

平成26年度 業務実績報告書

平成27年6月

国立研究開発法人 海上技術安全研究所



目 次

第1章 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するためにとるべき措置	1
1. 研究マネジメントの充実と研究成果の普及促進	2
2. 政策課題解決のために重点的に取り組む研究	29
【海上輸送の安全の確保】	30
【海洋環境の保全】	55
【海洋の開発】	88
【海上輸送の高度化】	112
3. 戦略的な国際活動の推進	131
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	139
1. 組織の見直しの継続	142
2. 事業運営の効率化	143
第3章 財務に関する事項	153
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	161
1. 施設及び設備に関する計画	163
2. 人事に関する計画	164

**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】

(1)研究マネジメントの充実と外部連携の強化

①戦略的企画

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

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

②外部からの研究評価の拡充

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

③基礎研究の活性化

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

④研究者の意欲向上に資する環境の整備

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

活性化を実施するだけでなく、職制にとら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。

(2)研究成果の普及及び活用の促進

①政策支援機能の拡充

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

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

②実用化等の成果の普及、活用の促進

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

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

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

③戦略的知的財産の取得、活用及び運用

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

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

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

信の観点から、英文論文数を 500 件以上とする。

【年度計画】

(1) 研究マネジメントの充実と外部連携の強化

① 戦略的企画

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

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

また、基本的方針で謳われている「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」研究テーマの検討を 3 研究所共同で行う。

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。

特に、横浜国立大学とは、海洋資源開発技術、海難事故防止に係る開発を促進するための研究開発拠点として「連携講座」を立ち上げることとする。

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。

特に、横浜国立大学との連携・協力関係の強化を通じ、海洋分野の教育拠点を形成し、同分野の基盤的な人材育成に積極的に貢献する。

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、府省横断による戦略的イノベーション創造プログラム、国土交通省による海洋産業の戦略的育成のための総合対策等の海洋フロンティア分野の研究開発に積極的に貢献する。

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昨年度に引き続き図る。

◆ 26年度計画における目標設定の考え方

第3期中期計画の4年度目である26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。

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。

◆ 26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。

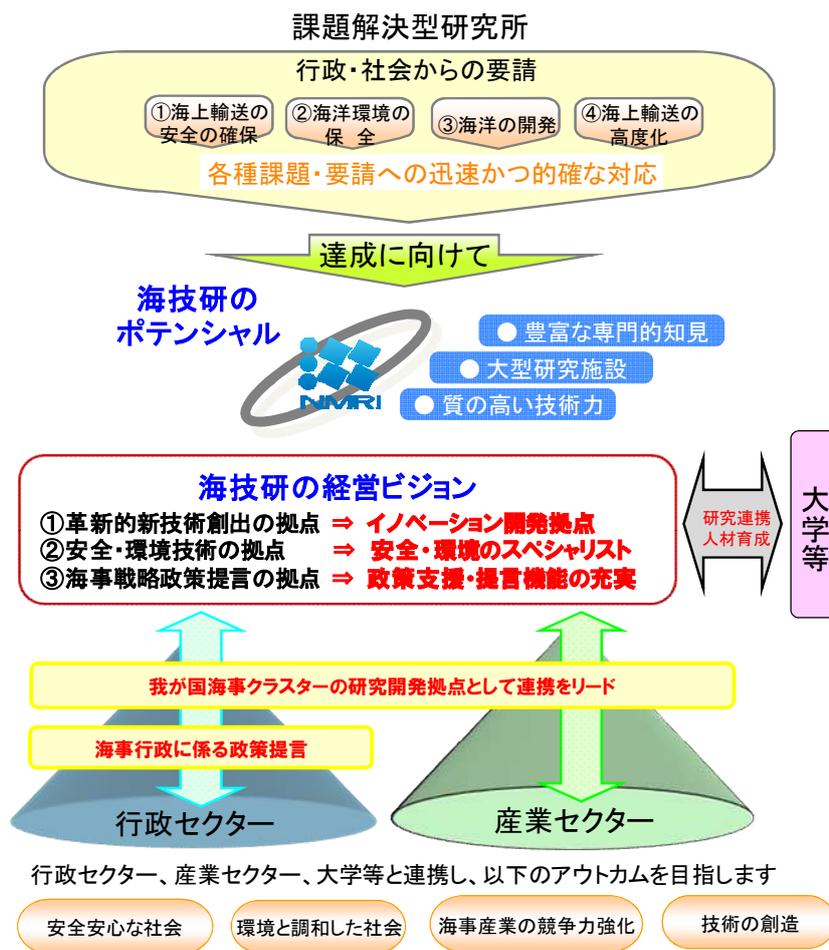


図 1. 1. 1 経営ビジョン

26年度においては、国の海洋産業の戦略的育成（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、25年度に海洋開発系から、水中の探査等の研究を行うために分離設置した水中工学センターの研究開発の実施およびそのコーディネート機能の向上を図るための機能強化を行いました。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創造プログラム（SIP）」のうち3課題に参画するなどの成果を上げ、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創造プログラム（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・イノベーション会議が10課題を選定。その1つである「次世代海洋資源調査技術」（海のジパング計画）の「AUV複数運用手法等の研究開発（高効率小型システム）」を開始しました。これに伴い、次項の水中工学センターの機能強化等を行い、総合的な研究開発計画の実施及びその企画立案・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、参画しています。

また、26年度から開始した「AUV複数運用手法等の研究開発（高効率小型システム）」については、当初計画に加え、当所の提案した起伏のある海底面を近接探査可能なホバリング型AUVシステムの開発が追加決定され、実施しました。

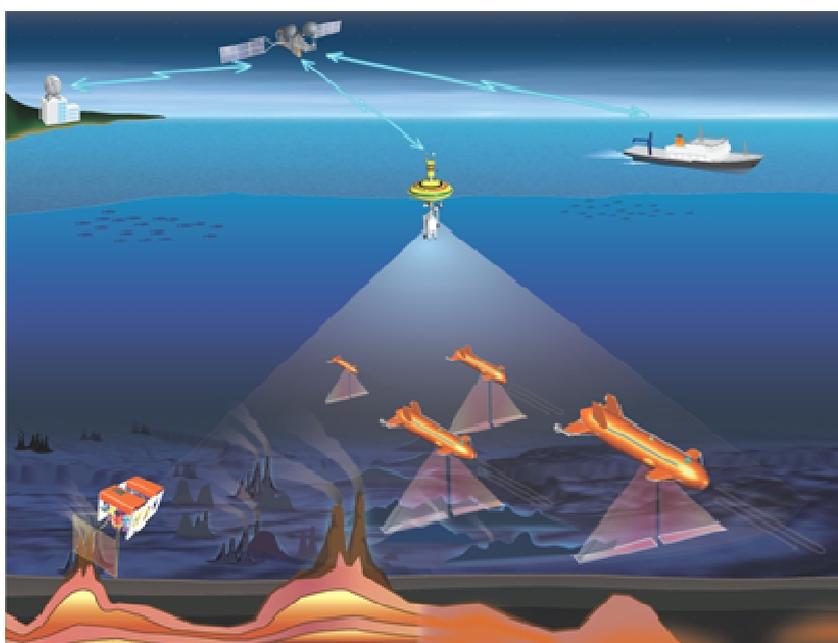


図1. 1. 2 AUV複数運用手法等の研究開発

(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創造プログラム（SIP）等の海洋開発に積極的に参加、貢献するため、25年度に海洋開発系から、水中の探査等の研究を行うため分離設置した水中工学センターに、任期付き及び新卒研究者のセンター員としての採用等を行い、大型プロジェクトにおけるコーディネート機能の向上を図りました。これにより、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（CO₂）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つの補助制度を立ち上げました。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、「船用コンバインドサイクル^{注1}システムの研究開発」、「LNG改質による船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（CO₂）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すが、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

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。26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。

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

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

図1. 1. 3 研究評価システム（評価機関毎の評価事項）

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。26年度は基盤研究、先導研究、合わせて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、26年度は、新たに、3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、26年度は57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。

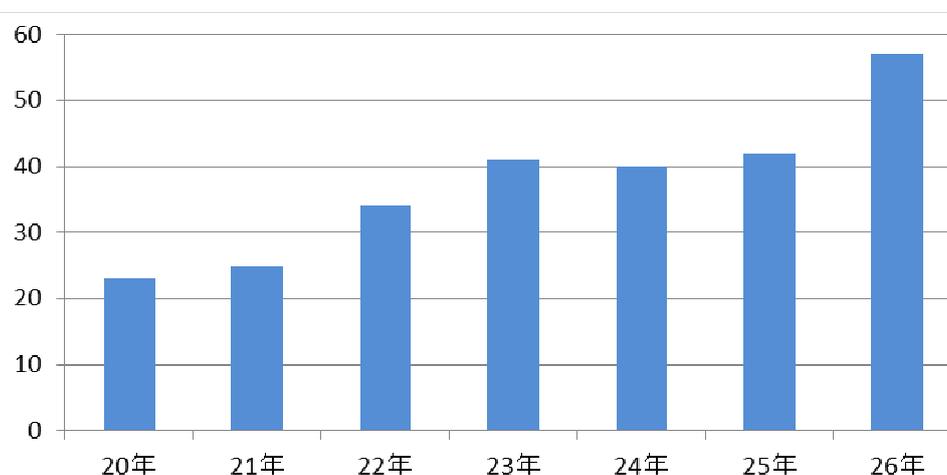


図1. 1. 4 科研費の研究課題数の推移

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

基礎研究に関して、外部資金による受託研究等の実施（獲得）実績に基づき、研究費に上乗せして配算するインセンティブスキームを導入しています。これは、各組織単位で研究者1人平均の外部資金獲得実績（国からの受託／請負、競争的資金、民間からの受託／請負）を比較したランキングを作成し、件数及び金額の双方で上位の研究系等に応じた次年度の実行予算を配算するものです。26年度についても、外部資金獲得実績に応じて配分をし、27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、26年度は3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（A、A、A、B、C、C）の上位2評価（A、A及びA）を受けた職員については、標準評価のBよりも引き上げられる号俸を大きくしました。

さらに、勤務評定結果について、昇格にも反映させており、A、A及びAの評価を受けた職員については、昇格要件の一つである在職期間を短縮し、より早く昇格できることとしています。こ

れにより、26年度は、9名が2ヶ月～1年2ヶ月早く昇格することが出来ました。

こうした改革により、「成果を出した者を正當に評価し、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、昇格についても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。26年度は、部分休業制度を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。

26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
流体設計系実海域性能研究グループ長他	研究チーム表彰 「実運航性能シミュレータ（VESTA）を開発し、最低推進力判定機能や試運転解析の波浪修正法の国際理解に貢献した功績」
流体設計系実海域性能研究グループ主任研究員他	研究チーム表彰 「粘性CFD手法により船舶の操縦運動を推定する手法を開発・高度化した功績」
構造安全評価系構造解析研究グループ主任研究員他	研究チーム表彰 「中小型船の船内騒音問題への対応に関する貢献」

(注) 所属及び役職の名称は27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。

26年度の実績は以下のとおりとなっています。

表 1. 1. 2 26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	51	211,000	33	604,988	48	6,378,814

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。

また、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）を作成しています。

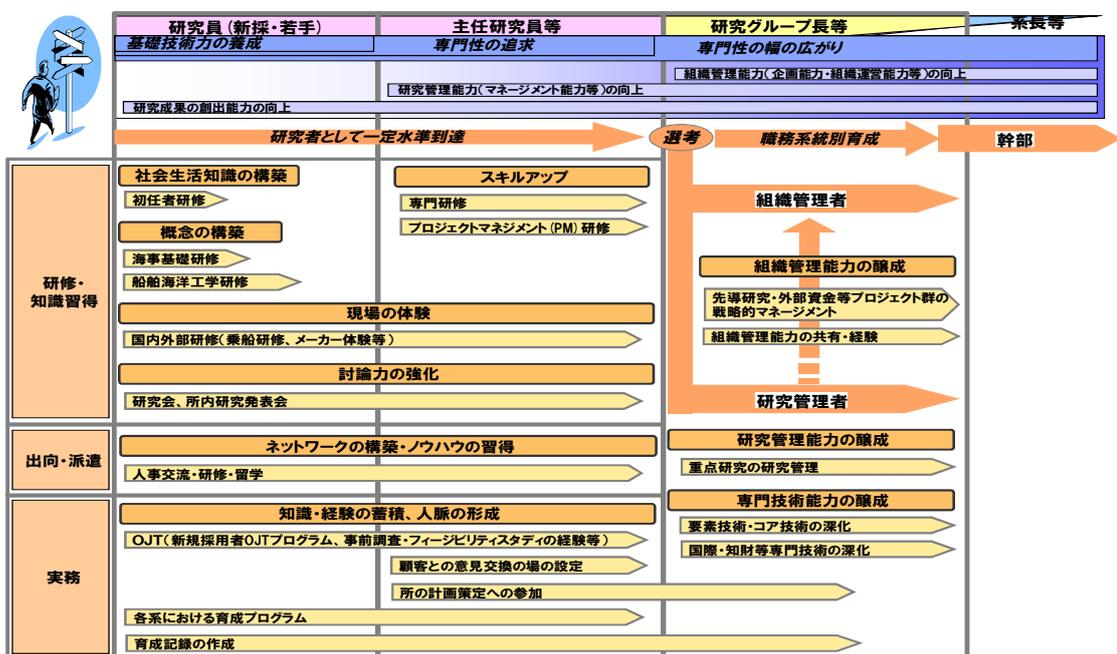


図 1. 1. 5 人材育成プログラム

26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

新規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5泊6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について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、25年度から引き続き、知財専門家として他者から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。

26年度の研修実績は外部受講者も含め、のべ458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 26年度の研修実績

研修名	内容	実施時期	参加者	成果
新人研修				
採用研修	研究所の研究内容、業務一連の把握、社会人としての一般教養の習得	4/1~4/4	8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

				での自覚の形成を図った。
OJT プログラム	適切な指導による研究業務の知識・経験の向上	通年	10名	各人の専門性や配属先で備えるべき技術に応じて個々にテーマを定め、OJTリーダーが実地で指導することにより、新人職員が研究所の研究のあり方や進め方の理解を深めることができ、研究者としての基礎的な能力向上が図られた。
海事基礎研修（基礎）	海事に係る環境等の基礎的な知識	5/9、5/15、5/20、10/30	11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、造船工程の現場を実際に見ることで、自身の研究と造船所の関わりを考える等、講義内容の深度化が図られた。
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	6/2～6/20	12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た。さらに外部受講者を募ると共に、地方5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	7/23～7/28	4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	6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	10/31	25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	12/18、2/20	13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

	・特許調査、検索方法の把握			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	・ハラスメントについて ・研究倫理について	1/22、2/3、2/13、 2/18	287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、具体例を織り交ぜた講義を行い、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 産学官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、実験施設の開放はもとより、打合せ、研究データの整理等を行う居室を設置しており、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。

(イ) 産学官連携に関する表彰

研究所の低VOC船底防汚塗料開発・実用化チーム、中国塗料株式会社、日立化成工業株式会社、日本中小型造船工業会及び弓削商船高等専門学校の5者が共同で取り組んだ「VOC（揮発性有機化合物）及び船体抵抗を低減する塗料の開発と実用化」研究が第13回グリーン・サステイナブルケミストリー賞の環境大臣賞を受賞しました。

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

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。

26年度は、海技研三鷹本所のほか、相生市、尾道市、今治市、佐伯市、横浜市の5会場でテレビ会議システムを使って研修を開催し、80名の外部受講生を受け入れました。



図 1. 1. 6 船舶海洋工学研修の様子

(イ) 大学院生・大学生の受け入れ

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

26年度は合わせて44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、26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	26年度
行政機関への出向等者数	1名	2名	3名	3名
研究系独法への出向者数	1名	1名	1名	1名
民間企業、船級協会への派遣	4名	5名	4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	5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。26年度は、ドイツ・ミュンヘン工科大学に1名留学（26年4月～27年3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、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）と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（平成25年3月に平成30年3月まで延長）、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。

26年度も、引き続き共同研究（大水深海域における石油・天然ガス開発技術に関する共同研究）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高精度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。

26年度は、浮体式 LNG 生産システムの一体解析が可能なシミュレーションプログラム NMRI-NT を用い、外部タレット方式の係留を検討し、係留索の異常統計解析により、従来の船級規則の方法がライン張力を過小評価する可能性を示すことにより、NK における「浮体式海洋液化天然ガス及び石油ガス生産、貯蔵積出、再ガス化設備のためのガイドライン」の改定案作成に貢献しました。

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、26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。

26年度は、横浜国立大学との連携において、これまでの非常勤講師の派遣、共同研究の実施、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。

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（ブラジル）	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12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（ブラジル）	研究協力	19年9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（インドネシア）	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（CO₂）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を改善する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 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、FLNG システムの浮体や係留システム、その他装置等の一体解析が可能なシミュレーションプログラム NMRI-NT を開発し、係留に関する設計要件の検討を行い、船級規則の改定案作成に貢献しました。

(ウ) 東日本大震災復興支援

東京電力福島第一原子力発電所事故により海洋に放出された放射性物質の海底土中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、海底地形及び海底土中の放射性物質の分布状況を詳細に把握し、かつその経時変化を把握することを目的とし、24年度に開発した海底土のセシウム 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) を用いて、広範囲な海域を線状に計測し、計測結果をもとに2次元マップを作成しました。

この技術を活用し、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26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等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・宮城県において、総距離約1,240kmの海底土中のセシウム 137 の分布を連続的に計測しました。その結果、面的な放射能濃度の経時変化を把握することに成功し、福島第一原子力発電所の20km圏内において、海底土のセシウム 137 の濃度は、平成25年度の調査に比べて60%程度までに減少していることを明らかにしました。また、海底土のセシウム 137 の濃度が局所的に高い状態にある場所の分布、濃度変化、移動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。このような放射能濃度の時空間変動、含水率、有機物の特性分析等により、高濃度の放射性物質の分布が形成される要因についても明らかになり、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。

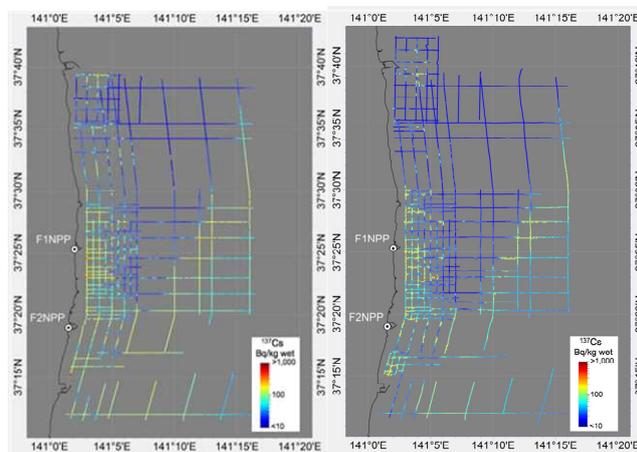


図1. 1. 7 福島第1原発沖、阿武隈川河口 ¹³⁷Cs 濃度分布の測定結果 (左:平成25年度調査、右:平成26年度調査)

(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、26年度、三浦半島沖における衝突事故に係る解析調査をはじめ、漁船転覆事故に係る解析調査等、運輸安全委員会等より事故原因解析の調査を4件請け負い、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端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最終報告書のとりまとめ（27年3月）にも貢献しました。

当該事故の最終報告書を踏まえ、国は、再発防止策として、大型コンテナ船を対象に、「波の衝撃で生じる船体振動による力」及び「横方向から船体に加わる力の影響」にも耐えられる船体強度とすることを義務付けることとしました。また、国際海事機関（IMO）に対しても対策の実施を国が働きかけをしていくことになりました。



図1. 1. 8 事故時の事故船の状態（亀裂の進展方向（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最終報告書より抜粋）

(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。

26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

26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

船舶観測による広域サンゴモニタリングに関する研究
離島の交通支援のためのシームレス小型船システムの開発
海洋鉱物資源開発における交通運輸分野の技術開発に関する研究
船舶から排出されるブラックカーボン排出状況調査研究業務
波力等海洋エネルギー発電施設の安全対策のための調査研究
東南アジア地域の内航船安全ガイドラインの作成に関する調査
原子力災害環境影響評価システムの維持及び保守
京浜港横浜区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
放射性物質の海上運送の安全対策に関する調査研究
船舶主機等の最低出力規制に関する調査
エネルギー効率指標等に基づく国際海運からの温室効果ガス削減対策に関する調査
損傷時復原性に関する旅客船のリスクレベルの調査
関門港関門航路六連島東方沖における安全阻害に係る解析調査
大型コンテナ船の安全性向上策に資する技術的課題の調査研究
漁船転覆事故に係る解析調査
三浦半島沖における衝突事故に係る解析調査

② 実用化等の成果の普及、活用の促進

(ア) 研究成果の活用、実用化

26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、産業界における研究成果の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、平成25年度に17隻の実船への装着が決定し、平成26年度には11隻の実船に装着されました。

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

(a) 共同研究・受託研究の実績

26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72件、受託研究120件、合計192件と年度計画を大幅に超え、数値目標を上回りました。

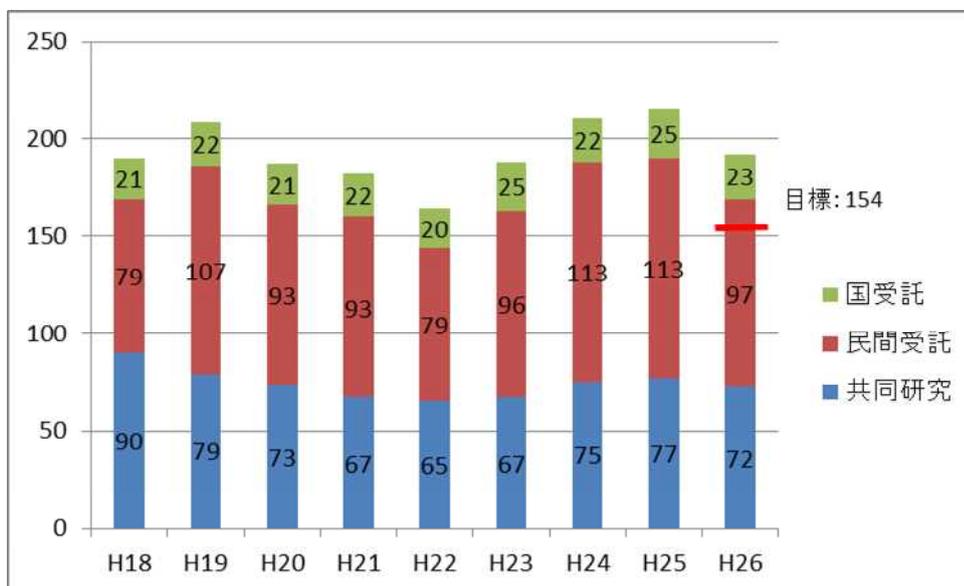


図1. 1. 9 受託研究及び共同研究の件数推移

(b) 競争的資金の実績

競争的資金について、26年度の数値目標を25件以上としておりましたが、件数で58件獲得しました。内訳として、科学研究費補助金57件、地球環境保全試験研究費1件となっております。

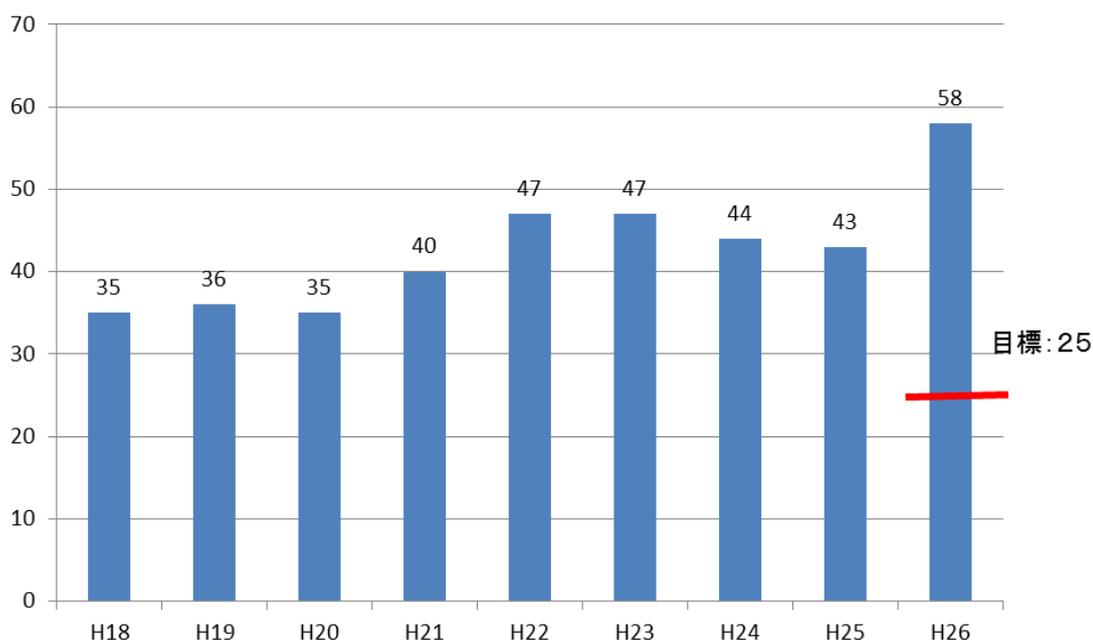


図1. 1. 10 競争的資金獲得件数の推移

(c) 顧客満足度調査の実施と改善

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

26年度調査の集計結果（回答件数46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割以上の方からご満足いただいております。また、高い技術力による成果の質について高く評価されているとともに、丁寧な説明による提案力、迅速な対応に対しても評価をいただいております。

契約手続きに関しても、8割以上の方からご満足いただいております。民間企業からは、対応が丁寧であったことなどが評価されています。

表 1. 1. 7 顧客満足度調査結果

	満足	その他の評価
研究者の対応	91%	・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。
報告書	84%	・高い技術力・提案力で適切な対応に感謝。 等
契約手続	83%	・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14回研究発表会（26年6月）

第14回研究発表会は、効率的で安全な船舶の設計、合理的な安全基準の開発、船舶運用支援による安全性と経済性の実現、多様化する環境問題とそのソリューション、海洋開発の次世代技術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、さらに中水槽他の実験施設を公開しました。

また、テレビ会議システムを活用し、相生市、尾道市（因島）、今治市、横浜市、大分市の5会場でも聴講できるようにしました。

(b) 第14回海上技術安全研究所講演会（26年11月）

第14回講演会を、11月17日に福岡で開催しました。研究所からは、海事分野での環境規制に対応する研究開発や海洋開発の鍵を握る技術開発を紹介しました。外部講師からは、国土交通省の海事産業への取り組みや世界の造船業界の動向等を紹介しました。



図 1. 1. 11 講演風景

表 1. 1. 8 研究所主催の研究発表会等

発表会名	場所	来聴者数	出席者の概要
------	----	------	--------

第 14 回研究発表会	所内及びサテライト会場	232 名	民間企業：71%、官公庁・関係団体：24%、大学：5%
第 14 回海上技術安全研究所講演会	福岡	290 名	民間企業：83%、官公庁・関係団体：14%、大学 3%

(c) 展示会等への参加

表 1. 1. 9 研究所が参加した展示会等

発表会名	内容	時期 場所	講演 参加者
国際海事展「SEA JAPAN2014」	流体分野の取組み、排ガス規制対応、海洋開発等の研究内容について、講演とブース展示	4 月 東京ビッグサイト	328 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、26 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. 10 技術相談窓口及び出前講座

	23 年度	24 年度	25 年度	26 年度
技術相談窓口	5 件	13 件	24 件	53 件
出前講座	6 件	4 件	5 件	6 件

表 1. 1. 11 26 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	7 月	横浜国立大学	韓国のフェリー「セウォル号」の事故、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。
石炭の自然発熱への対応（低品位炭利用拡大に向けて）	9 月	一般財団法人石炭エネルギーセンター（JCOAL）	石炭の運送基準の変遷、通風とガス計測、高温場所からの隔離等の要件等について講演を行った。
海難事故事例からみたリスク管理とヒューマンファクターについて	12 月	日本原子力発電株式会社	海難事故解析の手法や事故例について紹介し、事故を減らすための安全工学的アプローチやリスクマネジメントアプローチといった内容について講演を行った。

(e) 公開実験と一般公開の実施

研究所における特定の研究テーマについての研究内容を海事関係の専門家の方に理解いただき、また、来場の研究者との意見交換等を行うため、見学者を公募して行う実験公開を次表のとおり 5 回開催し、合計 121 名の見学者がありました。

表 1. 1. 12 公開実験の実績

テーマ	時期	施設
浮体式洋上風力発電模型によるブレードピッチ制御の公開実験	11月	変動風水洞
浮体式波力発電装置の同調制御の公開実験	11月	動揺水槽
LNG船の球形タンクの強制動揺実験	3月	6号館実験場
第9回船舶用CFDセミナー	3月	TKP 品川カンファレンスセンター
船舶の機関点検支援システムの公開実験	3月	10号館実験場

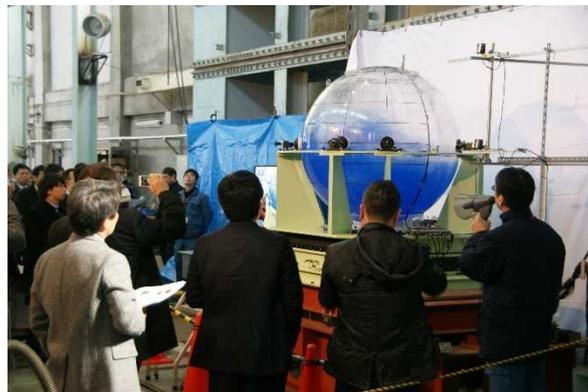


図 1. 1. 12 LNG船の球形タンクの公開実験

また、春の科学技術週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4,462名にご来場頂きました。アンケート調査結果を踏まえ、更に研究所における研究活動を一般の方に理解いただく様、公開内容等を充実させていきたいと考えています。



図 1. 1. 13 研究施設の一般公開

表 1. 1. 13 一般公開来場者数の推移

	23年度	24年度	25年度	26年度
来場者数	2,194	5,885	4,504	4,462

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。26年度は、42回、のべ536名の方の見学に対応しました。

表 1. 1. 14 所内施設見学実績

	件数	人数
関係官庁、事業者	10	168
団体等	14	186
学校関係	18	182
計	42	536

(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。26年度は、年間のHP全アクセス件数が約170万件となりました。今後も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、ホームページやメールニュースの充実化を図り、情報発信に努めました。

表 1. 1. 15 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	38件	セウォル号沈没事故（NHK、日本テレビ、TBS、フジテレビ、テレビ朝日） 英国、大型貨物船座礁（NHK、TBS） 深海水槽の造波（NHK Eテレ）等
一般紙	38件	セウォル号沈没事故、衝突安全性に優れた造船用鋼板を実用化、海底掘削及びレアアース回収の技術開発 等
海事専門紙	198件	ホバリング型 AUV の開発着手、船用機関の硫黄分規制で国際ワークショップの開催、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。26年度は7月に三鷹市立第六中学校、2月に三鷹市立井口小学校と三鷹市立第二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年度から図書館の一般開放を実施しています。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、26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、知財専門家による事例を交えた研修(半日)を実施しました。職員25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じた国際出願の在り方、強く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13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、26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から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、457件となり、年度計画の目標値312件に対して145件上回るようになりました。また、英文論文については、160件となり、年度計画の目標値である100件を大きく超える結果となっています。

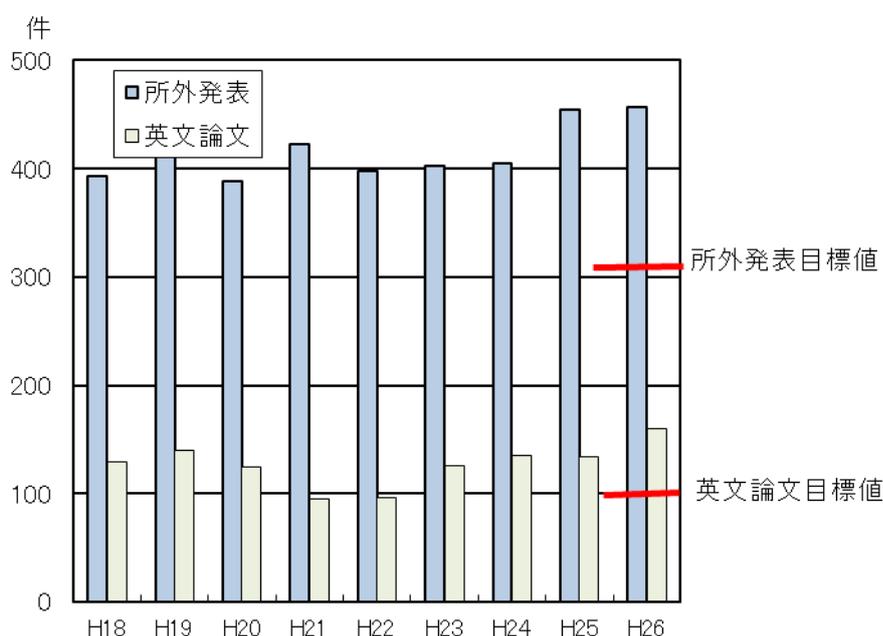


図1. 1. 14 所外発表件数推移

また、特許出願とプログラム登録を合わせて年度計画では49件の目標値を定めていますが、26年度は51件となり、目標を上回りました。

表1. 1. 16 特許出願・プログラム登録推移

	23年度	24年度	25年度	26年度
特許新規出願、プログラム新規登録(件)	50	50	52	51

(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。研究所は、数値流体力学（CFD）プログラム等の知的財産について、H25年度に海外の造船会社及び設計会社に対し、現地での説明会を実施し、H26年度は、利便性の向上を図るため、マニュアルの英語化を行いました。

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、海洋フロンティア分野における海洋再生エネルギー、海洋資源開発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船用ハイブリッドシステム、船用電気推進システム、船用リチウム電池等の新たな技術、大規模システムに対する安全性評価手法の開発等
- (2) リスクベース安全性評価手法等を用いた合理的な安全規制体系化に関する研究
 - －リスクベース安全性評価手法等を適用した設計支援ツールの開発及びLNG燃料船等の新たなシステムに対する安全に係るガイドラインの作成
 - －経年船体構造の検査・診断技術の開発、疲労強度への板厚影響評価 等また、大型船舶の衝突、異常波浪による小型船舶の沈没等の海難事故が依然として高い水準で発生している。

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

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

【年度計画】

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

系の構築に関する次の研究を行う。

- (1) 安全性の確保・向上に資する、先進的な構造解析技術等を活用した安全性評価手法の開発・高度化及び革新的動力システム等の新技術に対応した安全性評価手法の開発に関する研究
 - －設計ガイドライン作成に向けて、波浪荷重から構造強度までを一貫して解析する手法を多様な船種に適用するための汎用化を進め、各種試設計船に対する強度評価を行う 等
- (2) リスクベース安全性評価手法等を用いた合理的な安全規制体系化に関する研究－リスクベース設計を可能とするため、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
 - －平成25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用い、リスク最小化を目的としたリスクベース設計を行い、リスクベース設計のための評価方法を開発する
 - －船体構造の主要継手を対象に、ピーニング処理等の疲労強度改善効果及び板厚効果への影響を評価し、これらを考慮した疲労強度評価線図を作成する 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
 - －操船リスクシミュレータで実海域再現水槽と同程度に精細な波浪が再現されることを確認した後、リアルタイムで動作する操船リスクシミュレータ用の波浪中船体運動計算プログラムの作成を開始する
 - －海上交通流シミュレーションを用いて、分離航行や速度管理を実施した場合の効果や航路標識の最適投入位置等を推定する 等

◆ 26年度の取組状況

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

【主な研究成果の例】

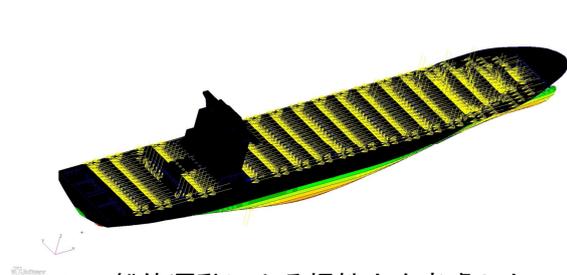
◎先進的な荷重・構造一貫性能評価手法の開発及び新構造基準の検討に関する研究

・荷重・構造一貫性能評価手法の汎用性の確保

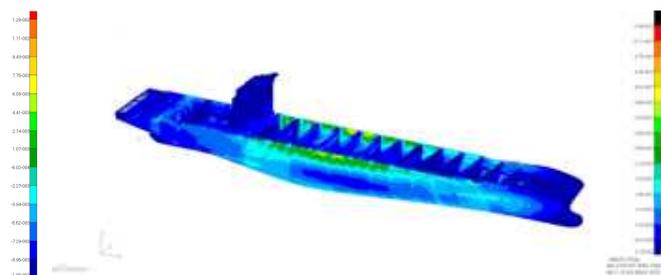
大型コンテナ船折損事故を契機として、船舶の構造安全評価法の一層の高度化が求められている。このため、「直接強度評価を活用した構造安全評価法」の研究開発をさらに進めた。

荷重・構造一貫性能評価手法の汎用性を高め、コンテナ船等の痩せ型船に拡張し、その検証を行った。特に、荷重の評価精度を高めるために、慣性力の作用する方向を考慮したコンテナ荷重の負荷方法を開発した（プログラム登録）。コンテナ運搬船安全対策検討委員会（主催：国土交通省）において、波浪による横荷重等応力の2軸性を考慮した縦曲げ最終強度評価の重要性が提言されたことを受けて、共同研究（大学、船級）を実施し、「二重底応力推定算式」を開発し、当該規則開発に貢献しました。

コンテナ船の一貫解析に係る波浪、船速条件等のシリーズ計算のバッチ処理による自動化や荷重負荷を必要とする要素の抽出の高速化を図るための GUI 改善、これらに適合するためのプログラム開発も実施しました。



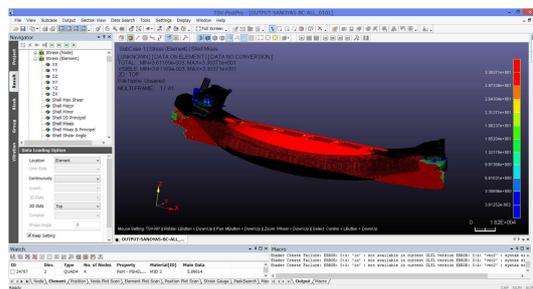
船体運動による慣性力を考慮した
コンテナ荷重の設定



荷重構造全船一貫解析例

・波浪荷重評価ツールの拡張

集中波や2方向波中での構造強度推定法の確立を行う上で不可欠となる多方向波中での荷重推定法を開発し、当所プログラム NMRIW（波浪荷重評価ツール）を拡張しました。



GUI による荷重構造全船一貫解析の結果表示例
（波浪中での応力分布と変形図）

◎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

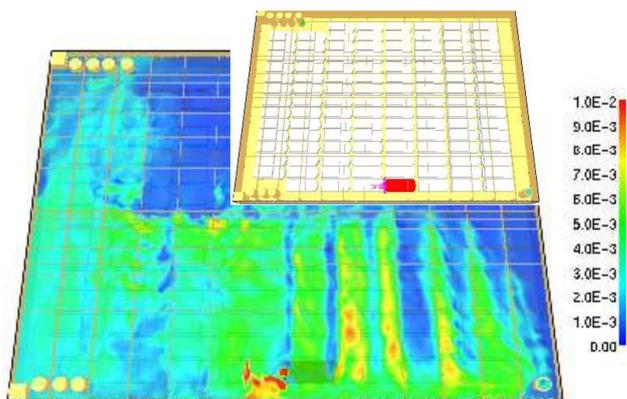
・液化水素タンカーの安全要件の策定

豪州と日本の間を航行予定の液化水素タンカーを対象として安全性のリスク解析を行い、タンクの隔離等の合理的な安全要件を示し、国土交通省と豪州海事安全庁との合意に貢献した。

上記の安全要件の検討結果により国際基準化に向けた議論が促進され、IMO において新規作業計画に盛り込まれました。

・水素燃料電池自動車対応の安全性評価の実施

海上輸送中の燃料電池自動車からの水素漏洩等を想定した安全性評価を行うため、車両積載区画の通風状態を予測する数値モデルを開発、安全性評価手法を提示しました。



船倉内の水素漏洩の拡散シミュレーション事例

◎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

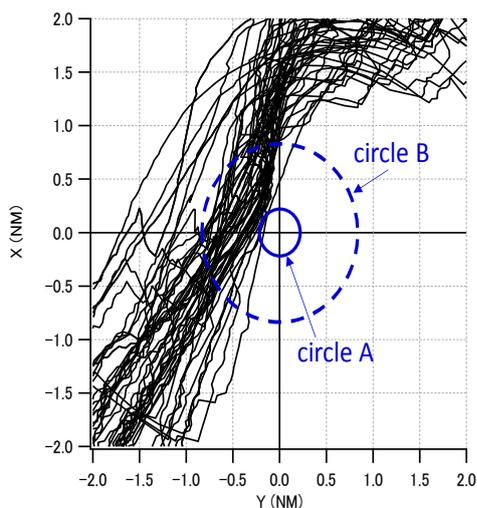
・海上交通流シミュレーションを用いた分離航行等の効果の分析

分離航行の実施による通航分布を予測するため、実際に航行が制限された海域に着目してその航行状況を分析、有効性を提示しました。

本解析を発展させ、今後、第3次交通ビジョン（海上保安庁）の「準ふくそう海域の安全対策」の検討を共同で実施することに合意しました。

・避航操船アルゴリズムの改良

AIS データによる船舶毎の見合い関係を抽出し、避航操船の実態を解析。より現実に近い避航操船アルゴリズムを構築しました（プログラム改良）。



避航操船した場合の後方航過船の相対航跡図

circle A：避航操船をした場合の最接近距離

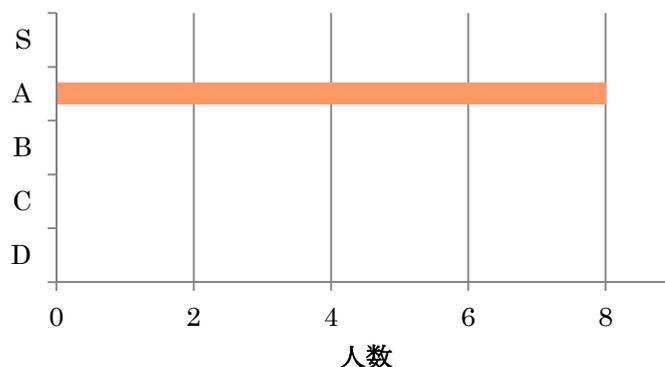
circle B：避航操船をした場合の最短前方航過距離

◆その他適切な評価を行う上で参考となり得る情報

27年6月11日に開催した海技研研究計画・評価委員会（外部委員による評価）（委員長：藤久保 昌彦 大阪大学教授）において、重点研究について年度の評価を受け、評点 S～D 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。

海上輸送の安全の確保



【海技研研究計画・評価委員会委員コメント】

- コンテナ船の二重底応力推定算式はタイムリーな成果であり、座屈強度についても実験と実船レベルで提案法の検証がなされたことは基準合理化に資する成果である。（大学、造船、海運）
- コンテナ船の折損事故を契機に、多方向波中での外荷重の推定方法を確立すると共に、内荷重としてのコンテナ荷重についても精度向上に努め、プログラムパッケージ化したことは、海技研ならではの成果と考える。また、本研究により、3大貨物であるタンカー、バルカー、コンテナ船の荷重・構造一貫性能評価が完成したとのことであり、船舶の安全性向上に貢献するものと評価する。（造船）
- 液化水素タンカーの安全要件の国際基準化に向けた先行的取り組みや海上交通における分離航行の効果分析は、今後の安全基準等策定への新たな道筋をつけた点で顕著な成果と評価する。（大学、海運）
- AIS で得られたと同様な海上交通の状況を再現できるシミュレーションの実現は顕著な社会的貢献と思われる。（大学）
- 斜め追風中で舵効きにプロペラ荷重度などの影響が出ることを明らかにしたことは、IMOでの最低出力ガイドライン審議に関して、顕著な社会的貢献と思われる。（大学）
- 復元性基準の機能要件化において IMO における審議に貢献しており、国際的観点からも大きな意義のあるものとなっている。（大学）
- 燃料電池車の販売が開始されるなど水素燃料社会の到来が社会的に期待されており、また海上安全の確保に向けた国土交通省や海上保安庁の取り組み方針にも合致している。（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 ① 安全性の確保・向上に資する、先進的な構造解析技術等を活用した安全性評価手法の開発・高度化及び革新的動力システム等の新技術に対応した安全性評価手法の開発に関する研究		
研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度		
中期目標	中期計画	研究テーマ
○安全性の確保・向上に資する、先進的な構造解析技術等を活用した安全性評価手法の開発・高度化及び革新的動力システム等の新技術に対応した安全性評価手法の開発に関する研究	○波浪荷重から構造強度までを一貫して評価・解析可能となるプログラムの開発及び設計ガイドラインの作成	①先進的な荷重・構造一貫性能評価手法の開発及び新構造基準の検討に関する研究
	○環境インパクトの大幅な低減を目指して開発されている船用ハイブリッドシステム、船用電気推進システム、船用リチウム電池等の新たな技術、大規模システムに対する安全性評価手法の開発	②ハイブリッド制御システム等の安全性評価技術の開発に関する研究 (平成 25 年度終了研究)

中期目標課題 ② リスクベース安全性評価手法等を用いた合理的な安全規制体系化に関する研究		
研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度		
中期目標	中期計画	研究テーマ
○リスクベース安全性評価手法等を用いた合理的な安全規制体系化に関する研究	○リスクベース安全性評価手法等を適用した設計支援ツールの開発及び LNG 燃料船等の新たなシステムに対する安全に係るガイドラインの作成	①リスクベースの安全性評価手法等を適用した設計技術の確立及び安全基準の策定に関する研究
	○経年船体構造の検査・診断技術の開発、疲労強度への板厚影響評価	②経年構造の検査・診断技術の開発に関する研究 (平成 25 年度終了研究) ③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	①実海域再現水槽と操船リスクシミュレータを融合した海難事故等再現・解析技術の高度化に関する研究 ②海難事故初動分析の高度化に資する推定技術構築に関する研究 (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	③事故原因分析とヒューマンファクター分析に基づく合理的な安全と運航規制体系の構築に関する研究

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

研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度

政策課題

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

中期目標	中期計画	研究テーマ
○安全性の確保・向上に資する、先進的な構造解析技術等を活用した安全性評価手法の開発・高度化及び革新的動力システム等の新技術に対応した安全性評価手法の開発に関する研究	○波浪荷重から構造強度までを一貫して評価・解析可能となるプログラムの開発及び設計ガイドラインの作成	①先進的な荷重・構造一貫性能評価手法の開発及び新構造基準の検討に関する研究
	○環境インパクトの大幅な低減を目指して開発されている船用ハイブリッドシステム、船用電気推進システム、船用リチウム電池等の新たな技術、大規模システムに対する安全性評価手法の開発	②ハイブリッド制御システム等の安全性評価技術の開発に関する研究 (平成 25 年度終了研究)

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

最終成果とアウトカム

- 目標とする荷重・構造一貫性能評価手法は、これまでに例がない、より実海域性能に近い評価を可能とする。
- 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。

26 年度計画

- 設計ガイドライン作成に向けて、波浪荷重から構造強度までを一貫して解析する手法を多様な船種に適用するための汎用化を進め、各種試設計船に対する強度評価を行う。具体的には、
 - ・ 実船計測データとの比較を通じた荷重・構造一貫解析手法の更なる検証とともに、改良を反映したプログラムパッケージ (NMRIW、NMRI-DESIGN-PRE) の汎用化
 - ・ 集中波や 2 方向波中での降伏強度推定法の確立

