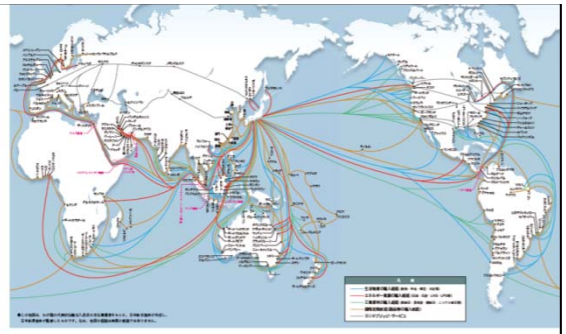
IHO MSDI Open Forum, *on 26 January 2016, Miraikan Hall*

海上交通における情報利用
Utilization of maritime information in Ship Navigation

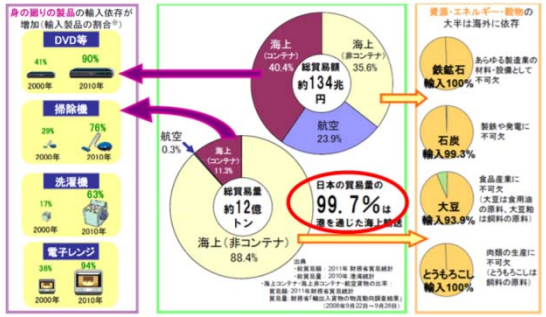
東京海洋大学　庄司るり
Tokyo University of Marin Science and Technology
Ruri SHOJI

Shipping Routes

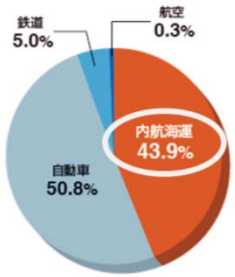
船舶による
日本の輸送
外航：99.7%
内航：43.9%



Component Ratio of the Amount of Trade in Japan



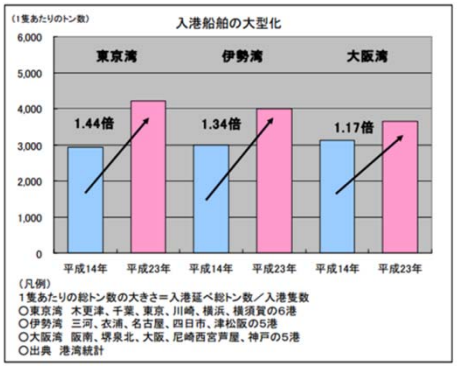
Volume of Cargo
per ton-kilometer（2014）

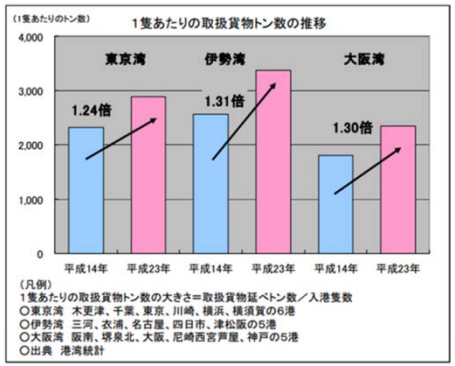


Changes in Shipping environment
（Enlargement of Ship）

船舶の大型化

- Gross Tonege : about 1.2 - 1.5 times larger these past 10 years
- Net Tonege : about 1.2 - 1.3 times larger these past 10 years





国土交通省【諮問第174号】「船舶交通の安全・安心をめざした取組みについて」資料より

Impact of Marine Accident

○ Losses from a Marine Disaster

The Party Damage	Third-Party Damage
Hull and vessel	Transportation Activities
Cargo	Fishery Resources
Crew	Marine Leisure
Accident handling	Marine Construction
Marine pollution, etc.	coastal residents

Losses from a Marine disaster for 2014

【試算対象】
・衝突・乗揚げ海難
・総トン数100ｔ以上
・沿岸20海里以内
} ３２０隻※

※ 平成２４年の衝突・乗揚げ海難 ９１８隻 の約３５%

around 980 billion Yen
(around 3 billion Yen/ship)

（海上保安庁試算）

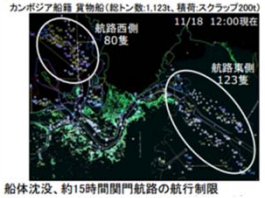
海難による損失→大きい

■ 多重衝突海難（H20.3.5明石海峡）
油送船オーシャンフェニックス（総トン数:2,948t）、貨物船第五栄政丸（総トン数:496t）、貨物船ゴールドリーダー（総トン数:1,466t）

1隻沈没、死亡3名、行方不明者1名
油

around 52 billion Yen

■GUO・TONG号衝突海難（H18.11.17 関門海峡）
カンボジア船籍 貨物船（総トン数:1,123t、積荷:スクラップ200t）



船体沈没、約15時間関門航路の航行制限

around 11 billion Yen

東京湾で大規模海難が発生した場合の損害

Virtual Disaster

大型タンカー（26万DWT）と貨物船（9,000GT）の衝突
（東京湾中ノ瀬北海域）
積荷の原油23,000klが流出

・中ノ瀬・浦賀水道航路及び横浜・鶴見・川崎航路の航行制限
（航行制限時間6時間）
・オイルフェンス展張、油回収作業等の防除作業の実施
（作業時間81時間）

当該海難が発生した場合の

around 287 billion Yen

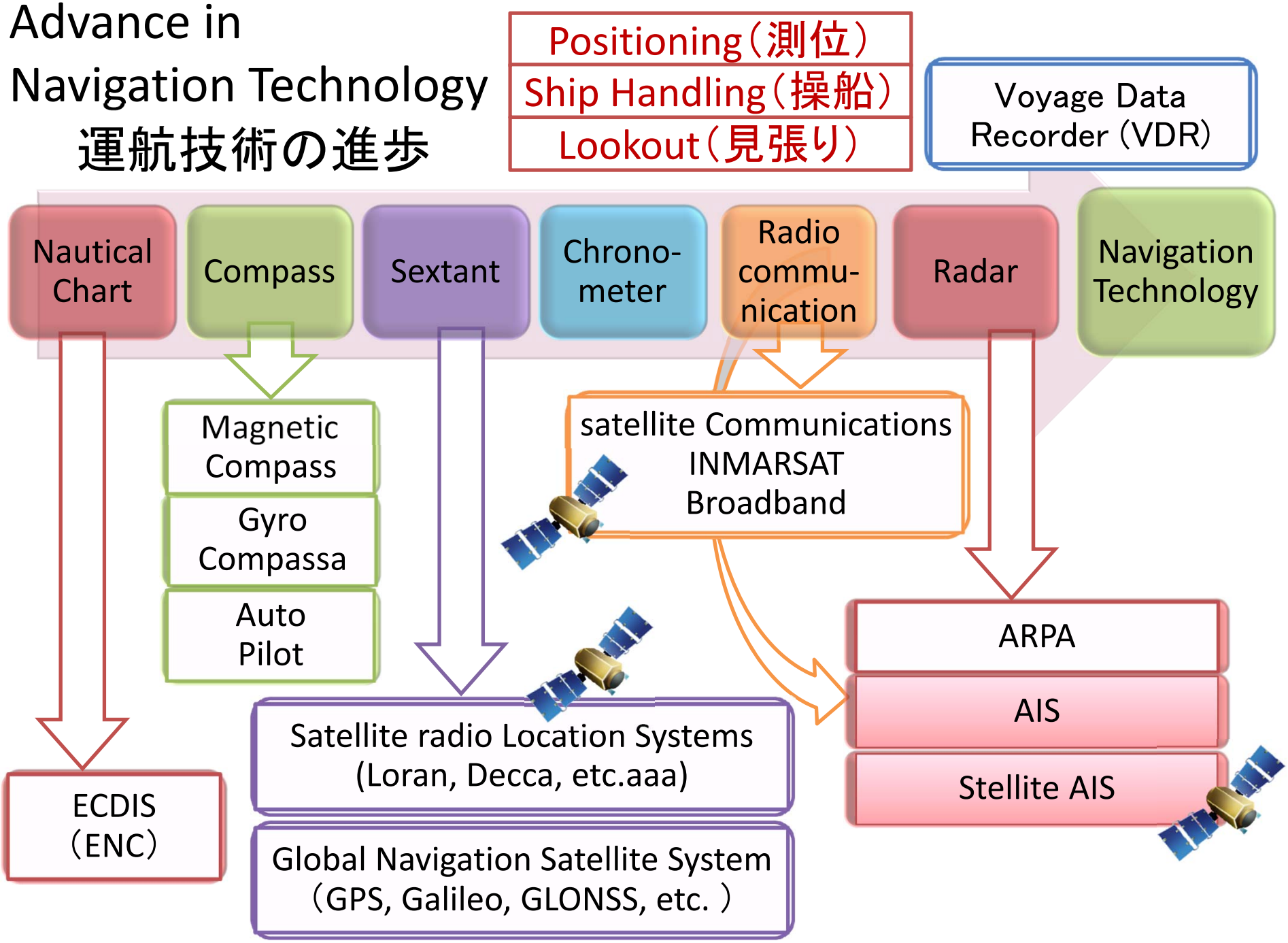
国土交通省【諮問第174号】「船舶交通の安全・安心をめざした取組みについて」資料より

Safety Navigation
安全な航海

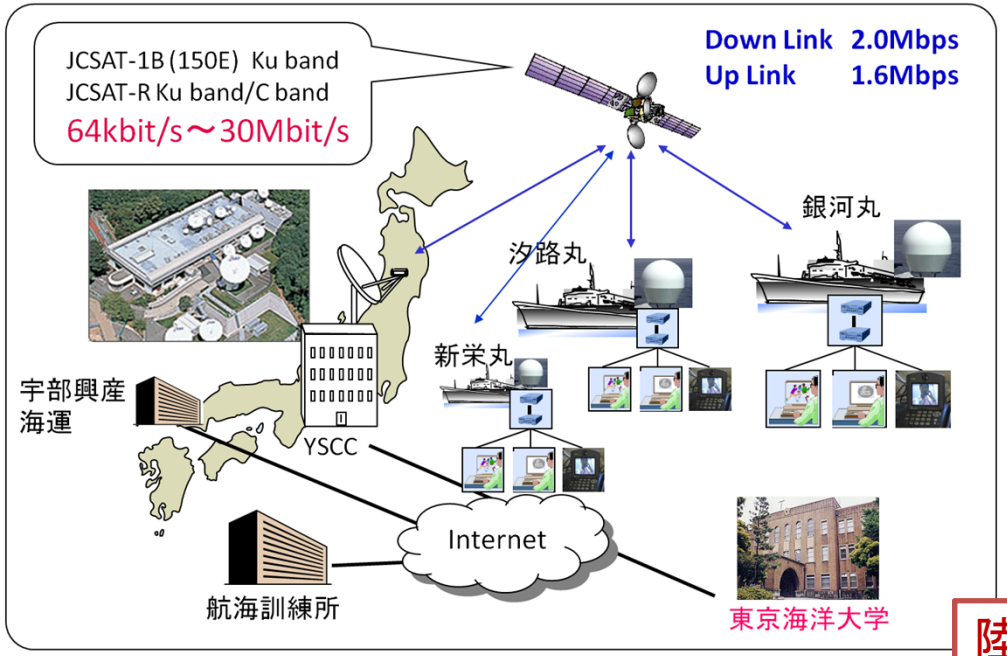
Energy Efficiency
効率的（省エネ）な航海

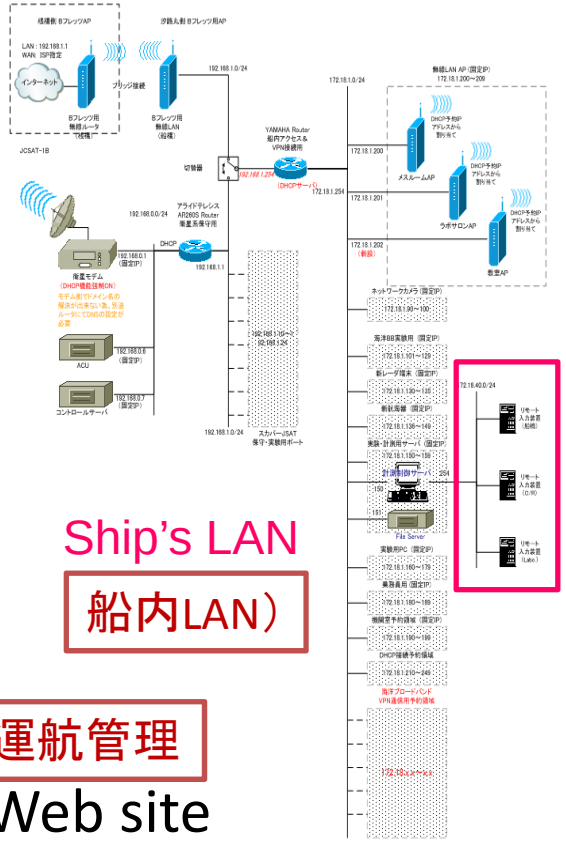
Environmental loading reduction
環境負荷低減

Advance in Navigation Technology
運航技術の進歩



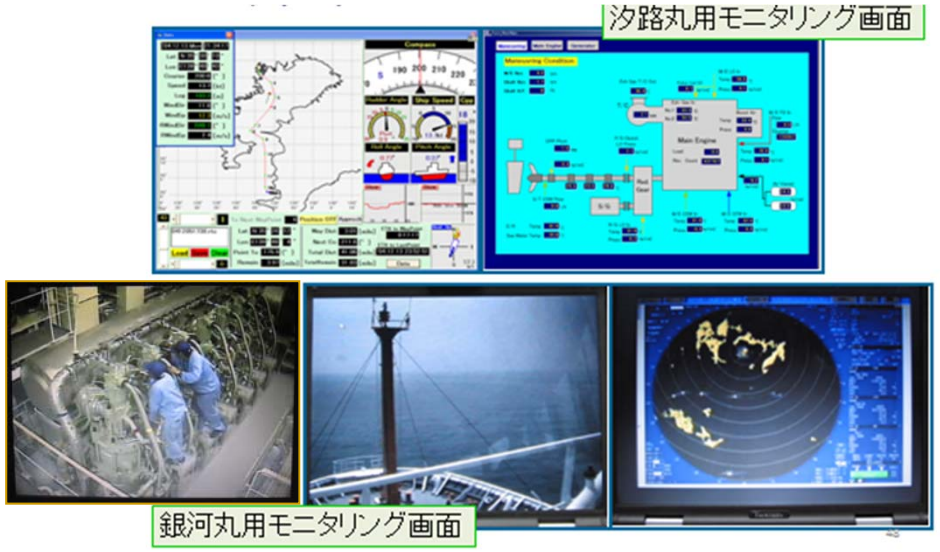
Communication Between Ship and Land





陸上における運航管理

Example of Ship Operation Control System using Web site



Example of Contents of Monitoring, Management and Support

Field	Item	Contents
Welfare 福利･厚生	Welfare	ＴＶ電話、メールなど
	REMOTE MEDICAL	船内患者の治療指導
	Entertainment	衛星ＴＶ，スカパーなど
Safety Navigation 安全運航	Watch (Outboard)	カメラの遠隔操作による船外監視、見張り
	Watch (Inboard)	カメラの遠隔監視による船内状況の把握
Monitoring 運航管理	Hull Monitoring	船体応力、姿勢などのリアルタイム監視、記録、解析
	Engine Monitoring	主機関状態のリアルタイム監視、記録、解析
	Cargo Monitoring	貨物の状態監視
Navigation support 航行支援	Weather, Sea State	ひまわり等の海、気象情報入手（波浪、気象情報）
	Weather Routing	推薦航路などの提供
	Route Information	海上交通レーダ情報、港内状況情報
Tracking　航路誘導	Specified route Tracking	見張りと情報と組み合わせた針路、速力制御、衝突回避
	Approach, Berthing, etc	針路、速力のリアルタイム情報による制御による
Ship Managemen 船舶管理	Failure Maintenance	全フリートの故障データ管理、解析
	Failure Diagnosis	故障対策
	Performance Maintenance	船舶性能、管理
Risk management 危機管理	Reporting of Accidents	海難発生時の状況監視
	Damage Control,	損傷箇所の状況監視と対策
Information 情報提供	Marine Pollution Info.	周辺海域の汚染状況
	Ocean and Weather Info.	気象、海象、潮流通報による地球環境予測への貢献

