平成２４年度 業務実績報告書

平成２５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 ---------- ２９
【海上輸送の安全の確保】---------- ３０
【海洋環境の保全】---------- ５９
【海洋の開発】---------- ９０
【海上輸送の高度化】---------- １０９
３．戦略的な国際活動の推進 ---------- １２３

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 ---------- １３１
１．組織の見直しの継続 ---------- １３４
２．事業運営の効率化 ---------- １３５

第３章　財務に関する事項 ---------- １４５

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 ---------- １５３
１．施設及び設備に関する計画 ---------- １５５
２．人事に関する計画 ---------- １５６

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」等の更なる加速を諮るためには、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】

⑴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ィリティスタディー、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、職制にとらわ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ト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。

⑵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】

⑴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ィリティスタディー、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」枠や研究ポテンシャル維持・向上を図る内部研究資金での若手研究者の優先枠の設定を行う。また、若手・中堅研究者の研究能力等の向上のための人材育成に一層取り組む。

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、オープンラボの利用促進を図る。

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推進する組織を充実させ、連携によるプロジェクトを形成する機能を強化する。

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。特に、依然として続発する海難事故の分析については、研究所の組織

の位置づけを明確にして、機能の強化を図る。
　また、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。
　さらに、海洋汚染防止条約の一部改正により導入されるエネルギー効率設計指標（ＥＥＤＩ）に関し、国土交通省からの要請に基づき、水槽試験のための施設貸与や水槽試験の実施を通じて貢献する。
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については、２３年度に行った検証結果を適切に反映させる。
　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。

◆２４年度計画における目標設定の考え方

　第３期中期計画の２年度目である２４年度は、研究所の経営ビジョンのもと、同中期計画を着実かつ効率的に進展させるよう適切な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した。特に、国から要請された、東日本大震災への震災対応、復興支援、国際条約の発効に伴うエネルギー効率設計指標）等の関連業務について、注力して対応することとしました。
　更に、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ましたす。
　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。

◆２４年度の取組状況
（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) 新たな政策課題の研究への橋渡し機能の強化

課題解決型の研究所のあるべき姿を目指した「経営ビジョン」の中で、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」の実現を位置付けており、それに向けた経営・研究戦略を展開しました。

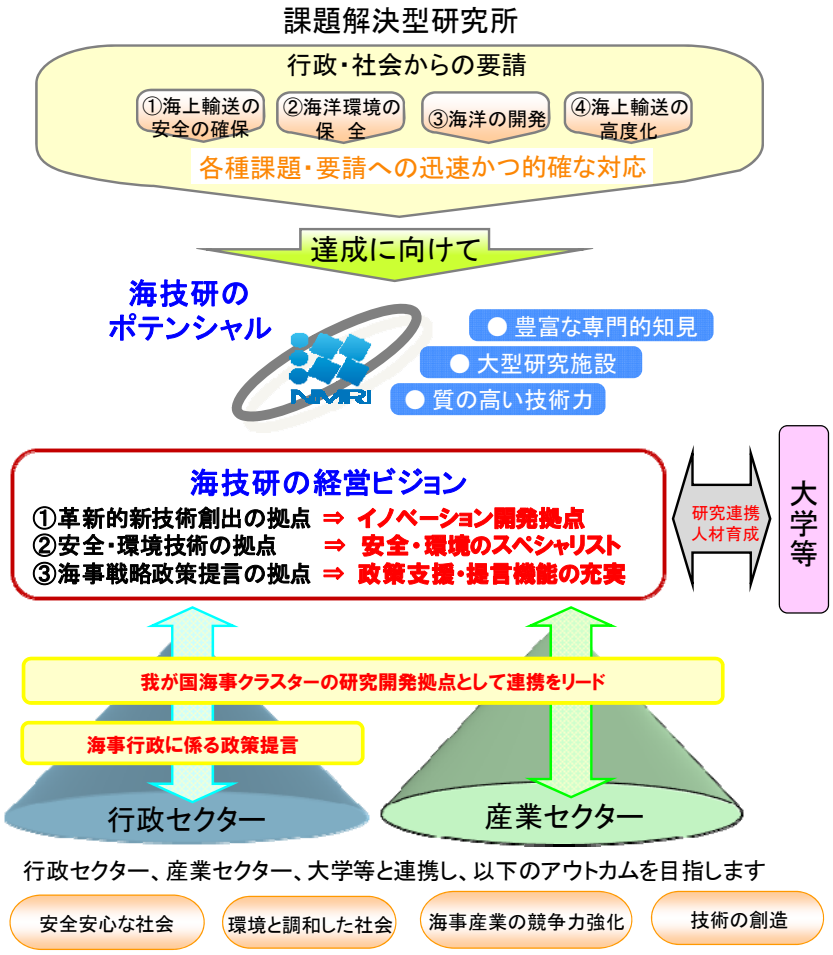


図１．１．１　経営ビジョン

２４年度においては、東日本大震災への震災対応等の社会情勢の急激な変化により、国の政策上重要性が変化した政策課題に対して、迅速な対応を図り、新たな政策課題の研究への橋渡しを円滑に進めるための機能を強化しました。具体的には、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等の設置を行いました。

(a) 産官学連携主管、研究コーディネーター

外部連携の強化と研究の支援強化とを図るため、それぞれの業務に特化した組織として、政策課題と研究への橋渡し機能の強化を図り、受託研究等の企画や創出した成果を普及させるための業務を担う産官学連携主管を、研究遂行環境を円滑にするための研究管理・支援や知的財産取得業務を担う研究コーディネーターをそれぞれ設置しました。

産官学連携主管では、東日本大震災への震災対応として、年度途中で急に計画された福島第１原発沖の海底土の放射性物質の実態調査の企画、調整や今後の大津波に対応した津波救命艇のガイドライン策定、 試作艇製作の調整を行うとともに、２４年度補正予算に関して、くらしの安全対策（灯浮標メンテナンス基準策定、FNLG の安全基準策定）、エネルギー対策の海洋資源開発の推進（ロジステックハブ開発）等の企画調整、受託に関与し、政策課題と研究への橋渡し機能を発揮しています。

(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（EEDI 規制）の国際的枠組みが構築され、２５年１月から、国際条約の発効による強制化を踏まえ、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に、EEDI プロジェクトチームを設置しました。

同チームでは、EEDI 対応で、問題が生じていた中小造船所の集まりである社団法人日本中小型造船工業会や船級協会である財団法人日本海事協会の支援を得て、既存船型の改良方法についての標準的な手順や具体的な船型での改良について研究を行い、中小造船所の国際条約への発効対応への技術的な支援を行いました。

加えて、将来の条約対応のためのポッド推進装置を利用し推進効率の最大化を狙う ZEUS（Zero Emission Ultimate Ship)プロジェクトに加え、工数ミニマム船型である箱舟を高度な流体技術でその流場を制御することで普通の船型まで改良する NOAH（No More Artistic Hull）プロジェクトを進めています。

（イ）政策課題等への集中的な経営資源の投下

２４年度は、東日本大震災への震災対応の一環である浮体式洋上風力発電の研究開発の進展や EEDI 対応等に合わせて、研究者のシフト（例：洋上再生エネルギー系への４名増員〔全研究員 2.5%に相当〕)、４００ｍ曳航水槽、海洋構造物水槽等の研究施設の優先利用、研究コーディネーターによる重点的な研究の支援強化等、緊急の政策課題対応等へ集中的な経営資源の投下を実施しました。

加えて、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２億３千万円）のうち、２４年度は約６５％を重点研究に当てました。

② 外部からの研究評価の拡充

（ア）外部評価委員会の運用

運営費交付金の一層の効率的な利用を図るため、第２期中期計画まで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、２３年度から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ることになりました。２４年度においては、事後評価の評価の視点を明確化した上で、基盤研究の終了評価を実施し、研究実施者等に評価を踏まえた今後の研究計画のフォローアップを行いました。

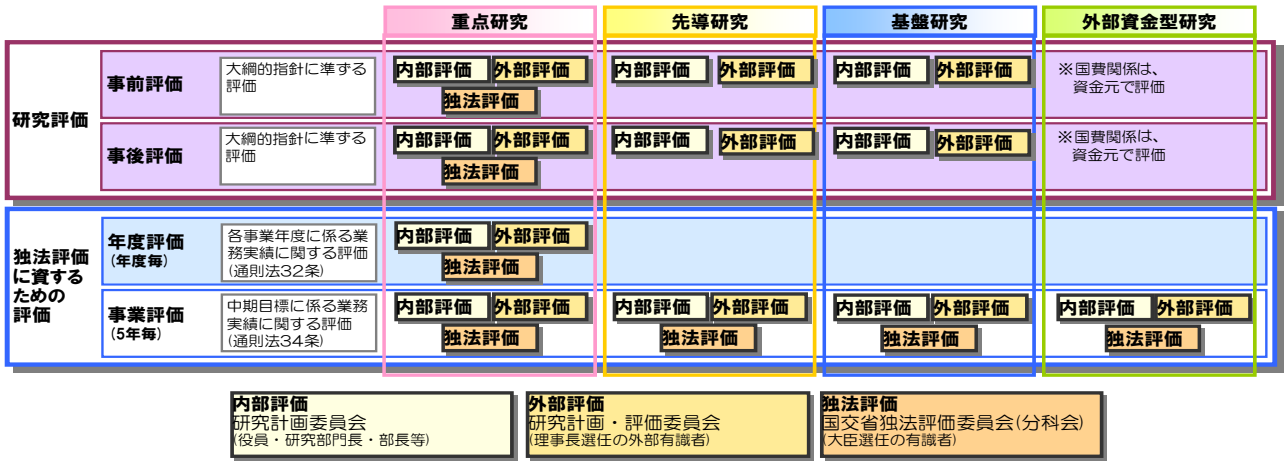


図１．１．２　研究評価システム（評価機関毎の評価事項）

(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) 基礎研究の充実

基礎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。２３年度は、第３期中期計画の立ち上げ時期に当たり基礎研究の研究テーマ数が、若干少なかったことから、研究系とのテーマ調整、企画支援を実施し、２４年度は基盤研究、先導研究、合せて２０課題を実施することとしました。

また、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、企業等が有するアイデア・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、２３年度から導入した「大学等連携型基盤研究」については、引き続き、優先的に採択を行う方針とし、結果、新たに、９課題を採択し、２３年度の２課題から大幅に増加させることが出来、外部連携の強化と基礎研究の充実が図れることになりました。

さらに、同様に、２３年度から導入した、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」については、新たに、３課題を採択し、２３年度の２課題から増加させるすることが出来、若手研究者の育成にも寄与が出来たと考えています。

(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、応募内容の質的向上を図りました。その結果、２４年度は４０件の研究を実施することとなり、引き続き、高い水準で推移しております。

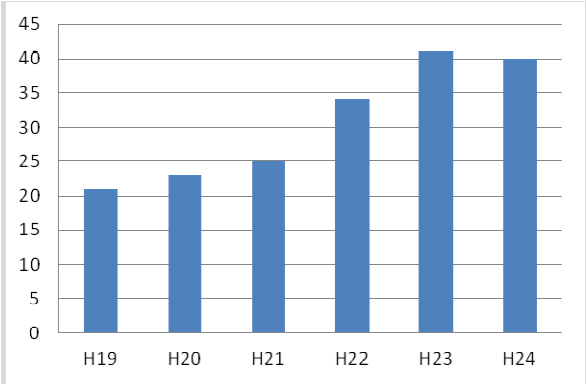


図１．１．３　科研費の研究課題数の推移

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実績に応じて次年度の実行予算を配算するものです。２４年度についても、外部資金獲得実績に応じて配分をし、２５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、２４年度は２名が社会人博士課程に就学しました。

(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（ＡＡ、Ａ、Ｂ、Ｃ、ＣＣ）の上位２評価（ＡＡ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、ＡＡ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、２４年度は、８名が３ヶ月～１年９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、「成果を出した者を正当に評価し、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。

また、２４年度においては、勤務評定を行う上での資料となる個人業務実績報告書について、様式を見直すとともに、記載事例も提示し、評定を行うために参考となる情報の再整理と均質化を図りました。

(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。２４年度は、１名が育児休業制度、３名が部分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。

２４年度の業務実績に基づく表彰結果は、次表のとおりです。

表１．１．１　特殊功績表彰者と功績

表彰者	功績
洋上再生エネルギー開発系海洋エネルギー研究グループ長他	研究チーム表彰 「日本初の浮体式洋上風力発電実証事業に貢献した功績」
海洋開発系海洋システム研究グループ主任研究員他	研究チーム表彰 「氷海資源開発用プラットフォームの性能評価試験法の開発に貢献した功績」
流体設計系実海域性能研究グループ上席研究員他	研究チーム表彰 「IMO/EEDI 規制における fw ガイドラインの策定に貢献した功績」
流体性能評価系 CFD 研究グループ上席研究員	個人表彰 「高速船型設計を目的とした CFD 援用大域的最適化手法の開発に貢献した功績」
海洋リスク評価系システム安全技術研究グループ主任研究員	個人表彰 「曳航型海底土放射能計測・分析技術の確立に貢献した功績」
海洋開発系深海技術研究グループ主任研究員	個人表彰 「「新海洋資源調査船を用いた採掘要素技術試験機の洋上試験」に対する功績」
研究コーディネーター付専門職	個人表彰 「新しい特許実施許諾料算定方式の導入とそれによる研究所の知的財産価値向上に貢献した功績」
EEDI プロジェクトチーム	グループ表彰 「船舶の EEDI の大幅低減に貢献した功績」

（注）所属及び役職の名称は２５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。

２４年度の実績は以下のとおりとなっています。

表１．１．２　２４年度の報奨実績

	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	198,000	23	408,990	38	1,816,575

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、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

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強化を行っています。

２４年度においては、若手研究者の商品開発に関わる企業のノウハウの習得と企業ニーズを把握するために民間企業等への長期の現場研修を導入しました。また、事務処理能力及びコンプライアンスや個人情報保護の重要性の醸成のためｅラーニング研修制度を導入しました。

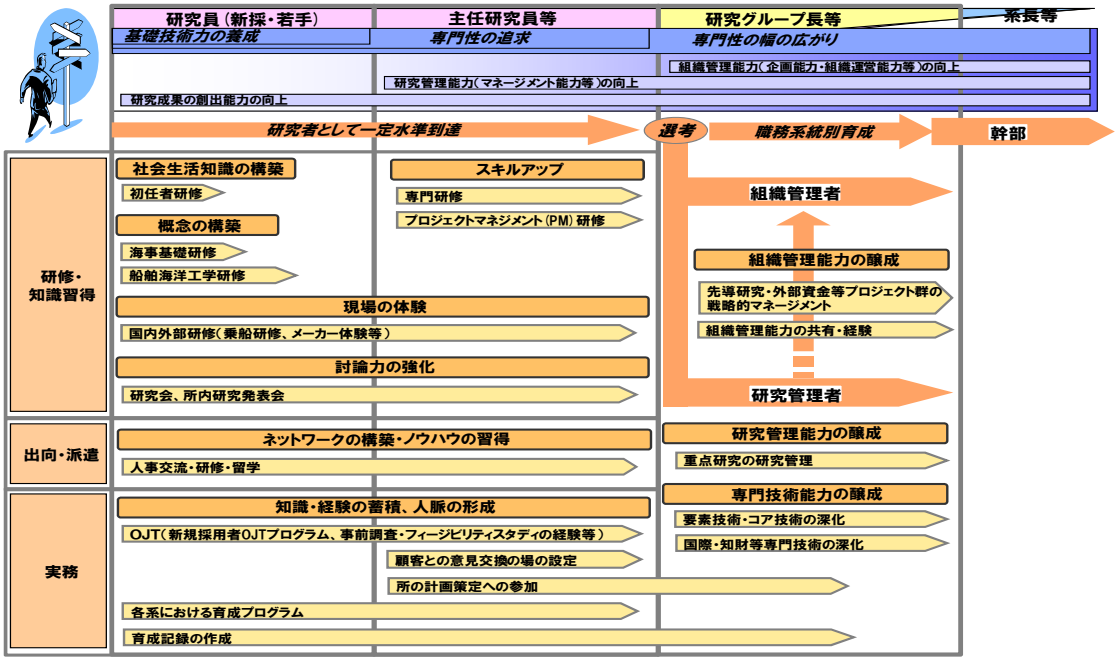


図１．１．４　人材育成プログラム

２４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

新採用職員を含む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。

(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｡新人職員の状況に応じて、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。

(b) 乗船研修

実際に運航する船を体験して実情を知ることにより、現場のイメージ把握、視野の拡大を図ることを目的に、独立行政法人航海訓練所の協力を得て９泊１０日で実施。

(c) 国内長期研修

研究所の研究では得られない、商品開発に関わる企業のノウハウ、知識の習得と、企業等のニーズを把握し、今後の研究に活用することを主眼に、造船事業者等の協力を得て、長期間の国内研修を導入。

・実務研修

(a)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幅広い研究者に理解を求め、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）及びWIPO（世界知的所有機関）をベースに応用編として（実習を含めて）海外特許従来例の検索方法取得するための特許検索研修（海外特許）（半日）を実施。

さらに、２３年度から引き続き、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た知財専門家育成研修（OJT）を実施。

２４年度の研修実績は外部受講者も含め、のべ４２３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１．１．３　２４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	4/2～4/6	9 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ることにより、所員としての自覚の形成を図った。
	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	10 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、研究者としての基礎的な能力向上が図られた。

	海事基礎研修(基礎)	海事に係る環境等の基礎的な知識	5/15～5/16	10 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の習得を図った。また造船所の見学を通じて、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、講義内容の深度化が図られた。
	船舶海洋工学研修	新採用職員を含む若手研究者を対象とした船舶海洋分野の基礎知識習得	5/28～6/15	7 名	新採用職員を含む若手研究者に対し、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 6 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。
現場研修					
	研修名	内容	実施時期	参加者	成果
	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	11/6～11/15	6 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。
	国内研修	民間が有する知識やノウハウの習得及び産業界のニーズを把握	1年間	4 名	造船所等の現場において商品開発業務に従事する事により、研究所の研究では得られない若手研究者の知識・スキルを深化し民間ならではのノウハウ・経験等を習得する事ができ、研究所における研究の企画、受託研究の調整等において大きく寄与している。
実務研修					
	研修名	内容	実施時期	参加者	成果
	知財研修	グローバルで勝てる知財の事例検証	10/26	24 名	最新の知財動向及びグローバルで勝てる知財の実例を通じ、研究開発における知財戦略構築と良い特許出願の意識付けとなった。
	特許検索方法研修	・特許調査の種類と範囲、必要性の把握 ・特許調査、検索方法の把握	12/14,2/8	18 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を確認。研究開発計画・特許計画を自ら作る際のよい意識付けとなった。
	e ラーニング研修	・事務職員のスキルアップ ・コンプライアンスや個人情報保護の重要性の醸成	9 月～12 ヶ月間	225 名	実施中
	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 ヶ月間	2 名	実施中

⑤　産官学が結集して行う研究開発の推進

(ア) オープンラボの運用

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。そのためには、産学との連携推進が重要であり、海技研では産学が結集する拠点として、研究室を整備しました。２４年度は、共同研究を通して造船会社等に活用して頂き、着実に研究成果をあげています。今後更に、イノベーション開発拠点として、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の充実化、パンフレット等による広報の強化を行っています。

図１．１．５　オープンラボの研究室

(イ) 産学官連携に関わる国から表彰受賞

(a) 産学官連携功労者表彰の国土交通大臣賞を受賞

第 10 回産学官連携功労者表彰（２４年度）において、低ＶＯＣ船底防汚塗料開発・実用化チームならびに中国塗料株式会社、日立化成工業株式会社の３者が共同で取り組んだ「ＶＯＣ（揮発性有機化合物）と船体抵抗を低減する塗料の開発・実用化」研究が国土交通大臣賞を受賞しました。

この「産学官連携功労者表彰」は大学、公的研究機関、企業等における産学官連携活動で大きな成果を収め、また、先導的な取り組みを行う等、産学官連携の推進に多大な貢献をした優れた成功事例に関し、その功績を称えることにより、わが国の産学官連携の更なる進展に寄与することを目的としたものです。

今回受賞した研究では、船舶用の防汚（生物付着による抵抗増加を防ぐ）塗料として世界で初めて 2 液重合によるＶＯＣ　（有機溶剤）の使用を極少化できる塗料を開発しました。この結果、大気汚染防止と塗装に係る労働環境の改善を実現するとともに、重合時の収縮を利用した表面平滑化による粘性抵抗の低減を図り、船舶運航時の燃費改善に大幅に寄与することから、造船会社等への採用が急速に拡大しています。

(b)「海の日」海事関係功労者国土大臣表彰を受賞

研究所の流体性能評価系ＣＦＤ研究グループが２４年「海の日」海事関係功労者国土交通大臣表彰を受賞しました。

今回の受賞は、船型開発の効率化を大幅に向上させる船舶用ＣＦＤソフトウェアシステムを開発・実用化し、造船大手を含む２０数社に導入され、わが国造船業の発展に寄与した功績が高く評価されたものです。

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、２１年度から民間の海運・造船関係の若手技術者等の外部受講生を受け入れ、海事産業界の人材育成に積極的に貢献しています。また、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市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。

２４年度は、前年よりもサテライト会場を３会場増やし、海技研三鷹本所のほか、相生市、尾道市、今治市、長崎市、佐伯市、横浜市の６会場でテレビ会議システムを使って研修を開催し、１０８名の外部受講者を受け入れました。

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。

２４年度は合わせて３７名を受け入れました。

(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、２４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１．１．４　研究交流の実績推移

	１９年度	２０年度	２１年度	２２年度	２３年度	２４年度
行政機関への出向等者数	３名	３名	２名	２名	１名	２名
研究系独法への出向者数	３名	２名	２名	２名	１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	５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	４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。２３年度から引き続きオーストリアの IAEA 本部に１名を派遣（２４年１月～２５年１月）。

(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、企画部に産官学連携主管及び産官学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)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。

２４年度は、連携関係を強化するため連携協定期間を延長更新するとともに、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、ＲＶＳ構造物の開発と経済性評価、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洋上試験及び採掘ユニットの操作技術検討、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。

ⅱ)（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。

２４年度は、洋上風車発電車／浮体連成プログラム、舶用環境対応のリチウムイオン組電池モジュールの安全性確保に関する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、２４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次表のとおり１０大学と締結して

います。

表１．１．５　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】

当研究所の研究員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

社会情勢の変化に対応した国の新たな政策課題に対する政策支援に重点的に対応しました。

(ア) 東日本大震災の震災・復興支援

(a) 被災地等の復興・発展支援

東日本大震災の教訓を踏まえ、今後発生が予想される南海トラフ大震災時等の大津波に対応した津波救命艇の機能要件、維持管理方法等をまとめた「津波救命艇ガイドライン」策定、試作艇製作、実験に参画し、沿岸部など津波からの避難が困難な地域の住民や高齢者向けの安全確保に貢献しました。

また、気仙沼市における漁港の復興事業の一環で設置される浮体式給油施設の安全性を確保するために、津波来襲時の挙動シュミレーション等を実施し、設置に対する安全面での技術支援を行うなど、被災地からの技術相談等に対応しました。

図１．１．７　津波対応型「津波救命艇」試作艇

更に、福島第１原発沖等の海底土中の放射性物質の分布状況を把握するため他の機関との共同で、海底土のセシウム 134・137 の濃度を連続測定可能とするシステムを開発し、広い水域の放射性物質の面的分布を短期間にて計測し、把握することが可能となりました。このシステムを利用し、分布状況の情報提供を行いました。

(イ) 再生可能エネルギー開発の国プロジェクト支援

国土交通省が設置した「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）に当研究所研究員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、同法に基づく基準策定（24 年 5 月）、安全ガイドラインに盛り込むべき内容等に関する審議に参画するとともに、また、短期間で、海洋構造物水槽等における大型模型実験と理論計算を実施し、国の技術基準に添った設計手法の具体化を行い、結果を検証して「暫定安全ガイドライン」を策定することにより、同時並行的に事業が進められている福島沖の浮体式洋上ウィンドファーム実証研究事業（25 年 8 月初号機設置予定）、五島沖の浮体式洋上風力発電実証事業（24 年 6 月小型実証機設置、25 年 8 月大型実証機設置予定）の洋上風力発電施設の設計に間に合わせる事が出来、これら事業の円滑な遂行に貢献しております。これにより、28 年度の実用化を目指した浮体式洋上風力発電の実用化を加速することが出来ました。

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、五島市において、地域主導型の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、五島列島沖で浮体式洋上ウィンドファームのフィージビリティスタディーを支援しています。

経済産業省の浮体式洋上ウィンドファーム実証事業にも再委託先として参画しています。研究所では、設置による船舶の航行の衝突確率の推定、浮体式発電施設の漂流シミュレーション等の安全面を中心とした研究開発を行い、予定通りの今年度設置に貢献をしております。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。

(ウ) 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、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りました。

海難事故解析センターは、２４年度、来島海峡における衝突事故に係る解析調査をはじめ、奄美大島沖や浜田市沖での漁船転覆事故の解析等、運輸安全委員会等より事故原因解析の調査を１２件請負い、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、海上保安庁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年度から引き続き、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、天竜川川下り船の事故分析を基に、運航中止基準の設定、危険箇所の把握など事故予防を内容とする国土交通省の「川下り船の安全対策ガイドライン」（25 年 4 月公表）策定に貢献し、地方運輸局主催の海難事故再発防止対策の講演会等の啓蒙活動に活用されています。

図１．１．８　川下り船の安全対策ガイドライン

(エ) 国際条約発効支援（CO2 排出抑制の国際的枠組みへの対応）

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１月から、船舶の省エネ指標（EEDI)の国際条約による強制化となったことを踏まえ、国からの円滑な国際条約発効に向けての技術的支援を指示され、研究所として以下の対応をとりました。

(a) 認証試験対応等

船舶の省エネ指標（EEDI)の国際条約による強制化に伴い、設計時の模型による水槽試験の実施（以下「認証試験」と言う)、海上試運転時の性能確認等が要求されることとなりました。いずれも大手造船所以外は、あまり経験のない試験等であり、発効に当たって、相当な混乱が予想されたことから、船級協会等の関係機関と連携して、研究所の研究開発用で使用している 400m水槽、150m 水槽を認証試験に活用することとし、そのための ISO の取得準備、計測機器等の更新等を実施するとともに、全体の稼働日数を増加させる様に運用の見直しを行いました（400m水槽の年間稼働日数 303 日)。加えて、海上試運転時の性能確認のための計算に対応するために、造船所向けの設計ソフトである HOPE-LIGHT の変更を行うとともに、ユーザーを中心に技術相談に対応するなど海上試運転時の支援も実施しました。

(b) EEDI 規制に対応した船型改良等

EEDI 対応で、問題が生じていた中小造船所の集まりである社団法人日本中小型造船工業会が、財団法人日本海事協会の支援を得て、既存の船型の改良方法についての標準的な手順の策定等を実施する際に、研究所として参画し、中小造船所の国際条約への発効対応への技術的な支援を行いました。

(c) 将来の EEDI 規制に対応した基盤技術の研究開発

EEDI 規制は、段階的に規制値を厳しくして行くこととなっており、当面の国際条約対応が出来ても、数年後には更なる船型改良等を行う必要があります。研究所としては、将来の削減値に対応した船型開発、省エネ装置の研究開発を進め、中小造船所等の国際条約への対応を支援しています。

(オ) その他

(a) 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。

２４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。

(b) 国からの受託研究・請負研究

２４年度は、重点研究関連研究や上記（ア）～（オ）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１．１．６　国土交通省からの受託・請負による研究

浮体式洋上風力発電施設の安全性に関する研究開発
浮体式洋上風力発電施設の安全確保及び国際標準化のための研究開発
舶用 SCR 脱硝装置の耐久性能の評価に関する調査研究業務
船舶観測による広域サンゴモニタリングに関する研究
原子力災害環境影響評価システムの維持及び保守
来島海峡における衝突事故に係る解析調査
播磨灘における航行区域見直し検討に係るリスクレベルの変化等に関する調査
固体ばら積み貨物の安全・環境基準に関する調査研究
放射性物質等の海上運送に係る安全評価に関する調査研究
沿海区域の見直し検討に係るリスクレベルの変化等に関する調査
液化ガスばら積船の貨物タンクの限界状態設計法に関する調査研究
大型船の航走波が小型船に及ぼす影響に関する調査
漁船転覆事故に係る解析調査
旅客船旅客負傷事故に係る解析調査
旅客船衝突事故に係る解析調査
貨物船と漁船の衝突事故に係る解析調査
国際海運からの GHG 削減対策に係る中間的手法に関する調査
コンテナ船と漁船の衝突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

２４年度は、産官学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、主機掃気バイパスシステムを活用した空気潤滑システム（気泡による船体摩擦抵抗低減装置）について、２４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、CO_2 削減効果が得られ、有効性が検証出来ました。

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

２４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７５件、受託研究１３５件、合計２１０件となり、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１１３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。

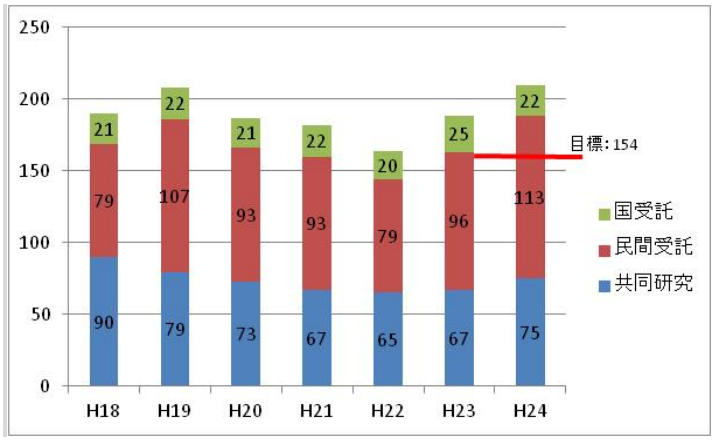


図１．１．９　受託研究及び共同研究の件数推移

(b) 競争的資金の実績

競争的資金について、２４年度の数値目標を２５件以上としておりましたが、件数で４４件獲得しました。新たに開始した案件は、科学研究費補助金４０件、地球環境保全試験研究費１件、鉄道建設・運輸施設整備支援機構（JRTT）公募型研究費１件、(独）石油天然ガス・金属鉱物資源機構 (JOGMEC) １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。

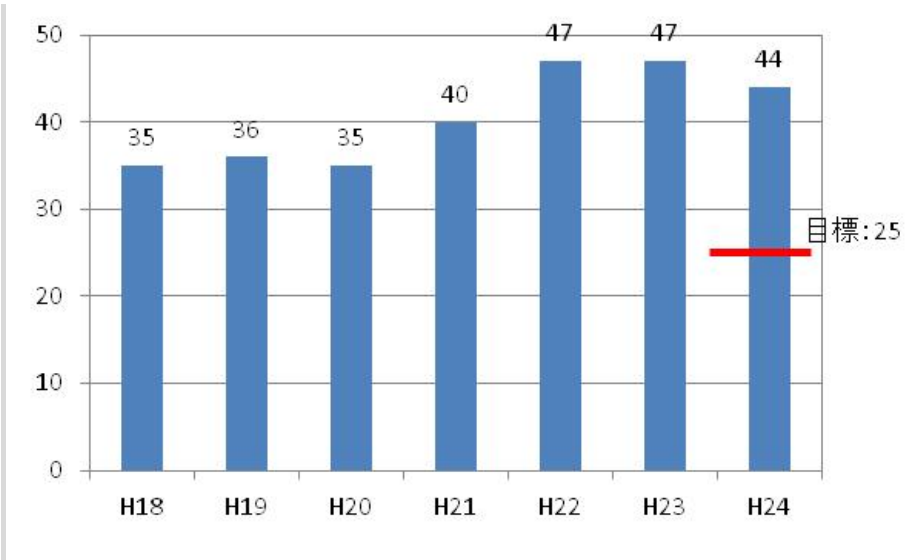


図１．１．１０　競争的資金獲得件数の推移

(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。

２４年度調査の集計結果（回答件数６１件）を次表に示します。

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います。

契約手続きに関しても、８割以上の方からご満足いただいており、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１．１．７　顧客満足度調査結果

	満足	その他の評価
研究者の対応	９８％	・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	９０％	
契約手続	８７％	・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１２回研究発表会（２４年６月）

第１２回発表会は、実海域性能研究、洋上風力発電研究、排熱利用技術、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、さらに深海水槽他の研究施設を公開しました。

また、２４年度もテレビ会議システムを活用し、２３年度の相生市、尾道市（因島）、今治市の３会場に加え、新たに横浜、大分、長崎でも聴講できるようにしました。

(b) 第１２回海上技術安全研究所講演会（２４年１０月）

第１２回講演会を、１０月９日（火）に広島で開催しました。国際航海を行う船舶を対象としたCO_2の排出規制が２５年１月からスタートする事態に対応し、そのための省エネ・環境対策技術をいかにして国際競争力の強化に結びつけていくか、という視点から外部講師の講演を行うとともに、研究所からは、EEDI 規制に対応した最新の省エネ・環境対策技術の取り組み状況として、実海域性能をシミュレートするプログラム（VESTA）、摩擦抵抗低減を狙った船底塗料技術等の紹介を行いました。

図１．１．１１　　講演風景

表１．１．８　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 12 回研究発表会	所内及びサテライト会場	283 名 (前年度 201 名)	民間企業：75%、官公庁・関係団体：21%、大学：4%
第 12 回海上技術安全研究所講演会	ホテルグランヴィア広島	345 名 (前年度 351 名)	民間企業：77%、官公庁・関係団体：20%、大学 3%

表１．１．９　その他の発表会等

発表会名	内容	時期 場所	参加者数
Hydroelasticity2012	波浪中における船体の流力弾性構造応答の研究成果について、国際学会を開催し内容を紹介	9 月 海運クラブ	103 名
Techno-Ocean2012	研究所の海洋関係の研究成果について、海事、学会関係者の理解と情報交換を行うためセミナーとブース展示を実施	11 月 神戸国際会議場	126 名
「ECO 運航支援システムの開発」に関するセミナー	JRTT の支援による「ＥＣＯ運航支援システムの開発」の終了に伴う技術成果についてセミナーを開催し成果の普及を目指す	2 月 航空会館	60 名

(c) 展示会等への参加

表１．１．１０　研究所が参加した展示会等

発表会名	内容	時期 場所	その他
SEA JAPAN2012	研究所の研究の成果について、広く海事関係者に理解を得るためにセミナーとブース展示を実施	4 月 東京ビッグサイト	セミナー 184 名
産官学連携推進会議（第 11 回）イノベーション・ジャパン 2012	産学官連携功労者表彰に併せた、研究所の産学官連携事業、受賞対象研究の紹介	9 月 東京国際フォーラム	

(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、２４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１．１．１１　技術相談窓口及び出前講座

区　　分	18 年度	19 年度	20 年度	21 年度	22 年度	23 年度	24 年度
技術相談	26 件	10 件	16 件	19 件	17 件	5 件	13 件
出前講座	7 件	8 件	3 件	11 件	5 件	6 件	4 件

表１．１．１２　２４年度の出前講座事例

テーマ	時期	依頼元	概要
海洋開発リスク管理概論及び深海艇実務総論について	７月	横浜国立大学	COSTA CONCORDIA 号の事故、深海掘削の現状、メキシコ湾での石油流出事故、リスクとリスクマネジメント等についての講演を行った。

銅精鉱の運送に係る国際基準について	７月	国際銅協会	海洋汚染防止条約附属書第５章、船舶の防火要件及び危険物を運送する際の要件、国際海上固体ばら積み貨物コード等についての講演を行った。

(e)公開実験と一般公開の実施

研究所における特定の研究テーマについての研究内容を海事関係の専門家の方に理解いただき、また、来場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次表のとおり４回開催し、合計９８名の見学者がありました。

表１．１．１３　公開実験の実績

テーマ	時期	施　設
難燃性燃料に対応したバイブリッド･インジェクション・システム（HIS）の燃焼改善効果の公開実験	4 月	4 サイクルディーゼル機関
潮流海流発電用マルチロータ型タービン模型の性能実験	7 月	中水槽
洋上浮体の渦励起動揺（VIM）の現象解明実験	12 月	中水槽
NOAH（No More Artistic Hull）プロジェクト公開実験	3 月	400m 大水槽

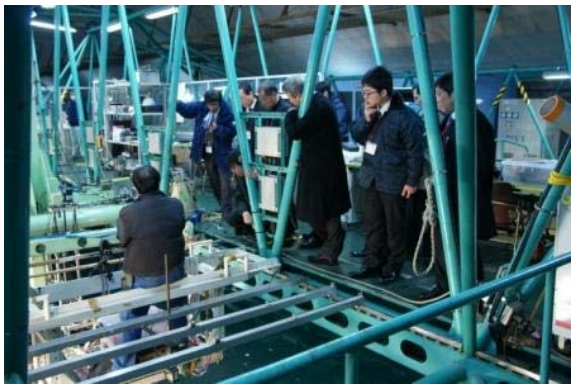


図１．１．１２　ＮＯＡＨプロジェクト水槽実験

また春の科学技術週間と夏の海の月間の時期をとらえて、研究所における研究活動を一般の方に理解いただくために、研究施設の一般公開を実施し、合計５，８８５名にご来場頂きました。アンケート調査結果を踏まえ、更に研究所における研究活動を一般の方に理解いただく様、公開内容等を充実させていきたいと考えています。

図１．１．１３　三鷹本所・夏の一般公開

表１．１．１４　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	24 年度
来場者数	3,684	4,517	6,206	6,127	2,194	5,885

＊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深く理解し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。２４年度は、４０回、のべ４３３名の方の見学に対応しました。

表１．１．１５　所内施設見学実績

	件数	人数
関係官庁、事業者	18	155
団体等	6	96
学校関係	16	182
計	40	433

(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。２４年度は、年間のトップページのアクセス件数が約１０万件となりました。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。

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、メールニュースの発行（原則月１回、２４年度は１２回発行）等の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様に努力致しました。

表１．１．１６　新聞等での研究所関連記事掲載件数

	件数	主な内容
TV・ラジオ	9 件	「海底土のセシウム 134･137 の濃度を連続計測」共同記者会見(NHK、フジテレビ、TBS) タイタニック特集（NHK）　等
一般紙	19 件	海底土の放射能を効率的に把握　詳細な汚染マップ可能に、平成 24 年「海の日」海事関係功労者国土交通大臣表彰、メガフロート　等
海事専門紙	134 件	IMO、代表海象での fw の計算試行暫定指針を承認－海技研の研究成果を基に作成－ 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。２４年度は６月に三鷹市立第２中学校を対象に、７月に三鷹市立第６中学校、１０月に三鷹市立第３中学校を対象に職場体験学習を行いました。

ⅳ）図書館の一般開放

研究所内の図書館に所蔵している歴史的または学術研究用の重要で貴重な資料について、広く一般の方にも活用してもらえるように、各種規程類及び一般利用者の研究所内への入退所の手続き等の各種規程類を整備し、図書館の一般開放の体制を整えました。

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

２４年度には、発明装置の実施許諾料の算定に当って、その経済的効果に基づく新しい特許実施許諾料算定方式を導入し、研究所が開発した各種省エネ装置の許諾料を合理的に評価しました。

同算定式の創設により、今後特許取得が有望な海技研が開発した各種省エネ装置等についても、実施許諾予定先との間で調整が進んでおり、装置本来の性能、効果を正当に評価した実施許諾料を得る契機となっており、今後の研究所の知的財産価値向上へとつなげていきます。

（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

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ー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、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。職員２４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、２４度実施した日米欧に中韓を加えた５地域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し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１８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年度から引き続き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た知財専門家育成研修（OJT）を実施しました。

（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、４０５件となり、年度計画の目標値３１２件に対して９３件上回ることになりました。また、英文論文については、１３５件となり、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。

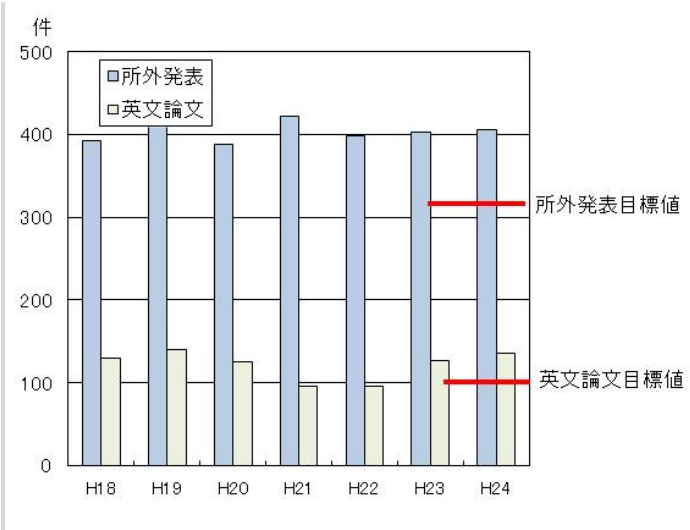


図１．１．１４　所外発表件数推移

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、２４年度は５０件となり、目標を上回りました。

表１．１．１７　特許出願・プログラム登録推移

	22 年度	23 年度	24 年度
特許新規出願､プログラム新規登録(件)	57	50	50

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。

特に、本年度は、国土交通省からの要請を受け、ＥＥＤＩの改善のための研究を通じて貢献していく。

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、本年度からは、各研究課題が研究計画に沿って進捗しているかどうかを確実に把握し、成果の創出につながるよう適切な支援を行う。

