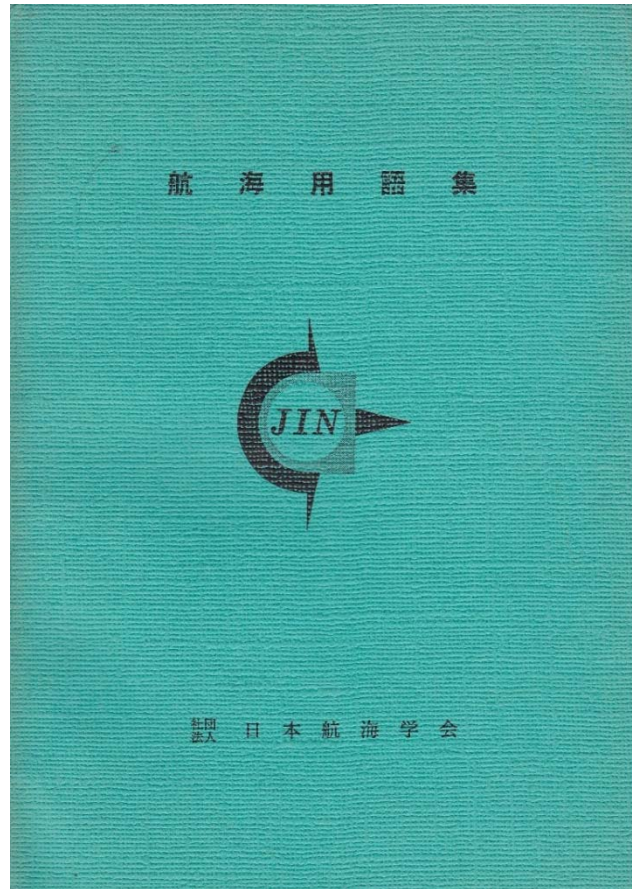


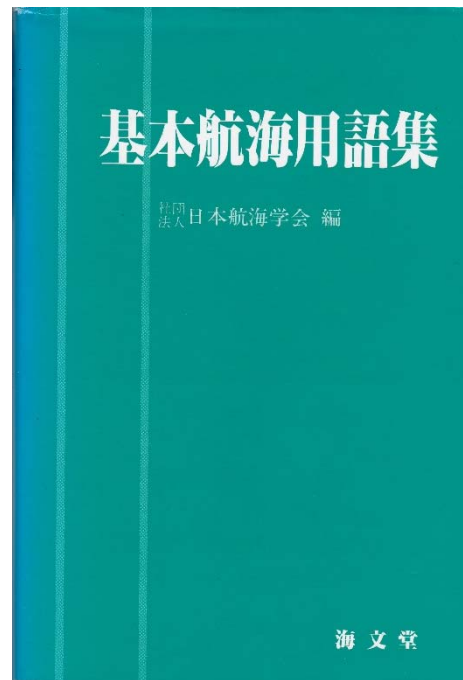
あらためて
避航領域とバンパーモデルの関係を考える
—航海学会用語集の改訂に向けて—

山田多津人（海上保安大学校）

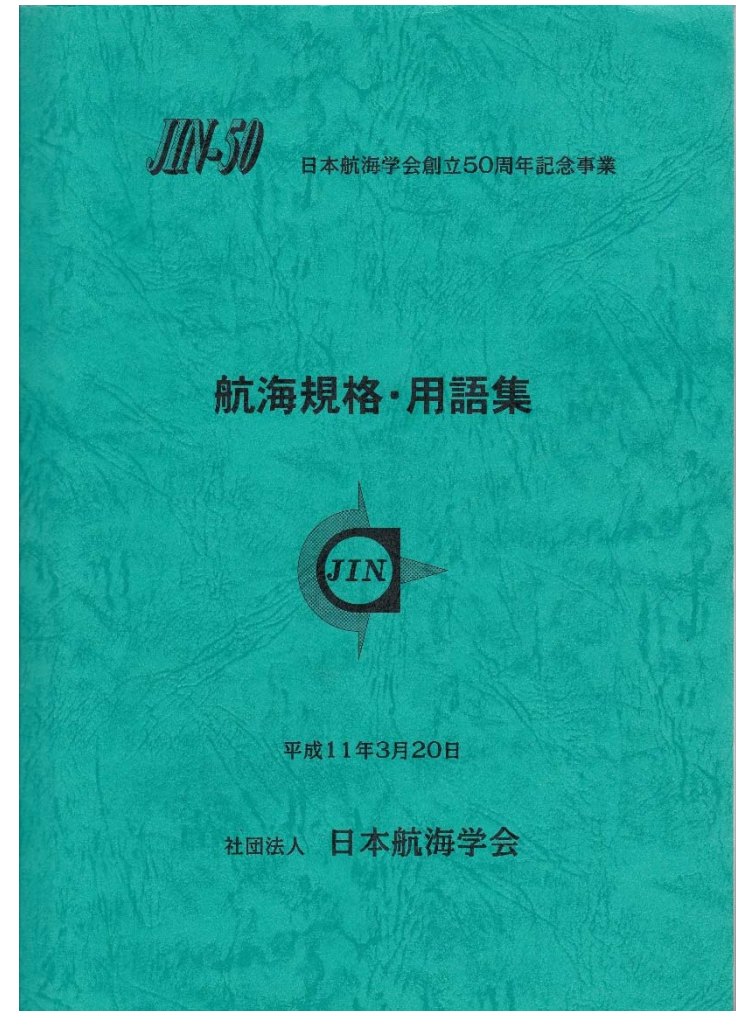
1948年(昭和23年) 航海学会設立



1978年(昭和53年)



1993年(平成5年)