Object

Environmental Change and Various Problems in Shipping

Energy Efficiency, Environmental Loading Reduction, Shortage of Seafarers, Diversification of Operation Level

Novel Transportation Technologies （新しい海上輸送技術）
Navigation Support from Land（陸上からの運航支援）

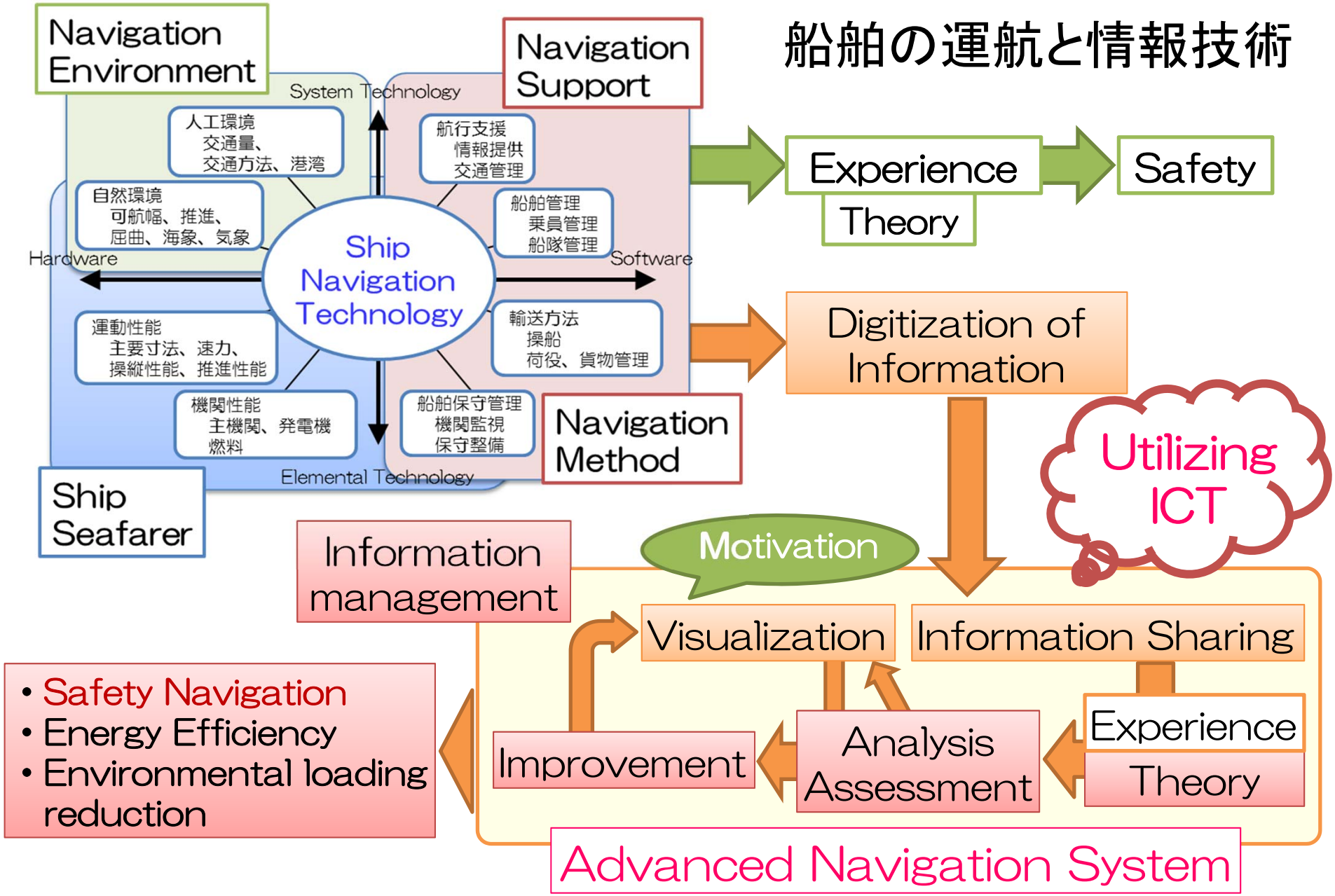
Information Management System（情報収集管理システム）
Development of human resources（人材の養成）

Information Handling and Analysis, Provide Navigation , etc.

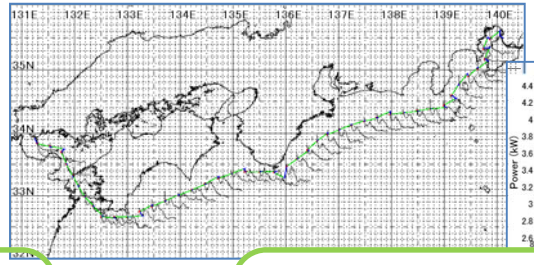
Communication between Ship and Land 船陸間通信	Information Sharing 情報の共有	Integrated Management of Information 情報の統合管理	Education and Training 人材教育

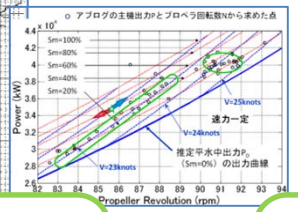
Ship Navigation and Information Technology

船舶の運航と情報技術



Management, Integration and Sharing of Information





Database
System Integrity

knowledge
Study/Research
New Insight

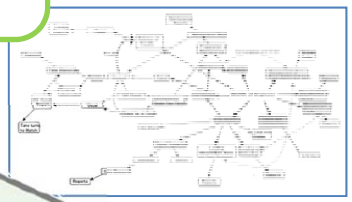
Adequacy
prompt

Gather-ing → Manage-ment → Integra-tion → Analysis → Visuali-zation → Decision → Safety Efficiency Environment protection

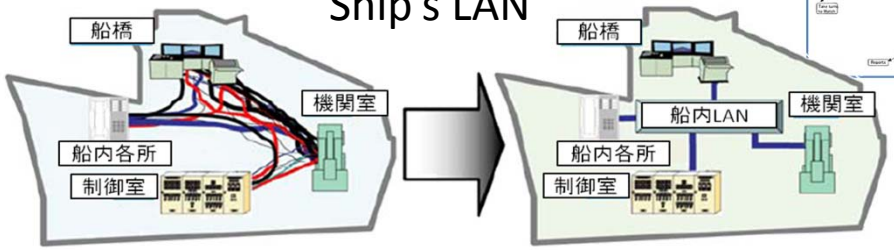
Variety of Instruments
Different Data Format
Row Data

