



海洋ブロードバンドを用いた 船舶の運航管理

東京海洋大学 庄司 るり

本研究の位置付け

運航管理に関する研究

日本造船研究協会SR233

「船舶の高度モニタリングの基礎研究」平成8年

日本造船研究協会SR240

「新しいフリートサポートシステム」平成11年

日本船用工業会

「高度船舶安全管理システム構築」平成13年

実用化(実運用)
されていない

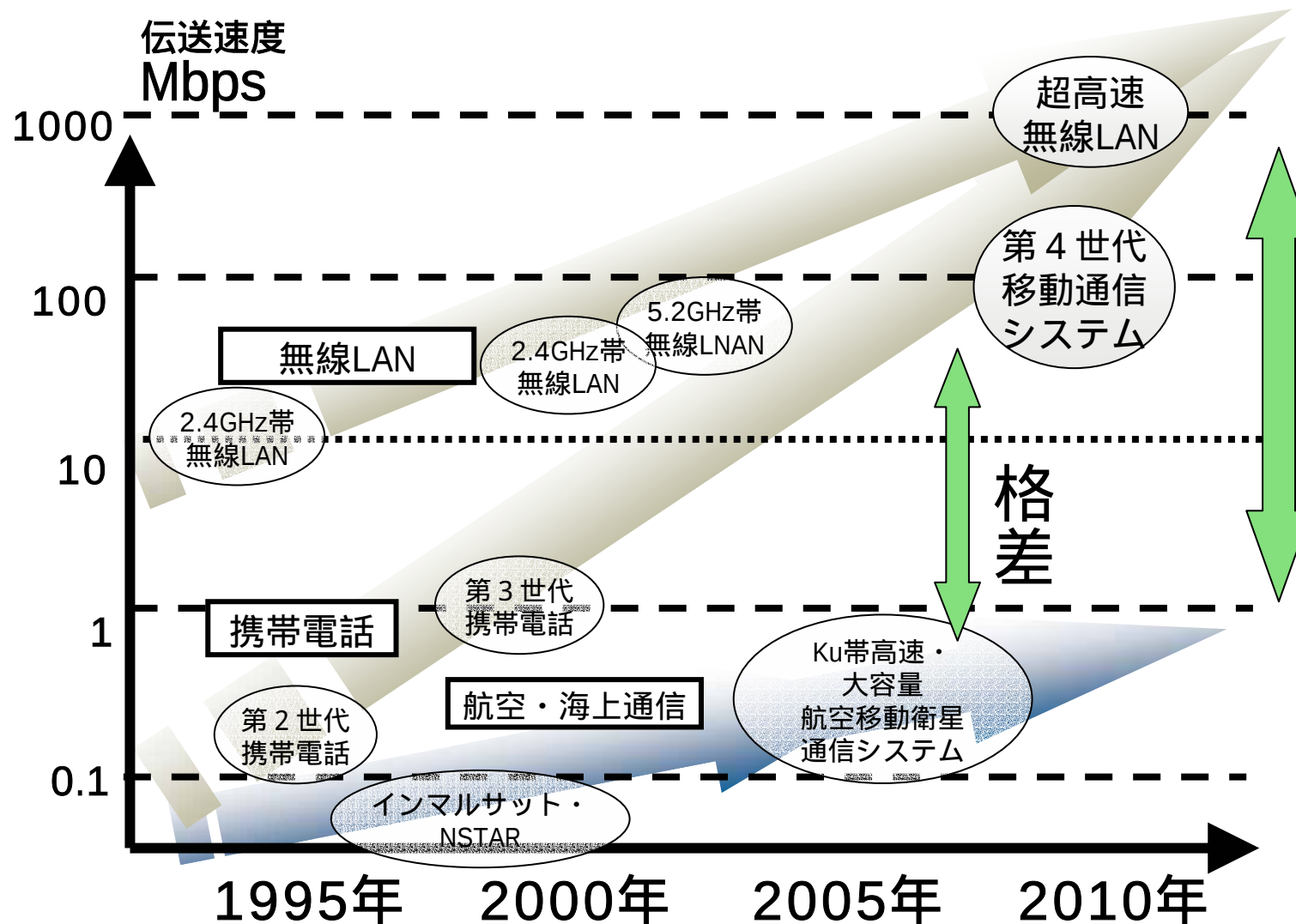
通信が
ボトル
ネック

本研究における運航管理
実用化 = 実船で運用

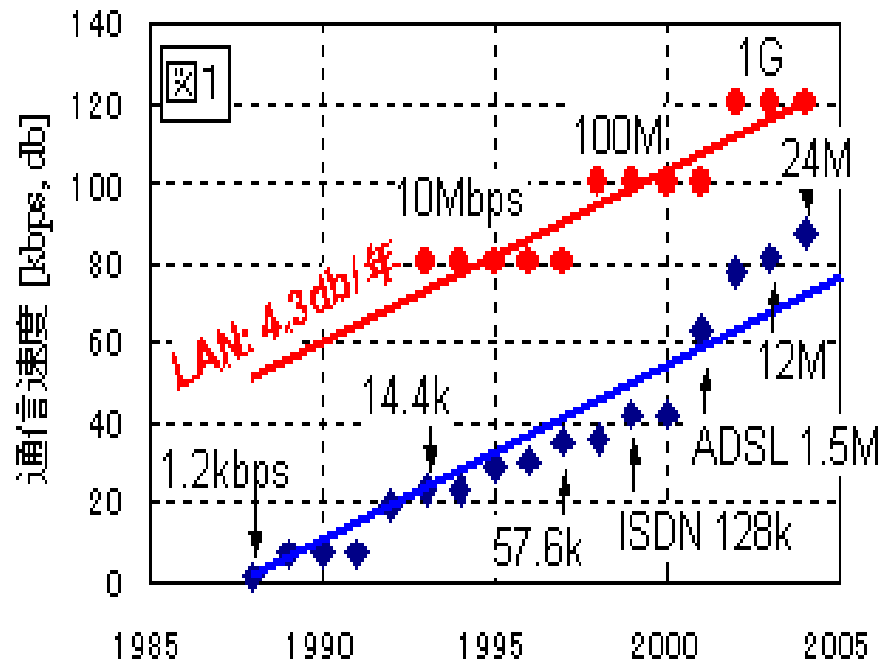
有効性を実証

無線通信システムの発展の流れ

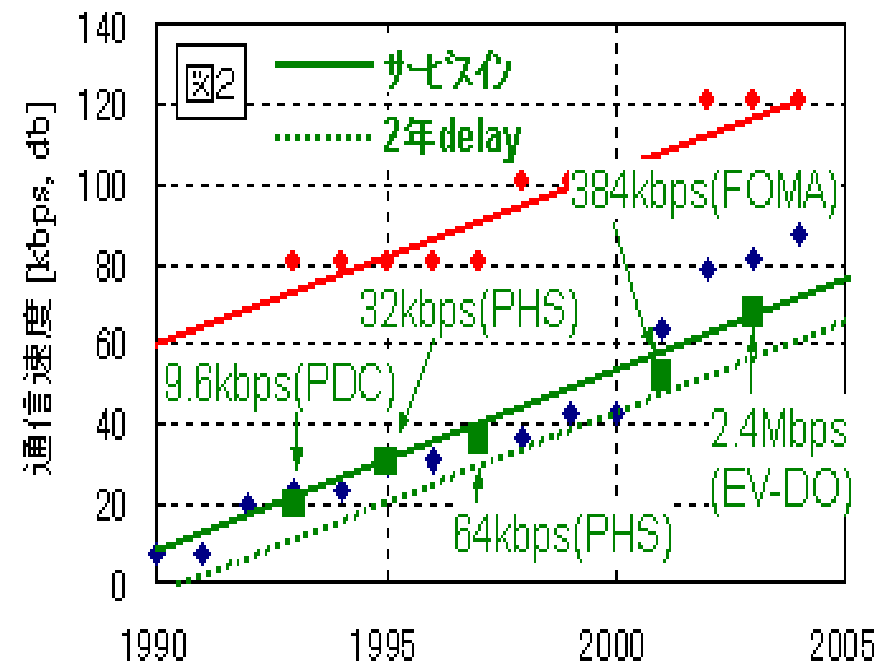
海陸の情報格差(総務省)



