



2021年度

AI を活用した船舶の衝突リスク分析ソフトウェアの
技術開発 成果報告書

2022年3月

一般社団法人 日本舶用工業会

はしがき

本報告書は、BOAT RACE の交付金による日本財団の助成金を受けて、2021年度の1年計画で、一般社団法人日本船用工業会が富士通株式会社に委託して実施した、「AI を活用した船舶の衝突リスク分析ソフトウェアの技術開発」の成果をとりまとめたものである。

ここに、貴重な開発資金を助成いただいた日本財団、並びに関係者の皆様に厚く御礼申し上げる次第である。

2022年3月
(一社)日本船用工業会

目 次

1. 事業の目的.....	- 1 -
1.1 概要	- 1 -
1.2 本技術開発の背景と目的.....	- 2 -
1.3 語句の説明.....	- 3 -
2. 本事業の最終目標.....	- 3 -
3. リスク算出技術の紹介.....	- 3 -
3.1 概要	- 3 -
3.2 過剰検知抑制	- 4 -
3.3. 航路補正の紹介	- 7 -
4. 2021 年度の実施内容.....	- 11 -
4.1 AI を活用した船舶の衝突リスク分析ソフトウェアの要件定義・設計(要件定義・設計)	- 11 -
4.2 衝突リスク分析ソフトウェアのプログラミング (プログラミング)	- 30 -
4.3 衝突リスクソフトウェアの機能検証 (プログラムテスト)	- 30 -
5. 目標の達成状況.....	- 42 -
6. 2021 年度の実施内容の概要.....	- 43 -
7. 今後の予定.....	- 43 -
7.1 中長期ビジョン	- 43 -
8. まとめ.....	- 44 -

1. 事業の目的

1.1 概要

運輸安全委員会の発表によると、2009年から2019年に発生した船舶衝突事故は日本だけでも2,863件で、年間平均286件発生している。大型船舶の衝突事故が発生した場合、船員の人命や船舶の破損、海洋汚染など多大な影響を社会に及ぼしている。

船舶衝突事故を予防するための海上交通管制や船上での見張り業務の大部分は人手に頼っている状況にあり、長時間の業務中に衝突リスクの認知・判断においてミスが生じる可能性は高い。そこで本事業では、実施者がこれまでに独自開発した船舶衝突リスク検知技術を活用し、管制・海運等のユーザーの見張り業務の観点からソフトウェアを開発し、予防的なリスク検知を実現することで、衝突事故原因の約9割である認知・判断ミスの削減に繋げることを目標とした。既存のリスク検知技術は、船舶の進行の延長ベクトルを用いた簡易的な計算手法を採用しているため、アラートが鳴りすぎてしまい有効活用しにくい問題が見られた。これは手法のベースとなっている衝突危険度の評価方法の大半が、船舶が直線的に航行することを想定しているため、航路および指定経路に沿って安全に航行している場合であっても、屈曲部において衝突危険度を過大評価してしまい、本当に危ない状況が見過ごされてしまう可能性がある。実施者のアンサンブルリスクモデルを中心とするリスク検知技術は、衝突リスクを精微に定量化することでその問題を解決し、衝突リスクを早期かつ正確に検知する手段として画期的な取組みである。

実施者のこれまでに実施した基礎研究の詳細および成果に関する情報は以下のとおりである。また、技術の特徴については、3. リスク算出技術の紹介でも後述する。

【これまでに実施者が実施した基礎研究】

本事業で活用する当社開発の衝突リスク検知技術は、AISデータに含まれる位置情報や速度情報をもとにリスク算出を行う。大きな特徴としては：

- ・複数のリスク算出モデルを最適に組合せることでより正確かつ総合的なリスク判定が可能となるアンサンブルリスクモデル
- ・延長ベクトルではなく過去データの集積より導き出した確率分布により振れ幅のある針路予測
- ・船舶間の見合い関係や船舶のサイズによるリスク値補正

があり、これらにより正確なリスク算出を実現している

船舶は大きくなればなるほど操船難度が増し、舵を切っても実際の動きに反映されるまで時間がかかるため、操船時にはリスクが起こる前に様々な判断を行うことが必要である。よって、本技術で捉えようとしているリスクも実際のインシデントが起こる前のニアミスのリスクである。ニアミスの定義は様々なものがあるが、実施者では業務で有用であることが最重要との考えから、余裕をもってリスク対処に当たることの出来るタイミングで正確にリスク検知すること判断基準とし、海上交通管制の現場での実証を元に技術改良・チューニングを行ってきた。

¹¹ 国土交通省 海事局（2017年12月）『自動運航船に関する現状等』，船舶事故調査報告書(2014～16年度)を基に海事局調べ

また、算出したリスク値を元にユーザーにリスク情報として効果的に伝達するための表示部（プロトタイプ）も一部開発した。状況を図示するマップ（図 1-1 右上）、危険状態にある船舶ペアの一覧（図 1-1 左上）、当該船舶ペアのリスク値の変遷を表すグラフ（図 1-1 下部）から成るものであった。

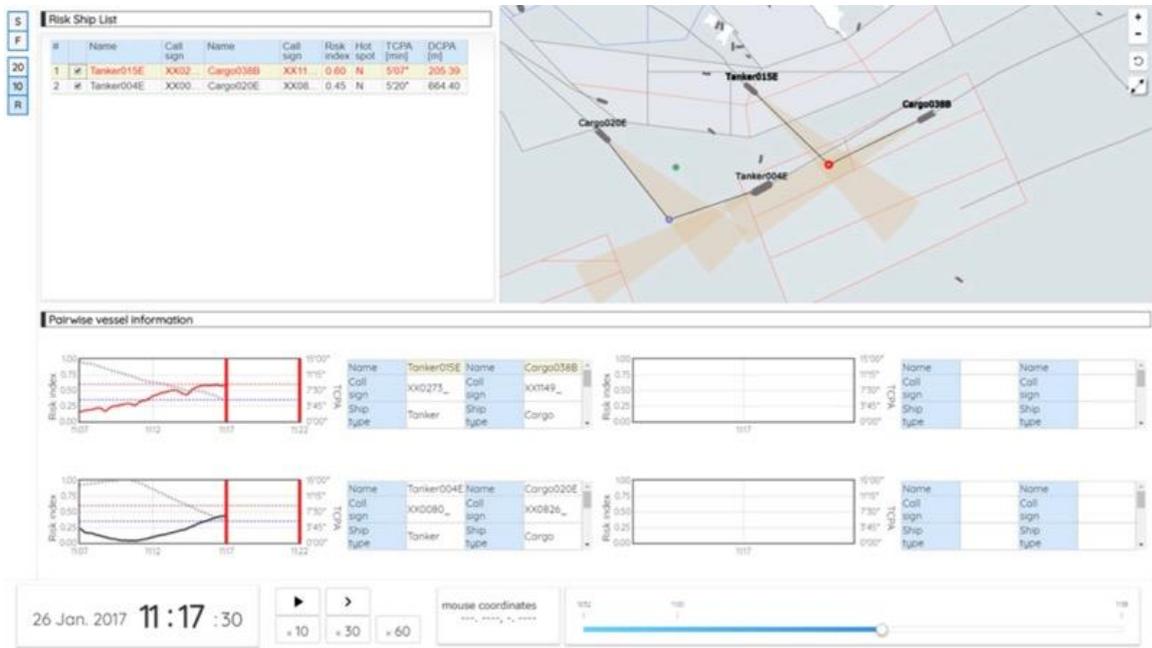


図 1-1 船舶衝突リスク検知表示部（プロトタイプ）

1.2 本技術開発の背景と目的

1.2.1 社会的背景

海上保安庁では第 10 次交通安全基本計画において、2020 年代中に船舶事故隻数を約 1,200 隻以下にすることを目指している。船舶事故の種別では、「衝突」が最も多い割合であり、船舶間における安全性向上が求められていると考える。

船舶が大型化すればするほど、操舵やエンジンの増減速から実際に船舶にその動作が反映されるまで時間を要するため、より一層先を見越した操舵が求められる。そのためには、正確に将来のリスクを俯瞰的に把握し、船舶により有用な情報を提供することが求められる。

1.2.2 事業の目的

実施者は、前述した課題を解消しながら、「リスクを事前に／正確に検知・予測する技術」のリスク分析手法を活用し、ソフトウェア製品を開発（リアルタイム処理化、製品レベルの品質確保、他）することにより、衝突事故原因の認知・判断ミス削減を目指している。

本事業では、上述のとおり、これまでの自社による基礎研究の成果より、過去データを用いたリスク検知の基礎ロジックまではできているものの、一連の機能のリアルタイム処理化については未開発のため製品化に至っていない。本事業において、上記技術を搭載した衝突リスク分析ソフトウェア製品の開発を行った。本事業では、実施者がこれまでに研究してきたリスク計算アルゴリズムの基礎ロジックの一連の機能がリアルタイムに動作する衝突リスク分析ソフトウェア製品（ロジック設計済の AI を活用したニアミスリスク検知およびホットスポット予測技術の機能を盛り込んだ衝突リスク分析ソフトウェアのエンジン部 API、および、衝突リスク分析ソフトウェアのエンジン部が動作するための主プログラム）を開発することを目的とした。

1.3 語句の説明

以下に本書で使用する語句（頭字語、略語、特に説明が必要な専門用語、等）を表 1-1 に示す。

表 1-1 語句説明

語句	説明
AIS	Automatic Identification System の略称 船舶の位置/速力/針路の情報や安全に関する情報を電波で送受信する仕組み
CPA	Closest Point of Approach の略称 物標の速度、針路から、二隻の船舶が最も近づく点を(CPA)と呼び、CPA までの最接近距離を表す。
TCPA	Time to Closest Point of Approach の略称 物標の速度、針路から、二隻の船舶が最も近づく点を(CPA)と呼び、それに至るまでの時間を表す。
CP	Closest Point の略称 任意の船舶ペアの最接近点を指す。

2. 本事業の最終目標

- (1) 現行の衝突予防技術（延長ベクトルによる計算）との比較により過剰アラームを 50%削減する（AIS 過去データを使用して有用性評価を実施し統計的に検証）
- (2) 衝突リスク分析ソフトウェアの各機能がリアルタイムにおける計算処理でも 100%実現できると

3. リスク算出技術の紹介

3.1 概要

本技術開発で活用したアンサンブルリスクモデルを中心とするリスク算出技術は、それらの問題を解決し、管制業務の現場感覚に合ったリスク計算を実現している。

本アンサンブルリスクモデルは、分析対象海域及び期間におけるニアミス事例等について、国際航路標識協会（IALA）の技術委員会等の国際会議において紹介されており、一定の評価を得た。

3.1.1 リスク計算の基本的な考え

本技術開発で活用したアンサンブルリスクモデルは、CPA/TCPA をベースに、船長や水先人が感じる主観的な危険度を加味する手法(SJS : Subjective Judgement scales, SYSROC : Synthetically Subjective Risk Of Collision, CJ : Collision Judgement, Risk Level)などを複数混合して使用することで、さまざまな観点を取り込んだ総合的なリスク値を算出することができる。さらに、下記の拡張により、誤報と見逃しを押さえながら、現場感覚に合った正確性の高いリスク値算出を実現している。

- ・過去のAISデータから、左右に進路変更をする確率を船速や船のサイズごとに算出しておき、針路がぶれる場合のリスクを考慮（図3-1）
- ・見合い関係に応じてリスク値を調整

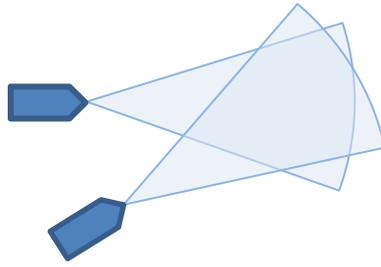


図 3-1 進路の確率分布の活用

3.1.2 衝突リスク評価の従来手法

衝突あるいはニアミスリスクを定量化する方法としては、

- 船舶間の距離：2 隻の距離が近いほどリスクが高いとする方法
- 延長ベクトルの交差：現在の進路と速度を維持した場合の航路（延長ベクトル）が交差する場合にリスクが高いとする方法

などが用いられる。

これらの手法を発展させた図 3-2 に示す CPA/TCPA という考え方は、ニアミスリスク指標として広く用いられているが、見合い関係などを考慮していない。そのため、CPA が極小でも時間に余裕がある場合のリスクを過大評価してしまう。他にも、TCPA が極小でも距離に余裕がある場合のリスクを過大評価してしまう。このことから、危険と判断する閾値を下げると誤報が増え、閾値を上げると見逃しが増えるというトレードオフを上手く解消することができない。一方でアンサンブルリスクモデルは上記したように、複数手法の統合、針路の確率分布活用、見合い関係補正によって、トレードオフの解消を実現している。

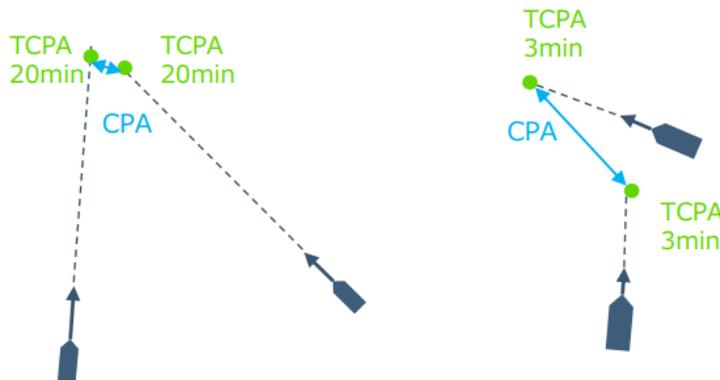


図 3-2 従来手法

3.2 過剰検知抑制

既存の船舶衝突危険度算出の手法のベースとなっている衝突危険度の評価方法の大半が、船舶が直線的に航行することを想定しているため、航路および指定経路に沿って安全に航行している場合であっても、屈曲部において衝突危険度を過大評価してしまい、本当に危険な状況が見過ごされてしまう可能性がある。

複数船舶のリスクを同時に監視する管制業務において、過度に誤検知/検知過多が多い状況にあると、運用管制官の注意分散・ヒューマンエラーを引き起こす可能性が高まってしまう。

航路の屈曲部における過剰な危険度を抑制するための危険度補正方法に対応する必要がある。

3.2.1 過剰検知の定義と分類

(1) 過剰検知の定義

過剰検知の抑制とは、特定のシチュエーションにおけるリスクピーク値に注目し、そのリスクピーク値を抑制するのではなく、「リスク検知の過多」を抑制することとする。リスク検知の過多とは、同時に多数のリスクを過剰に検知することである。リスクピーク値の抑制ではなく、リスク検知過多の抑制をする理由は、以下が挙げられる。

- 個々の事例のリスクの感じ方に個人差がある
- 管制業務においてはリスクが最大になる瞬間よりも数分前の事前検知・情報提供が重要
- 海域全体を俯瞰する上で、管制業務の補助となるアラート総量に着目すべき

(2) 混雑状況の分類

船舶数が同じでも混雑状況は異なる。図3-3は、船舶数は10であるが、リスクが分散している状況である。一方、図3-4における船舶数は10であるが、リスクが密集しており、リスクが集中するエリア（本技術ではホットスポットと呼ぶ。定義については後述する。）が発生しやすい状況である。



図 3-3 リスクが分散している例

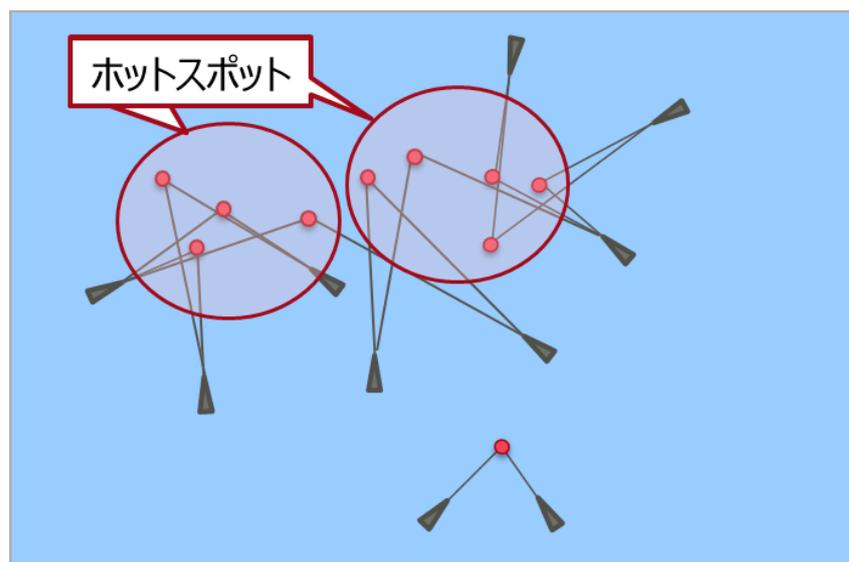


図 3-4 リスクが密集している例

図3-4のようにリスクが密集している状況は、リスク検知の過多ではなく、リスク検知が必要であり、ホットスポットとして対処すべきシチュエーションである。リスクの検知数は多いが、ホットスポットとしてまとめてユーザーに通知することで、注意分散には繋がらない。

一方、図3-3のようにリスク検知が多発し、かつそれぞれが離れた場所にある場合、それぞれをシステムからユーザーに通知することで、注意が分散する恐れがあり、管制業務に支障をきたす可能性がある。このようなシチュエーションについては、運用管制官が本当に危ないと感じるシチュエーションのみを必要最小限の検知数で検知することが好ましい。

