

ふねの知識(6) 船の推進

池田良穂氏

船は大昔から使われており、初期には人の力で進んでいたと考えられます。手で漕ぎ、やがて板を使って水を掻くパドルや櫂(かい; オール)を使うようになりました。これらは、板を水の中で垂直に立てて動かすことで、板に働く力を船の推進力として利用しています。今でも公園のボートや、競争用ボート、ペイロン競争などで使われています。古代地中海の軍船は、舷側からたくさんのオールを出して人力で走っていましたが、その労働力は多くの奴隷であったと言います。短いパドルは手で持って漕ぎますが、オールは長い柄の途中を船べりに設けた支点で支持し、回転運動を使って先端の水かき板の動きを大きくして推力を増しています。オールは進行方向に背を向けて漕ぐのに対して、パドルでは進行方向を向いて漕ぐことができます。



オールを使って人力で航海したアイヌ民族の船(白老のアイヌ博物館ウボボイの展示船)



古代地中海で使用された人力と風の力で航海する軍船(バルセロナ海事博物館)

やがて、もうひとつの船の人力推進器が考案されます。それが櫓(ろ)です。オールが垂直平板に働く抗力を利用しているのに対して、櫓は平板を斜めに動かすことによる揚力を利用しており効率がたいへんよく、また推進力の方向も自在に変えられるので舵がいらぬという素晴らしい特徴があります。日本では、古くから多くの渡し船で櫓が使われていました。筆者がまだ学生だった頃、横浜国立大学の池畑教授が櫓の推進力の科学的研究を行っており、その効率が高い

ことを示し、さらに大型船にエンジンで駆動する櫓型推進器を取り付ければスクュープロペラに劣らない性能をあげることができることを模型実験で示しました。この成果を論文発表で聞いた時には強い衝撃を受けました。まさに温故知新。古い物にも、現代に生かせる隠された能力があることを再認識させられました。西洋では、イタリアのベニスにゴンドラに同様の推進方法が用いられています。



ベニスのゴンドラ

人力と共に古代から船の推進に用いられたのが風力です。船に帆を挙げ、風をはらませて推進力に変えて走行する船で帆船(はんせん)と呼ばれています。何枚もの帆をもつ大型帆船によって大洋の航行が可能となり、15～17世紀には西欧においては、大航海時代を迎えて、欧州各国が世界中に植民地

を持つようになり、本国と植民地の間の人と貨物を運ぶために大きな西欧型帆船が行き来するようになりました。18世紀に動力船が現れた後も、それが広く普及するようになるまで、長く帆船の時代が続きました。



日本の沿岸航路には古くから風を利用する船が就航していました。写真は、菱垣廻船のレプリカ船です。



西洋型の大型帆船は、その後、各国の船員や水兵を教育するための練習船として生き残り、今でも優美な姿をみせてくれています。写真は日本の航海訓練船「日本丸」です。(航海訓練所絵葉書)

英国のジェームス・ワットが実用化に成功した蒸気機関では、石炭を燃料として蒸気を発生させ、その膨張する力を取り出して仕事をさせることができました。重労働を担ってきた人々を苦役から解放し、自然任せの風に頼る必要もなくなりました。

船の動力にも蒸気機関が用いられるようになり、その推進器には水車が使われました。水車は、川などの水の流れを使って回転して、粉を引くことなどに使

われてきた装置ですが、蒸気船の推進器では、蒸気機関で回転させた車輪にたくさんのパドルが設置されたもので、英語ではパドル・ホイールと呼ばれています。日本では外輪船または外車船と呼ばれており、船の中央付近の左右両舷に外輪を取り付けたタイプと、船尾に取り付けた船尾外輪船タイプがあります。琵琶湖では、船尾外輪船のレストラン船「ミシガン」が活躍しています。



琵琶湖の遊覧船「ミシガン」は船尾外輪で推進しています。



「ミシガン」の船尾に取り付けられている外輪推進器。

この外輪は、垂直の板が水を掻くことによる抗力で推進力を生みますが、より効率の良い揚力を使うスクリュープロペラが開発されました。スクリューはネジを意味し、プロペラは推進器を意味します。このアイデアの源泉は、アルキメデスの発明したアルキメディアン・スクリューにあったといいます。パイプの中にネジ式の回転する棒を設置した水を汲み揚げる道具でした。これを船の推進にも利用しようとして、たくさんの技術者がトライしました。その中で試験中にネジの部

分が破損して、船が突然スピードを増して、現在のスクリュープロペラのように回転軸に細長い羽根を振るように取り付ける方が大きな推進力が得られることがわかったといいます。