Combination
Interrelate
Interaction

Understandability
Accuracy

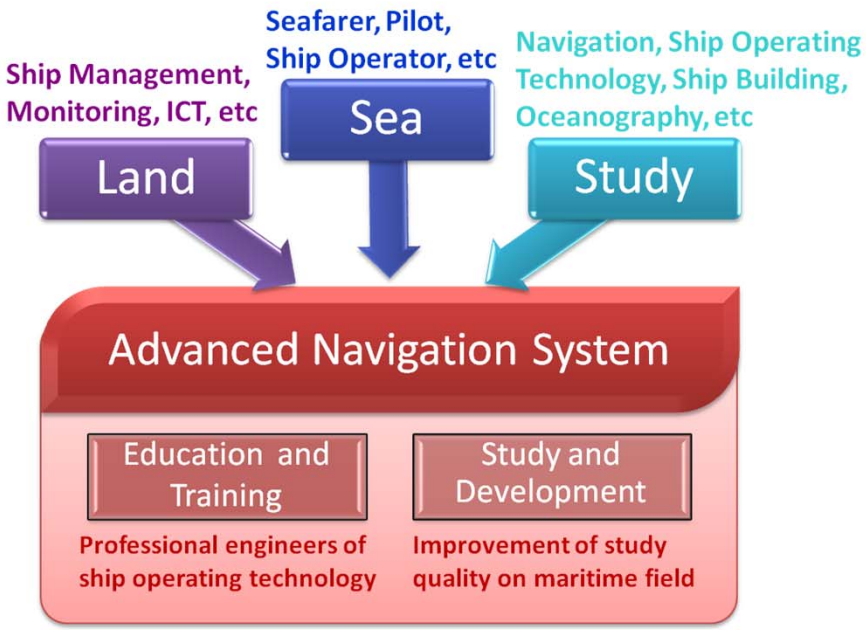


Ship's LAN

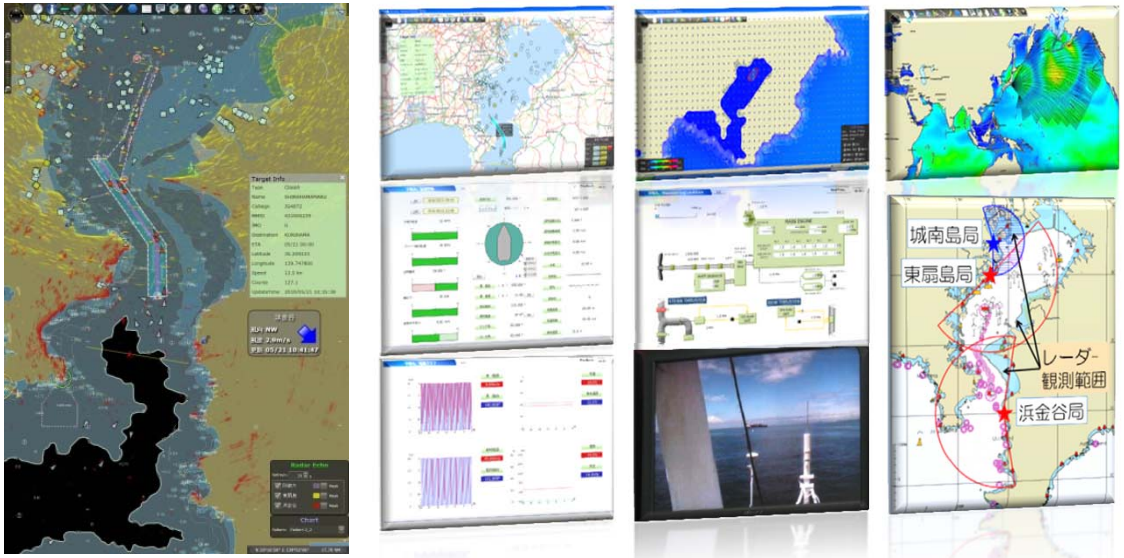


Advanced Navigation System (ADNAVS) in TUMSAT

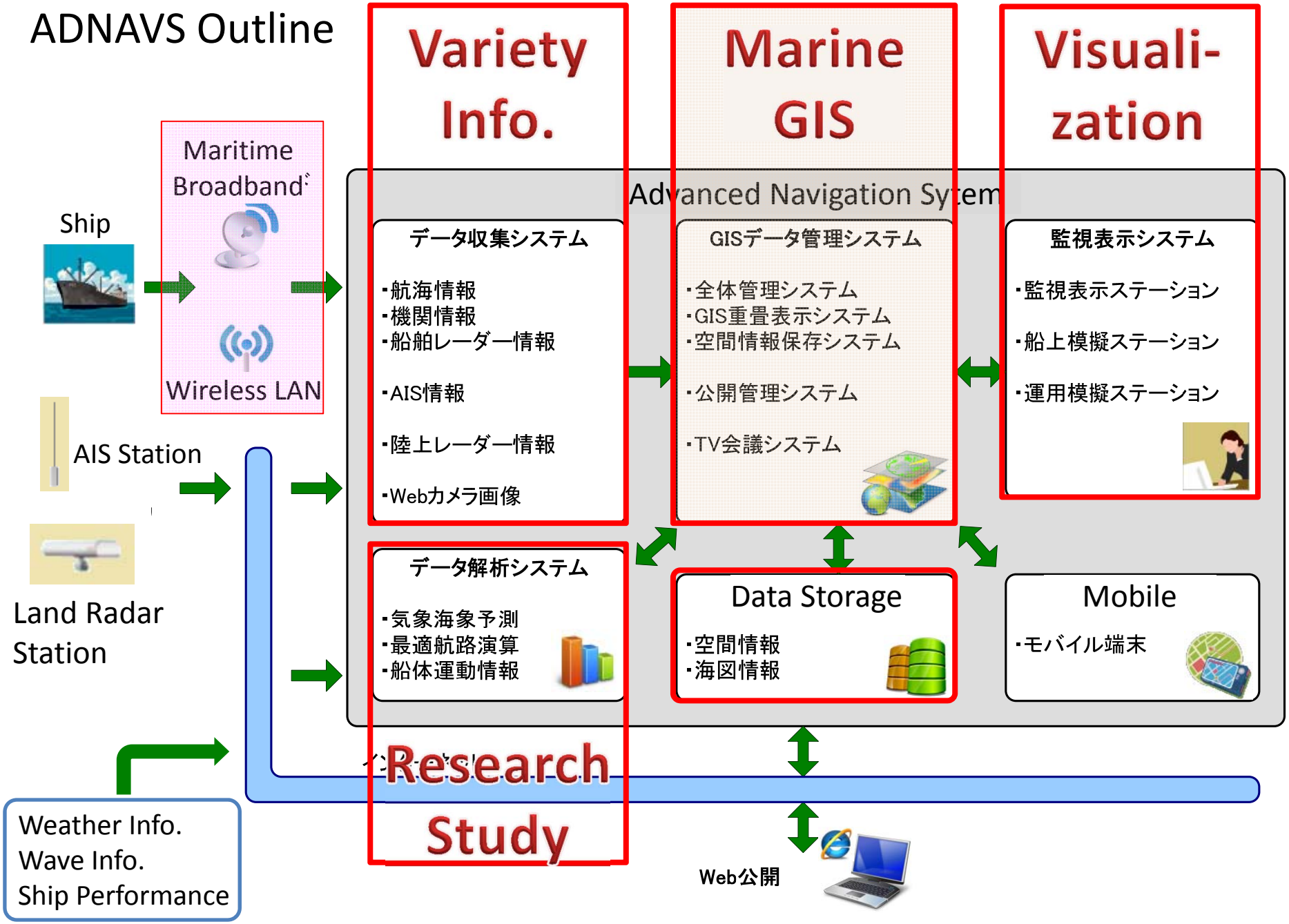
For Ideal Navigation Support - ADNAVIS



Example of Screen



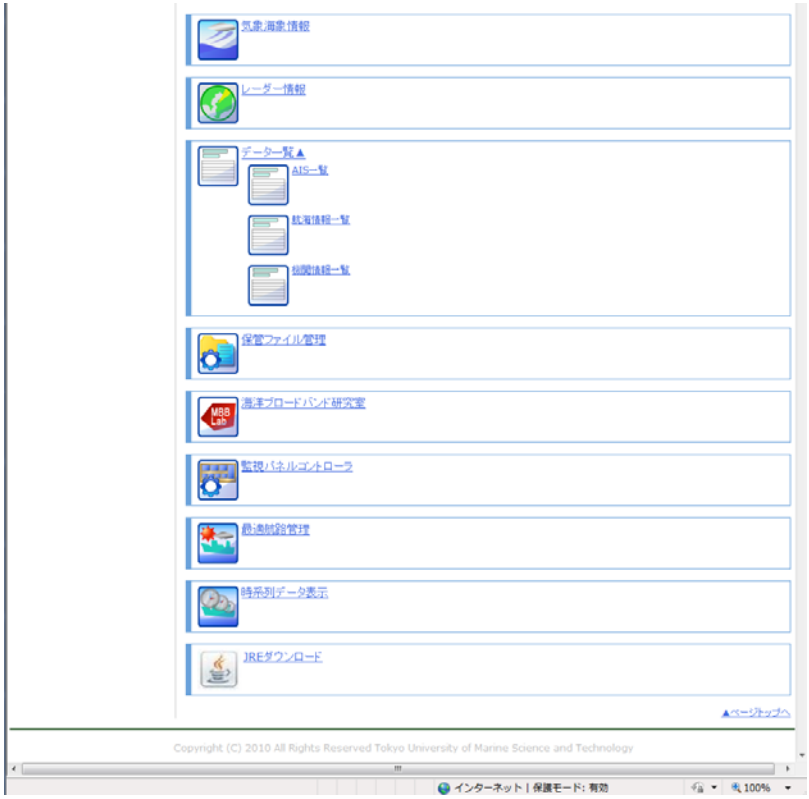
ADNAVS Outline



Available Information on ADNAVIS

- Global Nautical Chart
- Image of Radar Echo in Tokyo bay
- AIS Information in Tokyo bay
- Windshear Information in Tokyo bay
- Web Camera Images in Tokyo Bay
- Numerical Forecast Coastal Wave Model（CWM）
- Global Spectral Model（GWM）
- Information of Ship’s Navigation Data
- Information of Ship’s Engine Data
- Image of Ship’s Web Camera

Portal Site (Web)



Facility of TUMSAT

【Information Display】

Gathering of Information

Data Distribution

【Server】

Display of Information

【Onboad simulator station】

【Operation simulator station】

Land Station and Radar Cover Area

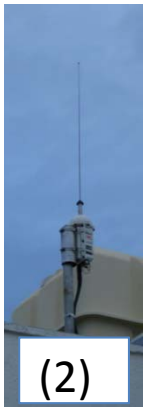
Instruments

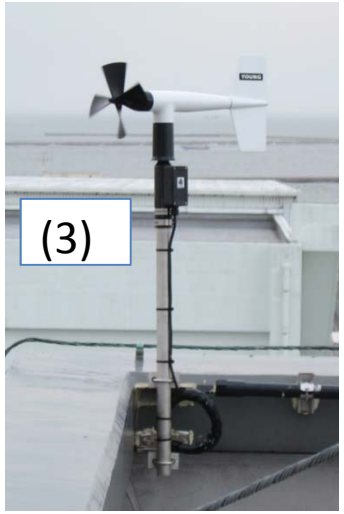
(1) Radar

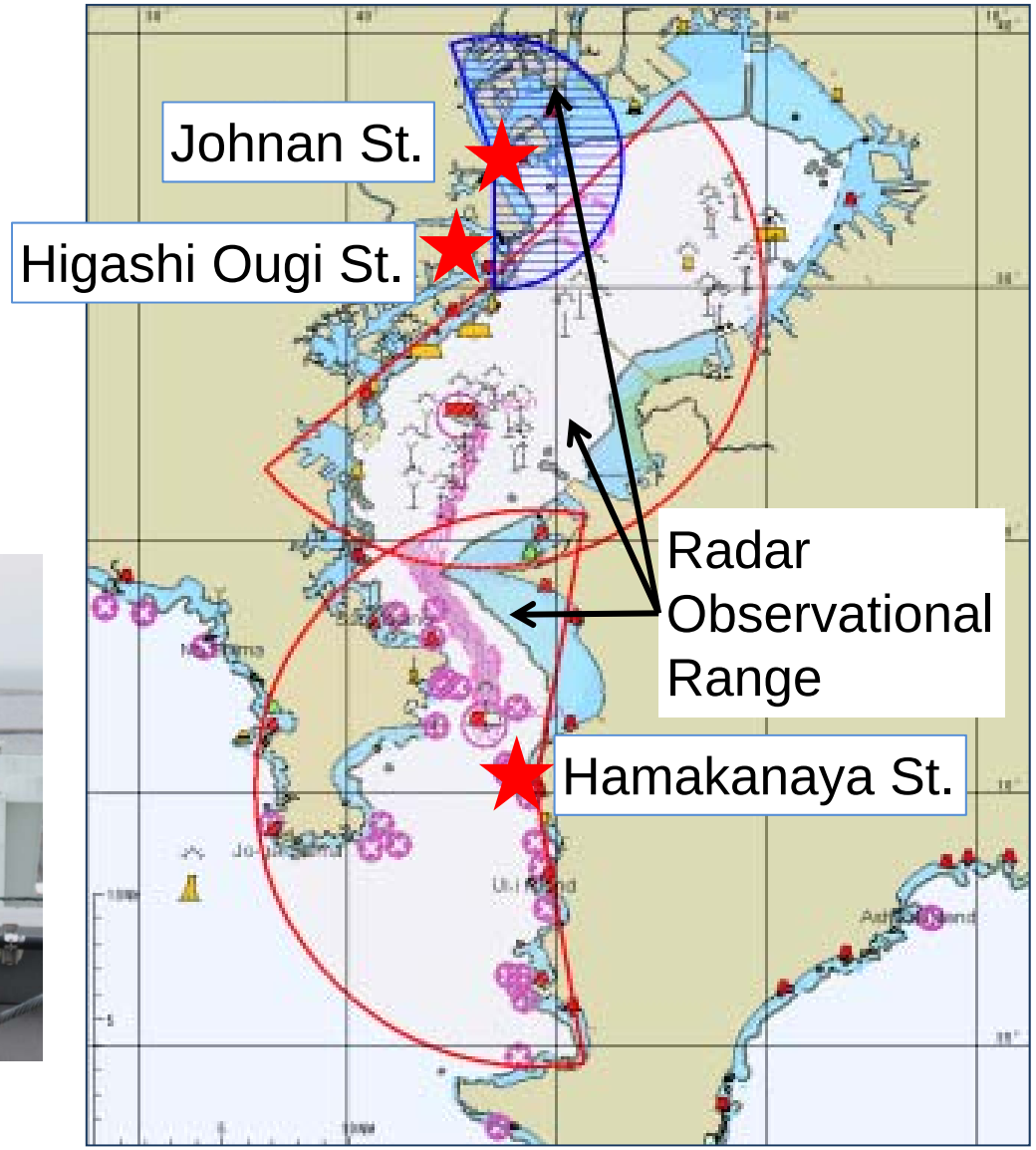
(2) AIS

(3) Vane Anemometer

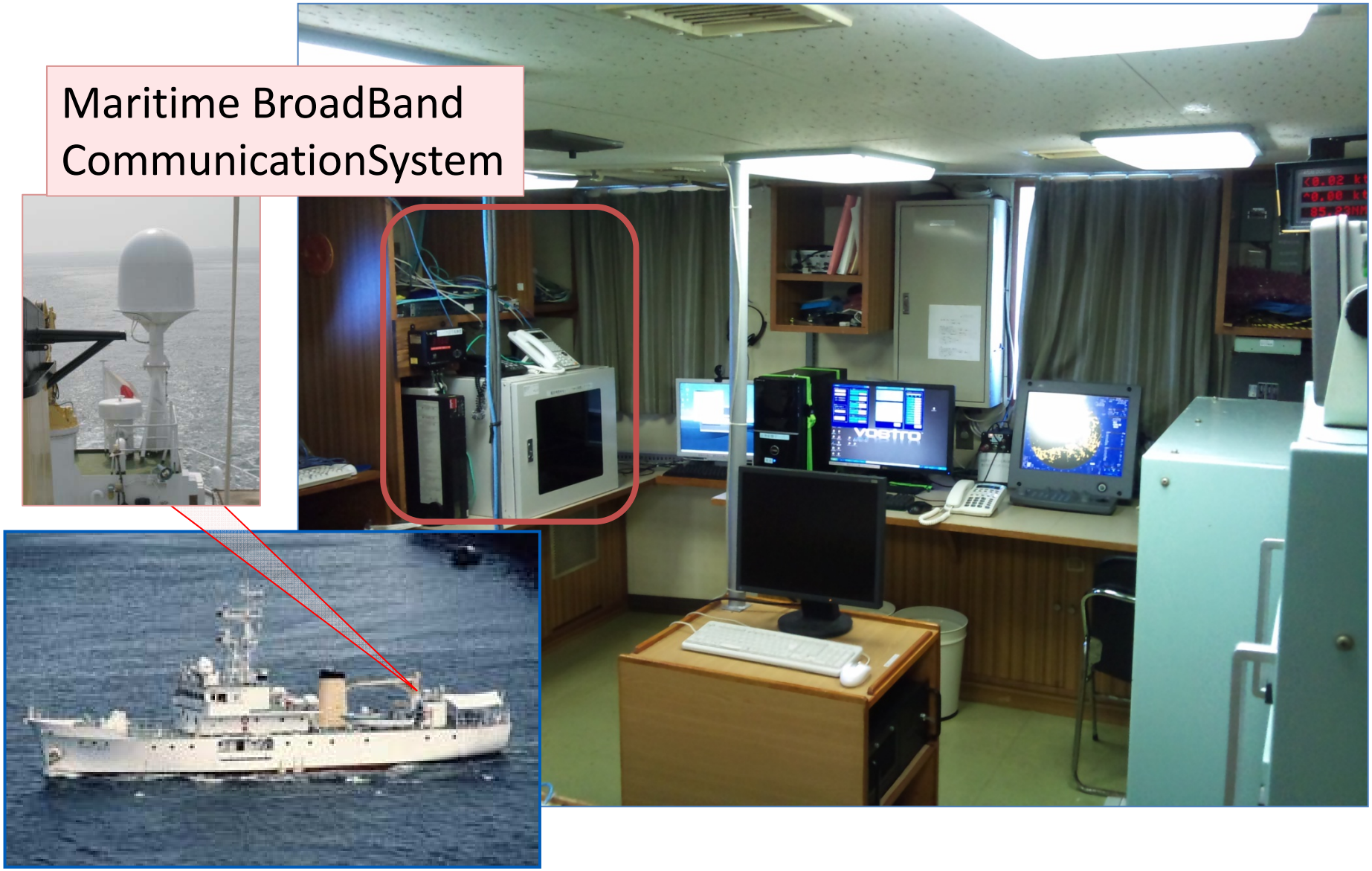
(4) Web Camera



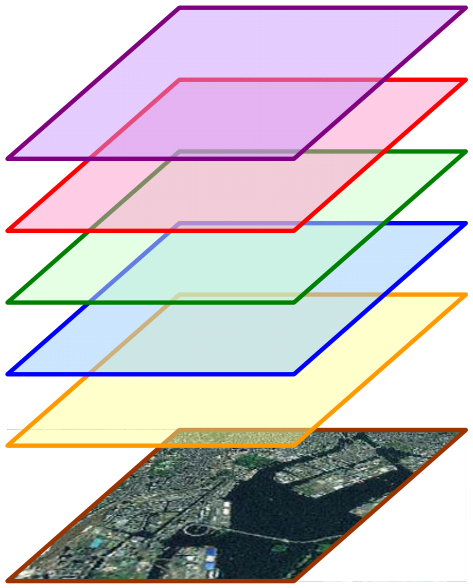




Facility of Shioji maru



Marine GIS：Layer Model



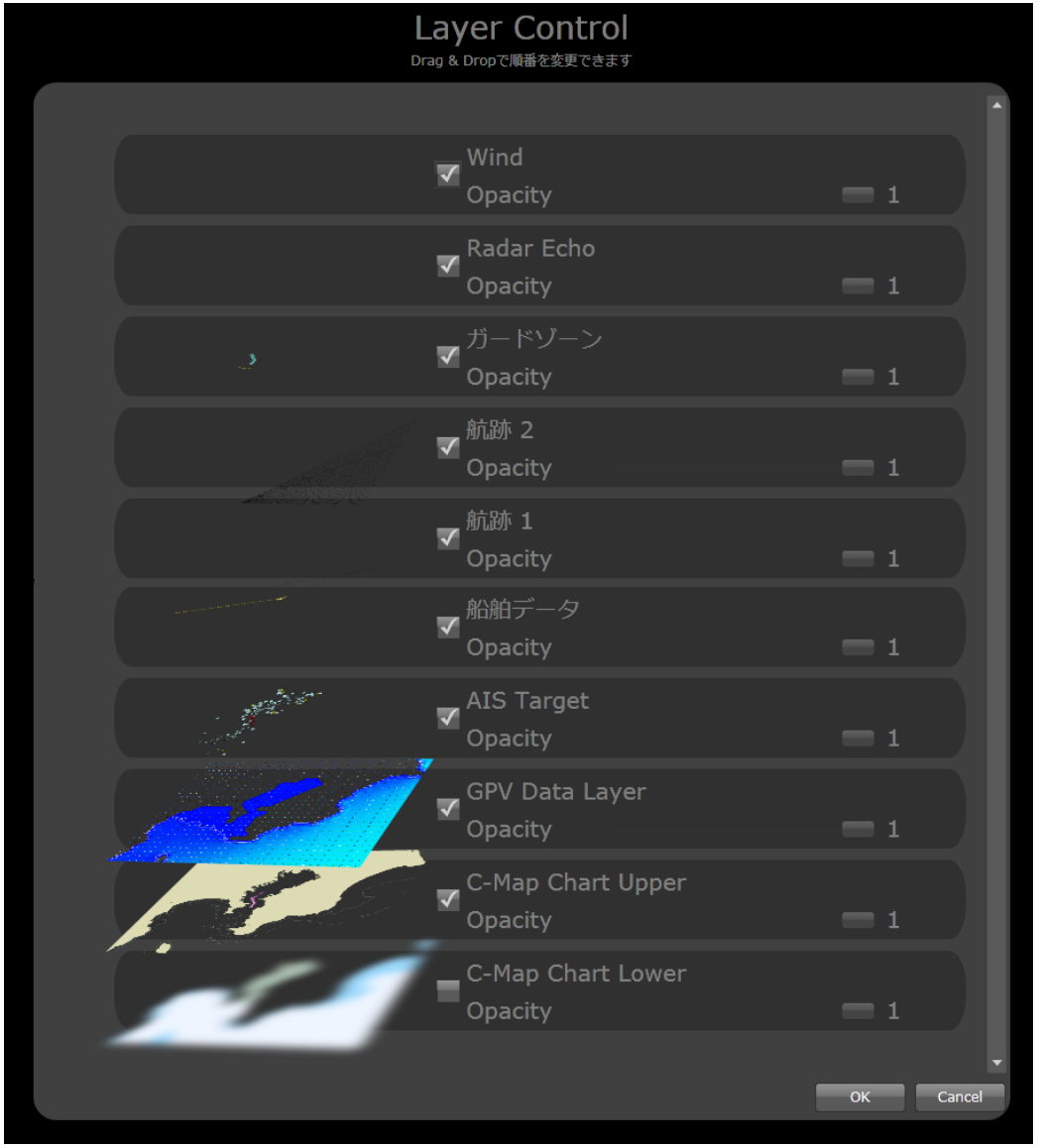
Ship's Data	Position, Ship's Track・・
AIS Data	Ship Name, Position・・
Radar Image	Land Station・・
Weather Data	Wave. Wind ・・
Chart Data	Route, Light House, Buoy・・
Base Map	Nautical Chart

