

沿海区域を航行区域とする 船舶のリスクレベルの評価

海洋リスク評価系

柚井智洋*、森有司(研究当時在籍)、伊藤博子、松井裕

1. はじめに

沿海区域

概ね本邦、樺太本島及び
朝鮮半島の各海岸から
20海里以内の水域
(船舶安全法施行規則第一条第7項)

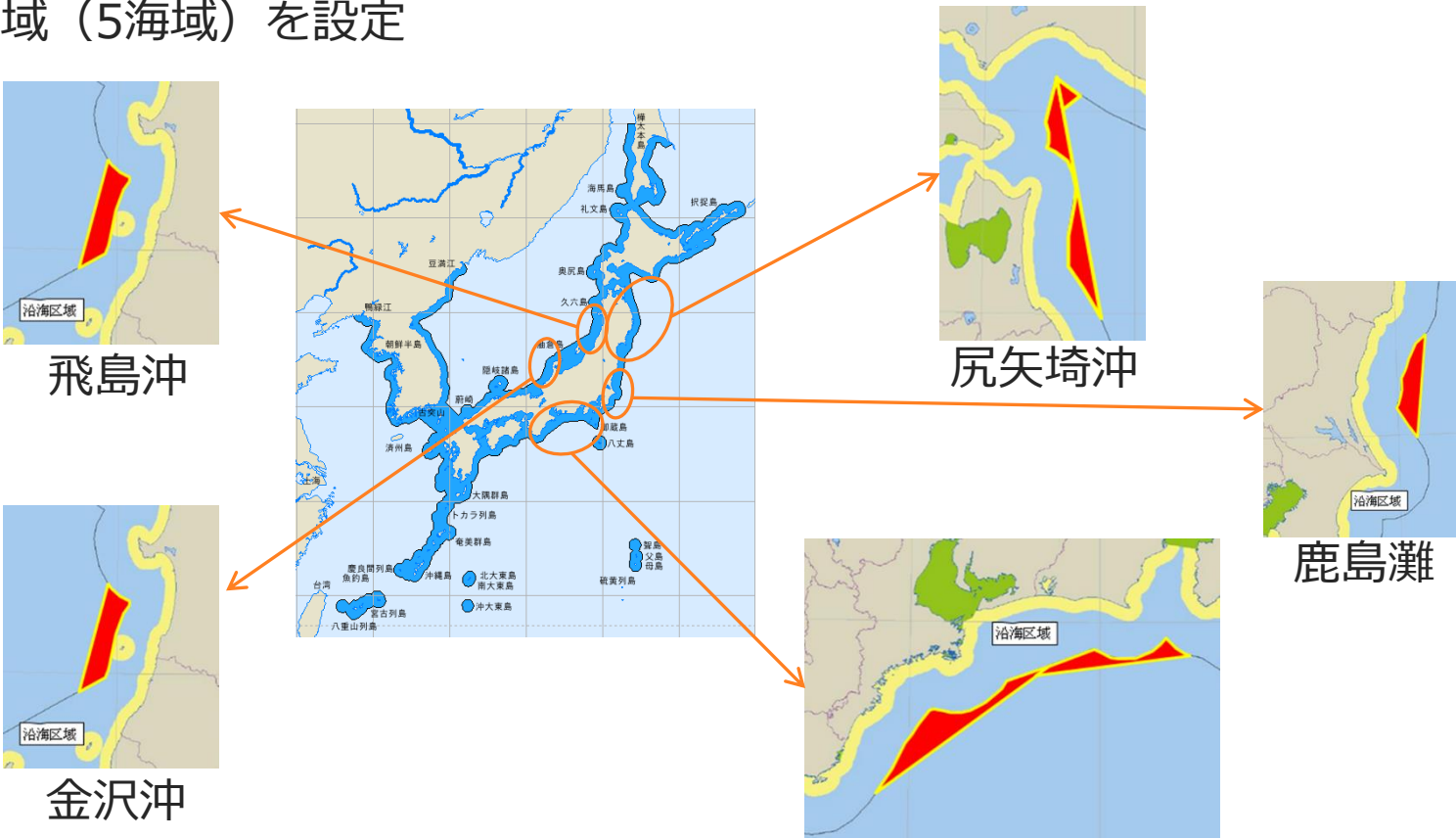


沿海区域
(中国運輸局HP参照)

1. はじめに

経緯

- ① 内航海運事業者等より沿海区域拡大の要望
-
- ② 平成23年4月に閣議決定された「規制・制度改革に係る方針」の一環として沿海区域の拡大について検討を進めることが決定
-
- ③ 検討海域（5海域）を設定