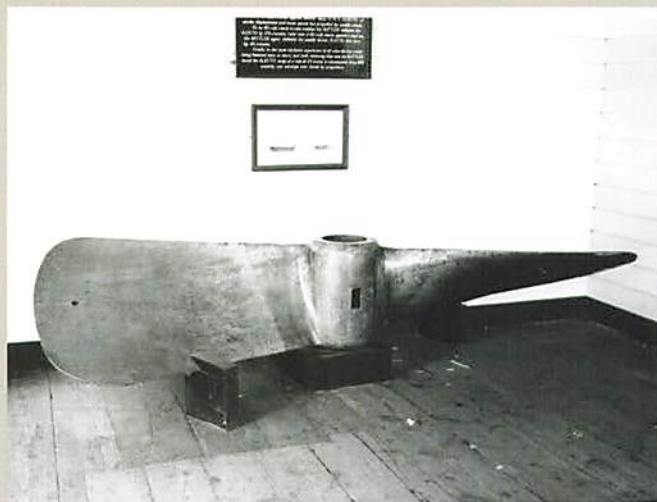
アルキメディアン・スクリューで推進する船としては、砕氷観光船「ガリンコ号」が北海道の紋別港を起点に稼働しています。この船は、新しく造られたものですが、船の推進器の歴史をたどる上で貴重な存在です。



推進器としてアルキメディアン・スクリューを取り付けた北海道紋別で活躍した流氷観光船「ガリンコ号」。

外輪がよいか、スクリーブプロペラがよいかについては長い論争がありました。その決着をつけたのが、外輪船「アレクト」とスクリーブプロペラ船「ラトラー」の綱引きでした。ほぼ同じ大きさ、同じ出力のエンジンを搭載して、推進器が異なる2隻で綱引きが行われ、スクリーブプロペラ船「ラトラー」の方が勝ったことから、その性能が認められてスクリーブプロペラが普及したと言います。外輪の方が荒天時に波で損傷したり、戦闘中に砲弾をうけて損傷したりする可能性が多かったこともスクリーブプロペラの普及の追い風になりました。

さて、船の推進器として不動の地位を築いたスクリーブプロペラが、きわめて高度の技術を駆使して製造されるオーダーメイドの製品であることを知る人は少ないのではないのでしょうか。1隻ごとにスピードや船型に合うように設計され、模型プロペラを使った水槽でのキャビテーション試験等も行って、性能を確認してから製造されます。キャビテーションとは、高速に回転する翼端に空気泡が発生する現象で、推進性能が悪化するだけでなく、空気泡が弾けると発生する衝撃圧で翼面を侵食したりします。従って、キャビ

