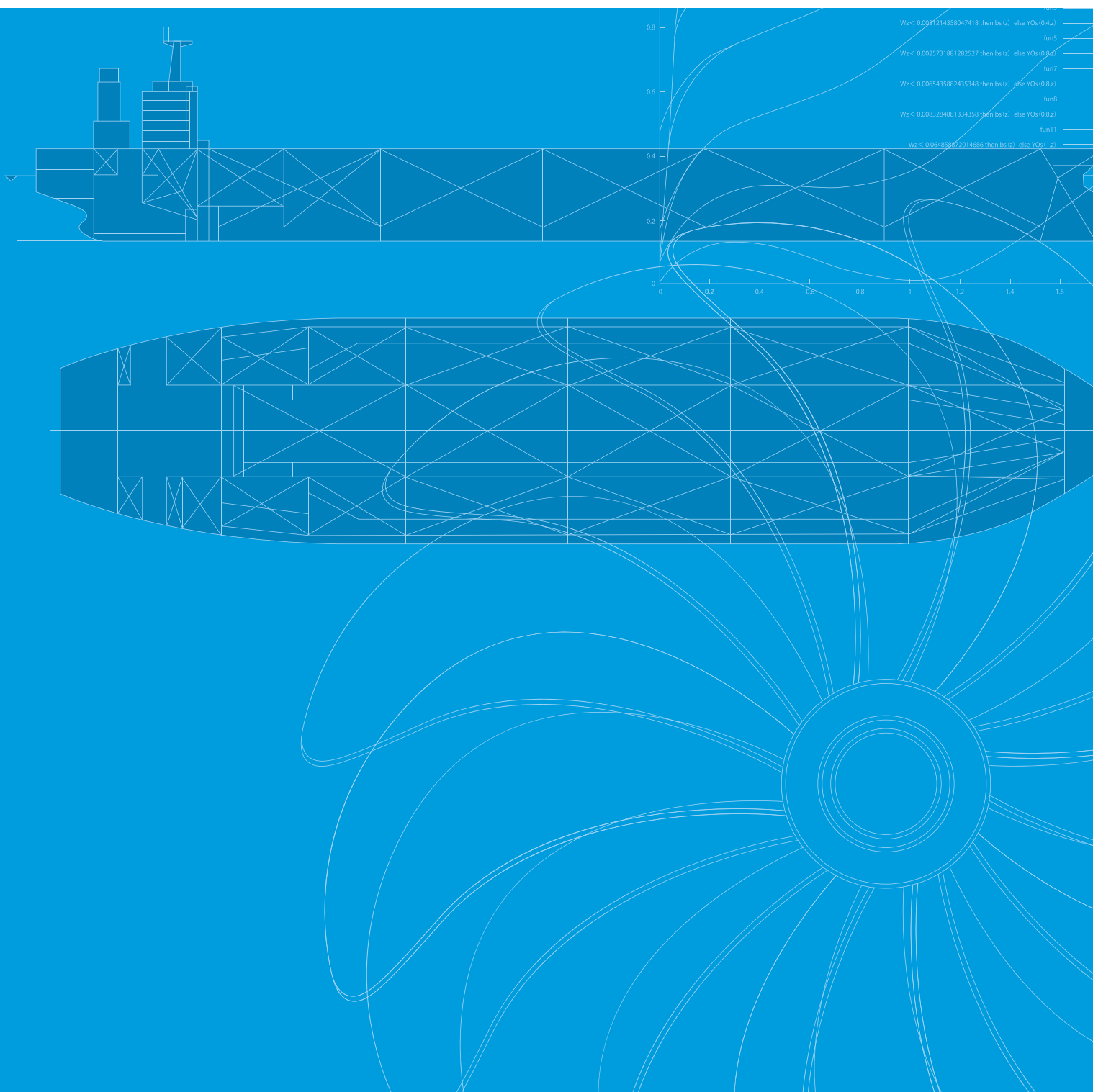


造船の最先端を見つめる技術情報誌

# SRC NEWS

Shipbuilding Research Centre of Japan

No.115  
DEC. 2024



## CONTENTS



4 隻目の双胴型高速船「はばたき」が就航  
— 鳥羽市営定期船 離島航路 —

3



トンガ王国訪問紀

5



2024年度JICA  
「海事行政における検査能力強化を通じた船舶安全の確保」研修コース  
— 「Strengthening Surveys and Inspections for Ship Safety」 —

7



2024年度東京MOU  
「ポートステートコントロール検査官一般研修 (GTC12)」の実施支援

9



スーパーコンピュータ「富岳」を用いた数値曳航水槽の実現 (その1)

10

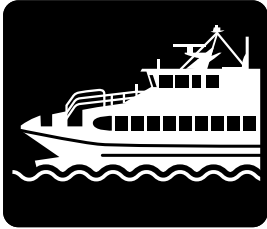


国際試験水槽会議 (ITTC) 総会 in タスマニア参加報告

12



当センターは東日本大震災復興キャンペーンを応援しています。



# 4隻目の双胴型高速船「はばたき」が就航 — 鳥羽市営定期船 離島航路 —



©Pokemon. ©Nintendo/Creatures Inc./GAME FREAK inc.

「はばたき」の外装にデザインされているのは、みえ応援ポケモンの「ミジュマル」

## 1. はじめに

鳥羽市には、答志島・神島・菅島・坂手島という四つの有人離島があり、約2,944人（令和4年2月末現在、鳥羽市資料）の人々が生活しています。本土（鳥羽マリナーターミナル）と各離島間には5航路が設定されており、「しおさい」・「かがやき」・「きらめき」・「第28鳥羽丸」・「第25鳥羽丸」と「第27鳥羽丸」（予備船）の6隻の市営定期船が就航して、島民の足として、また海洋観光都市「鳥羽市」の一層の飛躍発展に寄与してきました。

鳥羽市は、所有する定期船のうち「第25鳥羽丸」の老朽化が進んでいたことから代船建造することとなり、令和5年、アルミ合金製双胴型旅客船の建造実績を有する造船所を対象に入札を行いました。その結果、広島県尾道市にあるツネイシクラフト&ファシリティーズ株式会社が落札して建造が進められました。新定期船の船名は、公募して審査をした結果、「はばたき」に決定しました。市営定期船の「しおさい」・「かがやき」及び「きらめき」については、それぞれSRC News No.98、81及び76で紹介したところではありますが、当センターは鳥羽市からの委託により「はばたき」（以下、「本船」という。）の基本設計と建造監理業務を実施しましたので、本船の概要を紹介します。

## 2. 建造工程

起工年月日	令和5年10月12日
進水年月日	令和6年6月24日
就航年月日	令和6年8月26日

## 3. 船舶の概要

### (1) 主要目等

船質	アルミ合金製	航行区域	平水区域
全長	25.00m	登録長	24.36m
型幅	6.70m	型深さ	2.30m
計画満載喫水	1.15m	総トン数	76トン
航海速力	22ノット	最大速力	26ノット
最大搭載人員204名（船員4名、旅客200名）			

