

海技研ニュース

船と海のサイエンス



(CORELLA ARROW)

海技研の研究紹介

- 船用ディーゼル機関の粒子状物質(PM)の計測 井亀 優 2
- 冷熱利用スターリングエンジン 平田 宏一 5
- 波で文字や模様を描く 大松 重雄 8

新造船紹介

- 世界最大のオープンハッチ貨物船「CORELLA ARROW」竣工... 久保 秀史 11

技術情報

- 大型商用車用 尿素 SCR システムの研究開発 正木 信彦 14

随筆

- 世界の客船(5)
- クルーズフェリーの黄金時代を築いた「シリヤ・セレナーデ」姉妹... 池田 良穂 17

新造船写真集(29)

- 原油タンカー「PACIFIC VOYAGER」他5隻 20

研究発表会開催

おしらせ

- 研究施設の一般公開について他 24

船用ディーゼル機関の粒子状物質 (PM) の計測

環境意識が高まり、船舶から排出される有害大気汚染物質の削減が求められています。すでに排ガス中の窒素酸化物 (NO_x) や燃料中の硫黄分の国際的な規制が実施され、規制強化も検討中です。粒子状物質 (PM) も検討対象の一つですが、その計測法の船用ディーゼル機関への適用には制約があります。PM とは何か、その計測法と課題、計測例について紹介します。

井亀 優
IKAME Masaru

エネルギー・環境評価部門
大気環境保全研究グループ
ikm@nmri.go.jp

船用機関の燃焼の研究をおこなってきました。現在は排ガス規制にかかわる計測法の研究を行っています。

はじめに

国際的な船舶の排ガス規制が、2005年5月の海洋汚染防止条約附属書VIの発効により始まりました。この規制では、排ガス中の窒素酸化物 (NO_x) と硫黄酸化物 (SO_x) に関係する燃料中の硫黄分が規制対象になっています。

国際海事機関 (IMO) の第53回海洋環境保護委員会 (2005年7月) で、この規制の強化に向けた包括的見直しが決定されました。その見直しの中で、これまで規制対象とされていなかった粒子状物質についても、環境影響評価を含むその排出実態の把握、排出抑制方策の検討が始まりました。

ところで、粒子状物質計測の公定法としては、ISO 8178 又は JIS B 8008 の方法がありますが、硫黄分が0.8%を超えた船用燃料油は適用できません。このため、船用ディーゼル機関の排ガス全てに適用できるわけではありません。また、船用ディーゼル機関の粒子状物質排出実態の把握も十分ではありません。

そこで海上技術安全研究所では、船用機関排ガスに適用可能な計測手法を確立するとともに船用ディーゼル機関の粒子状物質排出特性を明らかにするため、実験用船用ディーゼル機関による粒子状物質計測実験を実施しています。

粒子状物質はどのようなもの？

現在、環境基本法の大気汚染に関する環境基準として、大気中の浮遊粒子状物質 (SPM : Suspended Particulate Matter) について「1時間値の1日平均値が0.10mg/m³以下であり、かつ、1時間値が0.20 mg/m³以下であること」と定められています。ここでSPMは大気中に浮遊する粒子状物質でその粒径が10 μm以下のものと定義されています。

SPMの内、自然界起源の成分は、海塩粒子、風塵、植物由来の炭化水素、各種塩類粒子などですが、都市部では人為起源の寄与が大きく、燃焼によって発生する粒子である“ばいじん”や物の粉碎、機械的処理によって発生する粒子である“粉じん”などの固体粒子の他、近年、動物実験や疫学研究結果により健康影響との関連性が判明しつつあるディーゼル排出粒子などが主要なものです。

SPMの環境基準を達成するため、工場、事業所、自動車などの陸上の発生源については、大気汚染防止法、道路運送車両法に基づく道路運送車両の保安基準、自動車NO_x・PM法などにより規制が実施されています。

図1にエンジンを例に粒子状物質の発生及びその計測の概要を示します。

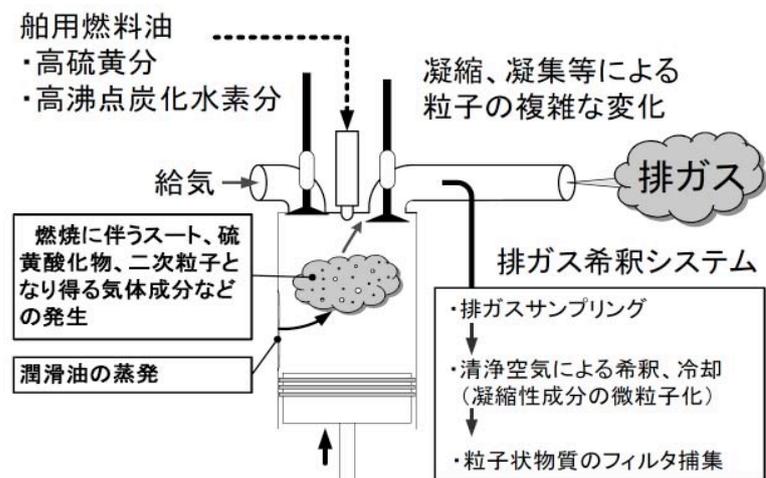


図1 粒子状物質の発生と計測の概要

規制を実施するに際し、各種発生源からのSPMの原因物質の排出量を把握することが必要になります。その方法の一つであるISO 8178又はJIS B 8008で定義されているのが、PM (Particulate Matter) です。ここでは、PMは「濾過した清浄な空気中で捕集フィルタ直前において、325K (52°C) 以下まで希釈した排気から、指定されたフィルタ上に捕集されるすべての物質」の様に定義されています。

その主要成分は、硫酸・硫酸塩 (サルフェート) とその結合水、可溶性有機分 (SOF: Soluble Organic Fraction)、ドライスト (dry soot) で、サルフェートは燃料中の硫黄分の酸化物由来する硫酸分、SOFは燃料や潤滑油の未燃炭化水素分、ドライストは燃料が炭化したもの他、灰分、金属分などです。

PM計測用排ガス希釈システム

PMを計測するには、図2、3に示す排ガス希釈システム (希釈トンネル) と呼ばれる装置を使い、排ガスを清浄な空気中で希釈し、それを捕集フィルタに通してPMを捕集します。

捕集フィルタは、捕集に使用する前後に、一定時間、恒温恒湿環境に静置した後 (当所では25°C、50%RHに24時間静置)、精密な天秤で重量を計測し、捕集前後の重量差からPM捕集量を求め、規定された計算処理を行ってPM排出率 (g/kWh) を算出します。

船用ディーゼル機関でのPM計測の問題

PMは規定された器材を用い、規定された手順に

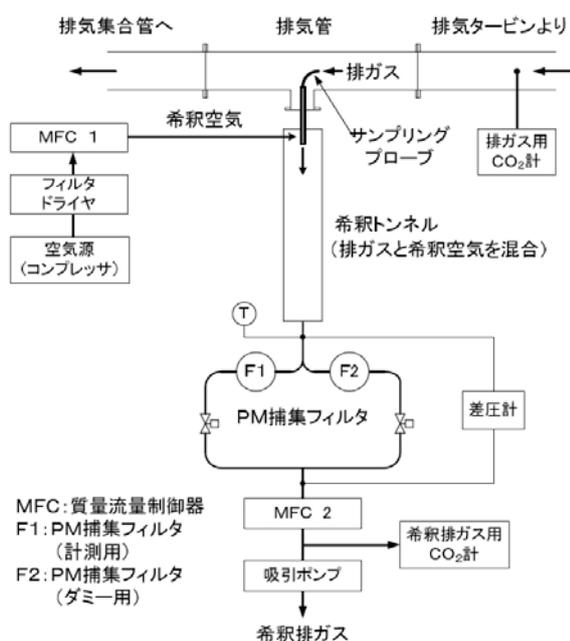


図2 排ガス希釈システム (分流希釈式)

従って計測されたものという形で定義され、その標準物質も無いため、NO_x、COなどの濃度計測の様に、標準物質 (校正ガス) で濃度計の正確さを確認した上で計測を行うことができません。また、硫黄分0.8wt%を超える船用燃料油を使用した場合には適用できる公定法がないのが現状です。

また、船用ディーゼル機関の出力範囲は自動車などに比べて桁違いに広く (およそ100kW ~ 10万kW)、自動車の分野で事実上の標準とされている全量希釈トンネルが、装置の大きさやコスト面から現実的には使用できません。そのため、PM計測システム相互のPM捕集性能の差異を検証することが困難という問題を抱えています。そこで船用ディーゼル機関排ガスのPM計測を行いつつ、計測結果の妥当性を検証する方法について研究しています。

PM排出率と硫黄分の関係

図4に船用4ストローク機関の負荷率75% (船用特性) での燃料中の硫黄分とPM排出率の関係を示します。ここでは低硫黄A重油 (硫黄分0.06wt%) に、性状が軽油に近く硫黄分を約35wt%含むDBDSという物質を添加して硫黄分を変えています。サルフェートはフィルタから超音波抽出し、硫酸イオンSO₄²⁻として定量しています。また、結合水の量は、25°C 50%RHにおける結合水/硫酸重量比の平衡値1.3から推算しています。

図4に示されるように、PM及びサルフェート排出率は硫黄分に比例して増加しており、硫黄分



図3 排ガス希釈トンネル部の外観

● 海技研の研究紹介

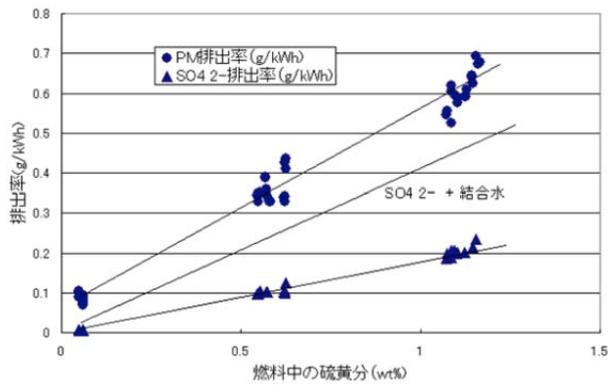


図4 硫黄分とPM排出率の関係

>0.5wt%では、サルフェートとその結合水がPMの過半を占めています。

燃料中の硫黄分は、燃焼過程で大部分が二酸化硫黄 (SO₂) に変化し、その一部 (数%程度) が更に酸化されて無水硫酸 (SO₃) に変化します。SO₃ は、普通排ガス温度では気体ですが、排ガスが空気と混合して冷やされる過程で液化して微小粒子になったりスートなどの固体粒子の表面に沈着したりします。更に周囲の水分と結合して水化した硫酸の形でPMとして捕集されます。

船用燃料油は、高いものでは数%の硫黄分を含んでいます。従って、硫黄分の低減が直接的にPM排出率の低減に結び付くことから、PM削減対策の観点から重要です。ちなみに自動車用軽油の硫黄分は約10ppmです。

硫黄分が0.5wt%を下回るようになると、SOF、ドライスートの比率が増し、その低減が重要になります。図5に分級装置 (約30nm ~ 10 μm) で捕らえた船用ディーゼル機関排ガス中のドライスートの様子を示します。粒径が数十nmの炭素粒子が塊状に集まったものが多くを占め、その中に硫酸カルシウム粒子や各種金属を含む粒子が散らばっている様子が分かります。

