

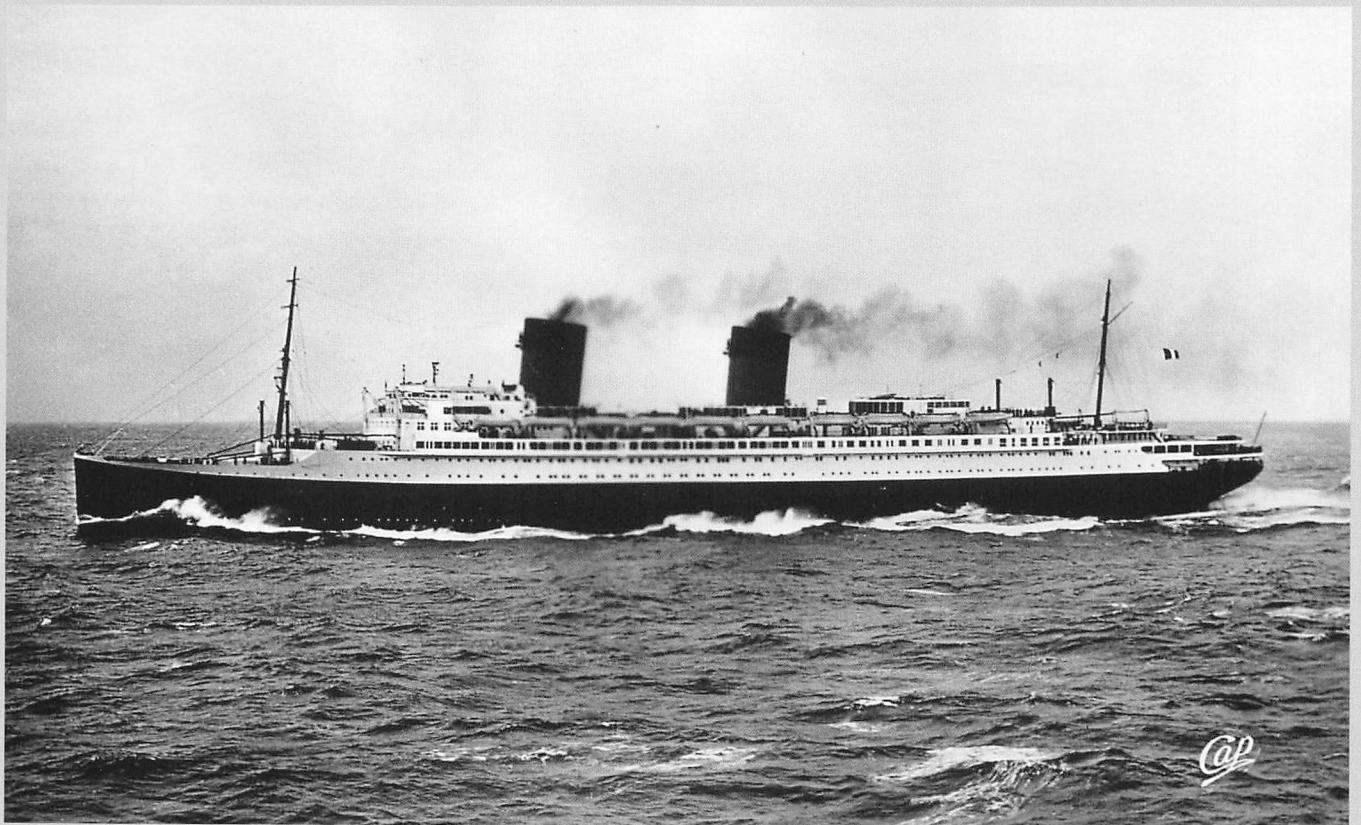
船に魅せられて半世紀

## ふねの知識(4) 船のエンジンと燃料

池田良穂氏

かつて太平洋や大西洋を横断する定期航路には高速の大型客船が就航していました。石炭を燃料として巨大な煙突からはもくもくと黒い煙を出し、白波をたてて洋上を疾走する姿に人々は力強さや躍動感を感じ、遠い異国に思いを馳せたものでした。当時は巨大な煙突が最先端船のシンボルでもあったので、中にはダミーファンネルと呼ばれる偽の煙突を追加して建てた船まであったほどです。しかし、今では煙突からの煙は、大気汚染と地球温暖化の象徴とみなされる嫌われ者で、船が立てる白波はエネルギーの無駄遣いと見なされるようになりました。

今回は、船のエンジンとその燃料についてみてみましょう。



大西洋横断航路の大型定期客船「イルド・フランス」(43,153総トン)。太い煙突が最先端の高速客船のシンボルでした。6万馬力の蒸気タービンを搭載し23.5ノットで航海しました。引退後1959年に大阪湾で解体されました。

大昔、船は人の力で動されていました。いわゆる人力船です。大型船ではたくさんの人がオールを漕ぎ続けるという過酷な労働で、多くは奴隷の漕ぎ手がそれを担いました。しかし今では、人力船は池や湖のボート、競技用ボートくらいしか見なくなりました。

