者の考えを記載したものである。

調査結果は、Table 1 から Table 3-e に示す。各 Table の概要について以下に記載する。

なお、ID の項目の英字 2 文字 + 数字 2 文字の 4 文字は、各 Table を参照するためのものである。

Table 1 は単点の実測値から作成した潮流調和定数データセットについて、取りまとめたものである。

Table 2-a, 及び Table 2-b は、設定した範囲内にある単点の実測値から求めた潮流調和定数を使用し、各点間を内外挿して作成したグリッドの潮流調和定数データセットについて、取りまとめたものである。これらの潮流調和定数は、パーソナルコンピュータが広く利用され始めたころの 1984 年に東京湾 (PG01) が作成され、その後、宗谷・津軽・対馬・大隅海峡 (PG02)、瀬戸内海全域・東京湾・伊勢湾・大阪湾・有明海・鹿児島湾 (PG03)、鳴門海峡・関門海峡 (PG04) が作成された。PG03 は、1989 年度に海上保安庁海洋情報部で開発した「潮汐・潮流表示プログラム」で使用できるよう潮流調和定数データセットの

フォーマットを変換したものである。PG05 は、グリッドサイズが粗い、及び調和定数の精度が低いとの指摘があったため使用を取り止めたものである。PG06 は、第十一管区海上保安本部が潮流調和定数データセットの作成に取り組んだものであるが、シミュレーションにより潮流調和定数データセットを作成することとしたため途中で取りやめたものである。PG07 は、潮流調和定数データセットを作成するための実測値の精度、及びデータ期間の問題があり、使用できる水準までには至っていないものである。

Table 3-a から Table 3-e までは、モデルを使用したシミュレーションで作成したグリッドの潮流調和定数データセットについて、取りまとめたものである。SI01 から SI11 までは、流況予測の情報を提供することで航海安全に寄与すること、漂流予測で使用することで人命・財産の保護に寄与することの 2 点を主目的として、1985 年から一般財団法人（当時は「財団法人」）日本水路協会が作成してきたものである。なお、1994 年以降は、海上保安庁海洋情報部との共同研究として作成している。SI12 は、2014 年 3 月に海上保安庁海洋情報部で開発したものである。SI13 は、沖縄科学技術大学院大学 (OIST) と第十一管区海上保安本部が共同研究の協定を結び、OIST により開発・作成されたものである。

Table 1. Tidal current harmonic constant data set created from measured values at a single point.

表 1. 単点の実測値から作成した潮流調和定数データセット。

ID	作成年月	①海域 ②空間種別 ③グリッドサイズ*	①作成機関 ②研究（論文）名等 ③概要	海上保安業務での 使用実績	メリット (利活用性)	デメリット (課題等)	①グリッドデータ作成への 直接的な利用価値 ②理由
OP01	1928年 (昭和3年※) ※1985年(昭和60年)頃、デジタル化された一昼夜潮流調和定数データによる。	①日本周辺の港湾から沿岸域 ②単点 ③1分(約1850m)	①海上保安庁海洋情報部 ②特定名なし ③海上保安庁海洋情報部が、日本周辺の沿岸海域に流速計を設置し、10分、20分・・60分間隔で1昼夜から32昼夜連続観測した流向・流速データを処理し作成した毎時値の流速値（北方・東方成分）から同部の15・32潮流調和分解計算方法で求めた調和定数を使用して任意の流向・流速を求める。 注：1昼夜観測で求めた潮流調和定数もある。	潮汐表のほか業務用の潮流推算で使用	・日本周辺に調和定数が存在 ・観測値から算出したもので信頼性は高い。	・日本沿岸周辺にはあるが、空間密度は極めて粗い。 ・漂流予測での使用は難しい。	①なし ②単点データのため ※シミュレーションの検証に利用価値あり

Table 2-a. A tidal current harmonic constant data set created by interpolating and extrapolating the measured values of a single point into a grid (Part 1).

表 2-a. 単点の実測値を内外挿しグリッド化する手法で作成した潮流調和定数データセット (その 1).

