

航海・配船支援システムを導入した内航船のエコ SHIPPING・プロジェクト

# 環境省「航海・配船計画支援システム導入による船舶からのCO<sub>2</sub>排出削減実証事業」(エコ SHIPPING・プロジェクト) (2013-2015年度)

油タンカー



セメント運搬船



RORO船



2016年2月19日  
海上技術安全研究所  
運航計画技術研究センター

# 背景

## 環境負荷

**GHG 問題**  
CO<sub>2</sub> NO<sub>x</sub> Sox  
削減

## 社会的・経済的 要請

**内航海運**  
経済活力  
技術革新

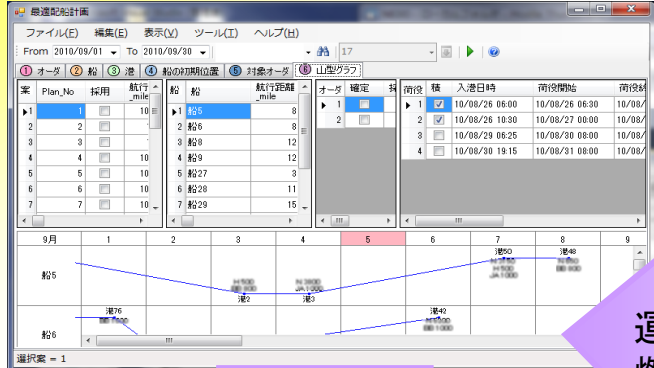


**内航海運の活性化 & 技術革新**

## コンセプト

### 配船・航海計画統合システム

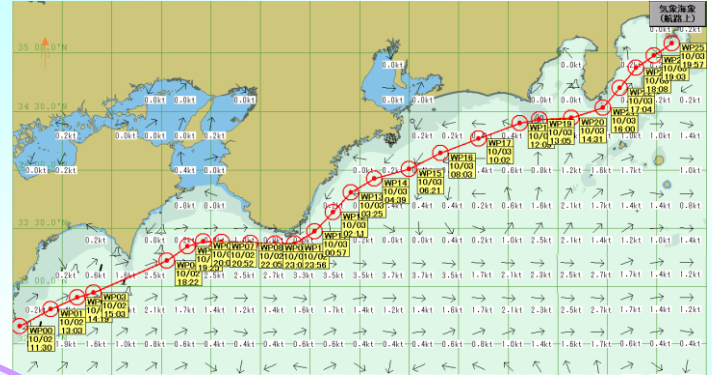
#### 荷主：配船計画



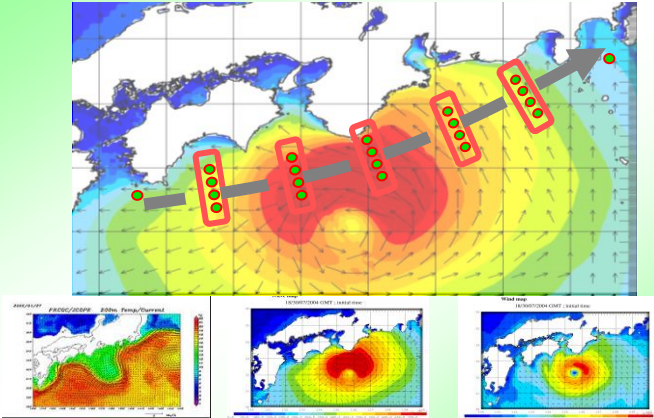
運航  
スケジュール

運航結果  
燃費・船速性能

#### 船舶：最適船速計画が海図上に表示



#### 船社：船舶：航海計画



海流予測      波浪推算      風推算

船速計画



航路に沿って  
安全に運航

運航記録

#### 実証実験の結果報告

運航記録データを解析、  
CO<sub>2</sub>削減量定量化手法により効果を評価  
配船・運航担当者らと評価結果報告

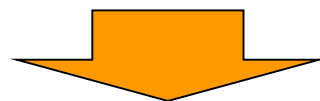
## プロジェクトの技術開発の流れ

### 研究開発

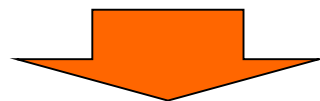
- (1) 配船/航海計画支援システム
- (2) CO<sub>2</sub>排出削減量のMRV 方法