26 年度の研究成果

- コンテナ船、ガス船等瘦せ型船のための当該手法の検証やこれらの技術課題を克服するための手法の改良を行った。とりわけ、慣性力の作用する方向を考慮したコンテナ荷重の負荷方法を開発し、プログラム登録を行った (Fig.1 及び Fig.2)。さらに、コンテナ船の一貫解析に係る波浪、船速条件等のシリーズ計算のバッチ処理による自動化や荷重負荷を必要とする要素の抽出の高速化を図るための GUI 改善 (Fig.3) 及びこれらに適合するためのプログラム開発を行った。
- 集中波や 2 方向波中での降伏強度推定法の確立を行う上で不可欠となる多方向波中での荷重推定法を開発し (Fig.4)、これにもとづき当所プログラム NMRIW を拡張した。さらに出会い方位や波の組み合わせが荷重及び強度に及ぼす影響を検討し (Fig.5)、知見を得た。

◆特許、発表論文等の成果 (26 年度)

プログラム登録 : 1 件
 発表論文 : 10 件

参考図

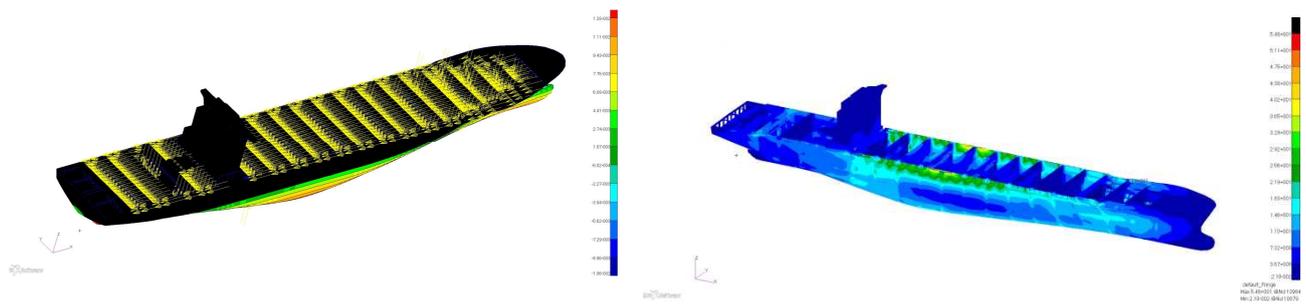


Fig.1 本研究で開発したプログラムを用いた船体運動による慣性力を考慮したコンテナ荷重の設定 (左図)
 Fig.2 本研究で開発したプログラムを用いた荷重構造全船一貫解析例(右図)

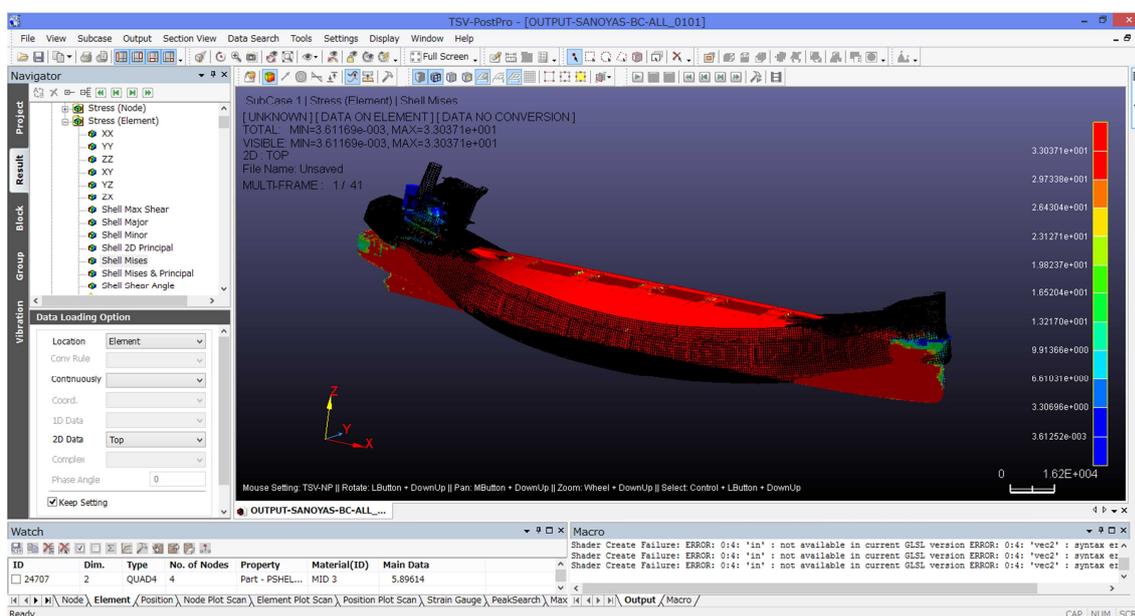


Fig.3 本研究で開発した GUI (グラフィックユーザーインターフェース) による荷重構造全船一貫解析の結果表示例 (波浪中での応力分布と変形図)

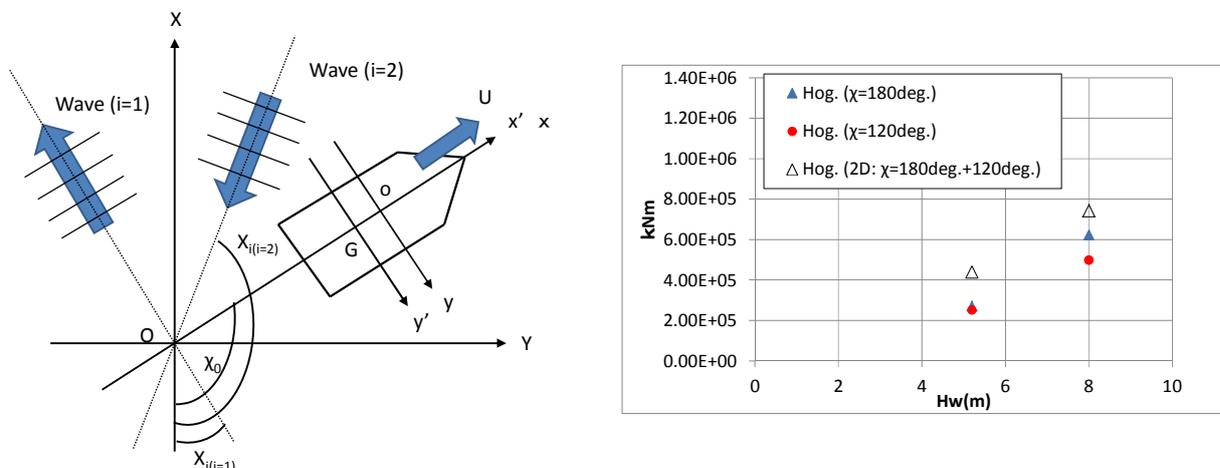


Fig.4 本研究で開発した多方向波中荷重推定プログラムの座標系 (左図)
 Fig.5 荷重に対する波向き及び方向波の組み合わせの影響の評価例 (右図)

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、
 □IMO において、リスクベース設計ガイドラインに関する議論が進んでおり、我が国においても、リスクベース設計の体系的手法の確立が急務
 □将来的に需要が見込まれ、国際基準策定の必要性があるが、未だ安全性評価手法が確立されていないものについて、安全性評価手法を確立し、国際基準案を策定
 □IMO において、復原性基準の機能要件化が指向されており、直接計算法による基準適合手法の確立が急務。

中期目標	中期計画	研究テーマ
○リスクベース安全性評価手法等を用いた合理的な安全規制体系化に関する研究	○リスクベース安全性評価手法等を適用した設計支援ツールの開発及び LNG 燃料船等の新たなシステムに対する安全に係るガイドラインの作成	① リスクベースの安全性評価手法等を適用した設計技術の確立及び安全基準の策定に関する研究
	○経年船体構造の検査・診断技術の開発、疲労強度への板厚影響評価	② 経年構造の検査・診断技術の開発に関する研究 (平成 25 年度終了研究)
		③ 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 ① リスクベースの安全性評価手法等を適用した設計技術の確立及び安全基準の策定に関する研究

最終成果とアウトカム

□体系的なリスクモデルを構築し、体系的な HAZID 手法、体系的事故シナリオの開発、安全・環境の統合指標の開発し、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。

26 年度計画

□平成 25 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用い、リスク最小化を目的としたリスクベース設計を行い、リスクベース設計のための評価方法を開発する。具体的には、
 1. リスクベース設計支援ツールの開発
 (1) 火災、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、Napa による旅客船モデルとタンカーモデルから作成する。
 (2) 火災シミュレーションを実施すべき事故シナリオを作成し、それらに沿って旅客船モデルの火災シミュレーションを実施する。
 (3) 旅客船モデルの火災シミュレーション結果を用いて EVAC で避難シミュレーションを実施する。また、その結果を用いて旅客船モデルを実施するのリスク解析。また、消火オペレーション、避難場所等を RCO として旅客船モデルのリスクベース設計を実施する。
 (4) 油流出シミュレーションを実施すべき事故シナリオを作成し、それらに沿ってタンカーモデルの油流出シミュレーションを実施する。その結果を用いてタンカーモデルの油流出リスク解析を実施する。また、油流出シミュレーションの結果より、タンカーのリスクベース設計における仮想油流出量のモデル化を行う。
 (5) 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詳細の検討を実施する。
 2. 新規輸送物等の安全基準の策定
 (1) 「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。
 (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) 国際海上固体ばら積み貨物規程に記載されていない固体ばら積み貨物の種別の判定方法及び運送方法の決

定方法に関する知見をまとめる（海技研報告）。

- (4)IAEA 放射性物質安全輸送規則（SSR-6）の 2013 年見直しサイクルにおいて、加盟国から提出された改正提案に対する国内意見を取りまとめ、我が国としての対処方針を作成する。特に、我が国から提出した 2 提案（放射性核種の基礎的数値（A1/A2 値等）の見直しおよび輸送貯蔵兼用容器）については、基礎的数値の再計算等の検討を行い TRANSSC 等での改正草案作成を主導する。また、緊急時対応の安全指針（TS-G-1.2）の改正については、福島事故教訓を踏まえて行われることとなっており、当事国として適切に議論に参加する。

3.復原性基準の機能要件化

- (1)IMO 第 2 世代非損傷時復原性基準に係る 5 要件のうち、「パラメトリック横揺れ」「復原力喪失」についての評価を進め基準案の最終化に貢献する。
- (2) IMO 第 2 世代非損傷時復原性基準に係る 5 要件のうち、設計への影響が大きいことが明らかになった過大加速度に関する安全レベルを評価し、これに基づく合理的な基準案を策定するための研究
- (3)客船安全強化の検討に資するため、損傷時復原性に係る安全性レベルの評価を実施し、具体的な基準案の策定に貢献するための技術的背景を整備する。

26 年度の研究成果

□リスクベース設計支援ツールの開発

- (1)火災、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、Napa による旅客船モデルとタンカーモデルから作成した。
- (2)火災シミュレーションを実施すべき事故シナリオを作成し、それらに沿って旅客船モデルの火災シミュレーションを実施した。
- (3)旅客船モデルの火災シミュレーション結果を用いて EVAC で避難シミュレーションを実施するとともに、その結果を用いて旅客船モデルのリスク解析を実施した。また、消火オペレーションを RCO(Risk Control Options: リスク低減対策)として旅客船モデルのリスクベース設計を実施することを目的とした火災と避難のシミュレーションを実施し、それらの RCO によるリスク低減効果を評価するとともに(Fig.1)、リスクベース設計のための火災リスク評価方法を開発した。更に、IMO における避難解析ガイドライン（MSC.1/Circ.1238）の見直し審議への情報提供として、船体の傾斜による煙の流れの変化及び人の歩行速度の低下を考慮した避難解析結果を船舶設計建造小委員会（SDC 2）へ文書提出した。
- (4)油流出シミュレーションを実施すべき事故シナリオを作成し、そのうちの 1 つに沿ってタンカーモデルの油流出シミュレーションを実施した。(Fig.2) また、二重船殻でも単船殻と同程度の油流出をもたらす事故シナリオで使用することを目的として、揮発性液体のタンク破孔からの流出を模擬する簡易モデルを開発し、LNG を対象に試算を行った。(Fig.3)
- (5)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した。また、リスクベース設計の評価手続きに関する初期の検討を実施した。

□新規輸送物等の安全基準の策定

(1) 車両積載区域の通風のための空気清浄性管理

2015 年 3 月に開催された第 2 回船舶設備小委員会において、議長として「車両積載区域の通風のための空気清浄性管理」等に係る SOLAS 条約改正案の修正を提案し（SSE 2/J/6）、小委員会はこの案に合意した。

車両積載区域の通風状態を簡便に予測する数値モデルの開発を目的に、船倉天井面の大骨及び小骨が換気流に与える影響をモデル化し、質量保存風速場を再現する MASCON モデル（MASs CONSistent flow model）に組み込むことにより、数値流体力学的手法による解析に比べ極めて短時間に船倉内気流場を再現することを可能にした。

(2) 天然ガス燃料船のリスク解析

国際ガス燃料船コード案の修正及び同コードの義務化のための条約改正に係る提案文書の策定に貢献した（CCC 1/4/9, CCC 1/4/10, MSC 94/11/9 & MSC 94/11/10）。提案の一部は、条約改正案等に反映された。

液化水素タンカーの安全要件の策定のため、IMO に情報を提供するとともに（CCC 1/INF.23）、これを新規作業計画とする提案文書の作成（MSC 94/18/3）等に貢献した。その結果、本件は IMO の作業計画に取り入れられた。また、豪州海事安全庁との協議において、タンクの隔離要件に係る我が国意見について説明し、合意を得た。

(3) 国際海上固体ばら積み貨物規程

海洋環境有害固体ばら積み貨物に関する通信グループのコーディネータを務めた（CCC 1/5/1, CCC 1/INF.4 & CCC 1/INF.5）。また、小委員会において本件に係る作業部会の議長を務め（CCC 1/WP.4）、IMSBC コードの改正案をまとめるとともに、各種の問題点を整理した。この改正案の取り入れの是非については、海洋環境保護委員会及び海上安全委員会で審議される。

IMSBC コードに記載されていない貨物の運送方法については、これまで我が国が提案し、国際的な合意が得られていなかった貨物の運送方法の説明に努めたところ、我が国提案が基本的に合意され、IMSBC コード改正案が作成された。

海洋環境有害物質に係る IMSBC コード改正との整合を図るため、新規固体ばら積み貨物の承認方法に係る海技研報告執筆を延期した。

(4) 放射性物質安全輸送規則

放射性物質輸送規則（SSR-6）の2013年規則見直しサイクルに提出された主要課題を整理し、通信グループ等の議論に参加した。特に、輸送貯蔵兼用カスクの規則取り入れ及び輸送物固縛に係る規則助言文書改正案（2015年規則見直しサイクルに提出される予定）の作成作業に参加した。また、緊急時対応の安全指針（TS-G-1.2）改正については、2015年3月に開催された技術会合（TM-49609）において審議されたが、福島事故教訓を含むこれまでの検討経緯を説明するなどして、文書作成計画の見直しに貢献した。これらの文書については現在IAEAが審議中である。

□復原性基準の機能要件化

- (1) 基準開発の最終段階を迎えた「パラメトリック横揺れ」及び「復原力喪失」について、基準案を計算するプログラムを開発した。基準案の試計算に参加するとともに、計算を実施する上での留意点及び問題点を明らかにし、IMOでの審議に貢献した。さらに、これらのプログラムを規制当局でも活用し、基準適合評価が可能となるような手順書（フローチャート及び解説書）を作成した。（Fig5参照）
- (2) 過大加速度に関する現時点における基準案の直接計算プログラムを開発し、造船所との協業を通じて安全レベルを評価した。この結果をもとに現行基準案の問題点を指摘する等、IMOでの審議に貢献した。
- (3) 損傷時復原性基準において数値基準として規定されている要求区画指数により具体的に確保されている損傷時復原性に係る安全性を評価する方法を開発した。これにより、比較的小さなROPAX（Ro-Ro客船）についての評価を実施するとともに船の種類、大きさ及び配置と要求区画指数の関係についても検討した。これらの結果はIMOでの審議に反映した。

◆特許、発表論文等の成果（26年度）

特許：なし
 プログラム登録：
 発表論文：16件
 受賞：なし

参考図

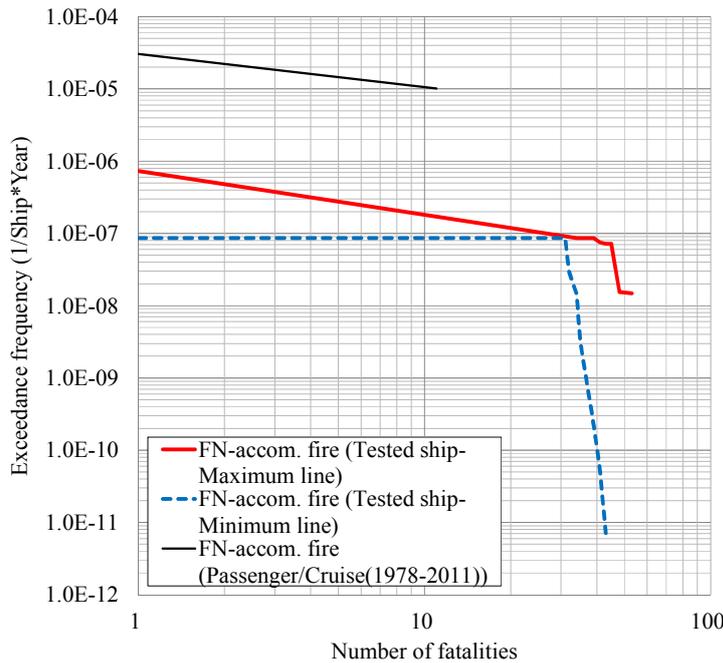


Fig.1 クルーズ客船(定員 120 人)の居室火災の FN 線図(上限線:赤、下限線:青、事故データ:黒)

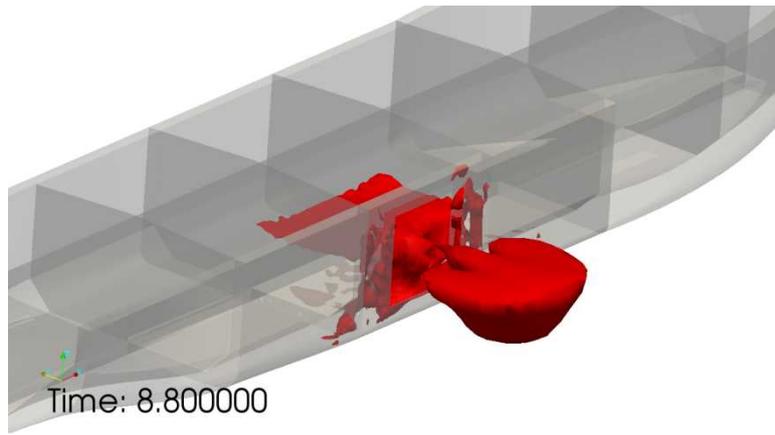


Fig. 2 OpenFOAMによる二重船殻タンカー大規模破孔からの油流出シミュレーション(8.8秒後)

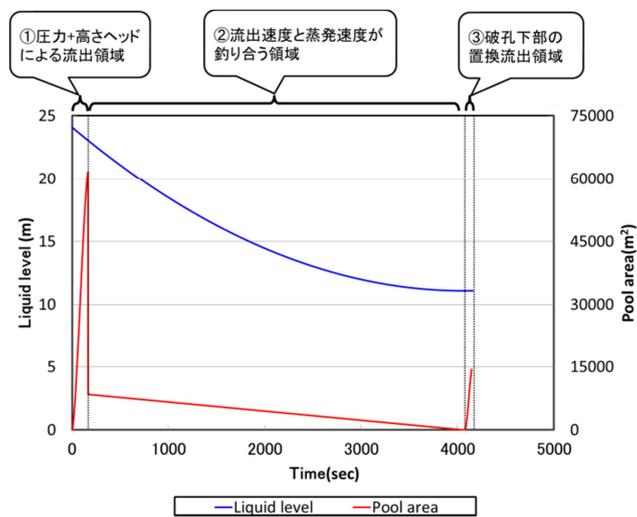


Fig.3 タンク破孔からの揮発性液体流出の簡易推定モデルによる計算結果(LNGを想定)

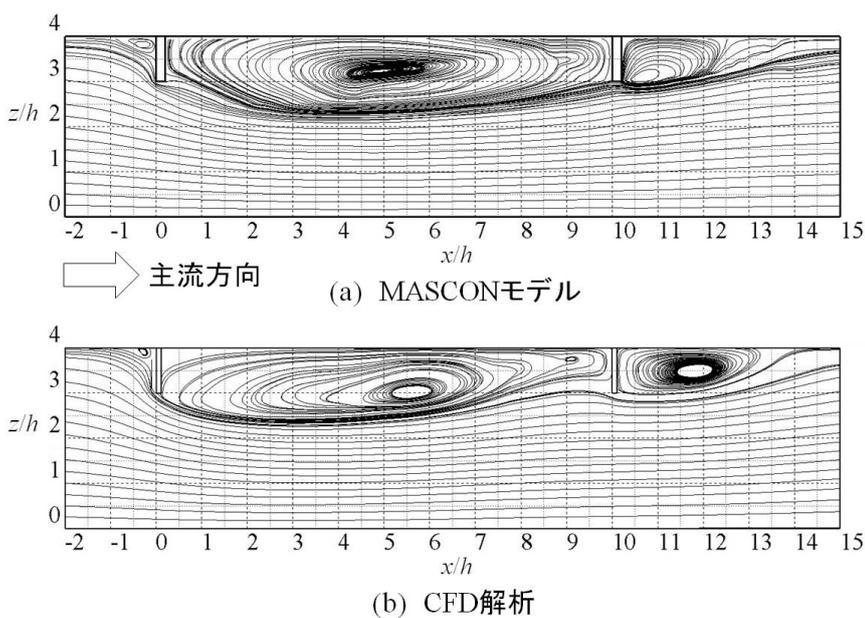


Fig.4 補強部材の影響を考慮した MASCON モデルによる気流場（流線）の例 (a)。比較のため、CFD 解析結果を (b) に示す。

復原力喪失角計算フローチャート

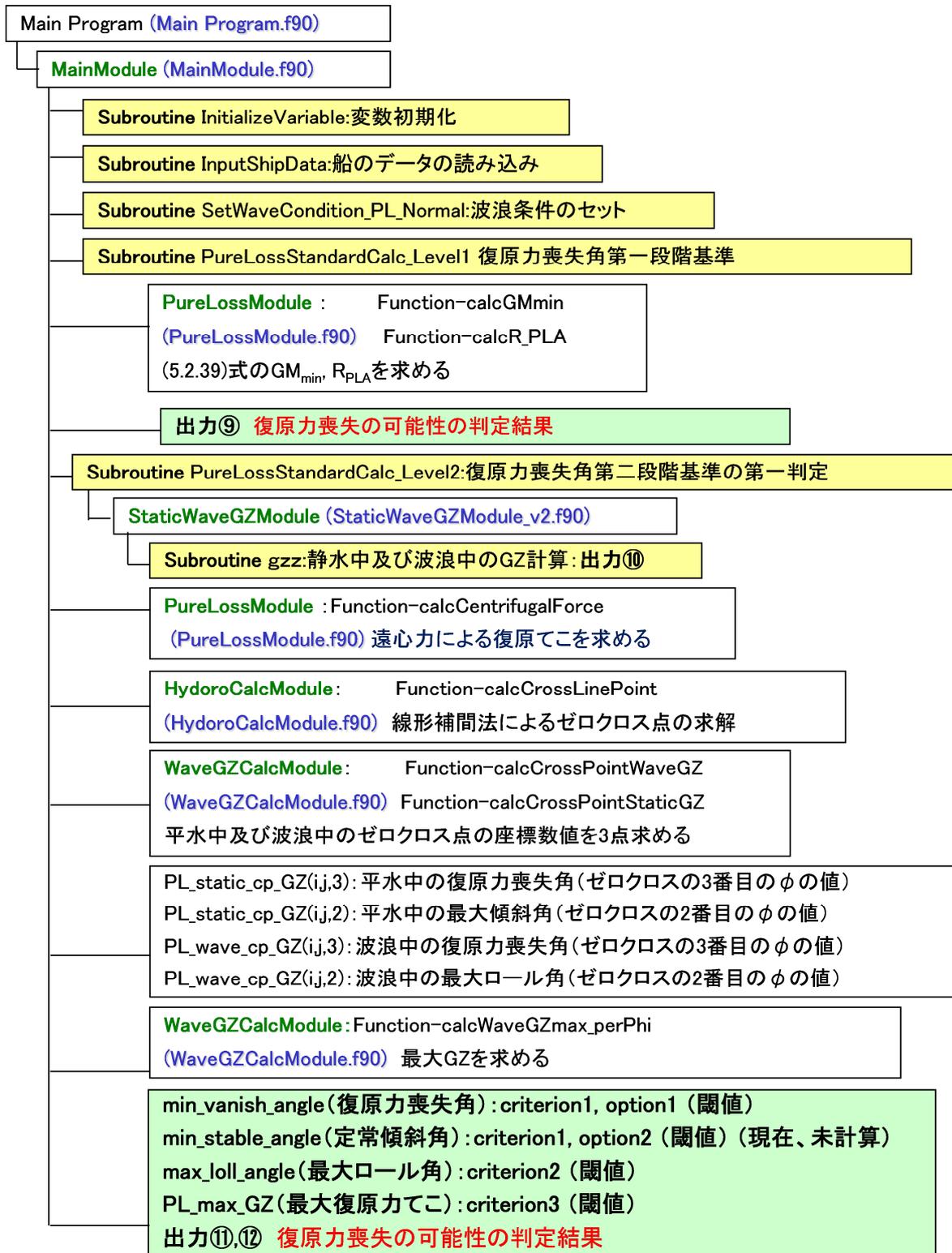


Fig.5 復原力喪失に係る基準適合評価プログラムの手順書 (抜粋)

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	① リスクベースの安全性評価手法等を適用した設計技術の確立及び安全基準の策定に関する研究
	○経年船体構造の検査・診断技術の開発、疲労強度への板厚影響評価	② 経年構造の検査・診断技術の開発に関する研究 (平成 25 年度終了研究)
		③ 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 ③ 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

26 年度計画

- 船体構造の主要継手を対象に、ピーニング処理等の疲労強度改善効果及び板厚効果への影響を評価し、これらを考慮した疲労強度評価線図を作成する。具体的には、
 - ・非荷重伝達型十字継手の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。
 - ・連続防撓パネルの実用的な最終強度推定法（以下、提案解析手法）による、溶接初期不整及び面内剪断／圧縮の応力比が座屈・最終強度に及ぼす影響評価。
 - ・提案解析手法を実船構造へ適用し、実船詳細 FEM 解析との比較検証。

26 年度及び 3 期中期計画の研究成果

- 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、**超音波ピーニング処理材（平成 25 年度残部）とショットピーニング処理材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）。その結果、溶接後改善処理の指針見直しへの提言に有益なデータや係数が得られた。なお、民間企業との守秘義務契約のため、本報告書への超音波ピーニング処理材のデータの掲載は割愛した。
- 疲労き裂伝播解析に必要な物性値として、以下の基礎データを取得した。
 - ・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**（図 3）。その結果、応力集中と残留応力を考慮した、最大応力と応力振幅が明らかになった。
 - ・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**（図 4）。発生位置については、超音波ピーニング処理材は試験片の端部からの発生が多いのに対し、溶接まま材、グラインダ処理材ならびにショットピーニング処理材は特に傾向は認められなかった。
- FE 解析を用いて連続防撓パネルに生じる初期撓みのモードを変えた剪断座屈最終強度評価を実施し、**剪断座屈波形に支配的となる半波成分を初期撓みに含む場合、最終強度が低下することを明らかにした**（図 5）。
- 面内剪断／圧縮の応力比を変えた検討を行い、**提案解析手法を用いた計算結果が座屈試験体の示す最終強度と同等の値を示すことを確認した**。
- 実船の縦通隔壁を FE モデル化し、**実船 FEM モデルと提案解析手法で得られる最終強度の比較検証を実施し、提案解析手法の実用性を示した**。
- ◆特許、発表論文等の成果（26 年度）
 発表論文：H23-2 件、H24-1 件、H25-4 件、H26-3 件

参考図

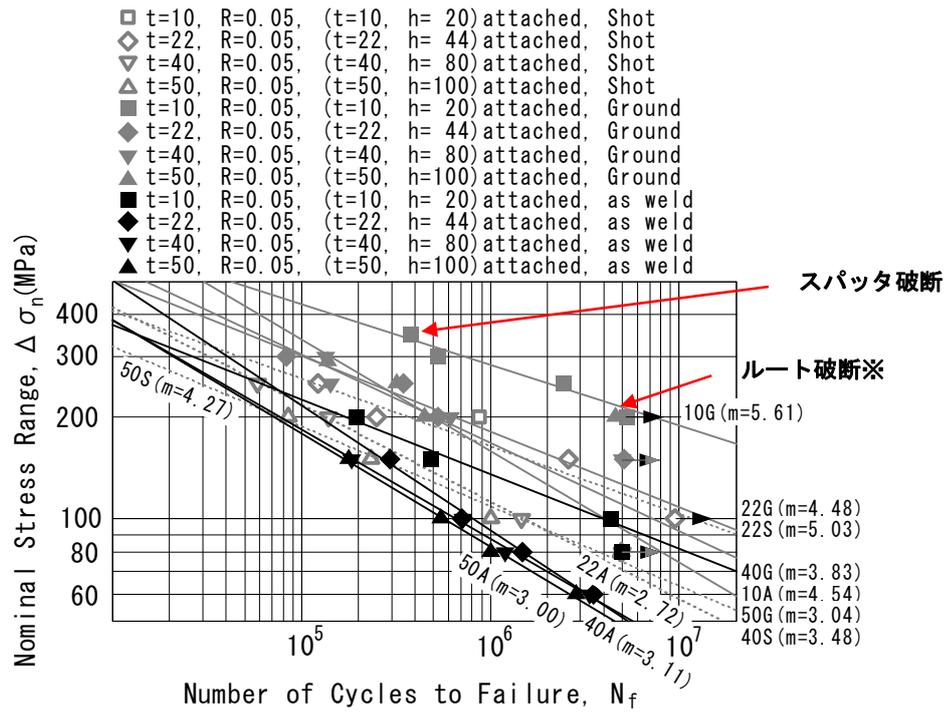


図1 S-N線図

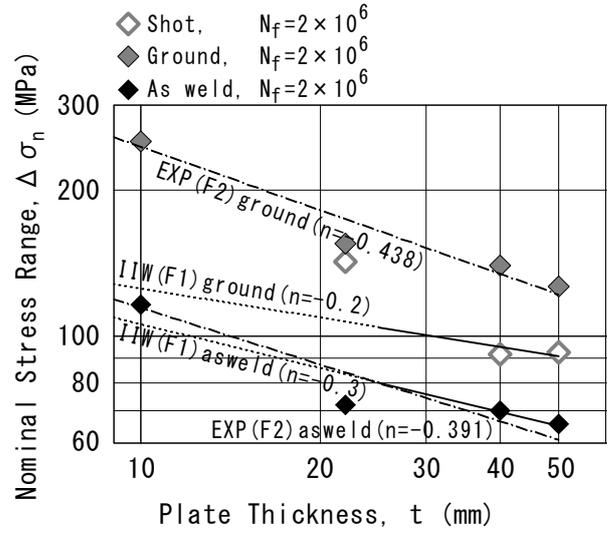


図2 200万回疲労強度における板厚効果

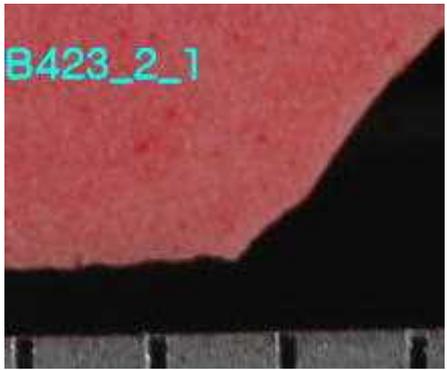


図3 印象材を用いて計測した溶接止端形状

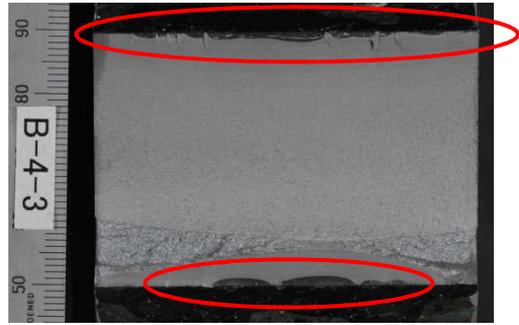
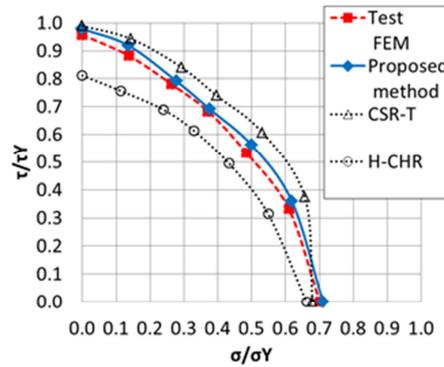


図4 インク浸透法によるき裂形状測定 (5%ドロップ法で疲労き裂発生と判定された時点の表面き裂形状)

A_{MN}		N					
		1	2	3	4	5	6
M	1	0.43	0.27	0.02	0.04	0.05	0.00
	2	1.99	0.26	0.36	0.01	0.08	0.01
	3	0.79	1.22	0.10	0.09	0.01	0.03
	4	1.37	0.22	0.42	0.01	0.02	0.00
	5	0.07	0.64	0.00	0.08	0.01	0.01
	6	0.20	0.10	0.16	0.02	0.01	0.01

初期たわみモード	実計測値(上図)	① $A_{21}=1.5$	② $A_{41}=1.5$	③ $A_{32}=1.5$
最終強度 (剪断荷重Q[kN])	579.2	584.4	579.4	537.6

図5 防撓パネルの剪断座屈波形に含まれる半波成分の実計測値(上図)と初期撓みモードの違いによる座屈試験体の最終強度の比較(下図)



	shcp	100	102	106	110	115	130	010
Test	$\sigma / \sigma Y$	0.00	0.14	0.26	0.37	0.48	0.61	0.70
FEM	$\tau / \tau Y$	0.96	0.88	0.78	0.68	0.53	0.33	0.00
Proposed method	$\sigma / \sigma Y$	0.00	0.14	0.28	0.38	0.50	0.62	0.71
	$\tau / \tau Y$	0.98	0.92	0.79	0.69	0.56	0.36	0.00
CSR-T	$\sigma / \sigma Y$	0.00	0.14	0.29	0.40	0.53	0.66	0.68
	$\tau / \tau Y$	0.99	0.94	0.84	0.74	0.61	0.37	0.00
H-CHR	$\sigma / \sigma Y$	0.00	0.11	0.24	0.33	0.43	0.55	0.66
	$\tau / \tau Y$	0.81	0.76	0.69	0.61	0.49	0.31	0.00

図6 提案解析手法と試験体 FEM モデル及び規則算式との最終強度相関関係の比較

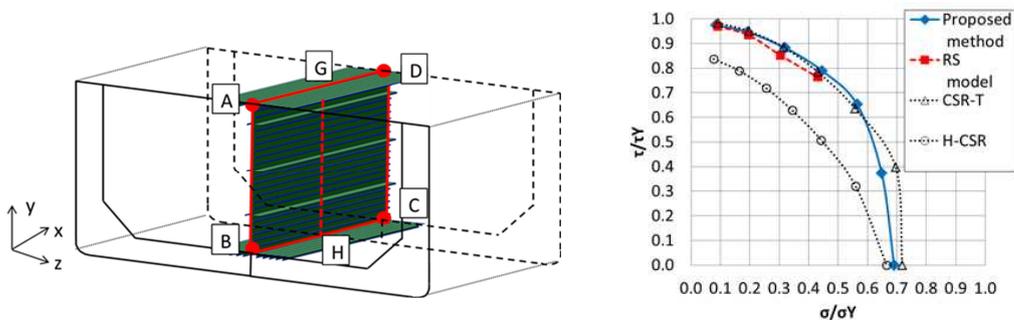


図7 実船 FEM モデルの全景(左)及び提案解析手法との最終強度相関関係の比較(右)

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

研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度

政策課題

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

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

中期目標	中期計画	研究テーマ
○海難事故等発生時の状況を高精度で再現し、解析する技術の高度化及び適切な対策の立案のための研究	○実海域再現水槽と操船リスクシミュレータをリンクさせ海難事故等の再現性向上・原因解析の迅速化等を図るシミュレーション技術の開発	①実海域再現水槽と操船リスクシミュレータを融合した海難事故等再現・解析技術の高度化に関する研究
	○海難事故原因、規制の社会費用便益等の観点を踏まえた運航規制等の安全性評価を可能とする海上交通流シミュレータの開発	②海難事故初動分析の高度化に資する推定技術構築に関する研究(平成 24 年度終了研究) ③事故原因分析とヒューマンファクター分析に基づく合理的な安全と運航規制体系の構築に関する研究

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

最終成果とアウトカム

- 複雑な多方向不規則波中の事故など、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

26 年度計画

□操船リスクシミュレータで実海域再現水槽と同程度に精細な波浪が再現されることを確認した後、リアルタイムで動作する操船リスクシミュレータ用の波浪中船体運動計算プログラムの作成を開始する。

具体的には、

- ・舵効き船速修正の有効性を検証し実船の荒天下操船限界を実験的に明らかにする。
- ・面的波浪場計測の解析プログラムを完成させリアルタイム性のある波浪場計測システムを完成させる。
- ・前年度定式化したたたみ込み積分型船体運動モデルに基づいた計算プログラムを作成する。
- ・波浪画像生成システムの有効性の確認と船体運動プログラム用フレームワークの設計製作をおこなう。
- ・逆転時の運動計算プログラムを開発するとともに浅水域・低速時の流体力推定法の整備をおこなう。
- ・波浪中船体運動推定プログラムを操船リスクシミュレータで稼働させるための改修をおこなう。

26 年度の研究成果

- 荒天下でも自由航走模型船の運動を実船相似にする舵効き船速修正を提案して理論計算で有効性を検証した。荒天下を想定したプロペラ高荷重・大斜航状態での流体力を実験的に把握してその影響を理論計算で明らかにした。(図 1,2)
- 超音波を用いた面計測技術の開発において解析アルゴリズムと計測手法・ハードウェアに関する問題点の抽出をおこなった。(図 3)
- 定傾斜状態の縦運動と横運動が連成した、たたみ込み積分型船体運動計算プログラムを作成した。(図 4)
- 操船リスクシミュレータ用の MMG 型操縦運動計算プログラムに風影響と周波数応答型の縦・横・上下揺れ運動を付加するモジュールを追加し高速船の着岸シミュレーションを可能にした。(図 5,6)
- プロペラ逆転時のプロペラ力・舵力に関する数学モデルを提案し操舵を伴うプロペラ逆転停止運動計算プログラムを開発した。主要目のみから低速・浅水影響を考慮しうる流体力推定法を提案した。(図 7)
- 操船リスクシミュレータで稼働予定の波浪中船体運動推定プログラムに当所で開発した実用的風圧力推定法を組み込み、送風機を用いた風圧下の自由航走試験結果との比較検討によって船体運動計算の妥当性を確認した。(図 8)

◆特許、発表論文等の成果 (26 年度)

特許：3 件(うち国際出願 1 件)

発表論文：10 件(うち査読論文誌 2 件, 国際研究集会 3 件)

受賞：1 件

参考図



図1 高プロペラ荷重度・大斜航状態での流体力計測実験

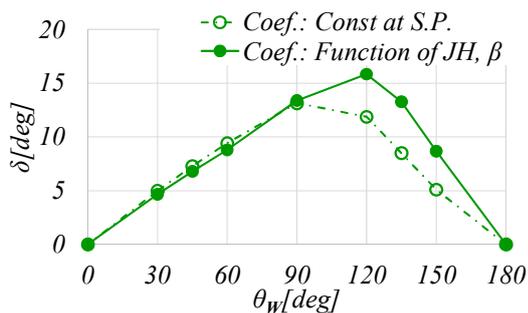


図2 定常航行中の舵角の推定計算結果 (風力階級 10 相当の波風中(θ_w は波風との出会角, 0deg が正面向波向風), 破線と白抜き印が船の流体力にプロペラ荷重度と斜航角の影響を考慮しない場合、実線と塗りつぶし印が考慮した場合の計算結果を表す。流体力にプロペラ荷重度と斜航角の影響を考慮しなければ舵角が過小評価になる。)

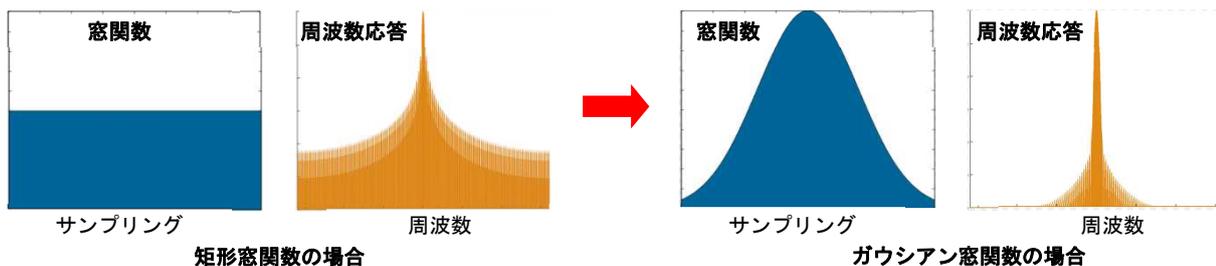


図3 超音波振動子の効率的駆動法

(超音波振動子を駆動するパルス信号は、所定のパルス幅(例: 0.1ms)の信号(矩形窓)を計測間隔(例: 10ms)で生成し振動子の固有振動数(1MHz)の搬送波と掛け合わせ(ミキシング)振動子の駆動パルスを生じている。矩形窓を通すことで共振周波数に対して帯域幅が広がり放射エネルギーが小さくなる問題を解決するため、固有振動数の搬送波にガウシアン窓を導入することとした。)

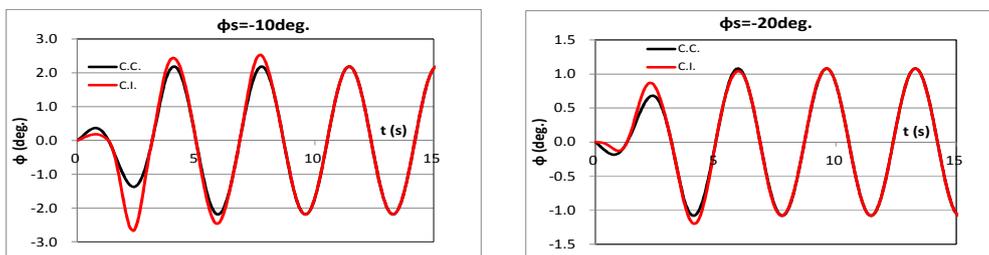


図4 定傾斜状態の横揺の時系列計算例 (80GT型まき網漁船: 正面向波) (左図:定傾斜角 10 度、右図:定傾斜角 20 度、CI:たたみ込み積分型、CC:定数係数型)

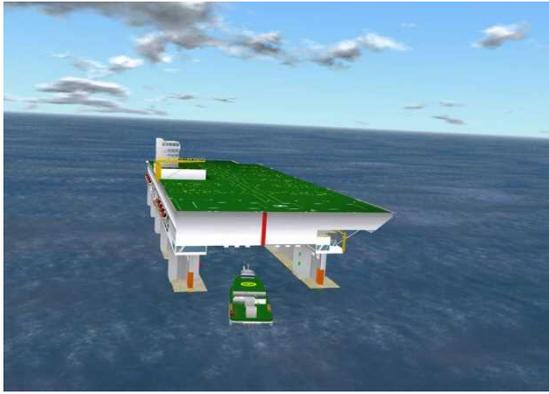


図5 波浪中の海域での高速船の海洋構造物への着棧

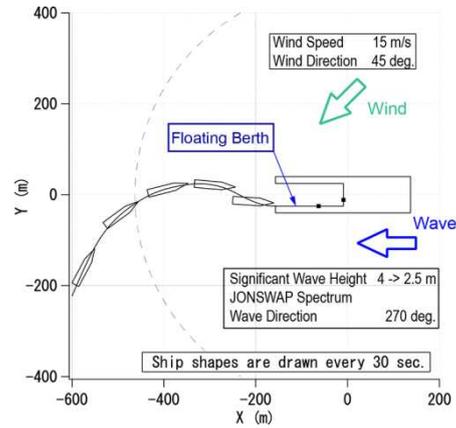


図6 風速15m/s、風向NE、有義波高4mでの着船操船結果
(強風のため着棧できなかった事例)

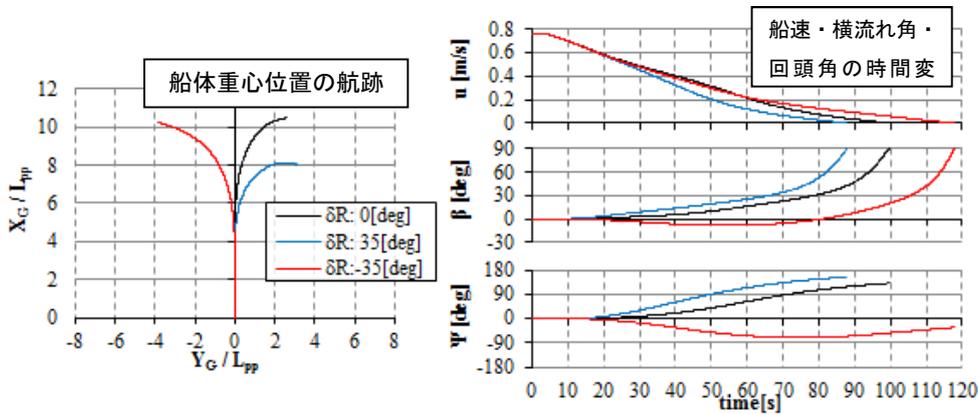


図7 開発プログラムで計算したプロペラ逆転による危急停止操船の計算結果
(舵角0度と左右35度に操舵した場合の模型船を対象とした計算結果。左は船体重心の航跡、右は上から前後方向船速・横流れ角・回頭角の時間変化である。黒線は操舵無し(舵0度)、青線は右舵35度、赤線は左舵35度、を示す。プロペラの操作は開始3秒後より実船相当の速度で低下させ設計速力相当回転数の半分の値まで逆転させていて、舵の操作はプロペラが逆転を開始した直後で、操舵を伴う場合も操舵の方向に変針されていることが確認できる。)

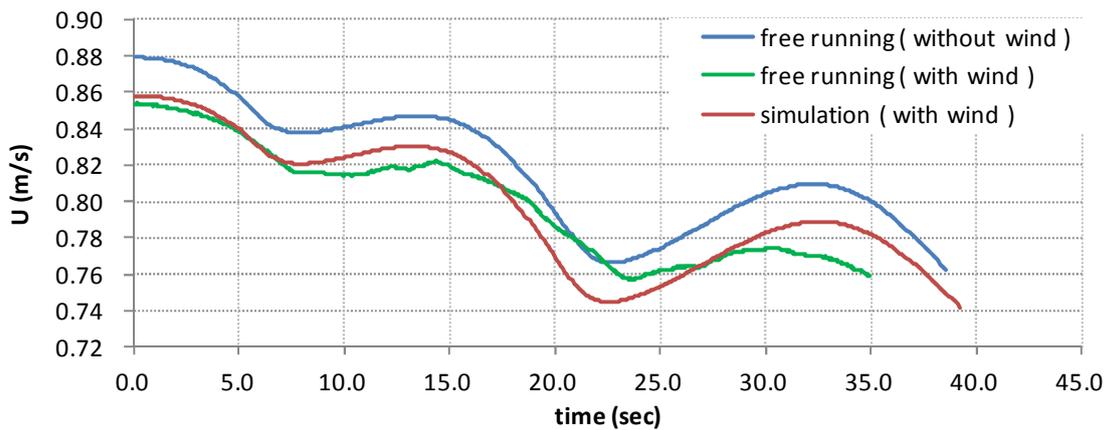


図8 風圧下10度Z操舵中の船速の変化
タンカーの軽荷状態を対象とした実海域再現水槽での平水中および風圧下の自由航走模型試験と風洞試験結果で得られた風圧力を考慮したシミュレーション計算結果の比較。青が送風機を使用しない場合の平水中の実験結果。赤が送風機を使用した風圧下の実験結果。緑が風圧下に対応するシミュレーション結果を表す。

