

イノベーションの 軌跡

The trajectory of the innovation

全国発明表彰受賞者に聞く



令和7年度 WIPO賞

海洋風エネルギーを最大限に船の推力に変換する脱炭素省エネ装置

「風力推進船の帆の高さが伸縮可能な硬質翼」の発明

(特許第5318008号)

株式会社大内海洋コンサルタント

代表取締役

おおうち かずゆき

大内 一之

※ 1) 縮帆

帆が不要なときに帆面積を最小化すること。

I. 今回の発明に至った経緯

本発明は海上に賦存する風力エネルギーを、より有効的かつ効率的に船の推進エネルギーに変換することを目標にしている。風という再生可能エネルギーの効率的利用により、気候変動や海面上昇といった地球の環境変化の主要因と考えられる大気中のCO₂濃度増加を防止するための一助となることを期待して考えられた技術である。

現在、海運業においてはその商売道具としての船の推進エネルギーについては、ほとんど全てを石油に依存している。国際的な目標ともなっている2050年までにCO₂のゼロエミッションを達成するには、船の推進方法・駆動機関に関する抜本的な変革が必要となるであろう。

ゼロエミッション船の候補としては、帆による風力推進船、核燃料による原子力推進船、燃料電池による水素燃料船、リチウムイオンバッテリーによる蓄電池船など多

様な技術コンセプトが提案されている。それぞれユニークな特長を有しており、特長に応じて適用分野は異なるが、ここでは最もCO₂排出量が多い分野である大型商船に焦点を当て、風力推進船の帆による風力エネルギーの獲得とその有効活用が可能なシステムの開発について考えることとした。

II. 受賞技術の概要

一般的に、帆船においては帆の面積によって、推力の強さがおおむね決まる。現在の大型商船の場合、昔の船と比べて桁違いの大揚力が必要なため、帆の面積もその分だけ大きなものが求められる。

また帆船の持つべき不可欠な機能として、強風時には縮帆^{※1}して帆面積を減少させ、マストの基部に過大なモーメントがかからないようにしなければならない。さらには、陸上荷役装置との干渉、橋下通過時の高さ制限等の問題が起こらないよう帆

の高さ・面積を調整できることが望ましい。

このような要請を満たすものとして発明されたのが、本件受賞技術である。図1に示すようなマストと一体となってテレスコピックに上下伸縮する硬翼帆^{※2}で、「ウインドチャレンジャー帆」と命名された。

これまでの縮帆は帆を固定式マストの周りに折り畳んで帆面積を減らす方法、または帆をマストの根元から90度倒して船の甲板に格納する方式などが主流であったが、ウインドチャレンジャー帆の方式は上下数段に帆を分割し、縮帆時はおののが空洞になった硬翼帆の内部に入れ子になって格納されるため、帆の全体面積を大幅に減らすことができる。

さらに受風空力中心も大幅に下方に移動するため、マスト基部にかかる曲げモーメントが大きく減少し、これまでにない大面

積の帆の搭載が可能となる。図2は、ウインドチャレンジャー帆を搭載した第1船である載貨重量10万トンのばら積み貨物船・松風丸の試運転の写真である。

※2) 硬翼帆
断面が翼型をしておりFRP・金属などの硬い材料で構成された帆。

III. 技術的課題をどのように解決したか

硬翼帆は布を使った軟帆と異なり帆の形状が常に一定であり、安定して高い前進効率を保持できる特長がある。しかし、強風下で帆に設計以上の力がかかる場合や、港内・桟橋での荷役中などに帆が荷役の邪魔になる場合は、縮帆する必要がある。従来の帆船では、マストは固定式であったため、帆を折り畳んだりマスト自体を起倒式にするなど、縮帆するために大掛かりな作業や労力・コストを要することが、帆の大型化や縮帆の自動化を阻んでいた。

そこで、前述のとおり硬翼帆と帆内部の

図1 ウィンドチャレンジャー帆

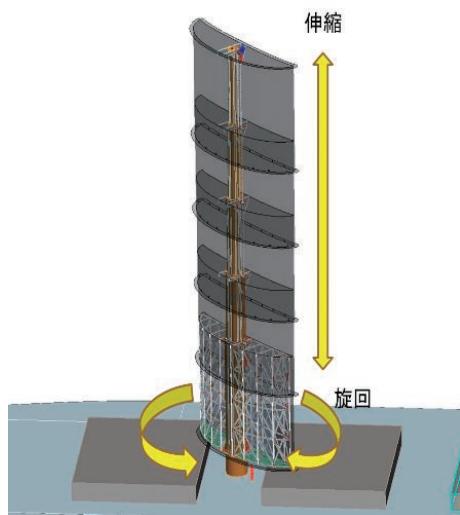


図2 松風丸



マストとを一体化して、それらを上下数段に分割し、おののを上下テレスコピックに入れ子にして格納することにより、縮帆時の帆面積を大幅に減少させることができ、「ウィンドチャレンジャー帆」が考案された。

