

2011  
WINTER

# 海技研ニュース 船と海のサイエンス

NMRI Newsletter Science of Ships and the Sea



年頭のご挨拶

特集 NOx削減への研究開発

## 船舶用SCRを開発、NOxを80%削減

■海技研の研究紹介 ■新造船紹介 ■新造船写真集



独立行政法人 海上技術安全研究所  
[www.nmri.go.jp](http://www.nmri.go.jp)

CONTENTS

年頭のご挨拶 ..... 3  
理事長 井上 四郎

【特集】  
NOx削減への研究開発  
船舶用SCRを開発、NOxを80%削減  
国主導の触媒再生、小型化の研究促進 ..... 4

海技研の研究紹介

船舶スケジューリング効率化の技術について ..... 10  
小林和博

紫外線レーザーで船からサンゴを観測する ..... 13  
篠野雅彦

日韓中の船舶・海洋関係の知財状況 ..... 18  
知的財産・情報センター

新造船紹介

海洋環境船“海和歌丸(うみわかまる)” ..... 24  
株式会社アイ・エイチ・アイ・アムテック

新造船写真集

LIBRA TRADER / NYK ADONIS / TAITAR NO.4 /  
BRILLIANT JUPITER / ATTALIA / KM SYDNEY /  
GSL AFRICA / BALTIC KLIPPER / YAMATO /  
HYPER ECO

TOPIC

海技研講演会開催 ..... 2  
浮体式洋上風力発電システムの水槽試験を公開 ..... 21  
潮流発電システムのシンポジウム、公開実験開催 ..... 21  
日本海事協会と包括的連携協定を締結 ..... 22  
省エネ装置「ステップ」搭載の自動車運搬船、2月進水 ..... 22  
三鷹市と災害時における協力協定を締結 ..... 23  
三鷹市立第三中学校の生徒4名が職場体験 ..... 23  
船用ディーゼル機関からのPMに関するワークショップ開催 ..... 32



表紙写真  
鋼製平板型 非対称双胴船型  
海和歌丸

TOPIC

海技研講演会開催



広島で講演会開催



檜垣・今治造船社長の講演

井手・国土交通省海事局長の講演

広島市で2010年11月8日開催

環境に挑戦する造船技術とは

第10回海上技術安全研究所講演会を平成22年(2010年)11月8日、広島市のホテルグランヴィア広島で開催しました。講演会参加者は約390名にのびりました。

今回は、「環境に挑戦する造船新技術とは」と題して、主に船舶からのGHG(温室効果ガス)削減対策技術、排ガス関連技術の研究開発状況と見通しを紹介しました。

井上四郎理事長はあいさつで、船舶・海洋関係の特許申請で昨年、中国と韓国が初めて日本を上回ったことを明らかにし、わが国の研究開発加速の重要性を強調しました。

特別講演1では、国土交通省の井手憲文海事局長に「海洋環境イニシアチブ、その戦略と政策」と題して、海洋環境保護に関する政策や取り組みを分かりやすく説明していただきました。

特別講演2では、今治造船の檜垣幸人社長が、「大競争時代の造船経営とは」と題して、平成21年度に8工場で101隻の新造船を建造したことなど、国内造船最大手の今治造船グループの現状や経営方針を紹介されました。

研究講演では、国土交通省海事局の大坪新一郎・安全基準課国際基準調整官に「国際海運からのCO<sub>2</sub>排出削減に関する動向と海事産業の影響について」講演していただきました。

講演では、参加申し込みに合わせて席を設定しましたが、聴講者が予想を超え、臨時席を設けました。それでも、一時的に立ち見がでるほどでした。

## 年頭のご挨拶（平成23年の重点事項）

理事長 井上 四郎

昨年政府が決定した新成長戦略の下、科学・技術は成長を支えるプラットフォームとして位置付けられ、イノベーション実現の原動力となることが求められています。中国、韓国等との海事を取り巻く知の大競争の中で、本年4月から第3期中期目標期間を迎える当研究所にとって、行政・社会・産業から与えられる様々な問題に対して高度な技術ソリューションとイノベーションを起こす新技術を提供し、海事・海洋分野の中核的研究開発機関としての役割を果たすべき年です。

このような状況のなかで本年の業務を執行するに当たり、どのような考えで臨むかについてご説明します。

第一に、CO<sub>2</sub>・NO<sub>x</sub>等のゼロエミッション化、実海域船舶性能向上とその評価、ハイブリッド推進システムの開発と安全性評価、迅速かつ高度な海難事故分析、浮体式洋上風力発電、海洋資源開発に関する安全・環境影響評価、効率的かつ安全な運航支援等に関する新しいテーマと高い目標を掲げてこれにチャレンジし、本格的に推進することが必要です。

これと合わせて、第二期中期目標期間中にあげた様々な研究成果をフォローしその普及のための対策をとることも重要です。

また、国土交通省のご支援を得て昨年完成した世界一の実海域再現水槽を中心に、オープンラボ方式による産業界・大学との連携を推進するという新しい研究スタイルを今年から導入します。この新しい研究制度の中で、産学との連携によるイノベーション技術の開発に取り組む所存です。

第二に、当研究所は、「安全・環境のスペシャリスト」、「海事イノベーションセンター」となるというビジョンを持ち、比類ない技術を築きあげることが必要です。他の機関では得られないほどの独自性と高度な技術をもって研究成果をあげてこそ、国民の期待に応える研究機関と言えます。

このため、重点課題に関する研究の中で成果を追求しながらも、研究所が定めたコア技術の高度化につなげます。大学等との連携を発展させるため、大学等からアイデアを募り、研究所の施設と研究予算を用いた新たなシーズ技術開発を進めます。研究のポテンシャルアップのため進めている所内研修については、内容を充実させるとともに、研究所外からの利用がしやすくなるようにし、海事・海洋技術ポテンシャルの向上に求める海事産業に貢献するつもりです。

第三に、限られた予算の中で最大の成果をあげる効率経営が必要です。昨年12月、独立行政法人に対する見直しの基本方針が閣議決定され、民間や大学にはできない役割に特化すること、重複を排除すること及び政策上必要性の乏しい研究を排除することなどにより、さらに経営をスリム化することが求められました。予算の大部分を国からいただいている研究機関として、研究課題の整理を進めながら、取り組むべき課題については徹底的に無駄をなくし、国民の皆様にご納得いただける業務の進め方を追求しなければなりません。

このため、あらゆる業務の点検と改善をさらに進め、必要な見直しを積極的に行います。その際、これまでの慣習にとらわれることなく、国民の目線で現状を分析し、新たな発想により改革を行い、業務を進めてまいります。

## 特集：NOx削減への研究開発

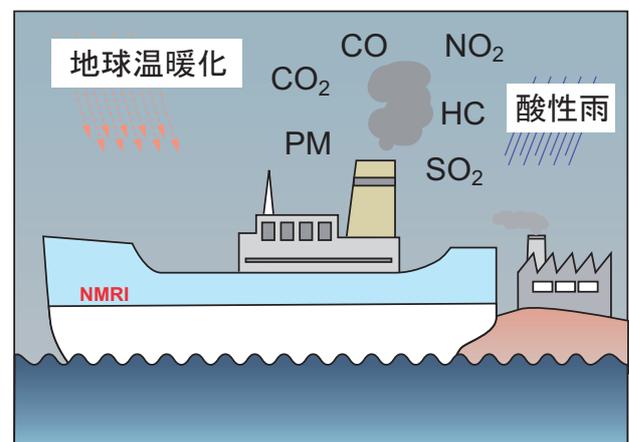
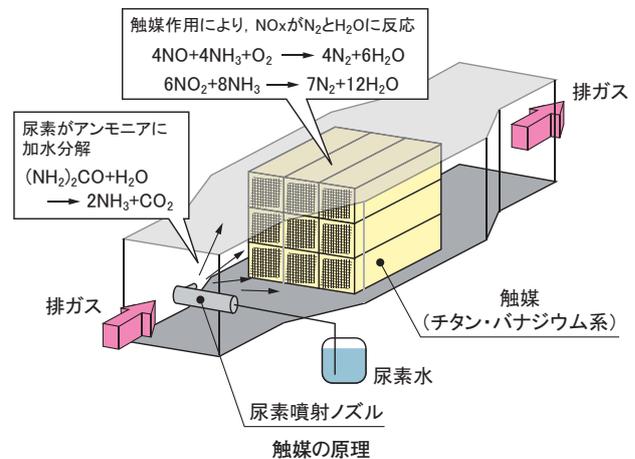
# 船用SCR脱硝装置の開発によりNOxを80%削減

船舶からの排出ガス、とりわけ窒素酸化物(NOx)、硫黄酸化物(SOx)の削減に向けた規制が強化されている。国際連合の専門機関である国際海事機関(IMO)において船舶からの排出ガス中の大気汚染物質を削減するための今後の新たな規制の枠組みが合意され、MARPOL条約附属書VIの改正案が採択された。これにより、NOxについては、出力130kWを超える船用ディーゼル機関を搭載する2000年以降に建造される新造船を対象に1次、2次、3次と規制が強化される。また、SOxの削減には硫黄分の少ない燃料を使用することが必要となる。NOxの削減は2次規制までは、噴射のタイミングを調整するなどエンジン単体の開発で対応できるが、80%削減を求められる3次規制では船用SCR脱硝装置が必要になると見込まれる。海技研は、NOx3次規制に対応するため船用ディーゼルエンジンからのNOx削減技術として尿素SCRシステムの研究に取り組んでいる。なお、研究の一部は、国土交通省及び(社)日本船用工業会が日本財団の助成を受けて行っているスーパークリーンマリンディーゼルプロジェクトの一環として、新潟原動機(株)、ダイハツディーゼル(株)、三井造船(株)が実施している「中速船用ディーゼル機関の排ガス後処理装置の技術開発」に協力して行ったものである。

### 1990年代に規制論議

発電所からの排出ガス、それにトラック、乗用車からの排出ガスなど、陸上で発生する排出ガスについては早くから規制されてきた。排出ガスが大気汚染物質として人間の健康に影響を及ぼしたからだ。これに対して、陸地から離れた洋上を航行するため、日常生活に大きな影響を及ぼさないことから、船舶からの排出ガスの規制論議は遅れていた。また、船舶が使用する燃料は、トラックや乗用車の軽油やガソリンに比べると、比重が大きく硫黄分の含有率が高い重油が使われているため、NOxやSOxの削減が技術的に難しいこともあった。

しかし、船舶からの排出ガスも規制すべきという声が進進国から上がり、1990年代にその議論が活発になった。特に、カリフォルニア州に代表される米国、酸性雨に悩む欧州の中でも北欧諸国から規制を求める動きが強まった。カリフォルニア州は独自の規制へと動きだし、北欧でもNOxの排出レベルを3段階に分け、それに応じた入港料割引制度を導入する国も現われた。国際的なルール作りの前に、地域規制が始まったのである。



## 1次規制と2次規制

地域規制の高まりに対して、国際的に統一した規制が適用されるべきであるとの意見が強まり、NOxについては、IMOにおいて130kWを超えるディーゼルエンジンを搭載する船舶を対象に1次、2次、3次と規制が強化されることとなった。

船舶からのNOx排出の1次規制は、2000年以降に建造される新造船に適用されることになった。国際条約の発効は2005年5月だったが、発効後も規制は遡って適用されることになっていたため、実質2000年から建造された新造船に適用された。2次規制は、2011年つまり今年1月から建造に着手される新造船が対象。3次規制は2016年以降の新造船に指定海域において適用される。

新造船だけでなく既に建造されている船舶の一部に対しても1次規制が適用されることが決まった。

NOxの1次、2次規制をクリアするのは、簡単ではなかったものの、メーカーはエンジン単体の改良でクリアしていった。1次規制は約10%、2次規制はエンジンの回転数で異なるが、さらに約15～22%の削減比率である。

## 3次規制に向け船舶用SCR脱硝装置の開発

2016年以降の新造船に指定海域において適用される3次規制は、NOx排出量を1次規制値から80%を削減するという厳しいものである。

NOxを削減するには、ディーゼルエンジン単体では、燃焼のタイミングの調整、燃料の噴射圧力の低下、さらには燃料に水を混ぜる方法などによって一定の削減が可能であり、エンジンメーカーがそれぞれ独自の方法で開発してきた。しかし、ディーゼルエンジン単体では3次規制対応は極めて難しく、ディーゼルエンジン本体以外の、周辺機器を使って削減するのが有効である。そのため、最も有力な方法として陸上で使われているSCR（選択触媒還元）脱硝装置を船用に適用することが考えられた。

SCR脱硝装置は、還元剤としてアンモニア（NH<sub>3</sub>）を使ってNOxを窒素ガス（N<sub>2</sub>）と水（H<sub>2</sub>O）に分解する方法である。実際には尿素水を排気ガスに噴霧する。尿素水は排気ガスの熱によって加水分解されてアンモニアガスとなり、アンモニアガスは、触媒反応によってNOxを窒素と水に変換されるのであ

る。

わが国が選択したのは、高硫黄燃料への対応、限られた船内空間で利用可能な小型化を目指した船用SCR脱硝装置の開発だった。

SCR脱硝装置自体は陸上の発電所やトラックなどのNOx削減に使われ、確立された技術だが、船舶のディーゼルエンジンにそのままでは使えない。「発電所やトラックなど陸上で使用されている燃料と船舶が使う燃料は、大きく異なる。船用燃料に含まれる硫黄分濃度は、陸上用に比べ桁違いに高い」「船舶向けに使用できるよう小型化が必要」（平田宏一・次世代動力システムセンター長）だからだ。

燃料に含まれる硫黄分には触媒を劣化させる作用があり、劣化をできるだけ抑えるとともに、劣化した触媒を再生する技術の開発が必要となる。また、船舶の機関室の広さは限られており、装置の小型化が必要となる。いずれも難しい課題である。

## 環境エンジン開発PT設立

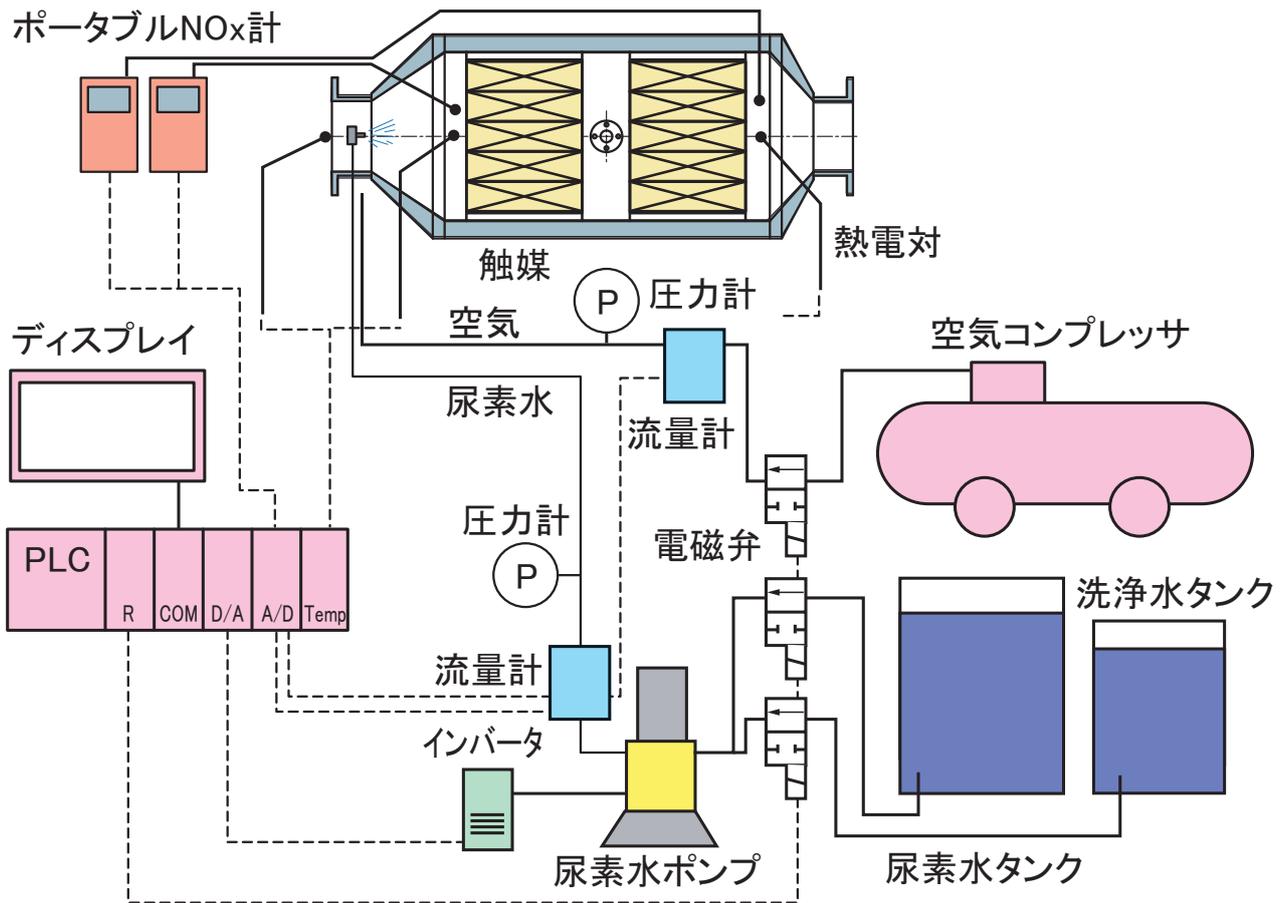
海技研は、「スーパークリーンマリンディーゼル」の開発がスタートする前の平成19年の2月に「環境エンジン開発プロジェクトチーム」という組織を所内に新設した。国土交通省が平成19年度で同開発を推進することを決定したことを受けて海技研もその準備に入った。

