

海上輸送・港湾計画の高度化

1. 研究・活動のアウトライン

出来事	研究背景	研究内容	成果反映
1990年代以降 (グローバル・サプライチェーンの拡大) (コンテナ船等の大型化) 2000年代以降 (東アジア諸国のハブ港湾整備の進行)	<ul style="list-style-type: none"> ・アジア諸国の経済発展と港湾整備進展による我が国港湾国際競争力強化の必要性 ・コンテナ船等の大型化の進展 ・国際条約によるAIS搭載の義務化 	<ul style="list-style-type: none"> ■海事データの蓄積・拡充と動静分析 ・世界のコンテナ船動静分析(H13～) ・アジア北米間コンテナ流動分析(H14～) ・NILIM-AISシステムの運用と水域・パース利用実態分析(H16～) ・コリンズへの船舶動静リアルタイム情報の提供(H21～) ・北極海航路航行実態分析(H28～) 	<ul style="list-style-type: none"> ○港湾政策の策定・評価等への反映 スーパージョイント港湾政策(H16～) 国際コンテナ戦略港湾政策(H22～) 国際バルク戦略港湾政策(H23～)
H20～21 リーマンショック・世界不況 H23 東日本大震災 クルーズ船寄港の拡大 北極海での海氷の減少、パナマ運河拡張 港湾地域渋滞悪化	<ul style="list-style-type: none"> ・技術基準の性能規定化の動き ・公共事業投資に関する説明責任向上の必要性 ・大型クルーズ船の高性能化 ・国土強靱化への対応の必要性 	<ul style="list-style-type: none"> ■水域施設計画手法の高度化 ・航路計画第二区分の開発(H13～H18) ・J-Fairwayソフトの開発(H17～) ・東日本大震災発生時の東京湾での船舶退避実態の分析と必要泊地規模算定(H23～H25) ・高性能クルーズ船に対応した水域施設整備・利用に関する検討(H29～R1) ・大型台風に対応した水域施設整備に関する検討(H31～) 	<ul style="list-style-type: none"> ○港湾の施設の技術上の基準・同解説 改訂への反映(H19) 第3編 作用及び材料強度条件編 第8章 船舶 1. 対象船舶の主要諸元 第4編 施設編 第3章 水域施設 2. 航路 3. 泊地 第5章 係留施設 2章 岸壁 2.1.1 岸壁の諸元 第7章 荷さばき施設 3.5 コンテナターミナルエリア
大型台風被害 R2 新型コロナウイルスの世界的感染拡大 R2 防災・減載、国土強靱化のための5か年加速化対策	<ul style="list-style-type: none"> ・ターミナル規模算定における一般的手法の不備 ・港湾等での労働者不足への対応 ・港湾ターミナルでの遠隔自動化等の進展 	<ul style="list-style-type: none"> ■港湾ターミナル計画手法の高度化 ・標準船型・パース諸元の算定(H13～) ・コンテナターミナル規模算定モデルの開発(H13～H18) ・大型バルク船の減載時の船舶挙動等に関する分析(H23～H26) ・コンテナターミナル遠隔自動化への対応に関する研究(R1～) ・国際海上コンテナ背後輸送の維持方策に関する研究(R3～) 	<ul style="list-style-type: none"> ○港湾の施設の技術上の基準・同解説 改訂への反映(H30) 作用及び材料強度条件編 第8章 船舶 1. 対象船舶の主要諸元 施設編 第3章 水域施設 2. 航路 3. 泊地 第5章 係留施設 2章 岸壁 2.1.1 岸壁の諸元 施設編(参考) 第2章 専門ふ頭

※国総研が部分的に担当・関与

国際物流の拠点である港湾は、海上輸送における技術革新、世界の社会経済動向、近隣アジア諸国の港湾の成長等、様々な影響を受け、この20年もこれらの状況は刻々と変化してきた。このような状況下においても、我が国の港湾が国際競争力を維持し、また安全かつ効率的に利用可能な状態を維持できるよう、政策支援のための海事データの分析や、港湾施設計画のための基準（計画基準）の改訂等に取り組んできた。

