

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CO2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



2015年12月21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

**CO₂ NO_x Sox
削減**

社会的・経済的 要請

内航海運

**経済活力
技術革新**

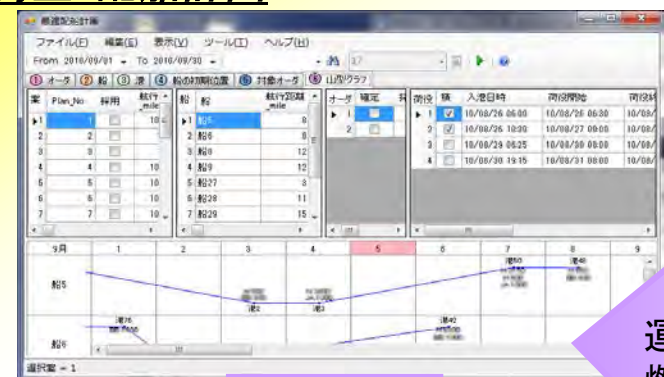


内航海運の活性化 & 技術革新

コンセプト

配船・航海計画統合システム

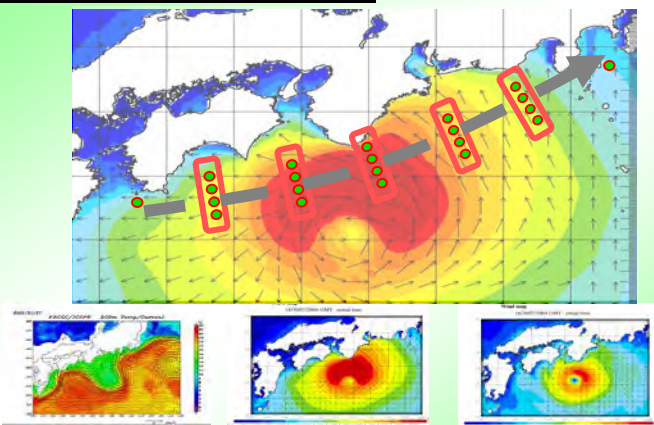
荷主:配船計画



運航 スケジュール

運航結果 燃費・船速性能

船社・船舶：航海計画



海流予測

波浪推算

風推算

船舶:最適船速計画が海図上に表示



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、
CO₂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

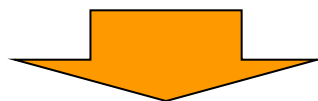
プロジェクトの技術開発の流れ

研究開発

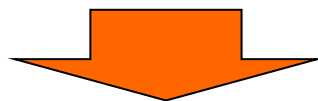
- (1) 配船/航海計画支援システム
- (2) CO₂排出削減量のMRV 方法



40隻程度の内航船による実証実験の実施



大幅なCO₂ 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 (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CO2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	配船/航海計画 支援システム	一体化システムの開発 機器設置 現状データ測定	システム改修	
2	CO2排出削減量評価手法	評価手法検討	現状データ評価	実証実験評価
3	実証実験の実施 (15%減)	企画調整	実証実験の実施	
4	普及方策の検討	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