40隻程度の内航船による実証実験の実施



大幅なCO<sub>2</sub> 排出削減を期待



普及

## ○実証実験対象船

□油送船、セメント船、RORO船の3船種で、内航船の輸送の60%(トン・キロベース)を占める。

### 実証対象船種の内航輸送トン・キロ構成比

|             | トンキロ<br>(百万トンキロ) | トンキロ構成比 |
|-------------|------------------|---------|
| 自動車専用船      | 715              | 1%      |
| セメント専用船     | 16,875           | 12%     |
| 石灰石専用船      | 10,235           | 7%      |
| 石炭専用船       | 1,219            | 1%      |
| コンテナ専用船     | 2,014            | 1%      |
| RORO船       | 18,353           | 13%     |
| その他の貨物船     | 41,288           | 29%     |
| 油送船         | 46,259           | 33%     |
| プッシャーバージ・台船 | 4,557            | 3%      |
| 全船舶         | 141,515          |         |

実証実験  
対象船

セメント運搬船



(19隻)

RORO船



(5隻)

油タンカー



(17隻)

RORO船は大型の船が多く、月間航海距離も大きいことから単独のトン・キロ構成比が3番目に大きい。



目的・体制・スケジュール

**目的：内航海運からのCO<sub>2</sub>排出削減**

体制：海技研・鉄道総研

宇部三菱セメント・出光興産・日本通運及び

宇部興産海運・鶴丸海運・旭タンカー・日本海運等関連船社

| 技術開発課題 |                                | 開発スケジュール                      |              |              |
|--------|--------------------------------|-------------------------------|--------------|--------------|
| 年度     |                                | 2013年度 (H25)                  | 2014年度 (H26) | 2015年度 (H27) |
| 1      | <b>配船/航海計画支援システム</b>           | 一体化システムの開発<br>機器設置<br>現状データ測定 | システム改修       |              |
| 2      | <b>CO<sub>2</sub>排出削減量評価手法</b> | 評価手法検討                        | 現状データ評価      | 実証実験評価       |
| 3      | <b>実証実験の実施 (15%減)</b>          | 企画調整                          | 実証実験の実施      |              |
| 4      | <b>普及方策の検討</b>                 | 検討項目の設定                       | 各項目の検討       | 普及方策の取り纏め    |

## 船隊の管理(船隊スケジューリング問題)

### 入力情報

#### 輸送オーダー

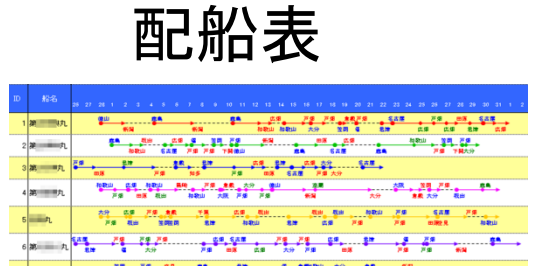
| No. | 積港 | 積日 | 揚港  | 揚日 | 荷量   |
|-----|----|----|-----|----|------|
| 1   | 戸畑 | 1  | 広畑  | 2  | 72   |
| 2   | 鹿島 | 1  | 和歌山 | 3  | 501  |
| 3   | 戸畑 | 1  | 田原  | 3  | 703  |
| 4   | 鹿島 | 1  | 坂出  | 4  | 1005 |
| .   | .  | .  | .   | .  | .    |
| .   | .  | .  | .   | .  | .    |