### (2) 船体部主要機器

操舵機	2台	係船用ウインチ	1台
キャプスタン	2台	ランプドアー	2式
減揺装置	2式	汚物処理装置	1組
冷暖房装置	1式	救命・消防設備	各1式
デフロスター	1式	バリアフリー設備	1式
運航情報提供装置4台（客室用2台、暴露部2台）			

### (3) 機関部主要機器

操舵室制御盤	1式
機関室警報操作盤	1式
主機関（610kW×1,880min <sup>-1</sup> ）	2基
減速逆転機（Vドライブ方式）	2基
1号発電用機関（45.6kW1,800min <sup>-1</sup> ）	1基
2号発電用機関（36.8kW1,800min <sup>-1</sup> ）	1基
プロペラ（スキュー付固定ピッチプロペラ）	2基
機動通風装置（可逆式、1.5kW、0.4kW）	各1台

#### (4) 電気部主要機器

1号発電機 (50kVA)	1基
2号発電機 (30kVA)	1基
変圧器 (乾式自冷防滴型、7.5kVA)	1台
主配電盤 (アルミ製防滴デッドフロント型)	1台
陸上電源受電座 (AC220V、3φ、75A)	1台
操舵室制御盤 (コンソール型)	1式
火災警報装置	1式
探照灯 (キセノンランプ式、150W)	1台
投光器 (LED灯)	5台
船内指令装置 (電子ホーン接続式)	1式
予備船内指令装置	1式
レーダー	1台
レーダーセンサー	1台
GPSプロッタ魚探	1式
船首方位伝達装置	1式
風向風速計	1式
ワイパー (扇型)	3台
共電式電話装置	1式
応信信号装置	1式
国際VHFトランシーバ	1式
監視カメラ装置 (機関室2台、上甲板船尾1台)	3台
監視カメラモニター (操舵室)	1台
運航情報ディスプレイ	3台



客室

## 4. 本船の特徴

### (1) 減揺対策

市営定期船の就航航路は、太平洋に面した伊勢湾出口に位置することから、うねりの影響を受けやすい特徴があります。これまで建造された双胴型高速船においても、利用者からピッチング及びローリングに対する減揺対策が強く求められてきました。

「きらめき」、「かがやき」及び「しおさい」に装備した減揺装置は、実海域で十分な効果が発揮されていたことから本船にも採用しました。

本装置は、船尾に可動式トリムタブ1対を設置し、電子ジャ



減揺装置 (トリムタブ)

イロ、CPU、傾斜センサー及び油圧ポンプ2台等を装備して、メーカー提供のソフトウェアによるデジタル制御を行い、海象状況にマッチした最適トリムタブ角度を設定することが可能となっています。

### (2) 速力の確保

本船は、就航中の双胴型市営定期船のうち「しおさい」に類似した主要目を有しますが、大きな相違点等は以下のとおりです。

- ①旅客定員増とそれに伴う艦装重量の増加→排水量増加
- ②船体構造上の相違による船体重量の増加→排水量増加
- ③航海速力のアップ (17ノット→22ノット)
- ④係船設備は従来通りであり、船を長くすることは出来ない。

このような厳しい設計条件のもとで航海速力22ノットを確保するため、船体重量軽減に努めると共に、造船所の積極的な協力を得てテフロン軸受を採用し、伝達効率の向上を図ることにしました。本船に採用されたFFB (Friction - Free Bearing) は、①スリーブ摩耗の軽減、②軸受取替の延命、③軸受焼付リスクの低減、④静音性、⑤燃費軽減という優れた特長を有するものです。

本船はFFBの採用等により、航海速力を確保すると共に燃費向上を図ることができました。

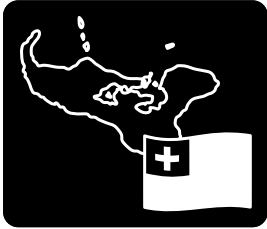


バリアフリートイレ

## 5. おわりに

本船の基本設計及び建造監理業務を進めるにあたり、積極的なご支援とご高配を賜りました鳥羽市殿、鳥羽市定期船課の方々に対し厚くお礼申し上げます。

また、建造に当たられたツネイシクラフト&ファシリティーズ株式会社殿が、豊富な経験に基づき誠意をもって尽力されたことを付記します。  
(海洋技術部 太田 悟)



# トンガ王国訪問紀

## 1. はじめに

日本の政府開発援助（ODA）としてトンガ王国向けに日本で建造されたタグボート1隻が供与され、一般財団法人日本国際協力システム（JICS）殿から弊センターが受託した建造監理業務の一環としてトンガ王国の首都ヌクアロファで行われたタグボートの引渡し前検査、引渡し、トレーニングに立ち会うために本年7月に渡航する機会を得ました。トンガ王国はあまり馴染みのない国だと思いますので、この機会にトンガ王国訪問時に見聞したことをご紹介いたします。

## 2. トンガ王国

トンガ王国は、南太平洋の南回帰線のすぐ北に浮かぶ大小170余りの島々が4つの諸島を構成する、太平洋では唯一の王国です。日本とは親密な関係にあるそうです。2022年1月に大規模な火山の噴火があり津波が発生したニュースが日本でも流れたので耳にされた方もあるでしょう。



海岸通りの風景

総人口は約107,000人で、そのうち74%が首都ヌクアロファのあるトンガタブ島に住んでいるとのこと。街は穏やかで緑に溢れています。日本の中古車が非常に多く走っている道路は左側通行なので違和感がありません。

街の中心部には洒落たレストランもあり、海外の人達の姿も多くて賑わっていました。

日本の援助で建設された施設も多く、日本人と判った我々にも好意的で先輩諸氏の築いてこられた地道な努力に敬意の念を払う次第です。



中心街のレストラン

## 3. タグボートの紹介

### (1) タグボート

1994年に日本で建造された全長約30m、ボラードブル35トンのタグボートがトンガ王国に供与され、中古のタグボートと2隻体制で運用されています。トンガ王国は国際貿易の90%

を海運に依存しており、貨物船やコンテナ船による輸送は重要です。前船が供与された当時は最大6,000トンであった入港船舶も現在は100,000トンと大型化しています。また気候



引渡したタグボート

変動により海象条件も悪化している状況下で、現有のタグボートでは入港船を安全に離着岸させることが困難になってきており、新しいタグボートの導入が望まれたものです。新タグボートは全長約37m、ボラードブル61トンのパワフルな船であり、併せてトンガ側の要望で、640馬力のエンジン駆動による毎秒200リットルの吐出量と110mのレンジを有する外部消火装置も設けられています。現地での試験時には大変満足していただきました。また、前船と同じく、デッキも含めて全体が我が国のタグボートでは珍しいオレンジ色に塗装されています。因みにこのInternational Orangeは東京タワーと同じであり、洋上では非常に映える色合いです。