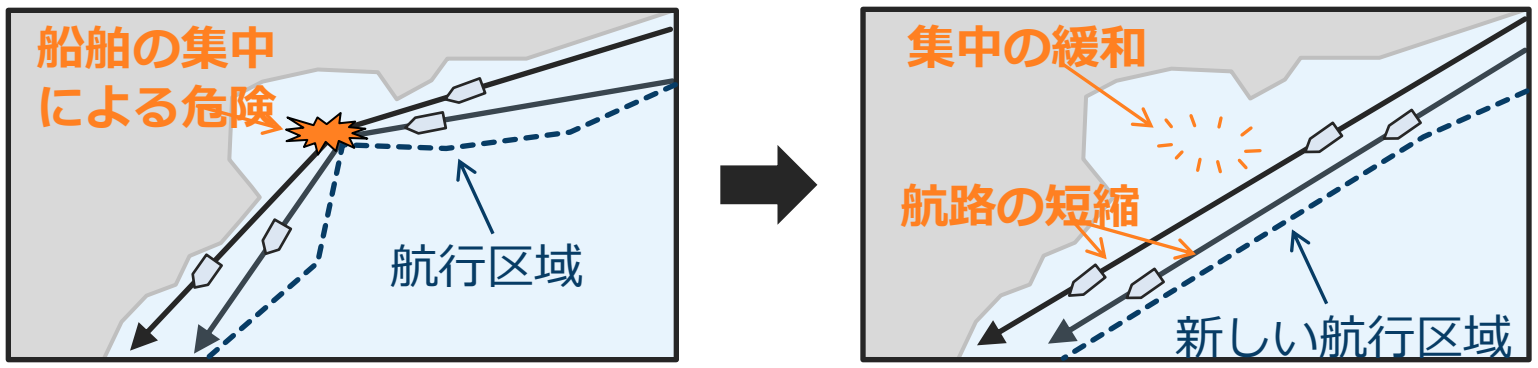


1. はじめに

経緯

-
- ④ 本報告の研究
-
- ⑤ 国交省「沿海区域の一部拡大に関する検討会」での検討
- ▼
- ⑥ 平成25年6月 沿海区域の一部拡大の実施（船舶安全法施行規則改正）

