

平成23年度 業務実績報告書

平成24年6月

独立行政法人 海上技術安全研究所



目 次

第1章 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するためにとるべき措置	1
1. 研究マネジメントの充実と研究成果の普及促進	2
2. 政策課題解決のために重点的に取り組む研究	3 1
【海上輸送の安全の確保】	3 2
【海洋環境の保全】	5 9
【海洋の開発】	8 9
【海上輸送の高度化】	1 0 5
3. 戦略的な国際活動の推進	1 1 9
第2章 業務運営の効率化に関する目標を達成するためにとるべき措置	1 2 9
1. 組織の見直しの継続	1 3 2
2. 事業運営の効率化	1 3 3
第3章 財務に関する事項	1 4 3
第4章 その他主務省令で定める業務運営に関する重要事項	1 5 1
1. 施設及び設備に関する計画	1 5 3
2. 人事に関する計画	1 5 4

**第 1 章 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に
関する目標を達成するためにとるべき措置**

1. 研究マネジメントの充実と研究成果の普及促進

【中期目標】

経営資源を一層有効に活用し、確実に質の高い成果を得るため、海事政策を取り巻く環境を踏まえて、戦略的に研究の企画立案を行うとともに、研究マネジメントの充実、外部からの研究評価の拡充及び外部連携の強化を行うこと。

併せて、海事行政に係る政策課題の解決や海事分野における将来のイノベーション創出のためのシーズの確保に必要な研究ポテンシャル維持・向上を図るため、基礎研究の活性化を図ること。

また、「グリーン・イノベーションの推進」、「国際ルール形成への戦略的な関与」等の更なる加速を踏むためには、大学、民間、他の公的研究機関等の研究資源と研究所の研究資源をより有機的に糾合する必要がある。そのために、外部連携の強化に当たっては、研究所の大型試験設備、人材、蓄積された基盤技術等を核として、外部との連携を促進する研究プラットフォームとしての機能強化を図ること。

行政機関との連携を強化し、海上輸送の安全確保、海洋環境の保全等に関する国内基準の策定・改正、海難事故の分析、海事産業の発展のための社会経済分析・基盤技術の確保、放射性輸送物質等の安全の確認、油等防除活動への助言等、海事行政に係る政策の立案及び実施に対して積極的に貢献すること。

産業界における研究成果の活用を促進するため、外部連携を強化し、受託研究及び共同研究並びに競争的資金の獲得を積極的に実施すること。

また、知的財産等を通じた産業界への成果の普及、活用の促進のため、知的財産等の取得、活用及び運用に戦略的に取り組むこと。この際、知的財産権の実施料の算定が適切なものとなっているか検証した上で、必要に応じて見直しを行うこと。

加えて、研究所の存在とその意義を広く一般の国民から理解されることは、国民に対する成果の普及、社会貢献の第一歩であるとともに、海事分野における研究活動の更なる発展に資することから、研究所の研究活動の周知及び研究活動を通じ得られた情報の提供の充実を図ること。

【中期計画】

(1) 研究マネジメントの充実と外部連携の強化

① 戦略的企画

海事行政に係る政策課題を的確に把握し研究への橋渡しをするとともに、研究成果と課題の的確なマッチングを念頭に置いた研究を推進するため、研究戦略案の策定及び研究資源の配分案を企画立案する。

特に、「安全・安心の確保」、「グリーン・イノベーションの推進」及び「国際ルール形成への戦略的な関与」を実現するために、技術的なフィージビリティスタディー、研究テーマの選定、研究開発体制の構築等を含んだ総合的な研究開発計画の企画立案・コーディネート機能の向上を図る。

② 外部からの研究評価の拡充

外部評価委員会における評価者への関連説明の充実、アウトカムの視点からの評価を充実するなど、外部有識者による研究評価の充実を図るとともに、民間等との研究分担、連携強化、重複の排除、研究の重点化等の新たな観点を加え、研究評価の深度化を進める。更に、研究テーマについて、関係学会・業界等へのアンケート等を実施し、外部からの的確な研究評価に努め、評価結果を研究課題の選定や研究の実施に反映する。

③ 基礎研究の活性化

研究ポテンシャルの維持・向上、海事分野での新たなシーズの創生を図るため、大学等と連携して行う「大学等連携型基盤研究」の設定、競争的資金の活用、内部研究資金での若手枠の設定等により基礎研究の活性化を図る。

④ 研究者の意欲向上に資する環境の整備

海事・海洋分野でのイノベーション、政策支援機能の充実を目指すためには、研究制度の見直し、

活性化を実施するだけでなく、職制にとられない研究者の登用や、優れた研究業績、行政、産業界、学界等外部への貢献、国際的な活動への貢献、価値ある知的財産権の取得等を個人の評価、研究費へ適切に反映すること等により、研究者の意欲向上を図る。

⑤産学官が結集して行う研究開発の推進

地球環境保全、海洋開発等の新たな社会的なニーズに対応するイノベーション技術の創成を目的とした研究開発を産学官が連携して効率的に実施するための「研究所の実験施設を核にしたイノベーション研究開発拠点の形成」を推進する。この観点から、長期の開発期間を要する基盤的技術開発を加速するため、大学、民間、他の公的研究機関等との有機的な連携を強化するためのコーディネーター機能を高めるとともに、民間研究者の長期受入、施設貸与の柔軟化等のオープンラボ化を進めるなど、産学官が結集して行う研究開発の環境整備を推進する。

⑥外部との人材交流等の促進

地球環境保全、海洋開発等の新たな分野での研究開発能力を高めるとともに、海事産業における基盤的な人材育成に貢献するため、所内研修講座の外部受講者への開放・受入、長期のインターンシップ受入や大学、民間、外国研究機関等との人材交流、若手研究員のOJT研修等、情報交換、連携協定締結等、外部との連携の促進を行う。

中期計画期間中に、連携大学院、インターンシップ制度等の更なる活用により、延べ200名程度の研修員を受け入れる。

(2)研究成果の普及及び活用の促進

①政策支援機能の拡充

研究所が蓄積した技術基盤及び研究成果を活用し、海難事故の分析、海上輸送の安全確保、海洋環境の保全等に関する国内基準の策定・改正、海事産業の発展のための社会経済分析・基盤技術の確保、放射性輸送物質等の安全の確認、油等防除活動への助言等に関し、国土交通省における海事政策の立案・実施に積極的に貢献する。

加えて、国内外の産学官における研究開発動向の収集・分析、海上交通流シミュレーション、環境ライフサイクルコスト等の新たな政策評価ツールを活用した海事行政に係る懸案事項への政策提言を行う。

②実用化等の成果の普及、活用の促進

研究成果の産業界における活用促進を図るとともに、研究所が有さない技術を補完し、研究成果の質の向上、実用化を加速するため、大学、民間、他の公的研究機関等との連携を図り、共同研究の実施や委託研究の受託を促進するとともに、競争的資金に積極的に応募し、中期目標期間中に、共同研究及び受託研究については、延べ770件以上の研究を、各種競争的資金については、延べ125件以上の研究をそれぞれ実施する。

さらに、研究活動を紹介する広報については、冊子等の発行やインターネットを通じた情報提供のさらなる充実を図り、インターネットホームページをタイムリーに更新し、メールニュースの発信、海技研ニュースの発行等、わかりやすい情報提供に努める。

施設見学については、大規模な施設公開に加え、一般からの要望にきめ細かく応えられるよう、希望者を公募して小規模な実験公開等を合計年6回以上実施する。

③戦略的知的財産の取得、活用及び運用

研究所の成果の発信の形態として、特許等知的財産権の出願、論文の発表、国内外の学会・講演会での発表、ソフトウェアの提供等、多種多様な手段を活用する。この際、知的財産権の実施料の算定が適切なものとなっているか検証した上で、必要に応じて見直しを行う。

成果の公表に当たっては、行政的な観点及び産業界での有効活用の観点から知的財産権化すべきものについては、漏れなく特許、実用新案等を出願し、戦略的かつ適切な権利取得に一層努める。

また、中期計画期間中に、所外発表については、延べ1,560件以上を、特許、プログラム等の知的財産所有権の出願については、延べ245件以上を、それぞれ実現するとともに、国外への知の成果発

信の観点から、英文論文数を 500 件以上とする。

【年度計画】

(1)研究マネジメントの充実と外部連携の強化

①戦略的企画

海事行政に係る政策課題を的確に把握し研究への橋渡しをするとともに、研究成果と課題の的確なマッチングを念頭に置いた研究を推進するため、研究戦略案の策定及び研究資源の配分案を企画立案する。

特に、「安全・安心の確保」、「グリーン・イノベーションの推進」及び「国際ルール形成への戦略的な関与」を実現するために、技術的なフュージビリティスタディー、研究テーマの選定、研究開発体制の構築等を含んだ総合的な研究開発計画の企画立案・コーディネート機能の向上を図る。

②外部からの研究評価の拡充

外部評価委員会における評価者に対し、研究課題の位置付けや行政の動向、技術開発動向等の関連説明、アウトカムの視点からの成果の説明を充実することにより、外部有識者による研究評価の充実を図るとともに、民間等との研究分担、連携強化、重複の排除、研究の重点化等の観点を加えた評価により、研究計画から成果に至るまでの各研究フェーズにおいて評価を実施し、社会・行政の動向や研究の進捗状況を踏まえた的確な研究の見直しを行う。

③基礎研究の活性化

海事分野での新たなシーズの創生を図るため、大学等と連携して行う「大学等連携型基盤研究」を新たに立ち上げるとともに、研究ポテンシャル維持・向上を図るために、内部研究資金での若手研究者の優先枠の設定を行う。

加えて、科学研究費補助金等の競争的資金への応募を積極的に進める。

④研究者の意欲向上に資する環境の整備

海事・海洋分野でのイノベーション、政策支援機能の充実を目指すためには、研究制度の見直し、活性化を実施するだけでなく、職制にとらわれない研究者の登用や個人の評価へ業績を適切に反映するための制度の確実な実施と充実を図る。

⑤産学官が結集して行う研究開発の推進

「研究所の実験施設を核にしたイノベーション研究開発拠点の形成」を推進するため、オープンラボ制度を整備する。

また、長期の開発期間を要する基盤的技術開発を加速するため、大学、民間、他の公的研究機関等との有機的な連携を強化するためのコーディネーター機能を高め、プロジェクトを形成する。

⑥外部との人材交流等の促進

地球環境保全、海洋開発等の新たな分野での研究開発能力を高めるとともに、海事産業における基盤的な人材育成に貢献するため、所内研修講座の外部受講者への開放・受入、長期のインターンシップ受入や大学、民間、外国研究機関等との人材交流、若手研究員のOJT研修等、情報交換、連携協定締結等、外部との連携の促進を行う。

本年度計画期間中に、連携大学院、インターンシップ制度等の更なる活用により、延べ 40 名程度の研修員を受け入れる。

(2)研究成果の普及及び活用の促進

①政策支援機能の拡充

研究所が蓄積した技術基盤及び研究成果を活用し、海難事故の分析、海上輸送の安全確保、海洋環境の保全等に関する国内基準の策定・改正、海事産業の発展のための社会経済分析・基盤技術の確保、放射性輸送物質等の安全の確認、油等防除活動への助言等に関し、国土交通省における海事政策の立案・実施に積極的に貢献する。

加えて、国内外の産学官における研究開発動向の収集・分析、海上交通流シミュレーション、環境

ライフサイクルコスト等の新たな政策評価ツールを活用した海事行政に係る懸案事項への政策提言を行う。

②実用化等の成果の普及、活用の促進

研究成果の産業界における活用促進を図るとともに、研究所が有さない技術を補完し、研究成果の質の向上、実用化を加速するため、大学、民間、他の公的研究機関等との連携を図り、共同研究の実施や委託研究の受託を促進するとともに、競争的資金に積極的に応募し、本年度計画期間中に、共同研究及び受託研究については、延べ154件以上の研究を、各種競争的資金については、延べ25件以上の研究をそれぞれ実施する。

さらに、研究活動を紹介する広報については、冊子等の発行やインターネットを通じた情報提供のさらなる充実を図り、インターネットホームページの更新をタイムリーに更新し、メールニュースの発信、海技研ニュースの発行等、わかりやすい情報提供に努める。

施設見学については、大規模な施設公開に加え、一般からの要望にきめ細かく応えられるよう、希望者を公募して小規模な実験公開等を、合計年6回以上実施する。

③戦略的知的財産の取得、活用及び運用

研究所の成果の発信の形態として、特許等知的財産権の出願、論文の発表、国内外の学会・講演会での発表、ソフトウェアの提供等、多種多様な手段を活用する。この際、知的財産権の実施料の算定が適切なものとなっているか検証した上で、必要に応じて見直しを行う。

成果の公表にあたっては、行政的な観点及び産業界での有効活用の観点から知的財産権化すべきものについては、漏れなく特許、実用新案等を出願し、戦略的かつ適切な権利取得に一層努める。

また、本年度計画期間中に、所外発表については、延べ312件以上を、特許、プログラム等の知的財産所有権の出願については、延べ49件以上を、それぞれ実現するとともに、国外への知の成果発信の観点から、英文論文数を100件以上とする。

◆23年度計画における目標設定の考え方

第3期中期計画の初年度である23年度は、研究所の経営ビジョンのもと、円滑に同中期計画を立ち上げ、軌道に乗るように適切な研究マネジメントを行うこととしました。

また、中期計画冒頭において、「政策支援・提言機能の充実を目指す」と記載されているように、独立行政法人たる研究所にとってその最も重要な分野は、行政への対応です。したがって、政策立案等への支援・提言機能については、研究所が持てる力を臨機応変に、かつ、集中して発揮することを目指します。研究所が保有する技術や知見を国民や社会へ還元するために、その普及にも力を入れなければなりません。知的財産として保護すべき権利を明確にした上で外部に対して積極的に活用を図るとともに、一般公開などのアウトリーチ活動を通じて社会に広く研究所の活動を理解していただくことにしています。

共同研究及び受託研究、競争的資金並びに所外発表等に関する数値目標については、中期計画の数字を着実に達成するとの趣旨から、各年度に均等に割り当てています。

◆23年度を取組状況

(1) 研究マネジメントの充実と外部連携の強化

① 戦略的企画

(ア) 経営戦略・研究戦略の策定

中期計画に掲げた「イノベーション開発拠点」、「安全・環境のスペシャリスト」、「政策支援・提言機能の充実」を、将来の研究所のあるべき姿である「経営ビジョン」として再確認し、また、経営ビジョンの実現を目指し、19年度に策定したコア技術（経営ビジョンを実現するために保有

すべき中核的技術)の再設定を行いました。さらに、経営ビジョンの実現に欠かせない資源である人材に関して、若手研究者には研究能力向上策、中堅研究者には研究能力とともにマネジメント能力の向上策が必要であるという立場から議論を進め、人材育成プログラムの充実を図りました。このような中長期戦略の見直しにより、第3期中期計画の円滑な実施環境を整えることができました。

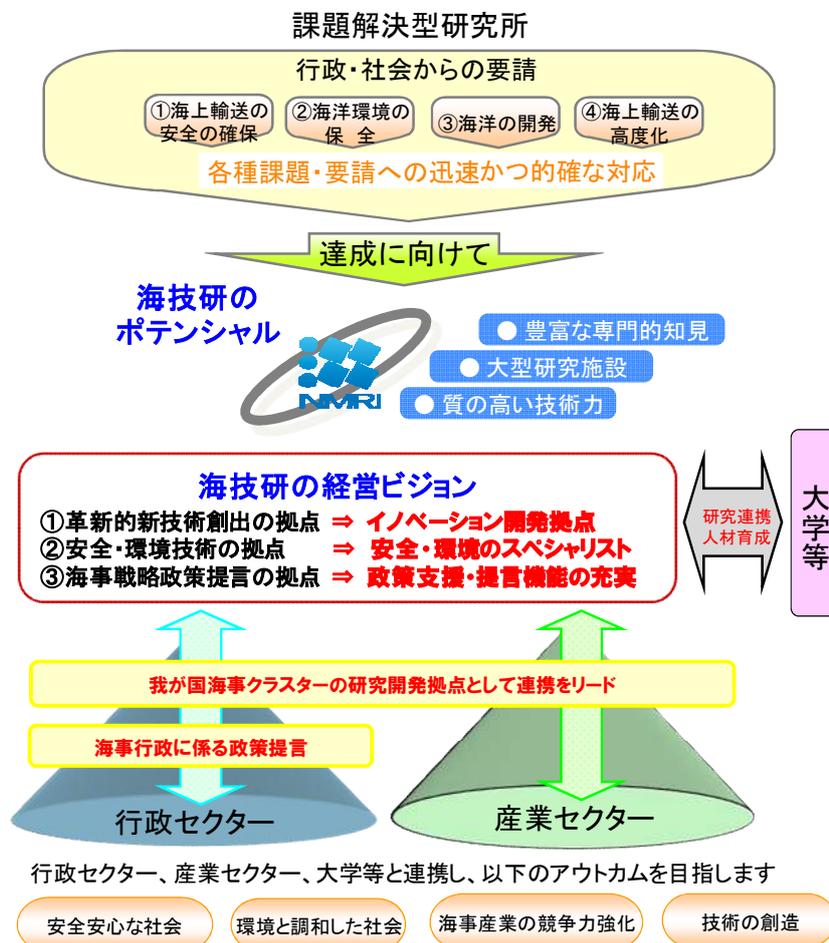


図 1. 1. 1 経営ビジョン

① 環境に優しい新コンセプト船開発技術

実海域燃費性能評価、総合的排ガス評価に基づき、船型、機関、運航等に関する船舶のベストミックス評価技術を確立し、環境に優しい新コンセプトの船舶を提案

② 環境影響評価・負荷低減技術

社会経済性を考慮した「合理的な政策・規制提案」、「新事業開始時や海洋汚染型事故発生時における環境影響把握・対処方針決定」のための海洋環境影響評価技術及び環境負荷低減技術を確立

③ 海難事故解析・運航安全性向上技術

船舶・海洋構造物の事故を再現・評価するための「海難再現手法」と、海難に起因する乗組員の状況を把握・改善するための「ヒューマンファクタ評価手法」に基づく、海難解析技術と効果検証を踏まえた安全性向上技術を確立

④ 経済合理性を考慮した構造安全性向上技術

船舶・海洋構造物の構造安全性と経済性を両立させる合理的な、構造安全性評価技術及び造船基盤技術を確立

⑤ 広範かつ複雑な条件に対応したリスク評価技術

人命、船舶、環境等への脅威となるリスクに対し、広範かつ複雑な前提条件に対応しうる系統的リスク評価技術を確立し、リスク低減のための対策を提案

⑥ 海洋資源・再生可能エネルギー開発技術

模型試験、数値シミュレーション、実海域計測の蓄積技術を高度化し、海洋資源・再生可能エネルギー開発プロジェクトの実施を支援するための海洋構造物の安全性評価技術を確立

図 1. 1. 2 コア技術

(イ) 重点研究への集中的な経営資源の投下

重点研究は、中期目標において行政から示された研究テーマで、行政ニーズに基づき最優先で取り組むべきとされた課題です。研究所ではその重要性に鑑み、運営費交付金による研究費（約2億5千万円）のうち、23年度は約79%を重点研究に当てました。

23年度は、第3期中期計画の重点研究を円滑に立ち上げ、行政ニーズに答えるべく、先進的な荷重・構造一貫性能評価手法の開発及び新構造基準の研等に関する研究、海難事故初動分析の高度化に資する推定技術構築に関する研究、実運航性能シミュレータの開発に関する研究等にそれぞれ1千万円を超える研究費を配分しています。

(ウ) 重点研究の立ち上げフォローアップ

重点研究への集中的な経営資源の投下を行うとともに、第3四半期に重点研究の立ち上げ状況をチェックする中間フォローアップを行い、第3期中期計画の研究計画が軌道に乗るよう措置しました。

具体的には、東日本大震災による研究施設の修繕等の影響を考慮し、研究の優先順位や施設の使用計画を踏まえた年度後半の研究計画の見直しを行いました。

(エ) 新たな政策課題の研究への橋渡し

社会情勢の変化等により、国の政策上重要性が増してきている課題に対して、総合的な研究開発計画の企画立案・コーディネート機能の向上を図るため、以下のプロジェクトチームの設置、設置に向けた検討を行いました。

(a) 海洋再生エネルギー研究開発支援プロジェクトチーム

東日本大震災を契機に、海洋再生可能エネルギーに関する研究開発の重要性が増しており、洋上再生エネルギー開発系を中心とした関連研究開発を加速推進するため、内外の連携の推進、進捗の管理等企画及び管理に係る業務を強化、迅速な対応がはかれるように海洋再生エネルギー研究開発支援プロジェクトチームを24年1月に設置しました。

(b) EEDI（Energy Efficiency Design Index：エネルギー効率設計指標）プロジェクトチーム

23年7月に国際海事機関（IMO）においてCO2排出規制の国際的枠組みが構築され、25年以降に建造契約が結ばれる船舶に対してEEDIの算定と、当該EEDIを一定の値以下とすることが義務付けられることになりました。EEDI認証を得るための技術的支援へのニーズに対応するため、EEDIプロジェクトチームを24年度から設置するための検討・準備を行いました。

(オ) 震災で被害を受けた研究機能の回復

東日本大震災によって、400m試験水槽及び実海域再現水槽からの水漏れが発生しました。研究所は、これらの大型の研究施設を自ら使用し研究を遂行しているため、研究施設の損壊は、研究計画に大きな影響をもたらします。

上記観点から、研究機能の回復を図るため、補正予算を確保し、400m試験水槽及び実海域再現水槽の緊急復旧を実施しました。これにより、研究開発への影響を最小限にすることができました。

② 外部からの研究評価の拡充

(ア) 外部評価委員会の改組

運営費交付金の一層の効率的な利用を図るため、外部評価委員会の更なる機能強化を行いました。

(a) 評価基準の改定

外部評価委員会における評価の基準を改訂し、毎年の研究計画に関し、大学、民間等との重複等の判別を行うとともに、連携・共同研究を進める立場から審議を行うこととしました。ま

た、事前評価・事後評価それぞれの評価の視点を明確化するとともに、国の独法評価委員会に倣った判断基準で評価を行いました。

(b) 評価対象の拡大

従前は重点研究のみが外部評価委員会の評価対象でしたが、将来のコア技術を生み出すシーズ創成を図るための基盤研究、重点研究が円滑に立ち上がるための前駆的な研究である先導研究に関しても、内部評価だけでなく外部評価委員会での事前評価・事後評価の対象とし、研究評価の深度化を図りました。

		重点研究	先導研究	基盤研究	外部資金型研究
研究評価	事前評価 大綱の指針に準ずる評価	内部評価 外部評価 独法評価	内部評価 外部評価	内部評価 外部評価	※国費関係は、資金元で評価
	事後評価 大綱の指針に準ずる評価	内部評価 外部評価 独法評価	内部評価 外部評価	内部評価 外部評価	※国費関係は、資金元で評価
独法評価に資するための評価	年度評価 (年度毎) 各事業年度に係る業務実績に関する評価 (通則法32条)	内部評価 外部評価 独法評価			
	事業評価 (5年毎) 中期目標に係る業務実績に関する評価 (通則法34条)	内部評価 外部評価 独法評価	内部評価 外部評価 独法評価	内部評価 外部評価 独法評価	内部評価 外部評価 独法評価

内部評価 研究計画委員会 (役員・研究部門長・部長等)	外部評価 研究計画・評価委員会 (理事長選任の外部有識者)	独法評価 国交省独法評価委員会(分科会) (大臣選任の有識者)
-----------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------------

図 1. 1. 3 研究評価システム（評価機関毎の評価事項）

(イ) 中間成果に関する企業ヒアリングの実施

年度計画でいう「研究計画から成果に至るまでの各研究フェーズにおいて評価を実施し、社会・行政の動向や研究の進捗状況を踏まえた的確な研究の見直しを行う。」を実施するため、実運航性能シミュレータ（VESTA）の中間成果等に関する造船所、船社等へのヒアリングを実施することにより当該成果への社会ニーズ等を踏まえ、今後の研究計画へ反映しました。

③ 基礎研究の活性化

(ア) 基盤研究制度の改正

基盤研究の研究課題については、所内公募し、内部評価、外部評価を経て採択を決定することにより、研究課題・目標設定の適正化、研究計画の高度化を図っているところ、23年度は14課題実施することとしました。

また、23年度からは、海事分野での我が国の優位性を維持・向上するためのシーズ創成を図るため、大学が有するアイデア・知見と海技研の有する知見・ノウハウを融合させて研究を実施することを目的に「大学等連携型基盤研究」を新たに立ち上げ、優先的に採択を行う方針とし、結果、以下の2課題を採択し、実施しました。

- ・ 実海域再現水槽における Freakish sea state の再現による海難事故原因の究明
- ・ 避航操船シミュレーションに関する研究

さらに、若手研究者(35歳以下)のシーズ研究企画能力、研究実施能力の向上を狙い、ベテランの研究員をチューターとして企画された「若手育成型基盤研究」を新たに設け、以下の2課題を優先的に採択し、実施しました。

- ・ 非定常波形解析に基づく斜波中波浪中抵抗増加現象に関する研究
- ・ 回避操船のタイミングを考慮した衝突リスクモデルの構築

(イ) 科学研究費補助金（科研費）への積極的応募

科研費への積極的な応募を行うことにより、基礎研究の活性化を図っています。若手研究者への申請書の記載方法の指導や内部での事前ヒアリングを行うことにより、応募内容の質の向上を図りました。その結果、23年度は過去最多の41件の研究を実施しました。

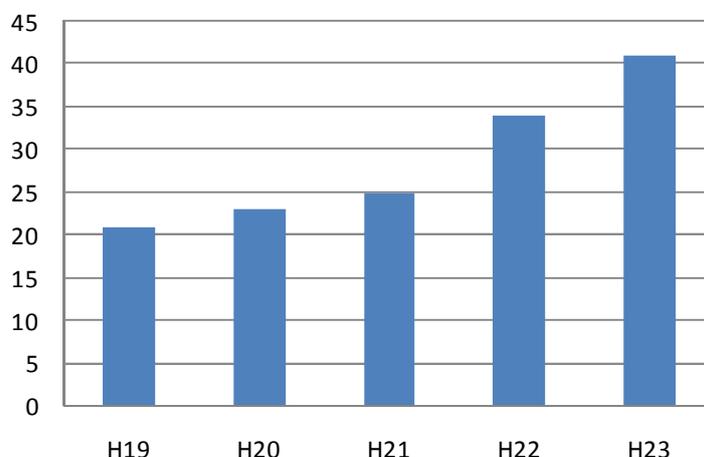


図 1. 1. 4 科研費の件数の推移

④ 研究者の意欲向上に資する環境の整備

(ア) 研究費のインセンティブ配算制度

基盤研究に関して、外部資金による受託研究等の実施（獲得）実績に基づき、研究費に上乗せして配算するインセンティブスキームを導入しています。これは、各組織単位で研究者1人平均の外部資金獲得実績（国からの受託／請負、競争的資金、民間からの受託／請負）を比較したランキングを作成し、件数及び金額の双方で上位の研究系等に応じた次年度の実行予算を配算するものです。23年度についても、外部資金獲得実績に応じて配分をし、24年度の予算配算に反映させました。

(イ) 研究員の社会人博士課程就学制度

博士号を有する研究者の増加は、研究所としてもポテンシャルアップにつながります。このため、社会人博士課程に就学を希望する研究者に対し、重点研究課題を博士課程の研究テーマとして設定する社会人博士課程就学制度を20年度から導入し、重点研究への従事と学位取得の両方が可能となるようにし、研究員の意欲向上を図っていくこととしました。

この制度により、23年度は3名が社会人博士課程に就学しました。

表 1. 1. 1 社会人博士課程就学者数

年 度	21年度	22年度	23年度
就学者数	4名	4名	3名

(ウ) 勤務評定結果の勤勉手当、昇給及び昇格への反映

研究所職員の給与は、公務員の給与に準じ、年齢を基準とした年功給（俸給）、役職に応じた職務給（役職手当）、勤労成果に基づく成果給で構成されています。

研究所では、人件費を抑制しながら職員のやる気を引き出すことを目指して、勤務評定の結果を確実に給与に反映させてきました。すなわち、17年度からは、6月と12月の勤勉手当について、勤務評定の結果を踏まえて年功給の-10%～+30%の範囲で5段階に分けて支給して

います。また、18年度からは、勤務評定の結果を定期昇給にも反映させており、評定結果（A A、A、B、C、C C）の上位2評価（A A及びA）を受けた職員については、標準評価のBよりも引き上げられる号俸を大きくしました。

さらに、勤務評定結果について、昇格にも反映させており、A A及びAの評価を受けた職員については、昇格要件の一つである在職期間を短縮し、より早く昇格できることとしています。これにより、23年度は、6名が3ヶ月～1年3ヶ月早く昇格することが出来ました。

こうした改革により、「成果を出す者を正当に評価し、経済的に処遇する」仕組みを確立し、例え同じ年に当所に入った職員であっても、その後の執務状況次第で給与及び勤勉手当に加え、昇格に実績に応じた差がつくため、職員の勤務意欲向上、ひいては当所の目指す「課題解決型研究」の早期具現化に大きな効果をもたらすことになりました。

(エ) 女性研究者等支援制度

20年5月に開催された第75回総合科学技術会議では、我が国の少子高齢化を踏まえ、これまで十分活用されてこなかった人材を活用していく必要性から、女性研究者支援制度の充実が提言されました。

研究所では、これまでに育児休業制度、育児短時間勤務制度及び部分休業制度を導入し、女性研究者に対する支援を行っています。23年度は、1名が育児短時間勤務制度、4名が部分休業制度を利用しました。

また、男性研究員に関しても、1名が育児休業制度を利用しました。

(オ) 特殊功績者表彰

業績の著しい職員に対しては、所属長の推薦をもとに理事長が選定した者について、特殊功績者表彰を行っています。

また、個人の表彰に加え、日頃の研究活動の中で一種のコミュニティーを形成しているグループ長をヘッドとする「グループ」に対してもグループ表彰を行っています。

23年度の業務実績に基づく表彰結果は、下表のとおりです。

表 1. 1. 2 特殊功績表彰者と功績

表彰者	功績
海洋環境評価系伝熱システム研究グループ長 同グループ上席研究員2名 動力システム系付上席研究員 動力システム系環境エンジン研究グループ研究員	研究チーム表彰 「空気潤滑における機関掃気バイパスによる空気供給システムの開発に貢献した功績」
海洋開発系深海技術研究グループ長 同グループ主任研究員2名	研究チーム表彰 「新海洋資源調査船に搭載する採掘要素技術試験機の共同開発」に対する貢献
流体性能評価系耐航性能研究グループ主任研究員	個人表彰 「ケミカルタンカー沈没事故にかかる解析調査に貢献した功績」
EEDI プロジェクトチーム研究員	個人表彰 「要目最適化プログラム (HOPE Light) の機能拡張と精度向上に貢献した功績」
研究コーディネーター付嘱託職員	個人表彰 「研究所における知的財産関連業務の振興に貢献した功績」

海洋リスク評価系リスク解析研究グループ	グループ表彰 「多様なリスク評価研究を実施し安全基準等の策定に貢献した功績」
流体設計系水槽試験技術グループ	グループ表彰 「東日本大震災による水槽損傷の復旧に貢献した功績」
総務部施設安全課	グループ表彰 「東日本大震災に関わる損傷施設の復旧及び夏期・冬期電力抑制対策の確実な実施に貢献した功績」

(注) 所属及び役職の名称は24年度のものを使用しています。

(カ) 特許・プログラムに対する報奨

特許やプログラムなどの知的財産権については、機関管理とする一方で、研究者に対する報奨制度を整備し、特許等出願意欲の向上を従来から図っています。

23年度の実績は以下のとおりとなっています。

表 1. 1. 3 23年度の実績

	出願／登録褒賞金		登録補償金		実施補償金	
	件数	金額 (円)	件数	金額 (円)	件数	金額 (円)
特許・プログラム	50	182,000	32	543,328	46	1,706,502

出願褒賞金：特許出願やプログラム登録の際に1件あたり3,000円を支払う（共有の場合は権利比率に応じて按分。4人以上の場合1人1,000円）

登録補償金：特許取得の際に1件あたり20,000円を支払う（共有の場合は権利比率に応じて按分）

実施補償金：相当の対価（特許：収入の3割、プログラム：収入の3%で5万円を超えない額）

(キ) 人材育成プログラムの充実

将来研究所があるべき姿である「経営ビジョン」の実現に向けて研究所が保有すべき「コア技術」を確立し、高度化させていくためには、研究を支える「人」の確保・育成が不可欠です。また、研究者の意欲向上を図るためにも、魅力ある人材育成プログラムを示す必要があります。

このため、新採・若手、主任研究員等を中心とした人材育成プログラムを作成し、研修・講習、OJTプログラム、人事交流等を計画的に実施しています。さらに、23年度には、若手研究者には研究能力向上策、中堅研究者には研究能力とともにマネジメント能力の向上策が必要であるという立場から議論を進め、討論力の強化、フィージビリティスタディー等の経験の蓄積等を中心に、人材育成プログラムの見直し・拡充を行いました。

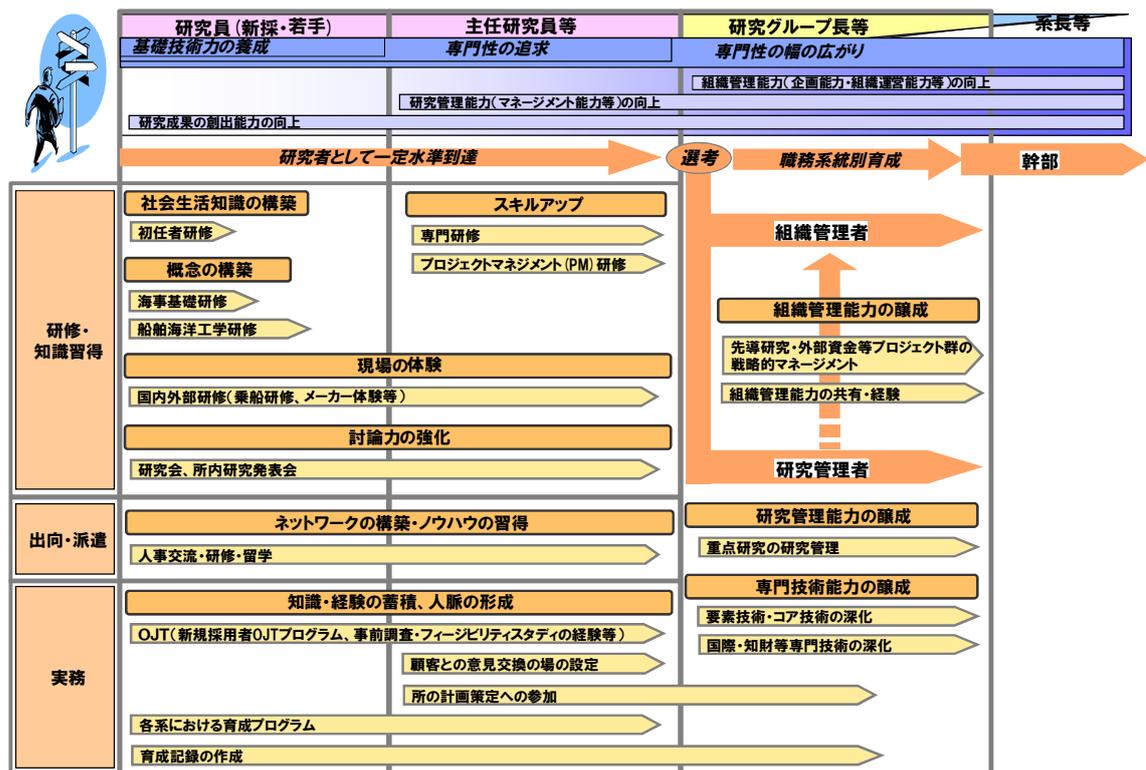


図 1. 1. 5 見直し後の人材育成プログラム

23年度は、次の研修を実施しました。

・ 新人研修

(a)採用研修

採用直後に、研究所幹部講話、研究所生活の基本、研究の諸手続、研究施設の見学、社会生活における一般常識であるビジネスマナー等の研修を実施。

(b)海事基礎研修

大学における船舶工学系学科の減少により、造船に関する体系的な教育を受けていない新規職員が増加しているため、海事に関する一般教養の習得を図ることを目的に第1四半期に実施。また、本研修の参加者を造船所見学にも参加させ、講義内容の理解を深められるよう対応。

(c)船舶海洋工学研修

機械工学等の非船舶工学系出身の若手研究者を対象に、船舶海洋分野での基礎知識ポテンシャルアップを目的に実施。実施科目として、船舶の推進性能、構造、装備、運航、設計など幅広く用意。研究業務との両立も考慮した所属長の人材育成計画等により、中堅研究者も必要とする科目を選択して受講。

業界ニーズを受けて、民間の海運・造船関係の若手技術職員も受講出来るよう対応することに加え、23年度は、地方でも容易に研修が受けられるようテレビ会議システムを使用したサテライト会場3箇所へ講義を同時配信。

(d)新人職員OJTプログラム

配属先の上司等がリーダーとなり適切な指導の下で、計画から報告に至る一連の研究過程を自ら組み立てて実行する体験を行い、研究業務のあり方を理解させるとともに、将来の自己研鑽の方向付け、動機付けを行うことを目的に企画されている。新人職員の状態に応じて、一年間または二年間に渡って実施（期間内に新人職員自らが立案した研究課題を科学技術研究費などの基礎的な競争的資金に応募することを義務づけ）。

・ 現場研修

(a)造船所見学

船舶の設計、作業工程等、現場体験を通じて船舶の建造工程のイメージを把握することを目的に、造船事業者の協力を得て実施。

・専門研修

研究者個々において業務の遂行上必要な知識・スキルの補完を図ることを目的に、必要な分野の専門的な内容を実施。

23年度はリスク評価分野に関連し、外部講師（東北大学教授他）によりレジリエンスエンジニアリングによる新たな安全工学についての講義、討論を実施。

・実践研修

(a)国際研修

IMO、ISO 等国際会議の組織・動向・研究所の活動内容を理解し、研究所の国際活動基盤の充実を図ることを目的として実施。

(b)知財研修

研究開発の初期段階から知財戦略を構築して計画的な出願を行い、役に立つ特許を創出し、円滑に知財サイクルを回して行くこととした特許創出を意識した研究マネジメント体制の構築が目的。実用化をイメージした研究の企画立案を行い、良い特許の在り方をベースとし、グローバルで勝てる強い特許出願の在り方を特に研究管理者(グループ長、上席研究員)を中心に理解を求め、研究開発における知的財産戦略構築と良い特許出願の推進に役立てることを目指して当所知財専門家を講師に交えた研修(半日)を実施。また、研究者が特許従来例を調査し特許の解析、特許的に独自性があるかを確認し、研究開発計画・特許計画を自らつくる行動を定着させることを目的とした特許検索方法研修(半日)を実施。さらに、23年度から、知財専門家として特許創出のための概念形成手法、出願手続き、特許出願等の方向性の検討、有用性の判断等について研究者への支援・アドバイス方法を当所の研究者に取得させることを目標として知財専門家育成研修(OJT)を開始。

23年度の研修実績は外部受講者も含め、のべ349名であり、次表に記載のとおり、職員個々の能力アップを確実に果たしています。

表1. 1. 4 23年度の研修実績

研修名	内容	実施時期	参加者	成果
新人研修				
採用研修	研究所の研究内容、業務一連の把握、社会人としての一般教養の習得	4/1 4/4~4/7	6名	研究所の価値観の定義、業務の社会的意義を根付かせ、また研究所のシステムの基本を理解させて、所員としての自覚を形成。
海事基礎研修	海事基礎知識の習得	5/16,17日	7名	造船・海運業を取り巻く環境等の基礎的な知識、所の国際活動に関する知識等を習得させる事ができた。また造船所の見学をさせて頂き、造船工程の現場を実際に見ることで、自身の研究と造船所の関わりを考える等、講義内容の理解を深める事ができた。

	船舶海洋工学研修	機械工学等の非船舶工学系出身の若手研究者のための船舶海洋分野の基礎知識習得	5/30 ~ 6/17	9名	非船舶海洋工学系の職員に対し、業務遂行上必要とされる船舶海洋分野の基礎学問の理解を深める。さらに外部受講者を募ると共に、地方3拠点に対して同時遠隔講義を行い、海運、造船関係の若手技術職員のポテンシャルアップに寄与した。
	新人職員OJTプログラム	適切な指導による研究業務の知識・経験の向上	通年	11名	各人の専門性や配属先で備えるべき技術に応じて個々にテーマを定め、OJTリーダーが実地で指導することにより、新人職員が研究所の研究のあり方や進め方の理解を深めることができ、研究者として意欲的なスタートを切ることができた。
現場研修					
	乗船研修(航海訓練所)	現物、実データ等の習得による知識と現場のイメージ把握	7/27~8/2	5名	船の運航や機関の様子について実情を知り、現場の視点から現在実施している研究や将来の研究課題等を検討する上で有益であった。船上生活を通じて組織人としての規律を再認識させ、外部との交流を図る上でも有益であった。 
	専門研修	「新たな安全工学」研修	12/13	36名	従来の安全に係る概念を補完するための新しい方法論として「レジリエンスエンジニアリング」の講義を実施。最新の安全工学の流れを学ぶ事で、船舶分野の安全に係る研究等への反映、促進に寄与した
実践研修					
	国際研修	研究所が取り組む国際活動の把握	3/29	120名	国際的な知見・経験を踏まえた講義を行うことにより、国際活動の理解醸成と国際動向を踏まえた研究内容の構築等を促進させることができた
	知財研修	グローバルで勝てる特許のあり方	10/28	22名	世界の知財動向及びグローバルで勝てる知財の事例を通じ、研究開発における良い知財戦略構築への意識付けとなった。
	特許検索方法研修	特許調査、検索方法の把握	2/24	12名	研究者が、従来例を調査し特許の解析、特許的に独自性があるか確認をし、研究開発計画・特許計画を自らつくる行動のよい意識付けとなった。
	知財専門家育成研修(OJT)	研究者の知財専門家としての育成	1月~6カ月間	2名	実施中

⑤ 産官学が結集して行う研究開発の推進

(ア) オープンラボの整備

中期計画に掲げた「海技研の実験施設を核にしたイノベーション開発拠点」化を図るためには、産学との連携による民間企業の現場の知見や大学の学術的側面を十分活用し、研究の質・効率の向上を進めていくことが重要です。23年度には、産学との連携推進の基盤として、レンタル研究室、最新の実験施設・機器を中心とした研究環境を提供するためのオープンラボを整備し、パンフレット等による広報を開始しました。



図1. 1. 5 オープンラボの研究室

(イ) 海洋技術フォーラム

海洋活動の強化を目的とした産学官、省庁横断的な意見交換の場である海洋技術フォーラムの事務局として、毎月の幹事会を企画し、参加する海洋専門家との意見交換、プレゼン等を通じた情報交換等を行うとともに、2月にはシンポジウムを開催し、海洋開発に関する研究開発、産業、政策面等について多面的に討議を行い、海洋基本計画の見直しに向けた提言の取り纏めを行いました。

⑥ 外部との人材交流等の促進

(ア) 所内研修の外部受講生への開放・受入

大学における造船専門教育カリキュラムの減少や造船系大学卒の就業者が減少している現状を踏まえ、所内の新人研究員向けに船舶海洋工学の基礎知識を短期集中で習得することを目的として「船舶海洋工学研修」を実施していましたが、所外の受講希望が強いことを受け、平成21年度から外部からの受講生を受け入れ、海事産業界の人材育成に積極的に貢献しています。また、平成22年度からテレビ会議システムを使って、海技研三鷹本所のほか、造船会社が集積する都内にサテライト会場を設けて、同時受講ができるようにしています。

平成23年度は、前年よりもサテライト会場を1会場増やし、海技研三鷹本所のほか、相生市、尾道市、今治市の3会場でテレビ会議システムを使って研修を開催し、119名の外部受講生を受け入れました。



図1. 1. 6 船舶海洋工学研修の様子

(イ) 大学院生・大学生の受け入れ

従来より夏期等を中心に、実験実習などのため大学生や大学院生を受け入れています。これに加え、連携大学院協定に基づき講義や論文指導等を行うための学生受け入れに係る旅費や実費相当の日当を支給するインターンシップ制度を整備しています。

23年度は合わせて39名を受け入れました。

表 1. 1. 5 学生受入数の推移

	19年度	20年度	21年度	22年度	23年度
受入学生数	63名	54名	43名	56名	39名

(ウ) 大学、民間、外国研究機関等との人事交流の推進

人事交流に関しては、効果の視点から各制度の目的、対象、期間などを明確化し、23年度は以下の表のとおり実施しました。産業界のニーズに的確に応える研究を行うため民間との交流を増やしています。

表 1. 1. 6 研究交流の実績推移

	19年度	20年度	21年度	22年度	23年度
行政機関への出向等者数	3名	3名	2名	2名	1名
研究系独法への出向者数	3名	2名	2名	2名	1名
民間企業、船級協会への派遣	0名	0名	0名	0名	4名
大学における客員教授・助(准)教授の発令	6名	6名	5名	5名	6名

当所における人事交流等の制度のねらいは、以下のとおりです。

・行政との人事交流

将来の行政ニーズに対する的確な知識や経験を習得するため行政機関に研究者を出向させています。

・民間企業への派遣

民間がノウハウを有している分野において、的確な知識やノウハウを習得するとともに、産業界のニーズを把握することにより今後の研究に活用できるよう民間企業に研究者を出向させています。

また、留学制度を活用し、中堅職員のノウハウの習得、海外研究機関との連携強化を図っています。22年度から引き続きドイツのベルリン工科大学で1名が(23年2月~24年2月)「造船工程に関する新しい情報利活用法についての研究」に従事、また、イタリア国立船舶研究所で1名が(23年3月~24年3月)「波浪モデリングの問題に関する計算手法及び実験的手法の研究」に従事し、当研究所と両機関との研究連携を促進させました。

(エ) 連携協定等

研究の質の向上及び効率的な研究業務の実施、研究所が保有しない技術の補完のためには、外部組織との連携が極めて重要です。このため当所では、企画部に研究連携主管及び研究連携副主管を配置して、次のように、外部連携の拡充を図っています。

(a) 公的研究機関との連携

i) 防衛省技術研究本部との連携

防衛省技術研究本部と研究所は、20年2月、艦船分野における研究協力に関する取決めに締結し、艦船分野における汎用技術の共同研究に着手し、以降、多胴船の耐航性能に関する研究を行ってきました。

23年度は、当所が、多胴船に対応して開発した耐航性能推定法による流体力や波浪荷重等の計算結果と防衛省艦艇装備研究所が実施した水槽試験結果との比較を通じた検証を行い、開発した推定法が有用であることを確認した。これらの共同研究を通じて、耐航性能に優れた多胴船の実現に貢献した。

ii) 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）との連携強化

油ガス田開発プロジェクトへの参加及び海洋石油天然ガス開発分野での技術開発動向の調査・分析を通して、石油天然ガス開発のための海洋構造物の選定技術を有するとともに、それらの技術課題（ニーズ）及び今後期待される技術コンセプトに関する知見を有しているJOGMECとは、2500m超の大水深の石油開発に必要な技術の確立を目的とするJOGMECとブラジル国営石油会社（PETROBRAS）の共同プロジェクトに参画するとともに、18年度に連携協定を締結して、浮体式掘削・生産システムに関する共同研究を実施する等、協力を深めてきました。

23年度は、前年度に引き続き共同研究を実施して、上記システムを実現するために必要な技術課題を解決するための検討を行いました。また、石油天然ガス分野、金属資源分野の研究を受託しました。具体的には、浮体式LNG生産システム用フローティングホース実用化に向けた潮流・波浪によりフローティングホース端部に作用する外力の評価、海底熱水鉱床開発用採掘ユニットの技術的評価を目的とした採掘要素技術試験機の開発及び評価、氷海域における石油・天然ガス開発に向けた氷荷重推定技術の研究などを行いました。

iii) (財) 日本海事協会（NK）との連携強化

船舶に関する基準認証・検査を行うNKとは、安全・環境基準に関する基盤技術を有する研究所とのより深い協力により合理的かつ実効性の高い基準づくりを目指して、連携しています。安全・環境に関する新基準を迅速に導入し、船舶の安全性確保や地球環境の保全を確実に進めるためには、船舶に関する認証・検査機関であるNKと安全・環境基準に関する基盤技術を有する研究所が密接に連携することが不可欠です。また、認証・検査機関側にとっても、新基準の導入に当たって、当所が技術情報を提供することによって、合理的・効率的な検査方法を実現することが可能となります。さらに、国際的にも、基準・検査に関する技術的信頼性の高い情報を発信することが期待されます。このため、研究所がNKから研究を受託し、成果をNKに提供し、NKにおいて基準・検査の方法の改善に活用する方法で連携を展開させてきました。

23年度は、「確率論的手法を用いた船底損傷に係る損傷時復原性要件の研究」、「鉄鉱粉及びニッケル鉱の運送方法に関する調査」及び「FLNGにおけるLNG漏洩頻度に関する調査研究」等を受託して実施し、NKにおける基準・検査等の検討に貢献しました。

さらに、22年度に締結した「船舶及び海洋開発の分野における研究に関する包括的連携協定」のもと、研究のみならず、人材の交流・養成などを含めて、連携・協力の強化を図っております。

(b) 大学との連携

研究所では、13年度の独法化以降、23年度までに、個別分野における研究協力に関する連携協定、教育研究に関する連携協定及び包括的連携協定を下表のとおり10大学と締結しました。

表 1. 1. 7 大学との連携状況

大 学	連 携 分 野	締結時期
日本大学大学院理工学研究科	海洋開発分野	15年12月
大阪大学大学院工学研究科	実海域性能評価分野	16年2月
東京電機大学	環境・エネルギー分野	16年3月
東京海洋大学	海上輸送全般(推進・抵抗、航行安全性評価、材料) 海洋科学技術分野(包括的連携協定)	16年4月 21年10月
工学院大学	工学研究分野	17年4月
大阪府立大学	操縦制御分野	17年4月
横浜国立大学	教育研究領域	19年1月
東京大学大学院工学系研究科、 新領域創成科学研究科 東京大学生産技術研究所	研究交流の推進	19年2月
九州大学	海上輸送及び海洋開発に係る新規技術開発分野	20年3月
流通経済大学	物流研究分野	21年10月

【参考：連携大学院協定の概要】

当研究所の研究者が大学から教授等としての併任発令等を受け、大学院の教官として、研究所の研究施設を使用し学生の指導に当たるものです。

教官としての発令を受けることにより、単に実験等の指導をするのみならず、例えば単位の認定等の行為に参加するなど、名実ともに大学の教官として活動します。

研究所側は研究成果の普及の一形態としてそれが効率的に実施できること、研究所の活動に対する学生の理解促進と研究活動の活性化等が期待できること等のメリットがあります。

(2) 研究成果の普及及び活用の促進

① 政策支援機能の拡充

(ア) 東日本大震災の震災・復興支援

(a) 海事産業の復興・発展支援

東日本大震災の被災地域の造船所における、小型 FRP 漁船の一層の供給能力の向上を図るため、国土交通省が実施した被災地造船所の従業員を対象とした FRP 漁船の製造方法に関する技能講習会に当所研究者を講師として派遣し、バキューム工法による船舶建造の講義並びに実技指導を行いました。

(b) 海洋汚染の把握

放射性物質海洋拡散シミュレーションを実施し、事故時における海洋汚染の把握を行いました。

(c) 再生可能エネルギー開発の国プロジェクト支援

国土交通省が8月に設置（25年度まで設置予定）した「浮体式洋上風力発電施設の安全性検討委員会」（座長：東京大学 鈴木英之教授）に当研究所研究者が委員として参加し、浮体式洋上風力発電施設に関する船舶安全法の適用、安全ガイドラインに盛り込むべき内容等に関する審議を行い、浮体式洋上風力発電施設のプロジェクト形成に貢献しています。また、浮体式洋上風力発電システムの浮体及び係留系のリスク評価を行い、浮体式洋上風力発電システムの設計、実証事業等の安全性確保の観点から策定された国土交通省の安全基準に反映されました。

さらに、環境省の浮体式洋上風力発電実証事業に参画するとともに、本事業の知見に基づき、釜石市において、水深が深い海域にも適用可能な浮体式洋上風力発電システム事業の可能性を具体化するために実施する環境省の再生可能エネルギー事業のための緊急検討委託業務にも

参画し、東日本大震災の被災地への再生可能エネルギー導入を支援しています。

経済産業省の浮体式洋上ウインドファーム実証研究事業にも再委託先として参画しています。設置場所の福島県では、東日本大震災の被害からの復興に向けて、再生可能エネルギーを中心とした新たな産業の集積・雇用の創出に大きな期待を寄せており、本実証研究事業を契機に、風車産業の一大集積地となることを目指しています。

(イ) 海難事故原因分析への貢献

我が国周辺海域では、船舶の衝突や座礁などの重大な海難事故が、依然として多数発生しています。その原因を究明し、事故を未然に防止する対策を検討することは、安全・安心な社会の実現のための社会的要請となっており、政府においても平成20年10月に運輸安全委員会を設置し、体制を強化しました。こうした国の方針を踏まえ、研究所として重大海難事故発生時の即応体制を整えるべく、平成20年9月1日に「海難事故解析センター」を設置し、事故の分析と社会への発信を行うとともに、水槽試験やシミュレーションによる事故再現技術等を活用し、事故原因の解析を行っています。最近ではセンターの活動が報道機関に認知され、重大な海難事故発生とともに、新聞、テレビ等からの問い合わせ、取材が行われるようになってきました。

海難事故解析センターは、23年度、自動車運搬船リフトブルデッキ落下事故の解析調査をはじめ、天竜川川下り船沈没事故の解析等、運輸安全委員会より事故原因解析の調査9件を受託しており、解析結果は同委員会の報告に活用され、事故原因究明に貢献しました。また、海上保安部からも事故の解析を請負い、事故原因究明に活用されています。

また、23年度からは運輸安全委員会の海難事故調査資料を用いてデータベースを作成し、ここから事故に寄与している要因を整理・体系化することにより、事故低減策効果を推定する共同研究を運輸安全委員会とともに実施しています。

さらに、コンテナ船カーリーナスターと護衛艦くらまの衝突事故等に関し、コンピュータグラフィックスによる事故状況の再現を行い、運輸安全委員会による重大事故の原因理解と再発防止のための啓蒙活動にも貢献しています。



図1. 1. 6 衝突事故の再現

(ウ) 海上輸送の安全確保、海洋環境の保全（国内基準策定への貢献）

(a) 放射性物質等の輸送安全

事故が発生した場合に社会的影響が甚大である放射性物質等の輸送については、高いレベルの安全性を確保する必要があります。

研究所では、23年度に放射性物質の海上輸送の安全審査における輸送物安全解析手法の妥当性評価や国際原子力機関（IAEA）の核物質防護勧告を踏まえた核燃料物質海上輸送時のセ

キュリティ強化方針の検討等を実施し、放射性物質等の海上輸送の安全確保に貢献しました。

(b) 機関検査の合理化

船用機関は船舶の安全を左右する重要なものであり、故障により航行不能となった場合には重大な事故に繋がる可能性があることから、船舶安全法に基づく定期的な検査の際に内燃機関を分解して部品の状態を確認し、整備を行うこととなっています。近年の船舶の内燃機関の性能向上等を考慮し、船舶所有者の負担軽減の観点から、国土交通省で検査の方法の見直しを行うのに際し、当研究所において機関解放間隔を変えた場合の不具合の見込みの定量化等を実施し、24年3月に実施された内燃機関の解放検査の回数を減らす合理的な検査の方法の改正に貢献しました。

(エ) その他

(a) 委員会等への委員就任

研究所の職員はそれぞれの専門性に期待され、国が開催する政策立案のための各種の委員会等の委員に就任し、行政に貢献しています。国土交通省が開催する委員会等に委嘱手続きを経て委員等に就任したケースは、23年度は6名となっています。これ以外にも各種公益法人の委員会を通じて間接的に政策立案に関与するケースもあります。

表 1. 1. 8 国土交通省が主催する委員会等に委嘱された職員の数

	19年度	20年度	21年度	22年度	23年度
国土交通省主催委員会等への委嘱	14名	12名	14名	13名	6名
[参考] すべての委員会等への委嘱	205名	182名	194名	155名	159名

(b) 放射性物質等海上輸送技術顧問会の技術顧問

国土交通省海事局に設置されている放射性物質等海上輸送技術顧問会では、放射性物質運搬船の技術基準の検討や建造される運搬船の技術基準適合審査や輸送容器の設計承認に際して技術基準適合審査を実施しており、研究所職員も技術顧問として委嘱されています。

23年度は輸送容器や運搬船の審査に関し、遮蔽解析等の詳細な技術的検討を行い、審査に貢献しました。

(c) 国からの受託研究・請負研究

23年度は、重点研究関連研究や上記（ア）～（イ）記載の研究も含め、国土交通省からの受託・請負により次のような研究を実施し、国土交通省の政策立案・実施に大きく貢献しました。

表 1. 1. 9 国土交通省からの受託・請負による研究

船舶からの環境負荷低減のための燃焼改善技術及び SCR 脱硝装置に関する調査研究
ふくそう海域での事故半減等を目指す ICT を活用した新たな安全システムの構築
原子力に関する試験研究「放射性物質輸送容器のモンテカルロ法による遮蔽安全評価手法の高度化に関する研究」
公害の防止に関する調査研究「海洋温暖化及び酸性化影響評価のためのサンゴ連携モニタリングに関する研究」
浮体式洋上風力発電施設の安全性に関する研究開発
原子力災害環境影響評価システムの維持及び保守
自動車運搬船リフトブルデッキ落下事故に係る解析調査

ケミカルタンカー沈没事故に係る解析調査
船級協会登録審査に係る船体構造基準の構造信頼性手法に基づく検証調査業務
固体化学物質の判定基準に関する調査研究
雄物川河口における転覆事故に係る解析調査
旅客船転覆事故に係る解析調査
放射性物質の海上運送の安全対策に関する調査研究
転覆漁船の推定衝突時刻の解析
海上運送の温室効果ガスの排出削減対策費用及び排出量算定方法等に関する調査
沿海区域の一部拡大検討に係るリスクレベルの変化等に関する調査
海上輸送における地震発生時の事故事象に関する調査研究
液化ガスばら積み運送の運送要件に係る調査
引船転覆事故に係る解析調査
旅客フェリー船体傾斜に係る解析調査
ケミカルタンカー乗組員死傷事故に係る解析調査
大型船の航走波が小型船に及ぼす影響に関する調査
最適曳航支援システム1式作製
漁船転覆事故に係る解析調査

② 実用化等の成果の普及、活用の促進

(ア) 研究成果の活用、実用化

23年度は、研究連携主管による研究成果の活用、実用化に向けて産・学・官への働きかけを強化した結果、共同研究及び受託研究の獲得件数、競争的資金の獲得件数が、それぞれ年度計画の目標値を大きく上回る実績を上げることができました。これらにより、研究成果の産業界における活用促進を図るとともに、研究所が有さない技術を補完し、研究成果の質の向上、実用化を加速しています。

例えば、22年度に開発した波浪中抵抗増加を低減させる船首喫水線上の板状の省エネ装置STEP (Spray Tearing Plate) について、23年度に実船搭載され実用化に至っています。また、実船計測・解析結果から燃費削減効果3%が得られ、有効性が検証できました。

なお、共同研究は、外部の他の研究機関と役割分担して共同して研究を行うもので、通常は契約相手方から研究資金を受け取らないものです。一方、受託研究は契約相手方から資金を受け取るものです。いずれにせよ、両者は研究成果を提供するものですので、実績の管理評価は一緒に行っています。