本船が係船されている港湾も日本の援助で整備されたもので、本船入港時に白い建屋の吹き抜けの一階ホールでは結婚式の披露宴のパーティが盛大に行われており、一般の方々にも幅広く活用いただいているようです。

### (2) 引渡し式

7月の晴天の下、国王トゥポフ六世陛下のご臨席を仰ぎ、日本大使閣下を始めとする各国大使にもご参列いただいて誠に盛大に引渡し式が挙行されました。



王宮

ODAで建造された船は、

日本国から先方国へお渡しするものなので、このように国を挙げて歓迎いただけることが多く、携わった側としては誠に光栄なことです。今回は、国王陛下が船上でテープカットされるので、銚をお渡しする役を仰せつかりました。タラップを上がられる国王陛下の後から、クッションに載せた銚を捧げ持つて行くようにとの事務方からの指示だったのですが、タラップの登り口で国王が「銚をクッションの上に置いたままでタラップを登るのは危ないから銚をここで受け取る」と仰り、「上まで持つて行くようにと指示されているのですが」と話しましたが、「こ

こで良いよ」と鉄を持って上がられるという一幕もありました。

海軍の船長資格をお持ちと言う国王陛下は船に精通しておられ、その後も操舵室で国王陛下とお話する栄誉に浴することができ、とても貴重な思い出となりました。国王陛下は普段では笑顔を見せられることはないそうですが、操舵室ではとても楽しそうに話をされました。エンドユーザーであるトンガ港湾公社 (Ports Authority of Tonga: PAT) の方々が国王陛下の笑顔は珍しいことであったと言っておられましたので、新しい船にご満足いただけたのかと思い苦勞が実った感じがありました。

## 4. トンガ王国見聞録

### (1) 気候

南太平洋に位置すると聞くといかにも暑そうなイメージを持たれると思います。日本に帰る機内でもCAさんに「トンガに行ってきました」と話すと「暑かったですよ」という答えが返ってきました。日本とは季節が逆になるので、南回帰線から少し北に位置するとはいっても、日中北の空(太陽は北を回ります)に輝く陽に当たると少し暑いのですが、日陰は涼しく快適でした。夜も冷房を付けると寒いほどでした。灼熱の日本からの渡航であったので大変快適でした。

### (2) 国王陛下誕生日

渡航した時期が7月4日の国王陛下の65歳の誕生日の時期と重なり、街中がお祝いのムードに溢れていました。首都で最も大きな通りにゲートが幾つも建てられており、国王陛下の写



国王陛下誕生日を祝うゲート

真と健康を祈る言葉が掲げられていました。また街路樹にもお祝いするポスターを見ました。先にご紹介したレストランの外壁2面にも「国王陛下のご長命を祈ります」との言葉を添えて大きな写真が掲げてあり、国王陛下の存在がとても近いようです。

### (3) 篤い信仰心

引渡し後に行われたトレーニングの開講式で、トンガ側から歌声が響きました。船員さん達が見事にハモって聞きほれる程で国歌の斉唱かと思ったのですが、最後に「イエーメン」とあり讃美歌の一つと判りました。引渡し式の際にも、途中で何度となく讃美歌が歌われ、誠に敬虔な人々であることに感動しました。

街中の道路わきに露店があり、野菜や果物も売っているのですが、店仕舞いの際にも、カバーを掛ける程度で品物を片付けることはないまま置かれていました。敬虔な人々が多いので、盗難の心配もないのでしょうか。

また、街中のあちこちの墓地があったのですが、花台と言っ

た限られた場所ではなく、お墓全体に多くの花が飾られており大変綺麗でした。また、故人の大きな写真が掲げてあったり、亡くなった方を弔うことを大切にされているようでした。ある時、丁度葬儀に出会ったのですが、楽隊も参加して賑やかに音楽を奏でていました。

キリスト教を信仰する敬虔な国民性であることに強い印象を受けました。

### (4) 海と生きる

あちこちにこじんまりとした船着き場があり、我々の感覚では決して綺麗とは言えない水のところでも、子供達が歓声を上げながら賑やかに飛び込んでいました。プールは見掛けなかったのですが、子供達は水に親しんでいました。

そのような船着き場の近くでは、釣ってきたばかりの魚をバケツに入れて売っていました。買う人はその中から選んでいました。海の囲まれた島国と言うだけでなく、海と共に生活することが根付いているように感じました。

### (5) トンガの人々の体格と食事

トンガ出身で日本でもプレーしているラグーマンも多いように、トンガ王国はラグビーが盛んですが、男女ともに体格の優れた方々が多く、圧倒される思いでした。船員さん達は引き締まった体格ですが、それでも本船に装備した大きめのマンホールでも、潜り抜けるのは大変かなと心配しています。これだけの体格を維持するためか、食事の量が半端ではありません。船上でトレーニングを行った時に、PATに昼食弁当を用意して貰ったのですが、ホテルで朝食を摂って、船上ではお昼ご飯だけではなく、朝10時と午後3時にも、それぞれMorning Tea、Afternoon Teaと称して同じような弁当が支給されました。Afternoon Teaの弁当は食べきらないのでホテルに持ち帰って夕食にしました。なお、ビールを売っている店は限られており、数多くあるスーパーでも置いてありませんでした。ということで、街中で酔っ払いの姿を見ることはありませんでした。

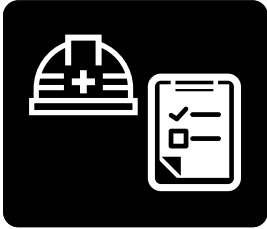
## 5. あとがき

今回のプロジェクトで日本で建造されたタグボートを無事にトンガ王国に引渡すことができたのは、先ずJICS殿のひとかたならぬご支援の賜物であり、本紙面を借りて厚く御礼を申し上げます。また、本プロジェクトに関わられた主契約者、造船所を始めとする皆様方にも深く感謝する次第です。

日の丸を掲げた本船が、トンガ王国の地でこれから永い期間に亘って安全第一で活躍し、トンガ王国の役に立つように願って止みません。

また、トンガ王国に幸多かれと祈念するところです。

(海外協力部 磯崎 芳男)



## 2024年度JICA

# 「海事行政における検査能力強化を通じた船舶安全の確保」研修コース

— 「Strengthening Surveys and Inspections for Ship Safety」 —

SRCでは、日本国政府が実施する政府開発援助（ODA）の一環として、開発途上国における船舶の建造と保守に必要な安全検査（環境関連を含む）に関わる人的育成を支援するため、国際協力機構（JICA）からの委託を受け、毎年、横浜にて、課題別研修「海事行政における検査能力強化を通じた船舶安全の確保」コースを実施しております。