3.2.2 リスクが密集しているシチュエーション

(1) ホットスポットシチュエーション

前節の通り、任意のエリアで同時検出される衝突リスクはその検知数が増えるほどホットスポットとしての危険な状況を作り出している。ただし、ホットスポット発生に関与する個々の衝突リスクを個別に検知してユーザーに通知するのではリスク検知は過多となってしまう、システムアラートとしても煩わしくなってしまう可能性が高い。このようなリスクが密集するシチュエーションについては、本技術のホットスポット検出機能を用いて一つのかたまりの事象として検知することが運用管制官の注意分散の予防に効果的であると考えられる。

(2) ホットスポットの概念

図3-5に示す、ホットスポット予測技術について詳細を紹介する。ホットスポットとは多数の船が相互に影響を与えるほど衝突リスクが密集した時々刻々と変化する危険な状態と定義している。

ホットスポット状態は、多数の船が相互に影響を与えるため、一度ホットスポットが形成されてしまった後では、個々の船長の判断あるいは運用管制官の指示でリスク状態を解消することが困難となる。そのため、ホットスポットを未然に、どの場所でどの船舶が関与して発生するのかを、事前予測することで人間を支援することがAIやシステムの役割であると考えられる。

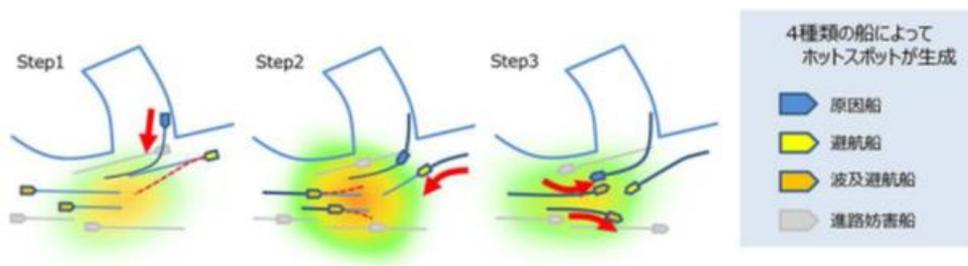


図 3-5 ホットスポット状態

更にホットスポットは、図 3-6 に示す、「密度ベース」、「リスクベース」の二種類に分けることができる。それぞれの特徴を図 3-6 に整理した。実施者は、船舶の密度に関わらず衝突リスクが密集するシチュエーションをより危険な状態であると考え、リスクベースのホットスポット予測技術を採用している。リスクベースのホットスポットは、複数の船舶間のニアミスリスクが高く、避航操船が同時あるいは連鎖的に発生する特徴がある。

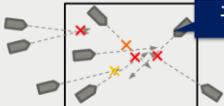
タイプ	密度ベース	リスクベース
特徴	マクロ予測	ミクロ予測
予測	長期	短期
不確実性	大	小
計算	船舶の密度 	ニアミスリスクの集積 
ユースケース	プランニング	<ul style="list-style-type: none"> ・注意が必要な船舶のリストアップ ・ホットスポット予防

図 3-6 二種類のホットスポット状態

3.2.3. ホットスポット予測・検出の自動化

2 つ以上の CP が 3 ケーブル以内にある場合に検知するロジックを適用した。このロジックにより、ホットスポットの自動検出が可能になる。また、ホットスポットを構成する船舶ペアのニアミスリスク値をもとに、そのホットスポット度を数値化するロジックも適用している。複数のホットスポットが発生した場合に、ホットスポット度の数値を用いて対処すべき優先順位をつけるのに活用できると考える。

3.2.4 有用性検証

実施者が開発した船舶同士のニアミスを予測する AI を活用した船舶の衝突リスク予測技術の有用性検証を 2019 年 12 月 6 日から 2020 年 3 月 23 日までの期間、国内の海上交通管制で初めて実施し、有効性を確認した。

□プレスリリース：国内初、海上交通管制における AI を活用した船舶の衝突リスク予測技術の実証実験を実施

<https://pr.fujitsu.com/jp/news/2020/04/15.html>

3.3. 航路補正の紹介

3.2 章までの手法のベースは衝突危険度の評価方法の大半が、船舶が直線的に航行することを想定している。そのため、航路及び指定経路に沿って安全に航行している場合であっても、屈曲部において衝突危険度を過大評価してしまう。この課題に対応した手法として、各船舶が航路に沿っている度合いを算出し、その度合いに基づいて衝突危険度を補正する航路補正を紹介する。

東京湾の中ノ瀬西方海域及び浦賀水道港を対象とした評価検証を実施し、航路の横切り・離脱といった、危険を伴う状況における危険度は従来通り検知しつつ、両船が航路に沿って航行している場合の屈曲部における過剰検知を抑制することを可能にした。

3.3.1 対象海域の概要

図3-7に示した通り、東京湾では、浦賀水道航路および中ノ瀬航路が指定されており、中ノ瀬西方海域には海上交通安全法に基づく航行経路が指定されている。これらの航行経路指定により、東京湾中央部分の交通流は1→2→3と反時計回りになるようにコントロールされている。

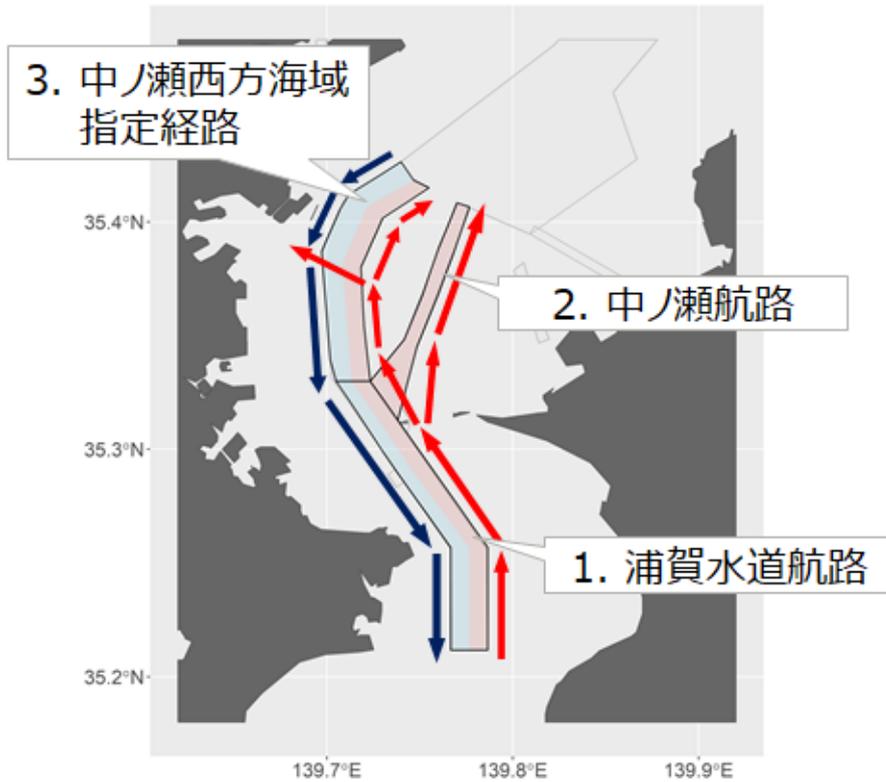


図3-7 東京湾の指定航路

3.3.2 航路屈曲部でアラートが発生する例

指定航路を考慮しない前提で、船舶ペアが正しい航路に沿っているにも関わらず、危険と判定してしまう例を図3-8に示す。これは、航路特性を考慮していない手法であること、かつ、船舶ペアの現在の位置情報に基づき、等速直線運動前提として船舶の危険度を判定するため、危険アラートが発生していることが原因であった。

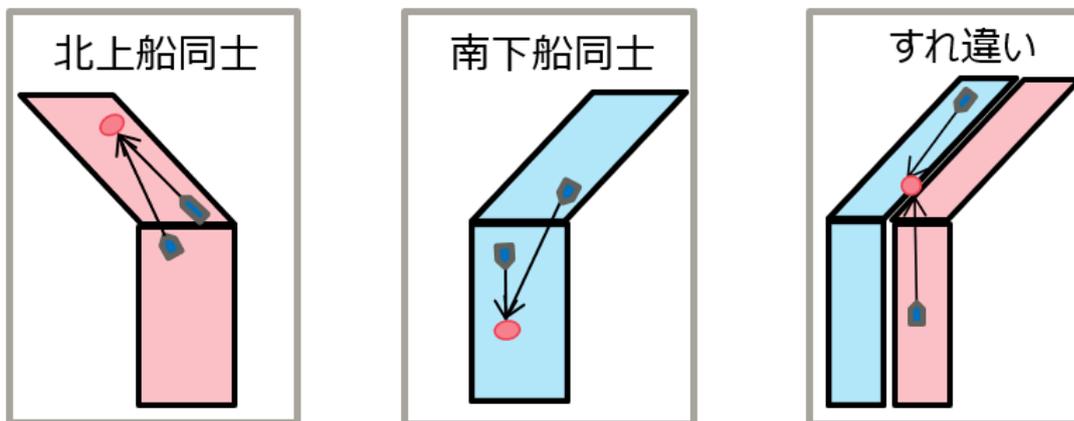


図3-8 指定航路を考慮しない場合での屈折部におけるアラート検知

3.3.3 航路屈曲部の不要なアラートが発生する課題解決に向けた技術

航路に沿った曲線的な航行をする船舶に対してはアラート検知を抑制する技術を加えるため次のような技術を開発した。図 3-9 にイメージを示す。

- 船舶の現在位置やスピード、向きなどのデータを学習した AI によって算出される従来の衝突リスク予測において、船舶が規定された航路に沿っているかどうか、その度合いを算出する新たなアルゴリズムを開発（特許出願中）。
- 従来技術では、航路の屈曲部付近における 2 隻の船舶が現在の針路のまま直進すると判断され、衝突リスクが高いと過剰検知される状況であっても、上記アルゴリズムを活用することにより、2 隻が規定された航路に沿って曲線的に航行することを見据え、衝突リスクは低いと判定する。これにより、不要なアラートを低減し、高精度に船舶同士の衝突危険度を判定することを可能にした（特許出願中）。

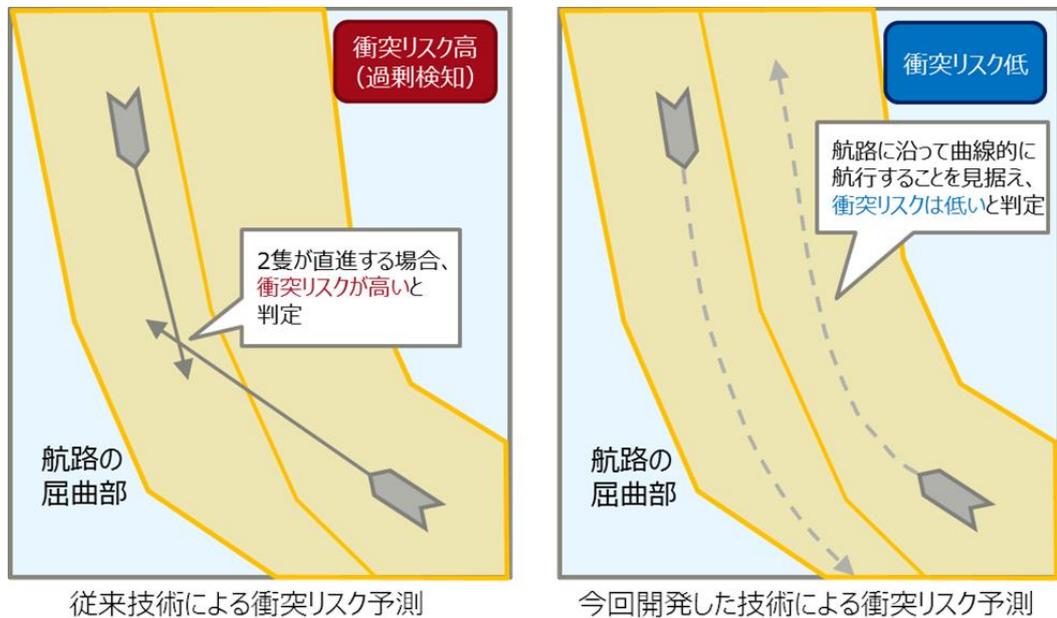


図 3-9 衝突リスク予測の従来比較イメージ

3.3.4 机上検証

本事業実施前にて、東京湾における船舶の衝突リスク検知状況について、本技術の適用前後で比較し、統計的・定量的な評価を実施。

一定期間における評価の結果、航路の屈曲に沿って航行している船舶を含む航路全体の衝突危険度について、従来技術では過剰検出されていたアラートを約 90%抑制できたことを確認できた。画面上の比較を図 3-10 に示す。

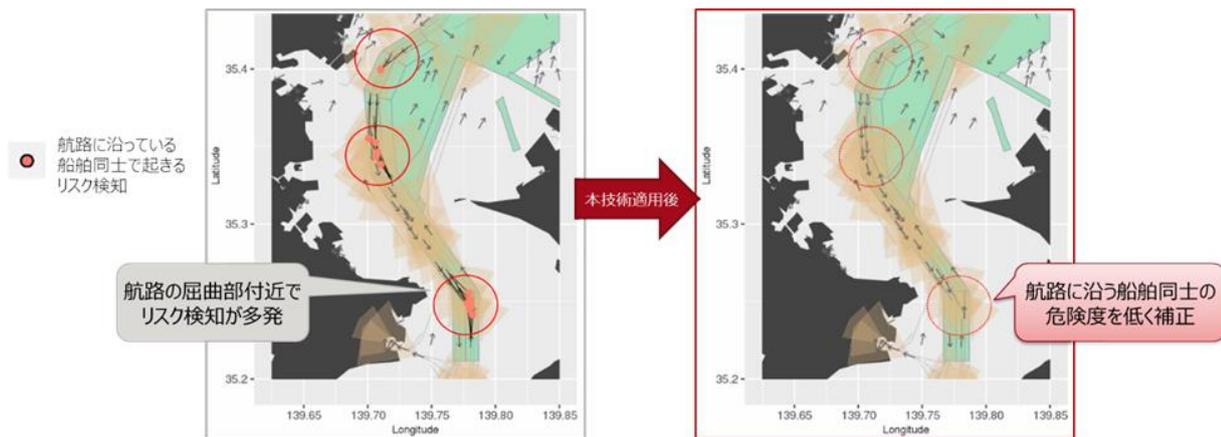


図 3-10 衝突リスク予測の画面比較イメージ

□プレスリリース：国内初、湾内などの複雑な航路における船舶の衝突リスクを高精度に予測する AI 技術を確立（2021 年 9 月 28 日）：<https://pr.fujitsu.com/jp/news/2021/09/28.html>

4. 2021年度の実施内容

3章では実施者がこれまで基礎研究を行ったリスク算出技術の紹介を行った。4章では日本財団の助成を得て実施した内容を記述する。

4.1 AI を活用した船舶の衝突リスク分析ソフトウェアの要件定義・設計(要件定義・設計)

外部システムから AIS データを受信し、衝突リスク分析ソフトウェア内で主プログラム部とエンジン部が連携しながら、リスク/ホットスポット計算処理を返却するイメージを図 4-1 に図示する。

本事業の作業範囲外になるが、実施者にて UI 画面の追加実装を行った。付録として、UI 画面の記述を本章末尾に記述する。

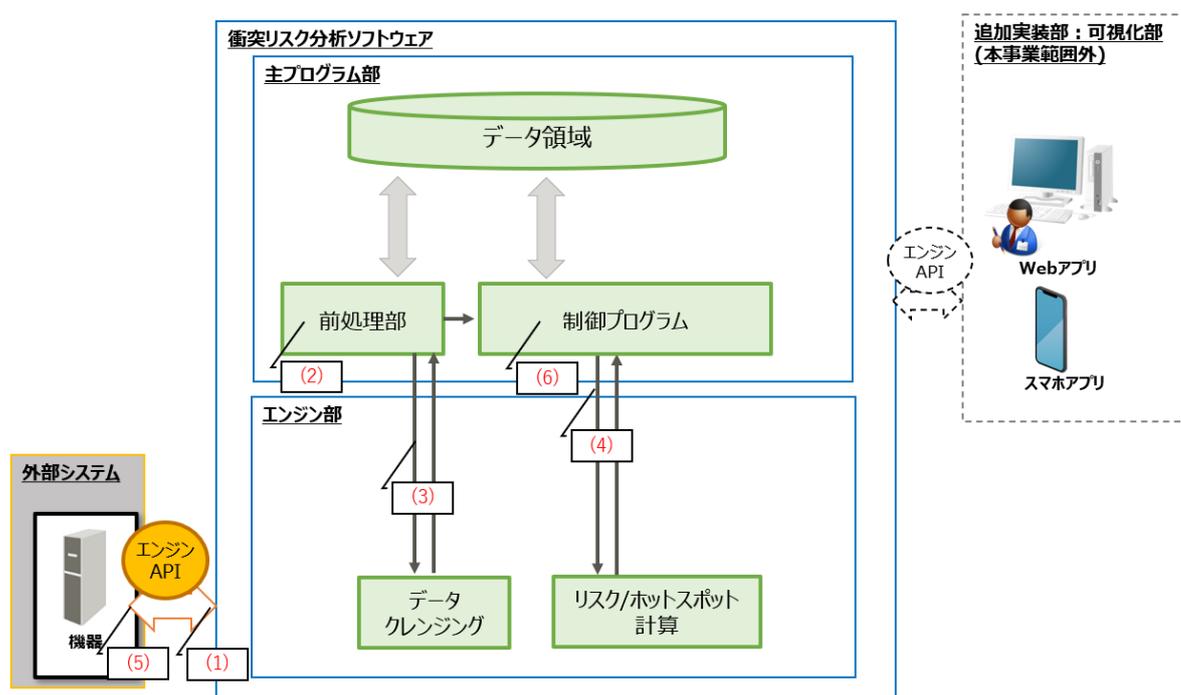


図 4-1 AIS データ取得からリスク計算・可視化データ作成までの一連のイメージ

図 4-1 AIS データ取得からリスク計算・可視化データ作成までの一連のイメージに示す、各機能の概要を表 4-1 に記述する。

表 4-1 機能概要

機能名	説明
(1) AIS データ受信制御	AIS データを受け付けてファイル(保管用)と名前付きパイプ(データ受け渡し用)に出力する制御を行う。
(2) 前処理部	AIS データの読み書きやデータ整形処理の呼び出し制御をする。
(3) クレンジング制御	クレンジング処理の呼び出し、データ登録、データ処理範囲の制御をする。
(4) リスク計算、ホットスポット計算制御	リスク計算、ホットスポット計算の呼び出し制御、データ登録制御をする。
(5) リスク/ホットスポット制御(API)	リスク/ホットスポット計算データ取得 API の制御をする。
(6) 制御プログラム	(1)～(5)のアプリケーションがリアルタイムに連携/動作するための制御を行う。

