

海技研ニュース

船と海のサイエンス



(鶴令丸)

海技研の研究紹介

- 日本EEZ内の海洋資源確保を目指す
—外洋上プラットフォームの研究開発について— (加藤 俊司) 2
- CO₂排出量が少ない再生可能エネルギーの開発
—潮流・海流発電の実用化に向けて— (南 佳成) 5
- 実海域の性能評価技術の確立に向けて (臼井 謙彰) 8

技術情報

- LNG出荷用フローティングホースの開発 (浅沼 貴之) 11

新造船紹介

- LNGの国内海上輸送を担う“鶴令丸” (佐原 弘文) 14

随筆

- 世界の客船(4)
クルーズフェリーという新海事マーケットを開拓した「フィンランディア」 (池田 良穂) 17

新造船写真集(28)

- 原油タンカー〈SAMURAI〉他7隻 20

おしらせ

- 研究施設の一般公開について 他 24

日本EEZ内の海洋資源確保を目指す —外洋上プラットフォームの研究開発について—

我国の排他的経済水域（EEZ）には、鉱物・エネルギー・水産等の豊富な海洋資源が眠っており、資源安定確保のためEEZの7割をカバーする水深5000mでかつ黒潮等の強海流域でも利活用可能なプラットフォーム技術を確立するための研究開発を実施しています。



加藤 俊司
KATO Shunji

海洋部門
副部門長（現 海洋部門長）
kato@nmri.go.jp

各種洋上石油・天然ガス開発システムの安全性評価
外洋上プラットフォームの研究開発

はじめに

国連海洋法条約に基づくEEZ（排他的経済水域）等の定着に伴い、我が国周辺海域（世界第6位／陸地の12倍の広大なEEZ）での水産・鉱物・資源等の適切な保全及び管理並びに持続可能な利用の重要性が増大しています。実際、第3期科学技術基本計画において海洋に賦存している膨大な未活用の空間及び自然エネルギーの利活用を長期的に推進するためには、海上空間利活用の基盤となる浮体技術の確立が急務となっており、外洋上プラットフォームの研究開発に集中的に取り組むことが必要であるとされています。また、海洋基本計画においても、新たな海洋産業の創出として、海洋空間利用に向けた取り組みの推進に、安全性や経済性に優れた外洋上プラットフォームの技術の確立が挙げられています。

このため、EEZの7割をカバーする水深5000mクラスの海域でかつ黒潮等の強海流域でも対応可能なプラットフォーム技術を確立するための研究開発を実施しております。具体的には、経済性・安全性等に優れたプラットフォームの設計を効率的に行うための調和設計法の開発、調和設計法の要素技術となる動揺低減法の開発、最適係留法の開発、保守管理手法等の開発を実施しています。

調和設計法の開発

日本のEEZ内の利活用にあたっては、その目的に応じて最適なシステムを計画、設計することが重要です。そのためには、その計画段階でプラットフォームを含めたシステム全体の経済性・安全性・環境影響の調和が取れた最適な設計法が必要になります。あたりまえと言えばその通りですが、分野並びに利活用毎に計画、設計手法及び経済性、安全性、環境影響の重みの度合いが異なるためあえて”調和設計法”と名打って研究開発を行っています。20年度は、調和設計法プログラムの全体（共通）イメージを構築するとともに年度目標である基本計画支援部（図1の赤枠）を作成しました。

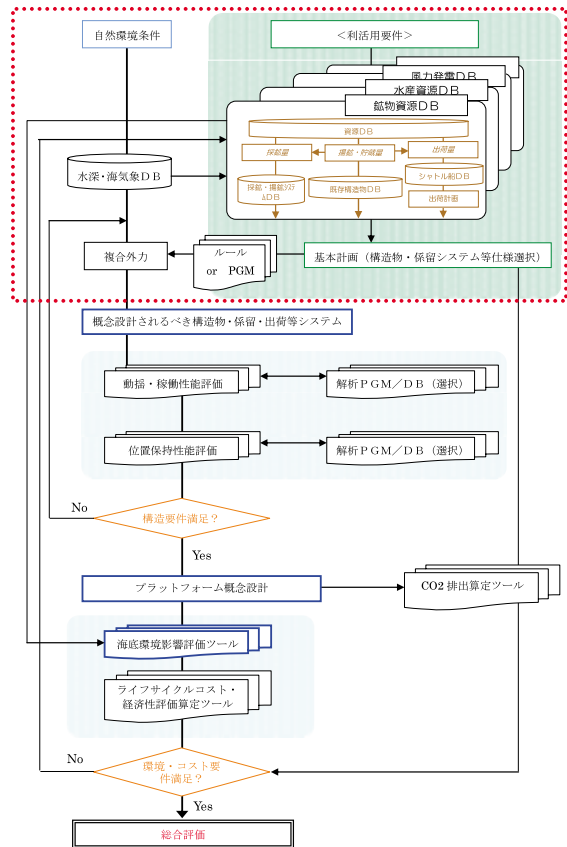


図1 調和設計法全体フロー

調和設計法構築のための要素技術開発

(1) 動揺低減法の開発

プラットフォームの稼働性能を向上させるためには、動揺を低減する必要があります。動揺低減技術に関し、既存技術の洗い出しを行い、最も有望な技術として開放型減揺タンクとフィンを用いる技術を採用し、2次元水槽における模型実験を通して実機を評価できるプログラムの開発を行いました。また、これらに関しては特許出願中です。なお、船型プラットフォームに本減揺装置を取り付けると、通常時に比べ年間7%（17日分に相当）の稼働率向上が期待されます。

(2) 最適係留法の開発

メキシコ湾、ブラジル沖の大水深域で稼働している石油掘削リグ等の技術から、技術マップを作成し、日本周辺の水深と海流の影響を考慮し開発目標を、5000m水深域、5kt潮流下において位置保持可能な係留システムの開発に絞り込みました。可能なシステムとして、

- ・複数のアジマススラスタとポッドスラスタで構成するDP（Dynamic Positioning）方式



図2 ポッドスラスタ（左）とアジマススラスタ（右）

- ・合成繊維索とアンカー（Vertical Loaded Anchor）からなる多点緊張（Taut Leg）係留方式

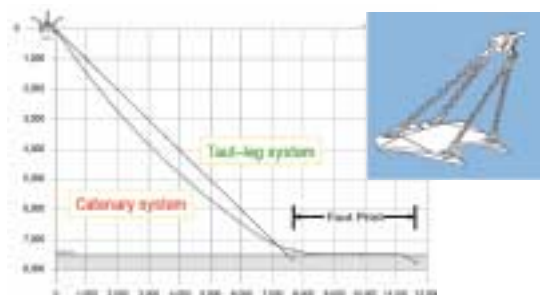


図3 Tautleg係留方式とVLA

を採用し、それらのシステムについて安全率を考慮した設計フロー並びに設計プログラムを開発しました。

図4にDPシステムの位置保持能力範囲例を示します。（波風がE方向、潮流が全方位）。この図から、船型のDPシステムには外力の方位依存性がありますが、半潜水式浮体構造物（セミサブ）型プラットフォームの同システムにはほとんどそれがないことがわかります。

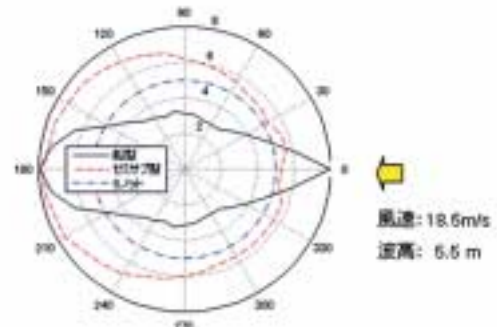


図4 複合環境条件下におけるDPシステムの位置保持能力範囲例

(4) 保守管理手法等の開発

既存構造物（石油掘削リグ、石油生産プラットフォーム等）の建造コスト（CAPEX）、点検・保守計画と保守費並びに運用コスト（OPEX）等ライフサイクルコストに関する調査を実施し簡易CAPEX、OPEX算定ツールを開発しています。（本ツールは、別途造船会社で実施したプラットフォームの基本計画に基づくCAPEX算定結果と比較検証を行いほぼ一致することが分かっています）。また、建造時（産業関連表ベース）と運用時（年平均燃料消費量ベース）に排出CO₂簡易算定ツールも開発しています。

プラットフォームからの排水による海洋環境への影響は様々な利活用分野に共通する課題であり、プラットフォーム設計への影響が大きいと考えられます。このため排水に関して国内外関連法規、ガイダンス等の調査、潮流、海底地形を考慮した排水シミュレーションプログラムも開発しました。

利活用法の検討

効率よく研究を進めるために学識経験者からなる利活用検討ワーキングを設置し、その中で利活用毎のニーズ、経済性、技術課題等の整理及び利活用分野の優先順位付けの検討を行い、優先分野の高い利活用分野について、

● 海技研の研究紹介



図5 熱水鉱床開発用プラットフォームイメージ（強潮流対応のため船尾にポッドスタスター2基、船首にアジマススタスター3基を装備）

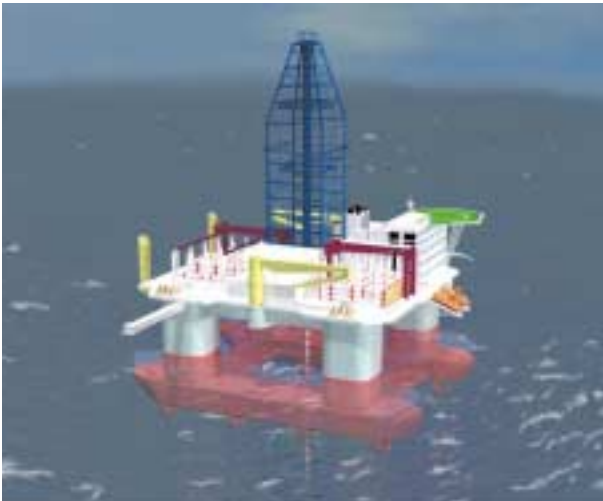


図6 メタンハイドレート掘削用プラットフォームイメージ（強潮流対応のためDPアシスト多点係留システム、潮流抵抗低減形状を考慮）



図7 複合利用のためのプラットフォームイメージ（水産（養殖）を主、農業（植物工場等）を従とし、エネルギー源として風力、太陽光等の自然エネルギーを利用）

プラットフォームに要求される機能要件（海底・水産・海洋エネルギー資源等の生産量、貯蔵、出荷等）、想定海域、適用する技術等について整理して基本計画概略仕様を策定しました。