陸上における通信速度の変遷



LANの通信速度の変遷



携帯電話の通信速度の変遷

外航海運

◆ 海運市況の好転

- 今後5年間で900隻以上の日本支配船舶の建造

◆ 海運の空洞化

- 乗組み員の少人数化
- グローバル化(便宜置籍船化、船員の混乗化)

◆ 船舶のフリート管理 → オーナ会社とオペレータ会社の分離化

- 運航管理の別会社化、シンガポール、インドネシア、インド等
- **情報通信**は不可欠
 - ◆ 大手海運における通信費の増大は年20%、今後も増加
 - ◆ ドキュメント管理、表、図、写真の送受、インターネットからの情報収集

◆ 船上における通信

- インマルB (9600bps)、インマルF (64Kbps)
- 陸上との通信速度の格差：**100,000倍**

◆ 福利・厚生面での陸上からの報提供による船内生活の充実

- インターネットの無い職場
- TV受信など娯楽面

内航海運

深刻な問題

船員不足

船員の高齢化

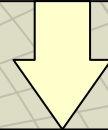
海技伝承の困難性

出入港作業が多い
航海業務の負担が大きい

沿岸航海

見張り業務、避航、変針作業等
運航要員が少ない(平均5人)

特に機関部

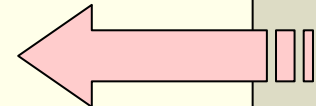


外航船より陸上からの支援要求は大きい

陸上支援の必要な領域が広い

支援要求の緊急性が高い

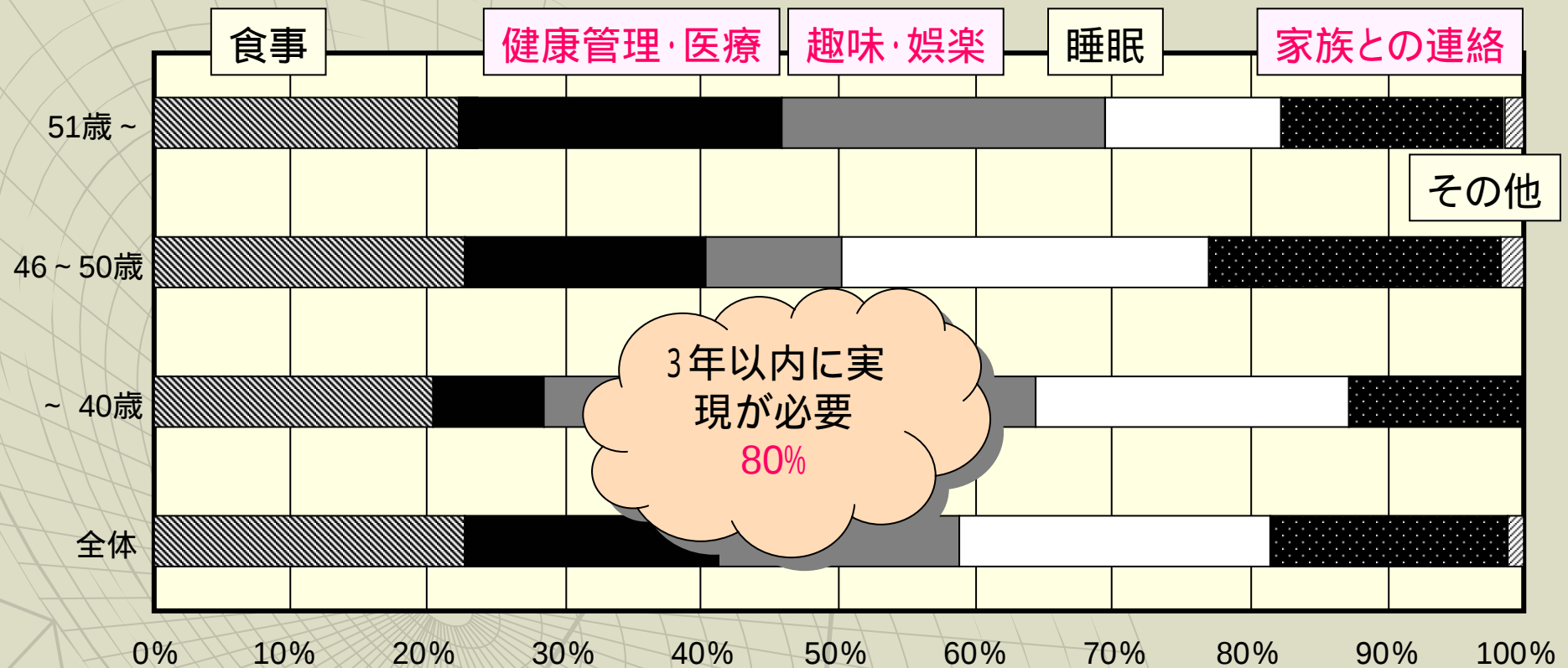
福利・厚生面への要求が大きい



船舶の運航形態の変化

世代	船舶から 見た運航の 主体性	運航の 独立性	よく見られる 時期
第1世代	自律的	自立的	過去
第2世代	自律・ 他律的	自立・ 依存的	近過去・ 現在・ 近未来
第3世代	他律的	依存的	将来

船員の船内生活に関するアンケート調査



内航船員の船内生活環境改善のためのアンケート調査結果

海事再生委員会実施(2004年7月 ~ 10月)

◆ 陸上支援

- 陸上支援を要する分野は多い
- 高速・大容量化が待たれていた
- **通信手段の貧弱さがボトルネック**
- インフラとして通信手段を整備する必要

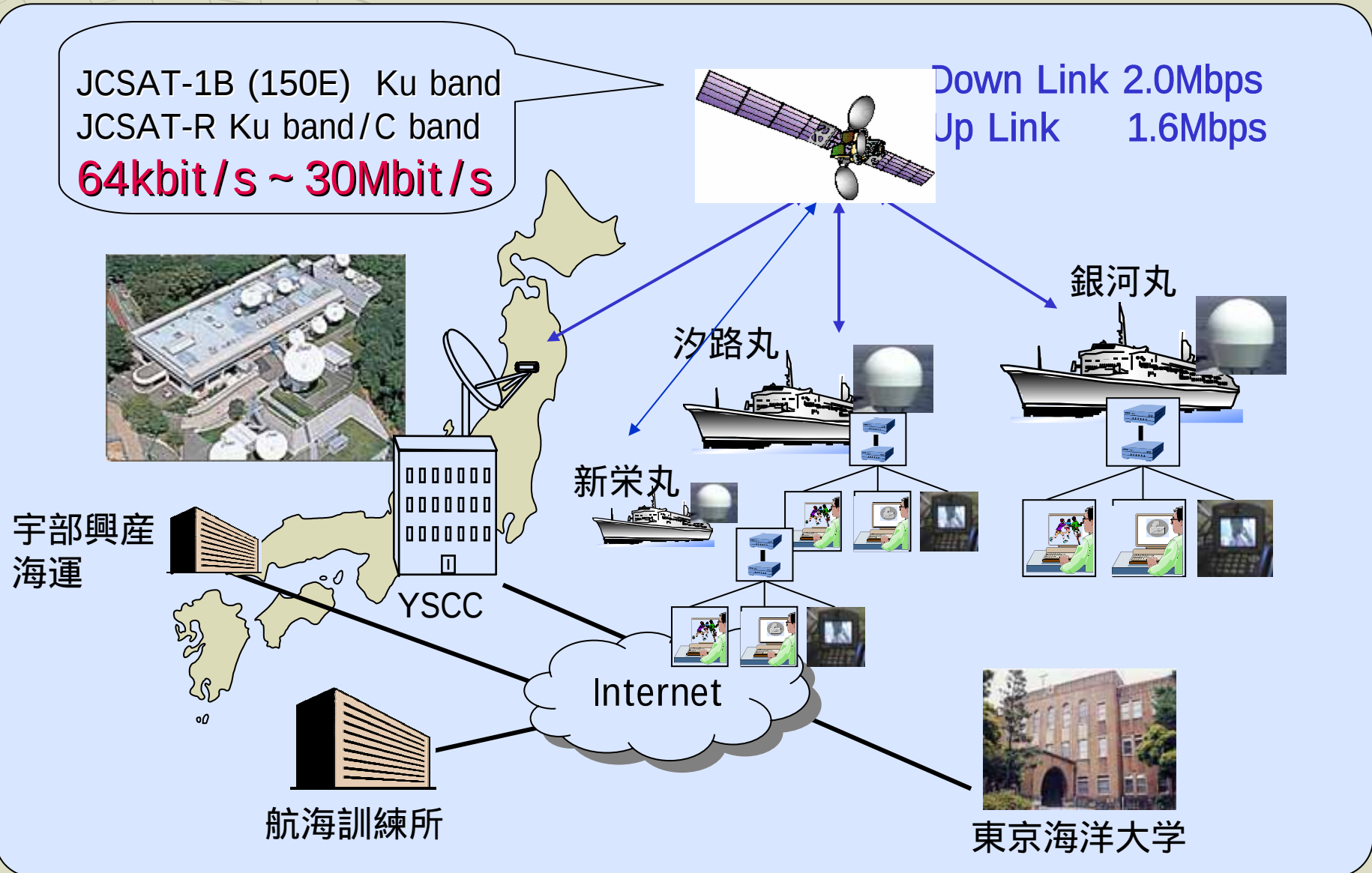
船陸間通信による海陸協調運航
(情報の共有)

