

# 船舶搭載用コンパクト海洋モデルの構築と ウェザールーティングへの応用

○ 黒澤賢太<sup>1</sup>・内山雄介<sup>1</sup>・小碓大地<sup>2</sup>・多田拓晃<sup>1</sup>

(1: 神戸大院・工, 2: 港湾空港技術研究所)

キーワード: ウェザールーティング, コンパクト海洋モデル, A\*アルゴリズム, 航路選定

## 1. はじめに

船舶から排出される温室効果ガスの削減に向けた燃料消費効率の向上のための技術として、海流などの海象気象情報を有効利用するウェザールーティング(以下、WR と呼称)がある。WR では専門機関が公表する海象気象予報データを利用することを前提としているが、例えば瀬戸内海などに見られる狭い海域や水路を通過する内航船航路では、上記の公表データでは時空間的解像度が不十分な場合がある。同時に、WR で航路選定をする際、船舶は海洋上であらゆる方向に進行し得るため、計算効率の改善が重大な課題となっている。そこで本研究では、WR のための新しい航路選定アルゴリズムを開発してその有用性を検証するとともに、航行中の船舶上で逐次海況予報を行うための軽量の WR 用海洋モデルを構築し、その適用性について検討した。

## 2. 最適航路評価法

本研究では、グラフ探索アルゴリズムの一つである Dijkstra 法を一般化した A\*法をベースに高速なルーティング計算モデルを開発した。通常の A\*法では目的地へ向かうノードを優先的に計算するためのヒューリスティック関数  $h$  と、ノード間移動コスト  $\chi$  としてユークリッド距離を用いて最短経路を探索する。本研究では、地球の球面効果を  $h$  と  $\chi$  に、船舶の速度に影響を与える海流の効果を  $\chi$  に組み入れることにより、出発地と目的地の 2 点間の最短距離経路、エンジン開度を一定として求める最短時間経路、海流に対する相対船速を一定として求める最小燃費経路の 3 通りの経路を実用的な時間で探索することが可能となった。

## 3. 潮流を考慮した内航船航路探索

航海中の船舶上で簡易に実行することを目標に、軽量化した WR 用のコンパクト海洋モデルを構築し、瀬戸内海航路に適用した。JCOPE2 (水平解像度約 10 km) に直接ネストさせた領域海洋モデル ROMS を用いて、瀬戸内海全域を水平格子 2 km, 鉛直 20 層の比較的粗い格子で表現し、計算条件を一部簡素化することにより、1 日分の海流予報が市販のノートパソコンを使って約 4 分で完了するように設計した。コンパクト海洋モデルと WR を統合した経路評価の一例として、大阪から徳島に向かう瀬戸内海における内航船航路を取り上げる。ここでは最短時間経路法を用い、海況予報計算結果に基づき 1 時間毎のリルーティングを用いて探索を行った。2013 年 2 月 22 日 12 時 (UTC)

および同日 18 時に大阪を出航した場合の経路を見ると (図-1), 航路, 移動距離, 移動時間はほぼ変わらないが, 18 時出航の場合に燃料消費効率が 15.4% も向上するという結果を得た。12 時, 18 時に出航した船がそれぞれ明石海峡を通過する 14 時, 20 時における表層流速の 1 時間平均値の分布 (図-1) から, 12 時出航の船が明石海峡付近を通過する時には進行方向に対して逆向きの潮流が, また, 燃費が向上した 18 時出航のケースでは海峡通過時に進行方向と同方向の潮流が形成されていることが分かる。さらに, 出航時刻毎の燃料消費効率変化と, 明石海峡における東向き流速の時間変化を見ると (図-2), 両者は 2 時間程度の位相差を保持しながらほぼ同様に変動している。つまり, 18 時出航のケースでは, 明石海峡通過時の順方向潮流を効率的に利用することで燃料消費効率が向上したことが分かる。

以上の結果から, 詳細な潮流予報によって航路選択結果に大きな差が出るため, コンパクト海洋モデルの WR との統合は船舶の最適航路探索に対する一つの方向性を示しているといえる。

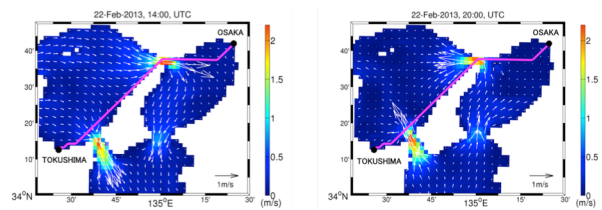


図-1 大阪から徳島へ向かう内航船航路への適用例。

左: 12 時出航・14 時における表層流速分布。右: 18 時出航・20 時の状況。マゼンタ線は最短時間経路, 矢印は 1 時間平均表層流ベクトル, カラーは流速絶対値。

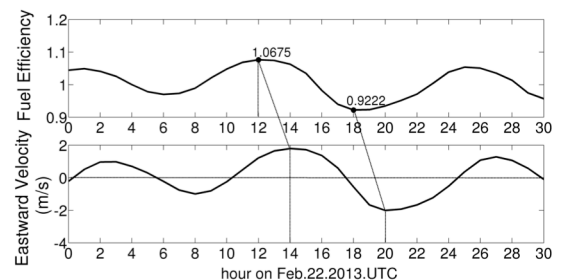


図-2 出航時刻毎の燃料消費効率変化 (上), 明石海峡における東向き流速の時間変化 (下)。上図 2 点と数値は 12 時および 18 時に出航した場合の燃料効率を示す。