【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舶用ハイブリッドシステム、舶用電気推進システム、舶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改良を行うとともに、これを用いて、船体運動と応力の応答関数に及ぼす波高の非線形影響を考慮した疲労強度評価を行う

－舶用リチウム電池の劣悪環境下での性能等に関する基礎的な試験等を行い船舶搭載のための判断基準を検討するとともに、舶用電気推進システムの負荷変動に対する安全性評価のため実船データの解析を行う　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一部を構成する火災、避難シミュレーションプログラム等の機能拡張を行い、中型旅客船モデルの解析を行う。また、LNG 燃料船の安全設備及び燃料補給の際の安全確保に関する検討を行う

－船体構造の検査・診断支援システムの実用化に向けて、損傷状況等から損傷原因や修繕方法を推論するアルゴリズムを構築し、実データに適用する。また、溶接部に二次加工処理（グラインダと超音波ピーニング）を行った部材の疲労強度と板厚効果係数を実験結果から特定する　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における操縦運動及び船体運動モデルの高度化を図るとともに、実海域再現水槽での模型試験結果による検証及び連携を図る

－海上交通流シミュレーションの衝突回避モデルの改良を行うとともに、取り扱い隻数の拡張や小型船への適用等を行い、実際の海域を対象にシミュレーションを行って有効性を検証する　等

◆２４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】

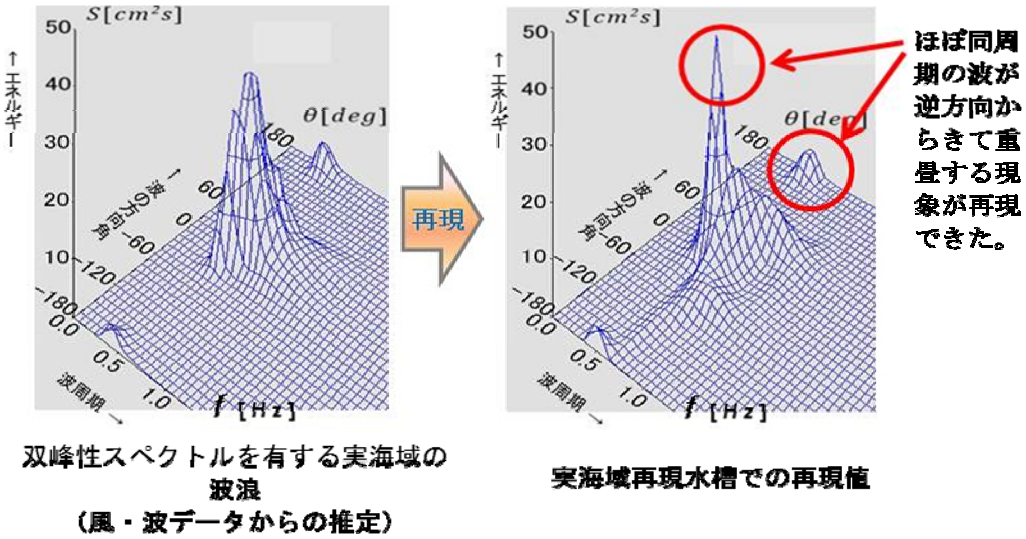
◎実海域再現水槽と操船ﾘｽｸｼﾐｭﾚｰﾀを融合した海難事故等再現・解析技術の高度化に関する研究

・実海域再現水槽により、風向きが正反対方向に急変した直後に発生する、双峰性スペクトルを有する波浪（短波長/不規則波）を世界で初めて再現。この波で漁船の模型実験を行い、ブローチング（追い波に乗っての転覆）、船首没水、復原力喪失という転覆事故シーケンスを再現。事故原因解明に貢献するとともに、転覆海難事故対策の基盤技術を確立した。

模型船によるブローチング

船首没水

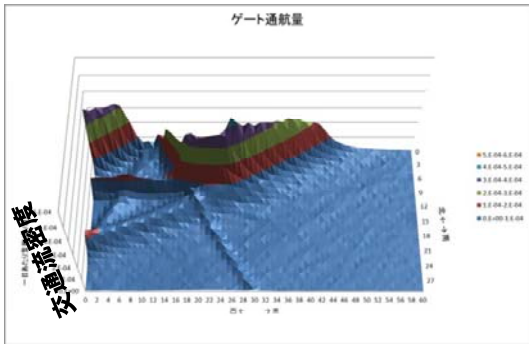
復原力喪失

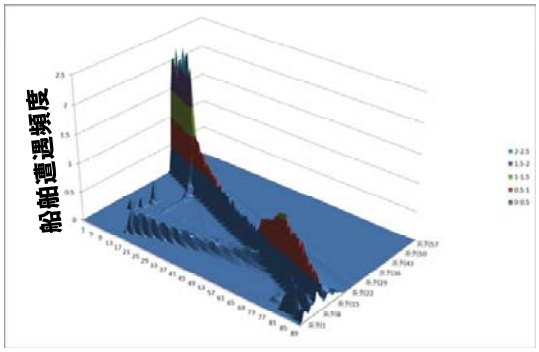


実海域再現水槽で波浪場の高度な再現技術の確立

◎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

・AIS（船舶自動識別装置）データから、各メッシュ海域毎の交通流密度（隻数、船速、針路）を把握し、ここから船舶遭遇頻度（行き合う２船が衝突コースに入る頻度）を自動的に分析する手法を開発。

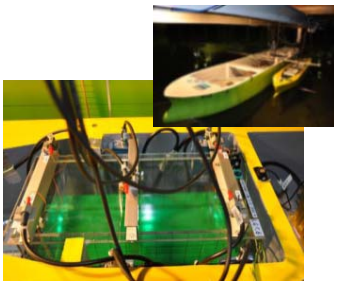




メッシュ海域毎の交通流密度　　船舶遭遇頻度のヒストグラム

◎リスクベースの安全性評価手法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

- LNG 燃料船がバンカー船からの燃料補給において、タンク内の液面変化による２船体の動揺を水槽試験で解明。係留限界条件、移送限界条件を策定し、また HAZID（総合的リスク評価）により必要な安全対策を国土交通省の LNG 移送ガイドラインに対して提案。
- 大型の外航 LNG 燃料船の計画に伴い、燃料タンクの要件などを IGF コード（国際ガス燃料船規則）案の修正を IMO（国際海事機関）に提案。



液面変化を考慮した 2 船体動揺試験

◎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

・リチウムイオン電池セルの過充電を想定した加熱試験により、発煙・発火に至る状況を測定し、舶用として利用するための関連規格の基礎資料を作成。

◎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

・溶接部の疲労強度を高めるための超音波ピーニング及びショットピーニングの施工条件・施工方法に関する基礎データを取得。

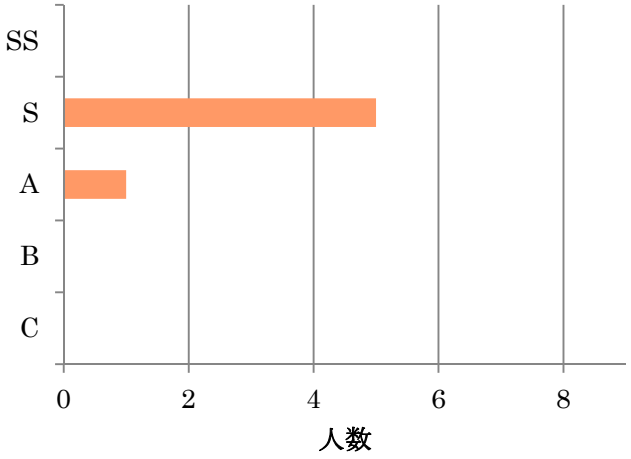
◎海難事故初動分析の高度化に資する推定技術構築に関する研究

・海難事故の直後に、船種と垂線間長のデータだけで推進性能・操縦性能を推定できる流体力特性統合推定システムを開発。

◆その他適切な評価を行う上で参考となり得る情報

２５年６月１１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：藤久保　昌彦　大阪大学教授）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）

□　実海域水槽の効果的利用により世界で初めて双峰性スペクトルを有する波浪を再現できたことは大きな成果で、学術的貢献も大きい。川下り船の安全対策ガイドラインは海技研にしかできない成果である。（大学（船舶工学）、海運業界）

□　AIS データを集積し、交通量の変動を把握するシステムを構築しており、政策的にも学術的にも貢献度は高く、沿海区域の見直しに貢献したことは社会的効果が大きい。（大学（商船学）、大学（船舶工学））

□　LNG 燃料補給時の安全性の解析を実施し、研究成果が行政のガイドラインに反映されたことは社会的効果が大きい。国際規則 IGF コード策定は、海運造船国である日本がリードできた。（大学（舶用機械）、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	❶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舶用ハイブリッドシステム、舶用電気推進システム、舶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	❷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	❶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	❷経年船体構造の検査･診断技術の開発に関する研究
		❸経済的な船体構造設計に資する新たな強度評価手法に関する研究

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	❶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
		❷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	❸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	❶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舶用ハイブリッドシステム、舶用電気推進システム、舶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	❷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　❶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。

24 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改良を行うとともに、これを用いて、船体運動と応力の応答関数に及ぼす波高の非線形影響を考慮した疲労強度評価を行う。

24 年度の研究成果

□昨年度整理した疲労に関する技術的課題をふまえた上で、全船荷重構造一貫解析プログラム NMRI-DESIGN を高度化した。とりわけ、計算時間の効率化をふまえた応力の短期予測、長期予測計算を実施するために、非線形影響の検討範囲の設定法について検討を行った。その結果、波浪条件のみならず船速の影響が大きく、予測計算を行う上で、船速の影響（操船影響）を合理的に取り込む事が必要であることを検証した（例えば、）。これらの知見をふまえて疲労被害度の推定プログラムを開発し、検証も行った（図 1）。

□全船荷重構造一貫解析プログラム NMRI-DESIGN を、軽量かつ高速にパソコン（PC）上から簡易に操作するための GUI を開発した。（図 2）

□変異ポテンシャル法（Takagi2005、小川 2009）を拡張したフレアスラミングの推定法を 6 自由度船体運動・荷重推定プログラム NMRIW に組み込み、曲げ振動の影響を含む波浪荷重推定法を確立し、検証を行った（図 3）。さらにこれを荷重構造一貫解析プログラム NMRI-DESIGN にも拡張し、全船荷重構造一貫解析も可能にした。（図 4）

◆特許、発表論文等の成果（24 年度）

・特許 1 件
・プログラム登録 1 件
・発表論文 7 件
・IMO 文書 2 件
・外部講演 2 件

参考図

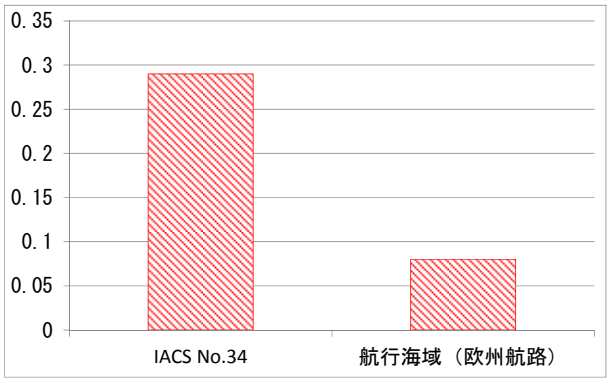


図 1　開発した疲労被害度の推定プログラムによる検証例

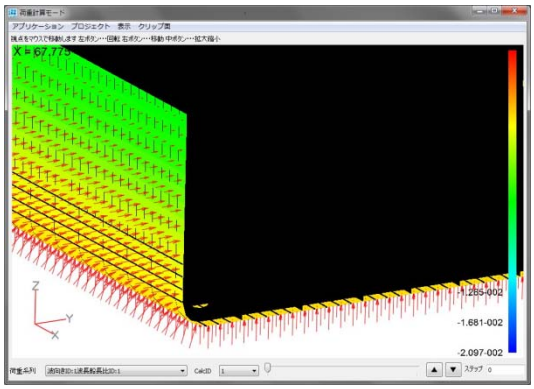


図 2　NMRI-DESIGN への入出力操作のためのパソコン（PC）による GUI 操作画面例

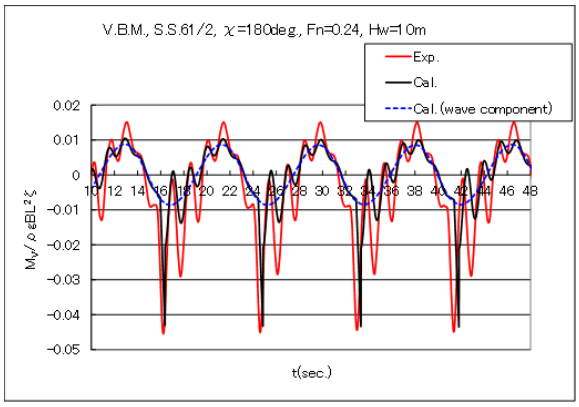


図 3　開発したフレアスラミング推定法の検証例

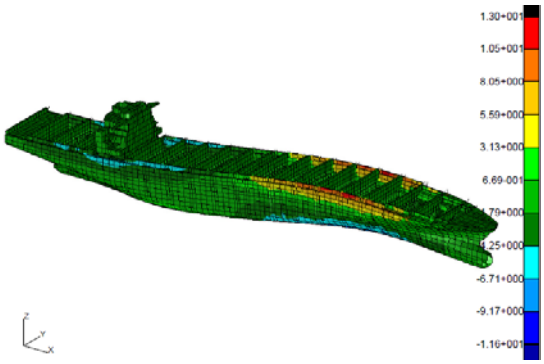


図 4　これを入力とした全船荷重構造一貫解析例（コンテナ船の応力分布及び変形図）

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、

□舶用電池、舶用ハイブリッド、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。舶用システムは、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	❶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舶用ハイブリッドシステム、舶用電気推進システム、舶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	❷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　❷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

□新たな舶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。
□次世代低硫黄舶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。

24 年度計画

□舶用リチウム電池の劣悪環境下での性能等に関する基礎的な試験等を行い船舶搭載のための判断基準を検討するとともに、舶用電気推進システムの負荷変動に対する安全性評価のため実船データの解析を行う。具体的には、

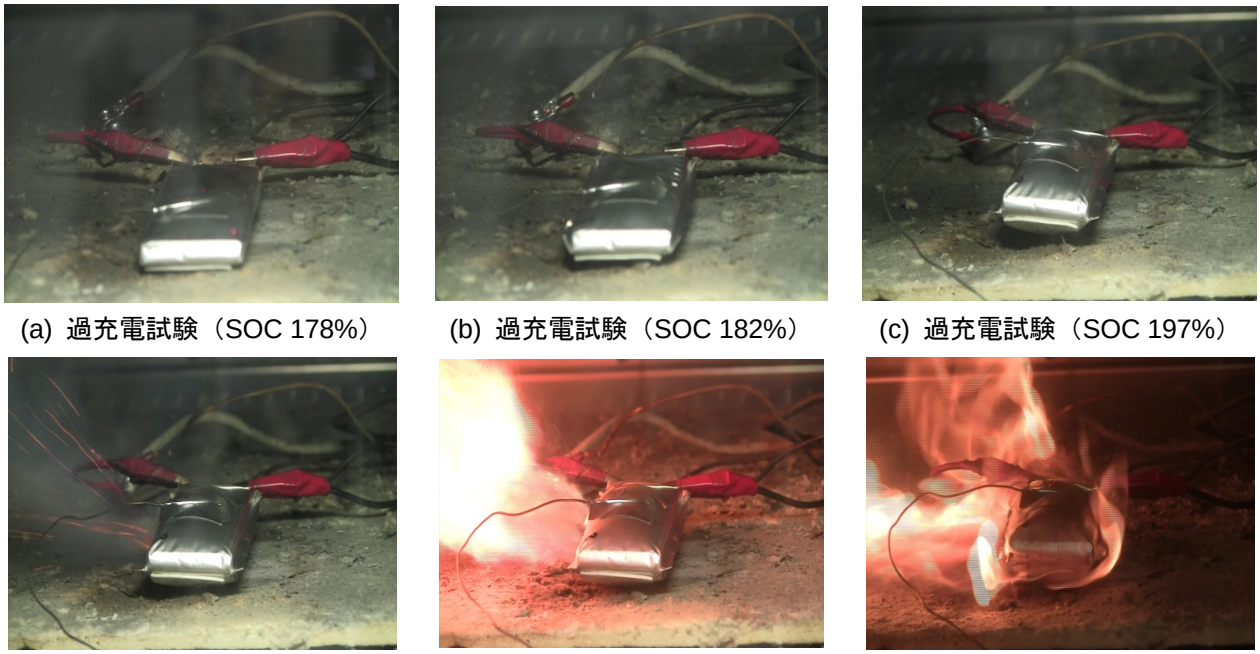
・リチウムイオン電池セルの過充電条件及び劣悪環境下での性能評価試験を実施し，船舶搭載認可のための判定基準を提案する。また，ハイブリッド技術に使われる電気機器の塩害対策技術に関連する試験を実施し，陸上電気機器との相違を明らかにする。
・実運航中に船舶が受ける負荷変動のデータ等を解析し，動力部周辺の制御性等に着目した技術資料を取りまとめる。
・実用時の船舶用ハイブリッドシステムを想定し，各種パワーエレクトロニクス機器の船舶適用可能性について調査し，実用化のための技術課題を明らかにする。
・基礎試験装置による燃料噴射の多段化の効果を検証する。さらに，燃焼性の悪化に伴う排ガス中のススの検討及び燃料分析による市販 C 重油の成分の影響を検討する。

24 年度の研究成果

□リチウムイオン電池セルの過充電試験及び劣悪環境を想定した加熱試験を実施し，電池セルが発煙・発火に至る状況を測定・観察し（図 1 参照），リチウムイオン電池の関連規格作成のための調査を進めた。また，ハイブリッド技術に使われる電気機器の塩害対策技術に関連する試験を行い，試験結果を取りまとめた。
□電気推進船及び CPP（可変ピッチプロペラ）を搭載した内航貨物船の負荷変動のデータ等を測定・解析し，動力部周辺の制御性や安全性に関する知見を得た（図 2 参照）。
□主に大容量リチウムイオン電池を搭載する船舶を想定し，船内電力との連系に必要となるパワーコンディショナ等のパワーエレクトロニクス機器を含めたシステムの安全性並びに規格化について検討した。
□可視化実験から多段噴射（パイロット噴射）による噴霧の干渉状況を把握し（図 3），噴射パターン変更により燃料種によるススを含めた排気特性の変化をほぼ一定に保てることを示した（図 4）。燃料分析により C 重油の地理的地域別ブレンド組成による燃焼品質への影響を明確にした。

◆特許、発表論文等の成果（24 年度）
・特許 1 件
・発表論文 5 件

参考図



(a) 過充電試験（SOC 178%）　(b) 過充電試験（SOC 182%）　(c) 過充電試験（SOC 197%）

(d) 発火直前のセル　(e) 発火直後のセル　(f) 発火中のセル

図 1　リチウムイオン電池セルの過充電試験の一例（SOC：充電率）

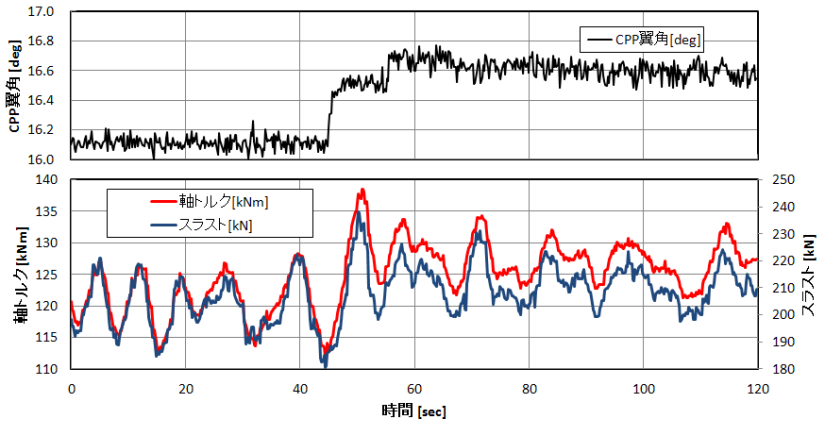


図 2　内航貨物船（CPP 搭載船）の負荷変動データの測定例

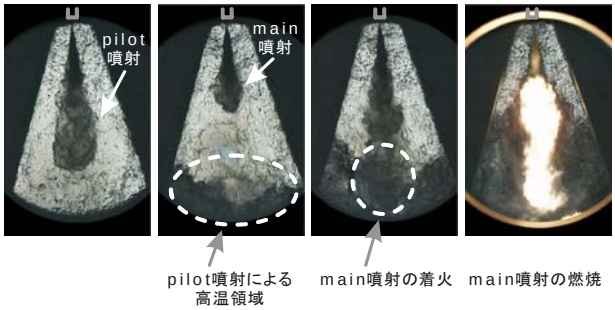


図３　pilot 噴射によるシリンダ内状況の
時系列観察例

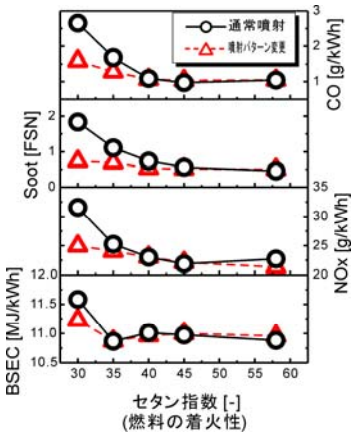


図４　噴射パターン変更による排気特性

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	❶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	❷経年船体構造の検査・診断技術の開発に関する研究
		❸経済的な船体構造設計に資する新たな強度評価手法に関する研究

研究テーマ　　❶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。

24 年度計画

□リスクベース設計支援ツールの一部を構成する火災、避難シミュレーションプログラム等の機能拡張を行い、中型旅客船モデルの解析を行う。また、LNG 燃料船の安全設備及び燃料補給の際の安全確保に関する検討を行う。具体的には、

1.体系的リスクモデルの構築

(1-1) 昨年度開発した新たな HAZID 手法を改良するとともに、既存の手法との併用による現実的な HAZID の実施手順を作成する。

(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、座礁、火災、爆発、NASF(Not Accidental Structual Failure)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く、座礁、火災、爆発、NASF(Not Accidental Structural Failure)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 データおよびレーダ影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。また、対象船舶が航行する海岸線近くの海底地形より対象船舶の座礁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) 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。

(2-2) 船体動揺時の CFD による火災進展予測プログラムを開発する。

(2-3) 英国ストラスクライド大学作成の Proteus 等の時間ベースの浸水シミュレーションプログラム等を比較

検討し、リスクベース設計に必要な浸水シミュレーションプログラムの機能要件を明確にする。
(2-4) CFD による火災進展予測プログラムによる毒性ガスの拡散予測値等を利用する避難シミュレーションプログラム(EVAC)を試用するとともに、経路変更、他避難者との衝突回避が可能であることを確認する。また、船体傾斜の影響を評価するルーチンを組み込む。
(2-5) OpenFOAM による有害液体物質の船体破孔からの３次元流出予測手法を開発する。
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（国内／国際学会での発表）。
(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とともに、天然ガス燃料船の安全設備及び燃料補給の際の安全確保に関する検討を行う。
(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（海技研報告）。
(3-5) 次期 IAEA 輸送規則見直し/改訂サイクルの実施要領審議への対応。特に大型機器輸送要件等及び福島事故を踏まえた安全基準の見直し審議への貢献。
4.復原性基準の機能要件化
(4-1) 動的な非損傷時復原性直接評価法のさらなる検証とこれを用いた基準（操船ガイダンス）原案の作成（非損傷時復原性）。
(4-2) 損傷時復原性の安全性レベル評価にかかる強制平衡装置の性能評価ガイドラインの見直し案作成（損傷時復原性）

24 年度の研究成果

1.体系的リスクモデルの構築
□前年度は､初年度に開発した新たな HAZID 手法と既存の HAZID 手法として標準的に用いられている FMEA を組合せ、船舶の HAZID 手法としてさらに現実的かつ効率的な HAZID を実施する方法を開発し、既存の FMEA を包含し、HAZID 参加者に適切な刺激を与えて双方向かつ体系的に原因と結果を考察する基礎的手順を得た(図 1 参照)。また、WEB による専門家の意見集約システムについての検討を開始し、参加者の認証および意見入力方法を開発した。
□衝突事故以外の主要事故である座礁、接触、火災、爆発、NASF に関して IHS Fairplay の海難データベースの分析により事故発生から最終結果に至るシナリオを主要船舶毎にイベントシーケンスの形で作成し､リスクの大きさによってイベントシーケンスの順序付けを行った。また、一部の船種ではイベントツリーの作成も実施した(図 2 参照)。
□座礁(3139 件)、火災(337 件)、爆発(33 件)、NASF(Not Accidental Structural Failure)(転覆:485 件、沈没:121 件)に関する平成 2 年から 21 年の 20 年間の海難審判庁裁決録の記述を整理した Excel 表を海技研担当者より得て、MS Access にてデータベース化した。
□初年度開発した LMIU 動静データと AIS データから船舶の主要航路上の衝突起因事象の発生頻度を求める方法を日本周辺の主要航路の一部(苫小牧沖)に適用しそれらの航路の衝突起因事象発生頻度を求めた。
2.リスクベース設計支援ツールの開発
□AFRAMAX タンカーの船舶 CAD システムの NAPA による船舶形状モデルを作成し、海技研の NAPA のサーバーに移植した。また、火災および避難シミュレーションプログラムへの幾何形状データの入力方式を確立した。
□米国 NIST により開発されたオープンソースで熱流体解析のための CFD コードである FDS を用いて動揺中の船舶内の火災進展予測を行った。また、同手法を用いて小型旅客船の火災進展シミュレーションの試行を行った。また、前年度製作した大型旅客船モデルで FDS による火災進展予測を試行した(図 3 参照)。さらに、設計のためにはシナリオ数が多い平水中での火災解析を高速に実施する必要があるため、その目的で使用される信頼性が高いプログラムとして二層ゾーンプログラムと CFD モデルのハイブリッドプログラム及び多層ゾーンモデルプログラムを調査し、前者として商用コードであるアドバンスソフト社の Advance/EVE SAYFA を見出し基本性能を得るとともに後者としてを文献より得て同様に基本性能を得た。その結果リスクベース設計にはサポート体制に勝る前者が適していると結論し次年度導入することになった。後者は二層ゾーンプログラムより妥当性が高いと思われるため継続検討とした、
□現存する時間ベースの浸水シミュレーションコードを調査して､リスクベース設計で必要とされる時間ベース浸水シミュレーションプログラムの機能要件を検討し､波や船舶の相対運動等の考慮が重要であることが判明した。また、必要事項の 1 つである甲板滞留水の扱いについて考察した論文を調査し、甲板滞留水が損傷船舶の動揺に大きな影響を及ぼすため適切な考慮が必要であることを見出した。また、オープンソースで多相流の CFD 解析が可能な計算コードである OpenFOAM で浸水計算を行った文献を調査したが OpenFOAM で複雑形状である船舶の相対運動を考慮した浸水計算は実施困難であることが判明した。
□FDS による火災解析結果を使用できる避難シミュレーションコードである EVAC(オープンソースで米国 NIST のサイトから FDS と同様に得ることが可能)により経路変更、他避難者との衝突回避が可能であることを確認した。また、EVAC に船体傾斜の影響を評価するルーチンを組み込み、傾斜角による歩行速度の変化を評価することを可能にした。

□OpenFOAM により実規模の３次元タンクモデルからの油流出の評価を開始した(図 4 参照)。また、船体外部に流出した有害液体物質の海面上拡散の予測手法の検討を開始した。

3.新規輸送物等の安全基準の策定

□SOLAS 条約改正案を含む IMO FP 56（2013 年 1 月）への提案文書作成を補助するとともに、FP 56 では、本件を含む作業部会の議長を務め、SOLAS 条約改正案をまとめた。また、閉鎖区域内の気流推定への MASCON モデルの適用について検討するとともに、モデル実証用データを取得するため、2 隻の自動車運搬船の船倉において気流を計測した。（図 5 参照）

□昨年度までの実験結果等を踏まえ、固縛評価手法に関する論文をとりまとめた。

□IMO 国際基準（IGF コード）案について検討し、IMO BLG 17（2013 年 2 月）向けの提案文書を作成するとともに、BLG 17 において、検討結果を報告し、天然ガス燃料船の安全基準に関する審議を補佐した。また、BLG 小委員会下に設置された「ガス燃料船に関する通信グループ」における審議を補佐した。LNG バンカー船から天然ガス燃料船の燃料補給に関する検討については、HAZID 手法を用いて比較的リスクの高いハザードを抽出し、これに関連する事故シナリオに基づき、安全確保に必要な要素、性能基準等を明らかにし、必要な安全対策を確認して、安全対策を LNG 移送のオペレーションガイドラインに反映した。

□IMO E&T 17（2012 年 3 月）の結果を踏まえ DSC 17（2012 年 9 月）への提案文書作成を補助した。また、各国提案文書への対応に係る検討を補助した上で、DSC 17 及び E&T 18（2012 年 9 月）に出席し、貨物の区分方法について各国の専門家と意見交換した。

□2013 年 1 月 17 日付け IAEA 発口上書により輸送規則 SSR-6_2012 及び関連文書のレビューが開始され、国内関係者と協働し、改訂提案の検討を進めた。大型機器輸送ガイダンスは、規則助言文書 SSG-26_2012 年版の付録Ⅶに取り入れられたが、その後カナダより規則化の提案があり、関心国による通信ベースの会合で規則条文原案の検討が開始され、日本国内関係者と共に情報の共有及び対応を実施し、改訂案作成に貢献した。福島事故の規則への反映に関しては、自然事象に起因する輸送事象と現行規則の網羅性等に関し主体的に検討を進めた（2013 年 7 月輸送環境技術会合で報告予定）。

4.新規輸送物等の安全基準の策定

□「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、第 55 回国際海事機関（IMO）復原性・満載喫水線・漁船安全小委員会(SLF55)における第 2 世代非損傷時復原性基準にかか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（提案文書 SLF55/3/1、SLF55/INF.14 及び SLF55/INF.15）。また、本研究で開発した手法を拡張して、シミュレーションを活用して操船ガイダンスの活用方策を検討した（図 6 参照）。

□本研究で開発してきた 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さらなる検証を進めた。この結果は、日本が第 55 回国際海事機関（IMO）復原性・満載喫水線・漁船安全小委員会(SLF55)に提案した旅客船の損傷状態における平衡装置のガイドラインの見直しに直接反映された（提案文書 SLF55/4 及び SLF55/4/2）。（図 7 参照）

◆特許、発表論文等の成果（24 年度）

・プログラム登録 1 件
・発表論文 9 件
・IMO 文書 6 件

参考図

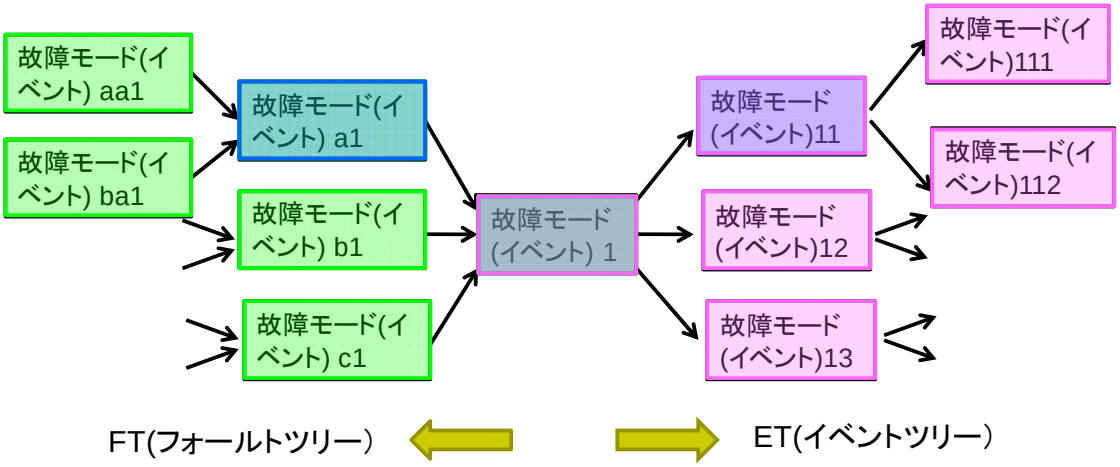


図 1 FMEA を拡張した新たな HAZID 手法による双方向ハザード同定のイメージ

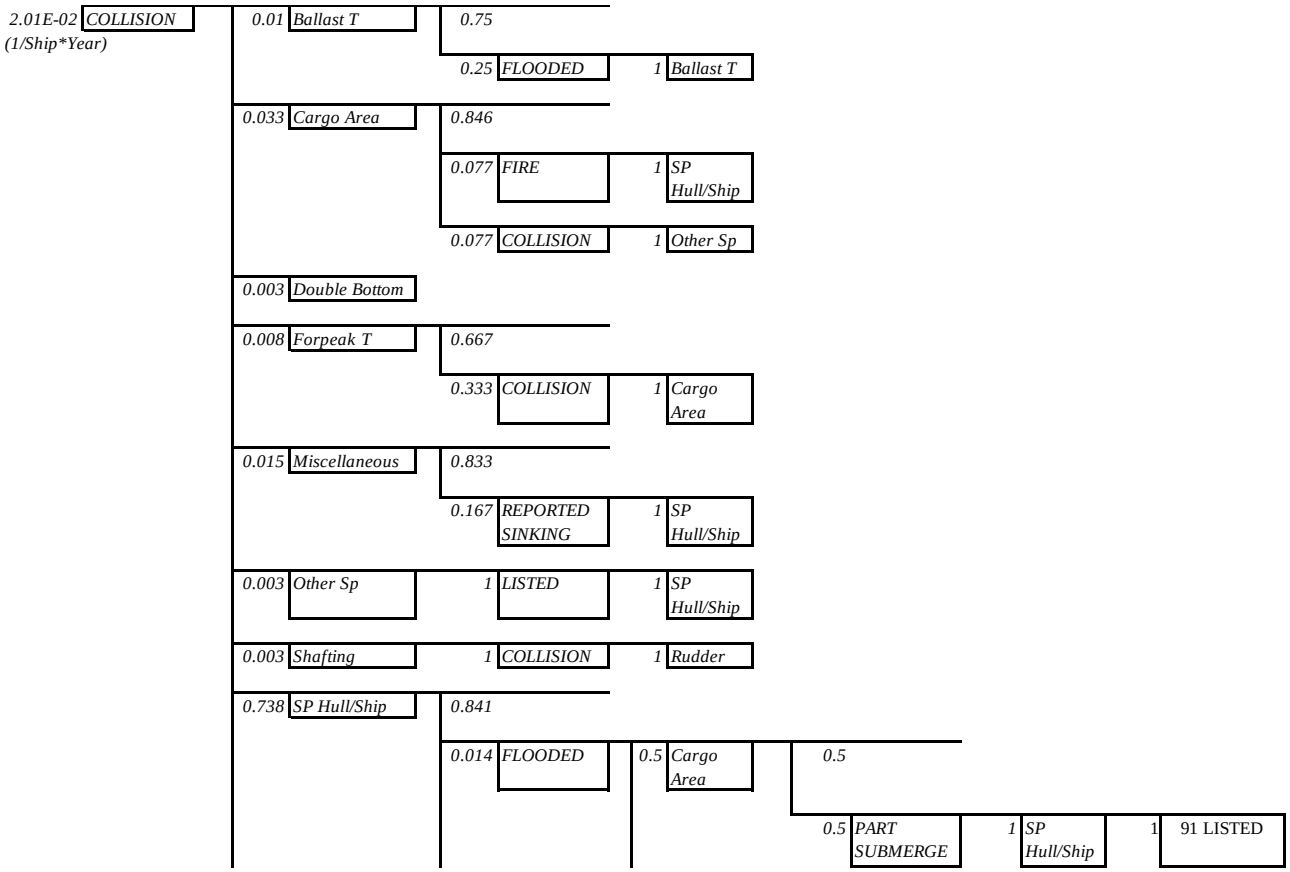


図 2 IHSFairpkay 海難データベースの解析によるケミカルタンカーの衝突時のイベントツリー(一部)
(1st イベントの box の前の数字は発生頻度で 2nd イベント以降の box の前の数字は分岐確率)

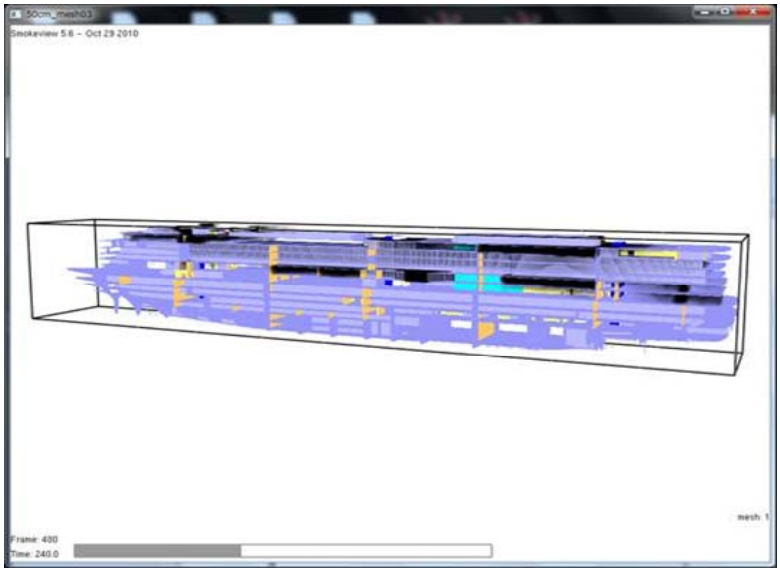
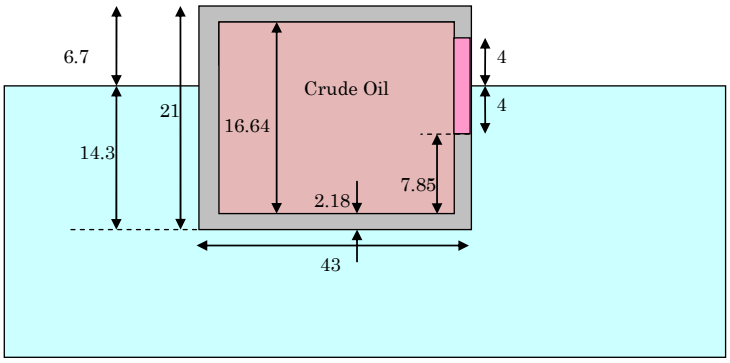
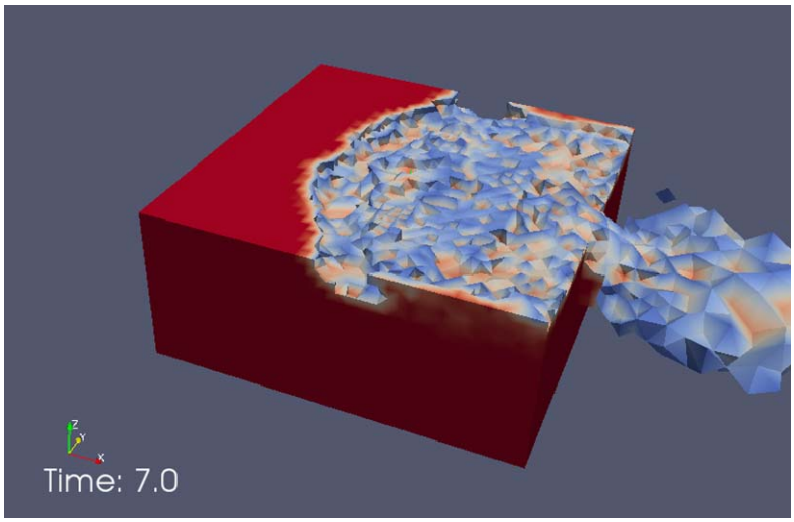


図 3　FDS による大型旅客船の火災解析例
（一定面積一定発熱率の火災面着火後 240 秒後の左舷船尾側から見たすすの分布）



(a) 計算条件
破口は船側に位置し中心は海面。形状は高さ 8m 長さ 8m の正方形



(b) 計算結果
7 秒後のタンク内に残存する、あるいは船外に流出する油およびタンク内に流入してきた水の分布．図中の色は計算メッシュ内の油と水の分率を表し、100%油の場合は赤で 100%水の場合は青(見やすさのため、100%青のメッシュは描いていない。)

