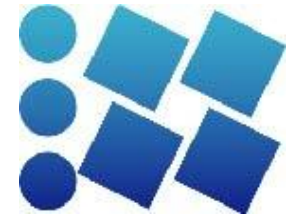
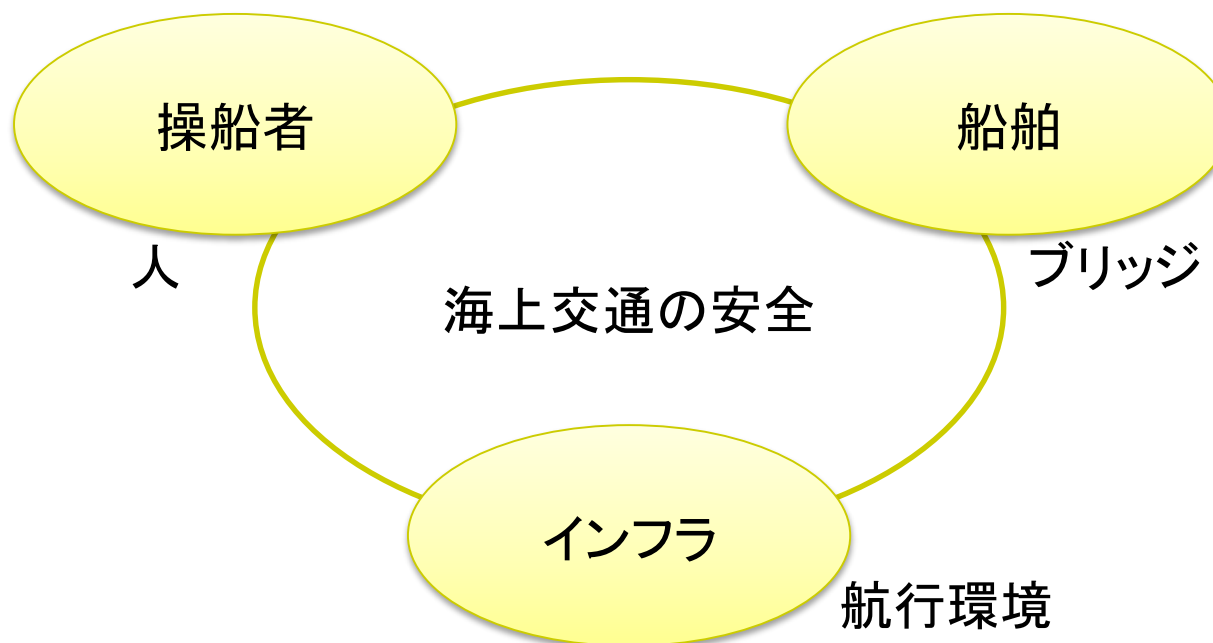


海上交通の データ解析と安全設計



海洋リスク評価系 リスク解析研究グループ長
伊藤 博子



海上交通の安全を構成する要素を総合的に考える必要性

データ活用による現状理解から

海上交通の安全について、

- データ活用による現状理解
 - 事故の記録から事故DBへ
 - 事故DBからの経験知の獲得
- 現状理解からシステム設計へ

データ活用による現状理解

- 公共の財産となっている多くの事故記録
- 現在の活動の実績データ

事故記録

(旧) 海難審判庁 裁決録

運輸安全委員会 船舶事故調査報告書

海上保安庁 要救助海難統計

厚生労働省 労働災害発生状況

関連団体資料

各社資料

⋮

実績データ

AIS航跡データ

国土交通省 港湾関係情報・データ

海上保安庁 海上保安統計年報

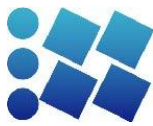
日本海運集会所 船舶明細書

関連団体資料

各社資料

⋮

データ活用による現状理解 — 事故記録 —



National Maritime
Research Institute

事故記録

(旧) 海難審判庁

運輸安全委員会

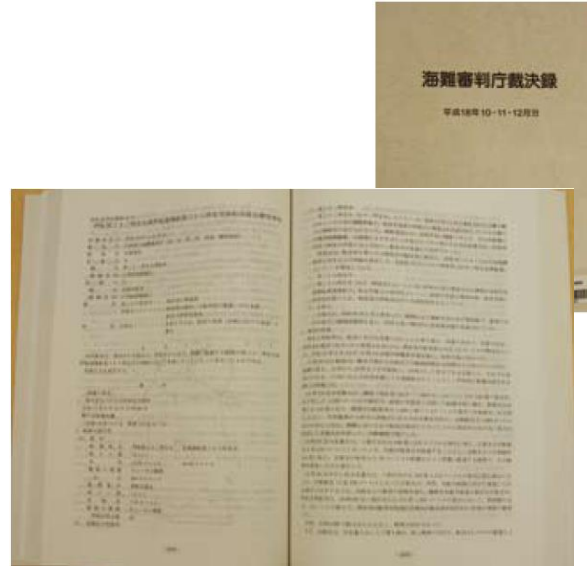
海上保安庁

厚生労働省

関連団体資料

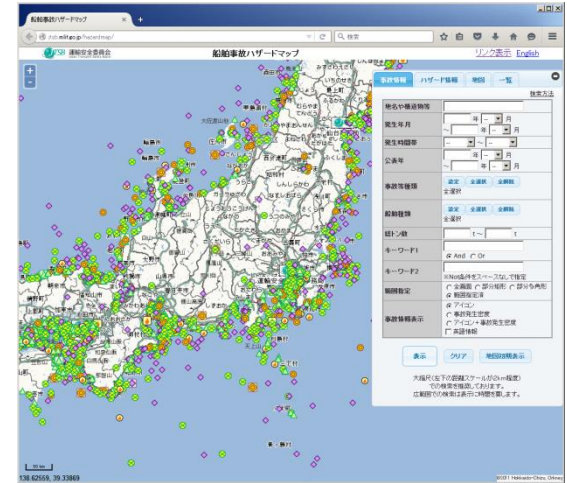
各社資料

:



(旧) 海難審判庁

2012年までの言渡分
約800件/年

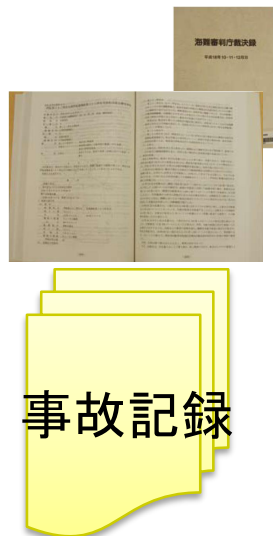


運輸安全委員会

2007年以降発生分
約900件/年

事故の記録からの経験知の獲得が望まれる

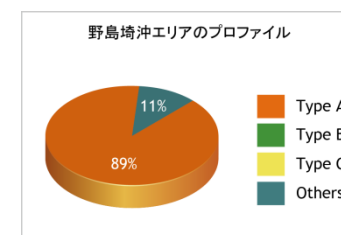
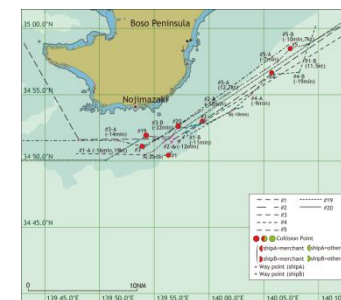
事故記録からの経験知の獲得