4.1.1 a) エンジン API の要件定義・設計

図 4-2 及び表 4-2 に示す、ロジック設計済の AI を活用したニアミスリスク検知及びホットスポット予測技術の機能を盛り込んだ衝突リスク分析ソフトウェアのエンジン部 API で使用される処理部（以下、エンジン部）とシステム機能の要件一覧を記載した。

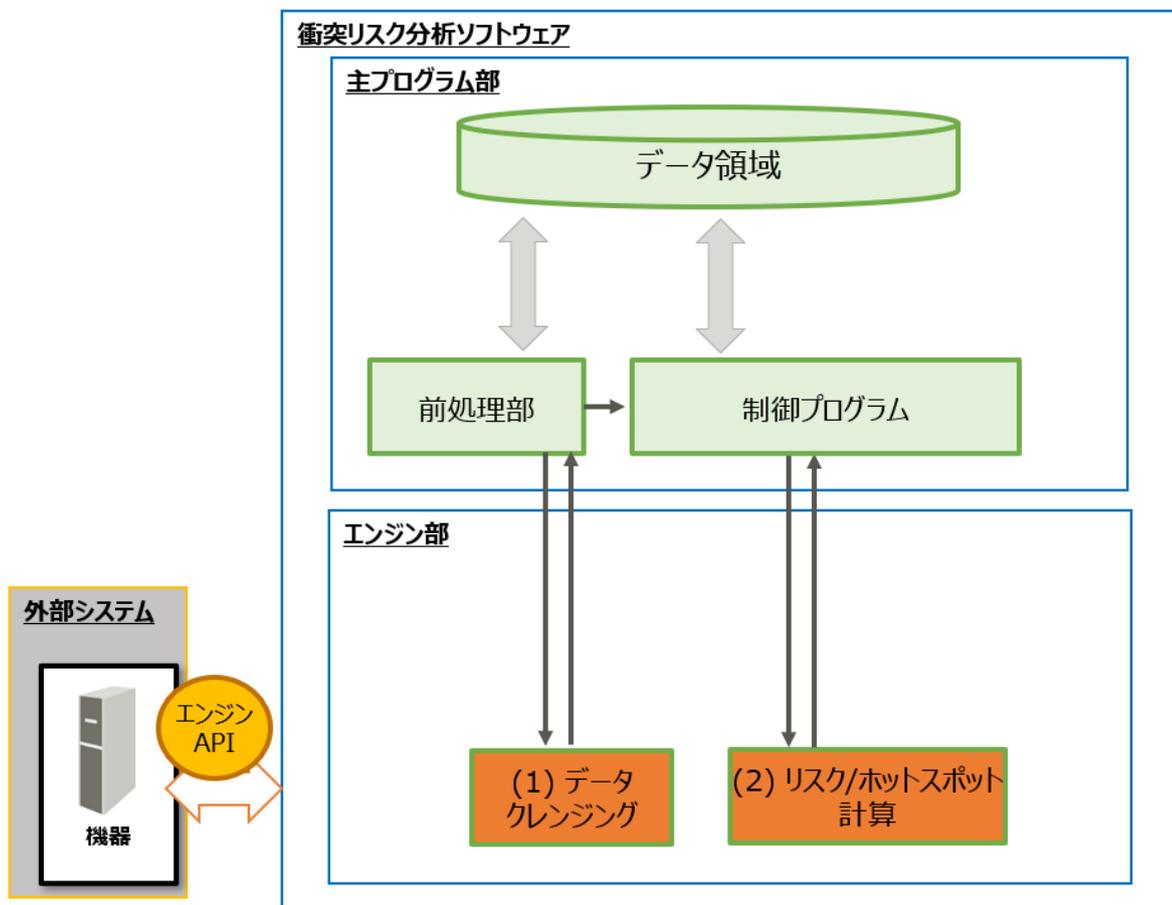


図 4-2 衝突リスク分析ソフトウェア（エンジン部）

表 4-2 エンジン部 システム機能の要件一覧

システム機能名	機能要件の概要
(1) データクレンジング	データを取得し、異常データのクレンジング(欠損項目の補間)を実施する。
(2) リスク/ホットスポット計算	クレンジング済 AIS データからリスク/ホットスポット計算を行う。

(1) データクレンジング

データクレンジング(図4-3 エンジン部 左側)は、主プログラム部内前処理部からクレンジング呼び出しを受け、クレンジング済 AIS データを生成する。

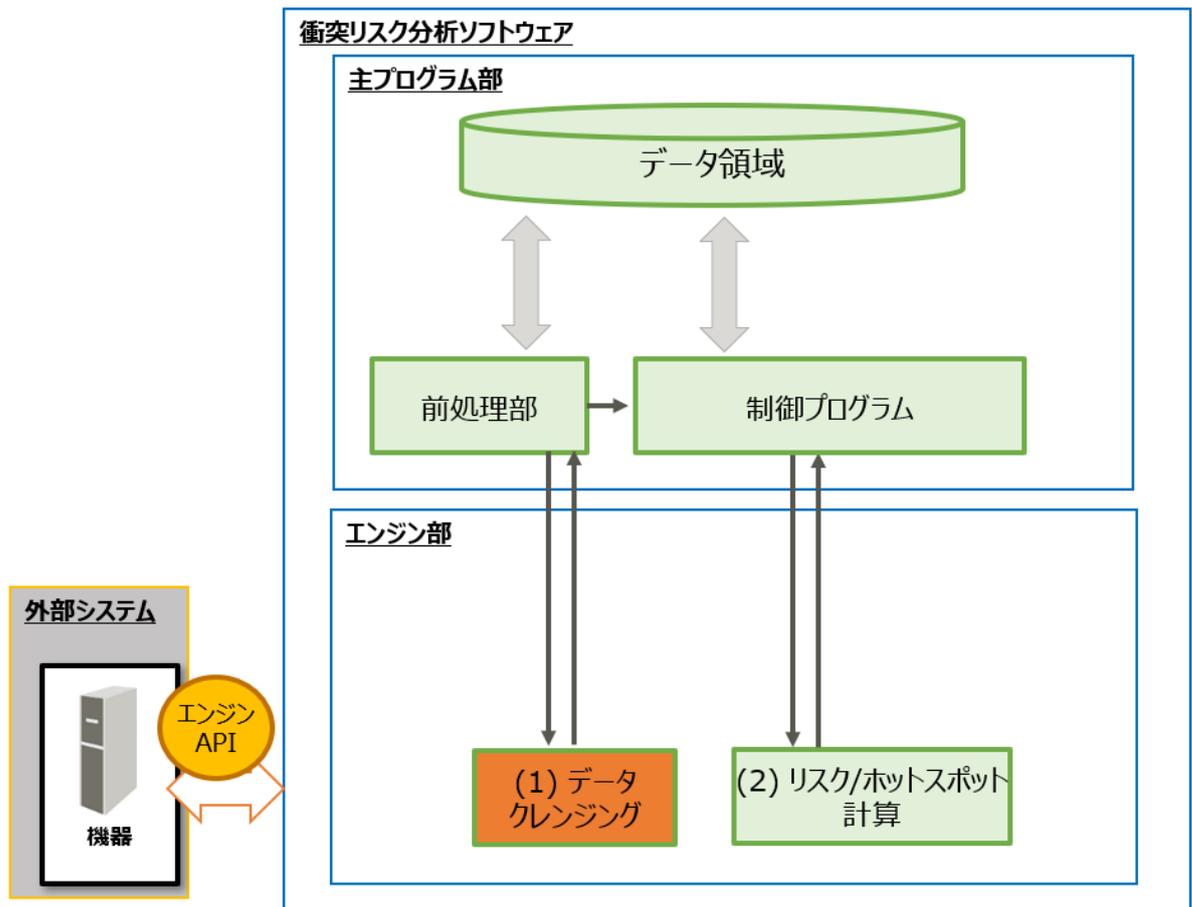


図4-3 衝突リスク分析ソフトウェア (データクレンジング)

【機能概要】

後述する 4.1.2 章 (3) クレンジング制御から呼び出され、データクレンジングが開始する。データクレンジングは整形済 AIS データをクレンジングするための中間データを前処理で作成し、次に本処理でパラメータに応じた中間データを再作成する。最後にデータクレンジングは後処理を経て、クレンジング済 AIS データとして出力する。データクレンジングの処理フローを図4-4に示す。

(1)データクレンジング

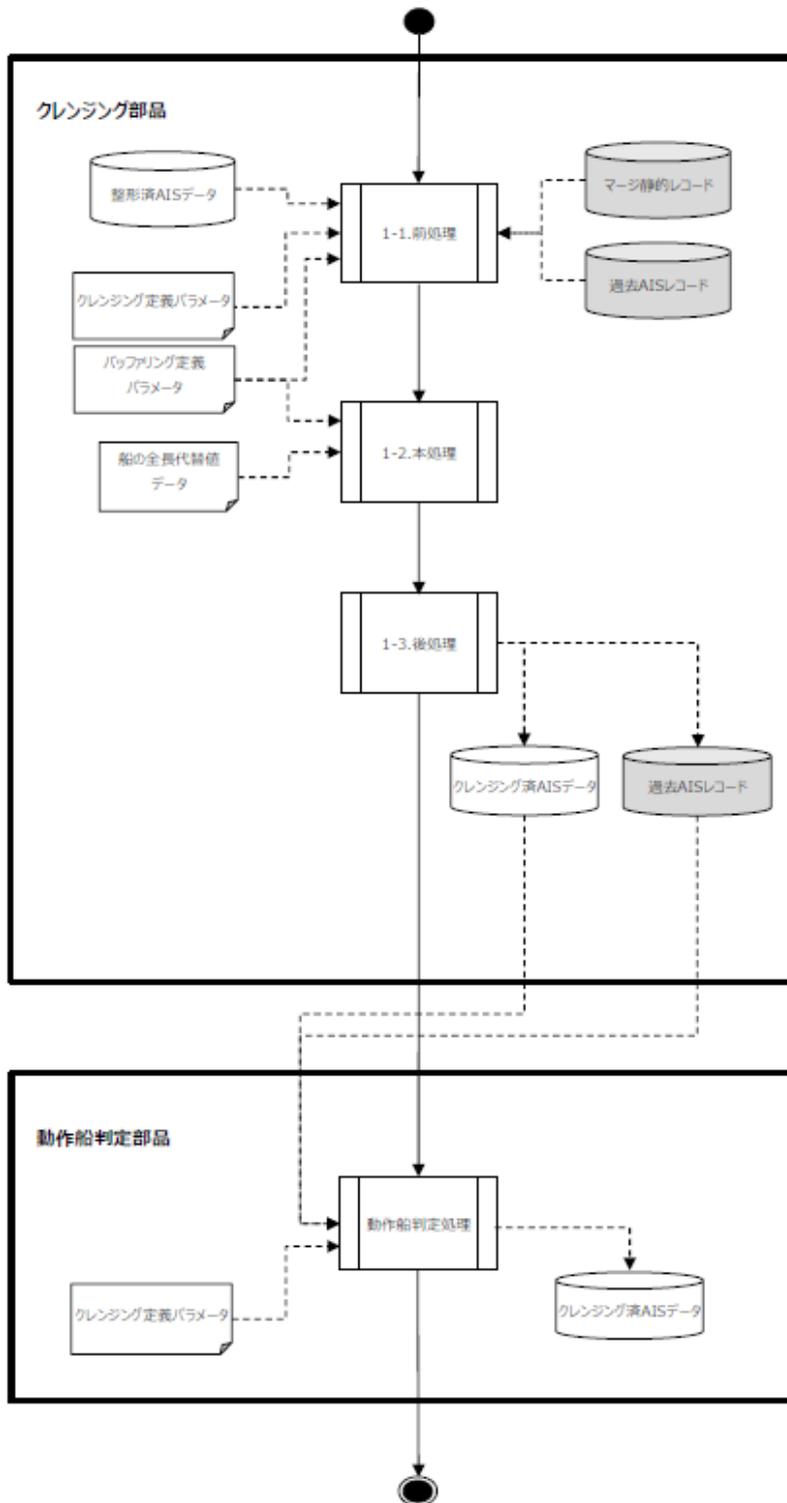


図 4-4 データクレンジングフロー

(2) リスク/ホットスポット計算

船舶間の衝突リスク/ホットスポット計算を行うため、主プログラム部 制御プログラムからのリスク計算、ホットスポット計算制御の呼び出しを受け、計算結果を返却する(図4-5 エンジン部 右側)。

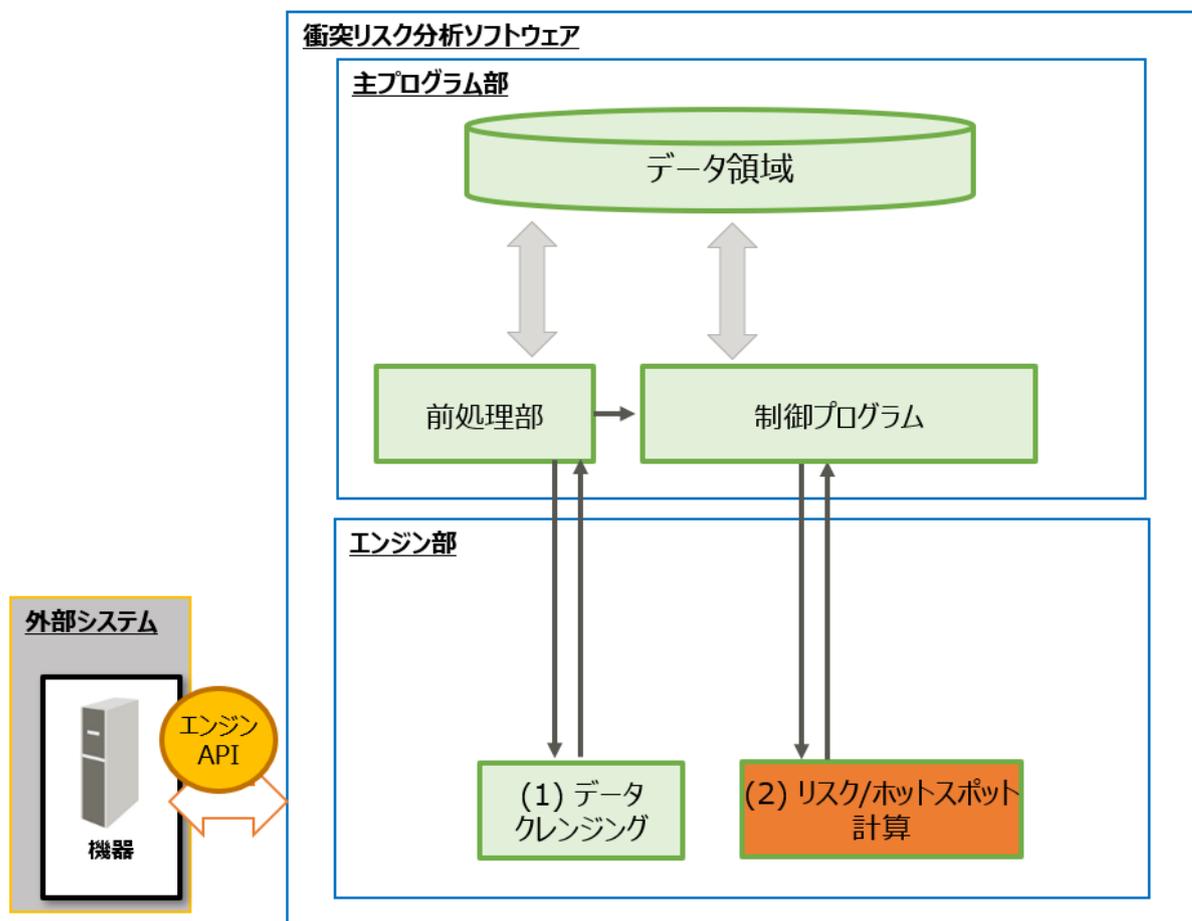


図4-5 衝突リスク分析ソフトウェア (リスク/ホットスポット計算)

【機能概要】

主プログラム部より、リスク/ホットスポット計算はクレンジング済 AIS データを受信し、2 船舶間のリスクを計算する。

まず、船舶ペア情報作成部品(図4-6 左上)では個船のデータからリスク計算対象ペアを作成するため、自船と関係のあるペアを絞り込む。次に船舶データ作成(図4-6 左下)ではリスク計算前の必要な航路判定データを生成する。このリスク計算対象ペアと航路判定データは、リスク計算部品(図4-6 右上)に送られ、2 船舶間のリスク(リスク値や船舶間距離、CP などの情報を算出)が算出される。最後、ホットスポット計算機能(図4-6 右下)では空間的に接近した CP 情報を抽出し、ホットスポットとなる情報を計算する。

