

海洋再生可能エネルギー資源量評価のための海流・潮流推算

○宮澤泰正^{*1}・Sergey M. Varlamov^{*1}・早稲田卓爾^{*1,2}・美山透^{*1}・郭瀚宇^{*1,3}

*1: 海洋研究開発機構・アプリケーションラボ *2: 東京大学 *3: 愛媛大学

キーワード: 海洋モデリング・海洋再生可能エネルギー・アプリケーション・海流潮流同時計算・不確かさ

【はじめに】

現在、海流・潮流・水温や波浪から利用可能なエネルギーを抽出する技術（海洋再生可能エネルギー）の開発が国内外で進められている。特に、海外での開発は目覚ましく、既に実用化されている例が多くみられる。国内においても、実用化に向けた技術開発が進みつつある。海洋再生可能エネルギーを効率的に開発するためには、想定する海域で利用可能なエネルギー（資源量）を正確に見積もることが必要である。東京大学と海洋研究開発機構は共同で、国内の海洋再生可能エネルギー資源量を評価する業務を新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）から受託した（2014-2015 年度、波浪は東京大学が担当）。本研究は、こうした資源量評価のために数値海流予測モデルを用いて国内の海流・潮流・水温を推算することを目的としている。また推算データは、海洋研究開発機構・アプリケーションラボの成果として、資源量評価のみにとどまらず、広い応用用途に活用されるべく公開することを予定している。

【エネルギー資源量評価のための海洋数値モデリング】

海洋再生可能エネルギーの開発が先行している欧米では、開発の進展を、初期検討、事例検討(FS)、設計検討の三段階に分け、それぞれの段階において解像度や計算期間が異なる数値モデルによる資源量評価を行っている。本研究においてもこうした動向にならひ、最初の二段階である初期検討、事例検討(FS)に適した資源量評価を行う数値モデルを開発する。初期検討とは、具体的な地点を想定しない国内全般の資源量評価であり、これは研究者・事業者・行政など幅広い関係者に利用される。事例検討(FS)とは、具体的な地点を想定して開発を計画する関係者に利用される資源量評価である。こうした用途のために必要となる数値モデルは、海流・潮流を同時に推算し、日本全国に及ぶ海域を包含するとともに、主要な内湾の潮流変動をある程度現実的に表現するだけの解像度を有する必要がある。

また本研究では、資源量評価に伴う不確かさ（誤差）も評価することとしている。欧米で先行して策定されている資源量評価基準において、以下に述べる二つおりの不確かさが概念化されている（木戸浦, 2014）。ひとつは、自然変動に伴う不確かさ（Aleatory Uncertainty）であり、モデルが、起こりうる自然変動をどれだけ現実的に表現しているかという指標である。もうひとつは、モデルの誤差に伴う不確かさ（Epistemic Uncertainty）であり、計算

スキームやパラメタリゼーションなど、モデルそのものの不完全性に伴う誤差である。数値モデリングの立場からこれらの概念を捉えなすと、自然変動に伴う不確かさは、初期条件や境界条件の誤差により生ずる誤差の一部であるとみなすことができる。黒潮流路変動を例にとれば、黒潮の三流路変動を含まない短い期間での推算には、三流路変動を表現していないという誤差が含まれる。本研究では、自然変動に伴う不確かさを減少させるため、少なくとも黒潮の三流路変動を含むような十分長期での海流・潮流推算を行うこととしている。

【海流・潮流推算モデル JCOPE-T】

本研究では、初期検討・事例検討(FS)に適した海流・潮流推算を行うため、海洋研究開発機構で従来から開発を進めてきた JCOPE-T (Varlamov et al. 2015) を用いる。推算期間は、2002 年初頭から現在までであり、黒潮大蛇行(2004-2005 年)を含めた黒潮三流路変動を含む十分長期な期間である。推算範囲は、 125° - 148° E, 24° - 48° N であり、水平解像度は $1/36$ 度である。鉛直方向には、最大水深を 6500m とし、 $z-\sigma$ 座標によって 46 層分割する。海表面外力（運動量フラックス、熱フラックス、降水・蒸発に伴う塩分フラックス）は、NCEP-CFSR 再解析データから各種バルク公式を用いて与える。主要河川からの月平均気候値淡水流出も導入する。潮汐外力は潮汐モデル OTIS の出力を用いて側面および表面から与える。データ同化は、FRA-JCOPE2 再解析データ水温・塩分に対しスペクトルナッジング法によって緩和させることで間接的に行う。水平方向の粘性係数はスマゴリンスキー・パラメタリゼーション（係数 0.3）によって与え、拡散係数は一定値 $50\text{m}^2\text{s}^{-1}$ を与える。鉛直方向の粘性・拡散係数は、Mellor-Yamada-Nakanishi-Niino-Furuich 乱流モデルによって与える。各予報変数の 1 時間平均値を出力して蓄積していく。

【不確かさの評価】

モデルの不確かさを評価するため、漂流ブイから見積もった表面流速（MEDS-RNOC アーカイブ）と、ADCP 等の海流観測データ（JODC アーカイブ）、掘削船「ちきゅう」での定点海流観測データ、GTSP アーカイブの水温・塩分データに加え、他の海流推算モデルデータ（NEAR-GOOS アーカイブ）との比較検証を行う。