

自律避航実現のための取り組み

海上技術安全研究所

知識・データシステム系

* 丹羽 康之、小林 充、齊藤 詠子

研究監

福戸 淳司

本日の発表の流れ

1. 自動運航船(自律船)に関する研究の背景・動向

- 国際的な動向
- 国内の動向
- 海上技術安全研究所の対応

2. 海上技術安全研究所の自動運航船に関連する研究対応

自律避航実現に向けた取り組み

2-1. 操船シミュレータを活用した研究

2-2. 画像処理による他船検出の研究

1. 自動運航船(自律船)に関する研究の背景・動向

- 国際的な背景・動向

- ロールスロイスが遠隔操船での無人自律船の実現を目指すと公表

- 欧州を中心に各種プロジェクトが進行し、実海域での実験を実施する動き

- IMOにおいても本年5月に開催された第99回海上安全委員会(MSC 99)より、自動運航船の規則面での論点整理を開始

1. 自動運航船(自律船)に関する研究の背景・動向

• 国内の動向

- 国土交通省交通政策審議会海事分科会海事イノベーション部会において、自動運航船の実用化に向けたロードマップの策定等重点施策に係る報告書が取りまとめられた
- 「自律型海上輸送システムの技術コンセプトの開発」「船舶の衝突リスク判断と自律操船に関する研究」等の支援事業が進行中

• 海上技術安全研究所の対応

- 上記の各種支援事業の一部にも参画するとともに、重点研究として自動運航船に関する研究を実施中
「船舶のICT(情報通信技術)を利用した大陸間自律運航、メンテナンスフリー等に係るモニタリングシステム等の支援技術に関する研究」等

事前調査による自動運航船に必要な機能(一部)

自動航行機能

- ・トラックコントロール
- ・障害物検出機能
- ・自動障害物回避機能
- ・荒天回避機能
- ・経済運航機能
- ・荒天下操船支援機能

受容性評価

- ・テストベッド構築

動力システム

- ・機関関係情報収集・伝送
- ・レスメンテナンス動力システム化

メンテナンスの合理化

- ・船体のメンテナンスフリー化
- ・艀装品のメンテナンスフリー化
- ・メンテナンスのシステム化

遠隔モニタリング情報提供機能(船上)

- ・航海関係情報・イベント情報
- ・気象海象情報収集・伝送
- ・船体構造関連情報収集・伝送
- ・カーゴ・艀装品関連情報収集・伝送

船陸間通信機能

- ・ブロードバンド化
- ・セキュリティ確保

遠隔モニタリング・操船機能(陸上)

- ・モニタリング情報による状況認識機能
- ・遠隔操船機能
- ・気象海象モニタリング
- ・遠隔機関管理機能
- ・船体構造を考慮した操船支援
- ・カーゴ・艀装品安全管理機能

現行法と条約への対応

- ・ギャップ解析

重点研究としての主な取り組み項目

• 自動航行機能

- 障害物(他船等)検出機能
 - 画像処理による他船検出
- 自動障害物(他船等)回避機能
 - 操船シミュレータの活用

• 受容性評価

- テストベッド構築
 - 操船シミュレータの活用

• 遠隔モニタリング機能

• 動力システム

• 現行法と条約への対応

本日の
発表内容

自律避航実現に向けた取り組み

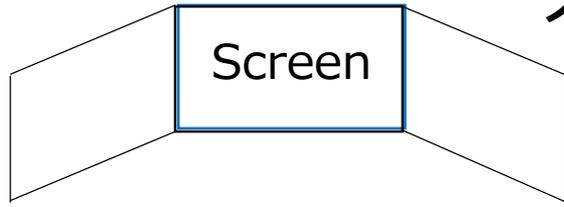
2-1. 操船シミュレータを活用した研究

- これまでの操船シミュレータの活用の事例
 - 海難事故解析
 - 新しい支援システムの評価
 - 高速船の安全性の評価
- 自律避航操船に向けた活用策
 - 避航アルゴリズムを組み込んだテストベッドを構築中
 - 避航アルゴリズムの安全性評価に加えて、認証に利用する手法の検討を開始