(2)リスク/ホットスポット計算

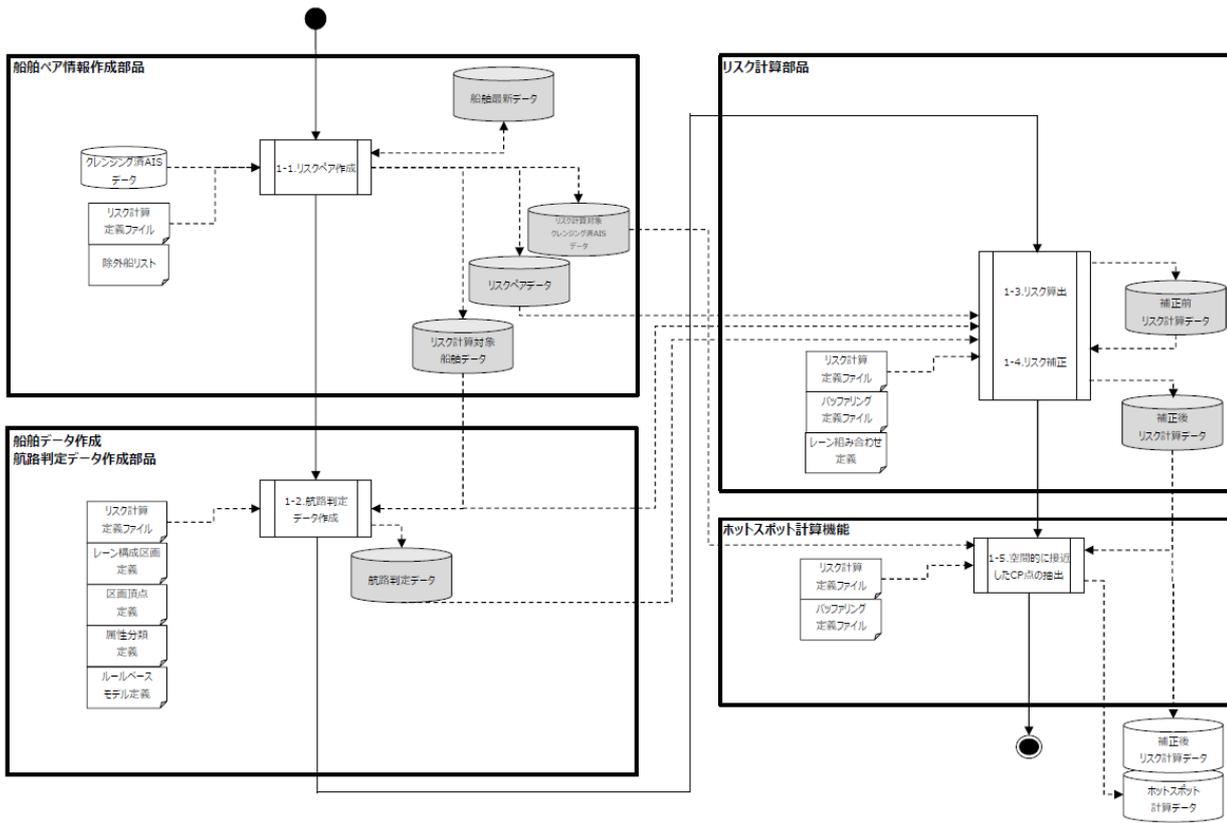


図 4-6 リスク/ホットスポット計算フロー

4.1.2 b) 主プログラムの要件定義・設計

外部から AIS データを受信し、エンジン部で行うクレンジングやリスク/ホットスポット計算処理の制御を行う。加えて、データ領域への登録や削除を制御する。

(1) AIS データ受信制御

外部システムからの AIS データの受付処理を行うイメージを図 4-7 に示す。

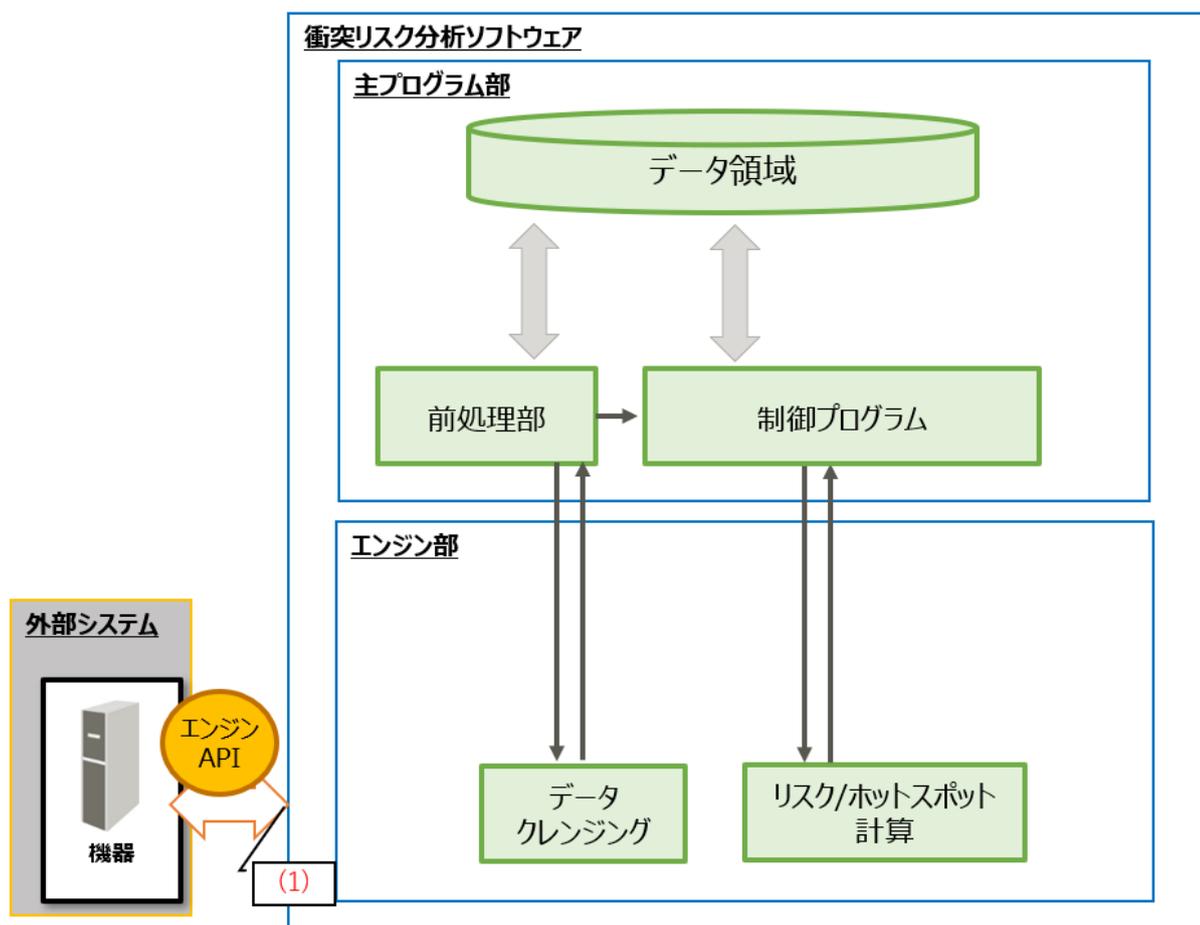


図 4-7 衝突リスク分析ソフトウェア (AIS データ受信制御)

【機能概要】

AIS データ受け付け(図 4-8 上部)にて、プロパティ設定値に合致した AIS データを受信する。受信したデータが終了シグナルである場合、プロセスは終了する。AIS データの場合、AIS データをデータ領域へ格納するため、受信した AIS データにタイムスタンプ付与、当該 AIS データをファイル名前付きパイプ出力して、データ領域へ格納する (図 4-8 下部)。

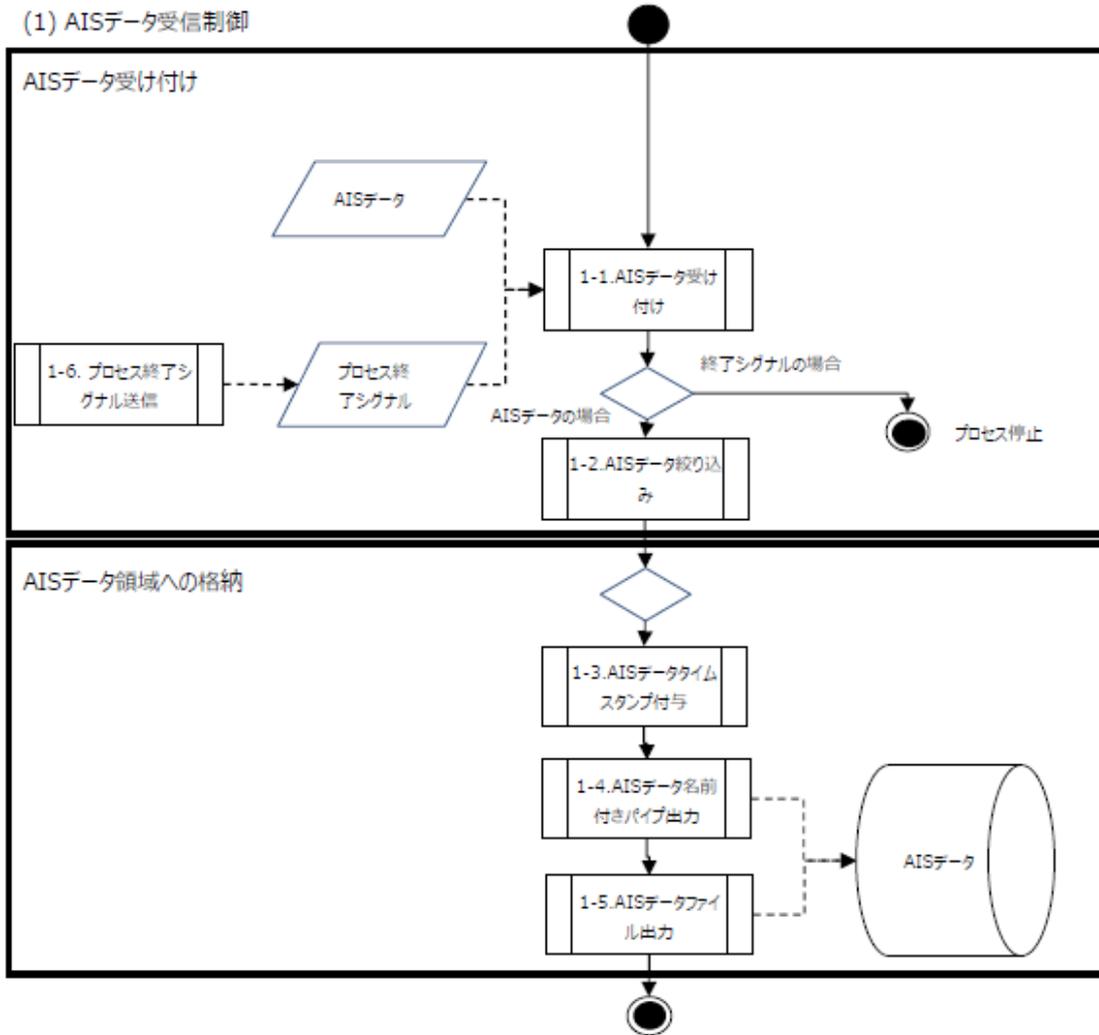


図 4-8 AIS データ受信制御フロー

(2) 前処理部

AIS データの読み書きやデータ整形処理を呼び出し制御する前処理部を図 4-9 に示す。

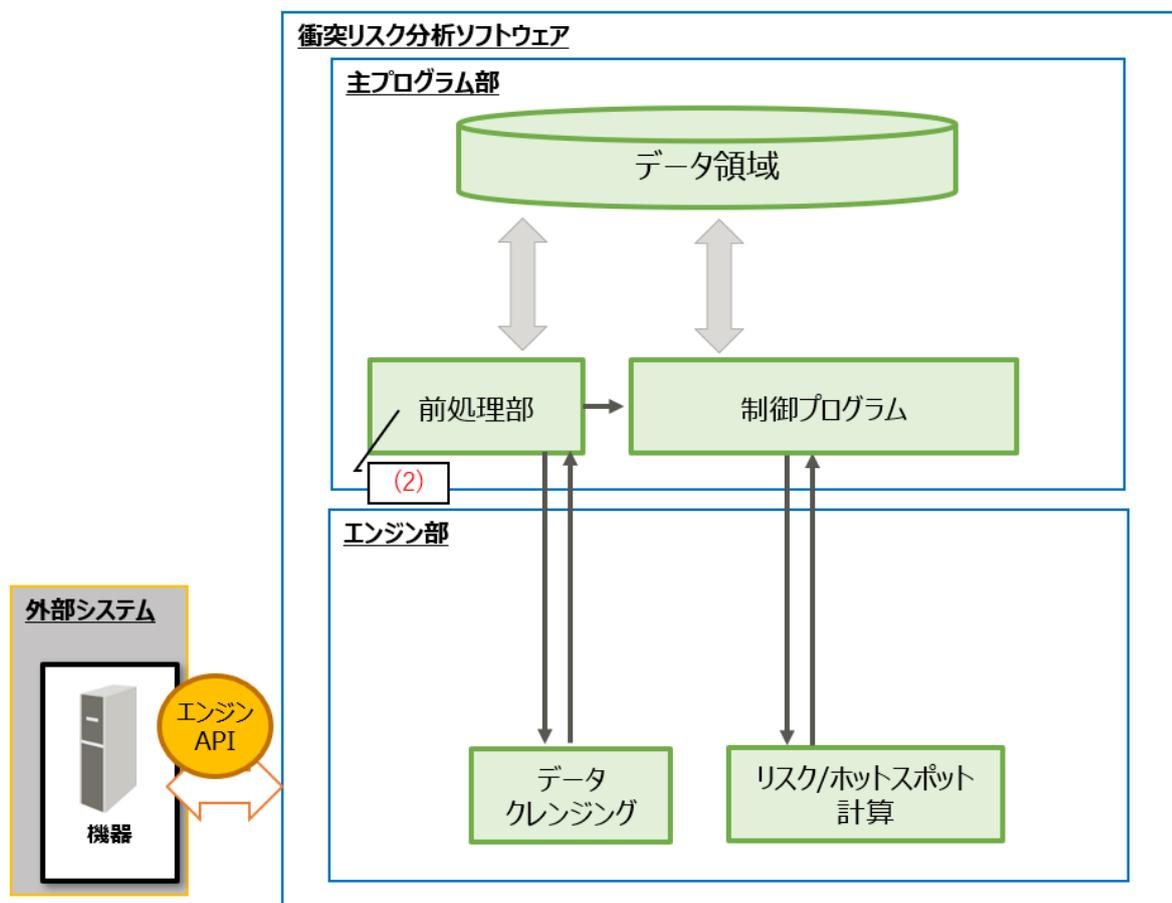


図 4-9 衝突リスク分析ソフトウェア (前処理部)

【機能概要】

前処理部は、AIS データ読込・整形(図 4-10 上部)においてデータ領域にある AIS データを呼び出し、パラメータに AIS データ整形を行う。その後、初期データ設定呼び出し(図 4-10 下部)にて、タイムスタンプを取得する。取得したタイムスタンプから過去のデータをクレンジング済 AIS データとリスク計算データを取得し、パラメータとしてエンジン部の初期データ設定をクレンジング制御へ呼び出す。

