

エネルギーソリューション & マリンカンパニーにおける 製品・技術展開



今村 圭吾

常務執行役員 エネルギーソリューション&マリンカンパニーバイスプレジデント 兼 船舶海洋ディビジョン長

村上 直樹

執行役員 エネルギーソリューション&マリンカンパニーバイスプレジデント

まえがき

当社の中長期的な事業方針「グループビジョン2030」では水素社会の実現、カーボンニュートラルの達成を目標としており、そのため2021年4月にエネルギー・環境プラントカンパニーと船舶海洋カンパニーを統合し、エネルギーソリューション&マリンカンパニーを設立した。カンパニーの統合によって、水素サプライチェーン構築に必要な「つくる」「はこぶ」「ためる」「つかう」のソリューションを一気通貫で提供する体制が構築できた。これに加えて発電、ごみ処理、造船などこれまで手掛けてきた異なる事業間の交流、ノウハウの共有など、シナジーを発揮している。現在から将来に渡ってカンパニー統合の意義は非常に大きい。

1 カンパニーの紹介

(1) カンパニーの概要

当カンパニーは、水素・CN、エネルギー、プラント、船用推進、船舶海洋の5つのディビジョンと、神戸工場、坂出工場、播磨工場、明石工場の4つの生産拠点を有している。

各ディビジョンの製品は図1の通りだが、幅広い製品を扱い、組み合わせることでシナジーを発揮し、お客様の多様なニーズに応えることができる点に強みを持っている。

(2) 水素事業

「ためる」分野では、水素・CNディビジョンが液化水素タンクと水素基地を所掌する。「はこぶ」分野では船舶海洋ディビジョンが液化水素運搬船を所掌する。これらは後述する水素商用化実証の核となる製品であり、2030年の商用化を目指しプロジェクトを遂行中である。

また、「つくる」分野では水素圧縮機、水素液化設備をエネルギーディビジョン、水素・CNディビジョンで所掌する。「つかう」分野では、エネルギーディビジョンで水

素ガスタービン、水素ガスエンジン、水素ボイラ、船用推進ディビジョンで船用水素ガスエンジン、MHFS（船用水素燃料供給システム）を所掌・開発している。

当社は他社に先駆けて水素事業に取り組んできた。これまで培った技術やノウハウを生かして、今後はさまざまなステークホルダーと協力し、水素社会を創っていく。

(3) 4工場生産体制最適化

カンパニーが一つになったことを受け、4工場の強みや弱みを相互に活用・補完し効率的に生産する体制の構築を進めている。特に水素事業においては、大型液化水素タンクおよび真空二重配管の製造を神戸、坂出、播磨の3工場で分担・連携することを計画中であり、水素商用化実証の完遂に向けて、生産体制の最適化が最重要課題である。

目指す姿としては、4工場を一体運営することで各工場の強みがより発揮され、柔軟に繁閑調整ができる体制である。まずは、各工場の生産工程を細分化した上で、能力や特徴、稼働状況を見える化する。その結果を元に、生産計画を立て効率的な生産体制とする。

また、製造現場における教育内容を標準化し、多能工化

ディビジョン	製品群	拠点	主要製品
水素・CN ディビジョン	液化水素基地 低温タンク	神戸 播磨	液化・出荷基地 ・受入基地 ・低温タンク(液化水素、LNG等) ・水素液化設備
エネルギー ディビジョン	エネルギーシステム	神戸 明石	産業用ガスタービン ・発電用ガスエンジン ・空力機械 ・分散型エネルギーシステム
	パワープラント	神戸 播磨	CCPP(Combined Cycle Power Plant) ・火力・排熱ボイラ ・蒸気タービン
船用推進 ディビジョン	艦艇機器 船用機械	神戸 明石 播磨	艦艇用機器 ・システム関連機器 ・水力機械 ・船用レシプロエンジン
プラント ディビジョン	産業機械	神戸 播磨	搬送プラント ・シールド掘進機 ・灰処理プラント ・破砕機プラント
	環境プラント	神戸	ごみ焼却プラント
船舶海洋 ディビジョン	艦艇・特殊船 商船	神戸 坂出	潜水艦 ・LPG/アンモニア運搬船 ・高速船 ・液化水素運搬船