#### 船・港の情報

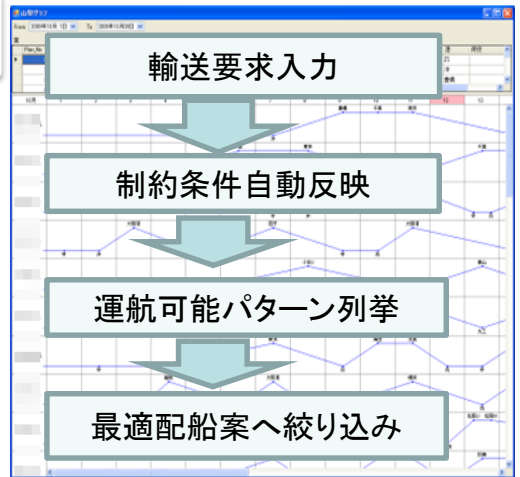
### 現状

人手で一日仕事



### 今後

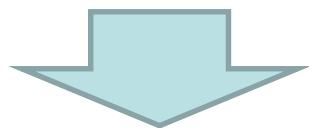
#### NMRI最適配船支援システム



コンピューターによる運航・船隊構成の効率化

# 船隊の管理(船隊スケジューリング問題)

人手による配船案作成



最適化

総航行距離 : 8% 削減  
 総燃料消費量: 9% 削減



さらに、  
 減速運航の効果により、燃費14%を見込む。



## 航海計画支援システム

輸送オーダー

スケジュール確保

### 現状

気象・海象の不確実性

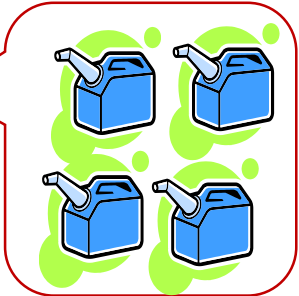


航海全速・最短航路



遅延時の責任回避

早着・船舶の沖待ち



### 今後

NMRI航海計画支援システム

気象・海象予測情報

風推算    波浪推算    海潮流予測

船舶性能評価

風影響    波浪影響    船速影響

最適航海計画算定

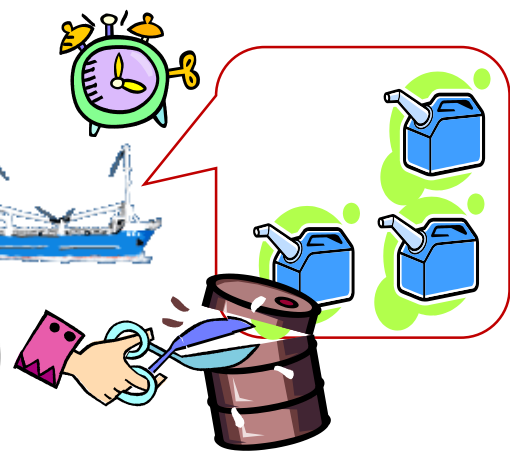
船速影響

最適船速：Just in Time運航



計画に沿って安全に省エネ運航

予定通りの入港・着岸



コンピューターによる運航の効率化

## 減速によるCO<sub>2</sub>排出削減量



航海距離Dマイル 航海船速Vノット 航海時間T時間 燃料消費量をFOC

時間当たりの燃料消費量は、船速の3乗に比例するので、比例定数Aを用いて

燃料消費量は  $FOC ( \ell ) \propto A \times V^3 \times T$        $T = D / V$

航海距離当たりの燃料消費量は船速の2乗に比例

$FOC ( \ell ) \propto A \times D \times V^2$

**⇒ α%の減速は、2α%の燃費削減**

20時間の航海で30分航海時間を増やす(2.5%の減速)が、5%の燃費削減

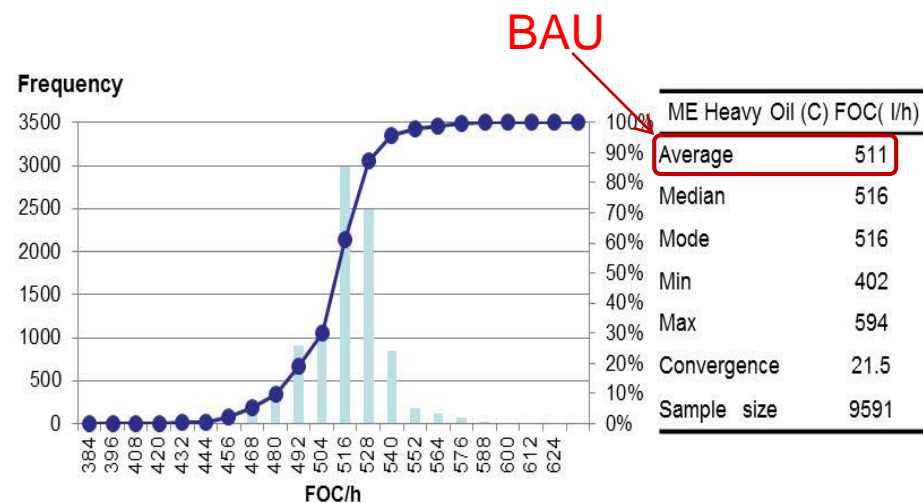
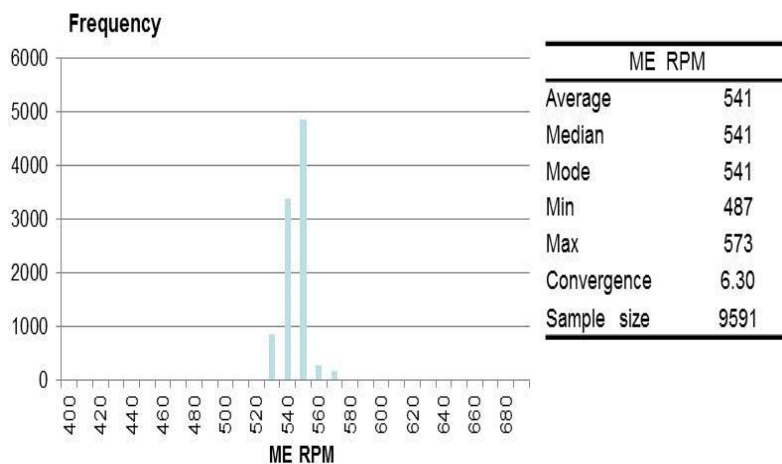
## CO<sub>2</sub>排出削減量評価手法 ①

|               | Ship A    |
|---------------|-----------|
| Length        | 120 m     |
| Breadth       | 18 m      |
| Depth         | 9.2/6.6m  |
| MCO           | 3310kW    |
| Gross tonnage | 5443tons  |
| Nominal Speed | 12.5knots |