選定された利活用分野は以下の通りです。

- ・熱水鉱床開発（図5）
- ・メタンハイドレート掘削（図6）
- ・大規模風力発電
- ・食料（水産、農業）＋自然エネルギー複合利用（図7）

なお、海底熱水鉱床開発用プラットフォームについては、調和設計プログラムの精度検証のため、基本計画まで実施しています。また、大規模風力発電については、食料＋自然エネルギー複合利活用分野の中で今後検討することとしています。

おわりに

本研究は、国土交通省が平成19年度から4カ年計画で実施している「外洋上プラットフォームの研究開発」の平成19、20年度分を当所が受託し、実施したもので、本年度までの目標である水深1000m程度の通常海域からEEZの7割をカバーできる水深5000m、海流5ノットという最厳海域まで利用できるプラットフォームの基本計画支援部を開発しました。今後は、係留・構造に関する安全性評価、ライフサイクル経済性評価、環境影響評価ができる機能を追加してプラットフォームの基本設計支援部を開発し、利活用分野毎に適用できる調和設計法を完成させるとともに、開発された技術を今後のプロジェクトに適用していきたいと考えています。

本研究を実施するうえで国土交通省をはじめ関係各位に御礼申し上げます。

CO₂排出量が少ない再生可能エネルギーの開発 —潮流・海流発電の実用化に向けて—

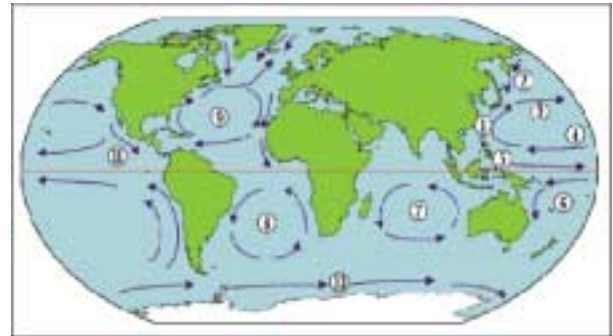
世界では地球温暖化問題に関連して再生可能エネルギーに関心が集まっています。我が国は四方を海に囲まれ海洋エネルギーに恵まれており、海洋エネルギーの一つである潮流・海流エネルギー利用に関する研究を行っております。



南 佳成
MINAMI Yoshimasa

海の10モードPT
(現 海洋部門深海技術研究グループ主任研究員)
minami@nmri.go.jp

超高速船(WISES)の研究、スーパーエコシップの開発、実海域性能評価の研究、潮流・海流発電の研究開発に従事



①黒潮 ②親潮 ③北太平洋海流 ④北赤道海流
⑤赤道逆流 ⑥南赤道海流 ⑦南インド海流
⑧南大西洋海流 ⑨北大西洋海流
⑩南極海流 ⑪カリフォルニア海流

図1 世界の海流分布¹⁾

はじめに

近年、地球温暖化や石油価格の高騰を受け、脱石油、代替エネルギーの開発が求められています。その中で期待されているのが、再生可能エネルギーです。日本は四方を海に囲まれており、海洋エネルギーが豊富に存在する海洋環境を持っています。この特徴を生かし、我が国に適した海洋エネルギー利用、特に潮流・海流発電に関する研究開発について紹介いたします。

潮流・海流エネルギー

海流・潮流エネルギーは海水が移動することで生じる運動エネルギーです。我が国には大きなエネルギーを持った黒潮が沿岸を流れています。世界の主な海流を図1に示しています。海流エネルギー賦存量は年間平均1,700億kWhと推定されています¹⁾。安定してエネルギーが得られる地点としては、八重山諸島、トカラ列島、足摺岬沖、八丈島沖が挙げられます。潮流は、海流の場合利用できる海域が限定されるのに対して、沿岸部の海峡・水道など対象海域は多いです。国内の主な潮流エネルギーの賦存量を表1に示しています。瀬戸内海、九州西岸、及び五島列島の海域に集中しています。潮流エネルギーの賦存量は、年間2,190億kWhと見込まれています²⁾。潮流は、潮汐と同様に周期性を持っています。

表1 国内の潮流エネルギーの賦存量²⁾

地点	最大流速 [ノット]	平均最大流速 [m/s]	断面積 [m ²]	賦存量 [×10 ³ kW]
鳴門海峡	9.9	3.8	93000	2672
来島海峡	8	3.1	77000	1167
関門海峡	6.8	2.6	12920	120
広島湾	6.3	2.4	48300	328
明石海峡	5.8	2.2	264000	1525
島原湾	5.4	2.1	286000	1334

¹⁾ノット=0.51444 m/s

潮流・海流発電の特徴

自然エネルギーは再生利用可能ですが、一般に自然エネルギーはエネルギー密度が低く、気象条件に左右されるために安定供給が難しいという課題があります。自然エネルギーの中でも、海流・潮流エネルギーは波力、風力及び太陽光に比べ、その発現の規則性が極めて高いことから最も安定したエネルギー源であると言えます。潮流発電と風力発電を比較した結果を表2に示します。潮流発電と風力発電の大きな違いは、空気と海水ということで流体密度の違いがあります。海水は、空気の密度と比較して800倍あり、流速が小さくてもエネルギー密度が高いことが挙げられます。

● 海技研の研究紹介

また、潮流発電はその安定した発電性から系統連結が可能である点や適切な発電機容量及び蓄電池容量の選定が可能となる利点があります。

表2 潮流発電と風力発電の違い

	風力発電	潮流発電	特徴
流体密度(kg/m ³)	1.225	1025	海水は空気の800倍
ローター径(m/s)	56	18	1/3以下
平均流速(m/s)	5.0~8.0	2.0~3.0	1/2~1/3程度確保
設計流速(m/s)	60	6	設計流速が大幅に低減される
流れの向き	全方向	主方向の往復	
設備利用率	25~35	30~45	規則性があるために利用率は高くなる
静的荷重	自重を支持	浮力支持	
水密構造	不要	要	開発要素、船舶技術の利用
メンテナンス	現地で実績有	海上浮上機構	開発要素
系統連結	既存の送電設備利用 洋上の場合には専用の送電設備が必要	橋梁施設等を利用 沖合の場合では送電設備が必要	
負荷変動	風が不規則に変化するため負荷変動が大きい。電力平滑化のために蓄電装置等の対策が必要	潮流は規則的に変化するため負荷変動が小さい。	最小限の蓄電装置で良い

欧州での取り組み

欧州では、潮流・海流発電に関する複数の大型プロジェクトが進行しています³⁾。特にイギリスでは潮流及び波力発電技術の開発が活発です。Marine Current Turbine社が中心になり、SeaGenプロジェクトとして2機のローターを備えた潮流発電システムを現在開発しています⁴⁾。SeaGenプロジェクトの概念図を図2に示します。2008年にベルファスト南東沖に世界最大級の潮流発電所を設営しました。発電規模は、1140世帯を十分に賄える1200kWの発電能力を持ちます。開発費は、250万ポンドを投資しています。

低コスト潮流・海流発電システムの開発

国内では、潮流・海流発電は実験、試験プラント段階のものはありますが、商業プラントの開発実績がありません。開発が進んでいない主な理由として、以下のことが考えられます。



図2 SeaGenプロジェクト⁴⁾

- ① 発電、建設コストが高い
- ② 潮流・海流発電の適地マップが整備されていない
- ③ 海洋環境影響評価が十分に実施されていない

そこで、これらの課題を解決するために、独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構「運輸分野における基礎的研究推進制度」により、平成20年度から海上技術安全研究所と東京大学が共同して「日本沿岸域に適した低コスト潮流発電システムの開発」を実施しております。研究の概要について、コンセプトを図4に示します。本研究では、特に低コスト化を意識し、低コストな固定ピッチ式の弾性翼タービン^{注1)}及び流速が安定して大きい場所への設置を可能とする浮体式のプラットフォームの開発、また、経済性及び海洋生態系への影響を評価するシミュレーションシステムの開発を行っています。これらの結果を統合して、低コストでスケラブルな潮流・海流発電のプロトタイプシステムを提案し、4MW級の実証プラントの試設計までを行う計画です。20年度にはタービンの性能計算ツールを開発し、弾性翼タービンの模型試験を実施しております。風力発電では、通常定格出力を超えると運転停止する状態（カットアウト風速）になります。固定翼タービン^{注2)}では、ピッチ制御がなければ定格出力を超えた段階で発電運転が困難になります。ピッチ制御付固定翼タービン^{注3)}は、流速が速くなくても定格出力になるようにピッチ制御を実施するので高い効率を実現することができます。弾性翼タービンの実験結果から、定格出力500kWと想定した場合のタービン性能曲線を求めた結果を図5に示します。この図は、固定翼ピッチタービン、ピッチ制御付固定翼タービンの性能も合わせて例示しております。弾性翼タービンはピッチ制御付固定翼タービンの性能に近く、ピッチ機構がない固定翼タ