(2) 前処理部

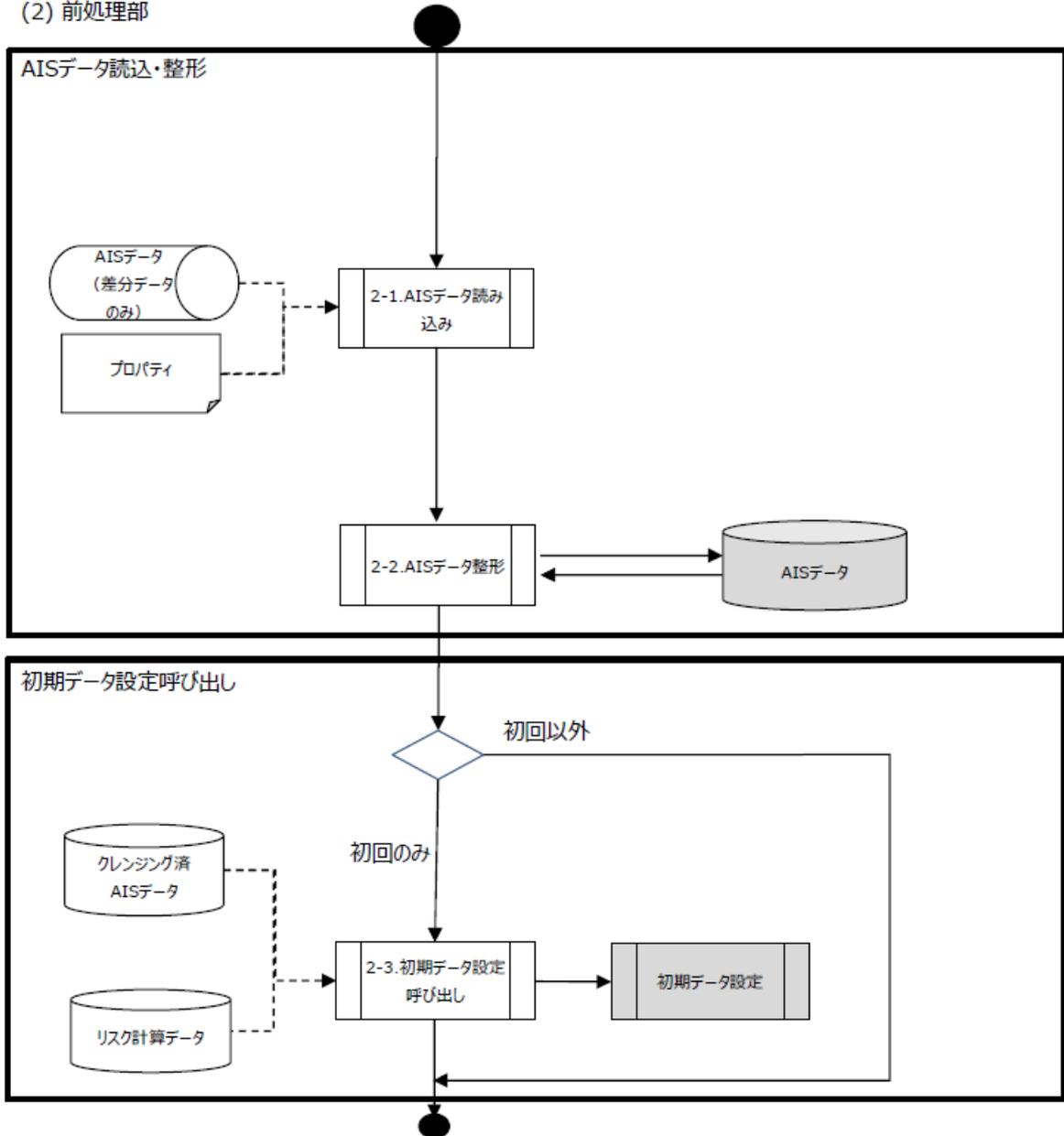


図 4-10 前処理部フロー

(3) クレンジング制御

クレンジング処理の呼び出し、データ登録、データ処理範囲の制御をする連携部分を図4-11に示す。

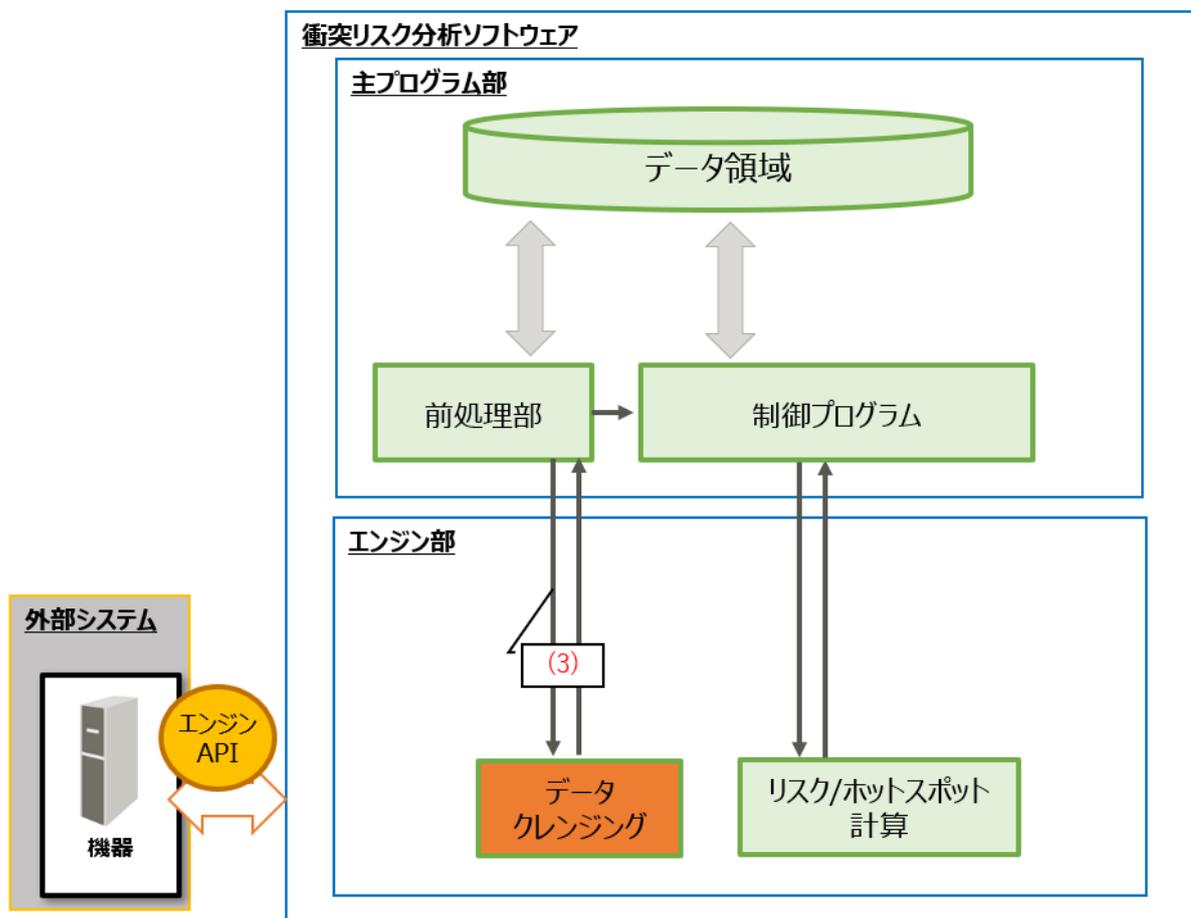


図4-11 衝突リスク分析ソフトウェア（クレンジング制御）

【機能概要】

クレンジング制御は該当するデータ登録、データ処理範囲を取り込むため、整形済みAISデータをクレンジング呼び出し(図4-12 上部)を行う。このとき、船舶モード(自船中心)である場合、該当する自船中心の表示海域外を除外とし、整形済みAISデータをクレンジング呼び出しする。クレンジング自体の処理は前述した4.1.1章(1)データクレンジングにて実施する。その後、クレンジング制御は必要な差分クレンジングAISデータを取得する(図4-12 下部)。

(3) クレンジング制御

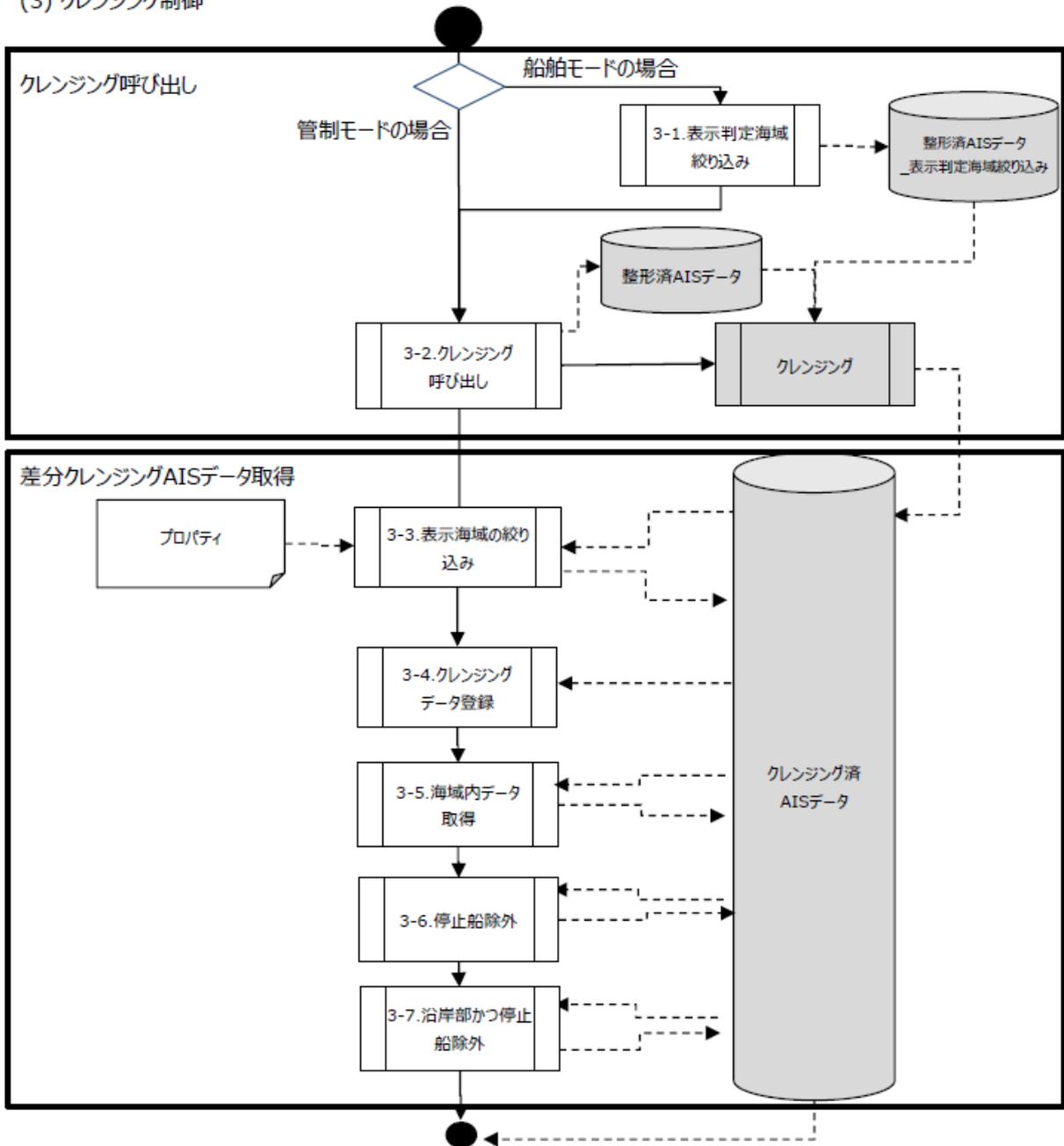


図 4-12 クレンジング制御フロー

(4) リスク/ホットスポット計算制御

リスク/ホットスポット計算の呼び出し制御、データ登録制御を行う連携部分を図 4-13 に示す。

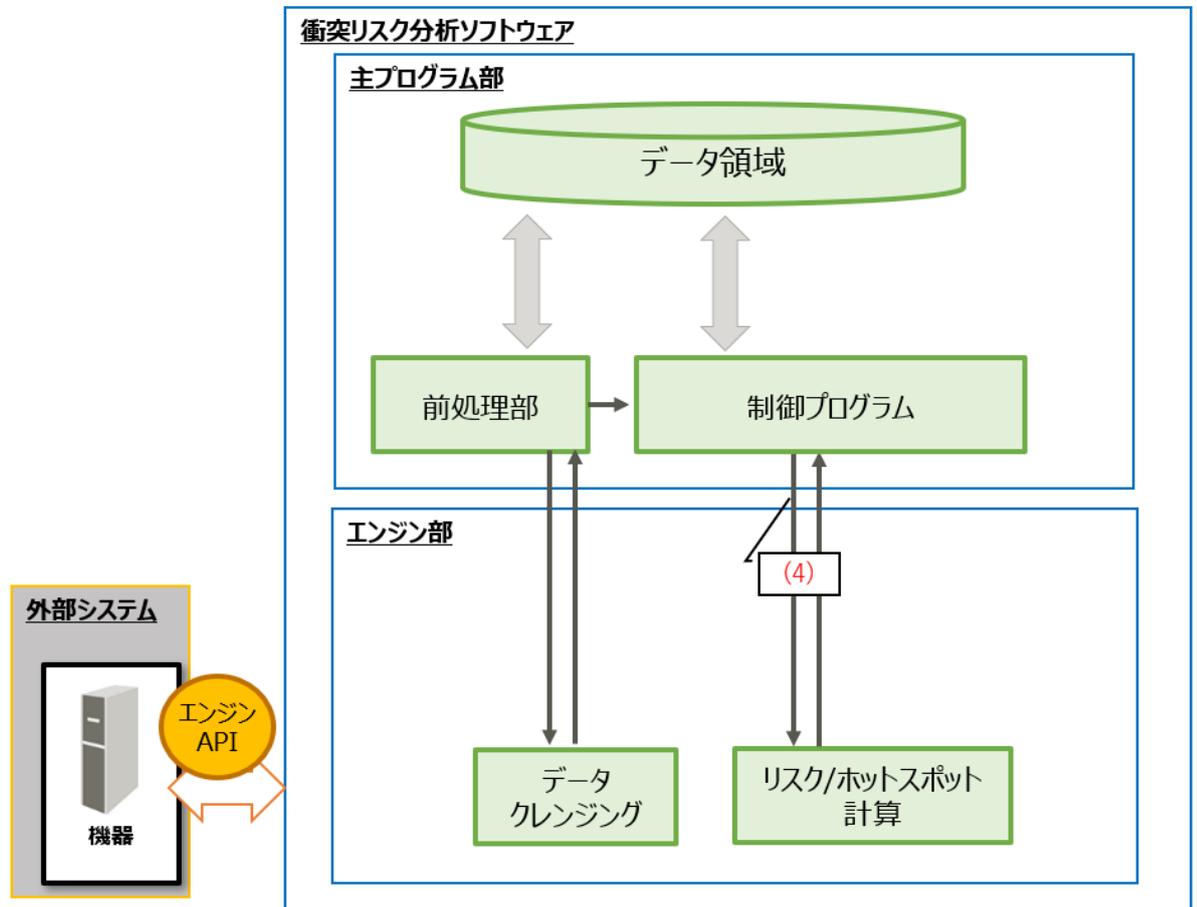


図 4-13 衝突リスク分析ソフトウェア (リスク/ホットスポット計算制御)

【機能概要】

リスク/ホットスポット計算取得(図 4-14 上部)は前述した 4.1.1 章 (2) リスク/ホットスポット計算を呼び出し、リスク及びホットスポット計算データを取得する。返却されたリスク/ホットスポット計算データはエリア定義された必要な情報のみデータ領域内に計算データとして登録する(図 4-14 下部)。

(4) リスク/ホットスポット計算制御

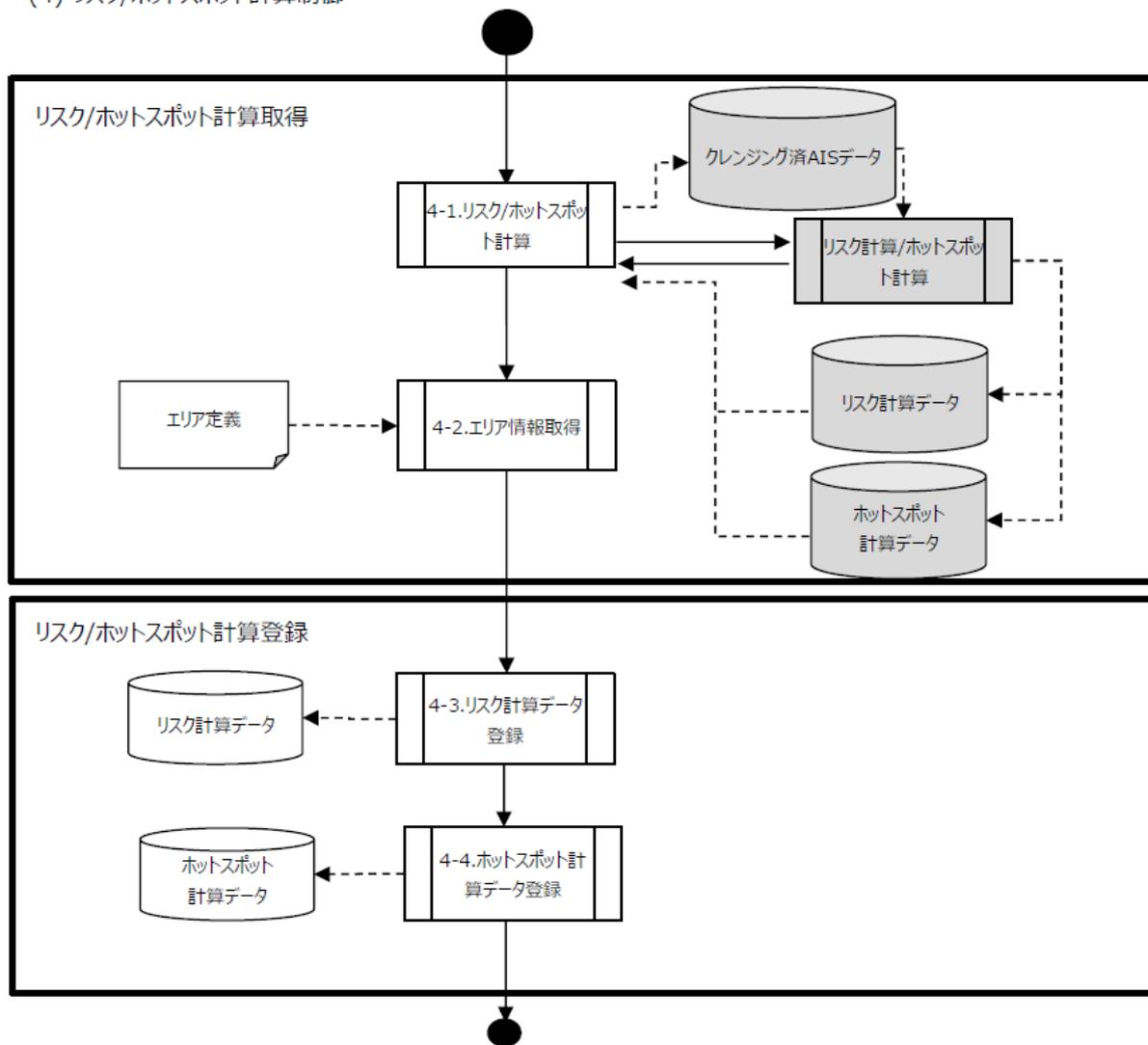


図 4-14 リスク計算、ホットスポット計算制御フロー

(5) リスク/ホットスポット制御(API)