昨年度、対象船舶の支援システムを用いない航海をモニタリングし、この状態での単位時間当たりの燃料消費量(BAU)を決定

(BAU: Business as usual; 常用の状態: 支援システムを利用していない状態)



## 航海計画支援システムの効果

CO<sub>2</sub>排出削減量評価手法①の適用:

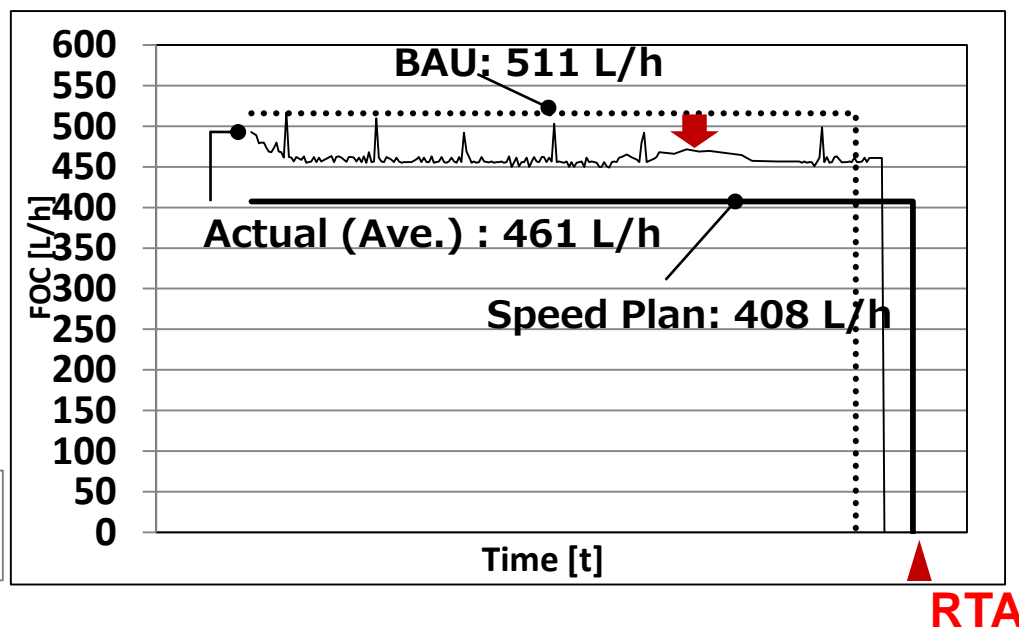
モニタリング・データを用いて、航海実績と支援システムを用いない状態での単位時間当たりの燃料消費量(BAU)での燃料消費量を比較することにより省エネ運航の効果を評価