ID	作成年月	①海域 ②空間種別 ③「グリッドサイズ」	①作成機関 ②研究(論文)名等 ③概要	海上保安業務での使用実績	メリット(利活用性)	デメリット(課題)	①グリッドデータ作成への直接的な利用価値 ②理由
PG01	1984年3月 (昭和59年)	①東京湾 ②正方形「グリッド」 ③2000m	①日本水路協会 ②調査研究資料39 沿岸域の流況及び漂流の予測並びに提供システムの研究 ③流況資料の解析から作成した主要4分潮(M2, S2, K1, O1)の調和定数と恒流として潮汐残差流・吹送流・その他の流れの各係数分布図から東京湾を2kmの「グリッド」で区切り、「グリッド」の中央で調和定数と各係数を読み取る。その「グリッド」が海上か陸上かの区別を読み取る。潮流は、K2, P1潮をそれぞれS2, K1潮の平衡潮の比率より求め6分潮で予測する。	不明	・正方形「グリッド」と行列配置のデータで取り扱いやすい。 ・空間密度は、やや細かい。	・特定の海域のみ ・岸付近の空間密度は、粗い。	①低 ②手法、「グリッドサイズ」から日本周辺全域の精度の高い推算是難しい。
PG02	1985年10月 (昭和60年)	①宗谷海峡 津軽海峡 対馬海峡 大隅海峡 ②正方形「グリッド」 ③5分(約9360m)	①海上保安庁海洋情報部 ②水路部技報第4号, 昭和61年3月(1986年) 海洋情報システムにおける潮流・潮汐予報 ③近傍の海峡予報点を標準点に選び、東西・南北両成分毎に補正数(潮時差、流速比)を各「グリッド」に与え、標準点の予報式を補正することによって毎時の流向・流速を求める。海峡等予報点の「グリッド」は、調和定数を使用して求める。	旧海洋情報システム	・正方形「グリッド」と行列配置のデータで取り扱いやすい。	・特定の海域のみ ・岸付近の空間密度は、粗い。 ・海峡予報点から離れ、地形が異なるところの「グリッド」は、精度が低い。	①低 ②手法、「グリッドサイズ」から日本周辺全域の精度の高い推算是難しい。
PG03	1985年10月 (昭和60年)	①瀬戸内海全域 東京湾 伊勢湾 大阪湾 有明海 鹿児島湾 ②正方形「グリッド」 ③1分(約1850m)	①海上保安庁海洋情報部 ②水路部技報第4号, 昭和61年3月(1986年) 海洋情報システムにおける潮流・潮汐予報 ③近傍の海峡予報点を標準点に選び、東西・南北両成分毎に補正数(潮時差、流速比)を各「グリッド」に与え、標準点の予報式を補正することによって毎時の流向・流速を求める。海峡等予報点の「グリッド」の流向・流速は、調和定数を使用して求める。 ※平成元年(1989年)頃に沿岸調査課において、「海洋情報システム」の潮流調和定数を「ネットワーク対応 潮汐・潮流表示プログラム」で使用するためにフォーマット等を変更している。調和定数データ名は「水路部(管区)未登録データ」	旧海洋情報システム フォーマット変換したものを平成13年(2001年)に作成した漂流予測プログラムで使用	・正方形「グリッド」と行列配置のデータで取り扱いやすい。 ・空間密度は、やや細かい。	・特定の海域のみ ・岸付近の空間密度は、やや粗い。 ・海峡予報点から離れ、地形が異なるところの「グリッド」は、精度が低い。	①低 ②手法、「グリッドサイズ」から日本周辺全域の精度の高い推算是難しい。
PG04	1985年10月 (昭和60年)	①鳴門海峡 関門海峡 ②正方形「グリッド」 ③1分(約1850m)	①海上保安庁海洋情報部 ②水路部技報第4号, 昭和61年3月(1986年) 海洋情報システムにおける潮流・潮汐予報 ③近傍の海峡予報点を標準点に選び、東西・南北両成分毎に補正数(潮時差、流速比)を各「グリッド」に与え、標準点の予報式を補正することによって毎時の流向・流速を求める。海峡等予報点は、水位差で求める。	旧海洋情報システム	・正方形「グリッド」と行列配置のデータで取り扱いやすい。 ・空間密度は、やや細かい。	・特定の海域のみ ・岸付近の空間密度は、粗い。 ・海峡予報点から離れ、地形が異なるところの「グリッド」は、精度が低い。	①低 ②手法、「グリッドサイズ」から日本周辺全域の精度の高い推算是難しい。

Table 2-b. A tidal current harmonic constant data set created by interpolating and extrapolating the measured values of a single point into a grid (Part 2).

表 2-b. 単点の実測値を内外挿しグリッド化する手法で作成した潮流調和定数データセット (その 2).

ID	作成年月	①海域 ②空間種別 ③「グリッドサイズ」	①作成機関 ②研究(論文)名等 ③概要	海上保安業務での使用実績	メリット(利活用性)	デメリット(課題)	①グリッドデータ作成への直接的な利用価値 ②理由
PG05	2000年3月 (平成12年)	①仙台湾 ②正方形「グリッド」 ③5分(約9260m)	①第二管区海上保安本部海洋情報部 ②仙台湾「グリッド」潮流調和定数 ③過去の15昼夜以上の潮流観測点の潮流調和定数を基に、主要4分潮のK1、O1、M2、S2について、各定数の北方成分、東方成分の速度、選角をプロットし、等速度線、等選角線を手入力したものを読み取った「グリッド」定数	漂流予測プログラム(平成13年作成)に使用できるようにしたが、精度が低いとの判断から未使用	・正方形「グリッド」と行列配置のデータで取り扱いやすい。	・特定の海域のみ ・岸付近の空間密度は、粗い。	①なし ②精度が低いため
PG06	2010年12月 (平成22年)	①沖縄本島南西 沖縄本島南東 ②正方形「グリッド」 ③1分(約1850m)	①第十一管区海上保安本部海洋情報調査課 ②沖縄本島周辺海域の潮流調和定数作成 ③ポイント調和定数から10分潮(M2, S2, K2, N2, K1, O1, P1, Q1, M4, MS4)の北方・東方流速成分値及び北方・東方選角成分値の図を作成した。 この図を元に各流速成分等値線及び各選角等値線の図を作成した。これらの等値線図から1分「グリッド」の各成分流速値、各成分選角値から作成した調和定数を使用して任意の流向・流速を求める。	作成後、検証中にシミュレーションを採用することとなり、使用実績なし。	・正方形「グリッド」と行列配置のデータで取り扱いやすい。	・特定の海域のみ ・岸付近の空間密度は、粗い。	①なし ②中途での終了。
PG07	2013年2月 (平成25年)	①東シナ海 ②正方形「グリッド」 ③2.5分(約4630m)	①第十一管区海上保安本部海洋情報調査課 ②短波レーダーの流向・流速値による潮流調和定数作成 ③情報通信研究機構(NICT)沖縄電磁波技術センターが、与那国島及び石垣に設置した遠距離海洋レーダーの観測データから計算した空間精度2.5分「グリッド」、時間「グリッド」30分の流向・流速データを処理し、毎時値の流速値(北方・東方成分)を作成した。 この毎時値から当庁の15・32潮流調和分解計算手法で求めた調和定数を使用して任意の流向・流速を求める。	年と季節を変えて算出した潮流調和定数を比較した結果、元データの精度の向上が必要との結論に至り、使用実績なし	・正方形「グリッド」と行列配置のデータで取り扱いやすい。 ・海洋短波レーダーの流向・流速データで調和定数の算出が可能(観測値で算出した「グリッド」の潮流調和定数)	・特定の海域のみ ・岸付近の空間密度は、粗い。	①なし ②調和定数の精度向上が必要(精度の高い流向・流速データが必要) 「グリッドサイズ」の細密化が必要

Table 3-a. Tidal current harmonic constant data set created by simulation (Part 1).