避航アルゴリズムを組み込んだテストベッドの構築

従来の操船シミュレータの構成

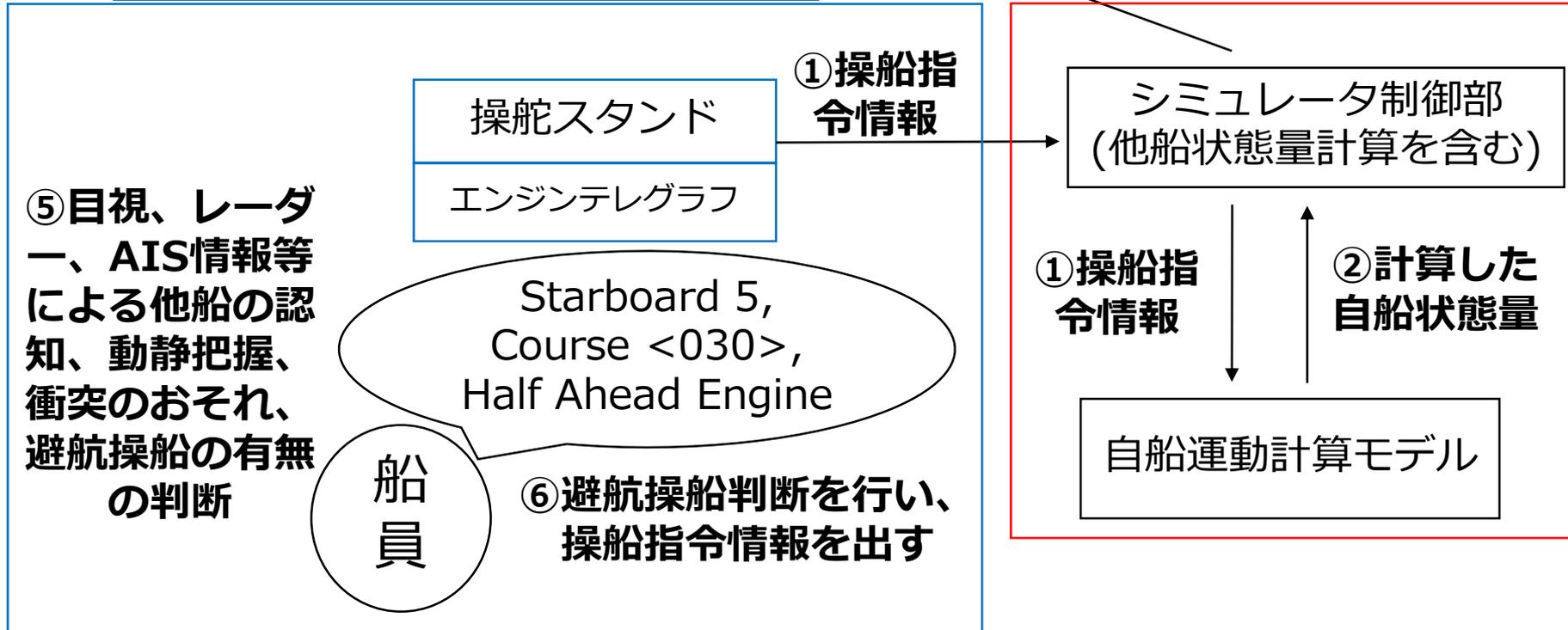
④ 船橋内からの景観画像がプロジェクターにより
スクリーン投影されるとともにレーダー・
ECDIS等の航海計器にも反映



