平成２５年度　業務実績報告書

平成２６年６月

独立行政法人　海上技術安全研究所

NMRI

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　----------　３１
【海上輸送の安全の確保】----------　３３
【海洋環境の保全】----------　６０
【海洋の開発】----------１０１
【海上輸送の高度化】----------１２３
３．戦略的な国際活動の推進　----------１４１

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　-------１４９
１．組織の見直しの継続　----------１５２
２．事業運営の効率化　----------１５３

第３章　財務に関する事項　----------１６３

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　----------１７１
１．施設及び設備に関する計画　----------１７３
２．人事に関する計画　----------１７４

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】

（１）研究マネジメントの充実と外部連携の強化

①戦略的企画

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

特に、「安全・安心の確保」、「グリーン・イノベーションの推進」及び「国際ルール形成への戦略的な関与」を実現するために、技術的なフィージビ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。

本年度においては、我が国海事産業の国際競争力強化に資する研究開発の企画・立案のため、他国における研究開発に関する政策や研究開発の動向を調査する。

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。

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た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。

加えて、戦略的知的財産の活用として、数値流体力学（ＣＦＤ）プログラム等の国外展開を図る。

◆２５年度計画における目標設定の考え方

第３期中期計画の３年度目である２５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、国の海洋産業の戦略育成への貢献、東日本大震災復興支援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。

さらに、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。

◆２５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。

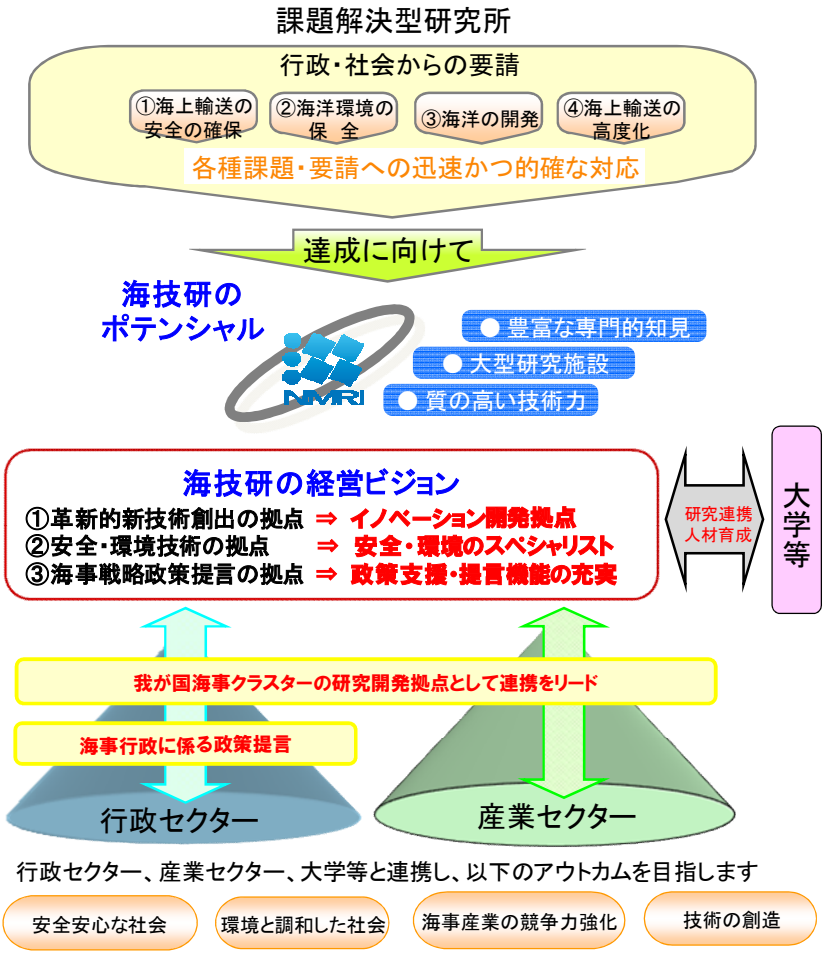


図１．１．１　経営ビジョン

２５年度においては、国の海洋産業の戦略育成（海洋資源開発を含む）、東日本大震災復興支援、国際条約による省エネ燃費規制（EEDI 規制）対応等の国の重要な政策課題に対して、迅速な対応を図り、新たな政策課題の研究を円滑に進めるための機能と体制を強化しました。具体的には、海洋開発系から、水中の探査等の研究を行う水中工学センターを分離設置し、その責任者としてAUV の世界的な権威者を招へいするとともに、海洋開発等に係る研究系等間のコーディネート機能の向上を図るため海洋開発等研究支援プロジェクトチームの設置を行いました。この結果、国が科学技術イノベーションを実現するために進める「戦略的イノベーションプログラム（SIP）」の１０課題の内２課題に参画又は参画見通しであるなどの成果を上げています。加えて、研究開発計画の企画立案に資するために、韓国、ヨーロッパにおける研究開発動向調査を実施するなど、総合的な研究開発計画の企画立案・コーディネート機能を発揮しました。

(a) 戦略的イノベーションプログラム（SIP）

戦略的イノベーションプログラム（SIP）は、国の科学技術イノベーション総合戦略（平成２５年６月７日閣議決定）及び日本再興戦略（平成２５年６月１４日閣議決定）に基づき、科学技術イノベーションを実現するため総合科学技術会議が１０課題を選定。その中の「次世代海洋資源調査技術」（海のジパング計画）に、本研究所が有する水中探査技術、海洋資源開発のノウハウ等を踏まえ、「AUV 複数運用手法等の研究開発」を提案し、関係者へのプレゼン、政策当局と連携した積極的な働きかけを行い、採択されるとともに、次項の水中工学センターの設置等を行い、２６年度からの当該研究開発の実施に向けた準備を行うなど、総合的な研究開発計画の企画立案・コーディネート機能を発揮しました。同様に、「エネルギーキャリア」（新しいエネルギー社会の実現に向けて）の中においても、「水素エンジン開発」、「液化水素ローディングシステム開発とルール整備」において、当研究所のエンジン開発力、リスク評価技術等が評価され、参画する予定になっています。

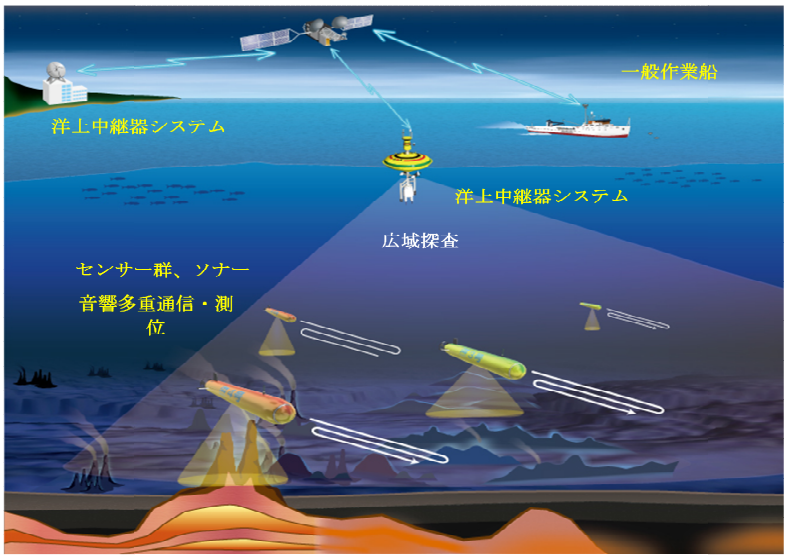


図１．１．２　AUV 複数運用手法等の研究開発

(b)水中工学センター、海洋開発等研究支援プロジェクトチーム

国が進める戦略的イノベーションプログラム（SIP）等の海洋開発に積極的に参加、貢献するため、海洋開発系から、水中の探査等の研究を行う水中工学センターを分離設置し、その責任者として AUV の世界的な権威者を招聘し、任期付きの研究者のセンター員として採用等を行うとともに、洋上ロジスティックハブシステム開発等の開発に関係する研究系等が多数に及ぶ大型プロジェクトにおける研究系間のコーディネート機能の向上を図るため、役員をヘッドとする海洋開発等研究支援プロジェクトチームの設置を行いました。これにより、FLNG や洋上ロジスティックハブ等の海洋開発関係の大型の研究プロジェクトが円滑に進み、対外的な成果を上げることに繋がりました。

(c) 次世代海洋環境関連技術開発支援事業等へのコーディネート

海事分野における国際条約による省エネ燃費規制（EEDI規制）の導入等にあわせて、国土交通省が、２５年度から船舶から排出される二酸化炭素（CO_2）削減のための技術開発支援事業（次世代海洋環境関連技術開発支援事業）.「海洋資源開発関連技術研究開発支援事業」等の３つの補助制度を立上げました。当研究所は、海洋資源開発関連技術開発補助の立ち上げに際して、採択基準の作成や採択候補案件の技術評価等の支援を行うとともに、採択された個々の案件への研究支援を実施しています。特に、「舶用コンバインドサイクル[注１]システムの研究開発」、「LNG 改質による舶用燃料電池を使用したハイブリッド電力供給システムの研究開発」、「CPP

[注2]回転数翼角の同時制御による船舶の省エネ技術の開発」、「空気潤滑法[注3]の既存船装備技術に関する開発」等の案件については、二酸化炭素（CO_2）削減比率が高い、適用船舶が広いなどの有望な基幹技術であるが、民間企業のみでは開発が困難な案件であることから、案件形成段階から、関係者間のコーディネートを積極的に行い、適切な研究計画の企画立案を行いました。

注）１．コンバインドサイクル：ガスタービンとその排熱を利用した蒸気タービンを組み合わせた機関

２．CPP：可変ピッチプロペラ、プロペラの翼角を変化させることのできるプロペラ

３．空気潤滑法：船底から気泡を吹き出すことで船体の抵抗を減少させる技術

(d) 諸外国における研究動向調査

我が国海事産業の国際競争力強化に資する個々の研究開発計画の企画・立案や次年度以降に予定されている次期の中長期計画の立案のため、他国（韓国、ヨーロッパ）における研究開発に関する政策や研究開発の動向の調査を行いました。これらの調査結果は、所内に情報提供するとともに、関係方面にも提供を行い、海事政策の企画立案の参考として活用されています。

(e) 水槽試験に係る ISO9001 を取得

国際条約において２５年１月１日以降の 400GT 以上の新造船に対して省エネ燃費規制（EEDI）が強制化され、実質的に水槽試験の実施が要求されることとなりました。その中で、水槽試験のレベルを一定水準以上に保つために、水槽試験機関は原則として ISO9001 認証を取得する必要があることが示され、研究所としても EEDI に係る水槽試験の円滑な実施のため、ISO9001 を取得しました。

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、内部評価だけでなく外部評価委員会での事前評価・事後評価の対象とし、研究評価の深度化を図りました。２５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、重点研究・先導研究・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。

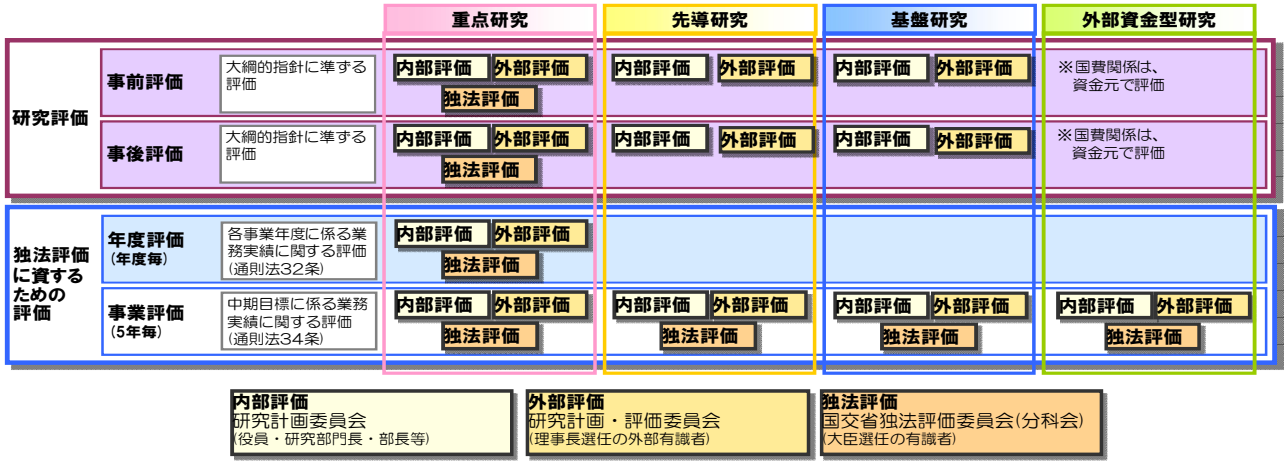


図１．１．３　研究評価システム（評価機関毎の評価事項）

(イ) 中間成果に関する企業ヒアリングの実施

年度計画でいう「研究計画から成果に至るまでの各研究フェーズにおいて評価を実施し、社会・行政の動向や研究の進捗状況を踏まえた的確な研究の見直しを行う。」を実施するため、実運航時の船舶性能を評価する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。２５年度は基盤研究、先導研究、合せて１９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・知見と研究所の有する知見・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、２課題を採択し、引き続き、外部連携の強化を図れることになりました。

(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により、応募内容の質的向上を図るとともに、新規採用者に対する OJT プログラムでの申請の義務付け等を行って､若手研究者の研究能力開発にも利用しております。その結果、２５年度は４２件の研究が採択され、過去最高の件数を獲得しております。

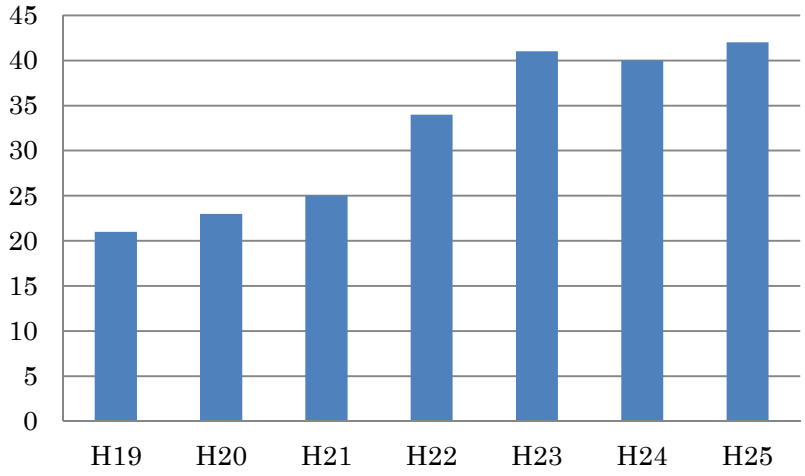


図１．１．４　科研費の研究課題数の推移

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。２５年度についても、外部資金獲得実績に応じて配分をし、２６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、２５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、２５年度は、６名が３ヶ月～２年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。

(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。２５年度は、育児休業制度、育児短時間勤務制度及び部分休業制度を各１名が利用しました。

(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。

２５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
環境・動力系環境影響評価研究グループ長他	研究チーム表彰 「NOx および燃料油中硫黄分に関する IMO３次規制の国内対応に貢献した功績」

海洋開発系付主任研究員他	研究チーム表彰 「ロジスティックス・ハブ・システムプロジェクトの設立および当該システムの開発に貢献した功績」
流体性能評価系運動性能研究グループ主任研究員	個人表彰 「自由航走試験のための補助推力装置を開発した功績」
海洋リスク評価系リスク解析研究グループ研究員	個人表彰 「沿海区域の一部拡大に関する規制・制度改革に貢献した功績」
EEDIPT 他	グループ表彰 「EEDI 水槽試験に関する ISO9001 認証の取得に貢献した功績」

（注）所属及び役職の名称は２６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。

２５年度の実績は以下のとおりとなっています。

表１．１．２　２５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	52	255,000	31	545,990	44	5,102,855

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：利益の 30%（年間上限 200 万円）、プログ ラム：利益の 30%（年間上限 50 万円））

(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。

２５年度においては、新たに、若手研究者の研究能力の効率的な向上のため、各人の人材育成に関する育成記録（キャリア育成記録）を作成することとしました。また、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、引き続き実施しました。

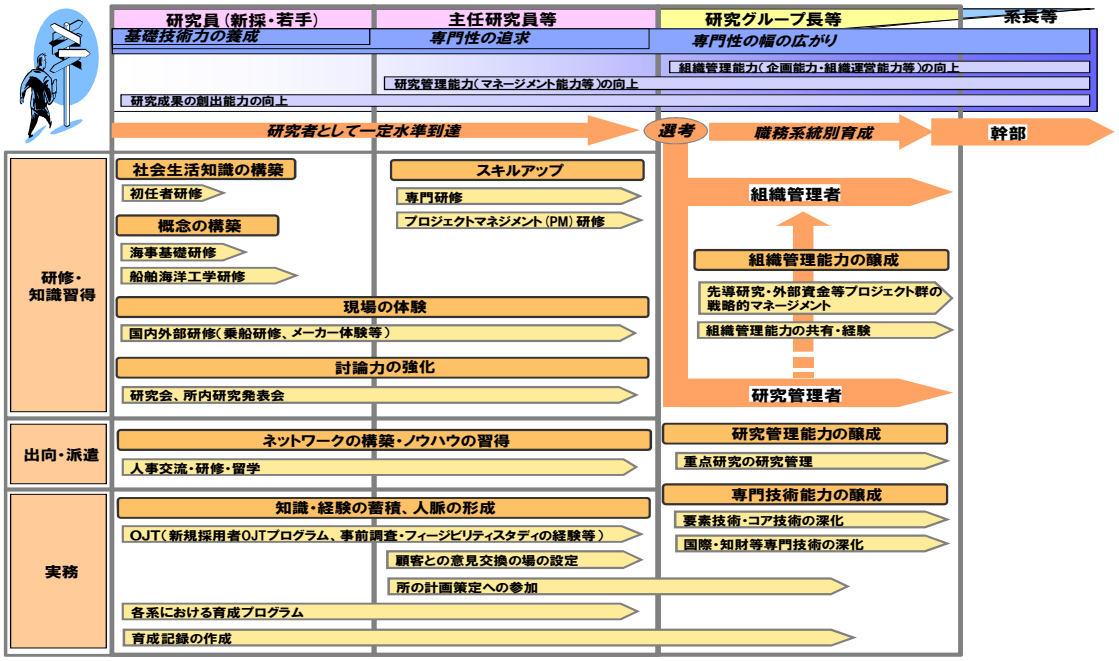


図１．１．５　人材育成プログラム

２５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、１年間または２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４泊５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引き続き実施。

・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、強くて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、２４年度から引き続き、知財専門家として他者の特許相談による従来例調査の実施及び結果の提供、自身の発明による審査請求から拒絶理由通知応答までの対応及び特許権利化のテクニック等について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。

２５年度の研修実績は外部受講者も含め、のべ６４９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　２５年度の研修実績

研修名	内容	実施時期	参加者	成果
新人研修				
採用研修	研究所の研究内容、業務一連の把握、社会人としての一般教養の習得	4/1～4/5	11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	11名	各人の専門性や配属先で備えるべき技術に応じて個々にテーマを定め、OJTリーダーが実地で指導することにより、新人職員が研究所の研究のあり方や進め方の理解を深めることができ、研究者として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	5/9～5/10、7/29	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	6/3～6/21	13 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	3/4～3/8	8 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	強く役に立つ特許の事例研修	10/25	27 名	最新の知財動向や知財の実例を通じ、研究開発における知財戦略構築と強くて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	12/13,3/14	22 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。
	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	4 月～7 ヶ月間	2 名	e ラーニングによる専門知識習得、知財専門家による OJT を通して特許権利化のテクニック等を習得し、他者の研究成果に基づくアイデアを基に発明に発展させ、特許出願ができる状態までまとめあげることができた。
	コンプライアンス研修	・コンプライアンスや個人情報保護の重要性の醸成	H24 年 9 月～12 ヶ月間	203 名（うち 25 年度受講者 22 名）	e ラーニングにより、自席で受講できるため、他業務の負担になることなく、多くの職員に受講をさせることができ、組織全体の知識の習得、意識の植付を図れた。
		・コンプライアンス問題の現状と基礎知識 ・コンプライアンス違反	2/28、3/1	231 名	組織としてコンプライアンス違反を防止する体制づくりを構築することを目的として､身近な事例を多く紹介することで、

		に関する事例研究			コンプライアンスに対する意識や研究倫理の着実な定着化を図れた。

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「研究所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、研究所では産学が結集する拠点として、研究室を整備しました。

２５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。さらに、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１．１．６　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

「海の日」海事関係功労者国土交通大臣表彰を受賞

研究所の構造系構造基準研究グループ長が、25 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、大型コンテナ船を設計、建造するために必要な構造強度を評価する手法「船体６自由度の運動等に対応した非線形ストリップ法及びこれを活用した荷重構造一貫解析法」を開発・実用化し、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。

２５年度は、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、１１０名の外部受講者を受け入れました。

図１．１．７　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。

２５年度は合わせて５２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、２５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

	２３年度	２４年度	２５年度
行政機関への出向等者数	１名	２名	３名
研究系独法への出向者数	１名	１名	１名
民間企業､船級協会への派遣	４名	５名	４名
大学における客員教授・助(准)教授の発令	６名	４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。２５年度からは､アメリカ船級協会に１名を派遣（２５年１１月～２６年１１月）しました。

(エ) 連携協定等

研究の質の向上及び効率的な研究業務の実施、研究所が保有しない技術の補完のためには、外

部組織との連携が極めて重要です。このため当所では、企画部に産官学連携主管及び産官学連携副主管、平成２５年度から国際主幹を配置して、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。

２５年度は、前年度に引き続き共同研究を実施して、上記システムを実現するために必要な技術課題を解決するための検討を行いました。

また、石油天然ガス分野、金属資源分野の研究を受託しました。具体的には、海底熱水鉱床の採鉱システムを構成する揚鉱ユニットに係る基礎データの取得・評価、採掘要素技術試験機を用いた実海域実験を行い集鉱性能等に関するデータの取得、氷海域における石油・天然ガス開発に向け必要不可欠な氷況分析および氷況観測技術に関する研究を実施しました。

ⅱ）（一財）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。

２５年度は、船体構造強度に対するホイッピング影響、排ガススクラバガイドライン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、２５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１３大学と締結しています。

２５年度は、横浜国立大学との連携において、これまでも非常勤講師の派遣、共同研究実施、学生のインターンシップ受入れなどの協力関係に加えて、共同研究の深度化、海事・海洋分野の人材育成を強化するために、同大学に連携講座「マリタイムフロンティアサイエンス」を設置しました。連携講座では、連携講座教員（客員教授等）による横国大大学院生への研究指導、研究所への大学院生派遣、連携講座学生を横国大教員と研究所教員が連携して指導し、研究所の重点研究等についての共同研究の実施、研究所若手職員を社会人博士課程後期学生として継

続的に就学させることなどを実施することとしております。

また、２５年１１月には、インドネシア技術評価庁及びスラバヤ工科大学（インドネシア共和国）と連携協定を締結し、海洋、安全、海洋環境保全分野に関し、連携を図っていくこととなりました。

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
サンパウロ大学	研究協力	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
カンピナス大学（伯）	研究協力	19年9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
スラバヤ工科大学	海洋、安全、環境分野	25年11月

【参考：連携大学院協定の概要】

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) 省エネ（GHG 削減）技術開発への貢献

海事分野における国際条約による省エネ燃費規制（EEDI 規制）の導入等にあわせて、国が行う船舶から排出される二酸化炭素（CO_2）削減のための技術開発補助（次世代海洋環境関連技術開発支援事業）について、その採択作業に係る支援を行いました。同開発補助に採択された案件のうち、実海域の波浪中での燃費低減技術の開発、塗料や空気潤滑などによる船体抵抗低減技術の開発など、約４割の研究開発に関与・貢献しています。

実海域における船舶の運動性能を高精度に再現する水槽試験技術の開発、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する VOC（有機溶剤）低減塗料の開発、EEDI 規制への適合性評価に使用される実運航シミュレータソフト（VESTA）の開発、船体に取り付けて省エネ効果を得る各種の省エネデバイスの省エネ効果を推定するための計算（CFD)ソフトの開発、プロペラの前に設置し波浪中での省エネ効果を得るダクト（WAD）について適用可能船舶

を広げた結果、我が国の造船所で建造される船舶への普及が進むなど、二酸化炭素排出削減に寄与するとともに、我が国の産業競争力向上に貢献しました。

(イ) 海洋資源開発プロジェクトへの進出支援

洋上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の LNG 生産システム（FLNG）が注目されています。高度な安全性が要求される FLNG の分野において実績の乏しい我が国が参入するためには、その安全性を示すことが重要であり、その安全性を確保するための調査研究が実施されています。研究所では、浮体や係留システム、その他装置等の一体解析が可能な洋上出荷オペレーションシミュレータを開発し、検討を行い、LNG 移送時等の安全確保を目的とした国土交通省のオペレーションガイドライン、マニュアルの作成に貢献しました。

近年、世界的なエネルギー需要の増加に伴い脚光を浴びている沖合の大水深海域での海洋石油開発事業に関連し、多数の洋上施設群に人員や機材を効率的に輸送するためのハブアンドスポーク方式の輸送方式（洋上ロジスティックハブシステム）が構想されています。国土交通省が新たに実現を目指している同システムに対して、係留システム等の安全性評価や高速船による着桟システムの検討を行い、同システムが実現可能であることを示し、我が国の海洋資源開発分野への進出に貢献しました。

また、国の海洋資源開発関連技術開発補助の立ち上げ支援を行うとともに、採択された案件への研究支援を実施しています。

(ウ) 東日本大震災復興支援

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、従来の海域モニタリング方法である海水､海底土を定期的に定点で採取､分析するといった断片的な調査ではなく、海流及び海底土の性状も考慮しつつ、海底地形及び海水、海底土中の放射性物質の分布状況を詳細に把握することを目的として、他の機関との共同で、海底土のセシウム 134・137 の濃度を線的に連続測定できるシステム（曳航式放射線計測装置）を開発しました。これにより広範囲な海域を線上に計測することが可能となり、計測結果をもとに２次元のマッピングを作成する技術を構築しました。

この技術をもとに、海域における放射性物質の分布状況を把握し、それらの中長期的な影響を考慮することを目的とした原子力規制庁の平成２５年度放射性物質測定調査委託費「海域における放射性物質の分布状況の把握に関する調査研究」を受託し、福島第一原子力発電所沖、阿武隈川河口の海底土の放射性物質の調査を行いました。

本調査研究では、福島県・宮城県・茨城県において、総距離約４００ｋｍの海底土のセシウム 137 の分布を連続的に計測し、結果、福島第一原子力発電所の２０ｋｍ圏内および阿武隈川河口付近において、海底土のセシウム 137 の濃度が局所的に高い状態ある場所（アノマリー）を発見し､広域に渡るアノマリーの分布調査､計測に初めて成功しました｡アノマリーの分布、濃度変化、移動の理解は不可欠であり、継続的にマッピングを実施し、アノマリーの移動、大きさや濃度の変化を把握することにより、セシウム 137 の沿岸域での移動の予測に役立つデータが取得できます。また、ここで計測されたデータは、長期的には河川を通じて陸上から流入する放射性物質の影響も無視できないこと及び一度海底土に吸着された放射性物質が再溶出することで海洋汚染につながる可能性もあることから、放射性物質の動態予測に資する基礎データとしても活用され､広い水域の放射性物質の面的分布を短期間で計測､把握することにより、中長期的な影響を考慮し、対策を検討することが可能となりました。

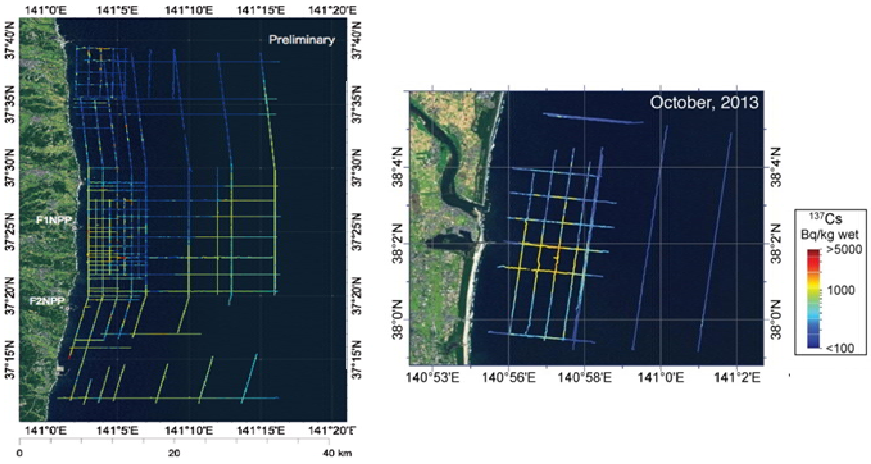


図１．１．８　福島第１原発沖、阿武隈川河口　137Cs 濃度分布の測定結果

(エ) 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、２５年度、貨物船衝突事故による転覆に係る解析調査をはじめ、押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６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、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。

(オ) その他

(a)コンテナ運搬船安全対策検討委員会への貢献

２５年６月に発生した大型コンテナ運搬船（外国籍船）の折損事故を鑑み、国土交通省が、コンテナ運搬船の今後の安全対策のあり方について検討するために設置した「コンテナ運搬船安全対策検討委員会」に、当所研究者を委員として参加させるとともに、当所が保有する最先の技術や当所開発の荷重推定法 NMRIW を用いて、海象データの解析及び作用荷重計算ならびに船倉二重底構造の弾塑性 FEM 計算といった一連の検討及び中間報告書のとりまとめ（２５年１２月）にも貢献しました。

当該事故は国際的な関心も高いことから中間報告書は IMO に提出されており、中間報告書作成後の検討においても、当所は最終報告書の作成に向け引き続き貢献を果たしています（継続中）。

図１．１．９　事故直後の状況（商船三井提供）
（国土交通省 コンテナ運搬船安全対策検討委員会中間報告書より抜粋）

(b) 放射性物質等海上輸送技術顧問会の技術顧問

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

２５年度は、昨年度に引き続き、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、また、新たに、運搬船が津波に遭遇した時の安全対策の策定に貢献しました。

(c) 国からの受託研究・請負研究

２５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

FLNG（浮体式液化天然ガス生産貯蔵積出設備）の安全性評価要件策定のための調査研究
浮体式洋上風力発電施設の安全ガイドライン策定等のための研究開発
舶用 SCR 脱硝装置の耐久性能評価及び未反応アンモニア対策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
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
復原性に係る委託調査（押船A丸転覆事故）
新潟港東区における衝突事故に係る解析調査
千葉県勝浦市沖における衝突事故に係る解析調査
固体ばら積み貨物の安全運送に関する調査研究
ボイラー・排ガスエコノマイザーの洗浄水の排出処理に関する調査研究
旅客船の総合安全性評価（FSA）に関する調査
貨物船のクレーン倒壊事故に係る解析調査
国際海運からの GHG 排出量の調査及び将来予測
国際海運の燃料消費効率に対する気象･海象等の影響調査
押船転覆事故に係る解析調査
貨物船衝突事故による転覆に係る解析調査
周防灘における航海区域見直しに関する調査
FLNG（浮体式液化天然ガス生産貯蔵積出設備）の安全性確保のための調査研究

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

２５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、波浪中の省エネ効果が高い小径円環ダクト（WAD）については、１７隻の実船への装着が決定しています。

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

２５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７７件、受託研究１３８件、合計２１５件と年度計画を大幅に超え、過去最高件数となり、特に民間からの契約が１１３件と昨年引き続き過去最高となり、数値目標を上回りました。

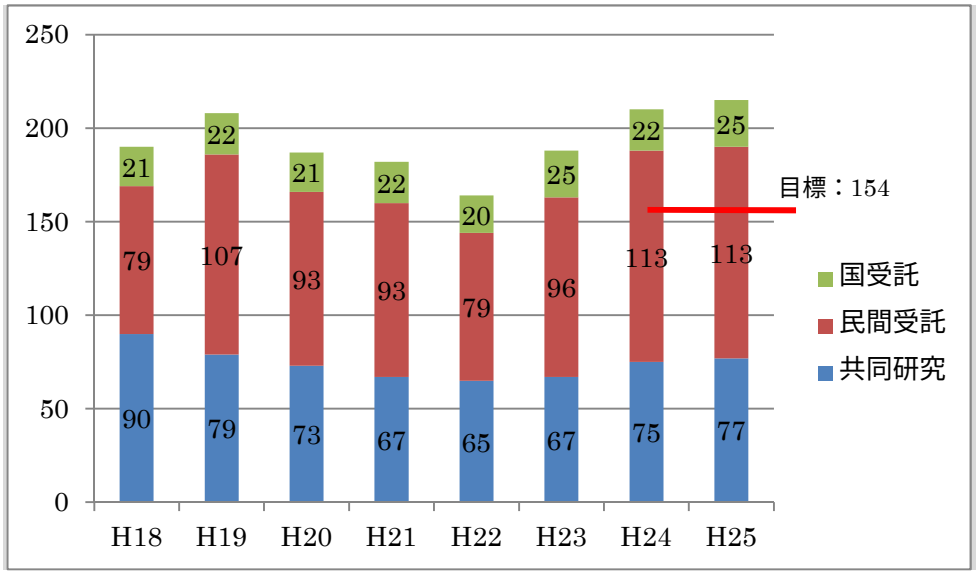


図１．１．１０　受託研究及び共同研究の件数推移

(b) 競争的資金の実績

競争的資金について、２５年度の数値目標を２５件以上としておりましたが、件数で４３件獲得しました。内訳として、科学研究費補助金４２件、地球環境保全試験研究費１件となっております。

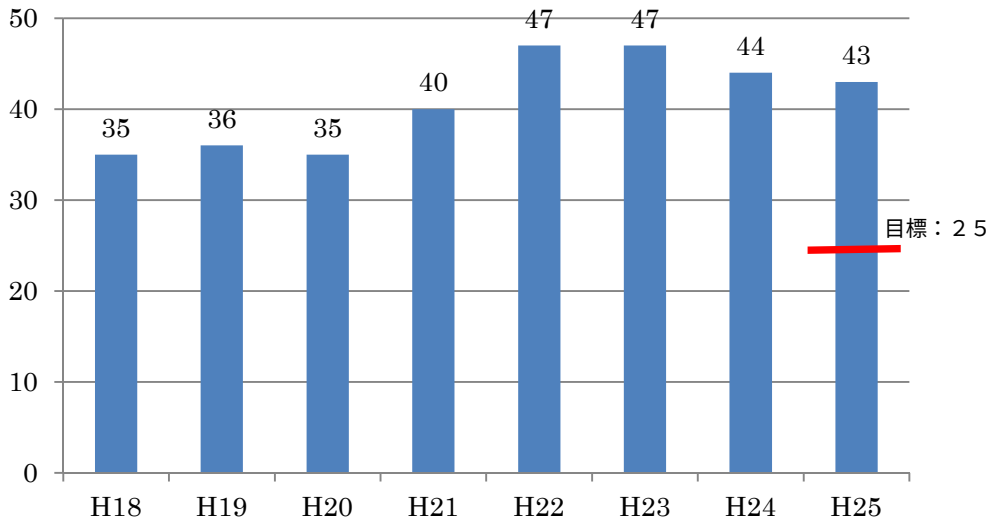


図１．１．１１　競争的資金獲得件数の推移

(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。

２５年度調査の集計結果（回答件数３８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、８割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、９割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	８７％	・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	７９％	
契約手続	８９％	・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１３回研究発表会（２５年６月）

第１３回研究発表会は、排ガス規制対策に関する研究、海上交通の安全に対する貢献、海洋開発の技術研究、洋上再生エネルギー研究などの研究の成果を紹介する発表会を行いました。また来場者との双方向、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、さらに変動風水洞他の実験施設を公開しました。

また、２５年度もテレビ会議システムを活用し、相生市、尾道市（因島）、今治市、横浜、大分、長崎の６会場でも聴講できるようにしました。

(b)第１３回海上技術安全研究所講演会（２５年１１月）

第１３回講演会を、１１月１５日（金）に東京で開催しました。日本の海事産業で起こりつつある変化について、多角的に分析して総括することを主題に開催しました。研究所からは、海事業界の動向と排ガス規制に対応した環境規制技術の研究を紹介しました。外部講師からは、日本企業が取り組む海洋開発プロジェクトや中堅造船会社が連携して対応する技術開発の体

制を紹介しました。

図１．１．１２　　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 13 回研究発表会	所内及びサテライト会場	365 名 (前年度 283 名)	民間企業：83%、官公庁・関係団体：15%、大学：2%
第 13 回海上技術安全研究所講演会	東京	284 名 (前年度 345 名)	民間企業：70%、官公庁・関係団体：27%、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
水産と工学の連携が開く次世代の海洋産業～地域資源と海洋技術の活用による地域社会の活性化～	水産総合研究センターと海上技術安全研究所が合同で開催し、近年高まっている海洋への理解を促進	2 月 海運クラブ	253 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
国際海事展「バリシップ 2013」	水中工学、排ガス規制対応、海難事故対策等の研究内容について、講演とブース展示を実施	5 月 テクスポート今治	245 名

(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、２５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

	23 年度	24 年度	25 年度
技術相談窓口	5 件	13 件	24 件
出前講座	6 件	4 件	5 件

表１．１．１２　２５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について	6 月	横浜国立大学	洋上ロジスティックハブ、深海掘削の現状、海洋開発とリスク評価等について講演を行った。
環境規制と舶用動力プラントについて	11 月	日本造船技術センター	国際的な船舶からの排気ガス規制や温暖化ガス規制などに対して、環境対応の機器を組み合わせて対応することの必要性を講演した。
海難事故解析について	1 月	第五管区海上保安本部	衝突事故や転覆事故の解析方法について CG や模型実験のもようを見せて講演した。

(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１４９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
他船情報を可視化する舶用ヘッドアップディスプレイ「相手船動静監視システム」の公開実験	4 月	操船リスクシミュレータ
波力発電装置の性能試験の公開実験	7 月	動揺水槽
排ガス中の SOx 除去技術の公開実験	3 月	排ガススクラバー
船尾ダクト型省エネ装置「WAD」の公開実験	3 月	４００ｍ試験水槽

図１．１．１３　船尾ダクト型省エネ装置「WAD」の公開実験

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４，５０４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１．１．１４　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

	23 年度	24 年度	25 年度
来場者数	2,194	5,885	4,504

＊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。２５年度は、３９回、のべ５２６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	13	129
団体等	10	203
学校関係	16	194
計	39	526

(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。２５年度は、年間のＨＰ全アクセス件数が約２５０万件となりました。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。

２５年度は、紙媒体の情報提供機能について全面的に見直しを行い、広報誌「船と海のサイエンス」を廃刊するものの、ホームページやメールニュースの充実化を図り、情報発信を高めました。

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	33 件	「海底土セシウム 137 アノマリー発見と分布調査」共同記者会見（ＮＨＫ、日本テレビ、テレビ朝日、ＴＢＳ） 波力発電装置の試験（ＮＨＫ）等
一般紙	24 件	海底土セシウム 137 アノマリーの発見と分布調査、省エネ装置「ステップ」を既存船舶に初めて装着　等
海事専門紙	200 件	鉄鉱粉のばら積み運送に関するワークショップ、国産初の発電用ガスタービンが未来技術遺産に登録、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」　２回発行（春、秋）
「海上技術安全研究所報告」　４回発行（季刊）
メールニュース　１２回発行（原則月１回）

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。２５年度は７月に三鷹市立第６中学校、３月に三鷹市立井口小学校と三鷹市立第２小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、２４年度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、２５年度は図書館の一般開放を開始しました。また、公文書等の管理に関する法律に基づく歴史資料等保有施設として内閣総理大臣より指定されました。

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

発明装置の経済的効果に基づく特許実施許諾料算定方式について、２５年度も引き続き、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研究所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うと同時に、強くて役に立つ特許出願ができるように､実用化をイメージした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るため、特許関連制度や所内の具体的事例を踏まえて、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２７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、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、強くて役に立つ特許の考え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２２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、２５年度も引き続き知財サイクルを推し進めるため、知財専門家として他者の特許相談による従来例調査の実施及び結果の提供、自身の発明による審査請求から拒絶理由通知応答までの対応及び特許権利化のテクニック等について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、４５５件となり、年度計画の目標値３１２件に対して１４３件上回ることになりました。また、英文論文については、１３４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。

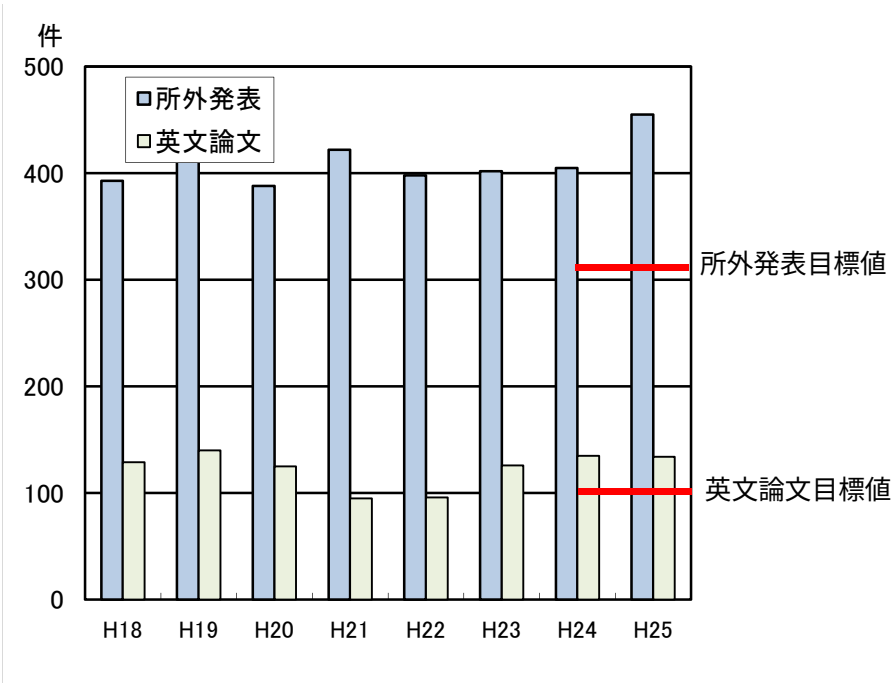


図１．１．１５　所外発表件数推移

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件の目標値を定めていますが、２５年度は５２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

	23 年度	24 年度	25 年度
特許新規出願、プログラム新規登録（件）	50	50	52

(オ) 知的財産の活用

知的財産は、国内のみならず、国際的なディファクトスタンダードを形成していく上で国外展開を図ることが必要です。２５年度は、数値流体力学（ＣＦＤ）プログラム等の知的財産について、シンガポールにある造船会社及び設計会社に対して、現地での説明会等を実施しました。

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、本年度は、２４年度に引き続き、国土交通省からの要請を受けているＥＥＤＩの改善のための研究を通じて貢献していく。また、国土交通省が推進する海洋フロンティアプロジェクトに関する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、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グラフィカル・ユーザー・インターフェース（ＧＵＩ）を整備するとともに、パッケージ化を進める

－舶用リチウム電池の船舶適用に関する安全性評価手法を作成するとともに、舶用ハイブリッドシステムを想定した陸上試験により、負荷変動時に起こり得る安全性阻害事象に対する対策のための基礎試験を実施する 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－リスクベース設計を可能とするため、平成24 年度までに開発した火災、避難、化学物質流出等のシミュレーションプログラムを旅客船及びタンカーモデルに適用し、プログラムの改良を行う

－船体構造の検査・診断技術を応用し、海上に設置されている航路標識等を対象に、腐食劣化の進捗度合いに応じて点検、保守管理手法の最適化を図る腐食劣化診断モニタリング技術を確立し、劣化診断マニュアルを作成する 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－実海域再現水槽と操船リスクシミュレータのリンクを図るため、操船リスクシミュレータの景観画像生成システムに実海域再現水槽での造波技術に基づいた波浪景観発生機能を設計し、組み込みを行う

－海上交通流シミュレーションを完成し、シミュレーションによる海域の安全性評価法を確立する 等

◆２５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】

<u>◎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</u>

・リスクベース設計を可能とするシミュレーションプログラムの改良

－避難シミュレーションプログラムの開発・改良

ビルを対象とする既存の避難シミュレーションをベースとした火災進展・避難シミュレーションプログラムを作成した。さらに、火災進展による通路の閉塞、船体動揺・傾斜による歩行制限を含めた評価が可能な船舶避難シミュレーションを開発した。

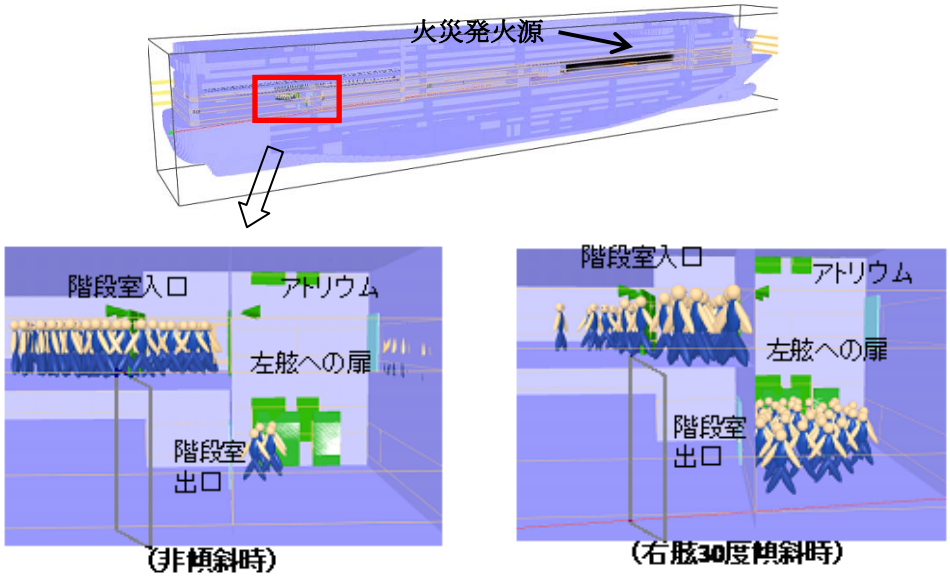
シミュレーションには、広範囲の火災進展状況を効率的に（短時間で）評価できるシステムを組み込んだ。

旅客船を対象としてシミュレーションを実施し、船体傾斜の避難に与える影響を評価した。

本シミュレーション手法は、リスクベース設計の重要なツールとして IMO に提案する予定である。

－新たな HAZID 手法を開発

単一故障の影響を積み重ねるボトムアップ型解析法に加えて、複数故障の同時発生に対応できる新たな双方向 HAZID 手法を開発し、概要マニュアルを作成した。



避難シミュレーション結果（120 秒後）

<u>◎経年船体構造の検査・診断技術の開発に関する研究</u>

・船体構造の検査・診断技術を応用した航路標識における腐食劣化診断モニタリング技術の確立

航路標識の保全状況と腐食実態についての現地調査を基礎に、船体の検査・防食・保守管理技術の知識と経験を適用して、動揺や生物付着等による悪条件下で的確かつ効率的に検査できる診断方法、診断基準を開発した。