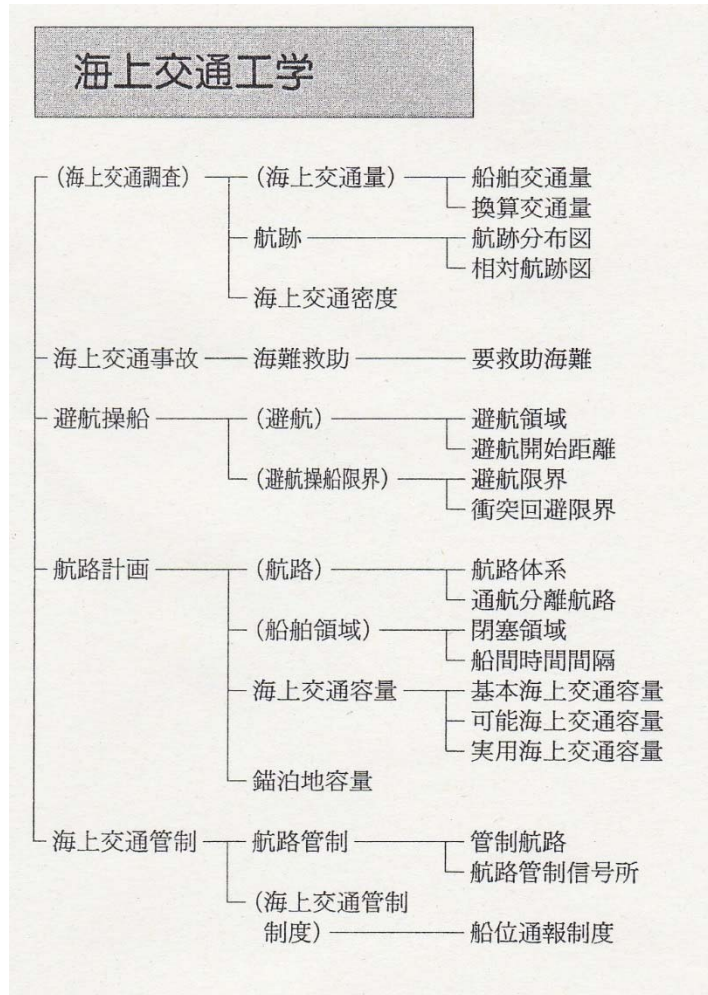
1999年(平成11年)



2018年設立70周年 航海学会用語集の改訂へ

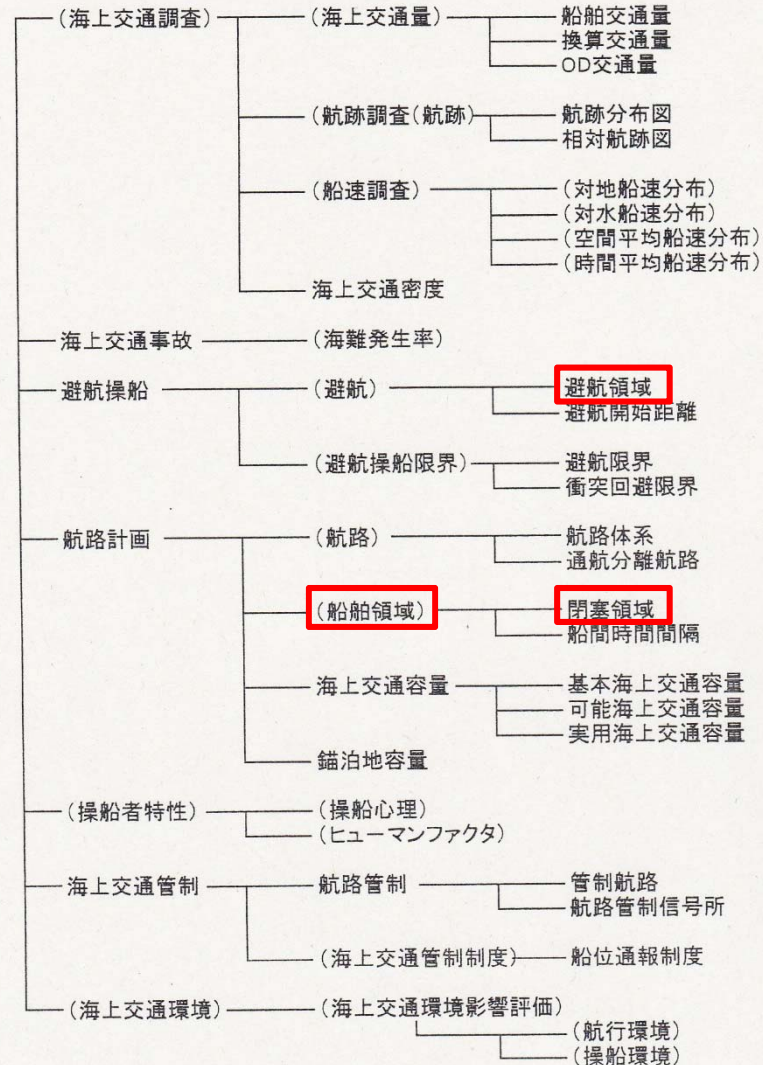
海上交通工学研究会セッション(平成28年5月20日(金))

基本航海用語集



航海規格・用語集

⑩海上交通工学



※()書用語は和文用語に収録されていない。または、主分野で無い場合等。

「序説海上交通工学」(1971年)での定義

避航領域

船のまわりにおいて他船がはいるのを避ける領域。この場合は他船を点として考える。

閉塞領域

船の相対速度が0またはそれに近いときの避航領域で、当然同航の場合に限られる。

「海上交通工学」(1981年)での定義

避航領域

ほぼ同程度の大きさの船が通常の航行条件の下にほぼ同程度の速度で航行する時、1船のまわりの相対航跡の分布図を作って航跡密度の高い部分をつらねてできる領域。

閉塞領域

避航領域の特殊なケースであり、相対速度が0または、それに近い場合のもの。

基本航海用語集(1993年)での定義

避航領域 (evasive area)

避航操船をするため運航者が設定している領域。

閉塞領域 (effective domain)

通常の航行状態において、他船が入りこまない自船まわりの領域。

基本航海用語集における定義の特徴(差異)

避航領域(1970年代)

船のまわりにおいて他船がはいるのを避ける領域



閉塞領域(1990年代)

他船が入りこまない自船まわりの領域

閉塞領域(1970年代~80年代)

相対速度が0またはそれに近いとき(同航)の避航領域



閉塞領域(1990年代)

通常の航行状態において、他船が入りこまない自船まわりの領域
(同航に限定していない)

1990年代における航海用語の体系化の帰結

※避航操船をするため運航者が設定している領域



※通常の航行状態において、他船が入りこまない自船まわりの領域

①「船舶領域」とは？

②論文執筆 → 参考文献は過去の論文や著書等。体系化された用語とのギャップ？

Ship Domain (船舶領域)

By Goodwin

‘A Statistical Study of Ship Domain (The Journal of Navigation, Vol.28, No.3, 1975)’

A Ship domain may be thought of as the sea around his ship which the navigator would like to keep free, with respect to other ships and fixed objects.