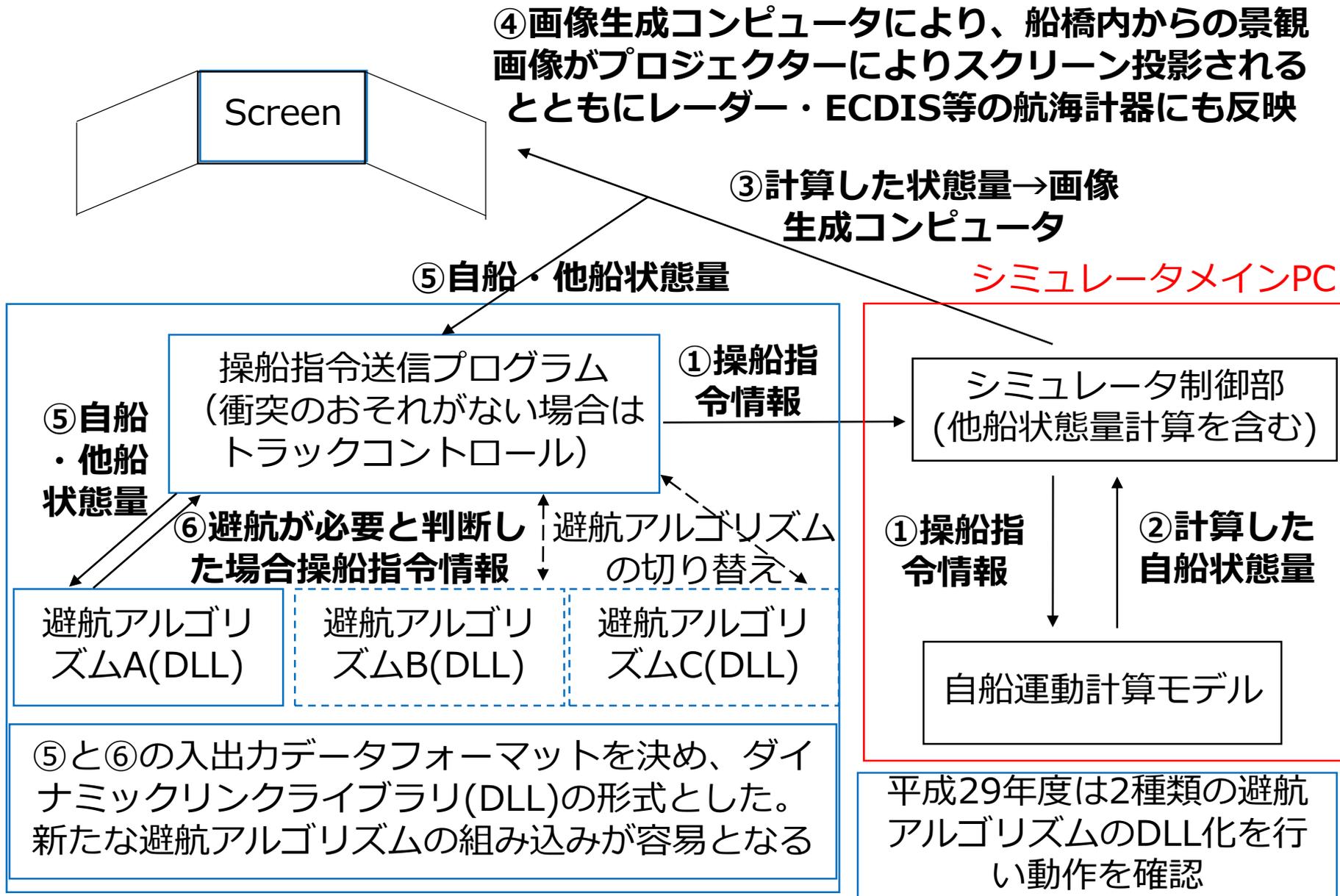
③ 計算した状態量 → 画像
生成コンピュータ

この部分をコンピュータに置き換える

シミュレータメインPC



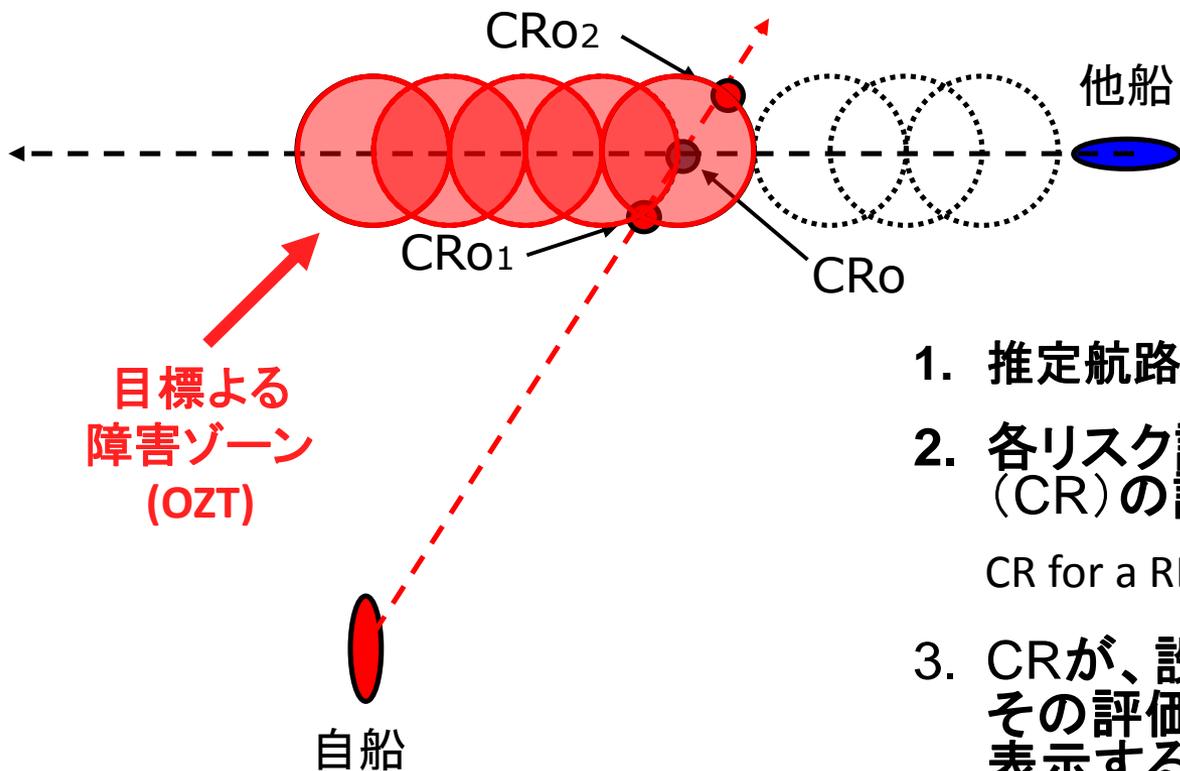
避航アルゴリズムを組み込んだテストベッドの構築



避航アルゴリズムA

OZTによる衝突リスクの計算

リスク評価円 (REC):