図 4 OpenFOAM によるタンク破口からの 3 次元油流出シミュレーション

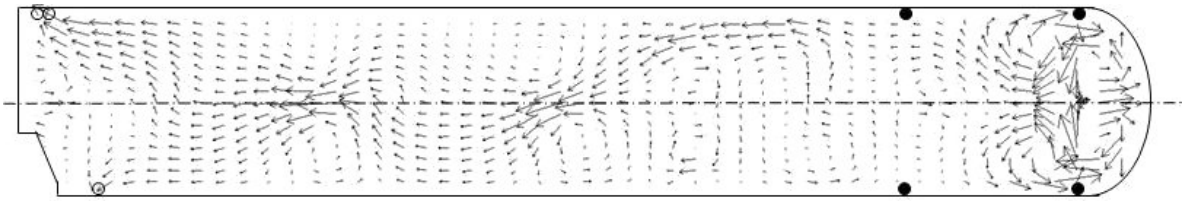


図 5　MASCON モデルを用いた一つの甲板上における気流場推定結果の例
(MASCON モデル：MASs-CONsistent flow model．限られた測定点における実測値から，補間により流場全体を仮に求め，この値が連続の式（=質量保存則）を満足するように，変分法により修正する手法)

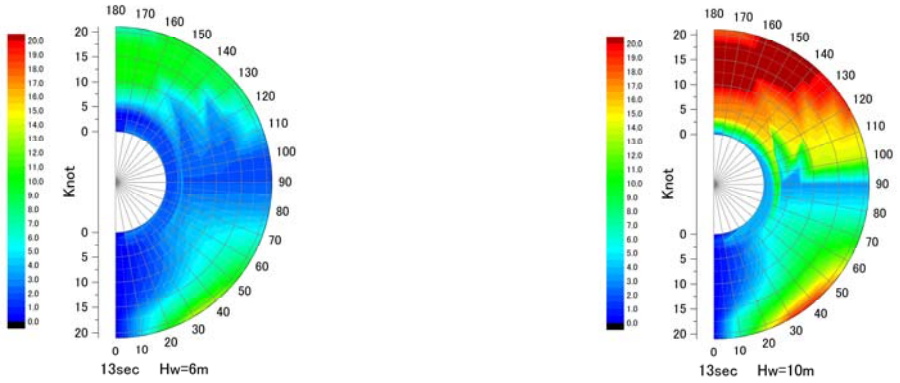
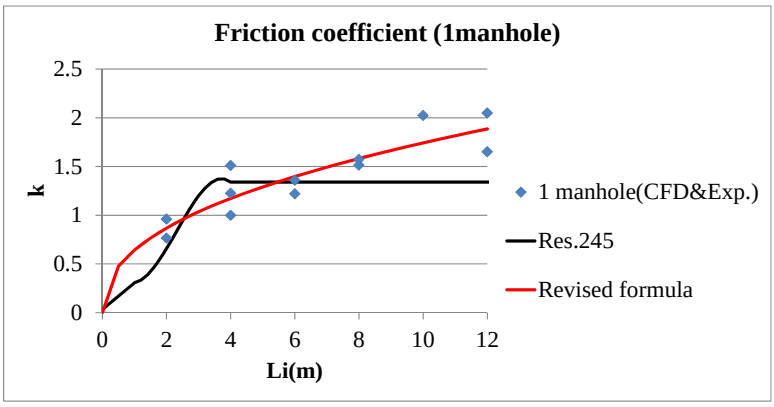


図 6　当所開発の耐航性能評価プログラム NMRIW による大型コンテナ船の２時間の海象における横揺れの最大値についてのポーラーチャート（出会い方位と船速に対する横揺れの最大値）の一例
（単位：degree、有義波高：6 及び 10m、平均波周期：13 秒）



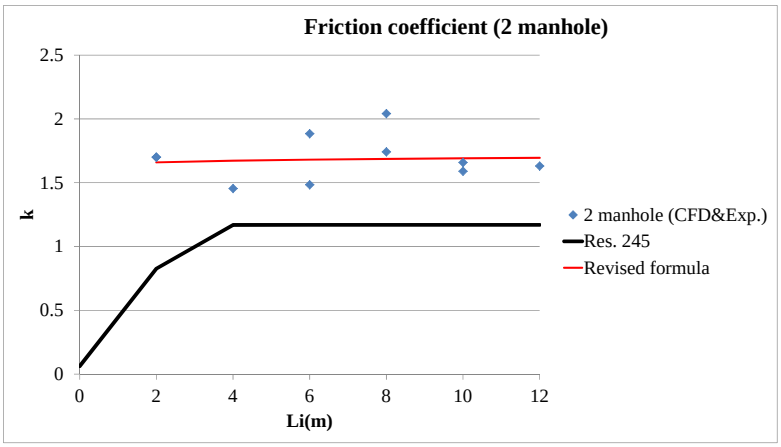


図 7 当初開発 CFD 計算法 SURF による計算及び模型試験の検証にもとづく摩擦係数（k）の見直し算式（図中赤線）と現 IMO ガイドラインとの比較（黒線）（Li：ダクト間の距離）
（上図）１つ穴のマンホールを有するダクト、（下図）２つ穴のマンホールを有するダクト

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、
□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	❶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	❷経年船体構造の検査・診断技術の開発に関する研究
		❸経済的な船体構造設計に資する新たな強度評価手法に関する研究

研究テーマ　　❷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。

24 年度計画

□一船体構造の検査・診断支援システムの実用化に向けて、損傷状況等から損傷原因や修繕方法を推論するアルゴリズムを構築し、実データに適用する。具体的には、
・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はかり、それらの情報や知識を基に、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実用化に向けた開発を行う。
・検査・診断システムに利用する超音波を用いた疲労き裂モニタリングについて、表面き裂及び多軸荷重下のき裂への適用性を明らかにする。

24 年度の研究成果

□NK 今治支部における検査、修繕現場実態調査や NK 船級部損傷調査課における損傷事例調査を通して検査診断、修繕に関する知見を取得した。
□昨年度に作成した検査･診断システムを使用するために必要となる船舶検査現場での通信環境構築の可否について、建造中のバルカー（D.W. 24,000MT）内の検査対象区画における無線 LAN 及び携帯電話回線を利用した通信試験を実施し､無線 LAN のアクセスポイントを各調査区画入口のマンホール付近に設置することにより、調査区画のほぼ全域にわたり通信可能である事を確認した。一部の通信不可となった調査箇所においても、携帯電話回線の併用や無線 LAN アクセスポイント間の中継機能等を利用することにより、通信環境の改善が見込まれる（図 1 参照）。また、検査員が携帯する調査用端末機器についても、7 インチ程度のタブレット端末の有効性を確認した。
□片表面から伝播させた疲労き裂が反対側表面へ貫通する前の状態で､き裂を挟んで配置した超音波探触子で透過波と反射波の計測を行った。性質の異なる 4 種の探触子を用いた。き裂面とその反対側に探触子を設置した場合でエコー高さに違いがあったが、その程度は探触子の種類によって異なっていた。表面波、横波 70 度、縦波 90 度、横波 90 度の順にエコー高さの違いは小さくなった。表裏に関係なくき裂を検出する場合には、エコー高さの違いの小さい探触子が有利となる（図 2 参照）。
□2 軸引張条件下の疲労き裂伝播試験において、位相差が 0 度と 180 度の条件で伝播する疲労き裂を対象に、透過波と反射波の計測を行った。荷重振幅（き裂開閉口挙動）によるエコー高さの変動を考慮し、最大エコー高さと最小エコー高さを求めた。位相差の違いによるエコー高さへの影響はほとんど無かった。ただし、エコー高さと疲労き裂位置の関係から、疲労き裂をモニタするには透過波では最小エコー高さ、反射波では最大エコー高さで評価することが重要である。

◆特許、発表論文等の成果（24 年度）

参考図

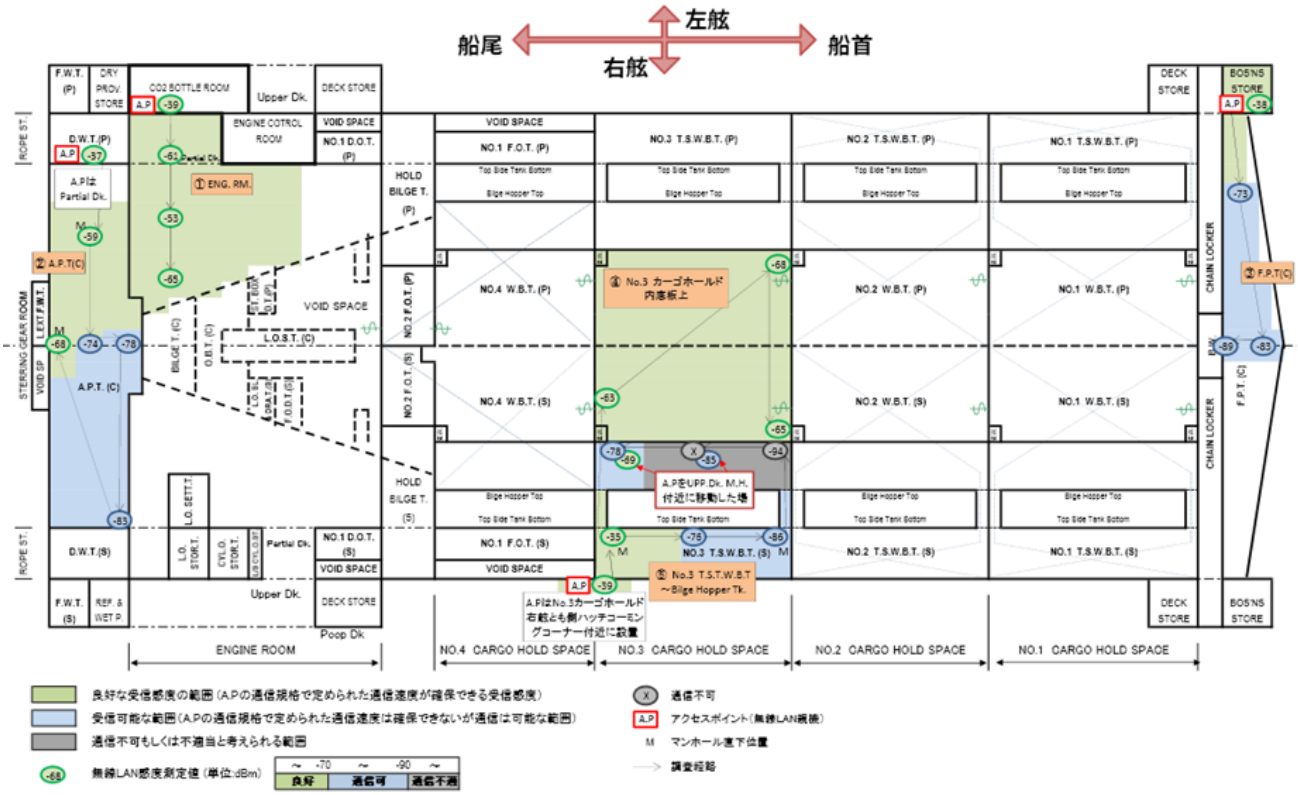


図１　建造中のバルカー内の通信環境調査結果

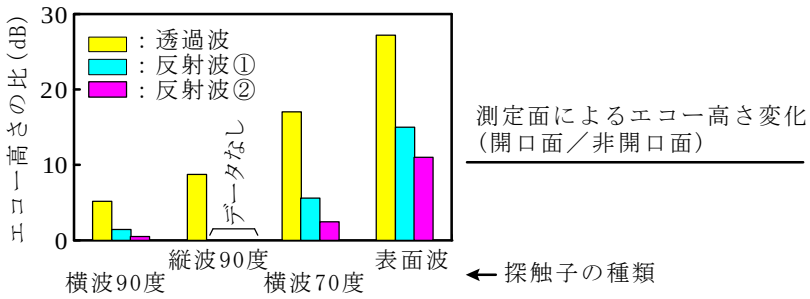


図２　性質が異なる４種類の探触子の透過波と反射波のエコー高さ変化

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、
□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	❶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	❷経年船体構造の検査・診断技術の開発に関する研究
		❸経済的な船体構造設計に資する新たな強度評価手法に関する研究

研究テーマ　　❸経済的な船体構造設計に資する新たな強度評価手法に関する研究

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。

24 年度計画

□溶接部に二次加工処理（グラインダと超音波ピーニング）を行った部材の疲労強度と板厚効果係数を実験結果から特定する。具体的には、
・非荷重伝達型十字継手溶接ままま材とグラインダ処理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に必要な基礎データ（溶接止端形状や板厚方向残留応力分布等）の取得
・超音波ピーニングおよびショットピーニングの施工条件・施工方法の検討
・溶接止端に超音波ピーニング処理を施した試験片の製作

24 年度の研究成果

□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、溶接ままま材（平成 23 年度の残部）とグラインダ処理材（一部平成 25 年度実施）を対象に疲労強度データと板厚効果係数を取得した（図 1 および図 2 参照）。
□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。
・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（処理材は処理後の形状）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あたり、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。
□超音波ピーニングおよびショットピーニングの施工条件・施工方法について検討し、これらに関する知見を得た後、超音波ピーニング処理試験片を製作した。

◆特許、発表論文等の成果（24 年度）
・発表論文 1 件

参考図

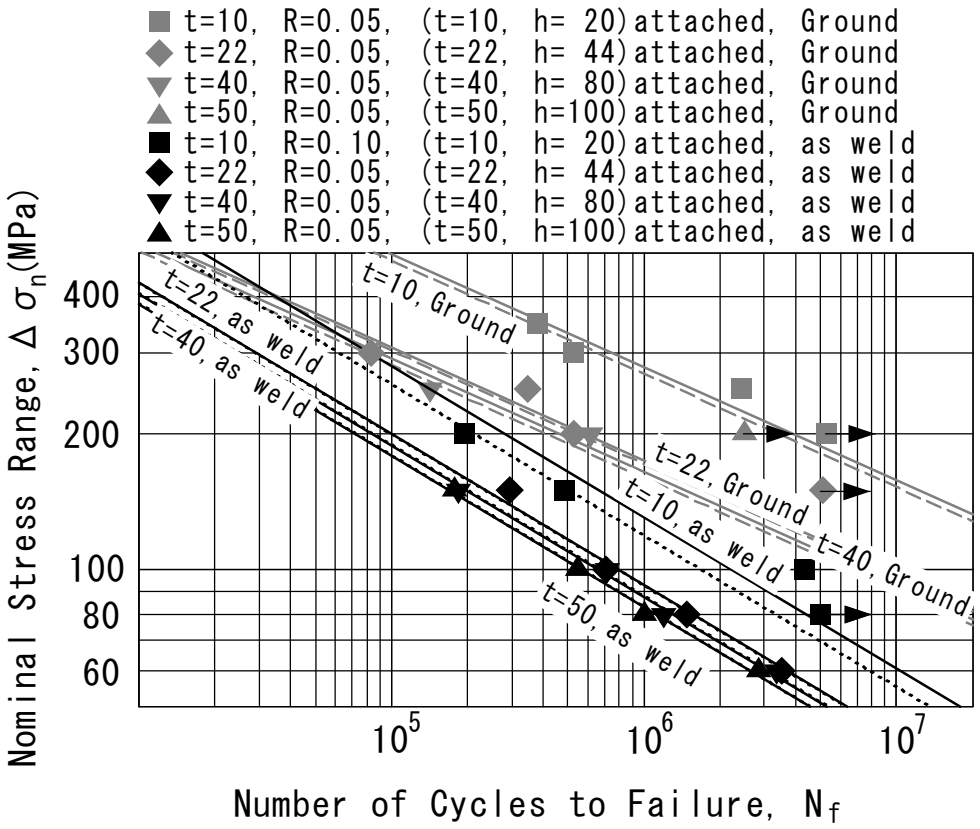


図１　溶接まま材とグラインダ処理材の S-N 線図

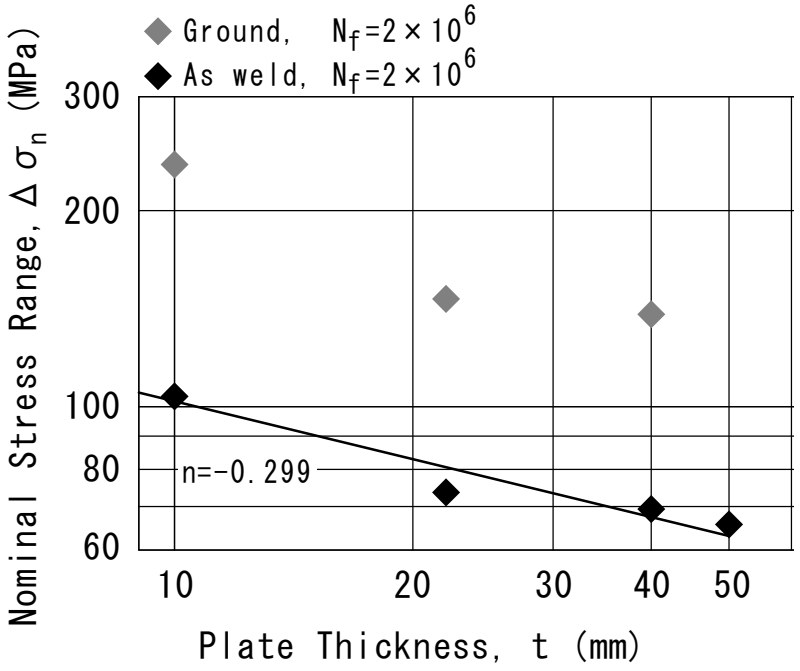


図２　溶接まま材とグラインダ処理材の 200 万回疲労強度における板厚効果

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	❶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
		❷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	❸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　　❶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。

24 年度計画

□操船リスクシミュレータにおける操縦運動及び船体運動モデルの高度化を図るとともに、実海域再現水槽での模型試験結果による検証及び連携を図る。具体的には、
・ブローチング現象再現手法の構築
・面的波浪場計測技術の実験的検証
・転覆船の波浪中での沈没時間推定プログラム
・輻輳海域でのシミュレーション技術と操縦運動モデルの組み込み法の確立
・プロペラ逆転時流体力の分析と数学モデルの調査

24 年度の研究成果

□漁船のブローチング事故とされる実際の海象を対象に推算した双峰型方向スペクトルを実海域再現水槽の造波装置に入力して水槽内にその波浪場を再現した(図 1)。再現した波浪場および規則波中で 80GT 型漁船の水密模型を航走させ、ブローチング現象(図 2)と復原力喪失(図 3)、船首没水(図 4)による転覆現象等を再現した。
□面的波浪場計測用の防水一体型の送受波トランシデューサアレイを開発し(図 5)その特性を確認した(図 6)。さらに、試験水槽での実証試験において実用的計測が可能なＳ/Ｎ比を持つ計測システムを開発するとともに同システムに必要な治具等の製作をおこなった。
□昨年度作成した波浪中での沈没時間推定プログラムを転覆船の姿勢変化と海水流入位置の相対水位変動(図 7)に応じた区画浸水量(図 8)の計算がおこなえるように機能拡張した。
□第２船橋への設置及び操船支援機能の追加対象として、他船用レーダ表示プログラムを整備し操船シミュレータへ組み込んだ。インテリジェントシミュレータに避航操船アルゴリズムと自動意思疎通支援システムを組み込み、実務者による評価をおこなった(図 9, 図 10)。さらに、次年度の操船リスクシミュレータの画像生成システムの更新に合わせて波画像の生成法をおこなうための基礎的検討をおこなった。
□コンテナ船の自由航走模型を用いた逆転停止試験を実施し停止性能に関するデータ収集をおこなった。

◆特許、発表論文等の成果（24 年度）
・発表論文 4 件

参考図

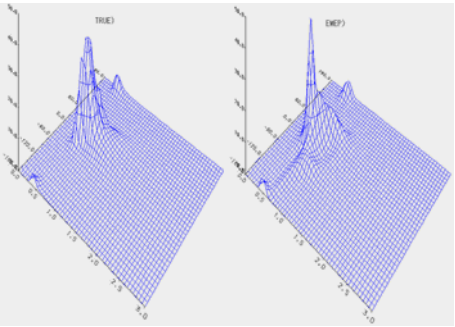


図１　双峰性スペクトル
（左：推算値、右：再現値）

図２　多方向不規則波中のブローチング

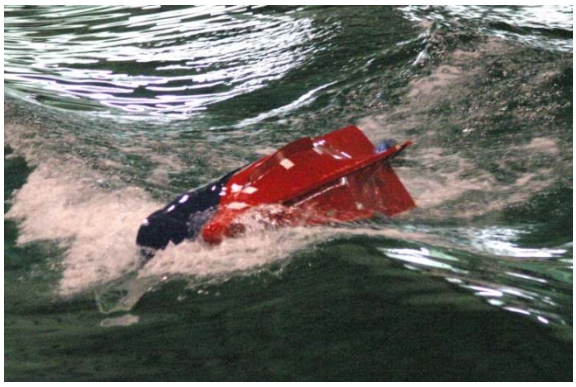


図３　規則波中の復原力喪失による転覆

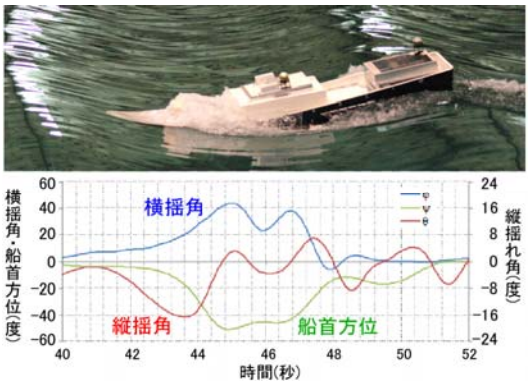


図４：規則波中の船首没水現象

図５　超音波トランスデューサアレイ

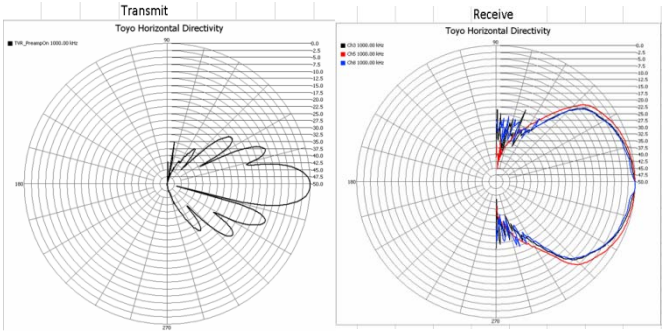


図６　超音波トランスデューサアレイの
ビーム角特性

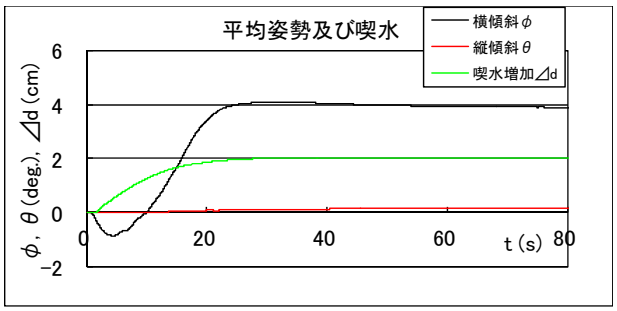


図７　転覆状態の船体平均姿勢及び喫水の計
算例

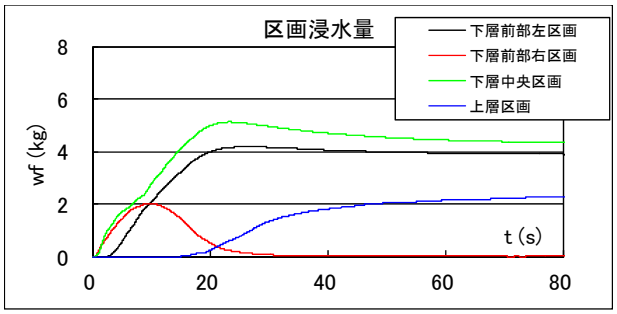


図８　転覆状態の区画浸水量の計算例

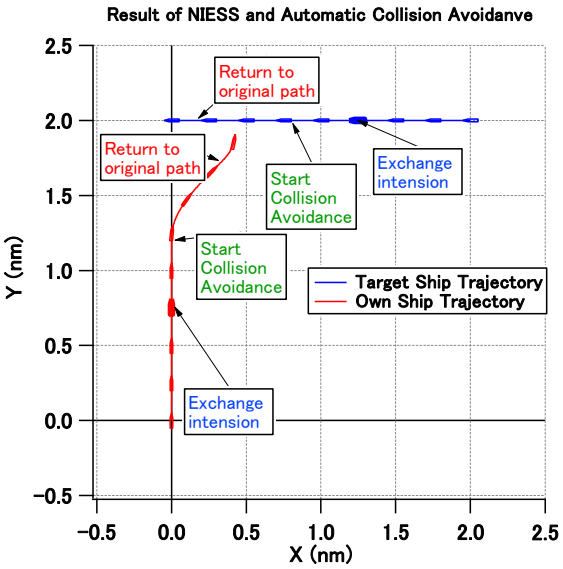


図 9　インテリジェントシミュレータ

図 10　避航操船時の船橋の様子

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	❶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
		❷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	❸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　　❷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。

24 年度計画

□事故船の流体力特性統合推定システム
□定傾斜状態操縦流体力・動揺流体力特性推定プログラム
□海難事故初動分析用船体運動計算プログラム

24 年度の研究成果

24 年度は、海難事故の初動分析として、事故発生直後の限られた情報から、荷崩れ等で定常傾斜が付いた状態も含めて、事故船の流体力特性を推定し、事故時の大まかな船体運動を計算できるように、推定システム・プログラムの開発を行った。具体的な研究成果は以下の通り。

□海難事故発生時に、最低限の情報として船種と垂線間長が入手できれば、船舶推進性能・操縦流体力特性・ストリップ法計算用の断面データ・風圧力特性・波漂流力特性を推定することができる GUI を備えた「流体力特性統合推定システム」（図 1）を開発した。本システムの開発により、初動分析に必要なデータを簡易かつ適切に設定することが可能になった。

□定傾斜状態での操縦流体力特性を推定できる、細長体理論に基づく計算プログラム（図 2）と CFD による計算プログラムを整備・開発した。更に、事故が発生する可能性のある浅水域での操縦流体力特性を推定できる細長体理論を用いた計算プログラム（図 3）を整備し、定傾斜状態での操縦流体力推定計算プログラムと併せて、「操縦性能統合評価システム」に組み入れた。また、定傾斜状態での動揺流体力特性を、縦運動と横運動の連成成分も含めて特異点分布法により推定するプログラムを開発し、「STF 法に基づく特異点分布法による船体運動計算プログラム」（図 4）に組み入れた。本システム・プログラムの開発により、事故発生時に荷崩れ等で定常傾斜し水面下の船体形状が左右非対称となった船の操縦流体力･動揺流体力特性も適切に推定することが可能になった。

◆特許、発表論文等の成果（24 年度）
・発表論文 2 件

参考図

図１　流体力特性統合推定システム　入力画面

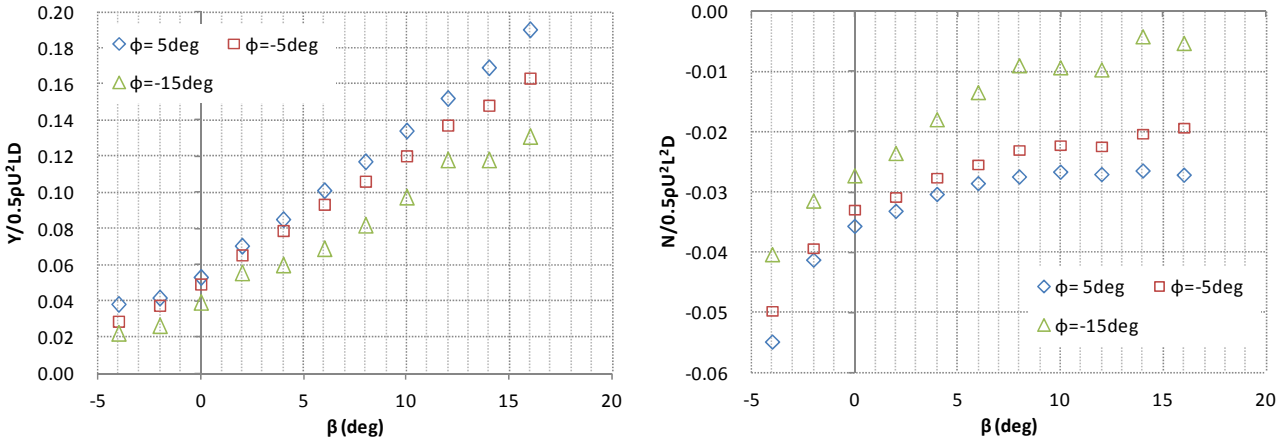


図２ 細長体理論を用いた定傾斜状態での横力（左図）と回頭モーメント（右図）の推定結果（コンテナ船）
（パラメータ：定常傾斜角φ）

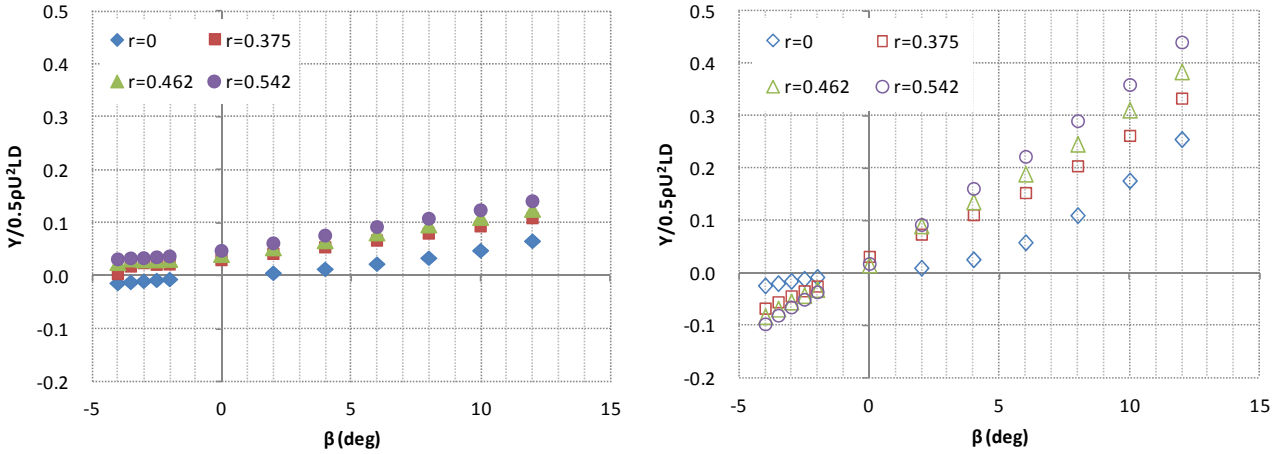


図３　細長体理論を用いた浅水域（左図）と深水域（右図）での横力の推定結果（コンテナ船）
（パラメータ：無次元回頭角速度 r）

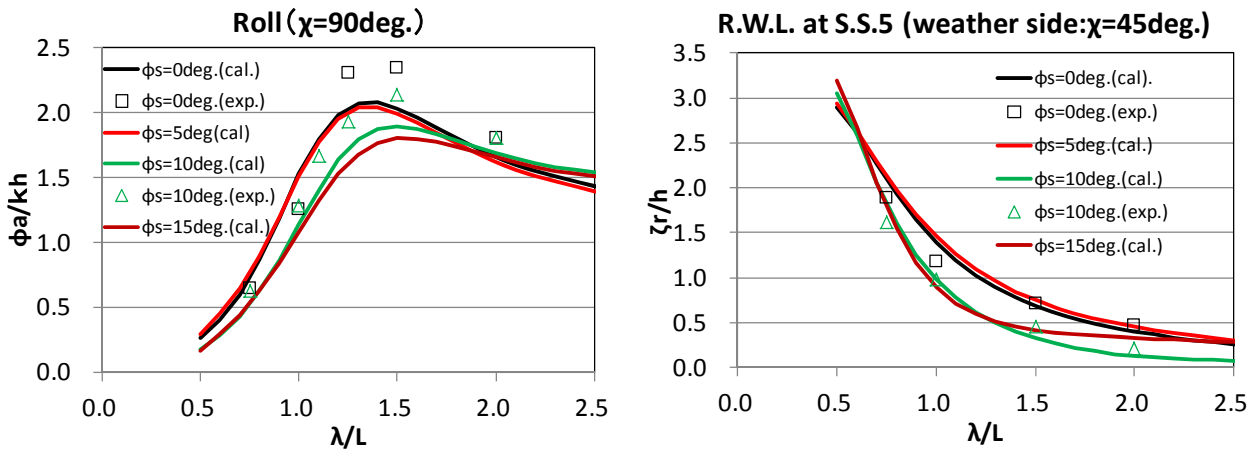


図４　特異点分布法を用いた定傾斜状態での横揺（左図）及び相対水位変動（右図）の推定結果（漁船）
（パラメータ：定傾斜角ϕs）

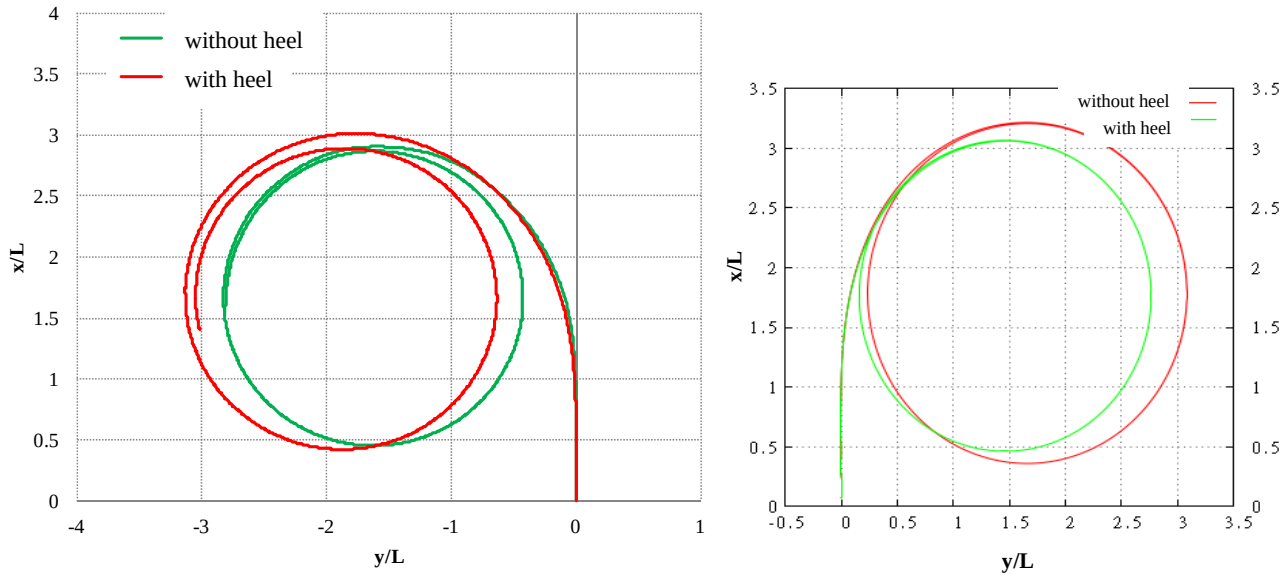


図５　横傾斜を考慮した船体運動の推定結果（コンテナ船）（左図：実験・右図：計算）

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	❶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
		❷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	❸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　　❸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。

24 年度計画

□海上交通流シミュレーションの衝突回避モデルの改良を行うとともに、取り扱い隻数の拡張や小型船への適用等を行い、実際の海域を対象にシミュレーションを行って有効性を検証する。具体的には、
・船舶事故調査報告書のデータベース化。
・ハザード・チャートの雛型作成。
・衝突海難の作業環境評価を実施。
・適切な行動がなされる環境または状況の特徴を示す CPC の分類のための閾値について、海難事故データ等を検討し、提案した CPC については設定値を、また従来の CPC については修正値を検討。
・海難事故データから検討された CPC の閾値について、シミュレータ実験により検討、および確認を行う。
・人間の過誤率について、文献調査及びこれまでに得られた結果を検討する。
・過去のシミュレーション関連研究から、小型船をシミュレーションに組み込む手法の検討。
・交通流シミュレーションを実施し、AIS による観測結果と各種指標値を用いて比較してシミュレーション結果の妥当性を評価する。
・AIS データの収集・解析を行い、同データの管理を行う。
・海難防止対策の事例調査。

24 年度の研究成果

□運輸安全委員会と連携して同委員会の船舶事故調査報告書のデータ構造を確認し船舶事故調査報告書 DB を試作して同委員会発足時からこれまでに発行された船舶事故調査報告書を投入した。
□ハザード・マップの雛型を作成し、運輸安全委員会がこれをシステム化する際に提供した。またシステムで使用する事故発生場所および通航量のデータを提供した。
□船舶事故調査報告書のうち、衝突海難と転覆海難の各一年分についての発生の経緯を全数調査し、傾向と対策についてまとめた。
□沿海区域における船舶の衝突リスクの調査、平水区域における船舶の衝突および転覆リスクの調査に必要な事故データの提供とリスク算出の一部を分担した。

□経産省のウィンドファームプロジェクトによる衝突リスクの調査に参画し当該海域における通航実態を調査した。
□海難要因分析の際に分析者の分析技能に依存する割合を下げるため、ヒューマンエラー分析手法 CREAM の導入を検討した。具体的には、CREAM で用いる汎用の作業環境指標である「共通作業環境 (CPC)」を操船作業に適用するため、CPC の項目間の依存関係と各項目の評価基準を航海訓練所の航海士に対するアンケート結果にもとづいて設定した。
□東京湾で発生した海難を再現し、操船シミュレータで行った実験を同手法で分析したところ、相手船とのコミュニケーションの不足が衝突の発生確率を高めることがわかった。
□過去に実施された交通流実態調査および交通流シミュレーション実施例を収集し、小型船の割合や航路帯の状況の調査を行った。
□東京湾南岸の交通流シミュレーションを行い、AIS による観測結果との比較を試みた。
□避航操船アルゴリズムの検証を行うため、比較的困難な状況の避航操船のシミュレーションを行い、問題点の抽出と対策案の組み込みを行った。図 1 および図 2 は、困難な遭遇状況のシミュレーション結果の 1 例で、図 1 は、4 船遭遇時の避航時の針路変化、船速および衝突危険度を、図 2 は、各船の航跡と計画航路を示す。また、操船シミュレータにより、避航操船アルゴリズムの実務者による評価を行い、今後のアルゴリズムの修正の知見を得た。
□過去の費用対効果の検証事例の調査を実施し、FSA(Formal Safety Assessment)に基づいた費用対効果の評価に必要な各種数値の現状をまとめた。
□e-Navigation で実施されている費用対効果分析の調査を行い、提案された 7 つの安全対策に対する利得と費用に関する考え方と費用等実データを収集した。

◆特許、発表論文等の成果（24 年度）
・プログラム登録 2 件
・発表論文 6 件
・IEEE ICETET-12 最優秀論文賞受賞

参考図

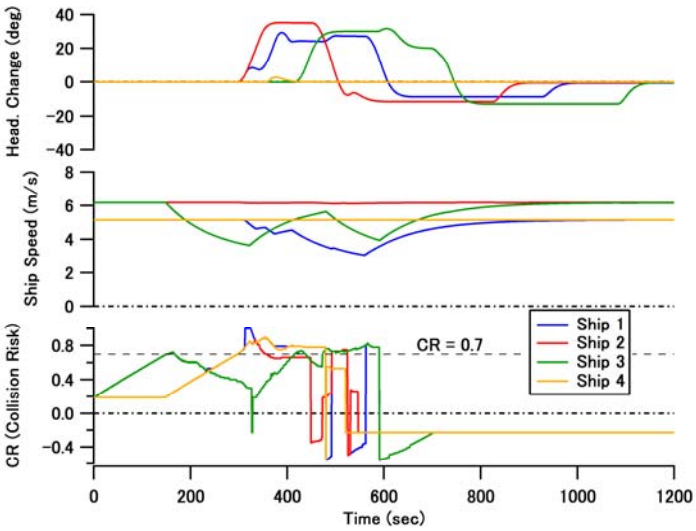


図 1　4 体問題の避航操船結果
変針量、船速変化、衝突危険度の時系列
CR>0.7 で避航操船を開始する。

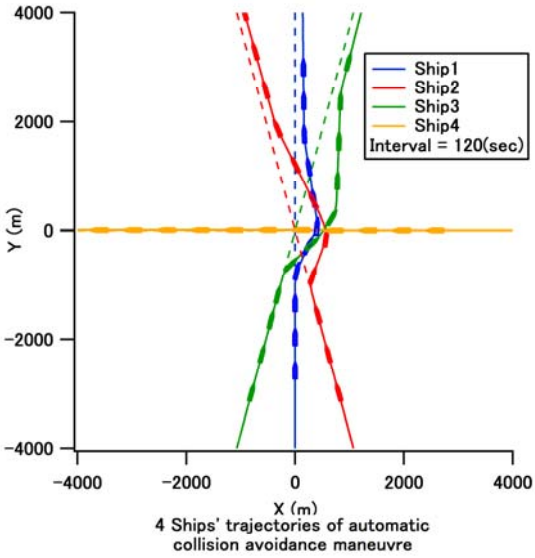


図 2　4 体問題の避航時の航跡
自船(Shp1)の左右と右舷からの
横切りが集中する状況

【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

（６）船舶の更なるグリーン化等を実現するための、ＮＯｘ、ＳＯｘ、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

【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、ＮＯｘ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