発足したプロジェクトチームは、3次規制への対応を前提とした研究として、船用SCR脱硝装置への適用を想定した触媒に関する基礎研究、陸上エンジン運転試験、実海域フィールド予備試験等の実施に加えて、海外の関連機関や企業との情報交換、IMOをはじめとする関係する各種国際会議での意見交換、情報交換を行ってきた。

## 触媒に関する基礎研究

触媒に関する基礎研究として、マイクロリアクター（1辺が20mm程度の触媒片を使って化学反応を行う装置）を用いて色々な運転状況を模擬したガスによる触媒性能確認試験を実施した。

マイクロリアクターは、少量の触媒を電気炉で一定温度に保ち、そこに少量で一定の模擬排気ガスを通せるようにした小型の反応炉であり、触媒を通過したNOx成分の変化をガス分析機で計測し脱硝性能が確認できる。これにより、詳細なデータを低コス



パシフィックシーガルに搭載した尿素噴射システム

トで収集することが可能である。船舶の燃料の多くは、硫黄分が多い低質の重油が使用されており、硫黄分による触媒の劣化は避けられない。このため、触媒が劣化しても再生が可能なチタニア・バナジウム系の脱硝触媒を準備した。マイクロリアクターで評価するだけでなく、実機のディーゼルエンジンで排気ガスの脱硝実験も行った。

チタニア・バナジウム系の触媒は2社が製造したものを準備し、両社の触媒を船舶用に使った場合、どちらが相応しいかの実験を重ねた。主に脱硝率を比較したもので、脱硝率は排気ガスの成分、流量及び温度の影響を受ける。

脱硝率については、マイクロリアクターでの試験結果を化学反応における一般的な式を用いて、触媒の格子の細かさ、排気ガス流量、触媒の体積などで整理した。

触媒は、脱硝率だけでなく未反応のアンモニアの排出を抑制するなど、評価すべき項目や、解決すべきことは多いが、基礎的なデータを収集できた。触媒を通り抜けたアンモニアをスリップアンモニアと呼ぶが、それを十分に押さえることも重要な課題だった。

### 酸性硫酸で触媒の劣化

触媒の劣化の要因では、酸性硫酸の付着による劣化が認められた。酸性硫酸とは、硫酸水素アンモニウムで化学式は、 $(\text{NH}_4)\text{HSO}_4$ で表される。重硫酸アンモニウムとも呼ばれる。

排気ガスに $\text{SO}_x$ が含まれていなければ、 $\text{NO}_x$ をアンモニアが窒素ガスと水に分解するが、 $\text{SO}_x$ が含まれていると酸性硫酸ができる。

陸上で使用されている硫黄分が少ない燃料を使用すれば、酸性硫酸の発生はあまり問題にならないが、硫黄分が多く含まれている船舶の燃料では、大きな問題となる。このため、硫黄分の少ない燃料を使用できないならば、触媒の劣化速度を落とし、劣化した触媒を再生させることが必要になる。

触媒の脱硝性能を維持するためには、触媒を大きくすれば良いわけだが、船舶で使用するには小型化が求められる。触媒の大きさは限定されるわけで、そうなる、限られた大きさでも脱硝性能を維持する方法を考案していくしかない。実際、そうした研究が進んだ。



試験用SCR脱硝装置

触媒の再生には、酸性硫酸を蒸発させるなどの方法が取られ、この面での研究が進んだ。

研究の推進とともに、触媒の劣化に対しては、実験室および実海域のフィールド予備試験などによって、データを収集することが必要だった。データ収集によって、触媒の劣化・再生シミュレーションの予測制度を確認し、高精度な設計につなげていった。

### 陸上エンジン運転試験の実施

マイクロリアクターによる触媒の基礎試験の後、新潟原動機製の6気筒、定格出力750kW(1000馬力)、定格回転数1000rpmの中速4サイクル・ディーゼルエンジンで実験を行った。実験ではディーゼルエンジンの過給機の後方に試験用SCR脱硝装置を取り付けて、色々な場所に温度や圧力センサー、ガス分析装置、流量計を設置し多くのデータを収集した。試験により、船舶で使用される燃料のC重油の硫黄分が3%、排気ガス温度が300℃以上、尿素水の適切な噴霧が実施されるという条件下において、試験用SCRにより3次規制をクリアする脱硝率を持つことが確認できた。

### 還元剤噴射位置及び排ガス温度の影響

実験では還元剤の噴射位置と脱硝率との関係の調査も行った。触媒と還元剤噴射ノズルの距離は、近すぎると脱硝率は落ちるが、一定の距離になると脱

硝率は高くなる。しかし、遠ければ良いというのではなく、距離が遠くなればSCR脱硝装置を設置するために広い空間が必要になる。最適な距離があり、その関係をデータ化していった。

実験により還元剤の分散性が重要であることが確認され、そのためには、還元剤噴射ノズルの位置や構造など新たに検討すべき課題が浮かび上がった。

また、船舶のディーゼルエンジンは、積荷の量や速力だけでなく海象によって負荷が変動する。船用SCR触媒はそうした変動に合わせる必要がある。

湾内や港内など低速運転する時は、エンジンの負荷率は下がる。その時には、排気ガス温度も下がる。触媒の脱硝性能及び劣化に対しては、排気ガス温度の低下が大きく影響を及ぼすことが分かっている。しかしながら、湾内や港内などでNOx排出量の規制が厳しくなることが予想でき、排気ガス温度が低い時でも脱硝率を確保する必要がある。SCR脱硝装置を小型化するためには、排気ガス温度が低く、尿素水噴射位置と触媒の距離が短くとも脱硝率が高いSCR脱硝装置にする必要があり、それが課題の一つにもなった。

### フィールド予備試験の実施

海技研内の試験用ディーゼルエンジンでの試験で、試験用SCRでのデータ収集を継続しながら、実際の船舶に試験用SCR脱硝装置を取り付け、フィールド予備試験を実施し、データを取った。搭載したのは、東海運が所有するセメント運搬船の“バシフィック

シーガル” (7800DWT) である。実船搭載のフィールド予備試験は「船主さん (東海運)、荷主さん (太平洋セメント) の協力が大きい」(平田次世代動力システムセンター長) ことで実現した。

陸上の実験機と実船での実験の違いは、海技研内の実験では夜間の運転停止などもあり、長時間の連続運転が難しいことがある。船舶では、ディーゼルエンジンを数日間連続運転することも珍しくない。NOx排出量が厳しく規制される可能性の高い湾内や港内、または沿岸からの距離が短いところでは、数日間の連続運転という可能性はある。

パシフィックシーガルでは、陸上の実験機ではできない長時間の試験が可能となった。

同船の3号発電機に、平成21年3月に尿素SCRを搭載し、実に1,700時間以上もSCRを運転できた。陸上ではとても無理である。

## 貴重なデータ、経験、知見

フィールド予備試験では、尿素水噴射ノズルの不具合、尿素由来固形物 (シアヌル酸) の堆積、それに制御システムや配管の不具合など、「様々な貴重なトラブルを経験した」(平田センター長)。実船実験でなければ、分からないことが多かった。

船上での計測では脱硝性能の低下は確認されていないが、長時間運転によるスート (煤) の堆積、触媒磨耗の発生なども確認できた。

また、尿素水噴射ノズルと触媒の距離が短い場合、脱硝性能がノズル形状の影響を受けることが分かった。脱硝率は低下しなかったが、触媒の活性度 (反応速度定数の新品時との比) の低下が認められた。触媒の機械的強度が検討課題として浮かび上がった。それは、尿素水の噴霧あるいは排気ガスによって触媒が変形・磨耗したからである。

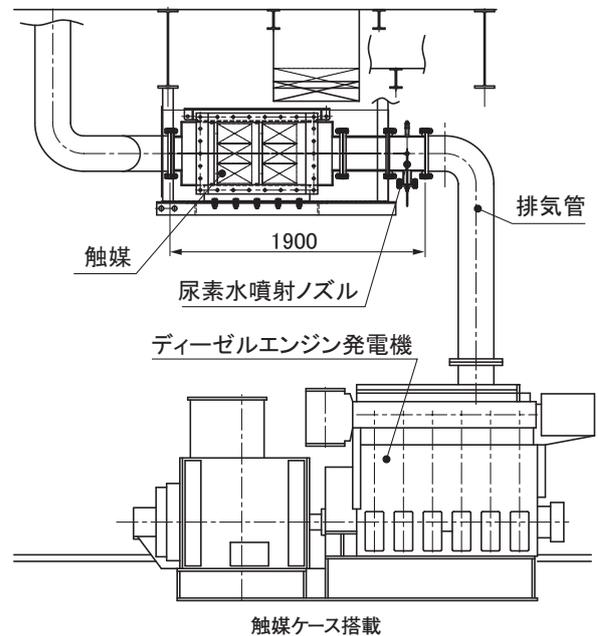
これらは、フィールド予備試験で得られた貴重なデータ、経験、知見である。

## SCR脱硝装置の実用化に向けた技術課題

これまでの研究によりSCR脱硝装置の実用化に向けて検討すべき様々な技術課題が明らかになってきている。そのため、海技研では、①触媒の耐久性やスリップアンモニアの詳細な調査の必要性、②SCR脱硝装置の信頼性向上及び実船での長期使用のために低温排ガス時の尿素由来固形物の対応、スー



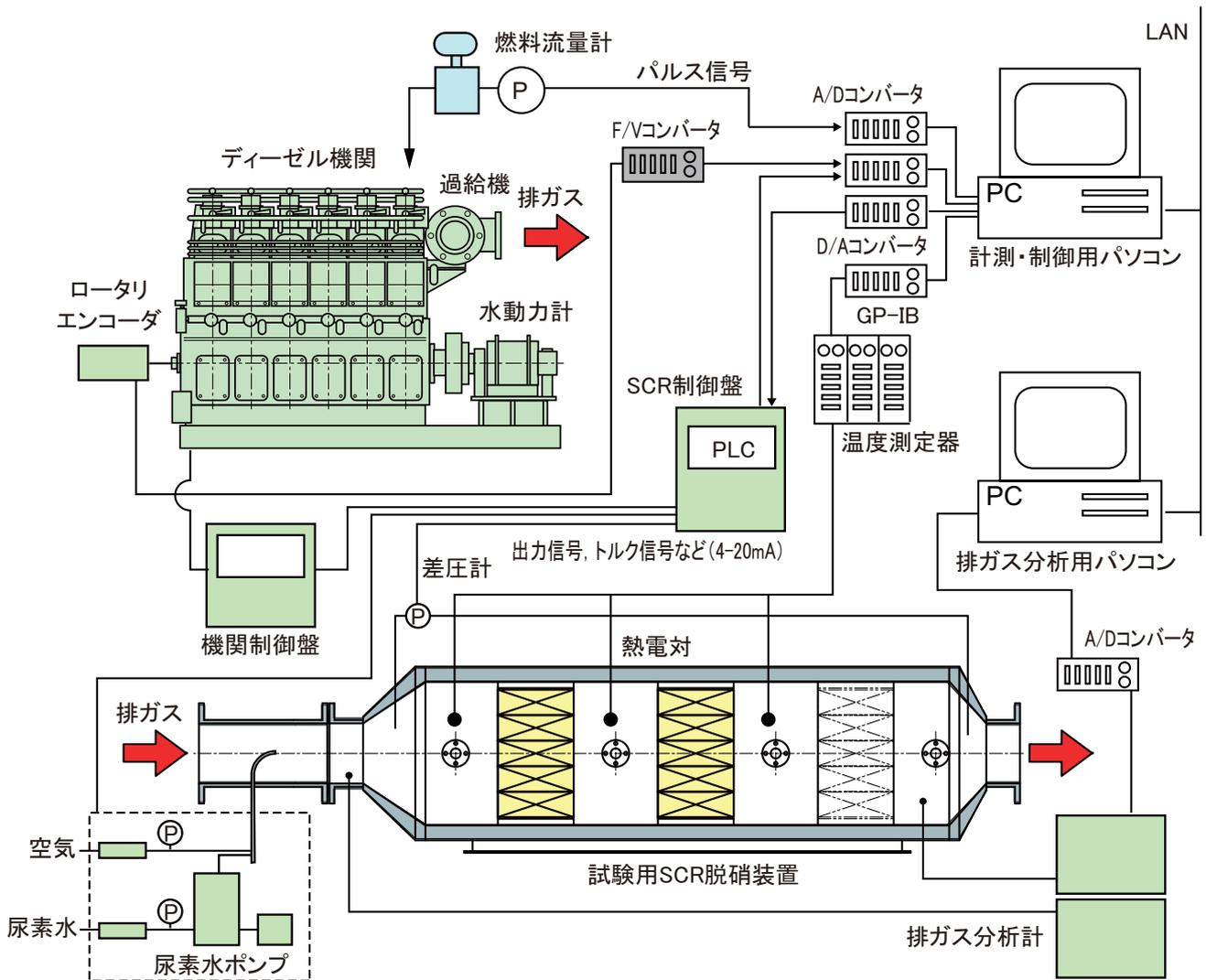
パシフィックシーガル



触媒ケース搭載



尿素水の噴霧



陸上運転試験の尿素噴射システム

ト処理や触媒の摩耗対策の検討、③脱硝性能、スリップアンモニア、圧力損失、触媒の劣化・再生の予測を踏まえた設計手法の構築などSCR脱硝装置の実用化に向けて引き続き研究を進めていくことにしている。また、SCR脱硝装置だけでなく、SCR脱硝装置への負担を軽減し、小型化・長寿命化を図るためにインエンジン技術によるNOx低減技術の研究を行うことにしている。

く貢献した。SCR脱硝装置の研究開発は、海技研の総合力を使って対応した記念すべき研究のひとつである。

### 謝辞

本稿の発表にあたり、共同研究を行った、新潟原動機(株)、ダイハツディーゼル(株)、及び三井造船(株)に深く謝辞を呈するものである。

## 所の総合力で対応

海技研内でSCR脱硝装置の研究開発に加わったのは、所内のエンジン関係など機械系の研究者が中心だが、外部の研究者も招き入れた。また、直接プロジェクトチームには加わらなかったが、工業化学系など所内の研究者へも協力を要請し研究を実施していった。所内にある各種計測装置も研究開発に大き