本研修は、国土交通省によるご指導のもと、海上保安庁、横浜市港湾局、運輸安全委員会などの行政機関のみならず、日本海事協会を初め、多くの民間事業者の方々のご協力を頂き、実施されており、この場を借りて、ご支援頂いた関係の皆さまに改めてお礼申し上げます。

本コースは、2000年以来、社会的ニーズに対応するため、毎年内容を修正しつつ、次のような変遷を経て、今年度まで実施されてきました。

- 「海事国際条約及び船舶安全検査」
  - ・第1期コース：2000年から2004年
  - ・第2期コース：2005年から2009年
  - ・第3期コース：2010年から2012年
  - ・第4期コース：2013年から2015年
- 「船舶安全 Ship Safety」
  - ・第5期コース：2016年から2018年
  - ・第6期コース：2019年から2021年
- 「海事行政における検査能力強化を通じた船舶安全の確保」
  - ・第7期コース：2023年～

2020年初頭の新型コロナ緊急事態宣言の発令以後は、各国が厳しい水際対策をとる中で対面型研修の実施が困難となり、止む無く2020年度は通信教育教材の作成、2021年度はインターネットによるリモート研修を開催しました。2022年度は開催そのものが見送られましたが、2023年度からは、上記の通り第7期コースが4年ぶりの対面研修として再開されました。

今年度（2024年）は、バングラデシュ（1名）、フィジー（1名）、インドネシア（2名）、フィリピン（1名）、モンゴル（1名）、パプアニューギニア（1名）、サモア（1名）の合計8名の研修員を受け入れました。

各研修員の出身国は、インドネシアやフィリピンのようにASEANの盟主的国家や世界有数の造船国に成長した国もある一方、モンゴルのように内陸にあって港を持たない国もあり、背景は様々ですが、研修員は各国の派遣元組織の期待を一身に

背負っており、日々の研修でもその熱意が伝わります。

研修期間は、6月4日から8月2日までの間、初日のカントリレポート（自国の検査制度や海難発生状況等の紹介）に始まり、座学6週間、実習および造船所や船用機器メーカー等の関連施設の視察を適宜2週間、最終日のアクションプラン（帰国後、当研修で学んだ知見を活かしての各自の行動計画）の発表を行うまで、合計2か月間です。

船舶は、国連海洋法条約（UNCLOS）の規定するところ、国籍を定め、当該国（旗国）が制定する国内法令に基づき、この監理監督に従うこととされています。

旗国政府は、自国が批准した各種条約の規定に基づき国内法を制定し、登録船舶には、建造時、これら国内法の基準への適合性を確認するため検査を執行し、その適合性が確認された場合、その証拠書類として証書を発給し、就航後は定期的に法定検査により基準適合性を確認（維持）することが求められます。

座学では、主に海上人命安全条約、海洋汚染防止条約、満載喫水線条約、バラスト水管理条約、船員の訓練及び資格証明等に関する国際条約、ILO海事労働条約、シップリサイクル条約等の国際条約と、これらの基準に基づいた新造船及び既存船の安全検査（旗国検査）要領、外国船舶に対する検査（ポートステートコントロール：PSC（注1））の要領と、条約の適用のない内航船の安全を確保するための諸制度（第4期コースから追加）についても、講義を行っています。

また、本研修ではロンドンのIMO本部とJICA横浜センターをインターネットで結び、リモート講義も行います。IMOが取り組む課題や最近のホットなトピックにつき、IMO本部担当職員が、直接、講義を行ないます。講義後は質疑応答やディスカッションにより相互交流を深める良い機会になっており、今年度



山中造船株式会社ビル前で



矢野造船(株)本社工場裏手から



(株)SKウインチ本社工場にて



潮冷熱(株)本社工場前にて



(有) 菊川鉄工本社工場にて

は、特に2016年から強制化されたIMO加盟国監査スキーム(IMSAS:IMOが条約加盟国のパフォーマンスを高めるため実施状況を確認する制度)とPSCに焦点をあてて紹介され、研修員からは積極的な質問が相次ぎました。

これらの講義の多くは当センター内部講師が担当していますが、国土交通省海事局、関東運輸局、東京MOU事務局(注2)、運輸安全委員会、日本海事協会、日本海事検定協会等の専門家にもお願いしています。

また、本研修では、講義の理解度を深めるため下記の施設見学や実習も実施しており、この場を借りて、関係の皆様方にお礼申し上げます。

<横浜市港湾局>

- 港務艇による港見学

<今治市>(本稿にて写真掲載)

- 山中造船(株)
- 矢野造船(株)及び同社関連会社工場:(有)菊川鉄工、(株)SKウインチ、潮冷熱(株):船体及び舵・プロペラシャフト、熱交換器、ウインチ等の製造

<阪神地区>

- ヤンマーエンジニアリング(株)TTスクール(尼崎校・塚口校):内燃機関の製造解放検査
- 兵神機械工業(株)(兵庫県加古郡):油水分離器製造
- 古野電気(株)(西宮市):船用電子機器製造
- 神戸海洋博物館

<関東運輸局、海技教育機構>

- 船舶検査、PSC検査

<関東地区>

- かもめプロペラ(株)(横浜市):プロペラ製造
- (株)マリン・インターナショナル(横浜市):救命いかだ等整備
- 海上技術安全研究所(三鷹市):国立研究開発法人
- 東京湾海上交通センター(横浜市):海上保安庁/第三管区海上保安本部
- 海上災害防止センター(横須賀市):油・有害物質等防除施設見学及び実習

本研修の履修者は、IMO本部を初め各国の海事当局においてさまざまな分野で活躍されており、本研修は各方面から高い評価を受けています。今後も、研修を受講した研修員が学んだ知識と経験を活かし、海上安全の促進に貢献されることを願っています。

(注1) ポートステートコントロール:PSC

寄港国が自国に入港した外国船舶に対し、人命の安全や環境の保全を目的とした立入検査により各種国際条約に基づく基準適合性を確認する制度で、重大な欠陥が確認された場合には出港前にこれを是正させるなど旗国政府の機能を補完するもの。

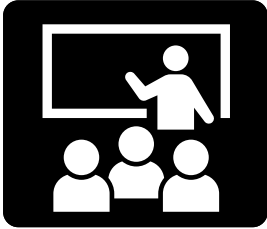
(注2) 東京MOU事務局

(公益財団法人東京エムオウユウ事務局)

欧州地域でのポートステートコントロール(PSC)の協調の実施のため1982年に締結されたParis MoUの成功を踏まえ、アジア太平洋地域においても同様の取り組みを行うべく日本政府が主導して1993年12月に日本を含む18のアジア太平洋地域の海事当局により「アジア太平洋地域におけるPSCに関する覚書」が東京にて締結され、東京MOUと呼ばれている。現在では加盟する22の国と地域により、同覚書に基づき同地域でPSCに関する協力的な取り組みが行われており事務局は東京に置かれている。