風も古くから利用されており、例えばティークリップパーと呼ばれる高速帆船は、アジアから欧州へと茶葉や香辛料等の荷物を運んで商いをしていました。ティークリップパーでは、風が良ければ20ノット近い速

力がでたという記録も残っています。しかし、何といつても風任せの航海なので、なかなか予定通りには到着ができませんでした。

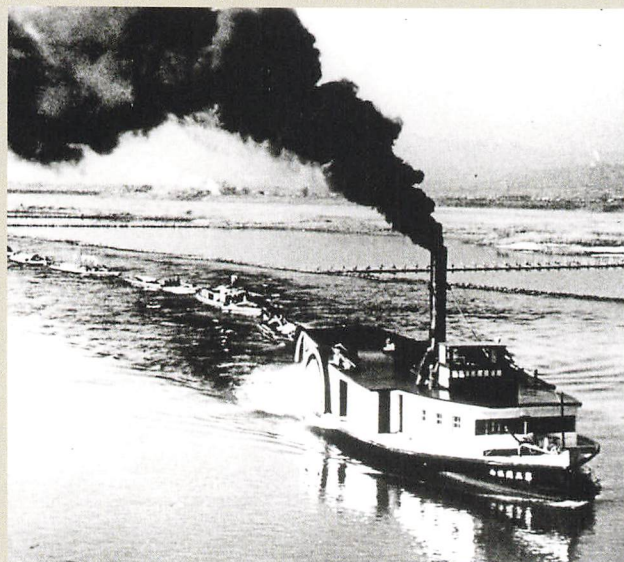
スコットランドの機械技術者で発明家のジェームス・ワットによって蒸気機関が1769年に実用化され、やがて船にも使われるようになりました。最初の蒸気船は、アメリカで1787年にジョン・フェッチが開発・建造した45フィートのボートでした。そして蒸気船の実

用化に成功したのはアメリカのロバート・フルトンで、1807年にはニューヨークからハドソン川をさかのぼる旅客船としてのサービスを開始しました。

この蒸気機関とは、石炭を燃やしてボイラーで蒸気を発生させて、その蒸気でピストンを上下させるという機械で、それまで人力や風に頼っていた重労働を代わってしてくれるようになりました。そして、石炭という地中に埋まる化石燃料が有力なエネルギー資源として登場したのでした。この往復動蒸気機関は比較的回転数が低かったので、船の船側に取り付けた大きな水車を回すには丁度よく、たくさんの外輪船が活躍しました。江戸時代に日本にやってきて鎖国を終わらせたペリーの蒸気船も、石炭を燃料とする外輪蒸気船でしたし、淀川でも外輪蒸気船が運航されました。

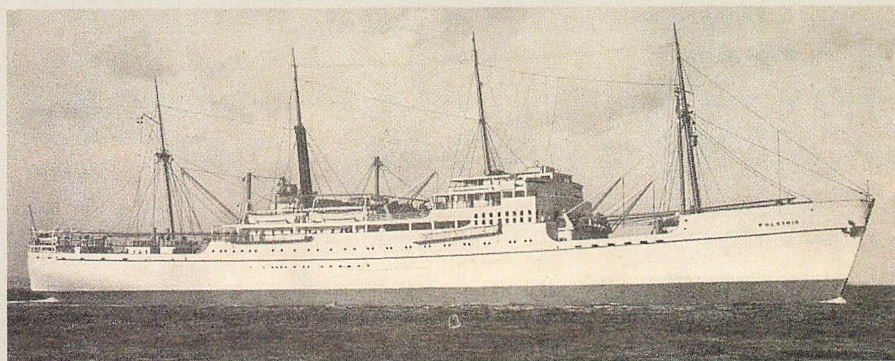
続いて登場したのは、同じく石炭を燃料として蒸気を使う蒸気タービン機関でした。ただ、それまでの蒸気機関とは蒸気の使い方が違っていました。タービン機関では、回転する軸の周りにたくさんの小さな翼を取り付け、そこに高速の蒸気をあてることで翼に揚力を発生させて、その回転力でスクリュープロペラを高速で回しました。外車は水からの抗力(drag)を使っていますが、タービンは揚力(lift)を使っており、揚力の方が大きな力をだせるのです。また、船の推進器としては外車に代わってスクリュープロペラが使われるようになり、このスクリュープロペラも揚力を使っているので、外車よりも効率が良く、巨大な船を高速で走行させることができるようになりました。

1890年代にはディーゼル機関が登場します。この機関は、シリンダー(丸い筒)の中で燃料を爆発的に燃焼させて、その膨張圧力によってピストンを動かすもので、シリンダーの外で燃料を燃やす蒸気機関が外燃機関と呼ばれるのに対して、内燃機関と呼ばれ