A Statistical Study of Ship Domain

「船舶領域の統計的研究」長畑司先生訳 航海50号 昭和51年(1976年))

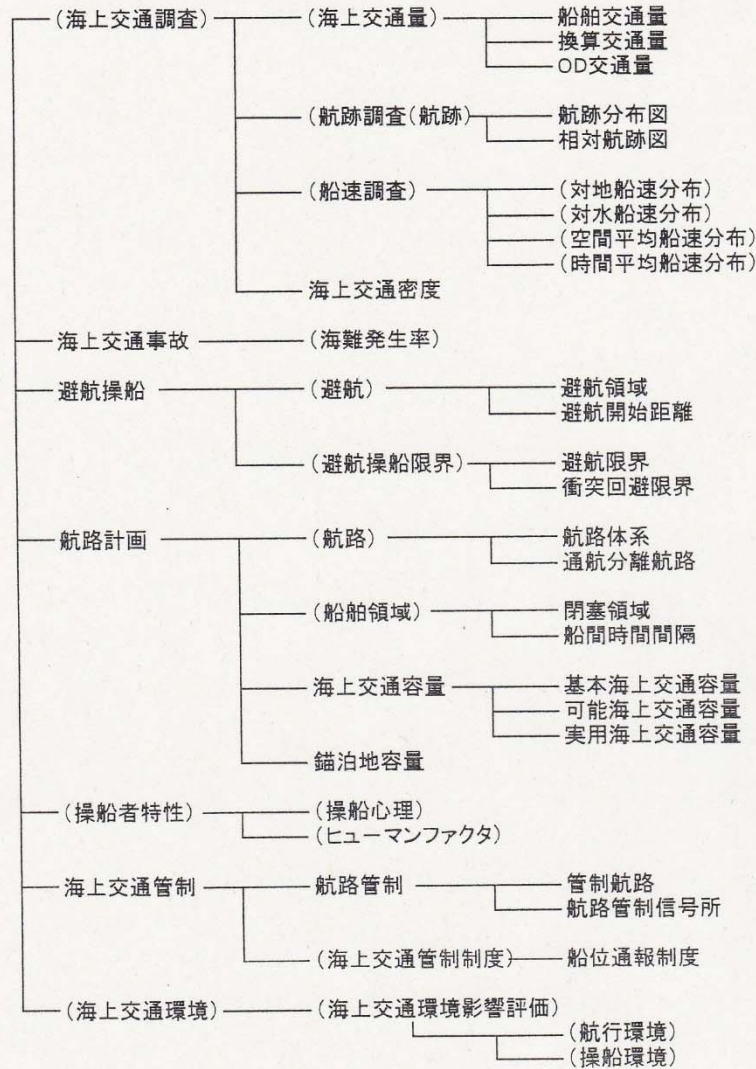
「航海士が他船や固定物標に対して自由に航行したいと考える一船の周囲の実面積」

「他船の方位と距離を自船の周囲にプロットして、他船のいない水域を明らかにすることができる。」

境界決定の方法論もあり、1970年代～80年代は「避航領域」と同じ範疇で議論された。

航海規格・用語集(1999年)にも「バンパーモデル」は無い

⑩海上交通工学



「バンパーモデル」について考える

「避航領域の定義について」

航海65号 藤井弥平先生 昭和55年(1980年)

避航領域から導かれる交通シミュレーションモデルとして**バンパーモデル**がある。同航の場合、各船の周囲にバンパーをめぐらせて2船間間隔が避航領域のものと等価になるようなモデルを作ることができる。このモデルで**バンパーが重ならないように船が航行する**というシミュレーションは横切や反航の場合の実態とかなり良く近似できるようである。

「海上交通工学」(海文堂)1981年 p.111 避航領域と避航半径

他船の中心を点とみなして自船周りにある領域を設定しても、または自船を点とみなして他船周りに領域を設定しても、あるいは自船の周りとは他船の周りにそれぞれ**バンパー**があるように考えてもどちらでも同じことになる。

船舶領域 (ship domain)

航海士が他船や固定物標に対して自由に航行したいと考える一船の周囲の領域

閉塞領域 (effective domain)