内航船に
焦点をあてる

乗組員の負担を減らす

海洋ブロードバンドプロジェクトの開始

海洋ブロードバンドネットワーク概念図



海洋ブロードバンドネットワークのサービス内容1

分野	項目	主な情報形態	内 容
福利・ 厚生 1	船員福利	画像・データ	T V 電話、メールなど
	遠隔医療	画像・データ	船内患者の治療指導
	娯楽・インターネット	画像・データ	衛星T V , スカパーなど
安全運航 2	船外監視	画像	カメラの遠隔操作による船外監視、見張り
	船内監視	画像	カメラの遠隔監視による船内状況の把握
運航管理 2	船体 モニタリング	データ	船体応力、姿勢などのリアルタイム監視、 記録、解析
	機関 モニタリング	データ	主機関状態のリアルタイム監視、記録、 解析
	貨物 モニタリング	データ	貨物の状態監視
航行支援 2	気象・海象	データ	ひまわり等の海、気象情報入手（波浪、気象情報）
	ウェザー ルーティング	データ	推薦航路などの提供
	航路情報	データ	海上交通レーダ情報、港内状況情報

海洋ブロードバンドネットワークのサービス内容2

分野	項目	主な情報形態	内 容
航路誘導 4	指定航路追従	画像・データ	見張りと情報と組み合わせた針路、速力制御、衝突回避
	港内操船 (離着桟など)	画像・データ	針路、速力のリアルタイム情報による制御による
船舶管理 3	故障管理	データ	全フリートの故障データ管理、解析
	故障診断	画像	故障対策
	パフォーマンス管理	データ	船舶性能、管理
危機管理 3	海難通報	画像、データ、音声	海難発生時の状況監視
	損傷制御・監視	画像、音声	損傷箇所の状況監視と対策
情報提供 3	海洋汚染情報	画像	周辺海域の汚染状況
	海洋気象情報	データ通信	気象、海象、潮流通報による地球環境予測への貢献

福利・厚生

ブロードバンド環境の実現

ドラスティックな環境変化

インターネット環境の充実
鮮明な画像を利用した遠隔治療
BS、CSなどの娯楽
家族の情報や世界中の情報を得ること

陸上と同じ環境 = 生活環境の高度化

船員不足解消

内航船の運航管理

船内の**協調型**の運航体制
経験の積み上げ

陸上の船舶管理側

ブロードバンド通信で収集した大量の
リアルタイムデータをダイナミックに使用

海陸協調型の学習型、予測型の運航管理手法を構築

統計的管理手法

得られたデータを用いて、因果関係を示す統計モデルの自動作成
現在の状態をモデルとして特徴づけ、逐次的に時間更新しながら予測精度を高める

データの同化、埋め込み

決定論的な知見について、リアルタイムに得られる時々刻々のデータを埋め込み
あるいは同化させ、船体の運航状態を精度良く予測する

データの共有（リアルタイム性）

船側

- ・ **基本統計量（データの特徴値）** のデータベース化と表示
平均値、分散、歪み度、尖り度等 + 時間履歴、環境値
- ・ 基本統計量を **陸上に伝送** → 伝送するデータ量の軽減

陸上

- ・ 蓄積されたデータ特徴値から **船舶運航管理に必要な基本的資料** を自動抽出
平均速力と平均燃料消費量の関係、シーマージンの算出、経年変化、季節変化、汚損影響など
- ・ 一定時間経過後、適当な間隔で **解析**（自動的 or 運航管理者）
- ・ **静的データの変動や複数の変量データ間の関係** を探り出す解析
- ・ **解析結果のデータベース化と船舶への提供**
→ 自動的 and 統計管理者によって行った結果

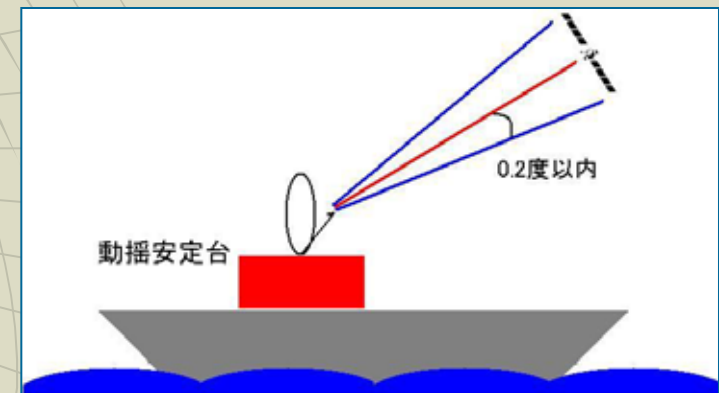
海洋ブロードバンドネットワークの構築

◆ 海洋ブロードバンドネットワークシステムの構築

- Kuバンド: 雨などによる減衰が比較的少ない
(12GHz ~ 14GHz)

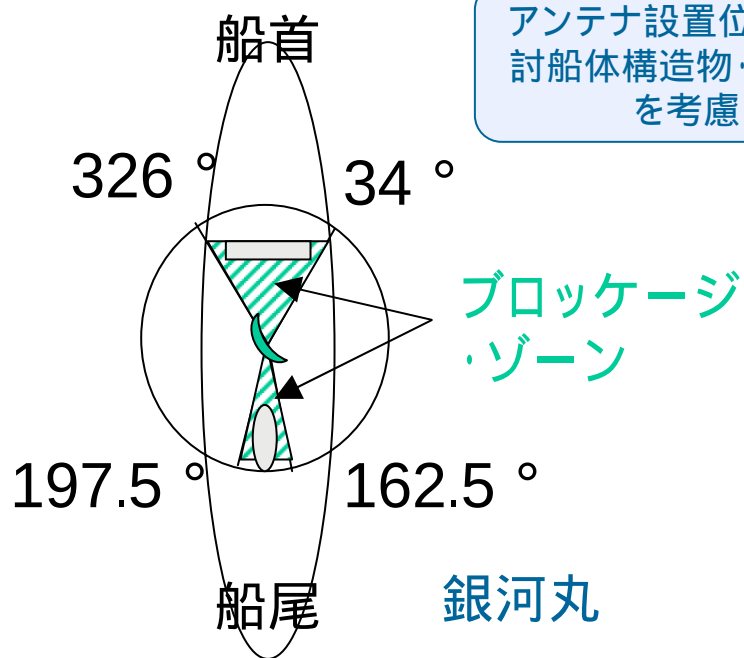
◆ アンテナの性能確認

- Invsat、SeaTel、NTT Com製
- 送信の精度 $\pm 0.2\text{deg}$ 以内
- 操船実験 (旋回角速度 $< 2\text{deg/sec}$)
- 海域調査 → 橋梁の影響
- インターロック機能の追加
- ブロッキング・ゾーンの確認
 - ◆ アンテナ搭載位置と航路
- 汐路丸、銀河丸、新栄丸で実験
- 通信速度確認
- 実用可能



