

# PS-26 航海・配船計画支援システム導入による

## CO2削減実証事業 -経過報告-

運航・物流系 \* 佐藤圭二、加納敏幸、間島隆博、小林充  
水中工学センター 瀬田剛広

### 1 はじめに

国際海事機関 (IMO) において、船舶からの GHG 排出量削減のため、技術的手法、運航的手法、経済的手法の検討が進められており、運航的手法では、航海計画の改善による運航効率化を促進することが求められている。船舶では、減速運航を行えば大きな CO2 削減効果が期待できるが、現状では気象・海象の影響で期日に遅れるリスクを避けるため、過大な速度で運航し目的港で沖待ちする傾向がある。また、配船計画と航海計画とが個別に行われ、減速運航が効率的に実施できているとはいえない。

本事業では、環境省からの受託により 2013 年度から 3 年間の計画で、減速運航を考慮した配船システムと気象等の影響を考慮した航海計画を提供するシステムを開発し統合することで、輸送期日に遅れるリスクを避けつつ、必要最低限の速度での環境に優しい運航と最適な配船を可能とし、船舶から排出される CO2 を大幅に削減することを目標とし削減効果を検証・評価する方法を開発している。本年は最終年度であり、セメント船、油タンカー、RORO 船 40 隻程度を対象に実証実験に着手したところである。

### 2 プロジェクトの概要

本プロジェクトの概要を図 1 に示す。荷主側で配船支援システムを活用し、減速航海を考慮した配船案を作成し、船社に輸送要請を伝える。船舶では船長が航路を作成し、船速計画支援システムにて気象海象の予測値を考慮したジャストインタイムの最適船速運航を生成し実施する。海技研は航行状況をモニタリングし、常用運航と比較して CO2 評価手法により航海レポートが荷主、船会社と船舶にフィードバックされ関係者間で情報共有される。

### 3 研究開発概要

#### 3.1 配船計画の最適化アルゴリズム開発

配船計画のアルゴリズムは、海技研と (公財) 鉄道総合技術研究所とがそれぞれ整数計画法と制約プログラミングという異なる手法を用いて開発を行った<sup>2)</sup>。対象船舶の配船計画立案に要する演算時間は、どちらのアルゴリズムも 5 分以下 (当初目標 10 分) であり、当初の演算時間の目標を満足した。また、

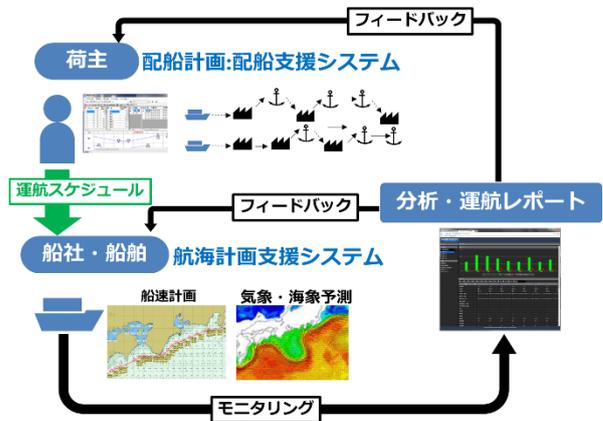


図 1 プロジェクト概要

減速の効果を考慮した配船案により図 2 に示すとおり、16%程度の CO2 削減効果のポテンシャルが見込めることをシミュレーションベースで確認した。

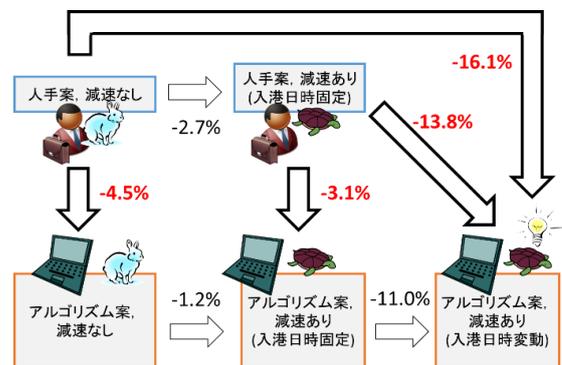


図 2 配船最適化

#### 3.2 航海船速計画アルゴリズム

船速計画アルゴリズムは、風、波、海流が船速に与える影響を考慮して動的最適化手法を用いて燃料消費量 (CO2 排出量) を最小化する船速計画を立案する。3 日程度の航海の船速計画立案は数十秒 (当初目標 1 分) で計算が可能であり、当初の演算時間の目標を満足した。また、減速の効果을考慮した航海では大きな CO2 削減効果のポテンシャルが見込めることをシミュレーションベースで確認した。

