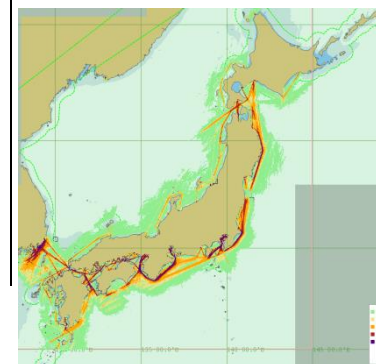
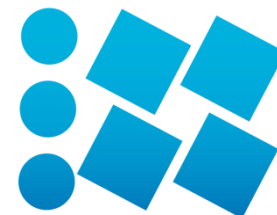


航跡情報を用いた沿岸域における 船舶交通流と遭遇頻度の分析

海洋リスク評価系
リスク解析研究グループ
伊藤 博子



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。

自然再生エネルギー
需要の高まり

海洋空間を利用した
発電施設の構想

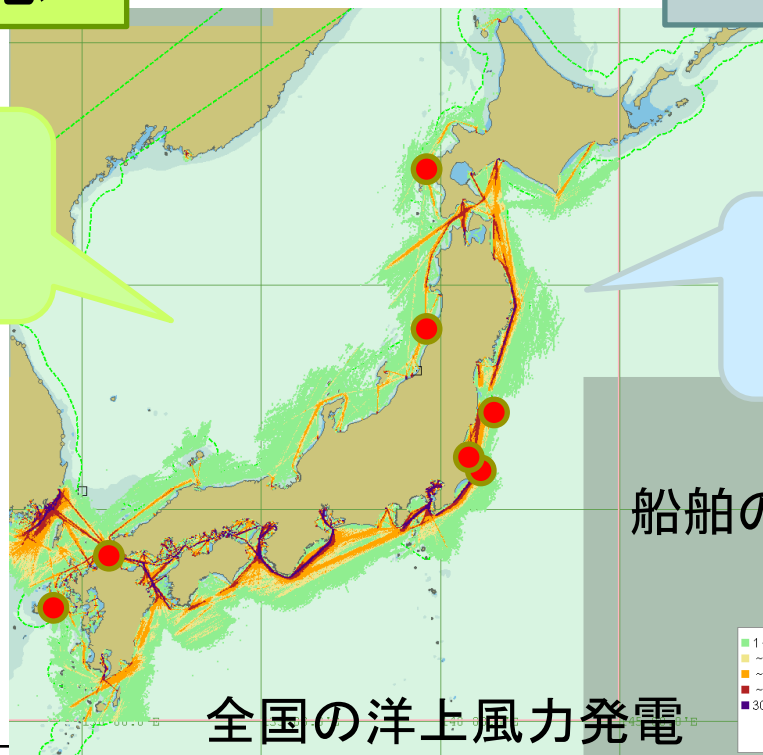
船舶の事故に
巻き込まれないか？

共存

従来国内の多くの
船舶が沿岸を航行

概ね20海里内を使用
(船舶安全法)

海上交通が危険に
ならないか？

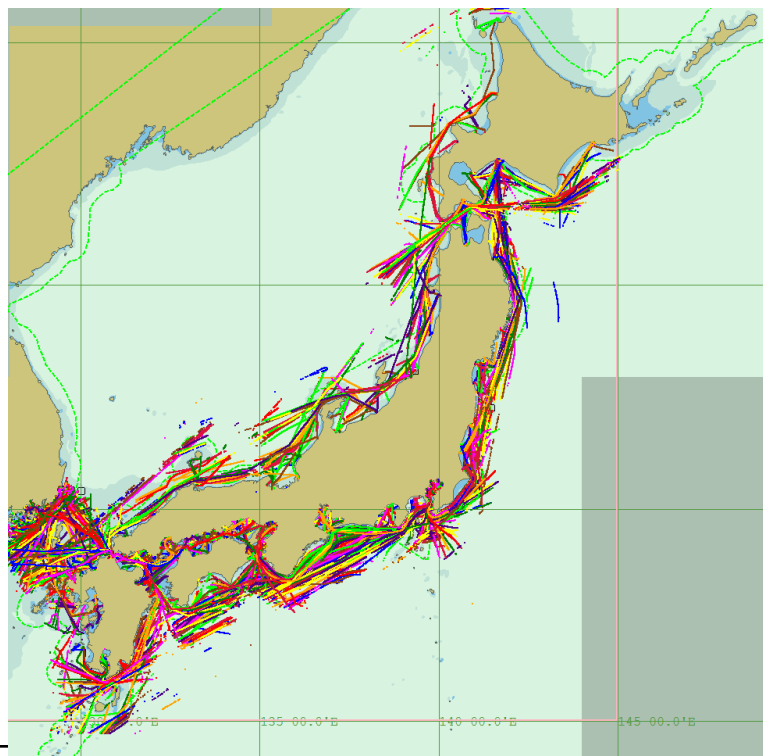


目的

- 発電施設等が増加する沿岸域について、船舶の航跡情報から海上交通安全の阻害要因を予測・除去するために必要な知見を得る

船舶事故の背景にある
交通の実態 (交通流)