# 船舶スケジュールリング効率化の技術について

船舶スケジュールリングでは、効率的な配船計画を作成するための数理モデルの開発と、その計算手順を研究しています。効率化によって航行距離削減が実現できます。



**小林 和博** KOBAYASHI Kazuhiro  
運航・物流系

数理計画を専門とし、船舶スケジュールリング  
や航路ネットワーク設計の研究に従事  
kobayashi@nmri.go.jp

## はじめに

船舶スケジュールリング効率化の技術は、ハードウェアを変更することなく、運用手順の変更によって業務を効率化するものです。船舶スケジュールリングが対象とするのは、実務で配船計画とよばれる業務です。

## ■目的

配船スケジュールリングの効率化技術には目的が2つあります。1つは、スケジュール作成作業の省力化、もう1つは運用コストのより小さなスケジュールの作成です。船舶の運航スケジュール作成では、船舶や港の様々な制約条件を考慮する必要があります。例えば、水深の浅い港には、重い貨物を積んだ船は入れません。配船計画担当者（配船マン）は、これらの条件を満たす運航スケジュールを作成します。条件チェックは安全上重要ですが、配船マンにとって大きな負担です。このチェックをコンピュータに任せることで、配船マンの負担が減ることが期待できます。

## ■数学による業務効率化

船舶スケジュールリングの効率化には、数学を用います。数学のパワーは食わず嫌いでうっちゃっておくにはあまりにも強力すぎます。近年の数学と計算機科学の発展は、人間の直感だけでは実現できない業務改善を可能にします。配船マンによるスケジュールは、改善の余地がないと思うほど効率的です。しかし、そこで数学とコンピュータを使うことで、最後のひと絞りが可能になります。船舶スケジュールリングでは、線形代数、多面体論等の数学の分野が重

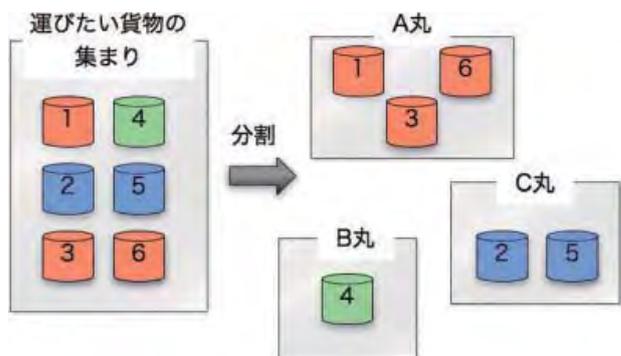


図-2 集合を分割する

要な役割を果たします。

船舶スケジュールリングは、経営科学の1分野です。「Science of better」ホームページ (<http://www.scienceofbetter.org>) では、経営科学による業務改善の事例を多くみることができます。

## ■物流の数理モデル

船舶スケジュールリングを数学の議論にのせるには「抽象化」が必要です。これにより、現実のデータや条件だけでは見えないものが見えてきます。

物の流れを表現するために「ネットワーク」を作ります(図1)。ネットワークは、複数の「点」とそれらを結ぶ「枝」で作ります。点Aから点Bへの物の移動を、枝A→Bで表します。枝A→Bには、移動にかかる時間や費用が与えられます。点は、現実世界の港、空港、駅、駐車場等に対応します。枝

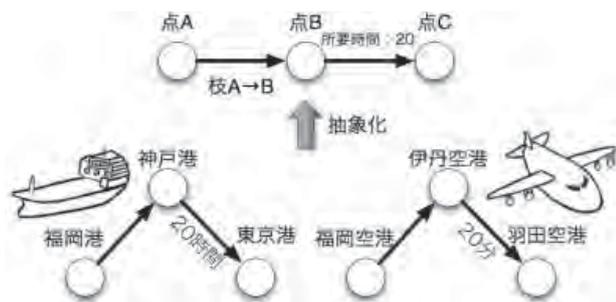


図-1 ネットワーク

A→B上を乗り物が移動することで、物が点Aから点Bに移動します。こう書くとお気づきでしょう。物流の数理モデルでは、現実の輸送モード（空、海、陸）の違いはあまり意味がありません。せいぜい、移動時間や移動費用の単位の違いにしかありません（図1）。運搬に使う乗り物を「運搬車（Vehicle）」とよび、運搬車を用いて貨物を運ぶ計画をたてる問題を「運搬経路問題（Vehicle Routing Problem,VRP）」とよびます。VRPはいわゆるNP困難問題1）です。実務規模の問題に対しては、厳密な最適解を求めるかわりに最適解に近いものを短時間で求める方法（メタ解法）が研究されてきました。これにより、いまやVRPは「解ける」NP困難問題になりました。2010年時点の世界標準では、貨物の数が数千、運搬車の数が数百規模の問題を数分で解く技術が競われています。

### ■集合分割問題への定式化

船舶スケジューリング問題を「集合分割問題」に定式化します。集合分割問題は、ものの集まり（＝集合）を、いくつかのグループに分割する問題です。ものの集まりを分割する方法は複数ありますが、その中から最もコストが小さなものを見つけるのが目的です。船舶スケジューリングでは、ものの集まり＝「運ぶ貨物の集まり」を「各船が運ぶ貨物の集まり」に分割します（図2）。この定式化は、船舶スケジューリングの実務問題を解く定石として知られています2）。ただし、そのままではデータが大きすぎて扱えません。そこで、数理モデル、プログラム設計の両面で様々な工夫を取り入れます。ここで重要なのは、きっちりと「巨人の肩の上ののる」ことです。先人たちの成果を組合せることなしに実務規模の問題を解くことはできません。筆者らは「時空間ネットワーク」と「列生成法」（後述）を用いることにしました。

集合分割問題を作るには大きな表を作ります。この表の縦の各行は、運びたい貨物の番号に対応します。例えば、運びたい貨物が7個あれば表の縦は7行になります。横の各列は、船舶の運航スケジュール候補に対応します。各スケジュールで処理される貨物の番号の行に1を書きます。例えば、船1がスケジュール候補1で運航すると貨物3と5が処理されるとします。この時、(3, 1)と(5, 1)の場所に1を書きます（図3）。実務規模の問題では、船のスケジュール候補の数は数万以上にもなります。従って、縦に比べて横が極端に長い表になります。

さて、横の列を並べ終えたとします。この列の中

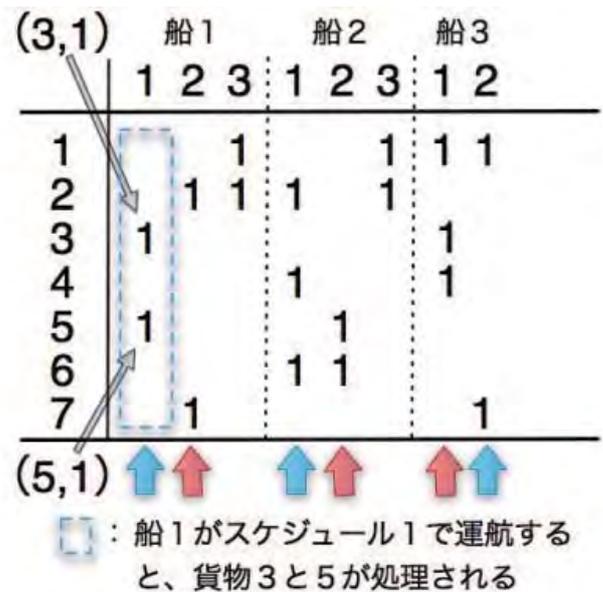


図3 集合分割問題で作る表を作る

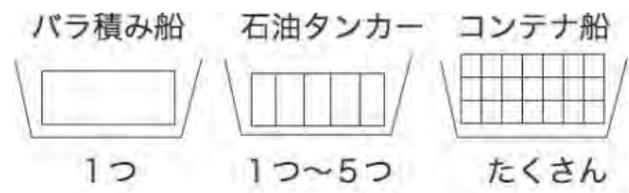


図4 船種の違いによる貨物数の違い

から、各船に対してその運航スケジュールを1本ずつ選びます。3隻の船があれば、数万本の横の列の中から3本の列を選ぶことになります。このとき、選ばれた3本の列によって全ての貨物が処理されるようにします。いいかえると、貨物の集まりを3隻に分割するわけです。例えば、図3の青（赤）矢印の3本を選ぶと、7つの貨物全てがカバーされます。このような3本の選び方は非常にたくさんありますが、その中からコストが最小になるものを選びます。これは、市販の整数計画ソフトに集合分割の表を入力すれば可能です。ただし、列の数が数万以上になる船舶スケジューリングでは、最新のソフトでも大変な計算時間がかかる心配があります。そこで、計算上の工夫により数分程度の計算時間で解けるようになります。

配船マンは、明らかに効率の悪いスケジュールは最初から除外しているでしょう。計算プログラムでも効率の悪い候補は除外し、効率のよいスケジュール候補のみを使う仕組みを取り入れます。これは「列生成法」とよべます。加える列は「時空間ネットワーク」を使った数学的な操作で見つけます。列生成法によって、表の列の数は数万から数百まで減ら

すことができます。数百程度の列の集合分割問題であれば、最新の整数計画ソフトにより、まず数分で解くことができます。列生成法によれば、数百の列を用いるだけで数万の列を用いたときと同じ最適解が得られることが保証されます。

## ■複雑な制約条件を扱う

筆者らのアプローチでは、複雑な制約条件でもほぼ取り入れることができます。その秘訣は、条件を数式で表現しないことです。そうではなく「ネットワーク上の枝を定義するか否か」で制約条件を処理するのです。船舶のスケジュールは、ネットワークの点の連なりで表現するのです。いま、点A→点C→点Eというスケジュールを考えます。点Aから点Cへの移動には、様々な制約条件を満たす必要があります（例えば「貨物の重量は船の積載重量以下でなくてはならない」）。これらの条件を満たす時に限り、点Aから点Cへの枝A→Cを定義します。そして枝A→Cが定義されない限り、点Aから点Cへは移動してはいけない、というルールを決めます。こうしてできたネットワーク上では、どの枝をどう通っても制約条件を満たすスケジュールになっているのです。ここで、制約条件を満たすかどうかを数式で表現していないことがポイントです。「A→Cの移動が可能か否か」を「YesかNoか」で答えさえすればよいのです。この作業は、極端な話、人手で1つずつやってもかまいません。実際のプログラムでは、様々なチェック項目を順にプログラム言語で表現し、1つでも条件に合わないものがあれば「No」と答えています。

## ■船種によって異なる数理モデル

船舶スケジューリングでは、貨物の積み揚げのスタイル別に異なる数理モデルが必要です。筆者らは、バラ積み船、タンカー、コンテナ船の各々に対して数理モデルを開発してきました。これらの違いは「1隻の船に同時に積む貨物の数の違い」です（図4）。バラ積み船は「同時に1種類の貨物を積む船」、タンカーは「同時に1～5種類の貨物を積む船」、コンテナ船は「同時にたくさんの貨物を積む船」です。運航形態でみると、バラ積み船とタンカーは「空→運航→空→運航→…」と状態が移っていくのに対して、コンテナ船は空になることはなく、常に貨物を運搬しています。コンテナ船の数理モデルは、各港での積み揚げの方法（何個積んで何個揚げるか）がバラ積み船やタンカーに比べてずっと多いため、複雑な計算が必要です。

実際にどの程度のコストが削減できるかは、貨物の数や船舶の運航状況にもよります。協力企業から提供いただいたデータで検証したところ、3種いずれの場合も多くのケースで3～7%程度の航行距離削減が実現できることがわかりました。

## 謝辞

本研究の一部は、新エネルギー・産業技術総合開発機構の先導研究として実施されました。また、科研費（21710164及び20510132）の助成を受けました。

## 注釈

- 1) 現代数理科学辞典編集委員会（編）, 現代数理科学辞典第2版（丸善, 2009）, 409 ページ参照. よく使われる用語ですが、誤用も多いです。この用語を正しく用いていない文書は、内容を疑ってかかった方がよいかもしれません。
- 2) ノルウェーのMARINTEKが開発した著名な船舶スケジューリングソフト「TurboRouter」もこのモデルを用いていると推察されます。TurboRouterは主に欧米での海運を想定しているようです。

# 紫外線レーザーで船からサンゴを観測する

地球温暖化など、さまざまな原因で、サンゴの白化や死滅が報告されています。本稿では、美しいサンゴ礁の海のモニタリング技術を向上させるため、海上技術安全研究所で開発しているサンゴ観測用のレーザーカメラ（イメージング蛍光ライダー）について報告します。



**篠野 雅彦** Masahiko Sasano  
基盤技術プロジェクトチーム

ライダー（レーザーレーザー）技術を用いた、海上流出油、海上漂流物、水質3D分布、造礁サンゴ等の観測法の研究に従事  
sasano@nmri.go.jp

## はじめに

今、サンゴ礁の海が大きく変わりつつあります。「地球規模サンゴ礁モニタリングネットワーク」(Global Coral Reef Monitoring Network: GCRMN) の2008年の調査報告によると、世界中のサンゴ礁で、サンゴがほとんど死滅してしまった海域が約19%、サンゴが半分以下に減ってしまった海域が約15%あるそうです[1]。

日本にもサンゴはたくさん生息していて、例えば沖縄県の石垣島と西表島の間の浅い海域は「石西礁湖」と呼ばれる日本最大級のサンゴ礁海域（東西20km、南北15km）になっていますが、残念なことに地元の海人（うみんちゅ）に聞くと、昔に比べてサンゴはすっかり減ってしまったそうです。また、それを裏付けるサンゴのモニタリングデータも色々あります[2][3]。(写真1、2、3参照)

サンゴは成長速度が遅いので、一度、激減してしまうと、なかなか元には戻りません。近年、サンゴの移植技術が向上し、一部で移植活動が進められています。移植などによりサンゴが増える速度よりも、現存するサンゴが様々な理由で死んでいく速度の方が圧倒的に早いという状況です。このため、サンゴ礁によって守られてきた人々の暮らし（護岸、水産、観光等）が脅かされてきています。また、海洋環境保全や、生物多様性保全の観点からも、サンゴ礁海域に注目が集まっています。そこで、日本でも海洋保護区を大幅に拡げようという検討が進められています[4]。

サンゴは水温や水質の変化に大変弱い生物で、白化・死滅していく原因は様々です。例えば、沿岸域



写真1 美しいサンゴ礁の海にも大きな変化が起こっている。  
(2009年8月 竹富島東)



写真2 健全なサンゴ群集の海域  
(2010年7月 竹富島北)



写真3 サンゴがほとんど死滅し、サンゴ骨格の瓦礫となった海域  
(2010年7月 竹富島東)

の土地開発による赤土の流出や、海水の富栄養化などの地域的な問題も原因になります。また、オニヒトデなどの天敵の増加や、黒帯病などのサンゴの病気も原因になります。さらに、私たち人類が石油・石炭などの化石燃料を大量に燃やしたために、地球温暖化が進んで海水温が上昇したことや、海洋酸性化が進んだことも、サンゴ衰退の原因と考えられています。「気候変動に関する政府間パネル」(Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC) の2007年の第4次報告によると、今後も地球温暖化が進むことで、サンゴの白化や死滅が世界規模で拡大すると予測されています[5]。

サンゴ白化・死滅拡大の予測は大変気になるところですが、地球温暖化の速度は10年間で0.2℃程度なので、IPCCの予測も10～100年のスケールです。ですから、今からサンゴ礁海域を、長期的、広範囲、詳細にモニタリングし、世界中のサンゴを注意深く観測することが重要です。