ブロッキング・ゾーン

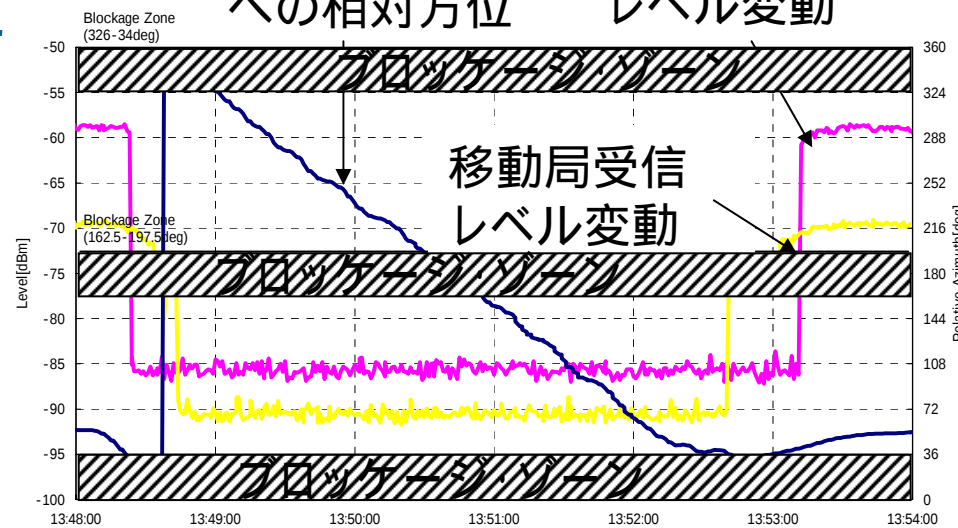
船体構造物が電波の送受信に影響を与える範囲



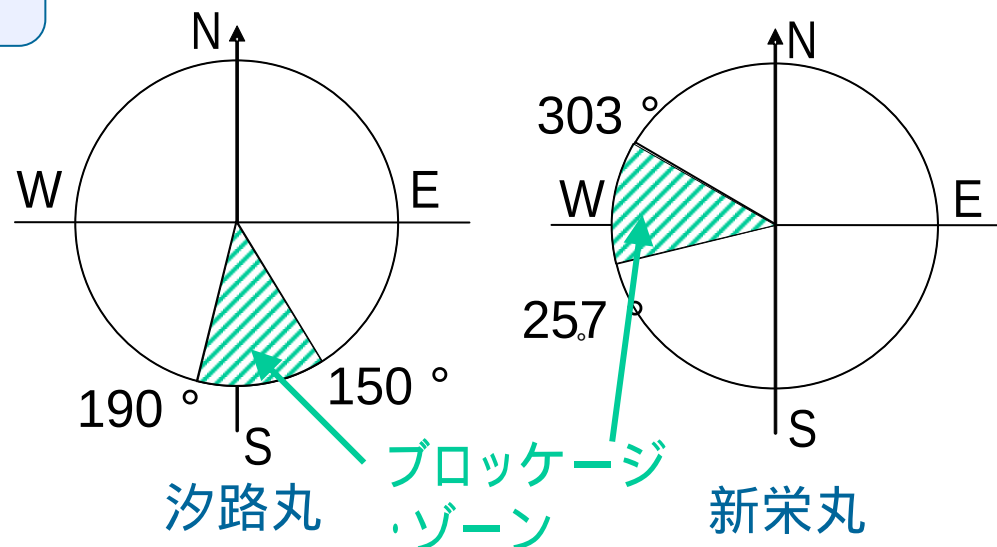
アンテナ設置位置の検討
船体構造物・航路等
を考慮

船首から衛星
への相対方位

移動局送信
レベル変動



右旋回試験 舵角35°



インターロック機能

橋下通過時
船体運動
(Yaw Rate大)