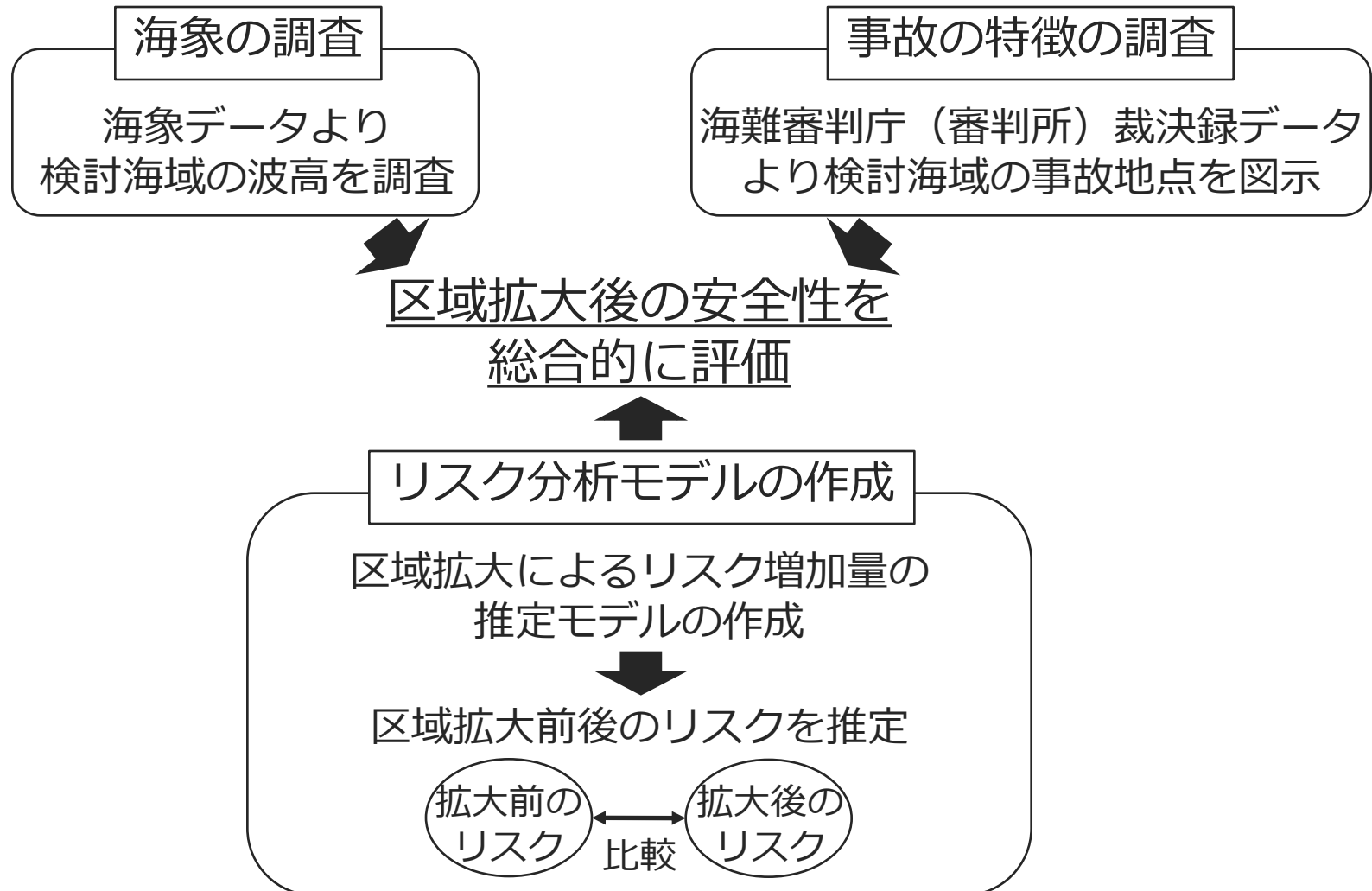
沿海区域の拡大により期待される効果と懸念



安全性は維持される？

1. はじめに

研究の全体像



2. 検討海域の海象

拡大される海域と既存の沿海区域の海象が異なる場合、
 転覆等の事故リスクが高まる



海象の調査が必要

方法

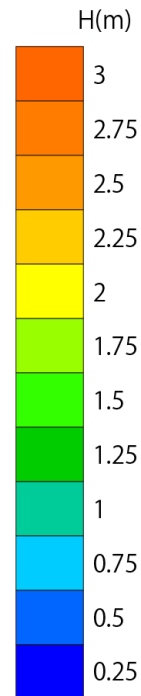
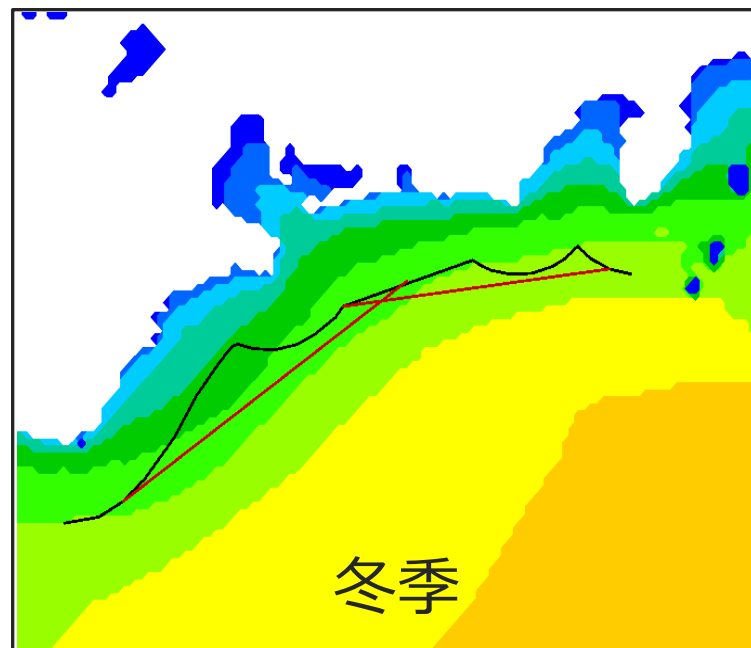
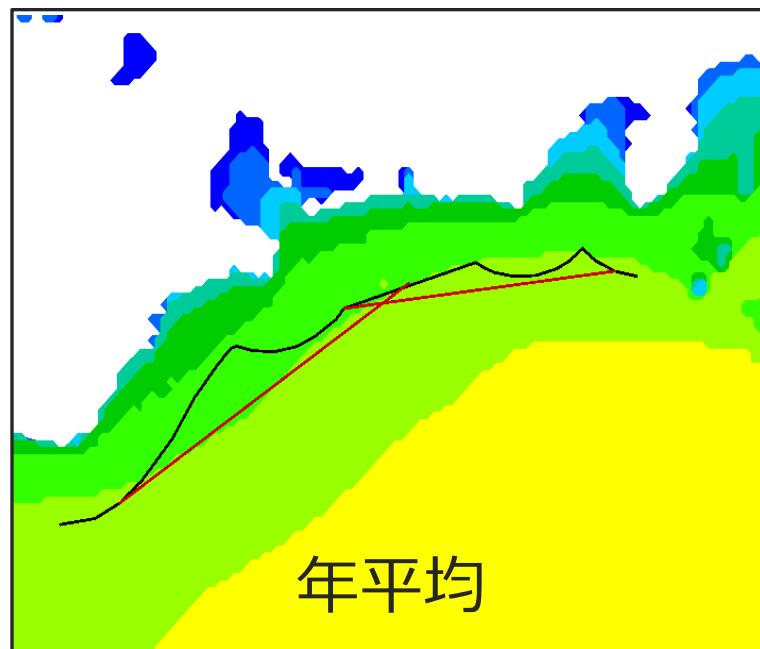
- ・ 日本近海局所波浪データ*から波高を調査
 ※簡略化のため波高のみを調査
- ・ 季節毎及び通年の有義波高（平穏時）及び
 10^{-2} 値有義波高（荒天時の海象）の等値線図を作成

*日本近海の波と風データベース (http://www.nmri.go.jp/wwjapan/namikaze_main.html)

2. 検討海域の海象

結果例 (伊勢湾沖)

有義波高 (平穏時)