(a) 共同研究・受託研究の実績

23年度は、共同研究及び受託研究（請負研究を含む。以下同じ。）を延べ154件以上実施することを年度計画において数値目標として掲げていましたが、共同研究67件、受託研究121件、合計188件の実績を積み上げ、数値目標を上回りました。また、研究資源及び成果をアピールすることにより、民間から96件の研究を受託しており、件数ベースでは、全体の約半分を占めております。全体として、金額ベースでは489百万円となりました。

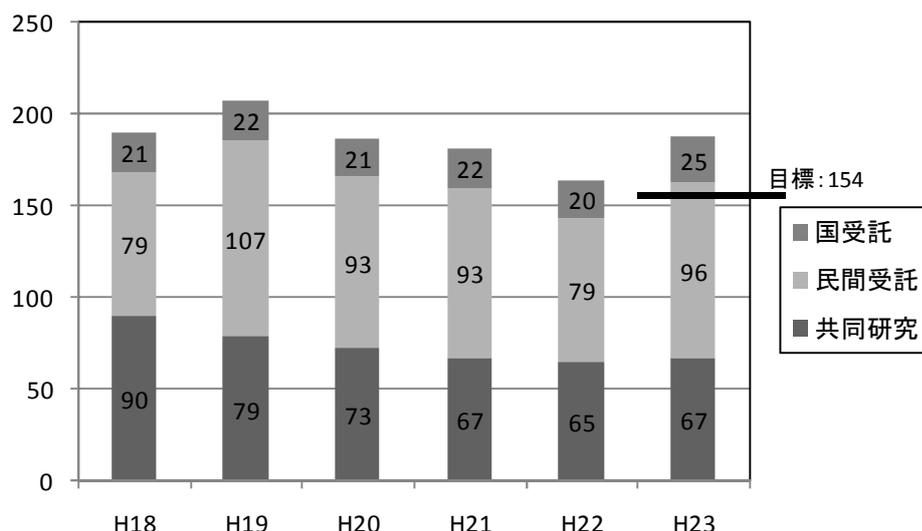


図 1. 1. 7 受託研究及び共同研究の件数推移

(b) 競争的資金の実績

競争的資金について、23年度の数値目標を25件以上としておりましたが、件数で47件獲得し、数値目標の2倍近い件数となりました。新たに開始した案件は、科学研究費補助金18件、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)1件となっております。

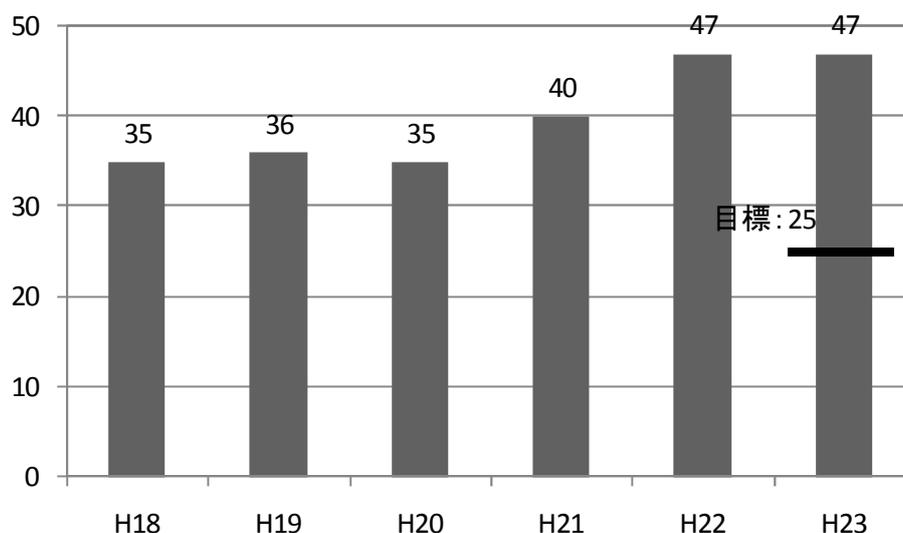


図 1. 1. 8 競争的資金獲得件数の推移

(c) 顧客満足度調査の実施と改善

研究所では受託・請負研究を行った相手先（国、民間、競争的資金供給元）に対して、研究者の対応や契約事務に関して、アンケート形式による満足度調査を行っています。

23年度調査の集計結果（回答件数42件）を下表に示します。

研究者の対応及び報告書の内容に関して、9割以上の方からご満足いただいております。また、高い技術力による成果の質について高く評価されているとともに、丁寧な説明による提案力、迅速な対応に対しても評価をいただいております。

契約手続きに関しても、9割以上の方からご満足いただいております。民間企業からは、対応が

丁寧であったことなどが評価されています。

表 1. 1. 10 顧客満足度調査結果

	満足	その他の評価
研究者の対応	100%	<ul style="list-style-type: none"> ・研究者の高い力量により、十分な成果を得ることができた。 ・丁寧な説明と迅速な対応に満足。 ・高い技術力・提案力で適切な対応に感謝。 等
報告書	93%	
契約手続	98%	<ul style="list-style-type: none"> ・親切、丁寧な受け付けと、書類の不備はなし。 ・遅滞なく、迅速な対応。 等

(イ) 成果の普及

(a) 第11回研究発表会（23年6月）

第11回発表会は、「課題解決への対応、そして海事イノベーション」をテーマに、実海域性能研究、新形式海洋構造物の安全性評価手法、NOx削減技術、航海安全への貢献、先進的な構造強度評価などの研究の成果を紹介する発表会と、来場者との双方向、対話型の展示プログラムとしてポスターセッション、技術相談コーナーを開催し、さらに操船リスクシミュレータ他の研究施設を公開しました。

また、今回初めてテレビ会議システムを活用して、相生市、尾道市（因島）、今治市でも視聴できるようにしました。

(b) 第11回海上技術安全研究所講演会（23年11月）

第11回講演会を、11月7日（月）、東京千代田区で開催しました。今回の講演会では、23年7月のMARPOL条約改正に伴う外航海運分野でのCO2排出規制導入、ならびに再生エネルギー法の成立に伴う再生可能エネルギー導入という、今後、予想される大きな変化を踏まえ、新局面を迎えた「環境・エネルギー」問題を取り上げました。「環境新時代～求められるグリーンイノベーション～」を統一テーマに掲げ、新時代の要請に対応し、かつ世界をリードしていくために求められることは何かを照会しました。



図 1. 1. 9 講演風景

表 1. 1. 11 研究所主催の研究発表会等

発表会名	場所	来聴者数	出席者の概要
第11回研究発表会	所内	201名 (前年度389名)	アンケート結果から、民間企業等：76.4%、官公庁・関係団体：18.2%、大学：5.5%
第11回海上技術安全研究所講演会	東京	351名 (前年度333名)	アンケート結果から、民間企業等：47.3%、官公庁・関係団体：24.2%、大学4.3%

表 1. 1. 1 2 その他の発表会等

発表会名	目的	時期 場所	来場 者数
第3回 HOPE Light ユーザーセミナー	所が開発した HOPE Light プログラムの造船各社への普及を図る。	6月 所内	20名
船陸間通信と運航支援に関するシンポジウム	共同で進めてきた「内航船の環境調和型運航計画支援システムの研究開発」の技術成果についてシンポジウムを開催し内容を紹介。	6月 東京海洋大学	200名
リスクベース評価手法を用いた船舶設計に関する国際ワークショップ	国際海事機関(IMO)で導入が進むリスクベース評価手法の最先端の研究動向に関して、海外から招いた専門家による講演とパネルディスカッションを開催	10月 所内・都内	160名
第4回 HOPE Light ユーザーセミナー	所が開発した HOPE Light プログラムの造船各社への普及を図る	12月 所内	20名
CFD セミナー	所が開発した CFD ソフトの造船各社への普及を図る。	3月 都内	30名

(c) 展示会等への参加

表 1. 1. 1 3 研究所が参加した展示会等

展示会	目的	展示物	場所	時期	成果
国際展示展パリショップ2011	海上輸送の安全確保と基盤的技術開発、海洋環境の保全、海洋開発の研究の広報	・実海域再現試験水槽の紹介(DVD) ・浮体式洋上風力発電システム模型 ・ポスター	テクスポート今治、今治コンピュータ・カレッジ	5月	当所の最新の研究について理解いただけた。
第6回再生可能エネルギー世界展示会	海洋における再生可能エネルギーの研究の広報	・浮体式洋上風力発電システム模型 ・ポスター	幕張メッセ	12月	同展示会に始めて出展。当所の海洋再生可能エネルギーに係る最新の研究について理解いただけた。

(d) 技術相談窓口及び出前講座

15年度から始めた「技術相談窓口」(様々な技術的問題について無料で相談に応じる)及び「出前講座」(職員が外部機関に出向いて行う講演等)は、23年度も着実に推進し、研究成果や専門的知識の社会への還元に努めました。

表 1. 1. 1 4 技術相談窓口及び出前講座

	18年度	19年度	20年度	21年度	22年度	23年度
技術相談窓口	26件	10件	16件	19件	17件	5件
出前講座	7件	8件	3件	11件	5件	6件

表 1. 1. 15 23年度の技術相談事例

相談元	時期	質問事項	対応
メーカー	11月	アルミ建築構造材を活用した人工浮島に使用する軽量・堅牢な浮力体の材料材質の選定について	ガラス繊維、バンブー繊維を用いたインフュージョン形成 FRP を、その形成法とともに紹介した。また、樹脂系軽量発泡材、シタクティックフォーム等の利用法も紹介した
団体	1月	ニッケル鉢等による倉内圧力について	非公開

表 1. 1. 16 23年度の出前講座事例

テーマ	時期	依頼元	概要
船舶からの排出ガスに係る国際的な規制などについて	4月	日本海洋記者クラブ	船舶からの排出ガスに係る国際的な規制などについての講演を行った。
IMO における船舶エネルギー効率及び大気汚染防止規制の動向について	10月	新潟原動機株式会社	IMO における船舶エネルギー効率及び大気汚染防止規制の動向についての講演を行った。
船舶が海洋環境に及ぼすリスクについて	12月	関西海事教育アライアンス大学院	船舶が海洋環境に及ぼすリスクについての講演を行った。

(e) 公開実験と一般公開の実施

研究所における研究活動を一般の方に理解いただき、また、民間の研究者との意見交換等を行うため、見学者を公募して行う実験公開を下表のとおり4回開催し、合計75名の見学者がありました。

表 1. 1. 17 公開実験の実績

テーマ	時期	施設
ZEUS プロジェクトの3翼プロペラ性能実験を公開	1月	キャビテーション水槽
デジタル画像処理技術を活用した離着陸支援システムの公開デモ	3月	操船リスクシミュレータ
離燃性燃料に対応したハイブリット・インジェクション・システム(HIS)の燃焼改善効果について公開実験	3月	10号館実験棟
実海域再現水槽における公開実験	3月	実海域再現水槽



図 1. 1. 10 3翼プロペラの水槽実験（左）
離着棧支援システムのデモ画面（右）

毎年実施している春の科学技術週間の時期をとらえた研究内施設の一般公開は、東日本大震災の影響により開催を中止しました。

一方で、夏の海の月間の時期をとらえて、三鷹本所と大阪支所のそれぞれで研究所内施設の一般公開を開催し、三鷹本所では2,194名が来場し、夏の一般公開としては過去最高を記録しました。研究所の一般公開はここ数年盛況ですが、アンケート調査結果を踏まえ、更に充実させていきたいと考えています。



図 1. 1. 11 三鷹本所・夏の一般公開

表 1. 1. 18 一般公開来場者数の推移

	19年度	20年度	21年度	22年度	23年度
来場者数	3,684	4,517	6,206	6,127	2,194

* 23年度は東日本大震災の影響で夏のみ開催

さらに、研究所の活動をより詳細に知っていただくことを目的として、政府、民間企業関係者、一般の方等に対して積極的に所内施設の見学に対応しています。23年度は、43回、のべ512名の方のご見学に対応しました。

表 1. 1. 19 所内施設見学実績

	件数	人数
関係官庁、事業者	19	209
団体等	12	159
学校関係	12	144
計	43	512

(f) その他の広報活動

i) ホームページのアクセス件数

研究所の活動及び研究内容・成果について、適時・適正に情報提供し、有効活用していただくため、ホームページを積極的に活用しています。23年度は、年間のアクセス件数が約12万件と、東日本大震災の影響もあり前年度を下回りました。今後、これまでの実績を踏まえてホームページをさらに充実させていきます。

表 1. 1. 20 研究所ホームページへの所外からのアクセス状況等

	19年度	20年度	21年度	22年度	23年度
HP トップページ	112,015	117,968	151,539	142,773	117,862
所外アクセス件数 (うち英文 HP)	(6,463)	(5,813)	(5,617)	(6,432)	(5,070)

ii) プレス発表、ホームページ掲載、メールニュースの発行

プレス発表、ホームページ掲載(23年度は205回更新)、メールニュースの発行(原則月1回、23年度は14回発行)等積極的な広報活動により、各種メディアに以下のとおり取り上げられ、研究所の知名度が上がるとともに、国民に対して研究所の活動、研究内容・成果の理解を深めていただく機会を得ることができました。

表 1. 1. 21 新聞等研究所関連記事掲載件数

	件数	主な内容
TV・ラジオ	11件	イタリア旅客船転覆事故解説(日本テレビ、TBS、TV朝日、フジテレビ) 三角波(WOWOW) 等
一般紙	10件	海底資源開発用フレキシブル管の開発に参加、天竜川下り船転覆事故調査、小型排熱発電システムの開発 等
海事 専門紙	134件	船舶海洋工学研修を開講、ノーファイト号事故鑑定で感謝状、研究発表会・講演会等の開催 等

これら以外にも、以下の論文集等を発行し、研究所の活動の理解増進に努めました。

海技研ニュース「船と海のサイエンス」 4回発行(季刊)

「海上技術安全研究所報告」 4回発行(季刊)

iii) 小中学生の職場体験、課外事業の実施

地元の理解を促進するとともに、小中学生の理科離れ対策にも寄与することを期待して、地元の三鷹市と連携し、市内小学生の見学や中学生の社会科体験学習を受け入れるなど、地域との交流に努めています。23年度は7月に三鷹市立第六中学校2年生を対象に、10月に三鷹市立第三中学校2年生、さいたま市上落合小学校6年生を対象に職場体験学習を行いました。

③ 戦略的知的財産取得、活用及び運用

(ア) 知的財産権の実施料の算定についての検証

23年度には、研究所が所有している特許等の知的財産権の実施料の算定方法について適切なものとなっているか検証を実施しました。

研究所においては、22年度以降、特許庁方式の料率(売上基礎)を基本としながら、場合によっては経済産業省方式による業種別の売上高試験研究費率も参考として、実施許諾契約等の相

談があった場合に調整を進めています。研究所の実施料率に関して、他の国土交通省所管の研究開発人と比較検証の結果、適切なレベルであることを確認しました。今後も、他の研究開発法人の動向や造船業界の状況を把握しながら、適切な実施料率となるよう努めていきます。

(イ) 知財戦略実施計画

研究所では創出権利の実施許諾件数の増加、権利保有に有効な費用負担、外部連携等に伴う既保有知財の適切な流出リスク対応を実現するため、「知的財産戦略」を策定するとともに、同戦略を具体的に推進するための実施計画を策定しています。これは、研究開発の中での知的財産の位置付けを知財サイクルとして明確化し、かつ、職員に共通認識化して、サイクルのそれぞれの過程で何をなすべきかを示すものです。

当面特許の創出及び権利化の強化に努めることを基本方針として、次のような具体的施策を打ち出しました。

・特許出願計画の策定

研究の企画立案時において、その研究分野における特許の状況を分析し、研究所の強みがある部分を特定し、特許に結びつけるための検討を行い、特許出願計画を策定する手法の導入を進めています。

・知財担当部署の整備

民間企業で経験のある知財専門家を配置し、特許、論文、技術広報、規制等の様々な技術情報を解析するとともに、特許出願計画の策定をサポートしています。また、知財業務に携わる職員を継続的に知財担当にすることで長期的観点からの職員育成を行っています。

上記のように、知財に関して、具体的施策を打ち出すとともに、確実にそれを実現しています。

(ウ) 知財研修の実施

知財戦略実施計画でも記載しましたが、研究所にとっては、知財サイクルの中で特許創出を意識した研究マネジメント体制を構築し、実用化をイメージした研究の企画立案を行い、実施許諾に結びつく特許の創出を図ることが必要になっています。職員の間にもこうした認識を共有化させ、また、近年韓国、中国から船舶海洋関係の特許が増加していることを踏まえ、国際出願の在り方について理解を得るため、研究管理者（研究グループ長及び上席研究員）を対象とした知財専門家による実例を交えた研修（半日）を実施しました。当日は、職員22名が参加し、経営戦略における知財戦略の位置付け、知財創出の発想法の理解を深めるとともに、欧州を加えた3極（日米欧）＋2極（中韓）の知財動向及びグローバルな視点での船舶・海洋分野の技術別比較を通じた国際出願の在り方などを学びました。また、研究者を対象に研究計画立案時に検討する特許出願計画に必要な特許調査について、調査の必要性や調査方法についての講義及び検索ソフトを用いた既存特許の検索方法の実習からなる、より実践的な研修を実施し、職員12名が参加しました。こうした研修を通じて、特許創出を意識した研究の実施についての意識の浸透が図られていくものと考えます。

さらに、23年度からは、知財サイクルを推し進めるため、知財専門家として特許創出のための概念形成手法、出願手続き、特許出願等の方向性の検討、有用性の判断等について研究者への支援・アドバイス方法を当所の研究者に取得させることを目的として知財専門家育成研修(OJT)を開始しました。

(エ) 所外発表数、特許出願数、プログラム登録数の推移

所外発表数、特許出願数、プログラム登録数については、年度計画に定めた目標を達成するため毎月達成状況をモニタリングしてその確実な履行を期した結果、いずれについても年度計画の数字を達成しました。

所外発表数は、402件となり、年度計画の目標値312件に対して90件上回ることになり

ました。また、英文論文については、126件となる、年度計画の目標値である100件を超える結果となっています。

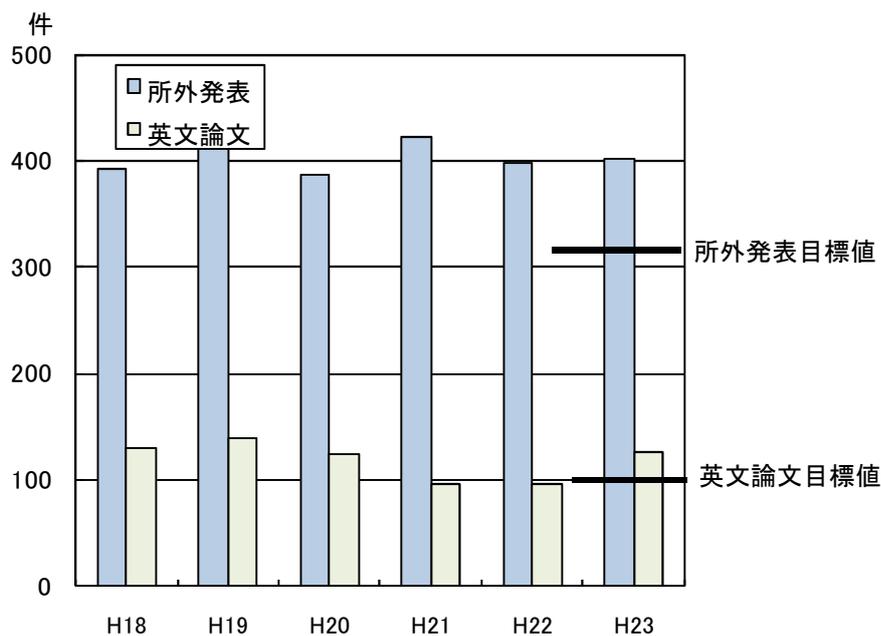


図 1. 1. 12 所外発表件数推移

また、特許出願とプログラム登録を合わせて年度計画では49件という目標を定めていますが、23年度は50件となり、目標を上回りました。

表 1. 1. 22 特許出願・プログラム登録推移

	19年度	20年度	21年度	22年度	23年度
特許新規出願、プログラム新規登録(件)	96	99	99	57	50

*22年度以降は、登録するプログラムのさらなる質的向上を図るため、知的財産保護の必要性が高いものや外部利用の見込みが高いもののみを研究所として登録

2. 政策課題解決のために重点的に取り組む研究

【中期目標】

2. 政策課題解決のために重点的に取り組む研究開発課題

「安全・安心の確保」の実現に向けた合理的な安全規制体系の構築、海難事故の再発防止、「グリーン・イノベーションの推進」に向けた船舶のゼロエミッション（環境インパクトゼロ）化の加速、海洋開発の推進、海事産業の基盤の維持・向上、輸送システムの改善など、海事行政に係る政策課題に適切に対応するため、本中期目標期間中においては、次の研究開発課題について、研究業務の重点化を図ること。

なお、これらの研究課題に対応した研究の選定については、「民間にできることは民間に委ねる」との考え方に沿って行うこと。

また、これらの研究の実施に当たっては、その成果を踏まえて海事行政を推進する当省との連携を十分図るとともに、当該研究の成果の利用者となる産業界との連携、大学等の持つ理論的な知見の活用にも留意し、研究開発課題に対し適切に成果を創出することが達成されるように努めること。

【中期計画】

2. 政策課題解決のために重点的に取り組む研究

中期目標に掲げられた研究開発課題に対する適切な成果を創出するため、本中期計画期間中においては、次に記載する研究に重点的に取り組むこととする。研究課題は「民間にできることは民間に委ねる」との考え方に沿い、安全・環境に関する基準策定に係る研究等政策課題への対応には必要不可欠な技術であるがビジネスの観点からは利用価値の低いものや先導的でリスクが高く民間での取り組みが困難なものであって、独立行政法人として一貫した取り組みが必要なものに重点化する。これら研究開発課題に迅速かつ的確に対応するため、経営資源を重点的に充当する。

また、これら重点的に取り組む研究開発課題以外のものであっても、本中期計画期間中の海事行政を取り巻く環境変化により、喫緊の政策課題として対応すべきものであれば、重点的に取り組む研究開発課題と同様に取り組むこととする。

なお、課題に対する研究の選定・研究過程、成果に関して、国際海事機関（IMO）、国際標準化機構（ISO）等の国際機関における議論の進捗及び海事行政の政策動向に合わせて適時適切に成果を創出できるよう、中期目標に規定された考え方に則り、研究所による内部評価及び識者による外部評価を適切に行う。

【年度計画】

2. 政策課題解決のために重点的に取り組む研究

中期計画に掲げた次に記載する研究に重点的に取り組むこととし、これら重点的に取り組む研究開発課題に迅速かつ的確に対応するため、経営資源を重点的に充当する。

研究課題は「民間にできることは民間に委ねる」との考え方に沿い、安全・環境に関する基準策定に係る研究等政策課題への対応には必要不可欠な技術であるがビジネスの観点からは利用価値の低いものや先導的でリスクが高く民間での取り組みが困難なものであって、独立行政法人として一貫した取り組みが必要なものに重点化する。

なお、課題に対する研究の選定・研究過程、成果に関して、国際海事機関（IMO）、国際標準化機構（ISO）等の国際機関における議論の進捗及び海事行政の政策動向に合わせて適時適切に成果を創出できるよう、中期目標に規定された考え方に則り、研究所による内部評価及び識者による外部評価を通じ、適切に行う。

特に、本年度は、中期計画の初年度に当たり、同計画の円滑な立上げを行うため、各研究課題の立上げ状況の把握に努め、研究計画が軌道に乗るように適切な支援を行う。

【海上輸送の安全の確保】

【中期目標】

海上輸送における安全の確保・向上を実現するためには、社会的コストの削減と必要な安全レベルの確保を両立した規制体系の構築及び海難事故の原因を究明し有効な対策を立案することが不可欠である。

そのため、海難事故の大幅削減と社会合理性のある安全規制の構築による「安全・安心社会」の実現及び「国際ルール形成への戦略的な関与」による先進的な安全基準の構築を通じた海事産業の国際競争力の強化に資する以下の研究に取り組むこと。

- (1) 安全性の確保・向上に資する、先進的な構造解析技術等を活用した安全性評価手法の開発・高度化及び革新的動力システム等の新技術に対応した安全性評価手法の開発に関する研究
- (2) リスクベース安全性評価手法等を用いた合理的な安全規制体系化に関する研究
- (3) 海難事故等発生時の状況を高精度で再現し、解析する技術の高度化及び適切な対策の立案のための研究

【中期計画】

国際条約等における技術的な合理性に欠ける安全規制の導入等による社会的コストの増加に係る懸念を背景に、船舶の安全性向上と社会的な負担のバランスの確保を両立した安全規制体系の構築が期待されている。

研究所としては、荷重・構造一貫性能直接評価手法の確立、リスクベース安全性評価手法の標準化等の研究開発を通じて、国際ルール化を日本が主導し、安全性の強化と社会的な負担の適正化を両立させる合理的な安全規制体系の構築を支援していくため設計レベルからの革新的安全確保技術の確立を目指した合理的規制体系の構築に関する次の研究を行う。

- (1) 安全性の確保・向上に資する、先進的な構造解析技術等を活用した安全性評価手法の開発・高度化及び革新的動力システム等の新技術に対応した安全性評価手法の開発に関する研究
 - －波浪荷重から構造強度までを一貫して評価・解析可能となるプログラムの開発及び設計ガイドラインの作成
 - －環境インパクトの大幅な低減を目指して開発されている船用ハイブリッドシステム、船用電気推進システム、船用リチウム電池等の新たな技術、大規模システムに対する安全性評価手法の開発等
- (2) リスクベース安全性評価手法等を用いた合理的な安全規制体系化に関する研究
 - －リスクベース安全性評価手法等を適用した設計支援ツールの開発及びLNG燃料船等の新たなシステムに対する安全に係るガイドラインの作成
 - －経年船体構造の検査・診断技術の開発、疲労強度への板厚影響評価 等また、大型船舶の衝突、異常波浪による小型船舶の沈没等の海難事故が依然として高い水準で発生している。

研究所としては、海難事故の大幅削減を目指し、海難事故の再発防止を図るため、残された数少ない事実から、事故を再現し、欠落した事故の経緯を迅速に推定し、真の海難事故原因を解明する手法について、更なる高度化を図るとともに、これら真の事故原因、前項の研究成果を踏まえた、適切な事故再発防止対策の調査研究とその費用便益効果、社会合理性の検証を可能とする政策ツール等の開発に関する次の研究を行う。

- (3) 海難事故等発生時の状況を高精度で再現し、解析する技術の高度化及び適切な対策の立案のための研究
 - －実海域再現水槽と操船リスクシミュレータをリンクさせ海難事故等の再現性向上・原因解析の迅速化等を図るシミュレーション技術の開発
 - －海難事故原因、規制の社会費用便益等の観点を踏まえた運航規制等の安全性評価を可能とする海上交通流シミュレータの開発 等

【年度計画】

荷重・構造一貫性能直接評価手法の確立、リスクベース安全性評価手法の標準化等の研究開発を通じて、国際ルール化を日本が主導し、安全性の強化と社会的な負担の適正化を両立させる合理的な安全規制体系の構築を支援していくため設計レベルからの革新的安全確保技術の確立を目指した合理的

規制体系の構築に関する次の研究を行う。

(1) 安全性の確保・向上に資する、先進的な構造解析技術等を活用した安全性評価手法の開発・高度化及び革新的動力システム等の新技術に対応した安全性評価手法の開発に関する研究

－波浪荷重から構造強度までを一貫して評価・解析可能となるプログラムの開発のため、ばら積み貨物船を対象とする艙内荷重推定法の開発を行う

－安全性評価技術の開発の前提となる、大電流機器、リチウム電池等の機械的・熱的強度、実運航中に船舶が受ける負荷変動等に関する技術課題の抽出・検討、模擬実験による検証を行う 等

(2) リスクベース安全性評価手法等を用いた合理的な安全規制体系化に関する研究

－リスクベース設計支援ツールの概念構築を行い、その一部を構成する火災シミュレーションプログラム等を開発する

－検査・診断支援システムの実用化に向けて、損傷原因に応じた詳細な修繕方法の提示を行う機能を調査検討する。また、疲労強度への板厚影響評価のため、疲労試験を実施し、板厚効果に及ぼす応力勾配と残留応力を検討する 等

また、海難事故の大幅削減を目指し、海難事故の再発防止を図るため、残された数少ない事実から、事故を再現し、欠落した事故の経緯を迅速に推定し、真の海難事故原因を解明する手法について、更なる高度化を図るとともに、これら真の事故原因、前項の研究成果を踏まえた、適切な事故再発防止対策の調査研究とその費用便益効果、社会合理性の検証を可能とする政策ツール等の開発に関する次の研究を行う。

(3) 海難事故等発生時の状況を高精度で再現し、解析する技術の高度化及び適切な対策の立案のための研究

－操船リスクシミュレータで使用する数値モデルの高精度化に向けて、超音波を使った波浪場の面計測システムを構成するセンサーと計測装置の性能評価を行うとともに、波浪中での動揺の影響を考慮した沈没時間推定プログラムを構築する

－避航操船アルゴリズムを組み込んだ海上交通流シミュレーションのプロトタイプを作成する 等

◆ 23年度の取組状況

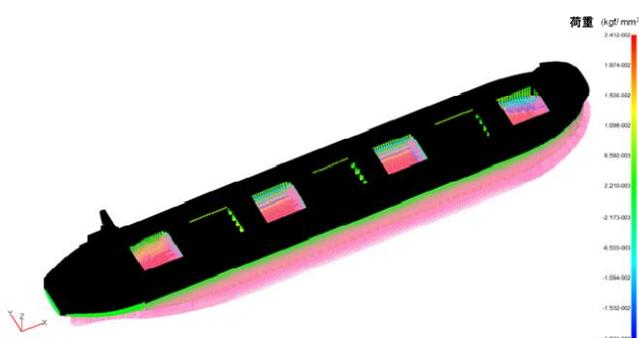
各研究について、年度計画に記載された措置事項を着実に実施するとともに、政策課題（社会・行政ニーズ）等の研究開発課題を取り巻く環境変化を踏まえた措置内容の見直し等を実施しつつ取り組みました。

【主な研究成果の例】

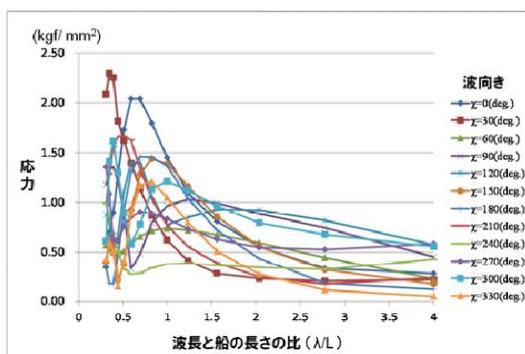
◎先進的な荷重・構造一貫性能評価手法の開発及び新構造基準の検討に関する研究

- ・ これまでに開発した6自由度船体運動・荷重推定プログラムNMRIWを発展させ、実海域で船体に働く波浪荷重から船体の構造強度まで一貫した評価が可能な全船荷重・構造一貫性能評価プログラムNMRI-DESIGNを開発。さらに、ばら積み貨物船を対象に、波浪中での6自由度船体運動に追従する貨物艙内部の荷重推定法を確立。これらの手法は世界でも最先端を行くもので、造船所※、船級協会からも注目されている。

※H23年度使用実績あり

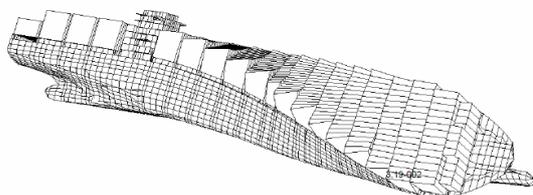


NMRI-DESIGNによる荷重解析例
(船体に働く荷重を視覚的に確認)



NMRI-DESIGNによる船体構造の応力解析例
(波長と波向きに対する船体上部部材の応力)

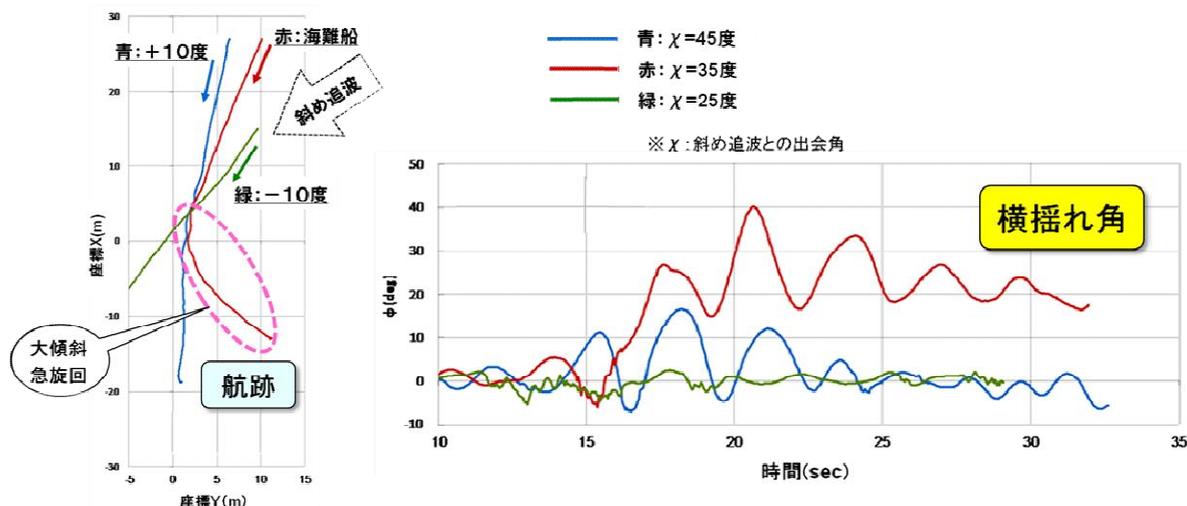
- ・ コンテナ船等の大型化に伴い問題となっている波浪衝撃による過渡的な船体弾性振動（曲げ振動及び振り振動）に対し、構造部材の動的応答を再現し、強度を解析する手法を開発。



船体弾性振動の動的構造解析例（コンテナ船）

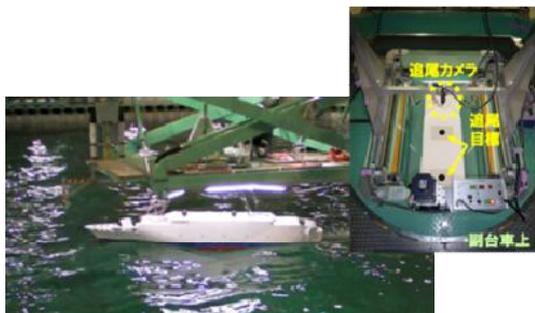
◎実海域再現水槽と操船リスクシミュレータを融合した海難事故等再現・解析技術の高度化に関する研究

- ・高速フェリーの海難事故で見られた大傾斜現象について、実海域再現水槽での模型試験で再現した結果、針路変更や減速等の操船を適切に行うことによって、荷崩れを防止し、転覆を回避できることを確認。危険な航行状態と有効な回避方を明らかにした。



大傾斜現象の回避分析例（針路変更）

- ・実海域再現水槽での模型試験において、これまで出来なかった大傾斜と急旋回を伴う船体運動に追従可能な自動追尾計測技術を確立。
- ・運輸安全委員会等からの委託を受け、10件の事故原因解析調査を実施し、迅速かつ的確な事故原因の解明に貢献。



自動追尾用カメラにて計測中の模型実験



川下り船転覆事故の原因解析調査の様子

◎リスクベースの安全性評価手法等を適用した設計技術の確立及び安全基準の策定に関する研究

- ・日本海事協会等と連携し、LNG燃料船のリスク評価を実施し、ガス燃料船コードの改正案をIMOに提案。

◎経年船体構造の検査・診断技術の開発に関する研究

- ・典型的な船体損傷に対して、損傷原因を推論し、修繕方法の提示を行うシステムのプロトタイプを作成。

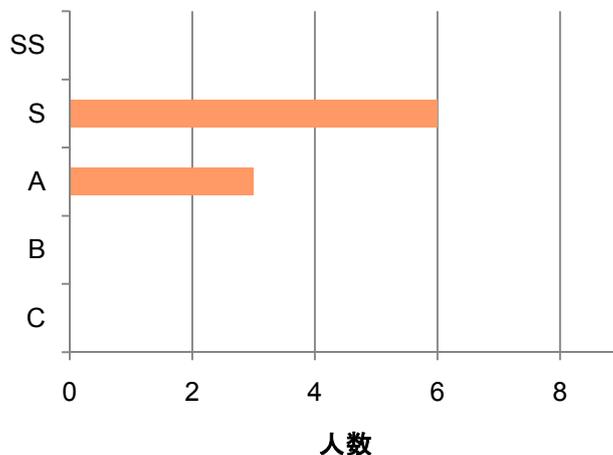
◎海難事故初動分析の高度化に資する推定技術構築に関する研究

- ・事故船復原性計測手法を体系化するため、事故船の復原性データ計測及び船体形状計測の実施マニュアルを作成。

◆その他適切な評価を行う上で参考となり得る情報

24年6月5日に開催した海技研研究計画・評価委員会（外部委員による評価）（委員長：平山次清 横浜国立大学名誉教授）において、重点研究について年度の評価を受け、評点 SS～C の5段階評価を頂いた結果、「海上輸送の安全の確保」に関して、下表のとおりとなっています。

また、委員からは以下のようなコメントを頂いております。



【海技研研究計画・評価委員会委員コメント】

- 海上輸送の安全確保の分野全体として、年度計画を超える優れた成果を出している。（委員会）
- 荷重から構造への一貫評価は、従来介在した経験的規則を合理性のある設計プロセスに置き換えるものであり、社会的貢献は大きい。（大学（船舶工学））
- NMRI-DESIGN を年度内に開発し、外部機関による使用実績を得たことは当初目標を超える成果と考えられる。（大学（船舶工学））
- 世界最先端の実海域再現水槽の活用には、世界最先端たらしめる高度の科学・工学・技術の適用・創出が必要であり、社会的効果は大なるものがある。（大学（船舶工学））
- 追い波中の転覆に至るまでの船体運動を再現し、実海域再現水槽での実験技術を確立したことは、安全運航に寄与し、学術的にも高く評価できる。（大学（商船学）、大学（船舶工学）、海運業界、造船業界）

研究一覧

(各研究に付されている番号は、研究管理上、所内で便宜的に付したもの)

中期目標課題 ① 安全性の確保・向上に資する、先進的な構造解析技術等を活用した安全性評価手法の開発・高度化及び革新的動力システム等の新技術に対応した安全性評価手法の開発に関する研究		
研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度		
中期目標	中期計画	研究テーマ
○安全性の確保・向上に資する、先進的な構造解析技術等を活用した安全性評価手法の開発・高度化及び革新的動力システム等の新技術に対応した安全性評価手法の開発に関する研究	○波浪荷重から構造強度までを一貫して評価・解析可能となるプログラムの開発及び設計ガイドラインの作成	①先進的な荷重・構造一貫性能評価手法の開発及び新構造基準の検討に関する研究
	○環境インパクトの大幅な低減を目指して開発されている船用ハイブリッドシステム、船用電気推進システム、船用リチウム電池等の新たな技術、大規模システムに対する安全性評価手法の開発	②ハイブリッド制御システム等の安全性評価技術の開発に関する研究

中期目標課題 ② リスクベース安全性評価手法等を用いた合理的な安全規制体系化に関する研究		
研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度		
中期目標	中期計画	研究テーマ
○リスクベース安全性評価手法等を用いた合理的な安全規制体系化に関する研究	○リスクベース安全性評価手法等を適用した設計支援ツールの開発及び LNG 燃料船等の新たなシステムに対する安全に係るガイドラインの作成	①リスクベースの安全性評価手法等を適用した設計技術の確立及び安全基準の策定に関する研究
	○経年船体構造の検査・診断技術の開発、疲労強度への板厚影響評価	②経年船体構造の検査・診断技術の開発に関する研究 ③二次加工処理効果を考慮した疲労強度に及ぼす板厚効果に関する研究

中期目標課題 ③ 海難事故等発生時の状況を高精度で再現し、解析する技術の高度化及び適切な対策の立案のための研究		
研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度		
中期目標	中期計画	研究テーマ
○海難事故等発生時の状況を高精度で再現し、解析する技術の高度化及び適切な対策の立案のための研究	○実海域再現水槽と操船リスクシミュレータをリンクさせ海難事故等の再現性向上・原因解析の迅速化等を図るシミュレーション技術の開発	①実海域再現水槽と操船リスクシミュレータを融合した海難事故等再現・解析技術の高度化に関する研究
	○海難事故原因、規制の社会費用便益等の観点を踏まえた運航規制等の安全性評価を可能とする海上交通流シミュレータの開発	②海難事故初動分析の高度化に資する推定技術構築に関する研究 ③事故原因分析とヒューマンファクター分析に基づく合理的な安全と運航規制体系の構築に関する研究

中期目標課題 ① 安全性の確保・向上に資する、先進的な構造解析技術等を活用した安全性評価手法の開発・高度化及び革新的動力システム等の新技術に対応した安全性評価手法の開発に関する研究

研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度

政策課題

国際条約等における技術的な合理性に欠ける安全規制の導入等による社会的コストの増加に係る懸念を背景に、船舶の安全性向上と社会的な負担のバランス確保の両立が求められており、国際ルール化を日本が主導することによる、上記を両立させる合理的な安全規制体系の構築が期待。具体的には、
 本質的な安全性を確保した上で、設計自由度の向上やコスト削減が期待できる「直接強度評価を活用した構造安全評価法」の確立。
 信頼性解析を活用したセーフティーレベルアプローチを用いた安全レベル評価とそれに基づく新たな構造設計法の確立と安全基準への反映。

中期目標	中期計画	研究テーマ
○安全性の確保・向上に資する、先進的な構造解析技術等を活用した安全性評価手法の開発・高度化及び革新的動力システム等の新技術に対応した安全性評価手法の開発に関する研究	○波浪荷重から構造強度までを一貫して評価・解析可能となるプログラムの開発及び設計ガイドラインの作成	①先進的な荷重・構造一貫性能評価手法の開発及び新構造基準の検討に関する研究
	○環境インパクトの大幅な低減を目指して開発されている船用ハイブリッドシステム、船用電気推進システム、船用リチウム電池等の新たな技術、大規模システムに対する安全性評価手法の開発	②ハイブリッド制御システム等の安全性評価技術の開発に関する研究

研究テーマ ①先進的な荷重・構造一貫性能評価手法の開発及び新構造基準の検討に関する研究

最終成果とアウトカム

- より実海域性能に近い評価を可能とする荷重・構造一貫性能評価手法の開発。
- 新形式船、大型船の構造強度評価のための NMRI-DESIGN の開発（造船所、船級協会）。
- 設計自由度と改善点の技術資料の提供（造船所、船級協会）。
- 将来的な基準のあり方を提案していくためのツール整備と安全レベルの検証。
- IMO における将来の GBS/GoE（Group of Experts）のための技術的資料となり得る。

23 年度計画

- 波浪荷重から構造強度までを一貫して評価・解析可能となるプログラムの開発のため、ばら積み貨物船を対象とする艙内荷重推定法の開発を行う。具体的には、
 - ・全船荷重構造一貫解析のためのばら積み貨物による艙内荷重推定法の確立とこれを活用した詳細構造部材の疲労強度評価法の確立。
 - ・曲げ振動による動的構造応答評価のための FE 動解析法の確立。
 - ・ホイッピングによる繰返し応力を考慮した疲労に関する構造信頼性評価の開発。
 - ・大波高中での非線形動的構造応答解析法の確立。

23 年度の研究成果

- 当所において開発した 6 自由度の船体運動・荷重推定プログラム NMRIW を入力とする全船荷重構造一貫解析プログラム NMRI-DESIGN を開発した。この中で、6 自由度の船体運動の影響を考慮したばら積み貨物による艙内荷重推定法を確立した。また、この解析法を活用した疲労強度評価法を開発した。さらに、これらのプログラムを簡易に実行するための GUI プログラムも開発した。
- 曲げ振動による動的構造応答解析の解析に Nastran の適用を試み、実験結果等との比較により実用上十分な精度でシミュレーション可能であることを明らかにした。
- ホイッピングによる繰返し応力を考慮した疲労に関する構造信頼性評価の開発のための技術的課題を整理するとともに改善点の検討を行った。
- 非線形動的構造応答の解析に LS-DYNA の適用を試み、実験結果等との比較により実用上十分な精度でシミュレーション可能であることを明らかにした。

◆特許、発表論文等の成果（23 年度）

- ・プログラム登録 2 件
- ・発表論文 7 件
- ・全船荷重構造一貫解析プログラム NMRI-DESIGN の使用実績（大手造船所 1 社）

参考図

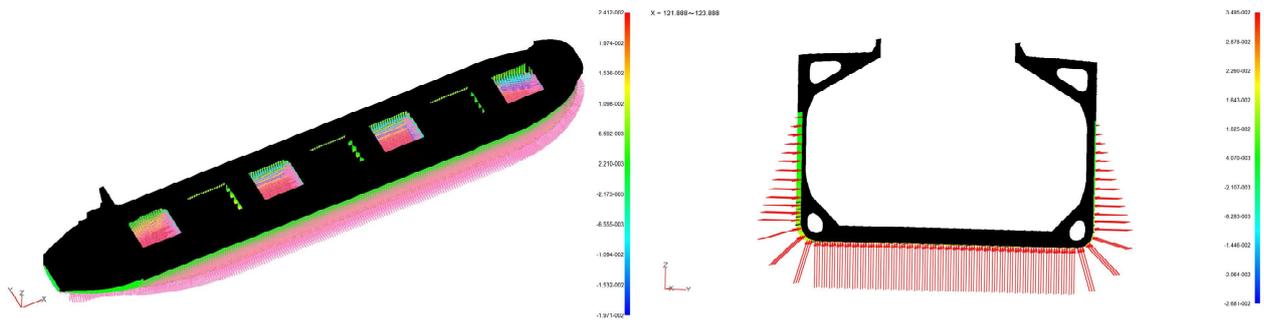


図 1 当所で開発した NMRI-DESIGN による荷重構造一貫解析例（開発した GUI による圧力負荷の確認）

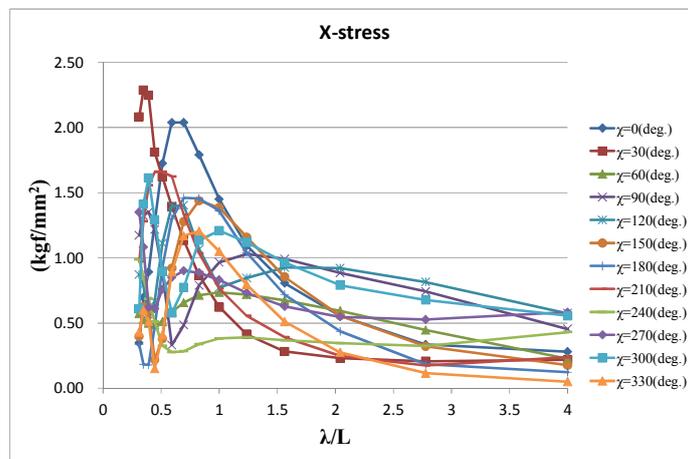


図 2 当所で開発した NMRI-DESIGN による荷重構造一貫解析例（応力の応答関数出力）

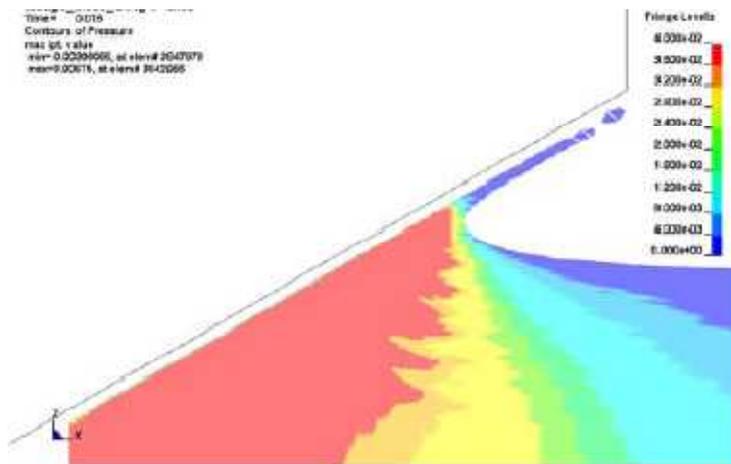


図 3 LS-DYNA を用いた非線形動的構造応答の解析例（2次元楔型物体の水面衝撃の流体構造連成解析）

中期目標課題 ① 安全性の確保・向上に資する、先進的な構造解析技術等を活用した安全性評価手法の開発・高度化及び革新的動力システム等の新技術に対応した安全性評価手法の開発に関する研究

研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度

政策課題

国際条約等における技術的な合理性に欠ける安全規制の導入等による社会的コストの増加に係る懸念を背景に、船舶の安全性向上と社会的な負担のバランス確保の両立が求められており、国際ルール化を日本が主導することによる、上記を両立させる合理的な安全規制体系の構築が期待。具体的には、
 船用電池、船用ハイブリッド、LNG エンジン、LCC 燃料利用等の新たな動力システムの導入が進められているが、評価技術が未確立。船用システムは、馬力・負荷変動が大きく、かつ使用環境が過酷であり、メンテナンスが困難であることから、船舶を安全に運航するためには、システムに高い安全性・信頼性が求められ、それらを的確に評価することが必要。

中期目標	中期計画	研究テーマ
○安全性の確保・向上に資する、先進的な構造解析技術等を活用した安全性評価手法の開発・高度化及び革新的動力システム等の新技術に対応した安全性評価手法の開発に関する研究	○波浪荷重から構造強度までを一貫して評価・解析可能となるプログラムの開発及び設計ガイドラインの作成	①先進的な荷重・構造一貫性能評価手法の開発及び新構造基準の検討に関する研究
	○環境インパクトの大幅な低減を目指して開発されている船用ハイブリッドシステム、船用電気推進システム、船用リチウム電池等の新たな技術、大規模システムに対する安全性評価手法の開発	②ハイブリッド制御システム等の安全性評価技術の開発に関する研究

研究テーマ ②ハイブリッド制御システム等の安全性評価技術の開発に関する研究

最終成果とアウトカム

- 新たな船用の動力用大電力機器、電池に対応した安全性評価手法を確立し、基準化を行う。
- 安全性を踏まえた制御システム開発についての技術を構築する。
- ハイブリッド制御システムの安全性評価手法を確立し、安全基準原案を提案、基準化を行う。
- 次世代低硫黄船用燃料油に対応できる安全性評価手法を確立し、関係機関への提案にとりまとめる。

23 年度計画

- 安全性評価技術の開発の前提となる、大電流機器、リチウム電池等の機械的・熱的強度、実運航中に船舶が受ける負荷変動等に関する技術課題の抽出・検討、模擬実験による検証を行う。具体的には、
 - ・新たな船用の動力用大電力機器や電池等の要素機器に対応した安全性評価手法を確立するための基礎資料を作成する。
 - ・実船舶によるプロペラや船内電力の変動を計測・調査し、安全性評価のための基礎資料を構築する。
 - ・船用燃料油の試験方法並びに評価指標の文献調査を行う。さらに、燃料性状分析、燃焼実験を行い、評価指標と実際の機関性能データとの相関性を検討し、その有効性、適用限界を把握する。

23 年度の研究成果

- リチウムイオン電池の安全性評価のため、陸上設備等と基準を調査し、試験方法を検討した。さらに、電池セルの充放電試験装置を構築し、充放電時の温度上昇等の基礎試験を実施した（図 1）。
- 電気材料に関連する研究として、表面処理を施した導電材料の塩害試験を行い、基礎データを取得した。
- 実船舶によるプロペラや船内電力の変動を計測するための計測・表示システムを構築し、実運航時の負荷変動等を詳細に調査した（図 2）。
- 次世代に想定される低硫黄燃料を現行着火性指標に対してパラメトリックに変更し、燃焼性、排ガス特性に与える影響について明らかにした。また、着火性悪化に伴う急激な熱発生率上昇に対する対応策として、燃料噴射の多段化が有効であることを示した（図 3）。

◆特許、発表論文等の成果（23 年度）

- ・特許 1 件
- ・発表論文 3 件

参考図

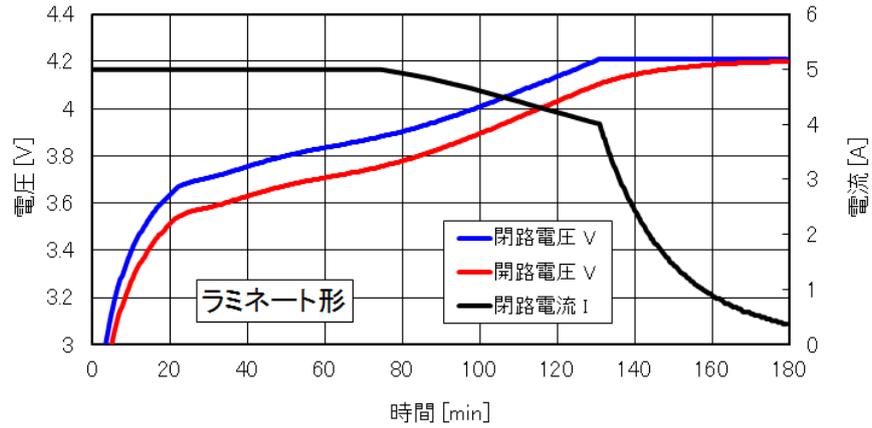
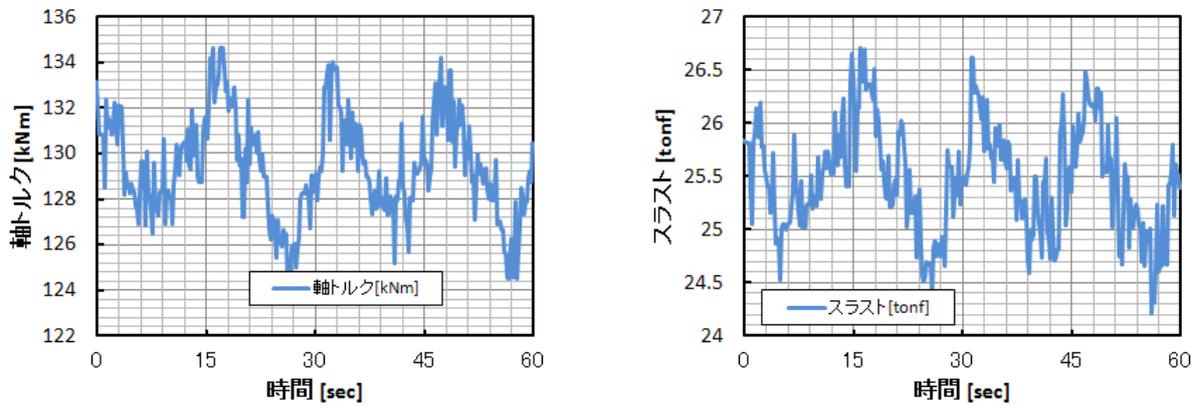


図1 リチウムイオン電池の充電試験結果の一例（定電流定電圧制御）



(a) 軸トルク (b) スラスト

図2 実船舶による軸トルクとスラストの測定例

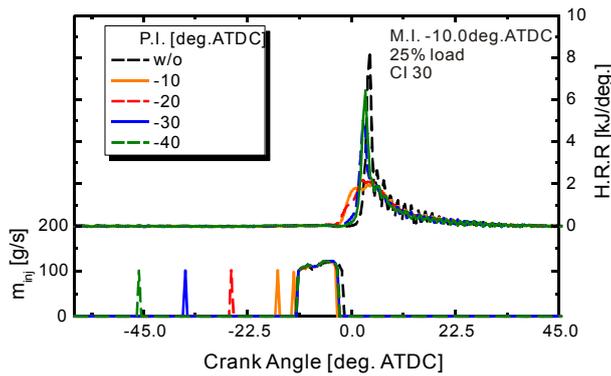


図3 噴射時期変更による熱発生率の変化

中期目標課題 ② リスクベース安全性評価手法等を用いた合理的な安全規制体系化に関する研究
研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度

政策課題

国際条約等における技術的な合理性に欠ける安全規制の導入等による社会的コストの増加に係る懸念を背景に、船舶の安全性向上と社会的な負担のバランス確保の両立が求められており、国際ルール化を日本が主導することによる、上記を両立させる合理的な安全規制体系の構築が期待。具体的には、
 □IMO において、リスクベース設計ガイドラインに関する議論が進んでおり、我が国においても、リスクベース設計の体系的手法の確立が急務。
 □将来的に需要が見込まれ、国際基準策定の必要性があるが、未だ安全性評価手法が確立されていないものについて、安全性評価手法を確立し、国際基準案を策定。
 □IMO において、復原性基準の機能要件化が指向されており、直接計算法による基準適合手法の確立が急務。

中期目標	中期計画	研究テーマ
○リスクベース安全性評価手法等を用いた合理的な安全規制体系化に関する研究	○リスクベース安全性評価手法等を適用した設計支援ツールの開発及びLNG燃料船等の新たなシステムに対する安全に係るガイドラインの作成	① リスクベースの安全性評価手法等を適用した設計技術の確立及び安全基準の策定に関する研究
	○経年船体構造の検査・診断技術の開発、疲労強度への板厚影響評価	② 経年船体構造の検査・診断技術の開発に関する研究 ③ 二次加工処理効果を考慮した疲労強度に及ぼす板厚効果に関する研究

研究テーマ ① リスクベースの安全性評価手法等を適用した設計技術の確立及び安全基準の策定に関する研究

最終成果とアウトカム

□体系的なリスクモデルを構築し、体系的 HAZID 手法・事故シナリオの開発、安全・環境の統合指標の開発を行い、リスク評価手法を整備する。
 □リスクベース設計支援ツールを開発し、リスクベースの安全基準策定に活用するとともに、リスクベース設計及び承認手続きに関するガイドラインを策定する（成果の一部は IMO への提案も検討）。
 □水素燃料電池車輸送の IMO 国際基準案、大型放射性機器輸送の IAEA 国際基準（ガイドライン）案を策定し、国際合意を得る。さらに、LNG 燃料船の安全評価を通じ、IMO 国際基準（IGF コード）改定案を策定し、国際合意を得るとともに、安全評価ガイドラインを策定する。
 □動的な非損傷時復原性評価法の開発と安全レベルを設定し、評価手法案を IMO に提案する。また、損傷船舶における強制平衡装置の性能評価法を開発し、この評価手法を IMO 強制平衡装置ガイドラインで規定する直接評価法の一つとして IMO に提案する。

23 年度計画

□リスクベース設計支援ツールの概念構築を行い、その一部を構成する火災シミュレーションプログラム等を開発する。具体的には、
 1.体系的リスクモデルの構築
 (1-1) 種々の船舶のこれまでの HAZID の結果をデータベース化するとともに、既存の HAZID 手法を見直し、新たな HAZID 手法を開発する。
 (1-2) IHS Fairplay による海難データにある事故シーケンスの解析を解析し、衝突事故発生から最終状態（浸水、火災等による人命損失、破孔からの油、化学物質等の流出、拡散）に至る事故（災害進展）シナリオを作成する。
 (1-3) 海難審判庁裁決録、海外の事故解析等の文献等の解析に基づき、衝突事故の起因事象から事故発生に至る事故（事故発生）シナリオを作成する。
 (1-4) LMIU 動静データ、AIS データ及びレーダ画像解析データ等より対象船舶が航行する海域の船舶交通の輻輳度を求め、衝突起因事象の発生頻度を求める。
 2.リスクベース設計支援ツールの開発
 (2-1) 支援ツールの仕様を確定する。
 (2-2) 船舶情報データベースを開発する。
 (2-3) 船舶情報を火災、浸水、避難、化学物質拡散のシミュレーションプログラムの入力データに加工するインターフェースプログラムを開発する。
 (2-4) 船体傾斜時に適用可能火災シミュレーションを開発する。
 (2-5) 時間ベースの浸水シミュレーションプログラムを検討する。
 (2-6) 現状の避難シミュレーションプログラムを調査し、火災シミュレーションプログラムの出力を利用でき