Spatial data, Geospatial Information

Superposition Display of Spatial Data and Nautical Chart

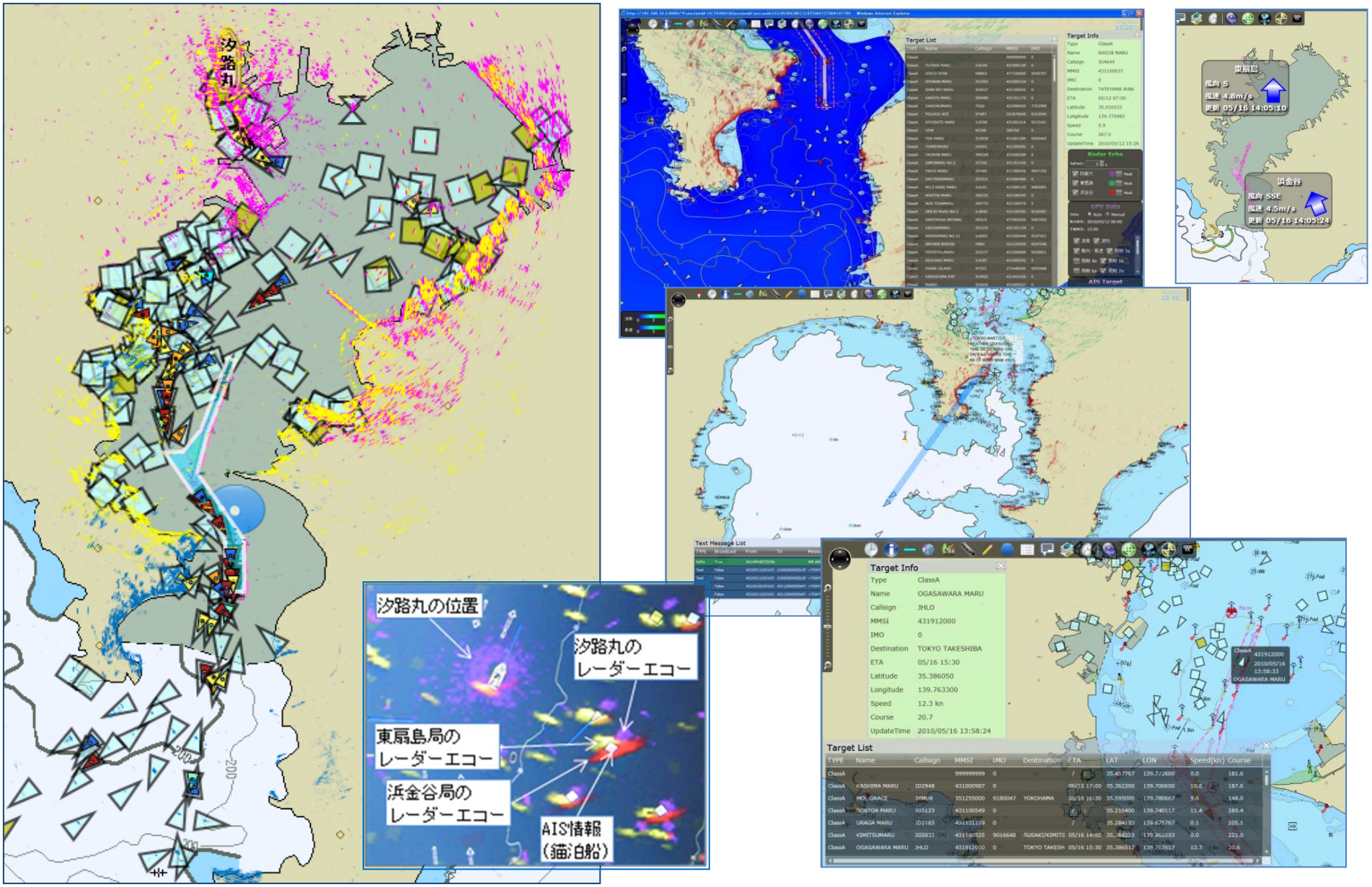
- 目的に合わせた各種データの選択・透過率設定・順番設定
- 複数データの組み合わせによる解析・分析

Model in Matime GIS

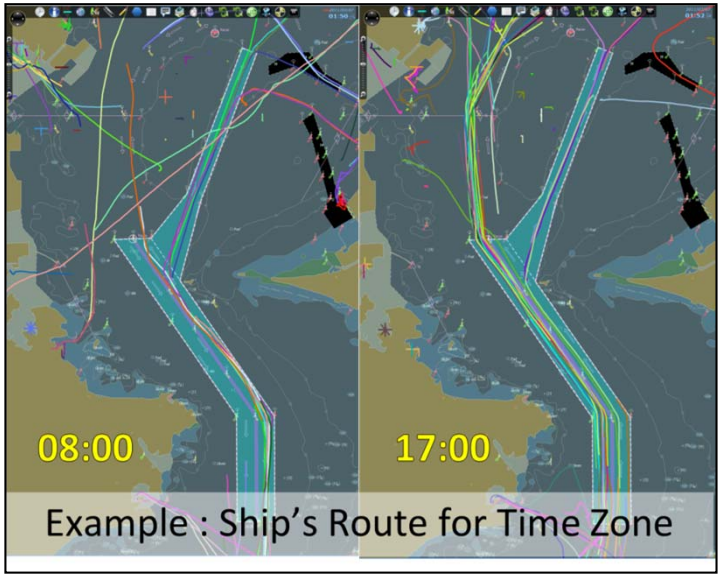


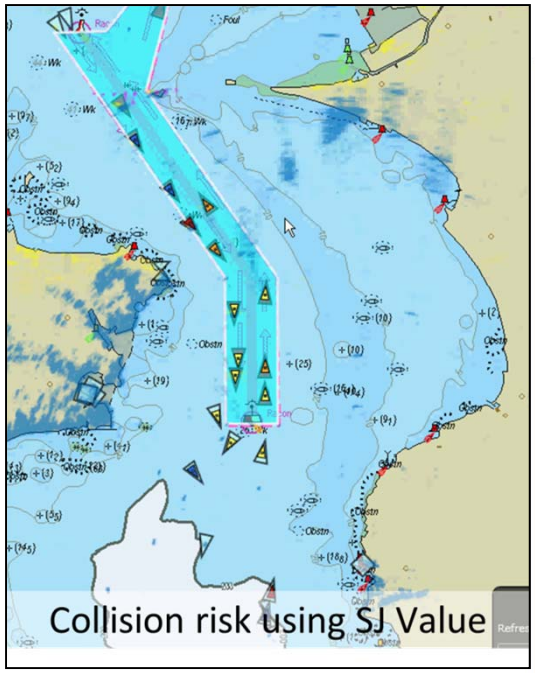
- Wind
- Radar Echo
- Ship’s Data
- AIS
- GPV
- Guard Zone
- Study Result
- C-MAP(UP)
- C-MAP(LOW)

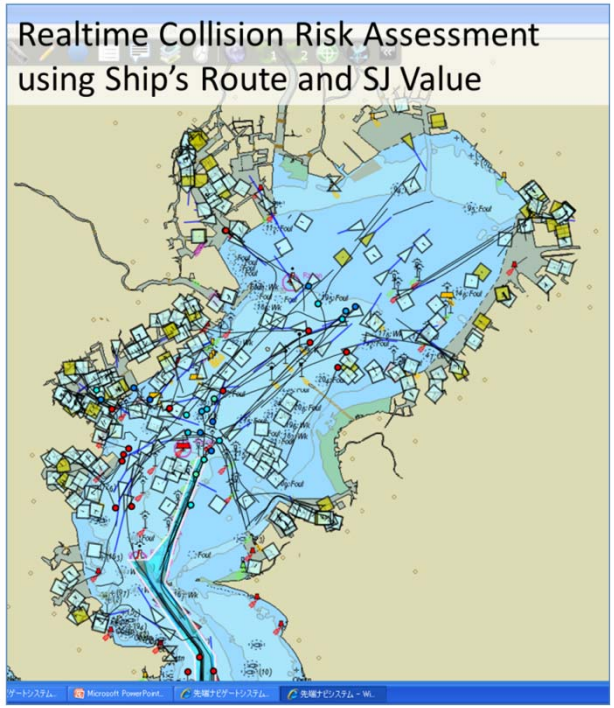
Radar and AIS Data

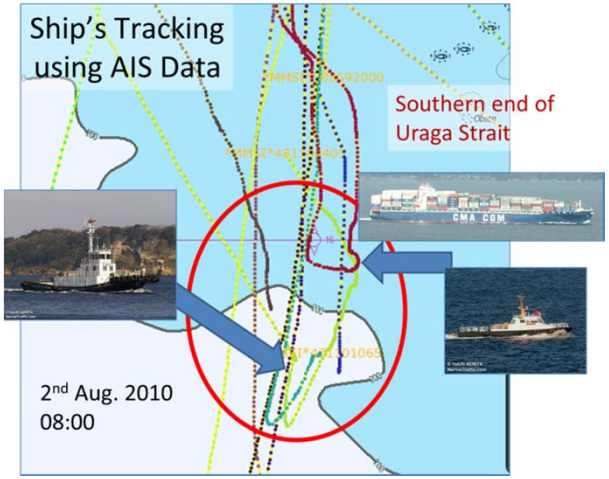


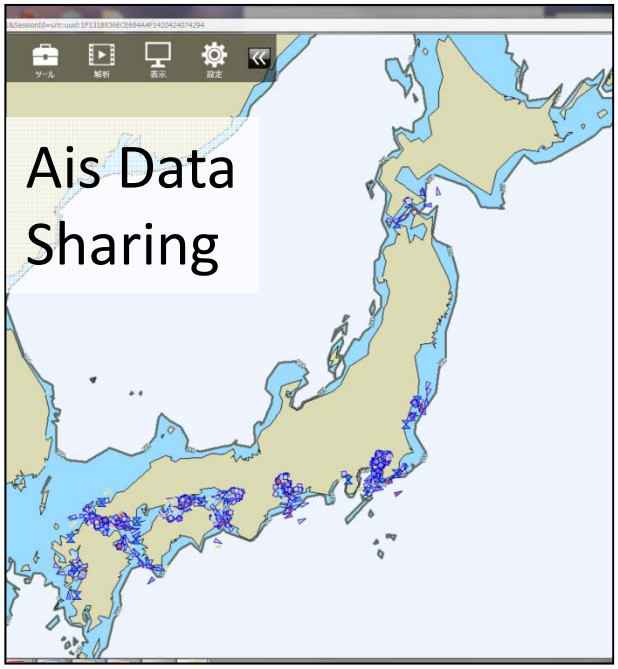
Example of Study



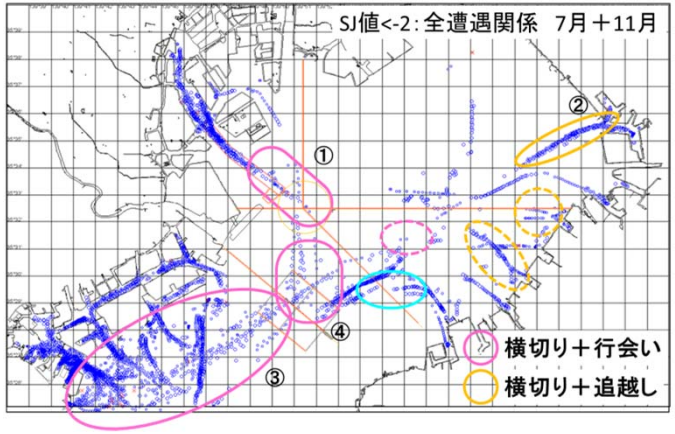






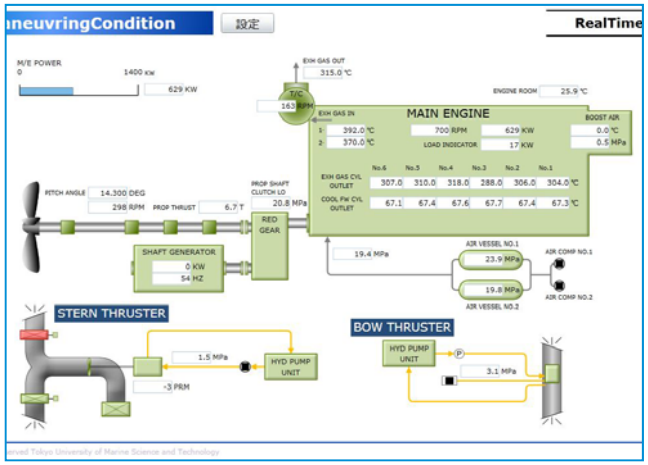


Example of Ship traffic Analsis

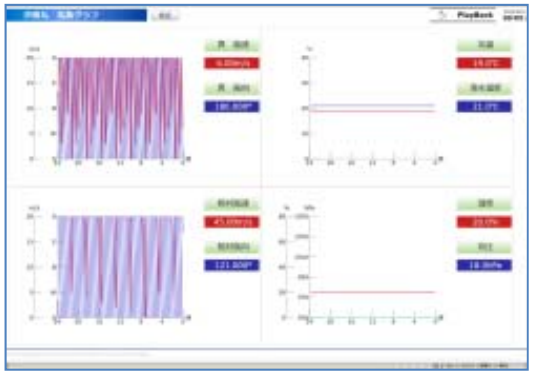


Ship’s Data

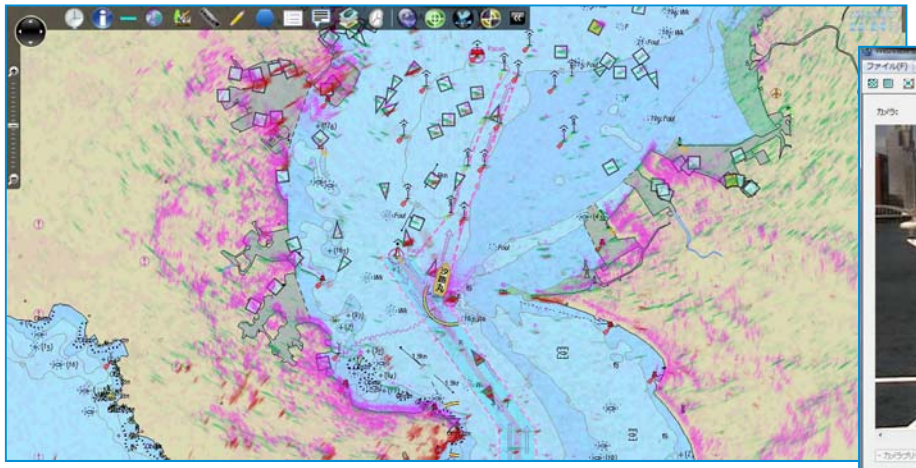
Navigation Data



Engine Data

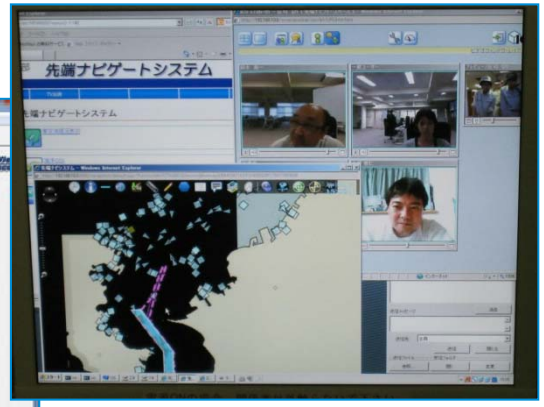


Ship’s Wind Data



Ship’s Radar Info.

