

**平成 20 年度 第 1 回 海上技術安全研究所評価委員会
報告書**

平成 19 年度 年度評価

平成 20 年 6 月 10 日

独立行政法人海上技術安全研究所

目 次

1. はじめに	1
2. 評価の概要	2
3. 評価の結果 平成 19 年度 年度評価	3
(1) 海上輸送の安全の確保	4
(2) 海洋環境の保全	8
(3) 海洋の開発	13
(4) 海上輸送の高度化	17
参考資料 平成 19 年度業務実績報告書	21
(1) 海上輸送の安全の確保	22
(2) 海洋環境の保全	56
(3) 海洋の開発	97
(4) 海上輸送の高度化	109

1. はじめに

海上技術安全研究所は、実施する研究課題について、以下のように研究評価体制等を整備し評価を実施しています。

(1) 評価の体制

海上技術安全研究所で実施する研究は、研究の種類などに応じ、「内部評価」と「外部評価」に諮られます。

「内部評価」は、理事長を座長とし、所内職員で構成される研究計画委員会が実施します。

また、「外部評価」は、理事長が選任する外部有識者で構成される海上技術安全研究所評価委員会が実施します。

(2) 評価の種類

評価は、大きく分けて、「研究評価」と「独立行政法人評価に資するための評価」があります。

「研究評価」は、国の研究開発評価に関する大綱的指針に準じ、研究所が実施する個々の研究の内容を評価するものであり、研究の開始時(事前評価)及び終了時(事後評価)にそれぞれ実施します。

また、「独立行政法人評価に資するための評価」は、独立行政法人評価に準じ研究所が実施する研究業務の実績を評価するものであり、各年度計画の終了時(年度評価)及び中期計画の終了時(事業評価)にそれぞれ実施します。

海上技術安全研究所では、透明かつ厳正な「外部評価」を実施するため、評価要領を「外部評価マニュアル」として策定し、これに従って評価を実施していただいております。

本報告書は海上技術安全研究所評価委員会の評価結果をとりまとめたものであり、評価結果及び指摘事項は、今後の研究活動に反映していきます。

		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	内部評価 外部評価 独法評価 定量評価(5段階) □課題の妥当性 →政策課題 □成果目標の妥当性 →output(研究成果)	内部評価 定量評価(5段階) □課題の妥当性 →政策課題 □成果目標の妥当性 →output(研究成果(F/S))	内部評価 定性評価(コメント) □成果目標の妥当性 →技術ポテンシャル(人材)	※国費関係は資金元で評価
	事後評価	内部評価 外部評価 独法評価 定量評価(5段階) □成果目標の達成度 →output(研究成果) →outcome(社会効果)	内部評価 定量評価(5段階) □成果目標の達成度 →output(研究成果(F/S))	内部評価 定性評価(コメント) □成果目標の達成度 →技術ポテンシャル(人材)	※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)	内部評価 外部評価 独法評価 定量評価(5段階) □年度計画記載の措置事項の進捗度(重点研究に限る)	※該当せず	※該当せず	※該当せず
	事業評価(5年毎)	内部評価 外部評価 独法評価 定量評価(5段階) □中期計画記載の成果目標の達成度(業務全般)	内部評価 外部評価 独法評価 定量評価(5段階) □中期計画記載の成果目標の達成度(業務全般)	内部評価 外部評価 独法評価 定量評価(5段階) □中期計画記載の成果目標の達成度(業務全般)	内部評価 外部評価 独法評価 定量評価(5段階) □中期計画記載の成果目標の達成度(業務全般)

2. 評価の概要

(1) 評価の実施日

平成 20 年 6 月 10 日(火)

(2) 評価の実施者

海上技術安全研究所評価委員会名簿

会務	氏 名	所属・役職
会長	内藤 林	国立大学法人 大阪大学 名誉教授
(50 音順)		
委員	荒井 誠	国立大学法人 横浜国立大学大学院工学研究院 海洋空間のシステムデザイン教室 教授
委員	今清水 義紀	社団法人 日本造船工業会 企画委員会副委員長 (株式会社アイ・エイチ・アイ マリンユナイテッド 代表取締役社長)
委員	影本 浩	国立大学法人 東京大学大学院 新領域創成科学研究科 環境システム学専攻 教授
委員	小池 健夫	社団法人 日本船用工業会 大形機関第一部会部会長 (日立造船ディーゼルアンドエンジニアリング株式会社 顧問)
委員	賞雅 寛而	国立大学法人 東京海洋大学海洋工学部 海洋電子機械工学科 教授
委員	平山 次清	国立大学法人 横浜国立大学大学院工学研究院 海洋空間のシステムデザイン教室 教授
委員	横田 健二	社団法人 日本船主協会 海上安全・環境委員会委員 (株式会社 商船三井 執行役員)

(3) 評価の種類及び対象

今回の海上技術安全研究所評価委員会の評価の種類及び対象は、以下の通りです。

種類：「独立行政法人評価に資するための評価」の「年度評価」

対象：平成 19 年度に実施した重点研究

(注 1) 重点研究は中期計画に記載の重点的に取り組む研究開発課題です。

(注 2) 「海上輸送の安全の確保」、「海洋環境の保全」、「海洋の開発」及び「海上輸送の高度化」の研究課題の分野毎に評価を実施します。

(4) 評価の結果

評価の結果として評点は次の通りになりました。

また、研究課題の分野ごとの評価結果の詳細は、第 3 章に掲載しています。

海上輸送の安全の確保 : SS

海洋環境の保全 : SS

海洋の開発 : S

海上輸送の高度化 : S

評価結果及び指摘事項は、今後の研究活動に反映していきます。

3. 評価の結果 平成 19 年度 年度評価

- (1) 海上輸送の安全の確保
- (2) 海洋環境の保全
- (3) 海洋の開発
- (4) 海上輸送の高度化

年度評価シート【外部評価結果】

評価者	海上技術安全研究所評価委員会	日付	平成 20 年 6 月 10 日
評価対象年度	平成 19 年度		
研究分野	海上輸送の安全の確保 ①船舶が確保すべき安全性を明確にするリスクベースの安全性評価手法の構築のための研究 ②異常波浪が発生するような荒天下における船舶の事故原因分析手法の構築及び安全性向上のための研究 ③船体構造の経年劣化対策の強化及びこれを踏まえた構造基準の体系化のための研究 ④テロ等の不法行為に対する船舶の保安向上のための研究		

1. 年度計画記載の実施事項の進捗度					
【評点】	<input type="checkbox"/> SS	<input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C
評価ポイント	<p>■①重点研究の各年度の実施事項は、年度計画に記載の重点的に取り組む研究開発課題（重点研究）の実施事項を達成したか（社会ニーズ（政策課題）の変化により、関連する重点研究の課題設定・成果目標を年度内に変更した場合は、当該変更を含む）</p> <p>■②その他</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> 国際貢献 社会に大きく寄与する成果を挙げたか。 開発された技術は、どのように我が国の船用工業・海洋産業の発展に寄与しているもしくは寄与するか。 </div>				
特記事項	<p>海上技術安全研究所評価委員会の主なコメント：</p> <p><input type="checkbox"/>船舶の安全性確保のために、国際的に提起されている課題を解決するために必要な研究を明確に把握して進められており、大きな成果を挙げている。この意味で国際的貢献が大きい。</p> <p><input type="checkbox"/>各研究機関課題の年度目標を達成しただけでなく、それが国際的対応の中で活かされるレベルとアクションにつながっているなど高く評価できる。特にコンテナ船の構造課題での先行的取組は特筆すべき。</p> <p><input type="checkbox"/>全ての課題について期初の目標を達成すると共に、各項目において目標以上の成果を上げていると判断される。特に今回開発された6自由度時系列計算法は、今後の船舶の構造設計に有効に活用され、船舶の安全性の向上に寄与することが期待される。</p> <p><input type="checkbox"/>これまで解析が困難とされていた大波高中の振りまで考慮可能な直接計算プログラムを開発したことは、画期的であり高く評価できる。</p> <p><input type="checkbox"/>あらゆる方向からの波の中での大型実用船型の6自由度時系列非線形応答を荷重・モーメント、さらにはホイッピングなどの弾性応答までを含めて、実用的な計算量でかつ精度よく計算できる計算コードを開発されたこと、またその計算コードを用いて当該船舶が遭遇し得る最大荷重（設計荷重）を予測する手法を開発されたことは、社会的にも学術的にも画期的なことであると判断。また、その成果を造船所における構造設計や国際的な構造基準策定に反映させるなど、実社会に還元しようとする活動・実績は大変評価される。</p> <p><input type="checkbox"/>開発された技術が IMO ガイドラインに採択されることを最終目標にしている研究がいくつかある。このように公開すべき技術開発と、我が国独自の技術として国際競争力強化に寄与すべき技術開発の境界が不明確である。海技研の最も重要な貢献及び存在目的は、後者の技術開発になるであろうから、国際的な発表は当然その得失を考慮し、慎重になされるべきである。また現行、この研究分野では積極的な特許取得がなされていない（奨励されていない）ようであり、これもせっかくの成果のフォローアップが十分でないことを示している。来年度は十分に SS 評価の期待ができる実施内容であると評価する。</p> <p><input type="checkbox"/>14課題を全て達成し追加成果も得ていることは高く評価できる。GBS を目標として数値シミュレーションの高度化により船体運動・強度等の推定精度向上・計算時間短縮がなされたことは高く評価できる。また HAZID 会議の主催、学会講演による発信・プログラム登録なども評価に価する。今後は現在建造中の世界に冠たる海洋波浪再現角水槽を一刻も早く完成させて物理シミュレーション（水槽試験）による確認とともに大きなリスクを伴う強非線形現象の解明がなされることを大いに期待したい。</p>				

※評点の付け方として、「年度計画記載事項」を全て達成した場合は「A」、「年度計画記載事項」を達成し、それ以外の追加措置等を実施した場合は「S」、加えて極めて有益で明確な成果が出た場合は「SS」と付けて下さい。

※評点について、中間レベルより低い評価をされた場合、その視点又は理由、改善（変更）すべき点を「特記事項」に記載願います。それ以外の評価をされた場合でも、その理由等を記載頂ければ有り難く存じます。

※評価ポイントについて、例示されているもので、評価者の判断の視点に該当するものがあれば、当該視点を選択（レ点 or■）していただき（複数可）、他方、該当するものがない場合は、「その他」を選択いただき、（ ）内に具体的に理由等を記述いただけるようお願いします。

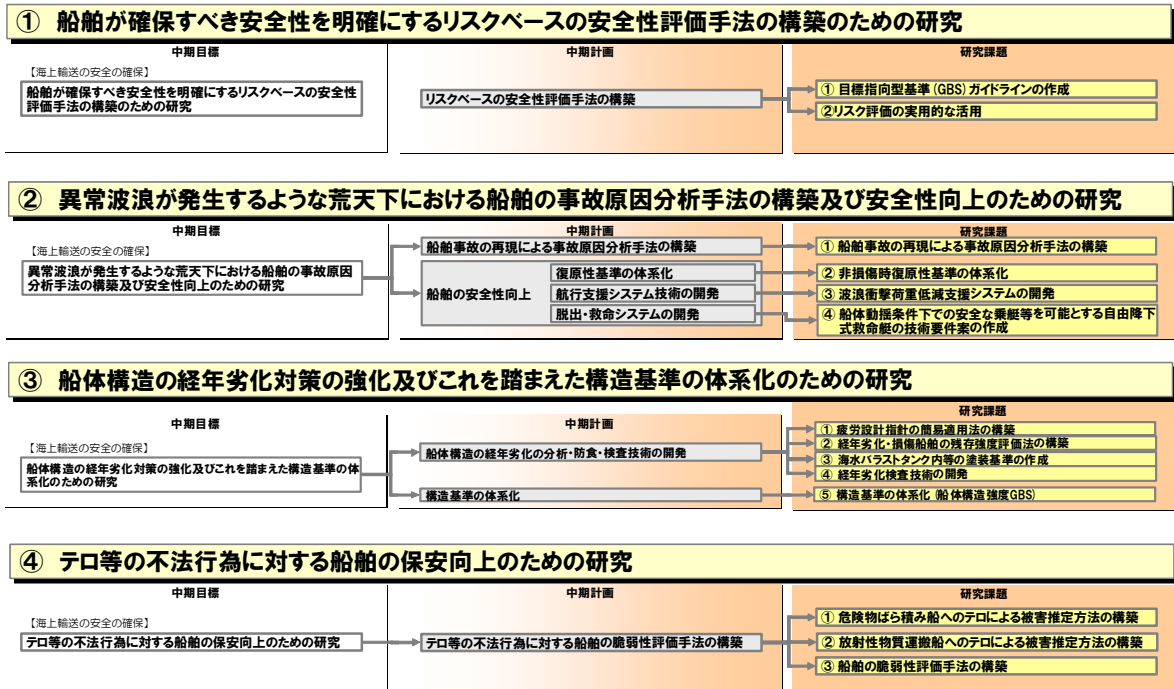
事務局とりまとめ欄		
総合評価 SS	各評価委員評点 SS :7 人 S :1 人 A :人 B :人 C :人	



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 【海上輸送の安全の確保】

資料1-2

1ページ



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 【海上輸送の安全の確保】構造基準の体系化

中期目標	中期計画	年度計画
② 船体構造の経年劣化対策の強化及びこれを踏まえた構造基準の体系化のための研究	□ 構造基準の体系化	研究課題⑤構造基準の体系化(船体構造強度GBS) 実施事項○共通構造規則(Common Structure Rule)の技術的評価法の調査検討 等

政策課題

□ 船体構造強度基準の見直し

➢ 経年劣化起因の事故続発により、IMOが2010年を目処に全面見直しを検討(目標指向型基準(GBS)等)

□ 合理的な構造基準体系の構築

➢ 塗装、腐食、維持管理等の対策も含んだ合理的な基準体系の構築を日本が提案(一部諸国が誘導する過度な構造設計基準のみでは過剰な社会負担発生)

技術現状

✓ IMOが船体構造強度GBSを検討。建造・維持管理実態に即した合理的な基準となるよう技術検討を実施

✓ 当初GBSの理念(日本提案)に即した基準体系の構築のためには、外力等の船体強度に影響する諸因子の把握が必要であるが、その推定手法が未確立(特に大波高での正確な荷重推定)

成果目標

□ 構造基準の体系化(船体構造強度GBS等)

➢ 船体構造強度GBS案の作成

➢ 実用的な大波高での荷重推定法の確立 等

・ 斜波中を安定して計算できるツール開発

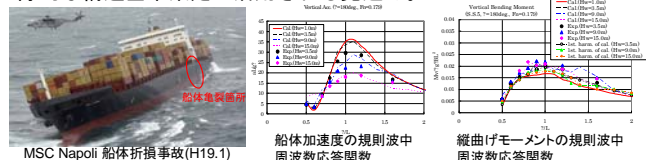
・ ホイッピング現象をシミュレートできるツール開発

年度実績

□ 海技研が開発した6自由度の時系列計算法について、不規則波中での統計値を直接時系列計算で求められるように拡張。また、模型による系統的な実験を行い推定法の検証を実施。短時間(実海域2時間を計算でも2時間)で構造計算に利用できることから、計算ツールとして、ほぼ実用レベルに達したことを確認。この体系的取り組みは世界的に見てもトップランナー。

□ 斜波中の計算を、発散せず安定してできる計算法はこれまで無く、大波高中の振りが問題となる大型コンテナ船の荷重評価を直接計算することができなかった(これまでは2自由度の縦曲げのみの計算)。この拡張されたシミュレーションプログラム(6自由度の非線形ストリップ法)により、縦曲げ、横曲げ、振りの複合荷重計算が可能となった。ホイッピング(スラミングに伴う船体振動現象で10%~50%縦曲げモーメントが増加)にも対応でき、疲労強度解析にも有効。

□ コンテナ船の船体折損事故で、ホイッピングへの対応の必要性が国際的にも顕在化しているが、今後、造船所における構造設計及び国際的な構造基準策定に活用される見込み。



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 【海上輸送の安全の確保】その他の業務実績

資料1-2

3ページ

□ 船舶が確保すべき安全性を明確にするリスクベースの安全性評価手法の構築のための研究

研究概要

- 船舶の安全基準を合理的かつ効率的に策定するため、安全対策によるリスク減少を定量的に評価する手法(リスクベースの安全性評価手法)の導入が国際的に検討されています。
- 本研究では、IMOが船体構造強度基準で検討中のリスク評価手法を取り入れた目標指向型基準(GBS)をすべての基準に適用することを目的に、GBS国際ガイドライン作成とリスク評価の実用的な活用を行っています。

年度実績～リスク評価の実用的な活用

- 合理的な船舶検査(規制緩和等)の実現のため、従来からの信頼性評価に加え、減速運航等のリスク評価の概念を導入した新たな評価手法を考案し、機関の検査間隔を延長した場合の影響を定量的に評価する手法を開発しました。研究成果は、日本海事協会(NK)の検査規則に反映され、計画保全方式の機関検査を適用する場合、従来一律5年であった検査間隔が5年以上に延長することも可能になりました。



機関の検査

□ 異常波浪が発生するような荒天下における船舶の事故原因分析手法の構築及び安全性向上のための研究

研究概要

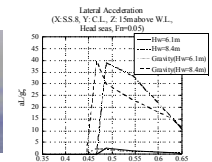
- 船舶の転覆、沈没等の続発する海難事故に対し、事故原因の分析や安全対策の更なる高度化が求められています。
- 本研究では、荒天下での安全性向上を目的に、実海域再現水槽と操船リスクシミュレータをリンクさせた操船環境の再現技術による事故原因分析手法、復原性・救命整備の安全基準等の研究を行っています。

年度実績～復原性基準

- IMOが検討する国際基準の全面見直し(仕様要件から性能要件への変更)に対し、基準案のベースとなる非損傷時復原性の直接評価法について、波浪中大振幅横揺れ(パラメトリック横揺れ)のシミュレーション計算コードの改良(船体加速度影響の機能追加等)を行うとともに、計算結果を踏まえ性能要件基準案を作成しIMOに提案しました(今後、この提案をベースに検討がなされる予定)。



大波高波中のコンテナ船



パラメトリック横揺れが横加速度に及ぼす影響の評価

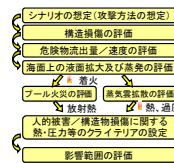
□ テロ等の不法行為に対する船舶の保安向上のための研究

研究概要

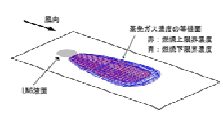
- テロ等の不法行為対策として、海上人命安全条約により船舶に実施が求められる船舶保安評価では、テロ等の「脅威」の特定、事件シナリオの検討、被害規模評価が行われます。
- 本研究では、保安評価手法の高度化を目的に、保安上特に重要な船舶として危険物ばら積船と放射性物質運搬船を対象とした被害推定方法等の研究を行っています。

年度実績～危険物ばら積船の被害推定方法

- 被害推定のためのテロシナリオ検討の基礎として、海事関係を中心とするテロ・海賊事例の分析を行うとともに、液面火災を想定し、輻射熱による被害範囲を算出するためのプログラムを開発し、積載容量の異なるLNG船を対象にその影響を評価しました。また、これら研究成果を活用し、保安評価・保安計画を策定するための指針のISO規格案の作成に着手しました。



攻撃結果の評価手順
(引火性液体の場合)



LNG船火災の被害範囲の推定

年度評価シート【外部評価結果】

評価者	海上技術安全研究所評価委員会	日付	平成 20 年 6 月 10 日
評価対象年度	平成 19 年度		
研究分野	海洋環境の保全 ⑤船舶からの二酸化炭素 (CO ₂) の排出による地球温暖化の防止に資する研究 ⑤-1 CO ₂ の排出低減技術の開発のための研究 ⑤-2 国際的な課題となっている外航海運の CO ₂ の排出量算定手法の構築のための研究 ⑥船舶からの油及び有害液体物質の排出・流出による海洋汚染の防止に資する研究 ⑦船舶からの排出ガスの放出による大気汚染の防止に資する研究 ⑦-1 排出ガスの規制強化の検討に必要な計測技術の開発及び環境影響評価手法の構築のための研究 ⑦-2 船舶塗装からの揮発性有機溶剤の排出低減技術の開発のための研究 ⑧船舶の運航に伴う海洋生態系被害の防止に資する研究 ⑧-1 非有機スズ系船舶用防汚塗料の環境影響評価手法の構築のための研究 ⑧-2 船舶のバラスト水処理システムの性能評価手法の構築のための研究 ⑨船舶の解撤に伴う環境汚染の防止に資する研究		

1. 年度計画記載の実施事項の進捗度					
【評点】	<input type="checkbox"/> SS	<input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C
評価ポイント	<p>■①重点研究の各年度の実施事項は、年度計画に記載の重点的に取り組む研究開発課題（重点研究）の実施事項を達成したか（社会ニーズ（政策課題）の変化により、関連する重点研究の課題設定・成果目標を年度内に変更した場合は、当該変更を含む）</p> <p>■②その他</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-left: 20px;"> 達成された成果の社会的インパクト 社会に大きく寄与する成果を挙げたか。 開発された技術は、どのように我が国の船用工業・海洋産業の発展に寄与しているもしくは寄与するか。 </div>				
特記事項	<p>海上技術安全研究所評価委員会の主なコメント：</p> <p><input type="checkbox"/>船の粘性抵抗の低減は大きな夢であったが、バブルの利用により正味燃費5%減を達成できたインパクトは大きく、今後一層の研究開発を進めることによって更なる成果が期待される。</p> <p><input type="checkbox"/>いずれの研究課題も着実な成果と評価できる。また IMO, ISO への提案につながっていることも評価したい。この研究分野は益々その重要性が明らかになっており、更なる研究リソースの注力と具体的成果を期待したい。</p> <p><input type="checkbox"/>全ての課題につき期初の目標を達成すると共に、各項目において目標以上の成果を上げていると考えられる。船舶からの二酸化炭素排出削減技術に煮関する研究における、バブルによる抵抗削減は、シミュレーション及び実験によりその効果を確認し、実船実用化に向け動き出したことは特筆に値する。</p> <p><input type="checkbox"/>CO₂ 排出低減技術の開発は海洋環境保全のための喫緊の課題である。海技研がバブル法や海の 10 モードなどの独創的アイデアに基づく技術開発を進め、世界の船舶関連環境保全技術をリードしている点は高く評価できる。</p> <p><input type="checkbox"/>バブル法による摩擦抵抗低減に関する長年にわたる研究開発の結果として、正味燃費を有意に改善できる手法を確立し、さらに実船試験によって正味燃費を平均約5%改善できることを実証し、そのシステムの実用化に目処をつけたことは、画期的な成果であり、社会的にも学術的にも非常に大きな意義を持つ成果であると判断される。</p> <p><input type="checkbox"/>海の 10 モード、新船舶設計ツール及び新船舶塗料、及び気泡による船体抵抗低減など、新機軸を打ち出し着実に成果をあげており、我が国の船舶産業の発展に寄与している。特に気泡による船体抵抗低減研究は、これまでに理論は多く提唱されていたものの実効が明らかにされておらず、この研究で確認された 1) 気泡径を大きくして消費エネルギーを低下させたことまた 2) それで十分に抵抗低減が実船で生じたことは、この技術の大きなブレークスルーになっている。従って、十分に SS の評価ができる成果実績である。</p> <p><input type="checkbox"/>18 課題を全て達成し追加成果も得ていることは高く評価できる。海洋環境の保全は地球環境の保全・温暖化防止の観点からも焦眉の急の課題であり積極的な取り組みを評価したい。個別技術の中ではバブル法による5%の省エネ効果の実証確認を成し得たこと、関連特許 7 件出願、廃熱利用スターリングエンジンの実船搭載試験実施なども高く評価できる。</p>				

※評点の付け方として、「年度計画記載事項」を全て達成した場合は「A」、「年度計画記載事項」を達成し、それ以外の追加措置等を実施した場合は「S」、加えて極めて有益で明確な成果が出た場合は「SS」と付けて下さい。

※評点について、中間レベルより低い評価をされた場合、その視点又は理由、改善（変更）すべき点を「特記事項」に記載願います。それ以外の評価をされた場合でも、その理由等を記載頂ければ有り難く存じます。

※評価ポイントについて、例示されているもので、評価者の判断の視点に該当するものがあれば、当該視点を選択（レ点 or■）していただき（複数可）、他方、該当するものがない場合は、「その他」を選択いただき、（ ）内に具体的に理由等を記述いただけるようお願いします。

事務局とりまとめ欄

総合評価 SS	各評価委員評点 SS :7 人 S :1 人 A :人 B :人 C :人	
-------------------	--	--

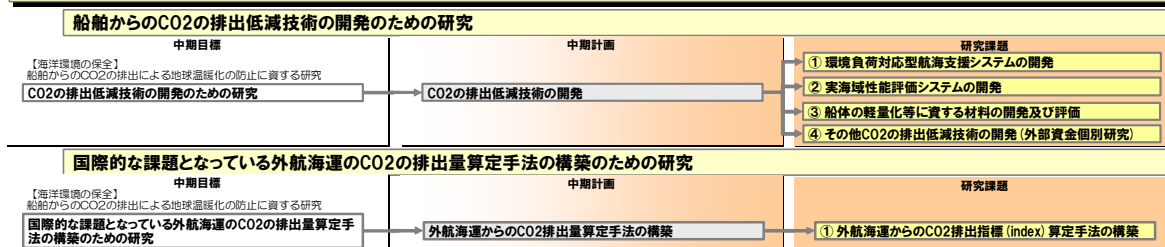


2. 政策課題解決のために重点的に取り組む研究開発課題 【海洋環境の保全】

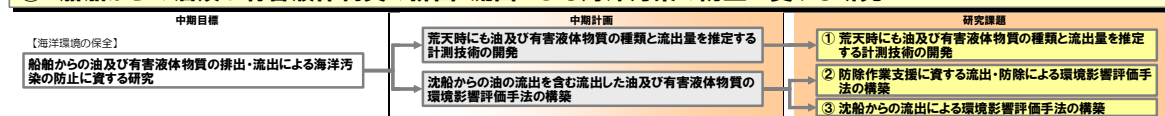
資料2-2

1ページ

⑤ 船舶からのCO2の排出による地球温暖化の防止に資する研究



⑥ 船舶からの油及び有害液体物質の排出・流出による海洋汚染の防止に資する研究

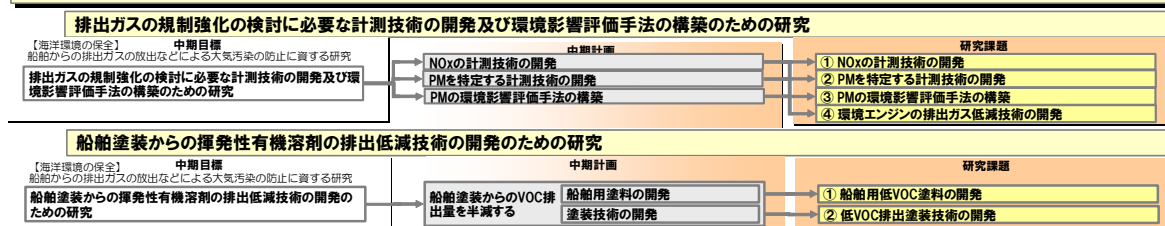


2. 政策課題解決のために重点的に取り組む研究開発課題 【海洋環境の保全】

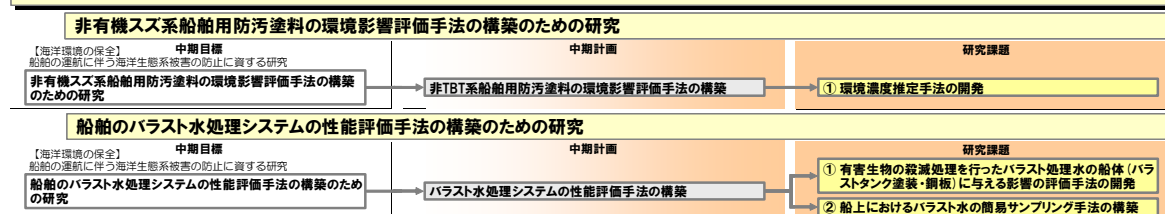
資料2-2

2ページ

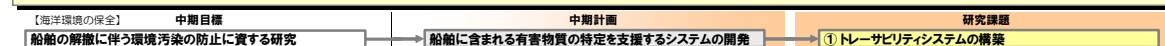
⑦ 船舶からの排出ガスの放出などによる大気汚染の防止に資する研究



⑧ 船舶の運航に伴う海洋生態系被害の防止に資する研究



⑨ 船舶の解撤に伴う環境汚染の防止に資する研究





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 【海洋環境の保全】CO2の排出低減技術の開発

資料2-2

3ページ

中期目標	中期計画	年度計画
⑤-1 CO2排出低減技術の開発のための研究	□ CO2の排出低減技術の開発	研究課題④その他のCO2の排出低減技術の開発 実施事項○マイクロバブルを用いた船舶の省エネルギー技術の研究開発

政策課題

- 京都議定書の発効
➢ 2008年-2012年の間に基準年比6%削減
- ポスト京都議定書の検討
➢ 2013年以降の更なるCO2排出削減
- 現行の京都議定書の対象外である外航船のCO2排出削減

技術現状

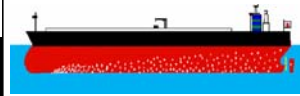
- ✓ 船舶の太宗を占めるタンカー等の箱形船型は、全流体抵抗のうち約80%が摩擦抵抗であるが摩擦抵抗低減の研究は未開発
- ✓ 船底に気泡を発生させることにより摩擦抵抗を低減するバブル法の基礎技術を開発。
- ✓ 抵抗低減とバブル発生に必要なエネルギー比率が課題。
- ✓ 気泡の効率的な発生・船底への一様な分布と気泡によるプロペラ性能低下が課題。

成果目標

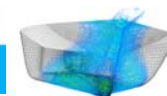
- 実用的なマイクロバブル省エネ技術の開発
- 気泡制御技術の開発(発生、分布、プロペラ影響等)
- 気泡シミュレータの開発(実船比較の設計ツール)
- 実船試験によるバブル法の実証

年度実績

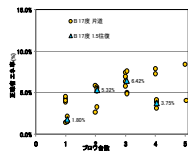
- バブル法を開発し、正味燃費が平均約5%改善できることを世界で初めて実船試験で実証。また気泡シミュレータの開発によりバブル法のシステム設計の実用化に目処。
- 水中における気泡の尺度影響は解明されていないことから尺度影響を評価するため、50m平板模型試験を実施。これにより気泡の流れを把握し尺度影響を考慮した抵抗低減算定式を提案。また、実験を基に気泡シミュレータを開発・改良。実験とシミュレータを基に実船に使用する場合に効率のよい後方ジェット方式を開発し、気泡発生装置の吹き出し口大きさ、気泡の噴出し速度、設置場所等について最適な仕様を決定。さらに、シミュレーションにより気泡によるプロペラ性能低下が少ないことを示すとともに実船試験でこれを確認。
- 平成20年5月現在、実用化について複数の造船所より引き合いあり。(関連特許7件出願中)



バブル法のイメージ



気泡流シミュレーション
(船体後方)



正味省エネ率



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 【海洋環境の保全】その他の業務実績

資料2-2

4ページ

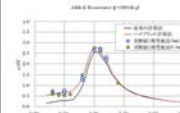
□ CO2の排出削減技術の開発のための研究～その①

研究概要

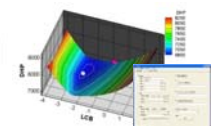
- 京都議定書の発効により、2008年-2012年の間に基準年比6%削減が求められる中、ポスト京都議定書の検討(IMO)が開始され、議定書対象外の外航船の対策も求められています。
- 本研究では、船舶からのCO2排出低減を目的に、船舶の実海域性能評価(船型要目最適化・海の10モード指標)とともに、船体抵抗の低減、推進システムの効率化、運航方法の改善等のCO2低減技術の研究を行っています。

年度実績～実海域性能評価

- 海の10モードについて、波浪中抵抗増加計算精度の向上(喫水・速度影響)等を行い、従来手法より低コストかつ高精度な実海域性能評価(ハイブリット評価手法)を開発しました。また、船型要目最適化について、CAD(コンピュータ支援設計)とCFD(数値流体)をリンクする高機能化・ユーザーインターフェースの向上等、前年度開発のシステム(HOPE)の改良を行いました。



ハイブリット評価手法と従来評価
手法の比較(規則波中抵抗増加)



HOPEの改良

□ CO2の排出削減技術の開発のための研究～その②

研究概要

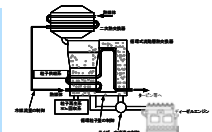
- 京都議定書の発効により、2008年-2012年の間に基準年比6%削減が求められる中、ポスト京都議定書の検討(IMO)が開始され、議定書対象外の外航船の対策も求められています。
- 本研究では、船舶からのCO2排出低減を目的に、船舶の実海域性能評価(船型要目最適化・海の10モード指標)とともに、船体抵抗の低減、推進システムの効率化、運航方法の改善等のCO2低減技術の研究を行っています。

年度実績～推進システムの効率化

- 従来の高温熱源(1000℃以上)ではなく、船舶の特性を踏まえた低温熱源(400℃)で駆動する廃熱利用のスターリングエンジンを開発し、実船実験で効果を確認しました。また、廃熱回収と同時に排ガスのSOx処理も行うハイブリット熱交換器排熱回収システムの開発(NEDO採択)も進めており8%の動力回収が可能なシステムの基本設計を行いました。



廃熱利用スターリングエンジン



ハイブリット排熱回収システム概念図

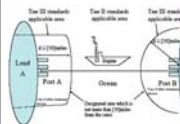
□ 船舶からの排出ガスの放出などによる大気汚染の防止に資する研究

研究概要

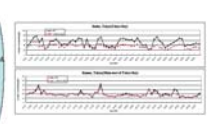
- 国際的なNOx規制の強化、VOC排出削減の要請等、船舶からの排出ガス等による大気汚染防止の対策が求められています。
- 本研究では、排出ガス規制強化への対応を目的に、計測技術、排出ガス低減技術、環境影響評価等の研究を行うとともに、船舶塗装時のVOC低減を目的に、塗料・塗装技術の研究を行っています。

年度実績～排ガス規制強化への対応

- 船上計測の問題(手間・時間)を解決する新たな計測技術を開発し、その計測手法がISO規格に採用されました。また、CO2・NOx削減のトレードオフ関係を踏まえ、全海域一律の規制とすることなく、陸岸からの距離で規制値を設定する地理的規制を導入する我が国の提案の実現のため、規制効果の評価結果をIMOに提供し、結果、我が国提案が全面的にIMOの国際基準に反映されました。



NOx地域規制の日本提案



規制効果の東京湾での評価



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 【海洋環境の保全】その他の業務実績

資料2-2

5ページ

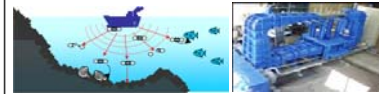
□ 船舶の運航に伴う海洋生態系被害の防止に資する研究

研究概要

- 海洋生態系被害防止のため、トリブチルスズ(TBT)系船底塗料の使用禁止・バラスト水を介した生物移動の管理の国際条約が成立しました。
- 本研究では、普及が進む非TBT系船底塗料による被害防止を目的に、その環境影響評価の研究を行うとともに、バラスト水条約の円滑な実施を目的に、処理システムの性能評価の研究を行っています。

年度実績～非TBT系船底塗料の環境影響評価

- 普及が進むジंकビリチオン系防汚剤等について、船底からの溶出と海中での分解・拡散のプロセスを解明した環境濃度予測手法を開発し、これと連携して実施している生物毒性試験の結果(瀬戸内海区水産研究所)を総合させて環境影響評価手法を開発しました。また、これら研究成果を活用し、船底塗料の環境影響評価手法の規格案を作成し、ISOに提案しました。



防汚物質による生態系影響

回流水槽による溶出過程の解明

□ 船舶の解撤に伴う環境汚染の防止に資する研究

研究概要

- 船舶の解撤に伴う有害物質による環境汚染を受け、IMOで有害物質の使用禁止等を含むシップリサイクル条約策定の検討が行われています。
- 本研究では、条約で強制要件化される解撤予定の船舶に使用されている有害物質の種類・量・所在を示すインベントリの作成支援のため、国際ガイドライン・材料情報追跡システム等の研究を行っています。

年度実績～シップリサイクル国際ガイドライン

- 前年度に日独共同で作成した国際ガイドライン原案の修正案(有害物質特定が困難な現存船の取扱い等)をIMOに提案し、この原案をベースにガイドラインを策定することが合意されるとともに、関連のISO規格(有害物質表示方法等)を検討しました。また、条約の円滑な実施のため、中小事業者(造船業・船用工業)向けのインベントリ作成マニュアル(1次案)を作成しました。



船舶の解撤作業



業界向けインベントリ作成マニュアル

□ 船舶からの油及び有害液体物質の排出・流出による海洋汚染の防止に資する研究～

研究概要

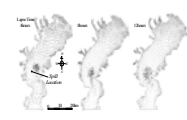
- 昨今の油流出事故等の発生を踏まえ、油・有害液体物質の排出・流出による海洋汚染防止の対策が求められています。
- 本研究では、排出・流出対策技術の高度化を目的に、実海域での流出油等の計測技術、油流出による環境影響の評価等の研究を行っています。

年度実績～油流出・防除の環境影響評価

- 流出油・油処理剤の影響を漁業被害の観点から評価するツールとして、油防除支援ツールを開発しました。また有害化学物質を含んだ海上において、流出油の拡散・漂流・大気拡散シミュレーション計算が可能な、3次元流出油挙動予測モデルを開発し、海上保安庁海洋情報部によって運用評価される予定です。



東京湾における漁業データベースの表示例



東京湾における流出油と潮汐のシミュレーション計算

年度評価シート【外部評価結果】

評価者	海上技術安全研究所評価委員会	日付	平成 20 年 6 月 10 日
評価対象年度	平成 19 年度		
研究分野	海洋の開発 ⑩浮体技術を利用した石油・天然ガス生産システム及び再生可能エネルギー生産システムの安全性評価手法の構築のための研究 ⑩-1 大水深、強海流等の厳しい自然条件下で使用する石油・天然ガス生産システムの安全性評価手法の構築のための研究 ⑩-2 再生可能エネルギー生産システムの安全性評価手法の構築のための研究 ⑪サハリン大陸棚での石油・天然ガスの開発に対応した氷海域での船舶の安全性向上及び事故時の流出油の防除技術の開発のための研究		

1. 年度計画記載の実施事項の進捗度					
【評点】	<input type="checkbox"/> SS	<input type="checkbox"/> S	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C
評価ポイント	<p>■①重点研究の各年度の実施事項は、年度計画に記載の重点的に取り組む研究開発課題（重点研究）の実施事項を達成したか（社会ニーズ（政策課題）の変化により、関連する重点研究の課題設定・成果目標を年度内に変更した場合は、当該変更を含む）</p> <p>■②その他</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px;"> 社会に大きく寄与する成果を挙げたか。 開発された技術は、どのように我が国の船用工業・海洋産業の発展に寄与しているもしくは寄与するか。 </div>				
特記事項	<p>海上技術安全研究所評価委員会の主なコメント：</p> <p><input type="checkbox"/>MPSO の研究開発成果は、今後の海洋開発に大きな貢献をするだろうが、実機によるあるいは模型実験による更なる実証実験が望まれる。今後、国内他産業分野の海洋開発の開発動向と歩調を合わせた取り組みが必要であるが、その中で海技研の立場を明確に押し出してゆける分野で一層の力の集中が必要であろう。</p> <p><input type="checkbox"/>MPSO 基本構造について AIP を取得したこと、またそのプロセスで得るものが大きかったと思われる。厳しい外洋条件は、今後益々必要となるであろう。シミュレーションを通じて得た成果も、今後の発展のベースとなろう。</p> <p><input type="checkbox"/>全ての課題について期初の目標を達成すると共に、各項目において目標以上の成果を上げていると判断される。研究計画委員会の内部評価は妥当と考える。</p> <p><input type="checkbox"/>将来性の高い海洋利用技術の開発を、国際的連携を図りながら推進している点は高く評価できる。</p> <p><input type="checkbox"/>海洋石油・天然ガス生産に関わる技術に関しては、わが国の技術は石油メジャーに大きく遅れをとっているといわれていたなかで、メジャーの一つである Petrobras 社と共同研究を実施し、MPSO について米国船級協会の基本承認を取得するといった成果を挙げたことは画期的なことであると判断される。本研究の今後の展開として、メジャーとの技術開発競争に参入していくのか、わが国の自主開発のために技術を蓄積していくのか、あるいは石油・ガスでなく、メタンハイドレートを生産をターゲットにするのかといったことを明確にすることが必要であると考え。再生可能エネルギーに関しては、風力だけでなく、波や潮流などの海洋エネルギー開発のための研究開発を海技研が主導して実施するべきである。さらに、海洋産業の振興や海洋資源の開発などに関しても、海技研がもっと積極的に関わっていく戦略が必要ではなかろうか。「調和設計法」の概念をよりはっきりさせて、その意義などを外部に対して明確にアピールすることが必要であると考え。</p> <p><input type="checkbox"/>石油・天然ガス生産システム、洋上風力発電や氷海域荷重の研究など、有益で明確な成果が出ている研究が多い。特に前者は我が国のエネルギー政策上その重要性を著しく高めており、成果の有用性という点から特筆すべき評価になると考えられる。他の分野と比較しても規模が小さい割にしっかり成果をあげており、十分に SS と評価する。</p> <p><input type="checkbox"/>課題数は 6 と少な目であるが全て達成し追加成果も得ていることは評価できる。特に ABS の AIP 取得や日本初の数値水槽の開発、世界初の制御技術開発（特許申請）は高く評価できる。我が国においては海洋基本法が施行されたとは言え海洋開発に対する投資が十分とは言えない状況であるが、特にエネルギーの観点からは将来必ず大深度・厳しい海洋環境下で使用するプラットフォームシステムが必要となるはずで、これに関する技術力を今後も地道に高めていくのは現況では海技研のみがなし得るものであると考えられるので期待したい。</p>				

※評点の付け方として、「年度計画記載事項」を全て達成した場合は「A」、「年度計画記載事項」を達成し、それ以外の追加措置等を実施した場合は「S」、加えて極めて有益で明確な成果が出た場合は「SS」と付けて下さい。

※評点について、中間レベルより低い評価をされた場合、その視点又は理由、改善（変更）すべき点を「特記事項」に記載願います。それ以外の評価をされた場合でも、その理由等を記載頂ければ有り難く存じます。

※評価ポイントについて、例示されているもので、評価者の判断の視点に該当するものがあれば、当該視点を選択（レ点 or■）していただき（複数可）、他方、該当するものがない場合は、「その他」を選択いただき、（ ）内に具体的に理由等を記述いただけるようお願いします。

事務局とりまとめ欄

総合評価	各評価委員評点	
S	SS :2 人 S :6 人 A :人 B :人 C :人	



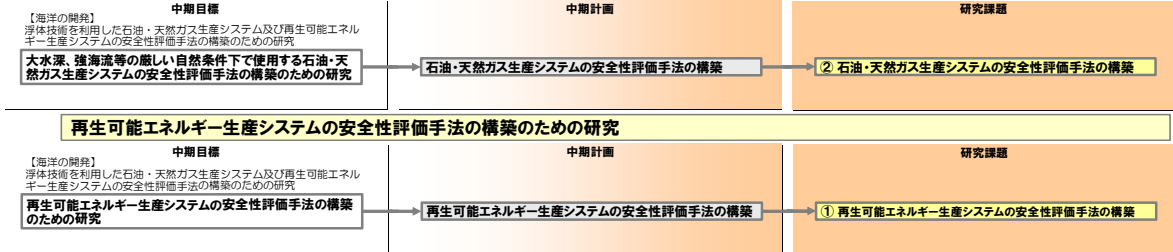
2. 政策課題解決のために重点的に取り組む研究開発課題 【海洋の開発】

資料3-2

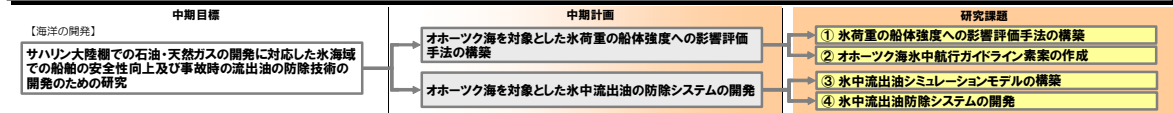
1ページ

⑩ 浮体技術を利用した石油・天然ガス生産システム及び再生可能エネルギー生産システムの安全性評価手法の構築のための研究

大水深、強海流等の厳しい自然条件下で使用する石油・天然ガス生産システムの安全性評価手法の構築のための研究



⑪ サハリン大陸棚での石油・天然ガスの開発に対応した氷海域での船舶の安全性向上及び事故時の流出油の防除技術の開発のための研究



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 【海洋の開発】石油・天然ガス生産システムの安全性評価手法の構築

資料3-2

2ページ

中期目標	中期計画	年度計画
⑩-1大水深、強海流等の厳しい自然条件下で使用する石油・天然ガス生産システムの安全性評価手法の構築のための研究	□ 石油・天然ガス生産システムの安全性評価手法の構築	研究課題①石油・天然ガス生産システム安全性評価手法の構築 実施事項○MPSOの安全性評価手法の開発 ○浮体、ライザー、係留系の挙動解析・表示システムの開発

政策課題

- 未開の水深2500m級の資源開発の計画
 - 資源開発投資の活性化(消費増加、枯渇等)
- 大水深対応の生産システムの出現
 - 大水深、強海流等の厳しい自然条件下での使用
 - 浮体式生産システム(浮体構造、ライザー、運搬船等)

技術現状

- ✓ 新コンセプトの生産システムの出現(モノコラム型浮体式生産・貯蔵・出荷システム(MPSO)等)
- ✓ 新生産システムに技術的な困難性が存在(海流により自動振動するMPSTとタンカーとの相対位置保持、長期稼働期間による疲労強度・複合係留索の長期信頼性等)。
- ✓ 水深2500m級の生産用ライザー管の開発は世界的にも未経験

成果目標

- 大水深(2500m)対応の浮体式生産システムの安全性評価手法の構築
 - MPST、大深度生産ライザー等の安全評価・安全技術の検証

年度実績

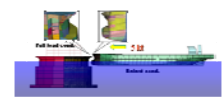
- (独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構(JOGMEC)と深海域石油開発分野でめざましい発展を遂げているブラジル国営石油公社(PETROBRAS)の共同研究プロジェクトに日本側コンソーシアムの一員として参画し、MPST(モノコラム型海上生産・貯蔵・出荷)システムの出荷システム、暴風時における係留システム、シャトルタンカー衝突に対する安全性評価を実施。また、MPST基本構造設計に関し、PETROBRASは米国船級協会(ABS)から基本承認(AIP)を既に得ているが、指摘事項が出されており、追加AIP取得のためにプレHAZIDを開催し、動揺評価、衝突シミュレーションの実施等貢献。
- シャトルタンカーは、ローサーを使用せずDP(Dynamic Positioning)のみによる位置保持を採用。環境外力推定を含めた相対位置保持DP制御アルゴリズムを開発(制御技術の関連特許を出願)。外力推定には、種々の詳細な模型試験によるMPSTの遮蔽影響を考慮して構築した環境外力データベースを使用。また、出荷システムのAIP取得に向けて、アブローチ時におけるMPSTとシャトルタンカーの衝突シミュレーションを実施。
- 今後、更なる大水深(3,000m級)の資源開発に関する共同研究をJOGMECとの「海洋石油ガス開発に関する包括連携協定」の元で実施する予定。



MPSTからなる大深度浮体式生産システム



暴風時水槽試験



アブローチ時の衝突シミュレーション



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 【海洋の開発】その他の業務実績

資料3-2

3ページ

□ 再生可能エネルギー生産システムの安全性評価手法の構築のための研究

研究概要

- 世界有数の海洋国家である我が国は、膨大かつ未活用の空間・海洋エネルギーが存在する海洋空間を有し、その高度利活用が期待されています。
- 本研究では、海洋空間の利活用とその安全確保を目的に、風力発電等、多目的に利用可能な外洋上プラットフォームの基盤技術、安全性評価手法の研究を行っています。

年度実績～外洋上プラットフォーム

- 新たな視点での機能(経済性、環境性等)を付加させた評価設計ツールである調和設計法プログラムの基本設計等(動揺低減・係留・保守管理)を行いました。また、プラットフォームの多目的性を踏まえ、関係府省等による連絡会議での検討を通じ、海洋基本法・基本計画を受けた鉱物資源開発(海底掘削タイプ)の熱水鉱床等での利用も目的に研究開発を行うこととしました。



外洋上プラットフォームイメージ



日本近海の水底熱水鉱床(出典: 科学技術政策研究所)

□ サハラ大陸棚での石油・天然ガスの開発に対応した水海域での船舶の安全性向上及び事故時の流出油の防除技術の開発のための研究

研究概要

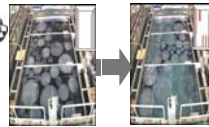
- サハラ大陸棚での石油・天然ガス開発の本格化に伴い、オホーツク水海域での海上輸送活動の活性化が今後予想されます。
- 本研究では、水海域での船舶の安全性向上を目的に、水中航行ガイドライン・氷荷重の船体強度への影響評価手法の研究を行うとともに、油流出事故による海洋汚染の防止を目的に、水中流出油シミュレーションモデル・水中流出油防除システムの研究を行っています。

年度実績～水中流出油防除システム

- 水海域中の流出油回収のため、気泡による油の置換、気泡起因流れによる油の輸送、氷盤側縁からの油の排出という、水と油の分離原理を利用した気泡型水中流出油回収装置(NMRI-ORDICE)のプロトタイプを開発しました。水槽試験により、気泡発生システム並びに改修油輸送ポンプ等の各種技術改良・評価を行い、実使用に即した水中流出油防除システムの開発に着手しました。



水中流出油汚染防除システムのイメージ



回収プロセス

年度評価シート【外部評価結果】

評価者	海上技術安全研究所評価委員会	日付	平成 20 年 6 月 10 日
評価対象年度	平成 19 年度		
研究分野	海上輸送の高度化		
	⑫ モーダルシフトの推進等に資する高効率海上物流システムの実現に必要な基盤技術の開発のための研究 ⑬ 海事産業における熟練技能を有する人材の減少の対応に必要な基盤技術の開発のための研究 ⑬-1 熟練した技能を有する船員の減少に対応した船員作業の支援及び簡素化の実現に必要な基盤技術の開発のための研究 ⑬-2 船舶産業の熟練した技能を有する作業者の減少に対応した新しい生産システムの実現に必要な基盤技術の開発のための研究		