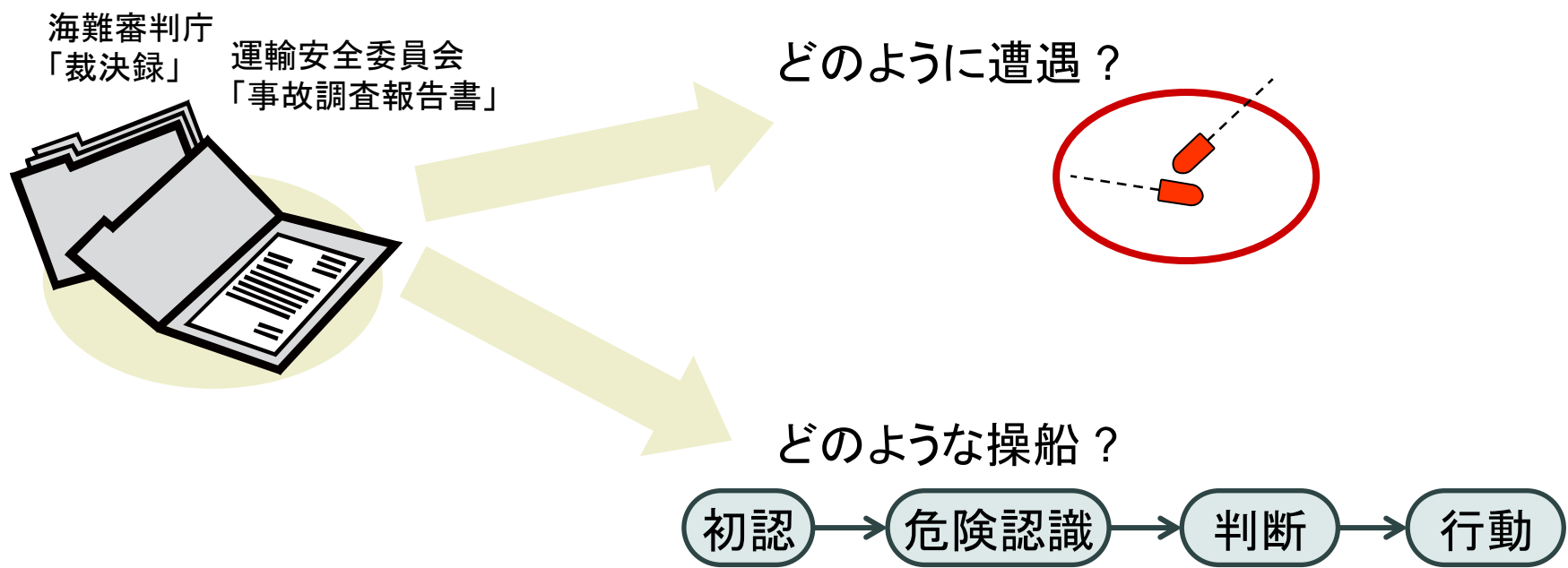
施設の影響を考慮し
た遭遇頻度の推定



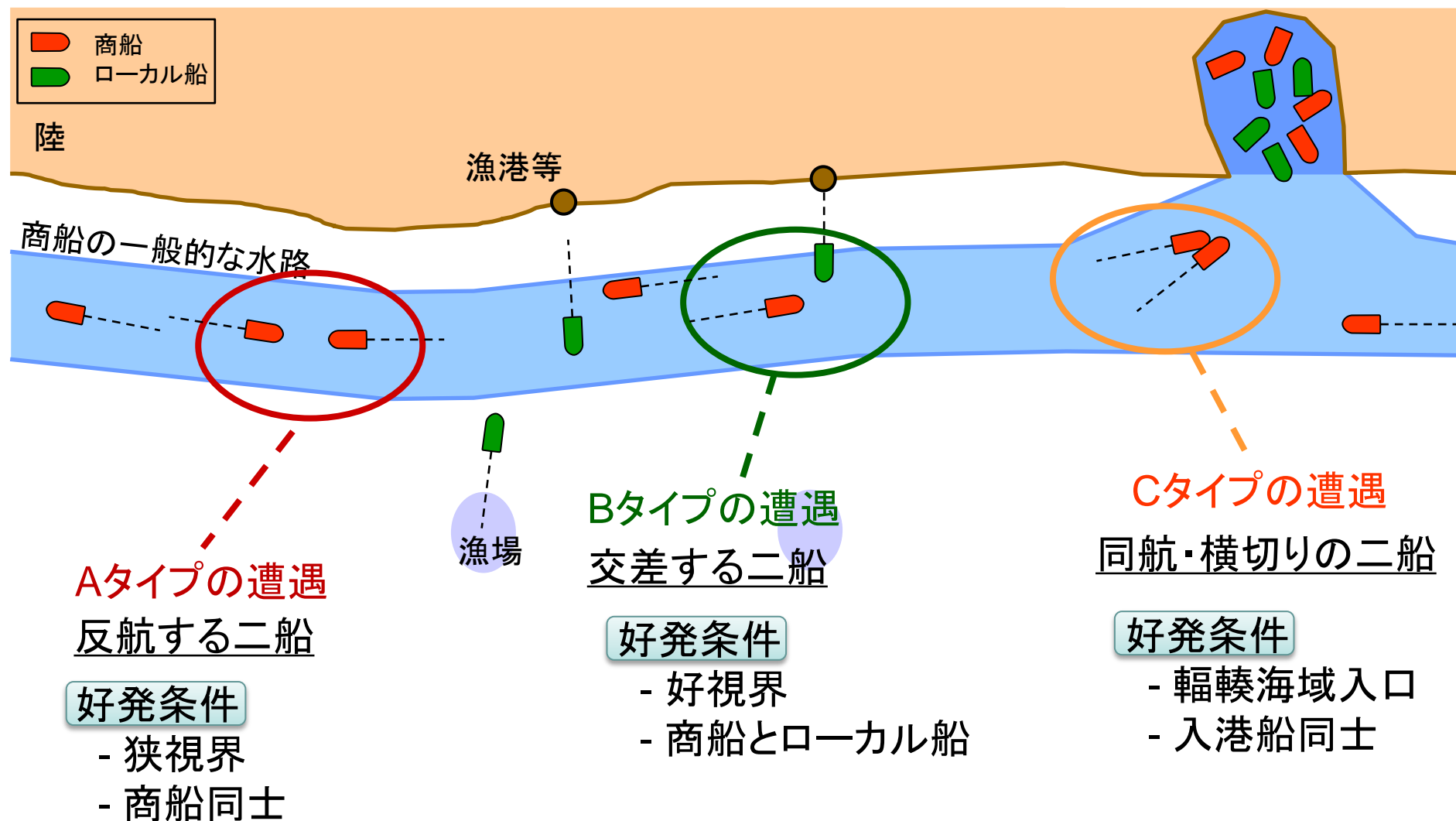
1日分のAIS航跡データ例

航跡情報を用いる前に

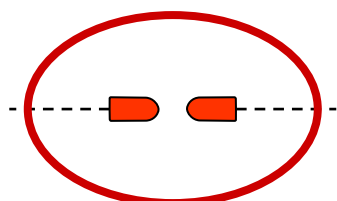
- 沿岸域で発生した事故例から
 - 衝突事故の主な態様 (遭遇のパターン)
 - 衝突事故前の操船状況 (認知行動プロセス)



