

2010  
Spring

# 海技研ニュース 船と海のサイエンス

NMRI Newsletter Science of Ships and the Sea



SANKO COSMOS

特集 ZEUS・ハイブリッド

## 始動から1年、大幅な推進効率実現へ

■海技研の研究紹介 ■技術情報 ■新造船紹介 ■エッセー ■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

【特集】

ZEUS・ハイブリッド ..... 3

始動から1年、大幅な推進効率実現へ

次世代船用ハイブリッド ..... 8

海技研の研究紹介

海技研CFDの現状と展望 ..... 13

日野 孝則

「ひな形」高精度摩擦抵抗計測装置の開発 ..... 16

川島 英幹

技術情報

スーパーエコシップ(SES)の実績及びその考察 ..... 19

(独) 鉄道・運輸機構 共有建造支援部

田村 義正

新造船紹介

バラエティに富む建造船

新潟発:春夏秋冬 ..... 22

新潟造船株式会社 設計部

■エッセー 世界の客船8

トリマラン型超高速カーフェリー

「ベンチグア・イクスプレス」 ..... 25

池田良穂

新造船写真集

CAPE YAMABUKI / GLOBAL STAR / ETERNAL

BLISS / NONNA ULIA / EAGLE EXPRESS /

AQUAMARINE / まさき

TOPIC

日船工と合同で成果発表会 ..... 2

千田研究統括主幹、ロンドンの

海事国際協調セミナーで講演 ..... 11

太田上席研究員、IMSBCで鉄連、内航総連で講演 ..... 11

【おしらせ】研究施設の一般公開 ..... 12

【おしらせ】人事異動情報 ..... 31



表紙写真  
SANKO COSMOS

TOPIC

日船工と合同で成果発表会



三鷹本所の講堂で開催



聴講者の関心高く



発表会の案内

三鷹本所で1月27日開催

NOx 三次規制に向け研究開発

社団法人日本船用工業会と合同で1月27日、海上技術安全研究所の講堂にて「スーパークリーンマリンディーゼルの研究開発」中間成果発表会を開催しました。

国土交通省海事局より基調講演を頂いた後に、日本船用工業会が日本財団の助成を受け実施中である「スーパークリーンマリンディーゼルの研究開発」について、小形高速、中速及び低速の各グループを代表して、ヤンマー、新潟原動機、三菱重工の3社から、また、NOx低減に関する基盤的な研究について、海上技術安全研究所から、それぞれ成果発表が行われました。

会場には船用工業事業者の他、関係官庁、海運会社、造船会社、船級協会等、二百人を超える方々が参加され、長時間であったにもかかわらず、講演者の説明に耳を傾け、また、活発に質疑応答がなされるなど、関心の高さが窺われました。

国際海事機関(IMO)におけるNOx三次規制では、指定海域において現行規制に対し80%削減が要求されますが、このためにはエンジン本体だけでなく、後処理技術であるSCR(選択触媒還元方式)の開発が不可欠となります。このような動きに対応して、国土交通省においては平成19年度より「船舶からのNOx低減プロジェクト」を推進中です。



## 【特集】 ZEUS・ハイブリッド

# 始動から1年、大幅な推進効率実現へ ハイブリッドエンジン研究もスタート

船舶からの排出ガスを半減し、長期的にはゼロにする海技研の「ZEUSプロジェクト」が始動して1年が経過した。ZEUSは、Zero Emission Ultimate Ship（排ガスゼロ究極の船舶）の頭文字を取ったもので超幅広ツインスケグ、リアクションポッド、波浪中抵抗低減装置、船尾トンネル部境界層制御技術をコア技術とする。いずれも新しい技術であり、超幅広ツインスケグを使用すると、高くても0.75だった推進効率を、大幅に高められる見通しである。ZEUSプロジェクトとともに、ハイブリッドエンジンの開発もスタートした。ZEUSにハイブリッドエンジンを組み合わせると排出ガスを80%削減できる。以前ならば夢のような数字だが、GHG40%削減ならばすぐにでも実現できる見込みが立ち、研究開発が加速している。

### 将来あるべき姿

自動車は、ガソリンエンジンと電気モーターの2種類の動力源で走行するハイブリッドカーのシェアが拡大し、いずれは燃料電池などを使用したCO2排出ゼロの電気自動車へ、などとGHG削減に向け急ピッチで進んでいる。

「この流れは船にも来るだろうし、船では動力源とは別にEEDI（エネルギー効率設計指標、Energy Efficiency Design Index）を向上させることが重要になっている」（佐々木紀幸、研究統括主幹兼流体設計系長）のは間違いないところだ。

海技研は、革新的な動力源の導入と推進効率の大幅な向上、この二つの思想を取り入れた「ZEUSプロジェクト」を平成21年に始動した。ZEUSプロジェクトは、船舶の「将来あるべき姿」の具現化に向けた研究開発プロジェクトである。革新的な動力源はハイブリッドエンジン研究に集中させ、ZEUSプロジェクトは、大幅な推進効率向上にターゲットを置いている。

ZEUSプロジェクトは、ポッド型という燃費面では不利な推進システムを採用したうえで当面は40%ものGHG削減、つまり燃費40%削減を目指している。それには推進効率を大幅に向上させ、また、摩擦抵抗を減らすことなどが必要条件になっている。



ZEUS: Zero Emission Ultimate Ship

### ツインスケグが船型を変える

推進効率を向上させる方法で簡単なものには、船舶の大型化がある。1隻の貨物の積載量を大きくしていくと貨物輸送のトンマイル当たり燃料消費量は低下し、EEDIは向上する。船型の大型化は、タンカー、バルクキャリア、コンテナ船などいずれの船種でも進んだ。経済性から考えると当然の動きである。

タンカーでは、昭和30年代、40年代に大型化し、VLCC（当時は20万重量トン以上）、ULCC（30万重量トン以上）が誕生し、40万重量トン、50万重量トン型も建造された。100万重量トン型タンカーの試設計も行われ、それを建造するための100万トンドックが日本の各地で計画され、実際に建設された。

## 海技研ZEUSプロジェクト

コア技術：  
超幅広ツインスケグ、  
リアクションポッド、  
波浪中抵抗低減装置  
船尾トンネル部境界層制御技術



ZEUS : Zero Emission Ultimate Ship

しかし、オイルショックの影響に加え、原油の積み地、揚げ地という荷役場所の制限、海峡、運河などの制限、さらに最適貨物量など経済的な制約がかわり、VLCCは全長333m、幅60m、深さ30m弱の30万重量トン型へと収れんしていった。建造能力や港湾、航路だけでなく経済的な影響が合わさって、船型は収れんしていく。

それはバルクキャリア、コンテナ船も同じような歴史を歩んでいる。船の長さ、幅、深さ、喫水という主要寸法は、造船所や発注船主が異なっても、大差ないものとなっていく。

ツインスケグを採用したZEUSプロジェクトの船型は、一般的な外航貨物船に比べると幅を20%広がる。従来の幅広船型と呼ばれた船舶よりもはるかに広く、別次元の船型といえるものだ。

### 20%幅広でも高い推進効率

船体の幅を広げれば貨物の積載量が増え、1トンの貨物を1マイル輸送する、いわゆるトンマイル当たりの燃費は良くなるが、操縦性が悪化する。さらに波浪中の抵抗が大きくなり、幅を広げるのも限界がある。船の全長と幅の関係は、その比率が6対1だったノアの方舟から現在まで双胴船や特殊な船を除くと大差がないのも、操縦性の問題があるからだろう。

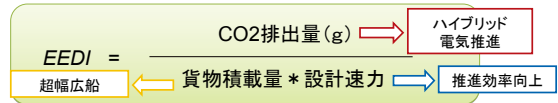
ZEUSプロジェクトの幅広ツインスケグは20%広くても操縦性は十分である。

船舶の推進効率は、肥大船で0.75、省エネ装置を付けても0.8、コンテナ船で0.7強が限度だが、ZEUSプロジェクトの幅広ツインスケグは0.9という高い目標を立てている。

ちなみに、スケグ (skeg) とは、プロペラを1基持つ1軸船であればプロペラを回転させるシャフトが通っている下の構造部分を指す。スケグにはポー

## エネルギー設計効率指標

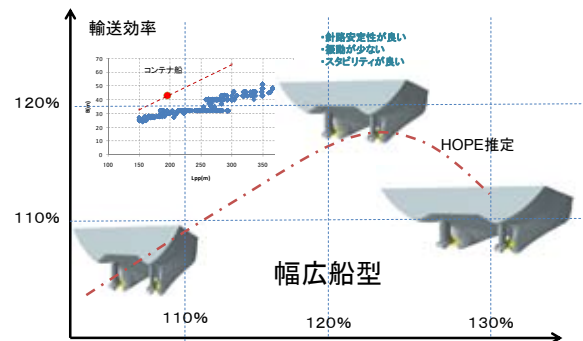
EEDI(Energy Efficiency Design Index)



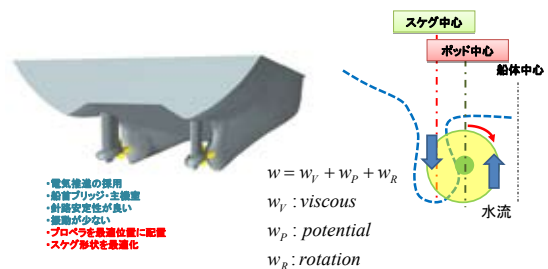
船の設計・建造段階において、1トンの貨物を1マイル運ぶ時のCO<sub>2</sub>排出量を計算して指標としたもの



### 幅をひろげる



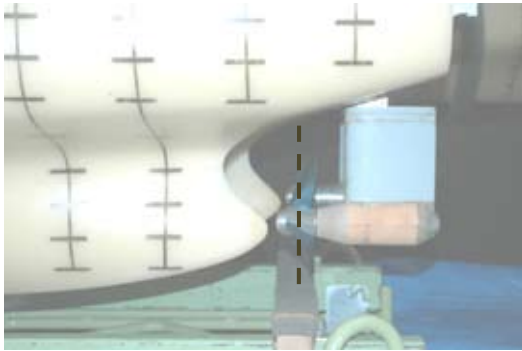
### リアクションポッド



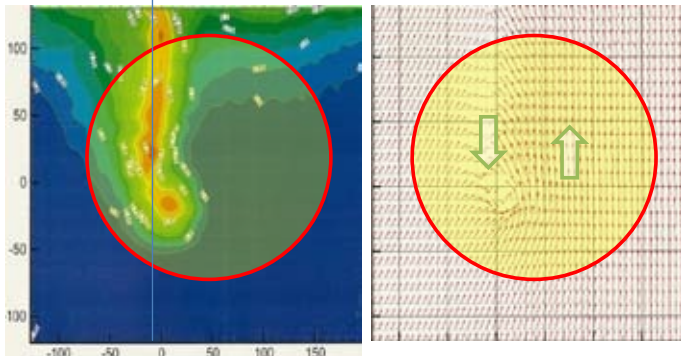
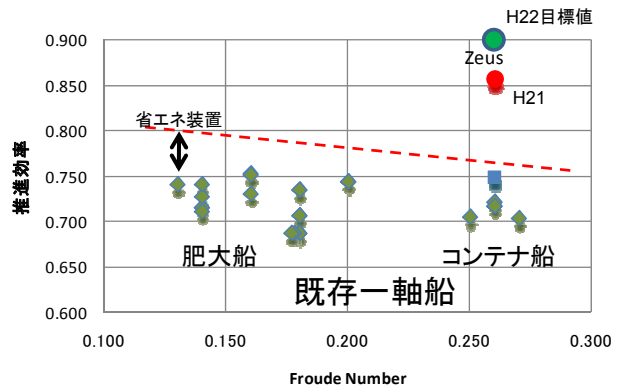
リアクションポッドの概念は、ポッド推進のメリットを最大に引き出す船体スケグ・ポッドの設計法

トのフィンのような整流版、船尾船底にあって整流とともに入渠時に船体を支える部分、舵板の中の前の整流板部分の意味もある。

# 既存船の推進効率との比較



リアクション ポッド 船型



水槽実験用に制作したリアクションポッド模型

## スケグで二重反転プロペラ効果

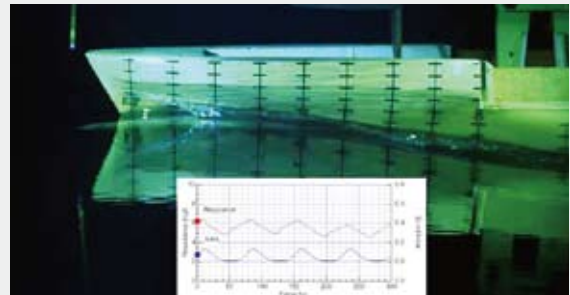
ツインスケグを持つ船型は、第二次世界大戦中の米軍の一部の軍艦などでみられ、ツインスケグ船型自体は珍しくない。

海技研が開発したZEUSプロジェクトのツインスケグは、外観が2軸船のようにスケグを2つにし、スケグの後ろにポッド型プロペラを配置した船型である。スケグの中心とポッド型プロペラの中心が異なっていることに特徴がある。これが船の幅を広げても高い推進効率を得られる鍵となっている。

スケグの後ろに配置するポッド型プロペラとスケグの中心が異なっているのは、「一つのプロペラで二重反転プロペラの効果を得る」(佐々木・研究統括主幹) ことが目的である。二重反転プロペラは、プロペラが前と後ろに2基あり、前のプロペラの回転で発生した渦を後ろのプロペラが逆回転することにより、回転している流れを直線に近くなるような綺麗な流れに変える。渦として捨てられるエネルギーを後ろのプロペラが回収するもので、これにより10%を超える省エネ効果を得ることも可能だ。

## 「STEPの発明」

船首部ではスプレー波とよばれる、波の薄い膜ができる。スプレー波により船体抵抗が増加し、推進性能は低下する。特に、コンテナ船や大型フェリーなど高速で航行するような船首がシャープな船型ほどやすくなる。海技研では、高速度カメラでの撮影などにより、スプレー波の面積と抵抗増加についての評価を実施する一方、スプレー波が出ない船型、スプレー波を低減する付加物の開発を進めた。その結果、効果的な付加物として「STEP」を開発したもので、小型軽量であることからその取り付け費用に対し大きな効果が得られることを確認している。