1. 年度計画記載の実施事項の進捗度					
【評点】	□SS	□S	□A	□B	□C
評価ポイント	<p>■①重点研究の各年度の実施事項は、年度計画に記載の重点的に取り組む研究開発課題（重点研究）の実施事項を達成したか（社会ニーズ（政策課題）の変化により、関連する重点研究の課題設定・成果目標を年度内に変更した場合は、当該変更を含む）</p> <p>■②その他</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px;"> 達成された課題の他分野への波及効果 社会に大きく寄与する成果を挙げたか。 開発された技術は、どのように我が国の船用工業・海洋産業の発展に寄与しているもしくは寄与するか。 </div>				
特記事項	<p>海上技術安全研究所評価委員会の主なコメント：</p> <p>□アジアにおける高効率海上物流システムの研究は、アジア諸国に対する大きな日本の国際貢献となるとともに、今後のアジア経済の発展に貢献するであろう。熟練工でなければならないとされていた板曲げ技術を、熟練工でなくともできる作業として論理化したことは造船業に大きな果実をもたらすと共に、他製造分野への波及効果が大きい。</p> <p>□ものづくりの科学的解明をベースとした具体的成果が、着実に継続しており、評価できる。</p> <p>□全ての課題について期初の目標を達成すると共に、各項目において目標以上の成果を上げていると判断される。研究計画委員会の内部評価は妥当と考える。</p> <p>□配管設計やぎょう鉄等のものづくり現場の技能を科学の目で見直し、技能伝承につながるプログラムや教材を開発した功績は高く評価できる。</p> <p>□ぎょう鉄作業の生産性を大きく向上させるシステムを開発するなど、「船舶作業におけるものづくり技術を科学的に解明した技術伝承手法の開発」に関しては、社会に大きく寄与する成果をあげている。一方、「海上輸送の高度化」において非常に大きなテーマである「モーダルシフト」の推進に関しては、H19 年度成果の「データベース構築」、「ワークショップ開催」や「ネットワーク構築」といったソフト面の改善に加え、これまでモーダルシフトを進めるべきであることが指摘されているが一向に進まない要因を分析し、その阻害要因をブレークスルーするための新しいアイデアに基づいた研究開発が望まれる。</p> <p>□船舶産業従事者の減少・高齢化に伴う高度技術の伝承に大きく寄与している。また海技研の特徴を生かした（海技研にしかない）これらの貢献の中心的役割を果たしていることは非常に高く評価できる。これらの高度技術の伝承は、国内船用産業の発展・保護に結びついており、実績・成果は十分に SS であると判断する。</p> <p>□課題数は8と他分野と比べて多いとはいえないが全て達成し、追加成果も得ていることは高く評価できる。特にぎょう鉄作業時間の40%削減を実現できるシステム等を開発したことは特筆に値する。また WAN の更なる高度化のためには更に海象の把握が重要であり、海象データベースも海技研による整備が期待されるが、今回全球海流データベースが作成されたこと、関連プログラムが登録されたことは評価に値する。関連特許3件出願、海技研主催のワークショップ開催も評価できる。</p>				

※評点の付け方として、「年度計画記載事項」を全て達成した場合は「A」、「年度計画記載事項」を達成し、それ以外の追加措置等を実施した場合は「S」、加えて極めて有益で明確な成果が出た場合は「SS」と付けて下さい。

※評点について、中間レベルより低い評価をされた場合、その視点又は理由、改善（変更）すべき点を「特記事項」に

記載願います。それ以外の評価をされた場合でも、その理由等を記載頂ければ有り難く存じます。
 ※評価ポイントについて、例示されているもので、評価者の判断の視点に該当するものがあれば、当該視点を選択（レ点 or■）していただき（複数可）、他方、該当するものがない場合は、「その他」を選択いただき、（ ）内に具体的に理由等を記述いただけるようお願いします。

事務局とりまとめ欄		
総合評価 S	各評価委員評点 SS :4 人 S :4 人 A :人 B :人 C :人	



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 【海上輸送の高度化】

資料4-2

1ページ

⑫ モーダルシフトの推進等に資する高効率海上物流システムの実現に必要な基盤技術の開発のための研究

中期目標	中期計画	研究課題
【海上輸送の高度化】 モーダルシフトの推進等に資する高効率海上物流システムの実現に必要な基盤技術の開発のための研究	高効率海上物流の基盤技術の開発 高効率船舶の基盤技術の開発	① 高効率海上物流の基盤技術の開発 ② 高効率船舶の基盤技術の開発 ※重点研究5-1に2移行

⑬ 海事産業における熟練技能を有する人材の減少の対応に必要な基盤技術の開発のための研究

熟練した技能を有する船員減少に対応した船員作業の支援及び簡素化の実現に必要な基盤技術の開発のための研究		
中期目標	中期計画	研究課題
【海上輸送の高度化】 海事産業における熟練技能を有する人材の減少の対応に必要な基盤技術の開発のための研究 熟練した技能を有する船員の減少に対応した船員作業の支援及び簡素化の実現に必要な基盤技術の開発のための研究	熟練技能が必要な船内作業を一定の技能を有する船員が実施可能とする作業支援技術の開発 船内作業を簡素化する自動化・省力化技術の基盤技術の開発	① 次世代航海システム(E-Navigation)の開発 ② 次世代内航船舶自動化・省力化システムの開発
船舶産業の熟練した技能を有する作業員減少に対応した新しい生産システムの実現に必要な基盤技術の開発のための研究		
中期目標	中期計画	研究課題
【海上輸送の高度化】 船舶産業における熟練技能を有する人材の減少の対応に必要な基盤技術の開発のための研究 船舶産業の熟練技能を有する作業員減少に対応した新しい生産システムの実現に必要な基盤技術の開発のための研究	船舶産業におけるものづくり技術を科学的に解明した技能伝承手法の開発 技能伝承手法を応用した新しい生産システムの基盤技術の開発のための研究	① ものづくりの技能講習の開発 ② 機関室周りの機器配置・配管設計支援ツールの開発 ③ 船尾流場を考慮した最適船尾形状決定手法の開発 ④ 保船作業の省力化に資する材料の開発



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 【海上輸送の高度化】船舶産業におけるものづくり技術を科学的に解明した技能伝承手法の開発

資料4-2

2ページ

中期目標	中期計画	年度計画
⑬-2船舶産業の熟練した技能を有する作業員の減少に対応した新しい生産システムの実現に必要な基盤技術の開発のための研究	船舶産業におけるものづくり技術を科学的に解明した技能伝承手法の開発	研究課題①ものづくりの技能講習の開発 実施事項○造船所での実態調査を通じた配管設計及び機関試運転の教材の作成

政策課題

- 熟練技能者の減少
 - 今後10年で全体の半数(約3万人)が一線を引退
- 求められる生産技術の基盤維持・強化
 - 暗黙知(熟練技能)の技能伝承
 - 生産現場の生産性・作業性の向上

技術現状

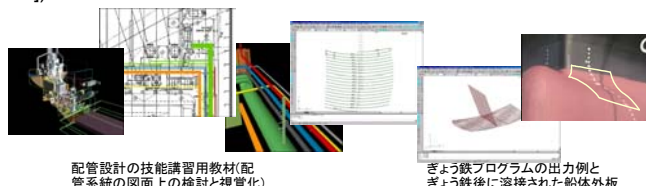
- ✓ 暗黙知(熟練技能)の高度形式化が課題
- ✓ ぎょう鉄・機関(修繕)等の技能講習を開発
- ✓ その他(配管・機関据付等)の開発が課題

成果目標

- ものづくりの技能講習の開発
 - 教材作成(配管(積装/設計)・歪取り・機関(据付))
 - 技能講習の高度化(中上級者用教材(実務講習)作成)
- 技能伝承技術応用の新生産システムの開発
 - 機関室周り機器配置・配管設計支援ツールの開発

年度実績

- 配管設計・機関据付の技能講習用教材(DVD・テキスト)を作成。特に配管設計は、実態調査を通じ、非効率な配管の他、設計・生産双方の現場の意志疎通が要因と見られる作業性を考慮しない配管等の問題を確認。問題が配管設計にフィードバックされるよう、設計の効率性、現場の作業性等の設計・生産双方の技能(留意点)を映像を通じ視覚化。また、技能講習の高度化のため、中上級者向け教材(映像・資料の他実習教材を追加)も作成。ぎょう鉄について、曲げ型・展開図・試験問題等を作成するとともに、実習講師の指導も実施。
- 技能伝承教育の他、教材作成で得られた技術を応用した生産システムの開発にも着手し、展開図の他外板3D図等を出力し鋼板にぎょう鉄の施工線を書き込むプログラムを開発。施工線に従い作業することで船体外板の曲面作成を容易化し、先の技能講習の効果もあり、生産性の向上に貢献(ぎょう鉄作業時間が従来に比べ40%削減[現場実測])。



配管設計の技能講習用教材(配管システムの図面上の検討と視覚化)

ぎょう鉄プログラムの出力例とぎょう鉄後に溶接された船体外板



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 【海上輸送の高度化】その他の業務実績

資料4-2

3ページ

□ モーダルシフトの推進等に資する高効率海上物流システムの実現に必要な基盤技術の開発のための研究

研究概要

- 京都議定書の発効を受けモーダルシフトの一層の推進が求められる一方、増大する我が国と東アジア諸国間物流の円滑化が求められています。
- 本研究では、モーダルシフトの推進等に資する高効率な海上物流システムの実現を目的に、国内・アジアを含む物流システム等の研究を行っています。

年度実績～物流システム

- 韓国政府系研究機関の韓国海洋水産開発院と日中韓の物流大臣会合のアクションプランに応じた日中韓の物流データベース構築に取り組むとともに、包括的な協力協定に基づいた東アジア物流に関するworkshopを2回開催しました。さらに、中国政府系研究機関の水運科学研究院に研究参加を要請するなど、主導的にアジア域内物流研究国際連携ネットワークを構築しています。



日中韓の物流データベースイメージ



韓国海洋水産開発院とのworkshopの様子

□ 熟練した技能を有する船員減少に対応した船員作業の支援及び簡素化の実現に必要な基盤技術の開発のための研究～その①

研究概要

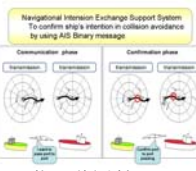
- 深刻な少子高齢化の中、特に内航海運分野で多くの熟練船員が退くことが予想される一方、国際分野では情報技術の活用による次世代航海設備(e-Navigation等)の検討されています。
- 本研究では、この様な環境変化に対応した船員作業の支援・簡素化の実現を目的に、次世代内航船(SES:スーパーエコシップ)の自動化・省力化システム、e-Navigation等の研究を行っています。

年度実績～次世代航海設備(e-Navigation等)

- 海難分析から必要な支援機能を抽出する手法を開発(船種別に海難タイプを分析し、見張り・意志決定等の効果的な支援を特定)してIMOに提案し、IMOのe-Navigation戦略に反映されました。また、先のIMO戦略に従い、AISバイナリメッセージを用いて操船時の意思疎通の高度化を図る協調型航海支援システムの開発に着手し、そのプロトタイプを開発しました。

Ship type	Main causes	Effective support
Eliminated beam and fishing vessels	●Insufficient watch keeping ●Failure to arrange of maneuvered vessels ●Failure to notify own intention to maneuvered vessels	●Support for watch keeping ●Support for prevention of maneuvered vessels ●Support for notifying own intention to maneuvered vessels
For all commercial vessels	●Insufficient watch keeping ●Failure to arrange of maneuvered vessels ●Failure on the prediction of collision risk under own decision for collision avoidance measures	●Support for watch keeping ●Support for proper decision making in collision avoidance

海難分析から必要なe-Navigation機能



協調型航海支援システム

□ 熟練した技能を有する船員減少に対応した船員作業の支援及び簡素化の実現に必要な基盤技術の開発のための研究～その②

研究概要

- 深刻な少子高齢化の中、特に内航海運分野で多くの熟練船員が退くことが予想される一方、国際分野では情報技術の活用による次世代航海設備(e-Navigation等)の検討されています。
- 本研究では、この様な環境変化に対応した船員作業の支援・簡素化の実現を目的に、次世代内航船(SES:スーパーエコシップ)の自動化・省力化システム、e-Navigation等の研究を行っています。

年度実績～次世代内航船(スーパーエコシップ)

- 係留索を用いた離着岸作業の効率化を図る離着岸支援システム並びに係留中の監視業務を省く係船支援システムを開発し、自動化・省力化システム全体を完成させました。また、SESフェーズ1船(ディーゼル機関駆動の電気推進船)について、二重反転ポッドプロペラ設計等の技術支援を通じ、その普及に貢献するとともに、機関室乗り組み見直しに資するため、省力化効果を実船試験で実証しました。



離着岸・係船システムのイメージ 初めて二重反転ポッドプロペラを採用したSESフェーズ1船(新衛丸)

参考資料 平成 19 年度業務実績報告書

参考資料 平成 19 年度業務実績報告書

(1) 海上輸送の安全の確保

課題名	①船舶が確保すべき安全性を明確にするリスクベースの安全性評価手法の構築のための研究
研究期間	平成 18 年度～平成 21 年度

政策課題

- 現行の安全、環境等の基準は、船舶事故を契機とした整備・見直し(Reactive：事後対策)が行われてきたところ。
- 一方、IMO においては、今後は、社会的受容としてのリスク低減目標値を事前に設定し、この目標を達成するための基準(目標指向型基準：Goal Based Standards)を構築する(Pro-active)方向に動きつつある。
- このため、リスク低減目標値の設定等にリスクベースの安全評価手法を取り入れた GBS をすべての基準に適用するための手法(GBS ガイドライン)の構築が必要。

中期目標	中期計画	研究課題
○船舶が確保すべき安全性を明確にするリスクベースの安全性評価手法の構築のための研究	○リスクベースの安全性評価手法の構築	①目標指向型基準(GBS)ガイドラインの作成
		②リスク評価の実用的な活用

研究課題 ①目標指向型基準 (GBS) ガイドラインの作成

技術現状

- 新たな基準構築手法として IMO で GBS が提言された
- 但し、現状は、概念が先行し、具体的内容は未検討
- また、GBS 確立には新たな技術が必要(個々の想定事象(事故等)に対する個々の設備要件の是非を検証する既存の FSA 技術では対応困難)

成果目標

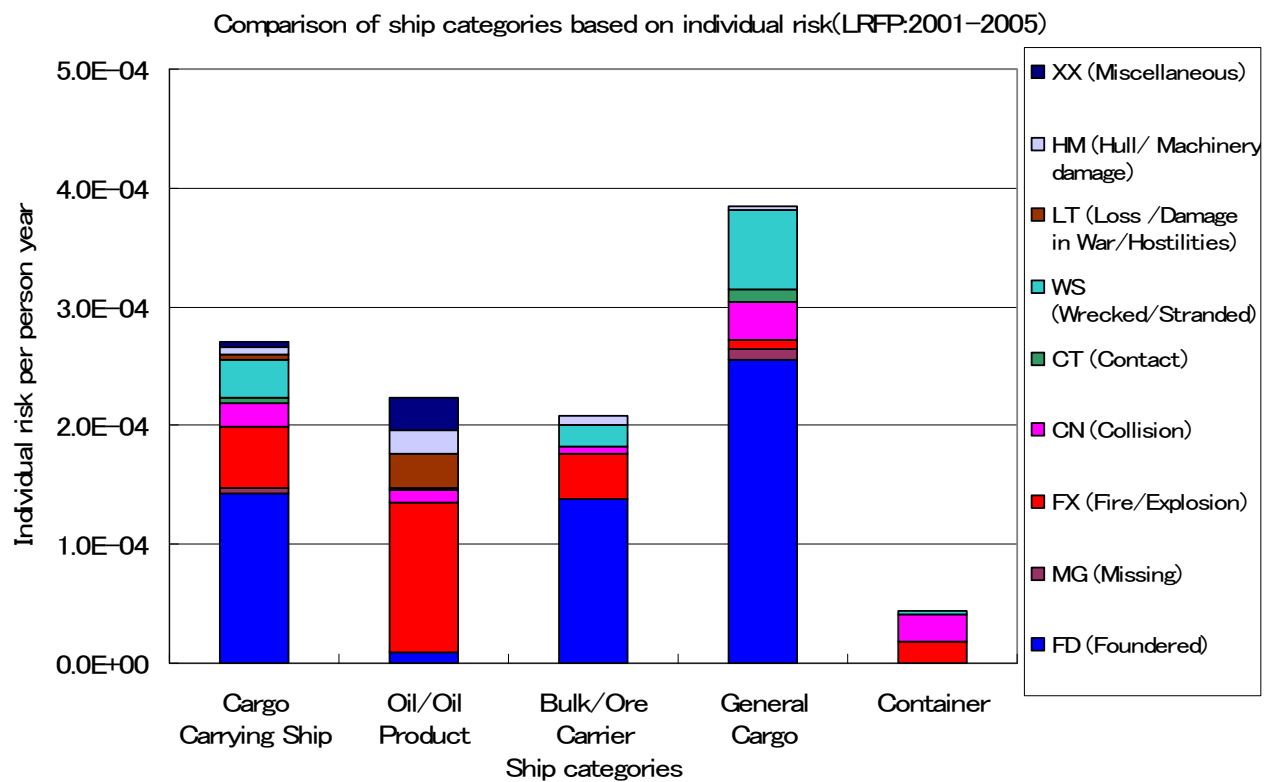
- GBS ガイドラインの作成
 - ・ すべての基準構築に適用可能な methodology の構築
- Safety level アプローチの体系化
 - ・ 船舶の安全目標の設定手法の構築
 - ・ 船舶の安全目標の下での、各システムの基本性能要件の safety level アプローチによる設定方法の構築

研究経過

- 年度計画に従い、次を実施。
- 船舶の安全目標の設定手法の構築の一環として、ロイド海難データより、すべての船種の現状のセーフティレベルを評価するためのツールを開発した。
- 当該ガイドライン案の作成のために実施されている IMO におけるセーフティレベルアプローチによる GBS の議論の一環として、MSC83 に提案文書を提出し、セーフティレベルの検討のための船種の選定の方法につき提案するとともに、主要船種の現状セーフティレベルを示した。
- また、これに加え、次を実施。
- 環境リスクの目標設定のために、油流出リスクの算定法を作成した。

研究成果

- 個別の研究成果
 - ・ LRF 海難データの解析ツールを開発した。
 - ・ セーフティレベルアプローチによる GBS で用いる船種選定方法が得られた。
 - ・ 主要船種の現状セーフティレベルが明らかとなった。
 - ・ タンカーの動静データより油流出リスクを求める方法が開発された。



主要船種のセーフティレベル

課題名	①船舶が確保すべき安全性を明確にするリスクベースの安全性評価手法の構築のための研究
研究期間	平成 18 年度～平成 21 年度

政策課題

- ☐ 現行の安全、環境等の基準は、船舶事故を契機とした整備・見直し(Reactive：事後対策)が行われてきたところ。
- ☐ 一方、IMO においては、今後は、社会的受容としてのリスク低減目標値を事前に設定し、この目標を達成するための基準(目標指向型基準：Goal Based Standards)を構築する(Pro-active)方向に動きつつある。
- ☐ このため、リスク低減目標値の設定等にリスクベースの安全性評価手法を取り入れた GBS をすべての基準に適用するための手法(GBS ガイドライン)の構築が必要。

中期目標	中期計画	研究課題
○船舶が確保すべき安全性を明確にするリスクベースの安全性評価手法の構築のための研究	○リスクベースの安全性評価手法の構築	①目標指向型基準(GBS)ガイドラインの作成
		②リスク評価の実用的な活用

研究課題 ②リスク評価の実用的な活用 LNG 船のリスク評価に関する研究 LNG 船推進システムのリスク評価

技術現状

- ☐ Safety level アプローチの framework のためにリスク評価を利用。実用的な適用に未着手。
- ☐ IGC コード等により規定される BOG 処理設備等の取り扱いには、LNG 船の推進システムを含むプラント全体の信頼性評価が必要となるが、現状において従来型の蒸気タービン推進から DFD による電気推進まで様々な推進方式が提案されていることから、一元的な定量的信頼性評価の実施が求められている。

成果目標

- ☐ LNG 船の総合安全評価
 - ・将来的な LNG 船のリスク洗い出しとリスク評価の実施、また評価の結果を反映した、経済性を考慮した安全対策の提案
 - ・新たな推進システムを導入した LNG 船の信頼性評価モデリングと定量的なリスク評価

研究経過

- 年度計画に加え、次を実施
- ☐ LNG 船の将来的なリスクの洗い出しのための現状の LNG 船の調査、各種情報収集、また関連した IMO 報告書の和訳。
- ☐ 船舶分野においては日本初と考えられる LNG 船に関する HAZID 会議の開催、およびこの会議の成果の取りまとめ。
- ☐ 上記会議の成果としての LNG 船リスク評価のためのハザード抽出。また、得られたハザードから解析対象となるシナリオ候補の作成。
- ☐ 従来型蒸気タービン船から DFD 電気推進船など、5 タイプの推進システムのシステム・モデリング。
- ☐ システム信頼性評価を実施するための FT モデルの構築。
- ☐ 定量的な評価を実現するための信頼性データの収集と信頼性評価の実施。

研究成果

- ☐ LNG 船に関する技術分野に限定されない経済性等まで含めた国内外の資料の収集を行った、これらは、今後の解析に用いるばかりではなく、参考資料としてまとめ HAZID 会議実施の際に配布した。
- ☐ LNG 船の 10 年後のハザード抽出のために、LNG 船に関する各種専門家を招き、船舶分野では日本初と考えられる HAZard IDetification 会議を開催した。
- ☐ 上記 HAZID 会議で得られた結果を基に、10 年後の LNG 船に関するハザードの抽出を行い、さらに 20 年度実施予定の定量的リスク評価の対象となるシナリオ候補を作成した。
- ☐ 現状から将来展望をも含めて、5 タイプの LNG 船推進システム（①従来型蒸気タービン、②2 ストロークディーゼル主機、③DFD 発電電気推進、④DFD 主機、⑤ガスタービン発電電気推進）の FT モデルの構築を実現した。
- ☐ 船用機器故障のフィールド・データの活用や類似機器の評価結果に基づく合理的な推定による信頼性データを導入することによって、LNG 船推進システム FT モデルの定量的リスク評価を達成した事により、各タイプ別システムの相互評価を可能にした。

		深刻度 SI			
		1	2	3	4
頻度 FI	7				
	6				
	5	3-2-1, 3-4-1, 5-2			
	4	3-4-1, 2-4, 2-5-1, 2-5-2, 4-2, 5-1	3-4-5 全般		
	3	1-3, 3-1-5, 5-3 他	3-3-5, 3-4-5 投機目的, 3-4-6	1-4-1(SI=2.5), 1-4-3 タンク (SI=2.5), 4-1	
	2		2-1, 2-9 感電, 2-9 不稼働	1-7, 1-8, 3-1-6 接触	4-2
	1		1-1 軽微な衝突, 1-1 油流出, 2-3	1-1 浸水, 1-1 座礁, 3-1-6 座礁, 3-2-2	1-1 沈没, 1-1LNG 流出, 1-4-3 配管, 4-3, 5-3 防爆

図 1 HAZID 会議で得られたハザードのリスクマトリクス

*表中に示された「1-1」等は、会議で得られたハザードの番号を示す。

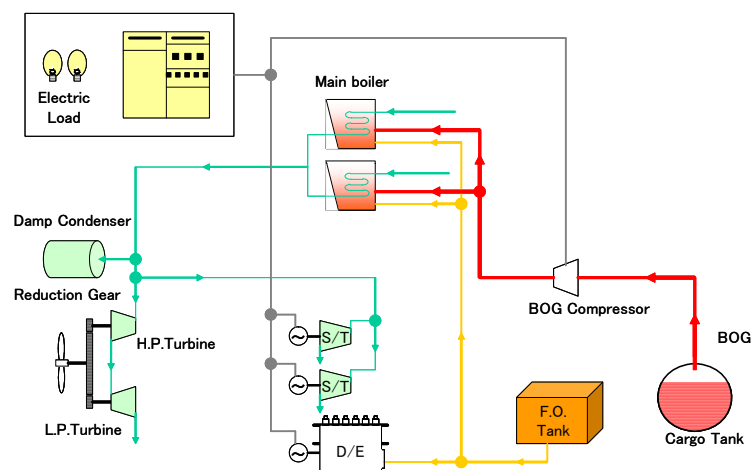


図2 蒸気タービン推進 LNG 船システム・モデル (従来システム)

推進プラント故障による減速航行／自航不能の発生

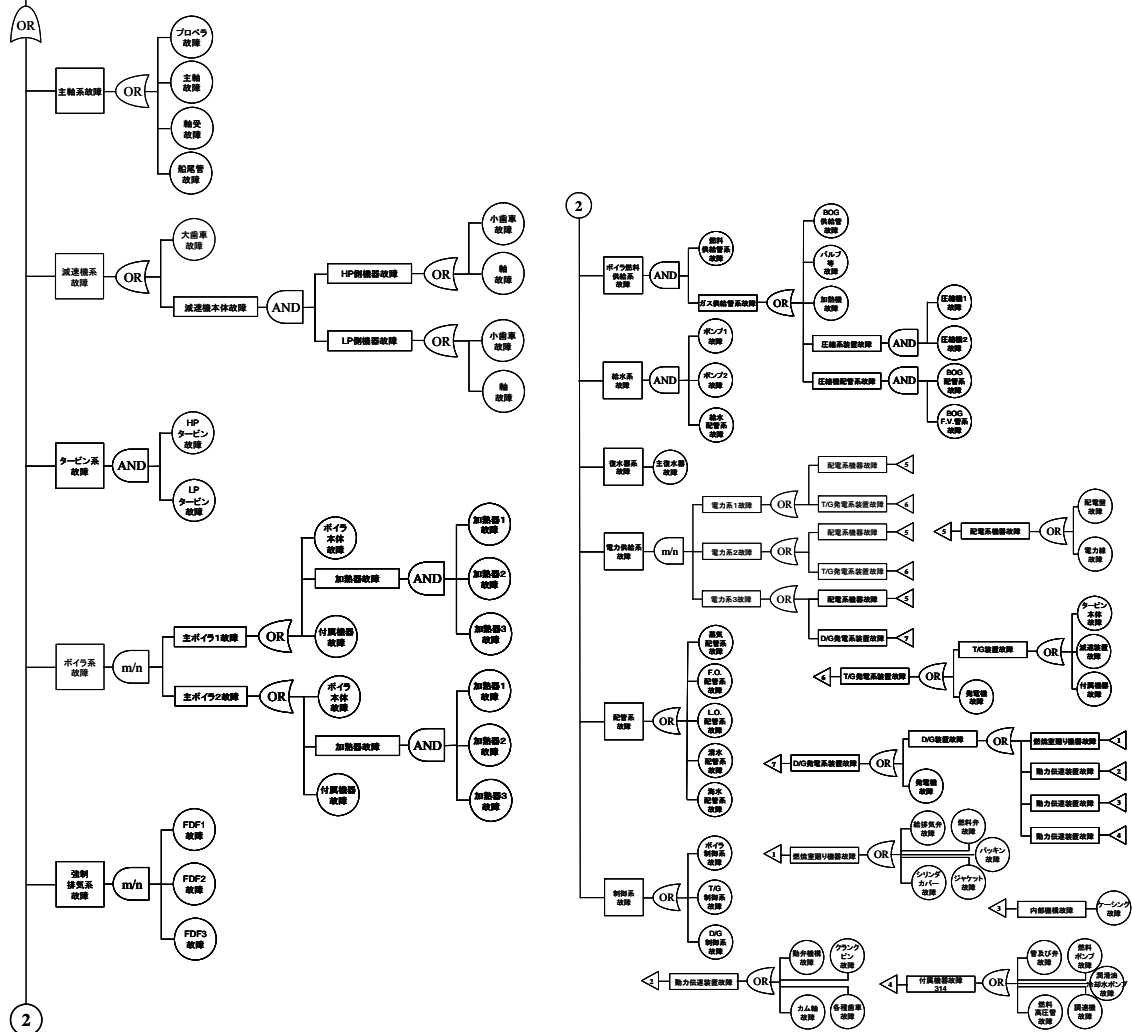


図3 蒸気タービン推進 LNG 船 FT モデル

課題名	①船舶が確保すべき安全性を明確にするリスクベースの安全性評価手法の構築のための研究
研究期間	平成 18 年度～平成 21 年度

政策課題

- 現行の安全、環境等の基準は、船舶事故を契機とした整備・見直し(Reactive：事後対策)が行われてきたところ。
- 一方、IMO においては、今後は、社会的受容としてのリスク低減目標値を事前に設定し、この目標を達成するための基準(目標指向型基準：Goal Based Standards)を構築する(Pro-active)方向に動きつつある。
- このため、リスク低減目標値の設定等にリスクベースの安全評価手法を取り入れた GBS をすべての基準に適用するための手法(GBS ガイドライン)の構築が必要。

中期目標	中期計画	研究課題
○船舶が確保すべき安全性を明確にするリスクベースの安全性評価手法の構築のための研究	○リスクベースの安全性評価手法の構築	①目標指向型基準(GBS)ガイドラインの作成
		②リスク評価の実用的な活用

研究課題	②リスク評価の実用的な活用 CMS のリスク評価手法による新評価の検討
------	--

技術現状

- 現在、顧客より機関の主要な検査方式である CMS 検査の検査間隔延長のニーズがあるため、(財)日本海事協会においても CMS 検査の間隔のさらなる延長に関して検討すべきとの動きが存在する。

成果目標

- CMS の検査期間を延長した場合の不信程度の上昇、それに伴うリスク(機関停止、減速運航および曳航)の上昇を定量的に評価する。

研究経過

- 年度計画に加え、次を実施
- (財)日本海事協会より入手した機関検査資料を基に、クランク軸まわりの不具合のワイブル分布による不信程度関数のパラメータを求め、それを用いて検査間隔を延長した場合の不信程度関数を求めた。さらに、同不信程度関数より、運航途中で機関不具合時の臨時検査の発生確率と、臨時検査時に機関停止、減速および曳航に至る確率を求め、検査間隔を所定の期間延長した場合のそれらの違いを求めた。

研究成果

- 成果目標をすべて達成し、(財)日本海事協会に最終報告書を提出した。
- 個別の研究成果
 - ・ 機関検査資料を基に、クランク軸まわりの損傷のワイブル分布による不信程度関数のパラメータを、非線形最適化手法の 1 つである、Davidon-Fletcher-Powell 法にて求めた。
 - ・ 上記により得られたパラメータを用いて現状の検査間隔を所定の期間延長した場合の不信程度関数を求めた。
 - ・ 同関数と検査資料より得られた臨時検査の比率を用いて、船齢毎の臨時検査確率を求めた。
 - ・ 同確率および検査資料より得られた臨時検査時に曳航に至る確率、減速運航に至る確率および機関停止に至る確率を求めた。
 - ・ 船齢 20 年までの NK 船の各船齢の平均隻数で 1 年あたりの曳航される船舶、減速運航にいたる船舶および機関停止にいたる船舶の合計数を検査間隔を所定の期間延長した場合の現状との違いは最大 1%程度であることが推定された。
 - ・ 以上より、経済損失をもたらす結果にいたる機関損傷が生じる程度は、検査間隔を所定の期間延長した場合でも現状と有為な差は少なく、経済面でのリスクの上昇はわずかであるとの結論を得た。

課題名	②異常波浪が発生するような荒天下における船舶の事故原因分析手法の構築及び安全性向上のための研究
研究期間	平成 18 年度～平成 22 年度

政策課題		
<input type="checkbox"/> 船舶の転覆・沈没等の事故の原因究明及び安全対策の構築に不可欠な事故当時の状況(実海域での外部環境)の再現は困難 <input type="checkbox"/> 特に地球温暖化に伴う巨大波浪(freak wave)の発生等、異常海象による事故の増加が懸念される <input type="checkbox"/> ますます迅速かつ的確な事故原因の究明及び荒天下での安全対策の構築が求められている		
中期目標	中期計画	研究課題
○異常波浪が発生するような荒天下における船舶の事故原因分析手法の構築及び安全性向上のための研究	○船舶事故の再現による事故原因分析手法の構築	①荒天下における操船環境の再現技術の開発
	○船舶の安全性向上 復原性基準の体系化	②非損傷時復原性基準の体系化
	○船舶の安全性向上 航行支援システム技術の開発	③波浪衝撃荷重低減支援システムの開発
	○船舶の安全性向上 脱出・救命システムの開発	④船体動揺条件下での安全な乗艇を可能とする自由降下式救命艇の技術要件案の作成

研究課題	①荒天下における操船環境の再現技術の開発
------	----------------------

技術現状
<input type="checkbox"/> 実海域運航時の船体運動・操船環境を正確に再現する施設/手法が我が国には未確立
成果目標
<input type="checkbox"/> 操船環境の再現技術の開発 ・ シミュレーターによる再現技術の開発(波浪中 6 自由度船体運動シミュレーション技術等) ・ 実海域再現水槽による事故再現技術の開発(水槽内再現/実験技術等)
研究経過
年度計画に従い、次を実施 <input type="checkbox"/> 操船シミュレーターによる波浪中 6 自由度船体運動表現法の検証 <input type="checkbox"/> 波浪中 6 自由度船体運動表現のためのプログラム整備 また、これに加え、次を実施 <input type="checkbox"/> 民間請負研究として大型超高速船の荒天下での操船性能の評価および曳波の影響を評価
研究成果
<input type="checkbox"/> 船体運動計算結果をモーションプラットフォーム付き操船シミュレーターに入力して、モーションプラットフォームとスクリーンの連動による運動表現手法の妥当性とその動作確認をおこなった。また、風波中動揺状況再現時に操船経験者による操船シミュレーター試験を実施して操船性能の評価をおこなった。6 自由度船体運動計算プログラムについては、一般的な船舶への対応と計算時間の短縮が図れるようにプログラムの改良をおこない、その計算結果の確認をおこなった。 <input type="checkbox"/> 個別の研究成果 <ul style="list-style-type: none"> ・ モーションプラットフォーム付き操船シミュレーターの船体運動データに基づく基本動作確認。 ・ 操船経験者による風波中動揺再現時の操船シミュレーター試験による操船性能の評価。 ・ 6 自由度運動計算プログラムの改良と計算結果の確認。

参考図

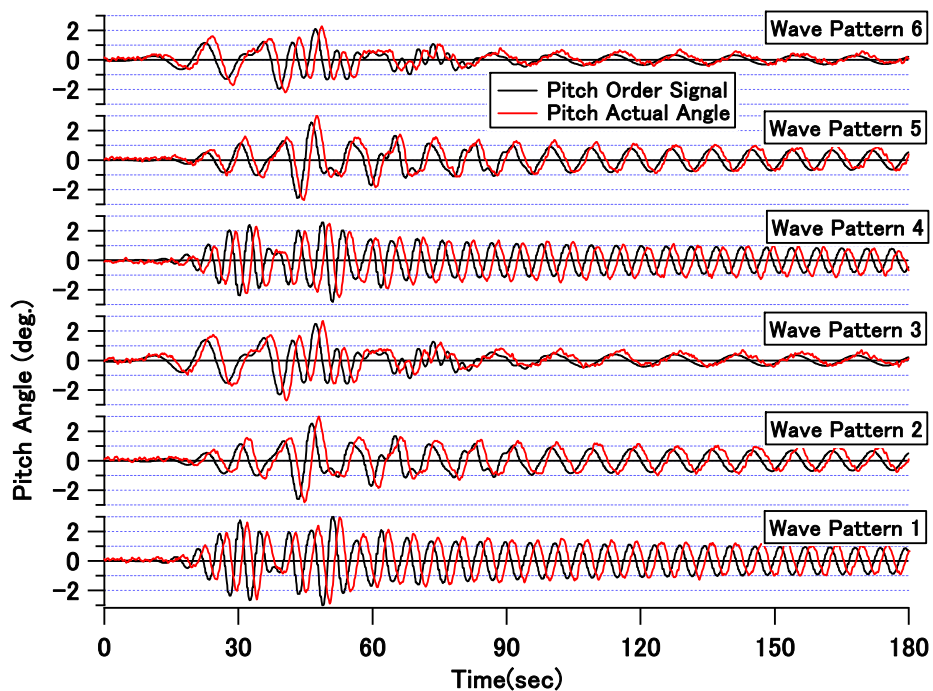


図 1：縦揺れ角の入力信号に対するモーションプラットフォームの応答
(振幅はほぼ等しく入力信号に対してほぼ 2 秒遅れで追従している)

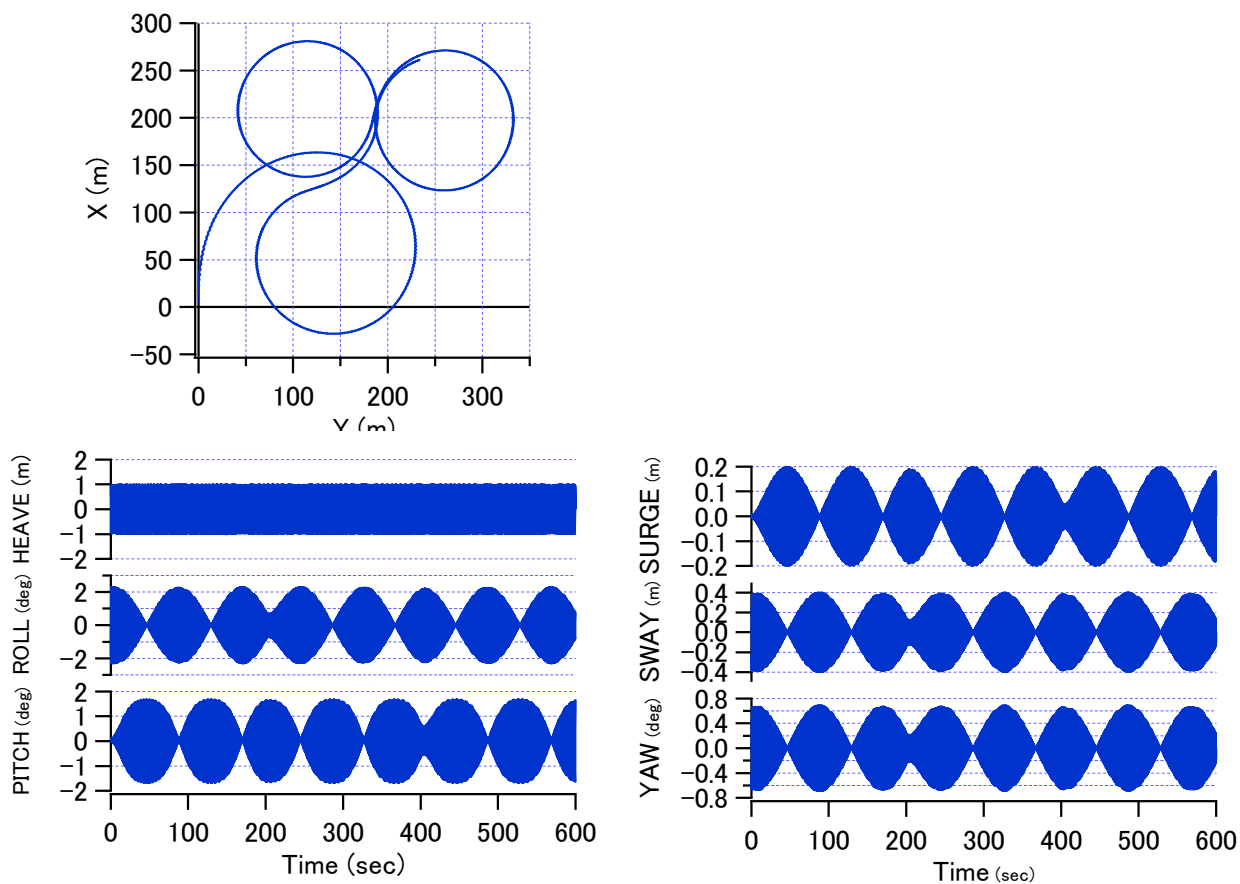


図 2：6 自由度船体運動計算プログラムによる規則波中操縦運動計算例

課題名	②異常波浪が発生するような荒天下における船舶の事故原因分析手法の構築及び安全性向上のための研究
研究期間	平成 18 年度～平成 22 年度

政策課題

- ☐ 船舶の転覆・沈没等の事故の原因究明及び安全対策の構築に不可欠な事故当時の状況(実海域での外部環境)の再現は困難
- ☐ 特に地球温暖化に伴う巨大波浪(freak wave)の発生等、異常海象による事故の増加が懸念される
- ☐ ますます迅速かつ的確な事故原因の究明及び荒天下での安全対策の構築が求められている

中期目標	中期計画	研究課題
○異常波浪が発生するような荒天下における船舶の事故原因分析手法の構築及び安全性向上のための研究	○船舶事故の再現による事故原因分析手法の構築	①荒天下における操船環境の再現技術の開発
	○船舶の安全性向上 復原性基準の体系化	②非損傷時復原性基準の体系化
	○船舶の安全性向上 航行支援システム技術の開発	③波浪衝撃荷重低減支援システムの開発
	○船舶の安全性向上 脱出・救命システムの開発	④船体動揺条件下での安全な乗艇を可能とする自由降下式救命艇の技術要件案の作成

研究課題 ②非損傷時復原性基準の体系化

技術現状

- ☐ 2010 年に予定の非損傷時復原性基準の機能要件化に係る課題解決の研究を実施(向波中パラメトリック横揺れの安全評価等)
- ☐ 機能要件基準策定に向けた課題の検討が存在

成果目標

- ☐ 機能要件基準に係る課題の解決(直接評価手法の確立、計算コードの開発等)
- ☐ 機能要件化基準の作成

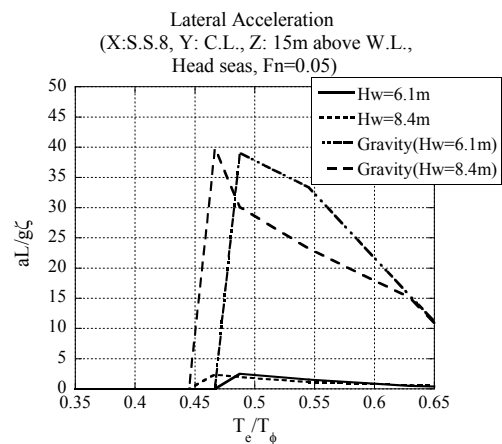
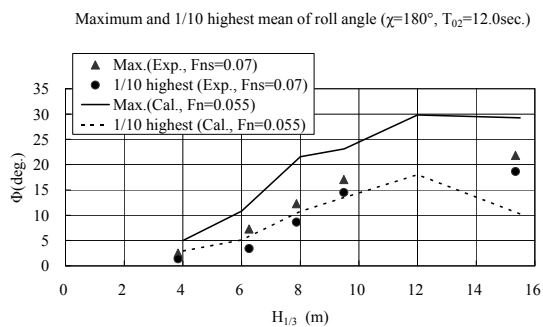
研究経過

- 年度計画に従い、次を実施
- ☐ 機能要件化した国際基準案の作成及び直接評価手法の高度化 等

研究成果

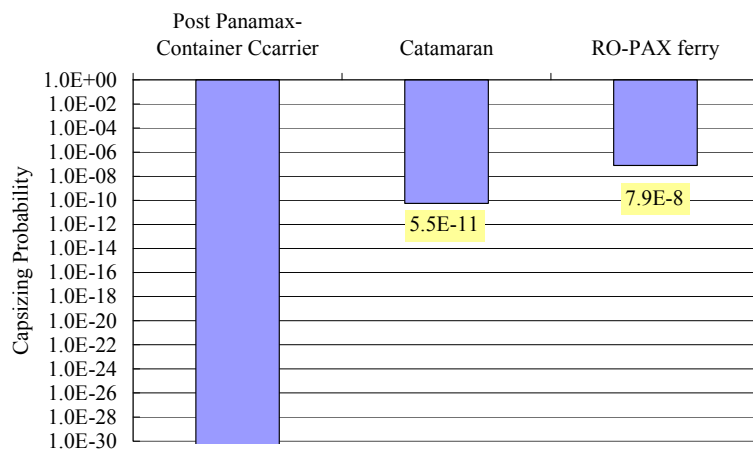
- ☐ H19 年 5 月に開催された国際海事機関 (IMO) 第 50 回復原性・満載喫水線・漁船安全小委員会 (SLF50) において合意された機能要件基準 (性能ベース基準) の枠組みに従って、これまでの研究成果を基に具体的な基準案を検討して SLF51 への提案文書としてとりまとめた。
また、昨年度検討を行った非損傷時復原性直接評価手法 (①パラメトリック横揺れシミュレーション計算及び②横波横風中の転覆確率計算) について、パラメトリック横揺れに伴う船体加速度計算等の機能の追加を行うとともに、波向と風向の確率分布がデッドシップ状態の船の転覆確率に及ぼす影響を調査するなどして、手法の高度化を図った。
- ☐ 個別の研究成果
 - ・機能要件基準案の作成、IMO への提案
 - ・パラメトリック横揺れのシミュレーション計算コードの改良 (船体加速度の評価)
 - ・北大西洋の風速・波高・波周期の 3 相関統計データに基づくデッドシップ状態の長期転覆確率の評価 (3 隻)
 - ・IMO 文書 2 件作成、SLF50 出席

参考図



開発した手法の検証（左図）とパラメトリック横揺れが横加速度に及ぼす影響の評価（右図）
（上記左図は、技術の現状を説明する例として SLF51 への日本提案文書に掲載される予定）

Capsizing Probability in 1Year (North Atlantic)



1 年間あたりのデッドシップ状態での長期転覆確率（北大西洋の風速一波高一波周期分布）
（北大西洋波浪統計についても当所で整備・解析を行った。）

課題名	②異常波浪が発生するような荒天下における船舶の事故原因分析手法の構築及び安全性向上のための研究
研究期間	平成 18 年度～平成 22 年度

政策課題	<input type="checkbox"/> 船舶の転覆・沈没等の事故の原因究明及び安全対策の構築に不可欠な事故当時の状況(実海域での外部環境)の再現は困難 <input type="checkbox"/> 特に地球温暖化に伴う巨大波浪(freak wave)の発生等、異常海象による事故の増加が懸念される <input type="checkbox"/> ますます迅速かつ的確な事故原因の究明及び荒天下での安全対策の構築が求められている
------	---

中期目標	中期計画	研究課題
○異常波浪が発生するような荒天下における船舶の事故原因分析手法の構築及び安全性向上のための研究	○船舶事故の再現による事故原因分析手法の構築	①荒天下における操船環境の再現技術の開発
	○船舶の安全性向上 復原性基準の体系化	②非損傷時復原性基準の体系化
	○船舶の安全性向上 航行支援システム技術の開発	③波浪衝撃荷重低減支援システムの開発
	○船舶の安全性向上 脱出・救命システムの開発	④船体動揺条件下での安全な乗艇を可能とする自由降下式救命艇の技術要件案の作成

研究課題	③波浪衝撃荷重低減支援システムの開発
------	--------------------

技術現状	<input type="checkbox"/> 現状は、操船者経験/技能で荒天時波浪衝撃荷重を回避 <input type="checkbox"/> 波浪衝撃予知による衝撃荷重回避システムの開発事例なし
------	---

成果目標	<input type="checkbox"/> 船首相対水位の予測に基づく波浪衝撃予知技術の開発 <input type="checkbox"/> 予知した波浪衝撃を避航操船により低減するシステムの基本原理の開発
------	--

研究経過	年度計画に従い、次を実施 <input type="checkbox"/> 時系列モデルによる船首相対水位予測法によるベースシステムの開発
------	--

研究成果	<input type="checkbox"/> 時系列予測手法、非線形ストリップ法及び船速制御モデルを統合したシミュレーションプログラムを開発した。 <input type="checkbox"/> 長期的なトレンドは、ある一定間隔で収集したデータの分散値をもとに相対水位の超過確率を用いた指標で判断し、短期的なトレンドは数十秒先の相対水位の予測データをもとに設定した閾値を超えた段階で船速制御し、波浪荷重を低減するシステムを開発した。開発システムを、上記統合シミュレーションプログラムで不規則波中の運動シミュレーションを実施し、システム作動時に波浪荷重が低減されることを確認した。
------	---

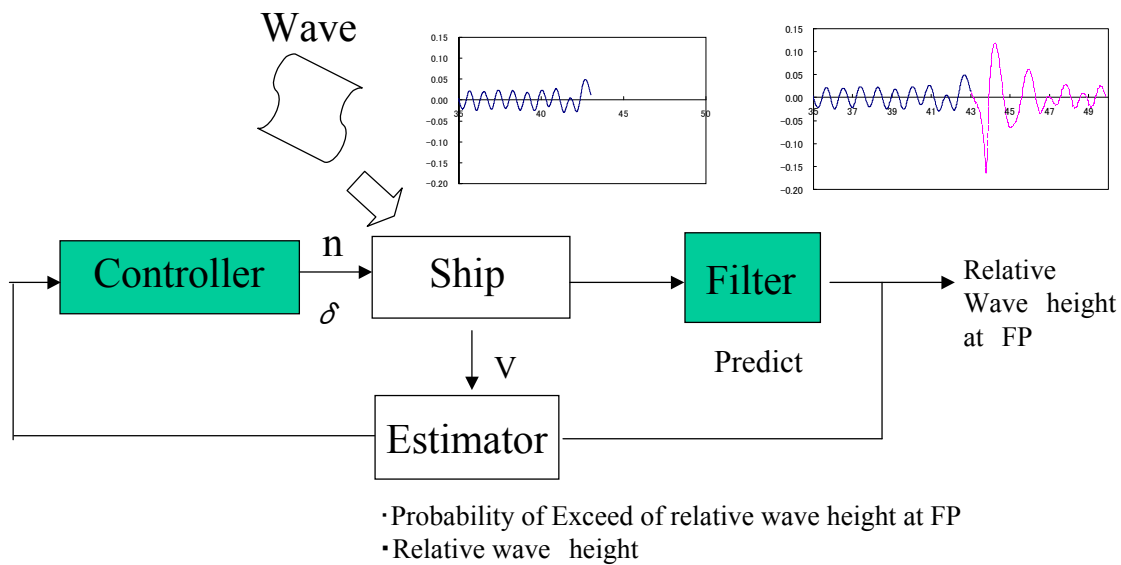


図 1 波浪衝撃低減システムにおける概念図

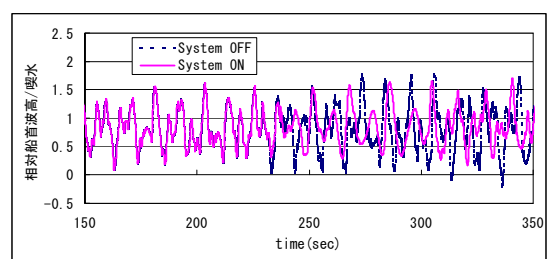
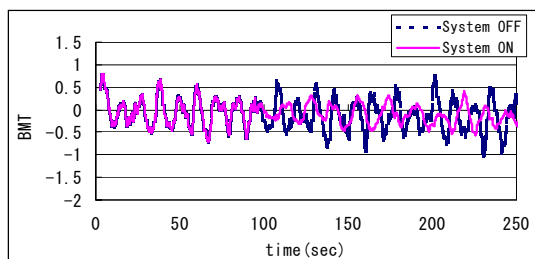
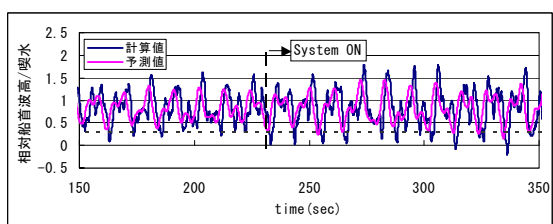
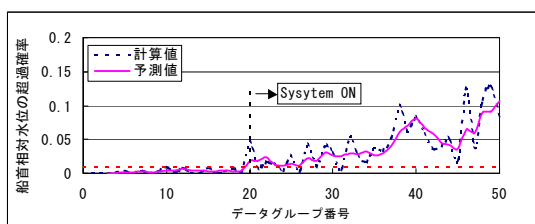