これら2成分の排出率は、サルフェートとは異なり、燃焼状態の影響を大きく受けるため、PM及びその成分の排出率を正確に計測して対策を講じることが必要になります。

熱重量分析によるSOFの発生由来検討

PMの主要成分の一つであるSOFは、燃料油及び潤滑油の未燃分に由来すると考えられますが、熱重量分析によりその解明を試みています。

熱重量分析は、微量の試料 (数mg程度) を精密な天秤にセットし、試料部分を電気炉に入れて空気や窒素などの雰囲気中で温度を正確に制御しながら上昇させ、蒸発、化学的変化などによる試

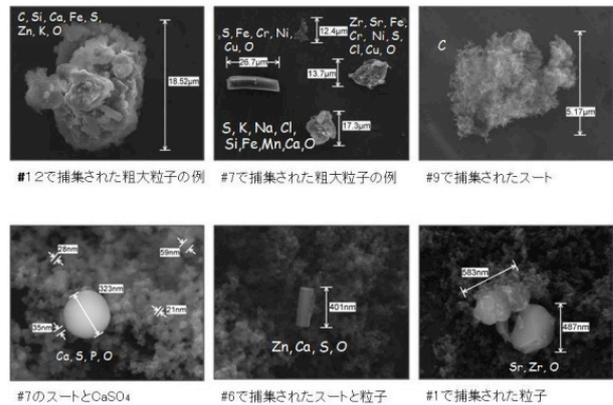


図5 分級装置で捕らえた固体粒子の様子

料の重量変化を記録するもので、温度変化に対する重量変化から試料が何であるかを推定することができます。

図6にSOFの発生由来を検討するために行った熱重量分析結果の一例を示します。分析は温度上昇率10℃/分、窒素供給速度60ml/分で行いました。この図では重量変化の温度変化に対する比である重量変化率 (wt%/℃) と雰囲気温度の関係を、SOF、低硫黄A重油 (LSA)、潤滑油 (Lub.) と予め180℃の窒素ガス雰囲気中で低沸点成分を蒸発させた低硫黄A重油 (LSA 180℃) について比較しています。

重量変化率のパターン、ピーク温度の比較からSOFは燃料油の高沸点分と潤滑油の混合物と推察されました。また、ピークの面積からある程度定量的に構成比率を把握できます。

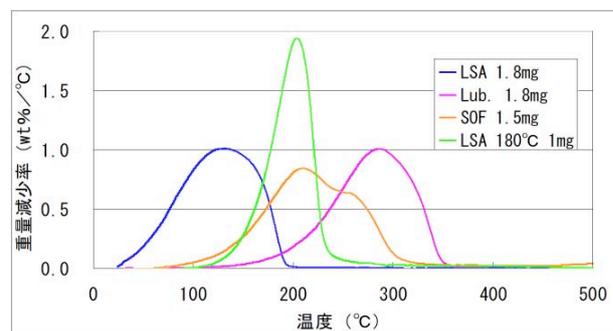


図6 SOFなどの熱重量分析結果

おわりに

以上のような実験結果を総合し、船用機関排ガスに適用可能な計測手法を確立することを目指しています。本研究は、国土交通省受託「船舶排ガス中における粒子状物質の実態解明と計測手法の確立に関する研究」として実施しているものです。

冷熱利用スターリングエンジン

天然ガスは、昨今のエネルギー問題や地球温暖化問題に対する世界的な関心から高く注目されています。海上技術安全研究所では、LNG 冷熱の有効利用を目的として、LNG の持つ冷熱を利用したスターリングエンジン発電機の適用性について検討しています。



平田 宏一
HIRATA Koichi

エネルギー・環境評価部門
khirata@nmri.go.jp

機械設計を専門とし、ディーゼルエンジンやスターリングエンジンの研究に従事

はじめに

海上技術安全研究所では、船用ディーゼルエンジンの排ガスを熱源とした排熱利用スターリングエンジンの研究・開発を進めてきました⁽¹⁾。スターリングエンジンは、エンジン内の温度差を利用して運転するため、多種多様な熱源を利用してエネルギーを回収することができます。以下で紹介する冷熱利用スターリングエンジンは、液化天然ガス（LNG）のプラントやLNG船などで発生する冷熱を有効利用する発電システムへの適用を想定しています。熱源の多様性というスターリングエンジンの特徴を活かした新しい形態のエネルギー機器です。

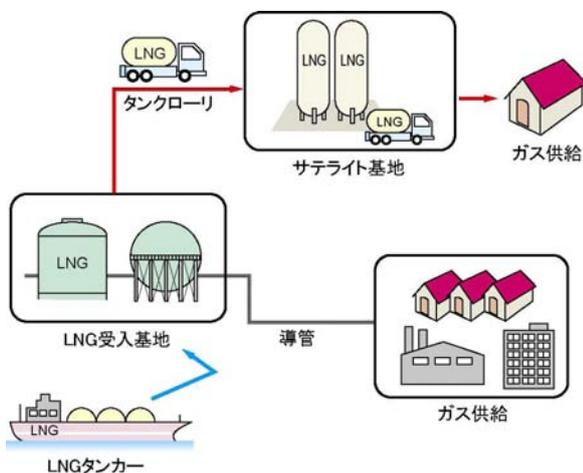


図1 LNGの利用形態

LNG 冷熱利用の実態

図1に天然ガスの輸送と利用形態の概略を示しています。LNGは、LNGタンカーにより大規模なLNG受入基地に輸送されます。主要な都市では、パイプラインにより工場や家庭に導かれます。この際、液体のLNGはLNG受入基地において気化され、いわゆる都市ガスとして送出されます。一方、パイプラインの設置が難しい地方の地域では、LNGはタンクローリにより各地域のサテライト基地に運ばれます。サテライト基地では、使用される分のLNGを気化して、工場や家庭に天然ガスを供給します。

従来から一部のLNG受入基地においては、直接膨脹タービンやランキンサイクルによる大規模発電が行われてきました。一方、サテライト基地においては、夜間のLNG供給量が少なく発電設備の連続運転が困難なこと、さらに暖気に手間と時間を要するタービン発電機は断続的な運転に適さないことなどにより、冷熱回収が行われていません。

本研究では、LNGサテライト基地における冷熱の有効利用を目指して、比較的小規模なスターリングエンジン発電機の適用性を検討しています。

実験用スターリングエンジン

熱利用スターリングエンジンの性能評価実験では、2005～2007年に実施された船舶用排熱回収システムの研究開発プロジェクトで開発した実験用エンジンを使用しました。

図2に実験用スターリングエンジンの構造、表1に主な仕様を示します。このエンジンは、400℃程度のディーゼルエンジンの排ガスを高温熱源として運転することで500W程度の発電出力が得られます。

冷熱利用エンジンとして運転する場合は、エンジン上部に配置された低温熱交換器の周囲に発泡スチロール製断熱容器を取り付け、その内部に液体窒素などの低温熱源を供給します。そして、エンジン中央部の常温熱交換器では大気温度付近の常温水によって熱交換をさせます。したがって、高温加熱エンジンに対して、出力軸の回転方向は逆となり、膨脹空間（高温空間）と圧縮空間（低温空間）の構成が逆となります。

● 海技研の研究紹介

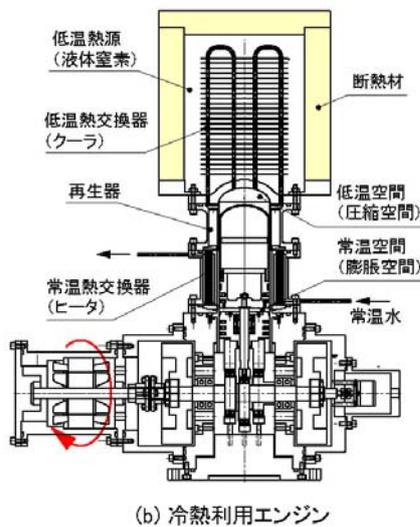
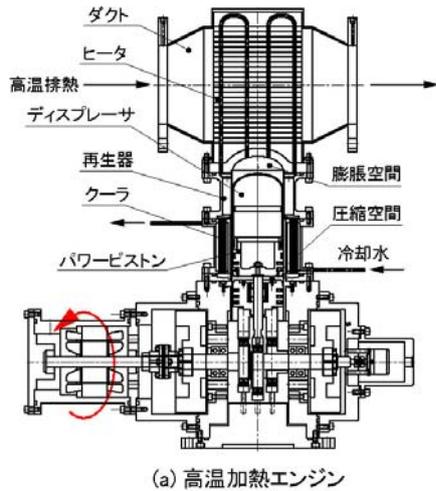


図2 実験用スターリングエンジン

表1 エンジン仕様

エンジン形式	β形
ピストン径	100 mm
ディスプレーサストローク	32 mm
パワーピストンストローク	28 mm
作動ガス	Helium
平均ガス圧力	2 ~ 4 MPa
発電出力	500 W / 1000rpm (400℃排熱利用時)
発電機形式	磁石埋込式

冷熱利用エンジンに用いる低温熱交換器の開発

冷熱利用スターリングエンジンの性能評価にあたって、新たな低温熱交換器を設計・試作しました。熱交換器の基本設計では、管外熱伝達が液体

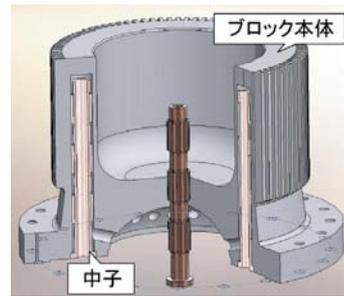


図3 ブロックバヨネット形熱交換器



写真1 試作した低温熱交換器



写真2 実験用スターリングエンジンの外観

と固体との熱交換となること、低温熱交換器の交換熱量が高温加熱エンジンの高温熱交換器と比べて少なくすむこと、さらに熱交換器材料の低温強度特性および加工のしやすさなどを踏まえて、熱交換器の形状・寸法を決めています。

図3に低温熱交換器の断面形状、写真1に試作した熱交換器の外観を示します。本熱交換器は、一体の切削加工で製作されたブロック本体と複数の中子から構成されたブロックバヨネット形熱交換器です⁽²⁾。中子の材質は熱伝導率が高い銅合金(C1100)とし、ブロック本体の材質はアルミニウム合金(A7075)およびステンレス鋼(SUS316)の2種類を試作しています。ブロック本体と中子は冷やしばめで組み立ててあり、運転時に部品同士が密着するような寸法に仕上げています。



写真3 運転時の冷熱利用スターリングエンジン

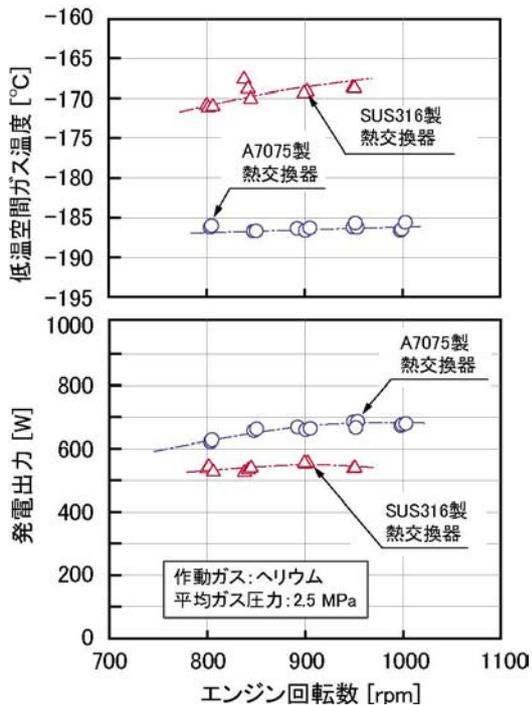


図4 低温空間ガス温度および発電出力

冷熱利用スターリングエンジンの性能評価

冷熱利用スターリングエンジンの基本性能を調べるため、液体窒素を低温熱源とした運転を行いました。写真2は試作した低温熱交換器を取り付けた実験用スターリングエンジンの外観、写真3は性能評価実験の様子です。

