

平成 26 年度  
次世代物流システム構築事業  
内航海運の輸送品質向上による  
モーダルシフト促進プロジェクト  
報告書

平成 27 年 2 月 27 日

一般財団法人 日本気象協会



## 目 次

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 1. 事業概要 .....                    | 1  |
| 1.1. 事業目的.....                   | 2  |
| 1.2. 事業の内容.....                  | 2  |
| 1.3. 作業フロー.....                  | 3  |
| 2. 輸送実態および海上輸送に対するニーズ調査 .....    | 4  |
| 2.1. トラック業界に対する運行実態およびニーズ調査..... | 4  |
| 2.1.1. 調査目的.....                 | 4  |
| 2.1.2. 調査方法.....                 | 4  |
| 2.1.3. 調査結果.....                 | 4  |
| 2.2. 内航海運業界に対するヒアリング調査.....      | 13 |
| 2.2.1. 調査目的.....                 | 13 |
| 2.2.2. 調査方法.....                 | 13 |
| 2.2.3. 調査結果.....                 | 13 |
| 2.3. 荷主の取り組み事例調査.....            | 21 |
| 2.3.1. 調査目的.....                 | 21 |
| 2.3.2. 調査結果.....                 | 21 |
| 3. 最適航路計画による燃費削減航海の検討 .....      | 23 |
| 3.1. 簡易版最適航路計画システムの試行.....       | 23 |
| 3.1.1. 開発概要.....                 | 23 |
| 3.1.2. システム概要.....               | 24 |
| 3.1.3. 船舶推進性能の推定.....            | 26 |
| 3.2. 簡易版最適航路計画システムの実証試験.....     | 28 |
| 3.2.1. 実証試験概要.....               | 28 |
| 3.2.2. 評価方法.....                 | 29 |
| 3.2.3. 試験結果（A 丸）.....            | 30 |
| 3.2.4. 試験結果（B 丸）.....            | 36 |
| 4. まとめ.....                      | 41 |
| 4.1. 輸送実態および海上輸送に対するニーズ調査.....   | 41 |
| 4.2. 最適航路計画による燃費削減航海の検討.....     | 42 |



## 1. 事業概要

本事業の概要を表 1.1 に示す。

表 1.1 事業概要

| 項目      | 内容   |
|---------|--|
| 業 務 名   | 平成 26 年度次世代物流システム構築事業<br>内航海運の輸送品質向上によるモーダルシフト促進プロジェクト   |
| 履 行 期 間 | 平成 26 年 12 月 3 日 から 平成 27 年 2 月 27 日 まで  |
| 発 注 者   | 公益社団法人 日本ロジスティクスシステム協会<br>所在地：〒105-0022 東京都港区海岸 1-15-1 スズエベイディウム 3 階<br>電 話：03-3436-3191   |
| 受 注 者   | 一般財団法人日本気象協会<br>所在地：〒170-6055 東京都豊島区東池袋 3-1-1<br>電 話：03-5958-8143  |
| 事 業 内 容 | (1) 実態およびニーズ調査<br>① トラック業界に対する運行実態およびニーズ調査<br>② 内航海運業界に対する運航実態およびニーズ調査<br>(2) 最適航路計画による燃費削減航海の検討<br>① 簡易版最適航路計画システムの開発<br>② 簡易版最適航路計画システムの実証試験 |

## 1.1. 事業目的

近年、省エネ・環境負荷低減対策として、グリーン物流パートナーシップ会議やモーダルシフト等推進官民協議会により施策の検討が行われているが、輸送モードごとの分担率をみると、依然としてトラック輸送の割合が高い。

一方で、国土交通省の調べによると、2015年には14万人のトラックドライバーが不足すると試算されており、長距離トラックドライバーの長時間勤務も社会的な問題となっている。

これまで省エネ・環境負荷低減対策を目指してきた内航海運や鉄道へのモーダルシフトは、トラックドライバー不足、長時間勤務の対策としても有効であり、モーダルシフトを加速する要請が一層高まっている。

本事業は、内航海運の競争力・信頼性を高めることにより、トラック輸送から内航海運輸送へモーダルシフトを促し、環境負荷低減を図ることを目的とする。また、この際、トラック事業者等へのニーズ調査により、より現実的なモーダルシフト促進の方法とその効果を検討する。

## 1.2. 事業の内容

本事業内容は以下のとおりである。

- (1) 輸送実態および海上輸送に対するニーズ調査
  - ① トラック業界に対する運行実態およびニーズ調査
    - ・ トラック協会、トラック事業者を対象としたアンケート調査の実施
    - ・ ニーズ、潜在需要の把握および来年度にむけたヒアリング項目の検討
  - ② 内航海運業界に対する運航実態およびニーズ調査
    - ・ 内航船社を対象としたヒアリング調査の実施
    - ・ ニーズ、潜在需要の把握
- (2) 最適航路計画による燃費削減航海の検討
  - ① 簡易版最適航路計画システムの試行
    - ・ 容易に導入が可能な簡易版最適航路計画システムを試行する
  - ② 簡易版最適航路計画システムの実証試験
    - ・ 2隻の内航船舶を対象に実証試験を実施する
    - ・ 簡易版システムにおける燃費削減効果の評価を行う

### 1.3. 作業フロー

図 1.1 に本事業の作業フローを示す。

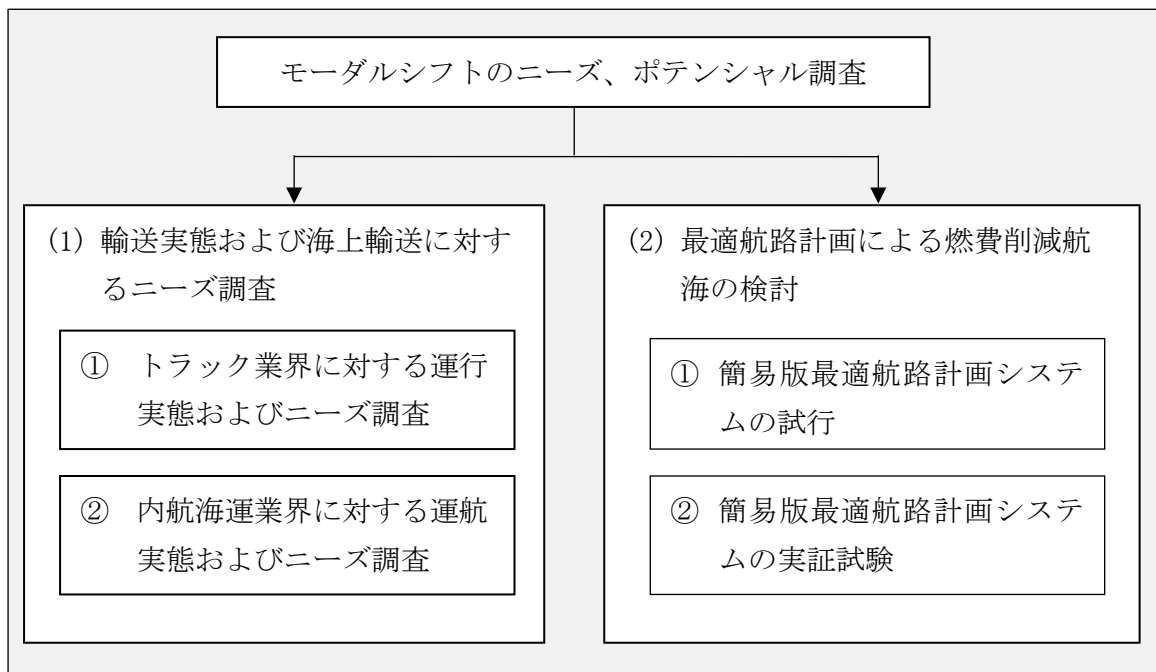


図 1.1 作業フロー

## 2. 輸送実態および海上輸送に対するニーズ調査

### 2.1. トラック業界に対する運行実態およびニーズ調査

#### 2.1.1. 調査目的

長距離輸送におけるトラック業界の現状、海上輸送の利用状況、潜在需要について把握することにより、モーダルシフト促進のための検討材料とすることを目的として、アンケート調査を実施した。

#### 2.1.2. 調査方法

##### (1) 調査対象

本調査では、内航海運へのモーダルシフトのポテンシャルのある長距離輸送のうち、九州－関西・関東間の輸送を対象とした。

そこでここでは、九州地区のトラック協会を対象とし、アンケート調査を行った。具体的な調査対象は表 2.1 の通りである。A 県からは総合的な回答、B 県、C 県については自県内の特定の事業者からの回答となっている。

表 2.1 調査対象

| No. | 区分     | 県名  | (事業者)             | 調査回数 |
|-----|--------|-----|-------------------|------|
| 1   | トラック協会 | A 県 |                   | 1 回  |
| 2   | トラック協会 | B 県 | b 社               | 1 回  |
| 3   | トラック協会 | C 県 | c 社<br>d 社<br>e 社 | 2 回  |

##### (2) 調査項目

- ① 現状におけるトラック輸送の問題点について。
- ② ①の問題点について、行っている対策について。
- ③ 内航海運の利用は、①の問題点に対する対策として有効か。
- ④ 内航海運へモーダルシフトを行った場合の、仕出地～仕出港、仕向港～仕向地の輸送を異なるトラック事業者での実施について。
- ⑤ ④のようなシャーシ輸送によるインターモーダル輸送の可能性について。
- ⑥ 内航海運の利用を妨げる（利用が難しい）要因について。

#### 2.1.3. 調査結果

- ① 現状におけるトラック輸送の問題点について。
  - ・ 行き過ぎた規制緩和による過当競争。
  - ・ 運賃水準の低迷。
  - ・ 軽油価格の高止まり。



- ・ 少子高齢化に伴う若手を中心としたドライバー不足。
  - ・ 貨物量の減少傾向の長期化。
  - ・ 高速道路料金割引等道路の最適利用。
  - ・ 発荷主、着荷主の軒先における荷待ち時間等による長時間労働。
  - ・ 地方から大都市圏への長距離輸送における改善基準告示（厚労省告示）遵守対策。
  - ・ 関門海峡フェリー休止（平成 23 年 11 月末運航休止）に伴う大型トレーラー等による輸送。
- ② ①の問題点について、行っている対策について。
- ・ 関係行政機関等への提言、要望活動。
  - ・ 法令遵守、安全運行の徹底等事業の適正化を図るための事業所巡回指導活動。
  - ・ 助成事業等による安全、環境、労働等対策。
  - ・ セミナー等開催による経営基盤強化対策。
  - ・ 燃料サーチャージ導入促進活動。
  - ・ 車両のトレーラー化。
  - ・ 若手ドライバー確保のための採用活動。
- ③ 内航海運の利用は、①の問題点に対する対策として有効か。
- ・ 交通事故リスクの低減、環境対策、ドライバー不足対策、改善基準告示遵守対策として有効。
  - ・ 労働基準への適合、運転者の効率的活用が可能となる。
- ④ 内航海運へモーダルシフトを行った場合の、仕出地～仕出港、仕出港～仕向地の輸送を異なるトラック事業者での実施について。
- ・ トレーラーの相互使用の国交省通達に基づき、実施されている。
  - ・ 傭車として既に実施している。
  - ・ 一部で実施例はあり、自社で運転者の確保が不要、労働基準を遵守できるなどがその理由である。
- ⑤ ④のようなシャーシ輸送によるインターモーダル輸送の可能性について。
- ・ 十分に可能性はある。
  - ・ シャーシ化を検討中の業者の理由として、自社の労働条件緩和、ドライバー不足への対策などが挙げられる。
- ⑥ 内航海運の利用を妨げる（利用が難しい）要因について。
- ・ 利用料金、便数、出航時間の問題。
  - ・ 輸送の一部を他社に依頼することで収受運賃が減少するため、他社との中継輸送は進んでいない。
  - ・ 出港・着港の時間や、船側のキャパシティの問題。
  - ・ 海運は重量物、大ロットが基本となるが、これらは大口荷主が中心である。