### サンゴモニタリングの難しさ

美しいサンゴ礁の海を守るためには、サンゴの様子をよく観測しつつ、状況に合わせてサンゴ礁の環境を保護するための様々な対策を立てることが重要です。一方で、サンゴの状況を観測すること(=サンゴモニタリング)だけでさえ、なかなか充分にはできていないのが現状です。これは、サンゴが海の生物ということが大きく影響しています。陸上では大気の透明度が高いので、1km先の対象物でも観測することができるのですが、海の中では、光が散乱されたり吸収されたりして透明度が低くなるので、10m先の対象物でも観測することが難しくなります。このため、海の生物に関しては、魚、クジラ、サンゴなど、どれも十分なモニタリングが難しいという問題を抱えています。



写真4 人工衛星撮影による竹富島周辺海域の高解像度画像 (2009年7月15日 IKONOS衛星)

現状のサンゴモニタリングは、主に2種類の方法で行われています。1つは観測者が海に潜って目で見たり写真を撮ったりする方法です。例えば石西礁湖では、環境省が主導して、毎年100点を超える地点のサンゴ観測を、シュノーケルをつけた観測者が目視観測しています(スポットチェック法) [6]。この観測法は、水深10mぐらいまでのサンゴの詳しい観測ができる一方で、サンゴ礁海域全体のサンゴ分布の代わりに、それぞれの観測地点のスポット状の観測結果を得ることになります。もう1つは人工衛星などから高解像度写真を撮って解析する方法です(衛星リモートセンシング法) [7]。この観測法は、サンゴ礁全体に対してサンゴ分布の観測結果を得ることができるのですが、衛星画像の分解能が2～3mなので、粗い解析になってしまいます。また、晴れた日の太陽光の海底散乱光を観測するので、水深5mぐらいまでの浅いサンゴ礁海域のみ観測することができます。(写真4参照)

当研究所では、これらの中間的な観測結果を得る方法として、船からのサンゴ観測法を研究しています。船は海上を移動しながら観測できるので、サンゴ礁海域についてライン状に観測結果を得ることが可能です。また、これまで衛星リモートセンシング観測が難しかった雲の多い日や、スポットチェック観測が難しかった潮流の強い日などにも観測を行うことができますし、水深30mぐらいまでのサンゴ観測が可能になると考えています。(図1参照)

### サンゴの蛍光タンパク質

サンゴは、クラゲやイソギンチャクと同じ仲間、刺胞動物門に属します。オワンクラゲからの緑色蛍光タンパク質の発見で、下村脩博士が2008年にノーベル化学賞を受賞されたことは記憶に新しいとこ

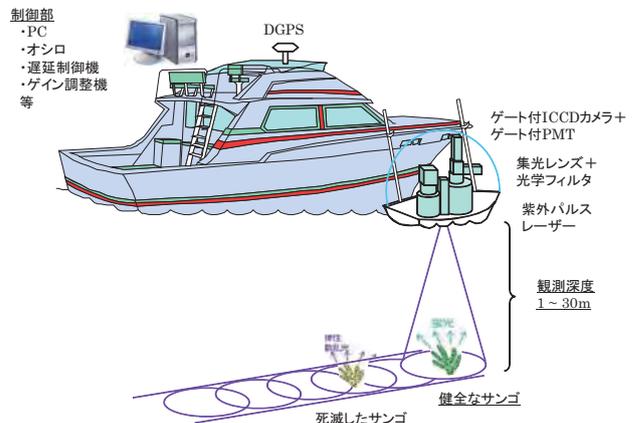


図1 イメージング蛍光ライダー概要図

ろですが、サンゴも同じ仲間であるため、蛍光タンパク質を持つものが多く存在します。ですから、サンゴに紫外線を当てると、ほっと青緑色に光るといふ蛍光現象がみられます。もっとも、昼間は太陽光が強いので、普通の紫外線ライトを当てても、サンゴが光っているかどうかは、よくわかりません。暗幕を使ってサンゴの周りを暗くしたり、夜にサンゴに紫外線を当てると、サンゴの蛍光イメージを見ることができるようになります。

私たちも石西礁湖に行き、夜の海に潜ってサンゴに紫外線ライトを当ててみました。(写真5参照) そうしたところ、写真6、写真7のような蛍光イメージを得ることができました。石西礁湖の浅い海にはミドリイシ科やキクメイシ科のサンゴが広く分布しており、これらはほとんどが青～緑色の強い蛍光発光をするようです。逆に、サンゴ以外で蛍光発光するものとしては、石灰藻や海藻がクロロフィル-aの弱い赤色蛍光をみせるだけでした。海の水は、赤色の光は吸収が大きいのにに対し、青色や緑色の光は比較的透過します。私たちは、このサンゴの蛍光性を利用することで、船の上からサンゴのモニタリングができるのではないかと考えました。

### イメージング蛍光ライダー

ライダー (Lidar) は、別名レーザーレーダーとも呼ばれるセンシング技術です。レーダー (Radar) はパルス状の電波を用いますが、ライダーはパルス状のレーザー光を用います。レーダーと同様、パルス往復時間から距離を測定できるので、船から海底までの水深計測が可能です。また、ライダーはレーザーを使った光学観測の一種ですから、受光部に2次元イメージセンサーを使えば、対象物のイメージを得ることができます。私たちの装置では、ゲートICCDカメラという、ちょっと特殊なイメージセンサーを用いています。ゲートICCDカメラは弱い光に対して非常に高感度で、また露光時間を非常に短時間にすることができます。このため、紫外線パルスレーザーを海底に向かって瞬間的に照射し(約7ナノ秒間)、海底のサンゴが瞬間的に発光した蛍光を、ごく短時間だけゲートICCDカメラで露光する(約100ナノ秒間)ことで、昼間でも太陽背景光を抑えて、サンゴの蛍光イメージを得ることが可能になります。また、ゲートICCDカメラの露光時間を短くすることは、船が揺れても撮影画像がブレなくなるという効果もあります。

私たちはこのイメージング蛍光ライダー装置を作って、まず、水槽で動作試験をおこないました。当



昼間の自然光下でのコドラート写真撮影 夜間のUV-LED(波長375±5nm)照射下でのコドラート写真撮影

写真5 昼夜のサンゴ潜水調査風景

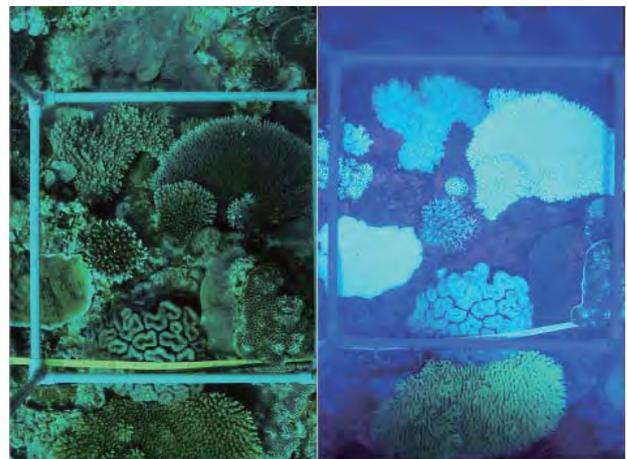


写真6 太陽光下のサンゴ写真(昼)と紫外光下のサンゴ写真(夜)の比較。(2010年7月 竹富島北)

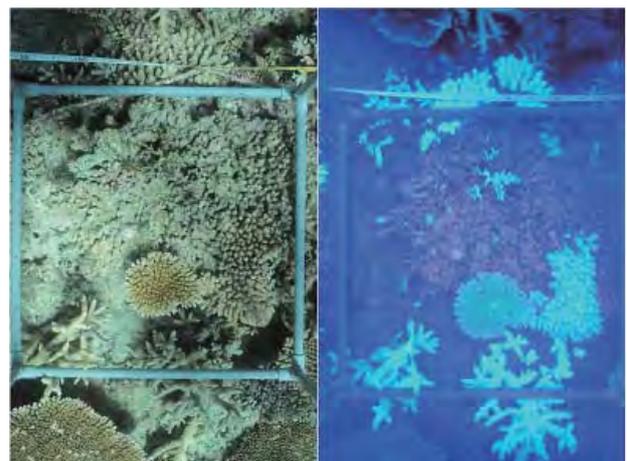


写真7 太陽光下のサンゴ写真(昼)と紫外光下のサンゴ写真(夜)の比較。紫外線励起蛍光イメージの方が、生きたサンゴを見つけやすい。(2010年7月 竹富島東)

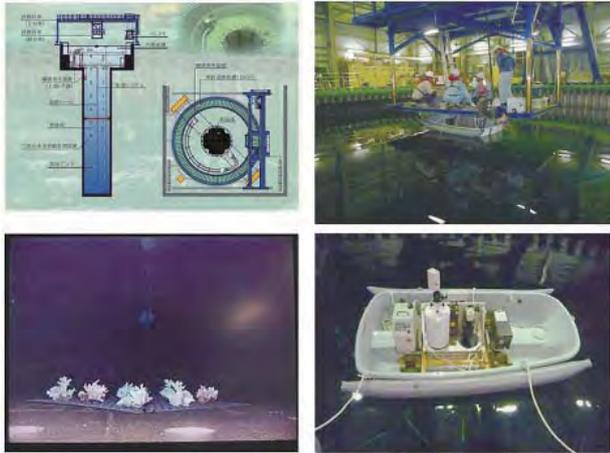


写真8 深海水槽でのイメージング蛍光ライダー装置の動作実験の様子

研究所にある深さ35mの深海試験水槽の底に、プラスチック製のサンゴ模型をターゲットとして置き、深さを5.5m、10m、15m、20m、25m、30mと変えて、水面に設置したイメージング蛍光ライダーで観測しました。(写真8参照) 蛍光イメージは図2のように5.5mから30mまで、高解像度で高コントラストの画像が得られることがわかりました。水深30mのターゲットに対してこのようなきれいな画像は、普通のビデオカメラなどでは得ることができません。また、パルスレーザー往復時間から推定した水深が、実際の値と2cm程度の誤差で一致することもわかりました。(図3参照)

次に、私たちはこの装置を石西礁湖に運び、竹富島のグラスボートに搭載して、本物のサンゴの観測を行いました。(図4参照) 図5、図6のように、ゲートICCDカメラで、紫外線パルスレーザーが海底に丸く当たっている画像が得られました。またその中にサンゴがあれば、サンゴが蛍光を出すために白く見えることも確認できました。

サンゴモニタリングで一番基本的な調査は、サンゴ被度調査です。これは、観測対象の海底面積に対して、生きたサンゴがどれくらい覆っているか、その面積の比率を調べるものです。今回のサンゴ観測では、図6右のように紫外線パルスレーザーの当たった海底の面積に対して、蛍光発光しているサンゴの面積の比率を、それぞれのライダー観測ごとに蛍光イメージ画像から算出することに成功しました。また、このような観測データを1秒間に4回ずつ記録できることを確認しました。

将来的に、この装置の開発をさらに進めて、移動する船の位置をDGPSで記録しながら、サンゴの蛍光イメージと水深を連続的に観測し、広域のサンゴ被度調査に役立てたいと考えています。

海技研深海試験水槽(35m)でのイメージング蛍光ライダー(ICCDカメラ)装置性能評価実験

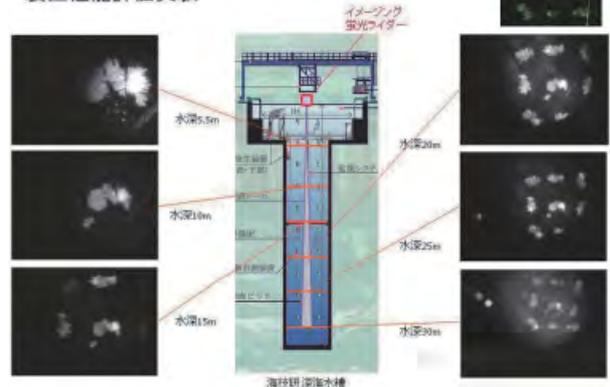


図2 イメージング蛍光ライダーで得られたサンゴ模型(水深5.5m~30m)の蛍光イメージ

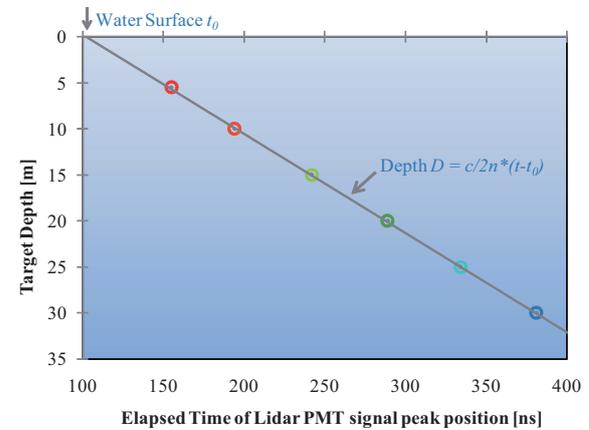
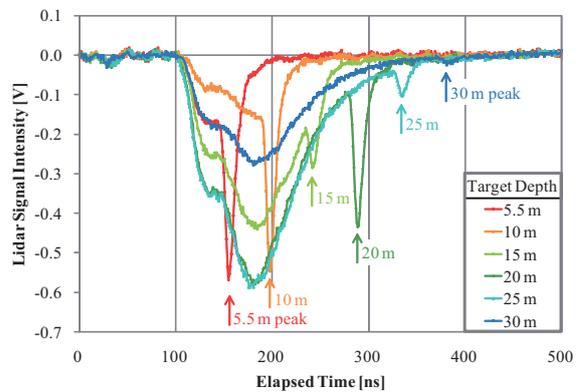


図3 蛍光ライダーで得られた水深計測結果(水深5.5m~30m)

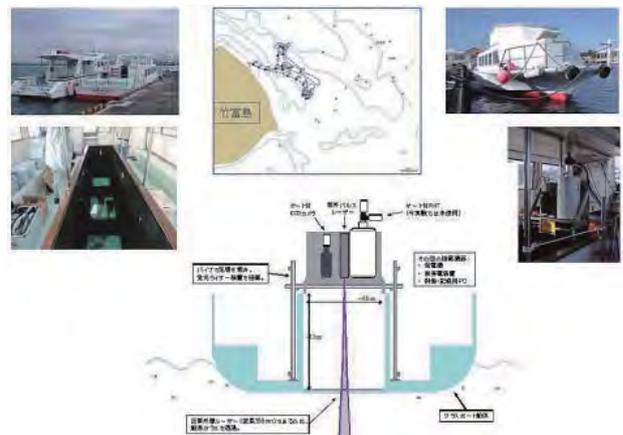


図4 竹富島グラスボートでのイメージング蛍光ライダーによるサンゴ観測実験の様子

## 最後に

今、サンゴ礁の海は、さまざまな危機に直面していると言われていています。また、実際に大きなダメージを受けていることが明らかになりつつあります。今後、サンゴ礁の海はどうなるのでしょうか。そのことを正しく予測し、正しい保全対策をとるために、まずは現在のサンゴ礁がどのような状態にあるのか、冷静に注意深く、モニタリングとデータ解析を続ける必要があると思います。私たちが開発を続けているイメージング蛍光ライダーも、長期的、広範囲、詳細なサンゴモニタリングに役立てたいと考えており、近い将来、潜水調査、船舶観測、衛星リモートセンシングの3つの手法を組み合わせた、サンゴ連携モニタリング体制として機能させることを目指しています。

## 謝辞

本研究は、地球環境保全試験研究費により実施しており、関係者各位に感謝致します。

## 参考文献

- [1] “Status of Coral Reefs of the World 2008” , GCRMN (2008).
- [2] 「平成16年度西表国立公園石西礁湖及び近隣海域におけるサンゴ礁モニタリング調査報告書」環境省自然環境局 (2005).
- [3] 「サンゴ7割消えた 沖縄の石西礁湖」朝日新聞2008年9月10日記事 (2008).
- [4] 「ICRI 東アジア地域サンゴ礁保護区ネットワーク戦略2010」 第6回国際サンゴ礁イニシアティブ東アジア地域会合 (2010).
- [5] IPCC AR4 WG1 (2007). ([http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg1/en/contents.html](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/contents.html))
- [6] 「モニタリングサイト1000 (サンゴ礁調査) スポットチェック法によるサンゴ礁調査マニュアル 第4版」環境省自然環境局生物多様性センター (2009).
- [7] H.Holden and E.LeDrew, “Spectral Discrimination of Healthy and Non-Healthy Corals Based on Cluster Analysis, Principal Components Analysis, and Derivative Spectroscopy” , Remote Sensing of Environment, vol.65 (1998) 217-224.