リスク/ホットスポット計算データ情報はエンジン API を介して外部システムへ返却される。当該部分のイメージを図 4-15 に示す。

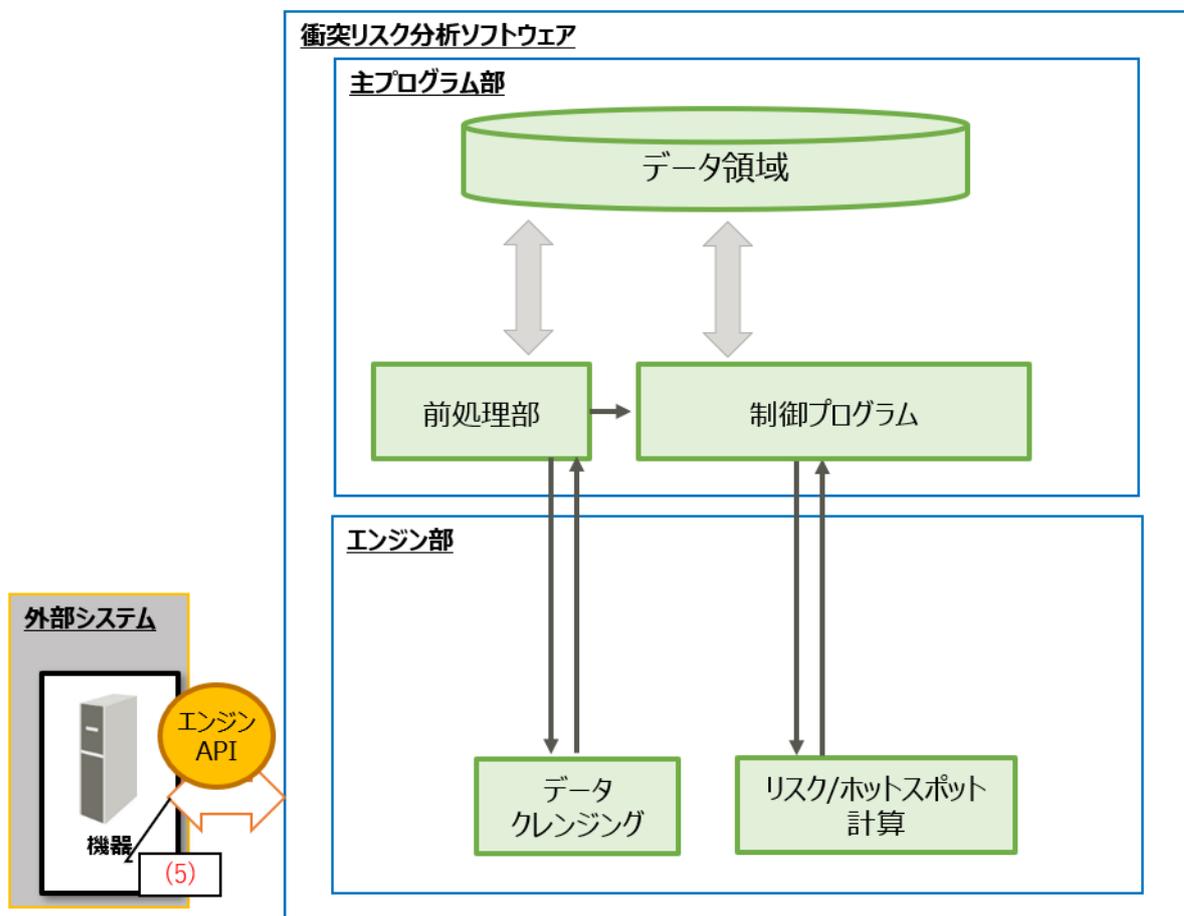


図 4-15 外部システム (リスク/ホットスポット制御(API))

【機能概要】

リスク/ホットスポット制御(API)はAPI 認証接続(図 4-16 上部)を行いクライアント情報のチェックを行う。その後、パラメータ及びタイムゾーンの整合性が完了後、API レスポンス(図 4-16 下部)において、リスク及びホットスポット計算データを API レスポンス形式に整形し、外部システムへ結果を返却する。

(5) リスク/ホットスポット計算制御(API)

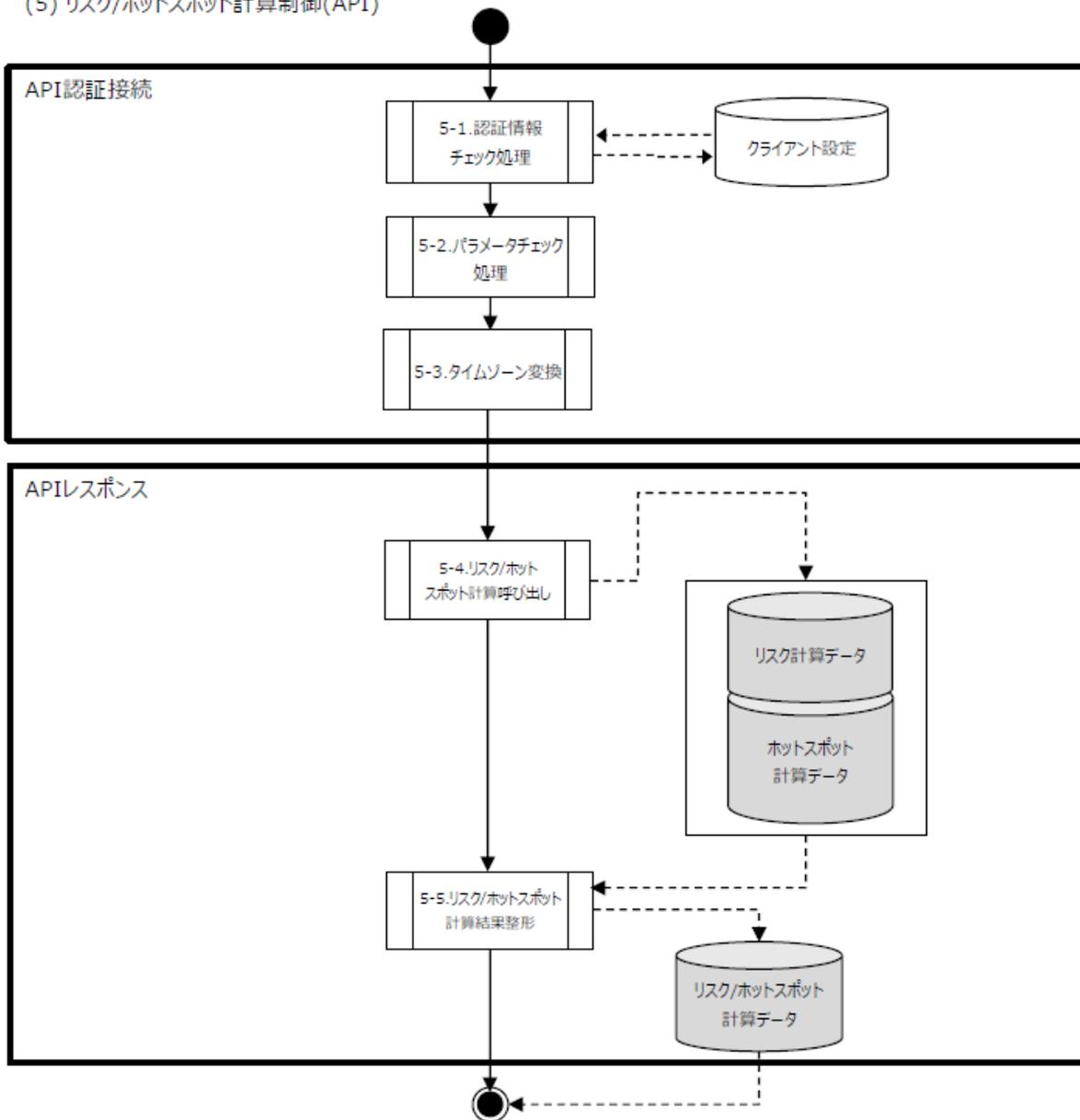


図 4-16 リスク/ホットスポット制御(API)フロー

(6) 制御プログラム

AIS データ受信制御に始まりリスク/ホットスポット制御(API)までの一連の処理を行うため、実行間隔やプロセスの排他制御を行う制御プログラムを図 4-17 に示す。

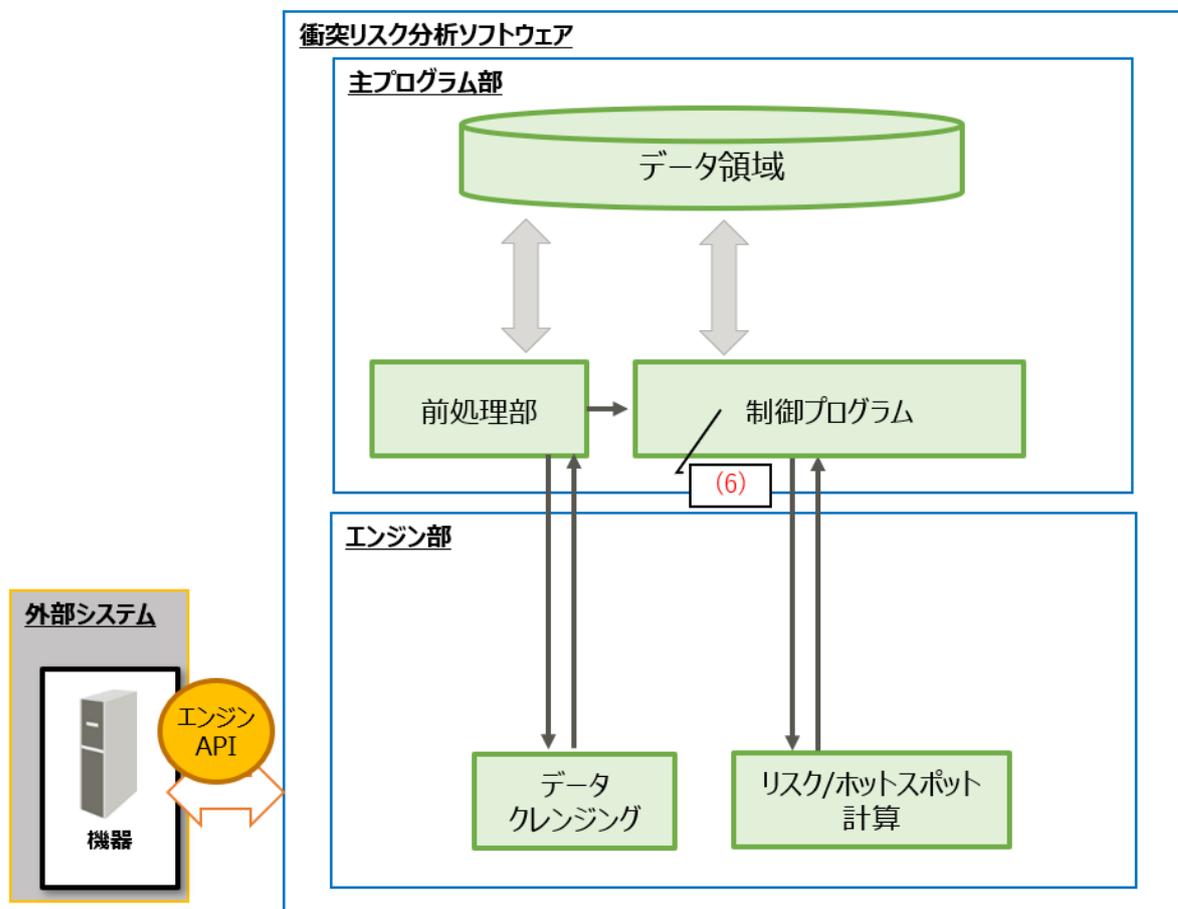


図 4-17 衝突リスク分析ソフトウェア (制御プログラム)

【機能概要】

制御プログラムはプロパティに定義した実行間隔ごとの取り込み処理を実行する。実行間隔に従い、制御プログラムは前処理部より AIS データのタイムスタンプ情報を受信し、データ領域から該当するクレンジング済 AIS データを取得する。取得されたクレンジング済 AIS データは前述した 4.1.2 章 (4) リスク/ホットスポット計算制御を呼び出し、計算されたリスク/ホットスポットの結果を受け取る。この間、制御プログラムは、他プロセスからの同時アクセスにより競合が発生しないよう、整合性を保つ処理を行うため、排他制御を行う (図 4-18 上部)。

システムの終了は、プロパティの停止フラグを参照し、処理の継続を判断する (図 4-18 下部)。

(6) 制御プログラム

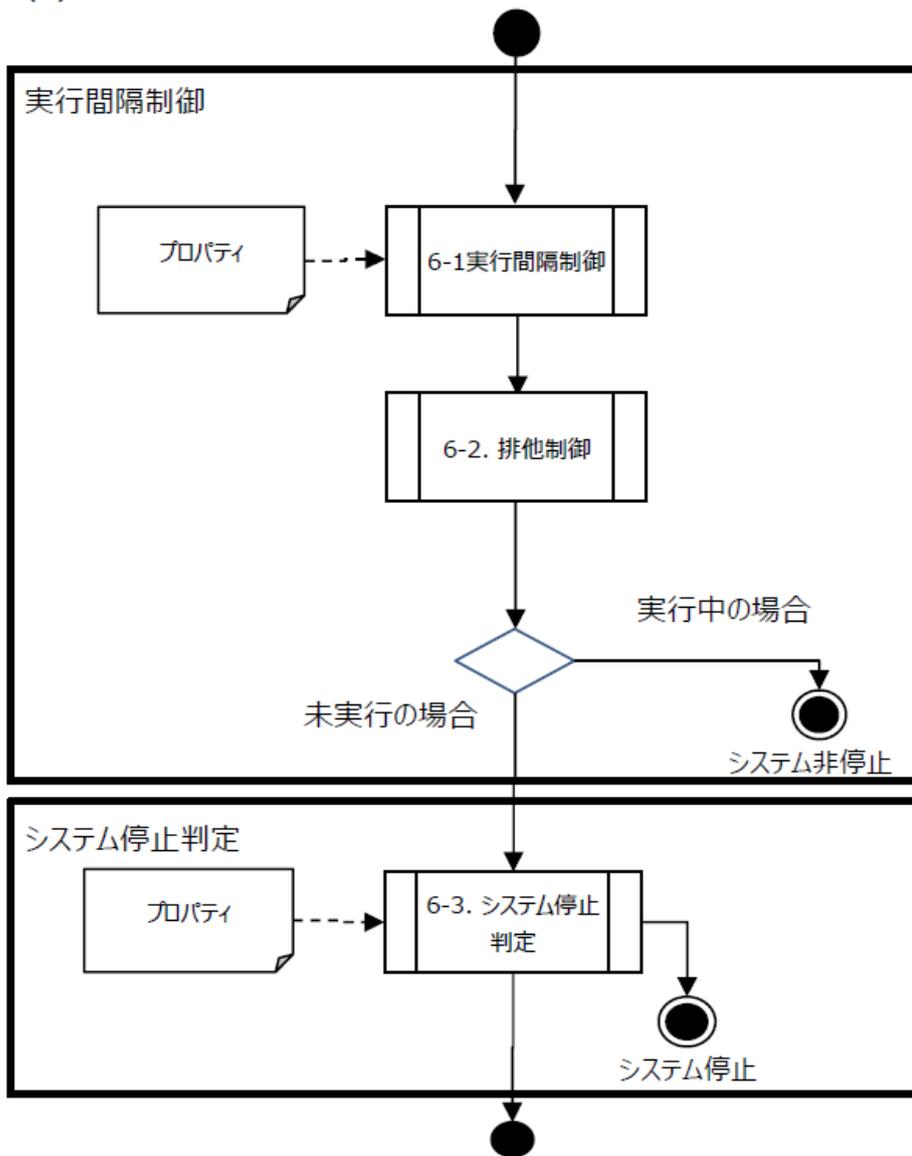


図 4-18 制御プログラムフロー

付録

本事業の作業範囲外となるが、実施者がUI画面を提供するため、可視化機能を追加実装した。そのUI画面を紹介する。

図4-19は画面中心部に見える船舶同士のリスクを現したサンプル画面である。水色ポイント及び濃い赤色ポイントはそれぞれリスク船舶ペアグラフの基準線に示すリスク閾値0.35及び0.55を超えた場合を示している。このリスク閾値は表4-3のように定義した。なお、比較的大きな薄赤枠はホットスポットを示している。

表4-3 リスク閾値

リスク閾値	管制ユースケースの例
0.35	将来衝突につながる危険自主を早期に注意対象船として検知するためのアラート
0.55	避航行動判断につながる事象を取りこぼさなく確実に対処するためのアラート