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

研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度

政策課題

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

□適切な事故再発防止対策の検討とその費用便益効果、社会合理性の検証を可能とする政策ツール等の開発が必要

中期目標	中期計画	研究テーマ
○海難事故等発生時の状況を高精度で再現し、解析する技術の高度化及び適切な対策の立案のための研究	○実海域再現水槽と操船リスクシミュレータをリンクさせ海難事故等の再現性向上・原因解析の迅速化等を図るシミュレーション技術の開発	①実海域再現水槽と操船リスクシミュレータを融合した海難事故等再現・解析技術の高度化に関する研究
	○海難事故原因、規制の社会費用便益等の観点を踏まえた運航規制等の安全性評価を可能とする海上交通流シミュレータの開発	②海難事故初動分析の高度化に資する推定技術構築に関する研究(平成 24 年度終了研究) ③事故原因分析とヒューマンファクター分析に基づく合理的な安全と運航規制体系の構築に関する研究

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

最終成果とアウトカム

- 対象海域における見合い関係、通航量分布を分析し、航行制限等による変化を推定できるようになる。
- 船舶事故調査に特化した分析支援をソフトウェアによって行い、操船過誤における背後要因のデータが蓄積できるようになる。
- 時間・気象に応じた分布の船舶を発生させ、避航も行うことができる船舶交通流シミュレーションを使用できるようになる。

26 年度計画

- 海上交通流シミュレーションを用いて、分離航行や速度管理を実施した場合の効果や航路標識の最適投入位置等を推定する。具体的には、
 - ・船舶事故調査報告書のデータベース化の継続
 - ・ハザード・マップの暫定版の改善
 - ・海難発生状況と周辺交通環境の関係の調査
 - ・事故分析者に対し、認知工学的に結果から原因を遡る場合の基本的な考え方を伝え、分析時に参照しながら分析過程の記録を手助けするソフトウェアの開発
 - ・認知信頼性解析手法 (CREAM) に定義された原因－結果リンクに加え、特定の (=具体的な) 原因を想起しやすくするための情報の付加
 - ・航路帯上の船舶の分布を実データと合わせた船舶発生データに基づく交通流シミュレーションを実施し、AIS データとの比較を行い、その有効性を確認する。
 - ・AIS データの解析に基づく避航操船の標準パターンの抽出を行う。避航操船アルゴリズムの修正およびこれに合わせたプログラム構造の修正を行う。

26 年度の研究成果

- 昨年度までにデータベース化を行った 2011 年分までの船舶事故調査報告書約 3,400 件について、DB 側、ソフト側の調整を行い、海難の発生条件の分析ソフト CAT(Casualty Analysis Tool)で使用できるようにした(図 1)。これらは、経産省ウィンドファーム(WF)プロジェクトによる浮体式洋上風力施設の航行安全性等の分析に活用した。
- 経産省 WF プロジェクトによる航行安全性等の分析に参画し、浮体式変電施設からのレーダーを用いた航行船舶観測設備の導入可能性について検討を行った。また、昨年までに開発した遭遇頻度計算手法を用いて WF 設置による海域の反航船遭遇頻度分布の変化について分析した。図 2 に各仮想ゲートを用いて算出した一日あたりの反航船遭遇頻度を示す。ここで、仮想ゲートは北緯 36.0 度～38.5 度、東経 140.5 度～142.0 度にかけて、緯線方向に 1/60 度の大きさ (約 1500 メートル) のものを 151×90 個配置した。浮体 2 基 (WF 絆、WF 未来) の設置により船舶交通流が分流し、浮体の南西側には新たに反航船遭遇の集中箇所が発生していることが分かった。

- ハザード・マップへの付加情報の検討として、海難発生状況と気象海象、船舶交通環境の関係を分析した(図3, 図4)。特に台風接近前後の数日間の様相を平常時と比較して特徴を調べた。その結果、台風接近前後は交通量、遭遇頻度が大きく変化し、特に接近後は平常時には少ない時刻においても多い状態が維持されるといった特徴が定量的に評価された。また、本分析で着目した衝突事故は台風回避で大幅に減少していた交通量が急速に増加に転じる中で発生していたことが分かった。
- 認知信頼性解析手法 (CREAM) のうち背後要因分析の部分を支援するソフトを開発した(図5)。本ソフトは、事象に対する背後要因の選択を支援することを目的とするもので、背後要因が得られた場合にはさらにそれを事象とすることで再帰的に背後要因の候補となる要素を提示していき、かつその選択行動を記録ものである。その際、背後要因の候補となる各要素を定義、説明する認知工学的な表現について、海事関係者が理解しやすいよう要素説明を拡充した。
- 昨年度作成した航路帯内の変針点の実際の通航分布に基づいた船舶発生データを作成する機能により作成した交通流シミュレーションを遠州灘から熊野灘の海域を対象に行い、AISによる航跡データとシミュレーションによる航跡データを求めるとともに、それぞれの航跡から得られる見合い関係が発生する位置を求めた。航跡については、AISによる航跡データとほぼ一致した航跡データ(図6, 図7)が得られたほか、行き合い関係等見合い関係の発生位置についてもほぼ一致した分布(図8, 図9)が得られた。これにより、AISデータから船舶発生データを生成し、交通流シミュレーションを行うことにより、AISデータによる観測データと同様の特性を持つ交通流シミュレーションができることが確認できた。また、航路標識の最適投入位置等を推定するための見合い発生回数やその分布を求める方法を確立した。
- 分離航行の実施に伴う航路幅方向の航行制限の航跡の幅方向の通航分布を予測するため、実際に一定期間、航行が制限された海域に着目してその航行状況を分析した。対象海域は、図10に示す福島県沖の原発事故後の制限海域で、赤い点線で示す航行制限が行われた状態と青い点線で示す緩和後の制限海域になった場合の通航分布を解析した。ここで、航行制限状態が分離航行時、航行制限緩和時が分離航行前の状況にあたると思われる。この解析は図10に示す北向きの二つの交通流(仙台方面、金華山方面)を対象とした。解析の結果、通航分布(図10中の赤い実線)はガンマ分布を用いてモデル化でき、規制緩和時の通航分布のガンマ分布の形状と分布の山の終了位置を固定し、尺度母数及び位置母数を調整した航過分布と、航行制限時の分布が2つの交通流共よく一致することが分かった(図11中図と右図)。(尺度母数は、分布の平均値の位置を表す係数で、小さいほど原点に分布が集中し高くなる。)今後、さらに多く航行制限箇所を用いて検証する必要があるが、この手法は航行制限時の通航分布の予測手法として可能性があると考えられる。また、船速については、要素航路毎に船速を設定できるようにし、浦賀航路出口に延長した海域の速度を一定にする等のシミュレーションを行った。さらに、遠州灘から熊野灘の海域の交通流シミュレーション結果から、航路標識の最適投入位置等を推定するための見合い発生回数やその分布を求める方法を確立した。
- AISデータにより船舶毎の見合い関係を抽出し、避航操船の状況について解析を行った。図12, 13は、自船が後方航過により、航過した際の相対航跡図で、図12が避航動作をした場合の、図13が避航動作をしなかった場合の結果で、図中 Circle-A が最接近距離、図中 Circle-B が最短前方航過距離を示している。これを元に、避航操船のアルゴリズムのパラメータの修正を行うとともに、避航操船判断に用いる衝突危険の指標 CR のファジーテーブルの値を調整することにより、従来の避航操船アルゴリズムでの避航開始距離より遠い位置から避航する現実に近い避航の実現が期待できる。

◆特許、発表論文等の成果(26年度)

特許：なし

プログラム登録：1件

発表論文：14編

参考図

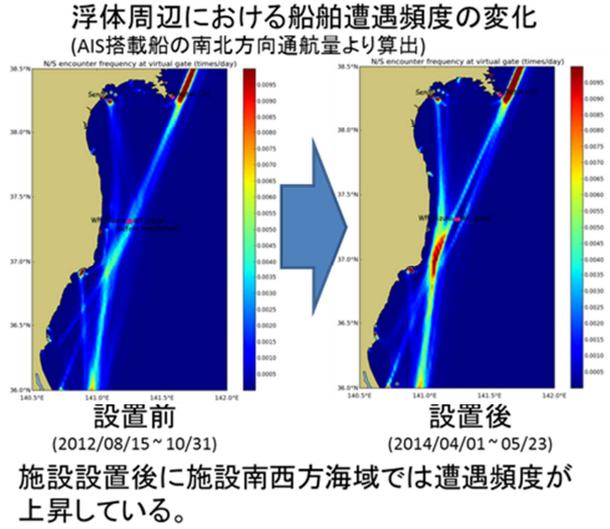
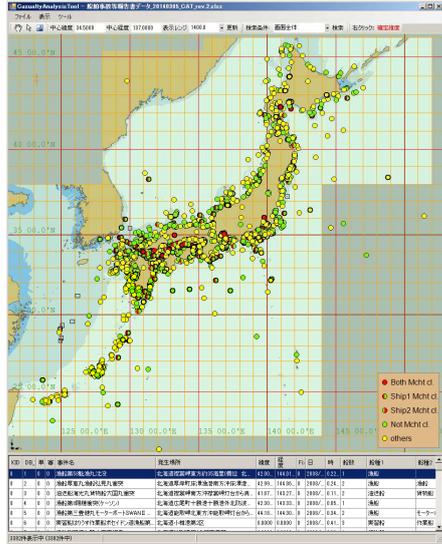


図1 船舶事故調査報告書の位置情報 (CAT 表示)

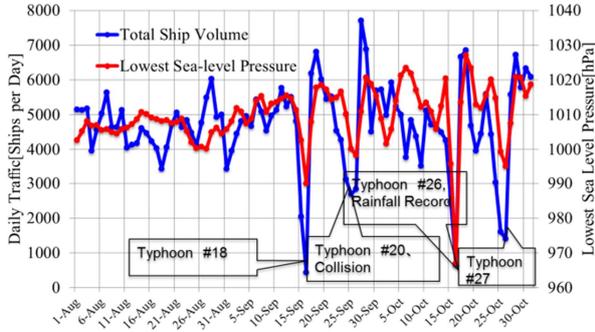


図3 衝突海難発生場所における台風接近前後の交通量と気圧の推移

図2 浮体式施設における反航船遭遇頻度の変化

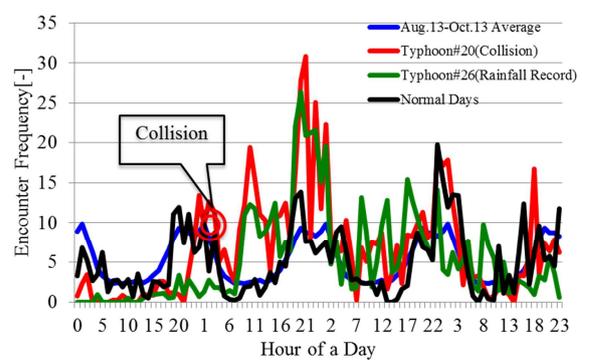


図4 衝突海難発生場所における台風接近前後の遭遇頻度の変化

CREAM - 海上技術安全研究所

カテゴリ & グループ

- Error modes
- Man
 - Observation
 - Interpretation
 - Planning
 - Temporary person re
 - Permanent person re
- Technology
- Organisation

結果(GC)

- 観察ミス
- 観察の失敗
- 誤った同定

その原因(GA)

- 装置の故障
- 誤った分析
- 中途半端な計画
- 機能不全
- 不注意

特定の先行条件(SA)

- 情報過多
- 重複するシグナル
- 騒音
- 視差

Direct Links

- 装置の故障
- 誤った分析
- 中途半端な計画
- 機能不全
- 不注意

Indirect Links

- 疲労
- 混乱
- 情報を失った
- ラベリングのエラー

コメント

- 行動開始のシグナルやイベントを見落とした 見落とした: よーいドンの信号を見落とした。根拠はない(不注意とか疲労が原因ではない)
- 作業中の数値や情報を見落とした 見落とした: 確認すべき数値や情報を完全に

© National Maritime Research Institute. All rights reserved.

図5 CREAMソフトウェアによる背後要因表示例

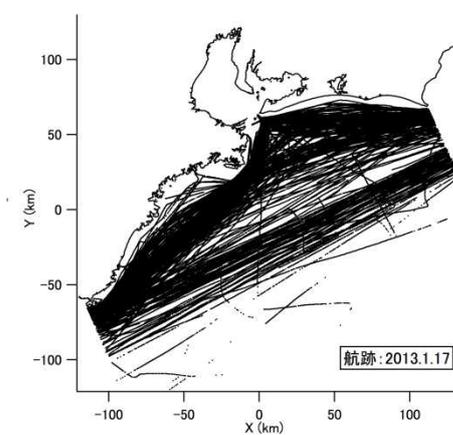


図6 1日分のAIS航跡データ

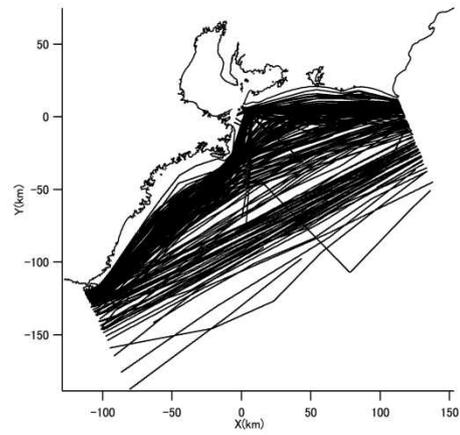
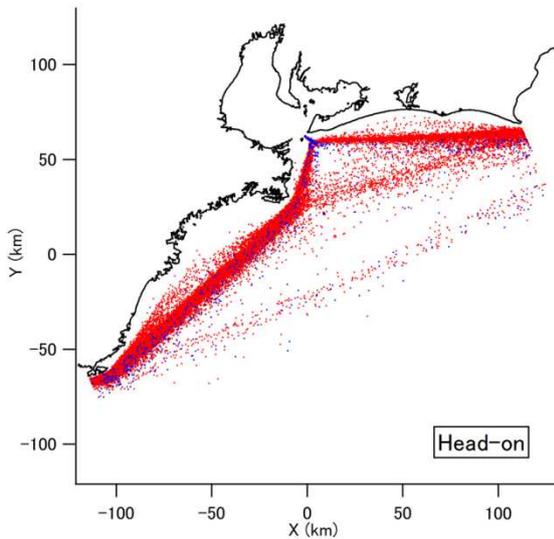
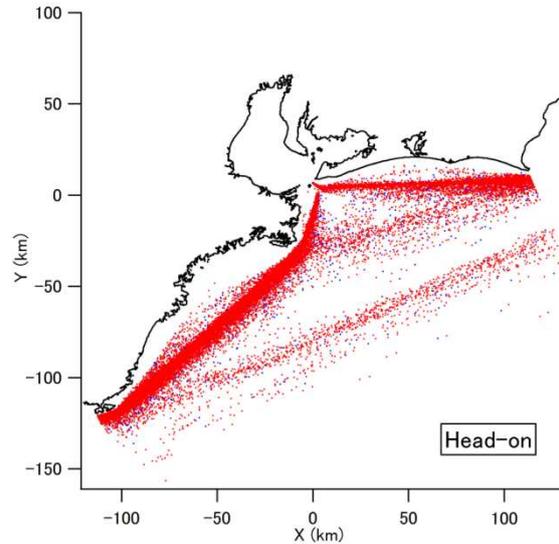


図7 1日分のシミュレーションの航跡データ



青点：100m以上の船舶が関わった見合い関係
赤点：100m以下の船舶同士の見合い関係

図8 AISデータによる行きあいの見合い関係発生位置



青点：100m以上の船舶が関わった見合い関係
赤点：100m以下の船舶同士の見合い関係

図9 シミュレーション結果による行きあいの見合い関係発生位置

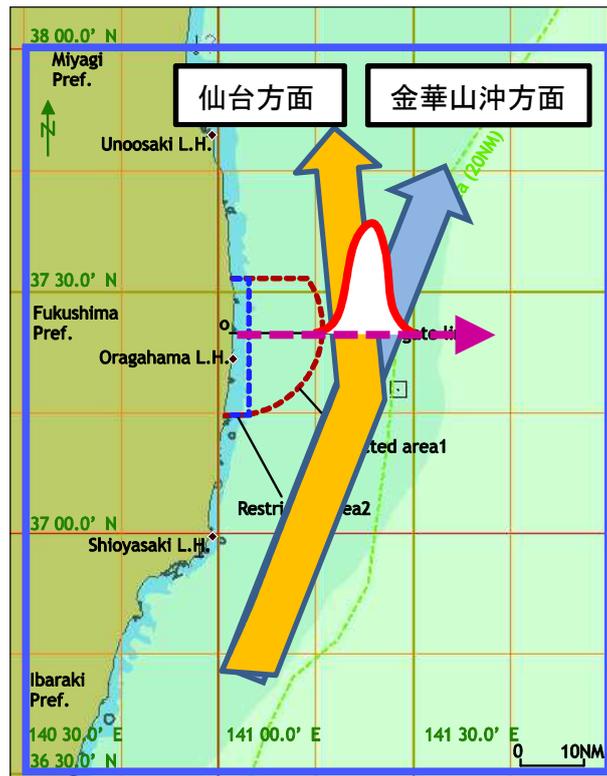


図10 分離航行の影響を検討した際の交通流の概略図

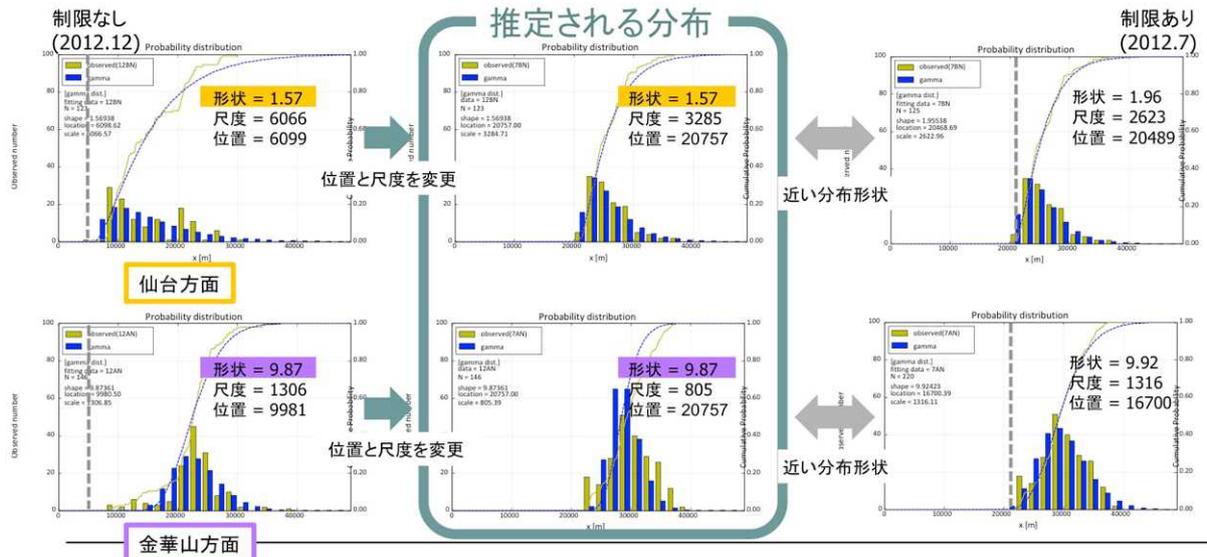


図 11 航行制限時の船舶の通航分布のガンマ分布関数による表現と航行制限時の分布の推定
 左図：航行制限緩和時（図中の制限なし）の通航位置分布
 中央：航行制限緩和時の通航分布の尺度母数と位置を調整して航行制限時の分布を推定した結果
 右図：航行制限時（図中の制限あり）の通航位置分布

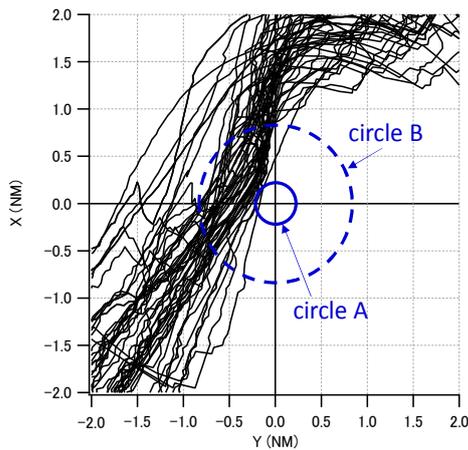


図 12 避航操船した場合の後方航過船の相対航跡図
 circle A：避航操船をした場合の最接近距離
 circle B：避航操船をした場合の最短前方航過距離

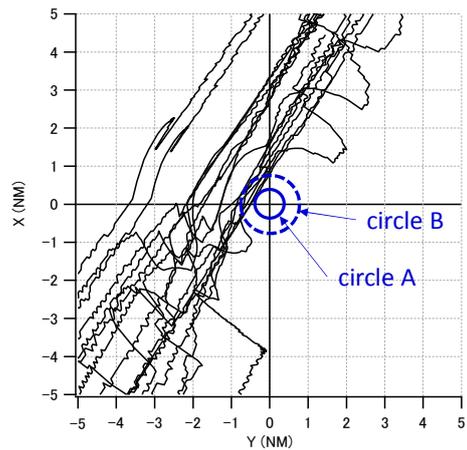


図 13 避航操船しなかった場合の後方航過船の相対航跡図
 circle A：避航操船をしなかった場合の最接近距離
 circle B：避航操船をしなかった場合の最短前方航過距離

【海洋環境の保全】

【中期目標】

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

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

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

【中期計画】

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

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

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

【年度計画】

国際ルール化を日本が主導すること等による環境インパクトの大幅な低減と社会合理性を兼ね備えた環境規制の構築に向けて、その前提となる基盤的な環境技術、特に、環境基準の構築のコアとなる環境影響評価技術、PM計測技術等と「ゼロエミッション（環境インパクトゼロ）」を目指した環境インパクトの大幅な低減が可能なシステム・要素技術等の基盤的技術に関する次の研究を行う。

- (4) 環境インパクトの大幅な低減と社会合理性を兼ね備えた環境規制の実現に資する環境評価技術の高度化及び環境規制体系の構築のための研究
 - －船舶を対象とした大気環境規制の評価ツールとして、国際的な環境規制強化の費用対効果を社会的費用を含めた形で評価できるモデルを構築する 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な実海域における運航性能評価手法の開発及び高度化に関する研究
 - －省エネ等の運航性能評価を行うためのシミュレータ（VESTA）について、波浪中自航要素評価モデルの組み込み等の高度化を図り、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い引き続きオペレーション影響を抽出する。
 - －EEDI規制に対応した船舶の省エネ化を推進するため、EEDI規制対応型の新船型を開発する 等
- (6) 船舶の更なるグリーン化等を実現するための、NO_x、SO_x、PM等の大気汚染物質の削減、船舶の運航に起因する生態系影響の防止に資する基盤的技術及びその普及に必要な性能評価手法の開発及び高度化に関する研究
 - －SO_x規制強化に伴い着火性が一層悪化すると予想される船用燃料（セタン指数20～30程度）の安定的な燃焼技術の確立、各種条件下でのスクラバーによる排ガス浄化性能と排水特性の把握、スクラバ排水モニタリング方法等及びIMOにおける検討に資するため、BC（ブラックカーボン）計測方法等の評価・改善
 - －船体付着防止技術の基礎として、船底塗料の防汚性能評価手法の国際標準原案の作成 等

◆ 26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】

◎次世代 CFD を用いた実海域省エネ性能評価に関する研究

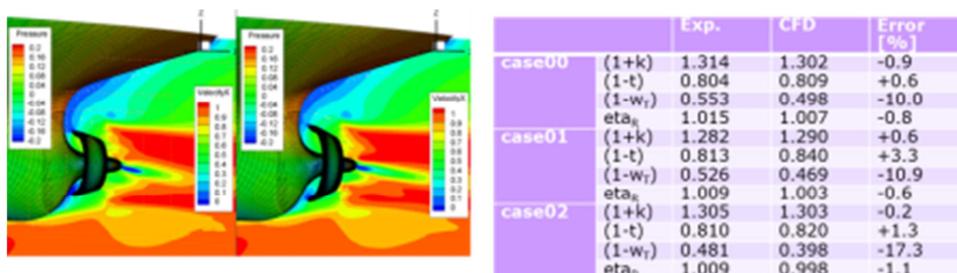
◎実海域省エネデバイスの開発に関する研究

◎実運航性能シミュレータの開発に関する研究

・ 船舶の省エネ化の推進の取り組み

波浪中の省エネ効果を高めるために船尾に装着する小径円環ダクト（WAD）について、平成 26 年度は 11 隻に搭載。CFD（数値流体力学）や船型開発システム等による最適化技術が評価され、27 年度はさらに 29 隻に搭載する予定です。

波浪中の船体の運動の再現とともに、WAD 等の付加物の形状や取付位置を最適化するツールとして、複雑な物体まわりの抵抗・推進性能を推定できる重合格子法を適用する新たな CFD ソフトウェア「NAGISA」を開発しました（32 社にリリース）。



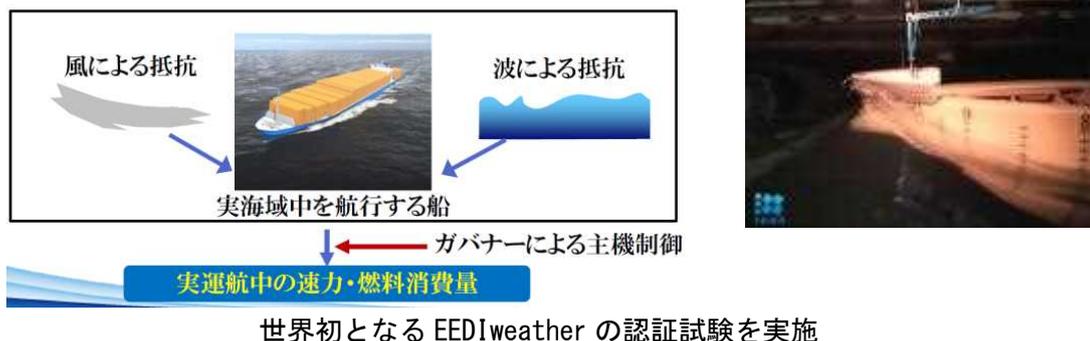
船尾ダクトの形状・位置を変化させた計算結果と水槽試験結果の比較例

EEDI（エネルギー効率設計指標）規制対応のため、CFDを適用した実海域省エネ船型開発システムを用いた船型開発を実施し、中型ケミカルタンカーのEEDI フェーズ2船型の開発に成功 [EEDI_参照値=28.6] しました。

・ 実運航性能の評価の取り組み

実運航性能シミュレータ（VESTA）について、船社から提供された実運航データを解析してオペレーション影響を分析するとともに、ユーザーニーズに適応する機能強化（試運転解析機能など）をはかり、業界の CO₂ 排出規制（EEDI、SEEMP（エネルギー効率運航指標））対応に貢献しました（現在、11ライセンス）。

実海域の海象を考慮した船舶の燃費性能指標 EEDI weather を造船所と共同開発、世界初の船級認証を取得しました（19 型ケミカルタンカー「CHEM HOUSTON」）。

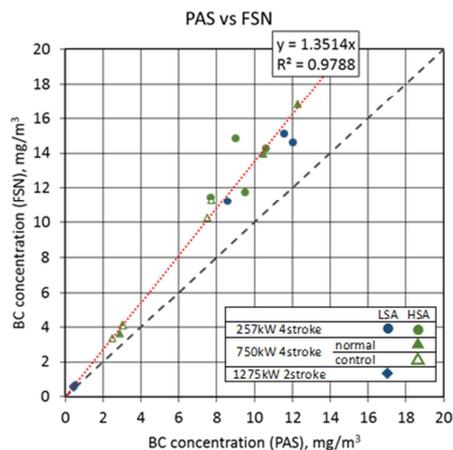


◎環境影響物質処理システム（脱硝・脱硫・排熱回収）の最適化（GHG 排出削減を含む）に関する研究

・ブラックカーボン（BC）の計測技術の比較

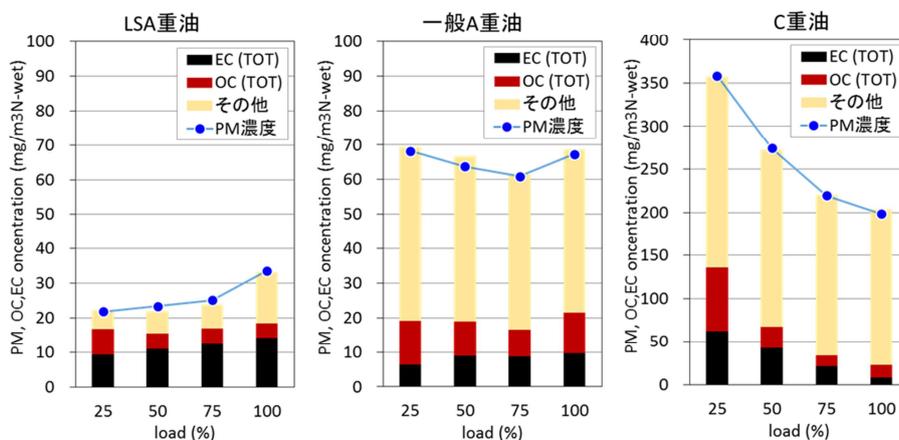
複数の試験エンジン、燃料（A,C 重油）を用いて、計測原理が異なる6つの計測手法^(*)の同時計測を実施し、結果を比較検討した（一部計測法については実船計測も実施）。各計測手法の特性と長所・短所を整理し、エンジン条件等による BC、PM の排出率、組成の違いを明らかにしました。燃料転換・電子制御化などによる BC 削減効果についても限定的であることを示しました。

(*) 計測手法：フィルタスモークナンバー法、多角度吸光光度法、光音響法、PM 重量法、サーマルオプティカル法、レーザースモーク法の6つ



左図：IMO で候補となっている光音響法 (PAS) と FSN の計測比較結果。よい相関を示す。

下図：PM 計測と PM の成分分析結果（燃料種の違いによる影響）。



TOT: Thermal Optical Transmittance
 OC: Organic Carbon (有機炭素)
 EC: Elemental Carbon (元素状炭素)

◎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

・防汚塗料の性能評価のための標準試験法の構築

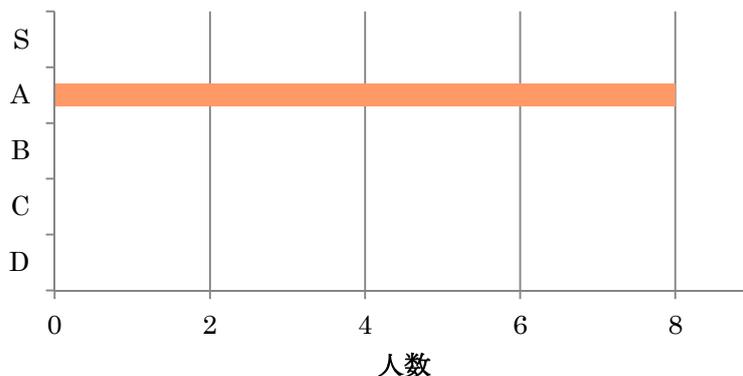
防汚性能は実海域での浸漬試験で評価されているが、海域・季節により特性が大きく変動する。再現性の高い評価方法として、実験室で制御された環境で実施できる評価試験法を考案し、国際標準（ISO）の原案としてまとめており、提案準備中となっています。

◆その他適切な評価を行う上で参考となり得る情報

27年6月11日に開催した海技研研究計画・評価委員会（外部委員による評価）（委員長：藤久保 昌彦 大阪大学教授）において、重点研究について年度の評価を受け、評点 S～D 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。

海洋環境の保全



【海技研研究計画・評価委員会委員コメント】

- 船舶の省エネ化、実運航性能予測、環境負荷の予測・低減の各課題において、成果の充実が図られている。特に民間への技術普及や国際基準化を牽引する成果につながっていることは波及性の点で高く評価する。（大学、造船）
- 環境規制の強化に対応した先駆的な内容が多々見られ、評価できる。（造船）
- 日本近海で ECA 設定の影響を定量的に評価したことは顕著な社会的、国際的貢献と思われる。（大学）
- 水槽試験技術において、ターボチャージャーを含めた主機のモデル化が行われたことは顕著な社会的貢献と思われる。（大学）
- CFD ソフトウェア「NAGISA」の開発は、秀逸と評価する。また、付加物の省エネ効果を実験と計算で確認できたことは顕著な貢献と思われる。（造船、海運、大学）
- EEDI 二次規制対応船型の開発など、適切な時期に IMO 等による環境規制に資する最先端の研究成果が得られており、これらは国の施策、社会ニーズに沿ったものである。（海運、大学）
- ブラックカーボンの計測技術の比較は、IMO における審議に科学的データを提供するものであり、また防汚塗料の性能評価のための標準試験法は国際基準の懸案として提案準備化されており、国際的観点から十分に意義のあるものとなっている。IMO での議論など国際的な規制動向に対応した事項が実施されており、時間的な観点からも適切である。（大学、海運）

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 ○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	中期計画 ○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	研究テーマ ①海洋・大気等規制の概念設計と規制手法の開発に関する調査研究 ②船舶の省エネ技術の評価に関する研究 (平成 25 年度終了研究)

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 ○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	中期計画 ○実海域における省エネ等の運航性能評価を行うためのシミュレータの開発、設計段階での省エネデバイス等の実海域性能評価を可能とする CFD プログラムの開発等の実海域における運航性能評価手法の開発等 ○推進効率が高く大幅な省エネが可能な 2 軸リアクションポッドシステム、船尾流場制御技術を利用した実海域性能の高い省エネデバイス等の CO ₂ 排出削減技術に係る基盤技術の開発 等	研究テーマ ①実運航性能シミュレータの開発に関する研究 ②船舶の省エネ設計のための革新的水槽実験技術の研究 ③次世代 CFD を用いた実海域省エネ性能評価に関する研究 ④リアクションポッドを利用した船尾渦エネルギー回収による船型最適化に関する研究 (平成 24 年度終了研究) ⑤実海域省エネデバイスの開発に関する研究 ⑥マリンハイブリッドシステムの開発に関する研究

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

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

研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度

政策課題

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

□環境基準の構築のコアとなる環境評価技術の確立が必要

中期目標	中期計画	研究テーマ
○環境インパクトの大幅な低減と社会合理性を兼ね備えた環境規制の実現に資する環境評価技術の高度化及び環境規制体系の構築のための研究	○IMO での適切な大気汚染物質放出規制海域 (ECA) 設定に繋がる大気汚染物質低減効果の評価手法の開発、IMO 等での船舶に対する新たな環境規制導入の検討に利用可能な社会費用便益分析等の合理的・定量的評価手法の開発	①海洋・大気等規制の概念設計と規制手法の開発に関する調査研究 ②船舶の省エネ技術の評価に関する研究 (平成 25 年度終了研究)

研究テーマ ①海洋・大気等規制の概念設計と規制手法の開発に関する調査研究

最終成果とアウトカム

□国が ECA 設定を検討する際の合理的根拠を提供し、我が国の ECA 設定等に関する 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。

26 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、国際的な環境規制強化の費用対効果を社会的費用を含めた形で評価できるモデルを構築する等。具体的には、

- ・次期環境規制導入検討に資する大気汚染物質排出量解析システムの開発
- ・陸上観測データ等との比較、PM2.5 の成分ごとの定量分析による大気質計算技術の高度化
- ・船舶を対象とする大気環境規制の簡易評価モデルの作成及びケーススタディの実施

26 年度の研究成果

□グローバル S 分規制導入時期検討等、国による将来の大気規制導入検討に資することを想定し、AIS データを利用した最新の船舶燃焼由来大気汚染物質排出量データ解析システム (外航船・内航船) の作成を完了した。システムの概要は以下の通りである。

- (1) 「Lloyd's Register」及び「日本船舶・内航船舶明細書」等から作成した船舶データベースに基づき、AIS データの MMSI 番号等から機関定格出力と航海速力等を推定する (外航・内航旅客船について機関定格出力を推定した例を図 1 に示す)。
- (2) (1) で推定した航海速力と AIS データに含まれる航行速力から機関負荷率を計算し、燃料消費率、各大気汚染物質の排出係数、機関負荷率、機関定格出力及び 3 次メッシュ (1km×1km) ごとの航行時間から、各船舶の大気汚染物質排出量を算出し、3 次地域区画別/曜日別/時間帯 (24 時間) 別/各カテゴリー別に集計する。
- (3) AIS 非搭載船舶の大気汚染物質排出量を、AIS 搭載船舶の大気汚染物質排出量データから 3 次地域区画別に推定・補完する。また、内航船については、(2) で集計した航行・停泊中の内航船燃料消費量が、年間統計値と合致するよう補正する。
- (4) 作成した船舶の大気汚染物質排出量を、任意の船種・船型/曜日/時間帯別に GIS 上で図化・出力する (AIS 情報に基づき、航行船舶の NMVOC 排出量を図化した例を図 2 に示す)。

□現在その大部分に AIS の搭載が義務づけられていない漁船については、外航船・内航船とは異なる考え方に基づき排出量データを作成する必要があるため、2010～2013 年に国土交通省で検討された手法や漁業関係者へのヒアリング調査結果等を参考に漁船データの作成方針を固めた (漁船による消費燃料 (統計資料) を 4 つの漁業形態 (海面養殖・近海/沿岸/沖合/遠洋漁業) ごとに我が国の代表漁港に分配し、代表漁港を中心とする同心のドーナツ状エリアに地理的に均等配分した後に GIS 上のメッシュ単位データとして処理する)。

□平成 25 年度に引き続き、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 PM2.5、オゾン等の二次生成物質に関する環境省委員会等での検討状況や IMO をはじめ国内外における環境規制の動向についてフォローアップを行った。

□2020年にグローバルS分規制が導入された場合の船舶側の対応シナリオを複数想定し、各シナリオにおいて必要となる費用推算のケーススタディを行った（ケーススタディの結果を図3に示す）。BenMap（大気質の変化による人体健康影響及び経済性を評価するためのプログラム）に関する基礎的知見（評価関数等）を習得し、関東地域を対象としたテストランを実施した。

◆特許、発表論文等の成果（26年度）
発表論文：5件

参考図

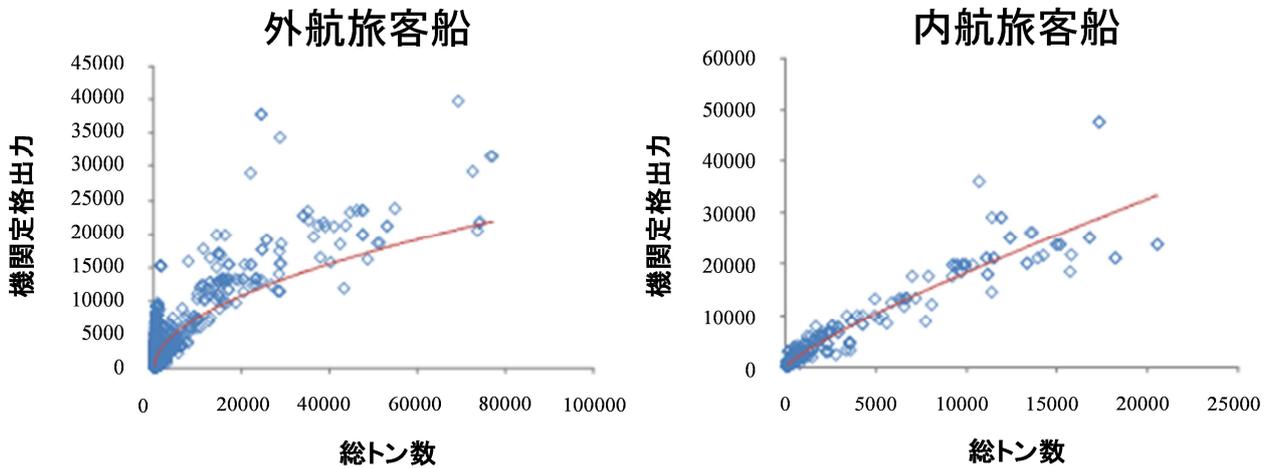


図1 AISデータに基づく旅客船の機関定格出力の推定例（横軸：総トン数、縦軸：機関の定格出力）
（同じ旅客船でも外港船・内航船により総トン数－機関定格出力の関係が異なるため、分けて推定している。）

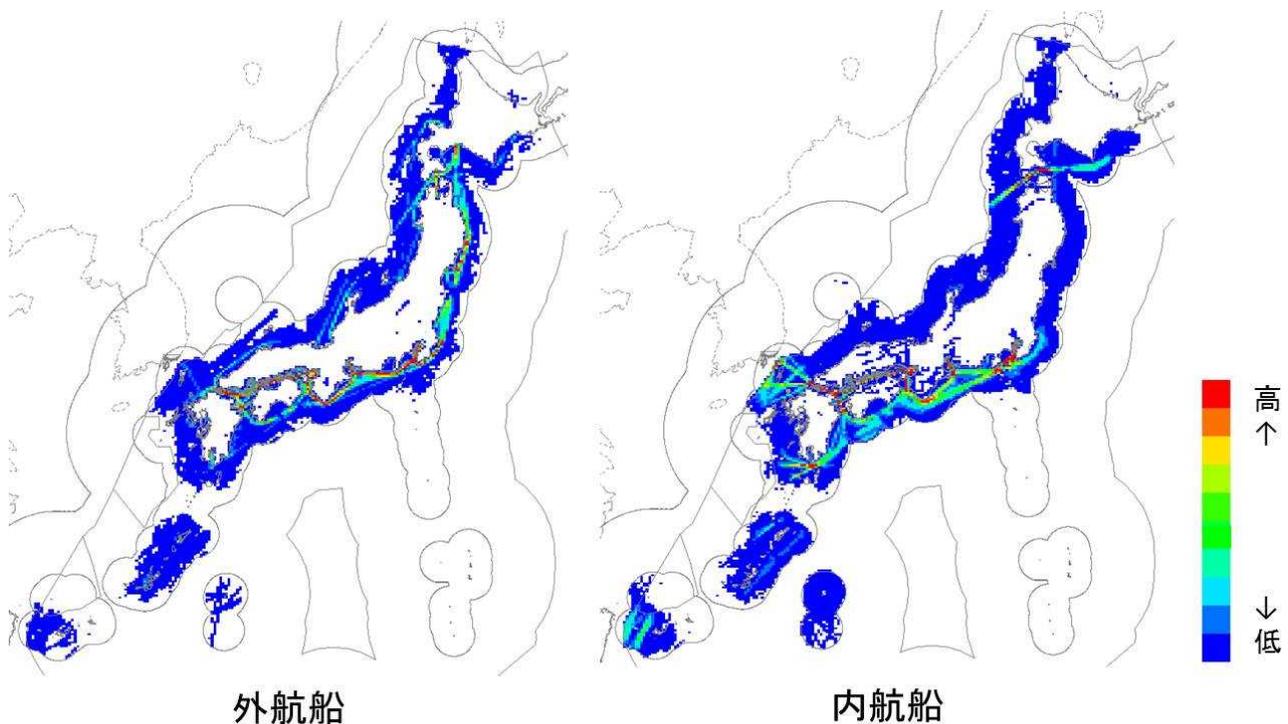


図2 AIS情報に基づく航行船舶からのNMVOC排出マップの例（左図：外航船、右図：内航船）

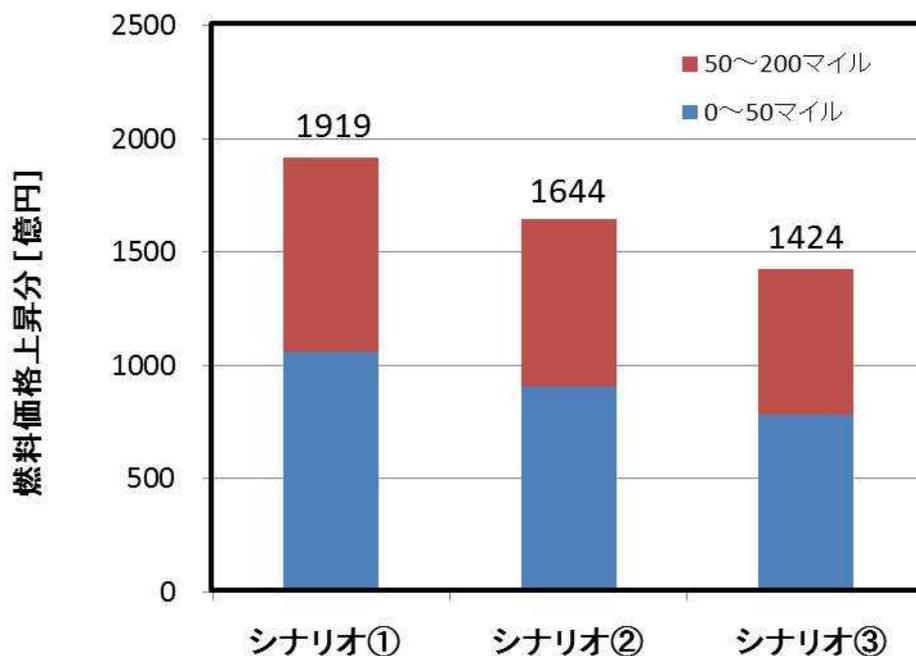


図3 2020年のグローバルS分規制導入への対応に伴う我が国周辺海域（200マイル以内）を航行する外航船の燃料価格上昇分の推定結果

※前提条件

- ・ 現況（2011年）→将来（2020年）において、排ガススクラバを導入せず燃料油転換（C重油→軽油）のみで対応した場合について、航行中外航船の燃料価格上昇分を推定した。
- ・ 2020年の燃料価格については、2000～2014年のC重油及び軽油の船舶燃料油平均市場価格の伸び率（C重油：年当たり3.60円/liter、軽油：年当たり3.96円/liter）を用いて推定した。
- ・ 2020年の将来シナリオとして、以下の3ケースを設定した。
 - ※シナリオ①：IMO GHG Studyのベースシナリオ（低成長：B2）
 - ※シナリオ②：シナリオ①+船速低減を加速（コンテナ船：-20%、その他船舶：-15%）したケース
 - ※シナリオ③：シナリオ②+新造船にEEDI（燃費効率）を、現存船と新造船にSEEMP（船舶エネルギー効率管理計画書）を課したケース

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

研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度

政策課題

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

中期目標	中期計画	研究テーマ
○船舶のグリーン・イノベーションの実現に資する革新的な環境負荷低減技術及びその普及に必要となる実海域における運航性能評価手法の開発及び高度化に関する研究	○実海域における省エネ等の運航性能評価を行うためのシミュレータの開発、設計段階での省エネデバイス等の実海域性能評価を可能とする CFD プログラムの開発等の実海域における運航性能評価手法の開発等	①実運航性能シミュレータの開発に関する研究
		②船舶の省エネ設計のための革新的水槽実験技術の研究
	○推進効率が高く大幅な省エネが可能な 2 軸リアクションポッドシステム、船尾流場制御技術を利用した実海域性能の高い省エネデバイス等の CO ₂ 排出削減技術に係る基盤技術の開発等	③次世代 CFD を用いた実海域省エネ性能評価に関する研究
		④リアクションポッドを利用した船尾渦エネルギー回収による船型最適化に関する研究 (平成 24 年度終了研究)
		⑤実海域省エネデバイスの開発に関する研究
		⑥マリンハイブリッドシステムの開発に関する研究