研究内容1. 海事データの蓄積・拡充と動静分析

〈背景・課題〉周辺アジア諸国の急速な経済発展に伴い、これら諸国における港湾が整備され、これは我が国を発着するコンテナ貨物動向にも影響を及ぼした。また船会社は規模の経済性を追求するため、コンテナ船をはじめとした船舶の大型化を進めた。他方情報通信技術の進歩や世界的な航行安全対策強化の機運により、国際海事機関（IMO）は、SOLAS条約を改正し船舶のAIS（自動船舶識別装置）搭載を義務付けた。

〈研究概要・成果実装〉スーパー中枢港湾政策をはじめ、我が国港湾の競争力強化のための政策が検討・実施されるなか、世界の海事関係データを蓄積するとともに、我が国ならびに他のアジア地域を含んだコンテナ流動分析やコンテナ船等の大型化動向等について継続的に分析を行い政策立案・実施を支援した。また、AISデータによる船舶動静の詳細な分析が可能となったことから、地方整備局等との連携の下データの収集体制の整備、分析ソフトの開発、物流効率化のためのリアルタイム情報提供システムへの支援を行った。また衛星データの活用による世界的な輸送動向の変化の把握に取り組み、分析結果の公表やプレス発表等を行った。

研究内容2. 水域施設計画手法の高度化

〈背景・課題〉航路・泊地を主な対象とした水域施設の計画は、水深や航路幅等の諸元を海事関係者の経験等に基づいた算定式により基準に記載してきた（仕様規定）。しかし基準類の性能規定化の要請、公共事業投資に関する説明責任向上の必要性から、船舶航行安全確保という目的を保持しつつ、より効率的でまた明確な理論・根拠に基づいた計画基準が求められた。他方、船舶の大型化と合わせ、ポッド式クルーズ船に代表される操船性の高い船舶が出現し、港湾入港時の安全性評価についてのニーズが高まった。さらには、東日本大震災等の津波ならびに大型台風の襲来とその被害の発生により、国土強靱化への対応が求められた。

〈研究概要・成果実装〉航路の計画手法は仕様規定型に基づいたものであったが、これを見直すため日本航海学会との共同研究により、航路の計画手法の性能規定化、すなわち対象船舶の操船性能と航行環境を明示的に取り込んだ新たな航路計画基準を開発し技術基準に反映した。クルーズ船の増加に対応しAISによる回頭時の水域利用実態の分析や、操船性の評価のための模型実験等を実施した。また東日本大震災などの港湾での航行リスクが高い自然災害発生時の船舶挙動を詳細に分析することで、国土強靱化に関する行政展開を支援した。

研究内容3. 港湾ターミナル計画手法の高度化

〈背景・課題〉コンテナターミナル計画においてはバース諸元やターミナル規模を算定する必要がある。しかし後者についてはターミナル規模算定毎に様々な手法がとられていたため、統一的な計画手法の策定が求められた。また、我が国において中長期的な労働者不足が懸念される中、港湾ターミナル作業の労働環境改善や荷役安全性向上のため、荷役の遠隔自動化への取り組みが進展した。

〈研究概要・成果実装〉コンテナターミナル計画における性能規定化や、継続的な船舶大型化に配慮しつつ、関連する計画手法を整備した。また、既存のターミナルの改良による遠隔自動化を支援するためのターミナル改良方策に関する検討を行ったほか、国際バルク戦略港湾において示された大型バルク船の複数寄港に対応する計画手法の整備を行った。

2. 主な研究成果

研究内容 1. 海事データの蓄積・拡充と動静分析

○コンテナ船の大型化動向や寄港実績、アジア北米間のコンテナ貨物流動等について継続的に国総研資料や対外論文として公表した。またスーパー中樞港湾政策、国際バルク戦略港湾政策、国際コンテナ戦略港湾政策等の検討・実施に際して、継続的に支援のための分析を実施した。

○国総研と整備局等が取得する AIS データを統合的に取得・蓄積するシステム (NILIM-AIS) を構築した。取得した AIS データを用いて主要な航路の利用状況やバース稼働率等について分析し行政支援を行っている他、国交省が運用するコリンズシステムにリアルタイムで提供している。