Minimum Radius for
Safety Passing

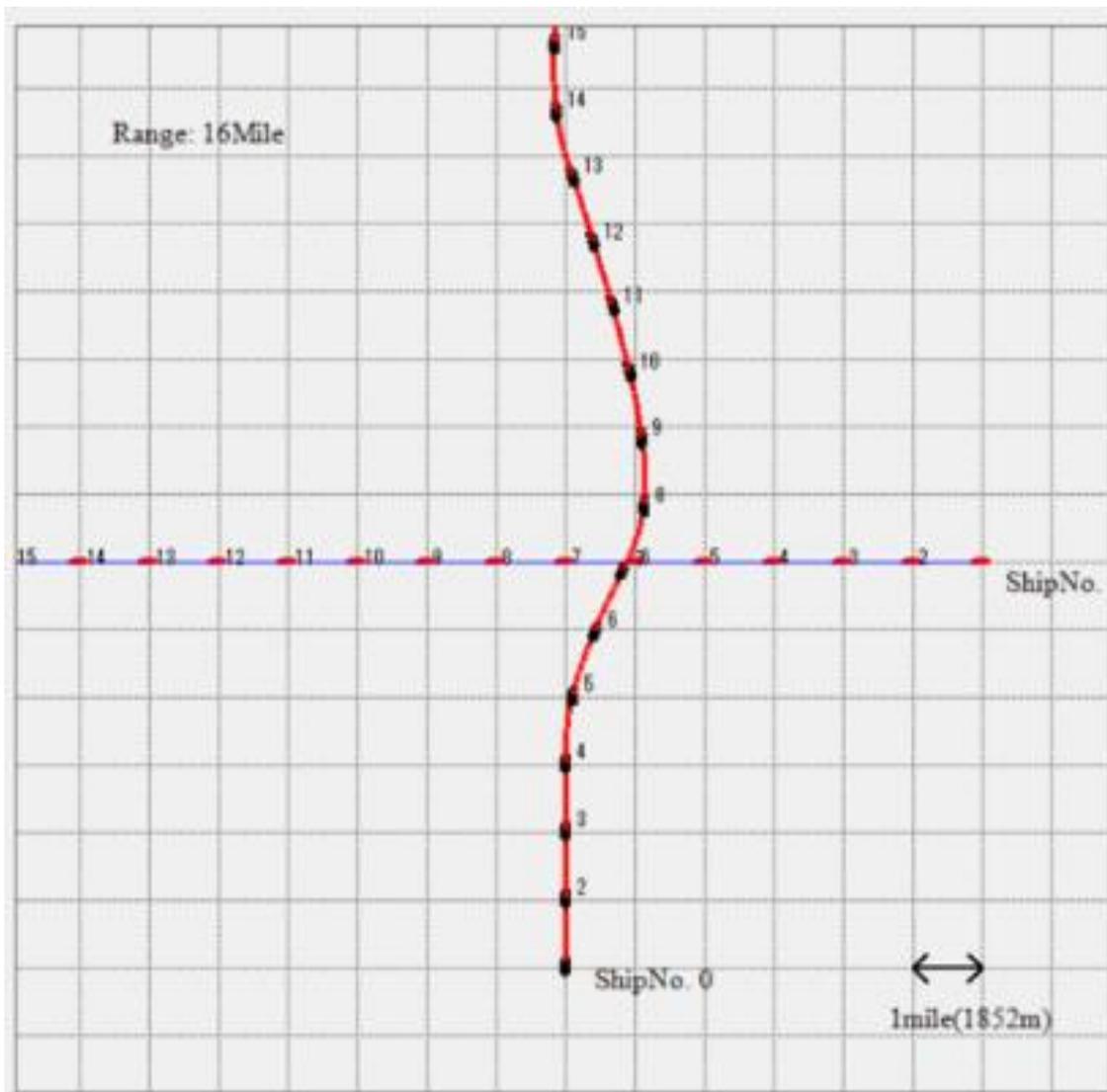


1. 推定航路上に、リスク評価円を設定する。
2. 各リスク評価円について、衝突リスク (CR) の評価を行う。

$$CR \text{ for a REC} = \text{Max} (CRo, CRo_1, CRo_2)$$