配船表

今後

NMRI最適配船支援システム

輸送要求入力

制約条件自動反映

運航可能パターン列挙

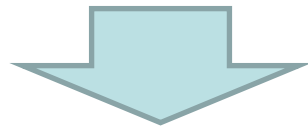
最適配船案へ絞り込み

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

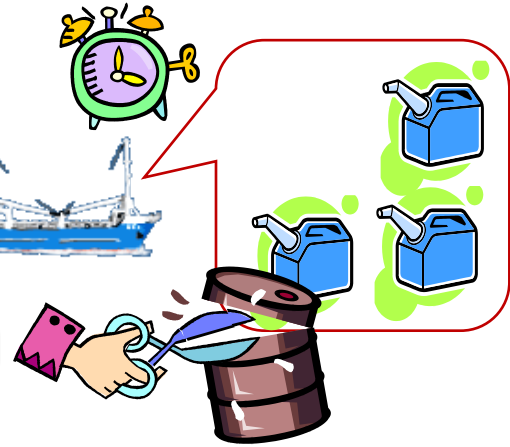
NMRI航海計画支援システム

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



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

コンピューターによる運航の効率化

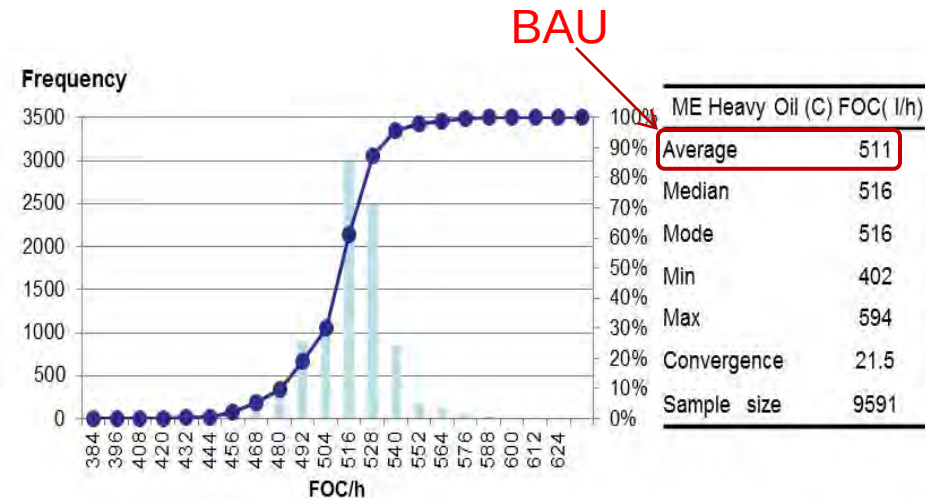
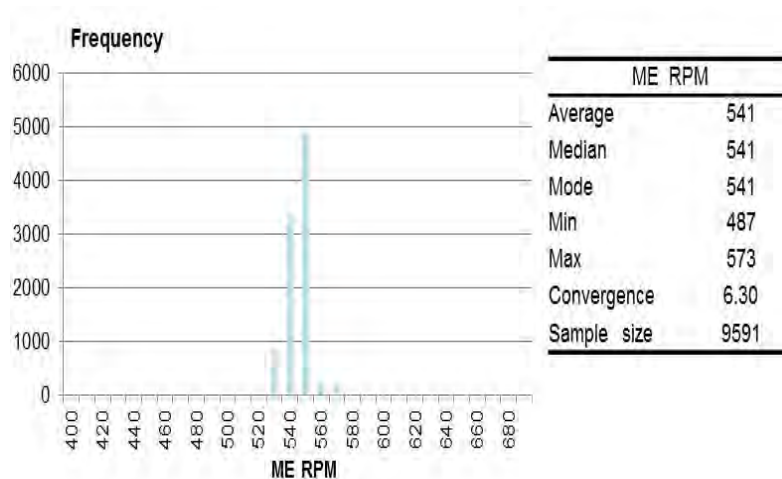
CO2排出削減量評価手法 ①

	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

CO2排出削減量評価手法①の適用:

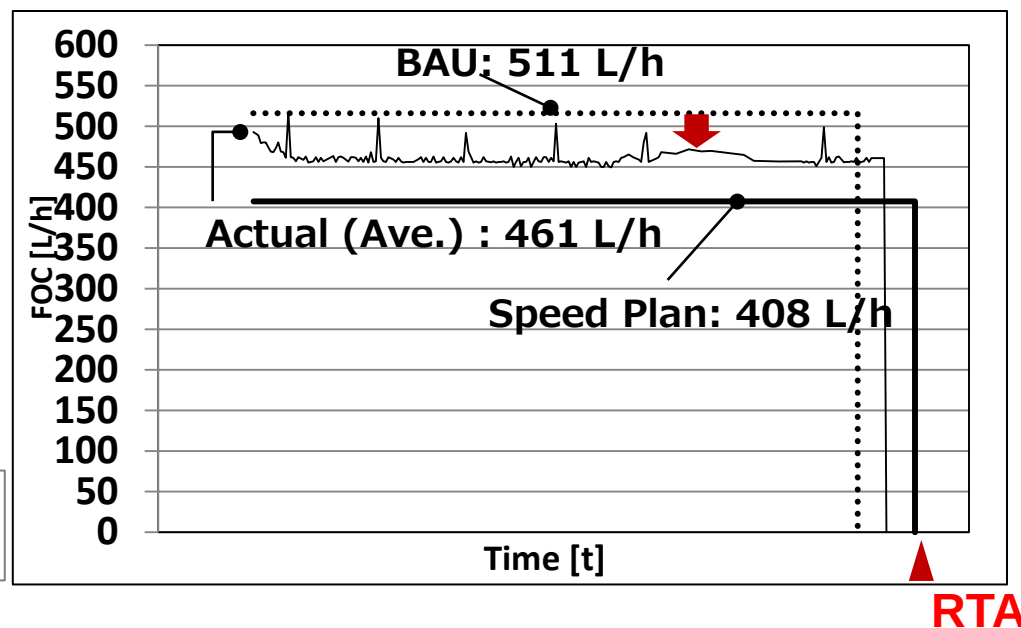
モニタリング・データを用いて、航海実績と支援システムを用いない状態での単位時間当たりの燃料消費量(BAU)での燃料消費量を比較することにより省エネ運航の効果を評価