- 輸送手段を決定する条件（取引条件、荷積地の場所、視程時刻）に海運の発着時刻が適合しないことが多い。
- 海運を利用した場合も利益が確保されるならば、労働条件改善の視点から利用が進むと考えられる。

表 2.2 アンケート結果一覧

|   | A県   | B県<br>(b社)  | C県<br>(c社、d社、e社)  |
|---|--|---|---|
| ① 現状におけるトラック輸送の問題点  | <ul style="list-style-type: none"> <li>行き過ぎた規制緩和による過当競争。</li> <li>運賃水準の低迷・軽油価格高止まり。</li> <li>少子高齢化に伴うドライバー不足。</li> <li>高速道路料金割引等道路の最適利用。</li> <li>発荷主、着荷主の軒先における荷待ち時間等による他産業と比べて長い労働時間。</li> <li>労働時間に比べて低い賃金水準。</li> <li>地方から大都市圏への長距離輸送における改善基準告示(厚労省告示)遵守対策。</li> <li>関門海峡フェリー休止(平成23年11月末運行休止)に伴う大型トレーラー等による輸送。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>長時間勤務について長距離ドライバーは特に月間の拘束時間の293時間に抑えることは困難。</li> <li>地域性の考慮が必要。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>日本経済の転換と成長の鈍化等による貨物量の減少傾向の長期化。</li> <li>規制緩和による事業者数の増加と価格競争の激化</li> <li>燃料油価格高騰に伴うコストの増加。</li> <li>コストを運賃に転嫁することが困難。</li> <li>賃金格差、少子化等による若年を中心とした労働者不足。</li> <li>労働基準違反等の行政処分基準の見直し。</li> </ul>   |
| ② ①についての対策  | <ul style="list-style-type: none"> <li>関係行政機関等への提言、要望活動。</li> <li>法令遵守、安全運行の徹底等事業の適正化を図るための事業所巡回指導活動。</li> <li>助成事業等による安全、環境、労働等対策。</li> <li>セミナー等開催による経営基盤強化対策。</li> <li>燃料サーチャージ導入促進活動。</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>トレーラー化へのウェイトを高くしていく。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>優良企業の育成と評価(Gマークの取得普及と荷主への周知)。</li> <li>労働基準の行政処分基準の見直しの国への要請。</li> <li>荷主等との連携を図るためのセミナー等の開催。</li> <li>高校生等への就職ガイダンス。</li> </ul>   |
| ③ 内航海運の利用は1の対策として有効か                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>交通事故リスクの低減、環境対策、ドライバー不足対策、改善基準告示遵守対策として有効である。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>有効だと感じる。</li> </ul>  | <p>(内航海運のメリット)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>輸送中に労働時間に参入しないことができるため労働基準に適合が可能となる。</li> <li>運転者の効率的な活用(コンテナ、シャーシ)が可能。</li> </ul>  |
| ④ モーダルシフトを行う場合、仕出地～仕出港、仕向港～仕向地の輸送を異なるトラック事業者で行うことを検討しているか | <ul style="list-style-type: none"> <li>トレーラーの相互使用の国交省通達に基づき、実施されている。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>備車として既に実施している。</li> </ul>  | <p>(県内業者でシャーシを行っている例)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>パルプ会社の紙製品輸送をフェリー会社の子会社がシャーシで活用している。</li> <li>上りは冷蔵農畜産物、下りは飼料・建材・鋼材などでの活用例。</li> <li>異なる業者ではなく自社社員でできない場合は備車という形態。</li> </ul> <p>(現在行っている事業者の活用理由)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>自社に運転者を多く確保する必要がない。</li> <li>労働基準を遵守することができる。</li> <li>リードタイム(輸送時間の制約)が少ない場合が活用しやすい。</li> </ul> |

|                           |   |   |   |
|---------------------------|---|---|---|
|                           |   |   | <p>(シャーシへの変更済・検討中・予定の業者の理由)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 運転者が不足しているため対応するため。</li> <li>・ 自社運転者の労働条件を緩和するため。</li> <li>・ 燃料サーチャージが減る見込みのため。</li> <li>・ 来運転者不足が見込まれることから、現段階でシャーシ用車両購入への投資。</li> </ul>  |
| ⑤ シャーシ輸送によるインターモーダル輸送の可能性 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ (4)に記載した内容と同様。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 十分に可能性はあると考える。</li> </ul>      | <p>(シャーシ利用拡大のための環境)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 積荷と積荷箇所の集約ができれば拡大も可能。荷主が出荷場・工場などを集約する必要がある。</li> <li>・ 荷積み時間の前倒し化、工場出荷時刻を早めることができれば。</li> <li>・ 地域によっては荷積みをもっと早くする必要がある。</li> <li>・ 中小運送事業者の場合は、信頼できる関西のトラック運送事業者との関係構築が課題。</li> </ul> <p>※導入済大手は、信頼できる自社運転者又は協力会社の備車等で対応している。</p> <p>※小口集荷と九州・関西までの間に荷卸しする長距離運行形態では困難。</p>  |
| ⑥ 内航海運の利用を妨げる(利用が難しい)要因   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 利用料金、便数、出航時間の問題がある。</li> <li>・ 輸送の一部を他社に依頼することで収受運賃が減少するため、他社との中継輸送は進んでいない。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 出航・着港の時間、キャパシティの問題。</li> </ul> | <p>(フェリー利用の荷の特徴)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 海運は重量物、温度管理の不要、大ロットが基本となるが、これらは大口の荷主が中心となる。</li> <li>・ また、輸送に時間を要しても良い荷についてフェリー利用されている。</li> </ul> <p>(フェリーが利用されていない荷とその理由)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 本県の県外輸送フェリーの主要な発着港のある地区から発生する貨物や大ロットについては現在でもフェリーが利用されている。</li> <li>・ 荷の発生する地区によっては、利便性が低いためフェリーが利用されにくい。現在の利用も荷積みが出港までに間に合ったものが多い。</li> <li>・ 輸送手段を決定する条件(取引条件、荷積地の場所・量・指定時刻、荷卸地の場所・指定時刻)にフェリーの発着時刻が適合しないことが大きい。</li> <li>・ 小口・複数地区での荷積、小口・複数地区荷卸しの改善が必要。</li> <li>・ 県内の小口荷積み時間によりフェリー出発時間に間に合</li> </ul> |

|  |  |  |   |
|--|--|--|---|
|  |  |  | <p>わない。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 目的地への航路がない。フェリー到着後さらに陸路を運ぶ必要があり、フェリー利用では時間がかかる。</li> <li>・ 県内・九州内の複数箇所荷積みを行い、最終目的地までに複数の場所で荷卸しをする場合は利用しにくい。多数がこのような場合が多い。陸路の運行が効率的である。</li> <li>・ フェリーを利用するとトラック輸送に比べ、経費が高くなり採算が合わないものについては利用が困難。また、自社が収受する運賃が少なくなり収益が圧迫するものも困難と考えられる。</li> <li>・ フェリーを利用しても利益が確保されると労働条件の改善の観点から利用が進むと考えられる。</li> </ul> |
|--|--|--|---|

## 2.2. 内航海運業界に対するヒアリング調査

### 2.2.1. 調査目的

長距離輸送における内航海運業界の現状、利用状況、問題点等について把握することにより、モーダルシフト促進のための検討材料とすることを目的として、ヒアリング調査を実施した。

### 2.2.2. 調査方法

#### (1) 調査対象

長距離定期航路を持つ内航海運事業者を対象とし、ヒアリング調査を行った。具体的な調査対象は表 2.3 の通りである。

表 2.3 調査対象

| No. | 船社  | 主要船舶   | 主要航路            | 調査回数 |
|-----|-----|--------|-----------------|------|
| 1   | A 社 | RORO 船 | 北海道航路<br>九州航路 他 | 1 回  |
| 2   | B 社 | フェリー   | 北海道航路           | 1 回  |
| 3   | C 社 | RORO 船 | 北海道航路<br>九州航路   | 1 回  |

#### (2) 調査項目

- ① 現状の航路（発着地）、ダイヤ（発着時刻）、価格等について。
- ② 内航海運の利用は、近年の増加傾向について。
- ③ 仕出地～仕出港、仕向港～仕向地の輸送を異なるトラック事業者で行う、シャーシ輸送によるインターモーダル輸送の可能性について。
- ④ ③を行う上での問題について。
- ⑤ 荷主が内航海運を選択肢として認識するために、荒天時の輸送、定時性の確保等、内航海運の信頼性を高める必要があるか。
- ⑥ それ以外で、内航海運の利用を妨げる（利用が難しい）要因について。

### 2.2.3. 調査結果

- ① 現状の航路（発着地）、ダイヤ（発着時刻）、価格等について。
  - ・ 顧客ニーズや陸上輸送との接続を調査した上で設定されており、総合的にみて適正な内容である。
  - ・ 入出港時間は共用岸壁では他船との調整もされた結果である。
  - ・ ダイヤについての要望ではないが、乗船開始時間よりも早めに乗船したいという要望があった例がある（休息を取るため）
- ② 内航海運の利用は、近年の増加傾向について。

- ・ 北海道航路、九州航路共に増加傾向にある。
  - ・ 法規制強化による人員不足の助長により、長距離を船で輸送する、乗船中ドライバーに休息を取らせる、などの考えからではないか。
  - ・ 東北を経由する北海道航路では、復興関係の貨物なども多いことも要因の一つかもしれない。
  - ・ 九州-関西、関東間の輸送は、特に有人車両の増加率が高いと感じる。
- ③ 仕出地～仕出港、仕向港～仕向地の輸送を異なるトラック事業者で行う、シャーシ輸送によるインターモーダル輸送の可能性について。
- ・ 就業規則に関する法律改正のため、ドライバーは慢性的に不足しており、インターモーダル輸送は伸びると思う。
  - ・ トレーラー輸送では、既に行われている。
  - ・ RORO ではインターモーダル輸送を増やすことが本業であり、北海道ではすでに整備されている。今後九州方面への置き換えが考えられる。
- ④ ③を行う上での問題について。
- ・ トラックのドライバー不足は深刻なため、インターモーダル輸送でさえ賄いきれない可能性がある。
  - ・ トラックシャーシのヘッド接続型が異なると運べないという問題があるとトラック事業者から聞いている。
- ⑤ 荷主が内航海運を選択肢として認識するために、荒天時の輸送、定時性の確保等、内航海運の信頼性を高める必要があるか。
- ・ これまで海運を利用したことのない顧客にとっては、ニュースにならない荒天による遅延や欠航は、理解しがたい問題となっている。
  - ・ 「潮をかぶったりして大丈夫か」という内容の問合せがあった。実際には荷が潮を被ることはないのだが、船舶の認知度の低さを思い知らされた。
  - ・ 運輸事業における最高品質は安全であり、これを維持していくことが、信頼を得ることに繋がる。
  - ・ ダイヤに遅れの生じた航海は、全体の1割以下である。鉄道に比べれば、定時性は良い。
  - ・ 認知度を上げるためのPRなどが必要だと感じる。
- ⑥ それ以外で、内航海運の利用を妨げる（利用が難しい）要因について。
- ・ これまで海運を利用したことのない潜在顧客の、内航船舶に対する認知度の低さ。輸送品質向上の取り組みについても、認知してもらわなければ意味がない。
  - ・ 利用するためのハードルが高い（航路、会社、ダイヤ、手続き、などがわかりづらい）。
  - ・ 船＝揺れる、遅れる等のイメージの悪さ。