3. CRが、設定した閾値を超えた時、その評価円を衝突の危険を示す赤で表示する。この赤い円群が形成する領域をOZTとする。

テストベッドによる自船避航の動作確認

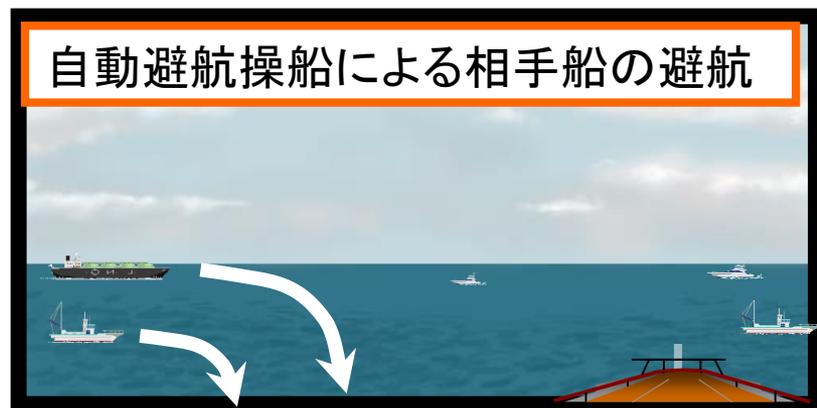
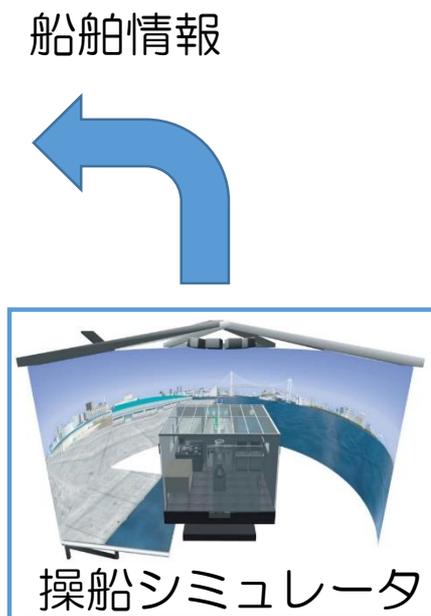
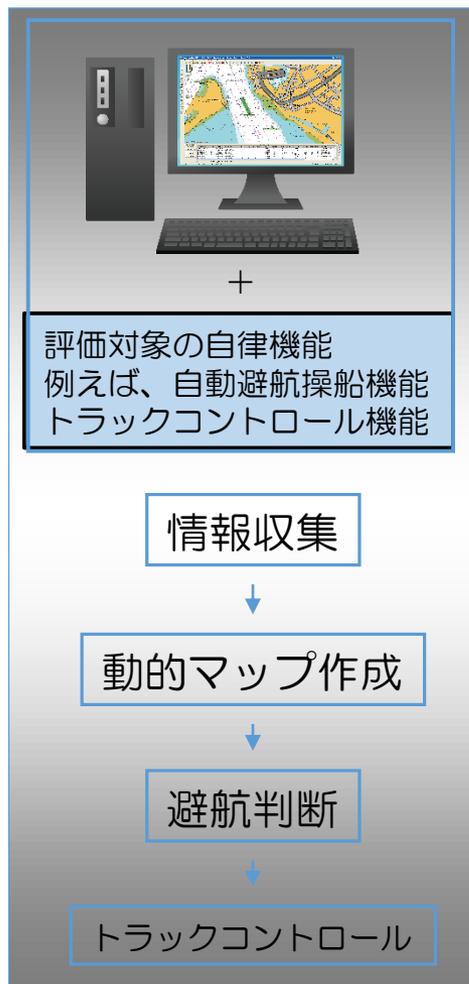