区域の境界線に沿って航行すると仮定した場合

(1)年平均：拡大前も後も最大で1.50~1.75mの領域を通航

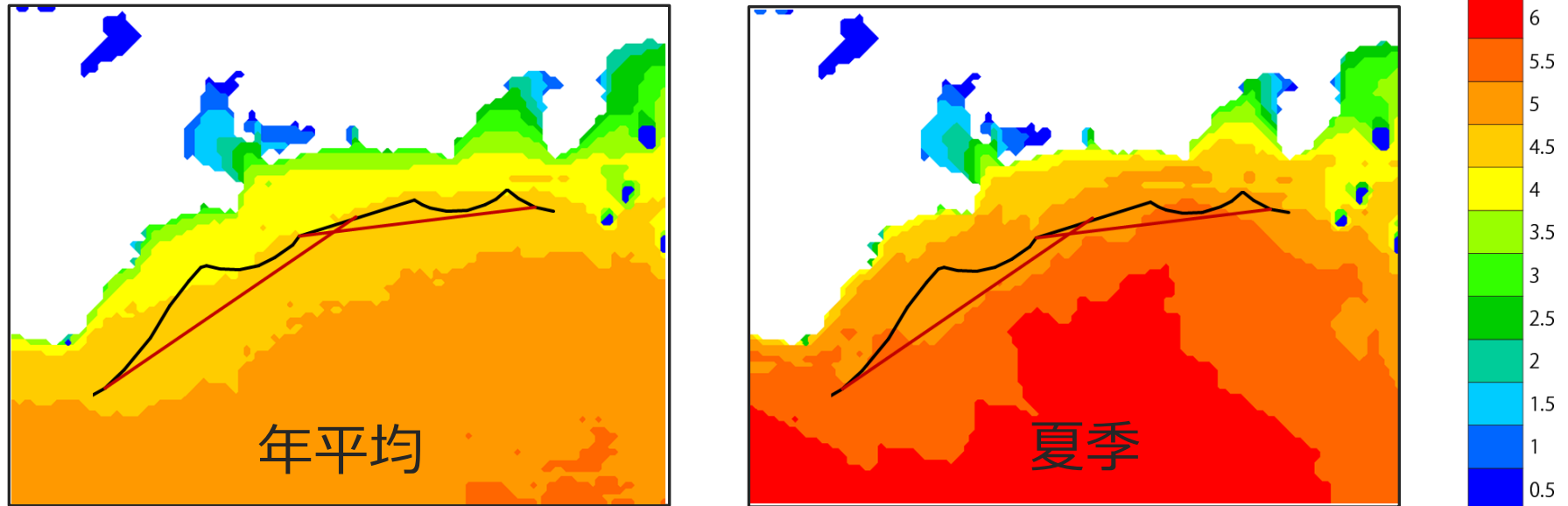
(2)冬季：拡大前も後も最大で1.50~1.75mの領域を通航

他の季節、他の検討海域においても同様の傾向

2. 検討海域の海象

結果例 (伊勢湾沖)

10⁻²値有義波高 (荒天時)