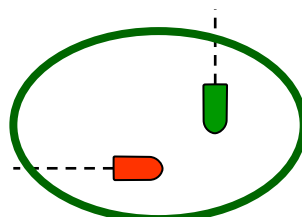
沿岸域の衝突における遭遇の分類型



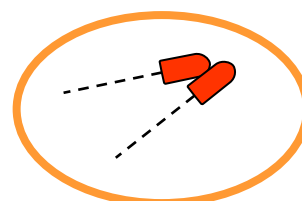
衝突海難のプロファイル*



Aタイプ

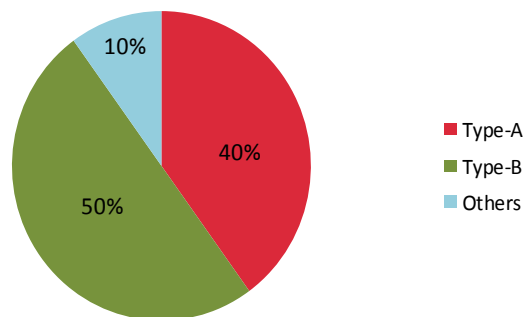


Bタイプ

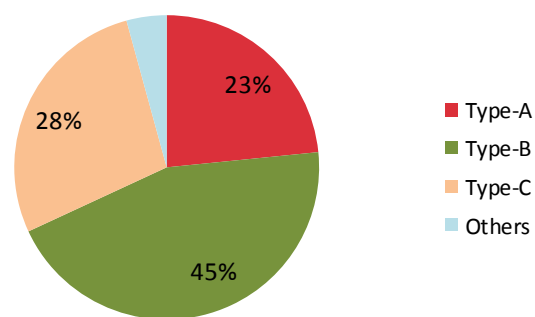


Cタイプ

野島埼エリアのプロファイル



伊勢湾エリアのプロファイル



商船のみを考える場合、主要港がなければ、ほとんどがAタイプに該当

* 伊藤, 森: 船舶事故の概要と衝突事故減少への取り組み, 第13回海技研研究発表会, 2013.

沿岸域の衝突海難における遭遇内訳

福島沖の場合

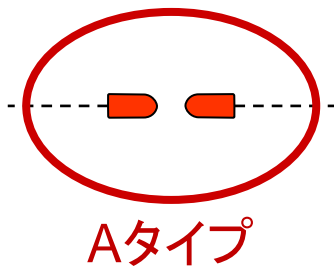


抽出条件

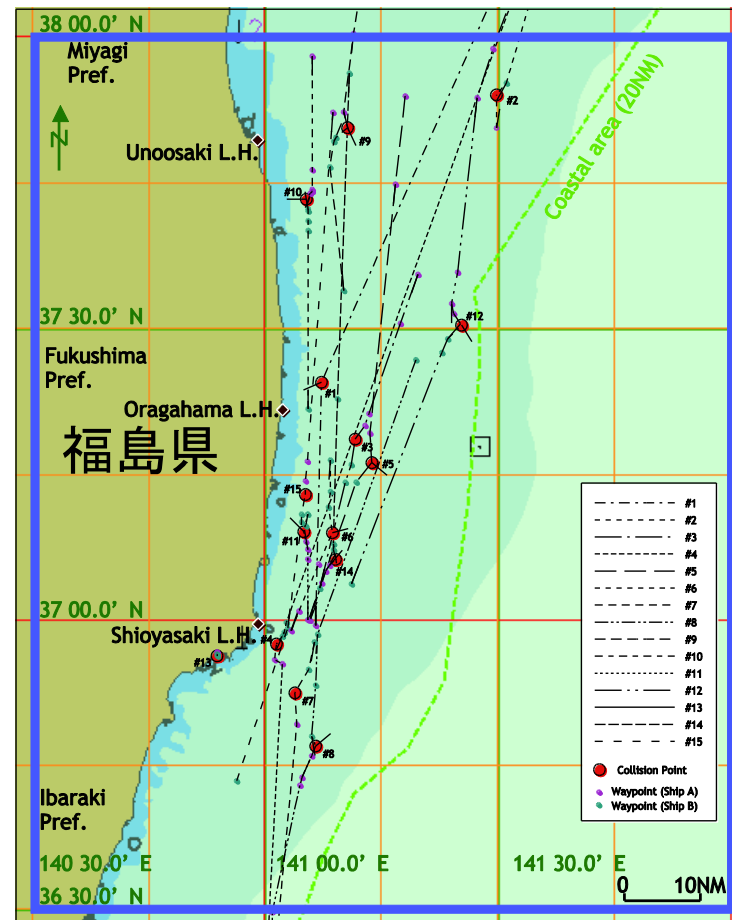
- 輸送のために往来する船舶 (商船)
- 北緯36.5~38.0, 東経140.5~142.0
- 単衝突は除外