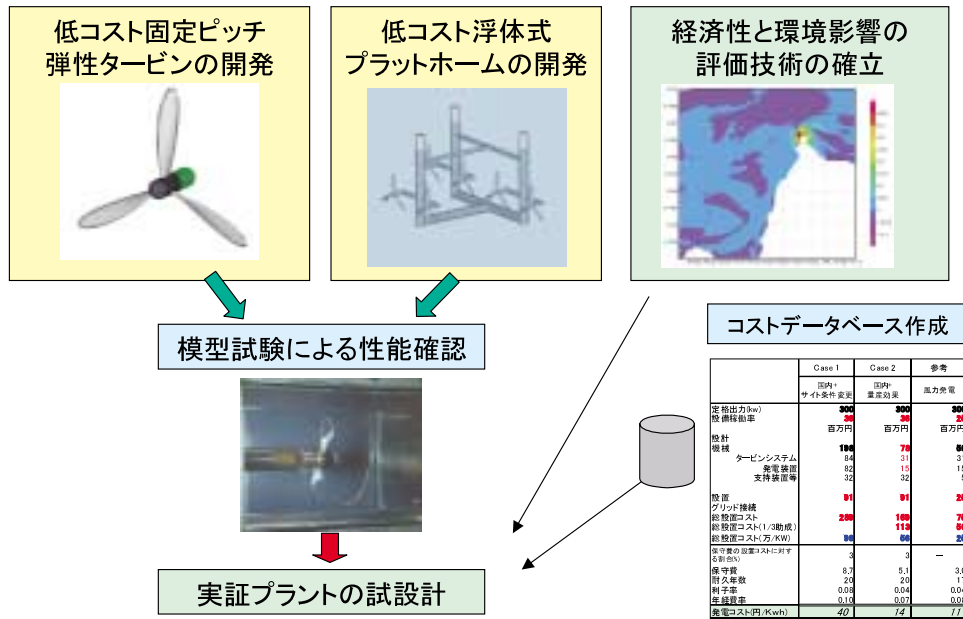


図4 低コスト潮流発電システムの開発

ービンと比較して定格出力を超えないように変形し、稼働率を大幅に向上させることができました。潮流・海流発電用弾性翼タービンは、高価で複雑なピッチ機構をもたなくても、高い効率を実現できる可能性があります。

今後は、浮体式プラットフォームと組み合わせて総合性能評価を実施し、発電システムの最適設計を実施していく予定です。

おわりに

潮流・海流発電の実用化に向けた取り組みを紹介しました。地球温暖化対策として期待される再生可能エネルギーの普及させるために研究開発に積極的に取り組んでいきます。

参考文献

- 1) 社団法人日本海洋開発建設協会、「21世紀の海洋エネルギー開発技術」
- 2) 近藤俣郎、木方靖二、谷野賢二、上原春男、谷野賢二著、「海洋エネルギー利用技術」、森北出版株式会社
- 3) NEDO海外レポート、「欧米における潮流・波力発電技術の最新状況」、No.977, 2006
- 4) www.marineturbines.com/projects.htm

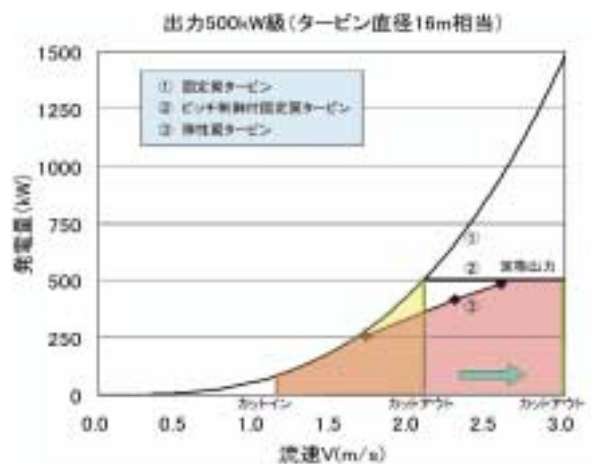


図5 弾性タービン翼の性能曲線

注釈：

- 注1) 弾性翼タービン：ピッチ制御機構を持たず、流速が速くなって荷重が増えると、それによりタービン翼が弾性変形して荷重を低減するタービン。潮流・海流発電では、流れが規則的に変化するために設計荷重を小さくでき、弾性変形を積極的に利用する設計が可能になる。
- 注2) 固定翼タービン：ピッチ制御を持たず、弾性変形をしないタービン。流速が速くなるとタービンの回転を止めなければならず、発電できる範囲は狭い。
- 注3) ピッチ制御付き固定翼タービン：固定翼タービンの発電可能範囲の狭さを補うため、ピッチを制御して流速が速い時はピッチ制御して荷重を低減するタービン。ピッチ制御機構が必要になり、高コストになる。

実海域の性能評価技術の確立に向けて

実運航時の燃費に優れた船舶へのニーズから、波や風のある状態で船舶の性能を評価できる簡素な手法が求められています。「海の10モードプロジェクト」では、船舶の基本設計において、計算と最小限の実験により実海域における船舶の船速低下などを推定するハイブリッド評価システムを開発し、その検証を、船社や造船所などの協力を得ながら、実船での計測や水槽試験などにより行っています。



臼井 謙彰
USUI Noriaki

企画部研究連携統括主幹付
主任研究員（現 上席研究員）

usui@nmri.go.jp

海の10モードプロジェクトに関する渉外活動を担当

はじめに

地球温暖化の原因である二酸化炭素（CO₂）を削減するための国際的な枠組づくりが国連の場で行われています。これを受け、海運の分野においても、国際海事機関（IMO）という船の安全や環境に関する基準について議論する国連の専門機関で取組みがなされています。海運には、①特定の船が特定の航路で運航しているとは限らない、②船の運航が船社、オペレータを介して複雑かつ多種多様な形態で行われ、特定の国や主体にCO₂排出規制を適用できない、という特殊な事情があります。また、海上輸送量の増加に伴い、運航中のCO₂排出量の大幅な増加が見込まれていることから、IMOでも海運からのCO₂排出量を低減させる方策について議論が行われています。

このような国際情勢の中、わが国においては、「海の10モードプロジェクト」が国土交通省、環境省、財団法人日本海事協会、財団法人船舶技術研究協会の連携により進められています。このプロジェクトは、自動車の「10・15モード燃費」に倣い、船の基本設計の段階で波や風のある実海域（＝実運航時）での船速低下などの性能を評価する指標を作成することを目指すもので、海上技術安全研究所（以下「海技研」といいます。）がその評価技術の開発と検証を行っています。今回は、

この技術と検証のための取組みについて紹介したいと思います。

シンプルかつ高精度なハイブリッド評価技術の開発

実運航時の性能評価技術が備えるべき要件としては、以下の3つをあげることができます。一つ目は、自動車の「10・15モード燃費」のように、性能を客観的かつ簡便に評価できること、二つ目は、誰が評価しても同じような結果が出ること、三つ目は、精度よく評価できること、です。海技研は、このような3つの要件を評価技術として、標準的な風、波、貨物の積載状態を設定し、実運航時の性能をシミュレーションにより高精度に評価する技術を開発しました。

実運航時の性能を評価するにあたっては、波や風による船体抵抗の増加や推進効率の低下により生じる速力低下を評価する必要があります。そのためには、模型船の製作やそれを用いた各種水槽試験が求められ、膨大な時間とコストがかかっていました。このため、海技研は、理論計算を評価技術の中核とし、精度の落ちる波長の短い場合の抵抗増加の計算を試験で補うという、ハイブリッド計算法を採用しました。これにより、時間とコストの大幅な削減と精度の確保を両立することが可能となりました。

実運航時性能評価技術の検証

本プロジェクトで開発された技術を検証するため、20年度より、外洋を航行する自動車運搬船2隻と大型油タンカー1隻に計測システムを搭載し、船の実運航時の速力などの各種データと気象海象の計測を行っています。この計測は、CO₂削減対策を推進している環

境省の委託事業として、国土交通省の指導の下、行っています。以下の図1から図3に、計測に協力頂いている船の写真を示します。



図1 実船計測を実施している川崎汽船(株)の自動車専用運搬船(今治造船(株)建造)



図2 実船計測を実施している(株)商船三井の自動車専用運搬船

今回の実船計測を実施するにあたっては、このように海運業界の協力を頂いています。具体的には、造船所には計測装置の設置工事で、船社には船の提供で協力頂いています。今回の計測で特筆すべき点は、船が遭遇している気象や海象を測定した上で、船速や軸馬力などの船の性能を測定している点です。これらに加え、船の各方向の揺れ加速度などの船体運動も同時に計測しています。

このような広範囲にわたる項目についてデータを収集することにより、実海域航行中の波・風の情報と船体運動のデータ、そのとき

の機関馬力や燃料消費量などのエンジン関係のデータを突き合わせた解析が可能となり、理論計算や水槽試験による評価技術の検証が可能となります。



図3 実船計測を実施している日本郵船の大型油タンカー(株)アイ・エイチ・アイマリンユナイテッド建造)

レーダ式波浪計測装置や全般を管理するノートPCなどの主要な計測関係装置は、計測機器収納ラックに収納されています(図4)。収集されたデータはこのラックにあるデータ収集用ノートPCに集められ、主要なデータが衛星通信により陸上のモニタリングシステムに送信される仕組みとなっています。



図4 計測機器収納用ラック

● 海技研の研究紹介

船速等の船体に関するデータは航海データ記録装置（VDR）から、軸馬力などの機関に関するデータは機関データロガーと呼ばれるデータ収録装置から、それぞれ上記のラック内に取り込まれています。計測は、5分毎に行われる波浪に関するものを除き、毎正時から30分間、1秒間隔で行われます。また、陸上では、これらデータの平均値や計測機器の状態を閲覧することができるようになっていきます。

今回の計測では、気象海象のデータを1日24回計測することにより、1日のうちの気象・海象の変化への追従や、波浪に関するデータベースとの比較などによる気象・海象データの幅広い検証が可能となっています。

図5に、レーダ式波浪計測装置の表示画面の一例を示します。



図5 レーダ式波浪計測装置の表示画面の一例

実船計測データを用いた評価技術の検証

上記の実船計測により収集したデータは、以下の要領で、実海域性能技術の検証に利用されます。まず、この実船計測を行っている船の船体形状に関する情報を用いて、波や風が異なるいくつかの条件で、波や風がない、平水とよばれる状態と比較して船速がどの程度低下するか（船速低下）、などを計算します。その上で、この船を模擬した模型を用いた水槽試験を行って計算結果を補正するという、海技研が開発したハイブリッド計算法により上記の船速低下などを求め、これを実船計測の結果と比較することにより検証を行います。この比較を行うにあたっては、水槽試験と喫