－鋼製部材：厳しい腐食環境にある飛沫干満帯は、現場で診断が可能なパルス渦流式探傷法及び超音波測定法

－コンクリート構造物：目視、性状検査に加え RFID（電子タグ）による腐食環境検知システム

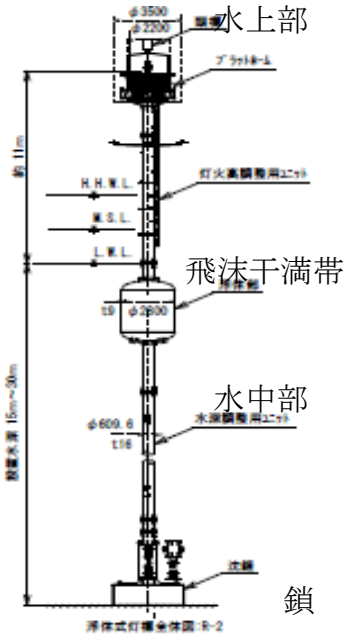
－鋼製部材、鎖等の衰耗限度等についての診断基準

これらを取りまとめて「腐食劣化診断マニュアル」を策定し、海上保安庁に提出した。

パルス渦流式探傷
における実機検証

RFID 腐食環境検知システム
による RC 構造劣化診断

鉄鎖ジョイント部の測定



浮体式灯標の構造

◎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

・波浪荷重から構造強度までを一貫して評価・解析可能とするプログラムのためのグラフィカルユーザーインターフェース（ＧＵＩ）を整備した。従前と比べ入力・確認に要する時間を 10 分の 1 程度と大幅に短縮した。

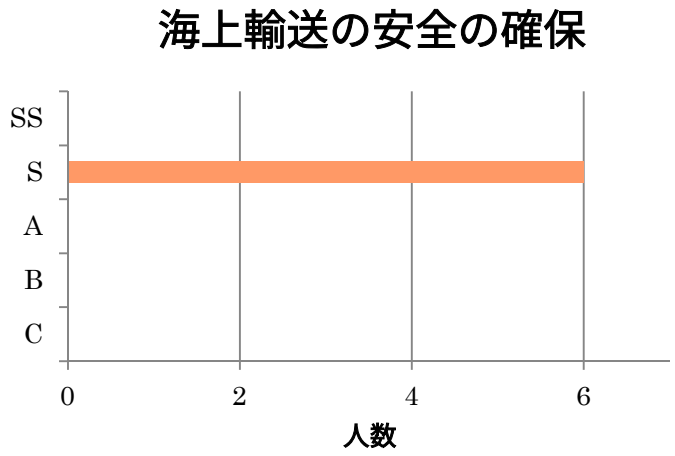
◎ハイブリッド制御システム等の安全性評価技術の開発に関する研究

・過酷な条件下で使用される舶用ハイブリッドシステムの負荷変動時に起こり得る安全性阻害事象への対策検討のため、公開データのない破壊を含む限界挙動を実験的に確認した上で、リチウム電池の船舶適用に関する安全性評価手法を作成した。検討結果は、舶用リチウム電池の JIS 原案に採用されている。

◆その他適切な評価を行う上で参考となり得る情報

２６年６月１３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）

□　リスクベースの安全性評価については、海技研の研究機関としての特性を活かしつつ、IMO 提案などの実用性の高い成果を挙げていると考える。（大学、造船業界）

□　航路標識の保全現場での実用に資する腐食劣化診断モニタリング技術の開発は、海上保安庁で正式採用される見込みまで至ったことは高く評価でき、技術的波及効果があると評価される。（大学、海運業界）

□　先進的な構造解析技術の高度化については、海技研の研究機関としての特性を活かしつつ、実用性の高い成果を挙げていると考える。（造船業界）

□　ハイブリッド制御システム等の安全性評価技術の開発、船舶用リチウムイオン電池の安全基準にかかる JIS 原案の作成は、技術的波及効果があると評価される。（大学、海運業界）

研究一覧

(各研究に付されている番号は、研究管理上、所内で便宜的に付したもの)

中期目標課題　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 (平成 24 年度終了研究)
	○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 開発（造船所、船級協会）

□設計自由度と改善点の技術資料提供（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。

□本研究成果は、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。

25 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グラフィカル・ユーザー・インターフェース（ＧＵＩ）を整備するとともに、パッケージ化を進める。具体的には、

・実船計測データ等との比較を通じた荷重・構造一貫解析手法の検証にもとづく、プリプロセッサプログラム（NMRIW、NMRI-DESIGN-PRE）の汎用化

・強度評価プログラムを開発し、これらとの結合によるポストプロセッサプログラム（NMRI-DESIGN-POST）の汎用化

25 年度の研究成果

□コンテナ船の実船計測データとの比較を通じて手法の検証を行った。具体的には、降伏強度評価において重要である最大荷重が発生するような荒天下での応力について、実船計測データと計算値の比較検討を実施し、その相関を明確にした。また、疲労強度評価結果に大きく寄与する比較的波高の低い海象時の応力について、荷重の非線形性（波高に対する形状非線形性及び衝撃荷重）の影響を検討し、コンテナ船のような fine な船型では影響は無視できないが、肥大船では影響が大きくないことを確認した（図 1 及び図 2）。これらの検証を通じて既開発のプログラムの改良を行い、一貫解析手法の更なる汎用化を実現した。

□一貫性能評価手法の強度評価機能の拡張として、応力の応答関数を用いた短期予測及び長期予測から疲労被害度推定までのプログラム開発を行った。更に、作業の自動化及び高速化を可能とする荷重解析と構造解析を一元化するグラフィックユーザーインターフェイスソフト（ＧＵＩ）を整備し（図 3 参照）、ポストプロセッサプログラムを汎用化した。これにより、疲労強度評価で必須となる波浪、船速条件等のシリーズ計算を短時間で計算することが可能となった。

◆特許、発表論文等の成果(25 年度)

プログラム登録：2 件

発表論文：2 件

受賞：１件

国土交通大臣表彰「発明考案」:

「船体６自由度の運動等に対応した非線形 ストリップ法及びこれを活用した荷重構造一貫解析法」

参考図

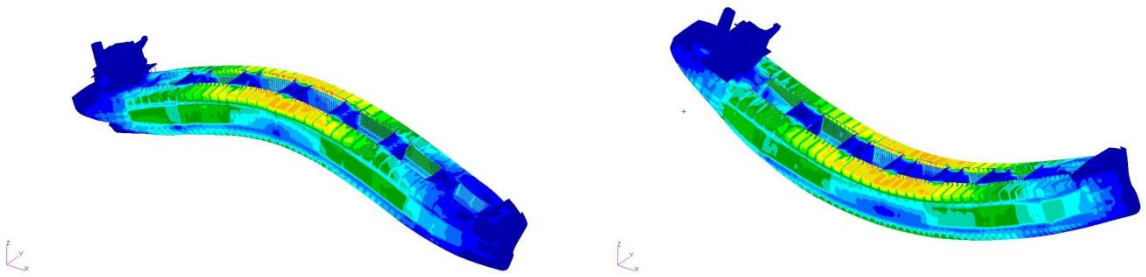


図1　全船荷重構造一貫解析法で解析した肥大船の応力分布（大波高規則波中）

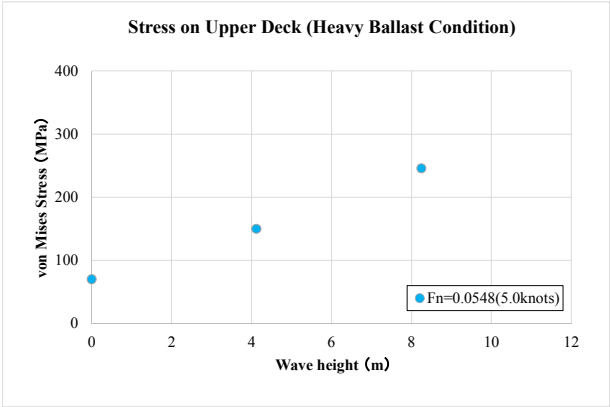


図2　全船荷重構造一貫解析法により求めた肥大船の甲板上応力と波高（規則波）の関係

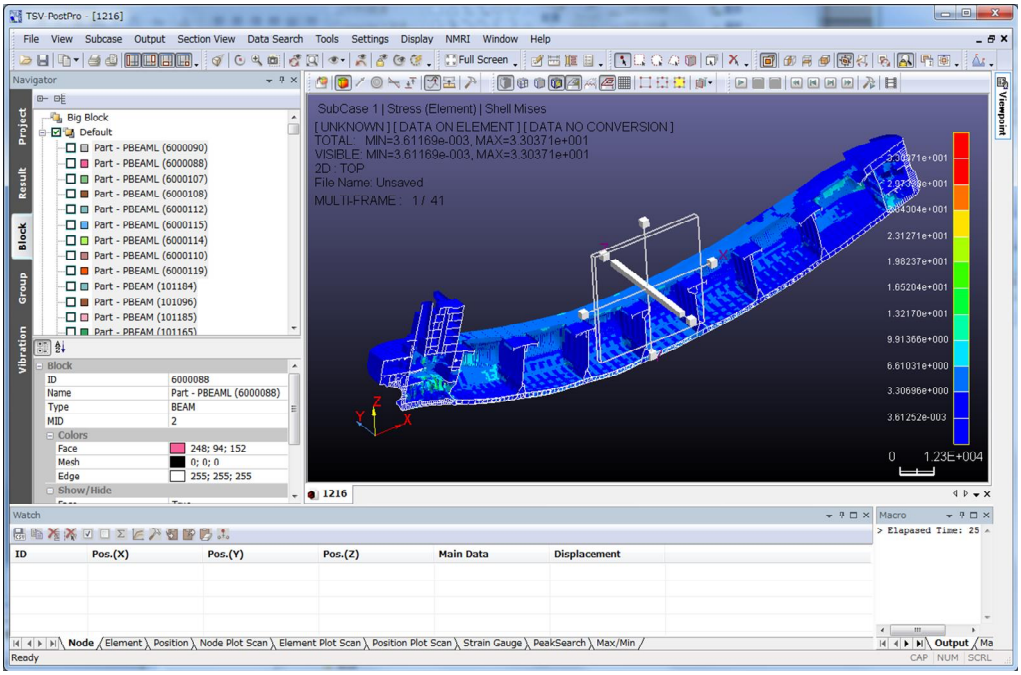


図３　荷重解析と構造解析を一元化するグラフィックユーザーインターフェイスソフト（GUI）による出力例

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。

□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取りまとめる。

25 年度計画

□舶用リチウム電池の船舶適用に関する安全性評価手法を作成するとともに、舶用ハイブリッドシステムを想定した陸上試験により、負荷変動時に起こり得る安全性阻害事象に対する対策のための基礎試験を実施する等。具体的には

・着火促進のためのパイロット噴射量の実験及び調査と難着火性（低セタン価）燃料における燃料成分の違いによる着火・燃焼状態の調査を行う。

25 年度の研究成果

□20 種類以上のリチウムイオン電池を用いて，現状の産業用リチウムイオン電池の JIS 規格を上回る安全性評価試験を実施し，電池の種別等による発火特性を明らかにした（図 1 参照）。さらに，それらの知見を基に船舶用リチウムイオン電池の安全性に関する JIS 原案を作成した。

□これらの研究成果を踏まえ NK の検査基準への反映が行われた。

□噴射圧力を変更することでパイロット噴射量を変更し，着火への影響を評価した（図 2）。また，燃料着火性の影響も併せて検討し，燃料の着火性に依らず噴射圧力を増加するとパイロット噴射の効果が小さくなることを示した。

□LCO（分解軽油）等の様々な難燃性燃料を用いて着火性評価を行った結果，舶用留出油の着火性に関する現行規格値（セタン指数）では，難燃性燃料の着火性を評価できないことが明らかになった。特に LCO 系燃料（図 4 のグループ A）の着火性は着火性指標の基準となる標準燃料以上の着火性の悪化を示している（図 3）。これら着火性評価について、関係委員会に報告し、着火性評価指標について議論を行っている。

◆特許、発表論文等の成果(25 年度)

発表論文：5 件

参考図

図 1　加熱試験により発火したマンガン系リチウムイオン電池

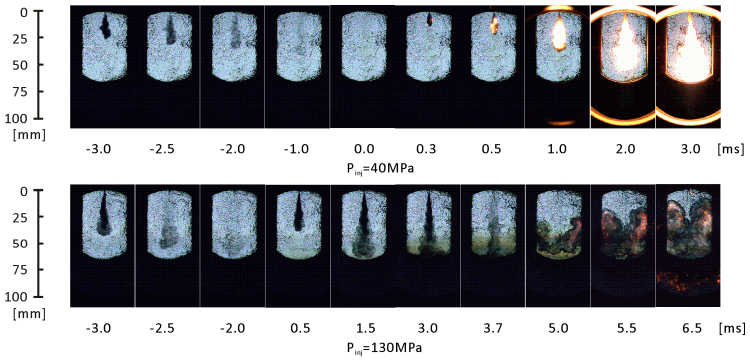


図 2 噴射圧力変更時のシリンダ内観察例

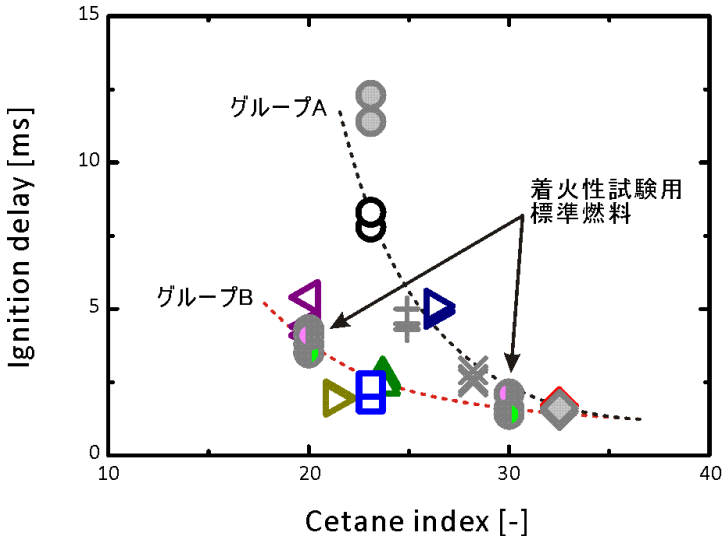


図 3 各種燃料による着火性評価

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ひとつとして IMO に提案する。

25 年度計画

□リスクベース設計を可能とするため、平成 24 年度までに開発した火災、避難、化学物質流出等のシミュレーションプログラムを旅客船及びタンカーモデルに適用し、プログラムの改良を行う。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 手法のマニュアルを作成するとともに、Web による専門家の意見集約システムを開発する。また、本手法の適用例題につき検討する。

(1-2)　昨年度作成した座礁、火災、爆発、NASF の事故発生から最終結果に至る災害進展シナリオと起因事象から事故発生にいたる事故発生シナリオを見直し、現時点での包括的なシナリオを作成する。

(1-3)　昨年度担当者不在のため実施できなかった、日本周辺の主要海域における、AIS データあるいはレーダ影像解析データを用いた衝突起因事象の発生頻度の推定を行う。さらにそれらのデータに加えて海岸線近くの海底地形を用いて船舶の座礁起因事象の発生頻度と座礁事故発生頻度を求める手法を開発するとともに、日本周辺の主要な海域における船舶の座礁起因事象の発生頻度と座礁事故発生頻度を求める。

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を、旅客船モデルとタンカーモデルから作成する。

(2-2)　平水中の火災進展予測を高速で実施するプログラムを作成し、試行するとともに、船体動揺時の CFD による火災進展予測プログラムを旅客船モデルに適用する。

(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)　平水中の火災進展予測を高速で実施するプログラムおよび船体傾斜・動揺中の火災進展予測プログラ

ムの出力結果を用いて避難シミュレーションプログラム EVAC で避難シミュレーションを実施する。
(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とともに有害液体物質の海面拡散評価手法を検討する。
(2-6) リスクベース設計船の承認のため、リスクベース設計に使用する種々のプログラムとそれらの検証に用いた資料を収集するとともに、リスクベース設計の評価手続きの概要を策定する。

3.新規輸送物等の安全基準の策定
リスク解析技術を活用して、以下の基準策定等を実施する。
(3-1) FP 56 の結果を踏まえ､少ない計測点から船倉内全体の気流をより高精度に推定する手法を開発するとともに､「車両積載区域の通風のための空気清浄性管理」等に関する関係 IMO 小委員会の審議に対処する。
(3-2) 天然ガス燃料船のリスク解析における留意事項を整理し、リスク解析の基礎を構築する。
(3-3) 国際海上固体ばら積み貨物規程に記載されていない固体ばら積み貨物の種別の判定方法及び運送方法の決定方法に関する知見をまとめる。
(3-4) 次期 IAEA 輸送規則見直し/改訂サイクルへの対応。特に福島事故を踏まえた安全基準（SSR6）の見直し及び緊急時対応ガイダンス（TS-G-1.2）改訂並びに大型機器輸送規定新規制定等に係る審議への貢献

4. 復原性基準の機能要件化
(4-1) 斜波中における動的な非損傷時復原性直接評価法の検証とこれを用いた基準（操船ガイダンス）の基準案の開発
(4-2) 直接時系列計算結果をベースにしたシリーズ計算をもとづく、過大加速度についての合理的な判定基準の開発
(4-3) IMO 損傷時復原性基準の見直しに係る安全性レベル評価と基準案の作成

25 年度の研究成果

1. 体系的リスクモデルの構築
(1-1) 新たな HAZID 手法の概要マニュアルを作成するとともに WEB による質疑応答システムの概略版を開発した。
(1-2) 昨年度作成した主要船舶の災害進展シナリオを見直すとともにフォールトツリーによる衝突に至るリスクモデルを見直して衝突のベイジアンネットワークを作成した。(図 1 参照) これらを組み合わせることにより衝突起因事象から衝突、さらに最終結果にいたる事故シナリオとその発生頻度を求める手法を構築した。
(1-3) 日本の主要海域として関門海峡を選び、これまでに開発した航跡から衝突危険発生数を推定する手法を同海域に適用し、この手法を以前に適用した明石海峡と比較して、衝突回避失敗確率が同程度であることを確認した。また関門海峡の水深データからドローネ三角形により多面体で構成した海底地形(図 2 参照)と同海域で航行していた船舶の総トン数別のグループの船舶の平均水深から各船舶が座礁する等深線を抜出し(図 3 参照)､それらの等深線と同海峡で航行していた船舶の航跡から同海域の座礁事故発生数を推定する手法を開発した。船位確認の時間間隔と確認を怠る確率をパラメータとして年間座礁発生数を推定し、事故統計と比較した。

2. リスクベース設計支援ツールの開発
(2-1) 大型旅客船を対象に火災進展予測プログラム FDS を用いて船体動揺時の火災進展シミュレーションを行った。（図 4 参照）また、小型旅客船を対象に平水中の火災進展シミュレーションを高速で実施するプログラムを作成し解析を行った。また、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につき検討した。
(2-2) 船体傾斜・動揺中の火災進展予測プログラムの出力結果を用いて EVAC で避難シミュレーションを実施し、実用性について検証を行った。（図 5 参照）
(2-3) 化学物質流出拡散シミュレーションをタンカーモデルに適用し、計算時間に長時間を要することなどが明らかとなり、一部プログラムを改良し、次年度以降も継続して改良することとしました。
(2-4) リスクベース設計に利用されるプログラムの検証のための資料を収集するとともにリスクベース設計の評価手続きにつき検討した。

3.新規輸送物等の安全基準の策定
(3-1) 自動車専用船の車両積載区域のような大規模空間の換気流を対象とする場合、数値流体解析（CFD 解析）では高性能計算機と膨大な計算時間を必要とし、船舶検査等の実務の現場で気流場の概略を短時間に求めるためには計算負荷の小さい数値モデルの開発が不可欠である。そこで、CFD 解析では「日」のオーダーの時間を要する計算に対し､「秒」のオーダーで数値解を得ることができる MASCON（MASs-CONsistent flow）モデルに着目し、その性能評価として平行平板間の床面に正方格子状に置かれた 25 個の立方体周りの気流場を対象に､CFD 解析結果との比較を行った（図 8 参照）。その結果､CFD 解析とは異なり運動量方程式を考慮しない MASCON モデルでも気流場全体の定性的な傾向については

CFD 解析結果を概ね再現することが分かった。現場での限られた計測値から船倉内全体の気流場の概略を迅速に推定する手法へと発展させる基礎を築いた。

また、IMO FP 56（2013 年 1 月）で設置された「車両積載区域の通風のための空気清浄性管理」に関する通信グループの審議に対応するとともに、水素燃料自動車や圧縮天然ガス自動車を現存自動車運搬船で運送する際の安全勧告について検討し、第 1 回設備小委員会（SSE 1）への提案文書作成及び同会議における審議に議長として貢献した。

(3-2) IMO BLG 17（2013 年 2 月）で設置された天然ガス燃料船（IGF）コードに関する通信グループの審議に対応した。液化水素運搬船の安全対策について検討し、国土交通省海事局と豪州海事安全庁の協議に貢献した。また、2013 年 6 月の MSC 92 で承認された「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国際規則」（IGC コード）の全面改正案を精査し、細かな矛盾点及び編集上の問題点を抽出した上で、国際ガスタンカー運航者および基地操業者協会（SIGTTO）等と調整を図り、2014 年 5 月の MSC 93 に向けて提案文書案を作成した。

(3-3) IMO DSC 17（2012 年 9 月）で設置された、液状化の評価を含む鉄鉱粉のばら積み運送に係る通信グループのコーディネータを務めるとともに、鉄鉱粉液状化に係る荷送り人の研究を支援した。また、DSC 18（2013 年 9 月）では、固体ばら積み貨物に係る作業部会の議長を務め、鉄鉱粉の運送方法等をまとめた。さらに、固体ばら積み貨物に起因する長期健康被害（発癌性等）の評価法について調査し、DSC 18 で設置された MARPOL 条約附属書 V との関係における国際海上固体ばら積み貨物規程の海洋環境有害物質に係る通信グループのコーディネータを務めるとともに、長期健康被害の説明を含む E&T 21（2014 年 4 月）への我が国提案文書の作成に貢献した。

(3-4) IAEA 放射性物質安全輸送規則（SSR-6）の見直しにおいて、日本からの課題提案検討に参画し、特に基礎的数値見直しに関する提案文書作成に貢献した。福島原発事故を踏まえた規則見直しについては、2013 年 7 月の IAEA 輸送環境技術会合（TM-44891）において取り上げられ、当所からは自然事象に起因する輸送事象の同定と評価について報告を行い議論に貢献した（図 6 参照）。本発表は、2013 年 8 月に開催された輸送容器と放射性物質輸送に関する国際会議（PATRAM 2013）において、福島事故教訓を踏まえた IAEA 規則見直し作業に関する発表とともに報告された。また、同会議においては、放射性物質輸送に関する規則調和に関する発表も行い、本論文は IAEA にて開催された 2011 年国際会議を考慮した規則調和・連絡・輸送拒否に関する技術会議（TM-47137、2014 年 4 月）の WG 検討資料にもなり、今後の方針作成に貢献した。

4. 復原性基準の機能要件化

(4-1) コンテナ船模型を用いた水槽試験を実施し、復原力喪失現象及びパラメトリック横揺れの発生条件を明らかにするとともに斜航する船体に作用する流体力の計測を行った。更に、本試験結果をもとに、斜航する船体に作用する流体力の近似式を含む船体運動推定法を開発した。この結果、操船ガイダンスを考える上では無視できない大波高斜波中で斜航する船体運動の推定精度を向上し、操船ガイダンス案の合理的な構築に貢献した。（図 7 参照）

(4-2) IMO で開発中の非損傷時復原性基準で規制対象としている事象の一つである同調横揺れ時の過大な加速度を抑止するための要件（過大加速度要件）に関して、横揺れの 1 自由度モデルに基づく同調時の加速度計算法を開発した。

IMO における当初案では、過剰に加速度を抑制した結果、転覆防止の簡単からは十分な大きさを確保すべきメタセンタ高さ GM を過剰に小さく抑えることとなり、不合理に安全性を低下させる基準案となっていた。本研究で開発した計算法を用いたシリーズ計算の結果、加速度の閾値を設定する事が出来、合理的な過大加速度要件の策定に貢献した。

(4-3) IMO で改正中の損傷時復原性基準に関して、欧州研究プロジェクト GOALDS の結果、IMO に提案された生存確率の評価式の改正案は、過去の事故事例等から正当化し得るものであるか等が明確でなかった。

このため、本研究において損傷時復原性のリスクについての FSA を実施するとともに、客船の損傷時復原性基準の見直す際の基本的な考え方を IMO の SDC 小委員会に提案した。当該知見に基づく日本の提案は受け入れられ、性急な改正は見送られた。（図 7 参照）

◆特許、発表論文等の成果(25 年度)

特許：なし

プログラム登録：1 件

発表論文：28 件

受賞：なし

参考図

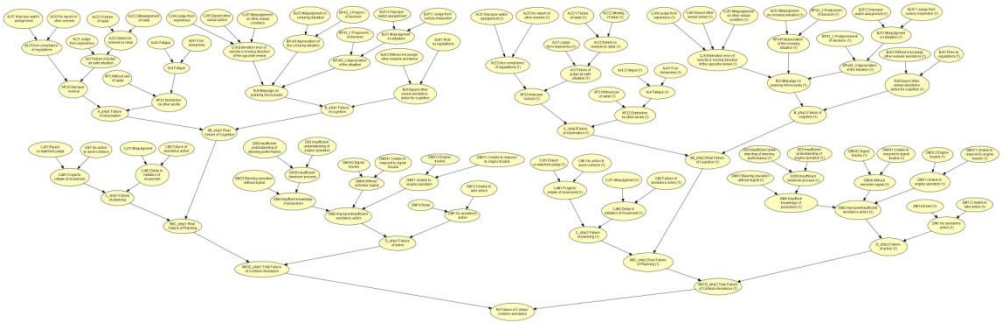


図１ ２船間の衝突回避作業のベイジアンネットワーク

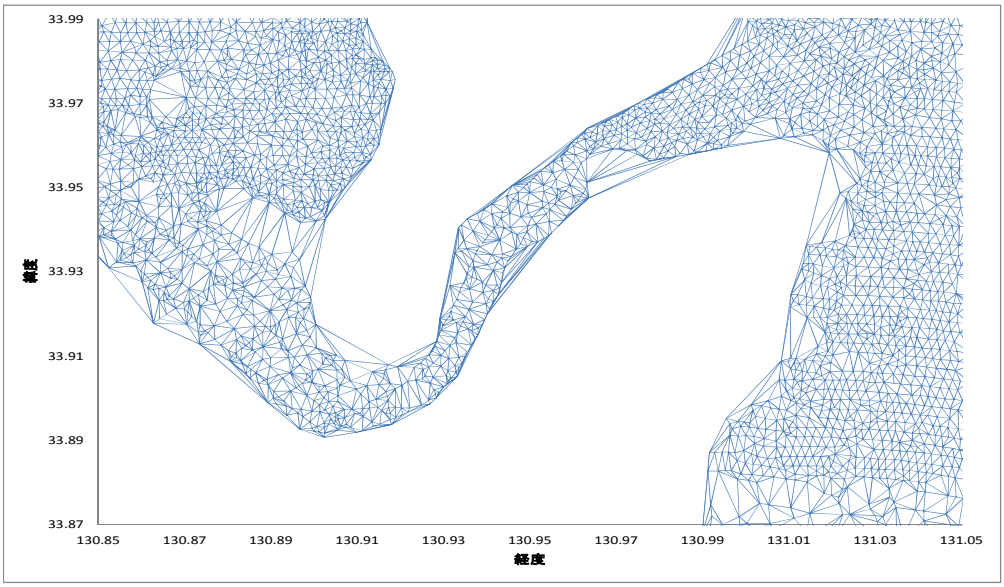


図２ ドローネ三角形で張った関門海峡の海底地形（節点は水深計測点）

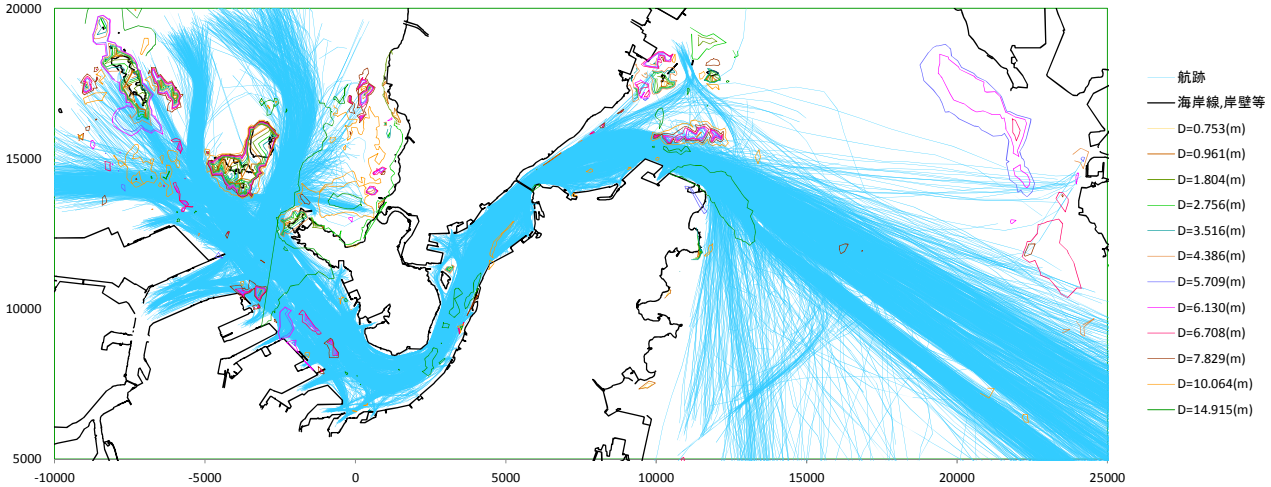
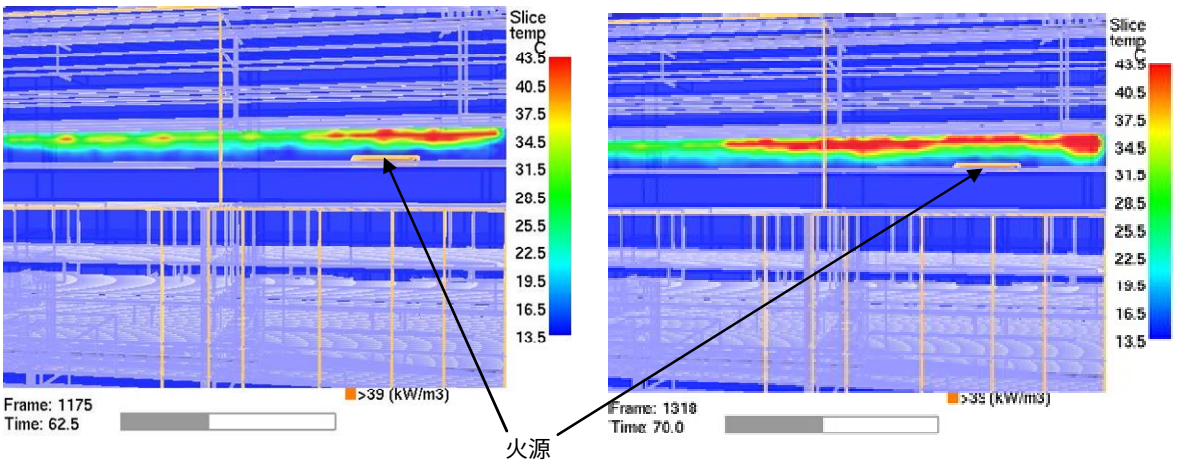


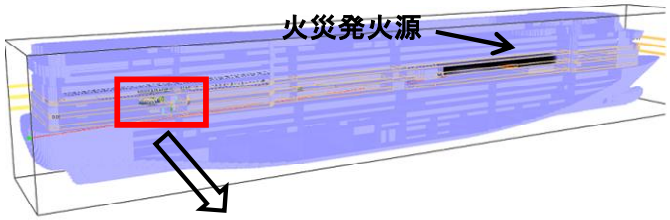
図３ 関門海峡の航跡（日本海洋科学観測）および各グループの船舶の平均水深における等深線

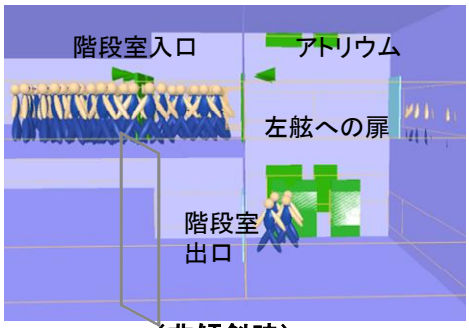
表１船位確認の時間間隔と確認を怠る確率の組合せ毎の年間座礁発生数の推定



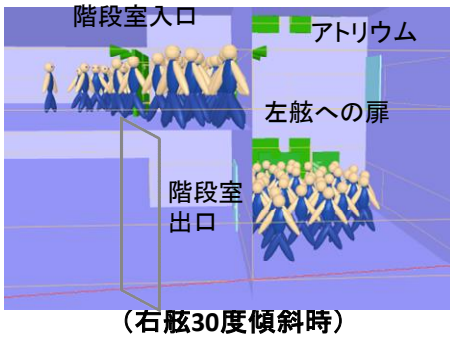
出火後 62.5 秒　　出火後 70.0 秒

図 4 大型旅客船モデルでの火災シミュレーション





（非傾斜時）



（右舷30度傾斜時）

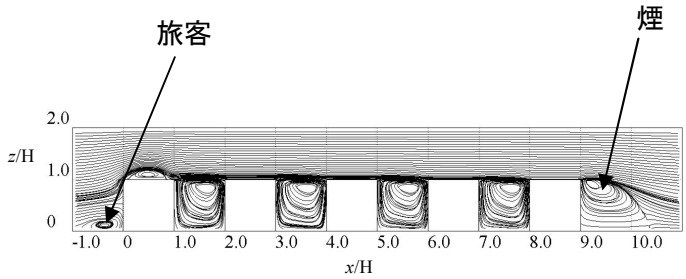
避難シミュレーション結果（120秒後）

避難状況
　上層のレストラン（左側）にいた乗客が階段室を通って下層に降り、左舷への扉を経由して避難する場合

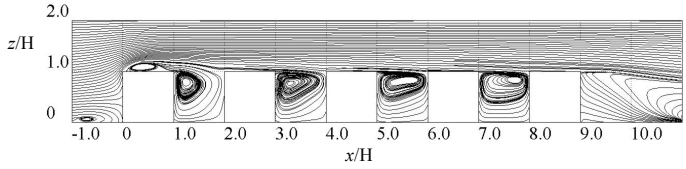
◆非傾斜時
上層において階段室の入口がボトルネックとなる。

◆傾斜時（右舷 30 度）
　上層階段室入口の他、下層においても、左舷への扉に行くことが困難になり、扉の前に人垣ができる。

図 5　大型旅客船モデルでの避難シミュレーション
（上図：非傾斜、下図：右舷 30 度傾斜）



(a)　MASCON モデル



(b)　CFD 解析

図 6　MASCON モデルによる気流計算と CFD 計算の比較。対称面（y = 0）上の流線を表している。気流は左から流入。

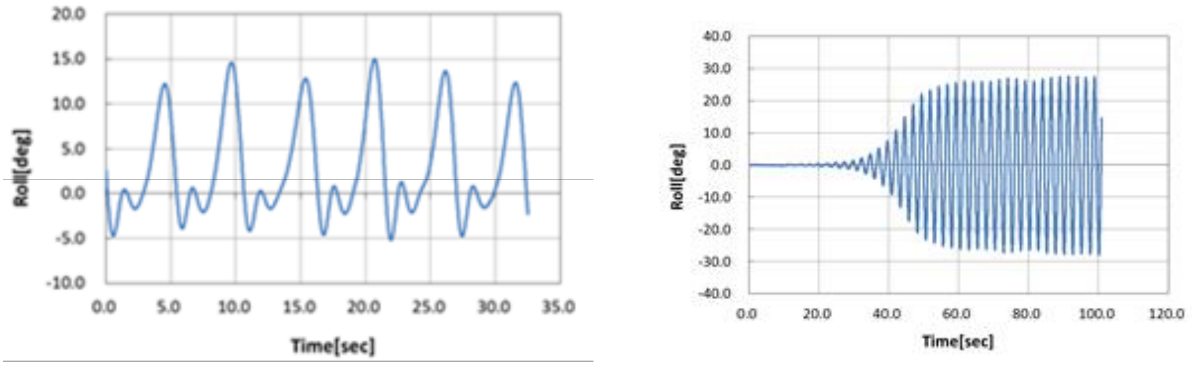


図 7　コンテナ船の復原力喪失現象（左）及びパラメトリック横揺れ（右）に係る模型試験で計測した横揺れの時系列

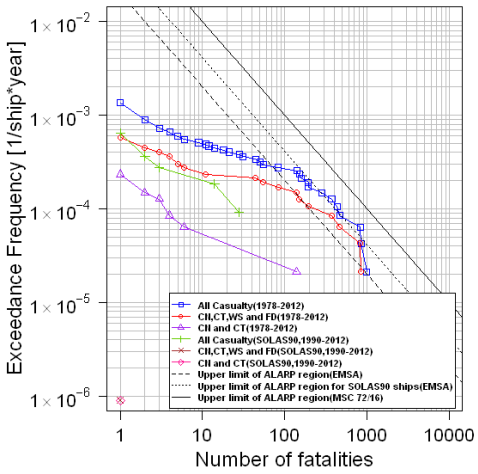


図 8　FSA 解析にもとづく Ro-PAX の FN 線図

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

□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。
□航路標識等の腐食劣化診断モニタリング技術の開発と劣化診断マニュアルの整備

25 年度計画

□船体構造の検査・診断技術を応用し、海上に設置されている航路標識等を対象に、腐食劣化の進捗度合いに応じて点検、保守管理手法の最適化を図る腐食劣化診断モニタリング技術を確立し、劣化診断マニュアルを作成する等。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、利用できるよう知識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開発
・疲労き裂長さ計測制度に及ぼす塗膜影響の検討とその解決法の提案
・実環境を模擬した実証試験の実施と有用性の検討
・航路標識に関する実態調査
・航路標識等の腐食劣化診断モニタリング技術の開発及び非破壊による腐食評価指標の開発
・鉄鎖等消耗材の保守管理手法の開発
・劣化診断マニュアルの作成

25 年度の研究成果

□最近の損傷･修繕事例および専門家の有する知識を知識データベースに反映させた支援システムを作成した（図 1 参照）。
□模擬き裂を導入した試験片の片面に塗膜（約 300μm）を付け、透過波と反射波の計測実験を行った。探触子を塗膜側及び鋼板側に配置し、塗膜の影響を調査した。探触子は前年使用の 4 種（縦波：2K10x4LA90、SH 波：2Z10x4HA90、レイリー波：2Z10x4R、SV 波：2Z10x4A70）を用いた。表面波探触子は塗膜上では感度低下が大きく、また、き裂に対する応答も鈍く、き裂モニタリングに適さないことが分かった。90 度縦波探触子は反射波では残響の影響が大きく、モニタリングには適さないことが分かった（図 2 参照）。
□そのほかのケースでは、鋼板上と同等の感度とき裂長さ計測精度が認められたので、この条件に従って適用する事が重要であることがわかった。（図 2 参照これにより指向性圧電素子を利用した腐食劣化診断モニタリング技術を確立した）。
□航路標識（浮体式灯標、灯浮標、RC 製灯標）の実態調査と既存の腐食劣化診断モニタリング技術の航路標識への適用の適否を検討した。
□浮体式灯標の塗装仕様に基づく塗膜の劣化度（塗膜下の発錆や膨れ）とインピーダンス値の関係について腐食評価指標を開発した。
□灯浮標の鉄鎖等消耗品の保守（データ）管理手順について提言した（表 1 参照、図 3 参照）。
□浮体式灯標ならびに RC 製灯標を対象とした劣化診断マニュアルを作成した。

◆特許、発表論文等の成果(25 年度)

発表論文：1 件

参考図

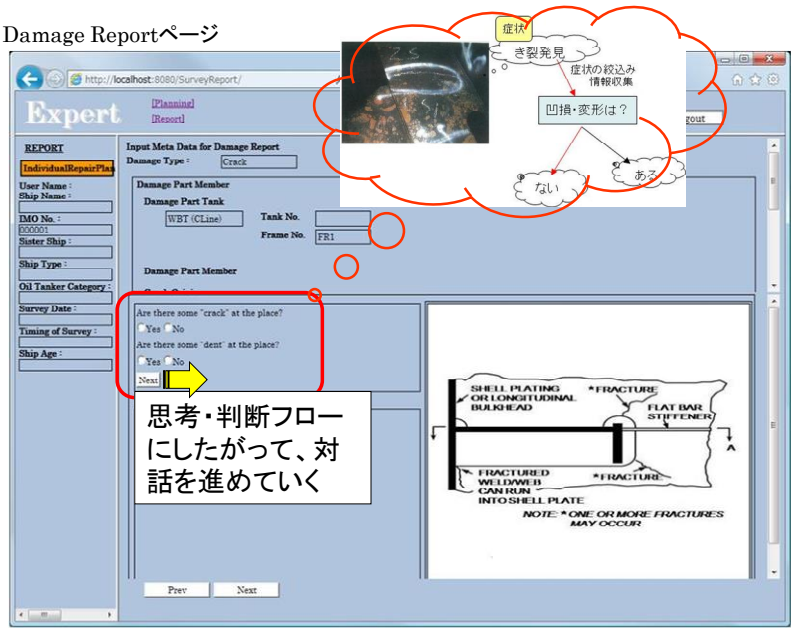
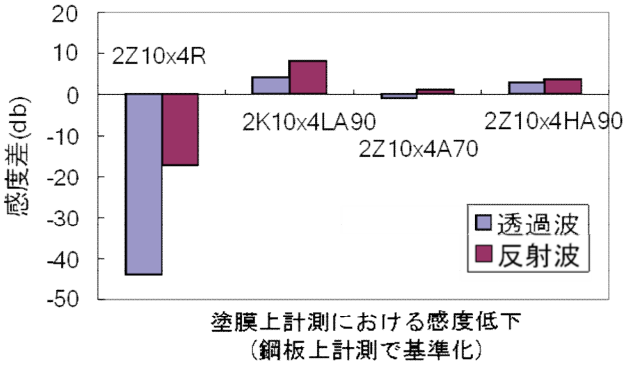


図 1　支援システムによる損傷・修繕事例の一例



塗膜上計測における感度低下
（鋼板上計測で基準化）

塗膜上計測における亀裂長さ測定精度
（鋼板上測定を基準に評価）

探触子	透過波	反射波
2Z10x4R	精度的に不利	検出不可
2K10x4LA90	同等	不適切
2Z10x4A70	同等	同等
2Z10x4HA90	同等	同等

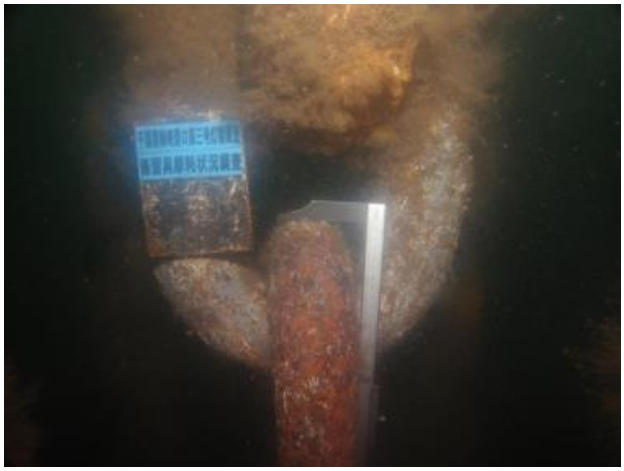
図 2　疲労き裂長さ計測制度に及ぼす塗膜影響

表 1　鉄鎖の保守（データ）管理手順

時期	記録内容等
①新品	コモンリンクは、1 連の長さ（25m）の 1/4 の長さを 1 ブロックとし、ブロックごとに 1 箇所以上、リンク形状（主要寸法）と計測したリンク位置を計測・記録。計測箇所は多いほど良い。エンドリンクは必須。
②設置時	設置年月日、様式名（所在地）、標体型式、底質、潮流、波高、海域、構成（連結位置、上下方向）、水深等、主要項目を記録。
③交換時	交換年月日を記録。構成を明記し、保管。
④計測時	計測年月日を記録。航路標識等保守管理要領に規定されている摩耗量に応じた点数分のリンク形状と計測したリンク位置を計測・記録。エンドリンクは必須。破棄箇所を記録。腐食データ解析。
⑤再利用時	設置年月日、様式名（所在地）、標体型式、底質、潮流、波高、海域、構成（連結位置、上下方向）、水深等、主要項目を記録。
以降	③から⑤の繰り返し。

(a)パルス渦流式探傷における実機検証

(b)RFID 腐食環境検知システムによる RC 構造劣化診断



(c)鉄鎖ジョイント部の測定

浮体式灯標の構造

図 3　航路標識への腐食劣化診断モニタリング技術の適用

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。
□疲労強度におよ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。
□面内剪断／圧縮の応力比、溶接初期不整および隣接部材強度の影響を考慮した連続防撓パネルの実用的な最終強度推定法の構築

25 年度計画

□溶接部に２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。また、面内剪断／圧縮の応力比、溶接初期不整（残留応力および初期たわみ）等が座屈・最終強度に及ぼす影響を評価、及び、防撓パネル試験体による座屈・崩壊試験を実施する。具体的には、
・非荷重伝達型十字継手グラインダ処理材と超音波ピーニング処理材の疲労強度データと板厚効果係数を取得する。
・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）を取得する。
□連続防撓パネルの FEM 解析手法を確立させる。具体的には、
・面内剪断／圧縮の応力比が座屈・最終強度に及ぼす影響評価、及び溶接初期不整（残留応力および初期撓み）が座屈・最終強度に及ぼす影響評価を行う。
・防撓パネル試験体による座屈・崩壊試験を実施する。

25 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、グラインダ処理材（平成 24 年度残部）と超音波ピーニング処理材（平成 26 年度にかけて実施）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残留応力を穿孔法により、溶接止端部形状（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。
□防撓材スパンの違う試験体をそれぞれ２体ずつ、計 4 体の座屈・崩壊試験を面内剪断と圧縮の荷重比を変化させて実施した（図 3 参照）。試験により、防撓パネルの剪断座屈崩壊を再現することに成功した。
□面内剪断荷重と圧縮荷重の比を 2：1 で載荷させた崩壊試験の結果、純剪断の場合と比べて最終強度が高くなることが判明した。
□試験体の溶接残留応力・初期撓みを計測し、これらを考慮して試験体の FE 解析を実施した。FE 解析の結果、剪断荷重が支配的な場合は防撓パネルの剪断降伏応力値近くで最終強度となることが分かった。また、剪断座屈試験の最終強度と定量的に一致していることを確認した（図 4 参照）。