● 1990~2008年裁決の衝突海難での該当は15件

- 14件がAタイプ
- うち13件が狭視界、1件が夜間

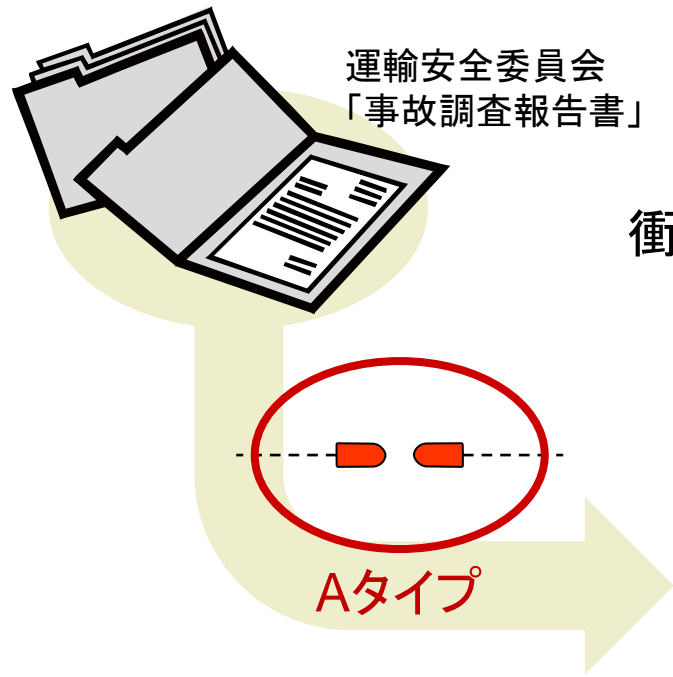
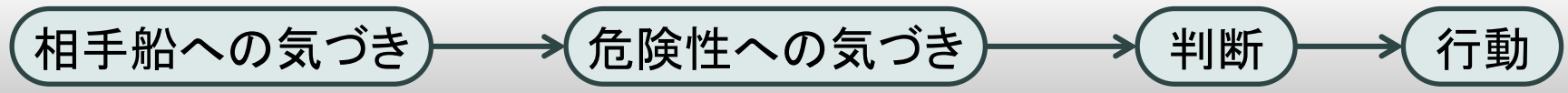


● 運輸安全委員会 (2008年~) での取扱いは0件

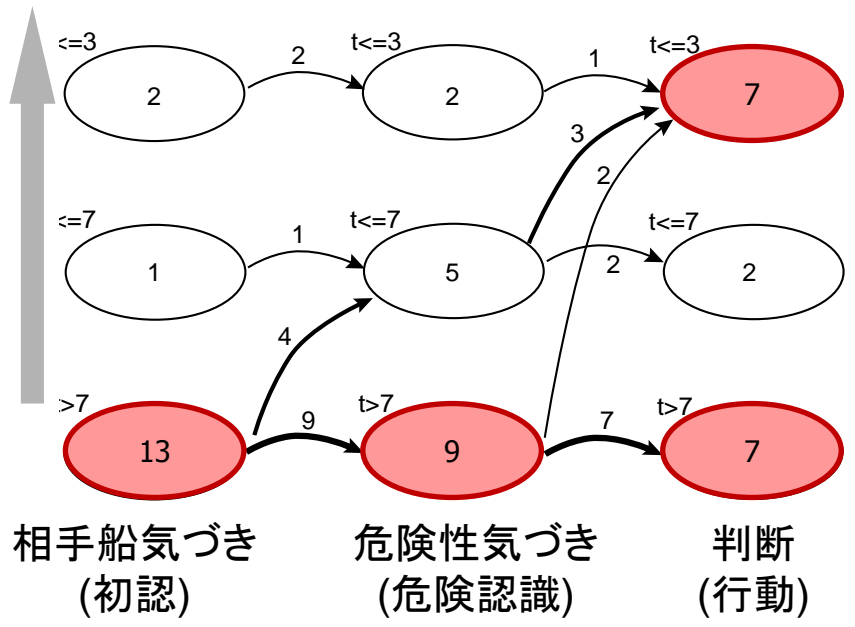


沿岸域Aタイプ遭遇における認知行動の状況

認知行動プロセス (衝突回避時)



衝突までの
残時間
(分)



- ◇ 早期に初認、危険認識、判断
- ◇ 判断できないか、内容の誤り

沿岸域における遭遇頻度の推定

- 反航する2群の船舶群があるとき、遭遇頻度 N_{gh} は、

$$N_{gh} = \frac{\rho_1 \cdot \rho_2 \cdot (\text{幅方向の確率分布}) \cdot (\text{時間方向の確率分布})}{D \cdot (V_1 + V_2) \cdot A \cdot B} \cdot \text{観測ゲート毎に一定とする}$$

一定(代表値) 観測メッシュの大きさ

船舶の密度と平均速度が支配的

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 $1/2 (L_1 + L_2)$),

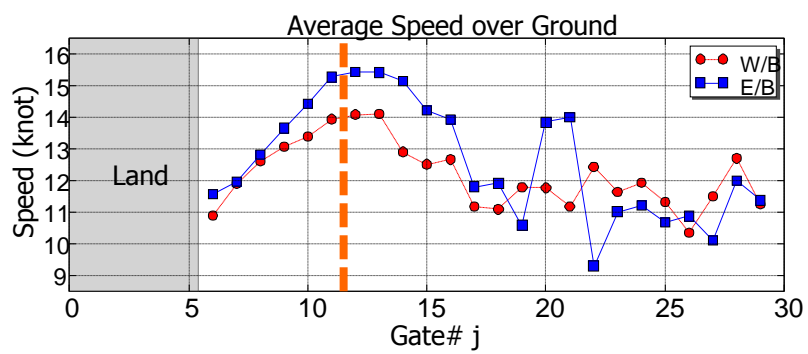
V_1, V_2 : 各方向の平均速力

A, B : 海域の長さ と 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、 $\int_0^T f_a(t) f_b(t) dt$