水やトリムなどの条件をそろえておく必要がありますので、実船計測の結果をこれら条件に合うように修正するという作業を行います。

実海域性能指標が今後広く使われるためには、この指標を国内外のどの機関で求めても同じような結果が出ることを確認することが非常に重要となってきます。このため、水槽を保有している複数の国内の大手造船所にお願ひして、実船計測を行っていない船種の代表格として選定されたバルクキャリアの模型を用いた水槽試験を実施して頂き、海技研が実施した水槽試験結果との比較を行っています。この試験は、国内の造船所のみならず、海外の専門水槽機関にも依頼し、結果を確認することとしています。

これらの水槽試験や理論計算による検証作業は、国土交通省からの委託事業として精力的に実施しているところです。執筆時点では、予定していた水槽試験はすべて終了し、実船計測により取得したデータについても、データがある程度集まった自動車運搬船2隻について、解析を行っているところです。この作業により、実船計測の結果から求めた指標とハイブリッド計算法で得られた指標がよい一致をみることが期待されるところです。

おわりに

実運航時の性能技術の検証については、昨年10月から本年1月末にかけて順次開始された実船計測と並行して、海技研の水槽での試験や解析との比較により、進めているところです。今後、さらにデータを蓄積し、検証作業を完了させていきたいと考えております。

このような作業は、実船試験に必要な計測装置の設置工事を行って頂いた造船所や、船舶を提供していただいた船社をはじめとする関係各位のご協力なしには成り立ち得ません。引き続きご協力頂きながら、検証作業を着実に実施していくこととしています。

LNG出荷用フローティングホースの開発

(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構では、古河電気工業(株)と共に2006年からLNG出荷用のフローティングホースの研究開発を実施しています。本研究では、フローティングホースの概念設計及び各種性能試験等を実施し、米国船級協会からの基本承認を得ることを目標としています。



浅沼 貴之
ASANUMA Takayuki

(独)石油天然ガス・金属
鉱物資源機構
R&D推進部
石油工学研究課

海洋石油・天然ガス開発に関連する海洋技術の研究開発に従事

はじめに

現在、世界の天然ガスの確認埋蔵量は約6,000tcf (trillion cubic feet) であり、可採年数は約60年と、石油の可採年数の40年に比べてやや大きい数字です。また、確認埋蔵量の約2/3が中東に存在する石油に対し、天然ガスは世界的に分布しており、エネルギーの利用と安定的供給の面で都合が良いといえます。

一方、世界には発見されているにも拘らず具体的開発計画の立っていない「ストランデッド (Stranded) ガス田」と呼ばれるガス田が、非常に多く存在します。開発が進められない理由としては、ガス田近傍に需要 (ローカルマーケット) がいない場合、ガス田の埋蔵量が中・小規模なためにLNG (Liquefied Natural Gas) プラント等の開発コストに対して経済的に成立しない場合、大水深海域といった難開発地域にあるような場合と様々です。アジア・太平洋海域には、このストランデッドガス田が130以上存在するといわれており、これらを含む海洋のガス田を開発するための技術として、FLNG (Floating LNG) 又はLNG-FPSO (Floating Production Storage and Offloading System) と呼ばれる、天然ガスを液化 (LNG) ・貯蔵・出荷する設備を備えた洋上浮体が注目されています (図1)。実際に、昨年からメジャーズをはじめ、中堅上

流企業、国営石油会社及び欧州系のベンチャー企業が、FLNGの開発構想を発表し、そのうちの何社かはFEED (Front End Engineering & Design) や船体建造の発注を行っています。

さて、FLNGにはいくつかの解決すべき技術課題がありますが、その中の1つとして「FLNGから輸送船への出荷方法」があります。陸上のLNGターミナルから輸送船への出荷及び輸送船から受け入れ先への陸揚げとは異なり、2浮体間の出荷となるのが難しい点です。更に、石油の場合とは異なり、 -163°C という極低温の流体の出荷を可能とする必要があるため、様々な制約を受けることになります。この出荷に関する技術は、安定した稼働率を確保するために非常に重要なものです。

このような背景のもと、(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構 (JOGMEC) では、2006年からLNG用フローティングホースの開発を古河電気工業(株)と共に実施しています (図2)。本稿では、その開発状況等について紹介致します。

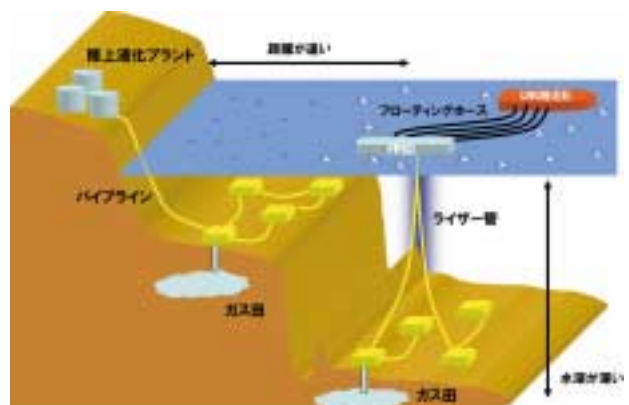


図1 全体概念図

● 技術情報

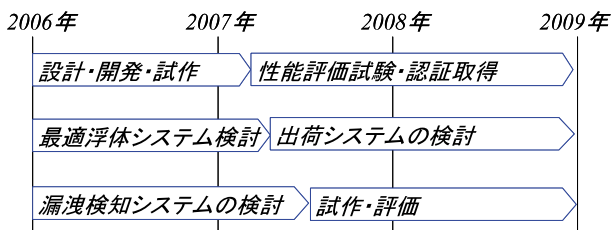


図2 研究開発スケジュール



図3 概念図



図4 ローディングアーム方式（左）とパンタグラフ方式（右）（出典：SBM社HP, FMC社HP）

フローティングホースのメリット

本研究では、図3に示すようなTandem係船（2浮体が縦並び状態）でのフローティングホースを用いた出荷方法を想定していますが、まずは比較的早い時期に提案された既存の方法を紹介します。図4左に示す方式は、ローディングアームを使用した出荷方法です。数本のローディングアームを同時に使用するため、FLNGと輸送船はSide by Side係船（2浮体が平行に位置）される必要があります。また、動揺に対する追従性が悪い（両者の挙動による相対変位の許容量が小さい）ことから、使用は比較的海気象が穏やかな場合に限られてしまいます。更に、FLNGと輸送船が密着状態にあることから、ガス漏洩に

伴う爆発等による甚大な被害の危険性も避けられません。一方、図4右に示す方法はパンタグラフ方式と呼ばれ、動揺への追従性を求めてデザインされたものです。ローディングアーム方式より出荷可能な海気象条件の制約は緩くなりますが、システム的に大規模なものになってしまう問題が残ります。

以上のような問題を解決する方法として提案しているものが、フローティングホースを用いた出荷です。フローティングホースによる出荷方法のメリットは、2浮体間の距離と相対変位の許容量が従来の方法よりも大きくなることにあります。2浮体間の距離を充分に取ってTandem係船できることから、衝突やガス漏洩に対する危険性が低くなり、またホースの可撓性（屈曲性）によって、両浮体の相対運動を直接考慮する必要がなくなります。すなわち、出荷作業における安全性が向上し、比較的厳しい海気象下においても出荷が可能となります。

フローティングホースの基本構造

このように、メリットの大きいLNG出荷用フローティングホースですが、既存の石油用と比較すると、極低温の液体を流すことに伴う解決すべき技術課題が多数存在します。

ここではまず、フローティングホースの基本的な構造について説明致します。図5に示す概略構造の通り、フローティングホースは内管、断熱層、補強層及び最外層の4層構造となっています。内管は極低温のLNGが流れるために耐低温素材を用い、可撓性を持たせるために蛇腹形状をしています。更に温度を伝達させないための断熱層、軸力補強のための2重の補強層、海水や直射日光等の環境に長期間さらされても劣化しない素材を使用した最外層といった構造となっています。

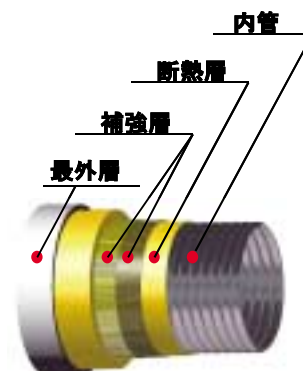


図5 構造概略図

各種性能試験

フローティングホースの機能面での要求事項としては、次のようなものがあります。

- ・耐極低温（ -163°C ）
- ・耐内圧（5MPa）
- ・可撓性
- ・耐疲労

現在行っている研究開発では、米国船級協会（ABS: American Bureau of Shipping）のAIP（Approval in Principal）取得を目標としており、上記4項目についての各種試験を実施しています。

①常温試験

まず、設計したフローティングホースの基本性能が必要要件を満足しているか、常温において確認試験を実施しました。常温試験ではLNGの代わりに水を試料内に充填し、曲げ試験（図6）や耐圧試験をはじめとし、引張・圧縮・捻れ・衝撃の各試験を行い、それぞれに対する評価も実施しております。また最終的に、回転曲げによる疲労試験（図7）を破壊に至るまで実施しました。



図6 常温曲げ試験の様子



図7 常温回転曲げ疲労試験の様子

②低温試験

常温試験において設計条件を満足していることを確認し、基本特性を把握した上で低温試験を実施しました。試験項目は常温試験と同様ですが、試料内に液体窒素（実際のLNGを使うことが理想ですが、安全面の問題から液体窒素で代用しています）を充填して実施しています。低温での機能確認試験の様子を図8に、耐圧試験の様子を図9に示します。