表 3-a. シミュレーションにより作成した潮流調和定数データセット (その1).

ID	作成年月	①海域 ②空間種別 ③グリッドサイズ*	①作成機関 ②研究(論文)名等 ③概要	海上保安業務での使用実績	メリット (利活用性)	デメリット (課題)	①グリッドデータ作成への直接的な利用価値 ②理由
SI01	1985年3月 (昭和60年)	①三河湾 ②正方形グリッド* ③1分(約1850m)	①日本水路協会 ②調査研究資料41 沿岸域の流況及び漂流の予測並びに提供システムの研究(2) ③シミュレーションによるデータ補間 ◆シミュレーションモデル: 潮汐流と内湾における恒流の3成分(吹送流、潮汐残差流、密度流)を取り扱える「密度場を考慮した2層レベルモデルを使用	不明	・正方形グリッドだと行列配置のデータで取り扱いやすい。	・特定の海域のみ ・岸付近の空間密度は、やや粗い。	①低 ②岸付近のグリッドサイズを細かくする必要あり
SI02	1986年3月 (昭和62年)	①相模湾 ②正方形グリッド* ③1.25分(約2320m)	①日本水路協会 ②調査研究資料46 沿岸域の流況及び漂流の予測並びに提供システムの研究(4) ③流況の予測は、要因別流れについてシミュレーションを行い各データテーブルを作成 ◆潮流シミュレーション: 計算の基礎方程式は、3次元流体の運動方程式と連続方程式を水平方向2次元、鉛直方向1層とした式。計算分潮はM2・S2。 ◆海流のシミュレーション: 一層モデル。計算上の最大水深は300 m ◆吹送流のシミュレーション: 密度一様の3層モデル	不明	・正方形グリッドだと行列配置のデータで取り扱いやすい。	・特定の海域のみ ・岸付近の空間密度は、粗い。	①低 ②岸付近のグリッドサイズを細かくする必要あり
SI03	1986年3月 (昭和62年)	①大阪湾 ②正方形グリッド* ③1分(約1850m)	①日本水路協会 ②大阪湾の流況予測用データテーブルの作成作業報告書 ③季節別の定数 春(3~5月)、夏(6~8月)、秋(9~11月)、冬(12~2月)	漂流予測プログラム(平成13年作成)で使用	・正方形グリッドだと行列配置のデータで取り扱いやすい。	・特定の海域のみ ・岸付近の空間密度は、粗い。	①低 ②岸付近のグリッドサイズを細かくする必要あり

Table 3-b. Tidal current harmonic constant data set created by simulation (Part 2).

表 3-b. シミュレーションにより作成した潮流調和定数データセット (その2).

ID	作成年月	①海域 ②空間種別 ③グリッドサイズ*	①作成機関 ②研究(論文)名等 ③概要	海上保安業務での使用実績	メリット (利活用性)	デメリット (課題)	①グリッドデータ作成への直接的な利用価値 ②理由
SI04	1990年3月 (平成2年)	①対馬海峡を中心とする九州北西岸域 ②正方形グリッド* ③5分(約9260m)	①日本水路協会 ②調査研究資料57 重要海域の流況予測データテーブルの整備(対馬海峡を中心とする九州西岸域) ③流況の予測は、要因別流れについてシミュレーションを行い各データテーブルを作成 ◆潮流シミュレーション: 計算の基礎方程式は、3次元流体の運動方程式と連続方程式を水平方向2次元、鉛直方向1層とした式。計算分潮はM2・S2・K1・O1。 ◆海流シミュレーション: 1層モデル。計算上の最大水深は200 m。 ◆吹送流シミュレーション: 密度一様の3層モデル。	漂流予測プログラム(平成13年作成)で使用	・正方形グリッドだと行列配置のデータで取り扱いやすい。	・特定の海域のみ ・岸付近の空間密度は、粗い。	①低 ②岸付近のグリッドサイズを細かくする必要あり
SI05	1991年3月 (平成3年)	①豊後水道から紀伊水道に至る四国沿岸域 ②正方形グリッド* ③5分(約9260m)	①日本水路協会 ②調査研究資料61 重要海域の流況予測データテーブルの整備(豊後水道から紀伊水道に至る四国沿岸域) ③流況の予測は、要因別流れについてシミュレーションを行い各データテーブルを作成 ◆潮流シミュレーション: 計算の基礎方程式は、3次元流体の運動方程式と連続方程式を水平方向2次元、鉛直方向1層とした式。計算分潮はM2・S2・K1・O1。 ◆海流シミュレーション: 1層モデル。計算上の最大水深は1000 m。 ◆吹送流シミュレーション: 密度一様の3層モデル。	使用なし	・正方形グリッドだと行列配置のデータで取り扱いやすい。	・特定の海域のみ ・岸付近の空間密度は、粗い。	①低 ②岸付近のグリッドサイズを細かくする必要あり
SI06	1992年3月 (平成4年)	①吐噺海峡を中心とする九州南岸域 ②正方形グリッド* ③5分(約9260m)	①日本水路協会 ②調査研究資料64 重要海域の流況予測データテーブルの整備(吐噺海峡を中心とする九州南岸域) ③流況の予測は、要因別流れについてシミュレーションを行い各データテーブルを作成 ◆潮流シミュレーション: 計算の基礎方程式は、3次元流体の運動方程式と連続方程式を水平方向2次元、鉛直方向1層とした式。計算分潮はM2・S2・K1・O1。 ◆海流シミュレーション: 1層モデル。計算上の最大水深は1000 m。 ◆吹送流シミュレーション: 密度一様の3層モデル。	注: 漂流予測プログラム(平成13年作成)で使用しようとしたが、取り止め	・正方形グリッドだと行列配置のデータで取り扱いやすい。	・特定の海域のみ ・岸付近の空間密度は、粗い。	①低 ②岸付近のグリッドサイズを細かくする必要あり

Table 3-c. Tidal current harmonic constant data set created by simulation (Part 3).