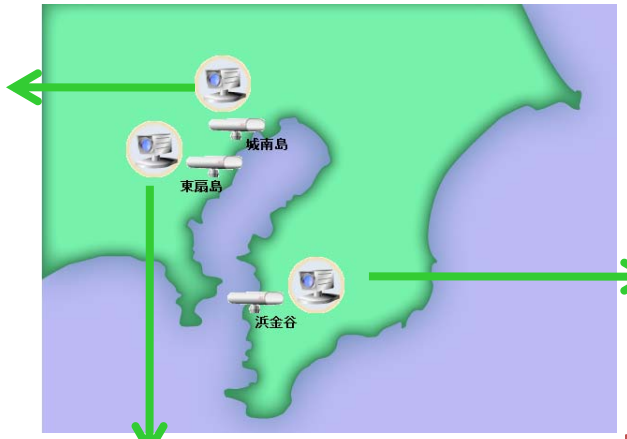
Web Camera



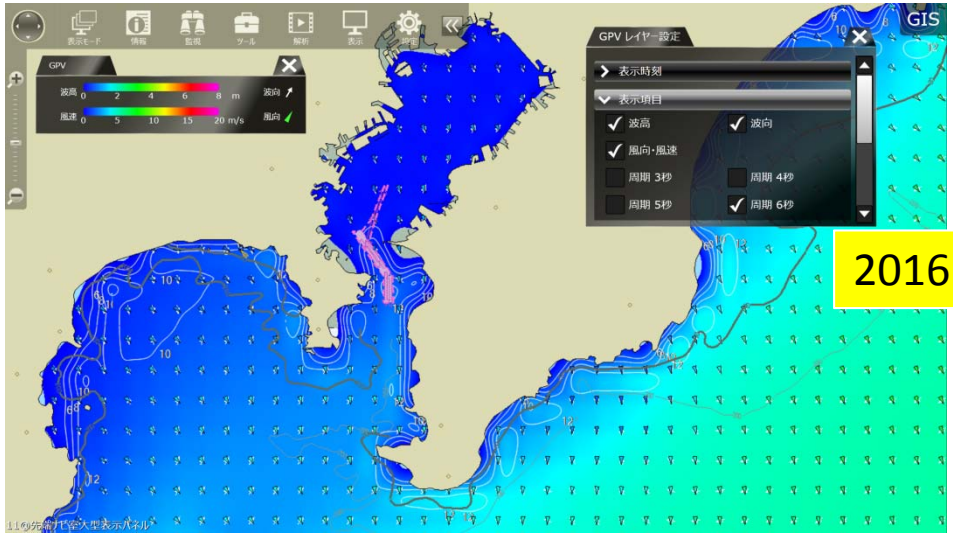
Video Conference

Image of Web Camera (3 Land-Station)

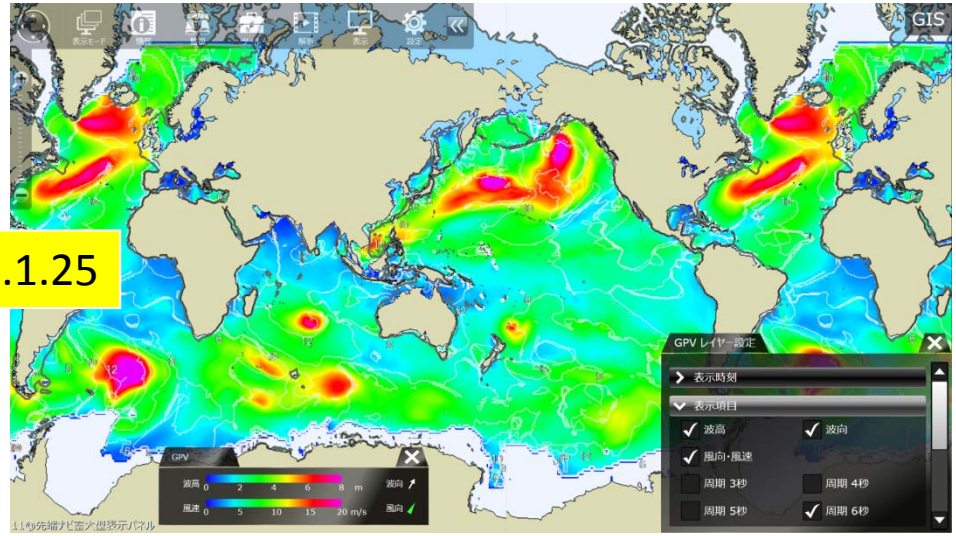
城南島



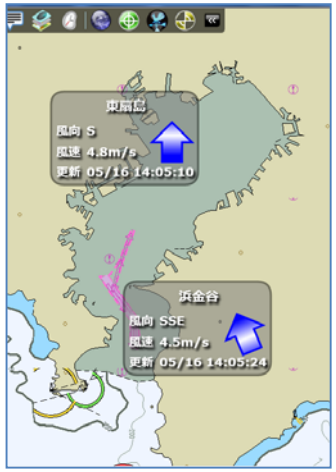
Weather Data and Optimum Route

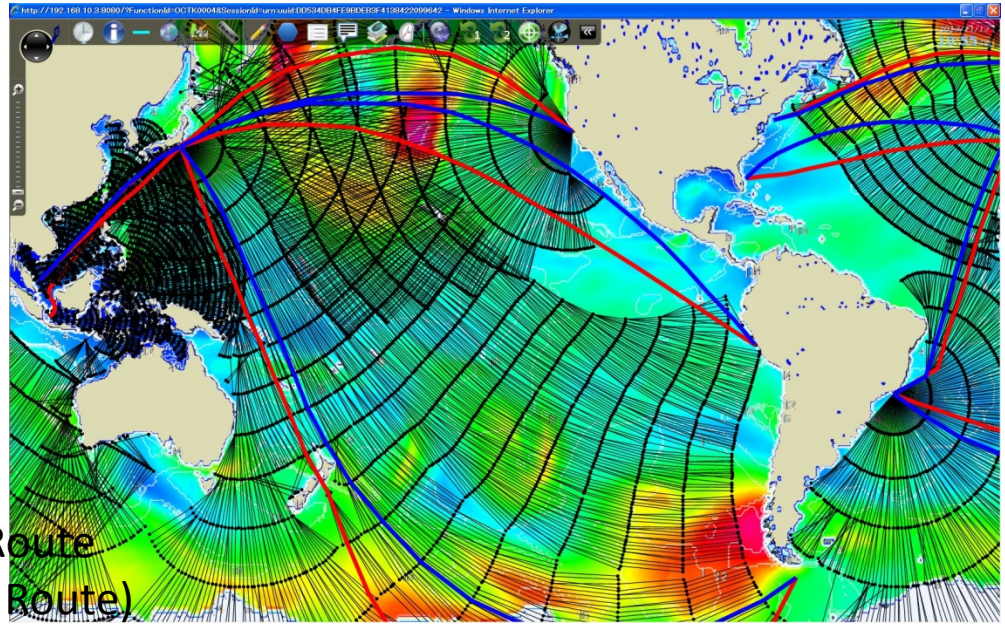


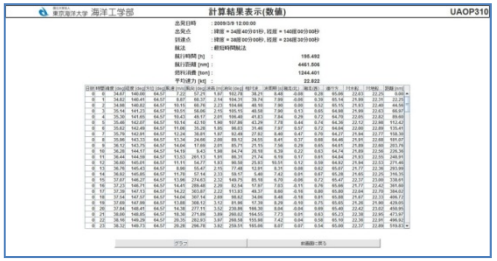
Coastal Wave Model

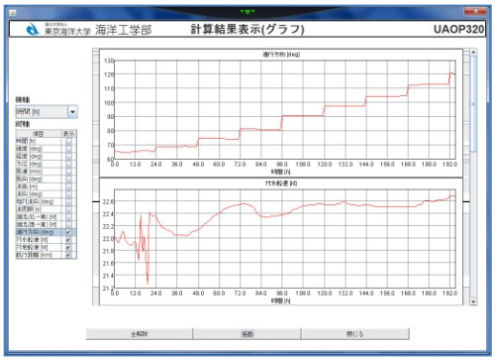


Global Spectral Model



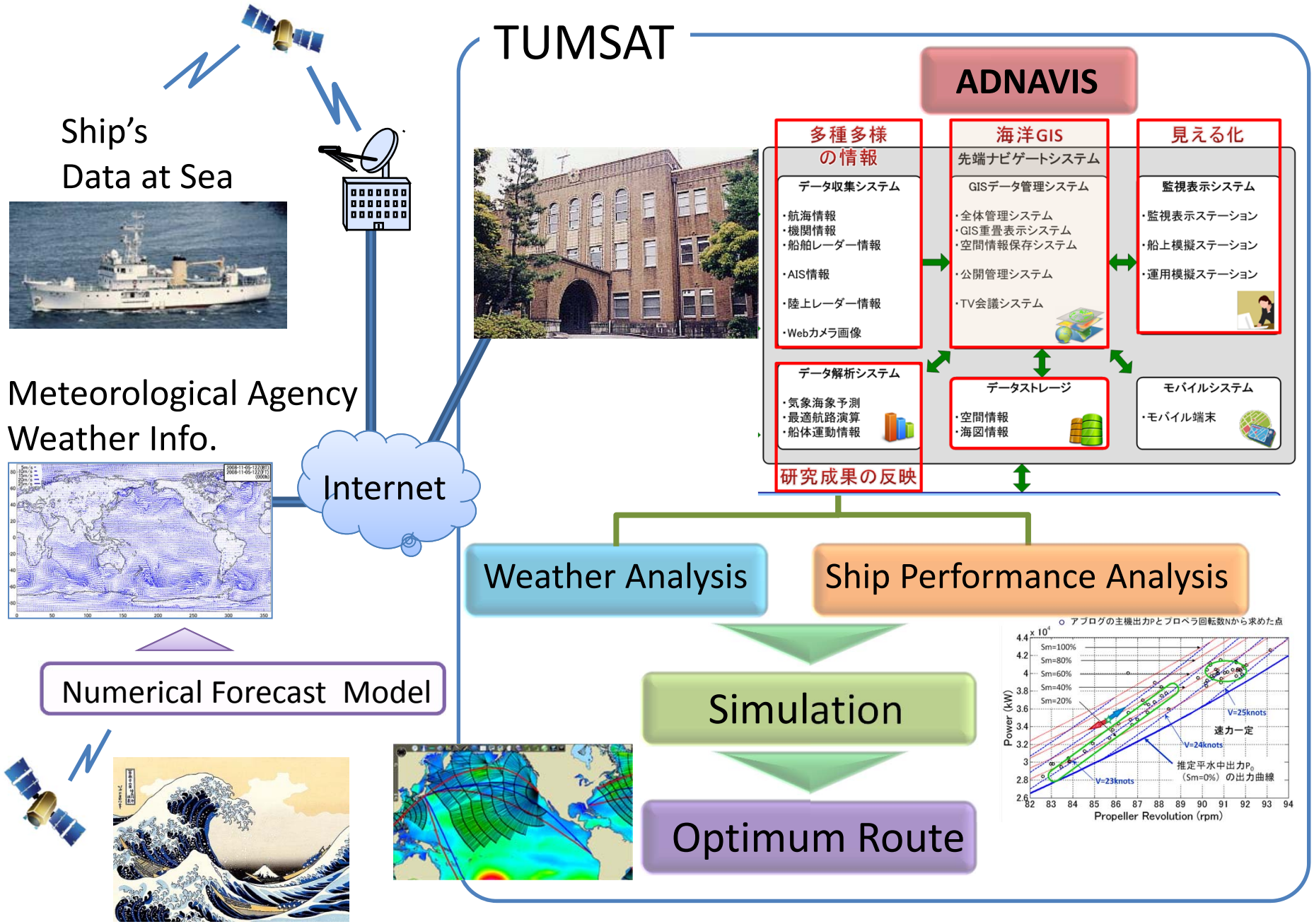






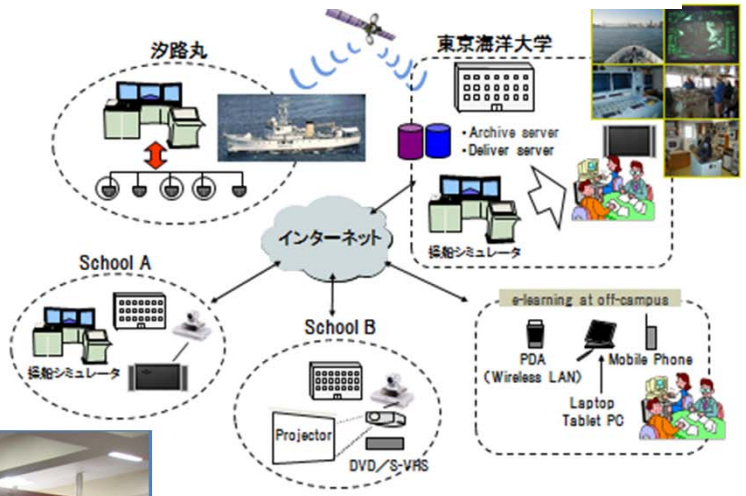
Dsily Optimum Route
(Minimum Time Route)

Weather Routing System in ADNAVIS



Example of Utilization

e-Learning using Maritime BB



Web Meeting
(Shioji Maru – TUMSAT)