研究テーマ ①実運航性能シミュレータの開発に関する研究

最終成果とアウトカム

- 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

26 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) について、波浪中自航要素評価モデルの組み込み等の高度化を図り、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い引き続きオペレーション影響を抽出する。具体的には、
 - ・実運航性能シミュレータ (VESTA) の機能強化による普及
 - ・波浪中自航要素の尺度影響モデルの検証
 - ・実運航データを活用した海象影響評価の検証、経年劣化・生物汚損影響の評価モデル化
 - ・中型模型船を用いた実海域中馬力推定法の構築、水槽間の繰り返し精度の評価
 - ・実海域での省エネ装置評価法の構築と PIV による省エネ装置の効果検証
 - ・最適船型の水槽試験による検証と実海域評価
 - ・省エネ運航手法評価のため、トリム影響評価
 - ・水中抵抗増加推定モデルを用いて VESTA による解析を行い、北極海航路を航行する耐水商船の船速及び燃費性能を計算し、GHG 排出量を評価する。

26 年度の研究成果

- ユーザーヒアリングに基づき、VESTA に試運転解析で使用できる計測方向スペクトラム入力機能、船体横運動計算機能を実装した (図 1)。現在 11 ライセンスが民間で利用中 (うち H26 年度追加 : 5 ライセンス)。
- 中型及び大型模型船を用いた波浪中自航試験を実施し、波浪中自航要素への尺度影響の抽出を行った (図 2)。
- 船社との共同研究により入手した実運航データを活用し、実運航における海象影響及びオペレーション影響についてシミュレーションによる評価法の検討を行い、海象影響については長期予測による効率評価 ($EEOI_{des}$)、オペレーション影響については主機回転数の平均化による燃費評価 (fuel consumption) を行い定量化した (図 3)。また波浪レーダーにより実海域で計測された方向スペクトラムを利用して短波頂不規則波中抵抗増加への影響評価を行った (図 4)。
- 中型模型船を使用し 400m 水槽、中水槽、実海域再現水槽にて平水中抵抗・波浪中抵抗増加の繰り返し試験を実施し、水槽毎に計測における不確かさを評価し、試験精度の信頼性を明確にした (図 5)。

- マイクロバブルを用いた PIV 計測システムにより平水中・波浪中船尾流場を計測し、プロペラ作動の影響、省エネ付加物による流場変化を確認した（図 6）。
- 数値計算による検討を基に水面上最適形状を設計し、水槽試験により波浪中抵抗増加低減への有効性を確認した（図 7）。
- トリム・喫水を変えたパラメトリック計算により造波抵抗へのトリム影響を評価した。これにより数値計算によるトリム影響推定精度の評価を行うことが可能とした（図 8）。
- 砕氷船が啓開した水路中に適用できるように水中抵抗増加簡易推定モデルを拡張した。当該モデル及び海水データを用いて、耐氷型バルクキャリアが北極海航路を夏季に航行する場合の船速及び燃料消費量等を試算し、スエズ運河経由の航路との経済性比較を行うことが可能となった（図 9）。

◆ 特許、発表論文等の成果（26 年度）
 プログラム登録：1 件
 発表論文：21 件

参考図

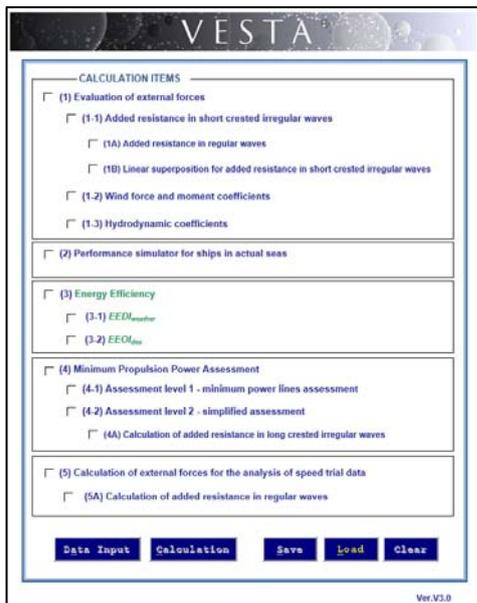


図 1 実運航性能シミュレータ VESTA V3.0

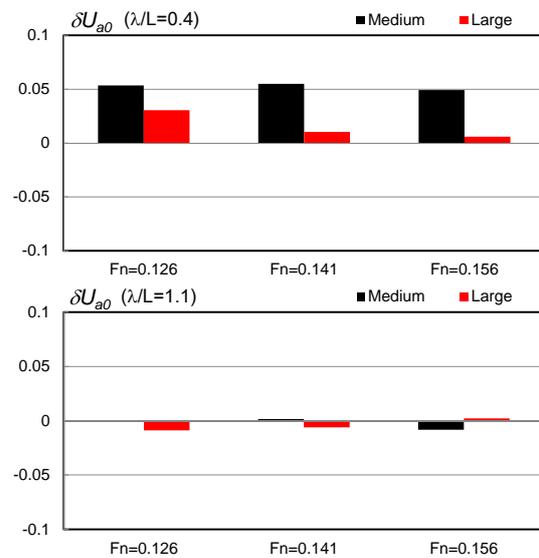


図 2 波浪中伴流係数尺度影響（上：短波長、下：長波長）

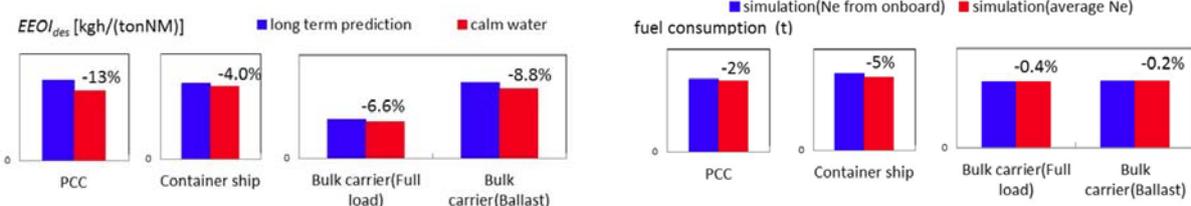


図 3 海象影響（左）とオペレーション影響（回転数平均）（右）の評価

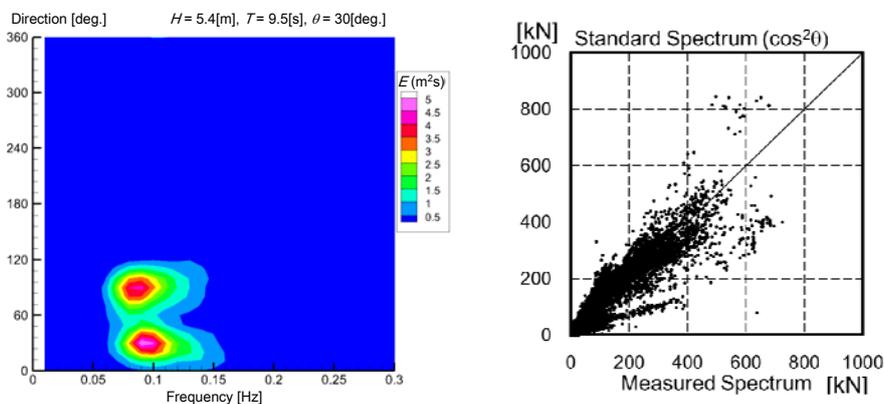


図 4 計測方向スペクトラムの例（左）と短波頂不規則波中抵抗増加での標準スペクトラムとの比較（右）

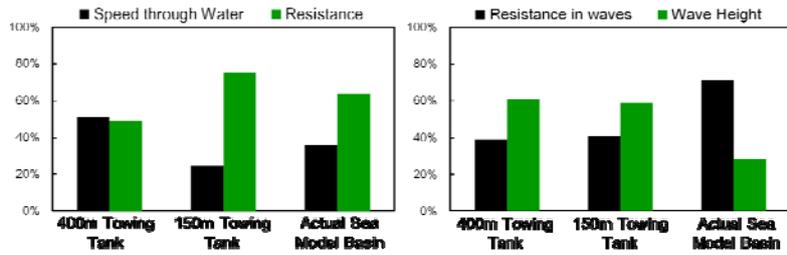
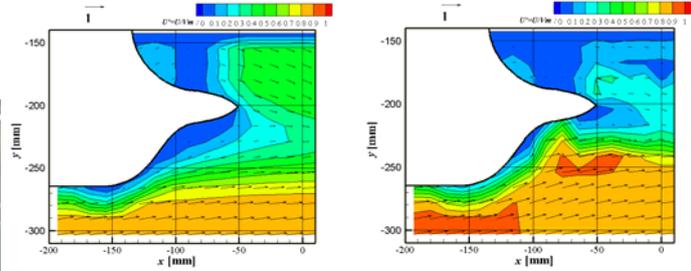


図5 不確かさ解析による誤差影響評価（左：平水中抵抗、右：波浪中抵抗増加）



(a) 抵抗試験 (b) 自航試験

図6 マイクロバブルPIV計測システム（左）と波浪中船尾流場解析結果（短波長規則波中平均）（右）

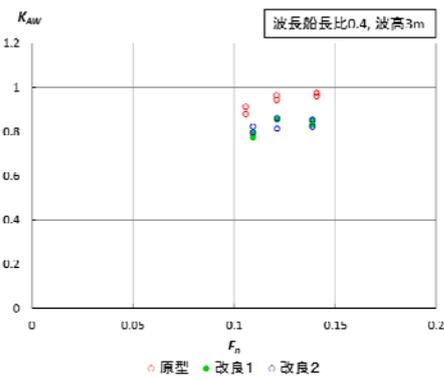


図7 水面上形状改良による波浪中抵抗増加の変化

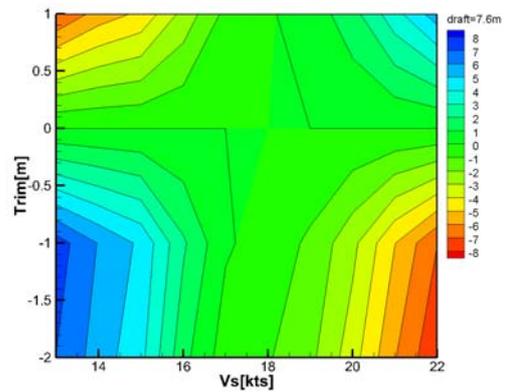


図8 造波抵抗係数へのトリム影響（正値が evenkeel からの抵抗減少を表す）

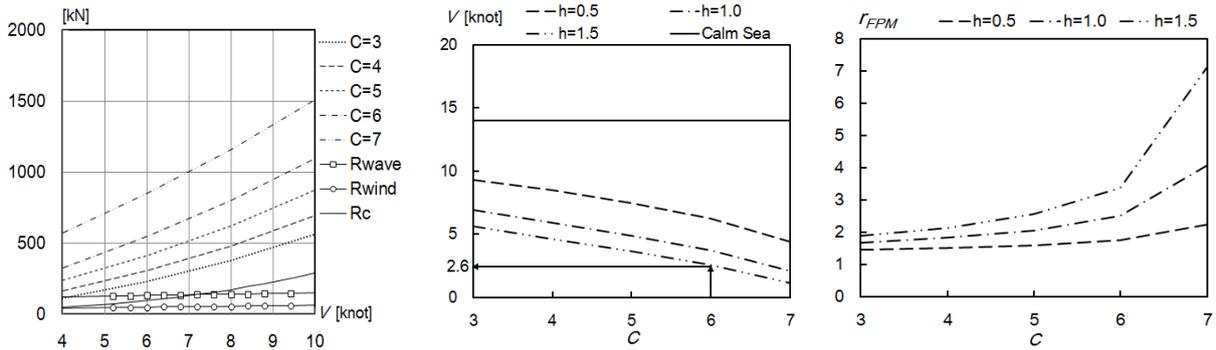


図9 VESTAによる北極海航路運航シミュレーション結果（左：水中抵抗増加、中：船速低下、右：単位距離あたりの燃料消費量の増加率）

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

研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度

政策課題

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

中期目標	中期計画	研究テーマ
○船舶のグリーン・イノベーションの実現に資する革新的な環境負荷低減技術及びその普及に必要となる実海域における運航性能評価手法の開発及び高度化に関する研究	○実海域における省エネ等の運航性能評価を行うためのシミュレータの開発、設計段階での省エネデバイス等の実海域性能評価を可能とする CFD プログラムの開発等の実海域における運航性能評価手法の開発等	①実運航性能シミュレータの開発に関する研究
	○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	②船舶の省エネ設計のための革新的水槽実験技術の研究 ③次世代 CFD を用いた実海域省エネ性能評価に関する研究 ④リアクションポッドを利用した船尾渦エネルギー回収による船型最適化に関する研究 (平成 24 年度終了研究) ⑤実海域省エネデバイスの開発に関する研究 ⑥マリンハイブリッドシステムの開発に関する研究

研究テーマ ②船舶の省エネ設計のための革新的水槽実験技術の研究

最終成果とアウトカム

- 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船用機関システムの最適設計ツール
 - ・実海域性能ベースの推進系・操舵系設計のための基本技術とその応用による船舶の省エネ設計ツール
- 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

26 年度計画

- 開発した水槽試験技術の肥大船への適応性の検討や研究成果の広報等を積極的に行うことで、試験法の標準化を図る。また、主機応答特性を考慮した波浪中船体応答の理論計算法整備・コード開発を行うことで理論的な背景を充実させる。
- 主機応答を含めた波浪中船体応答計算コードに電子ガバナモデル・ターボチャージャーモデルを追加し、まずは理論計算ベースでガバナ常数が燃料消費量に及ぼす影響を調べる。また、計算結果は、バラ積船模型の波浪中自由航走試験で検証する。

26 年度の研究成果

- 実海域再現水槽が倒壊したため、開発した水槽試験法の肥大船への適応性を確認することは叶わなかったが、開発法の適応のために必要な自航要素を取得するため、対象の肥大船模型を用いて中水槽にて曳航試験を実施し (図 1)、本試験法 (図 2) を適用した波浪中自由航走試験の準備を進めた。また、波浪中自由航走試験と同じ航走状態を推定するための理論計算法については、計算モデル定式化の目的を立て主機応答特性数学モデルのプログラミングを終了させた。
- ターボチャージャーを含む 2 ストローク低速ディーゼル主機の数学モデルを MATLAB/Simulink 上に実装した (図 3)。

◆特許、発表論文等の成果 (26 年度)

発表論文：6 件

参考図

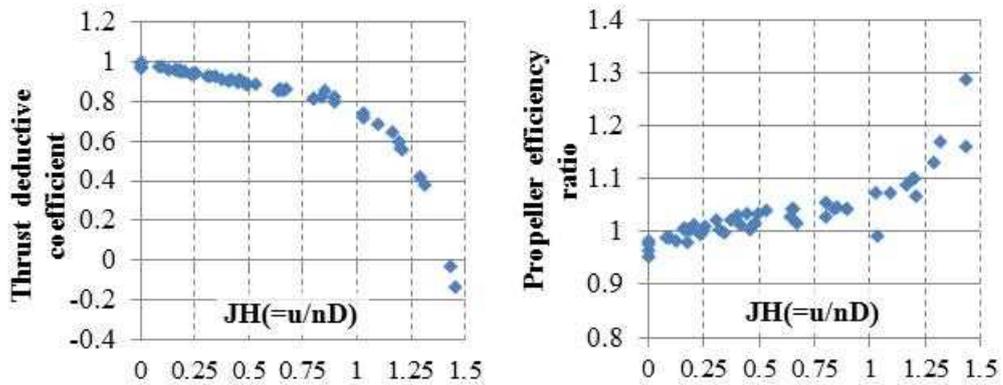


図1 幅広いプロペラ稼働状態で計測した自航要素、開発試験法に於けるリアルタイムフロー中でこれらに関連化して使用する (左: プロペラ推力減少係数、⇒: プロペラ効率比)

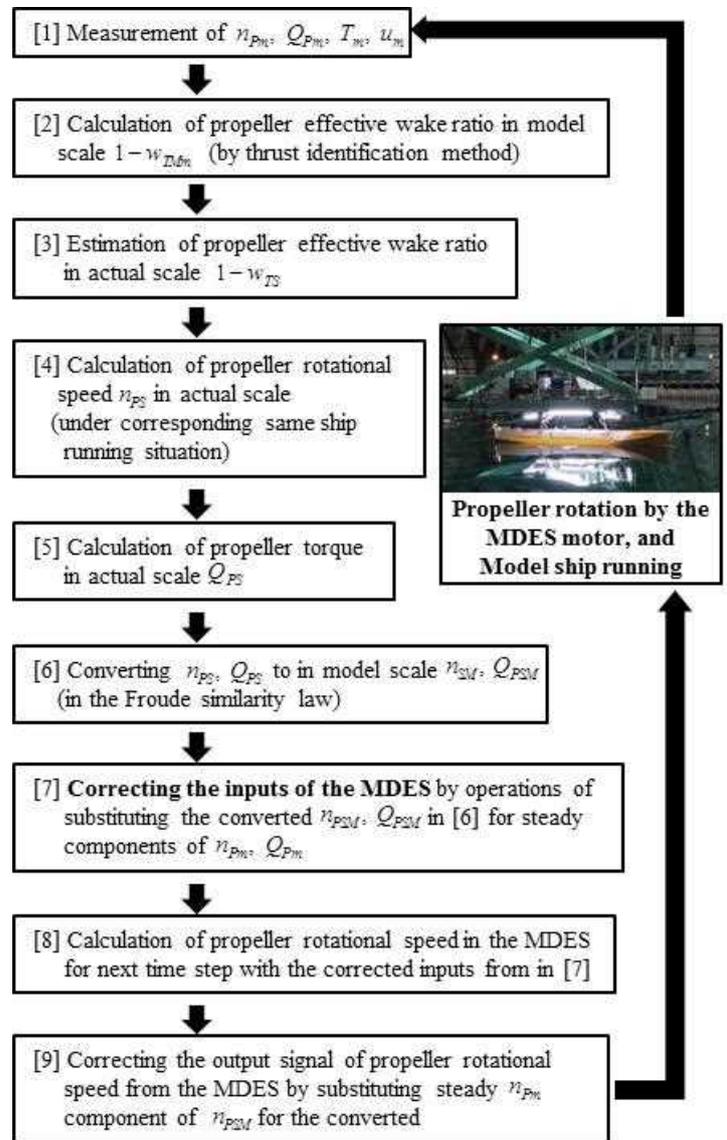


図2 開発した水槽試験法 (船速相似法) における主機特性を模擬する自航装置に制御入力する計測値の補正方法フロー

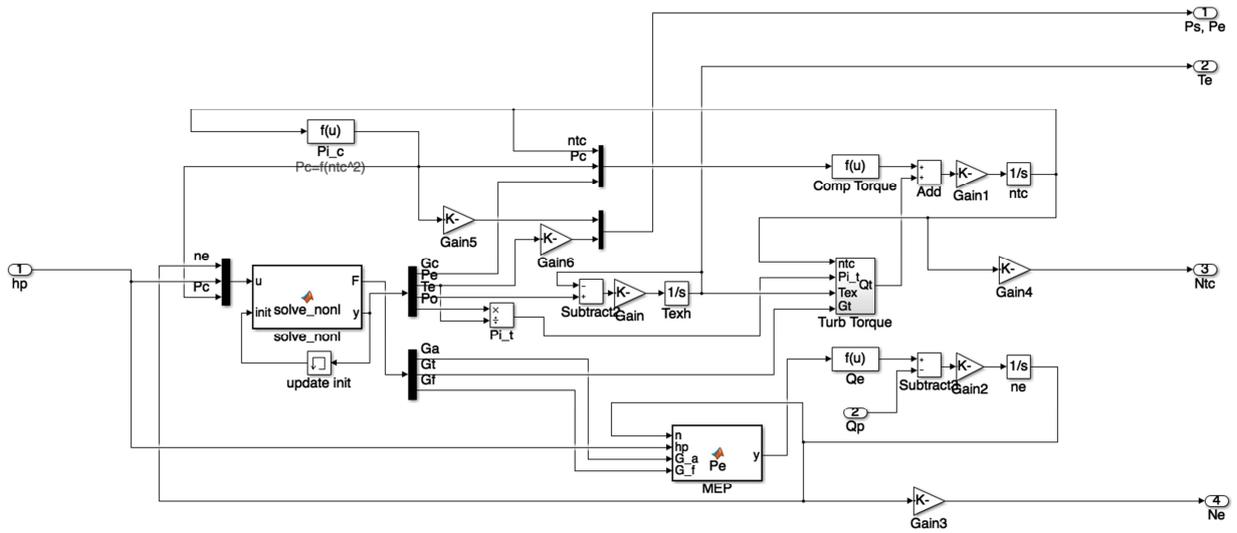


図3 ターボチャージャーを含む2ストローク低速ディーゼル主機の数学モデルを用いた自航装置制御ブロック (MATLAB/Simulink 上の実装)

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

研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度

政策課題

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

中期目標	中期計画	研究テーマ
○船舶のグリーン・イノベーションの実現に資する革新的な環境負荷低減技術及びその普及に必要となる実海域における運航性能評価手法の開発及び高度化に関する研究	○実海域における省エネ等の運航性能評価を行うためのシミュレータの開発、設計段階での省エネデバイス等の実海域性能評価を可能とする CFD プログラムの開発等の実海域における運航性能評価手法の開発等	①実運航性能シミュレータの開発に関する研究
	○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	②船舶の省エネ設計のための革新的水槽実験技術の研究 ③次世代 CFD を用いた実海域省エネ性能評価に関する研究 ④リアクションポッドを利用した船尾渦エネルギー回収による船型最適化に関する研究 (平成 24 年度終了研究) ⑤実海域省エネデバイスの開発に関する研究 ⑥マリンハイブリッドシステムの開発に関する研究

研究テーマ ⑥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。

26 年度計画

- 複数の省エネデバイスを組み合わせる場合にも対応可能な形状最適化システムを構築する。
- 形状表現(CAD)、格子生成等のモジュールに対して機能拡張を行う。
- 模型船と実船両方のレイノルズ数による形状最適化を行い、抵抗・推進性能の相関を検討する。
- 省エネデバイスの位置、形状を変化させた計算を行い、水槽試験結果と比較することにより、本計算手法の精度を検証する。
- 波浪中における省エネデバイスを装着した船の推進性能を評価する。

26 年度及び 3 期中期計画の研究成果

- 複数の省エネデバイス（例えば、図 1）を対象にした形状最適化システムを構築した。
- 船体とダクトは、オフセット以外にも CAD データ(iges)から計算格子を生成することが可能になった。
- JBC に装着する船尾ダクトに対して、模型／実船のレイノルズ数で TankDHP を目的関数にした形状最適化を実施した。なお、用いたソルバーは NAGISA で、抵抗・推進・馬力に関して比較検討を実施した。（図 2）
- JBC 船型に装着する船尾ダクトの位置、形状を変化させて計算した結果と水槽試験結果を比較した。両者は良くあっており、重合格子法 NAGISA の有効性を検証した。（図 3）
- NAGISA に波浪モジュールと船体運動モジュールを導入し、波浪中のコンテナ船の運動を計算した結果、良好な合致をみた。（図 4）
- 2015.3 に第 9 回 CFD セミナーを開催し、重合格子関連 CFD ソフトウェア（NAGISA、UP_GRID、G-TOOL）をリリースした。なお、参加者は 30 名程度であった。（図 5）

◆特許、発表論文等の成果（26 年度）

プログラム登録：3 件（NAGISA 1 件、UP_GRID 1 件、G-TOOL 1 件）
発表論文：6 本

参考図

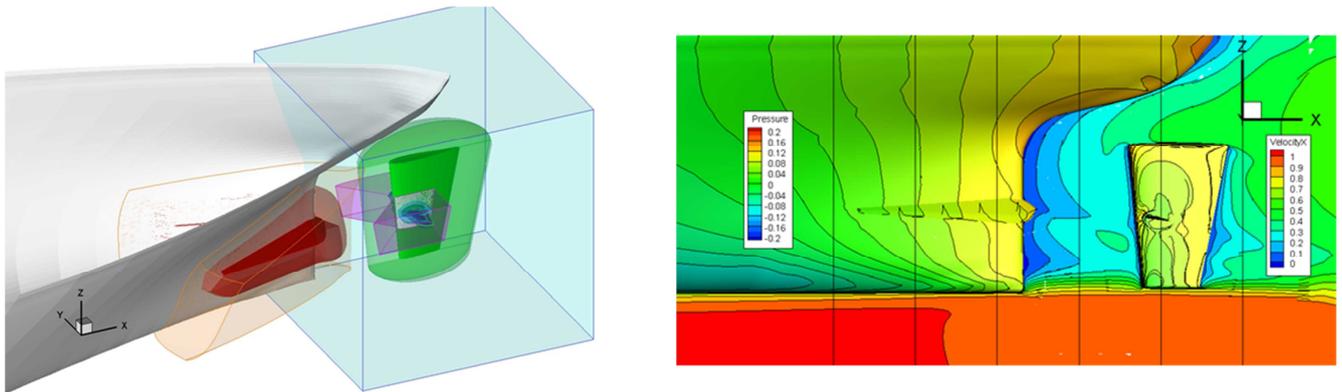


図1：船尾フィンと舵フィンがついた肥大船まわりの格子ブロック(左)と物体表面の圧力分布(右)

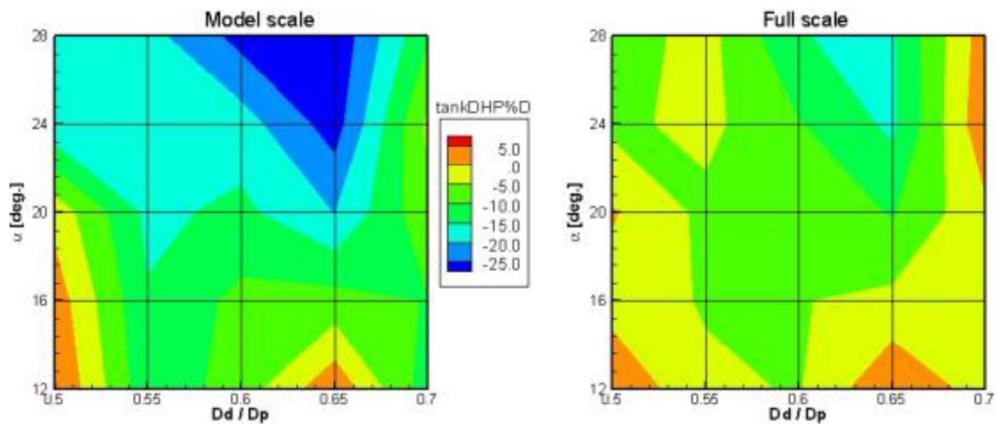
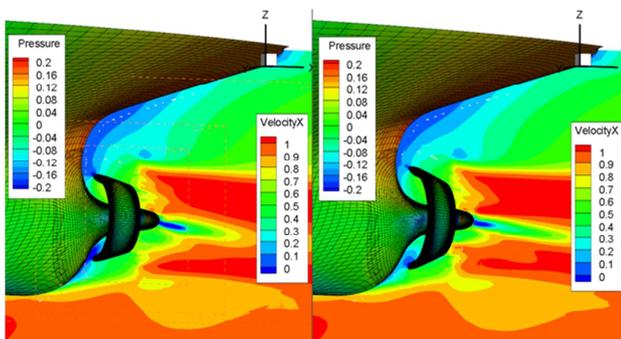


図2：JBC 船型に装着するダクトの TankDHP に対する形状最適化の結果（左：模型、右：実船）



		Exp.	CFD	Error [%]
case00	(1+k)	1.314	1.302	-0.9
	(1-t)	0.804	0.809	+0.6
	(1-w _T)	0.553	0.498	-10.0
	eta _R	1.015	1.007	-0.8
case01	(1+k)	1.282	1.290	+0.6
	(1-t)	0.813	0.840	+3.3
	(1-w _T)	0.526	0.469	-10.9
	eta _R	1.009	1.003	-0.6
case02	(1+k)	1.305	1.303	-0.2
	(1-t)	0.810	0.820	+1.3
	(1-w _T)	0.481	0.398	-17.3
	eta _R	1.009	0.998	-1.1

図3：JBC 船型に装着した2種類のダクトの流れ場（左：case02. 中：case01）と抵抗・自航要素の比較

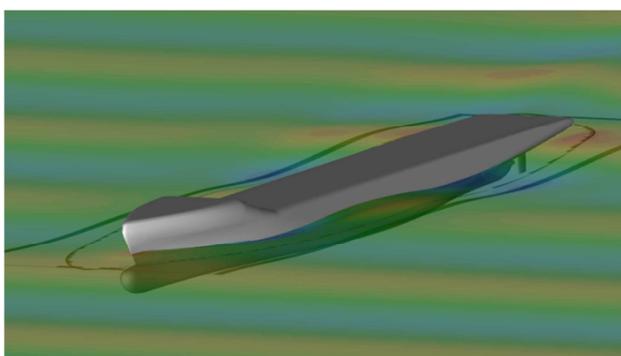


図4：コンテナ船の向波中の船体運動計算



図5：第9回 CFD セミナーの様子

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

研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度

政策課題

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

中期目標	中期計画	研究テーマ
○船舶のグリーン・イノベーションの実現に資する革新的な環境負荷低減技術及びその普及に必要となる実海域における運航性能評価手法の開発及び高度化に関する研究	○実海域における省エネ等の運航性能評価を行うためのシミュレータの開発、設計段階での省エネデバイス等の実海域性能評価を可能とする CFD プログラムの開発等の実海域における運航性能評価手法の開発等	①実運航性能シミュレータの開発に関する研究
		②船舶の省エネ設計のための革新的水槽実験技術の研究
		③次世代 CFD を用いた実海域省エネ性能評価に関する研究
	○推進効率が高く大幅な省エネが可能な 2 軸リアクションポッドシステム、船尾流場制御技術を利用した実海域性能の高い省エネデバイス等の CO ₂ 排出削減技術に係る基盤技術の開発 等	④リアクションポッドを利用した船尾渦エネルギー回収による船型最適化に関する研究 (平成 24 年度終了研究)
		⑤実海域省エネデバイスの開発に関する研究
		⑥マリンハイブリッドシステムの開発に関する研究

研究テーマ ⑥実海域省エネデバイスの開発に関する研究

最終成果とアウトカム

- 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

26 年度計画

- EEDI 規制に対応した船舶の省エネ化を推進するため、EEDI 規制対応型の新船型を開発する等。
具体的には、
 - ・空気潤滑法における船体動揺時の船底気泡の挙動に関する調査と実船モニタリングデータの整理と検討を行う。また、EEDI 規制対応実海域省エネ船型開発システムの高度化を図り、EEDI 規制に対応できる海技研独自の船型を開発する。CFD により操縦性能評価に必要な流体力微係数を算出する機能を追加する。さらに複数の省エネデバイス同士が負の干渉を起こす流力的要因を解明し、最適省エネデバイスを検討する。

26 年度の研究成果

- 請負研究により入手した実船モニタリングデータを解析し、実海域における省エネ効果について検証した。また、水槽試験により船体動揺時の気泡挙動を観測し、気泡挙動のシミュレーション手法（図 1 参照）を改良した。さらに縮尺模型による水槽試験法及び解析法を改良し、この手法を用いて水槽試験を実施し、共同研究先から提供された実船データとの比較し、水槽試験結果と実船データが定性的には一致することを確認した。
- EEDI 規制対応実海域省エネ船型開発システムを小型肥大船の船型開発に適用し、EEDI フェーズ 2 を達成（図 2 参照）した。CFD と最適化プログラムとの連携を図り船型開発に活用できるようにした（図 3、図 4 参照）。操縦性能推定のため、標準 MMG モデルのプログラム開発と入力パラメーターを全て CFD により推定する手法の構築を行い、CFD ベースでの操縦性能推定が可能となった（図 5、図 6、図 7 参照）。QCM プログラムを改良し、与えられた伴流分布中での船尾ダクト・プロペラの組み合わせ計算が可能となった（図 8、図 9 参照）。
- 新省エネデバイスとして三翼舵を開発した。受託・共同研究を通じて、複数の種類の省エネデバイスを組み合わせた状態での、CFD シミュレーションが可能として、CFD シミュレーションや水槽試験により、省エネデバイス同士の干渉現象について知見を得た（図 10 参照）。CFD シミュレーションの活用により、実船搭載されている既存の WAD を改良し、省エネ効果を 1% 積み増すことができた。

◆特許、発表論文等の成果（26年度）

特許：4

プログラム登録：1

発表論文：12

受賞：1

参考図

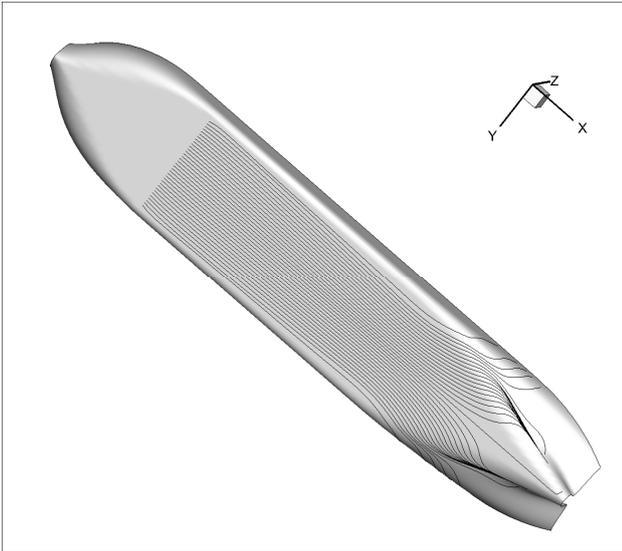


図1 空気潤滑状態の気泡挙動シミュレーション結果（気泡流の挙動を流線として示している。）

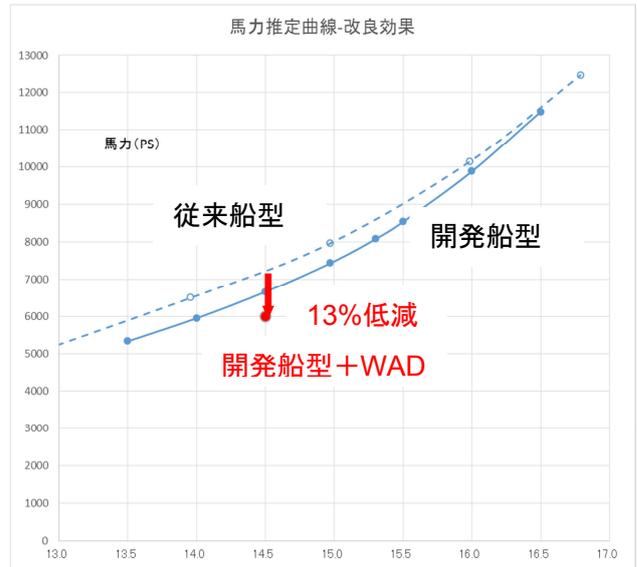


図2 EEDI 規制対応実海域省エネ船型開発システムにより開発した小型肥大船の馬力曲線（EEDI フェーズ2を達成）

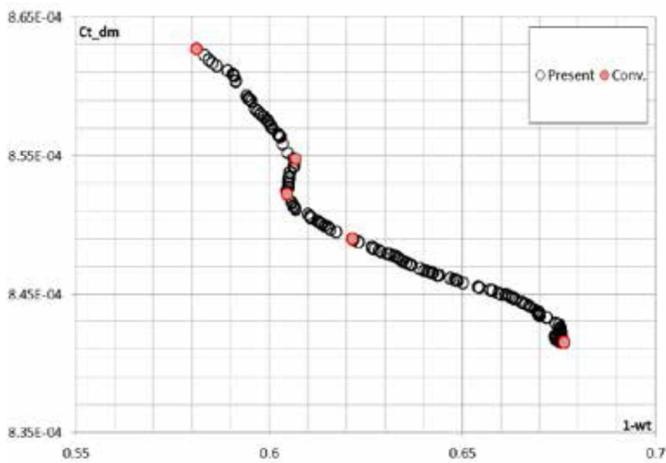


図3 CFDと最適化プログラムにより船型最適化の履歴

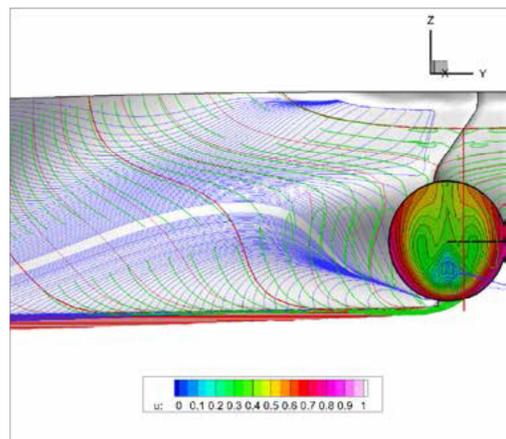


図4 最適化により得られた船型周りの流れ

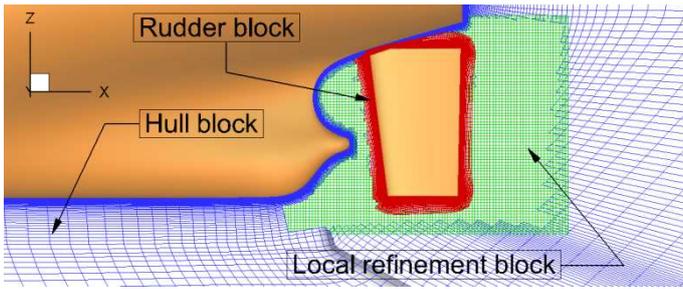


図5 操縦性計算に用いた舵付船型の重合格子

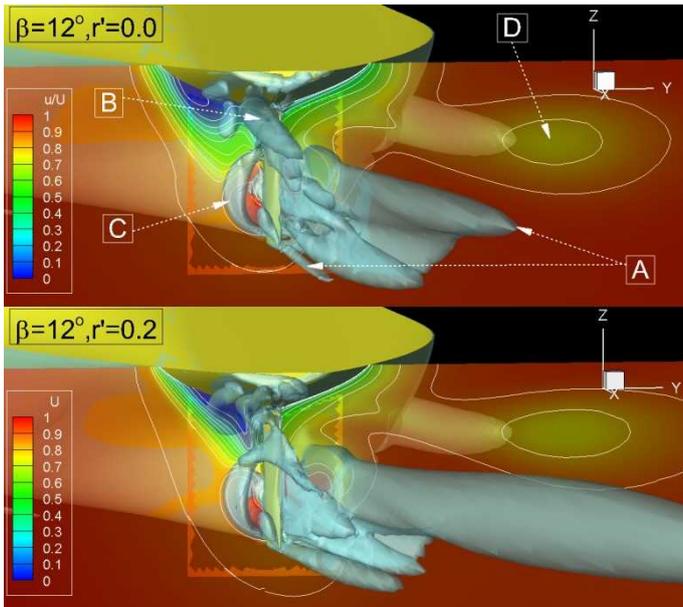


図6 斜航・旋回状態の船尾周り渦構造（プロペラ有）

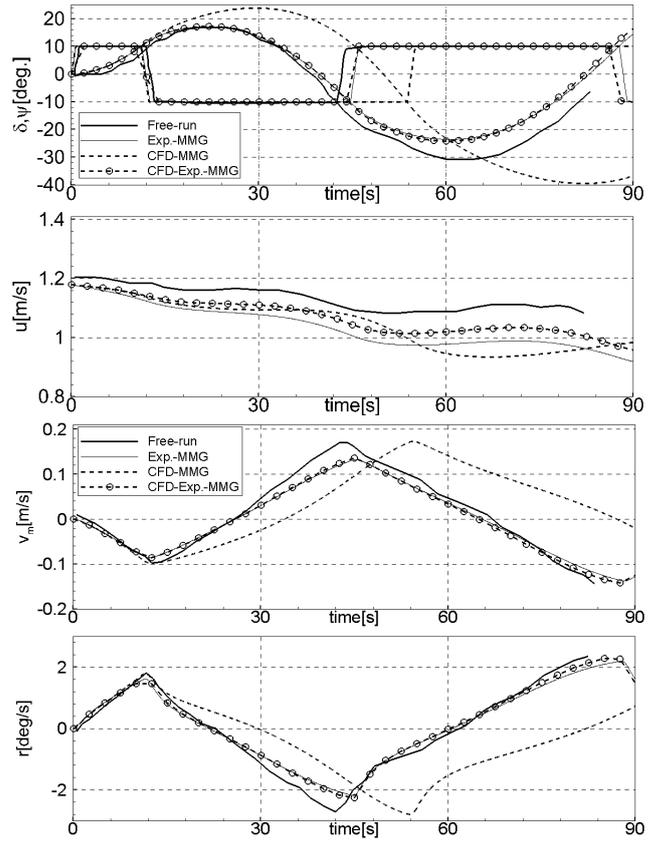


図7 10/10 Zig-Zag 操縦運動推定結果

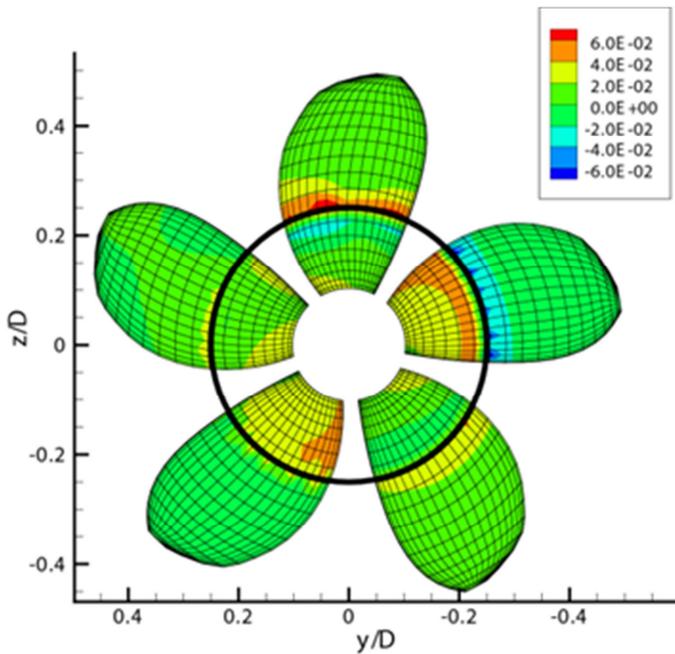


図8 WADによるプロペラへの誘導速度の分布

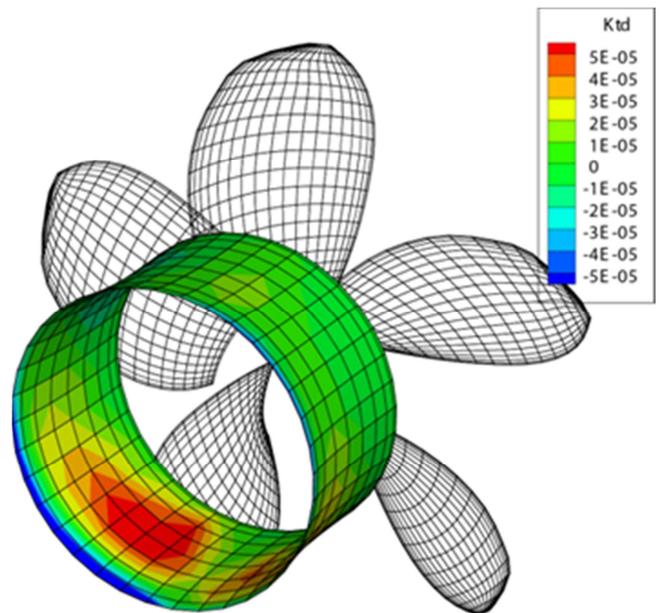
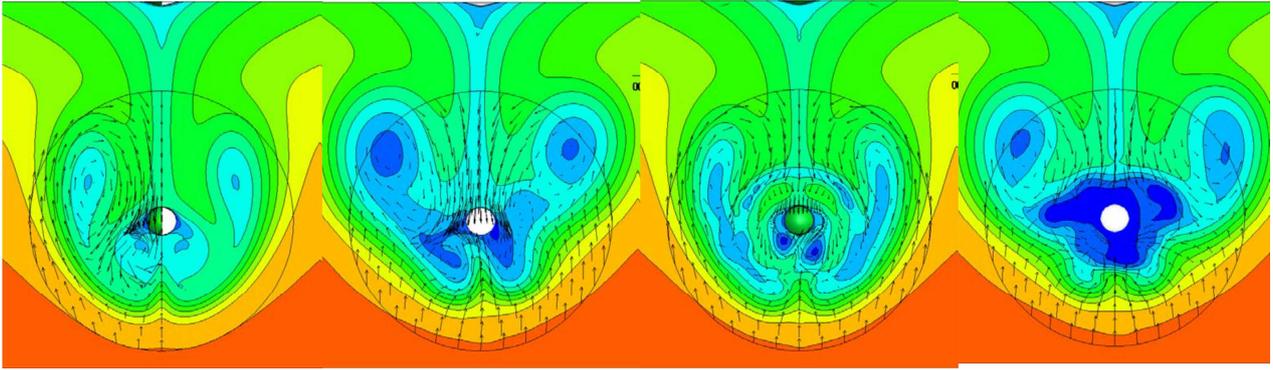


図9 WADによって発生するスラストの分布



省エネ装置無

省エネ装置 A

省エネ装置 B

省エネ装置 A+B

図 10 CFD による省エネ装置間の干渉調査
省エネ装置の伴流への影響が単純な線形重ねあわせで無いことが判る。

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

研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度

政策課題

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

中期目標	中期計画	研究テーマ
○船舶のグリーン・イノベーションの実現に資する革新的な環境負荷低減技術及びその普及に必要となる実海域における運航性能評価手法の開発及び高度化に関する研究	○実海域における省エネ等の運航性能評価を行うためのシミュレータの開発、設計段階での省エネデバイス等の実海域性能評価を可能とする CFD プログラムの開発等の実海域における運航性能評価手法の開発等	①実運航性能シミュレータの開発に関する研究
		②船舶の省エネ設計のための革新的水槽実験技術の研究
	○推進効率が高く大幅な省エネが可能な 2 軸リアクションポッドシステム、船尾流場制御技術を利用した実海域性能の高い省エネデバイス等の CO ₂ 排出削減技術に係る基盤技術の開発等	③次世代 CFD を用いた実海域省エネ性能評価に関する研究
		④リアクションポッドを利用した船尾渦エネルギー回収による船型最適化に関する研究 (平成 24 年度終了研究)
		⑤実海域省エネデバイスの開発に関する研究
		⑥マリンハイブリッドシステムの開発に関する研究

研究テーマ ⑥マリンハイブリッドシステムの開発に関する研究

最終成果とアウトカム

- 革新的な CO₂ 削減を実現するための船用ハイブリッドシステムの技術を構築し、次世代のマリンハイブリッドシステムの基礎技術を完成させる。
- ハイブリッドシステムの省エネ効果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。

26 年度計画

- SOx 規制強化に伴い着火性が一層悪化すると予想される船用燃料（セタン指数 20～30 程度）の安定的な燃焼技術の確立。具体的には、
 - ・将来の船舶へのハイブリッド技術導入を目指して、新エネルギー利用技術に関連する調査研究・要素研究を実施する。
 - ・将来のハイブリッド船舶の開発に貢献するためのエンジンダイナミクスに関連した各種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。
 - ・同一着火性指標値（セタン指数）の混合燃料を作成し、そのときの着火性の違いを明らかにする。