通常の航行状態において、他船が入りこまない自船まわりの領域

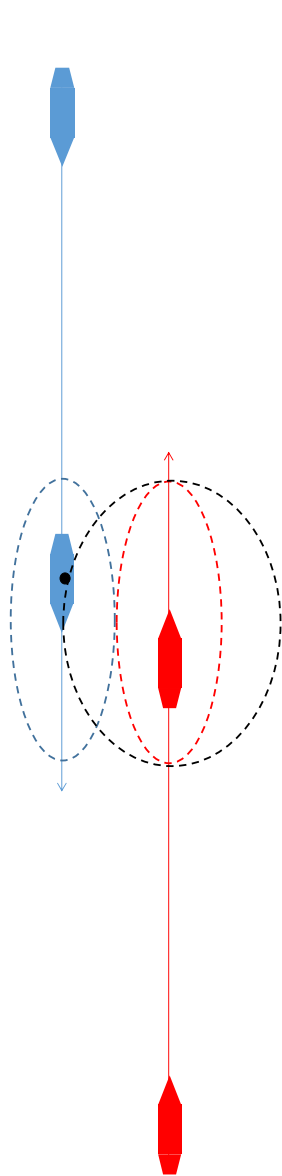


他船(一方の船)を点として捉える

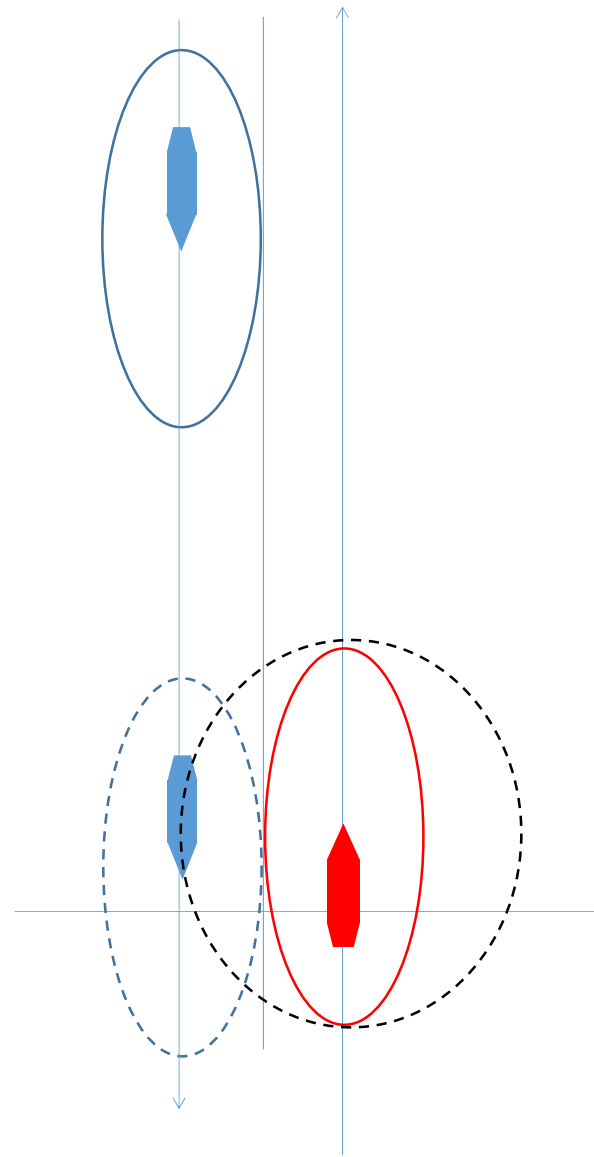
- 他船を点として自船の周りにバンパーを持つ → 船舶領域や閉塞領域と同じ
- 自船及び他船それぞれの周りにバンパーを持つ



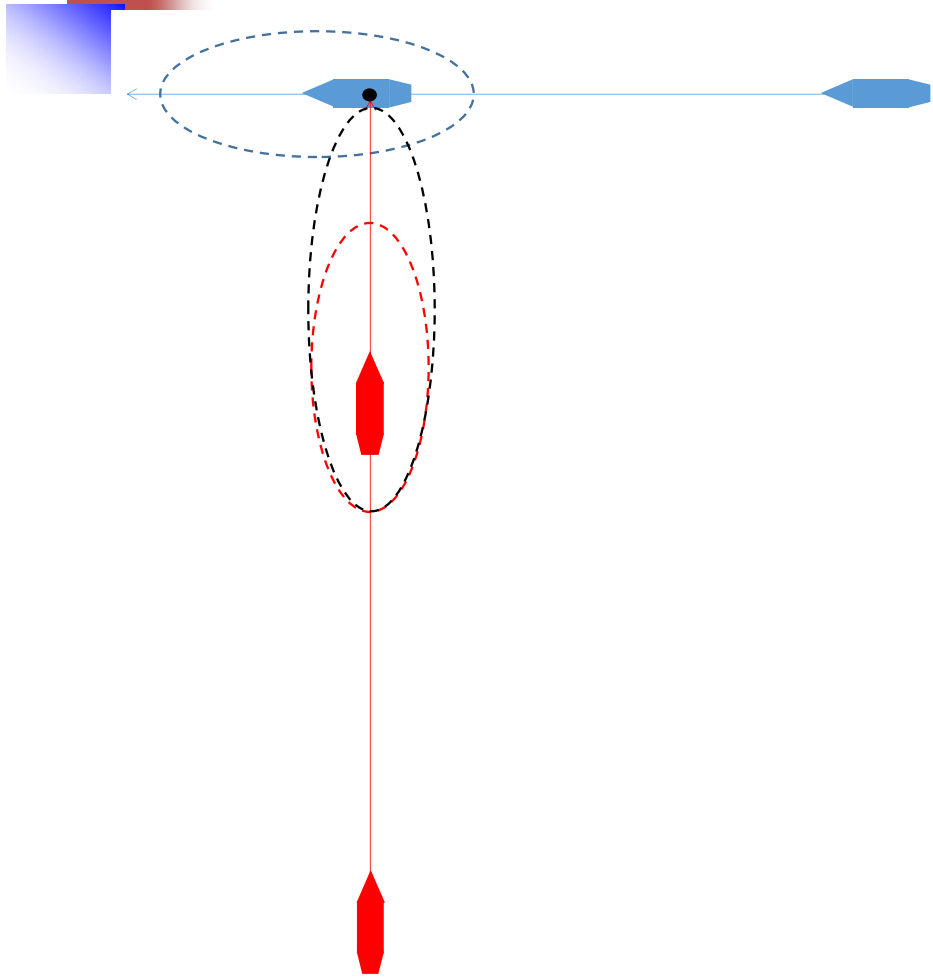
- ・バンパーモデルの大きさを決める2つの考え方がある
- ・自船まわりの(楕円等で近似される)領域であることは同じ