沿岸域の平均速度の差は高々2倍程度*



* 1/60度長さのゲートで観測した場合

沿岸域における遭遇頻度の推定

- 遭遇頻度の算出には、**通航密度**の推定が重要




通航密度 (1/60度長さのゲート一日あたりの通航隻数) の計算例

沿岸域における通航密度の推定


- 施設設置後の通航密度推定手法が必要となる

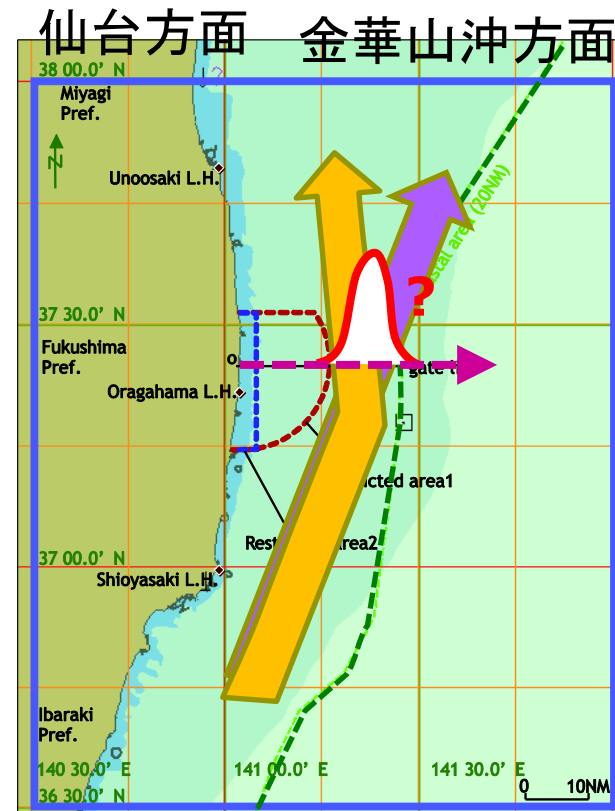
- 制限の変更があった海域に着目

- 制限1: 2011.4 ~ 2012.8.15

 半径20キロ

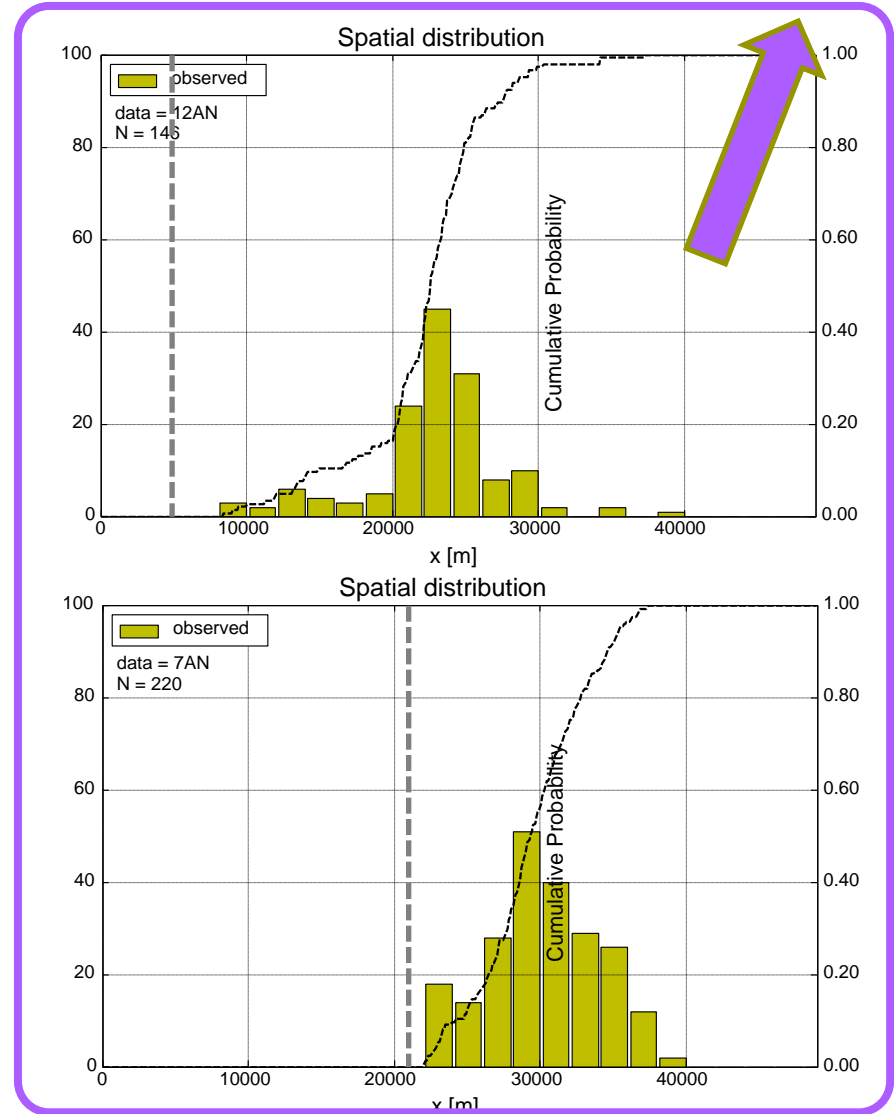
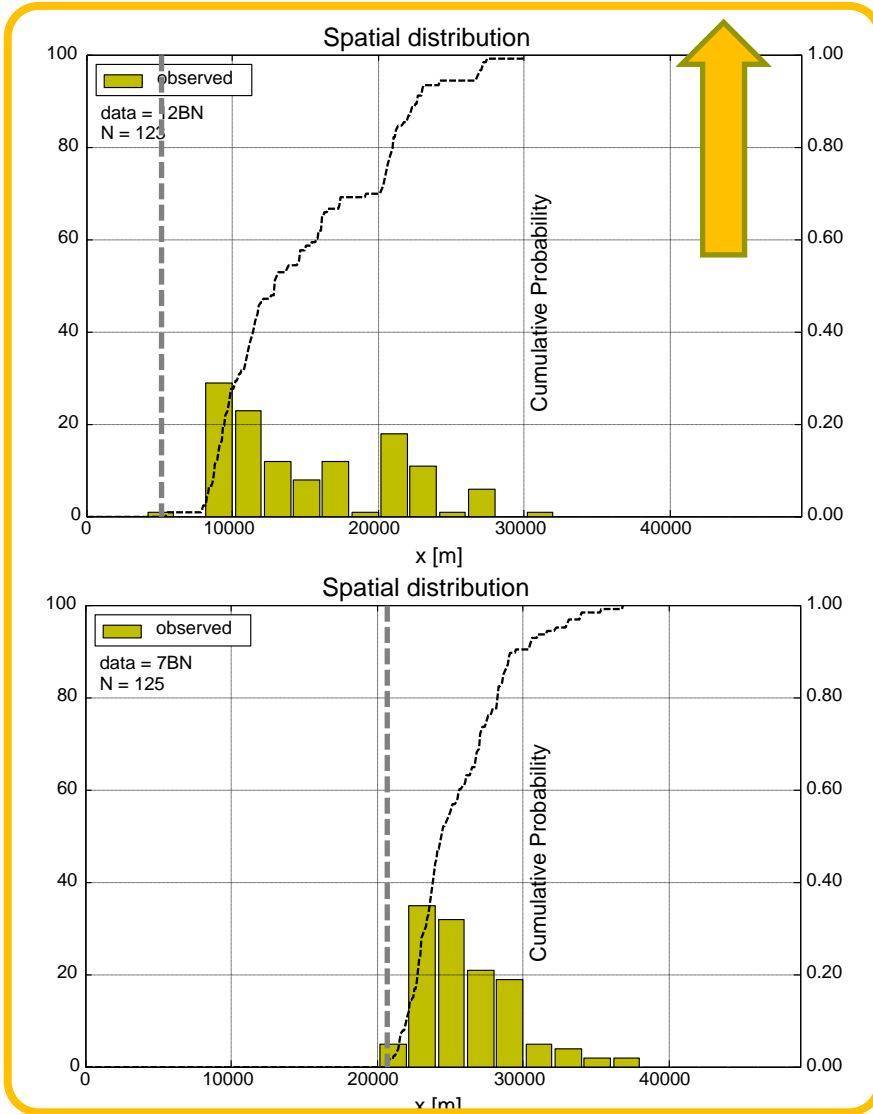
- 制限2: 2012.8.16~2013.3.24