航海計画



最適化

燃料消費量: **7%** 削減

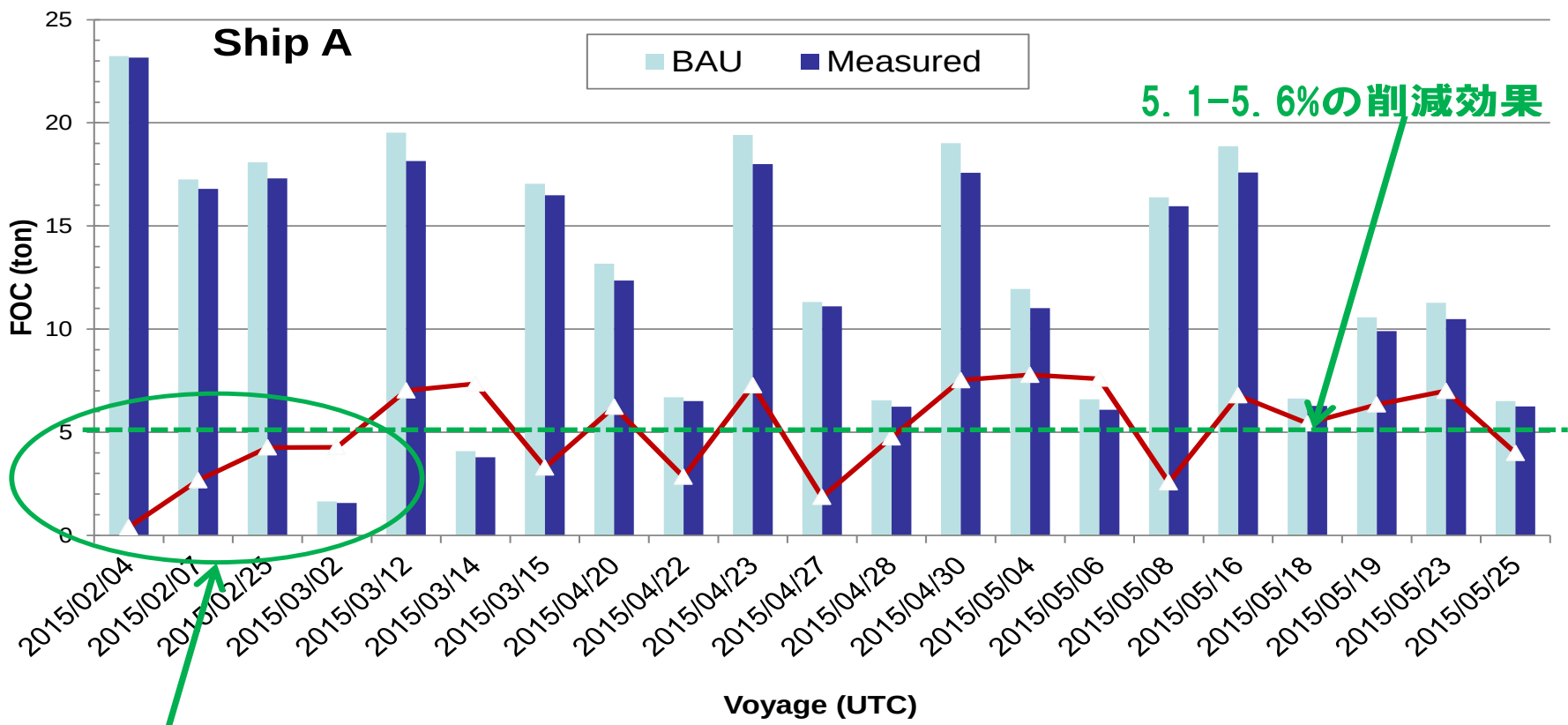


さらに、

推奨の船速計画活用により、燃費**14%** 削減を見込む。

セメント船-A丸の実証実験結果

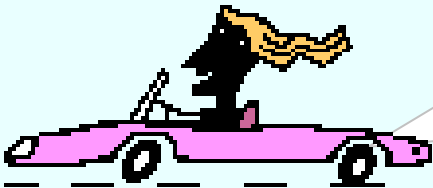
(2015年2月4日～2015年5月25日までのデータ分析結果)



実験開始直後

CO2排出削減量評価手法 ②

航海の評価：航海エネルギー効率 EENI:Energy Efficiency Navigational Indicator