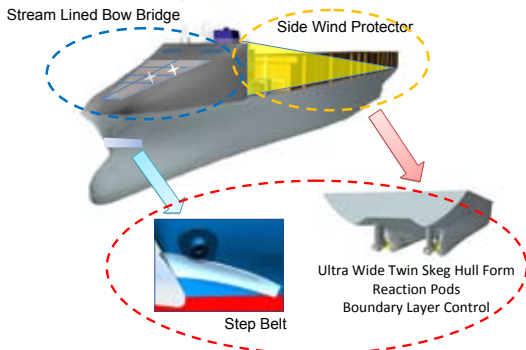
船首部に見られるスプレー波(水槽実験)

ZEUSのツインスケグは、スケグを設けることで船がつくった渦をスケグが集中させ、それをポッド型プロペラが回収する形で省エネ効果を大きくしたものだ。プロペラの後ろが綺麗な流れでなく、大きな渦や大量の泡を放出している時は、その分、エネルギーが無駄に使われていることになる。

省エネ効果を持つZEUSのツインスケグは、幅を



### ZEUSプロジェクトのコア技術イメージ (コンテナ船の場合)



### 供試模型

模型船主要目

Lpp	5.4175	[m]
B	1.1820	[m]
d	0.2955	[m]
Cb	0.657	[-]
Cp	0.682	[-]
S	7.655	[m <sup>2</sup> ]

模型プロペラ主要目

MP227 RL		
Dp	0.2143	[m]
Xb	0.18	[-]
H/D	0.95	[-]
aE	0.35	[-]
Rk	10	[deg]
Z	3	[-]
Set	MAU	

想定される実船

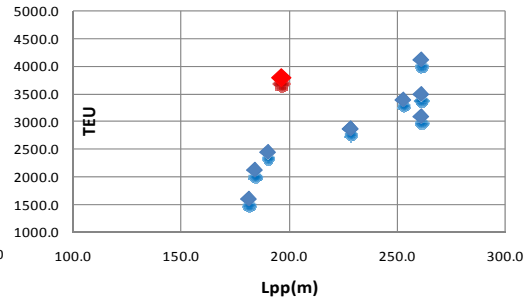
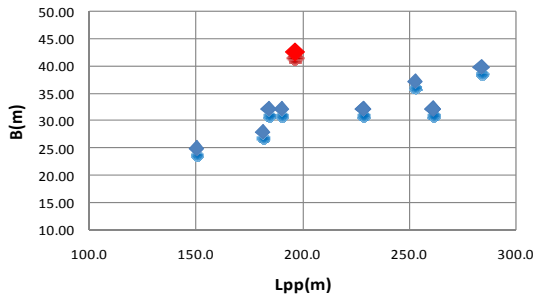
4000 TEU Container Ship

L<sub>pp</sub>\*B\*D=196.2m\*42.8m\*19m\*11m



## 既存船型とのサイズ比較

	SHIP A	SHIP B	SHIP C	SHIP D	NMRI	SHIP E	SHIP F	SHIP G	SHIP H	SHIP I	SHIP J
Lpp(m)	283.8	181.0	228.0	190.0	196.2	261.0	261.0	150.0	184.0	260.7	252.4
B(m)	40.0	28.0	32.2	32.2	42.8	32.2	32.2	25.0	32.2	32.3	37.3
D(m)	23.9	14.0	21.0	19.0	19.0	21.2	21.2	12.8	18.8	19.3	
d(m)	14.0	9.6	12.0	11.3	11.0	12.0	12.0	8.7	10.5	12.5	12.2
DWT(ton)	81,171	24,376	40,982	24,500	49,004	47,539	47,351	17,242	27,600	47,660	51,540
TEU	6492.0	1613.0	2878.0	2450.0	3800.0	3492.0	3096.0		2135.0	4130.0	3400.0
Vs(kts)	24.50	19.50	22.40	20.50	20.00	23.50	23.95	17.50	19.80	24.00	24.00
M/E KW(NOR)	52,150	12,378	21,078	18,475	21,166	27,545	27,545				33,409
M/E KW(MCR)	61,350	14,122	23,411	21,735	21,166	30,597	30,597				39,305
L/B	7.10	6.46	7.08	5.90	4.58	8.11	8.11	6.00	5.71	8.08	6.77



Lpp=196m で3800個積みのコンテナ船を計画

20%広げても推進効率は落ちずに、トンマイル当たりの燃費が20%良くなるという優れた省エネ性を持つ

### 船首に主機、船尾に蓄電池

ZEUSは、ポッド型プロペラを採用しているが、ポッド型プロペラ自体の効率は必ずしも良くない。変換エネルギーを考えると、効率は低いと言わざるを得ない。現在、ポッド型プロペラが搭載されているのは特殊な作業船や客船などで、貨物船に搭載されるのは氷海を航行するタンカーなど特別なケースに限られている。

ポッド型プロペラは、エンジン出力を電気エネルギーに変えたうえで、プロペラシャフトとつながって

るポッド内のモーターを回転させている。最も効率が高い低速2サイクルディーゼルエンジンに比べると、エネルギーの変換ロス、伝達ロスがあり、大きなハンディがある。

ZEUSプロジェクトは、ポッドが持つハンディをカバーできて、かつ余りあるものにするを目的としている。そうでなければ実際の船舶に使われる可能性が低いからだ。

ZEUSのツインスケグは推進効率を格段に向上でき、それだけでもポッド型プロペラのハンディをカバーしうるものだが、これに加えて、機関室の省スペース化と柔軟な配置というメリットを享受できる。

たとえば機関室を、船のデッドスペース、使われない空間が多い船首や船尾に分散させることも可能だ。

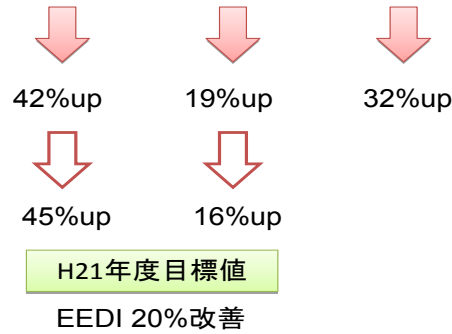
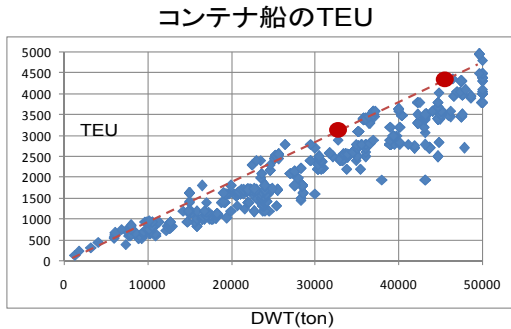
佐々木・研究統括主幹は、「スケグにはバラスタ

# 船型としての評価

Vs=20kts

ポッド推進器の変換効率=0.88とした

	Lpp	B	DWT	DHP	BHP
Conventional Ship	196.2	32.2	32000	12900	13299
Podded Twin Skeg	196.2	42.8	45500	15465	17574



ンクを置くことになるだろうが、将来はハイブリットエンジンの蓄電池を置くことが可能になる」と、デッドスペースを極力なくすることが可能と話した。

デッドスペースを減らせる分、貨物の積載量を大きく取ることができる。これはZEUSプロジェクトの大きな魅力の一つでもある。

## 幅広で空気潤滑の効果拡大

ZEUSの船型は、船底から気泡を出して摩擦抵抗を低減する「空気潤滑システム」の効果も拡大できる。

船体と海水との摩擦抵抗は、船種・船型で異なるが抵抗全体の50～80%と最も大きな部分を占める。摩擦抵抗を削減することは省エネに直接結びつく。

空気潤滑システムは、船体前方の船底部から気泡を流し、船底と海水の摩擦抵抗を削減する方法である。船体の横、船側部で気泡を噴出しても、気泡は直ぐ水面に上がるため抵抗低減より気泡を噴出するエネルギーが大きくなる。船底が広ければ、空気潤滑シ

テムの抵抗削減効果は大きくなる。

幅広のツインスケグは、船底の面積が広くなり、当然ながら空気潤滑システムには有利に働く。気泡がプロペラに流れ込まない方法などの課題はあるが、船底の広さは空気潤滑システムに向いている。

さらにポッド型プロペラを搭載することで、船底に添って流れる気泡はプロペラに入りやすくなる。ポッド型プロペラは船尾の船底よりも下に配置しており、船底に沿って流れる気泡が入る可能性は低い。ツインスケグ、ポッド型プロペラは、空気潤滑システムの省エネ効果が大きいことが見込まれる。

## コンテナ船を試設計

GHG40%削減を当面の目標としているZEUSは、すぐにでも実用化が可能であることを模型試験などで確認している。実際にコンテナ船の試設計をすすめているだけでなく、コンテナ船以外の船種へ適用する検討も始まっている。

推進効率は、水槽試験を通して確認を進めたが、「当初の予測を上回る高い数値」を得ており、理論の検証過程で実現性を確信できる実験結果となっている。

ZEUSプロジェクトは、「機関室の配置場所などの制限、縛りがなくなったことで自由に発想できる」ことで、様々なアイデアを試すことができる。始動から1年の研究プロジェクトだが、近い将来に実現の可能性が高いだけでなく、さらなる発展の可能性を持っている。それがZEUSプロジェクトである。

# 次世代船用ハイブリッドシステム

海上技術安全研究所では、船舶から排出される地球温暖化ガスの削減を目指し、高効率ディーゼルエンジンの特徴を最大限に活かすとともに、電気エネルギーや自然エネルギーを利用する次世代船用ハイブリッドシステムの研究をはじめました。



平田 宏一

HIRATA Koichi

次世代動力システムセンター  
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

大型船舶では、熱効率が50%以上のディーゼルエンジンが使われています。これは、自動車に用いられているガソリンエンジンやディーゼルエンジンの熱効率が30～40%程度であるのに比べて、非常に高い熱効率と言えます。しかし、最近の地球温暖化に代表される環境問題や石油価格の変動などの社会的背景により、船舶分野においても、大幅な燃料消費削減が必要とされています。そのため、推進効率のさらなる向上、運航上の改善や最適化、あるいはディーゼルエンジンからの排熱回収など、多くの省エネ技術が提案され、活発な研究・開発が進められています。

本解説では、将来の船舶の省エネ技術として研究をはじめた次世代船用ハイブリッドシステムを紹介いたします。このシステムは、高効率ディーゼルエンジンの特徴を最大限に活かすとともに電気エネルギーや自然エネルギーを利用することで、燃料消費を削減し、地球温暖化ガスの排出を低減することを目的としています。

## ハイブリッドシステムとは

ハイブリッド (hybrid) とは、2つ以上の異なる性質のものを組み合わせて、1つの目的を達成する技術です。特に、自動車の分野では、省エネ効果が高い実用技術として注目されています。図1は代表的な自動車用ハイブリッドシステムの基本構成と動作イメージを示しています。このハイブリッドシステムでは、

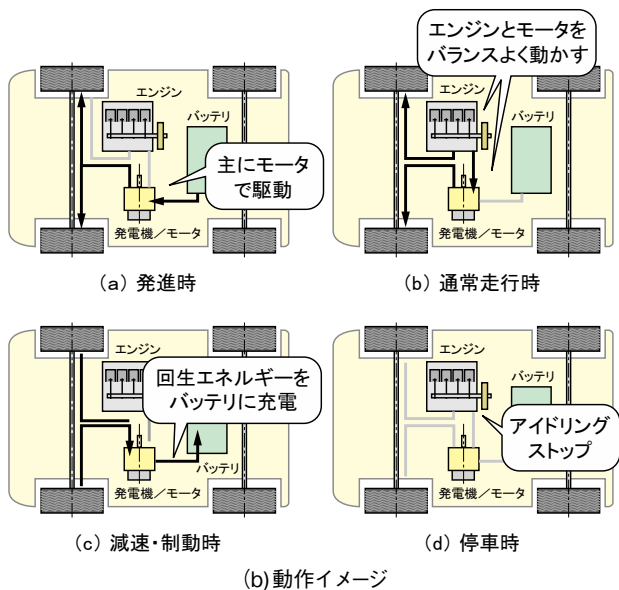
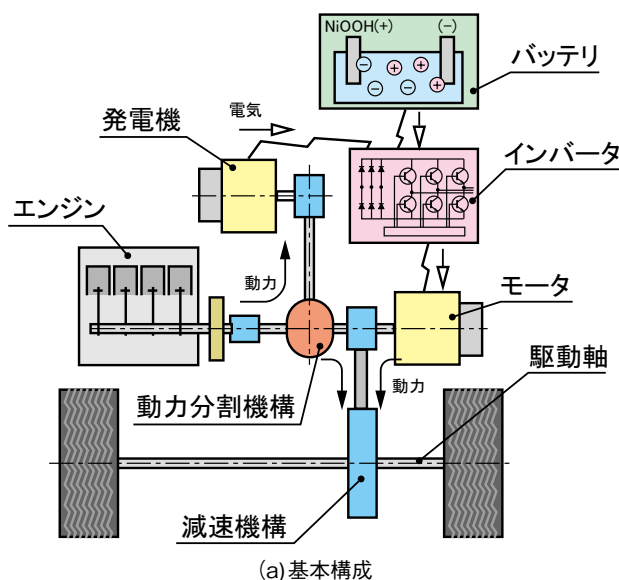


図1 自動車用ハイブリッドシステム

ガソリンエンジンと電気モーターの2つの動力源を搭載しています。ブレーキをかけたときのエネルギーを電気エネルギーとして回収することで、高い省エネ効果を得ることができます (回生エネルギー)。また、自動車が一般道路を走行する場合、搭載しているエンジンの最大出力で走行することはほとんどありません。したがって、発進時など、大きいトルクが必要なときにエンジンと電気モーターを併用できるため、