航海計画



最適化

燃料消費量: **7%** 削減

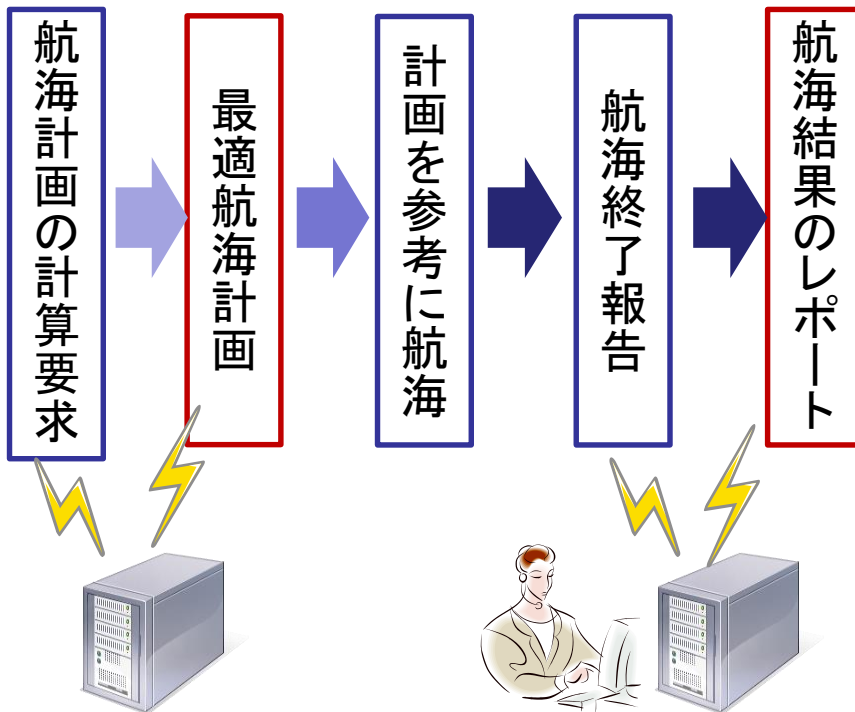
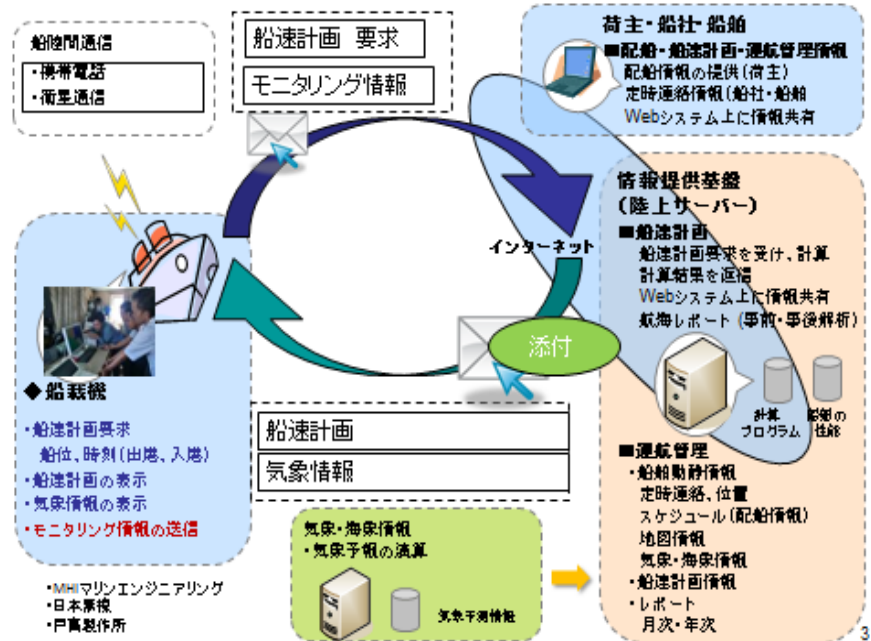


さらに、

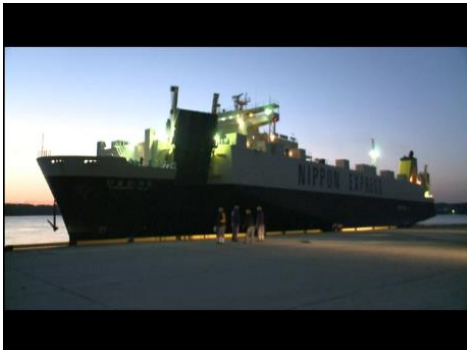
推奨の船速計画活用により、燃費**14%**削減を見込む。

# 航海・配船計画支援システム導入による船舶からのCO<sub>2</sub>排出削減実証事業

航海・配船計画支援システムの情報提供スキーム(案)