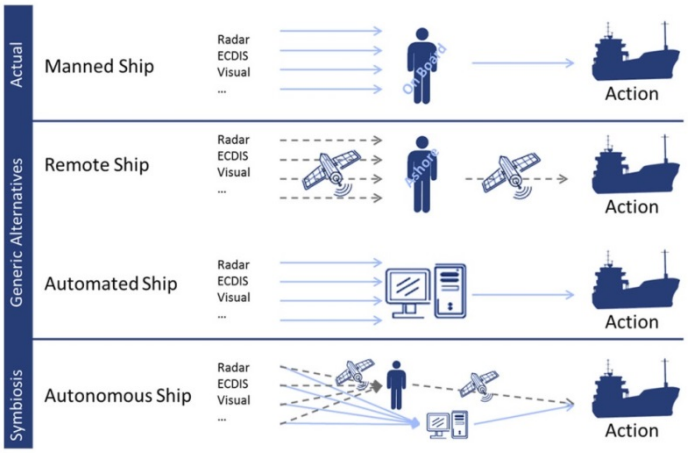
Shioji Maru

Remote Medical Experience

Web Camera (Shioji Maru)

MUNIN : Maritime Unmanned Navigation through Intelligence Networks
（情報ネットワーク経由の船舶無人航法）

- Drone Cargo Ship
- Rolls-Royce Holdings Plc
  (Blue Ocean development team)
- Co-funded by the European Union
  (欧州連合)
  → 3.5 million-euro
  ($ 4.8 million)
- Unmanned, Remote-Controlled Ships



http://www.unmanned-ship.org/munin/

Autonomous Ship

Manned Ship (Actual)	• Ship Handling by Crew • Decision making by human + Support by System (Tool)
Remote Ship	• Remote Control • Decision Making by Human + Ship handling by System
Automated Ship	• Direct route and operation • Direct and support by human＋advanced decision support systems
Autonomous Ship	• Autonomous → Unmanned ship • all the operational decisions independently without intervention of a human operator

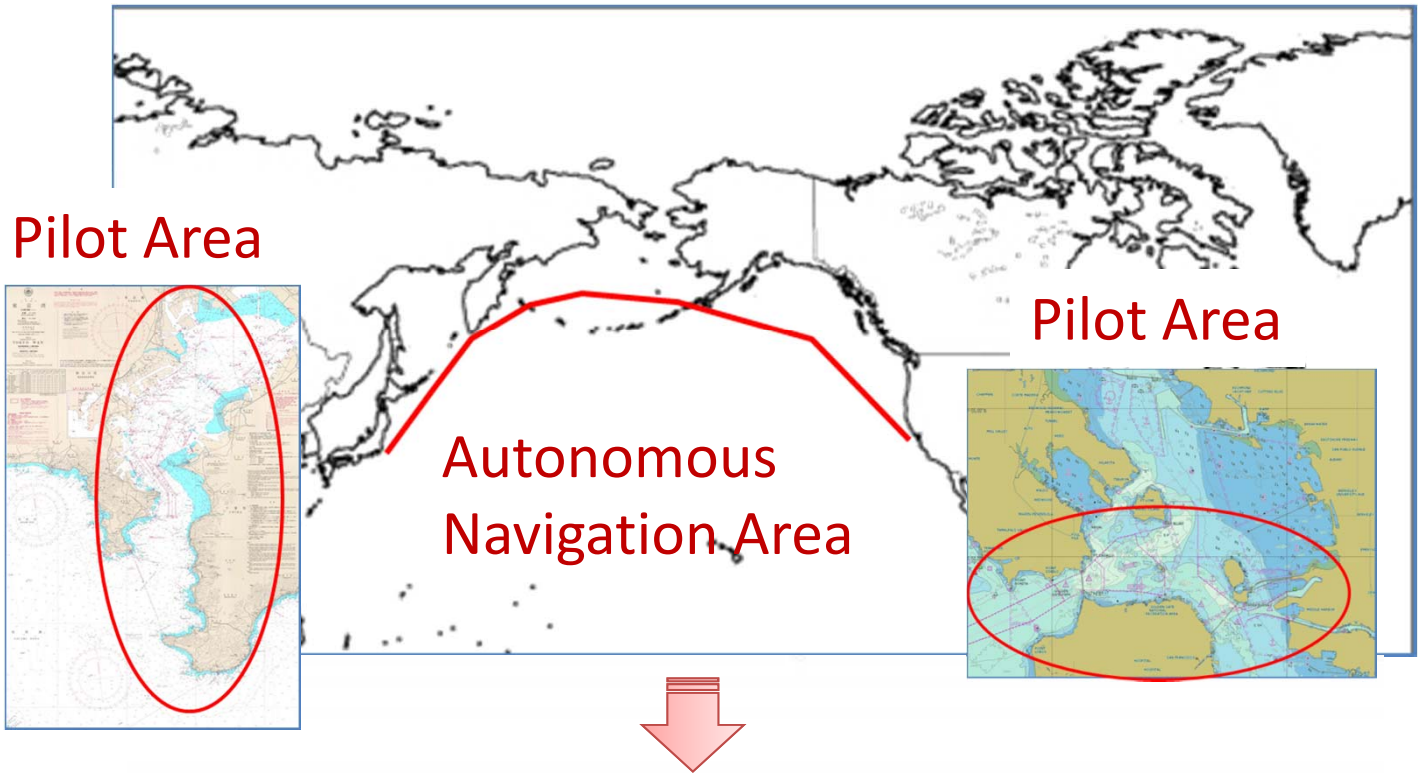
MUNIN

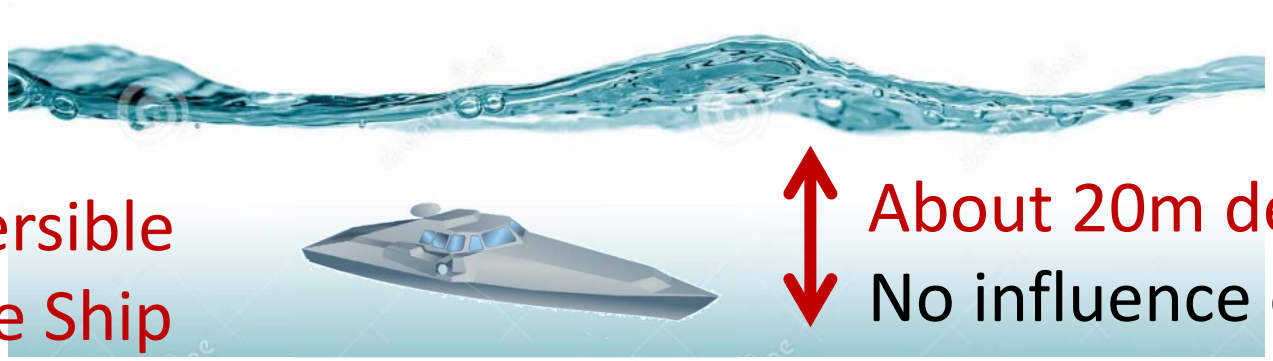
- Background
  - Shortage of seafarers in the future
  - Slower sailing speeds → Economic and environmental benefits (12 %～15% less fuel)
  - Way out of the impasse of a shortage in the supply of seafarer (about 5%) → Increasing transport volumes
  - Reduce risks such as piracy → No hostages to capture
  - Crew costs can be reduced (about 20%)
  - Human error causes most maritime accidents → reduce accidents

- Realization of MUNIN
  - Captains to operate ship remotely
  - Remote control from land using satellite communication system
  - Advanced sensor module → Receive realtime ship's data at
  - Simulates 360-degree views from a vessel's bridge
  - GPS→ Accurate ship's position
  - Preventive maintenance and emergency back-ups
  - Reducing the time seafarers spend away from their families

http://www.unmanned-ship.org/munin/

Ship Navigation in the Near Future？



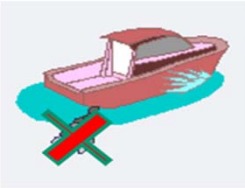


Submersible
Surface Ship

About 20m depth
No influence of wave

New Types of Electric Boats - RAICHO

環境負荷低減への対応


排ガス削減

油流出事故防止

交通渋滞の緩和

省人化・無人化が進められた陸上交通システム

地下鉄大江戸線(ワンマン運転)

ゆりかもめ(無人運転)

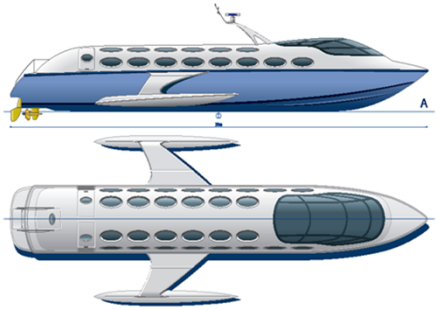
ドバイメトロ(無人運転)

環境への影響を考慮した次世代水上交通システム

- **電池推進船・運航管理システム導入による環境負荷低減**
- **自動化技術導入による省人化・無人化**

Reduction in air and water pollution and helping slow global warming.

- **自動操縦電池推進船**
  - ○○○製造
  - 総トン数約20トン
  - 最大船速14ノット
  - 定員30名
  - 無人で航行できるようにするための航海支援機器を搭載
  - 下記、先端ナビゲーションシステムと接続するための機器を搭載

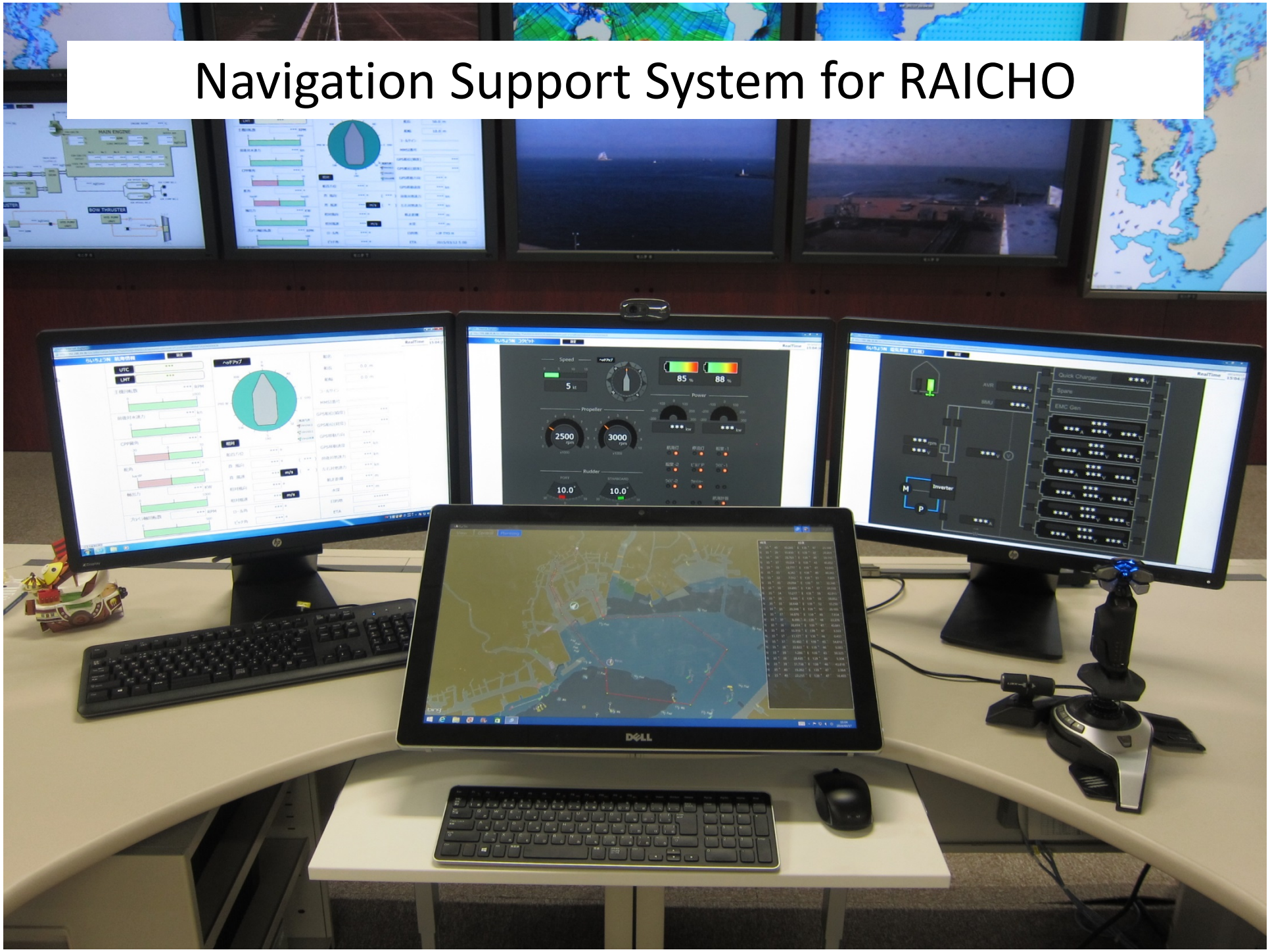


- **船舶用自動急速充電器**
  - (株)アルバック製造
  - 現在の急速充電器と同様にCHAdeMOプロトコルに対応
  - 電池推進船に自動で接続し充電を行うシステムを開発

- **先端ナビゲーションシステム(改修)**
  - 日本無線(株)製造
  - 新たに建造する電池推進船と接続できるように改修
  - データ通信回線には衛星ではなく携帯電話回線等を利用
  - 電池推進船の運航データを蓄積
  - 陸上から電池推進船の運航を管理