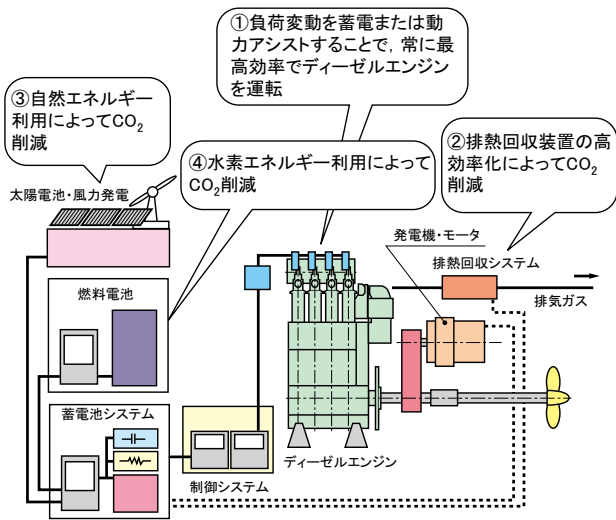


図2 次世代船用ハイブリッドシステムの構成

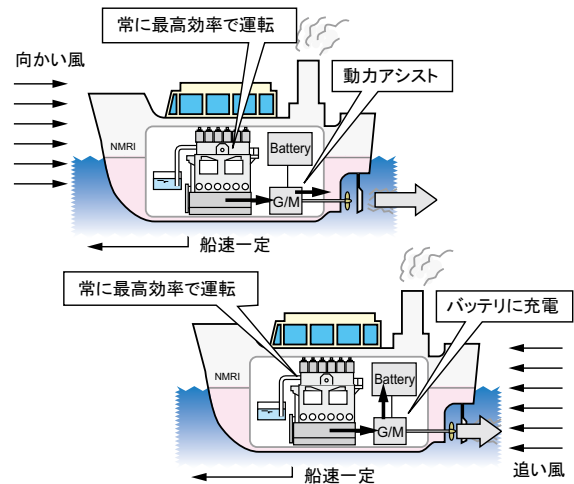
搭載するエンジンは今までよりも小さいものでよく、結果として燃料消費を削減することができます。

一方、船舶は、ほとんどの時間、一定の速度で運航しています。そのため、自動車のような再生エネルギーの利用は期待できません。また、船舶は、エンジンの最大出力付近（実際には最大出力の80%程度）で運航しているため、今までよりも小さい出力のエンジンを搭載して今までと同じ性能を得ることは簡単ではありません。以下に紹介する次世代船用ハイブリッドシステムは、電気エネルギーを有効に利用することで、高効率ディーゼルエンジンの特徴を最大限に活かすシステムです。

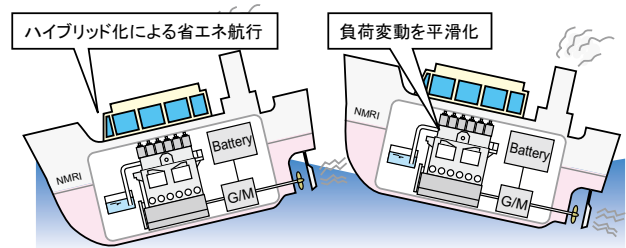
### 船用ハイブリッドシステムの基本コンセプト

図2は本研究で検討している次世代船舶用ハイブリッドシステムの基本構成を示しています。その特徴は、①動力の回生とアシストをするための発電機／モータと大容量の蓄電システムを用いることでディーゼルエンジンを常に最高効率の条件で運転すること、②高効率な排熱回収装置を搭載すること、③太陽電池や風力発電などの自然エネルギーを利用すること、④燃料電池などの水素エネルギー技術を利用することです。

図3は、ハイブリッドシステムを搭載した船舶の運航イメージです。(a)は風向・波向などの気象・海象条件が長期的な周期で変動した際の運航状態を表しています。船舶が同じ速度を維持して航行する場合、向かい風と追い風ではエンジンの出力が増減します。一方、エンジンには効率が最も高くなる出力レベルがあります。ハイブリッド船は、動力の回生・アシストによって、エンジンが最高効率で運運転する条件を常に保ちながら一定の船速を維持することがで



(a) 気象条件などの長周期の変動に対応



(b) 波浪などの数秒周期の変動に対応  
図3 船用ハイブリッドシステムの省エネ効果

きます。(b)は、ハイブリッドシステムによって、数秒から数十秒周期の波浪による負荷変動を均一化する運航状態を表しています。負荷変動の大きさやエンジンの燃料噴射制御の過渡的な特性などについてはまだ明らかではありませんが、上記の気象・海象条件と同様、最高効率のエンジン運転条件を保つことができるため、高い省エネ効果を期待できます。

図4は、電気推進船へのハイブリッドシステムの適用検討例です。電気推進船は、複数のディーゼルエンジン発電機を搭載し、運航状況によって、運転する発電機の台数と発電出力を制御しています。従来の電気推進船に蓄電システムを組み込むことによって、発電出力を常に最高効率の条件とし、運転する発電機の台数だけを変更できます。あるいは、すべてのエンジンを停止して、電気エネルギーだけで運航することも可能となります。

### ハイブリッド船のエネルギーバランス

以上のコンセプトに基づき、船用ハイブリッドシステムの省エネ効果を検討します。図5は、現在の船舶と船用ハイブリッドシステムのエネルギーバランスを示しています。(a)は現状の船舶の試算例であり、燃料の全入熱量のうち、約30.6%が有効なエネルギーとして用いられています。(b)は、船用ハイブ

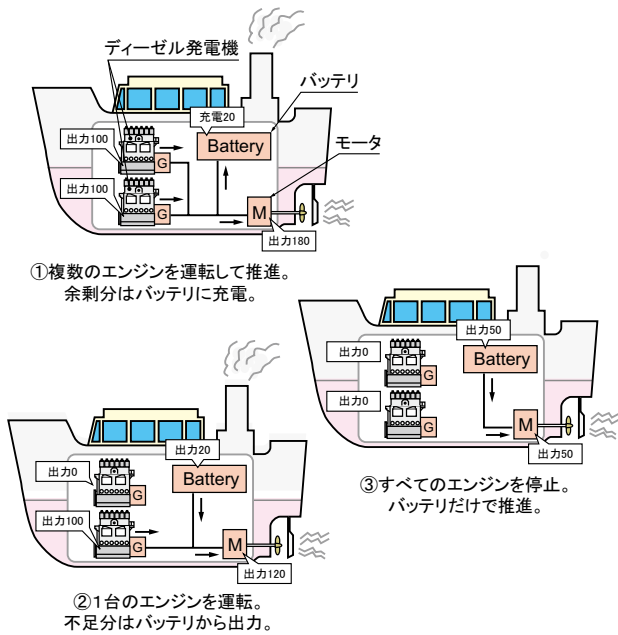
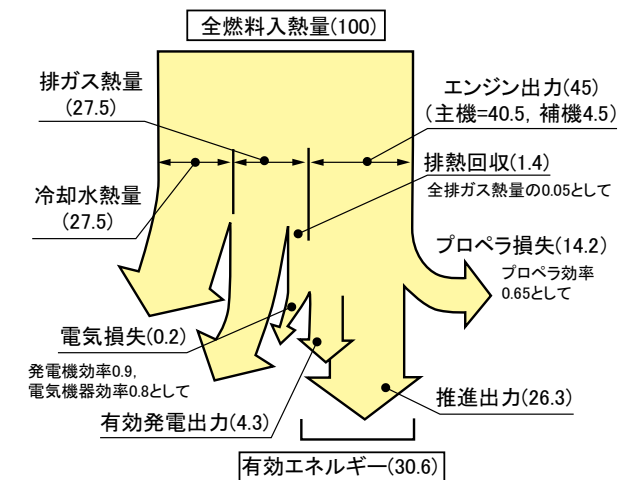
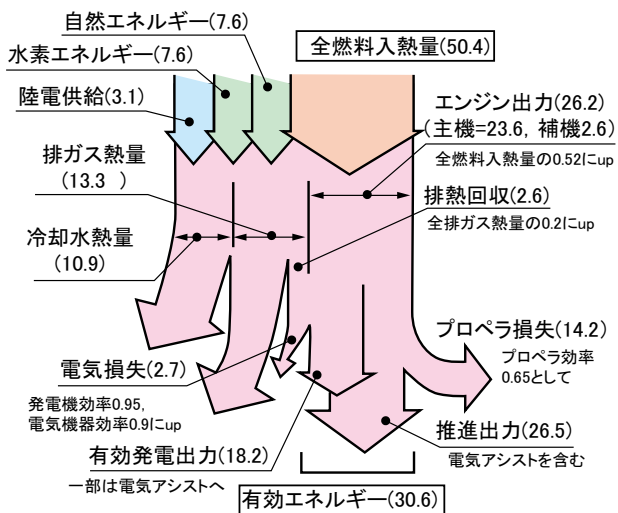


図4 電気推進船への適用検討例



(a) 現状システム



(b) CO<sub>2</sub>50%削減

図5 エネルギーバランス

	現状システム	次世代システム
エンジン熱効率	45 % (平均)	52 % (常時)
排熱回収率 (排ガス熱量基準)	5 %	20 %
発電機効率×電気機器効率	90 % × 80 %	95 % × 90 %
クリーンエネルギー利用率 (燃料入熱量基準)	0 %	36 %

表1 ハイブリッドシステムによる省エネ化

リッドシステムによって50%の燃料消費削減を実現するための試算例です。同一の出力を必要とする船舶を半分の燃料で運航させるために、それぞれの効率を大幅に向上させるとともに自然エネルギーや水素エネルギーなどを導入しています。

表1に、現在の船舶に対して50%の燃料消費削減を実現するために必要な主な改善点をまとめています。現状の船舶では、ディーゼルエンジンの熱効率が平均45%であるのに対して、船舶用ハイブリッドシステムでは常に52%の熱効率で運転させる必要があります。また、排熱回収の大幅な向上、燃料入熱量に対して36%ものクリーンエネルギーの導入など、その実現は簡単ではありません。

### まとめ

以上、船舶の燃料消費削減を主目的とした次世代船舶用ハイブリッドシステムを紹介しました。現在、調査研究・基礎研究をはじめた段階であり、まだ明確な省エネ効果については評価できていません。また、高効率なハイブリッド船を開発するためには多くの技術課題があります。今後、負荷変動時のディーゼルエンジンの特性評価や自然エネルギー利用技術の船舶への適用性検討、高度な排熱回収システムの開発など、要素試験を含めた詳細な研究を実施し、実用性・信頼性が高い次世代船舶用ハイブリッド技術を構築していきたいと考えています。

本研究・開発は、当研究所の研究者並びに他機関の多くの研究者・技術者の助言を受けて実施しています。関係各位並びに共同研究メンバーに対し、深い感謝の意を表します。

### 参考文献

- (1) 御堀直嗣, ハイブリッドカーのしくみがよくわかる本, 技術評論社, 2009.
- (2) 平田宏一, 船舶用ハイブリッドシステムの基礎的検討, 日本機械学会関東支部第16期総会講演会講演論文集, p.399-400, 2010.

## 千田研究統括主幹、ロンドンの海事国際協調セミナーで講演

### JSC主催、海事関係者・報道機関参加

千田哲也研究統括主幹は、2月10日にジャパンシップセンター（JSC、ロンドン）が主催する日本の海事関係の技術開発を紹介する「海事国際協調セミナー」（JSC Maritime Seminar）で講演し、選択式触媒還元脱硝装置（SCR）の船用化や省エネルギー技術の開発状況について説明しました。



IMOセミナーで講演

翌2月11日には、国際海事機関本部（IMO Headquarters）のセミナーでも講演しました。

2月10日のセミナーに先立ち報道機関を対象とするプレスコンファレンスを開催しました。報道8社が出席しましたが、省エネ関連技術に質問が集中し、関心の高さがうかがわれました。

IMOでは第14回ばら積み液体・気体小委員会（BLG14）の昼休み講演として開催したもので、出席者からは技術的なことよりGHGインデックスとの関係など政策的な観点からの質問を多く受けました。



JSC Maritime Seminarで講演

## 太田上席研究員、IMSBCで鉄連、内航総連で講演

### 150名、140名出席と関心高く

運航・物流系の太田進上席研究員は、日本鉄鋼連盟の依頼を受けて鉄鋼会館の会議室で1月13日、「固体ばら積み貨物輸送一荷送人の責務」と題して講演しました。約150名の出席と盛況でした。

太田上席研究員は1月20日、日本内航海運組合総連合会（内航総連）の依頼により、東京の都道府県会館で同連合会主催のIMSBC（国際海上固体ばら積み貨物規定）講習会で講演しました。講演会出席者は約140名でした。

内航総連のIMSBC講習会では、国土交通省海事局検査測度課の近藤危険物輸送対策官があいさつし、次いで太田

上席研究員がIMSBCの各種要件について、貨物と性状の関係を踏まえて技術的な説明を行いました。

続いて、強制要件としてのIMSBCコードの発効に伴う平成23年1月1日以降の規則（特殊貨物船舶運送規則及び危険物船舶運送及び貯蔵規則）の変化及びこれに先立って荷主や船主が準備すべき事項等について、海事局検査測度課の武藤専門官が講演されました。

いずれの講演の後にも、IMSBCコードの内容等について活発な質疑応答があり、関心の高さをうかがわせました。



日本鉄鋼連盟で講演



日本内航海運組合総連合会で講演





昨年の一般公開の様子

## ○研究施設の一般公開について

平成 22 年度「科学技術週間」の行事の一環として、日頃の研究活動の一部をご覧頂く、研究施設を公開いたします。皆様お誘い合わせの上、お気軽にご来所下さいますようお願い申し上げます。（入場無料）

日時：平成 22 年 4 月 18 日（日） 10：00～16：00

場所：〒181-0004 東京都三鷹市新川 6-38-1

主な公開施設：400 m水槽、深海試験水槽、海洋構造物試験水槽 他

お問い合わせ先：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/>

※交通安全環境研究所、電子航法研究所、宇宙航空研究開発機構と合同で開催します。

### 「公開施設と工作・体験教室」

400 m試験水槽

変動風水洞

光と放射線の科学

高圧タンク

バーチャルボートレース

物流シミュレーション

操船リスクシミュレーター

電子顕微鏡

海洋構造物試験水槽

分子模型教室

深海水槽

スターリングエンジン

# 海技研 CFD の現状と展望

CFD（計算流体力学）は、理論・実験と並ぶ第3のアプローチとして流体力学研究や流体機器の設計に不可欠のツールとなっています。海技研では、CFD技術を船舶設計に適用するための研究開発を実施し、その成果を外部に提供しています。



**日野 孝則** HINO Takanori  
 流体設計系 CFD研究開発センター  
 船舶流体力学、特に計算流体力学(CFD)  
 の研究開発に従事  
 hino@nmri.go.jp

## はじめに

CFD（計算流体力学）とは、流体運動の基礎方程式である、ナビエ・ストークス方程式をコンピュータで数値的に解析することで、流体力学問題を解く手法です。

ナビエ・ストークス方程式は、流体の質量や運動量の保存を記述し、粘性の影響や重力の影響も含まれていることから、この方程式を解くことができれば、流体の動きを正確に知ることができます。しかし、この方程式は非線形の連立方程式であり、理論的に解を求めることは非常に困難です。

一方で、近年の計算機の発達により、解析的に解を求めることが難しい方程式を数値的に解くことができるようになりました。ナビエ・ストークス方程式についても数値解を求めることができるようになり、1960年代に計算流体力学（Computational Fluid