区域の境界線に沿って航行すると仮定した場合

(1)年平均：拡大前も後も最大で4.0~4.5mの領域を通航

(2)夏季：拡大前も後も最大で5.0~5.5mの領域を通航

他の季節、他の検討海域においても同様の傾向

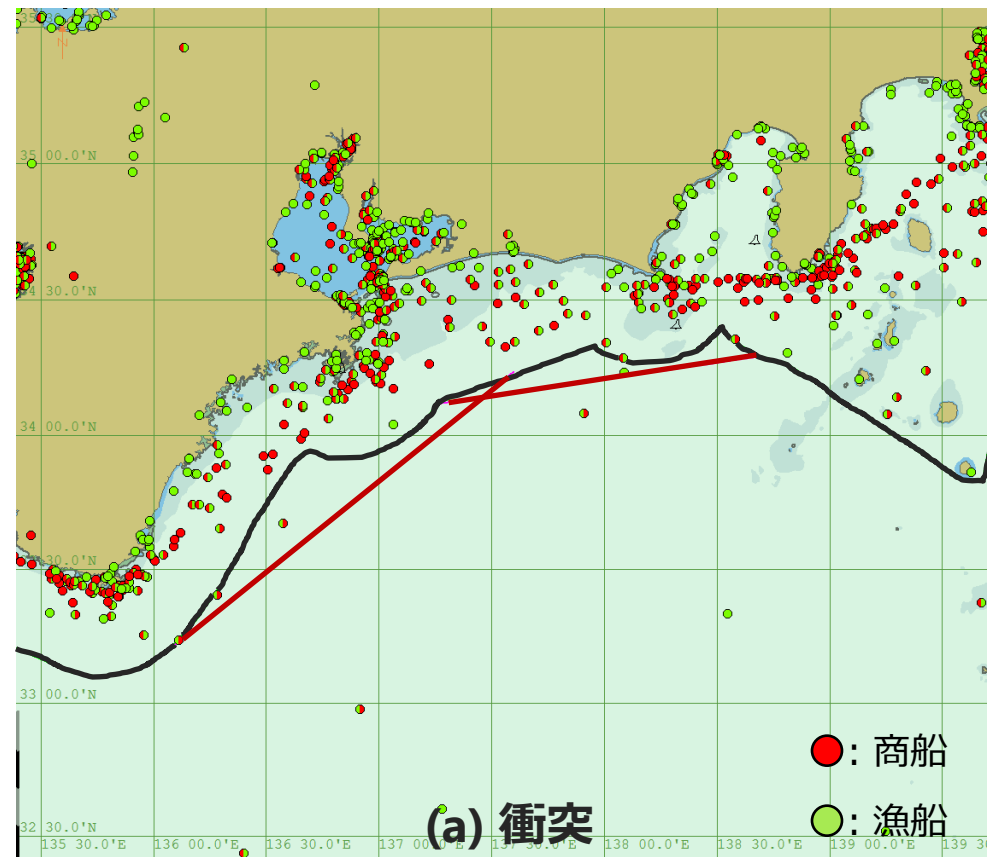
平穏時/荒天時の波高の解析より、海象条件に変化は無いと考えられる

3. 検討海域の事故の特徴

方法

- ・ 海難審判庁（審判所） 裁決録データを分析
- ・ 死亡者数が多い衝突/沈没/転覆の事故発生地点を図示

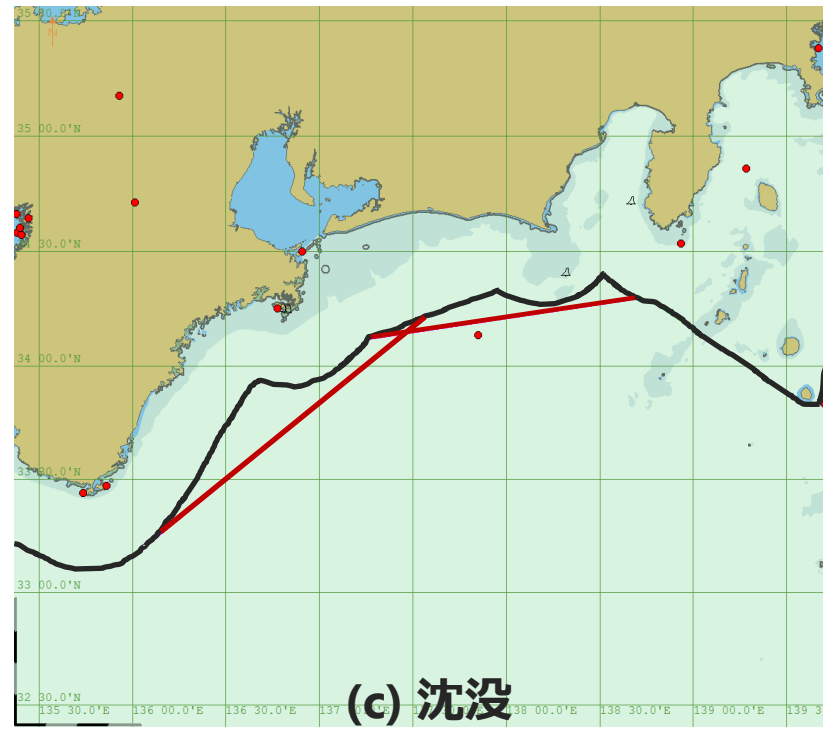
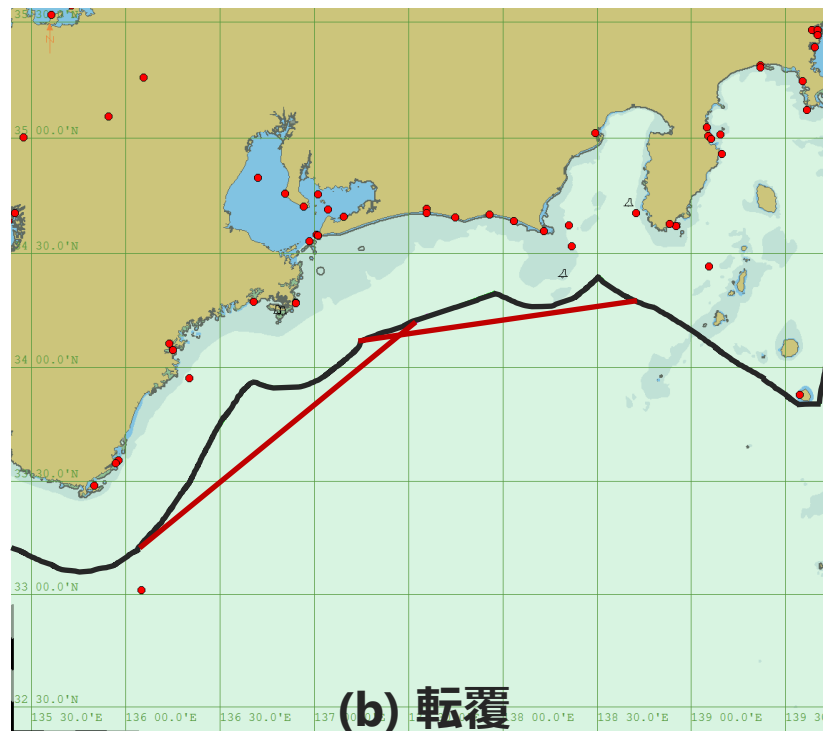
結果例（伊勢湾沖）



- ・ 変針場所及び伊勢湾口付近での事故多数
- ・ 区域の境界周辺での事故は少数
- ・ 他の検討海域においても、区域の境界周辺での事故は少数

3. 検討海域の事故の特徴

結果例 (伊勢湾沖)