図8 低温試験の様子



図9 低温耐圧試験の様子

おわりに

以上、ここで紹介した内容の他に、フローティングホースからピンホール等の何らかの原因により、LNGが漏洩した場合に素早く検知できるシステムの開発も本体の研究開発と並行で実施しています。また、実際にFLNGに搭載する場合の方法やホースの展開・収納方法についての検討も実施しています。

本研究は順調に成果を挙げ、8インチのフローティングホースに対しては、2009年3月末を目途に、ABSからAIPを取得予定です。しかし、実際にFLNGから輸送船へのLNG出荷を想定した場合、大口径のホースを用いて素早く出荷する必要があることが現在までに分かってきており、本研究の中でも16インチ管の開発を行っております。今後は、FLNGから輸送船への出荷用のみならず、輸送船からの陸揚げ用等、様々なケースを想定し、引き続き研究開発を行っていく予定です。

LNGの国内海上輸送を担う “鶴令丸”

(株)川崎造船は、蓄圧式小型内航LNG船 (2,500m³) を国内で初めて開発しました。鶴令丸 (かくれいまる) はその4隻目として、鶴見サンマリン(株)殿より受注し、貨物部を当社が建造し、貨物部を除く一般船体部を檜垣造船(株)殿に建造委託する形態にて2008年11月27日に竣工引渡しました。

佐原 弘文
SAHARA Hirofumi

(株)川崎造船
技術本部 造船設計部
総合設計グループ

はじめに

本船は、液化天然ガス (LNG) の国内海上輸送のために建造された蓄圧式小型LNG船であり、当社の豊富なLNG船建造実績に裏付けられた信頼性の高い設計及び建造技術が生かされています。

また、当社は本船の開発により、従来の大型 (177,000m³ / 155,000m³ / 147,000m³)、中型 (19,400m³) を含め、大中小のLNG船のバリエーションを揃えたこととなります。

以下にその概要を紹介します。

本船の開発経緯

天然ガスは、燃焼時の二酸化炭素 (CO₂) の発生量が少なく地球温暖化への影響が小さい、燃焼時に硫黄酸化物 (SO_x) をほとんど発生させない等、環境負荷が小さいクリーンなエネルギーです。また、天然ガスを供給する国が石油に比較して世界各地に散らばっているため供給安定性が高いエネルギーです。

これらの優位性により、天然ガス導入の機運は、従来よりLNG受入基地を持つ電力/ガス会社に加えて、地方の都市ガス会社や産業用需要家に広がりつつあります。

日本には多くの都市ガス会社がありますが、従来からLNGを導入していたのは、LNG受入基地を持つ都市ガス会社とそこから供給を受ける一部の都市ガス会社でした。

一方、日本政府は環境問題への対応策の一環として、都市ガスの原料の100%を天然ガス等の高カロリーガスに2010年をめどに転換するよう義務づけており、数多くの都市ガス会社の間でLNG導入が促進されています。

ガス会社がLNGを調達するには、直接海外から輸入する方法もありますが、必要量が比較

的少ない場合、海外からLNGを輸入している国内の電力/ガス会社から購入する方法が一般的で、そのひとつの方法として内航船受入基地があります。日本には5箇所の内航船受入基地があり、今回の鶴令丸は新日本石油 (株) 殿が所有する八戸基地向けの内航船であります。

小型LNG船での輸送は、パイプラインによる輸送に比べて輸送経路にフレキシビリティがあり、またタンクローリーに比べ大量輸送が可能であるというメリットに加え、輸送の集約による危険度の減少というメリットも享受できるために注目され、本船の開発・建造に至りました。



図1 航走写真

主要目

船籍	日本 (東京)
船級	日本海事協会 (NK)
全長	86.29 m
長さ (垂線間)	80.30 m
幅 (型)	15.10 m
深さ (型)	7.00 m
満載喫水 (型)	4.30 m
総トン数	2,952 T
載貨重量	1,801 t
貨物タンク容積	2,512 m ³
主機関	立型4サイクル単動加給機及び空気冷却器付ディーゼル機関 (非自己逆転) 連続最大出力2,059kW × 240rpm
航海速度 (85%, 15% SM, 軸発-OFF)	約13.0ノット
定員	14名

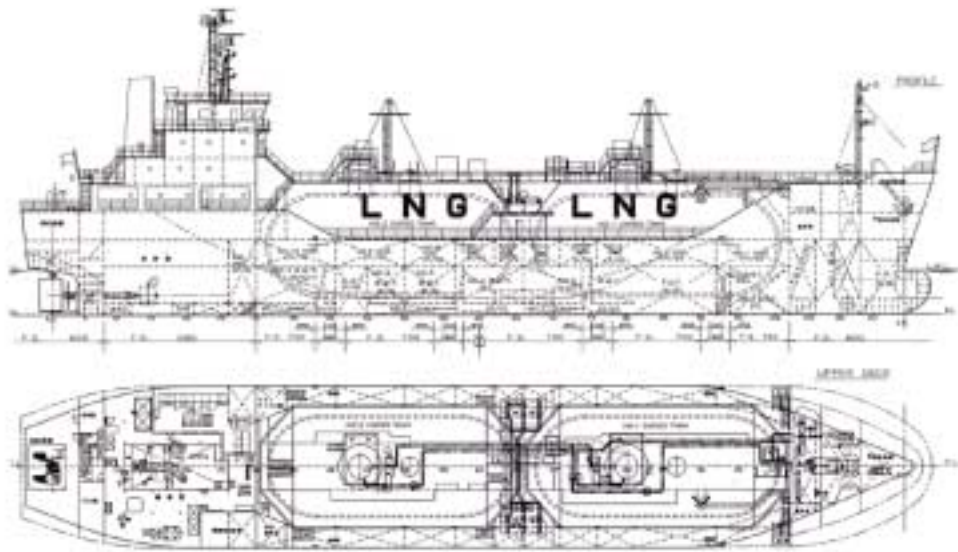


図2 一般配置図

本船の特徴

(1) 設計概念

天然ガスは -163°C に冷却することにより液体のLNGとなりますが、輸送中に外部からの侵入熱により徐々に蒸発するため、ボイルオフガス（BOG）の処理が問題になります。一般的なLNG船ではこれを機関室に導き、ボイラー等で燃焼させることにより処理しています。

一方、本船は二次輸送に用いられるLNG船であり、その輸送距離が短く航海日数も少ないので、外部からの侵入熱をLNGの若干の液温上昇で吸収し、外部にBOGを出さない、即ちBOGの処理が不要なシステムである蓄圧式タンクとして設計しました。

蓄圧期間としては、実際の航路は2日程度ですが、日本縦断に要する5日を片道航行日数と設定し、これに2日の余裕を加えた7日間としています。この7日間の侵入熱による液温上昇、その結果としての圧力上昇を考慮して、貨物タンクの設計圧力を決めています。

(2) 一般配置

本船は、2基の $1,250\text{m}^3$ の横置き式圧力タンクを各々のホールドに配置しており、それぞれのタンクはタンクカバーにより、外部から隔離されています。船体は船側船底を含め二重船殻構造としており、衝突、座礁などの事故時の安全性の向上を図っています。

船体中央部付近に荷役用のローディングステーションを、船首部の船楼内にカーゴコンプレッサー室とモーター室を配置しています。また、船尾部には機関室、その上部には操舵室を含む居住区を配置しています。

本船の一般配置図を図2に示します。

(3) 貨物タンク

本船の貨物タンクは液化ガス運搬船に対する国際規則（IGCコード）のタイプCという概念で設計される圧力タンクであり、その設計圧力は前述の7日間の蓄圧期間を考慮して 3.0 barG としました。材質は大型のモス方式LNG船のタンク材料と同じアルミ合金を用いており、タンク容積及び設計圧力を考慮し、横置きシリンダータンクとしています。

(図3参照)



図3 貨物タンク

なお、本船の蓄圧の考え方、それに対応したタンク構造については、日本海事協会の型式承認を得ています。

タンクはホールド底部に設けられた2ヶ所のサドル（円弧状の架台）の上に置かれ、タンクとサドルの間には侵入熱の軽減を図るために、プラスチック製のライナー材を挿入しています。タンクはキー構造により後部のサド

● 新造船紹介

ルに固定され、熱収縮および船体変形による動きは前部サドル部のライナー材のすべりにより吸収しています。

また、左右方向の動きを押さえる左右方向動揺止め及びタンクの浮き上がり防止用のチョック構造を備えています。

本船と同様の横置きシリンダータンクを採用している小型LPG船のタンクでは、通常タンク内のスロッシング（タンク内液体の激しい運動）を抑えるために、その中央部に波止め隔壁を設けています。この波止め隔壁とシリンダータンクの取り付け部はよく損傷を経験する箇所です。本船ではCFD（Computational Fluid Dynamics）技術を駆使した3次元のスロッシング解析を行い、タンク壁面に生じる圧力やタンク内のLNGの流速等を正確に求め、それをベースにタンク設計を行うことによって波止め隔壁を廃止することが出来ました。

(4) 防熱

貨物タンクの防熱は、当社が独自に開発し、多数の大型モス方式LNG船で採用されている川崎パネル方式を採用しています。

なお、蓄圧期間を長くするために侵入熱を出来る限り抑えられるよう、防熱パネル厚さを厚くした断熱性能の高い防熱システムです。

(5) 荷役設備

LNG機器

・カーゴポンプ	300 m ³ /h	4台
・スプレーポンプ	30 m ³ /h	2台
・カーゴコンプレッサー	3,500 m ³ /h	1台
・カーゴヒータ	550 Mj/h	1台
・LNG蒸発器	600 kg/h	1台
・窒素ガス発生器	15 Nm ³ /h	1台

貨物用配管

貨物用配管の材料として暴露部にはステンレス鋼、貨物タンク内はアルミ合金を使用しています。

弁の継ぎ手はメンテナンスを容易にするためフランジ継ぎ手としています。

貨物配管はオフセットベント方式(バネの原理を応用した配管)を採用し、低温収縮や船体変形によって生じる配管の変形を吸収しています。

貨物部計装

居住区内操舵室に貨物監視盤を設け、貨物関係の操作において特に重要な液位・温度・圧力を常時監視可能としています。

(6) 一般船体機装

本船は、各LNG基地係留計画に基づき係船装置を装備しています。また、ロータリーベーン式舵取機とシリング舵、並びにバウスラスタにより、港内での操船性を向上させています。