○JAXA 等との共同研究を実施し衛星 AIS データによる北極海航路航行実態を分析しプレス発表している。

1.
用

国土技術政策を支える研究開発

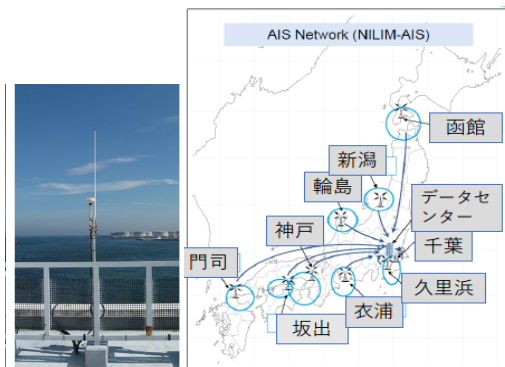


図 AIS アンテナと NILIM-AIS システム

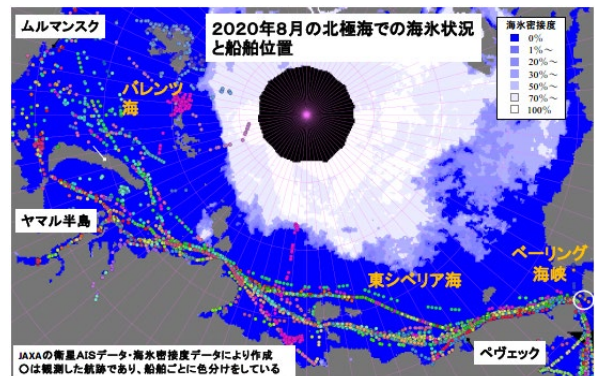


図 北極海航路航行実態分析例 (JAXA 衛星データ)

研究内容 2. 水域施設計画手法の高度化

○従来水域施設規模は対象船舶の諸元を元に規定していた (例: 航路水深は対象船舶の喫水の 1.1 倍) が、風やうねり等の航行条件を元に船体の動揺などの船体運動を評価し、それを元に水域施設計画を行う手法 (航路計画第二区分) を日本航海学会と共同開発した。技術基準へ反映させるとともに、国際航路協会ガイドライン No.121 (Harbor Approach Channels: Design Guidelines) へ盛り込み国際貢献した。また第二区分は算定の過程が複雑となることから、エクセルシートへの条件入力により航路諸元の算定ができるプログラム (J-Fairway) を開発し、国内外の関係者に配布した。

○東日本大震災発生時に沖合退避が多くみられ、このための泊地の不足が指摘されたことから、AIS データによる実態分析並びにこれを元にした必要水域規模の推計を行い、当該泊地整備の事業化を支援した。

○高性能化する大型クルーズ船に関し、AIS データを用いた回頭時の泊地規模について実証分析を行い、安全に入港できる水域規模の目安を提示した。また、大型クルーズ船の模型水槽実験により操船能力の評価を行うことで、航路計画の第二区分を大型クルーズ船に適用し、技術基準改定案を作成した。