- ・ 殆どが沿岸付近で発生、区域の境界周辺での発生は少数
- ・ 他の検討海域においても、区域の境界周辺での事故は少数

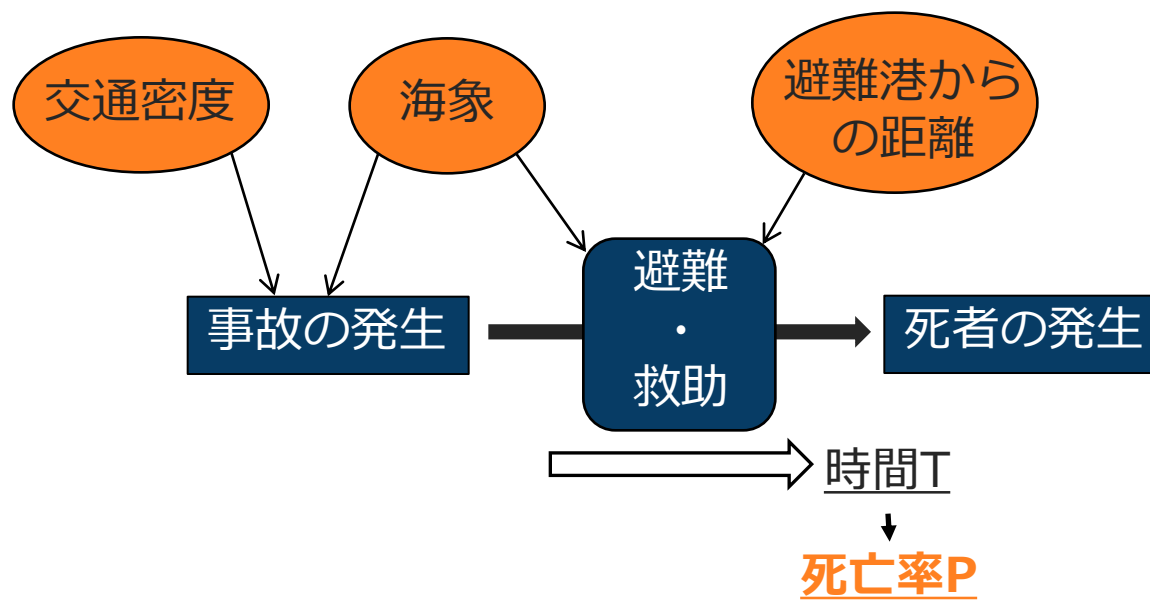
拡大される海域周辺を船舶が通航したとしても、
事故の発生は少ないと考えられる

4. 沿海拡大によるリスク分析モデルの作成

沿海拡大が安全性に影響を及ぼす因子

- ・ 交通密度
- ・ 避難港から事故地点までの距離
- ・ 海象

これら3因子の変化に着目し、リスクモデルを作成



リスクモデル概要

4. 沿海拡大によるリスク分析モデルの作成

交通密度

交通密度の変化 → 事故数の変化 → 死亡者数の変化

$$(\text{衝突頻度}) = (\text{遭遇頻度}) \times (\text{衝突回避失敗確率})$$

衝突回避失敗確率を一定とすると、

$$(\text{衝突頻度の増加率}) = (\text{遭遇頻度の増加率})$$

遭遇頻度は金湖の方法*より推定

$$\lambda_0 = 2r\rho_0V_0T|1 - \eta_0|$$

$$\lambda_1 = 2r\rho_1V_1T(1 + \eta_1)$$

$$\Lambda = \lambda_0 + \lambda_1$$

Λ : 対象航路での遭遇頻度

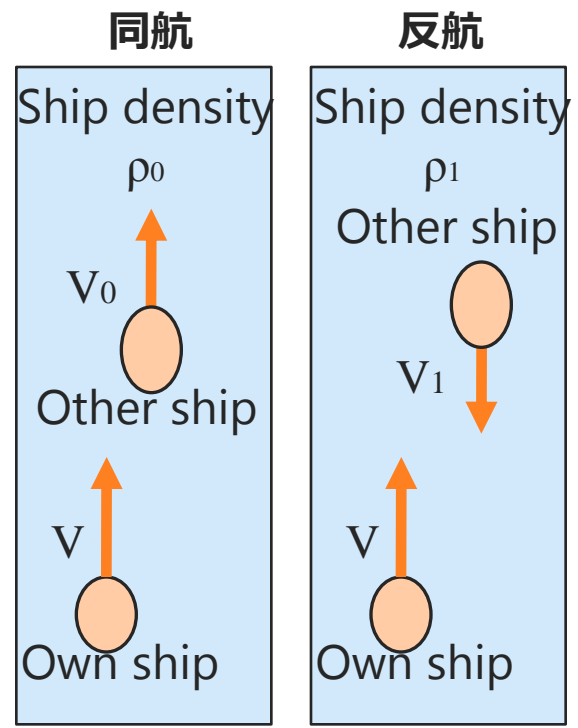
λ_n : 遭遇頻度 (n=0 : 同航、n=1 : 反航) 、

V_n : 対象航路を航行する他船の速度、

T : 自船が対象航路を通過する時間、

ρ_n : 対象航路の交通密度、 V : 自船の速度、 $\eta_n = V/V_n$ 、

r : 自船と同航または反航関係にある他船との衝突距離



航行環境

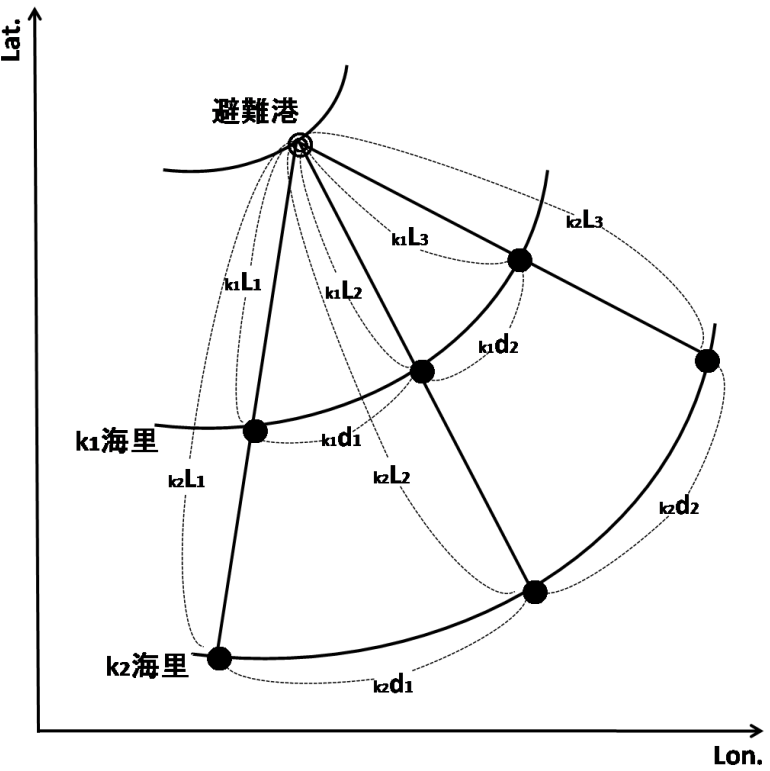
*金湖富士夫: 浦賀水道航路における分離航行の効果の推定、日本航海学会論文集第108号 (2003)

4. 沿海拡大によるリスク分析モデルの作成

避難港からの距離

避難港からの距離の増加

- ・ 危険の事前回避のための避難時間の増加 ➡
- ➡ ・ 事故船の自力避難時間の増加
- ・ 救助支援船の到着時間の増加 ➡
- ➡ ・ 転覆/沈没事故数の増加
- ➡ ・ 死者数の増加