- 業界全体としての PR 不足。フェリーは旅客に対する PR があるが、貨物に対しての PR はほぼない状態である。
- 「集荷から 3 日目の朝まで」に配送完了というニーズが多い。関東-九州を海運で輸送するには、厳しい条件となっている。
- 航路によっては、片航海のみの利用量が多い場合もある。
- 現在の規定では、トラックはドライバー固定であるため、海運利用時の無人航走は難しい。



表 2.4 ヒアリング結果一覧

|   | A社  | B社  | C社   |
|---|---|---|--|
| ① 現状の航路（発着地）、ダイヤ（発着時刻）、価格等について                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>適正なものを作ろうとしている。安くできるように、航路、時間について努力、調査している。</li> <li>ダイヤについての見直しなどは、基本的には行わない。（あっても減速運航のための変更などネガティブな要因）</li> <li>荷主にとっては燃料より着時刻が重要。</li> <li>2年前にトラック法規制が厳しくなり（H24年11月）、それ以降益々人手不足が加速している。</li> <li>元々、トラック業界では人員不足の問題はあったが、法規制が行われたことで、その問題が目前のものとなってしまった。</li> <li>ダイヤを変えてほしいなどの利用者からの要望はないが、早めに船に乗りたいという要望はある。（休息をとるため）</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>航路については、関東という大消費地付近に寄港しないことは弊社の弱点と言える。</li> <li>ダイヤについては、旅客のお客様の利便性のみを考えれば適切であり、貨物のお客様の事を考えれば当日集荷できる出港時間にすることが良いだろうと思うが、燃料消費等も考慮すれば、総合的には現状が適正であると思う。</li> <li>価格は、適切だと考えている。</li> <li>貨物の6～7割が固定客（にはではなく運送業者）。</li> <li>ダイヤの見直しなどは基本行っていない。共用バースでない場合は、他船との兼ね合いなどもあり、変更のための調整は難しい。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>海陸一貫輸送を行っているため、ダイヤについては陸上との接続を考えられている。</li> <li>価格は荷主から支払われており、積載率は影響しない。</li> </ul>  |
| ② 内航海運の利用は、近年の増加傾向について。   | <ul style="list-style-type: none"> <li>増加していると感じる。</li> <li>特に法規制による人員不足の助長により、長距離を船で輸送する、船で輸送することによりドライバーの休息を取らせるなどの考えから。</li> <li>法規制の改正によって、環境が内航船を使うよう、追い風になっているように感じる。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>貨物に対する利用が増加してきていると感じる。</li> <li>東北（復興関係）の貨物が多い。</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>九州航路、北海道航路があるが、どちらも増加傾向にある。</li> <li>九州方面はフェリーが主であり、有人での利用増加率が特に高いと感じている。</li> </ul>  |
| ③ 仕出地～仕出港、仕向港～仕向地の輸送を異なるトラック事業者で行う、シャーシ輸送によるインターモーダル輸送の可能性について。 | <ul style="list-style-type: none"> <li>トレーラー輸送ではインターモーダルはすでに行っている。積地、揚地のトラック業者と運送契約、協定を結ぶ。</li> <li>これはRORO業界ではメインの仕事、これを増やすことが仕事であり、今後九州方面に発展させていきたい。</li> <li>北海道航路はすでに整備されており、今後これを九州に置き換えていくことが考えられる。</li> <li>九州方面のフェリーの大型化については、単純に荷が増加したから、とも考えられない。約15年の建造周期にたまたまマッチングしたこともあるのでは。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>トラックドライバーの就業時間に関する法律改正の為、ドライバーは慢性的に不足している。この点からインターモーダル輸送は今後伸びると思う。</li> <li>トレーラー輸送が主。トレーラー130に対しトラック20程度。</li> <li>H18年運輸安全マネジメントが始まってから、安全に特化したものをトラック側でも選ぶ、その船社の安全面の調査などを行っている。</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>トラック輸送はコンプライアンスがネックとなっているが、その対応策としてインターモーダルは有効。</li> <li>トラックシャーシの型が異なるとトラックに接続できないという問題点がある。型の同じ会社同士であれば可能だと思う。</li> </ul> |
| ④ ③を行う上での問題について。  | <ul style="list-style-type: none"> <li>トラックシャーシのヘッドとの接続部の型の問題は、汎用性がなくなるため、今はそれほどないと思う。</li> <li>九州-関西間の輸送は、トレーラー輸送が少ない。トラック市場はトレーラーの倍くらいあるのではないか。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>トラックのドライバー不足は深刻であるので、インターモーダル輸送でさえ行えない可能性がある。また、牽引車の現業の方の引退等が、更なるドライバー不足につながると思う。</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>トラックシャーシのヘッドとの接続型の問題</li> </ul>   |

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>（シャーシの方が異なるなど汎用性のないもの）ヘッド付き、無人で輸送することもある。</li> </ul>   |   |   |
| <p>⑤ 荷主が内航海運を選択肢として認識するために、荒天時の輸送、定時性の確保等、内航海運の信頼性を高める必要があるか。</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>船会社にとってはこれがすべて。</li> <li>定時性の確保率は、年間9割。船の方が鉄道よりも定時性はあると考えている。</li> <li>運航基準に基づき運航しており、欠航、遅延についても発生する。以前に比べ、欠航率自体は上がっている。しかし、荷主側も、以前に比べ安全航海に対する意識が高まっており、必ずしも定時制にこだわることはない。むしろ事故を避けるため安全運航を求めている。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>荒天時における遅延および欠航は海に携わらない方にとって理解し難い面であり、定時性ばかりに重きを置くことは非常に危険。時々々の海況に応じた運航こそ肝心であり、運輸事業における最高品質は安全であり、これを維持していくことが、社会から信頼を得ることになる。と考える。</li> <li>定期運航の点では、10分以上遅れた航海は全体の6%程度である。</li> <li>ニュースにならない荒天で、欠航になる場合など、荷主の理解を得にくい。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>認知度の低さ。</li> <li>また、これまで海運を利用したことのない人からは、「潮をかぶったりして大丈夫か」「定時性はどうか」といった質問がある。船舶に対する理解度の低さに驚いたが、宣伝などに力を入れる会社も少なく、認知度の低さを思い知らされた。PRなどが必要だと感じた。</li> <li>荒天時はスピードアップするなどして、ダイヤ遅れを回避している。ダイヤが乱れることは年間1割以下である。</li> </ul> |
| <p>⑥ それ以外で、内航海運の利用を妨げる（利用が難しい）要因について。</p>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>輸送は、集荷から「3日目の朝までに仕向地に届ける」ニーズが多い。これをベースにダイヤを組んでいる。如何にニーズに近づけるか。</li> <li>北海道は船の輸送が約20時間であるが、九州方面の輸送は約24時間、トータルで3日以上かかってしまう。そのため、九州方面の輸送を対象に考えると、トレーラーでは実現できない。</li> <li>九州-関西間は輸送距離も短く、無理すれば陸送できるため、難しいのではないかと。また、トレーラー輸送も、船に乗せるのではなく、ヘッドを陸送途中で入替える方法も考えられる。その方が安価である。</li> <li>ドライバーと一緒に乗船できるという点から、トレーラーよりもトラックをターゲットとしているのでは。</li> <li>現在の規定では、トラックドライバーは固定だが、例えば法規制を変えることで、ドライバー自体を入れ替えるという方法もある。その場合、トラックの無人航走が考えられる。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>国内LCCの台頭により交通費は、どんどん安くなってきている。これらと対抗する為のスピードが必要であるが燃料費はその足かせになっている。船、揺れる、気分悪いこの様なイメージの連鎖が利用を妨げる大きな要因になっている。</li> <li>燃費とスピード。スピード感を持つというのは、旅客だけでなく荷物にとってもアピールポイント、宣伝になる。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>認知度の低さ。</li> <li>輸送品質を向上しても、そのことが認知されていない。</li> <li>既存の荷主がいるので、荷を持ってこられても受け入れるスペースがない可能性がある。</li> <li>特に最近の九州～本州航路は積載率が常に高い状態であり、船舶の大型化や新造船の投入が予定されている。空きがない状態。</li> </ul>   |

## 2.3. 荷主の取り組み事例調査

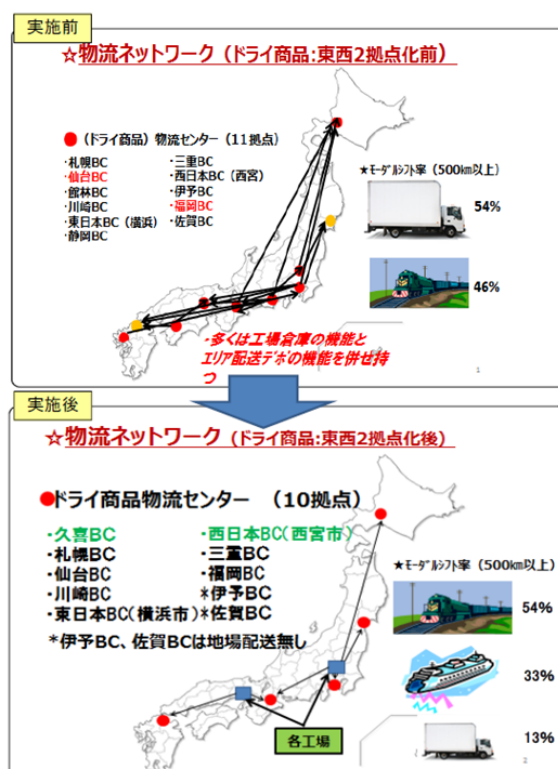
### 2.3.1. 調査目的

長距離輸送におけるモーダルシフト促進の参考の先行事例として、荷主における取り組み事例を調査した。

### 2.3.2. 調査結果

#### (1) 味の素株式会社

- ・ 500km 以上の長距離区間について、初めての本格的な船舶輸送導入と鉄道輸送の強化を実施した。(2014 年)
- ・ 物流事業者との連携により、長距離輸送形態を従来のトラック中心から鉄道と内航海運へ完全にシフト。
- ・ ドライバー不足に対応し、安定的に輸送力を確保するため、モーダルシフトを積極的に進めている。
- ・ モーダルシフト率を現行の約 2 倍に高めると共に CO2 排出量半減を目指す。
- ・ 500km 以上の輸送における内航海運利用によるモーダルシフト率は 0%から 33%に増加した。



※平成26年度経済産業省商務流通保安審議官表彰資料より

図 2.1 味の素における取り組み事例

(2) TOTO 株式会社

- ・ 九州の生産工場から関東・関西向け製品輸送の 80%以上でフェリーを活用する等モーダルシフトを推進し、2009 年度比で同ルートの 30%の CO2 削減を実現した。(2014 年)
- ・ 「TOTO V プラン 2017」活動の一つである「サプライチェーン革新」として、2010 年度より輸送体制の改革や、物流センター作業の改革など革新活動に取り組んでおり、モーダルシフトの推進もこの革新活動の一環として取り組んだ。