図 2 長期トレンドに基づいた船速制御による波浪衝撃低減効果
上図:船首相対水位の超過確率
下図:船体中央部曲げモーメント

図 3 短期トレンドに基づいた船速制御による相対水位変化
上図:船首相対水位の計算値と予測値の比較
下図:システム作動時の船首相対水位の変化

課題名	②異常波浪が発生するような荒天下における船舶の事故原因分析手法の構築及び安全性向上のための研究
研究期間	平成 18 年度～平成 22 年度

政策課題	<input type="checkbox"/> 船舶の転覆・沈没等の事故の原因究明及び安全対策の構築に不可欠な事故当時の状況(実海域での外部環境)の再現は困難 <input type="checkbox"/> 特に地球温暖化に伴う巨大波浪(freak wave)の発生等、異常海象による事故の増加が懸念される <input type="checkbox"/> ますます迅速かつ的確な事故原因の究明及び荒天下での安全対策の構築が求められている
------	---

中期目標	中期計画	研究課題
○異常波浪が発生するような荒天下における船舶の事故原因分析手法の構築及び安全性向上のための研究	○船舶事故の再現による事故原因分析手法の構築	①荒天下における操船環境の再現技術の開発
	○船舶の安全性向上 復原性基準の体系化	②非損傷時復原性基準の体系化
	○船舶の安全性向上 航行支援システム技術の開発	③波浪衝撃荷重低減支援システムの開発
	○船舶の安全性向上 脱出・救命システムの開発	④船体動揺条件下での安全な乗艇を可能とする自由降下式救命艇の技術要件案の作成

研究課題	④船体動揺条件下での安全な乗艇を可能とする自由降下式救命艇の技術要件案の作成
------	--

技術現状	<input type="checkbox"/> 自由降下式救命艇の現行基準は、荒天等で船体(乗艇場所)動揺下での乗艇/着水を厳密に想定せず
------	--

成果目標	<input type="checkbox"/> 荒天等で船体(乗艇場所)動揺下での安全な乗艇/着水を可能とする自由降下式救命艇の技術要件の作成(IMO の国際基準等)
------	--

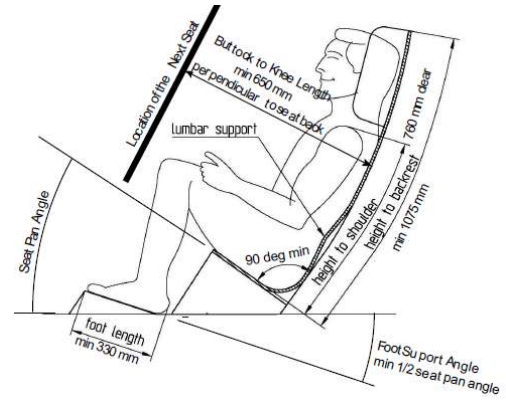
研究経過	年度計画に従い、次を実施 <input type="checkbox"/> 船体動揺条件下での自由降下式救命艇進水時の衝撃加速度評価プログラムを開発中 また、これに加え次を実施 <input type="checkbox"/> IMO DE 51 において我が国提案文書の作成に貢献するとともに、救命設備に関する各種事項に関する審議を担当 <input type="checkbox"/> 米国の自由降下式救命艇の研究者と意見交換を行い、本研究の方向性について理解を得た。
------	--

研究成果	<input type="checkbox"/> 平成 19 年度は、昨年度に引き続き、自由降下式救命艇の水面衝撃評価プログラムを開発中。 <input type="checkbox"/> 個別の研究成果 <ul style="list-style-type: none"> ・ IMO 設計設備小委員会に、救命設備規則の新たな枠組みに関する研究経過を報告した (DE 51/17)。 ・ IMO 設計設備小委員会において、我が国の救命艇整備技術者講習会について紹介し (DE 51/INF.3)、救命艇整備技術者承認指針案を提案した (DE 51/8/4)。
------	---

参考図



救命艇整備技術者講習会における進水実習



自由降下式救命艇座席の基準案 (DE 51 報告書より)

課題名 ③船体構造の経年劣化対策の強化及びこれを踏まえた構造基準の体系化のための研究
研究期間 平成 18 年度～平成 21 年度

政策課題

- 老朽船(バルク、タンカー等)の崩壊等の船体構造の経年劣化起因の事故の続発を受け、IMO が、2010 年までに船体構造強度基準の見直し(現行の国際条約には体系化された基準がない)を検討中。
- 見直しは、最終安全目標を掲げ、さらに詳細基準を導く、目標指向型の新船構造強度基準(Goal-Based Standard for New Ship)を構築する方向で検討がなされており、その適切な対応が求められているところ。
- 特に我が国は、構造設計だけでなく、塗装施工・腐食などの経年劣化対策も含んだ船舶のライフサイクルを踏まえた合理的な構造基準の構築を提案しているところ(構造設計のみでは過剰な社会負担が発生)。
- このため、船体構造の経年劣化対策の強化及びこれを踏まえた構造基準の体系化(IMO の目標指向型の新船構造強度基準への対応)が必要。

中期目標	中期計画	研究課題
○ 船体構造の経年劣化対策の強化及びこれを踏まえた構造基準の体系化のための研究	○ 船体構造の経年劣化の分析・防食・検査技術の開発	① 疲労設計指針の簡易適用法の構築
		② 経年劣化・損傷船舶の強度評価法の構築
		③ 海水バラストタンク内等の塗装基準の作成
		④ 経年劣化検査技術の開発
	○ 構造基準の体系化	⑤ 構造基準の体系化(船体構造強度 GBS)

研究課題 ①疲労設計指針の簡易適用法の構築

技術現状

- 疲労設計技術指針(荷重推定法等)を作成
- 上記指針は当初目標を達成したが、現象解明から設計ツールへの転換が指摘される(海技研外部評価等)
- 設計現場で実用的なものとするための手法の改良が今後の課題

成果目標

- 疲労設計指針の簡易適用法の構築
- ・ 精度向上と労力軽減を両立する現行手法の改良(平均応力影響評価法、疲労精査手法)

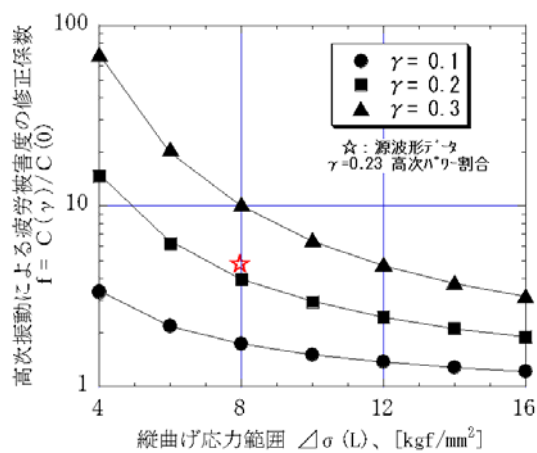
研究経過

- 年度計画に従い、次を実施
- 平均応力影響評価法及び複合荷重下での疲労精査手法の改良のため、IACS-CSR 等の調査検討を踏まえて、問題点の抽出とその改良策をまとめ、一部では数値試算による影響度評価を試みた。
- また、これに加え、次を実施
- 船体疲労評価の精度不足の解消を狙って、ホットスポット表面応力とマイナー則の従来法から、ホットスポット内部応力と破壊力学手法(伝播寿命)からなる実用的簡便法を検討した。

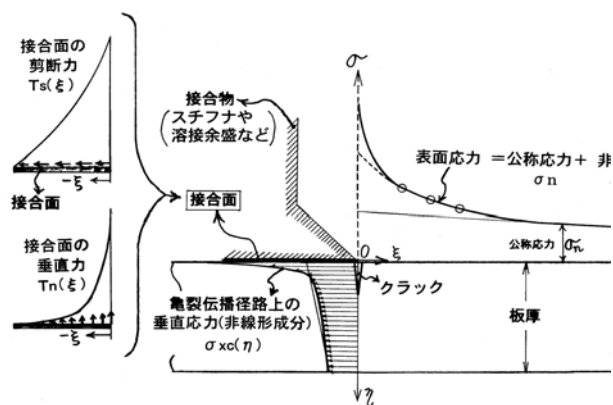
研究成果

- 昨年度から継続して、高次振動を伴う波浪変動応力の考慮法を検討し、IACS-CSR の疲労コード細則(平均応力規定など)のかなり複雑化し直感的理解が難しくなっている箇所の見易さを含む改定案まとめた。
- 個別の研究成果
- ・ 波浪縦曲げに高次振動(繰返し衝撃など)が重畳する場合の影響度評価法を考案した(学会講演発表 1 件)。
- ・ プログラム登録 1 件(実働応力波レインフロー波形計数ソフト)。
- ・ FEM 計算出力と疲労評価の接続に関して、従来のホットスポット応力法(表面応力外挿法)の欠点克服を狙った実用的簡便法の可能性を見出した(学会講演発表 1 件)。

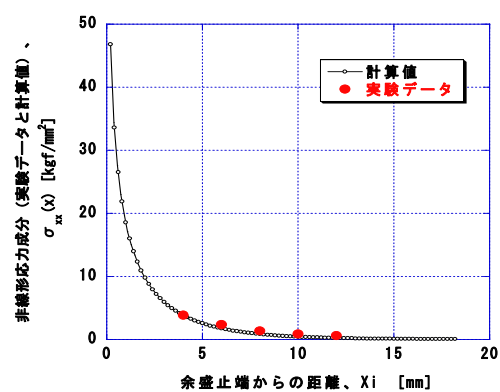
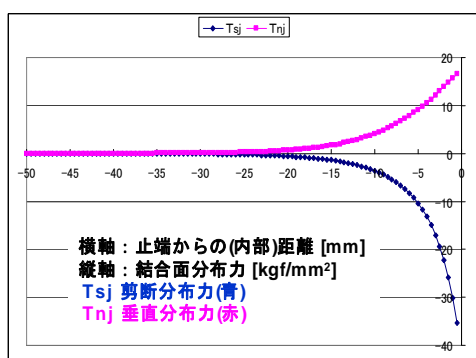
参考図



高次振動が重畳時の影響試算例



表面応力から決定される接合面分布力(概念図)



縦リブ基礎継手における接合面分布力の試

課題名 ③船体構造の経年劣化対策の強化及びこれを踏まえた構造基準の体系化のための研究
研究期間 平成 18 年度～平成 21 年度

政策課題

- 老朽船(バルク、タンカー等)の崩壊等の船体構造の経年劣化起因の事故の続発を受け、IMO が、2010 年までに船体構造強度基準の見直し(現行の国際条約には体系化された基準がない)を検討中。
- 見直しは、最終安全目標を掲げ、さらに詳細基準を導く、目標指向型の新船構造強度基準(Goal-Based Standard for New Ship)を構築する方向で検討がなされており、その適切な対応が求められているところ。
- 特に我が国は、構造設計だけでなく、塗装施工・腐食などの経年劣化対策も含んだ船舶のライフサイクルを踏まえた合理的な構造基準の構築を提案しているところ(構造設計のみでは過剰な社会負担が発生)。
- このため、船体構造の経年劣化対策の強化及びこれを踏まえた構造基準の体系化(IMO の目標指向型の新船構造強度基準への対応)が必要。

中期目標	中期計画	研究課題
○船体構造の経年劣化対策の強化及びこれを踏まえた構造基準の体系化のための研究	○船体構造の経年劣化の分析・防食・検査技術の開発	①疲労設計指針の簡易適用法の構築
		②経年劣化・損傷船舶の強度評価法の構築
		③海水バラストタンク内等の塗装基準の作成
		④経年劣化検査技術の開発
	○構造基準の体系化	⑤構造基準の体系化(船体構造強度 GBS)

研究課題 ②経年劣化・損傷船舶の強度評価法の構築

技術現状

- 疲労/局部腐食等の経年劣化対策技術を開発。新たな経年劣化現象への対策が今後の課題。
- 老朽船事故のシミュレーションツール(沈没事故)を開発。損傷時の残存強度の解明が今後の課題。

成果目標

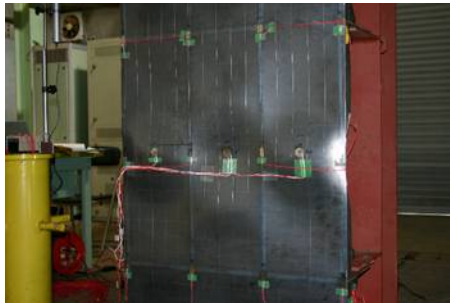
- 新たな経年劣化現象の解明と対策技術の開発
 - ・ 腐食上甲板の隅肉溶接部の喉切れ等
- 損傷時の船体残存強度の評価手法の構築(H18 年度終了)
- 防食・疲労強度安全管理の対策技術の開発(H18 年度終了)

研究経過

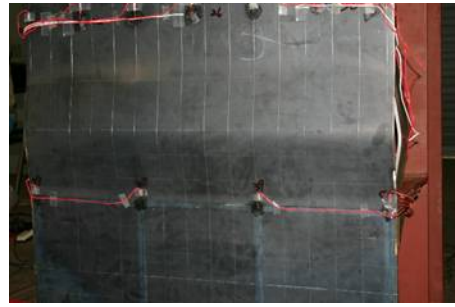
- 年度計画に従い、次を実施
- 隅肉溶接部の腐食衰耗を模擬した腐食防撓板による座屈・崩壊試験
- 隅肉溶接部の未溶着部および喉厚減を考慮可能な FEM モデルとして、shell-solid coupling 法(阪大・大沢ら)の適用性検証
- また、これに加え次を実施
- 就航期間中の鋼材の腐食衰耗(全面腐食および孔食)に関する調査

研究成果

- 今年度は、隅肉溶接部の腐食衰耗パターンを変えた腐食防撓板試験体により座屈・崩壊試験を実施し、衰耗パターンと座屈・圧縮強度の関係を調べた。また、喉厚減を考慮可能な FEM モデル作成については、初め、外板及びロンジ材の隅肉溶接部近傍(溶接ビードを含む)を solid 要素で表現し、徐々にメッシュ分割を粗くして外板及びロンジ材中央部の shell 要素に繋ぐ方法を検討したが、ビード形状ごとのメッシュ生成が困難であり、かつ shell-solid 結合部の応力計算精度も悪いため、shell-solid coupling 法(阪大・大沢ら)を適用することとした。本手法によれば、防撓板全体を通常通りの shell 要素により分割し、外板及びロンジ材の交差部に solid 要素を貼り、さらに溶接ビードを表わす solid 要素を結合させるだけでメッシュ作成が可能となる。一方、全面腐食および孔食に関する文献調査を広範に行い、就航期間中の鋼材の腐食衰耗率設定法をとりまとめた。
- 来年度は、これまでに実施した腐食防撓板試験体の座屈・崩壊試験結果により、上記 FE モデルの有効性を検討するとともに、種々の衰耗パターンと座屈・圧縮強度の関係を解析し、隅肉溶接部の腐食衰耗限界を提案する。また、経年劣化に伴う腐食衰耗と溶接初期不整(残留応力、初期撓み)の相互影響について、実験的に検証し、防撓板の座屈・最終強度に及ぼす腐食の影響を明らかにする。
- 個別の研究成果
 - ・ 腐食防撓板の座屈・最終強度データ
 - ・ 就航期間中の鋼材の腐食衰耗率設定法



(a) 隅肉溶接部喉切れなし



(b) 隅肉溶接部喉切れあり

図 1 腐食防撓板の座屈・崩壊試験

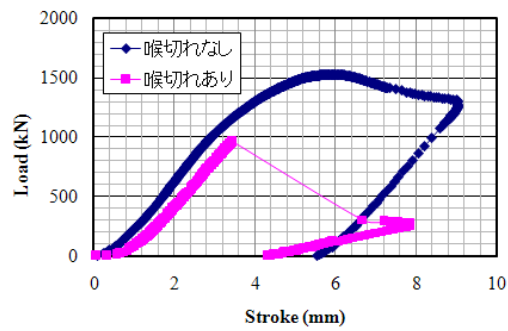


図 2 荷重－変位関係

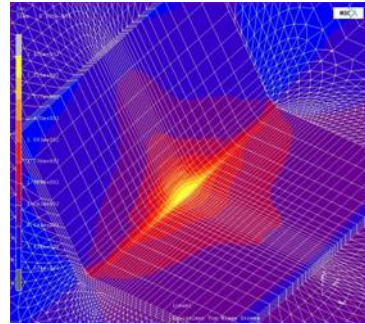


図 3 Shell-solid coupling 法

課題名 ③船体構造の経年劣化対策の強化及びこれを踏まえた構造基準の体系化のための研究
研究期間 平成 18 年度～平成 21 年度

政策課題

- 老朽船(バルク、タンカー等)の崩壊等の船体構造の経年劣化起因の事故の続発を受け、IMO が、2010 年までに船体構造強度基準の見直し(現行の国際条約には体系化された基準がない)を検討中。
- 見直しは、最終安全目標を掲げ、さらに詳細基準を導く、目標指向型の新船構造強度基準(Goal-Based Standard for New Ship)を構築する方向で検討がなされており、その適切な対応が求められているところ。
- 特に我が国は、構造設計だけでなく、塗装施工・腐食などの経年劣化対策も含んだ船舶のライフサイクルを踏まえた合理的な構造基準の構築を提案しているところ(構造設計のみでは過剰な社会負担が発生)。
- このため、船体構造の経年劣化対策の強化及びこれを踏まえた構造基準の体系化(IMO の目標指向型の新船構造強度基準への対応)が必要。

中期目標	中期計画	研究課題
○船体構造の経年劣化対策の強化及びこれを踏まえた構造基準の体系化のための研究	○船体構造の経年劣化の分析・防食・検査技術の開発	①疲労設計指針の簡易適用法の構築
		②経年劣化・損傷船舶の強度評価法の構築
		③海水バラストタンク内等の塗装基準の作成
		④経年劣化検査技術の開発
	○構造基準の体系化	⑤構造基準の体系化(船体構造強度 GBS)

研究課題 ③海水バラストタンク内等の塗装基準の作成

技術現状

- IMO のバラストタンク塗装基準を塗装実態に即し合理的な基準となるよう技術検討・試験を実施
- 同基準の成立とその後の認証試験の確立が課題

成果目標

- 海水バラストタンク内等の塗装基準の作成
 - ・ IMO の塗装性能基準案の作成
 - ・ 塗装認証試験法の確立

研究経過

- 年度計画に従い、次を実施
- 油タンカーのカーゴタンク塗装性能基準の調査検討
- また、これに加え、次を実施
- バラストタンク塗装性能基準に関連し、
 - ・ バラストタンク用塗料の性能評価試験
 - ・ 建造工程における付着塩分濃度計測に係る検討
- バラストタンク塗装保守ガイドラインに関する検討

研究成果

- カーゴタンク塗装基準及びバラストタンク塗装保守ガイドラインの検討では、IMO CG に対応するとともに日本塗料工業会と協力し、DE51 への日本提案に貢献。
- バラストタンク塗装性能基準に関連し、引き続きホールディングプライマーを使用した塗装システムの性能評価試験を実施。また、IACS JWG、MSC82、DE51 における議論に対応するため建造工程における付着分濃度に関する検討に注力。
- 個別の研究成果
 - ・ IACS JWG へ出席する日本代表への付着塩分濃度に関する技術データの提供。
 - ・ 造船所実態調査に基づく、付着塩分濃度計測の実施に関する日本コメント案の取り纏め。

参考図



バラストタンク用塗料性能評価試験



Bresle Patch 法による塩分計測



性能評価試験用試験板の塗装



造船所における付着塩分調査

課題名 ③船体構造の経年劣化対策の強化及びこれを踏まえた構造基準の体系化のための研究
研究期間 平成 18 年度～平成 21 年度

政策課題

- 老朽船(バルク、タンカー等)の崩壊等の船体構造の経年劣化起因の事故の続発を受け、IMO が、2010 年までに船体構造強度基準の見直し(現行の国際条約には体系化された基準がない)を検討中。
- 見直しは、最終安全目標を掲げ、さらに詳細基準を導く、目標指向型の新船構造強度基準(Goal-Based Standard for New Ship)を構築する方向で検討がなされており、その適切な対応が求められているところ。
- 特に我が国は、構造設計だけでなく、塗装施工・腐食などの経年劣化対策も含んだ船舶のライフサイクルを踏まえた合理的な構造基準の構築を提案しているところ(構造設計のみでは過剰な社会負担が発生)。
- このため、船体構造の経年劣化対策の強化及びこれを踏まえた構造基準の体系化(IMO の目標指向型の新船構造強度基準への対応)が必要。

中期目標	中期計画	研究課題
○ 船体構造の経年劣化対策の強化及びこれを踏まえた構造基準の体系化のための研究	○ 船体構造の経年劣化の分析・防食・検査技術の開発	① 疲労設計指針の簡易適用法の構築
		② 経年劣化・損傷船舶の強度評価法の構築
		③ 海水バラストタンク内等の塗装基準の作成
		④ 経年劣化検査技術の開発
	○ 構造基準の体系化	⑤ 構造基準の体系化(船体構造強度 GBS)

研究課題 ④経年劣化検査技術の開発
防食・疲労強度安全管理の対策技術の開発

技術現状

- 船舶検査等の現場技術は従前どおり(目視確認等)
- 厳格化する基準を確実に合理的に確認するため、画像処理等の新技術の応用/導入が今後の課題
- 特に、大型外航船を対象とするバラストタンクの検査は、多大な空間を限られた時間で実施する必要がある。そのため、①検査前の情報提供により塗膜劣化箇所の特定を可能とする手法、②効率的な点検・検査法案及び塗膜劣化に対する予防保全措置が必要とされている

成果目標

- 防食効果評価法の確立
- 塗膜劣化予防保全措置法の構築
- 塗膜劣化及び腐食の進展が早い・著しい箇所の特定

研究経過

- 年度計画に加え、次を実施
- 船級検査記録の有用性の調査検討
- 修繕を対象にタンク内実態調査を実施し、塗膜劣化及び腐食に関する基礎データ（腐食グレード、新造仕様、航行時バラスト条件、タンク位置、部材箇所）を取得

研究成果

- 塗膜劣化には、温度、蒸気分圧、膜厚が大きく影響をしていることが予想されたが、定量的な知見は得られなかった。そのため、これら 3 因子の影響度を実験により明らかにすることを目標に、H20 年度先導研究を立案した。

参考図



二重船側内の著しい発錆の様子



ロンジだけに錆が集中している様子

課題名 ③船体構造の経年劣化対策の強化及びこれを踏まえた構造基準の体系化のための研究
研究期間 平成 18 年度～平成 21 年度

政策課題

- 老朽船(バルク、タンカー等)の崩壊等の船体構造の経年劣化起因の事故の続発を受け、IMO が、2010 年までに船体構造強度基準の見直し(現行の国際条約には体系化された基準がない)を検討中。
- 見直しは、最終安全目標を掲げ、さらに詳細基準を導く、目標指向型の新船構造強度基準(Goal-Based Standard for New Ship)を構築する方向で検討がなされており、その適切な対応が求められているところ。
- 特に我が国は、構造設計だけでなく、塗装施工・腐食などの経年劣化対策も含んだ船舶のライフサイクルを踏まえた合理的な構造基準の構築を提案しているところ(構造設計のみでは過剰な社会負担が発生)。
- このため、船体構造の経年劣化対策の強化及びこれを踏まえた構造基準の体系化(IMO の目標指向型の新船構造強度基準への対応)が必要。

中期目標	中期計画	研究課題
○船体構造の経年劣化対策の強化及びこれを踏まえた構造基準の体系化のための研究	○船体構造の経年劣化の分析・防食・検査技術の開発	①疲労設計指針の簡易適用法の構築
		②経年劣化・損傷船舶の強度評価法の構築
		③海水バラストタンク内等の塗装基準の作成
		④経年劣化検査技術の開発
	○構造基準の体系化	⑤構造基準の体系化(船体構造強度 GBS)

研究課題 ⑤構造基準の体系化(船体構造強度 GBS)

技術現状

- IMO の船体構造強度 GBS(目標指向型基準)を実態に即した合理的な基準となるよう技術検討を実施
- 同基準の成立が今後の課題

成果目標

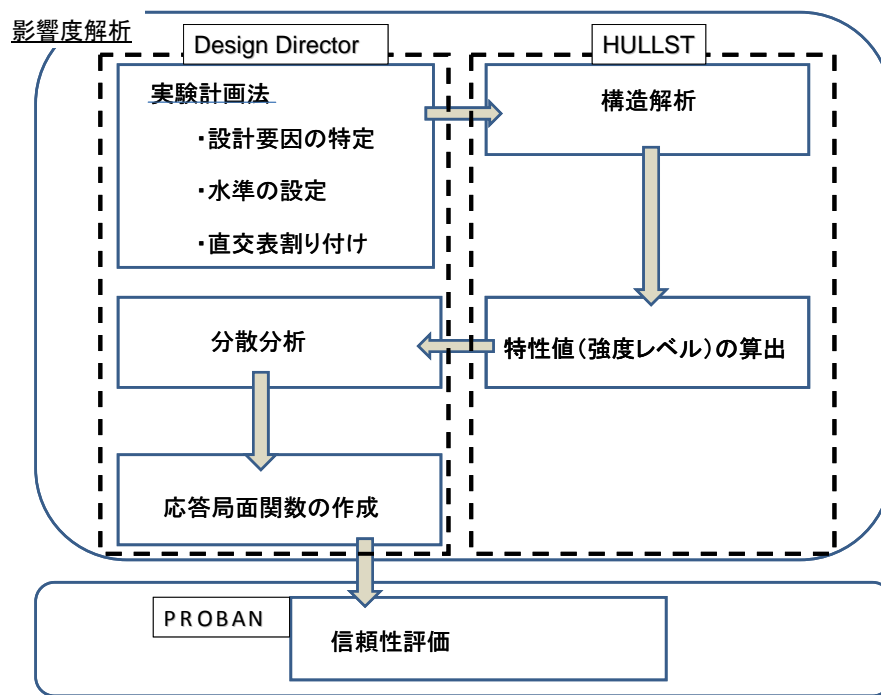
- 構造基準の体系化(船体構造強度 GBS)
- ・ 船体構造 GBS 案の作成(枠組みの構築、目標 (Tier I)、性能要件(Tier. II)、適合性認証 (TierⅢ) の起草)

研究経過

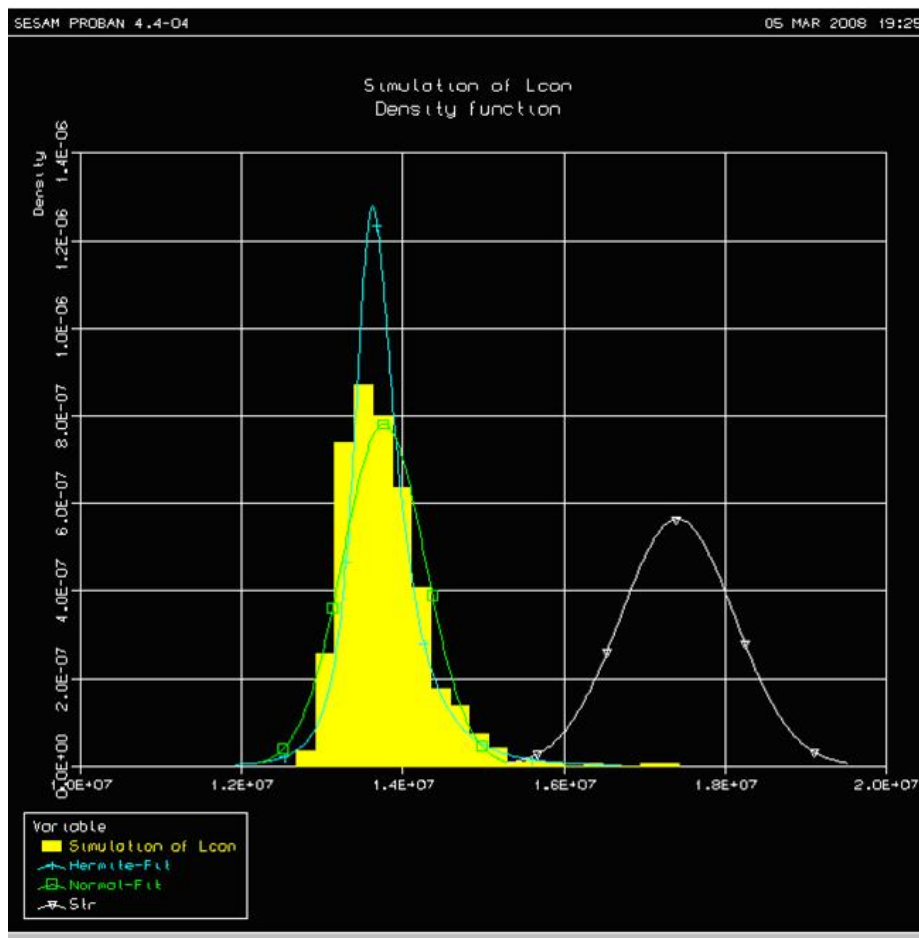
- 年度計画に従い、次を実施
- IMO で検討中の GBS 船体構造強度基準の検証手順におけるタンカー等の共通構造規則(Common Structure Rule)の技術的評価法の調査検討
- また、これに加え、次を実施
- セーフティレベル・アプローチによる船舶の安全性評価法に関する調査研究の一環として、構造信頼性手法を適用した過去の実績について調査を行った。調査では、特に、荷重・強度に関連する構造リスクモデルの合理的設定に向けた検討を行った。また、構造安全レベルの現状を調査するために、現存船を対象にした、船体縦曲げ最終強度に対する構造信頼性解析を実施した。

研究成果

- 個別の研究成果
- ・ 目標構造安全レベル設定のための基礎的データを算定した。



構造信頼性解析の流れ



構造信頼性解析結果

課題名 ③船体構造の経年劣化対策の強化及びこれを踏まえた構造基準の体系化のための研究
研究期間 平成 18 年度～平成 21 年度

政策課題

- 老朽船(バルク、タンカー等)の崩壊等の船体構造の経年劣化起因の事故の続発を受け、IMO が、2010 年までに船体構造強度基準の見直し(現行の国際条約には体系化された基準がない)を検討中。
- 見直しは、最終安全目標を掲げ、さらに詳細基準を導く、目標指向型の新船構造強度基準(Goal-Based Standard for New Ship)を構築する方向で検討がなされており、その適切な対応が求められているところ。
- 特に我が国は、構造設計だけでなく、塗装施工・腐食などの経年劣化対策も含んだ船舶のライフサイクルを踏まえた合理的な構造基準の構築を提案しているところ(構造設計のみでは過剰な社会負担が発生)。
- このため、船体構造の経年劣化対策の強化及びこれを踏まえた構造基準の体系化(IMO の目標指向型の新船構造強度基準への対応)が必要。

中期目標	中期計画	研究課題
○船体構造の経年劣化対策の強化及びこれを踏まえた構造基準の体系化のための研究	○船体構造の経年劣化の分析・防食・検査技術の開発	①疲労設計指針の簡易適用法の構築
		②経年劣化・損傷船舶の強度評価法の構築
		③海水バラストタンク内等の塗装基準の作成
		④経年劣化検査技術の開発
	○構造基準の体系化	⑤構造基準の体系化(船体構造強度 GBS)

研究課題 ⑤構造基準の体系化(船体構造強度 GBS)のうち、
(科研費) 船体桁の複合荷重下における縦最終強度評価法の確立に関する研究

技術現状

- IMO の船体構造強度 GBS(目標指向型基準)を実態に即した合理的な基準となるよう技術検討を実施。
- 同基準の成立が今後の課題。

成果目標

- 構造基準の体系化(船体構造強度 GBS)
- ・ 船体構造強度 GBS 案の作成(枠組みの構築、目標(Tier.1)、性能要件(Tier.2)、適合性認証(Tier.3)の起草)

研究経過

- 年度計画に従い、次を実施
- ポストパナマックス型コンテナ船(5,250TEU)を模擬した崩壊試験体を2体製作し、曲げモーメントと振りモーメントの比率を変えた逐次崩壊試験を実施
- また、これに加え、次を実施
- 陽解法 FEM プログラム LS-DYNA のための fine mesh model を作成し、弾塑性崩壊解析を実施

研究成果

- 昨年度製作した約 1/13 の縮小試験体(長さ 7.5m, 幅 3m, 深さ 1.825m)は、複合荷重試験装置の容量いっぴいの崩壊強度を示したため、今年度は、板厚を約 2/3 に減じるとともに、長さを 6.6m に縮小した崩壊試験体を2体製作した。これらの試験体を固着部曲げモーメント M と振りモーメント T の比率 $M/T=3.0$ 及び $M/T=0.5$ の逐次崩壊試験に供した。また、これらの試験体の初期撓みを計測するとともに、部分モデルを別途製作し、機械切断によるひずみ解放法により溶接残留応力を計測した。
- また、これまでに実施した逐次崩壊試験(3体)に対し、商用計算コード LS-DYNA を用いた逐次崩壊解析を実施し、試験及び計算結果を比較検証し、船体桁の複合荷重下における縦最終強度評価に本計算コードが有用であることを確認した。
- 逐次崩壊試験および FEM 解析結果から、コンテナ船の最終強度に対する曲げ／振り相関関係が得られた。
- 来年度は、今年度と同様の試験体をさらに2体製作し、曲げモーメント M と振りモーメント T の比率 M/T を変えた逐次崩壊試験を実施し、最終強度に対する曲げ／振り相関関係のための試験データを得る。
- 個別の研究成果
- ・ 二重船殻構造試験体の設計ノウハウ
- ・ LS-DYNA を用いた船体構造の逐次崩壊解析手法
- ・ 曲げ／振り荷重下におけるコンテナ船の最終強度相関曲線



(a) 試験体-1 ($M/T=3.0$)



(b) 試験体-2 ($M/T=0.5$)

図1 コンテナ船崩壊試験体の逐次崩壊試験

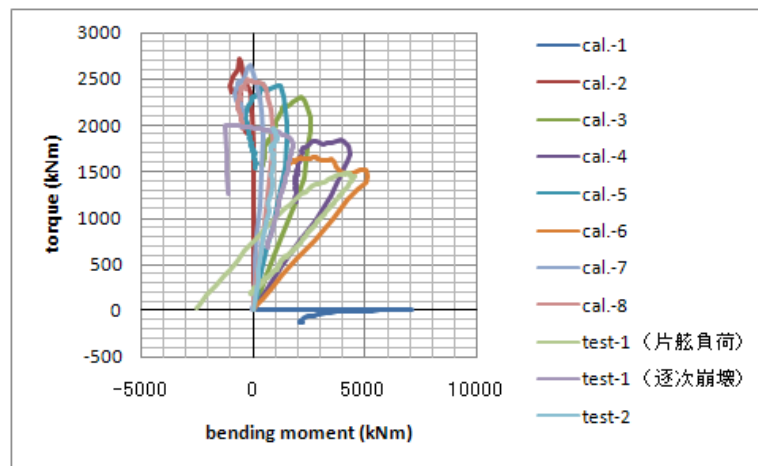


図2 曲げ／振り相関関係 (LS-DYNA)

課題名 ③船体構造の経年劣化対策の強化及びこれを踏まえた構造基準の体系化のための研究
研究期間 平成 18 年度～平成 21 年度

政策課題

- 老朽船(バルク、タンカー等)の崩壊等の船体構造の経年劣化起因の事故の続発を受け、IMO が、2010 年までに船体構造強度基準の見直し(現行の国際条約には体系化された基準がない)を検討中。
- 見直しは、最終安全目標を掲げ、さらに詳細基準を導く、目標指向型の新船構造強度基準(Goal-Based Standard for New Ship)を構築する方向で検討がなされており、その適切な対応が求められているところ。
- 特に我が国は、構造設計だけでなく、塗装施工・腐食などの経年劣化対策も含んだ船舶のライフサイクルを踏まえた合理的な構造基準の構築を提案しているところ(構造設計のみでは過剰な社会負担が発生)。
- このため、船体構造の経年劣化対策の強化及びこれを踏まえた構造基準の体系化(IMO の目標指向型の新船構造強度基準への対応)が必要。

中期目標	中期計画	研究課題
○船体構造の経年劣化対策の強化及びこれを踏まえた構造基準の体系化のための研究	○船体構造の経年劣化の分析・防食・検査技術の開発	①疲労設計指針の簡易適用法の構築
		②経年劣化・損傷船舶の強度評価法の構築
		③海水バラストタンク内等の塗装基準の作成
		④経年劣化検査技術の開発
	○構造基準の体系化	⑤構造基準の体系化(船体構造強度 GBS)

研究課題 ⑤構造基準の体系化(船体構造強度 GBS)
 超大型コンテナ船の安全評価に関する研究
 向波中での船体弾性応答の計測

技術現状

- IMO の船体構造強度 GBS(目標指向型基準)を実態に即した合理的な基準となるよう技術検討を実施
- 同基準の成立が今後の課題

成果目標

- 構造基準の体系化(船体構造強度 GBS)
 ・船体構造 GBS 案の作成(枠組みの構築、目標(Tier I)、性能要件(Tier. II)、適合性認証(TierⅢ)の起草)

研究経過

- 年度計画に加え、次を実施
- コンテナ船の構造基準についての実態調査
- 大型コンテナ船の弾性応答評価を目的とした非線形ストリップ法への衝撃圧推定法(変位ポテンシャル法)の組み込みと弾性応答計測システムを用いた検証実験
- 大型コンテナ船と同じ主要目の数式船型を用いた船体弾性応答の計測

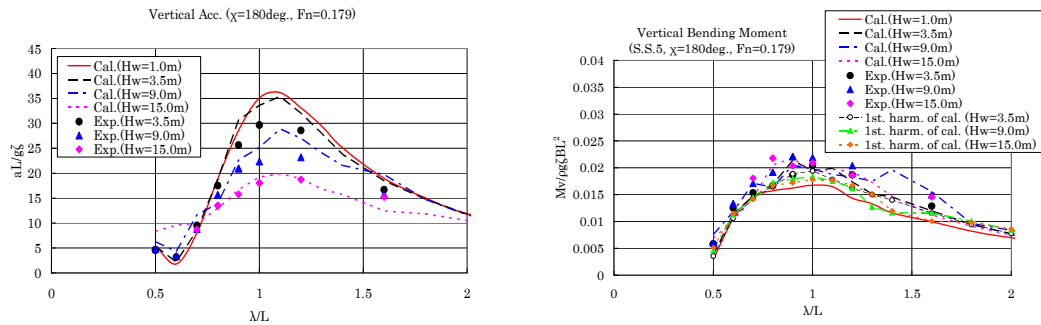
研究成果

- コンテナ船の構造基準についての実態調査を行い、構造基準で設定する荷重、とりわけ振り荷重については、船級によって思想が異なるなど技術的に様々な課題があることを確認した。大型コンテナ船のような弾性応答が顕在化する船舶の波浪荷重評価法の開発と検証を行った。なかでも、非線形ストリップ法への衝撃圧推定法(変位ポテンシャル法)を組み込むことで弾性応答に影響の大きい衝撃荷重の高精度化を図った。また、弾性応答が波浪荷重に及ぼす影響の検討、開発した評価法の検証を目的として、新形式の弾性モデルを開発して水槽試験を実施した。これらの手法を用いたシリーズ計算結果から、荷重のリスクモデルについて検討を行った。
- さらに、スプリング等の弾性振動については、向波中での水槽試験(日本海事協会からの請負研究)により検討した。
- 大型コンテナ船と同じ主要目の数式船型を用いた船体弾性応答の計測
- 個別の研究成果
 - ・コンテナ船の構造基準についての実態把握
 - ・大型コンテナ船の弾性応答評価を目的とした、非線形ストリップ法への衝撃圧推定法(変位ポテンシャル法)の組み込みと荷重のリスクモデル推定法の開発と弾性応答計測システムを用いた検証実験
 - ・向波中での水槽試験(日本海事協会からの請負研究)による、スプリング等の弾性振動の現象把握

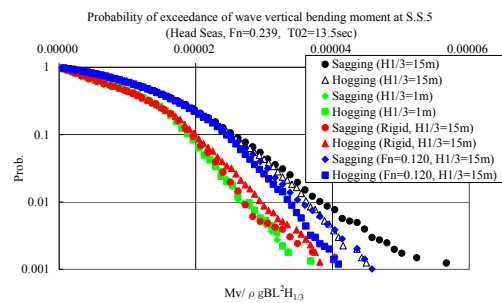
参考図



本研究で開発した弾性応答計測システム（ポストパナマックスコンテナ船）



本研究で開発した非線形ストリップ法による船体加速度、波浪荷重の評価
 （左：船体加速度の規則波中周波数応答関数、右：縦曲げモーメントの規則波中周波数応答関数）
 荒天中では、本手法のような波高の非線形影響を考慮した推定が重要になる事を検証した。



本研究で開発した非線形ストリップ法による不規則波中での波浪荷重の評価
 （縦曲げモーメントの超過確率）
 これにより、船速、波高、船体剛性の影響が荷重の統計値に及ぼす影響を検討した。

課題名 ③船体構造の経年劣化対策の強化及びこれを踏まえた構造基準の体系化のための研究
研究期間 平成 18 年度～平成 21 年度

政策課題

- 老朽船(バルク、タンカー等)の崩壊等の船体構造の経年劣化起因の事故の続発を受け、IMO が、2010 年までに船体構造強度基準の見直し(現行の国際条約には体系化された基準がない)を検討中。
- 見直しは、最終安全目標を掲げ、さらに詳細基準を導く、目標指向型の新船構造強度基準(Goal-Based Standard for New Ship)を構築する方向で検討がなされており、その適切な対応が求められているところ。
- 特に我が国は、構造設計だけでなく、塗装施工・腐食などの経年劣化対策も含んだ船舶のライフサイクルを踏まえた合理的な構造基準の構築を提案しているところ(構造設計のみでは過剰な社会負担が発生)。
- このため、船体構造の経年劣化対策の強化及びこれを踏まえた構造基準の体系化(IMO の目標指向型の新船構造強度基準への対応)が必要。

中期目標	中期計画	研究課題
○船体構造の経年劣化対策の強化及びこれを踏まえた構造基準の体系化のための研究	○船体構造の経年劣化の分析・防食・検査技術の開発	①疲労設計指針の簡易適用法の構築
		②経年劣化・損傷船舶の強度評価法の構築
		③海水バラストタンク内等の塗装基準の作成
		④経年劣化検査技術の開発
	○構造基準の体系化	⑤構造基準の体系化(船体構造強度 GBS)

研究課題 ⑤構造基準の体系化(船体構造強度 GBS)
極厚板溶接部の脆性亀裂の発生と防止に関する調査研究

技術現状

- IMO の船体構造強度 GBS(目標指向型基準)を実態に即した合理的な基準となるよう技術検討を実施
- 同基準の成立が今後の課題
- 近年の大型化したコンテナ船に適用される極厚板鋼板は脆性亀裂伝搬と停止性能に関して従来知見と異なる特性を有しており、超大型コンテナ船の構造安全対策が必要とされている

成果目標

- 構造基準の体系化(船体構造強度 GBS)
 - ・ 船体構造 GBS 案の作成(枠組みの構築、目標(Tier I)、性能要件(Tier II)、適合性認証(Tier III)の起草)
- 極厚板溶接部の脆性破壊問題の潜在的波及範囲の特定、及び、脆性破壊発生の可能性の把握、並びに、就航船及び新造船の脆性破壊発生防止対策の提案

研究経過

- 年度計画に加え、次を実施
- 極厚鋼板脆性破壊寿命推定法の精度向上及び定量的妥当性の検証のため、極厚鋼板突合わせ溶接継ぎ手部内の人工欠陥の成長に関する基礎データ(形状・位置)を取得

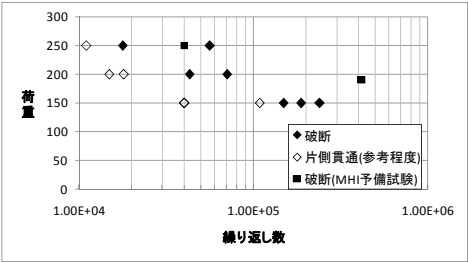
研究成果

- 亀裂が試験片表面に貫通するまでは、非破壊検査により亀裂形状・位置の推定を行ったが、超音波探傷(UT)による計測分解能は 3mm 程度であり、精度の高い推定は行えなかった。このため、次年度からは TOFD(Time of Flight Diffraction)法による非破壊検査を実施することとした。
- 個別の研究成果
 - ・ KA32 材からなる突合わせ溶接継手部内の人工欠陥形状のアスペクト比の変化に関して、150, 200, 250MPa 荷重下におけるデータを取得した。

参考図

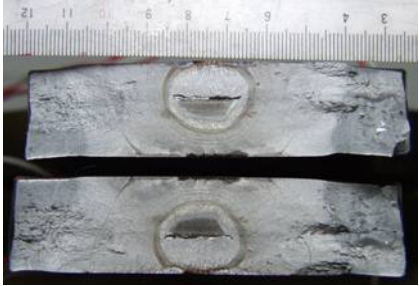
疲労試験結果

試験片No	破断寿命	片側貫通	荷重	ピーチマーク間隔	試験順序	周波数Hz
3	70330	18001	200	6,000	6	0.8
4	148819	40000	150	無	1	1.5
6	187021	40000	150	40,000	2	1.5
7	239721	108221	150	20,000	3	1.5
9	42826	14823	200	8,000	5	0.7
10	17704	11000	250	5,500	4	0.7
14	56232	46522	250	6,000	7	0.5～0.7



埋没欠陥形状変化の例

No.3	開口距離	L	h
18000	—	19.88	17.39
24000	11.60	21.35	18.16
30000	16.04	23.02	18.72
36000	20.70	25.16	19.54
42000	25.89	27.70	20.49
48200	30.38	31.31	21.18
54000	34.91	35.24	22.39
60500	41.73	42.19	25.00
66840	長辺52.50 短辺34.87	53.40	25.00



課題名 ④テロ等の不法行為に対する船舶の保安向上のための研究
研究期間 平成 18 年度～平成 20 年度

政策課題

- 海事分野の保安を目的とした国際条約(SOLAS 条約)の改正が発効(2004 年)。国際航海に従事する船舶は、保安計画に定める保安対策を講ずることが義務づけられているところ。
- 船舶の保安対策は、テロ等の不法行為に対する脆弱性の評価を通じ決定。しかしながら、国際条約上、これら脆弱性の評価の明確な基準は、存在せず(非強制のガイドラインにおいて評価の概念のみを提示)。
- 特に、脆弱性の評価の基礎となるテロ等の不法行為による被害推定(優先すべき脆弱性の特定)については、確立された手法が存在しないところ(具体的な個船毎の検証がなされていない状況)。
- このため、特にテロ等の不法行為の発生により甚大な周辺被害が予測されるケミカルタンカー、ガス運搬船、放射性物質運搬船等についての保安対策の基礎である船舶の脆弱性評価手法(被害推定法)の構築が必要。

中期目標	中期計画	研究課題
○テロ等の不法行為に対する船舶の保安向上のための研究	○テロ等の不法行為に対する船舶の脆弱性評価手法の構築	①危険物ばら積み船へのテロによる被害推定方法の構築
		②放射性物質運搬船へのテロによる被害推定方法の構築
		③船舶の脆弱性評価手法の構築

研究課題 ①危険物ばら積み船へのテロによる被害推定方法の構築

技術現状

- テロ等の結果生ずる大規模な低温液化ガスの海面漏洩/大気拡散濃度/爆燃を予測する実用的な手法が未確立

成果目標

- 大気拡散モデルと海面拡大モデルを組合せ、その影響評価モデルを基に実用解析プログラムを開発
- 爆燃被害モデルと大気拡散モデルを組合せ、その影響評価モデルを基に実用解析プログラムを開発
- 脆弱性評価は、IMO 動向等を踏まえ、検討。

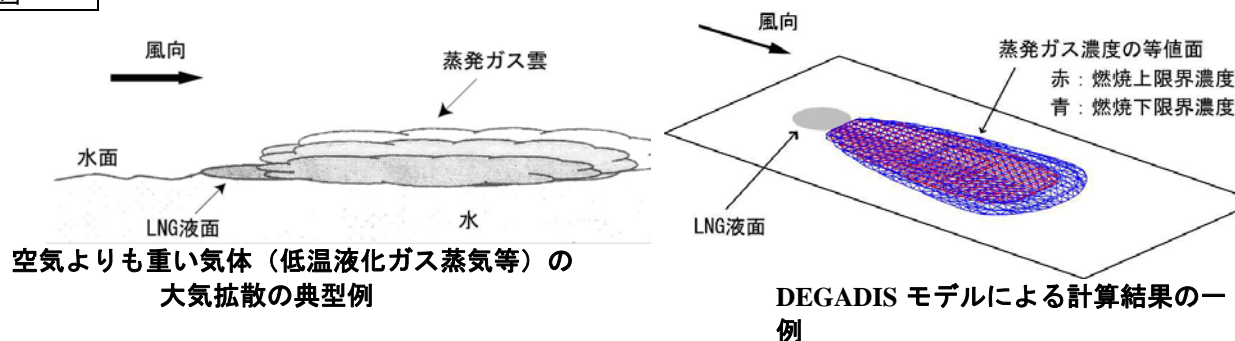
研究経過

- 年度計画に従い、次を実施
- 被害予測のためのテロシナリオ検討の基礎として、海事関係を中心とするテロの事例及び海賊事例を分析
- 有害物質大気拡散被害予測手法の構築のため、平地以外の地形に対応するため Shallow-layer モデルを選択。その上で、基本となる Shallow Water Equations を用いて地形の変化及び地表面での摩擦の影響を考慮したプログラムを開発。
- 液面火災を想定し、輻射熱による被害範囲を算出するためのプログラムを開発すると共に、積載容量の異なる LNG 船を対象に影響を評価。また、蒸気雲火災から受ける輻射熱を算出するためのプログラムを開発。また、これに加え、次を実施
- 毒性による被害のクライテリアについて文献を調査。

研究成果

- 有害物質大気拡散被害予測において、地形影響を取り入れる見通しを得た。
- 個別の研究成果
 - ・ テロ事例の分析結果は「船舶保安評価への事例データの活用」として日本航海学会で発表
 - ・ LNG による液面火災の評価結果は、"Evaluation of Consequence Assessment Methods for Pool Fires on Water Involving Large Spills from Liquefied Natural Gas Carriers" として Journal of Marine Science and Technology に掲載予定

参考図



課題名 ④テロ等の不法行為に対する船舶の保安向上のための研究
研究期間 平成 18 年度～平成 20 年度

政策課題

- 海事分野の保安を目的とした国際条約(SOLAS 条約)の改正が発効(2004 年)。国際航海に従事する船舶は、保安計画に定める保安対策を講ずることが義務づけられているところ。
- 船舶の保安対策は、テロ等の不法行為に対する脆弱性の評価を通じ決定。しかしながら、国際条約上、これら脆弱性の評価の明確な基準は、存在せず(非強制のガイドラインにおいて評価の概念のみを提示)。
- 特に、脆弱性の評価の基礎となるテロ等の不法行為による被害推定(優先すべき脆弱性の特定)については、確立された手法が存在しないところ(具体的な個船毎の検証がなされていない状況)。
- このため、特にテロ等の不法行為の発生により甚大な周辺被害が予測されるケミカルタンカー、ガス運搬船、放射性物質運搬船等についての保安対策の基礎である船舶の脆弱性評価手法(被害推定法)の構築が必要。