回避開始地点 & 事故地点

- ・ 転覆/沈没事故数の増加率
 - ・ 事故船の自力避難時間の増加による死者数の増加率
- = 避難時間の加重平均の増加率

(事故数・死者数の増加率)

$$= \frac{\sum_{i=1}^{I_{k_2}-1} ((k_2 T_i + k_2 T_{i+1}) \times k_2 d_i) / \sum_{i=1}^{I_{k_2}-1} k_2 d_i}{\sum_{i=1}^{I_{k_1}-1} ((k_1 T_i + k_1 T_{i+1}) \times k_1 d_i) / \sum_{i=1}^{I_{k_1}-1} k_1 d_i}$$

I_k : 地点数

4. 沿海拡大によるリスク分析モデルの作成

避難港からの距離

救助支援船の到着時間の増加による
死者数の増加率 = 死亡率Pの
加重平均の増加率

- ↓
- i. 船内残留者
 - ii. 海中転落者

死亡率P

状況が類似している震災生き埋めによる死亡率と時間の関係式*を採用

$$P = \begin{cases} 1.6T & (T \leq 40) \\ 64 + 0.8(T - 40) & (T > 40) \end{cases}$$

*太田裕ら：「震後余命特性曲線の試算－1995年兵庫南部地震の場合」から算出

避難港からの距離

死亡率Pを求めるために時間 T_i を求める

i. 船内残留者

$$T_i = t_d + t_a + T_{S,i}$$

t_d : 海難発生から海上保安庁が情報を入手するまでの所要時間（事故関知時間）、

t_a : 実際に出動するまでの時間、 $T_{S,i}$: 海上保安庁から事故地点*i*までの支援船の航行時間

ii. 海中転落者

$$t_d + t_s + T_{S,i} + t_a + t_r > T_{L,i} \dots (1)$$

t_s : 搜索時間、 t_r : 救助作業等に必要時間、 $T_{L,i}$: 海水温度による地点*i*での生存可能時間*

(1) 式を 満たす時、死亡率P = 100%
満たさない時、 T_i を下記として死亡率を計算

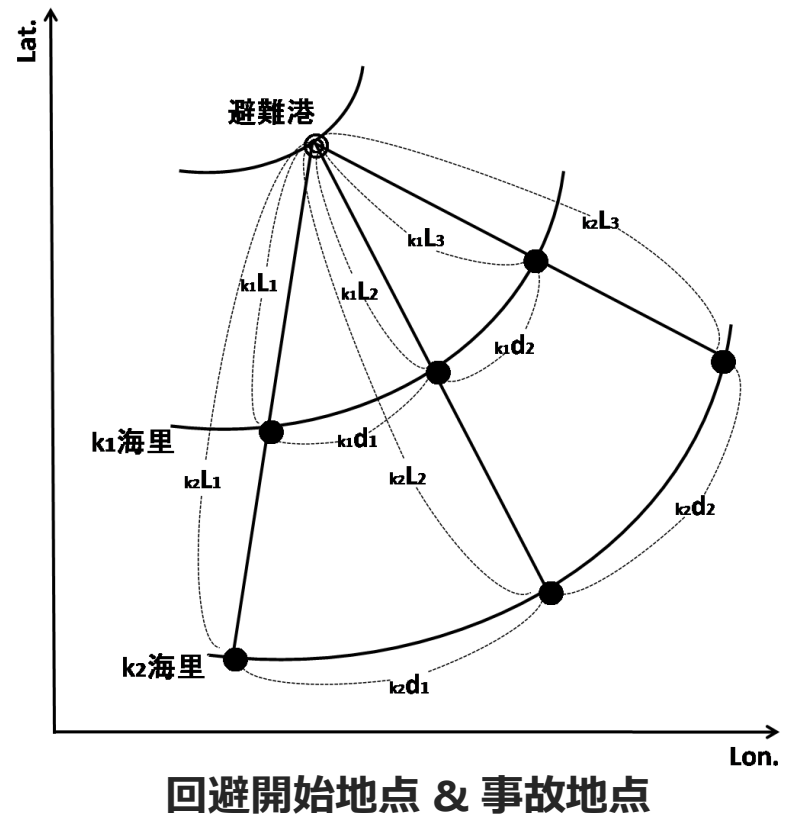
$$T_i = t_d + t_s + 2T_{S,i} + t_a + t_r$$

