

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

1. 既存研究
2. 実証事業(目的・対象船)
3. スケジュール
4. 開発状況

油タンカー



セメント運搬船



RORO船



運航計画技術研究センター
加納 敏幸

個船の管理



定時運航の確保

荷主の要請

「遅れない」



- ・運航スケジュール確保
- ・遅延した場合の責任

気象海象の不確実性

運航実態

- 船速: 航海速力 (一定)
- 航路: 最短航路 (一定)

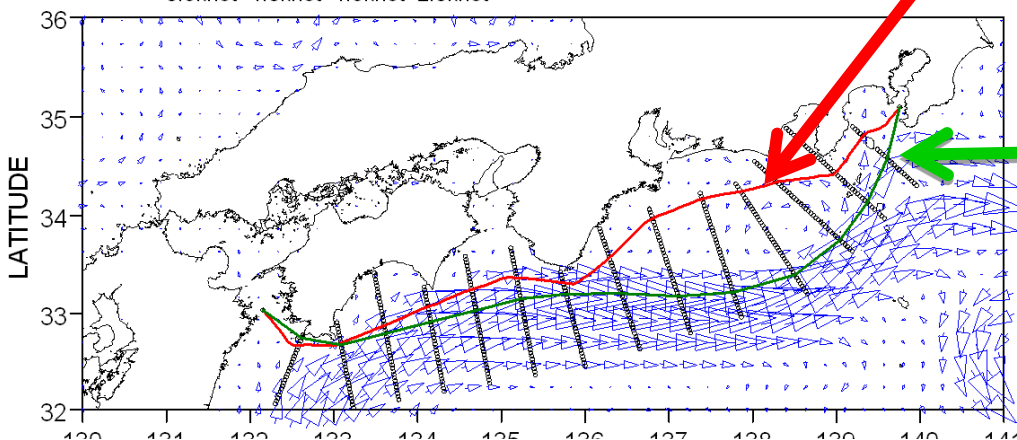
遅延を心配
定時前に到着



船舶の沖待ち

6111000 6111000 OCEAN CURRENT

0.5knot 1.0knot 1.5knot 2.0knot

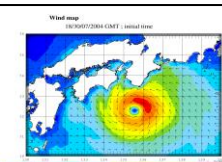


最適航海計画

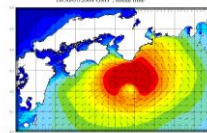
- ・最適航路計画
- ・最適船速計画

定時運航
スケジュール確保

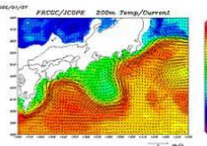
燃料消費量の削減



風推算



波浪推算



黒潮流路予測

船隊のスケジュール管理

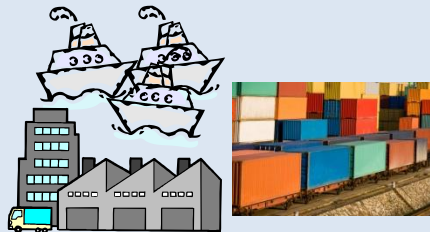
配船計画・最適化

⇒ 積載効率の向上・必要な船隊隻数の削減

輸送オーダー

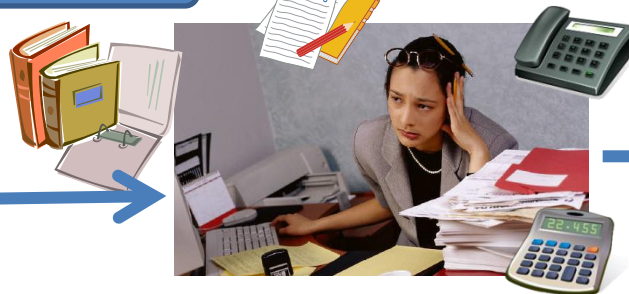
No.	積港	積日	揚港	揚日	荷量
1	戸畑	1	広畑	2	72
2	鹿島	1	和歌山	3	501
3	戸畑	1	田原	3	703
4	鹿島	1	坂出	4	1005
.
.