淀川で使われていた外輪蒸気船の姿です。

ました。ここで、燃料も固体の石炭から液体の石油に変わりました。石油は単位当たりの熱量が石炭より大きく、燃料庫の体積も少なくすみますし、液体なのでパイプ1本で送ることができるので、船内の燃料タンクの位置や形を自由に設計できるようになりました。また石炭を燃やすのに比べて排気ガスが少なくなったので、世界最初の航洋ディーゼル船「セランディア」では細い排気管だけで、大きな煙突がありませんでした。すなわち、煙突がないことがディーゼル機関船のシンボルだったのです。しかし、現在の多くのディーゼル機関船には大きな煙突があります。これは複数の排気管を束ねた外側を鉄板で覆っている化粧煙突と呼ばれる構造物で、その中には排気管以外に、排気ガスの熱を再利用する排ガスエコノマイザーや、排気ガスの中の硫化酸化物SO<sub>x</sub>を除去するスクラバーという装置が設置されています。また、化粧煙突には運航する船会社のファンネルマークが描かれていて、どこの会社が運航しているかが一目でわかります。



デンマークのEAC社が欧州～極東航路に投入したディーゼル機関の航洋船の1隻で、ディーゼル航洋船第1船の「セランディア」の姉妹船です。蒸気船のような太い煙突の代わりに細い排気管がマストと一体となっています。



最近のディーゼル機関船では複数の排気管が束ねられて、1つの化粧煙突にまとめられています。化粧煙突にはファンネルマークが取り付けられています。写真は天保山岸壁に停泊する「ダイヤモンドプリンセス」の煙突を観覧車から見た写真です。

さてディーゼル機関は、その非常に高い熱効率から次第に船舶用機関として普及していき、1970年代からはLNG船を除くと、ほとんどの船がディーゼル機関を搭載するようになりました。大型船のディーゼル機関では主に重油を燃料として使います。中でも、原油を精製した後の残りかすとも言えるC重油は、最も安いので多くの船で使用されています。常温では固体に近い粘度なので、温めて柔らかくしてから燃料として使っています。

船の燃費は、1970年代のオイルショック以降の半世紀間に半減しています。またエンジン自体の省エネ化だけでなく、陸上での省エネ革命とまでいわれるコージェネレーション技術も船では古くから導入されています。それが、煙突の中に設置されている排ガスエコノマイザーで、エンジンからの排熱を回収して、熱や電気にして徹底的なエネルギーを利用しているの

です。また、最近では、エンジンの中で燃料を完全燃焼させるために、燃料噴射を電子的に最適に制御するディーゼル機関も普及しつつあります。船用ディーゼル機関の熱効率は50%を上回り、これはガソリン自動車のエンジンの2倍以上の高い効率です。

船舶の国際法を作成する国際海事機関(IMO)が、船舶からの排ガスのクリーン化にも取り組んでおり、窒素酸化物(NOx)、硫化酸化物(SOx)、PMの排出規制を段階的に強化しています。特にSOxの排出規制が厳しくなり、今では硫黄分の含まない燃料油を使うか、従来のC重油等を使う時には排気からSOxを除去するスクラバーと言う機械を設置しなくてはならなくなりました。その結果、化粧煙突がスクラバーを設置するために巨大になった船もあります。

新鋭船「フェリーきょうと」の煙突は、エンジンから排出される大気汚染物質SOxを除去するためのスクラバーを煙突内に設置したためたいへん高いものになっています。大気汚染防止のための努力が続いていることがわかります。



さて、船への燃料はどのように供給しているのでしょうか。小型のモーターボート用を除くと、船には車のようなガソリンスタンドはありません。港に船が入港すると、小型のタンカーが寄ってきて、横付けして燃料や潤滑油を供給します。この船を給油船と呼び、

英語ではバンカー船といいます。バンカーとは蒸気船時代の船内石炭庫のことですが、燃料が液体の石油に変わっても船の燃料のことをバンカーと言う習慣が残り、今でも船に燃料を供給することをバンカリングと言っています。



大阪南港で給油船「京阪丸」からバンカリングを受ける志布志航路の「さんふらわあさつま」です。

最後に、船舶燃料の将来について触れておきます。船舶燃料は石炭から石油に変わってきましたが、それにさらなる変化の兆しが見えてきています。その原因は、地球温暖化問題に対応するための二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)排出削減の動きです。化石燃料は燃やすとCO<sub>2</sub>が排出されますが、その量は石炭、石油、天然ガスの順に少なくなります。そこで、石油の代わりに天然ガスを燃料とする動きが世界的に始まっています。天然ガスは気体で体積が大きいので、-162度に冷やして液体にすると1/600の体積になります。これがLNGです。

このLNGの燃料にすると、SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>、PMといっ

た大気汚染物質の排出はほぼなくなり、かつ地球温暖化の1つの原因となっているCO<sub>2</sub>の排出も30%余り減少します。このLNGを燃料とした日本初の大型カーフェリー「さんふらわあくれない」姉妹が、2022年末から大阪南港と別府を結ぶ航路に順次登場します。

LNG燃料でもCO<sub>2</sub>は排出されるので、さらに将来に向けてCO<sub>2</sub>排出を実質ゼロとする船舶燃料の利用のための研究開発も進んでいます。電気を溜めるバッテリー、水素、アンモニア、原子力などがその候補に挙がっています。