## 実験の様子

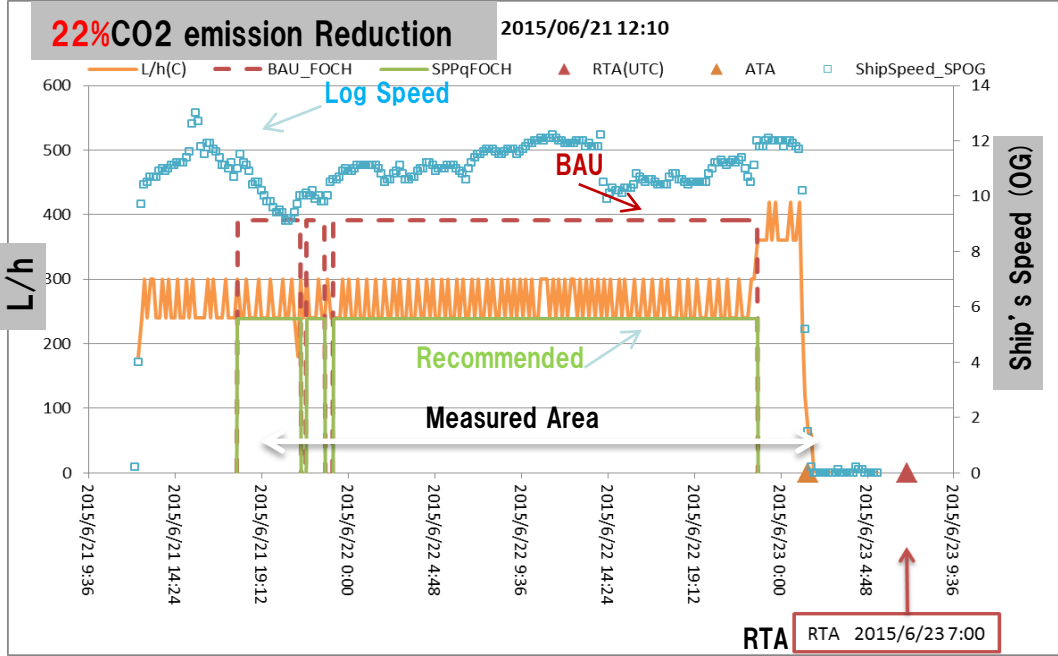
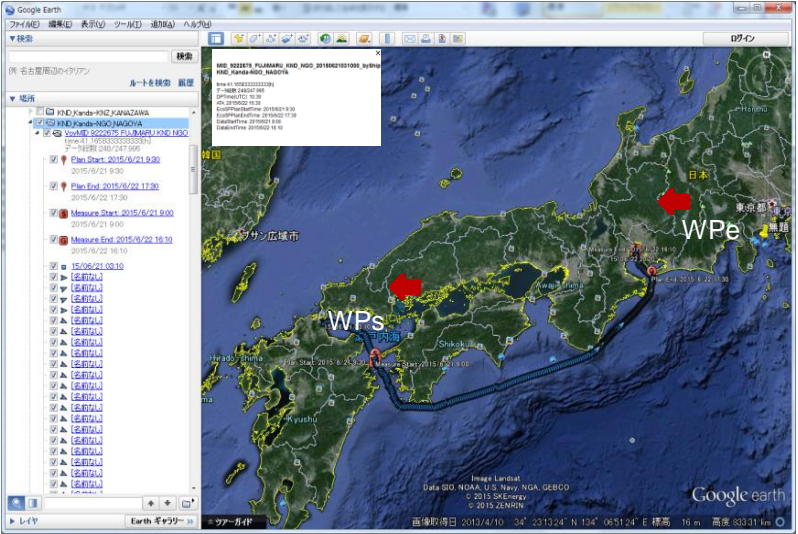
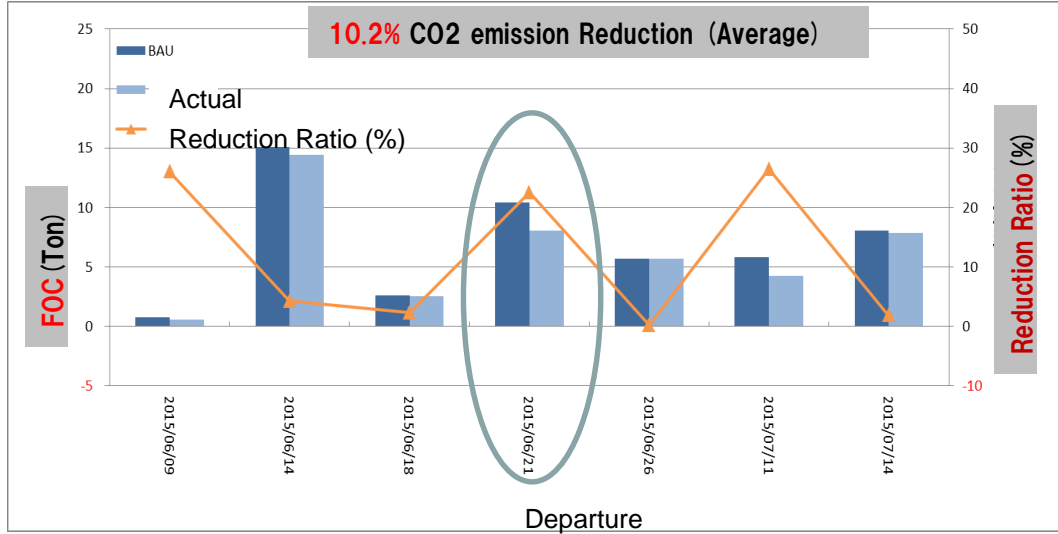
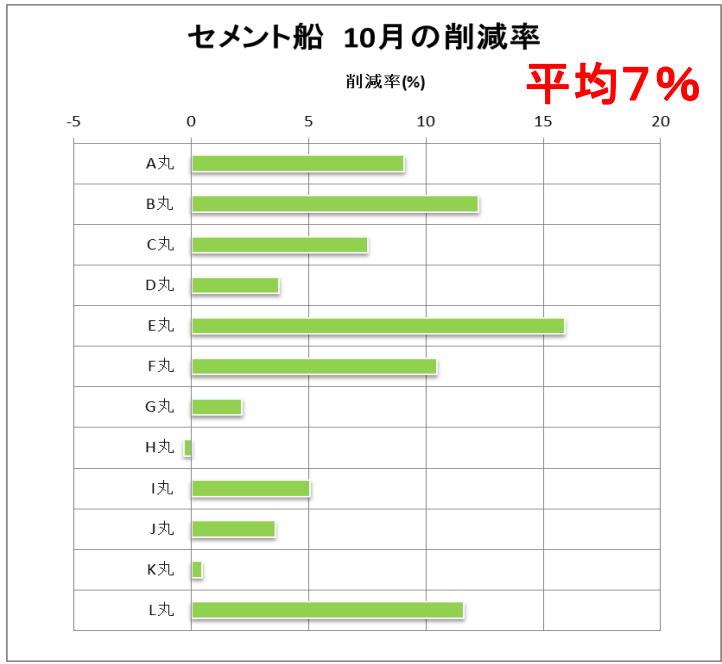