－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、ＮＯｘ、ＳＯｘ、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

－舶用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ＮＯｘ３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ＮＯｘ削減のための計測・評価、処理技術等の開発、将来的なＳＯｘ、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

－平成 23 年度に作成した排出量データの将来予測を用いた拡散･大気反応シミュレーションにより将来の大気汚染物質の船舶影響の程度を地理的に把握し、全排出量に対する船舶寄与割合を評価する　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プロトタイプの機能拡張を行うとともに、造船所等の協力のもとプログラムの評価を行う。また、CFD 計算手法に、省エネデバイスの性能を推定する上で欠くことのできないプロペラ影響を模擬するプロペラ体積力モデルを組み込み、モデルの検証を行う

－リアクションポッドシステムにおける最適スケグ形状の設計法ガイドラインを確立し、リアクションポッドシステムの試設計を行う。また、プロペラ一体型実海域省エネデバイスの最適設計ツールを改良し、省エネデバイスの試設計を行う。さらに、２軸船に適した船尾流場制御システムによる馬力低減効果の定量的な評価を行う　等

（６）船舶の更なるグリーン化等を実現するための、ＮＯｘ、ＳＯｘ、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

－ＮＯｘ３次規制に必要な実用化技術の確立のため、実運航を模擬した舶用ＳＣＲシステムの試験を実施し、検査基準の策定に必要となる触媒の劣化特性及び耐久性の評価を行う。また、ディーゼル機関排ガス中の炭化水素分の主要な成分を同定し、その濃度を定量できる計測手法を構築する

－船体付着生物の越境移動リスクを評価するシステムの試設計を行う　等

◆２４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】

◎実海域省エネデバイスの開発に関する研究

・プロペラ前方に設置するダクトの最適設計を確立。キャビテーションを抑制し、波浪中の省エネ効果が高い小径円環ダクト（WAD）を、プロペラと一体として CFD プログラムと水槽試験を活用して開発。

・WAD を活用し、外航船３船型の開発を実施。民間造船所の５船型への WAD 適用を支援。WAD と船型改良を合わせて 10%超の燃費改善効果を実現。規制のフェーズ１（2015 年～）を満たした。我が国のエコシップとして建造を受注。

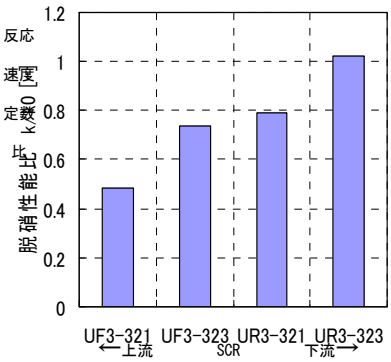
◎実運航性能シミュレータの開発に関する研究

・EEDI 規制において、実海域中の船速低下係数「*fw*」が導入され、風・波のある実運航状態での GHG 排出削減が重要に。実運航性能シミュレータ「VESTA」を実船計測データにより精度検証し、産業界向け実用版としてプログラム登録。

◎NO_X 低減技術の高度化に関する研究

・NO_X３次規制に対応するため、SCR 脱硝システムについて、実船において 10,000 時間の耐久試験（内、脱硝運転は約 2,800 時間）を行い、長期間の性能劣化分析を実施。

・これらをもとに、触媒劣化シミュレーションモデルを構築して、実用運転で必要となる触媒装置の運転モデルを提示。我が国メーカーが製品化開始。

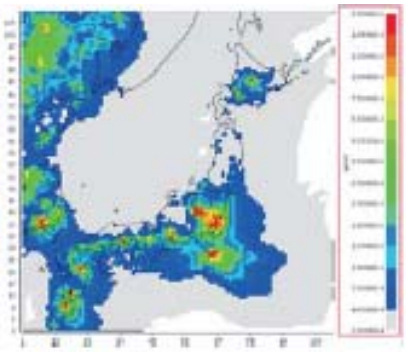


10,000 時間使用後の触媒反応速度

◎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

・日本周辺海域の船舶からの大気汚染物質排出量データ作成。陸上排出源を含む現況（2005 年）・将来（2020 年）の排出量データ及びその関東付近の詳細メッシュデータを作成。

・「放出規制海域（ECA）」導入による経済影響を調査。



大気質シミュレーション結果の一例（SO_2濃度）

◎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

・船尾渦エネルギー回収により推進効率を改善できるツインスケグ船型の最適設計ガイドラインを確立し、幅広型船型のラインシャフト型ツインスケグ船の試設計で、一軸船に比べて約 30%の省馬力を確認した。

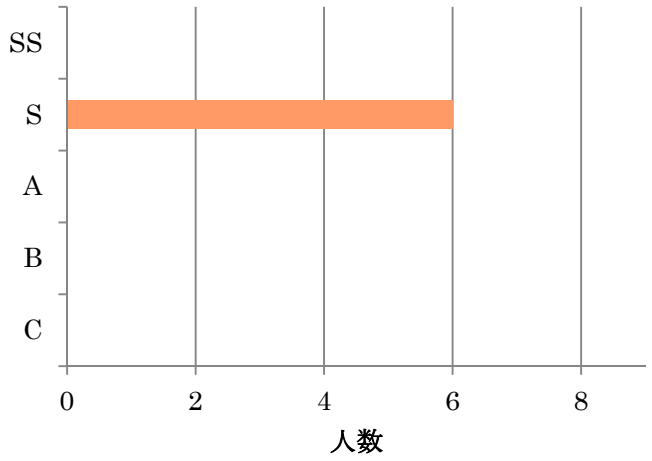
◎船舶に起因する生態系影響の評価技術の構築に関する研究

・外来生物越境移動の原因となる船体付着生物について、規制検討中の国際海事機関（IMO）へ侵略リスク評価手法を提案することを目指し、実船の生物付着量調査等により船体付着生物量解析モデル（評価システム）を開発した。

◆その他適切な評価を行う上で参考となり得る情報

２５年６月１１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：藤久保　昌彦　大阪大学教授）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)

□　省エネデバイスについて、WAD や STEP を発明し、特許を取得、実船に適用されて燃費改善を実現したこと、及び省エネデバイスの性能評価が可能な CFD プログラムを開発したこと等、技術の波及効果が高く社会的効果が大きかった。(大学（船舶工学)、大学（商船学))

□　NO x 3 次規制対応の舶用 SCR 脱硝システムの劣化・耐久性評価、触媒装置の運転モデルの提案をとおして装置の製品化に寄与する等、大きな効果と認められる。(大学（商船学)、大学（船舶工学)、造船業界)

□　大気汚染物質の排出量データ等の作成、船舶寄与率の地理的把握、ECA 設定に伴う経済影響の評価を行い、行政の ECA 導入の検討に貢献したことは、社会的効果が大きかったと考える。(大学（商船学)、大学（船舶工学))

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	❶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
		❷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

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	❶実運航性能シミュレータの開発に関する研究
		❷船舶の省エネ設計のための革新的水槽実験技術の研究
		❸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	❹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
		❺実海域省エネデバイスの開発に関する研究
		❻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

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	○舶用 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	❶NO_X 低減技術の高度化に関する研究
		❷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	❸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
		❹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 CO_2、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	❶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
		❷船舶の省エネ技術の評価に関する研究

研究テーマ　　❶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。

24 年度計画

□平成 23 年度に作成した排出量データの将来予測を用いた拡散･大気反応シミュレーションにより将来の大気汚染物質の船舶影響の程度を地理的に把握し、全排出量に対する船舶寄与割合を評価する。具体的には、
・船舶以外の現況排出源データ（国内陸上排出源）をアップデートする。船舶以外の国内外陸上排出源の将来動向を調査し、将来シナリオ及び将来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。
・ECA 設定を合理的に決定するために有効と思われる評価手法を用いて、人体健康影響評価あるいは環境・生態系影響評価を試みる。
・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。

24 年度の研究成果

□日本周辺海域を対象とする大気質計算に用いる排出量データの更新・調整
・日本周辺海域を対象とする大気質計算に用いる排出量データについて、昨年度までに作成・整備した現況・将来排出量をベースとして、国内陸上発生源（自動車以外）の排出量データの更新、将来シナリオの更新（自動車排出量）等を行った。
・日本周辺海域を対象とする現況・将来排出量データ（2 次メッシュ）の最終版を確定した。当該最終版データは、国土交通省による ECA 技術検討委員会において、日本周辺海域を対象とした大気反応・拡散シミュレーション計算に活用された。
□特定海域を対象とする大気質計算に用いる排出量データの作成
・JPEC（石油エネルギー技術センター）による最新の国内陸上発生源（自動車及び自動車以外）に基づいて、我が国で船舶の航行頻度が最も大きいと考えられる関東地域を対象とする現況・将来排出量データ（3 次メッシュ）を新たに作成し、データの妥当性に関する比較検証を行った。
・当該データは、国土交通省による ECA 技術検討委員会において、日本周辺海域を対象とした大気反応・拡散シミュレーション計算に活用された。
□ECA 設定に伴うコスト／経済影響の評価
・ECA 設定が各種船舶（外航船・内航船・漁船）に与える経済的影響を評価するため、追加の文献調査と各種関係団体を対象としたヒアリング調査を実施した。それらの調査結果等に基づき、我が国周辺に ECA-N 及び ECA-S を設定した場合について、それぞれ以下の想定のもとに、必要な追加コストの見積りを行った。ECA-S への対応としては、2020 年の段階でグローバル S 分規制（0.5%）がかかっているという前提のもと、我が国周辺 200 海里の範囲に ECA-S が設定された場合に、S 分 0.5%の A 重油を低硫黄（0.1%）A 重油（軽油相当）に切り替えるケースを想定した。また、ECA-N への対応としては、尿素水 SCR を設置するケースを想定し、尿素水 SCR 機器の導入に係るコスト及び ECA 海域内で使用する尿素水のコストを追加コスト

とした。

・試算の結果、ECA-S 導入時のコスト上昇分は、外航船全体で 2,100 円／年、内航船全体で 1,400 億円／年、漁船全体で 40 億円／年となった。また、ECA-N 導入時のコスト上昇分は、外航船（タンカー）では SCR 導入コスト 70～123 百万円＋尿素水コスト 32 万円／航海、外航船（コンテナ船）では SCR 導入コスト 130～213 百万円＋尿素水コスト 58 万円／航海、内航船（タンカー）では SCR 導入コスト 4.7～13.5 百万円＋尿素水コスト 1 万円／航海、漁船（沖合底引き網船）では SCR 導入コスト 8～22 百万円＋尿素水コスト 29 万円／航海、漁船（海外まき網船）では SCR 導入コスト 22～62 百万円＋尿素水コスト 5.5 万円／航海などとなった。

□WRF モデルを用いた気象計算精度の向上及び CMAQ モデルを用いた大気質計算

・気象計算精度を向上させるため、SST（海表面温度）の観測データを用いて、日本周辺海域を対象とする海上風・降水量・気圧等の通年（2005 年）計算を実施した（図 1、図 2 参照）。

・2005 年 1 月及び 7 月を対象とした排ガス濃度拡散計算及び結果解析を行った。

□排ガス挙動の“見える化”に関するシステム開発

・気象及び排ガスの 3 次元挙動の可視化システムを構築した。

□海上気象特性を考慮した排ガス拡散モデルの開発

・海上気象特性を考慮した排ガス拡散モデルを開発し、モデルを用いた試算を行った（図 3 参照）。

・上記の排ガス拡散モデルを実船に適用するため、東京海洋大練習船を用いて、実海域船体運動等に伴う排ガス変動の計測を行い、有意なデータを取得した。

◆特許、発表論文等の成果（24 年度）

・特許 1 件

・プログラム登録 1 件

・発表論文 2 件

参考図

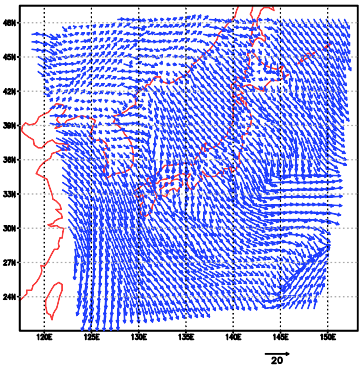


図 1　WRF モデルによる風向・風速分布の計算結果
（2005 年 1 月 1 日 1 時）

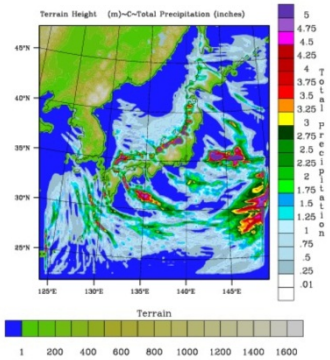
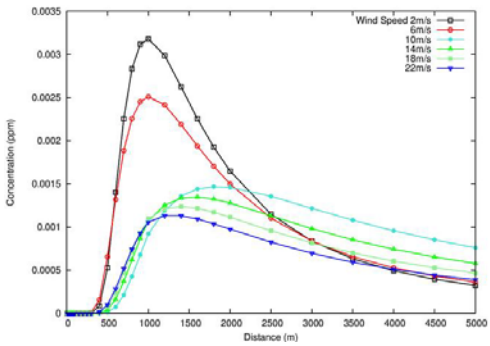


図 2　WRF モデルによる降水量分布の計算結果
（2005 年 1 月 1 日）



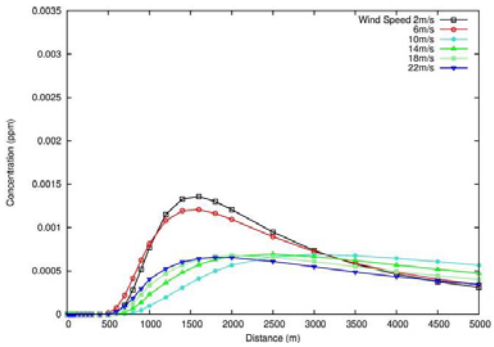


図 3　海上気象特性を考慮した排ガス拡散モデルによる排ガス輸送距離・濃度分布の予測結果
（左図：主機出力が 30%の場合、右図：主機出力が 100%の場合）

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 CO_2、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	❶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
		❷船舶の省エネ技術の評価に関する研究

研究テーマ　　❷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。

24 年度計画

□既存の排ガス処理（NOx 処理技術、SOx 処理技術）および排熱回収技術、燃料変更（LNG 船）、プロペラ付加物等の省エネ（CO_2 削減）技術のうち、船種別規模別に適用可能な環境技術をリストアップし、その導入効果を試算する。
□各種省エネ装置の組み合わせ（推進デバイス等、エンジン以外のものも含む）による CO_2 等低減効果に基づく運航時の排出削減効果等の試算を行う。運航時の排出削減効果と、導入時および運用時のコストを評価する。さらに、コストを考慮した評価関数によるシステム検討を行う。
□環境低負荷内航船の省エネ性能評価指標の提案および省エネ・環境対策機器の導入指針の策定のために、内航船舶の代表的な船種を複数想定し、省エネ・環境対策機器による環境負荷低減効果、初期費用・ランニングコストを算定し、EEDI のような定量的な評価指標を検討する。

24 年度の研究成果

□既存の排ガス処理（NOx 処理技術、SOx 処理技術）および排熱回収技術、燃料変更（LNG 船）、プロペラ付加物等の省エネ（CO_2 削減）技術のうち、船種別規模別に適用可能な環境技術をリストアップした。とくに SOx 処理技術について導入効果を試算し、燃料価格によるものの湿式・乾式いずれの脱硫方法においても燃料脱硫よりコストメリットが生ずることが分かった。
□排熱回収システムの性能解析ソフトの機能向上を図り CO_2 排出削減効果の試算を行った。運航時の排出削減効果と、導入時および運用時のコストと密接に関連する機器サイズとの関係を明らかにした（図１、２参照）。さらに、機器サイズを考慮したシステム検討を行い、評価関数の検討も併せて行った。
□内航船舶の代表的な船種を複数想定し、省エネ・環境対策機器による環境負荷低減効果、初期費用・ランニングコストを算定した。特に、脱硫技術について詳細な検討を行った（図３参照）。

◆特許、発表論文等の成果（24 年度）
・発表論文 2 件

参考図

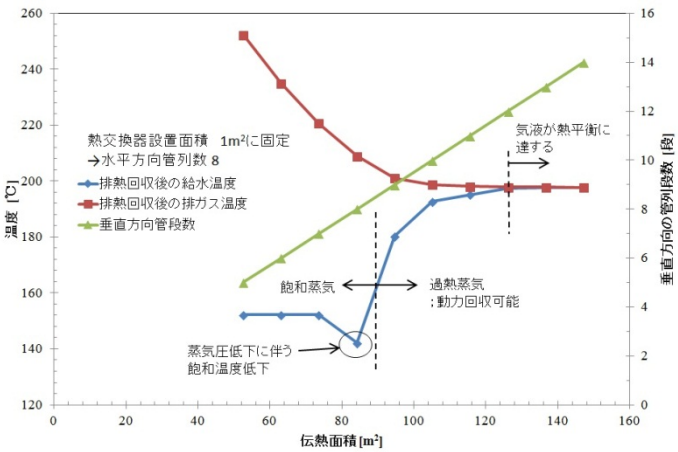


図１　熱交換器高さと回収熱量（設置面積一定）

設置面積を一定としたときの熱交換器高さの増加（伝熱管配列数の増加、すなわち伝熱面積の増加）に伴う熱回収状況の変化（排熱回収後の排ガス温度と給水温度）：伝熱面積が大きすぎると回収熱量が多くなり、排ガスと給水温度の際がピンチポイント以下になる。伝熱面積が小さすぎると動力生成には使えない。現実的な機器サイズが容易に求められる。

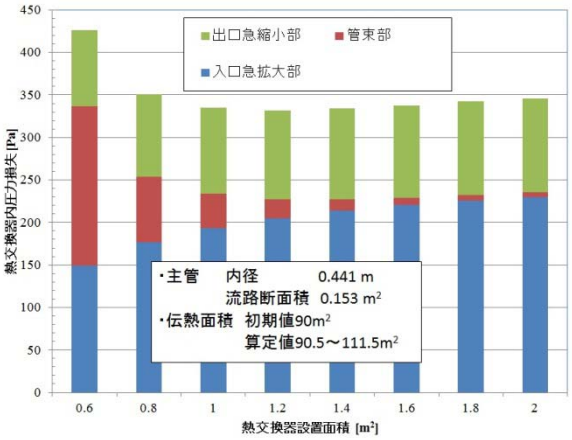


図２　熱交換器設置面積と圧力損失

設置面積を変化させたときの熱交換器による圧力損失の変化：熱交換器につながれている排ガス管の断面積は一定であり、設置面積の増加は熱交換器本体の流路断面積の増加のみを意味する。そのため設置面積が増えると熱交換器内部の圧損は断面平均流速の低下に伴い低下するが、排ガス管と熱交換器の接合部での流路拡大率が増加するため出入口部での圧損は増加する。排ガス流路系の圧損はエンジンの燃費に影響するが、容易にそれを見積もることができる。

図３　燃料脱硫と船上脱硫のコスト比較

燃料脱硫と船上脱硫のコスト比較（749GT 級を想定）：検討した条件（機器導入費用や脱硫剤コスト等）においては、湿式脱硫がもっともコスト的に有利である。また、低硫黄燃料の供給価格は現状の C 重油価格に比し 1.2～1.5 倍程度まで上昇すると予想されているが、その場合乾式脱硫においても十分コストメリットが見いだされる。

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 CO_2 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	❶実運航性能シミュレータの開発に関する研究
		❷船舶の省エネ設計のための革新的水槽実験技術の研究
		❸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	❹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
		❺実海域省エネデバイスの開発に関する研究
		❻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　　❶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。

24 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プロトタイプの機能拡張を行うとともに、造船所等の協力のもとプログラムの評価を行う。具体的には、
・実運航性能シミュレータ(VESTA)及び船体パラメータ及び船体性能推定プログラム(UNITAS)の改良・検証。
・喫水・トリム変化による平水中・波浪中性能変化の調査。
・波浪中船尾流場計測試験による波浪中自航要素評価技術の開発・検証。
・実船計測データによる燃費、推進性能評価法の検証

24 年度の研究成果

□船社・造船所ヒアリング内容を反映し、海象状態の任意入力、波浪スペクトラムの選択、IMO ガイドラインに従った EEDIweather 計算機能など、実運航性能シミュレータ(VESTA)及び船体パラメータ及び船体性能推定プログラム(UNITAS)の機能更新版を作成した。（図 1 参照）
□実海域の喫水・トリム影響評価のため、水槽試験結果をベースとした PCC 船型の最適トリムチャートを作成（図 2 参照）
□マイクロバブルを使用した PIV（粒子画像流速測定法）による波浪中船尾流場の計測を実施し（図 3 参照）、平水中流場との違いを元に特許出願。
□船尾変動水圧振幅を考慮した波浪中自航要素評価モデルの開発（図 4 参照）。
□実船計測データにより実海域での燃費、推進性能評価法を検証（図 5 参照）。
□IMO/MEPC64 において、実海域における船速低下影響係数 f_w 計算の暫定試行ガイドラインが承認（図 6）。
□波浪中抵抗増加を低減する省エネ装置 STEP の内航 RoRo 船への実船装備を開始（図 7）。

◆特許、発表論文等の成果（24 年度）
・特許 2 件
・プログラム登録 1 件
・発表論文 20 件

参考図

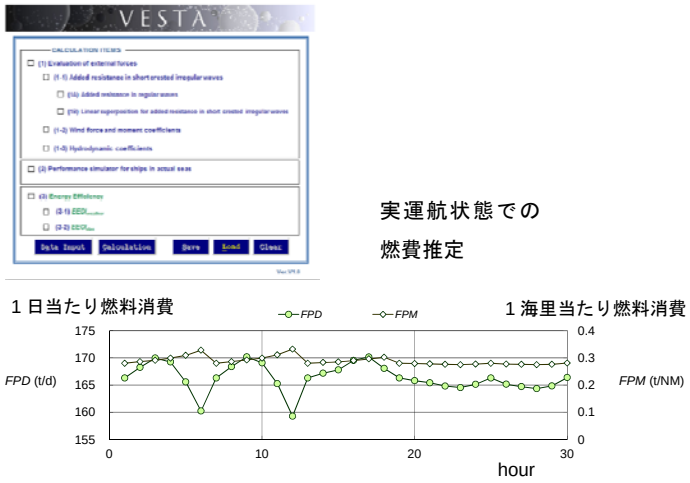


図 1　実運航性能シミュレータ(VESTA)機能更新

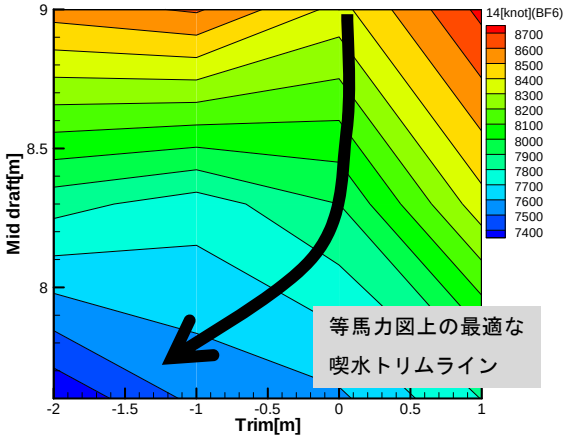


図 2 最適トリムチャート（PCC）

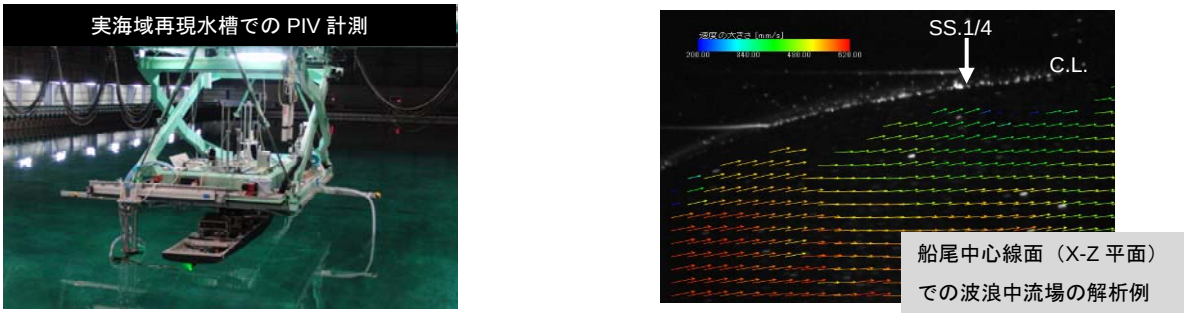


図 3 マイクロバブル PIV による波浪中船尾流場計測（PCC）

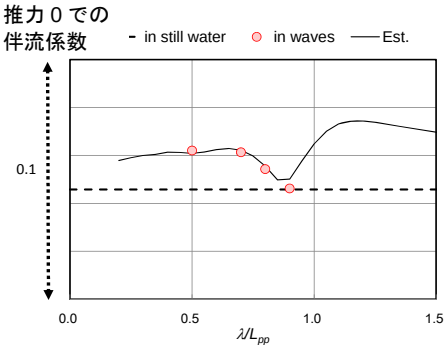


図 4　変動水圧振幅を用いた波浪中自航要素の
モデル化（バルカー（向波））

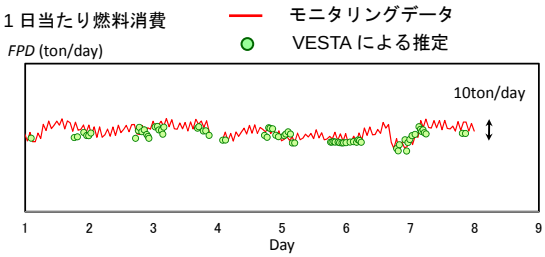


図 5 実海域燃費の実船検証（コンテナ船）

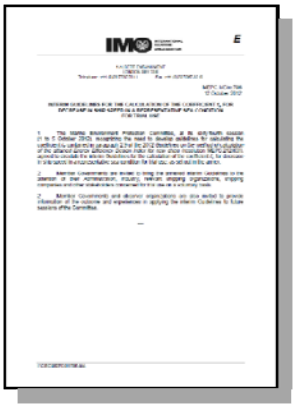


図 6　f_w 計算の暫定試行ガイドライン（MEPC.1/Circ.796）

内航 RoRo 船

図 7　波浪中省エネ装置 STEP の実船装備

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 CO_2 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	❶実運航性能シミュレータの開発に関する研究
		❷船舶の省エネ設計のための革新的水槽実験技術の研究
		❸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	❹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
		❺実海域省エネデバイスの開発に関する研究
		❻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　　❷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舶用機関系統の最適設計ツール。
□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。

24 年度計画

□波浪中でのプロペラ負荷変動と機関応答の計測試験法を確立するため、舶用機関の動特性を模擬する自航装置を開発する。また、これを用いた波浪中自航実験を実施して、入射波−船体運動−プロペラ負荷変動−主機応答の同期計測を行う。
□上記の実験ならびにデータ解析から実験技術上の課題を抽出し、改良を行って、機関特性を模擬する自航装置を用いた実験技術ならびにデータ解析技術の確立を目指す。
□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度を実船に一致させる荷重度変更自航試験システムを用いて実海域再現水槽において波浪中船速低下量の直接計測をおこなう。
□昨年度製作した同システムを自由航走模型実験に適用し、その有効性確認と実験技術上の課題抽出をおこない、必要な改良をおこなった上で、プロペラ荷重度を制御した実験技術の確立を目指す。

24 年度の研究成果

□開発した機関特性を模擬する自航装置をコンテナ船の４m模型に搭載し、実海域再現水槽において平水中ならびに波浪中自航試験を実施した。（写真１参照）　本試験により波浪中自航時のプロペラ回転数・トルク・スラスト変動，波浪中船速低下，燃料消費量，船体運動等の計測データを得た。（図１参照）　また、主機特性模擬制御に加え、回転数一定制御、トルク一定制御による自航試験も実施した結果、制御の違いにより試験結果にかなりの差が認められた。実海域性能の評価には、主機特性を考慮したプロペラ回転数制御が求められるであろう。一方、規則波中での Surge 運動には制御の違いによる差は殆ど認められず、波浪中動揺に与える影響は殆どないことが分かった。
□曳引車から自走模型船に所定の補助推力を与えることで自走試験におけるプロペラ荷重度を自由に調整できるようにするための手法（特許申請中：荷重度変更自走試験法および装置）に基づき、波力測定装置を使ったシステムを製作した。その性能を試したところ、波力測定装置の機械的摩擦等の影響が自由航走模型船に無視できない影響を与えることがわかった。そこで、同じ手法に基づき、ダクトファンを用いた装置を試作して試したところ平水中で十分な性能を有することが確認できた。（写真２参照）。

◆特許、発表論文等の成果（24 年度）
・特許 1 件
・発表論文 4 件
・22nd ISOPE Conference 2012 にて C.H. Kim 賞受賞

参考図

写真１　主機特性模擬自航装置を搭載した４ｍコンテナ船模型による実海域再現水槽における波浪中自航実験

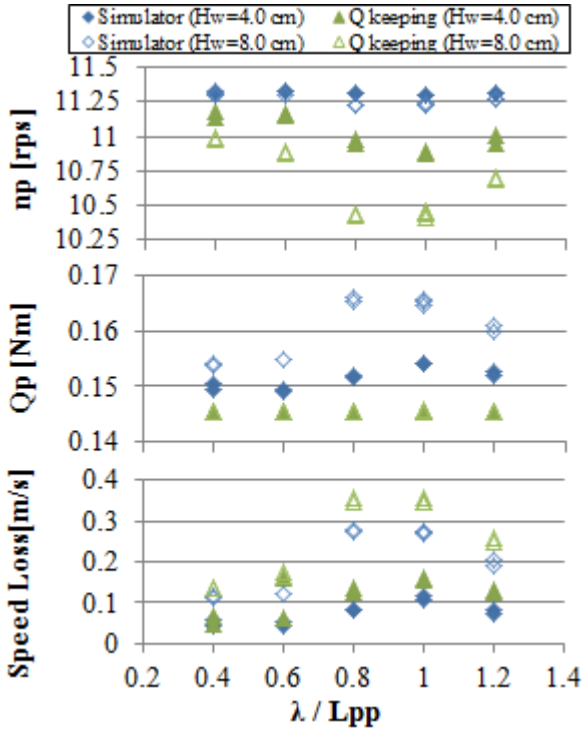


図１　規則波向波中の自航試験結果

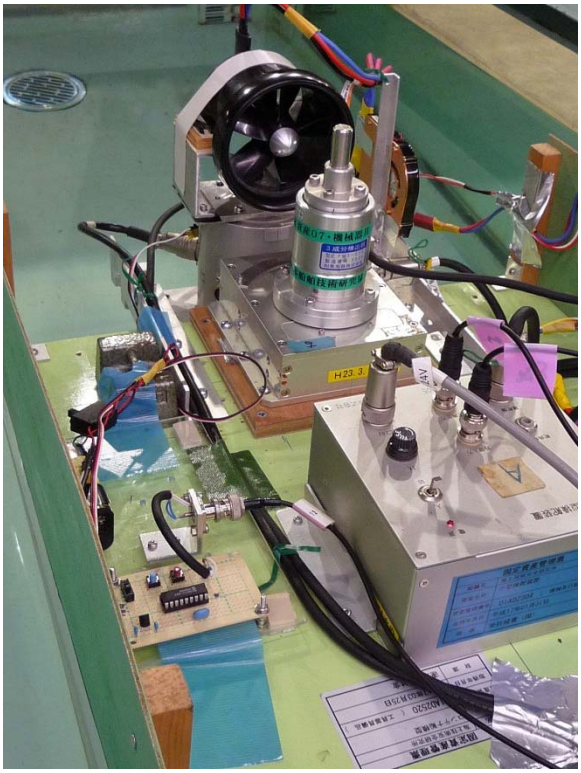


写真２　試作したダクト型補助推力装置

中期目標課題　③　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 CO_2 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	❶実運航性能シミュレータの開発に関する研究
		❷船舶の省エネ設計のための革新的水槽実験技術の研究
		❸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	❹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
		❺実海域省エネデバイスの開発に関する研究
		❻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　　❸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。

24 年度計画

□CFD 計算手法に、省エネデバイスの性能を推定する上で欠くことのできないプロペラ影響を模擬するプロペラ体積力モデルを組み込み、モデルの検証を行う。具体的には、
・重合格子法を適用した NS ソルバーに大規模・高速計算を可能にする並列化手法等を組込む。
・簡易プロペラ理論に基づく体積力モデルを NS ソルバーに組込む。
・波浪中の船体運動シミュレーションを実施し、各種モデルを検証する。
・取扱える省エネデバイスの数を増やし、それらの格子生成・変形・重合格子情報生成モジュールを開発する。
・重合領域における格子サイズや格子点密度に対する数値実験を行い、格子依存性を検証する。

24 年度の研究成果

□大規模・高速計算を可能にするため、NS ソルバーを並列化対応にした。
□船尾のプロペラ影響を再現するため、NS ソルバーに簡易プロペラ理論に基づく体積力モデルを組込んだ。本ソルバーを用いて、ステータを装着した船尾の自航流れをシミュレートし、本プロペラモデルの妥当性を確認した。（図 1 参照）
□向波中を直進するタンカーの船体運動シミュレーションを実施し、波高や wake に関する水槽試験結果と比較することにより、船体運動モデルや乱流モデルに関する検証を行った。（図 2 参照）
□線型補間に基づく簡易な重合格子前処理ソフト GTOOL でボリュームフィンやステータを取扱えるように機能を追加した。また、スプライン補間に基づき、汎用かつ詳細な形状表現が可能な UP_GRID を、ステータを始めとする各種フィンやストラットへの対応も可能にした。さらに、トリミング機能の強化や格子ブロックの補間情報の高精度化を行うとともに、入出力のコマンド化を行った。一例として、UP_GRID で作成した船尾、船尾フィン、舵、舵フィンの格子と計算結果である物体表面の圧力分布を図 3 に示す。
□舵付き船型を対象に舵格子の解像度が船尾流れに与える影響を検証した。（図 4 参照）

◆特許、発表論文等の成果（24 年度）
・プログラム登録 3 件
・発表論文 8 件
・「海の日」海事関係功労者国土交通大臣表彰受賞

参考図

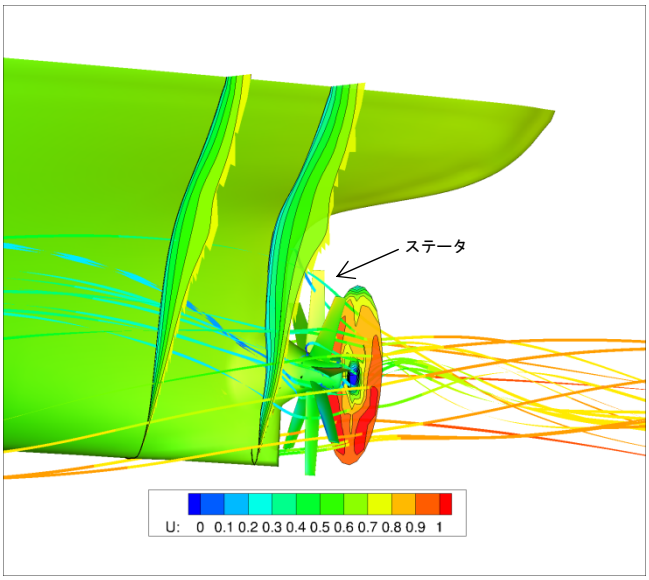


図１：ステータ付き船尾まわりの自航流れ

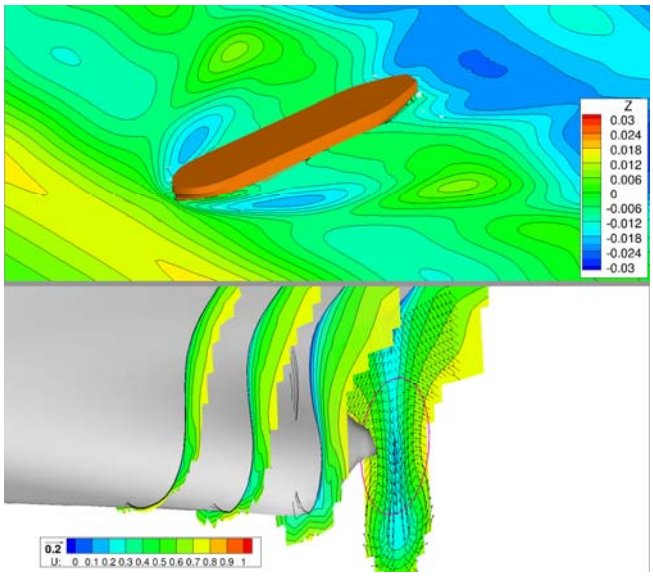


図２：波浪中を直進する肥大船の運動[λ/L=1.1]
（上図：波高分布、下図：wake 分布）

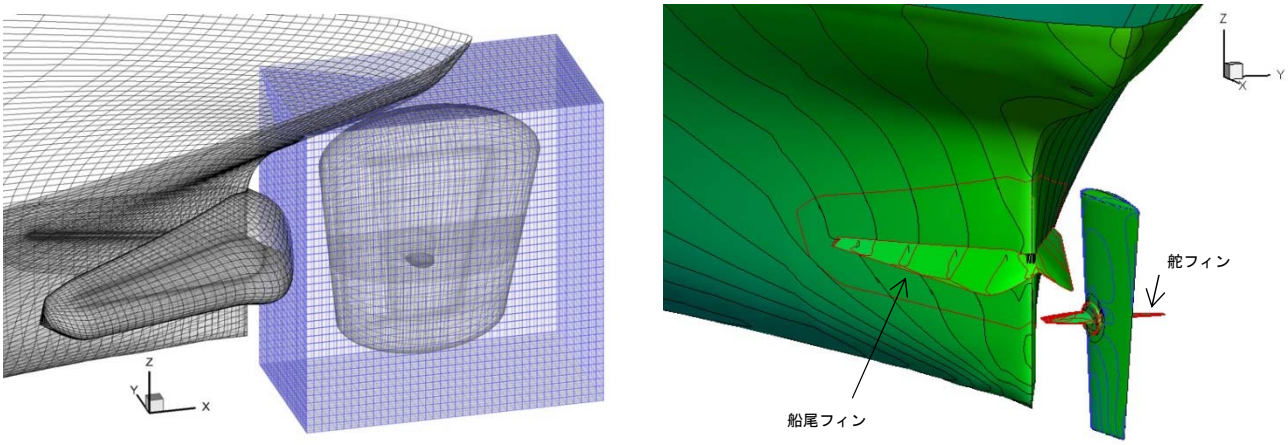
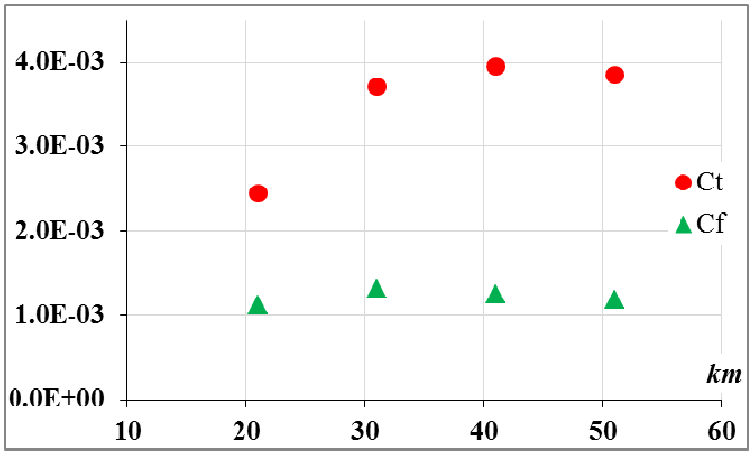


図３：船尾フィン、舵、舵フィンがついた船尾まわりの流れ
（左図：up_grid で生成した各ブロックの格子、右図：計算した物体表面の圧力分布）



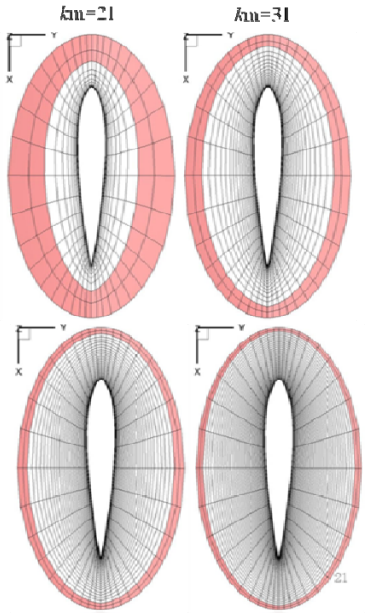


図４：舵力に対する舵格子の解像度影響
（km は境界層方向の格子点数、Ct は全抵抗、Cf は摩擦抵抗。
なお、右図は舵中央断面の格子、桃色は receptor セルを示す。）

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 CO_2 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	❶実運航性能シミュレータの開発に関する研究
		❷船舶の省エネ設計のための革新的水槽実験技術の研究
		❸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	❹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
		❺実海域省エネデバイスの開発に関する研究
		❻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　　❹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。