表 3-c. シミュレーションにより作成した潮流調和定数データセット (その 3).

ID	作成年月	①海域 ②空間種別 ③グリッドサイズ*	①作成機関 ②研究 (論文) 名等 ③概要	海上保安業務での使用実績	メリット (利活用性)	デメリット (課題)	①グリッドデータ作成への直接的な利用価値 ②理由
SI07	1993年3月 (平成5年)	①津軽海峡 ②正方形グリッド ③5分(約9260m) 2.5分(約4630m)	①日本水路協会 ②調査研究資料68 重要海域の潮流予測データテーブルの整備 (津軽海峡付近) ③潮流の予測は、要因別流れについてシミュレーションを行い各データテーブルを作成。 ◆潮流シミュレーション: 計算の基礎方程式は、3次元流体の運動方程式と連続方程式を水平方向2次元、鉛直方向1層とした式。計算分潮はM2・S2・K1・O1。 ◆海流シミュレーション: 1層モデル。計算上の最大水深は1000 m。 ◆吹送流シミュレーション: 密度一様の3層モデル。	漂流予測プログラム (平成13年作成) で使用	・正方形グリッドだと行列配置のデータで取り扱いやすい。	・特定の海域のみ ・岸付近の空間密度は、粗い。	①低 ②岸付近のグリッドサイズを細かくする必要あり
SI08	1997年3月 (平成9年) 【その2】 1998年3月 (平成10年) 【その3】 1999年3月 (平成11年) 【その4】 2000年3月 (平成12年)	①関門海峡 ②正方形グリッド ③100m	①日本水路協会/海上保安庁海洋情報部 (共同研究) ②調査研究資料81・88・90・95 狭水道における潮流の高精度予測手法の研究・その2・その3・その4 ③【その1】、【その2】の概要 ◆リアルタイムシミュレーション予測システム: 潮位予測と潮流予測から構成。 潮流予測は、予測した潮位を境界条件として、潮流シミュレーションをリアルタイムで実行。平常時・異常時を含む全ての時間を対象に、関門海峡内の面的な潮流を予測。 以下、【その3】、【その4】の概要 ◆予測システムの構成: ・運用管理サブシステム ・データ取り込み・加工サブシステム ・潮位予測サブシステム ・潮流予測サブシステム ・結果表示サブシステム ◆以下は、【その4】での研究 ・予測システムは、wwwをベースにしたクライアントサーバシステム ※潮流卓越及び船舶交通要所の海域のためやや詳しく記した。	第7管区We低サイトでの公開あり	・正方形グリッドだと行列配置のデータで取り扱いやすい。	・特定の海域のみ	①低 ②調和定数では潮流推算が行えない特性海域

Table 3-d. Tidal current harmonic constant data set created by simulation (Part 4).

表 3-d. シミュレーションにより作成した潮流調和定数データセット (その 4).

ID	作成年月	①海域 ②空間種別 ③グリッドサイズ*	①作成機関 ②研究 (論文) 名等 ③概要	海上保安業務での使用実績	メリット (利活用性)	デメリット (課題)	①グリッドデータ作成への直接的な利用価値 ②理由
SI09	2001年3月 (平成13年) 【その2】 2002年3月 (平成14年) 【その3】 2003年3月 (平成15年)	①瀬戸内海 ②正方形グリッド ③「Table 3-f」及び「Fig. 1」を参照 【その2】 ①瀬戸内海 【その3】 ①東島海峡 鳴門海峡 大島瀬戸 ②正方形グリッド ③3.3秒(約100m)	①日本水路協会/海上保安庁海洋情報部 (共同研究機関) ②調査研究資料103・109・113 瀬戸内海の海峡部及び島嶼海域における潮流の高精度予測手法の研究・その2・その3 ③以下に記す ◆潮流シミュレーション: ・計算の基礎方程式は、3次元流体の運動方程式と連続方程式を水平方向2次元、鉛直方向1層とした式。計算分潮は29分潮。 ・離散化法は、時間方向にleap-frogスキーム、移流項・粘性項は中心差分 ・水深データとして、J-BIRD及び1000 mグリッド海底地形デジタルデータ ・海岸地形として、総合海岸線デジタルデータの「瀬戸内海東部および四国東部統合海岸線」および「瀬戸内海西部および四国南西部統合海岸線」。「瀬戸内海西部」データを基に、グリッド地形を作成。 ◆計算条件: ・時刻間隔: $\Delta t = 13.8$ 秒、または $\Delta t = 3.45$ 秒 ・シミュレーション時間: M2分潮で4周期 ・コリオリ力: $f = 2\omega \cdot \sin\varphi$ ◆潮位境界条件: ・M2分潮の振幅と遅角を設定 > 豊後水道境界 振幅 50.8cm、遅角 180.06度(土佐清水) > 紀伊水道境界 振幅 48.0cm、遅角 172.84度(田辺) > 響灘境界 振幅 37.0cm、遅角 291.00度(若松) 【その2】・【その3】は、以下のとおり ◆鳴門海峡のモデル化 ◆東島海峡海域の予測手法の検討 ※潮流卓越及び船舶交通要所の海域のためやや詳しく記した。	不明	・潮汐・潮流調和定数データベースの構築により、リアルタイムの面的な流況予測 ・インターネットによる流況予測情報提供 ・漂流予測への利活用	・グリッドサイズ 2700 m × 2700 mは、地形によって更に細かいサイズが必要 ・水平2次元モデルの適用限界 ・流れの構成として、風による吹送流、淡水加入による密度流の加味 ・2次元モデルをベースと、部分的に3次元モデルの開発	①高 ②瀬戸内海全域の潮汐・潮流予測が可能

Table 3-e. Tidal current harmonic constant data set created by simulation (Part 5).