Car A+B: 15 km/l



同じ車であっても燃費はドライバーによる



$$EENI (g-CO_2/ton mile) = \frac{CO_2\text{変換係数} \times FOC(g)}{\text{排水量(ton)} \times \text{航海距離 (mile)}}$$

EEOI

↑ 実貨物量

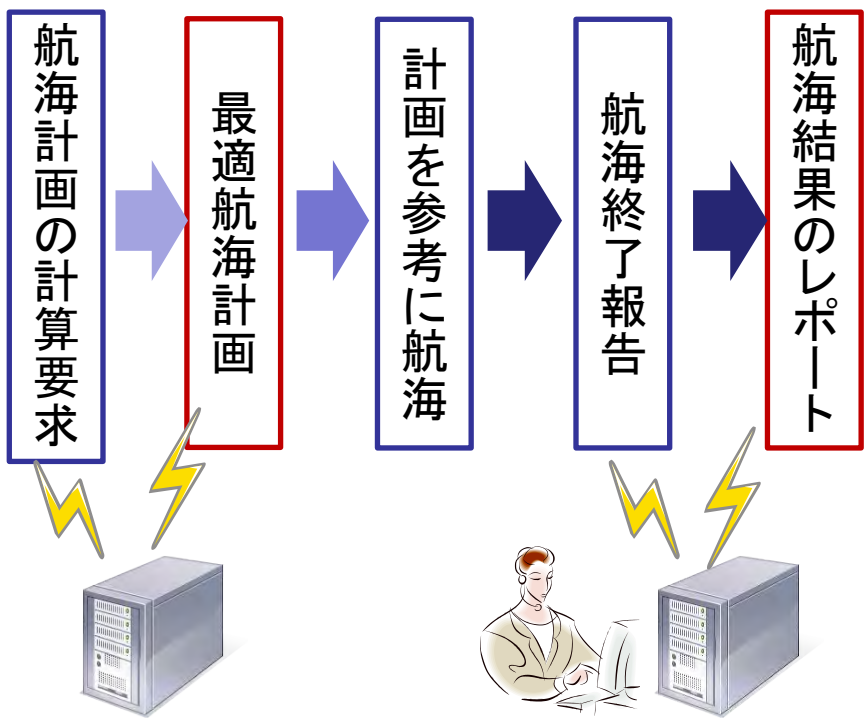
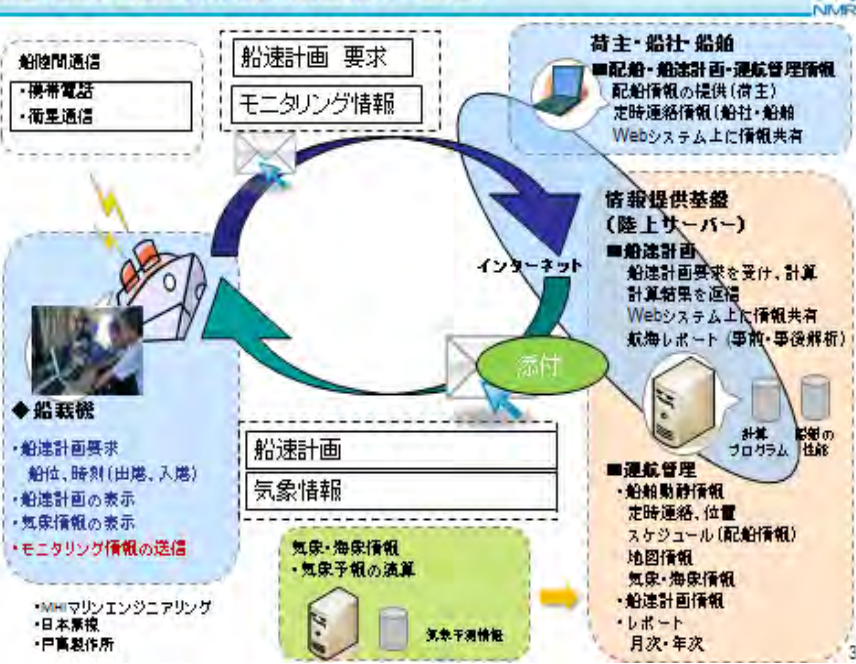
↑ 実航海距離