Dynamic）という新しい研究分野が誕生しました。

海上技術安全研究所（海技研）では、1980年代より船舶流体力学におけるCFDの研究を開始しました。海技研のもつ流体力学の知見と豊富な水槽試験データに加え、造船業界各社などとの共同研究の成果も活用することで、海技研で開発されたCFDソフトウェアは、船型設計における実用的な性能解析ツールとして高い評価を得ています。

2004年より、CFDソフトウェアとそのユーザサポートを有償で外部へ提供するサービスを開始し、造船各社にお使いいただいています。

## ■ CFDソフトウェアの現状

CFD解析の流れを図1に示します。解析の対象となる船型を入力とし、まず、前処理として計算格子を生成します。これは、数値解を求めるために計算領域を格子で埋め尽くす処理です。複雑な形状に適

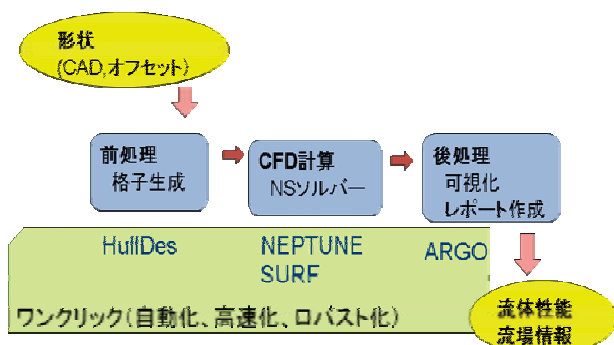


図1 Wanklick CFDのコンセプト

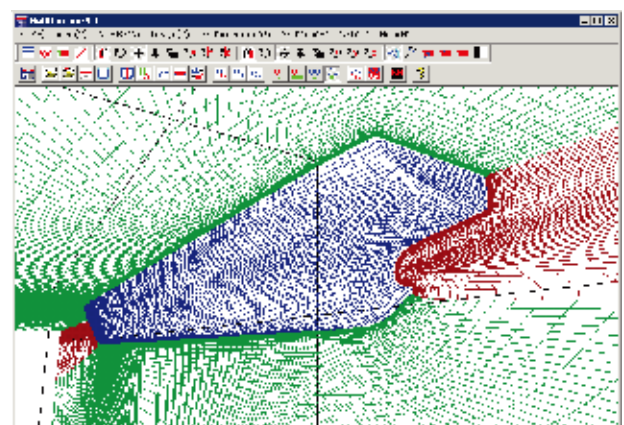


図2 HullDesによる計算格子生成





図3 GUIによるパラメータ入力

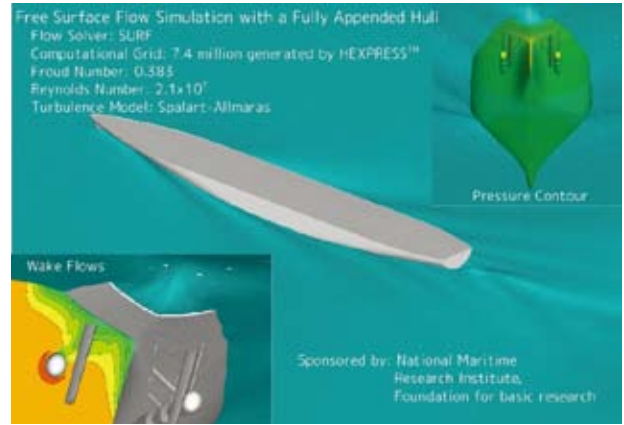


図5 2軸船まわりの自由表面流れ

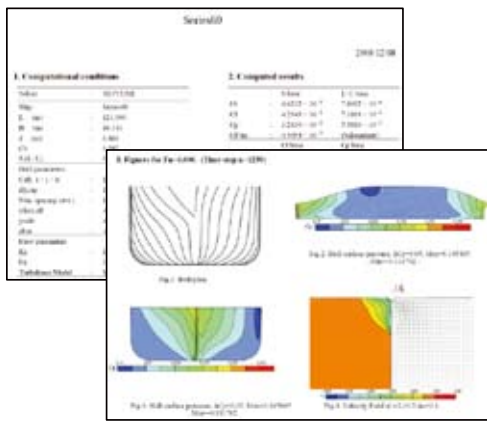


図4 ARGOによるレポート作成

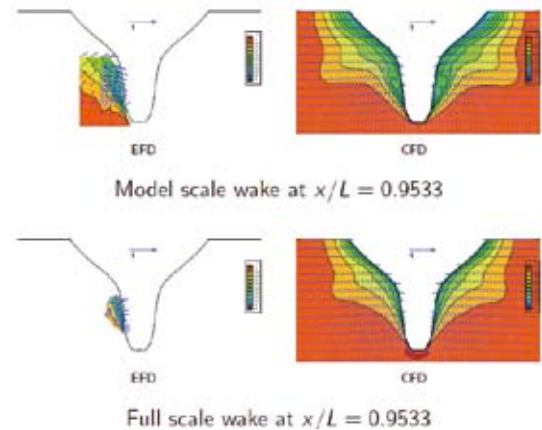


図6 模型船まわりの流れ(上)と実船まわりの流れ(下)

合し、計算精度の必要などには格子点を集中させつつ、滑らかな分布となるように格子点を配置していくことは容易ではありません。次のステップはCFD計算で、前述のナビエ・ストークス方程式を計算格子の上で数値的に解きます。数値解析アルゴリズムや、種々の物理モデルを導入して、効率よく高精度の解を求めます。最後のステップは後処理で、計算結果を可視化して、流場の様子を表示したり、流体力学的な性能の指標を求める処理です。これらの処理で、最終的な出力である流体性能や流場情報を得ることができます。

現在、海技研が開発し外部に提供しているソフトウェアは、以下の通りです。

1. 格子生成ソフトウェア HullDes
2. 流れ解析ソフトウェア NEPTUNE
3. 流れ解析ソフトウェア SURF
4. 自動レポート作成ソフトウェア ARGO

1は前処理の格子生成、2、3はCFD計算、4は後処理の可視化や性能解析を行うもので、これらにより、CFD解析の全過程をカバーしています。

2008年にはこれらの処理を自動化し、合わせて並

列計算による高速処理とロバスト化を達成した、「ワンクリックCFD」パッケージをリリースしました。これにより、ユーザは最小限の入力でCFD解析を完了することができるようになりました。

個々のソフトウェアを紹介します。HullDesは海技研と(有)エイ・シー・ティが共同で開発しているソフトウェアで、船型CADから出力される形状データやオフセットデータから、CFD計算に用いる格子を生成することができます。図2にHullDesによる格子生成の例を示します。

NEPTUNEおよびSURFは、どちらもナビエ・ストークス方程式の数値解を求めるCFD計算ソフトウェアです。NEPTUNEは構造格子という、順序よく並んだ計算格子を用いて、シンプルな形状まわりの流れを効率的に計算します。一方のSURFは、非構造格子というランダムに配置された計算格子を用いて、複雑な形状まわりの流れを解析することができます。どちらも、自由表面やプロペラの影響、さらに航走時の姿勢変化も考慮することができ、直進あるいは斜航、旋回する船体に対応しています。計算パラメータの入力には図3のようなGUIが用意され



ています。

ARGOは、自動レポート作成ソフトウェアであり、GUIからNEPTUNEあるいはSURFの計算パラメータを入力することで、図4のような流場の可視化を含むレポートを自動で生成します。

## ■CFDの適用例

海技研CFDソフトウェアを適用した解析例を示します。図5はシャフトブラケットのついた2軸船のまわりの計算例です。このような複雑形状まわりの自由表面流れの解析も可能です。

図6は肥大船型について、模型船まわりの流れと実船まわりの流れの計算結果を比較したものです。船体まわりの境界層の尺度影響は水槽試験と実船計測の結果とよく対応しています

図7はウォータージェットを装備した高速船まわりの流れの計算例です。体積力によるインペラモデル



図7 ウォータージェット船の自由表面計算

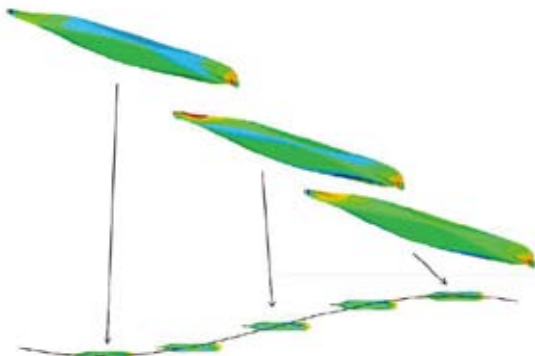


図8 PMM (pure sway)運動するコンテナ船の表面圧力分布

により、船体後方のジェット流もよくシミュレートされています。操縦運動する船体まわりの非定常流れの計算例を図8に示します。

図9は斜航角 $10^\circ$ で航行する船体まわりの流れの計算結果を計測結果と比較したものです。

## ■今後の展望

海技研CFDソフトの実用性をさらに向上させ、設計ツールとしての機能を充実させるための技術開発を進めています。そのキーとなるのが、複数の独立した格子を重ね合わせることで、複雑形状を扱う重合格子法です。この方法によって、省エネ付加物などが付いた船体まわりの流れ解析が、より容易になると期待されます。図10には、重合格子法による舵角付きの船尾流場の解析例を示します。近い将来、このような解析が可能となる新CFDシステムをリリースする予定です。

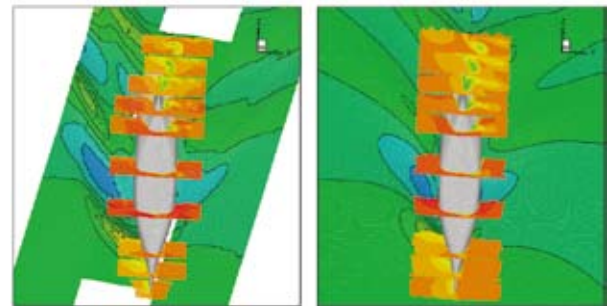


図9 斜航角 $10^\circ$ で航行する船体まわりの流れ  
:左、実験 (IIHR)、右、CFD

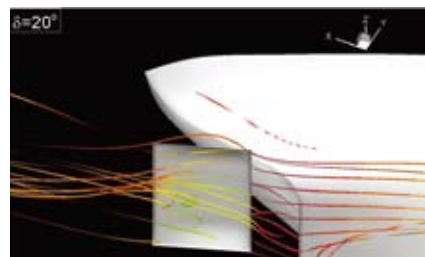
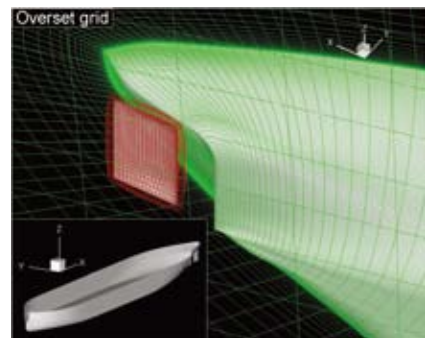


図10 重合格子法による舵角付き船尾流場の計算

# 「ひな形」高精度摩擦抵抗計測装置の開発

船舶の抵抗の中で、船体表面と水の間に生じる乱流摩擦抵抗は、50～80%と大きな部分を占めます。そこで乱流摩擦抵抗の低減による船舶の省エネ化に貢献するため、塗膜等の船体表面性状の違いによる乱流摩擦抵抗の差を精密に評価できる高精度摩擦抵抗計測装置を開発しました。



川島 英幹 KAWASHIMA Hideki

流体設計系

空気潤滑法による船舶の乱流摩擦抵抗低減技術の研究、低摩擦抵抗塗料の開発などに従事。

kawasima@nmri.go.jp

## はじめに

海上技術安全研究所では、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構の支援を得て「海水摩擦抵抗を低減する船舶用塗料の基礎技術の研究開発」を中国塗料株式会社、東京理科大学、東京農工大学と協力して実施しています。その研究の一環として、開発した高精度摩擦抵抗計測装置についてご紹介いたします。

船舶が航行する際に生じる抵抗の中で、水と船体表面との摩擦抵抗の占める割合は、一般的な大型船舶の場合、50～80%程度にもなります。また船体表面には、船舶用の塗料が塗布されていますので、塗料の性状の違いにより摩擦抵抗に差が生じると、船舶の航行に必要な馬力に差が生じる可能性があります。さらに一歩進んで、より摩擦抵抗が小さくなる特性を持つ塗料を開発できれば、その塗料を塗布することにより、船舶の省エネ化を図ることができます。

従来、塗料の塗装面と水との乱流摩擦抵抗の評価は、管路を用いた試験や、二重円筒装置による試験、平板や模型船を用いた曳航水槽における試験が行われてきました。精度の点では、管路を用いた試験や二重円筒装置による試験は優れていますが、内部流れの試験となり、実際の船舶まわりの外部流れとは異なった流れとなります。一方、平板、模型船を用いた曳航水槽における試験では、摩擦抵抗成分以外の抵抗成分の影響や、試験体の設置精度、水槽内の残流、静振、水温の空間的・時間的変化などの曳航水槽試験につきもの現象が影響し、1%以下の微小な摩擦抵抗の差を正確に検知することは難しかったのが実情でした。そこで、従来、正確に検知することが難しかった外部流れにおける1%以下の乱流摩擦抵抗の差を精度良く評価



写真1 高精度摩擦抵抗計測装置

するため、高精度摩擦抵抗計測装置(写真1)を開発しました。

## ■曳航水槽試験における計測誤差の要因

では何故、従来の曳航水槽における模型試験では、乱流摩擦抵抗の微小な差を評価することが難しかったのでしょうか。曳航水槽における曳航試験で乱流摩擦抵抗を評価する場合、以下のような誤差要因が考えられます。

まず水槽試験そのものが原因となる誤差として、水槽内に発生する微小な波動(静振)、試験体を曳航することで引き起こされ計測時にも残る微小な流れ(残流)、水温の場所、深さによるわずかな不均一と時間的変化、場所によるレール高さの変化、曳航台車の速度制御の精度等が考えられます。また計測系から発生する誤差として、検力計自体の精度、計測装置の可動部、摺動部の摩擦、変形部のバネ定数等の誤差(装置自体のヒステリシス)、計測値の振動と平均値の求め方等が考えられます。さらに被試験体が原因となる誤差として、模型の製作精度、模型の設置状態の再現性、乱流遷移の安定性等が考えられます。