図4はエンジン回転数に対する発電出力および低温空間ガス温度の実験結果です。これより、A7075製熱交換器を用いた場合の低温空間ガス温度は、SUS316製熱交換器と比べて15°C程度低く、発電出力は100W程度高いことがわかります。これは、熱交換器ブロック本体の熱伝導率の相違によるものと考えられます。

図5は、以上の実験結果に基づくエンジン回転数に対する発電端効率（常温水によってエンジンへ供給される熱量に対する発電出力の割合）およ

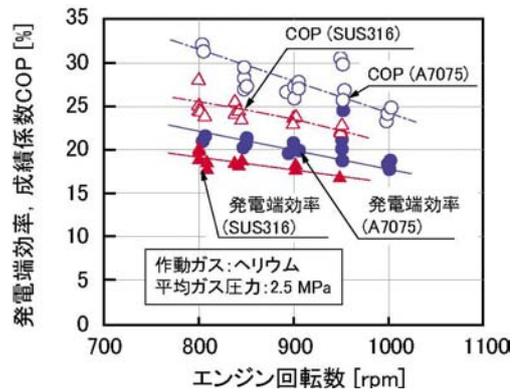


図5 発電端効率およびCOP

びCOP（成績係数、低温熱交換器における交換熱量の推定値に対する発電出力の割合）です。これより、実験用スターリングエンジンの発電端効率は20%程度、COPは25~30%程度が得られています。エンジン内での熱損失を詳細に分析し、材料の見直しや形状の変更を行うことによって、さらなる高効率化が可能であると考えられます。

まとめ

小規模な冷熱発電は今までに前例がほとんどないため、以上で得られた熱効率やCOPの妥当性を適切に評価し、冷熱利用スターリングエンジンの優位性や実用性について考察することは簡単ではありません。また、LNGサテライト基地における気化器を対象とした冷熱スターリングエンジンでは、LNGを気化させることが主目的となるため、熱効率やCOPを高めることだけが実用性を高めるとは言えません。今後、用途と性能のバランスについて詳細に考察する必要があります。

また、以上で紹介した冷熱利用スターリングエンジンは陸上のLNGサテライト基地で利用することを想定していますが、より高出力・高効率で安価な発電システムを開発できれば、LNG船への適用も可能であると考えられます。

本研究は（株）四国総合研究所と共同で進めています。研究の実施にあたってご協力いただいた関係各位に謝意を表します。

参考文献

- (1) 平田宏一、ディーゼルエンジンの排気ガスから電気エネルギーを取り出す ～排熱利用スターリングエンジン～、船と海のサイエンス、2008-Summer、p.5-6、2008年7月。
- (2) 特願 2009-152349（特許申請中）。

波で文字や模様を描く

水槽実験では、一定周期の規則波や与えられたスペクトルをもつ不規則波がよく使われますが、例えば海難事故調査等には、これらに加え、任意の与えられた時系列を持つ波、あるいは三角波（一発大波）が必要になってきます。波で文字や模様を描くことは直接実験に役立つわけではありませんが、「波を自在にコントロールする」造波技術の開発・デモに使われるでしょう。



大松 重雄
OHMATSU Shigeo

専門研究員
ohmatsu@nmri.go.jp

浮体の波浪中動揺問題、メガフロートに働く自然環境荷重、弾性応答に関する研究など

はじめに

海技研には曳航水槽、平面水槽、水海水槽など各種の試験水槽があり、それぞれの特色を生かした水槽実験が行われています。その中で、最もいろいろの波を造ることのできる水槽が深海水槽です。

深海水槽は、図1に示すように直径13.6mの円形的水槽で、周囲に128台もの造波機を有しています。各造波機は幅約33cmのフラップ式造波機で、それぞれ単独に、与えた信号どおりに動かすことができます。



図1 深海水槽（水を抜いた状態）

今回、この水槽において128台の造波機を駆使し、水面に文字や模様を描くことを試みましたので紹介いたします。

波を集中させる

水面に文字や模様を描くには、まず「思いどおりの点の水面を盛り上げる」ことができません。そのために波の持つ一つの特性を利用します。それは、周期のゆっくりした長い波長の波ほど速く進む、短い波ほど遅いという性質です。みなさんが、例えば公園の池に小石をポチャンと投げると、まず周りに長い波がさーっと広がっていき、そのあとを追いかけるようにさざ波が広がるのが見えると思います。

図2は、それと同じようなことですが、1枚の造波板に衝撃的な動きをさせたとき、その造波板からある距離（ R_0 ）の点で測った波高の時間変化を示しています。これを見ても、はじめに周期の長い波が到達し、後になるほどくしゃくしゃした短い波が来ることが分かります。

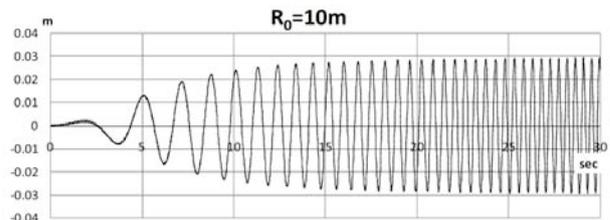


図2 造波板に衝撃的な変位を与えたときの波高の時系列（ $R=10m$ の例）

さて、この性質をどのように利用するか。はじめに短い波（＝スピードの遅い波）を起こしておいて、後から長い波（＝スピードの速い波）を起こすと、ある点で長い波が短い波に追いついて合体し、大きな波高になるのではないだろうか。さらに、短い波を起こしてから、長い波を起こすまでの時間差を短くするとすぐに追いつくので造波機から近いところで合体し、時間差を長くすると遠方で合体する。このようにして、合体する場所もコントロールすることができるのではないだろうか。

これが基本的なアイデアです。短波長から長波長までの波を合体させてできた大きな波高のこと

を「集中波」といいます。

具体的な集中波の発生法は以下のとおりです。図2は前に述べたように、造波板に衝撃的な動きをさせたとき、その造波板からある距離 (R_0) の点で測った波高の時間変化ですが、これを図3のように時間逆転させ、それを造波板の動きとして与えます。

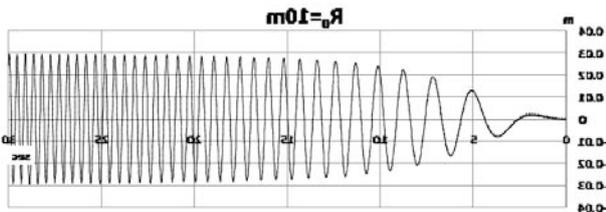


図3 時間逆転による造波信号

図3を見ると、初めに周期の短い波を起し、後になるほど長い波を起すことになることがわかります。こうすると、ちょうど距離 R_0 のところで集中が起こるのです。この方法は1981年に著者が2次元水路の場合について見出した1)のですが、今回はそれを3次元の場合について適用しました。その結果の例を図4、図5に示します。

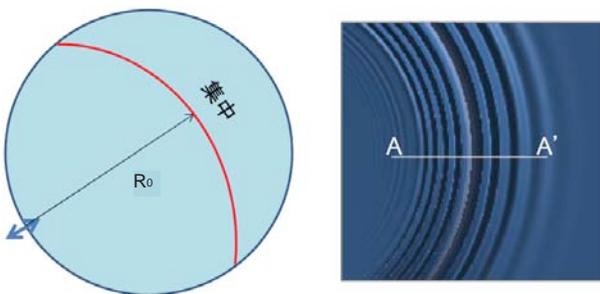


図4 造波板から距離 R_0 の円弧線上に集中波が発生

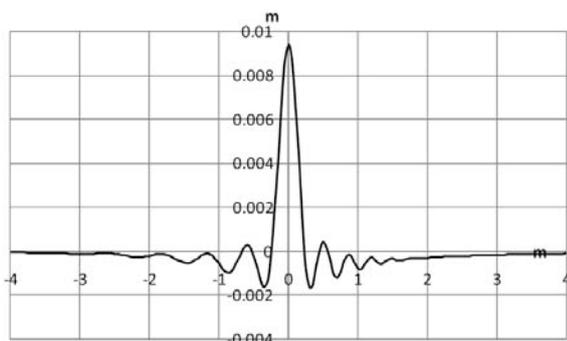


図5 集中時刻における波の空間分布
(図4のA-A'線上の波高)

以上のように、1枚の造波機で円弧状に集中波を起こせることがわかりました。では線状ではなく、一点で盛り上がる集中波を起こすにはどうしたら

よいでしょうか。そのためには、図6に示すように、すべての造波板に図3のような時間逆転による造波信号を与えてやります。その際には各造波板と集中点との距離 R_i に応じた信号とします。そうすると集中点ですべての造波機からの波が集中し、他の点では打ち消し合ってしまう、結果として図7のような一点集中波ができるのです。

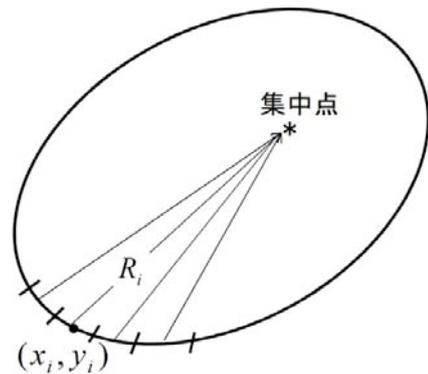


図6 一点集中波の発生法

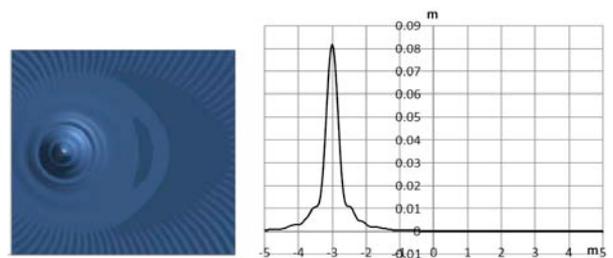


図7 一点集中波の空間分布 (集中時刻)

波で文字や模様を描く

一点集中波を作ることができるならば、ドットで文字を表すように、集中点をたくさん並べて同時に多数の一点集中波を作ることにより、任意の文字や模様を造りだすことができるでしょう。その際には、各造波機は集中点の数ほど、図3に示したような造波信号を足し合わせた信号で動かすことになります。こうして造波した例を写真1、写真2に示します。



写真1 文字「R」の造波

● 海技研の研究紹介



写真2 海技研のロゴマークの造波



写真3 2次元集中波

以上のようにして、意図したとおりの文様を造波できることが確かめられました。もちろん、あまり細かい描写はできません。分解能は造波板1枚の幅や造波できる波長の範囲で決まりますが、深海水槽の場合は約30cm程度です。

造波信号の作成はすべて理論計算に基づいて行うわけですが、この理論に従えば、集中時刻だけでなく、各点の各時刻の波高を予測することができます。図8は「R」という文字を描いたときの水槽中央点における波高の時系列を予測し、実測値と比較したのですが、両者良く一致していることが分かります。