推進性能の評価：推進エネルギー効率 Kn:Energy Efficiency Propulsive Indicator

$$Kn (g-CO_2/ton mile/kt^2) = \frac{CO_2\text{変換係数} \times FOC(g)}{\text{排水量(ton)} \times \text{航海距離(mile)} \times \text{船速}^2(kt)}$$

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 セミナー

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

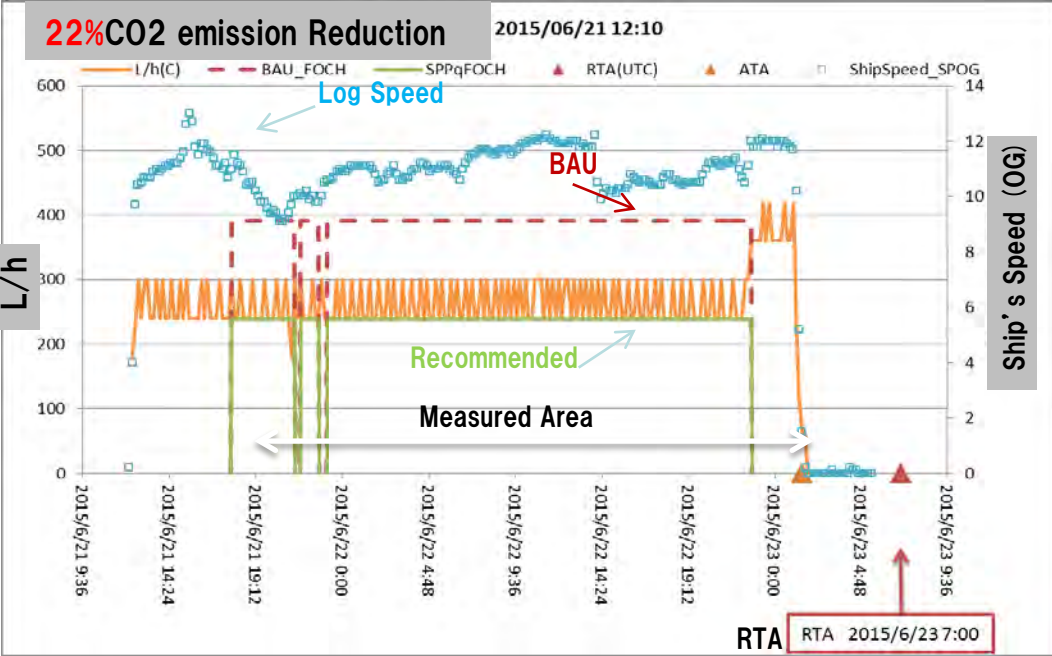
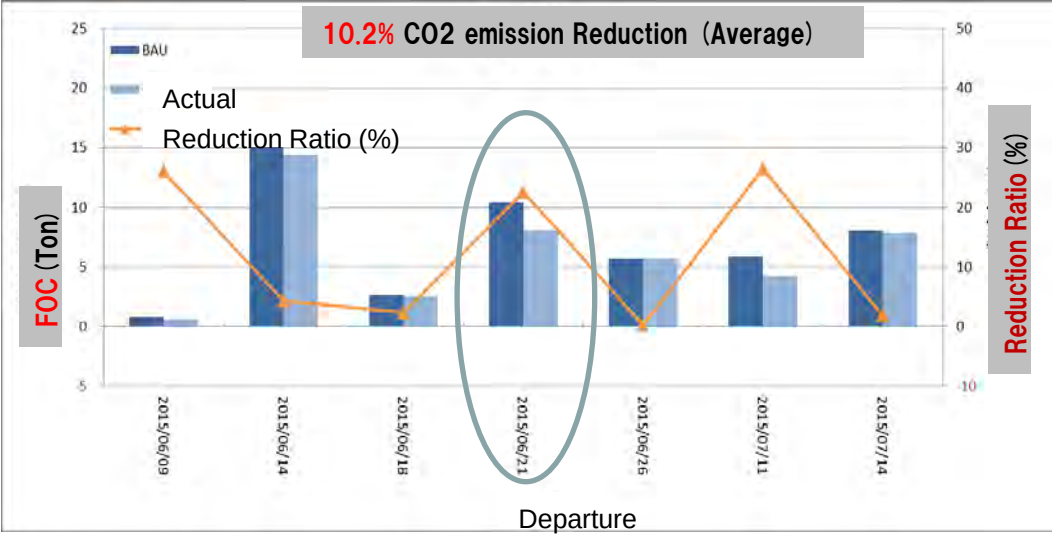
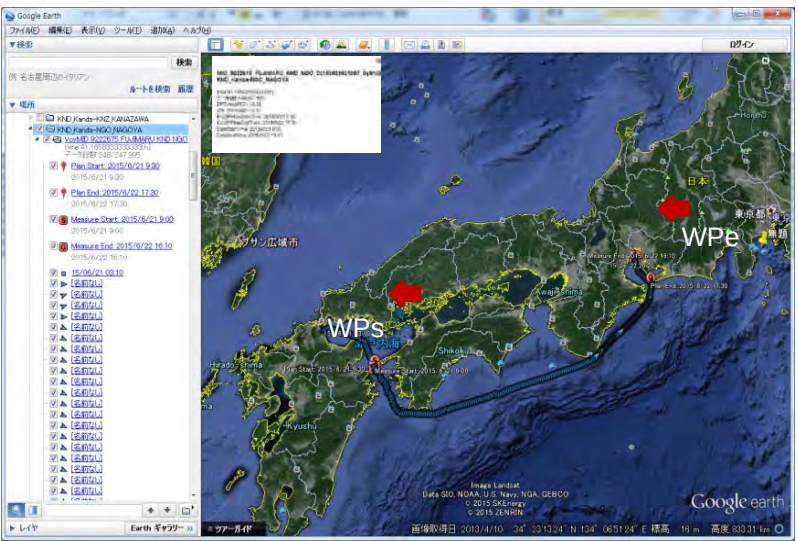