26 年度の研究成果

- 船舶へのハイブリッド技術導入を目指して、リチウムイオン電池並びにガス検知器等の周辺機器の安全性評価試験を実施し、民間企業と共同で船舶用電池システムを完成させた（参考図 1）。
- 天然ガス燃料の船舶利用を想定したガスエンジンや燃料電池に関する各種試験を実施し、負荷変動や低負荷運転対応のための蓄電技術の適用等、実用化に必要な技術課題を抽出した。さらに水素燃料の船舶利用を目指した水素エンジンの研究を開始した。
- 主機関の動特性を改善するため、ハイブリッド過給機に関するシミュレーションモデルを開発し、実機による検証実験の結果と比較することでシミュレーションモデルの妥当性を確認した。
- スターリング機器並びに熱音響冷凍機の陸上試験および実船試験を実施し、排熱回収による CO₂ 削減効果を調べるとともに、船舶への適用性について評価した（図 2）。
- 現在の船用燃料規格に則った着火性指標値（（新）セタン指数 35）を持つが成分の異なる燃料を 3 種類作成し、基礎試験装置による周囲温度を 910、785K にした燃焼実験を行った。その結果、同一着火性指標を持つにも関わらず、着火性が異なり、かつて使用されていた着火性指標値（旧セタン指数）で整理できることを示した。（図 3、4）

□ 昨年に引き続き LCO 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、現行の着火性指標値であるセタン指数では、燃料が 2 つのグループに分けられてしまうことが確認された。特に昨年度行ったものも含めて 11 種類の LCO 系燃料は全て図内グループ 2 に属し、LCO 系燃料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すことが明らかになった。(図 5)

◆特許、発表論文等の成果 (26 年度)

- 特許：1 件
- プログラム登録：1 件
- 発表論文：4 件

参考図

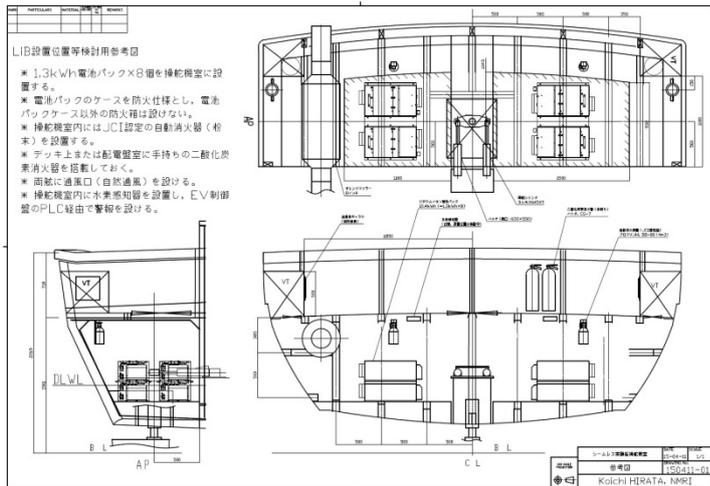


図 1 小型船舶に搭載するリチウムイオン電池システム



図 2 小型船舶による熱音響冷凍機の実船試験

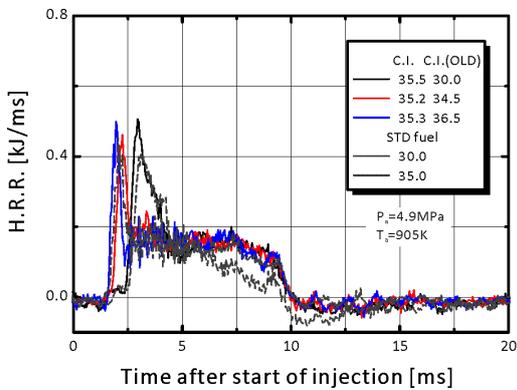


図 3 同一着火性指標燃料の熱発生率

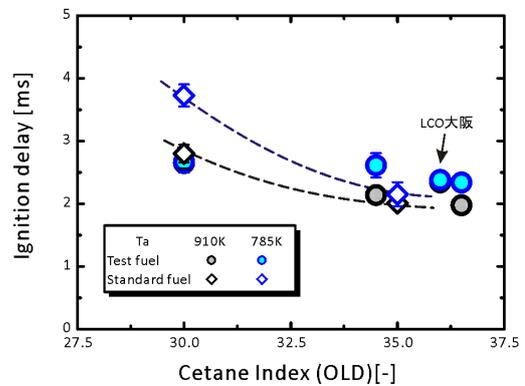


図 4 同一着火性指標燃料の着火遅れ

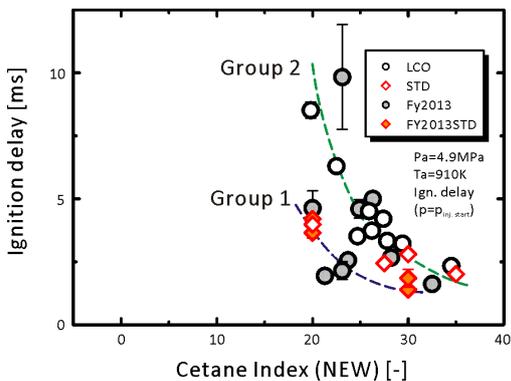


図 5 難着火性燃料のセタン指数と着火遅れの関係

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 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	○船用 SCR システムの耐久性向上、低コスト化、認証ガイドライン等の NO _x 3 次規制に必要な実用化技術の確立、ポスト 3 次規制を想定した更なる NO _x 削減のための計測・評価、処理技術等の開発、将来的な SO _x 、PM 規制に対応した計測・評価、処理技術等の開発	① NO _x 低減技術の高度化に関する研究
	○船体付着生物の船体付着・侵入リスクの評価手法の確立、沈船等からの油漏えいリスク評価	② 環境影響物質処理システム（脱硝・脱硫・排熱回収）の最適化（GHG 排出削減を含む）に関する研究 ③ 船舶に起因する生態系影響の評価技術の構築に関する研究 ④ 油及び有害液体物質の流出に関する総合的対策の確立に関する研究

研究テーマ ① NO_x 低減技術の高度化に関する研究

最終成果とアウトカム

- NO_x ポスト 3 次規制も念頭に、対応技術基盤を構築するための以下を実施。
 - ・ NO_x 削減を実現するための船用 SCR システムの高度化を図る。
 - ・ NO_x 削減を実現するためのシステム化を図る。
 - ・ NO_x 規制に対応する技術を構築し、関係機関に提案する。

26 年度計画

- 船用 SCR システムの実用化に向けた高機能化、耐久性向上、低コスト化を目指した研究を実施する。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設計技術を構築する。さらに、SCR システムにおける制御用 NO_x センサの耐久性能について調査する。
- SCR システムと 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、性能を評価する。

26 年度の研究成果

- 試験用 SCR を搭載しているセメント運搬船のシステム整備を進めるとともに、陸上試験設備による性能評価試験並びに制御用 NO_x センサの耐久性評価試験等を実施した（図 1）。その結果、NO_x センサの長期船内使用における特性変化や還元剤起因の物質による指示値の干渉が明らかになった。さらに、電磁バルブや配管部品等の周辺機器の耐久性やメンテナンスの必要性が明らかになりつつあり、実用システム設計のための知見が得られた。
- 船用ディーゼル機関にエマルジョン燃料や EGR を使用した実験を行った。EGR により NO_x は大幅に低減可能であるが、スモークは増加する。エマルジョン燃料の使用にはスモークの低減効果がある。通常の負荷域においては EGR とエマルジョン燃料の適切な組み合わせにより、スモークを増加させずに NO_x を低減することが可能であることがわかった（図 2）。さらに、低負荷運転（25% 負荷率）ではエマルジョン燃料の使用によるスモークの増加が見られたが、電子燃料噴射制御のプレ噴射により対応可能であることが見いだされた。

◆ 特許、発表論文等の成果（26 年度）
発表論文：4 件

参考図

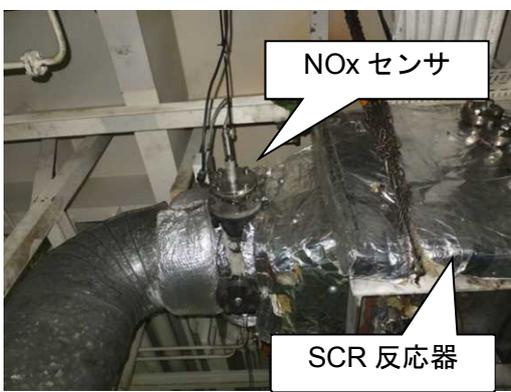
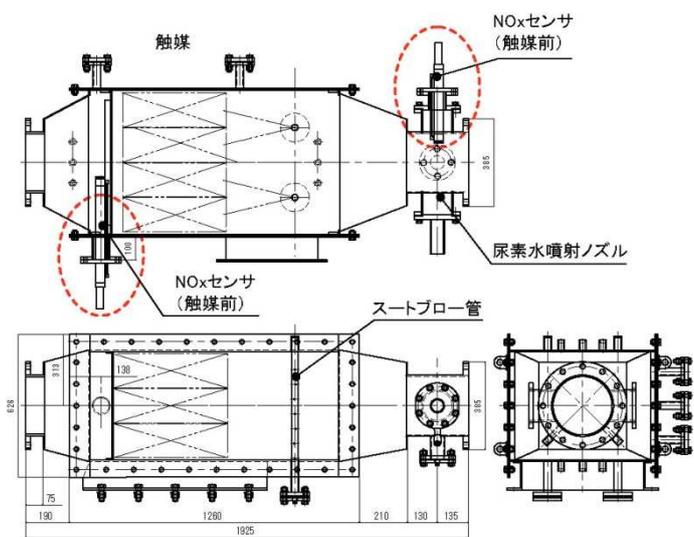


図1 NOx センサを取り付けた実船試験用 SCR システム

船用中速4ストロークエンジン実験 (EF30%, EGR20%)

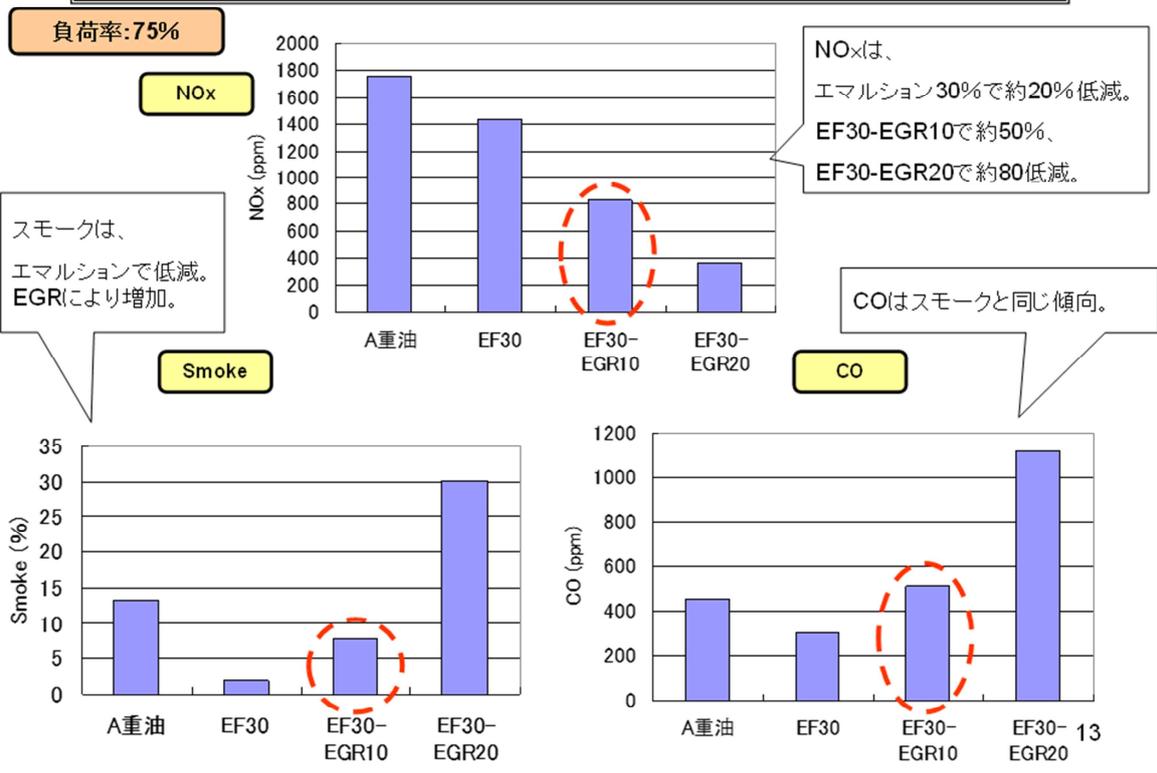


図2 エマルジョン燃料および EGR を使用した実験結果

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 CO₂、NO_x 等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。その前提となる PM 等の計測技術や、これら規制等に対応するための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	○船用 SCR システムの耐久性向上、低コスト化、認証ガイドライン等の NO _x 3 次規制に必要な実用化技術の確立、ポスト 3 次規制を想定した更なる NO _x 削減のための計測・評価、処理技術等の開発、将来的な SO _x 、PM 規制に対応した計測・評価、処理技術等の開発	① NO _x 低減技術の高度化に関する研究
	○船体付着生物の船体付着・侵入リスクの評価手法の確立、沈船等からの油漏えいリスク評価	② 環境影響物質処理システム（脱硝・脱硫・排熱回収）の最適化（GHG 排出削減を含む）に関する研究 ③ 船舶に起因する生態系影響の評価技術の構築に関する研究 ④ 油及び有害液体物質の流出に関する総合的対策の確立に関する研究

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

最終成果とアウトカム

- 排ガス処理システムの基本設計手法を開発し、同手法を活用し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。
- 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

26 年度計画

- 各種条件下でのスクラバーによる排ガス浄化性能と排水特性の把握、スクラバー排水モニタリング方法等及び IMO における検討に資するため、BC（ブラックカーボン）計測方法等の評価・改善。具体的には、
 - ・ 環境影響物質処理システムの要素機器に関する導入可能性、船内への設置及び作業に関する可能性、経済性、それぞれの段階における評価手法を体系化する。
 - ・ 供給が再開されたテドラーバッグ（捕集用バッグ）の調査・検証、排気中のメタン濃度計測法の確立、2 種の実験用ディーゼル機関において PM2.5 前駆物質の排出率を計測、得られた PM2.5 前駆物質排出率から大気反応・拡散シミュレーションへの入力のためのデータ整理。
 - ・ BC 評価のための計測技術及び BC の排出特性などについて検討し、特に BC の光吸収特性について技術情報を提供。IMO におけるブラックカーボン（BC）規制の議論に対応して、国内で実施される予定の計測キャンペーンの計測手順の作成や計測に協力。削減技術についてはスクラバーによる BC 除去効果検証のための評価法を提案。
 - ・ スクラバー排水の常時モニタリングが必要な PAHs について検証し、ガイドライン見直しに必要とされる技術情報の提供。スクラバーの循環水量の排水水質への影響を評価。

26年度の研究成果

- SCRについて、脱硝率、内部圧力損失、触媒を充填した流路断面積をパラメータとする評価関数を提案し、テストケースにおいて評価関数が最適となる設計条件（3パラメータ）を定量的に示した（図1, 2）。加えて、排熱回収熱交換器について、回収熱量、給水流量、内部圧力損失（排ガス側と給水側）、流路断面積をパラメータとする評価関数を提案し、試算によりその妥当性を検証した。
- 新テドラバッグの検証では密閉性には問題ないもののフェノールが検出された。ただし、現時点ではクロマトで出てくるフェノールのピークと重なる成分が排ガス中の物質にないため使用可である。また、メタン濃度計測については、希釈空気中にもメタンが存在するため、無希釈での計測が必要となり、計測器の改造を行い再現性のある計測が可能となった。PM2.5前駆物質の計測については、PM2.5前駆物質計測器を改良し、2種の実験用ディーゼル機関にてHCを計測した。大気反応・拡散シミュレーションへ入力情報として、排出率を整理した。（図3）
- 国内BC計測キャンペーンの手順の作成、結果の取りまとめ、PPR2への参加などIMO対応を行った。PM計測+OC/EC分析に加え、4種類BC計測装置による計測実験を複数の船用エンジン、燃料種で行った。その結果、PM量は燃料中の硫黄分濃度との強い相関がみられたが、EC、OC量にはほとんど相関がなかった。ただし、A重油ではEC、OC量がエンジン負荷を変えてもほとんど変わらないのに対し、C重油では特に低負荷時にEC、OC量が増えた（図4）。このことから、条件は限定的となるが、4ストロークエンジンの低負荷運航時などでは、残渣油を留出油に転換することで、BC排出をある程度改善できる可能性がある。また、計測法の比較では、C重油使用時および2st低速エンジン（EC量が極端に少なく、OC量が多い）の条件では、EC量とBC計測器による計測値の相関が悪くなる傾向がみられた。また、透過・散乱法を用いる装置ではEC+BrC（ブラウンカーボン：光を吸収するOC）を計測していることがわかった。
- スクラバー循環水及びSS（懸濁物質）に含まれるPAHを分析し、PAHの種類・濃度とエンジン負荷及びクローズド・モードのスクラバーにおける循環水量との相関を調べた。SSへのPAH吸着と循環水量には相関があり、今後、SSの粒径分布や表面積などSSそのものの物性の計測と、循環水量やエンジン負荷への依存性を調査する必要性が示唆される結果となった。また、PAH計測には濁度が影響するため、排水モニタリングでは、PAH計と合わせて適切な濁度計（実験結果からはレシオタイプの計測計が推奨された）をセットで選択し、かつ十分考えられた計測環境を確保することが必要と考えられた。また、時間の経過とともにPAH計で評価が難しい環数の大きいPAHが洗浄水中に溶存する事がわかった。（図5, 6）

◆特許、発表論文等の成果（26年度）

特許：1件
発表論文等：13件

参考図

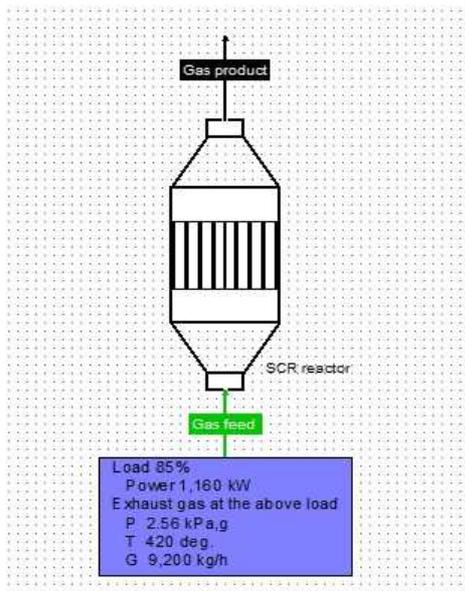


図1 SCR 圧損評価モデル

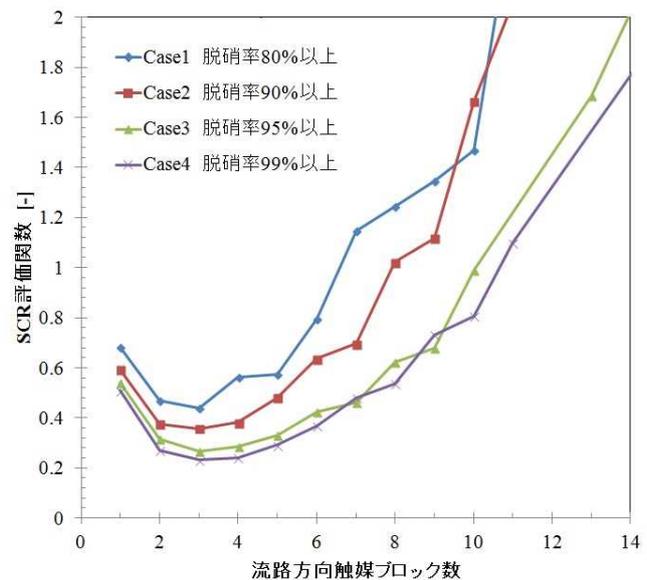


図2 評価関数を用いたSCR解析例
(最小値が最適)

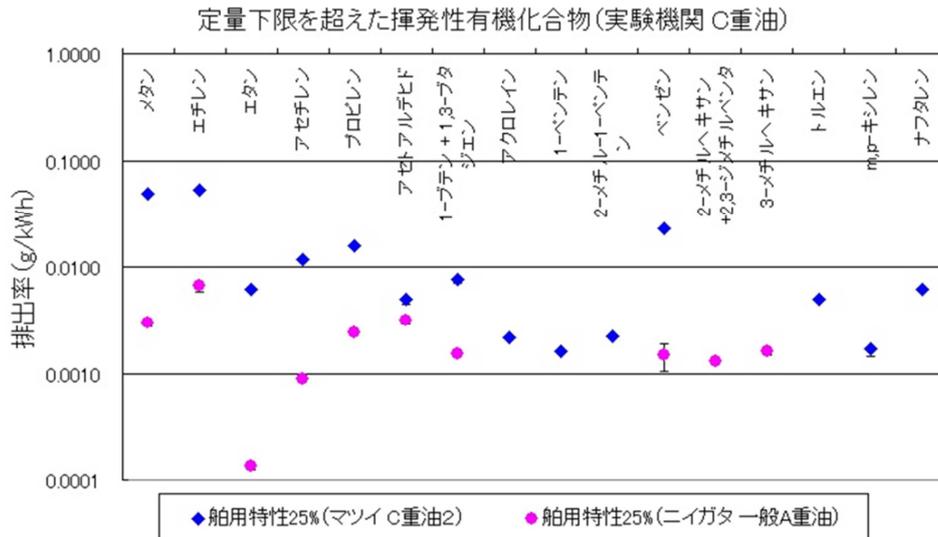


図3 ニイガタ 一般A重油 25% (2015.2 実施)
*マツイの25%に比較してニイガタの排出率は非常に低い(縦軸はLog スケール)

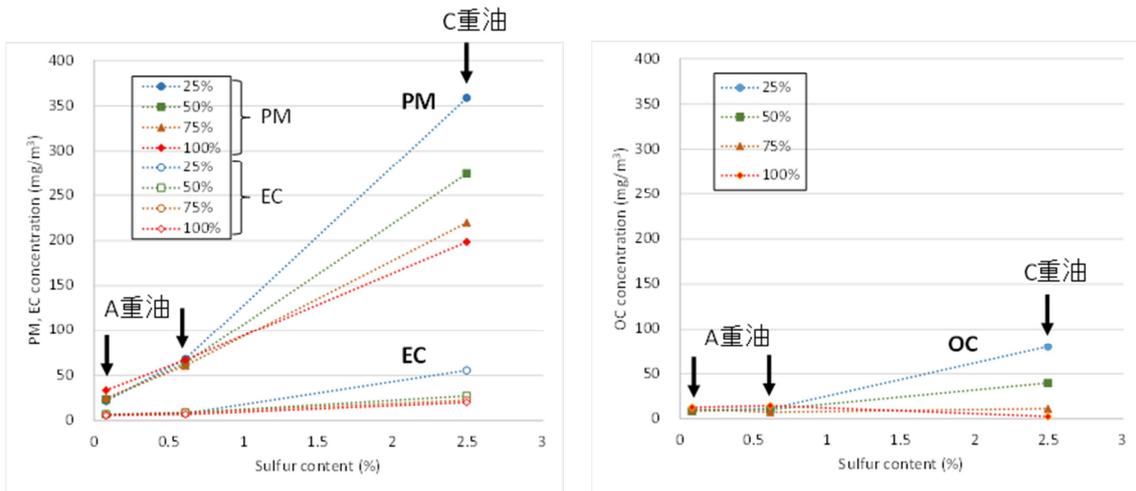


図4 PM量、EC量およびOC量に及ぼす燃料中の硫黄分の影響

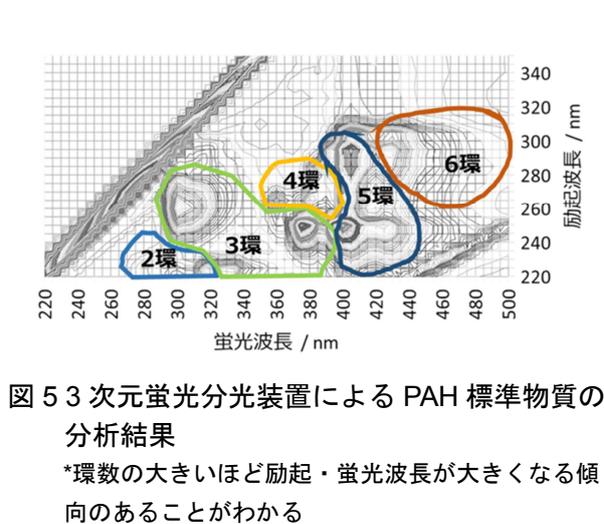


図5 次元蛍光分光装置による PAH 標準物質の分析結果
*環数の大きいほど励起・蛍光波長が大きくなる傾向のあることがわかる

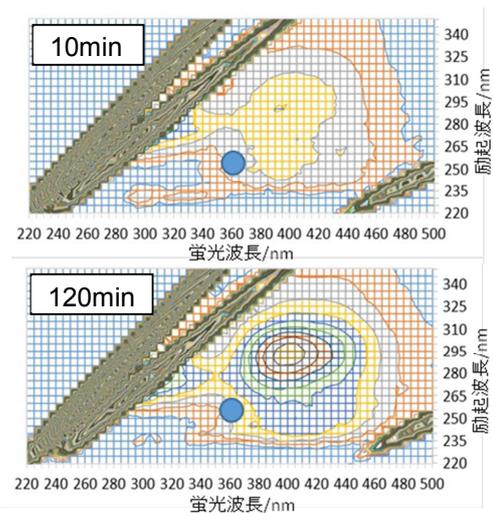


図6 スクラバー洗浄水の分析結果例
試験時間の経過とともにピークが大きな励起・蛍光波長側(高分子量のPAH)に移っていく。(図中青○はPAH計の計測波長域)

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

研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度

政策課題

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

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

研究テーマ ③ 船舶に起因する生態系影響の評価技術の構築に関する研究

最終成果とアウトカム

- 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。

26 年度計画

- 実海域における試験片に対する生物付着の状況を、合理的に評価する手法を検討する。
- ラボ生物付着試験による防汚塗料の効果を評価する試験法の試案を作成する。
- 塗膜から溶出する防汚物質の溶出速度を測定することで、付着の違いを定量的に明らかにできるか否かを検討する。

26 年度の研究成果

- 亜酸化銅の配合量を系統的に変えた水和分解型防汚塗料試験片（45 日間の動的養生を施したもの）を使用して、4 シーズン（春／夏／秋／冬）の実海域静置浸漬試験を実施し、湿重量変化及び目視等の 5 段階評価を行った。その結果（図 1）、配合量の違いによる年間性能の評価が可能となり、ラボ生物付着試験の指標を得ることができた。
- 防汚塗料の性能を評価する標準試験法を構築するため、代表的な付着生物であるタテジマフジツボ・ムラサキガイ及びスジアオノリを対象生物としたラボ試験方法の手順案を作成し、その手順に従った試験を実施した。生物付着試験の結果（図 2）が、実海域静置浸漬試験の結果とおおむね同程度であることを確認した。ラボ試験の一例として、フジツボ着生試験における試験装置及び試験水槽を図 3 に示す。
- 動的養生直後の実海域静置浸漬試験片・ラボ生物試験片・実海域静置試験後の試験片について溶出速度を測定し、図 4 に示す結果を得た。どの試験片でも亜酸化銅配合量と溶出速度の関係がほぼ同じ傾向であることを確認した。また、溶出速度から汚損の有無を判定することは難しいが、防汚効果を示す一つの目安になり得ることを確認した。

◆特許、発表論文等の成果（26 年度）

発表論文：6 件

参考図

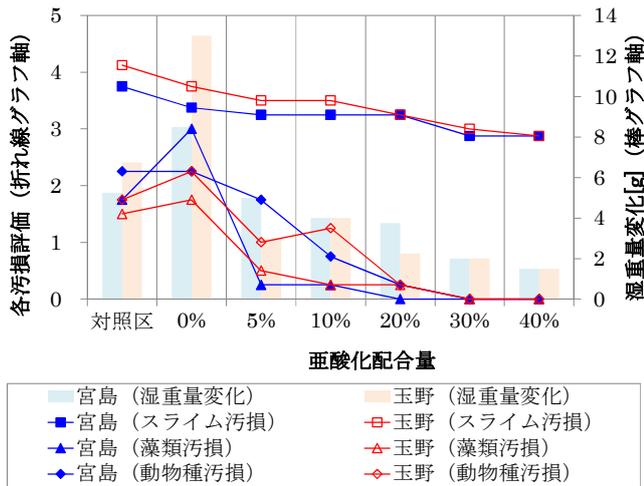


図1 実海域静置浸漬試験の年間評価結果

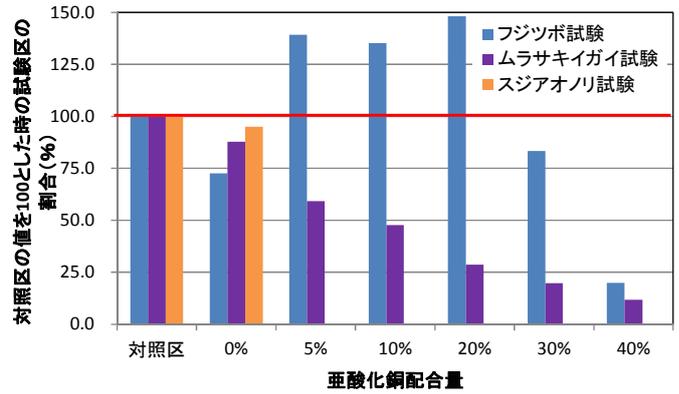


図2 3種の生物付着試験結果

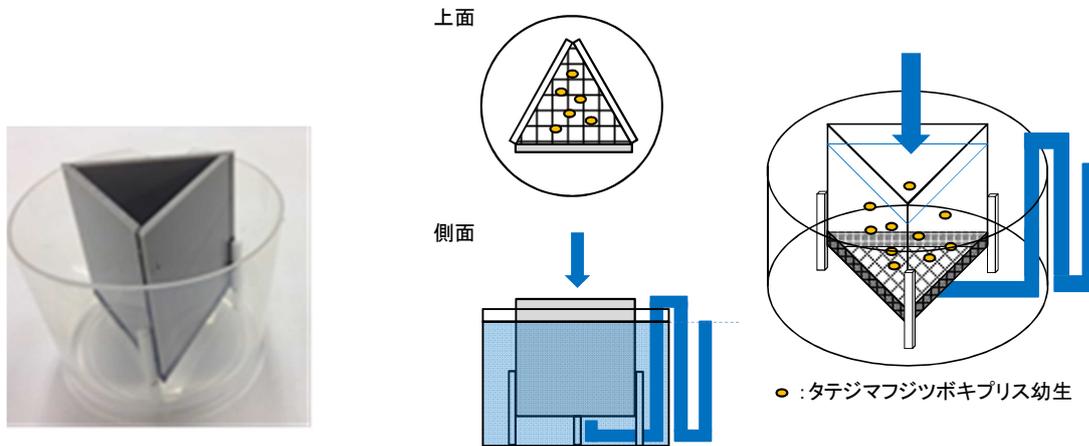


図3 フジツボ着生試験における試験装置及び試験水槽

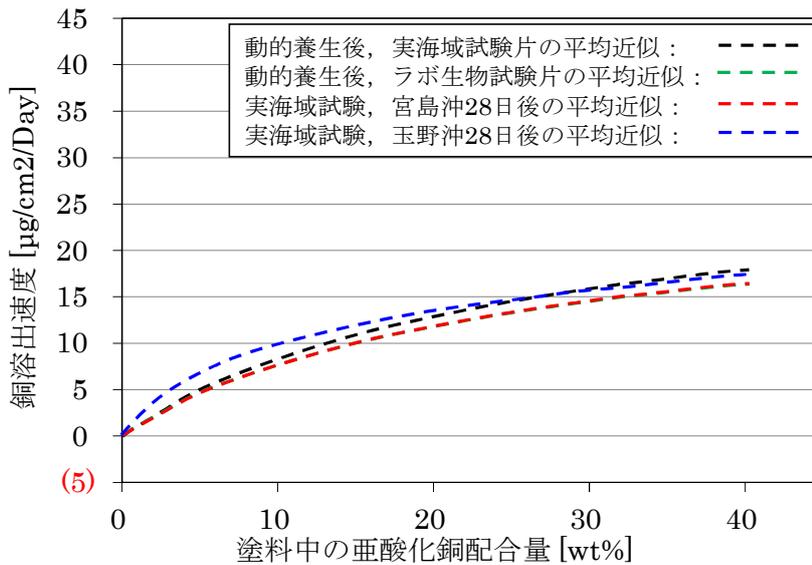


図4 各試験片での亜酸化銅配合量と溶出速度の関係

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

タンカー座礁、油田パイプライン破損等による油及び有害液体物質の流出事故は依然として発生しており、油等流出に関する総合的対策の確立が必要

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

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

最終成果とアウトカム

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

26 年度計画

- 東京湾を対象とした沿岸生態系モデルを構築し、これを当所既存の油漂流・拡散シミュレーションとリンクさせて、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。
- 生態系が短期的に毒性暴露した場合の毒性評価を行うため、アオサ及びアサリを対象とした C 重油の慢性毒性評価実験を実施する。
- 残存油の回収に関して、実船タンクを模擬したタンク内に仕切り板を設けた場合について、分割加熱効果の検証及び仕切り板の有無が油回収効率に与える影響を調査する。
- 油処理剤の水中散布に関して、大型タンクを用いた実験を行い、分散性能の指標として油の浮上速度及び拡散面積の推定手法を油粒径分布の解析により提案する。また、ポンプ等を使用した油処理剤と油に攪拌エネルギーを効率的に与え、分散性能を向上させるシステムを開発する。

26 年度及び 3 期中期計画の研究成果

① 沈船からの油流出対策技術の開発

(1) 沈船からの流出油漏洩リスク評価ツールの作成

東京湾を対象とした既存の油拡散・漂流シミュレーション計算プログラムを、付着生態系の慢性毒性評価モデル（後述②(1)）と組み合わせて、海底からの流出油漏洩リスクを分析する評価ツールを製作した（図 1 参照）。

(2) 高周波電磁誘導法を利用した油回収技術の開発

重油を満たした模型タンクから重油を水と置換して油回収するための実験装置を製作した（図 2 参照）。高周波電磁誘導法を利用して重油タンクの外側からタンク内重油を加熱することにより、重油が流動化して回収効率が向上すること、配管系加熱の併用でさらに効果的であること等を確認した。さらに、実船を模擬した上部仕切り板付きタンクを用いてタンク加熱位置を変化させる実験及び CFD による数値計算結果に基づく考察により、仕切り板の存在によって大量の油混合水が排出される water path が短時間で形成されるメカニズムを把握した。

(3) 油処理剤の水中散布技術の開発

油処理剤水中散布大型タンクを用いて、A 重油を対象とした油処理剤散布実験を実施した。油処理剤により水中

で分散化した油の粒度分布を計測し、浮上速度の推定法を提案した。また、油処理剤と油の接触率を向上させるため、広口円筒状の反応ダクトを設置して油の分散化促進効果を確認した(図3参照)。

② 有害液体物質の流出に伴う環境影響評価

(1) 長期油影響生態系モデルの構築

沈船からの流出油漏洩リスク評価ツール(前述①(1))を作成するため、評価方法の核となる長期油影響生態系モデルの概略設計を行った。東京湾沿岸を20の地域に分割した後に、海岸の状況からこれらの地域を人工海岸・砂浜・干潟・岩礁(磯場)の4つのタイプに分類した。各沿岸タイプにおいて異なる付着生態系の基本的な物質循環過程として、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じた影響を評価することを主眼にモデルを開発することで、環境影響評価手法を構築した。

(2) 海岸漂着油から影響を受ける生態系等の毒性試験

海洋生態系において海岸漂着油から最も大きな影響を受けると考えられる海藻と二枚貝としてアオサとアサリを対象として、風化油(C重油)毒性試験を実施した。また、植物プランクトン、動物プランクトンについても同試験を実施した。以上の生物毒性試験結果を、風化油の生態系シミュレーション計算中における毒性評価指標値として、長期油影響生態系モデル(前述②(1))に組み込んだ。

◆特許、発表論文等の成果(26年度)

発表論文 18 件 (うち査読付き英文論文 3 件、査読付き日本語論文 1 件)

特許 1 件

参考図

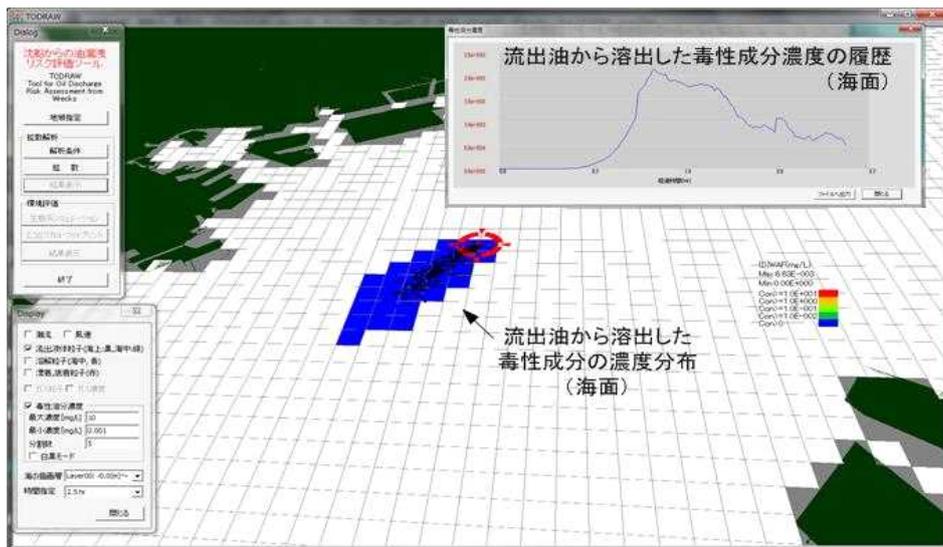


図1 東京湾の海底から流出する油の3次元表示と毒性成分の流出履歴の例

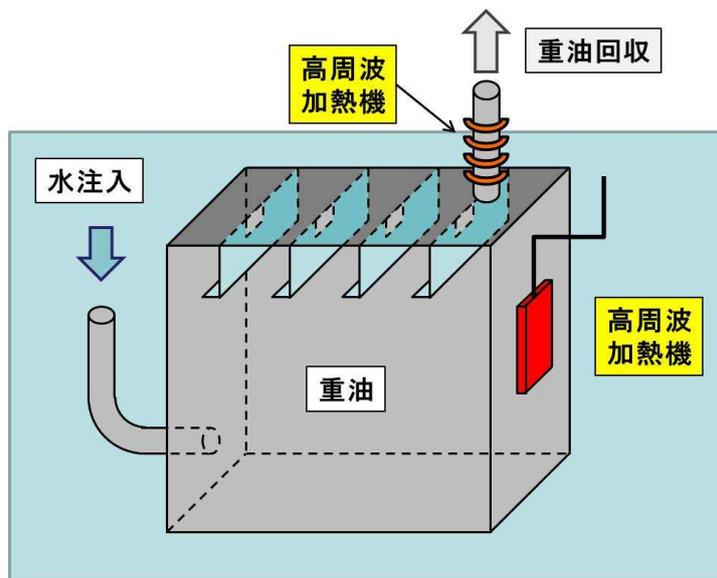


図2 高周波電磁誘導法を利用した油回収実験装置の模式図



図3 広口円筒状の反応ダクト(赤枠で表示)内で浮上油に対して油処理剤を噴射する様子
(ダクト内で油処理剤と油の接触率が向上し、分散化が促進されて霧状に浮上してゆく様子が分かる)

【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におけるブレード・ピッチ制御について最適レギュレータ制御について検討する
 - －漂流シミュレーションに衝突時の挙動解析機能を加え、水槽実験等により検証する 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シミュレータに詳細稼働性評価機能を追加し、試解析を実施する。また、実証試験に向けた採掘・揚鉱システムの実海域オペレーションに関する安全性を検討するとともに、揚鉱管の耐久性に関する評価手法を確立する
 - －平成 27 年度前半での完成を目標に、海底熱水鉱床等の広域探査を行うための小型で安価な航行型 AUV の製作を開始する。同時複数展開ができるためのプログラム、通信システムを開発する 等

◆ 26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】

◎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

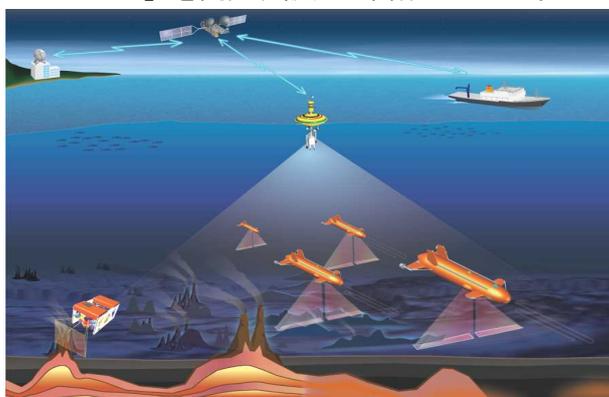
- ・海底熱水鉱床等広域探査技術の開発に貢献

国の科学技術イノベーション総合戦略にもとづく SIP（戦略的イノベーションプログラム）に参加し、海底熱水鉱床等の広域探査を可能とする小型 AUV（Autonomous Underwater Vehicle：自律型無人潜水機）及び複数 AUV の運用を可能とするオペレーション・システムの開発を開始しました。

主な研究成果は、以下の通りです。

-航行型 AUV 及び洋上中継器等の基本設計を完了しました。

-年度途中で追加予算に応募し、広域探査を補助するとともに、海底面を近接探査する「ホバリング型 AUV」を開発、設計・製作しました。



広域探査・AUV 複数運用のイメージ



開発・製作したホバリング型 AUV

- ・海底熱水鉱床の採取技術の開発に貢献

独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構の事業に協力して採掘要素技術の開発を進めた。

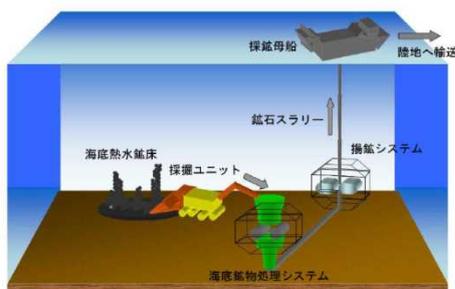
主な研究成果は、以下の通りです。

-採掘要素技術試験機を用いた洋上試験に貢献し、採掘ユニットの仕様に関する技術課題を抽出しました*。

-揚鉱ユニットの要素技術検討に貢献し、商業化に向けた揚鉱ユニットの要素技術に係る基礎データを取得、評価しました*。

* ((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)

-揚鉱の傾斜管内の圧力損失を推定する手法を開発するとともに、鉱石劣化が配管摩耗に及ぼす影響を評価しました。



海底鉱物資源開発イメージ

◎洋上天然ガス生産システム等の総合安全性評価技術に関する研究

・浮体式 LNG 設計要件ガイドラインの改定に貢献

FLNG システムの一体解析が可能なシミュレーション・プログラム NMRI-NT を開発した。風、波、流れの複合環境外力下において、FLNG のタレット係留システム、ライザー管、深層水取水管等の非線形特性と動的挙動影響を含めた解析が可能となりました。

NMRI-NT を用いて外部タレット方式の係留を検討し、係留索の異常統計解析により、従来の船級規則の方法がライン張力を過小評価する可能性を提示しました。また、船級協会の「浮体式海洋液化天然ガス及び石油ガス生産、貯蔵、積出し、再ガス化設備のためのガイドライン」の改定案策定に貢献しました。



新数値水槽 NMRI-NT

(3×4 Internal Turret mooring system with 3×2 Lazy wave riser system)

・天然ガス洋上出荷オペレーション技術の開発

国の進める浮体式洋上 LNG 生産システム (FLNG) の 開発において、浮体に係る技術開発及び安全性評価の研究を推進しました。

新形式 LNG 出荷システムに対する稼働率の評価方法を構築しました。新形式出荷システムとして可動出荷浮体とシャトル船の接続、FLNG とシャトル船の洋上ドッキングの 2 形式を対象とした数値計算に基づき、それぞれの稼働率を評価しました。

波の周期

		Zero up cross period T0 [sec]								sum [%]
		0-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	
波 高 Significant wave height Hs [m]	4.5-5.0				0.500	1.619	0.544	0.102	0.006	2.771
	4.0-4.5			0.006	1.487	1.714	0.475	0.177	0.013	3.872
	3.5-4.0			0.208	2.574	1.663	0.639	0.057		5.142
	3.0-3.5			1.182	3.251	1.853	0.494	0.102		6.881
	2.5-3.0		0.102	4.048	4.061	1.923	0.613	0.095	0.013	10.854
	2.0-2.5		1.951	6.388	4.706	1.790	0.456	0.114	0.019	15.425
	1.5-2.0	0.525	7.280	6.957	3.163	1.252	0.246	0.044		19.468
	1.0-1.5	4.585	10.120	5.522	2.309	0.443	0.044	0.019		23.043
	0.5-1.0	4.611	4.776	2.075	0.620	0.121	0.019			12.221
	0.0-0.5	0.140	0.114	0.057	0.013					0.324
sum [%]		9.860	24.343	26.445	22.683	12.378	0.762	0.710	0.710	100.000
availability factor [%]		9.860	24.343	26.445	10.810	1.816	0.063	0.063	0.000	73.401

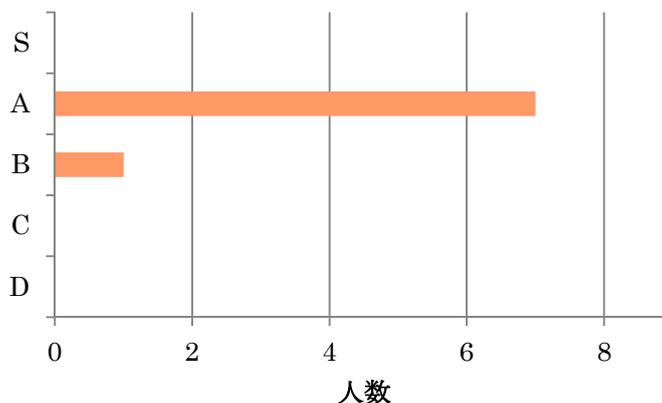
新形式 LNG 出荷システムの相対上下動に基づく稼働率評価例

◆その他適切な評価を行う上で参考となり得る情報

27年6月11日に開催した海技研研究計画・評価委員会（外部委員による評価）（委員長：藤久保 昌彦 大阪大学教授）において、重点研究について年度の評価を受け、評点 S～D 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。

海洋の開発



【海技研研究計画・評価委員会委員コメント】

- 海底熱水鉱床関連研究における AUV の開発、浮体式洋上 LNG 生産システム関連研究におけるシミュレーションプログラムの開発など国家プロジェクトに貢献する研究成果が適切な時期に得られている。これらの研究成果は、国の施策に沿ったものであり、国内産業への貢献など社会のニーズに適合している。（海運、造船）
- ブレードピッチ制御への最適制御で洋上風車設計上の顕著な成果を挙げている。（大学）
- F L N G の係留設計で船級規則を革新する成果を挙げたことは顕著な社会的貢献である。（大学）
- 将来の日本にとって非常に有意義な研究である。ホバリング型 AUV を短期に開発、設計・制作したことは立派である。（海運）

研究一覧

(各研究に付されている番号は、研究管理上、所内で便宜的に付したものの)