事故の記録から
事故データベースへ

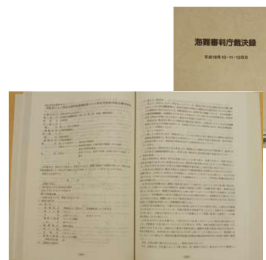
事故DBからの
経験知の獲得

事故に関する知識



事故記録から事故のデータベースへ

— テキストデータを活用するための基盤として —



事故記録

事件別テキストデータ

- 件名
- 発生日時
- 発生場所
- 主文
- 事実の経過

項目別の
事故属性

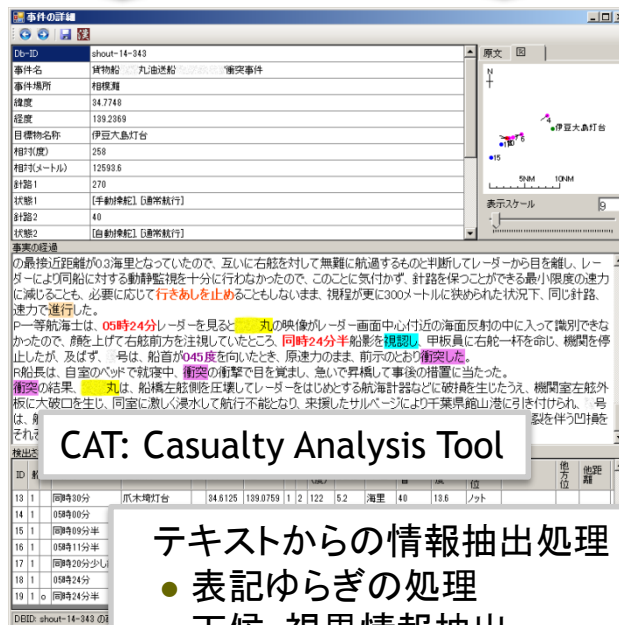
記述文

位置情報 (定義)

- 海図・地図
- 灯台表

情報処理ツール

- 自然言語処理
- 正規表現
- 辞書



事件の詳細

Id-ID	shout-14-343
事件名	貨物船 丸島造船 衝突事件
事件場所	相模湾
緯度	34.7748
経度	139.2369
目標物名称	伊豆大島灯台
相対高度	258
相対(メートル)	12593.6
針路1	270
状態1	[手動操縦] [通常航行]
針路2	40
状態2	[自動操縦] [通常航行]

CAT: Casualty Analysis Tool

ID	時刻	位置	速度	航向	状態	備考						
13	同時30分	伊豆大島灯台	34.6125	139.0759	1	2	122	5.2	海里	40	13.8	ノット
14	同時00分											
15	同時09分半											
16	同時11分半											
17	同時20分少し											
18	同時24分											
19	同時24分半											

テキストからの情報抽出処理

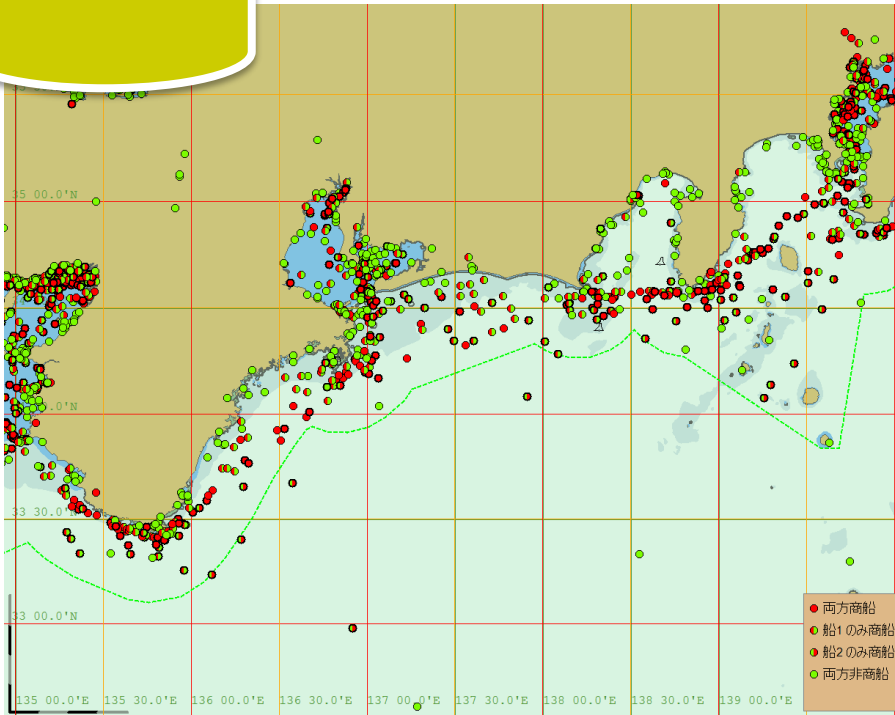
- 表記ゆらぎの処理
- 天候・視界情報抽出
- 船舶毎の時刻・位置情報抽出
- 事件発生場所抽出



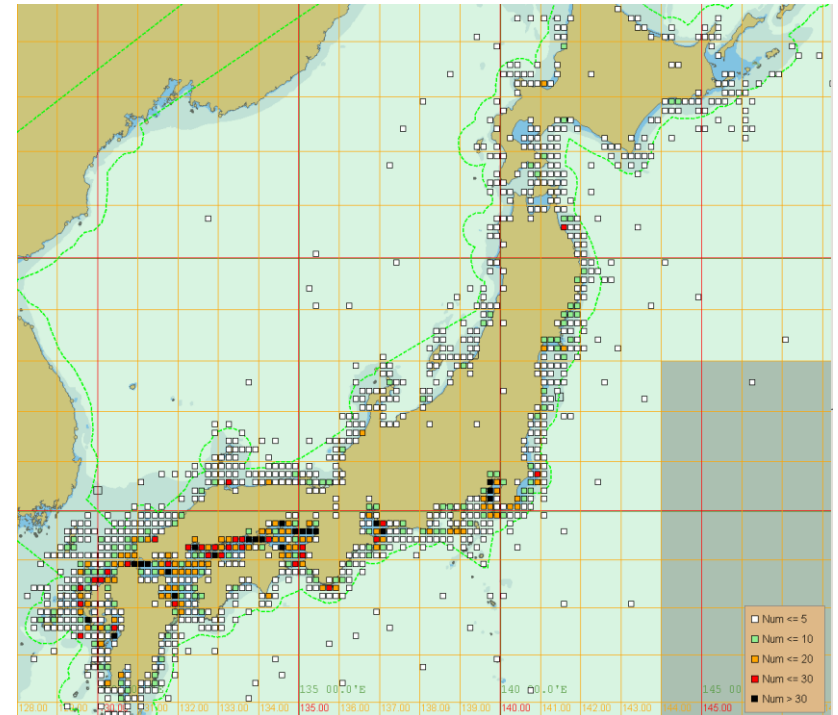
海難事故
DB

項目別の事故属性
+
時刻・位置・気象等

海難事故 DB



衝突海難の発生場所 (商船・非商船別)