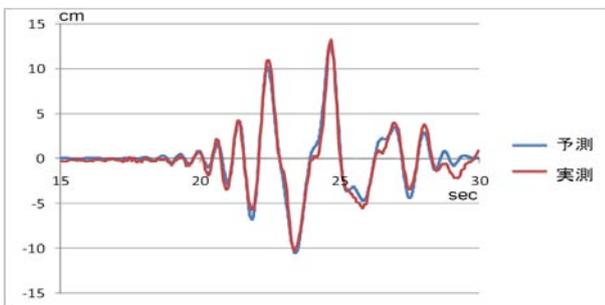


図8 「R」を描いたときの波高の時系列

今後の応用

以上、波で文様を描く方法の考え方を述べ、実際に造波した例を示しましたが、このようなことが可能になったのは時間領域における造波理論の展開と具体的な数値計算法が開発されたことによります。詳しくは文献2)をご覧ください。

さて、以上のように、任意の位置、任意の時刻に、任意の波高の波が発生可能ということで、この方法の様々な応用が考えられます。例えば一発大波などの造波もできるでしょう。

写真3は、その一例として、2次元集中波を発生させたものです。ここでは水槽中央で一方向に進む波になっていますが、これを他の方向に進む集中波と重ね合わせることも容易にできるでしょう。

さらに、任意の時系列を持つ波の発生もできます。ただし、その際にはある程度造波時間が長くなり、各造波板の作った波が他の造波板に影響を与えるようになりますから、余分な波を「吸収する」ことが求められます。その方法も文献2)に示してあります。実は、波を「造る」より「消す」方がむづかしい問題なのですが、図9に示すように、本法ではほぼ消波ができていることが分かります。

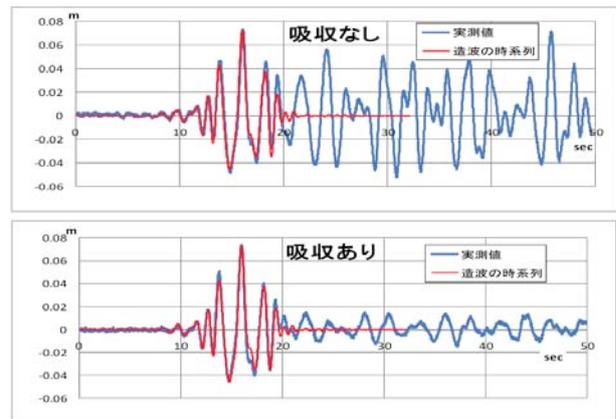


図9 吸収なしと吸収ありの場合の差
（「R」を描いたときの波高の時系列）

おわりに

当所では、実海域再現水槽が建設中です。この水槽は長方形で、周囲に382台の造波機が設置されます。ここで述べた造波法はこの水槽においても有効に利用されるでしょう。そしてまた、新たなニーズに応じた造波法を開発していく所存です。

参考文献

- 1) S.Ohmatsu: Une Méthode Simple pour Générer une Houle Arbitraire dans un Bassin d'Essais, Papers of Ship Research Institute No.65 (1981)
- 2) 大松重雄: 時間領域における Transient Wave の造波・吸収法について、海技研研究報告第9巻第2号 (2009)

世界最大のオープンハッチ貨物船 “CORELLA ARROW” 竣工

(株)大島造船所では、オープンハッチ貨物船として世界最大船型となる7万2千DWT型を開発し、その第1隻目である“CORELLA ARROW”を2009年5月11日に竣工引渡しました。



久保 秀史
KUBO Hidefumi

(株)大島造船所
設計部 基本計画課長

現在、大島造船所はこのオープンハッチ貨物船の最大のサプライヤーであり、約20年前に載荷重量4万7千トン型を建造、それ以降3万6千トン型、4万8千トン型、5万4千トン型など、合計33隻を建造してきました。今回、それらの設計・建造を通して育てた技術と経験を結集して7万2千トンへ二回り大型化した世界最大船型を造り上げました。

以下にその建造背景、特長を紹介します。

オープンハッチ貨物船とは

オープンハッチ貨物船とは、コンテナ船の様に100%開口する箱型の貨物倉を持ち、船長方向に走行できる2基のガントリークレーンを搭載することで高い積載効率と高速荷役を追求した船です。貨物としては、ロールペーパー（新聞紙用）や木材パルプ（紙の半製品）、アルミインゴット、製材、また、穀物や鉱石等のばら積み貨物、さらには重機やヘリコプタなどの大型機器を輸送する機能を有した、オールマイティな貨物船です。

40年ほど前に生まれた船種で、長い間、載荷重量は4万トンから5万トン級が最大の船型でした。

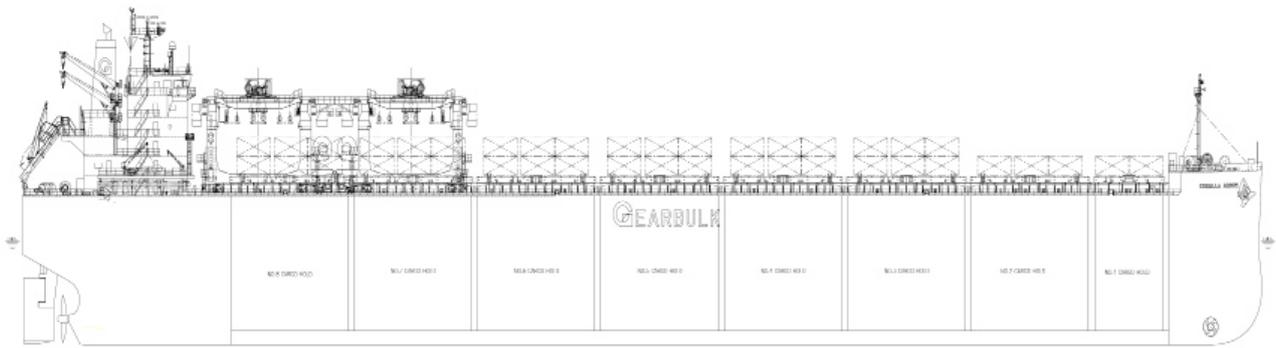
開発経緯

対象貨物の主体となるパルプをはじめとする半製品（加工途中の品）の輸送量が増加し、Cargo Lot（一度に運ぶ貨物の量）が拡大しつつあり、より大型の船型のニーズが高まってきました。その流れの中で、船の大型化に合わせ、ガントリークレーンを従来の主流であった40トン級から大型の70トンタイプに変更するなど種々の改良を加えて本船を開発し、建造に至りました。



海上試運転中の CORELLA ARROW

● 新造船紹介



一般配置図

【主要目等】

全長	225.00m
幅	32.26m
深さ	20.56m
満載喫水	14.418m
載荷重量	72,863t
総トン数	44,684
主機関	KAWASAKI MAN B&W 6S50ME-C
連続最大出力	12,577kW
航海速度	15.5kt

本船の特長

本船最大の特長はパナマ運河最大幅を維持しつつ、7万2千重量トンにもなる世界最大の貨物積載量を実現したガントリークレーン付きオープンハッチ貨物船であることです。ガントリークレーンは世界最大級の荷役能力である70トン型を搭載して荷役効率を大幅に高めています。また、8つある貨物倉の“ふた”の部分となるハッチカバーは、長さ約21m×幅約27mのポンツーン型で、これもOPEN HATCH用のものとしては最大のものを採用しています。このハッチカバーは、ガントリークレーンに仕込んだ油圧リフターで持ち上げ、クレーンの走行により他のHATCHの上に重ねる方式で開けられ、ハッチカバーは3段積みまで可能となっています。この開閉方式により、短時間での開閉が可能で、荷役作業中に雨が降り出した時などに迅速に閉鎖することができます。

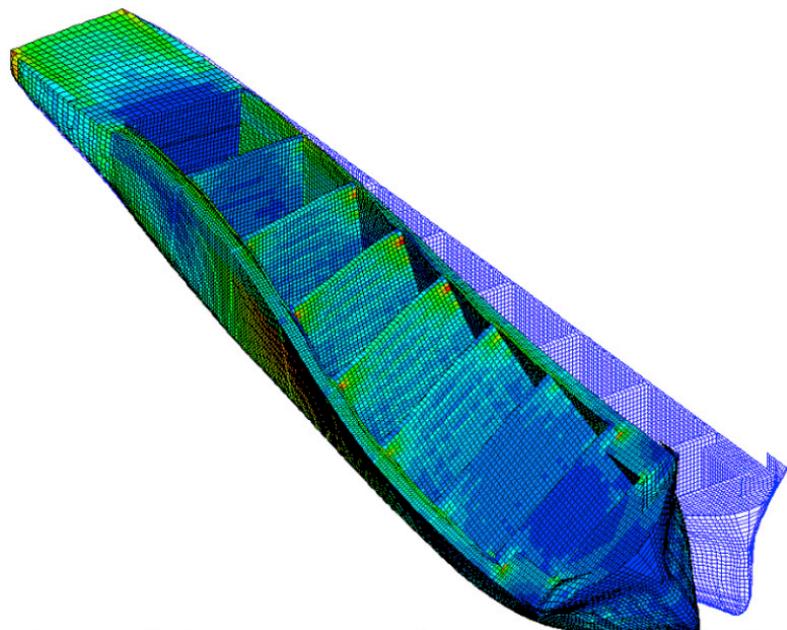
船体には、YP40高張力鋼、耐脆性破壊特性の高いハイアレスト鋼、耐疲労特性が高いFCA鋼といった特殊鋼を適所に採用し、また、構造解析を駆使することで船体の安全性向上と軽量化を両立することができました。

多種多様な積載貨物

貨物倉内に大容量の除湿システムを2基装備させることで、水分を嫌うパルプ、ロールペーパー、製材などの高付加価値貨物に対応することを可能としています。さらに貨物倉を、船側は二重船側の垂直型、横隔壁も二重張りの平滑な形状として前後左右4面に一切突起がない完全箱型形状とすることで、Bale Cargo（圧縮梱包されたユニット状の貨物）を何段も重ねて積み易いようにしています。

環境への配慮

国際海事機関の新ルールである燃料タンクの二重殻化に対応、また、電動甲板機械を採用し油圧ラインをなくしてオイル漏れをなくす、さらに、部分負荷に於ける燃費改善やNOx排出量の低減など優れた性能をもつ電子制御エンジンを採用するなど、環境に配慮した仕様を採用しています。



全船 FEM モデルによる強度解析

また、洗練された船体形状と大島造船所開発の Seaworthy Bow（従来型の Bulbous Bow よりも荒天時のスピードロスを抑えた船首形状）、Flipper Fins（推進効率を向上させる船尾付加物）を装備し、優れた推進性能と実航海に於ける低燃費を実現して、高レベルの省エネを追及した大いにエコな船となっています。