船・港の情報



現状

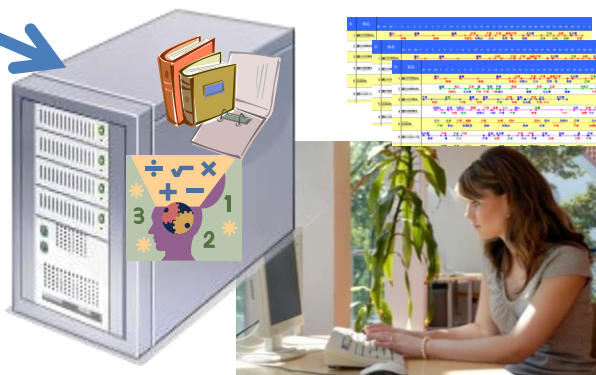
人手で一日仕事



配船表

今後

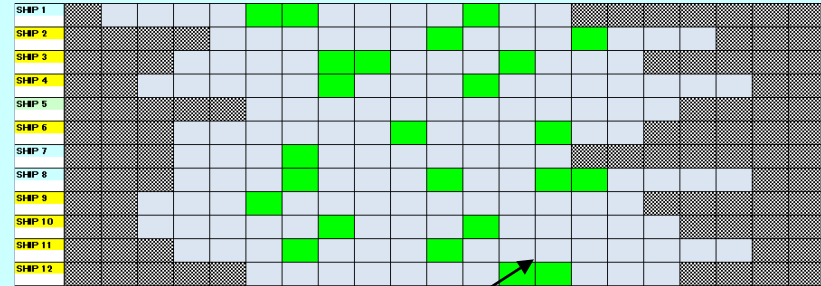
NMRI最適配船支援システム



コンピューターによる運航・船隊構成の効率化

船隊のスケジュール管理実証例

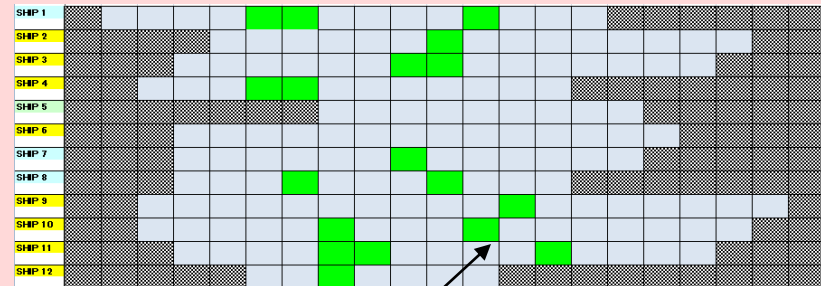
配船担当者による配船
総航海日数166日



空船航海24日

最適化計算

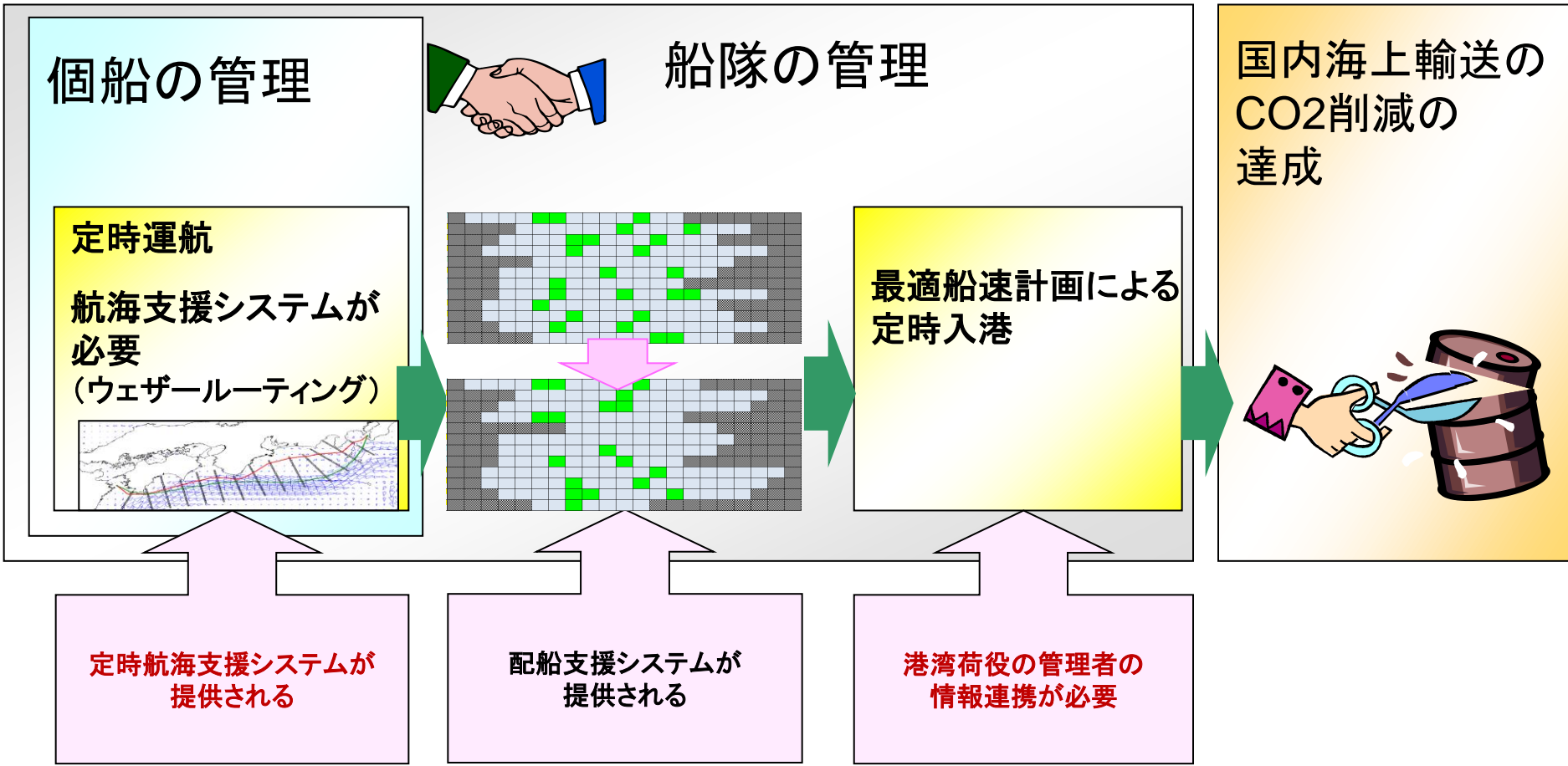
最適化後
総航海日数160日
総航行距離6%減
(省エネ率も同様)



空船航海18日に減

空船航海6日減を減速航海に充てればさらに7%省エネ

個船の管理と船隊管理の統合



実証実験の目的/対象船舶

■ 実証実験の目的

配船・航海計画支援システムの導入によるCO2排出削減量を実証

■ 実証の方法

本事業で開発したGHG削減量定量化方法と評価方法による。

なお、本評価手法について第三者審査機関により妥当性を確認

■ 実験対象船

内航船舶の大宗を占めるセメント船、油タンカーとモーダルシフトに貢献するRORO船を対象

◇ 宇部三菱セメント(株)が配船の対象とする中型セメント運搬船19隻

オペレータ:鶴丸海運、宇部興産海運、…………

◇ 出光興産(株)が配船の対象とする5000DWT型白油タンカー16隻

オペレータ:旭タンカー(株)

◇ 日本海運(株)のRORO船5隻

オペレータ:日本海運(株)

□ この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

	データ数	トンキロ (百万トンキロ)	トンキロ構成比
自動車専用船	82	715	1%
セメント専用船	1248	16,875	12%
石灰石専用船	249	10,235	7%
石炭専用船	62	1,219	1%
コンテナ専用船	219	2,014	1%
RORO船	680	18,353	13%
その他の貨物船	9566	41,288	29%
油送船	8488	46,259	33%
プッシャーバージ・台船	680	4,557	3%
全船舶	21274	141,515	

- 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。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。