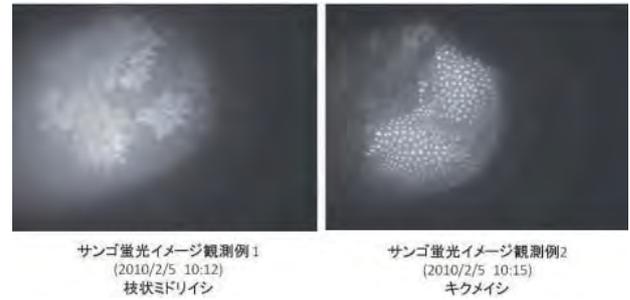


図5 竹富島グラスボート搭載イメージング蛍光ライダーによるサンゴ観測例  
(2010年2月 竹富島東)

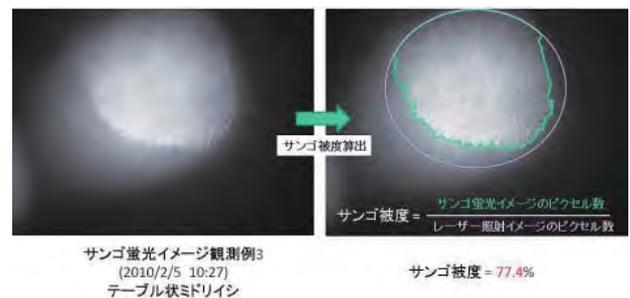


図6 竹富島グラスボート搭載イメージング蛍光ライダーによるサンゴ観測例とサンゴ被度算出結果  
(2010年2月 竹富島東)

# 日韓中の船舶・海洋関係の知財状況

日本、韓国、中国の船舶・海洋関係の特許出願数において、2008年までトップを続けていた日本ですが、2009年に韓国、中国に抜かれました。国際出願では、日本が両国を上回っていますが、その差は縮小しつつあります。韓国、中国の新造船建造量は日本を上回り、それに加えて知的財産への取り組みを強化していることが、背景にあるようです。海技研の知財部門がまとめました、日韓中の船舶・海洋関係知財状況を報告します。

## 知的財産・情報センター

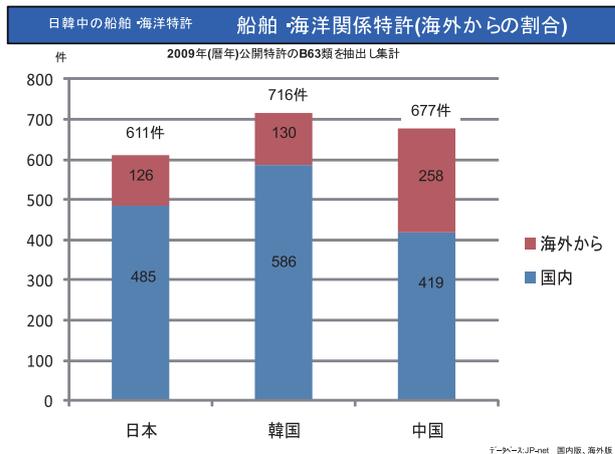
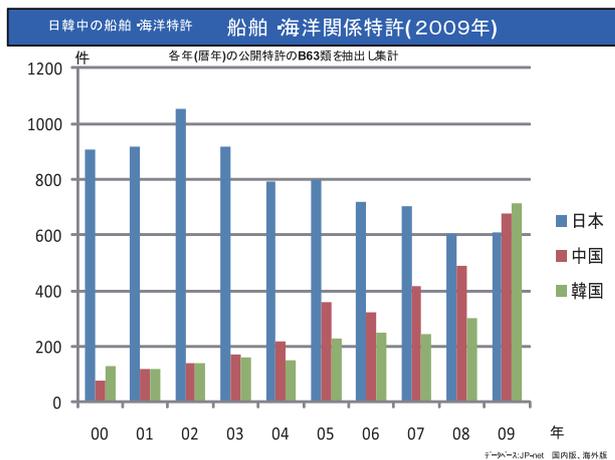
### 2009年に韓国、中国が抜く

船舶・海洋関係の特許出願数（公開特許ベース）は、2008年まで日本が韓国、中国をリードしていました。しかし、2009年は日本の611件に対し、韓国が716件、中国が677件といずれも日本を上回りました。

新造船の建造量は、日本が1955年から45年間世界一を維持していましたが、2000年に韓国が初めて世界一となり、2002年から2009年まで連続して世界一を維持しています。中国の造船産業は2000年代に入って急拡大しており、2009年に新造船建造量で日本を抜き韓国に次ぐ世界2位となりました。

世界の造船の90.6%は、日本、韓国、中国の3カ国で建造されています。世界の船舶建造の中心というより、ほとんど東アジアが占めている状況です。この3カ国が技術開発でもしのぎを削るようになっていきます。

造船産業の技術面では日本に一日の長があると見られていますが、韓国、中国が急速に追い上げていく状況となっています。それは特許出願数の推移からも明らかです。

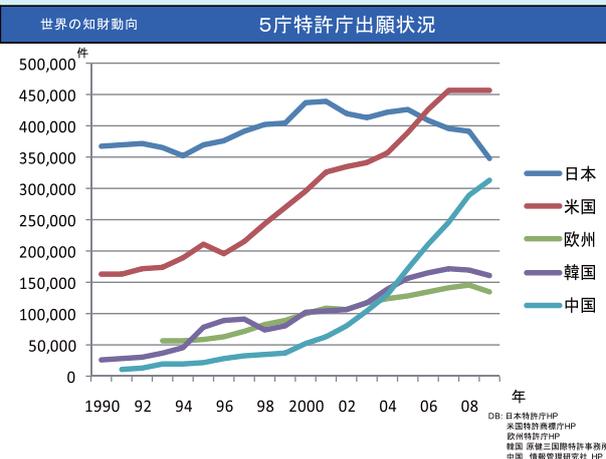


### 「世界は3極から+中韓の5庁へ」

近年、中国、韓国の出願数が急速に増加しており、それは船舶海洋関連以外も同様の傾向を示しています。このため、世界の特許は、米国、日本、欧州の「3極特許庁」から、中国、韓国が加わった「5庁特許庁」へと変わろうとしています。

3極特許庁で世界の3分の2の出願を受理し解決してきました。年間延べ約20万件の重複特許出願問題などの対策をとってきたのです。しかし、中国、韓国の急成長により3極では実態に合わなくなり5庁へと変わろうとしています。

急成長している中国、韓国と日本を比較すると、日本が衰退している印象を受けるかも知れませんが、中国、韓国の拡大が世界の平均を大きく上回っているものです。東アジアが、船舶海洋関係だけでなく多くの分野で国際的な比重が大きくなっているといえます。



### 海外企業・機関の出願が多い中国

2009年の新造船建造量は韓国が首位ですが、受注量では2009年に中国が初めて首位となりました。中国は造船の建造能力を拡大しており、いずれ世界一となることが予想されます。

中国は、日本と韓国に比べると海外企業・海外機関の中国国内への出願比率が高い特徴を持っています。2009年は、海外企業・機関の出願比率は、日本20%、韓国18%ですが、中国は38%です。2009年の中国における海外企業・機関の出願258件のうち最も多いのは日本企業・機関の35件で2番目のドイツは23件でした。

造船関連で技術を持つ中国外の企業や機関が、造船産業の拡大が続く中国で知的財産の確保を図っているといえます。

海外からの出願が多いというものの、中国国内からの出願も急速に増加しています。この中国の特徴では、大学の出願が多いこともあります。日本、韓国は主に造船関連企業が出願していますが、中国では企業より大学の出願が上回っています。

### 国際出願でも韓中追い上げ

船舶・海洋関係の国際出願（PCT出願）件数を見ても、2007年までは日本が中国、韓国を大きく引き離していました。しかし、2008年、2009年にその差が急速に縮まっています。

船舶・海洋関係の国際出願では、日本は企業単独での出願が多いのですが、韓国は企業と個人がほぼ同数であり、中国は個人の出願数が最も多いという特徴があります。

日本は、企業単独が最も多く、ついで個人、次は国内の企業間の連携による出願という順番です。中国は、個人に次いで海外企業・機関との提携、そして企業単独の出願となっています。

中国で個人出願が多いのは、個人で出願したときに申請費用が安いという恩典があるためと考えられ、実質的には企業または大学などの研究機関の出願といえます。

### 海洋資源関連は中国が多い

船舶・海洋関係の技術分野別の出願状況を見ますと、船舶の省エネ技術に関係する船体抵抗低減は、日本の出願多いものの、海洋資源開発や潮流、海流・波力・風力発電では中国の出願多くなっています。

海洋資源では、日本の経済的排他水域（EEZ）は世界第6位であり、EEZ内には豊富なエネルギー・

IPC分類B63＝

船舶またはその他水上浮揚構造物;関連機装品

PCT＝

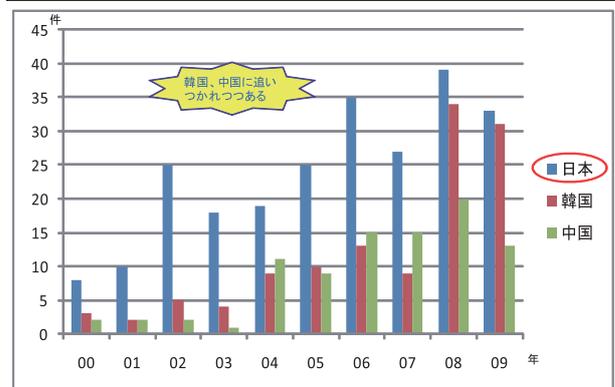
特許協力条約 (Patent Cooperation Treaty)。ひとつの出願願書を条約に従って提出することによって、PCT加盟国であるすべての国に同時に出願したと同じ効果を与える出願制度。(特許庁ホームページから)

国際特許分類 (IPC)

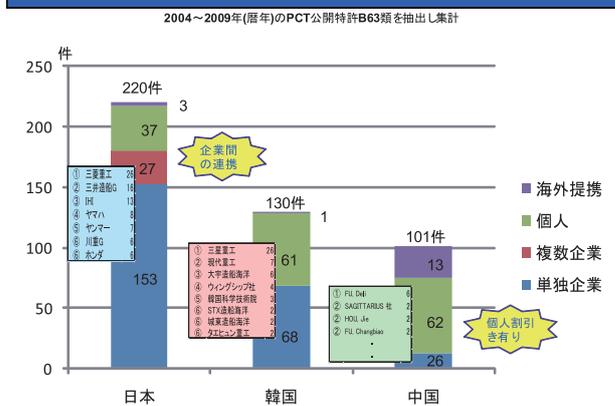
B		処理操作;運輸
	B63	船舶またはその他の水上浮揚構造物;関連機装品
	B63B	船舶またはその他の水上浮揚構造物;機装品
	B63C	船の進水,牽引による運搬,乾ドックへの入出渠;水難救助;水中での生存、または作業用の装置;水中の物の引上げまたは探索用の装置
	B63G	船舶用の攻撃または防御用の設備;機雷敷設;掃海;潜水艦;航空母艦
	B63H	船舶の推進または操舵
	B63J	船舶用補機

IPC: International Patent Classification

船舶・海洋関連特許の状況 PCT国際出願状況(日韓中比較)



日韓中の船舶・海洋特許 日韓中のPCT出願分析



## 「EEZにも知財が適用」

日本の経済的排他水域（EEZ）は、447万平方キロメートルで世界第6位の海洋大国です。

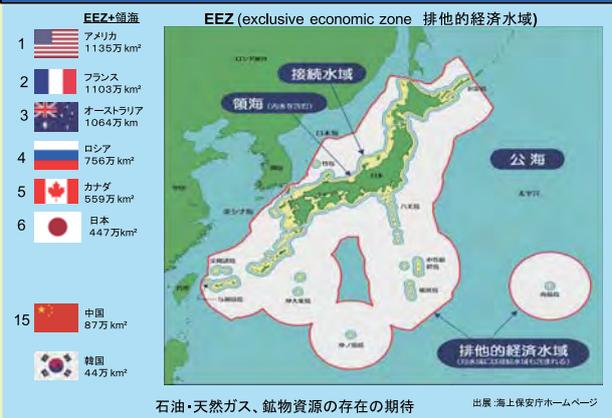
EEZに知的財産権が適用されるのだが、結論から言えば、「適用される」です。

関連法案は、「排他的経済水域及び大陸棚に関する法律」（平成8年6月14日法律第74号）。その中の第3条に知財関連法などが「我が国の法令を適用する」ことが明記されています。

日本だけが国内法が適用されると主張しても、国際的に認知されないと実効性はありませんが、国連海洋法条約でもEEZ内の自国の権利を認めています。国連海洋法条約（海洋法に関する国際連合条約）は1994年（平成6年）に発効し、日本は平成8年に批准しています。

船舶・海洋関連特許の状況

EEZと知的財産権



鉱物資源の存在が確認されています。それに向けた研究開発は進んでいますが、中国では渤海湾、南シナ海に石油が存在し、その採掘を進めています。中国は海洋石油の生産を進めています、それにとどまらず潮流、海流、波力、風力による発電を企図しているようです。

## 訴訟社会をうかがわす中国

船舶・海洋を含めた全分野の知財侵害訴訟は、日本が年間500～600件、韓国は100～200件ですが、中国は2万5000件近くもあります。日韓に比べると、中国では訴訟件数が圧倒的に多い特徴があります。

「青森」や「長野」が中国で商標登録され、日本の輸出業者がリング輸出でそれらの名称を使おうとすると、費用負担が発生するなどが日本でも知られているかと思えます。ただ、商標権、意匠権などについては、中国も国際標準に変わりつつありますので、極端におかしなことは少なくなると見られています。それでも、日韓に比べると「とりあえず訴える」という傾向は変わらないものと思えます。

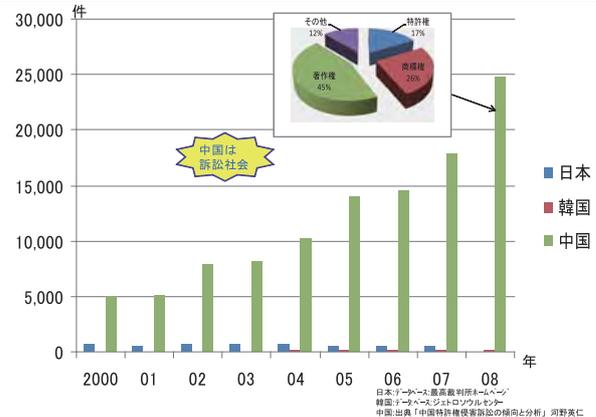
## 中韓が知財戦略を強化

中国は2008年6月に知的財産戦略綱要をまとめ、2020年までに知財分野において世界トップレベルにする方針を打ち出しています。中国の特許専門家によれば、中国は特許登録1件で法人税を25%から15%に軽減するハイテク企業優遇策を実施しています。小中学校の知財教育を導入する省も増えております。国策として知財振興を図っているのが中国です。

韓国も「知的財産強国」を目指し、2009年10月に「知的財産政策協議会」を設置し、知財を強化しています。韓国は日本と同様に資源小国ですので、

世界の知財動向

日韓中の知財侵害訴訟



知財資源を増やすことが国民の利益につながると考え方を注いでいるようです。

## 日中韓の知財競争拡大

船舶・海洋分野の知財競争において20世紀は、日本が韓国、中国を圧倒していましたが、21世紀に入ってから、韓国、中国が急速に追いついてきました。今後しばらくは3カ国の競り合いが続くと見られますが、海技研は日本の海事産業の知財強化に努めていく方針です。