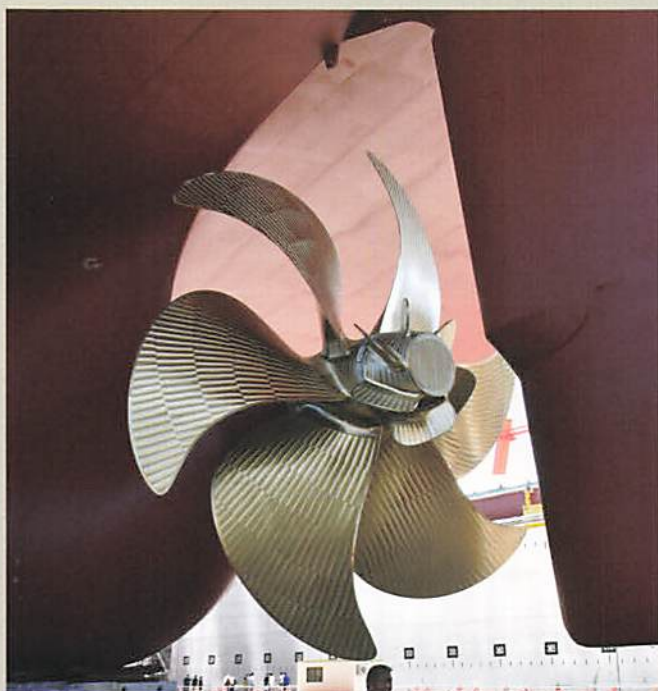


イギリスの博物館に展示されている「ラトラー」のスクリーブプロペラ。

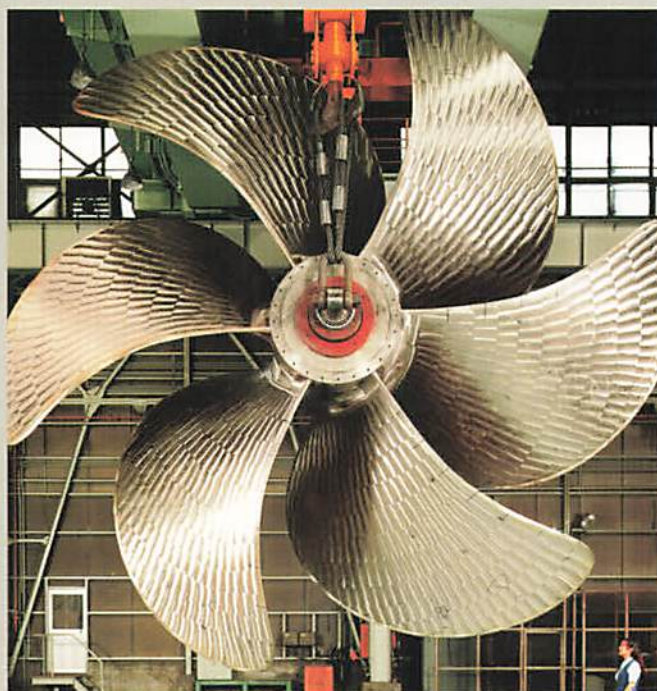
テーションが極力起こらないように1つ1つ慎重に設計されているのです。

このスクリーブプロペラのトップメーカーが、岡山にあるナカシマプロペラです。同社が製造するスクリーブプロペラは、日本で建造される船の80%、世界でも30%の船に採用されています。

大型船になると、スクリーブプロペラは直径が10mを超え、重さも100トン近くになります。この巨大なスクリーブプロペラが、毎分60～100回転して巨大な船舶を動かしているのです。



大型貨物船のスクリーブプロペラと舵です。プロペラ軸の先端のボスと呼ばれる場所から発生する渦を制御して推進効率を向上させるための小さな装置が取り付けられています。



ナカシマプロペラで製造された巨大なスクリーブプロペラです。右に立つ女性の大きさと比べると、その巨大さがわかります。(ナカシマプロペラ提供)

最後に、変わり種のスクリュープロペラをいくつか紹介しましょう。まず、エンジンの回転をそのままにして、船のスピードを変えたり、前進から後進へと進行方向まで変えたりできるものに可変ピッチプロペラがあります。これは、スクリュープロペラに取付けられている翼の付根を遠隔で回転させてピッチ角を変えられるもので、推力の大きさと方向を自由に変わることができます。

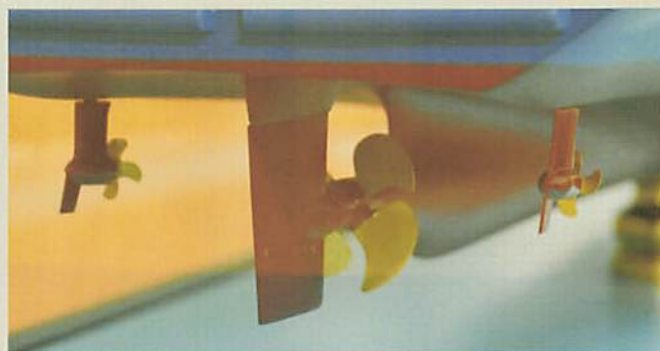
2つ目が、スクリュープロペラ自体が水平に360度回転することができて、推力の方向を自由に変わられる全方位式スクリュープロペラ推進器で、最近ではアジマス・スラスターと呼ばれています。タグボートなどの推進器として広く使われていますが、最近では内航船などでも使われるようになってきました。自由に推力の方向を変化させられるので、舵が必要ありません。

最後に紹介するのがポッド推進器です。これもアジマス・スラスターの一種で、船尾船底からぶら下げるように設置したポッドと呼ばれる容器の中に設置した電動モーターでスクリュープロペラを回して推進し、このポッド自体が水平に360°回転することができて、推力の方向も自由に変わることができるというフィンランド生まれの推進器です。舵だけでなく、船を横に動かすためのスターンスラスターもいらないという画期的な電動推進器で、今では多くの超大型クルーズ客船に搭載されています。大阪南港と新門司を結ぶ名門大洋フェリーの4姉妹船には、ディーゼル駆動のスクリュープロペラの外側に小型のポッド推進器が2つ付いていて、必要な時の推力アシストが行われ、スターンスラスターとしても機能しています。



世界最大級のクルーズ客船「オアシス・オブ・ザ・シーズ」の巨大なポッド推進器。写真では右舷機は前進方向に、左舷機は真横にスクリュープロペラが向いている。

スクリュープロペラは、日本語では「暗車」と呼ばれているように、水中にあって人の目に触れることはめったにありません。まさに縁の下の力持ちと言える存在です。客船の中には、予備のスクリュープロペラの翼を、まるでオブジェのように乗客の目のつく場所に設置している船がありました。めったに見ることができないスクリュープロペラを間近に見ることができて感動しました。



名門大洋フェリーの大阪南港～新門司航路に就航するフェリーには、中央に主プロペラがあり、その両側にポッド推進器が設置されています。新門司港に展示されている模型船で見ることができます。