開発スケジュール

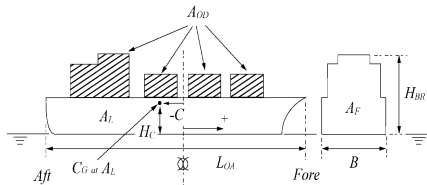
開発スケジュール

年度	2013年度(H25)	2014年度(H26)	2015年度(H27)
1. 配船計画・航海計画支援システムの一体化	一体化システムの開発 機器設置	システム改修	
2. 温室効果ガス削減量評価	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	企画調整	実証実験の実施	
4. 普及検討委員会	検討項目の設定	各項目の検討	普及方策の取り纏め

現状データ測定

初期検討

風抵抗



波浪抵抗

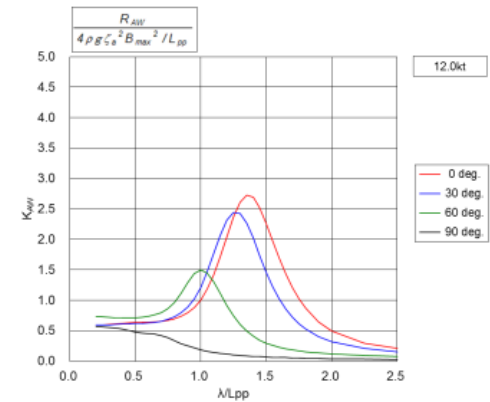
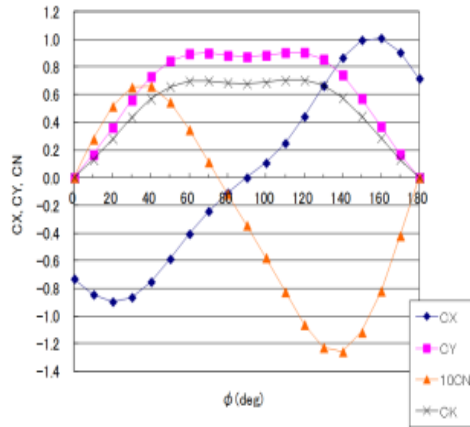
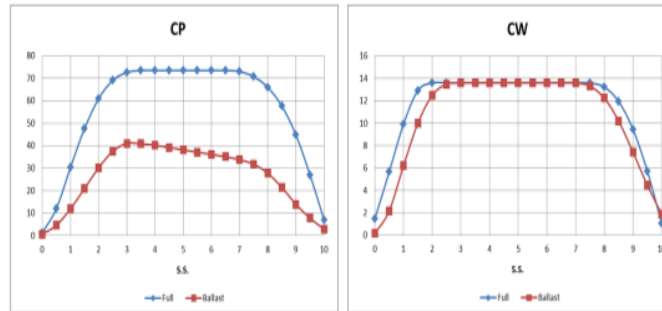
基本仕様

船名	船種	水線間長 Lpp	幅 B	深さ D	載貨重量 DWT	総トン数 GT
A丸	セメント運搬船	80.0	13.6	6.6	3,347	1,819

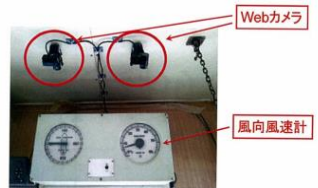
状態	喫水(中央) dmid	喫水(船尾) Daft	Trim %	排水量 t
満載	5.518	5.518	0.00	4,669.00
空船	2.870	3.625	1.89	2,204.68