## 実証実験

### セメント船 10月の削減率

平均7%



## 1. 技術的な基本的課題は、克服

- ・航海・配船計画立案アルゴリズム
- ・船載機、システム開発
- ・評価手法

## 2. 実証実験により、船長等乗組みの理解を得ることで効果が出る事が明らかに



## 「船社が自ら自社船の状況把握と改善指導を行う」段階に

### 1. 船舶側に省エネ運航の主旨の理解の徹底

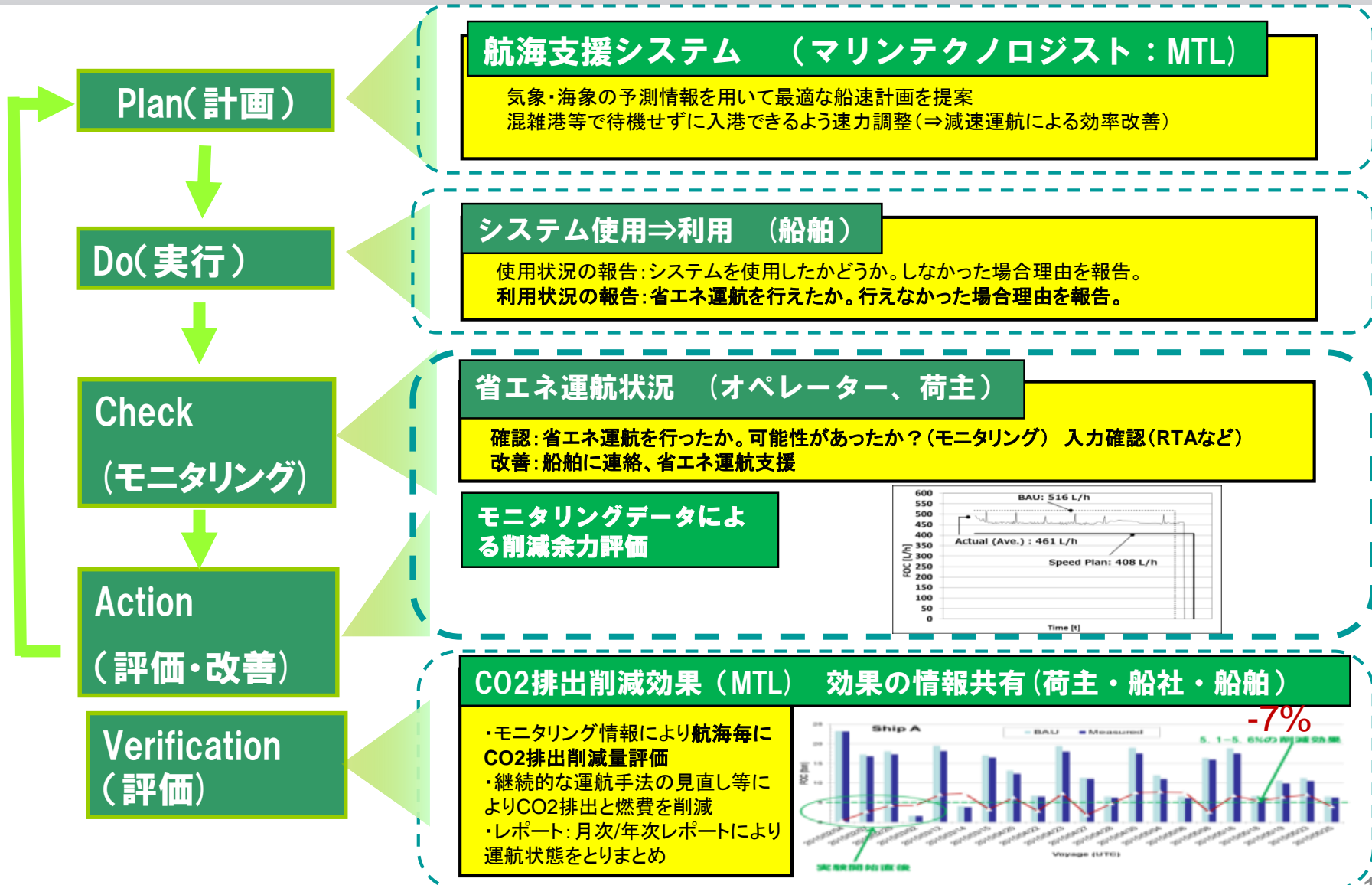
### 2. 入力項目の管理

- (1) 要求到着時刻(RTA)の入力      予定の着積時刻を入力
- (2) 入力ミス及び誤解の排除

## 省エネ運航の実運用形態（案）

船舶の運航の工夫によりCO<sub>2</sub>排出を削減

・**運航社が主体的にPDCAを実施**・



# 船舶運航情報とCO<sub>2</sub>排出量削減効果情報の提供の枠組み

**マリンテクノロジスト**  
 気象・海象の予測データを  
 参考に最適航海計画の立案

**情報の提供**  
 航海・機関  
 モニタリングデータ

運航モニタリングデータを  
 参考にCO<sub>2</sub>削減効果の評価

**運航評価・解析**  
 機関出力  
 船速  
 外力データ  
 気象・海象データ

↑ アプリの提供 ↓ 演算結果の提供  
**海技研**  
 MRV方法論演算R&D  
 船速計画R&D

**船社・オペレーター**

船員教育・指導  
 運航管理

INMARSAT  
 携帯電話

**航海計画表示**



最適航海計画を参考に  
 省エネ・安全航海

**実行系**

**評価系**

船舶運航情報とCO<sub>2</sub>排出量削減効果情報の提供

- ◆ 運航情報
  - ・ 船隊動静・運航解析/評価