るものを試用する。

(2-7) 化学物質拡散シミュレーションプログラムの仕様を決定する。

3.新規輸送物等の安全基準の策定

リスク解析技術を活用して、以下の基準策定等を実施する。

(3-1) 水素燃料電池自動車及び天然ガス自動車の安全運送対策を明らかにし、これら車両を運送する区画の安全対策に関する IMO の審議に貢献する。

(3-2) 危険物等を運搬する車両の固縛評価方法の合理化を図る。

(3-3) 天然ガス燃料船のリスク解析における留意事項を整理し、リスク解析の基礎を構築する。

(3-4) 国際海上固体ばら積み貨物規程に記載されていない固体ばら積み貨物の種別の判定方法及び運送方法の決定方法に関する知見をまとめる。

(3-5) IAEA 2009 年版改訂サイクルにおける大型機器輸送規定の、IAEA 輸送規則助言文書への取入れに貢献する。

(3-6) IAEA 輸送規則 2015 年版改訂サイクルへ向け必要な技術的資料を作成する。

4.復原性基準の機能要件化

(4-1) 第 2 世代非損傷時復原性基準に係る動的な非損傷時復原性直接評価法を構築する。

(4-2) 損傷時復原性に係る強制平衡装置（クロスフラッディング装置）の平衡所用時間評価手法を構築する。

23 年度の研究成果

1.体系的リスクモデルの構築

□新たな体系的 HAZID 手法の基本概念的構築がほぼ終了した。SAFEDOR 等による HAZID 結果を開発した手法に従いデータベース化した。

□IHSF 海難データベースを用いた大型タンカーの衝突時のイベントツリーを作成した。

□衝突全般に適用可能な衝突の起因事象発生から衝突に至るフォールトツリー及びベイジアンネットワークの基本モデルの構築を終了した（図 1）。

□日本の伊勢湾、大王崎沖の航路において AIS 情報を解析して得られた航跡を用いた衝突危険発生頻度を推定した（図 2、3）。

2.リスクベース設計支援ツールの開発

□リスクベース設計システムの仕様を確定した（図 4）。

□NAPA による旅客船モデルを構築した。

□NAPA のデータ交換ファイル形式について調査した。

□船体傾斜時の CFD による火災シミュレーション法を開発した（図 5）。

□浸水シミュレーションプログラムの文献調査を行い、海技研製作の時間ベースシミュレーションプログラムを試用した。

□避難シミュレーションプログラム EVAC を導入し、船体傾斜時の CFD による火災シミュレーションとともに動作させた（図 6）。

□OpenFOAM により、船体破孔からのキシレンの流出を 2 次元でモデル化した（図 7）。

3.新規輸送物等の安全基準の策定

□水素燃料電池自動車等の運送方法及び関連する研究等に係る IMO 第 55 回防火小委員会への提案文書（FP 55/4, FP 55/4/1 & FP 55/INF.2）作成に貢献するとともに、同会議では本議題に係る WG の議長を務め（FP 55/WP.4）、審議に貢献した。また、水素拡散シミュレーションの精度向上について検討した（図 8）。

□昨年度実施したヘッドレスシャーシのラッキング剛性に係る試験結果を解析し、現在、論文を作成中。

□HAZID を実施し、結果を IMO 第 16 回ばら積み液体・ガス小委員会に報告するとともに（BLG 16/INF.3）、ガス燃料船コードの改正案に係る審議に貢献した（BLG 16/6/2）。

□貨物が液状化物質か否かの区分について IMO 第 16 回危険物・固体貨物・コンテナ小委員会で議論されていることを勘案し、知見をまとめる作業は一時中断した。一方、液状化事故を起こしたとされる IMSBC Code に記載されていない貨物のうち「鉄鋸粉」について、通信グループの主査を務めるとともに、日本鉄鋼連盟等の研究を指導した。

□IAEA 輸送規則・助言文書 2009 年版改訂サイクルにおいて、国内外関係者と協働し行われた大型機器輸送特別措置ガイダンス草案作成に貢献した。同ガイダンスは、第 23 回 IAEA 輸送安全基準委員会（TRANSSC23）において IAEA 輸送規則 2012 年版助言文書付録Ⅶとして取り入れることが承認され所期の目標を達成した。

□次期改訂サイクルへ向けた検討課題の抽出・整理段階であり、TRANSSC22, 23 における作業動向の把握に努めるとともに、福島事故を踏まえた IAEA 輸送安全基準見直しの動きに対応し、国内関係者により進められた課題の抽出作業に貢献した。

4.復原性基準の機能要件化

□「デッドシップ状態」、「パラメトリック横揺れ」、「ブローチング」、「復原力喪失」、「過大加速度」の 5 つの動的復原性のモードの評価に活用できる手法の開発と検証を行った。これらの知見の一部は、SLF54（24 年 1 月）における第 2 世代非損傷時復原性基準に係る動的な非損傷時復原性直接評価法の構築にも貢献した（図 9）。

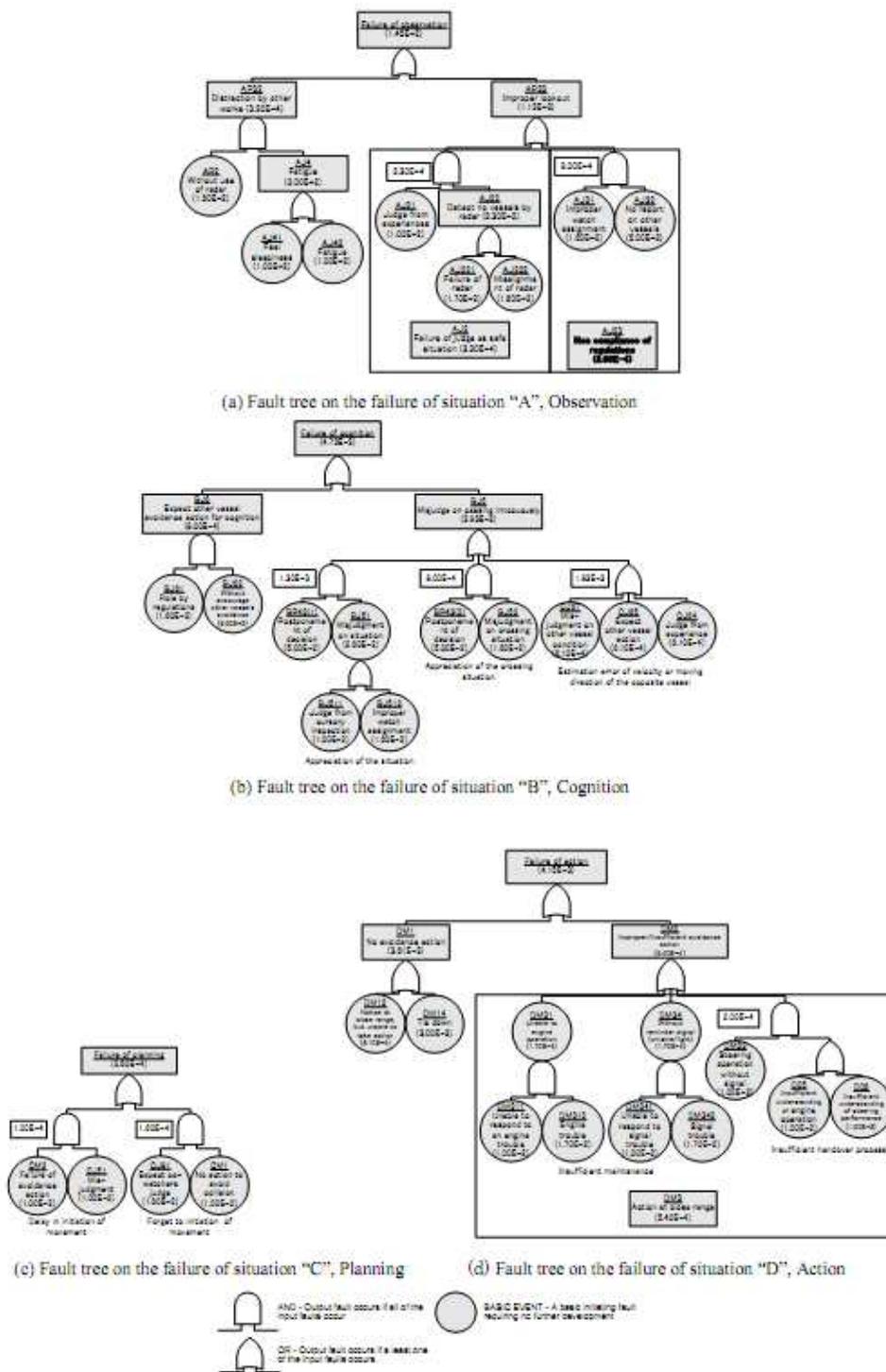
□CFD を用いた（クロスフラッディング装置）の平衡所用時間評価法の開発及びその検証実験を実施した。

この結果は、IMO への日本の提案文書に反映された。この結果、SLF54（24年1月）において日本提案の理解が得られ、現行ガイダンスである MSC 決議 245(83)の内容の見直しを行うことが決定した（図 10）。

- ◆特許、発表論文等の成果（23年度）
- ・発表論文 13件

参考図

図 1 衝突回避のフォールトツリー



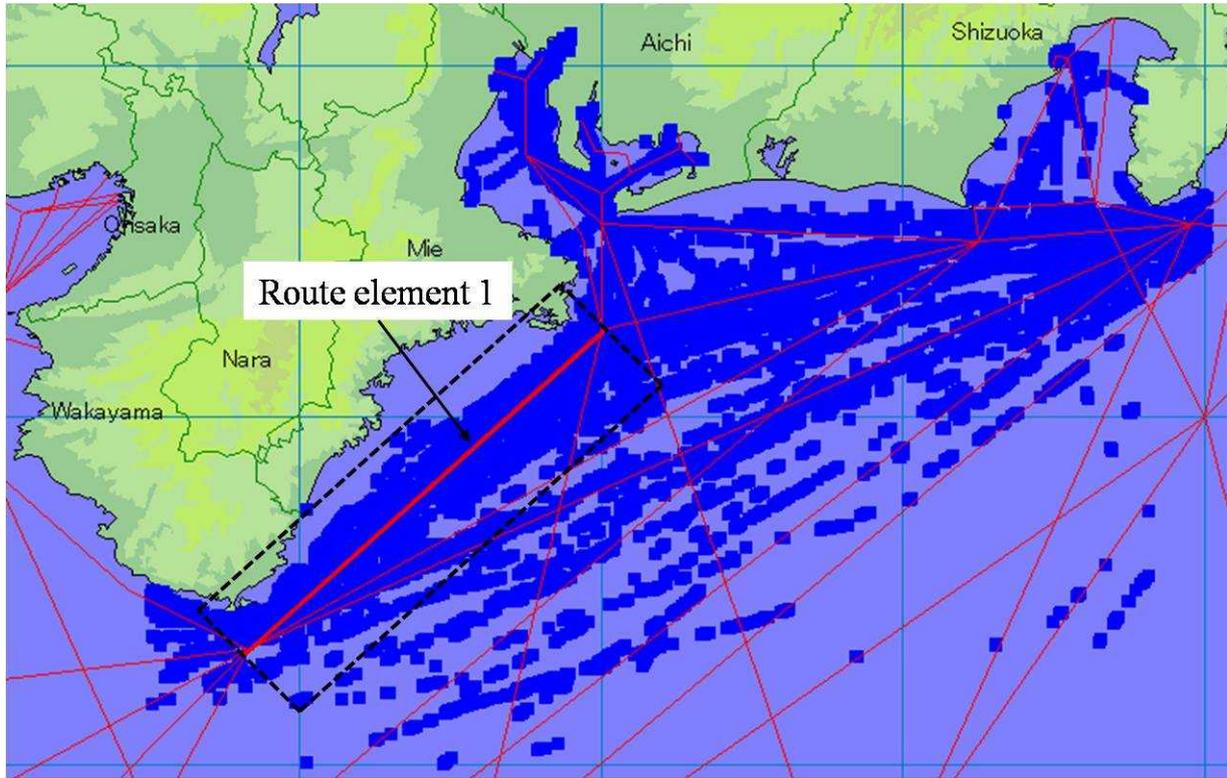


図2 伊勢湾、大王崎沖のAISデータ解析により得られた航跡

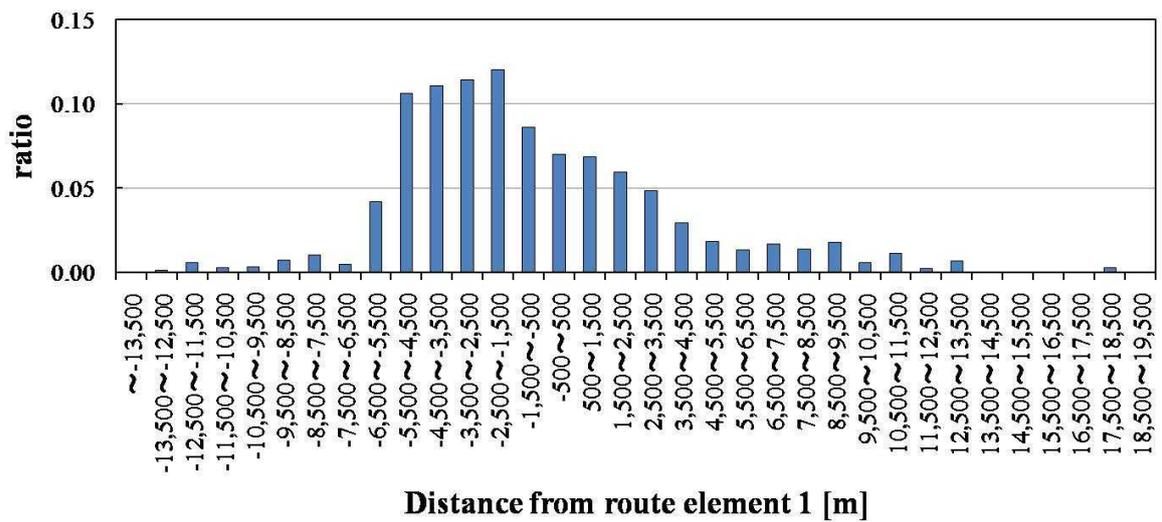


図3 航路要素1の航跡分布

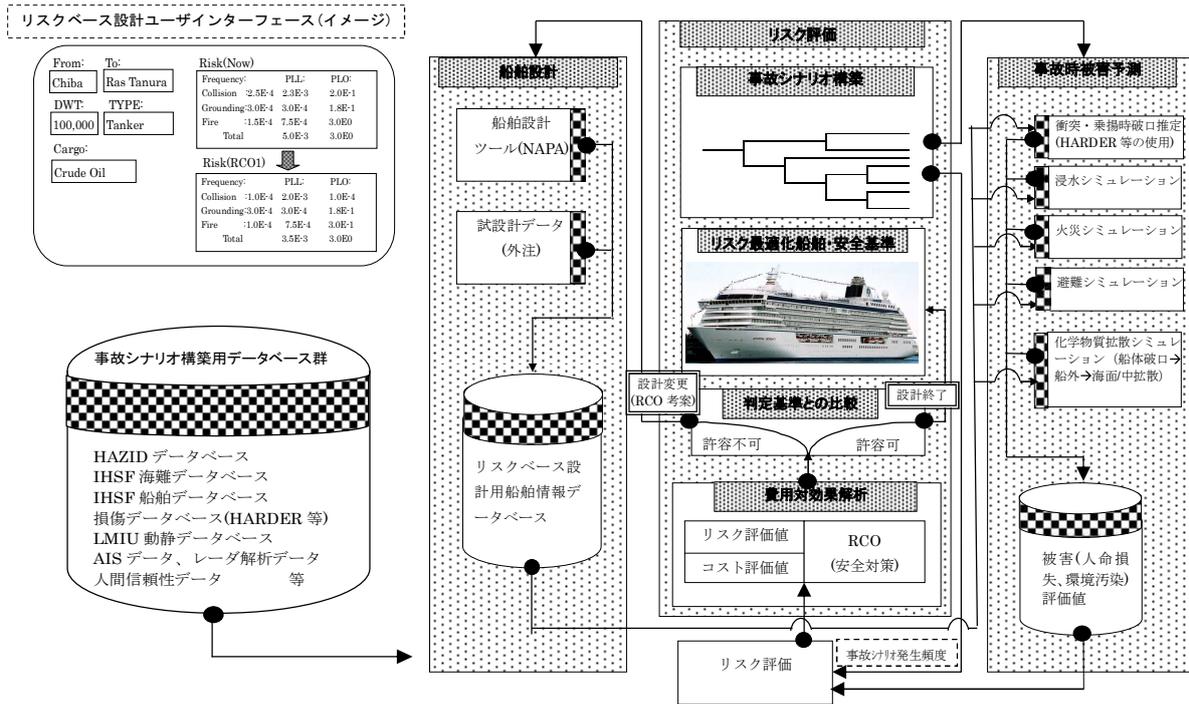


図4 リスクベース設計システムのイメージ

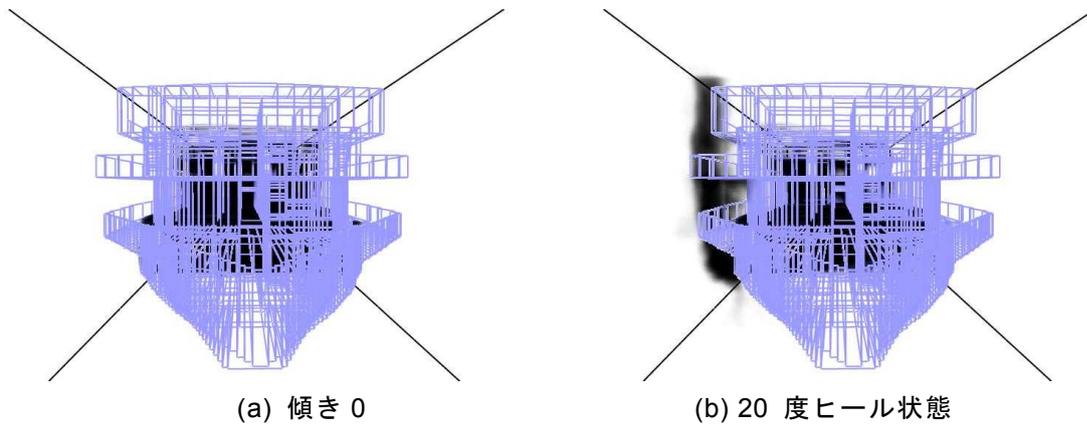


図5 火災発生から600秒後のすすの分布(船首から船尾方向)



図6 火災発生から600秒後の避難者の分布(傾き0)

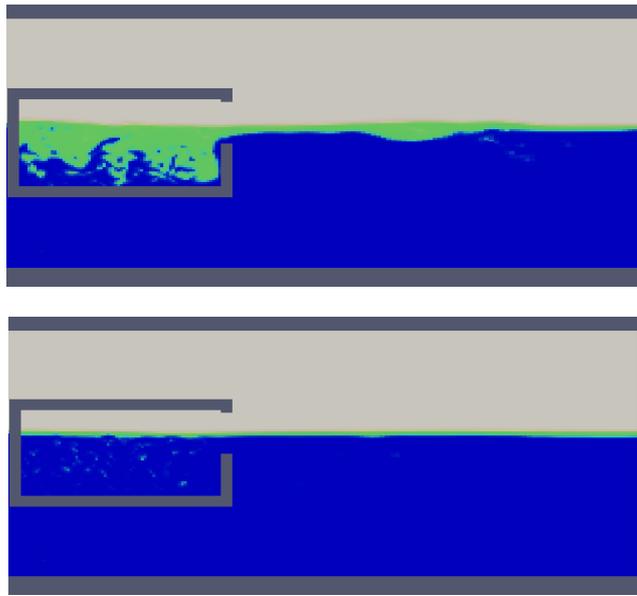
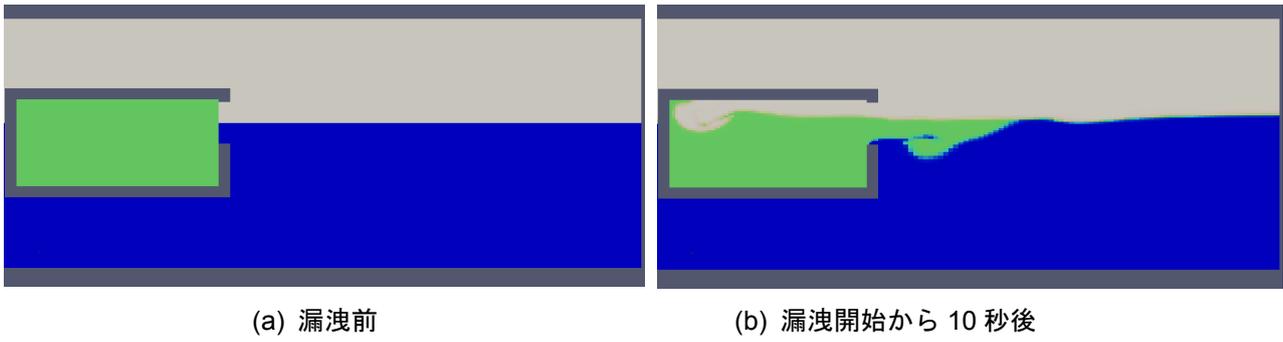


図 7 OpenFOAM による船体破孔からのキシレンの流出シミュレーション (2 次元)

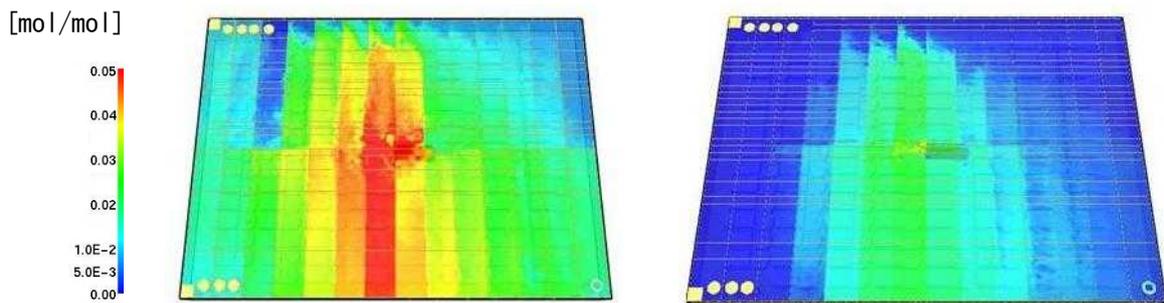


図 8 水素漏洩から 30 分後の高さ 2.7 m の断面上における水素濃度分布
左：昨年度の計算結果。右：左右舷方向及び上下方向のメッシュ分割数を二倍にした結果

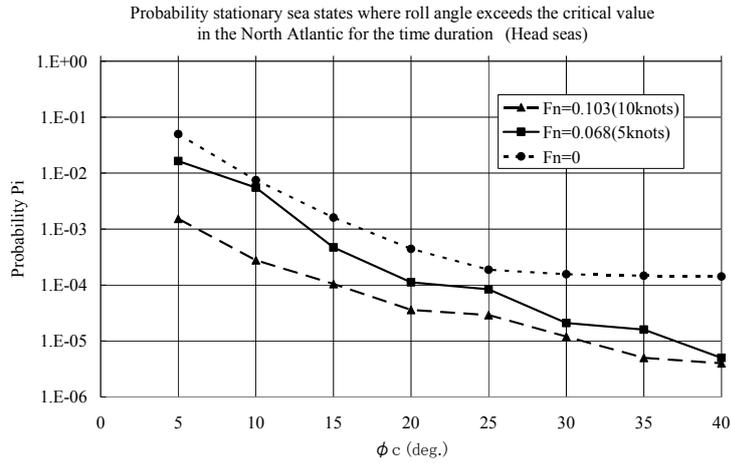
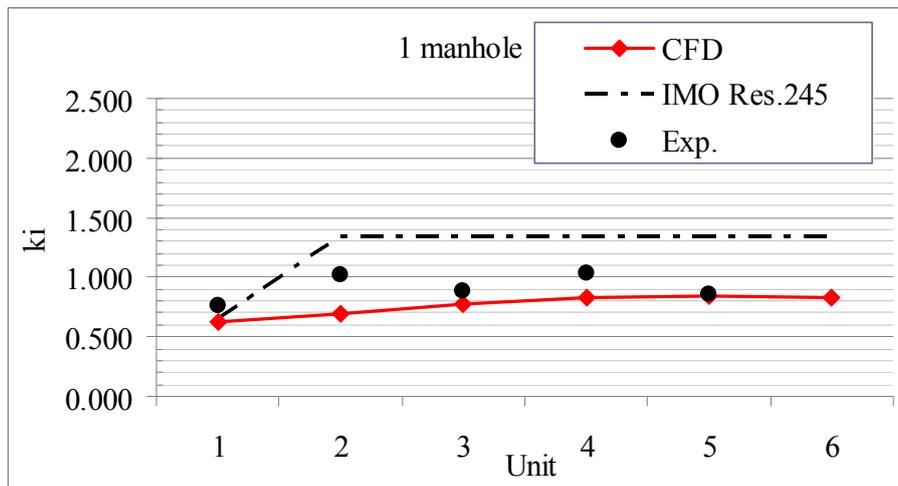
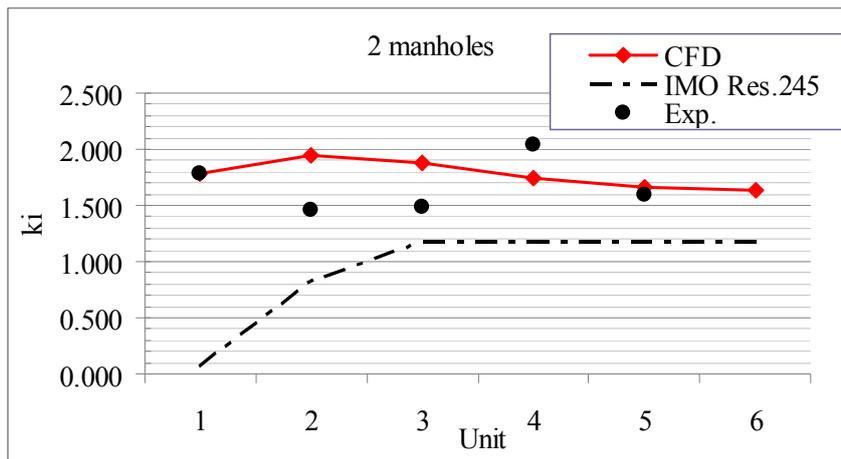


図 9 当所開発の耐航性能評価プログラム NMRIW による大型コンテナ船の持続時間 1 時間の海象におけるパラメトリック横揺の超過確率の計算例



1 hole centered position



2 holes

図 10 当所開発 CFD 計算法 SURF による損失係数 (Ki) の計算結果の模型試験による検証及び IMO ガイドラインとの比較

中期目標課題 ③ リスクベース安全性評価手法等を用いた合理的な安全規制体系化に関する研究
研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度

政策課題

国際条約等における技術的な合理性に欠ける安全規制の導入等による社会的コストの増加に係る懸念を背景に、船舶の安全性向上と社会的な負担のバランス確保の両立が求められており、国際ルール化を日本が主導することによる、上記を両立させる合理的な安全規制体系の構築が期待。具体的には、
安全性を担保した上での保守・メンテナンス費用の削減、検査手法・基準の合理化が必要。

中期目標	中期計画	研究テーマ
○リスクベース安全性評価手法等を用いた合理的な安全規制体系化に関する研究	○リスクベース安全性評価手法等を適用した設計支援ツールの開発及びLNG燃料船等の新たなシステムに対する安全に係るガイドラインの作成	①リスクベースの安全性評価手法等を適用した設計技術の確立及び安全基準の策定に関する研究
	○経年船体構造の検査・診断技術の開発、疲労強度への板厚影響評価	②経年船体構造の検査・診断技術の開発に関する研究 ③二次加工処理効果を考慮した疲労強度に及ぼす板厚効果に関する研究

研究テーマ ②経年船体構造の検査・診断技術の開発に関する研究

最終成果とアウトカム

国土交通省、船級協会による船舶検査や、船主等の船舶管理において利用可能な情報システムを構築。
疲労損傷の早期検知とリアルタイム監視を可能とする技術の開発と実用化。

23 年度計画

検査・診断支援システムの実用化に向けて、損傷原因に応じた詳細な修繕方法の提示を行う機能を調査検討する。具体的には、
 ・「損傷に学ぶ」船体構造の知識基盤の整備と合理的な安全規制体系化に向け、損傷情報とその対策を、情報と知識処理を共有するネットワークシステムの構築を行う。23 年度は、船体損傷やその修繕に関する情報や経験的知識を共有、利用できるようデータベースの拡充を図り、それらの情報や知識をもとに、損傷原因に応じた適切な修繕方法及び修繕範囲についての計画立案をリアルタイムで支援するシステムの開発を行う。
 ・診断支援システムによる保守管理の効率化、高精度化を図るため、疲労き裂パラメータ（き裂形状やき裂の開閉口挙動）、システムの SN 比パラメータ（センサー仕様やセンサー配置）を考慮した疲労損傷モニタリングシステムを開発する。

23 年度の研究成果

典型的な船体損傷に対して、専門家が原因の推論及び修繕方法の判断を下すところまでの一連の知識をシステム内（サーバー側）で表現した。これらサーバー側に表現された知識をもとに、損傷原因の推論を行うために、サーバーとクライアント（検査員）の対話を行い（図 1）、修繕方法の提示を行うシステムを作成した。また、腐食衰耗を対象に、経験的に適切とされる修繕範囲を提示（図 2）できるシステムを作成した。引き続き、これら知識収集をより充実させ、損傷と修繕対策に関する推論部の拡充、さらに、現場の作業・ニーズに即した画面操作、出力方法に改善していく予定である。
4 つの波動モードについて、透過波と反射波を組み合わせる貫通型の疲労亀裂の挙動をモニターするシステムを構築した（図 3）。
モニタリングの精度を上げるためには、疲労き裂の開閉口挙動を考慮し、疲労き裂が開口している状態で疲労き裂長さを計測する必要があり（図 4）、船体運動と計測の同期が重要である。
なお、当初のラム波を利用した方法は、厚さが 10mm 以上の船体鋼板では、指向性が低下し、十分な性能が出なかった。

◆特許、発表論文等の成果（23 年度）
 ・発表論文 1 件

参考図

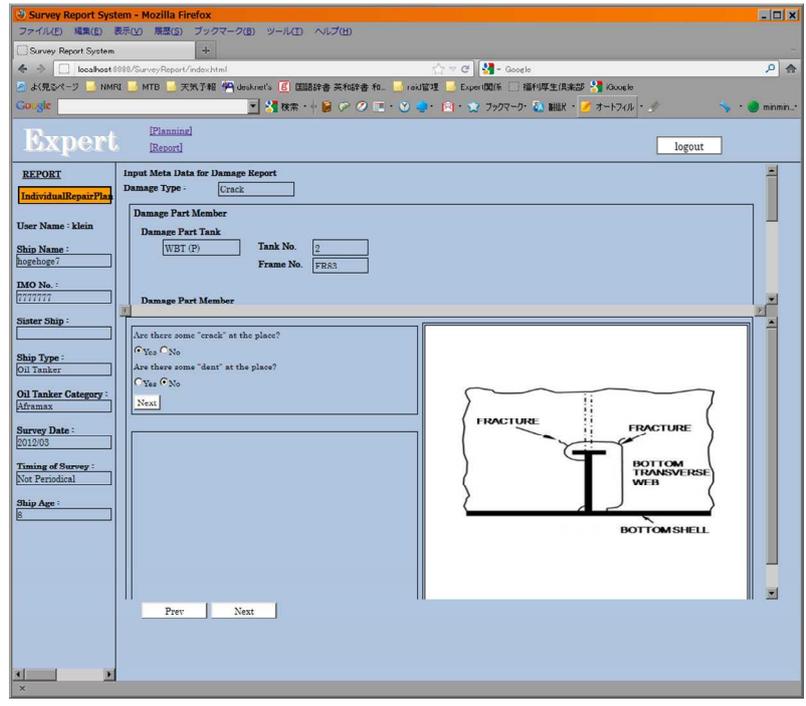


図1 システム画面

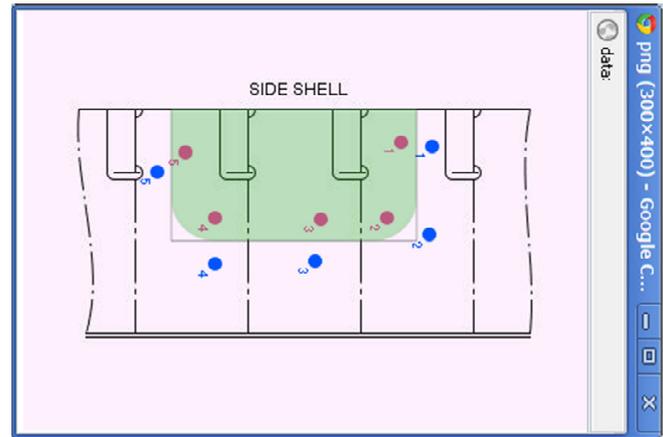
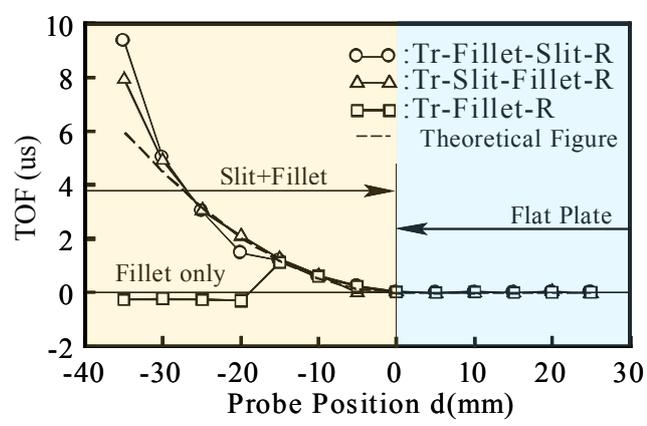


図2 修繕範囲の指示画面



透過波TOF

図3 疲労亀裂による伝搬時間の変化

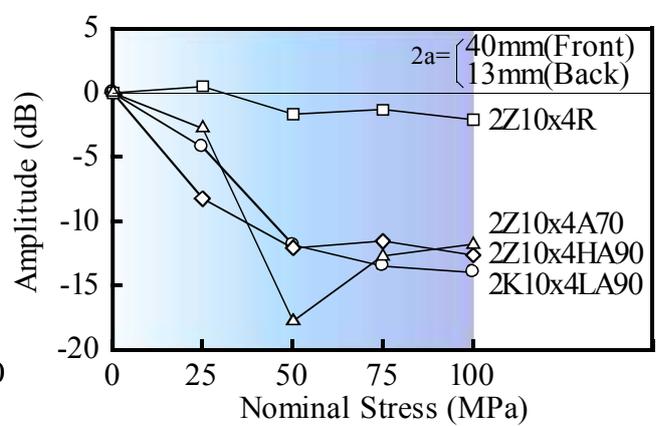


図4 作用応力による疲労き裂開閉口挙動が透過波強度に及ぼす影響

中期目標課題 ④ リスクベース安全性評価手法等を用いた合理的な安全規制体系化に関する研究
研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度

政策課題

国際条約等における技術的な合理性に欠ける安全規制の導入等による社会的コストの増加に係る懸念を背景に、船舶の安全性向上と社会的な負担のバランス確保の両立が求められており、国際ルール化を日本が主導することによる、上記を両立させる合理的な安全規制体系の構築が期待。具体的には、
安全性を担保した上での保守・メンテナンス費用の削減、検査手法・基準の合理化が必要。

中期目標	中期計画	研究テーマ
○リスクベース安全性評価手法等を用いた合理的な安全規制体系化に関する研究	○リスクベース安全性評価手法等を適用した設計支援ツールの開発及びLNG燃料船等の新たなシステムに対する安全に係るガイドラインの作成	①リスクベースの安全性評価手法等を適用した設計技術の確立及び安全基準の策定に関する研究
	○経年船体構造の検査・診断技術の開発、疲労強度への板厚影響評価	②経年船体構造の検査・診断技術の開発に関する研究 ③二次加工処理効果を考慮した疲労強度に及ぼす板厚効果に関する研究

研究テーマ ③二次加工処理効果を考慮した疲労強度に及ぼす板厚効果に関する研究

最終成果とアウトカム

各二次加工処理効果による疲労強度上昇率と板厚効果指数の把握と費用対効果の明確化。
疲労強度に及ぼす二次加工処理効果を船級協会に提案し、関連する疲労設計基準へ反映する。

23 年度計画

疲労強度への板厚影響評価のため、疲労試験を実施し、板厚効果に及ぼす応力勾配と残留応力を検討する。
 具体的には、
 ・非荷重伝達型十字継手溶接まま材の疲労強度データと板厚効果係数の取得。
 ・疲労き裂伝播解析による応力勾配と残留応力の板厚効果への影響の検討。
 ・解析に必要な基礎データ（溶接止端形状等）の取得。
 ・溶接止端にグラインダー処理を施した試験片の製作。

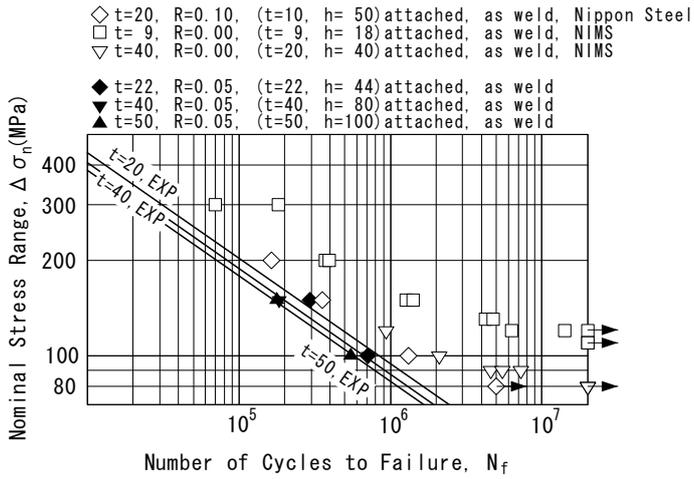
23 年度の研究成果

溶接条件を揃えるため、24～25 年度に実施を計画中の止端加工用も含めて、非荷重伝達型十字継手試験体を一括して製作した。この試験体から 23 年度は、溶接まま材用とグラインダー処理材用として切り出し、試験片を製作した。
二次加工処理効果を比較評価するための基礎データとして、溶接まま材を対象として疲労強度データと板厚効果係数を取得した。
疲労き裂伝播解析に必要な物性値として、以下の基礎データを取得した。
 ・静的引張試験により、疲労試験に供した鋼材の縦弾性係数及び降伏強度を求めた。
 ・溶接止端部における板厚方向応力分布を算出する際に必要な溶接止端部形状を歯科印象材により実測した。
 ・疲労き裂成長挙動の推定に当たり、表面き裂の発生状況を把握するため、5%ドロップ法で疲労き裂発生と判定された時点のき裂形状をインク浸透法により実測した。

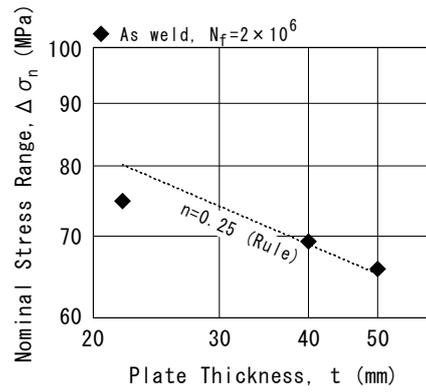
◆特許、発表論文等の成果（23 年度）

・発表論文 2 件

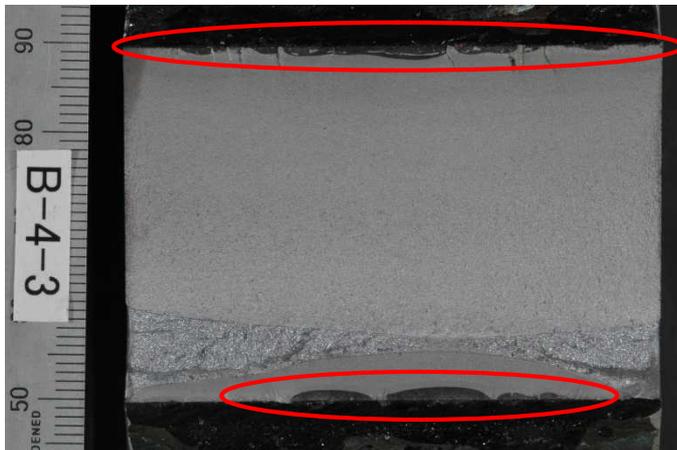
参考図



溶接まま材の S-N 線図



溶接まま材の 200 万回疲労強度における板厚効果



インク浸透法によるき裂形状測定
(5%ドロップ法で疲労き裂発生と判定された
時点の表面き裂形状)



印象剤を用いて計測した溶接止端形状

中期目標課題 ③海難事故等発生時の状況を高精度で再現し、解析する技術の高度化及び適切な対策の立案のための研究

研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度

政策課題

大型船舶の衝突、異常波浪による小型船舶の沈没等の海難事故が依然として高い水準で発生しており、海難事故の大幅削減が求められている。具体的には、

□海難事故の再発防止を図るため、残された数少ない事実から、事故を再現し、欠落した事故の経緯を迅速に推定し、真の海難事故原因を解明する手法について、更なる高度化を図ることが必要。

中期目標	中期計画	研究テーマ
○海難事故等発生時の状況を高精度で再現し、解析する技術の高度化及び適切な対策の立案のための研究	○実海域再現水槽と操船リスクシミュレータをリンクさせ海難事故等の再現性向上・原因解析の迅速化等を図るシミュレーション技術の開発	①実海域再現水槽と操船リスクシミュレータを融合した海難事故等再現・解析技術の高度化に関する研究
	○海難事故原因、規制の社会費用便益等の観点を踏まえた運航規制等の安全性評価を可能とする海上交通流シミュレータの開発	②海難事故初動分析の高度化に資する推定技術構築に関する研究 ③事故原因分析とヒューマンファクター分析に基づく合理的な安全と運航規制体系の構築に関する研究

研究テーマ ①実海域再現水槽と操船リスクシミュレータを融合した海難事故等再現・解析技術の高度化に関する研究

最終成果とアウトカム

- 複雑な多方向不規則波中の事故等、多種多様な海難事故を水槽実験及び操船リスクシミュレータで忠実に再現。
- 関係当局への海難事故に関するより正確で信頼性の高い情報の提供。
- 従来出来なかった事故再現・原因分析を可能とし、海難事故防止対策立案へ貢献。

23 年度計画

- 操船リスクシミュレータで使用する数値モデルの高精度化に向けて、超音波を使った波浪場の面計測システムを構成するセンサーと計測装置の性能評価を行うとともに、波浪中での動揺の影響を考慮した沈没時間推定プログラムを構築する。具体的には、
 - ・高速フェリーの航行中の大傾斜現象が発生する危険な航行状態とその回避方を明らかにする。
 - ・超音波による波浪場の面計測のセンサー構成と装置の性能評価並びにアルゴリズムの検証を行う。
 - ・波浪中での船舶の沈没時間を推定するプログラムを開発する。
 - ・第 2 船橋を用いた避航アルゴリズム高度化による自然な操船シミュレーションで安全性評価を行う。
 - ・過去の文献・実験データでプロペラ逆転時操縦運動モデルの適用可能性の検証を行う。

23 年度の研究成果

- 大傾斜現象を水槽実験で再現し、荷崩れ防止・減速・変針による回避効果並びに荷崩れが誘起する大傾斜のその後の船体運動に対する影響を実験的に明らかにした。実海域再現水槽の曳引台車自動追尾機能を大運動にまで適用できる技術を確立した。
- 超音波を用いた波浪場の面的計測技術として、無指向性のトランスデューサ 14 個で効率的に球面音波を発生する方法を考案した。一体型のライン送受波素子を設計・製作した。これらを使った計測システムの設計を行い、高速 A/D 変換器を含む各種構成機器を構成要素とするシステムの製作に取り掛かった。
- 既存の沈没時間推定プログラム（浸水災害時経時変化解析プログラム）に破口位置での相対水位変動計算機能を付加して、波浪中での沈没時間推定が行えるプログラムに拡張した。
- 第 2 船橋を整備し任意の他船を動かせるようプログラムの整備を行った。他船の操縦性能を考慮した動きを実現するため他船運動制御プログラムを開発して組み込みその動作を確認した。これらにより、他船の動きをより詳細に表現することが出来るようにした。AIS 実測データをもとに東京湾南海域でのシナリオを作成してシミュレータによる操船を実現した。旅客船 M の動揺計算結果を操船リスクシミュレータ上に表現するプログラムを構築して操船体験やビデオ撮影を可能とした。
- 過去の文献・実験データを調査からプロペラ逆転時に発生する操縦流体力を抽出してデータベース化した。操縦性能統合評価システムの改修で深水・直立状態のみを対象としていた操縦流体力の推定が浅水・傾斜状態でも出来るようになった。

◆特許、発表論文等の成果（23 年度）

- ・発表論文 10 件
- ・日本機械学会交通物流部門大会 TransLog2011 優秀論文講演表彰

参考図

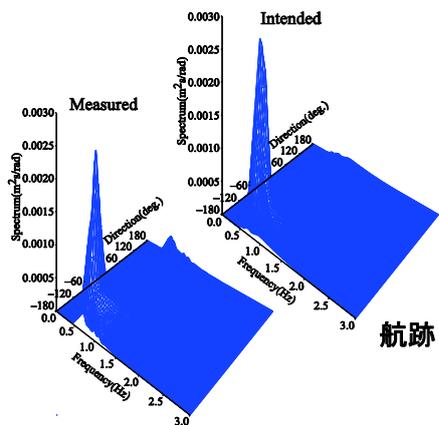


図1 再現波浪場の目標値との比較

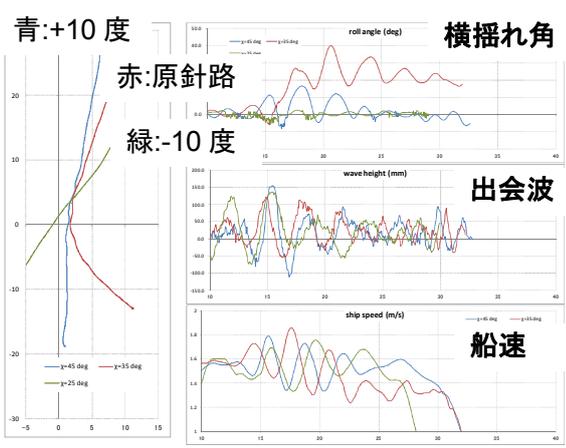


図2 針路変更による大傾斜現象の回避

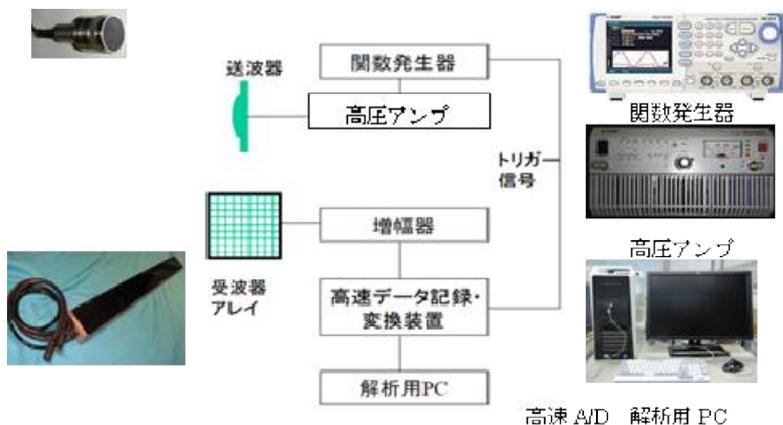


図3 超音波を用いた波浪場の面的計測システム (2011年度製作分)

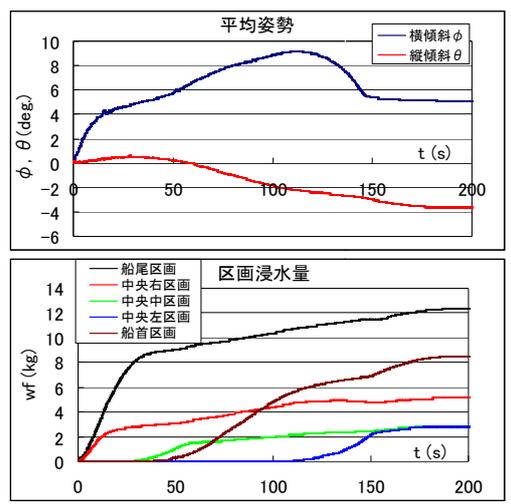


図4 波浪中の船体平均姿勢及び区画量の計算例

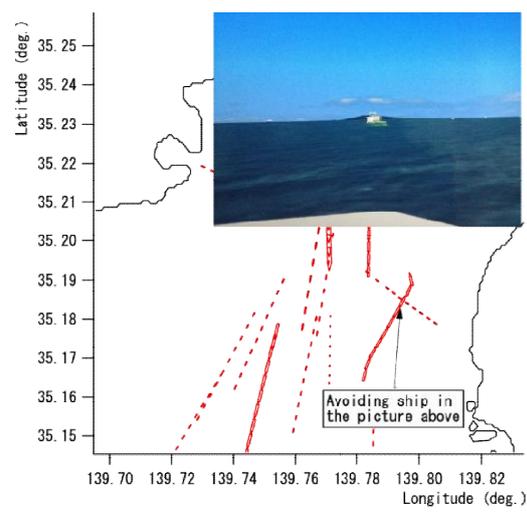


図5 第2船橋を利用した避航操船の例

中期目標課題 ③海難事故等発生時の状況を高精度で再現し、解析する技術の高度化及び適切な対策の立案のための研究

研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度

政策課題

大型船舶の衝突、異常波浪による小型船舶の沈没等の海難事故が依然として高い水準で発生しており、海難事故の大幅削減が求められている。具体的には、
 海難事故の再発防止を図るため、残された数少ない事実から、事故を再現し、欠落した事故の経緯を迅速に推定し、真の海難事故原因を解明する手法について、更なる高度化を図ることが必要。

中期目標	中期計画	研究テーマ
○海難事故等発生時の状況を高精度で再現し、解析する技術の高度化及び適切な対策の立案のための研究	○実海域再現水槽と操船リスクシミュレータをリンクさせ海難事故等の再現性向上・原因解析の迅速化等を図るシミュレーション技術の開発	①実海域再現水槽と操船リスクシミュレータを融合した海難事故等再現・解析技術の高度化に関する研究
	○海難事故原因、規制の社会費用便益等の観点を踏まえた運航規制等の安全性評価を可能とする海上交通流シミュレータの開発	②海難事故初動分析の高度化に資する推定技術構築に関する研究 ③事故原因分析とヒューマンファクター分析に基づく合理的な安全と運航規制体系の構築に関する研究

研究テーマ ②海難事故初動分析の高度化に資する推定技術構築に関する研究

最終成果とアウトカム

- 事故発生直後の現場計測の適切な実施、事故原因の絞り込み等、海難事故初動分析の高度化、体系化。
- 事故に関する正確かつ信頼性のある情報の関係当局への速やかな提供。
- 初動分析をもとにした迅速かつ的確な詳細分析の実施。

23 年度計画

- ・船型要目最適化プログラム等所内の既存ツールを統合して、事故船の主船体・プロペラ・舵データ及び流体特性を推定するプログラムを開発する。
- ・定傾斜状態の模型船の主船体に働く流体力の計測を行って、既存の操縦流体力推定プログラムの検証、改良を行う。
- ・直立状態と定傾斜状態の模型船の舵力等を計測し、別途計測した主船体に働く流体力と合わせて解析し、流体力係数や船体と舵の干渉係数等と傾斜角との相関を考慮した操縦運動数学モデルを構築する。
- ・事故船復原性データ計測実施マニュアル及び事故船船体形状データ計測実施マニュアルを整備する。

23 年度の研究成果

- 23 年度の研究成果の概要は以下のとおり。なお、震災の影響で実海域再現水槽が使用できなかったため、実験結果を用いた研究に関しては一部項目が未実施となり、24 年度に繰り越して実施することとした。
- 所内の既存ツールの調査を行うとともに、水槽実験結果をもとにした流体力データベースを作成して、24 年度に作成する流体力特性統合推定システムの雛型となる流体力特性推定プログラムを開発した。また、結果の図示方法等未調整の部分を残すが、GUI 仕様も含め統合推定システムの基本仕様を作成した。
 - 既存の細長体理論に基づく操縦流体力推定プログラムを用いて、剥離線位置、剥離渦強さ、剥離発生区間の設定が直立状態の流体力特性に及ぼす影響を調査し、定傾斜状態における推定の参考資料としてまとめた。なお、実施予定の定傾斜状態の操縦流体力の計測は、実海域再現水槽の震災復旧作業の都合上、24 年度に先送りになったため、推定プログラムの検証、改良も併せて 24 年度の研究項目に追加して実施する。
 - 定傾斜角をパラメータとして高速フェリー模型の操縦性能試験を実施し、水面下の主船体形状の左右非対称性に起因する操縦性能の顕著な違い（図 1）等を示す、定傾斜状態の操縦運動数学モデルの妥当性検証用データを取得した。また、GM をパラメータとしたコンテナ船模型の操縦性能試験を実施し、既存の 3 自由度の数学モデルでは、操縦性能の推定が困難な場合があることを確認した。なお、横傾斜角の影響を考慮した操縦運動数学モデルの構築は、24 年度に先送りされた傾斜時の操縦流体力の計測の結果と上記検証データとを対比して検討することとし、24 年度の研究項目に追加して実施する。
 - これまでの実施事例を整理検討し、事故船の復原性データ計測実施マニュアル及び船体形状データ計測実施マニュアルを作成した。また、同マニュアルに基づき事故船の同型船の船体形状（写真 1、2、図 2）及び復原性の計測を行った。

◆特許、発表論文等の成果（23 年度）

- ・発表論文 1 件

参考図

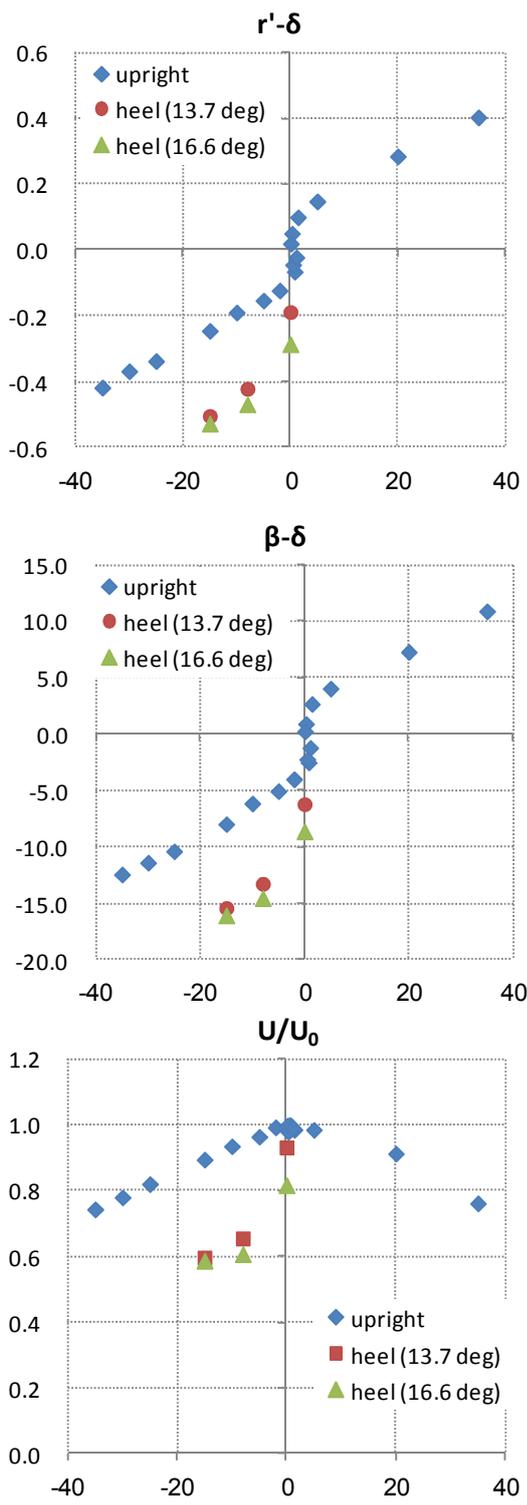


図 1 定傾斜角をパラメータとした操縦性能試験結果（上図：旋回角速度、中図：偏角、下図：旋回中船速低下）



写真 1 船体形状データ計測作業（川船）

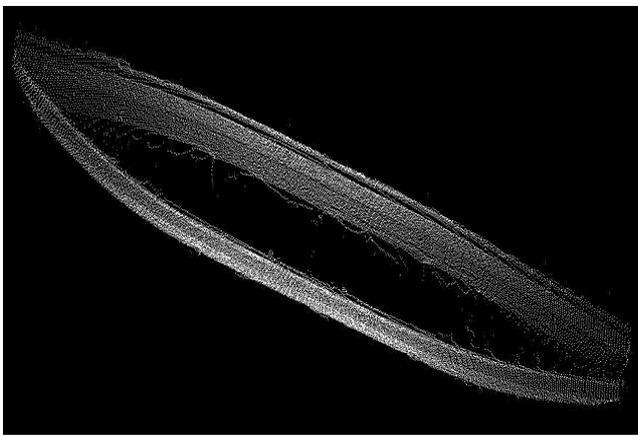


図 2 船体形状データ計測結果（川船）



写真 2 船体形状データ計測作業（漁船）

中期目標課題 ③海難事故等発生時の状況を高精度で再現し、解析する技術の高度化及び適切な対策の立案のための研究

研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度

政策課題

大型船舶の衝突、異常波浪による小型船舶の沈没等の海難事故が依然として高い水準で発生しており、海難事故の大幅削減が求められている。具体的には、
適切な事故再発防止対策の検討とその費用便益効果、社会合理性の検証を可能とする政策ツール等の開発が必要。

中期目標	中期計画	研究テーマ
○海難事故等発生時の状況を高精度で再現し、解析する技術の高度化及び適切な対策の立案のための研究	○実海域再現水槽と操船リスクシミュレータをリンクさせ海難事故等の再現性向上・原因解析の迅速化等を図るシミュレーション技術の開発	①実海域再現水槽と操船リスクシミュレータを融合した海難事故等再現・解析技術の高度化に関する研究 ②海難事故初動分析の高度化に資する推定技術構築に関する研究
	○海難事故原因、規制の社会費用便益等の観点から踏まえた運航規制等の安全性評価を可能とする海上交通流シミュレータの開発	③事故原因分析とヒューマンファクター分析に基づく合理的な安全と運航規制体系の構築に関する研究