24 年度計画

□リアクションポッドシステムにおける最適スケグ形状の設計法ガイドラインを確立し、リアクションポッドシステムの試設計を行う。具体的には、
・リアクションポッドシステムにおいて抵抗を抑えながら、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できる船尾スケグ形状の設計法ガイドラインを作成する。
・前年度構築した海技研における船型開発フロー（線図生成、CFD、水槽試験及び船型評価）のサイクルを何度も回すことにより、船型開発技術を効率化・高度化して、開発した設計法をベースに建造船を対象としたリアクションポッドシステムの試設計を実施する。
・二軸船に対応した CFD の利用技術を高度化では、Unit-base analysis(POD&Strut までを推進器とみなす解析)を、CFD を用いて行うことの出来るシステムの構築、および CFD と非粘性有限翼数プロペラ理論のカップリングを行う。
・前年度実施した伴流の旋回成分に関する試験結果を利用して、二軸船の実船馬力推定法をまとめる。

24 年度の研究成果

□CFD を用いてツインスケグ船型の船尾スケグ形状についてのパラメトリックスタディを実施し、船尾スケグ形状と抵抗値・自航要素の関係を明らかにした（図 1 参照）。また、スケグ形状の設計をプロペラ・舵も含めた設計法に拡張し、舵の上下で断面のキャンバー・迎角分布を変えることでスケグの作る回転流を最大限回収し推進効率を改良する設計フローを確立した（図 2 参照）。
□上記設計手法と CFD 利用ガイドラインを基に、造船会社向け 2 軸ラインシャフト船を開発し、1 軸原型船と比べ EEDI を 30%以上改善した。
□CFD を用いた Unit-base 解析システムの構築を行い、ポッド付き 2 軸船の推進性能を精度良く推定出来ることを示した（図 3 参照）。プロペラの 3 次元形状を CFD で求めた流場に反映させ、船体とプロペラとの干渉を考慮できるインターフェースを開発した（図 4 参照）。異なる要目の 2 軸船において、本研究で用いた CFD 計算手法を使用すれば、自航要素を約３%の誤差範囲内で推定できることを示した。
□前年度の検証実験をもとに、伴流率だけではなく推力減少率の尺度影響を考慮できる馬力計算法を提案した

（図５参照）。また、実船スケール CFD によるポッド推進器の尺度影響評価を行い、ポッド付き船型の実船性能推定に資するデータを得ると共に、ITTC 法との違いを流体力学的に考察した（図６参照）。

◆特許、発表論文等の成果（24 年度）
・プログラム登録１件
・発表論文 ６件

参考図

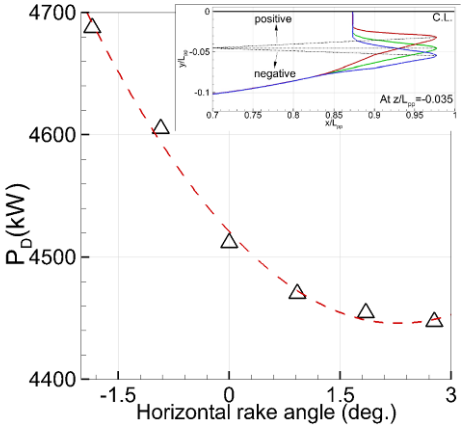


図 １ ２軸船スケグ形状と推進性能の関係

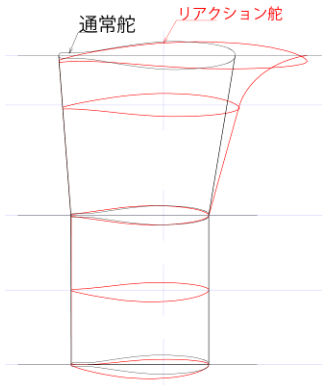


図 ２ ツインスケグ型２軸船型に適した舵の設計例

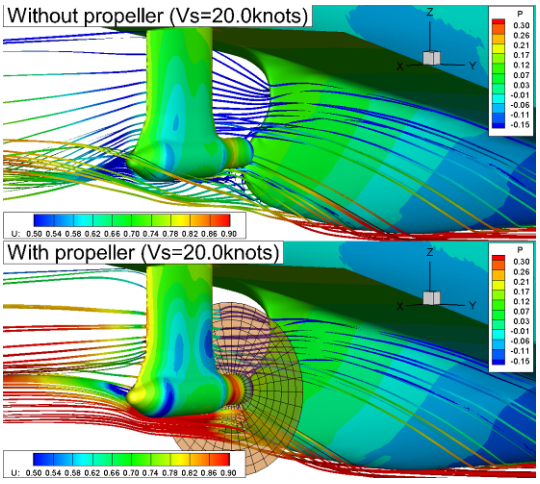


図３　ポッド付き２軸船の船尾流場(抵抗・自航)

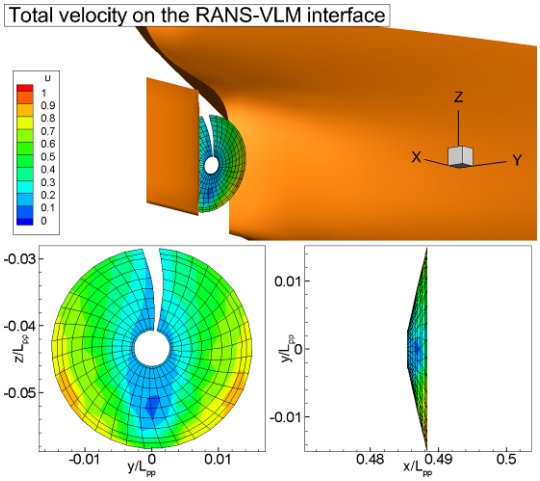


図４　CFD-有限翼プロペラモデルの
結合インターフェース

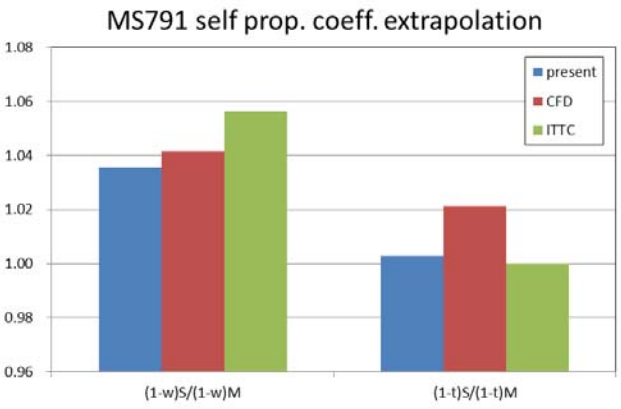


図 5 自航要素の尺度影響評価

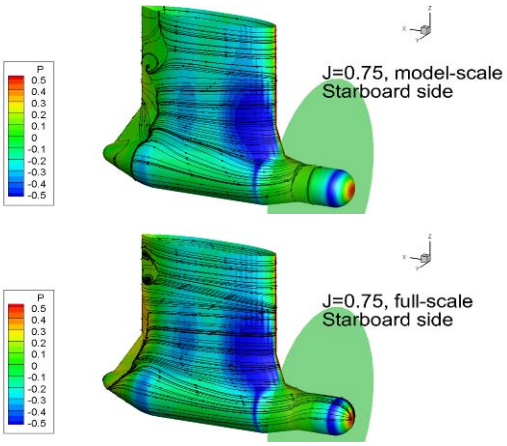


図 6 ポッド推進器の尺度影響評価

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 CO_2 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	❶実運航性能シミュレータの開発に関する研究
		❷船舶の省エネ設計のための革新的水槽実験技術の研究
		❸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	❹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
		❺実海域省エネデバイスの開発に関する研究
		❻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　　❺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。

24 年度計画

□プロペラー体型実海域省エネデバイスの最適設計ツールを改良し、省エネデバイスの試設計を行う。さらに、２軸船に適した船尾流場制御システムによる馬力低減効果の定量的な評価を行う。具体的には、

・プロペラー体型実海域省エネデバイスを船種の異なる３－４船型に適用し、その適用可能範囲を調査する。また平行して H２３年度開発した理論計算プログラムの適用性を検討するとともに、汎用的な最適設計ツールとする。その改良のため、曳航水槽における自航試験とキャビテーション水槽における流場計測を行う。

・造船所と協力して船尾振動の現実的な対策とその効果予測をまとめて、今後の 1 軸船適用の際の参考資料とする。

・インペラ方式の境界層吸い込み方式で、精度の高い計測システムを再構築し、吸い込み必要馬力を定量的に評価する。副次的効果として、自航要素の改善効果や操縦性への効果などの検討を行い、これまでに無い新しいコンセプトの船型の検討へつなげる。コンテナ、フェリー等を対象とした試設計を行う。実船ではポンプ方式の採用が考えられるため、同方式による馬力低減効果の定量的な評価法を検討する。

24 年度の研究成果

□プロペラダクト一体型省エネデバイスの簡易設計手法を開発し、複数の船型に対して設計を行った。水槽試験を実施した結果、本装置単体で 5%程度、他の省エネ装置との併用で 8%程度の高い省エネ効果が期待できることが判った。さらに本設計法を用いて最適ダクト設計手法の開発に必要な系統試験のためのダクト模型を設計製作した（図１参照）。本試験は H25 年度に実施予定である。波浪中試験及び斜航試験を実施することにより、波浪中、操縦運動中にダクトにかかる流体力を推定する手法を開発した。

　本研究の成果を基に現在、我が国の造船会社と共同で本装置を搭載した実船建造計画を 1 船型について進めており、さらに４船型で検討中である。

□内航船及び大型外航ばら積み船の振動計測を実施するとともに、空気潤滑法による船尾低減案を一つの例として、気泡流シミュレーション等を用いて検討した。空気潤滑法の効果を初期設計段階で把握することを目

的とし、ランキンソース法と単一気泡運動方程式を解く気泡流シミュレーション法を開発した（図２参照）。空気吹き出しパラメータに関する試験を実施し、吹き出し方法の差異に対する摩擦抵抗低減傾向について新たな知見を得た。これらの成果を活用し内航船等数種類の船型に対して空気潤滑法に対する効果を試算した。当所における一連の研究成果は、空気潤滑システムを装備した大型外航バラ積み船や内航船が建造に反映された。

□超肥大肥大船を対象に、境界層吸い込みにより推進性能がどの程度改善されるか水槽試験で検証した。その結果、箱舟に近い船尾で 2 次元的な剥離が生じるような船型に、船尾で吸い込んだ境界層流を剥離域に吹き出すことにより流れの剥離を抑えることができること、その結果、模型船馬力で 18%減を得ることができた（図 3、図 4 参照）。

◆特許、発表論文等の成果（24 年度）
・特許 3 件
・プログラム登録 1 件
・発表論文 4 件

参考図

図 1　系統的試験に用いるダクトのシリーズ模型

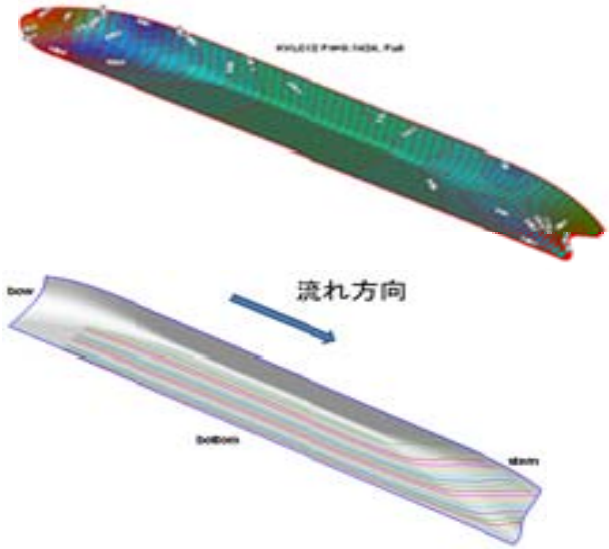


図２　気泡流シミュレーションのための流れの計算（上）、４船底から吹き出した気泡流の船底における軌跡(下)

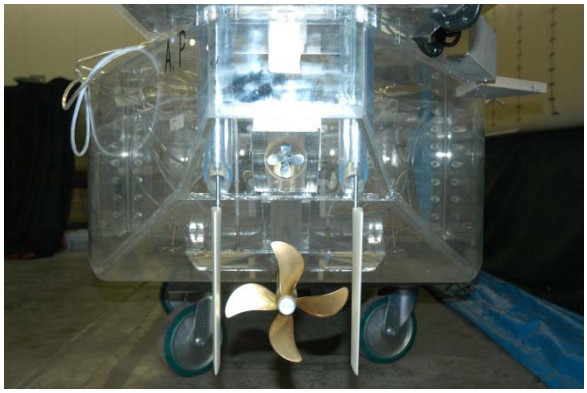


図３　境界層吸い込み用の透明模型

図 4　吸い込んだ流体をプロペラチップ付近に放出し、推進性能の改善を図る。

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 CO_2 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	❶実運航性能シミュレータの開発に関する研究
		❷船舶の省エネ設計のための革新的水槽実験技術の研究
		❸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	❹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
		❺実海域省エネデバイスの開発に関する研究
		❻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　　❻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 CO_2 削減を実現するための舶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。

24 年度計画

□将来の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の概念設計を進める。さらに，実用ハイブリッド技術構築のための実現可能性調査を進め，ハイブリッド技術を実用・普及させるための技術課題を取りまとめる。
□将来のハイブリッド船舶の開発に貢献するために，エンジンダイナミクスに関連したディーゼルエンジンの陸上試験を実施するとともに，シミュレーション開発を行う。
□昨年度までに進めてきた省エネ化のための排熱回収技術に関する研究開発を実施し，各種船舶への適用可能性について考察する。
□舶用ディーゼルエンジンのハイブリッド化による CO_2 削減効果の確認試験として、制御ロジックの試験用プログラム開発並びに制御シミュレーション開発を行う。
□ハイブリッド・インジェクション・システム（HIS）を用いて，ディーゼルエンジン実験を実施し、本システムの特性を的確に把握するとともに，優位性を確認する。

24 年度の研究成果

□実船試験等を行うことで数種類の船舶の運航データを収集し，実用ハイブリッド技術構築のための知見を得た（図 1，図 2 参照）。
□負荷変動に対応するためのエンジンダイナミクスに関連したディーゼルエンジンの陸上試験を実施した。さらに，エンジンと船体を組み合わせたシミュレーション開発を進め，学術論文としてまとめた（図 3 参照）。
□各種排熱回収技術に関する陸上並びに実船試験を行い，主に小型の船舶を対象とした適用可能性を詳細に考察した（図 4，図 5 参照）。
□電気推進船と大容量蓄電デバイスを組み合わせたハイブリッド船を想定し，制御系やエンジンの運転状況を含めた試験並びに検討により，発電機の運転台数を減らすことにより CO_2 削減効果が得られることを確認した。
□HIS や EGR（排ガス再循環），エマルション燃料を用いたディーゼルエンジンの実験を実施し，NOx やスモー

ク等の排ガス特性を含めたエンジン特性を詳細に評価した。その結果，エマルション燃料と HIS を組み合わせることで，NOx 及びスモークを低減したまま，主噴射燃料の着火遅れを改善可能であることを確認した。

◆特許、発表論文等の成果（24 年度）
・特許 6 件
・発表論文 3 件

参考図

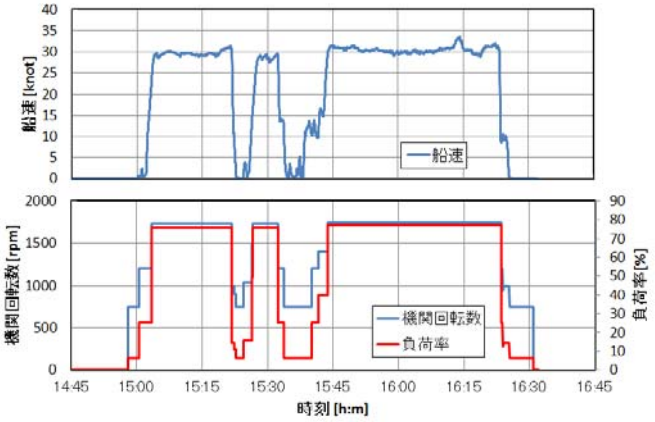


図 1　高速旅客船の実船計測例

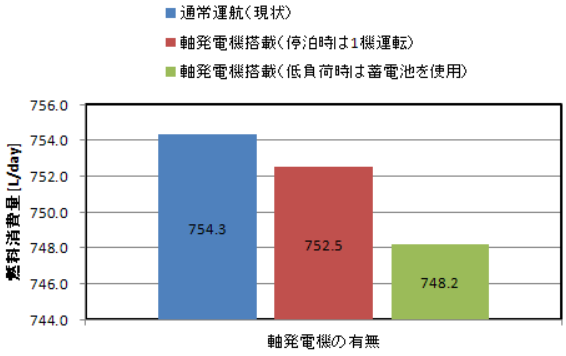


図 2　小型旅客船のハイブリッド化による省エネ効果の検討例

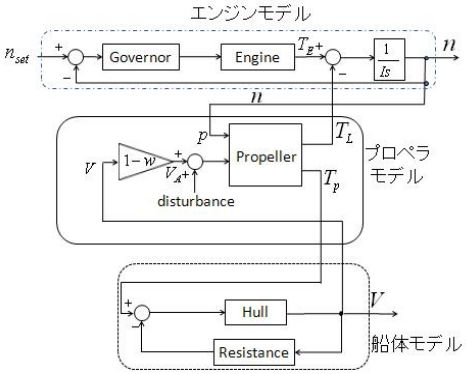
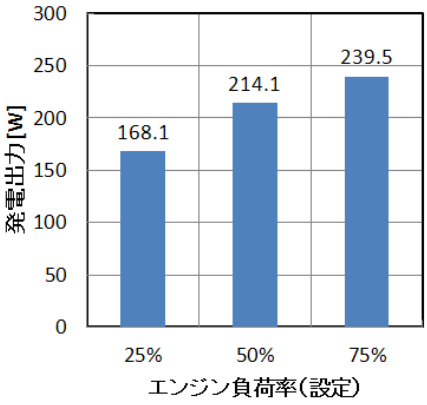
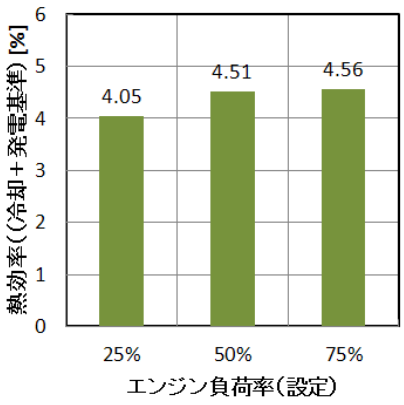


図 3　エンジンと船体を組み合わせたシミュレーションモデル

図 4　小型船舶に搭載した排熱回収熱電発電システム



(a) エンジン負荷率に対する発電出力



(b) 排熱回収システムの熱効率

図 5　排熱回収熱電発電システムに実船試験結

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

船舶からの CO_2、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となる性能評価手法の開発及び高度化に関する研究	○舶用 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、処理技術等の開発等	❶NO_X 低減技術の高度化に関する研究
		❷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　等	❸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
		❹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　　❶NO_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舶用 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。

24 年度計画

□ＮＯ$_x$３次規制に必要な実用化技術の確立のため、実運航を模擬した舶用ＳＣＲシステムの試験を実施し、検査基準の策定に必要となる触媒の劣化特性及び耐久性の評価を行う。具体的には、
・実運航を模擬した SCR 脱硝システムの試験を実施し，耐久性を評価する。
・出港時のコールドスタートに起こり得るスリップアンモニアや高濃度 NOx 等の有害排出物に関する調査を行い，技術課題並びにその解決方法を明らかにする。
・平成 23 年度に引き続き，SCR 脱硝システムの認証のための試験を行い，認証方法についての技術資料を取りまとめる。
・NOx 低減の実用技術について詳細に調査し，技術資料をまとめる。
・電子制御された燃料噴射装置を設置したエンジンに SCR 脱硝装置を連結した状態での運転試験結果を詳細にまとめ，技術資料をまとめる。

24 年度の研究成果

□セメント運搬船の３号発電機(350kW)の排気管に設置した SCR 脱硝システムにより，約２年間使用された脱硝触媒（排ガス暴露約 10000 時間，脱硝運転約 2800 時間）を回収し，耐久性評価を実施した（図 1，図 2 参照）。
□アンモニアの触媒への吸着現象を考慮したシミュレーションを用いて，コールドスタート時においても，脱硝を行いながら，スリップアンモニアを抑制することが可能であることを確認した。
□SCR 脱硝システムの認証技術に関連して，認証方法の違いによる計測精度の相違を明らかにした（図３参照）。さらに，定期的検査時の確認項目やその方法，触媒の幾何学的形状が脱硝性能及ぼす影響等について，陸上試験等を踏まえて技術資料を取りまとめた。
□EGR やエマルション燃料等の NOx 低減のためのインエンジン技術についての基礎実験を実施し，特にエマルション燃料によりスモークの大幅な低減が図られることを確認した（図４参照）。

□当所に設置されている電子制御燃料噴射装置を設置した舶用ディーゼルエンジンに SCR 脱硝装置を連結した状態で運転試験を行い，NOx 3 次規制に必要な実用化技術を検討した。その結果，電子制御燃料噴射装置を用いて NOx 排出率や燃料消費率を調節できる領域は低負荷時に大きいこと，NOx 濃度が高い条件であっても SCR を用いることで NOx 3 次規制を満足できること等を確認した。

◆特許、発表論文等の成果（24 年度）
・発表論文 6 件
・日本マリンエンジニアリング学術講演会優秀講演賞受賞
・平成 24 年度日本マリンエンジニアリング学会賞（奨励賞、ロイドレジスター奨励賞）」

参考図

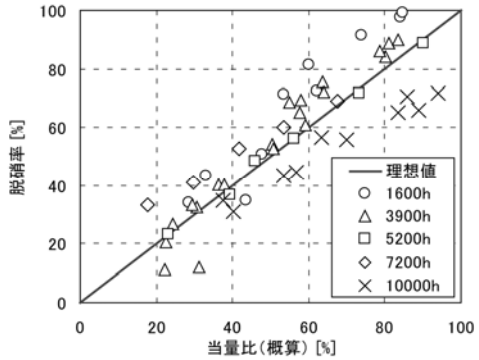


図 1　実船試験結果（10000 時間排ガス暴露）

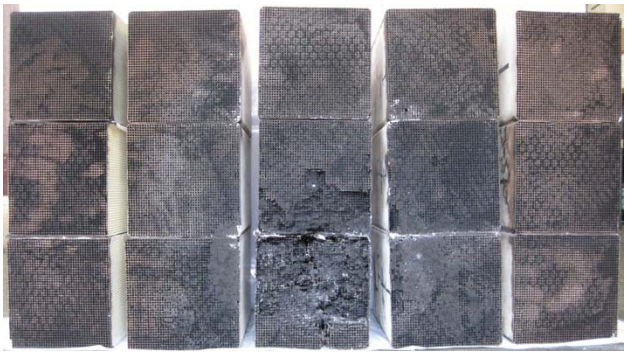
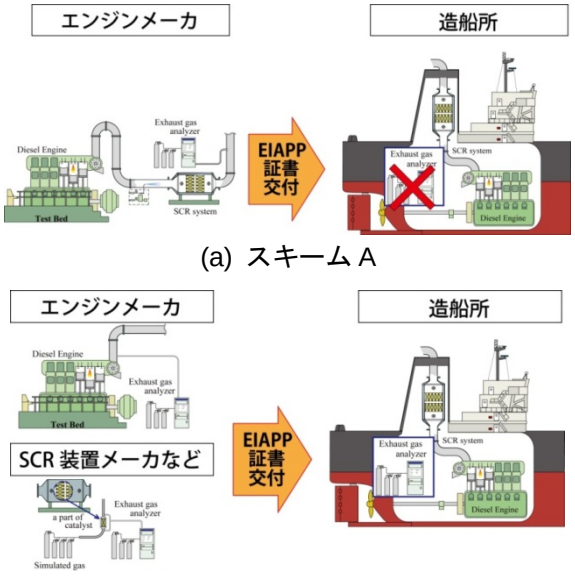


図 2　10000 時間排ガス暴露後の触媒上流部



(a) スキーム A

(b) スキーム B

図 3　SCR 装置が装備されたエンジンの認証方法

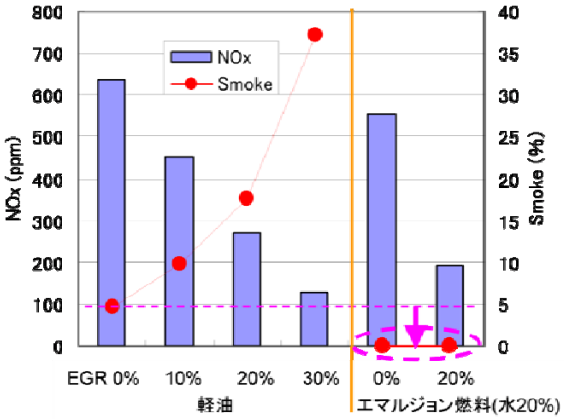


図 4　EGR 及びエマルション燃料による NOx 低減技術

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

船舶からの CO_2、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となる性能評価手法の開発及び高度化に関する研究	○舶用 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	❶NO_X 低減技術の高度化に関する研究
		❷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　等	❸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
		❹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　　❷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。

24 年度計画

□ディーゼル機関排ガス中の炭化水素分の主要な成分を同定し、その濃度を定量できる計測手法を構築する。具体的には、

・排ガス後処理システムについて、個別の要素シミュレータとそれらを統合するためのプログラム間インターフェースの作成および要素試験法の決定。性能評価ツールの仕様を確定し、処理システムの評価指標を定める。

・天然ガスエンジンの実用化に必要な環境整備のモデル案を提案。

・PM やブラックカーボン（BC）の規制動向と排出低減技術について調査。セラミックフィルターなどの船舶への適用可能性について検討。BC の測定法による採取サンプルの性状の違いを明らかにし、光吸収特性を測定可能な形での BC の採取方法を提案。

・全炭化水素計測装置の指示値の 8 割を占める主要成分の同定と定量のための計測手法の構築。

24 年度の研究成果

□排ガス処理システムの要素シミュレータについて、SCR、固定層、流動層の圧力損失についてモデル化を行った。そのうち SCR と流動層については過去の海技研での実験結果と比較し、内部圧力損失を精度高く予測できた。（図 1, 2 参照）

□天然ガスを主燃料とする外航コンテナ船の経済性運用の評価とそれに係わる課題を調査検討し、SCR を搭載した油焚きコンテナ船と経済的に競争可能であることが明らかになった。

□BC 規制への対応については、BLG 資料をもとに計測装置の製品調査を行った。それをもとに様々な方式の

計測装置 7 種を用いてエンジン運転条件を変えた排ガス計測実験を行った。計測法としては、フィルター式及びレーザー式スモークメータを用いた方法が最も簡便で計測値も安定していた。いずれの計測法もサンプル採取ラインの加熱が必要と考えられ、計測法の問題点を明らかにできた。（図 3 参照）　また、舶用乾式脱硫装置実用化のための装置規模とコストの試算を他の脱硫対策技術と比較して行った。乾式脱硫については、流動層型の実排ガス実験装置を作製し実験を行った。新しく Na 系の材料を用いて新規脱硫剤を試作したが、ガス雰囲気が異なる場合に、微細構造が変わって比表面積も変わる可能性があり、次年度に詳細な分析を行う予定である。

□PM2.5 前駆物質の定量評価を可能にする計測手法の構築を目標とし、２種類の排気捕集方法の検討を行った。一つ目は、PM 計測に使用する分流希釈法を利用して、希釈排気を採取し、希釈比を掛けることで排気中濃度を求める方法であり、もう一つは、赤外線式 CO2 計に使用する除湿装置(前処理装置)を利用して、試料を採取する方法である。排気中濃度が最も高いエチレンにより、両者を比較したところ、後者は前者に対して数割低い値を示した。この原因は、排気中の水分が後者の配管中で凝縮し PM2.5 前駆物質を吸収したためと考える。機関の排出率を求める場合には注意が必要であるが、本年度は全炭化水素計測装置の指示値との比較を目標としたため、後者の方法を採用した。

C7 までの炭化水素分について、恒温型 GC-FID（パックドカラムを使用）のオーブン温度を 3 種に設定し、炭化水素数ごとに定量し、未知ピークを含め全炭化水素計測装置の指示値を比較した結果、±5%で一致した。このうち、全炭化水素計測装置の指示値の 7-9 割を標準ガスに含まれる炭化水素分が占めた。（図 4 参照）

◆特許、発表論文等の成果（24 年度）
・特許 1 件
・発表論文 7 件
・5th PAAMES & AMEC2012　Best Paper Award 受賞

参考図

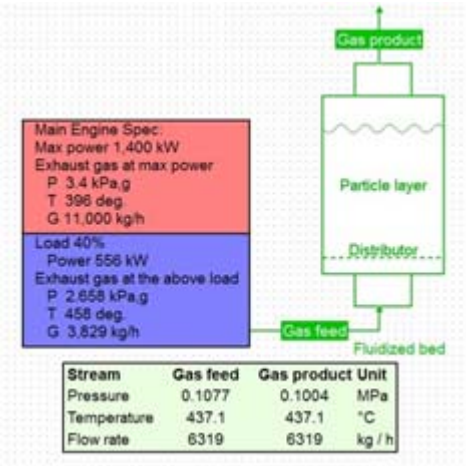


図 1　流動層モデル

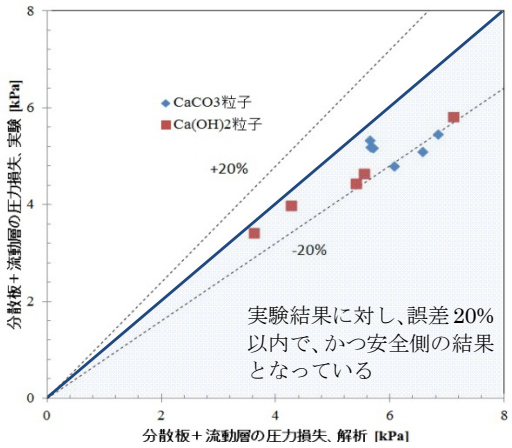


図 2　流動層モデルによる圧力損失解析結果

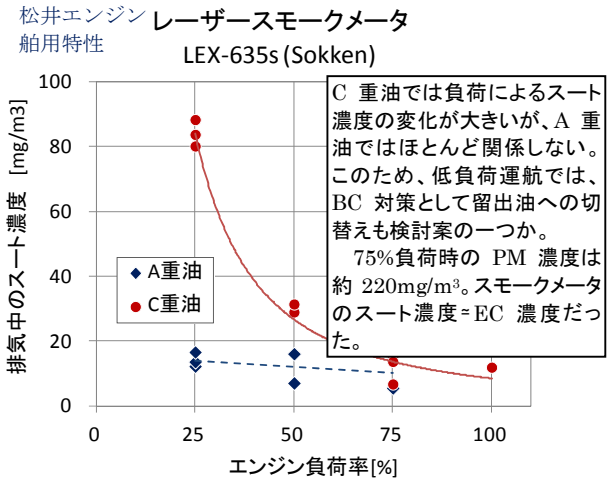


図 3　レーザスモークメータによる BC 計測例

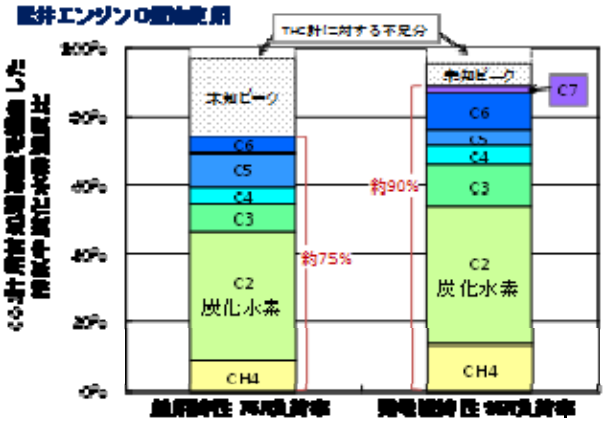


図 4　排気中に含まれる炭化水素の同定と定量
（THC 計指示値に対する炭化水素濃度（ppmC)の割合）

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	○舶用 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、処理技術等の開発等	❶NO_X 低減技術の高度化に関する研究
		❷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　等	❸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
		❹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　　❸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値等を規定し、IMO 規制案を提案する。

24 年度計画

□船体付着生物の越境移動リスクを評価するシステムの試設計を行う。具体的には、
・モデルとするフジツボ類を対象に、(a)防汚塗装面での付着モデル、(b)生存率モデル、(c)散布モデル、および(d)環境適合性モデルの具体的な評価用データを作成し、越境リスク評価システム（初期版）の試設計を行う。

24 年度の研究成果

□船の運航記録に基づいて、フジツボの船体付着と越境移動を確率的に解析する評価システムを試設計・試作した。また、解析のモデル生物（ココポーマアカフジツボ）の海水温と塩分濃度に耐性試験を行い、航海中の生存確率の解析に必要な設定データや地理的分布データを作成した。
□試設計・試作した評価システムを用いて、モデル生物が付着した船舶の航海（ドック出渠～約 2.4 年：860 日）を対象に試解析を行った。解析結果として得られたモデル生物の船体への付着確率を図1に、船体付着したフジツボが航海中に成体（大人）になり、船体上で生存している確率を図2に、また、船舶が寄港する港で船舶付着したフジツボが寄港地に侵入する確率を図 3 に示す。
□図1の船体付着確率は、モデル生物の生息港等での接触確率と船舶各部での防汚塗装面の付着可能性に基づいて解析し、生息港等でのキプリス幼生の船体への付着確率を航海日数に基づいて解析した。図2の成体・生存確率は、船体付着したキプリス幼生に関して、船舶の寄港日数、海水温や塩分濃度の暴露履歴（図 4 参照）、海水温・塩分濃度の耐性（図 5 参照）に基づいて、解析した成体（大人）となって生存している確率を解析した。また、図3の寄港地での侵入確率は、モデル生物の生息海域と侵入港の特性の共通度に基づいて解析対象とした船舶の航海による侵入確率を解析した。本試解析の実施により、越境リスクの定量化の可能性と課題を明らかにした。
□内航カーフェリー4 隻の生物付着状況の調査と防汚塗装からの防汚剤（亜酸化銅）の溶出速度の計測や塗膜の断面観察を行い、人工海水や塩分濃度による溶出速度への影響等を明らかにした。（写真1、図6参照）。

◆特許、発表論文等の成果（24 年度）
・発表論文 2 件

参考図

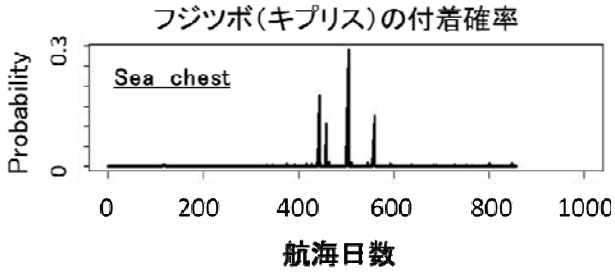


図１　モデル生物の船体付着確率

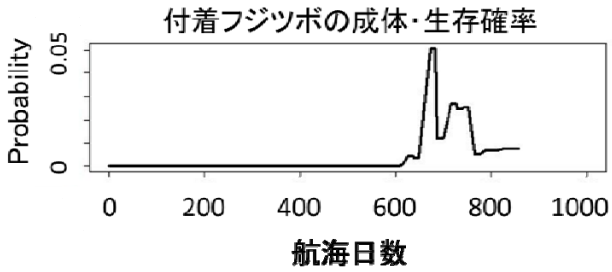


図２　モデル生物の成体・生存確率

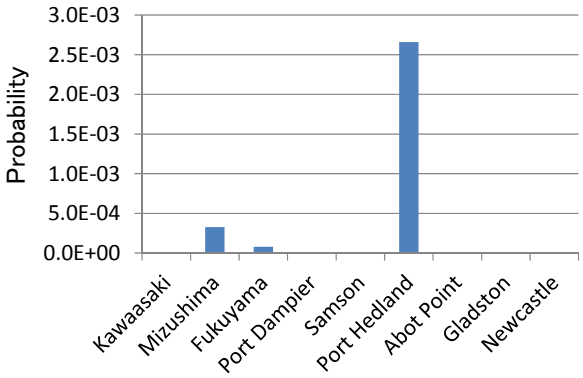


図３　モデル生物の侵入確率

写真１　実船での防汚剤溶出速度の計測

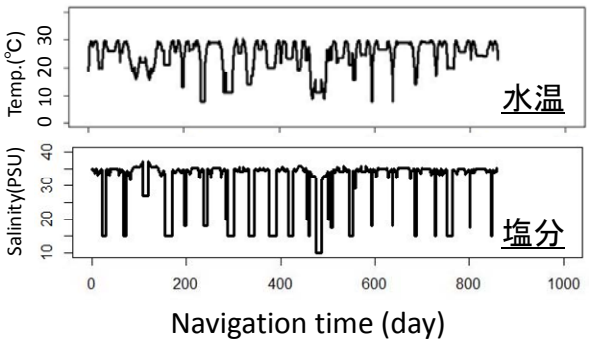


図４　解析対象船の航海中に暴露する海水環境
（上図：海水温度、下図：塩分濃度）

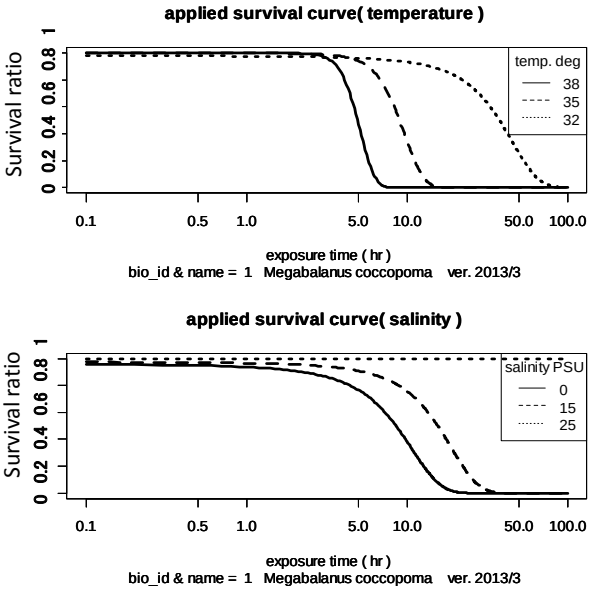


図５　モデル生物（*Megabalanus coccopoma*）の高温と低塩分濃度の海水への暴露時間に対する生存率
（上図：海水温度、下図：塩分濃度）

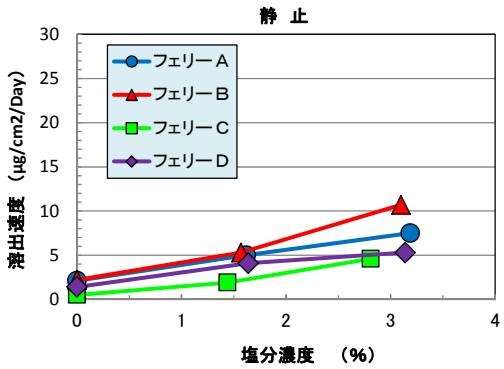


図６　塩分濃度に対する溶出速度の計測結果
（溶出条件：静止、対象物質：全銅）

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	○舶用 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、処理技術等の開発等	❶NO_X 低減技術の高度化に関する研究
		❷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　等	❸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
		❹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　　❹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。

24 年度計画

□沈船の船体状況を把握するシステムを構築するために、主に残存油量及び油流出速度の推定手法を検討する。環境被害を含めて、沈船から流出する油の漏洩リスク評価ができる手法を分析しツールを製作する。

□残存油対策については、高周波誘導加熱法によって沈船のタンクに残存する重油の回収実験を、高粘度油を使用して実施し、その際のタンク加熱と重油回収効率に関連する管系の抵抗に関する基礎的データを取得する。

□CFD によるシミュレーション計算により模型実験結果と比較し、さらに実際の船のタンクとの相関を検討する。

□流出油対応研究については、大型タンクを用いて油処理剤の水中散布手法に関する実験的研究を行い、油処理剤による油の分散化に及ぼす要因を、系統的実験を実施することにより分析する。

□油の流出に伴う環境影響評価指標等を策定し、影響評価手法の概念設計を行う。

□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ために、C 重油の生物慢性毒性評価実験を引き続き実施し、流出油等の環境影響評価ツールに組み込む。

24 年度の研究成果

□船体状況把握手法に関する技術開発

沈船からの油回収事例の調査を行い、既存の油拡散・漂流シミュレーション計算プログラムを海底からの流出油に応用して、環境評価ツールとリンクし漏洩リスク評価を分析するツールの枠組みを試作した(図 1 参照)。また、重油を満たした模型タンクに水圧をかけ重油と水を置換して重油を回収する実験において、重油タンクの外側から高周波電磁誘導法を利用してタンク内の重油を加熱することにより重油の温度分布を計測し、加熱なしの場合と比較して重油の流動化の効果が回収効率の向上に結びつくことを確認した。さらに、CFD による数値計算を実施し、タンク内の流れの状況を推定することができた。