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

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

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

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

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

研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度		
中期目標	中期計画	研究テーマ
○海洋の利用・開発に起因する環境影響の評価手法の開発等環境負荷の軽減に関する研究	○海底熱水鉱床開発における排水・採掘等に伴う環境負荷推定手法の開発、海洋再生可能エネルギー生産システム開発に伴う環境負荷推定手法の開発	① 環境負荷推定モデルの開発に関する研究 (平成 25 年度終了研究)

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おり、民間が導入を推進するための基礎となる基盤的技術の開発や安全性評価手法の確立が急務

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

研究テーマ ①浮体式洋上風力発電システムの技術開発・安全性評価に関する研究

最終成果とアウトカム

□最終成果

- ・高精度の風車・浮体連成挙動評価技術（含、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
- ・浮体式洋上風力発電トータルシステム技術の確立
- ・実証実験技術の確立およびガイドライン化
- ・施工、維持管理まで踏まえた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、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

26 年度計画

- 浮体式洋上風力発電システムにおけるブレード・ピッチ制御について最適レギュレータ制御について検討する。具体的には、
 - ・実海域における実証実験用計測システムの改良を図るとともに、日々蓄積される多量のデータの処理システムを開発する。
 - ・浮体式発電施設は保守作業の合理化が必要なため、歪の直接計測に比べて計測が容易な浮体運動を用い、対象部位の荷重履歴を推定する手法を開発する。
 - ・ウィンドファームで懸念される浮体の連鎖衝突や船舶の衝突による漂流リスクを評価するため、漂流シミュレーションプログラムを改良する。
 - ・浮体運動と風車荷重が連成する浮体式風力発電施設のブレード・ピッチ制御について、現代制御を含む種々の制御理論を検討し、制御による動揺低減や発電能力の向上等に関して評価を行う。

26 年度の研究成果

- 風力発電施設の制御電源が台風等によって停止した場合に備え、安全上重要な項目を長時間モニタリング可能な省電力計測・衛星通信システムを開発した（図 1、図 2）。また、大量のデータを効率的に処理するプログラムを開発した。
- 比較的単純な形状を持つスパイ型浮体を対象に前年度開発した荷重履歴推定手法を、セミサブ型浮体に適用するための検討を行った。複雑な構造の分割方法や部位毎の流体力の評価方法等について検討し、計算手順書にまとめた。
- 船舶が風車に衝突する現象を模擬した水槽実験を行い（図 3～図 5）、現象の把握や衝突時の荷重等の定量的評価を行った。その結果を反映させ漂流プログラムを改良した（図 6）。
- ブレード・ピッチ制御を高度化するためのパラメータ取得試験、波・風中動揺試験を行うとともに（図 7）、現代制御である最適レギュレータ制御及び H ∞ 制御を適用した試算を行い、最適レギュレータ制御が浮体動揺の抑制に有効である事等、その特徴を把握した（図 8）。

◆特許、発表論文等の成果（26 年度）

特許：なし
プログラム登録：なし

発表論文：英文 6 件、和文 4 件
 受賞：なし

参考図

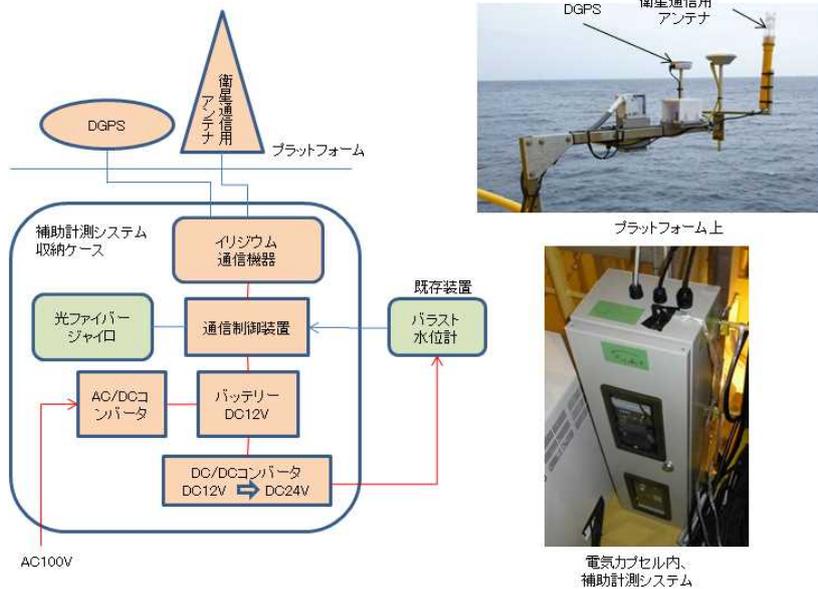


図 1 開発した省電力計測・衛星通信システムの構成
 (緯度、経度、Roll 角、Pitch 角、バラスト水位の統計値を計測、イリジウム衛星を介して伝送)

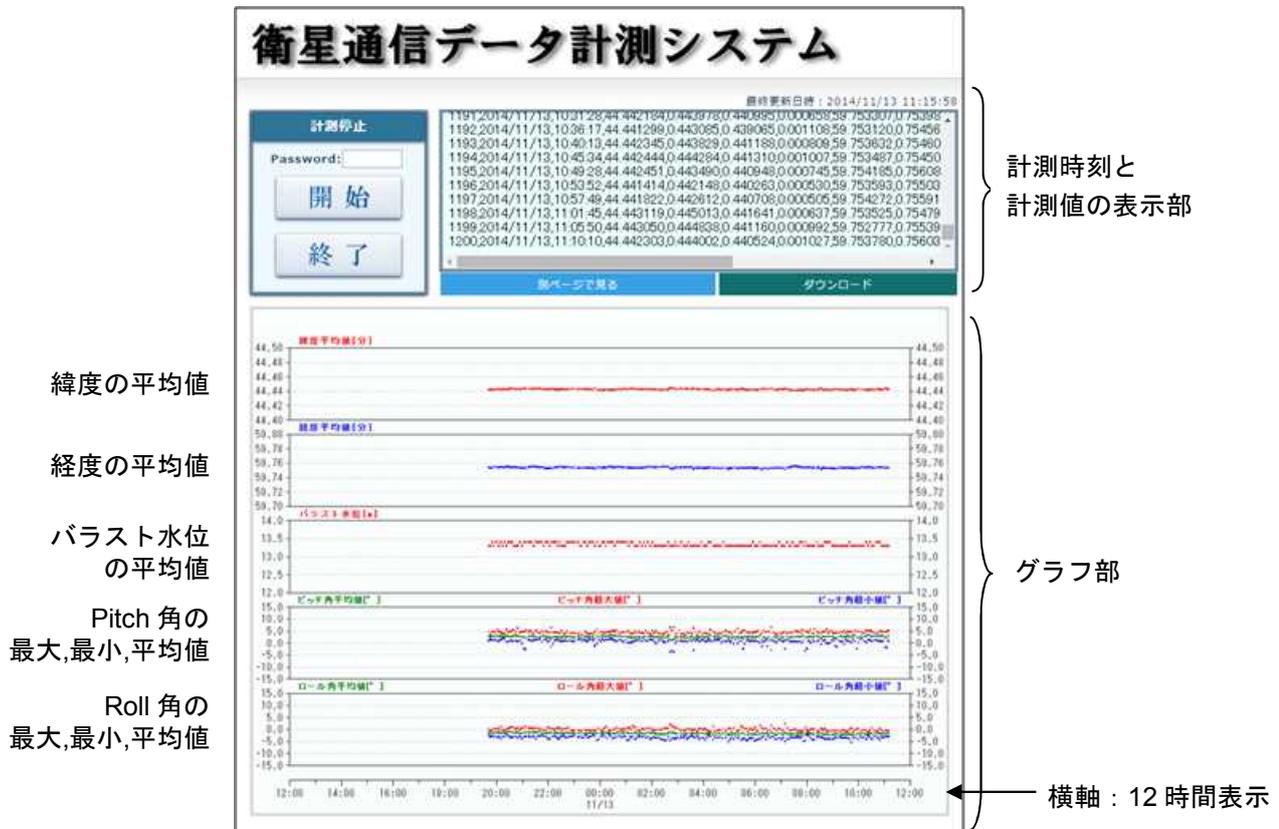
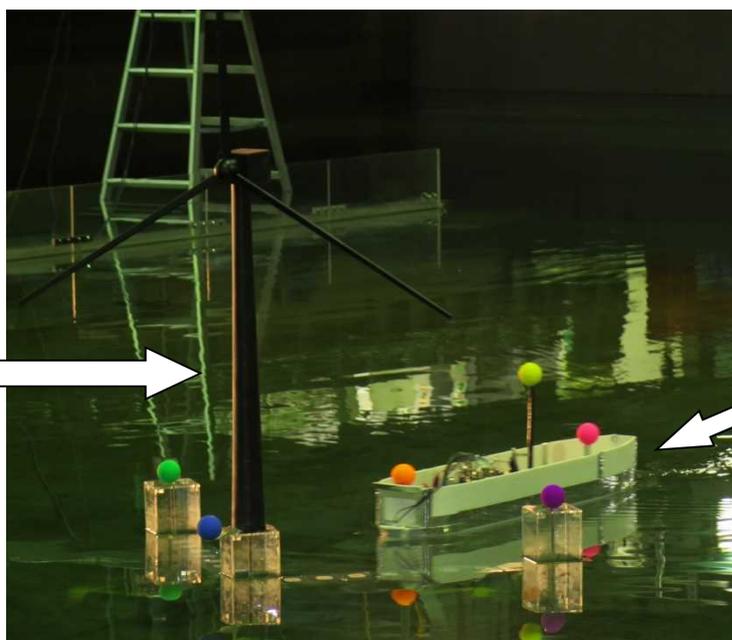


図 2 省電力計測・衛星通信システムのモニター画面の例

セミサブ型浮体
(3本カラム)
上に搭載された
風車



風車に接近
する船舶

図3 船舶-風車衝突実験の様子

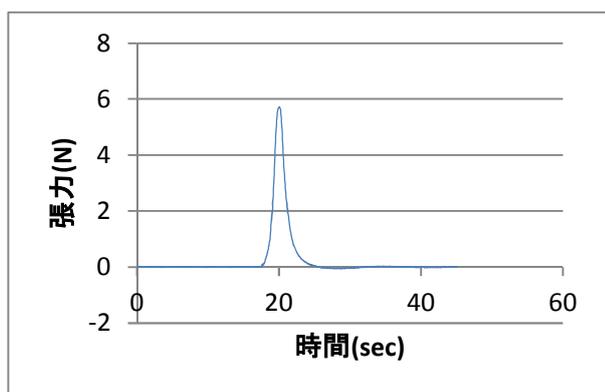


図4 船舶衝突時の係留索張力時系列の例 (実験)

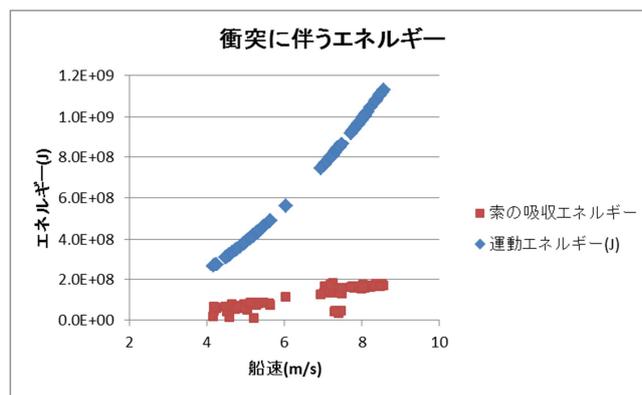
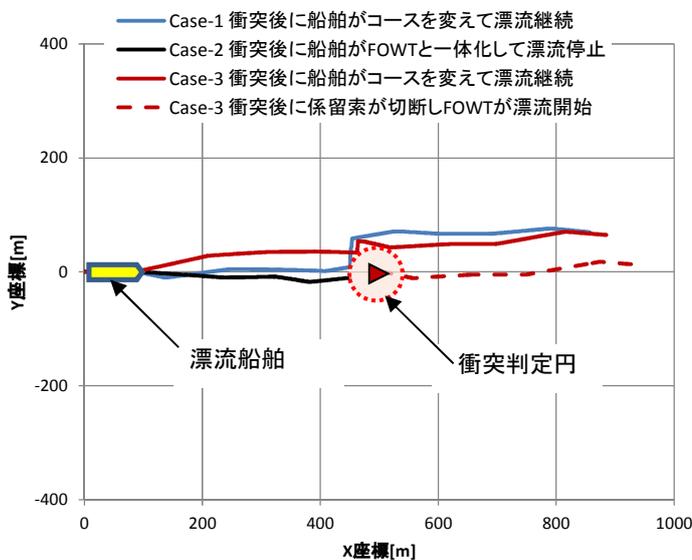


図5 衝突船舶の運動エネルギーと係留索の吸収エネルギーの比較 (実験)



※FOWT : Floating Offshore
Wind Turbine
ここでは三角形セミサブ型を想定

図6 漂流シミュレーション結果

(流れの方向を正規分布によって変化させた場合の船舶及び FOWT の漂流軌跡)

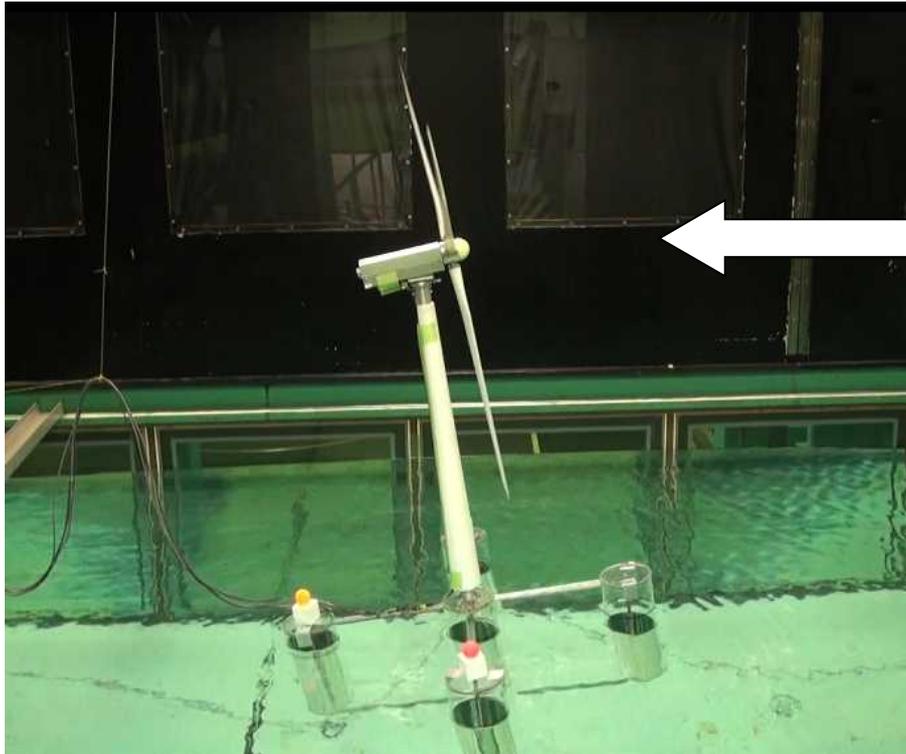


図7 ブレード・ピッチ制御試験の様子（変動風水洞）

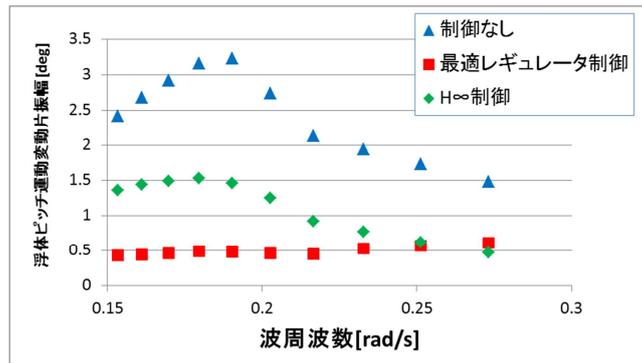


図8 制御による浮体ピッチ運動抑制効果の試算結果

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、海洋での風、流れ、波等のエネルギーは膨大であり、安定的な発電・供給が可能になれば、大きな再生可能エネルギー源となる可能性が高い。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おり、民間が導入を推進するための基礎となる基盤的技術の開発や安全性評価手法の確立が急務

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

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

最終成果とアウトカム

□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

26 年度計画

- 風、流れ、波等の再生可能エネルギーの、複合利用を含めた総合的な日本近海ポテンシャルの評価を行い、発電事業や実海域実証フィールドの適地選定に資するデータを整備する。
- 性能評価及び安全性評価のための課題の中で、デバイスの浮体動揺における減衰力効果について検討し、評価手法を確立する。

26 年度の研究成果

- 風、流れ、波等の再生可能エネルギーの、複合利用を含めた総合的な日本近海ポテンシャルの評価を、我が国最長となる 20 年間の汎用的データベースを構築して実施し、新たに合理的なポテンシャルの評価手法として H26 年度に提案した理論設備利用率の概念（図 1）に基づき、発電事業や実海域実証フィールドの適地選定に資する海域特性分析を実施した。（図 2） 整備したデータベースは、NEDO「次世代浮体式洋上風力発電システム実証研究」のサイト選定に活用された。
- 発電デバイスの開発段階において、海域を特定せずに仮定する標準海象を設定し（図 3～図 5）、海事局事業（浮体式波力発電安全ガイドライン・暫定案）及び NEDO 事業（ポテンシャル評価）に活用された。
- 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、発電デバイスの浮体動揺における減衰力効果を含めた力学モデルを実験およびシミュレーション計算により検討し、標準的な検討手法を設定した。（図 6～図 10） また、得られた知見を海事局事業（安全ガイドライン・暫定案）に反映させた。

◆特許、発表論文等の成果（26 年度）

特許：2 件

発表論文：4 件

参考図

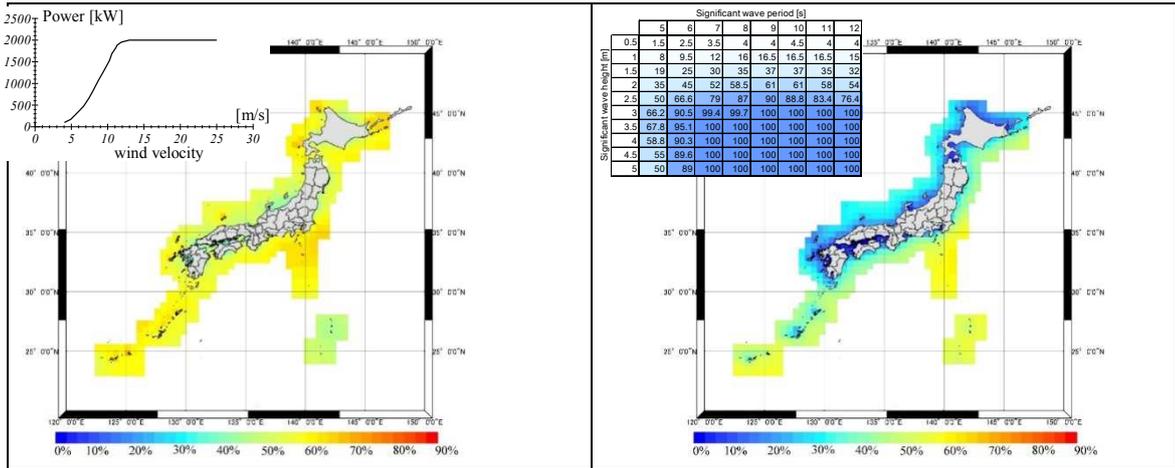


図1 理論設備利用率ベースのポテンシャルマップ（左：風力、右：波力、下：海流）

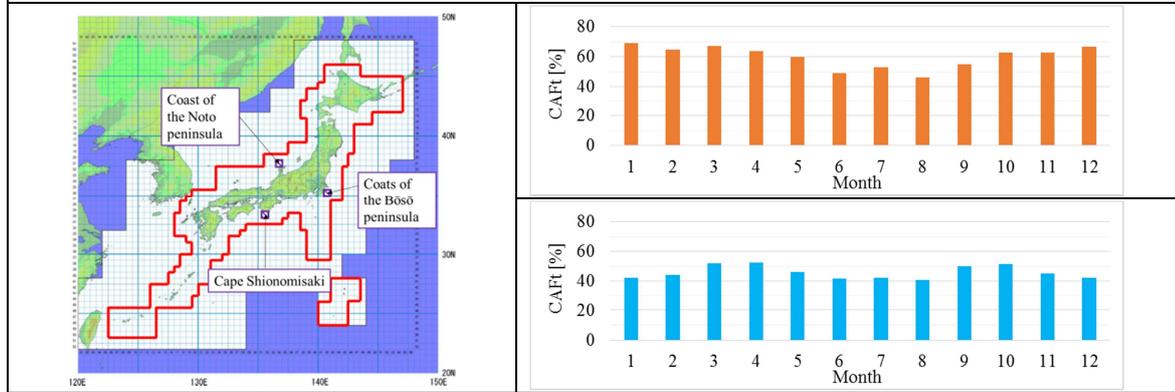


図2 房総半島沖での理論設備利用率の月別変化

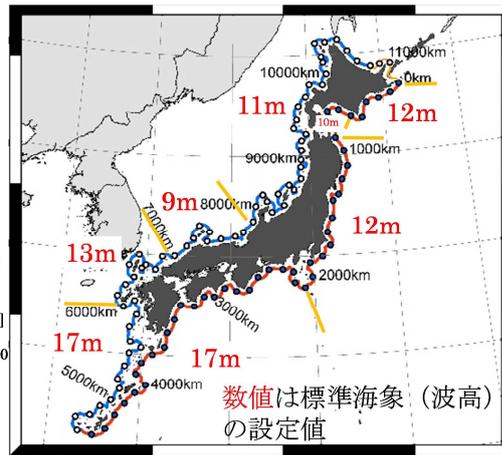
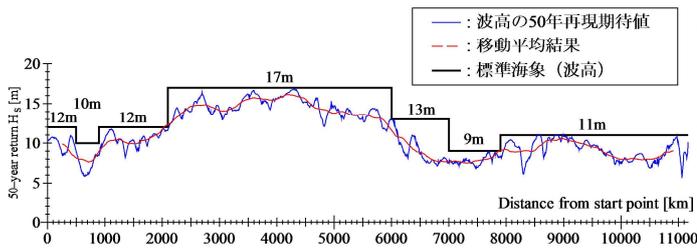


図3 標準海象：有義波高の50年再現期待値

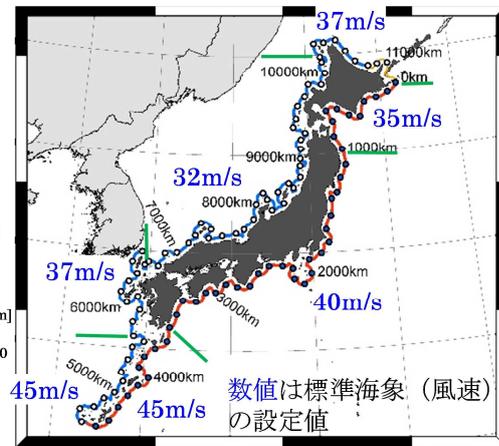
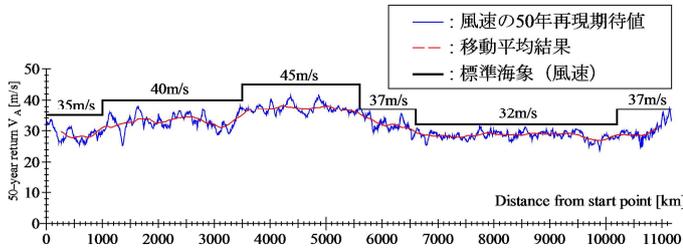
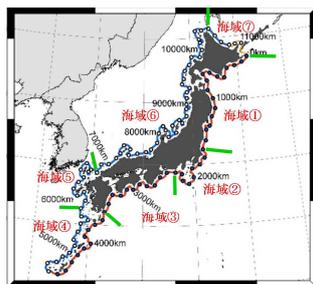


図4 標準海象：平均風速の50年再現期待値



- 海城①：根室半島～房総半島沖 (0km～1600km)
- 海城②：房総半島沖～御前崎沖 (1600km～2400km)
- 海城③：御前崎沖～大隅半島沖 (2400km～3500km)
- 海城④：大隅半島沖～大隅諸島沖 (3500km～5700km)
- 海城⑤：大隅諸島沖～北九州沖 (5700km～6800km)
- 海城⑥：北九州沖～宗谷岬沖 (6800km～10500km)
- 海城⑦：宗谷岬沖～根室半島沖 (10500km～)

海城番号	Area	月	日	観測	経度	平均水深	標準偏差	標準偏差
1	Area 1	1994	2	1	124.5	1.45 m	0.79 m	2.40 s
2	Area 2	2014	1	31	13.25			

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	TOTAL
14.75																				
14.25																				
13.75																				
13.25																				
12.75																				
12.25																				
11.75																				
11.25																				
10.75																				
10.25																				
9.75																				
9.25																				
8.75																				
8.25																				
7.75																				
7.25																				
6.75																				
6.25																				
5.75																				
5.25																				
4.75																				
4.25																				
3.75																				
3.25																				
2.75																				
2.25																				
1.75																				
1.25																				
0.75																				
0.25																				
TOTAL																				

図5 標準海象：海域分類と発現頻度表（例）

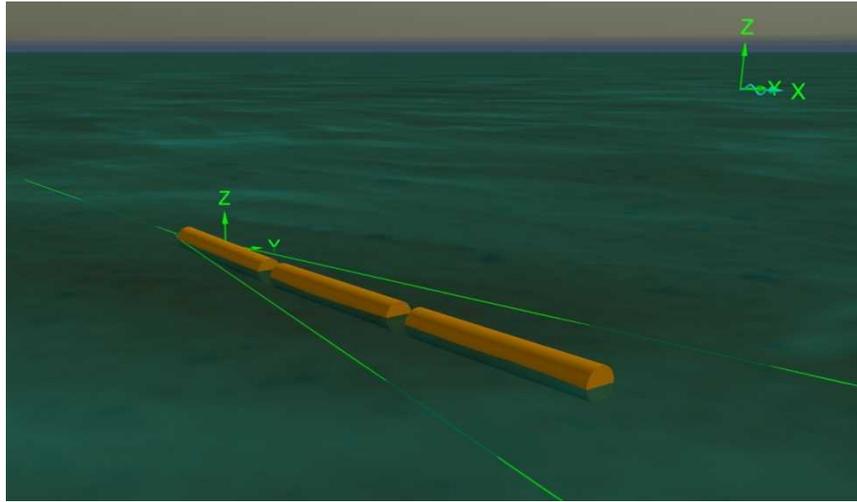


図6 シミュレーションモデル（屈曲動揺型）

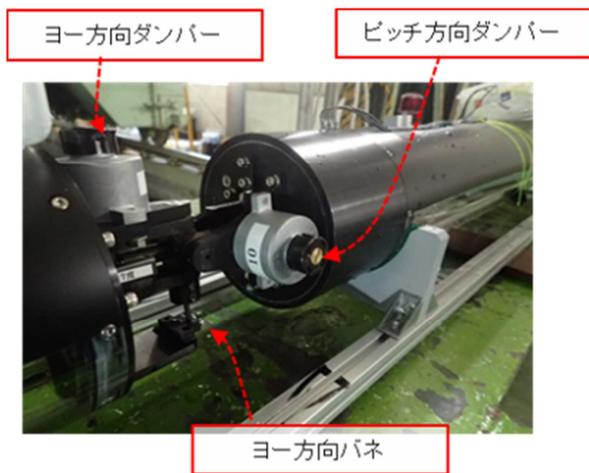
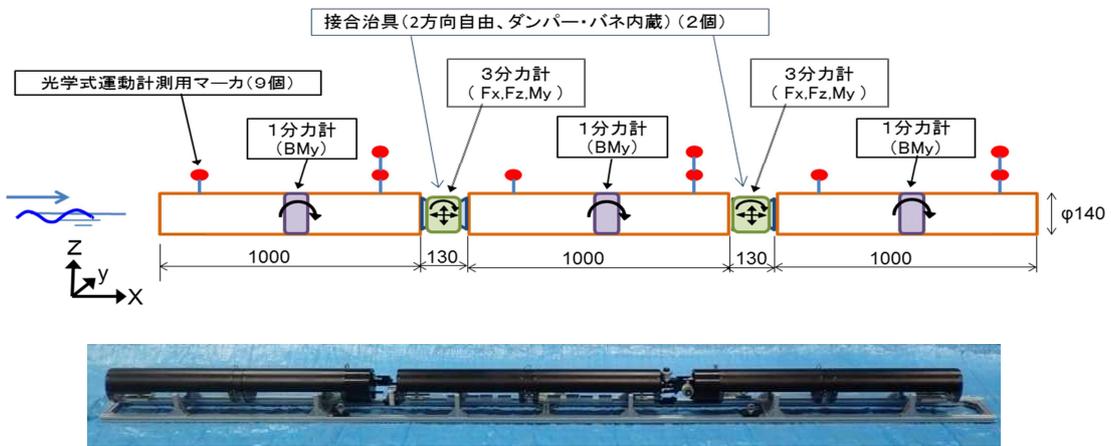


図7 模型概観および水槽実験状況（屈曲動揺型）



図8 シミュレーションモデル（並進動揺型：フロートが動く）

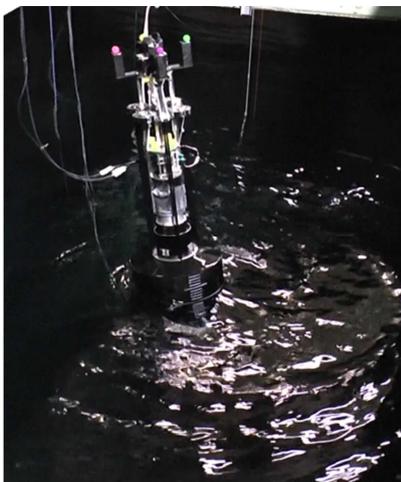
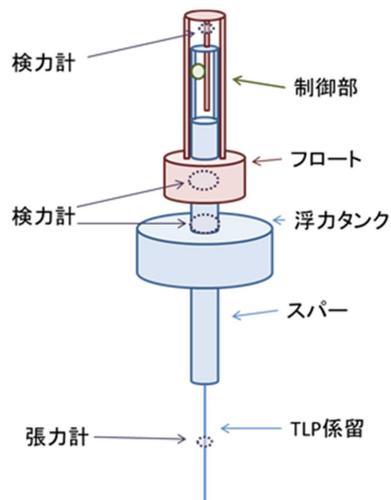


図10 水槽実験状況（並進動揺型）

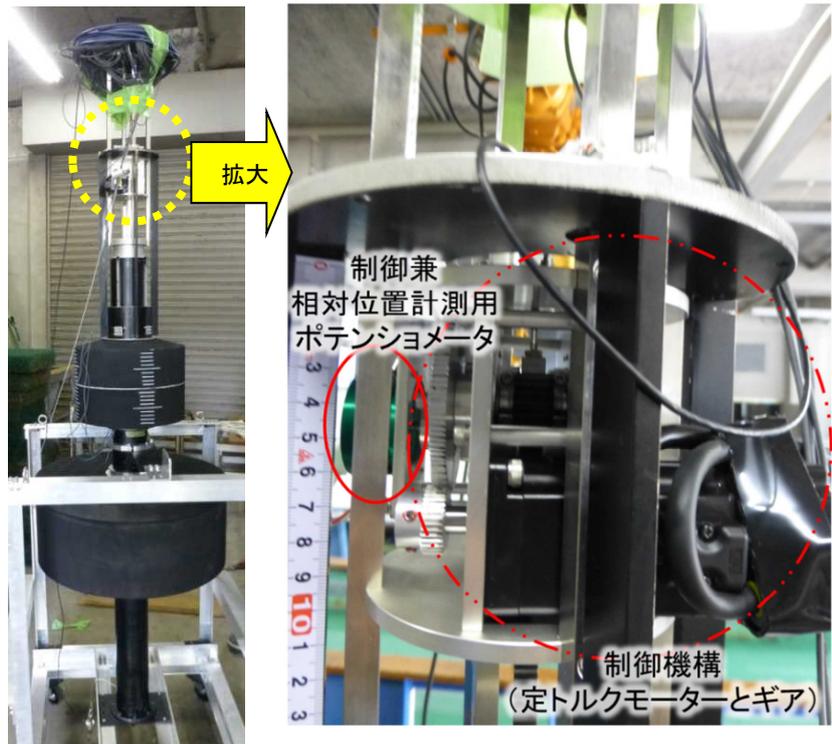


図9 模型概観（並進動揺型）

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

研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度

政策課題

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

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

研究テーマ ①洋上天然ガス生産システム等の総合安全性評価技術に関する研究

最終成果とアウトカム

□最終成果：

- ・ トップサイドのレイアウト設計に資する準デファクトスタンダードである 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。【先導研究成果】

□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

26 年度計画

□洋上天然ガス生産システムの洋上出荷シミュレータに詳細稼働性評価機能を追加し、試解析を実施する。

具体的には、

- ・ 可動出荷浮体がシャトル船に接続あるいはシャトル船が FLNG 船尾にドッキングする際の限界環境条件を検討する。また、接続あるいはドッキング後の全体挙動等に基づきオフローディング稼働限界環境条件を求める。
- ・ 新数値水槽 NMRI-NT (2 船係船状態の船体動揺・係船索張力計算システム)の改良を行い、新たな荷役や実海域での実証試験等における稼働性/安全性評価に寄与出来るシステムを構築する。
- ・ 海底資源掘削等に用いられるセミサブ浮体に適したスプレッド係留とロジスティックハブや FPSO 等に適したタレット係留を対象にして、水深 1000~2000m、流速 5kt、有義波高 14m に耐える係留系の設計・安全性評価技術を確立する。
- ・ セミサブ浮体の VIM について考慮する必要があるかどうかを明確にする。併せて、VIM 関連を主として当所における研究成果が ISO 基準に反映されるよう対応する。

- ・Side-by-Side 方式による FLNG から LNG 船への出荷に対し、2 船体動揺解析、出荷クライテリア解析、LNG 貯蔵インベントリ解析のための各解析技術が確立されるとともに、それらの解析結果を総合的に評価し、LNG 出荷の Availability 解析が実施可能となる体系を構築する。

26 年度の研究成果

- 新形式出荷システムとして可動出荷浮体とシャトル船の接続、FLNG とシャトル船の洋上ドッキングの 2 形式を対象とした数値計算に基づき、それぞれの稼働率を比較。新形式 LNG 出荷システムに対する稼働率の評価方法を構築した。(参考図 1, 2)
- 風、波、流れの複合環境外力下において、FLNG のタレット係留システム、複数本の Lazy wave riser や深層水取水管の非線形特性と動的挙動影響を含めた FLNG システムの一体解析が可能となる新数値水槽 NMRI-NT を開発した。(参考図 3, 4)
- 海底資源掘削等に用いられる通常型のセミサブ浮体に適したスプレッド係留とロジスティックハブや FPSO 等に適したタレット係留を対象にして、水深 1,000~2,000m、流速 5kt、有義波高 14m に耐える係留系の設計・安全性評価技術を確立した(参考図 5)。
- 大水深域あるいは浅海域 FLNG/FPSO、円筒型セミサブの Lazy wave フレキシブルライザーを含むタレット係留システムの設計技術並びに動的シミュレーションベースの安全性評価技術を開発した。(参考図 6)
- 新数値水槽 NMRI-NT により、External タレットを有する FLNG の係留設計要件に関する検討を実施した。係留索の異常統計解析により、従来船級基準で定められていたレイリー-Extreme 法ではライン張力の 3 時間最大値を過小評価する可能性が高いことを示し、船級基準の改定において検討内容が全て反映された。(参考図 7)
- VIM 関連対応として ISO/TC67/SC7 等会合に参加し、当所研究成果が反映されるよう規格案の提案、審議を行った(審議継続中)。
- Tandem 方式並びに Side-by-Side 方式の LNG 出荷に対し、多浮体一係留システムライザーの一体解析が可能となった新数値水槽 NMRI-NT の時間領域解析に基づく 2 船体動揺解析や出荷クライテリア解析、LNG 貯蔵インベントリ解析により、LNG 出荷の詳細稼働性 (Availability) 解析が可能となった。(参考図 8)

◆特許、発表論文等の成果 (26 年度)
 プログラム登録 : 1 件
 発表論文 : 3 件

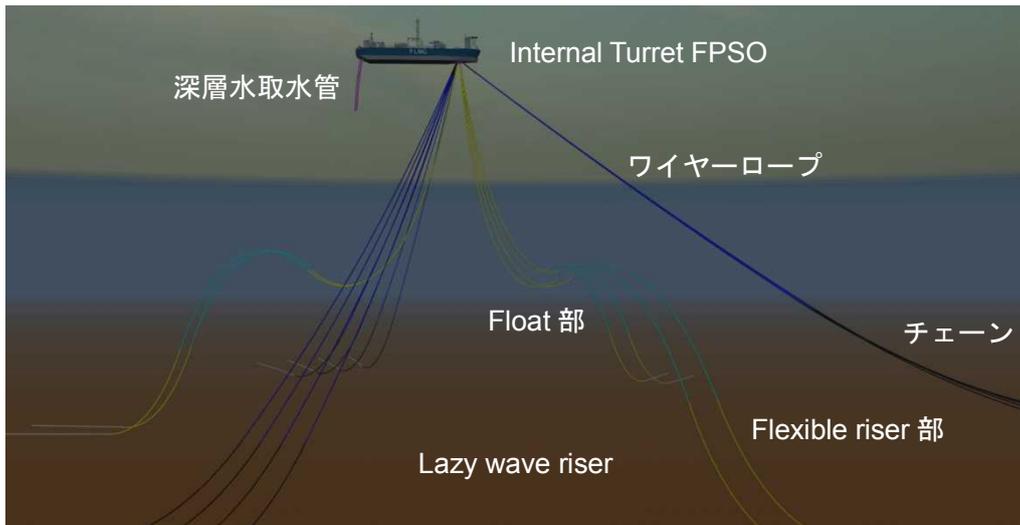
参考図



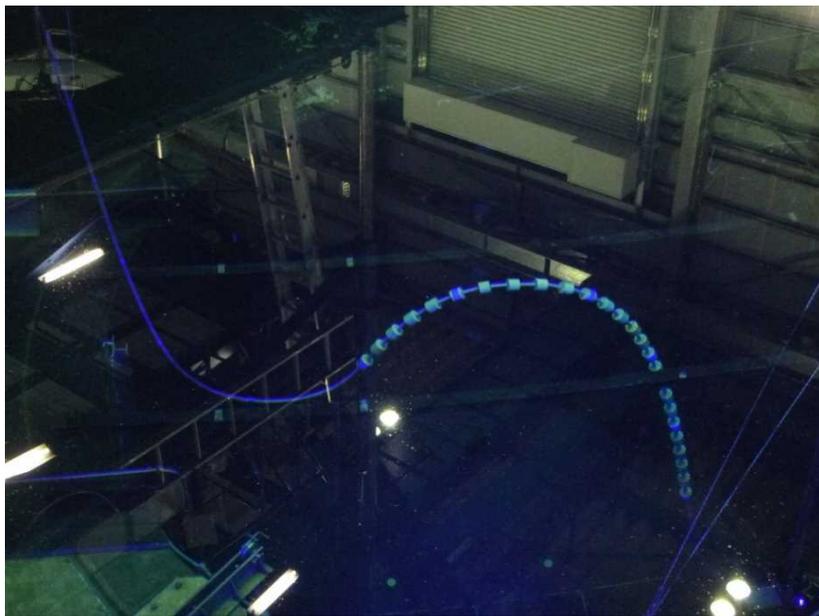
参考図 1 新形式 LNG 出荷システムを用いた洋上 LNG 移送形態 (出典 : OTC-25980-MS)

		Zero up cross period T0 [sec]								
		0-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	sum [%]
Significant wave height Hs [m]	4.5-5.0				0.500	1.619	0.544	0.102	0.006	2.771
	4.0-4.5			0.006	1.487	1.714	0.475	0.177	0.013	3.872
	3.5-4.0			0.208	2.574	1.663	0.639	0.057		5.142
	3.0-3.5			1.182	3.251	1.853	0.494	0.102		6.881
	2.5-3.0		0.102	4.048	4.061	1.923	0.613	0.095	0.013	10.854
	2.0-2.5		1.951	6.388	4.706	1.790	0.456	0.114	0.019	15.425
	1.5-2.0	0.525	7.280	6.957	3.163	1.252	0.246	0.044		19.468
	1.0-1.5	4.585	10.120	5.522	2.309	0.443	0.044	0.019		23.043
	0.5-1.0	4.611	4.776	2.075	0.620	0.121	0.019			12.221
	0.0-0.5	0.140	0.114	0.057	0.013					0.324
sum [%]		9.860	24.343	26.445	22.683	12.378	0.762	0.710	0.710	100.000
availability factor [%]		9.860	24.343	26.445	10.810	1.816	0.063	0.063	0.000	73.401

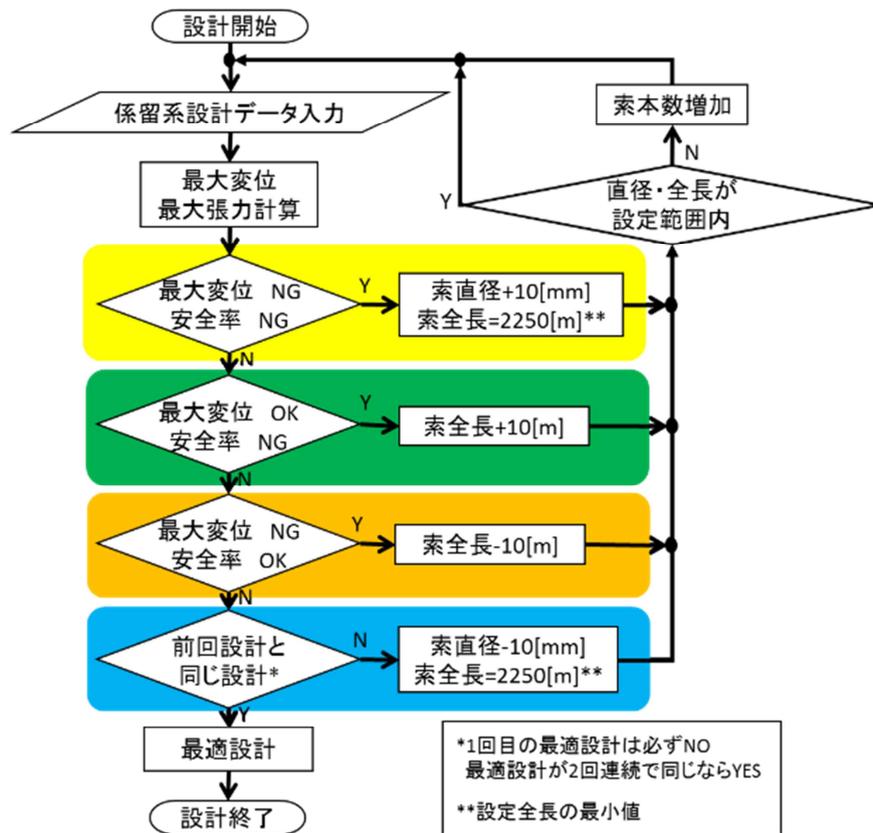
参考図 2 新形式 LNG 出荷システムと LNG 船の相対上下動に基づく稼働率評価例



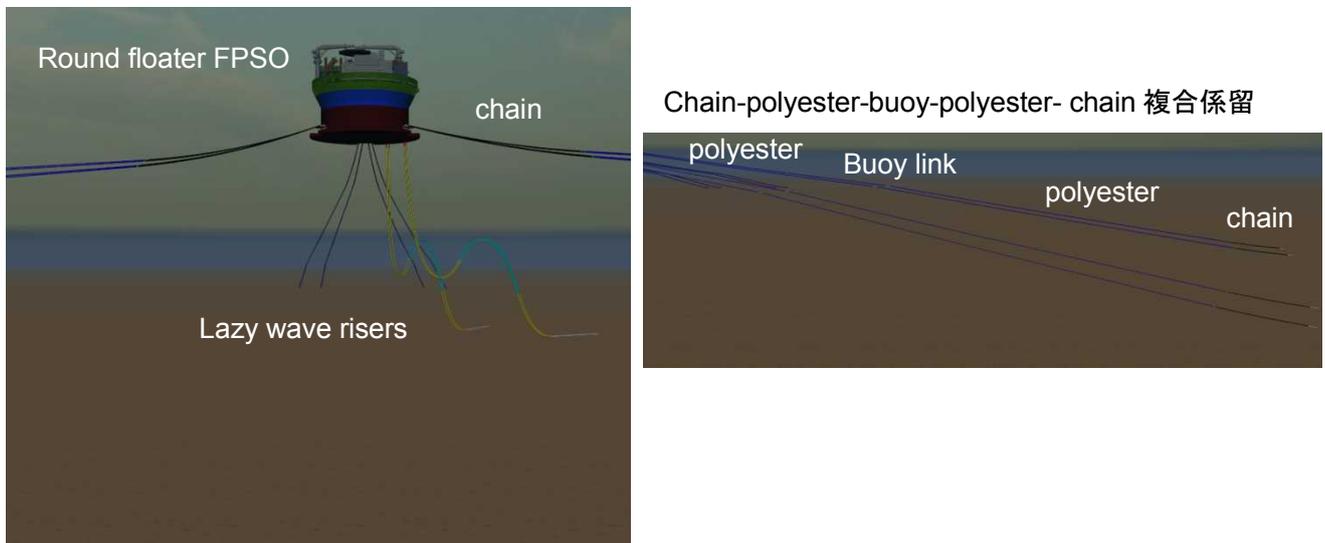
参考図 3 新数値水槽 NMRI-NT (3×4 Internal Turret mooring system with 3×2 Lazy wave riser system)



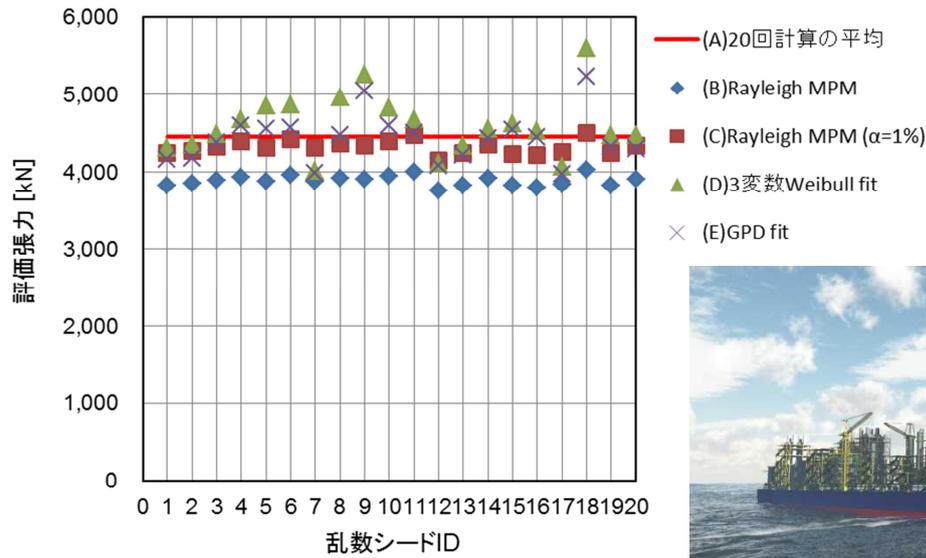
参考図 4 Lazy wave riser の強制動揺試験



参考図5 タレット係留の最適設計アルゴリズム



参考図6 浅海域最少オフセットトートレグ係留システム(新技術)