◆特許、発表論文等の成果(25 年度)

発表論文：4 件

参考図

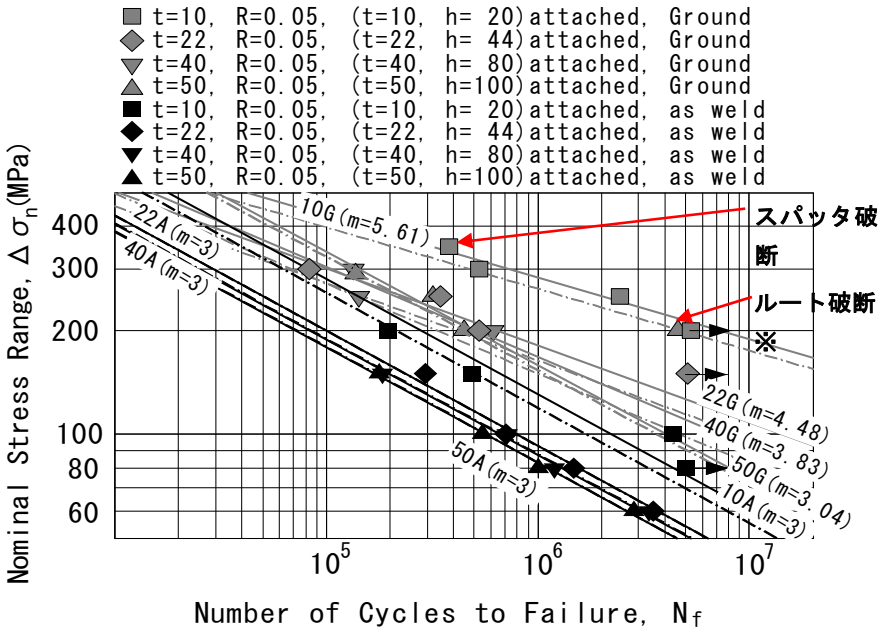


図 1　溶接まま材、グラインダ処理材の S-N 線図

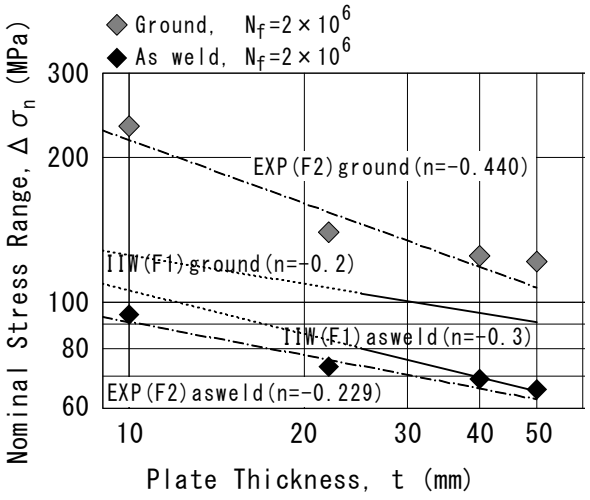


図 2　溶接まま材とグラインダ処理材の 200 万回疲労強度における板厚効果

図 3　防撓パネル試験体

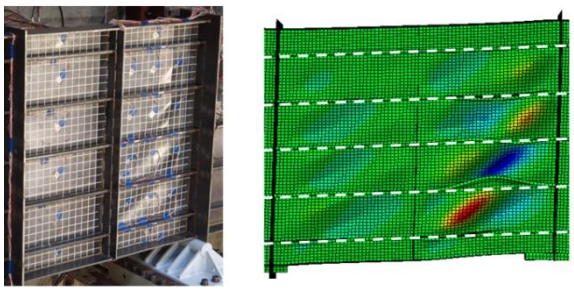


図 4　剪断座屈波形の FE 結果との比較

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 (平成 24 年度終了研究)
	○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など、多種多様な海難事故を水槽実験及び操船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

25 年度計画

□実海域再現水槽と操船リスクシミュレータのリンクを図るため､操船リスクシミュレータの景観画像生成システムに実海域再現水槽での造波技術に基づいた波浪景観発生機能を設計し、組み込みを行う。
具体的には
・上部構造物を有する模型を用いた波風中での実船対応船体運動の再現。
・一方向規則波および多方向不規則波の面的計測法と解析アルゴリズムの水槽実験による検証。
・たたみ込み積分型船体運動モデルの構築。
・実海域再現水槽の造波技術に基づいた波浪景観発生機能の設計と操船シミュレータへの組み込み。
・プロペラ逆転時操縦流体力を主要目等基本情報から推定する手法の構築。
・波浪中船体運動推定プログラムのリアルタイム化と波風併存時の水槽実験に基づく外乱モデルの構築。

25 年度の研究成果

□上部構造物付きのばら積み船模型と送風装置ならびに造波装置を用いて実海域再現水槽で荒天下の操船限界に関する模型実験を実施した(図 1 参照)。実船相似の船体運動を自由航走模型を用いて再現するための手法として補助推力装置を活用した舵効き修正法を提案し、理論計算と水槽実験で検証した(図 2 参照)。
□高速サンプリング(25MHz×16ch)可能な超音波データ収録装置を製作し､暗騒音等に対するノイズ対策を施した上で球面音波生成から計測までがおこなえる一連のシステムを完成させ、水槽実験(図 3 参照)を実施した。計測データ(図 4 参照)は多数の反射点からの反射波が積分された形で計測されるため、これらを分離しそれぞれの反射点位置を同定し 3 次元波面を再構成するためのプログラム開発に着手した。
□定傾斜状態に対応する縦運動と横運動が連成したたたみ込み積分型船体運動モデルの定式化を行い､メモリ影響関数の計算プログラムを作成した (図 5 参照)。
□操船リスクシミュレータの画像表示システムの更新(図 6 参照)を行うと共に、規則波及び 1 方向不規則波、多方向不規則波を生成する機能を作成し、操船リスクシミュレータに組み込んだ。
□プロペラ逆転時に船体に作用する流体力（以下、不均衡流体力）の実験データベースを拡充するため文献調査と水槽実験を実施した｡拡充したデータベースをもとにして船舶やプロペラの要目から不均衡流体力を推定する実験回帰式を作成した(図 7 参照)。
□既存の波浪中運動推定プログラムを操船リスクシミュレータに組み込む準備として､操船者の操船動作を反映できるプログラムの入出力部分の作成をおこなった｡波風併存下での操縦性能実験をおこない(図 8 参照)、外乱モデルの構築のため必要なデータを取得した。実験データに基づいて外乱モデルの構築を開始した。

◆特許、発表論文等の成果(25 年度)
特許　　：2 件
発表論文：9 件

参考図

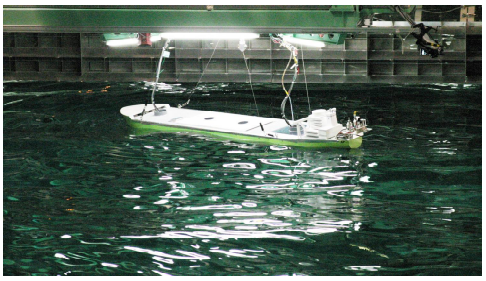


図 1:波風併存時の操船限界に関する水槽実験

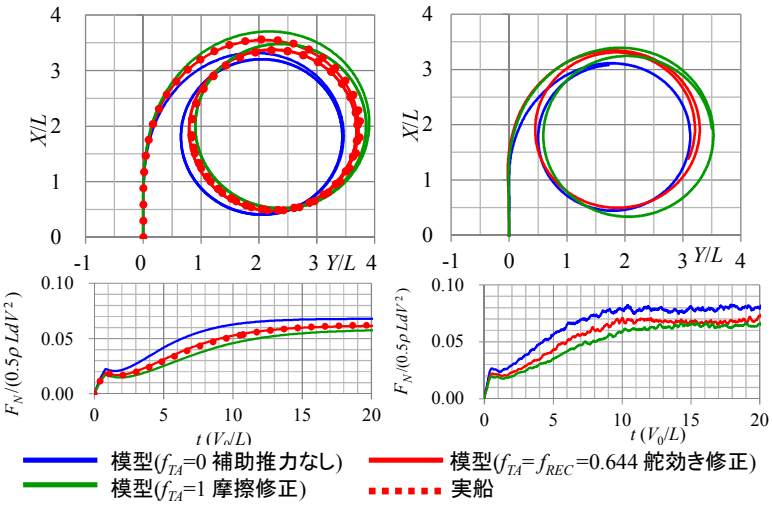


図 2:舵効き修正に関する計算と実験の比較
(上,航跡;下,舵直圧力：左,計算;右,実験)

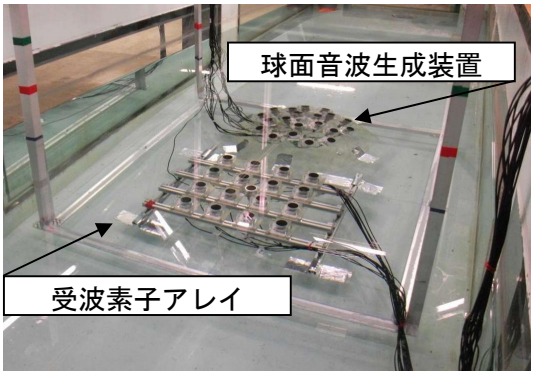


図 3: 水中超音波実験装置

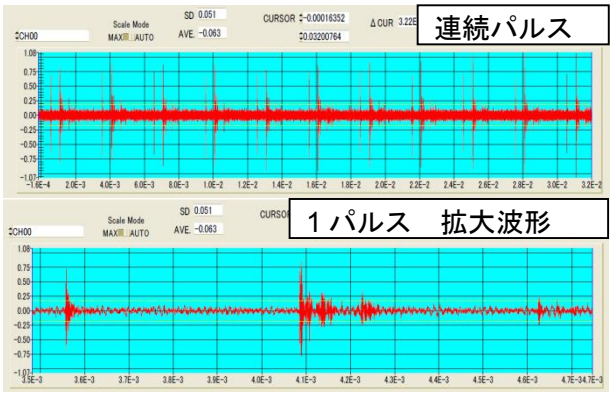


図 4:水中超音波計測波形

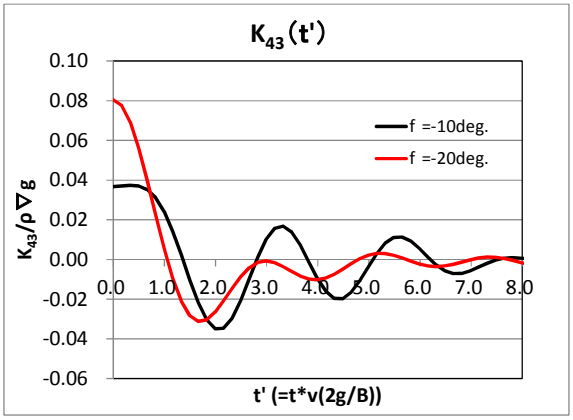


図 5:定傾斜状態の上下揺-横揺連成メモリ影響関数（80GT 型まき網漁船）

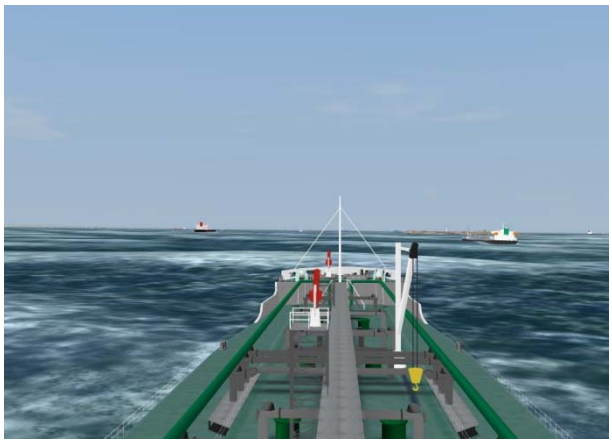


図 6:操船リスクシミュレータの新しい波の景観画像

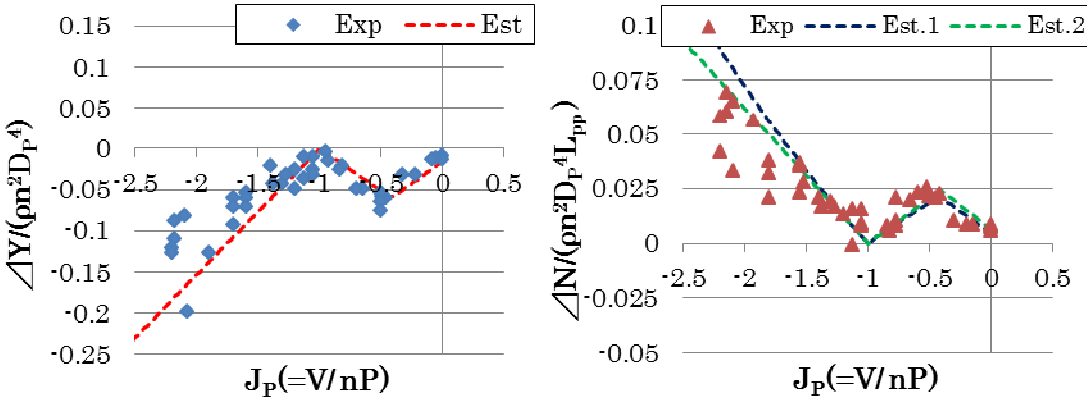


図 7:プロペラ逆転時不均衡流体力(ΔY,左右力;ΔN,回頭モーメント)の実験値(Exp)と推定式(Est)の比較

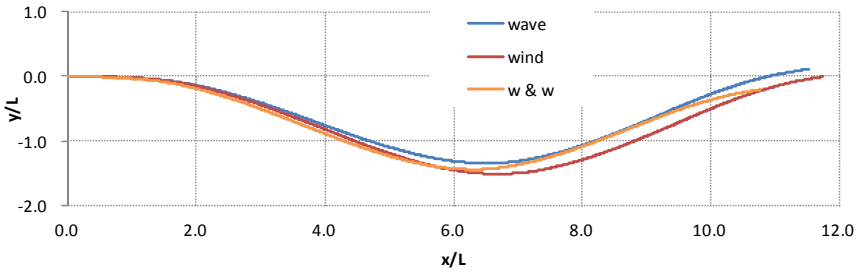


図 8:波風併存下での Z 操舵試験の航跡(wave,波のみ; wind,風のみ; w&w 波風併存下）

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 (平成 24 年度終了研究)
	○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。

25 年度計画

□海上交通流シミュレーションを完成し、シミュレーションによる海域の安全性評価法を確立する等。
具体的には、
・船舶事故調査報告書のデータベース化
・ハザードマップの暫定版の評価と改善
・海難発生状況と周辺交通環境の関係の調査
・重大な衝突事故を CREAM 手法に従って分析過程を追跡、海難分析への適性や不足点等を確認
・AIS 情報から船舶発生データを生成する手法を確立する。また、この船舶発生データにより、伊勢湾を対象に交通流シミュレーションを実施する。さらに、各種評価指標の計算法を確立する。

25 年度の研究成果

□運輸安全委員会のハザードマップで使用する事故船舶の総トン数データを海難審判庁裁決録データベース（DB）から作成し提供した。また、通航量データを AIS 航跡データから作成し、提供した。(全国概略、瀬戸内海詳細、伊豆大島周辺詳細、遠州灘沖詳細) 図 1 に通行量と裁決録 DB 掲載事故のハザードマップにおける表示を示す。
□船舶事故調査報告書 DB 試作版(H24 年度)にもとづき、DB のデータ構造を定義し、同委員会発足時から 4 年分の船舶事故調査報告書をデータベース化した。
□過去の事故情報から船と事故の種類毎(内航船/外航船、船種、事故種類)の件数を分析し、海難対策との関係をレビューした。
□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把握するため、AIS 航跡データによる交通実態の調査、レーダによる AIS 非搭載船の実態調査を行った。
□海事局からの請負として周防灘における航行区域見直しに関する検討を行うための気象海象、事故の特徴、事故発生頻度増加率の推定に関する調査研究を行った。
□認知信頼性解析手法 (CREAM) の原因結果リンク分析を用いた衝突海難解析に関するワークショップを運

輸安全委員会とともに開催し、実際の事故例にあてはめながら手法の検証を行った。

□CREAM 手法を用いた衝突事故調査支援ツールの試作を行った。図 2 に試作ツールの表示画面を示す。図中、(a)は事故データリスト選択画面、(b)は事故分析でトップ事象とするエラーモードと先行条件(背後要因)の選択画面、(c)は選択した先行条件を選択する画面、(d)は選択結果の接続関係を示す一覧である。

□CREAM の共通作業環境(CPC)分析手法で用いる評価指標のうち、衝突海難の背後要因として重要なもの、及び、CREAM の原因結果リンクをたどる場合に提示する具体例の抽出を実施した。

□海上交通流シミュレーションの航路帯上の船舶分布の設定をより現実味のあるものにして、熊野・遠州灘沖の船舶発生データを作成し(図 3、図 4 参照)、海上交通流シミュレーションで用いる船舶の計画航路と実際の交通流との適合性を評価した。また、シミュレータによる実験と AIS データから見合い関係を抽出するプログラムを作成し、海域の安全性評価指標として作成した避航操船に関する衝突危険度の問題点について検討した。

◆特許、発表論文等の成果(25 年度)

プログラム登録：2 件

発表論文　　：6 件

参考図

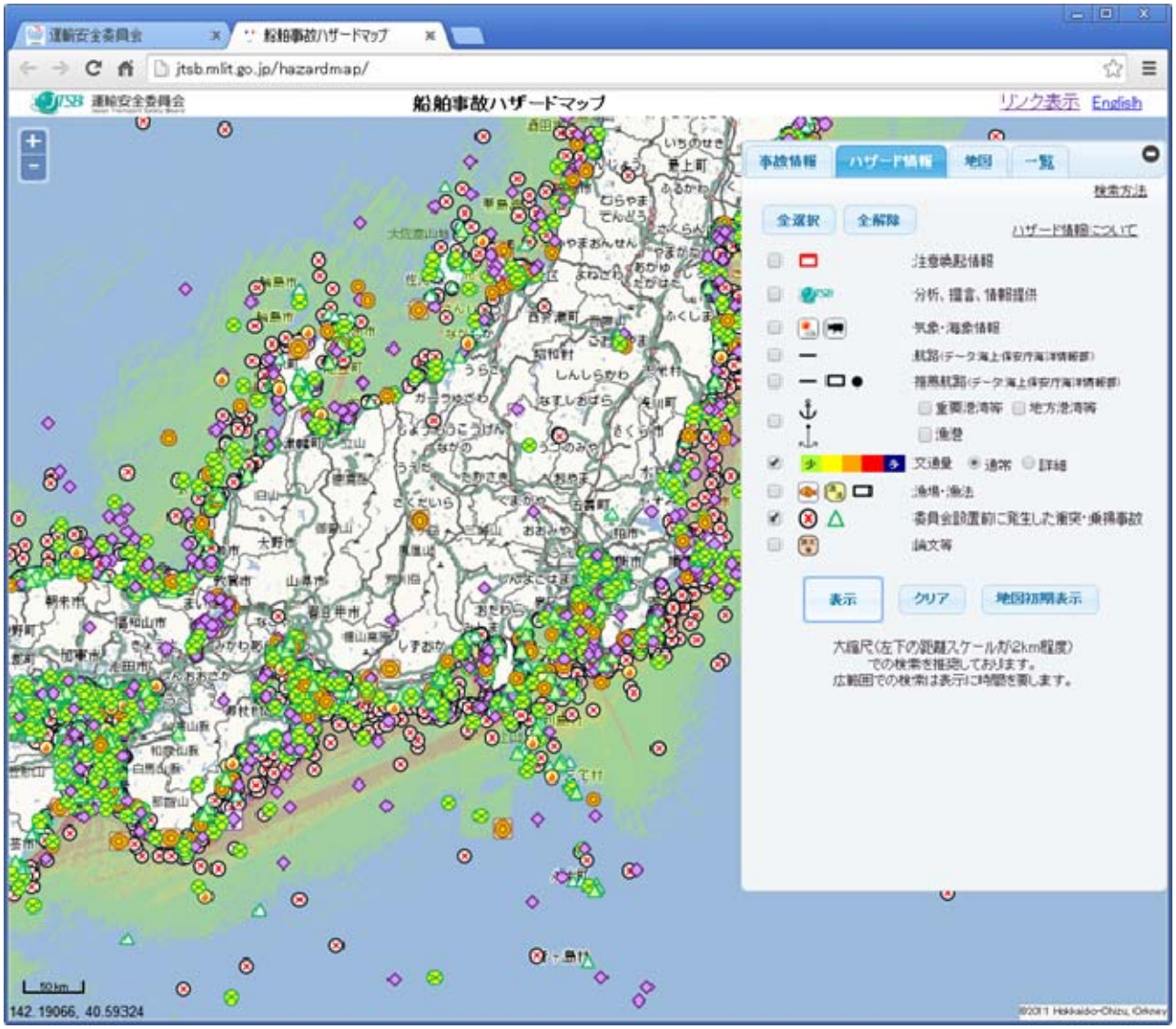


図 1　通行量データと過去の海難発生場所データを表示している時の運輸安全委員会ハザードマップ

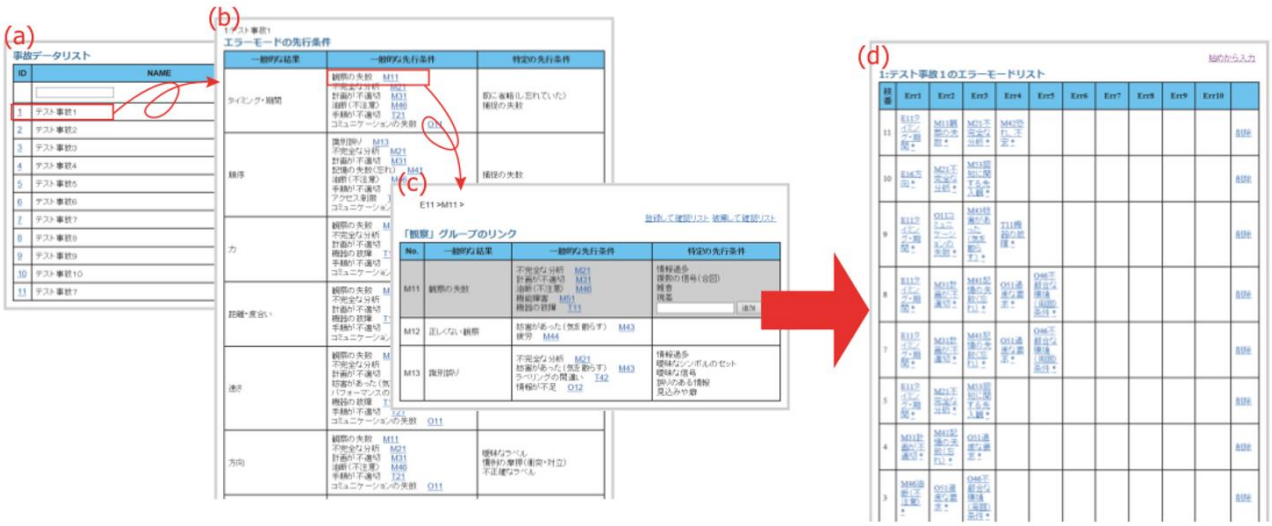


図 2　CREAM 分析支援ツールの試作版

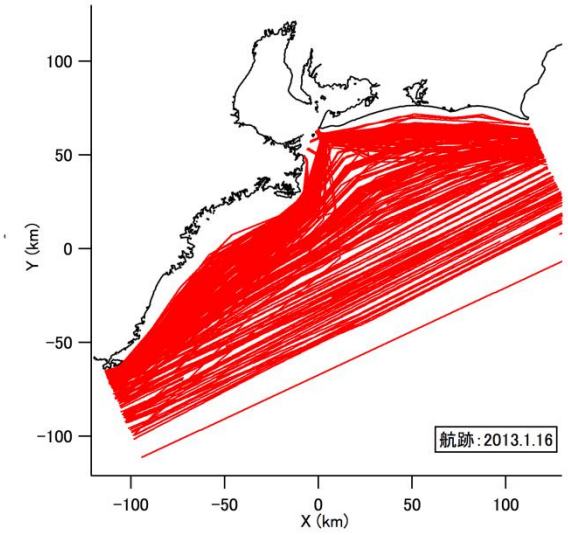


図 3　船舶発生データの生成結果
（伊勢湾沖）

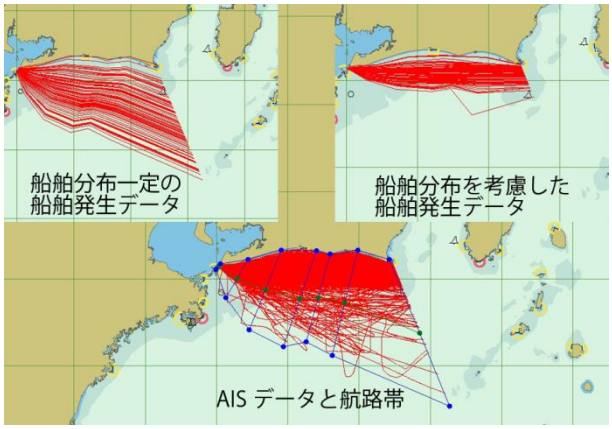


図 4　AIS データの船舶分布を考慮した
船舶発生データ

【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

－船舶を対象とした大気環境規制の評価ツールとして、大気汚染等の被害費用の推定を実施し、費用対効果の簡易評価モデルを構築する 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（ＶＥＳＴＡ）の高度化に向け、推進性能への喫水・トリム影響等を組み込むとともに、ＩＭＯ等でのエネルギー効率運航指標（ＥＥＯＩ）の議論に対応するため、実運航データ解析と要因分析を行うことによりオペレーション影響を抽出する。また、ＣＦＤプログラムに関し、24 年度までに開発した各種モジュールを組み合わせて、波浪中を自航する省エネデバイス付き船体の運動シミュレーションを行い、問題点の抽出及び改良を行う

－ＥＥＤＩ規制に対応した船舶の省エネ化を推進するため、プロペラに近接させた小径ダクト（ＷＡＤ）等の省エネデバイスの設計ツールの改良を行うとともに、省エネデバイスの実用化を図る 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－ＳＣＲシステムと海水スクラバを組み合わせた高度排ガス処理システムを構築し、実船搭載に向けた適用可能性評価を行う。また、24 年度に構築した揮発性有機化合物計測システムの改良を行うとともに、システムを使用し、各種条件下でのディーゼル機関の揮発性有機化合物の排出特性を求める 等

◆２５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】

◎船舶の省エネ設計のための革新的水槽実験技術の開発等

・省エネルギー設計に必要な革新的水槽実験技術として、実海域波浪中のプロペラの負荷変動に対する主機応答を模擬できる自航試験技術を開発した。

① エンジンの動的挙動の数学モデルの開発

主機エンジン特性について、トルクと回転数の関係及び負荷変動に対する応答特性をモデル化した。

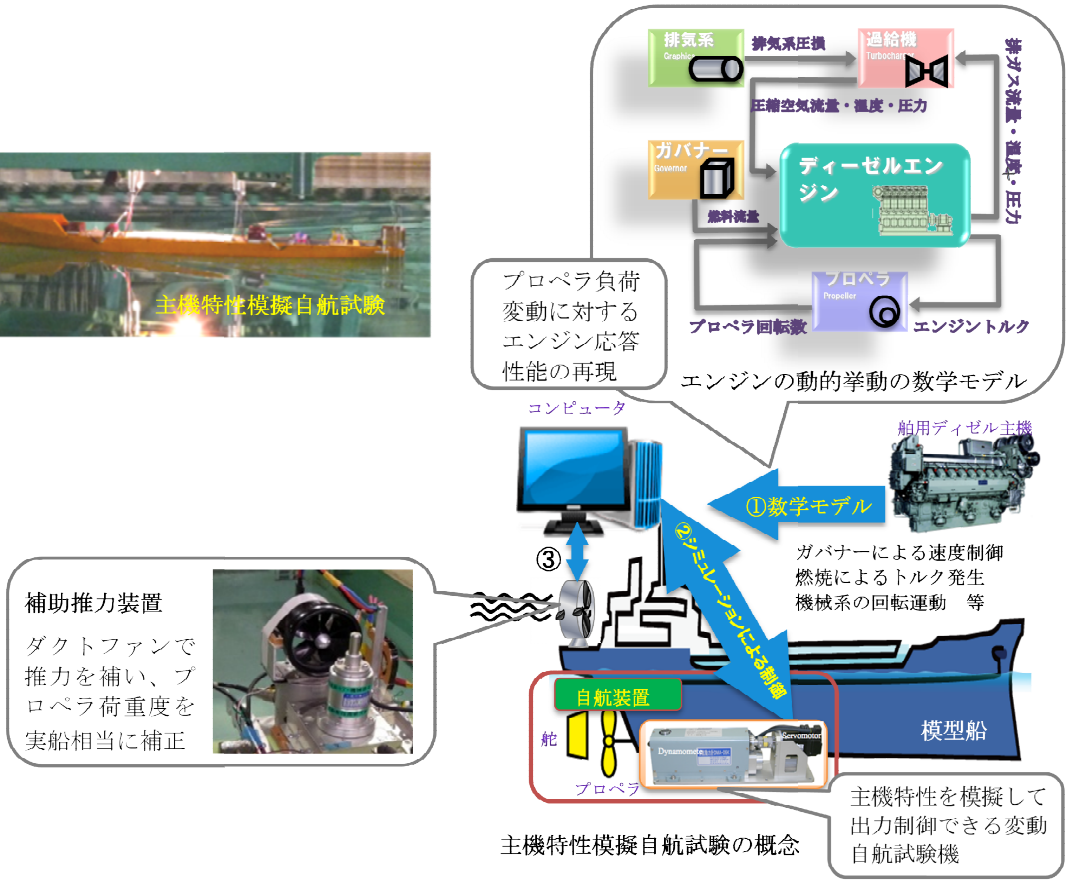
② 主機特性模擬自航試験機の製作

主機特性に基づき回転数変動を模擬し、プロペラ出力を制御できる自航試験機を開発した。

③ 補助推力装置の開発

模型船と実船で異なる摩擦抵抗の違いを補正する補助推力装置（ダクトファン）を開発した。

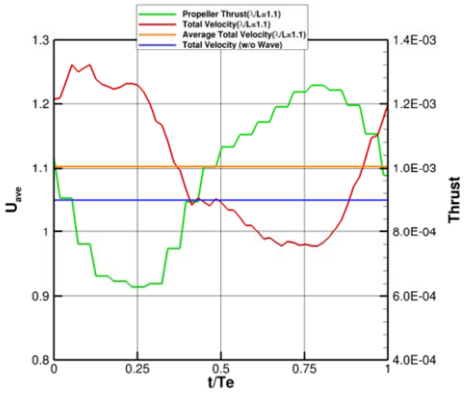
・実海域性能の優れた船舶の開発及びハイブリッド化等による負荷変動による損失を最小化する動力制御技術の開発を加速することができる研究基盤を確立した。



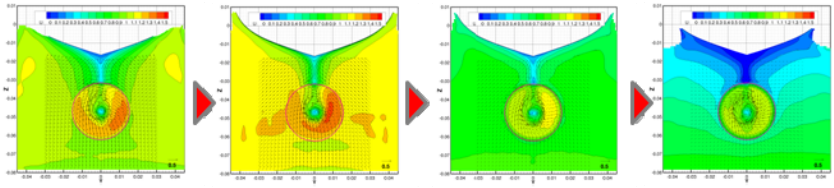
◎次世代 CFD を用いた実海域省エネ性能評価に関する研究

・実海域波浪中における運航性能評価のための省エネデバイスを含めた船体運動シミュレーションの研究において、回転するプロペラ周りの流れを重合格子を用いて計算できる CFD プログラムを開発した。

・さらに省エネ効果の推定や安全航行に必要な推力を計算するために、波浪中で航行する船舶のプロペラ推力変動を推定することが可能な CFD プログラムを開発した。



向波中のプロペラに流入する推力の変化

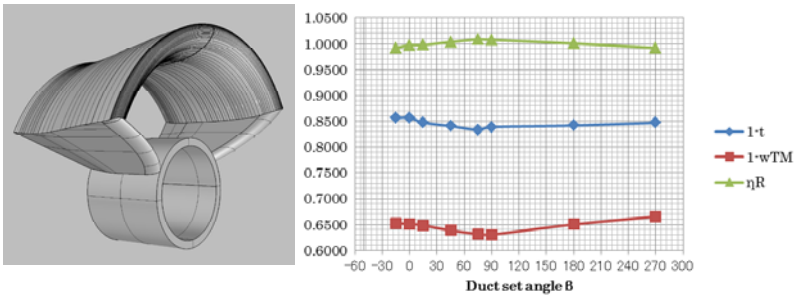


向波中のプロペラ断面の流速分布の変化

◎.実海域省エネデバイスの開発に関する研究

・実船装備に備え、WAD に働く波浪外力推定法の開発、キャビテーション試験等を実施した。CFD シミュレーション法による WAD の周りの流れ場解析と系統的な水槽試験により、形状を最適化する設計法を開発し、実船の船型（７船型）に適用した。

・WAD は、17 隻への実装が決定した。



1/3 部分ダクト模型を用いたダクト周方向部分と
自航要素の関係調査結果

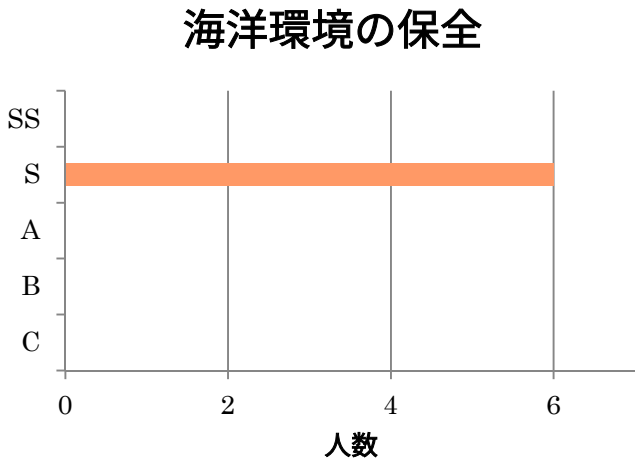
◎実運航性能シミュレータの開発に関する研究

・実運航性能シミュレータ「VESTA」に、荒天時の操船に必要な主機出力の要件への適合性をフルレンジで計算・判定する世界初の最低推進出力判定機能（日本海事協会の認証を国内初取得）を実装した。EEDI 予備認証に向け、国内造船所等への配布を開始した 。

◆その他適切な評価を行う上で参考となり得る情報

２６年６月１３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）

□　グリーンイノベーションの実現において、実海域の運航性能に焦点を当て、負荷変動に対するエンジンの動的応答や補助推力の効果を実船相当で模擬できる水槽試験技術が構築されたことは、技術的・学術的波及効果が非常に大きく、評価できる。（大学、海運業界、造船業界）

□　波浪中のプロペラ推力の解析、プロペラの性能評価のための CFD プログラムの開発など、評価できる。（大学、海運業界、造船業界）

□　WAD 形状の最適化に資する設計プログラムの開発と造船所における WAD の採用は、技術的波及効果と評価される。また１７隻に実装され社会的効果は大きい。（大学、大学）

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 （平成 24 年度終了研究）
		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。

25 年度計画

□船舶を対象とした大気環境規制の評価ツールとして、大気汚染等の被害費用の推定を実施し、費用対効果の簡易評価モデルを構築する等。具体的には

・環境省委員会における検討状況等を継続的に調査し、二次生成物質（PM2.5、オゾン）の生成メカニズムに関する情報等、大気環境に関する国内外の動向を把握する。

・拡散・大気反応シミュレーションの基盤となる気象モデル（WRF）を用いた気象計算の精度向上を図る。

・AIS 情報の利用可能性等に関する調査を行い、船舶に由来する大気汚染物質排出量データの更新に関する方針及び手法を決定する。また、必要に応じて、これまでに作成した排出量データについて、港湾・航路データの更新や排出係数の国際動向等を反映させた更新を行う。

・陸上観測データとの比較等によって、大気質モデル計算精度の高度化を図る。

・船舶を対象とする大気環境規制の具体的事例のケーススタディとして、限界削減費用を推定し、費用対効果の評価モデルを構築する。

25 年度の研究成果

□二次生成物質に関する国内外の動向に関する調査

・国内外における動向調査として、現状では生成メカニズムの解明等が十分でないと考えられている二次生成物質を対象に、環境省による検討状況をフォローアップした。環境省の調査実施計画では、①光化学オキシダントデータの多角的検証（VOC モニタリング調査の見直し再実施、オキシダント前駆物質の排出インベントリの精緻化など）、②大気質シミュレーション計算による VOC データの精度検証、を今後 5 年程度かけて実施する予定としており、二次生成物質の生成メカニズムは短期間で進展・解明される性質のものとは考えにくい。

・NOx、SOx、PM、CO_2 等に関する IMO の審議動向を調査した。

□気象モデルを用いた気象計算の精度向上、大気質モデル計算精度の高度化

・これまで大気の最下層のみを対象としていた計算領域を高層気象まで拡張した計算を実施した。

・大気質モデル計算精度の高度化を図るため、大気質モデルの計算結果を陸上観測データ及び環境基準値と比較して考察を行った。（図 1 参照）NOx 及び SOx については、計算結果と陸上観測データが定性的・定量的に一致していた。PM2.5 については、計算結果が環境基準値を超過する日が数日表れており陸上観測データと定性的におおむね一致していたが、定量的な観点からはさらに検討の余地がある。

□船舶由来の大気汚染物質排出量データの整備・更新

・AIS 情報の利用可能性等に関する調査を行い、船舶に由来する大気汚染物質排出量データの更新に関する方針及び手法について検討した。具体的には、IMO/MEPC における審議動向に基づき、2018 年までに

実施される予定の一般海域硫黄分規制の導入時期（2020 年もしくは 2025 年）の検討に利用可能な船舶排出量データとして、AIS 情報を利用した最新の船舶排出量データ解析システムを構築する方針を固め、システムのプロトタイプを作成した。（図 2 参照）

□大気環境規制導入に伴う費用評価モデルの構築

・類似する他分野（道路建設投資）における社会経済評価・環境影響評価の事例について文献調査を行った。

・船舶を対象とした環境規制導入の費用対効果を評価（ケーススタディ）するため、NOx・SOx を対象として、考慮すべき限界削減費用を試算する簡易評価モデルを構築した。費用には NOx では SCR 装置の新規搭載コスト及びオペレーションコスト、及び、SOx では燃料の低硫黄化に伴うコストを設定した。また、大気汚染物質の排出削減にコストをかけて得られる利得では、現段階で定量的評価が可能かつデータの入手が可能な項目として人体健康被害（医療費）の低減を設定した。

◆特許、発表論文等の成果(25 年度)

発表論文：4 件

IMO 文書：1 件

参考図

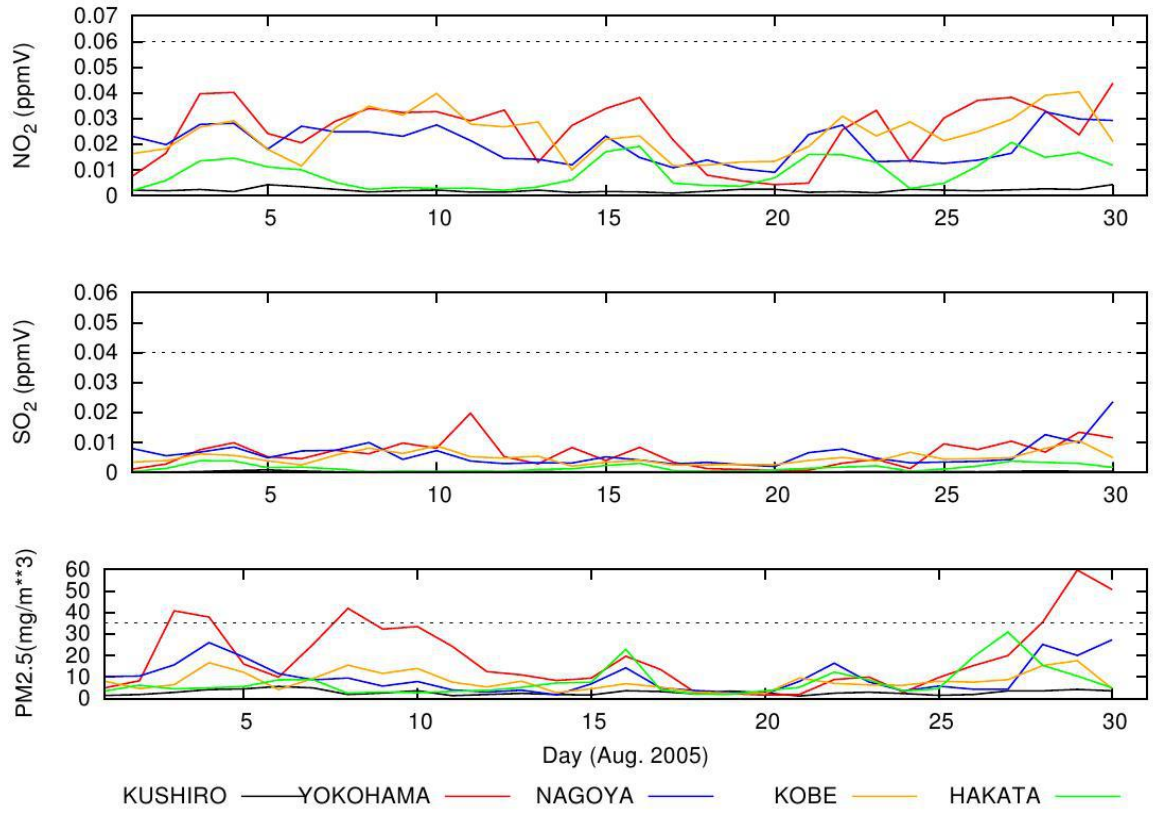


図 1　主要都市における大気質シミュレーション計算結果と環境基準値（点線）との比較結果

※上から NO_2、SO_2、PM2.5 濃度

※都市：釧路、横浜、名古屋、神戸、博多

※2005 年 8 月の 1 ヶ月分

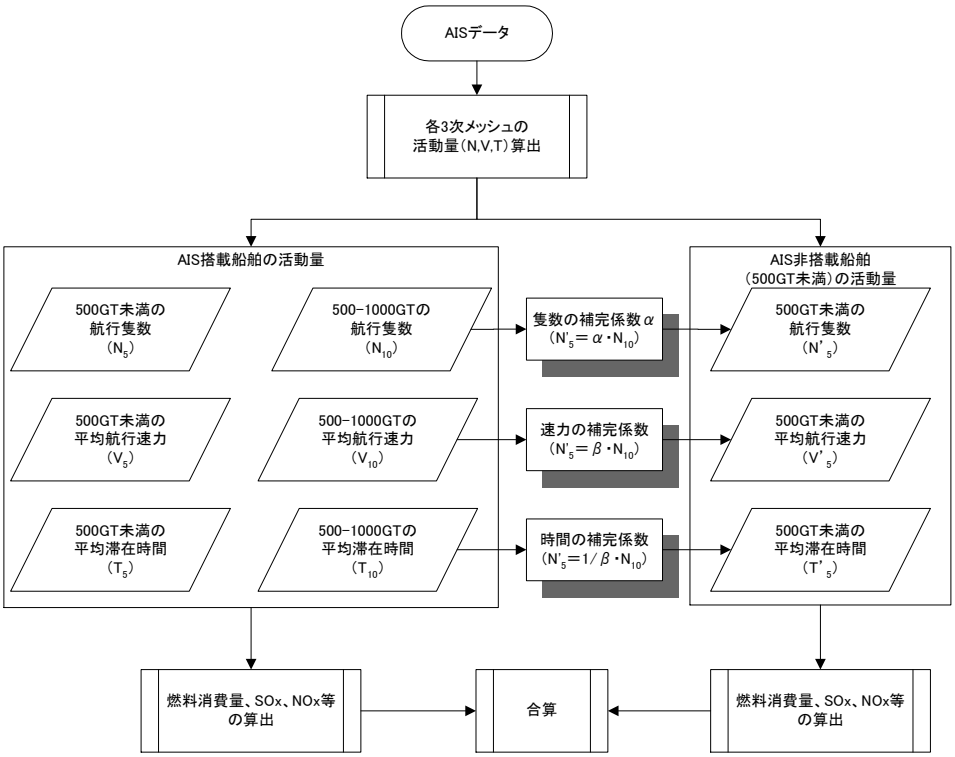


図 2　AIS 情報に基づく大気汚染物質排出量データ作成の基本的な考え方
（AIS 非搭載船舶［500GT 未満］の活動量補完手法）

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あ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。

25 年度計画

□船の省エネ効果の検討・評価を行うために、データベースとシミュレータとの連携等の機能拡張、内容拡充を行う。データベースについては、内航船に多い低速 4 サイクルエンジン等を追加する。

□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、内航船環境性能の評価指標の検討のためのケーススタディを行い装置耐用年数等も想定して評価指標を設定する。

具体的には

・電子制御エンジンのデータを追加、エンジンの燃費、熱利用、省エネ付加物等、推進関係機器等も含め、トータルで船の省エネ効果の検討・評価を行うためシミュレータを作成する。

・環境低負荷内航船の省エネ性能評価指標の提案、及び、省エネ・環境対策機器の導入指針の策定を行う。

25 年度の研究成果

□排熱回収等を含めたエンジンシステムの基本性能を解析するためにプロセスシミュレータを活用したシミュレーションシステムをモジュール拡張することで構築した。また，低速および中速エンジンのデータベースにデータの追加を行った。さらに、データベースとプロセスシミュレータの連携を図るインターフェースプログラムを作成し、シミュレータからデータベースの情報を参照できるようにした。例えば、エンジン種別・負荷に応じた排ガスの流量・温度を容易にシミュレータに取り込むことが可能となった（図 1 参照）。このツールを活用し，SCR と排熱回収熱交換器からなるシステムとガスタービンを主機とする排熱回収システム（舶用コンバインドシステム）の概念設計及び解析等を行った（図 2 参照）。

□内航船舶の実運航時のエネルギー消費データから，接岸時の燃料消費が外航船に比し無視できない割合（航行時の燃料使用量の 5～20%）であることがわかり、EEDI を補助する指標として使用できると考えられる。この場合，例えば陸電供給はこの指標を削減する手段として有効である。

□環境負荷低減技術に関するデータを取りまとめた。特に、将来の硫黄分グローバル規制に対応する環境負荷低減装置として近年注目されている湿式スクラバについては、コスト評価を含む詳細な検討を実施し、乾式脱硫についても評価を行った。さらに，内航船搭載の可能性を調べるために各脱硫方法について装置の大きさを見積もった。その結果，1%S 分の A 重油を使用する 199GT の小型内航船の場合は、低硫黄燃料価格が従来の A 重油価格の 1.4 倍程度に上昇しない限り船上脱硫のコストメリットがないこと、また機器の大きさの面からも搭載できる可能性が少ないことなどがわかった（図 3 参照）。