揚錨機	98.1kN × 12m/min	× 2台
スプリングウインチ	49.0kN × 15m/min	× 1台
係船機	49.0kN × 15m/min	× 2台
舵取機	105.0kN-m	× 1台
バウスラスタ	49.0kN × 310kW	× 1台

(7) 機関部

大型のLNG船ではBOGを処理する必要があるため、これを機関室に導きボイラーで燃焼させて蒸気を作り蒸気タービンで推進しています。

一方、本船では前述のように蓄圧式タンクを採用しているため、BOGの処理が不要となり、蒸気タービンに比べ燃料消費率が良く、また小型船で採用実績の多い4サイクル・ディーゼルエンジンを主機関として採用しています。

主機関	4サイクルディーゼル機関	× 1台
プロペラ	4翼可変ピッチハイスキュー型	× 1台
補助ボイラー	自然循環式立形水管式	× 1台
排ガスエコマイザ	強制循環多管式	× 1台

おわりに

川崎造船は液化ガス運搬船の建造において30年を超える経験を有し、その時々のご要望に答えるべく常に新しいコンセプトに基づいた液化ガス運搬船を提供してきました。本船は、この液化ガス運搬船に関する当社の長い経験と技術力によって開発・設計されたものであり、小規模LNGプロジェクトやLNGの二次輸送に最適な船となっています。

なお、本船の建造にあたり多大なご指導とご協力を頂いた船主殿、船級協会殿等、関係者各位に対し深く感謝すると共に、本船の航海の安全と今後の活躍を祈る次第です。

世界の客船（4）

クルーズフェリーという新海事マーケットを開拓した「フィンランディア」



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

ikedata@marine.osakafu-u.ac.jp

はじめに

北欧のバルト海にはたくさんの旅客カーフェリーが就航していることはよくご存知のことと思います。6～8月のバルト海の船旅は、いつまでたっても日が沈まない白夜の中の航海ですし、冬ならば氷でおおわれた真っ白な海を、氷を割りながら航海するという、なかなかめったには体験のできない船旅を楽しむことができます。

このバルト海にはクルーズフェリーと呼ばれる旅客フェリーがたくさん運航されています。これは定期航路に就航する旅客カーフェリーが、移動のための旅客や車だけでなく、船旅自体を楽しむレジャー客の需要を開拓して、フェリーをクルーズ化するという新しいビジネスモデルを構築し、それまで年間3～400万人の利用客を、今では1500万人にまで増加させたのです。そのクルーズフェリーのパイオニアが、今回紹介する「フィンランディア」です。姉妹船には「シルビア・レジナ」があります。この姉妹船を運航したのはフィンランドとスウェーデンの合弁会社であるシリヤ・ライン。バルト海の旅客船運航会社としては老舗会社です。

フィンランディアとの出会い

「フィンランディア」姉妹が登場したのは1981年のことです。それまで就航していた12,000総トン型のカーフェリーの倍以上の26,000トンの総トン数を誇り、完成すると「世界最大のカーフェリー」の座に着きました。

建造したのはフィンランドのヴァルチラ造船所で、1970年代にカリブ海のクルーズ用の斬新な客船を開発・建造した会社です。

この「フィンランディア」の基本コンセプト

トは、カリブ海クルーズとよく似ていました。一般の人々が気軽に楽しめる船旅を提供して、新しい海事マーケットを創造するというもの。そのためには、大型化してたくさんの乗客を乗せて、リーズナブルな価格で乗船してもらうことが必要でした。



図1 フィンランディア

「フィンランディア」の旅客定員はそれまでの1,200名から2,000名に増加しています。船内には、レストランがいくつもあり、バーやラウンジもいくつもありました。また、巨大な免税売店は、税金の高い北欧の人々にとっては、船旅を楽しんだ上に、さらに安いお土産をたくさん買い込んで家路につくことができるという二重のメリットがありました。2000名もの乗客を収容するため、宿泊用キャビンは狭く、まさに寝るだけのスペースですが、きちんとトイレとシャワーがありました。

1983年にベルリンに滞在していた私は、ぜひとも、この「フィンランディア」に乗船したいと思っていました。ドイツでは週末になると新聞紙上は旅行の宣伝であふれます。その中に、世界最大の豪華フェリー「フィンラ

● 随筆

ンディア」の船上で新年を迎える企画のバスツアーがありました。さっそく予約をしたのはもちろんです。

ベルリンを出たバスは、東ドイツ領内の高速道路を走って西ドイツの港町トラフェミュンデに到着。ここからフェリーに乗ってスウェーデンに渡り、「フィンランディア」が出港するストックホルムに到着しました。



図2 フィンランディアでのダンスパーティ

ストックホルム港に停泊していた「フィンランディア」は、角ばった箱状の船体の上にブリッジがそそり立つように載っているという容姿で、まるで漫画の「機動戦士ガンダム」のような印象でした。

しかし、その船内に入って見て驚きました。とても定期航路の旅客カーフェリーとは思えないほどの立派な設備が整っていました(図2)。運航するシリヤ・ラインは、この船を使って移動客だけでなく、主にスウェーデンから乗船して、バルト海を往復する新しい観光需要をターゲットとした新しいビジネスモデルを構築していたのですが、私が、そうした経営戦略を知るのは、その後何度かクルーズフェリーの調査に行き、シリヤ・ラインやバイキングラインの首脳からのヒアリングをした時でした。

この「フィンランディア」姉妹の登場で、バルト海の旅客フェリーの需要は鰻上りに増加します。就航直後の年には45%もの旅客増加があったといいます。競合関係にあるバイキングラインも、クルーズフェリーの建造に乗り出し、この2社のライバル(図3)が競って魅力的な船作りを行い、巨大なクルーズフェリーというマーケットを創造したのです。



図3 氷の張るヘルシンキ港に停泊するバイキングラインとシリヤ・ラインのフェリー

フィンランディア

さて、この「フィンランディア」について少し詳しく説明をしましょう。同船の主要寸法は、全長166m、幅28.4m、喫水6.74m。全長と幅の比は5.3、幅と喫水の比4.2と、大変幅の広い船型をしています。

船内の体積を表わす総トン数は25,680トンと大きいのですが、積荷等の重量を表わす載貨重量は4000トンと意外に小さいのも特徴です。

エンジンは、7800馬力の中速ディーゼル機関が4基で、2つのプロペラを回して航行し、その航海速度は22ノットです。

バルト海横断航路には、冬季には氷が張るため、耐氷型の船体として、氷をかき分けながら航海できるような船体強度をもって建造されています。

また、ストックホルムからバルト海に出るまでは50キロにも及ぶ多島海です。島の数に2万4000余りといわれ、この多島海の曲がりくねった狭い水路を4時間近く航海するので、大型船が安全な航海を確保するのが大変だったようです。このために、ブリッジは360度の視界を確保するために、位置も高く、かつ非常に幅広のものとなり、このブリッジが同船の外観上の大きな特徴となっています。

また、船が大型化したため離着岸性能の向上が図られ、船首に大型のサイドスラスタを2基装備しました。これにより、着岸時のタグボートの必要がなくなったといいます。

フィンランディアの影響

バルト海のクルーズフェリーのパイオニアである「フィンランディア」には、船舶技術的には画期的な進歩があったようには思えませんが、その後の欧州の海運界および造船界に及ぼした影響は計り知れないものがあります。

それは、新しいビジネスモデルを構築して、海運界に全く新しい大きな需要を創生したことです。そして、その時に造船所自体が主導的な役割を演じたことも重要なポイントだと思います。欧州において造船産業が衰退して、各国共に造船所の廃業が相次いでいた時に、フィンランドという、それまで造船界ではあまり脚光を浴びていなかった地から、海運界に新しいビジネスモデルを積極的に提案する造船所が現れたのです。しかも、その提案は、定期フェリーをクルーズ客船化するというもので、必ずしも画期的な造船技術に基づくものではなかったことも、我々に重要な示唆を投げかけているように思います。

「フィンランディア」が構築したクルーズフェリーという新しい産業は、その後、急速に成長して、5万総トンを越す大型フェリーがたくさん建造されるようになりました。これが欧州の新しい造船産業復興の大きな原動力の1つとなったことは、読者の皆さんのご存知の通りです。

またクルーズフェリーの大型化のネックとなった多島海の狭い水路の航行(図4)は、航海システムの画期的な進展を導きました。困難な壁こそが、それを打ち砕く画期的な技術開発につながるという典型のように思います。



図4 ストックホルム周辺の多島海の家図
(シリヤ・ラインのパンフレットから)

フィンランドの造船所が、こうしたクルーズフェリーやクルーズ客船等の複雑で手間のかかる設計が必要な船の建造のために構築した造船基本設計のコンピュータソフトは、NAPAというブランド名で世界中に普及し、今では多くの日本の造船所でも使うようになっています。

「フィンランディア」に最初に筆者が乗船した頃、その乗客の多くは、経済力のあるドイツ人とスウェーデン人で、フィンランド人はスウェーデンに出稼ぎいくためにフェリーを利用していました。しかし、今ではフィンランドからたくさんの大型のクルーズフェリーがフィンランド人を満載して航海に出るようになってきました。

技術オリエンティッドからマーケットオリエンティッドに

このように、新しいマーケットを創生するのが、いつも技術オリエンティッド、すなわち新しい先端技術を起源とするとは限りません。バルト海のクルーズフェリーの場合には、フェリーの利用者拡大策という視点からの新しいビジネスモデルが新しいマーケットを創生しました。