中期目標	中期計画	研究課題
○テロ等の不法行為に対する船舶の保安向上のための研究	○テロ等の不法行為に対する船舶の脆弱性評価手法の構築	①危険物ばら積み船へのテロによる被害推定方法の構築
		②放射性物質運搬船へのテロによる被害推定方法の構築
		③船舶の脆弱性評価手法の構築

研究課題 ②放射性物質運搬船へのテロによる被害推定方法の構築

技術現状

- 放射性物質漏洩量の定量的評価、比較的狭い範囲(海上輸送)を対象とした陸側への放射性物質の放出を考慮した環境影響予測の実用的な手法が未確立

成果目標

- 放射性物質漏洩量を定量的に評価する手法を構築
- 比較的狭い範囲(海上輸送)を対象とした陸側への放射性物質の放出を考慮した環境影響予測手法を構築
- 陸上輸送で用いられている脆弱性評価手法の海上輸送への適用

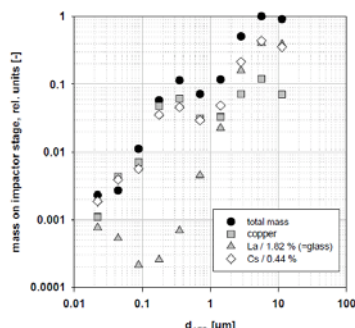
研究経過

- 年度計画に従い、次を実施
- 放射性物質輸送容器の開口部面積と漏洩量の関係について調査
- 放射性物質の大気拡散による影響予測については、局所気象解析用の気流計算コードと物質拡散コードを導入することにより、地表面の起伏の影響の取り入れ等の改良を図り、局地気象解析結果に基づく被ばく線量評価システムを構築

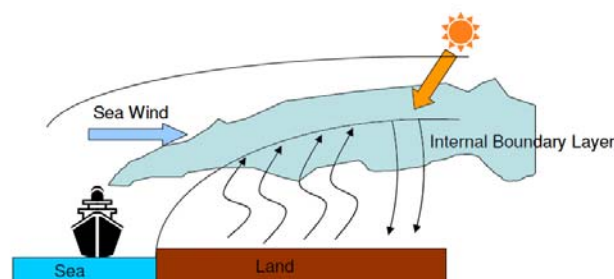
研究成果

- 放射性物質輸送容器の開口部面積と漏洩量の関係について整理
- テロ等の不法行為により放射性物質が漏洩した際の被害影響を推定するための被ばく線量評価システムを構築

参考図



高レベル放射性廃棄物輸送容器が成形爆薬による妨害破壊行為を受けたときの放射性物質の漏洩量評価 (PATRAM2007 より)



地表面の効果を考慮した線量評価システムの概念図 (PATRAM2007 より)

課題名 ④テロ等の不法行為に対する船舶の保安向上のための研究
研究期間 平成 18 年度～平成 20 年度

政策課題

- 海事分野の保安を目的とした国際条約(SOLAS 条約)の改正が発効(2004 年)。国際航海に従事する船舶は、保安計画に定める保安対策を講ずることが義務づけられているところ。
- 船舶の保安対策は、テロ等の不法行為に対する脆弱性の評価を通じ決定。しかしながら、国際条約上、これら脆弱性の評価の明確な基準は、存在せず(非強制のガイドラインにおいて評価の概念のみを提示)。
- 特に、脆弱性の評価の基礎となるテロ等の不法行為による被害推定(優先すべき脆弱性の特定)については、確立された手法が存在しないところ(具体的な個船毎の検証がなされていない状況)。
- このため、特にテロ等の不法行為の発生により甚大な周辺被害が予測されるケミカルタンカー、ガス運搬船、放射性物質運搬船等についての保安対策の基礎である船舶の脆弱性評価手法(被害推定法)の構築が必要。

中期目標	中期計画	研究課題
○テロ等の不法行為に対する船舶の保安向上のための研究	○テロ等の不法行為に対する船舶の脆弱性評価手法の構築	①危険物ばら積み船へのテロによる被害推定方法の構築
		②放射性物質運搬船へのテロによる被害推定方法の構築
		③船舶の脆弱性評価手法の構築

研究課題 ③船舶の脆弱性評価手法の構築

技術現状

危険物ばら積み運搬船：研究課題①参照

放射性物質運搬船：研究課題②参照

成果目標

危険物ばら積み運搬船：研究課題①参照

放射性物質運搬船：研究課題②参照

研究経過

年度計画に従い、次を実施

- 建造中の英国 PNTL 船の構造及び設備に関して調査するとともに、総合安全解析手法 (ISA) 及び IAEA で策定された国際原子力事象評価尺度 (INES) 等について調査。

また、これに加え、次を実施

- IMO の MSC 下に設置された「非 SOLAS 船に係る Security」に関する通信グループのサブコーディネータを実施中

- 船舶保安評価・計画作成に関する ISO 規格草案を作成 (提案時期について検討中)

研究成果

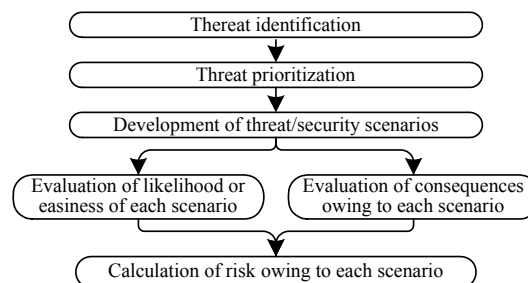
- 船舶保安評価・計画作成に関する ISO 規格草案 (英文 24 ページ) を作成

参考図

Table.XX Vulnerability & Consequence Matrix

		Total Vulnerability Score		
Consequence Score		1	2	3
	1	Document	Document	Consider
	2	Document	Consider	Mitigate
	3	Consider	Mitigate	Mitigate

ISO 規格案の中のリスク推定マトリクス



リスク評価法の例

参考資料 平成 19 年度業務実績報告書
(2) 海洋環境の保全

課題名 ⑤-1 船舶からの CO2 の排出低減技術の開発のための研究
研究期間 平成 18 年度～平成 20 年度

政策課題

- 京都議定書の発効を受け、温室効果ガスの削減は喫緊の課題(2008 年-2012 年の間に基準年比 6%削減)。運輸部門では、機器単体・物流システム全体での削減が求められているところ(京都議定書目標達成計画)。
- 一方、「ポスト京都議定書」(2013 年以降の更なる削減)の検討が開始(2005 年締約国会議)。また、IMO が、京都議定書の枠外である外航海運からの削減の検討も開始(2004 年 IMO 総会)。
- このため、温室効果ガスに係る将来の国内外の動向にも対応可能な船舶単体からの CO2 排出低減技術(船体抵抗の低減・推進システムの効率化・船体の軽量化・運航方法の改善)の開発が必要。

中期目標	中期計画	研究課題
〇CO2 の排出低減技術の開発のための研究	〇CO2 の排出低減技術の開発	① 気象予測等の不確実性を取り入れた船舶の到着時間の最適化による環境負荷対応型航海支援システムの開発
		② 船舶ライフサイクルでの CO2 排出削減に資する実海域性能評価システムの開発
		③ 船体の軽量化等に資する材料(複合材料・アルミウム合金等)の開発及び評価
		④ その他 CO2 の排出低減技術の開発(外部資金個別研究)

研究課題 ① 気象予測等の不確実性を取り入れた船舶の到着時間の最適化による環境負荷対応型航海支援システムの開発

技術現状

- 気象/海象による遅延回避のための沖待ち時間の航海時間への還元(減速運航)が CO2 低減に効果
- 気象/海象予測精度の向上により、航海計画の最適化の実願が可能に(但し、システム化はされておらず)

成果目標

- 環境負荷対応型航海支援システムの開発
 - ・ 気象/海象下での最適な推進性能推定法の開発
 - ・ 気象/海象等の遅延リスクを評価(回避)する確率モデル型航海計画アルゴリズムの開発
 - ・ これらを組込んだ支援システムの開発(実船実験)

研究経過

- 年度計画に従い、次を実施
 - 実運航・気象予測データによる船舶推進性能推定法の構築
 - 気象予測データ等の不確実性を取り入れた航海計画アルゴリズムの開発
 - 確率モデル型運航シミュレーション手法の開発
- また、これに加え、次を実施
 - RORO 船を対象に、水槽模型による波浪中の抵抗試験と風洞模型による風洞試験を実施し ESPASS, 藤原の推定法を用いて性能推定モデルを構築し検証

研究成果

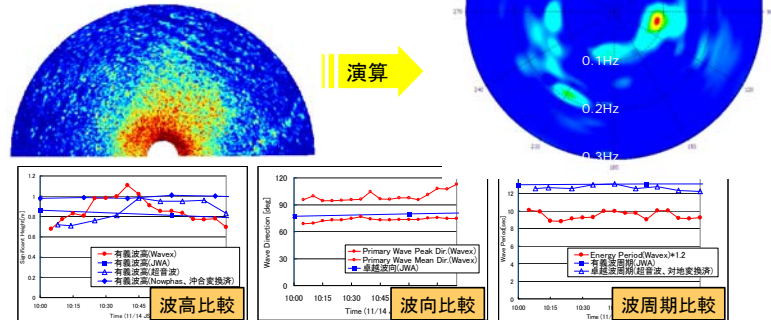
- 実船の性能評価に関し、航海計画の検討に重要な要素の検討を行い、気象予測データ等の不確実性を取り入れた確率モデルを東京海洋大学と共同で開発、1 例についてシミュレーションを実施
- 実船に対する外力を評価するため、波向き計測に着手
- 個別の研究成果
 - ・ 実船に計測機器を搭載し、運航データを取得し、現状の運航性能を把握
 - ・ 風洞試験及び波浪中抵抗試験を RORO 船について行い理論との比較・検証を実施
 - ・ 気象・海象データの推算モデルの改良を行い、観測値との比較検討を実施
 - ・ ウェイポイント間の省エネ操船法について基礎試験を実施するとともに実船試験に着手

参考図

● 実船計測（セメント船） と Wavex による波浪計測例

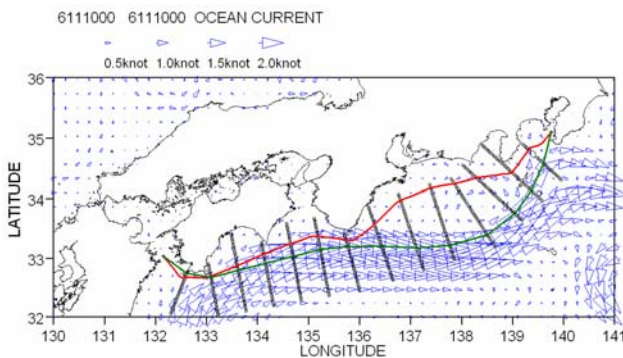
レーダーから
取得した
海面形状

算出した波浪の
方向・周波数
スペクトル



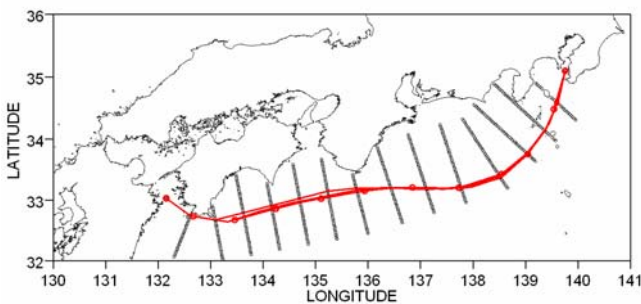
● シミュレーションの1例

宇部 → 千葉航路 06/11/9 18:12~11/11 03:19 (33.11hr)

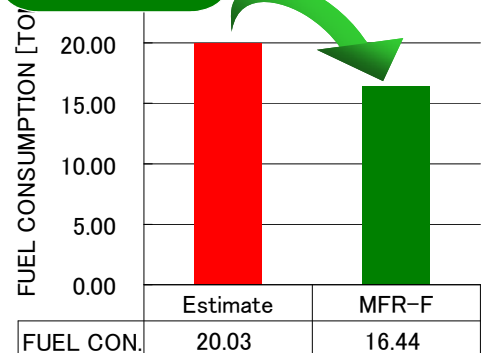


当日の海流(11/10 00:00)

赤:実際の航路(航海時間 33.11hr プロペラ回転数 159.3RPM)



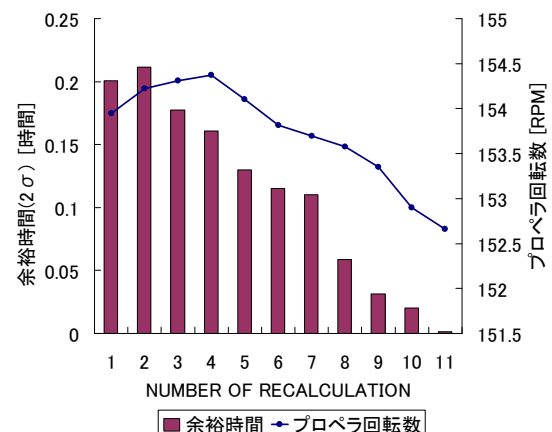
最適航路の
選定のみで
17.9%省エネ



緑:最適化航路(航海時間 33.11hr プロペラ回転数 153.4RPM)

○印: 気象・海象予測データ更新位置
気象・海象予測データが更新されるたびに到着時刻の予測誤差の標準偏差 σT を計算し、到着予定時刻より $2\sigma T$ 早く到着できるようにプロペラ回転数を設定する。

航海が進むにつれ σT は小さくなり、余裕時間を少なくできる。その結果、プロペラ回転数も徐々に落すことができ、定時性を保った燃料節約航海が可能となる。定時性を考慮したこのシミュレーションの燃料消費量は 16.52ton で、余裕時間を考慮しても実航路と比べ **17.5% の節約が可能**との結果を得た。



課題名 ⑤-1 船舶からの CO2 の排出低減技術の開発のための研究
研究期間 平成 18 年度～平成 20 年度

政策課題

- ☐ 京都議定書の発効を受け、温室効果ガスの削減は喫緊の課題(2008 年-2012 年の間に基準年比 6%削減)。運輸部門では、機器単体・物流システム全体での削減が求められているところ(京都議定書目標達成計画)。
- ☐ 一方、「ポスト京都議定書」(2013 年以降の更なる削減)の検討が開始(2005 年締約国会議)。また、IMO が、京都議定書の枠外である外航海運からの削減の検討も開始(2004 年 IMO 総会)。
- ☐ このため、温室効果ガスに係る将来の国内外の動向にも対応可能な船舶単体からの CO2 排出低減技術(船体抵抗の低減・推進システムの効率化・船体の軽量化・運航方法の改善)の開発が必要。

中期目標	中期計画	研究課題
〇CO2 の排出低減技術の開発のための研究	〇CO2 の排出低減技術の開発	①気象予測等の不確実性を取り入れた船舶の到着時間の最適化による環境負荷対応型航海支援システムの開発
		②船舶ライフサイクルでの CO2 排出削減に資する実海域性能評価システムの開発
		③船体の軽量化等に資する材料(複合材料・アルミウム合金等)の開発及び評価
		④その他 CO2 の排出低減技術の開発(外部資金個別研究)

研究課題 ②船舶ライフサイクルでの CO2 排出削減に資する実海域性能評価システムの開発
実海域性能評価システムの開発(海の 10 モード等)

技術現状

- ☐ CO2 低減の個々の要素技術は存在
- ☐ しかしながら、各要素技術を組み合わせ船舶全体の性能を総合的に評価する手法が存在せず

成果目標

- ☐ 総合性能評価システムの開発
 - ・船型/推進システムの総合性能を評価する手法の開発
- ☐ (コンテナ船運航中 CO2 排出量 15%以上低減を目標)

研究経過

- 年度計画に従い、次を実施。
- ☐ 波浪中性能試験法の構築
- ☐ 省エネ装置試験法・評価法の構築 等

研究成果

- ☐ 波浪中性能推定法として、従来よりも高精度でかつ約 10 分の 1 のコストで実施可能なハイブリッド推定法を開発した。推定法は曳航水槽で正面規則波中の抵抗増加試験だけを実施し理論計算の修正係数を求めるものである。また、省エネ装置の試験法・評価法として、高レイノルズ数な条件下でのキャビテーション水槽による試験の実施、CFD との比較検討による現象の解明を試みた。次年度以降は、省エネ装置のメカニズムに応じた水槽試験法および尺度影響の推定法を開発する。
- ☐ 個別の成果
 - ・ハイブリッドシステムによる波浪中抵抗増加推定法の開発
 - ・キャビテーション水槽を利用した省エネ装置の尺度影響調査

参考図

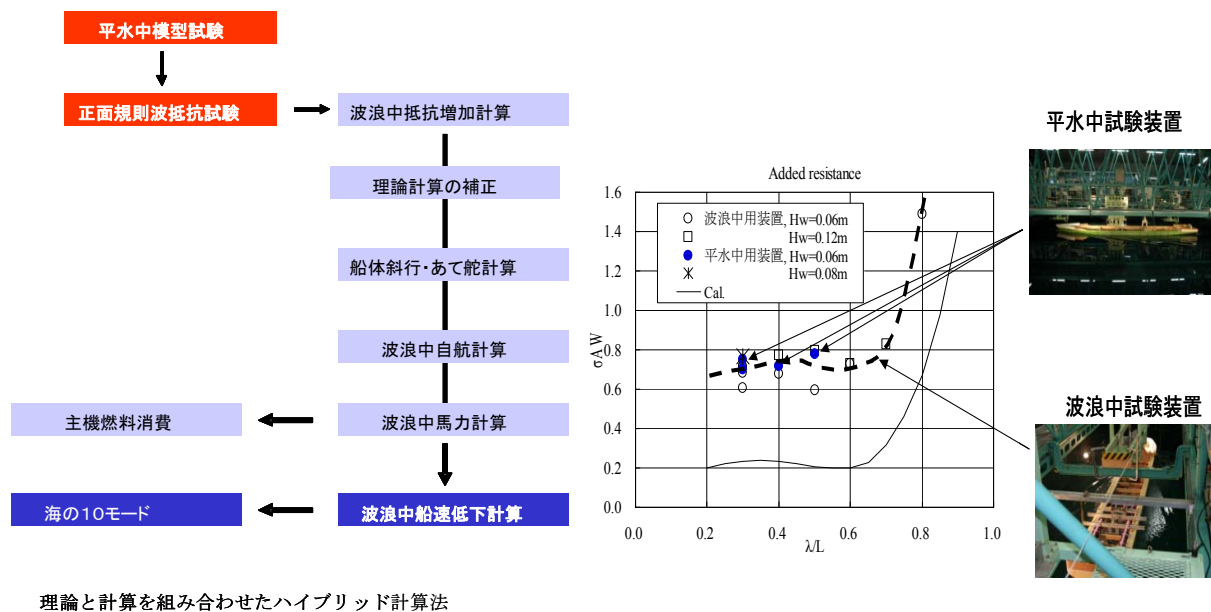


Fig.1 水槽試験と理論計算を組み合わせたハイブリッド計算

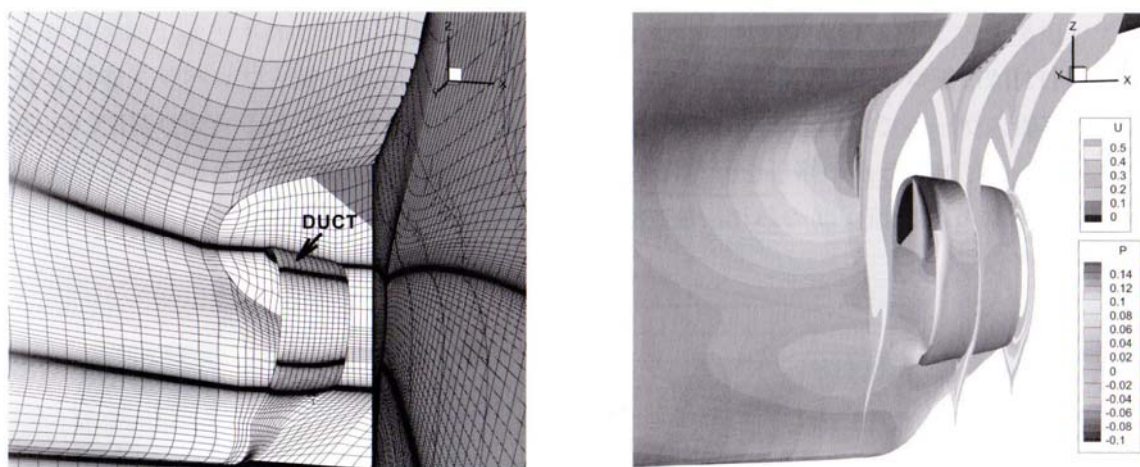
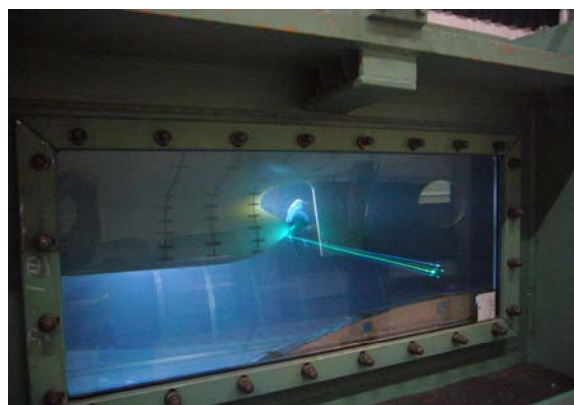


Fig.2 LDV 計測と CFD 計算



課題名 ⑤-1 船舶からの CO2 の排出低減技術の開発のための研究
研究期間 平成 18 年度～平成 20 年度

政策課題

- 京都議定書の発効を受け、温室効果ガスの削減は喫緊の課題(2008 年-2012 年の間に基準年比 6%削減)。運輸部門では、機器単体・物流システム全体での削減が求められているところ(京都議定書目標達成計画)。
- 一方、「ポスト京都議定書」(2013 年以降の更なる削減)の検討が開始(2005 年締約国会議)。また、IMO が、京都議定書の枠外である外航海運からの削減の検討も開始(2004 年 IMO 総会)。
- このため、温室効果ガスに係る将来の国内外の動向にも対応可能な船舶単体からの CO2 排出低減技術(船体抵抗の低減・推進システムの効率化・船体の軽量化・運航方法の改善)の開発が必要。

中期目標	中期計画	研究課題
OCO2 の排出低減技術の開発のための研究	OCO2 の排出低減技術の開発	① 気象予測等の不確実性を取り入れた船舶の到着時間の最適化による環境負荷対応型航海支援システムの開発
		② 船舶ライフサイクルでの CO2 排出削減に資する実海域性能評価システムの開発
		③ 船体の軽量化等に資する材料(複合材料・アルミウム合金等)の開発及び評価
		④ その他 CO2 の排出低減技術の開発(外部資金個別研究)

研究課題 ②船舶ライフサイクルでの CO2 排出削減に資する実海域性能評価システムの開発
 低速肥大船の 2 軸船型の諸性能に関する研究

技術現状

- VLCC 等の低速肥大船について、2 軸船型の採用と主機 de-rating の組合せにより、大幅な燃費削減の可能性が判明
- 船舶の安全運航への要請の高まり、中国経済の成長に伴う物流の変化等、外航海運に対する環境変化が著しい中、海運業界において 2 軸船型に対し強い関心が顕在

成果目標

- 1 軸船に比較し 15%以上、経済性に優れた 2 軸超幅広船型の開発
 (1 軸肥大船に対して採算性を重視した超幅広浅喫水の 2 軸船を開発)
- 要目最適化プログラムを改良し 2 軸船への適用性を拡張する

研究経過

- 年度計画に加え、次を実施
- 2 軸船に対する CFD 計算の精度確認、適用範囲の確認
- MMG モデルによる操縦性能の推定

研究成果

- バルクキャリアーを対象に総合的な見地から経済性を大幅に向上させた 2 軸超幅広船型の開発を実施した。対象とした 1 軸肥大船は 20 万 DWT クラスの鉱石運搬船である。2 軸船型の要目最適化手段としては、平成 18 年度に海技研で開発された要目最適化プログラム「HOPE」を用いた。また線図 CAD としては新たに導入した NAPA を利用した。一般に、2 軸化することによりプロペラ効率の大幅な増加が見込めるが、一方で伴流利得を失うので結果として 3-5%程度の省エネ効果しかない。したがって、本研究では 2 軸船の優れた保針性を活かし超幅広船型(B=65m)とすることで経済性を向上させた。水槽試験の結果、ton・mile/KW で約 10%の省エネ効果が確認できた。さらに低回転化にともなう主機燃費率の改善も考慮すれば、16%程度の改善が期待できる。
- 個別の研究成果
 - ・ 要目最適化プログラムによる 2 軸船型最適主要目の探索機能追加
 - ・ 超幅広鉱石運搬船の計画と船型設計および水槽試験による性能確認

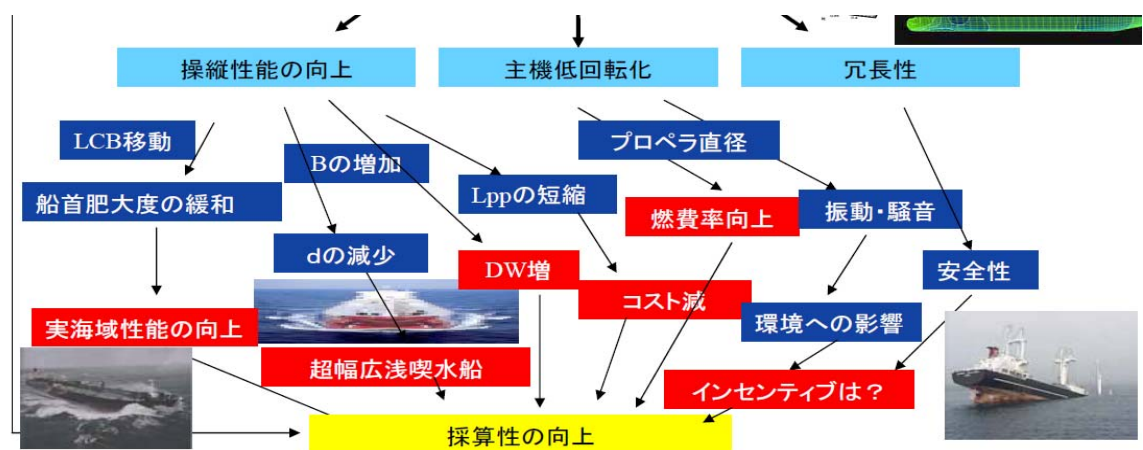


Fig.1 経済性・採算性を追求した2軸船型の開発シナリオ

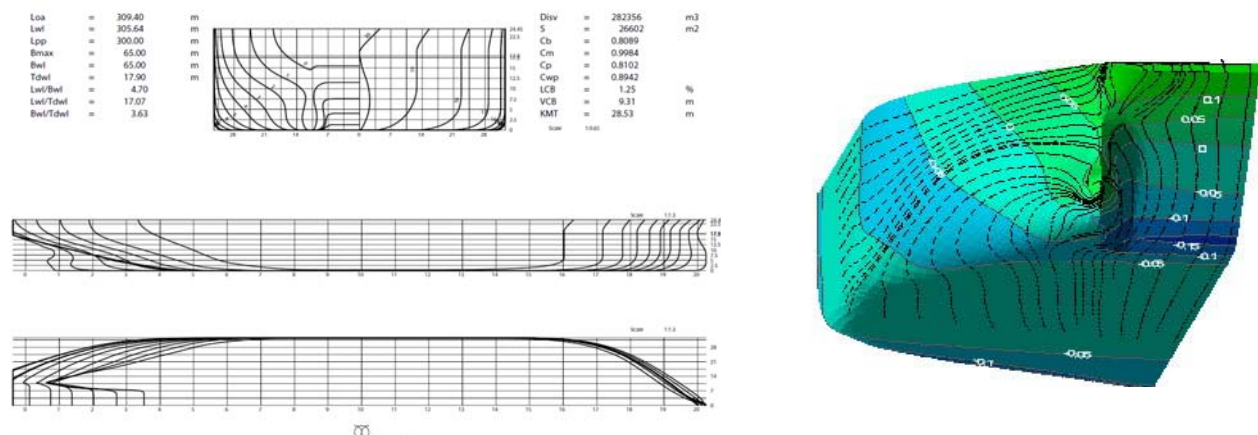


Fig.2 超幅広2軸船型の船型開発(HOPE+NAPA+CFD)

Table 1 水槽実験の実施と一軸船との性能比較

	1軸対象船	超幅広2軸船
Lpp(m)	300	300
B(m)	60	65
D(m)	24	24
d(m)	17.9	17.9
Cb	0.805	0.805
Disp(MT)	265855	288010
DW(MT)	240548	257988
NOR(kw)	16192	15897
Vs(kts)	15	15
Cadm	646	681
ton.mile/Kw	223	243

課題名 ⑤-1 船舶からの CO2 の排出低減技術の開発のための研究
研究期間 平成 18 年度～平成 20 年度

政策課題

- ☐ 京都議定書の発効を受け、温室効果ガスの削減は喫緊の課題(2008 年-2012 年の間に基準年比 6%削減)。運輸部門では、機器単体・物流システム全体での削減が求められているところ(京都議定書目標達成計画)。
- ☐ 一方、「ポスト京都議定書」(2013 年以降の更なる削減)の検討が開始(2005 年締約国会議)。また、IMO が、京都議定書の枠外である外航海運からの削減の検討も開始(2004 年 IMO 総会)。
- ☐ このため、温室効果ガスに係る将来の国内外の動向にも対応可能な船舶単体からの CO2 排出低減技術(船体抵抗の低減・推進システムの効率化・船体の軽量化・運航方法の改善)の開発が必要。

中期目標	中期計画	研究課題
OCO2 の排出低減技術の開発のための研究	OCO2 の排出低減技術の開発	①気象予測等の不確実性を取り入れた船舶の到着時間の最適化による環境負荷対応型航海支援システムの開発
		②船舶ライフサイクルでの CO2 排出削減に資する実海域性能評価システムの開発
		③船体の軽量化等に資する材料(複合材料・アルミウム合金等)の開発及び評価
		④その他 CO2 の排出低減技術の開発(外部資金個別研究)

課題名 ③船体の軽量化等に資する材料(複合材料・アルミニウム合金等)の開発及び評価
ナノテクノロジーを活用したアルミニウム合金の研究開発

技術現状

- ☐ 各種材料の基礎技術を開発
- ☐ 船舶適用のための性能/作業性の向上が今後の課題

成果目標

- ☐ アルミニウム合金の開発
 - ・加工技術の開発、合金試作

研究経過

- 年度計画に従い、次を実施
- ☐ 中空型材等への成形が容易なアルミニウム合金の試作
- ☐ その材料特性の評価
- また、これに加え、次を実施
- ☐ 押出材中心部の結晶組織が優れた耐食性を持つとの予備実験結果をもとに、押出加工のままでこの組織を材料表面に形成させる手法を考案

研究成果

- ☐ 平成 18 年度の研究から、耐食性向上のためには熱間押出した後でアルミニウム合金を急冷して再結晶を抑制する必要があることがわかったので、これを達成するために装置を改良した。さらに、耐食性の高い押出材中心部の結晶組織を材料表面に形成させる手法(分割界面導入押出法)を開発した。
- ☐ 個別の研究成果
 - ・押出直後に水で冷却することで、押出温度である 480℃から室温まで急冷することができた。この材料は通常の製法で溶体化処理後に焼き入れた材料に相当し、180℃で 8 時間の時効処理を施すことによって強化できることを示した。
 - ・分割界面導入押出法によって耐食性の高い結晶組織を材料表面に形成させることができた。この材料の腐食挙動は孔食形成よりも全面腐食が支配的であることを示した(図 1)。また、予備的な試験では強度は基準(0.2%耐力 130MPa 以上、引張強さ 150MPa 以上、伸び 15%以上)を満たした(図 2)。

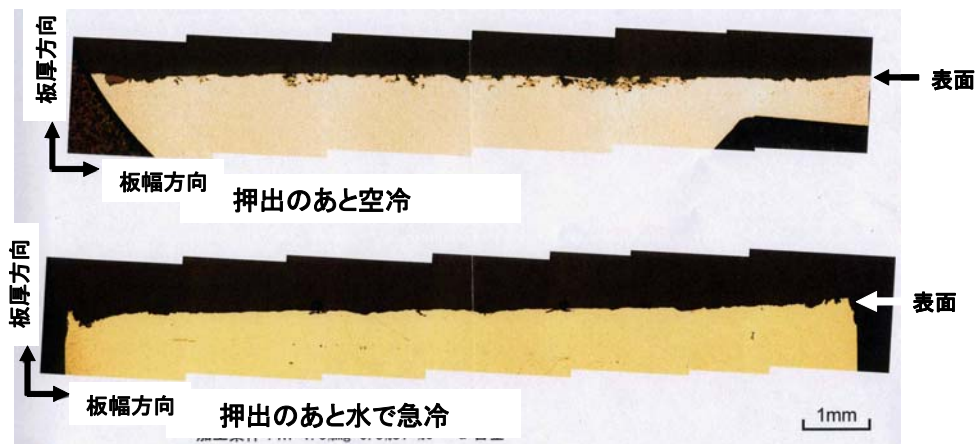


図1. 分割界面導入押出法で作製した材料を人工海水中で腐食したあとの断面。押出のあと空冷した材料に比べて、水で急冷した材料表面の腐食では全面腐食が支配的。

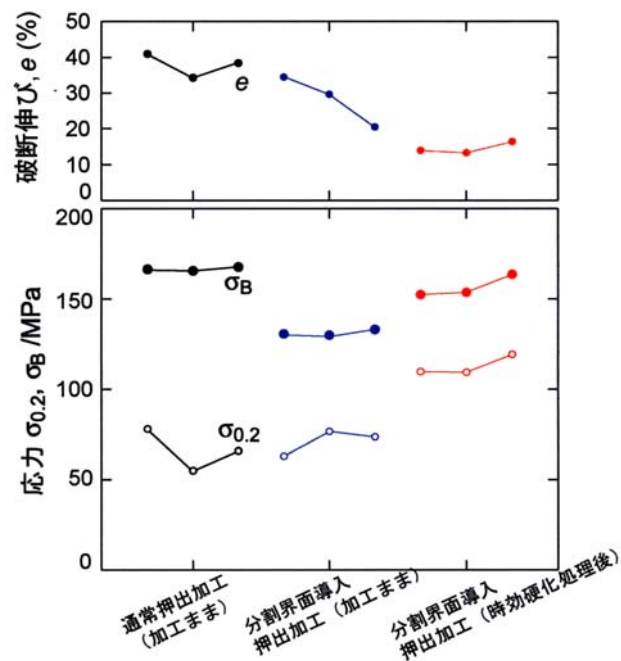


図2. 通常の押出加工及び分割界面導入押出法で作製した材料の引張試験結果。各3本の試料のデータを示す。

$\sigma_{0.2}$ は0.2%耐力、 σ_B は破断強さ。

通常押出加工：分割界面を導入しない押出加工で加工後に急冷せず。

分割界面導入押出加工（加工まま）：押出後に水で急冷したまま。

分割界面導入押出加工（時効硬化処理後）：水で急冷後に180℃で8時間時効処理。

課題名 ⑤-1 船舶からのCO₂の排出低減技術の開発のための研究
研究期間 平成18年度～平成20年度

政策課題

- 京都議定書の発効を受け、温室効果ガスの削減は喫緊の課題(2008年-2012年の間に基準年比6%削減)。運輸部門では、機器単体・物流システム全体での削減が求められているところ(京都議定書目標達成計画)。
- 一方、「ポスト京都議定書」(2013年以降の更なる削減)の検討が開始(2005年締約国会議)。また、IMOが、京都議定書の枠外である外航海運からの削減の検討も開始(2004年IMO総会)。
- このため、温室効果ガスに係る将来の国内外の動向にも対応可能な船舶単体からのCO₂排出低減技術(船体抵抗の低減・推進システムの効率化・船体の軽量化・運航方法の改善)の開発が必要。

中期目標	中期計画	研究課題
○CO ₂ の排出低減技術の開発のための研究	○CO ₂ の排出低減技術の開発	① 気象予測等の不確実性を取り入れた船舶の到着時間の最適化による環境負荷対応型航海支援システムの開発
		② 船舶ライフサイクルでのCO ₂ 排出削減に資する実海域性能評価システムの開発
		③ 船体の軽量化等に資する材料(複合材料・アルミニウム合金等)の開発及び評価
		④ その他CO ₂ の排出低減技術の開発(外部資金個別研究)

課題名 ③ 船体の軽量化等に資する材料(複合材料・アルミニウム合金等)の開発及び評価
ナノテクノロジーを活用したプラスチックの研究開発

技術現状

- 各種材料の基礎技術を開発
- 船舶適用のための性能/作業性の向上が今後の課題

成果目標

- ナノテクノロジーを活用したプラスチックの開発
- ・ 複合化技術の開発及び粒子混入による特性評価

研究経過

- 年度計画に従い、次を実施
- 船体に適したナノ複合プラスチックの開発
- また、これに加え、次を実施
- 船舶に用いるプラスチックには耐候性が要求される。そこで、太陽光よりも20倍～40倍強い紫外線と雨などをモデル化できる耐候性試験を行った。

研究成果

- 平成18年度は、表面修飾したナノ繊維粒子を生分解性プラスチックであるポリ乳酸に分散させ、特性を評価すると共に、ポリ乳酸の脆性を改善するために添加する生分解性のポリウレタンを開発した。この成果を基に、平成19年度はポリウレタンを添加したポリ乳酸の物性と耐候性、表面修飾したナノ繊維粒子を分散したポリ乳酸の結晶化及びポリ乳酸/ポリウレタン/表面修飾ナノ繊維粒子複合材の力学特性を調べた。
- 個別の研究成果
 - ・ 作製したままのポリ乳酸/ポリウレタン複合材は非晶性であり強度と伸びに優れるが、結晶化熱処理を施すと力学特性が低下する。
 - ・ 通常の使用条件下ではポリ乳酸/ポリウレタン複合材は安定である。太陽光よりも20倍～40倍強い紫外線と雨などをモデル化した特に過酷な条件下では、ポリウレタンが一部加水分解して力学特性が低下する。
 - ・ ポリ乳酸/ポリウレタン複合材に表面修飾ナノ繊維粒子を添加(図1)すると伸びが向上(図2)する。

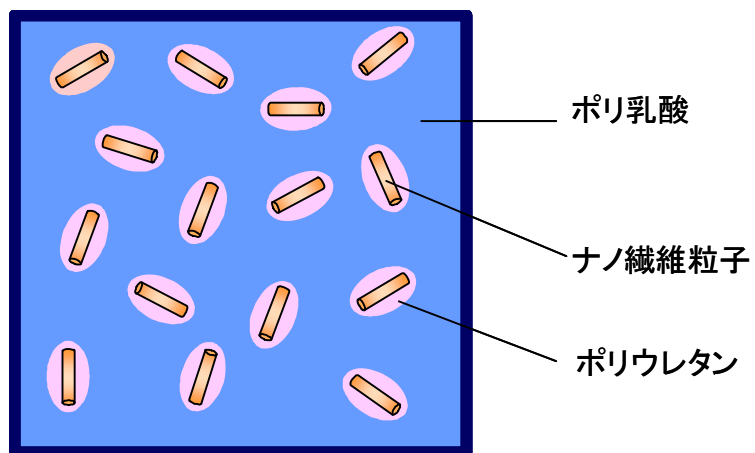


図 1. ポリ乳酸／ポリウレタン／表面修飾ナノ繊維粒子複合材の模式図

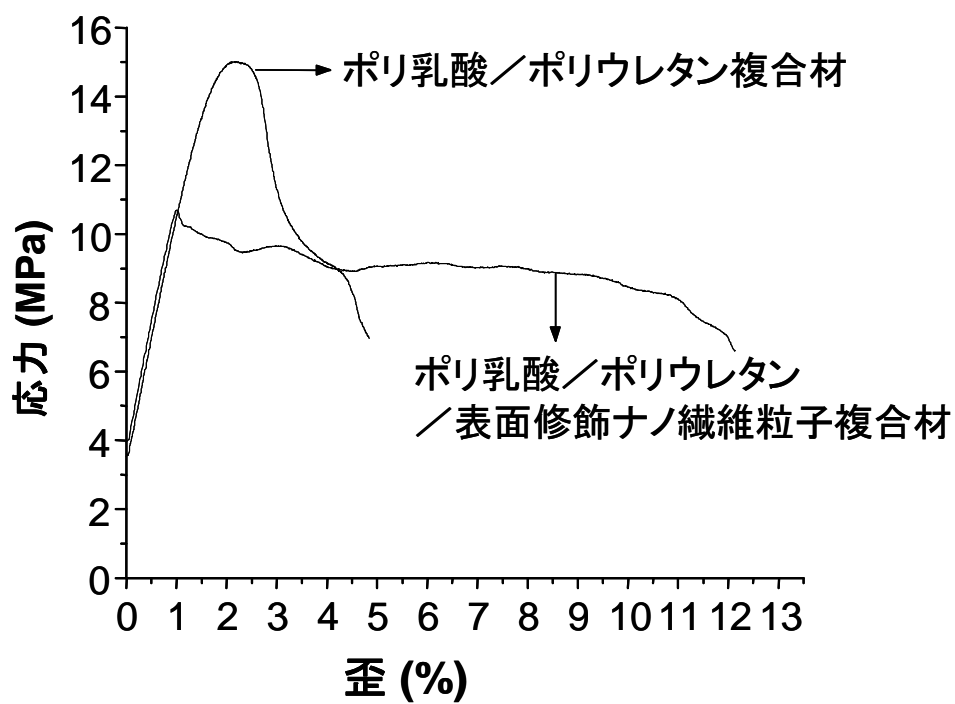


図 2. ポリ乳酸／ポリウレタン複合材に表面修飾ナノ繊維粒子を添加することによる伸びの向上

課題名 ⑤-1 船舶からの CO2 の排出低減技術の開発のための研究
研究期間 平成 18 年度～平成 20 年度

政策課題

- 京都議定書の発効を受け、温室効果ガスの削減は喫緊の課題(2008 年-2012 年の間に基準年比 6%削減)。運輸部門では、機器単体・物流システム全体での削減が求められているところ(京都議定書目標達成計画)。
- 一方、「ポスト京都議定書」(2013 年以降の更なる削減)の検討が開始(2005 年締約国会議)。また、IMO が、京都議定書の枠外である外航海運からの削減の検討も開始(2004 年 IMO 総会)。
- このため、温室効果ガスに係る将来の国内外の動向にも対応可能な船舶単体からの CO2 排出低減技術(船体抵抗の低減・推進システムの効率化・船体の軽量化・運航方法の改善)の開発が必要。

中期目標	中期計画	研究課題
○CO2 の排出低減技術の開発のための研究	○CO2 の排出低減技術の開発	①気象予測等の不確実性を取り入れた船舶の到着時間の最適化による環境負荷対応型航海支援システムの開発
		②船舶ライフサイクルでの CO2 排出削減に資する実海域性能評価システムの開発
		③船体の軽量化等に資する材料(複合材料・アルミウム合金等)の開発及び評価
		④その他 CO2 の排出低減技術の開発(外部資金個別研究)

課題名 ③船体の軽量化等に資する材料(複合材料・アルミニウム合金等)の開発及び評価
溶射被膜微細構造制御による新防食・防汚コーティングの開発

技術現状

- 各種材料の基礎技術を開発
- 船舶適用のための性能/作業性の向上が今後の課題

成果目標

- 新防食・防汚コーティングの開発
- ・ 防食特性の評価

研究経過

- 年度計画に従い、次を実施
- 防汚性・耐久性の高いフレーム溶射による皮膜(コーティング)の開発
- また、これに加え、次を実施
- 実験経過観察結果を元に、当初は予定していなかった下地溶射の上に溶射皮膜(トップコート)を形成させる方法を追加した。さらに、海中浸漬皮膜断面の電子顕微鏡を用いた腐食生成物の解析を行った。

研究成果

- 平成 18 年度に得られた溶射皮膜作製条件を用いて、銅基板上にアルミニウム-銅合金皮膜、アルミニウム-銅ブレンド皮膜、アルミニウム-亜鉛ブレンド皮膜を溶射し、これらを海中に浸漬して防食及び防汚効果を調べた(図 1)。当初は、皮膜/基材間の結合力が比較的低いと予想したアルミニウム-銅合金皮膜以外では、密着力向上のためのアルミニウム下地溶射を施さない予定であったが、腐食の進行に下地溶射が影響する可能性が見られたので、他の皮膜についても下地溶射の影響を調べた。さらに、電子顕微鏡を用いて海中浸漬皮膜の腐食生成物を分析した。
- 個別の研究成果
 - ・ 銅は単独では防汚効果があるが、40%以下の銅を含む皮膜には海中浸漬 4 ヶ月後に生物付着が見られ、また皮膜の膨れも生じた。60%及び 80%の銅を含む皮膜には生物付着は見られないが、防食性能に劣る。
 - ・ 亜鉛を含む皮膜は防食特性に優れ、また亜鉛含有量が 50%以上の時には生物付着は見られない(図 2)。海中浸漬実験後の皮膜表面には白色の腐食生成物が斑点状に生成するが、その量は浸漬時間が長くなっても大きくは変化しない。亜鉛含有量が増えると腐食生成物量は減少する。また、下地溶射を施さない方が腐食生成物は少ない。
 - ・ 銅含有皮膜及び亜鉛含有皮膜での腐食生成物の主成分はアルミニウムであり、その他に硫黄が多く含まれる。また、純亜鉛皮膜の腐食生成物には亜鉛の他に硫黄が含まれる。硫黄は海水に由来すると考えられる。
 - ・ 平成 20 年度の日本溶射協会全国大会で発表予定。



図 1．溶射皮膜を海中に浸漬した筏。筏から海中にロープで皮膜を吊り下げている。



(a)



(b)

図 2．海中に浸漬した(a)純亜鉛溶射皮膜及び(b)アルミニウム－50%亜鉛溶射皮膜。共に防食・防汚効果がある。(b)の皮膜周囲の黒い部分は海藻。

課題名 ⑤-1 船舶からの CO2 の排出低減技術の開発のための研究
研究期間 平成 18 年度～平成 20 年度

政策課題

- 京都議定書の発効を受け、温室効果ガスの削減は喫緊の課題(2008 年-2012 年の間に基準年比 6%削減)。運輸部門では、機器単体・物流システム全体での削減が求められているところ(京都議定書目標達成計画)。
- 一方、「ポスト京都議定書」(2013 年以降の更なる削減)の検討が開始(2005 年締約国会議)。また、IMO が、京都議定書の枠外である外航海運からの削減の検討も開始(2004 年 IMO 総会)。
- このため、温室効果ガスに係る将来の国内外の動向にも対応可能な船舶単体からの CO2 排出低減技術(船体抵抗の低減・推進システムの効率化・船体の軽量化・運航方法の改善)の開発が必要。

中期目標	中期計画	研究課題
OCO2 の排出低減技術の開発のための研究	OCO2 の排出低減技術の開発	① 気象予測等の不確実性を取り入れた船舶の到着時間の最適化による環境負荷対応型航海支援システムの開発
		② 船舶ライフサイクルでの CO2 排出削減に資する実海域性能評価システムの開発
		③ 船体の軽量化等に資する材料(複合材料・アルミニウム合金等)の開発及び評価
		④ その他 CO2 の排出低減技術の開発(外部資金個別研究)

研究課題 ③ 船体の軽量化等に資する材料(複合材料・アルミニウム合金等)の開発及び評価
 微細組織制御による推進システム用耐壊食・防汚皮膜に関する研究

技術現状

- 各種材料の基礎技術を開発
- 船舶適用のための性能/作業性の向上が今後の課題

成果目標

- 新防食・防汚コーティングの開発
- ・ プロペラ効率低下及び保守経済的負担の軽減技術の開発

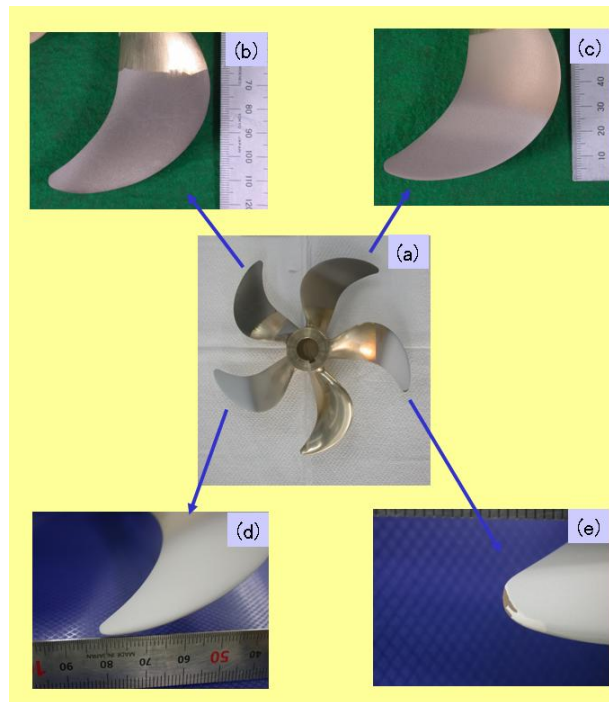
研究経過

- 年度計画に従い、次を実施
- 防汚性・耐久性の高いプラズマ溶射による皮膜(コーティング)の開発
- キャビテーションによる壊食・防汚メカニズムモデルの調査検討
- また、これに加え、次を実施
- 特性検証用模型プロペラによる耐壊食性試験により皮膜性能をより確かなものとした。

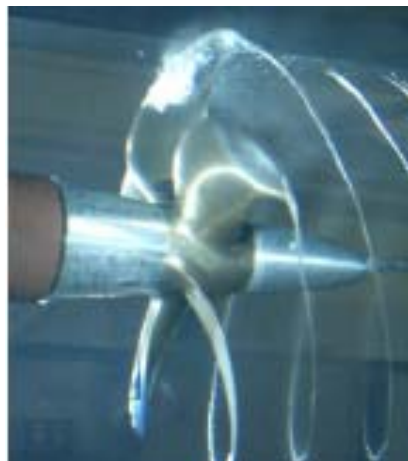
研究成果

- 皮膜の機能形成法を検討するとともに、これら表面改質皮膜の試験片レベルでの耐壊食・防汚皮膜特性を評価し、プロペラ用溶射皮膜の候補を選定した。さらに特性検証用模型プロペラによる耐壊食性試験により皮膜性能をより確かなものとした。
- 個別の研究成果
- ・ 超音波振動式試験装置により評価した試験片レベルでのコバルト系金属溶射皮膜は、VPS(真空プラズマ溶射)法によりアルミニウム青銅母材と比較して 5 倍以上良好な耐壊食特性が得られた。
- ・ さらに、キャビテーションタンクで、溶射した模型プロペラのキャビテーション壊食の迅速試験を実施し、翼面上にキャビテーション壊食を生じさせることができ、また溶射皮膜のキャビテーション壊食に対する有効性も確認できた。

参考図



4 翼に異なる溶射施工した模型プロペラ
(5 翼のうち 1 翼は無溶射)