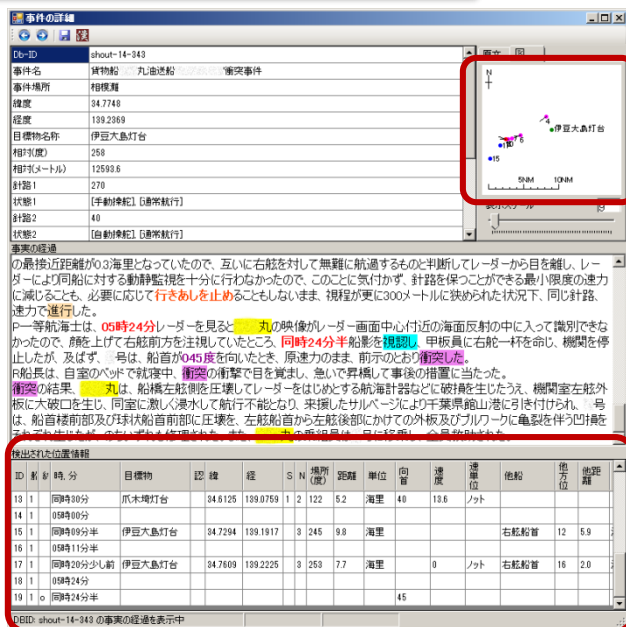
衝突海難の発生数の分布
(海難審判庁裁決録 1990~2008年より)

事故DBからの経験知の獲得

— 構造化された事故データからの抽出 —

位置情報の活用例

CAT: Casualty Analysis Tool

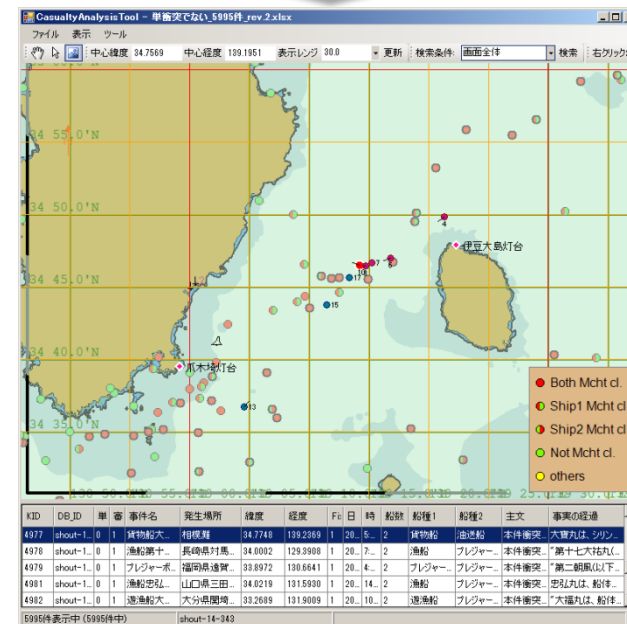


時系列の両船挙動

ID	時刻	目標物	経緯	S	N	距離 (m)	距離 (海里)	単位	向き	速度	進路	進路 (度)	進路 (海里)
13	10時30分	爪木埼灯台	34.6125	139.0759	1	122	5.2	海里	40	18.6	ノット		
14	10時00分												
15	10時09分半	伊豆大島灯台	34.7284	139.1917	3	245	9.8	海里				右舷船首	12
16	10時11分半												
17	10時20分少し前	伊豆大島灯台	34.7809	139.2225	3	253	7.7	海里				ノット	16
18	10時24分												
19	10時24分半												45

位置情報 (定義)

- 海図・地図
- 灯台表



事故に至る航跡(船舶毎)

KID	OB_ID	単	番	事件名	発生場所	緯度	経度	F	日	時	船種	船種1	船種2	主文	事象の経過
4977	shout-1	0	1	貨物船大	相模湾	34.7748	139.2369	1	20	5	2	貨物船	油船	本件衝突	大富丸は、シリン
4978	shout-1	0	1	漁船第十	長崎県対馬	34.8002	129.8908	1	20	7	2	漁船	プレジャー	本件衝突	「第十七大丸」
4979	shout-1	0	1	プレジャー	福岡県遠賀	33.8972	130.6641	1	20	4	2	プレジャー	プレジャー	本件衝突	「第二朝風」以下
4981	shout-1	0	1	漁船忠弘	山口県三田	34.0219	131.5930	1	20	14	2	漁船	プレジャー	本件衝突	忠弘丸は、船伴
4982	shout-1	0	1	漁船船大	大分県関門	33.2689	131.9009	1	20	10	2	漁船	プレジャー	本件衝突	「大福丸」は、船伴

{船舶, 時刻, 位置, 進路} のセット

事故に至る航跡(船舶毎)

事故DBからの経験知の獲得

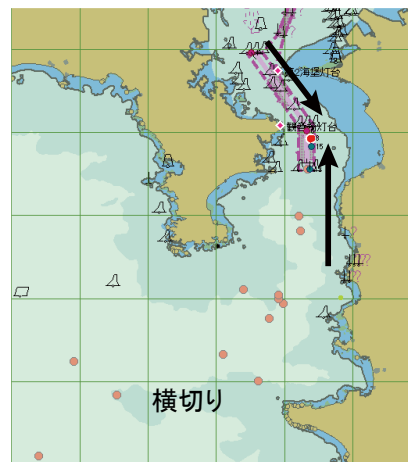
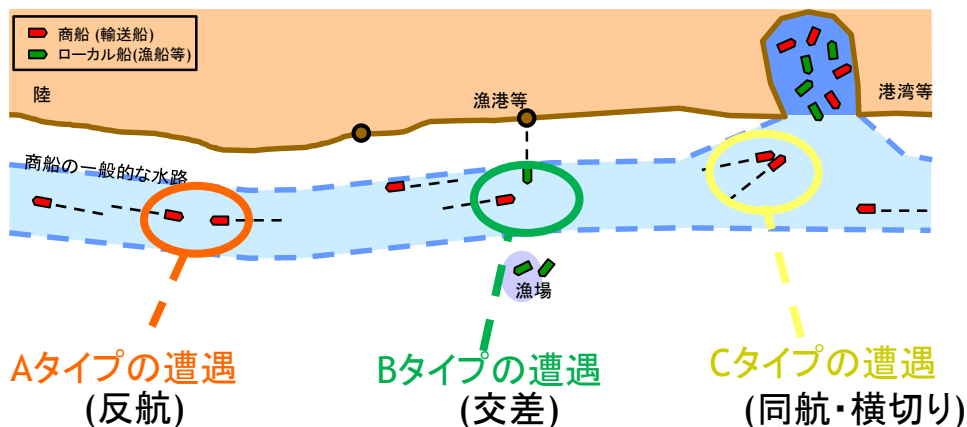
— 構造化された事故データからの抽出 —

位置情報の活用例

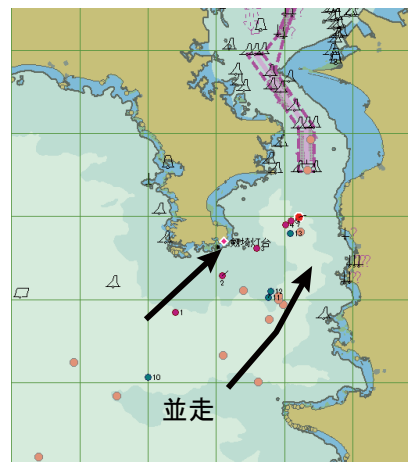
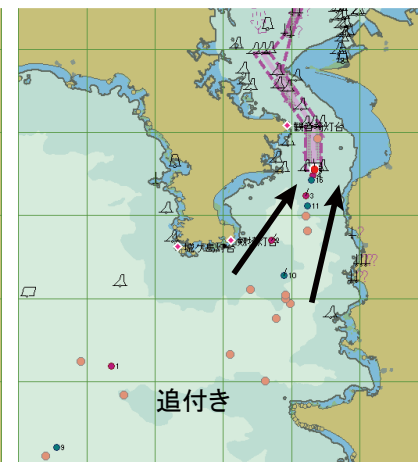
事故に至る航跡(船舶毎)

- 衝突約7300件
- 他に、乗揚、火災、爆発、etc.