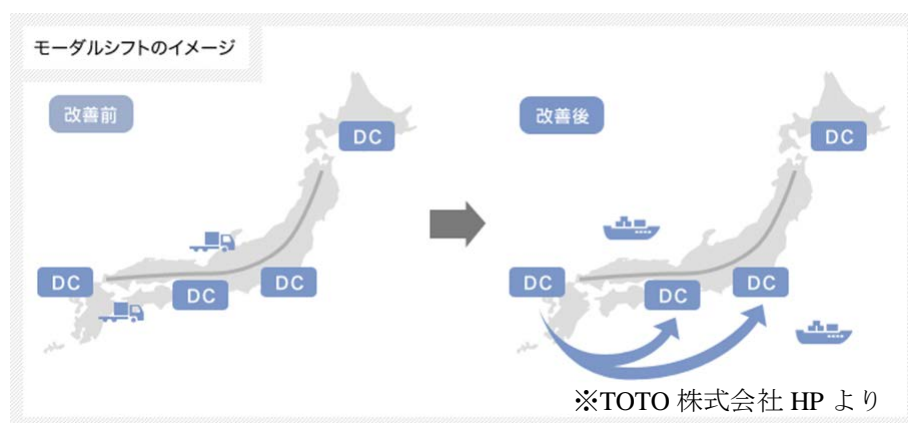


図 2.2 TOTO における取組み事例

### 3. 最適航路計画による燃費削減航海の検討

#### 3.1. 簡易版最適航路計画システムの試行

##### 3.1.1. 開発概要

内航海運の利用は荒天時の運航の確実性、定時性の確保の面から荷主の選択肢に入っていない可能性がある。荷主が内航海運を選択肢として認識するためには、荒天時の輸送、定時性の確保等、内航海運の信頼性を高める必要がある。

この課題の解決策として、省エネ効果の期待できる最適航海計画システムの利用により、輸送品質を向上することで内航海運の競争力の強化が考えられる。しかし、現行の最適航海計画支援システムは、広く普及を図るという観点から、運用開始までの費用と時間が課題となっている（図 3.1）。そこで、運用に必要な準備作業を必要最小限に抑えた簡易手法を試行し、その効果を調査した（図 3.2）。

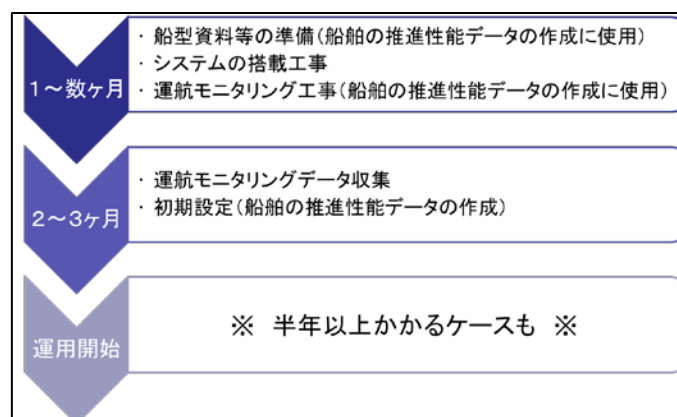


図 3.1 現行版航海計画支援システム ECoRO の導入フロー

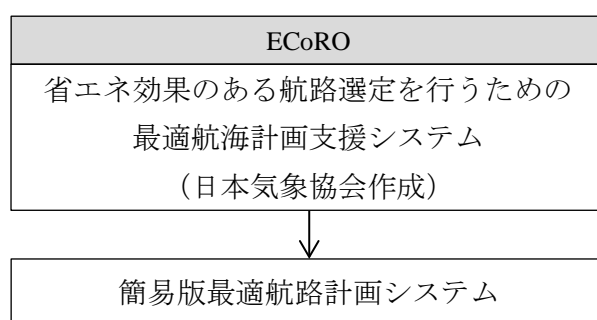


図 3.2 簡易版最適航路計画システム試行イメージ

#### (補足 1) 最適航海計画支援システム ECoRO

ECoRO (エコロ) とは、「高解像・高精度の日本近海気象海象予測情報」と「高精度の実海域船舶パフォーマンス」を取り入れ、「通航可能海域を考慮した最適航路選定法」に基づ

いた最適航路を提示するシステムである。これは、独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の助成事業「内航船の環境調和型運航計画支援システムと陸上交通情報連携に関する実用化研究開発」を受け、(独)海上技術安全研究所、東京海洋大学、(一財)日本気象協会が協同で開発したシステムである。2012年度より、日本気象協会にてサービスを開始している。

これまでの利用実績から実燃費（航海中に使用したC重油の実績値）で、常用航路に比較して平均2～5%の燃費削減効果が得られることを、複数隻の船舶で実証した。

高い省エネ効果を得るために、個船毎に詳細な船舶性能推定を行っている。建造時の船型資料等を収集して初期推定を行った後、2か月程度の運航モニタリング情報を用い実海域の状態に船舶性能をチューニングする。運航モニタリング情報は、複数の航海計器および機関計器から船上に搭載する ECoRO システムに配線工事を行い収集する。そのため、普及を図るという観点から、運用開始までの費用と時間が課題になっている。そこで、広く普及を図るために、現行版システムに比べて資料の収集やモニタリングのための配線工事に要する費用や時間を抑えたシステムの開発が必要である。

### 3.1.2. システム概要

#### (1) システム概要

システム概要を図 3.3 に示す。

- ① 船上システムから航海計画のリクエストを気象協会サーバーに送信する。
- ② サーバーは要求を受けると燃料消費量（FOC）<sup>1</sup>が最小となる最適航路を算出し、船上の簡易版システムに返信する。
- ③ 航海計画は、船上の簡易版システム画面上で利用でき、さらに最新の気象海象予測情報を重畳表示できる。これにより、本船の航海計画立案を支援する。

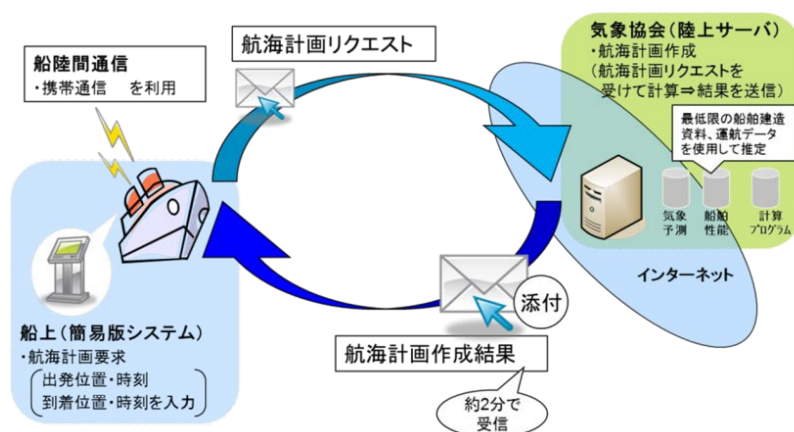


図 3.3 システム概要

<sup>1</sup> FOC（Fuel Oil Consumption）：燃料消費量

## (2) 気象海象予測情報

簡易版システムにおいて航海計画立案に用いる気象海象予測情報は、現行版システムで用いられている内容と同様の情報とする。気象海象予測の概要を表 3.1 に示す。

表 3.1 気象海象予測の概要

| 情報  | モデル              | 概要  | 解像度                | 更新      |
|-----|------------------|---|--------------------|---------|
| 海上風 | SYNFOS<br>JWA    | 局地気象モデル WRF により、解像度 5km で予測。<br>GPS 可降水量を同化、さらに、毎時大気解析値を同化して高精度化を図っている。 | 空間:2 海里<br>時間:1 時間 | 1 日 8 回 |
| 波浪  | JWAve<br>JWA     | SYNFOS の海上風データを入力として、改良 WAM により解像度 2 分で予測。沿岸波浪観測値を同化して、高精度化を図っている。      | 空間:2 海里<br>時間:1 時間 | 1 日 8 回 |
| 海潮流 | JCOPE<br>JAMSTEC | 海流、潮流・吹送流を解像度 1/36 度で予測。衛星、ブイ観測値を同化して、高精度化を図っている。                       | 空間:2 海里<br>時間:1 時間 | 1 日 1 回 |
| 海霧  | ひまわり霧情報<br>JWA   | MTSAT の複数チャンネルの観測値（の差）から霧（低層雲）を判別。<br>実況のみ。                             | 空間:2 海里<br>時間:1 時間 | 30 分毎   |

※ 海上風、波浪、海潮流とも、データ同化により予測誤差を低減、予測精度を向上している。

## (3) 船舶推進性能

実海域中、様々な気象海象条件下における船舶の船速と FOC の関係を推定し、航海計画の立案に用いる対象船の船舶性能推進データを作成する。図 3.4 に示す通り、各種船舶図面や資料を基に、各項目における減速量を推定する。推定式については、数式 1 に示す。

簡易版システムにおける船舶推進性能の推定手法は、小林<sup>2</sup>の手法を用いる。内容については後述する。

<sup>2</sup> 小林充：運航計画支援のための簡易的運航性能推定手法の検討と評価，日本船舶海洋工学会講演論文集，第 18 号，投稿中

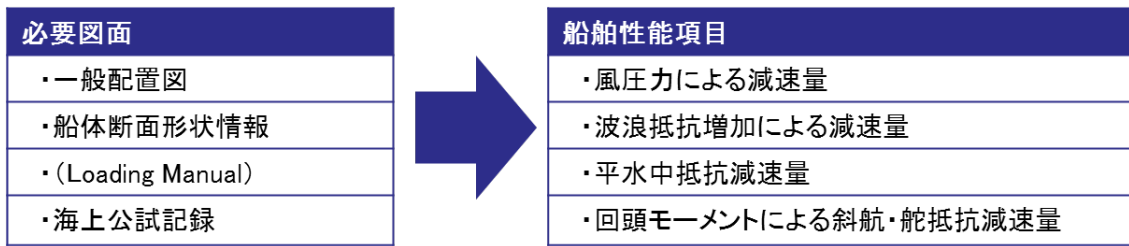


図 3.4 船舶推進性能推定フロー

船舶の受ける抵抗損失の推定式

$$SHP = SHP_S + SHP_A + SHP_{AM} + SHP_W \quad \text{数式 1}$$

SHP：軸出力

SHP<sub>S</sub>：平水中抵抗損失

SHP<sub>A</sub>：風圧力による損失

SHP<sub>AM</sub>：風圧力の回頭モーメントによる斜行・舵抵抗損失

SHP<sub>W</sub>：波浪抵抗増加による損失

#### (4) 航海計画演算手法

簡易版システムにおいて航海計画立案に用いる最適航路作成手法は、現行版システムで用いられている手法と同様、ダイナミック・プログラミング (Dynamic Programming) による最適航海シミュレーションを用いる。

### 3.1.3. 船舶推進性能の推定

現行版システムで問題となっているシステム導入に必要な資料収集の軽減を図る目的で、小林<sup>1</sup>の手法を用いた船舶推進性能の推定法を開発し、必要最小限の情報を用いた簡易版の船舶推進性能推定を実施した。

現行版および簡易版における船舶推進性能の推定に必要な資料の比較表を表 3.2 に示す。項目 2、3 については、一部造船所所有の情報等があり入手が困難な場合も多い。そこで、これらの入手困難なデータを最小限に抑えることを目的に、簡易版の船舶性能推定に用いる項目を決定した。また、中小型船や高船齢船舶を想定し、さらに超簡易版についても検討した。



表 3.2 システム導入必要な資料の比較

|   | 項目                             | 現行版   | 簡易版   | 超簡易版 |
|---|--------------------------------|-------|-------|------|
| 1 | 船舶情報記入シート                      | 15 項目 | 7 項目  | 6 項目 |
| 2 | 性能推定ワークシート                     | 39 項目 | 17 項目 | 5 項目 |
| 3 | 波浪中抵抗推定ワークシート                  | 73 項目 | 6 項目  | 2 項目 |
| 4 | 一般配置図<br>(General Arrangement) | ○     | ○     | ○    |
| 5 | 海上公試時の速力試験データ                  | ○     | ○     | ○    |