□IMO における EEDI の認証ガイダンス（排熱回収）の原案を作成した。
□LNG 船の主機関種類（D/G、デュアルフューエル、GT）に対応した EEDI の計算方法を IMO へ提案した。

◆特許、発表論文等の成果(25 年度)
発表論文： 1 件

参考図

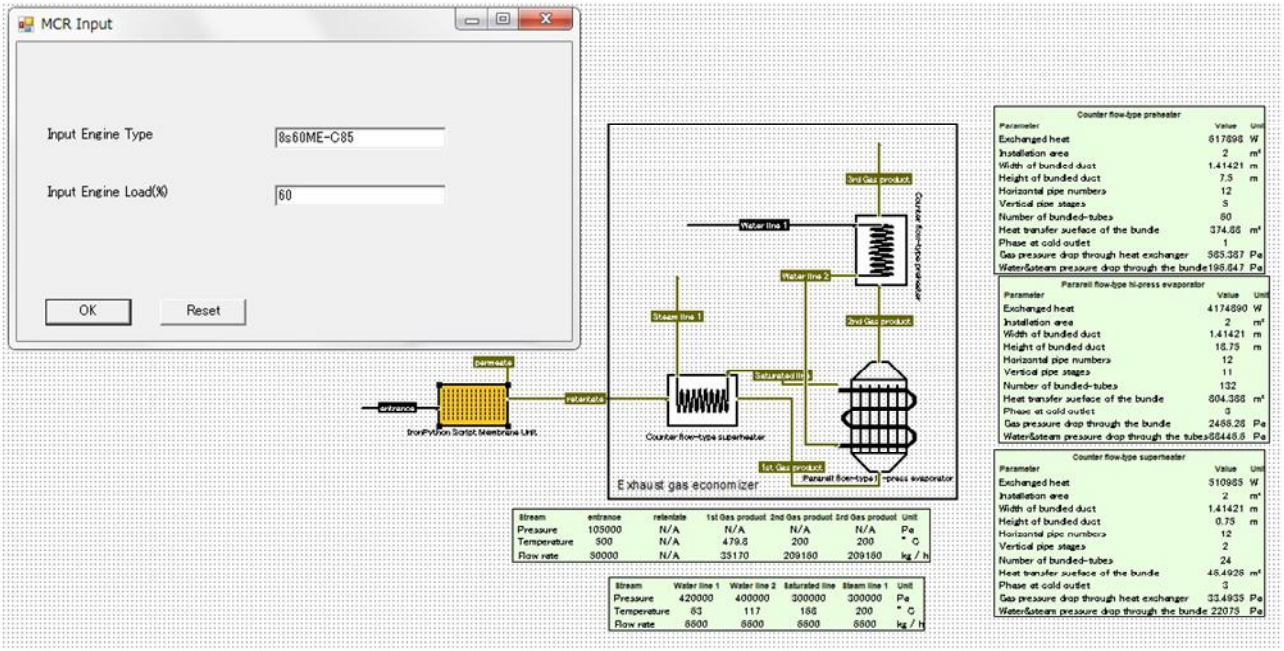


図 1　データベースとプラントシミュレータとのリンク（シミュレータ画面）

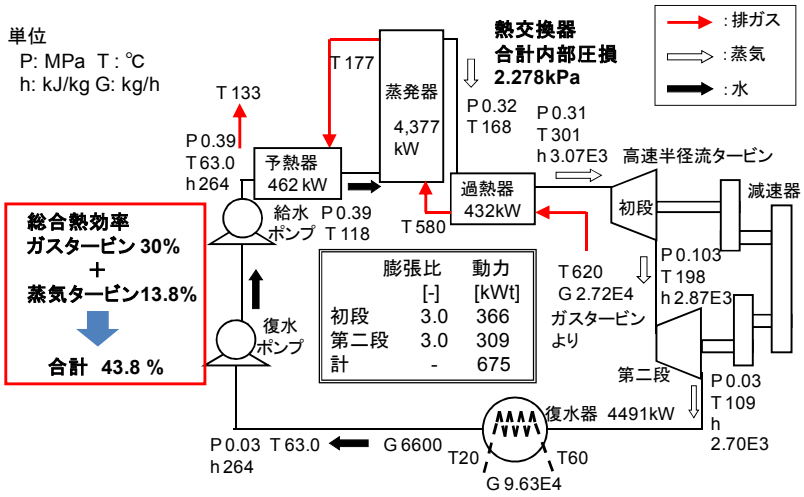


図 2　ガスタービンを主機とする排熱回収システムの解析事例

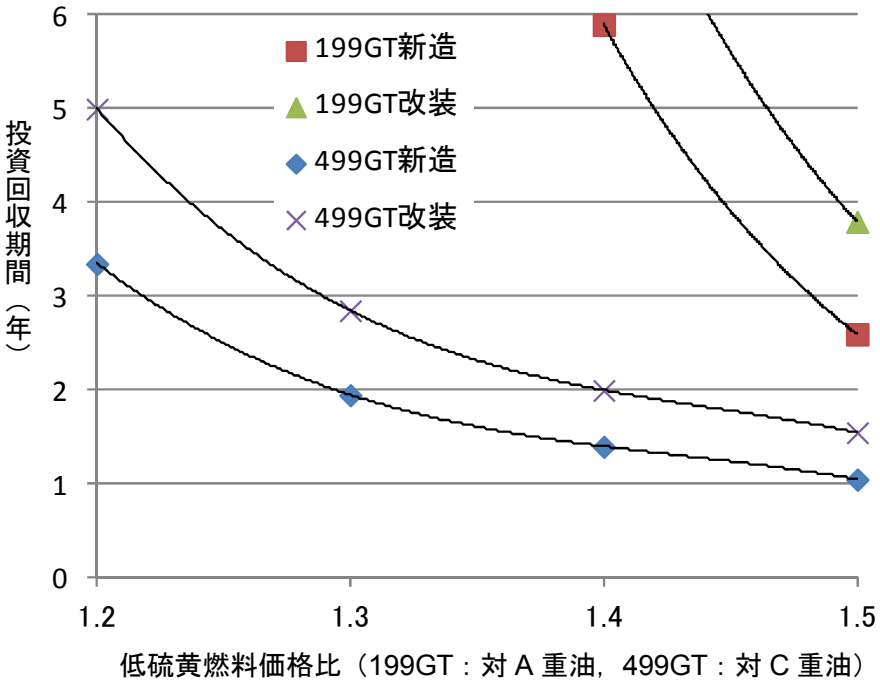


図 3　内航船における湿式スクラバの投資回収期間

備考

横軸：199GT の場合は A 重油との比，499GT の場合は C 重油との比

縦軸：投資回収期間（年）。

新造：新造船への搭載、改装；既存船への搭載。

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 （平成 24 年度終了研究）
		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

□最終成果：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

□アウトカム：GHG 削減枠組み作りに対するわが国の国際的イニシアティブ、海運のグリーン化、わが国造船産業の新製品開発力強化等に貢献

25 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（ＶＥＳＴＡ）の高度化に向け、推進性能への喫水・トリム影響等を組み込むとともに、ＩＭＯ等でのエネルギー効率運航指標（ＥＥＯＩ）の議論に対応するため、実運航データ解析と要因分析を行うことによりオペレーション影響を抽出する。具体的には

・荷重度変更法に基づいた波浪中自航要素推定モデル、推進性能への喫水・トリム影響の VESTA への実装

・経年劣化・生物汚損影響のモデル化、海象データベースの整備、波浪定常力計算法の検討、実運航でのオペレーション影響の抽出

・試験水槽間の不確かさ比較

・省エネ付加物の実海域性能のモデル化及び水面上形状の波浪中抵抗増加への影響のモデル化

・最適トリム運航法の開発とスローオートパイロットのアルゴリズム構築

・氷中抵抗増加の推定法の開発及び北極海航路沿いの海氷状況データベースの構築

25 年度の研究成果

□国、業界要望を受け、実施事項を変更（次年度実施に変更）し VESTA に EEDI の最低推進出力判定機能を実装した（図 1 参照）。日本海事協会より当該機能に関する認証を国内で初めて取得した（図 2 参照）。

□経年劣化・生物汚損影響の評価のためには長期間の実運航データが必要なため、船社と共同研究を開始した。H25 年度は実運航データの解析、シミュレーションモデルの検証を行い、燃費 1%程度で推定できることを確認した。平水中より燃費が悪化する要因分析をシミュレーションで実施し、燃料消費効率（EEOI）で複数航海の変動を調査した（図 3 参照）。VESTA に波浪定常力を入れて荒天海象中での試計算を実施し、速力、馬力、舵角、斜航角と荒天回避の影響評価をした。

□中水槽、400m 水槽で繰り返し試験（平水中抵抗・平水中自航・波浪中抵抗増加試験）を実施し、不確かさ比較のためのデータを取得し、解析した（図 4 参照）。

□マイクロバブルを用いた PIV 計測システムを開発し、有効性を確認した（図 5 参照）。省エネ付加物の水槽試験を共同研究にて実施し、実海域性能データを取得した。肥大船を対象とした波浪中抵抗増加低減形状の考案を行い、水槽試験にて効果を確認した。実海域省エネ装置 STEP のレトロフィットへの設計支援を実施し、2 隻のレトロフィット工事を実施した（図 6 参照）。

□波浪中抵抗・自航試験を実施し、実海域での喫水・トリム影響を調査した（図 7、8 参照）。水槽試験データと計算モデルを比較し、当舵力評価モデルを変更し高精度化した。
□VESTA による北極海航路航行シミュレーションを可能とするため、氷中抵抗増加推定モデルを開発した（図 9 参照）。当該モデルを使用し、北極海航路航行を想定した試計算を実施した（図 10 参照）。海氷状況データベースから任意の時期、航路における情報を抽出する手法を開発した。

◆特許、発表論文等の成果(25 年度)
特許　　：1 件
プログラム登録：2 件
発表論文　　：16 件

参考図

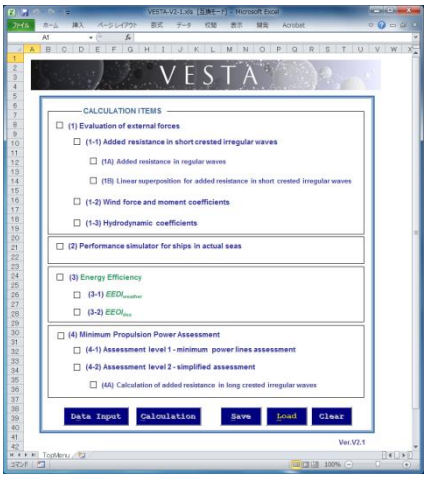


図 1　実運航性能シミュレータ VESTA V2.1

図 2　最低推進出力判定機能の認定証書

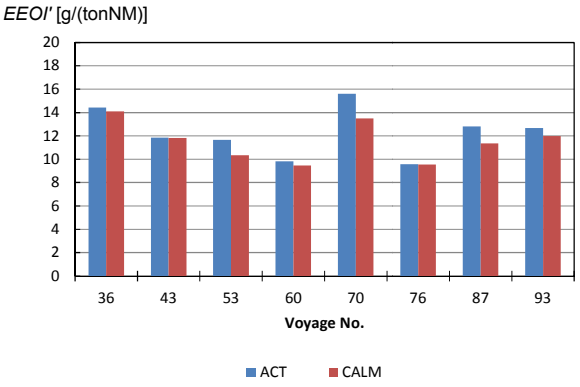


図 3　燃料消費効率（EEOI）の航海毎の変動影響の抽出（PCC）（ACT：実運航、CALM：平水中とした場合）

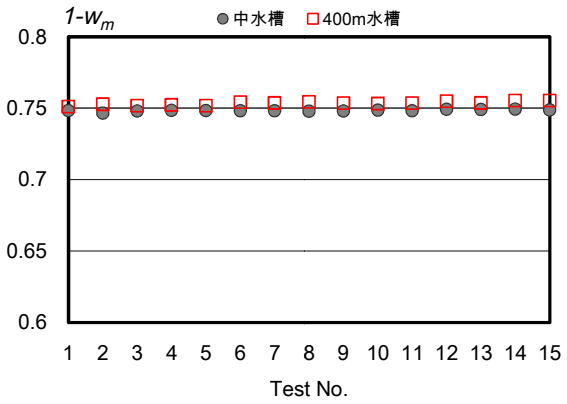


図 4　繰り返し試験結果（伴流係数）

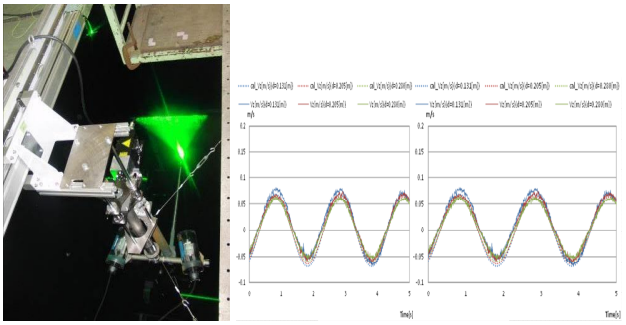


図 5　マイクロバブルによる PIV 計測システムと規則波の計測

図 6　実海域省エネ装置 STEP のレトロフィット（内航 RoRo 船）

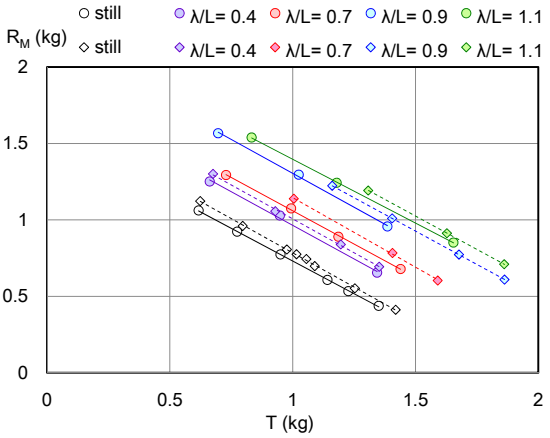


図７　波浪中自航試験によるトリム影響調査
（自動車運搬船）

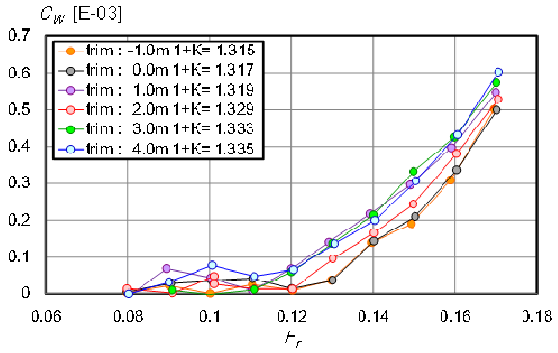


図８　水槽試験による造波抵抗へのトリム影響調査
（肥大船バラスト状態）

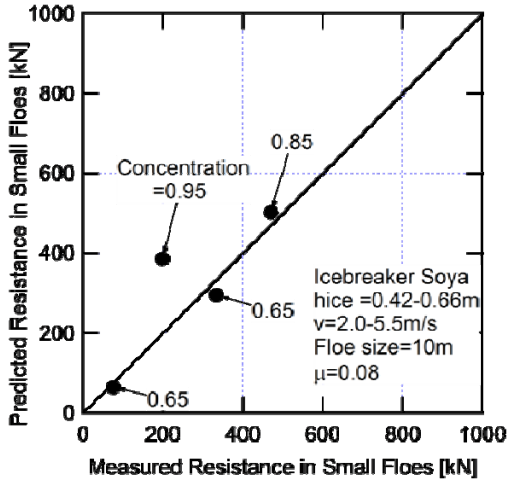


図９　実船試験による氷中抵抗増加推定モデルの精度検証

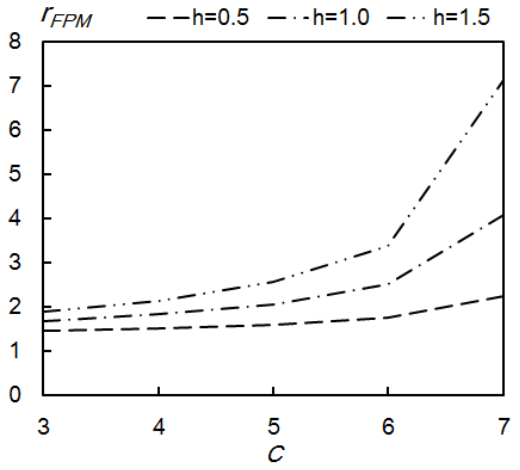


図 10　氷海航行時の１海里あたり燃料消費量の増加（氷盤径 20m、密接度 3-7、厚さ 0.5,1.0,1.5m）

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 （平成 24 年度終了研究）
		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

□最終成果：
- 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

□アウトカム：GHG 削減枠組み作りに対するわが国の国際的イニシアティブ、海運のグリーン化、わが国造船産業の新製品開発力強化等に貢献

25 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、これまで開発して来た舶用機関の動特性を模擬する自航装置にターボチャージャーの数学モデルを追加し、より実機に即した装置へと改良する。

□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い、その実験手法を確立する。

25 年度の研究成果

□舶用低速２ストロークディーゼル主機 Mitsui 4S59ME-T9 を用いた実機計測試験を実施し、計測結果を基にターボチャージャーを含む主機の数学モデルを開発した。（図１参照）　本モデルは１サイクルあたりの平均値の変動を表現するモデルであり、準定常状態での主機性能が正しく表現できることを確認した。このモデルを用いて掃気系が主機の応答に及ぼす動的影響を研究し、主機回転数の動的応答に対し掃気系は時間遅れを与える形で重要な役割を果たすことを確認した。

□機関特性を模擬する自航装置と補助推力装置を用いた波浪中船速低下量の直接計測技術を開発した。本自航試験による船速低下計測法では、補助推力を与えてプロペラ荷重度を実船に一致させると共に、波浪中でのプロペラ負荷変動による回転数変動を主機特性模擬自航装置で表現することで、プロペラと主機との連成挙動まで再現することが可能であり、水槽試験により直接波浪中船速低下量を計測することが可能になった。（写真 1、図 2 参照）

◆特許、発表論文等の成果(25 年度)
発表論文：5 件

参考図

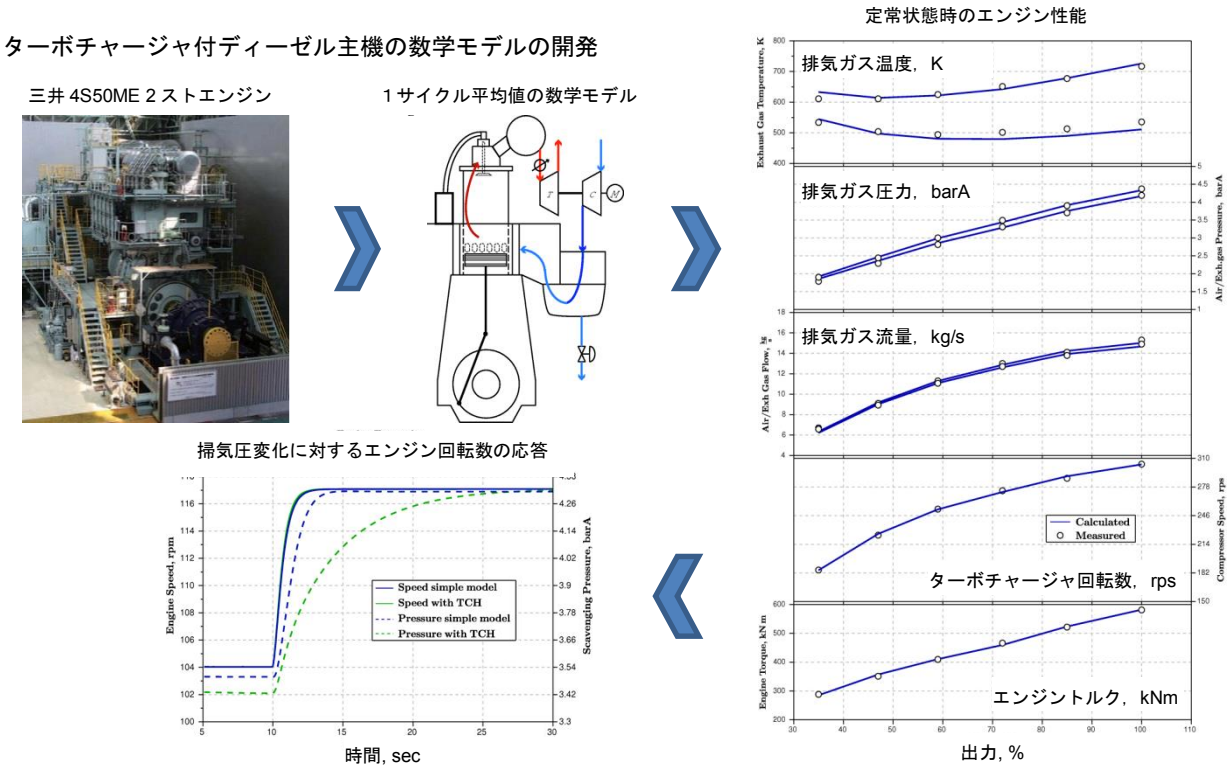


図１　ターボチャージャを含む２ストローク低速ディーゼル主機の数学モデルの開発

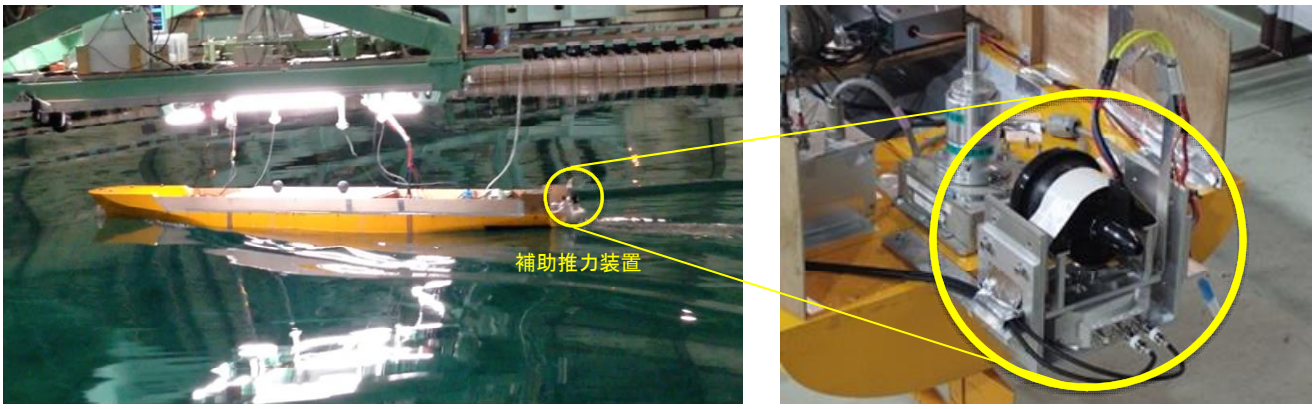
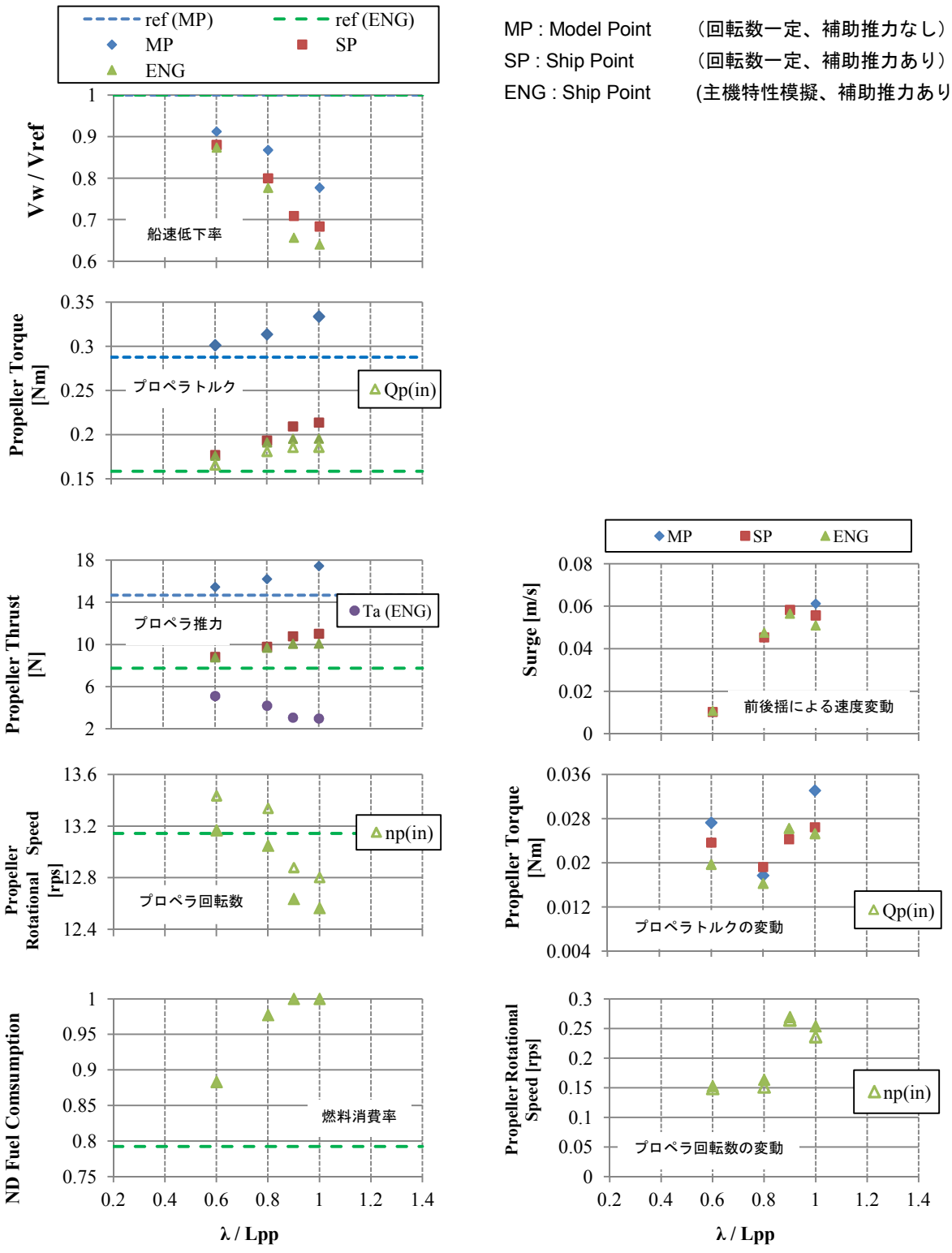


写真１　4mコンテナ船模型による実海域再現水槽における波浪中自航実験の様子（右図は補助推力装置）



MP : Model Point　（回転数一定、補助推力なし）
SP : Ship Point　（回転数一定、補助推力あり）
ENG : Ship Point　(主機特性模擬、補助推力あり)

平均値　　変動両振幅

図２　規則波中での自航試験結果（波高 8.0cm、向波）

(実船スケールで波高６m の荒れた海象下を航走するコンテナ船の自航試験結果。船速低下が、波長船長比 1.0 近傍で顕著で、しかも主機特性を反映させた実験ではより顕著であることが分かる。これは左下図から分かるように、燃料投入量が上限値に達しているために、MCR を正しく反映した水槽試験になっている。プロペラトルク、推力、回転数の平均値と変動の振るまいにも、主機特性が反映されている。)

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

研究期間　　平成 23 年度～平成 27 年度

政策課題

船舶からの 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 （平成 24 年度終了研究）
		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

□最終成果：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。

□アウトカム: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、船型設計の効率化および高度化に資する。

25 年度計画

□ＣＦＤプログラムに関し、24 年度までに開発した各種モジュールを組み合わせて、波浪中を自航する省エネデバイス付き船体の運動シミュレーションを行い、問題点の抽出及び改良を行う。具体的には、

・複雑な流れを高速で計算するため、NS 式を高効率に計算する手法を組込む。
・各種モジュールを組合せ、波浪中を自航する省エネデバイス付き船体の運動シミュレーションを実施する。
・種々の省エネデバイスに対して、格子生成ならびに NS 計算のロバストネスならびに精度を検証する。
・省エネデバイスの形状最適化システムを設計し、検証として最適化計算を行う。
・省エネデバイスの位置・形状を変化し、推進性能への影響を調査する。
・省エネデバイスの尺度影響を調査・検証する。

25 年度の研究成果

□フルマルチグリッド手法を NS 式、乱流モデル、自由表面モデルにも適用し、大幅な高速化を達成した。

□波浪・船体運動モジュール等を組合せ、向波中における曳航時の運動をシミュレートした（図 1 参照）。次に、自航モジュールも組合わせ、向波を自航する船体運動シミュレーションを行い、波の位相と伴流について検討した（図 2 参照）。さらに、省エネデバイスを付加した場合にもシミュレート可能であることを確認した。

□平成 24 年度に開発した船尾フィン、ダクト、ステータ、舵フィンに対して、格子依存性を実施するとともに最適化に必要な形状表現法を検討した。

□形状ハンドリングから格子生成、流れ解析、最適化手法を統合した SBD システムの設計を行い、種々の省エネデバイスに対する形状最適化を行った。一例として図 3 にステータに対する疑似伝達馬力の最小化を実施し、約 5%の低減を達成した。

□肥大船尾にダクトをつけ、その位置や形状変化が流れに与える影響を系統的に調査した（図 4 参照）。

□省エネデバイスに流入する流れの尺度影響を調査し、本重合格子法の妥当性を確認した（図 5 参照）。

□回転するプロペラ周りの流れや波浪中で航行する船舶のプロペラ推力変動を計算することが可能な CFD プログラムを開発した。

◆特許、発表論文等の成果(25 年度)
プログラム登録：4 件
発表論文：8 本

参考図

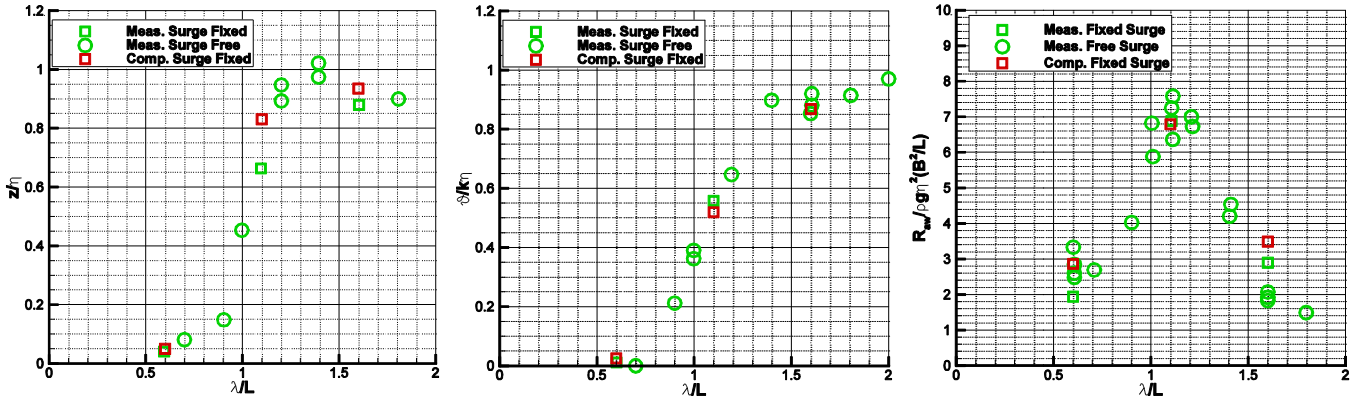


図１：向波中を航行する肥大船の Heave（左）、Pitch（中）、抵抗増加（右）

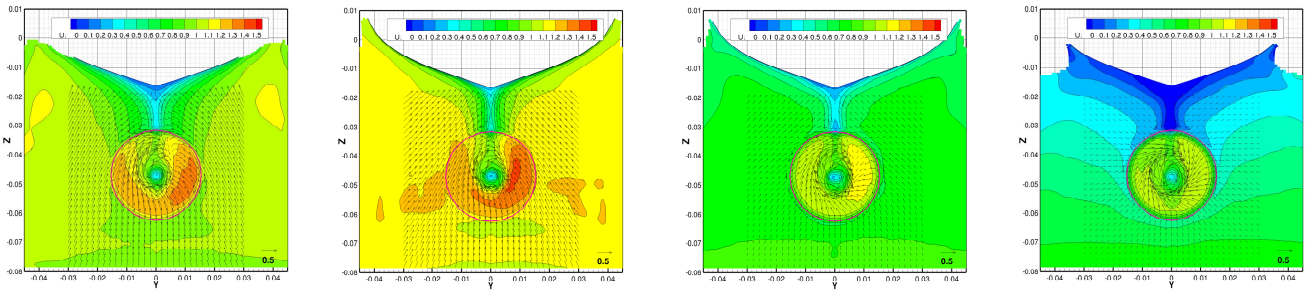


図２：向波中を自航する肥大船の Total wake（λ/L=1.1、左から t/Te=0, 1/4, 1/2, 3/4）

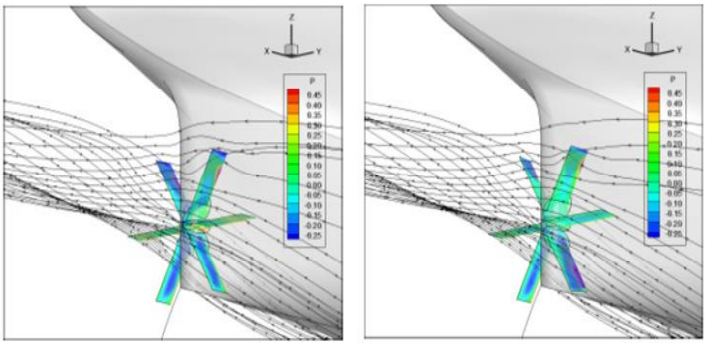


図３：ステータの形状最適化（左：オリジナル、右：最適形状）

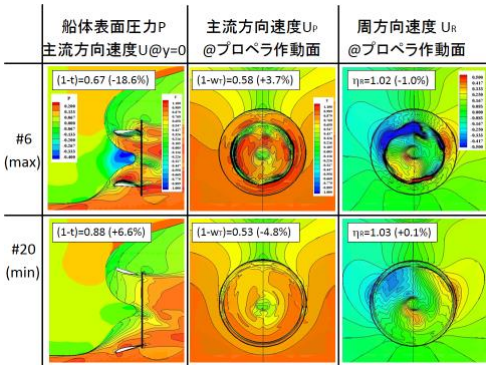


図４：ダクトのパラメータ研究

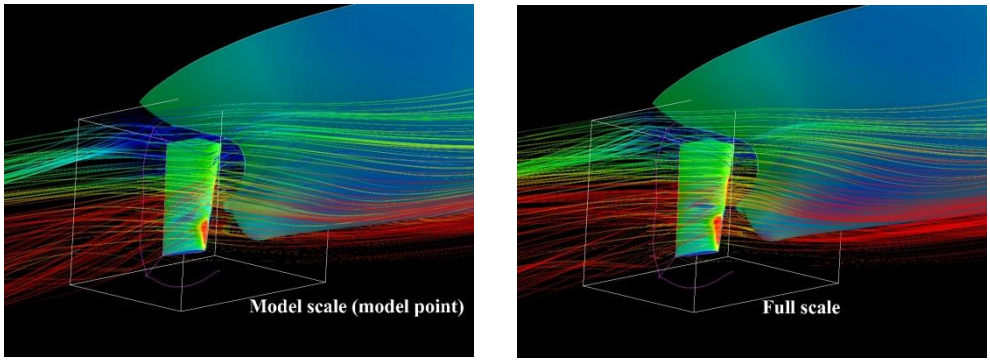


図５：省エネデバイスの尺度影響

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	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（平成 24 年度終了研究）
		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

□最終成果：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。

□アウトカム：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わが国の国際的イニシアティブ、海運のグリーン化、わが国造船産業の新製品開発力強化等に貢献

25 年度計画

□WWDI 規制に対応した船舶の省エネ化を推進するため、プロペラに近接させた小径ダクト（WAD）等の省エネデバイスの設計ツールの改良を行うとともに、省エネデバイスの実用化を図る等。具体的には、

・小径ダクト（WAD）の設計をシステマティックに行えるようにするため、要目をパラメトリックに変更したダクトと数種の船尾形状を対象とした水槽試験を行い、ダクトパラメータ、船尾形状と自航要素がどのような関係を持つか調査する。また CFD 自航計算を実施し、ダクトが船尾流れに与える影響と自航要素との関係を調査する。これらの調査結果から、設計指針を得て、WAD 設計ツールを作成する。

25 年度の研究成果

□海技研で開発した省エネダクト WAD を対象にして、模型試験によるパラメトリックスタディ、部分ダクト模型を使ったダクトの周方向位置と自航要素の関係調査、CFD によるダクトの作動原理と尺度影響の調査を行い、ダクト設計法の高度化を図った。（図 1 参照）またキャビテーション水槽において、WAD 装備船のキャビ試験を行い、キャビテーション性能に問題無いことを確認した。（図 2 参照）造船所で WAD が実船装備されることとなった。

□空気潤滑法の縮尺模型船を用いた試験法を開発するために、様々な気泡供給法を用いた予備試験を実施した。（写真 1 参照）

□伴流を制御するデバイスとして WAD を選定し、重合格子を用いた CFD シミュレーションを可能とした。（図 3 参照）ある WAD に対して理想的な伴流を与える船型の提案、WAD が伴流に与える影響および WAD 流力特性に対する尺度影響推定が定性的に可能となった。

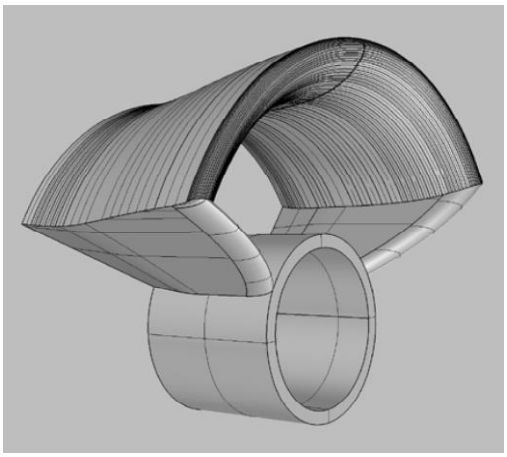
□揚力面理論のＱＣＭをベースにプロペラ性能を計算するプログラムを開発し、一様流中にあるダクト付きプロペラの性能計算を実施した。

□文献調査および熟練技術者よりノウハウについて情報を収集し、船型開発に必要な情報を蓄積した。海技研既存の CFD、船型 CAD 等のプログラムに、初期船型生成ツールとインターフェースツールを付加すること

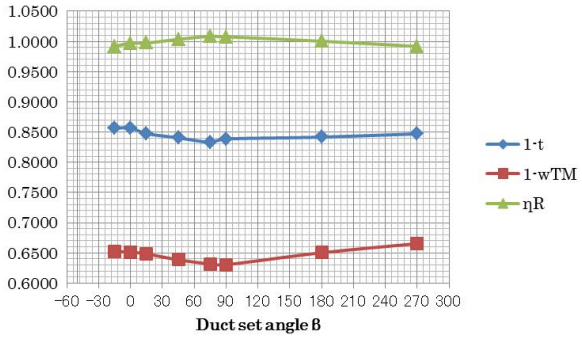
により、統合された船型開発システムとして機能させるようにした。（図 4 参照）Hope　light の機能を向上させ、基本計画の実施能力を高めた。3 隻の実船型、１隻の自主船型の船型開発を実施した。

◆特許、発表論文等の成果(25 年度)
特許：1 件
プログラム登録：1 件
発表論文：5 件
実船搭載予定：17 隻

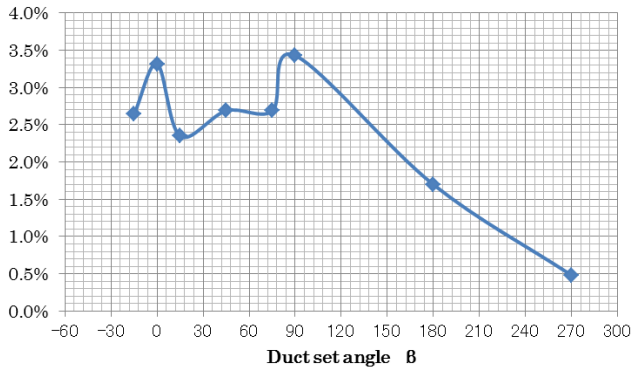
参考図



1/3 部分ダクト模型概略図

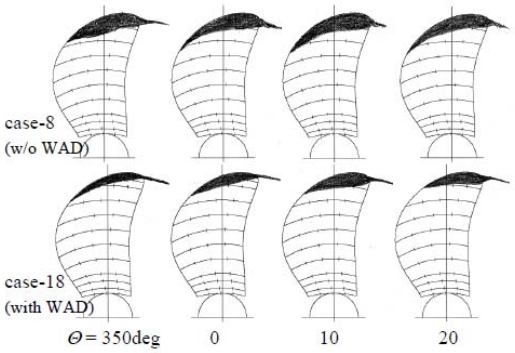


部分ダクト模型設置角と自航要素の関係

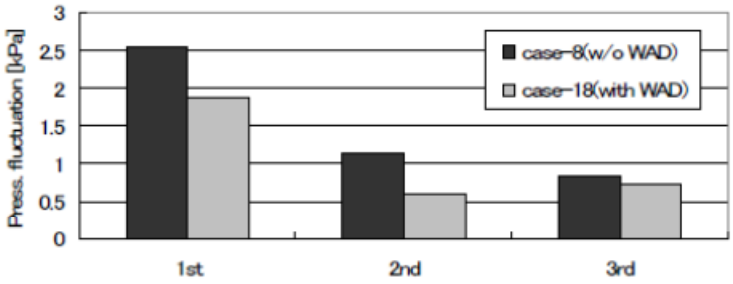


部分ダクト模型設置角と馬力低減率の関係

図 1　1/3 部分ダクト模型を用いたダクト周方向部分と自航要素の関係調査結果



WAD の有無によるプロペラ翼面上のキャビテーションの違いの比較



WAD の有無による変動圧の違いの比較

図 2　WAD の有無によるプロペラキャビテーションおよび変動圧の比較

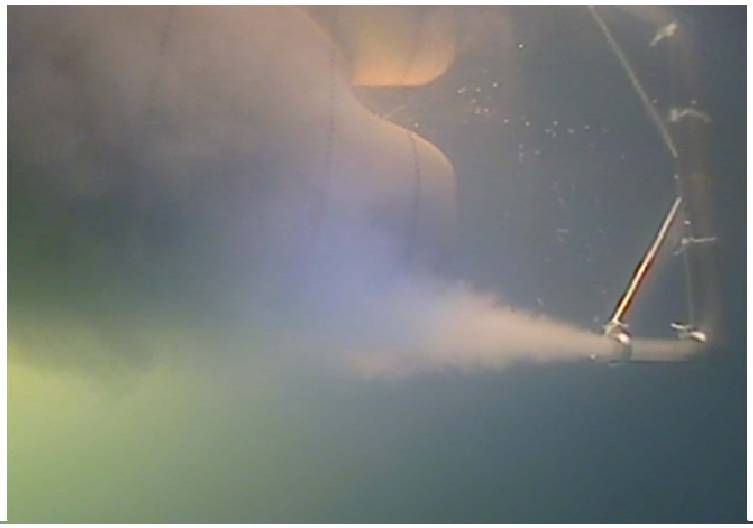


写真 1　空気潤滑縮尺模型船予備実験

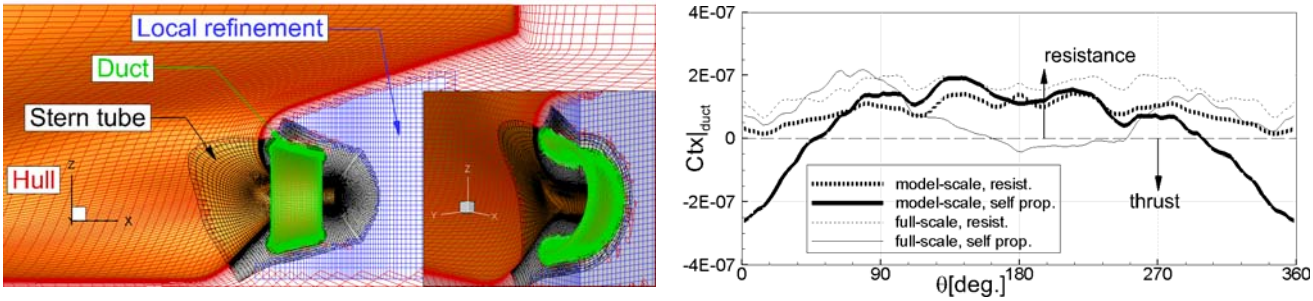


図 3　WAD 付き船体の CFD 計算格子(左図)と計算結果(右，ダクト主流方向流体力の周方向分布，模型スケール vs 実船スケール）

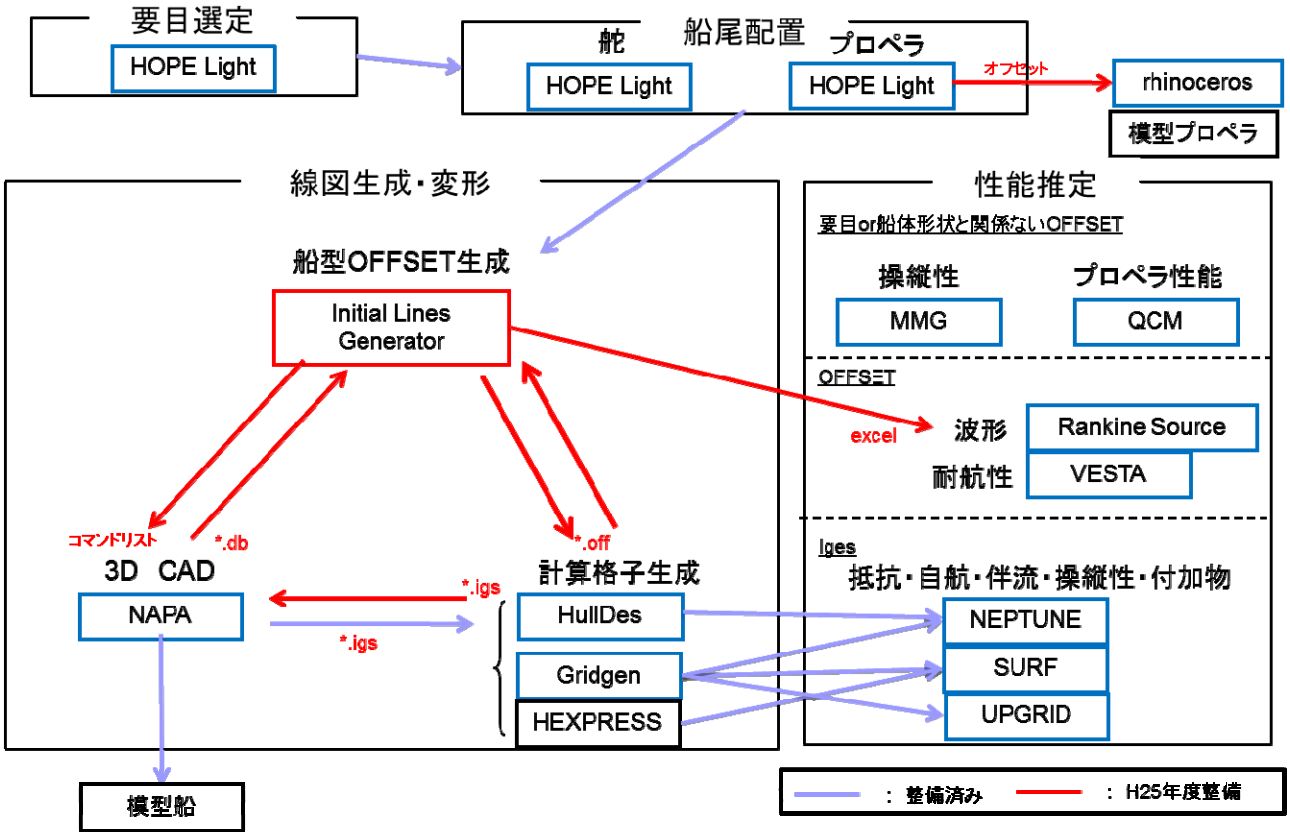


図 4　開発した船型開発システム

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 （平成 24 年度終了研究）
		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、安全性を踏まえた制御システム開発等、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およ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。
□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。