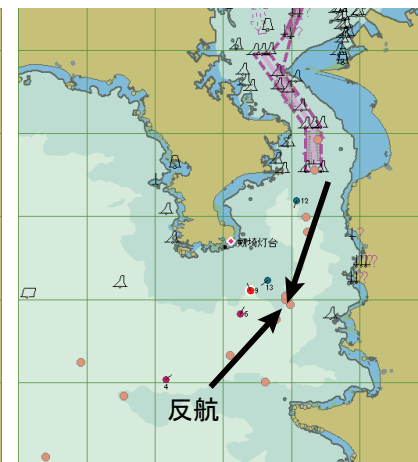
衝突海難に至る見合い関係の理解へ



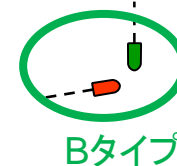
(a) 浦賀水道周辺



(b) 劔埼周辺

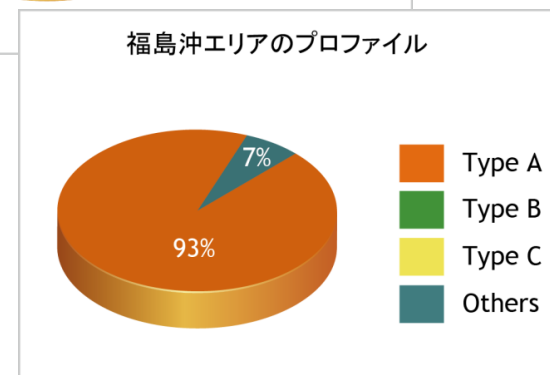
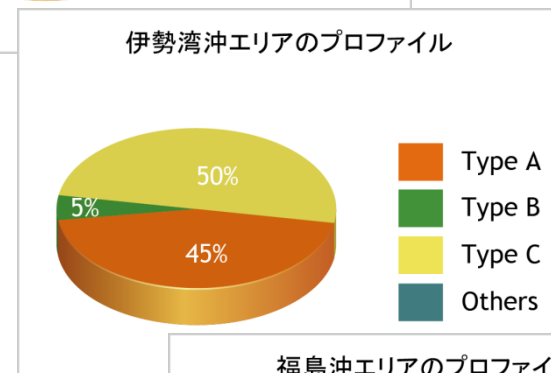
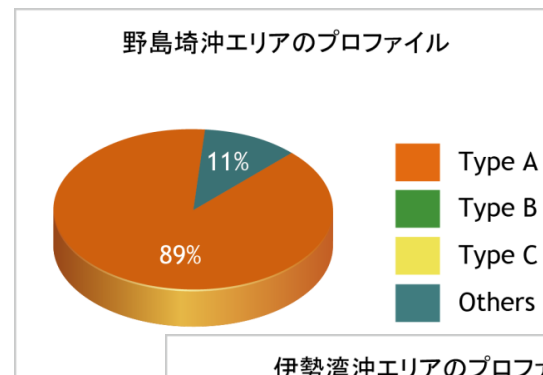
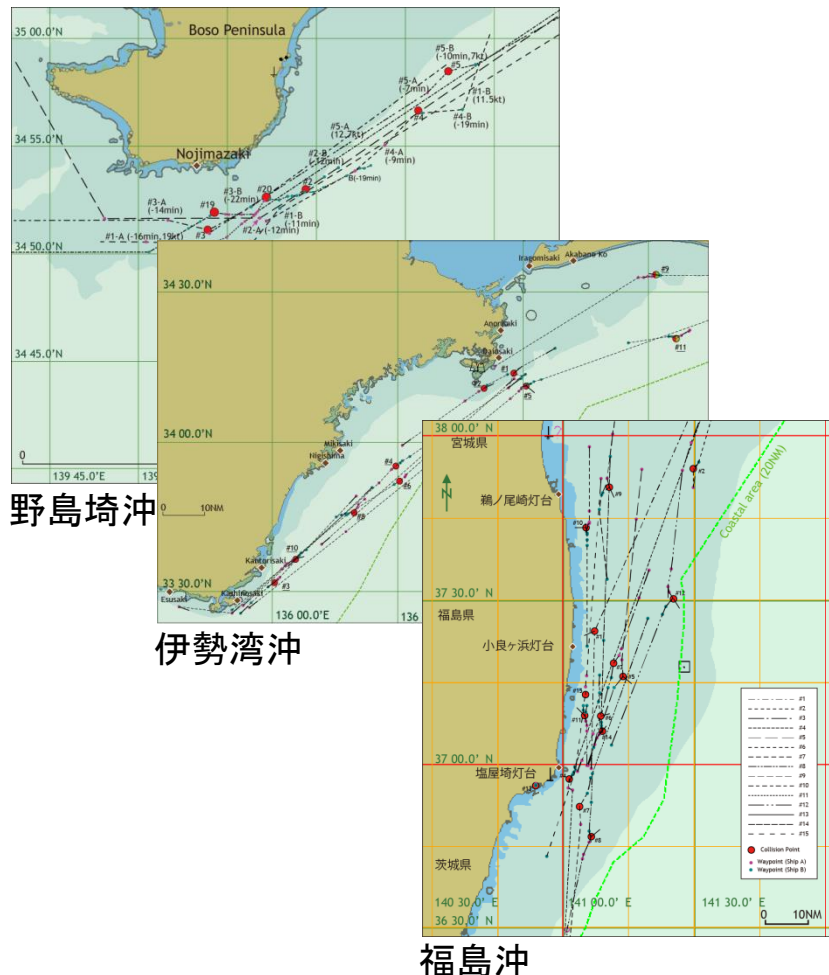


