

東京計器における 船舶航行支援への取組み

2019年5月31日

東京計器株式会社
船用機器システムカンパニー
箱山 忠重／八木 修

1

アジェンダ

1. 弊社のご紹介
2. 衝突点の考え方
3. 危険領域表示
4. 現在の取組み
5. まとめ

3

アジェンダ

1. 弊社のご紹介
2. 衝突点の考え方
3. 危険領域表示
4. 現在の取組み
5. まとめ

4

会社概要

<https://www.tokyokeiki.jp/>

商号 東京計器株式会社 (TOKYO KEIKI INC.)
 創立 明治29年(1896年) 5月1日
 設立 昭和23年(1948年) 12月21日
 住所 東京都大田区南蒲田2-16-46
 資本金 約72億円
 上場市場 東京証券取引所 第1部
 代表者 取締役社長 安藤 毅
 従業員 約1,400名 (連結)



本社・技術センター(東京都大田区)



飯能事業所
(埼玉県飯能市)



那須工場(栃木県那須町)



矢板工場(栃木県矢板市)



佐野工場(栃木県佐野市)

田沼事業所
(栃木県佐野市)

地図出典: <http://www.craftmap.box-i.net/>

5

東京計器の主な製品



技術

慣性センサ
ジャイロ
(角速度センサ)

油圧

ソフトウェア

画像処理

情報通信

マイクロ波

超音波

精密加工



【防衛・通信機器】
レーダー警戒装置、
艦艇用表示装置、
艦艇用ジャイロコンパス、
慣性センサー、
各種マイクロ波デバイス

【油圧機器】
油圧電磁弁、
油圧ポンプ、油圧モータ、
油圧応用装置

【船舶港湾機器】
ジャイロコンパス、
オートパイロット、
レーダー、
電子海図情報表示装置、
船舶用通信機器等

【流体機器】
超音波流量計、
電波レベル計

その他
・防災機器 (消火設備)
・鉄道機器 (例. レール探傷)
・検査機器 (例. 異物検知)

アジェンダ

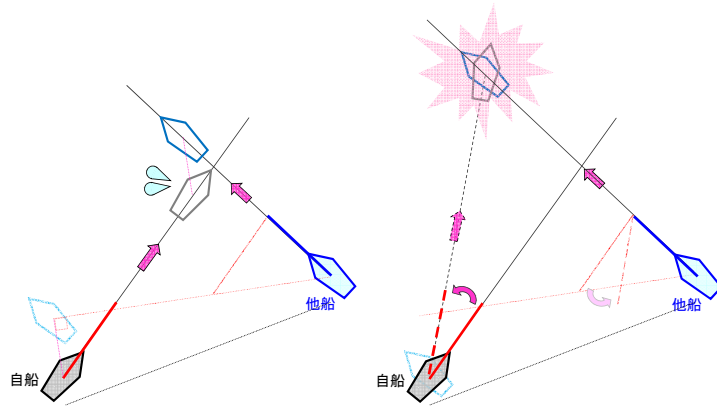
1. 弊社のご紹介
2. 衝突点の考え方
3. 危険領域表示
4. 現在の取組み
5. まとめ

「現針路での接近」と「衝突針路」



このまま進むと、どのくらい近づくか

どの向き(針路)に進むと、ぶつかるか



接近点



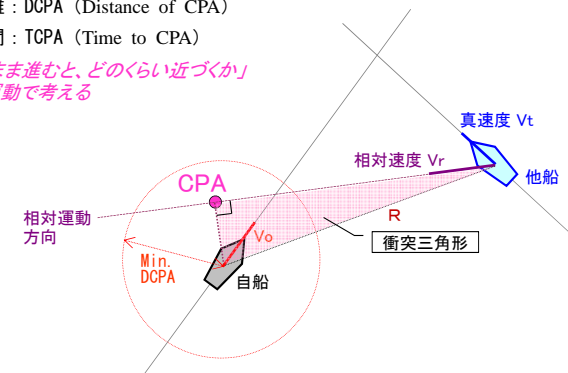
最接近点 : CPA (Closest Point of Approach)

最接近距離 : DCPA (Distance of CPA)

最接近時間 : TCPA (Time to CPA)