### 3.2. 簡易版最適航路計画システムの実証試験

#### 3.2.1. 実証試験概要

##### (1) 試験手順

試験は以下の手順にて実施する。

- (ア) 内航船 2 隻に対し、現行版システムを導入し、運用する。
- (イ) 現行版システム利用時 (図 3.5 中①) の FOC 削減効果を算出する。
- (ウ) (ア)出港時の要求実績を用い、簡易 (超簡易) 版システムのシミュレーションを実施する。
- (エ) 簡易 (超簡易) 版システム利用時 (図 3.5 中②) の FOC 削減効果を算出する。
- (オ) (イ)、(エ)を比較する。

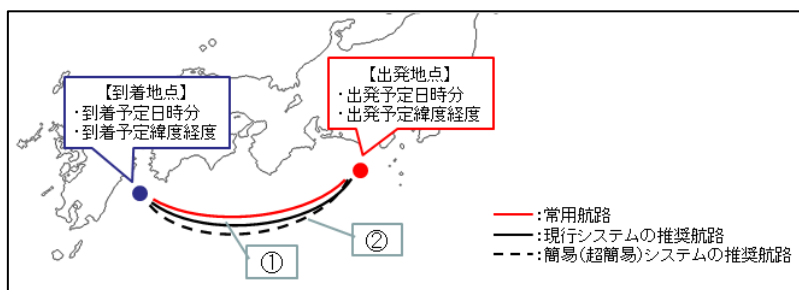


図 3.5 実証試験イメージ

##### (2) 試験対象船舶

試験対象船舶は、表 3.3 に示す 2 隻とした。

表 3.3 試験対象船舶

| 船舶   | A 丸   | B 丸  |
|------|---|--|
| 船種   | フェリー  | RORO 船   |
| 総トン数 | 15,795ton   | 9,832ton   |
| 航行区域 | 近海  | 近海   |
| 航路   | 東北ー北海道  | 九州ー京浜  |
| 試験期間 | 平成 26 年 12 月 7 日～<br>平成 27 年 2 月 22 日<br>※平成 27 年 1 月 1 日～1 月 21 日は入渠               | 平成 27 年 1 月 5 日～<br>平成 27 年 1 月 15 日   |
|      |  |  |

### 3.2.2. 評価方法

各航路における FOC および FOC 削減効果の定義を表 3.4 に示す。各航路上の FOC 推定に用いる気象海象情報は、航路計画要求時点での最新の気象海象予測情報である。

推奨航路の FOC 削減効果を、現行版システムおよび簡易（超簡易）版システムの船舶推進性能推定手法にて実施し、手法毎に算定する。

なお、現行版システムで用いられている船舶推進性能データは、初期性能推定の後に 2 か月間程度の運航モニタリングデータを用い補正を行うが、本実証試験では、期間中に十分なデータの収集が行えないため、補正については行っていない。この現行版システムに近い手法で算定された推奨航路の FOC 削減効果を、比較の基準値とする（表 3.5）。

表 3.4 各航路における燃料消費量および削減効果の定義

| 用語             | 定義  |
|----------------|---|
| 常用航路の FOC      | 常用航路を航海した場合のシミュレーションによる FOC 推定値。要求到着時間内に到着する範囲で船速一定の最適な機関制御値を選択。  |
| 推奨航路の FOC      | 最適航路を航行した場合のシミュレーションによる FOC 推定値。要求到着時間内に到着する範囲で船速一定の最適な機関制御値を選択。  |
| 推奨航路の FOC 削減効果 | 常用航路に対する推奨航路の削減効果 Effect (%) とし、以下の式により算出した。<br>$\text{Effect} = 100 - (\text{FOCRMND} / \text{FOCUSUAL}) * 100$ Effect : 推奨航路の FOC 削減効果 (%)<br>FOCRMND : 推奨航路の FOC<br>FOCUSUAL : 常用航路の FOC |

表 3.5 推定手法別における燃料消費量削減効果の定義

| 手法   | 定義  |
|------|---|
| 基準値  | 現行版 ECoRO の初期性能推定により作成された船舶推進性能を用いたシミュレーション結果。<br>現行版ではさらに 2 か月程度の運航モニタリングデータを用い推定された船舶推進性能を補正しているが、ここでは補正に十分なモニタリングデータを取得していないため、行っていない。 |
| 簡易版  | 船舶推進性能の推定に用いる情報量を、現行版に比べ削減して行う手法。（推定作業に用いる情報は表 3.2 を参照）   |
| 超簡易版 | 船舶推進性能の推定に用いる情報量を、簡易版よりさらに削減して行う手法。（推定作業に用いる情報は表 3.2 を参照）   |

### 3.2.3. 試験結果 (A 丸)

#### (1) 搭載・運用状況

システムは、A 丸船橋右舷全面に設置した (図 3.6)。

本船からの運航データ (通過位置、時間) は、本船 AIS からシステムに配線工事を行い、10 分毎にデータを気象協会サーバーに送信した。

毎航海、出航前に航海計画を立案し、安全な範囲で推奨された航路を参考に航海を行った。ただし、荒天等の際には、航海計画の使用は中止した。



図 3.6 システム搭載状況 (A 丸)

#### (2) 試験結果

A 丸における全 25 航海の試験結果を表 3.6 に示す。本船は東北ー北海道間を航行する船舶であり、津軽暖流の影響を受ける海域では特に航路選定による FOC 削減効果が期待できる。航海の内訳は、津軽暖流を利用した航海となる東北ー北海道の順潮航路は 11 航海、津軽暖流の流れに逆らう北海道ー東北の逆潮航路は 14 航海である。

推奨航路の FOC 削減効果基準値は、順潮航路では平均 0.5%、逆潮航路では平均 3.0% となり、海流の流れを避けることにより効果を得る逆潮航路の方が、FOC 削減効果が高く出る結果となった。

次に、簡易版における FOC 削減効果は順潮航路で平均 0.5%、逆潮航路で 2.6% であり、基準値との差は 0~0.4% と小さい結果となった。超簡易版については、簡易版と同様に順潮航路で 0.5%、逆潮航路で 2.6% であり、基準値との差が小さい結果であった。

また、現行版、簡易版、超簡易版ともに、算出される推奨航路には、大きな差はなかった。

表 3.6 試験結果 (A 丸)

|                  | 出発港 | 到着港 | 出発日時        | 要求<br>到着日時  | FOC 削減効果 |       |       | 参照<br>状況 |
|------------------|-----|-----|-------------|-------------|----------|-------|-------|----------|
|                  |     |     |             |             | 基準値      | 簡易版   | 超簡易版  |          |
| 1                | 東北  | 北海道 | 12/09 19:58 | 12/10 10:30 | 4.2 %    | 4.2 % | 4.3 % | ▲        |
| 2                | 東北  | 北海道 | 12/13 19:59 | 12/14 10:30 | 5.0 %    | 3.5 % | 3.5 % | ○        |
| 3                | 北海道 | 東北  | 12/14 18:49 | 12/15 09:25 | 0.4 %    | 0.4 % | 0.4 % | ○        |
| 4                | 北海道 | 東北  | 12/18 18:49 | 12/19 09:25 | 0.5 %    | 0.4 % | 0.4 % | ○        |
| 5                | 東北  | 北海道 | 12/21 19:58 | 12/22 10:30 | 3.8 %    | 3.6 % | 3.7 % | ○        |
| 6                | 東北  | 北海道 | 12/25 20:29 | 12/26 10:30 | 3.3 %    | 3.3 % | 3.4 % | ▲        |
| 7                | 東北  | 北海道 | 12/29 19:58 | 12/30 10:30 | 3.8 %    | 3.8 % | 3.8 % | ○        |
| 8                | 北海道 | 東北  | 12/30 18:43 | 12/31 09:20 | 0.5 %    | 0.5 % | 0.5 % | ○        |
| 9                | 東北  | 北海道 | 01/22 19:59 | 01/23 11:30 | 2.8 %    | 2.6 % | 2.6 % | ×        |
| 10               | 北海道 | 東北  | 01/23 18:49 | 01/24 10:25 | 0.6 %    | 0.5 % | 0.5 % | ○        |
| 11               | 東北  | 北海道 | 01/22 19:58 | 01/25 11:30 | 1.1 %    | 1.1 % | 1.1 % | ○        |
| 12               | 北海道 | 東北  | 01/23 18:49 | 01/26 10:25 | 0.5 %    | 0.5 % | 0.5 % | ○        |
| 13               | 東北  | 北海道 | 01/28 19:58 | 01/29 11:30 | 2.7 %    | 2.6 % | 2.6 % | ×        |
| 14               | 北海道 | 東北  | 01/29 18:49 | 01/30 10:25 | 0.7 %    | 0.7 % | 0.7 % | ○        |
| 15               | 東北  | 北海道 | 01/30 19:58 | 01/31 11:30 | 2.1 %    | 1.9 % | 1.9 % | ○        |
| 16               | 東北  | 北海道 | 02/03 19:28 | 02/04 11:00 | 2.2 %    | 2.2 % | 2.2 % | ○        |
| 17               | 北海道 | 東北  | 02/04 18:44 | 02/05 10:20 | 0.5 %    | 0.5 % | 0.5 % | ○        |
| 18               | 東北  | 北海道 | 02/03 19:58 | 02/06 11:25 | 0.8 %    | 0.8 % | 0.8 % | ○        |
| 19               | 北海道 | 東北  | 02/04 18:44 | 02/07 10:25 | 0.5 %    | 0.5 % | 0.5 % | ○        |
| 20               | 北海道 | 東北  | 02/10 18:39 | 02/11 10:15 | 0.6 %    | 0.6 % | 0.6 % | ○        |
| 21               | 東北  | 北海道 | 02/15 19:59 | 02/16 11:30 | 4.5 %    | 4.2 % | 4.3 % | ○        |
| 22               | 北海道 | 東北  | 02/16 18:49 | 02/17 10:25 | 0.6 %    | 0.5 % | 0.5 % | ○        |
| 23               | 東北  | 北海道 | 02/17 19:58 | 02/18 11:30 | 3.5 %    | 0.7 % | 0.7 % | ○        |
| 24               | 北海道 | 東北  | 02/18 18:19 | 02/19 09:55 | 0.6 %    | 0.6 % | 0.6 % | ○        |
| 25               | 東北  | 北海道 | 02/21 19:59 | 02/22 11:30 | 0.8 %    | 0.7 % | 0.7 % | ○        |
| 順潮航路 (北海道→東北) 平均 |     |     |             |             | 0.5%     | 0.5%  | 0.5%  |          |
| 逆潮航路 (東北→北海道) 平均 |     |     |             |             | 3.0%     | 2.6%  | 2.6%  |          |

(3) 航海事例

ECoRO を参考にした航海のうち、燃料消費量が最高であったケース、最低であったケース別の結果を表 3.7 に示す。

図 3.9 に示す逆潮航路の FOC 削減効果最大ケースについてのみ、基準値と簡易版および超簡易版の誤差が 1.5% と大きい。要因として、この航海中における風速および波浪が他の航海に比べ高く、簡易版および超簡易版では荒天航海など強い外力を受けた場合の船舶推進性能の推定精度が基準値に比べ低いと考えられる。

その他、通常航海においては、推奨航路の燃費削減効果は、簡易版、超簡易版ともに同じ値を示す結果となった。

表 3.7 ケース別 FOC 削減効果 (A 丸)

|                   | 順潮航路  |       |       | 逆潮航路  |       |       |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                   | 基準値   | 簡易版   | 超簡易版  | 基準値   | 簡易版   | 超簡易版  |
| FOC 削減効果<br>最大ケース | 0.7 % | 0.7 % | 0.7 % | 5.0 % | 3.5 % | 3.5 % |
| FOC 削減効果<br>最小ケース | 0.4 % | 0.4 % | 0.4 % | 0.8 % | 0.8 % | 0.8 % |