## ■精度向上のための工夫と装置の概要

このような計測誤差の要因を排除し、精密な水槽試験を行うため、高精度摩擦抵抗計測装置には、以下の

ような工夫をしています。

装置下部に試験対象とする2枚の平板を平行に吊り下げ、同時に曳航し、抵抗を計測することで、水槽内の残流、静振、温度勾配、レール高さの変動、曳航台車の速度変動、計測区間の設定などの誤差要因が、両平板におなじように影響を与えるようにしました。また平板の設置間隔はCFDにより算出された流体力学的干渉の影響が無視できる距離2.0mとしました。

試験対象の平板は、前後の板バネを介してブランコ式に吊り下げられ、横方向の相対運動が拘束されます。板バネを用いることで、摩擦・摺動抵抗の影響を無くし、装置起因のヒステリシスが小さくなるようにしました。各平板にかかる抵抗は、平板を吊り下げる2枚の板バネの間に設置した検力計により計測します。平板は、高精度圧延アルミニウム板に、乱流促進装置まで一体で精密に機械加工した整流部を取り付ける構造として、個体差により生じる誤差を小さくしました。長さ2.25m、厚さ10mmとごく薄い平板模型を用いることで、造波抵抗成分、形状抵抗成分が極力小さくなるようにしました。後部整流覆いに設置した高精度水温計で水温を常時モニタしています。

計測システムの模式図を図1に、各部の写真を写真2、3に示します。

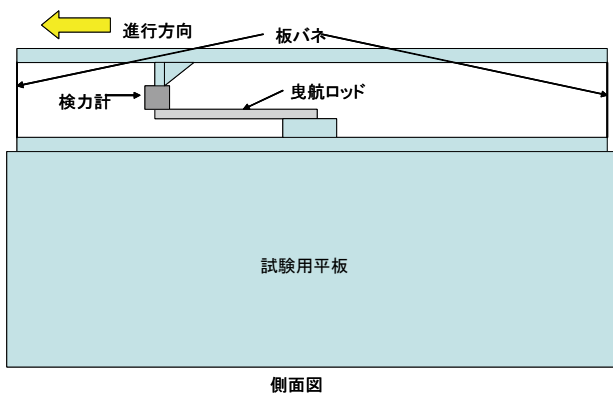


図1 計測システム模式図

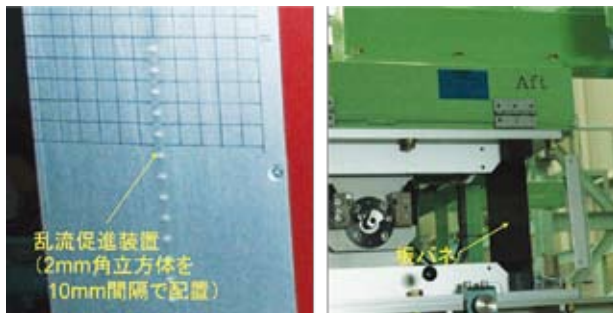


写真2 一体型乱流促進装置(前部整流覆い)と平板吊り下げ部ブランコの板バネ

## ■計測精度の確認

高精度摩擦抵抗計測装置の精度を確認するため、全く同一形状、同一材料の平板(無塗装アルマイト地肌)を2枚用いて、曳航速度4.0m/sで、連続10回の繰り返し試験を行いました。左右平板のそれぞれの全抵抗値と全抵抗の繰り返しの平均値の差を図2に示します。全抵抗値は周期的に変化しますが、その振幅は、左側平板で0.46%、右側平板で0.45%となっています。これが試験体単体で計測した際の誤差となります。

平板の抵抗差は、どのように変化するでしょうか。同じ繰り返し試験で、左右平板の全抵抗値の差を確認したものを図3に示します。計測された抵抗差の振幅は0.18%の範囲におさまりました。先ほどの全抵抗値の変化の1/3程度となっています。左右の平板を同時に計測することにより、誤差要因が緩和され、左右平板の抵抗差をより正確に評価できることが判ります。なお、左右の平板の抵抗値の差には、前部整流覆いの製作精度からくる固有抵抗の差で、再現性があり、精度確認試験以外ではデータを補正して使用します。

平板を付け替え、交換することにより生じる誤差を評価するため、平板の前部整流覆い以外の部分を左右に組み替えてその抵抗値の差がどのように変化するか



写真3 検力計及び曳航ロッド

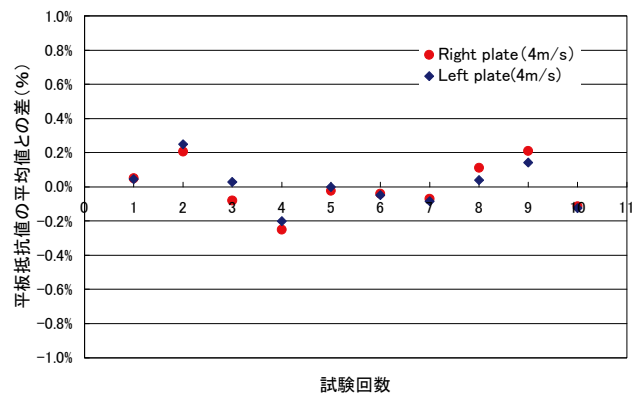


図2 繰り返し試験結果(抵抗値の変化)



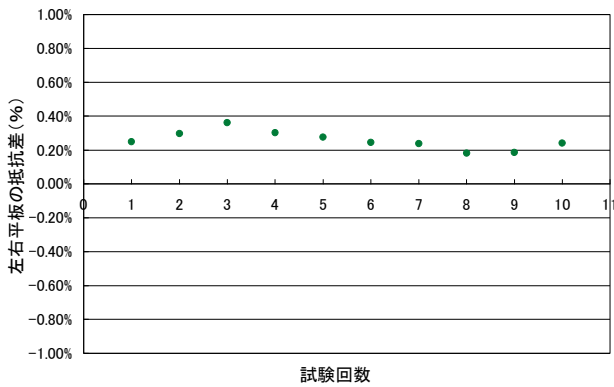


図3 繰り返し試験結果(抵抗差の変化)

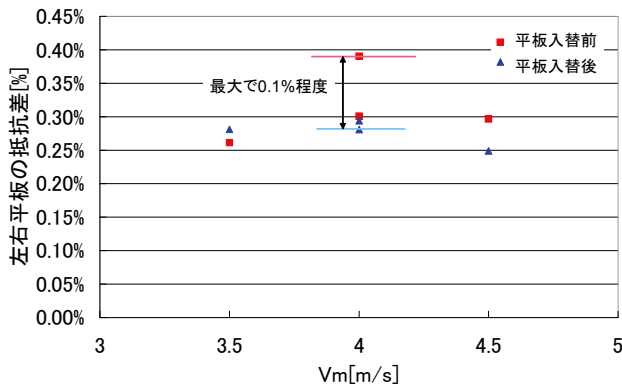


図4 脱着試験結果

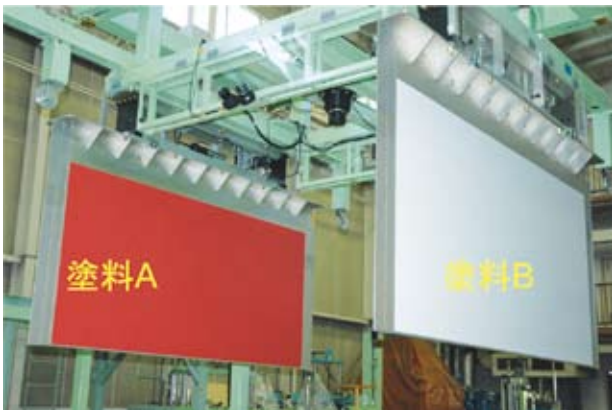


写真4 船舶塗料を塗装した試験用平板

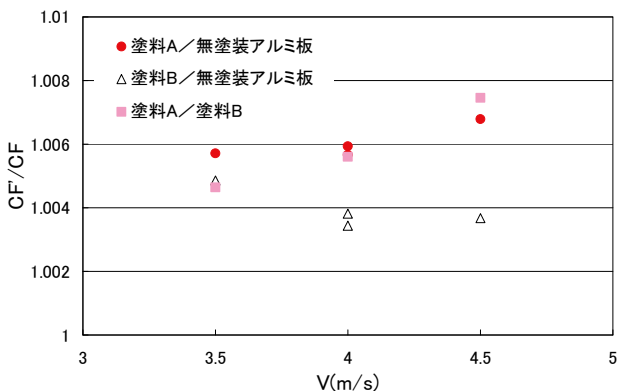


図5 抵抗差の評価(塗料A及び塗料B)

調査しました。その結果を図4に示します。平板の交換及び付け外しによる抵抗値の差の変化は最大で全抵抗値の0.1%程度でした。

### ■船舶用塗料の摩擦抵抗評価

続いて、船用塗料として市販されている2種の塗料(塗料A及び塗料Bとします。)を対象として、抵抗の差を評価しました。供試塗料を塗装した状態の試験用平板の写真写真4に、試験結果を図5に示します。試験結果は、左右の整流覆いの固有抵抗差等を補正したデータです。曳航速度4.0m/sと比較すると、塗料Aが基準板に対して0.6%程度の抵抗増、塗料Bが基準板に対して0.4%弱の抵抗増となりました。また塗料Aと塗料Bの直接の比較では、塗料Aが、塗料Bに対して0.6%弱、抵抗増になっています。本計測装置における繰り返し誤差が4.0m/sにおいて0.18%、平板の付け外しによる誤差が0.1%程度であるので、この程度の微小な大小関係でも傾向はつかめていると考えられます。

### 最後に

高精度摩擦抵抗計測装置の開発により、いままで難しかった塗料等の表面性状の違いによる乱流摩擦抵抗の差を精度良く評価できるようになりました。今後は塗料の種別や表面物性による乱流摩擦抵抗への影響を評価し、乱流摩擦抵抗の小さい塗料の選別や、乱流摩擦抵抗の差の原因の解明、低摩擦抵抗塗料の開発に活用していきたいと考えております。

# スーパーエコシップ(SES)の実績及びその考察 10隻就航、平成22年度内に8隻建造の計画

田村 義正 TAMURA Yoshimasa

独)鉄道・運輸機構 共有建造支援部



共有建造支援部では、環境対策やバリアフリー化などに配慮した船舶の建造を促進するため、事業者到低利・長期資金を供給するとともに、共有船建造にあたっての計画・建造・就航後の各段階での技術支援を行うほか、SES船の建造促進を行っています。  
yos.tamura@mlit.go.jp

## はじめに

鉄道・運輸機構では、平成17年度から地球環境保全、内航海運の活性化等を目的として、環境にやさしく経済的な次世代内航船「スーパーエコシップ」(SES)の建造促進に取り組んでいる。

これまで(平成22年2月現在)、旅客船1隻、貨物船9隻、計10隻のSESが就航し、また今後12隻のSESが建造される計画となっている。徐々に普及が進んでいる状況にあるが、ここではSESの特長と普及の現状について概説する。

## ■SESの特長

### ①省エネ、環境負荷の低減

SESは、電気推進システムを採用しているため、ディーゼル機関にプロペラ軸を直結する在来船よりも機器配置の自由度が高くなり、それに伴い船型の自由度も向上する。船型の自由度の高さを活かして推進効率のよい船型に改良することにより、SESは省エネや環境負荷の低減を実現している。海上試運転の結果では、1990年の在来船に比べて25%の省エネとなる。

### ②船内作業環境の改善

従来の船では、使用する大型の低速ディーゼル機関が振動・騒音の発生要因となる。SESでは小型の中速ディーゼル機関を発電機として使用し、発電機を一定速度で運転するため振動・騒音を抑えることが容易になる。海上試運転においても、騒音が同型の在来船に比べて5~10dB程度低減され、居住区等において乗用車内並みの静粛性を確保できること

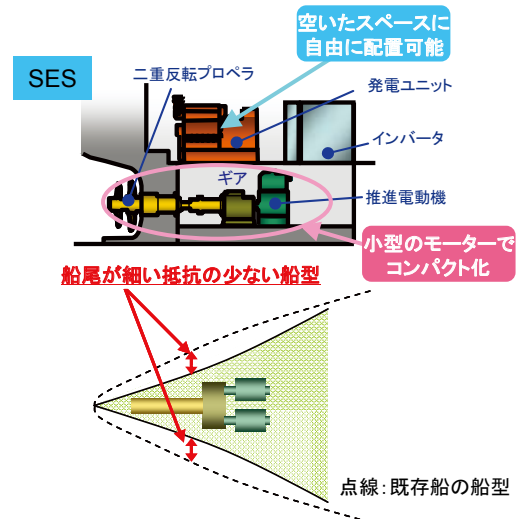


図1 SESの機関室配置例

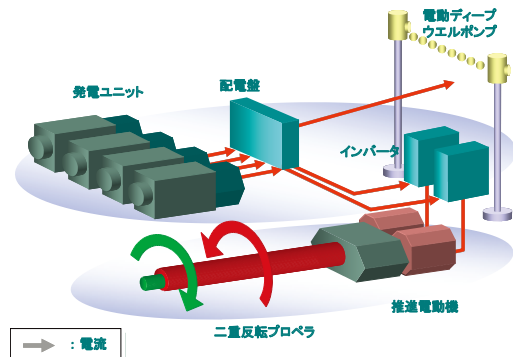


図2 電気推進システム概念図(例: なでしこ丸)

が確認されている。

### ③操作性の向上

インバータ制御された推進用電動機は、必要なトルクを維持したまま回転数を迅速に、かつ、自在に制御できる。そのためSESでは、スムーズな加減速が可能となり、荒天時の速力低下も少なくなる。また、低速時でも高いトルクを発揮できるため、操船性が向上する。

### ④安全・安定運航(システムの多重化)

SESは、複数の発電ユニット及び推進用電動機を搭載しているため、一部に故障が生じた場合でも運航が可能である。海上試運転においても、減軸運転(二重反転プロペラやツインプッドの一方が駆動しな

い状態での運転)を実施し、ある一定の速度を確保して運航できることを確認している。このようにSESでは、システムの多重化が図られており、安全性が格段に向上している。

## ■建造実績

これまでに就航しているSES10隻の概要下表のとおり。

### ①船種の拡大、同型船の建造

SESは、フェリー、貨物船、白油タンカー、ケミカルタンカー、セメント運搬船と多くの船種で建造されており、今後も石炭船やLPG船といった新しい船種のSESが建造される計画がある。このようにSESは様々な船種で建造されている。

新しい船種・船型のSESの建造が進む一方で、同型船の建造も進んでいる。就航船10隻のうち6隻をケミカルタンカーが占めているが、その理由としては電気推進システムでは発電機の電力を、航海時には推進モータに供給し、荷役時には荷役ポンプの駆動モータに供給ができ、電力を有効利用できることから、荷役等により船内で大容量の電力が必要となるケミカルタンカー、セメント運搬船等にSESが適しているためであると考えている。