なお、ウィンドチャレンジャー帆においては、油圧装置などを使った上下伸縮アクチュエーターによる自動縮帆も容易になり、船に複数基の帆を装備することも可能となる。このような特長を生かし、これまでにない規模で帆の大型化と帆面積の拡大ができるようになり、帆を大型船の主推進装置として適用する道を切り開いた。

IV. 本発明の実施状況

これまで、大型商船の推進力は全て炭化水素系の燃料油を用いてディーゼルエンジン駆動の水中スクリュープロペラを回転させることによって得ていたが、本装置は空気の運動エネルギーを用いて高性能翼に揚力を発生させることにより船に推進力を与える。そこには炭素の介在は全くなく、完全なゼロエミッション推進装置である。

図2の松風丸（長さ235m、載貨重量約10万トン）の日本とオーストラリア・カナダ間の1年半の実航海実績によると、ウィンドチャレンジャー帆（翼面積約900m²）1基の装備で、風速・風向きが良い日の燃料消費量が1日平均約17%削減され、風が弱いときおよび縮帆時も含めた全航海平均消費量においても、5～8%の燃料消費量の削減が達成された。

さらに、ウィンドチャレンジャー帆は1隻の船に複数基搭載することが可能であるため、燃料消費量を大きく減少させ、抜本的に大幅なCO₂の排出削減が見込まれる。したがって、ウィンドチャレンジャー帆は、今後の海運・造船界に求められる脱炭素技術としてのゼロエミッション船を達成するための大きな要素技術になり得ると考えられる。

ウィンドチャレンジャー帆の普及状況については、2025年9月現在で2隻のばら積み貨物船が就航し、2027年までに大型LNG運搬船も含め10隻程度受注している。

世界の大型船の半数以上は、ばら積み貨物船やタンカーなど、甲板上に貨物を積載しないタイプの船であり、ウィンドチャレンジャー帆はそうした船には比較的簡単に搭載可能である。また新たに造船するときだけでなく、既就航船にもドック時に搭載できるので、今後世界中に広く普及することを期待したい。

V. 水素生産船への展開

現状のウィンドチャレンジャー帆搭載船は、推力の一部を海上の風力から得ることで、ディーゼルエンジンから排出されるCO₂削減に資するというコンセプトである。ウィンドチャレンジャー帆の特長である大面積化・複数設置可能という利点を生かして、海洋風エネルギーを最大限に獲得し、船の所定の速力に必要な推力エネルギーより大きいエネルギーを得ることができれば、この余剰エネルギーを水素のよう

な二次エネルギーに変換して船内に取り込むことが可能となる。

このような考え方方に従い、次世代の理想的エネルギーであるグリーン水素^{※3}を生産する水素生産船「ウインドハンター」の開発に着手している（図3）。コンセプトの概要は下記のとおりである。

- ① 風の強い沖合でウインドチャレンジャー帆により海上風力を船の推進力に変換する。
- ② 水中にタービン発電機を設け、推進力の一部を吸収し電力を発生する。
- ③ この電力で水電解装置により水素ガスを生産する。
- ④ 船内にあらかじめ搭載されているトルエン^{※4}に水素ガスを反応させ、常温常圧で液体の水素キャリアであるメチルシクロヘキサン^{※5}に変化させ船内

に貯蔵する。

- ⑤ 船を揚げ地に回航してメチルシクロヘキサンを陸揚げした後、陸上で脱水素して需要者に渡す。

このようにウインドハンターは、グリーン水素のサプライチェーンの4つのフェーズ（つくる・ためる・はこぶ・つかう）のうち、つかう以外は全て本船上でカバーするものである。

ウインドハンターを核として、低コストのグリーン水素のサプライチェーンを構築することにより、より早い水素社会の到来に資するものとしたい。

VI. 謝辞

ウインドチャレンジャー帆特許の実施については、商船三井、大島造船所に多大なるご尽力をいただき、深く感謝します。

※3) グリーン水素
風・太陽光などの再生可能エネルギー由来で生産した水素のこと。

※4) トルエン
芳香族炭化水素に属する有機化合物で、ベンゼンの水素原子の1つをメチル基で置換した構造を持つ。常温常圧で無色透明の液体。

※5) メチルシクロヘキサン
トルエンと水素の化合により生成する常温常圧で無色透明の液体。水素ガスを500分の1の体積に縮小する水素キャリア。略称MCH。

図3 ウインドハンター