クルーズフェリーという1つのマーケットの成長の要因を正しく理解するためには、実際に乗船して乗組員や乗客の声を聞き、そして経営者にも会ってその戦略を聞いてみる必要があります。真実は現場にあるというのは、どの産業でも重要なポイントでしょう。これからも現場主義は忘れずに、新しい海事産業の創生に努力したいと思っています。

サムライ SAMURAI		Crude Oil Tanker 原油タンカー	
Builder建造所	ユニバーサル造船津事業所		
Owner船主	Palmdale Investments Inc.		
Operator運航者			
国籍	Liberia	船番	113
Keel laid起工年月日	2006.11.17		
Launched進水年月日	2008.11.21		
Delivered竣工年月日	2009.2.20		
Class船級等	LRS		
Nav. Area航行区域	Ocean Going		
L _{oa} 全長 m	274.20		
L _{pp} 垂線間長 m	263.00		
Breadth型幅 m	48.00		
Depth型深 m	22.40		
Draft (d _{mid} (design)) 満載喫水(計画) m	15.30		
Draft (d _{ext}) 満載喫水(夏期) m	16.00		
GT 総トン数(国際) T	78,845		
NT 純トン数 T	47,229	Deadweight載貨重量(計画) t	149,993
Cargo Tank Capacity貨物槽容積 m ³ :		Fuel Oil Tank燃料油槽 m ³	4,131
Max. Trial Speed試運転最大速力 kn	15.80	Sea Speed航海速力 kn	15.40
Fuel Consumption燃料消費量 t/day	168.80	Main Engine主機関 メーカー形式×基数	DU SULZER 6RTA72 × 1
Output (M.C.R.) 出力(連続最大) kW×min ⁻¹	16,440 × 94.0	Output (N.O.R.) 出力(常用) kW×min ⁻¹	14,800 × 90.8
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
Electric Generato	Engine (原動機)メーカー形式×出力×台数		DAIHATSU 6DK-20 860kW × 3 sets
発電機	Generator(発電機)メーカー形式×出力×台数		Taiyo Electric Co., Ltd. FE547C-8 800kW x 3 sets
Type of Ship船型	Single screw motor driven single deck type, Crude oil tanker		Officer & Crew No.乗組員数
Same Ship同型船	SOUTH SEA, NAVIGATOR, EQUATOR, GLADIATOR		31
特記事項			



バルマ PALMA BULKER		バルカー 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	ND SHIPPING S.A.		
Operator運航者			
国籍	PANAMA	船番	SNO.1312
Keel laid起工年月日	2004.12.13		
Launched進水年月日	2008.11.25		
Delivered竣工年月日	2009.1.20		
Class船級等	NK		
Nav. Area航行区域	Ocean Going		
L _{oa} 全長 m	225.00		
L _{pp} 垂線間長 m	217.00		
Breadth型幅 m	32.26		
Depth型深 m	19.30		
Draft (d _{mid} (design)) 満載喫水(計画) m	12.20		
Draft (d _{ext}) 満載喫水(夏期) m	14.00		
GT 総トン数(国際) T	40,033		
NT 純トン数 T	25,920	Deadweight載貨重量(計画) t	75,886
Cargo Hold Capacity (Grain) 貨物艙容積(グレイン) m ³ :	91,311	Fuel Oil Tank燃料油槽 m ³	3,236
Max. Trial Speed試運転最大速力 kn		Sea Speed航海速力 kn	about 24,700
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(Mark 3)
Output (M.C.R.) 出力(連続最大) kW×min ⁻¹	9,010 × 82	Output (N.O.R.) 出力(常用) kW×min ⁻¹	7,660 × 77.7
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
Electric Generato	Engine (原動機)メーカー形式×出力×台数		Yanmar 450kw x 3sets
発電機	Generator(発電機)メーカー形式×出力×台数		Yanmar 400kw x 3sets
Type of Ship船型	Flush Deck type without F'cle		Officer & Crew No.乗組員数
Same Ship同型船			28
特記事項	本船は7つの貨物倉を有しており、各貨物倉の倉口にはサイドローリングタイプのハッチカバーを装備している。本船は穀類、石炭及び鉄鉱石の積載が可能であり、鉄鉱石のような高比重貨物はNo.1,3,5,7カーゴホール드에隔倉毎に積載可能となっている。更に、本船は省エネ装置であるサーフバルブを艙に取り付けることにより省エネ化を図っている。		



レイク ダリア
LAKE DAHLIA
 Bulk Carrier 撒積貨物船

Builder建造所	株式会社サノヤス・ヒシノ明昌		
Owner船主	TRITON NAVIGATION B.V.		
Operator運航者			
国籍	Panama	船番	1274
Keel laid起工年月日	2008.8.1		
Launched進水年月日	2008.11.14		
Delivered竣工年月日	2008.1.21		
Class船級等	NK		
Nav. Area航行区域			
L _{oa} 全長 m	225.00		
L _{pp} 垂線間長 m	219.00		
Breadth型幅 m	32.24		
Depth型深 m	19.90		
Draft (d _{mid} (design)) 満載喫水(計画) m			
Draft (d _{ext}) 満載喫水(夏期) m	14.379		
GT 総トン数(国際) T	41,662		
NT 純トン数 T	25,647	Deadweight載貨重量(計画) t	78,802
Cargo Hold Capacity (Grain) 貨物艙容積(グリーン) m ³ :	91,188	Fuel Oil Tank燃料油槽 m ³	Fresh Water Tank清水槽(含む、飲料水)m ³
Max. Trial Speed試運転最大速度 kn		Sea Speed航海速度 kn	abt. 14.5
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 7S50MC-C×1
Output (M.C.R.) 出力(連続最大) kW×min ⁻¹		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	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		Officer & Crew No.乗組員数	25
Same Ship同型船	Sno.1257 M.V.ORANGE TRIDENT, Sno.1264 M.V.GIANT SKY, Sno.1266 M.V.UNICORN OCEAN		
特記事項			



フロント ランナー
Front Runner
 Bulk Carrier ばら積運搬船

Builder建造所	三井造船株式会社		
Owner船主			
Operator運航者			
国籍	Panama	船番	S 1701
Keel laid起工年月日			
Launched進水年月日	2008.11.5		
Delivered竣工年月日	2009.1.7		
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	31,236		
NT 純トン数 T		Deadweight載貨重量(計画) t	55,666
Cargo Hold Capacity (Grain) 貨物艙容積(グリーン) m ³ :		Fuel Oil Tank燃料油槽 m ³	Fresh Water Tank清水槽(含む、飲料水)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 6S50MCC × 1
Output (M.C.R.) 出力(連続最大) kW×min ⁻¹	9,480 × 127.0	Output (N.O.R.) 出力(常用) kW×min ⁻¹	7,080 × 115.2
Propellerプロペラ 翼数×軸数	(CPP etc.) プロペラの種類	FPP	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		Officer & Crew No.乗組員数	24
Same Ship同型船	本船を含んで80隻		
特記事項	国際船級協会連合(IACS)の統一規則S25を適用している。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・配重を計画している。・ハッチカバーに関しては、長さ/巾ともこのクラスでは、最大級である。・貨物艙は、長尺パイプを余裕持って積載できる様、十分な長さをも有している。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エンジン、三井-MAN B & W ディーゼル機関 6S50MCC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)で十分な速度性能を有しており、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、バラスト水の交換が航海中に可能としている。6. 発電機間もIMO環境基準を満たしている。		



ジュピター リーダー JUPITER LEADER		4,300 UNITS PURE CAR CARRIER 4,300台積み自動車運搬船			
Builder建造所	内海造船株式会社				
Owner船主	TOPAZ SEA CARRIERS PTE. LTD.				
Operator運航者	日本郵船株式会社				
国籍	Singapore	船番	S.NO 722		
Keel laid起工年月日	2008.5.24				
Launched進水年月日	2008.8.17				
Delivered竣工年月日	2008.11.23				
Class船級等	NK				
Nav. Area航行区域	Ocean Going				
L _{oa} 全長 m	183.00				
L _{pp} 垂線間長 m	170.00				
Breadth型幅 m	30.20				
Depth型深 m	28.80				
Draft (d _{mid} (design)) 満載喫水(計画) m	7.70				
Draft (d _{ext}) 満載喫水(夏期) m	8.72				
GT総トン数(国際) T	44,412				
NT 純トン数 T	13,324	Deadweight載貨重量(計画) t	12,889		
		Deadweight載貨重量(夏期) t	25,789		
Car & Truck No. 車輛搭載台数	4,318	Fuel Oil Tank燃料油槽 m ³	2,606.77		
		Fresh Water Tank清水槽(含む、飲料水) m ³	361.34		
Max. Trial Speed 試運転最大速力 kn	22.23	Sea Speed航海速力 kn	20.00		
		Endurance航続距離 SM	22,500		
Fuel Consumption燃料消費量 t/day	43.30	Main Engine主機関 メーカー形式×基数	HITACHI-MAN B&W 6S60MC-C type diesel engine×1		
Output (M.C.R.) 出力(連続最大) kW×min ⁻¹	11,620×105		Output (N.O.R.) 出力(常用) kW×min ⁻¹	9,880×99.5	
Propellerプロペラ 翼数×軸数	5B×1	(CPP etc.) プロペラの種類	FPP	Main Aux. Boiler主補汽缶 形式×台数	Vertical, forced draft, smoke tube, composite type×1
Electric Generator 発電機	Engine (原動機)メーカー形式×出力×台数		Drip-proof, self-ventilated and brushless type×1,025kVA(820kW)×3		
	Generator(発電機)メーカー形式×出力×台数		vertical 4-cycle, single acting, trunk piston type×880kW×3		
Type of Ship船型	Single screw motor driven pure car carrier		Officer & Crew No.乗組員数		25
Same Ship同型船	NEPTUNE LEADER		Route航路		
特記事項	<ol style="list-style-type: none"> 積載貨物は乗用車、トラック、バス、重車両等の完成自動車です。 自動車倉は合計11層から構成されています。内2層はリフトブルス甲板です。No.5およびNo.7デッキには重車両の積載が可能です。 二重船殻構造で保護した燃料油タンクの採用によって、従来船よりも海洋汚染防止に配慮した環境に優しい船です。 				