事故DBからの経験知の獲得



— 構造化された事故データからの抽出 —

沿岸域における衝突海難



海域毎の事故の様相が分かる

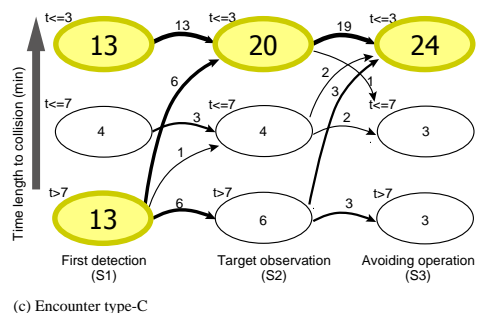
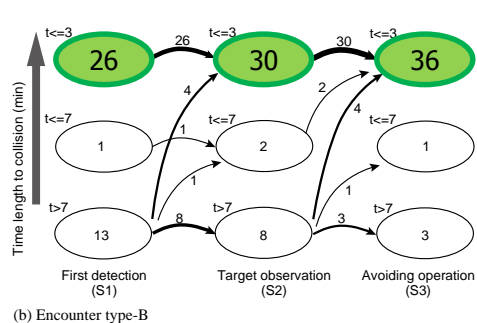
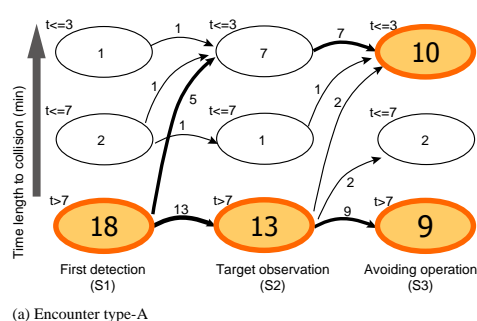
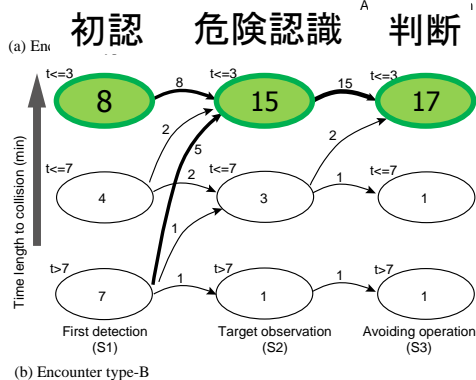
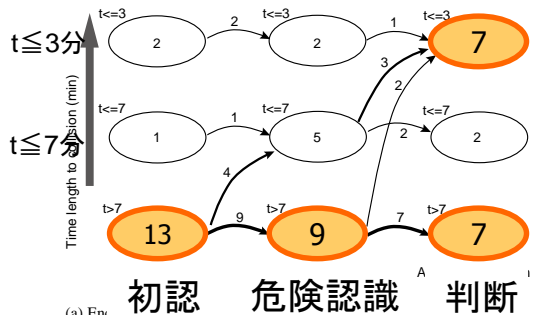
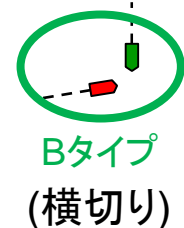
事故DBからの経験知の獲得

認知情報の活用例

相手船の認知状態の遷移図

野島埼エリア

伊勢湾エリア



早期の危険認知
にも関わらず、
衝突へ

初認の遅れによ
り衝突へ

危険認知が遅く
衝突へ

データ活用による現状理解 — 実績データ —

実績データ

AIS航跡データ

国土交通省

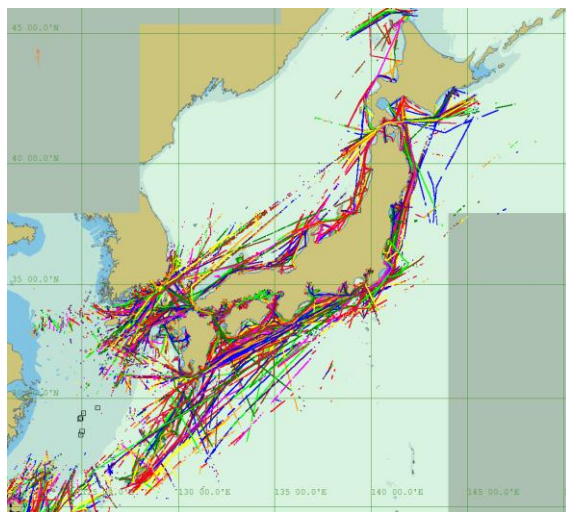
海上保安庁

日本海運集会所

関連団体資料

各社資料

:



AIS航跡データ

日本籍船の約2500隻がAISを、
約1000隻が簡易型AISを使用*

* 海上保安庁: 海難状況等について, H27.4

	主な内容	送信間隔
動的情報	位置情報、対地針路、対地速度など	航行中は速度等により2~12秒, 錨泊中は3分 (クラスA)
静的情報	呼出符号、船名、識別番号など	6分
航海関連情報	船の喫水、目的地など	6分
航海安全情報	任意のメッセージ	

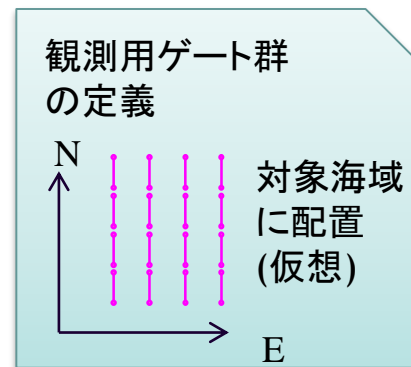
現在の活動に関する知識の獲得が望まれる

AIS航跡データからの現状理解

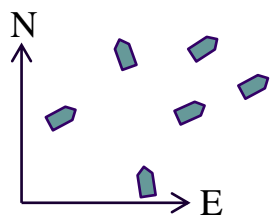


National Maritime
Research Institute

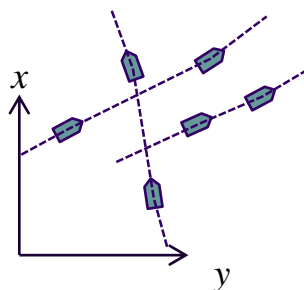
識別した船舶毎の航跡と観測用のゲート群で
海域の各部分の通航状態を把握



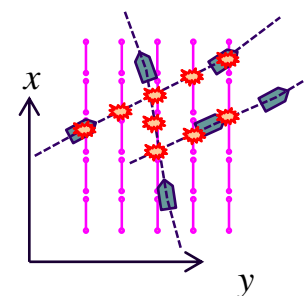
AIS航跡データ



- 船のID
- 緯度経度
- 時刻等...



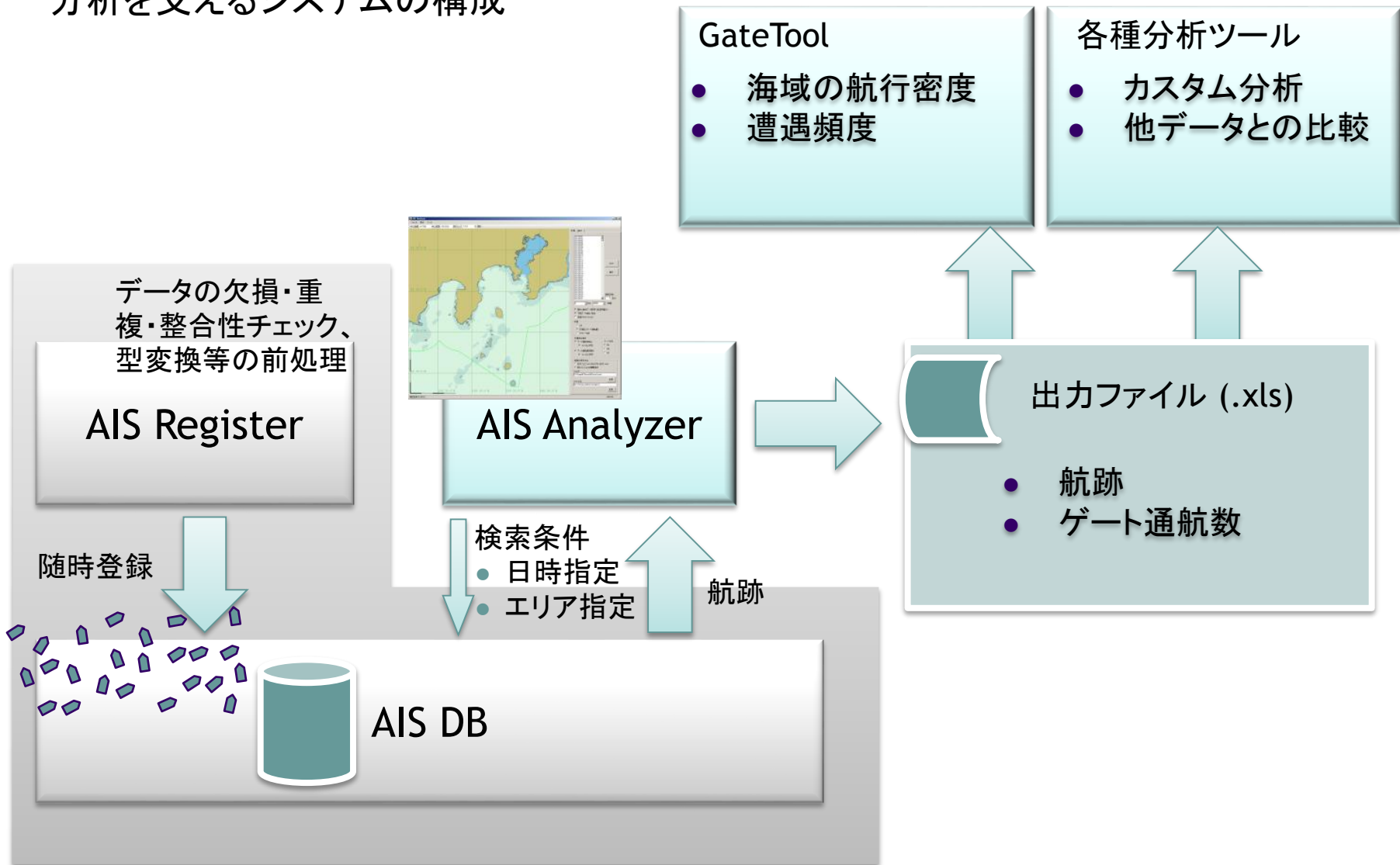
- 船ごとの航跡
(メートル座標)