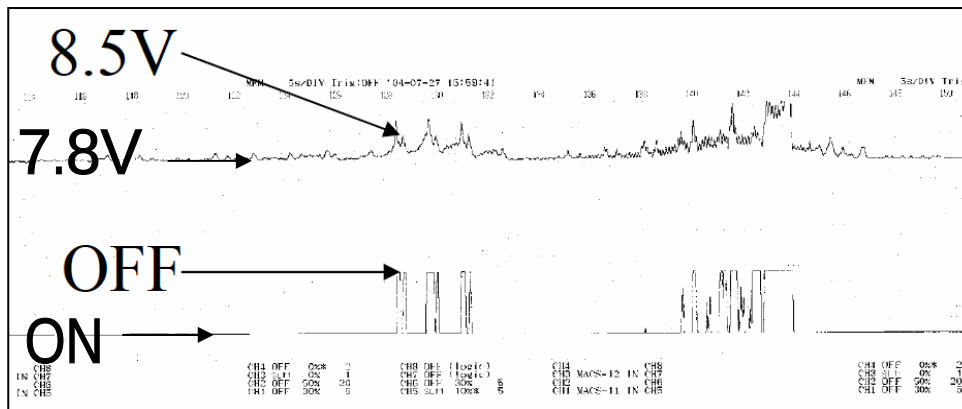
受信レベルの低下
衛星の**捕捉・追尾**
の**精度低下**

電圧レベル
で0.7V低下

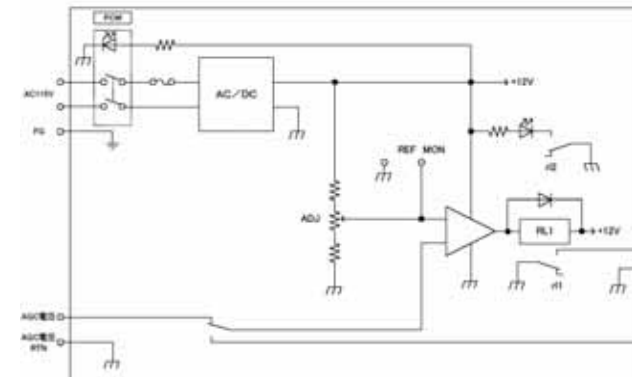
送信ビームが逸れ
他衛星に送信

インターロック機能追加

受信レベルがある一定値を
下回った場合自動的に**送信を停波**
インヒビット・ボックス追加



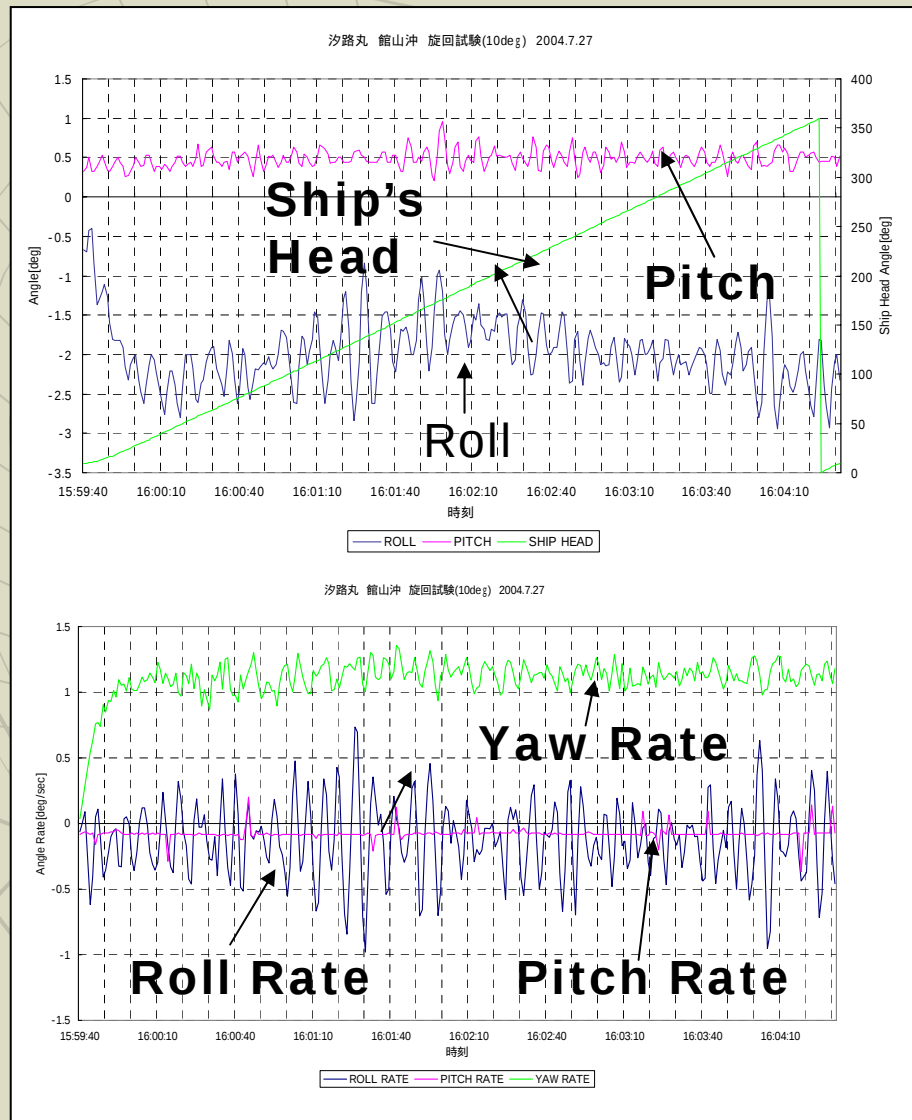
AGCレベルと停波状況



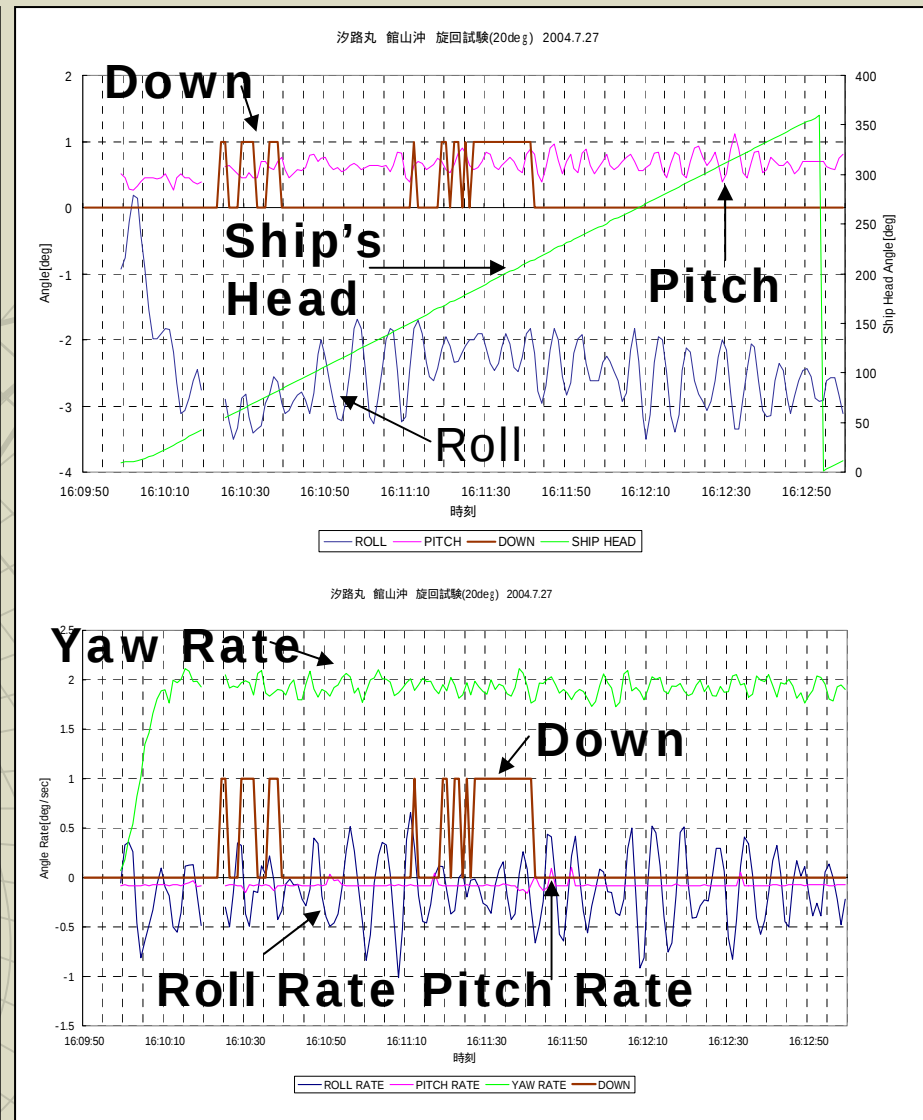
インヒビット・ボックス回路図

操船状況と受信レベルの変化

(2004.7.27実施)



旋回試験 舵角10°



旋回試験 舵角20°

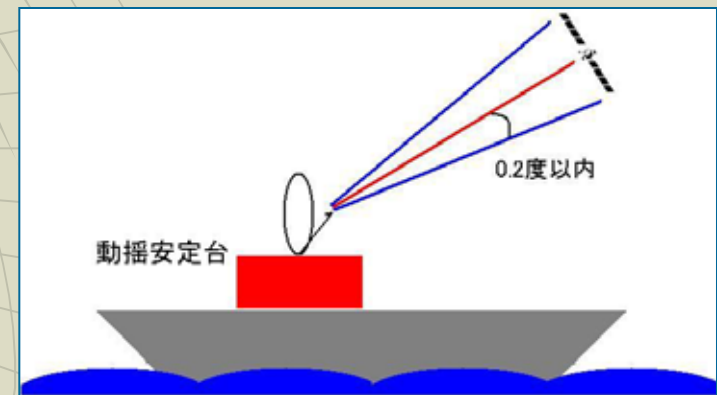
海洋ブロードバンドネットワークの構築

◆ 海洋ブロードバンドネットワークシステムの構築

- Kuバンド: 雨などによる減衰が比較的少ない
(12GHz ~ 14GHz)

◆ アンテナの性能確認

- Invsat、SeaTel、NTT Com製
- 送信の精度 $\pm 0.2\text{deg}$ 以内
- 操船実験 (旋回角速度 $< 2\text{deg/sec}$)
- 海域調査 → 橋梁の影響
- インターロック機能の追加
- ブロッキング・ゾーンの確認
 - ◆ アンテナ搭載位置と航路
- 汐路丸、銀河丸、新栄丸で実験
- 通信速度確認
- 実用可能



Webサイトによる運航管理

[illegible]

船舶要目	船位情報
コンパスデッキIPカメラ	エンジンルームIPカメラ1
エンジンルーム-IPカメラ2	コンパスデッキ収録画像
ドキュメント管理	収録データ検索
機関情報	

[illegible]

リアルタイムデータ	
JST (hhmmss)	144857
緯度 (deg)	33.398817
経度 (deg)	135.876917
船速 Log (kts)	10.4
船速 GPS (kts)	0.0
船首方位 (deg)	259.3

船外圖像檢索

2006 年 3 月 10 日 8 時 ~ 22 時

2006年 3月 10日

8時:

9時:

10時:

11時:

Webサイトによる運航管理

トップ シングル マルチ 一時保存画像 設定 メンテナンス サポート

eng2

パン/チルト
Scan 1

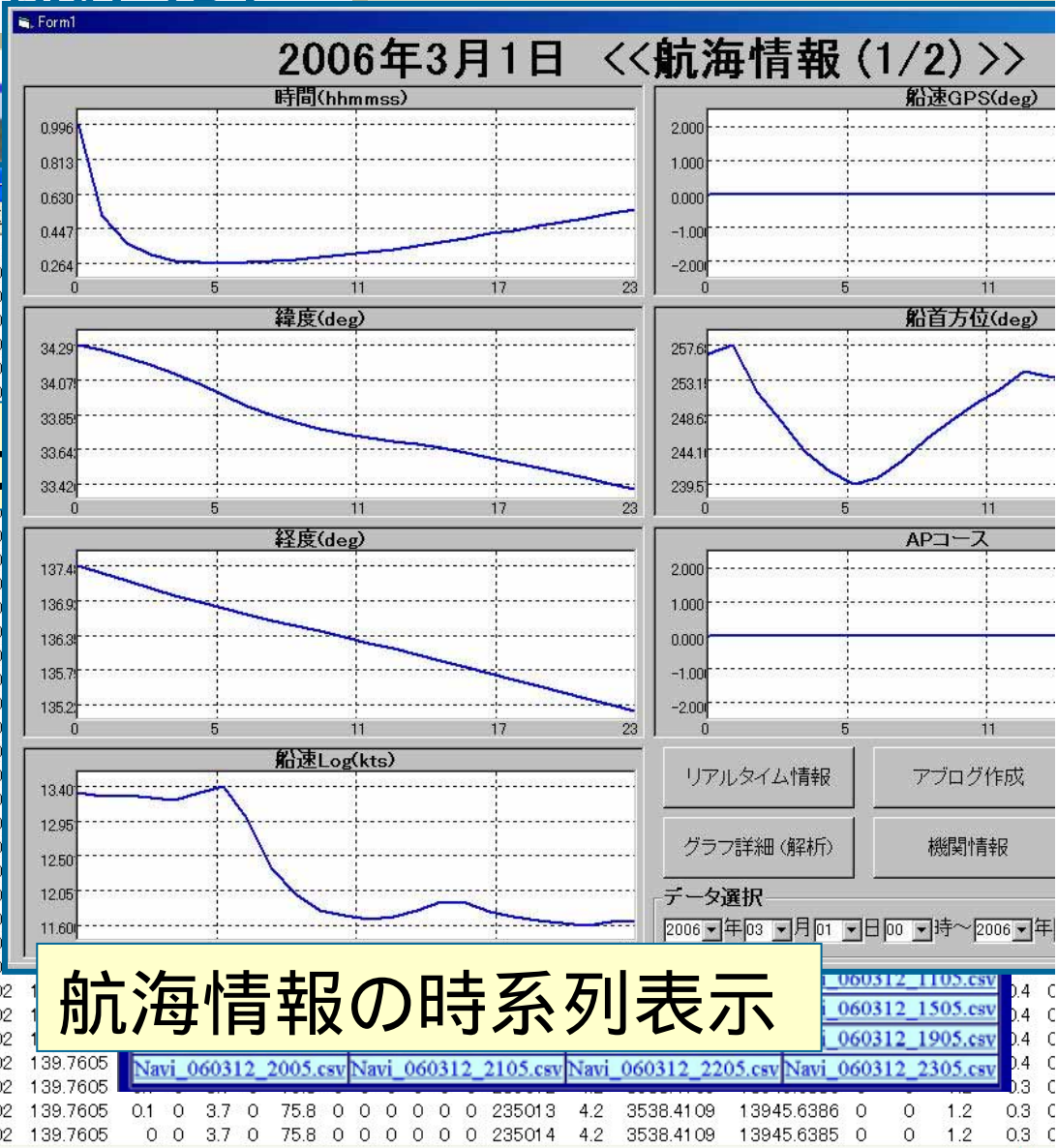
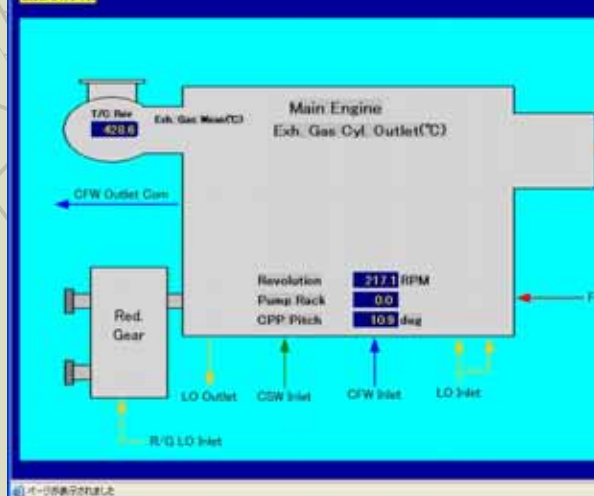
プリセット 登録
1 2 3 4
5 6 7 8
アラーム1
アラーム2

明るさ
標準
外部出力
閉止
短縮
画像更新情報
動画
解像度
640x480
320x240
画質
高画質優先
標準
動き優先

IPV4で動作中

検索された

機関情報

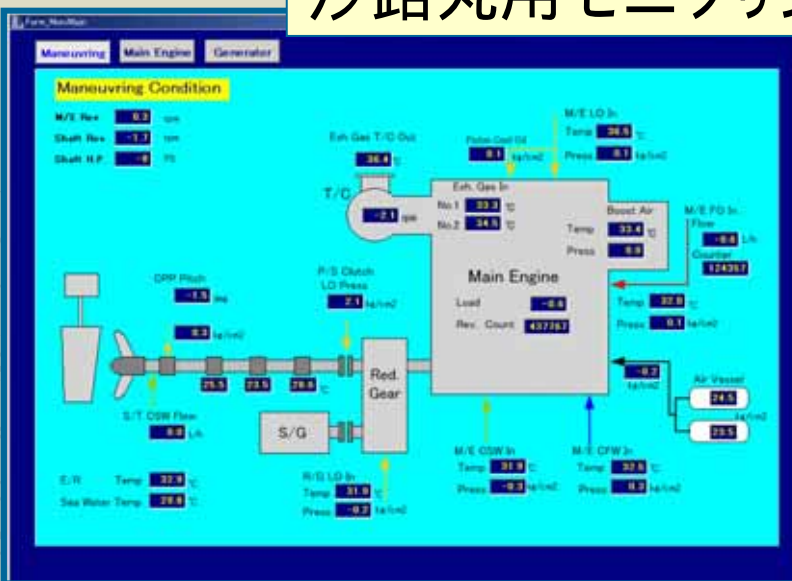
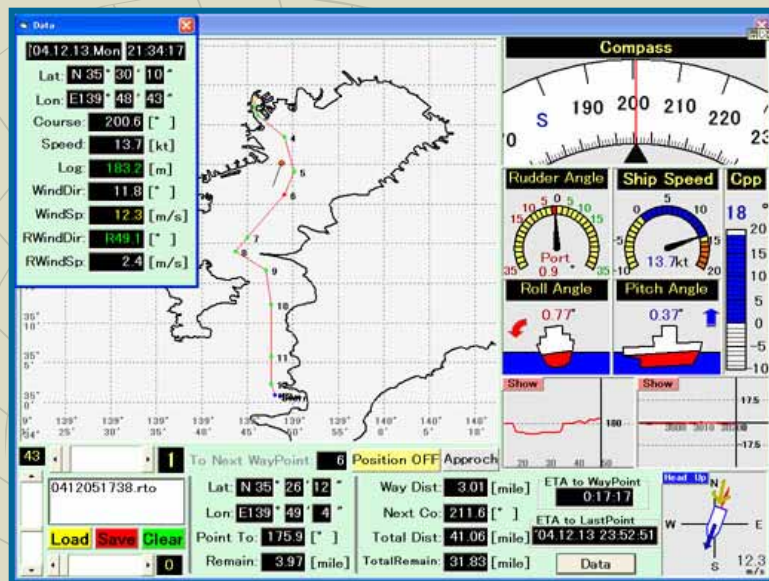


航海情報の時系列表示

Height (m)	0.0
船速 GPS (kts)	10.4
ROLL (deg)	-0.5
PITCH (deg)	0.0

モニタリング

汐路丸用モニタリング画面



銀河丸用モニタリング画面

見張り

Option... About...

HDG 245.0 deg COG 243.5 deg SOG 11.3 kt ROT 0.0 deg/min

NATION

14/MAR/2006

TARGET (TGTs: 31) TIME 001"

MMSI 431497000 IMO NO.007924920

NAME TAISEI MARU

CALL SIGN II PV

NetworkCamera



431501837	9.6	65	KINTAI M
432396000	21.0	112°	
431500021	0.6	175°	HOUSEN M
431497000	0.2	293°	TAISEI M
220222000	6.2	122°	PIRE MA

RX VESSELS: 48

VesselList F3:Search F4: F5:Sensor F6:Alarm F7:View CH. F8:AIR F9: F10:Menu F11: F12:

ライブ映像(作業中)



接岸作業状況



機関室作業状況



夜間の荷役作業

ウェアラブルカメラ (リモートメンテナンス)