キャビテーションタンクでキャビテーション
壊食の迅速試験を実施中の模型溶射プロ

課題名 ⑤-1 船舶からの CO2 の排出低減技術の開発のための研究
研究期間 平成 18 年度～平成 20 年度

政策課題

- ☐ 京都議定書の発効を受け、温室効果ガスの削減は喫緊の課題(2008 年-2012 年の間に基準年比 6%削減)。運輸部門では、機器単体・物流システム全体での削減が求められているところ(京都議定書目標達成計画)。
- ☐ 一方、「ポスト京都議定書」(2013 年以降の更なる削減)の検討が開始(2005 年締約国会議)。また、IMO が、京都議定書の枠外である外航海運からの削減の検討も開始(2004 年 IMO 総会)。
- ☐ このため、温室効果ガスに係る将来の国内外の動向にも対応可能な船舶単体からの CO2 排出低減技術(船体抵抗の低減・推進システムの効率化・船体の軽量化・運航方法の改善)の開発が必要。

中期目標	中期計画	研究課題
〇CO2 の排出低減技術の開発のための研究	〇CO2 の排出低減技術の開発	①気象予測等の不確実性を取り入れた船舶の到着時間の最適化による環境負荷対応型航海支援システムの開発
		②船舶ライフサイクルでの CO2 排出削減に資する実海域性能評価システムの開発
		③船体の軽量化等に資する材料(複合材料・アルミウム合金等)の開発及び評価
		④その他 CO2 の排出低減技術の開発(外部資金個別研究)

課題名 ④その他 CO2 の排出低減技術の開発(外部資金個別研究)
マイクロバブルを用いた船舶の省エネルギー技術の研究開発

技術現状

- ☐ 空気潤滑法による大幅な省エネ効果の検証例はいまだなく、本研究に於いて実施、
- ☐ 空気潤滑法による抵抗低減技術を開発。気泡による推進器の性能低下等が今後の課題。

成果目標

- ☐ マイクロバブル省エネルギー技術の開発
 - ・実船実験による、空気潤滑法による省エネデバイスとしての性能評価(燃費 10%減目標)

研究経過

- 年度計画に加え、次を実施
- ☐ 実船実験準備のための気泡発生装置、計測機器等の設計、製作、取り付け。
- ☐ 実船実験方案の策定と実船実験の実施、および結果の解析を実施。
- ☐ 実船実験方案の策定と実船実験の実施、および結果の気泡流シミュレーションの開発。

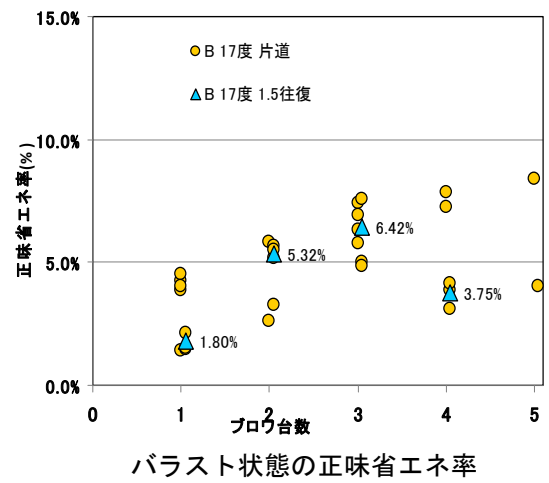
研究成果

- ☐ 実船実験による省エネ効果の検証
 - ・満載状態 2 航海、バラスト状態 3 航海で実船実験を行った。その結果、正味の省エネ率 5.3%を検証することができた。
 - ・バラスト状態に於いて、プロペラ推力で最大で 12%の減少が認められた。
- ☐ 気泡流シミュレーションの開発
 - ・実船実験と同じ条件で、実船周りの気泡流シミュレーションを行い、プロペラへの気泡流入の様子がシミュレーションできた。

参考図



実船実験に使用したセメント運搬船(東海運)



課題名	⑤-1 船舶からの CO2 の排出低減技術の開発のための研究
研究期間	平成 18 年度～平成 20 年度

政策課題

- ☐ 京都議定書の発効を受け、温室効果ガスの削減は喫緊の課題(2008 年-2012 年の間に基準年比 6%削減)。運輸部門では、機器単体・物流システム全体での削減が求められているところ(京都議定書目標達成計画)。
- ☐ 一方、「ポスト京都議定書」(2013 年以降の更なる削減)の検討が開始(2005 年締約国会議)。また、IMO が、京都議定書の枠外である外航海運からの削減の検討も開始(2004 年 IMO 総会)。
- ☐ このため、温室効果ガスに係る将来の国内外の動向にも対応可能な船舶単体からの CO2 排出低減技術(船体抵抗の低減・推進システムの効率化・船体の軽量化・運航方法の改善)の開発が必要。

中期目標	中期計画	研究課題
〇CO2 の排出低減技術の開発のための研究	〇CO2 の排出低減技術の開発	①気象予測等の不確実性を取り入れた船舶の到着時間の最適化による環境負荷対応型航海支援システムの開発
		②船舶ライフサイクルでの CO2 排出削減に資する実海域性能評価システムの開発
		③船体の軽量化等に資する材料(複合材料・アルミウム合金等)の開発及び評価
		④その他 CO2 の排出低減技術の開発(外部資金個別研究)

課題名	④その他 CO2 の排出低減技術の開発(外部資金個別研究) 内航船舶用排熱回収システム(スターリングエンジン)の開発
------------	---

技術現状

- ☐ 船用ディーゼルエンジンシステムの更なる高効率化を目指して、今までは大気に放出していた排ガスのエネルギーから有効な電気エネルギーを回収する。
- ☐ スターリングエンジンの基礎技術を開発。内航船に適したシステムの基本設計を実施(課題となる低温排熱対応等)

成果目標

- ☐ 内航船舶用排熱回収システム(スターリングエンジン)の開発・システムの開発と性能評価

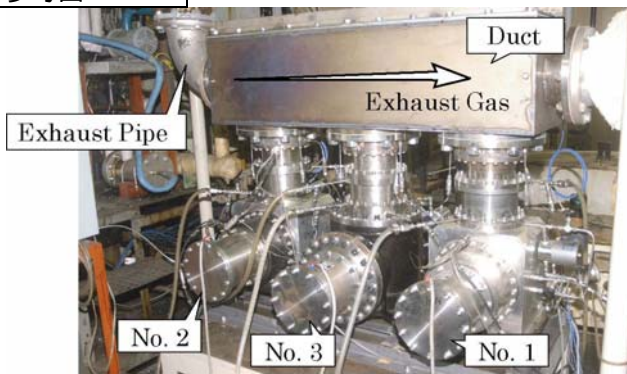
研究経過

- 年度計画に加え、次を実施
- ☐ 排熱回収システム並びにスターリングエンジンの開発
- ☐ 実海域における実証試験

研究成果

- ☐ 平成 17～18 年度に開発したスターリングエンジンの性能評価結果を踏まえて、スターリングエンジン(3 号機)を開発した。
- ☐ スターリングエンジンを多段に配置し、当研究所に設置されているディーゼルエンジンの排ガスにより性能評価試験を実施するとともに制御システムを開発した。
- ☐ 3 台のスターリングエンジンを船舶に搭載し、実海域における実証試験を実施した。

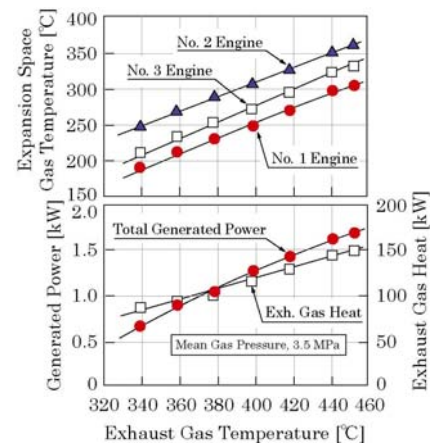
参考図



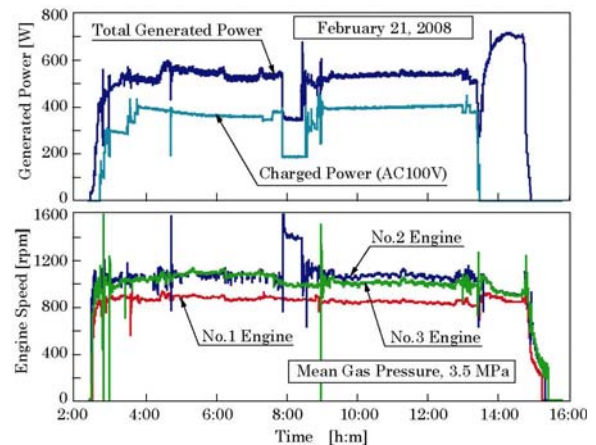
排熱利用スターリングエンジンの外観



船舶に搭載したスターリングエンジン



ディーゼル排ガスを用いた運転結果例



実海域実証試験における時系列データ例

課題名	⑤-1 船舶からの CO2 の排出低減技術の開発のための研究
研究期間	平成 18 年度～平成 20 年度

政策課題

- ☐ 京都議定書の発効を受け、温室効果ガスの削減は喫緊の課題(2008 年-2012 年の間に基準年比 6%削減)。運輸部門では、機器単体・物流システム全体での削減が求められているところ(京都議定書目標達成計画)。
- ☐ 一方、「ポスト京都議定書」(2013 年以降の更なる削減)の検討が開始(2005 年締約国会議)。また、IMO が、京都議定書の枠外である外航海運からの削減の検討も開始(2004 年 IMO 総会)。
- ☐ このため、温室効果ガスに係る将来の国内外の動向にも対応可能な船舶単体からの CO2 排出低減技術(船体抵抗の低減・推進システムの効率化・船体の軽量化・運航方法の改善)の開発が必要。

中期目標	中期計画	研究課題
○CO2 の排出低減技術の開発のための研究	○CO2 の排出低減技術の開発	①気象予測等の不確実性を取り入れた船舶の到着時間の最適化による環境負荷対応型航海支援システムの開発
		②船舶ライフサイクルでの CO2 排出削減に資する実海域性能評価システムの開発
		③船体の軽量化等に資する材料(複合材料・アルミウム合金等)の開発及び評価
		④その他 CO2 の排出低減技術の開発(外部資金個別研究)

課題名	④その他 CO2 の排出低減技術の開発(外部資金個別研究) 環境調和型高性能ハイブリッド熱交換器による高効率船用排熱回収システムの研究開発
------------	--

技術現状

- ☐ 大型船用排ガスエコノマイザーは実用に供されているものの、内航船舶用コンパクト排熱回収システムの実用化が課題

成果目標

- ☐ ハイブリッド熱交換器排熱回収システムの開発
- ・ハイブリッド熱交換器の開発と性能評価(排気ガス脱硫率 80%以上,燃費 8%減目標)

研究経過

- 年度計画に加え、次を実施
- ☐ 循環式流動層への船体動揺影響の検討
- ☐ 脱硫用粒子の評価・選定
- ☐ スート・ファイアに対応するための冷媒制御手法構築
- ☐ 高電場の印加によるスート付着防止方法の実験的検討
- ☐ システム解析およびシステム構築に向けた循環式流動層排熱回収システムの詳細設計

研究成果

- ☐ 船体動揺が循環流動層のライザー部ダウンフローに影響を与え、圧力損失・熱伝達性能を変化させることを確認
- ☐ 実排ガスに近い条件で、Ca(OH)₂ の脱硫性能が高いことを確認
- ☐ スート・ファイアによるバーンアウトの予兆を捉え、トラブルを未然に防ぐ冷媒制御方法を提案
- ☐ 電極の工夫により EHD 効果による流れの発生を確認し、スート付着防止法を提案
- ☐ 燃費 8%減のためのシステム要件を具体化し、循環流動層排熱回収システムの詳細設計を実施

参考図

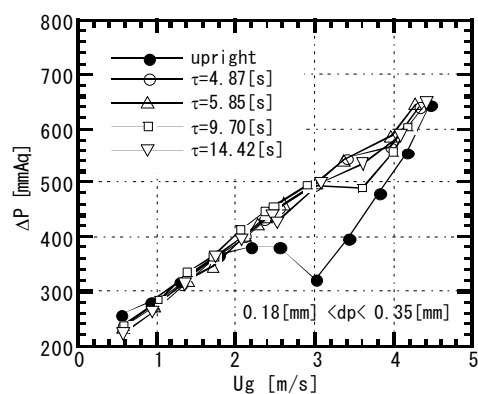
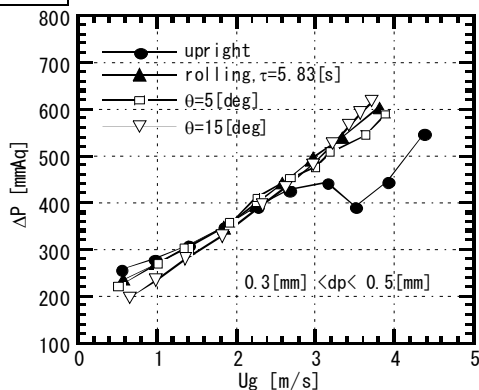


図1 横揺れ・定傾斜が全圧力損失に及ぼす影響 図2 横揺れ周期が全圧力損失に及ぼす影響

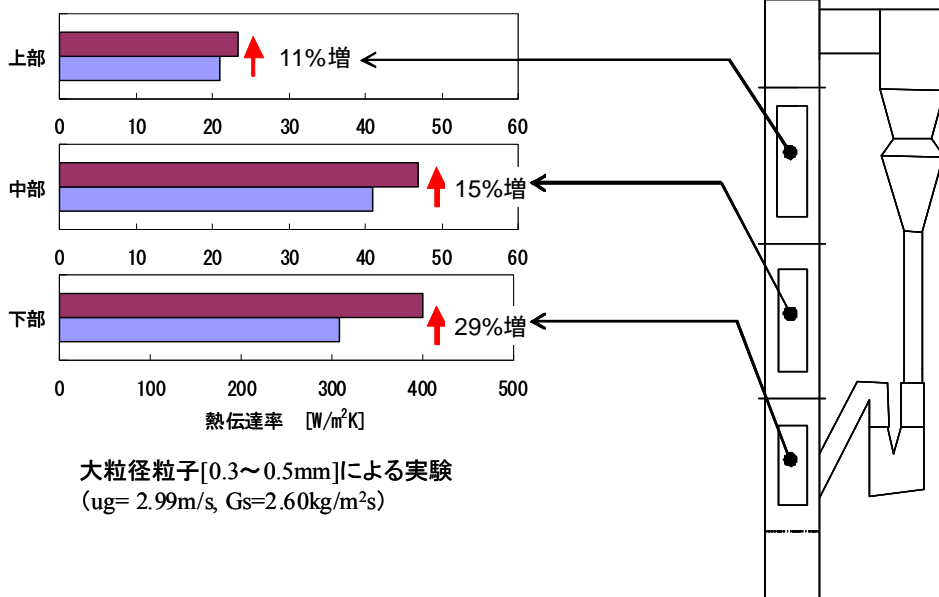


図3 船体動揺（横揺れ）による熱伝達率の変化

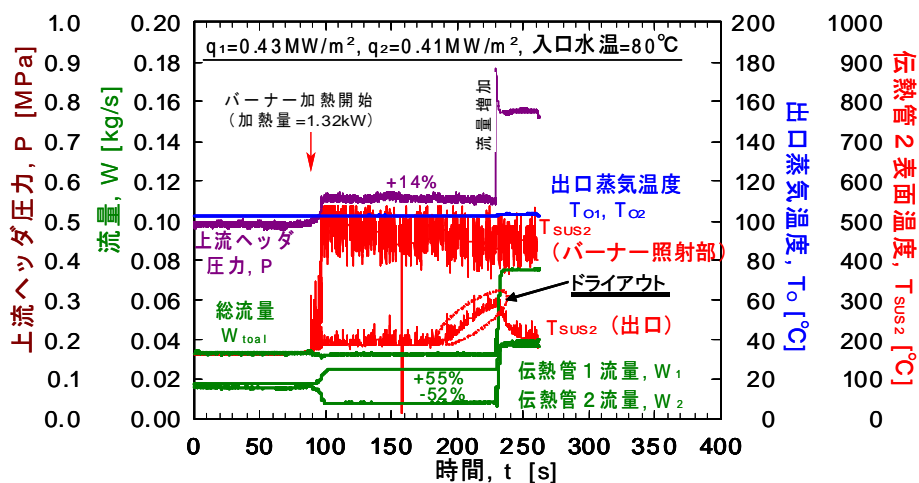


図4 ドライアウト発生近傍の圧力・温度・流量変化

(ドライアウト発生後に流量を増加させることで温度を低下させている)

課題名 ⑤-1 船舶からの CO2 の排出低減技術の開発のための研究
研究期間 平成 18 年度～平成 20 年度

政策課題

- 京都議定書の発効を受け、温室効果ガスの削減は喫緊の課題(2008 年-2012 年の間に基準年比 6%削減)。運輸部門では、機器単体・物流システム全体での削減が求められているところ(京都議定書目標達成計画)。
- 一方、「ポスト京都議定書」(2013 年以降の更なる削減)の検討が開始(2005 年締約国会議)。また、IMO が、京都議定書の枠外である外航海運からの削減の検討も開始(2004 年 IMO 総会)。
- このため、温室効果ガスに係る将来の国内外の動向にも対応可能な船舶単体からの CO2 排出低減技術(船体抵抗の低減・推進システムの効率化・船体の軽量化・運航方法の改善)の開発が必要。

中期目標	中期計画	研究課題
○CO2 の排出低減技術の開発のための研究	○CO2 の排出低減技術の開発	①気象予測等の不確実性を取り入れた船舶の到着時間の最適化による環境負荷対応型航海支援システムの開発
		②船舶ライフサイクルでの CO2 排出削減に資する実海域性能評価システムの開発
		③船体の軽量化等に資する材料(複合材料・アルミウム合金等)の開発及び評価
		④その他 CO2 の排出低減技術の開発(外部資金個別研究)

課題名 ④その他 CO2 の排出低減技術の開発(外部資金個別研究)
海水摩擦抵抗を低減する船舶用塗料の基礎技術の研究開発

技術現状

- 防汚塗料の海水摩擦抵抗は評価自体が困難で、摩擦抵抗低減技術も未熟
- トムズ効果として、ポリマー等による摩擦抵抗低減効果の存在は既知であるが、効果のメカニズムが不明

成果目標

- 摩擦抵抗低減塗料の開発
- ・ ポリマー効果による摩擦抵抗低減塗料の開発(摩擦抵抗 10 %低減目標)

研究経過

- 年度計画に加え、次を実施(東京理科大学、東京農工大学及び中国塗料(株)に一部再委託)
- ポリマー溶液による壁面近傍の速度場及び滲出ポリマーの摩擦力を高精度に測定する手法を検討
- 高精度な直接数値計算法(DNS: Direct Numerical Simulation)により固体表面近傍のミクロな現象を解明するための手法を検討
- 天然物等に多く存在する水溶性高分子ポリマーの内、摩擦抵抗低減効果が高く、かつ塗料化に適合するポリマー種の候補を選定
- ポリマーが摩擦抵抗低減効果を発現する状態を把握するための、溶液中のポリマーの分子量、分子サイズ、濃度分布等の測定方法を検討
- 簡易的にポリマー効果を評価するために影響因子(濃度・速度)の分析法を検討
- 摩擦抵抗低減効果を評価するのに必要な高精度な抵抗計測手法を検討

研究成果

- ポリマー溶液による摩擦力を高精度に測定する手法を構築し、摩擦抵抗低減効果が安定的に(再現性よく)10 %以上得られるポリマーを特定
- ポリマー塗料を模擬する壁面からポリマーを滲出し、摩擦力を計測できる装置を開発
- DNS により固体表面近傍のミクロな現象を解明するため計算コードを開発
- 摩擦抵抗低減効果が高いポリマー種の候補を 34 種類選定
- ポリマーが摩擦抵抗低減効果を発現する状態を把握するため、溶液中のポリマーの分子量、分子サイズ、形態等の測定方法を確立
- 1パス装置により簡易的にポリマー効果を評価し、目標を達成できるポリマーを特定
- 船体塗装時の摩擦抵抗低減効果を評価するのに必要な高精度摩擦抵抗計測装置を製作

参考図



図1 摩擦力を高精度に測定可能な二重円筒試験装置

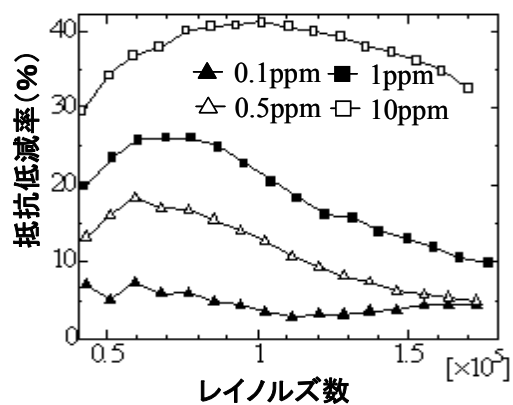


図2 ポリマー溶液濃度の違いによる摩擦抵抗低減効果を二重円筒試験で計測した結果

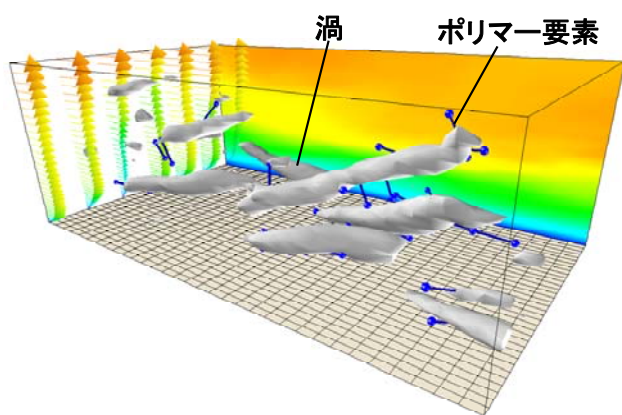


図3 DNSの計算結果の可視化

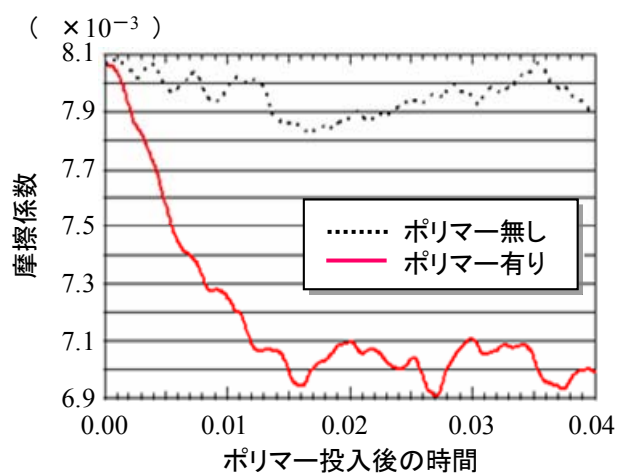


図4 DNSによる摩擦係数の時間変化

課題名	⑤-2 国際的な課題となっている外航海運の GHG の排出量算定手法の構築のための研究
研究期間	平成 18 年度～平成 21 年度

政策課題

- ☐ 京都議定書の成立を踏まえ、IMO が、議定書の枠外である外航海運からの温室効果ガス(GHG)削減の検討を開始した(2004 年 IMO 総会決議 A.963(23)「IMO における GHG の船舶からの排出に関する取り組み」)。
- ☐ GHG 排出規制達成のためのメカニズムの開発として、GHG 排出ベースライン、GHG インデックス(新造船設計基準時のインデックス及び現存船運航時のインデックス)による船舶 GHG 効率の算定方法等が、IMO・ISO で検討されている(欧州との協力で我が国が原案を作成中)。
- ☐ このため、これら GHG 排出規制の核となる新造船設計基準時の GHG インデックス(排出量指標算定法)の及び現存船運航時の GHG インデックスの開発が必要である。
- ☐ また、ISO14000 の環境適合認証を受けた海運・荷主業界は、企業活動で生ずる GHG 排出量の報告が必要であり、このような国際的な GHG 排出の指標の ISO における構築が求められている。
- ☐ さらに IMO は、外航海運からの GHG 排出低減方法を策定するよう国連気候変動枠組条約及び京都議定書によって求められており、そのために IMO は 2007 年度から、2000 年に作成した IMO の GHG に関する報告書の改定作業を開始するとともに、外航海運からの GHG 排出低減方法の検討を開始した。

中期目標	中期計画	研究課題
○国際的な課題となっている外航海運の GHG の排出量算定手法の構築のための研究	○外航海運からの GHG 排出量算定手法の構築	①外航海運からの GHG 排出指標(index)算定手法(新造船設計基準時のインデックス及び現存船運航時のインデックス)の構築等(外航海運からの GHG 排出低減方法案の策定)

研究課題	①外航海運からの GHG 排出指標(index)算定手法(新造船設計基準時のインデックス及び現存船運航時のインデックス)の構築等(外航海運からの GHG 排出低減方法案の策定)
------	--

技術現状

- ☐ IMO/MEPC は運航されている現存船舶からの CO2 排出量算定のための暫定指針を作成した(MEPC/Circ.471)が、バラスト航海の取り扱い、コンテナ及び車両貨物の算定方法、港内待ち及び修繕・検査期間の取り扱い等、未解決部分が多い。
- ☐ 新造船の設計時に、その船舶が運航後に実海域で排出する GHG を予測する手法が存在しない。
- ☐ 船舶からの GHG 排出のベースライン設定に資する排出量指標(インデックス)が存在しない。
- ☐ 船舶からの GHG 排出制限方法(船舶の運航方法の調整・変更によるもの)及び排出権取引方法に関する指標がない。

成果目標

- (1) 新造船の設計時に、その船舶が運航後に実海域で排出する GHG を予測する新造船 GHG 排出算定設計基準の作成
- (2) 現存船の運航時の GHG 排出算定基準(IMO/MEPC.Circ471)の改善
- (3) (1)及び(2)に関する IMO 及び ISO の国際基準原案の作成
- (4) 外航海運からの GHG 排出ベースラインの策定方法案の作成
- (5) 船舶からの GHG 排出制限方法(船舶の運航方法の調整・変更によるもの)及び排出権取引方法の検討と提言の策定

研究経過

- 年度計画に従い、次を実施
- ☐ CO2 排出のベースラインの設定方法の構築
- ☐ 国際標準規格原案の作成

研究成果

- (1) 新造船 GHG 排出算定設計基準の作成
実海域における船舶の運航性能を考慮した新造船 GHG 排出算定設計基準の作成案を作成し、諸データに基づいてパラメータを求める手法を検討した(継続研究中)。成果は、IMO 海洋環境保護委員会第 57 回会議(2008 年 3-4 月)に報告するとともに、2008 年 6 月の GHG に関する MEPC 作業部会中間会議へ提出した(図 1)。
- (2) 現存船の運航時の GHG 排出算定基準(IMO/MEPC.Circ471)の改善
IMO の大気汚染専門家プロジェクトに参加して国際海運からの GHG 排出の 2007 年における現状及び

2020 年の予測を算定して MEPC57 へ報告するとともに（表 1）、現存船からの CO2 排出データを収集し IMO へ提出した（IMO/GISIS Date-based）。

- (3) ISO/TC8/SC2（海洋環境保護）のサイプラス会議（2007 年 6 月）及び国際海運からの GHG 排出提言に関する「コペンハーゲン会議（2008 年 2 月）において、外航海運からの GHG 排出算定方法に関する IMO 及び ISO 基準策定の提言を行った（図 2）。
- (4) 2000 年に IMO が作成した IMO の GHG に関する報告書の改定作業に関しては、海上技術安全研究所は国際共同コンソーシアムの一員として参加し、主導的に作業を実施中である。
- (5) 外航海運からの GHG 排出ベースラインの策定方法案の作成及び船舶からの GHG 排出制限方法（船舶の運航方法の調整・変更によるもの）及び排出権取引方法の検討と提言の策定に関しては、以上の成果を踏まえ、2008 年度以降に作業を実施する。



CO2 Emission Index- Japanese Proposal -

- Japan submitted a proposal in related to “CO₂ Emission ” to MEPC57 (MEPC57/4/11&12).
- “CO₂ Emission Index” is determined by ship design and applied to new ships.

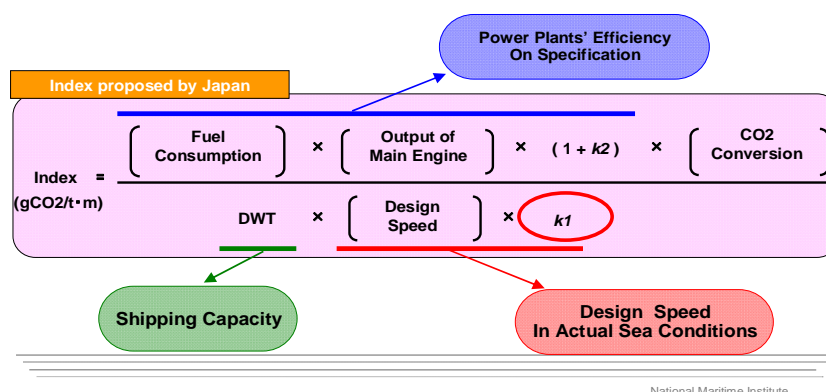


図 1 新造船 GHG 排出算定設計基準案

表 1 2020 年における外航海運からの CO2 排出予測（MEPC57/4）

	2020 baseline	2020 total switch of HFO to marine distillate fuel	2020 Fuel switch from HFO to marine distillate fuel in coastal sea areas + SECA
Total fuel consumption by ships	486 Mt	467 Mt	474 Mt
HFO consumption by ships	382 Mt	0 Mt	137 Mt
Marine distillate fuel consumption by ships	104 Mt	467 Mt	337 Mt
CO ₂ emission from ships	1475 Mt	1442 Mt	1453 Mt
CO ₂ emission by acidic balance of sea water*	30 Mt	6 Mt	15 Mt
Reduction from the baseline	---	58 Mt	37 Mt

IMO and ISO



GHG emission from ships

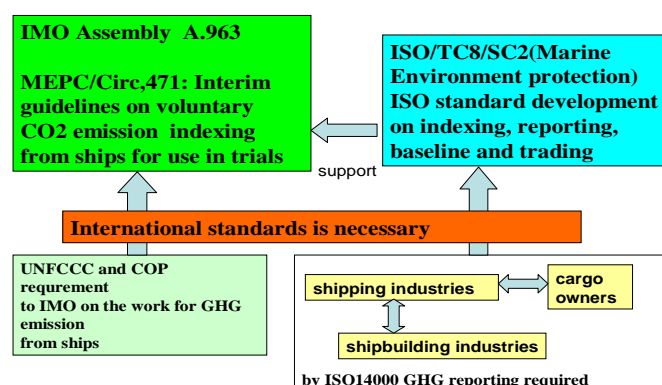


図 2 外航海運からの GHG 排出算定方法に関する IMO 及び ISO 基準策定の提言

課題名 ⑥ 船舶からの油及び有害液体物質の排出・流出による海洋汚染の防止に資する研究
研究期間 平成 18 年度～平成 20 年度

政策課題

- 昨今の油流出事故の発生を踏まえ、対策技術の更なる高度化が求められる一方、有害物質の流出事故対策を目的とする国際条約(OPRC 条約 HNS 議定書)の発効(2006 年)を踏まえ、対策技術の確立が求められている。
- また、沈船に積載される油等の海域への流出についても、潜在的な危険性として認識されつつある。
- 特に、流出事故については、事前の対応(危険性の把握・排除のための評価)・事故時の初動対応(監視計測・防除)が重要であり、これら社会動向の変化に的確に対応した既存の技術の改善が求められている。
- このため、荒天時にも油及び有害液体物質の種類と流出量を推定する計測技術の開発のための研究並びに沈船からの油の流出を含む流出した油及び有害液体物質の環境影響評価手法の構築が必要。

中期目標	中期計画	研究課題
○ 船舶からの油及び有害液体物質の排出・流出による海洋汚染の防止に資する研究	○ 荒天時にも油及び有害液体物質の種類と流出量を推定する計測技術の開発	① 荒天時にも油及び有害液体物質の種類と流出量を推定する計測技術の開発
	○ 沈船からの油の流出を含む流出した油及び有害液体物質の環境影響評価手法の構築	② 防除作業支援に資する流出・防除による環境影響評価手法の構築
		③ 沈船からの流出による環境影響評価手法の構築

研究課題 ① 荒天時にも油及び有害液体物質の種類と流出量を推定する計測技術の開発

技術現状

- 観測技術の基礎は確立(蛍光ライダー)
- 但し、船舶事故時の実海域観測の技術的課題が存在
 - ・ 流出量 : 推定法が確立していない
 - ・ 対象物質 : データベースが代表的な油種に限定

成果目標

- 実海域観測技術の確立
 - ・ 流出量、油種の推定法の提案
- 対象物質の多様化
 - ・ 石油/化学物質のデータベースの充実

研究経過

- 年度計画に従い、次を実施
- 荒天下時にも流出油計測監視が可能なシステムの開発
- また、これに加え、次を実施
- 流出油観測のための観測飛行航路誘導プログラムを飛行観測実験で検証
- 流出油有無判定プログラム及び油識別プログラムを飛行観測実験で検証
- 油の種類と厚みの推定法の検討と検証

研究成果

- 飛行観測実験により、システム及び開発プログラムを検証した。19 年度は地環費で実施した。
- 個別の研究成果
 - ・ 誘導プログラム及び油判別プログラムを飛行観測実験で検証し、短時間で汚染マップを作成できることを確認した。
 - ・ 油の種類と厚みの推定法を提案し、飛行観測実験データにより検証し、推定法の妥当性を確認した。

参考図

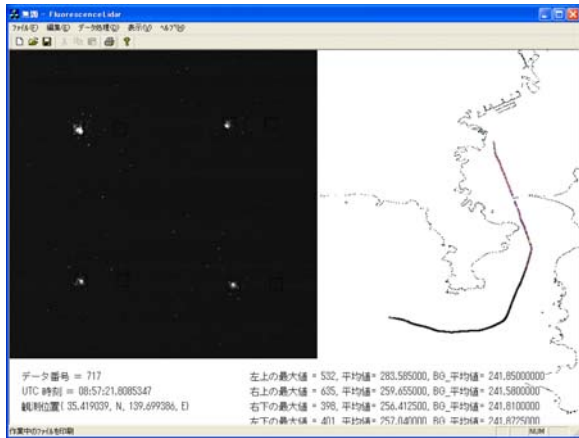


図1 汚染マップ表示画像

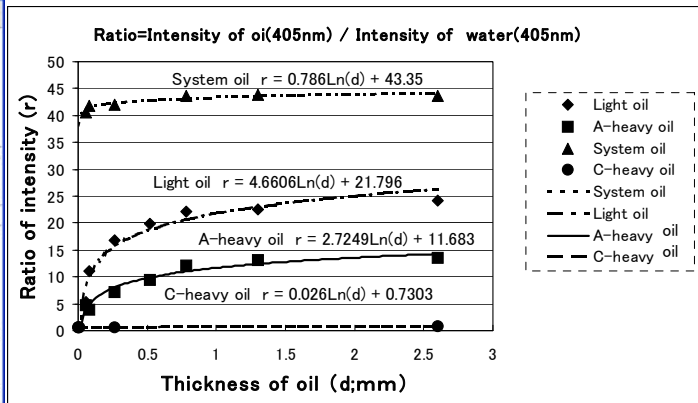


図2 油種及び厚みの推定法の概要

課題名 ⑥ 船舶からの油及び有害液体物質の排出・流出による海洋汚染の防止に資する研究
研究期間 平成 18 年度～平成 20 年度

政策課題

- 昨今の油流出事故の発生を踏まえ、対策技術の更なる高度化が求められる一方、有害物質の流出事故対策を目的とする国際条約(OPRC 条約 HNS 議定書)の発効(2006 年)を踏まえ、対策技術の確立が求められている。
- また、沈船に積載される油等の海域への流出についても、潜在的な危険性として認識されつつある。
- 特に、流出事故については、事前の対応(危険性の把握・排除のための評価)・事故時の初動対応(監視計測・防除)が重要であり、これら社会動向の変化に的確に対応した既存の技術の改善が求められている。
- このため、荒天時にも油及び有害液体物質の種類と流出量を推定する計測技術の開発のための研究並びに沈船からの油の流出を含む流出した油及び有害液体物質の環境影響評価手法の構築が必要。

中期目標	中期計画	研究課題
○ 船舶からの油及び有害液体物質の排出・流出による海洋汚染の防止に資する研究	○ 荒天時にも油及び有害液体物質の種類と流出量を推定する計測技術の開発	① 荒天時にも油及び有害液体物質の種類と流出量を推定する計測技術の開発
	○ 沈船からの油の流出を含む流出した油及び有害液体物質の環境影響評価手法の構築	② 防除作業支援に資する流出・防除による環境影響評価手法の構築
		③ 沈船からの流出による環境影響評価手法の構築

研究課題 ② 防除作業支援に資する流出・防除による環境影響評価手法の構築
 ③ 沈船からの流出による環境影響評価手法の構築

技術現状

- ② 防除作業支援に資する流出・防除による環境影響評価手法の構築
 - 油処理剤の早期散布の判断に資する科学的データ(環境影響の程度等)が存在せず
 - 特に、油処理剤・油の混合物の毒性が新たな危険性として認識(油分濃度と毒性の時間変化が異なる)
- ③ 沈船からの流出による環境影響評価手法の構築
 - 沈船からの流出が新たな危険性として認識
 - 具体的な対策技術は全くの未確立(流出/被害可能性を予測する科学的データが不足)

成果目標

- ② 防除作業支援に資する流出・防除による環境影響評価手法の構築
 - 油処理剤混合物の環境影響評価手法の構築
 - ・ 環境への影響を経済性及び生態系回復度で評価
 - 油処理剤散布の判断を支援するツールの開発
 - ・ 評価手法を応用した汚染地域シミュレーションツールの開発
- ③ 沈船からの流出による環境影響評価手法の構築
 - 沈船処理に資する沈船危険度評価手法の確立
 - ・ 腐食や船体崩壊による沈船危険度評価法の構築
 - ・ 沈船の残存油量推定法の開発
 - ・ 沈船ハザードマップ(日本近海)の作成

研究経過

- ② 防除作業支援に資する流出・防除による環境影響評価手法の構築
 - 年度計画に従い、次を実施
 - 水産資源への被害予測手法の調査検討
 - 3 次元流出油挙動予測モデルの開発
 - 油・処理剤混合挙動のモデルの調査検討
 - 防除作業支援ツールの開発のための水産資源への被害予測モデルの調査検討 等
 - また、これに加え、次を実施
 - WAF 内の PAHs 濃度を測定した。
 - ジャワメダカ稚魚と植物プランクトン(スケルトネマ、キートセロスの 2 種)による A 重油、油処理剤、A 重油との混合物に対する毒性試験を行った。(鹿児島大学)
 - 比較的低次の生態系を表現する生態系モデルと流れによる移流・拡散を表す流動モデルを同時に計算する油影響モデルを組み入れた流動・低次生態系モデルを開発している。(大阪府立大学)
 - 鹿児島大学、大阪府立大学とは共同研究を実施しており、この研究成果を当所の開発する漁業被害予測ツールに組み入れた。

③沈船からの流出による環境影響評価手法の構築

年度計画に従い、次を実施

□日本近海の沈船データベースの構築

□腐食による船体崩壊予測法の構築 等

また、これに加え、次を実施

□就航期間中の鋼材の腐食衰耗率についての調査結果をもとに、最大衰耗量を推定した。

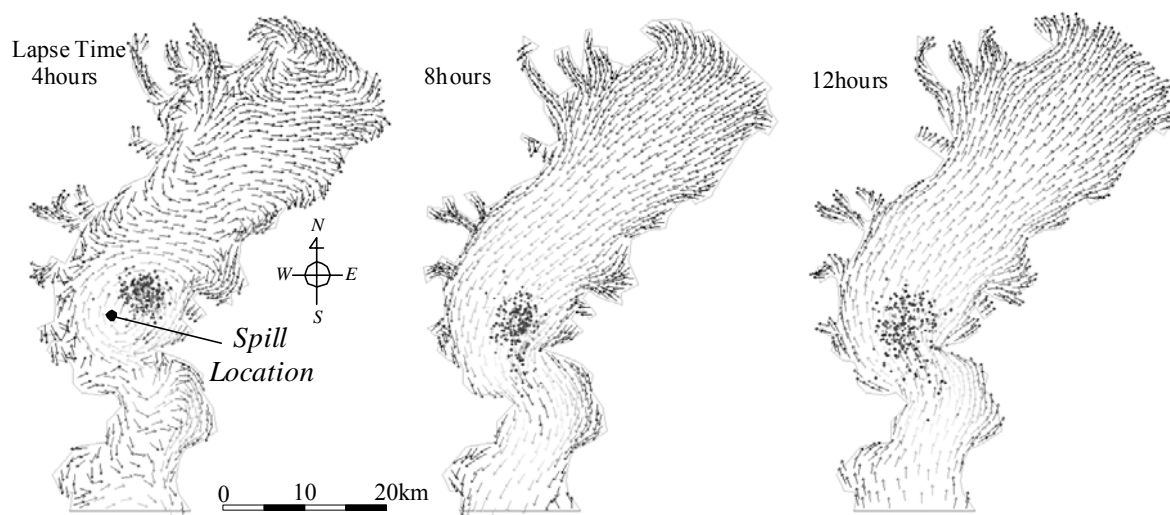
□座礁船体の上甲板、船側外板及び船底外板から採取した切り出し切片の腐食衰耗材について、腐食形態、板厚衰耗、腐食ピットなどを調査した。

研究成果

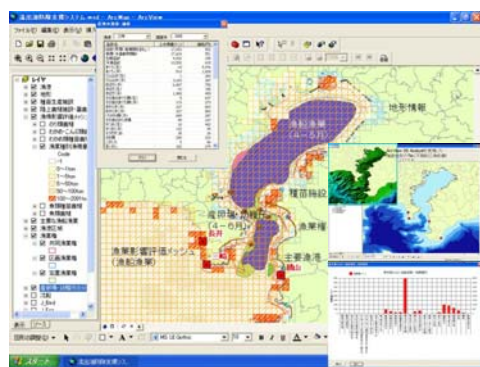
□個別の研究成果

- ・油流出防除手法のひとつである油処理剤の影響を漁業被害の観点から評価するツールとして、油防除支援ツールを開発した。本ツールは流出油及び油処理剤の3次元挙動解析から海洋生物の毒性影響評価と漁場環境回復評価に基づく漁業被害予測モデルをGIS上で統合したものである。今年度は東京湾を対象とし、次年度は大阪湾、伊勢湾を対象としたツールを開発する予定である。
- ・有害化学物質を含んだ海上における流出油の拡散・漂流シミュレーション計算とともに、大気拡散シミュレーション計算も可能なツールを東京湾を対象として開発中である。本成果は、海上保安庁海洋情報部によって運用評価される予定である。

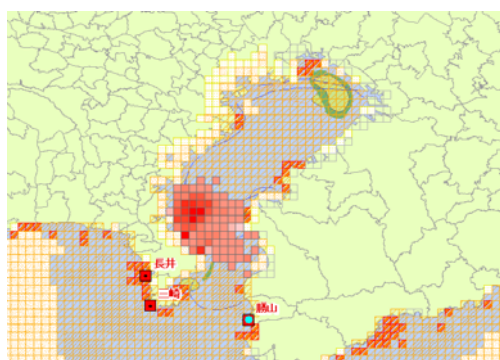
参考図



東京湾における流出油と潮汐のシミュレーション計算



東京湾における漁業データベースの表示



油分濃度の分布（東京湾における油流出シミュレーション）

課題名	⑦-1 排出ガスの規制強化の検討に必要な計測技術の開発及び環境影響評価手法の構築のための研究
研究期間	平成 18 年度～平成 22 年度

政策課題

- ☐ 大気汚染に係る国際条約(MARPOL 附属書VI)の発効に伴い、NOx 規制が開始(2005 年)。更なる規制の強化のため、2010 年までに NOx 規制値の見直しを行うことが国際的に合意(現在検討中)。
- ☐ 強化される規制の実効性確保には、正確な NOx 計測が重要。但し、船上計測については、現行の計測手法(国際ガイドラインに規定)は、測定誤差が大きく、また、計測に多大な時間・労力を要するところ。
- ☐ このため、精度が高く、かつ、容易に計測が可能な実用的な船上での NOx 計測技術の開発が必要。
- ☐ また、環境対策の要請を踏まえ、NOx 規制の見直しの中で PM 対策を検討することが国際的に合意(2005/7:IMO MEPC 53)。但し、船舶 PM の特性(二次生成物等)から、排出実態が解明されていない状況。
- ☐ このため、船舶 PM を特定する計測技術の開発及び(計測により特定された)PM による被害を把握する環境影響評価手法の構築が必要。
- ☐ 国際条約により、新エンジン、既存エンジンの NOx の大幅な削減が規則化される見込みであり、これに対応した技術開発が必要とされる。一方、NOx 削減と通常トレードオフ関係にある CO₂ に関しても削減が求められており、燃費悪化させずに NOx を大幅に低減させることが不可欠。

中期目標	中期計画	研究課題
○排出ガスの規制強化の検討に必要な計測技術の開発及び環境影響評価手法の構築のための研究	○NOx の計測技術の開発	①NOx の計測技術の開発
	○PM を特定する計測技術の開発	②PM を特定する計測技術の開発
	○PM の環境影響評価手法の構築	③PM の環境影響評価手法の構築
	※上記すべてに係る事項	④環境エンジンの排出ガス低減技術の開発

- #### 研究課題
- ①NOx の計測技術の開発
 - ②PM を特定する計測技術の開発
 - ③PM の環境影響評価手法の構築
 - ④環境エンジンの排出ガス低減技術の開発

技術現状

- ①NOx の計測技術の開発
 - ☐ 現行の船上モニタリング計測は、精度誤差と多大な労力(計測時間)を要することが課題
 - ☐ 実船実験での検証により、これら課題を解決する新たな計測手法(NOx13 法)を考案
 - ☐ 3 次規制対応の計測技術(陸上/船上)が課題
- ②PM を特定する計測技術の開発
 - ☐ 陸上の PM 発生源に対する対策、規制が進み、船舶起源の PM の影響が相対的に増し、問題として浮上
 - ☐ 船舶の分野では、その排ガス性状(高濃度のサルフェート)に対応した PM 計測法が未確立で、排出実態の把握が不十分
 - ☐ 高硫黄分燃料を使う船舶の排ガス中の PM 計測に適応可能な計測手法の確立が課題
- ③PM の環境影響評価手法の構築
 - ☐ PM 影響範囲の特定が未解明の状態
- ④環境エンジンの排出ガス低減技術の開発
 - ☐ 海洋汚染防止条約附属書VI(NOx/SOx)の規制強化が、IMO で開始される見込み。
 - ☐ これを受け、我が国でも本格的な環境規制の強化を前に、規制をリードする環境負荷低減技術を確立し、国際競争力の強化が必要。

成果目標

- ①NOx の計測技術の開発
 - ☐ 実用的な船上モニタリング計測手法の開発
 - ・ NOx13 法による実用的な船上計測手法の開発(IMO 国際ガイドラインに手法を追加)
 - ☐ 3 次規制対応の実用的な排ガス計測法の開発
 - ・ SCR (Selective Catalytic Reduction)等の後処理装置にも対応した計測法の開発
- ②PM を特定する計測技術の開発
 - ☐ PM を特定する計測技術の開発
 - ・ PM 排出特性の解明(PM 及びその成分排出率、粒径分布及びそれらに対する運転条件、燃料性状の影響)
 - ・ 簡易手法を含む PM を特定する計測手法の開発(IPM 計測ガイドライン案への取り纏め)
- ③PM の環境影響評価手法の構築
 - ☐ PM の環境影響評価手法の構築
- ④環境エンジンの排出ガス低減技術の開発

- 新造船対策として実用化に向けた技術の確立
 - ・SCR(選択接触還元)触媒等の舶用化に向けた調査研究。
- 現存船エンジンの NO_x 排出低減技術の確立
 - ・燃料噴射系(噴射弁、噴射ポンプ等)良による燃焼改善

研究経過

- ①NO_x の計測技術の開発
 - 年度計画に従い、次を実施
 - NO_x 低減技術に対応した新計測手法の構築のための調査検討
 - また、これに加え、を実施
 - NO_x 規制値を陸岸からの距離で設定する地理的規制の効果の評価
- ②PM を特定する計測技術の開発
 - 年度計画に従い、次を実施
 - 実験機関排ガスに PM に係る既存の計測手法を適用し、PM 捕集特性を比較検討
 - 船舶用 4 ストローク中速機関の PM 排出特性を把握(PM 及びその成分排出率、粒径分布等)
- ③PM の環境影響評価手法の構築
 - 年度計画に従い、次を実施
 - PM 二次生成モデルの開発のための調査検討（排ガス排出量調査と拡散シミュレーション）
- ④環境エンジンの排出ガス低減技術の開発
 - 年度計画に加え、次を実施
 - 後処理装置の舶用化に向けた調査及び研究
 - 燃焼噴射系等改良による NO_x 低減技術の調査及び研究
 - 排出ガス計測手法及び機関室内の省エネルギー・省スペース化に関する研究

研究成果

- ジルコニアセンサによる NO_x の船上計測は ISO に採択されたことにより研究完了。PM を特定する計測技術の開発にかかわって、運転条件・燃料性状を広範囲に変え、実験機関を用いて PM 排出率、粒径分布等の多数の項目について計測を実施。また排気脈動の計測への影響を確認。排出量解析とその GIS マップ表示システム構築及び東京湾を対象とした PM 拡散解析を実施。マイクロリアクタ及び実エンジンにより脱硝触媒（SCR）性能評価を実施。燃焼制御、省スペース等についても検討。
- 個別の研究成果
 - ①NO_x の計測技術の開発
 - ・ジルコニアセンサによる NO_x 計測の問題点を整理。ジルコニアセンサによる NO_x 計測は ISO 8178-2 の改訂に採択。
 - ・陸岸近傍のみの規制強化が陸域における NO_x 環境濃度低減に効果があることを示し、IMO に文書提出。
 - ②PM を特定する計測技術の開発
 - ・機関運転条件（負荷特性、負荷率；参考図）、燃料性状（燃料中硫黄分）が PM 排出率、粒径分布に及ぼす影響を把握
 - ・排気脈動が希釈トンネルの機能に及ぼす影響を確認（希釈空気の排気管への逆流）
 - ③PM の環境影響評価手法の構築
 - ・内航及び外航船舶の航路データ作成と輸送量に基づく排出量解析、結果の GIS マップ表示システム構築
 - ・PM 拡散シミュレーションの解析支援システム作成、東京湾を対象とした PM 拡散解析を実施
 - ④環境エンジンの排出ガス低減技術の開発
 - ・触媒性能評価装置（マイクロリアクタ）による試験及びエンジン排ガスによる試作触媒の脱硝性能計測
 - ・噴射タイミングの遅延（リタード）技術を適用した場合の NO_x 低減効果と燃費の関連性を分析
 - ・熱バランス、電気エネルギーの使用状況等から船舶の省エネルギー・省スペース化の可能性を分析。内航船舶の熱バランスの簡易測定実施。