研究テーマ ③事故原因分析とヒューマンファクター分析に基づく合理的な安全と運航規制体系の構築に関する研究

最終成果とアウトカム

- 海難事故データベースから特徴的な事故パターン等を自動解析するシステムの開発。
- 主に原子力分野の HF 分析に用いられる CREAM 法をベースに、海難事故に特化した HF 分析手法を確立。
- 今まで存在しなかった AIS データを用いた海上交通流の分析技術の確立。海上交通流シミュレーションの開発。
- 上記を用い、社会費用便益を勘案した海難事故防止対策の検討手法を確立。
 - ・事故原因に的確に対応した海難事故対策を提案し、海難事故の減少に貢献。
 - ・運輸安全委員会への協力。
 - ・既存の安全規制及び新規制案を評価し、より社会費用便益のある規制体系構築に向けた提言。

23 年度計画

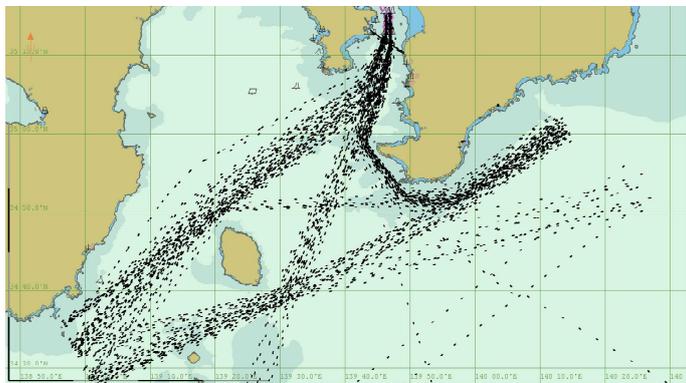
- 避航操船アルゴリズムを組み込んだ海上交通流シミュレーションのプロトタイプを作成する。具体的には、
 - ・CREAM を拡張することによりヒューマンファクターに基づいた事故解析手法の開発を行う。そのためには、Common Performance Condition (CPC) と呼ばれる認知情報処理モードを決定する概念に修正の必要がある。この必要な項目の抽出を、これまでに得られた結果、海難事故の調査と、シミュレータ実験を通じて行う。
 - ・現在表現できていない小型船 (AIS を装備していない主に総トン数 500 トン未満の船舶) の動静をシミュレーションに組み込むため、過去の海上交通の実態調査の実施状況とその結果に関する調査を行い、利用可能なデータをシミュレーションに反映できるよう整理する。
 - ・東京湾口の AIS データを用いて衝突確率と航行規則との関連性に関する研究を行う。

23 年度の研究成果

- 運輸安全委員会との共同研究により、船舶事故の調査時に事故の対策検討に有用な情報を系統的に収集するための情報収集法を議論し、ターゲットとなる対策を整理した。
- 運輸安全委員会よりこれまでの事故調査報告書を入手し、これに対応した海難 DB 構築を開始した。
- 人にやさしいブリッジの検討に参加し、海難事例約 30 件の解析を担当した。
- 海洋大との共同研究及びシミュレータ実験の結果から、一般的な CPC 9 項目に海難に特化した修正を加えた。具体的には CPC に「(船舶間の) コミュニケーション」を追加した。
- CPC の項目を海難に特化して具体的な内容を整理及び抽出した結果から、海難版 CPC チェックリストを作成した。このチェックリストは今後、要因間の相関関係を調査することにより、各要因の重要度が分かるようにする。
- AIS を搭載しない、小型商船の動きをシナリオの組み込むため、日本海難防止協会の資料を中心に、過去の海上交通実態調査結果の収集解析を行い、航行船舶の割合や航路帯の資料を得た。
- 22 年度海上安全 PT と大阪大学の共同で開発した海上交通流シミュレーションの改良を行い、その検証として、東京湾口を対象としたシミュレーションを実施した。
- 全国の AIS データを速やかに入手し、海難事故の解析に対応できる環境を整備した。

- ◆特許、発表論文等の成果（23年度）
 - ・発表論文 2件

参考図



東京湾口でのシミュレーション結果

【海洋環境の保全】

【中期目標】

深刻化する地球環境問題に対応するため、世界的な規模で地球温暖化の防止、大気汚染の防止、海洋生態系被害の防止等が進められており、新たな環境規制の導入、更なる規制の強化が行われるとともに、これら規制等に対応する環境技術開発（グリーン・イノベーション）等に対する社会的要請が高まっている。

これらの社会的な要請に対応するため、「ゼロエミッション（環境インパクトゼロ）」を目指した環境インパクトの大幅な低減と社会合理性を兼ね備えた環境規制の実現及び「国際ルール形成への戦略的な関与」を通じた海事産業の国際競争力の強化に資する基盤的技術の開発に関する以下の研究に取り組むこと。

- (4) 環境インパクトの大幅な低減と社会合理性を兼ね備えた環境規制の実現に資する環境評価技術の高度化及び環境規制体系の構築のための研究
- (5) 船舶のグリーン・イノベーションの実現に資する革新的な環境負荷低減技術及びその普及に必要な実海域における運航性能評価手法の開発及び高度化に関する研究
- (6) 船舶の更なるグリーン化等を実現するための、NO_x、SO_x、PM等の大気汚染物質の削減、船舶の運航に起因する生態系影響の防止に資する基盤的技術及びその普及に必要な性能評価手法の開発及び高度化に関する研究

【中期計画】

中期目標に示されているように、深刻化する地球環境問題に対応するため、世界的な規模で地球温暖化の防止等が進められている。このため、新たな環境規制の導入等が行われるとともに、これら規制等に対応する環境技術開発（グリーン・イノベーション）等の社会的要請が高まっている。

これらの社会的な要請に対応して、船舶の分野においても船舶からのCO₂、NO_x等の大幅な削減強化に向けた議論が国際的に進められており、研究所として、国際ルール化を日本が主導すること等による環境インパクトの大幅な低減と社会合理性を兼ね備えた環境規制の構築に向けて、その前提となる基盤的な環境技術、特に、環境基準の構築のコアとなる環境影響評価技術、PM計測技術等と「ゼロエミッション（環境インパクトゼロ）」を目指した環境インパクトの大幅な低減が可能なシステム・要素技術等の基盤的技術に関する次の研究を行う。

- (4) 環境インパクトの大幅な低減と社会合理性を兼ね備えた環境規制の実現に資する環境評価技術の高度化及び環境規制体系の構築のための研究
 - －IMOでの適切な大気汚染物質放出規制海域（ECA）設定に繋がる大気汚染物質低減効果の評価手法の開発、IMO等での船舶に対する新たな環境規制導入の検討に利用可能な社会費用便益分析等の合理的・定量的評価手法の開発 等
- (5) 船舶のグリーン・イノベーションの実現に資する革新的な環境負荷低減技術及びその普及に必要な実海域における運航性能評価手法の開発及び高度化に関する研究
 - －実海域における省エネ等の運航性能評価を行うためのシミュレータの開発、設計段階での省エネデバイス等の実海域性能評価を可能とするCFDプログラムの開発等の実海域における運航性能評価手法の開発
 - －推進効率が高く大幅な省エネが可能な2軸リアクションポッドシステム、船尾流場制御技術を利用した実海域性能の高い省エネデバイス等のCO₂排出削減技術に係る基盤技術の開発 等
- (6) 船舶の更なるグリーン化等を実現するための、NO_x、SO_x、PM等の大気汚染物質の削減、船舶の運航に起因する生態系影響の防止に資する基盤的技術及びその普及に必要な性能評価手法の開発及び高度化に関する研究
 - －船用SCRシステムの耐久性向上、低コスト化、認証ガイドライン等のNO_x3次規制に必要な実用化技術の確立、ポスト3次規制を想定した更なるNO_x削減のための計測・評価、処理技術等の開発、将来的なSO_x、PM規制に対応した計測・評価、処理技術等の開発
 - －船体付着生物の船体付着・侵入リスクの評価手法の確立、沈船等からの油漏えいリスク評価 等

【年度計画】

国際ルール化を日本が主導すること等による環境インパクトの大幅な低減と社会合理性を兼ね備えた環境規制の構築に向けて、その前提となる基盤的な環境技術、特に、環境基準の構築のコアとなる

環境影響評価技術、PM計測技術等と「ゼロエミッション（環境インパクトゼロ）」を目指した環境インパクトの大幅な低減が可能なシステム・要素技術等の基盤的技術に関する次の研究を行う。

- (4) 環境インパクトの大幅な低減と社会合理性を兼ね備えた環境規制の実現に資する環境評価技術の高度化及び環境規制体系の構築のための研究
- － 特定海域等を対象とした拡散・大気反応シミュレーションを実施し、大気汚染物質の船舶寄与割合及びECA設定の有無による大気汚染状況に関する評価を行う 等
- (5) 船舶のグリーン・イノベーションの実現に資する革新的な環境負荷低減技術及びその普及に必要となる実海域における運航性能評価手法の開発及び高度化に関する研究
- － 省エネ等の運航性能評価を行うためのシミュレータの開発に向けて、波浪中自航要素、燃料消費量評価などをシミュレータに組み込む。また、CFD計算手法に海域環境を再現するための波浪モデル、動的重合格子法を組み込むとともに、省エネデバイス周りの格子生成法等の検討を行う
 - － リアクションポッド船型の最適スケグ形状設計法の開発に向けて、水槽実験等を実施し、最適設計法に関する基本要素の調査及び実船性能推定法の基本部分の作成を行う。また、2軸船に適した境界層制御技術や実海域の特性を考慮した実海域適合型の省エネ装置に関する基礎実験を行う 等
- (6) 船舶の更なるグリーン化等を実現するための、NO_x、SO_x、PM等の大気汚染物質の削減、船舶の運航に起因する生態系影響の防止に資する基盤的技術及びその普及に必要となる性能評価手法の開発及び高度化に関する研究
- － 各種船舶への船用SCRシステムの適用を想定した制御手法について研究を進めるとともに、認証機関が船用SCRシステムの認証を適切に実施するための技術資料を作成する
 - － 船舶の運航状態に応じた越境移動水生生物の船体付着量の評価法を検討する 等

◆ 23年度の取組状況

各研究について、年度計画に記載された措置事項を着実に実施するとともに、政策課題（社会・行政ニーズ）等の研究開発課題を取り巻く環境変化を踏まえた措置内容の見直し等を実施しつつ取り組みました。

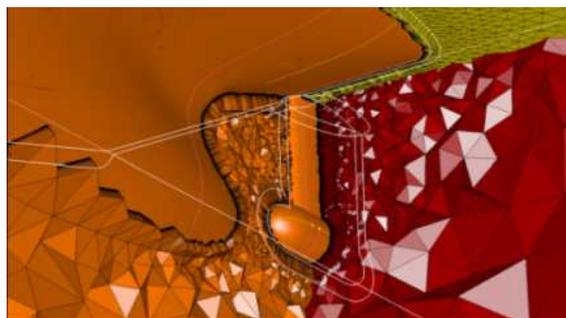
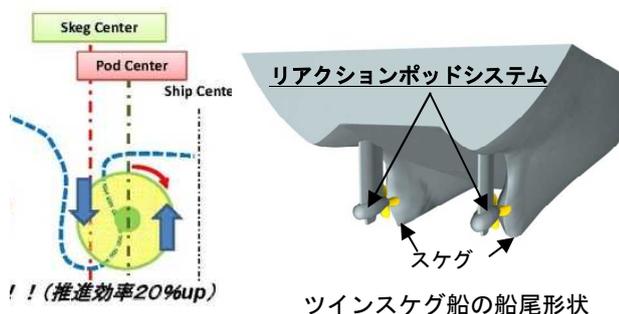
【主な研究成果の例】

◎リアクションポッドを利用した船尾渦エネルギー回収による船型最適化に関する研究

- ・ 抵抗を抑え、縦渦による回転流を適切な位置に生み出す最適スケグ形状の設計法の確立に向け、スケグ、ポッド及びストラットに作用する流体力を同時に評価可能な CFD モデルを作成。複数（4隻）の船型について、水槽試験を実施し、上記モデルの妥当性を確認。
- ・ リアクションポッド船型等の2軸船に特有な非対称な船尾流場をプロペラ作動状態で LDV（レーザー・ドップラー式流速計）を用いて詳細に計測。計測結果をもとに非対称流場の影響を取り入れた実船馬力推定法の妥当性を確認。

リアクションポッドシステム

船尾で形成される縦渦を利用し、ポッドを最適な位置に配置することで高い推進性能を得るシステム



スケグ、ポッド及びストラット周りの CFD モデル（非構造格子モデル）

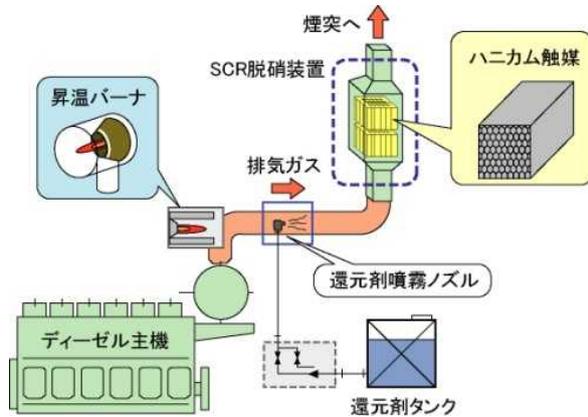
- ・ スケグ形状設計の技術を適用し、（独）鉄道・運輸機構の新たな共有建造対象となる2軸 SES 船の3船型を共同開発。749型コールドタール船（H24年6月竣工）が実船建造。内航船向きの低コストのラインシャフト方式への展開を実現。



749型コールドタール船（H24年6月竣工）

◎NO_x低減技術の高度化に関する研究

- ・世界に先駆けて、外航船に搭載された大型低速ディーゼルエンジン用 SCR システムの実船実証試験（造船所、船社、メーカーとの共同研究）を実施。その結果、NO_x3次規制（80%削減）達成を確認、規制対応へ目途。



日本郵船(株)、三菱重工(株)、(株)赤阪鐵工、堺化学工業(株)、(株)大島造船、及び海技研の共同研究

- ・業界の要望に応じて、我が国が主導した個別認証方式（スキーム B）が有効であることを実験的に検証。IMOにおいて船用 SCR 認証ガイドラインとして提案し、採択（H24年3月）。さらに、船用 SCR システムを認証するに当たっての試験方法を策定。
- ・排ガスと還元剤の分散板による混合促進効果を実機試験にて実証。還元剤噴射位置と触媒との距離の短縮が可能になり、SCR システムの小型化への見通しを得た。

◎実運航シミュレータの開発に関する研究

- ・実海域における運航性能評価手法として、実燃料消費を主機運転特性を考慮して算定できる実運航シミュレータ VESTA 及び入力支援プログラム UNITAS を開発。

◎実海域省エネデバイスの開発に関する研究

- ・プロペラー体型小径ダクトを開発し、曳航水槽試験により、ダクト無し通常プロペラに比べ実海域対応状態の推進効率が平水時（約5%）より向上（約8%）することを確認。

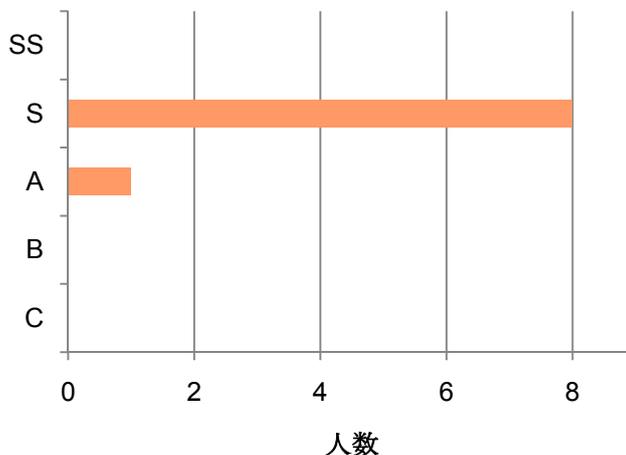
◎環境影響物質処理システムの最適化に関する研究

- ・SO_x排出の原因となる燃料中の硫黄分低減を目的とする船用乾式脱硫装置の開発を目指し、高性能脱硫剤を開発（ラボ試験で初期脱硫率（95%以上）、耐久性等性能確認）。

◆その他適切な評価を行う上で参考となり得る情報

24年6月5日に開催した海技研研究計画・評価委員会（外部委員による評価）（委員長：平山次清 横浜国立大学名誉教授）において、重点研究について年度の評価を受け、評点 SS～C の5段階評価を頂いた結果、「海洋環境の保全」に関して、下表のとおりとなっています。

また、委員からは以下のようなコメントを頂いております。



【海技研研究計画・評価委員会委員コメント】

□海洋環境の保全の分野全体として、年度計画を超える優れた成果を出している。（委員会）

□スケグ、ポッド、ストラットそれぞれに作用する流体力を推定する計算法を開発したという点で高く評価できる。（大学（船舶工学））

□スケグ形状設計のノウハウを活かした新型船型の開発と実船建造等が特筆すべき成果として挙げられる。（大学（船舶工学）、海運業界）

□SCR システムの実船実証試験により NO_x80%削減を達成した成果に加え、企業との共同研究として実施したことは具体的な製品の開発に資するものであり、大いに評価できる。（大学（船舶工学）、大学（商船学））

□SCR システムについて、IMO への我が国の技術のアピール、認証ガイドラインにおけるスキーム B の導入等社会的貢献が大きい。（大学（船用機械）、船用工業、海運業界）

研究一覧

(各研究に付されている番号は、研究管理上、所内で便宜的に付したもの)

中期目標課題 ④ 環境インパクトの大幅な低減と社会合理性を兼ね備えた環境規制の実現に資する環境評価技術の高度化及び環境規制体系の構築のための研究		
研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度		
中期目標	中期計画	研究テーマ
○環境インパクトの大幅な低減と社会合理性を兼ね備えた環境規制の実現に資する環境評価技術の高度化及び環境規制体系の構築のための研究	○IMO での適切な大気汚染物質放出規制海域 (ECA) 設定に繋がる大気汚染物質低減効果の評価手法の開発、IMO 等での船舶に対する新たな環境規制導入の検討に利用可能な社会費用便益分析等の合理的・定量的評価手法の開発	①海洋・大気等規制の概念設計と規制手法の開発に関する調査研究
		②船舶の省エネ技術の評価に関する研究

中期目標課題 ⑤ 船舶のグリーン・イノベーションの実現に資する革新的な環境負荷低減技術及びその普及に必要な実海域における運航性能評価手法の開発及び高度化に関する研究		
研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度		
中期目標	中期計画	研究テーマ
○船舶のグリーン・イノベーションの実現に資する革新的な環境負荷低減技術及びその普及に必要な実海域における運航性能評価手法の開発及び高度化に関する研究	○実海域における省エネ等の運航性能評価を行うためのシミュレータの開発、設計段階での省エネデバイス等の実海域性能評価を可能とする CFD プログラムの開発等の実海域における運航性能評価手法の開発	①実運航性能シミュレータの開発に関する研究
		②船舶の省エネ設計のための革新的水槽実験技術の研究
		③次世代 CFD を用いた実海域省エネ性能評価に関する研究
	○推進効率が高く大幅な省エネが可能な 2 軸リアクションポッドシステム、船尾流場制御技術を利用した実海域性能の高い省エネデバイス等の CO ₂ 排出削減技術に係る基盤技術の開発	④リアクションポッドを利用した船尾渦エネルギー回収による船型最適化に関する研究
		⑤実海域省エネデバイスの開発に関する研究
		⑥マリンハイブリッドシステムの開発に関する研究

中期目標課題 ⑥ 船舶の更なるグリーン化等を実現するための、NO_x、SO_x、PM 等の大気汚染物質の削減、船舶の運航に起因する生態系影響の防止に資する基盤的技術及びその普及に必要な性能評価手法の開発及び高度化に関する研究		
研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度		
中期目標	中期計画	研究テーマ
○船舶の更なるグリーン化等を実現するための、NO _x 、SO _x 、PM 等の大気汚染物質の削減、船舶の運航に起因する生態系影響の防止に資する基盤的技術及びその普及に必要な性能評価手法の開発及び高度化に関する研究	○船用 SCR システムの耐久性向上、低コスト化、認証ガイドライン等の NO _x 3 次規制に必要な実用化技術の確立、ポスト 3 次規制を想定した更なる NO _x 削減のための計測・評価、処理技術等の開発、将来的な SO _x 、PM 規制に対応した計測・評価、処理技術等の開発	①NO _x 低減技術の高度化に関する研究
		②環境影響物質処理システム (脱硝・脱硫・排熱回収) の最適化 (GHG 排出削減を含む) に関する研究
	○船体付着生物の船体付着・侵入リスクの評価手法の確立、沈船等からの油漏えいリスク評価	③船舶に起因する生態系影響の評価技術の構築に関する研究
		④油及び有害液体物質の流出に関する総合的対策の確立に関する研究

中期目標課題 ④ 環境インパクトの大幅な低減と社会合理性を兼ね備えた環境規制の実現に資する環境評価技術の高度化及び環境規制体系の構築のための研究

研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度

政策課題

船舶からの CO₂、NO_x 等の排出の大幅な削減強化に向けた議論が国際的に進められており、国際ルール化を日本が主導すること等による環境インパクトの大幅な低減と社会合理性を兼ね備えた環境規制の構築が求められている。具体的には、
 環境基準の構築のコアとなる環境評価技術の確立が必要。

中期目標	中期計画	研究テーマ
○環境インパクトの大幅な低減と社会合理性を兼ね備えた環境規制の実現に資する環境評価技術の高度化及び環境規制体系の構築のための研究	○IMO での適切な大気汚染物質放出規制海域（ECA）設定に繋がる大気汚染物質低減効果の評価手法の開発、IMO 等での船舶に対する新たな環境規制導入の検討に利用可能な社会費用便益分析等の合理的・定量的評価手法の開発	①海洋・大気等規制の概念設計と規制手法の開発に関する調査研究 ②船舶の省エネ技術の評価に関する研究

研究テーマ ①海洋・大気等規制の概念設計と規制手法の開発に関する調査研究

最終成果とアウトカム

- 国が ECA 設定を検討する際の合理的根拠を提供し、我が国の ECA 設定に関する IMO への提案の技術的バックデータとなる。
- 環境規制導入に係る費用対効果の評価手法等を検討し、今後の規制導入を検討する際に合理的・定量的な評価を可能とする。

23 年度計画

- 特定海域等を対象とした拡散・大気反応シミュレーションを実施し、大気汚染物質の船舶寄与割合及び ECA 設定の有無による大気汚染状況に関する評価を行う。具体的には、
 - ・将来における大気汚染排出状況について検討し、検討シナリオに基づく将来排出源データを作成する。
 - ・日内時間変動等を考慮した船舶排出源データを作成する。
 - ・拡散・大気反応シミュレーションにより大気汚染物質に対する船舶影響の程度・地理的分布を明らかにする。
 - ・ECA 設定の有無及び設定範囲による船舶影響の程度、船舶交通への影響を明らかにする。
 - ・ECA 設定に必要なコスト、ECA 設定により国際船舶が受ける経済的影響を推算する。
 - ・国の検討状況に即して、IMO 提案に使用する各種データを作成する。

23 年度の研究成果

- 現況排出量データの作成・詳細化
 - ・現況（2005 年）における大気汚染排出状況についてシミュレーション計算を行うため、外航船／内航船／漁船／国内陸上発生源／自然発生源／大陸影響等を含む現況排出源データ（対象物質：NO_x、SO₂、PM、PM2.5、オゾン（O₃）、CH₄、非メタン揮発性有機化合物（NMVOC）、N₂O）の整備、及びデータの詳細化を行った。
 - 離岸距離 12 海里以内を航行する外航船／内航船、及び国内陸上排出源（自動車）による排出源データに時間変動（日内変動・週内変動）を反映
 - 漁船データの見直し／再作成（国 ECA 技術委員会における水産庁提案及び委員意見を反映）
 - 外航船／内航船の停泊中排出源データの整備
 - 外航船／内航船の停泊中貨物から排出される NMVOC データの追加
- 拡散・大気反応シミュレーションによる現況計算
 - ・気象モデル（WRF）に基づく気象計算結果、及び外航船・内航船・漁船・国内陸上発生源・自然発生源・大陸影響等を含む最新の現況排出源データに基づき、2005 年 1 月／7 月の各 1 ヶ月間を対象として、大気質モデル（CMAQ）による（現況）拡散・大気反応シミュレーション計算を実施した。
 - ・上記の項目で作成した共通の排出源データを用いて他機関で計算された結果との比較により、地理的分布状況及び経時変動等の観点から検証を行い、定性的な観点から良好な結果を得た。また、両機関の計算条件等の相違に起因して、定量的な観点から差異が見られたため、引き続き検証作業を行う。
 - ・CMAQ 計算結果と国内環境基準値との比較を実施し、規制実施の可能性等を検討した。
- 将来排出シナリオの検討／将来排出源データの作成
 - ・将来（2020 年）における大気汚染排出状況についてシミュレーション計算を行うため、NO_x・SO_x 規制（Tier I, II, III）別の船齢構成の推移、留油換換による NO_x 排出量減少率等、船舶に関する項目について文献調査等を行った。
 - ・国との協議に基づいて将来排出シナリオを決定し、船舶を対象とする将来排出源データを作成した。

□ ECA 設定に伴うコスト／経済影響の評価

- ・ SCR・EGR 等の機器／設置／運転／メンテナンス、燃料の価格変動、留出油への転換に伴う技術的問題点等に関する文献調査及びヒアリング調査を実施し、ECA 設定に伴うコストを試算／評価するために必要な項目を抽出・整理した。
- ・ 一部の項目（EGR+水エマルジョン）を対象に NO_x 低減に伴うコストの一次試算を行った。現段階では不確定要素が多く、コスト試算に有用なデータは限定的であった。コスト試算を行うためには変動幅の大きな仮定を積み上げる必要があるため、更に調査を行う必要がある。

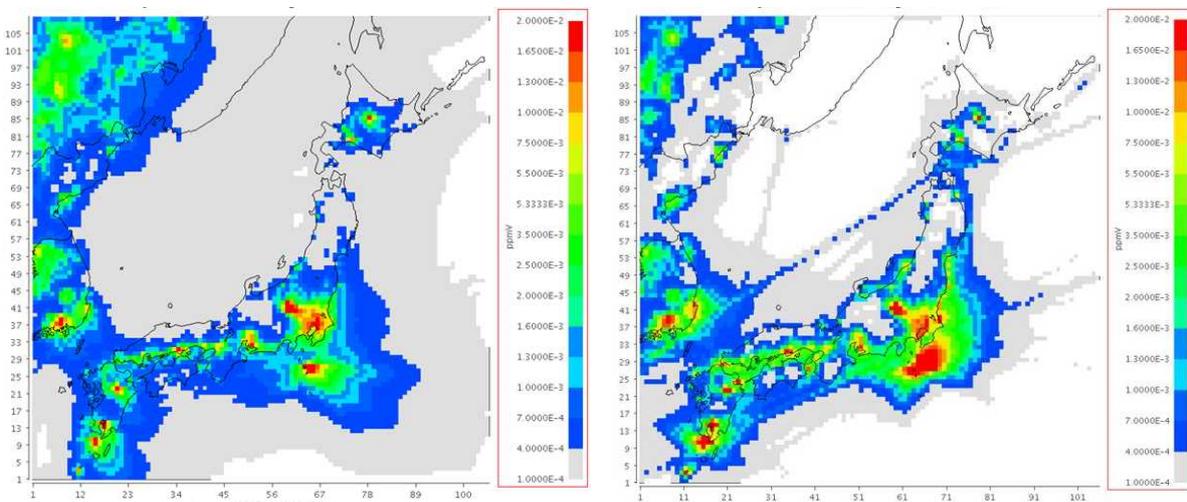
※なお、23 年度の具体的成果目標のうち、以下の項目については、国による ECA 検討の進捗状況に鑑みて、年度内の実施を見送ることとした。

- － ECA 設定に伴う船舶交通への影響の評価
- － IMO 提案用のデータ作成

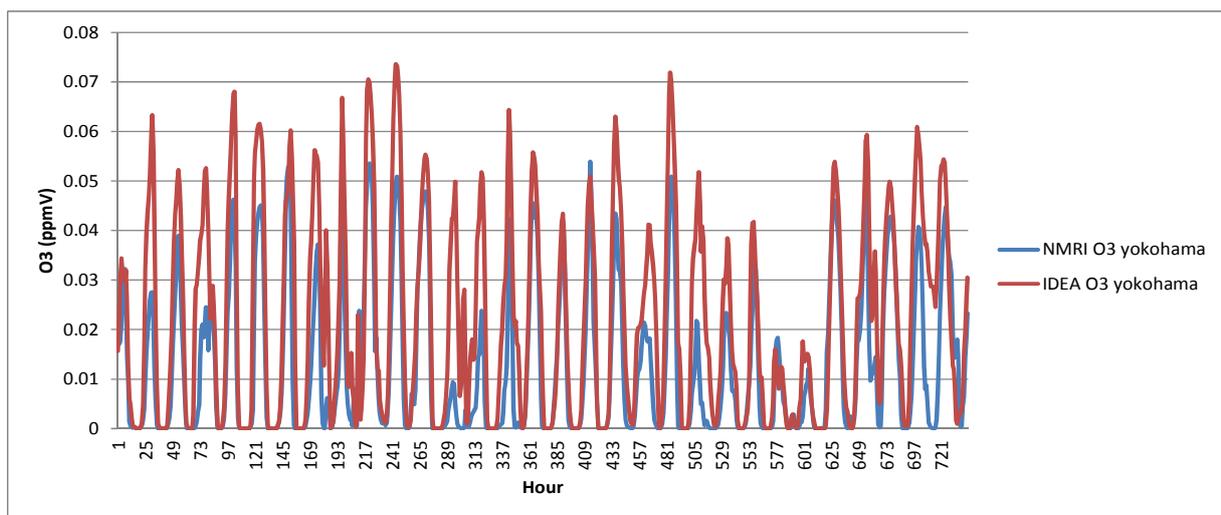
◆ 特許、発表論文等の成果（23 年度）

- ・ プログラム登録 1 件
- ・ 発表論文 2 件

参考図



参考図 1 日本周辺地域の SO₂ 濃度分布の CMAQ 現況計算結果の一例
 [左：2005 年 1 月の月平均値、右：2005 年 7 月の月平均値]



参考図 2 横浜の O₃（オゾン）濃度（2005 年 7 月の 1 時間値の推移）の CMAQ 計算結果の一例
 [青線：当所による計算結果、赤線：他機関による計算結果]

中期目標課題 ④ 環境インパクトの大幅な低減と社会合理性を兼ね備えた環境規制の実現に資する環境評価技術の高度化及び環境規制体系の構築のための研究

研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度

政策課題

船舶からの CO₂、NO_x 等の排出の大幅な削減強化に向けた議論が国際的に進められており、国際ルール化を日本が主導すること等による環境インパクトの大幅な低減と社会合理性を兼ね備えた環境規制の構築が求められている。具体的には、
□環境基準の構築のコアとなる環境評価技術の確立が必要。

中期目標	中期計画	研究テーマ
○環境インパクトの大幅な低減と社会合理性を兼ね備えた環境規制の実現に資する環境評価技術の高度化及び環境規制体系の構築のための研究	○IMO での適切な大気汚染物質放出規制海域（ECA）設定に繋がる大気汚染物質低減効果の評価手法の開発、IMO 等での船舶に対する新たな環境規制導入の検討に利用可能な社会費用便益分析等の合理的・定量的評価手法の開発	①海洋・大気等規制の概念設計と規制手法の開発に関する調査研究 ②船舶の省エネ技術の評価に関する研究

研究テーマ ②船舶の省エネ技術の評価に関する研究

最終成果とアウトカム

- 内航船舶の船種規模別に最適な省エネ・環境対策機器の導入等に当たり、船主に対する技術的指標を示すための設計支援ツールを開発する。
- 環境低負荷内航船舶（例えば、（独）鉄道建設・運輸施設整備支援機構（JRTT）の定める先進二酸化炭素低減化船）としての基本スペック等の検討に資する。
- 環境低負荷内航船舶の普及を促進する制度（例えば、JRTT の先進二酸化炭素低減化船制度）において活用が期待される新しい省エネ・環境対策技術も踏まえた妥当性のある省エネ性能の評価指標の検討に資する。
- 電気推進システム搭載船やハイブリッド動力システム搭載船に対する現行 EEDI の適用等について考察を加え、外航船の EEDI による二酸化炭素排出量の評価手法の充実に資する。

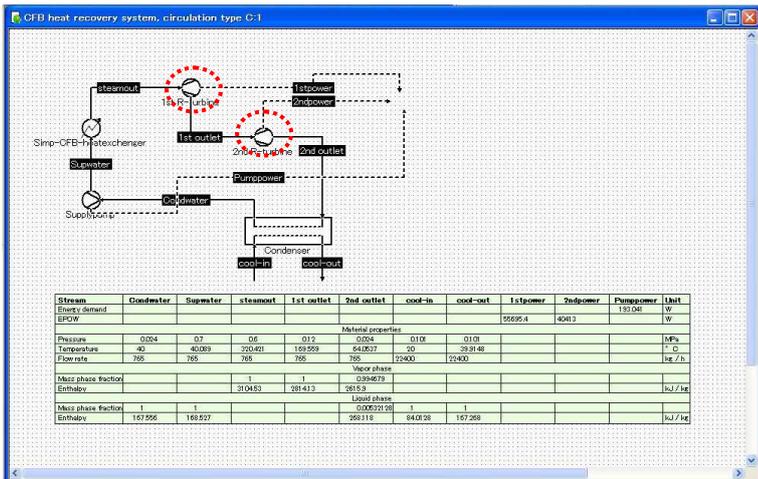
23 年度計画

- ・設計支援ツール構築のため既存の排ガス処理（NO_x、SO_x）及び CO₂ 削減技術（排熱回収技術や燃料変更（LNG 船）やプロペラ付加物等）の調査を行い、既存装置の性能・機器の大きさ・導入価格・ランニングコスト等を含めてデータベースを構築する。
- ・設計支援ツール構築に向け、具体的な省エネ機器導入効果の解析を行うとともに、ソフトウェアの仕様検討及びプロトタイプ作成を行う。

23 年度の研究成果

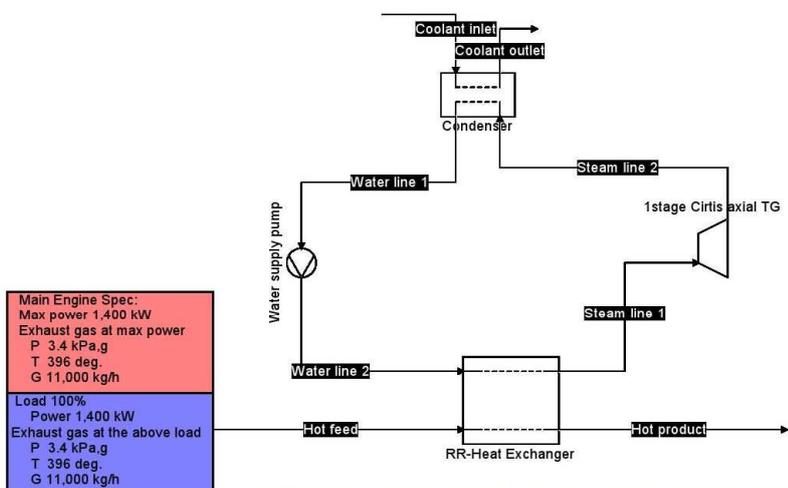
- 主要メーカーのエンジンデータ（2/4ストローク）をデータベース化し、船型要目最適化プログラム Hope Light に提供した。
- 船舶における省エネに係わる基盤技術を調査し、排ガス処理技術や、排熱回収機器（排熱回収用タービンの性能等）に関するとりまとめを行った。また、CO₂ 削減手段の一つとしての代替燃料のうち、LNG について調査を行い、排熱回収等も含めた従来燃料との比較検討を行い報告書にまとめた。
- Hope Light 用のデータを活用し、PostgreSQL を用いてエンジンデータベースを構築した。さらに、スクリプト（Python）処理により Web ブラウザ経由でアクセス、連続最大出力（MCR）ポイントを指定し、主機を選択可能にした。
- 設計支援ツール構築のため、無償で公開されているプロセスシミュレータ（化学プラント用解析ソフトであり、プラントシミュレータと呼ばれる場合もある）の COCO（<http://www.cocosimulator.org/>）を活用した、排熱回収システムのシステム性能評価プログラムを構築した。COCO は CAPE-OPEN と呼ばれるプロセスシミュレータに関するソフトウェア間の標準的なプログラムインターフェースに準拠しており、そのインターフェースを介して容易に機能拡張が実現できる。本プログラムでは、オープンソースの解析ソフト Scilab 上で熱交換器モデル、動力生成用のタービンモデルを作成し、COCO に組み込むことで、エンジンの負荷変化を含めた多様な条件下での排熱回収動力生成量の計算を簡便に実施可能とした。構築したプログラムを用いて、エンジンの負荷条件に対するパラメータサーベイを実施し、組み込んだモデルの検討等を行った。

参考図



シミュレータ画面：個々の要素を繋ぎ合わせて要素性能を設定、解析を実施することで排熱回収による動力生成を見積もれる。

（左図は2段のタービン（赤丸）を用いた排熱回収による動力生成システム）

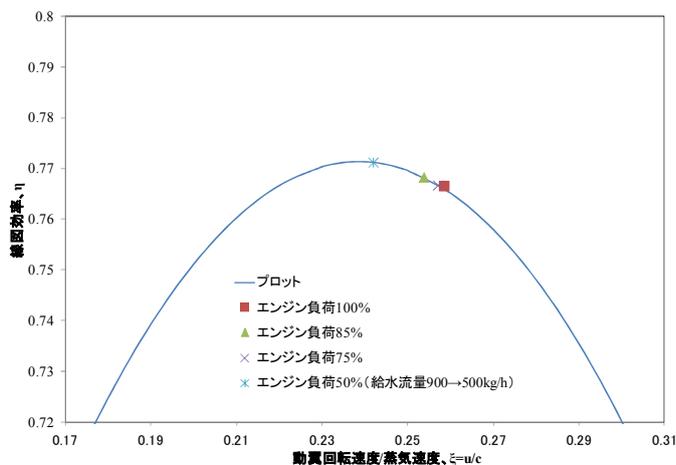


Main Engine Spec:
 Max power 1,400 kW
 Exhaust gas at max power
 P 3.4 kPa.g
 T 396 deg.
 G 11,000 kg/h

Load 100%
 Power 1,400 kW
 Exhaust gas at the above load
 P 3.4 kPa.g
 T 396 deg.
 G 11,000 kg/h

UO	Parameter	Value	Unit
RR-Heat Exchanger	real heat transfer surface	86.2765	m ²
RR-Heat Exchanger	heat transfer surface density	20	1 / m
RR-Heat Exchanger	horizontal pitch of the tubes	0.092	m
RR-Heat Exchanger	vertical pitch of the tube	0.1016	m
RR-Heat Exchanger	inner diameter of water tube	0.0302	m
RR-Heat Exchanger	total surface per finned tube length	1.314	m
RR-Heat Exchanger	total heat transfer coefficient	50	W / m ² K
RR-Heat Exchanger	exchanged heat	666982	W
RR-Heat Exchanger	volume of heat exchanger	3.8207	m ³
RR-Heat Exchanger	pressure drop at hot side	4.62317	Pa
RR-Heat Exchanger	pressure drop at cold side	663.14	Pa
1stage Curtis axial TG	expansion ratio	1.9	
1stage Curtis axial TG	diameter of turbine wheel	0.3	m
1stage Curtis axial TG	round speed of turbine wheel	813.044	rad / s
1stage Curtis axial TG	mechanical efficiency	0.9	
1stage Curtis axial TG	generator efficiency	0.99	
1stage Curtis axial TG	max. diagram efficiency	0.771341	
1stage Curtis axial TG	real diagram efficiency	0.76594	
1stage Curtis axial TG	gained physical power	21300.4	W
1stage Curtis axial TG	gained electrical power	20236.4	W
Water supply pump	Pressure increase	237191	Pa
Water supply pump	Energy demand	79.3905	W
Condenser	Heat exchange	688253	W

Stream	Hot feed	Hot product	Water line 1	Water line 2	Steam line 1	Steam line 2	Coolant inlet	Coolant outlet	Unit
Pressure	0.104725	0.104725	0.262809	0.5	0.499337	0.262809	0.1	0.1	MPa
Temperature	396	296.863	40	-40.0217	181.96	178.317	30	84.7463	°C
Flow rate	11000	11000	900	900	900	900	10000	10000	kg / h
Mole frac Nitrogen	0.8	0.8	0	0	0	0	0	0	
Mole frac Oxygen	0.2	0.2	0	0	0	0	0	0	
Mole frac Water	0	0	1	1	1	1	1	1	
Enthalpy	387.032	281.524	-2464.07	-2463.75	288.944	288.944	-2509.32	-2261.55	kJ / kg



上図：排熱回収による動力生成システム（単段のタービン）

左図：エンジン負荷の変更に伴い、タービン効率の異なる点でシステムが作動。エンジン負荷の変化により排ガス温度・流量が変化する影響も考慮されている。

中期目標課題 ⑤ 船舶のグリーン・イノベーションの実現に資する革新的な環境負荷低減技術及びその普及に必要となる実海域における運航性能評価手法の開発及び高度化に関する研究

研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度

政策課題

船舶からの CO₂ 排出の大幅な削減強化に向けた議論が国際的に進められており、国際ルール化を日本が主導すること等による環境インパクトの大幅な低減と社会合理性を兼ね備えた環境規制の構築が求められている。より合理的な環境規制とするためには、実海域における運航性能評価手法の確立が必要。

中期目標	中期計画	研究テーマ
○船舶のグリーン・イノベーションの実現に資する革新的な環境負荷低減技術及びその普及に必要となる実海域における運航性能評価手法の開発及び高度化に関する研究	○実海域における省エネ等の運航性能評価を行うためのシミュレータの開発、設計段階での省エネデバイス等の実海域性能評価を可能とする CFD プログラムの開発等の実海域における運航性能評価手法の開発 等	①実運航性能シミュレータの開発に関する研究 ②船舶の省エネ設計のための革新的水槽実験技術の研究 ③次世代 CFD を用いた実海域省エネ性能評価に関する研究
	○推進効率が高く大幅な省エネが可能な 2 軸リアクションポッドシステム、船尾流場制御技術を利用した実海域性能の高い省エネデバイス等の CO ₂ 排出削減技術に係る基盤技術の開発 等	④リアクションポッドを利用した船尾渦エネルギー回収による船型最適化に関する研究 ⑤実海域省エネデバイスの開発に関する研究 ⑥マリンハイブリッドシステムの開発に関する研究

研究テーマ ①実運航性能シミュレータの開発に関する研究

最終成果とアウトカム

- 実運航性能シミュレータ、実運航性能改善や新技術導入のためのガイドライン。
- GHG 削減枠組み作りに対する我が国の国際的イニシアティブ、海運のグリーン化、我が国造船産業の新製品開発力強化等に貢献。

23 年度計画

- 省エネ等の運航性能評価を行うためのシミュレータの開発に向けて、波浪中自航要素、燃料消費量評価などをシミュレータに組み込む。具体的には、
 - ・実運航状態を忠実に再現した実運航性能シミュレータの開発。
 - ・積荷状態を考慮するための喫水・トリム影響を評価する手法の開発・検証。
 - ・実海域での燃料消費量変化の推定プログラム開発。
 - ・横波から追波中の抵抗増加の実用的評価法の開発、実船データによる検証。
 - ・波浪中自航要素推定モデルの開発。
 - ・中型模型船による試験方法の開発。

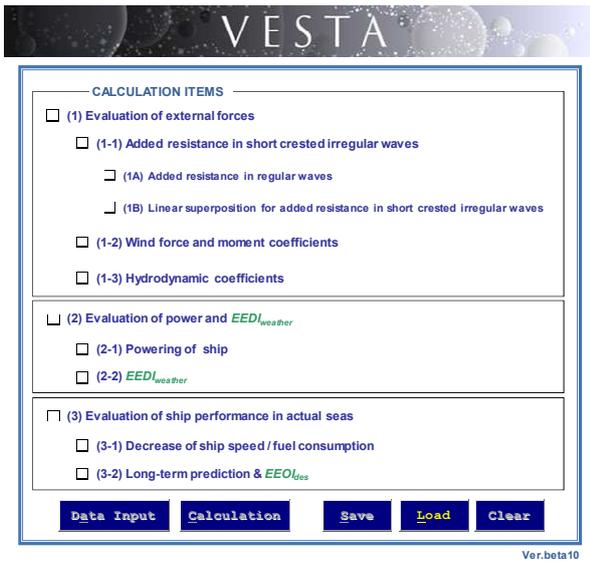
23 年度の研究成果

- 実運航性能シミュレータ VESTA 及び入力データ作成プログラム UNITAS を開発。
- トリム時（船首トリム含む）の波浪中抵抗増加計算法の検証。
- Fuel Index（燃料投入量リミット）を考慮した燃料消費量推定法の開発と乗船計測による検証。
- 追波中抵抗増加評価法を開発し、水槽実験・実船計測データによる検証、実運航シミュレータ VESTA への組み込み。
- 波浪中自航要素評価法開発のための水槽試験の実施と荷重度変更モデルによる評価。
- 中型模型船による平水中試験法の検証。
- IMO/MEPC63 において EEDI 計算ガイドラインが採択。当所の実海域性能に関する研究成果をもとに日本から提案を行っていた実海域における船速低下影響係数 f_w 及びエネルギー効率設計指標 $EEDI_{weather}$ が EEDI テクニカルファイルに記載することが決定。
- IMO/MEPC63 で採択された EEDI 検査認証ガイドラインにおける速力試運転解析法について、ITTC 専門家委員会での審議に貢献。波浪中抵抗増加の推定精度の高さが認められ、波浪影響修正法の一つに当所で開発した手法が採用されることになった。

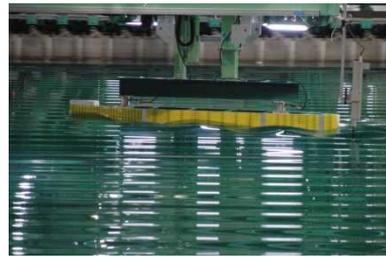
◆特許、発表論文等の成果（23 年度）

- ・特許 1 件
- ・プログラム登録 1 件
- ・発表論文 15 件

参考図



実運航性能シミュレータ VESTA
TOP 画面

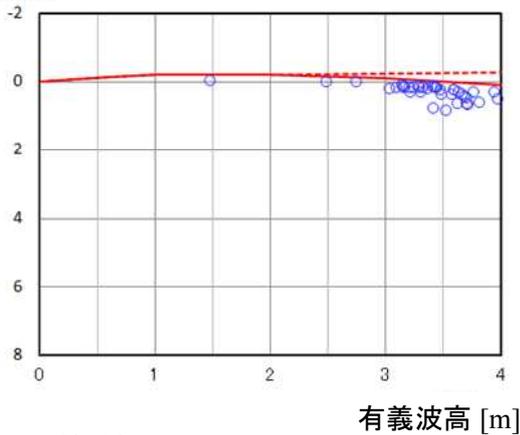


喫水・波長影響調査の様子（直立壁模型：斜追波中）



波浪中自航試験（自動車運搬船）

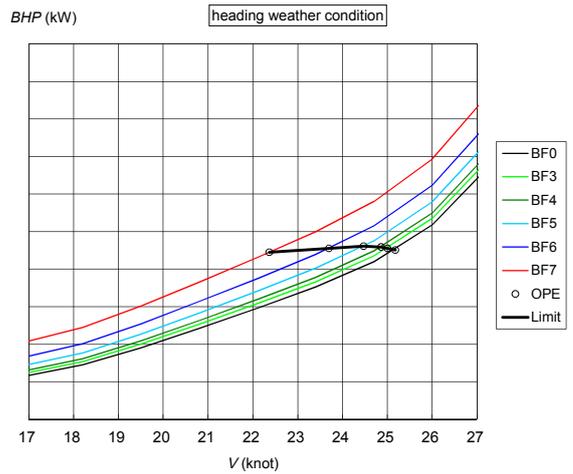
船速低下 [knot]



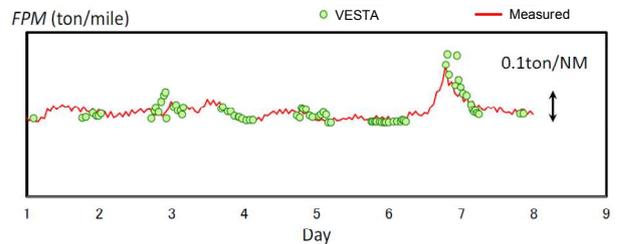
- 計測点
- VESTA (追波中抵抗増加評価法組み込み後)
- - - VESTA (追波中抵抗増加評価法組み込み前)

計算と実船計測の比較
(自動車運搬船：追波追風中)

BHP (kW)



実海域の速力馬力曲線での主機作動点
のシミュレーション



乗船計測による燃費評価（コンテナ船）

中期目標課題 ⑤ 船舶のグリーン・イノベーションの実現に資する革新的な環境負荷低減技術及びその普及に必要となる実海域における運航性能評価手法の開発及び高度化に関する研究

研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度

政策課題

船舶からの CO₂ 排出の大幅な削減強化に向けた議論が国際的に進められており、国際ルール化を日本が主導すること等による環境インパクトの大幅な低減と社会合理性を兼ね備えた環境規制の構築が求められている。より合理的な環境規制とするためには、実海域における運航性能評価手法の確立が必要。

中期目標	中期計画	研究テーマ
○船舶のグリーン・イノベーションの実現に資する革新的な環境負荷低減技術及びその普及に必要となる実海域における運航性能評価手法の開発及び高度化に関する研究	○実海域における省エネ等の運航性能評価を行うためのシミュレータの開発、設計段階での省エネデバイス等の実海域性能評価を可能とする CFD プログラムの開発等の実海域における運航性能評価手法の開発 等 ○推進効率が高く大幅な省エネが可能な 2 軸リアクションポッドシステム、船尾流場制御技術を利用した実海域性能の高い省エネデバイス等の CO ₂ 排出削減技術に係る基盤技術の開発 等	①実運航性能シミュレータの開発に関する研究
		②船舶の省エネ設計のための革新的水槽実験技術の研究
		③次世代 CFD を用いた実海域省エネ性能評価に関する研究
		④リアクションポッドを利用した船尾渦エネルギー回収による船型最適化に関する研究
		⑤実海域省エネデバイスの開発に関する研究
		⑥マリンハイブリッドシステムの開発に関する研究

研究テーマ ②船舶の省エネ設計のための革新的水槽実験技術の研究

最終成果とアウトカム

- 実海域再現水槽を活用した性能の直接測定・評価技術の開発による実海域性能評価試験法の確立。
- 実海域での主機負荷変動評価の基本技術とその応用による船用機関システムの最適設計ツール。
- 実海域性能ベースの推進系・操舵系設計のための基本技術とその応用による船舶の省エネ設計ツール。
- 波浪中での自航試験による船体、プロペラ、主機の連成応答を考慮した運航性能評価技術を確立することにより、我が国造船産業の省エネ設計技術並びに新製品開発力強化等に貢献。

23 年度計画

- ・回転体としての主機並びにプロペラ軸系モデル、主機のトルク発生モデル、ガバナモデル等の数式モデルを開発し、これらを用いて船用機関の動特性を模擬する自航装置制御システムを開発する。
- ・本システムを用いた自航試験を実施して、入射波から機関応答までを同期計測し、これまで困難であった入射波-船体運動-プロペラ負荷変動-主機応答の一貫解析を行う。
- ・実海域再現水槽における自航試験で実海域性能を直接評価するため、レイノルズ数影響の修正法等の理論整備と実験技術整備を行う。
- ・実験技術整備では、機関特性を模擬する自航装置を用いた波浪中船速低下量の直接計測技術を開発するため、補助推力を与えてプロペラ荷重を実船に一致させる荷重変更自航試験システムを開発する。

23 年度の研究成果

- 船用機関の動特性を模擬する自航装置制御システムを開発し、これを用いた水槽実験を実施して、入射波から機関応答までを同期計測した。水槽実験は当初実海域再現水槽で実施する計画であったが、震災により半年間使用できなかったため、計画を変更し動揺水槽において実施した。水槽のサイズや曳航台車の能力に制約がある中での実験であったが、これまで困難であった入射波-船体運動 (Heave、Pitch のみフリー) -プロペラ負荷変動-主機応答の一貫したデータを計測することが出来た。実験データの解析から、船用機関の動特性を模擬する自航装置が所期の性能を発揮していることを確認するとともに、本試験から主機における燃料消費量等の評価も可能であることが分かった。
- 曳引車・波力測定装置制御システムを設計・製作し波力測定装置を用いた荷重変更試験に関する基本機能確認実験を行った。波力測定装置機械系の摩擦力等のため、模型船の運動が完全に自由な状態ではなかったが、模型船と曳引台車の相対変位を用いた外部指令による曳引台車自動追尾機能、及び模型船の船速データを用いた時々刻々の補助推力の演算とその指令信号の出力等曳引台車を含めた制御系の機能の確認が出来た。

◆特許、発表論文等の成果 (23 年度)

- ・発表論文 12 件
- ・平成 23 年度日本船舶海洋工学会東部支部秋季講演会にて若手優秀講演賞を受賞

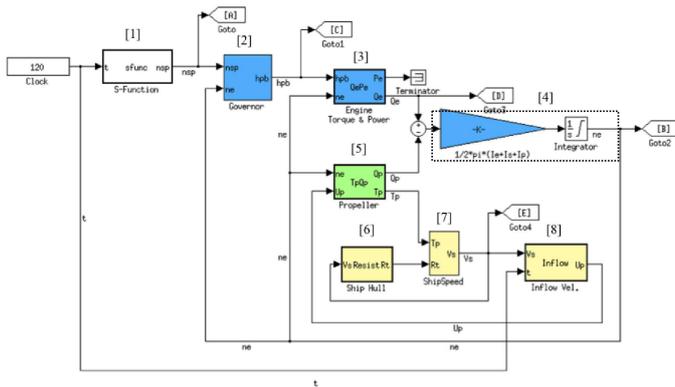
参考図



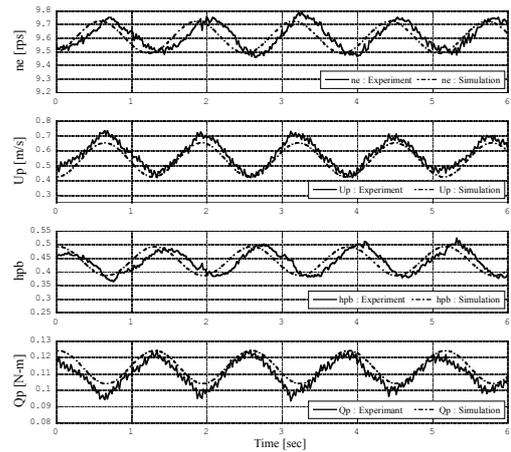
水槽試験に用いたコンテナ船模型



自航装置



自航装置の制御ブロック図



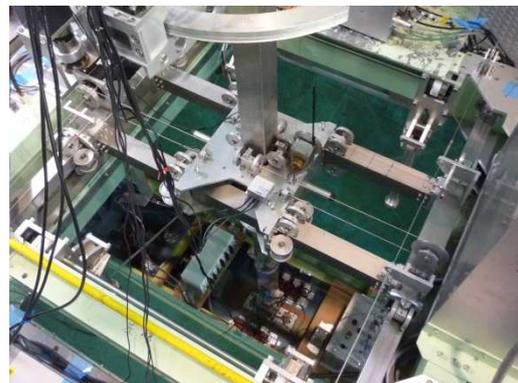
向波中での実験計測例 ($\lambda/L=1.1$)

(上から、回転数、流入速度、燃料投入量、トルク)

図 1 船用機関の動特性を模擬する自航装置を用いた入射波-船体運動-プロペラ負荷変動-主機応答の一貫解析



曳引車・波力測定装置制御システム



波力測定装置と自由航走模型船

図 2 波力測定装置を用いた荷重度変更試験に関する基本機能確認実験

中期目標課題 ⑤ 船舶のグリーン・イノベーションの実現に資する革新的な環境負荷低減技術及びその普及に必要となる実海域における運航性能評価手法の開発及び高度化に関する研究

研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度

政策課題

船舶からの CO₂ 排出の大幅な削減強化に向けた議論が国際的に進められており、国際ルール化を日本が主導すること等による環境インパクトの大幅な低減と社会合理性を兼ね備えた環境規制の構築が求められている。より合理的な環境規制とするためには、実海域における運航性能評価手法の確立が必要。

中期目標	中期計画	研究テーマ
○船舶のグリーン・イノベーションの実現に資する革新的な環境負荷低減技術及びその普及に必要となる実海域における運航性能評価手法の開発及び高度化に関する研究	○実海域における省エネ等の運航性能評価を行うためのシミュレータの開発、設計段階での省エネデバイス等の実海域性能評価を可能とする CFD プログラムの開発等の実海域における運航性能評価手法の開発 等 ○推進効率が高く大幅な省エネが可能な 2 軸リアクションポッドシステム、船尾流場制御技術を利用した実海域性能の高い省エネデバイス等の CO ₂ 排出削減技術に係る基盤技術の開発 等	①実運航性能シミュレータの開発に関する研究
		②船舶の省エネ設計のための革新的水槽実験技術の研究
		③次世代 CFD を用いた実海域省エネ性能評価に関する研究
		④リアクションポッドを利用した船尾渦エネルギー回収による船型最適化に関する研究
		⑤実海域省エネデバイスの開発に関する研究
		⑥マリンハイブリッドシステムの開発に関する研究

研究テーマ ③次世代 CFD を用いた実海域省エネ性能評価に関する研究

最終成果とアウトカム

- 実海域における流体性能推定のための、波浪場の再現と船体運動計算を含む実用的な CFD プログラムを開発。
- 省エネ性能評価ツールによって、省エネデバイスを含む船型の開発を効率的に行うことが可能。CFD プログラムをパッケージ化して産業界に提供し、船型設計の効率化及び高度化に資する。

23 年度計画

- CFD 計算手法に海域環境を再現するための波浪モデル、動的重合格子法を組み込むとともに、省エネデバイス周りの格子生成法等の検討を行う。具体的には、
 - ・非定常流に関するナビエ・ストークス・ソルバーに実海域環境を再現するための波浪モデルを組み込む。
 - ・複雑形状を取り扱う重合格子法を、格子ブロックの相互位置が動的に変化する動的重合格子法に拡張する。
 - ・省エネデバイスの性能評価のために、デバイスまわりの格子生成法を開発する。
 - ・省エネデバイスまわりを含む船体まわりの流れを高精度に計算するための乱流モデルを検討する。

23 年度の研究成果

- 実海域環境を再現するため、ナビエ・ストークス・ソルバーに、規則波・不規則波を取り扱うことが出来る波浪モデルを組み込んだ。本ソルバーを用いて、一方向、多方向の不規則波が伝搬する流れをシミュレートし、本波浪モデルの妥当性を確認した。(図 1、2 参照)
- 船体等の運動により、複数の格子ブロック間の相互位置が時々刻々変化した場合でも流れが計算できるように、タイムステップ毎にブロック間の位置関係並びに流場の補間情報を計算するモジュールをナビエ・ストークス・ソルバーに組み込んだ。
- 線形補間に基づく簡易な重合格子前処理ソフト GTOOL をダクト対応に機能拡張した。また、汎用かつ詳細な形状表現に対応できるように、スプライン補間に基づく重合格子計算用前処理システム UP_GRID の開発に着手し、3 次元格子の生成、変形、重合格子情報生成ツールを作成し、24 年 3 月の CFD セミナーで β 版としてリリースした。(図 3、4 参照)
- 省エネデバイスは船体よりもはるかに小さいため、船体が付いたデバイスまわりの乱流流れを精度良く解くには多大な格子点が必要になる。このため、フィン付き平板まわりの流れ場に対して壁関数モデルを採用し、低レイノルズ数型乱流モデルと比較・検討した結果、混合壁関数型モデルはフィンまわり流れに適していることが分かった。(図 5 参照)