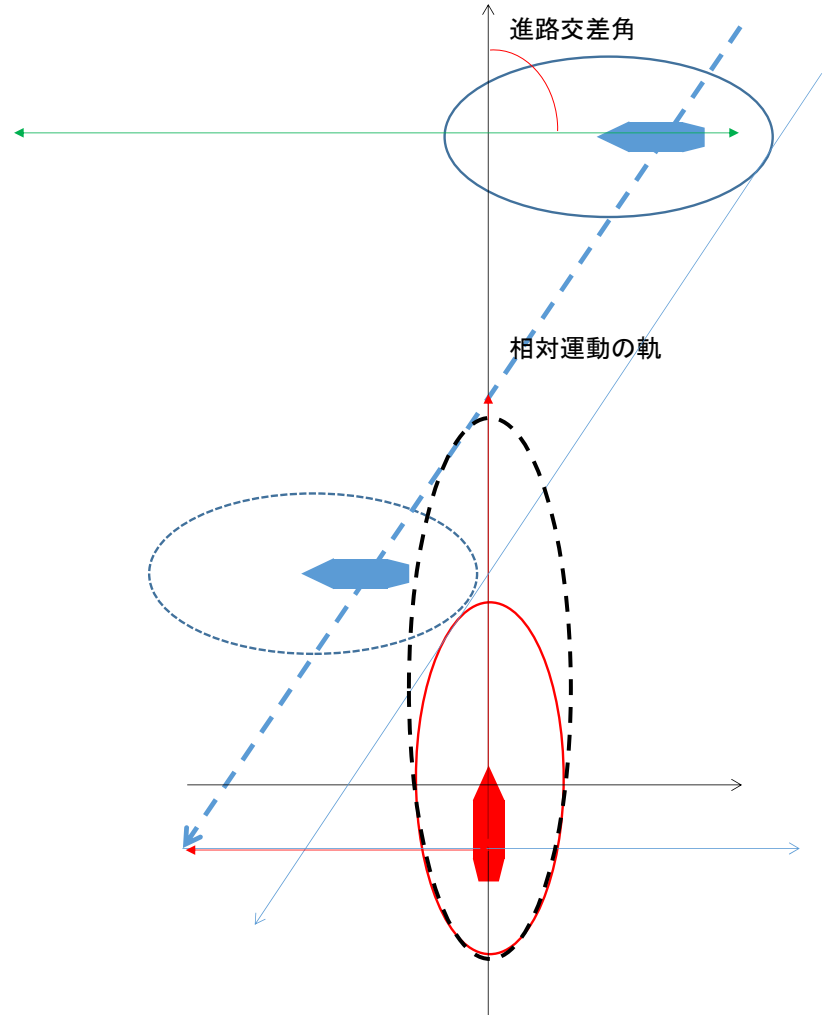
实景图



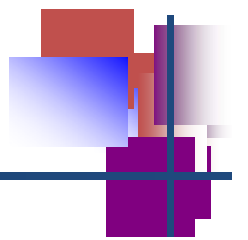
相対プロット



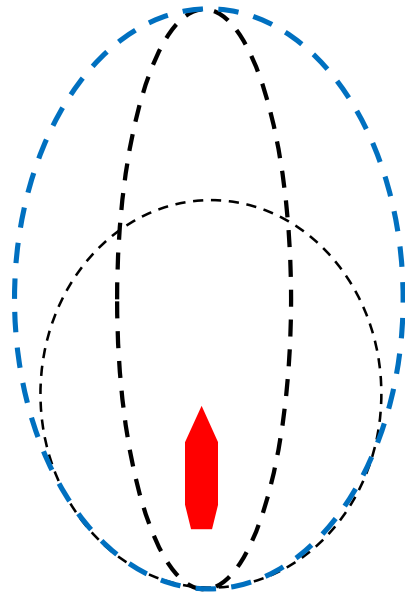
実景プロット



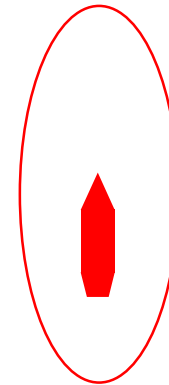
相対プロット



一方の船を点とする
(見合い関係で分類しない)



両船にバンパーを持つ



他船を点として自船の周りにバンパーを持つと考える場合の方が、
自船及び他船それぞれの周りにバンパーを持つと考える場合よりも、
バンパーの大きさは大きい。

他船を点として自船の周りにバンパーを持つ場合の例

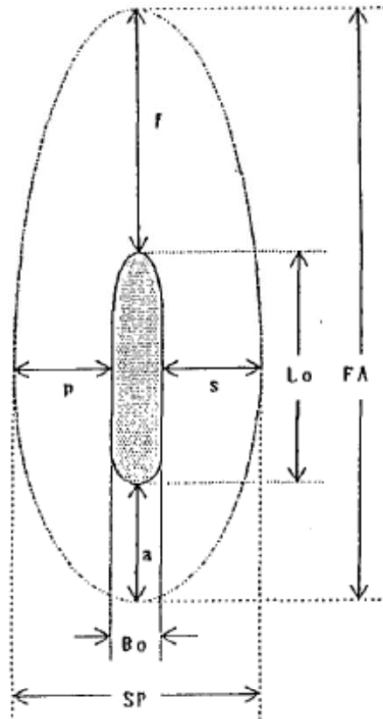
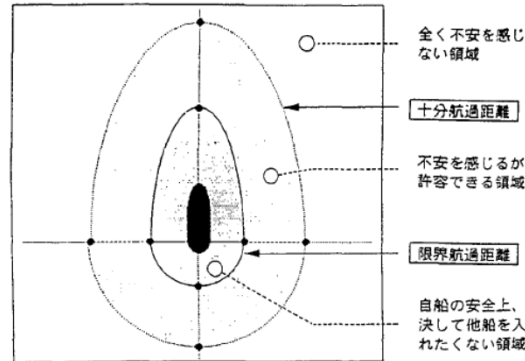


図5 航過距離の前後・左右距離の概念



制約水域における航過距離と隔離距離に関する操船者意識のモデル化(井上先生他)