参考図

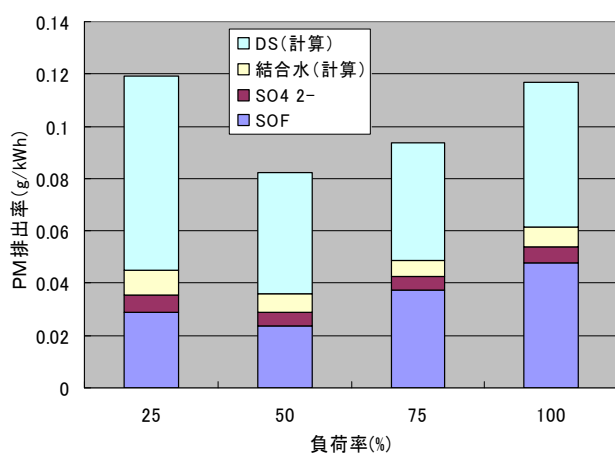


図 船用 4 ストローク中速機関の PM 排出特性
(船用特性、低硫黄 A 重油)
DS: スス・灰分、SO4 2-: 硫酸イオン、
SOF: 有機溶媒可溶成分



図 触媒評価のためのマイクロリアクタ装置

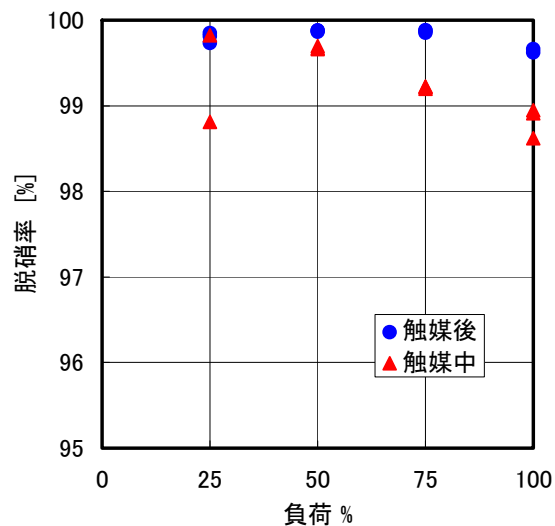


図 船用 4 ストローク機関による SCR 脱硝試験
(尿素噴霧量: 当量比 1 の場合。高い脱硝率が計測された)

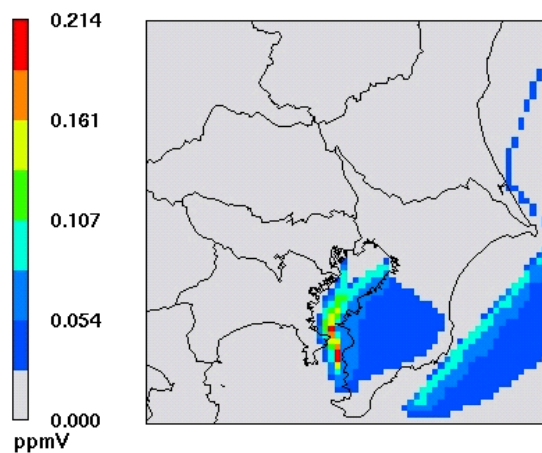


図 東京湾周辺での船舶から排出された
大気汚染物質の拡散状況

課題名 ⑦-2 船舶塗装からの揮発性有機溶剤の排出低減技術の開発のための研究
研究期間 平成 18 年度～平成 20 年度

政策課題

- ☐ VOC 排出の政府目標が決定(2005 年中央環境審議会答申)。法規制と自主的取り組みのベストミックスにより、2010 年までに 3 割削減(規制 1 割+自主的取り組み 2 割)。
- ☐ しかしながら、屋内塗装と異なり、屋外塗装(排出量の約 3 割)の VOC 排出削減は、技術的に困難(飛散 VOC の回収が困難)。特に、船舶分野は、殆どが屋外塗装であり、中小事業者の屋内塗装化(家屋化)は、実体上困難。
- ☐ また、船舶塗装の使用実態(5-3 年の塗装間隔、船底防汚等)にも即した性能と経済性の確保も不可欠。
- ☐ このため、政府目標値をクリアし、船舶の特殊性を踏まえた合理的な VOC 排出削減技術(VOC を半減する塗装及び塗装技術)の開発が必要。

中期目標	中期計画	研究課題
○船舶塗装からの揮発性有機溶剤の排出低減技術の開発のための研究	○船舶塗装からの VOC 排出量を半減する船舶用塗料の開発	①船舶用低 VOC 塗料の開発
	○船舶塗装からの VOC 排出量を半減する塗装技術の開発	②低 VOC 排出塗装技術の開発

研究課題 ①船舶用低 VOC 塗料の開発
 ②低 VOC 排出塗装技術の開発

技術現状

- ①船舶用低 VOC 塗料の開発
 - ☐ プロトタイプ塗料を試作(VOC1/8・性能 30 ヶ月)
 - ☐ 塗料使用実態(ドック間隔)に即した更なる性能高度化と低廉化が必要
 - ☐ 塗料と塗装のマッチングに課題有り(性能向上のため高粘度にした場合、作業性に影響)
- ②低 VOC 排出塗装技術の開発
 - ☐ 塗装技術での VOC 対策技術は未開発

成果目標

- ①船舶用低 VOC 塗料の開発
 - ☐ VOC1/3 の防食塗料の耐久性向上・性能 60 ヶ月の船底塗料の開発(自主目標は同性能で VOC70%減)
 - ☐ VOC50%減とするための塗装システムの開発
 - ・作業性を考慮した低 VOC 塗料の改質
- ②低 VOC 排出塗装技術の開発
 - ☐ 低 VOC 排出塗装技術の開発
 - ・高粘性塗料対応塗装機及び逸散の少ない塗装ノズル、VOC 回収エアカーテン等
 - ☐ 高度塗装システムの開発
 - ・工数管理ソフト、塗装ツールの開発
 - ・評価手法の構築(劣化対象の評価)
 - ・低環境負荷型防食手法の開発(塗料、塗装技術)

研究経過

- ①船舶用低 VOC 塗料の開発
 - 年度計画に従い、次を実施
 - ☐ 開発した低 VOC 塗料の耐久性評価試験及び長期性能評価試験
 - ☐ 当該低 VOC 塗料の低廉化のための試作塗料の性能評価
 - ☐ 基礎樹脂の改良及び塗料化
 - また、これに加え、次を実施
 - ☐ 実船に塗布した低 VOC 防食及び防汚塗料の追跡調査
- ②低 VOC 排出塗装技術の開発
 - 年度計画に従い、次を実施
 - ☐ 屋外塗装時における VOC 飛散低減屋外塗装システムの開発
 - また、これに加え、次を実施
 - ☐ SI(Self Indication)塗料による塗料使用量低減効果の評価

研究成果

- ☐ 個別の研究成果
- ①船舶用低 VOC 塗料の開発
 - ・VOC 量 50g/L 以下の防食塗料を鉱石運搬船のバラストタンクに塗布し、1 年後に調査したところ、従来のタールエポキシ塗料では、エッジ部等に点錆が出ていたが、試験塗料は良好であった。低 VOC 化により粘

性が増大したことが、エッジ部等の膜厚確保に有利であったと考えられる。

- ・防食塗膜の耐久性試験方法として、70℃大気中で水蒸気圧を変える試験法を開発し、その劣化促進効果を確認した。
- ・VOC 量 280g/L(従来塗料の 70%以下)の防汚塗料を開発樹脂とアクリル樹脂で試作し、従来塗料と併せて、都合 3 種類の塗料を実船に塗布し、1 年後の入渠時に評価した。開発樹脂によるものは、従来品相当以上の性能であったが、アクリル樹脂を基礎樹脂としたものは加水分解性が劣った。

②低 VOC 排出塗装技術の開発

- ・SI(Self Indication、所定膜厚に達すると色が変わる)塗料による塗料使用量低減効果を評価するために、実ブロックに、従来方法と、SI 塗料 1 回塗りで、塗装を行い、塗料使用量、施工膜厚を計測した。その結果、SI 塗料 1 回塗りでは、従来法に比べて 10%以上、塗料使用量が少なくなることがわかった。

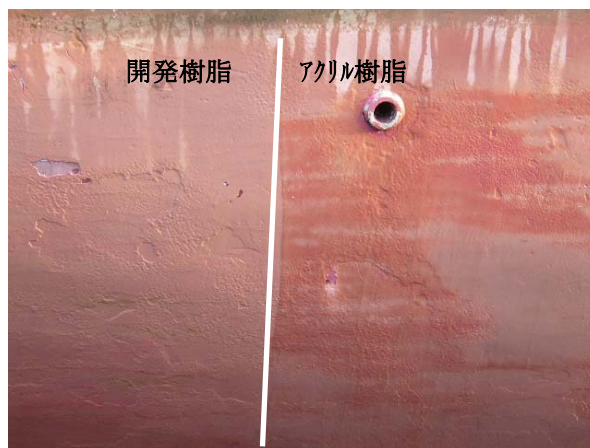
参考図



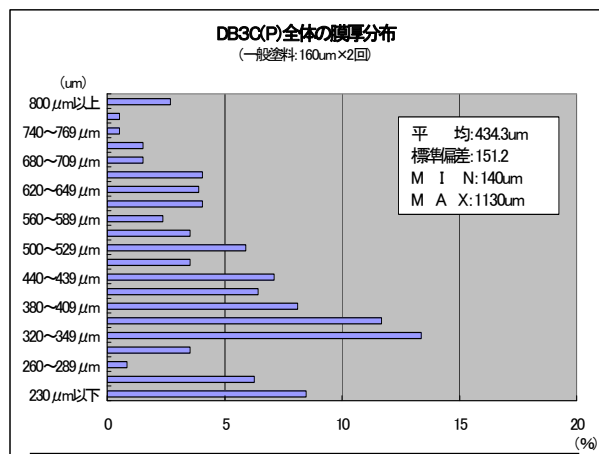
バラストタンクに塗布した VOC 量 50g/L の防食塗料の 1 年後の状況
タールエポキシ塗料との塗り継ぎ箇所では若干の不具合が出たが、エッジ部なども良好



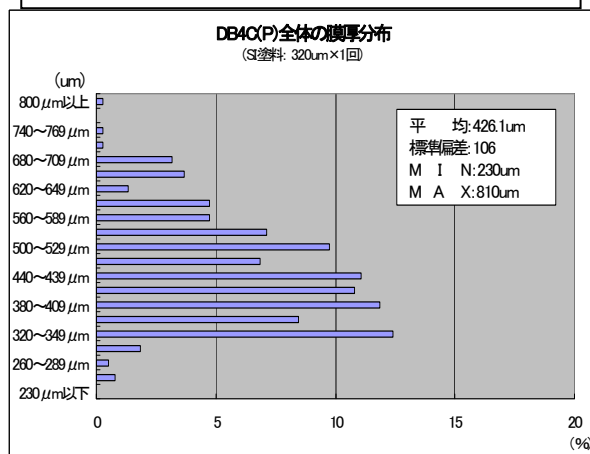
入渠直後の状態



高圧水洗浄後の状態
アクリル樹脂を基礎樹脂としたものは未加水分解が筋になっている



従来方法では、目標膜厚(320μm)以下の箇所が相当あるにもかかわらず平均膜厚が、SI 塗料 1 回塗りよりも大きい



SI 塗料 1 回塗りでは、目標膜厚より厚い側に分布し、分散が小さい
手直しも含めて塗料使用量が少ない

課題名 ⑧-1 非有機スズ系船舶用防汚塗料の環境影響評価手法の構築のための研究
研究期間 平成 18 年度～平成 19 年度

政策課題

- ☐ 有機スズ(TBT)系船舶用防汚塗料を禁止する国際条約(AFS 条約)が成立(2001 年)に伴い、防汚剤に有機スズを使用しない塗料(非 TBT 系船舶用防汚塗料)の普及・開発が進展。
- ☐ 一方、非 TBT 系船舶用防汚塗料に使用される防汚剤(ジंकピリチオン(ZnPT)等)による新たな海洋生態系被害の可能性も指摘。
- ☐ 特に、TBT による影響は、通常の毒性評価では発見し難い貝類等への影響であったことから、IMO も、予防保全の観点から、これら塗料の環境影響評価の科学的・技術的研究を各国に要請。
- ☐ このため、非 TBT 系船舶用防汚塗料の環境影響評価手法の構築が必要。

中期目標	中期計画	研究課題
○非有機スズ系船舶用防汚塗料の環境影響評価手法の構築のための研究	○非 TBT 系船舶用防汚塗料の環境影響評価手法の構築	①環境濃度推定手法の開発

研究課題 ①環境濃度推定手法の開発

技術現状

- ☐ 有機スズ代替候補として ZnPT・CuPT 等が存在
- ☐ 化学物質のため、環境リスクは指摘。但し、船舶の影響(環境濃度)は、現象的にも未解明(船舶からの溶出/溶出後の分解プロセス等が不明)。

成果目標

- ☐ 船舶塗料の環境影響の原理の解明
 - ・防汚剤の溶出プロセスの解明(速度推定法等)
 - ・溶出防汚剤の分解プロセスの解明(分析法等)
- ☐ ZnPT・CuPT を対象に環境濃度予測手法を開発
 - ・溶出、拡散、分解過程のモデル化

研究経過

- 年度計画に従い、次を実施
- ☐ 回転円筒試験及び回流水槽による防汚剤溶出試験を実施し、実船試験の結果を含め溶出速度推定法についてとりまとめた。
- ☐ 海水に溶出した防汚剤の分解過程について、光分解及び加水分解のプロセスと生成物同定を行った。
- ☐ 大阪港とその近傍における防汚剤の環境濃度モニタリングを実施した(大阪市立環境科学研究所に委託)。
- ☐ 溶出、拡散、分解を含む防汚剤の環境濃度予測モデルを制作し、環境濃度予測推定手法を構築した。
- また、これに加え、次を実施。
- ☐ 防汚物質の海洋環境影響評価手法の標準化(ISO 化)の方策を検討した(船技協事業)。

研究成果

- ☐ 防汚剤の塗装表面からの溶出及び海水中での分解過程の解明を進め、環境濃度予測モデルを制作した。連携して実施している海生生物への影響試験結果と合わせて環境影響評価のケーススタディを実施した。
- ☐ 個別の研究成果
 - ・防汚剤の溶出速度に及ぼす雰囲気影響について明らかにし、また長期(1 年)の溶出速度が塗膜内拡散モデルにより説明できることを示した。
 - ・防汚剤(ジंकピリチオン)の海水中分解過程を明らかにし、分解速度を求め分解生成物を同定した。
 - ・防汚剤の実環境濃度モニタリングを行い、季節変化等の要因を含め経年変化の状況を示した。
 - ・環境濃度予測モデルを制作し、瀬戸内海区水産研究所で実施された毒性試験結果を総合して環境影響評価のケーススタディを実施した。
 - ・防汚物質の海洋環境影響評価手法の ISO 原案を作成した(TC8/SC2 で予備作業項目に採択された)。

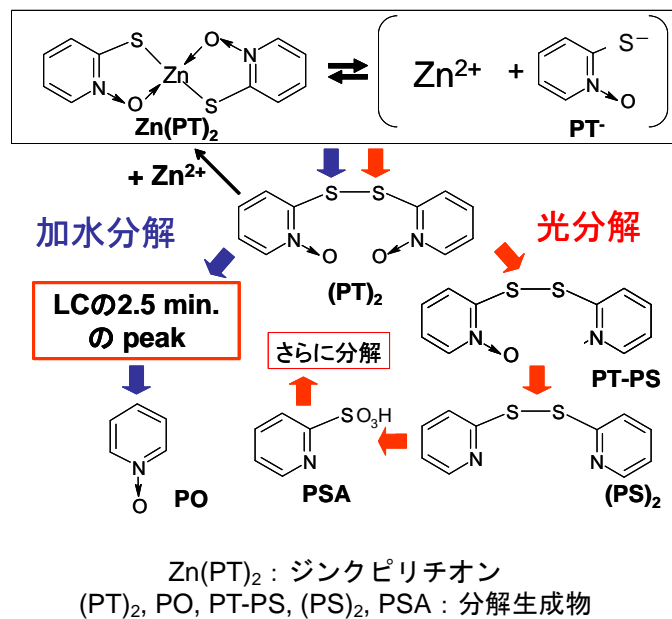


図 ジンクピリチオンの光分解（赤）と加水分解（青）

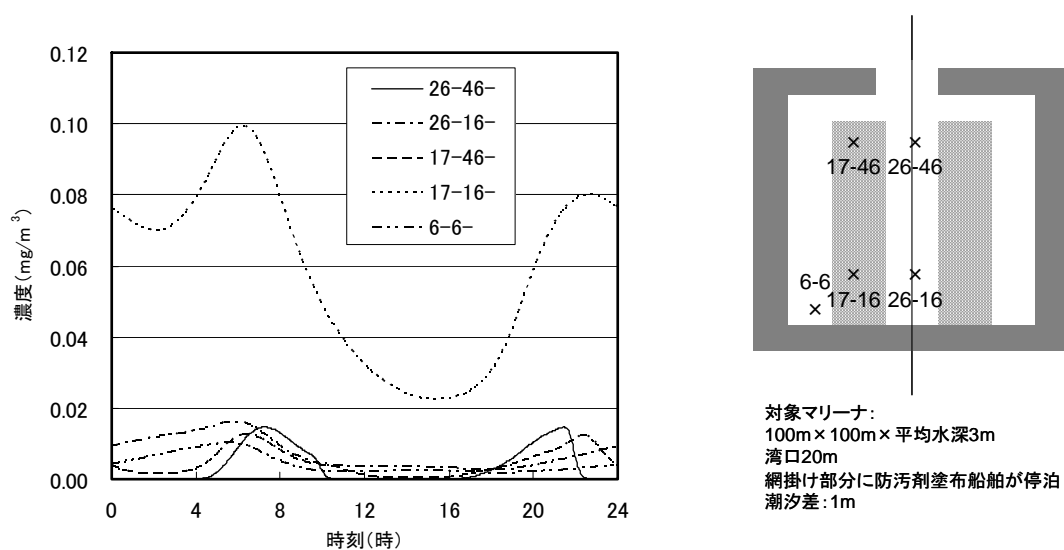


図 環境濃度予測モデルによる計算例

対象：海水の出入りが1箇所のマリーナ（右図）

計算結果（左図）：マリーナ内の防汚剤濃度は時間や位置によって複雑な挙動を示す

- ・ 夜間は溶出により濃度上昇、昼間は太陽光照射による光分解のため濃度低下（繰り返し）。
- ・ 潮汐による海水の入れ替えの影響により夜間に濃度低下が起こることもある。

課題名 ⑧-2 船舶のバラスト水処理システムの性能評価手法の構築のための研究
研究期間 平成 18 年度～平成 20 年度

政策課題

- バラスト水を規制する国際条約が成立(2004 年)。現在、IMO にて、条約の実施に必要なガイドライン等の検討がなされているところ。
- 検討中ガイドラインにて、バラスト水処理システムの適合確認のための船上におけるバラスト水のサンプリング手法が課題となっているところ(検査対象・精度、要す手間・時間、これらを踏まえた実現可能性)。
- また、薬剤処理(活性酸素処理)されたバラスト水による船体腐食の発生等のバラスト水処理システムの新たな課題も提示されているところ。
- このため、これら課題を解決するバラスト水処理システムの性能評価手法(船上におけるバラスト水の簡易サンプリング手法・活性化物を使用したバラスト水の船体影響評価手法)の構築が必要。

中期目標	中期計画	研究課題
○船舶のバラスト水処理システムの性能評価手法の構築のための研究(船舶の運航に伴う海洋生態系被害の防止に資する研究)	○バラスト水処理システムの性能評価手法の構築	①活性化物を使用したバラスト水の船体影響評価手法の構築 ②船上におけるバラスト水の簡易サンプリング手法の構築

研究課題 ①活性化物を使用したバラスト水の船体影響評価手法の構築
 ②船上におけるバラスト水の簡易サンプリング手法の構築

技術現状

- ①活性化物を使用したバラスト水の船体影響評価手法の構築
 - バラスト水管理条約の D 2 基準を満たす排出バラスト水処理には水生生物殺滅に活性化物(薬剤)が必要
 - 活性化物混入バラスト水によるタンク内塗装劣化/鋼板腐食等が懸念
 - IMO が検討中のバラストタンク内塗装基準では、耐水性に優れたタールエポキシが禁止予定
 - 先の IMO 動向も踏まえた、処理バラスト水の船体影響は、未検証(対策も未確立)
- ②船上におけるバラスト水の簡易サンプリング手法の構築
 - 現行は、多量のサンプル水を必要とし、船上検査に多大な時間と手間を要するのが課題
 - また、有効なサンプル検査手法である蛍光染色法にも、技術的課題が存在

成果目標

- ①活性化物を使用したバラスト水の船体影響評価手法の構築
 - 各種試験(劣化/耐久性等)による船体影響の把握
 - 処理バラスト水の船体影響評価手法の確立(評価結果を IMO に報告)
- ②船上におけるバラスト水の簡易サンプリング手法の構築
 - 実用的な(短時間/正確)船上におけるバラスト水簡易サンプリング手法の構築

研究経過

- ①活性化物を使用したバラスト水の船体影響評価手法の構築
 - 年度計画に従い、次を実施
 - 4 種類の塗装試験片についてロータリー型塗膜劣化促進試験(4 種類の試験水が流水状態、(180 日間連続))
 - 人工海水に 5 種類の活性化物質をそれぞれ添加した静止試験水に塗装鋼板を浸漬(50 日間連続)
 - 無塗装鋼板について劣化促進試験(海水及び 3 種類の活性化物質添加海水が流水状態、(160 日間連続))
- ②船上におけるバラスト水の簡易サンプリング手法の構築
 - 年度計画に従い、次を実施
 - 簡易サンプル装置(ATP アッセイ)を試作し、基本原理(植物性プランクトン濃度と発光強度)を検証

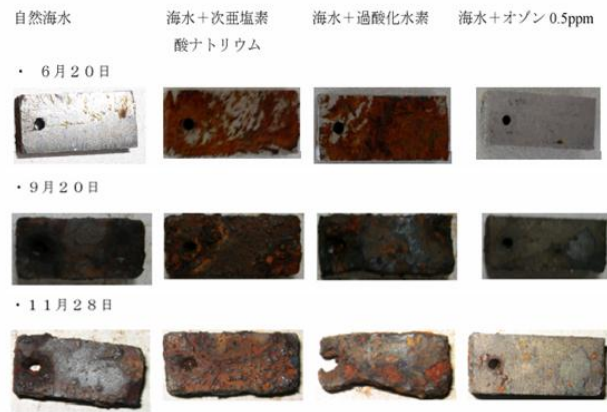
研究成果

- 次亜塩素、過酸化水素、オゾンによる 6 ヶ月の塗装鋼板への影響は塗料種によって違いがあるものの、塗膜表面の浸食にとどまっており、本質的な船体保護性能を失ってはいなかった。バラストタンク塗装に多く使われているハイソリッド系のノンタールエポキシ塗料においては、塗膜がヌルヌルの状態になる場合があり、さらに精査が必要である。
- 現在、過酢酸、二酸化塩素、高濃度オゾンについて、実験継続中
- 無塗装鋼板への活性化物質影響実験ではオゾンの影響が最も少なく、酸化被膜の影響と考えられ、次年度は酸化被膜の生成の解明に取り組む。

参考図



ロータリー型塗膜劣化促進試験装置



無塗装鋼板への活性化物質影響実験結果

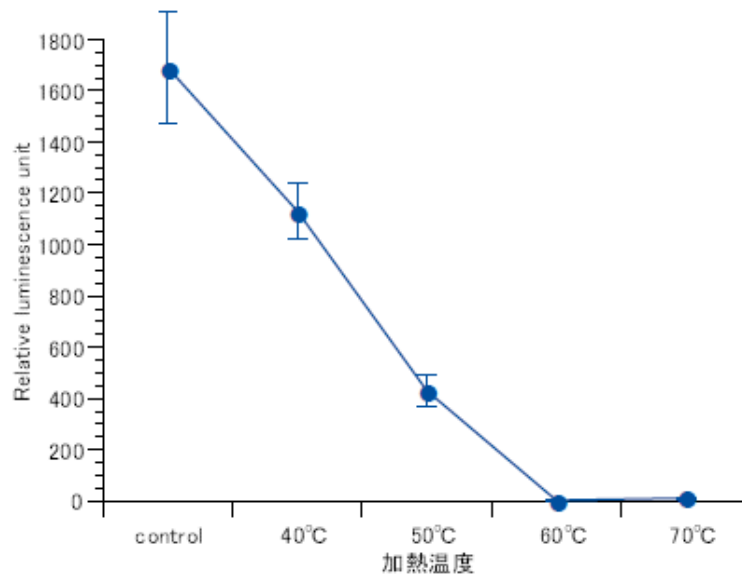


図 1. 各温度処理時間ごとの化学発光量（相対値）の変化。
実験は各温度とも 3 連で行い、その平均値と標準偏差をバーで示した。

課題名 ⑨ 船舶の解撤に伴う環境汚染の防止に資する研究
研究期間 平成 18 年度～平成 19 年度

政策課題

- IMO が、船舶のリサイクルに関するガイドライン(2003 年採択)の要件の一部を強制化する新たな国際条約（シップリサイクル条約）について、2008-9 年の成立を目標に検討を開始(2005 年)。
- 解撤予定の船舶に使用されている有害物質の種類、量及び所在を示すインベントリの船主携帯等の要件が強制化される予定。
- インベントリ作成には、膨大な材料情報が必要であり、係る要件の円滑な実施の観点から、メーカー等による材料・部品情報の開示様式の共通化等が求められているところ。
- このため、造船サプライチェーンの中で材料データを交換するための標準様式、船舶に含まれる有害物質の特定を支援するシステムの開発等の検討が必要。

中期目標	中期計画	研究課題
○船舶の解撤に伴う環境汚染の防止に資する研究	○船舶に含まれる有害物質の特定を支援するシステムの開発	①トレーサビリティシステムの構築

研究課題 ①トレーサビリティシステムの構築

技術現状

- 平成 18 年度に、シップリサイクル条約に附属し、インベントリの作成に関する詳細を規定する「インベントリ作成ガイドライン」の第一次案が日本及びドイツの共同提案として IMO 海洋環境保護委員会（MEPC）に提出されている。本ガイドライン案の原案は海技研が作成。
- 材料情報データの集計プログラムのプロトタイプ(基本モデル)は完成。実用モデルの開発が課題として存在。
- IMO でのインベントリガイドラインの検討動向・メーカー等での実際使用を踏まえたプログラムの改良(ユーザーインターフェースの向上等)、データ交換の標準様式の作成等が課題として存在。

成果目標

- インベントリ作成に関する IMO ガイドライン案の作成（第一次案の修正および最終化）
- インベントリに関連する ISO 規格の策定
- インベントリ作成マニュアル（業界向け）の作成

研究経過

- 年度計画に従い、次を実施
- IMO ガイドライン案の修正案の検討
- 関連 ISO 規格の原案検討
- インベントリ作成マニュアル（業界向け）の作成
- また、これに加え、次を実施
- シップリサイクルシステム構築のための再利用ニーズ調査
- 廃棄物・有害物質処理マニュアル策定のための調査研究

研究成果

- インベントリを作成するためには、船用メーカー等の調達先に、サプライチェーンを遡って有害物質情報を入手しなければならない。船舶は、膨大な部品・材料から構成されるため、これらの情報を効率的に入手するためには、サプライチェーンを通じたデータ交換方法の構築（特に強制化および標準化）が不可欠であり、条約、ISO 規格および業界マニュアルの各レベルに応じたルール策定が重要である。そのため、条約に附属する IMO ガイドライン、ガイドラインを補完する ISO 規格および詳細な業界向けマニュアルの検討を実施している。
- 個別的研究成果
 - ・IMO ガイドライン案の修正案（第 2 次案）を作成し、日本及びドイツの共同提案として、本案が IMO/MEPC56（平成 19 年 7 月開催）に提出された。
 - ・ISO30005（有害物質情報のデータ交換）および ISO30006（船内における有害物質の位置表示方法）について国内委員会で原案を作成中（平成 20 年度に第一次原案を作成し各国に回章する予定）。
 - ・中小造船業向けのインベントリ作成マニュアルの第 1 次案を作成。また、造船所が直接調達する材料・部品（ボルト、電線等）について、サンプルを収集して化学分析を実施。これらの成果をもとに平成 19 年度は、中小造船業を対象にインベントリの作成を試行する予定。
 - ・国土交通省が検討している、シップリサイクルに関する我が国の方策（ビジョン）に関連し、解体船舶からの発生材のニーズ調査およびリサイクルを促進するための方策の整理。
 - ・条約の遵守を促進するための、船舶解体時に発生する廃棄物・有害物質処理のためのマニュアル策定のために、国内の船舶解撤業者、廃棄物処理業者等への調査を実施。



図1 中小造船業向けインベントリ作成マニュアルの一部

参考資料 平成 19 年度業務実績報告書
(3) 海洋の開発

課題名	⑩-1 大水深、強海流等の厳しい自然条件下で使用する石油・天然ガス生産システムの安全性評価手法の構築のための研究
研究期間	平成 18 年度～平成 20 年度

政策課題

- 世界的な石油消費増加・価格高騰、既存産油域の不安定性・資源枯渇等から新たな資源開発への開発投資が活発化。
- この様な中、現在迄未開の水深 2500m より深い深海域や海流等の強い海域での資源開発が世界各国で計画。
- これら深海域での石油・天然ガス生産に対応するため浮体式の生産システム(浮体構造、ライザー、シャトルタンカー等から構成)の技術開発が求められているところ。
- このため、技術開発の基盤となるこれら大水深、強海流等の厳しい自然条件下で使用する浮体式石油・天然ガス生産システムの安全性評価技術の構築が必要。

中期目標	中期計画	研究課題
○大水深、強海流等の厳しい自然条件下で使用する石油・天然ガス生産システムの安全性評価手法の構築のための研究	○石油・天然ガス生産システムの安全性評価手法の構築	①石油・天然ガス生産システムの安全性評価手法の構築

研究課題 ①石油・天然ガス生産システムの安全性評価手法の構築

技術現状

- 大水深対応の新コンセプトの生産システムの出現(浮体式モノコラム型生産/貯蔵/出荷システム(MPSO)等)
- 大水深掘削用ライザーの基礎技術は確立。但し、水深 2000m 迄が我が国技術の限界点。(模型実験での原理説明のみ。実機検証は未だ)
- 一方、生産用ライザーには固有の課題が存在(長期設置・強海流下での疲労影響等) また、水深 2500m 以深は世界的にも未経験

成果目標

- 2500m 大水深域に対応可能な石油生産プラットフォームの安全性評価手法の構築
- 浮体式生産システム(MPSO 等)の安全性評価
 - ・浮体式生産システムから DP(Dynamic Positioning)シャトルタンカーに出荷するための DP 制御アルゴリズムの開発
 - ・浮体式生産システムの稼働性並びに係留システムの安全性評価手法の開発
 - ・総合安全性評価法(衝突・爆発による構造被害度評価、係留系・DP システムの single failure 時のロバスト性評価)の開発
 - ・船級協会による MPSO 基本構造設計の追加基本承認(additional AIP (AIP; Approval In Principal)) 取得に対する支援
- 生産用ライザーの安全性評価
 - ・実機大ライザーの渦励振 (VIV; Vortex Induced Vibration) 流体力計測および挙動予測プログラム開発
 - ・ライザーの安全性(疲労被害度)評価
 - ・数値水槽 (複合環境条件下におけるライザー・係留ライン・生産用浮体構造物からなる一体システムの挙動・安全性評価シミュレータ)の開発

研究経過

- 浮体式生産システム(MPSO 等)の安全性評価
 - (独) 石油天然ガス・金属鉱物資源機構 (JOGMEC) とブラジル国営石油公社 (PETROBRAS) との共同研究に係わる JOGMEC からの委託研究「MPSO システムに係る安全性評価」として実施。
 - (1) DP シャトルタンカーへの出荷時の安全性評価模型試験
 - ・MPSO、DP シャトルタンカーの波力・潮流力、風抗力、波浪中動揺計測試験を実施した。
 - ・DP オペレーションシミュレーションを行った。
 - ・DP 制御アルゴリズム開発に関する調査を行った。
 - ・H20 年度に実施を予定している「DP オペレーション検証試験」の計画を策定し、必要な試験準備を行った。
 - (2) MPSO 係留系の安全性評価
 - ・MPSO の渦励起運動 (VIM; Vortex Induced Motion) の評価および係留系の安全性評価試験を行った。
 - ・MPSO 挙動・係留シミュレーション (MPSO 運動性能評価を含む) を実施した。
 - ・MPSO ハル動揺改善、係留系の single failure に関する調査を行った。
 - (3) MPSO システムの安全性承認取得の支援
 - ・AIP 取得に必要な MPSO-シャトルタンカーの衝突シミュレーションを実施した。
 - ・海外船級協会に対し MPSO ハル基本構造設計のレビューを依頼するとともに、MPSO 出荷システムの

安全性に対するプレ HAZID (HAZard IDentification) 会議を開催し、H20 年度開催予定の HAZID 本会議に向けた検討、資料整理等を行った。

□ 生産用ライザーの安全性評価

JOGMEC 公募研究「大水深海洋石油生産システムのライザー挙動予測技術及び数値水槽の開発」として実施。

- ・実機大ライザーの VIV 流体力計測に基づくデータベースを構築し、東京大学で開発された挙動予測プログラムに組み込んだ。
- ・ライザー・係留ライン・生産用浮体構造物からなる一体システムの挙動・係留力等を CG を使用して表示できるシミュレータ（数値水槽）を開発した。

研究成果

□ 浮体式生産システム(MPSO 等)の安全性評価

(1) DP シャトルタンカーへの出荷時の安全性評価 (図-1)

- ・風洞・水槽試験を実施し、MPSO 背後に位置する DP シャトルタンカーに作用する複合定常外力のデータベースを作成。
- ・相対位置保持制御アルゴリズムを JOGMEC と共同で特許を出願。

(2) MPSO 係留システムの安全性評価

- ・MPSO 係留システムの潮流中 VIM に関する実験的評価法を開発。
- ・当所所有の浮体流体力・動揺解析プログラムを使用し、Moon Pool 付 MPSO の動揺評価を実施。
- ・深海係留模擬試験法、Indoor GPS によるケーブルレス試験法を用いた台風時係留システムの安全性評価試験を実施 (図-2)。本試験結果に基づき、実機係留系の台風時安全性評価を実施。

(3) MPSO 出荷システムに対する ABS によるプレ HAZID 会議開催

- ・DP シャトルタンカーアプローチング時衝突シミュレーションを実施 (図-3)。
- ・IHIMU が実施した MPSO ハル基本構造設計のレビューを ABS に依頼するとともに MPSO 出荷システムの安全性に対するプレ HAZID 会議を ABS ヒューストンで開催。プレ HAZID 会議後に ABS より提出された recommendation に基づき、HAZID 本会議に向けた追加検討事項の整理・調整並びに研究計画立案を実施。MPSO ハル基本構造設計に対し、ABS から追加基本承認 (additional AIP) を取得。

□ 生産用ライザーの安全性評価

- ・実機大ライザーの曳航中強制動揺試験を実施し、VIV 流体力を計測。計測した流体力をデータベース化し、東京大学で開発されたプログラムに組み込んで実機大ライザーの VIV 挙動予測プログラムを開発。
- ・ライザー・係留ライン・生産用浮体構造物で構成されるシステムの挙動およびライザー・係留ラインに働く張力等を CG にて表示するシミュレータ（数値水槽）を開発。

参考図

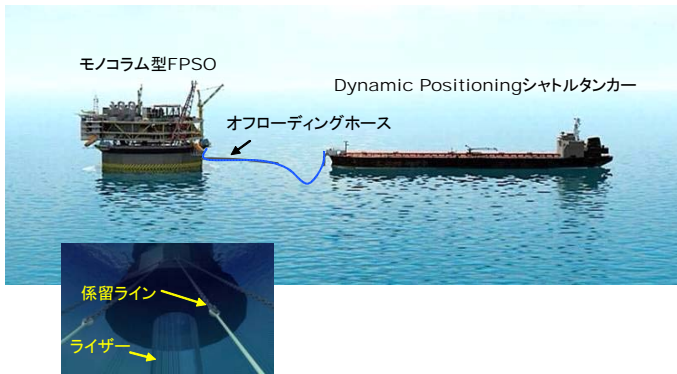


図-1 MPSO offloading システム

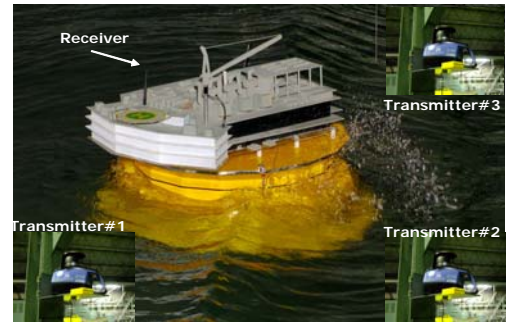


図-2 深海係留模擬試験法、Indoor GPS によるケーブルレス試験法を用いた台風時係留システムの安全性評価試験

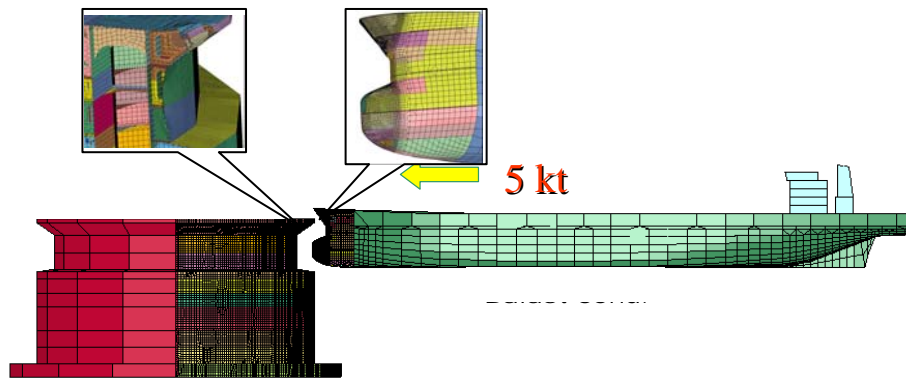


図-3 アプローチ時衝突シミュレーション

課題名	⑩-2 再生可能エネルギー生産システムの安全性評価手法の構築のための研究
研究期間	平成 18 年度～平成 22 年度

政策課題

- 資源・エネルギー問題、地球温暖化等の環境問題などに対応し、長期的な経済/社会の持続的発展の観点から、風力・太陽光・潮力・波力等の自然エネルギーの利用は必要不可欠。
- 自然エネルギーの有効利用には、「膨大かつ未活用の空間・自然エネルギー」が賦存する海洋空間(陸域 12 倍の EEZ)の高度利活用が期待。(国土環境上の制約要因などから陸地には限界あり)
- 平成 22 年度以降、洋上風力発電システム等を搭載する実証プラントの実現を目標に、海洋空間の利活用の基盤である「洋上プラットフォーム」に関する研究が行われている。
- このため、洋上プラットフォームの実用化に向けた要素技術の開発とともに、プラットフォームの安全性評価手法の構築が必要。

中期目標	中期計画	研究課題
○再生可能エネルギー生産システムの安全性評価手法の構築のための研究	○再生可能エネルギー生産システムの安全性評価手法の構築	①再生可能エネルギー生産システムの安全性評価手法の構築

研究課題 ①再生可能エネルギー生産システムの安全性評価手法の構築

技術現状

- 浮体式洋上風力発電による輸送用代替燃料創出の実現可能性について調査研究
- 基盤である浮体構造技術(格子型浮体等)を模型実験等により検証。また、環境/経済性等の総合評価を実施
- 他の利活用形態にも適用できるプラットフォーム要素技術の確立とともに、安全性評価手法の構築が今後の課題

成果目標

- 洋上プラットフォームの安全性評価手法の構築
 - ・ 要素技術の確立(係留、動揺、構造、設計等)
 - ・ 実証プラントの安全性評価(模型実験、試設計等)
 - ・ プラットフォームの安全性評価手法の構築

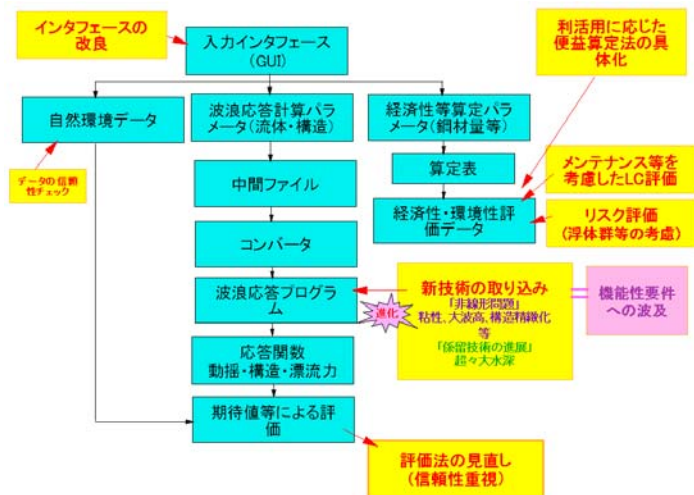
研究経過

- 年度計画に従い、次を実施
- 複合係留ラインの係留力計算法・新型アンカー性能解析法の構築
- 動揺・波漂流力低減手法構築のための調査検討
- 保守管理のための新技術の調査検討
- 調和設計法プログラムの基本設計のための調査検討
- 利用ニーズ毎の開発要件及び課題の抽出のための調査検討

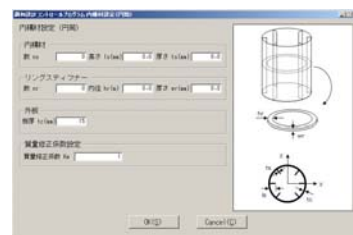
研究成果

- 今年度は、要素技術を統合した評価・設計ツールである調和設計法プログラムの基本設計・基本部作成を行うとともに、そこに組み込む要素技術としての動揺低減、係留、保守管理について現状技術調査、基礎的開発等を行った。また、海洋利活用ニーズ調査、海洋データベース構築等を実施した。
- 個別の研究成果
 - ・ 係留：深海係留用アンカー、ライン、デバイス等の現状把握及び性能評価。実海域で使用された係留索損耗度調査。係留力評価プログラム開発。
 - ・ 動揺：動揺低減技術調査。粘性を考慮した運動計算・粘性減衰力評価に係るプログラム開発及び水槽実験。
 - ・ 保守管理：不具合・損傷データ・防蝕技術の現状把握。信頼性工学に基づく保守管理プログラム開発。浮体群としてのリスク評価。
 - ・ 調和設計法：プログラムの基本設計、基本部作成。構造要素設計、算定データベース作成。
 - ・ 利活用：海洋利活用プロジェクト動向調査、ニーズ整理。海洋データベース作成。洋上風力発電・水産分野適用性検討。

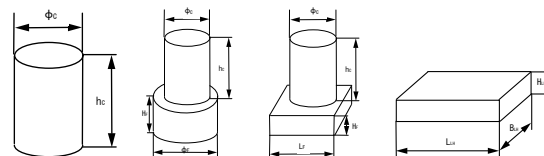
参考図



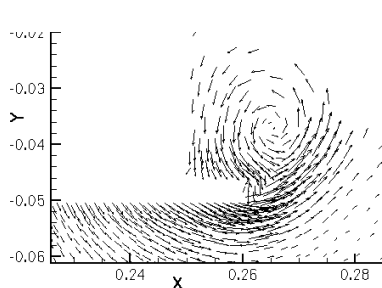
調和設計法プログラムの構成・フロー



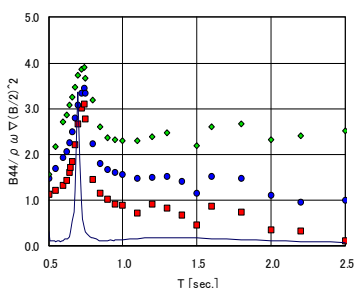
内鋼材配置



プラットフォームを構成する各種規格部品



フィン付き浮体周りの流れ



フィン付き浮体に作用する流体力計測



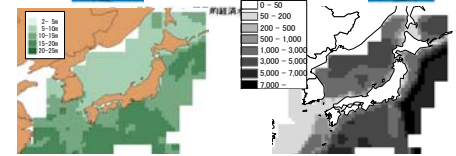
新型アンカー調査・性能把握



係留デバイス調査

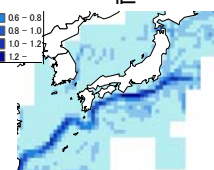


利活用マップ

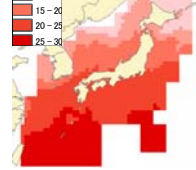


有義波高 60 年最大値

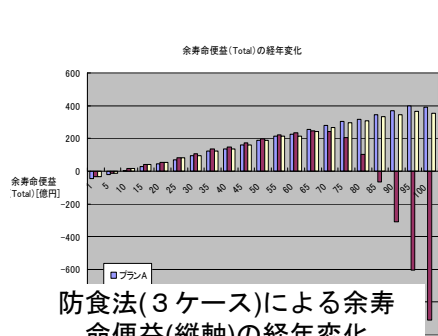
水深の最大値



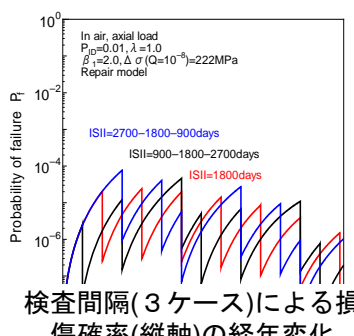
平均流速



平均水温



防食法(3 ケース)による余寿命便益(縦軸)の経年変化



検査間隔(3 ケース)による損傷確率(縦軸)の経年変化

信頼性工学に基づく保守管理プログラム

課題名	⑪サハリン大陸棚での石油・天然ガスの開発に対応した氷海域での船舶の安全性向上及び事故時の流出油の防除技術の開発のための研究
研究期間	平成 18 年度～平成 21 年度

政策課題

- 世界的な石油消費増加・価格高騰、既存産油域の不安定性・資源枯渇等から新たな資源開発への開発投資が活発化。
- この様な中、サハリン大陸棚での石油・天然ガス開発が本格化(サハリンプロジェクト)。今後、オホーツク海での石油等の海上輸送が活発化。
- 冬期オホーツク海の氷海域での輸送、砕氷タンカーによる輸送(砕氷船随行せず)等の従来にない石油等の海上輸送形態も踏まえ、その安全対策の検討が求められている。
- また、氷海域の環境汚染に対する脆弱性(生物分解能力が低い等)を踏まえ、海上輸送事故時の防除対策の検討が求められている。
- このため、これらサハリン大陸棚での石油・天然ガス開発の特殊性に対応した氷海域での船舶の安全性向上及び事故時の流出油の防除技術の開発が必要。

中期目標	中期計画	研究課題
○サハリン大陸棚での石油・天然ガスの開発に対応した氷海域での船舶の安全性向上及び事故時の流出油の防除技術の開発のための研究	○オホーツク海を対象とした氷荷重の船体強度への影響評価手法の構築	①氷荷重の船体強度への影響評価手法の構築
		②オホーツク海氷中航行ガイドライン素案の作成
	○オホーツク海を対象とした氷中流出油の防除システムの開発	③氷中流出油シミュレーションモデルの構築
		④氷中流出油防除システムの開発

研究課題 ①氷荷重の船体強度への影響評価手法の構築

技術現状

- 氷中船舶の安全性を考える上で最も中心的問題である船体氷荷重については未解明な点が多い。
- オホーツク海の船体氷荷重の実態が未解明
 - ・氷厚計測/推定の精度向上・氷荷重計測法の開発を行い、氷荷重の基礎データを収集/解析

成果目標

- 氷荷重の船体強度への影響評価手法の構築
 - ・各種操船時の氷荷重のモデル化
 - ・耐氷基準案の作成(他海域既存規則/氷荷重モデル比較)

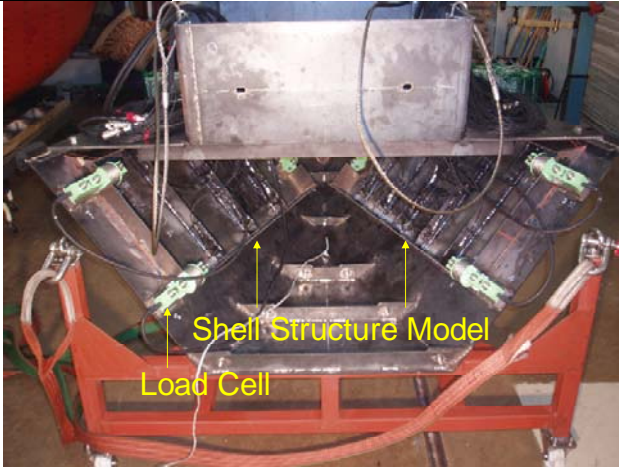
研究経過

- 年度計画に従い、次を実施
- 氷の曲げ破壊時、エスコート時及び旋回時の船体氷荷重の評価モデルの開発
- また、これに加え、次を実施
- 巡視船「そうや」における実船実験計画を延長してオホーツク海における船体氷荷重データの計測を行った。

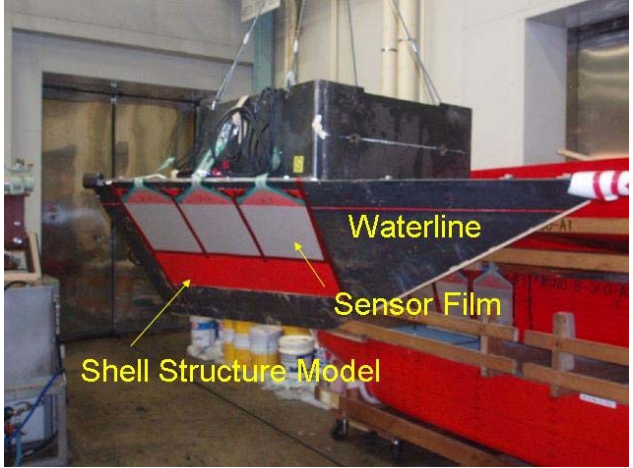
研究成果

- 昨年提案した船体氷荷重に関する科研費研究が採択され、本研究の一環として実施した。本年度は氷の曲げ破壊時、来年度は圧縮破壊時の氷荷重について研究を行い、両者の結果を本研究に反映する計画である。
- 個別の研究成果
 - ・船舶の船首部において卓越となる氷の曲げ破壊を伴う場合の氷荷重について、船首部の中規模スケール(1/5~1/10 程度)モデルによる氷海水槽実験を行った。上記モデルは、船首部を単純化したものであり(参考図参照)、実船の船殻構造を模して外板とフレームからなる構造を有し、これに発生する歪みの計測を行った。これと同時に模型外面にはフィルム型圧力センサーを配置し、氷荷重の直接計測を行った。中規模スケールモデルにより計測された歪みは実船実験結果より得られたものと非常に似通った挙動を示す。圧力センサーによる計測より氷荷重は局所的に集中した荷重が断続的に発生する特性を有することが示され、歪みの類似性から、実海域における氷荷重も同様の特性を有するものと推論できる。
 - ・氷海可航型商船の模型船に圧力センサーを装備し、旋回時及び被エスコート時の氷荷重の評価を行った。ここで被エスコート時としては、先導砕氷船が形成したチャネル内を航行する状態を想定し、この場合に問題となると考えられる、チャネル幅が商船よりも狭い場合についての実験を行った。実験結果の例として、旋回時の船体荷重の計測結果を参考図に示す。舵角の増加とともに船尾荷重が増加し、船首荷重を上回る可能性が示されている。