(研修・技術支援室 能田 卓二)





## 2024年度東京MOU 「ポートステートコントロール検査官 一般研修 (GTC12)」の実施支援



当センターでは、東京MOU事務局(前項注2)からの委託を受け、PSC検査官の一般研修(General Training Course)の実施支援業務を行っています。本研修は、PSC検査官の能力向上や検査手順の調和を図るため、PSC担当職員が最低限有すべき知識に関する座学および実船訓練を内容とし、3週間、実施するものです。この度は、8月20日から9月11日までの間、東京MOU域内の11か国(地区)11名(フィジー、インドネシア、中国(マカオ)、マーシャル諸島、メキシコ、パナマ、ペルー、フィリピン、タイ、バヌアツ、ベトナム)と、IMOの技術協力プログラム等を通じて世界中のMOUから派遣された7か国8名(ギニアビサウ、トルコ、アンティグアバーブダ、オマーン、セイシェル、ジョーダン、アルゼンチン)のPSC検査官ら合計19名が横浜に参集しました。

各研修員は、事前に、PSC関連条約の規則について、東京MOU事務局がメンバー当局の協力を得て作成したDLP(Distance Learning Program)モジュールによる事前学習プログラムを修了して参加していることから、来日後の対面研修では、可能な限り検査の現場に即した内容にするため、実際のPSC検査で確認(報告)された欠陥事例を紹介し、併せて関係

規則やその是正方法等について、講義を行うこととしました。

前半の1週間は、横浜にてPSC関連の各条約の規定や検査実施の手順について、国土交通省の外国船舶監督官、東京MOU事務局およびSRC内部講師による講義と、技術視察2か所(日本無線(株)(電子海図情報表示装置)および(株)マリン・インターナショナル(救命いかだ整備))、そして、後半の2週間は、各地方運輸局に移動し、現地の外国船舶監督官が実施するPSC検査に同行する形で現場実習を行いました。

また、研修最終日には、研修員より各地方運輸局で実施した現場実習のプレゼンテーションを行うとともに、研修員を受け入れた地方運輸局の外国船舶監督官も交えて、確認した欠陥の内容や是正の方法等について、ディスカッションを行いました。

海上における安全と環境保全のため、サブスタンダード船の撲滅を目的とするPSCの社会的意義は益々高まっており、今後も、当センターは東京MOU事務局及び国土交通省とともに効果的なPSC検査官の研修を実施して行きたいと考えています。本研修を受講したPSC検査官の益々の活躍が期待されます。

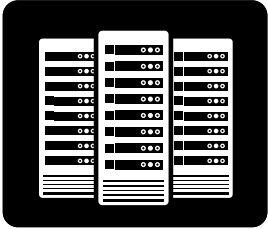
(研修・技術支援室 能田 卓二)



マリン・インターナショナル救命筏SS



JRC辰巳事業所・ECDIS訓練



# スーパーコンピュータ「富岳」を用いた数値曳航水槽の実現（その1）

## 1. はじめに

当センターでは、2011年からシミュレーション技術を活用し、曳航水槽試験を完全に代替することを目標に技術開発を行ってきました。スパコン「京」を用いて水槽試験を再現するための要素技術の開発と検証を進め、2018年にはこれらの技術の主要な開発をほぼ完了しました。しかし、船体周りの乱流境界層とプロペラ、自由表面、航走時の姿勢変化を全て考慮した試験の完全再現には、乱流の渦、プロペラの回転、自由表面の運動など、全ての現象の時間・空間スケールが大きく異なるため計算負荷が非常に大きく、「京」の時代では実用化は困難でした。

2021年3月に運用を開始したスパコン「富岳」は、「京」と比較して約40倍の高速化を達成しており、これまで実現が難しかった大規模な計算が可能となりました。本稿では、「富岳」を用いて課題解決に向けた取り組みや、実用化に向けた活動について連載形式で紹介いたします。

## 2. 水槽試験の完全再現の難しさについて

水槽試験を完全に再現するシミュレーションにおいては、船体周りの複雑な流れ場を正確に再現するために、以下のような時間・空間スケールの異なる現象を同時に解く必要があります。

- 船体周りに発達した乱流境界層
- プロペラの回転
- 航走時に生じる波

具体的には、乱流境界層内の縦渦の直径は $700\mu\text{m}$ 、プロペラの直径は $200\text{mm}$ 前後、航走時に生じる波は数mオーダーであり、非常にスケール比が大きい現象を同時に解く必要があります。

### 乱流境界層の解像

船舶のように摩擦抵抗が全抵抗に対して支配的であり、摩擦抵抗の推定精度が重要な場合、図1に示すような乱流境界層内の乱流生成に支配的と考えられている壁近傍の主流方向に伸びる非常に小さな縦渦を解像する必要があります。具体的には6m模型の場合、船長を代表長さとしたレイノルズは $5 \times 10^6$ であり、縦渦の直径は $700\mu\text{m}$ 程度、つまり船長の0.01%程度のスケールの微小な渦を再現する必要があります。大規模な計算が必要となります。

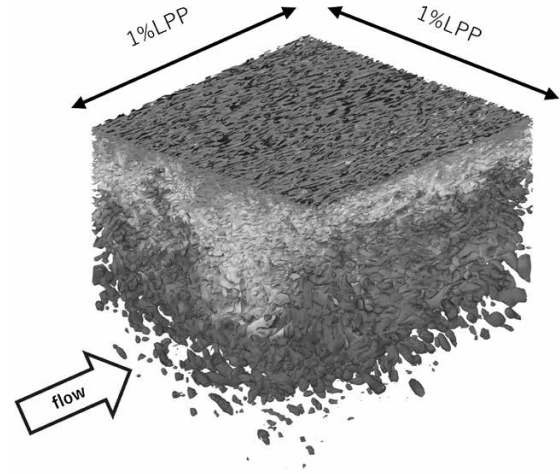


図1 乱流境界層内の微小な縦渦（主流速度で色付け）

### プロペラの回転

プロペラを回転させて航走する自航状態の水槽試験を完全再現するには、RANS法で用いられているような体積力モデルではなく実際のプロペラ形状を再現し、船尾にて回転させる必要があります。プロペラのチップ周速は船速の4倍程度大きいため、シミュレーションにおいて流場を時間発展させる時間刻み幅はプロペラのチップ周速を基準に決定することとなるため、膨大なタイムステップ数の計算を実行する必要があります。本計算ではプロペラ1回転あたり約4000タイムステップを設定しており、船体が1船長進む間にプロペラは約40回転回ります。