表 3-e. シミュレーションにより作成した潮流調和定数データセット (その5).

ID	作成年月	①海域 ②空間種別 ③グリッドサイズ	①作成機関 ②研究 (論文) 名等 ③概要	海上保安業務での 使用実績	メリット (利活用性)	デメリット (課題)	①グリッドデータ作成への 直接的な利用価値 ②理由
SI10	2004年3月 (平成16年) 【その2】 2005年3月 (平成17年)	①瀬戸内海 ②正方形グリッド ③「Table 3-f」, 「Fig. 1」, 及び「Fig. 2」を参照	①日本水路協会/海上保安庁海洋情報部 (共同研究機関) ②調査研究資料121・127 潮流情報等の船上における表示利用の高度化に関する研究・その2 ③以下に記す ・ID: SI08, ID: SI09の研究成果の潮汐・潮流調和定数データベース及び 流況・漂流データテーブルを収集, 一元化し, 使いやすいデータベース仕 様, 構造を研究のうえ構築. ・ID: SI08, ID: SI09の研究成果の予測計算プログラムをWindowsのOS とする一定なレベル, フォーマット研究を行い, 迅速な予測が可能な環境を 整備 ・インターネット等ユーザから容易にアクセス可能な方式又は適切な媒体を用 いた方式を調整検討し, 効率的に提供できるシステムを試作	不明	・潮汐・潮流調和定数データ ベースの構築により, リアルタイム の面的な流況予測 ・インターネットによる流況予測 情報提供 ・漂流予測への利活用	・グリッドサイズ 2700m× 2700mでは地形によって更に 細かいサイズが必要 ・水平2次元モデルの適用限界 ・流れの構成として, 風による 吹送流, 淡水加入による密度 流の加味 ・2次元モデルをベースとし, 部 分的に3次元モデルの開発	①高 ②瀬戸内海全域の潮 汐・潮流予測が可能. ※ID: SI09に「グリッド サイズ」1.1秒の「尾道水 道」, 「長崎瀬戸」, 「早瀬瀬戸」, 及び 「音戸ノ瀬戸」, 「グリ ド」サイズ 3.3秒の「関門 海峡」, 及び「上関瀬 戸」が追加されたもの
SI11	2006年3月 (平成18年)	①東京湾 伊勢湾 有明・八代海 鹿児島湾 津軽海峡	①日本水路協会/海上保安庁海洋情報部 (共同研究機関) ②調査研究資料133 潮流情報等の船上における表示利用の高度化に関する研究その3 ③以下に記す ・平成16年度までに試作, 改良した潮流・潮汐予報表示システムを用いて, 東京湾, 伊勢湾, 有明・八代海, 鹿児島湾へ適用し潮流情報の利用につ いて検討 ・Webシステムによる潮流情報の提供方法について, 提供する情報の特徴 や利用形態を踏まえて検討	不明	・検討のみのため対象外	検討のみのため対象外	①なし ②検討のみのため
SI12	2014年3月 (平成26年)	①来島海峡 ②正方形グリッド ③100m	①海上保安庁海洋情報部環境調査課 ②潮流シミュレーション ③以下に記す シミュレーション→潮流調和定数→潮流推算値 ◆シミュレーション ・モデル名: Delft3D ・計算の基礎方程式は, 3次元流体の運動方程式と連続方程式を水平方 向2次元, 鉛直方向1層とした式, 計算分潮は60分潮. ・境界条件: 潮位推算値 ・計算期間: 1年 ・タイムステップ: 0.2分	本庁海洋情報部 Webサイトで公開 中	・正方形グリッドだと行列配置 のデータで取り扱いやすい. ・潮流推算値の検証済み ・計算区域, グリッド単位, 海 底地形, 境界条件の情報を作 成すれば任意の海域の推算が 可能 ・各層・温度・塩分の設定が可 能 ・境界条件は, 潮位推算値の 入力で簡単に設定可能	・新規計算区域での海底地形 データ作成が必要	①高 ②海底地形作成の労 力は掛かるが, 日本全 域の潮流推算を行える 可能性あり
SI13	2018年1月 (平成30年)	①慶良間諸島 ②正方形グリッド ③300m	①沖縄科学技術大学院大学(OIST) / 第十一管区海上保安本部 (共 同研究機関) ②高解像度海洋モデルの開発と漂流予測 ③高精度地形データ, 及び高解像度海洋モデルによる潮流シミュレーション及び 漂流予測	検討中	・正方形グリッドだと行列配置 のデータで取り扱いやすい. ・空間密度は, 細かい.	・特定海域のみ ・潮流予測精度の向上には, 300 mより高解像度の海洋モ デルが必要	①低 ②特定海域のみ

Table 3-f. ID: SI09, ID: SI10 grid size, etc.

表 3-f. ID : SI09, 及び ID : SI10 のグリッドサイズほか.