パウ・キン BOW KISO		CHEMICAL TANKER ケミカルタンカー			
Builder建造所	北日本造船株式会社				
Owner船主	CHEMICAL CLIPPER TRANSPORTS S.A.				
Operator運航者					
国籍	PANAMA	船番	S375		
Keel laid起工年月日	2007.9.14				
Launched進水年月日	2008.1.19				
Delivered竣工年月日	2008.3.31				
Class船級等	NK				
Nav. Area航行区域	Ocean Going				
L _{oa} 全長 m	170.00				
L _{pp} 垂線間長 m	162.00				
Breadth型幅 m	26.60				
Depth型深 m	11.30				
Draft (d _{mid} (design)) 満載喫水(計画) m	11.00				
Draft (d _{ext}) 満載喫水(夏期) m					
GT 総トン数(国際) T	19,500				
NT 純トン数 T	9,793	Deadweight載貨重量(計画) t	33,600		
		Deadweight載貨重量(夏期) t			
Cargo Tank Capacity貨物槽容積 m ³	37,700	Fuel Oil Tank燃料油槽 m ³	1,780		
		Fresh Water Tank清水槽(含む、飲料水) m ³	400		
Max. Trial Speed 試運転最大速力 kn	15.00	Sea Speed航海速力 kn	14.8		
		Endurance航続距離 SM	17,500		
Fuel Consumption燃料消費量 t/day	28	Main Engine主機関 メーカー形式×基数	AKASAKA 6UEC52LS		
Output (M.C.R.) 出力(連続最大) kW×min ⁻¹	7,980 × 120		Output (N.O.R.) 出力(常用) kW×min ⁻¹	6,783 × 114	
Propellerプロペラ 翼数×軸数	5 BLADES 1 SHAFT	(CPP etc.) プロペラの種類	FPP	Main Aux. Boiler主補汽缶 形式×台数	MIURA HB-10T×2
Electric Generator 発電機	Engine (原動機)メーカー形式×出力×台数		YANMAR 6N18AL-EV×3		
	Generator(発電機)メーカー形式×出力×台数		NISHISHIBA NTAKL-VE×3		
Type of Ship船型	FLUSH DECKER		Officer & Crew No.乗組員数		25
Same Ship同型船	M/T"BOW SAGAMI"				
特記事項	16 of FULL STAINLESS CARGO TANKS.				



シー コーラル SEA CORAL		Cargo 貨物船	
Builder建造所	檜垣造船株式会社		
Owner船主	DAWN SHIPPING,S.A.		
Operator運航者			
国籍	PANAMA	船番	S-622
Keel laid起工年月日	2008.2.8		
Launched進水年月日	2008.9.21		
Delivered竣工年月日	2009.11.28		
Class船級等	NK		
Nav. Area航行区域	Ocean Going		
L _{oa} 全長 m	127.66		
L _{pp} 垂線間長 m	119.50		
Breadth型幅 m	19.60		
Depth型深 m	14.50		
Draft (d _{mid} (design)) 満載喫水(計画) m	9.40		
Draft (d _{ext}) 満載喫水(夏期) m			
GT 総トン数(国際) T	9,932		
NT 純トン数 T	4,569	Deadweight載貨重量(計画) t	14,000
		Deadweight載貨重量(夏期) t	
Cargo Hold Capacity (Grain) 貨物艙容積(グリーン) m ³ :	abt 20,000	Fuel Oil Tank燃料油槽 m ³	820
		Fresh Water Tank清水槽(含む、飲料水)m ³	520
Max. Trial Speed試運転最大速力 kn	15.41	Sea Speed航海速力 kn	13.50
		Endurance航続距離 SM	11,000
Fuel Consumption燃料消費量 t/day	16.70	Main Engine主機関 メーカー形式×基数	6S35MC × 1
Output (M.C.R.) 出力(連続最大) kW×min ⁻¹	4,200 × 170.0	Output (N.O.R.) 出力(常用) kW×min ⁻¹	3,780 × 164
Propellerプロペラ 翼数×軸数	4 blades × 1	(CPP etc.) プロペラの種類	FPP
		Main Aux. Boiler主補汽缶 形式×台数	Vertical water Tube Composite Boiler × 1set
Electric Generator 発電機	Engine (原動機)メーカー形式×出力×台数	DAIHATSU 6DL-16A×400KW×2sets	
	Generator(発電機)メーカー形式×出力×台数	NISHISHIBA×360KW×2sets	
Type of Ship船型	全通2層甲板船尾機関型		Officer & Crew No.乗組員数
Same Ship同型船	ADMIRE CORAL、NOBLE CORAL		21
特記事項	本船は、2つの貨物倉を有し、一般雑貨、長尺物鋼材、合板、30 ^ト コイル、鉄道車両・トラック等車両 又 容器に収納した危険物の積載も可能としている。		



ポーラスター		旅客船	
Builder建造所	墨田川造船株式会社		
Owner船主	シライイン株式会社		
Operator運航者	シライイン株式会社		
国籍	日本	船番	N18-50
Keel laid起工年月日	2008.7.16		
Launched進水年月日	2008.8.29		
Delivered竣工年月日	2008.11.5		
Class船級等	JG		
Nav. Area航行区域	限定沿海区域		
L _{oa} 全長 m	32.00		
L _{pp} 垂線間長 m	31.07		
Breadth型幅 m	6.50		
Depth型深 m	2.70		
Draft (d _{mid} (design)) 満載喫水(計画) m	1.135		
Draft (d _{ext}) 満載喫水(夏期) m			
JG総トン数(JG) T	101.00		
NT 純トン数 T		Deadweight載貨重量(計画) t	12.50
		Deadweight載貨重量(夏期) t	
Car & Truck No.車輛搭載台数		Fuel Oil Tank燃料油槽 m ³	5,000L
		Fresh Water Tank清水槽(含む、飲料水)m ³	500L
Max. Trial Speed試運転最大速力 kn	25.70	Sea Speed航海速力 kn	23.00
		Endurance航続距離 SM	280.00
Fuel Consumption燃料消費量 t/day		Main Engine主機関 メーカー形式×基数	MTU 16V2000M70× 2
Output (M.C.R.) 出力(連続最大) kW×min ⁻¹	1,050×2,100		Output (N.O.R.) 出力(常用) kW×min ⁻¹
Propellerプロペラ 翼数×軸数	5×2	(CPP etc.) プロペラの種類	FPP
		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	いすゞマリン MGS40×41kw×2	
	Generator(発電機)メーカー形式×出力×台数	大洋電機 32kw×2	
Type of Ship船型	ハードチェーン	Officer & Crew No.乗組員数	4
		Passengers旅客数	96
Same Ship同型船		Route航路	青森～脇野沢～牛滝～福浦～佐井
特記事項			



○ 研究施設の一般公開について

平成21年度「科学技術週間」の行事の一環として、研究施設を公開いたします。

(入場無料)

日 時：平成21年4月19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：400m水槽、操船リスクシミュレータ、深海水槽、氷海船舶試験水槽

詳細はホームページ (<http://www.nmri.go.jp/>) をご覧ください。

※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。

○ 第9回海上技術安全研究所研究発表会

海上技術安全研究所では、以下のとおり研究発表会を開催いたします。参加費は無料です。

日 時：平成21年6月8日(月)~9日(火)

場 所：〒181-0004 東京都三鷹市新川6-38-1

詳細は後日ホームページ (<http://www.nmri.go.jp/>) に掲載される予定です。

人事異動情報(平成21年4月1日付)

発令事項	氏名	現職
理事長(再任)	井上 四郎	理事長
理事(再任)	橋本 雅方	理事
理事	松岡 一祥	構造・材料研究部門長
退任(3月31日付)	不破 健	理事
辞職(3月31日付) 神戸運輸監理部長	関元 貫至	企画部長
企画部長	瀬部 充一	国土交通省海事局船舶産業課長
辞職(3月31日付) 北陸信越運輸局交通環境部長	西條 憲一	企画部研究連携統括主幹
企画部経営計画主幹(企画部企画課長併任)	金子 栄喜	国土交通省海事局付
企画部研究連携統括主幹 (環境エンジン開発プロジェクトチームリーダー併任)	吉田 稔	企画部経営計画主幹 (環境エンジン開発プロジェクトチームリーダー併任、研究連携統括主幹併任)
辞職(3月31日付) 東北運輸局交通環境部長	池田 陽彦	企画部研究連携統括主幹
企画部研究連携統括主幹(企画部研究業務効率化センター長併任)	園田 敏彦	国土交通省海事局総務課外国船舶監督業務調整室長
辞職(3月31日付) 国土交通省海事局付	小坂 光雄	総務部長
総務部長	白井 精一	日本小型船舶検査機構業務部長
海上安全イニシアティブプロジェクトチームリーダー	谷澤 克治	企画部研究戦略計画室長
企画部研究戦略計画室長	原 正一	海洋研究部門長
流体研究部門長 (海の10モードプロジェクトチームリーダー併任)	佐々木 紀幸	流体副部門長 (海の10モードプロジェクトチームリーダー併任、流体部門水槽試験技術グループ長併任)
定年退職(3月31日付)	児玉 良明	流体研究部門長
構造・材料研究部門長 (目標指向型構造基準研究プロジェクトチームリーダー併任)	戸澤 秀	構造・材料副研究部門長
海洋研究部門長	加藤 俊司	海洋副研究部門長

★プレゼント(2008-Winter)★ 繰り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」2008-Winter☆プレゼント当選者

「飛鳥IIすべて」クルーズ臨時増刊号

廿日市 山根様 明石市 川上様 姫路市 妻鹿様
松阪市 今西様 船橋市 巻幡様

●海技研ニュース「船と海のサイエンス」2009-Spring

発行日/2009年4月10日 発行人/井上 四郎 編集責任/知的財産・情報センター

独立行政法人海上技術安全研究所

●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：0422-41-3247

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