さらに、バウスラスタ（船首側下部にある横方向の推進器）とハイリフ



コクピット型 Wheelhouse

トラダ（高揚力舵）の組み合わせで離接岸の際の横移動性能も可能にするなど抜群の操縦性を備えています。

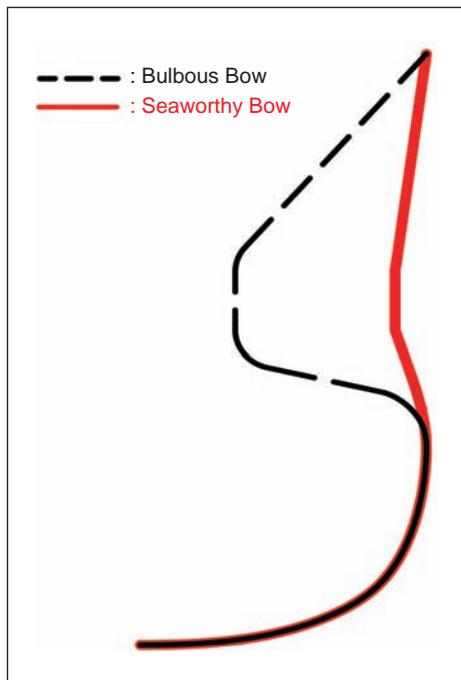
居住区

従来、士官と部員で分けられている mess room（食堂）を一続きにすることで船員同士がコミュニケーションを取りやすいように配慮したものとなっています。そのほか、wheelhouse（操舵室）はコクピット型を採用し、且つ前方壁をせり出した構造として良好な視界を確保、見通しが良く操縦しやすい環境を整えています。

おわりに

大島造船所では、本船のようなガントリークレーン搭載型の本格的なオープンハッチ貨物船と並行して、トップサイドタンクやホッパータンクがある通常の撒積貨物船との中間の船型であるジブクレーン搭載型のオープンハッチ貨物船（セミオープン型と呼んでいます）を、2004年-2013年の10年間で個々の船主のニーズにマッチした12船型、合わせて約100隻を建造し続けています。

本船の建造にあたり多くのご指導、ご協力を頂きました関係者各位に厚く御礼申し上げます。本船の航海の安全を祈ると共に、今後の活躍を確信しています。



船首部形状

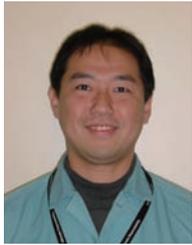


mess room

大型商用車用 尿素 SCR システムの研究開発

日産ディーゼル工業は自動車用として世界で初めて尿素 SCR (Selective Catalytic Reduction) を大型ディーゼルエンジン用の排気浄化システムに採用しました。

本稿では自動車用として研究開発した尿素 SCR システムの紹介と、この SCR 技術の船舶への応用の可能性について考えてみました。



正木 信彦
MASAKI Nobuhiko

日産ディーゼル工業株式会社
PT 商品開発
サブシステム・エンジン担当
nobuhiko.masaki@volvo.com

ディーゼル車用排ガス後処理装置の研究開発に従事

はじめに

近年、船舶用の脱硝技術が検討されていますが、大型商用車の世界では、既に尿素 SCR を用いた脱硝技術が実用化されています。ここでは、大型商用車用として開発した後処理技術を中心に概要を紹介したいと思います。

ディーゼルエンジンは、経済性 (= 燃費) に優れるという点から商用車で幅広く使われています。一方、環境面からは地球温暖化物質である CO₂ の排出量が少ないものの NO_x、PM (粒子状物質) のさらなる低減が強く望まれています。また、日本において 2005 年から始まった新長期排出ガス規制は、その時点において世界で最も厳しい規制値となりました。

こうした低燃費、低排出ガスの要求を同時に満足させるためには、エンジンだけでの対応ではすでに限界であり、排出ガスの後処理装置が必要となりました。特にエンジン燃費と NO_x はトレードオフ関係にあるため、NO_x を大幅に低減できる後処理装置があればエンジン燃費を向上させることも可能です。

そこで NO_x を高効率で低減できる尿素 SCR システムを適用し、エンジン改良と併せて燃費向上、排出ガス低減を図りました。

また、尿素水溶液は自動車分野での実用例が無く、その性状や材

料への適合性など知られていない部分が多かったため、基礎的な特性や各種材料への影響等についても調査を行うとともに、尿素水溶液の供給体制の構築にも取り組みました。

尿素 SCR システムの開発

自動車用に開発した尿素 SCR システムを図 1 に示します。触媒と尿素水溶液の添加装置から構成されており、還元剤は濃度 32.5% の尿素水溶液で、SCR 触媒前の排気中に噴射されアンモニア (NH₃) となります。この NH₃ が NO_x と反応し NO_x を無害な N₂ に変えます。

触媒の開発

(1) 触媒低温活性の向上

新長期規制より採用される排出ガス試験モード (JE05) は欧州 (ETC)、米国 (FTP) に比べ低速、低負荷の使用頻度が高く、排出ガス温度が低いことが図 2 から分ります。そこで触媒の低温活性向上を図りました。NO_x 還元の見積反応は以下の式 ①~④ で表されますが、NO:NO₂=1:1 の反応 (式 ④) の反応速度が低温では最も速く、JE05 のような低温主体モードでの NO_x 浄化率向上にはこの反応を使うことが有効です。

- ・ $CO + (NH_3)_2 + H_2O \rightarrow 2NH_3 + CO_2 \quad \dots \textcircled{1}$
- ・ $4NO + 4NH_3 + O_2 \rightarrow 4N_2 + 6H_2O \quad \dots \textcircled{2}$
- ・ $6NO_2 + 8NH_3 \rightarrow 7N_2 + 12H_2O \quad \dots \textcircled{3}$
- ・ $NO + NO_2 + 2NH_3 \rightarrow 2N_2 + 3H_2O \quad \dots \textcircled{4}$

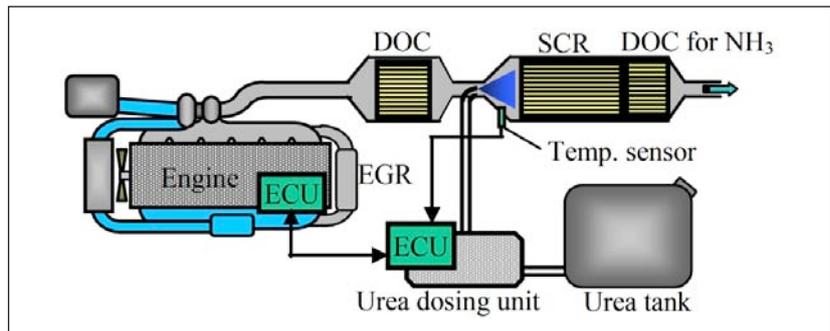


図 1 尿素 SCR システムの構成

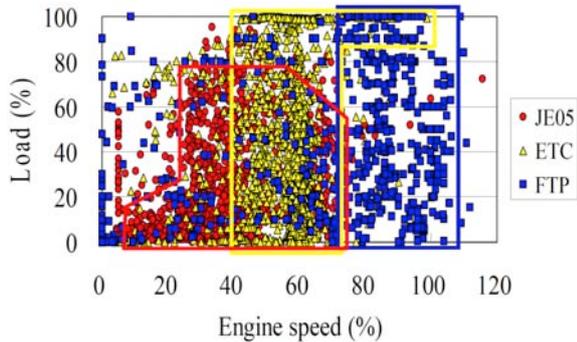


図2 排ガス試験モードの走行頻度比較

また、ディーゼルエンジンからの排出ガスはNOの割合が高く、NO₂を増加させるため、SCR触媒前段には酸化触媒(DOC: Diesel Oxidation Catalyst)を配置しました。図3にDOC有無でのNO_x浄化率比較を示しますが、DOCの採用により低温領域のNO_x浄化率が大幅に向上していることが分ります。

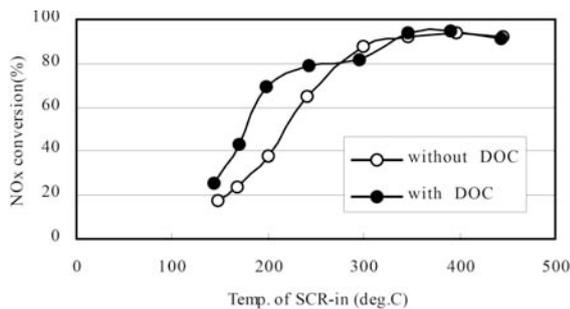


図3 DOCによるNO_x活性向上

(2) SCR触媒の選定

主なSCR触媒としてはバナジウム系触媒とゼオライト系触媒があります。バナジウム系触媒は定置用エンジンですでに実績があり、自動車用への適用開発も行われています。ただし押し出し成形のため容量が大型になりやすく、車両への搭載が難しい場合があります。

一方、ゼオライト系触媒はセラミック担体に担持するため、比較的小型化できるという特徴を持っています。

そこで触媒容量の検討を行いました。図4はバナジウム系触媒とゼオライト系触媒の容量に対するNO_x浄化率比較を示しています。バナジウム系触媒では小型化するにつれて浄化率が低下する傾向にありますが、小型化したゼオライト系触媒でもバナジウム系触媒と同等以上のNO_x浄化率が得られました。

以上の結果から、車両搭載性を考慮しゼオライト系触媒を選択しました。

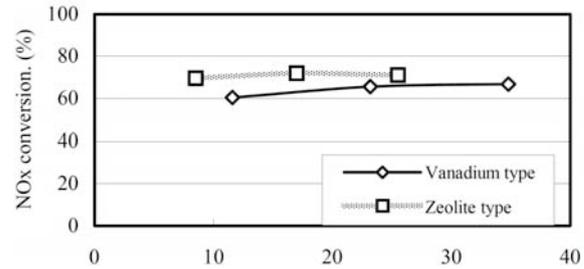


図4 触媒容量のNO_x浄化率に及ぼす影響(JE05)

(3) NH₃スリップの防止

NO_xに対し還元剤であるNH₃が過剰になると、反応しきれなかったNH₃が大気中に排出されます。基本的にはNH₃の過不足が無いように尿素水溶液を添加していますが、このスリップ現象に備え、SCR触媒後段に酸化触媒(NH₃除去触媒)を配置しました。

尿素SCRを前提としたエンジンの開発

尿素SCRによる大幅なNO_x低減を前提としたエンジンの開発も併せて行いました。まずPMを徹底的に低減するため、新ユニットインジェクタを採用し、燃料噴射圧力を増大しました。また、燃料噴射系および燃焼系の最適化を行い、DPFなしで新長期規制値以下のPMを達成しました。また、触媒活性の低い低負荷域(低温度域)でのNO_x低減は、クールドEGRで対応しました。

新長期規制排出ガス試験

尿素SCRを前提としたエンジンと尿素SCRシステムを組み合わせ、JE05排出ガス試験を行った結果を図5に示します。長期規制に対しNO_x、PMとも大幅に低減し、新長期規制に適合することが出来ました。

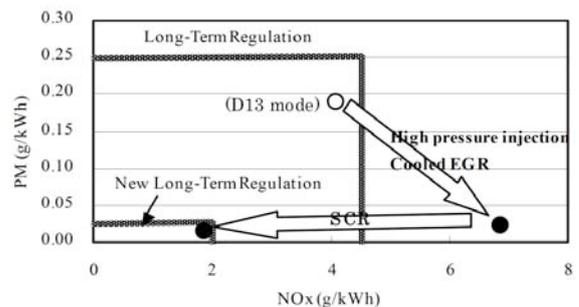


図5 触媒容量のNO_x浄化率に及ぼす影響(JE05)

SCRシステム適用による燃費の向上

新長期規制適合に向けた手法として二つの手法が考えられます。一つは本稿で説明しているエン

● 技術情報

ジン燃焼の改善でPMを低減し、増加したNO_xを尿素SCRシステムで低減する手法、もう一つは大量EGRによりエンジン排出NO_xを低減し、増加したPMをDPFで低減する手法です。