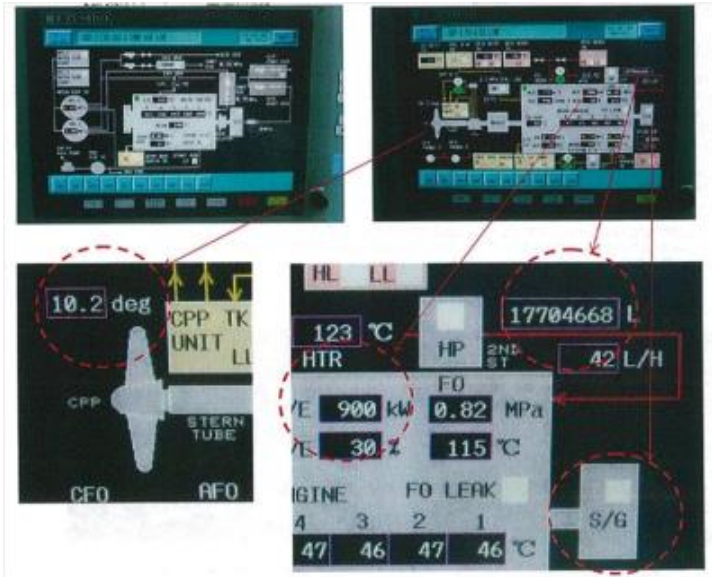
船型



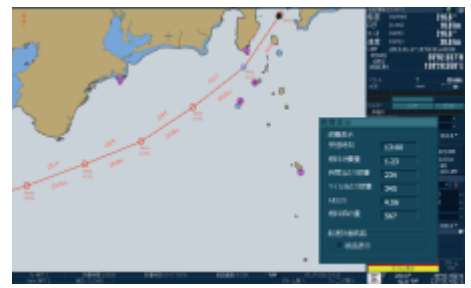
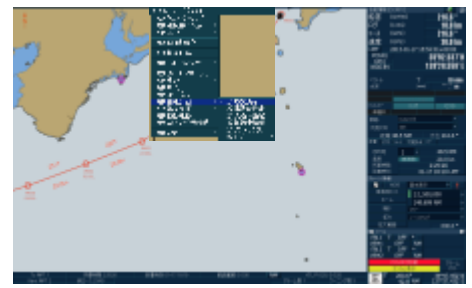
運航データ・モニタリング



船載機/モニタリング装置設置



船載機 / 船速計画表示



必要事項の設定

船速計画を要求

船名	船種	航路	船速	航路	船速	航路	船速	航路	船速
船名	船種	航路	船速	航路	船速	航路	船速	航路	船速
船名	船種	航路	船速	航路	船速	航路	船速	航路	船速

必要項目の設定

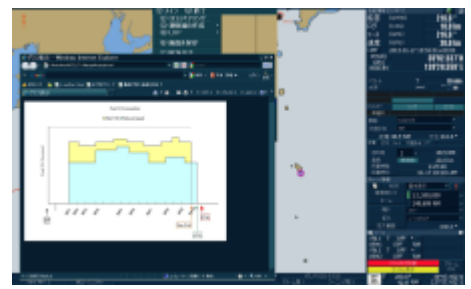
解析結果を要求

必要項目の設定

解析結果を要求

船速計画結果

項目	値	単位
平均船速	18.1	ノット
平均船速(最大)	18.5	ノット
最大船速	0	ノット
最小船速	18.1	ノット
平均船速(最小)	18.1	ノット
平均船速(標準)	18.1	ノット
平均船速(標準)	18.1	ノット
平均船速(標準)	18.1	ノット
平均船速(標準)	18.1	ノット
平均船速(標準)	18.1	ノット



必要事項の設定

船速計画を要求

評価手法

CO₂排出量の評価: 運航エネルギー効率

配船支援システムの効果

配船支援システムの効果は、空船時の総輸送距離の低減と減速運航の機会を創出することにより空船時と載貨時とを併せて船隊運航効率化を図る

航海支援システムの効果

航海支援システムの効果は、空船時と載貨時とを対象に、省エネ運航を行うことによりCO₂排出削減を図る

本事業では、システム利用による運航エネルギー効率の評価が必要

運航エネルギー効率

船舶による貨物輸送は、空船航海と載貨航海とで成立し、社会に対する便益を創出していると考え、船舶Aiの空船、載貨航海を総計し以下の指標により表現。

燃料消費量×CO₂換算係数



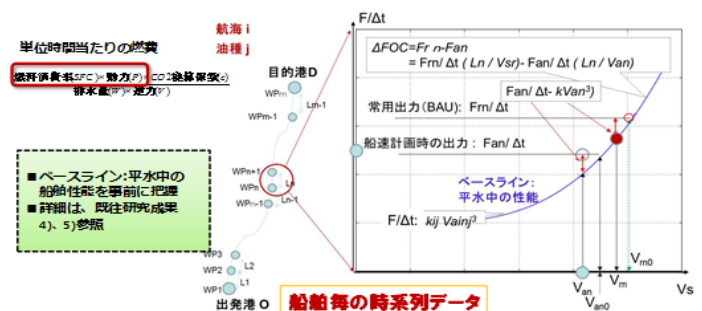
注：排水量は、通常の取得情報であり直接貨物量を示すものでもない。ODに基づく航海距離（航海士会発行）を用いることが簡便。