※ 順潮航路： 北海道—東北航路

※ 逆潮航路： 東北—北海道航路

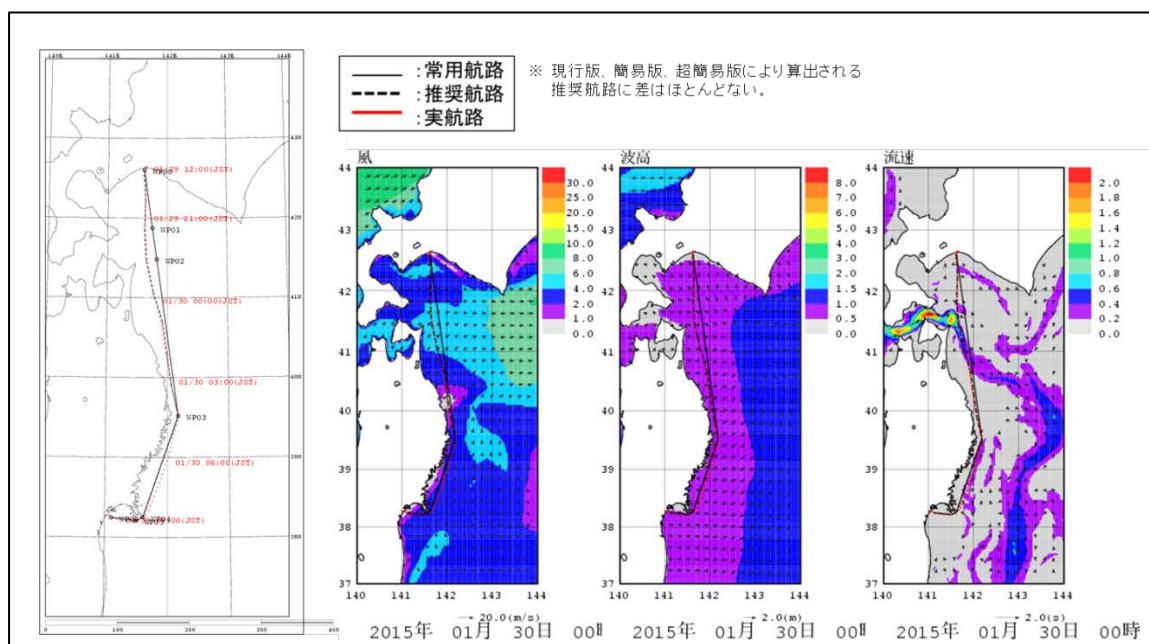


図 3.7 A 丸 No.14 航海 (順潮航路、FOC 削減量最大)

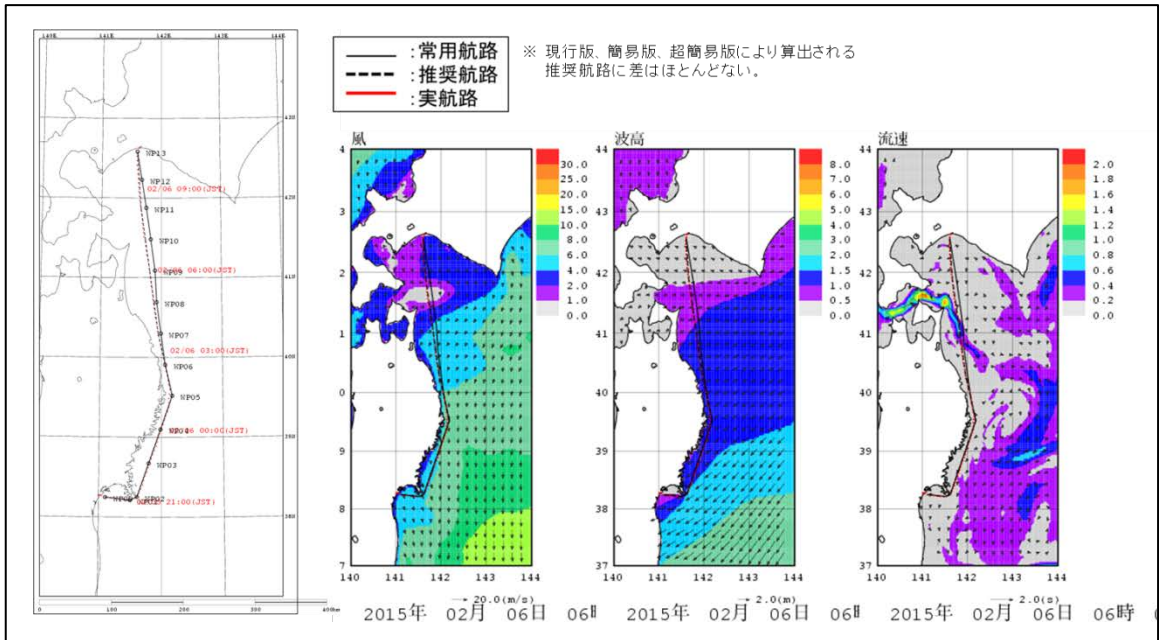


図 3.8 A 丸 No.3 航海 (順潮航路、FOC 削減量最小)

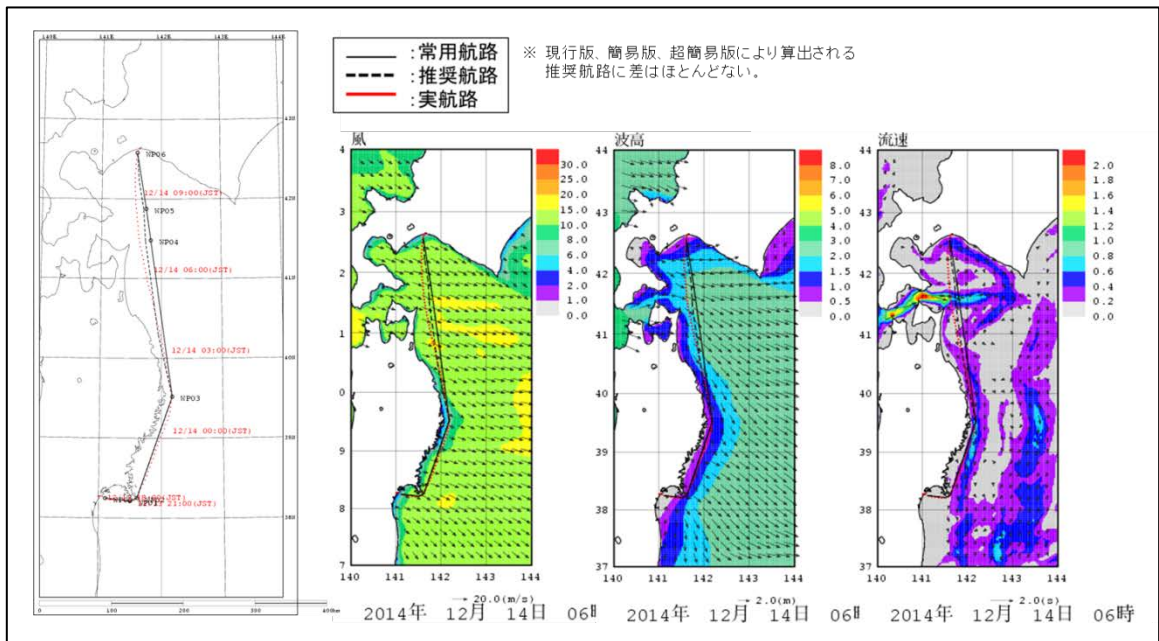


図 3.9 A 丸 No.2 航海 (逆潮航路、FOC 削減量最大)



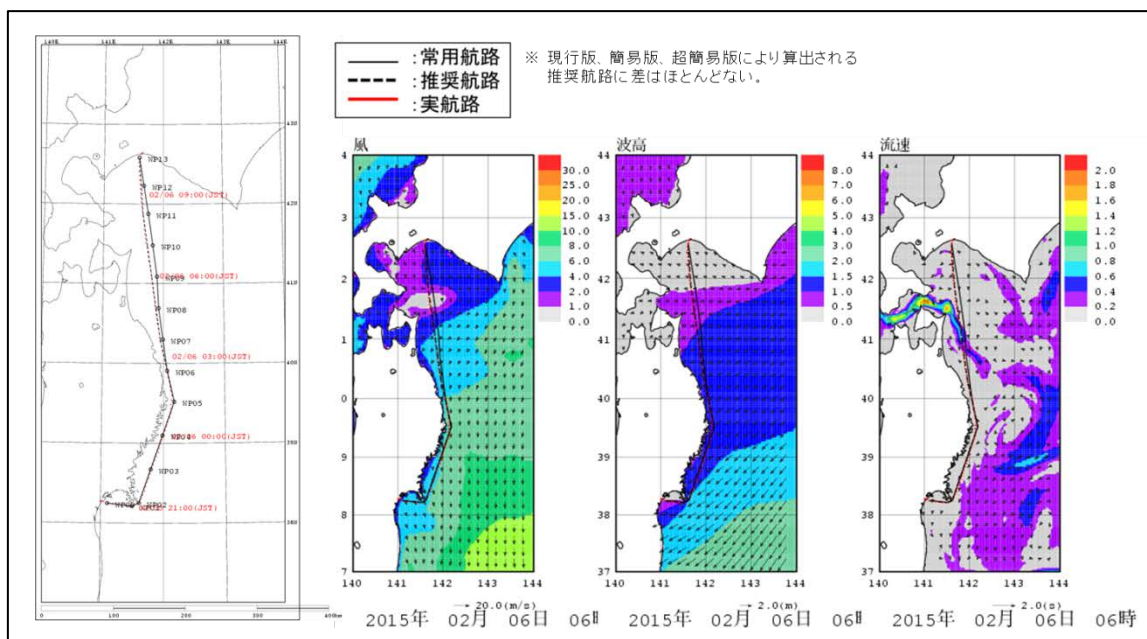


図 3.10 A 丸 No.18 航海 (逆潮航路、FOC 削減量最小)

#### (4) FOC 推定精度

本システムより算定された FOC 推定精度の検証として、本船のアブログデータから得た FOC 実測値を用い、FOC 推定値との比較を行った。比較対象として用いるのは、試験開始から 2014 年 12 月 31 日までの推奨航路通りに航海した 6 航海である。

基準値における比較結果を図 3.11 に示す。回帰係数が 0.87、決定係数が 0.91 であり、統計的に正しい推定ができていると言える。

これに対し、簡易版および超簡易版における結果は、回帰係数 0.87、決定係数 0.89 であり、その差はわずかであった (図 3.12、図 3.13)。

表 3.8 FOC 推定精度の検証に用いたデータ

|     | 推奨航路の FOC                 | FOC 実測値                          |
|-----|---------------------------|----------------------------------|
| データ | 簡易版航路計画システムによるシミュレーション値   | A 丸アブログデータに記載されている航海毎の主機 C 重油消費量 |
| 期間  | 2014 年 12 月 7 日～12 月 31 日 |                                  |



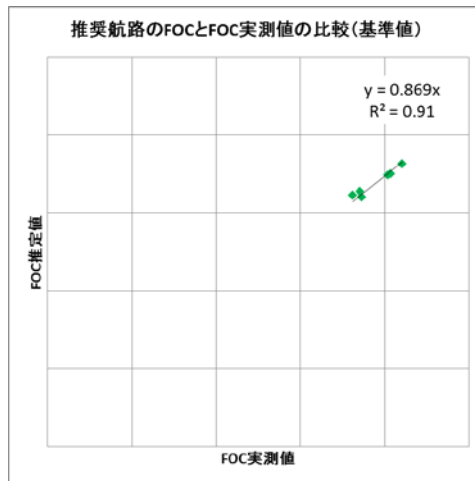


図 3.11 A 丸推奨航路の FOC と FOC 実測値の比較 (基準値)