ブロック名	メッシュ幅	ブロックの左下隅		ブロックの右上隅		メッシュ数	対象海域
Block 1	90秒	32° 36' 0"	130° 51' 0"	34° 48' 0"	135° 30' 0"	領域定義のみ	瀬戸内海全域
Block 2	30秒	33° 57' 0"	133° 24' 0"	34° 48' 0"	135° 30' 0"	9243	瀬戸内海東部
Block 3	10秒	34° 14' 0"	133° 26' 30"	34° 37' 0"	134° 08' 30"	12063	備後灘・備讃瀬戸
Block 4	30秒	33° 33' 0"	130° 51' 0"	34° 27' 0"	133° 24' 0"	8039	瀬戸内海西部
Block 5	10秒	34° 1' 30"	132° 51' 0"	34° 26' 30"	133° 20' 0"	6387	来島海峡など (大)
Block 6	10秒	33° 48' 30"	132° 0' 0"	34° 22' 0"	132° 51' 0"	30708	広島湾・安芸灘
Block 7	90秒	32° 36' 0"	131° 30' 0"	33° 13' 30"	132° 48' 0"	694	豊後水道
Block 8	90秒	33° 36' 0"	134° 24' 0"	33° 57' 0"	135° 24' 0"	377	紀伊水道
Block 9	10秒	34° 12' 0"	134° 33' 0"	34° 18' 0"	134° 44' 0"	1249	鳴門海峡 (大)
Block 10	30秒	33° 13' 30"	131° 30' 0"	33° 33' 0"	132° 36' 0"	2826	速吸瀬戸 (大)
Block 11	3.3秒	34° 03' 30"	132° 52' 50"	34° 24' 40"	133° 14' 0"	84740	来島海峡など
Block 12	3.3秒	34° 13' 0"	134° 37' 30"	34° 15' 30"	134° 41' 0"	2594	鳴門海峡
Block 13	10秒	34° 31' 0"	134° 54' 0"	34° 41' 30"	135° 9' 0"	3511	明石海峡
Block 14	10秒	34° 12' 30"	134° 54' 50"	34° 20' 30"	135° 11' 0"	3304	友ヶ島水道
Block 15	10秒	34° 7' 0"	132° 20' 0"	34° 18' 0"	132° 36' 0"	32979	早瀬・音戸ノ瀬戸
Block 16	3.3秒	33° 55' 0"	132° 7' 0"	33° 59' 0"	132° 14' 0"	4044	大島瀬戸
Block 17	10秒	33° 15' 0"	131° 49' 0"	33° 25' 0"	132° 5' 0"	5871	速吸瀬戸
Block 18	10秒	33° 52' 30"	130° 51' 0"	34° 3' 30"	131° 3' 30"	2490	関門海峡 (大)
Block 19	1.1秒	34° 23' 30"	133° 10' 0"	34° 24' 40"	133° 13' 50"	2329	尾道水道
Block 20	1.1秒	34° 15' 30"	133° 9' 40"	34° 17' 50"	133° 12' 30"	8661	長崎瀬戸
Block 21	1.1秒	34° 8' 40"	132° 29' 0"	34° 10' 0"	132° 30' 0"	1712	早瀬瀬戸
Block 22	1.1秒	34° 11' 30"	132° 32' 0"	34° 12' 30"	132° 32' 50"	1358	音戸ノ瀬戸
Block 23	3.3秒	33° 55' 0"	130° 55' 0"	33° 59' 0"	131° 0' 0"	1801	関門海峡
Block 24	3.3秒	33° 49' 0"	132° 5' 30"	33° 52' 0"	132° 8' 30"	1687	上関海峡

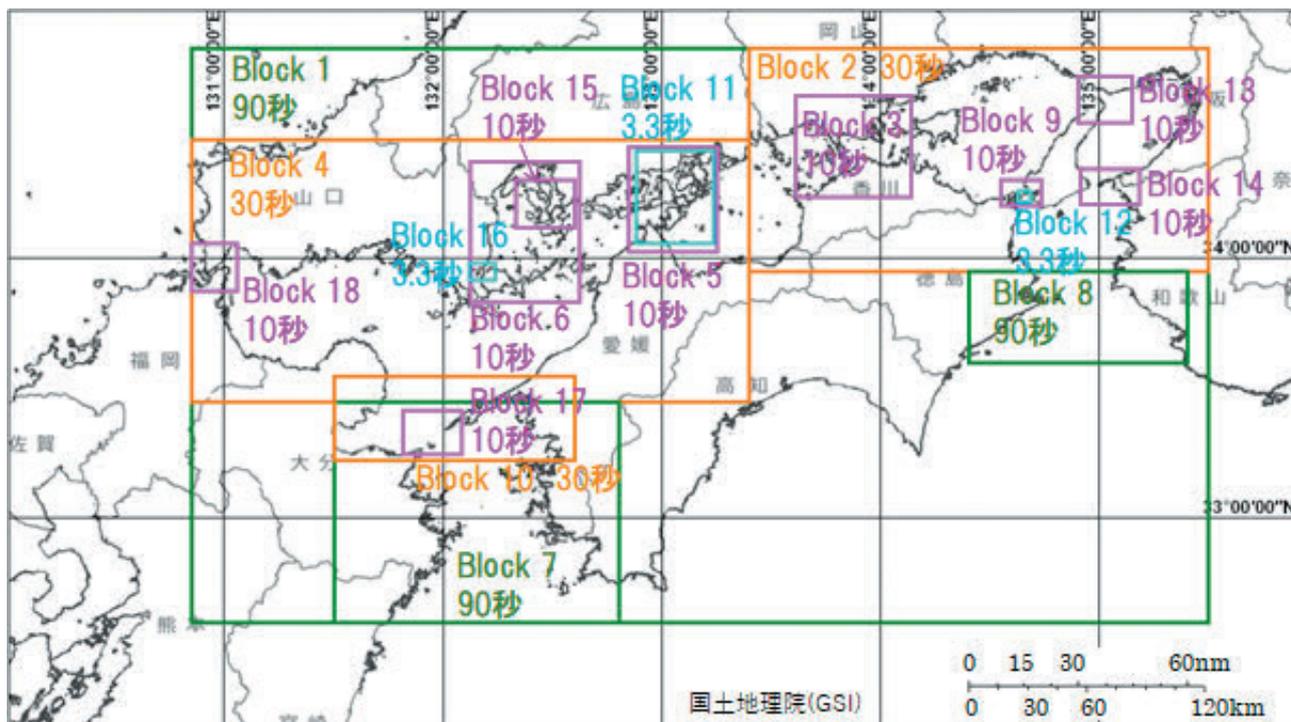


Fig. 1. ID: SI09 calculation area, etc.