□油処理剤の水中散布手法

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、大型油処理剤水中散布実験タンク（0.8m×0.8m×3m）を製作して、C 重油及び A 重油を用いて油処理剤の散布実験を実施し、ある特定の濃度領域の拡散面積の変化及び油と油処理剤の混合物の浮上速度が油処理剤の分散性能に関係があることがわかった（図 2 参照）。また、油と油処理剤を効率よく混合するためにノズル形状を改良

した油処理剤の水中散布手法を開発した。

□油・有害液体物質流出に伴う環境影響評価

総合的な環境影響評価手法を構築し，漏洩リスク評価ツールを製作することを目的とし、評価方法の核となる長期油影響生態系モデルの構築のための概略設計を行った。また、鹿児島大学において、動物プランクトンを培養し、C 重油(風化油）に関する生態系長期的毒性評価試験を当所からの委託研究として実施した。風化油単独に対する動物プランクトンの半数影響濃度（EC50）及び最大無影響濃度（NOEC）を求めた。

◆特許、発表論文等の成果（24 年度）

・特許１件

・発表論文４件

参考図

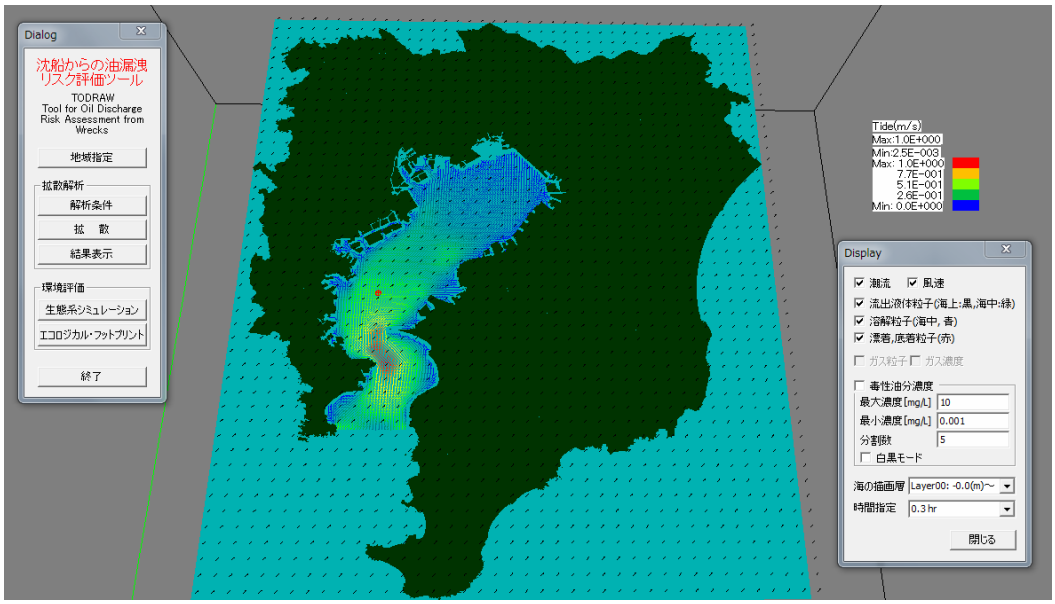


図１　流出油の環境影響評価ツールの初期画面（東京湾モデル）

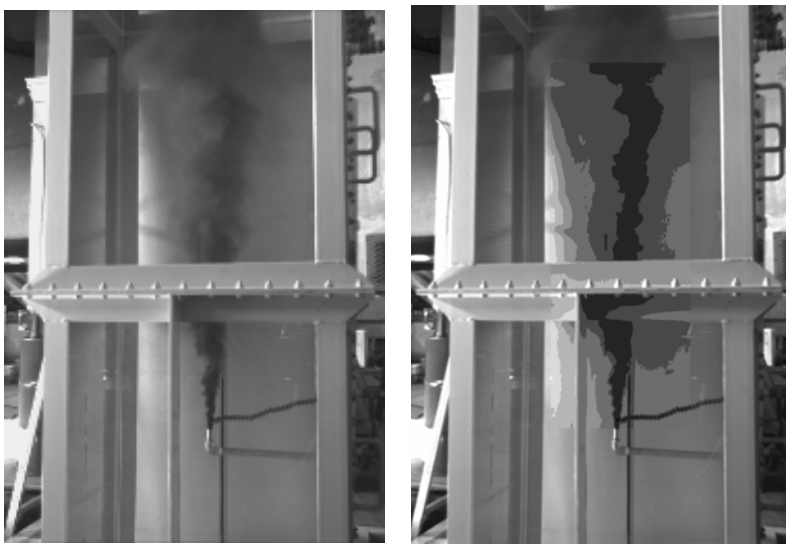


図２　油と油処理剤の混合試料の水中散布時の解析
（左：実際の画像、右：解析画像）

【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風車-基盤浮体連成挙動一体解析プログラム、ブレードピッチ角最適制御手法を検証し、実用化技術まで高める。また、設計時、製造時、稼働時等の浮体式洋上風

力発電システムの安全性確保に係る技術要件を明確化し、安全評価ガイドライン案を作成する等

（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

－様々な海域での操業を想定し、洋上天然ガス生産システムのフローティングホース等の線状構造物と浮体の挙動や線状構造物の疲労強度評価が可能な時間領域一体解析プログラムを開発する。また、海底熱水鉱床開発のための採掘要素技術試験機の採掘オペレーションにおける課題を抽出し、実海域試験方案を作成する　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

－海底資源開発に伴う採鉱機周辺における懸濁物質の挙動に関し、実海域試験時を想定した試計算を行う。また、浮体式洋上風力発電システムからの水中放射音及び固体伝搬音の実海域計測等を実施し、評価手法を検討する　等

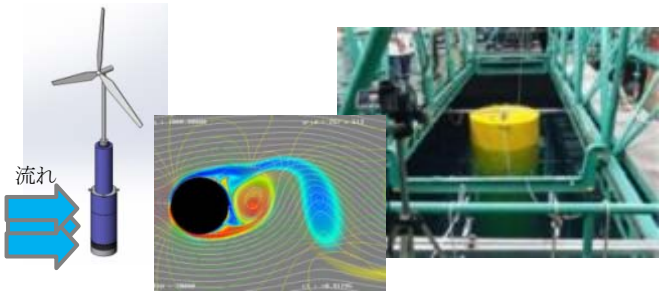
◆２４年度の取組状況

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。

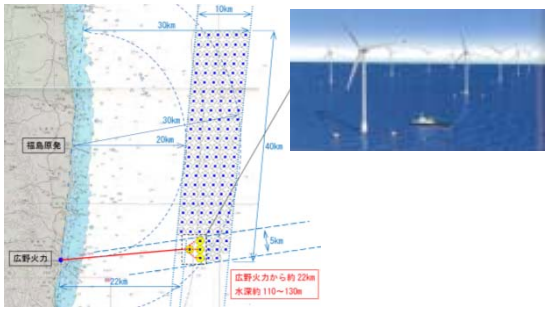
【主な研究成果の例】

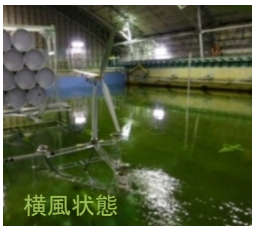
◎浮体式洋上風力発電システムの技術開発・安全性評価に関する研究研究

・浮体式洋上風力発電施設のリスクに対応できる安全ガイドライン及び非常時マニュアルを作成。環境省の浮体式風力発電実証事業（H22～H25)に貢献。さらに、資源エネ庁の福島沖外洋ウィンドファーム(H23～H27)を実現するための技術基盤を構築。



渦励起動揺と世界最大の大型模型のよる水槽実験





福島沖 1GW ウィンドファームのイメージ　　損傷時復原性実験

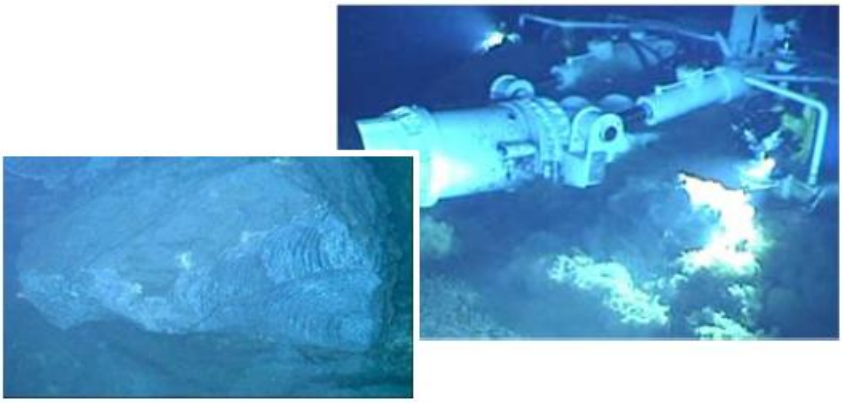
◎海底鉱物資源開発等に係る基盤技術の構築に関する研究

・世界初の深海採掘試験（水深 1,600m）に参加。海底熱水鉱床の採掘要素技術試験機※の実海域試験を実施※※。

※　（株）三井三池製作所との共同開発

※※　JOGMEC 事業の一環

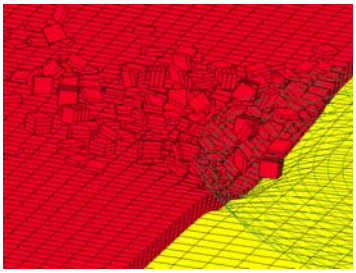
- 採掘技術を実証し、走行・掘削にかかる課題を抽出。
- 水中濁度低減対策を提案
- 試験データの解析により、海底熱水鉱床の開発につながる採掘ユニットの設計技術を確立



水深1,600mでの採掘試験（右）と海底熱水鉱床の表層掘削痕（左）
（出典：JOGMECホームページ）

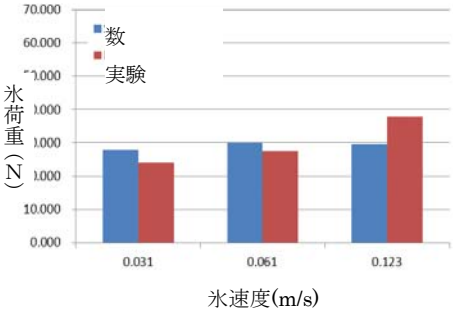
◎洋上天然ガス生産システム等の総合安全性評価技術に関する研究

・これからの天然ガス資源開発の対象となる**氷海域プラットフォーム**の性能評価法を開発。**崩壊した氷板のモデル化**により推定した氷荷重を、**氷海水槽実験で検証。**氷海におけるプラットフォームの設計手法を確立。



崩壊した氷板のモデル

氷海水槽実験



氷荷重の実験と計算の比較

◎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

・複合エネルギーの相関係数マップを作成。マルチロータ潮流発電システムの最適設計を実施。通常のシングルロータよりも２０％以上高い出力を得ることに成功。

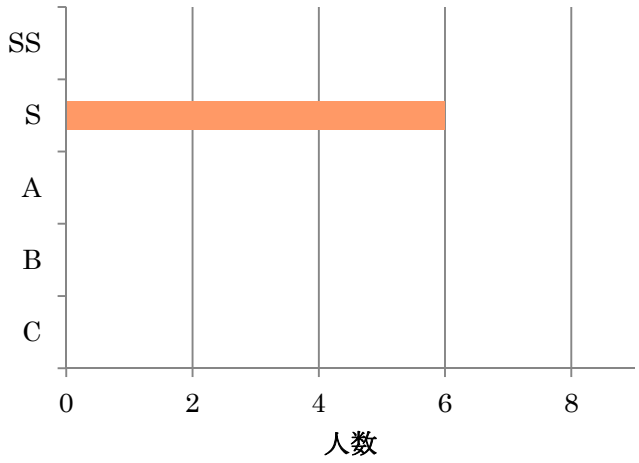
◎環境負荷推定モデルの開発に関する研究

・洋上風力発電施設の周辺海域での水中音計測から、発生音源音圧の推定手法を構築

◆その他適切な評価を行う上で参考となり得る情報

２５年６月１１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：藤久保　昌彦　大阪大学教授）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、国家規模のプロジェクトが進む中、国内唯一の施設と体制を有する機関として、年度計画を超える優れた成果を出している。（委員会）

□　浮体式洋上風力発電施設の安全ガイドラインの作成、海流中に設置するための VIM 実験、ウィンドファーム向け浮体漂流シミュレータの開発等、技術基盤の構築に貢献している。（造船業界、大学（船舶工学）、大学（商船学））

□　海底熱水鉱床採掘技術は、深海採掘試験の成功に寄与しており、海洋開発において将来有用な技術として波及効果が大きいと評価できる。（大学（舶用機械）、大学（商船学）、大学（船舶工学））

□　氷海域プラットフォームの性能評価法の開発及び氷海実験法の開発等、高い学術的成果をあげている。（大学（船舶工学）、大学（商船学））

□　日本国が海洋フロンティアにおいて、産業、事業を見出すための基礎を築いている。（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)

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	❶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
		❷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	❶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
		❷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	❶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	❶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
		❷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　　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。

24 年度計画

□浮体式洋上風力発電システムの風車-基盤浮体連成挙動一体解析プログラム、ブレードピッチ角最適制御手法を検証し、実用化技術まで高める。また、設計時、製造時、稼働時等の浮体式洋上風力発電システムの安全性確保に係る技術要件を明確化し、安全評価ガイドライン案を作成する。具体的には、
・ネガティブダンピングの安全性に与える影響を明らかにすると共に浮体式特有の設計荷重ケースの要件を明確化する。
・実証実験用の計測システムを構築して計測を実施し、実海域実証実験技術を確立する。
・経済性と安全性を同時に高める現地据付の施工方法および維持管理手法の概念設計を確立する。
・浮体式洋上風力発電施設の漂流シミュレーションプログラムを開発する。
・複合外力下における、中間ブイ付きケーブルの挙動計算及び曲率評価を行う。

24 年度の研究成果

□連成挙動一体解析プログラムについて水槽実験との比較によってチューニングを行うと共に、ネガティブダンピングの発生も含めて IEC61400 に規定されている設計荷重ケースの重要度を評価した。（図 1 参照）
□環境省の実証事業を対象に、小規模実験機による実海域実験用の計測システムの作動状況を確認し、実証機の計画に織り込んだ。（図 2 参照）
□スパー型を対象に、現地一括据付法の基本アイデアを完成した。（民間会社と共同開発）（図 3 参照）。
□荷重・応力モニタリング手法の概念設計を完了した。
□漂流シミュレーションプログラムを開発した。（図 4 参照）
□環境省の実証事業を対象に、中間ブイ付きケーブルの挙動計算及び曲率評価を行った。
□以上の項目の成果を含めて、安全ガイドライン案を作成した。

◆特許、発表論文等の成果（24 年度）
・特許 1 件
・プログラム登録 1 件
・発表論文 16 件
・日本船舶海洋工学会・若手優秀講演賞受賞

参考図

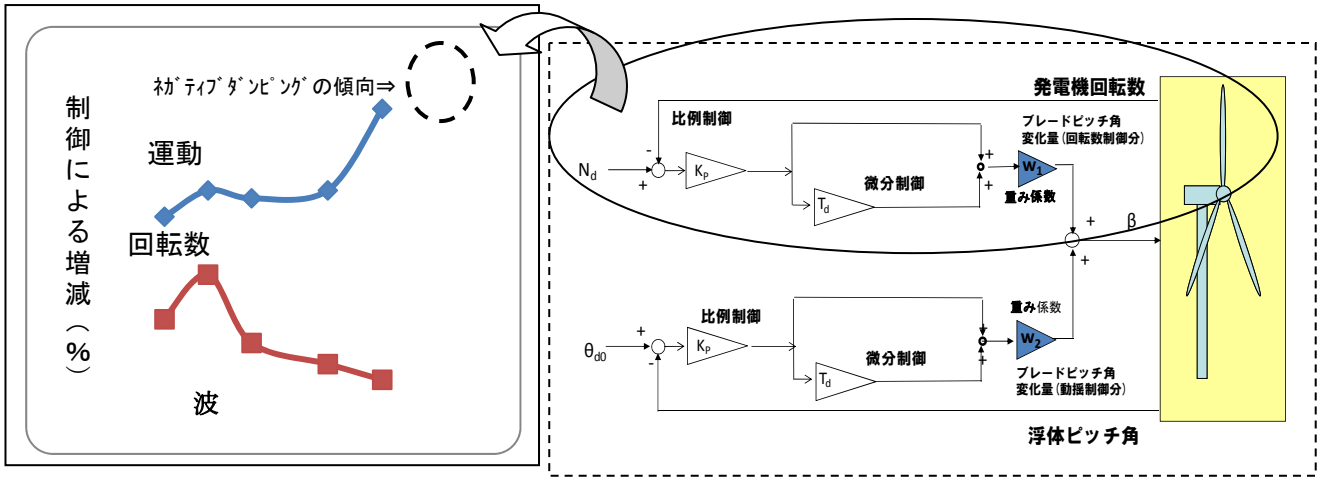


図１　　ブレードピッチ制御によって発生するネガティブダンピングの状況

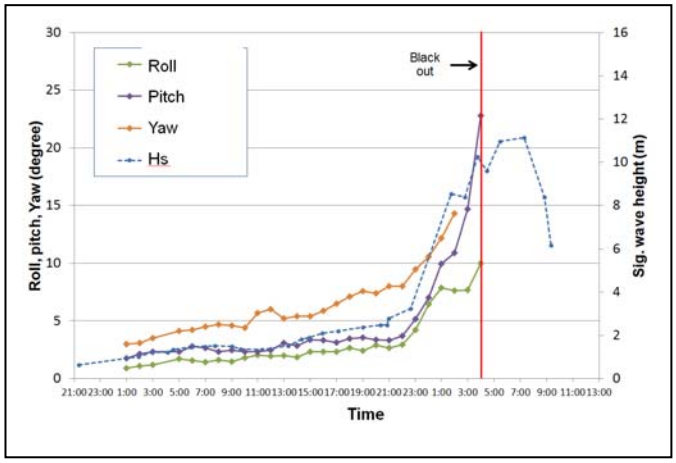


図２　小規模実験機による実海域計測結果例

図３　現地一括据付法の水槽実験状況

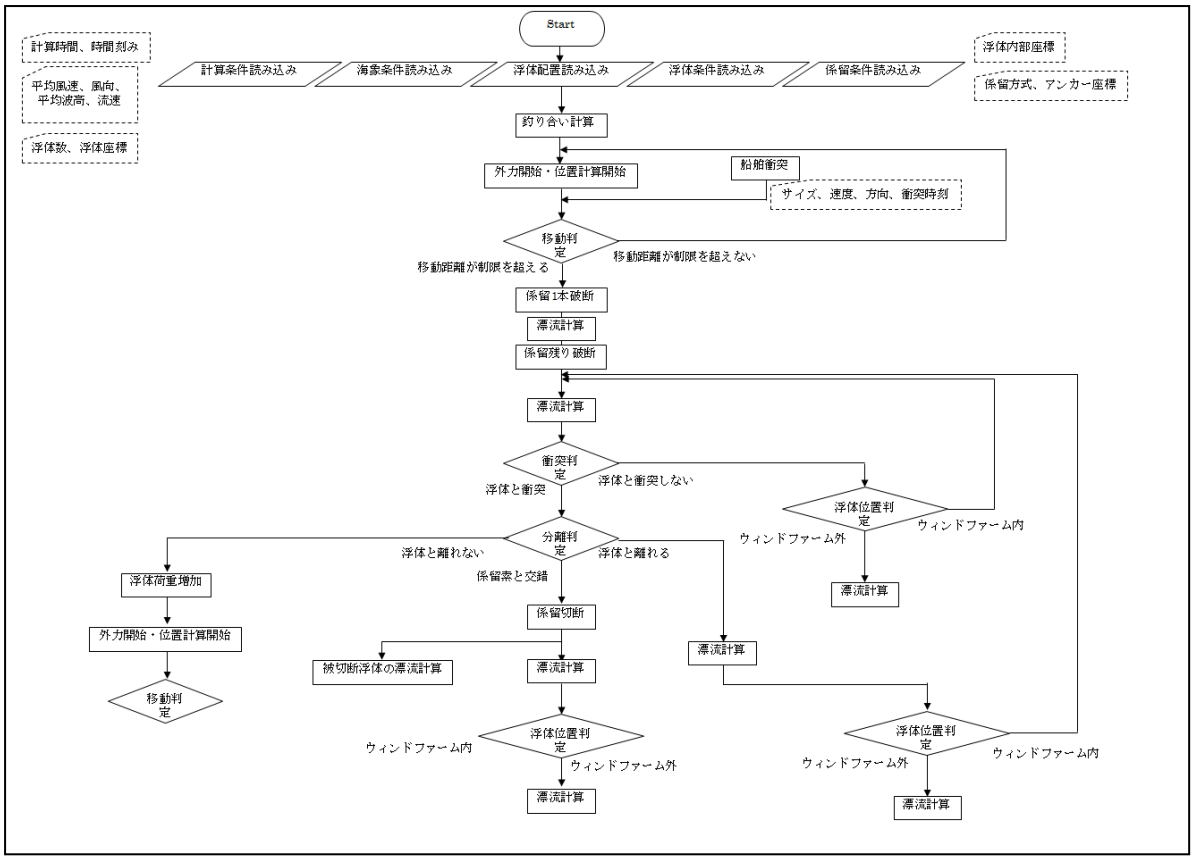


図４　漂流シミュレーションプログラムの基本アルゴリズム

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	❶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
		❷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　　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。

24 年度計画

□海洋複合エネルギーマップの作製。
□マルチロータ潮流発電設計手法の開発。

24 年度の研究成果

□風力及び波力について、それぞれ単独のエネルギー密度マップ（図 1 と図 2）及びエネルギー発現頻度表を作成した。また、平均風速、有義波高、有義波周期の同時発現確率から、風力エネルギー密度と波力エネルギー密度の同時発現頻度表（図 3）を作成した。さらに、複合利用に適した海域の要件として両エネルギーの相関に着目して相関係数マップを作成し（図 4)、両エネルギーの相関が低い（補完関係にある度合いが高い）という観点から候補地の選定を試みた。
□マルチロータ模型のロータ後流が拡散する様子をマイクロバブルを用いて可視化する PIV 試験を実施した（図 5 と図 6)。昨年度開発したタービン性能計算手法を、ロータ後流の拡散を考慮できるように改良し、マルチロータシステムの最適設計を実施した。設計結果から、前側のロータの先端部のみを翼形状とし根元部分を支柱とする形状を新たに開発した（図 7)。開発したマルチロータシステムの水槽試験を実施し、通常のシングルロータと比較して 20%以上の出力増加を確認した（図 8 と 9)。本研究から低流速域での潮流発電システムの高出力化について可能性を示すことができた。

◆特許、発表論文等の成果（24 年度）
・特許 1 件（出願）
・発表論文：6 件

参考図

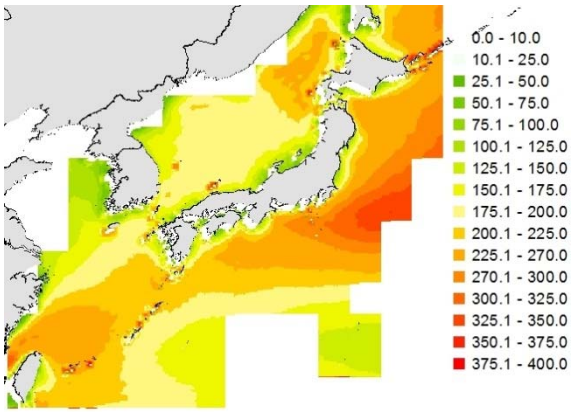


図 1 風力エネルギー密度マップ（W/m^2）

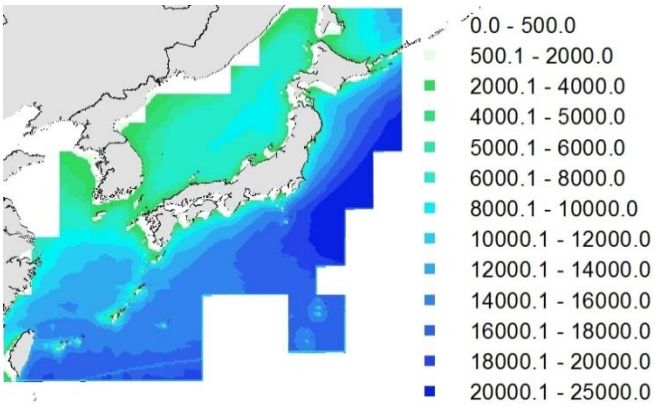


図 2 波力エネルギー密度マップ（W/m）

Wave power [kW/m] \ Wind power [kW/m^2]	0.000240	0.00649	0.0301	0.0825	0.175	**0.320**	0.528	0.811	1.18	1.65	2.23	2.93	3.76	4.73	9.45
105.6															
73.53								**0.009**	**0.234**	**0.160**	**0.294**	**0.098**			
68.54									**0.158**	**0.015**	**0.102**	**0.020**			
63.74								**0.014**	**0.099**		**0.001**	**0.001**			
59.10								**0.003**	**0.012**	**0.075**	**0.052**	**0.003**			
54.64								**0.072**		**0.007**	**0.040**	**0.017**			
50.36										**0.003**	**0.006**				
46.25										**0.010**	**0.001**	**0.004**			
42.32									**0.001**	**0.002**		**0.002**			
38.56									**0.026**	**0.003**	**0.111**	**0.032**			
34.97									**0.125**	**0.162**	**0.011**	**0.019**			
31.56							**0.050**	**0.141**	**0.103**	**0.073**	**0.146**				
28.33						**0.045**		**0.286**	**0.254**	**0.107**	**0.176**	**0.007**			
25.27					0.136	**0.095**	**0.531**	**0.342**	**0.214**	**0.040**	**0.026**	**0.006**			
22.38					0.012	**0.005**	**0.438**	**0.254**	**0.210**	**0.036**	**0.229**	**0.012**			
19.67					0.104	**0.100**	**0.441**	**0.549**	**0.277**	**0.051**	**0.015**				
17.14					0.152	**0.408**	**1.035**	**0.125**	**0.348**	**0.019**	**0.046**	**0.009**			
14.78	0.001	0.001	0.006	0.023	0.491	**0.993**	**0.227**	**0.140**	**0.068**	**0.004**	**0.002**	**0.001**			
12.59				0.004	0.012	**0.222**	**0.158**	**0.050**	**0.012**	**0.004**	**0.005**				
10.58	0.001	0.012	0.164	0.227	2.960	**0.003**	**0.015**	**0.005**	**0.041**	**0.017**	**0.024**	**0.002**			
8.74	0.001	0.006	0.123	0.841	4.279	4.035	1.829	0.169	0.015	0.003	0.008	0.001			
7.08	0.020	0.037	0.004	1.044	5.510	4.433	0.139	0.055	0.018	0.002	0.004				
5.60	0.001	0.260	3.514	3.014	2.786	2.693	3.392	0.316	0.062	0.002	0.013	0.001			
4.28	0.673	0.804	3.971	14.051	19.215	2.795	1.161	0.112	0.018	0.004	0.001				
3.15	0.121	0.266	26.810	11.582	23.430	7.056	1.487	0.076	0.003	0.002	0.001				
2.19	2.200	18.236	34.498	20.711	23.309	9.030	3.178	0.121	0.084	0.002	0.003				
1.40	4.531	33.419	91.790	58.979	64.741	9.917	2.211	0.075	0.003	0.003					
0.79	22.611	45.418	123.137	40.242	4.900	0.508	0.048								
0.35	36.437	24.469	63.188	2.467	0.556	0.035	0.247	0.001	0.004						
0.09	3.083	29.149	24.529	6.334	0.967	0.061	0.009	0.026							
0.005	9.889	6.443	10.872	0.380	0.012	0.008	0.045	0.007	0.012						

図 3 風力ｴﾈﾙｷﾞｰ密度(kW/m^2)－波力ｴﾈﾙｷﾞｰ密度(kW/m)
同時発現頻度表（沖縄近海の例）

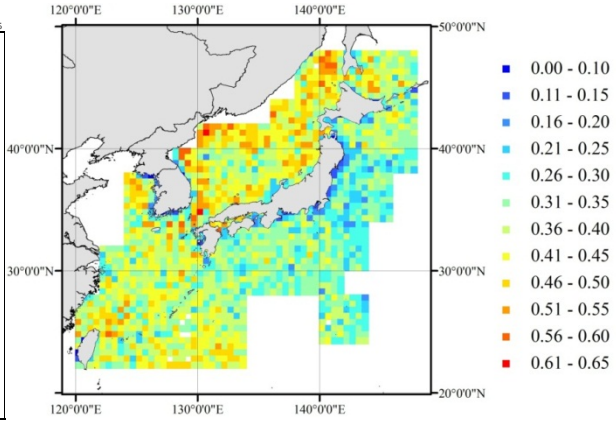


図 4 風力－波力エネルギー相関係数マップ

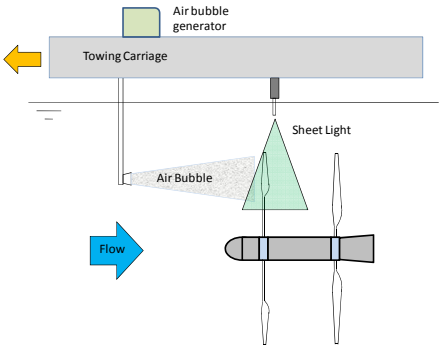


図 5 ロータ後流の PIV 試験の概要

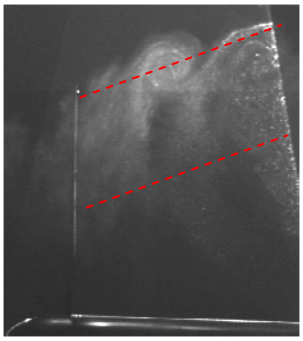


図 6 ロータ後流の拡散の様子

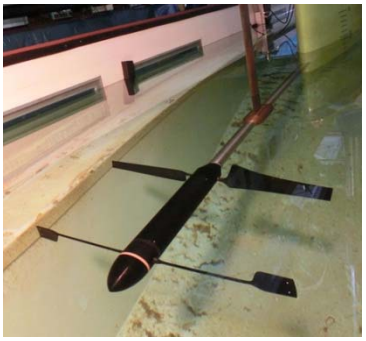


図 7 マルチロータシステム模型

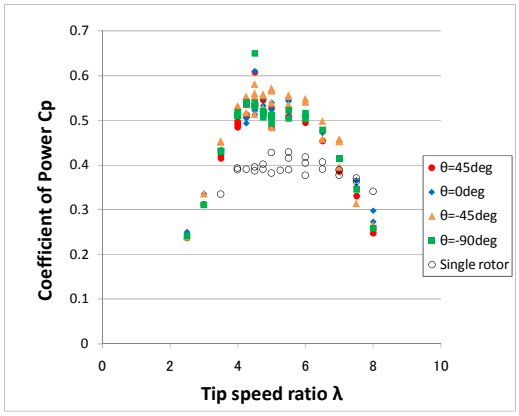


図 8 マルチ／シングルロータの出力係数の比較
（前後のロータの相対角度がパラメータ）

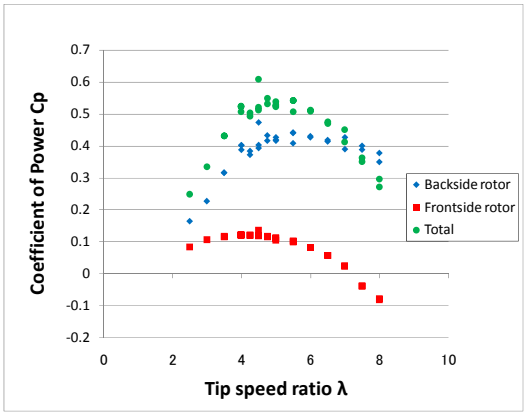


図 9 マルチロータにおける前後のロータの
出力配分（相対角度 θ =0deg の時）

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、ガス田開発の有力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	❶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
		❷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　　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。

24 年度計画

□様々な海域での操業を想定し、洋上天然ガス生産システムのフローティングホース等の線状構造物と浮体の挙動や線状構造物の疲労強度評価が可能な時間領域一体解析プログラムを開発する。具体的には、
・平坦氷を対象とした氷荷重評価法の確立
・FLNG 用フローティングホース等を想定した線状構造物の安全性評価法の確立及び時間領域挙動解析プログラムの開発
・FLNG 等横付け係船時を想定した出荷オペレーションシミュレータの検証

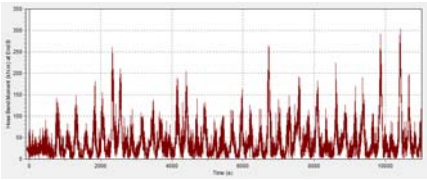
24 年度の研究成果

□平坦氷中におけるモノコラムハル型浮体に働く氷荷重評価について、接着要素を用いた氷板の破壊現象のモデル化による氷荷重推定法を提案。LS-DYNA を用いた解析を実施した。
□LNG タンデムオフローディング用のフローティングホースやタレット係留システム等への適用を想定し、線状構造物及び浮体との時間領域一体解析プログラムを開発した（図 1 参照）。
□Side-by-Side 係船された 2 船間の LNG バンカリングに対し、1) 流体力の相互干渉影響を考慮した 2 船体動揺量評価、2) 動的解析による 2 船間係船索の安全性評価、3) LNG 移送ホースの動的挙動評価、4) 2 船間 Gap 内の水位上昇量評価（図 2 参照）を実施した。本検討に基づき Ship-to-Ship 方式による LNG バンカリングのガイドライン（国土交通省）策定において、係留限界条件及び LNG 移送限界条件を提案し、反映された（図 3 参照）。

◆特許、発表論文等の成果（24 年度）
・発表論文 4 件
・日本船舶海洋工学会論文賞受賞

参考図

ホース曲げモーメント



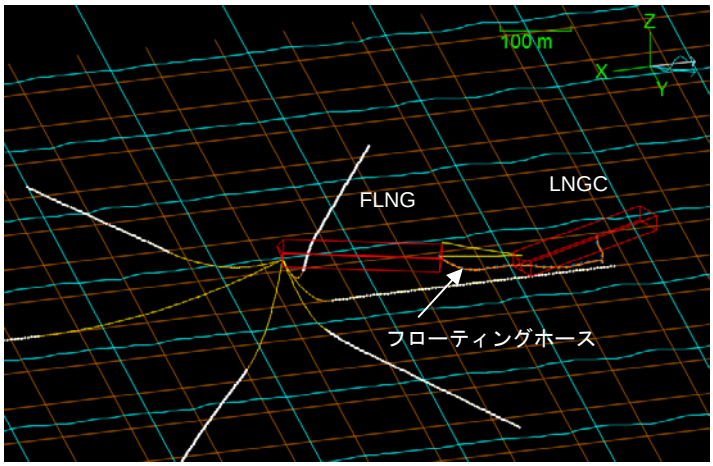


図 1 フローティングホース安全性評価

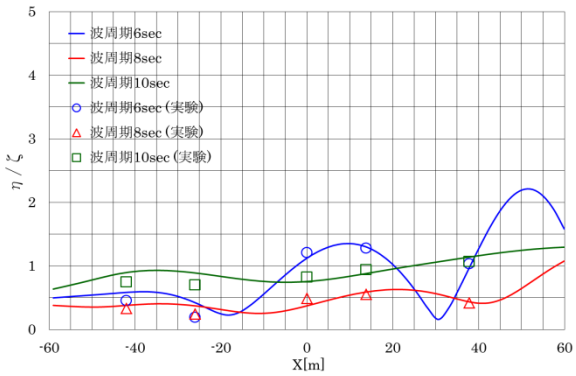


図 2　2 船体波浪中動揺試験及び 2 船間 Gap レゾナンスの推定精度検証

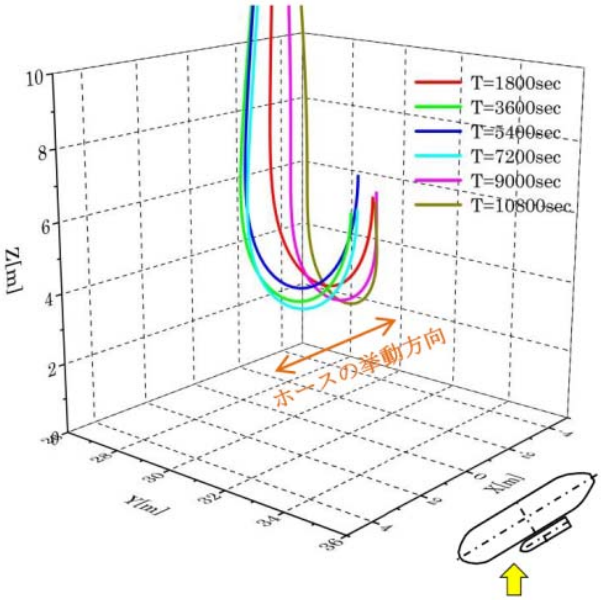


図 3　LNG 燃料移送ホース挙動評価

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	❶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
		❷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　　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ーシステム（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・先端的技術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。

24 年度計画

□海底熱水鉱床開発のための採掘要素技術試験機の採掘オペレーションにおける課題を抽出し、実海域試験方案を作成する。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、（株）三井三池製作所（三作）と共同で開発した採掘要素技術試験機を用いた洋上試験を実施して、採鉱性能等に関するデータを取得するとともに、今後開発が予想される採掘ユニットの技術課題を抽出する。
・揚鉱システムの設計に必須となる、鉱石スラリー移送流及び管内摩耗量に関する評価を行うためのモデルを構築するとともに、揚鉱システムの基本計画を作成する。
・実海域に適用可能な海底鉱物処理システムの基本計画を作成する。
・揚降作業時の評価ツールの高度化を図るとともに、海底熱水鉱床の実証試験でのオペレーションで必要とされる技術ニーズを明確化する。

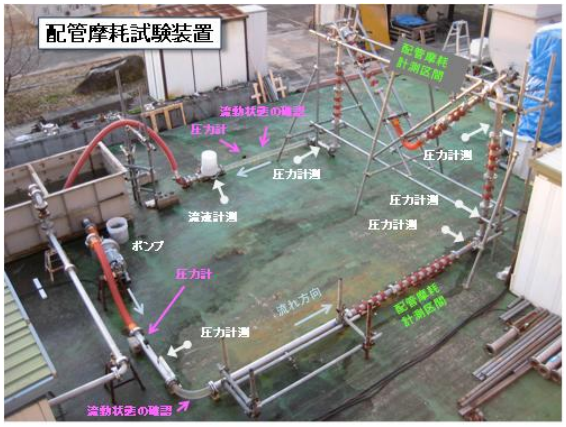
24 年度の研究成果

□（独）石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）の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（三作）及び新日鉄住金エンジニアリング（株）と共同で、沖縄海域（水深 1,600m）において採掘要素技術試験機を用いた走行及び掘削試験を実施して、海底熱水鉱床を対象とした採掘試験に成功した。さらに、同試験で取得した採鉱性能等に関するデータ等も参考にして、今後開発が予想される採掘ユニットの操作性に関する技術課題を抽出した。
□小規模循環式摩耗試験を行うとともに、鉱石スラリー移送流及び管内摩耗量を評価するための基本モデルを構築した（図 1 参照）。また、JOGMEC の海底熱水鉱床の開発に向けた事業の一環として、民間企業と共同で揚鉱ユニットの要素技術評価を実施して、構築した基本モデルを揚鉱管の摩耗性評価に適用するとともに、揚鉱ユニットの基本計画を作成した。
□海底鉱物処理システムの基本計画を検討（図 2 参照）するとともに、同システムを構成する粉砕ユニット（図 3 参照）の概念検討を行い、基本的な仕様をとりまとめた。さらに、粉砕ユニットを模擬した小型試験装置を用いた水中粉砕試験を実施し、水中粉砕の成立性及び粉砕性能の検討を行った。試験により、粉砕機構部（ミルポット）に浸水させた状態での粉砕（水没粉砕）が成立し、また、通常の湿式粉砕と概ね同程度の粉砕性能を有することが示された。前年度までの成果とあわせ、海底鉱物処理システムの成立性を確認することができた。
□揚降物の離着水時に発生するワイヤー変動張力に関する安全性評価ツールを開発し、水槽試験結果と比較検証した。また、グラブ式集鉱・横持システムに関する技術調査を行って、同システムの実海域への適用性について検討する（図 4 参照）とともに、揚降オペレーションの安全性評価に関する基準等の調査を行って、

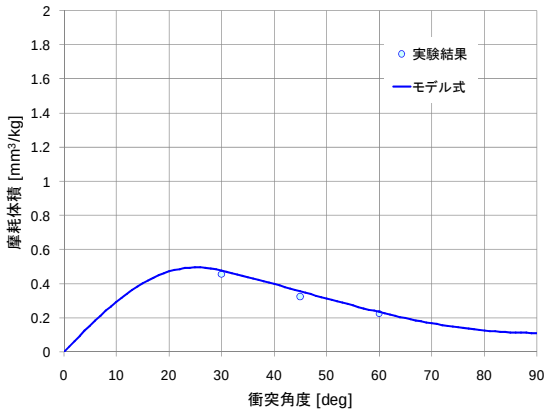
海底熱水鉱床開発に係るマリンオペレーションで考慮すべきワイヤーの安全率について整理した。