 陸岸から5キロ
(商船にとっては、事実上制限なし)



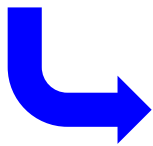
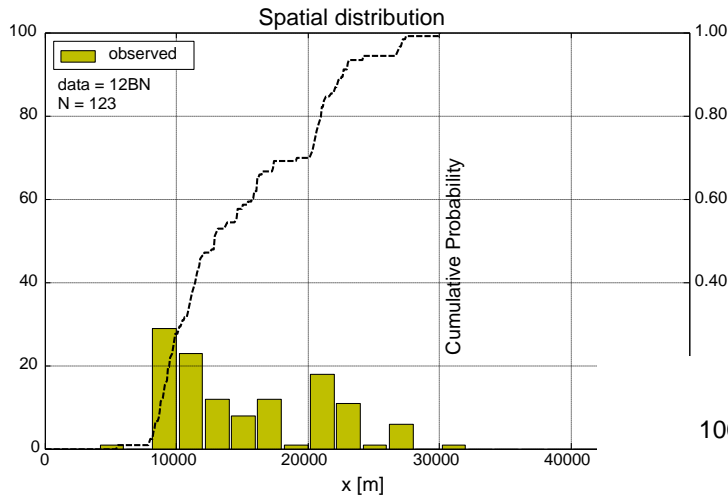
 制限による交通流の違いを調査し、推定に用いる

制限区域の影響の考察



分布形状は制限の有無に関わらず、行き先の母集団に共通するのではないか(仮説)