*「このまま進むと、どのくらい近づくか」

* 相対運動で考える

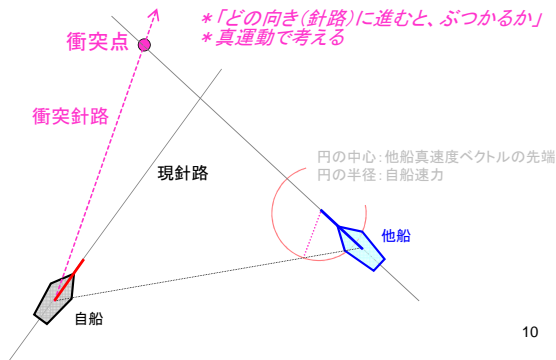


衝突点

TOKYO KEIKI

PPC (Points of Potential Collision: 衝突危険点) または
PCP (Possible Collision Points : 衝突可能点) など

他船の針路&速力一定 } として、自船が変針した時に自他船が衝突する位置
自船の速力一定



10

アジェンダ

TOKYO KEIKI

1. 弊社のご紹介
2. 衝突点の考え方
3. 危険領域表示
4. 現在の取組み
5. まとめ

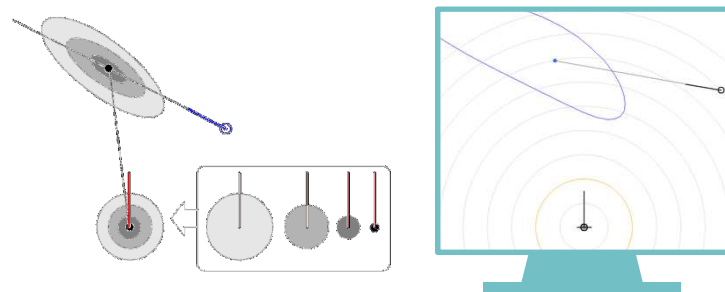
11

危険領域表示のイメージ

TOKYO KEIKI

本船を点として考える ⇒ 衝突点

面で(=広がりを持たせて)考える ⇒ 危険領域表示

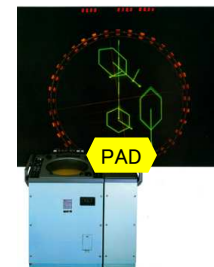


12

航行支援装置の製品紹介

TOKYO KEIKI

1976年～1984年
CASシリーズ
衝突予防援助装置
レーダーと分離型。
米国Sperry社(*)と共同開発



1987年～
RASCARレーダー
衝突予防援助装置付き
レーダー



タッチスクリーンを採用
米国Sperry社(*)と共同開発

1995年～
BR-3440レーダー
衝突予防援助装置付きレーダー



当社独自の開発製品

(*)現Northrop Grumman Sperry Marine

13

PAD (予測危険範囲)

by Sperry社



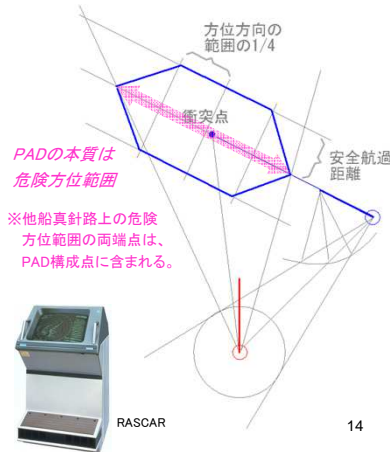
Predicted Area of Danger

予め設定した安全航過領域(安全航過距離を半径とする円)の内側に他船が近づく、自船の針路範囲を表す。

- ①他船の針路&速力一定、自船の速力一定として、自船が変針した場合の衝突点を算出する。
- ②他船が安全航過距離の内側に入る、自針の針路範囲を算出する。
- ③所定の仕様に従って、六角形(“亀の甲”の形)を描く。

ポイント:

- 衝突針路、操船余裕が読み取れる。
- 現針路で進んだ場合の接近の度合いと航過状況が読み取れる。



RASCAR

DAC (衝突危険範囲)

by 東京計器



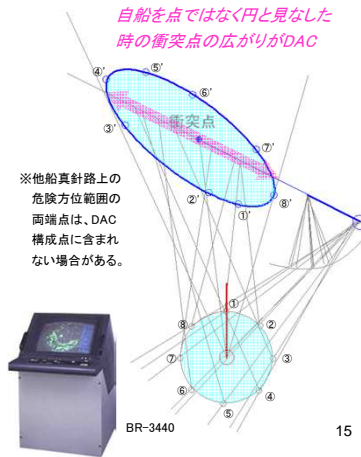
Dangerous Area of Collision

予め設定した安全航過領域の内側に自他船が近づく、自船の航行範囲を表す。

- ①他船の針路&速力一定、自船の速力一定として、自船が変針した場合の衝突点を算出する。
- ②安全航過距離の円周上の点を仮の自船位置と見立て、仮の衝突点を算出する。
- ③仮の衝突点に対応する自船位置をつなぐ。

ポイント:

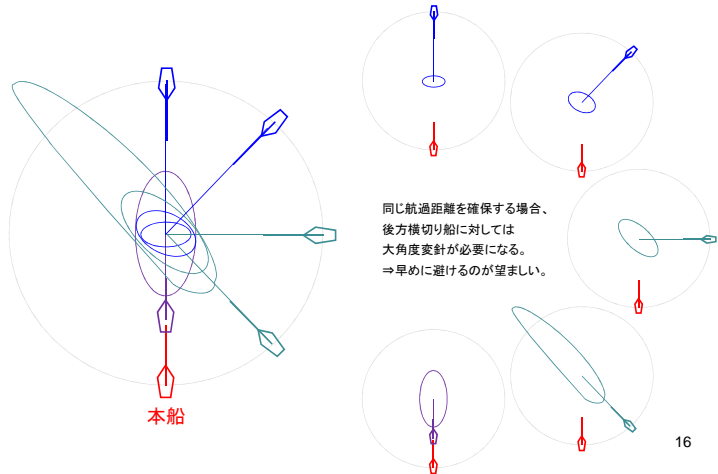
- 衝突針路、操船余裕が読み取れる。
- 現針路で進んだ場合の接近の度合いと航過状況が読み取れる。
- 方位方向だけでなく、奥行き方向の危険範囲も正確に表示している。
- 同航・反航時の危険範囲も正確に表示する。



BR-3440

見合い関係によるDAC形状の違い

同航、反航時の危険範囲も正確に表示事が出来る。



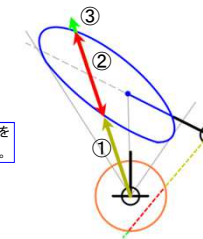
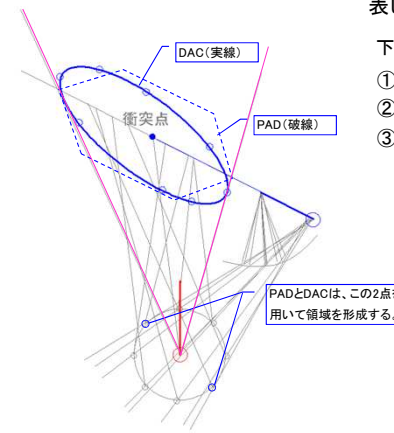
DACに含まれる情報

危険な方位範囲が分かる。

奥行き方向の危険範囲も正確に表示している。

下図の針路を選んだ場合、


- ①他船がSD円に侵入する迄の余裕時間
- ②他船がSD円に侵入している時間
- ③他船がSD円から離脱する時間




注)SD(Safe Distance)円:

本船を中心、安全航過距離を半径とする円

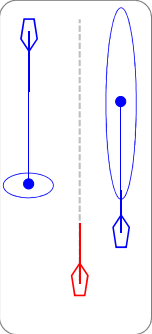
DACの基本的な使い方 [想定]