IMO訪問調査
欧州GHG排出規制動向調査

評価式の検討

船速計画評価のための時系列モニタリングデータ



制御変数	燃料消費量	船速		位置/針路
回転数/翼角	主機燃料流量	対水船速	対地船速	緯度/経度/方位角
機関データロガー	LOG/船速計	GPS	GPS	GPS/Gyro

システム評価のためのモニタリング対象

対象船舶	配船と連携した内航セメント船、油タンカー及びRORO船(その他の船種についても適用可)
Captain's Monitoring 対象情報	航海ベース CO ₂ 排出量(燃料消費量、燃料の種類から算定)、出発地、目的地、発着日時、(航行距離)、海上滞在時間、(乗積量)、排水量、運航活動量(距離×排水量) 年間ベース 航海ベースのデータを年間値に照上げ
Reporting 事項	船舶データ(主基目、初期性能等)、年間ベースのMonitoring対象情報、MEEDI値等、Monitoring方法及びその精度に関する情報を記載。
対象船舶	モニタリング装置を設置したセメント船、油タンカー及びRORO船(その他の船種についても適用可)
時系列 Monitoring 対象情報	航海ベース 時間ごとの制海変数(主機開回転数/推進器翼角)、燃料消費量、船速(対地、対水)、船位(緯度・経度)燃費削減量 航海ベースのデータを年間値に照上げ 年間ベース 合計燃費削減量
Reporting 事項	航海毎の燃費削減量。

評価手法

プロジェクトによるCO₂削減効果の評価方法の提案

CO₂排出削減量の評価

船舶*i*、航海*j*

$$\Delta \text{CO}_2 = \text{EEFOI}_{\text{year} : \text{xante}} \times \sum i \sum j \text{ (排水量} \cdot \text{輸送距離)}_{\text{year} : \text{y}}$$

$$- \sum i \sum j \text{ (燃料消費量} \cdot \text{CO}_2\text{換算係数)}_{\text{year} : \text{y}}$$

レファレンス

Y年で通常の配船・運航を行った際のレファレンスCO₂排出量 (CO₂ (BAU)_y) は、X年における、輸送要請に対して、通常の配船・運航を行った際の運航エネルギー効率EEFOI_{xante}を用いて、

$$\text{EEFOI}_{\text{year} : \text{xante}} \times \sum i \sum j \text{ (排水量} \cdot \text{輸送距離)}_{\text{year} : \text{y}}$$