## 浮体式洋上風力発電システムの水槽試験を公開

浮体式洋上風力発電システムの公開実験を平成22年12月24日に実施しました。海洋構造物の試験水槽内に浮体式洋上風力発電システムの模型を設置し、波と風による風車の縦揺れの抑制効果などの実験を公開しました。

陸上並みの発電コストを達成できる浮体式洋上風力発電システムの基本技術を確立する研究開発を進めています。高い発電効率を達成できる風車ブレード（羽根）のピッチ角制御手法や安全性評

価を行うための風車・浮体・係留一体挙動解析プログラム等のツール開発を行っています。風洞試験を実施していますが、水槽実験と合わせて比較検証することで、波、風、流れなど複合海象下における風力発電システムへの影響を一体解析することができます。

洋上風力発電の期待が大きくなっていることもあり、90名を超える参加者が公開実験を見守りました。



研究者が研究開発の内容を説明



水槽で公開実験

## 潮流発電システムのシンポジウム、公開実験開催

東京大学、独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構（JRTT）と共同で「日本沿岸域に適した低コスト潮流発電システムの開発」の公開シンポジウム及び公開実験を1月17日に開催しました。

四方を海に囲まれる我が国にとって、海流・潮流エネルギーは、重要なエネルギー資源ですが、これらの発電システムの設計法や評価法が未整備

でした。JRTTの「運輸分野における基礎的研究推進制度」により、東京大学がプロジェクトリーダーとなって、固定ピッチ式の弾性タービンと浮体式プラットフォームの開発、流況の予測システムの開発、経済性評価手法と環境影響評価手法の開発を行っています。シンポジウムでは、研究成果を発表するとともに、海技研の深海水槽で模型による公開実験を開催しました。



研究成果を発表



公開実験

## 日本海事協会と包括的連携協定を締結

財団法人日本海事協会（会長：上田 徳）（NK）と平成22年12月3日「船舶及び海洋開発の分野における研究に関する包括的連携協定」を締結しました。

船舶及び海洋開発の分野における研究を効果的、効率的に推進するため、双方の研究能力及び人材等を活かした連携・協力を行うことを目的としており、情報交換、船舶及び海洋開発に係る技術に関する研究、人材の交流・養成などにおいて、連携・協力を推進することを定めたものです。

NKとは、これまでもそれぞれの立場から海上における安全及び海洋環境保全などの分野で研究開発を進め、必要に応じ協力してきましたが、豊富な専門的知見、大型研究施設、質の高い技術力を有する海技研と、平成22年10月末現在で7,336隻、総トン数1億7千万トンを超える船舶が登録する世界最大の船級協会であるNKが、本協定によって連携を深めることにより、従来にも増して我が国海事産業の発展、国民生活の向上に大きく貢献できる体制が整ったものと考えます。



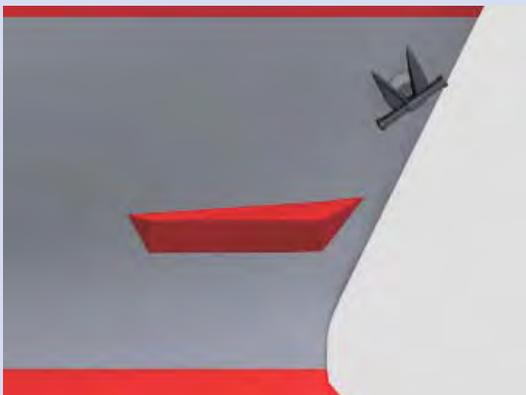
両者の関係者が集合

## 省エネ装置「ステップ」搭載の自動車運搬船、2月進水

内海造船が当所の研究成果を活用し、省エネ装置「ステップ」(SPRAY TEARING PLATE)を搭載した自動車運搬船の船型開発を発表しました。ステップ搭載の自動車船は2月20日に進水、5月に竣工し、実証試験を行う予定です。

内海造船が実施した水槽試験では、波浪中（規則波中）抵抗増加が約18%減少するとともに、燃

費性能がBF6において約2%向上（同社試算）していることを確認しました。同社は、水槽試験の結果に基づき1月14日付で財団法人日本海事協会の実海域性能指標（海の10モード）鑑定を取得しました。開発では、国土交通省の高効率船舶等技術研究開発費補助金及び財団法人日本造船技術センターの支援を受けています。



省エネ装置「ステップ」



ステップ付き自動車運搬船

## 三鷹市と災害時における協力協定を締結

平成22年11月10日、三鷹市（清原慶子市長）と「災害時における施設等の使用協力に関する協定」を締結しました。災害時に「生活用水給水施設」、三鷹市が設置する「災害対策本部の補完施設」としての使用に海技研が協力するものです。三鷹市長公室で、井上理事長、清原市長が協定書に調印しました。

協定締結後、井上理事長は「研究を通して国民生活に貢献することが使命ですが、かねてから地域安全にも貢献したいと考えていました。今回、協力への枠組みができあがり、今後、具体的にできることを検討し、計画し、シミュレーションしていきたい」と話しました。清原市長は「災害はないに越したことはないが、常に海上における災害の抑止と予防を研究し続けている海技研さんの協力を得られ、とても心強く感じます」と協定締結による効果に期待を寄せられました。

三鷹市から11月3日、市の発展に寄与した功績から感謝状をいただきました。同市の60周年記念事業の一環です。



清原・三鷹市長(左側)、井上・理事長(右側)



三鷹市からの感謝状

## 三鷹市立第三中学校の生徒4名が職場体験

三鷹の森学園「三鷹市立第三中学校」の2年生4名が、平成22年度職場体験の一環として海技研で2日間過ごしました。初日は「マイコンで動く魚ロボット」の製作、2日目は「物の分析、電子顕微鏡」を体験しました。

魚ロボットの製作では、研究者が、魚ロボットの紹介、浮力と重力のバランス等について説明した後、発砲ウレタンの板を2枚または3枚で魚本体、推進

力にはプラスチック板の尾ひれを使った魚ロボットの製作をしました。小さな部品や板（発砲ウレタン、プラスチック）を組み合わせていくことで、見た目には複雑なものができることを学んでいただきました。

分析では、研究者が分析とは何か、分析がなぜ必要なのかを説明した後、基礎的な分析法であるペーパークロマトグラフ、それにプリズムでの分析を体験。電子顕微鏡で花粉の観察も実施しました。



研究者の指導で工作



研究者が分析の必要性を説明

# 海洋環境の保護・改善に貢献する 海洋環境船“海和歌丸(うみわかまる)”

国土交通省では、各地方整備局に海洋環境船を保有し、海面に浮遊するゴミの回収や流出油の回収などの海洋環境整備事業を行っています。株式会社アイ・エイチ・アイ・アムテック(兵庫県相生市)では、平成23年1月7日に当社建造3隻目となる海洋環境船“海和歌丸”を同省近畿地方整備局殿に引き渡しました。本稿では、今後の海洋環境の保護と改善に活躍が期待される“海和歌丸”の概要について紹介します。

株式会社アイ・エイチ・アイ・アムテック 営業部

## はじめに

海洋環境船は、海洋環境の保護と改善を目的に、海面に浮遊するゴミの回収を始め、海難事故等で流出した油の回収、水質/泥質或いは海底地形の測定・調査など幅広い業務を担う特殊作業船です。

当社では、これまでに国土交通省近畿地方整備局殿向けに”Dr.海洋(ドクター・かいよう)”, 同中部地方整備局殿向けに”白龍(はくりゅう)”を建造しており、この度3隻目となる”海和歌丸”を近畿地方整備局の和歌山港湾局殿に引き渡しました。

国の直轄事業として、これまで紀伊水道及び大阪湾南部海域で稼動していた”はりま”に代わり、同海域における今後の海洋環境の保護と改善に活躍が期待されています。

## ■本船の概要

船型	鋼製平甲板型 非対称双胴船型
資格	JG第4種船
航行区域	沿海区域
全長	33.50 m
全幅(型)(双胴最大幅)	11.40 m
深さ(型)(船体中央)	4.20 m
満載喫水(型)	2.64 m
総トン数	198トン
船速(常備状態)	14.1 knt
定員(24時間以上)	船員9名
主機関	V型4サイクルエンジン (MTU8V2000M72) 720kW×2,250rpm×2基
推進機	4翼可変ピッチプロペラ



写真1 海和歌丸

海洋環境船にはゴミ回収や油回収などの作業を効率的に且つ安全に行うことが求められます。

そのため船型の決定や作業用特殊装置、推進装置の仕様決定・選定等に様々な配慮が必要となります。

船型には非対称型双胴船型を採用し、緊急出動に耐えられる推進性能の確保は勿論、双胴間の凌波性能についても考慮して極力波打ちを抑えられるような船型としました。

作業用特殊装置としては、船長方向中央部にコンテナ式のゴミ回収装置を、その後部に浮遊堰式の油回収装置を装備し、双胴間に流入する浮遊ゴミや油を直接捕獲できるようにしました。多関節クレーンを搭載することで、流木等長尺物のゴミ回収にも対応できるようにしています。

推進装置は高速型ディーゼル主機関2基と可変ピッチプロペラ2基を装備した構成とし、回収作業時の微速走行に柔軟に対応可能としました。

また航行時及び作業時の省力化を図るべく、操舵室内に航海、機関の各監視盤を装備し、主機関、発電装置、航海装置等の発停、制御、監視作業の遠隔化を図っています。

## ■本船の特徴

### コンテナ昇降式のゴミ回収装置

潮目に帯状に浮遊するゴミを効率的に回収できるよう、清掃装置として、コンテナ昇降式ゴミ回収装置を装備しています。コンテナは、ジガーシリンダによるワイヤーロープ方式で昇降させ、本船クラスのゴミ回収船としては最大規模となる $48\text{m}^3$ ( $12\text{m}^3 \times 4$ )の積載容量を確保、そのために懸念されるゴミ積載時の偏荷重、或いはワイヤーロープの伸びによる昇降不良を自動補正できるよう、シリンダに近接スイッチを取り付け、右舷側と左舷側の昇降のズレを自動的に補正できるようにして、回収作業の信頼性を上げています。



写真2 コンテナ昇降式ゴミ回収装置

### 浮遊堰式油分濃縮型の油回収機

海面浮遊油および海難事故時の流出油の幅広い粘度に対応できるよう、浮遊堰式の油分濃縮型油回収機を搭載しています。ゴミ回収装置と同様、ジガーシリンダによるワイヤーロープ方式で昇降することで、双胴間の浮遊油を効率的に回収できるようにしています。油回収装置は、油回収器本体、集油型搭載フロート及び昇降枠で構成され、回収器内で比重分離による油分濃縮を行うことで油水分離能力を高め、油分だけを回収することで一度に大容量の油水の処理を可能としています。

### 信頼性の高い推進装置

主機関には、V型水冷4サイクル高速ディーゼル機関(720kW x 2,250rpm x 2基)を採用し、信頼性を上げると共に環境面におけるNO<sub>x</sub>(窒素酸化物)低減を図っています。IMO環境基準である、国際大気汚染防止原動機証書(EAIPP証書)を取得しました。

推進機には、ゴミ回収作業時(約4knt)、油回収作業時(1~2knt)の微速走行に柔軟に対応できるようハイスキュード型可変ピッチプロペラ(CPP)を採用しました。

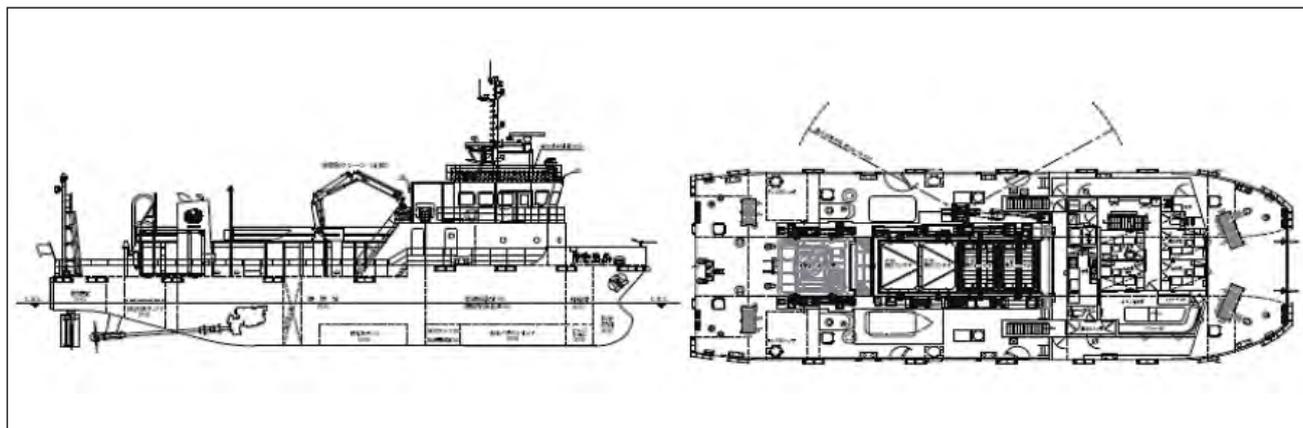


図1 一般配置図



写真3 可変ピッチプロペラ (CPP)

浮遊ゴミ、浮遊油の位置に迅速に移動が可能で、作業効率の向上に大きく寄与しています。

### 情報管理の一元化

ゴミ回収装置、航海用機器は、その発停、制御、監視を遠隔とすることで、運航・回収作業の自動化、省力化を図っています。

そのために船内業務統合処理システムを構築、操舵室において一元的に情報管理し、船内LANによりどの場所からでも情報の遠隔監視が行えるようにしています。船内業務統合処理システムでは、船内情報処理、運航管理、AIS(国際船舶自動識別装置)、監視カメラなどの情報管理を集約しており、リアルタイムで処理・活用可能とし、各種報告書の作成や業務管理、メンテナンスをトータルで処理できるシステムとしました。

### 振動/騒音レベルの低減

回収作業の効率化のために、振動及び騒音を極力小さくすることが、作業船には特に求められます。

そのため、FEM(有限要素法)による振動解析を実施し、振動の低減対策に注力し、揺れの少ない静かな航海環境を提供しました。海上試運転時の計測結果では、居住区内の振動(速度)は0.3mm/s～0.9mm/s(4/4出力時)で、ISO基準値に対しても、十分小さい振動レベルを得ることができました。

騒音についても、操舵室で58dB(4/4出力時)程度であり、2層構造の居住区にも関わらず十分小さな騒音レベルを実現しています。

### 動揺の低減

作業船の特質上、横波中の動揺を最小限とすることが作業効率に大きく影響を与えることから、波浪中の動揺試験を実施し、横揺れ対策としてビルジキ

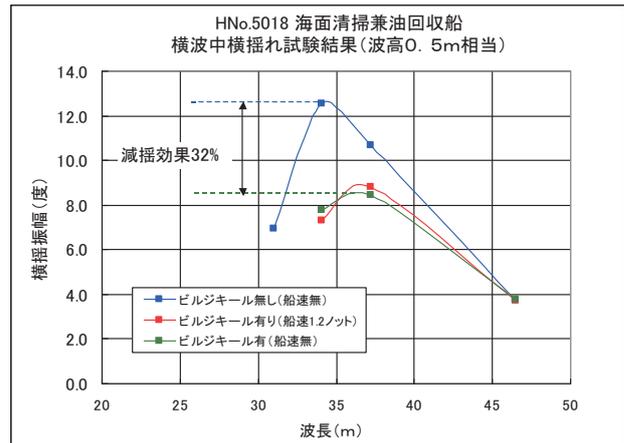


図2 ビルジキールの動揺低減効果

ルを装着しました。試験では、ビルジキールにより約30%の減揺効果が確認されており、回収作業中、微速走行時の動揺を最小限とすることで作業の効率化を図っています。

### 作業スペースの確保

本船には、ゴミ回収装置、クレーン、油回収装置等、多様な機器・装置を搭載しています。これらのほとんどを、上甲板上に配置する必要があるが、一方で上甲板上には、作業船として十分な交通及び作業エリアを確保する必要があります。199総トン数クラスの限られたスペースに、これだけの機器を配備した上で、十分な交通及び作業エリアを確保し、効率的且つ安全な作業を可能としています。