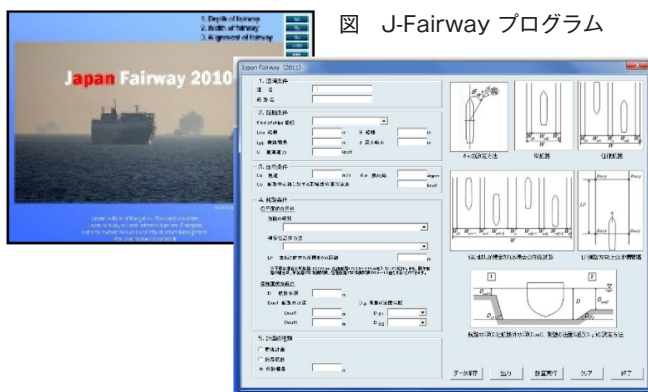


図 J-Fairway プログラム

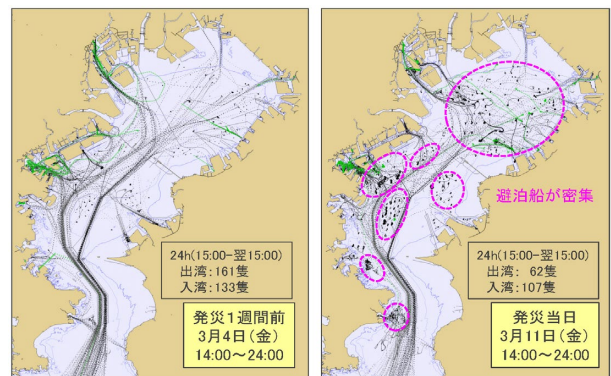
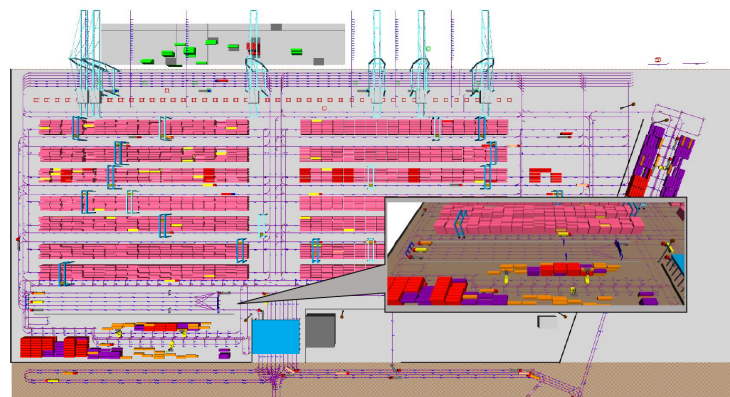


図 津浪襲来時の東京湾での船舶避難状況 (左)

研究内容3. 港湾ターミナル計画手法の高度化

○コンテナターミナル計画における性能規定化や度重なる船舶大型化に対応するため、ターミナルヤードの能力を考慮した新たなターミナル規模の算定手法を開発し、技術基準に反映した。

○主要な船種について標準船型・バース諸元を解析し技術基準に反映。また、国際バルク戦略港湾政策にお



ける複数港寄港を支援すべく、減載時の主要なバルク船の喫水を算定する手法を開発し技術基準に反映した。

○既存のターミナルの改良による遠隔自動化を支援するため、遠隔自動化ターミナルでのレイアウト変更や遠隔自動化後のターミナル能力検証のための手法を検討した。

図 遠隔自動化ターミナルのレイアウト例
(検証シミュレーション画面)

3. 関係する報告書・技術資料一覧

■海事データの蓄積・拡充と動静分析関連（主要なもの）

- 1) 国総研資料 No.6 <http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn0006pdf/ks0006004.pdf>
- 2) 国総研資料 No.18 <http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn0018.htm>
- 3) 国総研資料 No.420 <http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn0420.htm>
- 4) 国総研資料 No.768 <http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn0768.htm>
- 5) 北極海航路の航行実態に関するプレス情報提供（H29年以降毎年3月にプレス発表）

■水域施設計画手法の高度化に関する研究関連（主要なもの）

- 1) 国総研報告 No.110 <http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn0110.htm>
- 2) 国総研資料 No.782 <http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn0782.htm>
- 3) 国総研資料 No.1052 <https://www.ysk.nilim.go.jp/kenkyuseika/pdf/ks1052.pdf>
- 4) 国総研資料 No.1119 <https://www.ysk.nilim.go.jp/kenkyuseika/pdf/ks1119.pdf>
- 5) NHK 首都圏ネットワーク「東京湾津波襲来時の船舶動静」（H28年4月12日放映）

■港湾ターミナル計画手法の高度化に関する研究関連（主要なもの）

- 1) 国総研報告 No.10 <http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/rpn/rpn0010.htm>
- 2) 国総研報告 No.28 <http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/rpn/rpn0028.htm>
- 3) 国総研報告 No.45 <http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/rpn/rpn0045.htm>
- 4) 国総研資料 No.676 <http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn0676.htm>
- 5) 国総研資料 No.834 <http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn0834.htm>

4. 今後の展望

港湾の接続性強化ならびに水域施設利用の安全性の確保に向け、海事データの分析や安全性・経済性に配慮した港湾計画基準の整備を行う。この際の課題を2点示す。第一はデジタル化進展への対応である。例えばターミナルオペレーションの自動化が進展すれば荷役実績データ蓄積がされるため、これを用いた更なる効率化が可能となる。港湾オペレーションに関するプラットフォームを構築するなど、リアルタイム性も加味しつつデータ取得・利用の一体化を行うことが有益である。第二は国土強靱化への対応である。津波発生時ないしは台風襲来時には船舶の適切な避難・錨泊等が必要となるが、非常時の船舶挙動をより詳細に分析しまたこれら外力の強大化も配慮しつつ、安全な水域利用がなされるよう関連基準の拡充が求められる。