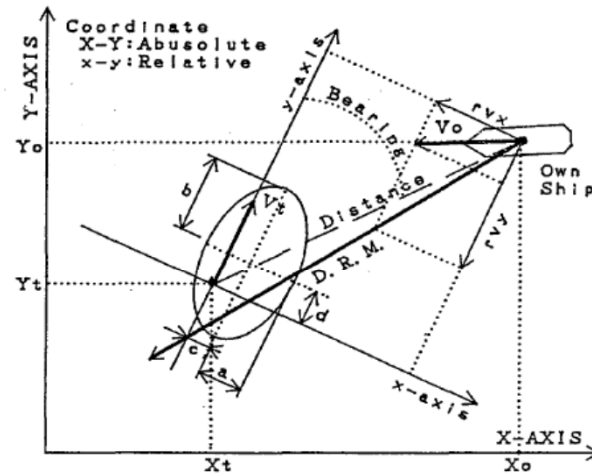


図4 衝突危険判定の概念

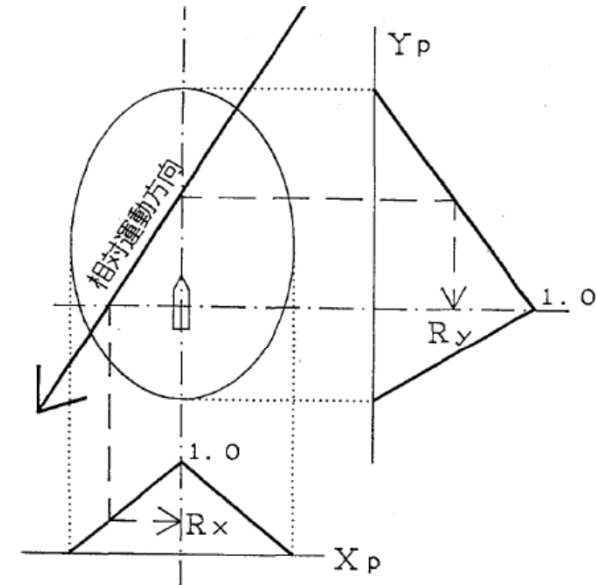


図5 衝突危険度算定モデル

避航操船環境の困難度-Ⅱ

-シミュレーションによる評価に向けて-(長澤先生他)

自船及び他船それぞれの周りにバンパーを持つ場合の例

2 船の大きさがほぼ等しい場合、後方閉塞領域が長半径 $r=8L$ ，短半径 $s=3.2L$ の半楕円で近似することは 2 船それぞれに長半径 $4L$ ，短半径 $1.6L$ の楕円のバンパーを考慮することと等価である。 そして (5.1) 式の提案を採用することは船のまわりに図 5・1 のようなバンパーそなえたモデルを想定することになる。これをより簡単にして長方形のバンパーにしても大差はない。船が近接してもバンパーが重なりあわないと仮定すると， $L_i=L_j$ のとき，(i) 後方閉塞領域は $r=8L$ ， $s=3.2L$ となり，(ii) 反航の避航半径は $3.2L$ ，(iii) 横切りの避航半径は $5.8L$ ，横断可能船間間隔は $16L$ (長さ 42m ， 10 ノットで 131 秒) で観測値に近い値になる。

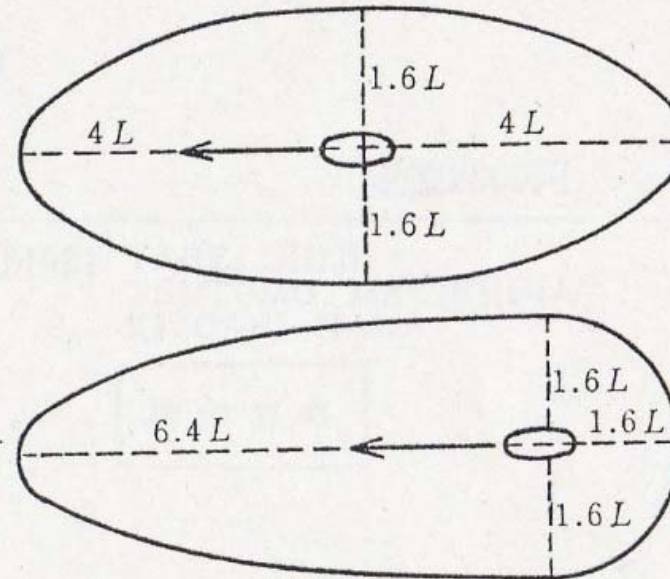
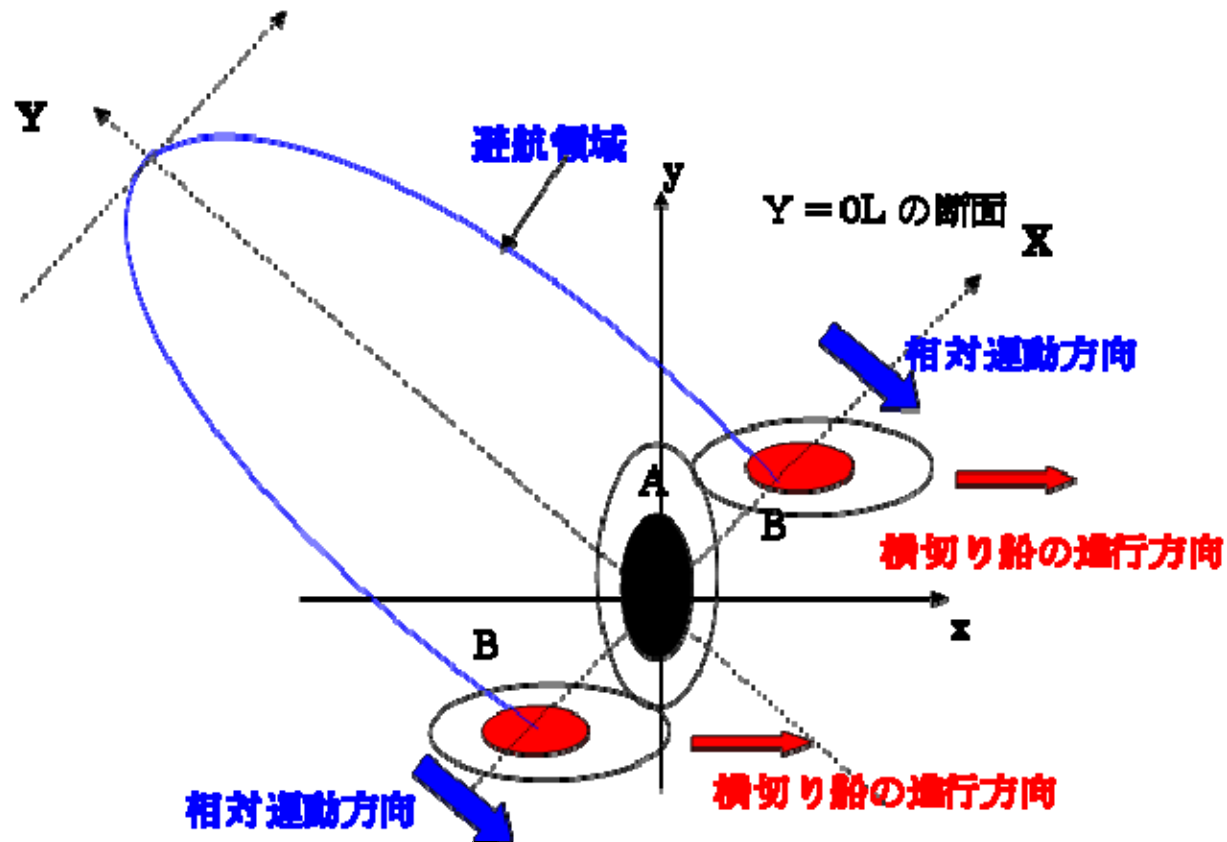