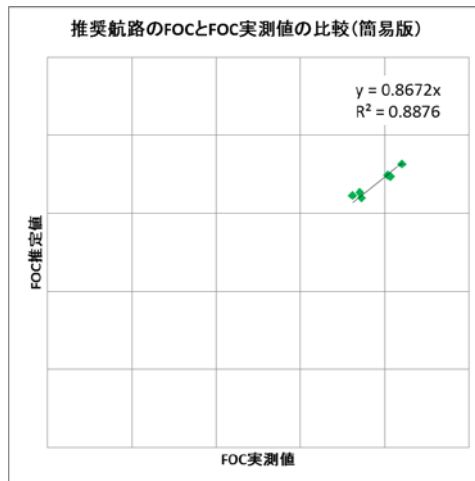


図 3.12 A 丸推奨航路の FOC と FOC 実測値の比較 (簡易版)

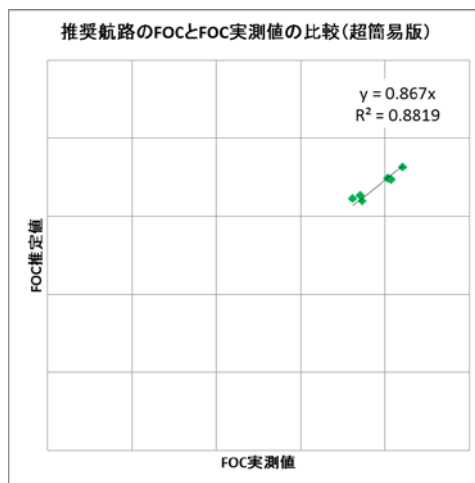


図 3.13 A 丸推奨航路の FOC と FOC 実測値の比較 (超簡易版)

### 3.2.4. 試験結果 (B 丸)

#### (1) 搭載・運用状況

システムは、B 丸船橋右舷全面に設置した (図 3.14)。

本船からの運航データ (通過位置、時間) は、本船 AIS からシステムに配線工事を行い、10 分毎にデータを気象協会サーバーに送信した。

毎航海、出航前に航海計画を立案し、安全な範囲で推奨された航路を参考に航海を行った。ただし、荒天等の際には、航海計画の使用は中止した。また、B 丸は 1 月 1 日から 1 月 21 は入渠期間であったため、試験対象外とした。



図 3.14 システム搭載状況 (B 丸)

#### (2) 試験結果

B 丸における全 15 航海の試験結果を表 3.9 に示す。本船は九州ー京浜間を航行する船舶であり、黒潮の影響による効果が特に期待できる。航路の内訳は黒潮に沿った順潮航路が 6 航海、黒潮の流れに逆らう逆潮航路が 9 航海であった。

推奨航路の FOC 削減効果基準値は、順潮航路では平均 9.3%、逆潮航路では平均 10.4% となり、逆潮航路の方が FOC 削減効果が若干高い結果となった。

次に、簡易版における FOC 削減効果は順潮航路で平均 9.5%、逆潮航路で 10.6% であり、基準値との差は 0.2% と小さい結果であった。超簡易版については、順潮航路で 8.1%、逆潮航路で 10.5% であり、基準値との差は 0.1~0.8 であった。簡易推定に比較すると誤差は若干大きくなるが、A 丸に比べ B 丸は FOC 削減効果自体が大きいため、FOC 削減効果に対して誤差は小さいと考えられる。

また、現行版、簡易版、超簡易版ともに、算出される推奨航路に大きな差はない。

表 3.9 試験結果 (B 丸)

|                 | 出発港 | 到着港 | 出発日時        | 要求<br>到着日時  | FOC 削減効果 |       |       | 参照<br>状況 |
|-----------------|-----|-----|-------------|-------------|----------|-------|-------|----------|
|                 |     |     |             |             | 基準値      | 簡易版   | 超簡易版  |          |
| 1               | 京浜  | 九州  | 01/10 18:51 | 01/11 20:38 | 14.3%    | 14.5% | 14.5% | ×        |
| 2               | 京浜  | 九州  | 01/14 03:51 | 01/15 05:38 | 15.6%    | 15.5% | 15.5% | ×        |
| 3               | 九州  | 京浜  | 01/15 23:31 | 01/16 22:30 | 6.3%     | 6.4%  | 6.3%  | ×        |
| 4               | 九州  | 京浜  | 01/19 15:31 | 01/20 14:30 | 1.4%     | 1.4%  | 1.5%  | ×        |
| 5               | 京浜  | 九州  | 01/21 03:01 | 01/22 04:48 | 16.7%    | 16.5% | 16.2% | ○        |
| 6               | 京浜  | 九州  | 01/24 18:52 | 01/25 20:38 | 16.3%    | 16.0% | 16.1% | ○        |
| 7               | 九州  | 京浜  | 01/29 23:31 | 01/30 22:31 | 4.9%     | 5.1%  | 5.0%  | ○        |
| 8               | 京浜  | 九州  | 01/31 15:48 | 02/01 19:48 | 12.4%    | 12.9% | 12.5% | ×        |
| 9               | 九州  | 京浜  | 02/02 14:44 | 02/03 13:44 | 6.7%     | 7.1%  | 7.0%  | ○        |
| 10              | 京浜  | 九州  | 02/04 04:34 | 02/05 04:48 | 7.6%     | 7.7%  | 7.7%  | ○        |
| 11              | 京浜  | 九州  | 02/07 21:28 | 02/08 18:38 | 0.1%     | 0.0%  | 0.0%  | ○        |
| 12              | 九州  | 京浜  | 02/09 12:25 | 02/10 11:24 | 19.7%    | 19.6% | 19.6% | ×        |
| 13              | 京浜  | 九州  | 02/11 03:52 | 02/12 05:38 | 6.7%     | 6.6%  | 6.7%  | ○        |
| 14              | 九州  | 京浜  | 02/12 22:44 | 02/13 21:44 | 17.4%    | 17.3% | 17.3% | ×        |
| 15              | 京浜  | 九州  | 02/14 18:02 | 02/15 19:48 | 7.1%     | 7.1%  | 7.2%  | ×        |
| 順潮航路 (九州→京浜) 平均 |     |     |             |             | 9.3%     | 9.5%  | 8.1%  |          |
| 逆潮航路 (京浜→九州) 平均 |     |     |             |             | 10.4%    | 10.6% | 10.5% |          |

(3) 航海事例

ECoRO を参考にした航海のうち、燃料消費量が最高であったケース、最低であったケース別の結果を表 3.10 に示す。

全航海とも、基準値と簡易版および超簡易版における FOC 削減効果の差は 0.5% 以内と小さい結果であった。また、図 3.18 に示す逆潮航路 FOC 削減効果最小ケースについては、ほとんど常用航路と同様の航路を推奨航路として算出しており、効果はほぼ 0% であった。

表 3.10 ケース別 FOC 削減効果 (B 丸)

|                   | 順潮航路 |      |      | 逆潮航路  |       |       |
|-------------------|------|------|------|-------|-------|-------|
|                   | 基準値  | 簡易版  | 超簡易版 | 基準値   | 簡易版   | 超簡易版  |
| FOC 削減効果<br>最大ケース | 6.7% | 7.1% | 7.0% | 16.7% | 16.5% | 16.2% |
| FOC 削減効果<br>最小ケース | 4.9% | 5.1% | 5.0% | 0.1%  | 0.0%  |       |

※ 順潮航路：九州—京浜航路

※ 逆潮航路：京浜—九州航路

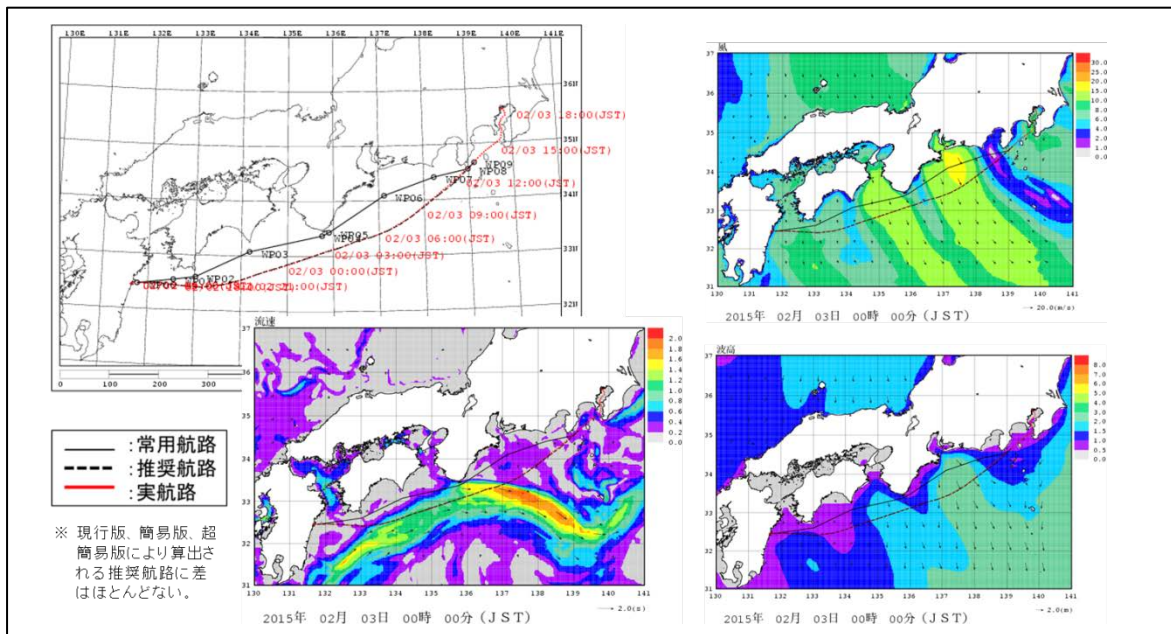


図 3.15 B 丸 No.9 航海 (順潮航路、FOC 削減量最大)