避航アルゴリズムA
見合い関係：横切り



操船シミュレータの活用 テストベッドの拡張

- ✓ 自船の避航操船アルゴリズムを組み込むテストベッドの枠組みを構築
- 平成30年度は相手船についても避航操船アルゴリズムを組み込む計画



自律避航実現に向けた取り組み

2-1. 操船シミュレータを活用した研究

- 避航アルゴリズムを組み込んだテストベッドを構築中
- ✓ 自船について複数の避航アルゴリズムが適用可能な枠組みを作成した
- 今後、相手船についても避航アルゴリズムが適用できるシステムに拡張する

- 避航アルゴリズムの安全性評価に加えて、認証に利用する手法の検討を開始
- 評価・認証に利用するシナリオ設定の手法の検討を行う
- 評価指標の検討を行う

自律避航実現に向けた取り組み

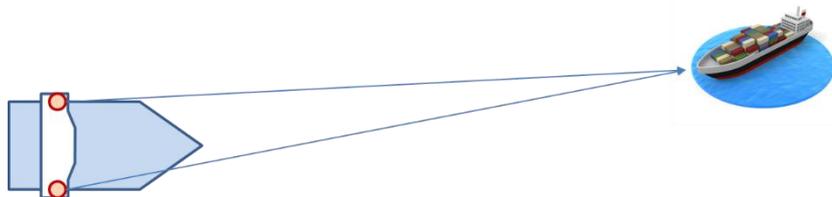
2-2. 画像処理による他船検出の研究

- シミュレータテストベッドでは、現状、全ての相手船の情報が取得できる環境
- 実世界(実船)では、航海士が、①目視、②レーダー、③AIS情報等により、相手船の情報を収集
- 自動運航船の場合、②レーダー、③AIS情報は利用可能であるが、不十分
- 相手船の検出について、目視に代わる、または、補助するセンサが必要
- 画像処理による他船検出について、取組中