プロジェクト

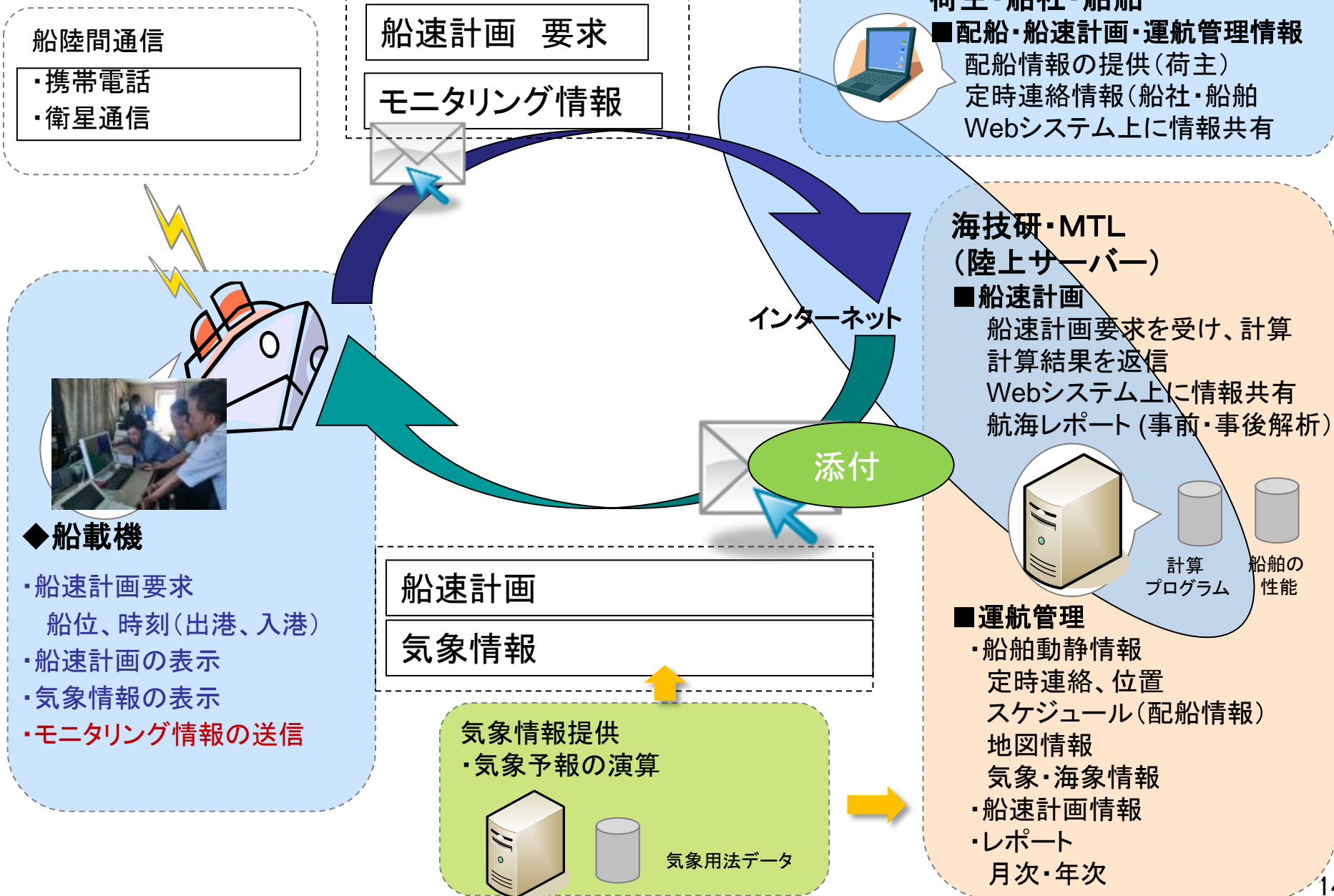
Y年における、輸送要請に対して、人が作成した配船案を配船支援システムにより改善を行い、この結果を担当者が確認を行い配船指示。各船舶は、この配船指示により、航海支援システムが提案した船速計画を参考に航海を実施。この場合の、プロジェクトCO₂排出量 (CO₂_y) は、

$$\sum i \sum j \text{ (燃料消費量} \cdot \text{CO}_2\text{換算係数)}_{\text{year} : \text{y}}$$