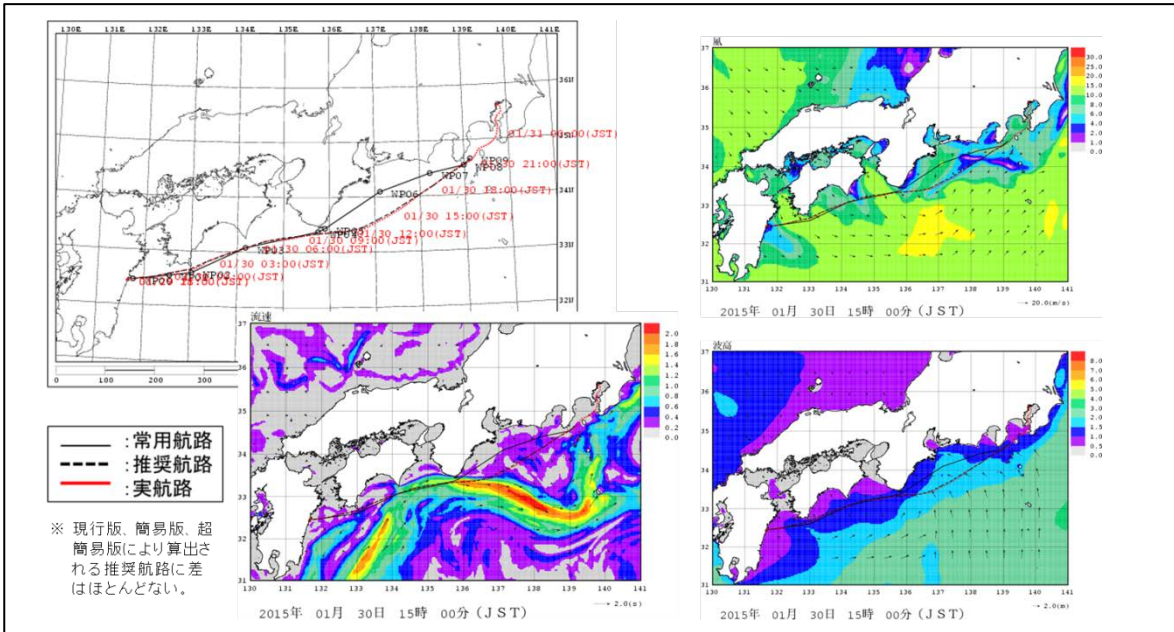


図 3.16 B丸 No.7 航海（順潮航路、FOC 削減量最小）

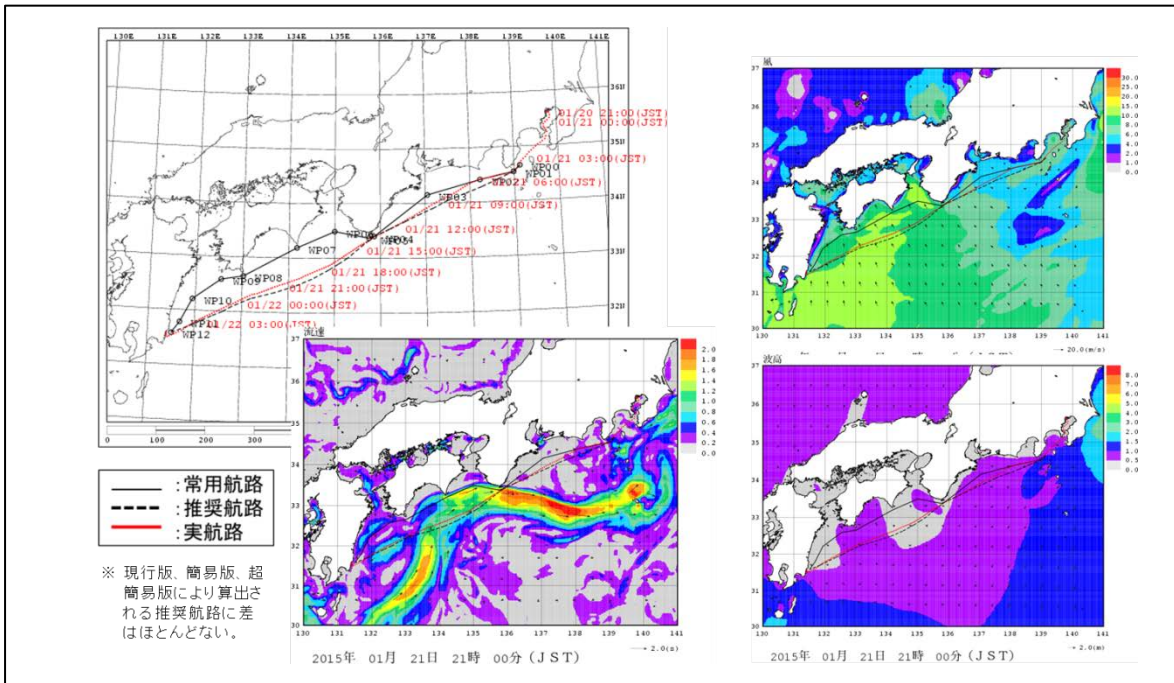


図 3.17 B丸 No.5 航海（逆潮航路、FOC 削減量最大）



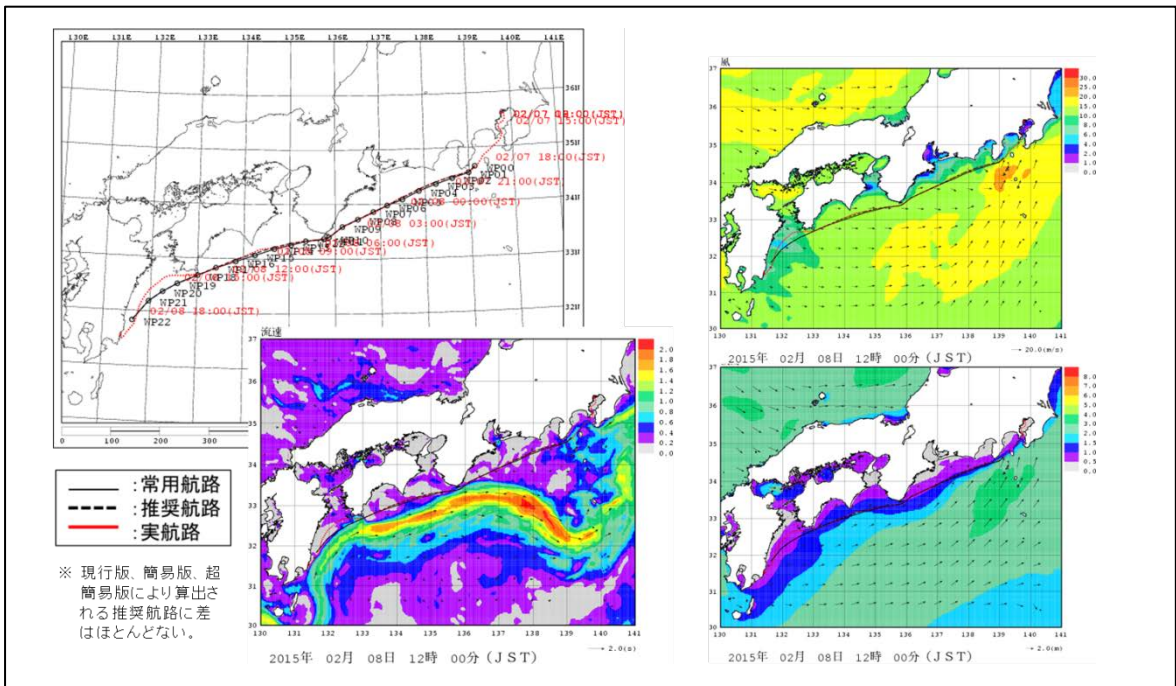


図 3.18 B丸 No.11 航海（逆潮航路、FOC 削減量最小）

(4) FOC 推定精度

B丸においては、比較に十分な航海数の FOC 実測値が得られなかったため、FOC 推定精度の検証は行わない。

## 4. まとめ

本事業では、輸送実態および海上輸送に対するニーズ調査および最適航路計画による燃費削減航海の検討を行った。

### 4.1. 輸送実態および海上輸送に対するニーズ調査

本調査により、長距離輸送において以下のような実態およびニーズを把握した。

- (1) 現状におけるトラック輸送の問題点は、燃費高騰、人員不足、労働基準の強化、等である。トラック手配が困難な状況も増えており、恒常的な問題となってきている。
- (2) そのため、物流業界では、安定的な輸送力の確保と、多様な輸送体制の構築が求められており、その対策としてモーダルシフトは有効な手段である。
- (3) 海上輸送は近年増加傾向にあり、需要は十分あると考えられる。また、積/揚地で異なるトラック事業者が輸送するインターモーダル輸送も行われるようになってきている。
- (4) 九州－関西間の輸送などでは、まだ有人航走が多い状況であり、北海道で整備されているような無人航走の展開は十分考えられる。
- (5) 積荷と積地箇所の集約ができれば、シャーシ利用の拡大は可能である。そのためには荷主サイドで出荷場・工場など集約の実施が必要である。また、荷積み時間、工場出荷時刻を前倒しなども行うことができれば有効である。

上記の結果を踏まえ、モーダルシフトの可能性検討に対する留意点を以下に述べる。

- 海運利用が難しい要因のひとつとして、入港・着港の時間、キャパシティが十分であるか、などの問題がある。
- 海運を利用した場合も、トラック事業者側の利益が確保されるなら、労働条件改善の観点からモーダルシフトの促進が考えられる。
- 荷主、卸地の数、帰り荷の積地等によって、ケース別に検討する必要がある。
- 潜在顧客には内航海運に対する認知度の低さ、イメージの悪さがあり、認知度を高めるためのPRなども必要である。

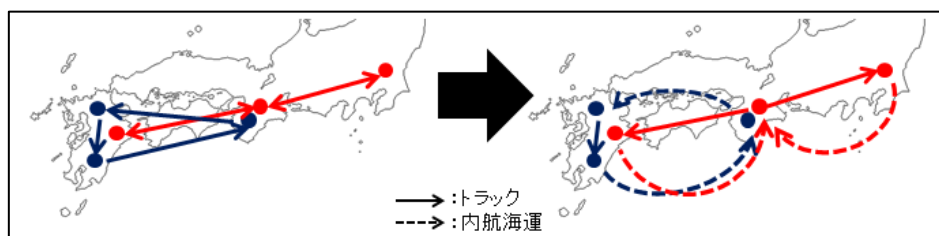


図 3.2 モーダルシフトの検討イメージ

また、トラック事業者に対し今後より具体的なヒアリング調査を行うに当たっての留意点を以下に述べる。

- ヒアリング対象とヒアリング項目を明確にする。
- 対象は九州に限らず関西、関東地区におけるトラック事業者も対象とする。
- ヒアリング項目は、積地港、揚地港の場所、出港時間、入港時間をどのように設定しているか等把握できる内容を検討する。
- 内航海運の航海時間や利用手続き、料金についての意見、要望を具体的に把握できるよう検討する。

#### 4.2. 最適航路計画による燃費削減航海の検討

本事業では簡易版最適航路計画システムの試行を行い、内航船 2 隻にて実証試験を行った。実証試験の結果を以下の通り取り纏めた。

- (1) A 丸における FOC 削減効果（平均）は、順潮航路で基準値 0.5% に対し、簡易版および超簡易版で 0.5% であった。逆潮航路では、基準値 3.0% に対し、簡易版および超簡易版で 2.6% であった。また、FOC 削減効果最大、最小ケースにおける比較でも、荒天航海を除けば、基準値と簡易版および超簡易版における FOC 削減効果は一致していた。
- (2) B 丸における FOC 削減効果（平均）は、順潮航路で基準値 9.3% に対し、簡易版で 9.5%、超簡易版で 8.1% であった。逆潮航路では、基準値 10.4% に対し、簡易版で 10.6%、超簡易版で 10.5% であった。また、FOC 削減効果最大、最小ケースにおける比較でも、基準値と簡易版および超簡易版の FOC 削減効果誤差は、0.5% 以内であった。
- (3) A 丸、B 丸とも、現行版の燃費削減効果に対する簡易版、超簡易版の燃費削減効果は、平均で 0~0.8% 程度と小さい結果であった。
- (4) 本システムによる FOC 推定精度の検証として、A 丸において FOC 実測値との比較を行った結果、簡易版、超簡易版共に回帰係数 0.87、決定係数 0.89 を示しており、統計的に正しい推定ができていると言える。
- (5) 簡易版システムは、工事期間や収集データ量を大幅に削減しているにも関わらず、基準値と比較した FOC 削減効果の差はわずかである。ただし、荒天航海については誤差が大きくなる可能性があり、荒天航海時の利用には留意する必要がある。

なお、平成 27 年度は、平成 26 年度の成果に基づき、トラック事業者に対するより詳細なヒアリング調査による実態調査と、インターモーダルシフトの可能性の検討を行う。また、定時性も確保した効率運航システムの開発を行い、複数隻の内航船舶を対象に実証試験を行い、その効果を評価する。