Automatic control

Navigation Support System for RAICHO



Advanced Navigation System

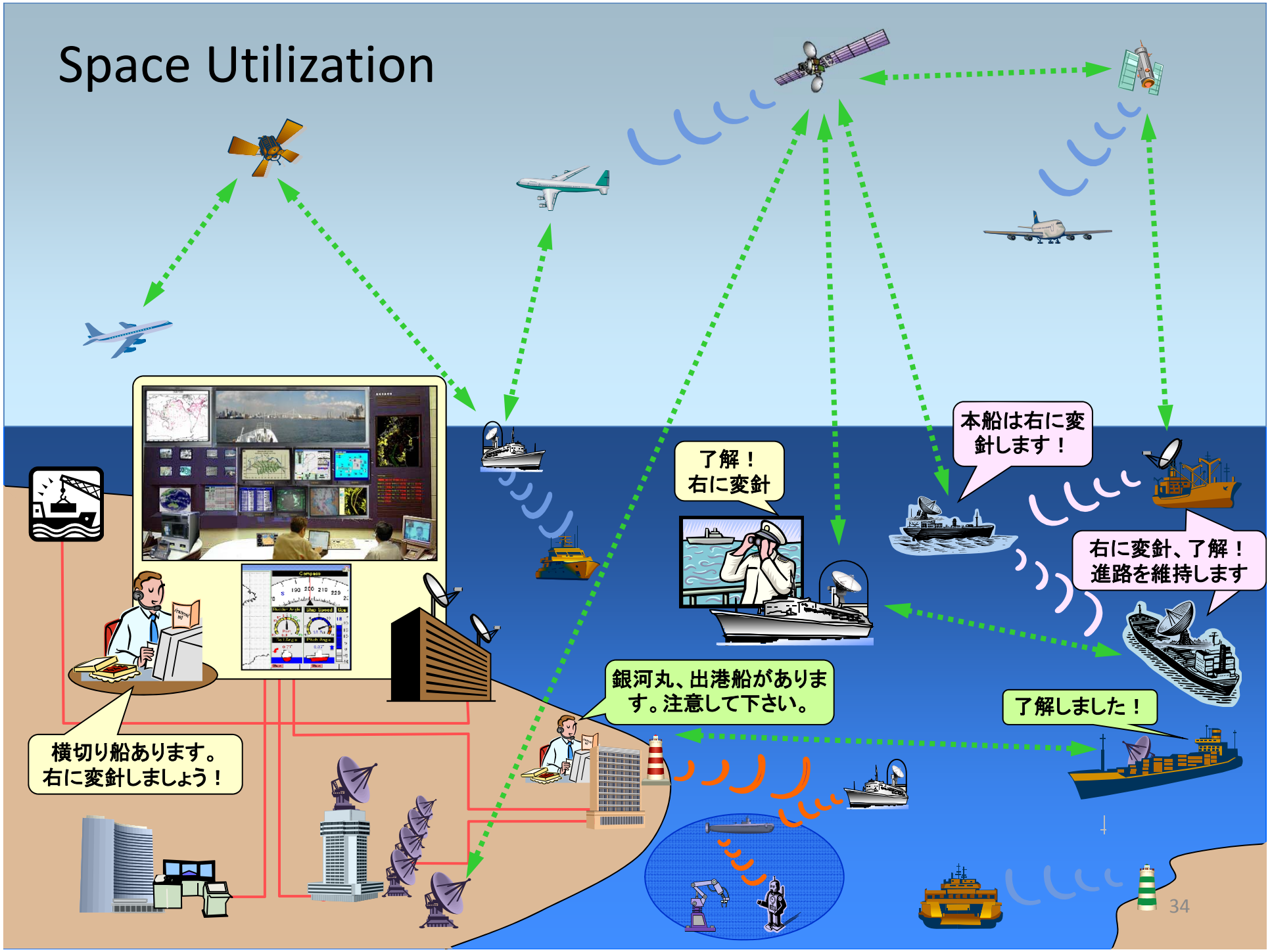
Integrated ECDISTraining System

Virtual Shioji Maru

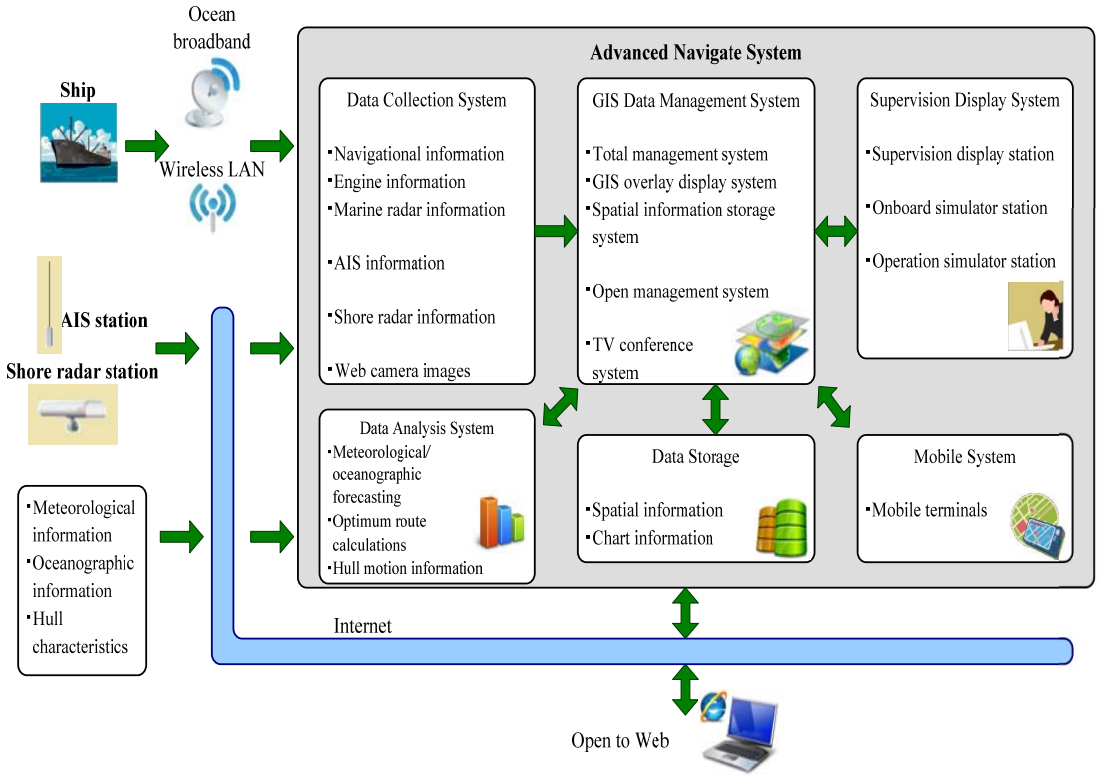
Using Maritime BB and Maritime GIS, we make our dream come true.

END

Space Utilization



Configuration of System and Available Data

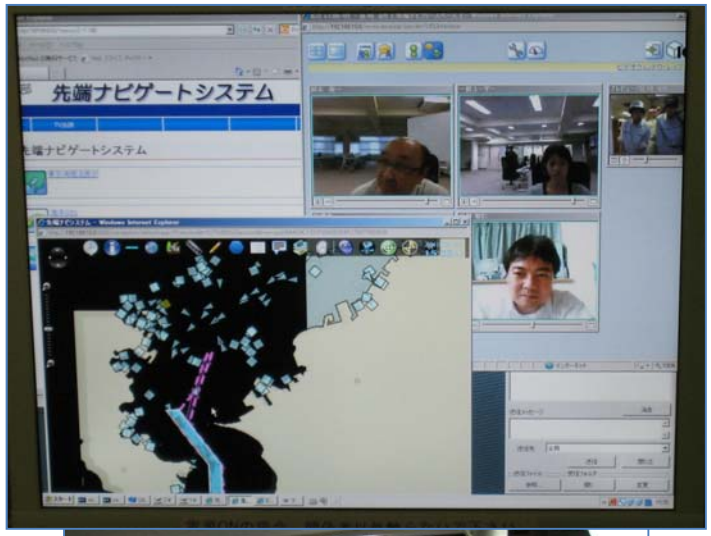


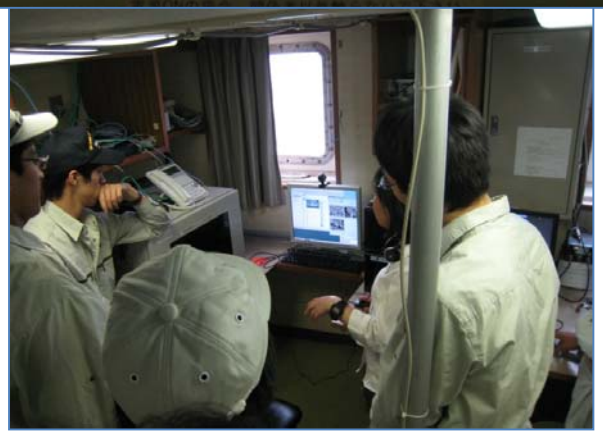
Configuration of System

Available Data

Webによる利用

Web会議
（汐路丸ー大学）

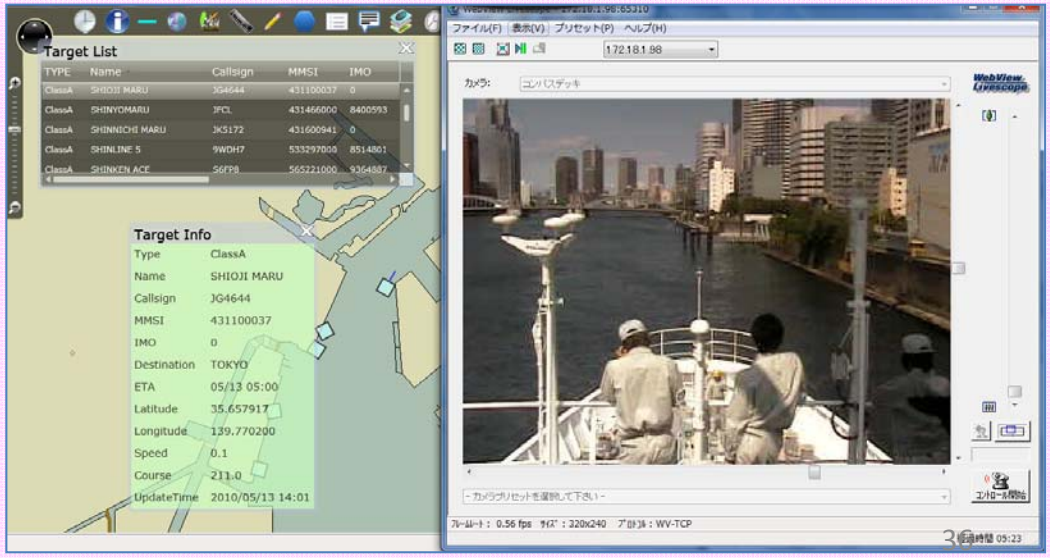




汐路丸

東京海洋大学
遠隔医療実験

船舶Webカメラ（汐路丸）



汐路丸での演習風景

授業・実習等での利用

海洋GIS機能

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16)

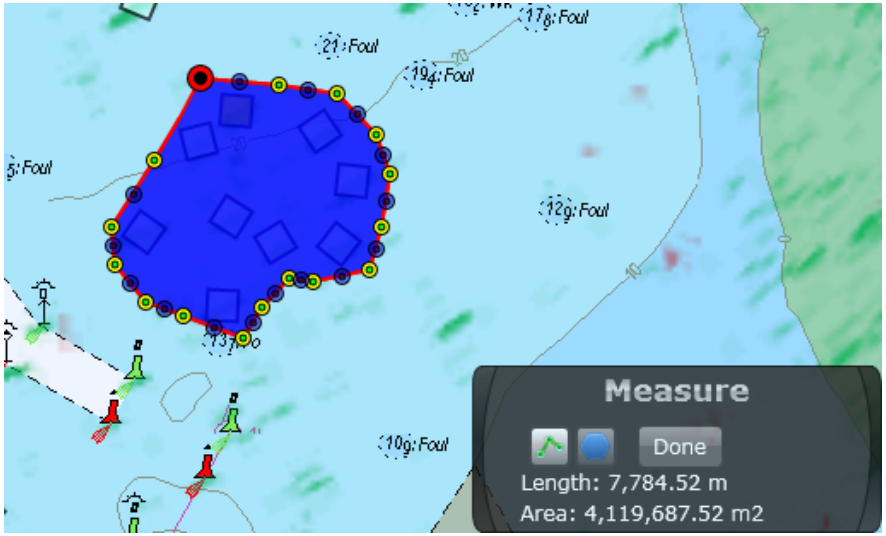
アイコン選択による機能

(1) 時計表示
(2) 緯度経度表示
(3) スケール表示
(4) チャート属性
(5) AIS属性
(6) 計測ツール
(7) 描画ツール
(8) ガードゾーン設定
(9) AISターゲットリスト
(10) AISテキストメッセージ
(11) レイヤ設定
(12) プレイバック設定
(13) GPV表示設定
(14) レーダーエコー表示設定
(15) 風向風速表示設定
(16) レーダーマスク表示設定

海洋GIS機能（計測ツール）

■ 距離・経路

■ エリア



海図上における任意の距離・経路（長さ）やエリア（面積）の計測が可能

■ データベース

データストレージ

- DBMS（Data Base Management System）

  PostgreSQL ver8.1

  SQL言語、安定性、情報が豊富、低コスト

- 共有ファイルシステム

  NFS、SAMBA

- 容量

  5Tバイト×5台

- データ種類

  AISデータ（クラスA、B、ベースステーションなど14種類のメッセージを受信後、
  合成してテーブルに格納、および、デコード前のNMEAメッセージ）

  船舶データ（航海情報、機関情報、レーダ画像）

  レーダ局データ（レーダ画像、風向風速）

  気象データ（CWM：日本沿岸波浪数値予測値データ
  GWM：全球波浪数値予測値データ）

データキー１

AIS情報

No.	項目名称	項目名称	Type	制約	Def	備考
1	取得元ID	source_place_id	char(5)			pk
2	MMSI番号	mmsi_no	char(10)			pk
3	日付	current_dt	numeric(8,0)			pk, yyyymmdd
4	時刻	current_tm	numeric(6,0)			pk, hhmmss

航海情報、機関情報、レーダ情報、風向風速情報

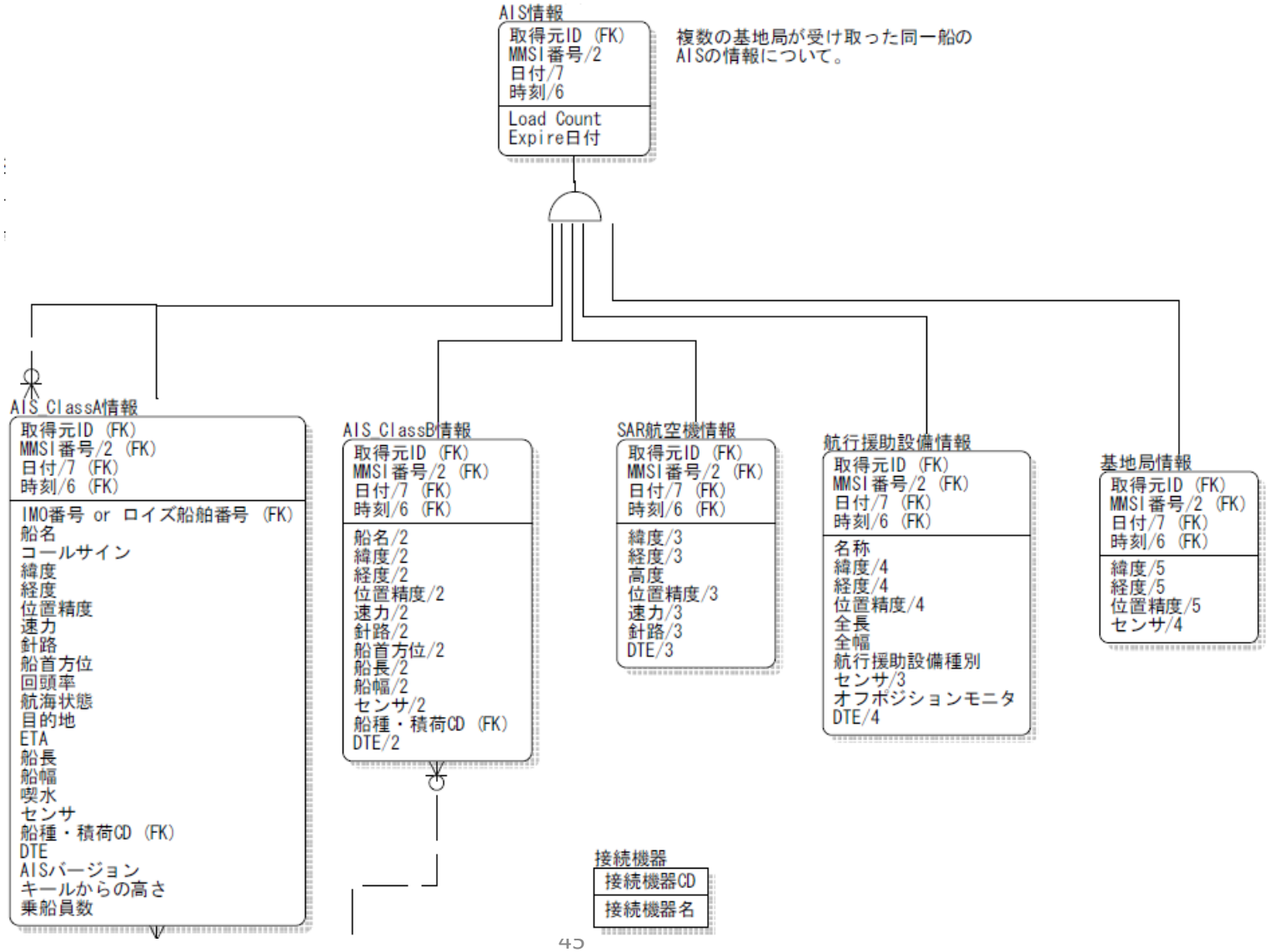
No.	項目名称	項目名称	Type	制約	Def	備考
1	取得元ID	vessel_id or source_place_id	char(8)			pk
2	日付(世界)	current_w_dt	numeric(8,0)			pk, yyyymmdd
3	時刻(世界)	current_w_tm	numeric(6,0)			pk, hhmmss