図1. ID : SI09 の計算領域ほかを図化したもの.

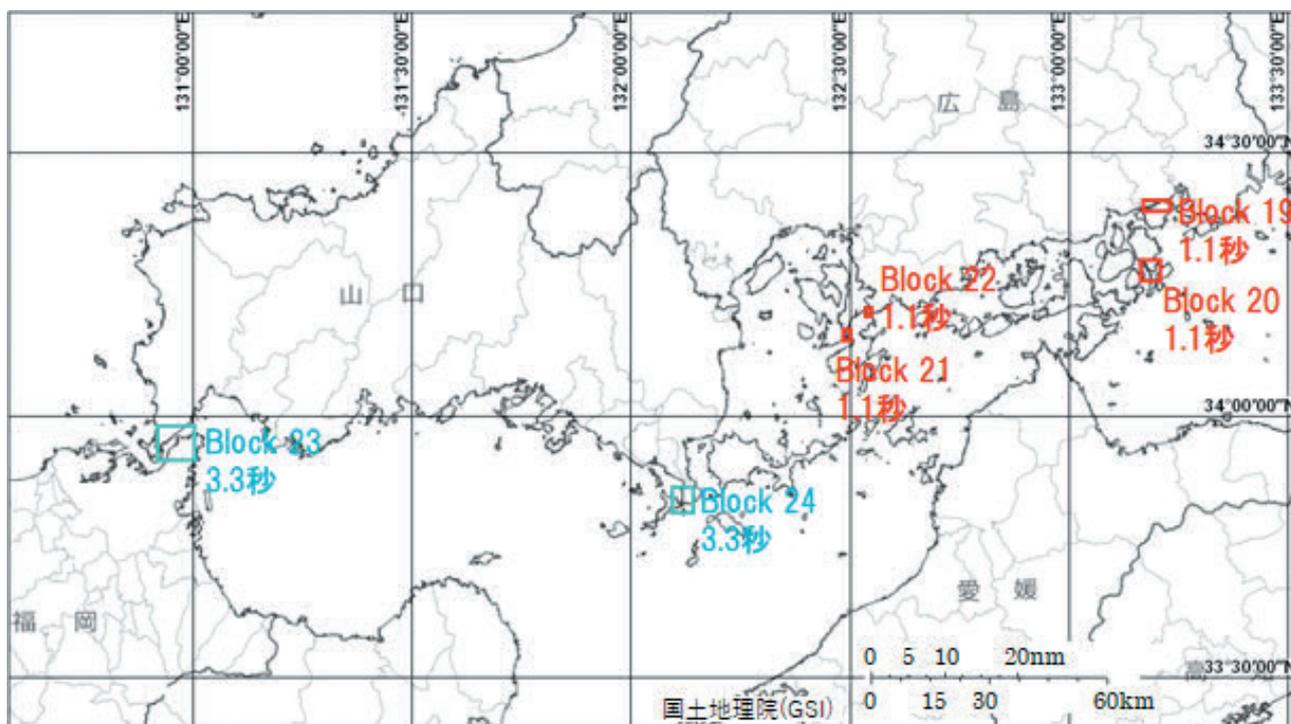


Fig. 2. ID: SI10 calculation area, etc.

図2. ID : SI10 の計算領域ほかを図化したもの.

### 3 おわりに

調査結果のうち、グリッドデータ作成への直接的な利用価値、及び利用価値の理由は、潮流グリッドデータ作成の手法を検討する上で指標となることから以下にまとめを記載する。

Table 1 の OP01 の利用価値は、単点のため「なし」である。ただし、手法をシミュレーションとした場合は、その結果の検証に利用できる。

Table 2 の PG01, PG02, PG03, 及び PG04 の利用価値は、作成手法及びグリッドサイズから海域全体において精度の高い推算が難しいため「低」である。PG05, PG06, 及び PG07 の利用価値は、データ精度が低いことや途中で作成を取り止めたため「なし」である。ただし、PG07 は精度が向上した長期間の実測値を得ることができれば、グリッドサイズの細密化が必要という課題が残るものの実用に耐えるグリッドの潮流調和定数データセットの作成が見込める。

Table 3 の SI01 から SI07 までの利用価値は、海域全体の精度が高い潮流を推算するには、岸付近のグリッドサイズを細かくする必要があるため「低」である。SI08 の利用価値は、第七管区海上保安本部海洋情報部の Web サイトで公開した実績があり、グリッドサイズが 100 m で細かいが、潮流調和定数データセットを作成していないため「低」である。SI09, 及び SI10 の利用価値は、瀬戸内海全域の推算が可能であること、グリッドサイズが約 100 m, 約 300 m, 約 900 m, 及び約 2800 m と海域に対応したサイズであるため「高」である。SI11 の利用価値は、検討を行ったのみであり、新たな潮流調和定数データセットが作成されていないため「なし」である。SI12 は最後に記載する。SI13 の利用価値は、特定海域のみのため「低」である。