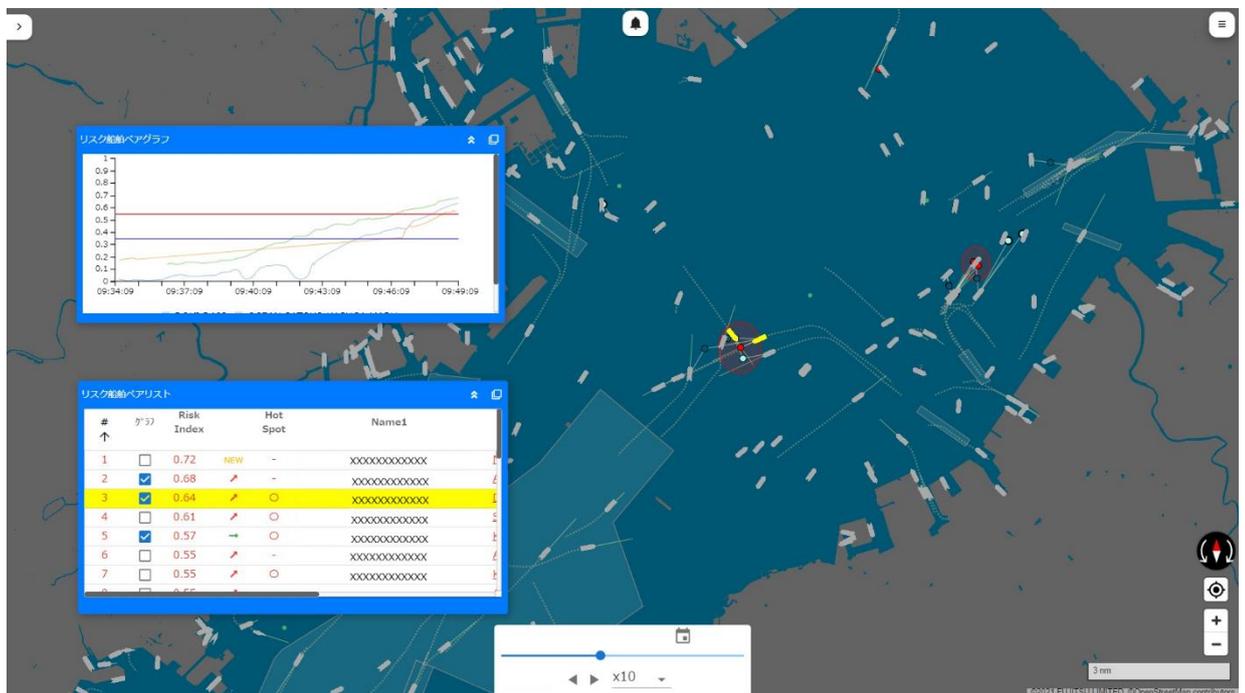


図4-19 UI サンプル画面

4.2 衝突リスク分析ソフトウェアのプログラミング（プログラミング）

4.1 章の設計内容に基づき、プログラムの動作や処理方式を定義し、それに従ってプログラミング構造設計を実施した。

作成した構造設計及びテスト仕様書は以下の通り。

- ・データクレンジング 構造設計書
- ・リスク/ホットスポット計算 構造設計書
- ・AIS データ受信 構造設計書
- ・前処理部 構造設計書
- ・制御プログラム 構造設計書
- ・データクレンジング テスト仕様書
- ・リスク/ホットスポット計算 テスト仕様書
- ・AIS データ受信 テスト仕様書
- ・前処理部 テスト仕様書
- ・制御プログラム テスト仕様書

4.3 衝突リスクソフトウェアの機能検証（プログラムテスト）

データ前処理、リスク分析の実施、分析結果出力の各機能が正常に動作することを社内で検証し、リアルタイムにおける計算処理の正確性を確認した。また、延長ベクトルによる計算と比較し、過剰アラームの削減効果を確認。ソースプログラム、ロードモジュール、プログラムテスト仕様書、テストセット、プログラムテスト報告書等をアウトプットとして作成した。

機能検証の報告として、テストの実施一覧及び本事業の目標に対する検証結果を後述する。併せて開発した衝突リスク分析ソフトウェアの品質分析も後述する。

4.3.1 a) エンジン API でのプログラムテスト

衝突リスク分析ソフトウェアのブロック下部を中心としたテストを実施。プログラムテスト対象部を図 4-20 に示す。

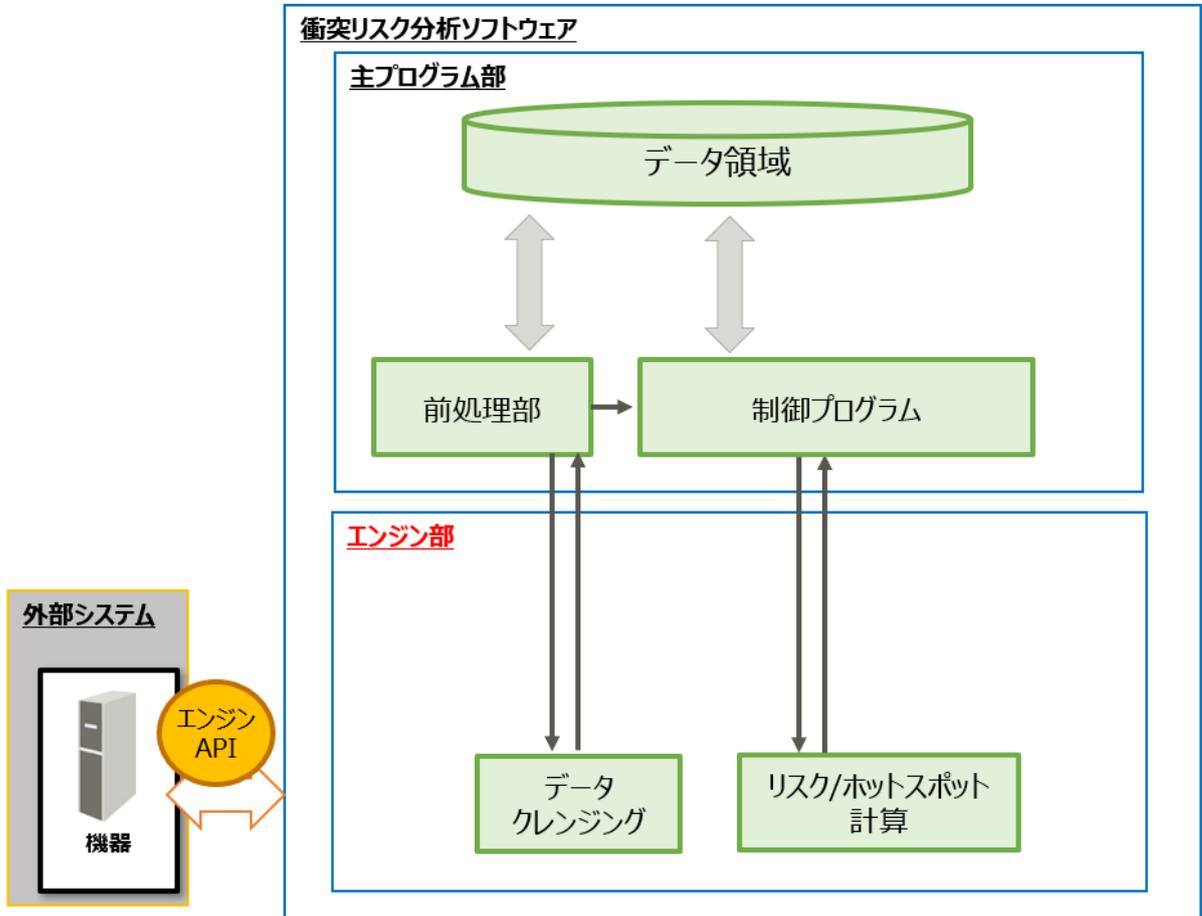


図 4-20 エンジン部(衝突リスク分析ソフトウェア ブロック下部)

【エンジン部のテストケース】

設計内容に基づいてテストケースを実施。クレンジング機能では前処理部から整形された AIS データの他、過去の AIS データでもクレンジングが問題無く処理されるか確認した。リスク/ホットスポット計算では制御プログラムからの呼び出しに応じてリスク/ホットスポットを返却されるよう、結合テストを実施した。実施したテストケースを表 4-4～5 に示す。

(1) データクレンジング

表 4-4 テストケースシナリオ データクレンジング

テストケース内容	テスト項目 設定数	テスト項目 終了数	テスト項目 完了数	テスト項目 完了率
過去 AIS データを用いた動作船判定処理によるデータクレンジング	6	6	6	100.0%
整形済み AIS データを用いた動作船判定処理	35	35	35	100.0%

(2) リスク/ホットスポット計算

表 4-5 テストケースシナリオ リスク/ホットスポット計算

テストケース内容	テスト項目 設定数	テスト項目 終了数	テスト項目 完了数	テスト項目 完了率
船舶ペア・船舶間見合い関係情報処理	84	84	84	100.0%
航路判定データ処理の実行	30	30	30	100.0%
航路判定定義ファイル処理の確認	108	108	108	100.0%
リスク算出とリスク値補正	15	15	15	100.0%
リスク算出定義ファイル処理の確認	80	80	80	100.0%
ホットスポット計算	13	13	13	100.0%

4.3.2 b) 主プログラム部でのプログラムテスト

図4-21に示す、衝突リスク分析ソフトウェアのブロック上部を中心としたテストを実施。

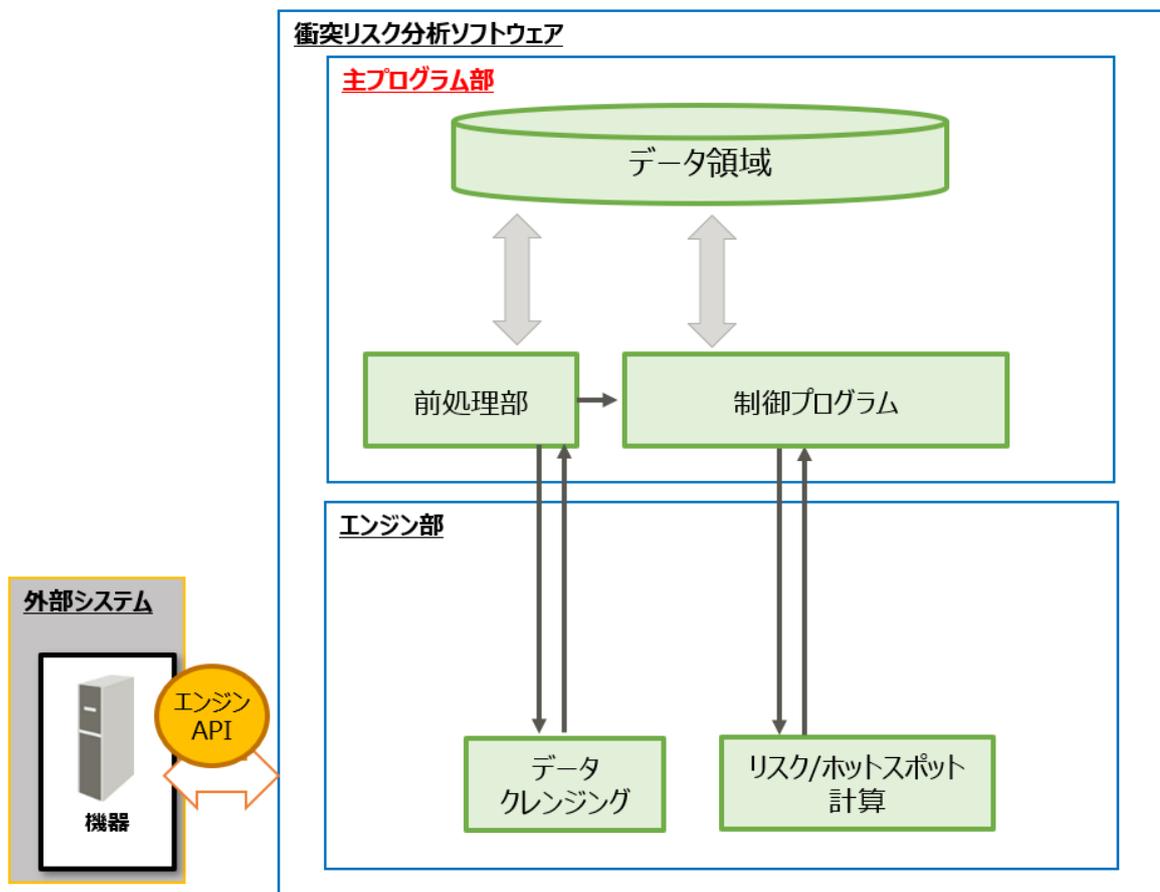


図4-21 主プログラム部(衝突リスク分析ソフトウェア ブロック上部)

【主プログラム部のテストケース】

設計内容に基づいてテストケースを実施。前処理部ではAISデータの受信やデータクレンジング機能の呼び出し等の結合テストを実施。他方、制御プログラムはリスク計算、ホットスポット計算の呼び出し等の結合テストを実施した。実施したテストケースを表4-6～11に示す。

(1) AIS データ受信

AIS データ受信に関するテスト内容を示す。

表 4-6 テストケースシナリオ AIS データ受信

テストケース内容	テスト 項目 設定数	テスト 項目 終了数	テスト 項目 完了数	テスト 項目 完了率
ファイル分割の動作確認	2	2	2	100.0%
AIS データ絞り込みの確認	4	4	4	100.0%
タイムスタンプ付与	1	1	1	100.0%
名前付きパイプの確認	2	2	2	100.0%

(2) 前処理部

前処理部に関するテスト内容を示す。

表 4-7 テストケースシナリオ 前処理部

テストケース内容	テスト 項目 設定数	テスト 項目 終了数	テスト 項目 完了数	テスト 項目 完了率
AIS データ読み込みの確認	5	5	5	100.0%
デコード処理の動作確認	4	4	4	100.0%
データ整形フォーマット統一	4	4	4	100.0%
自船中心時の海域算出	13	13	13	100.0%
初期データ設定呼び出し	2	2	2	100.0%
プロパティ設定値での動作確認	153	153	153	100.0%

(3) クレンジング制御

クレンジング制御に関するテスト内容を示す。

表 4-8 テストケースシナリオ クレンジング制御

テストケース内容	テスト 項目 設定数	テスト 項目 終了数	テスト 項目 完了数	テスト 項目 完了率
データクレンジング呼び出し	5	5	5	100.0%
差分クレンジング AIS データ取得(表示判定海域絞り込み、停止船除外処理確認)	4	4	4	100.0%

(4) リスク計算、ホットスポット計算制御

リスク計算、ホットスポット計算制御に関するテスト内容を示す。

表 4-9 テストケースシナリオ リスク計算、ホットスポット計算制御

テストケース内容	テスト項目 設定数	テスト項目 終了数	テスト項目 完了数	テスト項目 完了率
リスク計算、ホットスポット計算取得の呼び出し	5	5	5	100.0%
リスク計算、ホットスポット計算登録	10	10	10	100.0%

(5) リスク/ホットスポット制御(API)

リスク/ホットスポット制御(API)に関するテスト内容を示す。

表 4-10 テストケースシナリオ リスク/ホットスポット制御(API)

テストケース内容	テスト項目 設定数	テスト項目 終了数	テスト項目 完了数	テスト項目 完了率
データ取得 API の呼び出し・レスポンス処理確認	26	26	26	100.0%

(6) 制御プログラム

制御プログラムに関するテスト内容を示す。

表 4-11 テストケースシナリオ 制御プログラム

テストケース内容	テスト項目 設定数	テスト項目 終了数	テスト項目 完了数	テスト項目 完了率
実行周期間隔の変更時の動作	2	2	2	100.0%
タイムスタンプ付きクレンジング済 AIS データの取得	2	2	2	100.0%
データ領域へのデータ取得と格納	6	6	6	100.0%
排他制御の整合性確認	2	2	2	100.0%
システム停止判定	2	2	2	100.0%

※エンジン部 リスク/ホットスポット計算に関するテストは(4) リスク計算、ホットスポット計算制御にて実施

4.3.3 本事業の目標に対する検証結果

(1) 50%アラームの削減

東京湾1か月分のAIS過去データを使用して、現行の衝突予防技術と開発した衝突リスク分析ソフトウェア(本手法)の検知数を比較した結果を図4-22に示す。結果、現行の衝突予防技術はおよそ1,000,000件の検出ペアレコード数に対し、本手法はおよそ350,000件であった(現行の衝突予防技術に対し、本手法は約35%の検出ペアレコード数であった。)。これは約65%のアラームを削減したことになり、目標としていた50%以上の誤検知抑制の効果を確認できた。

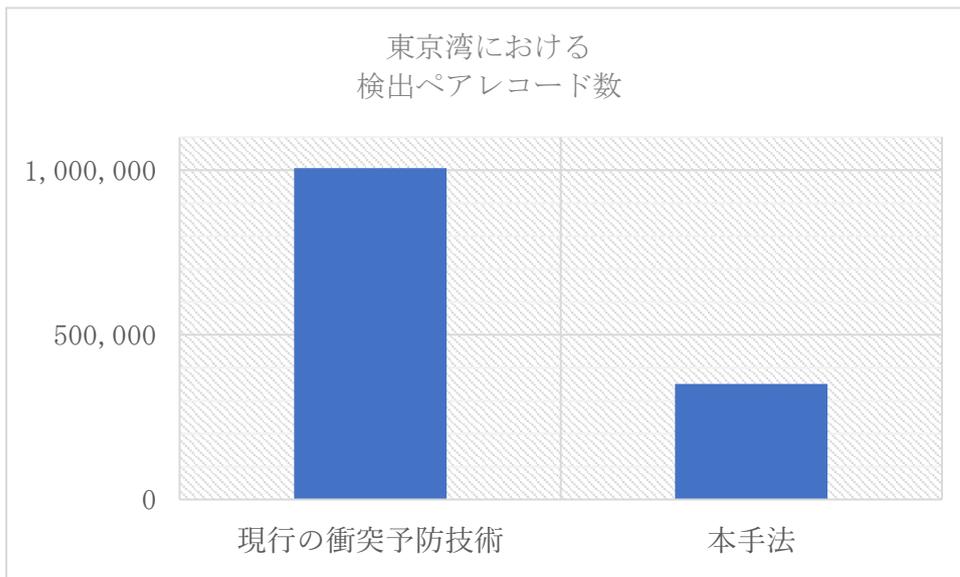


図4-22 リスク検出ペア数の比較

(2) リアルタイム動作

性能目標は管制ユースケース視点及び船舶ユースケース視点(運航する自船視点)でそれぞれ基準を設け測定を実施した。測定はAISデータ取込から可視化データ作成までの一連の処理で実施した。