参考図

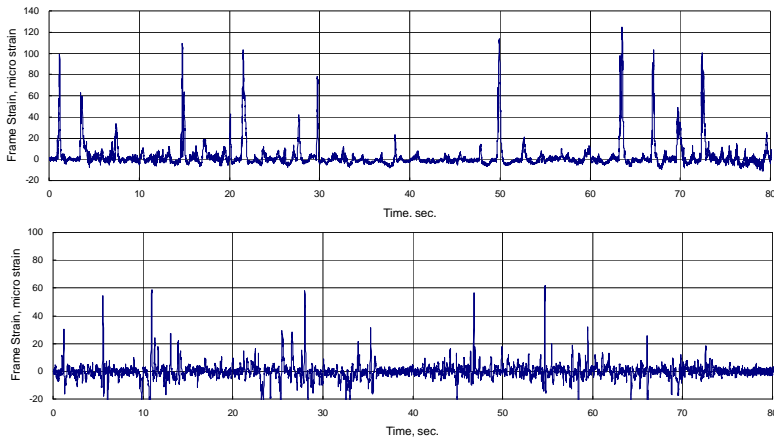


模型内部

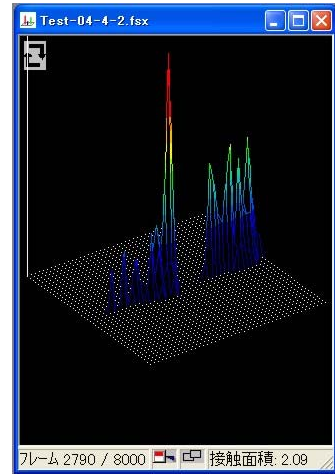


模型外観

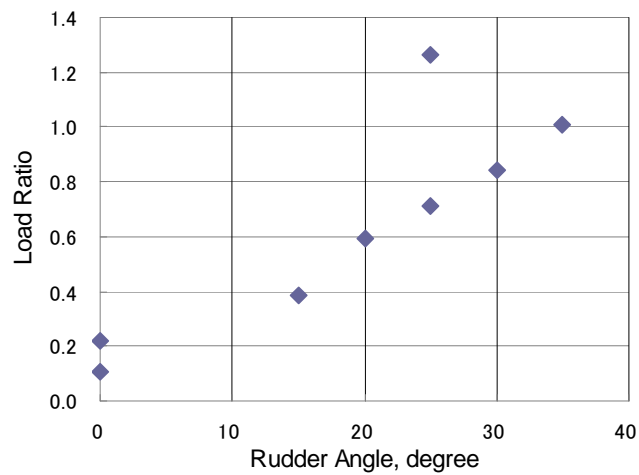
中規模スケール実験用模型



計測された歪の例（上：模型実験、下：実船実験）



荷重分布の例



旋回中の船尾部に働く氷荷重（縦軸は船尾荷重と船首荷重の比）

課題名	⑪サハリン大陸棚での石油・天然ガスの開発に対応した氷海域での船舶の安全性向上及び事故時の流出油の防除技術の開発のための研究
研究期間	平成 18 年度～平成 21 年度

政策課題

- 世界的な石油消費増加・価格高騰、既存産油域の不安定性・資源枯渇等から新たな資源開発への開発投資が活発化。
- この様な中、サハリン大陸棚での石油・天然ガス開発が本格化(サハリンプロジェクト)。今後、オホーツク海での石油等の海上輸送が活発化。
- 冬期オホーツク海の氷海域での輸送、砕氷タンカーによる輸送(砕氷船随行せず)等の従来にない石油等の海上輸送形態も踏まえ、その安全対策の検討が求められている。
- また、氷海域の環境汚染に対する脆弱性(生物分解能力が低い等)を踏まえ、海上輸送事故時の防除対策の検討が求められている。
- このため、これらサハリン大陸棚での石油・天然ガス開発の特殊性に対応した氷海域での船舶の安全性向上及び事故時の流出油の防除技術の開発が必要。

中期目標	中期計画	研究課題
○サハリン大陸棚での石油・天然ガスの開発に対応した氷海域での船舶の安全性向上及び事故時の流出油の防除技術の開発のための研究	○オホーツク海を対象とした氷荷重の船体強度への影響評価手法の構築	①氷荷重の船体強度への影響評価手法の構築
		②オホーツク海氷中航行ガイドライン素案の作成
	○オホーツク海を対象とした氷中流出油の防除システムの開発	③氷中流出油シミュレーションモデルの構築
		④氷中流出油防除システムの開発

研究課題 ③氷中流出油シミュレーションモデルの構築

技術現状

- 氷盤下流出油の挙動(拡散等)の基礎原理は解明
- 低温下での流出油の物性変化、油と氷の干渉現象等の実態に即した流出油の挙動の解明が今後の課題

成果目標

- 氷中流出油シミュレーションモデルの構築
 - ・流出油の物性変化・氷油干渉現象の把握/解明
 - ・氷中流出油シミュレーションモデルの開発

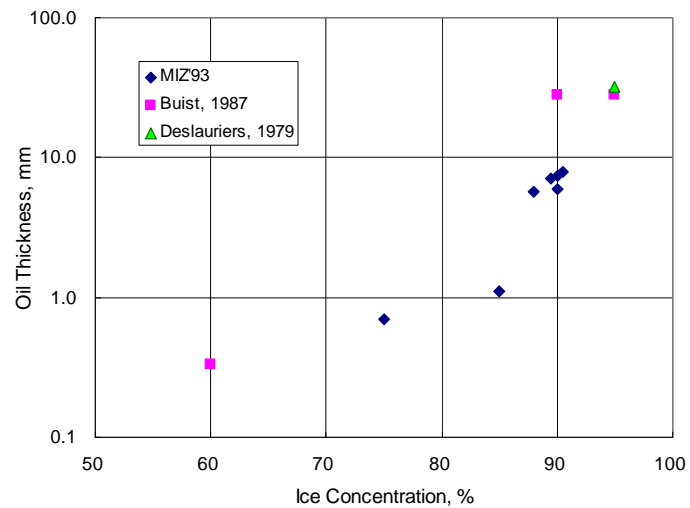
研究経過

- 年度計画に従い、次を実施
- 氷中流出油の低温環境下での油の物性変化の調査検討
- 氷・油の干渉現象の把握
- 油の物性変化のモデルの開発
- また、これに加え、次を実施
- 氷中流出油の拡散について、データ再解析と水槽実験

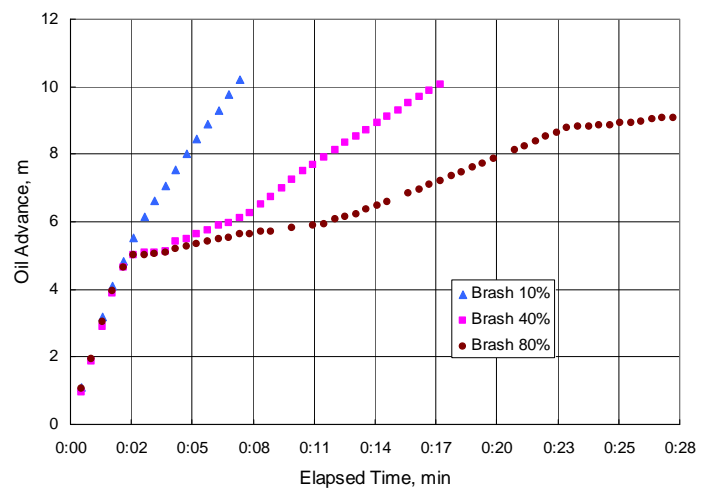
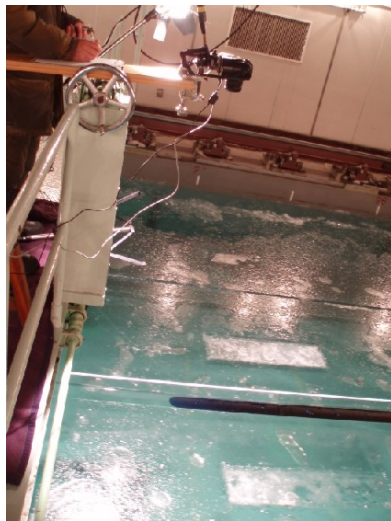
研究成果

- オホーツク海における油流出シミュレーションに向けて、氷中における油の拡散・漂流と物性変化・氷との干渉という両面からのモデルの検討を行った。来年度には両モデルを組み合わせ、オホーツク海における各種油流出シナリオに対する評価（日本への漂着確率・漂着までの時間・その時の油の物性等）を行う。
- 個別の研究成果
 - ・氷中流出油の拡散・漂流について、過去の現地実験データの再解析を行い、油層厚さが氷密接度に大きく依存することを示した（参考図）。この油層厚は開水域におけるものに対して格段に厚く、従来のモデルでは説明ができない。このため、水槽実験を行い、氷盤間における微小氷粒の存在が油の拡散を抑え、油層厚を厚くする要因であることを示した（参考図）。
 - ・昨年度に引き続き、低温環境下における油の物性変化についての調査を行った。カナダ環境省によるデータについて新たなものを追加するとともに、サハリン Vityaz 原油についてのデータも調査した。
 - ・氷・油干渉の中で油汚染防除対策の観点から最も重要な現象と考えられる、氷盤下の油の氷中取り込み現象（油層の下に氷が成長することにより、油が氷の中にサンドウィッチ状に取り込まれる）のモデル化について検討した。Vityaz 原油を対象とした試算結果を参考図に示す。

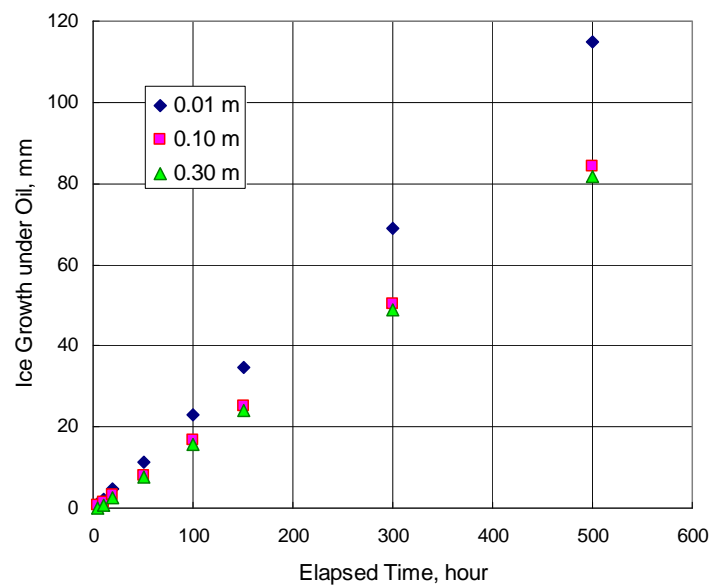
参考図



氷中油流出現地実験データの再解析結果



氷中油拡散実験（左：実験の様子、右：実験結果）



油層の下の氷の成長の試算結果（パラメターは油層厚さ、気温-20℃）

課題名	⑪サハリン大陸棚での石油・天然ガスの開発に対応した氷海域での船舶の安全性向上及び事故時の流出油の防除技術の開発のための研究
研究期間	平成 18 年度～平成 21 年度

政策課題

- 世界的な石油消費増加・価格高騰、既存産油域の不安定性・資源枯渇等から新たな資源開発への開発投資が活発化。
- この様な中、サハリン大陸棚での石油・天然ガス開発が本格化(サハリンプロジェクト)。今後、オホーツク海での石油等の海上輸送が活発化。
- 冬期オホーツク海の氷海域での輸送、砕氷タンカーによる輸送(砕氷船随行せず)等の従来にない石油等の海上輸送形態も踏まえ、その安全対策の検討が求められている。
- また、氷海域の環境汚染に対する脆弱性(生物分解能力が低い等)を踏まえ、海上輸送事故時の防除対策の検討が求められている。
- このため、これらサハリン大陸棚での石油・天然ガス開発の特殊性に対応した氷海域での船舶の安全性向上及び事故時の流出油の防除技術の開発が必要。

中期目標	中期計画	研究課題
○サハリン大陸棚での石油・天然ガスの開発に対応した氷海域での船舶の安全性向上及び事故時の流出油の防除技術の開発のための研究	○オホーツク海を対象とした氷荷重の船体強度への影響評価手法の構築	①氷荷重の船体強度への影響評価手法の構築
		②オホーツク海氷中航行ガイドライン素案の作成
	○オホーツク海を対象とした氷中流出油の防除システムの開発	③氷中流出油シミュレーションモデルの構築
		④氷中流出油防除システムの開発

研究課題 ④氷中流出油防除システムの開発

技術現状

- 氷中流出油の機械的回収に関しては数例の研究・開発があるが、未だ決定版というべきものはない。
- 回収システムの基礎原理(気泡流型回収)の構築と検証
- 実使用に即したシステムの開発が今後の課題

成果目標

- 氷中流出油防除システムの開発
 - ・気泡流油回収装置の開発(模型実験、油水分離等)
 - ・氷中流出油防除システムの開発(要素技術評価等)

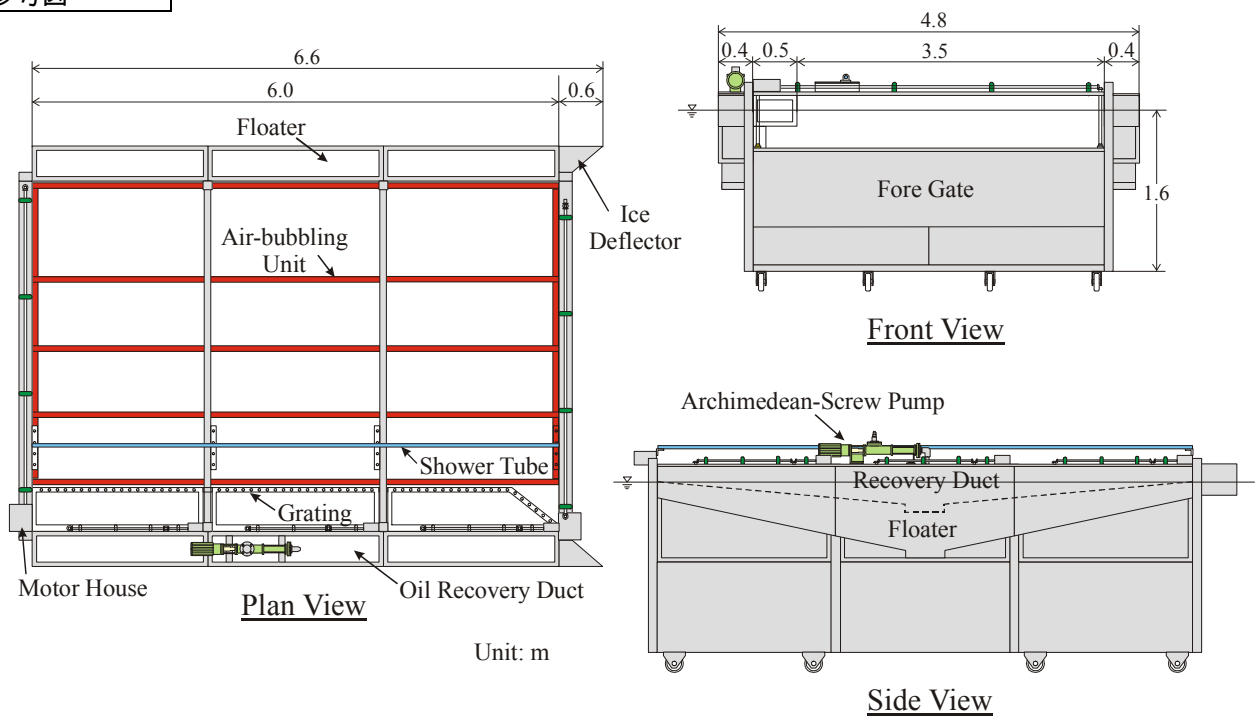
研究経過

- 年度計画に従い、次を実施
- 実船搭載型の気泡流型氷中流出油回収装置の基本仕様(構造・所要馬力等)の調査検討
- 気泡流型氷中流出油回収装置の開発

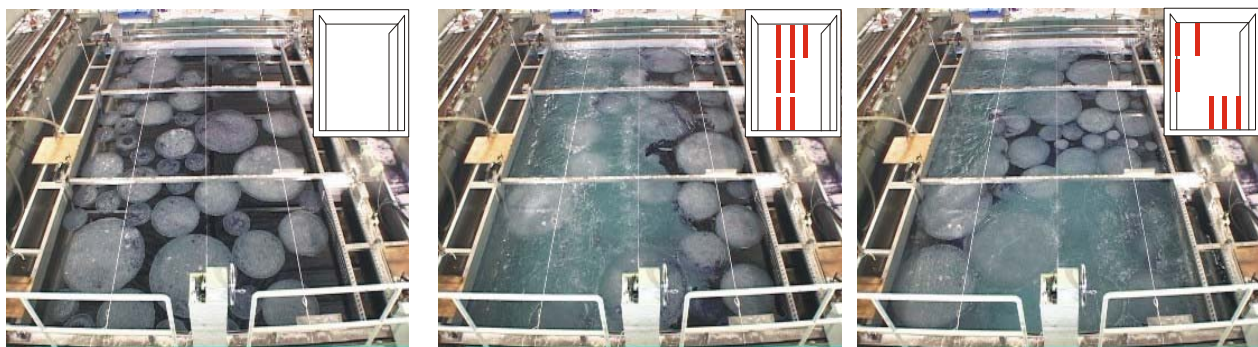
研究成果

- 昨年度検討した気泡流型氷中流出油回収装置 (NMRI-ORDICE) について、さらに具体的検討を進めるとともに、模型を用いた水槽実験により、その特性を定量的に評価した。来年度はさらに内容を絞って実験・検討を進め、NMRI-ORDICE の概念設計案・性能・利用形態等に取りまとめる。
- 個別的研究成果
 - ・NMRI-ORDICE の構造について、比較的大型の氷盤を対象とするもの(装置幅 10m 程度)と小型(同 5m 程度)の 2 種類を対象とすることとした。また、気泡起因流について過去の研究成果並びに当所での水槽実験結果より、必要とされるコンプレッサー能力が、船内電源により十分に対応可能であるという結論を得た。
 - ・NMRI-ORDICE の大型模型(長さ 6.4m、幅 4.8m)を用いて油回収実験を実施し、その性能評価を行った。実験は 2 回に分けて行い、第一次実験では NMRI-ORDICE の基本的性能を把握するとともに、さらなる改良点の検討を行い、これに基づいて気泡発生システム並びに回収油輸送ポンプなどを含む点について模型に改良を加えた。改良後の模型概要図を参考図として示す。第二次実験では、回収装置の内部に取り込んだ氷の量・油量・油の粘性等のパラメータを変化させながら油回収特性を計測した。回収プロセスの一例を参考図に示す。実験結果より氷量 40%程度では、10 分間の回収作業によりほぼ全量の油の回収ができることが示された(参考図参照)。ただし、小氷片が多く混入した場合(Brash/Slush Ice、図中▽)回収率が低下する。この点の改良が次年度の課題であり、シャワー等の補助システムの追加を検討する予定。

参考図



NMRI-ORDICE 水槽実験用模型

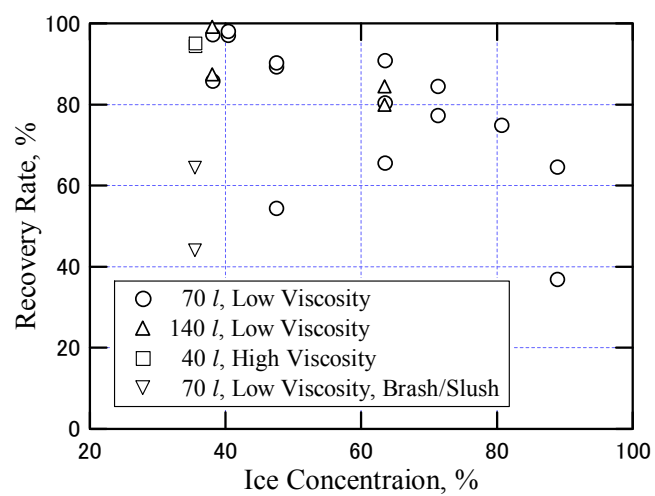


回収開始前

77 秒後

292 秒後

回収プロセスの様子 (右上の図は稼働している気泡発生ユニットを示す)



10 分間の回収オペレーションによる油回収率 (回収油量と流出油量の比) と氷量の関係

参考資料 平成 19 年度業務実績報告書
(4) 海上輸送の高度化

課題名	⑫モーダルシフトの推進等に資する高効率海上物流システムの実現に必要な基盤技術の開発のための研究
研究期間	平成 18 年度～平成 20 年度

政策課題

- 京都議定書の発効を受け、温室効果ガスの削減は喫緊の課題(2008 年-2012 年の間に基準年比 6%削減)。運輸部門では、機器単体・物流システム全体での削減が求められているところ(京都議定書目標達成計画)。
- 海運分野は、物流システム面において、モーダルシフト推進により、2010 年迄に 140 万トンの CO2 削減を政府目標として設定(上記計画)しており、効率的な海上物流システムの構築が求められているところ。
- 一方、産業立地のグローバル化の進展等により我が国と東アジア域と経済的な補完関係が強まる中、海上物流システムの構築に際しては、東アジア域内物流と国内基幹物流の調和を考慮することが求められている。
- このため、モーダルシフトの推進等に資する高効率海上物流システム(高効率海上物流及び高効率船舶)の基盤技術の開発が必要。

中期目標	中期計画	研究課題
○モーダルシフトの推進等に資する高効率海上物流システムの実現に必要な基盤技術の開発のための研究	○高効率海上物流の基盤技術の開発	①高効率海上物流の基盤技術の開発
	○高効率船舶の基盤技術の開発	②高効率船舶の基盤技術の開発

研究課題 ①高効率海上物流の基盤技術の開発

技術現状

- 東アジア物流の詳細データが不足(貿易統計の金額等の船舶仕様決定データが不足)
- このため、物流の実態把握・需要予測も困難(現状は、国レベルの総量予測が限界)
- 東アジア物流データ整備の基盤技術を開発(「金額」を「重量・TEU」に変換する手法)

成果目標

- 東アジア/国内物流需要動向の把握
 - ・物流データ変換技術の向上(各国データ対応)
 - ・物流データベースの開発(各港湾レベルでの実態把握・需要動向の推定)
- 高効率物流システムの設計
 - ・東アジア海上輸送ネットワークの解析
 - ・船舶仕様の決定・ボトルネック整理(代表例による試解析)

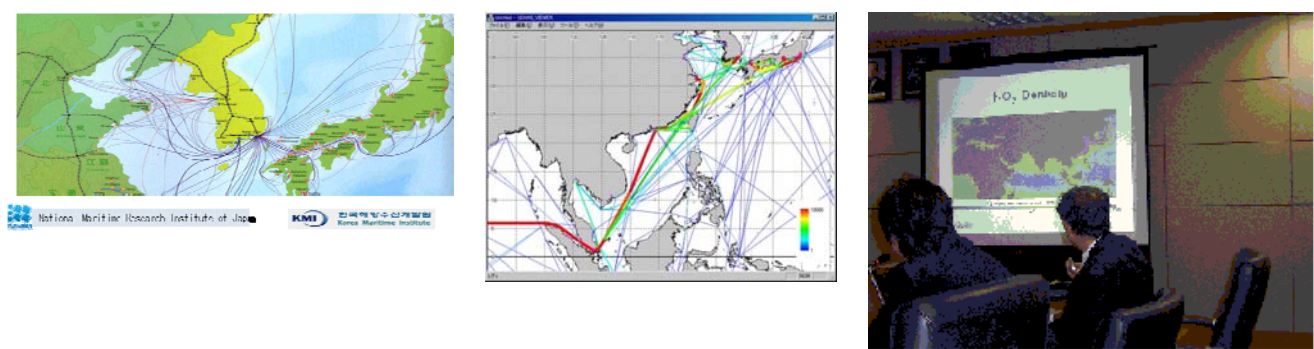
研究経過

- 年度計画に従い、次を韓国海洋水産院（KMI）と共同で実施
- 東アジア・国内の物流動向の調査検討
- 東アジア・国内の物流データベース開発のための調査検討 等
- また、これに加え、次を実施
- 中国政府機関系研究機関である水運科学研究院（WTI）への研究参加を要請

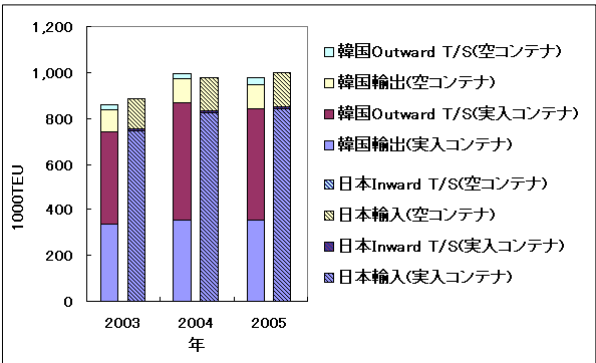
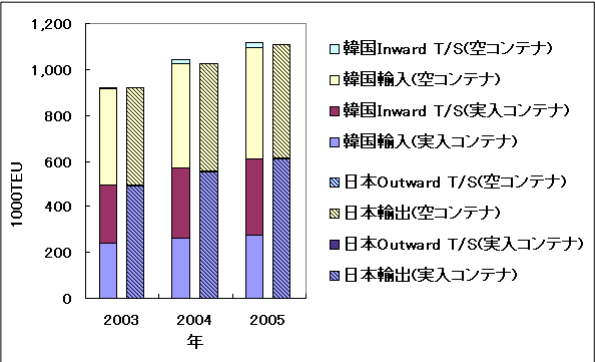
研究成果

- 船舶仕様については、運航実態と事業者の意向を踏まえる必要があるため船主の協力を得て研究を実施
- 個別の研究成果
 - ・船主の協力を得て国内コンテナフィーダーとの連携を前提とした東アジア海上輸送に供する船舶仕様を提案、船主はこれを基に船舶詳細仕様を計画中
 - ・韓国政府系研究機関である K M I との物流に関する包括的な協力協定に基づき東アジア物流に関する workshop を 2 回開催

参考図

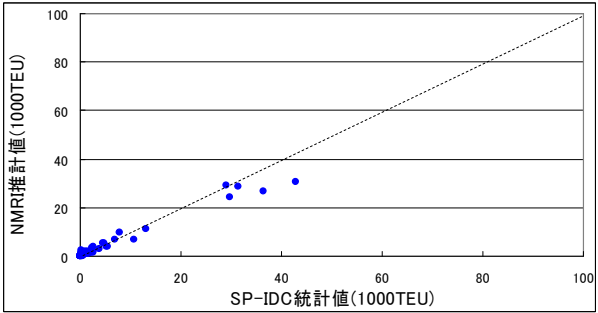
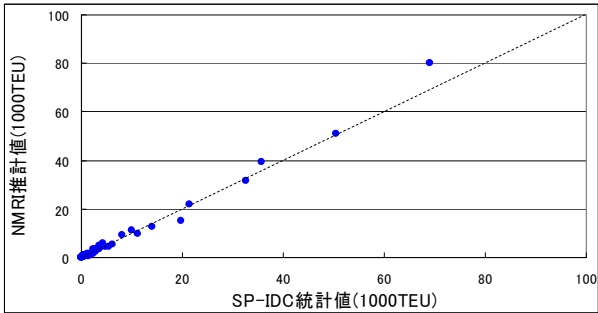


物流データベースのイメージ図と KMI と実施したワークショップの様子



KMI と実施した韓国と日本のコンテナ貨物統計の比較

(左図は日本から韓国への輸出コンテナ量、右図は韓国から日本への輸出コンテナ量)



物流データ変換技術の適用した日本の港湾別輸出入コンテナ（対韓国）の推計

(左図は日本港湾の対韓国輸入コンテナ量、右図は日本港湾の対韓国輸出コンテナ量に関して推計値と既存統計値を比較した結果)

課題名	⑫モーダルシフトの推進等に資する高効率海上物流システムの実現に必要な基盤技術の開発のための研究
研究期間	平成 18 年度～平成 20 年度

政策課題

- ☐ 京都議定書の発効を受け、温室効果ガスの削減は喫緊の課題(2008 年-2012 年の間に基準年比 6%削減)。運輸部門では、機器単体・物流システム全体での削減が求められているところ(京都議定書目標達成計画)。
- ☐ 海運分野は、物流システム面において、モーダルシフト推進により、2010 年迄に 140 万トンの CO2 削減を政府目標として設定(上記計画)しており、効率的な海上物流システムの構築が求められているところ。
- ☐ 一方、産業立地のグローバル化の進展等により我が国と東アジア域と経済的な補完関係が強まる中、海上物流システムの構築に際しては、東アジア域内物流と国内基幹物流の調和を考慮することが求められている。
- ☐ このため、モーダルシフトの推進等に資する高効率海上物流システム(高効率海上物流及び高効率船舶)の基盤技術の開発が必要。

中期目標	中期計画	研究課題
○モーダルシフトの推進等に資する高効率海上物流システムの実現に必要な基盤技術の開発のための研究	○高効率海上物流の基盤技術の開発	①高効率海上物流の基盤技術の開発
	○高効率船舶の基盤技術の開発	②高効率船舶の基盤技術の開発

研究課題 ②高効率船舶の基盤技術の開発 実海域長期性能評価技術の開発

技術現状

- ☐ 船舶性能に係る各種要素技術(耐航性、操縦性、復原性、CFD 解析等)は、研究所として保持
- ☐ 要素技術の統合による実船舶への応用(評価、設計ツール整備等)が研究所の今後の課題(基盤の強化)
- ☐ また、実海域性能評価は、今後の大きな課題

成果目標

- ☐ 実海域長期性能評価技術の開発

研究経過

- 年度計画に従い、次を実施。
- ☐ 船舶の実海域長期性能評価技術のためのツール整備

研究成果

- ☐ これまでは個別のプログラムであった波浪中抵抗増加計算プログラムと操縦運動推定プログラムを統合し、風浪中の船体斜航抵抗、あて舵抵抗の抵抗成分も考慮することで風浪下での馬力計算が可能となった。また、計算誤差が大きいとされていた短波長における波浪中抵抗増加の理論計算法を改良し、船型の如何に関わらず実用的な精度で抵抗増加と燃費計算が計算できるシステムを確立した。さらに、長期実測を行うための海象データベースの拡張、種々船型への適用性検討などを実施し、コンテナ船就航実績データとの比較検証も行った。
- ☐ 個別の研究成果
 - ・短波長域の波浪中抵抗増加推定法の改良
 - ・開発した実海域性能評価システムによる大型コンテナ船の就航実績評価の実施

速度影響($\lambda/L=0.5$)

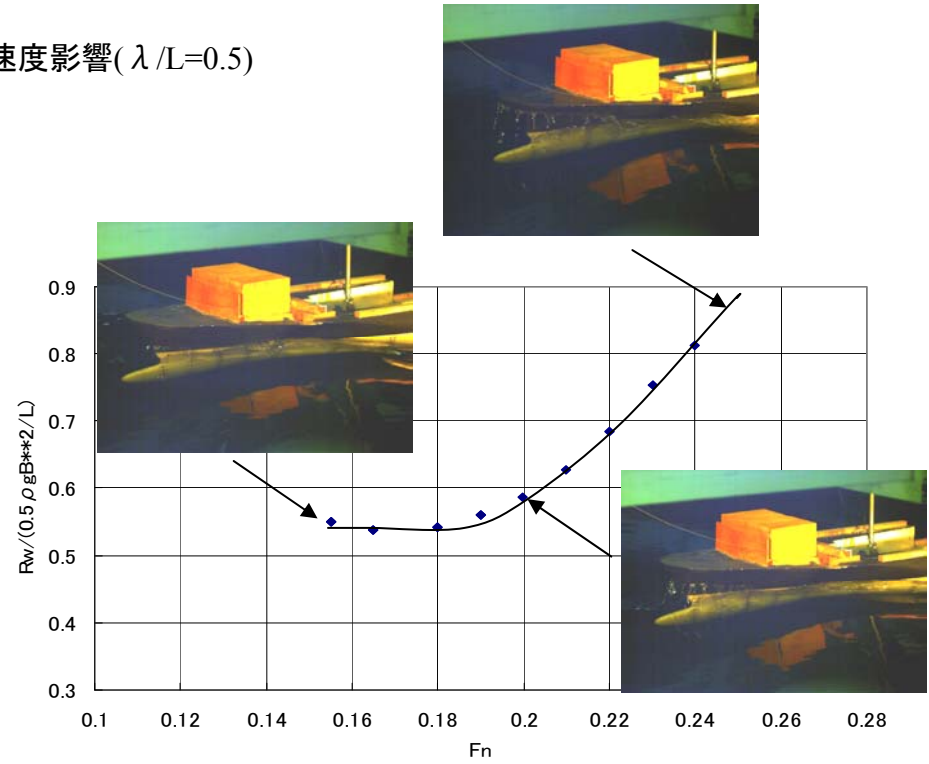


Fig.1 コンテナ船の波浪中抵抗増加に対する速度影響調査

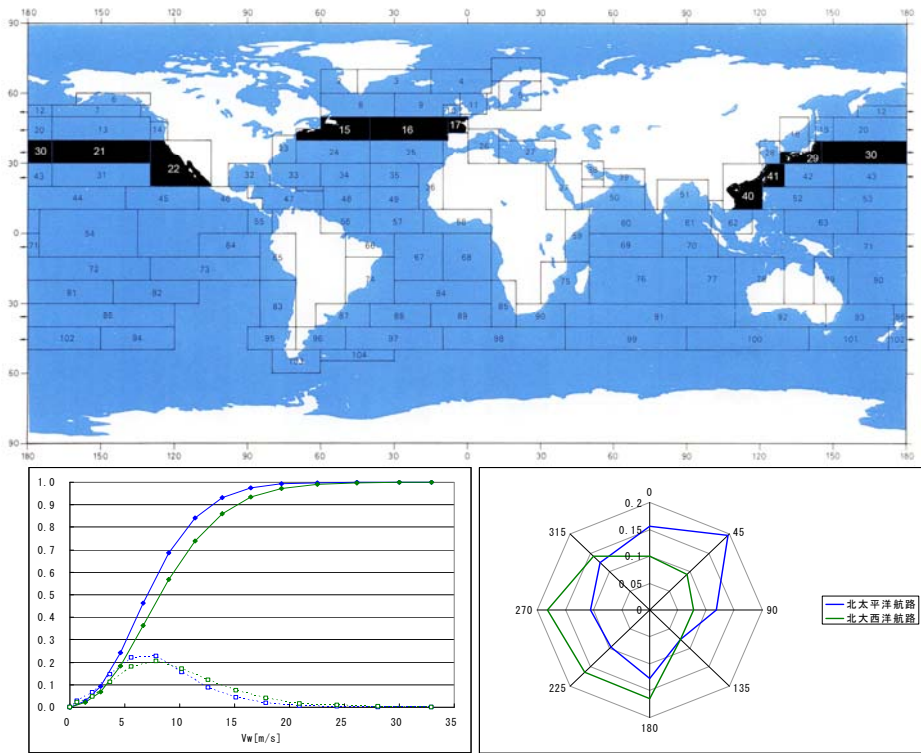


Fig.2 コンテナ船・北太平洋・北大西洋における長期予測データ

課題名	⑫モーダルシフトの推進等に資する高効率海上物流システムの実現に必要な基盤技術の開発のための研究
研究期間	平成 18 年度～平成 20 年度

政策課題

- ☐ 京都議定書の発効を受け、温室効果ガスの削減は喫緊の課題(2008 年-2012 年の間に基準年比 6%削減)。運輸部門では、機器単体・物流システム全体での削減が求められているところ(京都議定書目標達成計画)。
- ☐ 海運分野は、物流システム面において、モーダルシフト推進により、2010 年迄に 140 万トンの CO2 削減を政府目標として設定(上記計画)しており、効率的な海上物流システムの構築が求められているところ。
- ☐ 一方、産業立地のグローバル化の進展等により我が国と東アジア域と経済的な補完関係が強まる中、海上物流システムの構築に際しては、東アジア域内物流と国内基幹物流の調和を考慮することが求められている。
- ☐ このため、モーダルシフトの推進等に資する高効率海上物流システム(高効率海上物流及び高効率船舶)の基盤技術の開発が必要。

中期目標	中期計画	研究課題
○モーダルシフトの推進等に資する高効率海上物流システムの実現に必要な基盤技術の開発のための研究	○高効率海上物流の基盤技術の開発	①高効率海上物流の基盤技術の開発
	○高効率船舶の基盤技術の開発	②高効率船舶の基盤技術の開発

研究課題 ②高効率船舶の基盤技術の開発 最適運航計画法の開発

技術現状

- ☐ 船舶性能に係る各種要素技術(耐航性、操縦性、復原性、CFD 解析等)は、研究所として保持
- ☐ 要素技術の統合による実船舶への応用(評価、設計ツール整備等)が研究所の今後の課題(基盤の強化)
- ☐ また、実海域性能評価は、今後の大きな課題

成果目標

- ☐ 最適運航計画法の開発

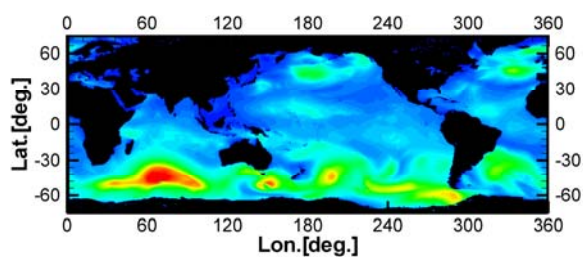
研究経過

- 年度計画に従い、次を実施。
- ☐ 安全性・経済性を両立させた運航計画策定のための海象適応航法(WAN)システムの開発
- また、これに加え、次を実施
- ☐ 海象適応航法(WAN)で使用する気象庁 GPV の配信フォーマットが 2007 年 11 月に更新されたことに伴い、解析プログラムの更新を行った。

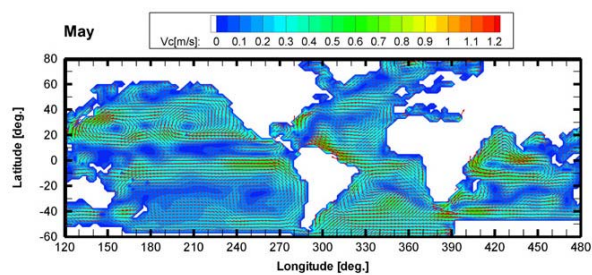
研究成果

- ☐ 今年度は海象適応航法 (WAN) に、運航中の安全性の観点から、耐航性能を評価するモジュールの組み込みを行った。
- ☐ 個別の研究成果
 - ・海象適応航法 (WAN) への耐航性能評価モジュールの組み込み
 - ・全球海流データベースの作成
 - ・気象庁 GPV フォーマット読込モジュールを作成。プログラム登録 2 件 (気象庁 GPV (GRIB フォーマット) 解析プログラム、気象庁 GPV (GRIB2 フォーマット) 解析プログラム)

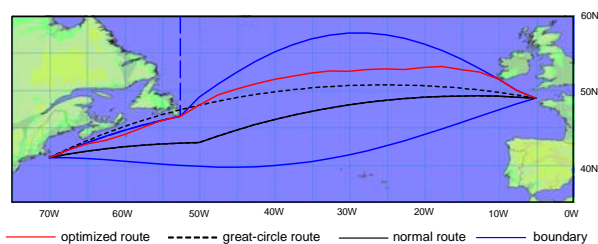
参考図



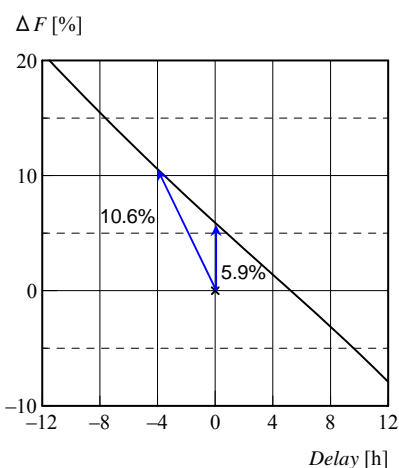
有義波高の分布 (2007年5月30日00UTC)



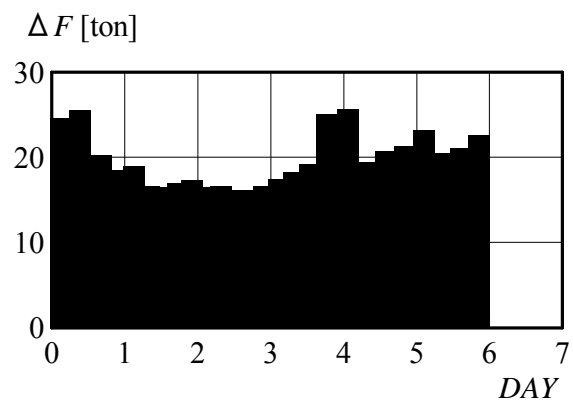
海流の分布 (5月)



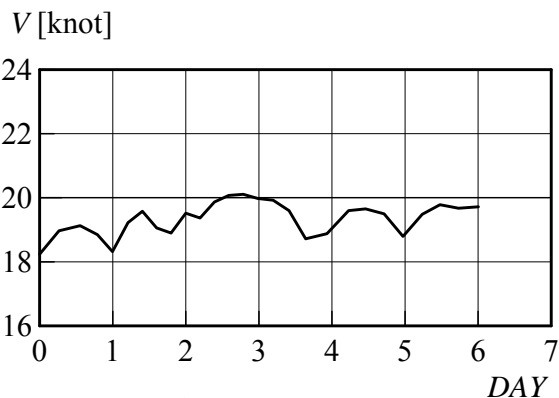
海象適応航法 (WAN) による最適航路 (赤)



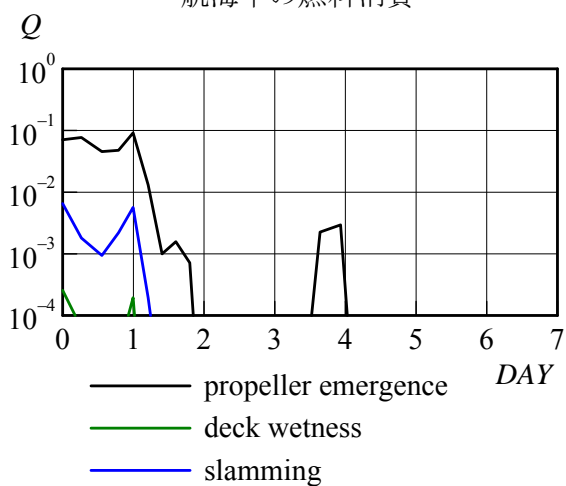
海象適応航法 (WAN) による燃料削減効



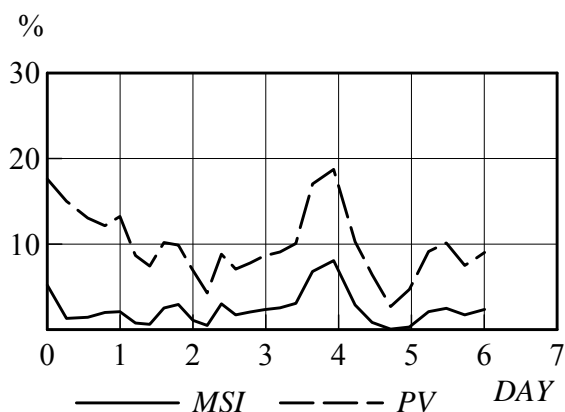
航海中の燃料消費



航海中の船速



航海中の耐航性能



航海中の乗り心地

課題名	⑫モーダルシフトの推進等に資する高効率海上物流システムの実現に必要な基盤技術の開発のための研究
研究期間	平成 18 年度～平成 20 年度

政策課題

- ☐ 京都議定書の発効を受け、温室効果ガスの削減は喫緊の課題(2008 年-2012 年の間に基準年比 6%削減)。運輸部門では、機器単体・物流システム全体での削減が求められているところ(京都議定書目標達成計画)。
- ☐ 海運分野は、物流システム面において、モーダルシフト推進により、2010 年迄に 140 万トンの CO2 削減を政府目標として設定(上記計画)しており、効率的な海上物流システムの構築が求められているところ。
- ☐ 一方、産業立地のグローバル化の進展等により我が国と東アジア域と経済的な補完関係が強まる中、海上物流システムの構築に際しては、東アジア域内物流と国内基幹物流の調和を考慮することが求められている。
- ☐ このため、モーダルシフトの推進等に資する高効率海上物流システム(高効率海上物流及び高効率船舶)の基盤技術の開発が必要。

中期目標	中期計画	研究課題
○モーダルシフトの推進等に資する高効率海上物流システムの実現に必要な基盤技術の開発のための研究	○高効率海上物流の基盤技術の開発	①高効率海上物流の基盤技術の開発
	○高効率船舶の基盤技術の開発	②高効率船舶の基盤技術の開発

研究課題 ②高効率船舶の基盤技術の開発 高効率輸送システムに適した船舶の基本設計システムの開発

技術現状

- ☐ 船舶性能に係る各種要素技術(耐航性、操縦性、復原性、CFD 解析等)は、研究所として保持
- ☐ 要素技術の統合による実船舶への応用(評価、設計ツール整備等)が研究所の今後の課題(基盤の強化)
- ☐ また、実海域性能評価は、今後の大きな課題

成果目標

- ☐ 高効率輸送システムに適した船舶の基本設計システムの開発

研究経過

- 年度計画に加え、次を実施
- ☐ 要目最適化システム HOPE への CAD システム NAPA のリンク並びに高度化

研究成果

- ☐ H18 年度に開発した要目最適化システム「HOPE」を、世界シェア No.1 の船舶 CAD「NAPA」とリンクさせ、具体的な船型が出力できるように高度化した。本プログラムの開発により優秀な母型船から、その船の運航モードに適合した船体要目の最適化および具体的な船型としてのラインズの作成が、ごく短期間で行えるようになった。また CAD システムの導入により面データ IGES の作成が容易となり CFD 計算の入力としても利用可能となった。さらに、風浪のある実海域での性能予測計算ルーチンや造波抵抗が最小となる Cp 曲線の計算ルーチンを追加し、HOPE を用いた性能評価技術は実用化の域に達した。次年度は、幾つかの船型で試算を実施し、実海域性能に優れた省エネルギー船型を提案する。
- ☐ 個別の研究成果
 - ・主要目最適化プログラム HOPE と NAPA をリンクさせた高機能マクロの作成
 - ・造波抵抗最小となる最適 Cp 曲線探索プログラムの HOPE 組み込み
 - ・最適化プログラム HOPE の GUI 機能向上

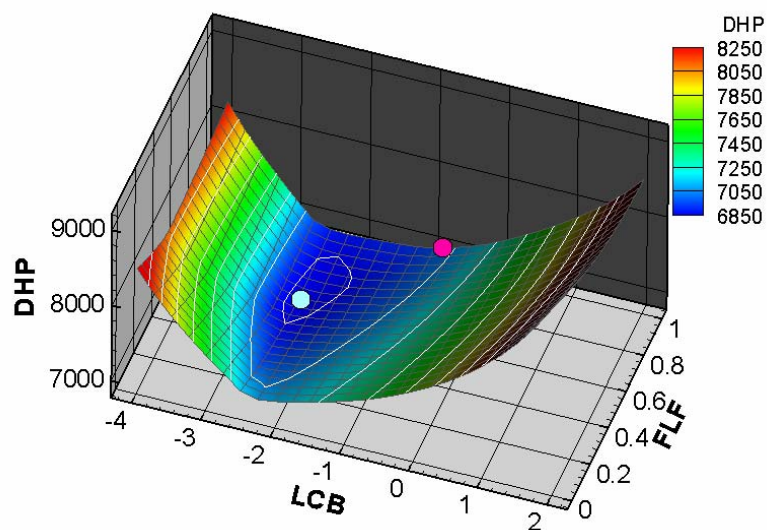


Fig.1 実海域で最適な浮心位置とフレームラインファクター

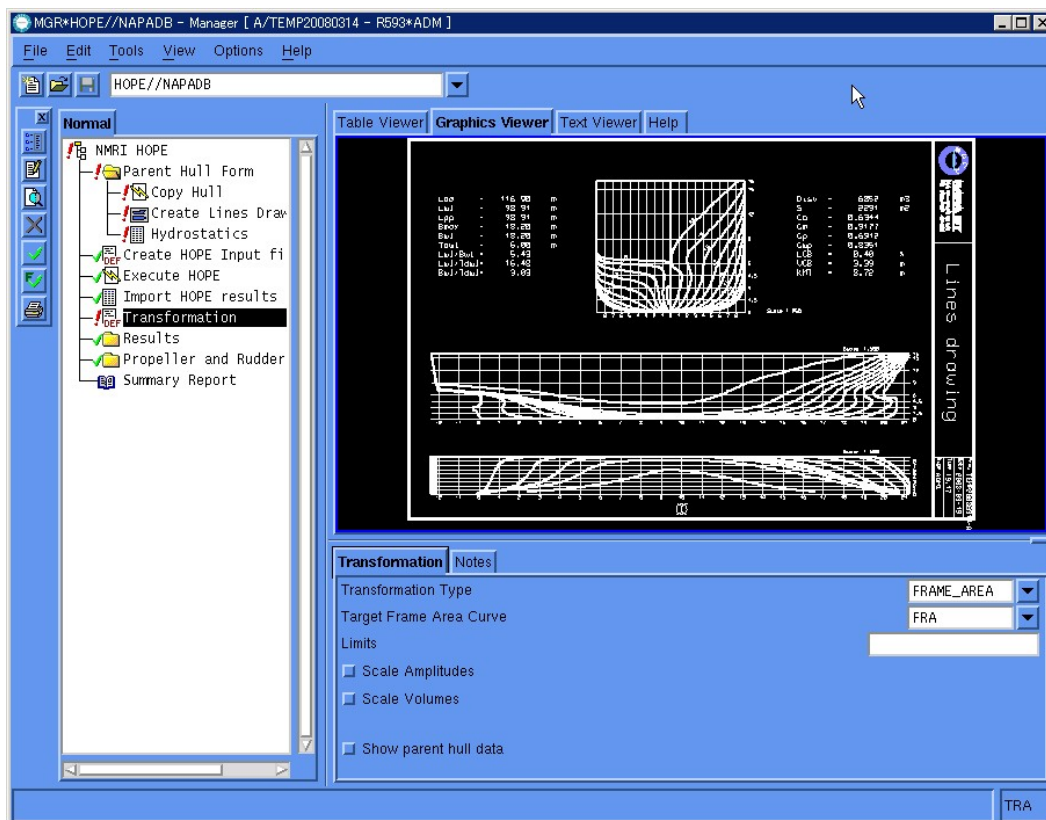


Fig.2 NAPA から HOPE マネージャーを利用してラインズ作成

課題名	⑬-1 熟練した技能を有する船員減少に対応した船員作業の支援及び簡素化の実現に必要な基盤技術の開発のための研究
研究期間	平成 18 年度～平成 20 年度

政策課題

- 熟練した技能を有する船員の大幅な減少が急速に進展(特に内航海運分野)。
- 内航海運分野では、熟練技術でカバーしていた操船、荷役、機関等の船内作業を軽減する自動化・省力化技術による社会規制の見直し(船員の乗組み体制、各種設備の安全基準等)が行われているところ。
- 一方、国際分野では、日欧各国の協力の下、情報技術の活用による航海に係る船内作業の自動化・省力化を通じ、安全確保・環境保全の向上(事故回避等)を目的とした次世代航海システム(E-navigation)の検討が開始。
- このため、熟練技能が必要な船内作業を一定の技能を有する船員が実施可能とする作業支援技術及び船内作業を軽減する自動化・省力化技術の基盤技術の開発が必要。