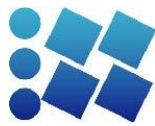
全船舶について全仮想ゲートと
の交差を検出、交差時の情報の
集約

AIS航跡データからの現状理解

分析を支えるシステムの構成



AIS航跡データからの現状理解

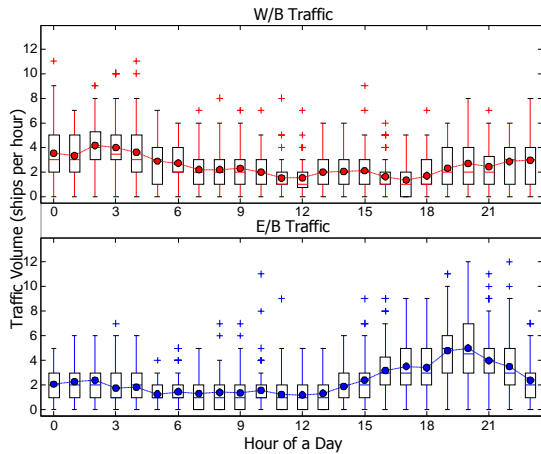
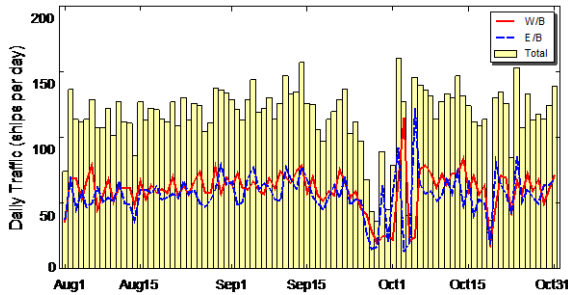


National Maritime
Research Institute

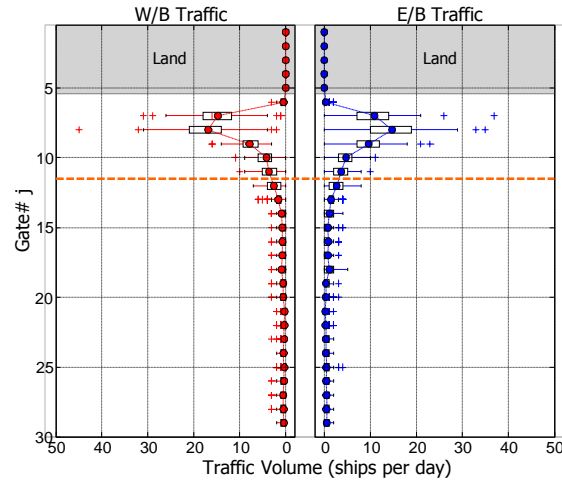
航跡情報の活用例

海域の通航量、通航位置、船舶の速度、大きさ等の整理

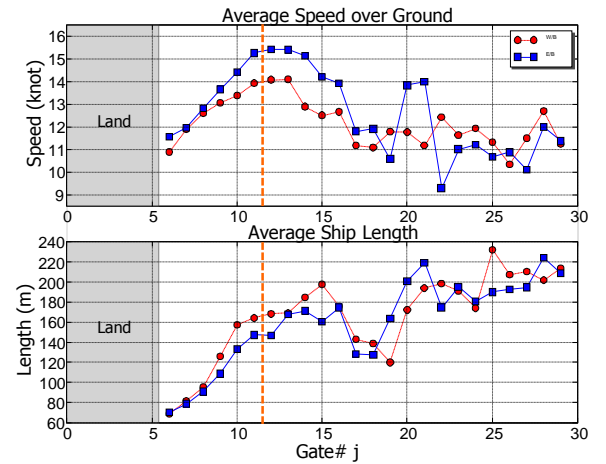
時間変動 (日別・時刻別)



位置の分布 (距岸)



船舶の速度、長さ (距岸)



AIS航跡データからの現状理解

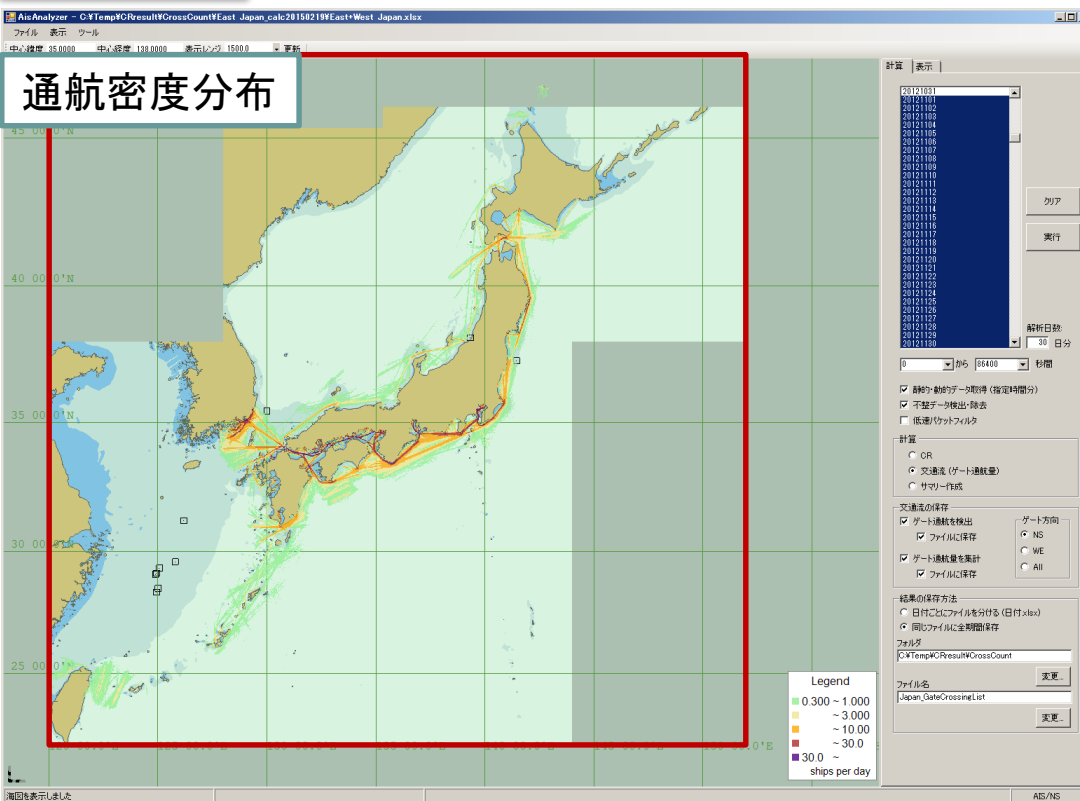
航跡情報の活用例

エリア定義
22.0~48.0°N
120.0~152.0°E

ゲート定義
(1441x1800個)
NS方向, WE方向

分析日時
2012.11.01~11.30
(各24h)