- ◆ CO<sub>2</sub>排出量削減効果/評価
- ◆ データベース格納

**荷主**

**配船**



**荷主/顧客**

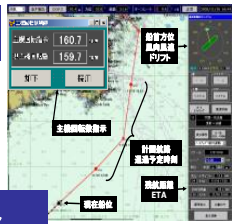
- 動態管理
- 配船管理
- 減速運航管理



- ・ 配船支援システム
- ・ 燃費効率向上によるコスト削減

**船社 船隊管理**

- 動静把握
- 海図/航路表示
- 減速運航管理
- 運航評価レポート



- ・ 安全運航による事故防止
- ・ 燃費効率向上によるコスト削減
- ・ CO<sub>2</sub> 排出量削減

インターネット

## おわりに

**実証事業の概要について、ご紹介させて頂きました。**

**一定の成果がでましたので、4月から実用化の予定**

**普及促進に努めて参りますので、ご支援、ご協力のほどお願い致します。**

**このプロジェクトを進めてきて内航船の省エネについて気づいたこと**

**■定期船、不定期船、船種、船型で異なる事情 対応はそれぞれ分けて検討**

**■船長への動機づけ ⇒ 大幅な削減効果  
見える化 ⇒ 船長へのインセンティブ**



■見える化（個船・他船比較） ← 評価手法/モニタリング

船舶性能（建造時 ⇔ 運航時）

輸送効率（仕事当たりの燃費、運航の効果 ⇒ 船隊全体）

■PDCA ← ICT情報提供システム

燃費削減の便益を受ける者のリーダーシップの下、船社自らが自社船隊の燃費状況把握と改善指導を行いPDCAサイクルを実施する仕組み作り

■MRV ← モニタリング・解析・評価

削減目標を定め、それをモニタリングし検証していくMRV制度といった社会制度の構築の検討も必要か？

■国際競争力の向上・国内輸送の効率化 ← 輸送コスト削減 ← 省エネ  
船隊構成・スケジュール最適化 ← 最適化技術