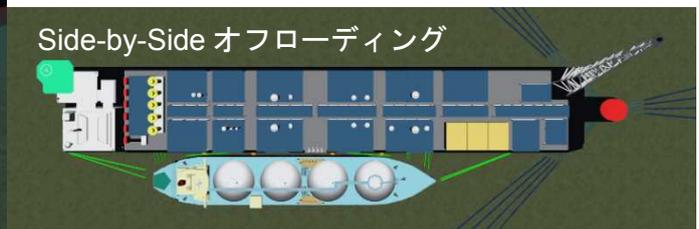


参考図7 20回シミュレーションによる異常張力の統計解析例（水深 1,000m、Ballast 状態）



Tandem オフローディング

新数値水槽（NMRI-NT）を用いた LNG 移送の時間領域シミュレーション



Side-by-Side オフローディング

- 出荷クライテリアの設定**
- (評価項目)
- Loading arm tip と LNG 船マニホールド間
 - ・ 相対変位および相対上下動
 - ・ Loading arm tip とマニホールド位置の加速度
 - ・ 係留索張力の最小破断強度
 - LNG 船の Roll 角度

Sequence	FLNG loading arm tip MPM						Side manifold MPM						相対変位 両振幅			最大ライン張力 (kN)	Availability
	x	φ [deg]	z	Acc x	Acc y	Acc z	x	φ [deg]	z	Acc x	Acc y	Acc z	x	y	z		
SBS-101	5.27	0.05	0.05	0.02	0.02	0.02	6.35	1.00	0.43	0.06	0.06	0.17	5.41	1.92	0.46	1146.26	○
SBS-102	8.65	0.05	0.05	0.02	0.02	0.01	9.72	1.19	0.45	0.07	0.06	0.18	6.11	2.45	0.48	1315.65	○
SBS-103	23.32	0.05	0.05	0.01	0.02	0.01	23.32	1.19	0.45	0.04	0.05	0.12	5.84	2.74	0.34	1162.05	○
SBS-104	8.33	0.04	0.04	0.01	0.02	0.01	8.29	0.56	0.26	0.04	0.05	0.11	2.10	1.69	0.27	1196.93	○
SBS-105	12.97	0.06	0.04	0.01	0.02	0.01	12.68	0.79	0.29	0.04	0.05	0.12	1.92	1.58	0.30	1225.90	○
SBS-106	22.82	0.11	0.06	0.02	0.02	0.01	22.44	1.63	0.41	0.06	0.06	0.13	3.21	3.27	0.44	1327.15	○
SBS-107	82.05	0.24	0.12	0.02	0.02	0.02	79.88	3.05	0.66	0.08	0.07	0.15	5.73	7.61	0.73	1858.58	○
SBS-108	84.79	0.46	0.23	0.02	0.02	0.02	85.49	4.13	0.87	0.09	0.10	0.16	5.48	12.25	0.94	1860.67	×
SBS-109	104.58	0.22	0.10	0.03	0.02	0.02	108.24	4.67	1.04	0.11	0.09	0.22	8.69	8.93	1.12	1443.80	×
SBS-110	100.82	0.26	0.13	0.02	0.02	0.02	104.28	5.06	1.09	0.09	0.07	0.16	9.27	10.05	1.17	1664.19	×
SBS-111	108.14	0.41	0.22	0.02	0.02	0.02	117.29	5.05	1.05	0.10	0.08	0.14	14.53	11.51	1.12	1937.37	×
SBS-112	100.00	0.24	0.12	0.02	0.02	0.01	104.21	4.42	0.95	0.09	0.09	0.15	8.60	10.45	1.02	1704.28	×

参考図8 新数値水槽による詳細稼働性（Availability）評価

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

研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度

政策課題

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

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

研究テーマ ②海底鉱物資源開発等に係る基盤技術の構築に関する研究

最終成果とアウトカム

□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サブシーシステムと船の操船を含めたマリンオペレーションに関する安全性評価手法の構築及び運用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
- ・海事産業における人材育成に貢献

26 年度計画

- 実証試験に向けた採掘・揚鉱システムの実海域オペレーションに関する安全性を検討するとともに、揚鉱管の耐久性に関する評価手法を確立する また、平成 27 年度前半での完成を目標に、海底熱水鉱床等の広域探査を行うための小型で安価な航行型 AUV の製作を開始する。同時複数展開ができるためのプログラム、通信システムを開発する。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、長時間掘削データ等の採掘要素に関する技術的評価を行うための基礎データを取得する。
 - ・送波器分離型の廉価アクティブソナーを製作して、濁り影響に関する水槽試験を実施するとともに、海底地形のマッピング情報に音響情報を加味する手法について検討する。
 - ・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構築するとともに、JOGMEC が実施している海底熱水鉱床の開発に向けた事業に参加して、揚鉱ユニットの要素技術に係る基礎データを取得し、評価する。
 - ・集鉱用フレキシブルホースの積層構造の最適化を図る。
 - ・海底で採取・粉砕した鉱石の品位を計測し選別する手法について検討する。
 - ・パイロット試験用全体システムに関する予備検討を実施する。
 - ・平成 27 年度前半での完成を目標に、海底熱水鉱床等の広域探査を行うための小型で安価な航行型 AUV の製作を開始するとともに、AUV の同時複数展開を可能とするための制御プログラム及び通信システムの開発を開始する。

26 年度の研究成果

- 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洋上試験を実施し、24 時間以上の連続操業に成功した。本試験で取得した各種データを参考に、採掘ユニットの仕様に関する技術課題を抽出した。
- 海底地形のマッピング情報をえるために、濁り環境下で有効であると思われる送波器分離型ソナーを製作し、水槽試験により基礎データを取得した。（図 1 参照） また、海底熱水鉱床から流出する微粒子の検出技術を用いた海底熱水鉱床探査技術を開発した。更に、洋上試験時に、掘削音データを取得して、掘削状況の把握に音響情報が有効であることを確認した。

- 傾斜管内の圧力損失を推定する手法を開発するとともに、鉱石劣化が配管摩耗に及ぼす影響を評価した（図 2 参照）。さらに JOGMEC の事業に参加して、商業化に向けた揚鉱ユニットの要素技術に係る基礎データを取得し、評価した。
- 螺旋ライナーを用いた新形式集鉱用フレキシブルホースを考案し、曲げ特性等を評価した。
- 高圧水中での計測が可能なレーザーブレイクダウン分光計（LIBS）を用いて予備的な品位計測試験を行うための試験装置を製作した（図 3 参照）。
- 採鉱母船の荒天時の退避手順に関して検討するとともに、フリースタンディングライザー（FSR）の揚鉱管への適用性について調査した。
- 海底熱水鉱床等の広域探査システムを構成する次の 3 つの装置の基本設計を完了した。航行型 AUV の 1 機目は当初計画通り、平成 27 年度前半に完成予定である。
 - ・小型で安価な航行型 AUV
 - ・複数の AUV を同時に扱うための洋上中継器
 - ・汎用作業船に搭載可能な投入揚収装置更に、海底熱水鉱床等の広域探査を補助する装置の必要性が期中で判明し、当初計画に追加して次の装置の開発・製作を完了した。
 - ・ホバリング型 AUV（図 4 参照）
- 既存の AUV と洋上管理ブイを用いた実験を重ね、そこで得られた知見に基づき、AUV の同時複数展開を可能とするための制御プログラム及び通信システムの要求仕様を決定した。実海域試験結果まで反映した開発完了を平成 30 年度としている。
- AUV を構成する要素技術の産業化と国際競争力強化を目指し、まずスラスタモーターと油漬けバッテリーについて、製品化研究を開始した。

◆特許、発表論文等の成果（26 年度）

特許：2 件

発表論文：12 件

参考図



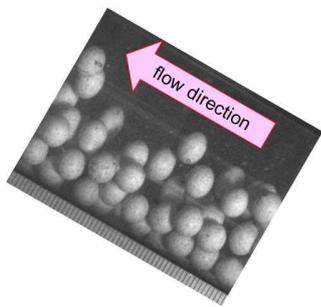
(a) 送受波器分離型ソナー



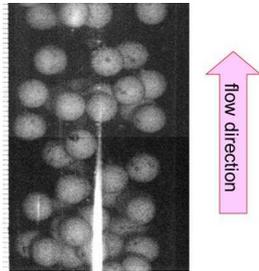
(b) 試験状況（濁りの有無）



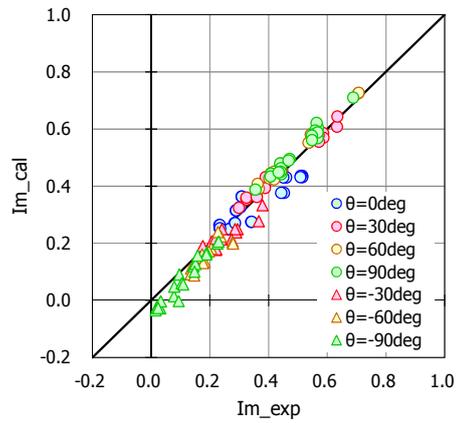
図1 送受波器分離型ソナーと水槽試験状況



〔スラリー移送試験〕



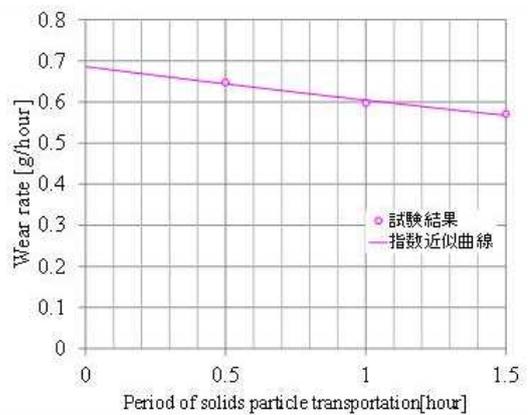
(a) 傾斜管内の圧力損失評価



〔試験結果と計算結果の比較例〕



〔試験装置〕



〔模擬鉱石移送時間に対する摩耗率の変化〕

(b) 鉱石劣化が管内摩耗量に及ぼす影響評価

図2 鉱石スラリー移送流及び管内摩耗量評価

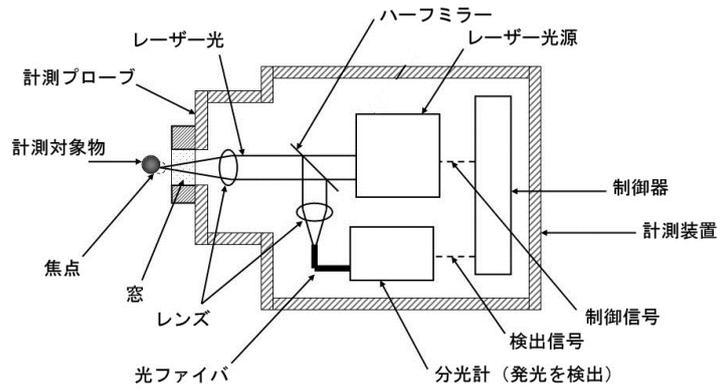


図3 レーザーブレイクダウン分光計（LIBS）を用いた品位計測の概念図



図4 ホバリング

【海上輸送の高度化】

【中期目標】

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

そのため、航海支援技術、物流の効率化等に関する以下の研究に取り組むこと。

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

【中期計画】

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

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

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

【年度計画】

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

- (10) 海上物流の効率化・最適化を政策的に評価する手法の開発及び高度化に関する研究
 - －国内間及び国際間の流動評価サブシステムを統合して国内発着ユニットロード流動評価システムを作成し、海運振興施策例の評価を行う 等
- (11) 海上輸送の新たなニーズに対応した運航支援技術・輸送システム等の開発に関する研究
 - －機関点検支援システムの商用化に向けた有効性の評価と改良を行うとともに、陸上からの指示に基づく作業支援機能を追加する。また、イニシャルコストの低減を実現するため、これまでに開発した板単位での効率的な曲げ作業方案をもとに、ブロック全体での作業工数をさらに削減できるように拡張する
 - －複数船舶からの送信 AIS データとレーダー情報に基づいて周辺海域の船舶の動静情報をまとめ、AIS を持っていない船舶に提供するシステムの実海域実証実験を行う
 - －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で乗換なしで移動できるシームレス小型船の開発と社会実験を行う 等

◆ 26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

・シームレス小型船の開発

乗客が乗った状態のバスが小型船に乗下船することから、その上下挙動の検証、また火災時等の安全性に関するリスク評価等を行い、実験船のハード面及びソフト面からの安全対策を講じました。

シームレス小型船（実験船）を試作・完成させ、安全対策等の機能を確認・検証しました。



小型バス相当の重りを搭載した海上試運転



シームレス実験船からのバスの下船状況

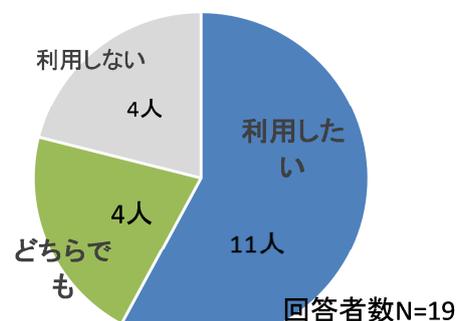
・シームレス小型船を用いた社会実験の実施

移動満足度や負担感の観点からアンケート調査、移動時間及び活動量計測を実施するとともに、振動計測、排ガス滞留計測等も行い、シームレス小型船の有用性、快適性等を確認しました。

本研究成果を踏まえた具体的な施策が、国土交通省交通政策基本計画の中に盛り込まれました。また、本研究の安全対策検討結果をもとに、一部の内航カーフェリーに対して車両甲板上に乗客が乗った状態で航行できる措置が国土交通省により、実施されました。



社会実験時の海上航行



※ 利用しないはマイカー利用者が中心の意見

社会実験における居住者の意向調査結果

◎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（運航支援技術）

◎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）

・ 船内騒音予測プログラムの構築と予測精度向上

Janssen 法を用いた船内騒音レベルの予測プログラムを開発（プログラム登録済み）。入力データ作業に比べ予測精度が高いことから高評価を得ています（H26 年度：20 社使用）。

騒音の実船計測を行い、騒音源に関するデータベースを拡充し、騒音予測精度を向上させました。

・ 機関点検支援システムの支援機能の拡張

航海訓練所練習船（海王丸）において、本機関点検支援システムを用いた巡回点検作業を実施し、本システムの有効性等につき評価を得ました。

「不具合対応用点検シナリオ」支援機能を拡張しました。本年 3 月、本システムの公開実験を開催し、参加した船社から実運航船での試験搭載の要望があり、運航スケジュール等との調整中です。



機関点検支援システム（小型軽量化したもの）

・ 曲げ加工支援システム等の導入

国内中手造船所（2 社）へ導入し、初級技能者への研修を実施し、生産工程の約 40%時間短縮を確認しました。また、ガス加熱線指示などシステムの追加改良も実施しました。



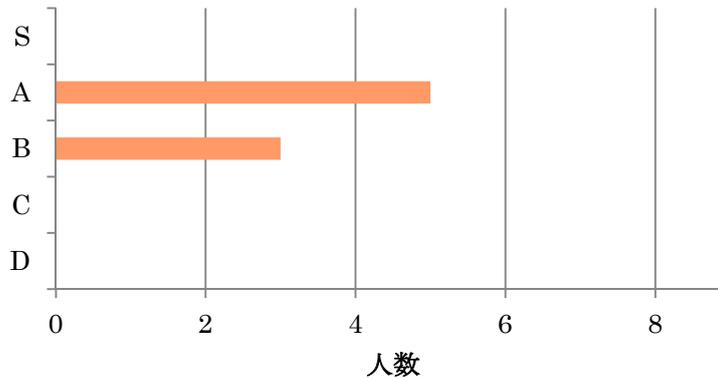
機関室でのシステム入力状況

◆その他適切な評価を行う上で参考となり得る情報

27年6月11日に開催した海技研研究計画・評価委員会（外部委員による評価）（委員長：藤久保 昌彦 大阪大学教授）において、重点研究について年度の評価を受け、評点 S～D 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。

海上輸送の高度化



【海技研研究計画・評価委員会委員コメント】

- シームレス小型船の開発とその社会実験の実施、それに関わる施策が交通政策基本計画に盛り込まれたことは、特に顕著な成果である。（大学）
- 内航船の船内騒音規制に対応した騒音レベル予測プログラムの開発など、適切な時期に国の施策に合致した社会に貢献できる研究成果が得られている。（造船、大学）
- 曲げ加工支援システムを造船所に導入したり、構造部材への接着剤適用を検討するなど、海事産業に貢献している。（大学）
- 機関点検支援システムや見張り支援システムの開発などは、内航船の競争力強化に繋がるものであり、社会的価値の創出に貢献するものである。（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 ⑩ 海上物流の効率化・最適化を政策的に評価する手法の開発及び高度化に関する研究 研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度		
中期目標	中期計画	研究テーマ
○海上物流の効率化・最適化を政策的に評価する手法の開発及び高度化に関する研究	○内航フィーダー輸送活性化等の施策に関連する、海運を中心とした物流動向等の事前評価が可能となるツール及び外航ネットワークと内航フィーダー航路のリンク評価プログラム等の開発	⑩海上物流効率化・最適化評価と政策評価支援に関する研究

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

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

研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度

政策課題

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

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

研究テーマ ①海上物流効率化・最適化評価と政策評価支援に関する研究

最終成果とアウトカム

- 従来よりも迅速かつ適切に海運施策の評価を行う物流評価システムを開発する。
- 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等)を作成し、効果を評価する。

26 年度計画

- 国内間及び国際間の流動評価サブシステムを統合して国内発着ユニットロード流動評価システムを作成し、海運振興施策例の評価を行う。具体的には、
 - ・これまでに作成した移出入ユニット貨物流動評価機能、輸出入コンテナ貨物流動評価機能及び一般貨物の貨物量評価機能を改修すると共に、各種データベースを整備する。
 - ・各要素を統合したシステムを作成し、国内発着ユニットロード流動評価システムを完成させる。
 - ・海運振興施策例として内航フィーダー網育成施策の評価を行う。

26 年度及び 3 期中期計画の研究成果

1. 国内発着ユニットロード流動評価システムの開発

- システム統合：全体を 1 つのソリューションに統合し、入力である、貨物 OD データ、輸送に係る距離、時間、費用等から、出力として各貨物がどのルートを通過するか推定するシステムを作成。従来よりも迅速・適切な分析が可能

- 機能要素：改修・整備を実施

- (1)移出入ユニット貨物流動評価機能、輸出入コンテナ貨物流動評価機能との統合を含む改修(図 1)
 - ・輸送評価要素(費用、時間由来減価、頻度、貨物損傷リスク、遅延リスク、認知不足による心理的忌避感等)を金銭換算した評価値(拡張犠牲量)をもとに経路が決定され则认为、シミュレータの中核的要素であるルート選択機能を、従来の犠牲量モデルに残余犠牲量項(上記以外の輸送評価要素)を加えた拡張犠牲量モデルに更新(図 4)。
- (2)一般貨物の貨物量評価機能を改修(補助機能)
 - ・当初予定の国内一般貨物に加え、輸出入貨物の推定機能も追加【追加成果】
 - ・全体の貨物伸び率(コントロールトータル)を加味する機能を追加
 - ・各生活圈(図 3)及び世界の各地域(図 2)の将来時点での貨物量伸率、ロットサイズ伸率、及び日本全体・世界全体の貨物量伸率を設定することで、将来時点での貨物 OD データを生成
- (3)各種データベースを整備
 - ・システム統合に伴い、データの拡充・修正・入力形式に合わせた変換等を実施なお、迅速・柔軟な分析を行うためプログラムの殆どを再実装

2. 海運振興施策例の評価

本シミュレーションシステムを用いて基準施策を改良して効果を評価した(図 5)。

・施策例の内容

輸出入海上コンテナ貨物及び国内発着のユニットロード貨物のうち、内航を利用するものに対し、貨物 1 トンあたり定額の補助を行う施策を考える。

【基準の施策】

全国の全ての内航ユニットロード貨物に 200 円/ton の費用補助を行う(3 年間)

【改良した施策】

(1 年目)全国の全ての内航ユニットロード貨物に 200 円/ton の費用補助を行う

(2・3年目)1年目の感度(補助金に対する貨物増加率)実績順に上位 1/4 まで 400 円/ton 補助、上位 1/4 ~1/2 は単価据置き、下位 1/2 は補助停止とする

・特徴

当初予定の内航フィーダー育成に加え、モーダルシフト促進も扱う【追加成果】

輸出入及び国内発着の全ての内航ユニットロード貨物を対象

競合する陸路や近隣航路のみならず、全く異なった地域の航路同士の貨物増加率の競争も喚起

客観性・公平性を確保

・効果等

基準施策に対し費用対効果を約 4 割改善

本施策を定期的実施することで、施策終了後も一定の効果持続を期待可能

以上により、内航ユニットロード貨物への航路補助施策の改良を例に、効果的に施策を設計可能であることを示した。

3. 外航コンテナ流動モデル (H25 年度終了。1、2とは独立したプログラム)

外航定期船航路のスケジュールデータをデータベース化 (サービス航路数、約 1,500、 港数約 1,000)。主要な項目は以下の通り。

・寄港港、運行頻度、航海時間、発着曜日、運航船舶数、船舶の主要目、港間距離、運航船社など

航路閲覧ソフトを開発することで、グラフィカルなユーザーインターフェースを介して情報提供できる環境を整えた(図 6)。これより船会社、サービス名、寄港港などにより、航路を検索し、検索項目に合致する航路情報を地図上に描画するといった利用が可能(図 7)。

主な機能は以下の通り。

・定期航路の検索機能 (寄港港、船社、サービス名 (スケジュールが表す航路名) による検索)。

・指定した 2 港間の航路距離の算出 (スエズ、パナマ、ベーリング海峡の通行可否も設定可能)。

・任意の定期航路に関する寄港順、寄港曜日、航海日数のテキスト表示と地図上での航路の描画。

・定期航路の編集機能 (寄港パターン、輸送時間、発着曜日の編集が可能)

・定期航路上の貨物流動解析。

外貨コンテナ経路選択モデルを開発して、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 8)。ユーザーは、上記航路の編集機能により、貨物流動の変化を観察することが可能。

◆特許、発表論文等の成果 (26 年度)

発表論文 : 7 件

参考図

システムを統合し国内発着ユニットロード評価基盤システムを完成

従来よりも迅速・適切な解析が可能

【迅速】

- ・基本となるデータベースを予め作成
- ・多くの工程を(半)自動処理
- ・内部開発のため課題に沿った柔軟なシステムを迅速に組成

【適切】

- ・輸出入貨物・国内貨物分析を一体化
- ・モデルが大規模・詳細
- ・良好な再現性・感度分析

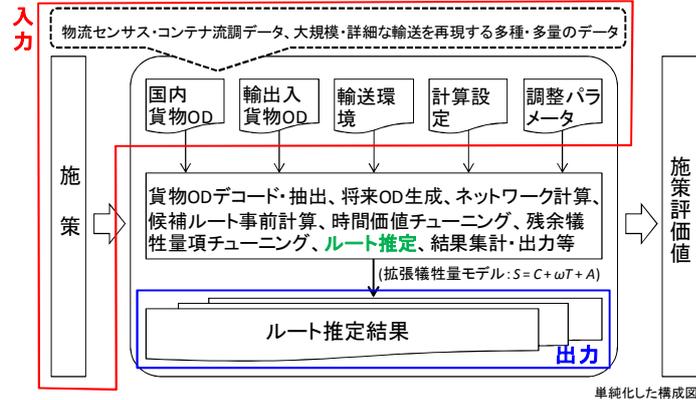


図1: 計算構造



図2: 世界地域区分と代表港湾

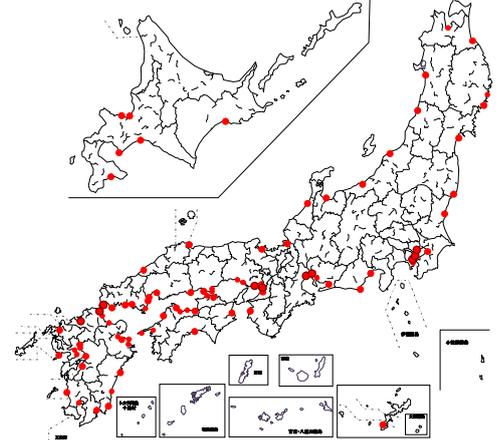


図3: 207生活圏区分と港湾

精密な現状再現(時間価値・残余犠牲性量項のチューニング)実現

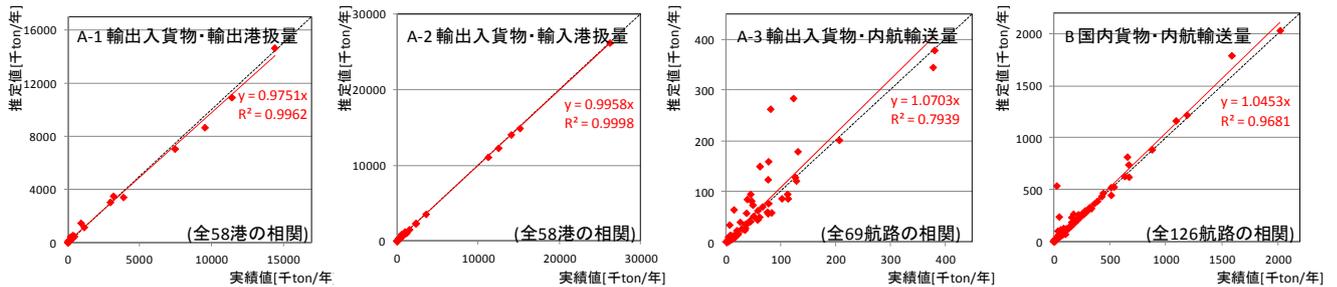


図4: 現状再現性能 → 詳細な地域区分(生活圏)、港・航路の統合なし、非常に高い再現性の実現

シミュレータを用いて施策の費用対効果を大幅に改善

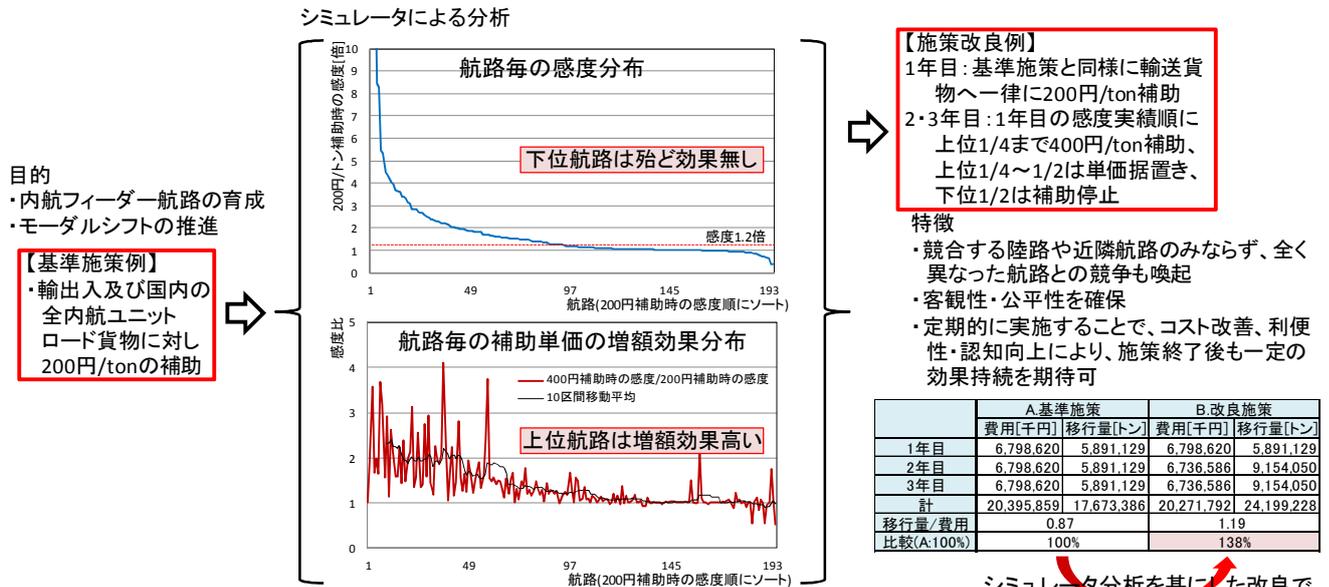


図5: 施策の改良

→ 内航ユニットロード貨物への航路補助施策の改良を例に、効果的に施策を設計可能であることを示した

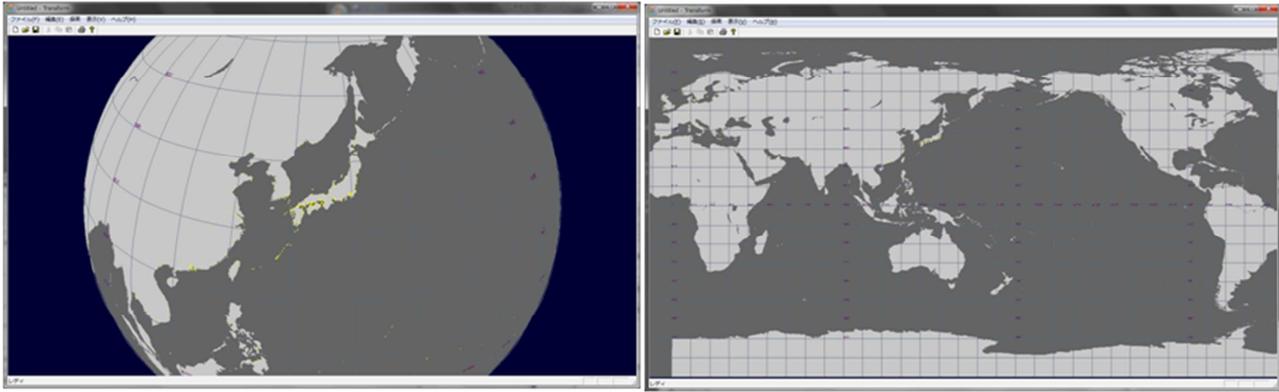


図6 起動画面：座標系の切り替え（極座標，メルカトル座標の選択が可能）

LA、Melbourne、2 港に寄港する定期航路サービスの検索結果

Serv.	Serv.	Route	Trade	Ship	Type	Freq.	Period	Total	Ship	Serv.	Alliance
521	WCHA	498	NA	Seiry	Mark	monthly	NA	2	454	NA	NA

寄港順、曜日、港間距離、航海時間情報

航路の描画
左のダイアログ内港名の押下でその港へ移動

図7 航路検索，閲覧機能

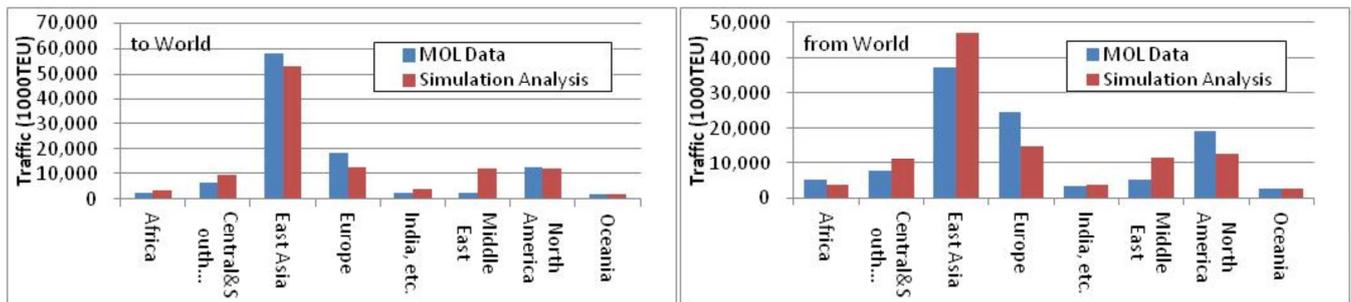


図8 地域間流動の他報告との比較

中期目標課題 ⑫ 海上輸送の新たなニーズに対応した運航支援技術・輸送システム等の開発に関する研究

研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度

政策課題

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

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

研究テーマ ①高速情報通信システムを利用した運航支援技術の高度化に関する研究**最終成果とアウトカム**

- 高速情報通信を活用した複数船舶からの大型船（AIS）位置情報及び小型船（ARPA）位置情報を統合した海域の船舶の単一位置情報画面作成システムの開発。
- 単一位置情報画を各船へ配信した位置情報共有システムの確立。
- 新しいサービスを理解し易さや使い易さの観点から評価するユーザビリティ評価法の確立。

26 年度計画

- 複数船舶からの送信 AIS データとレーダー情報に基づいて周辺海域の船舶の動静情報をまとめ、AIS を持っていない船舶に提供するシステムの実海域実証実験を行う。具体的には、
 - ・船上の AIS データとレーダーによる小型船捕捉情報に基づく海域の船舶の単一位置情報画面を AIS やレーダーを搭載していない小型船に対して提供するシステムを構築し、実海域で実証実験を行う。
 - ・運航支援機器のユーザビリティ評価方法について、豪の人間中心設計、韓国のソフトウェア品質保証と統合し IMO のガイドラインとなるよう、IMO 航行安全・無線通信・搜索救助（NCSR）小委員会に提案する。

26 年度の研究成果

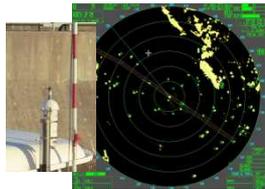
- 船上の AIS データとレーダーによる捕捉データを無線 LAN（5GHz 帯無線アクセスシステム）により陸上に送信して、海域の船舶の単一位置情報画面を作成した。そして、船舶の単一位置情報画面を無線 LAN により小型船に提供するシステムを構築し、実海域でその動作確認を行う実海域での実証実験を行った。この結果、小型船では提供された船舶の単一位置情報表示画面上に GPS に基づいた自船位置情報を重畳表示させることにより、周辺の AIS 船舶とレーダー捕捉船舶の位置情報が得られるようになった（図 1）。更に、実験海域周辺の陸上レーダーも活用して、システムに取り込めるようにした。
- 運航支援機器のユーザビリティ評価方法については、人間中心設計、ソフトウェア品質保証と統合したガイドラインが、IMO NCSR 小委員会で合意され、海上安全委員会に承認を求めることとなった。

◆特許、発表論文等の成果（26 年度）

発表論文：4 件

参考図

船上(AIS 情報+レーダー捕捉情報)



AIS 情報と
レーダー
捕捉情報を
無線 LAN
で送信

AIS, レーダー搭載船



陸上レーダー

レーダー
捕捉情報を
送信

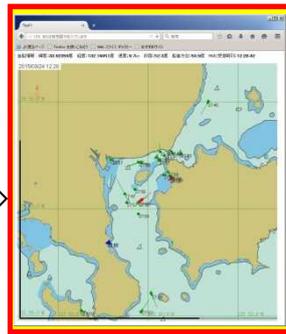
複数局からの AIS
情報とレーダー
捕捉情報の集約



海域の船舶の
単一位置情報画面

小型
船に
提供

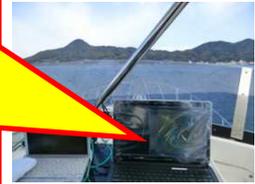
GPS に基づく小型船
の自船位置情報の重畳



小型船への情報提供画面



小型船



実証実験の様子

図 1 単一位置情報画面の作成及び実証実験の様子

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、初期・メンテナンスコストの低減を実現するための基盤的技術の開発が必要

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

研究テーマ ②内航船の競争力強化に資する運航支援・建造技術に関する研究 1

最終成果とアウトカム

- 他モードに対する競争力を高めるために、内航船における運航費の大幅な削減（30%程度）を達成するための以下の支援システムの提案を行う。
 - ・デジタル画像を用いた総合的な見張り支援システム提案
 - ・機関員保守作業支援システムと機関員作業管理支援システムの提案

26 年度計画

- 機関点検支援システムの商用化に向けた有効性の評価と改良を行うとともに、陸上からの指示に基づく作業支援機能を追加する。具体的には、
 - ・高解像度カメラによる広角パノラマ画像とズーム機能を用いた見張り支援システムの試作と実船による有効性評価を行う。連続高解像度デジタル画像の解析による移動体の抽出システムの構築を行う。
 - ・使用経験に基づく機関点検支援システムの有効性の評価を実施し、多人数による利便性、有効性について、定量的・定性的に評価を行う。（航海訓練所との共同研究）
 - ・船舶からの支援要望の送信とこれに対応するための作業指示、作業記録およびデータの転送を可能にし、陸上からの情報支援を的確に実施できるよう外部との通信機能、陸上からの指示に基づく作業支援機能の試設計を行い、機関点検システムに組み込む。

26 年度の研究成果

- 見張り支援システムの画像処理方法に汎用性を持たせる目的で、画像サーバーと画像表示クライアントの形に見張り支援システムを改良した。これにより、画面のレイアウトとウィンドウへの画像の割付の汎用性が高まった。また、船上の代わりに陸上から撮影した海上の複数の撮影画像により、継ぎ目がない広角パノラマ画像が提供でき、所与の機能が実現できることを確認した。また、陸上から撮影した海上の小型船舶画像を用いて移動体の抽出アルゴリズムを構築し、システムに組み込んだ。これにより、昼間のビデオ画像から船舶を検出できるようになった。
- 航海訓練所の練習船海王丸において、機関部乗組員を対象に、同船用点検シナリオの作成、IC タグの取り付け等を行い、機関部乗組員による本機関点検支援システムを用いた巡回点検作業を実施した。供試システム、及び作業状況を図 2 に示す。機関部乗組員からは、システムは実作業に使用可能であるが、さらに所要時間の短縮や現在の点検状況の確認等の機能が必要、との意見を得た。
- 船舶の不具合等の状況に対応して作業指示と作業記録が可能な様に、陸上から状況に応じた「不具合対応用点検シナリオ」を送信し、シナリオを受信した船舶がこれを実行することにより陸上からの指示通りの作業、及び同記録報告が可能な機能を実現した。

◆特許、発表論文等の成果（26 年度）

- 特許：1 件
- プログラム登録：1 件
- 発表論文：2 件

参考図

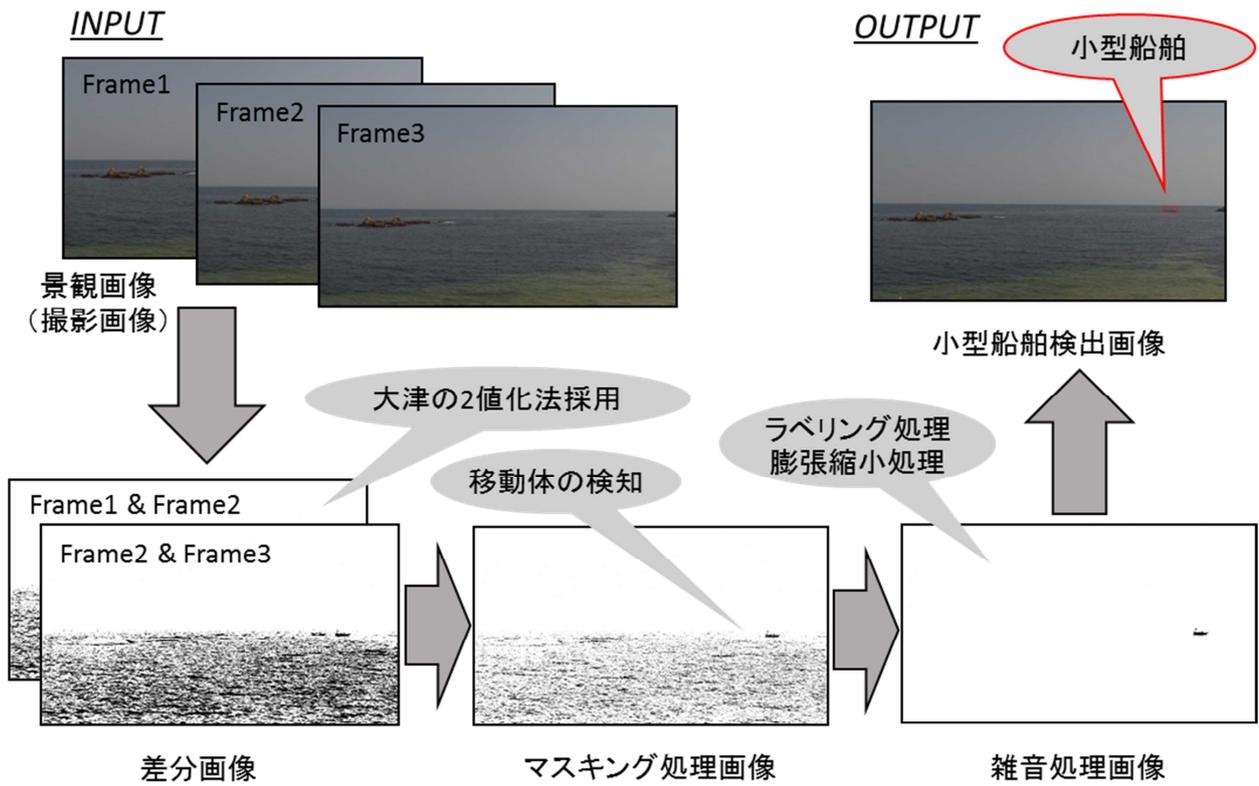


図1 移動する船舶検出の流れ



機関点検支援システム



温度計とICタグ



機関室での入力状況



支援システムを装着しても
両手作業を妨げない状況

図2 機関点検支援システムを用いた巡回点検

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

研究期間 平成 23 年度～平成 27 年度

政策課題

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

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

研究テーマ ③内航船の競争力強化に資する運航支援・建造技術に関する研究 2

最終成果とアウトカム

- 以下により各工程における大幅な工数削減（20%程度）を達成する。
 - ・線状加熱曲面加工に依らないプレス単独による曲がりブロック製造技術を開発する（造船所との共同研究を想定）。
 - ・船舶建造において今まで適用されていなかった、上部構造物、配管・電気等各種艙装分野での構造部材への接着剤の利用を可能とするため、環境劣化や極厚接着層の疲労強度に関する評価を行い信頼性を向上させ、船用に適した接着剤を開発すると共に、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・水作業が省略され艙装順序の自由度を向上させる（造船所、大学との共同研究を想定）。
 - ・船殻工程について生産管理システム（予実管理システム）を開発する。艙装工程については、ナチュラルユーザインタフェースに基づく工作支援システム（ARによる3次元図面アプリなど）を開発する。
 - ・騒音データベースの拡充・騒音予測法の高精度化

26年度計画

- イニシャルコストの低減を実現するため、これまでに開発した板単位での効率的な曲げ作業方案をもとに、ブロック全体での作業工数をさらに削減できるように拡張する。具体的には、
 - ・前年度までとは異なる条件における恒温恒湿劣化促進後の強度データを取得して寿命予測の精度を向上させる。また、紫外線暴露加速試験を実施して強度データを取得し、環境劣化に関する信頼性の評価を行う。高温特性に比較的優れた接着剤について接着強度に及ぼす表面処理の影響評価を行う。火災試験方法の適用に関する国際コードの要件を満たすために必要な接着剤の改良・開発を行う。材料分析やバルク部の機械的試験を実施して詳細な物性値データを取得し、弾塑性解析による接着層内部の応力分布に関する評価の解析精度を向上させる。
 - ・船殻関係については、中小造船と連携体制を構築し、平成25年度までに当所で開発した曲げ加工支援システム（3次元プラットフォーム上の外板展開、プレス・ガス加熱支援システム）を生産ラインに導入する。また、このシステムによる生産実績データを収集する。艙装関係については、特に配管施工に関して新しいICT技術を応用した施工支援方法を発案する。具体的には、AR（Augmented Reality）、プロジェクションマッピング等による施工支援システムのプロトタイプを開発する。
 - ・実船計測等を行い、騒音データベースの拡充を図る。騒音予測精度を向上させる。

26年度の研究成果

- 95℃湿度 95%での劣化促進後の強度評価を追加し寿命予測の精度を向上させた。廃止された大阪支所からのキセノンランプ暴露試験機の移設設置が遅れたため、代わって移設設置済みの塩水噴霧試験機を用いた劣化促進による強度評価を行った。また、これまで評価してきた接着剤と同系統のSGA(Second Generation Acrylic adhesive)のうち、ガラス転移温度が80℃と比較的高い接着剤について表面処理の影響を評価し、施工工数と強度の兼ね合いから、表面処理はサンディングのみを採用することとした。この接着剤をベースに、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）対策

を行った。防火仕切り構造要件のケイ酸カルシウム板を試験基材とする場合、多孔質であるため硬化不良を起こすことが判明した（図 1 参照）。更に、接着剤の材料分析を行い、樹脂中のゴム粒子の分散の状況や方向による組織の違い等について評価を行うとともに（図 2 参照）、異なる接着層毎の応力-歪特性曲線を取得し、接着剤バルク部（※接着剤のみを塊状に硬化させたもの）強度に及ぼす試験環境温度依存性を評価した（図 3 参照）。これらにより接着層内応力分布の解析精度が向上し、引張剪断強度の定量評価が可能となった。

□曲げ加工支援システムについては、大分県の 2 造船所にシステムを導入し、曲率線手法に基づく外板展開、外板曲げ加工の普及を行った。具体的には、施工歴 3 か月程度の初級技能者への教育、曲率線加工に基づく曲げ加工の生産性改善活動を展開した（図 4 参照）。これにより、初級技能者の技能向上が見受けられた他、曲げ加工の生産性の 40%向上が確認できた。併せて、ガス加熱線指示など、現場に即したシステムの追加改良も行った（図 5 参照）。ICT 技術の生産現場への適応については、艦装品取付け支援 AR システムの開発を行った（図 6 参照）。このシステムは、配管等の艦装品に張り付けたマーカを読み込むことで、その艦装品の図面、取り付け位置、その艦装品の施工スケジュール管理が現場でリアルタイムに行えるものである。今後、この AR システムの現場検証、デモ運用を実施し、システムの有効性、改良と、現場への実運用に取り組んでいく。

□実船計測等を行い、騒音データベースの拡充を図るとともに、機関室空気伝播音の予測モデルを実装する等、騒音予測精度を向上した。

◆特許、発表論文等の成果（26 年度）

プログラム登録：1 件

発表論文：7 件

受賞：1 件

参考図

■試験片作成イメージ

試験片作成

塗布イメージ

接着剤

ケイ酸カルシウム板

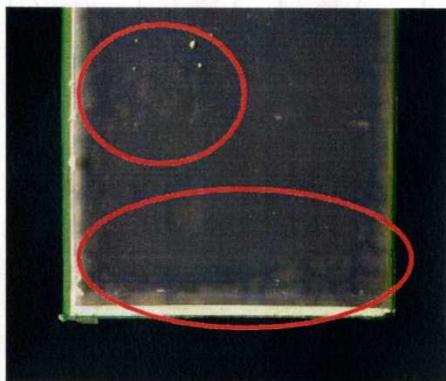
スペーサー(シリコンシート)

試験片イメージ

■結果

接着後

接着剤除去後



○で囲んだ部分に気泡が発生

接着剤が容易に剥がれる

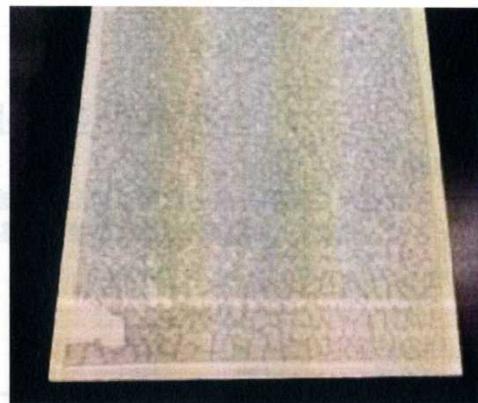


図 1 試験基材がケイ酸カルシウム板の場合の試験片製作結果

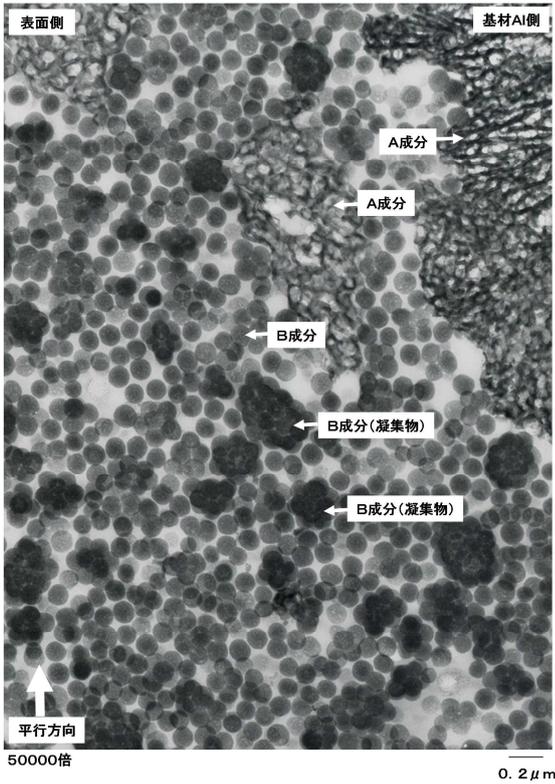


図2 接着剤のTEM像 (A、Bがゴム粒子)