ウェアラブルカメラによる離れた場所の映像と連絡

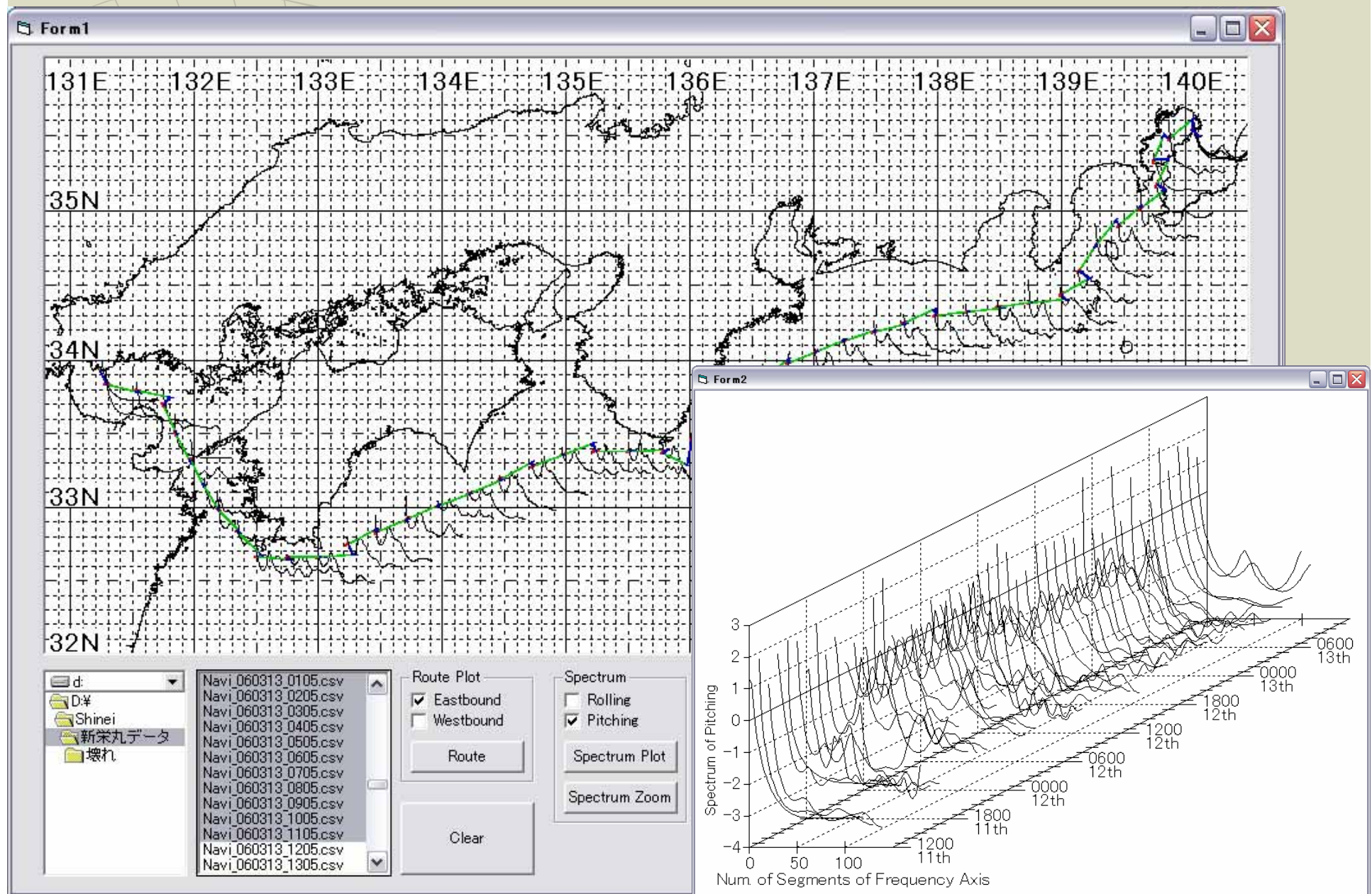
1, 海難・機器故障などの緊急時

現場映像による報告により、詳細が判断しやすく支援対応も早くなる。

2, 負傷災害時の遠隔医療

素早い応急処置により被害を最小限度に留める事も可能。

航海情報の解析例



テレビ電話

Skype



会社側

Skypeによるテレビ電話

船側(一航士室)

IPカメラによるテレビ電話



船側(船橋内)

会社側

1	遠隔医療
2	家族との連絡
3	E-Learning等による教育
4	電子会議への遠隔出席
5	映像による説明会

社内アンケート結果(インターネット可能前)

船内でインターネットが利用出来れば、どのような情報を必要としますか？

船長 — 航士	回答者総数 25名(複数回答可能として)	回答者数	%
	気象関連(台風情報・地域別天候と波浪)	20名	80%
	航路情報関連(狭水道での大型船情報)	18名	72%
	漁業情報(定置網などの情報)	10名	40%
	機械情報(故障事例)	3名	12%
機関長 — 機士	回答者総数 24名(複数回答可能として)	回答者数	%
	機械情報(故障事例・最新機器情報)	17名	71%
	気象関連(海象・潮流)	7名	29%
	船級情報(NKテクニカルインフォメーション・NK-SHIPSなど)	4名	17%
	自社船の位置情報	3名	13%
その他の意見		海難情報・ニュース・旅行・健康に関する事柄	

社内アンケート結果(インターネット可能後)

インターネットでどのような情報が役だっていますか？

運航の手助けとして

水路通報 & 海図の補正・東京マーチス巨大船情報
海上気象・海難情報・NK - SHIPS・故障事例集

福利厚生として(趣味として)

ヤフーファイナンスで市場の調査(株式など)
iTunesで音楽や映像のダウンロード
ウィルス定義ファイルの更新
その他 旅の宿案内・車選び・競馬パチンコなどの情報
乗換案内(乗下船用) 等々

まとめ

- ◆ 海上における通信環境 → 悪い
- ◆ 外航海運と内航海運 → 内航海運の問題
- ◆ 運航管理の形態の変遷 → 第2世代から第3世代へ
- ◆ 問題解決のため → 高速大容量通信の必要性
- ◆ 新しい形の運航管理の提案
→ **海陸協調型の学習型、予測型の運航管理手法**
- ◆ 海洋ブロードバンドプロジェクト → 開始
- ◆ 実船を用いた実験 → 実運用における検証
- ◆ 運航管理例 → Webサイトを利用した運航管理例

今後の展望

- ◆ 海陸協調型の運航管理を目指して
 - 運航管理用ポータルサイト
 - 大学として行えること
 - ◆ 各船舶から収集した情報を加工して、外部へ提供
 - ◆ 民間では出来ない
 - ◆ 東京湾リモートレーダネットワークの情報
 - ◆ 運航管理
 - セキュリティの高い情報提供
 - 船舶からのデータの統計処理と解析手法



參考資料編

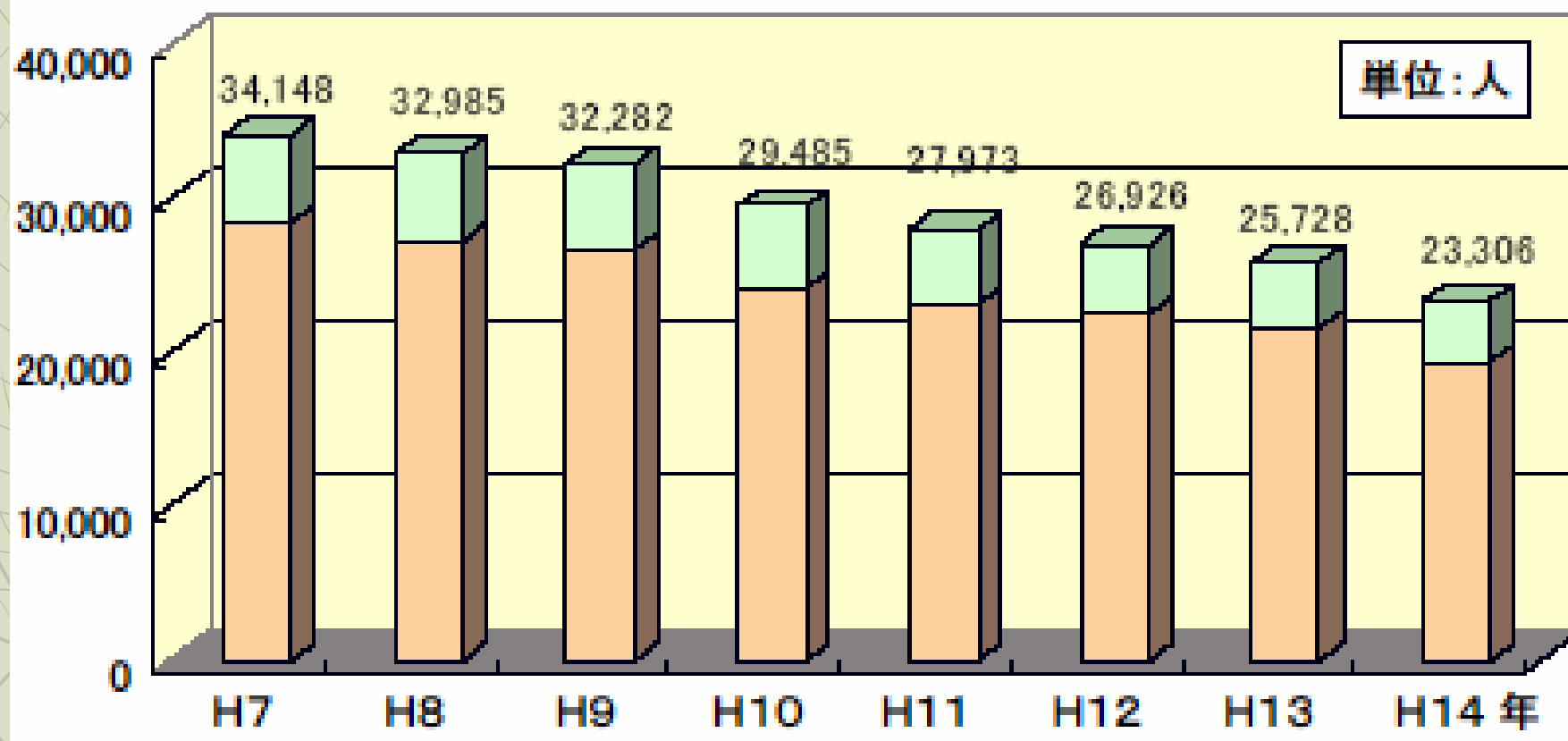
平成15年度 - 平成17年度
科学研究費補助金基盤研究(A)
測位・海事衛星を用いた船舶の自動誘導に関する研究