これらの手法を燃費で比較してみました。燃費はエンジン排出のNO_xと相関があるため、エンジン単独でNO_xを低減するとそれにつれて燃費が悪化してしまいます。車両での燃費を比較する場合、大量EGR+DPFでは強制再生が必要となり、3%程度の燃費悪化を考慮する必要があります。

一方の尿素SCRの場合は、尿素水溶液が必要となるため、そのコストを考慮する必要があります。尿素水溶液の消費量は最大でも軽油消費量の5%程度です。

これらを考慮し、両手法の新長期排出ガス規制値レベルでの車両燃費を計算した結果、尿素SCRは大量EGR+DPFに対し6.5%、尿素水溶液の消費量を考慮しても4%の燃費改善が図れることが予測できます。

尚、走行条件は大型商用車の代表的な使い方を想定して、車速90km/hの高速走行としました。

尿素水溶液の材料への影響

尿素水溶液を貯蔵するタンクや配管等の材料を選択するにあたり、金属材、樹脂材、ゴム材の浸漬試験を行いました。

試験では各試験片を尿素水溶液と比較用の蒸留水中に投入し、腐食を加速させる目的で80℃-120時間条件で浸漬させました。金属材の試験結果から、尿素水タンクや継ぎ手にはステンレス鋼(SUS)を採用しました。一方、銅、黄銅には大きな腐食を確認しました。

尿素水溶液の供給体制

尿素水溶液は簡単に手に入れられ、自動車の場合は燃料と同時に補給することが望まれます。現在、国内の大型トラックは、約80%以上がユーザー所有のタンク、またはトラックステーションで給油しています。

この給油現状に着目した尿素水供給体制の構築により、タンク所有のユーザーへは国内各製造拠点から供給する体制が整い、全国に約1,100ヶ所あるトラックステーションのほぼ全てにも供給体制が整いました。

さらに、全国の各販売ディーラへの供給体制も整備し、非常

用携行缶の設定も行う等の万全の供給体制が構築できています。

おわりに

ここまでは弊社が開発に取り組んだ、大型商用車についての技術紹介でしたが、最後にSCR技術の船舶への応用について触れさせていただきます。

・ 排出ガス温度

船舶の通常運行時では大型商用車の都市内走行に比べ、排出ガス温度は十分に高いと考えられるため、触媒は活性条件で使用することが可能です。

・ 触媒容量

SV(空間速度:Space Velocity)を考慮した触媒容量の最適化が必要になります。

・ 尿素水添加

船舶の排出ガス流量により異なりますが、添加する尿素水の量が自動車よりも多くなることが予想されるため、尿素添加の最適化が必要になります。

・ 燃料中の硫黄分対応

最も難しい課題だと思われます。現在、自動車用ディーゼル燃料には硫黄分が10ppm以下の軽油が流通しており、触媒の耐久性などを考慮すると、このような燃料の低S化は不可欠です。重油を主な燃料とする船舶の場合、燃料中の硫黄分の割合は軽油よりも高いため、下記①②の対応が必要だと考えられます。

①触媒の耐久性の改良

②触媒前で硫黄分を吸着除去し、定期的に吸着剤を交換もしくは再生させる

最後に、本稿で紹介したSCR技術を搭載し新長期規制に適合した車両は、規制開始の約1年前である2004年11月より販売が開始され、2008年度までに約30,000台の市場実績を得ることができました。



新長期規制適合車

世界の客船 (5)

クルーズフェリーの黄金時代を築いた 「シリヤ・セレナーデ」 姉妹



池田 良穂
IKEDA Yoshiho

大阪府立大学大学院
工学研究科
海洋システム工学分野教授
iked@marine.osakafu-u.ac.jp

はじめに

前回は、北欧のバルト海に登場して、新しいクルーズフェリーという海事マーケットを創生した「フィンランディア」を紹介しましたが、そのクルーズフェリーという新しいビジネスモデルの黄金時代を築いた立役者を、今回は紹介したいと思います。その船は「シリヤ・セレナーデ」と、その姉妹船「シリヤ・シンフォニー」。世界最大のカーフェリーであった「フィンランディア」を総トン数で2倍以上上回る6万総トン級の巨大フェリーでした。

この巨大フェリー登場のうわさを耳にしたのは、1989年のことでした。当時日本では、「ふじ丸」と「おせあにつくぐれいす」が建造されてクルーズ元年と呼ばれ、クルーズ客船が一躍注目を浴びていました。毎年行っていた造船所と船会社の方々を連れての客船の視察旅行を、この年はクルーズフェリーにターゲットをあてて、バルト海のクルーズフェリーの乗船視察と、ロンドンでの客船の国際会議に出席することとして参加者を募ったところ8名ほどの希望者がありました。

バルト海のクルーズフェリー

まず、バルト海のクルーズフェリーを実際に体験することから、この視察旅行は始まりました。ストックホルムでのフェリー会社の視察のアレンジは、古くからの船友達で、スウェーデンでShipPaxという海事雑誌出版社を経営しているプログレン氏にお願いをしました。ここで、シリヤ・ラインの首脳や技術者との面会ができ、クルーズフェリーの経営や技術面での様々な情報を得ることができました。ここで工務担当の造船技術者クロバラ氏とも出会いました。彼から、6万総トンの新造船に関する様々な情報を得ることができました。

ここからヘルシンキまでクルーズフェリーに乗船視察をしました。船は、「フィンランディア」姉妹に続く大型クルーズフェリー「スベア」(写真1)でした。クロバラ氏も我々に同道してくれ、ブリッジから機関室まで、くまなく見せてくれました。こうした経験は、新しい船の先端技術を知るだけでなく、様々な運航者としてのニーズを聞けるので大いに参考になります。

ヘルシンキからストックホルムへの帰りは、シリヤ・ラインと競合するバイキング・ラインのクルーズフェリーに乗船しました。船内見学した後、パーサーが食事に招待してくれ、ここでもクルーズフェリー・ビジネスに関するいろいろと情報を仕入れることができました。



写真1 クルーズフェリー「スベア」

国際会議「クルーズ+フェリー」

続いてロンドンで開催された国際会議「クルーズ+フェリー89」に出席しました。この国際会議で、マーサ・ヤード(旧ヴァルチラ造船所)副社長のレバンダー氏が「クルーズフェリー」に関するたいへん興味深い発表をし、その中に、6万総トンのクルーズフェリーのコンセプトにも触れました。

● 随筆 世界の客船

その斬新なコンセプトは、それまでのカーフェリーの常識を根本から覆すものでした。当時カリブ海で急速に成長し始めていた現代クルーズと、バルト海で誕生したクルーズフェリーを対比しながら、ビジネスモデルとしての特性を分析し、今後の成長戦略を提案するものでした。造船所の技術者がこんな積極的な提案をしているのに驚き、これからはこうしたアイディアマンを内部に抱える提案型造船所の時代が来るという確信を、その時に持ちました。

彼は、現代クルーズもクルーズフェリーも、一般大衆を巻き込んだ巨大なレジャー産業に成長するとして、そのキーワードが、「ハイグレード・サービス」と「リーズナブル・プライス」であり、さらに「フリーダム・オブ・チョイス」の時代になることを明確に指摘し、利用者の視点にたつて船を設計することの重要性を強調しました。レジャーを楽しむ人々が、「窓のないインサイドキャビンを見ますか？」という疑問から、全キャビンがアウトサイドのクルーズ客船「ロイヤル・プリンセス」が生まれたこと、さらにリーズナブル・プライスも同時に実現するためのアイディアを新しいクルーズフェリーに盛り込んだことなどを、彼はほとぼりするような情熱を込めて話をしました。

シリヤ・セレナーデ姉妹登場

翌年1990年の11月に、フィンランドで「シリヤ・セレナーデ」が完成し、その翌年には姉妹船「シリヤ・シンフォニー」(写真2)も完成してもストックホルム・ヘルシンキ間に就航しました。総トン数58,376トン、全長203m、幅35.8m、喫水7.1mの巨大船で、2614人の乗客と、2層の車両甲板に450台の乗用車と60台のトレーラーを搭載することができました。上部車両甲板には、可動式甲板があり、夏季の乗用車が多いときには、2層にして乗用車をぎっしりと積めるようになっていました。

前回にも紹介したように、この航路はストックホルム周辺の多島海の中を縫うように長時間航海するのが特徴です。当然「こんな巨大船でだいじょうぶ？」という疑問がわきます。これに対して2軸2舵として、舵を大きくし、さらに1800kWのバウスラスタを2つ、1300kWのスターンラスタを1つ装備して、狭水域での迅速な操船を可能としています。また、ストックホルムからヘルシンキまで、多島海での水域も含めて完全自動でも航海が可能なナビゲーション・システムも搭載されました。これは電子海図と連動したもので、

当時としては画期的なものでした。

ディーゼル機関による2軸推進自体には、目新しさはありませんが、4つのディーゼル主機関が衝突浸水時の安全性を確保するために2つずつ別の水密区画に収められている点は、今年から発効したSOLASの損傷時復原性規則の中の「Safe Return toPort」の規定を先取りしたものでした。20年前から、こうした安全性向上を指向していたことには頭が下がります。



写真2 シリヤ・シンフォニー

洋上都市

「シリヤ・セレナーデ」の船内は、まさに洋上に都市を創生したような画期的なものでした。

まず船尾から船首まで、船体中心線にそって設けられた140mのショッピング・モール(写真3)が圧巻です。天井は天窓になっていて、モールに面したキャビンには窓があり、部屋からモールを歩く人々を眺めることができます。なにより、窓のないインサイドキャビンに窓をつけたことが驚きでした。レジャーを楽しむ人が、窓なしのインサイドキャビンで十分な満足感を得られないのでは、という発想から全室アウトサイドキャビンのクルーズ客船を生み、さらにはインサイドキャビンに窓を設けるというアイディアを創生した造船技術者にはまさに脱帽です。このアイディアは、前述のシリヤ・ラインの造船技師クロバラ氏の発想であったといい、彼は、その後カリブ海のクルーズ会社RCIに移って、16万総トンのクルーズ客船にも同様のコンセプトを実現しています。このモールには、各種レストラン、カフェ、ショップ、カジノなどが並んでいます。そしてモールの船首側には、ショーラウンジがあり、各種のイベントが開催されています。

モールの1階下には、北欧名物のバイキング料理スモーガスボートのレストラン、アラカルト・レストラン、巨大な免税売店があります。食事もアルコールも、税金の非常に高い陸上に比べると格段に安く、乗客にとっては天国そのもの。船上での売り上げが、運賃収入を上回っているのも、

この大きなレストランと免税店のおかげです。

大きな特色のひとつが会議場施設です。「フェリーに会議場？」と思うのももっともですが、実は、北欧のクルーズフェリーの経営戦略の中にしっかりと組み込まれています。陸上の会議場は料金が高く、会議後の食事や懇親会も高価です。その点、船上は免税で、料理もアルコールも安く、しかも会議をしながらクルーズも楽しめるので、会議出席者の評判も上々です。こうして、フェリーの新しい需要を創生するために会議施設を戦略的に活用しているのです。特に、週日のレジャー客の需要の少ない時に、会議客を誘致すると、混雑する週末との需要変動をならすことができるのです。570名が入れる大会議場の他、小さな会議室がたくさん配置されています。さらにこの会議場には専用ラウンジ、専用サウナも完備されています。会議に疲れたら、サウナに入ってリラックスしてから、また会議と、いった使い方もできます。