図 5・1 バンパーモデル，上は $L'=(L_i+L_j)/2$ に，下は $L'=(L_i+4L_j)/5$ に対応する。

「海上交通工学」(海文堂 1981年)p.123



避航領域 (evasive area) (基本航海用語集より)
避航操船をするため運航者が設定している領域



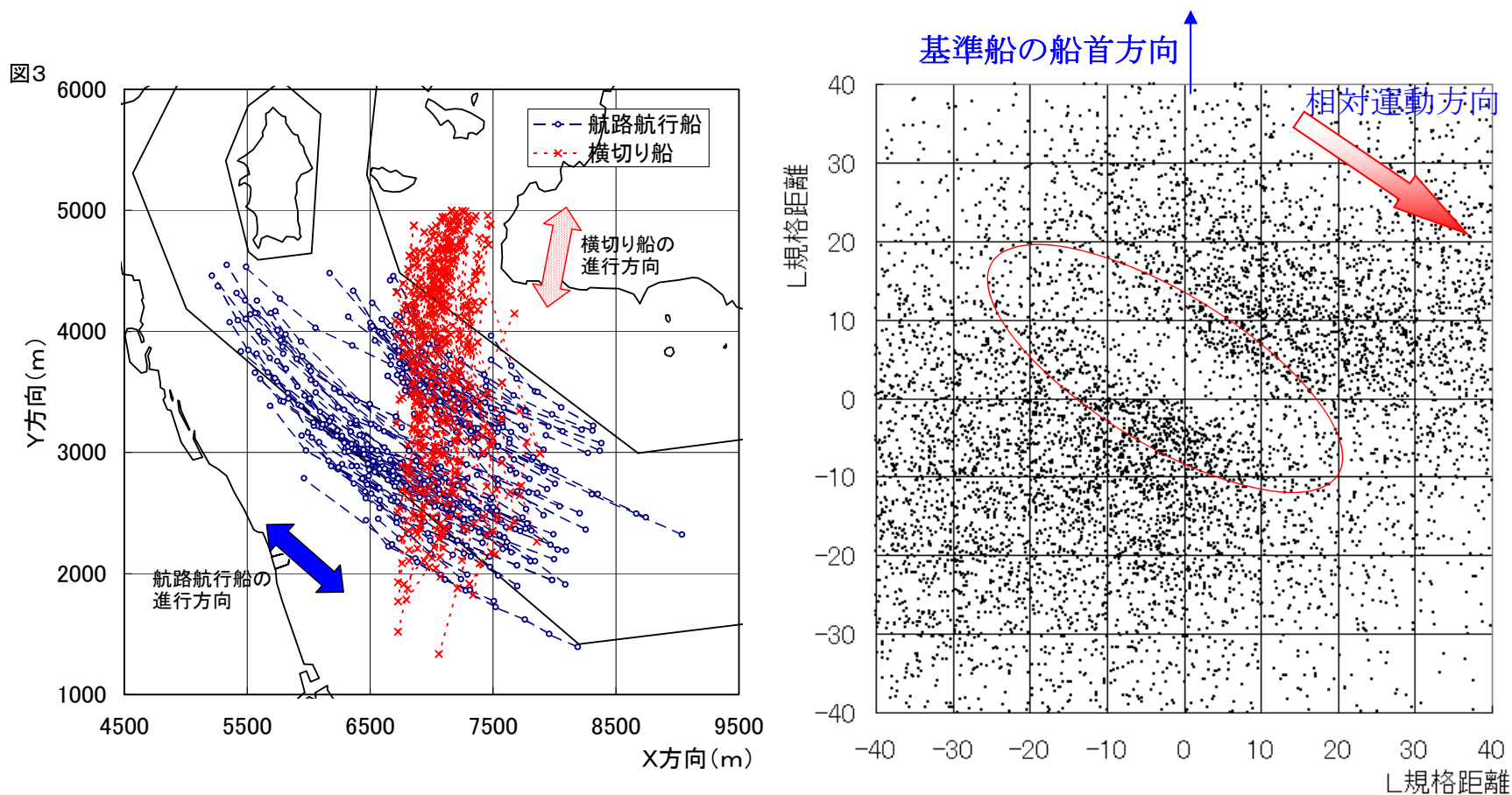
避航操船の結果として形成される領域？

「避航領域の定義について」

航海65号 藤井弥平先生 昭和55年(1980年)