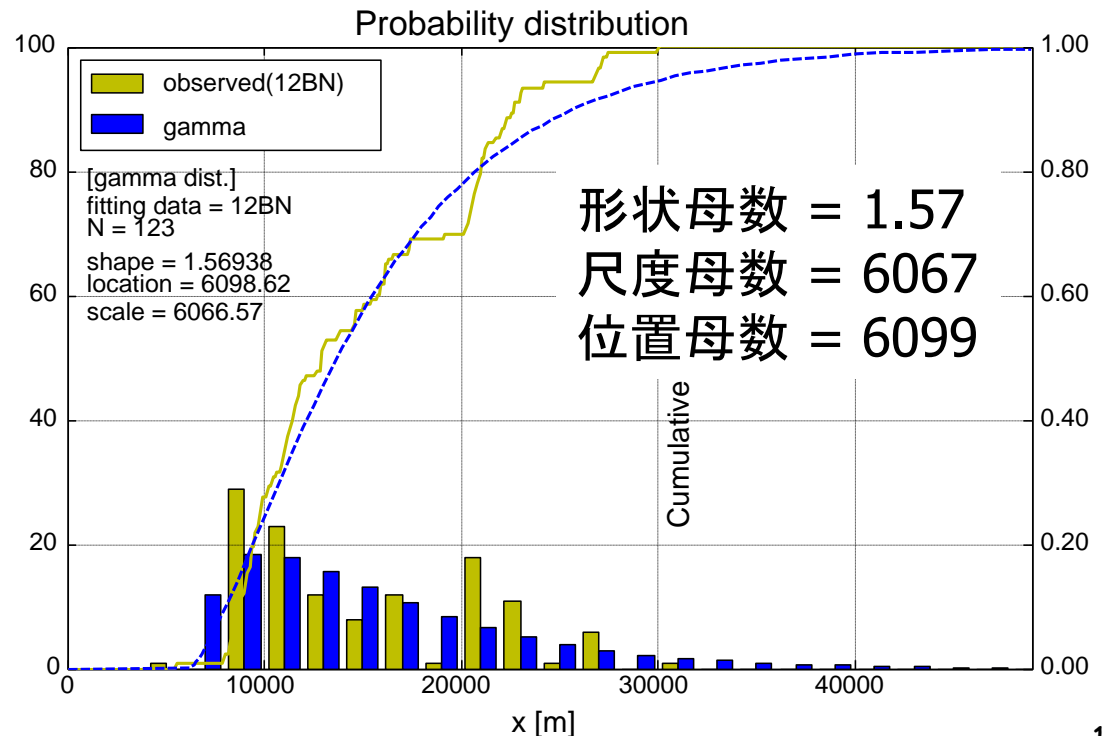
● 分布を関数により表現



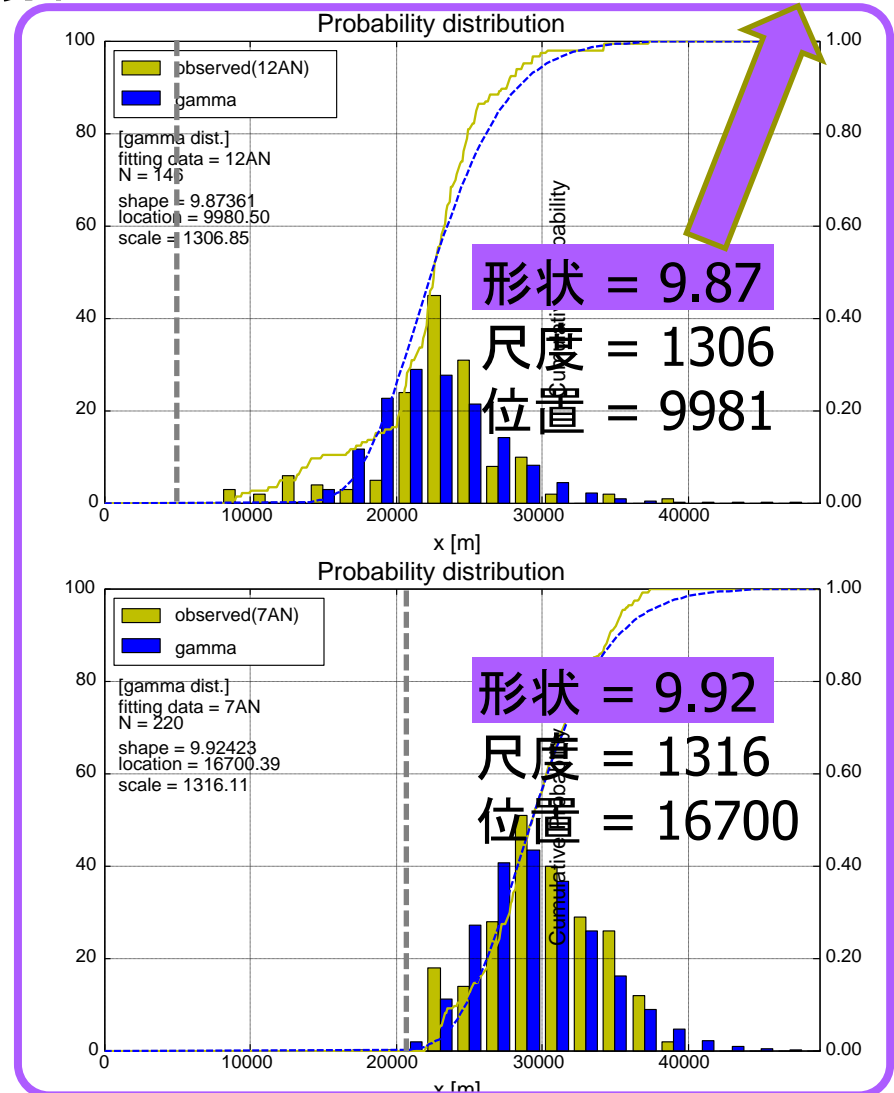
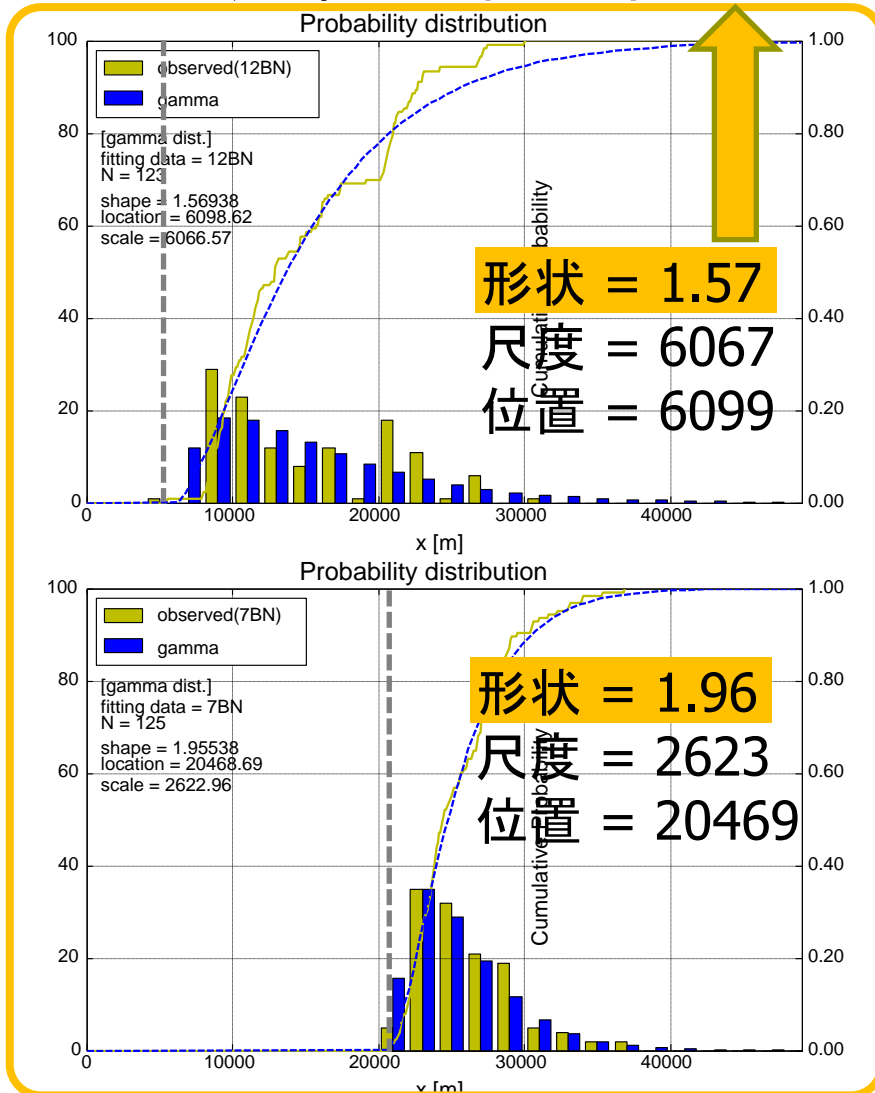
ガンマ分布