25 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。具体的には、
・新たな舶用の動力用大電力機器や電池等の要素機器に対応した安全性評価手法を確立し，基準化を行うための基礎資料を作成する。
・電気モータとディーゼル機関との協調運転に着目し，陸上試験設備の整備を進めるとともに，ハイブリッドエンジンシステムの安全性評価に関する知見を得る。

□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進める。
□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。

25 年度の研究成果

□蓄電技術等の用途を含めて，内航船のハイブリッド化について検討した。船舶の省エネを目指したシステムの実用化のためには電池のコスト等に課題があることを明らかにした（図 1 参照）。
□小型ガスエンジンとモータ，電気二重層キャパシタを組み合わせた実験用ハイブリッドシステムによる簡易的な負荷変動試験を実施し，エンジンの燃料・空気流量制御の重要性等，様々な知見を得た。さらに，400kW ガスエンジン発電機の試験設備を整備した（図 2 参照）
□エンジンメーカと共同で舶用 2 ストロークディーゼル機関で陸上試験を行い，機関のシミュレーションモデルを構築し、モデルの簡略化について可能性を検証した。計算時間を短縮できる簡略化モデルが十分有効

であることがわかった（図 3 参照）。
□平成 24 年度末に実施した排熱回収熱電発電モジュールの実船試験結果について取りまとめ、関連する国際会議で発表した。また，LNG 燃料船を想定したスターリングヒートポンプ／冷凍機について陸上試験を実施し、実用設計検討のための基礎データを取得した（図 4、図 5 参照）。

◆特許、発表論文等の成果(25 年度)
特許：1 件
発表論文：6 件

参考図

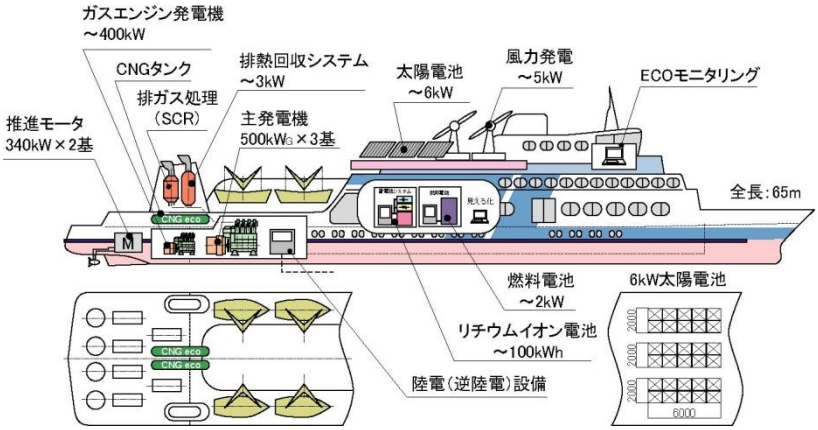
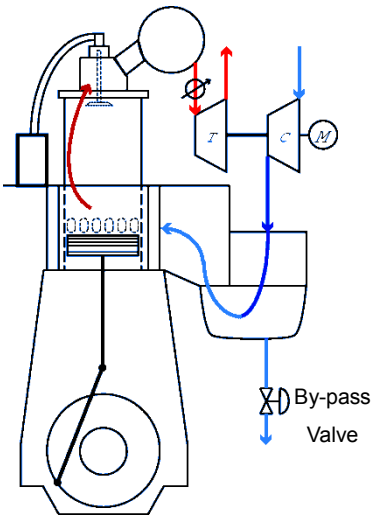
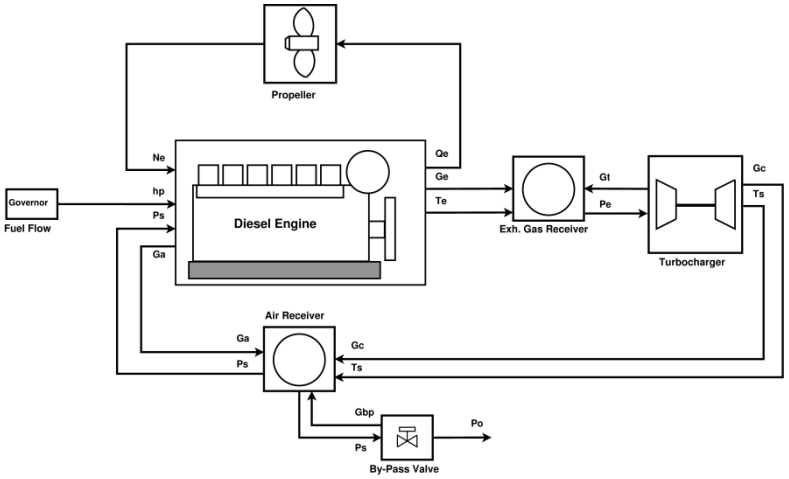


図 1　内航船のハイブリッド技術導入検討例

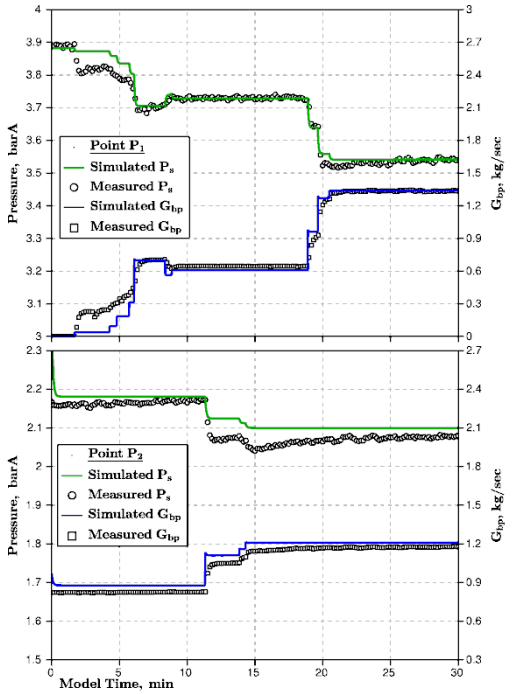
図 2　400kW ガスエンジン発電機の試験設備



(a)舶用２ストロークエンジンモデル（掃気バイパスでエンジンダイナミクスを考慮）



(b)簡略化したエンジンシミュレーションモデル



(c)掃気圧とバイパス量の実測と計算値

図３　ディーゼル機関のエンジンダイナミクスを考慮したシミュレーションモデル

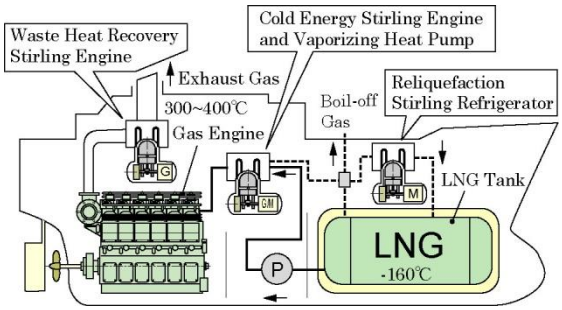
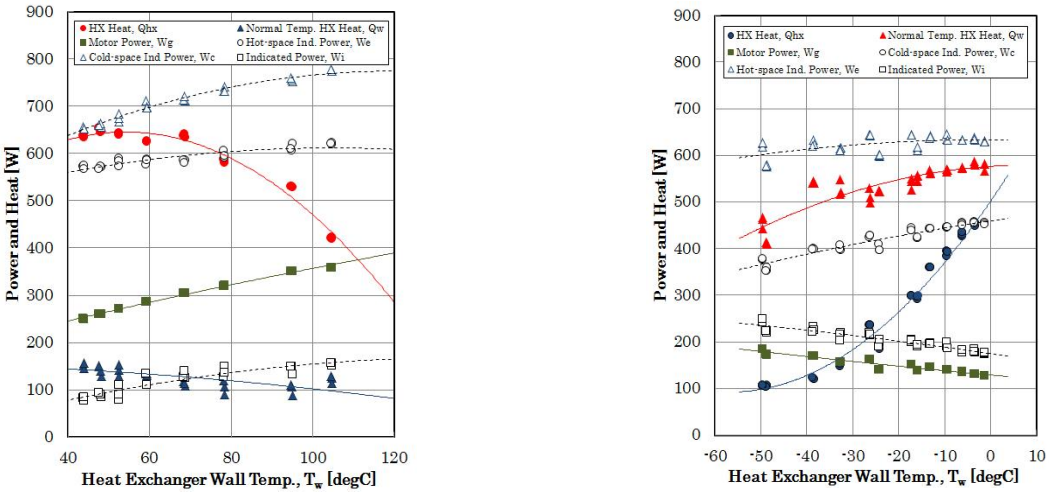


図４　LNG 燃料船を想定したスターリングヒートポンプ／冷凍機



(a) ヒートポンプ運転　　(b) 冷凍機運転

図 5　実験用スターリングヒートポンプ／冷凍機の試験結果の一例

中期目標課題　⑥　船舶の更なるグリーン化等を実現するための、NO_X、SO_X、PM 等の大気汚染物質の削減、船舶の運航に起因する生態系影響の防止に資する基盤的技術及びその普及に必要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	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

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。

25 年度計画

□ＳＣＲシステムと海水スクラバを組み合わせた高度排ガス処理システムを構築し、実船搭載に向けた適用可能性評価を行う。具体的には、
- SCR の劣化特性を詳細に解析し，SCR の劣化を防止するための新実用技術を提案する。
- SCR システムにおけるスリップアンモニア対応技術の一つとして，SCR システムとスクラバを組み合わせた試験装置を構築し，実船搭載に向けた新技術としての適用可能性を調査する。
- 舶用ディーゼルエンジンの EGR（排ガス再循環）による NOx 削減効果についての基礎実験を行い，性能評価を行う。さらに，EGR，エマルジョン燃料及び電子燃料噴射制御を組み合わせた基礎実験を行い，性能評価を行う。

25 年度の研究成果

□セメント運搬船において，SCR 脱硝装置にメーカの異なる触媒を搭載した脱硝性能耐久試験並びに主機排ガスの長時間暴露試験を行った。その結果，触媒の種類によって脱硝性能の低下に相違があることを確認するとともに，触媒劣化の要因を解析するためのデータを取得することができた（図 1 参照）。

□SCR システムとスクラバを組み合わせた試験設備を構築し，NOx 及び SOx の削減効果を確認するとともに，船舶への搭載可能性を評価した。（図 2 参照）。

□スリップアンモニア対応技術として，SCR システムとスクラバを組み合わせた試験を実施し，アンモニアの除去効果を確認した（図 3 参照）。

□EGR，エマルション燃料及び HIS を用いた小型エンジン実験を行い，スモークを増加させずに NO x を低減する技術として EGR とエマルジョン燃料の組み合わせが有効であること，さらに燃焼噴射制御を加えるとがより効果的であることを明らかにした（図 4 参照）。

◆特許、発表論文等の成果(25 年度)
発表論文：10 件
受賞：2 件（ロイドレジスター奨励賞，奨励賞，日本マリンエンジニアリング学会）

参考図

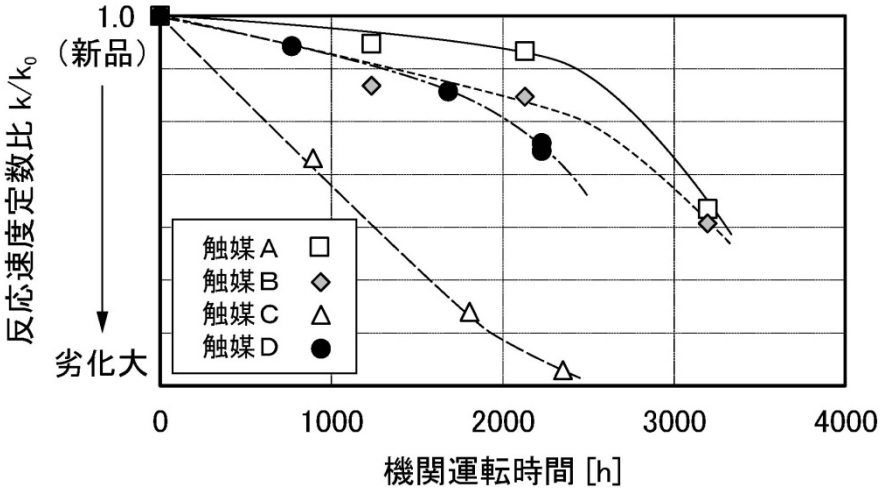
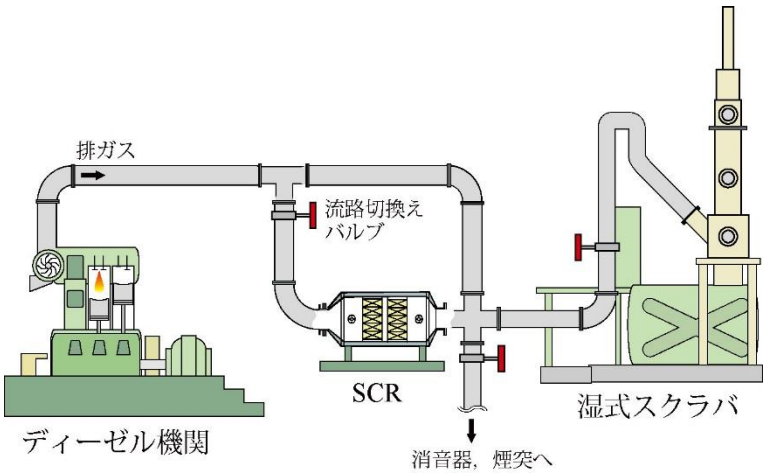
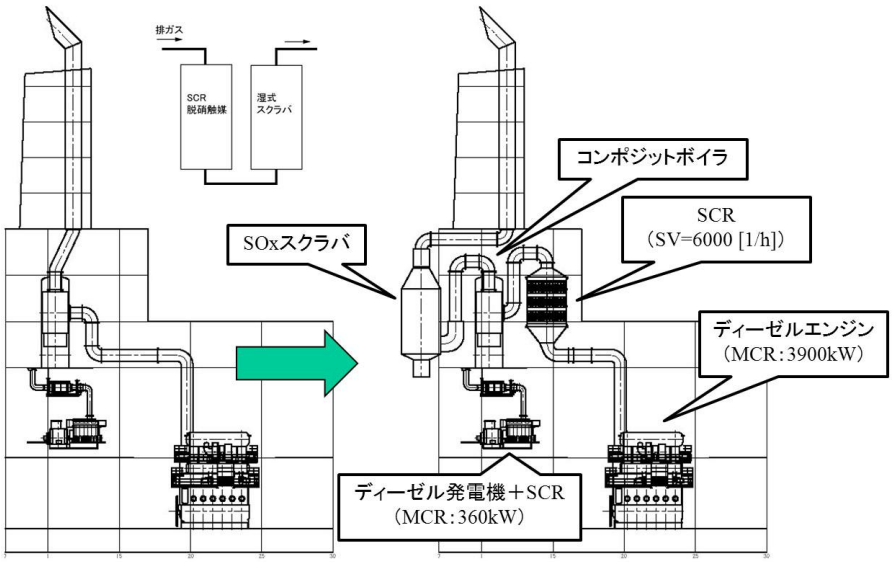


図 1　4 種類の触媒（A～D）を用いたときの機関運転時間と反応速度定数比の関係
※反応速度定数比:新品時と使用後の反応速度定数(触媒の脱硝速度を表す定数)の比で定義される。新品時が 1 となり，劣化するに従って数値が低くなる。



(a) 試験設備の概要



(b) 船舶搭載検討例

図 2　SCR システムとスクラバを組み合わせた排ガス処理システム

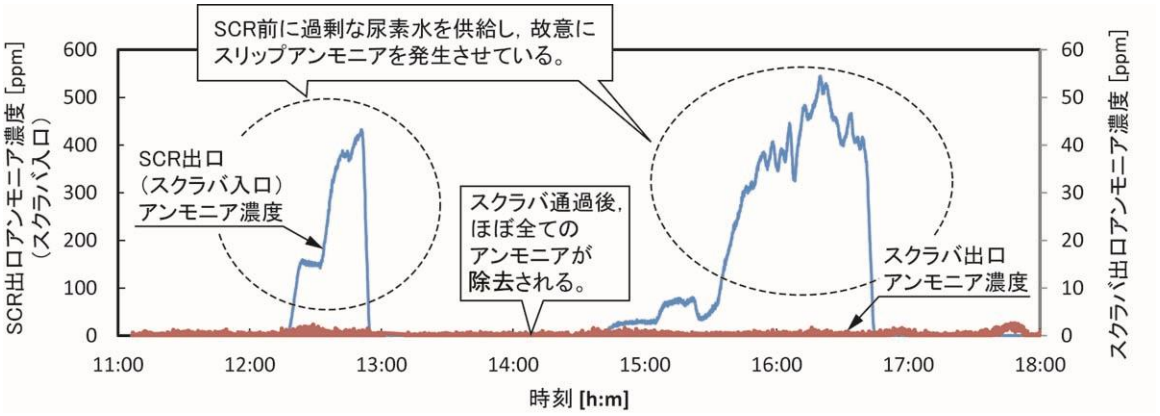


図 3　SCR から後流に流れるスリップアンモニアをスクラバによって除去した試験結果

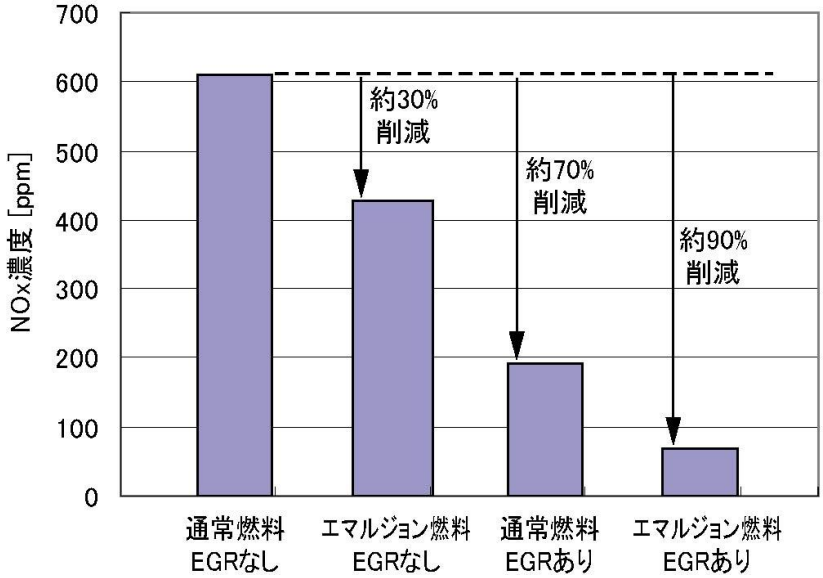


図 4　EGR 及びエマルション燃料を用いた小型エンジンによる実験結果の一例

中期目標課題　⑥　船舶の更なるグリーン化等を実現するための、NO_X、SO_X、PM 等の大気汚染物質の削減、船舶の運航に起因する生態系影響の防止に資する基盤的技術及びその普及に必要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。

□IMO における排出規制の議論に対して技術的バックアップを行うため、ブラックカーボン（BC）、スクラバー排水規制などに必要な計測技術や排出特性、性状などを調査・分析し、技術情報を提供する。

□スクラバガイドラインの解説書作成（NK）、IMO へのテクニカルペーパーの提出

25 年度計画

□24 年度に構築した揮発性有機化合物計測システムの改良を行うとともに、システムを使用し、各種条件下でのディーゼル機関の揮発性有機化合物の排出特性を求める等。具体的には、

・排ガス後処理系にて想定されるシステムの構成要素のモデル化とプログラム間のインターフェース作成を進めるとともに、シミュレータのプロトタイプとシステムの評価手法を構築し性能解析や最適化アルゴリズムを検討する。

・新たに整備した GC/FID を用いて分析時間を短縮し、ピーク面積の 8 割を同定・定量する。実験用ディーゼル機関の揮発性有機化合物の排出特性について、定常運転時の変動幅、エンジン負荷ごとの排出率を求める。

・IMO におけるブラックカーボン（BC）規制対応。BC を評価するのに適切な計測技術及び BC の排出特性、性状など規制に関わる技術情報を提供する。スクラバー排水ガイドラインの常時モニタリング項目である PAHs と濁度について、測定法の検証を行う。また pH、PAHs および油分、硝酸塩、重金属類について分析調査を行う。排水 pH 基準の調査と拡散シミュレーションによる基準の妥当性を検証し、ガイドライン見直しに必要とされる技術情報の提供を行う。

25 年度の研究成果

□DPF（ディーゼル微粒子捕集フィルター）の圧力損失評価モデル及び向流型熱交換器モデルを作成した。これをもとに中型ディーゼル主機に組み込む SCR と DPF の排ガス処理システム（図 1 参照）及び排熱回収熱交換器と SCR の組み合わせについて概念設計を行い、主機の運転条件やそのときの排ガス流量、合計内部圧力損失の上限及び各機器のサイズなどの拘束条件を設定し解析を行った。併せてディーゼルエンジンデータベースとのリンクシステムを構築した。

□GC/FID（ガスクロマトグラフ水素炎イオン化検出器）を用いて、ピーク面積の８割以上を同定・定量し、エンジン負荷ごとに揮発性有機化合物の排出率求めた。（図 2 参照）定常運転時の変動幅について、一部に計測精度を超えた変動が観察され、今後の検討課題とした。

□BC を評価するための計測方法及び計測条件を検討し、PM 中の各成分組成と BC の光吸収との関係について検討した。BC は高負荷の燃焼条件の良いときには EC と良く一致した。また、有機炭素（OC）が多い条件では光吸収率が低下する傾向が見られた。計測法としては希釈が必要な計測装置は希釈方法に工夫が必要で、安定した計測値を得るのは難しいと思われた（規制には適さない）。

また、スクラバーについては、排水モニタリング項目の多環芳香族炭化水素（PAHs）と濁度について測定法の検証を行った。スクラバー洗浄水中に溶存する PAHs はエンジンの運転条件によって組成と溶存量が変わるが、その多くは 2 環以下の環数の小さい成分で、多くは固体化してスラッジとなっていると考えられる。（図 3 参照）また、濁度・PAHs は低負荷運転時に高くなるが、いずれも水中の黒色粒子状物質に大きく影響を受けるため、今後さらに検討が必要である

◆特許、発表論文等の成果(25 年度)

特許：1 件

発表論文：4 件

参考図

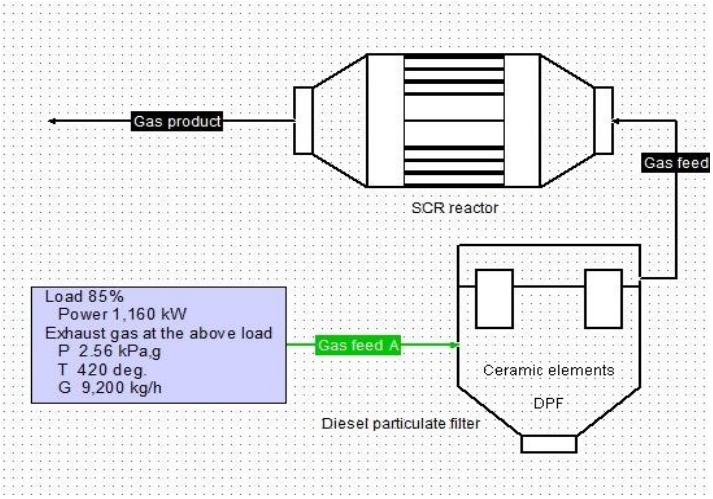


図１　749GT 内航船における DPF と SCR からなる排ガス処理システムの解析モデル

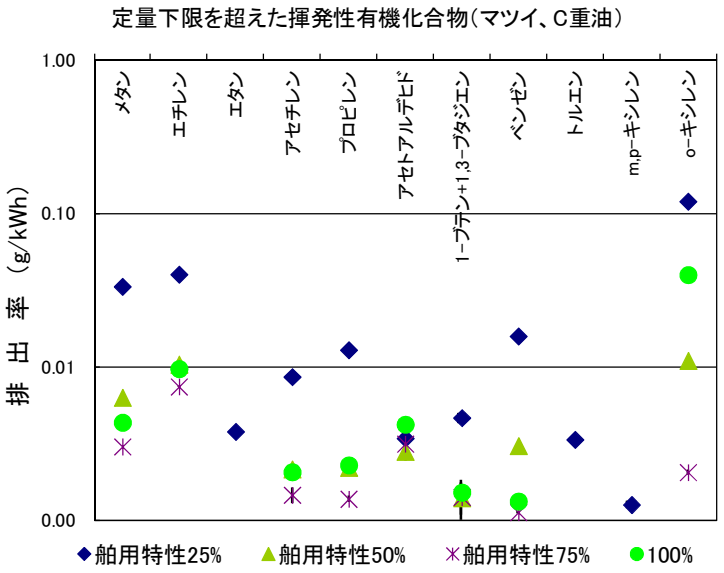


図２　定量下限を超えた揮発性有機化合物の排出率解析結果

*今年度の結果で、最も排出率が高かったのは 25%負荷時の o-キシレンであった。25%負荷はほとんどの物質について最も高い排出率を示した。

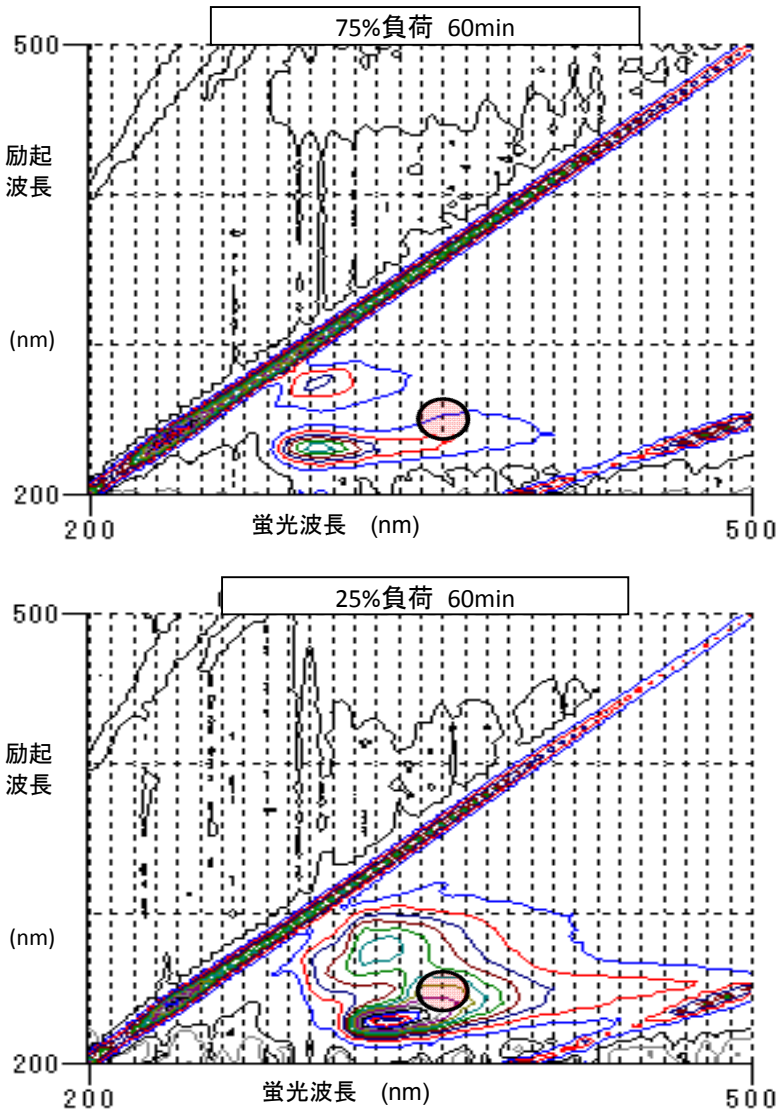


図 3　排ガススクラバ洗浄水の 3 次元蛍光分析結果（閉ループモードで 60 分間運転後）

図中の〇は PAH モニタリング装置（フェナントレン相当濃度）の計測波長位置（励起 EX 254nm /蛍光 EM 360nm）

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_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　　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

□防汚塗料の選択方法や施工上の留意点を検討し、ガイドラインに対して技術的な提案をする。
□客観性を有する防汚塗料の性能評価法を構築する。

25 年度計画

□防汚塗料の生物付着防止性能に関して、国際的に標準化された試験方法の提案を可能にするために、現状の防汚塗料の実態調査を行うとともに、客観性を有する防汚塗料の性能評価法の検討を行う。今年度は、防汚塗料の性能評価法を構築する上で、実船の運航を模擬した生物付着試験法を構築するとともに Biomass（生物量）による性能評価手法の有効性を検証する。具体的には
・塗膜から溶出する防汚剤の溶出速度を測定する手法を構築する。
・塗膜表面の付着生物を Biomass によって定量的に測定する手法の有効性を検証する。

25 年度の研究成果

□円筒型試験片を用いる ASTM/ISO 方式でない一様な流れ場で溶出試験を行うことが可能な小型回流型溶出装置を製作した（図 1 参照）。
□防汚剤（亜酸化銅）の添加量を系統的に変えた試験片を用いて、実船の塗膜に近い状態になるように動的養生を施した試験片の銅溶出速度を測定し、その特性を定量的に検証した（図 2 参照）。
□ATP（アデノシン 3 リン酸）計測法は、試験片への生物付着が起こる直前あるいは浸漬 7～14 日程度の浸漬期間においては、試験片表面の状態を表す指標として有効であることを検証した。また、Chl-a（クロロフィル-a）の蛍光発光でも、同程度の期間であれば汚損指標として有効であることを検証した。

◆特許、発表論文等の成果（25 年度）
発表論文：2 件

参考図

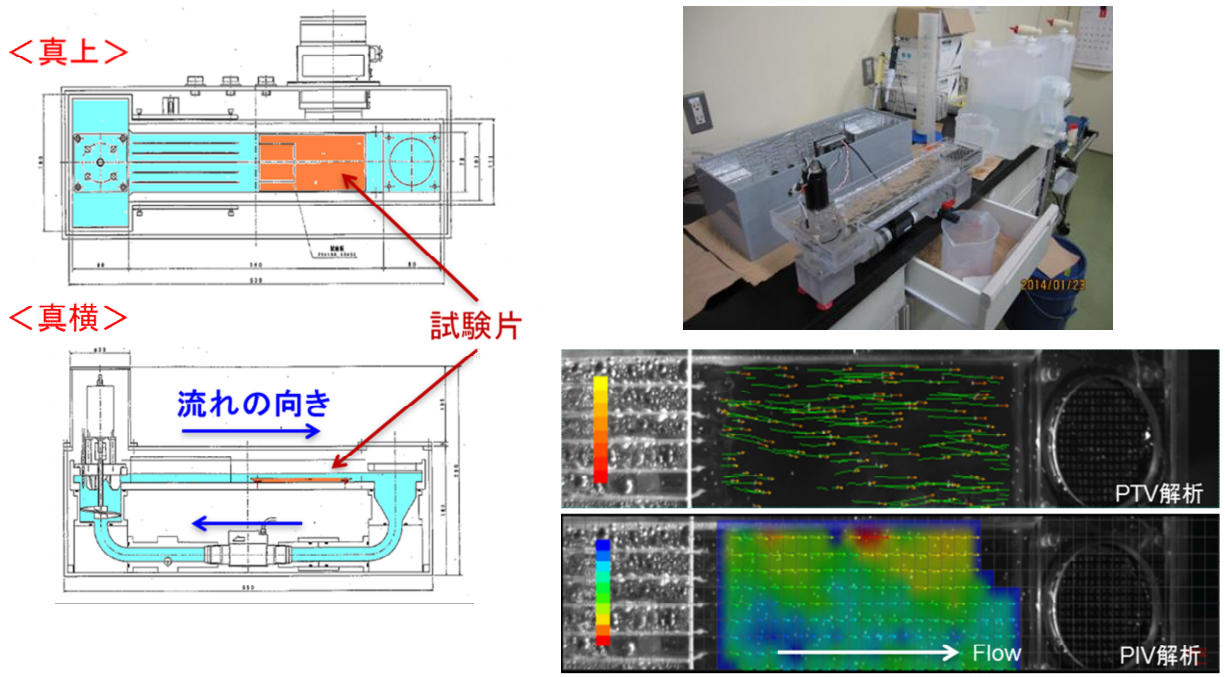
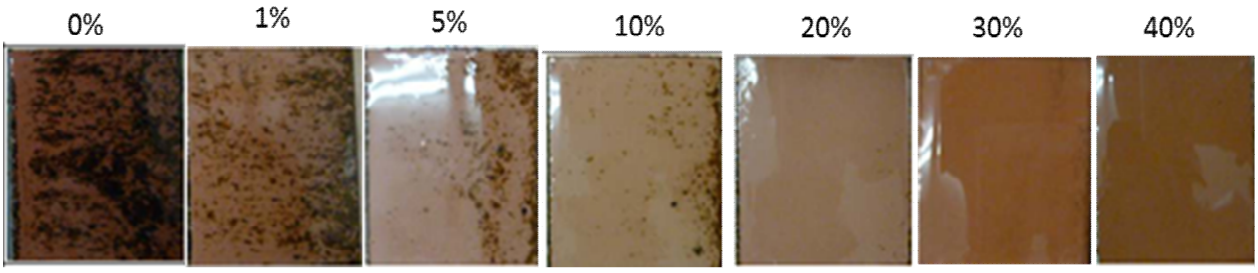


図１　回流型溶出装置



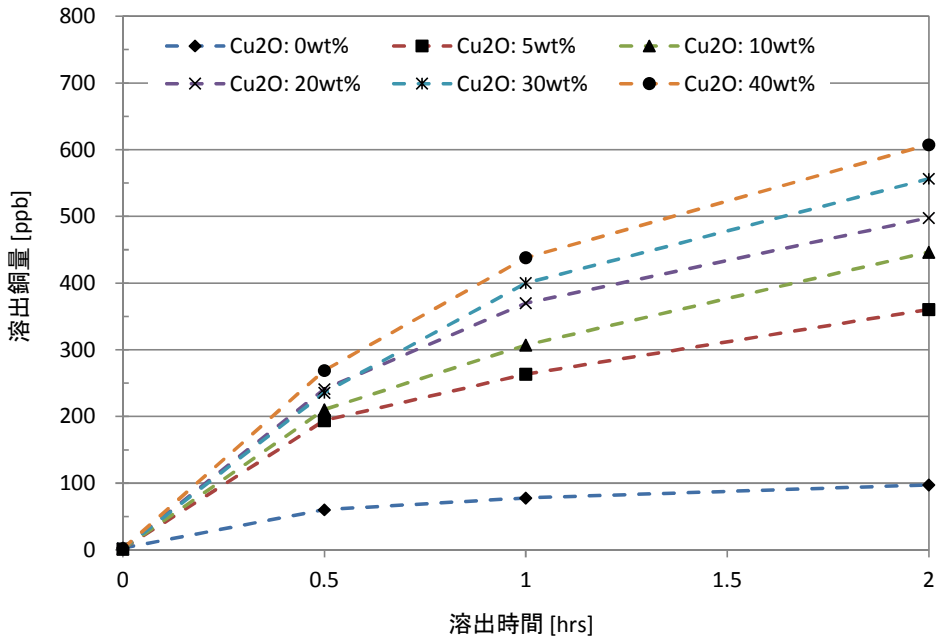


図２　動的養生後試験片の溶出時間と溶出銅量

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_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　　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。

25 年度計画

□沈船の残存油量及び油流出速度の推定手法を検討し、環境被害を含めた沈船から流出する油の漏洩リスク評価ツールを製作する。高周波誘導加熱法による重油の回収実験を実施し、管系の抵抗に関する基礎的データを取得する。また、CFD によるシミュレーション計算により模型実験結果と実際の船のタンクとの相関を検討する。大型タンクを用いた油処理剤の水中散布手法に関する実験的研究を行い、油の分散化に及ぼす要因を分析する。

□油・有害液体物質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。また、生態系が短期的に毒性暴露した場合の長期的な毒性評価を行うために、C 重油の生物慢性毒性評価実験を引き続き実施する。平成 24 年度から製作を開始した流出油等の環境影響評価ツールに組み込む。

具体的には

・生態影響モデルを含む沈船から流出する油の漏洩リスクを評価する分析ツールの製作。
・タンク加熱による重油回収に関する管抵抗の基礎データの取得と CFD シミュレーションによる検討。
・油処理剤の水中散布手法での油の分散化に及ぼす要因の分析
・油・有害液体物質の流出に伴う環境影響評価指標等を策定。

25 年度の研究成果

□沈船からの油流出対策技術の開発

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、油の毒性成分に対する単純な生態系モデル計算を行い、環境影響評価ツールとリンクした沈船からの油漏洩リスク評価ツールを試作した（図 1：油の毒性成分の濃度分布と履歴及び図 2：流出油の有無による生物影響の比較参照）。また、高粘度の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タンク加熱と配管系を加熱するパイプ加熱との併用により回収効率の向上に結びつくことを確認した。

大型油処理剤水中散布実験タンクを用いて、A 重油及び A 重油と油処理剤の混合試料を水槽下部に設置したノズル口から噴出させる実験を実施し（図 3 参照）、PTV（粒子追跡法）及び PIV（画像相関法）などのビデオ解析手法によって粒子の浮上速度を解析した。油処理剤によって分散化した油をサンプルにとり、粒度分布計測装置を用いて粒度分布を計測した（図 4 参照）。この粒度分布を用いた浮

上速度の推定法を新たに提案した。

□油・有害液体物質流出に伴う環境影響評価

東京湾沿岸海岸保全基本計画（神奈川，東京，千葉）に記載されている海岸状況をかんがみ，東京湾沿岸を 20 の地域に分割し、海岸の状況から，人工海岸・砂浜・干潟・岩礁（磯場）の 4 つのタイプに分類した。それぞれにおいて異なる付着生態系モデルにより環境影響評価手法を構築した。これらのモデルは長期影響評価ではあるために，生態系の基本的な物質循環過程は，各個体群の油に対する直接的な長期影響と食物連鎖を通した影響を評価することを主眼に置いた。

C 重油の風化油に対して、ノウプリウス幼生短期暴露試験（96 時間）およびコペポダイト幼生—成虫動物プランクトン長期暴露試験を実施し、本種に対する有害影響の認められる油分を明らかにし、最大無影響濃度（NOEC）を求めた。25 年度は特に再生産に対する影響に注目し、環境影響評価モデルに組み入れるための WAF（水性画分）による暴露試験から動物プランクトンの産仔数に対する影響を明らかにした。

◆特許、発表論文等の成果（25 年度）

発表論文：7 件

参考図

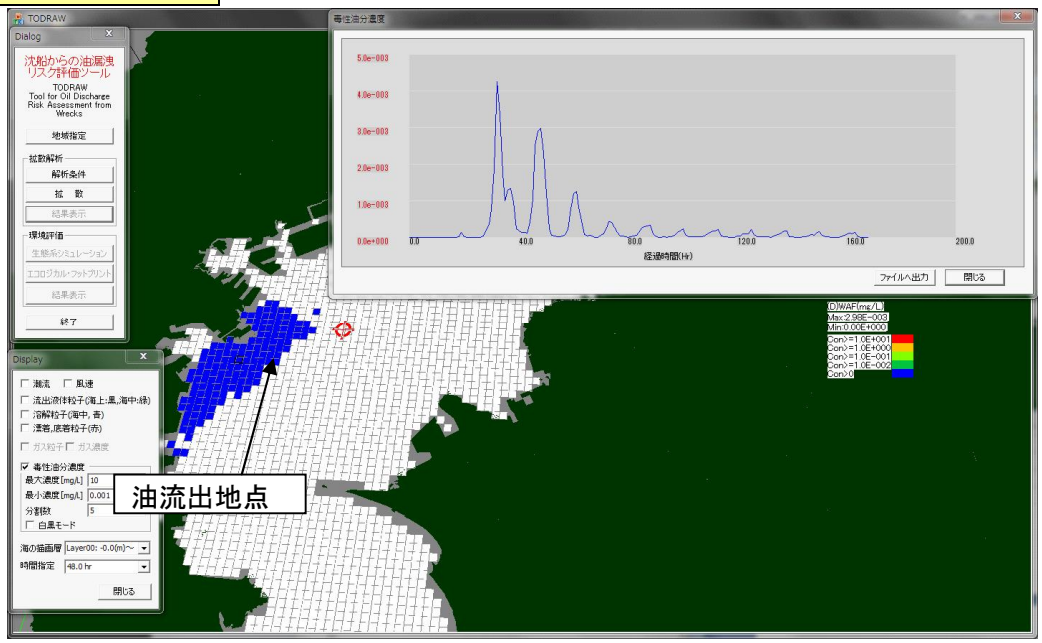


図 1　表層における毒性油分の濃度分布及び指定海域の濃度履歴の表示例

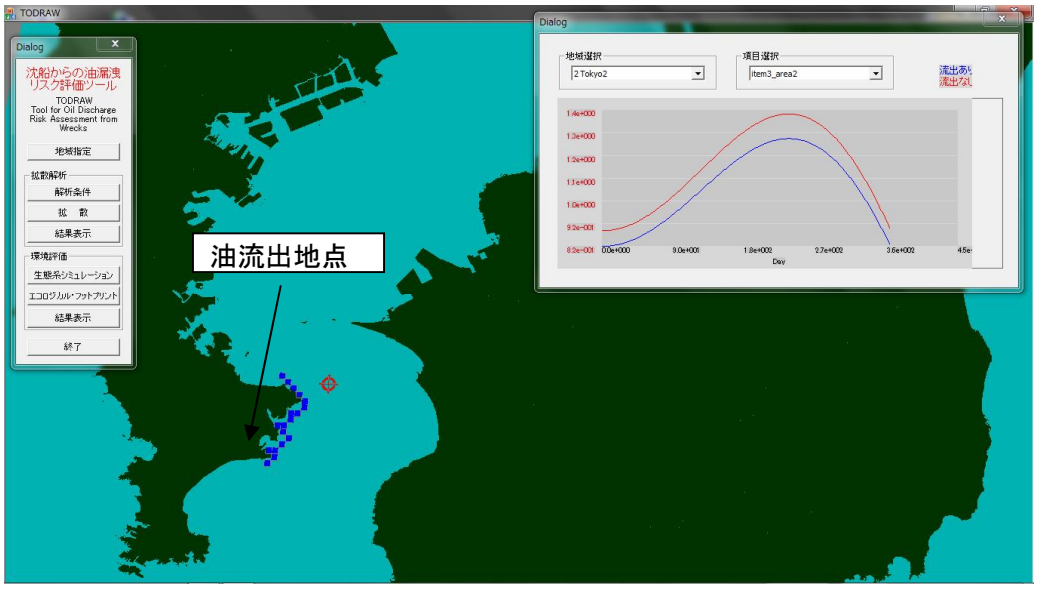


図 2　流出油の有無による指定生物の個体数の履歴の表示例

	処理剤 0%	処理剤 1%	処理剤 5%
流量 6.0?/min			

図３　流出実験画像

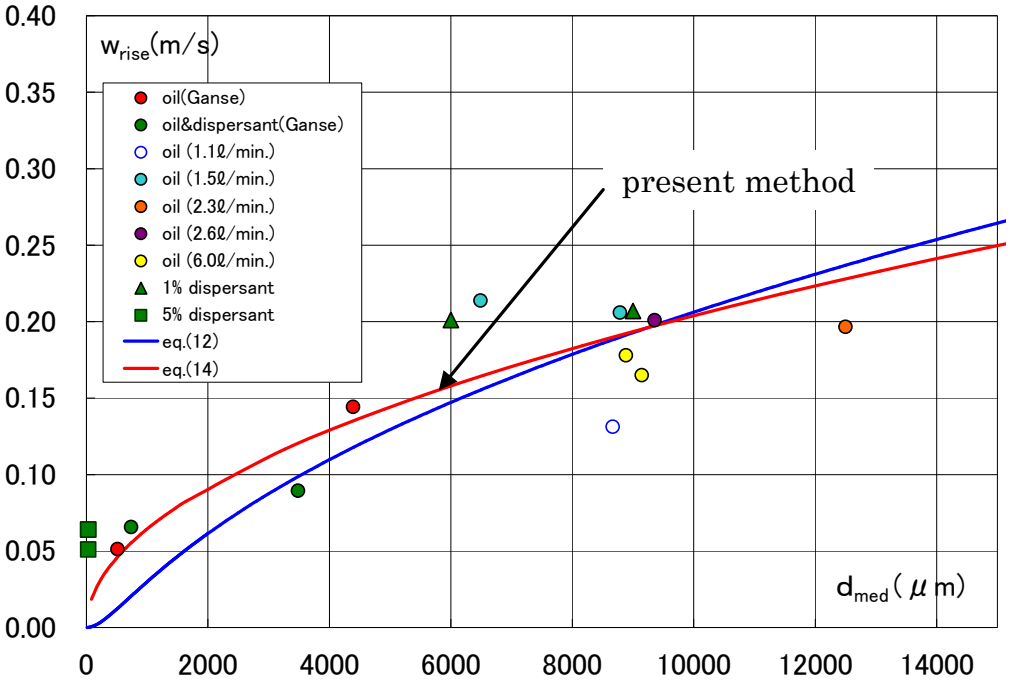


図４　粒径に対する浮上速度の実験結果と
推定手法との比較

【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亀裂等に起因する事故を未然に防止するための、安全かつ効率的なメンテナンス方法の確立のため、浮体部及びタワー部に関する荷重・応力状態モニタリング手法を検討する。また、ウィンドファームにおけ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 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洋上出荷オペレーションシミュレータを完成し、オペレーションガイドラインを作成する。また、採掘要素技術試験の実海域条件における集鉱性能に関するデータを取得するとともに、採掘ユニット実証機の仕様を作成する

－国土交通省が推進する海洋フロンティアプロジェクトに対応するため、ロジスティックハブ等に係る係留、着桟方式等に関する研究を推進し、ロジスティックハブの概念設計を支援する 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