### ■最後に

本船の船名「海和歌丸」は、広く一般公募して選ばれ、牛若丸のように海を駆け巡って欲しいという思いが込められています。

海洋環境船としての業務を通して、和歌山のきれいな海の保護・改善に益々の活躍を期待します。

最後に、本船の建造にあたりご指導、ご協力をいただきました国土交通省近畿地方整備局殿、(社)作業船協会殿、また各機器メーカー殿等関係者各位に深くお礼を申し上げます。

リブラ トレーダー <b>LIBRA TRADER</b>		VLCC 油槽船	
建造所 Builder	三井造船株式会社 千葉事業所		
船主 Owner			
運航者 Operator			
国籍	マーシャルアイランド	船番	1757
起工年月日 Keel laid			
進水年月日 Launched			
竣工年月日 Delivered	2010.9.30		
船級等 Class	NK		
航行区域 Nav. Area			
全長 L <sub>oa</sub>	333.00 m		
垂線間長 L <sub>pp</sub>	324.00 m		
型幅 Breadth	60.00 m		
型深 Depth	28.80 m		
満載喫水(計画) Draft (d <sub>mid</sub> (design))			
満載喫水(夏期) Draft (dext)			
総トン数(国際) GT	160,149 T		
純トン数 NT		載貨重量(計画) Deadweight	載貨重量(夏期) Deadweight
貨物積容積 Cargo Tank Capacity m <sup>3</sup>	354,689	燃料油槽 Fuel Oil Tank m <sup>3</sup>	清水槽(含む、飲料水) Fresh Water Tank
試運転最大速度 Max. Trial Speed		航海速度 Sea Speed	航続距離 Endurance
燃料消費量 Fuel Consumption		主機関 メーカー形式×基数 Main Engine	三井 -MAN B&W 7S80MC-C 型×1基
出力(連続最大)kW×min <sup>-1</sup> Output (M.C.R.)	27,160kW×76回転/分	出力(常用)kW×min <sup>-1</sup> Output (N.O.R.)	
プロペラ 翼数×軸数 Propeller		プロペラの種類 (CPP etc.)	主補汽缶 形式×台数 Main Aux. Boiler
発電機 Electric Generator	原動機(メーカー形式×出力×台数) Engine		Composite type Aux. Boiler x 1
	発電機(メーカー形式×出力×台数) Generator		
船型 Type of Ship		乗組員数 Officer & Crew No.	40
同型船 Same Ship			
特記事項	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 海洋汚染防止を考慮し、燃料油タンクの二重構造化、ポンプ室の二重底化を実施している。また、米国海域での荷役で要求される、原油気化ガスの大気放出を防ぐシステム(V.E.C.S)を搭載している。</li> <li>2. 最新の船首形状および船尾形状の採用、高効率プロペラ、省エネ装置装備により、省エネルギー化を図っている。</li> <li>3. 主機関からの排ガス熱エネルギーを回収するターボ発電機システムを装備している。</li> <li>4. 主機関に電子制御式シリンダ注油システムを採用し、運航コスト低減を図っている。</li> <li>5. バラストタンクおよびポンプ室には、固定式の可燃性ガス検知システムを装備し、作業の安全性向上を図っている。</li> <li>6. 測位装置として、Differential G.P.S航法装置(Global Positioning System)2台を装備し、衛星航法に万全を期している。</li> <li>7. 電子海図表示情報システム(ECDIS)、自動船舶識別システム(AIS)を装備し、航路計画、航行の安全に寄与している。</li> <li>8. 機関室にカラーカメラを装備し、ブリッジおよび機関制御室のモニターで機関室の状況を常時監視・把握可能とすることで、安全性に配慮している。</li> <li>9. 訓練生(10人)の乗船を考慮し、40名分の居住区設備を確保している。</li> <li>10. 貨物油艙およびバラストタンク内を安全かつ効果的に点検できるように SOLAS 規則に基づいた通行装置を設置している。</li> </ol>		



エヌワイケー アドニス <b>NYK ADONIS</b>		CONTAINER CARRIER コンテナ運搬船	
建造所 Builder	株式会社 アイ・エイチ・アイ マリンユナイテッド 呉造船所		
船主 Owner	NESTOR SHIP HOLDING S.A.		
運航者 Operator			
国籍	Panama	船番	SNo.3278
起工年月日 Keel laid			
進水年月日 Launched			
竣工年月日 Delivered	2010.3.30		
船級等 Class	NK		
航行区域 Nav. Area	Ocean going		
全長 L <sub>oa</sub>	approx. 332.15		
垂線間長 L <sub>pp</sub>			
型幅 Breadth	45.2		
型深 Depth	26.8		
満載喫水(計画) Draft (d <sub>mid</sub> (design))			
満載喫水(夏期) Draft (dext)	approx. 14.0		
総トン数(国際) GT	approx. 105,600		
純トン数 NT		載貨重量(計画) Deadweight	載貨重量(夏期) Deadweight
コンテナ搭載数 Container No.	9,592 TEU	燃料油槽 Fuel Oil Tank m <sup>3</sup>	清水槽(含む、飲料水) Fresh Water Tank
試運転最大速度 Max. Trial Speed		航海速度 Sea Speed	24.5
燃料消費量 Fuel Consumption		主機関 メーカー形式×基数 Main Engine	WÄRTSILÄ 11RT-flex96C x 1
出力(連続最大)kW×min <sup>-1</sup> Output (M.C.R.)	58,400 kW	出力(常用)kW×min <sup>-1</sup> Output (N.O.R.)	
プロペラ 翼数×軸数 Propeller	1軸	プロペラの種類 (CPP etc.)	FPP
発電機 Electric Generator	原動機(メーカー形式×出力×台数) Engine		主補汽缶 形式×台数 Main Aux. Boiler
	発電機(メーカー形式×出力×台数) Generator		Water tube type x 1
船型 Type of Ship	Single screw, diesel driven container carrier with machinery space and all accommodations including navigation bridge located semi aft	乗組員数 Officer & Crew No.	32
同型船 Same Ship	NYK ALTAIR		
特記事項	9300 TEU型 コンテナ船。従来の同クラス船のコンテナ積載数が8,600個積みであるのに対し、9,300個積みへと大幅に積載数を増大させている。また、積載数は増大しているが、船型の改良などによって同クラス・船速の船と比べ 主機関のシリンダー数を削減しており、燃費を大幅に削減することに成功している。		



タイター ナンバーフォー <b>TAITAR NO.4</b> LNG CARRIER LNG運搬船					
建造所 Builder	川崎重工業株式会社				
船主 Owner	NiMiC NO.4 S.A.				
運航者 Operator	CPC Corporation, Taiwan				
国籍	PANAMA	船番	1626		
起工年月日 Keel laid	2009.10.19				
進水年月日 Launched	2010.1.15				
竣工年月日 Delivered	2010.10.1				
船級等 Class	NK				
航行区域 Nav. Area	Ocean Going				
全長 L <sub>oa</sub>	289.50				
垂線間長 L <sub>sp</sub>	277.00				
型幅 Breadth	49.00				
型深 Depth	27.00				
満載喫水(計画) Draft (d <sub>mid</sub> (design))	11.50				
満載喫水(夏期) Draft (d <sub>ext</sub> )	11.929				
総トン数(国際) GT	118,634				
純トン数 NT	35,591	載貨重量(計画) Deadweight	72,633	載貨重量(夏期) Deadweight	77,053
貨物積容積 Cargo Tank Capacity m <sup>3</sup>	147,546	燃料油槽 Fuel Oil Tank m <sup>3</sup>	5,949	清水槽(含む、飲料水) Fresh Water Tank	553
試運転最大速力 Max. Trial Speed		航海速力 Sea Speed	about 19.5 knots	航続距離 Endurance	14,600 nm
燃料消費量 Fuel Consumption		主機関 メーカー形式×基数 Main Engine	KAWASAKI UA-400 type Steam Turbine × 1 基		
出力(連続最大)kW×min <sup>-1</sup> Output (M.C.R.)	26,900 kW × 80 rpm	出力(常用)kW×min <sup>-1</sup> Output (N.O.R.)	24,210 kW × about 77 rpm		
プロペラ 翼数×軸数 Propeller	4 blades × 1 軸	プロペラの種類 (CPP etc.)	FPP	主補汽缶 形式×台数 Main Aux. Boiler	KAWASAKI UME 59/48 Main Boiler × 2 基
発電機 Electric Generator	原動機(メーカー形式×出力×台数) Engine	Generator Turbine(RG92) × 3,100kW × 2 基			
船型 Type of Ship	発電機(メーカー形式×出力×台数) Generator	Turbo Generator(NTAKL) × 3,100kW × 2 基			
同型船 Same Ship	Flush decker	乗組員数 Officer & Crew No.			49
同型船 Same Ship	TAITAR NO.1, TAITAR NO.2, TAITAR NO.3				
特記事項	<p>1) 本船は、4個のモス型球形LNGタンクを持つ大型LNG運搬船です。</p> <p>2) LNGタンクには、当社が独自に開発した川崎パネル方式による防熱システムを採用し、高い防熱効果によりLNGの蒸発率を約0.15%/日としています。</p> <p>3) 貨物タンク区画は、二重船殻、二重底構造とし、LNGタンクはその内側に配置されているため、万一の船体損傷時でも直接タンクに損傷がおよばないよう安全に保護されています。</p> <p>4) 操舵室は、最先端の電子航海機器を装備し、従来分散配置していた航海機器を集中配置して操作性の向上を計るとともに、全周に窓を配置して360度の視界を確保し、大洋航行中にはワンマン操舵が可能となっています。</p> <p>5) 荷役関係の監視・制御は、船橋下の居住区前面、貨物積込/揚荷区域の見通しが良い位置に設けた荷役制御室で行います。荷役制御室には、統合制御監視装置(IMCS)が配置され、荷役関係の監視・制御のほか、機関状態監視を行えるようになっています。本IMCSは、開発時にオペレータの経験、意見を数多く取り入れて、特にオペレータの操作性に配慮したシステムとしています。</p>				

ブリリアント ジュピター <b>BRILLIANT JUPITER</b> Bulk Carrier ばら積み貨物船					
建造所 Builder	株式会社サノヤス・ヒシ明昌 水島製造所				
船主 Owner					
運航者 Operator					
国籍	Marshall Islands	船番	1286		
起工年月日 Keel laid	2010.2.15				
進水年月日 Launched	2010.5.20				
竣工年月日 Delivered	2010.7.23				
船級等 Class	NK				
航行区域 Nav. Area	Ocean Going				
全長 L <sub>oa</sub>	245.00				
垂線間長 L <sub>sp</sub>	238.00				
型幅 Breadth	43.00				
型深 Depth	21.65				
満載喫水(計画) Draft (d <sub>mid</sub> (design))					
満載喫水(夏期) Draft (d <sub>ext</sub> )	15.404				
総トン数(国際) GT	64,642				
純トン数 NT	37,594	載貨重量(計画) Deadweight		載貨重量(夏期) Deadweight	119,480
貨物積容積(グリーン) Cargo Hold Capacity (Grain) m <sup>3</sup>	135,717	燃料油槽 Fuel Oil Tank m <sup>3</sup>	3,605	清水槽(含む、飲料水) Fresh Water Tank	291
試運転最大速力 Max. Trial Speed	16.61	航海速力 Sea Speed	14.5	航続距離 Endurance	20,000
燃料消費量 Fuel Consumption		主機関 メーカー形式×基数 Main Engine	MITSUBI MAN B&W 6S60MC-C × 1		
出力(連続最大)kW×min <sup>-1</sup> Output (M.C.R.)	13,560 × 105.0	出力(常用)kW×min <sup>-1</sup> Output (N.O.R.)	11,120 × 98.3		
プロペラ 翼数×軸数 Propeller	4 × 1	プロペラの種類 (CPP etc.)		主補汽缶 形式×台数 Main Aux. Boiler	Composite type × 1
発電機 Electric Generator	原動機(メーカー形式×出力×台数) Engine	YANMAR 6EY18AL 550kW × 3			
船型 Type of Ship	発電機(メーカー形式×出力×台数) Generator	NISHISHIBA ELECTRONIC NTAKL 500kW × 3			
同型船 Same Ship	Flush decker	乗組員数 Officer & Crew No.			25
同型船 Same Ship	S.No.1285 "SPRING SAMCHEONPO"				
特記事項	<p>載貨重量12万トン型ケープサイズバルカーの第2隻目で、石炭・鉄鉱石の輸送量拡大に着目し浅喫水・大貨物積載を達成した高効率の最新鋭船です。港湾事情によって大型船の入港が制限される港にも入港可能となっています。</p> <p>省エネルギー対策として、低回転・大直径プロペラの採用や当社が独自に開発したシンプルな平板構造で費用対効果に優れたSTF(サノヤスタンデムフィン:最大で6%の省エネ効果)を装備し、推進効率の向上並びに低燃料消費率を実現し、その結果としてCO2の排出削減にも貢献しております。</p>				

アッタリア <b>ATTALIA</b>		Bulk Carrier ばら積み運搬船			
建造所 Builder	常石造船株式会社				
船主 Owner	Tanker Ocean Transportation Ltd.				
運航者 Operator					
国籍	MARSHALL ISLANDS	船番	SNO.1445		
起工年月日 Keel laid	2010.7.1				
進水年月日 Launched	2010.8.30				
竣工年月日 Delivered	2010.10.21				
船級等 Class	Lloyd's Register				
航行区域 Nav. Area	Ocean Going				
全長 L <sub>oa</sub>	228.99				
垂線間長 L <sub>pp</sub>	222				
型幅 Breadth	32.26				
型深 Depth	20.05				
満載喫水(計画) Draft (d <sub>mid</sub> (design))					12.2
満載喫水(夏期) Draft (dext)					
総トン数(国際) GT	42,929				
純トン数 NT	26,832	載貨重量(計画) Deadweight		載貨重量(夏期) Deadweight	82,171
貨物艙容積(グレーン) Cargo Hold Capacity (Grain) m <sup>3</sup>	97,294	燃料油槽 Fuel Oil Tank m <sup>3</sup>	2,943	清水槽(含む、飲料水) Fresh Water Tank	468
試運転最大速度 Max. Trial Speed		航海速度 Sea Speed	14.5	航続距離 Endurance	27,600
燃料消費量 Fuel Consumption		主機関 メーカー形式×基数 Main Engine	MAN B&W 6S60MC-C(Mark 7) × 1set		
出力(連続最大)kW×min <sup>-1</sup> Output (M.C.R.)	9,710 × 97.4	出力(常用)kW×min <sup>-1</sup> Output (N.O.R.)	8,250 × 92.3		
プロペラ 翼数×軸数 Propeller	1set	プロペラの種類 (CPP etc.)	FPP	主補汽缶 形式×台数 Main Aux. Boiler	Vertical Composite × 1set
発電機 Electric Generator	原動機(メーカー形式×出力×台数) Engine		440kW × 3sets		
	発電機(メーカー形式×出力×台数) Generator		400kW × 3sets		
船型 Type of Ship	Flush Deck Type with F'cle		乗組員数 Officer & Crew No.		25
同型船 Same Ship					
特記事項	本船は当社が開発したカムサマックス・バルクキャリア(D/W82,100mt型バルクキャリア)であり、当社 TESS シリーズに並ぶ主力商品の一つです。 "カムサマックス"という呼称は、ボーキサイトの主要積出港であるアフリカ西岸ギニアのカムサ港に入港可能な最大船長を有していることから命名しました。				