SES1番船のフェリー「みやじま丸」以来の新たなフェリーの建造計画が昨年に決まったところである。SESの特長のひとつである静粛性は、旅客船にとって大きなメリットとなるため、旅客船での今後の普及を期待している。

### ②推進システムの多様化

SESの推進システムは大別すると、ラインシャフト方式、ポッド方式、タンデムハイブリッド方式の3つに分かれる。それぞれに特徴があり、船型、就航航路等に適したものを選択できる。

#### ・ラインシャフト方式

就航船10隻のうち8隻が、二重反転プロペラを用

いたラインシャフト方式を採用している。

二重反転プロペラの特長は、前後2枚のプロペラが逆方向に回転し、後方のプロペラが前方のプロペラが発生させる回転流を回収することにより、推進効率を改善することができる。同時に、2枚のプロペラにより推進力を分担することができるので、個々のプロペラにかかる荷重を下げることにより、高いプロペラ効率を得ることができる。また、推進力が真後ろに働くこと、インバータの搭載により低速時でも高いトルクを発揮できることから、舵効きも優れている。

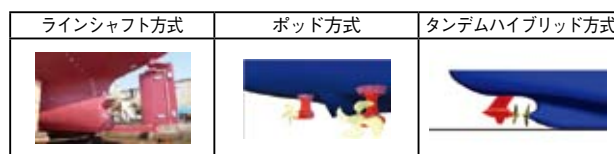
#### ・ポッド方式

ポッド方式は、舵としてポッド自体が回転するため、操船性に優れており、狭い航路を航行する船や離着岸の回数が多き船に適している。

貨物船では狭隘な湾内を航行するセメント運搬船「安鷹」が、この方式を採用し船型をバトックフロー船型とすることにより高い省エネ効果を発揮している。また、旅客船では広島宮島口と宮島を結ぶ「みやじま丸」が本方式を採用しているほか、鹿児島市との共有船として建造され、鹿児島港と桜島港を航行する予定のSESもこの方式を採用する計画である。

#### ・タンデムハイブリッド方式

タンデムハイブリッド方式は、ディーゼル機関直結のプロペラの後方に、電気駆動のポッド推進器を配置することにより、二重反転効果による推進効率の向上を図れるほか、舵としてポッド自体が回転するため、優れた操船性を発揮する。また、ディーゼル機関による大出力が発揮できるため、大型船に適



推進システム

船名	船主	契約造船所/建造造船所	船種	総トン数	推進システム方式	竣工年月
みやじま丸	JR西日本(株)	中谷造船(株)/同左	フェリー	254	ポッド方式	H18.1
新衛丸	新島物産(株)	(株)IHIMU / (株)讃岐造船鉄工所	貨物船	492	ラインシャフト方式	H19.2
第五日光丸	国鵬汽船(有)	(株)IHIMU / 興亜産業(株)	ケミカル	499	ラインシャフト方式	H19.5
なでしこ丸	商運海運(有)	(株)IHIMU / 前畑造船(株)	白油タンカー	749	ラインシャフト方式	H19.11
国朋丸	国華産業(株)	(株)IHIMU / 鈴木造船(株)	ケミカル	1,066	ラインシャフト方式	H20.6
のじぎく	大光船舶(株)	興亜産業(株)/同左	ケミカル	499	ラインシャフト方式	H21.1
安鷹	平安海運(株)	(有)福島造船鉄工所/同左	セメント運搬船	749	ポッド方式	H21.4
第三ほうりん	豊晃海運(有)	興亜産業(株)/同左	ケミカル	499	ラインシャフト方式	H21.5
豊和丸	ショウタンカー(株)	(株)IHIMU / 本瓦造船(株)	ケミカル	499	ラインシャフト方式	H21.10
ろっこう	アスト(株)	興亜産業(株)/同左	ケミカル	499	ラインシャフト方式	H21.12

就航SESの概要





ラインシャフト方式のSES「ろっこう」

用途	ケミカルタンカー
航行区域	沿海区域
航海速力	約 10.5 ノット
総トン数	499 トン
L B D	61.8 m × 10.0 m × 4.5 m
載貨容積	約 1230 m <sup>3</sup>
発電方式	ディーゼル駆動発電機 350 kW × 3
制御方式	インバータ可変速制御装置 × 2
推進方式	推進用電動機 370kW × 2 ラインシャフト二重反転プロペラ × 1
船主	(株) アスト / 鉄道・運輸機構
契約造船所 / 建造造船所	興亜産業 (株)

「ろっこう」の主要目等

している。

現在のところ、総トン数4,500トンや15,000トンといった大型のSESが本方式を採用し、建造される計画である。そのうちの15,000総トンのSESが平成22年4月に進水する予定である。

### ■乗組み制度の見直し

SESの建造促進と平行して、平成16年からSESに関する乗組み制度の見直しについての検討が「次世代内航船に関する乗組み制度検討会」において行われてきた。その結果、平成21年11月より、SESについては、1カ月の実船検証を行い、安全運航上支障がないと判定された場合には、「検証運航」という位置付けで、見直した機関部の配乗（機関部職員1名+補助者1名（部門間兼務可））による運航が認められることとなった。また、平成24年8月以降の取り扱いについては、それまでに蓄積される検証運航の実績を踏まえて結論が出されることとなっている。

### ■就航後のSESについて

平成19年に竣工した「新衛丸」や「第五日光丸」が中間検査を受検する時期を迎えるなど、SESの就航実績が蓄積されてきている。機構においてもSESの船主等にヒアリングを実施し、就航後のSESについてフォローアップに努めている。

SESのメンテナンスに関して、複数の船主から同一の発電機を複数搭載しているため、予備品が共



ポッド方式のSES「安鷹」

用途	セメント運搬船
航行区域	沿海区域
航海速力	約 11.0 ノット
総トン数	749 トン
L B D	74.4 m × 13.8 m × 7.84 m
載貨重量	約 2100 トン
発電方式	ディーゼル駆動発電機 680 kW × 3
推進方式	推進用電動機 745kW × 2 ポッド (CPP) × 2
船主	平安海運 (株) / 鉄道・運輸機構
契約造船所 / 建造造船所	(有) 福島造船鉄工所

「安鷹」の主要目等

有でき、常備しておく予備品を少なくできる、潤滑油の消費が少ないため、コストが削減できるなどといったメリットがあると聞いている。SESの就航後に関する情報については、今後も積極的に情報提供していきたい。

### ■おわりに

今後、12隻のSESの建造が計画されているが、そのうち8隻のSESが平成22年度中に竣工する予定となっている。順次就航していくSESに対して、就航後の支援に尽力していきたいと考えている。

また、機構としては、省エネ、環境負荷低減の効果のほか、船員の労働環境向上にも資する静粛性が極めて優れているなど多くの特長を有するSESを、今後も普及促進を図って行きたいと考えている。普及にあたっては、建造コストもさることながら、ランニングコストの低減が不可欠であるため、コストの明確化と削減にかかる取り組みにも努めていきたい。

内航海運業界は旅客・貨物の輸送量の減少、燃料油の高騰、若年船員の不足等厳しい状況にあるが、今後もSESが建造され、内航海運業界の発展に貢献することを期待している。

# バラエティに富む建造船 新潟発：春夏秋冬

新潟造船株式会社 設計部

今、日本で最もバラエティに富んだ船を建造している造船所、それが新潟造船です。今年は、港湾タグ、ロータタグ、MPV、DSV、アルミ高速艇、ケミカルタンカー、漁船、漁業調査船と8種類の船の建造です。

## ■春：港湾TUGシリーズ

今年の新潟は例年とは異なり、大変な大雪でした。夜が明けると車がすっぽり、雪に隠れる程でした。

信濃川の川面に春風が吹く頃にはこの船も就航している予定です。

港湾タグボートの「いいで丸」を今春引渡し予定で建造中ですが、姉妹船の「あさひ丸」(写真1)の主要目は表1のとおりです。

「いいで丸」は、新潟の港湾にて曳船作業を行います。新潟にはLNG基地もあり、消防設備が完備されています。

## ■夏：ROTOR-TUGシリーズ

欧州で“SHIP OF THE YEAR”を取ったタグボートの姉妹船です。

沿岸、港湾での着岸作業&曳船作業に従事する近代的かつハイパフォーマンスなタグです。

船首に2基、船尾に1基のアジマススラストを装備しているので、前/後/横方向により大きな力を発揮する事が出来ます。

操舵室は360度の視界を確保し、2人で操作可能なようにコクピット式に操作卓(ジョイスティック)が配置され、操縦席はレール上を移動する仕組みになっています。船が前後どちらにも航行出来るように、航海灯具類は、2重に装備されています。

船室の騒音値は60dB(A) 近辺と乗組員に優しく、グリーンパスポート取得等、環境にやさしい船です。

## ■秋：MULTI-PURPOSE ANCHOR HANDLING SUPPLY VESSELシリーズ

本船は、オフショアで操業している石油掘削リグへの機材&物資の供給、アンカーハンドリング、他船消火活動に従事します。そのため、船内に清水、燃料、バルクセメント、リキッドマッドの各タンクがあり、船中央には、300トンブレーキ力のアンカーハンドリングウインチ、船尾には、300トン能力のスタンローラー&シャークジョー&トーイングピン、操舵室上部にはFIFI class 1のfire—monitor(放水銃)



写真1 あさひ丸

全長	31.02 m
幅(型)	8.80 m
深さ(型)	3.50 m
計画喫水(型)	2.60 m
総トン数	157トン
航行区域・資格	沿海、JG第4種、第3種消防設備船、第4種消防設備船、側方警戒船
主推進機関 連続最大出力	中速ディーゼル機関 1323kW×2基
推進装置	Zペラ×2
最大速力	14.53ノット
曳航力(前進)	52.1tf
曳航力(後進)	44.0tf
定員	15名(但し、24時間未満9名を含む)
船主	日本海曳船(株)

表1 姉妹船「あさひ丸」の主要目



写真2 RT ROB (操舵室)

全長	32.17 m
幅(型)	12.00 m
深さ(型)	5.40 m
計画喫水(型)	3.3 m
総トン数	463トン
船級	LRS,100A1,tug.*LMC,UMS
主推進機関 連続最大出力	高速ディーゼル機関 1765kW×3基
推進装置	アジマススラスト×3
最大速力	12.03ノット
曳航力(前進)	84.25tf
曳航力(後進)	82.25tf
定員	8名
船主	Elisabeth Ltd.

表2 「RT ROB」の主要目



写真3 RT ROB (操舵室)

が装備されています。

オフショアでの優れた操船性と安全な船位保持を行う為に、船首にはトンネルスラスト2基、船尾にはトンネルスラスト1基（または2基）とCPP+独立制御された舵2基からなるDPS-2を取得しています。操舵室には、前と後に操船卓があり、360度の視界を確保しています。

また、インベントリリストを装備し、環境に優しい船となっています。

### ■冬:DIVING-SUPPORT-VESSEL

本船は、北海仕様の潜水作業支援船です。主要支援装置として、船体中央にダイビングベル昇降用のムーンプール、上甲板上に100トンクレーン、船内に減圧チャンバー、コンプレッサー及びガスボトルを備えます。

船尾暴露甲板には、他の支援装置を格納したコンテナが設置出来る様に計画しています。（これらの潜水支援装置と100トンクレーンはオランダで搭載されます。）

また、船位保持の為に3種類の測位装置が装備され、DPS-2を取得しています。



写真4 SANKO CROCUS

全長	71.19 m
幅(型)	16.00 m
深さ(型)	6.80 m
計画喫水(型)	4.80 m
総トン数	2465トン
船級	ABS
主推進機関 連続最大出力	中速ディーゼル機関 3500kW×2基
推進装置	CPP ノズルプロペラ×2
最大速力	15.42ノット
曳航力(前進)	124.28tf
定員	35名
船主	三光汽船(株)

表3 「SANKO CROCUS」の主要目



写真5 SANKO CROCUS (作業甲板)



写真6 SANKO COSMOS (CROCUSの姉妹船)





写真7 NOORDHOEK CONSTRUCTOR



写真8 NOORDHOEK CONSTRUCTOR (操舵室)

発電機4台で、FPPアジマススラスト2基とFPPバウススラスト1基、リトラクタブルスラスト1基を制御する電気推進船です。

ほとんどの機器は、引渡し後のメンテナンスを考慮し、欧州製品 (MED 認定品) を採用しています。

居住区騒音値はIMO Noise Level A 468 (X II) 規定の60dB (A) 以下に抑え、振動値はISO/694のVibration Evaluationに適合する等、居住性と作業性を配慮した船です。

### おわりに

海上技術安全研究所殿から面白い船を紹介して欲しいとの依頼があり、その中で今年度建造中の作業船を紹介致しました。

最後に、本船の設計・建造において多大の御指導と御協力を頂きました、船主殿、船主監督殿、各船級協会殿等関係各位に、厚く御礼申し上げます。また、各船が宝船として御活躍される事と、航海の御安全、作業の御安全を御祈り致します。

全長	76.46 m
幅(型)	18.00 m
深さ(型)	6.10 m
計画喫水(型)	5.00 m
総トン数	3578 トン
船級	LRS
主発電機関 連続最大出力	高速ディーゼル機関 1424kW × 2基、968kW × 2基、
推進装置	アジマススラスト × 2
最大速力	11.95 ノット
定員	70名
船主	HANZEVAST SHIPPING B.V.