－洋上風力発電システムからの水中放射音モニタリング手法を取りまとめるとともに、数値計算を用いた水中放射音推定手法を確立する 等

◆２５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】

◎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

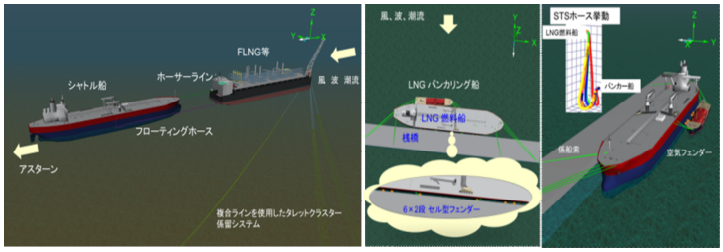
・LNG 洋上出荷及び燃料供給時の安全性を評価するため、２隻の係船（洋上タンデム出荷、Side-by-Side 係船による燃料供給等）時の船体の動揺、係留システムとの相互作用等を、水槽試験等により解析した。その結果から、一体解析が可能な洋上出荷オペレーションシミュレータを完成した。

・シミュレータを用いて LNG 移送時の限界条件や出荷クライテリアの検討を行い、LNG 移送時等の安全確保を目的とした国土交通省のオペレーションガイドライン、マニュアルに成果を反映させた。

・国土交通省が新たに実現を目指す洋上ロジスティックハブ方式（※）浮体に関し、タレット係留システムの実現性を検討した。係留設計・動的時間領域シミュレーションを繰り返し行い、安全性の確保されたタレットクラスター係留システムを設計した。

・海象・気象条件が厳しい大西洋上のハブに高速艇が着桟する場合を想定し、引き込み方式による着桟について水槽試験及びシミュレーションにより詳細に検討して、実用性能が高い高速船着桟システムの実現が可能であることを示した。

※：多数の洋上施設群への人員、機材の輸送を効率的に行うため、洋上施設群の近傍に大型浮体（ハブ）を配備し、陸とハブの間を高速船による大量輸送で、また、ハブと洋上施設群の間をヘリコプターによるシャトル輸送で結ぶ　ハブ・アンド・スポーク方式の新たな方式



洋上出荷オペレーションシミュレータ

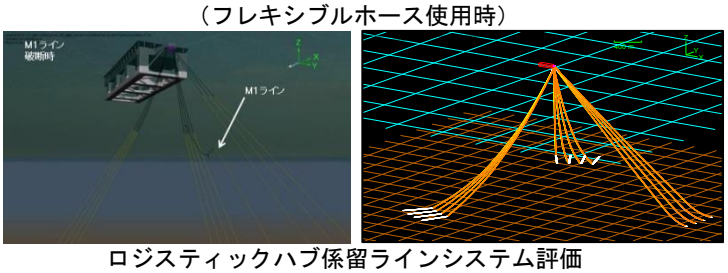
（左：フローティングホースを使用したタンデム出荷、

右：フレキシブルホースを使用したバンカリング（LNG 燃料移送））

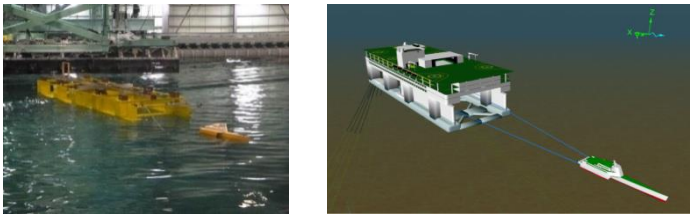
適用バンカー船	天然ガス燃料船の係留状態	波高	波周期	風速
LNGバンカー専用船	沖合錨泊	1.2m	8sec	12m/s
	桟橋/岸壁係留	1.0m	5sec	12m/s
既存内航LNG船	沖合錨泊	1.0m	6sec	12m/s
	桟橋/岸壁係留	1.0m	5sec	12m/s

13:13Ship-to-Ship 方式による LNG 移送限界条件

（フレキシブルホース使用時）



ロジスティックハブ係留ラインシステム評価



ロジステックハブに対する高速船の着桟システム評価

◎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

・実海域環境下において、採掘要素技術試験機の走行・掘削・集鉱試験を実施し、集鉱性能等に関するデータを取得し、採掘ユニットの技術課題を抽出した*。

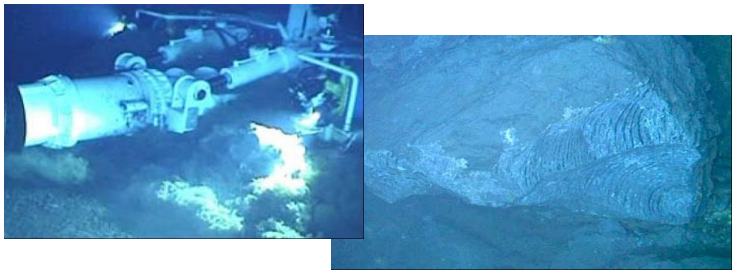
＊独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構（以、「JOGMEC」）の事業に協力（(株)三井三池製作所及び新日鉄住金エンジニアリング(株)と共同）

・視認距離の短い掘削地点周辺の濁水中で、濁り影響の低減を図り距離を正確に測定する方法を新たに開発した。

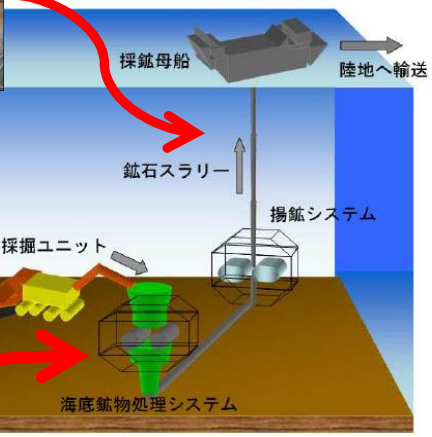
・揚鉱ユニットにおける鉱石スラリーの移送技術を確立するために、移送流及び移送管内部の摩耗量を評価する基本モデルを作成して実験により検証するとともに、揚鉱ユニットの要素技術調査*を実施して、採鉱実海域試験に向けた要素技術に係る基礎データの取得及び評価を行った。

＊JOGMEC の事業に協力（新日鉄住金エンジニアリング（株）及び（株）三井三池製作所と共同）

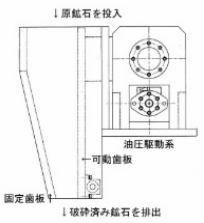
・採鉱関連技術の調査を行い、調査結果にもとづき鉱石用破砕ユニットの概念設計を行った。



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：独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構ホームページ



海底鉱物資源開発イメージ図



破砕ユニット概念図

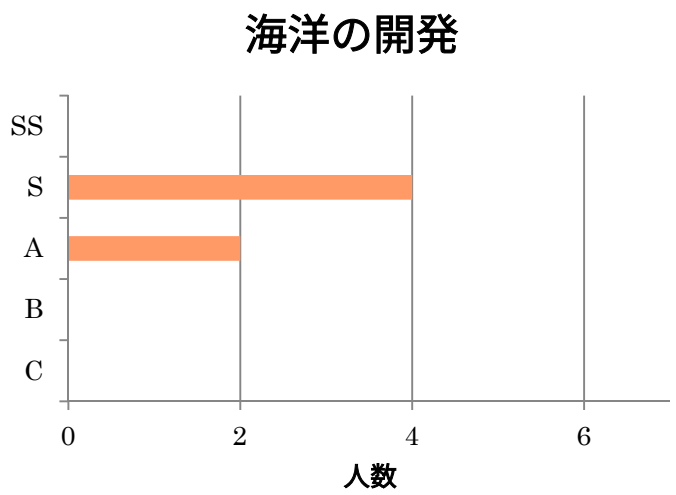
◎浮体式洋上風力発電システムの技術開発・安全性評価に関する研究

・運動、歪、係留張力等をインターネット経由でリアルタイムに計測できる浮体式洋上風力発電施設のモニタリングシステムを構築し、運動データから荷重・応力および疲労余寿命を推定する手法を開発した。

◆その他適切な評価を行う上で参考となり得る情報

２６年６月１３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】

□　海洋の開発の分野全体として、年度計画を超える優れた成果を出している。（委員会）

□　FLNG 出荷オペレーションは、シミュレータ開発にとどまらず、オペレーションガイドライン・マニュアルまで成果を反映できた点など、高いレベルの技術貢献がなされたと評価でき、当初予定を上回る成果が認められる。（大学）

□　ロジスティックハブは、タレット係留システムの設計など高いレベルの技術貢献がなされたと評価でき、実施事項を十分に達成している。（大学）

□　熱水鉱床は、採取した熱水鉱床鉱石の移送にかかる基本モデルの作成など高いレベルの技術貢献がなされたと評価できる。（大学）

□　海洋案件ということもあり、実海域での試験や計測が実施されているが、発生事象を分析し、数学モデルにあてはめ、解析・評価手法にまで作り上げている点は、海技研ならではの内容であり、評価できる。（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　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　　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

最終成果とアウトカム

□最終成果

・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および技術基準の確立
・トータルシステム技術の確立
・施工、維持管理まで踏まえた最適設計法の確立およびガイドライン化

□アウトカム

・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

25 年度計画

□浮体式洋上風力発電システムの亀裂等に起因する事故を未然に防止するための、安全かつ効率的なメンテナンス方法の確立のため、浮体部及びタワー部に関する荷重・応力状態モニタリング手法を検討する。また、ウィンドファームにおけ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。

具体的には

・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。
・施工法検討マニュアルを作成する。また、実海域計測に基づくモニタリング手法の雛型を検討する。
・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の精度評価を行う。

25 年度の研究成果

□実海域に設置された浮体式洋上風力発電施設の運動、歪、係留張力等 100CH 以上の計測システムを構築した。1 時間毎の自動定時計測と荒天時の任意計測が可能である。また、インターネットによる遠隔リアルタイムモニター、データダウンロード等が可能である。このシステムによって実海域実証実験を効率よく行うことができる。（図 1 参照）

□浮体式洋上風力発電施設を予定海域に輸送後、円滑に設置するための施工法検討マニュアルを作成した。また、計測が比較的容易な浮体運動から疲労余寿命を推定する手法の雛型を作成し、水槽実験結果及び実海域計測データと比較した（図 2、図 3、図 4 参照）。その結果、パラメータを適切に設定すれば応力集中部の歪を推定できることを確認した。

□多数の浮体式風力発電施設が設置されるウィンドファームの安全対策として、浮体の漂流衝突試験を実施し、衝突時挙動や漂流特性、衝突時張力変動などのデータを取得し、昨年度作成した漂流シミュレーションプログラムを改良した。（図 5 参照）

□浮体式洋上風力発電施設は波・風・流れによって動揺し、またドリフトが大きいため、送電ケーブルに余裕を持たせる中間ブイを用いることが多い。線状構造物の計算ソフトウェアを用いて中間ブイ付きケーブルの挙動計算を行い、実験データとよく一致することを確認した。

□国土交通省受託研究の成果として安全ガイドライン（写真 1 参照）をまとめるとともに、技術基準改正の提言を行った。

◆特許、発表論文等の成果(25 年度)
発表論文：3 件

参考図

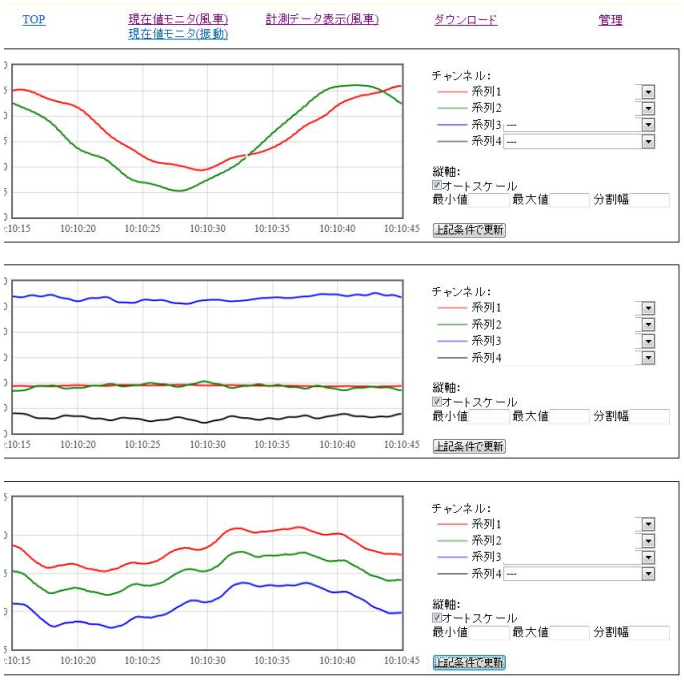


図 1　インターネット経由のリアルタイム・データモニター画面（抜粋）

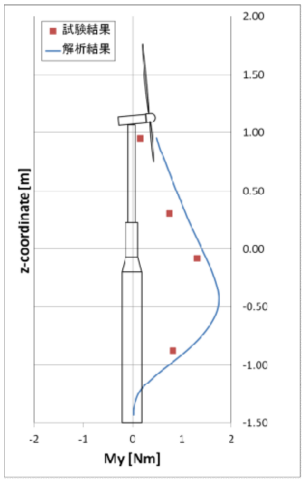


図 3　曲げモーメント分布の水槽実験結果と推定結果の比較

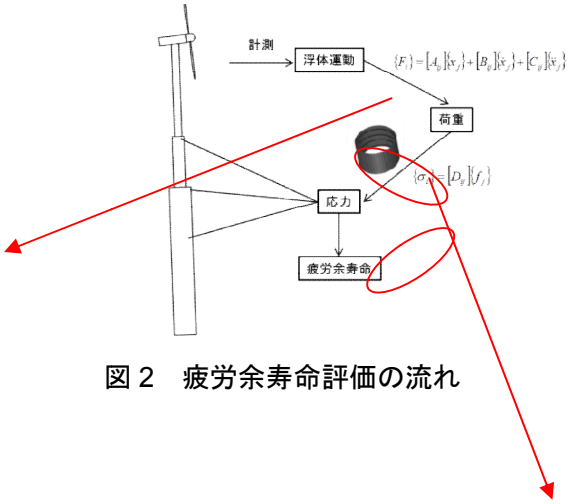


図 2　疲労余寿命評価の流れ

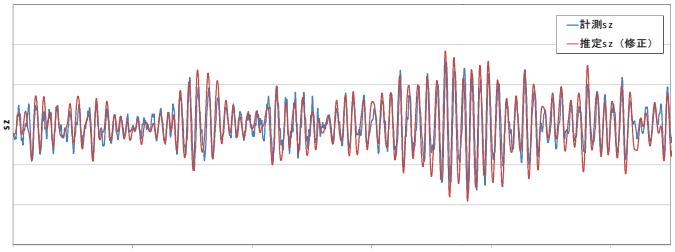


図 4　応力集中部歪の時系列
（実海域における計測結果と浮体運動を用いた推定結果の比較）

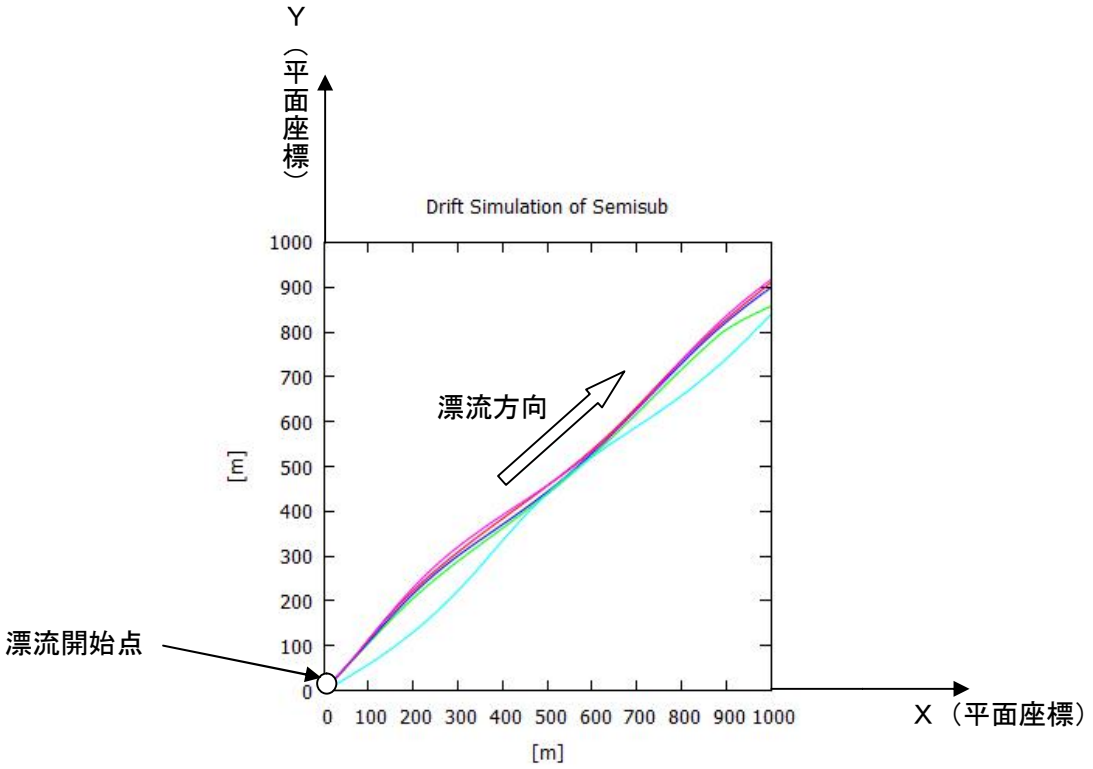


図５　漂流シミュレーションプログラムによる解析例
～ 波・風・流れ複合環境におけるセミサブ型風力発電施設の漂流軌跡 ～
（モンテカルロ法によって、環境外力を発生させる乱数を変えて５回計算）

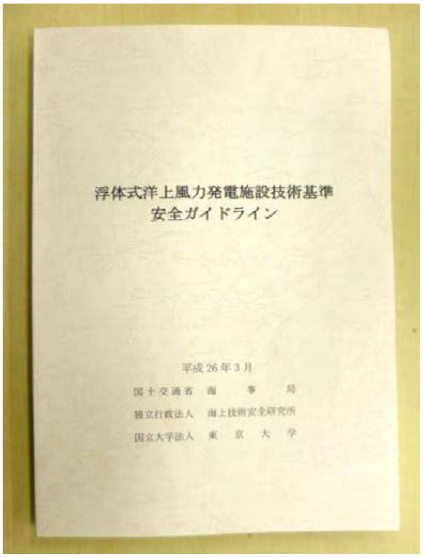


写真１　浮体式洋上風力発電施設技術基準安全ガイドライン

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　　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

最終成果とアウトカム

□最終成果

・風、潮流・海流、波エネルギーを対象とし、発電事業や実証フィールドの選定に資する適地マップ及びデータベース

・海洋エネルギー発電施設の設計評価手法

□アウトカム

・国のプロジェクトや自治体・民間ベースでのプロジェクト（実証フィールドを含む）への成果の活用を通じて、海洋再生可能エネルギーの開発・普及の促進や我が国の産業競争力の強化に貢献

25 年度計画

□気海象データベースを充実するとともに、エネルギー推定手法の改良を行い、各エネルギーポテンシャル及び複合利用のための総合エネルギーマップを作成する。また、水深や離岸距離を含めて、発電事業海域や実海域実証フィールドの選定に資する気海象データベースを整備する。また、性能評価及び安全性評価のための課題を、特に問題になると思われる寸法効果および異種エネルギーを複合利用する際の課題を中心に抽出・整理する。具体的には、

・気海象データベースを充実するとともに、エネルギー推定手法の改良を行い、各エネルギーポテンシャル及び複合利用のための総合エネルギーマップを作成する。また、水深や離岸距離を含めて、発電事業海域や実海域実証フィールドの選定に資する気海象データベースを整備する。

・性能評価及び安全性評価のための課題を、特に問題になると思われる寸法効果および異種エネルギーを複合利用する際の課題を中心に抽出・整理し、次年度以降の研究に備える。

25 年度の研究成果

□気海象データベース関連につき、下記を実施した。

・過去 20 年間の気海象データベースを整備した。（図 1 参照）

・新たなエネルギー推定手法「理論設備利用率」を提案し、理論設備利用率および複合利用のためのエネルギー相関に関するエネルギーマップを作成した。（図 1、図 2 参照）

・実海域実証フィールドの選定に資する気海象データベース（ウエザーウインドーのデータ等）の整備に着手した。

□海洋エネルギー発電施設の性能評価及び安全性評価のための課題を、抽出・整理し、振動水柱型波力発電（図 3 参照）の実験計画に反映した。

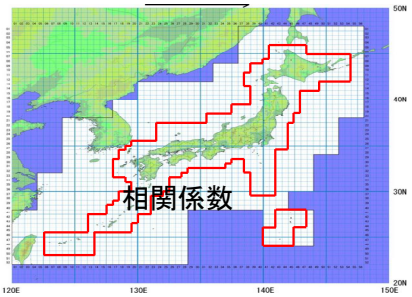
◆特許、発表論文等の成果（25 年度）

発表論文：1 件

参考図

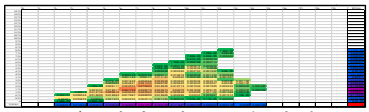
期間：1994～2014（20 年間）
間隔：4data/day　（6 時間間隔）

波浪推算データ　　海流推算データ

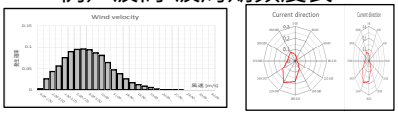


気海象統合頻度表(通年/月別)
対象海域：日本沿岸域（546 海域）

3要素頻度表　(H, T, V_W), (H, T, V_C), (H, T, χ)



例）波高-波周期頻度表

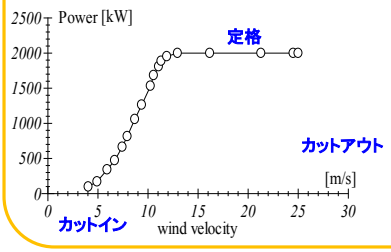


例）風速出現率（左）、流向出現率（右）

気海象出現確率×発電装置性能

発電装置性能

風力発電装置

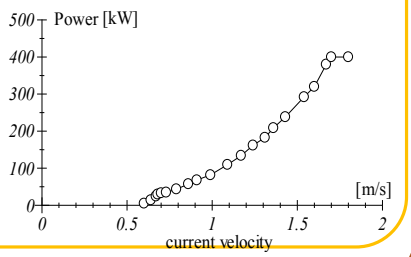


波力発電装置

Wave period [s]

Wave heigh [m]	5	6	7	8	9	10	11	12
0.5	1.5	2.5	3.5	4	4	4.5	4	4
1	8	9.5	12	16	16.5	16.5	16.5	15
1.5	19	25	30	35	37	37	35	32
2	35	45	52	58.5	61	61	58	54
2.5	50	66.6	79	87	90	88.8	83.4	76.4
3	66.2	90.5	99.4	99.7	100	100	100	100
3.5	67.8	95.1	100	100	100	100	100	100
4	58.8	90.3	100	100	100	100	100	100
4.5	55	89.6	100	100	100	100	100	100
5	50	89	100	100	100	100	100	100

海流発電装置



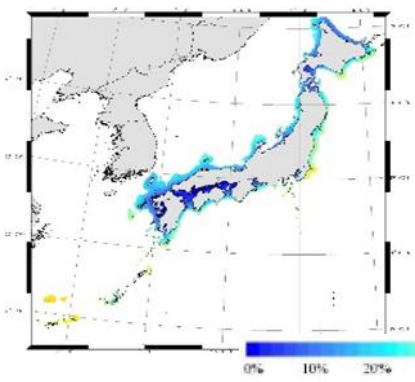
利用率の算出　（風力、波力、海流）

慮：水深（200 以浅）、離岸距離（30km 以内）

$$CAF_t = \left(\sum \left\{ \frac{P(H,T)}{P_R} \cdot f_y(H,T) \right\} \right) \times 100$$

例）波力発電装置
$P(H, T)$：パワーマトリックス
P_R：定格出力
$fy(H, T)$：発現確率

理論設備利用率 [%]
（波力：通年）



理論設備利用率 [%]
（風力：通年）

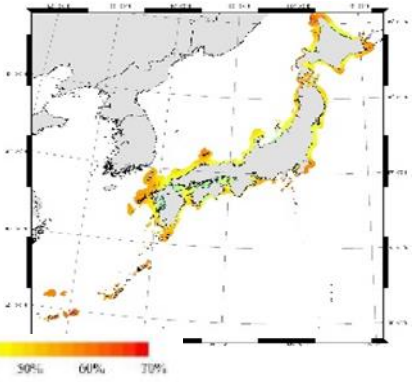


図 1　気海象データベースの整備および新しいエネルギーポテンシャル推定法の提案

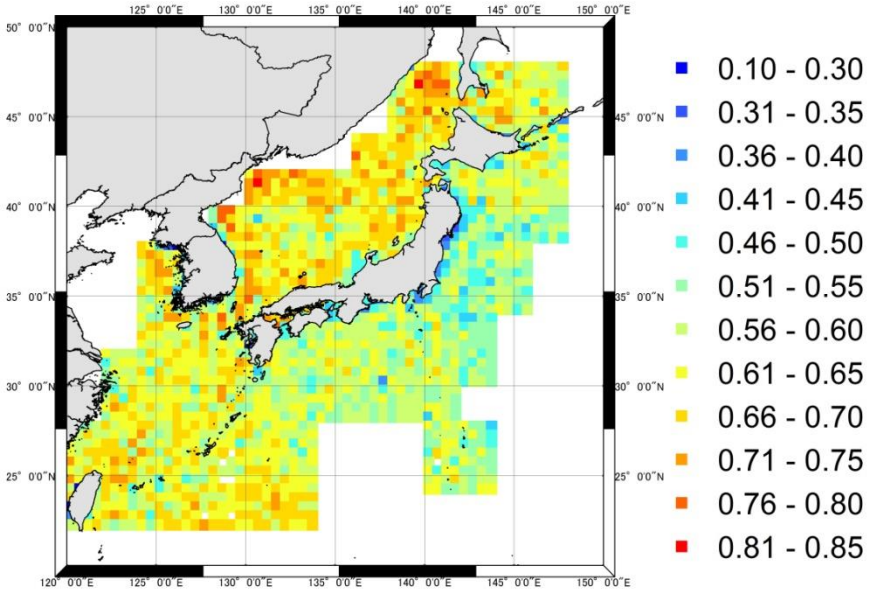


図２　エネルギー相関に関するエネルギーマップ（風力と波力の相関）

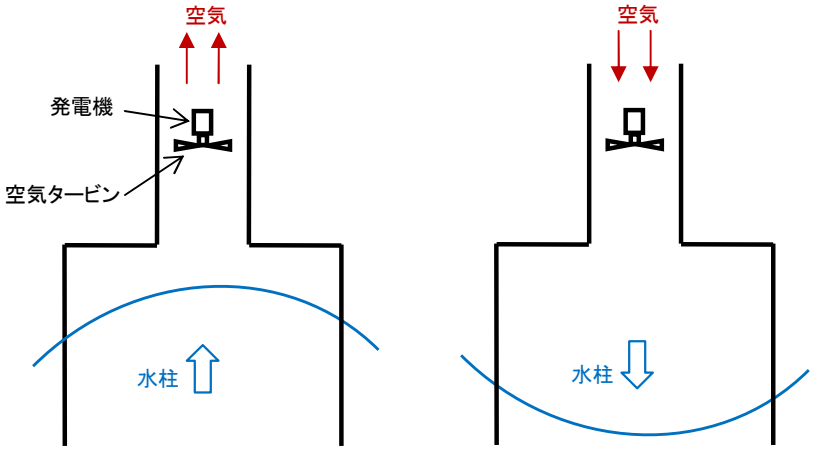


図３　振動水柱型波力発電の原理

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　　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

最終成果とアウトカム

□最終成果：
- トップサイドのレイアウト設計に資する準ﾃﾞﾌｧｸﾄｽﾀﾝﾀﾞｰﾄﾞである AutoReaGas を使用した爆風圧評価法、Ls-Dyna を使用し、氷の非線形物性を考慮した氷荷重推定法の提案
- フローティングホースを用いた FLNG-LNGC タンデム出荷システムの複合環境条件下での安全性評価技術（シミュレータ）の開発。
- ホースあるいはローディングアームを用いた FLNG-LNGC(LNG 燃料船− LNG バンカー船)の SBS 出荷(あるいは LNG 燃料移送）システムの複合環境条件下での安全性評価技術(シミュレータ）の開発。2 浮体流体力学相互干渉影響、内部 LNG の影響、長周期 roll 影響も考慮。
- 外洋上プラットフォーム(洋上風車浮体等）用係留システム（チェーンを用いたスラック係留システム）に対し、国際標準である ISO、API に基づく設計・安全性評価技術の確立
- 最近のタレット一点係留、トート係留システムの設計・安全評価手法の確立
- タグレス荒天時対応型新出荷システム（フローティングホース・可動浮体を用いた出荷システムあるいは洋上ドッキングによる荷役システム）の実現可能性評価と新技術提案
- LNG 出荷に対するＲＡＭ解析技術と評価体系の確立
- 円筒型浮体並びにセミサブ浮体の波浪中 VIM(渦励起動揺）に関し、ISO に提案し、基準策定決定。

□アウトカム：
- FLNG 実現化に向けた出荷システム（LNG は SBS 出荷、コンデンセートは tandem 出荷）に対し、稼働性・安全性評価等の技術課題解決に貢献
- Ship to ship LNG 移送並びにバンカリングシステムに対し技術支援を実施し、システム実現に貢献
- タレット係留、トート係留システムに対し、設計から安全性評価、国際船級協会認証取得を行うことで、同システムに対し設計から安全評価まで実施できる日本で唯一の機関として認知される。
- ロジスティックハブ用浮体システム、日本 EEZ 内外洋上プラットフォーム浮体システム（特に洋上風車浮体）、氷海域用資源開発用浮体システムに対する技術（係留安全性評価技術）支援
- 円筒型浮体並びにセミサブの VIM に対し ISO に提案し、国際技術基準作成に貢献

25 年度計画

□ 洋上天然ガス生産システムの洋上出荷オペレーションシミュレータを完成し、オペレーションガイドラインを作成する。
□ 国土交通省が推進する海洋フロンティアプロジェクトに対応するため、ロジスティックハブ等に係る係留、着桟方式等に関する研究を推進し、ロジスティックハブの概念設計を支援する 等。

具体的には、
- 係留された FLNG の長周期 Roll の動揺評価を行い、水槽試験結果と比較することで、推定精度の検証並びに LNG 出荷時の安全性・稼働性に及ぼす長周期 Roll の影響について検討を行う。
- 2 次波力に伴う長周期 Roll の評価法を取り込む形で、2 係船状態の船体動揺・係船索張力等の計算が可能な洋上出荷オペレーションシミュレータを完成させる。
- 高効率深層水取水システム等を想定した線状構造物の安全性評価方法の確立に向けて、複数管で構成される線状構造物の挙動計算手法を開発するとともに、当該線状構造物の疲労評価を行う。
- ロジスティックハブに対するタレット係留システムの設計を行い、安全性評価を実施する。

・ロジスティックハブに対する高速船（HSV）の着桟システムに対し、水槽模型並びにシミュレーション試験を行い、可能性を検討する。

25 年度の研究成果

- ☐ LNG 洋上出荷及び燃料供給時の安全性を評価するため、2 隻の係船（洋上タンデム出荷、Side-by-Side 係船による燃料供給等）時の船体動揺、係留システムとの相互作用等を、水槽試験等により解析した。その結果から、一体解析が可能な洋上出荷オペレーションシミュレータを完成した（図 1 参照）。
- ☐ シミュレータを用いて LNG 移送時の限界条件や出荷クライテリアの検討を行い（表 1、表 2 参照））、成果を LNG 移送時等の安全確保を目的とした国土交通省のオペレーションガイドライン､マニュアルに反映させた。洋上出荷オペレーションシミュレータを用いて、以下のガイドライン、オペレーションマニュアル骨子を作成した。
- ☐ 複数管で構成される線状構造物を対象として、流体力モデルの検討を行うとともに、線状構造物の本数、構造物間の距離、スペーサの設置枚数等をパラメータとした挙動計算手法を開発し、浮体動揺時及び流れ中での挙動について計算結果と水槽試験結果との比較検証により推定精度が良好であることを確認した（図 2a 参照）。さらに疲労解析を行って、流れ中での VIV（渦励振）が疲労に大きく影響する可能性があることを確認した（図 2b 参照）。
- ☐ 国土交通省が新たに実現を目指すロジスティックハブ方式浮体に関し、タレット係留システムの実現性を検討した。係留設計・動的時間領域シミュレーションを繰り返し行い、安全性の確保されたタレットクラスター係留システムを設計した（図 3 参照）。
- ☐ 海象・気象条件の厳しい洋上のハブに高速艇が着桟する場合を想定し、引き込み方式による着桟について水槽試験及びシミュレーションにより詳細に検討して、実用性能（稼働率）の高い高速船着桟システムの実現が可能であることを示した（図 4 参照）。

◆特許、発表論文等の成果（25 年度）
プログラム登録： 1 件
発表論文：6 件

参考図

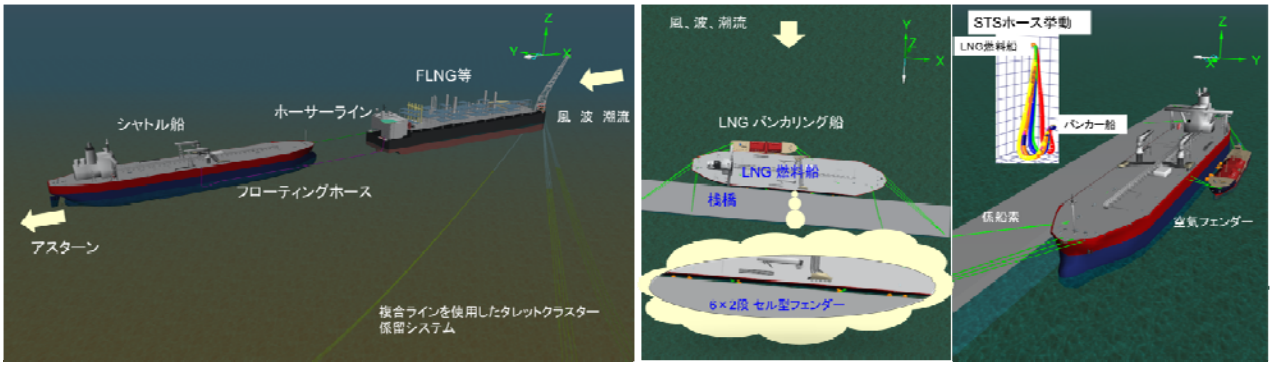


図 1　洋上出荷オペレーションシミュレータの概要
（左：フローティングホースを使用したタンデム出荷シミュレーション、右：フレキシブルホースを使用したバンカリング（LNG 燃料移送）シミュレーション）

表 1　Side-by-Side 係船時の出荷クライテリア

項目	基準値
風速	12.5m/s
有義波高	2.5m
LNG運搬船のRoll角	3deg
LNG運搬船　マニホールド位置の相対変位(X)	±2.0m
LNG運搬船　マニホールド位置の相対変位(Y)	＋1.0～−2.0m
LNG運搬船　マニホールド位置の相対変位(Z)	±2.0m

表 2　Ship-to-Ship 方式による LNG 移送限界条件（フレキシブルホース使用時）

適用バンカー船	天然ガス燃料船の係留状態	波高	波周期	風速
LNGバンカー専用船	沖合錨泊	1.2m	8sec	12m/s
	桟橋/岸壁係留	1.0m	5sec	12m/s
既存内航LNG船	沖合錨泊	1.0m	6sec	12m/s
	桟橋/岸壁係留	1.0m	5sec	12m/s

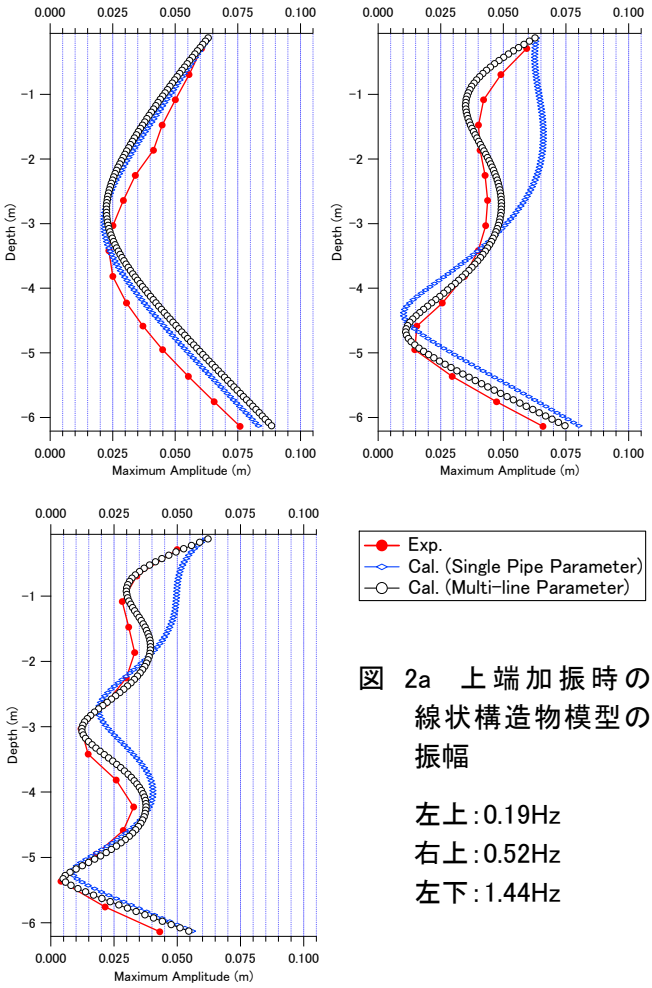


図 2a　上端加振時の線状構造物模型の振幅

左上：0.19Hz
右上：0.52Hz
左下：1.44Hz

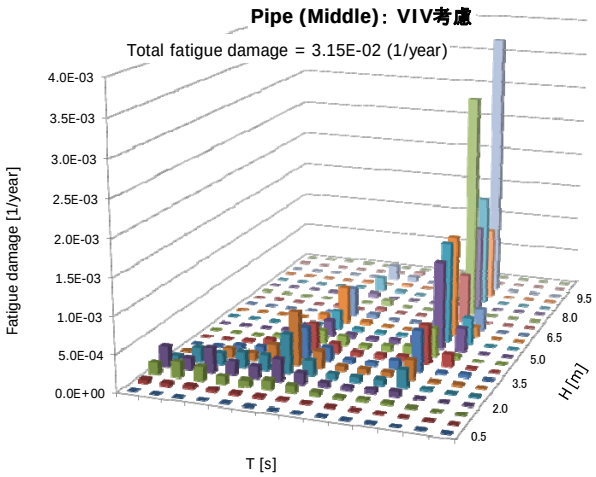


図 2b　VIV を考慮したときの線状構造物本体（中央部）の年間疲労被害度の推定結果

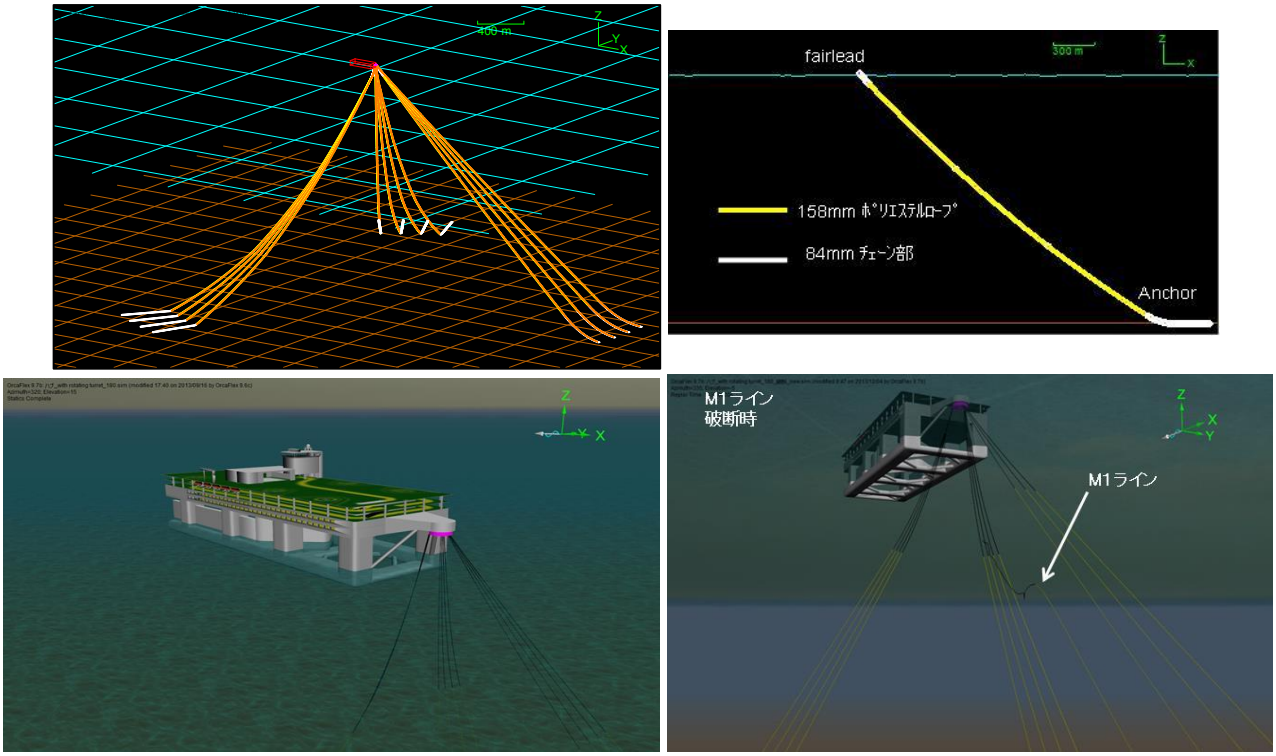


図３　ロジスティックハブ係留ラインシステム設計と安全性評価

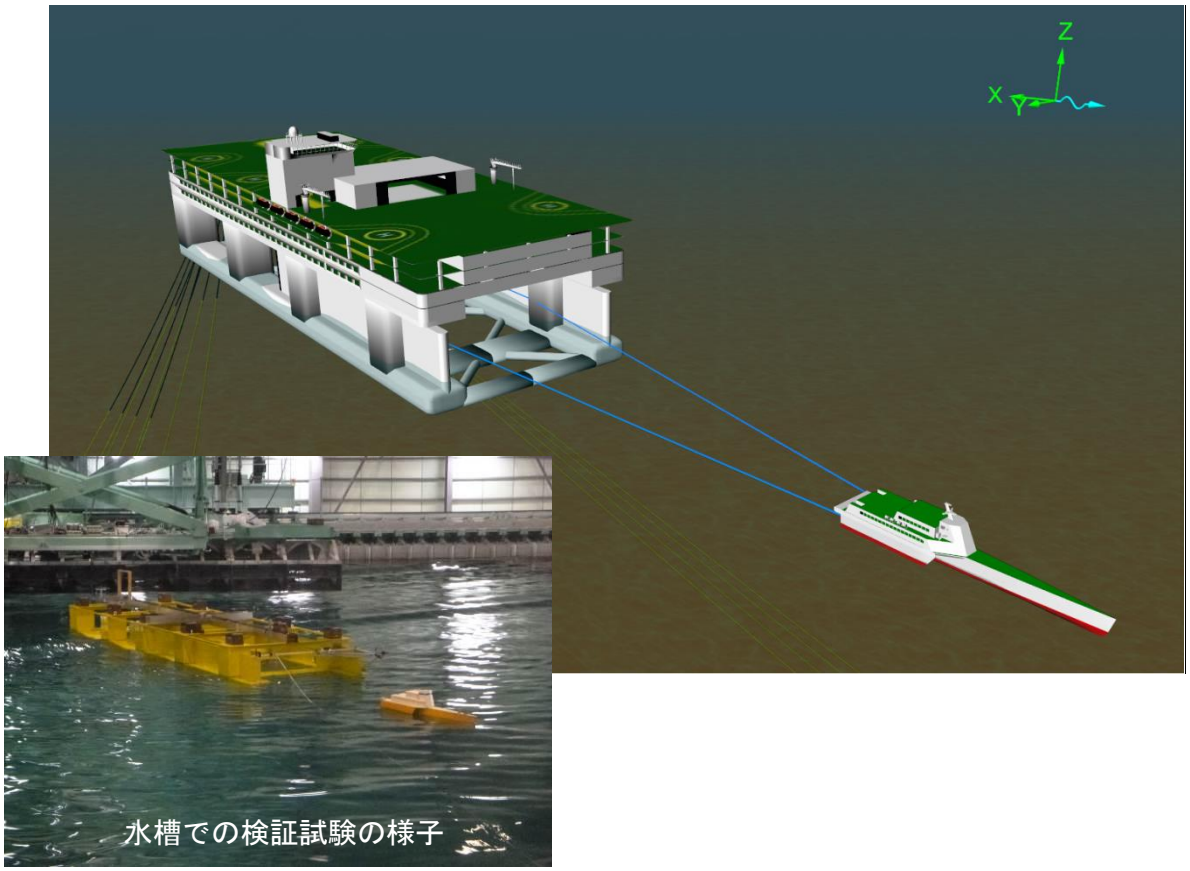


図４　ウインチシステムを用いたロジスティックハブへの HSV 着桟シミュレーション

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　　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

最終成果とアウトカム

□最終成果
・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

□アウトカム
・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

25 年度計画

□採掘要素技術試験の実海域条件における集鉱性能に関するデータを取得するとともに、採掘ユニット実証機の仕様を作成する。具体的には
・（独）石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）が実施している海底熱水鉱床の開発に向けた事業の一環として、採掘要素技術試験機を用いた洋上試験を実施して、集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流や管内摩耗量の評価モデルを検証するためのデータを取得する。
・海底鉱物処理システムの要素技術として、海底において採取した鉱物を破砕する破砕ユニットの検討を行う。

25 年度の研究成果

□JOGMEC の海底熱水鉱床の開発に向けた事業の一環として、民間企業と共同で沖縄海域（水深 1,600m 程度）において採掘要素技術試験機を用いた走行・掘削・集鉱試験を実施した（図 1 参照）。さらに、濁水中での距離測定を行うための新たなソナー適用方式を開発した。
□前年度に構築した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検証するための各種試験を実施した（図 2 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調査を実施して、循環式摩耗試験やスラリー移送試験を行うなどして、採鉱実海域試験に向けた揚鉱ユニットの要素技術に係る基礎データの取得及び評価を行った。
□鉱石用破砕装置の技術調査を行い、その知見をもとに、ジョークラッシャをベースとした破砕ユニットの概念検討を行った（図 3 参照）。