◆特許、発表論文等の成果（24 年度）
・発表論文 12 件

参考図



(a) 小規模循環式摩耗試験



(b) 管内摩耗量評価モデル

図 1　管内摩耗量評価モデル

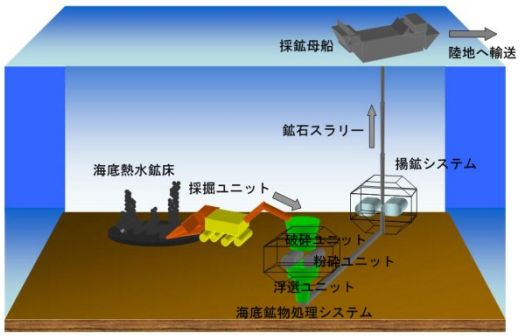


図 2　海底鉱物処理システムのイメージ

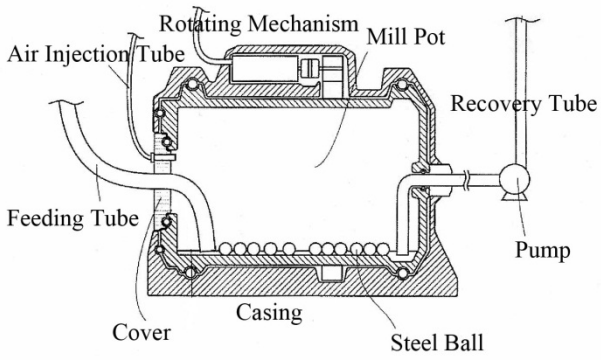
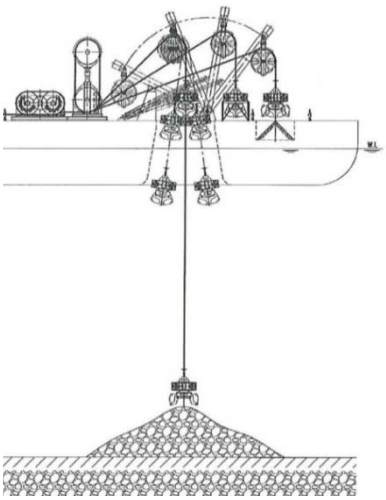
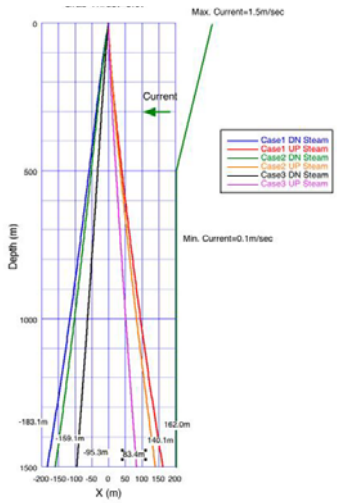


図 3　粉砕ユニットの概念図



(a) システムのイメージ



(b) 流れ中でのカテナリー曲線

図 4　グラブ式集鉱・横持システムの検討

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	❶環境負荷推定モデルの開発に関する研究

研究テーマ　　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。

24 年度計画

□海底資源開発に伴う採鉱機周辺における懸濁物質の挙動に関し、実海域試験時を想定した試計算を行う。また、浮体式洋上風力発電システムからの水中放射音及び固体伝搬音の実海域計測等を実施し、評価手法を検討する。具体的には、
・(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構(JOGMEC)所有の採掘要素技術試験機を用いた実海域試験の運用計画の立案、海域データの取得提案を行う。
・採掘時における破砕鉱物の挙動について、採掘要素技術試験機を用いた実海域試験で取得した観測データをもとに数値モデルの検証を実施する。
・23 年度に実施したモニタリングシステムの概念検討をもとに、環境モニタリングシステムに関する特許申請を目指す。
・洋上風力発電施設からの水中放射音の評価手法を立案する。

24 年度の研究成果

□沖縄海域の海底熱水鉱床を対象とした採掘要素技術試験機の実海域試験において、採掘時の環境負荷解析に必要となる海象、濁度、掘削粒子、掘削量等のデータの取得を提案し、運用計画に反映させるとともに、実海域試験において多くの貴重なデータを得ることができた。また、実海域試験において取得したデータをもとに、採掘に伴う懸濁態粒子の挙動について現況再現計算を実施するとともに、解析結果をもとに、採掘ユニットの操作性向上を図るための濁度軽減対策に関する提案を行った（図 1～図 2 参照）。
□洋上風力発電施設の周辺海域での水中音計測から、発生音源音圧を推定する実用的手法を構築した。
（図 3～図 5 参照）。
□音場推定法の数値計算について、基本部分を完成した。

◆特許、発表論文等の成果（24 年度）
・特許 1 件
・発表論文 5 件

参考図

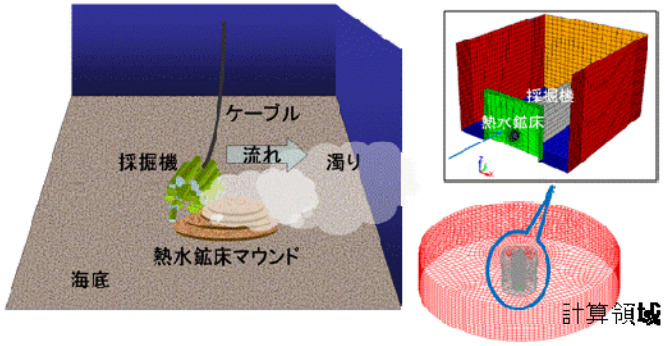


図１　濁度解析モデルイメージ図

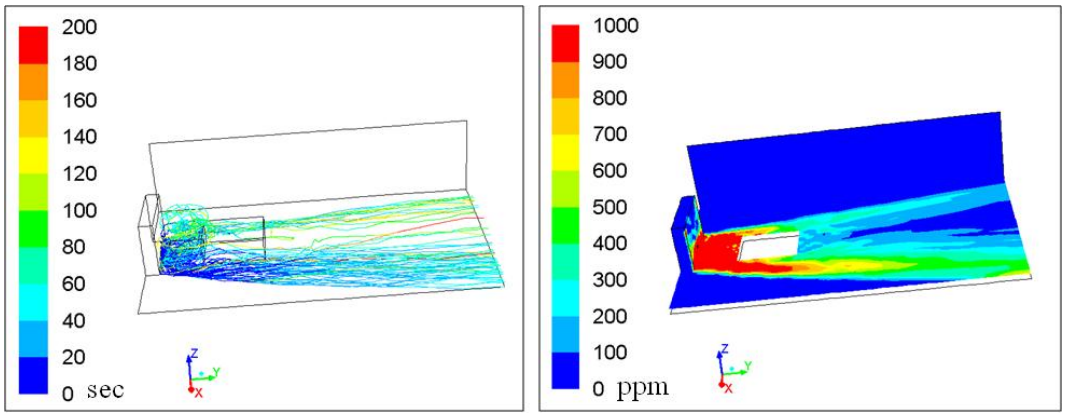


図２　濁度解析結果（左図：粒子飛跡図、右図：濁度分布図）

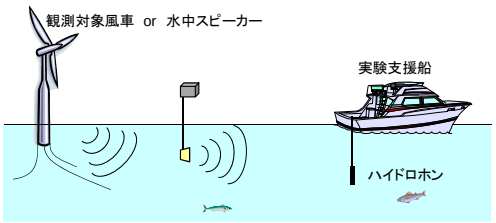


図３　計測の様子

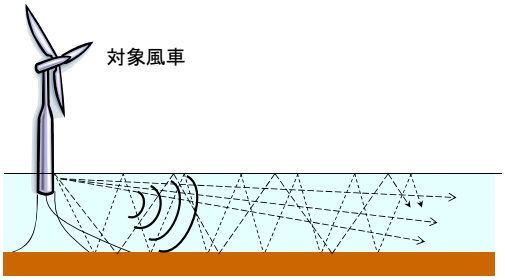
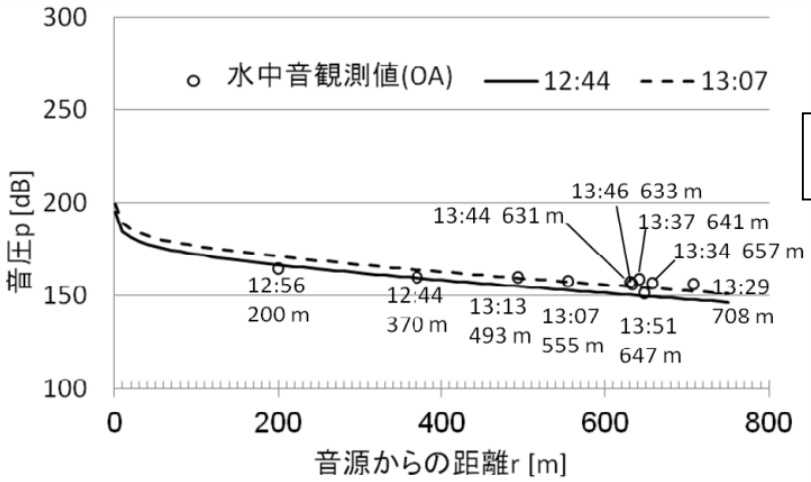
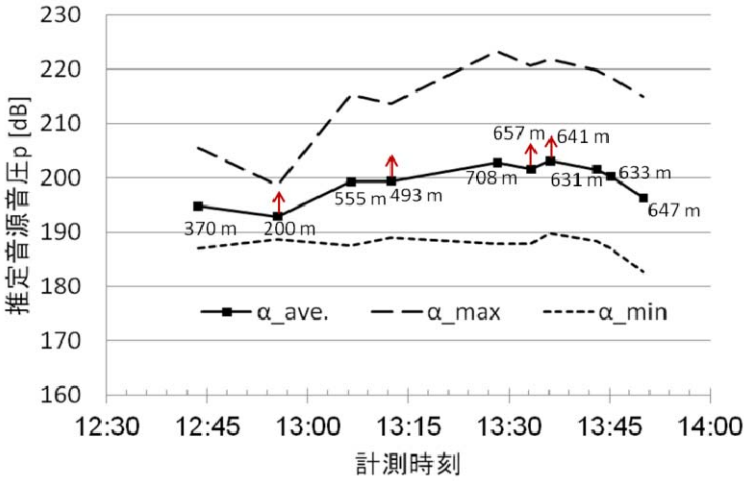


図４　水中音伝播の概念



XX：XX → 計測時刻
〇〇〇m → 音源からの距離



（αは減衰定数。推定結果に幅があるため，最大値，最小値，平均値で推定を行った。）

（図中，上向き矢印が記入されている点は，水中マイクのレンジオーバーが発生した観測点であり，実際の音圧は観測値より高い可能性がある。）

洋上風力発電施設の周辺海域での水中音計測から、発生音源音圧を推定する実用的手法を構築
（着床式施設の打設時の事例）

図５　計測結果例

【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ー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コンテナ流動評価システムのプロトタイプを作成する　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

－陸上からの機関運転支援システムの構築に向け、機関員の作業内容の指示及び記録支援を行うための機関点検支援システムのプロトタイプを作成する。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、引張剪断強度を向上させた接着剤を開発するとともに、環境劣化に関する信頼性評価手法を構築する

－将来的な船上での高速通信利用の拡大を見越して、各船で取得したレーダー、AIS 等の他船データを統合して各船に提供し、データ共有による安全性確保を図る先進的な衝突予防システムの試設計を行い、妥当性を検証する

－離島航路の維持に資する小型高速旅客船のための省エネ運航指針案を作成する　等

◆２４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

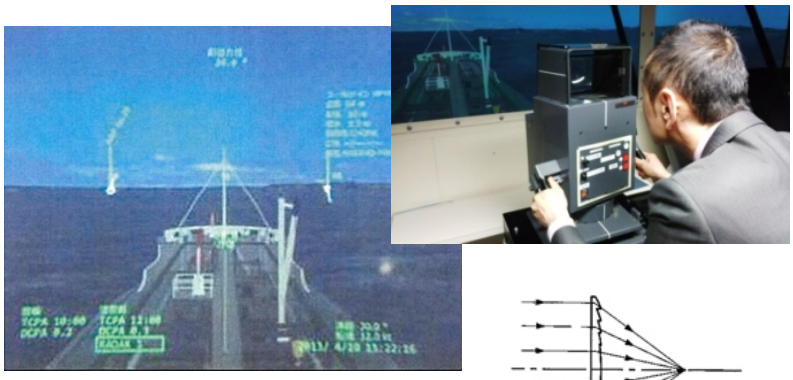
・ヘッドアップ・ディスプレイ式の相手船動静監視**システム**を開発。

・夜間や悪天候でも相手船の認識が容易に。ヘッドダウン時間の短縮と誤認識の防止を支援。熟練度の低い若年船員の安全運航にも資する。

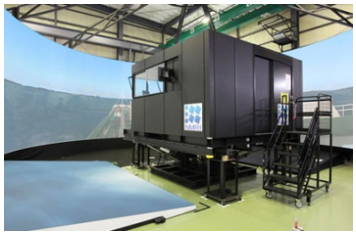
・視野を相手船に向けるだけで、周辺船舶の船速・針路などを船影に重ね視界と一体にして表示。

・フレネルレンズの採用で小型化・低コスト化を図り、歪曲収差補正により歪の少ない画像に改良。

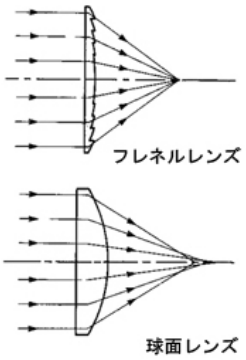
・操船リスクシミュレータを用いて、輻輳海域での船員による操作を反映。航海機器メーカと共同開発。内航船への実装を可能に。



相手船動静監視システム



操船リスクシミュレータ



フレネルレンズとその原理

◎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

・海流や波浪に伴う船速低下を組み入れた運航計画支援システムを構築。

- ７隻の船舶での実証試験結果を取り入れ実用化。
- 遅延解消によって、海運物流の定時性向上によるモーダルシフトに貢献。

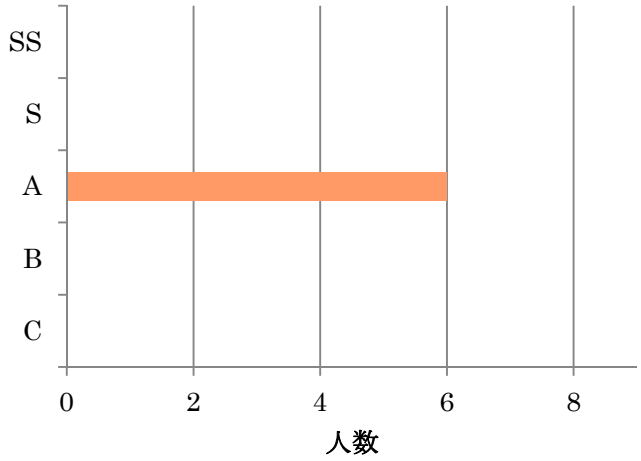
◎人に優しい海上輸送システムの開発に関する研究

・離島航路の運航事業者が省エネに取り組む際の手引きとなる「小型高速旅客船省エネマニュアル」を作成。地方運輸局から事業者に配布。小型高速船のエネルギー消費の特性を解説し、実運航船での計測と試算に基づく適応例を挙げ、チェックシートでの確認を可能に。

◆その他適切な評価を行う上で参考となり得る情報

２５年６月１１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：藤久保　昌彦　大阪大学教授）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、年度計画を超える優れた成果を出している。（委員会）

□　内航船への実装に向けたフレネルレンズの採用により小型化したヘッドアップディスプレイ式船舶動静監視システムを開発したことは、実用的成果として特筆できる。（大学（商船学）、大学（船舶工学））

□　海流や波浪に伴う船速低下を入れ、商船の定時運航に資する運航計画システムが実船で実用化したことは、社会的波及効果が大きいと評価できる。（大学（商船学）、大学（舶用機械））

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	❶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ー評価法の確立及びガイドラインの作成	❶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	❷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
		❸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	❹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	❶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　　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。

24 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コンテナ流動評価システムのプロトタイプを作成する。具体的には、
・物流等調査：行政・荷主・船社のニーズ・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を収集する。
・物流データの開発：OD に従った物流データの修正方法、モデル開発と関連付けたデータの統合方法を構築する。
・港湾間外航コンテナ流動評価手法の開発(大域的流動)：定期船航路にかかるデータベースをまとめ、経路選択モデルについては、昨年度コード化した経路探索アルゴリズムとの融合をはかる。
・国内発着ユニットロード流動評価手法の開発(局所的流動)：仕様・評価方法を検討し、一通りの基本機能を実装して試評価を行う。

24 年度の研究成果

□物流等調査と国内発着ユニットロード流動評価手法の開発
国内流動を対象にコンテナだけでなく他のユニットロードも含めた流動評価システムのプロトタイプを作成し、リードタイムや各貨物の特性が経路選択に与える影響について解析を行った。その結果、輸送機関の決定に関わる説明変数として一般的に利用される「輸送費用」「リードタイム」以外に「トンキロ」を加えることが特に有効であることを発見し、輸送機関推定モデルを開発した。モデルを用いて件数・重量・トンキロの各レベルで海陸の輸送機関分担率を 1 割未満の誤差で再現でき（図 1 参照)、補助金の効果を定量的に把握した。(図 2 参照)
□物流データの開発
OD（Origin, Destination）ベースの貨物データが未整備である国際物流を対象にして、各種データの推計技術の開発を行なっている。本年度は、価額と数量を捉えた国際物流データである貿易統計を使用して、その OD ベースのデータが持つ整合性に関する問題を修正することに加え、価額と数量データを有効に活用することで、運賃率等の国際輸送費用に関する指標が推計可能であることを示した。(図 3 参照)。
□港湾間外航コンテナ流動評価手法の開発
外航コンテナ定期航路のデータベースをさらに充実するとともに、航路閲覧ソフトを開発した。(図 4 参照)
また、コンテナ流動経路について、同一 OD、同一発日の条件のもと、複数航路間でのリードタイムとシェアの関係を分析した。(図 5 参照)。
□運航計画支援システムの開発
海上物流の効率化・最適化の一例として、荷主・船社からのニーズの高い海流や波浪に伴う船速低下を組み入れた運航計画支援システムを実際に構築し、その評価を行った。

◆特許、発表論文等の成果（24 年度）
・発表論文 2 件

参考図

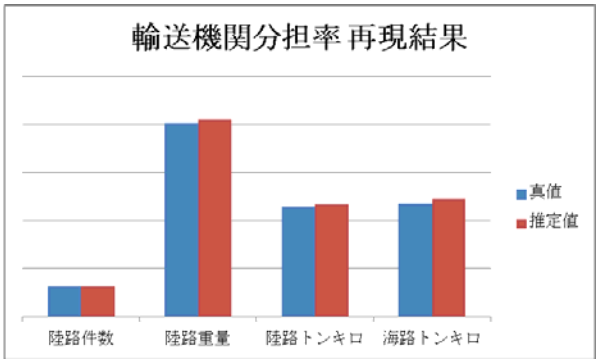


図１　輸送機関分担率の推定

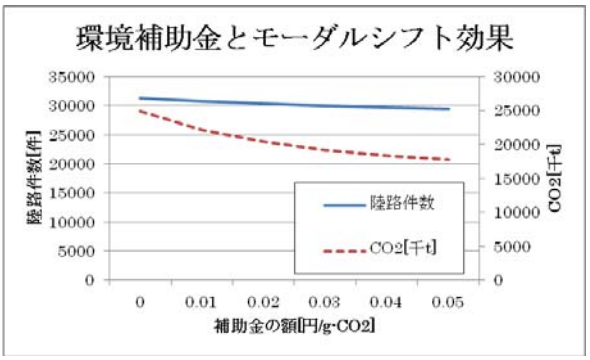


図２　補助金の効果

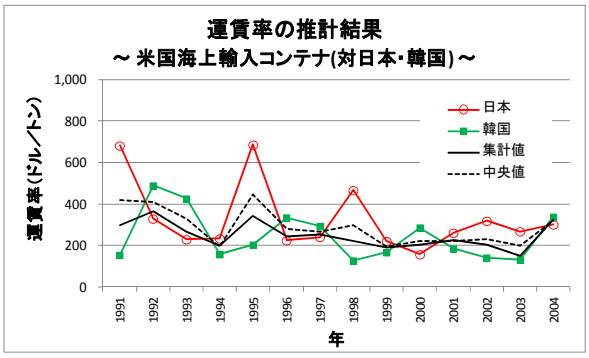


図３　運賃率推計結果

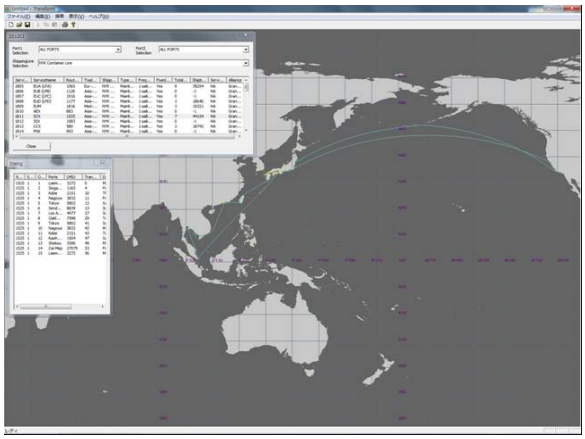


図４　外航コンテナ航路ビュアー

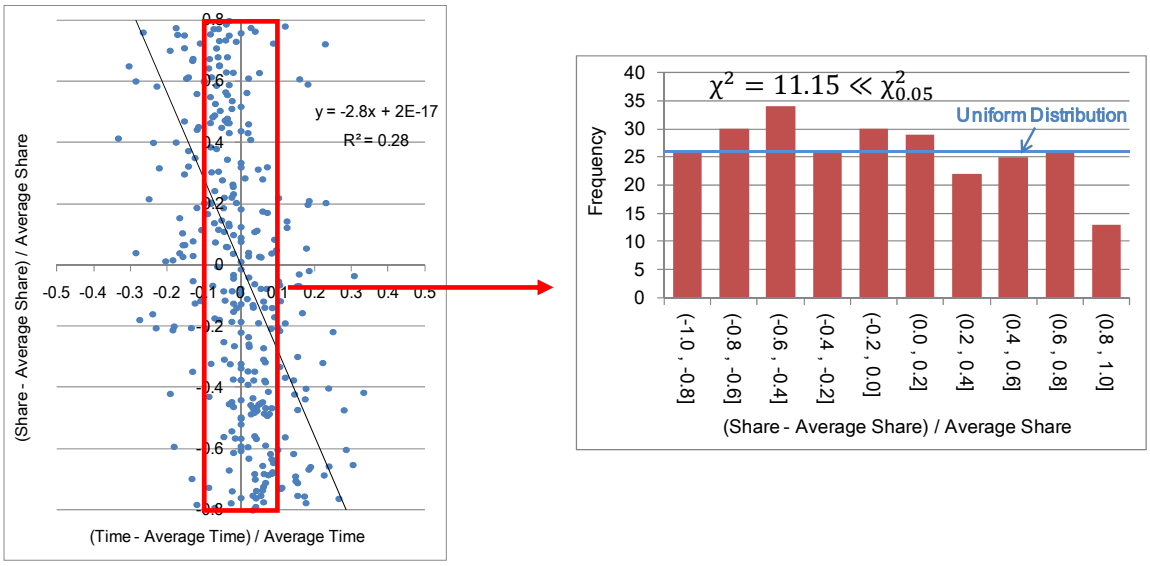


図５　外航コンテナ輸送のリードタイムとシェアの関係

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

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ー評価法の確立及びガイドラインの作成	❶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	❷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
		❸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	❹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　　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

□船舶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ー評価法の確立。

24 年度計画

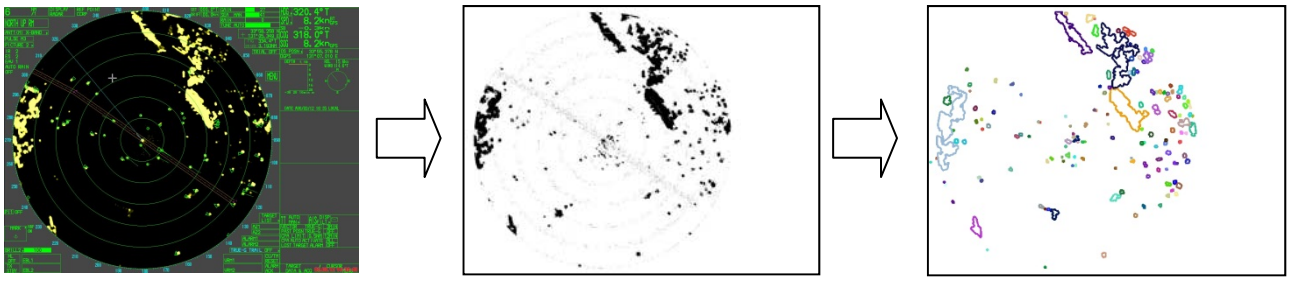
□将来的な船上での高速通信利用の拡大を見越して、各船で取得したレーダー、AIS 等の他船データを統合して各船に提供し、データ共有による安全性確保を図る先進的な衝突予防システムの試設計を行い、妥当性を検証する。具体的には、
・レーダーデータから船舶の検出を行う。レーダーから検出・捕捉したデータと AIS データとの統合により衝突予防システムの試設計を行う。
・ユーザビリティー評価おけるタスク設定法を構築し、ECDIS を対象としたタスクを設定する。ユーザビリティー評価ガイドラインを IMO 航行安全小委員会に提案する。

24 年度の研究成果

□レーダー画面を記録し、画像処理により船舶と陸上の検出を行った（図 1 参照）。また、実海域でレーダーで捕捉した小型船データを AIS データと同じ形式への変換し、衝突危険度を判定する方法の検討を行った。
□船船間通信の新しいサービスとして、見合い関係における自動航行意志疎通システムを構築し、操船リスクシミュレータによる評価実験を行った。
□将来的な船上での高速通信実現のため、船船間の無線 LAN 通信実験を実海域で行い、行会い状態でレーダー情報を双方向で交換した。
□ユーザビリティー評価おけるタスク設定法をゴールベースの考えに基づくこととし、ECDIS について、乗り揚げ防止、航路監視のタスクを設定した。タスク設定方法を含めたユーザビリティー評価ガイドライン案作成し、IMO 航行安全委員会に提案した。

◆特許、発表論文等の成果（24 年度）
・発表論文 1 件

参考図



(a)レーダー画面　　(b)背景データ除去による
レーダー信号の抽出　　(c)船舶と陸上の検出

図１　画像処理によるレーダー画面からの船舶と陸上の検出の流れ

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

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ー評価法の確立及びガイドラインの作成	❶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	❷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
		❸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	❹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　　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。

24 年度計画

□陸上からの機関運転支援システムの構築に向け､機関員の作業内容の指示及び記録支援を行うための機関点検支援システムのプロトタイプを作成する。具体的には、
・1 名当直を行っている小型貨物船の、一名当直時の見張りタスクを含む作業内容と陸上からの支援要望について調査する。
・マルチメディアモニタ上に、ハイビジョンカメラおよび全方位カメラからの画像で構成される海上監視・離着桟操船支援システムを構築する。
・巡回点検項目策定のための訪船調査と過去の巡回点検作業内容の再分析を行う。
・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機を用いたガイダンスおよび入力機能の試作する。
・機関点検支援システムのガイダンス生成機能および記録データ管理機能の試作・評価する。

24 年度の研究成果

□1 名当直の現状について調査を行い、許される船型、技術要件、当直者の要件等一名当直に必要な条件や現状利用されている技術を明らかにした。
□相手船動静監視システムの開発（JRTT 高度船舶技術実用化助成制度）に共同参加し、製品設計支援および基本機能のチェック法を確立した。図 1 に相手船動静監視システムの外形写真を示す。
□１名当直における見張り支援と着桟支援を目的とした見張り・着桟支援システムを構築した。着桟支援としては､船橋上のマスト先端に設置した半球ミラー方式の全方位カメラ画像の直交平面画像への変換による俯瞰画像やウイング下に設置したパンチルト型ハイビジョンカメラによる３面の連続画像の結合による船首から船尾までカバーする連続画像を作成し、全長約 230m のバルカーでの実写による画像収集とその評価を行った。
　半球ミラー方式の全方位カメラ画像によるパノラマ画像と 3 面の連続画像について良好な評価を得た。俯瞰画像については、カメラ設置位置から船首までの距離と乾舷の高さの関係で、前方の視界が得られなかったため、よい評価が得られなかった。しかし、内航船等比較的船長の短い船舶に対しては利用の可能性があると考えられる。見張り支援に関しては半球ミラー方式の全方位カメラによるパノラマ画像の利用を検討したが、画像処理による移動体の識別には解像度の不足であることが明らかになった。このため、船側の連続画像作成と同様に、複数あるいはパンチルト型のハイビジョンカメラによる連続画像でパノラマ画像を作成し、これを基に移動体識別を含めた見張り支援システムを今後、検討したい。図 2 に、全方

位画像システムを中心とした見張り・着桟支援システムの画面例を示す。

□機関の確実な点検作業の履行の確認と点検記録の入力および出力の省力化を目的として、携帯端末、RFID リーダ、RFID から構成される機関点検支援システムの構築を行った。点検作業においては、音声によるガイダンスにより点検作業を促すと共に、対象機器に設置された RFID と特許出願中の RFID パッドからコードを読み込むことにより、データ入力ができる。また点検項目の管理と音声ガイダンスの作成編集のため、点検項目管理システムを作成した。さらに、携帯端末に取得したデータを読み込み帳票をする機能の試作を行った。本システムの機能を確認するため、船舶の補機プラントの巡回点検を対象に、点検項目と音声ガイダンスの機関点検支援システムへの入力を行い、1 次評価として良好な評価を得た。図 3 に、機関点検支援システムの端末と、入力用 RFID タグを示す。。

◆特許、発表論文等の成果（24 年度）

・特許 3 件

参考図

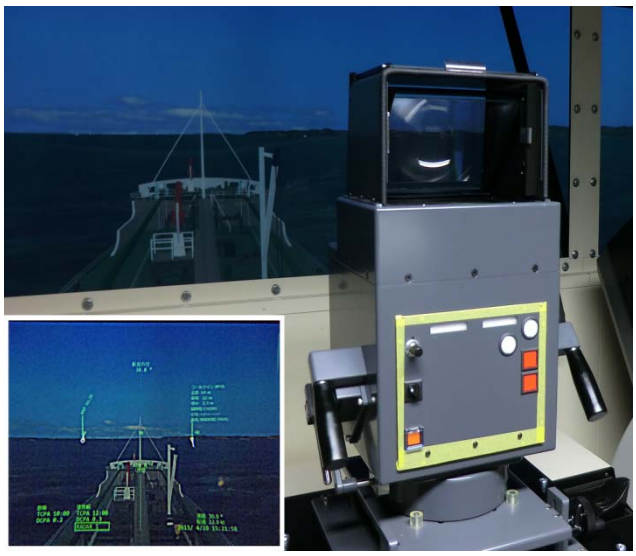


図１　　相手船動静監視システム

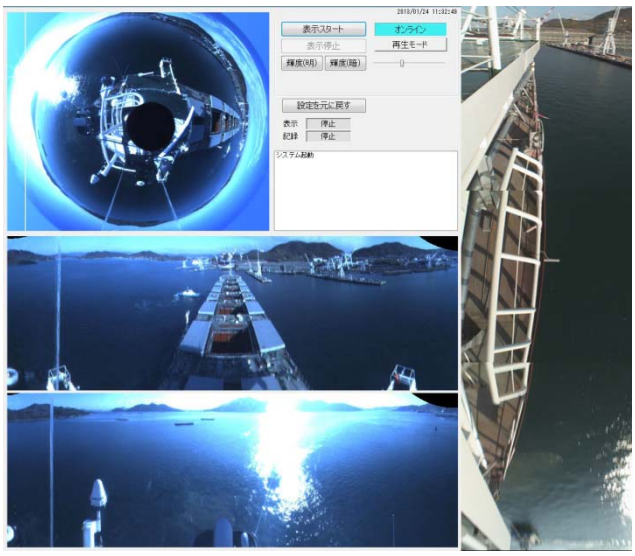


図２　ディジタル画像による見張り・着桟支援システム

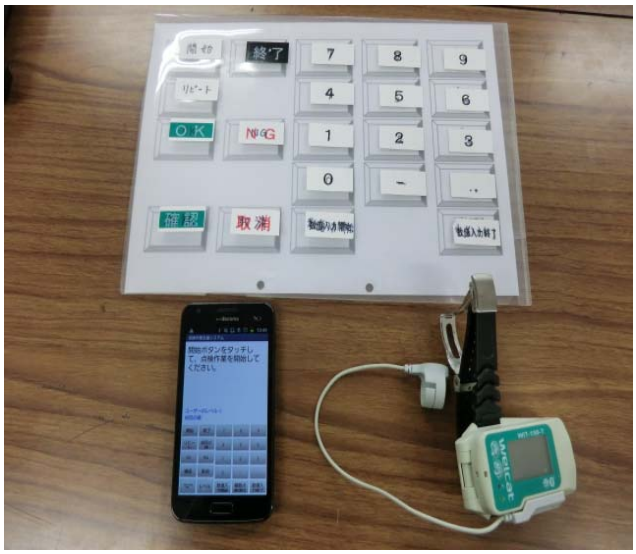


図 3　機関点検支援システムの端末

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

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ー評価法の確立及びガイドラインの作成	❶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	❷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
		❸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	❹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　　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・電気等各種艤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、舶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・水作業が省略され艤装順序の自由度を向上させる。

24 年度計画

□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、引張剪断強度を向上させた接着剤を開発するとともに、環境劣化に関する信頼性評価手法を構築する。具体的には、

・プレス施工に基づく曲面変形の幾何学的分析手法の確立、プレス曲げ変形量データベースの作成、プレス施工適用外板検討のための外板曲面幾何分析（曲面幾何に基づく外板のマッピング）、曲率線展開システムの高度化

・ 0℃環境下での引張剪断強度を向上させた接着剤の開発、熱劣化促進試験による環境劣化に関する信頼性評価、弾塑性解析による接着層内部応力分布評価

24 年度の研究成果

□市販のプレス解析ソフトウェアを造船用プレス加工にカスタマイズし、造船用プレス加工シミュレータを開発した（図１参照）。また、本シミュレータ上で造船用プレス加工を再現できることを確認し、プレス加工による非可展成形を定量的に再現した。併せて、強い非可展面を成形するためのプレスヘッドを考案し、実験用のミニモデルを製作した（図 2 参照）。今後、製作したモデルを用いてプレス実験を行い、プレスによる非可展面成形を確認する。加えて、プレスシミュレーションに基づく弾塑性変形 DB を作成し、プレス荷重が指示できる「プレス施工支援システム」の改良を行い、実際の造船工場に現場適用した。

□既存の接着剤を極厚塗布した場合の高温高湿劣化時の強度データが皆無で、改良要件が定まらないことから、開発に先立ち、高温高湿劣化促進試験により強度データの拡充が必要であることが判明した。また、極厚塗布特性に優れた接着剤の高温特性の向上は、難しいことが判明したため、新たに平行して高温特性に比較的優れた接着剤の疲労強度評価を接着剤メーカーとの共同研究により開始した。

□環境劣化の影響評価の一環として、高温高湿劣化促進試験により、50℃90%RH 劣化促進後 24℃における強度評価に加えて、50℃90%RH 劣化促進後 50℃における強度評価を行った（図 3 参照）。

□重ね合わせ継手の FEM 弾塑性解析により、接着層の強度に及ぼす層厚の影響を評価した（接着層の材料定数は一様と仮定）（図 4 参照）。試験結果との比較から、樹脂とゴムの混合体である接着剤のポアソン比等の物性値の与え方や、部分破断の考慮（破断ひずみの設定法）など、FEM 解析方法の改良点に関する知見を得た。

◆特許、発表論文等の成果（24 年度）
・プログラム登録１件
・発表論文３件

参考図

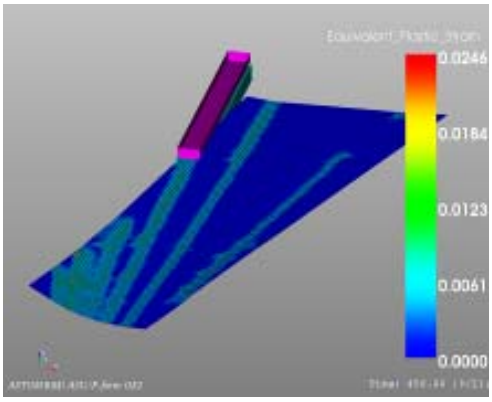


図１　プレスシミュレータ

図２　新プレスヘッドのミニモデル

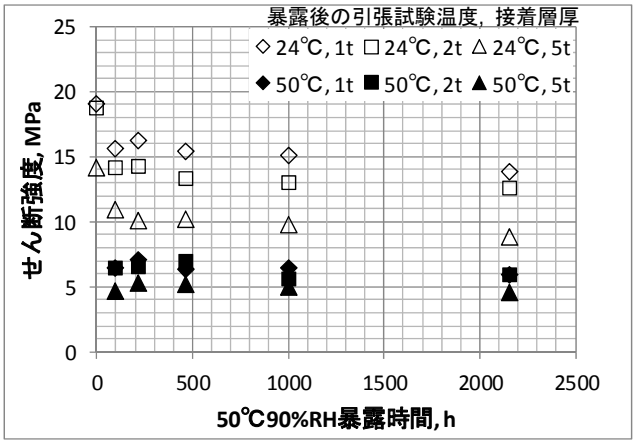


図３　構造用接着剤の高温高湿劣化促進試験結果

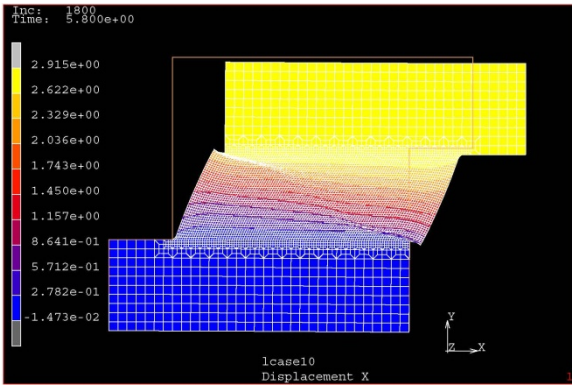


図４　せん断継手変形量分布解析結果

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

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ー評価法の確立及びガイドラインの作成	❶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	❷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
		❸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	❹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　　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。

24 年度計画

□「離島航路の維持に資する小型高速旅客船のための省エネ運航指針案を作成する。具体的には、

・バリアフリー新法の技術基準見直しへの対応として、国交省が平成 24 年末までに実施する公共交通機関のバリアフリーガイドラインの見直しに反映される項目の抽出を行う。さらに、旅客船バリアフリーガイドラインの見直しも予想されるため、同ガイドラインへの反映のための項目案の抽出も行う。

・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に必要な項目を明らかにして、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確認する。

・高齢者・障がい者・離島航路居住者の移動円滑化を向上させるため、離島航路と、離島航路に連携する交通機関の実態を明らかにし、離島航路での海上交通と陸上交通間の円滑化を図る旅客船の課題を抽出する。

・離島航路の維持に資するため、運航事業者が用いることのできる小型高速旅客船のための省エネ運航指針を作成する。

24 年度の研究成果

□国交省が平成 24 年度に行った公共交通機関のバリアフリーガイドライン「公共交通機関の移動等円滑化整備ガイドライン」の見直しに委員として参加し議論に貢献するとともに、見直しの要点等について整理を行った。また、旅客船バリアフリーガイドラインの見直しは計画されていないが、実施された場合に備え項目案のまとめを行った。

□実際に運航されている中型フェリーを対象に避難経路解析シミュレーションプログラムを用いて、車両甲板のバス内からの避難と客席からの避難との避難性状について比較検討した（図１参照）。また、同等の安全性を確保するために必要な課題を抽出した。

□離島航路と、離島航路に連携する交通機関について調査し各地域の実態についてまとめ、離島航路に適した海上交通と陸上交通間の円滑化が図られた旅客船の課題を抽出した。また、追加の成果として、上記離島航路に適した旅客船の方式の一つとして、EV バス等を動力源の一部とするシームレス船のコンセプトの作成と基本設計を行った（図２参照）。

□複数の離島航路において省エネに関する運航データを乗船調査により計測するとともに、運航事業者及び造船技術者等から情報収集を行った（図３参照）。これらの結果を基に、離島航路の維持に資するため、離島航路の運航事業者が省エネに取り組む際の手引きとなる省エネ運航指針案「小型高速旅客船省エネマニュアル」を作成した。ここでは、運航事業者にわかりやすいよう図表等を用い、省エネの必要性やエネルギー消費を含む小型高速旅客船の特性を解説した上で、実際に運航している小型高速旅客船の省エネに関する計測と試算の適応例を挙げ、チェックシートで確認できるようにしている（図４参照）。