姉妹への乗船

「シリヤ・セレナーデ」が竣工した翌年の夏、筆者は乗船のためにバルト海にでかけました。乗船したのは「シリヤ・シンフォニー」でした。

ストックホルムのフェリーターミナルに着くと、巨大な船体が目に飛び込んで来ました。ちょうどバウバイザーを開いて車の荷役をしていまし

た。ガンダムのような「フィンランディア」に比べると、全体に丸みを帯びた優雅な船姿が印象的でした。

ストックホルムを出てから3時間にわたる多島海のクルーズ、夜のショー、船内のバーを転々としているだけであつという間に夜は更けていきます。とても、6万トンの巨大船の中の多彩な楽しみを1晩で堪能することはできません。残りは次回に、ということで、ヘルシンキで下船。その後筆者は、この姉妹船に5回も乗船することとなりました。その間、欧州経済統合での船上免税品扱いの廃止、グローバリゼーションによる英国企業の乗っ取りなど、姉妹は荒波の中での航海を強いられています。クルーズフェリーという新海事ビジネスモデルは未だに健在で、今でも2隻で年間130万人を運んでいます。



写真3 140mのショッピング・モール



写真4 荷役中のシリヤ・シンフォニー



写真5 シリヤ・セレナーデのブリッジ (栗林氏撮影)

PACIFIC VOYAGER Crude oil tanker 原油タンカー						
Builder 建造所	(株)アイ・エイチ・アイ マリンユナイテッド呉工場					
Owner 船主	DYNASTY SHIPPING CORPORATION S.A.					
Operator 運航者						
国籍	ISLE OF MAN	船番	3224			
Keel laid 起工年月日	2004.12.28					
Launched 進水年月日	2009.1.16					
Delivered 竣工年月日	2009.4.17					
Class 船級等	NK					
Nav. Area 航行区域	制限なし					
L _{oa} 全長 m	333.00					
L _{wp} 垂線間長 m	324.00					
Breadth 型幅 m	60.00					
Depth 型深 m	29.00					
Draft (d _{mid}) 満載喫水 (計画) m						
Draft (d _{ext}) 満載喫水 (夏期) m	20.635					
GT 総トン数 (国際) T	159,943					
NT 純トン数 T	97,999	Deadweight 載貨重量 (計画) t		Deadweight 載貨重量 (夏期) t	302,290	
Cargo Tank Capacity 貨物槽容積 m ³	350,010	Fuel Oil Tank 燃料油槽 m ³	7,658	Fresh Water Tank 清水槽 (含む、飲料水) m ³	757	
Max. Trial Speed 試運転最大速度 kn	16.84	Sea Speed 航海速度 kn	15.55	Endurance 航続距離 SM	21,800	
Fuel Consumption 燃料消費量 t/day	96.9	Main Engine 主機関 メーカー形式×基数	DU-Wartsila 7RT-flex84T-D × 1			
Output (M.C.R.) 出力 (連続最大) kW × min ⁻¹	27,160 × 74.0	Output (N.O.R.) 出力 (常用) kW × min ⁻¹	23,090 × 70.1			
Propeller プロペラ 翼数×軸数	5 × 1	(CPP etc.) プロペラの種類	FPP	Main Aux. Boiler 主補汽缶 形式×台数	MAC-80B × 1	
Electric Generator 発電機	Engine (原動機) メーカー形式×出力×台数					
	Generator (発電機) メーカー形式×出力×台数		T/G:1,100kWx1, D/G:1,100kWx2			
Type of Ship 船型	Single continuous deck with seven (7) tiers of deck house				Officer & Crew No. 乗組員数	33
Same Ship 同型船	YAKUMOSAN					
特記事項	FOTの二重船殻構造採用、推進省エネ装置であるLV FinおよびRBSFを装備					

M.STAR Oil Tanker 油槽船						
Builder 建造所	(株)川崎造船 坂出工場					
Owner 船主	PROBE SHIPPING S.A.					
Operator 運航者						
国籍	MARSHALL ISLANDS	船番	S.NO.1590			
Keel laid 起工年月日	2004.12.21					
Launched 進水年月日	2008.9.22					
Delivered 竣工年月日	2008.12.4					
Class 船級等	NK					
Nav. Area 航行区域	Ocean Going					
L _{oa} 全長 m	333.00					
L _{wp} 垂線間長 m	324.00					
Breadth 型幅 m	60.00					
Depth 型深 m	29.00					
Draft (d _{mid}) 満載喫水 (計画) m	18.17	Deadweight 載貨重量 (計画) t	261,242	Deadweight 載貨重量 (夏期) t	314,016	
Draft (d _{ext}) 満載喫水 (夏期) m	21.055	Fuel Oil Tank 燃料油槽 m ³	7,480	Fresh Water Tank 清水槽 (含む、飲料水) m ³	480	
GT 総トン数 (国際) T	160,292	Sea Speed 航海速度 kn	abt. 15.55	Endurance 航続距離 SM	25,800	
NT 純トン数 T	102,716	Main Engine 主機関 メーカー形式×基数	KAWASAK-MAN B&W 7S80MC-C × 1			
Cargo Tank Capacity 貨物槽容積 m ³	351,580	Output (M.C.R.) 出力 (連続最大) kW × min ⁻¹	23,090 kW × abt. 72 rpm			
Max. Trial Speed 試運転最大速度 kn	16.70	Output (N.O.R.) 出力 (常用) kW × min ⁻¹	23,090 kW × abt. 72 rpm			
Fuel Consumption 燃料消費量 t/day		(CPP etc.) プロペラの種類	FPP	Main Aux. Boiler 主補汽缶 形式×台数	MAC-90B × 1	
Propeller プロペラ 翼数×軸数	5 × 1	Engine (原動機) メーカー形式×出力×台数	FEK 553A-8 × 1,350kVA × 450V × 60Hz × 3 φ × 2			
Electric Generator 発電機	Generator (発電機) メーカー形式×出力×台数		FEK 45DL-4 × 1,080kVA × 450V × 60Hz × 3 φ × 1			
Type of Ship 船型	Flush Decker without F'cle				Officer & Crew No. 乗組員数	32
Same Ship 同型船	S.NOS 1563, 1570, 1572, 1573, 1574					
特記事項	<ol style="list-style-type: none"> 本船は、マラッカ海峡を通行でき、日本の主要バースに入港できる船としては最大級の積載能力を有しています。 燃料油タンクを貨物タンク同様に二重船殻構造とすることで、万一の際の海洋汚染防止対策を施しています。 省エネルギー対策として、フィン付きラダーバルブ (RBS-F) および高効率タイプのプロペラを採用しています。 					

ニュー プロスペクト
NEW PROSPECT
VLCC 油槽船

Builder 建造所	ユニバーサル造船 (株) 有明事業所		
Owner 船主	NEW PROSPECT SHIPPING INC.		
Operator 運航者			
国籍	LIBERIA	船番	090
Keel laid 起工年月日	2006.11.28		
Launched 進水年月日	2009.2.14		
Delivered 竣工年月日	2009.4.15		
Class 船級等	American Bureau of Shipping		
Nav. Area 航行区域	Ocean Going		
L _{oa} 全長 m	330.00		
L _{pp} 垂線間長 m	316.00		
Breadth 型幅 m	60.00		
Depth 型深 m	29.70		
Draft (d _{mid} (design)) 満載喫水 (計画) m	19.20		
Draft (d _{ext}) 満載喫水 (夏期) m	21.523		
GT 総トン数 (国際) T	156,921		
NT 純トン数 T	98,886	Deadweight 載貨重量 (計画) t	257,279
Cargo Oil Tank 貨物油槽 m ³	340,167	Fuel Oil Tank 燃料油槽 m ³	7,513
Max. Trial Speed 試運転最大速度 kn	17.23	Sea Speed 航海速度 kn	16.0
Fuel Consumption 燃料消費量 t/day	93.10	Main Engine 主機関 メーカー形式×基数	Hitachi Zosen Diesel & Engineering Corporation Hitachi Zosen - MAN - B&W 7S80MC (MK6) × 1
Output (M.C.R.) 出力 (連続最大) kW × min ⁻¹	25,090 × 78.6	Output (N.O.R.) 出力 (常用) kW × min ⁻¹	22,580 × 75.9
Propeller プロペラ 翼数×軸数	4 blades × 1 axis	(CPP etc.) プロペラの種類	FPP
Electric Generator 発電機	Engine (原動機) メーカー形式×出力×台数		Daihatsu Diesel Mfg. Co., Ltd. × 1020 kW × 3 sets
Type of Ship 船型	Generator (発電機) メーカー形式×出力×台数		Taiyo Electric Co., Ltd × 950 kW × 3 sets
Same Ship 同型船	Crude Oil Tanker		Officer & Crew No. 乗組員数
	S-011 NEW CENTURY ニュー センチュリー, S-012 NEW SPIRIT ニュー スピリット		30
特記事項			



バルク ネプチューン
BULK NEPTUNE
Bulk Carrier ばら積み運搬船

Builder 建造所	三井造船株式会社		
Owner 船主			
Operator 運航者			
国籍	Panama	船番	1706
Keel laid 起工年月日	2009.3.16		
Launched 進水年月日	2009.5.20		
Delivered 竣工年月日			
Class 船級等	NK		
Nav. Area 航行区域	Ocean Going		
L _{oa} 全長 m	189.99		
L _{pp} 垂線間長 m	182.00		
Breadth 型幅 m	32.26		
Depth 型深 m	17.90		
Draft (d _{mid} (design)) 満載喫水 (計画) m	12.55		
Draft (d _{ext}) 満載喫水 (夏期) m			
GT 総トン数 (国際) T	31,259		
NT 純トン数 T		Deadweight 載貨重量 (計画) t	
Cargo Hold Capacity (Grain) 貨物艙容積 (グリーン) m ³		Fuel Oil Tank 燃料油槽 m ³	
Max. Trial Speed 試運転最大速度 kn		Sea Speed 航海速度 kn	14.5
Fuel Consumption 燃料消費量 t/day		Main Engine 主機関 メーカー形式×基数	MITSUI-MAN B&W 6S50MC-C × 1
Output (M.C.R.) 出力 (連続最大) kW × min ⁻¹	9,480kW × 127rpm	Output (N.O.R.) 出力 (常用) kW × min ⁻¹	
Propeller プロペラ 翼数×軸数		(CPP etc.) プロペラの種類	
Electric Generator 発電機	Engine (原動機) メーカー形式×出力×台数		
Type of Ship 船型	Generator (発電機) メーカー形式×出力×台数		
Same Ship 同型船	Flush deck type with F'cle		Officer & Crew No. 乗組員数
	本船を含め 85 隻の建造実績あり。		24