図1 各ディビジョンの主要製品と生産拠点

を進めることで1人の作業員ができる工程を増やす。繁閑に応じて4工場を行き来し、操業度を平準化させるとともに、製造部門の能力底上げを図る。

水素事業だけでなく既存事業にもこれを適用することで、今後の事業環境の変動にも機敏かつ的確に対応できる強い工場を目指していく。

2 水素商用化実証について

当社は、日本水素エネルギー株式会社と共に、脱炭素社会実現に向けた具体的取組みの一つとして、国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 NEDOのグリーンイノベーション基金事業（GI基金）を活用した商用規模の水素サプライチェーンの実証に取り組んでいる。候補地が決定し、2023年度は液化水素運搬船の設計を進め、液化・出荷基地および受入基地のFEEDを開始する。商用化実証では、液化水素運搬船は日豪パイロット実証の128倍の積載量、陸上液化水素タンクは20倍の貯蔵量と大規模なものになり、商用チェーン複数化に備え、各ディビジョンおよび3工場間の連携と生産能力向上および短納期化のための効率化が必須となる。液化水素出荷基地向け1万^m3の球形タンクや真空二重配管の3工場分担製作体制の確立、自動化を含む製作・検査技術、モジュール化工法の開発など、液化水素運搬船向けには試験タンクによる製作性や性能の確認、水素燃料推進システムの開発などを進めている。

(1) 1万^m3球形タンク製造における3工場製作体制の確立

液化水素出荷基地には1万^m3液化水素球形タンクが5基建設される計画であるが、これらのタンクを播磨工場、神戸工場および坂出工場の3工場で分担して製造するための全体管理体制を構築した。

特に各工場間のインターフェースにおける責任範囲を明確にするとともに、必要情報の授受管理要領を定め、業務が円滑に流れるような仕組みづくりを実施した。

さらに、海外建設工事の契約工程遵守でキーとなる高モ



図2 球形タンクモジュール工法 高効率化技術のイメージ

ジュール化および短納期化を実現するため、当社国内3工場で作成させ一体海上輸送する工法を開発。特に播磨工場でのASME認証取得経験をもとに坂出・神戸工場でも取得。また、工場製作時の高能率化を目的に板曲げ・切断・開先加工法および自走式自動MIG/TIG溶接機、自動UT装置を開発。さらに台船での安全な海上輸送法・出荷基地への安全な搬入方法を開発した。

(2) 液化水素運搬船

船舶海洋ディビジョンでは、世界に先駆けて建造した1,250^m3型 液化水素運搬船「すいそ ふろんていあ」で得られた知見を活かし、積載能力を128倍とした貨物容積16万^m3の大型液化水素運搬船の基本設計を進めている。本船は2020年代後半に建造完了した後、液化水素の長距離大量輸送を実証する予定である。

本船は推進システムとして主ボイラと主機タービンから構成される蒸気タービンプラントを採用している。主ボイラで発生した蒸気は主機タービンの駆動力となり、減速機を介してプロペラに伝達され、船の推進力となる。主ボイラは水素のみ、油のみ、水素／油混焼の3種類の運転が可能で、特に水素のみの場合は温室効果ガス排出ゼロを実現できる。また、本船には水素と油を切替えて使用できる二元燃料発電機エンジンを実証試験用として搭載予定である。

主ボイラ・主機タービン・二元燃料発電機エンジンの開発・設計はエネルギーディビジョンが担当し、船舶ディビジョンと連携して水素燃料推進システムを開発中である。今後は技術標準化・規格化も進めていく予定である。

3 水素・CNディビジョン

カーボンニュートラルを目指すプロジェクトの効率的かつ確実な遂行を目的とした組織再編を2023年8月1日に行い、新たに水素・CNディビジョンを設立した。

水素関連製品として、液化水素タンクをコアとして液化・出荷基地および受入基地を所掌し、水素サプライチェーンの商用化実証に向けた取組みを進めている。

4 エネルギーディビジョン

エネルギーディビジョンにおいては、水素事業として水素ガスタービン、発電用水素ガスエンジン、水素ボイラ、水素圧縮機を所掌している。また、脱炭素・炭素循環社会に向けCO₂分離回収設備の開発も行っており、国内においては実証試験を開始している。

(1) 水素ガスタービン

水素ガスタービン、水素ガスエンジンは、水素利用の始まる過渡期から本格的な水素社会まで、シームレスに対応

できるように、水素混焼／水素専焼の製品を他社に先駆けて開発してきた。ガスタービンにおいては、すでに水素混焼燃焼技術を確認しており、市場にリリースしている。水素専焼燃焼器は一部の機種で開発・実証を完了しており、今後は全ラインナップに展開すべく開発を進めている。これら当社の水素ガスタービンは既存の天然ガス焼き発電装置を大幅に改造することなく水素も使用可能としており、既に欧州において水素化改造、国内では将来の水素化を前提としたプロジェクトを受注している。