実証実験

- 1. 技術的な基本的課題は、克服
- 2. 船載機、システムの改修を行うことで実用化の段階に
- 3. 船長等乗組みの理解を得ることで効果が出ることは明らか

- 1. 船舶側に本プロジェクト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 予定の着機時刻を入力
 - (2) 入力ミスは誤解の元 ⇒ できるだけ排除する

「船社が自ら自社船の状況把握と改善指導を行う」実用的な段階に移行



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

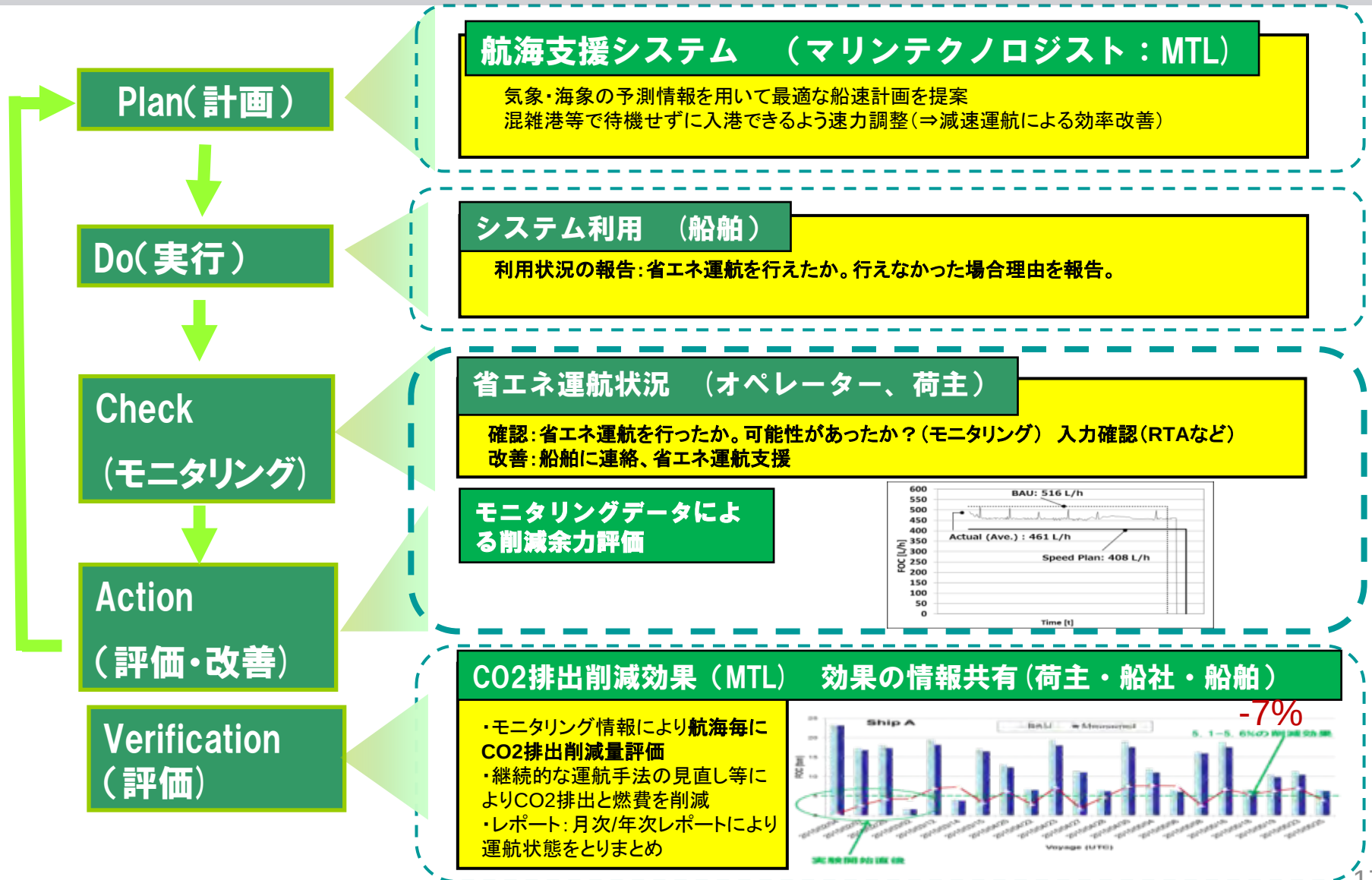