○避航領域

基準とする船の中心に原点をおいて他船の中心の相対位置密度分布図を作り、もとの相対速度に直交する線と、相対速度方向の半平面で原点に近い密度極大部分をつらねる線とで囲まれる領域。



おわりに(まとめ)

避航 — 避航領域

- 「避航領域」と「バンパーモデル」とは異なる定義(概念)なるも、「バンパーモデル」を「避航領域」と解釈可能な研究論文等もある。

(船舶領域) — 閉塞領域

- 「閉塞領域」という用語は最近あまり見かけない。むしろ、「バンパーモデル」の用語を使う方が多いのではないか。
- 「閉塞領域」は、権威ある文献(著書)と用語集での定義に差異がある。
- 「船舶領域」についても、航海用語として収録すべきではないか。海外の論文では「ship domain」の用語の方が一般的だと感じる。

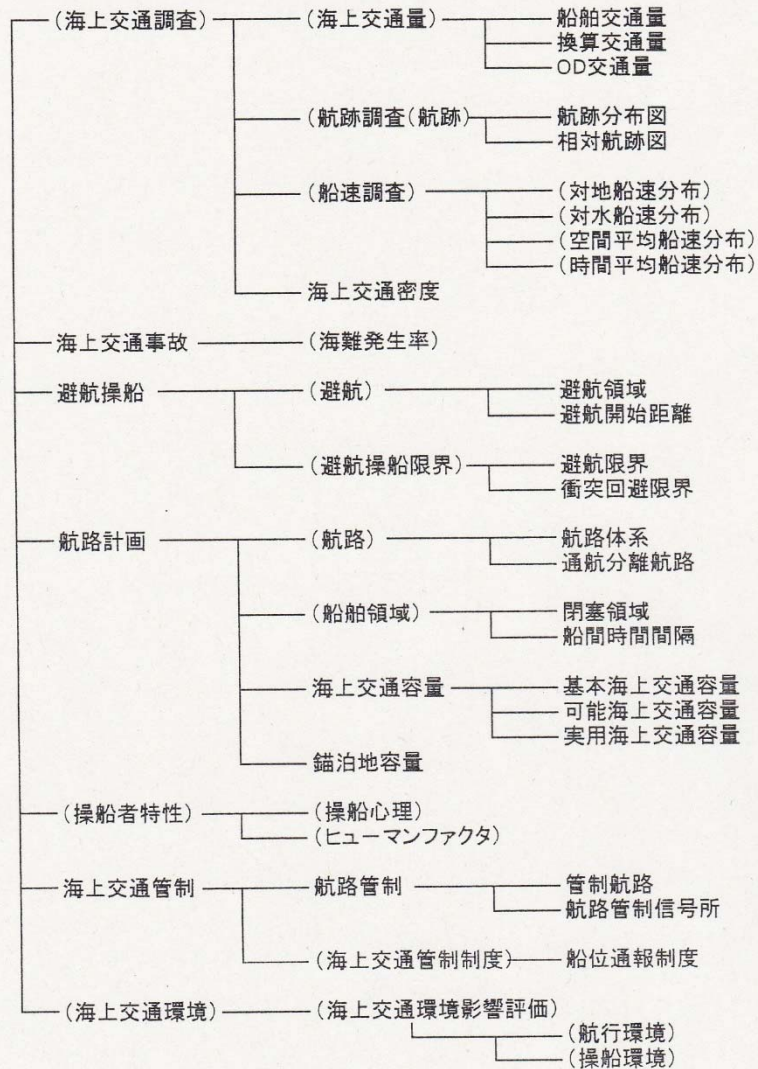
バンパーモデル

- 他船を点として自船の周りにバンパーを考える
→ 衝突判定等の避航判断には有利 → 「避航操船」
- 各船周りにバンパーを考える
→ 交通容量や海域全体の評価等には有利 → 「航路計画」



航海規格・用語集(2018年)へ

⑩海上交通工学



海上交通工学

(海上交通調査)

交通調査

目視観測(目視調査)
レーダ観測(レーダ調査)
AIS観測

(海上交通量)

船舶交通量
換算交通量
OD交通量

(航跡調査(航跡))

航跡分布図
相対航跡分布図
ゲート通過隻数図

(船速調査)

(対地船速分布)
(対水船速分布)
(空間平均船速分布)
(時間平均船速分布)

海上交通密度

単純密度分布図
L換算密度分布図
L²換算密度分布図

海上交通事故

(海難発生率)

避航操船

出会い
(避航)

避航領域
避航開始距離

(避航操船限界)

避航限界
衝突回避限界

衝突

衝突危険度

航路計画

(航路)

航路体系
通航分離航路

(船舶領域)

閉塞領域
船間時間間隔

バンパーモデル
十分航過距離
限界航過距離

海上交通容量

基本海上交通容量
可能海上交通容量
実用海上交通容量
利用率

錨泊地容量

(操船者特性)

(操船心理)

(ヒューマンファクタ)

シミュレーション

マイクロシミュレーション
マクロシミュレーション
海上交通流シミュレーション
ネットワークシミュレーション
避航を考慮しないシミュレーション
避航を考慮するシミュレーション
ファストタイムシミュレーション
ビジュアル操船シミュレーション
自律型群行動モデル

(海上交通環境)

(海上交通環境影響評価)

(航行環境)

(操船環境)

交差危険度

SJ

CJ

CR

避航操船空間閉塞度

BC

環境ストレスモデル

ES

不安全操船モデル

US

海上交通管制

航路管制

管制航路

航路管制信号所

(海上交通管制制度)

船位通報制度

交通管制

運航調整

ポータルラジオ

ご清聴 ありがとうございます