### 自由表面の再現

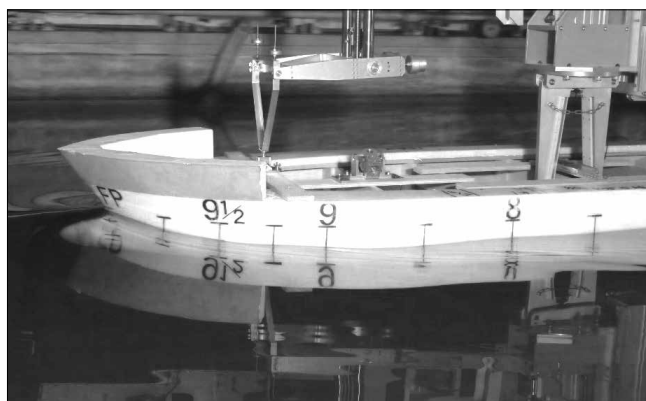
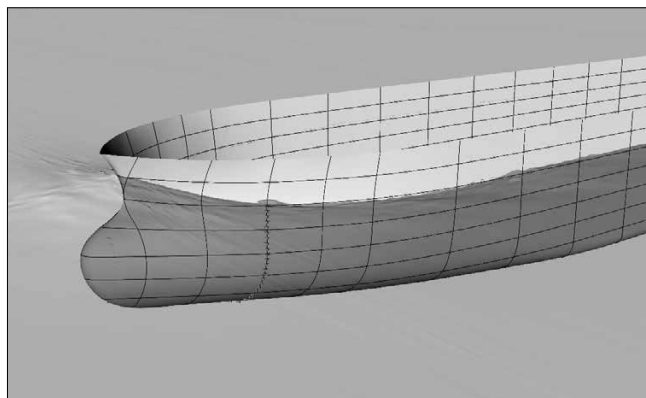
船舶は航走時にフルード数にもよりますが、数メートルのスケールの波が生じ、比較的長い時間スケールで発達します。造波現象はポテンシャル的な現象ですのでRANS法でも十分精度の良い結果が得られますが、乱流境界層内の微小な渦を解き、プロペラの回転を考慮しながら自由表面を発達させるため、長時間の解析が必要になります。

以上のような時間・空間スケールの異なる現象がそれぞれが密接に関連し合いながら影響を及ぼすため、すべての現象を同時に解く必要があります。最小スケールである乱流境界層内の渦と自由表面のスケール比は1万倍以上あり、水槽試験の完全再現にはマルチスケール問題的な難しさが伴います。

### 3. 「富岳」を用いたシミュレーション結果

シミュレーションには東京大学生産技術研究所 革新的シミュレーション研究センター加藤千幸教授（当時・現日本大学理工学部）にて開発されたFrontFlow/blue (FFB) を用いました。FFBは非定常流を高精度に予測可能な乱流解析手法であるLarge Eddy Simulation (LES) に基づく流れソルバーです。

実際の計算では、まず船体の姿勢を固定した状態で流れを発達させ、流場が十分に安定したのち、姿勢変化を考慮した計算を実施しました。流場が安定するまで計算を進めるには、前述したような乱流境界層の微小な渦、プロペラの回転、自由表面、船体の運動といったすべての現象が含まれており、それぞれのスケール比が大きいことから、大規模な計算を長時間にわたり実施する必要がありました。このような計算負荷の高いシミュレーションは、スパコン「富岳」の性能を活用することで初めて実現できました。



船首波形の比較

また、船体が航走中に沈み込む姿勢変化が生じると、姿勢が固定された場合と比較して抵抗値が増加する傾向があります。本シミュレーションでも、姿勢変化を自由にすることで、抵抗値が増加する傾向が得られました。

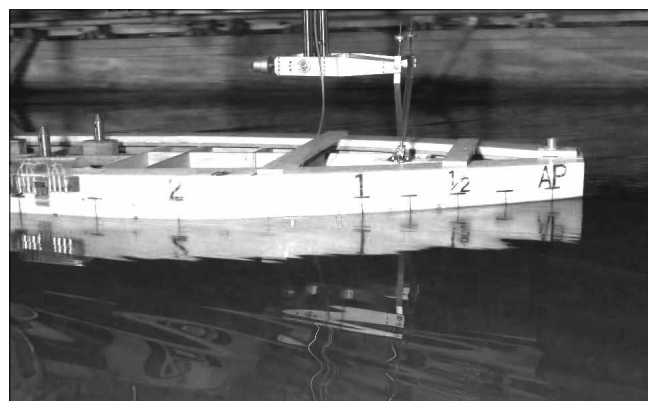
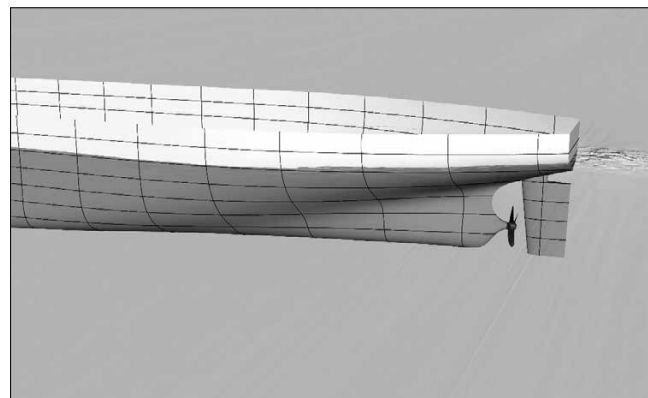
### 4. おわりに

2021年に運用が開始されたスーパーコンピュータ「富岳」を用いて曳航水槽試験を完全に再現するための取り組みについてご紹介しました。当センターでは本稿で紹介した事例の他にも「富岳」を用いて様々なシミュレーションを実施しています。次回はバラスト状態の計算に関する事例を紹介したいと思います。

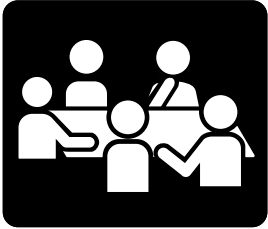
#### 謝辞

本研究は令和3年度「富岳」産業利用課題（課題番号:hp 210024）を通じて、理化学研究所が提供するスーパーコンピュータ「富岳」の計算資源の提供を受け実施しました。

（技術開発部 美濃部 貴幸）



船尾波形の比較



# 国際試験水槽会議 (ITTC) 総会 in タスマニア参加報告

## 1. はじめに

ITTC (International Towing Tank Conference、国際試験水槽会議) は水槽試験及び数値シミュレーションによって船舶及び海洋構造物の流体性能の予測を行うための推奨手法等を提案する国際的な組織です。

全ての加盟機関が参加する Full Conference (総会) が原則として3年に一回開催され、この間を一期として、各分野において技術委員会(Technical Committee、TC)、専門家委員(Specialist Committee、SC)、作業部会(Working Group、WG)で活動が行われており、成果は報告書及び Recommended Procedures and Guidelines (推奨手順及びガイドライン) として取りまとめられます。それらはITTCのウェブサイト (<https://itc.info/>) からすべてダウンロード可能となっています。