◆特許、発表論文等の成果（24 年度）
・プログラム登録１件
・発表論文１件

参考図

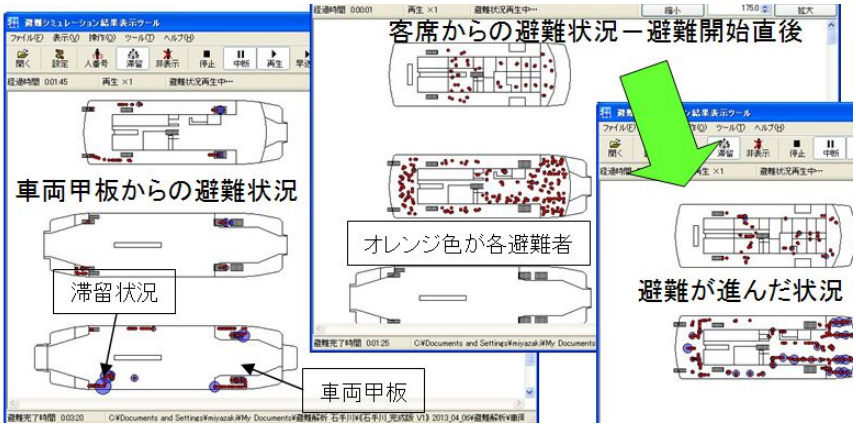


図１　避難経路解析シミュレーションプログラムによる避難状況比較例

図２　離島航路に適したシームレス船の外観

図３　離島航路での乗船調査対象船と運航データ計測装置

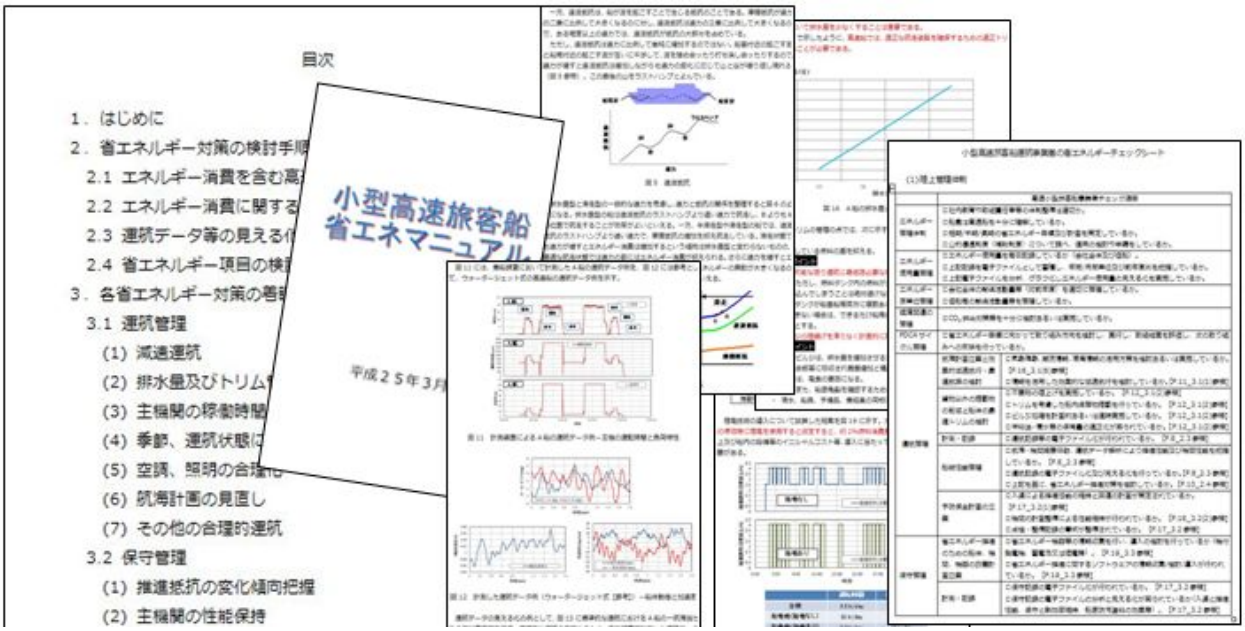


図４　作成した小型高速旅客船のための省エネ運航指針案の抜粋

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。

さらに、以上について、横断的組織として改めて位置付けることにしている国際連携センターが研究所全体をとりまとめて取り組む。

◆２４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ない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、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。

◆２４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 代表海象（荒天域を含めた実海域の海象）での速力低下係数ガイドラインの策定

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月から発効し、国際的に規制が実施されています(日本でも、海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律等の一部を改正する法律が２４年９月に成立し、規制が行われています)。

この新造船の燃費効率をベースとした規制では、船舶は、EEDI（エネルギー効率設計指標）値として、通常、波や風のない穏やかな海面状態における船舶の燃費性能を計算する以外に、「代表海象における速力低下（fw）を計算するためのガイドライン」により、実海域で速力低下することにより CO2 排出量の評価を加えることができるようになっています。

研究所では、この計算ガイドラインの開発に当たり、400 m 水槽や実海域再現水槽を使った波浪中抵抗増加等の研究成果や多数の船種に対し実船計測結果を基に、IMO に対してわが国が行ってきた提案が反映されたものです。fw は、２５年１月１日から実施された EEDI 規制で作成される EEDI テクニカルファイルに EEDIweather（fw を考慮した EEDI 値）とともに記載することができることになっています。なお、fw を記載する場合には、ガイドラインに従い個船毎のシミュレーション計算を実施するか、船種別に作成した標準カーブにより載貨重量別に標準値を求められます。

２４年１０月１日から５日まで英国ロンドンのＩＭＯ（国際海事機関）本部で開催された第 64 回海洋環境保護委員会（ＭＥＰＣ64）において、多数の国の支持を得て、この fw ガイドラインは暫定の IMO ガイドラインとして承認されました。

このことにより、実海域における船舶の性能向上が一層促進されるとともに燃費効率を可視化するガイドラインにより、我が国の優れた造船技術によって建造される新造船及び省エネデバイスの国際競争力をアピール可能となることが期待されています。

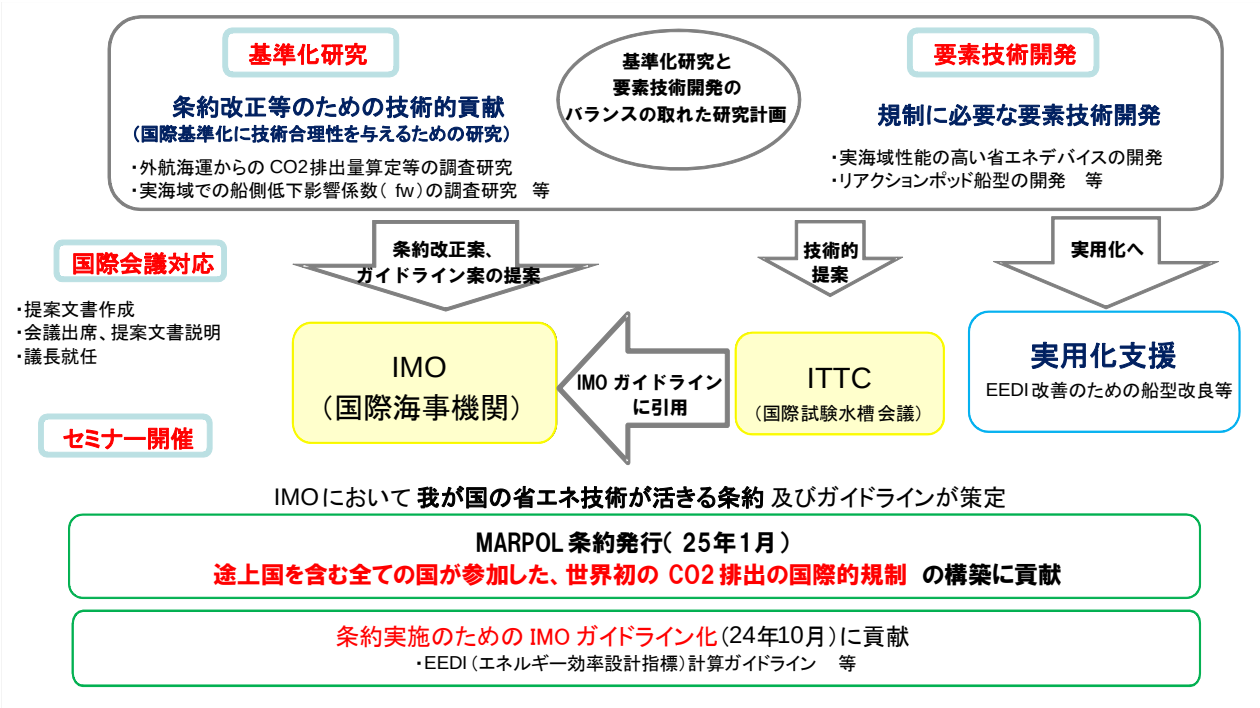


図１．３．１　戦略性を持った国際活動

② 浸水平衡装置の評価方法の見直しへの貢献

浸水平衡装置（クロスフラッディング装置）は、船舶の損傷・浸水時において、片舷からの浸水をもう片方の舷側に導くことにより、浸水時に船舶傾斜の軽減を図ることを可能とする装置です。

当該装置を用いた状態で旅客船の損傷時復原性を計算する場合、１９年１０月の海上安全委員会(MSC)決議の浸水平衡装置評価勧告案（245(83)）に準拠してこの装置の性能（粘性抵抗を考慮した装置の摩擦係数）を評価することとなっています。

一方で、当該浸水平衡装置の評価結果が現在の客船の損傷時復原性要件に及ぼす影響は非常に大きく、適切に安全性を確保した合理的な基準体系の策定が望まれていました。

この様な背景を踏まえ、研究所において浸水平衡装置の摩擦係数の評価等に関する研究プロジェクトを2ヶ年計画で実施し、MSC決議245(83)で与えられる摩擦係数の簡易計算式は精度が低いことを検証し、我が国からMSCでこの点を問題提起した結果、受け入れられ、改正提案を提出するよう要請されました。

我が国では、研究所が開発した数値流体力学(CFD)ソフトSURFを活用して摩擦係数の簡易計算式の改正案を作成し、EUで行われている研究プロジェクトの成果とも整合性を図り、提案文書にまとめて２４年１１月のMSCへ提出し、各国の理解を得ることに努めた結果、我が国提案が受け入れられ、２５年６月のMSC 92で採択されました。

③ 水素自動車及び圧縮天然ガス自動車を輸送する船舶の要件

地球温暖化対策が国際的に進められる中、自動車業界においては、走行中に二酸化炭素（CO2）を排出しない水素燃料電池自動車（HFCV）、及び CO2 排出が従来のガソリン自動車やディーゼル自動車より少ない天然ガスを燃料とする自動車の開発及び製品化が進められています。これに伴い、今後 HFCV のような新形式の自動車の海上輸送量が増加していくものと予想されています。

一方、現行の海上における人命の安全のための国際条約（SOLAS 条約）における自動車を輸送する船舶の安全要件は、従来型のガソリン自動車やディーゼル自動車のみを想定して策定されています。

こうした状況を背景として、IMO の防火小委員会（FP）では２０年から、我が国提案により水素燃料電池自動車等の海上輸送に関する安全基準の検討を行ってきました。研究所においても調査

研究を実施し、危険性の同定及び安全性に関する文書の提出等の我が国の提案文書作成に貢献し、また日本自動車工業会とともにプレゼンテーションを行い、我が国の提案の理解に努めました。さらに本議題に係るワーキンググループ議長を研究所職員が務めており、我が国主導におり審議を進めました。

その結果、水素自動車及び圧縮天然ガス自動車を輸送する船舶の要件に係る SOLAS 条約附属書第Ⅱ-2 章の改正案が概ね合意され、適用船舶については、２４年５月の MSC90 において、水素自動車等を運搬する自動車運搬船に限ることが合意されています。２５年１月の FP56 では、これまでの議論を踏まえ、我が国から提案した SOLAS 条約附属書改正案が最終化され、２５年６月に開催された海上安全委員会（MSC92）で承認されました。

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、２４年度は、各種委員会（MSC90、NAV58、DSC17、MEPC64、MSC91、FP56、BLG17、SLF55、DE57及びこれら委員会の中間会合）に対して合計３８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。２４年度は、のべ２５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１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（FP56（水素・圧縮天然ガス燃料自動車）、DE57（救命設備）及びコレスポンデンス・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（鉄鉱粉、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監査が２６年１月から２７年１２月まで実施されておりGBS適合検証監査員を当研究所員が務めています。

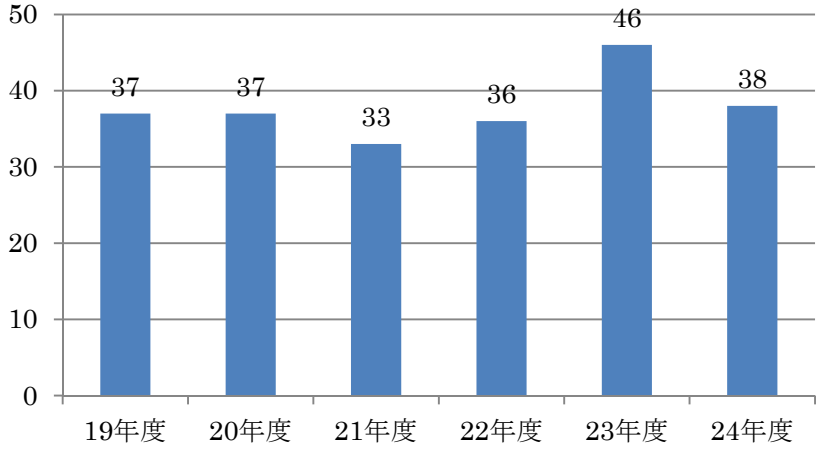


図１．３．２　IMO提案文書の推移

表１．３．１　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	24 年度
IMO	42 名	42 名	29 名	31 名	28 名	25 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１．３．２　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
総合安全性評価（FSA）	MSC90	24 年 5 月	船舶からの油流出防止規制に係る費用対効果分析の手法を取り入れたフォーマル・セーフ ティ・アセスメント（FSA）のガイドライン改正案作成に貢献
e-Nvigation の戦略	NAV58	24 年 7 月	電子傾斜計の性能基準案の最終化に貢献するとともに、日本側の意見が反映された性能基準案作成に貢献
新規固体ばら積み貨物の個別要件	DSC17	24 年 9 月	鉄鉱粉の運送に関する CG の結果報告を行うとともに、新規固体ばら積み貨物の個別要件の我が国提案文書作成に貢献
海上公試、Weather Factor（fw）算定指針関係	MEPC64	24 年 10 月	日本が主導的に作成した *fw* 計算暫定ガイドラインの採択、試行のためのサーキュラー（回章文書）の承認、荒天海域での操縦性を確保するための最低出力決定法の暫定ガイダンスを策定するためのMEPC-MSC サーキュラーの承認に貢献
総合安全性評価（FSA）	MSC 91	24 年 11 月	セーフティ・レベル・アプローチ（SLA）を活用したGBS及び代替設計の承認に関するガイドラインの枠組み作りに貢献するとともにFSA レビューのための専門家グループ（FSAEG）の一員として、FSA ガイドラインの策定に貢献
水素自動車等を運送する区画の防火要件	FP 56	25 年 1 月	「水素自動車等の運送に係るSOLAS 条約第II-2 章改正案」及び、「液化ガスのばら積み運送のための船舶の構造及び設備に関する改正国際規則（改正IGC コード）案中の火災安全要件案」及び、「ガス及び低引火点物質を燃料として使用する船舶の国際規則（IGF コード）案中の火災安全要件案」等のとりまとめに貢献

IGF コード案の策定	BLG17	25 年 2 月	「液化ガスのばら積運送のための船舶構造および設備に関する国際規制（IGC コード）」に係る我が国提案（全て共同提案）文章作成に貢献するとともに、改正 IGC コード案作成に貢献した。
クロスフラッディング指針案を含む復原性関係	SLF55	25 年 2 月	浸水平衡装置（クロスフラッディング装置）の評価法に関する算定方法を含む復原性関係の我が国提案文書作成に貢献
救命設備関係	DE57	25 年 3 月	救命関係 WG 議長をつとめるとともに、救命設備要件の新たな枠組に係る指針の基本的合意に貢献

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）、WG5（防汚システム）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１．３．３　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/TC 8/SC 1 船舶及び海洋技術専門委員会／救命及び防火分科委員会	24 年 5 月	研究所所員が救命に関する作業部会の全ての規格の審議に参画し、日本の意見を規格案に取り入れることに貢献。
ISO/TC 67/SC 7 石油及び天然ガス工業用材料及び装置専門員会/海洋構造物分科委員会	24 年 5 月	研究所員が、浮体構造物基準 ISO19904-1 の改訂に関し、日本意見を取り入れることに貢献。
ISO/TC 8/SC 2 船舶及び海洋技術専門委員会／海洋環境保護分科委員会	24 年 9 月	研究所員が、船舶の防汚方法の海洋環境リスク評価方法の ISO 規格案を提案し、規格策定に貢献。
ISO/TC 8/SC 1/WG 1 船舶及び海洋技術専門委員会／ 救命及び防火分科委員会／救命作業部会	25 年 1 月	国際連携センター長が、日本からの唯一の出席者として、救命に関する作業部会において、全ての規格の審議に参画するとともに、議長の依頼により、報告書案作成に貢献。

（ウ）IEC

我が国における浮体式洋上風力発電の開発進展に併せて世界市場への展開が課題になってきております。

その中で、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。

新規標準策定への２２年度の韓国提案が、着床式洋上風車の基準やOil＆Gas施設の基準をそのまま準用した部分が多く、浮体式洋上風車特有の事象に係る検討が不十分で、全体としての整合

性が取れていないことから、２４年１０月に開催されたIEC/TC88/61400-3-2に研究所員が出席し、我が国からの修正案として、風車部分及び浮体部分に係る外力の一体評価等の研究成果を反映した浮体式洋上風力に特化した具体的な新規標準を提案しました。

現在、IECの審議は当該日本提案をベースに進められており、基準策定に研究所の成果が大きく貢献しています。

（エ）その他国際会議

表１．３．４　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
第 65 回 国際溶接会議(IIW) 第 XIII（疲労(Fatigue)）委員会	24 年 7 月	委員として参加し、疲労強度改善法、疲労設計規格、疲労データ評価法などに関して、討議への参加、情報収集、関係者間の連絡調整を行った。
欧州プロジェクト GOALDS　最終報告会	24 年 9 月	損傷時復原性基準に関する GOALDS の素案に対し、主に技術的観点から意見交換を行った。また、これらの意見交換等を通じて、欧州との連携関係構築に貢献した。
ITTC,Advisary Council	24 年 10 月	就航中船舶の性能に関する研究についての国際的な検討を進めるための組織運営の議論に参加し、円滑な体制構築のために貢献した。
ITTC,Specialist Committee on Performance of Ships in Service	24 年 10 月	速力試運転で波、風等の影響を修正し、平水中速力を求める方法を提案し、速力試運転の解析方法の策定に貢献した。
IAEA TRANSSC25	24 年 10 月	技術基盤文書に関するWG に参加し、技術基盤文書の位置付けについて、規則の変化を記録し技術伝承する意味でも重要であることを支持した。またいくつかの文書構成上の不整合を指摘し、WG 報告のとりまとめに寄与した。

（２）　海外研究機関・研究者との連携、交流の促進

①流体弾性に関する国際シンポジウム（Hydroelasticity 2012）の開催

財団日本法人日本海事協会と共催で、流体弾性に関わる内外の研究者を集め、２４年９月１９日から２１日に、東京都海運ビルにて、流体弾性に関する国際シンポジウム（Hydroelasticity 2012）を開催した。

②リスクベース設計及び復原性に関するミニワークショップを開催

船舶の復原性に関し、国際的に研究活動を行っているアテネ工科大学パパニコラウ教授を迎え、２５年１月２５日に研究所内で内外の研究者を集め、リスクベース設計及び復原性に関するミニワークショップを開催した。

③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）の国際規則担当者として１名を派遣し（２４年１月～２５年１月）、「放射性物質の安全輸送規則」の改訂作業に従事。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ました。

（３） 海外研究機関・研究者との連携、交流の促進

国際連携センターについて、研究系並みの権限を持つ横断的組織として再編し、技術的な裏付けのための調査・研究の実施や資料作成、国際会議への専門家の派遣及び議長・幹事の役割の実行、関連する国際会議の誘致・開催など、積極的に IMO 等の対応を強化し、貢献していきます。

表１．３．５　海外研究機関との連携状況

海外研究機関	締結日
オランダ海事研究所	14 年 11 月
カナダ海洋技術研究所	15 年 1 月
サンパウロ大学	16 年 3 月
韓国海事研究所	19 年 1 月
カンピナス大学	19 年 9 月

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

⑴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。

⑵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。

⑶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

⑴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。

⑵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。

⑶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。このため、必要に応じて、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

⑴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。

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。

さらに、総務・企画・研究の各組織にまたがる業務の調整機能を担う組織を新設し、研究に係わる管理業務の更なる円滑化・効率化を図る。

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。

⑵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、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。

⑶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。

◆２４年度計画における目標設定の考え方

２４年度は、当所を取巻く研究環境変化や組織の運営状況を踏まえつつ、引き続き、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。２４年度は、研究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、一層の透明化を図ることにしました。

◆２４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、研究業務の効率化、ニーズに合致した組織作りを進めています。

２４年度は具体的には、

・海難事故解析センター及び国際連携センターについて、全所に跨る組織として円滑に機能を発揮させ、また、社会とのつながりの大きさから全所的組織であることを明確にするため、それぞれ部等の下部組織から所横断的組織に移行

・研究の支援・連携強化と外部連携の強化を図るため、それぞれの業務に特化した研究コーディネーターと産官学連携主管を配置

・国際条約の発効支援への対応を図るために、EEDI PT を設置（温室効果ガス対策 PT を廃止）

・研究機能の整理、組織の簡素化を図るためセンター機能の見直し等を実施

（センター、グループ）

・実海域運航性能評価手法の開発のため、実海域性能研究センターを解消し、流体設計系に実海域性能研究グループを新設

（企画部、その他）

・広報機能及び知財形成支援機能の強化を図るため、広報業務に特化した広報主管を設置し、知財業務を研究コーディネーターへ移管

・人材育成機能を強化するため、研究統括主幹が担務　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となる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。これまでに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、２４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ありません。

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いません。また、現金及び預金からなる流動資産については、２４年度末の時点で約４億円弱、年間の支出額の１割弱となっていますが、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)地球温暖化防止に関する東京都条例への対応

東京都が定める「都民の健康と安全を確保する環境に関する条例」において、地球温暖化対策の推進のため、一定以上の温室効果ガスを排出する事業所に対し、排出総量を削減することを義務付け、削減目標や対策をまとめた地球温暖化対策計画書の策定・提出を求めています。

研究所は研究施設の稼動効率化、省エネ設備への更新等の対策により、２２年度から５年間、平均して基準年度（１７～１９年度）比 6%以上の排出総量削減を目標とする地球温暖化対策計画書を策定し、東京都に提出しました。

(b)省エネ型エアコン、照明機器の更新等

２３年度に引き続き、省エネ型エアコン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２４年度も玄関灯の代替として設置しました。

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、毎月の電力使用量の推移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

２４年度は、(a) ～ (c) の対策を講じ、電力使用量の抑制を図っています。

２３年度比１７％増となりましたが、これは、前年度は東日本大震災の影響による電力使用制限に伴い、研究計画上に大きく影響が出るものの使用電力の大きい研究施設の稼働を抑える等の特別な対応をとっていたものであり、また、２４年度は、遅れた研究計画の回復を図るため等で使用電力の大きい研究施設の稼働を要する案件があったこと等から増加したものです。

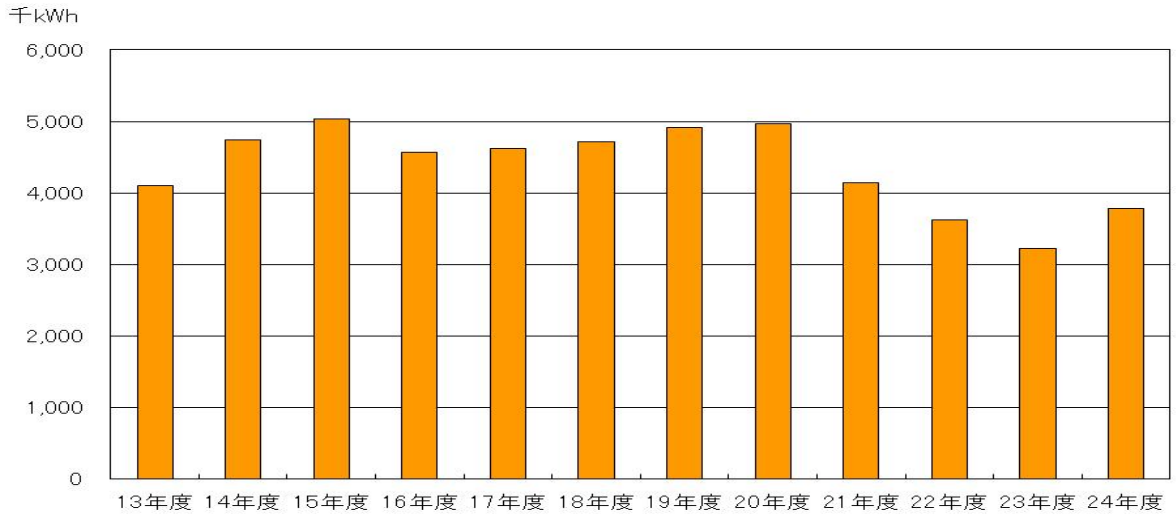


図２．１　使用電力量の推移

(e)水道使用量の抑制

水道使用量に関しては、毎週モニタリングを実施するとともに、職員への啓蒙を進め、使用料の抑制を図りましたが、２４年度は、２３年度比９％増となりました。これは、電力と同様に研究計画の遅れを取り戻す等、水道使用量の大きい研究施設の稼働を要する案件があったことから増加したものであり、当該要因を除けば、ほぼ前年度と同様の使用量でした。

(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) 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（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、２４年度の会費の支出について見直しを行い約１．６百万円削減しました。

(b)アウトソーシングの実施

業務の効率化を図るため、２４年度は、守衛業務など１１の業務について２４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が、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。

２４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が、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。

(c)契約プロセスの合理化

契約管理の強化・透明化が独法に求められる一方、加えて、外部受託等が増加しており、研究

者の契約手続き関係業務に携わる時間の増加による研究時間の圧迫が問題になって来ており、契約プロセスの適正化を行う必要が生じていました。そこで、２４年度から文具、汎用ソフト、書籍等の汎用品の契約については、研究者から参考見積もり書の提出を、必要最低限（カタログのコピーも許容）とし、複数見積もりが必要なもの等については、会計課が直接聴取するように変更して、研究者の負担軽減を図るなどの契約プロセスの合理化を行いました。なお、２５年度からは、汎用品以外の契約手続きについても変更する予定にしています。

(ウ) 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、２４年度の一般管理費は６８．２百万円となり、２３年度に比べて６．３百万円減少しました。

また、電力料金について、２４年１１月より契約電力を２４００ｋW から４００ｋW 引下げ、２０００ｋW に変更したことにより三研究所合計額で月額約５０万円の削減、２４年度全体では約２６０万円の削減になりました。

② 特許権の維持に関する基本方針

２４年度までに１７０件の特許権が登録され、また、１３８件が出願中です。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、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。２４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

２４年度は、昨年度に引き続き、高いレベルでの収入が続いており、許諾件数は増加しています。民間事業者と共同開発した波浪中抵抗増加低減ステップの使用に伴い特許使用料収入が増加し、特許使用料収入は５百万円、プログラム使用料収入は３１百万円となっております。

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	24 年度
特許･プログラム収入	使用許諾件）	30	30	39	44	51	54(※1)
	使用料収入（千円）(※2)	24,482	31,194	34,452	34,833	38,339	36,214

※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）　２２件

非構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)　２２件
日本近海の波と風のデータベース表示プログラム　２件
積層管の剛性・応力・疲労解析プログラム（LAYCAL　Version2.0）　１件
要目最適化プログラム（HOPE)、(HOPE　Light）　１７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　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
信頼性解析プログラムGO-FLOW　１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。

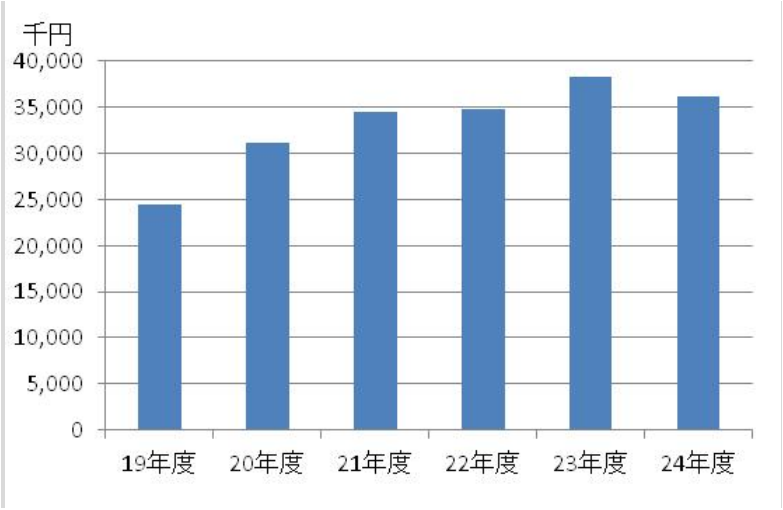


図２．２　特許・プログラム収入の推移

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なっていますが、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。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産官学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。

これらの働きかけの結果、要目最適化プログラム（HOPE　Light）に関しては、２３年度より５件の使用許諾契約の積増が図られました。

(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応えているところです。

(ウ) 受託研究、競争的資金の獲得拡大

２４年度は、前年と同様、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、政策課題と研究への橋渡し機能の強化を図り受託研究等を

企画する産官学連携主管を配置し、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、年度計画に定められている自己収入の繰入額（７９百万円）を確保することができ、２４年度の研究計画を計画通り遂行することが可能になりました。

（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

２３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

２３年度、２４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、次年度の改善取組内容が適当であることが確認されました。

今後、公告期間の拡大、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、２４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２．２　随意契約等見直し計画の進捗状況

（単位：件、百万円）

	２３年度		２４年度		比較増△減		見直し計画	
	件数	金額	件数	金額	件数	金額	件数	金額
一般競争入札	（70.2%） 92	（59.0%） 480	（71.9%） 110	（68.5%） 500	（19.6%） 18	（4.2%） 20	（85.0%） 176	（76.2%） 885
企画競争・公募等	（16.1%） 21	（20.6%） 168	（15.0%） 23	（12.2%） 89	（9.5%） 2	（△47.6%） △80	（5.3%） 11	（4.1%） 47
競争性のある契約（小計）	（86.3%） 113	（79.6%） 649	（86.9%） 133	（80.7%） 589	（17.7%） 20	（△9.2%） △60	（90.3%） 187	（80.3%） 932
競争性のない随意契約	（13.7%） 18	（20.4%） 166	（13.1%） 20	（19.3%） 141	（11.1%） 2	（△15.1%） △25	（9.7%） 20	（19.7%） 229
合　計	（100%） 131	（100%） 814	（100%） 153	（100%） 729	（16.8%） 22	（△10.4%） △85	（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、24 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。

２４年度の随意契約の件数は２３年度より件数は増加していますが、契約全体の中での比率及び金額は減少しました。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くありましたが、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、所内目標値５０％を下回ることが出来ています。

表２．３　一者応札の削減状況

年　　度	２０年度	２１年度	２２年度	２３年度	２４年度
一般競争入札件数	１７４	１５３	１１６	９２	１１０
うち一者入札件数	１１０	５５	２７	２３	３８
一者応札割合	６３．２％	３５．９％	２３．３％	２５．０％	３４．５％

(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、２４年度には３２６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１，５０５万円の減額効果が現れました。

以上を踏まえ、２４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２．４　入札及び随意契約の結果

事項	２３年度			２４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）	435 (15.9%)	897,839 (74.1%)	-	459 (15.8%)	856,774 (74.3%)	-
一般競争入札を行った案件	414	729,375	93.76%	436	768,168	93.82%
簡易入札を行った案件	322	249,277	94.70%	326	267,972	94.50%
企画競争を行った案件	1	3,675	100%	1	3,675	100%
公募を行った案件	20	164,789	98.67%	22	84,931	99.25%
随意契約（全契約に対する割合）	2,300 (84.1%)	313,717 (25.9%)	-	2,446 (84.2%)	296,437 (25.7%)	-
少額随契基準を超える案件	13	87,747	99.63%	15	47,378	99.97%
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）	29	19,362	99.92%	58	34,352	99.95%
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）	2,258	206,608	99.82%	2,373	214,707	99.91%

（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

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。

なお、２４年度については、第三者への再委託はありません。

(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/disclosure/index.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、職員は、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。研究所の職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、職員の一人一人が、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によって、これを実践する必要があります。

上記の認識のもとコンプライアンスの基本概念を学ぶとともに、事例を通してコンプライアンスに対する意識の強化、理解浸透を図る事を目的として、e ラーニング研修を通じコンプライアンス研修を実施しました。

また、２３年度に策定したコンプライアンスマニュアルについても、イントラネットによる情報発信等を行い、コンプライアンスに対する職員の意識啓発に努めました。

更に、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２３年度策定したところです。２４年度は、同制度が適切に運用されるよう引き続き、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性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。

また、今年度からは、研究費の更なる適正執行を図るため、消耗品の調達、保管状況についても、監査時に、現場で現物確認を実施しています。

２４年度は、合計１０８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、軽微な旅費等の算出方法の誤りなどの指摘事項があり、是正措置を講じ、全て適切な処理とさせました。

(b)情報セキュリティ監査

２４年度も引き続き、「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、新たに管理台帳に追加された特定情報資産についても、適切に管理が行わ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

２４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) 契約状況

随意契約に関して、「２３年度同様、委託元指示による随意契約が１０件と多かったことが大きく影響しており、止むを得ないものと考える」旨講評されています。

(イ) 内部統制

コンプライアンスや内部通報制度に関する監事監査の指摘を踏まえ、２３年度にコンプライアンス・マニュアルを策定、２４年度に内部通報制度を導入、さらに職員全員を対象にコンプライアンス研修を実施し、職員のコンプライアンスに対する意識の強化等の理解浸透を図りました。

この様な状況に対して、「コンプライアンスへの取り組み及び意識について」の監査を受け、その結果、内部統制のレベルが以前に比べかなり向上したとの意見をいただいています。一方、各種取り組みの職員への更なる浸透を図ることから「コンプライアンス・マニュアルの当所実態に合わせた見直し」、「より利用しやすい内部通報制度への見直し」等の指摘を受けており、職員の意見等を踏まえた検討を進めているところであり、今後、更なる向上に取り組んでいきます。

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、２３年度に導入したデバイス制御ソフトウェア、不正ＰＣ検知・排除の導入等に加え、２４年度は特定情報資産（電子ファイル）保管コンピューターへの操作ログ取得ソフトウェアの導入、送信ドメイン認証の設定変更によるなりすまし防止対策等の情報セキュリティのさらなる強化を行いました。

④　大災害発生時への対応の明確化

従来からある安全対策マニュアルに加え、職員や資産、業務の遂行等に大きな被害をもたらす規模の地震、その他の大災害発生時に備えるために、災害対応マニュアルを策定しました。

東日本大震災を踏まえ、災害時の組織体制、職員の安否確認手段、備蓄品の確保及び帰宅困難者対策として時差退所の実施等を規定しています。

⑤　公文書等の管理意識の醸成

「公文書等の管理に関する法律」が２３年４月に施行され、独立行政法人において職務上作成、取得した文書で、役員または職員が組織的に用いるものとして保有しているものを法人文書と定義し、これらの管理等について法制化されたことを踏まえ、職員への公文書等の管理意識の醸成を図るため、イントラネットに本制度の概要、関係規定、実施した法人文書管理状況監査結果及びその他の重要なお知らせ等を掲載しています。

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	２４年度
収入	
運営費交付金	2,706
施設整備費補助金	95
受託収入	612
その他収入	41
計	3,454
支出	
人件費	2,151
業務経費	544
施設整備費	95

受託経費	574
一般管理費	90
計	3,454

人件費の見積もり	1,739

(2) 収支計画

（単位:百万円）

区　　分	２４年度
費用の部	3,520
経常費用	3,520
研究業務費	2,262
受託経費	574
一般管理費	523
減価償却費	161
財務費用	0
臨時損失	0
収益の部	3,520
運営費交付金収益	2,706
手数料収入	0
その他収入	41
受託収入	612
寄付金収益	0
資産見返負債戻入	161
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	２４年度
資金支出	3,454
業務活動による支出	3,359
投資活動による支出	95
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	3,454
業務活動による収入	3,359
運営費交付金による収入	2,706
受託収入	612
その他収入	41
投資活動による収入	95
施設整備費補助金による収入	95
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、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。

◆２４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。

◆２４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
２４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います。
また、運営費交付金を効率的・計画的に執行し、施設の保守・修繕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	2,706	2,544
施設整備費補助金	95	3
受託収入	612	842
その他収入	41	103
計	3,454	3,493
支出		
人件費	2,151	1,920
業務経費	544	603
施設整備費	95	3
受託経費	574	762
一般管理費	90	86
計	3,454	3,375

人件費の見積もり	1,739	1,516

（２）収支計画

当期は総利益５８百万円となりましたが、このうち純利益は２３百万円です。純利益のうち２０百万円は受託研究による取得資産にかかる将来の減価償却費相当額であり、資金的利益は３百万円です。残る３４百万円は前中期目標期間に取得した受託資産の減価償却費相当額を前中期目標期間繰越積立金から取り崩したことによるものです。

なお、２４年度の交付金債務執行率は 95.2%であり、未執行の交付金債務は１２２百万円となっています。未執行の交付金債務のうち５３百万円については、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。６６百万円については、期を跨いだ契約済繰越案件に充当するために、２４年度の運営費交付金を節約し捻出したもので、２５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	3,520	3,437
経常費用	3,520	3,390
研究業務費	2,262	2,078
受託経費	574	656
一般管理費	523	423
減価償却費	161	233
財務費用	0	1
臨時損失	0	46
収益の部	3,520	3,459
運営費交付金収益	2,706	2,340
手数料収入	0	0
その他収入	41	102
受託収入	612	803
寄付金収益	0	8
資産見返負債戻入	161	199
臨時利益	0	6
純利益	0	23
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	34
総利益	0	58

（３）資金計画

（単位：百万円）

区　　分	年度計画	実績
資金支出	3,454	3,358
業務活動による支出	3,359	3,187
投資活動による支出	95	171
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	3,454	3,261
業務活動による収入	3,359	3,222
運営費交付金による収入	2,706	2,544
受託収入	612	594
その他収入	41	84
投資活動による収入	95	39
施設整備費補助金による収入	95	39
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５８百万円は、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使途

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に着手する。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ために必要な措置を順次進める。

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。

◆　２４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実施

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４５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、耐震工事を開始しています。

耐震性能を付加するための効果的で合理的な設計、研究業務に支障の少ない工法及び工事計画に

ついて検討を行いました。

（２） 施設の維持管理

２４年度末に動揺水槽造波装置の造波板の動作不良が発生し、実験データの品質が担保出来ない状況となりました。一方、動揺水槽を用いた波浪中の実験は、今後も計画されており、また、海難事故解析等の迅速性を要する要請にも的確に対応できるために、同造波装置の早急な補修が必要と判断しました。また、操船リスクシミュレーターにおいても、プロジェクタ不具合により、映像が全く投影されない、あるいはノイズだらけの画像が投影されるといった事象が発生しており、同シミュレータを用いた研究開発や、海難事故解析への即時対応に支障があることから、同様に早急な補修が必要と判断しました。

一方で、予算削減等から２５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、２４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、土壌調査等の移転に必要な費用を計上するとともに、同調査等を実施し、土地等の返納に問題がないことを確認しました。

また、２５年度予算に大阪支所の機能を三鷹本所へ移転するために必要な費用を計上しています。

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、２４年度には新人研究員６名、任期付き研究員１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ド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	２４年度
任期付研究者の新規採用数	５名	２名	６名	４名	４名	１名
民間研究者等の新規採用数	３名	３名	４名	２名	２名	０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、中期計画に示された削減レベルを着実に達成しており、今後も着実に削減するよう努めていきます。

また、２４年度は、国の厳しい財政状況及び東日本大震災に対処する必要性から、国家公務員の人件費を削減するために実施された国家公務員の給与及び退職手当の支給水準引き下げ措置に準じることを求める国の要請に従って、役職員の給与及び退職手当の減額支給措置を実施しました。

減額措置に伴い余剰になった運営交付金については、２４年度中に調整措置が取られ、実質的に国庫に返納されました。

さらに、給与水準について分析します。

海技研の給与規程は国家公務員の一般職の給与法に準拠しており、２４年度は国家公務員の給与の改定及び臨時特例に関する法律に基づく国家公務員の給与の見直しに準じて、俸給及び諸手当の減額措置を行いました。

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、１００．４となっております。また、研究職の給与指数は、９９．７となっています。

理事長の２４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。

（３）　その他評価の参考となる事項（法定外福利厚生費の見直し等）

レクリエーション経費については、２４年度予算においても計上していません。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」（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。