表4 「NOORDHOEK CONSTRUCTOR」の主要目



# トリマラン型超高速カーフェリー 「ベンチグア・イクスプレス」

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

本連載の最終回としてトリマラン型の超高速カーフェリーを紹介しましょう。

第6回目にステナ・ラインが独自開発した2万総トン、40ノットのガスタービン超高速カーフェリーHSS1500を紹介しましたが、欧州を中心とするフェリー先進国では160隻余りの高速カーフェリーがこの20年余りの間に就航しています。特に短距離航路では、船舶の高速化は社会ニーズとなっており、原油価格が上がった現在においても、その存在価値はあるようです。

超高速カーフェリーとしては、そのパイオニアであるオーストラリアのインキャット社と、そのライバルのオースタル・シップスの両雄が建造する双胴型船が主流になっています。この双胴型高速船のもつ欠点は、非常に大きい復原力に伴う横波中での激しい横揺れだと言われています。一般の単胴船では、復原力の指標とするGMの値が、1mからせいぜい2～3m程度なのに対し、大型双胴船では30～60mもありますので、横揺れ固有周期が短かく、短波長の波の中でぐらぐらと激しく揺れます。この欠点を補うために開発されたのがトリマラン型（三胴）の超高速カーフェリーです。

## トリマランの開発

トリマラン型のアイデア自体はとても古く、動力船の現れるはるか昔から広く使用されてきました。南太平洋のポリネシアでは、大海原を航海する船のスピードをだすために、非常に細長い丸木舟の両側に腕を突き出して、その端に小さなフロートを取り付けたアウトリガー船と呼ばれる船が使われてきました。細長い船体だけでは簡単に転覆してしまうので、アウトリガーによって復原力を増加させて、速くかつ転覆しにくい船を生み出したのです。

このトリマラン船を、現代の船に蘇らそうという試みが10数年前から世界各地でなされました。その最初は、イギリス海軍の建造した実験船「トリトン」(写真1)です。国際海事機関(IMO)のロンドン本部での会議の後、同船が係留されているポーツマスの軍港まで出かけて彼女の姿を見たときは感激したものです。船舶の世界でもイノベーションが確実に進む兆候を彼女の姿の中に見たような気持ちになりました。

## トリマランのメリット

トリマランは、もともとは、前述したように船体を細くして抵抗を削減して高速で走ることができることを基本コンセプトにした船型ですが、現在の進んだ造波抵抗理論を駆使すると、中央船体と2つのサイドハルの造る波を上手に干渉させると、高速域ではたいへん大きくなる造波抵抗を半減させることができることがわかりました。

これがトリマラン開発の大きな原動力となりました。しかし、トリマランにすると水面下に沈む表面積(浸水表面積)が増加して、摩擦抵抗が増加す



写真1 トリトン



写真2 波浪貫通型双胴超高速カーフェリー



写真3 トリマラン型「ベンチグア・イクスプレス」

るといふデメリットがあります。造波抵抗の低下と摩擦抵抗の増加の兼ね合いで、トリマランの抵抗性能面での優劣は変わってくるのです。

またトリマランは表面積が増えるだけでなく、構造自体も複雑になり、船体が重くなる傾向もあります。こうした理由で、実験船まで造ったものの、トリマランのメリットがなかなか顕在化しないといった状況に陥りました。

### 初心にもどる

そうした中で、トリマランのもともとのコンセプトに戻って、その特性を生かす試みが、双胴高速船メーカーであるオースタル・シップスから提案されました。前述した大きすぎる復原力が起因する横波中での激しい横揺れを抑えるには、復原力を自由に換えられるトリマランのメリットが生かせると考えたのです。トリマランでは、サイドハルの大きさと、サイドハルの幅方向の位置を変えることによって、復原力を変えることができます。そこで、オースタルはサイドハルを小さくして浸水表面積を押しさえ、細い中央船体では不足する復原力をサイドハルで補強するというコンセプトで、双胴型超高速カーフェリーの欠点を克服する新しい船型を開発し、「スタビライズド・モノハル」(復原力強化型単胴船)とも呼ばれるトリマラン型超高速カーフェリーの開発に成功したのです。

### ベンチグア・イクスプレスに乗る

驚くことは、海外の造船所の開発から実用化までの期間が驚くほど短いことです。オースタルは短期間にトリマラン型超高速カーフェリーの開発を行い、

第1船として全長127mの大型船を建造しました。

使用されるのは、大西洋に浮かぶスペイン領カナリー諸島。北アフリカの沖合に浮かぶ常夏の火山島で、欧州人のリゾート地として人気の観光地です。この島内航路には、96m級のインキャット製の波浪貫通型超高速カーフェリー3隻(写真2)が既に就航しており、新しい快適な高速海上輸送機関として脚光を浴びていました。この3隻は、重量車両も運べる大型船で、日本のフェリー業界でも導入の可能性のあるタイプなので、6年ほど前に視察調査をしたことがありました。

ここに、ライバルのオースタルが斬新なトリマラン型で殴りこみをかけ、受注に成功しました。こうして登場したのが「ベンチグア・イクスプレス」(写真3～5)です。

3年前に、リスボンで開催された海洋開発関連の国際会議ISOPEに出席した後、カナリー諸島に向かいました。ここでは4隻の超高速カーフェリーが、島内の橋がわりとして、住民およびその10倍もの観光客を運ぶ機能を果たしています。宿泊していたグラン・カナリー島から、双胴型超高速カーフェリーでテネリフェ島に渡り、運航するフレッド・オルセン社本社でヒアリングを行った後、技術担当部長の案内で「ベンチグア・イクスプレス」の調査・乗船をしました。ブリッジでの船長と機関長へのヒアリング、乗客からの話も聞いて、トリマラン型のいろいろな特性を知ることができました。特に同じ会社が、ほぼ同規模の双胴船も運航しており、両方に乗船勤務している船員からのヒアリングはたいへん参考になりました。

### トリマランの特性

船長と機関長から聞いた話をご披露してみましょ



う。まず「トリマランには満足しているものの、第1船でもあり、それにつきものいろいろな初期故障を含めた問題点があった」といいます。それを1つ1つ解決してきており、その経験を次のトリマラン船建造時に生かしたいとのこと。

技術部長は、「カタマランに比べると運動が柔らかくてよいのだが、横揺れには若干の不安があり、次の船ではもう少し復原力を増やして安定性を増したい」と述べました。一方、乗客としての立場からすると、トリマランでは船酔いの問題が大幅に改善をしており、船酔いの問題はトリマランにしたことで解決されているとのことでした。

一方、船長は「抵抗推進、耐航性、操縦性ではトリマランが勝っているが、横波中の運動ではカタマランの方がよい」という評価でした。それは「トリマランでは傾斜がゆっくりと大きくなっていくので、いつ傾斜が止まるのかと不安になる」というものでした。カタマランは多少がたがたと揺れるが安定感があるとのこと、乗客と操船する船員との間で評価は分かれていました。

着岸操船では、バックでの着岸時には、専用の航海機器を使い、3画面のビデオ画面を見ての操船になりますが、とてもやりやすいと言います。最初は、ウイングなしのブリッジに不安感があったが、使ってみると非常に使いやすく、船尾の船員からの岸壁までの距離の報告もいらぬとのこと。

このトリマランの限界海象について聞いてみると、回航時に、インド洋で最大8mの波に遭遇したが、船体には全く問題がなく、船首の開口部からの海水打ち込みもなかったとのこと。ただ一部の航海用器具が破損したので、ケープタウンで修理をして、回航を続けたそうです。

機関長は、双胴に比べると、トリマランでは中央船体の幅が十分あるためエンジンルームに余裕があってメンテナンスがしやすいと絶賛していました。

## トリマランの今後

オースタルでは、この3月に2隻目のトリマラン型超高速カーフェリーとして102mの船を完成させており、さらに米海軍向けに2隻を建造しています。

またトリマランには、こうした高速船だけでなく、風の中でのドリフトの大きい自動車運搬船（PCC）



写真4 コンパクトなブリッジ



写真5 広々として快適な船内

などでも有効なことが筆者の研究室で確認しており、いろいろな船種、速度域での可能性が秘められているような気がします。

ケーブル ヤマブキ  
**CAPE YAMABUKI**  
Bulk Carrier ばら積運搬船



Builder 建造所	株式会社川崎造船				
Owner 船主	TLC CALAMUS CO., LTD.				
Operator 運航者					
国籍	日本	船番	1633		
Keel laid 起工年月日	2009.5.12				
Launched 進水年月日	2009.10.30				
Delivered 竣工年月日	2010.2.26				
Class 船級等	NK				
Nav. Area 航行区域	Ocean Going				
L <sub>oa</sub> 全長 m	292				
L <sub>pp</sub> 垂線間長 m	288				
Breadth 型幅 m	45				
Depth 型深 m	24.7				
Draft (d <sub>max</sub> (design)) 満載喫水 (計画) m	16.5				
Draft (d <sub>ext</sub> ) 満載喫水 (夏期) m	18.225				
GT 総トン数(国際) T	92,977				
NT 純トン数 T	60,863	Deadweight 載貨重量 (計画) t	161,574	Deadweight 載貨重量 (夏期) t	182,534
Cargo Hold Capacity (Grain) 貨物艙容積 (グレーン) m <sup>3</sup>	203,236	Fuel Oil Tank 燃料油槽 m <sup>3</sup>	4,700	Fresh Water Tank 清水槽 (含む、飲料水) m <sup>3</sup>	513
Max. Trial Speed 試運転最大速力 kn		Sea Speed 航海速力 kn	約 15.3	Endurance 航続距離 SM	約 22,700
Fuel Consumption 燃料消費量 t/day		Main Engine 主機関 メーカー形式×基数	川崎-MAN B&W 6S70MC-C × 1 基		
Output (M.C.R.) 出力 (連続最大) kW × min <sup>-1</sup>	17,780 kW × 87 rpm	Output (N.O.R.) 出力 (常用) kW × min <sup>-1</sup>	15,110 kW × 約 82 rpm		
Propeller プロペラ 翼数×軸数	5 × 1	(CPP etc) プロペラの種類		Main Aux. Boiler 主補缶 形式×台数	Composite type Aux. Boiler × 1
Electric Generator 発電機	Engine 原動機 (メーカー形式×出力×台数)		DAIHATSU, 660kW × 900rpm × 3 台		
	Generator 発電機 (メーカー形式×出力×台数)		NISHISHIBA, 600kW × AC450V × 3 台		
Type of Ship 船型	Flush decker		Officer & Crew No. 乗組員数		28
Same Ship 同型船	CAPE CANARY (1634 番船)				
特記事項	<p>1) 本船は、フランスのダンケルク港に入港可能な最大船型として、当社が新規開発した最新鋭のばら積み運搬船です。</p> <p>2) ばら積み運搬船の船体強度に関する新規規則 (共通構造規則: CSR) を適用し、安全性の高い船としています。</p> <p>3) 省燃費型ディーゼル主機関および高効率タイプのプロペラ、さらに当社で開発したコントラフィン付セマダクトおよび川崎フィン付ラダーバルブなど最新の技術を採用し、推進性能を向上させることにより燃料消費量を低減させています。</p> <p>4) 燃料油タンクの二重船殻構造化および甲板機器の電動化を採用することにより、万一の際の海洋汚染防止対策を施しています。</p> <p>5) パラスタングの腐食防止対策として定められた新塗装基準 (PSPC) を適用し、塗装の高品質化を達成しています。</p>				

グローバル スター  
**GLOBAL STAR**  
Bulk Carrier ばら積運搬船



Builder 建造所	株式会社サノヤス・ヒノ明昌 水島製造所				
Owner 船主					
Operator 運航者					
国籍	PANAMA	船番	1281		
Keel laid 起工年月日	2009.5.28				
Launched 進水年月日	2009.11.5				
Delivered 竣工年月日	2010.1.20				
Class 船級等	NK				
Nav. Area 航行区域	Ocean Going				
L <sub>oa</sub> 全長 m	229.00				
L <sub>pp</sub> 垂線間長 m	223.00				
Breadth 型幅 m	32.24				
Depth 型深 m	20.20				
Draft (d <sub>max</sub> (design)) 満載喫水 (計画) m					
Draft (d <sub>ext</sub> ) 満載喫水 (夏期) m	14.555				
GT 総トン数(国際) T	44,146				
NT 純トン数 T	27,058	Deadweight 載貨重量 (計画) t		Deadweight 載貨重量 (夏期) t	83,601
Cargo Hold Capacity (Grain) 貨物艙容積 (グレーン) m <sup>3</sup>	96,152	Fuel Oil Tank 燃料油槽 m <sup>3</sup>	2,908	Fresh Water Tank 清水槽 (含む、飲料水) m <sup>3</sup>	374
Max. Trial Speed 試運転最大速力 kn	16.18	Sea Speed 航海速力 kn	14.0	Endurance 航続距離 SM	20,000
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 6S60MC-C × 1		
Output (M.C.R.) 出力 (連続最大) kW × min <sup>-1</sup>	10,740 × 95.0	Output (N.O.R.) 出力 (常用) kW × min <sup>-1</sup>	9,130 × 90.0		
Propeller プロペラ 翼数×軸数	4 × 1	(CPP etc) プロペラの種類		Main Aux. Boiler 主補缶 形式×台数	Composite type × 1
Electric Generator 発電機	Engine 原動機 (メーカー形式×出力×台数)		DAIHATSU DIESEL 5DK-20 480kw × 3		
	Generator 発電機 (メーカー形式×出力×台数)		TAIYO ELECTRIC FE 541C-8 440kw × 3		
Type of Ship 船型	Flush decker with F'cle		Officer & Crew No. 乗組員数		25
Same Ship 同型船	S.No.1265 "NORD DESTINY"				
特記事項	<p>83型サノヤスバナムックスバルカーの第12隻目。</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> <p>2010年8月以降竣工に適用される燃料タンク防護規則の先取り、パラスタングへのタールフリー塗料の採用、発生源別ビルジ処理等、環境対策仕様を採用しております。</p>				



エターナル ブリス  
**ETERNAL BLISS**  
Bulk Carrier ばら積運搬船

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			
Operator 運航者			
国籍	シンガポール	船番	SNO.1447
Keel laid 起工年月日	2009.10.7		
Launched 進水年月日	2009.11.25		
Delivered 竣工年月日	2010.1.15		
Class 船級等	NK		
Nav. Area 航行区域	Ocean Going		
L <sub>oa</sub> 全長 m	228.99		
L <sub>pp</sub> 垂線間長 m	222.00		
Breadth 型幅 m	32.26		
Depth 型深 m	20.05		
Draft (d <sub>mid</sub> (design)) 満載喫水 (計画) m	12.2		
Draft (d <sub>ext</sub> ) 満載喫水 (夏期) m			
GT 総トン数(国際) T	43,024		
NT 純トン数 T	27,239	Deadweight 載貨重量 (計画) t	
		Deadweight 載貨重量 (夏期) t	82,071
Cargo Hold Capacity (Grain) 貨物艙容積 (グレーン) m <sup>3</sup>	97,294	Fuel Oil Tank 燃料油槽 m <sup>3</sup>	2,943
		Fresh Water Tank 清水槽 (含む、飲料水) m <sup>3</sup>	468
Max. Trial Speed 試運転最大速度 kn		Sea Speed 航海速度 kn	14.5
		Endurance 航続距離 SM	25,300
Fuel Consumption 燃料消費量 t/day		Main Engine 主機関 メーカー形式×基数	MAN B&W 6S60MC-C × 1set
Output (M.C.R.) 出力 (連続最大) kW × min <sup>-1</sup>	9,710 × 97.4	Output (N.O.R.) 出力(常用) kW × min <sup>-1</sup>	8,250 × 92.3
Propeller プロペラ 翼数×軸数	1set	(CPP etc) プロペラの種類	FPP
		Main Aux. Boiler 主補汽缶 形式×台数	Vertical Composite × 1set
Electric Generator 発電機	Engine 原動機(メーカー形式×出力×台数)	440kW × 3sets	
	Generator 発電機(メーカー形式×出力×台数)	400kW × 3sets	
Type of Ship 船型	Flush Deck Type with F'cle	Officer & Crew No. 乗組員数	28
Same Ship 同型船	LILY ATLANTIC		
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ある。 "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た。		