SI12 の利用価値は、ソースプログラム等のほか詳細な情報を持ち合わせていることから日本全域のグリッドの潮流調和定数データセットを作成し、これを使用した精度の高い潮流推算が行える可能性があるため「高」である。参考までに SI12 の潮流グリッドデータ例を Fig. 3 に示す。

なお、手法として採用した場合は、潮流調和定数データセットの海域、及びグリッドサイズ等の決定、海底地形データの作成などの課題の解決が必要である。

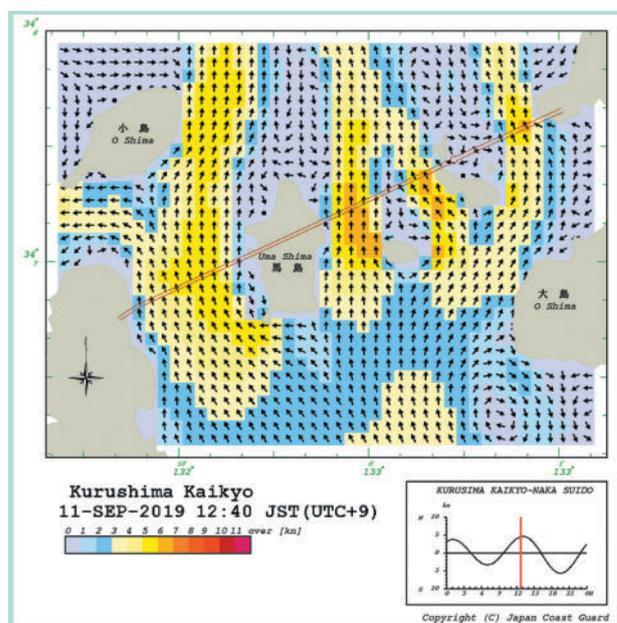


Fig. 3. Example of tidal current grid data: Kurushima Strait Current Information provided on the website.

図 3. 潮流グリッドデータ例：Web サイトで提供している来島海峡潮流情報。

### 謝 辞

匿名の査読者には多くの重要なご指摘と有益な改訂のご提案をいただき、本稿は大きく改善されました。記して感謝いたします。

### 文 献

海上保安庁海洋情報部, 来島海峡潮流情報, [https://www1.kaiho.mlit.go.jp/KANKYO/TIDE/kurushima\\_tidal\\_current/internet\\_currpred/Kurushima/htmls/select\\_areamap.html](https://www1.kaiho.mlit.go.jp/KANKYO/TIDE/kurushima_tidal_current/internet_currpred/Kurushima/htmls/select_areamap.html).

日本水路協会 (1985), 沿岸域の流況及び漂流の予測並びに提供システムの研究 (2), 調査研究資料, 41.

日本水路協会 (1984), 沿岸域の流況及び漂流の予測並びに提供システムの研究, 調査研究資

- 料, 39.
- 日本水路協会 (1985), 沿岸域の流況及び漂流の予測並びに提供システムの研究 (4), 調査研究資料, 44.
- 日本水路協会 (1986), 大阪湾の流況予測用データテーブルの作成作業報告書.
- 日本水路協会 (1990), 重要海域の流況予測データテーブルの整備 (対馬海峡を中心とする九州西岸域), 調査研究資料, 57.
- 日本水路協会 (1991), 重要海域の流況予測データテーブルの整備 (豊後水道から紀伊水道に至る四国沿岸域), 調査研究資料, 61.
- 日本水路協会 (1992), 重要海域の流況予測データテーブルの整備 (吐噶喇海峡を中心とする九州南岸域), 調査研究資料, 64.
- 日本水路協会 (1993), 重要海域の流況予測データテーブルの整備 (津軽海峡付近), 調査研究資料, 68.
- 日本水路協会 (1997), 狭水道における潮流の高精度予測手法の研究, 調査研究資料, 81.
- 日本水路協会 (1998), 狭水道における潮流の高精度予測手法の研究その2, 調査研究資料, 88.
- 日本水路協会 (1999), 狭水道における潮流の高精度予測手法の研究その3, 調査研究資料, 90.
- 日本水路協会 (2000), 狭水道における潮流の高精度予測手法の研究その4, 調査研究資料, 95.
- 日本水路協会 (2001), 瀬戸内海の海峡部及び島嶼海域における潮流の高精度予測手法の研究, 調査研究資料, 103.
- 日本水路協会 (2002), 瀬戸内海の海峡部及び島嶼海域における潮流の高精度予測手法の研究その2, 調査研究資料, 109.
- 日本水路協会 (2003), 瀬戸内海の海峡部及び島嶼海域における潮流の高精度予測手法の研究その3, 調査研究資料, 113.
- 日本水路協会 (2004), 潮流情報等の船上における表示利用の高度化に関する研究, 調査研究資料, 121.
- 日本水路協会 (2005), 潮流情報等の船上における表示利用の高度化に関する研究その2, 調査研究資料, 127.
- 日本水路協会 (2006), 潮流情報等の船上における表示利用の高度化に関する研究その3, 調査研究資料, 133.
- 小田巻実・熊谷武 (1986), 海洋情報システムにおける潮流・潮汐予報, 水路部技報, 4, 51-56.

### 要 旨

海の流れの情報は、航海の安全、海洋での経済活動、海洋環境の保全、及び海洋レジャーなど様々な分野で利活用されている。海上保安庁海洋情報部では、海の流れの情報を収集するために海流観測、潮流観測、及び沿岸流調査等を行い、その成果を公表し国民に寄与してきている。近年、海洋に関連する技術が進歩しているところ、これに対応するため、海の流れの情報の一つである潮流を新しい面的な情報として作成する手法の研究を行った。2018年度の研究では作成に向けた資料とするため、潮流調和定数データセットの作成手法に関する調査をしたので、その結果を報告する。