今期(第30期)は、2021年6月にVirtualで開催された(本来はフランス ナントで予定) 前回総会において、体制、各委員会(TC、SC、WG)の実施方針が承認され、活動が開始されました。その後、3年間にわたる活動報告として、委員会毎に報告書を作成しました。今回、豪州タスマニアにて対面会合として開催された総会では、それらの報告書が審議され、承認されました。同時に次期31期の体制、実施方針が提案され、こちらも承認されました。

本稿では、今期ITTCの概要とタスマニアで行われた総会の参加報告を記します。また、今期は、当センターよりCFD/EFD連携手法専門家委員会に筆者が委員として参加したので、その活動についても報告します。

## 2. 第30期ITTCの概要

ITTCの組織は、規約や会員資格の管理、会計作業等の運営、事務局を担当する Executive Committee (EC)、大きな活動方針を策定し、期中における進捗状況をフォローして必要な助言を行う Advisory Council (AC) と具体的な活動を行う前述の TC、SC、WGで構成されています。今期のTC/SC、WGは次のとおりです。なお、TC/SCの活動方針はACより提示される複数の付託事項(TOR、Terms of Reference)により定められており、それに沿って活動を進めています。また、WGは特定の課題について対応するグループです。

### [TC/SC]

- Full-Scale Ship Performance Committee
- Manoeuvring Committee
- Quality System Group
- Resistance & Propulsion Committee
- Seakeeping Committee
- Stability in Waves Committee
- Ocean Engineering Committee
- Specialist Committee on Cavitation and Noise
- Specialist Committee on Combined CFD/EFD Methods
- Specialist Committee on Ocean Renewable Energy
- Specialist Committee on Ice

### [WG]

- Working Group on Correlation
- Working Group on the Future of ITTC

今期のITTCは期中に3機関の加入、4機関の脱会があり、現時点の加盟機関数は103です。また、ウクライナ戦争に関連したロシアに対する制裁の一環として、同国のクリロフ研究所の資格は今現在も停止されています。

## 3. ITTC 総会への参加報告

### (1) タスマニア島ホバートについて

今回のITTC総会はオーストラリアのタスマニア島(タスマニア州)の州都であるホバートにて University of Tasmania の Australian Maritime College がホストとなり開催されました。ホバートは南緯43度、東経147度に位置しており、赤道を挟んで北海道とほぼ同じ緯度で、日本との時差は1時間です。気候は海洋性温帯に属し、夏の最高気温は20℃程度、冬の最低気温は4℃程度であり、緯度からイメージするよりも温暖です。もちろん南半球なので日本と夏と冬が逆であり、今回訪問した9月は冬の終わりごろにあたり、最低気温は4~5℃の予報でした。そのため、冬のコートや手袋を少し早く箆笥から持ち出したのですが、実際に現地は寒く、それらは大変役に立ちました。

また、ホバートには波浪貫通型双胴高速船の建造で有名な INCAT 社の工場があり、後述の湾内クルーズにおいて、洋上か



図1 CFD/EFD 連携手法専門家委員会の活動報告の様子  
(壇上に向かって左から3番目が筆者)

ら造船所の様子を見学する機会を得ました。なお、INCAT社の波浪貫通型双胴高速船フェリーは、一時期日本で運航されたことがあります。その導入に際して当センターはコンサルタント業務を担当しており (SRC News No.74 “112m型波浪貫通型双胴高速フェリー「ナッチャンRera」就航”参照)、所縁のある都市と言えます。

## (2) 総会日程

総会は9/22～27にかけて開催され、後日、事務局より、総会には24か国、77の機関から総勢163名が参加したとの連絡がありました。

9/22には、ACおよびECの会合と夕方にウェルカムレセプションが開催されました。

9/23、9/24、9/26には各TC/SCおよびWGの活動報告と2つのグループディスカッションが行われました。筆者が委員となったCFD/EFD連携手法専門家委員会の活動報告は初日9/23の午後に行われました(図1)。その内容については後述します。

9/25はACおよびECの会合と総会参加者を対象としたエクスカージョンツアーが開催されました。エクスカージョンツアーでは、湾内クルーズやチャーターされたバスに分乗してホバートの間近にそびえるウェリントン山の山頂、ボノロンワイルドサンクチュアリ(自然保護区、タスマニアデビルを見ることができた)を訪問しました(図2、図3)。

最終日の9/27には、活動報告の残りとクローズドセッションが行われました。クローズドセッションでは、下に記す各議案について投票による採決が行われ、参加者全員の賛成票により可決承認されました。

- 提案されたITTC推奨手順/ガイドラインの改訂

- 次期31期の委員会構成  
(抵抗/推進/操縦/耐航/オーシャンエンジニアリング/実船推進性能/キャビテーション・ノイズ/氷海/風力推進・風力補助)、グループ(品質システム/オーバーラップ)
- 次期委員会への付託事項(TOR)
- ITTC規約の改正
- 次期ITTCの予算、メンバーシップフィー  
(変更なし;225USD/year)
- 次回ITTC総会のホスト機関、議長、事務局
- EC提案  
(ワーキンググループFuture of ITTCの継続、ITTCジャーナルの実現促進、IMO、ISO、IECや関連する他の機関との公的な連携)

## (3) 次回総会

今回はFlanders Maritime Laboratoryがホストとなり、2027年9月12日～17日にベルギーのフランダースで開催されることが決定しました。

## 4. CFD/EFD連携手法専門家委員会活動報告

筆者が参加したCFD/EFD連携手法専門家委員会は最終的に11名(米国2、英国1、イタリア2、オランダ1、ドイツ1、フィンランド1、日本1、中国2)で活動し、数多くのWeb会議と3回の対面会合を実施しました。

Web会議は各回1～2時間で、時差を考慮して米国地域の朝、欧州地域の昼頃、アジア地域の夜(日本の21時～23時頃)に行いました。対面会合は3回あり、1回目は米国ミシガン州ア



図2 クルーズ船から見たINCATホバート造船所

ナーバーにてミシガン州立大学がホストとなり、2回目はドイツのハンブルクにてHSVAがホストとなり開催されました。3回目の対面会合は日本の東京で当センターがホストとなり開催しました。各対面会合は3ないし4日間で行われ、休憩をさみながら、期間中は終日議論を行いました。

当委員会の今期の主な活動内容は次のとおりです。

- CFDの利用実態、関連するガイドラインに不備等がないかを調査するアンケートをITTCの全加盟機関を対象に実施し、結果を分析しました。
- CFD計算結果の不確かさ解析について、従来の推奨ガイドラインでは、多数の手法が記載されていたので、これについて上記のアンケートの回答結果を踏まえて当委員会で議論を行い、さらに委員会外の有識者の助言を得て、2つの手法を選定する形でガイドラインを大幅に改訂しました。
- CFD計算結果を比較するためのベンチマークデータに関する情報を収集し、ITTCウェブサイトの情報データベースを作成しました。