三井造船昭島研究所、NTTコミュニケーションズ、
第一電気、JSATおよび宇部興産海運との**共同研究**

ある国内大手海運会社の年間通信費

船種	通信料(年間、US\$)
コンテナ船	22,000
自動車船	25,000
バルカー	17,000
タンカー	30,000~40,000

船員数の推移

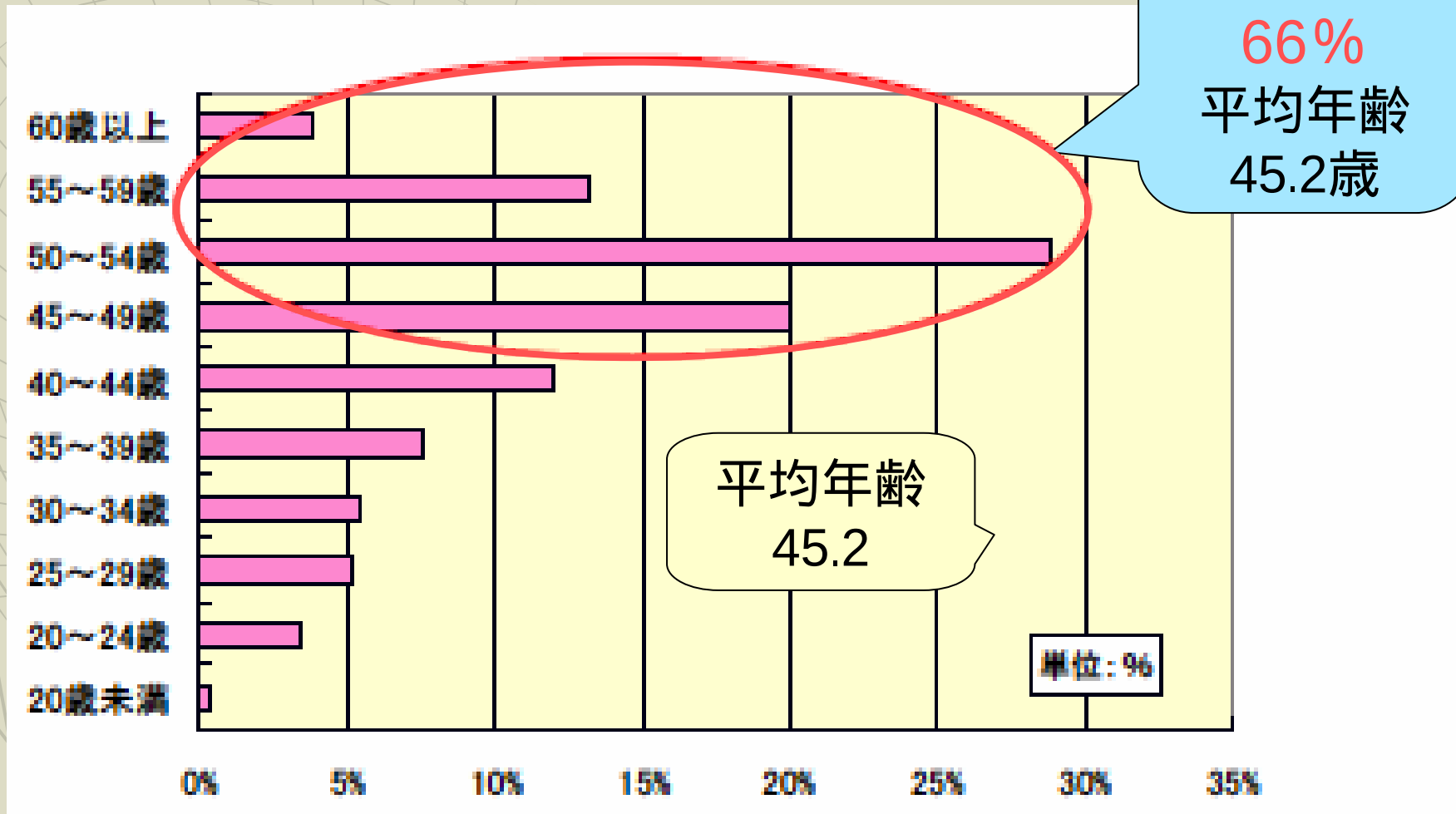


乗組船員

予備船員

国土交通省総合政策局「船員統計」から

年齢別船員数(構成比) (平成14年10月1日現在)

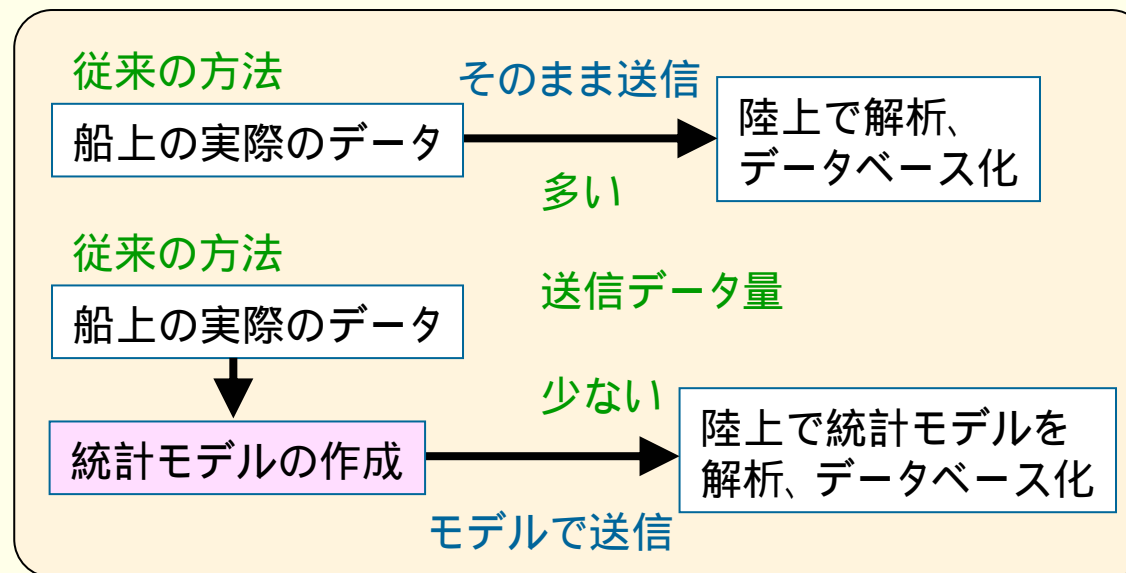


国土交通省総合政策局「船員統計」から

動的データ(時系列データ)の モデル化とデータベース化

船舶からの情報: 時系列モデルとしてパラメトリックに記憶

- ・自己回帰モデル
- ・トレンドモデル
- ・非線形モデル
- ・欠測値モデル
- ・異常値判定モデル等々



気象・海象予測精度の向上へ寄与

大気の運動方程式用いたシミュレーション結果に、多くの観測点からのデータを同化させることにより、予測精度の向上が期待出来る
ウェザールーティングの精度向上