#### 3.3 船載機開発

船舶から航海計画の要求を受け、海技研が本システムにて演算した結果を船上で表示する GUI とし

での船載機について開発を行った。海技研が表示すべき項目等について企画・検討を行い、これに沿いメーカー（日本無線㈱、㈱戸高製作所、MHI マリンエンジニアリング㈱）にて既存の船載機の表示部分について所要の改修を行った

### 3. 4 航海と配船計画支援システム一体化

船舶、荷主等との情報連携のシステムについて、実用型プロトタイプを構築した。図 3 にシステムの画面の一部を示す。この画面を使用することにより、関係者間で情報の共有がはかられる。



図 3 統合化システム

### 3. 5 温室効果ガス削減量の定量化手法の開発

国際海事機関（IMO）等の動向を踏まえ、本事業で開発した支援システムを用いることにより削減された温室効果ガス排出量の定量化手法について技術的な検討を行った。本評価手法は、各船社が船舶から受けている航海に関する排水量、輸送距離等の基本情報又は、航海と機関関連のモニタリングデータを基に温室効果ガス排出量の定量化を行う。この技術的手法について、環境問題について関心の高い欧州の学会に論文を発表するとともに、評価手法として取りまとめた<sup>1)</sup>。さらに、本評価手法の妥当性を確認するため、第三者審査機関（LRQA）から J-クレジット制度の評価方法として妥当性の確認審査を受けた。

## 4 実証実験

セメント船（19 隻）、油タンカー（17 隻）及び RORO 船（5 隻）を対象に、海技研が荷主及び船社と共同で配船・航海計画支援システム導入による CO2 排出削減量を検証するため 2015 年春より実証実験に着手した。図 4 にセメント船で減速運航を実施した例を示す。細線が実際に使用した燃料消費量（1 時間移動平均）で、太線が船速計画の案、破線が常用出力となっている。常用出力で航行したと仮定すると、船速計画範囲は 31 時間 24 分の航海となったが、減速航海アルゴリズムで推奨した計画では 34 時間 3 分の航海を推奨し、船速計画の範囲内での燃料消費量を比較した場合、約 14%の節約が見込め

る計画を立案した。船舶はこの計画を参考に航行し、実運航では 33 時間 40 分となり、約 12%の燃料消費量削減に成功した。なお、推奨運航は最終地点を船長が指定した時間の 28 分前に通過するもので、目的地に間に合う計画を生成できている

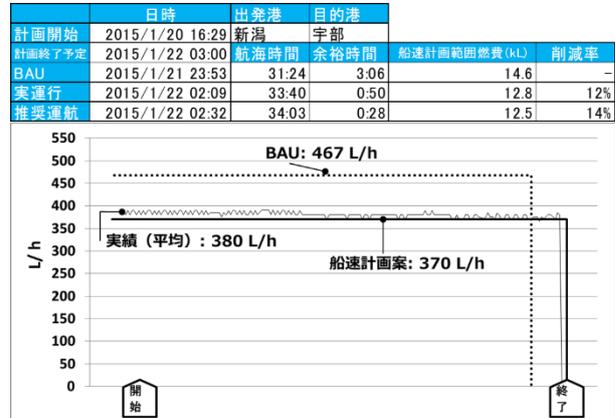


図 4 実験結果

## 5 まとめ

以上の通り、配船・航海支援に関するプログラム開発を行い、配船・航海支援統合システムを作成し、実証実験に着手した。2015 年度は荷主・船社などと協力し実証実験を継続して実施・評価を行い、事業化・製品化に取り組む。

## 謝辞

本研究は、環境省の「CO2 排出削減対策強化誘導型技術開発・実証事業」で委託を受け、普及検討委員会の助言の下、（公財）鉄道総合技術研究所、宇部三菱セメント㈱、出光興産㈱、日本通運㈱、鶴丸海運㈱、宇部興産海運㈱、旭タンカー㈱及び日本海運㈱等と共同で実施しております。関係各位に深く感謝申し上げます。

## 参考文献

- 1) Kano, T.&Namie, S. (2014), A Study on Estimation Methodology of GHG Emission from Vessels by Using Energy Efficiency Index and Time Series Monitoring Data, International Maritime and Port Technology and Development Conference (MTEC)、35-41
- 2) T.SETA,T.KANO“Application of set partition based fleet scheduling system to Japanese coastal oil tanker fleet” IMAM2013 (15th International Congress of the International Maritime Association of the Mediterranean) 691-696