中期目標	中期計画	研究課題
○ 熟練した技能を有する船員の減少に対応した船員作業の支援及び簡素化の実現に必要な基盤技術の開発のための研究	○ 熟練技能が必要な船内作業を一定の技能を有する船員が実施可能とする作業支援技術の開発	① 次世代航海システム(E-Navigation 等)の開発
	○ 船内作業を簡素化する自動化・省力化技術の基盤技術の開発	② 次世代内航船自動化・省力化システムの開発

研究課題 ①次世代航海システム(E-Navigation 等)の開発 その1 航海支援に係る基準に関する研究

技術現状

- e-Navigation 戦略に則った次世代航海システムの構築は、海難事故の減少や輸送の効率化等に寄与することから、IMO 等の場での議論に積極的に参画していく必要がある。
- IT 技術利用の様々な航海機器を統合した支援システムが提案されている。これらのシステムについて、ユーザニーズに則った支援機能の検討を行い、操船者への負担低減と安全性向上を図るシステムの構築が望まれている。

成果目標

- e-Navigation 戦略の作成に必要な調査研究に実施
- 簡易型 AIS(Class B AIS)を用いた小型船舶の見張り支援機能の検討
- ユーザビリティ評価の試行

研究経過

- 年度計画に従い、次を実施
- e-Navigation 戦略に対するユーザニーズの把握と求められる支援機能を取りまとめた。
- 簡易型 AIS(Class B AIS)を用いた小型船舶の見張り支援機能の要素開発とヒューマンインタフェースを製作した。
- 海技研のシミュレータに設置されたレーダ・ARPA を対象にユーザビリティ評価を行い、海事システムを構築する上での設計ガイドラインの検討に寄与する基礎的知見を得た。

研究成果

- IMO で行われている e-Navigation 戦略の策定作業に対応して、海難分析から e-Navigation に求められる機能を洗い出す手法や日本における e-Navigation に対するユーザニーズに関する文書を提出して、e-Navigation の戦略作成に日本の意見を反映させた。さらに、e-Navigation の具体的な機器として、クラス B AIS の利用法(小型船向け衝突警報システム)の検討や設計における人間工学的アプローチの検討について、主導的に研究の統括を行った。
- 個別の研究成果
 - ・ 海難分析から e-Navigation に求められる機能を洗い出す手法について、IMO 第 53 回航行安全小委員会に提案文書として提出した。さらに、ユーザニーズと支援機能の開発ロードマップを取りまとめた。(IMO 第 54 回航行安全小委員会に提出予定)
 - ・ 東京海洋大学及び民間企業と共同で、衝突警報アルゴリズムの有効性の検討と小型船向け衝突警報システムのプロトタイプの作成を行った。
 - ・ 民間企業と共同でレーダ・ARPA のユーザビリティ評価を実施して、システム設計上の注意点の洗い出しを行った。

参考図

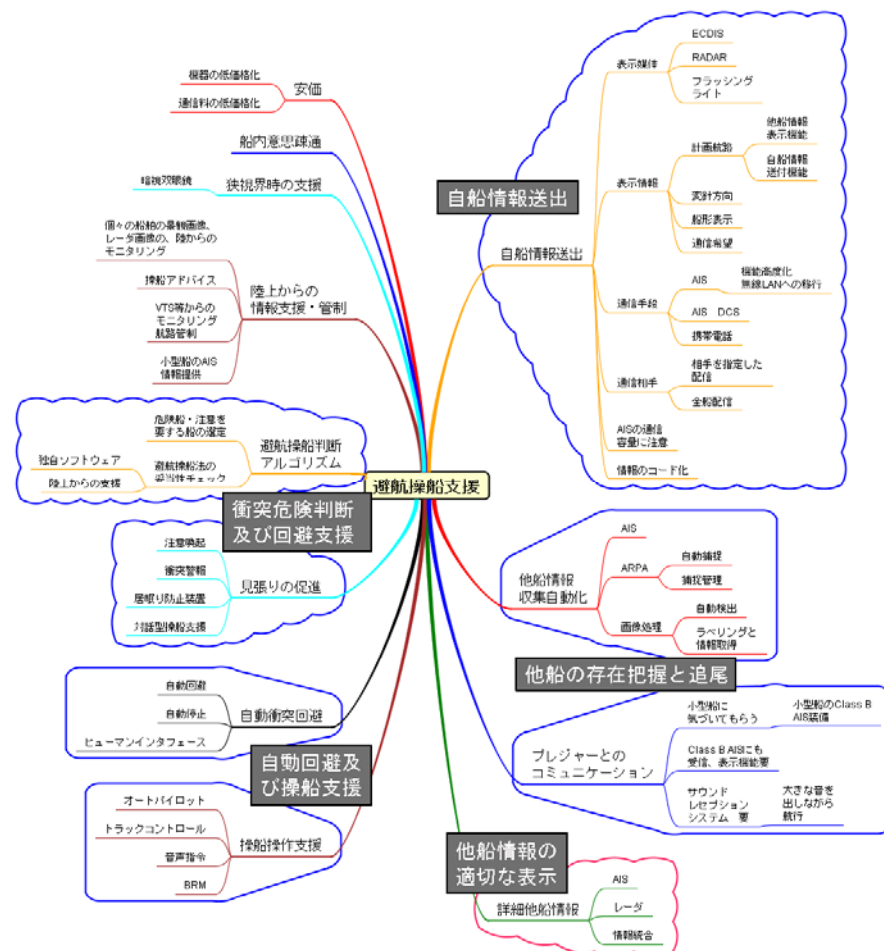


図 避航操船支援に関するユーザニーズを取りまとめたマインドマップ

課題名	⑬-1 熟練した技能を有する船員減少に対応した船員作業の支援及び簡素化の実現に必要な基盤技術の開発のための研究
研究期間	平成 18 年度～平成 20 年度

政策課題

- 熟練した技能を有する船員の大幅な減少が急速に進展(特に内航海運分野)。
- 内航海運分野では、熟練技術でカバーしていた操船、荷役、機関等の船内作業を軽減する自動化・省力化技術による社会規制の見直し(船員の乗組み体制、各種設備の安全基準等)が行われているところ。
- 一方、国際分野では、日欧各国の協力の下、情報技術の活用による航海に係る船内作業の自動化・省力化を通じ、安全確保・環境保全の向上(事故回避等)を目的とした次世代航海システム(E-navigation)の検討が開始。
- このため、熟練技能が必要な船内作業を一定の技能を有する船員が実施可能とする作業支援技術及び船内作業を軽減する自動化・省力化技術の基盤技術の開発が必要。

中期目標	中期計画	研究課題
○ 熟練した技能を有する船員の減少に対応した船員作業の支援及び簡素化の実現に必要な基盤技術の開発のための研究	○ 熟練技能が必要な船内作業を一定の技能を有する船員が実施可能とする作業支援技術の開発	① 次世代航海システム(E-Navigation 等)の開発
	○ 船内作業を簡素化する自動化・省力化技術の基盤技術の開発	② 次世代内航船自動化・省力化システムの開発

研究課題 ①次世代航海システム(E-Navigation 等)の開発 その2 協調型航行支援システム構築のための調査研究

技術現状

- IT 技術利用の様々な航海機器を統合して、操船者への負担低減と安全性向上を図る避航操船支援システムの開発(INT-NAV 等)
- 海事分野の情報化を進め、安全性と効率を向上する国際プロジェクト「次世代航海システム(e-Navigation)」の戦略プランの策定
- AIS バイナリーメッセージによる船舶間の通信を容易に行う環境ができ、衝突事故の防止に有効な新技術の検討が可能。

成果目標

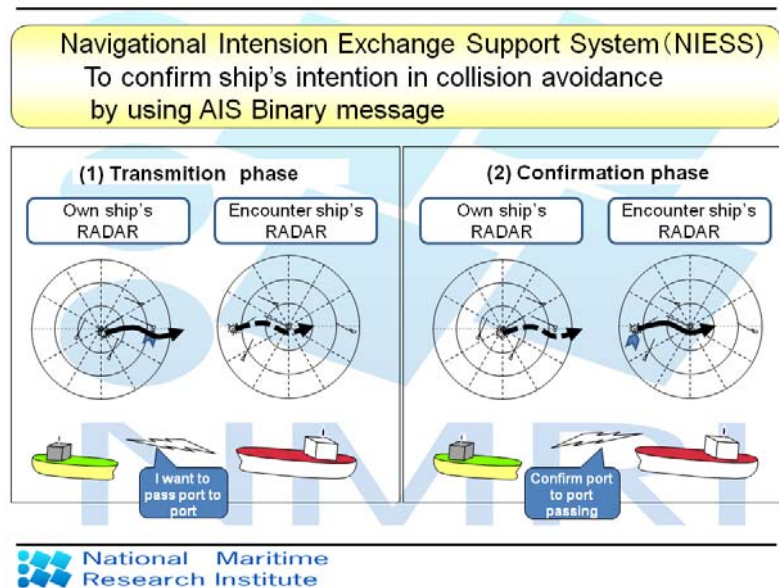
- 操船時の意思疎通に関する要望と必要性及び他の交通機関を含めた交通要素間の通信の実態調査
- 航行意思支援システムの開発

研究経過

- 年度計画に従い、次を実施
- 避航のための航行意思疎通支援システムの開発を実施。
- また、これに加え、次を実施
- 交通要素間の通信の実態調査及び操船時の意思疎通に関する要望のとりまとめを実施。

研究成果

- AIS バイナリーメッセージを用いた航行意思疎通支援システムのプロトタイプ及び交通流中の AIS 信号を発生し、システムの試験環境を構築する AIS 情報生成シミュレーションシステムを構築し、数例のシナリオによる避航操船の試行により、有効性と問題点の洗い出しを行った。
- 個別の研究成果
 - ・ 航行意思疎通支援システムのプロトタイプ及び AIS 情報生成シミュレーションシステム開発
 - ・ 平成 18 年度特許出願済み
 - ・ IMO 第 54 回航行安全小委員会に研究成果の概要と AIS バイナリーメッセージの利用に関する要望文書提出予定。
 - ・ IALA 第 4 回 e-NAV 委員会において研究成果報告。



(1)Port to Port で通りたい旨通知 (2)Port to Port の航過確認
図 航行意思疎通支援システムの概念図

課題名	⑬-1 熟練した技能を有する船員減少に対応した船員作業の支援及び簡素化の実現に必要な基盤技術の開発のための研究
研究期間	平成 18 年度～平成 20 年度

政策課題

- 熟練した技能を有する船員の大幅な減少が急速に進展(特に内航海運分野)。
- 内航海運分野では、熟練技術でカバーしていた操船、荷役、機関等の船内作業を軽減する自動化・省力化技術による社会規制の見直し(船員の乗組み体制、各種設備の安全基準等)が行われているところ。
- 一方、国際分野では、日欧各国の協力の下、情報技術の活用による航海に係る船内作業の自動化・省力化を通じ、安全確保・環境保全の向上(事故回避等)を目的とした次世代航海システム(E-navigation)の検討が開始。
- このため、熟練技能が必要な船内作業を一定の技能を有する船員が実施可能とする作業支援技術及び船内作業を軽減する自動化・省力化技術の基盤技術の開発が必要。

中期目標	中期計画	研究課題
○ 熟練した技能を有する船員の減少に対応した船員作業の支援及び簡素化の実現に必要な基盤技術の開発のための研究	○ 熟練技能が必要な船内作業を一定の技能を有する船員が実施可能とする作業支援技術の開発	① 次世代航海システム(E-Navigation 等)の開発
	○ 船内作業を簡素化する自動化・省力化技術の基盤技術の開発	② 次世代内航船自動化・省力化システムの開発

研究課題 ①次世代航海システム(E-Navigation 等)の開発 その3 目視によるレーダーターゲット捕捉・認識支援機器の開発

技術現状

- レーダ・ARPA は他船動静把握と操船判断が有効であるが、ターゲットが多数存在する場合、使われない場合が多い。このため、レーダ・ARPA の利用を促進する技術開発が求められている。
- IT 技術利用の様々な航海機器を統合して、操船者への負担低減と安全性向上を図る避航操船支援システムの開発(INT-NAV 等)

成果目標

- 半透過型ディスプレイに、レーダ・ARPA の情報を表示し、対象物を確認しながらのレーダ・ARPA の情報の認識及び操作を可能にするシステムの開発を行う。

研究経過

- 年度計画に加え、次を実施
- 目視認識支援装置のプロトタイプの製作を行った。
- 重畳表示に関する基礎実験を実施して、重畳評価の有効性の評価を実施した。

研究成果

- 個別の研究成果
 - ・ 目視認識支援装置のプロトタイプの試作
 - ・ 目視認識支援装置に関する特許を出願

参考図

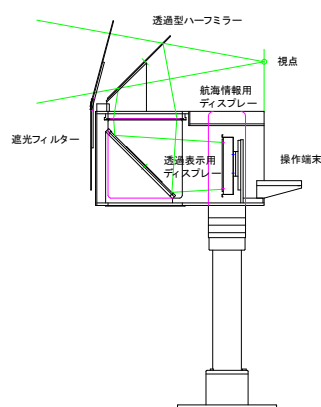


図 1 目視認識支援装置の構成

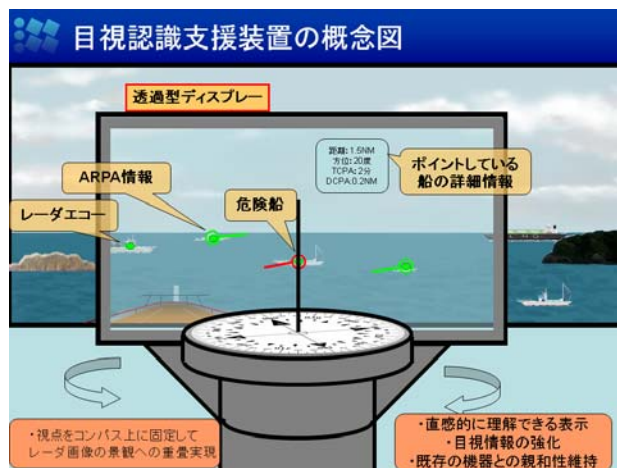


図 2 目視認識装置の概念図

課題名	⑬-1 熟練した技能を有する船員減少に対応した船員作業の支援及び簡素化の実現に必要な基盤技術の開発のための研究
研究期間	平成 18 年度～平成 20 年度

政策課題

- ☐ 熟練した技能を有する船員の大幅な減少が急速に進展(特に内航海運分野)。
- ☐ 内航海運分野では、熟練技術でカバーしていた操船、荷役、機関等の船内作業を軽減する自動化・省力化技術による社会規制の見直し(船員の乗組み体制、各種設備の安全基準等)が行われているところ。
- ☐ 一方、国際分野では、日欧各国の協力の下、情報技術の活用による航海に係る船内作業の自動化・省力化を通じ、安全確保・環境保全の向上(事故回避等)を目的とした次世代航海設備(E-navigation)の検討が開始。
- ☐ このため、熟練技能が必要な船内作業を一定の技能を有する船員が実施可能とする作業支援技術及び船内作業を軽減する自動化・省力化技術の基盤技術の開発が必要。

中期目標	中期計画	研究課題
○熟練した技能を有する船員の減少に対応した船員作業の支援及び簡素化の実現に必要な基盤技術の開発のための研究	○熟練技能が必要な船内作業を一定の技能を有する船員が実施可能とする作業支援技術の開発	① 次 世 代 航 海 シ ス テ ム (E-Navigation 等)の開発
	○船内作業を簡素化する自動化・省力化技術の基盤技術の開発	②次世代内航船自動化・省力化システムの開発

研究課題 ②次世代内航船自動化・省力化システムの開発

技術現状

- ☐ スーパーエコシップフェーズ 2 船(SES フェーズ 2 船)の少人数体制による運航が計画
- ☐ 中核技術である自動化・省力化システム(航海/係船/離着桟/荷役)の要素技術を開発
- ☐ SES フェーズ 2 船の実証実験が予定
- ☐ SES フェーズ 1 船の実証実験が予定

成果目標

- ☐ SES(フェーズ 1 船・フェーズ 2 船)の実証実験でのシステムの有効性の検証(評価手法の確立、実験機の支援、システムの改良等)

研究経過

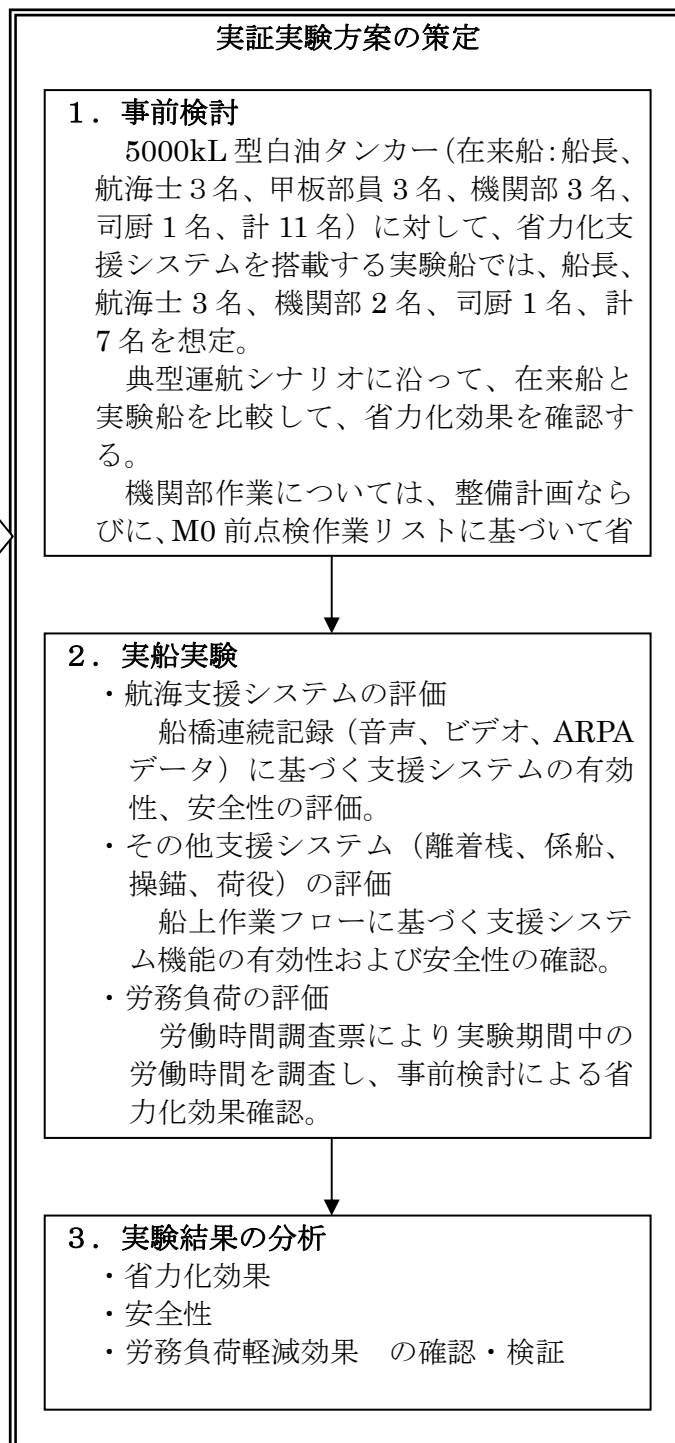
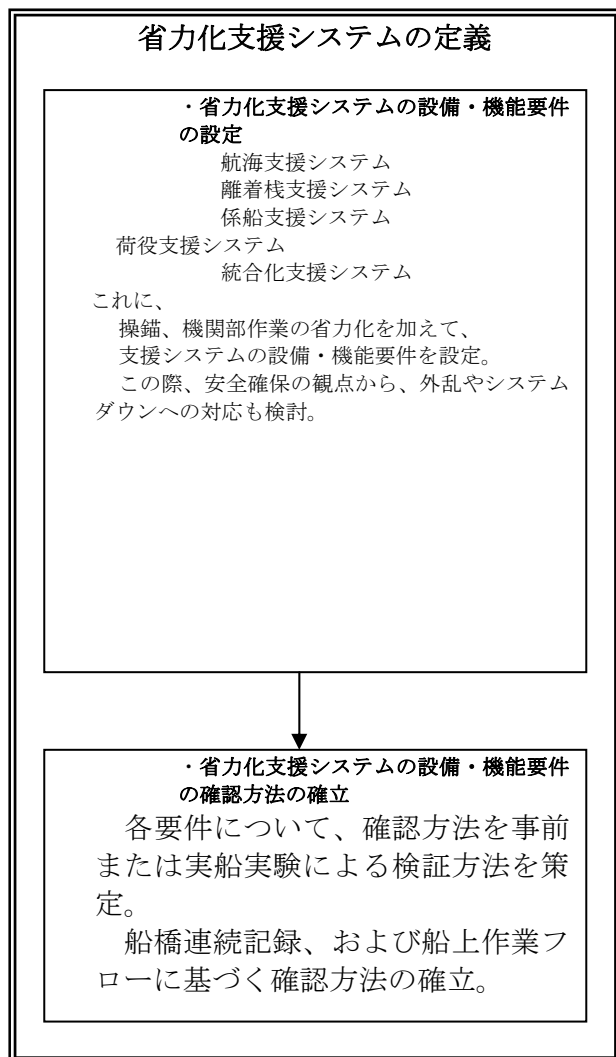
- 年度計画に従い、次を実施
- ☐ 次世代内航船に搭載の離着桟、係船及び荷役からなる支援システムの性能評価法の構築
- ①省力化に対応した乗組み体制を想定して、各支援システムの設備・機能要件を設定
- ②設備・機能要件の確認のための実証実験方案の策定
- また、これに加え、次を実施
- ☐ SES フェーズ 1 船の実証実験方案の策定、同実施

研究成果

- ☐ SES(フェーズ 1 船・フェーズ 2 船)の実証実験方案策定
- ☐ SES フェーズ 1 船の実証実験実施、省力化効果確認
- ☐ 個別の研究成果
 - ・省力化支援システムの設備・機能要件
 - ・省力化支援システムの実証実験方案
 - ・SES フェーズ 1 船の実証実験方案
 - ・SES フェーズ 1 船の実証実験結果報告

参考図

省力化支援システム評価フロー



船橋連続記録－ビデオ例

課題名	⑬-2 船舶産業の熟練した技能を有する作業員減少に対応した新しい生産システムの実現に必要な基盤技術の開発のための研究
研究期間	平成 18 年度～平成 22 年度

政策課題

- ☐ 船舶産業の熟練した技能を有する作業員の減少が、今後予想。
- ☐ 急速な人材減少が進む中、個々の作業員に蓄積される暗黙知(熟練技能)の高度形式知化による技能伝承、生産現場の作業性の向上等の生産技術の基盤維持・強化が求められている。
- ☐ このため、船舶産業におけるものづくり技術を科学的に解明した技能伝承手法及びこれを応用した新しい生産システムの基盤技術の開発が必要。

中期目標	中期計画	研究課題
○船舶産業の熟練技能を有する作業員減少に対応した新しい生産システムの実現に必要な基盤技術の開発のための研究	○船舶産業におけるものづくり技術を科学的に解明した技能伝承手法の開発	①ものづくりの技能講習の開発
		②機関室周りの機器配置・配管設計支援ツールの開発
	○技能伝承手法を応用した新しい生産システムの基盤技術の開発のための研究	③船尾流場を考慮した最適船尾形状決定手法の開発
		④保船作業の省力化に資する材料の開発

研究課題 ①ものづくりの技能講習の開発

技術現状

- ☐ 技能伝承を目的とした生産現場の暗黙知(熟練技能)の高度形式知化が課題
- ☐ ぎょう鉄・機関/修繕の技能講習教材を作成。その他(配管等)の技能講習教材作成が今後の課題
- ☐ 技能伝承手法の応用により新生産システムの開発が可能

成果目標

- ☐ ものづくりの技能講習の教材開発
 - ・教材作成(配管(工員/設計)・歪取り・機関/試運転)
- ☐ 技能伝承手法(設計)応用の新生産システムの開発
 - ・機関室周り機器配置・配管設計支援ツールの開発
 - ・船尾流場を考慮した最適船尾形状決定手法

研究経過

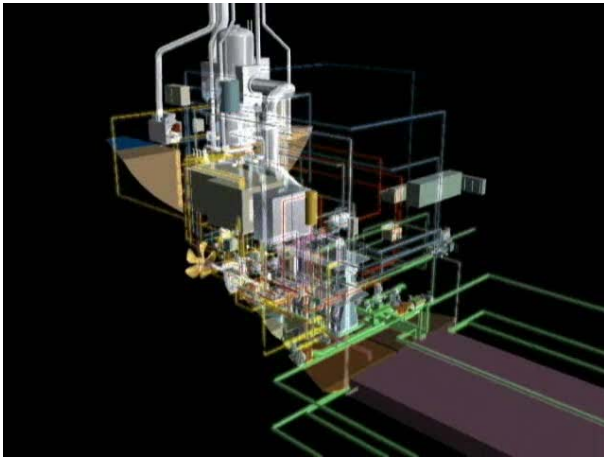
- 年度計画に従い、次を実施
- ☐ 造船所での実態調査を通じた配管設計及び機関仕上げから機関試運転の教材の作成
- また、これに加え、次を実施
- ☐ ぎょう鉄中・上級研修用教材一式の制作と実習講師の教育を実施

研究成果

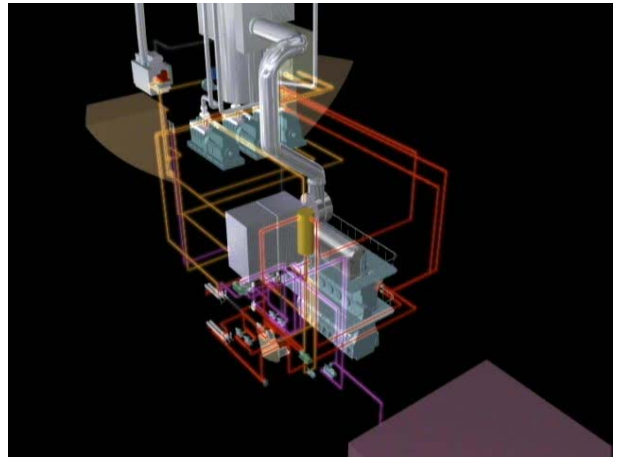
- ☐ 個別の研究成果
 - ・配管設計については、先ず、どの船種にも共通の①燃料油系統、②潤滑油系統、③バラスト水、冷却水系統、④圧縮空気系統、⑤蒸気系統について、標準的な系統図を作り、関連機器、タンクとの関係を視覚化した。
 - ・次に、機関室の階層構造を示し、配管検討で考慮すべきダクトと電路、主機配置で考慮すべき推進軸長さ、フロア高さなどを示した後、関連各種機器とその配置上の留意点等を示した。
 - ・最後に、実際の配管検討の様子を視覚化して示した。
 - ・機関仕上げから機関試運転については、先ず、推進軸系と舵軸系を概説し、油潤滑の原理、軸系が狂う要因を説明した。
 - ・次に、進水前後の機関仕上げ、舵の取り付け調整、試運転までの作業と勘所を示した。
 - ・最後に、重要な勘所として、推進力の伝達と作業ステージによって変わって行く基準点の解説を行った。
 - ・平成 17 年度にぎょう鉄中・上級映像教材を製作したが、これに基づく研修を実施することとなり、説明資料、実習用曲がり板の形状、曲げ型、基準線入り展開図、実習要領、試験問題等教材一式を請け負い、制作すると共に、実習講師の教育を行った。

参考図

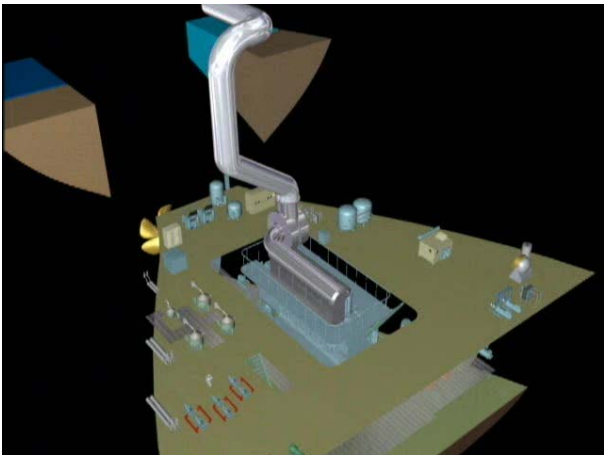
【配管設計と検討】



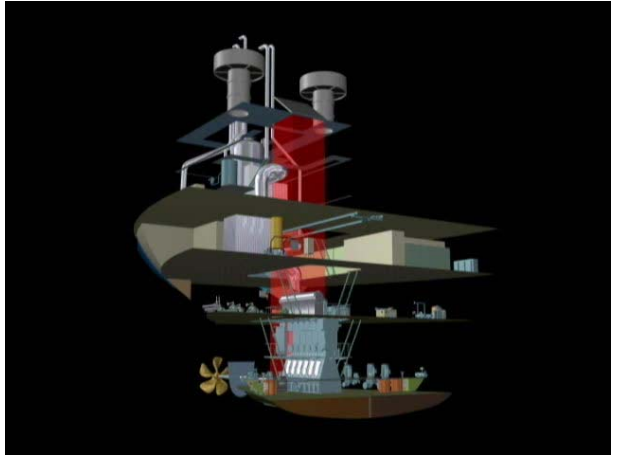
主要5系統を視覚化



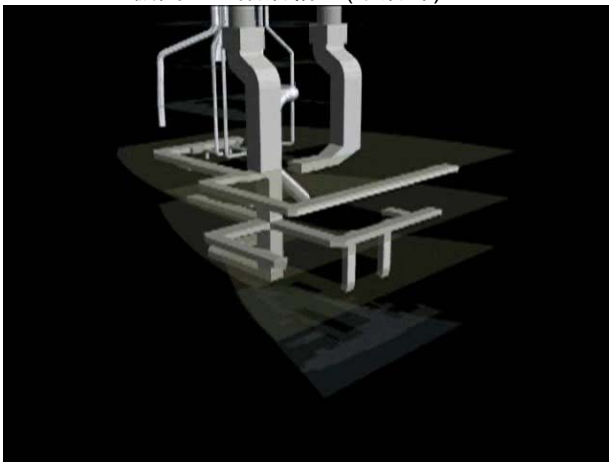
各系統の例(燃料油系統)



機関室の階層構造(中層部)



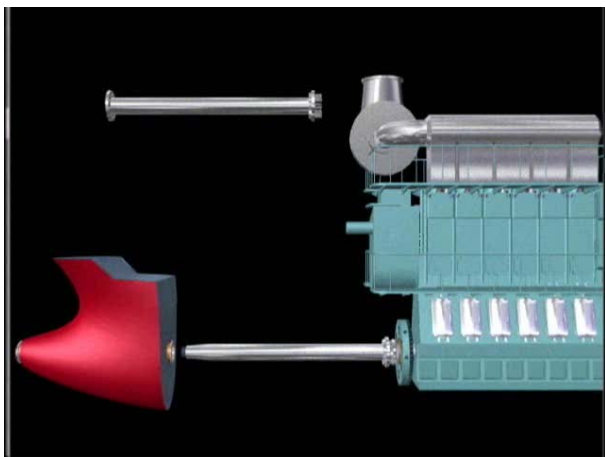
機関室の階層構造(全体と搬出入経路)



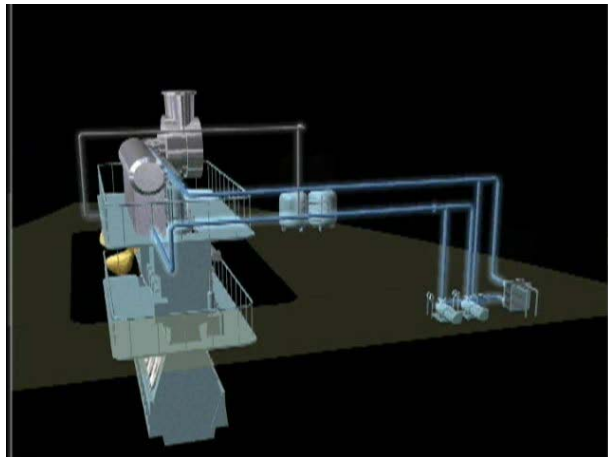
配管の障害物(ダクト)



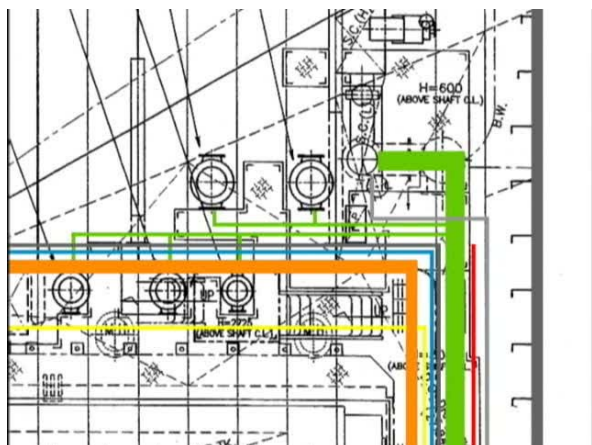
配管の障害物(電路)



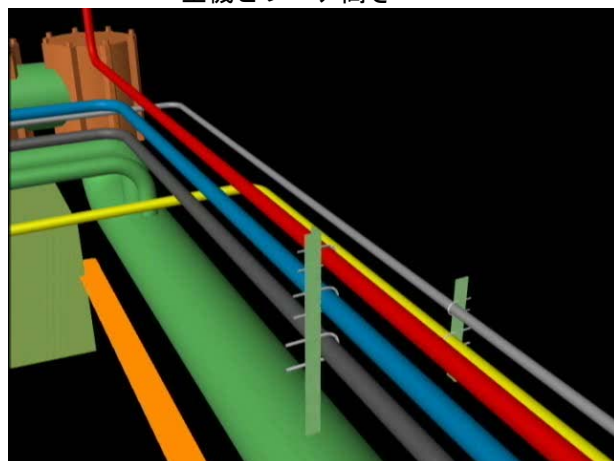
推進軸長さと主機位置



主機とフロア高さ

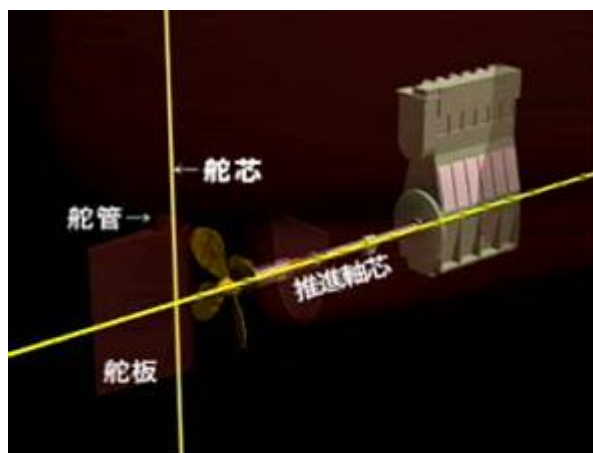
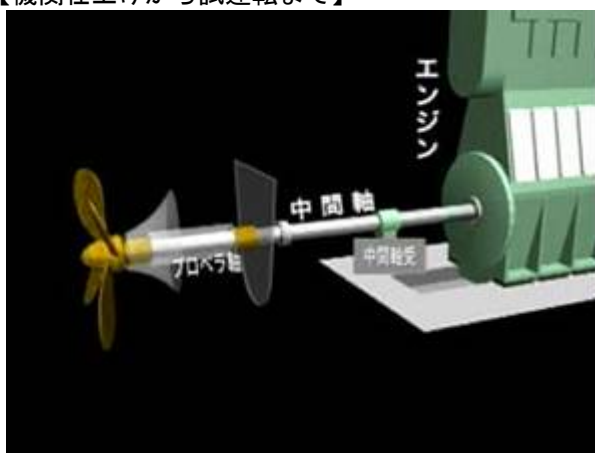


機器配置図上での配管検討

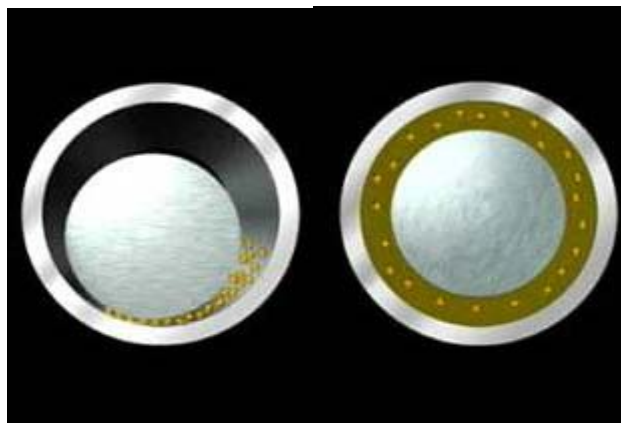
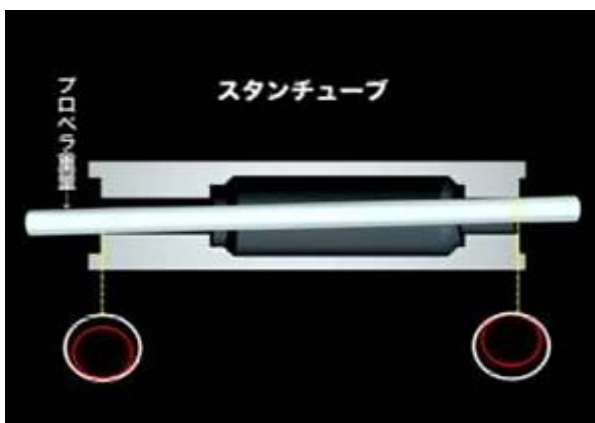


その視覚化

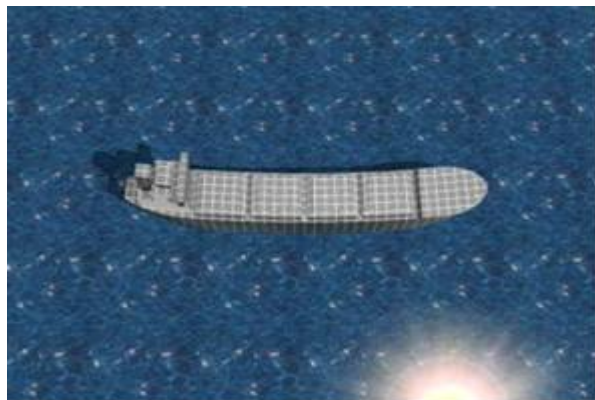
【機関仕上げから試運転まで】



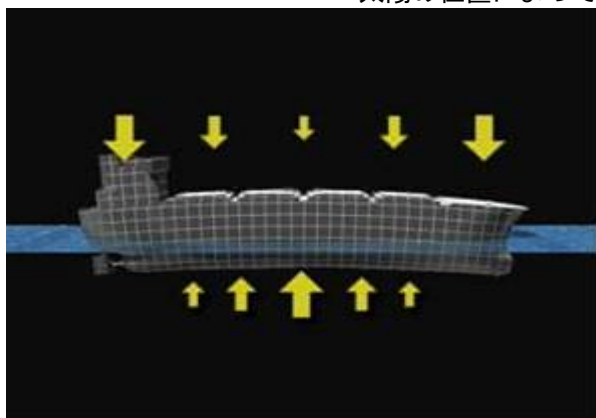
推進軸系と舵軸系の関係



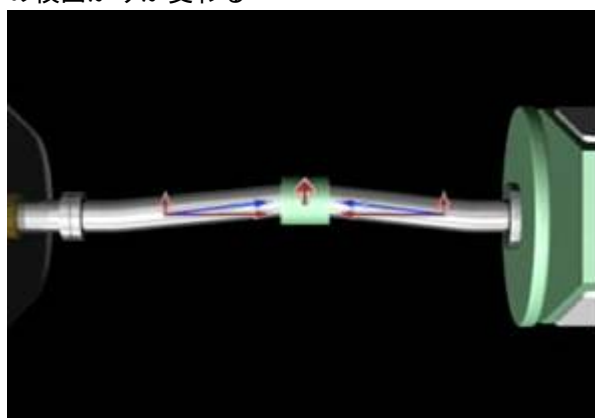
軸がきちんと通っていると、プロペラの重さで船尾管に当たっていた軸も回転すると油に浮いた状態になる



太陽の位置によって船体の横曲がりが変わる



進水後は浮力と自重による縦曲がりが生じ、



軸がずれると、推進時の軸力で当たりが強くなる

【ぎょう鉄中・上級研修】



研修の座学の様子



実習の様子

課題名	⑬-2 船舶産業の熟練した技能を有する作業員減少に対応した新しい生産システムの実現に必要な基盤技術の開発のための研究
研究期間	平成 18 年度～平成 22 年度

政策課題

- ☐ 船舶産業の熟練した技能を有する作業員の減少が、今後予想。
- ☐ 急速な人材減少が進む中、個々の作業員に蓄積される暗黙知(熟練技能)の高度形式知化による技能伝承、生産現場の作業性の向上等の生産技術の基盤維持・強化が求められている。
- ☐ このため、船舶産業におけるものづくり技術を科学的に解明した技能伝承手法及びこれを応用した新しい生産システムの基盤技術の開発が必要。

中期目標	中期計画	研究課題
○船舶産業の熟練技能を有する作業員減少に対応した新しい生産システムの実現に必要な基盤技術の開発のための研究	○船舶産業におけるものづくり技術を科学的に解明した技能伝承手法の開発	①ものづくりの技能講習の開発
		②機関室周りの機器配置・配管設計支援ツールの開発
	○技能伝承手法を応用した新しい生産システムの基盤技術の開発のための研究	③船尾流場を考慮した最適船尾形状決定手法の開発
		④保船作業の省力化に資する材料の開発

研究課題 ④保船作業の省力化に資する材料の開発 船用機器用低合金鋼の開発

技術現状

- ☐ 船用機器用低合金鋼の性能を試験片で検証
- ☐ 目標性能(強度等)は達成。実機検証で確認された問題点(脆化等)の解決が今後の課題。

成果目標

- ☐ 船用機器用低合金鋼の開発
 - ・脆化等の実機検証時に確認された問題点を解決する低合金鋼の試作・検証
 - ・既存材料(客先規格の Max 値で引張強度 950MPa 以上)に対し、10%以上の機械特性向上を目指して(実製品で引張強度 1050MPa、衝撃値 $\geq 50J$ を目標)、高強度高靱性の船用低合金鋼を開発

研究経過

- 年度計画に従い、次を実施
- ☐ 高強度で靱性の高い低合金の総合評価
- また、これに加え、次を実施
- ☐ 機械特性改善に有望な組成の試作鋼について、大型クランク軸の製造過程で生じる空焼きによる材料劣化を検討。空焼きのメカニズムと耐空焼き性の高い材料の開発。

研究成果

- ☐ 前年度までに試作した低合金鋼のうち、有望と思われるものに空焼き処理を行った。空焼きしない場合に最も強度特性が良好だった 1.6Ni-1.6Cr 材は、空焼き(大型製品の鍛造過程において所定の温度以下に低下した場合にいったん鍛造を停止して行う再加熱)により結晶粒の粗大化とともに著しい脆化現象の起こることがわかった。これに対し、3Ni-0.75Cr の組成では、空焼きを行って結晶粒は粗大化して、引張強度の低下はあるものの靱性の低下は少なく、空焼き材であっても引張強度 1050MPa、衝撃値 $\geq 50J$ の目標を達成できることがわかった。
- ☐ 個別の研究成果
 - ・「SNM630 鍛鋼材の疲労強度特性」マリンエンジニアリング、42 巻 4 号(2007-5)

参考図

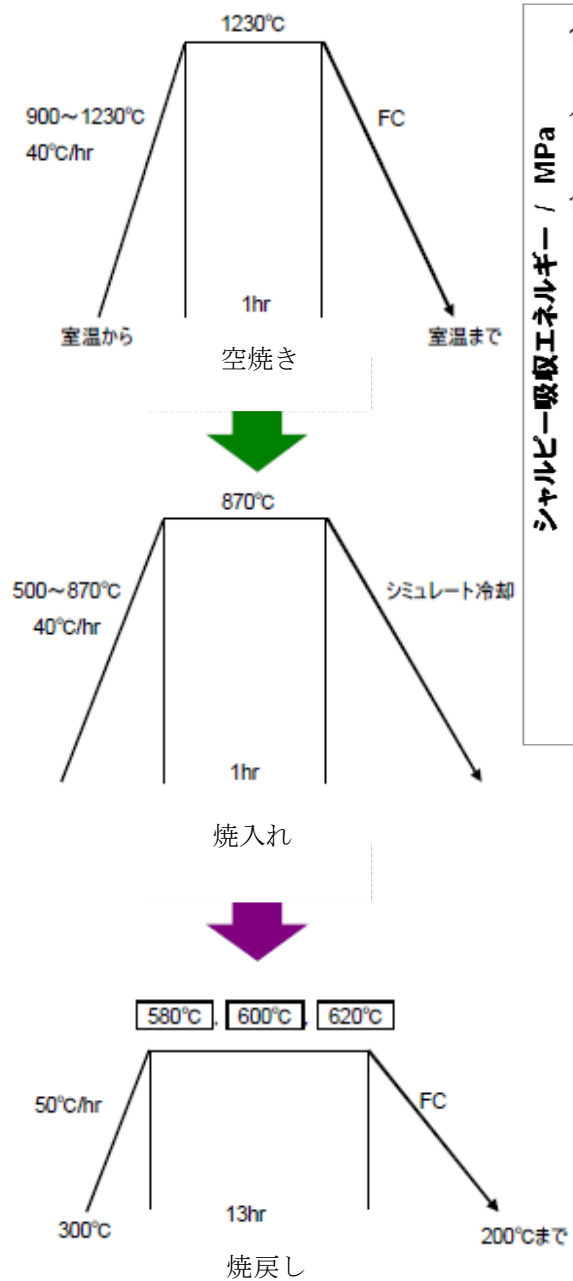


図1 空焼き処理時の熱処理条件

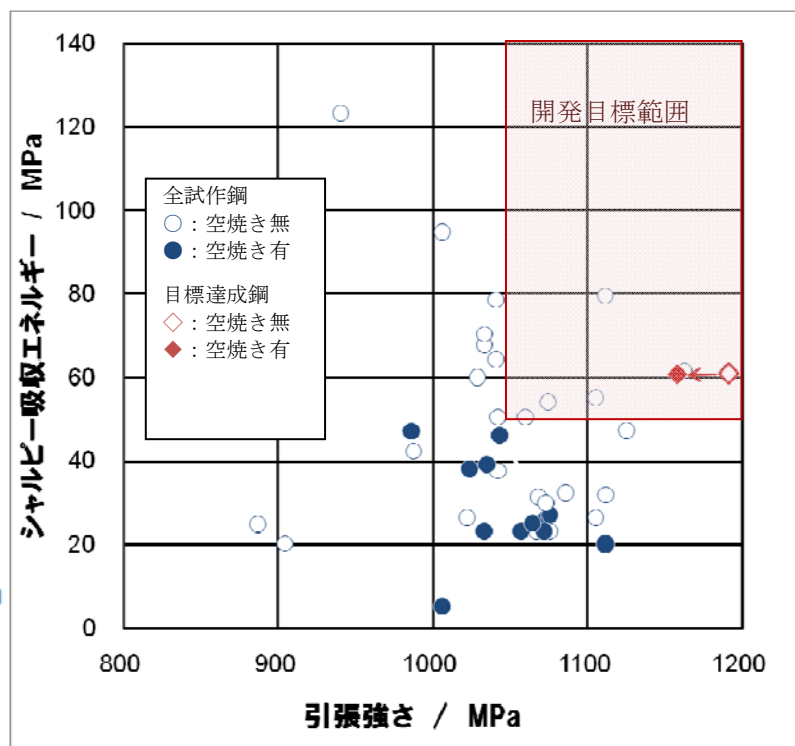


図2 試作鋼の600℃焼戻し時の強度特性
(◆は空焼き熱処理後でも高強度・高靱性を示す)

課題名	⑬-2 船舶産業の熟練した技能を有する作業員減少に対応した新しい生産システムの実現に必要な基盤技術の開発のための研究
研究期間	平成 18 年度～平成 22 年度

政策課題

- ☐ 船舶産業の熟練した技能を有する作業員の減少が、今後予想。
- ☐ 急速な人材減少が進む中、個々の作業員に蓄積される暗黙知(熟練技能)の高度形式知化による技能伝承、生産現場の作業性の向上等の生産技術の基盤維持・強化が求められている。
- ☐ このため、船舶産業におけるものづくり技術を科学的に解明した技能伝承手法及びこれを応用した新しい生産システムの基盤技術の開発が必要。

中期目標	中期計画	研究課題
○船舶産業の熟練技能を有する作業員減少に対応した新しい生産システムの実現に必要な基盤技術の開発のための研究	○船舶産業におけるものづくり技術を科学的に解明した技能伝承手法の開発	①ものづくりの技能講習の開発
		②機関室周りの機器配置・配管設計支援ツールの開発
	○技能伝承手法を応用した新しい生産システムの基盤技術の開発のための研究	③船尾流場を考慮した最適船尾形状決定手法の開発
		④保船作業の省力化に資する材料の開発

研究課題	④保船作業の省力化に資する材料の開発 き裂検出/抑制スマート材料開発
------	---------------------------------------

技術現状

- ☐ き裂検出/抑制スマート材料を開発
- ☐ 実用化に向けた機能高度化(施工性・視認性・耐久性の向上等)が今後の課題

成果目標

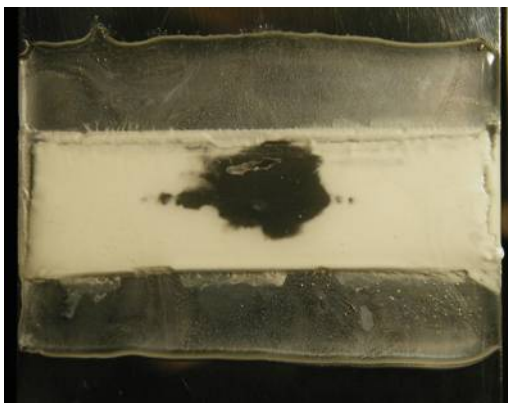
- ☐ き裂検出/抑制スマート材料開発
 - ・機能高度化要件の抽出
 - ・材料試作と性能の確認

研究経過

- 年度計画に従い、次を実施
- ☐ き裂検出とき裂進展抑制の機能を併せ持つスマート材料の開発のための機能要件の決定
- ☐ 材料の試作及び性能確認試験
- また、これに加え、次を実施
- ☐ 開発したスマート材料および成型法に関連して国内特許出願

研究成果

- ☐ 今年度は、機能高度化要件を満たすようなき裂検出/抑制スマート材料の成型法を開発し、アルミニウム合金や鋼の平板試験片を用いてき裂進展試験を行い、視認性やき裂進展抑制効果等の性能を確認した。
- ☐ 個別の研究成果
 - ・実用化に向けて施工性・視認性・耐久性を向上させたき裂検出/抑制スマート材料および成型法を開発
 - ・国際誌での論文掲載 2 件
 - ・国内学会での論文発表 1 件
 - ・国内特許出願 1 件
 - ・関連技術を集めた書籍を共同執筆 1 件



アルミニウム合金への適用例



塗装済み鋼板への適用例