図3 リチウムイオン電池リサイクルシステム

(2) 水素圧縮機

高効率な遠心型の水素圧縮機は、水素液化機の大型化および液化効率の向上に必須の機器である。2050年の水素供給コスト目標の達成に必要なものとして、GI基金事業に採択され開発を進めている。2022年度末までには各種要素技術について試験評価を実施し2023年度からは試験機を製作、2024年度には工場での運転を予定している。その後、2030年に向けて、大型化およびさらなる革新技術の導入を進める予定である。高効率な遠心型水素圧縮機は、水素液化機用のみならず、水素パイプライン用、水素燃料ガス供給用など、幅広い用途で使用できるため、先行市場から製品投入を進める計画である。

ギー損失とともに灰のリサイクルの障害となる。リサイクル促進のため、乾式の処理システムおよび未燃分の除去装置の開発を行い、商用受注の段階に至っている。

また、今後も利用が拡大すると予想されるリチウムイオン電池について、リチウムのリサイクル技術の開発に取り組み、現在中国にて実証試験を行っている。

(3) CO₂分離・回収技術

経済産業省が策定した「カーボンリサイクル技術ロードマップ」においては、CO₂を分離・回収する技術が必要と位置づけられており、当社では固体吸収法を活用したCO₂分離回収技術の開発を行い、実証試験を開始している。国内においては、石炭火力発電所などに実証設備を設置し石炭燃焼排ガスへの適用性の実証試験を開始した。また、米国ワイオミング州のDry Fork発電所においても実証設備を建設中であり、分離回収を行うとともに、周辺地域の環境モニタリングを実施する予定である。

(2) 省人化技術

ごみ処理施設や資源化施設でも、労働人口の減少への対応が喫緊の課題である。そこには、安心・安全への担保、運転員の負荷軽減も考慮に入れる必要がある。そこで、AI搭載資源ごみ選別作業支援システム「K-Repros」を始めとした省人化運転技術の開発を行ってきた。

また、粉塵や火花が発生する厳しい環境下で行うグライNDER作業を自動運転／遠隔操作で行うロボットシステム「Successor-G」を開発し、販売を開始している。

今後も、省人化技術の開発と、適用先の拡大を図っていく計画である。

5 プラントディビジョン

プラントディビジョンでは、これまでセメントプラント、肥料プラント、ハンドリングシステム、LNGタンク、ごみ処理施設などの社会インフラ設備を納めてきた。2023年8月水素・CNディビジョンを新設し、豊富な実績で培ってきた技術を実証的に水素サプライチェーン構築に活用できるようキーマンを配属した。一方、プラントディビジョンではマテリアルリサイクルの分野への展開を進めるとともに、ごみ処理施設などを対象とした省人化技術の開発を進めている。

(1) マテリアルリサイクル

固形燃料を燃やした際に出てくる燃焼灰には、本来燃焼されるべき未燃炭素が含まれている。未燃炭素は、エネルギー

6 船用推進ディビジョン

船用推進ディビジョンでは、商船向けおよび艦艇向け推進システムのコアコンポーネントならびにシステムパッケージ製品を幅広くラインナップし、ビジネス展開している。

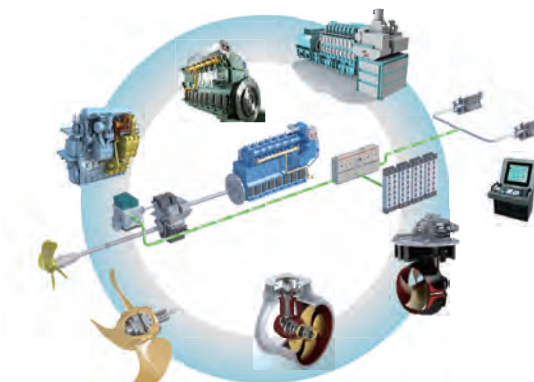


図4 船用推進システム製品

(1) 船用レシプロエンジン

レシプロエンジンは、1911年にドイツのMAN社と技術提携して以来、110年以上にわたり2サイクルならびに4サイクルエンジンを生産・納入してきた。2014年には、それまでに培われた技術を活かしてガス専焼エンジン「L30KG」を自社ブランドとして開発した。GHG削減要求の高まりによりLNGやLPGを燃料とするガス燃料エンジンに注力するとともに、船舶用水素ガスエンジンの開発に着手して将来のカーボンニュートラル達成を目指している。