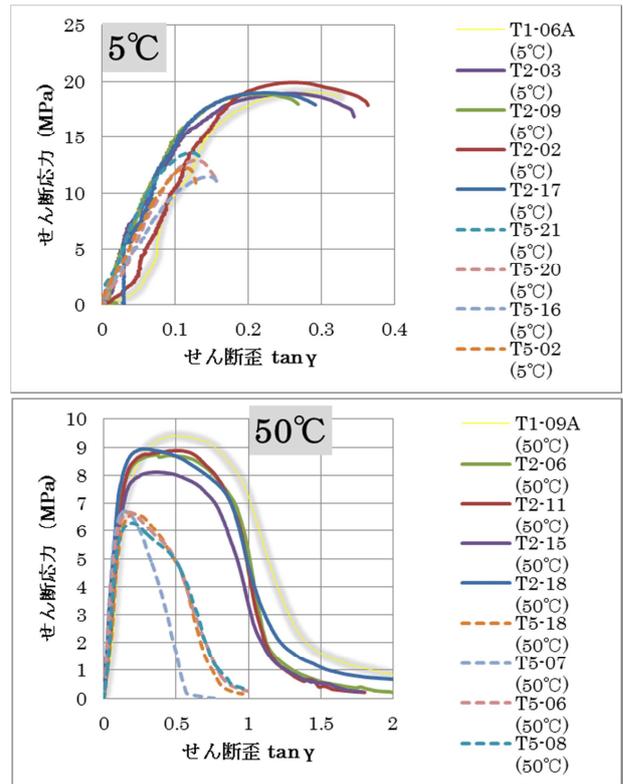


図3 異なる接着層の応力-歪み線図の温度依存性



図4 曲げ加工の様子

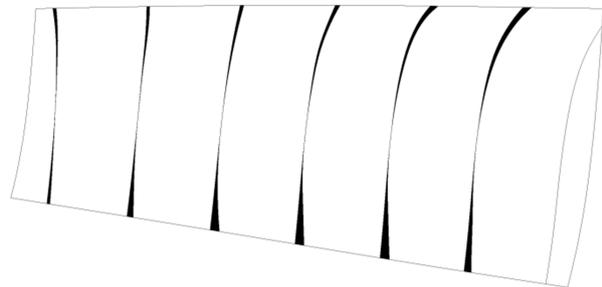


図5 新開発したガス加熱収縮表示機能



図6 艙装品取付ARシステム

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評価法の確立及びガイドラインの作成	① 高速情報通信システムを利用した運航支援技術の高度化に関する研究
	○内航船の省力化を進め運航コスト削減を図るための陸上からの航海当直、機関運転支援システムの構築、メンテナンス、イ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	② 内航船の競争力強化に資する運航支援・建造技術に関する研究 1 ③ 内航船の競争力強化に資する運航支援・建造技術に関する研究 2
	○移動円滑化の促進と利用者の利便性向上を確保するガイドラインの作成	④ 人に優しい海上輸送システムの開発に関する研究

研究テーマ ④ 人に優しい海上輸送システムの開発に関する研究

最終成果とアウトカム

- バリアフリー法では5年ごとの技術基準の見直しが見直されることになっている。それに従い、H25 年度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）が見直された。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たが、現時点でその動きはない。しかし、準備のため、中期計画前半中に、同ガイドラインに反映させる項目を準備しておく。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。

26 年度計画

- 高齢者・障がい者・離島航路居住者の移動円滑化を向上させるため、離島航路に適した海上交通と陸上交通間で乗換なしで移動できるシームレス小型船の開発と社会実験を行う等。具体的には、
 - ・ 高齢者を含む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で乗換なしで移動できるシームレス小型船の開発と社会実験を行う。
 - ・ 平成 25 年度までに作成した小型高速旅客船の省エネマニュアルについて、フォローアップを行う。

26 年度の研究成果

- 本研究で検討を進めていた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であるシームレス小型船システムの研究開発が、平成 25 年度から創設された「国土交通省の交通運輸技術開発推進制度」による 3 年間の研究開発プロジェクトとして採択された。平成 26 年度は、安全性評価及び安全対策検討を踏まえ、総トン数 17 トンのシームレス小型船システムの実験船として完成させ、同システムの特徴の一つである EV 充放電システムの機能確認及び海上試運転等による基本性能確認を行った（図 1 参照）。
- シームレス小型船システムの地域交通としての利便性・受容性等を評価するため、同実験船による島民を被験者とした社会実験を瀬戸内海にて実施（図 2 参照）し、移動満足度や負担感の観点からアンケート調査、移動時間計測、活動量計測等を行った。アンケートからは、同システムの乗り換え負担の軽減、料金支払いが 1 回で済むこと等により、同システムを利用したいという意向は約 8 割となった（図 3 参照）。福祉の観点からの検討結果を加味すると、高齢者からの受容性が高い。また、移動時間を「一般化時間」という指標を用いて分析した。一般化時間は、上下移動・待ち時間等の肉体的負担感や乗り換え時の情報提供・風雨を避ける施設整備状況等の心理的負担感を水平移動時間に換算できる指標である。分析の結果、シームレス小型船システムはフェリー利用に比較し平均 24%、高速船利用に比較し平均 14%の一般化時間の短縮が見込める結果となった（図 4 参照）。
- さらにシームレス小型船システムの物流への利用可能性を検討し、同システムを利用した多機能型移動販売を提案した（図 5 参照）。また、今後の事業採算性についての検討に資するため、損益シミュレーションを行うための計算シート（図 6 参照）を作成した。これを用いて基礎検討を行った結果、従来型の高速船よりもコストが低くできる可能性が示唆された。

□シームレス小型船システムの研究成果は、交通政策基本計画（案）において使いやすい交通の実現に向け講ずべき施策として言及されている。また、国土交通省交通政策審議会海事分科会基本政策部会において、実用化に向けた施策として報告されている。

□本研究では、離島航路に多く航行している小型高速旅客船を対象に省エネの課題とその解決の要素技術について検討してきた。平成 25 年度には、(独) 鉄道建設・運輸施設整備支援機構からの請負研究として、乗船調査並びに建造時データ等の解析に基づいた、小型高速旅客船のための省エネマニュアル【運航編】【建造編】【基本編】の 3 つを作成した。平成 26 年度はフォローアップとして、(独) 鉄道建設・運輸施設整備支援機構の依頼で内航船舶（SES）技術セミナーにおいて当該調査研究を報告し、省エネマニュアルを紹介した。同マニュアルとこれに含まれる燃料消費がわかる試算用シートは、同機構のホームページからダウンロードできるようになっている。さらに、試算用シートの使い勝手向上のためインターフェース部分を更新した（図 6 参照）。

◆特許、発表論文等の成果（26 年度）

発表論文：2 件

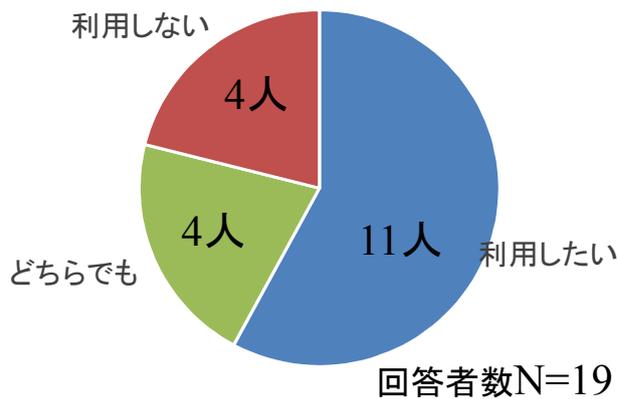
参考図



図 1 シームレス小型船システムの EV 充放電システムの試験状況（左図）と小型バスと同重量の重りでの海上試運転状況（右図）



図 2 シームレス小型船システムの社会実験での海上航行（左図）とバスの下船の状況（右図）



<利用したい意見>

- 今後免許を返上する年齢になると1度乗ると目的地に行けるのはよい。
- 車の運転ができなくなった場合、買い物の荷物が多い場合に利用したい
- 徒歩による乗り継ぎが大変な場合、座って行けるのは魅力。もっと家の近くまで迎えに来てくれたら、高齢者が外出をあきらめる必要がなくなるかもしれない
- 車の運転ができなくなった場合、買い物の荷物が多い場合に利用したい

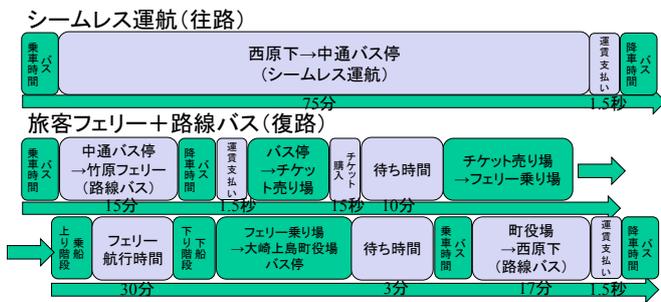
<どちらでもの意見>

- 将来的に高齢者になったら利用したい
- フェリーとの選択肢があったほうがよい。併用を希望

<利用しない意見>

- 今あるフェリーで不便に感じたことはない
- 自宅からバス停まで歩かないといけないため、不便

図3 社会実験における島民被験者のシームレス小型船システムの利用意向



2014/9/17(1日目)					2014/9/18(2日目)				
性別	年齢	シームレス 運航バス (往路)	フェリー+ 路線バス (復路)	効果	性別	年齢	シームレス 運航バス (往路)	フェリー+ 路線バス (復路)	効果
男性	50	2050	2637	22%	男性	77	2172	2939	26%
女性	20	2052	2676	23%	男性	76	2175	2898	25%
男性	20	2055	2671	23%	男性	75	2177	2905	25%
女性	58	2061	2705	24%	女性	72	2183	2945	26%
女性	63	2062	2731	25%	女性	63	2059	2785	26%
女性	64	2069	2713	24%	女性	65	2194	2887	24%
女性	73	2174	2787	22%	男性	65	2175	2838	23%
男性	61	2047	2663	23%	女性	62	2059	2780	26%
男性	55	2062	2686	23%	女性	30	2051	2737	25%
男性	61	2064	2742	25%	男性	20	運路のためデータなし		
男性	62	2060	2697	24%	女性	20	2054	2740	25%
平均		2069	2701		平均		2130	2845	
標準偏差		35.6	41.7		標準偏差		64.1	80.1	

図4 社会実験結果の一般化時間での分析対象(左図)と被験者別一般化時間の比較(単位:秒)(右表)

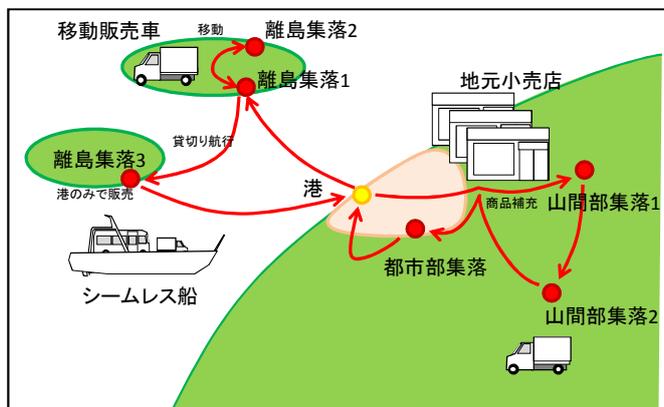


図5 シームレス小型船システムを利用した多機能型移動販売

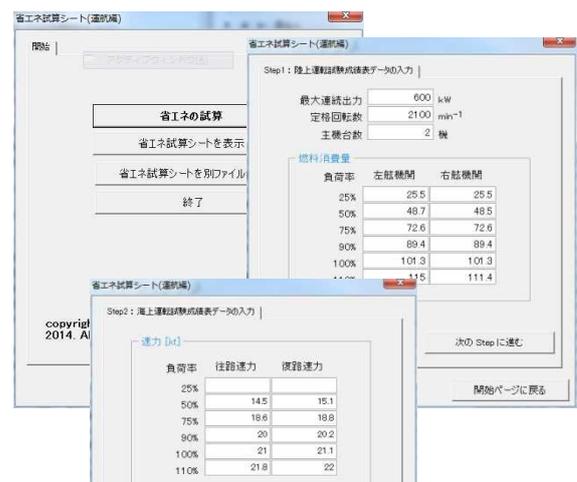


図6 省エネ運航マニュアルの試算シートユーザーインターフェース

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、鉄鋸粉（液化化貨物）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。

◆ 26年度計画における目標設定の考え方

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

これら IMO・ISO 等での国際活動は第2期中期計画から引き続き、最大限の注力を行うこととしていますが、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。

◆ 26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 IMO の要請により研究所員が船級協会構造規則の監査を実施

研究所員が、ゴールベース構造基準（GBS）に対応した適合審査の技術監査員を務めた。GBS は現在、13 の船級協会が構造基準に対応する船級規則の GBS 適合審査を IMO に申請している。IMO は 17 名の技術監査員から成る 5 つのチームを編成して審査を実施しており、2015 年中ごろを目途に監査報告書を取りまとめる予定。なお、当研究所の構造安全評価系が取り組んでいる重点研究の中には、IMO の GBS 策定と密接に関連しているものもあり、そこで得た知見が当該監査に活用されている。

② MEPC における大気汚染及びエネルギー効率指標の審議への貢献

(ア) 研究所員が、第 67 回海洋環境保護委員会(MEPC 67)において大気汚染及びエネルギー効率指標の審議に参加し、最低出力基準を強化すべきとのギリシアの提案に対応しました。この提案によれば、これまで建造され、事故を起こすことなく運航してきた船舶の建造が認められなくなること、各国による総合的な研究を行い、その研究データに基づき見直し作業を行うべきとの指摘を行ったところ、MEPC では継続審議することとなりました。なお、現在、研究所も参画している日本海洋工学会において、総合的な研究が行われています。

(イ) さらに、エネルギー効率設計指標の基準の見直しについて、通信作業部会(CG)設置及び CG での検討項目及びスケジュールの提案を行い、MEPC 67 において CG 設置等が認められました。現在、日本をコーディネーターとする CG が行われており、研究所員が、個別技術の削減率の調査及び船舶全体の削減率の推定を行い、そのデータを CG に報告する等の作業に貢献しています。

(ウ) 研究所員が、汚染防止・対応(PPR)小委員会に対して、排ガス洗浄装置（EGCS）の認証に関する排ガス中の二酸化炭素の計測方法に関して、一定の条件下でウェットでの計測を認めるとの提案を行い、PPR 2 小委員会で合意されました。この結果に基づき、本年 5 月に行われた MEPC68 で EGCS ガイドラインの改正が行われました。

③ 船舶設備(SSE)小委員会下に設置された救命設備に係る CG のコーディネータ

運航・物流系の宮崎グループ長は、救命設備要件に関する新たなフレームワークの構築のため、ゴールベース基準（GBS）の考えに基づき、IMO の救命設備要件の安全目標、機能要件及び要件

の種類を明らかにし、さらに機能要件及び種類に基づき、海上人命安全(SOLAS)条約第 III 章 B 部の各要件を分類する等の作業を行う CG のコーディネータを務め、救命設備 GBS フレームワークの策定に貢献しました。

④ 固体ばら積み海洋環境有害貨物に係る CG コーディネータ及び WG 議長

太田国際連携センター長は、危険物・固体貨物・コンテナ(DSC)小委員会が設置した固体ばら積み海洋環境有害貨物に係る CG のコーディネータを務めるとともに、第 1 回貨物運送小委員会(CCC 1)において本件作業部会議長を務め、海洋環境有害貨物に係る国際海上固体ばら積み貨物(IMSBC)コードの改正案の策定に貢献しました。

⑤ 船舶設備小委員会が当所職員を議長に選出

IMO 船舶設備(SSE)小委員会は、2015 年 3 月に開催された第 2 回会合(SSE 2)において、当所の国際連携センター長を 2016 年の議長(3 年目)に選出しました。



図 1. 3. 1 IMO/SSE2 議長就任

⑥ 他の国際会議(IMO、ISO 等)での活動

(ア) IMO

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

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

提案文書は、単なる提案にとどまらず、会議での議論のベースとしてことごとく将来の条約制定・改正や総会決議に影響するものですので、科学的根拠に基づく客観的な情報に立脚したものである必要があります。研究所は、我が国では中立的立場で国際的に信頼の高い情報を提供できる唯一の機関として、26年度は、各種委員会に対して合計46件の提案文書を作成し、あるいは、作成に主たる役割を果たしました。

また、研究所は、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。26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SSE小委員会の議長(2014年及び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。

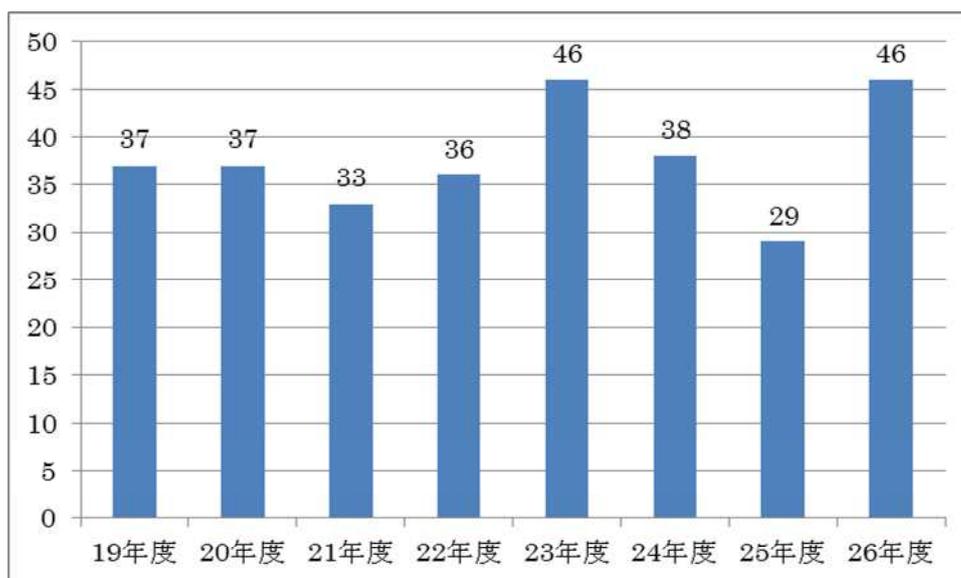


図 1. 3. 2 IMO提案文書の推移

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	26年度
IMO	28名	25名	21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
固体ばら積み貨物 運送	E&T 21	26年4月	固体海洋環境有害に関する通信作業部会（CG）のコーディネータとして結果を報告し、国際海上固体ばら積み貨物規則の改正ドラフト案の作成のための審議に貢献しました。
ガスキャリアの安全、 旅客安全等	MSC 93	26年5月	強制要件の採択の審議及び旅客船の安全に関する審議等に参画し、水素を運搬する自動車を積載する船舶への新たな要件を定めるガスキャリアコードの全面改正や SOLAS 条約の改正のための審議に貢献しました。また、旅客船のための安全についての審議に参加し、損傷時復原性の検討に関する審議に貢献しました。
e-navigation GMDSS	NCSR 1	26年6月	e-navigation 戦略実施計画案の最終化や海上遭難及び安全に関する世界的な制度(GMDSS)の近代化に関する審議に参画し、e-navigation 戦略実施計画案及びGMDSS 近代化に関するハイレベルプランの策定に貢献しました。
固体海洋環境有害 物質、ガス燃料船 コード	CCC 1	26年9月	海洋環境有害物質に係る CG のコーディネータとして結果を報告するとともに、本件に係る作業部会議長を務めた。固体海洋環境有害物質に関するコードの改正案の策定に貢献した。

NOx、GHG に関する規制	MEPC 67	26 年 10 月	窒素酸化物規制に関する海洋汚染防止(MARPOL)条約改正の審議、エネルギー効率設計指標 (EEDI) に関する審議、燃費報告制度、排ガスエコマイザーからの排水に関する審議に参加し、EEDI の適用拡大や窒素酸化物規制に関する規制時期変更に関する MARPOL 条約の改正審議に貢献した。
液体燃料船の安全、液体水素の安全要件等	MSC 94	26 年 11 月	液化ガス又は低引火点燃料を使用する船舶の安全に関する国際コード (IGF コード) の策定及びこのコードを義務化するための SOLAS 条約改正の審議に参加し、コードの策定及び条約改正承認の審議に貢献した。また、液体水素の安全に関する審議にも参加し、新規作業計画の追加の合意に貢献した。
大気汚染	PPR 2	27 年 1 月	排ガス洗浄設備指針の改正の審議に参加し、排ガス中の二酸化炭素の計測方法に関して、一定の条件下でウェットでの計測を認めるとの提案を含む指針案の合意に貢献した。
非損傷時復原性等 タンク水密試験、 避難解析指針等、	SDC 2	27 年 2 月	非損傷時復原性、タンク水密試験、避難解析指針に関する審議に参加し、非損傷時復原性に関する SOLAS 条約改正の合意形成、タンク水密試験に関する審議等に貢献した。
e-Navigation 調和指針等	NCSR 2	27 年 2 月	e-navigation 及び GMDSS に関する審議に参加し、e-navigation のユーザビリティテスト・評価指針の策定のための審議等に貢献した。
救命設備、消火設備等	SSE 2	27 年 3 月	研究所員 1 名は、小委員会の議長として、救命、防火、消防等 SSE 小委員会審議される事項の合意形成に大きく貢献した。他の所員も、救命設備、消防設備の審議に参加、貢献した。

注 1) E&T: 編集・技術グループ (CCC小委員会下の専門家グループ)
 MSC: 海上安全委員会 NCSR: 航行安全・無線通信・捜索救助小委員会
 CCC: 貨物運送小委員会 MEPC: 海洋環境保護委員会、PPR: 汚染防止・対応小委員会
 SDC: 設計・建造小委員会 SSE: 船舶設備小委員会

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TC 8/SC 2 (船舶海洋技術専門委員会/海洋環境保護小委員会)、WG 5 (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 研究所員が策定に貢献している規格

委員会名	時期	貢献内容
ISO/TC 67/SC 7/WG 5	26 年 5 月	浮遊式海洋構造物の位置保持システムの規格等
ISO/TC 8/SC 1	26 年 5 月	救命設備関係規格
ISO/TC 8/SC 2 & WG5	26 年 6 月	防汚塗料関係規格 (WG コンベナー) 船体プロペラ性能関係規格

ISO/TC 8/SC 4 & WGs	26年6月	揚貨設備及び極海域での甲板機械に係る規格
ISO/TC 67/SC 7	26年6月	海洋構造物に係る規格全般
IEC/ISO/IEEE JWG 28	26年10月	陸上からの船舶への給電に係る規格
ISO/TC 8/SC 2/WG 7	26年11月	船体・プロペラ性能変化の計測に係る規格
ISO/TC 8/SC 1/WG 1	27年1月	救命設備関係規格（プロジェクトリーダー）
ISO/TC 8/SC 2/WG 7	27年3月	船体・プロペラ性能変化の計測に係る規格
ISO/TC 67/SC 7/WG 5	27年3月	浮遊式海洋構造物に係る規格
ISO/TC 67/SC 7	27年3月	海洋構造物に係る規格全般
ISO/TC 8/SC 3/WG 14	27年3月	低温環境用弁の規格

注3) TC 67 石油及び天然ガス工業用材料及び装置専門委員会

SC 7：海洋構造物分科委員会

WG 5：浮体システム作業部会

TC 8：船舶及び海洋技術専門委員会

SC 1：救命及び防火分科委員会

WG 1：救命設備作業部会

SC 2：海洋環境保護分科委員会

WG 7：船体・プロペラ性能変化の計測作業部会

SC 3：配管及び機関分科委員会

WG 14：船舶用低温用弁作業部会

SC 4：艀装及び甲板機器分科委員会

IEC/ISO/IEEE JWG 28：国際電気標準会議／国際標準化機構／IEEE 合同作業部会

(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実施中であり、今後は海外展開も視野に入ります。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。また、波力および潮流・海流発電についても、国内外ともに実証事業が実施または計画が始まっています。これらの設計要件の国際標準化が進んでおり、規格策定作業に貢献しています。

表 1. 3. 4 研究所員が策定に貢献している規格

委員会名	時期	貢献内容
IEC/TC88/PT61400-3-2	26年4月 27年3月	浮体式洋上風車設計要件の規格
IEC/TC114/PT62600-2	26年6月	波力および潮流・海流発電施設の設計要件の規格

注4) TC88/PT61400-3-2：風力発電システムの設計要件に関する国際標準化／浮体式洋上風車設計要件分科会
TC 67 石油及び天然ガス工業用材料及び装置専門委員会
TC114/PT62600-2：海洋エネルギー変換器標準化委員会

(エ) IAEA

26年度は、研究所員がIAEAの会議に計7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。

表 1. 3. 5 研究所員が貢献した審議事項

委員会名	時期	貢献内容
第28回輸送安全基準委員会 (TRANSSC 28)	26年6月	放射性物質輸送に係る安全基準

輸送事故技術会合 (TM-47179)	26年10月	放射性物質輸送中の事故対策
輸送貯蔵兼用容器に関する専門家会合	26年11月	輸送貯蔵兼用容器
輸送物固縛に関する専門家会合	26年11月	輸送物の固縛方法
第29回輸送安全基準委員会 (TRANSSC 29)	26年11月	放射性物質輸送に係る安全基準
輸送物固縛に関する専門家会合	27年2月	輸送物の固縛方法
2011年放射性物質安全保安輸送国際会議結果を輸送規則に統合するための第3回技術会合 (TM-49609)	27年3月	輸送安全作業計画及び緊急時対応の計画・準備の見直し

(オ) その他国際会議

(ア)～(エ)に掲げる以外にも、多国間、二国間での会議が多くあり、研究所員が参加している国際会議には、次のようなものがあります。

表1. 3. 6 その他の主要な国際会議への参加状況

委員会名	時期	貢献内容
ITTC (国際試験水槽会議) Advisory Committee	26年4月	各種 ITTC 推奨試験法のとりまとめ
Regional Meeting on E-Navigation (主催: IMO)	26年4月	e-Navigation の進め方等に関する検討
fw ガイドライン日中協議	26年7月	fw (実海域での速力低下係数) の推定法/水槽試験法に係る検討
Energy Efficiency Safe Ship Operation (SHOPERA)	26年10月	EEDI 最低出力の検討
第46回国連危険物輸送 専門家小委員会	26年12月	個品危険物輸送基準の審議
ITTC Specialist Committee on Performance of Ships in Service	26年12月	試運転実施解析法等の審議
fw ガイドライン日中協議	27年1月	fw の推定法に係る検討 最低出力要件に係る意見交換
e-Nav. Test Bed Work Shop	27年1月	e-Navigation に関する技術に係る調査
豪州海事安全庁 (AMSA) との協議	27年2月	液化水素運搬船に係る IMO CCC 2 対応等の検討

(2) 海外研究機関・研究者との連携、交流の促進

① 船舶機関のSOx規制関連の国際ワークショップの開催

研究所は、2014年3月6日、研究所会議室を会場として、国際的に燃料油中硫黄分規制が強化されることになることを踏まえ、それに対応した機関技術についての情報を広く知ってもらうことを目的に、学識経験者、国内外のメーカーの有識者等を講師として「船舶機関のSOx規制関連の

国際ワークショップ」を開催しました。関係官庁、船級協会、エンジン・メーカー、船用工業メーカー、海運会社などから約 100 名が参加しました。講演後の質疑応答では、低硫黄燃料油、スクラバー、燃料のプレ噴射技術、LNG 利用技術の今後の見通しなどについて、活発な質疑が行われました。

② 海外研究機関との研究連携

研究所は 25 年度にインドネシアのスラバヤ工科大学（ITS）及び科学技術評価応用庁（BPPT）とそれぞれ船舶技術などの研究促進に向けた覚書を結び、研究連携の深化を図りました。

26 年度はパーム油を船のバイオ燃料に利用する等の研究のため、検討等の準備を行いました。

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

(1)管理・間接業務の効率化等

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

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

(2)契約管理の強化

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

(3)内部統制の充実・強化

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

【中期計画】

1. 組織の見直しの継続

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

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

2. 事業運営の効率化

(1)管理・間接業務の効率化等

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

また、現有する知的財産については、今後の活用見込みと維持経費を勘案し、権利維持するものを取捨選択することで保有コストの削減に努めるとともに、知的財産の実施許諾の推進、研究施設

の外部利用の促進及び受託研究の獲得拡大、競争的資金への積極的な応募により、収入の確保・拡大を図る。

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

(2)契約管理の強化

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

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

また、外部有識者からなる契約監視委員会による契約状況の点検・見直しを行う。

(3)内部統制の充実・強化

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

【年度計画】

1. 組織の見直しの継続

個別の研究の実施について、その規模や目標、研究の遂行に際して関係する機関等の状況などに応じ、プロジェクトチーム設置など、柔軟な研究実施体制をとる。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、海洋フロンティア開発の推進強化に貢献するため、海洋開発関係の組織強化を行う。また、国際ルール形成への戦略的な関与の強化を図るため、構造系を構造安全評価系と構造基盤技術系に分割し、体制を整備する。

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及び研修内容の見直し等を行い、コンプライアンス遵守の取組みを強化する。

◆ 26年度計画における目標設定の考え方

26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。26年度も引き続き、事業運営の効率化、契約管理の強化、内部統制の充実強化等を行うこととしました。

◆ 26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。

26年度は具体的には、

- ・海洋フロンティア開発の推進強化に貢献するため、水中工学センターを水中工学系に組織替えることを決定しました。
- ・国際ルール形成への戦略的な関与の強化を図るため、構造系を分割し、構造基準に関する研究を実施する構造安全評価系と従来の構造基盤技術に関する研究を実施する構造基盤技術系を設置しました。

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な質の高いレベルの研究成果を生み出すのに不可欠となっています。これまでも研究施設を用いて、国際基準、国内基準策定において、基準の妥当性についての裏付けとなる精度の高いデータを得て、国に提供しています。

研究所が保有する400m試験水槽等の大型研究施設を収容するには、広大なスペースが必要であり、現在地ではこれら施設が効率的に配置されています。また、400m試験水槽や中水槽等では稼働率100%に達するなど有効に活用されており、今後とも課題解決に必要な質の高い技術的知見を提供し続けるためには、これら研究施設を現在地に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件毎に確認しており、26年度については、機能を三鷹本所に統合した大阪支所の資産及び市場価値が著しく下落した電話加入権について減損の認識をしました。

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、26度末の時点で7.7億円、年間の支出額の1.4割程度となっていますが、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働効率化、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。

平成22年度までの建屋や設備の増設分を申請し、新基準年度の平成22年度から増加となった新基準値による排出量削減に努め、毎年のCO₂出量を算定し、検証を受けてから都に報告しています。

(b)省エネ型エアコン、照明機器の更新等

25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26年度はキャビテーション水槽玄関灯、2号館南側玄関灯、廊下、玄関ホール部分に既存蛍光灯の代替として設置しました。

(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

26年度は、(a)～(c)の対策を講じ、電力使用量の抑制を図っています。

25年度比9%増となりましたが、これは、外部からの受託研究等のために使用電力の大きい研究施設の稼働を要する案件があったこと等から増加したものです。

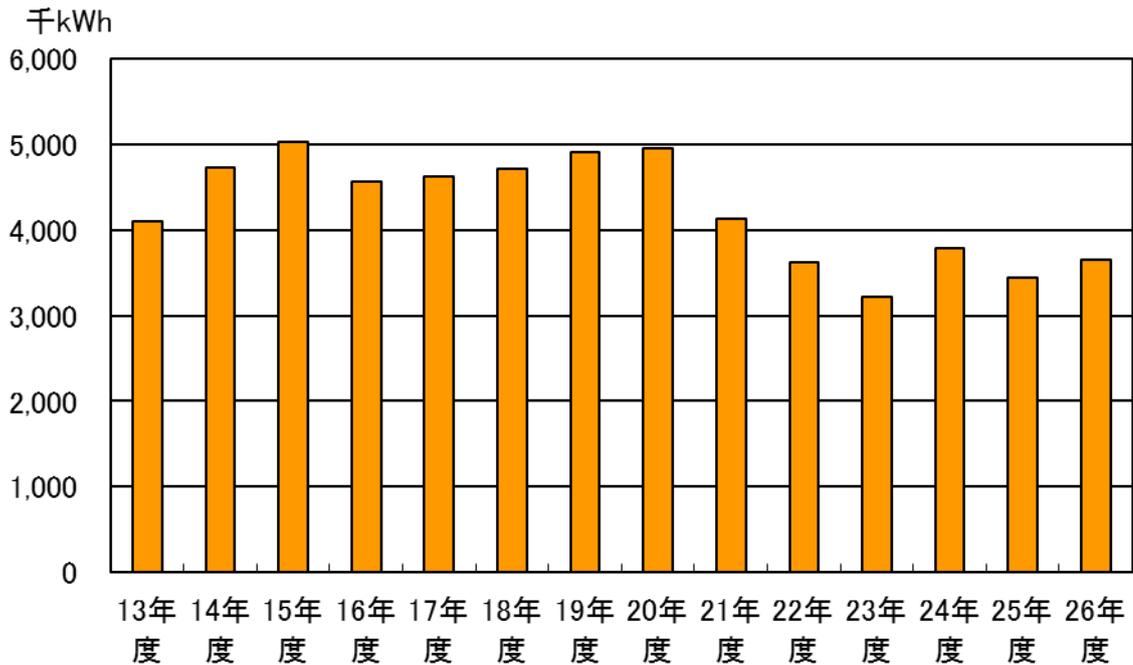


図2. 1 使用電力量の推移

(e)水道使用量の抑制

水道使用量に関しては、毎週モニタリングを実施するとともに、職員への啓蒙を進め使用量の抑制を図りましたが、26年度は、25年度比12%増となりました。これは水槽の保守・整備等で水の入れ替えが必要であったこと等から増加したものです。

(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ついて検討を行った。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、26年度は、守衛業務など11の業務について25年度に引き続きアウトソーシングを行いました。

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

26年度も状況の変化はないため、新規にアウトソーシングを導入するには至りませんでした。引き続き他の独法や民間企業の動向を把握しつつ、可能なものはアウトソーシング

を進めていくことにしています。

(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。

② 特許権の維持に関する基本方針

26年度までに226件の特許権が登録され、また、131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。26年度では、外国特許の維持年金について17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、16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

26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6百万円、プログラム使用料収入は39百万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	26年度
特許・ プログラム収入	使用許諾（件）	51	54	63	65(※1)
	使用料収入（千円）(※2)	38,339	36,214	40,633	44,656

※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)	23件
非構造格子による物体まわりの粘性流場計算プログラム (SURF)	15件
GUIを用いた船体周り構造格子生成プログラム(HullDes)	23件
格子性能機能を備えた最適化プログラム(AutoDes)	1件
日本近海の波と風のデータベース表示プログラム	3件
要目最適化プログラム (HOPE)、(HOPE Light)	17件
波浪中での非線形船体運動及び波浪荷重推定プログラム(NMRIW)、GUI	2件
プログラムVESTA (実運航性能シミュレータ)	6件
ランキンソース法による定常造波流場の解析プログラム	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。

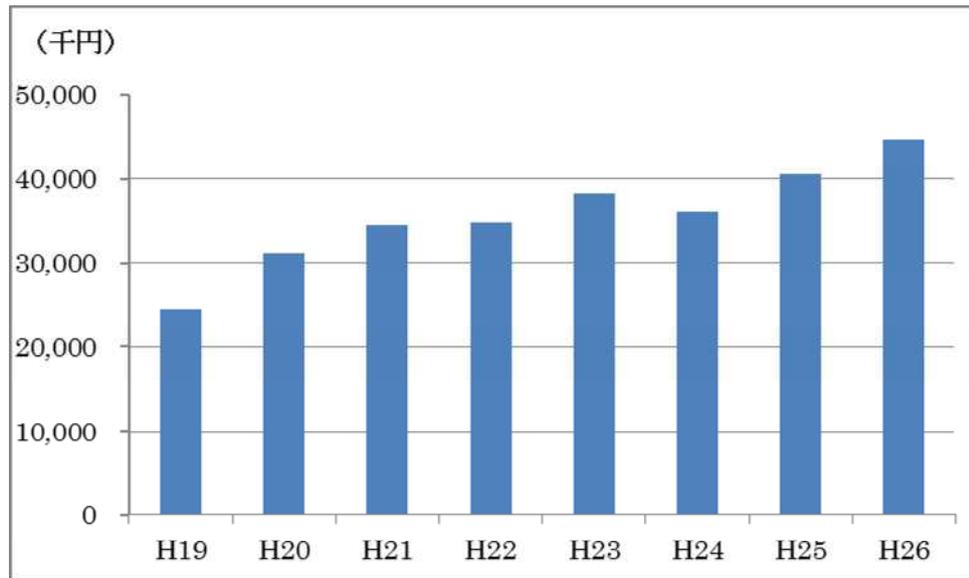


図2. 2 特許・プログラム収入の推移

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利用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、小型軽量型実海域ダクト（WAD）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、6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対応しているところです。

(ウ) 受託研究、競争的資金の獲得拡大

26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（81百万円）を確保することができ、26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

25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

25年度、26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。

一者応札の改善に向け、公告期間の拡大、競争参加資格の等級の拡大等を図っております。

(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、26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25年度		平成26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	(74.8%) 157	(59.3%) 844	(53.8%) 112	(17.9%) 606	(△28.7%) △45	(△28.2%) △238	(85.0%) 176	(76.2%) 885
企画競争・公募等	(13.8%) 29	(14.1%) 201	(27.9%) 58	(59.1%) 2,002	(100%) 29	(896.0%) 1,801	(5.3%) 11	(4.1%) 47
競争性のある契約(小計)	(88.6%) 186	(73.4%) 1,045	(81.7%) 170	(77.1%) 2,609	(△8.6%) △16	(149.7%) 1,564	(90.3%) 187	(80.3%) 932
競争性のない随意契約	(11.4%) 24	(26.6%) 379	(18.3%) 38	(22.9%) 776	(58.3%) 14	(104.7%) 397	(9.7%) 20	(19.7%) 229
合計	(100%) 210	(100%) 1,424	(100%) 208	(100%) 3,385	(△1.0%) △2	(137.7%) 1,961	(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。

26年度の随意契約の件数、割合ともに25年度より増加しております。その内容は、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た結果、26年度は一者応札が減少しました。

- 仕様書を調達したい物品又は役務を特定なものに限定しないようできるだけ汎用なものを要件とすること、原則、複数の事業者から技術情報を入手して作成するとともに、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	26年度
一般競争入札件数	174	153	116	92	110	157	112
うち一者入札件数	110	55	27	23	38	84	51
一者応札割合	63. 2%	35. 9%	23. 3%	25. 0%	34. 5%	53. 5%	45. 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、26年度には303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1,144万円の減額効果が現れました。

以上を踏まえ、26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	25年度			26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)	501 (16.7%)	1,283,705 (69.9%)	-	473 (15.8%)	2,835,098 (73.7%)	-
一般競争入札を行った案件	472	1,082,665	94.30%	415	832,682	94.06
簡易入札を行った案件	315	238,987	94.58%	303	226,559	95.67
企画競争を行った案件	1	3,675	100%	5	1,050,213	100.00
公募を行った案件	28	197,365	98.93%	53	952,203	99.39
随意契約 (全契約に対する割合)	2506 (83.3%)	553,971 (30.1%)	-	2530 (84.2%)	1,013,897 (26.3%)	-
少額随契基準を超える案件	19	286,645	99.92%	33	676,905	100.00
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）	80	56,582	99.54%	163	111,563	99.63
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）	2,407	210,744	99.67%	2,334	225,429	100.00

(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。26年度は引き続き、相談窓口の周知徹底を図るとともに、監事監査の指摘事項等を参考に環境整備等を行い、同制度の利用環境の向上を図りました。

加えて、独立行政法人通則法の改正に伴い、内部統制システムの整備に関する事項等を業務方法書に記載することが義務付けられたため、業務方法書の一部変更及びそれに伴う関係規程の改正を実施しました。

(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きます。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)②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。

26年度は、合計134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

26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

26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

調達契約について、競争性のある契約の件数比率が昨年度と比較し下回った事に関して、委託元指定、官房掲載や郵便等、競争入札に付すことが難しいもの等が主であり、調達契約における競争性は担保されていると評価を頂きました。

また、1者応札率について、昨年度と比較し改善している事に関して、仕様の工夫や入札情報の開示、十分な広告期間の確保及び複数事業者からの参考見積の取得等の取組について、評価を頂きました。

今後も、透明性が高く効果的な契約の在り方を追求できるよう、取組を継続します。

(イ) 内部統制

コンプライアンスについて、規範、規程及びマニュアルの策定や研修の実施による理解促進等、これまでの成果により、徐々にではあるが職員の意識も高まってきている旨、評価を頂きました。

引き続き、研究倫理教育も含めた研修等を全職員対象に行うことでコンプライアンス教育の継続・拡充を図っていきます。

内部通報制度について、内部通報、セクハラ苦情相談、苦情相談及び研究活動不正行為の制度毎に窓口が分かれており、利用者からすると紛らわしく、利用しにくい可能性があるため、改善するようご指摘を頂きました。

今後は窓口間で連携し苦情、相談があればどの窓口でも受け付け、必要な場合は苦情、相談内容に応じて適切な窓口で連絡する等、環境整備を行ってまいります。

(ウ) 研究不正行為についての意識及び取り組み

研究不正行為等に関する監事監査の意見を踏まえ、文部科学省の「研究活動の不正行為への対応等に関するガイドライン」（平成26年2月18日、改訂）に対応するため、「研究費の不正防止計画」や「研究活動の不正行為への対応に関する規程」等の関係規程の見直しや研究倫理教育の実施等の体制の整備を図りました。

③ 情報セキュリティの強化

研究所は、自ら実施する研究により得られた情報のほか、受託研究、共同研究により、相手方より取得した情報を保有しており、これらの情報は相手方より機密保持を求められ、情報の漏洩は研究所の信頼を損ない、受託研究の獲得に支障を来すなど、経営上の大きなリスクとなります。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。26年度は、所内のセキュリティポリシーや関連規程を見直し、Webアクセスに係るセキュリティの強化を行いました。

第3章 財務に関する事項

【中期目標】

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

特に、運営費交付金を充当して行う事業については、「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	26年度
収入	
運営費交付金	2,623
施設整備費補助金	211
受託収入	478
その他収入	42
計	3,354
支出	
人件費	2,091
業務経費	525
施設整備費	211

受託経費	439
一般管理費	88
計	3,354

人件費の見積もり	1,711
----------	-------

(2) 収支計画

(単位:百万円)

区 分	26年度
費用の部	3,290
経常費用	3,290
研究業務費	2,145
受託経費	439
一般管理費	559
減価償却費	147
財務費用	0
臨時損失	0
収益の部	3,290
運営費交付金収益	2,623
手数料収入	0
その他収入	42
受託収入	478
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	26年度
資金支出	3,354
業務活動による支出	3,143
投資活動による支出	211
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	3,354
業務活動による収入	3,143
運営費交付金による収入	2,623
受託収入	478
その他収入	42
投資活動による収入	211
施設整備費補助金による収入	211
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、1,741 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。

◆ 26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。

重要な財産の譲渡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。

◆ 26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

26年度は、運営費交付金を充てるべき支出のうち81百万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、それに伴う緊急工事費、建屋撤去費用等について、施設整備費補助金等を確保し、27年5月に復旧しました。

(単位:百万円)

区 分	年度計画	実績
収入		
運営費交付金	2,623	2,623
施設整備費補助金	211	354
受託収入	478	1,987
その他収入	42	484
計	3,354	5,448
支出		
人件費	2,091	2,147
業務経費	525	769
施設整備費	211	354
受託経費	439	1,971
一般管理費	88	92
計	3,354	5,333

人件費の見積もり	1,711	1,783
----------	-------	-------

(2) 収支計画

当期は総利益355百万円となりましたが、このうち純利益は349百万円です。純利益のうち344百万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6百万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、26年度の交付金債務執行率は97.3%であり、未執行の交付金債務は72百万円となっています。55百万円については、期を跨いだ契約済繰越案件に充当するために、26年度の運営費交付金を節約し捻出したもので、27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	3,290	4,567
経常費用	3,290	4,565
研究業務費	2,145	2,340
受託経費	439	1,397
一般管理費	559	548
減価償却費	147	280
財務費用	0	1
臨時損失	0	1
収益の部	3,290	4,916
運営費交付金収益	2,623	2,642
手数料収入	0	0
その他収入	42	260
受託収入	478	1,842
寄付金収益	0	10
資産見返負債戻入	147	162
臨時利益	0	0
純利益	0	349
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	6
総利益	0	355

(3) 資金計画

(単位：百万円)

区 分	年度計画	実績
資金支出	3,354	4,758
業務活動による支出	3,143	3,997
投資活動による支出	211	757
財務活動による支出	0	4
次期中期目標の期間への繰越金	0	0
資金収入	3,354	5,131
業務活動による収入	3,143	4,982
運営費交付金による収入	2,623	2,623
受託収入	478	1,930
その他収入	42	429
投資活動による収入	211	149
施設整備費補助金による収入	211	149
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 355 百万円は、独立行政法人通則法及び中期計画に従って、積立金として処理します。

第4章 その他主務省令で定める業務運営に関する重要事項

【中期目標】

1. 施設及び設備に関する計画

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

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

2. 人事に関する計画

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

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

【中期計画】

1. 施設及び設備に関する計画

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

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

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

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

2. 人事に関する計画

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

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

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

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

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

歳以下の研究者をいう。)

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

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

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性能向上のための改修工事等を一部実施する。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。

特に、本年度は、25年度末に雪害により損傷を受けた実海域再現水槽について、26年度内に復旧出来るように対応を図る。

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。

なお、海洋フロンティア開発の推進強化に貢献するため「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」の積極的な活用等を図る。

◆ 26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、耐震工事を行いました。

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、26年度に完了しました。

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、新建屋の建設を行い、27年5月下旬に完成しました。

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産官学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、26年度には新人研究員5名、任期付き研究員等7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トク等の優秀な若手研究者が研究業務に従事することにより、当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。

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

	23年度	24年度	25年度	26年度
任期付研究者の新規採用数	4名	1名	2名	3名
民間研究者等の新規採用数	2名	0名	4名	2名

(2) 人件費

次に、総人件費改革の観点から人件費を分析します。

人件費（給与、報酬等支給総額から総人件費の取り組みの削減対象外となる任期付研究者等に係る給与、報酬等支給額を除いたもの）については、業務運営の効率化等により、削減するよう努めていきます。

また、26年度においては、国の給与改正に準じて、俸給月額を平均0.3%引き上げ、自動車等利用者の通勤手当を使用距離の区分に応じ引き上げ、勤勉手当の支給月数を0.15月分引き上げ、昇給を1号俸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、98.1となっております。また、研究職の給与指数は、100.7となっております。

理事長の26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、26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。