ノンナ ウリア  
**NONNA ULIA**  
Bulk Carrier ばら積運搬船

Builder 建造所	三井造船株式会社 玉野事業所		
Owner 船主			
Operator 運航者			
国籍	Panama	船番	S1721
Keel laid 起工年月日			
Launched 進水年月日			
Delivered 竣工年月日	2010.1.7		
Class 船級等	NK		
Nav. Area 航行区域			
L <sub>oa</sub> 全長 m	189.99		
L <sub>pp</sub> 垂線間長 m	182.00		
Breadth 型幅 m	32.26		
Depth 型深 m	17.90		
Draft (d <sub>mid</sub> (design)) 満載喫水 (計画) m			
Draft (d <sub>ext</sub> ) 満載喫水 (夏期) m			
GT 総トン数(国際) T	31,232		
NT 純トン数 T	18,516	Deadweight 載貨重量 (計画) t	
		Deadweight 載貨重量 (夏期) t	55,667
Cargo Hold Capacity (Grain) 貨物艙容積 (グレーン) m <sup>3</sup>		Fuel Oil Tank 燃料油槽 m <sup>3</sup>	
		Fresh Water Tank 清水槽 (含む、飲料水) m <sup>3</sup>	
Max. Trial Speed 試運転最大速度 kn		Sea Speed 航海速度 kn	14.5
		Endurance 航続距離 SM	
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 set
Output (M.C.R.) 出力 (連続最大) kW × min <sup>-1</sup>	9,480 × 127	Output (N.O.R.) 出力(常用) kW × min <sup>-1</sup>	
Propeller プロペラ 翼数×軸数		(CPP etc) プロペラの種類	
		Main Aux. Boiler 主補汽缶 形式×台数	
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)		
Type of Ship 船型	Flush deck type with F'cle	Officer & Crew No. 乗組員数	25
Same Ship 同型船			
特記事項	<ol style="list-style-type: none"> <li>5つの貨物艙を持ち、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。</li> <li>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/巾ともこのクラスでは、最大級である。貨物艙は、長尺パイプを余裕を持って積載できる様、十分な長さ有している。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。</li> <li>IACSのUR 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。</li> <li>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。</li> </ol>		





イーグル エクスプレス  
**EAGLE EXPRESS**  
 Product tanker プロダクトタンカー



Builder 建造所	株式会社 新来島どっく		
Owner 船主	VENUS OCEAN NAVIGATION S.A.		
Operator 運航者			
国籍	PANAMA	船番	SNO.5555
Keel laid 起工年月日	2009.5.27		
Launched 進水年月日	2009.9.25		
Delivered 竣工年月日	2010.1.29		
Class 船級等	NK NS* (Tanker, Oils-Flashpoint on and below 60°C) (ESP) MNS*, MC		
Nav. Area 航行区域	Ocean Going		
L <sub>oa</sub> 全長 m	179.88		
L <sub>pp</sub> 垂線間長 m	172.00		
Breadth 型幅 m	32.20		
Depth 型深 m	18.70		
Draft (d <sub>max</sub> (design)) 満載喫水 (計画) m			
Draft (dext) 満載喫水 (夏期) m	12.102		
GT 総トン数(国際) T	28,051		
NT 純トン数 T	11,804	Deadweight 載貨重量 (計画) t	Deadweight 載貨重量 (夏期) t 45,902
Cargo Hold Capacity (Grain) 貨物艙容積 (グレーン) m <sup>3</sup>	53,790	Fuel Oil Tank 燃料油槽 m <sup>3</sup>	1,850 Fresh Water Tank 清水槽 (含む、飲料水) m <sup>3</sup> 332
Max. Trial Speed 試運転最大速力 kn	16.95	Sea Speed 航海速力 kn	Endurance 航続距離 SM 17,800
Fuel Consumption 燃料消費量 t/day	33.10	Main Engine 主機関 メーカー形式×基数	6UEC60LA × 1 set
Output (M.C.R.) 出力 (連続最大) kW × min <sup>-1</sup>	9,267 × 110	Output (N.O.R.) 出力 (常用) kW × min <sup>-1</sup>	7877 × 104
Propeller プロペラ 翼数×軸数	4 blades × 1 set	(CPP etc) プロペラの種類	FPP Main Aux. Boiler 主補汽缶 形式×台数 Vertical cylindrical water tube × 1
Electric Generator 発電機	Engine 原動機 (メーカー形式×出力×台数)	6N21AL-UV × 800 kW × 3	
	Generator 発電機 (メーカー形式×出力×台数)	Brushless × 720 kW × 3	
Type of Ship 船型	Flush Decker	Officer & Crew No. 乗組員数	25
Same Ship 同型船	many vessels		
特記事項	本船は14のカーゴタンクと、2つのスロップタンク及び1つの残留物タンクを持っており、環境にも配慮したタンク構成となっている。カーゴタンク内の隔壁は縦コルゲート形状とツツールにて構成されていることと、ストリップポンプとカーゴダクターの採用により、荷揚げ時のカーゴタンクの残量が少なく、カーゴタンクを洗浄する場合も洗浄しやすいタンクを実現している。また、カーゴポンプは全て電動とし、迅速な荷役を可能とするともに乗組員の作業軽減を実現している。		

アクアマリン  
**AQUAMARINE**  
 AHTSV アンカーハンドリングタグサブライベッセル



Builder 建造所	ユニバーサル造船(株) 京浜事業所		
Owner 船主	OFFSHORE GOLD SHIPPING PTE LTD		
Operator 運航者	CH. OFFSHORE Ltd.		
国籍	Singapore	船番	0048
Keel laid 起工年月日	2008.9.3		
Launched 進水年月日	2009.8.3		
Delivered 竣工年月日	2009.11.30		
Class 船級等	ABS		
Nav. Area 航行区域	Ocean Going		
L <sub>oa</sub> 全長 m	68.00		
L <sub>pp</sub> 垂線間長 m	60.00		
Breadth 型幅 m	16.40		
Depth 型深 m	7.20		
Draft (d <sub>max</sub> (design)) 満載喫水 (計画) m	5.2		
Draft (dext) 満載喫水 (夏期) m	6.000		
GT 総トン数(国際) T	2,428		
NT 純トン数 T	799	Deadweight 載貨重量 (計画) t	1,663.30 Deadweight 載貨重量 (夏期) t 2,461.80
Cargo Hold Capacity (Grain) 貨物艙容積 (グレーン) m <sup>3</sup>		Fuel Oil Tank 燃料油槽 m <sup>3</sup>	990 Fresh Water Tank 清水槽 (含む、飲料水) m <sup>3</sup> 531.0
Max. Trial Speed 試運転最大速力 kn	14.60	Sea Speed 航海速力 kn	13.9 Endurance 航続距離 SM
Fuel Consumption 燃料消費量 t/day	39.96 t/day @ MCO	Main Engine 主機関 メーカー形式×基数	Wartsila 9L32 × 2基
Output (M.C.R.) 出力 (連続最大) kW × min <sup>-1</sup>	4,500 kW × 750 min <sup>-1</sup>	Output (N.O.R.) 出力 (常用) kW × min <sup>-1</sup>	
Propeller プロペラ 翼数×軸数	4-Blade × 2	(CPP etc) プロペラの種類	CPP Main Aux. Boiler 主補汽缶 形式×台数 非装備
Electric Generator 発電機	Engine 原動機 (メーカー形式×出力×台数)	Catapillar 3406TA × 344.5kW × 2台	
	Generator 発電機 (メーカー形式×出力×台数)	ディーゼル発電機 : Catapillar SR4, 450 Frame × 320kW × 2台 軸発電機 : AVK DSG 86 M1-4W × 1,800kW × 2台	
Type of Ship 船型	船首楼付き平甲板船	Officer & Crew No. 乗組員数	18 Passengers 旅客数 12
Same Ship 同型船	0023/0024/0027/0028/0037/0038/0049		
特記事項	アンカーハンドリング機能、タグ機能 (ボラードブルカ:150 トン)、サブライ機能 (バルクタンク、マッドタンク、ドリリングウォータータンク、清水タンク、燃料タンク等を装備。貨物搭載用の広い甲板面積)、他船消火機能 (FiFi-1)、位置保持機能 (DPS-2)、UMASによる集中監視・制御機能		

まさき		港湾業務艇	
Builder 建造所	石田造船建設株式会社		
Owner 船主	国土交通省 中部地方整備局		
Operator 運航者			
国籍	日本	船番	S.NO 804
Keel laid 起工年月日	2009.11.24		
Launched 進水年月日	2010.2.22		
Delivered 竣工年月日	2010.3.8		
Class 船級等	JCI		
Nav. Area 航行区域	限定沿海		
L <sub>oa</sub> 全長 m	17.330		
L <sub>wp</sub> 垂線間長 m	15.830		
Breadth 型幅 m	4.150		
Depth 型深 m	2.19		
Draft (d <sub>mid</sub> (design)) 満載喫水 (計画) m	0.75		
Draft (d <sub>ext</sub> ) 満載喫水 (夏期) m			
JG 総トン数 (JG) T	19		
NT 純トン数 T			
Deadweight 載貨重量 (計画) t			Deadweight 載貨重量 (夏期) t
Car & Truck No. 車輛搭載台数			Fresh Water Tank 清水槽 (含む、飲料水) m <sup>3</sup>
Max. Trial Speed 試運転最大速度 kn	28	Sea Speed 航海速度 kn	25
Fuel Consumption 燃料消費量 t/day	75 ℓ /h	Main Engine 主機関 メーカー形式×基数	コマツディーゼル (株) 6M125AP-3×2基 421KW(570PS)×2229RPM
Output (M.C.R.) 出力 (連続最大) kW×min <sup>-1</sup>			Output (N.O.R.) 出力 (常用) kW×min <sup>-1</sup>
Propeller プロペラ 翼数×軸数	3×2	(CPP etc) プロペラの種類	固定ピッチプロペラ
Electric Generator 発電機	Engine 原動機 (メーカー形式×出力×台数)	Main Aux. Boiler 主補汽缶 形式×台数	
	Generator 発電機 (メーカー形式×出力×台数)	ノーザンライツ M844LK 3×1基	
Type of Ship 船型	F R P 製、ディーブV 船型	Officer & Crew No. 乗組員数	2
Same Ship 同型船	Route 航路		Passengers 旅客数
	16		
特記事項	※特記事項: 中部地方整備局より受注した港湾業務艇である。 清水港湾事務所に配属され監督測量船として使用される。 平水区域では旅客定員26名とし多機能に使用することを目的に建造した		



お知らせ

人事異動情報 (平成 22 年 4 月 1 日付)

発令事項	氏名	現職
退職 (3月31日付) (運輸安全委員会事務局次席船舶事故調査官)	金子 栄喜	企画部経営計画主管 (企画部企画課長、支出・業務点検プロジェクトチーム併任)
企画部経営計画主管 (企画部企画課長、支出・業務点検プロジェクトチーム併任)	石原 彰	国土交通省海事局付
退職 (3月31日付) (国土交通省海事局総務課技術企画官)	吉田 稔	動力システム系長 (企画部研究連携主管、企画部産業連携センター長併任)
動力システム系長 (企画部研究連携主管、企画部産業連携センター長併任)	岩本 泉	国土交通省海事局付
辞職 (3月31日付) (国土交通省海事局付)	吉田 正彦	温室効果ガス対策プロジェクトチームチームリーダー
温室効果ガス対策プロジェクトチームチームリーダー (企画部研究連携主管併任)	吉元 博文	国土交通省海事局総務課技術企画官
企画部研究連携副主管 (動力システム系次世代動力システムセンター、企画部国際連携センター併任)	金子 純蔵	日本貿易振興機構シンガポールセンター所員
流体設計系推進・氷海性能研究グループ長	平田 信行	流体設計系推進性能研究グループ長
退職	泉山 耕	流体性能評価系氷海技術研究グループ長

公開情報について

平成 20 年度分から業務実績報告書の印刷・配布はやめております。ホームページをご覧ください。  
[http://www.nmri.go.jp/new-main/kokaijoho\\_j.html](http://www.nmri.go.jp/new-main/kokaijoho_j.html)

# SEA JAPAN 2010に出展、特別セミナー開催

## ブースで実海域再現水槽、目視認識支援装置を紹介

当所は4月21日～23日開催の国際海事展「SEA JAPAN 2010」に出展し、23日午後には特別セミナーで最新の研究成果を発表します。出展ブースでは、平成22年度完成の実海域再現水槽の紹介ビデオを放映し、目視認識支援装置の操作を実演するほか、研究成果のパネル展示を行います。特別セミナーは、特設セミナー会場Bで午後1時から開催します。

ブースへの出展：ブース番号 K-28

出展物：実海域再現水槽の紹介ビデオ放映、目視認識支援装置の実演、研究成果のパネル展示

### 特別セミナーのプログラム

4月23日(金) 特設セミナー会場B

13:00～13:10	理事長挨拶	井上四郎
13:10～13:45	空気潤滑実用化第1船の省エネ効果	日夏宗彦
13:45～14:20	目視認識支援装置の開発	疋田賢次郎
14:30～15:05	海洋開発新時代－FLNG、FOWT、SMSP等の開発展望－	加藤俊司
15:05～15:40	最適構造設計のために－波浪荷重評価ツールNMRIWの開発－	小川剛孝
15:40～16:15	ぎょう鉄プログラムを現場適用－工数大幅削減－	松尾宏平

事前登録制、無料

申し込み先

<http://www.seajapan.ne.jp/jpn/special/index.html>

## 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-Winter 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

新宿区 村瀬様 大田区 常松様 世田谷区 狩野様 佐世保市 中本様  
唐津市 吉原様 五條市 桂川様 八王子市 佐藤様  
福岡市 向井様 北九州市 堤様 加古川市 山本様

## 海技研ニュース「船と海のサイエンス」2010－Spring

発行日：2010年4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。