(2) 水力機械

推進機は、可変ピッチプロペラ、サイドスラストならびに旋回式スラスト「レックスペラ」をラインナップし、これまでに多くの納入実績を有している。高い推進性能が要求される可変ピッチプロペラで技術を磨き、その技術をサイドスラストや旋回式スラストへ展開することでビジネス拡大を図ってきた。特にサイドスラストはコンテナ船を中心に納入を拡大し、2022年時点で世界トップシェアを獲得している。

(3) パッケージ製品とシステムインテグレート

近年、さまざまなコンポーネントを組み合わせたパッケージ製品とそれを実現するシステムインテグレータのニーズが高まっており、当社では商船向け環境対応推進システムや艦艇向けハイブリッド推進システムを含む各種推進システムのシステムインテグレートを手掛けている。2022年にバッテリーのみで運航可能なバッテリー推進システムを納入し、また、2023年にはガスエンジン「L30KG」とバッテリーを組み合わせたハイブリッド推進システムを納入した。

推進機や舵などを統括して操縦することができる統括操縦装置「KICS」をフェリーやケーブル敷設船などに納入している。近年、安全性や省力化のニーズが高まっており、特に船舶が離着岸する際の安全性や乗組員の省力化が求められている。そこで、当社の保有するKICSの技術を軸にした安全離着岸支援システムの開発に着手している。

7 船舶海洋ディビジョン

船舶海洋ディビジョンの主要製品は潜水艦および関連技術を利用した製品群と液化ガス運搬船を主体とした一般商船である。

(1) 潜水艦および関連製品

1960年に戦後初の国産潜水艦である初代「おやしお」を完工して以来、当社は最新鋭潜水艦「はくげい」まで、計30隻の潜水艦を引き渡した。新鋭艦はリチウムイオン電池の採用による高い潜航性能を備え、システムの自動化や搜索能力・ステルス性能の向上等を図るなど、最新技術を反映させた。また、長年の潜水艦建造で培った水中技術を用

いた自律型無人潜水機「SPICE」や、閉鎖空間である潜水艦に搭載されるCO₂分離・回収技術をベースとした陸上向けの新製品などを開発している。

(2) 一般商船

液化石油ガス運搬船（LPG船）を1969年に、液化天然ガス運搬船（LNG船）を1981年に引き渡して以来、当社は優れた低温液化ガス技術を背景に高品質な船舶を提供し続けてきた。近年は世界でGHG排出量の少ない代替燃料の採用が相次いでおり、LPGを燃料とする貨物船として日本初の建造となった当社のLPG船は、顧客の高い評価を受けて連続受注を重ねている。また、中国合弁造船事業においてもLNG／メタノール燃料船をはじめとする新しい環境負荷低減技術を適用した船舶を受注・建造しており、高い競争力を保持している。

また、前述したように、液化ガス運搬船の建造技術と社内の液化水素技術とを融合させ、世界初の液化水素運搬船を建造し、液化水素を海上輸送する技術実証試験を完了させたが、次なる課題として液化水素の大量安定供給と輸送コストの低減に向けた船舶の大型化に取り組んでいる。

(3) その他

当社の商船建造の知見や低温液化ガス技術などを活用した船舶運航支援サービスである「SOPass」は、導入して頂いた顧客（主にLNGの傭船者）から高い評価を受けており、さらなる最適運航／環境負荷低減に向けて、現在も機能の拡充を図っている。

また、当社は2020年に25年ぶりとなるジェットフォイルを引き渡した。全没翼型水中翼によって船体を海面から完全に浮上させて翼走する超高速旅客船であり、離島航路に不可欠な交通インフラとして活躍している。2022年には離島振興法が改正され、後続船の建造に向けた機運も高まっており、今後の社会貢献が期待される。

あ と が き

エネルギーソリューション&マリンカンパニーでは水素サプライチェーンに対するソリューションを一気通貫で提供できる体制を構築した。水素社会の実現、カーボンニュートラルの達成に貢献していく。

また、水素・CN、エネルギー、プラント、船用推進、船舶海洋の5つのディビジョンと、神戸工場、坂出工場、播磨工場、明石工場の4つの生産拠点のシナジーを発揮し、お客様の多様なニーズに応える幅広い製品も提供していく。

グループビジョン2030で定めた今後注力するフィールドにおいて「安全安心リモート社会」「エネルギー・環境ソリューション」を担うカンパニーとして、世界の人々の豊かな社会を支え、地球環境の保全に貢献をしていきたい。