$$f(x) = \begin{cases} \frac{\lambda^\alpha}{\Gamma(\alpha)} (x-m)^{\alpha-1} e^{-\lambda(x-m)} & (x-m \geq 0) \\ 0 & (x-m < 0) \end{cases}$$

α : 形状母数
 $1/\lambda$: 尺度母数
 m : 位置母数



● ガンマ分布にフィッティングした場合



ガンマ分布の形状母数が行き先ごとに近い値をとることが分かった

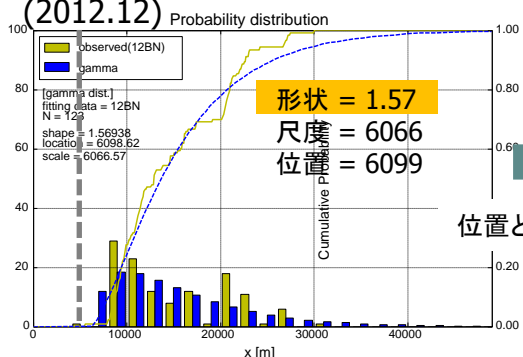
与えられた通航制限に対する分布の推定

- 制限の有無に関わらず、行き先ごとに形状母数がほぼ一定
- 沿海区域境界線内をほぼ全てが通航するものとする、

➡ 形状母数を維持したまま、位置と尺度の母数を調整することで制限下の通航分布を予測することを考える

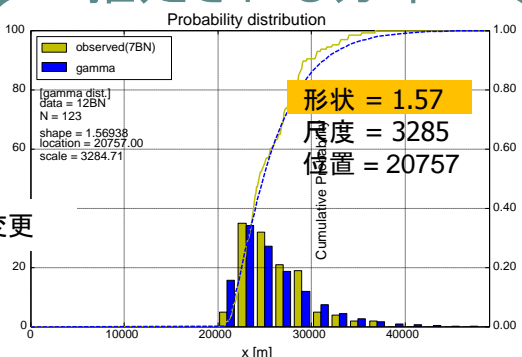
推定される分布

制限なし
(2012.12)



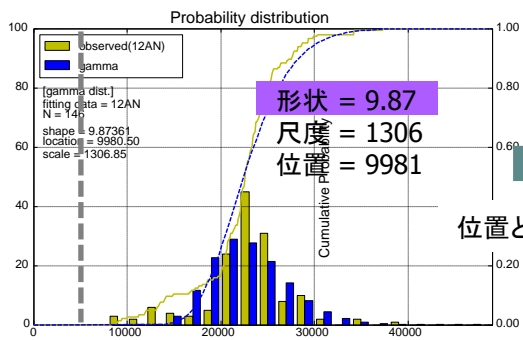
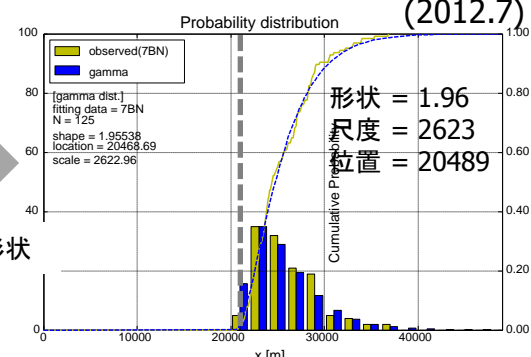
仙台方面

位置と尺度を変更



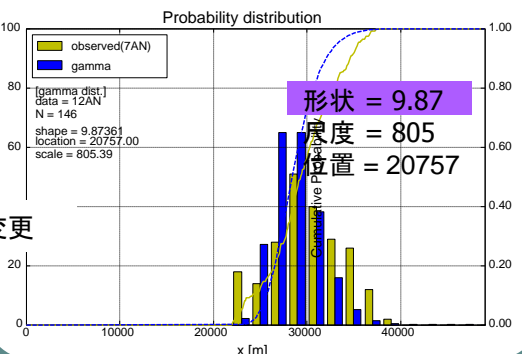
近い分布形状

制限あり
(2012.7)

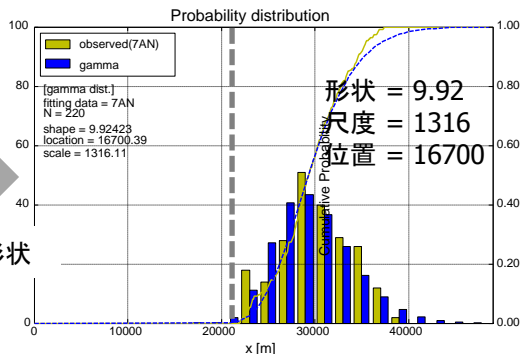


金華山方面

位置と尺度を変更



近い分布形状



- 沿岸域における交通を把握して施設設置等による船舶通航への影響を考える際に必要となる情報について整理した。
- 衝突海難に至る遭遇の分類型を整理し、特に商船に多い型と好発条件について述べた。また認知行動の状況についても説明した。
- 沿岸域で船舶の遭遇頻度を推定する場合に使用する手法について述べ、特に船舶の密度が重要であることを説明した。
- 施設設置による航行制限が発生した場合における船舶の通航密度の推定手法を提案した。