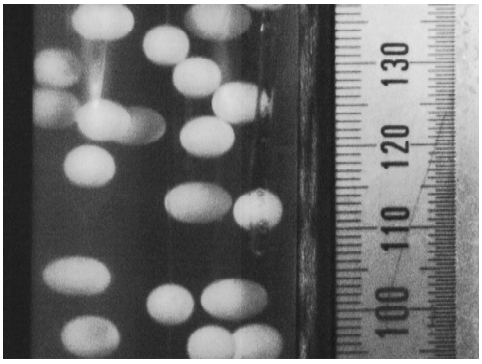
◆特許、発表論文等の成果（25 年度）
特許：1 件
発表論文：7 件

参考図

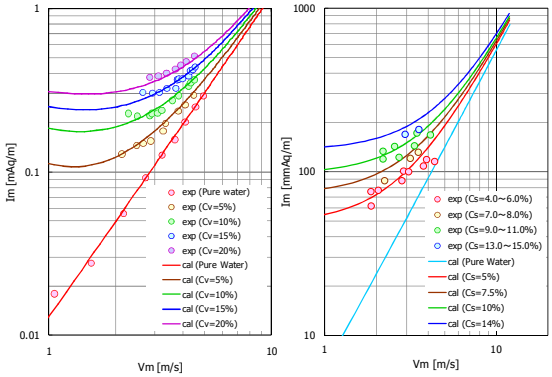
(a) 試験状況（水深 1,600m）

(b) 海底熱水鉱床の表層を削った跡

図 1　採掘要素技術試験機を用いた洋上試験（出典：JOGMEC ホームページ）



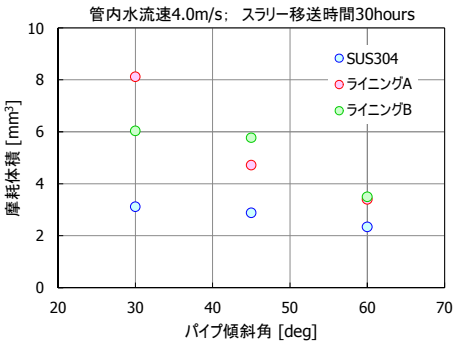
〔スラリー移送試験〕



〔過去の試験結果との比較〕

(a) スラリー移送流評価モデル

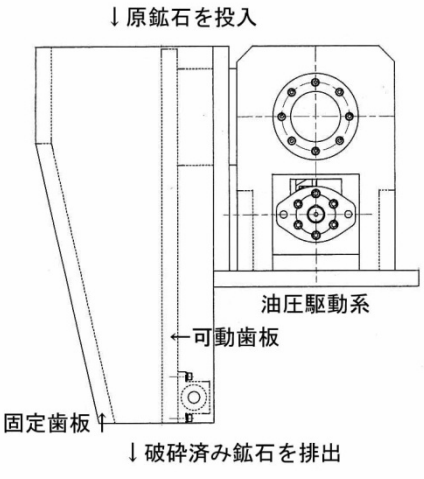
〔試験状況〕



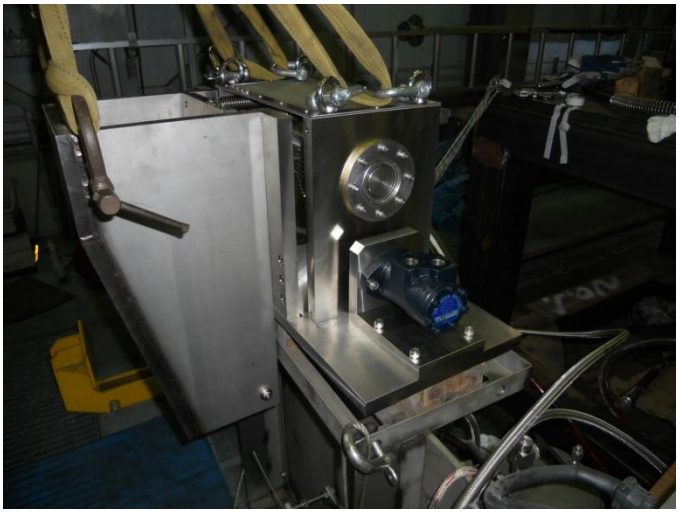
〔傾斜角と摩耗量との関係〕

(b) 小規模循環式摩耗試験

図 2　鉱石スラリー移送流及び管内摩耗量評価



(a) 概念図



(b) 試験用破砕ユニット装置

図 3　破砕ユニット

中期目標課題　⑨ 海洋の利用･開発に起因する環境影響の評価手法の開発等環境負荷の軽減に関する研究
研究期間　　平成 23 年度～平成 27 年度

政策課題

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

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

研究テーマ　　❶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

□最終成果
・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
□アウトカム
・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

25 年度計画

□洋上風力発電システムからの水中放射音モニタリング手法を取りまとめるとともに、数値計算を用いた水中放射音推定手法を確立する等。具体的には、
・洋上再生エネルギー回収施設の設置における影響について、下記を実施し、評価手法の実用化に係る基礎検討を行う。
　・洋上風力発電施設からの水中放射音および固体伝播音の計測と解析
　・水中音場推定の数値計算手法の基本検討

25 年度の研究成果

□洋上着床式風力発電施設の設置工事時（モノパイル打設時）の水中音を計測し、音源音圧の推定法を確立した。また、水中スピーカ音の計測を用いた水中音の距離減衰の推定法を構築した（図 1-1～1-4 参照）。
□洋上浮体式風力発電施設からの水中放射音および固体伝播音の計測を行った（図 2 参照）。
□水中音場推定の数値計算手法を作成した（図 3 参照）。

◆特許、発表論文等の成果（25 年度）
発表論文：７件

参考図

図 1-1　着床（ﾓﾉﾊﾟｲﾙ）式洋上風力発電施設建設時水中放射音調査風景

$p(r) = p_0 - (10\log r + \alpha r)$

観測値と減衰曲線が合うように

p_0 を変化させる

（1 点のデータに対し 1 本の曲線）
各計測時刻の音源音圧が推定される

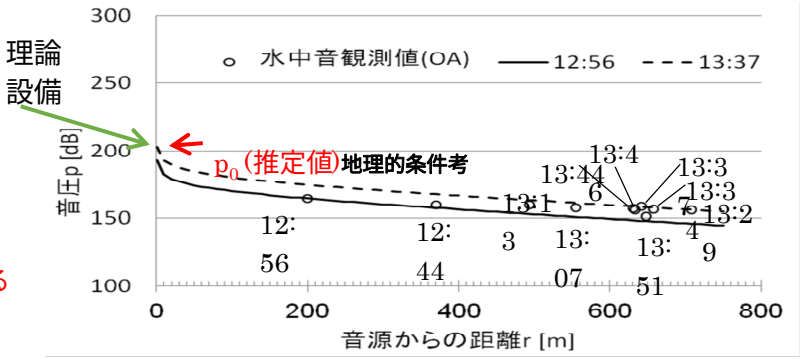


図 1-2　音源（杭の打設音）音圧の推定
（減衰曲線を用いて各観測点における水中音データから音源音圧を推定）

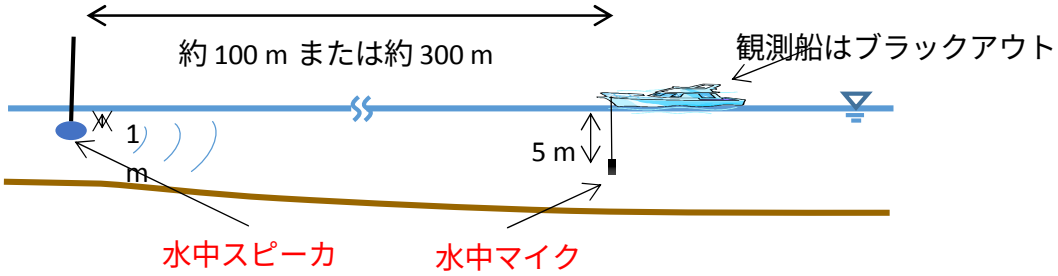
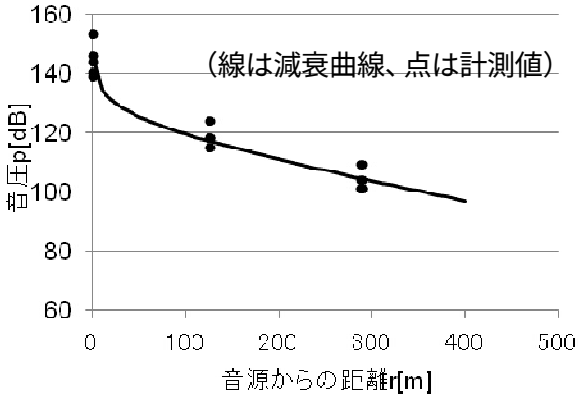


図 1-3　水中スピーカ音による実海域水中音伝搬特性調査
（水中スピーカからの距離を変えて、手中マイクロフォンで計測）



減衰定数の平均値を用いて当該海域の減衰曲線を作成する。

$TL(r) = 10\log r + \alpha r$ ⇒ $p(r) = p_0 - TL(r)$

図 1-4　水中音減衰曲線の作成例
（減衰定数 α をフィッティングパラメータとして変化させ、
計測値に最も良く合うものを当該海域の減衰定数として推定

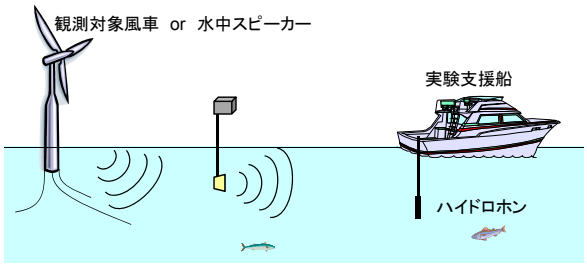


図 2　実海域実証実験での計測
（図 1-1～1-4 と同等の計測を実施中）

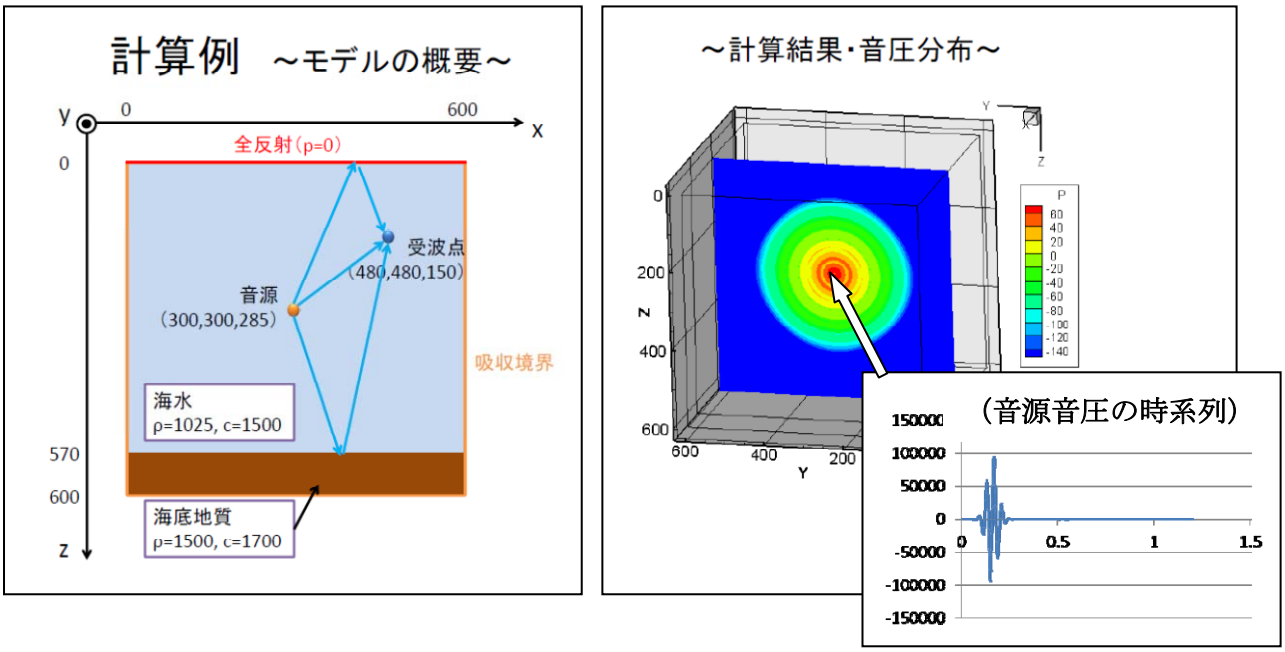


図 3　水中音場推定の数値計算手法（FDTD 法によるプログラム作成）

【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を完成するとともに、国内発着ユニットロード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

－24 年度に開発した機関点検支援システムを実船に搭載し、有効性の評価及び改良を行うことにより実用化技術まで高める。また、イニシャルコストの低減を実現するため曲げ作業の効率化を目指して、任意の非可展形状からその形状を成形するためのプレス線を出力するシステムを作成するとともに、実証実験により検証を行う

－実海域における船陸間通信実験によりAIS データ及びレーダー情報を陸上に送信し、陸上において周辺海域の船舶の動静を共有可能にするシステムを試作し、利用可能性評価を行う

－高齢者・障害者・離島航路居住者の移動円滑化を向上させるため、離島航路に適した海上交通と陸上交通間の円滑化が図られた海陸間シームレス旅客船等のモデルを構築し、試験及び検証を行う。また、離島航路の維持に資する小型高速旅客船のための設計指針案を作成する 等

◆２５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】

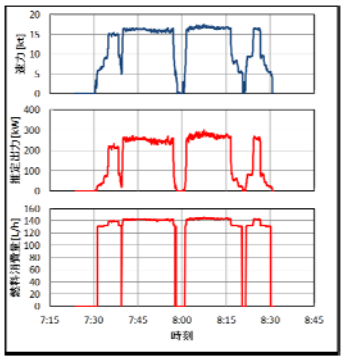
◎人に優しい海上輸送システムの開発に関する研究

近年の燃料油の高騰により年々厳しくなっている離島航路の維持を支援するため、省エネ運航のマニュアルを作成した。また、これらのマニュアルを運航事業者等に配布した。

・新たに「省エネ効果試算シート」を作成し、運航事業者が運航時に考慮すべきポイントを取りまとめた「小型高速旅客船省エネマニュアル（運航編）」に追加した。

・運航事業者が代替船建造を検討する際の指針となる「小型高速旅客船省エネマニュアル（建造編）」を作成した。

・建造費用を負担する地方自治体向けに、船舶の省エネ対策の基本事項を取りまとめた「小型高速旅客船省エネマニュアル（基本編）」も併せて作成した。



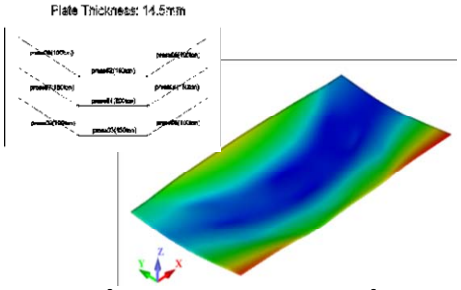
省エネ効果試算シートによる燃料消費特性推定結果

◎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（建造技術）

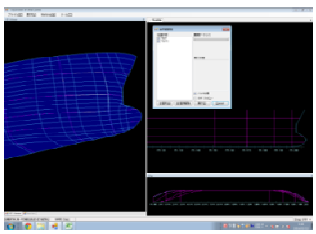
・船殻曲面加工をプレス加工のみで可能とするために、曲面成形の幾何学的アプローチに加えて、材料の弾塑性影響も考慮した非可展リアルプレス線の出力手法を新たに考案し、そのプログラムを開発した。

・すでに「プレス施工支援システム」を導入済みの造船所と共同で、外板曲り量の最適化を図るなど、システムの改良を実施した。

・ぎょう鉄作業向けの曲率線展開システムを３次元 CAD ベースに拡張し、船首部等の複雑形状への対応を可能として、展開精度及びユーザの操作性を向上させた。



プレス方案と非可展プレス



曲率線展開システム(３次元 CAD ベース)

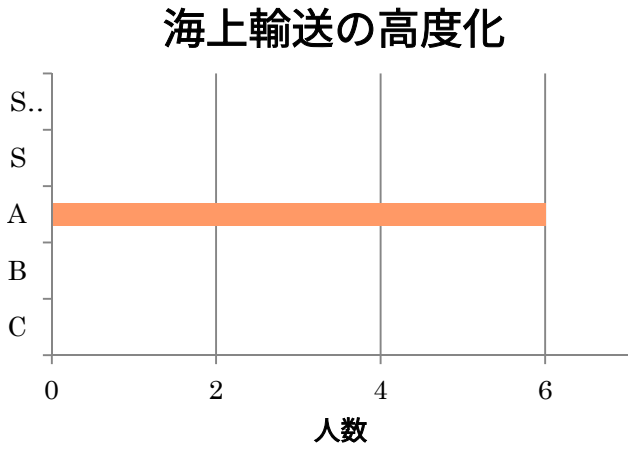
◎内航船の競争力強化に資する運航支援・建造技術に関する研究（運航支援）

・１名当直においても安全運航を継続するために、的確で十分な情報収集が必要なため、１名当直の航海士の視覚情報支援策として、雲台付き高解像度ズームカメラによる景観パノラマ画像及び画面上のクリックした点を中心とした局所拡大画像を提供するシステムの構築を行った。

◆その他適切な評価を行う上で参考となり得る情報

２６年６月１３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、年度計画を達成した成果を出している。（委員会）

□　小型高速船の省エネ運航マニュアル（運航編）に追加して、建造編、基本編も作成されたことは付加的成果として評価でき、 似たような運航形態をもつ内航船への応用が期待される。（大学、海運業界）

□　非可展リアルプレス線の出力プログラムの開発など、実施事項を達成しており、船殻曲面加工の作業効率化については実証のみならず実作業現場への展開が図られている点、波及効果は大きいと考えられる。（大学、海運業界）

研究一覧

(各研究に付されている番号は、研究管理上、所内で便宜的に付したもの)

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

研究期間　　平成 23 年度～平成 27 年度

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

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。

25 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を完成するとともに、国内発着ユニットロード流動評価システムのプロトタイプを作成する等。具体的には、
・物流データの開発：国際貨物を主な対象として、OD に従った物流データの精度向上とモデルによる将来予測の検討を行う。
・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を収集し、定期航路ネットワークのデータベース化をさらに進める。また、貨物の経路選択過程のモデルを深化し、定期航路ネットワークと融合して、シミュレータを完成させる。
・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)：環境シナリオに沿って経路シミュレーションを実行すると共にシステムの開発・改良を行う。
・海運振興施策例の作成と評価：調査・データ収集、将来貨物 OD 計算システムの開発及び、施策例の選定・試計算を行う。

25 年度の研究成果

□国際貨物を対象にした物流データの向上のため､その基礎データとなる貿易統計データの整合性に関するデータ解析を行った。整合的な貿易統計データでは、輸入 OD と輸出 OD の相互比較から運賃率が算定可能であることから、OECD が部分的に公表する運賃率と貿易統計データから算定する運賃率の比較を行い、データの精度改善を行った（図 1-1、図 1-2、図 1-3 参照）。また、時系列的な物流データと経済指標の多変量回帰分析を行い、予測モデルの作成を行った（図 2-4 参照）。
□外航定期航路のデータベースを充実させ、航路閲覧ソフトに外貿コンテナ経路選択モデルを組み込んだ（図 2-1 参照）。また、経路選択モデルを活用して総流動、純流動を推計する新たな枠組みを考案し、マクロな流動が他報告とおおまかに一致するコンテナ流動評価システムを完成させた。（図 2-2 参照）
□物流センサスデータをもとにした国内発着ユニットロード流動の評価システムとして､昨年度開発した推定システムをもとに、前提条件を変化させた場合の機関分担率（利用経路選択行動）の変化のシミュレーションを行う Excel シートおよび、高速な専用プログラムのプロトタイプを開発した。（図 3-1、3-2 参照）また、外航部分も考慮に加え、地方港利用アジアトランシップ、中枢港利用といった経路選択と内航フィーダー利用の可能性を検討するため、コンテナ流動調査データを実績データとして用いることを想定し、国内外を同時に扱うモデルを検討し、データ収集を行うとともにプログラム化を行った。（図 3-3、図 3-4 参照）
□将来貨物 OD の計算システムを開発すると共に、計算に必要な入力データを整備した。また、海運振興施策例として各種の候補施策から内航フィーダーへの航路支援を選定し､それを評価可能となるようシステムを改修して試計算を行った。

◆特許、発表論文等の成果（25 年度）
発表論文：3 件

参考図

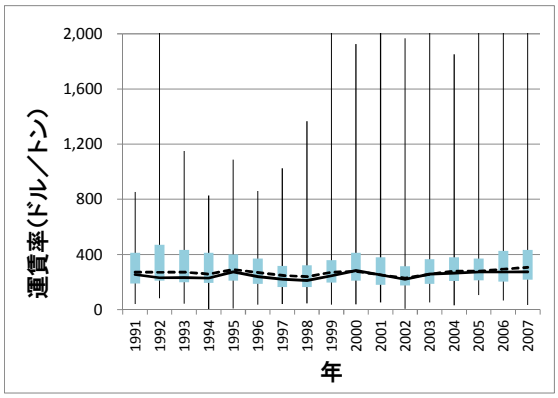


図 1-1 実績運賃率データの変動特性

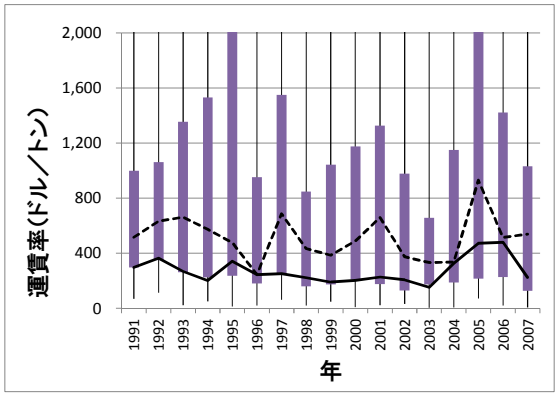


図 1-2 推計運賃率データの変動

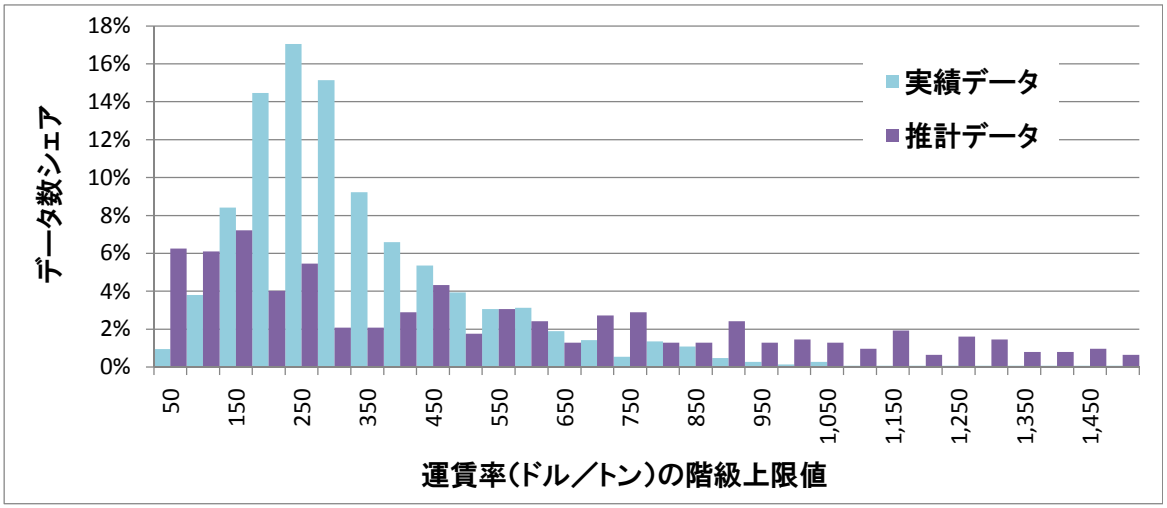


図 1-3 運賃率の実績データと推計データの分布

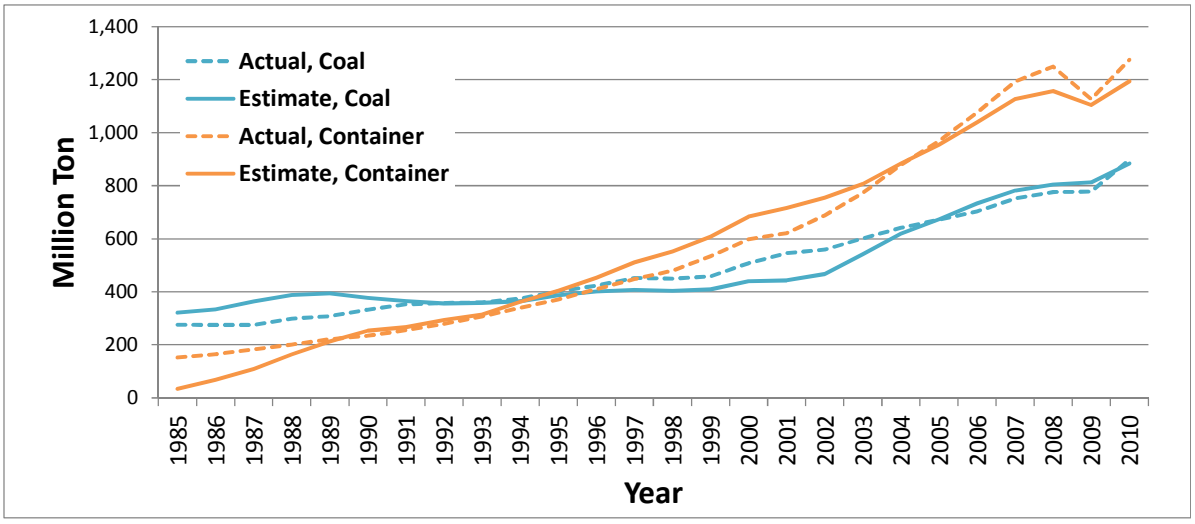


図 1-4　石炭とコンテナの海上荷動量の実績値と推計値

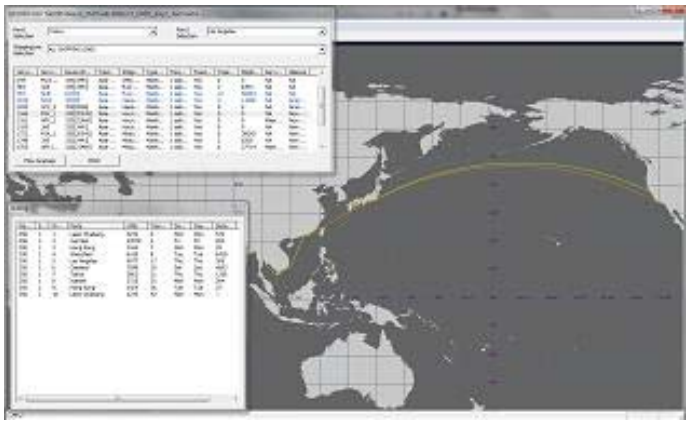


図 2-1 定期航路閲覧、流動経路解析ソフト

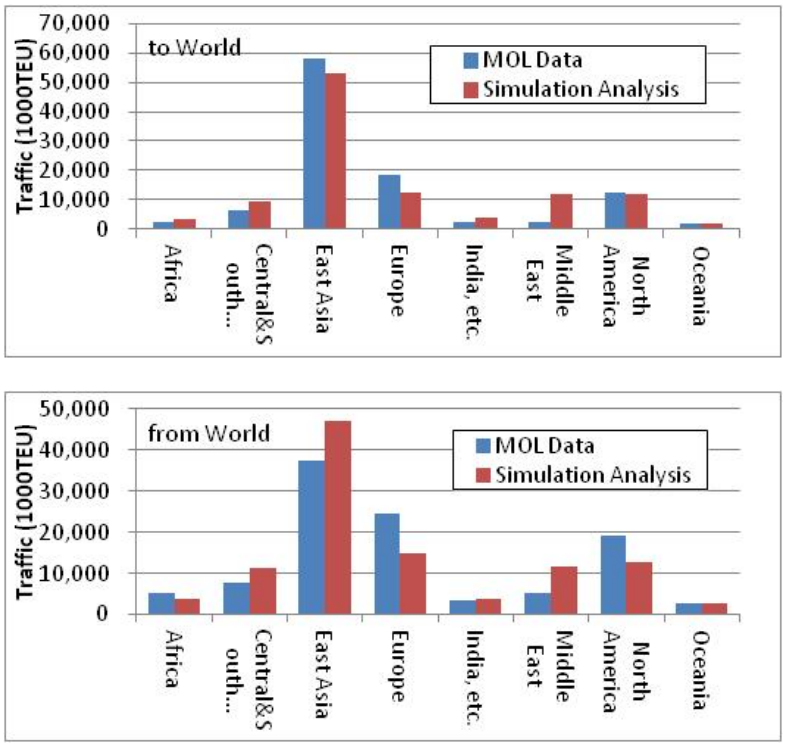


図 2-2 地域間流動の比較

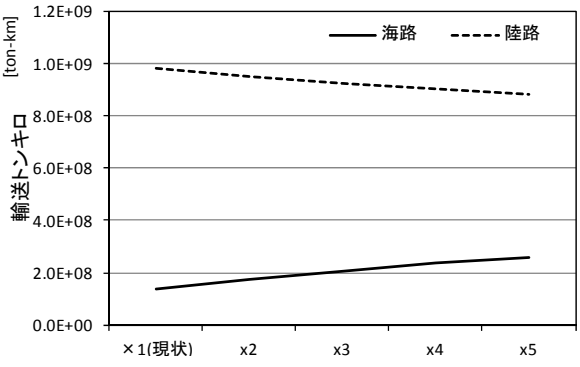


図 3-1 貨物をまとめてロットサイズを増やした場合の海路利用率の推定結果

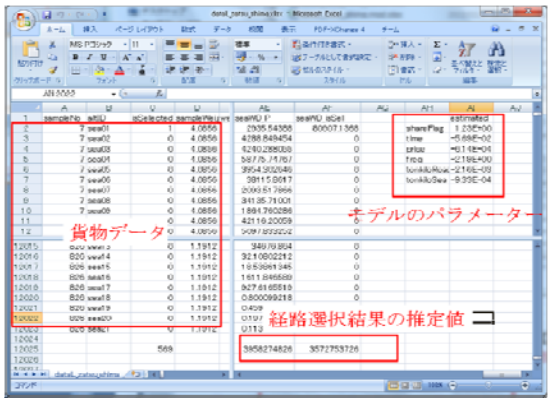


図 3-2 データ・パラメーターが変化した場合の機関分担率を計算する Excel シート

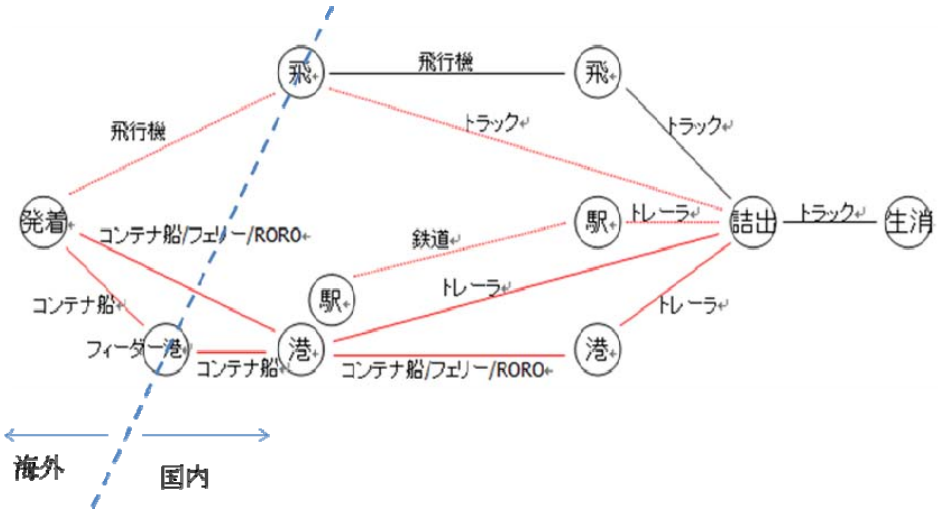


図 3-3 国外を考慮した経路選択モデル

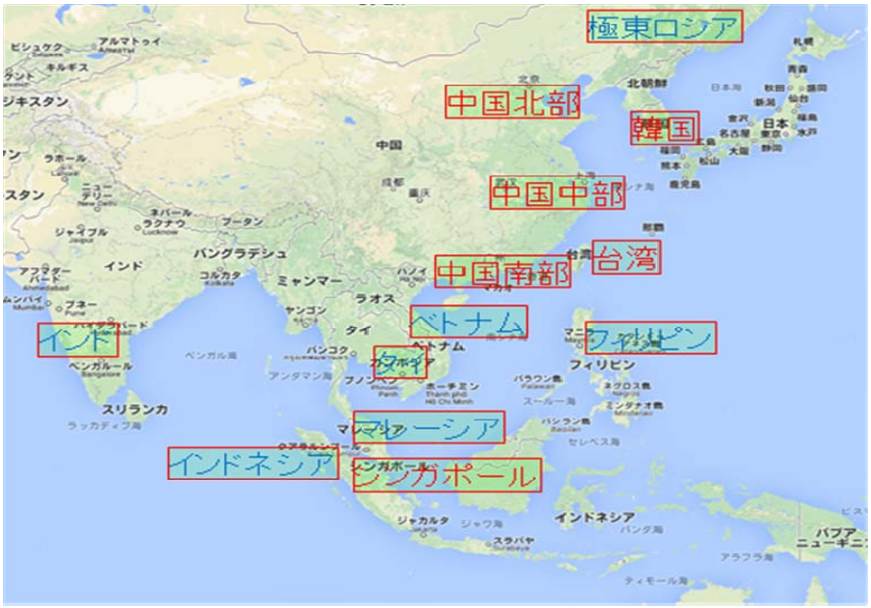


図 3-4 アジアにおける取扱い地域（赤字はトランシップ考慮地域）。国内は 207 生活圏、アジア以外の地域は 11 地域と解像度を変えている

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　　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

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。

25 年度計画

□実海域における船陸間通信実験により AIS データ及びレーダー情報を陸上に送信し、陸上において周辺海域の船舶の動静を共有可能にするシステムを試作し、利用可能性評価を行う。具体的には、
・船上で得られる AIS データとレーダーから得られる遭遇他船の捕捉情報を陸上に送信し、複数の船舶の AIS データおよびレーダー捕捉情報を陸上で統合した船舶の単一位置情報画面の作成を行う。
・IMO e-Navigation 戦略実施計画にユーザビリティー評価方法をガイドライン含めるように IMO 航行安全（NAV）小委員会に提案する。

25 年度の研究成果

□実海域実験として、船上で得られる AIS データとレーダーから得られる遭遇他船の捕捉情報を、無線 LAN を介してリアルタイムで陸上に送信した。途中無線 LAN が途切れることを想定して、無線 LAN 再接続後に船上データをメール形式で送るバックアップ体制も構築した。
□複数の船舶が受信している AIS データとレーダーデータを基地局に集めて解析・統合することにより、その周辺海域の全船舶の動静情報を共通の１つの画面に表示するシステムを試作した。さらに、これを周辺船舶で共有する場合の、その有効性評価を行った。（図 1 参照）
□IMO NAV 小委員会において e-Navigation 戦略実施計画に航海支援機器のユーザビリティー評価方法をガイドラインとして策定することが正式に認められた。これまでの提案内容に対する各国意見を日本（海技研）がとりまとめ、IMO NCSR 小委員会へ報告するコレスポンデンス・グループの原案作成を行った。

◆特許、発表論文等の成果（25 年度）
発表論文：　5 件

参考図

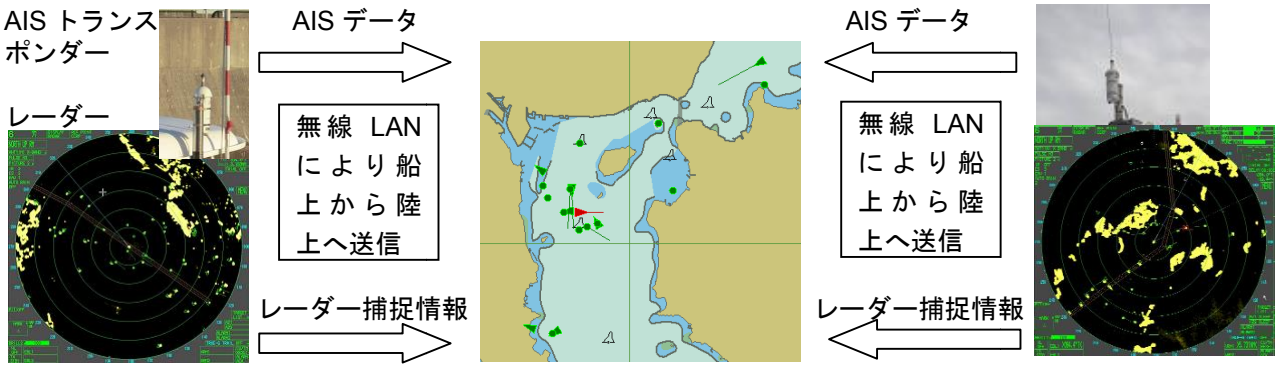


図 1　複数の船舶からの AIS データとレーダー捕捉情報を統合した単一位置情報画面の作成

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　　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

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。
・一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

25 年度計画

□高解像度ビデオカメラを用いた広角画像による支援機能の開発と広角画像に望遠機能を組み込んだ支援画像を試作する。また、計画航路に基づく航路監視、AIS による避航操船支援および操船支援で実現されつつある一名当直の支援機能の試作と操船者とのインタラクションの解析による気づき支援の可能性の確認を行う。更に、内航船および外航船を対象に、実機での運用経験に基づく機関点検支援システムをカスタマイズし、有効性を評価と共に実現するにあたっての改良点の抽出を行い、最終化を行う。具体的には、
・望遠機能を持つ高解像度カメラを用いて、高い位置からの広角画像（パノラマ画像）及び必要に応じてズーム画像を、船橋における容易な操作で提供できる見張り支援システムの検討・試作を行う。
□24 年度に開発した機関点検支援システムを実船に搭載し、有効性の評価及び改良を行うことにより実用化技術まで高める。具体的には、
・内航船および外航船を対象に、本システムをカスタマイズして利用してもらい、有効性の評価と共に実現するにあたっての改良点の抽出を行い、最終化を行う。

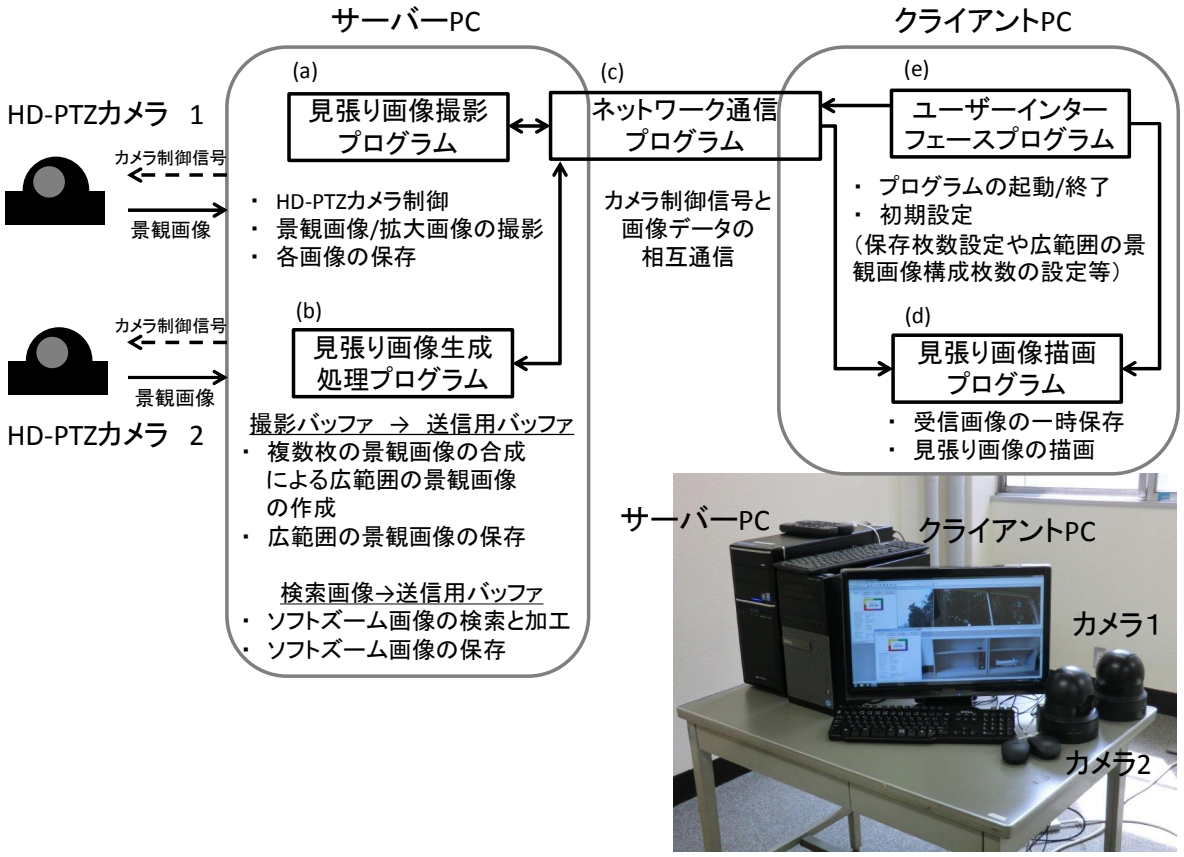
25 年度の研究成果

□高解像度 PTZ カメラを用いた広角画像及び操船者の要求に応じズーム画像を提供する、見張り支援システムの試作を行った（図 1 参照）。また、船舶におけるカメラを利用した見張り支援システムの現状とニーズについて、監視カメラ及び船内ネットワーク取り扱い企業へのヒアリング調査を行った。さらに、航海士の操作が容易な画像提供方法、カメラの設置、遅延なく画像伝送するためのハードウェアの試設計を行った。
□海技研の実験用エンジンを対象に機関点検支援システム（以下、「システム」という）を用いて巡回点検作業を実施し、システムが支障なく動作することを確認した（図 2 参照）。　また、船毎に異なる巡回点検手順（以下、「シナリオ」という）の実機への適用性を検討するため、実際の補機を対象とした巡回点検のシナリオを試作し、ユーザインタフェース（UI）や使い心地（ユーザビリティ）等に関する意見聴取を行った。更に、実際の運用には更なる運航者の意見が必要であると判断したため、独立行政法人航海訓練所および内航船社を対象とした、実運航におけるシステムの評価の計画を立案した。
□運航支援の研究として、鉄道運輸機構の支援の下、民間企業と共同研究を実施し、相手船動静監視システム（図 3 参照）や航海情報重畳双眼鏡（図 4 参照）の実用化を行った。

◆特許、発表論文等の成果（25 年度）
特許：3 件

発表論文：2 件

参考図



(a) 監視カメラシステム構成

(b) 船上で提供する広角画像例（モザイキングによる景観画像）

図 1　見張り支援システム

(a)タブレット（左）と IC タグ読みとり端末（中央）
IC タグを利用したテンキー模擬入力シート(右)

(b)システムを用いた機関巡回点検状況

図 2　機関点検支援システム

図 3　相手船動静監視システム

図 4　航海情報重畳双眼鏡

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　　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

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共に、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。

25 年度計画

□外板施工要領及び施工手順の出図､非可展リアルプレス線への拡張､プレス施工支援システムの非可展拡張、曲率線展開システムの高度化
□高温高湿劣化促進試験による環境劣化に関する信頼性評価、高温特性に優れた接着剤の強度評価、60℃環境下での引張剪断強度を向上させた接着剤の開発、弾塑性解析による接着層内部応力分布評価

25 年度の研究成果

□材料の弾塑性影響も考慮した非可展リアルプレス線の出力手法を考案し、そのプログラム開発を行った。実際に計算機上で非可展プレス作業をシミュレーションし、提案する手法で非可展面の成形をプレスのみでアプローチできることを実証した（図 1 参照）。また、曲率線展開システムを 3 次元 CAD ベースに拡張した（図 2 参照）。これによって、ユーザの操作性が向上し普及促進が進むとともに、船体全体の情報を一括で管理できることから、生産管理への応用など、開発したシステムをプラットフォームに船体 3 次元情報の高度化に関する研究の基盤を構築した。
□構造用接着剤に関する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後 24℃における強度評価を行った（図 3 参照）。高温特性に優れた接着剤の引張せん断強度に与える表面処理の影響を評価した（図 4 参照）。防火構造以外の区画の艤装品向けに構造用接着剤を使用する場合の規則要件を調査し、火災試験コード（2010 FTP）Part5: Test for Surface flammability（表面燃焼性試験：火災伝播性試験）取得のための改良について、接着剤メーカーと検討を行った。解析精度向上のため、構造用接着剤構成材の材料分析を行うと共に、応力－歪み曲線の温度依存性および歪み速度依存性の計測を行った（図 5 参照）。