◆特許、発表論文等の成果 (23 年度)

- ・プログラム登録 3 件
- ・発表論文 5 件

参考図

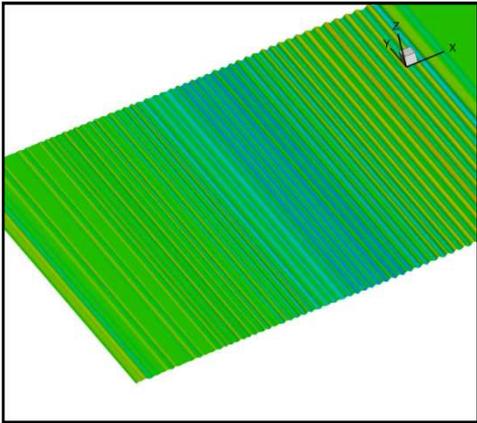


図1 1方向不規則波のシミュレーション

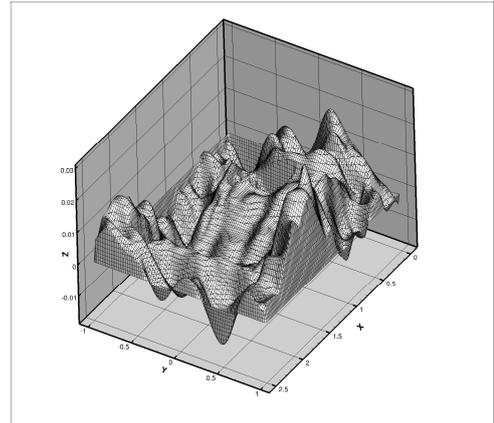


図2 多方向不規則波のシミュレーション

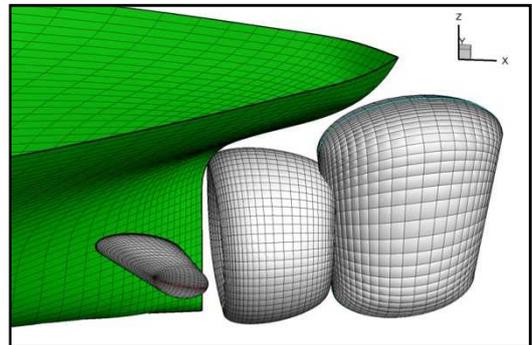
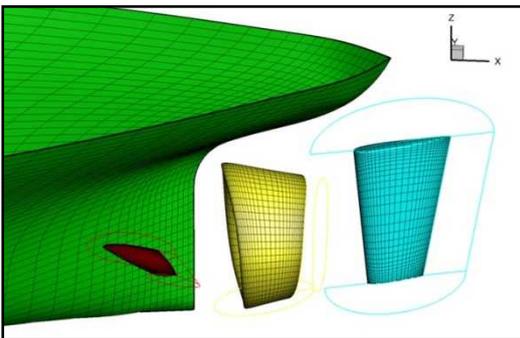


図3 UP_GRIDにより生成した船体、フィン、ダクト、舵まわりの重合格子

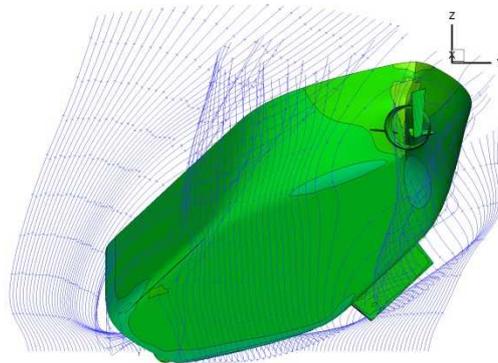


図4 図3の計算格子を用いた粘性流計算結果

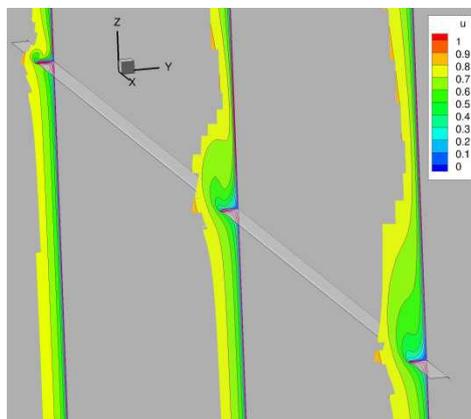


図5 フィン翼端渦の影響下にある境界層の発達状態

中期目標課題 ⑤ 船舶のグリーン・イノベーションの実現に資する革新的な環境負荷低減技術及びその普及に必要となる実海域における運航性能評価手法の開発及び高度化に関する研究

研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度

政策課題

船舶からの CO₂ 排出の大幅な削減強化に向けた議論が国際的に進められており、国際ルール化を日本が主導すること等による環境インパクトの大幅な低減と社会合理性を兼ね備えた環境規制の構築が求められている。これら規制等に対応する環境技術開発（グリーン・イノベーション）等の社会的要請が高まっており、「ゼロエミッション（環境インパクトゼロ）」を目指した環境インパクトの大幅な低減が可能なシステム・要素技術等の基盤的技術の確立が必要。

中期目標	中期計画	研究テーマ
○船舶のグリーン・イノベーションの実現に資する革新的な環境負荷低減技術及びその普及に必要となる実海域における運航性能評価手法の開発及び高度化に関する研究	○実海域における省エネ等の運航性能評価を行うためのシミュレータの開発、設計段階での省エネデバイス等の実海域性能評価を可能とする CFD プログラムの開発等の実海域における運航性能評価手法の開発 等 ○推進効率が高く大幅な省エネが可能な 2 軸リアクションポッドシステム、船尾流場制御技術を利用した実海域性能の高い省エネデバイス等の CO ₂ 排出削減技術に係る基盤技術の開発 等	①実運航性能シミュレータの開発に関する研究
		②船舶の省エネ設計のための革新的水槽実験技術の研究
		③次世代 CFD を用いた実海域省エネ性能評価に関する研究
		④リアクションポッドを利用した船尾渦エネルギー回収による船型最適化に関する研究
		⑤実海域省エネデバイスの開発に関する研究
		⑥マリンハイブリッドシステムの開発に関する研究

研究テーマ ④リアクションポッドを利用した船尾渦エネルギー回収による船型最適化に関する研究

最終成果とアウトカム

- 2 軸リアクションポッド船を開発し、DW が同じディーゼル 1 軸船と比べてプロペラ馬力で 10～20%台の削減を達成。ZEUS フェーズ 1 目標値（50%GHG 削減）に貢献。
- 世界トップレベルの独自省エネ技術を確立することにより、GHG 削減枠組み作りに対する我が国の国際的イニシアティブ、海運のグリーン化、我が国造船産業の新製品開発力強化等に貢献。

23 年度計画

- リアクションポッド船型の最適スケグ形状設計法の開発に向けて、水槽実験等を実施し、最適設計法に関する基本要素の調査及び実船性能推定法の基本部分の作成を行う。具体的には、
 - ・リアクションポッド船型の最適スケグ形状設計法の開発
リアクションポッドシステムを最大限に活用するには、抵抗を抑えながら、縦渦による大きな回転流を適切な位置に生み出すことが出来るスケグ、トンネルを始めとする船尾形状の開発が必須である。本研究では、水槽試験・過去の試験データ及び数値計算手法を利用したパラメータスタディにより、抵抗・推進性能が最適となるスケグ形状の設計法のフローを確立する。
 - ・リアクションポッド船型の実船性能推定法に関する研究
リアクションポッド船型の船尾流れは従来船と大きく異なり、また、ポッド推進器も装備されているため、その実船性能の推定法については必ずしも確立されているとは言えない。種々の考え方があるポッド推進器の性能推定法についても検討を加えるとともに、船尾伴流分布や自航要素の尺度影響を調査し、リアクションポッド船型の実船性能推定法について海技研独自の技術を確立する。
 - ・リアクションポッド船型に適した CFD 利用技術に関する研究
リアクションポッド船型はプロペラへの回転流を利用するため、そのスケグ形状が特殊である。本研究では、極端に振られたスケグ形状や極端に傾斜角があるトンネル形状に対してもその性能変化が定量的に得られる CFD の利用技術法を検討する。このため、ポッド・ストラットを含んだ二軸船計算に適した計算格子の生成法に関する検討、自航要素について、実験との相関を捉える事の出来るようなプロペラモデルの検討を行い、同時に尺度影響についても実船スケール計算を行い評価する。検討した手法は、スケグ設計フローの一部とすることを目標とする。

23 年度の研究成果

- リアクションポッド船型の最適スケグ形状設計法の開発
 - ・ZEUS コンテナ船型のスケグ形状を変更した 4 隻の水槽試験及び CFD 解析を行い、CFD 解析の精度を確認。
 - ・船尾形状に関する特許 2 件を出願。
- リアクションポッド船型に適した CFD 利用技術に関する研究

- ・マルチブロック構造格子を用いた計算を行った結果、抵抗係数・伴流分布・自航要素の全てにおいて、実験値と良い一致を示す結果を得た（図1）。関連して特許1件を出願。
- ・非構造格子（三角柱・三角錐タイプのセル）を用い、計算を実行することにより、ポッド・ストラットにかかる流体力を要素毎に評価を行うことが出来た（図2）。
- ・実船スケールの解析を行い、実船性能推定法に援用出来るデータを得ることが出来た。
- ・スケグ形状を変更した複数船型に対して、計算条件を同一としたCFD解析を実施し、形状変更の、抵抗値・自航要素・流場に対する感度の定量的な評価を行った。流場解析を行うことにより、スケグ形状の設計指針に対する援用データを得ることが出来た。

□リアクションポッド船型の実船性能推定法に関する研究

- ・2軸船に特有な非対称船尾流場について、LDVによる流場計測試験を実施し、プロペラ作動状態における船尾流場の変化を計測した（図3）。プロペラ理論計算により有効伴流分布の推定計算を行った。その結果、船尾形状の非対称性による、プロペラ内回りと外回り時の有効伴流場の違いについて検証するための基礎データが得られた。

◆特許、発表論文等の成果（23年度）

- ・特許3件
- ・プログラム登録1件
- ・発表論文5件
- ・公開実験1件（ZEUSプロジェクトの3翼プロペラ公開実験）

参考図

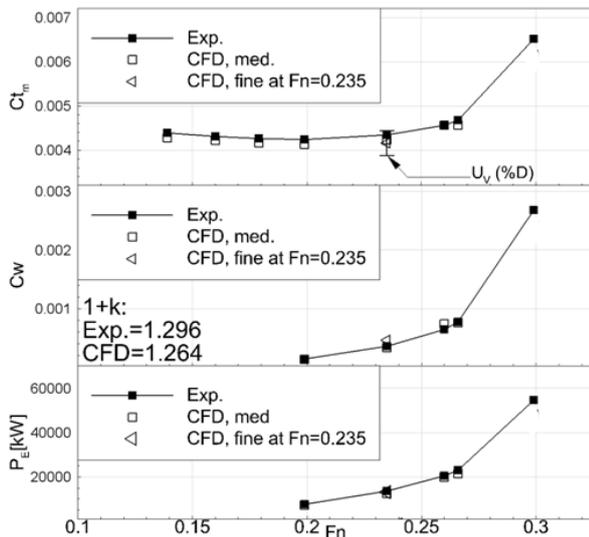


図1 CFDと実験結果の比較

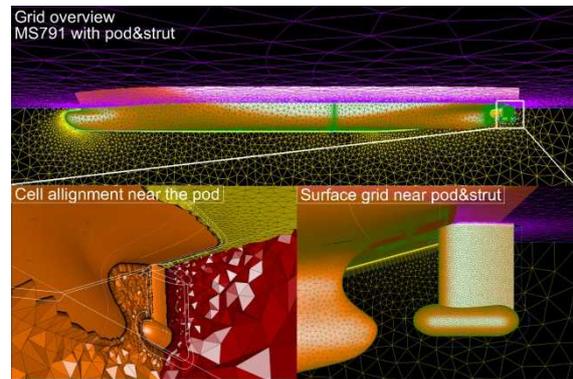
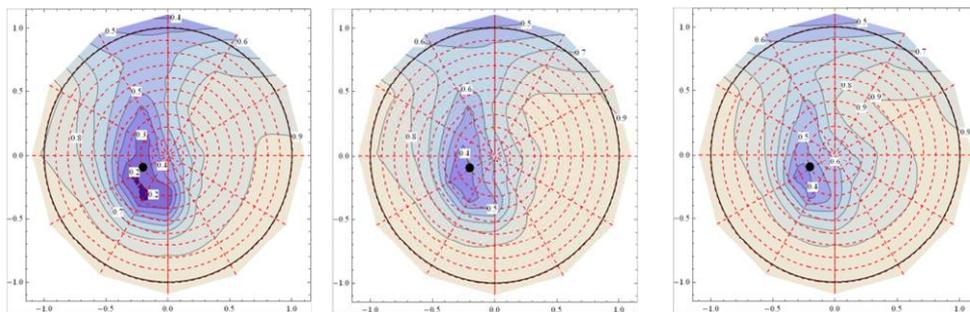


図2 非構造格子によるポッド・ストラットまわりの計算格子



(a)プロペラ無し (b)プロペラ内回り (c)プロペラ外回り

図3 プロペラ作動状態による船尾流場の変化

中期目標課題 ⑤ 船舶のグリーン・イノベーションの実現に資する革新的な環境負荷低減技術及びその普及に必要となる実海域における運航性能評価手法の開発及び高度化に関する研究

研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度

政策課題

船舶からの CO₂ 排出の大幅な削減強化に向けた議論が国際的に進められており、国際ルール化を日本が主導すること等による環境インパクトの大幅な低減と社会合理性を兼ね備えた環境規制の構築が求められている。これら規制等に対応する環境技術開発（グリーン・イノベーション）等の社会的要請が高まっており、「ゼロエミッション（環境インパクトゼロ）」を目指した環境インパクトの大幅な低減が可能なシステム・要素技術等の基盤的技術の確立が必要。

中期目標	中期計画	研究テーマ
○船舶のグリーン・イノベーションの実現に資する革新的な環境負荷低減技術及びその普及に必要となる実海域における運航性能評価手法の開発及び高度化に関する研究	○実海域における省エネ等の運航性能評価を行うためのシミュレータの開発、設計段階での省エネデバイス等の実海域性能評価を可能とする CFD プログラムの開発等の実海域における運航性能評価手法の開発 等	①実運航性能シミュレータの開発に関する研究
		②船舶の省エネ設計のための革新的水槽実験技術の研究
	○推進効率が高く大幅な省エネが可能な 2 軸リアクションポッドシステム、船尾流場制御技術を利用した実海域性能の高い省エネデバイス等の CO ₂ 排出削減技術に係る基盤技術の開発 等	③次世代 CFD を用いた実海域省エネ性能評価に関する研究
		④リアクションポッドを利用した船尾渦エネルギー回収による船型最適化に関する研究
		⑤実海域省エネデバイスの開発に関する研究
		⑥マリンハイブリッドシステムの開発に関する研究

研究テーマ ⑥実海域省エネデバイスの開発に関する研究

最終成果とアウトカム

- 実海域において平水で中以上の省エネ効果が得られる実海域に適した省エネデバイスの提案とその設計法を確立する。また、ZEUS プロジェクトの ZEUS フェーズ 1 の目標である 50%GHG 削減に大きく寄与する境界層制御技術を開発する。
- 世界最高水準の省エネ技術を確立することにより、GHG 削減枠組み作りに対する我が国の国際的イニシアティブ、海運のグリーン化、我が国造船産業の新製品開発力強化等に貢献。

23 年度計画

- 2 軸船に適した境界層制御技術や実海域の特性を考慮した実海域適合型の省エネ装置に関する基礎実験を行う。具体的には、
 - ・プロペラと一体化した最適省エネデバイスシステム
実海域での省エネデバイスの性能評価モデルの開発のため、プロペラと省エネデバイスの干渉効果に影響する設計パラメータとして、相互間の距離、プロペラやデバイスの形状の影響を調査し、最適設計法を検討する。また、水槽試験では、波浪影響を考慮しプロペラ過荷重状態の推進性能を調べ、現象を直接的に理解することを目的として省エネデバイスまわりの流場現象を把握する可視化技術を開発する。
 - ・流れ制御技術による空気潤滑システムの性能向上
気泡制御デバイスの特性の把握を行うとともに、その可能性があるデバイスに対して、実用船型を一例取り上げ、デバイスによる抵抗増加や伴流利得の消失が無いこと、船底から吹き出した気泡がプロペラ面に流入しないこと等を水槽試験によって確認する。
 - ・2 軸船に適した境界層制御技術に関する研究
ZEUS 型コンテナ船を用いた境界層吸い込み予備実験で、条件によっては 20%を超える省エネ効果が期待できることが分かった。したがって、本研究では、ZEUS 型の 2 軸船等を対象に、幅広くその設計パラメータと省エネ効果の関係を調査し、境界層吸い込み技術の最適設計法を構築するための検討を実施する。

23 年度の研究成果

- プロペラと一体化した最適省エネデバイスシステム
ダクトとプロペラの間隔を小さくすることで干渉を強くし、それに伴う誘導速度の変化に対応し、プロペラに最大効率となるピッチ分布を採用したプロペラ一体型小径ダクトの設計を行った。試作したプロペラ一体型小径ダクトを肥大船に適用し、曳航水槽における自航試験を行ったところ、従来の大型ダクトと比べ直径が 80%以下の小型軽量のダクトではあるにもかかわらず、平水において 5%程度の省エネ効果が得られ、従来の大型ダクトと比べ遜色が無いことが確認された。さらに、実海域における波浪中の船速低下を模擬した高荷重状態での自航試験を行った結果、平水に対応する通常の荷重度においてよりも推進効率

の向上が大きくなり、馬力が約 10%増となる状態では、ダクト無しに比較して推進効率は 8%程度向上した。一方、強い干渉を得るために従来のダクトの半分以下のプロペラとダクト間の距離を採用しているが、キャビテーション水槽で有害なキャビテーションが発生しないばかりかむしろ改善されることを確認した。また、プロペラ・ダクトまわりの流れ場を PIV で計測し、ダクト近傍の流れ場を把握することが出来た。

□流れ制御技術による空気潤滑システムの性能向上

空気潤滑法において、船底から吹き出した空気のプロペラ面への流入抑制を目的として、プロペラ前方上面に円弧状のガードを取り付ける方法を考えた。まず CFD によりガードまわりの流れ場解析を行い、ガード設置位置の判断材料を提供するツール整備を行った。さらに、本ガードを模型船に取り付け曳航水槽で船底から気泡を流出させた状態を含めた試験を行い、プロペラ軸力の変化を調べた。23 年度は実験法の検証及び課題抽出を行った。

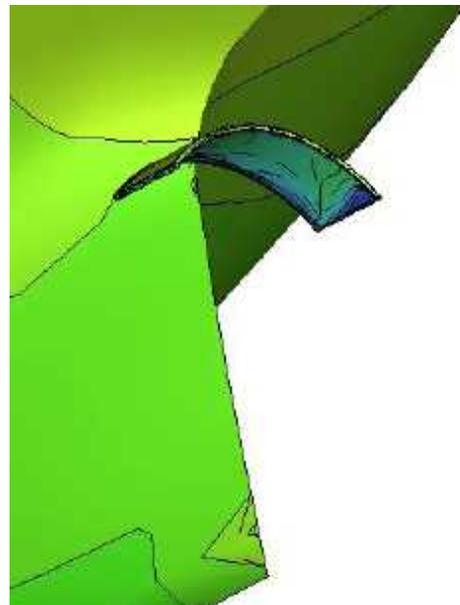
□2 軸船に適した境界層制御技術に関する研究

2 軸 ZEUS コンテナ船型に対して、船尾船底傾斜下部から境界層吸い込みを行い、プロペラ面前方に吹き出す方法でどの程度推進性能が改善されるか水槽試験を行った。吸い込み位置・吸い込み流量をパラメータにして試験を行い、吸い込みのための必要エネルギーとの関係を考慮して模型船レベルでの効果の比較を行い、実船での試設計に利用できるデータを得た。

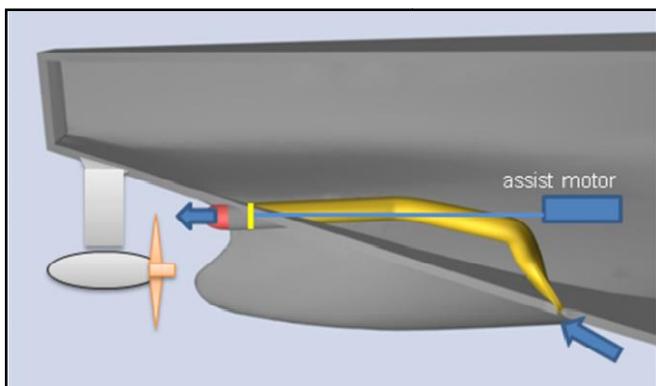
参考図



プロペラと一体化したダクトシステム



検討した気泡除去ガード



境界層制御模式図



境界層吸い込み試験模型

中期目標課題 ⑤ 船舶のグリーン・イノベーションの実現に資する革新的な環境負荷低減技術及びその普及に必要となる実海域における運航性能評価手法の開発及び高度化に関する研究

研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度

政策課題

船舶からの CO₂ 排出の大幅な削減強化に向けた議論が国際的に進められており、国際ルール化を日本が主導すること等による環境インパクトの大幅な低減と社会合理性を兼ね備えた環境規制の構築が求められている。これら規制等に対応する環境技術開発（グリーン・イノベーション）等の社会的要請が高まっており、「ゼロエミッション（環境インパクトゼロ）」を目指した環境インパクトの大幅な低減が可能なシステム・要素技術等の基盤的技術の確立が必要。

中期目標	中期計画	研究テーマ
○船舶のグリーン・イノベーションの実現に資する革新的な環境負荷低減技術及びその普及に必要となる実海域における運航性能評価手法の開発及び高度化に関する研究	○実海域における省エネ等の運航性能評価を行うためのシミュレータの開発、設計段階での省エネデバイス等の実海域性能評価を可能とする CFD プログラムの開発等の実海域における運航性能評価手法の開発 等 ○推進効率が高く大幅な省エネが可能な 2 軸リアクションポッドシステム、船尾流場制御技術を利用した実海域性能の高い省エネデバイス等の CO ₂ 排出削減技術に係る基盤技術の開発 等	①実運航性能シミュレータの開発に関する研究
		②船舶の省エネ設計のための革新的水槽実験技術の研究
		③次世代 CFD を用いた実海域省エネ性能評価に関する研究
		④リアクションポッドを利用した船尾渦エネルギー回収による船型最適化に関する研究
		⑤実海域省エネデバイスの開発に関する研究
		⑥マリンハイブリッドシステムの開発に関する研究

研究テーマ ⑥マリンハイブリッドシステムの開発に関する研究

最終成果とアウトカム

- 革新的な CO₂ 削減を実現するための船用ハイブリッドシステムの技術を構築し、次世代のマリンハイブリッドシステムの基礎技術を完成させる。
- ハイブリッドシステムの省エネ効果及び技術課題を明らかにし、低温排熱回収技術を含めた電気エネルギーの有効利用技術を構築する。

23 年度計画

- ・各種船舶へのハイブリッド技術導入を目指して、各種船舶の運航形態を踏まえたハイブリッド方式を提案する。さらに、実用ハイブリッド技術構築のためのロードマップを検討する。
- ・排熱回収等の技術を用いて船舶をハイブリッド化することによる CO₂ 削減効果を確認するための調査・試験を実施する。
- ・ディーゼルエンジンのハイブリッド化による CO₂ 削減効果の確認試験の予備的な調査研究と位置付け、制御ロジックの予備調査並びに制御シミュレーションの開発を行う。

23 年度の研究成果

- 電気推進船の運航実態を詳細に調査し、ディーゼル発電機の運転台数や負荷率を踏まえて、大容量蓄電デバイスの搭載によるハイブリッド化について検討した（図 1）。
- 船舶への大容量蓄電デバイスの搭載可能性を調べるため、リチウムイオン電池や電気二重層キャパシタの開発状況や価格動向を調査した。
- 船舶のハイブリッド化による CO₂ 削減効果を確認するため、スチームエンジンを始めとした排熱回収機器の要素試験を実施した。
- 実用制御システム及び船内電力システムを含めた排熱利用スターリングエンジン発電機を開発し、共同研究者とともに電気推進船に搭載した（図 2）。
- 負荷変動を平滑化するための制御手法を検討し、大容量蓄電池及び電気二重層キャパシタを用いた予備試験を実施し、その効果を確認した（図 3）。

◆特許、発表論文等の成果（23 年度）

- ・発表論文 4 件

参考図

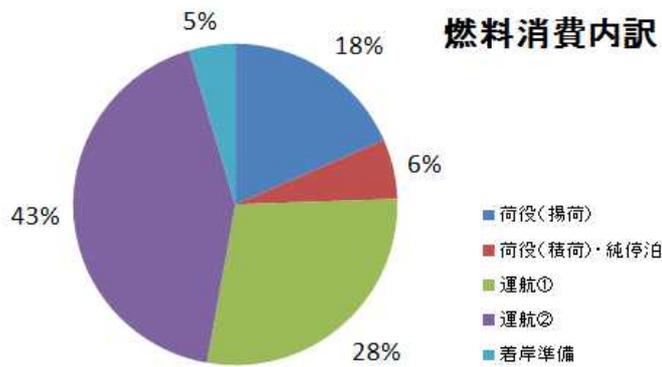


図1 電気推進船の運航状態調査 (2 航海のデータを整理)

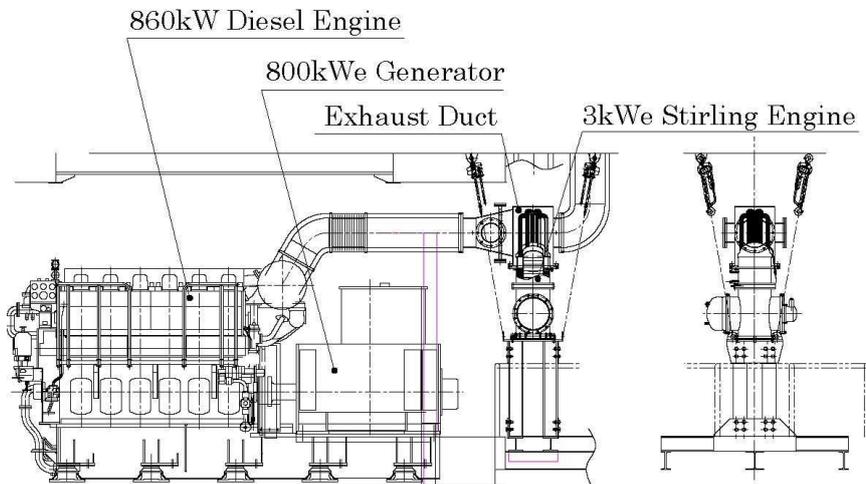


図2 電気推進船に搭載した排熱利用スターリングエンジン

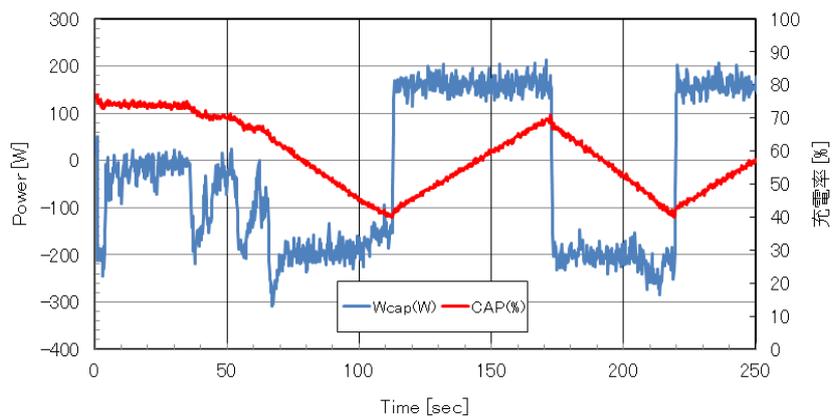


図3 蓄電デバイスによる負荷変動の平滑化を確認するための予備試験 (電気二重層キャパシタを用いた試験結果例)

中期目標課題 ⑥ 船舶の更なるグリーン化等を実現するための、NO_x、SO_x、PM 等の大気汚染物質の削減、船舶の運航に起因する生態系影響の防止に資する基盤的技術及びその普及に必要な性能評価手法の開発及び高度化に関する研究

研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度

政策課題

船舶からの CO₂、NO_x 排出の大幅な削減強化に向けた議論が国際的に進められており、国際ルール化を日本が主導すること等による環境インパクトの大幅な低減と社会合理性を兼ね備えた環境規制の構築が求められている。これら規制等に対応する環境技術開発（グリーン・イノベーション）等の社会的要請が高まっており、「ゼロエミッション（環境インパクトゼロ）」を目指した環境インパクトの大幅な低減が可能なシステム・要素技術等の基盤的技術の確立が必要。

中期目標	中期計画	研究テーマ
○船舶の更なるグリーン化等を実現するための、NO _x 、SO _x 、PM 等の大気汚染物質の削減、船舶の運航に起因する生態系影響の防止に資する基盤的技術及びその普及に必要な性能評価手法の開発及び高度化に関する研究	○船用 SCR システムの耐久性向上、低コスト化、認証ガイドライン等の NO _x 3 次規制に必要な実用化技術の確立、ポスト 3 次規制を想定した更なる NO _x 削減のための計測・評価、処理技術等の開発、将来的な SO _x 、PM 規制に対応した計測・評価、処理技術等の開発等	①NO _x 低減技術の高度化に関する研究
	○船体付着生物の船体付着・侵入リスクの評価手法の確立、沈船等からの油漏えいリスク評価 等	②環境影響物質処理システム（脱硝・脱硫・排熱回収）の最適化（GHG 排出削減を含む）に関する研究 ③船舶に起因する生態系影響の評価技術の構築に関する研究 ④油及び有害液体物質の流出に関する総合的対策の確立に関する研究

研究テーマ ①NO_x 低減技術の高度化に関する研究

最終成果とアウトカム

NO_x ポスト 3 次規制も念頭に、対応技術基盤を構築するための以下を実施。

- NO_x 削減を実現するための船用 SCR システムの高度化を図る。
- NO_x 削減を実現するためのシステム化を図る。
- NO_x 規制に対応する技術を構築し、関係機関に提案する。

23 年度計画

- 各種船舶への船用 SCR システムの適用を想定した制御手法について研究を進めるとともに、認証機関が船用 SCR システムの認証を適切に実施するための技術資料を作成する。具体的には、
 - ・ SCR システムの更なる高機能化、耐久性向上、低コスト化を目指した研究を実施する。また、技術レビューを踏まえた NO_x 3 次規制対応及びポスト 3 次規制対応を想定した高度な SCR 技術並びにエンジン制御を含めたシステム化を図る。
 - ・ 主に内航船を対象とした実海域運航を踏まえた制御手法の確立、実用性向上並びに主に外航船を対象とした低温排ガス対応技術の確立をする。
 - ・ EGR（排ガス再循環）、電子燃料噴射システム、燃焼室改良等の技術を組み合わせた NO_x 削減について考究し、燃料消費と NO_x 削減とを両立させる技術や SCR と組み合わせて使用する場合の最適化技術について研究する。

23 年度の研究成果

- SCR システムの小型化を図るために、還元剤の噴射位置が脱硝性能に及ぼす影響及び分散板による排ガスと還元剤の混合促進効果を確認する実機運転試験を行い、それらを明らかにした（図 1）。
- SCR を搭載した低速ディーゼルエンジンの実船試験方案を検討した。さらに、外部共同研究者とともに実船試験を実施し、NO_x 3 次規制に対応できる脱硝性能であることを確認した（図 2）。
- SCR 認証におけるスキーム B の妥当性・信頼性を詳細に調べるため、国内エンジンメーカー 6 社の協力を得て、スキーム A とスキーム B の精度確認実験を行い、認証方法についての技術資料（試験方法等）をとりまとめた。
- 電子制御された燃料噴射装置を設置した 4 ストローク船用中速ディーゼルエンジンを用いて、燃料噴射パターンの変更による運転試験並びに燃焼解析を行った。さらに、SCR 脱硝装置を連結した状態で運転試験を実施し、燃料消費量や SCR 脱硝装置前後の排ガス成分を計測することで燃料消費率や脱硝率等について評価を行った。

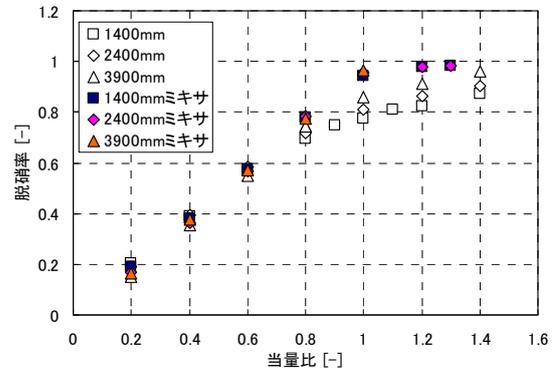
◆特許、発表論文等の成果（23年度）

- ・発表論文 8件
- ・受賞 1件（日本マリンエンジニアリング学会論文賞）

参考図

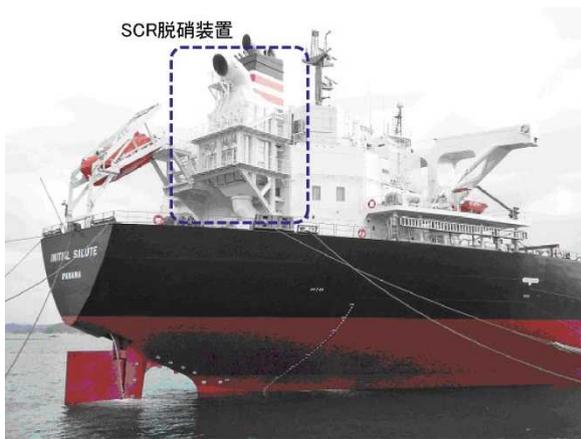


(a) 実験に使用した分散板

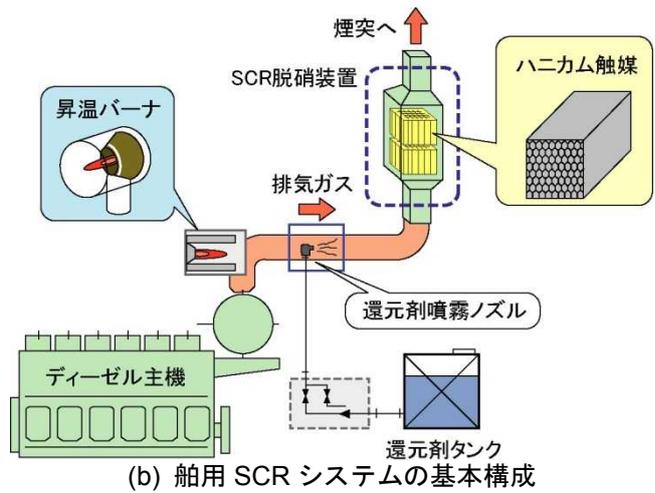


(b) 当量比に対する脱硝率の実験結果

図1 SCRシステムの小型化を図るための分散板の効果確認実験



(a) SCRシステムを搭載した石炭運搬船
“INITIAL SALUTE”



(b) 船用SCRシステムの基本構成

図2 低速ディーゼルエンジンのSCR実船試験

中期目標課題 ⑥ 船舶の更なるグリーン化等を実現するための、NO_x、SO_x、PM 等の大気汚染物質の削減、船舶の運航に起因する生態系影響の防止に資する基盤的技術及びその普及に必要なとなる性能評価手法の開発及び高度化に関する研究

研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度

政策課題

船舶からの CO₂、NO_x 排出の大幅な削減強化に向けた議論が国際的に進められており、国際ルール化を日本が主導すること等による環境インパクトの大幅な低減と社会合理性を兼ね備えた環境規制の構築が求められている。これら規制等に対応する環境技術開発（グリーン・イノベーション）等の社会的要請が高まっており、「ゼロエミッション（環境インパクトゼロ）」を目指した環境インパクトの大幅な低減が可能なシステム・要素技術等の基盤的技術の確立が必要。

中期目標	中期計画	研究テーマ
○船舶の更なるグリーン化等を実現するための、NO _x 、SO _x 、PM 等の大気汚染物質の削減、船舶の運航に起因する生態系影響の防止に資する基盤的技術及びその普及に必要なとなる性能評価手法の開発及び高度化に関する研究	○船用 SCR システムの耐久性向上、低コスト化、認証ガイドライン等の NO _x 3 次規制に必要な実用化技術の確立、ポスト 3 次規制を想定した更なる NO _x 削減のための計測・評価、処理技術等の開発、将来的な SO _x 、PM 規制に対応した計測・評価、処理技術等の開発等	① NO _x 低減技術の高度化に関する研究
	○船体付着生物の船体付着・侵入リスクの評価手法の確立、沈船等からの油漏えいリスク評価 等	② 環境影響物質処理システム（脱硝・脱硫・排熱回収）の最適化（GHG 排出削減を含む）に関する研究 ③ 船舶に起因する生態系影響の評価技術の構築に関する研究 ④ 油及び有害液体物質の流出に関する総合的対策の確立に関する研究

研究テーマ ② 環境影響物質処理システム（脱硝・脱硫・排熱回収）の最適化（GHG 排出削減を含む）に関する研究

最終成果とアウトカム

- 排ガス処理システムの基本設計手法を開発し、同手法を活用した評価関数に基づく最適設計方法を確立し、最適設計法に基づき、最適環境影響物質処理システムの構築を行う。また、環境影響物質の排出量削減を最大化するため、代替燃料の利用技術についても評価を行う。
- 重油燃料を使用する場合のシステム構成要素の一つとして乾式脱硫装置の開発を行い、その導入効果を示す。
- 将来的な環境規制にも対応可能な排ガス中の環境影響物質（NO_x、SO_x、PM、HC 等）計測法を確立する。大気汚染物質の排出実態解明と大気反応・拡散シミュレーションの精度向上のためのデータ提供が可能となる。

23 年度計画

- ・ エンジンと後処理系について、複数技術の組合せからなる排ガス中の環境影響物質処理システムを想定し、個々の構成要素の基本性能を評価するシミュレーションプログラムを構築する。構成要素としては LNG、CNG 等の代替燃料使用も含め、実船導入に伴う問題点を明らかにして解決策を提案し、個別要素を組み合わせる場合のシステム最適化と導入効果について検討する。
- ・ 重油燃料（S 分 0.5%）を想定し、システム構成要素の選択肢を広げるため、要素技術の一つとして船用乾式脱硫装置実用化の基礎研究を行う。要素試験を行い、その効果を検証する。
- ・ 船用ディーゼル機関の排ガス中に含まれる環境影響物質のうち、特に PM2.5 の前駆物質となり得る化学物質をリストアップするとともに、その計測・分析方法を検討する。それらの検討をもとに、計測対象とする環境影響物質とそれらの適切な計測法を決定する。

23 年度の研究成果

- 後処理技術の調査を行って要素シミュレータ作成に必要なデータ（圧力損失、回収熱量、効率等）や課題をまとめた。船舶用環境影響物質処理システムのシミュレーションプログラムを構築するため、プロセスシミュレータ COCO を用いて構築された排熱回収システムの性能解析シミュレータに、物理的過程だけではなく化学的過程も模擬可能なように機能を拡張させた。また、要素評価として、SCR 流路の圧力損失の評価モデルを作成し、その解析結果を動力システム系で行った SCR 検証実験の圧力損失データと比較した。試算結果と実験結果の値は良く一致し、圧力損失が予測可能になった。これをモデルとして組み込んで環境処理システム全体を解析するには安全率（1.5～2.0 を想定）を考慮する必要があると考えられた。LNG につ

いては、調査結果をもとに従来燃料との熱回収等も含めた比較検討を行い報告書にまとめた。

□船用乾式脱硫装置の内航船での実用化のために必要とされる脱硫剤のスペックを様々な条件で検討し、排ガスからの脱硫率95%、反応率50%を目標値として設定した。22年度まで作製してきた脱硫剤の脱硫能力の長時間化と反応率の向上を目指し、製造方法と脱硫プロセスの再検討を行った。その結果、今回は粒径大の脱硫剤30gに300ppmS模擬排ガス(1%SのC重油相当)を流して、初期脱硫率95%以上、反応の持続性能は1時間試験後の脱硫率75%(200°C)を維持できた。製造条件の工夫により、22年度に比べ、粒子内部への拡散反応を大幅に改善でき、粒径が大きくても脱硫性能に優れた脱硫剤が開発できた。この結果から、流量及び空間速度に応じた適切な脱硫剤量を用いることで、脱硫率の目標値を達成できると考えられた。また、NaClの添加、排ガス温度や他のガス成分の影響が明らかになった。本脱硫剤にはNOをNO₂に酸化する反応が副反応として起き(定常的には3%程度だが、初期では10%以上)、また、200°Cの低温ではNO₂+NO濃度全体が低下する(定常的には1%程度とわずかだが、初期では8%以上NO_x低減)ため、SCRを補助する役割も期待できることが分かった。

□大気反応・拡散シミュレーションで用いるPM及びPM2.5前駆物質排出源データの種類とそれらに対する計測データについて文献調査を行い、今まで計測してきたPMの結果についても再検討した。PMについては、23年度はナイトレートと潤滑油起源のCaの分析を追加して実験を行った。これよりPM構成成分のより詳細なデータが得られ、EC(元素状炭素)、OC(有機炭素)相当成分も含めた排出率データが作成できた。

また、PM2.5の前駆物質としては、エチレン、メタン、プロピレン、ベンゼン、アセチレン、トルエン、キシレン、ホルムアルデヒドをリストアップし、分析方法を検討した。23年度は、GCによりエチレン、メタン、プロピレン、ベンゼン、アセチレンを、また、検知管によりホルムアルデヒドの存在を確認した。これらの試料を採取する配管やバッグが、対象成分を吸着することが報告されており、定量分析には課題があることが判明した。

◆特許、発表論文等の成果(23年度)

- ・特許2件
- ・発表論文6件

参考図

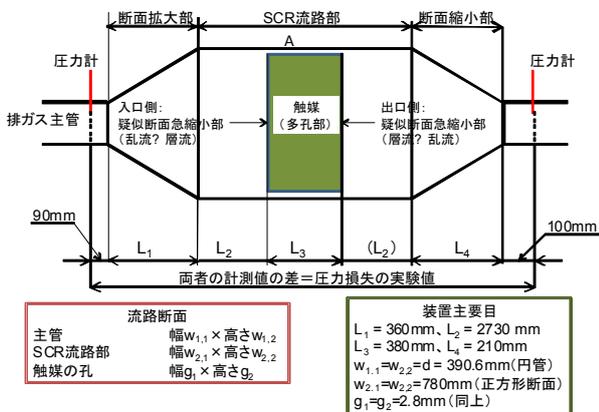


図1 SCRの圧力損失評価モデル (動力システム系実証試験装置より)

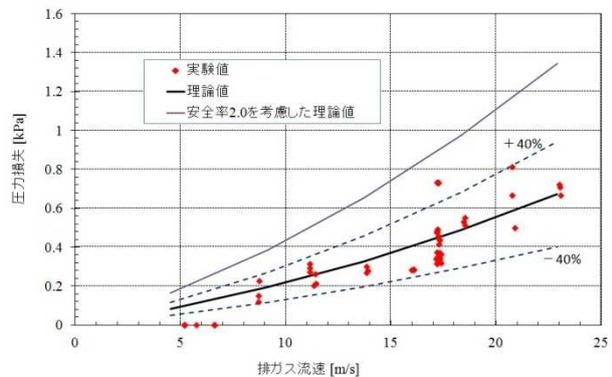


図2 SCR圧力損失の評価結果 (実証試験結果より)

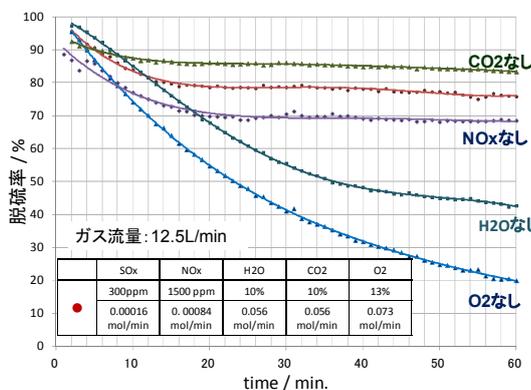


図3 排ガス組成の脱硫率への影響 試験温度200°C / 粒径大

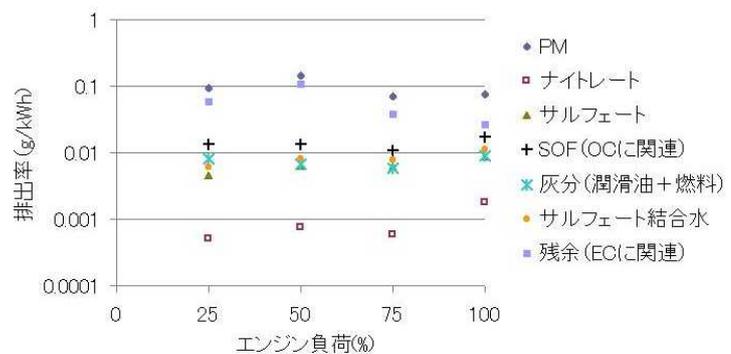


図4 4ストローク船用ディーゼル機関の排出率 (電子制御化改造後の例)

中期目標課題 ⑥ 船舶の更なるグリーン化等を実現するための、NO_x、SO_x、PM 等の大気汚染物質の削減、船舶の運航に起因する生態系影響の防止に資する基盤的技術及びその普及に必要な性能評価手法の開発及び高度化に関する研究

研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度

政策課題

船舶付着による水生生物の越境移動が問題視され、IMO においても議論が進められており、その前提となる船体付着生物による越境移動リスク評価法の確立が必要。

中期目標	中期計画	研究テーマ
○船舶の更なるグリーン化等を実現するための、NO _x 、SO _x 、PM 等の大気汚染物質の削減、船舶の運航に起因する生態系影響の防止に資する基盤的技術及びその普及に必要な性能評価手法の開発及び高度化に関する研究	○船用 SCR システムの耐久性向上、低コスト化、認証ガイドライン等の NO _x 3 次規制に必要な実用化技術の確立、ポスト 3 次規制を想定した更なる NO _x 削減のための計測・評価、処理技術等の開発、将来的な SO _x 、PM 規制に対応した計測・評価、処理技術等の開発等	① NO _x 低減技術の高度化に関する研究
	○船体付着生物の船体付着・侵入リスクの評価手法の確立、沈船等からの油漏えいリスク評価 等	② 環境影響物質処理システム（脱硝・脱硫・排熱回収）の最適化（GHG 排出削減を含む）に関する研究 ③ 船舶に起因する生態系影響の評価技術の構築に関する研究 ④ 油及び有害液体物質の流出に関する総合的対策の確立に関する研究

研究テーマ ③ 船舶に起因する生態系影響の評価技術の構築に関する研究

最終成果とアウトカム

- フジツボ類等の水生生物の越境移動リスクの評価手法を構築する。
- 付着生物の船体付着量の上限值等を規定し、IMO 規制案を提案する。

23 年度計画

- 船舶の運航状態に応じた越境移動水生生物の船体付着量の評価法を検討する。具体的には、フジツボ類を対象に、船体付着量の評価法を中心に、船体付着による越境リスクの評価手法をモデルの全体構成を作成する。

23 年度の研究成果

- 船体付着による越境リスクの評価方法を構築するため、船体付着量の評価法を中心に、航路や港での生存、繁殖体の散布、また、それらの環境への適合率等の各評価手法のモデル化を行い、越境リスクの評価手法の全体構成を作成した（船体付着量の評価モデル：参考図 1 を参照）。
- 防汚塗装の浸漬試験片へのフジツボの付着日数に基づいて、平均付着日数等、船体付着量の評価モデルで使用する船舶の防汚塗料の評価用パラメータ（暫定値）を作成した（参考図 2 を参照）。
- 付着生物の港での生存率を評価するため、港の海気候データを作成した（参考図 3 を参照）。
- 練習船 3 隻の生物付着状況の調査を行った。このうち、青雲丸では、船体 12 箇所防汚剤の溶出速度を 2 条件（回転：航走状態と静止：停泊状態）で計測した（参考図 4 を参照）。溶出速度の CV 値（標準偏差/平均値）は約 38% で計測条件の違いはなく、船長方向の中央部で溶出速度は低くなった。本計測により、船体付着量の評価モデルでの船体表面状態の偏差に関する設定データが得られた。なお、船体中央部に対する溶出速度比の分布は、船首に向かうほど高くなったが、船尾方向では大きな違いは無かった（参考図 5 を参照）。この他、舷側部は船底部の溶出速度の約 1.5 倍、また、航走状態（回転）は停泊状態（停止）での溶出速度の約 2 倍となった。

◆ 特許、発表論文等の成果（23 年度）

- ・ 発表論文 2 件

参考図

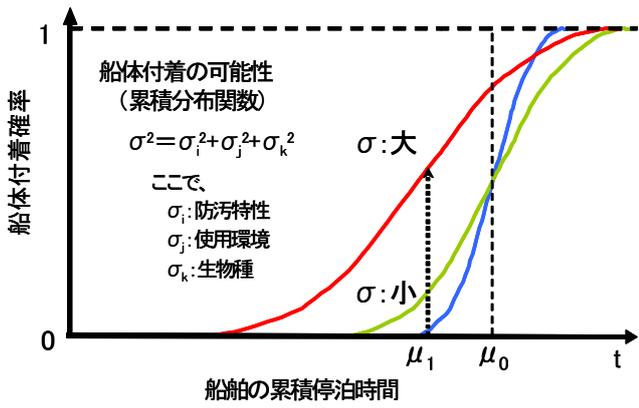


図1 停泊時間に基づく船体付着評価モデル

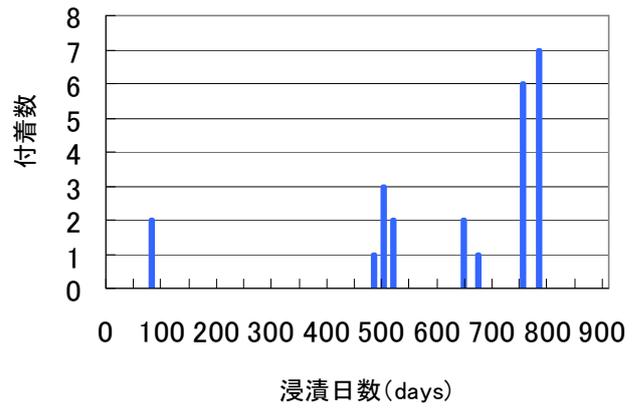


図2 防汚塗装へのフジボ類付着までの浸漬日数

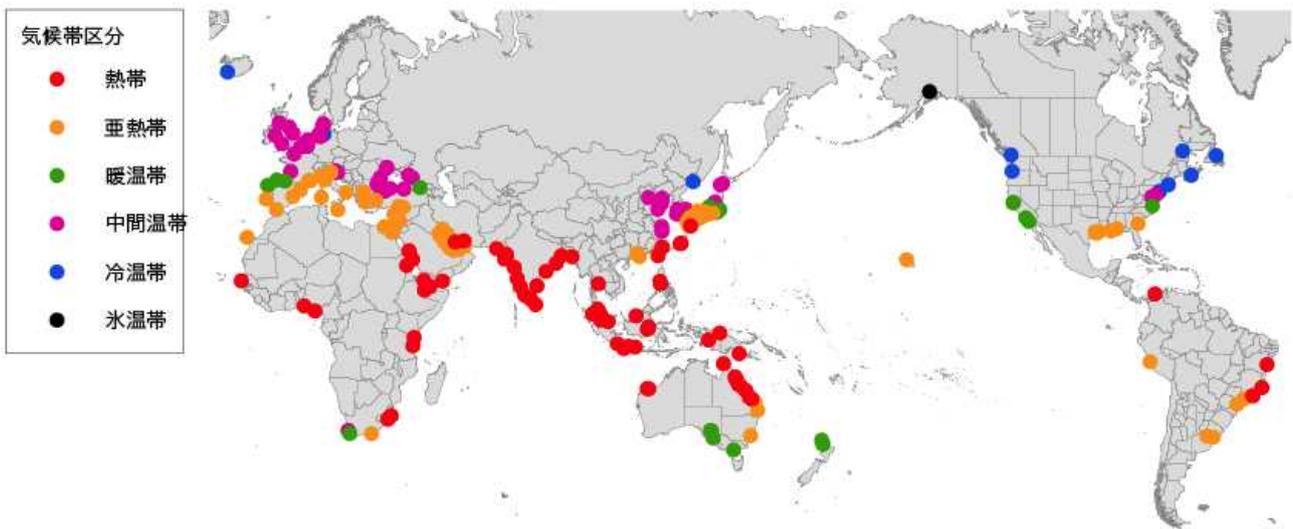


図3 港の海気候区分 (357 港)



図4 防汚剤の溶出速度の計測箇所 (青雲丸、12箇所)

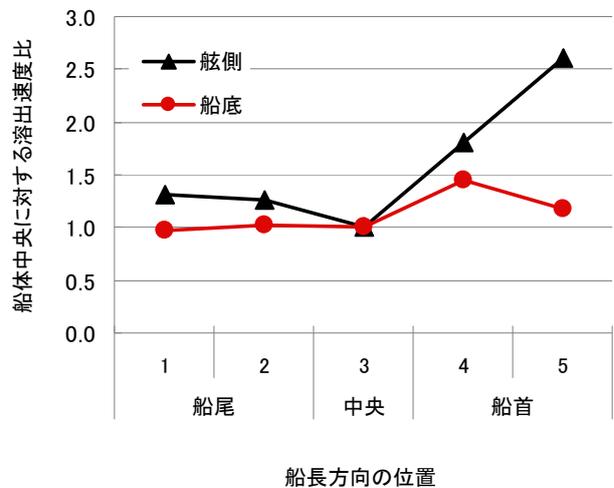


図5 溶出速度分布 (船体中央部との比) (練習船 青雲丸)

中期目標課題 ⑥ 船舶の更なるグリーン化等を実現するための、NO_x、SO_x、PM 等の大気汚染物質の削減、船舶の運航に起因する生態系影響の防止に資する基盤的技術及びその普及に必要となる性能評価手法の開発及び高度化に関する研究

研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度

政策課題

船舶付着による水生生物の越境移動が問題視され、IMO においても議論が進められており、その前提となる船体付着生物による越境移動リスク評価法の確立が必要。

中期目標	中期計画	研究テーマ
○船舶の更なるグリーン化等を実現するための、NO _x 、SO _x 、PM 等の大気汚染物質の削減、船舶の運航に起因する生態系影響の防止に資する基盤的技術及びその普及に必要となる性能評価手法の開発及び高度化に関する研究	○船用 SCR システムの耐久性向上、低コスト化、認証ガイドライン等の NO _x 3 次規制に必要な実用化技術の確立、ポスト 3 次規制を想定した更なる NO _x 削減のための計測・評価、処理技術等の開発、将来的な SO _x 、PM 規制に対応した計測・評価、処理技術等の開発等	① NO _x 低減技術の高度化に関する研究
	○船体付着生物の船体付着・侵入リスクの評価手法の確立、沈船等からの油漏えいリスク評価 等	② 環境影響物質処理システム（脱硝・脱硫・排熱回収）の最適化（GHG 排出削減を含む）に関する研究 ③ 船舶に起因する生態系影響の評価技術の構築に関する研究 ④ 油及び有害液体物質の流出に関する総合的対策の確立に関する研究

研究テーマ ④ 油及び有害液体物質の流出に関する総合的対策の確立に関する研究

最終成果とアウトカム

□流出油等の現場処理者（具体的には、海上保安庁（機動防除隊）、海上災害防止センター、地方自治体等）が、油等流出事故の際に、沈没船の状況を把握し最適な措置方法を決定する際に、利用できる評価ツールを開発する。

23 年度計画

- ・船体損傷の度合いや油タンクの破損状況、残存油量を把握、回収する手法及びツールについて調査する。これより、沈船からの流出油対応のための措置決定支援ツールを製作することを目標として、以下の要素技術を研究する。
 - 沈船の船体状況を把握するシステムを構築する。
 - 海中からの流出油に直接油処理剤を散布する手法と沈船からの油回収システムを検討する。
- ・また、生態系が短期的に毒性暴露した場合の長期的な毒性評価を行う。

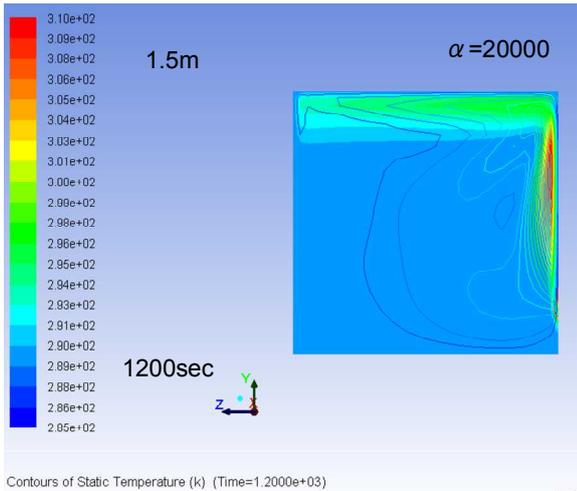
23 年度の研究成果

- 船体状況把握手法に関する技術開発

過去における沈船からの油回収事例の調査を行い、沈船の状態把握手法について検討した。残存油量及び流出油速度の推定手法に特化し調査が必要であることが判明した。沈船からの油回収システム（残存油の措置システム）に関する技術開発として、タンク内の重油の熱流動計算を実施し、タンク内の時間経過による温度分布の変化が既存の実験結果と比較的良く一致することを確認した。また、実験では計測できなかった重油の流動分布についても把握することが出来た。さらに、海中からの流出油に直接油処理剤を散布する手法に関して、実験装置を製作し、PTV（粒子追跡法）及び PIV（粒子画像法）により油の挙動を解析し分散化について調査した。
- 油・有害液体物質流出に伴う環境影響評価

植物プランクトンを対象とした生物毒性試験において、C 重油水溶性画分の EC50（半数影響濃度）及び EC10（10%影響濃度）値と比較すると、風化油あるいは風化油 HEX・DCM（ヘキサン・ジクロロメタン）分画水溶性画分の EC50 及び EC10 値が約 1/10 程度になっており、その生長阻害作用の強くなったことが明らかとなった。

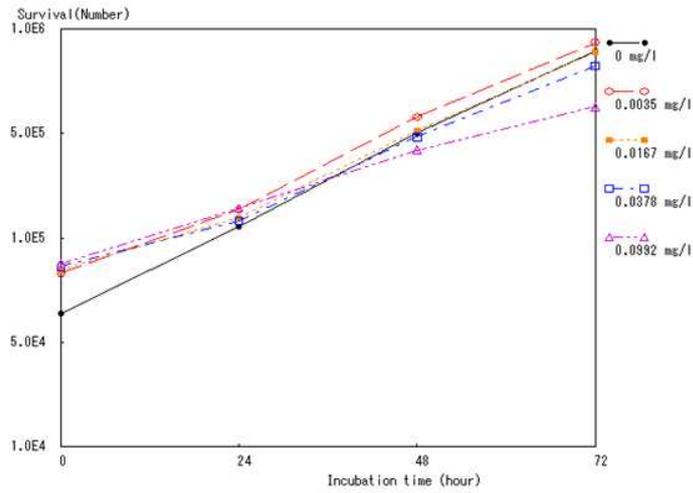
参考図



タンク内重油の温度分布と流動分布のコンツアー
(タンク中央断面、右側側面から加熱)