*生存可能時間(はIMO/ICAO: "IAMSAR Manual INTERNATIONAL AERONAUTICAL AND MARITIME SEARCH AND RESCUE MANUAL"参照)

4. 沿海拡大によるリスク分析モデルの作成

海象条件

海象条件の変化 → 船速の変化 → 避難時間等の変化 → 死亡率等の変化



k1海里の線を境に海象条件が変化すると仮定

$${}_{k_1}T_i = {}_{k_1}L_i / V_{k_1}$$

$${}_{k_2}T_i = {}_{k_1}L_i / V_{k_1} + ({}_{k_2}L_i - {}_{k_1}L_i) / V_{k_2}$$

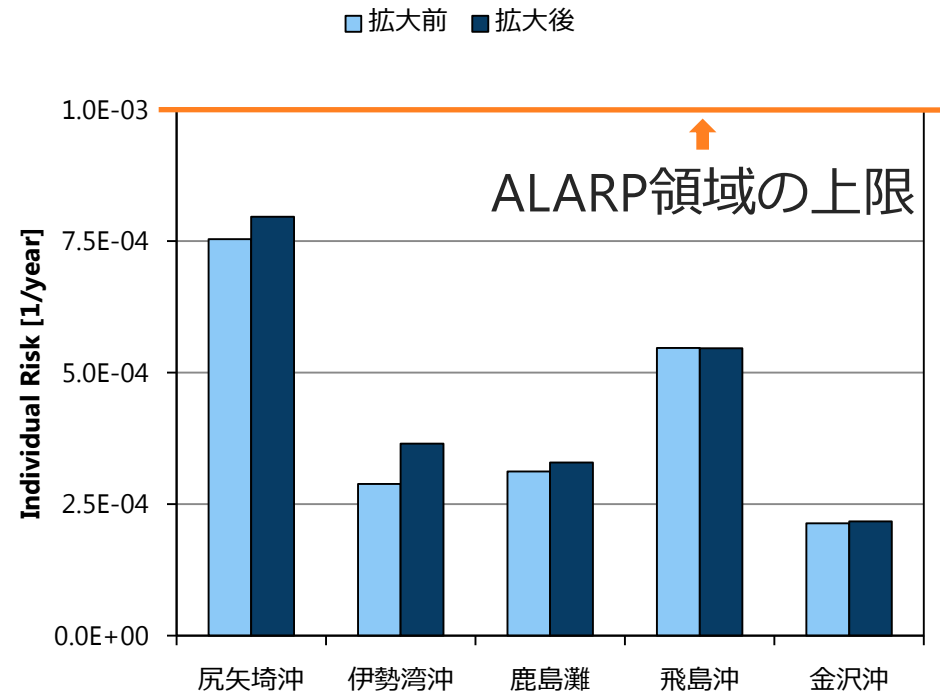
${}_{k}T_i$: k海里の事故地点iからの避難時間等

V_k : k海里を航行する船の船速

死亡率P等を求める際に、上記を考慮

5. 人命損失リスクの推定

- ・ 作成したリスク分析モデル（交通密度（遭遇頻度）、避難港からの距離、海象）から死亡者数の増加率等を推定
 - ・ 遭遇頻度の算出の際にはAISデータ等を利用
- ・ 海上保安統計年報等の各種データより各検討海域の個人リスクを推定



区域拡大前後の個人リスク（推定値）

拡大後のリスクは拡大前と同程度 & ALARP領域に留まる

➡ 沿海区域の拡大後の安全性に大きな変化は無いと考えられる

6. まとめ

- ◆ 海象データを用いて検討海域の波高を調査した。
その結果、沿海区域の拡大による海象の変化は無いと考えられた。
- ◆ 海難審判庁（審判所）裁決録データを用いて検討海域の事故発生地点を図示した。その結果、沿海区域の拡大が拡大される周辺を船舶が通航したとしても事故の発生は少ないと考えられた。
- ◆ 沿海区域拡大が船舶の安全性に及ぼす影響を分析するモデルを作成した。
- ◆ そのモデルを用いて、検討海域における沿海区域拡大前後の人命損失リスクを推定した。
- ◆ その結果、沿海区域拡大後の安全性に大きな変化は無いと考えられた。

謝辞

本研究は、国交省請負研究として実施した。国土交通省海事局安全基準課（当時）、沿海区域の一部拡大に関する検討会及び関係各位に感謝申し上げます。