◆特許、発表論文等の成果（25 年度）
プログラム登録：1 件
発表論文：5 件

参考図

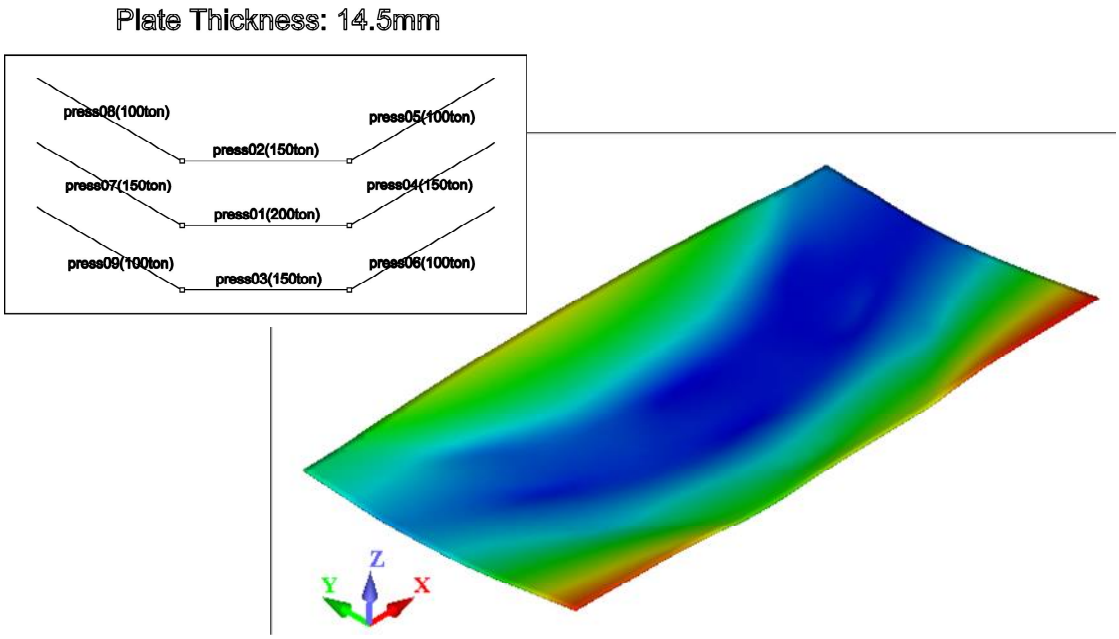


図１　非可展プレス方案と非可展プレス

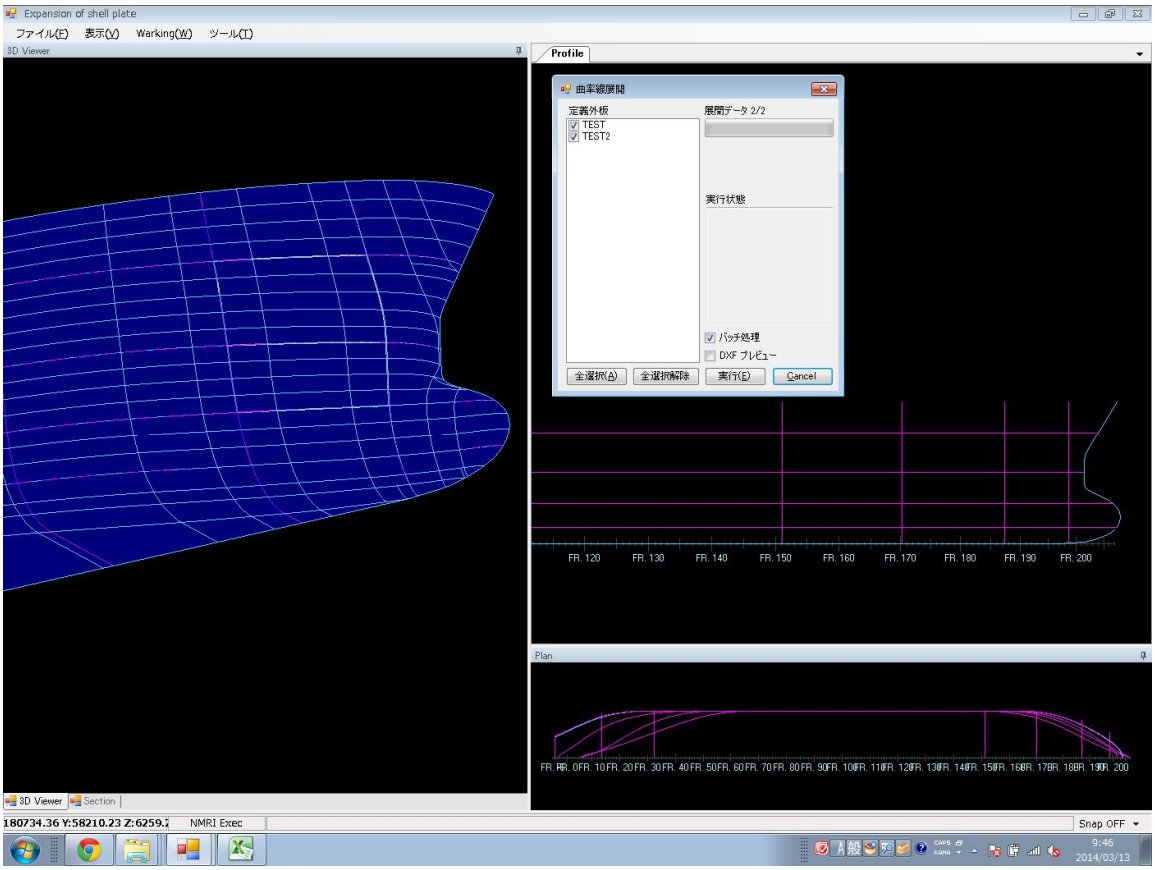


図２　３次元 CAD ベースの曲率線展開システム

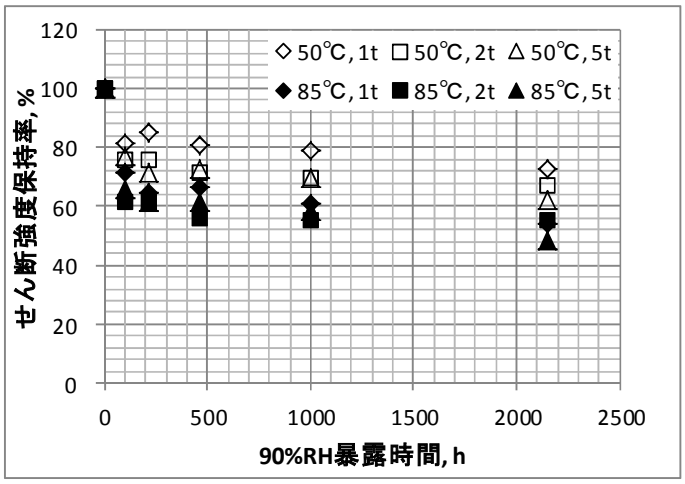


図 3　構造用接着剤の環境劣化試験
（90%RH 暴露後常温環境での強度保持率）

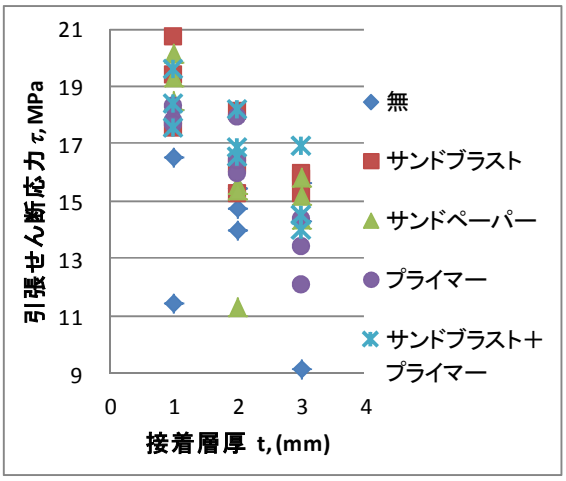
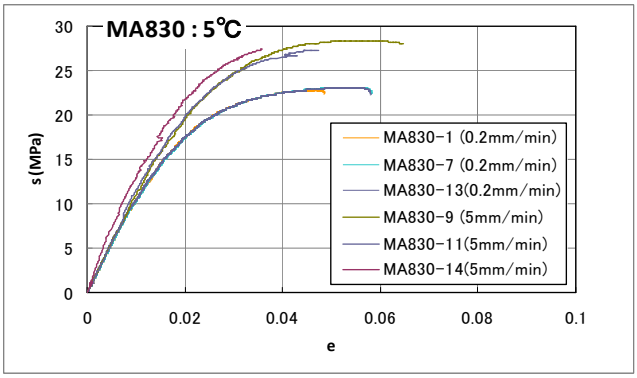


図 4　接着剤の表面処理の引張強度に与える影響



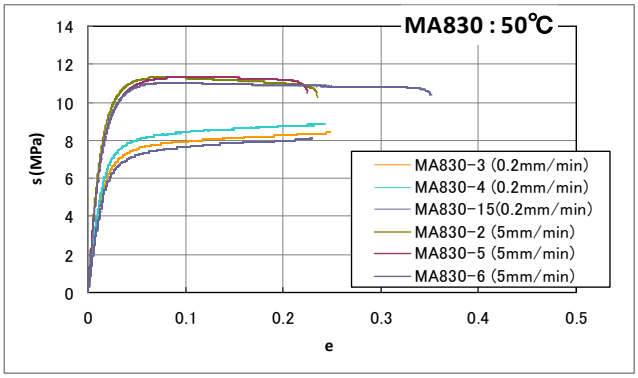


図 5　構造用接着剤構成材に関する応力-歪み曲線の温度度依存性および歪み速度依存性

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　　❹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

□バリアフリー法では５年ごとの技術基準の見直しがなされることになっている。それに従い、H24 年末までに旅客船以外の公共交通機関のバリアフリーガイドライン（技術基準の具体的実施方法）が見直されることとなり、続いて旅客船のバリアフリーガイドラインについても見直しが見込まれる。そこで、中期計画初期には、同ガイドラインに反映させる項目を提案する。また、交通基本法の状況に応じ、運航者・造船所が対応すべき事項を明らかにする。

□最終成果としては、離島航路地域の活性化につなげるため、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。

25 年度計画

□高齢者・障害者・離島航路居住者の移動円滑化を向上させるため、離島航路に適した海上交通と陸上交通間の円滑化が図られた海陸間シームレス旅客船等のモデルを構築し、試験及び検証を行う。また、離島航路の維持に資する小型高速旅客船のための設計指針案を作成する等。具体的には

・高齢者・障害者・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モデルを構築し、試験及び検証を行う。

・離島航路に適した省エネ旅客船の課題とその解決のための要素技術を求める。

25 年度の研究成果

□離島航路に適した海上交通と陸上交通間の円滑化を図る社会実験を実施するため、シームレス小型船の実験船の詳細設計及び艇体の建造を行った（図 1 参照）。また、シームレス船で重要な車両昇降装置とその操作部等の検討を行った。

□乗船調査（図 2 参照）に加え、建造時データ等の解析を実施し、新たに省エネ効果試算シートを作成し、運航事業者が運航時に考慮すべきポイントを取りまとめた「小型高速旅客船省エネマニュアル（運航編）」に追加した。また、運航事業者が代替船建造を検討する際の指針となる「小型高速旅客船省エネマニュアル（建造編）」を作成した。

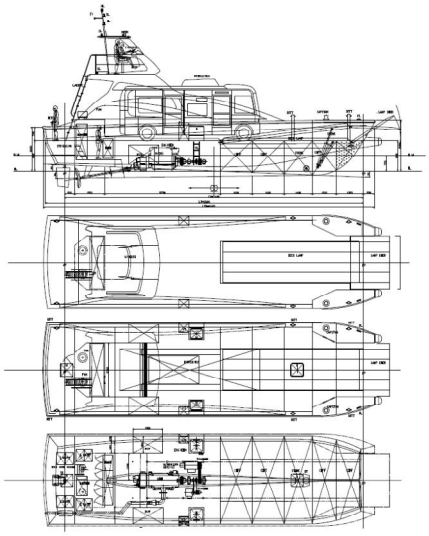
□建造費用を負担する地方自治体向けに、船舶の省エネ対策の基本事項をまとめた「小型高速旅客船省エネマニュアル（基本編）」も併せて作成した。

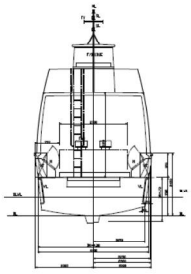
□離島航路に適した旅客船の省エネ運航の課題解決の一つとして、操船者が運航の状況を確認できる簡易エコ運航表示システムの試作を行い、乗船調査時に運用した（図 3 参照）。また、乗船調査で収集する項目及びデータの精度と計測の容易さ・効率を比較検討し、簡易計測システムの開発、及び、乗船調査時に運用を行った。この簡易計測システムは各事業者が省エネ運航を検討する際に不可欠となる自船の運航データを収集する際に使用できるものである（図 4 参照）。これらに加え、入渠前後の燃料消費計測等を実施し、実運航を考慮した省エネ運航について検討を深めた。

◆特許、発表論文等の成果（25 年度）

・該当なし

参考図



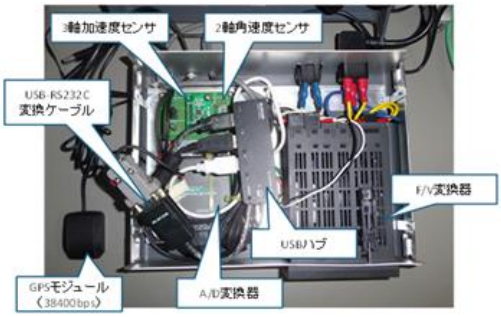


主要寸法	
長さ(全長)	16.50 M
長さ(登録)	14.90 M
長さ(垂線間)	15.86 M
幅 (全幅)	4.60 M
幅 (登録)	4.40 M
深さ(型)	1.50 M
深さ(登録)	1.75 M
吃水(計画)	0.75 M
総トン数	約17 Ton

図１　離島航路に適したシームレス小型船システムの実験船の一般配置図

図２　離島航路での小型高速旅客船
乗船調査対象

図３　運航の状況を確認できる簡易エコ運航表示装置
の試作品の表示画面



実船計測(ブリッジ)

計測ボックス

図４　簡易計測システム

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。

特に本年度は、固体ばら積み貨物の運送規則のうち、研究所が中心となって検討を進めてきた、鉄鉱粉（液状化貨物）の運送基準及び海洋環境有害物質となる貨物の残滓の取り扱いに係る規則の策定に貢献する。

◆２５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。

◆２５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 設備小委員会議長への就任

研究所員が、これまでの経験や実績（WG/DG 議長１４回、コレスポンデンスグループ（CG：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）コーディネータ１４回）、４年間の設計設備小委員会の副議長を経て、2014 年 3 月に開催された IMO 設備小委員会（Sub-Committee on Ship Systems and Equipment：SSE 小委員会）の第１回会合（SSE1）の冒頭に、2014 年の議長に選出されました。また、同会合の最終日には、2015 年の議長に選出されました。日本から IMO の主要な委員会の議長を務めるのは、２人目です。

また、研究所員が、IMO 会議 WG 議長１件、CG コーディネータ３件、ISO 小委員会 WG 議長１件、ISO 規格策定プロジェクトリーダー３件を務めました。

図１．３．１ IMO/SSE1 議長就任

② NOx 三次規制開始時期の見直し

船舶からの窒素酸化物（NOx）の排出は段階的に規制が強化されることになっており、2000 年の規制値に比べて NOx を 80% 削減する三次規制の導入時期は、条約上 2016 年とされていたものの、技術的達成を考慮して IMO で見直すこととされていました。2013 年 5 月に行われた第 65 回海洋環境保護委員会（MEPC65）では、日本を含む１４カ国は、三次規制の開始時期は予定どおり 2016 年とすべき旨を主張しましたが、技術的課題が残るため開始時期を５年延期すべきとの提案が支持を集め、開始時期を 5 年延期する条約改正案が承認された。これに対し、研究所は、これまでに実施してきた SCR（選択式還元触媒）に関する研究開発成果を踏まえ、国土交通省を通じ、米国等の国とともに、技術的課題は達成できるとの説明を作成しました。この説明に基づき、我が国は、2014 年 3 月に開催された第 66 回海洋環境保護委員会（MEPC66）に、2016 年からの規制導入（大

型レジャーボートを除く）を求める米国等との共同提案を提出し、この共同提案は多くの支持を集めました。その結果、MEPC66 では、①既に指定されている北米及び米国カリブ海の排出規制海域（ECA）では 2016 年 1 月 1 日以後に建造される船舶に三次規制を適用、②将来設定される ECA（ECA の設定は条約改正となる）では、当該条約改正において指定する日以後に建造される船舶に三次規制を適用、③24 m 以上の大型レジャーボートは 2021 年以降に建造されるものに三次規制を適用とする改正案が、全会一致で採択されました。

③　エネルギー効率設計指標（EEDI）の規制対象船種拡大

船舶から排出する二酸化炭素の低減のため、エネルギー効率設計指標（EEDI）等が MAPROL 条約により義務化され、2013 年 1 月 1 日から発効しています。EEDI 規制の対象船舶は、タンカーやバルクキャリアー等の船種に限られていたことから、IMO では、EEDI 規制対象船種を拡大する方策が議論されてきました。研究所は、これまで EEDI 規制の対象外とされていた LNG 運搬船について、推進システム（電気推進システム及び蒸気タービンがある）毎に EEDI を計算する具体的方法を策定し、MEPC66 への日本提案に貢献しました。MEPC66 では、ほぼ日本提案のとおり、適用対象船種を拡大した EEDI 計算ガイドラインが採択されました。

④　鉄鉱粉のばら積み運送基準の策定

鉄鉱粉は、我が国が輸入する鉄鉱石の半分以上を占め、その一部は、航海中に液状化する恐れのある貨物であることが知られています。IMO 危険物・固体貨物・コンテナ小委員会（DSC 小委員会）は、2012 年 9 月に開催された第 17 回会合（DSC17）において研究所をコーディネータとする鉄鉱粉のばら積み運送に係る CG を設置し、液状化特性からみた鉄鉱粉の区分、鉄鉱粉に適した運送許容水分値の決定法等について検討を進めてきました。研究所は、2013 年 9 月の第 18 回会合（DSC18）に向けて、CG の結果及び関連する研究成果の理解の促進を図るため、国土交通省と共同で DSC18 の直前に IMO において鉄鉱粉のばら積み運送に係るワークショップを開催するとともに、DSC18 では、固体ばら積み貨物に係る作業部会の議長を務め、鉄鉱粉の運送基準案（DSC.1/Circ.71 としてブラジル等で適用中）の策定に貢献しました。

⑤　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。当所は、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、２５年度は、各種委員会（DE57、MEPC65、MSC92、DSC18、SDC1、SSE1、MEPC66）に対して合計２９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、日本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。２５年度は、のべ２１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、前述の通り設

備小委員会の議長（2014及び2015年）に選出されるとともに、DSC小委員会では作業部会等の議長を務め、また、CGコーディネータ（海洋環境に有害な固体ばら積み貨物）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。

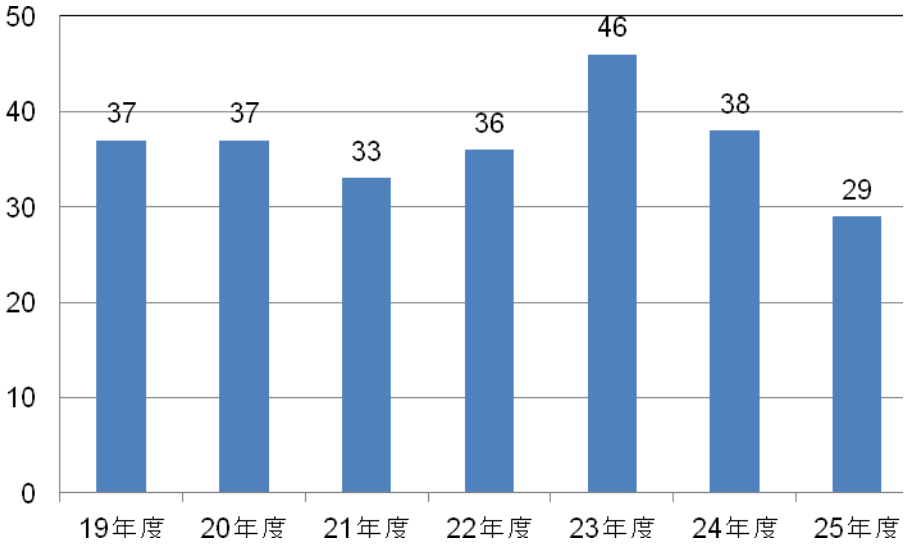


図１．３．２　IMO提案文書の推移

表１．３．１　IMO参加延べ人数推移

機関名	23 年度	24 年度	25 年度
IMO	28 名	25 名	21 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
EEDI・大気汚染・固体ばら積み貨物残滓の排出	MEPC 65	25 年 5 月	エネルギー効率設計指標の算定指針の見直しに係る審議に貢献しました。また、固体ばら積み貨物残滓の海洋環境有害性の評価に係る指針の策定に貢献しました。
ガスキャリアコードの策定及び旅客船安全	MSC92	25 年 6 月	ガスキャリアコードの全面改正案の承認に際して、Limit State Design 要件の追加に貢献しました。また、旅客船のための安全勧告の見直し等の審議に貢献しました。
e-Navigation	NAV59	25 年 9 月	e-Navigation 戦略実施計画案に盛り込む解決策及びリスク低減対策の最終化等、e-Navigation 戦略実施計画案の策定に貢献しました。
鉄鉱粉の運送要件の策定等	DSC18	25 年 9 月	鉄鉱粉の運送に関する CG の結果について報告し、また、固体ばら積み貨物に関する作業部会の議長を務め、鉄鉱粉の運送基準の策定に貢献しました。

旅客船等の損傷時復原性	SDC1	26 年 1 月	Ro-Ro 旅客船の損傷時復原性要件に係る提案文書及び技術的裏付けとなる情報文書を作成し、審議に貢献しました。また、第２世代非損傷時復原性要件については、これまでに提案された過大加速度評価法の問題点を報告し、審議に貢献しました。
NOx 及び SOx 排出規制	PPR1	26 年 2 月	排ガス洗浄装置の（EGCS）ガイドライン等の審議に貢献しました。
救命設備要件の見直し等	SSE1	26 年 3 月	「現存自動運搬船による水素自動車等の安全運送に係る勧告」、「救命設備の新たなフレームワーク」、「イマーション・スーツの保温性」等の議題に文書を提出し、審議に貢献しました。また、新たに設置された救命設備に関する CG コーディネータを引き受けました。
NOx 三次規制開始時期の見直し及び EEDI の規制対象船種拡大	MEPC66	26 年 3 月	NOx３次規制の開始時期に係る審議に貢献しました。 EEDI の規制対象船種の拡大に係る審議に貢献しました。 排ガスエコノマイザーの洗浄水の取り扱いに係る審議に貢献しました。

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、
DSC：危険物・個体貨物・コンテナ小委員会、SDC：設計・建造小委員会、
PPR：環境小委員会、SSE：設備小委員会

注２）非公式会合及び打合せへの参加は除く。

（イ）ISO

研究所員が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　研究所員による具体的な貢献内容

委員会名	時　期	貢献内容
ISO/TC67/SC7/WG5 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／浮体システム作業部会	25 年 5 月	研究所員が、ISO19904-1（沖合海上構造物－第 1 部：単胴，半潜水形及びけた）の作業方針等の審議に参画・貢献しました。
ISO/TC8/SC2 & WGs 船舶及び海洋技術専門委員会／海洋環境保護分科委員会及び各種作業部会	25 年 6 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、WG 議長として規格策定に貢献しました。
ISO/TC8/SC1 & WG1 船舶及び海洋技術専門委員会／救命及び防火分科委員会及び救命設備作業部会	25 年 6 月	研究所所員が、プロジェクトリーダーとして膨張型救助艇の整備に係る規格の策定に貢献しました。また、その他救命設備に係る規格の策定に貢献しました。

ISO/TC67/SC7 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	25 年 9 月	研究所員が、浮体構造物基準 ISO19904 シリーズの改訂に関し、日本意見を取り入れることに貢献した。特に、波・潮流中における渦励起振動の評価の審議に貢献しました。
ISO/TC8 & SC6 船舶及び海洋技術専門委員会及び航海及び操船分科委員会	25 年 10 月	研究所員が、電子傾斜計の規格に係るプレゼンテーションを実施し、同規格の策定に係る審議に貢献しました。
ISO/TC8/SC1/WG1 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	26 年 1 月	研究所員が、救命設備に関する規格の審議に参画し、シーアンカー規格の見直しに係るプロジェクトリーダーを引き受けました。
ISO/TC8/SC3/WG14 船舶及び海洋技術専門委員会／配管及び機械分科委員会／LNG 船用弁作業部会	26 年 3 月	研究所員が、LNG 船用弁の規格に係る審議に参画・貢献しました。

(ウ) IEC

我が国においては、浮体式洋上風力発電の複数の実証事業が立ち上がり、今後は海外展開も視野に入ってきます。海外でも、浮体式洋上風力発電の実証事業が実施または計画されると共にそのニーズが強く認識されています。

風力発電の国際標準は、国際電気標準会議（IEC）で策定されており、その中で２３年度から浮体式洋上風力発電のNew Work Item（新規標準策定）が始動し、IEC/TC 88/61400-3-2（風力タービン技術委員会／風車－第3部浮体式洋上風力発電の設計要求事項）が組成されています。

新規標準策定を提案した韓国の原案が、着床式洋上風車の基準やOil & Gas施設の基準をそのまま繋ぎ合わせた部分が多く、浮体式洋上風車特有の事象に係る検討が不十分であることから、当会議に研究所員が出席し、当所が中心となって纏めた「浮体式洋上風力発電施設技術基準安全ガイドライン（海事局委託事業）」の内容を多くの箇所で提案するなど、会議の中心メンバーとして標準策定に貢献しています。２５年度は、計５回の会議に出席し、標準の策定に貢献しました。

(エ) IAEA

２５年度は、研究所員がIAEAの会議に計６回出席し、放射性物質安全輸送規則等の審議に貢献しました。

(オ) 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
実海域での船速低下影響係数（fw）のガイドラインに関する日中協議	25 年 4 月 25 年 10 月 25 年 12 月	研究所員が、実海域での船速低下影響係数（fw）のガイドラインについて多くの意見を持っている中国の関係者（水槽関係者及び大学教授）と技術的打合せを行い、MEPC66 への日中共同提案に貢献しました。

ITTC Specialist Committee on Performance of Ships in Service	25 年 6 月 26 年 1 月	研究所員が、海上試運転実施解析法の審議に参画し、我が国意見の反映に努めました。
ITTC, Advisary Council	25 年 9 月	研究所員が、水槽試験法に係る推奨基準及び組織運営の審議に貢献しました。
第 65 回 国際溶接会議(IIW) 第 XIII（疲労(Fatigue)）委員会	25 年 9 月	研究所員が、委員会及び WG に参加し、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いました。
欧州プロジェクト Energy Efficiency Safe Ship Operation (SHOPERA)	25 年 10 月	研究所員が、荒天中で安全な操船を行うため、船舶が備えるべき最低出力に関する欧州のプロジェクトに、外部有識者として、情報収集に努めました。
e-Navigation underway 2014	26 年 1 月	研究所員が会議に出席し、e-Navigation の方向性に係る打合せを行いました。

（２） 海外研究機関・研究者との連携、交流の促進

①日伊共同国際ワークショップを開催

研究所は、イタリア学術会議(CNR)に所属するイタリア船舶技術研究所（CNR-INSEAN、エミリオ・カンパーナ所長）と共同で“Research Cooperation for the Sea of Tomorrow”と題した国際ワークショップを、４月 17 日にイタリア文化会館東京（東京区）で開催しました。

当日は、イタリア学術会議(CNR)の議長であるニコラス教授の開会挨拶の後、日本とイタリアから、海洋からの再生可能エネルギー、持続的海上運送、海洋及び沿岸域への人的圧迫、海洋と大気のインターフェイスのモデルの課題について、計８件のプレゼンテーションがあり、活発な討論が行われました。

②鉄鉱粉のばら積み運送に関するワークショップを開催

研究所は、国土交通省海事局と共同で、2013 年 9 月 13 日、英国ロンドンの国際海事機関（IMO）本部で「鉄鉱粉のばら積み運送に関するワークショップ」を開催しました。

IMO の下部組織、危険物・固体貨物・コンテナ小委員会（DSC 小委員会）（当時）では、鉄鉱粉の安全運送について検討がなされており、このワークショップは、DSC 小委員会の第 18 回会合が 9 月 16 日～20 日に開催される前に、その審議を深めることを目的に開催しました。中央大学教授（元、国際地盤工学会長）の基調講演の後、鉄鉱粉の液状化に係る研究成果について発表があり、研究所員が会期間の CG における審議結果について報告しました。最後に行われたパネルディスカッションでは、多数の質疑応答があり、多くの出席者から「鉄鉱粉の液状化について理解が深まった」との感想がありました。

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。

特に本年度は、国土交通省が推進する海洋フロンティアプロジェクトに貢献するため、水中工学センター及び海洋開発等研究支援プロジェクトチームを設置する。

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

２．事業運営の効率化

（１）管理・間接業務の効率化等

電力使用量の抑制等により管理・間接業務の一層の効率化を図るとともに、近隣の研究機関との共同調達やコスト意識を徹底して効率的な研究の実施を図る等により、業務経費（人件費、公租公課等の所要額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。

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

（２）契約管理の強化

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

この場合において、研究・開発事業等に係る調達については、その特殊性に配慮しつつ、簡易入札の更なる活用、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。

（３）内部統制の充実・強化

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

加えて、コンプライアンスマニュアルの改訂を行い、コンプライアンス遵守の取組みを強化する。

◆２５年度計画における目標設定の考え方

２５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。２５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。

◆２５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。

２５年度は具体的には、

・研究所が有する水中探査技術をもとに国が行う各種プロジェクトに参加し、海洋開発等に資するため、水中工学センターの設置
・海洋開発に係る研究系等を効率的な運営を目指して、関係系等の調整、指示を行うために、海洋開発等研究支援プロジェクトチームの設置
・国際的な研究所間の研究交流等をすすめるために、国際主幹を配置
・所の組織運営の実態に合わせて、運営戦略会議等の廃止、広報員会の改組等を実施

本研究所は、「独立行政法人改革等に関する基本的な方針（平成 25 年 12 月 24 日閣議決定）」により、「効率的かつ効果的」という独立行政法人の業務運営の理念の下、「研究開発成果の最大化」という研究開発型の法人の第一目的が達成できるように、独立行政法人港湾空港研究所及び独立行政法人電子航法研究所との統合が決定されました。

法人の統合に当たっては、運輸産業の国際競争力の強化や海洋の利用推進等を技術面から支えるため、各研究所が有する研究開発業務上の特性・プレゼンスを損なうことがないよう、各研究所の名称を継続的に使用するとともに、重大事故、災害発生時等の緊急時の柔軟な対応及び迅速な意思決定を確保することが求められております。

これにより本研究所は、上記閣議決定に伴う法人統合に対応するため、企画部内に統合準備室を発足させ、新たな独立行政法人制度及び組織となる研究開発型の独立行政法人への移行に向けての準備を開始しました。

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、２５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、２５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

２４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２５年度は実験場の水銀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

２５年度は、(a) ～ (c) の対策を講じ、電力使用量を２４年度比９%減に抑制することができました。

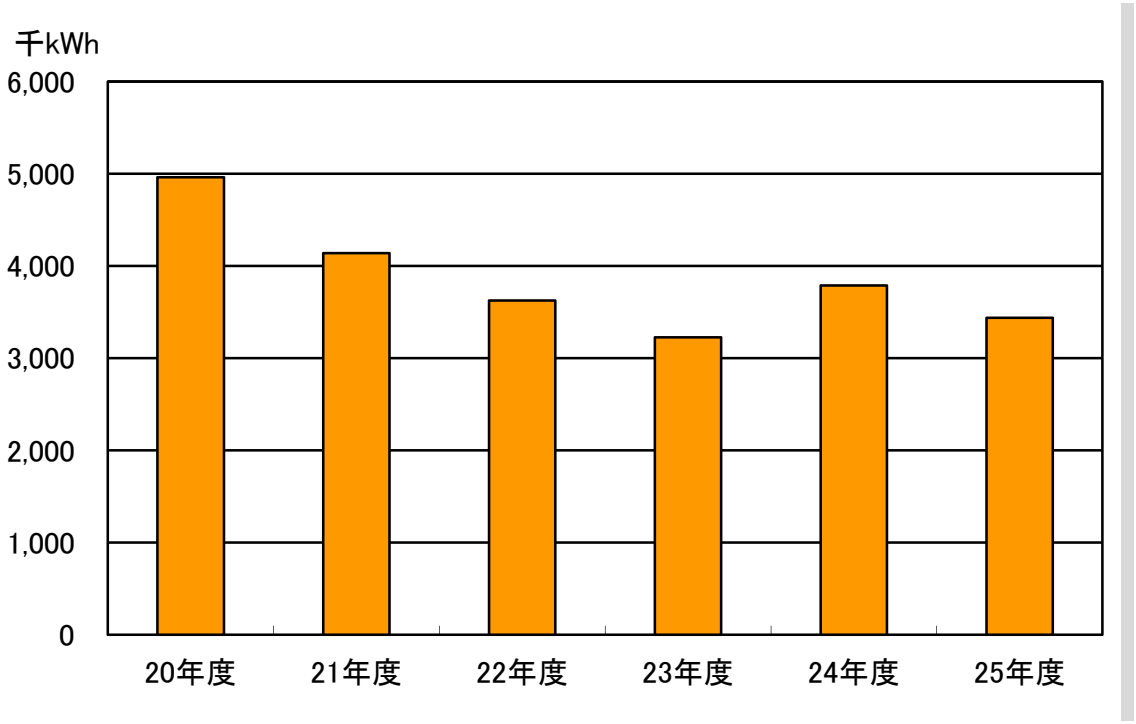


図２．１　使用電力量の推移

(e)水道使用量の抑制

水道使用量に関しては、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ることにより、２５年度は、２４年度比４%減を達成しました。

(f)備品のリユース

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

(イ) 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)業務効率化・改善委員会の活動

業務の効率化を図るため設置されている、業務効率化・改善委員会の活動を活性化させて、旅費、立替払い、図書の購入等の運用の改善、適正化を行うとともに、契約手続きの改善等に付いて検討を行った。加えて、所員からの改善提案等の活性化を図るための周知等を行った。

(b)アウトソーシングの実施

業務の効率化を図るため、２５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。

２５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、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、研究者から参考見積もり書の提出を、必要最低限とし、複数見積もりが必要なもの等については、会計課が直接徴取するようにして、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。

(ウ) 一般管理費の削減

上記の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、２５年度の一般管理費は６２．４百万円となり、２４年度に比べて５．８百万円減少しました。

② 特許権の維持に関する基本方針

２５年度までに１９７件の特許権が登録され、また、１３３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件程度の特許が出願され、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。

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。２５年度では、外国特許の維持年金について８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、７件について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

２５年度は、特許収入とプログラム収入あわせて、過去最高の使用料収入となっております。また、使用許諾件数についても、増加しており、過去最高の使用許諾件数となっております。特許使用料収入は３百万円、プログラム使用料収入は３８百万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

		23 年度	24 年度	25 年度
特許・プログラム収入	使用許諾（件）	51	54	63(※1)
	使用料収入（千円）（※2）	38,339	36,214	40,633

※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）	２４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）	１１件
GUIを用いた船体周り構造格子生成プログラム(HullDes)	２４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
要目最適化プログラム（HOPE)、(HOPE　Light）	１８件

波浪中での非線形船体運動及び波浪荷重推定プログラム(NMRIW)、GUI　２件
プログラムＶＥＳＴＡ（実運航性能シミュレータ　４件
燃性液化ガスの流出に伴う液面火災時の輻射熱による被害影響プログラム　１件
汎用疲労解析プログラム FATRUN/SPECTRUN　１件
船舶信頼性情報データベース　１件
造船プレス施工支援システム　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。

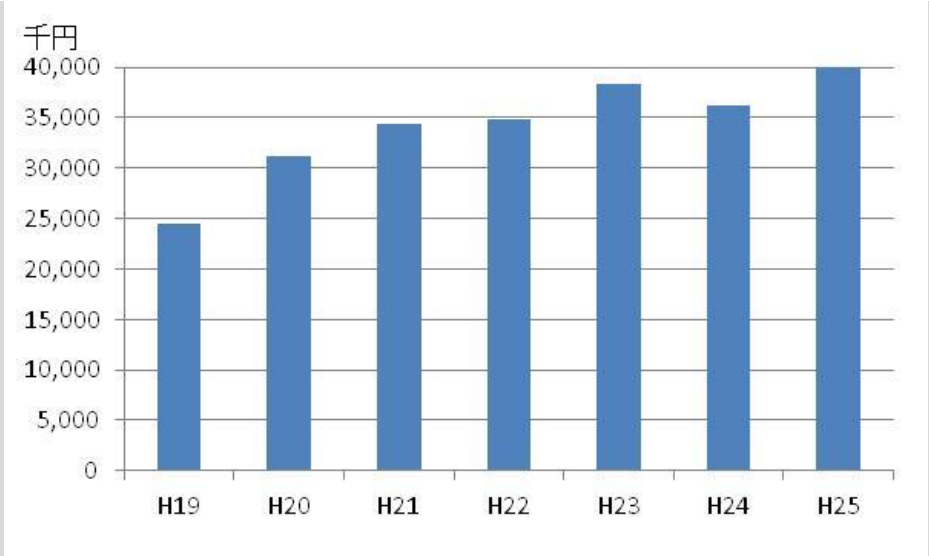


図２．２　特許・プログラム収入の推移

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、波浪中抵抗増加を低減する省エネ装置（STEP）について２件の使用許諾契約を行いました。加えて、新しく開発したプログラム VESTA（実運航性能シミュレータ）に関しては、４件も新規での使用許諾契約が図られました。

(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

２５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、２５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

２４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

２４年度、２５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、２５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）

	平成２４年度		平成２５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	（71.9%） 110	（68.5%） 500	（74.8%） 157	（59.3%） 844	（42.7%） 47	（68.8%） 344	（85.0%） 176	（76.2%） 885
企画競争・公募等	（15.0%） 23	（12.2%） 89	（13.8%） 29	（14.1%） 201	（26.1%） 6	（125.8%） 112	（5.3%） 11	（4.1%） 47
競争性のある契約（小計）	（86.9%） 133	（80.7%） 589	（88.6%） 186	（73.4%） 1,045	（39.8%） 53	（77.4%） 456	（90.3%） 187	（80.3%） 932
競争性のない随意契約	（13.1%） 20	（19.3%） 141	（11.4%） 24	（26.6%） 379	（20.0%） 4	（168.8%） 238	（9.7%） 20	（19.7%） 229
合　計	（100%） 153	（100%） 729	（100%） 210	（100%） 1,424	（37.3%） 57	（95.3%） 695	（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、25 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。

２５年度の随意契約の件数は２４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、契約審査委員会にも報告を行い、以下の取り組みを進めてきました。２５年度は一者応札が増加することになりましたが、これは、研究用の特殊品の調達、緊急工事等のためによるものであり、やむ得ないものと考えております。

- 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。

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	25年度
一般競争入札件数	174	153	116	92	110	157
うち一者入札件数	110	55	27	23	38	84
一者応札割合	63．2%	35．9%	23．3%	25．0%	34．5%	53．5%

（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、２５年度には３１５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１，３６３万円の減額効果が現れました。

以上を踏まえ、２５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	２４年度			２５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）	459 (15.8%)	856,774 (74.3%)	-	501 (16.7%)	1,283,705 (69.9%)	-
一般競争入札を行った案件	436	768,168	93.82%	472	1,082,665	94.30%
簡易入札を行った案件	326	267,972	94.50%	315	238,987	94.58%
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	22	84,931	99.25%	28	197,365	98.93%
随意契約 （全契約に対する割合）	2,446 (84.2%)	296,437 (25.7%)	-	2,506 (83.3%)	553,971 (30.1%)	-
少額随契基準を超える案件	15	47,378	99.97%	19	286,645	99.92%
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）	58	34,352	99.95%	80	56,582	99.54%
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）	2,373	214,707	99.91%	2,407	210,744	99.67%

（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。

(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、研修会を実施し、コンプライアンスの意識向上に努めました。

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、２５年度に見直しを行い、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年度に策定、２４年度には内部通報制度を導入し、同制度が適切に運用されるよう、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。２５年度は引き続き相談窓口の周知徹底を図るとともに、相談窓口を増やし窓口担当者を複数にすることで、同制度の利用環境の向上を図りました。

(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。

２５年度は、合計１０７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、出勤簿管理等の軽微な誤りの指摘事項があり、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

２５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

２５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

一社応札割合が目標を若干下回った事に関して、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、見積もりを入手する等の対策を行った結果であり、止む得ないものとの意見を頂いています。

(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、２５年度は引き続きコンプライアンス研修を実施しました。監事から、コンプライアンスの問題の現状と基礎知識、事例研究及び意識の向上をテーマとした内容について、研究所として、ふさわしい内容であり、今後もその時の状況に応じて適切な内容で継続する旨、ご意見を頂くとともに、自発的、かつ、積極的なコンプライアンス活動を行うべき旨の指摘を踏まえ、２６年度以降も改善を目指すこととします。

また、コンプライアンス研修等の受講者率について、年度末の繁忙期で止むを得ない面もあるが、向上に努めるよう指摘を頂きました。今後は今回の経験を踏まえ、開催時期及び開催日の間隔を考慮し、また開催日程の早期案内を行うなど、コンプライアンス研修等の受講者率が向上するよう取り組んで行きます。

(ウ) 受託契約、請負契約の受注プロセス

受託契約、請負契約の受注プロセス及び所内決裁手続きともに適法、適正に行われている旨ご意見を頂きました。一方で受託契約、請負契約には、各研究者も係わってくるため、事務部門以外の契約に係るコンプライアンスの教育を強化するよう指摘を頂きました。このため、H25 年度に関係法令に関するコンプライアンス研修を実施し、関係職員の意識向上に努めました。

(エ) 化学薬品の管理状況

化学物質取扱者に義務付けている講習会について、受講比率を向上させる必要があるとの指摘を頂きました。今後は講習会の回数を増やし、そのいずれかに参加させることを義務付け、正しい知識や取扱方法を取得する機会を設け、適切な管理を行います。

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。同様な指摘を監事からも受けております。

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、２５年度は、ネットワークサーバの更新に伴い接続ログや閲覧制限のフィルター機能等、Web アクセスに係るセキュリティの強化を行った。

第３章　財務に関する事項

【中期目標】

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

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

【中期計画】

１．予算（人件費の見積もりを含む。）、収支計画及び資金計画

(1) 予算　　平成２３年度～平成２７年度予算

（単位：百万円）

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

人件費の見積もり	8,641

(2) 収支計画　　平成２３年度～平成２７年度収支計画

（単位：百万円）

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

(3) 資金計画　　平成２３年度～平成２７年度資金計画

（単位：百万円）

区　　分	金　　額

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

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

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

２．短期借入金の限度額

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

３．不要な財産を処分する計画

特になし。

４．重要な財産を譲渡し、又は担保にする計画

特になし。

５．剰余金の使途

①施設・設備の整備(補修等を含む)

②業務に必要な土地、建物の購入

③海外交流事業の実施(招聘、セミナー、国際会議の開催)

④所内公募型研究の実施財源

【年度計画】

１．予算(人件費の見積もりを含む。)、収支計画及び資金計画

(1) 予算

(単位:百万円)

区　　分	２５年度
収入	
運営費交付金	2,570
施設整備費補助金	108
受託収入	449
その他収入	41
計	3,168
支出	
人件費	1,947
業務経費	614
施設整備費	108

受託経費	411
一般管理費	88
計	3,168

人件費の見積もり	1,589

(2) 収支計画

（単位:百万円）

区　　分	２５年度
費用の部	3,207
経常費用	3,207
研究業務費	2,174
受託経費	411
一般管理費	475
減価償却費	147
財務費用	0
臨時損失	0
収益の部	3,207
運営費交付金収益	2,570
手数料収入	0
その他収入	41
受託収入	449
寄付金収益	0
資産見返負債戻入	147
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	２５年度
資金支出	3,168
業務活動による支出	3,060
投資活動による支出	108
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	3,168
業務活動による収入	3,060
運営費交付金による収入	2,570
受託収入	449
その他収入	41
投資活動による収入	108
施設整備費補助金による収入	108
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、1,619 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。

◆２５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。

◆２５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

２５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。

なお、２６年２月の雪害により実海域再現水槽の建屋が倒壊し、同水槽が使用できなくなっており、研究計画に支障が生じております。緊急工事費、建屋撤去費用等について、運営費交付金を確保し、被害の拡大防止、早期復旧の準備を行いました。

（単位:百万円）

区　　分	年度計画	実績
収入		
運営費交付金	2,570	2,570
施設整備費補助金	108	150
受託収入	449	1,383
その他収入	41	98
計	3,168	4,201
支出		
人件費	1,947	1,894
業務経費	614	670
施設整備費	108	150
受託経費	411	1,303
一般管理費	88	81

計	3,168	4,098

人件費の見積もり	1,589	1,518

（２）収支計画

当期は総利益１６９百万円となりましたが、このうち純利益は１５１百万円です。純利益のうち１４６百万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５百万円です。残る１８百万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、２５年度の交付金債務執行率は 94.2%であり、未執行の交付金債務は１５０百万円となっています。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。９７百万円については､期を跨いだ契約済繰越案件に充当するために、２５年度の運営費交付金を節約し捻出したもので、２６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	3,207	3,871
経常費用	3,207	3,827
研究業務費	2,174	2,144
受託経費	411	1,028
一般管理費	475	429
減価償却費	147	226
財務費用	0	1
臨時損失	0	43
収益の部	3,207	4,022
運営費交付金収益	2,570	2,409
手数料収入	0	0
その他収入	41	112
受託収入	449	1,319
寄付金収益	0	8
資産見返負債戻入	147	174
臨時利益	0	1
純利益	0	151
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	18
総利益	0	169

（３）資金計画

（単位：百万円）

区　　分	年度計画	実績
資金支出	3,168	3,610
業務活動による支出	3,060	3,274
投資活動による支出	108	336
財務活動による支出	0	1
次期中期目標の期間への繰越金	0	0
資金収入	3,168	3,592
業務活動による収入	3,060	3,498
運営費交付金による収入	2,570	2,570
受託収入	449	823
その他収入	41	105
投資活動による収入	108	94
施設整備費補助金による収入	108	94
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１６９百万円は、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を引き続き実施するとともに、海洋構造物試験水槽の改修工事を一部実施する。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。

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。

◆　２５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、耐震工事を行っています。

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を採用して実施しました。

（２） 施設の維持管理

海洋構造物試験水槽について、より波高が高く、かつ多方向の不規則な波を再現可能なダブルフラップ型多分割造波機及び鉛直方向の潮流速度差の再現が可能となる潮流発生装置を導入し、機能を向上するため、工事費を２５年度補正予算で確保しました。

２６年２月の雪害により倒壊した実海域再現水槽の建屋については、被害の拡大防止のため建屋の撤去等を行うとともに、新建屋の検討等を行い、２６年度中の復旧を目指しております。

（３） 大阪支所の統合

大阪支所について、「独立行政法人の事務・事業の見直しの基本方針」（平成22年12月７日閣議決定）に従って、その機能を三鷹本所に統合しました。

２．人事に関する計画

（１） 人員管理

研究所では研究ポテンシャルを向上させるため、戦略的に研究者の採用を実施しています。独法全体を取り巻く厳しい環境により、研究所にとっては厳しい採用活動を強いられていますが、研究所一丸となって優秀な人材の確保に向けた努力を行っています。常日頃から共同研究の窓口として大学と太いパイプを有する研究連携主管が中心となって、造船系の学科を有する大学を中心に当該大学出身の研究者が率先して研究所の活動についての啓蒙を図り、また、インターンシップの受け入れを通じて学生に研究所の現状を理解していただいています。

さらに、新卒者のみならず、研究所が特に重点的に強化すべきと捉える分野・組織において高度の専門性を有する経験豊富な研究者を民間、大学等からも採用しています。

この結果、２５年度には新人研究員６名、任期付き研究員等６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、大学等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、大学等出身者の採用

研究所の研究戦略上不可欠で、かつ、民間、大学等がノウハウを有している分野において、経験豊富な民間、大学等出身研究者を採用しています。２５年度においては、業務が急増している海洋開発関係を中心に採用を行いました。

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

	２０年度	２１年度	２２年度	２３年度	２４年度	２５年度
任期付研究者の新規採用数	２名	６名	４名	４名	１名	２名
民間研究者等の新規採用数	３名	４名	２名	２名	０名	４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年度に引き続き、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。

また、２５年度においては、国の給与改正に準じて、５５歳を超える職員は標準の勤務成績以下では昇給しない等の昇給抑制に関する改正を実施しました。

さらに、給与水準については、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、９８．４となっております。また、研究職の給与指数は、１００．４となっています。

理事長の２５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、２５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。