油処理剤の水中散布実験装置



HEX-DCM 分画水溶性画分によるキートセロス成長試験結果

【海洋の開発】

【中期目標】

我が国は世界第6位ともいわれる広大な海洋空間を有し、その利活用並びに海洋再生可能エネルギー及び賦存することが期待される海洋資源・エネルギーの開発を進めることは、資源・エネルギー安全保障、地球環境問題、食糧需給逼迫等の問題への有効な解決手段として期待されており、「海洋基本法」（平成19年法律第33号）に基づく「海洋基本計画」（平成20年3月閣議決定）では「海洋資源の開発及び利用の推進」が、政府の新成長戦略では「海洋資源、海洋再生可能エネルギー等の開発・普及の推進」が掲げられている。

一方、海洋開発は投資リスクが大きく民間のみでの取り組みが困難であることから、推進に当たっては官民が連携した取り組みが不可欠である。

そのため、海洋利活用及び海洋開発の基礎となる、海洋構造物の安全性評価手法及び環境負荷軽減手法の開発・高度化に関する以下の研究に取り組むこと。

- (7) 浮体式洋上風力発電等の海洋再生可能エネルギー生産システムに係る基盤技術の開発並びに安全性評価手法の開発及び高度化に関する研究
- (8) 浮体技術を利用した海洋資源生産システムの基盤技術の開発並びに安全性評価手法の開発及び高度化に関する研究
- (9) 海洋の利用・開発に起因する環境影響の評価手法の開発等環境負荷の軽減に関する研究

【中期計画】

中期目標に示されているように、海洋開発は我が国の成長を支える基盤であるとともに、資源・エネルギー安全保障等、今後長期にわたり継続する構造問題解決に重要な役割として期待されており、関係機関の連携のもとで我が国の海洋開発が進捗してきている。

一方で、実際の海洋開発は民間での開発リスクが過大であるため、海洋開発推進、海洋産業の育成に向けた国と民間の連携が重要となっている。

研究所としては、内外の関係機関の連携のもと、海洋立国を目指したナショナルプロジェクト・政策への技術的貢献とともに、実際の開発・生産を担う本邦企業への技術支援を行うこととする。

特に、浮体式海洋構造物の安全性評価手法、海洋開発に伴う環境負荷軽減等は海洋利活用の基礎となるものであり、その開発・高度化を図ることにより我が国周辺海域における海洋再生可能エネルギーの開発・普及促進、海洋資源の確保及び産業競争力強化に資する次の研究を行う。

- (7) 浮体式洋上風力発電等の海洋再生可能エネルギー生産システムに係る基盤技術の開発並びに安全性評価手法の開発及び高度化に関する研究
 - －浮体式洋上風力発電システムの動揺制御技術の開発及び安全性評価ガイドライン等の作成、複合再生可能エネルギー発電システムの安全性・性能評価手法の開発 等
- (8) 浮体技術を利用した海洋資源生産システムの基盤技術の開発並びに安全性評価手法の開発及び高度化に関する研究
 - －洋上天然ガス生産システムの複合環境外力下における洋上出荷オペレーションシミュレータ及び総合安全性評価手法の開発、海底熱水鉱床開発用サブシー（採鉱・揚鉱）システムの技術開発及びその運用に係る安全性評価技術の開発 等
- (9) 海洋の利用・開発に起因する環境影響の評価手法の開発等環境負荷の軽減に関する研究
 - －海底熱水鉱床開発における排水・採掘等に伴う環境負荷推定手法の開発、海洋再生可能エネルギー生産システム開発に伴う環境負荷推定手法の開発 等

【年度計画】

浮体式海洋構造物の安全性評価手法、海洋開発に伴う環境負荷軽減等は海洋利活用の基礎となるものであり、その開発・高度化を図ることにより我が国周辺海域における海洋再生可能エネルギーの開発・普及促進、海洋資源の確保及び産業競争力強化に資する次の研究を、研究所と内外の関係機関との連携のもと行う。

- (7) 浮体式洋上風力発電等の海洋再生可能エネルギー生産システムに係る基盤技術の開発並びに安全性評価手法の開発及び高度化に関する研究
 - －浮体式洋上風力発電システムの動揺特性を評価するためのシミュレーション手法を開発するために、風車-基盤浮体連成挙動一体解析プログラムを開発するとともに、ブレードピッチ角最適制御

手法を開発する 等

(8) 浮体技術を利用した海洋資源生産システムの基盤技術の開発並びに安全性評価手法の開発及び高度化に関する研究

ー 洋上天然ガス生産システムの爆発等の事故時の安全性評価手法に関し、数値計算、風洞実験を実施し、トップサイド設計ガイドライン案を作成する。また、海底熱水鉱床開発システムの技術検討を行うとともに、模型実験、数値計算等により新形式ライザーシステムを用いた揚鉱システムの概略仕様を作成する 等

(9) 海洋の利用・開発に起因する環境影響の評価手法の開発等環境負荷の軽減に関する研究

ー 海底資源開発に伴う、採鉱機による攪乱及び排水により生じる懸濁物質の移流・拡散、再堆積の解析手法を検討する 等

◆ 23年度の取組状況

各研究について、年度計画に記載された措置事項を着実に実施するとともに、政策課題（社会・行政ニーズ）等の研究開発課題を取り巻く環境変化を踏まえた措置内容の見直し等を実施しつつ取り組みました。

【主な研究成果の例】

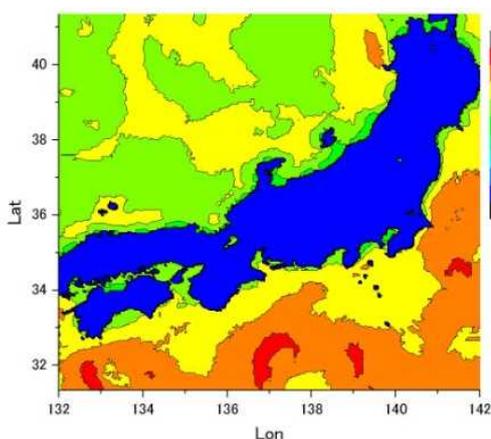
◎浮体式洋上風力発電システムの技術開発・安全性評価に関する研究

- ・風車と浮体の連成挙動の一体解析プログラムの開発に必要な風洞・水槽実験技術を確立。ネガティブダンピング※現象を世界に先駆け再現することに成功し、プログラムの高度化を実現。さらに、動揺を低減し、かつ、安定した出力を得るためのブレードピッチ最適制御手法を提案。
※回転数変動を一定にするためのブレードピッチ制御に伴い生じる動揺の増大



水槽試験による挙動確認

- ・我が国の広いEEZに賦存する海洋再生可能エネルギーを効果的に利用するため、風・波浪・海流等データの整備・分析を行い、洋上エネルギーマップを作成。自治体を含むプロジェクト創出へ。福島ウィンドファームプロジェクト（H23～H27年度）、長崎県五島市での実証事業（1/2モデルH23～H24年度、実証機H25～H27年度）に参加し、トータルシステムで支援。



洋上エネルギーマップの例
(再現期間10年の風力マップ)

- ・日本海事協会と連携し、浮体式洋上風力発電施設のリスク評価を行い、国土交通省の安全技術基準（H24年4月制定）に反映。さらに、IEC等における洋上風車の国際標準策定に参画。

◎海底鉱物資源開発等に係る基盤技術の構築に関する研究

◎洋上天然ガス生産システム等の総合安全性評価技術に関する研究

- ・(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構が実施している海底熱水鉱床開発に係る事業の一環として、採掘要素技術試験機[※]を開発。水中性能試験等により基本性能を確認。さらに、海底での鉱物粉碎システムの試験を行って技術的可能性を明らかにするとともに、揚鉱に係る Free Standing Riser システムの実用化に必要な技術課題を抽出。

※ (株)三井三池製作所との共同開発

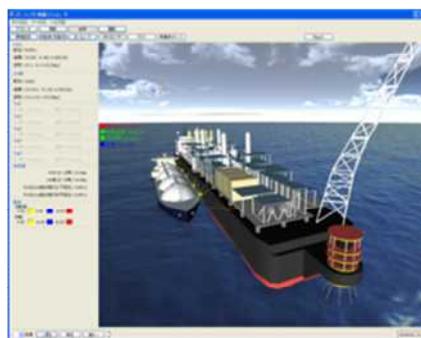


採掘要素技術試験機

- ・より安全で確実な LNG 横づけ (SBS: side-by-side) 出荷を実現するため、風遮蔽影響評価、波浪中での LNG 移送ホース挙動解析、2 船間ギャップレゾナンス (共振) 推定のプログラムを開発し、波と風の複合外力下での現象を再現できる高度なシミュレータを開発。昨年の苫小牧東港での LNG 移送の安全評価、及び、国が推進する LNG 燃料船で課題となるバンカリングの実現に貢献。



苫小牧東港における LNG 移送



SBS 出荷シミュレータ及び模型実験

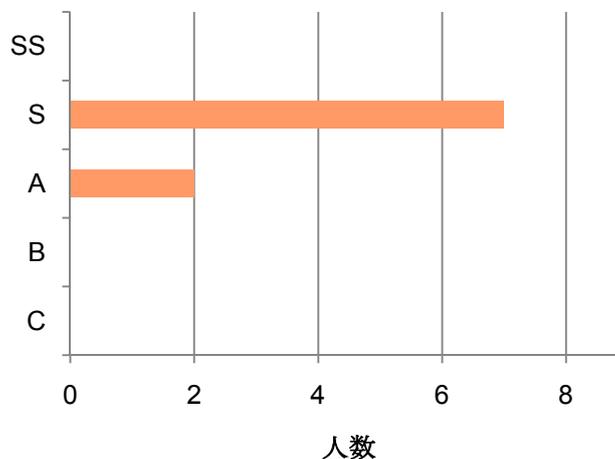
◎環境負荷推定モデルの開発に関する研究

- ・浮体式洋上風力発電システムの騒音に伴う水中環境負荷評価法の開発に向け、着床式風力発電施設にて音響データ取得を行い、シミュレーション手法を検討。
- ・採掘時の環境負荷 (濁度等) を数値解析で予測。良好な精度で予測可能であることを掘削試験で確認。

◆その他適切な評価を行う上で参考となり得る情報

24年6月5日に開催した海技研研究計画・評価委員会（外部委員による評価）（委員長：平山次清 横浜国立大学名誉教授）において、重点研究について年度の評価を受け、評点 SS～C の5段階評価を頂いた結果、「海洋の開発」に関して、下表のとおりとなっています。

また、委員からは以下のようなコメントを頂いております。



【海技研研究計画・評価委員会委員コメント】

- 海洋開発の分野全体として、年度計画を超える優れた成果を出している。（委員会）
- 本研究所が率先しての海洋開発技術の挑戦とその成果は、民間企業や今後の我が国の海洋開発を担う若い世代に大きなインパクトを与えるものである。（大学（船舶工学））
- ネガティブダンピング現象を世界に先駆け再現、制御手法を提案できたこと、浮体式のリスク評価の結果を国の安全基準に反映できたことは高く評価できる。（海運業界、大学（船舶工学））
- 洋上エネルギーマップを作成しており、自治体などで広く使われれば、大きな社会貢献となる可能性がある。（大学（船舶工学）、造船業界）
- 採鉱要素技術試験機の開発、FLNG や SBS の基礎研究など、国レベルの各種海洋関係事業に参画して、多くの研究成果を事業成果に反映させていることは高く評価できる。（大学（船用機械）、造船業界）
- 波浪中での LNG 移送ホースの挙動解析の結果を実オペレーションに反映させた点は高く評価できる。（海運業界）

研究一覧

(各研究に付されている番号は、研究管理上、所内で便宜的に付したものの)

中期目標課題 ⑦ 浮体式洋上風力発電等の海洋再生可能エネルギー生産システムに係る基盤技術の開発並びに安全性評価手法の開発及び高度化に関する研究		
研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度		
中期目標	中期計画	研究テーマ
○浮体式洋上風力発電等の海洋再生可能エネルギー生産システムに係る基盤技術の開発並びに安全性評価手法の開発及び高度化に関する研究	○浮体式洋上風力発電システムの動揺制御技術の開発及び安全性評価ガイドライン等の作成、複合再生可能エネルギー発電システムの安全性・性能評価手法の開発	①浮体式洋上風力発電システムの技術開発・安全性評価に関する研究 ②複合再生可能エネルギー発電システムに係る技術開発・安全性評価に関する研究

中期目標課題 ⑧ 浮体技術を利用した海洋資源生産システムの基盤技術の開発並びに安全性評価手法の開発及び高度化に関する研究		
研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度		
中期目標	中期計画	研究テーマ
○浮体技術を利用した海洋資源生産システムの基盤技術の開発並びに安全性評価手法の開発及び高度化に関する研究	○洋上天然ガス生産システムの複合環境外力下における洋上出荷オペレーションシミュレータ及び総合安全性評価手法の開発、海底熱水鉱床開発用サブシー（採鉱・揚鉱）システムの技術開発及びその運用に係る安全性評価技術の開発	①洋上天然ガス生産システム等の総合安全性評価技術に関する研究 ②海底鉱物資源開発等に係る基盤技術の構築に関する研究

中期目標課題 ⑨ 海洋の利用・開発に起因する環境影響の評価手法の開発等環境負荷の軽減に関する研究		
研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度		
中期目標	中期計画	研究テーマ
○海洋の利用・開発に起因する環境影響の評価手法の開発等環境負荷の軽減に関する研究	○海底熱水鉱床開発における排水・採掘等に伴う環境負荷推定手法の開発、海洋再生可能エネルギー生産システム開発に伴う環境負荷推定手法の開発	①環境負荷推定モデルの開発に関する研究

中期目標課題 ⑦ 浮体式洋上風力発電等の海洋再生可能エネルギー生産システムに係る基盤技術の開発並びに安全性評価手法の開発及び高度化に関する研究

研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度

政策課題

再生可能エネルギーの開発ニーズの高まりの中で、風力発電は最も期待されるエネルギーの1つであるが、陸上の適地が飽和に近く、今後は洋上、特に大水深での浮体式への期待が高い。一方で、実際の海洋開発は民間での開発リスクが過大であるため、海洋開発推進、海洋産業の育成に向けた国と民間の連携が重要となっている。民間が導入を推進するための基礎となる基盤的技術の開発や安全性評価手法の確立が急務。

中期目標	中期計画	研究テーマ
○浮体式洋上風力発電等の海洋再生可能エネルギー生産システムに係る基盤技術の開発並びに安全性評価手法の開発及び高度化に関する研究	○浮体式洋上風力発電システムの動揺制御技術の開発及び安全性評価ガイドライン等の作成、複合再生可能エネルギー発電システムの安全性・性能評価手法の開発	①浮体式洋上風力発電システムの技術開発・安全性評価に関する研究 ②複合再生可能エネルギー発電システムに係る技術開発・安全性評価に関する研究

研究テーマ ①浮体式洋上風力発電システムの技術開発・安全性評価に関する研究

最終成果とアウトカム

- 高精度の風車・浮体連成挙動評価技術（含、世界初の系統的な風洞・水槽実験技術）の確立。
- 安全性評価ガイドライン及び技術基準の確立。
- 発電コスト陸上並みのトータルシステム技術の確立。
- 実証実験を活用した、安全性の社会受容プロセスの確立。
- 施工、維持管理まで踏まえた最適設計法の確立及びガイドライン化。
- IEC（国際電気標準会議）における浮体式洋上風力発電システムに関する標準化検討等に参画して、浮体式洋上風力発電普及のための環境整備に貢献。
- 電力事業者等に対して、最適設計ガイドラインを提示する等、浮体式洋上風力発電導入に対する技術的支援を実施して、我が国の産業競争力強化に貢献。

23 年度計画

- 浮体式洋上風力発電システムの動揺特性を評価するためのシミュレーション手法を開発するために、風車-基盤浮体連成挙動一体解析プログラムを開発するとともに、ブレードピッチ角最適制御手法を開発する。具体的には、
 - ・連成挙動一体解析プログラムを改良するとともに、ブレードピッチ角最適制御手法を開発する。
 - ・出力 2MW クラスの浮体式洋上風力発電システムの実海域実験用の計測システムの基本設計を完了する。
 - ・民間会社との共同研究を含め、経済性と安全性を同時に高める現地据付の施工方法及び維持管理手法の概念設計を行う。
 - ・送電ケーブルの様々な敷設形状を対象とした挙動及び強度評価を行う。
 - ・浸水時等の非常状態についての安定性評価手法（含、リスク・シナリオ）の検討を終了させる。

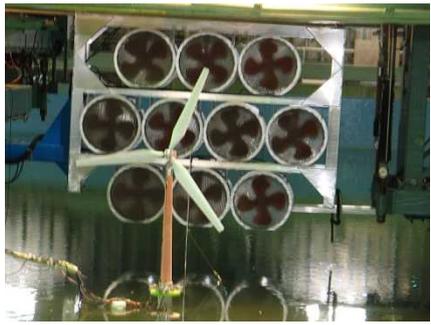
23 年度の研究成果

- 連成挙動一体解析プログラムについては、FAST（国際的な汎用風車解析プログラム）に海技研作成の流体力計算プログラムを組み合わせる手法を完成。…プログラム登録
- ブレードピッチ角最適制御手法については、基本ロジックを検討して水槽試験で検証。…これを発展させた制御手法を特許出願
- 実海域実験用の計測システムについての基本検討を終え、環境省実証事業に適用中。
- 経済性と安全性を同時に高める現地据付の施工方法につき基本検討完了。…特許出願
- 施工方法を計算及び水槽実験で検討（民間会社との共同研究として実施）。…現実性の高い工法とする
- 維持管理手法の基礎となるモニタリング技術について、上記の実海域実験用の計測システムの開発の中で知見取得。
- 送電ケーブルについては、22 年度に検討したカテナリー形状に加え、実証事業で採用される中間ブイ形式対象とした挙動評価を行った。
- 浸水時等の非常状態についての安定性評価手法（含、リスク・シナリオ）の検討は、安全ガイドライン（国交省受託）の中で検討を開始し、24 年度に作業継続中。

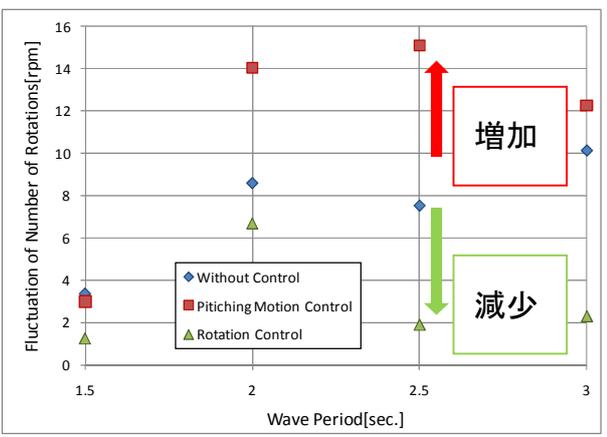
◆特許、発表論文等の成果（23 年度）

- ・特許 2 件
- ・プログラム登録 1 件
- ・発表論文 6 件

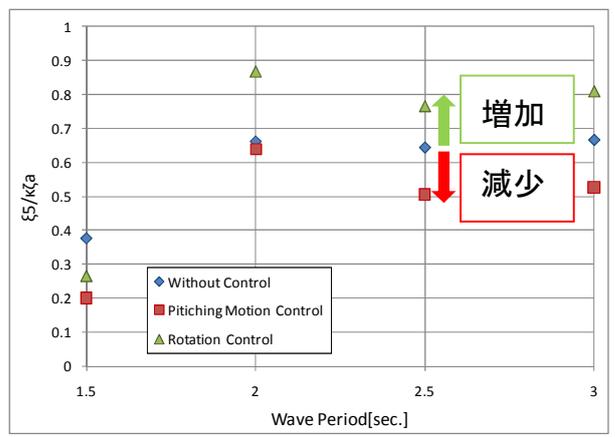
参考図



実験風景

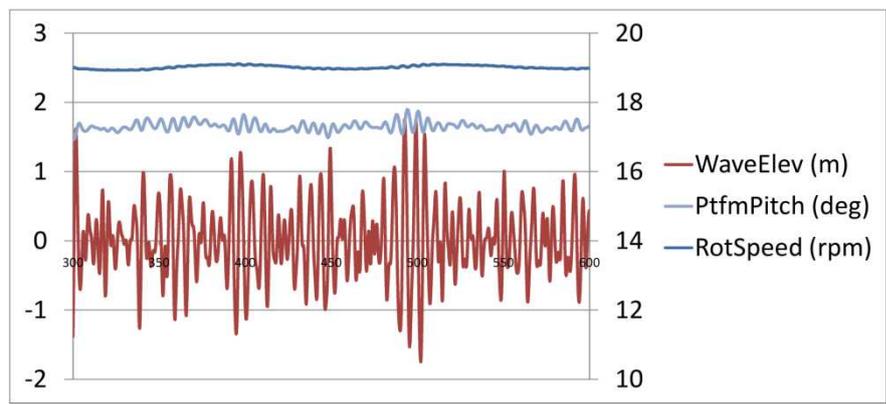


回転数変動



浮体のピッチング動揺

ブレードピッチ制御の効果例



連成挙動一体解析結果例

中期目標課題 ⑦ 浮体式洋上風力発電等の海洋再生可能エネルギー生産システムに係る基盤技術の開発並びに安全性評価手法の開発及び高度化に関する研究

研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度

政策課題

再生可能エネルギーの開発ニーズの高まりの中で、風力発電は最も期待されるエネルギーの1つであるが、陸上の適地が飽和に近く、今後は洋上、特に大水深での浮体式への期待が高い。一方で、実際の海洋開発は民間での開発リスクが過大であるため、海洋開発推進、海洋産業の育成に向けた国と民間の連携が重要となっている。民間が導入を推進するための基礎となる基盤的技術の開発や安全性評価手法の確立が急務。

中期目標	中期計画	研究テーマ
○浮体式洋上風力発電等の海洋再生可能エネルギー生産システムに係る基盤技術の開発並びに安全性評価手法の開発及び高度化に関する研究	○浮体式洋上風力発電システムの動揺制御技術の開発及び安全性評価ガイドライン等の作成、複合再生可能エネルギー発電システムの安全性・性能評価手法の開発	①浮体式洋上風力発電システムの技術開発・安全性評価に関する研究 ②複合再生可能エネルギー発電システムに係る技術開発・安全性評価に関する研究

研究テーマ ②複合再生可能エネルギー発電システムに係る技術開発・安全性評価に関する研究

最終成果とアウトカム

- 高精度の風車・浮体連成挙動評価技術（含、世界初の系統的な風洞・水槽実験技術）の確立。
- 安全性評価ガイドライン及び技術基準の確立。
- 発電コスト陸上並みのトータルシステム技術の確立。
- 実証実験を活用した、安全性の社会受容プロセスの確立。
- 施工、維持管理まで踏まえた最適設計法の確立及びガイドライン化。
- IEC（国際電気標準会議）における浮体式洋上風力発電システムに関する標準化検討等に参画して、浮体式洋上風力発電普及のための環境整備に貢献。
- 電力事業者等に対して、最適設計ガイドラインを提示する等、浮体式洋上風力発電導入に対する技術的支援を実施して、我が国の産業競争力強化に貢献。

23 年度計画

- ・海洋再生可能エネルギーマップの作成。
- ・蓄電システムの調査、複合再生可能エネルギー発電システムのコンセプトモデルの提案。
- ・係留システムの概略仕様プログラム開発。
- ・マルチロータの性能設計に用いる基本性能設計ツールの開発。

23 年度の研究成果

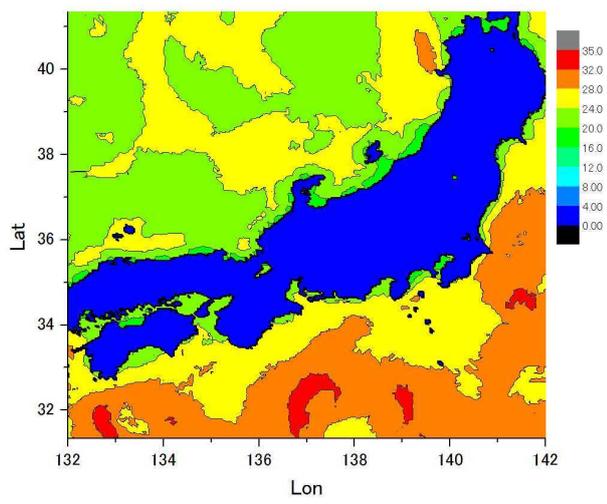
実海域実証事業等、活発化した浮体式洋上風力発電の各種プロジェクトを優先させたため、本研究はスローダウンさせることとなった。

- 海洋再生可能エネルギーマップを作成するため、波・風・海流データを整備し解析を行った。海流データ（JCOPE2）を追加購入し約5年間のデータを18年間に拡張。
- 一般に自然エネルギーは発電量が変動するために蓄電システムが必要であるが、蓄電システムは現時点では高価である。出来るだけ容量を抑えるため、各エネルギーの発電量変動の特性に適する蓄電システムについて調査を行った。
- 低流速対応の潮流発電システムの開発
 - ①以下の要素技術を開発
 - ・渦格子法を用いたタービン性能計算法を開発し、ダンデム配置ロータの計算が出来るように改良した。
 - ・マルチロータ模型を用いて水槽試験を実施し、位相角、ロータ間距離の影響を調査した。
 - ・マルチロータシステムの最適レイアウトを検討するため、マイクロバブルを用いた可視化計測システムを開発し、水中でロータが作動している状態での後流影響を計測して基礎データを収集した。
 - ・集流装置に関する調査を実施し性能データを収集した。風力発電で実績がある翼単板について性能を調査するために水槽試験を実施した。翼端板形状の影響に関する知見が得られた。
 - ②上記要素技術を組み合わせて潮流・海流発電システムの概念設計を実施した。コスト低減における感度解析の結果から、ロータの高出力化、システム全体の抵抗成分の低減、係留システムの簡素化等の課題抽出を行った。

◆特許、発表論文等の成果（23 年度）

- ・特許 1 件
- ・発表論文 5 件

参考図



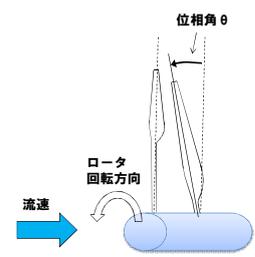
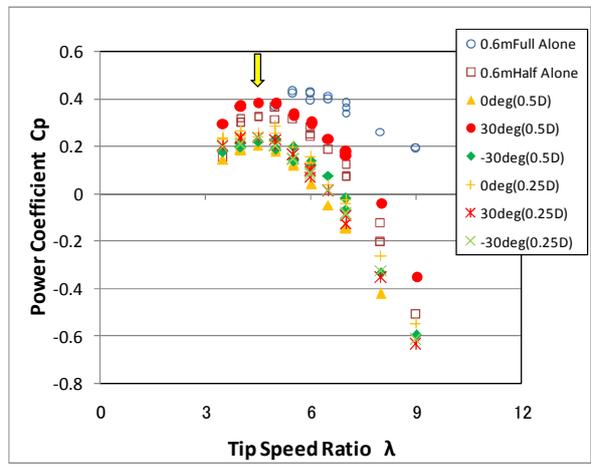
再現期間 10 年の風速分布

制御方法	平均化時間 (分)	所要MW容量 (MW)	所要MWh容量 (MWh)	必要な最小充放電時間率性能
短周期変動対策	10	① 0.77	0.077	0.1
		② 0.16	0.032	0.2
	20	③ 0.17	0.068	0.4
長周期変動対策	120	④ 1.00	12.3	12.3

【出典：経済産業省「平成 17 年度新エネルギー等電力市場拡大促進対策基礎調査等策としての蓄電池システムの導入に関する調査」(平成 18 年 6 月)】

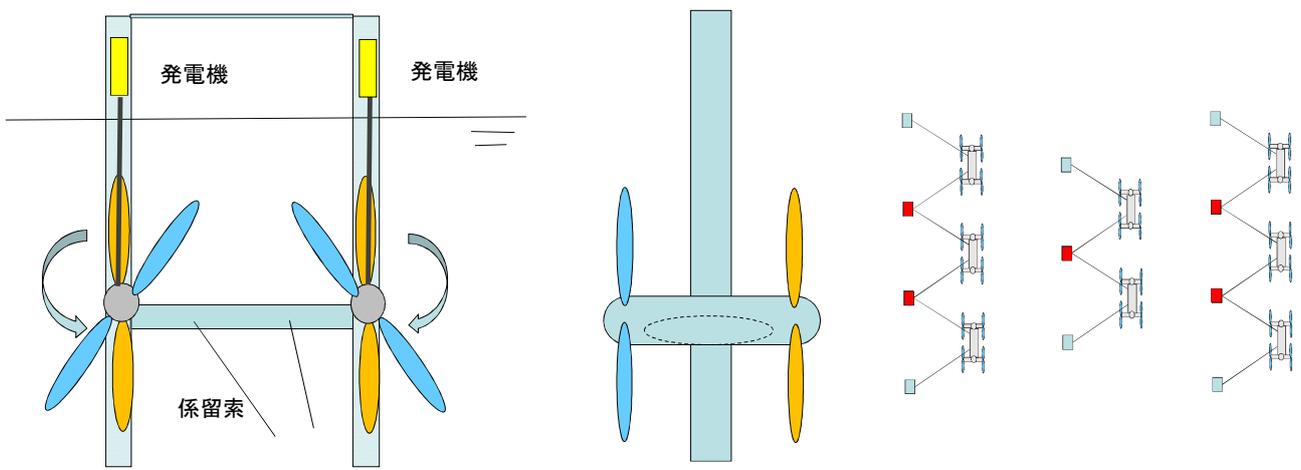
風力発電に併設する蓄電システム所要容量の試算例

Diameter	[m]	0.60
Number of Blade		2
Blade section		NACA4409



位相角の影響

マルチロータ模型を用いた水槽試験結果の例



マルチロータシステムを用いた潮流発電システムの概念設計例

中期目標課題 ⑧ 浮体技術を利用した海洋資源生産システムの基盤技術の開発並びに安全性評価手法の開発及び高度化に関する研究

研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度

政策課題

海洋ガス田の可採埋蔵量は膨大であり、ガス田開発の有効な手段として浮体式 LNG 生産システム (FLNG) が注目されており、本邦企業も参入を計画しているところである。一方で、過去に経験のないシステムであることから、民間での開発リスクが過大であり、推進を支援するための総合安全性評価技術の確立が急務。

中期目標	中期計画	研究テーマ
○浮体技術を利用した海洋資源生産システムの基盤技術の開発並びに安全性評価手法の開発及び高度化に関する研究	○洋上天然ガス生産システムの複合環境外力下における洋上出荷オペレーションシミュレータ及び総合安全性評価手法の開発、海底熱水鉱床開発用サブシー（採鉱・揚鉱）システムの技術開発及びその運用に係る安全性評価技術の開発	①洋上天然ガス生産システム等の総合安全性評価技術に関する研究 ②海底鉱物資源開発等に係る基盤技術の構築に関する研究

研究テーマ ①洋上天然ガス生産システム等の総合安全性評価技術に関する研究

最終成果とアウトカム

- 今まで存在しなかった、トップサイド・レイアウト設計に資する設計爆圧等評価方法の確立。
- 世界初となる FLNG 用フローティングホース、深層水取水管等の安全性評価方法の確立。
- 今まで体系化されていなかった、複合環境外力下における洋上出荷オペレーションの総合安全性評価手法の構築。
- FLNG 実用化に向けた重要課題の解決に貢献。
- FLNG システムの FS 等の技術的支援を実施して、今後拡大が見込まれる海洋開発市場への我が国企業の参入の支援に貢献。

23 年度計画

- 洋上天然ガス生産システムの爆発等の事故時の安全性評価手法に関し、数値計算、風洞実験を実施し、トップサイド設計ガイドライン案を作成する。具体的には、
 - ・ トップサイド・レイアウト設計に資する設計爆圧等評価方法の確立。
 - ・ FLNG 用フローティングホースの安全性評価方法の確立。
 - ・ 今まで体系化されていなかった、複合環境外力下における洋上出荷オペレーションの総合安全性評価手法の構築。

23 年度の研究成果

- LS-dyna、AutoReaGas、Fluent 及び風洞試験結果を使用した爆発時の被害度影響評価法を開発（図 1）。既存ガイドラインの問題点について把握。
- JOGMEC の提案公募事業特別研究下で古河電工（株）等と実施している「FLNG 用フローティングホースの実用化研究」の一環で、Riflex を用いたマリーンロード解析手法を構築（図 2）。ERC（ホースの緊急離脱装置）設計荷重評価に使用可能。ホースの疲労強度解析が可能な周波数領域疲労解析プログラム SPECTRUN を開発。想定海象下でのホースの疲労解析を実施（図 3）。
- FLNG システムでの SBS (side-by-side) LNG 出荷状態における 2 船間ギャップレゾナンス推定プログラムを開発（図 4）。また、波浪中実験によりその妥当性を確認した。FLNG システムでの SBS-LNG 出荷状態における LNG シャトル船の風影響評価法（風遮蔽影響評価法）を開発（図 5）。波浪中 SBS-LNG 出荷状態シミュレータを開発（図 6）。

◆特許、発表論文等の成果（23 年度）

- ・ プログラム登録 1 件
- ・ 発表論文 9 件

参考図

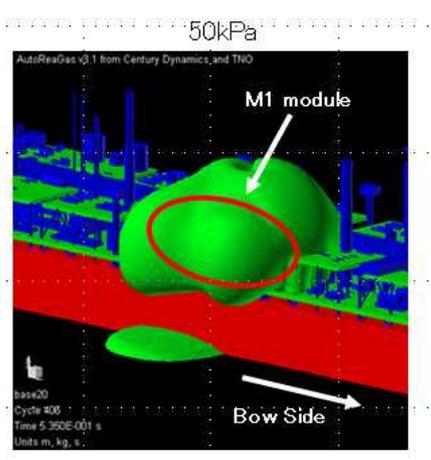


図1 FLNG 上での爆発シミュレーション



図2 フローティングホース実用化試験 (多条敷設時の挙動評価。JOGMEC 提案公募事業特別研究の一環)

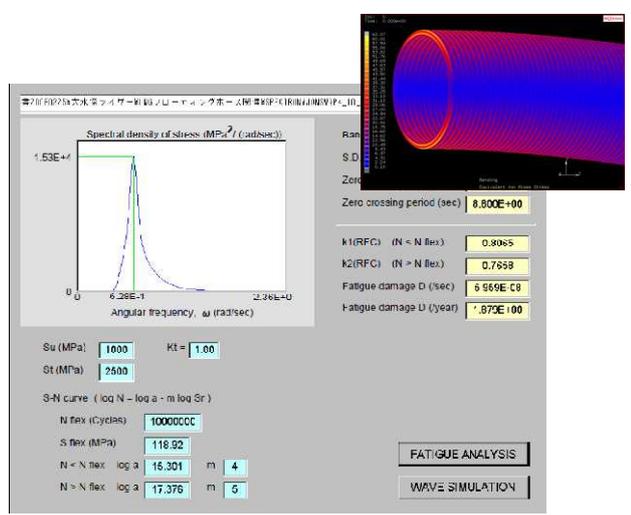


図3 周波数領域疲労解析プログラム SPECTRUN

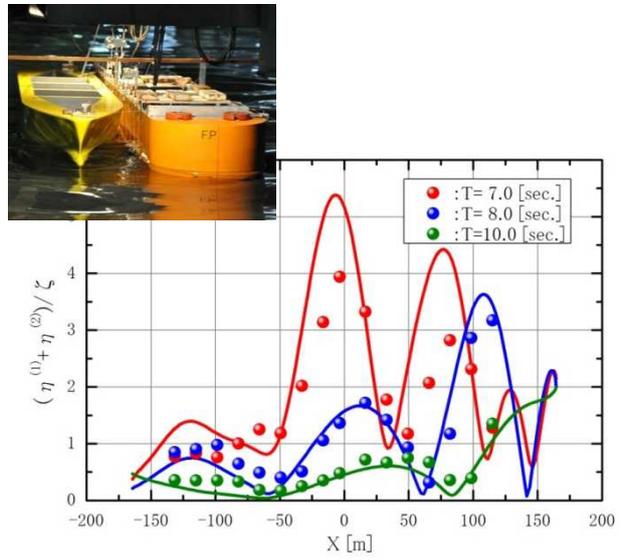


図4 FLNG システムでのSBS 出荷状態における 2 船間ギャップレゾナンス推定

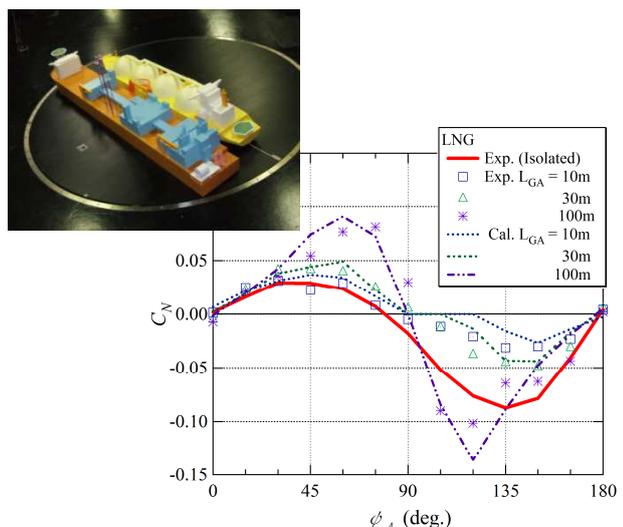


図5 風遮蔽影響推定法の提案

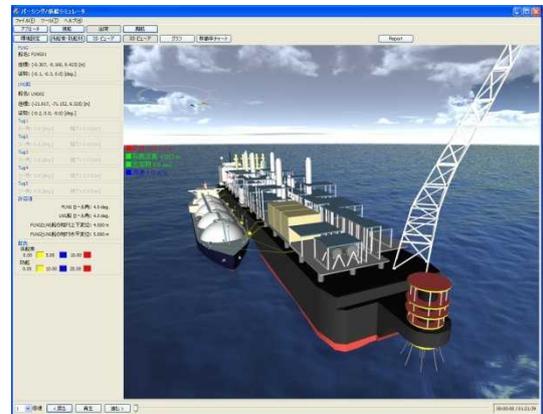


図6 SBS-LNG 出荷シミュレータの開発

中期目標課題 ⑧ 浮体技術を利用した海洋資源生産システムの基盤技術の開発並びに安全性評価手法の開発及び高度化に関する研究

研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度

政策課題

海底熱水鉱床は、我が国 EEZ の水深 700～1,600m の沖縄トラフ及び伊豆・小笠原海域に広く分布しており、レアメタルや貴金属等の回収が期待されている。一方、その開発は世界的に事業化例がなく、安全にかつ開発に伴う深海底環境への影響をいかに低減しつつ、海底熱水鉱床開発の一連のプロセス（採鉱、揚鉱、選鉱等）を支える技術開発を行っていくことが必要。

中期目標	中期計画	研究テーマ
○浮体技術を利用した海洋資源生産システムの基盤技術の開発並びに安全性評価手法の開発及び高度化に関する研究	○洋上天然ガス生産システムの複合環境外力下における洋上出荷オペレーションシミュレータ及び総合安全性評価手法の開発、海底熱水鉱床開発用サブシー（採鉱・揚鉱）システムの技術開発及びその運用に係る安全性評価技術の開発	① 洋上天然ガス生産システム等の総合安全性評価技術に関する研究 ② 海底鉱物資源開発等に係る基盤技術の構築に関する研究

研究テーマ ②海底鉱物資源開発等に係る基盤技術の構築に関する研究

最終成果とアウトカム

- 実証試験に向けた海底熱水鉱床開発用サブシステム（採鉱システム、新たな揚鉱システム等）の提案。
- 海底鉱物資源開発等に関して、これまで体系化されていなかった採鉱機投入／回収等と船の操船を含めた総合オペレーションに関する安全性評価手法の構築及びマリンオペレーションに係るガイドラインの作成。
- 国が実施するプロジェクト等に参加し、先行・先端的技术及び基盤技術に対する技術的支援を実施して、我が国の海洋産業創出や鉱物資源の安定供給確保に貢献。

23 年度計画

- 海底熱水鉱床開発システムの技術検討を行うとともに、模型実験、数値計算等により新形式ライザーシステムを用いた揚鉱システムの概略仕様を作成する。具体的には、
 - ・（独）石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）が実施している海底熱水鉱床の開発に向けた事業の一環として、採掘要素技術試験機を（株）三井三池製作所と共同で開発する。
 - ・ 技術調査、模型試験及び数値計算により新形式ライザーシステムの成立性を検討し、概略仕様を作成する。
 - ・ 実海域に適用可能な、海底熱水鉱床鉱物用の粉碎システムの基本的な仕様を明らかにする。

23 年度の研究成果

- （株）三井三池製作所と共同で、採掘要素技術試験機に係る要素試験を実施するとともに、同試験機を完成させ、水中性能試験等により基本的な性能を確認した（図 1）。同試験機は、24 年度以降、JOGMEC の事業のもとで実海域試験に供せられる予定である。
- JOGMEC との共同研究「厳しい海気象下における大水深油ガス田開発の為の浮体式掘削・生産システム技術に関する研究」の一環で、Free Standing Riser システムに係る技術調査を行い、同ライザーのコンセプトを検討するとともに、模型試験を実施した（図 2）。また、同システムを海底熱水鉱床開発に適用するために必要な技術課題を抽出した。
- 東京大学と共同で、ボールミルを用いた海底粉碎システムの検討を実施した。海底粉碎を模擬した水中粉碎では、陸上で行われる湿式粉碎と比較して 10%程度の粉碎効率の低下が見られるものの、粉碎自体は可能であることが分かった。また、離散要素法（DEM）を用いた粉碎の数値解析を行い、解析結果が概ね試験結果と一致することを確認した。
- さらに、ワイヤーロープ等、主として芯部材（あるいは管部材）と螺旋部材の積層により構成される積層管を対象として、剛性・応力・疲労寿命を容易に評価可能なプログラムを開発し（図 3）、2 社が同プログラムを購入した。また、海技研の保有技術である耐疲労スマートペーストをサブシーシステムのメンテナンスに利用することを念頭に、ペーストをマイクロカプセル等の閉空間に保持する技術を開発し、特許出願した。

◆特許、発表論文等の成果（23 年度）

- ・ 特許 1 件
- ・ プログラム登録 1 件
- ・ 発表論文 5 件

参考図

(a) 試験機の外観



(b) 水中での掘削試験の様子

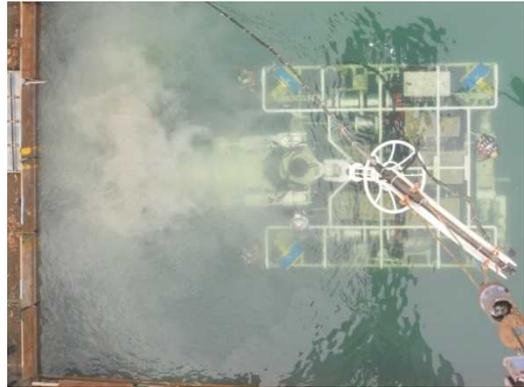


図1 (株) 三井三池製作所と共同開発した採掘要素技術試験機

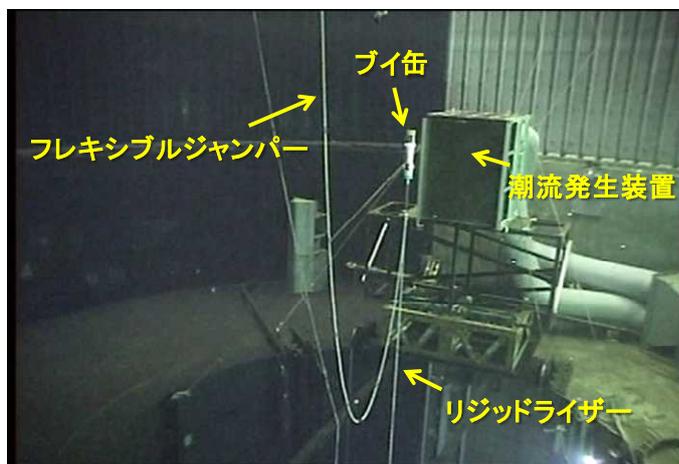


図2 FSR 模型試験の様子



図3 積層管の剛性・応力・疲労解析プログラム LAYCAL 製品セット

中期目標課題 ⑨ 海洋の利用・開発に起因する環境影響の評価手法の開発等環境負荷の軽減に関する研究

研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度

政策課題

海洋開発は我が国の成長を支える基盤であるとともに、資源・エネルギー安全保障等、今後長期にわたり継続する構造問題解決に重要な役割として期待されている。海洋開発に伴う環境負荷軽減は海洋利活用の基礎となるものであり、海洋の利用・開発に起因する環境影響の評価手法の確立が必要。

中期目標	中期計画	研究テーマ
○海洋の利用・開発に起因する環境影響の評価手法の開発等環境負荷の軽減に関する研究	○海底熱水鉱床開発における排水・採掘等に伴う環境負荷推定手法の開発、海洋再生可能エネルギー生産システム開発に伴う環境負荷推定手法の開発	①環境負荷推定モデルの開発に関する研究

研究テーマ ①環境負荷推定モデルの開発に関する研究

最終成果とアウトカム

- 海底鉱物資源開発における、排水・採掘に係る環境負荷評価手法の開発、及び環境項目に対する観測と数値モデルによる複合的な環境モニタリング手法の開発。
- 浮体式洋上風力発電システムの騒音に伴う水中環境負荷評価法の開発。
- 国や事業者等に、環境負荷評価手法や環境モニタリング手法を提示して、海洋資源、海洋再生可能エネルギー等の開発・普及のための環境整備に貢献。

23 年度計画

- 海底資源開発に伴う、採鉱機による攪乱及び排水により生じる懸濁物質の移流・拡散、再堆積の解析手法を検討する。具体的には、
 - ・懸濁物質の挙動解析手法の検討。
 - ・採鉱機による懸濁物質の攪乱解析の検討。
 - ・掘削時における環境負荷データの取得。
 - ・深海における環境モニタリング技術の現状把握調査。
 - ・水中騒音の海棲生物への影響について、下記を実施して評価手法を立案する。
 - 海外を含めた既往研究の評価
 - 国内の風力発電施設での固体伝播騒音実態調査
 - 洋上施設の生物影響評価手法の基本検討

23 年度の研究成果

- 海底資源開発に伴う環境負荷として、プラットフォームからの排水される懸濁物質（図 1）の海底近傍における挙動解析の精度向上を図るため、複雑な地形に適した流れ場解析手法の検討を行い、試計算を実施した。
- 採鉱機による掘削時に発生する微粒子の発生量の推定及び濁度予測（図 2）を行い、解析結果を、（独）石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）が実施している海底熱水鉱床の開発に向けた事業の一環として、（株）三井三池製作所と共同で実施した採掘要素技術試験機調達に係る設計・製作におけるソナー試験計画の立案に反映させた（図 3）。
- 採掘要素技術試験機の掘削試験において、環境負荷計測（粉塵、濁度、pH）を実施した。簡易的な手法で実施した濁度予測値は、計測値と同オーダーであることが確認された。24 年度以降に詳細解析を実施する予定である。
- 海底熱水鉱床開発を対象に環境モニタリング手法の現状技術について文献調査を実施した。次年度以降にモニタリング装置の概念設計を実施する予定である。
- 水中騒音の海棲生物への影響に関する文献調査を実施。
- かみす洋上風力発電施設（着床式）を対象として、背景雑音及び水中放射騒音の計測を実施し、風車固有騒音の周波数を同定。
- 水中騒音計測法の改良及びシミュレーション手法について調査・検討。

◆特許、発表論文等の成果（23 年度）

- ・発表論文 6 件
- ・依頼講演 1 件

参考図

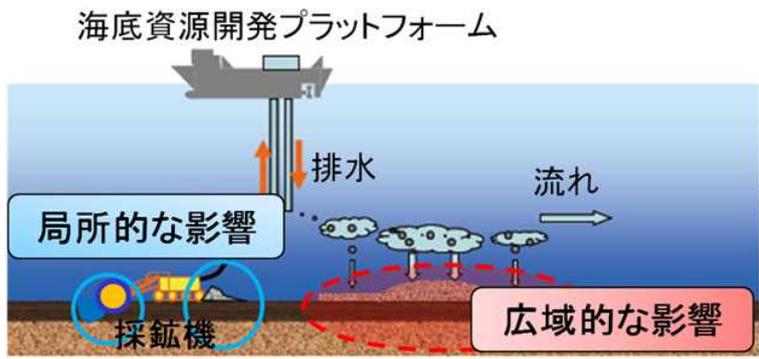


図1 海底資源開発に伴う環境負荷影響の概念図

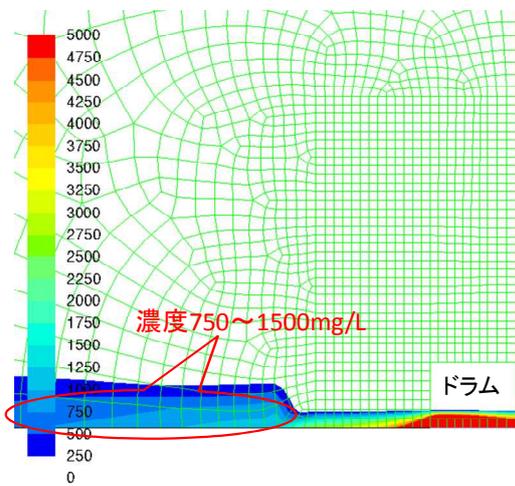


図2 濁度解析結果

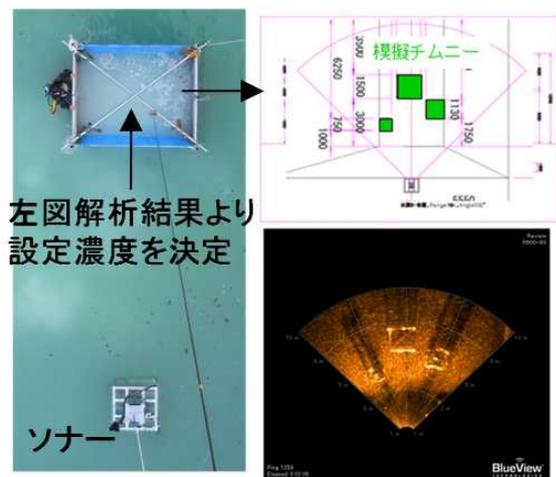


図3 水中ソナー試験

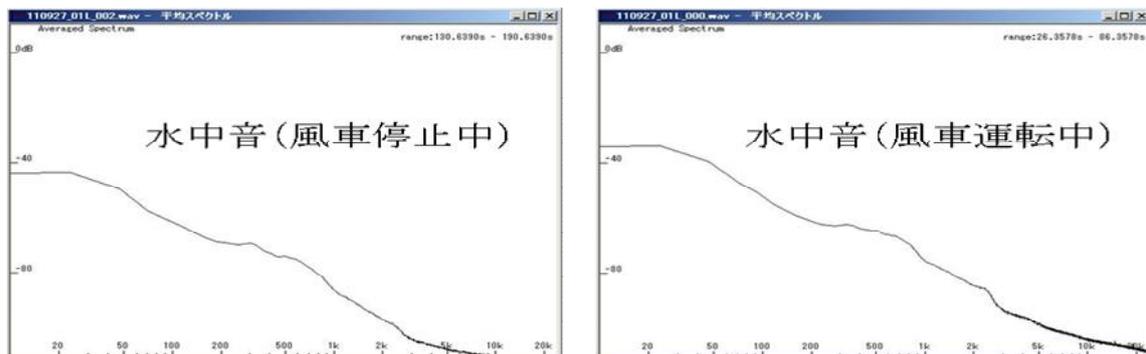


図4 着床式洋上風力発電施設の水騒音計測例

【海上輸送の高度化】

【中期目標】

地球環境問題の深刻化、少子高齢化や地域人口の過密化・過疎化の進展、近年の世界的規模の景気の後退や大幅な為替変動による事業環境の悪化等の社会環境・構造の変化が進む中、我が国経済の持続的発展を図るためには、モーダルシフトの推進や移動の円滑化等に対応した、海上物流の効率化、海上輸送を含む物流システムの総合的な改善、海事産業の競争力強化が求められている。

そのため、航海支援技術、物流の効率化等に関する以下の研究に取り組むこと。

- (10) 海上物流の効率化・最適化を政策的に評価する手法の開発及び高度化に関する研究
- (11) 海上輸送の新たなニーズに対応した運航支援技術・輸送システム等の開発に関する研究

【中期計画】

中期目標に示されているように、我が国経済の持続的発展を図るため、その基盤を支えている海上物流の効率化、海上輸送システムを含む物流システムの総合的な改善、海事産業の競争力の強化が求められている。

研究所としては、物流の効率化等に資するため、海上輸送を支える造船、海運、物流分野の基盤的技術開発、特に、モード間を有機的に結びつけた物流の最適化や船員の制度的なスキルと現状、最近のIT技術の急速な進歩を踏まえた航海支援システムの改善等、従来の研究領域、分野を超えた融合化研究の必要性が高まっている領域についての次の研究を行う。

- (10) 海上物流の効率化・最適化を政策的に評価する手法の開発及び高度化に関する研究
 - －内航フィーダー輸送活性化等の施策に関連する、海運を中心とした物流動向等の事前評価が可能となるツール及び外航ネットワークと内航フィーダー航路のリンク評価プログラム等の開発 等
- (11) 海上輸送の新たなニーズに対応した運航支援技術・輸送システム等の開発に関する研究
 - －内航船の省力化を進め運航コスト削減を図るための陸上からの航海当直、機関運転支援システムの構築、メンテナンス、イニシャルコストの低減を実現するための基盤技術等の開発
 - －IT技術の急速な進歩を踏まえた衝突予防システムの開発、運航支援機器のユーザビリティ評価法の確立及びガイドラインの作成
 - －移動円滑化の促進と利用者の利便性向上を確保するガイドラインの作成 等

【年度計画】

物流の効率化等に資するため、海上輸送を支える造船、海運、物流分野の基盤的技術開発、特に、モード間を有機的に結びつけた物流の最適化や船員の制度的なスキルと現状、最近のIT技術の急速な進歩を踏まえた航海支援システムの改善等、従来の研究領域、分野を超えた融合化研究の必要性が高まっている領域についての次の研究を行う。

- (10) 海上物流の効率化・最適化を政策的に評価する手法の開発及び高度化に関する研究
 - －海上物流の効率化・最適化を評価するシステムの構成要素となる物流データ、海上・陸上コンテナ流動量評価手法等の解析手法の検討を行う 等
- (11) 海上輸送の新たなニーズに対応した運航支援技術・輸送システム等の開発に関する研究
 - －内航船の省力化を進め運航コストの削減を図る運航支援システム概念を整理するとともに、船橋における死角を補完し、船尾や船側の画像情報を提供できる運航支援システムの基本設計を行う。また、メンテナンス、イニシャルコストの低減を実現するために、構造用接着剤に関して、強度向上方法を踏まえた極厚塗布用接着剤の試設計に向けて、極厚塗布時の強度低下因子の抽出、疲労強度評価を実施する
 - －無線 LAN や高速モバイル通信等を用いて、多数の近接船船間で位置情報を双方向通信することによる位置情報の共有を図る手法を検討する
 - －「高齢者、障害者等の移動等の円滑化の促進に関する法律」（平成 18 年法律第 91 号）の技術基準見直し事項を明らかにし、技術基準見直し案を検討する 等

◆ 23年度の取組状況

各研究について、年度計画に記載された措置事項を着実に実施するとともに、政策課題（社会・行政ニーズ）等の研究開発課題を取り巻く環境変化を踏まえた措置内容の見直し等を実施しつつ取り組みました。

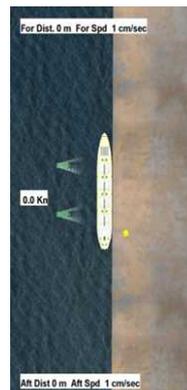
【主な研究成果の例】

◎内航船の競争力強化に資する運航支援・建造技術に関する研究

- ・内航船の運航で多い出入港や輻輳海域で、少人数で安全に運航するための支援システムとして、全方位画像センサーを開発（特許出願）。実船の海上実験により有効性を確認。1名での全方位監視を可能にした。さらに、デジタル画像処理技術を用い接岸速度等を計測・表示する着離棧支援システムを試作し、操船リスクシミュレータにより有効性を確認。



全方位画像センサーと海上俯瞰画像の例



接岸速度が分かるデジタル画像の例

- ・音声ガイダンス及びICタグリーダーによるテンキー入力（特許出願）により、狭隘な内航船機関室における高騒音・高温・油汚れ環境下での点検作業を軽減し、さらに、電子データによる記入作業の省力化及び高度化を図る機関点検支援システムを開発。若年船員が少人数で実行可能な機関点検作業を低コストで実現。



携帯端末とICタグリーダー（フィンガーアンテナ）



機器・点検項目IDタッチ



ICタグを利用したテンキー模擬入力ホード



点検結果入力作業

機関点検支援システムを使った点検作業の様子

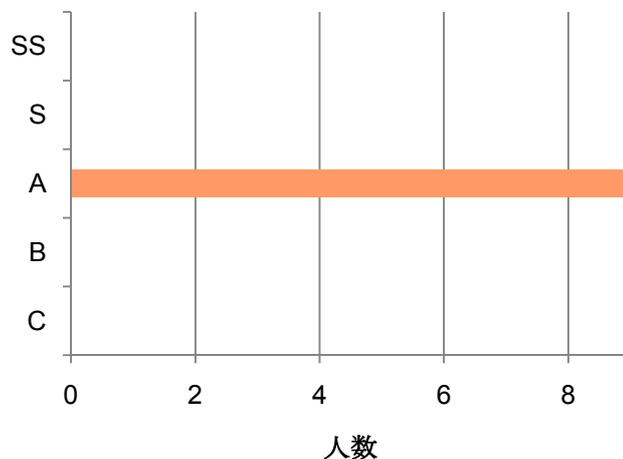
◎高速情報通信システムを利用した運航支援技術の高度化に関する研究

- ・AIS を搭載しない小さい船でも周辺の船の情報を得られる基盤整備に向けて、無線 LAN 等の船舶間の通信技術を使ったクラウド型思考での情報共有手法の有効性を確認。

◆その他適切な評価を行う上で参考となり得る情報

24年6月5日に開催した海技研研究計画・評価委員会（外部委員による評価）（委員長：平山次清 横浜国立大学名誉教授）において、重点研究について年度の評価を受け、評点SS～Cの5段階評価を頂いた結果、「海上輸送の高度化」に関して、下表のとおりとなっています。

また、委員からは以下のようなコメントを頂いております。



【海技研研究計画・評価委員会委員コメント】

- 海上輸送の高度化の分野全体として、年度計画を着実に達成している。（委員会）
- 従来、経験に頼っていた技術の定量的評価は、省力・省エネ効果だけでなく我が国が直面している技術の継承という課題にも光明を与え社会的意義は大きい。（大学（船舶工学）、大学（船用機械））
- 全方位画像センサー及び離着陸支援システムを開発し、シミュレータで有効性確認できたことは実船適用に向け前進が見られ、特筆すべき成果と言える。（大学（船舶工学）、大学（商船学）、海運業界）