AIS Analyzer



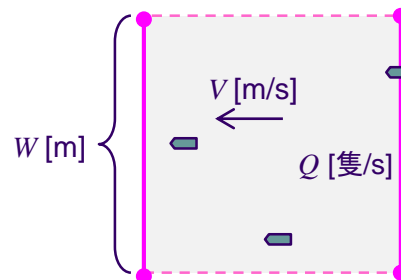
出力ファイル:

- 各ゲートを通航した船舶とその状態量一覧
- 各ゲートの通航数のマトリックス
- 各ゲートにて反航船の遭遇する頻度

交通密度の活用例

縦横に多数設置した仮想ゲート

ゲート間のエリアが均一とみなせば、交通密度が算出可能



$$\rho = \frac{Q}{V \cdot W}$$

ρ : 船舶の密度
 Q : 航行する船舶数
 V : 船速
 W : 航路の幅

両側から来る船舶が時間あたりに遭遇する頻度が算出可能

$$N_{gh} = \frac{\rho_1 \cdot \rho_2 \cdot (\text{幅方向の確率分布}) \cdot (\text{時間方向の確率分布})}{D \cdot (V_1 + V_2) \cdot A \cdot B} \quad \text{ゲート間は一様とする}$$

代表値 ゲート長さ&ゲート間距離

ここで、

ρ_1, ρ_2 : 各方向の船舶の密度,

D : 衝突半径 (各方向の船の平均長の平均 $1/2 (L_1 + L_2)$),

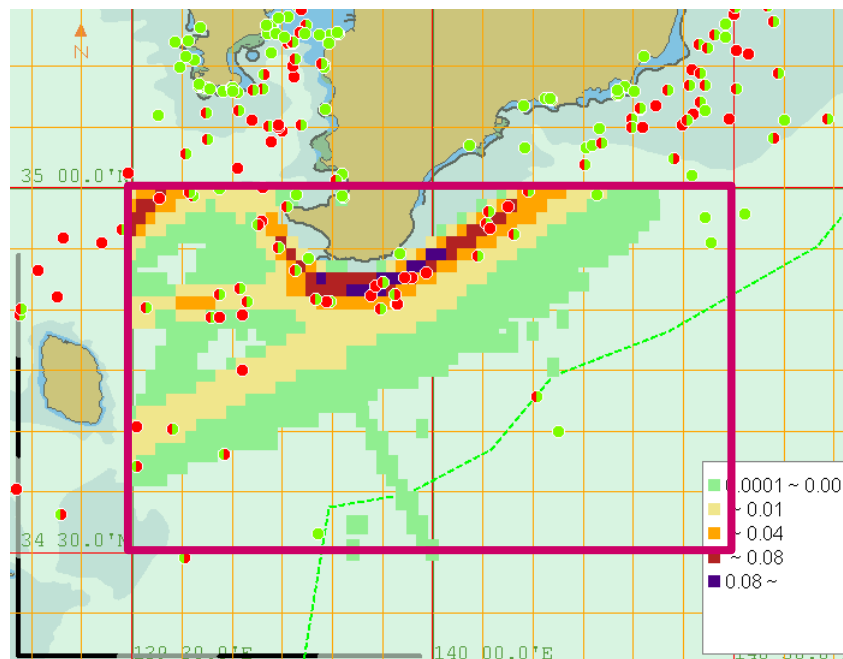
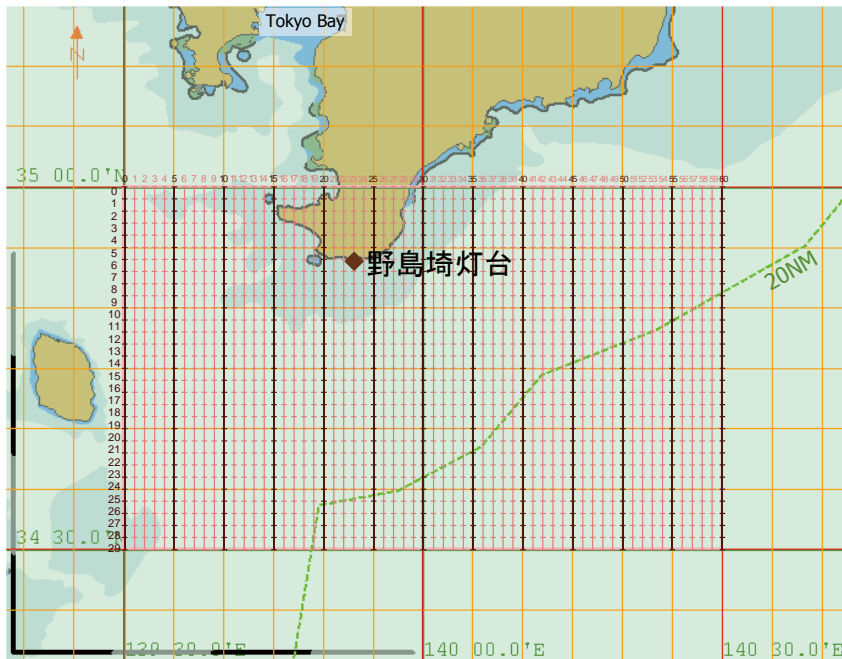
V_1, V_2 : 各方向の平均速力

A, B : 海域の長さ&幅

幅方向の確率分布は、 $\int_0^W f_a(y) f_b(y) dy$

時間方向の確率分布は、 $\int_0^T f_a(t) f_b(t) dt$

交通密度の活用例

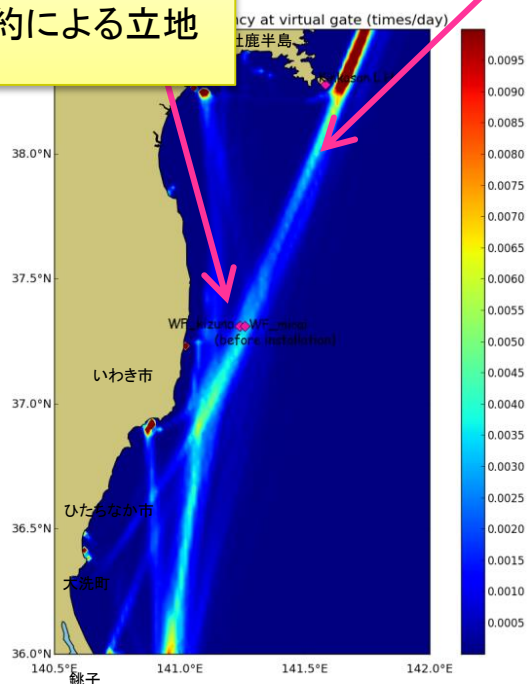


● 海域の状況変化の観察 (浮体設置による遭遇頻度の変化)