1. 船舶側に省エネ運航の主旨の理解の徹底

2. 入力項目の管理

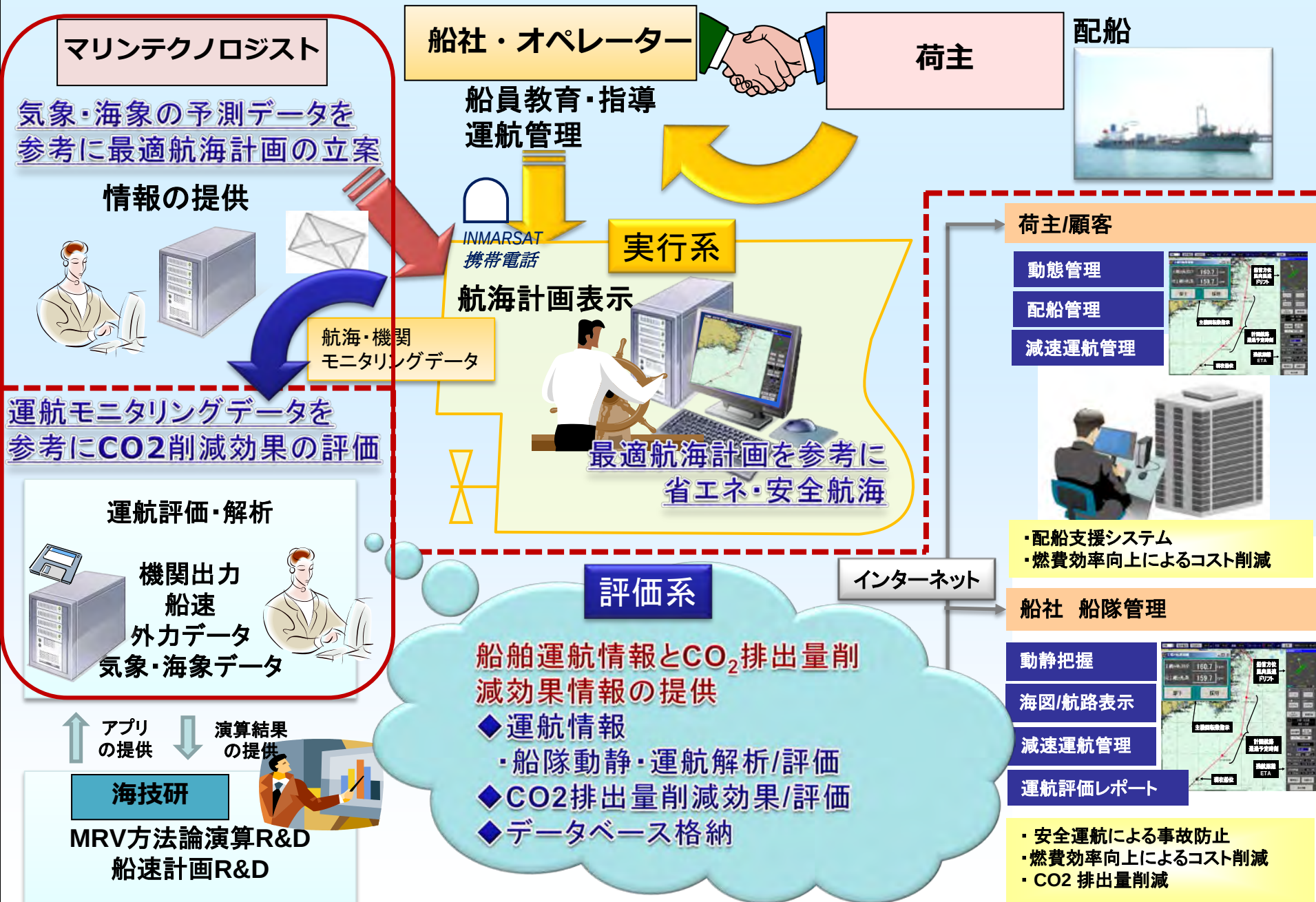
- (1) 要求到着時刻(RTA)の入力 予定の着岸時刻を入力
- (2) 入力ミスは誤解の排除

省エネ運航の実運用形態（案）

船舶の運航の工夫によりCO2排出を削減
・・運航社が主体的にPDCAを実施・・

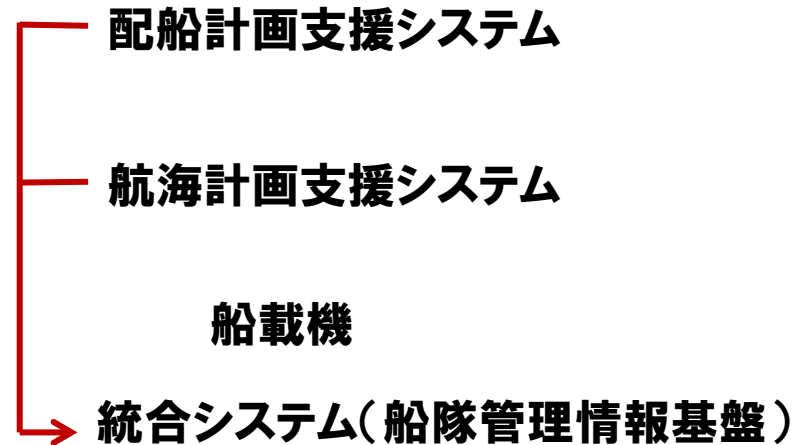


船舶運航情報とCO₂排出量削減効果情報の提供の枠組み



本セミナー

配船・航海計画支援システム



CO2排出削減量評価手法



導入に向けて