研究一覧

(各研究に付されている番号は、研究管理上、所内で便宜的に付したもの)

中期目標課題 ⑩ 海上物流の効率化・最適化を政策的に評価する手法の開発及び高度化に関する研究 研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度		
中期目標	中期計画	研究テーマ
○海上物流の効率化・最適化を政策的に評価する手法の開発及び高度化に関する研究	○内航フィーダー輸送活性化等の施策に関連する、海運を中心とした物流動向等の事前評価が可能となるツール及び外航ネットワークと内航フィーダー航路のリンク評価プログラム等の開発	⑩ 海上物流効率化・最適化評価と政策評価支援に関する研究

中期目標課題 ⑪ 海上輸送の新たなニーズに対応した運航支援技術・輸送システム等の開発に関する研究 研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度		
中期目標	中期計画	研究テーマ
○海上輸送の新たなニーズに対応した運航支援技術・輸送システム等の開発に関する研究	○IT 技術の急速な進歩を踏まえた衝突予防システムの開発、運航支援機器のユーザビリティ評価法の確立及びガイドラインの作成	⑪ 高速情報通信システムを利用した運航支援技術の高度化に関する研究
	○内航船の省力化を進め運航コスト削減を図るための陸上からの航海当直、機関運転支援システムの構築、メンテナンス、インシヤルコストの低減を実現するための基盤技術等の開発	⑫ 内航船の競争力強化に資する運航支援・建造技術に関する研究 1 ⑬ 内航船の競争力強化に資する運航支援・建造技術に関する研究 2
	○移動円滑化の促進と利用者の利便性向上を確保するガイドラインの作成	⑭ 人に優しい海上輸送システムの開発に関する研究

中期目標課題 ⑩ 海上物流の効率化・最適化を政策的に評価する手法の開発及び高度化に関する研究
研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度

政策課題

我が国経済の持続的発展を図るため、その基盤を支えている海上物流の効率化・最適化が求められており、海運政策の施策評価を実施できる評価ツールの開発が急務。

中期目標	中期計画	研究テーマ
○海上物流の効率化・最適化を政策的に評価する手法の開発及び高度化に関する研究	○内航フィーダー輸送活性化等の施策に関連する、海運を中心とした物流動向等の事前評価が可能となるツール及び外航ネットワークと内航フィーダー航路のリンク評価プログラム等の開発	①海上物流効率化・最適化評価と政策評価支援に関する研究

研究テーマ ①海上物流効率化・最適化評価と政策評価支援に関する研究

最終成果とアウトカム

- 従来よりも迅速かつ適切に海運施策の評価ニーズに応えられる物流評価の基盤システムを開発・整備する。
- 上記の例題として海運振興施策例(例えば、内航フィーダー網育成のための航路支援施策やコスト削減策等)を作成し、効果を評価する。

23 年度計画

- 海上物流の効率化・最適化を評価するシステムの構成要素となる物流データ、海上・陸上コンテナ流動量評価手法等の解析手法の検討を行う。具体的には、
 - ・ ニーズ・実情等の基礎調査を行い、研究全体の方向性の検討に必要な情報の収集。
 - ・ OD 推定の仕様及び手法の検討。
 - ・ 外航定期船航路に係るデータを収集するとともに、経路探索に係るアルゴリズムの調査。
 - ・ ユニットロード流動評価手法の仕様・評価方法の検討、及び一通りの基本機能を実装して試評価。

23 年度の研究成果

- 物流等調査

物流センサス及びコンテナ流調のデータをもとに、小野教授（流経大）との意見交換を参考として地域毎に分けたモーダルシフトの余地に関する分析を行った。調査結果として、地域毎の差や輸出入間の差の状況が定量化できた。特に、より詳細な追加検討が必要となる地域として東海と北陸とが挙げられ（図 1 低船舶利用率、図 2 高陸送件数）、輸出と輸入の間のモーダルシフト化率の差やリードタイムの差について、追加調査に関する方向性を得た。
- 物流データの開発

OD (Origin, Destination) ベースのデータ整備を進めている。外航では、貿易統計により OD ベースの貨物流動が把握可能であるが、データの整合性に問題があるためその調整方法を検討した（図 3）。内航では、各種の部分的なデータが存在するが、主に物流センサスを中心にしてその特性を把握した（図 4）。
- 港湾間外航コンテナ流動評価手法の開発

外航定期船航路データベースの構築（図 5）、及び得られた航路ネットワークの特性を解析した（図 6）。また、ネットワーク上の K 番目の最短経路探索が可能となる（k-Shortest Path）アルゴリズムを含んだネットワーククラスをコード化し、比較的短時間で結果が得られることを確認した。さらに、解析結果の把握、妥当性検証を容易にするため、ユーザーインターフェースの構築を行った。
- 国内発着ユニットロード流動評価手法の開発

膨大なデータ量となる道路網の縮約プログラムをコード化した。

◆特許、発表論文等の成果（23 年度）

- ・ 発表論文 2 件

参考図

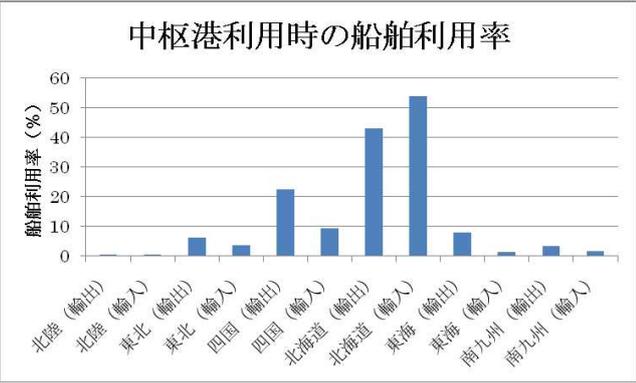


図 1 地域別船舶利用率

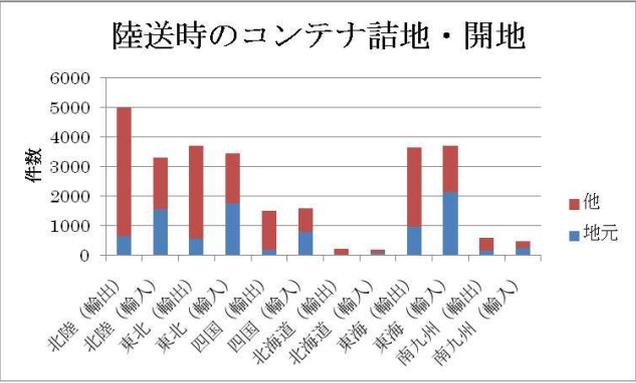


図 2 地域別陸送件数

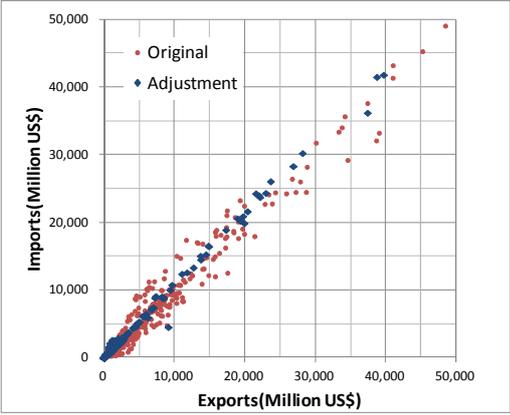


図 3 貿易データの源データと調整データ

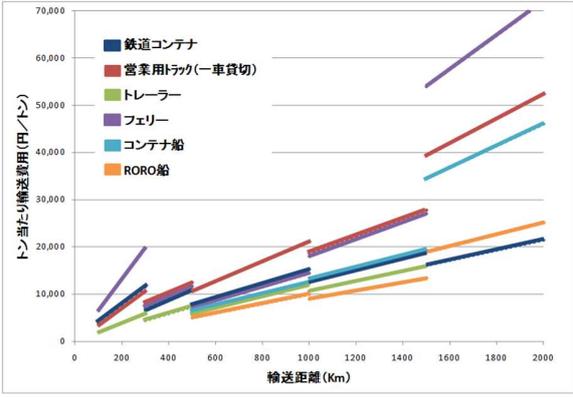


図 4 物流センサスの解析 (距離別のトン当たり輸送費用)

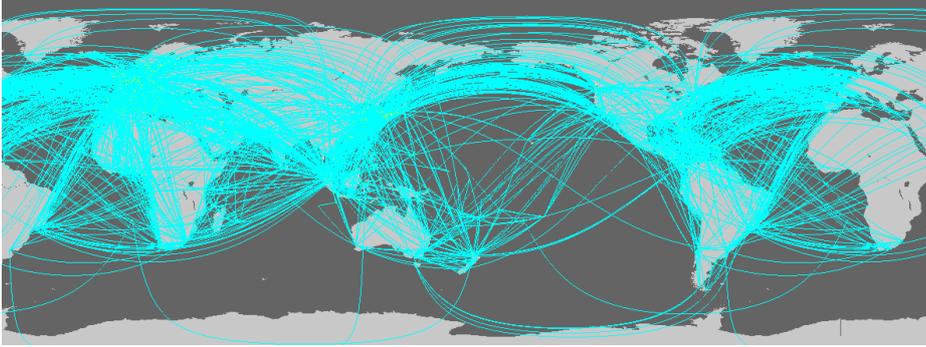


図 5 2010 年、外航定期船全航路
(港数：約 1000、サービス航路数：約 2000、サービス航路の平均寄港数：約 6 港)

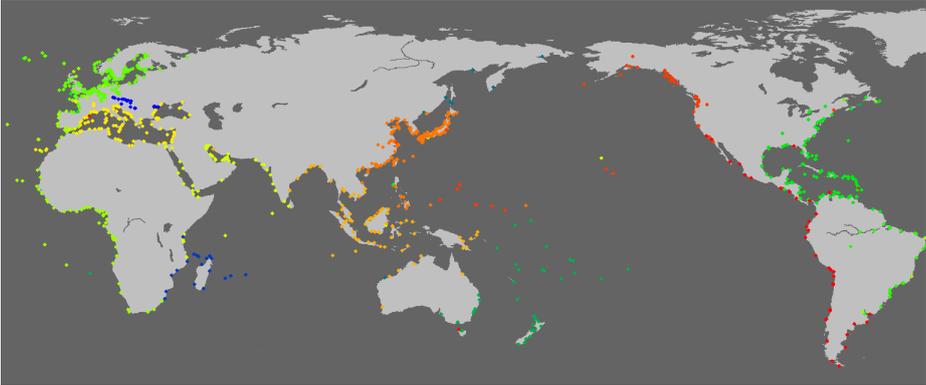


図 6 2010 年、外航定期船航路のコミュニティ解析結果
(定期船航路により密に繋がる港のグループを色分けして表示。)

中期目標課題 ① 海上輸送の新たなニーズに対応した運航支援技術・輸送システム等の開発に関する研究
研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度

政策課題

我が国経済の持続的発展を図るため、その基盤を支えている海上物流の効率化、海上輸送システムを含む物流システムの総合的な改善が求められており、最近の IT 技術の急速な進歩を踏まえた航海支援システムの改善等による海上物流の効率化支援が必要。

中期目標	中期計画	研究テーマ
○海上輸送の新たなニーズに対応した運航支援技術・輸送システム等の開発に関する研究	○IT 技術の急速な進歩を踏まえた衝突予防システムの開発、運航支援機器のユーザビリティ評価法の確立及びガイドラインの作成	① 高速情報通信システムを利用した運航支援技術の高度化に関する研究
	○内航船の省力化を進め運航コスト削減を図るための陸上からの航海当直、機関運転支援システムの構築、メンテナンス、インシヤルコストの低減を実現するための基盤技術等の開発	② 内航船の競争力強化に資する運航支援・建造技術に関する研究 1 ③ 内航船の競争力強化に資する運航支援・建造技術に関する研究 2
	○移動円滑化の促進と利用者の利便性向上を確保するガイドラインの作成	④ 人に優しい海上輸送システムの開発に関する研究

研究テーマ ① 高速情報通信システムを利用した運航支援技術の高度化に関する研究

最終成果とアウトカム

- 船船が利用可能な高速情報通信基盤の研究、普及推進。
- 高速情報通信基盤を用いた新たな航行支援技術の開発、普及推進。
- 新しいサービスを理解し易さや使い易さの観点から評価するユーザビリティ評価法の確立。

23 年度計画

- 無線 LAN や高速モバイル通信等を用いて、多数の近接船船間で位置情報を双方向通信することによる位置情報の共有を図る手法を検討する。具体的には、
 - ・ 通信により交換可能な情報とその利用に関する調査及びシステムの概念検討。
 - ・ 無線 LAN を対象に、船船間の海上無線通信への適用の可能性について調査。
 - ・ ユーザビリティ評価に関する他分野の調査。
 - ・ 運航支援機器への適用の検討・課題抽出。

23 年度の研究成果

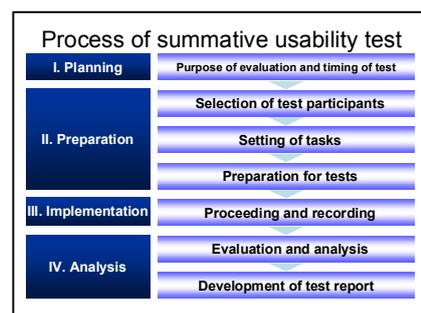
- AIS、無線 LAN、携帯電話、VHF データ通信等利用できる通信媒体の動向・特徴を調査するとともに、これを適宜用いた小型船の Tracked Target 情報、ハザード情報及び航行意思疎通情報を船船間で交換するサービスの試設計を実施した。
- 通信媒体として 2.4GHz 帯の船船間無線 LAN 通信を設定し、船船、船陸間で AIS データを小型船にリアルタイムで直接送受信する実験を行い、情報交換の実現性を確認した。
- 他分野のユーザビリティ一般の調査を行い、海事分野の特性を考慮した、ユーザビリティ評価実験の手順書をまとめた。IMO NAV 57 に手順書の提案を行い、今後のベースドキュメントに成り得る評価を得た。
- トラックコントロールシステムを対象に、避航操船時の操作を経験者からのインタビュー調査により、ユーザビリティの課題の抽出を行った。

- ◆ 特許、発表論文等の成果（23 年度）
 - ・ 発表論文 4 件

参考図



無線 LAN 通信実験を行った船舶のアンテナ設置状況



ユーザビリティの評価手順

中期目標課題 ① 海上輸送の新たなニーズに対応した運航支援技術・輸送システム等の開発に関する研究
研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度

政策課題

我が国経済の持続的発展を図るため、その基盤を支えている海上物流の効率化、海上輸送システムを含む物流システムの総合的な改善が求められており、内航船の競争力強化に向け、運航コストの低減を実現するための基盤的技術の開発が必要。

中期目標	中期計画	研究テーマ
○海上輸送の新たなニーズに対応した運航支援技術・輸送システム等の開発に関する研究	○IT 技術の急速な進歩を踏まえた衝突予防システムの開発、運航支援機器のユーザビリティ評価法の確立及びガイドラインの作成	① 高速情報通信システムを利用した運航支援技術の高度化に関する研究
	○内航船の省力化を進め運航コスト削減を図るための陸上からの航海当直、機関運転支援システムの構築、メンテナンス、インシヤルコストの低減を実現するための基盤技術等の開発	② 内航船の競争力強化に資する運航支援・建造技術に関する研究 1 ③ 内航船の競争力強化に資する運航支援・建造技術に関する研究 2
	○移動円滑化の促進と利用者の利便性向上を確保するガイドラインの作成	④ 人に優しい海上輸送システムの開発に関する研究

研究テーマ ② 内航船の競争力強化に資する運航支援・建造技術に関する研究 1

最終成果とアウトカム

他モードに対する競争力を高めるために、内航船における運航費の大幅な削減（30%程度）を達成するための以下の運航支援システムの開発を行う。
 1 名当直の実現のための安全性評価。
 陸上からの見張り・機関運転支援システムの提案。
 船上搭載型の見張り・機関運転支援システムの提案。

23 年度計画

内航船の省力化を進め運航コストの削減を図る運航支援システムの概念を整理するとともに、船橋における死角を補完し、船尾や船側の画像情報を提供できる運航支援システムの基本設計を行う。具体的には、
 ・内航船舶で 1 名当直支援に必要な支援システムとその操作性について調査。
 ・トラックコントロール、現行の AIS 及び ARPA による衝突予防システムを想定し、シミュレータで被験者による状況再現を行い、体験に基づく 1 名当直上の問題点の抽出を行う。
 ・船橋における死角を補完し、操船運航支援を実現するシステムを開発して実船搭載による海上実験を行い、実証評価を行う。
 ・夜間、海上 3NM 以内における他船や航行障害物の認識を支援するカラー暗視カメラと画像処理装置による海上監視システムの開発。
 ・過去の研究で実施した機関員の作業分析をもとに、点検保守作業モデルの構築。
 ・巡回点検チェックリスト作成及び作業監視評価法・支援技術の検討。

23 年度の研究成果

過去の研究成果や文献調査から見張りタスクと典型的な海難事例について、調査を行った。その結果、1 名航海当直の場合、居眠り等正常でない状況での不安全行動と、見落としや思い込み等、正常な作業中の不安全行動があり、これらに対処する必要がある。前者については、BNWAS 等によるハードによるその検出と他船員への報知と、居眠り等の漫然とした見張り・操船を防止するための適度の情報提供と作業の割り当てが有効と考えられる。後者については、見落としした思い込みを訂正するための気づきの支援が有効と考える。
 トラックコントロールによる避航操船を熟練した船員に体験してもらい、1 名当直を行う上での問題点や適応性についての意見を得た。
 操船リスクシミュレータの作業分析システム機能拡張として、フロアセンサーシステムを構築した。これにより、シミュレータ実験時の模擬船橋内での被験者の位置検出が半自動で可能となった。今後、船員の状態検出への応用も考えられる。
 実船船橋最上部への仮設取り付けによる周辺海域の観測実験を実施するとともに、開発したリアルタイム画像処理・表示システムについて、乗組員からのユーザビリティについての意見収集を実施した。全周囲情報を一つの画面によって得られる有効性についての評価は高いが、パノラマ展開等の処理については更なる厚情が必要との要求を受けた。監視者にとって違和感のない・歪みのより少ない画像展開手法の導入が重要であり、今後の課題と考えられる。
 全方位カメラによる画像等を利用し、接岸速度等を計測し、表示するためのデジタル画像処理を用いた離着岸支援システムを試作し、操船リスクシミュレータ実験により有効性を確認した。

- 夜間海上監視が実現可能なPTZ機能付きの実船搭載型カメラ装置の開発を行い、海上見通し2.7km(1.5NM)での画像取得が可能であることを確認した。ゼロ・ルクス環境では観測困難であるが、周辺光が存在する場合には、カラー暗視カメラによる海上監視機能の有効性が明らかとなった。
- 過去の研究・調査結果をもとに機関員の作業の調査を行い、機関員の簡易巡回点検作業シナリオの作成を行った。
- 騒音環境下で点検内容のガイダンスを行うとともに点検結果を現場で入力し、記録する機関点検支援システムのヒューマンインタフェース部の試作を行った。

◆ 特許、発表論文等の成果（23年度）

- ・ 特許 2 件
- ・ プログラム登録 1 件
- ・ 発表論文 2 件
- ・ 作業支援システムを Sea Japan 2012 に展示予定

参考図



図 1 全方位画像センサー

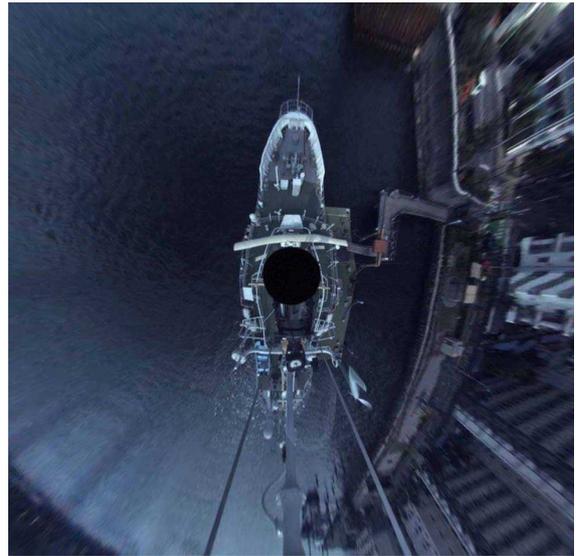


図 2 全方位画像センサーによる海上俯瞰画像例



図 3 夜間観測画像例（海上見通し 2.7km）



図 4 携帯端末と RFID タグリーダ



図 5 点検作業模擬の様子

中期目標課題 ① 海上輸送の新たなニーズに対応した運航支援技術・輸送システム等の開発に関する研究
研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度

政策課題

我が国経済の持続的発展を図るため、その基盤を支えている海上物流の効率化、海上輸送システムを含む物流システムの総合的な改善が求められており、内航船の競争力強化に向け、初期・メンテナンスコストの低減を実現するための基盤的技術の開発が必要。

中期目標	中期計画	研究テーマ
○海上輸送の新たなニーズに対応した運航支援技術・輸送システム等の開発に関する研究	○IT 技術の急速な進歩を踏まえた衝突予防システムの開発、運航支援機器のユーザビリティ評価法の確立及びガイドラインの作成	① 高速情報通信システムを利用した運航支援技術の高度化に関する研究
	○内航船の省力化を進め運航コスト削減を図るための陸上からの航海当直、機関運転支援システムの構築、メンテナンス、インシヤルコストの低減を実現するための基盤技術等の開発	② 内航船の競争力強化に資する運航支援・建造技術に関する研究 1 ③ 内航船の競争力強化に資する運航支援・建造技術に関する研究 2
	○移動円滑化の促進と利用者の利便性向上を確保するガイドラインの作成	④ 人に優しい海上輸送システムの開発に関する研究

研究テーマ ③ 内航船の競争力強化に資する運航支援・建造技術に関する研究 2

最終成果とアウトカム

- 以下により各工程における大幅な工数削減（20%程度）を達成する。
- 線状加熱曲面加工に依らないプレス単独による曲がりブロック製造技術を開発する（造船所との共同研究を想定）。
 - 船舶建造において今まで適用されていなかった、上部構造物、配管・電気等各種艦装分野での構造部材への接着剤の利用を可能とするため、環境劣化や極厚接着層の疲労強度に関する評価を行い信頼性を向上させ、船用に適した接着剤を開発するとともに、構造用接着剤を造船に適用する場合の評価手法を確立し、設計指針・施工要領・検査基準を策定する。これにより、溶接、歪取り等の火・水作業が省略され艦装順序の自由度を向上させる。

23 年度計画

- メンテナンス、インシヤルコストの低減を実現するために、構造用接着剤に関して、強度向上方法を踏まえた極厚塗布用接着剤の試設計に向けて、極厚塗布時の強度低下因子の抽出、疲労強度評価を実施する。具体的には、
 - ・プレスによる非可展面成形作業の実態調査・分析により、プレス加工の曲面成形プロセスを合理的に説明し明文化するとともに、この成形プロセスの定量化を図る。
 - ・市販接着剤を極厚塗布した場合の機械的試験及び応力分布解析を行い、塗布層厚が疲労強度に与える影響を評価するとともに、極厚塗布用接着剤の試設計を行う。

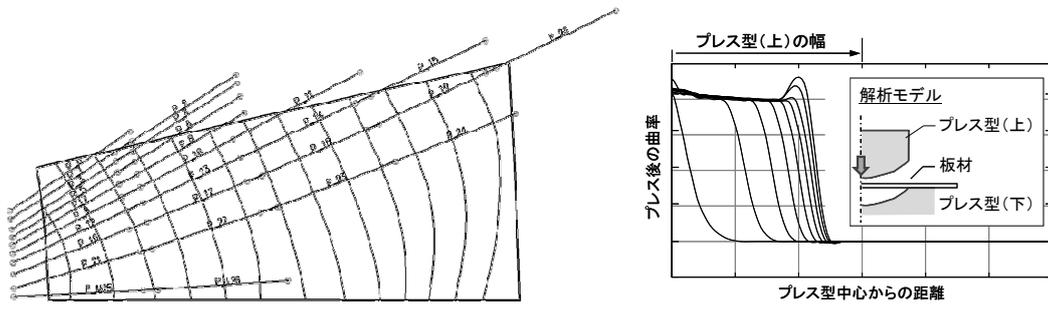
23 年度の研究成果

- プレス作業による変形応答の解析及び現場観察から、プレス変形応答について、荷重－変形量、プレス箇所以外の干渉影響等について、基礎的な変形モデル構築及びデータベース構築を行った。また、これらの成果を組み込んだプログラムを開発し、コアプログラムに登録予定である。
- 応力分布に関する弾性解析を行い、FEM モデルの妥当性を評価した。
- 市販接着剤剪断強さの荷重変位線図及び SN 線図を取得し、接着層厚さの影響を評価した。
- 市販接着剤の現行性能は維持しつつ、可使時間延長の試設計・改良及び基本評価（硬化時間、接着厚－強度の相関、曝露環境影響、混合比感受性）を行い、本改良が有効であることを確認した。
- 強度劣化因子を抽出し、耐候性（紫外線）・耐塩水噴霧性・耐衝撃性・振動・耐油性・結露・耐熱性に関して試験条件の検討を行った。
- 日本海事協会に設置された「強化プラスチック船構造用接着剤評価検討会」において、「強化プラスチック船規則」等の改正に向けた「強化プラスチック船（FRP 船）への構造用接着剤の適用に関する要件の検討」報告書を取りまとめた。

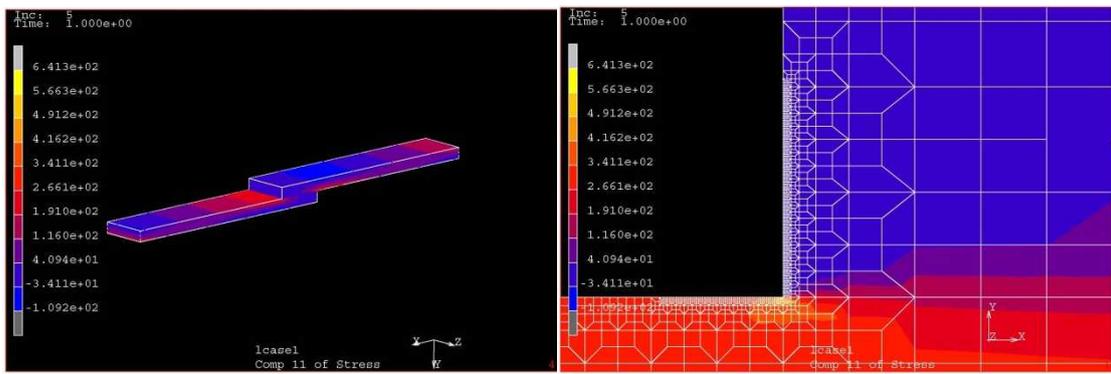
◆特許、発表論文等の成果（23 年度）

- ・特許 1 件
- ・発表論文 2 件

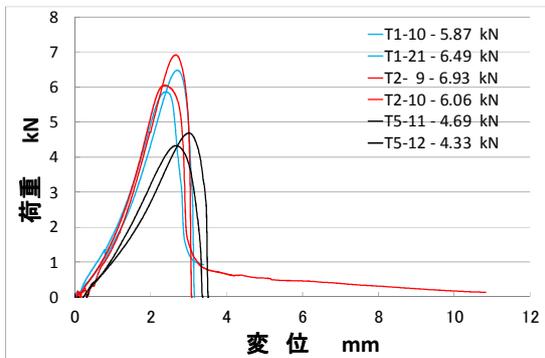
参考図



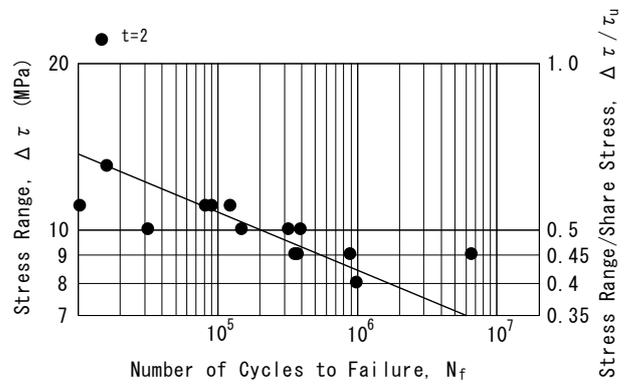
解析から得られたプレス変形応答を考慮したリアルプレス線



接着層応力分布に関する FEM 弾性解析



艀装用に検討中の市販構造用接着剤の剪断荷重変位



艀装用に検討中の市販構造用接着剤の SN 線図

中期目標課題 ① 海上輸送の新たなニーズに対応した運航支援技術・輸送システム等の開発に関する研究
研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度

政策課題

交通基本法の制定に向けた動きの中で、高齢者、障がい者等の移動制約者に対する移動円滑化等について議論がなされており、海上輸送システムにおいて、その内容を実現できるような施策支援が必要。

中期目標	中期計画	研究テーマ
○海上輸送の新たなニーズに対応した運航支援技術・輸送システム等の開発に関する研究	○IT 技術の急速な進歩を踏まえた衝突予防システムの開発、運航支援機器のユーザビリティ評価法の確立及びガイドラインの作成	①高速情報通信システムを利用した運航支援技術の高度化に関する研究
	○内航船の省力化を進め運航コスト削減を図るための陸上からの航海当直、機関運転支援システムの構築、メンテナンス、インシヤルコストの低減を実現するための基盤技術等の開発	②内航船の競争力強化に資する運航支援・建造技術に関する研究 1 ③内航船の競争力強化に資する運航支援・建造技術に関する研究 2
	○移動円滑化の促進と利用者の利便性向上を確保するガイドラインの作成	④人に優しい海上輸送システムの開発に関する研究

研究テーマ ④人に優しい海上輸送システムの開発に関する研究

最終成果とアウトカム

- 23 年度中に実施予定の「高齢者、障害者等の移動等の円滑化の促進に関する法律」基準見直しに関し、見直すべき事項を明らかにし、新技術基準案を提案する。また、交通基本法に合致するために運航者・造船所が対応すべき事項を明らかにする。
- 離島航路地域の活性化に繋げるため、離島航路の実情にあった旅客船の開発のための設計指針と安全基準の作成と、新システムの設計技術を創出する。

23 年度計画

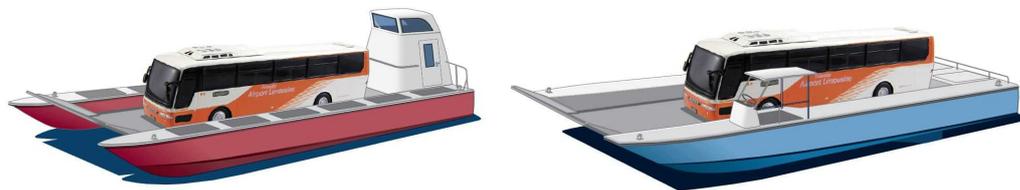
- 「高齢者、障害者等の移動等の円滑化の促進に関する法律」（平成 18 年法律第 91 号）の技術基準見直し事項を明らかにし、技術基準見直し案を検討する。具体的には、
 - ・バリアフリー新法と交通基本法の調査結果から、バリアフリー新法技術基準見直し事項を明らかにし技術基準案に盛り込む。また、交通基本法に合致するために運航者・造船所が対応すべき事項を明らかにする。
 - ・小型旅客船の乗下船を改善する方策を明らかにする。
 - ・避難解析シミュレーション計算により、車両甲板のバス内からの避難について、典型的な避難時間の算定と、客席からの避難と同等の安全性を確保するために必要な項目を選定する。
 - ・小型高速旅客船の省エネ運航に資するため、航路と船舶を選定した上で、運航データ等を収集・解析する。

23 年度の研究成果

- バリアフリー新法について、船舶検査官、造船所等から意見聴取し、バリアフリー新法技術基準見直し事項について項目抽出を行った。バリアフリー新法と交通基本法を調査した結果、交通基本法の中で本研究に関係する条項では、移動円滑化を図ることが主目的であることが分かった。したがって、造船所・運航者が旅客船を設計・運航する場合、バリアフリー新法の内容だけで対応できることを確認した。これらの成果を学会誌の解説記事にまとめた。なお、23 年度は、法律の基準見直しは行われなかった。
- 小型旅客船の乗下船について現地調査を行い、実態把握と改善方策の検討を行った。船とポンツーン間のギャップと動揺低減に船のサイドスラスタを使う方式等について関係者と意見交換した。
- フェリーの車両甲板のバス内からの避難について、客席からの避難と同等の安全性を確保するための項目等の抽出や避難時間の算定を目的に、保有する避難経路解析シミュレーションプログラムを用いて、簡単なモデルケースでその避難時間の算定を行い、安全性の確保に必要な項目を検討した。
- 小型高速旅客船の省エネ運航の指針と船員の方への簡易な運航支援装置の概念設計を行うため、九州・四国中国地方の離島航路地において小型高速旅客船の運航データ等の収集・解析、操船者・運航管理者との意見交換を行い、実態を把握した。
- 追加の成果として、24 年度から開始する計画であった「海陸間の円滑化が図られた旅客船の設計技術に関する研究」として、上記離島航路地域の交通機関の現地調査を開始し、実態を把握した。また、離島航路に適した旅客船の方式の一つとしてピギーバック式を検討した。検討結果を、電気システム駆動を備えたピギーバック式旅客船のコンセプト図作成に繋げた。

- ◆特許、発表論文等の成果（23年度）
 - ・発表論文 1件

参考図



ピギーバック式の旅客船のコンセプト図

3. 戦略的な国際活動の推進

【中期目標】

「国際ルール形成への戦略的な関与」の実現に資するため、国際海事機関（IMO）、国際標準化機構（ISO）等に対する国際基準案、国際標準案の我が国の提案の作成に関して、研究成果を基にした技術的バックグラウンドの提供等により積極的に貢献するものとし、また、IMO、ISO等の国際会議の審議に積極的に参加し、我が国の提案の実現に貢献すること。

このため、研究成果の国際基準化及び国際標準化を視野に入れ、戦略的に研究計画を企画立案し、及び研究を進捗させるとともに、国際基準化及び国際標準化に技術的合理性を与えるための研究開発についても同時に進めること。

また、海外の機関・研究者との連携・交流を通じて、我が国の提案及び海事行政への理解醸成に貢献すること。

【中期計画】

研究成果の国際基準化、国際標準化を目指して基準化研究、要素技術開発のバランスの取れた研究計画を企画立案し、国際的な技術開発動向を踏まえつつ研究を実施するとともに、IMO、ISO等への国際基準案の我が国の提案作成について、積極的に関与し、中期計画期間中に100件以上の提案文書等を作成する。

また、我が国の提案実現のため、IMO、ISO等の国際会議の審議に参加し、技術的なサポートを実施するとともに、会議の運営に積極的に関与し、加えて、主要国関係者に我が国の提案の理解醸成を図るため、戦略的に国際シンポジウム、セミナーを年1回以上開催する。

加えて、海事産業の安全・環境技術開発を加速するために海外研究機関・研究者との連携、交流を一層促進する。

また、基準等に関連する要素技術等の開発についても、基準化と連携を取りながら、積極的に研究開発を進めていく。

【年度計画】

研究成果の国際基準化、国際標準化を目指して基準化研究、要素技術開発のバランスの取れた研究計画を企画立案し、国際的な技術開発動向を踏まえつつ研究を実施するとともに、IMO、ISO等への国際基準案の我が国の提案作成について、積極的に関与し、本年度計画期間中に20件以上の提案文書等を作成する。

また、我が国の提案実現のため、IMO、ISO等の国際会議の審議に参加し、技術的なサポートを実施するとともに、会議の運営に積極的に関与するとともに、主要国関係者に我が国提案の理解醸成を図るため、戦略的に国際シンポジウム、セミナーを1回以上開催する。

加えて、海事産業の安全・環境技術開発を加速するために海外研究機関・研究者との連携、交流を一層促進する。

また、基準等に関連する要素技術等の開発についても、基準化と連携を取りながら、積極的に研究開発を進めていく。

◆ 23年度計画における目標設定の考え方

国際的に自由に航行できる船舶の安全性確保・環境保全を図っていくためには、国際的な取り組みが不可欠です。とりわけ、船舶の安全・環境基準を策定する役割を担っている国際海事機関（IMO）への対応は、各国の技術的知見を提供し合いながら合理的な基準を策定することになるため、船舶に関する総合的かつ技術的な知見を有する研究所が積極的役割を期待され、かつ、果たさなければならぬ業務となっています。IMO への対応を中心として ISO などの国際機関において我が国の意見を確実に反映させることを目指しています。

これら IMO・ISO 等での国際活動は第2期中期計画から引き続き、最大限の注力を行うこととしていますが、23年度からの第3期中期計画においては、基準化研究・要素技術開発のバランスの取れた研究計画の企画立案、研究計画立案段階での成果の国際基準化・標準化の観点の導入、研究実施段階での IMO 等の議論の動向を踏まえた研究内容の修正を行い、研究成果が国際基準化に結びつくように研究開発を進めることとしています。このような基準化研究・要素技術開発と、国際会議での戦略的な国際基準化・標準化活動への積極的な貢献により、我が国の技術が活きる国際的規制の構築に貢献します。

◆ 23年度の取り組み状況

（1） 国際会議での戦略的な活動への積極的な貢献

① 世界的な GHG 規制実施への戦略的な活動

地球温暖化問題がクローズアップされる中、国際海運に関する CO2 排出削減対策は IMO において検討されており、研究所では、IMO における燃費効率をベースにした削減の枠組み作りに貢献しています。

研究所では、条約改正、条約実施のための技術的貢献として、国際基準化に技術合理性を与えるための研究開発（基準化研究）を実施しており、例えば、IMO から受託した外航海運からの CO2 排出量算定の調査研究や、海の10モードプロジェクトの成果等を踏まえた実海域での船速低下影響係数（fw）の調査研究に取り組んできました。これらの研究成果をもとに、新造船の燃費効率をベースとした規制を盛り込んだ MARPOL 条約附属書VIの改正案の我が国提案に貢献し、これをベースに23年7月の第62回海洋環境保護委員会（MEPC62）で条約改正案が採択され、25年1月から発効することとなりました。

また、規制を実施するために必要となる関係ガイドラインについても、原案作成に研究所は貢献し、我が国から提案したものをベースに、24年3月の第63回海洋環境保護委員会（MEPC63）において「EEDI（エネルギー効率設計指標）計算ガイドライン（テクニカルファイルへのfwの記載を含む）」、「船舶エネルギー効率管理プラン（SEEMP）作成のための指針」等のガイドラインが策定されました。このような燃費効率をベースとした規制及び燃費効率を可視化するガイドラインは、地球温暖化対策を進めるのに必要であるのと同時に、我が国の優れた造船技術によって建造される新造船について、その国際競争力をアピールできる環境を整えたとの観点からも国土交通政策上重要な位置を占めるものです。

また、条約改正及び関係ガイドラインの IMO での議論において、研究所では人的貢献として、研究所国際連携センター長が MEPC62、63 において作業部会の議長を務め、作業部会における議論を実質的にリードするとともに、その取りまとめに貢献しました。

さらに我が国の優位性を高めるために、上記の基準化研究と同時に、基準を担保する要素技術等の研究開発（要素技術開発）を実施しています。例えば、SEEMP 改善のために用いることが可能な実海域における省エネ等の運航性能評価を行うシミュレータの開発や EEDI を改善するための省エネデバイスの開発（第1章2.の【海洋環境の保全】参照）等を実施しています。また、これらの研究開発の成果が実用的・効果的なものとなるための IMO への提案も実施しており、省エネデ

バイスの効果を EEDI に如何に反映させるかについての「革新的省エネ技術の計算ガイダンス」や実海域性能を正確に評価するための「fw 計算ガイドライン」を IMO に提案し、次回 MEPC64(24 年 10 月開催予定)での採択を目指し現在検討がなされています。

また、国際試験水槽会議(ITTC : International Towing Tank Conference)*では、EEDI と密接にリンクした議論が行われており、IMO の議論をリードする重要な役割を担っています。当研究所員が Advisory Council (AC) のメンバーであり、組織運営に関する種々の助言を行っており、23 年度も 8 月に開催された AC に参加し、実質的質疑に貢献しました。また、ITTC の特別委員会 Performance of ships in Service (PSS) で、IMO の EEDI の検査・認証方法を記載したガイドラインで参照される海上試運転解析法等の技術的事項に関する検討を行っており、当研究所員がメンバーとして参加しています。24 年 3 月に開催された第 2 回 PSS において、海の 10 モードの成果をもとにした試運転解析法の修正提案を行い、同解析法の策定に向けて貢献しています。さらに、24 年 1 月に開催された Seakeeping Comiitee に当研究所員がメンバーとして参加し、EEDI の計算式中における fw の数値的及び実験的推定法を確立する役割を担うこととなりました。

- * 国際試験水槽会議(ITTC) : 世界各国で船舶試験水槽を有する産官学の 93 機関が加盟する組織で、1933 年の設立以来 80 年近くの歴史を持っており、世界各国の研究者・実務者が協力して、船舶および海洋構造物に関する流体力学諸分野の科学技術を促進することを目的としている

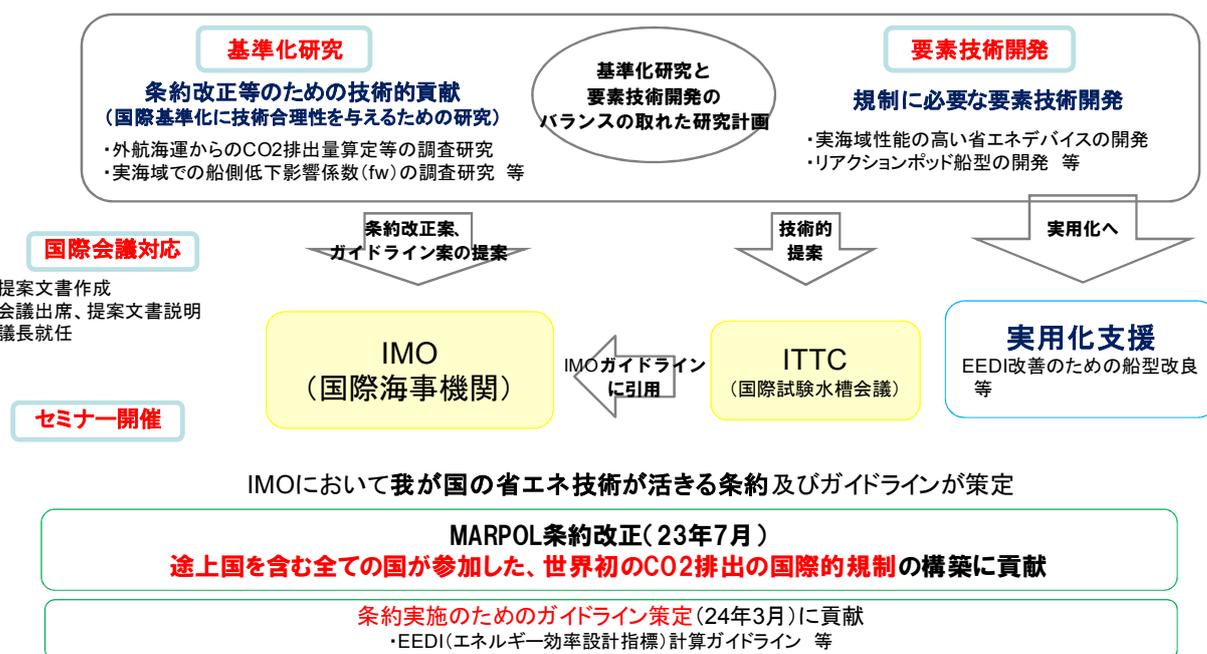


図 1. 3. 1 戦略性を持った国際活動

② 船舶の排ガス規制強化の実施への戦略的な活動

我が国の提案をもとにIMOにおいて排ガス規制強化に関する条約改正が行われ、28年から技術レビューを経てNOx排出量が1次規制値から80%削減されることになっています。

強化された規制の実施に不可欠な脱硝装置の開発は我が国が主導していますが、大型のエンジンに関し、陸上にて脱硝装置をエンジンに取り付けて基準適合性を検査することが困難であるため、エンジンと脱硝装置を別々に試験して認証する方法(スキームB)を、研究所の研究成果による技術的知見を活用してガイドライン案としてとりまとめ、IMOへ提案しました。研究所は、この認証方法による有効性を示す技術資料を提供し、各国の理解を得ることに努めた結果、我が国の提案は受け入れられ、24年3月のMEPC63で採択されました。

③ リスクベース評価手法を用いた船舶設計の導入推進への貢献

船舶の構造設計には、長年に亘る建造・運航実績による経験値に基づいた決定論的な概念を採用してきました。近年、IMO条約においてこの決定論的な安全評価を補完・強化する確率論的安全性評価手法の導入が進み、より安全性・信頼性が向上するとともに、設計の自由度が一段と広がりをもち、高い積載率を有する船舶の設計が可能となってきました。この最新のリスクベース評価を導入した設計手法は欧州を始め、世界の各研究機関、船級協会において研究が進み、その活用は構造設計、復原性基準をはじめ、最近では海洋環境保全の観点から、環境保全に関する新基準導入に際しても活用が進んでいます。

このような状況を踏まえ、IMOにおいて審議が活発化している船体構造、損傷時復原性におけるリスクベースを用いた評価手法並びにCO₂排出抑制に関するリスクベース評価等の研究動向について、海外からリスクベース評価手法を用いた船舶設計に関する世界的な権威者を招聘し、「リスクベース評価手法を用いた船舶設計に関する国際ワークショップ」を日本海事協会と共同で開催しました。

ワークショップでは、船体構造、損傷時復原性、CO₂排出抑制など環境に関するリスク評価手法の動向について、講演とパネルディスカッションを行い、157名が参加しました。

この中で、日本からは研究所が「船底損傷時における生存確率を考慮したリスク評価手法の開発」の研究成果等を発表し、海外の専門家からは、日本が示したこれらの技術的手法について理解が示され、リスクベース評価手法を用いた船舶設計や安全基準の策定の重要性について共通認識が醸成され、今後のIMO等での議論の促進に貢献しました。

④ 他の国際会議（IMO、ISO等）での活動

(ア) IMO

IMOは、海事に関する安全・環境に関わる国際基準を検討する機関であり、種々の専門会議において技術的裏付けに基づき妥当性のある基準を目指して審議が行われています。基本的に政府からの出席者が日本代表を務め、関係する政府担当者や関係団体、メーカー等がそれぞれの専門的知見をもって日本意見を提案し、その実現に努めています。

中でも研究所は、我が国提案の技術的バックボーンを提供し、また、各国提案に対して技術的観点から意見を提示できる最有力な機関に成長しています。IMOでの会議が開催される度、国内で開催される事前の検討会議、IMOへの提案文書作成、IMOでの審議への参加等においてほとんどの場面で高い技術的知見を提供し、政府を支援しています。

提案文書は、単なる提案にとどまらず、会議での議論のベースとしてことごとく将来の条約制定・改正や総会決議に影響するものですので、科学的根拠に基づく客観的な情報に立脚したものである必要があります。研究所は、我が国では中立的立場で国際的に信頼の高い情報を提供できる唯一の機関として、23年度は、各種委員会（MSC89、NAV57、MEPC63、FP55、DCS16、SLF54、BLG16、DE56、MEPC63、DSC17及びこれら委員会の中間会合）に対して合計46件の提案文書を作成し、あるいは、作成に主たる役割を果たしました。

また、研究所は我が国提案を実現させるために、研究者を積極的にIMOに出席させています。23年度は、のべ28名をIMOの関係会議（IMOの議題にリンクして他の国際機関で開催された会議を含む。）に出席させました。中でも、継続的に出席させている研究者2名は、小委員会の副議長（DE56）、各種委員会の作業部会等の議長（MSC89（条約等の義務要件採択起草部会、FSA専門家）、MEPC62（エネルギー効率、大気汚染防止）、FP55（水素・圧縮天然ガス燃料自動車）、ISWG-EE2（エネルギー効率）、DE56（救命設備、人員収容装置）、MEPC63（大気汚染・エネルギー効率））及びコレスポネンス・グループ（電子メールにより、ガイドライン案などの作成を行う作業部会）のコーディネータ（総合安全性評価、鉄鋇粉、救命設備）を務めるとともに、我が国代表団の中心的存在として我が国意見の国際規則・基準への反映に寄与するなど、国際的に大きな貢献を果たしました。

さらに、ばら積み貨物船及び油タンカーに関する目標指向型構造基準（GBS：Goal-Based new ship construction Standards）を義務化するSOLAS条約改正に伴い、船級協会等の構造規則がGBSに適合しているかを検証するGBS 適合検証監査員に当研究所員が就任しました。監査は2014年1月から2015年12月まで実施される予定です。

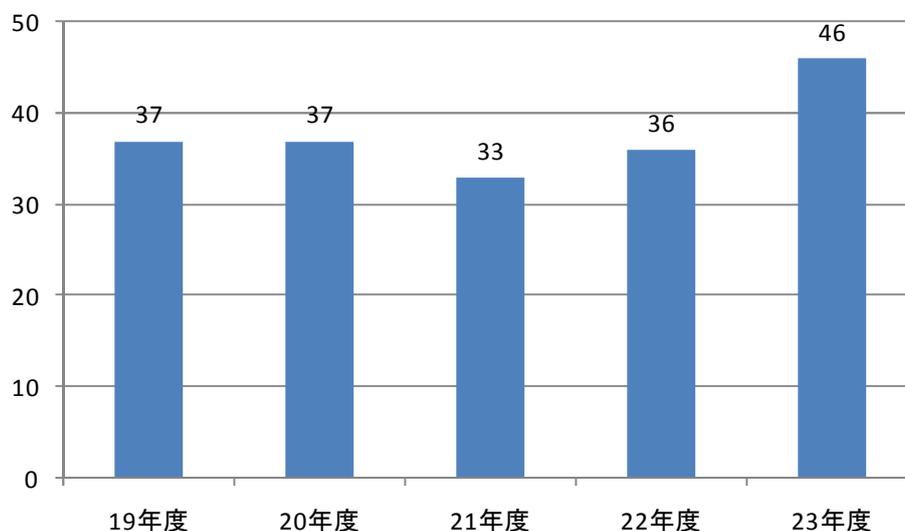


図 1. 3. 2 IMO への提案文書数の推移

表 1. 3. 1 IMO での議長就任推移

	19年度	20年度	21年度	22年度	23年度
総会	—	開催なし	—	開催なし	—
委員会	—	1回 (作業部会)	2回 (作業部会)	3回 (作業部会等)	5回 (作業部会等)
小委員会	3回 (作業部会)	1回 (作業部会)	2回※1 (本委員会、 起草部会)	4回※2 (本委員会、 作業部会)	5回※3 (本委員会、 作業部会)

※1 本委員会の副議長 1 回を含む。

※2 本委員会の副議長 2 回を含む。

※3 本委員会の副議長 1 回を含む。

表 1. 3. 2 IMO参加延べ人数推移

機関名	19年度	20年度	21年度	22年度	23年度
IMO	42名	42名	29名	31名	28名

※参加のべ人数は、非公式会合や議題に関連した他国際機関の会議参加者を含む。

表 1. 3. 3 研究所職員による具体的貢献内容

案件・課題	委員会名	時 期	貢献内容
水素燃料自動車及び圧縮天然ガス燃料自動車の運送基準	FP55	23年7月	水素燃料自動車及び圧縮天然ガス燃料自動車の運送基準に関する我が国提案文書作成に貢献するとともに、当所員が作業部会長を務め審議に貢献
e-Navigation の戦略実施計画策定	NAV57	23年6月	戦略実施計画の方針の検討において、我が国が提案する航海支援機器のユーザビリティ評価手法を含めることに合意
CO2 排出削減	MEPC62	23年7月	国際連携センター長が、船舶のエネルギー効率に関する作業部会長を務め、MARPOL 条約附属書 VI の改正、EEDI 計算ガイドライン案、EEDI の認証に関するガイドライン案、SEEMP 作成のための指針案等の作成に貢献
	EE-WG2	24年1月	EEDI 計算における革新的省エネ技術の計算ガイダンスの我が国提案文書作成に貢献するとともに、国際連携センター長が、船舶のエネルギー効率に関する作業部会中間会合の議長を務め、EEDI 計算ガイドライン案、EEDI の認証に関するガイドライン案、SEEMP 作成のための指針案等の作成に貢献
	MEPC63	24年3月	国際連携センター長が、大気汚染・エネルギー効率作業部会議長を務め、EEDI 計算ガイドライン、EEDI の認証に関するガイドライン、SEEMP 作成のための指針等の取り纏め、採択に向けて貢献
損傷時復原性基準の見直し	SLF54	24年1月	浸水平衡装置ガイドラインの見直し及び船底損傷時リスク評価手法の我が国提案文書作成に貢献
国際海上固体ばら積み貨物規則改正	DSC16	23年9月	国際海上固体ばら積み貨物規則(IMSBC コード)の新規物質の運送基準に関する我が国提案文書作成に貢献
船舶からの大気汚染防止	MEPC62	23年7月	国際連携センター長が、大気汚染防止に関する作業部会(WG) の議長を務め、NO _x テクニカルコードの改正案、NO _x の排出低減のために使用する SCR の技術指針案等の作成に貢献
天然ガス燃料船	BLG16	24年1月	天然ガス燃料船に対する HAZID の結果を報告するとともに、ガス燃料船コードの改正案に係る日本提案の審議に貢献
救命設備関係基準の改正	DE56	24年2月	研究所員が救命設備に関する作業部会議長を努め、目的指向型評価手法を用いた救命設備の基本要件指針案の作成に貢献するとともに、国際連携センター長が、人員収容装置の作業部会の議長を務め、人員収容措置に関する SOLAS 条約改正案及びガイドライン案の仕上げに貢献

総合安全性評価 (FSA)	MSC89	23年5月	国際連携センター長が、FSA 専門家会議議長及びコレスポンデンス・グループ (CG) 主査として、FSA に関するガイドラインの改正を検討
	MEPC62	23年7月	我が国が提案した油流出量依存の CATS (Cost to Avert a Ton of oil Spilt) が FSA ガイドライン案に反映

注1) MSC: 海上安全委員会、MEPC: 海洋環境保護委員会、NAV: 航行安全小委員会、SLF: 復原性・満載喫水線・漁船小委員会、DSC: 危険物・個体貨物・コンテナ小委員会、FP: 防火小委員会、DE: 設計・設備小委員会、BLG: ばら積み液体貨物・気体小委員会
注2) 非公式会合及び打合せへの参加は除く。

(イ) ISO

当所職員がISOのTC8/SC2 (船舶海洋技術専門委員会/海洋環境保護小委員会)、TC92/SC1 (火災安全専門委員会/火災発生・発達小委員会) の議長を務めており、小委員会の運営と規格策定作業に貢献しています。

この他にも、下表のようにISOの各種会議で貢献しています。

表 1. 3. 4 ISO参加延べ人数

機関名	19年度	20年度	21年度	22年度	23年度
ISO	10名	13名	11名	10名	13名

表 1. 3. 5 研究所職員による具体的な貢献内容

委員会名	時期	貢献内容
ISO/TC92/SC1 火災安全専門委員会／火災発生・発達小委員会	23年4月及び23年11月	国際連携センター長が議長として、会議の運営とIMOで制定される改正火災試験方法コード(FTPコード)で使用される火災試験方法規格の作成及び見直し作業の推進に貢献
ISO/TC8/SC2 船舶海洋技術専門委員会／海洋環境保護小委員会	23年5月	国際連携センター長が議長として、会議の運営とSC2のISO規格作成作業の推進に貢献するとともに、船舶水中騒音の測定に関する作業部会において、主査として規格策定に貢献。 研究所員が、船舶防汚システムに関する作業部会において、主査として規格策定に貢献。
ISO/TC92/SC2 火災安全専門委員会／複合材耐火性試験小委員会	23年10月	国際連携センター長が、防火構造に関する作業部会において、主査として規格策定に貢献。
ISO/TC8 総会 船舶海洋技術専門委員会	23年10月	国際連携センター長が、ISO/TC8/SC2議長として総会に出席し、SC2の活動を報告
ISO/TC8/SC1 船舶海洋技術専門委員会／救命及び防火小委員会	24年2月	研究所員が、日本からの唯一の出席者として、全ての規格の審議に参画・貢献

(ウ) IEC

風力発電については、国際電気標準会議 (IEC) で国際規格が策定されており、23年度から浮体式洋上風力発電のNew Work Item (新規標準の策定) が始動しています。

23年12月に開催されたIEC/TC88/61400-3-2に研究所員が出席し、浮体式洋上風力発電の国際標準策定に係る各国の作業分担において、研究所が「津波及び台風の設計的配慮について」を担当することとなりました。また、24年3月に開催された同会議において、研究所員が津波の

設計的配慮についてのプレゼンテーションを行いました。

(エ) その他国際会議

表 1. 3. 6 その他の主要な国際会議への参加状況

会議名	時期	主な業務
IAEA 第 22,23 回輸送安全基準委員会 (TRANSSC22,23)	23 年 6 月 23 年 10 月	IAEA における国際輸送安全規則の改正作業について、政府代表を技術的にサポートするとともに、作業部会に参加し、作業部会報告取りまとめに寄与した。
第 634 回 国際溶接会議 (IIW) 第 XIII (疲労 (Fatigue)) 委員会	23 年 7 月	委員として参加し、疲労設計規格、疲労データ評価法、疲労強度改善法などに関して、討議への参加、情報収集、関係者間の調整を行った
国際航路標識協会 (IALA) 第 10,11 回 e-NAV 委員会 (e-NAV10,11) ※	23 年 9 月 24 年 3 月	e-Navigation 関連情報の表示に関するガイドラインの作成を行う作業部会副議長として、航海情報の表示に関するガイドラインの素案作成に貢献した。さらに第 11 回では同ガイドラインの詳細草案を作成すると共に、同ガイドラインの最終化のための作業計画の策定を行った
欧州プロジェクト FLOODSTAND アドバイザリー委員会	23 年 10 月	アドバイザリー委員として、平衡装置のガイドラインの見直しに関する日本の取り組みについて紹介し、欧州との連携関係構築に貢献した
欧州プロジェクト GOALDS 報告会	23 年 10 月	損傷時復原性基準に関する日本の取り組みについて紹介し、欧州との連携関係構築に貢献した

※国際航路標識協会 (IALA) の e-NAV 委員会では、IMO にて議論が行われている「e-Navigation 戦略実施計画」とリンクして議論が行われており、IMO の議論をリードする重要な役割を担っている。

(2) 海外研究機関・研究者との連携、交流の促進

① 日中韓物流大臣会合

日中韓物流大臣会合の枠組みのもとで開催されたグリーン物流WG (23 年 9 月) において、研究所の環境調和型運航支援システム (気象、海象データに基づき最も燃料消費の少ない航路と船速計画を割り出すシステム) に関する知見をもとに、我が国から環境調和型運航支援システムによる海上輸送のCO2削減に係る共同研究の実施 (エコ SHIPPING・プロジェクト) を提案し、専門家会合を設置して取り組んでいくことに日中韓 3 国で合意しました。

24 年 2 月のエコ SHIPPING 日中専門家会合、日韓専門家会合に日本側専門家として研究所員が出席し、実証実験の説明を行い、対象船の選定作業を実施中です。今後、3 国の船社の協力の下で研究所及び日本気象協会が実証実験を実施し、その効果検証を 3 国の専門家が協力し実施することになっています。

② 海外の船級協会との連携

環境規制のための立案における評価手法については、IMO において、従来は安全規制の立案に活用されていた総合安全性評価 (フォーマル・セイフティ・アセスメント) をタンカーからの原油流出対策にも適用拡大する、という検討が始まっている他、海事産業界内部からも具体的な温暖効果ガス (GHG) 放出抑制策の検討や選択の検討が始まっています。