特記事項

IACS UR S25(Harmonized notation) 適用。
 1. 5つのホールド (貨物艙) を持ち、本船自身の荷役設備として4基のクレーンを装備している。
 2. 本船は、荷役効率を重視するとともに、多種多様な貨物を積めるよう強度・配置を計画している。
 ・ ハッチオープニングに関しては、長さ/幅ともこのクラスでは、最大級である。
 ・ 貨物艙は、長尺パイプを余裕持って積載できる様、十分な長さ/幅を有している。また、貨物艙強度もホットコイル等の重量物に対応できるよう十分に配慮している。
 3. 本船は、国際船級協会連合 (IACS) の統一規則S25に沿って設計され、オペレーションの自由度と構造安全性向上の両立を実現している。
 4. 主機関には軽量・コンパクト・高出力で排ガス環境基準を満足した最新式エンジン、三井-MAN B&W ディーゼル機関 6S50MC-C を搭載し、運航スケジュールにフレキシブルに対応できる余裕のある馬力設定 (常用出力=約75%最大出力) で十分な速力性能を有しており、また常用出力にて最適なマッチングとしている。
 5. 海洋環境保護のため、航海中のバラスト水の交換を可能としている。
 6. 発電機もIMO環境基準を満たしている。

カノープス リーダー
CANOPUS LEADER
自動車専用運搬船

Builder 建造所	ツネイシホールディングス株式会社 常石造船カンパニー		
Owner 船主	LEO(PCTC)PTE LTD		
Operator 運航者			
国籍	Singapore	船番	SNO.1379
Keel laid 起工年月日	2008.1.19		
Launched 進水年月日	2008.12.4		
Delivered 竣工年月日	2009.3.12		
Class 船級等	NK		
Nav. Area 航行区域	Ocean Going		
L _{oa} 全長 m	179.90		
L _{wp} 垂線間長 m	170.00		
Breadth 型幅 m	32.20		
Depth 型深 m	34.80		
Draft (d _{mid} (design)) 満載喫水 (計画) m	8.80		
Draft (d _{ext}) 満載喫水 (夏期) m	9.60		
GT 総トン数 (国際) T	51,917		
NT 純トン数 T	15,576	Deadweight 載貨重量 (計画) t	
Car & Truck No. 車輛搭載台数	5,195	Deadweight 載貨重量 (夏期) t	
Max. Trial Speed 試運転最大速度 kn		Fuel Oil Tank 燃料油槽 m ³	3,214.0
Fuel Consumption 燃料消費量 t/day	54.00	Fresh Water Tank 清水槽 (含む、飲料水) m ³	440.0
Output (M.C.R.) 出力 (連続最大) kW × min ⁻¹	14,120 × 100	Sea Speed 航海速度 kn	19.3
Propeller プロペラ 翼数 × 軸数	1set	Endurance 航続距離 SM	18,300
Electric Generator 発電機	Engine (原動機) メーカー形式 × 出力 × 台数 Generator (発電機) メーカー形式 × 出力 × 台数	Main Engine 主機関 メーカー形式 × 基数	MITSUI MAN B&W 7S60MC-C
Type of Ship 船型	Multiple Decker	Output (N.O.R.) 出力 (常用) kW × min ⁻¹	12,710 × 96.5
Same Ship 同型船	S1376/S1377/S1378	(CPP etc.) プロペラの種類	FPP
特記事項	<p>本船への自動車積載は船の右舷中央にあるサイドランプと右舷船尾にあるスターンランプから自走により行う。 サイドランプは車両重量 15 トンの走行に耐え、また、スターンランプにおいては車両重量 100 トンの走行に耐える構造となっている。 各車両甲板の高さは、普通乗用車や RV 車などを考慮して決められており、また、12 層甲板のうち 3 層は高さが変わる可動式車両甲板となっており、大型バス、ダン プトラック等の重車両を積載することができる。 また、本船は離着岸時や港内旋回時に有効なサイドスラスターを船首側に一基装備している。</p>		



ホウユウ
HOYU
Chemical Tanker ケミカルタンカー

Builder 建造所	株式会社 新来島どっく		
Owner 船主	HOSHOU SHIPPING S.A.		
Operator 運航者			
国籍	PANAMA	船番	S5571
Keel laid 起工年月日	2008.10.3		
Launched 進水年月日	2009.1.9		
Delivered 竣工年月日	2009.4.16		
Class 船級等	NK		
Nav. Area 航行区域	Ocean Going		
L _{oa} 全長 m	113.98		
L _{wp} 垂線間長 m	108.50		
Breadth 型幅 m	18.20		
Depth 型深 m	9.75		
Draft (d _{mid} (design)) 満載喫水 (計画) m	7.45		
Draft (d _{ext}) 満載喫水 (夏期) m	7.578		
GT 総トン数 (国際) T	5,459		
NT 純トン数 T	2,606	Deadweight 載貨重量 (計画) t	
Cargo Tank Capacity 貨物槽容積 m ³	9,301.17	Deadweight 載貨重量 (夏期) t	8,925
Max. Trial Speed 試運転最大速度 kn	16.13	Fuel Oil Tank 燃料油槽 m ³	799.43
Fuel Consumption 燃料消費量 t/day	14.70	Fresh Water Tank 清水槽 (含む、飲料水) m ³	207.35
Output (M.C.R.) 出力 (連続最大) kW × min ⁻¹	3,900 × 210	Sea Speed 航海速度 kn	14.15
Propeller プロペラ 翼数 × 軸数	4 × 1	Endurance 航続距離 SM	12,300
Electric Generator 発電機	Engine (原動機) メーカー形式 × 出力 × 台数 Generator (発電機) メーカー形式 × 出力 × 台数	Main Engine 主機関 メーカー形式 × 基数	MAKITA-MAN B&W 6L35MC (Mark6) × 1
Type of Ship 船型		Output (N.O.R.) 出力 (常用) kW × min ⁻¹	3,315 × abt.199
Same Ship 同型船		(CPP etc.) プロペラの種類	FPP
特記事項	<p>IMO タイプ 2, 3 ケミカルカーゴや、動植物油、石油精製品といった多種多様な貨物を積載・運搬することを主目的として、計画・建造された最新鋭 8,800DWT 型ケミカルタンカー。SUS316LN を用いた高品質ステンレス製のカーゴタンク (18 タンク) を備え、カーゴタンク内隔壁は縦コルゲート形状とし、デッキロンジ、トランスガーダーを上甲板上に配置することにより、カーゴタンク内に船殻部材が無く、タンククリーニング作業を容易にする考慮がされている。</p>		



研究発表会開催

三鷹本所で6月8日～9日、昨年上回る聴講者



井上理事長

『海技研の技術ソリューションと新たな挑戦』をテーマに第9回研究発表会を6月8日～9日、開催しました。講演会と同時にポスターセッション、外部機関展示も実施し、昨年を上回る多数の皆様のご来場を頂きました。

発表会では、井上四郎理事長が基調講演で「課題対応型研究を重視しており、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して造船・船用・海運業界をサポートする」と、海上技術安全研究所の方針を説明しました。

その後、“CO₂の大幅削減を目指して”、“海上安全の更なる追求”、“NO_x80%削減へのソリューション”、“環境に優しい社会への貢献”、“大水深石油開発のソリューション-MPSOの安全性評価-”のテーマ別に研究発表が行われました。

2日目は、研究分野ごとに課題、現状、研究成果について講演を行いました。

発表会では、若手技術者が中心となってCO₂の30%削減船開発プロジェクトをスタートしたことを明らかにしました。ハンディサイズ・バルカーと小型コンテナ船を対象に、ポッド型推進器や船首部デッキ、2軸型の超幅広船型（ツインステグ船型）、スプレー制御などを採用した省エネ新形式船の試設計を進めています。

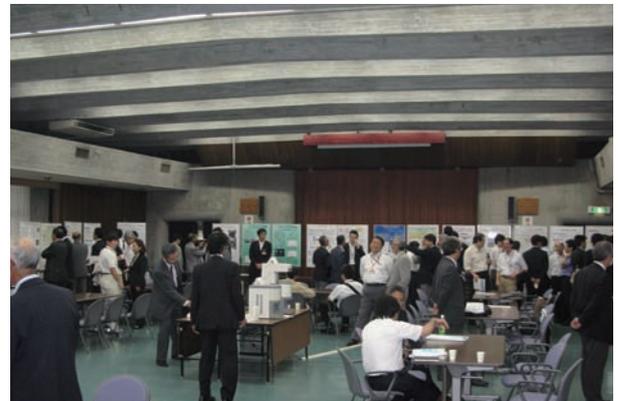
30%といかないまでも効率的な航路計画、運航計画というソフト面からの省エネ、国土交通省の開発支援事業に選定された空気潤滑法の実用化なども紹介しました。

今年12月には国連気候変動枠組条約（UNFCCC）の第15回締約国会議（COP15）が開催されますが、COP15に照準を当てる形で国際海事機関（IMO）ではGHGの抑制や削減策を検討されています。

こうした環境の下での発表会だったこともあり、CO₂削減、省エネ含めて環境関連に高い関心が集まった発表会でした。また、実用化に近い研究開発とともに継続して進めている各種の先端的研究を紹介しました。



発表風景



ポスターセッション会場、喫茶コーナー設置



施設見学（海洋構造物試験水槽）



施設見学（操船リスクシミュレータ）

○研究施設の一般公開について

平成 21 年度「海の月間」の行事の一環として、研究施設の一般公開を開催します。皆様お誘い合わせの上、お気楽にご来所くださいますよう、ご案内申し上げます。(入場無料)

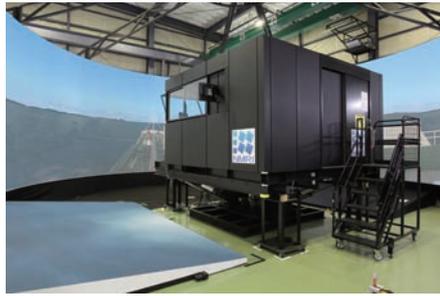
当日は東京でも部分日食が観測できますので、観測用簡易メガネを準備しています。

日 時：平成 21 年 7 月 22 日 (水) 10:00 ~ 16:00
場 所：(独) 海上技術安全研究所 〒181-0004 東京都三鷹市新川 6-38-1
主な公開施設：400 m水槽、深海水槽、操船シミュレータ 他
問い合わせ先：企画部知的財産・情報センター 広報・国際係 0422-41-3005
参考サイト：<http://www.nmri.go.jp/>



400 m水槽

長さ 400 m、幅 18 m、水深 8 m の曳航水槽。秒速 15 m (時速 54 km) の曳航速度を誇る世界最大級の水槽です。



操船リスクシミュレータ

半径 6.5 m の円筒スクリーンを持つ操船リスクシミュレータ。様々な海域を再現でき、揺れも再現できる模擬船橋もあります。

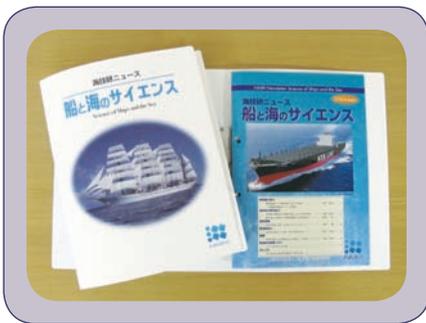


深海水槽

水深 35 m で深海を再現できるほか、様々な波を発生させて浮体構造物への影響などを実験できます。

★プレゼント (2009-Summer) ★ 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」2009-Spring ☆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

舞鶴市	山口様	綾部市	笹井様	下関市	松本様
大田区	渡邊様	松阪市	今西様	丸亀市	直木様
佐佐保市	中本様	岡崎市	守山様	虻田郡	坂上様
知多郡	萩原様				

●海技研ニュース「船と海のサイエンス」 2009-Summer

発行日 / 2009 年 7 月 15 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
TEL：0422-41-3005 FAX：0422-1-3247

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。