【取込側テスト】

AISデータ読込からデータ整形、クレンジングまでの一連の処理

【リスク/ホットスポット計算】

リスク計算データ登録、ホットスポット計算データ登録の処理

【可視化データ作成】

可視化データ登録

注)可視化データは本事業での対象外であるが参考に結果を掲載

【評価構成】

評価構成を図 4-23 に示す。

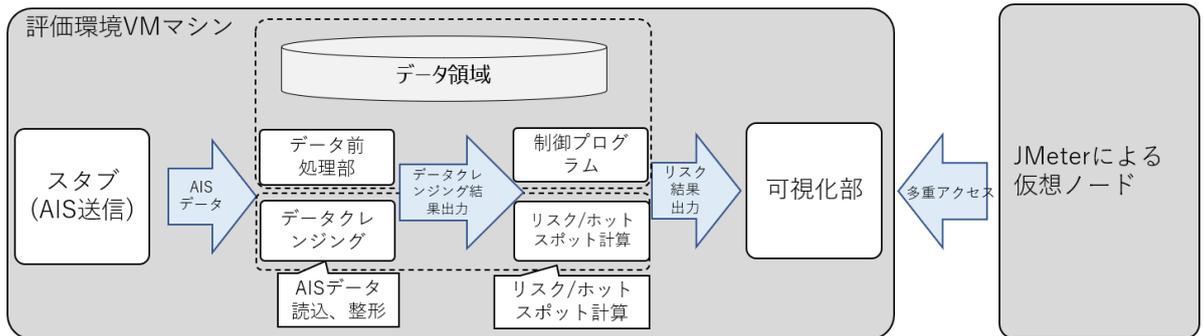


図 4-23 評価構成

【性能目標】

管制ユースケース視点(表 4-12)と船舶ユースケース視点(表 4-13)に分けて性能目標を設定した。なお、この性能目標は実施者が仮定した値であり、実際は将来の導入に適宜則して目標値を設定する。

表 4-12 管制ユースケース視点での前提条件と性能目標

前提条件	AIS データ量	蓄積量	1 億 2000 万レコード
		一度に取得するレコード数	1000 レコード(5 秒分)
	処理周期	AIS データ読み込み	5 秒周期
	同時アクセス数		10 多重アクセス
	スペック	CPU	8 コア
		メモリ	32GB
性能目標	スループット	AIS データ読み込み～可視化データ作成	1000 レコード/1 処理を 5 秒以内

表 4-13 船舶ユースケース視点での前提条件と性能目標

前提条件	AIS データ量	蓄積量	1300 万レコード
		一度に取得するレコード数	50 レコード(5 秒分)
	処理周期	AIS データ読み込み	5 秒周期
	同時アクセス数		10 多重アクセス
	スペック	CPU	8 コア
		メモリ	32GB
性能目標	スループット	AIS データ読み込み～可視化データ作成	50 レコード/1 処理を 2 秒以内

【管制ユースケース視点でのテスト】

表 4-14 は管制ユースケース視点で PC10 台(Web ブラウザ 10 画面)が衝突リスク分析ソフトウェアへアクセスした条件下を想定し、テストを行った。

なお、設定条件は実施者の仮説に基づき設定した。実際の導入では、本事業終了後、現場に則した目標値を設定する予定である。

表 4-14 管制ユースケース視点での性能測定条件

条件	パターン	結果参照	備考
DB 総レコード数	1 億 2000 万レコード	表 4-15~16	
AIS データ数/秒	200		
サーバスペック	8 コア (2.6GHz)/32GB		
多重アクセス数 ※JMeter を使用	10 (Web 画面)		メイン画面を 10 分間表示

※バッチ取り込み間隔 5 秒、データ取得間隔 5 秒

注) 可視部にあたる Web 画面及びスマホは本事業での対象外であるが参考に結果を掲載

【管制ユースケース視点でのテスト結果】

バッチ処理性能、画面処理及びパフォーマンスモニタの測定結果を記す。

性能目標である全体(AIS データ読込～可視化データ作成)は表 4-15 に示すように 2.181 秒となり、3 秒近く余裕を持ちながら、目標値である 5 秒以内で処理できることが確認された。

表 4-15 管制ユースケース視点 バッチ処理性能測定結果

		平均(秒)
全体	全体	2.181
	AIS データ読み込み	0.002
	AIS データ整形	0.026
	クレンジング	0.206
	クレンジングデータ登録	0.188
	リスク/ホットスポット計算	1.760
	リスク計算データ登録	0.981
	ホットスポット計算データ登録	0.197
	可視化データ作成	0.127
	可視化データ登録	0.113

表 4-16 はスペックに対する負荷の結果である。前提条件で定義した CPU 8 コア、メモリ 32GB に対して CPU は 100%に達することなく、メモリに関しても 5.5GB 以下の使用量となり、CPU 及びメモリに関して問題ないと判断出来た。

表 4-16 管制ユースケース視点 パフォーマンスモニタ結果

	平均	最大	最小	メモリ使用量 (最大-最小)
CPU 仕様率(%)	35.488	90.511	0.000	-
使用可能メモリ (GB)	25.268	29.522	24.058	5.464
Disk Time (%)	6.723	33.787	0.000	-
ハンドル数	51924.835	53729.000	47784.000	-

【船舶ユースケース視点でのテスト】

表 4-17 は船舶ユースケース視点で PC1 台 (Web ブラウザ 1 画面) とスマホ 14 台が衝突リスク分析ソフトウェアへアクセスした条件下を想定し、テストを行った。

なお、設定条件は実施者の仮説に基づき設定した。実際の導入では、本事業終了後、現場に則した目標値を設定する予定である。

表 4-17 船舶ユースケース視点での性能測定条件

条件	パターン	結果参照	備考
総レコード数	180 万レコード	表 4-18~19	
AIS データ数/秒	25		
エンジン部絞り込みパターン	全組み合わせのペアリング		
サーバスペック	8 コア (2.6GHz) / 32GB		
多重アクセス数 ※JMeter を使用	1 (Web 画面) + 14 (スマホ画面)		※メイン画面を 10 分間表示

※バッチ取り込み間隔 2 秒 ※データ取得間隔 2 秒、多重用スマホ画面のデータ間隔 5 秒
注) 可視部にあたる Web 画面及びスマホは本事業での対象外であるが参考に結果を掲載

【船舶ユースケース視点でのテスト結果】

バッチ処理性能、画面処理及びパフォーマンスモニタの測定結果を記す。

性能目標である全体 (AIS データ読込～可視化データ作成) は表 4-18 に示すように 0.266 秒となり、1 秒以上の余裕を持ちながら、目標値である 2 秒以内で処理できることが確認された。

表 4-18 船舶ユースケース視点 バッチ処理性能測定結果

	平均(秒)
全体	0.266
AIS データ読み込み	0.000
AIS データ整形	0.003
クレンジング	0.021
クレンジングデータ登録	0.016
リスク/ホットスポット計算	0.177
リスク計算データ登録	0.062
ホットスポット計算データ登録	0.072
可視化データ作成	0.013
可視化データ登録	0.010

表 4-19 はスペックに対する負荷の結果である。前提条件で定義した CPU 8 コア、メモリ 32GB に対して CPU は 100% に達することなく、メモリに関しても 4GB 以下の使用量となり、CPU 及びメモリに関して問題ないと判断出来た。

表 4-19 船舶ユースケース視点 ペアリングパフォーマンスモニタ結果

	平均	最大	最小	メモリ使用量 (最大-最小)
CPU 仕様率 (%)	25.238	91.490	2.691	-
使用可能メモリ (GB)	26.049	29.564	25.752	3.812
Disk Time (%)	0.894	12.226	0.000	-
ハンドル数	50681.969	52178.000	45581.000	-

4.3.4 品質分析

プログラムテスト結果を分析し、以降に示す品質確保のための対策を実施した。

(1) 定量分析

表4-20に示すプログラムテストにおける品質基礎データを収集し、表4-21の通りにある事前に規定した品質指標値と比較して、指標値に収まるかを検証した。指標値外となった作業項目・案件については、その原因を究明し、必要に応じて対策を検討・立案・実施する。

定量評価では、テスト項目率（項目数/Ks）とテストエラー率（件数/Ks）の2つの観点で評価を行った。

表 4-20 品質基礎データ

工程	品質基礎データ	単位
機能検証	ソースステップ数	Ks
	テスト項目数	件
	レビュー実施時間	分
	レビュー指摘件数	件
	抽出障害件数	件

表 4-21 品質指標値

品質基礎データ	下限 (-20%)	指標値	上限 (+20%)
テスト項目率（項目数/Ks）	27.2	34.0	40.8
テストエラー率（件数/Ks）	0.8	1.0	1.2

※本プロジェクトに限定された指標値

テスト項目率は、開発規模に対して適切な量のテストが実施されているかを判断する。例えば、テスト項目率が指標値下限を下回った場合は、テスト項目不足が疑われるため、テスト項目の網羅性や充足性を再チェックする必要がある。逆に、指標値上限を上回った場合は、テスト項目が重複している可能性が考えられる。

テストエラー率については、開発規模に対して適切な量のエラーが検出されているかを判断する。例えば、テストエラー率が指標値上限を上回った場合、該当機能に関する品質低下が疑われ、上回った原因を深掘りする必要がある。逆に指標値下限を下回った場合、テストが不十分である可能性が考えられる。

(2) 定性分析

定性的観点での品質評価は、主に以下の観点で作業をチェックし、作業品質を評価した。

- ・要求事項を満たしている設計内容になっていること。
- ・各工程で適切な内容が決められており、工程間で整合性がとれていること。
- ・プロジェクト規約に従った設計書体裁、承認手続き、版数付与、文書管理がされていること。

定量評価はシステムや機能の特性に影響されるため、上記の観点で定性的な分析も行った上で、総合的に品質を判断した。

(3) 品質問題対応の横展開

品質上の問題について、他の箇所において同様の問題が発生する可能性がある案件は、同様の観点で再チェックを行い、必要に応じた対応を実施した。このように、問題が発生した根本原因を特定し、それに関連する全ての箇所へ横展開することによって、システム全体の品質担保を図った。

4.3.5 品質分析結果

4.3.4章のプロセスに沿って、プログラムの品質分析を実施した結果を以下に示す。

(1) 定量分析結果

表4-22に定量分析結果を示す。

まず、テスト項目率については、主プログラム部及びエンジン部ともに指標値を上回る傾向であった。主プログラム部については、エンジン部との結合パターンが多く、それに伴ってテスト項目率が増大したと考えられる。エンジン部についても同様に、リスク計算ロジックの複雑さからテストパターンが増加した。主プログラム部、エンジン部ともにテスト項目の網羅性や充足性を有識者によってレビューしており、かつテスト項目の重複がないかという観点でもチェック済であるため、妥当な結果であると判断した。

次に、テストエラー率については、エンジン部のリスク/ホットスポット計算機能におけるエラー率(2.1)が特に指標値を大きく上回っており、指標値の約2.1倍となっている。障害内容を分析すると、プロセス間連携に関するエラーが多く検出されていた。そのため、プロセス間連携に関するパターンを再度洗い出し、追加テストを実施し、品質強化を図った。その他指標値を下回っている機能があるが、対象規模が小さくエラーが検出されにくい傾向があるため、妥当な結果であると判断した。

表 4-22 定量分析結果

機能	機能 詳細	規模 (Ks)	テスト項目率			テストエラー率		
			項目数	指標値	項目率 (項目数/Ks)	検出数	指標値	エラー率 (件数/Ks)
エンジン	データクレンジング	2.2	41	34 (27.2~ 40.8)	↓18.6	2	1 (0.8~ 1.2)	0.9
	リスク/ホットスポット 計算	3.8	330		↑86.8	8		↑2.1
主 プ ロ グ ラ ム	AIS データ受信	0.2	9		↑45.0	0		↓0.0
	前処理部	1.6	181		↑113.1	2		↑1.3
	クレンジング制御	0.1	9		↑90.0	0		↓0.0
	リスク計算、ホットス ポット計算制御	0.2	15	↑75.0	0	↓0.0		
	リスク/ホットスポット 制御(API)	0.7	26	37.1	0	↓0.0		

(2) 定性分析

定性的観点での評価を以下に示す。

まず、主プログラム部についてはエラー件数が2件であり、件数が少ないことから特段傾向はみられなかった。障害の内容は、すべてエラー処理漏れなど軽微な不具合であり、システム停止等の重大なエラーは発生していない。テスト項目の網羅性チェックや、設計書執筆者及び開発リーダーのレビュー、テスト結果及び証跡確認を行っており、適切なテストを実施した結果であり、品質については問題ないと判断した。

次に、エンジン部についてはエラー件数が10件であり、指摘分類で「異常ロジックの問題」が過半数を占めていた。障害の内容は、処理が複数回呼び出された際の内部バッファの挙動に関するものや、リスク計算対象のペアの組み合わせで変化する処理などである。エンジン部は処理が複雑かつ難易度の高いロジックとなっているため、特に異常時の挙動に関するエラーが過半数を占めていたことは想定内の結果であると判断した。

(3) 品質問題対応の横展開

定性的観点で障害内容を分析した結果をもとに、横展開を実施した。特に、エンジン部で発生した内部バッファの挙動に関しては、他の類似機能のプログラムを流用してコーディングしたため、元のプログラムロジックの理解不足が根本原因であった。そのため、他に流用してコーディングしたロジックを洗い出し、内部バッファに関する再チェックを行い、問題ないことを確認した。

5. 目標の達成状況

- (1) 現行の衝突予防技術（延長ベクトルによる計算）との比較により過剰アラームを50%削減できた（AIS過去データを使用して有用性評価を実施し統計的に検証）。前述した4.3.3章で、任意の東京湾1か月分のAIS過去データを使用して有用性評価を実施した。結果は、現行の衝突予防技術では約100万件の船舶ペアレコード数を検出することに対し、本手法は約35万件の検出（約65%のアラーム削減）となった。これにより、現行の衝突予防技術との比較により過剰アラームを50%削減するという本事業の目標達成を確認できた。
- (2) 衝突リスク分析ソフトウェアの各機能がリアルタイムにおける計算処理でも100%実現することが分かった。前述した4.3.3章で、性能目標は管制ユースケース視点で5秒以内、船舶ユースケース視点で2秒以内とし、それぞれ基準に対してAISデータ取込からリスク計算結果出力までの一連処理時間を測定した。結果は、管制ユースケース視点で約2.2秒、船舶ユースケース視点で約0.3秒となった。これにより、衝突リスク分析ソフトウェアの各機能がリアルタイムにおける計算処理でも100%実現するという本事業の目標達成を確認できた。

6. 2021年度の実施内容の概要

1) AI を活用した船舶の衝突リスク分析ソフトウェアの要件定義・設計

a) エンジン API

当社でロジック設計済の AI を活用したニアミスリスク検知および動的ホットスポット予測技術の機能を盛り込んだ衝突リスク分析ソフトウェアのエンジン部 API の設計を行った。

b) 主プログラム

衝突リスク分析ソフトウェアのエンジン部が動作するための、主プログラムの設計を行った。

① 前処理部

AIS データ等の分析のためのインプットデータの受信およびデータクレンジング等を実施する前処理部の設計を行った。

② 制御プログラム

各コンポーネントがリアルタイムに連携/動作するための制御プログラム部の設計を行った。

2) 衝突リスク分析ソフトウェアのプログラミング

1) の設計内容に基づき、プログラムの動作や処理方式を定義し、それによってプログラミングを行った。

3) 衝突リスクソフトウェアの機能検証(プログラムテスト)

データ前処理、リスク分析の実施、分析結果出力の各機能が正常に動作することを社内で検証し、リアルタイムにおける計算処理の正確性を確認した。

7. 今後の予定

7.1 中長期ビジョン

本事業で得られた成果物を利用し、2022 年にて製品としての総合的な動作テスト、および衝突リスク分析の机上評価を実施する。机上評価の中で、過去の AIS データを基にリスク検知のタイミング、過検知、不検知などの観点で有用性評価を行い、最終的な製品リリースにつなげる予定である。

8. まとめ

従来、船舶衝突事故を予防するための海上交通管制や船上での見張り業務の大部分は人手に頼っている状況にあり、長時間の業務中に衝突リスクの認知・判断においてミスが生じる可能性は高い。本事業では、実施者がこれまでに独自開発した船舶衝突リスク検知技術を活用し、管制・海運等の様々なユーザーの観点を取り込んだ衝突リスク分析ソフトウェアを開発できた。具体的には実施者設計済みのロジックを用いたニアミスリスク検知やホットスポットの予測技術の機能を盛り込んだエンジンAPI、そして衝突リスク分析ソフトウェアが動作するための主プログラムの作成を要件定義・設計からプログラム実装及び検証まで行えた。将来的には、海上交通管制業や船上見張支援を支援することで、衝突事故原因の約9割である認知・判断ミスの削減に寄与したい。

これは世界経済の成長に応じた、海上輸送需要の拡大に伴う、船舶航行の混雑化による衝突リスクを軽減に寄与できる他、衝突リスク軽減による船体や積荷、人命、環境までへの被害も軽減できるものと評価し、有用な事業実施であったと考える。

最後に公益財団法人日本財団様、一般社団法人日本船用工業会様に深く感謝を致す次第である。

「この報告書はBOAT RACEの交付金による日本財団の助成金を受けて作成しました」

(一社)日本船用工業会

〒105-0001

東京都港区虎ノ門一丁目13番3号(虎ノ門東洋共同ビル)

電話：03-3502-2041 FAX:03-3591-2206

<http://www.jsmea.or.jp>