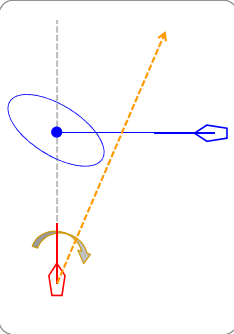
①安全航過領域を設定する(下図は自船側)。



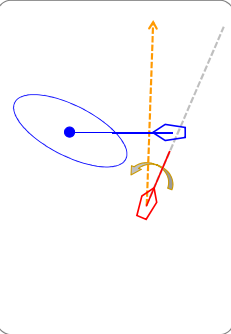
②現針路上にDACが存在しなければ安全。同航/反航の場合、衝突点が当該他船との航過タイミングの目安になる。



③現針路上にDACが存在し、自船が避航義務を負う場合、DACをかわす針路(当該針路上にDACが存在しない針路)を探して、避航する。




④ある程度まで避けたら、その時点におけるDACを見ながら、元の針路(または計画航路)への復帰を考える。



18

DACの動画紹介




(当日の投影のみ)

他船初期位置及び自他船の針路、速力

	相対距離[NM]	真方位[Deg]	真針路[Deg]	真速力[kn]
自船	---	---	0.0	15.0
他船 1	1.6	241.8	0.0	15.0
他船 2	3.8	43.9	270.0	15.0
他船 3	4.0	0.0	180.0	15.0

距離環間隔 0.5NM
安全航過距離 0.5NM

19



アジェンダ

1. 弊社のご紹介
2. 衝突点の考え方
3. 危険領域表示
4. 現在の取組み
5. まとめ

22

国土交通省「先進船舶技術研究開発支援事業」

「船舶の衝突リスク判断と自律操船に関する研究」

研究開発の概要

II. 自律操船に関する研究開発

【既存の課題】

- 将来危険される乗組員不足

【開発内容】

- 船陸間衛星通信による遠隔操船技術の開発

【期待される成果】

- 自律航行技術による航海当直体制の見直しが可能
- 陸上オペレーションセンターにおける遠航経験者の雇用機会提供



衛星遠隔操船を用いた陸上オペレーションセンターからの遠隔操船支援

I. 衝突リスク判断方式の研究開発

【既存の課題】

- 離陸海域における操船者のストレス
- 操船者の情報処理能力の限界

【開発内容】

- 他船及び航行海域の定量的危険度指標の開発

【期待される成果】

- 順位付け可能なリスクの表現による避航判断の負担軽減



シミュレータを利用したリスクパラメータの比較

III. コンピュータビジョンを利用した航海支援ツールの研究開発

【既存の課題】

- 操船者の情報処理能力の限界

【開発内容】

- 映像処理、認識技術を活用した対象物検出及びレーダ情報重畳技術の開発

【期待される成果】

- 見張り精度の向上
- 陸上での遠隔操船時における周視状況的確な把握



画像認識技術を利用した見張り支援



(提案者)日本郵船株式会社
(共同提案者)株式会社MTI、株式会社日本海洋科学、古野電気株式会社、日本無線株式会社、当社

23

アジェンダ

1. 弊社のご紹介
2. 衝突点の考え方
3. 危険領域表示
4. 現在の取組み
5. まとめ

25

まとめ

- 一般的に、従来の衝突予防援助装置(ARPA*)では、**最接近距離(DCPA)**、**最接近時間(TCPA)**などで危険度を判定していた。
*ARPA: Automatic Radar Plotting Aids の略。現在はTT(Target Tracking)という名称に変更。
- 当社製品では、PADやDACといった「衝突領域」を表示する事で、**試行操船を行わなくても視覚的に他船と接近する領域を捉える事が出来る。**
- DACは多角形近似により「衝突領域」を**正確に表示する事が出来る。**また、**同航・反航時でも領域を表示する事が出来る。**
- 国土交通省「先進船舶技術研究開発支援事業」採択事業の「船舶の衝突リスク判断と自律操船に関する研究」で、DAC表示方法を**改良**し、評価を行っている。

26

(お聞き頂いた) 皆様へ

当社DACは出願から20年を経過したため、**ご自由に利用頂けます。**

本日の研究会では**DACの概要**を説明致しましたが、ご不明な点が多々あると思います。

DACにご興味のある方は小職までご連絡頂けると幸いです。

東京計器株式会社船用機器システムカンパニー事業戦略室

箱山 忠重(t-hakoyama@tokyo-keiki.co.jp)

※“@”は小文字に変換してください。

27

ご清聴ありがとうございました。

28