ケーエム シドニー <b>KM SYDNEY</b>		Bulk Carrier ばら積み運搬船			
建造所 Builder	ユニバーサル造船株式会社舞鶴事業所				
船主 Owner	KUANG MING SHIPPING CORP.				
運航者 Operator					
国籍	台湾	船番	S.No.141		
起工年月日 Keel laid					
進水年月日 Launched					
竣工年月日 Delivered	2010.12.7				
船級等 Class	NK / CR				
航行区域 Nav. Area	Ocean Going				
全長 L <sub>oa</sub>	225				
垂線間長 L <sub>pp</sub>	222				
型幅 Breadth	32.26				
型深 Depth	20				
満載喫水(計画) Draft (d <sub>mid</sub> (design))					
満載喫水(夏期) Draft (dext)	14.407				
総トン数(国際) GT	42,709				
純トン数 NT	26,547	載貨重量(計画) Deadweight		載貨重量(夏期) Deadweight	80,638
貨物艙容積(グレーン) Cargo Hold Capacity (Grain) m <sup>3</sup>		燃料油槽 Fuel Oil Tank m <sup>3</sup>		清水槽(含む、飲料水) Fresh Water Tank	391
試運転最大速度 Max. Trial Speed		航海速度 Sea Speed	14.6	航続距離 Endurance	
燃料消費量 Fuel Consumption		主機関 メーカー形式×基数 Main Engine	MAN-B&W 7S50MC-C type diesel engine × 1		
出力(連続最大)kW×min <sup>-1</sup> Output (M.C.R.)	9,700 kW × 116.0rpm	出力(常用)kW×min <sup>-1</sup> Output (N.O.R.)	8,730 kW × 112.0rpm		
プロペラ 翼数×軸数 Propeller	× 1	プロペラの種類 (CPP etc.)	Aerofoil solid type (FPP)	主補汽缶 形式×台数 Main Aux. Boiler	Composite type × 1
発電機 Electric Generator	原動機(メーカー形式×出力×台数) Engine				
	発電機(メーカー形式×出力×台数) Generator				
船型 Type of Ship	Flush decker with f'cle deck		乗組員数 Officer & Crew No.		25
同型船 Same Ship	なし				
特記事項					



ジーエスエル アフリカ  
**GSL AFRICA**  
 CONTAINER CARRIER コンテナ運搬船



建造所 Builder	内海造船株式会社		
船主 Owner			
運航者 Operator			
国籍 LIBELIA	船番 S.No.734		
起工年月日 Keel laid	2009.7.24		
進水年月日 Launched	2009.12.16		
竣工年月日 Delivered	2010.4.27		
船級等 Class	NK		
航行区域 Nav. Area	Ocean Going		
全長 L <sub>oa</sub>	199.93		
垂線間長 L <sub>pp</sub>	188		
型幅 Breadth	32.2		
型深 Depth	16.6		
満載喫水(計画) Draft (d <sub>mid</sub> (design))	9.8		
満載喫水(夏期) Draft (d <sub>ext</sub> )	11.272		
総トン数(国際) GT	27,213		
純トン数 NT	11,848	載貨重量(計画) Deadweight	25,486
Container No. コンテナ搭載数	2,450TEU	載貨重量(夏期) Deadweight	32,906
試運転最大速力 Max. Trial Speed	24.35	燃料油槽 Fuel Oil Tank m <sup>3</sup>	3,621
燃料消費量 Fuel Consumption	87.5	清水槽(含む、飲料水) Fresh Water Tank	561
出力(連続最大) kW×min <sup>-1</sup> Output (M.C.R.)	21,735 × 91	航海速力 Sea Speed	22.2
プロペラ 翼数×軸数 Propeller	5B × 1	航続距離 Endurance	20,200
発電機 Electric Generator	原動機(メーカー形式×出力×台数) Engine	主機関 メーカー形式×基数 Main Engine	HITACHI-MAN B&W 7S70MC-C × 1
船型 Type of Ship	Flash decker with long F'cle	出力(常用) kW×min <sup>-1</sup> Output (N.O.R.)	19,560 × 88
同型船 Same Ship		プロペラの種類 (CPP etc.)	FPP
特記事項	①冷凍コンテナ360FEU積載可能		

バルチック クリッパー  
**BALTIC KLIPPER**  
 Refrigerated Cargo Ship / Reefer Container Ship



建造所 Builder	北日本造船株式会社		
船主 Owner	SUN ROSIE SHIPPING COMPANY N.V.		
運航者 Operator	Seatrade Groningen B.V.		
国籍 LIBERIA	船番 S-391		
起工年月日 Keel laid	2010.1.8		
進水年月日 Launched	2010.5.18		
竣工年月日 Delivered	2010.9.7		
船級等 Class	BV		
航行区域 Nav. Area	Ocean Going		
全長 L <sub>oa</sub>	165.00		
垂線間長 L <sub>pp</sub>	153.50		
型幅 Breadth	25.00		
型深 Depth	14.00		
満載喫水(計画) Draft (d <sub>mid</sub> (design))	10		
満載喫水(夏期) Draft (d <sub>ext</sub> )			
総トン数(国際) GT	14,091		
純トン数 NT	7,238	載貨重量(計画) Deadweight	15,600
貨物艙容積(グリーン) Cargo Hold Capacity (Grain) m <sup>3</sup>		載貨重量(夏期) Deadweight	
試運転最大速力 Max. Trial Speed	23.88	燃料油槽 Fuel Oil Tank m <sup>3</sup>	2,000
燃料消費量 Fuel Consumption	55.50	清水槽(含む、飲料水) Fresh Water Tank	350
出力(連続最大) kW×min <sup>-1</sup> Output (M.C.R.)	14,280kW 105min <sup>-1</sup>	航海速力 Sea Speed	Abt 20.4
プロペラ 翼数×軸数 Propeller	5 BLADES 1 SHAFT	航続距離 Endurance	16,000SM
発電機 Electric Generator	原動機(メーカー形式×出力×台数) Engine	主機関 メーカー形式×基数 Main Engine	HITACHI MAN B&W 6S60MC-C8 × 1
船型 Type of Ship	STEEL TWIN DECKER WITH LONG F'CLE	出力(常用) kW×min <sup>-1</sup> Output (N.O.R.)	12,852kW 101min <sup>-1</sup>
同型船 Same Ship		プロペラの種類 (CPP etc.)	FPP
特記事項	アイスクラス1B、機関室無人化運転仕様、40フィートコンテナ247本搭載可能、ホールド内CA (Controlled Atmosphere)、車両積載仕様。またオンデッキ、及びホールド内へ危険物積載可能としている。更に冷凍機一次冷媒としてアンモニアを使用。		

大和 YAMATO		Module Carrier 重量物運搬船			
建造所 Builder	三菱重工株式会社 長崎造船所				
船主 Owner	FPG Shipholding Panama 2 S.A.				
運航者 Operator	NYK-HINODE LINE, LTD.				
国籍	PANAMA	船番	2272		
起工年月日 Keel laid	2010.4.19				
進水年月日 Launched	2010.9.10				
竣工年月日 Delivered	2010.11.29				
船級等 Class	NK				
航行区域 Nav. Area	Ocean Going				
全長 L <sub>oa</sub>	162.00				
垂線間長 L <sub>pp</sub>	152.62				
型幅 Breadth	38.00				
型深 Depth	9.00				
満載喫水(計画) Draft (d <sub>mid</sub> (design))	4.5				
満載喫水(夏期) Draft (d <sub>ext</sub> )	6.370				
総トン数(国際) GT	14,538				
純トン数 NT	4,362	載貨重量(計画) Deadweight	10,195	載貨重量(夏期) Deadweight	19,812
貨物艙容積(グリーン) Cargo Hold Capacity (Grain) m <sup>3</sup>		燃料油槽 Fuel Oil Tank m <sup>3</sup>	2,809	清水槽(含む、飲料水) Fresh Water Tank	446
試運転最大速度 Max. Trial Speed	15.45	航海速度 Sea Speed	13.25	航続距離 Endurance	abt. 21,600
燃料消費量 Fuel Consumption		主機関 メーカー形式×基数 Main Engine	DAIHATSU 6DKM-36 × 2		
出力(連続最大)kW×min <sup>-1</sup> Output (M.C.R.)	3,218 kW × 600/196 min <sup>-1</sup> × 2	出力(常用)kW×min <sup>-1</sup> Output (N.O.R.)	2,735kW × 568.5/185.7 min <sup>-1</sup> × 2		
プロペラ 翼数×軸数 Propeller	4翼 × 2軸	プロペラの種類 (CPP etc.)	CPP	主補缶 形式×台数 Main Aux. Boiler	立型水管式 - 1set
発電機 Electric Generator	原動機(メーカー形式×出力×台数) Engine		Main 660 kW × 3, Emer. 108 kW × 1		
	発電機(メーカー形式×出力×台数) Generator		Main 600 kW × 3, Emer. 100 kW × 1		
船型 Type of Ship	Flush decker			乗組員数 Officer & Crew No.	25
同型船 Same Ship	YAMATAI				
特記事項	<p>本船は同船主向け全2隻中の第2番船の重量物運搬船である。本船の特徴は以下の通りである。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. フロア方式の空気潤滑システムを世界で初めて恒久設備として搭載・実用化したシリーズ船である。</li> <li>2. 自走式台車によりモジュールを上甲板にロールオン/ロールオフできるよう設計されており、上甲板上に120m(L)×36m(B)の貨物スペースを確保している。</li> <li>3. 2基のCPP、2舵、パワースタースを総合的にコントロールするJOY STICKを装備しており、横移動やその場回頭等の港内操船を容易にしている。</li> <li>4. 省エネ装置として、三菱アクトフィンおよびHVFCを装備している。</li> </ol>				



はいばーえこ HYPER ECO		GENERAL CARGO 一般貨物船			
建造所 Builder	青島造船所有限公司				
船主 Owner	MUKAISHIMA DOCKYARD CO., LTD.				
運航者 Operator	JFE LOGISTICS CORPORATION				
国籍	日本	船番	QDZ 495		
起工年月日 Keel laid	2010.05.25				
進水年月日 Launched	2010.09.13				
竣工年月日 Delivered	2010.11.25				
船級等 Class	NK				
航行区域 Nav. Area	沿海 COASTAL				
全長 L <sub>oa</sub>	77.08				
垂線間長 L <sub>pp</sub>	71.20				
型幅 Breadth	11.50				
型深 Depth	7.43				
満載喫水(計画) Draft (d <sub>mid</sub> (design))	4.339				
満載喫水(夏期) Draft (d <sub>ext</sub> )	4.360				
総トン数(国際) GT	1,441				
純トン数 NT		載貨重量(計画) Deadweight	1,800	載貨重量(夏期) Deadweight	1,800
貨物艙容積(グリーン) Cargo Hold Capacity (Grain) m <sup>3</sup>	2,664	燃料油槽 Fuel Oil Tank m <sup>3</sup>	37.71	清水槽(含む、飲料水) Fresh Water Tank	28.78
試運転最大速度 Max. Trial Speed	12.50	航海速度 Sea Speed	11.5	航続距離 Endurance	3,000
燃料消費量 Fuel Consumption	4.30	主機関 メーカー形式×基数 Main Engine	WS INDUCTION MOTOR*2SETS		
出力(連続最大)kW×min <sup>-1</sup> Output (M.C.R.)	374KW × 2	出力(常用)kW×min <sup>-1</sup> Output (N.O.R.)	374KW × 2		
プロペラ 翼数×軸数 Propeller	4翼 × 2軸	プロペラの種類 (CPP etc.)	FPP	主補缶 形式×台数 Main Aux. Boiler	
発電機 Electric Generator	原動機(メーカー形式×出力×台数) Engine		ダイハツ 6DC17A × 570KW × 2SETS		
	発電機(メーカー形式×出力×台数) Generator		西芝電機 520KW × 2SETS		
船型 Type of Ship	二層甲板船 バトックフロー ツインステグ 2 枚舵			乗組員数 Officer & Crew No.	6
同型船 Same Ship					
特記事項	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 推進モーター定格1000馬力未満(748kw)で満載速度11.5ノットが可能な船型を開発した。</li> <li>2. 居住区環境改善のために主発電機を船首部に設け、居住区を船尾上甲板下に設けた。</li> <li>3. 居室床面積は7.0m<sup>2</sup>~9.7m<sup>2</sup>、天井高さは2.5mとして室内空間は既存船の1.6倍以上を確保。</li> <li>4. 国内外の有名メーカーの汎用機器を採用して船価を既存船とした。</li> <li>5. 全照明機器をLEDとし、ウィンドラスを電動化した。</li> <li>6. 中国で試運転・完工検査を実施し、日本人船員により自航で日本へ回航した。</li> </ol>				



# 船用ディーゼル機関からのPMに関するワークショップ開催

「船用ディーゼル機関から排出される粒子状物質（PM）に関するワークショップ」を平成23年2月23日（水）午後10時に開催致します。

ワークショップでは、船用ディーゼル機関から排出されるPMの実態把握及びその計測法の確立のために海上技術安全研究所において実施してまいりました最近の研究の成果を紹介させて頂くとともに、船用機関を取り巻く環境問題の全体像、国内の関連の研究の最新情報についてご提供頂き、船舶に関わるPMの問題の現状と展望について討論致します。

## プログラム

### 「基調講演」

■船用機関を取り巻く環境問題の全体像とPM問題の現状  
九州大学 教授 高崎講二

■実船におけるPMの計測  
水産大学校 教授 前田和幸

### 「PM計測法とPMの性状の解明に関わる研究の最前線」

### 「PM問題の将来展望」

■PM計測実施例と計測技術上の問題  
海上技術安全研究所 大橋厚人

■大気環境規制の現状と展望  
愛媛大学 教授 若松伸司

■PMの性状、組成に及ぼす機関運転条件等の影響  
海上技術安全研究所 井亀 優

### ■総合討論

## 人事異動（平成23年1月1日付）独立行政法人海上技術安全研究所

発令事項	氏名	現職
海洋環境評価系付上席研究員 (運航・物流系海難事故解析センター上級海難分析研究員併任)	原 正一	企画部研究戦略主管 (運航・物流系海難事故解析センター上級海難分析研究員併任)
基盤技術プロジェクトチームリーダー (企画部研究連携主管、企画部研究戦略主管、運航・物流系海難事故解析副センター長併任)	園田 敏彦	基盤技術プロジェクトチームリーダー (企画部研究連携主管、運航・物流系海難事故解析副センター長併任)
	以上	

## PRESENT★プレゼント 綴じ込みハガキにてご応募下さい。

### 「船と海のサイエンス」オリジナルファイル(10名様)



### 「船と海のサイエンス」2010-Autumn プレゼント当選者

#### 「船と海のサイエンス」オリジナルファイル

春日市 新井様 三原市 重広様 横浜市 藤井様 知多郡 萩原様  
 富津市 岡様 佐伯市 川口様 岡山市 岡村様 加古川市 桑田様  
 南相馬市 上原様 綾部市 笹井様

## 海技研ニュース「船と海のサイエンス」2011 - Winter

発行日:2011年2月9日 発行人:井上四郎 編集責任:知的財産・情報センター

### ■問い合わせ先

独立行政法人海上技術安全研究所企画部  
 知的財産・情報センター広報・国際係  
 ホームページアドレス: <http://www.nmri.go.jp/>  
 E-mail: [info2@nmri.go.jp](mailto:info2@nmri.go.jp)  
 TEL:0422-41-3005 FAX:0422-41-3247

### 独立行政法人 海上技術安全研究所

本 所: 〒181-0004 東京都三鷹市新川 6-38-1  
 大阪支所: 〒576-0034 大阪府交野市天野が原町 3-5-10

※本誌は、グリーン購入法(国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律)に基づく基本方針の判断の基準を満たす紙を使用しています。

※リサイクル適正の表示:紙リサイクル可

本誌はグリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準に従い、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料[Aランク]のみを用いて作製しています。