浮体
(風車, 変電設備)
送電距離, 水深等
の制約による立地

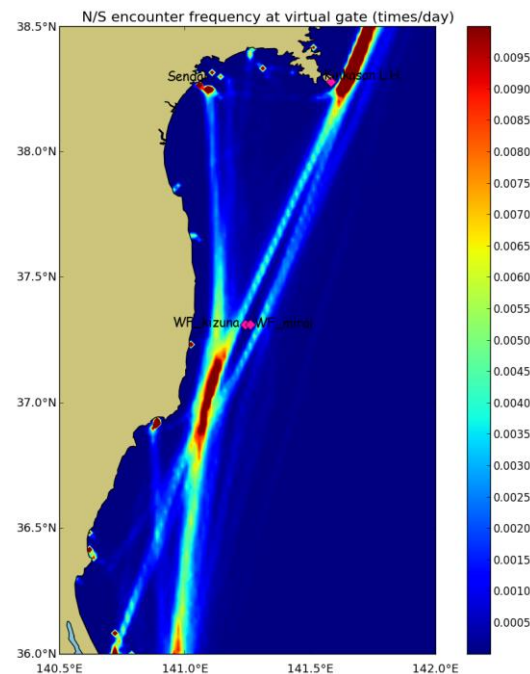
通航船舶の反航船遭遇

本研究の一部は、経済産業省の委託業務「浮体式洋上ウインドファーム実証研究事業」で得られた研究成果である。ここに記して関係者の皆様に感謝の意を表す。



設置前

(2012/08/15 ~ 10/31)

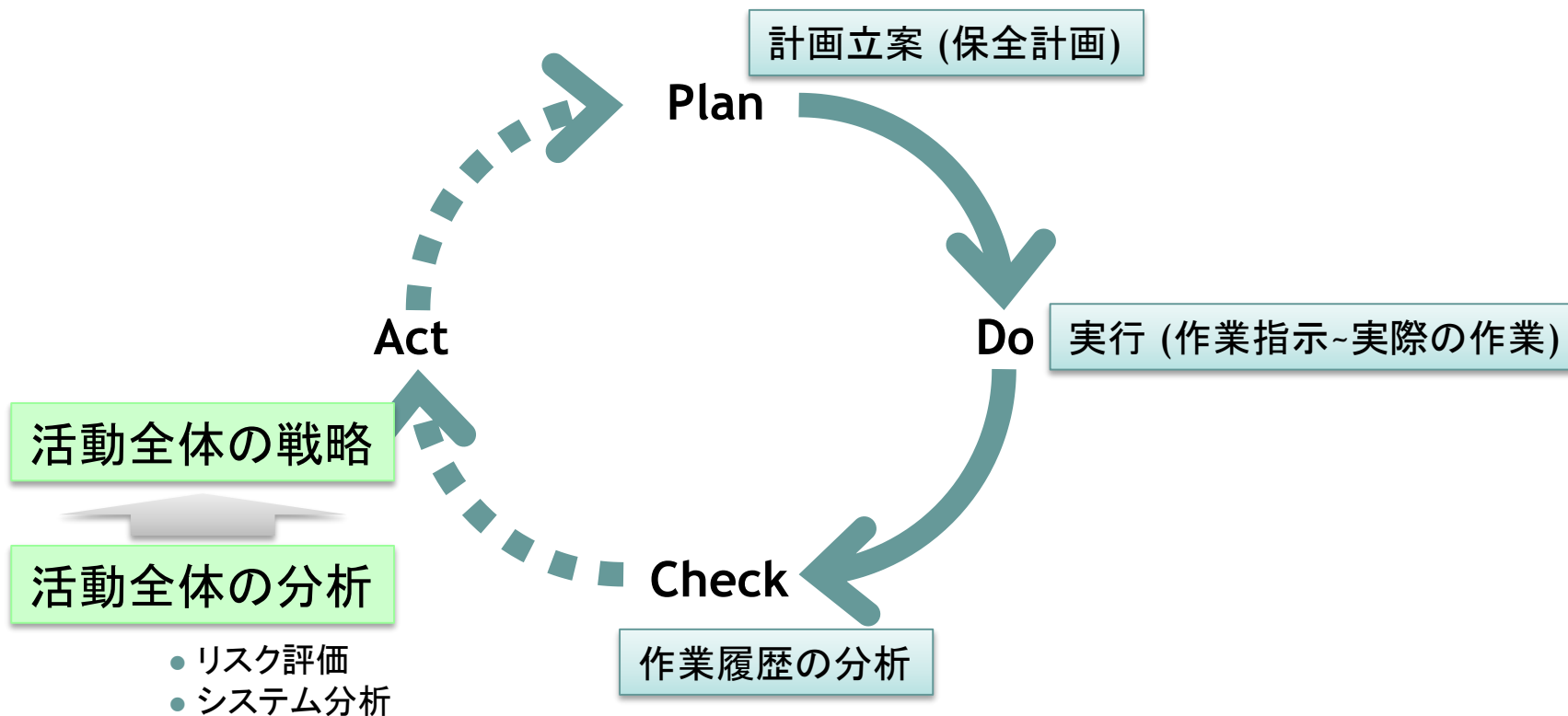


設置後

(2014/10/01 ~ 10/31)

変化の観測により、影響の予測が可能に

各種活動 (運転や保全) のPDCAサイクル (品質管理)



海上交通分野においても、活動の分析を可能にする情報

新たな海上ルールへの展開

近年の海上交通環境の変化

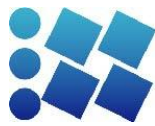
海域利用の活発化

海域利用者の多様化

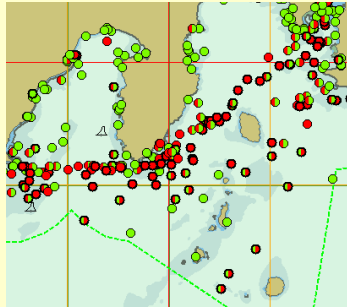
海域での情報利用の増加

より明確で効果の予測されたルールが必要とされている

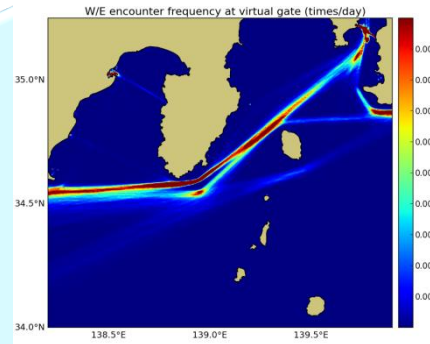
現状理解からシステム設計へ



National Maritime
Research Institute

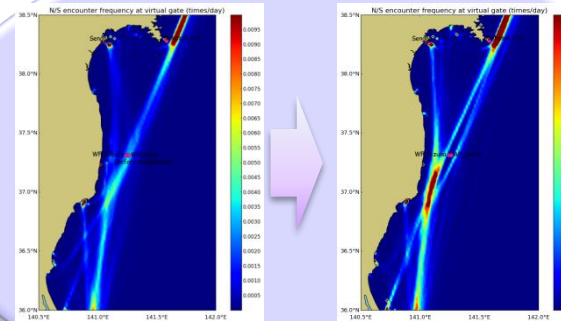


過去の事故記録



現在の実績

(注) 福島沖とはゲートサイズが異なる



将来の予測

新たな海上交通ルールへ