データキー２

気象情報

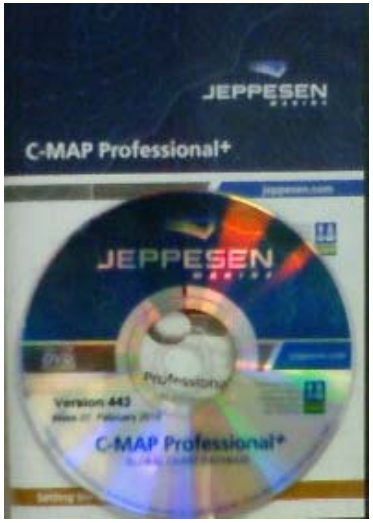
No.	項目名称	項目名称	Type	制約	Def	備考
1	気象エリアID	weather_area_id	char(5)			pk
2	気象種別CD	weather_kind_cd	char(1)			pk,H001
3	予報実測フラグ	forecast_actual_flg	char(1)			pk,0:予報 1:実測
4	発表日付	announce_dt	numeric(8,0)			pk,yyyymmdd
5	発表時刻	announce_tm	numeric(6,0)			pk,hhmmss
6	予報日付	forecast_dt	numeric(8,0)			pk,yyyymmdd
7	予報時刻	forecast_tm	numeric(6,0)			pk,hhmmss
8	気象データソースCD	data_source_cd	char(2)			pk,H010

データ関連図例

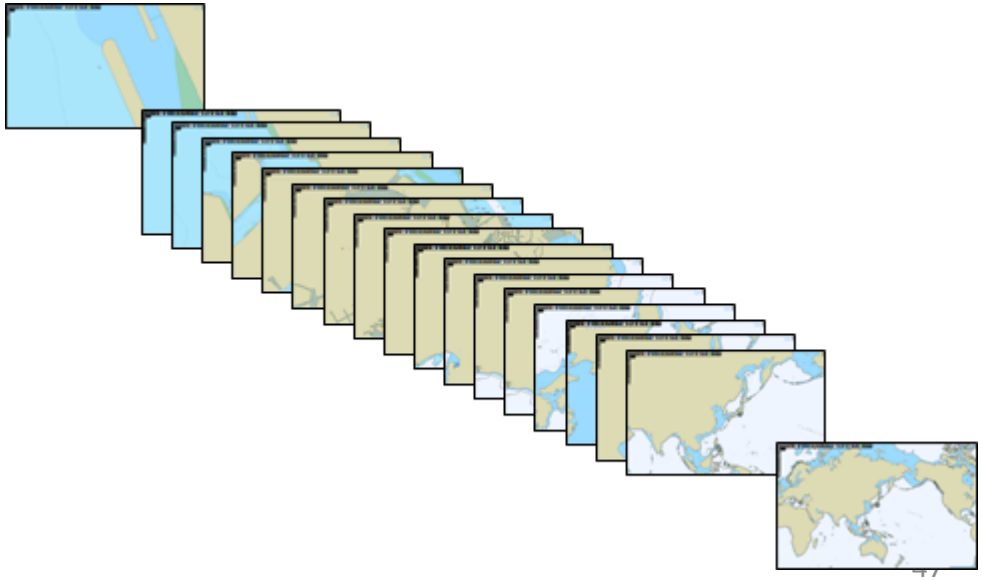

AIS情報
取得元ID (FK)
MMSI番号/2
日付/7
時刻/6
Load Count
Expire日付
複数の基地局が受け取った同一船の
AISの情報について。
AIS ClassA情報
取得元ID (FK)
MMSI番号/2 (FK)
日付/7 (FK)
時刻/6 (FK)
IMO番号 or ロイズ船舶番号 (FK)
船名
コールサイン
緯度
経度
位置精度
速力
針路
船首方位
回頭率
航海状態
目的地
ETA
船長
船幅
喫水
センサ
船種・積荷CD (FK)
DTE
AISバージョン
キールからの高さ
乗船員数
AIS ClassB情報
取得元ID (FK)
MMSI番号/2 (FK)
日付/7 (FK)
時刻/6 (FK)
船名/2
緯度/2
経度/2
位置精度/2
速力/2
針路/2
船首方位/2
船長/2
船幅/2
センサ/2
船種・積荷CD (FK)
DTE/2
SAR航空機情報
取得元ID (FK)
MMSI番号/2 (FK)
日付/7 (FK)
時刻/6 (FK)
緯度/3
経度/3
高度
位置精度/3
速力/3
針路/3
DTE/3
航行援助設備情報
取得元ID (FK)
MMSI番号/2 (FK)
日付/7 (FK)
時刻/6 (FK)
名称
緯度/4
経度/4
位置精度/4
全長
全幅
航行援助設備種別
センサ/3
オフポジションモニタ
DTE/4
基地局情報
取得元ID (FK)
MMSI番号/2 (FK)
日付/7 (FK)
時刻/6 (FK)
緯度/5
経度/5
位置精度/5
センサ/4
接続機器
接続機器CD
接続機器名

■　海図（チャート）

海図（C-MAP）

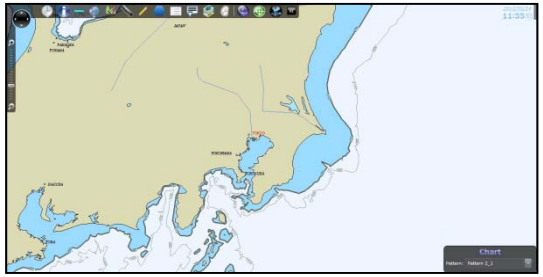


海図は
C-MAP Professional+ World Coverage
を使用
イントラネットにおけるWebアプリケーション
同時6ライセンス（アカデミーパック）

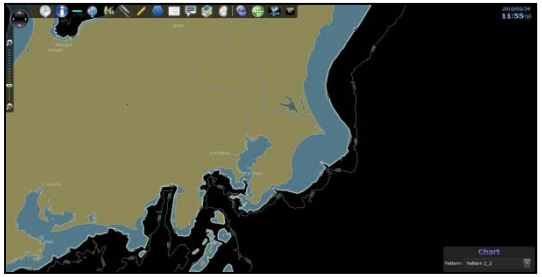


19段階の拡大縮小表示
0.005NMレンジ
から
2000NMレンジ

チャートサーバ（表示色設定）

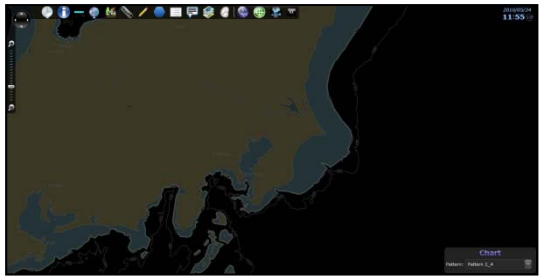


Color 01

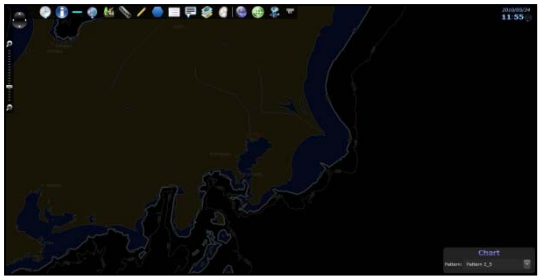


Color 02

Color 03



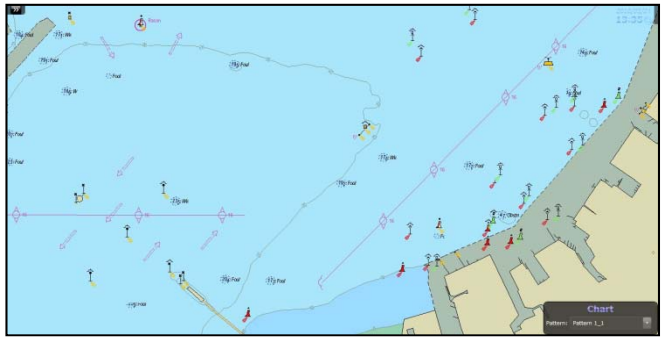
Color 04



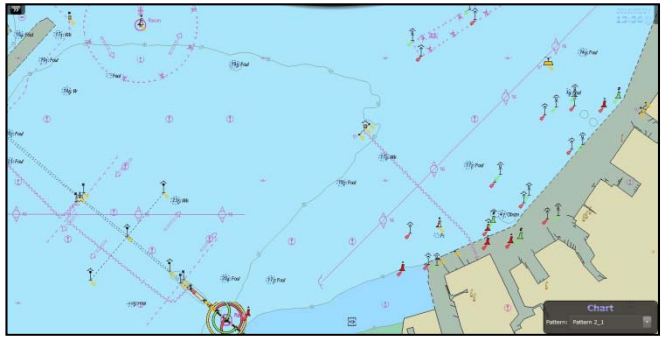
Color 05

チャートサーバにて最大16パターンの表示色が設定可能
（ Color 01 から Color 16 ）

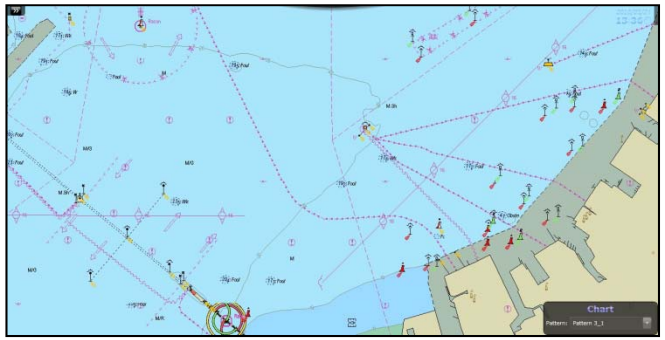
チャートサーバ（オブジェクト設定）



Pattern 01 –Base-



Pattern 02 –Standard-



Pattern 03 –ALL-

チャートサーバにて最大16パターンのオブジェクト設定が可能
（ Pattern 01 から Pattern 16 ）

221 Class のOn/Off設定

Base： 85 Classes
Standard：147 Classes
ALL：221 Classes

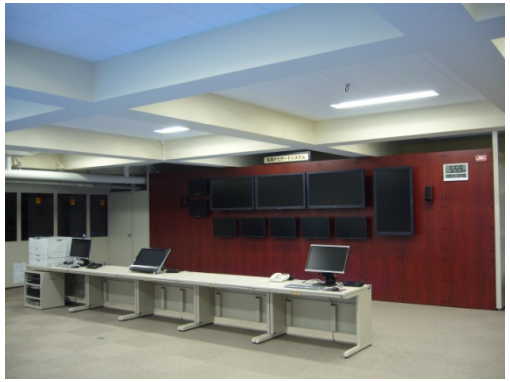
■ 主な機器のスペック

管理コンソール

- 監視表示パネル画面の操作
  各表示アプリ画面の操作
  KVM（Keyboard/Video/Mouse）ｽｲｯﾁ接続
  OSD (On Screen Display)による切替

- 監視表示パネルの選択
  モニタへの出力画面選択，スピーカへの出力音声選択
- TV会議
- レーダーサイトの遠隔制御
  送信起動／停止，パルス幅設定，伝送品質設定（3段階）
  ビデオ処理制御（利得,海面反射抑制,干渉除去など）
- Webカメラ管理者操作

監視表示ステーション



各種サービス画面の表示
表示画面の選択操作
縦型モニタによる東京湾表示

主なスペック

- 62型モニタ　１台
- 46型モニタ　８台
- 21.5型テレビ　２台
- 表示処理装置（PC）インテル Core2 Duo　９台
- 16系統の映像・音声マルチスイッチャ　１式
- 管理用処理装置（KVM含む）　１式
- 切替装置（PC）タッチパネル　Windows 7　１台

サーバ架（２架構成）

各種サーバー処理装置（保守コンソール付）
大容量共有ディスク
L3-SW , L2-SW
無停電電源装置

- ハイエンドPCサーバ　６台
  クアッドコア Xeon 2.00GHz , HDD 300GB
  Windows Server ３台　,　Linux Server ３台
  GISデータ管理サーバ , Webサーバ , コンテンツサーバ
  気象・海象解析サーバ , TV会議サーバ
- PCサーバ　５台
  インテルCore2 Duo , HDD 160GB , Microsoft Xp
  最適航路・船体運動解析サーバ , データ収集サーバ , 海図情報サーバ
  レーダー通信装置（船舶／サイト）
- 共有ディスク　24TB + 6TB(ﾊﾞｯｸｱｯﾌﾟ)RAID5　１式

レーダー装置

レーダー空中線
通信制御装置
無停電電源装置

- レーダー空中線
  9フィートタイプスロットアレイ型空中線 , 送信電力 25kW
  送受信周波数 9410MHz
- 通信制御装置
  インテルCore2 Duo , HDD 160GB , Microsoft Xp
  レーダー遠隔制御 , レーダーエコーの蓄積・転送
  海面反射抑圧・雨雪反射抑圧・レーダー干渉除去

AIS , Webカメラ , 風向風速計

■ AIS受信装置

受信周波数　　156.025MHz～162.025MHz
AISチャネル　AIS1:161.975MHz,AIS2:162.025MHz

■ Webカメラ

有効画素数34万画素 , 26倍ズーム , パン・チルト
JPEG , 遠隔制御

■ 風向風速計

測定範囲　　風速　0～90m/s　風向　0～355°
測定分解能　風速　0.1m/s　　風向　1°