実施項目

実験対象船舶
宇部興産海運(株) 興山丸

- ✓ 船舶への実験装置(カメラ)の搭載
- ✓ 両舷にカメラを搭載

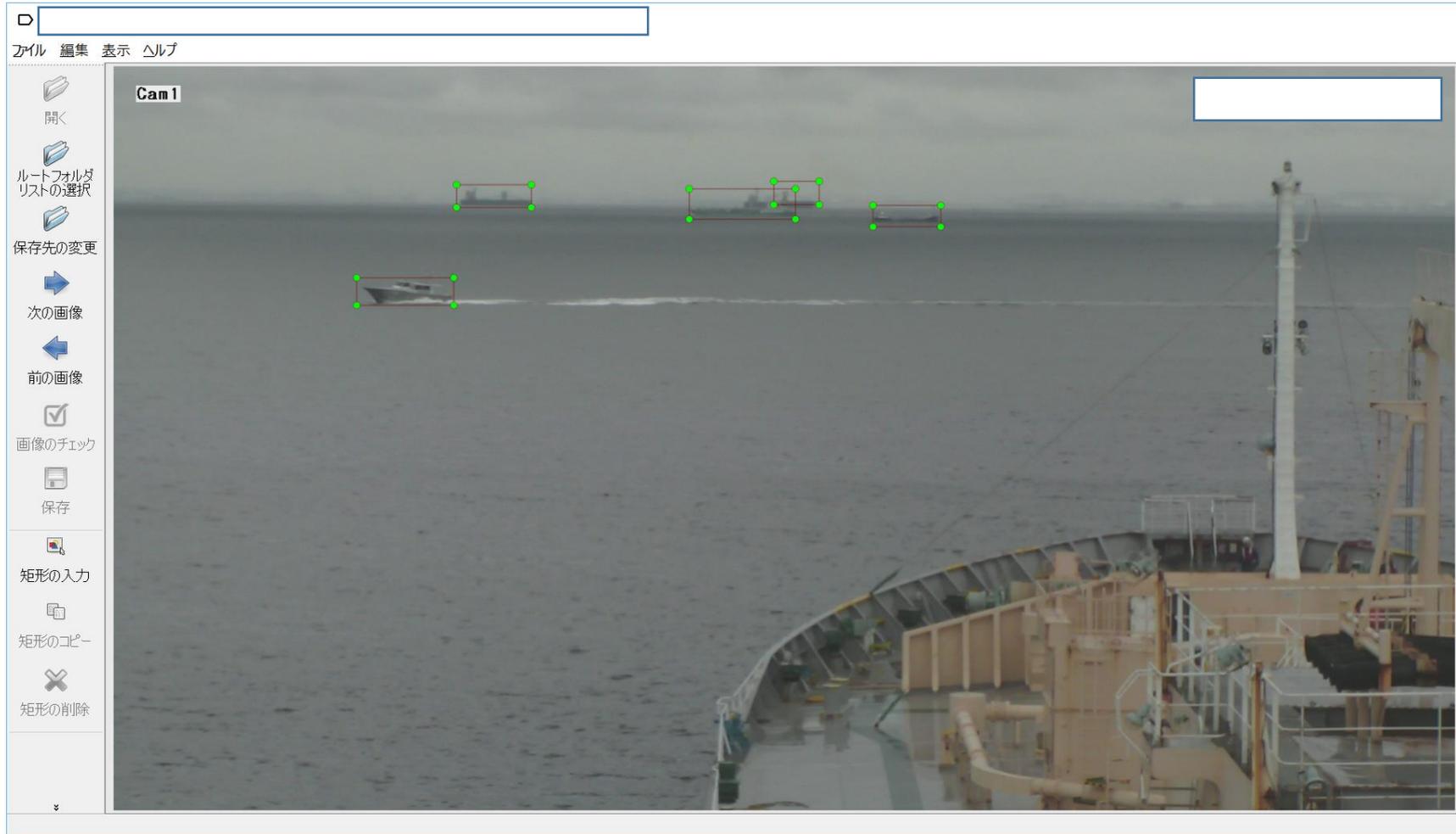


- ✓ 教師画像データベースの作成
 - ✓ AI技術を活用し景観画像中の船舶の検出(オフライン)
- 今後実施する内容
- 船舶の相対位置の推定
 - 検出と相対位置精度の向上のための方策の検討
 - 光学ズーム機能を用いた遠方・小型船舶の検出能力の強化、トラッキングによる相手船の継続捕捉

船舶へのカメラの搭載と記録



教師画像データベースの作成



- ✓教師画像抽出エディタを作成
- ✓20,000枚以上の教師画像を抽出し、教師画像データベースを作成
- 深層学習(ディープラーニング)により船舶の検出に適用

船舶の検出結果例



自律避航実現に向けた取り組み

2-2. 画像処理による他船検出の研究

- ✓ 実運航船舶に2台のカメラを搭載し、画像を記録
- ✓ 教師画像データベースを作成し、20,000枚以上の画像を抽出
- ✓ AI技術の深層学習(ディープラーニング)を適用し、船舶の検出を実施中

今後の目標

- 2台のカメラの検出結果から船舶の相対位置を推定し、更にトラッキングによる継続捕捉の実現
- オフライン処理から、船上でのリアルタイム検出の実現

まとめ

- 自動運航船に関する研究等の動向
 - 各種国際プロジェクトが進行中
 - 国内では自動運航船の実用化に向けたロードマップの策定等重点施策に係る報告書がとりまとめられた

海上技術安全研究所の対応

- 重点研究の一部において、自律避航操船実現に向けた研究を実施中
 - 操船シミュレータを活用し、複数の避航アルゴリズムが適用可能なプラットフォームを構築し、今後評価に利用する準備
 - 画像処理による相手船の検出について、AI技術を活用した深層学習（ディープラーニング）を適用し、今後継続捕捉等を目指す