このような国際動向に対応し、各種評価手法を適切に国際海事社会に提案するために、22 年 6 月にドイツの船級協会ジャーマニッシュロイド (GL) と共同研究を開始しました。一例として海事産業における GHG 放出抑制策選択の費用対効果の評価手法の可能性について、23 年度も引き続き意見交換 (6 月、10 月) を行い、より効果的な GHG 削減手法の評価メカニズムの検討を進め

ています。

③ 国外の研究機関との連携

韓国海洋水産開発院（Korea Maritime Institute（KMI））との間で、韓国政府が検討を進めている海上安全計画や双方の海難発生状況と関連研究等について意見交換（5月）し、今後の海上安全研究に係る連携構築を模索しました。

④ 国際機関への派遣

研究所の長期在外研究員派遣制度を活用し、オーストリアの国際原子力機関（IAEA）に1名を派遣し（24年1月～25年1月）、国際規則担当者として従事させ、国際規則策定に関する知識・ノウハウの取得を行うとともに、放射性物質輸送に関する専門知識をもとに国際機関に貢献しています。

第2章 業務運営の効率化に関する目標を達成するために とるべき措置

【中期目標】

1. 組織の見直しの継続

社会・行政ニーズに迅速かつ的確に対応し、効果的・効率的な研究成果の創出のため、柔軟かつ機動的に組織の見直し等の組織運営を行うこと。

また、保有資産については、その保有の必要性を不断に検証する観点から、引き続き、利用度の把握等を行うこと。

2. 事業運営の効率化

(1)管理・間接業務の効率化等

管理部門の簡素化、効率的な運営体制の確保、アウトソーシングの活用等により、業務経費（人件費、公租公課等の所要額計上を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除く。）について、中期目標期間中に見込まれる当該経費総額（初年度の当該経費相当分に5を乗じた額。）を2%程度、一般管理費（人件費、公租公課等の所要額計上を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除く。）について、経費節減の余地がないか自己評価を厳格に行った上で、適切な見直しを行い、中期目標期間中に見込まれる当該経費総額（初年度の当該経費相当分に5を乗じた額。）を6%程度抑制すること。

加えて、使用許諾実績等を踏まえた知的財産の管理により、知的財産権の保有コストの削減を図りつつ、「Ⅲ. 1. 研究マネジメントの充実と研究成果の普及促進」で述べた取組及び本来業務に支障のない範囲での研究施設の外部利用の促進等により、収入の確保・拡大を図ること。

(2)契約管理の強化

「独立行政法人の契約状況の点検・見直しについて」（平成21年11月閣議決定）に基づき、契約の適正化を推進し、業務運営の効率化を図るとともに、研究・開発事業等に係る調達については、その特殊性に配慮しつつ、他の独立行政法人の事例等をも参考に、透明性が高く、効果的な契約の在り方を追求すること。

(3)内部統制の充実・強化

内部統制の更なる充実・強化を図るとともに、情報セキュリティについて適切な対策を講ずること。

【中期計画】

1. 組織の見直しの継続

個別の研究の実施について、その規模や目標、研究の遂行に際して関係する機関等の状況などに応じ、プロジェクトチーム設置など、柔軟な研究実施体制をとる。

また、保有資産については、その保有の必要性を不断に検証する観点から、引き続き、利用度の把握等を行う。

2. 事業運営の効率化

(1)管理・間接業務の効率化等

電力使用量の抑制等により管理・間接業務の一層の効率化を図るとともに、近隣の研究機関との共同調達やコスト意識を徹底して効率的な研究の実施を図る等により、業務経費（人件費、公租公課等の所要額形状を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除く。）について、中期目標期間中に見込まれる当該経費総額（初年度の当該経費相当分に5を乗じた額。）を2%程度、一般管理費（人件費、公租公課等の所要額計上を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除く。）について、経費削減の余地がないか自己評価を厳格に行った上で、適切な見直しを行い、中期目標期間中に見込まれる当該経費総額（初年度の当該経費相当分に5を乗じた額。）を6%程度抑制する。

また、現有する知的財産については、今後の活用見込みと維持経費を勘案し、権利維持するものを取捨選択することで保有コストの削減に努めるとともに、知的財産の実施許諾の推進、研究施設の外部利用の促進及び受託研究の獲得拡大、競争的資金への積極的な応募により、収入の確保・拡大を図る。

なお、収入の確保・拡大に当たっては、民業を圧迫しないように、かつ、本来の研究業務の円滑な実施に支障を来さないようにするものとする。

(2)契約管理の強化

契約については、「独立行政法人の契約状況の見直しについて」（平成 21 年 11 月閣議決定）に基づく取組を着実に実施することにより、契約の適正化を推進し、業務運営の効率化を図るものとする。

この場合において、研究・開発事業等に係る調達については、その特殊性に配慮しつつ、簡易入札の更なる活用、ほかの独立行政法人の事例等をも参考に、透明性が高く効果的な契約のあり方を追求するものとする。

また、外部有識者からなる契約監視委員会による契約状況の点検・見直しを行う。

(3)内部統制の充実・強化

内部統制については、理事長のガバナンスの確保、監事監査、情報セキュリティ強化等、これまでの取組を徹底する。

【年度計画】

1. 組織の見直しの継続

個別の研究の実施について、その規模や目標、研究の遂行に際して関係する機関等の状況などに応じ、プロジェクトチーム設置など、柔軟な研究実施体制をとる。

特に、本年度は、中期計画の初年度に当たり、研究開発を円滑に進めて行くための組織の見直し、研究員配置の適切化を行う。

また、保有資産については、その保有の必要性を不断に検証する観点から、引き続き、利用度の把握等を行う。

2. 事業運営の効率化

(1)管理・間接業務の効率化等

電力使用量の抑制等により管理・間接業務の一層の効率化を図るとともに、近隣の研究機関との共同調達やコスト意識を徹底して効率的な研究の実施を図る等により、業務経費(人件費、公租公課等の所要額計上を必要とする経費及び特殊要因により増減する経費を除く。)一般管理費の抑制を図る。

本年度は、中期計画の初年度に当たる事から、管理・間接業務の効率化等を推進するための体制整備等を行う。

また、現有する知的財産については、今後の活用見込みと維持経費を勘案し、権利維持するものを取捨選択することで保有コストの削減に努めるとともに、知的財産の実施許諾の推進、研究施設の外部利用の促進及び受託研究の獲得拡大、競争的資金への積極的な応募により、収入の確保・拡大を図る。

なお、収入の確保・拡大に当たっては、民業を圧迫しないように、かつ、本来の研究業務の円滑な実施に支障を来さないように、事前の確認を行う。

(2)契約管理の強化

契約については、「独立行政法人の契約状況の点検・見直しについて」（平成 21 年 11 月閣議決定）に基づく取組を着実に実施することにより、契約の適正化を推進し、業務運営の効率化を図るものとする。

この場合において、研究・開発事業等に係る調達については、その特殊性に配慮しつつ、簡易入札の更なる活用、ほかの独立行政法人の事例等をも参考に、透明性が高く効果的な契約の在り方を追求するものとする。

また、外部有識者からなる契約監視委員会による契約状況の点検・見直しを行う。

(3)内部統制の充実・強化

内部統制については、理事長のガバナンスの確保、監事監査、情報セキュリティ強化等、これまでの取組みを徹底する。

このための情報管理規程等の改正を行う。

◆ 23年度計画における目標設定の考え方

第3期中期計画の初年度であることから、研究開発を円滑に進めていくための組織の見直し等を行うとともに、行政の動きに臨機応変に対応できる研究及び研究管理体制を構築することを目指すこととしました。

また、事業運営の効率化は、研究成果を確実に出すこととともに、研究所が取り組むべき重要な課題であると認識しています。特に、コスト意識の徹底と一般管理費の縮減は、国民に対して確実に説明しなければならない事項です。中期計画の初年度にあたる23年度は、管理・間接業務の効率化等を推進する体制整備等を行うこととしました。また、物品調達に関して国と同等以上の競争的環境の確保と情報の公開を図ることにしました。

◆ 23年度の取組状況

1. 組織の見直しの継続

① 組織の見直し

社会・行政のニーズに確実に回答を出すためには、ニーズに合わせて臨機応変に研究資源を投入できる組織作りが欠かせません。しかし、研究所の人的資源には限りがあるため、常に新組織を立ち上げることができない厳しい状況にあります。このため、既存の組織を見直しつつ、ニーズに合致した組織作りを進めています。

23年度は第3期中期計画の初年度として、研究計画に即した組織の改編を実施し、円滑な研究実施環境を整えました。

具体的には、

- ・ 海洋再生エネルギー関連研究の増加に対応するため、海洋開発系から関連研究分野を分離・独立させて、新たに洋上再生エネルギー開発系を設置し、海洋分野の研究体制を強化
- ・ 事業・事務の見直しを踏まえ生産システム系を廃止
- ・ 研究機能の整理、組織の簡素化を図るためプロジェクトチームの廃止、センター機能の見直し等を実施。

(プロジェクトチーム)

- ・ 海上安全イニシアティブ PT、基盤技術 PT の廃止
- ・ 海洋再生エネルギー研究開発支援 PT、EEDI PT の設置

(センター、グループ機能)

- ・ 実海域運航性能評価手法の開発のため、海の10モードセンターを発展的に解消し、実海域性能研究センターを新設
- ・ 海難事故対策を常設の組織で恒常的に対応するため、流体性能評価系に耐航性能研究グループを新設 等

② 保有資産の見直し

船舶に関する研究の実施において、巨大な構造物である船舶を試作することが困難であることから、大型の試験設備と模型により試験を実施し、得られたデータにより、実船での挙動を推定します。研究所では、中期目標において重点的に取り組むべきとされた海上輸送の安全確保及びその高度化、海洋の開発、海洋環境の保全の各分野での技術的知見の提供に必要な施設を保有しており、その規模、仕様は課題解決に必要な質の高いレベルの研究成果を生み出すのに不可欠となっています。これまでも研究施設を用いて、国際基準、国内基準策定において、基準の妥当性についての裏付けとなる精度の高いデータを得て、国に提供しています。

研究所が保有する400m試験水槽等の大型研究施設を収容するには、広大なスペースが必要であ

り、現在地ではこれら施設が効率的に配置されています。また、400m 試験水槽や中水槽等では稼働率 100%に達するなど有効に活用されており、今後とも課題解決に必要な質の高い技術的知見を提供し続けるためには、これら研究施設を現在地にて保有すべきと考えます。

これら保有資産については、減損会計に関連して、使用状況、稼働日数、今後の使用の予定等について 1 件毎に確認していますが、23 年度の調査結果では減損を認識した資産はありませんでした。

なお、研究所が保有する職員宿舎はございません。

金融資産については、債権等の事業用の金融資産は保有しておりません。また、現金及び預金からなる流動資産については、23 年度末の時点で約 5 億円弱、年間の支出額の 1 割弱となっておりますが、運営費交付金収入が月毎であることや受託収入は月毎の変動が大きい一方、人件費等毎月一定額の支払いを要する経費があることから、現金及び預金の規模は、円滑な資金繰りに必要かつ最小限であると考えます。

2. 事業運営の効率化

(1) 管理・間接業務の効率化等

① 業務経費、一般管理費の抑制

(ア) 電力使用量等の抑制

(a) 節電計画の立案、実施

東日本大震災の影響による電力使用制限に伴い、節電実行計画を立案し、使用電力の大きい研究施設の稼働を抑えるとともに、他の研究施設についても毎週使用予定を調査し、使用電力が制限値を超える可能性がある場合には調整を実施できる体制を構築しました。また、国民として一般的に取り組むべき節電対策も着実に実施し、電力使用制限令期間中、制限値の 90%以下を維持しました。

(b) 省エネ型照明機器、エアコンへの更新等

電力使用制限等に対応すべく、省エネ型エアコンや省エネ型蛍光灯への更新を進めました。また、21 年度から導入を開始した LED 照明を 23 年度も玄関灯の代替として設置しました。

さらに、夏場に直射日光が当たる窓ガラスへの断熱シートを貼り付け、外部からの熱を遮断し、冷房効果を高めました。

また、電気給湯器の電源のタイマー化により省エネを促進しました。

(c) 省エネルギーに関する職員への啓蒙

研究所では、隣接する独立行政法人交通安全環境研究所及び独立行政法人電子航法研究所にも参加してもらい、所内に分散配置されている各研究棟の担当者を集めて省エネルギー推進委員会（委員長：総務部長）を開催し、空調設備、照明設備の合理的使用に関する周知徹底を図っています。特に、電力使用量が増加する夏季及び冬季には、一層の省エネ努力を職員に求めています。また、同委員会では、地球温暖化対策計画のフォローアップを実施し、計画の着実な実施を図っています。

さらに、同委員会での検討をベースに、当所では、総務部施設安全課を中心に省エネに対する取り組みを具現化するとともに、毎月の幹部会において省エネ電力使用量の推移を周知並びに夏季及び冬季において毎日の最大電力をイントラネットに掲載することにより常に省エネ意識を醸成しています。

(d) 電力使用量の推移

23 年度は、(a)～(c) の対策を講じ、電力使用量を 22 年度比 11%減に抑制することができました。

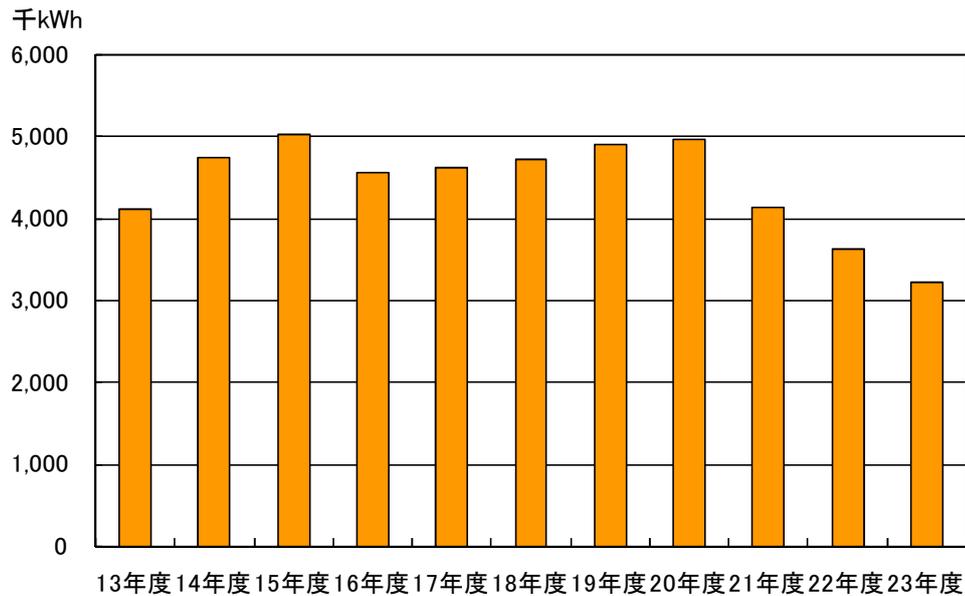


図2. 1 使用電力量の推移

(e)水道使用量の抑制

水道使用量に関しても、毎月のモニタリングを実施するとともに、職員への啓蒙を進めることにより、23年度は、22年度比7%減を達成しました。

(f)備品のリユース

廃棄物の削減とともに経費の削減を図るため、汎用性のある机等の什器、パソコン及びプリンターのリユース制度を運用しています。具体的には、各部署で不要になった什器、パソコン及びプリンターを一カ所で管理するとともに、これらリストをイントラネット上で常時閲覧できるようにし、随時これら備品が利用できるようにしています。

(イ) 管理・間接業務の効率化推進のための体制整備

23年度は、中期計画の初年度にあたることから、従来の支出・業務点検プロジェクトチームを常設化した業務効率化・改善委員会を設置し、管理・間接業務の効率化等を推進する体制整備を行いました。

業務効率化・改善委員会により、研究所の研究業務及び管理業務を含む業務全般についてさらなる効率化及び改善を図ることとしています。

(ウ) 間接業務の効率化等による一般管理費、業務経費の縮減

(a)公益法人等に対する会費の支出の削減

独立行政法人が支出する会費の見直しについて(平成24年3月23日行政改革実行本部決定)の観点を踏まえ、公益法人等への会費の支出は、研究所の業務の遂行のために真に必要なものであり、かつ、必要最低限のものとなるよう精査しました。これにもとづき、24年度の会費の支出を削減します。

(b)アウトソーシングの実施

業務の効率化を図るため、23年度は、守衛業務など11の業務について22年度に引き続きアウトソーシングを行いました。

研究所における管理業務のアウトソーシングについては、19年度にベンチマークを行いました。研究所の規模の業務量では費用対効果が期待できないものが多いことがわかりました。

23年度も状況の変化はないため、新規にアウトソーシングを導入するには至りませんでした。引き続き他の独法や民間企業の動向を把握しつつ、可能なものはアウトソーシングを進めていくことにしています。

(エ) 一般管理費の削減

上記しました電力使用量等の抑制、アウトソーシングの他、文書の両面印刷の実施、片面印刷紙の再利用によるコピー用紙使用量抑制などの取組みの結果、23年度の一般管理費は74.6百万円となり、22年度に比べて3.6百万円減少しました。

(オ) 業務経費の削減

上記一般管理費の削減と同様の取組により業務経費の削減を図った結果、23年度の業務経費は545百万円となり、22年に比べて23百万円減少しました。

② 特許権の維持に関する基本方針

23年度までに148件の特許権が登録され、また、132件が出願中です。平成15年度出願分までは、特許の出願料、審査料及び特許を維持するための特許料は無料でしたが、平成16年度出願分から有料となりました。毎年30件弱の特許が出願され、登録件数が増加するにつれ、特許を維持するための特許料が増加することが見込まれます。特許料は、登録から7年目以降高額となるため、保有する特許権を選別することが必要です。

研究所では、21年度に今後の特許権の維持に関する基本方針を策定し、登録済みの特許について維持すべきかどうかの基本的考え方とし、22年度からはこの指針に沿って判断を進めています。指針では、国内特許については維持費用が高額となる登録7年目以降維持するかどうかを判断することとしています。研究所の場合、26年からこうした案件が発生することになるため、今後案件毎に検討することになります。

また、外国特許については維持年金を支払う判断をする度に検討することとしていますので、早速22年度から個々に判断を行っています。23年度では、外国特許の維持年金について4件の該当がありましたが、共同出願先と協議のうえ個別に検討し、4件とも必要と判断しました。

今後とも指針に沿って適切に判断してまいります。

③ 収入の確保・拡大

(ア) 知的財産のさらなる活用

23年度は、民間事業者等と共同開発した低 VOC 塗料の本格的な使用に伴い、使用料収入があったこと、荷重・構造一貫解析プログラム (NMRI-DESEGN-PRE) 等のプログラムの使用料収入が増加したことから、特許使用料収入は4百万円、プログラム使用料収入は34百万円で、その合計額は過去最高額となりました。

表2.1 特許・プログラムの使用料推移

		19年度	20年度	21年度	22年度	23年度
特許・プログラム 収入	使用許諾(件)	30	30	39	44	51(※1)
	使用料収入(千円) (※2)	24,482	31,194	34,452	34,833	38,339

※1：主なプログラム使用許諾の内訳

船舶まわりの定常粘性造波流場計算プログラム (NEPTUNE)

20件

非構造格子による物体まわりの粘性流場計算プログラム (SURF)	12件
GUIを用いた船体周り構造格子生成プログラム(HullDes)	20件
日本近海の波と風のデータベース表示プログラム	3件
要目最適化プログラム (HOPE)、(HOPE Light)	12件
波浪中での非線形船体運動及び波浪荷重推定プログラム(NMRIW)、GUI	2件
外板切り直し、曲げ型作成プログラム	1件
最適化ルーチンを用いたシリーズプロペラ多目的設計プログラム	1件
蓄熱高温海水によるバラスト水処理時の温度解析・制御ソフト	1件
船舶信頼性情報データベース	1件
NMRI-DESIGN-PREプログラム	1件
NMRI-DESIGN-PRE (肥大船) プログラム	1件
造船プレス施工支援システム	1件
積層管の剛性・応力・疲労解析プログラム	2件

(注：複数のプログラムを一括して使用許諾していることがあるため、合計の数と使用許諾件数は一致しません。)

※2：プログラム保守業務用経費分を含みます。

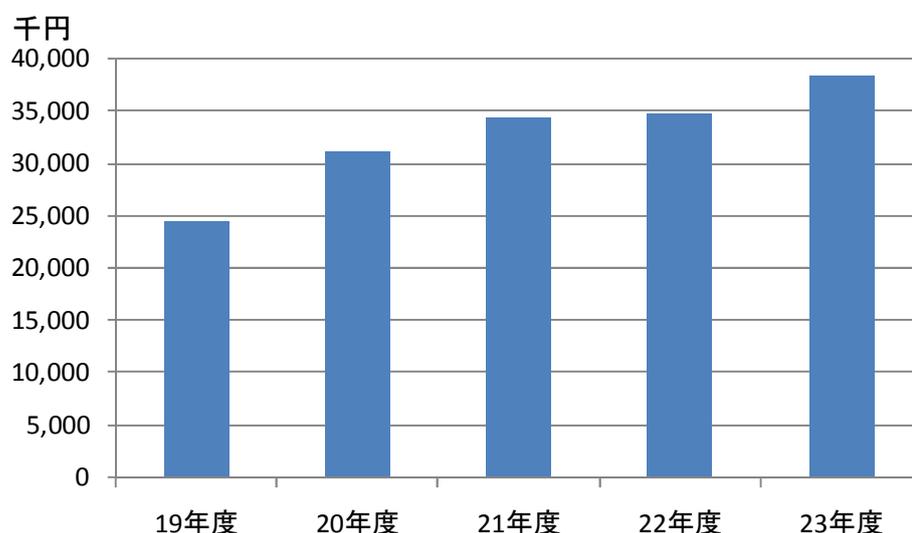


図2. 2 特許・プログラム収入の推移

研究所の知的財産のうち、プログラムは使用許諾件数も多く、活用されているものが多いですが、特許については、現時点では使用許諾件数が多くはありません。このため、民間での活用を図るため、共同研究に基づく成果を共同で出願する方針で取り組んでいます。また、未利用の知的財産については、それらの周知と民間企業への利用への働きかけを行うこととし、未利用の特許権については、インターネット上で開放特許を一括して検索できる「特許流通データベース」に登録し、利用へ向けた周知を行っています。さらに、民間企業のニーズと研究シーズをマッチングさせ、受託研究、共同研究へとまとめる役割の研究連携主管によってもこれら民間企業に対して知的財産の利用の働きかけを行っています。

これらの結果、23年度に新規登録したプログラムのうち積層管の剛性・応力・疲労解析プログラム (LAYCAL ver.1.0) は、23年度内に使用許諾契約に至っています。

(イ) 外部による施設の利用の促進

研究所の保有する施設の中には世界的にも最高水準レベルのものがあり、船舶に関する研究を

行う者にとって、自己の施設では実施し得ない試験を実施できるものとして、その利用ニーズは高いものがあり、研究所はこれら施設を外部の利用に供することとしています。一方で、研究所の研究施設は、施設の使用、データ収集・解析等に関して専門的知識・ノウハウが必要になることから、これを含んだ形の受託・請負研究等を通じて外部利用ニーズに答えているところです。

(ウ) 受託研究、競争的資金の獲得拡大

23年度は、厳しい国の財政事情や不況により、国及び民間からの受託研究や競争的資金獲得が厳しい状態でしたが、研究連携主管による受託研究や競争的資金獲得に向けて産・学・官への働きかけを強化した結果、22年度よりも収入金額が増加しました。

表 2. 2 受託研究、競争的資金の収入金額推移

	22年度	23年度
収入金額（百万円）	690	714

(エ) 民業圧迫等への配慮

収入の確保・拡大にあたっては、民業を圧迫しないよう、かつ、本来の研究業務の円滑な実施に支障を来さないようにする必要があります。従って、契約に際しては、民間企業と競合するものではないこと、研究効率の向上が図られているか等の観点から事前に役員に説明を行うことを義務づけるとともに、決裁についても理事長までとることとしています。

(2) 契約管理の強化

(ア) 契約制度について

研究所の契約については、原則として競争によるものとし、競争契約における公告期間、公告方法、予定価格の作成など、契約の適正化を図る上で重要な契約手続について、内部規程により明確に定めており、これら契約手続については、国の制度に整合させています。

また、企画競争、公募、複数年度契約の導入など、契約の適正化及び透明性の向上のための取り組みを行っています。

なお、一般競争入札、企画競争、公募の実施にあたり、競争性、透明性が確保されるよう、要領、マニュアルを定め、国の方法に即して実施するとともに、実施についての公告や結果の公示をホームページで行うなど、競争性、透明性の確保に努めています。

(イ) 契約事務手続に係る執行体制や審査体制

契約手続を適正かつ確実に実施するため、契約に係る審査担当を複数者とする体制強化を行うとともに、全調達要求は理事長の決裁としています。

また、政府調達による随意契約案件及び理事長が必要とする案件は、契約審査委員により事前審査を行い、理事長に意見を述べることになっています。

さらに、「独立行政法人の契約状況の点検・見直しについて」（21年11月閣議決定）に基づき、契約監視委員会において、競争性のない随意契約、一者応札となった案件を中心に契約の点検、見直しを実施しました。

その結果は以下のとおりです。

・ 随意契約の見直し

22年度の契約を点検し、真にやむを得ない契約を除き、競争性のある契約に移行済みであることが確認され、今後も競争性を確保することとされました。

・ 一者応札

22年度、23年度の契約のうち、2ヶ年度連続して一者応札、一者応募となったものについて、フォローアップ表を作成し、23年度の改善取組内容が適当であることが確認されると

ともに、今後、公募への変更、競争参加資格の等級の拡大等の見直しを行うこととしました。

(ウ) 随意契約等見直し計画の実施状況

随意契約等見直し計画に対し、23年度の契約実績を踏まえた実施状況は以下のとおりです。

表2.3 随意契約等見直し計画の進捗状況

(単位：件、百万円)

	22年度			23年度			比較増△減		見直し計画	
	件数	金額	落札率	件数	金額	落札率	件数	金額	件数	金額
競争性のある契約	(93.4%) 127	(85.3%) 578	89.1%	(86.3%) 113	(79.6%) 649	92.0%	(△11.0%) △14	(12.3%) 71	(90.3%) 187	(80.3%) 932
一般競争入札	(85.3%) 116	(78.8%) 534	88.1%	(70.2%) 92	(59.0%) 480	90.4%	(△20.7%) △24	(△10.1%) △54	(85.0%) 176	(76.2%) 885
企画競争・ 公募等	(8.1%) 11	(6.5%) 44	99.8%	(16.1%) 21	(20.6%) 168	98.7%	(90.9%) 10	(281.8%) 124	(5.3%) 11	(4.1%) 47
競争性のない随意 契約	(6.6%) 9	(14.7%) 100	99.7%	(13.7%) 18	(20.4%) 166	99.6%	(100%) 9	(66%) 66	(9.7%) 20	(19.7%) 229
合 計	(100%) 136	(100%) 678	89.5%	(100%) 131	(100%) 814	92.8%	(△3.7%) △5	(20.2%) 137	(100%) 207	(100%) 1,162

(注1) 計数は、それぞれ四捨五入しているため、比較増△減、小計及び合計において一致しない場合があります。

(注2) 比較増△減の()書きは、23年度の対前年度伸率です。

(注3) 不落・不調の随意契約について、「企画競争・公募等」に整理しております。また、当所では指名競争入札は実施していません。

(注4) 落札率は、1件当たり平均値です。

(注5) 「競争性のない随意契約」の「落札率」は、長期継続契約（電気料金、水道料金等）を除いています。

23年度の随意契約の件数は22年度より増加していますが、その内容は「随意契約等見直し計画」における、受託研究の契約においてその一部を特定の第三者に委託することが依頼者から指定されているもの、時価と比べ有利な価格で契約できる見込みがあるもの、官報の掲載、水道等供給することが可能な者が一のもの、緊急の必要により競争に付することができなかったものです。

これら競争性のない随意契約については、契約の内容、随意契約によらざるを得ない理由等をホームページの「調達情報」に随時掲載しています。

(エ) 一者応札削減への取り組み

研究開発型独法である研究所の調達は、試験装置の購入や保守、各種試験・分析の依頼など特定の者が有する技術によるものが多くなっています。以前、このような案件には随意契約が多ありましたが、随意契約見直し計画により、20年度までに原則として一般競争入札に移行しました。しかしながら、仕様書の内容が特定の者が有する技術を想定したものであったため、結果として一者入札が多かったものと考えます。このため、「一者応札・一者応募にかかる改善方策について」を策定し、以下の取り組みを進めました。

- 仕様書を調達したい物品又は役務を特定なものに限定しないようできるだけ汎用なものを要件とすること、原則、複数の事業者から技術情報を入手して作成するとともに、原則、複数の事業者から参考となる見積もりを入手して予定価格を決定する。
- 入札情報をより事業者に周知するため、引き続き、ホームページ等で入札情報を提示するとともに、十分な公告期間を確保できるよう努める。

これら取り組みの結果、21年度以降、一者応札は大幅に削減され、23年度は25.0%となっています。

表 2. 4 一者応札の削減状況

年 度	20年度	21年度	22年度	23年度
一般競争入札件数	174	153	116	92
うち一者入札件数	110	55	27	23
一者応札割合	63.2%	35.9%	23.3%	25.0%

(オ) 簡易入札制度による競争機会の拡大

随意契約にできる場合についても可能な限り競争的環境下で調達を行うことを目的として、研究所独自の仕組みとして、国でも行っていなかった簡易入札制度を19年度に導入しました。これは、随意契約にできる契約のうち、予定価格が30万円以上のものに対して、公告を行った上、競争に付す方法で行うものです。一般競争入札との相違は、公告から入札までの期間が短い（一般競争10日、簡易入札5日）、入札説明会を開催しない等で、当所にとっても、入札側にとっても負担が小さく、かつ、競争的環境下で行われる手続きにしています。次表のとおり、23年度には322件について簡易入札を行い、予定価格総額と契約価格総額の差額で1,548万円の減額効果が現れました。

以上を踏まえ、23年度の入札及び随意契約の実施状況は次表のとおりとなっています。

表 2. 5 入札及び随意契約の結果

事項	22年度			23年度		
	件数	契約総額 (千円)	落札率	件数	契約総額 (千円)	落札率
競争性のある契約 (全契約に対する割合)	397 (15.3%)	786,970 (80.9%)	-	435 (15.9%)	897,839 (74.1%)	-
一般競争入札を行った案件	386	743,152	92.97%	414	729,375	93.76%
簡易入札を行った案件	270	208,923	94.98%	322	249,277	94.70%
企画競争を行った案件	1	4,379	100%	1	3,675	100%
公募を行った案件	10	39,439	99.73%	20	164,789	98.67%
随意契約 (全契約に対する割合)	2,196 (84.7%)	235,693 (19.1%)	-	2,300 (84.1%)	313,717 (25.9%)	-
少額随契基準を超える案件	4	23,753	99.68%	13	87,747	99.63%
少額随契基準以下で予定価格 30万円以上の案件(簡易入札 の対象となり得る案件)	30	20,056	99.81%	29	19,362	99.92%
予定価格30万円未満の案件 (簡易入札の対象にならない 案件)	2,162	191,884	99.89%	2,258	206,608	99.82%

(注1) 落札率は1件当たり平均値です。

(注2) 「少額随契基準」とは、研究所の規程に基づき随意契約とすることができる基準(予定価格: 工事・製造250万円以下、物品の購入160万円以下、物品の借入80万円以下、その他役務100万円以下)をいいます。なお、当該基準は国の基準と同一です。

(注3) 長期継続契約(電気料金、水道料金等)は除いています。

(カ) 第三者への委託状況

表2.3に記載した競争性のない随意契約18件については、第三者への再委託は2件です。また、競争入札で応札者が一者だった契約については、第三者への再委託はありません。

なお、第三者への再委託については、国と同様、契約書において、研究所の承認を受けることが規定されており、再委託する場合には、所内で承認手続を行うことになっています。

(キ) 関連法人との関係

研究所には関連法人に該当する法人が存在しないことを報告いたします。なお、この旨、研究所のホームページにおいても報告させていただいております。

(http://www.nmri.go.jp/new-main/kokaijoho_j.html)

(ク) 情報開示

研究所のホームページのトップページにおいて、最新情報を「トピックス」に、直近に掲載、更新した情報は「更新情報」に掲載するとともに、中期計画、年度計画、財務諸表、業務実績報告書等については、「公開情報」に、調達に関する情報はトップページの「調達情報」に掲載するなど、情報に容易にアクセスできるよう措置しています。また、意見、要望についてもホームページにて随時受け付けています。

(3) 内部統制の充実・強化

① ガバナンスの確保

(ア) コンプライアンスの強化・意識向上

研究所は、海事行政を支える技術基盤として船舶の安全確保、海洋環境保全等に関する研究を行う独立行政法人であり、行政ニーズや社会ニーズに対し、必要とされる技術ソリューションを迅速かつ適切に生み出し、提供していくことが国及び国民から期待されています。こうした期待に応えるべく、所員は、研究所の業務運営の財源である運営費交付金が国民の税金であることを十分理解し、高い倫理観に基づいて行動しなければなりません。研究所の所員として不適切な行動を取ることは、研究所の社会的な信頼を損なうばかりでなく、その価値や評価を低減させてしまうことになりかねません。このため、所員の一人一人が、コンプライアンスの意義を良く理解し、職務のみならず社会生活においてもコンプライアンスに適った行動を取ることで、これを実践する必要があります。

上記の認識のもと、研究所において、コンプライアンス規範、コンプライアンスに係る規程を定めて、コンプライアンス強化を図ってきましたが、23年度には、コンプライアンス規範をより正しく理解するために、コンプライアンスに関わる事項について、所員一人一人が日常業務において留意すべきポイントを纏めたコンプライアンスマニュアルを策定し、コンプライアンスに係る理解促進に努めました。

また、研究所の業務運営に関する組織的又は個人的な非違行為及び不正又は不当な行為の早期発見及び是正を図り、研究所の社会的信頼の維持及び業務運営の公正性の確保に資するとともに、公益通報者保護法に規定する内部通報者及び通報に係る相談者を保護することを目的に、内部通報に関する規程を策定し、役職員からの通報を受ける窓口及び相談に応じる窓口の周知徹底を図りました。

(イ) 理事長による統制

研究所の目的、経営ビジョン等に関し、理事長の訓辞などを通じて、職員全員に周知徹底されています。また、各研究系は実施している研究課題の進捗状況について、毎月幹部会にて報告を義務づけるとともに、中期計画及び年度計画に設定された数値目標については、毎月又は四半期毎にその達成状況をモニタリングすることを通じ、理事長をはじめ役員も随時進捗状況を把握し、的確な指示ができるようになっています。これにより、内部統制上の現状の把握と課題対応が迅速かつ的確に実施できるようになっています。

さらに、物品の調達案件については、金額にかかわらず全て理事長までの決裁を要することと

しており、これにより理事長が的確に統制できることを担保しています。

加えて、「第1章(1)③外部からの研究評価の拡充」にて説明した研究評価については、大学、産業界の委員からなる評価委員会により独法評価の事前評価としての位置付けとしても実施しています。

(ウ) 内部監査の実施

(a) 研究費運営監査

大学等で問題となった研究費の不正使用・不正受給を防止するため、競争的資金の配分先に対して、機関内の責任体系の明確化、適正な運営・管理の基盤となる環境の整備（ルールの明確化・統一化等）、不正防止計画の策定等の要請を受け、研究所は「研究費の不正防止計画」を策定しています。研究所の不正防止計画は、公的な研究資金に限らず民間由来の研究資金も含めてすべての研究資金を対象としていることが特徴です。なお、研究費の不正防止計画はホームページで公開しています。

規程の整備とともに実効を上げるためには内部監査を確実に実施する必要もあります。このため、研究所では研究費運営監査員が研究費内部監査実施計画を作成し、次の要領で内部監査を実施しています。

- ・重点研究、先導研究及び基盤研究：研究テーマ件数全体の30%
- ・受託研究：研究テーマ件数全体の100%
- ・請負研究：研究テーマ件数全体の10%
- ・科学研究費補助金：研究テーマ件数全体の100%

特に、科学研究費補助金については、科研費ルールで各機関研究テーマ件数の10%について内部監査を行うよう求められているのに対して、研究所では上述のとおり全件内部監査を行うこととしました。

23年度は、合計112の研究テーマについて内部監査を実施し、不正と認められる事項はありませんでしたが、算出方法の誤りなどに基づく指摘事項があり、是正措置を講じさせました。

(b) 情報セキュリティ監査

23年度は22年度に引き続き、「特定情報資産（機密性の高い情報）」に関する監査を行い、管理台帳への記載及び管理が適切に行われていることを確認するとともに、22年度の監査で鍵のついた棚等に保管するよう指導した特定情報資産について、施錠の確認または施錠できる場所が確保されていることを確認しました。

② 監事監査の指摘事項への対応

23年度は、コンプライアンスを中心に実施した上期監査、契約状況等を中心に実施した年度末監査、会計監査を中心とした決算期監査の3回の監事監査を受け、理事長、理事に指摘事項が報告されるとともに、指摘事項に対する対応方針を作成し、指摘事項に基づき業務の改善を図っています。主な指摘事項等は以下のとおりです。

(ア) 知的財産

知的財産に関し、「特許使用料収入、プログラム使用収入は前年度から増加しており、研究所の自己収入拡大への有力な武器になりつつあり評価できる。一方で、特許維持判断をタイムリーかつ的確に行い、少しでも経費削減に努める必要がある」旨講評されており、上記の通り、特許権の維持に関する基本方針に基づき、今後、案件毎に検討していきます。

(イ) 契約状況

随意契約が増加していることに関して、「22年度は2件であった委託元指示による随意契約が、23年度は11件もあったことが大きく影響しており、やむを得ないものとする」旨講評されています。

(ウ) 内部統制

コンプライアンスに関し、「コンプライアンスに関わるルールについては、コンプライアンスマニュアルとして整理すべき」旨指摘されたことを踏まえ、上記の通りコンプライアンスマニュアルの策定、内部通報窓口の設置を行いました。コンプライアンスに関しては、さらに、「今後は、説明会の開催等により所員全員への周知徹底を図ることにより、内部統制のレベルの更なる向上に努めていただきたい」旨指摘されていますので、今後、更なる向上に取り組んでいきます。

また、情報セキュリティに関し、「特定情報資産の管理レベルは高いと評価できる。一方で、次のステップとして、IT 関連のセキュリティ対策についても、更に管理レベルを向上する必要がある」旨指摘されたことを踏まえ、下記の通り情報セキュリティの更なる強化を行いました。

③ 情報セキュリティの強化

研究所は、自ら実施する研究により得られた情報のほか、受託研究、共同研究により、相手方より取得した情報を保有しており、これらの情報は相手方より機密保持を求められ、情報の漏洩は研究所の信頼を損ない、受託研究の獲得に支障を来すなど、経営上の大きなリスクとなります。

このため、情報セキュリティ管理規程、セキュリティ管理マニュアル、特定情報資産管理台帳等に基づき所外から入手した情報を管理しています。また、IT 関連のセキュリティ対策として、デバイス制御ソフトウェアの導入、不正PC検知・排除の導入等情報セキュリティのさらなる強化を行いました。

第3章 財務に関する事項

【中期目標】

中期目標期間における予算、収支計画及び資金計画について、適正に計画し健全な財務体質の維持を図ること。

特に、運営費交付金を充当して行う事業については、「Ⅳ. 業務運営の効率化に関する事項」で定めた事項について配慮した中期計画の予算を作成し、当該予算による運営を行うこと。

【中期計画】

1. 予算（人件費の見積もりを含む。）、収支計画及び資金計画

(1) 予算 平成23年度～平成27年度予算

(単位：百万円)

区 分	金 額
収入	
運営費交付金	13,522
施設整備費補助金	603
受託収入	2,089
その他収入	206
計	16,420
支出	
人件費	10,905
業務経費	2,571
施設整備費	603
受託経費	1,900
一般管理費	441
計	16,420

人件費の見積もり	8,641
----------	-------

(2) 収支計画 平成23年度～平成27年度収支計画

(単位：百万円)

区 分	金 額
費用の部	16,578
経常費用	16,578
研究業務費	11,284
受託経費	1,900
一般管理費	2,633
減価償却費	761
財務費用	0
臨時損失	0
収益の部	16,578
運営費交付金収益	13,522
手数料収入	0
その他収入	206
受託収入	2,089
寄付金収益	0
資産見返負債戻入	761
臨時利益	0
純利益	0
目的積立金取崩額	0
総利益	0

(3) 資金計画 平成23年度～平成27年度資金計画

(単位：百万円)

区 分	金 額
-----	-----

資金支出	16,420
業務活動による支出	15,817
投資活動による支出	603
財務活動による支出	0
次期中期目標の期間への繰越金	0
資金収入	16,420
業務活動による収入	15,817
運営費交付金による収入	13,522
受託収入	2,089
その他収入	206
投資活動による収入	603
施設整備費補助金による収入	603
施設整備費による収入	0
その他収入	0
財務活動による収入	0
無利子借入金による収入	0
前期中期目標の期間よりの繰越金	0

※退職手当については、役員退職手当支給規程及び職員退職手当支給規程に基づいて支給することとなるが、その全額について、運営費交付金を財源とするものと想定している。

※上記人件費の見積もりの額は、中期目標期間中、総人件費改革において削減対象とされた人件費であって、総人件費改革の取組の削減対象外となる任期付研究者等の人件費を除く。なお、上記の削減対象とされた人件費と総人件費改革の取組の削減対象外となる任期付研究者等の人件費を合わせた総額は、8,797百万円である。(国からの委託費、補助金、競争的研究資金及び民間資金の獲得状況等により増減があり得る。)

2. 短期借入金の限度額

予見し難い事故等の事由に限り、資金不足となる場合における短期借入金の限度額は、700百万円とする。

3. 不要な財産を処分する計画

特になし。

4. 重要な財産を譲渡し、又は担保にする計画

特になし。

5. 剰余金の使途

- ①施設・設備の整備(補修等を含む)
- ②業務に必要な土地、建物の購入
- ③海外交流事業の実施(招聘、セミナー、国際会議の開催)
- ④所内公募型研究の実施財源

【年度計画】

1. 予算(人件費の見積もりを含む。)、収支計画及び資金計画

(1) 予算

(単位:百万円)

区 分	23年度
収入	
運営費交付金	2,795
施設整備費補助金	0
受託収入	563
その他収入	41
計	3,399
支出	
人件費	2,258
業務経費	523
施設整備費	0

受託経費	525
一般管理費	93
計	3,399

人件費の見積もり	1,749
----------	-------

(2) 収支計画

(単位:百万円)

区 分	23年度
費用の部	3,561
経常費用	3,561
研究業務費	2,358
受託経費	525
一般管理費	516
減価償却費	162
財務費用	0
臨時損失	0
収益の部	3,561
運営費交付金収益	2,795
手数料収入	0
その他収入	41
受託収入	563
寄付金収益	0
資産見返負債戻入	162
臨時利益	0
純利益	0
目的積立金取崩額	0
総利益	0

(3) 資金計画

(単位:百万円)

区 分	23年度
資金支出	3,399
業務活動による支出	3,399
投資活動による支出	0
財務活動による支出	0
次期中期目標の期間への繰越金	0
資金収入	3,399
業務活動による収入	3,399
運営費交付金による収入	2,795
受託収入	563
その他収入	41
投資活動による収入	0
施設整備費補助金による収入	0
施設整備費による収入	0
その他収入	0
財務活動による収入	0
無利子借入金による収入	0
前期中期目標の期間よりの繰越金	0

※退職手当については、役員退職手当支給規程及び職員退職手当支給規程に基づいて支給することとなるが、その全額について、運営費交付金を財源とするものと想定している。

※上記人件費の見積もりの額は、中期目標期間中、総人件費改革において削減対象とされた人件費であって、総人件費改革の取組の削減対象外となる任期付研究者等の人件費を除く。なお、上記の削減対象とされた人件費と総人件費改革の取組の削減対象外となる任期付研究者等の人件費と

を合わせた総額は、1,780 百万円である。(国からの委託費、補助金、競争的研究資金及び民間資金の獲得状況等により増減があり得る。)

2. 短期借入金の限度額

予見し難い事故等の事由に限り、資金不足となる場合における短期借入金の限度額は、700 百万円とする。

3. 不要な財産を処分する計画

特になし。

4. 重要な財産を譲渡し、又は担保にする計画

特になし。

5. 剰余金の使途

剰余金が発生した場合には、独立行政法人通則法及び中期計画に従い、適切な処理を行う。

◆ 23年度計画における目標設定の考え方

予算、収支計画及び資金計画については、中期計画を策定した際の考え方を基本として作成しました。

短期借入をすることは想定していませんでしたが、緊急に資金を必要とする事案が発生しないとは断定できなかったため、700 百万円の限度額を設定しています。

重要な財産の剰余又は担保にすることは想定していません。

剰余金については、中期計画に従って確実に処理することを想定しています。

◆ 23年度の取り組み状況

1. 予算（人件費の見積もりを含む。）、収支計画及び資金計画

(1) 予算

23年度は、運営費交付金を充てるべき支出のうち79百万円を自己収入から充当するよう査定を受けた予算になっていますが、受託収入及びその他収入からこの金額を捻出し、年度計画を確実に達成しております。

また、水槽の復旧補正予算170百万円と合わせて、運営費交付金を効率的・計画的に執行し、施設の震災普及工事費等を確保しました。

(単位:百万円)

区 分	年度計画	実績
収入		
運営費交付金	2,795	2,795
施設整備費補助金	0	170
受託収入	563	526
その他収入	41	90
計	3,399	3,581
支出		
人件費	2,258	2,177
業務経費	523	570
施設整備費	0	170
受託経費	525	462
一般管理費	93	89
計	3,399	3,468
人件費の見積もり	1,749	1,669

(2) 収支計画

当期は前中期目標期間に取得した受託資産の減価償却費等が162百万円発生したため、142百万円の純損失を計上しました。これには、前中期目標期間繰越積立金162百万円を取り崩して充当したため、総利益20百万円になりました。

なお、23年度の交付金債務執行率は95.9%であり、未執行の交付金債務は113百万円となっています。未執行の交付金債務のうち81百万円については、今後退職手当の不足等が生じた場合に充当される人件費分です。32百万円については、期を跨いだ緊急修繕案件等に充当するために、23年度の運営費交付金を節約し捻出したもので、24年度中に収益化する予定です。

(単位:百万円)

区 分	年度計画	実績
費用の部	3,561	3,670
経常費用	3,561	3,606
研究業務費	2,358	2,443
受託経費	525	409
一般管理費	516	447
減価償却費	162	307
財務費用	0	0
臨時損失	0	64
収益の部	3,561	3,528
運営費交付金収益	2,795	2,561
手数料収入	0	0
その他収入	41	266
受託収入	563	502
寄付金収益	0	0
資産見返負債戻入	162	197
臨時利益	0	1
純利益	0	-142
目的積立金取崩額	0	0
前中期目標期間繰越積立金取崩額	0	162
総利益	0	20

(3) 資金計画

(単位:百万円)

区 分	年度計画	実績
資金支出	3,399	3,566
業務活動による支出	3,399	3,293
投資活動による支出	0	273
財務活動による支出	0	0
次期中期目標の期間への繰越金	0	0
資金収入	3,399	3,666
業務活動による収入	3,399	3,534
運営費交付金による収入	2,795	2,795
受託収入	563	560
その他収入	41	179
投資活動による収入	0	132
施設整備費補助金による収入	0	132
施設整備費による収入	0	0
その他収入	0	0
財務活動による収入	0	0
無利子借入金による収入	0	0

前期中期目標の期間よりの繰越金	0	0
-----------------	---	---

2. 短期借入金の限度額

短期借入は行いませんでした。

3. 重要な財産を譲渡し、又は担保にする計画

重要な財産の譲渡又は担保は行いませんでした。

4. 剰余金の使途

総利益 20 百万円は、独立行政法人通則法及び中期計画に従って、積立金として処理します。

第4章 その他主務省令で定める業務運営に関する重要事項

【中期目標】

1. 施設及び設備に関する計画

研究所の高いポテンシャルを維持し、社会・行政ニーズの高い重点研究テーマについて質の高い成果を確実にかつ効率的に得るために必要な施設を計画的に整備・維持管理を行うとともに、その有効利用を図ること。

また、「独立行政法人の事務・事業の見直しの基本方針」を受け、大阪支所について、三鷹本所への統合による廃止を検討すること。

2. 人事に関する計画

給与水準については、国家公務員の給与水準も十分考慮し、手当を含め役職員給与の在り方について厳しく検証した上で、目標水準・目標期限を設定してその適正化に計画的に取り組むとともに、その検証結果や取組状況を公表するものとする。

また、総人件費についても、「簡素で効率的な政府を実現するための行政改革の推進に関する法律」（平成 18 年法律第 47 号）に基づく平成 18 年度から 5 年間で 5%以上を基本とする削減等の人件費に係る取組を 23 年度も引き続き着実に実施するとともに、政府における総人件費削減の取組を踏まえ、厳しく見直すものとする。

【中期計画】

1. 施設及び設備に関する計画

中期目標の期間中に、グリーン・イノベーションのための環境技術研究等を加速するためや施設の保守、耐震補強等を行うため、以下の施設の更新、大規模改修を検討する。

また、既存の施設・設備について、研究を実施していくうえで必要不可欠なものの維持管理に予算を重点配算するとともに、その有効利用を図る。

- ① 海洋構造物試験水槽の改修工事
- ② 400m 試験水槽の改修工事
- ③ 研究棟の耐震工事

また、「独立行政法人の事務・事業の見直しの基本方針」を受け、大阪支所について、その機能を三鷹本所に統合することを検討する。

2. 人事に関する計画

中期目標期間中に、定年退職等を含めた適切な人員管理を行い、その結果生じた減員については、公募による選考採用や産学官との連携強化のための人事交流、任期付き研究員の採用を図ることとするが、業務運営の効率化などにより人員管理の効率化に努める。

給与水準については、国家公務員の給与水準も十分考慮し、手当を含め役職員給与の在り方について厳しく検証した上で、給与改定に当たっては、引き続き、国家公務員に準拠した給与規程の改正を行い、その適正化に取り組むとともに、その検証結果や取組状況を公表する。

なお、人件費※注)に関し、「簡素で効率的な政府を実現するための行政改革の推進に関する法律」（平成 18 年法律第 47 号)において削減対象とされた人件費(以下「総人件費改革において削減対象とされた人件費」という。)について、平成 18 年度から 5 年間で 5%以上を基本とする削減等の人件費に係る取組を 23 年度も引き続き実施する。

ただし、今後の人事院勧告を踏まえた給与改定分及び以下に該当する者に係る人件費(以下「総人件費改革の取組の削減対象外となる任期付研究者等」という。)については削減対象から除くこととする。

- ・競争的資金又は受託研究若しくは共同研究のための民間からの外部資金により雇用される任期付職員
- ・国からの委託費及び補助金により雇用される任期付研究者
- ・運営費交付金により雇用される任期付研究者のうち、若手研究者(平成 17 年度末において 37

歳以下の研究者をいう。)

※注) 対象となる「人件費」の範囲は、常勤役員及び常勤職員に支給する報酬(給与)、賞与、その他の手当の合計額とし、退職手当、福利厚生費(法定福利費及び法定外福利費)は除く。

3. 「独立行政法人海上技術安全研究所法」(平成 11 年法律第 208 号)第 12 条第 1 項に規定する積立金の用途

第 2 期中期目標期間中からの繰越積立金は、第 2 期中期目標期間以前に自己収入財源で取得し、第 3 期中期目標期間へ繰り越した有形固定資産の減価償却に要する費用等に充当する。

【年度計画】

1. 施設及び設備に関する計画

一部研究棟の耐震工事等の大規模改修を検討する。また、既存の施設・設備について、研究を実施していくうえで必要不可欠なものの維持管理に予算を重点配算するとともに、その有効利用を図る。

また、「独立行政法人の事務・事業の見直しの基本方針」を受け、大阪支所について、その機能を三鷹本所に統合することを検討する。

2. 人事に関する計画

中期目標期間中に、定年退職等を含めた適切な人員管理を行い、その結果生じた減員については、公募による選考採用や産学官との連携強化のための人事交流、任期付き研究員の採用を図ることとするが、業務運営の効率化などにより人員管理の効率化に努める。

給与水準については、国家公務員の給与水準も十分考慮し、手当を含め役職員給与の在り方について厳しく検証した上で、給与改定に当たっては、引き続き、国家公務員に準拠した給与規程の改正を行い、その適正化に取り組むとともに、その検証結果や取組状況を公表する。

なお、人件費※注)に関し、「簡素で効率的な政府を実現するための行政改革の推進に関する法律」(平成 18 年法律第 47 号)において削減対象とされた人件費(以下「総人件費改革において削減対象とされた人件費」という。)について削減を図る。

ただし、今後の人事院勧告を踏まえた給与改定分及び以下に該当する者に係る人件費(以下「総人件費改革の取組の削減対象外となる任期付研究者等」という。)については削減対象から除くこととする。

- ・競争的資金又は受託研究若しくは共同研究のための民間からの外部資金により雇用される任期付職員
- ・国からの委託費及び補助金により雇用される任期付研究者
- ・運営費交付金により雇用される任期付研究者のうち、若手研究者(平成 17 年度末において 37 歳以下の研究者をいう。)

※注) 対象となる人件費の範囲は、常勤役員及び常勤職員に支給する報酬(給与)、賞与、その他の手当の合計額とし、退職手当、福利厚生費(法定福利費及び法定外福利費)を除く。

◆ 23年度の取り組み状況

1. 施設及び設備に関する計画

(1) 耐震工事等の大規模改修の検討

研究所の多くの建屋は老朽化が激しく大規模改修が必要となっていますが、昨今の財政事情を踏まえると優先順位を付けて改修を実施していく必要があります。検討の結果、建設後 4 5 年が経過し、耐震診断で震度 6 強～7 程度の大規模地震に対して、「地震の震動及び衝撃に対して倒壊し、又は崩壊する危険性が高い」との評価がでている 2 号館について、優先して耐震工事を行う必要があると判断し、24 年度予算から 3 ヶ年にわたり必要な費用を計上しています。

(2) 施設の維持管理

東日本大震災の教訓を踏まえ、将来の震災、事故等が生じた場合に、研究計画への影響を最小限に留めるために、同一長さの模型の運用が可能になるようトリミングタンク等の中水槽の設備を改修し、400m試験水槽と中水槽の相互利用が可能となるようにしました。

また、23年度末に400m試験水槽等への給水を行う井戸が破損し使用できなくなりました。稼働率が著しく高い400m試験水槽での研究開発への支障が予想されたため、迅速な井戸の補修が必要と判断しました。一方で、予算削減等から24年度の運営費交付金から補修費用を捻出することは困難であることから、23年度において、自助努力により運営費交付金を節約して補修費用を捻出しました。これにより、今後の研究開発への支障を回避できました。

(3) 大阪支所の統合

大阪支所について、その機能を三鷹本所に統合することとし、24年度予算に土地履歴調査等の移転に必要な費用を計上しました。

2. 人事に関する計画

(1) 人員管理

研究所では研究ポテンシャルを向上させるため、戦略的に研究者の採用を実施しています。独法全体を取り巻く厳しい環境により、研究所にとっては厳しい採用活動を強いられていますが、研究所一丸となって優秀な人材の確保に向けた努力を行っています。常日頃から共同研究の窓口として大学と太いパイプを有する研究連携主管が中心となって、造船系の学科を有する大学を中心に当該大学出身の研究者が率先して研究所の活動についての啓蒙を図り、また、インターンシップの受け入れを通じて学生に研究所の現状を理解していただいています。

さらに、新卒者のみならず、研究所が特に重点的に強化すべきと捉える分野・組織において高度の専門性を有する経験豊富な研究者を民間からも採用しています。

この結果、23年度には新人研究員5名、任期付き研究員4名を新たに研究所に採用することができました。

当所における任期付き研究員、民間出身者の採用のねらいは、以下のとおりです。

・ 任期付き研究者

高度の専門性を有する経験豊富な研究者による他の研究者へのノウハウ伝承を期待する場合やポストク等の優秀な若手研究者が研究業務に従事することにより、当研究所の重点研究分野で良好な成果が期待できる場合などに活用しています。

・ 民間出身者の採用

研究所の研究戦略上不可欠で、かつ、民間がノウハウを有している分野において、経験豊富な民間出身研究者を採用しています。

第1章(1)④及び⑥に記述した人材育成プログラムに基づいた人材育成、外部との人材交流や継続雇用制度の活用とあいまって、研究ポテンシャルの向上に寄与しています。

表 4. 1 任期付研究者、民間研究者採用の実績推移

	19年度	20年度	21年度	22年度	23年度
任期付研究者の新規採用数	5名	2名	6名	4名	4名
民間研究者等の新規採用数	3名	3名	4名	2名	2名

(2) 人件費

次に、総人件費改革の観点から人件費を分析します。

人件費（給与、報酬等支給総額から総人件費の取り組みの削減対象外となる任期付研究者等に係

る給与、報酬等支給額を除いたもの)については、基準となる第1期中期目標期間の最終年度(17年度)が1,926百万円であったのに対して、1,669百万円となり、13.3%の減少となりました。これに給与法改正の影響を補正すると、9.9%の減少となり、着実に削減を進めています。

表4.2 人件費の推移 (単位:千円)

	17年度	18年度	19年度	20年度	21年度	22年度	23年度
金額	1,926,186	1,853,643	1,820,068	1,821,470	1,820,394	1,766,275	1,669,412
17年度比 (補正後)	—	△ 3.8%	△ 5.5% (△ 6.2%)	△ 5.4% (△ 6.1%)	△ 5.5% (△ 3.8%)	△ 8.3% (△ 5.1%)	△ 13.3% (△ 9.9%)

さらに、給与水準について分析します。

国家公務員の給与見直しに準拠して、24年3月に俸給月額を平均0.23%引き下げています。

国家公務員の給与水準を100として指数を作成したところ、事務職については、103.1となり、22年度(99.8)に比べて3.3ポイント上がりました。研究所の給与体系は国家公務員に準拠しており、国の給料水準と同等となっています。対象とする職員数が29名と少なく、人事異動等により国家公務員との年齢構成等の差異が生じて、指数が変動する結果となっています。

また、研究職の給与指数は、100.8となり、22年度(99.9)に比べて0.9ポイント上がりました。上記の通り、国の給料水準と同等となっていますが、23年度において、研究成果を反映した昇格等の人事異動により国家公務員との年齢構成等の差異が生じて、指数が変動する結果となっています。引き続き、国の給料水準と同等となるように取り組んで参ります。

理事長の23年度報酬額は、事務次官の給与範囲内であり、理事長を含む役員の報酬額や上記給与水準は、研究所のホームページにて公表しています。

表4.3 ラスパイレス指数の推移

	22年度	23年度	増減
事務職	99.8	103.1	3.3
研究職	99.9	100.8	0.9

(3) その他評価の参考となる事項(法定外福利費の見直し等)

レクリエーション経費については、23年度予算においても計上しておりません。また、法定外の福利厚生費については、職員の健康診断費用及び永年勤続等表彰経費のみの支出です。

「独立行政法人の法定外福利厚生費の見直しについて」(平成22年5月6日総務省行政管理局長通知)への対応については、研究所に互助組織は存在しないこと、食事補助の支出は実施していないこと、また、法定外福利費の支出については、上記健康診断費用と見直しを行った永年勤続等表彰のみで、この通知を遵守しています。