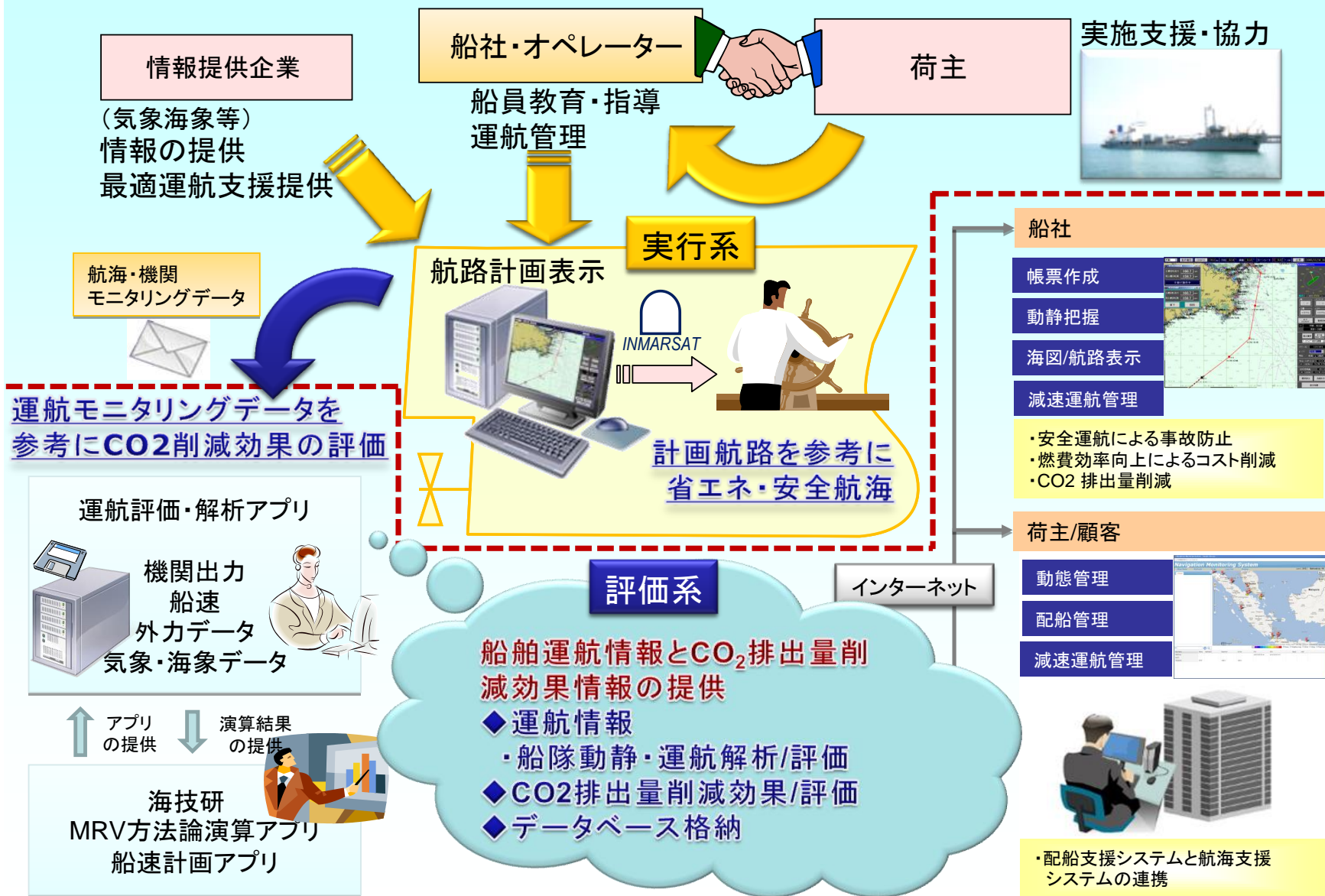


IMAM2013(国際学会)で発表

航海・配船計画支援システムの情報提供スキーム



船舶運航情報とCO₂排出量削減効果情報の提供



謝辞

本事業は、環境省からの委託を受け、普及検討委員会の助言の下、(財)鉄道総合技術研究所、宇部三菱セメント(株)、出光興産(株)、日本通運(株)、鶴丸海運(株)、宇部興産海運(株)、旭タンカー(株)及び日本海運(株)等と共同で実施。対象船の船長以下、乗り組みの方々には多大なご協力を頂いている。

(株)フォーキャスト・オーシャン・プラス、(独)海洋研究開発機構、NPO マリン・テクノロジスト、三菱UFJモルガン・スタンレー証券(株)、日本無線(株)、MHIマリンエンジニアリング(株)、(株)戸高製作所、JRCS(株)、寺崎電気産業(株)、ジェイアール総研情報システム(株)、(株)ちゅらIT-PRO、IHS、(株)構造計画研究所、今治造船(株)、(株)神田造船所、神例造船(株)、旭洋造船(株)、熊本ドック(株)、(株)新来島どっく、新潟造船(株)、伯方造船(株)等のご支援・ご協力により実施されているものです。

ここに記し感謝の意を表します。