- Wake ScalingへのCFD/EFD連携手法の適用の共同研究において、模型船/実船レイノルズ数でのCFD計算を実施し、その結果は共著論文として、35th Symposium on Naval Hydrodynamicsにおいて、“Ship wake scaling: comparison between RANS CFD predictions and more traditional empirical methods (主著者A.R. Starke, MARIN)”で発表されました(筆者も共著者の一人)。
- 実船スケールCFDに関連した文献調査を行い、最先端の研究状況を取りまとめました。

詳細が気になる方はITTCウェブサイト(前述)から活動報告書の全文が入手可能なので、そちらをご覧ください。

なお、CFD/EFD連携手法専門家委員会は今期で終了となり、CFD/EFD連携手法に関係した活動は各TCが引き継いで行うことになっています。

## 5. おわりに

紙面の都合で割愛しましたが、数多く興味深い報告がありました。特に今期総会では、AIを題材とするグループディスカッションの時間が設けられ、また様々な分野におけるAI技術を用いた最新研究の報告がなされており、ITTC全体でAI技術への注目度が高まっている印象を受けました。当センターではいち早くAIの一種であるニューラルネットワークを用いた推進性能推定手法を開発し、SRC Tipsに実装しているので(SRC News No.98 “SRC Tipsのバージョンアップ(推進性能推定の精度向上)”)、AI技術の発展は興味を持って注視しているところです。

(試験センター 新郷 将司)



図3 ウェリントン山頂からホバート市街を望む

## 令和6年度 SRC 技術セミナーの開催

～外航・内航のカーボンニュートラル実現と海事産業の自動化・デジタル化の技術動向

令和6年11月21日(木)、ホテル広島ガーデンパレスにて「令和6年度SRC技術セミナー」を開催いたしました。本セミナーには、全国各地の造船会社、船用機器メーカー、海運会社などから、過去最高となる160名を超える皆様にご参加いただきましたことを、厚く御礼申し上げます。

今回のセミナーでは、外部講師の皆様以下の内容でご講演いただきました。また、当センターからは、SRCにおける最新の船舶技術支援に関する動向についてご紹介させていただきました。

### 1. 最近の海事政策の動向

～2030年船舶産業の変革実現とその先に向かって～

国土交通省 大臣官房 技術審議官(海事局担当) … 今井 新

### 2. 環境負荷低減に向けた取り組み

～2050年ネットゼロへの挑戦～

川崎汽船株式会社 GHG削減戦略グループ長 … 山崎 伸也

### 3. 水素燃料電池船の開発について

～大阪・関西万博での運航を目指す～

岩谷産業株式会社 中央研究所/岩谷水素技術研究所  
(研究企画担当) 部長 …………… 牧平 尚久  
株式会社名村造船所 船舶海洋事業部 設計本部  
技術開発センター長 …………… 山元 康博

### 4. ビジネスモデル変革のチャンスとしての造船DX

～あなたのDXに理念を吹き込もう～

浅川造船株式会社 執行役員 経営戦略室長 … 谷川 文章

### 5. 内航海運業界のミライへの問い掛け

～内航船の課題をボーダレス組織で挑戦～

一般社団法人内航ミライ研究会 専務理事 …… 渡邊 慶太

～内航船の再構築に挑戦～

株式会社SIM-SHIP 専務取締役 …………… 曾我部 公太

今回で第10回目を迎えた本セミナーも、昨年度に引き続き、多くの皆様にご参加いただきました。参加者の皆様には、講演を熱心にお聞きいただき、また質疑応答にも積極的にご参加いただきましたこと、誠に感謝申し上げます。セミナーは終始盛況で、無事に終了することができました。

また、セミナー終了後に行われた懇親会にも多くの皆様にご参加いただき、活発な意見交換や新たなネットワークの形成が見られ、大変有意義な時間となりました。ご参加いただいた皆様同士の親睦も深まり、今後の協力体制に向けた良好な関係が築かれたと感じております。

さらに、本セミナーの開催にあたり、多忙な中ご講演いただきました講師の皆様、そしてご協力を賜りました中国運輸局の皆様、心より御礼申し上げます。

(企画室 福島 寛司)



多くの関係者が集い、熱心に耳を傾けた

## 省エネルギー石炭灰運搬船の開発が「内航船の革新的運航効率化実証事業」に採択

～内航海運のカーボンニュートラル実現への貢献

東海運株式会社、株式会社三浦造船所およびSRCの3社は、省エネルギー石炭灰運搬船の開発に取り組みました。本開発は、経済産業省・国土交通省の令和5年度「AI・IoT等を活用した更なる輸送効率化推進事業費補助金～内航船の革新的運航効率化実証事業(標準的省エネルギー船舶開発調査)」に採択され、令和6年3月にその成果を得ました。

本実証事業は、内航海運のカーボンニュートラル実現に向けて国土交通省が普及を進める「連携型省エネ船」のモデル船の開発を目的に、総トン数5,400トン石炭灰運搬船を対象に、スーパーベクトイン舵を装備した省エネルギー船型の開発、日本沿海域の気象・海象情報を高精度に予測可能な最適航路選定支援システムを用いた運航効率の改善等に取り組むものです。

東海運株式会社が省エネルギー対応船型の仕様決定と省エネルギー技術の選定を行い、株式会社三浦造船所が新船型の重量重心位置や載貨重量の概略検討・基本設計を行い、SRCが船型開発や水槽試験による推進性能の改善を行いました。

推進プロペラ1基に舵2枚で構成され船舶が低速で航行しても優れた操縦性能を有するスーパーベクトイン舵の導入により、入出港時の操船性の向上とスタンバイ時間の短縮や航海時間の最適化が図られました。また、スーパーベクトイン舵が収まる船尾船型の調整と舵に装備するフィンの角度の最適化を行うことにより、推進性能の更なる改善が図られました。スーパーベクトイン舵を装備した省エネルギー船型の開発、最適航路選定支援システムの運航改善等により、従来船比較で18%のエネルギー消費削減の事業目標を上回る省エネルギー石炭灰運搬船の開発の成果が得られました。

本実証事業では、内航海運・内航造船・試験研究機関の3社の相互的な協力により、十分な省エネルギー性能を有する内航船を開発することが出来ました。今後もSRCは、お客様との連携を通じて、海事産業の持続可能な発展とともに、内航海運のカーボンニュートラル実現に貢献してまいります。

(総合コンサルティング事業室 福島 寛司)



Shipbuilding Research Centre of Japan  
一般財団法人 日本造船技術センター

<https://www.srcj.or.jp/>