



〈 連載(344) 〉

船舶燃料のパラダイムシフト (その2)

—カーボンニュートラルへの道—



大阪府立大学 名誉教授
池田 良穂

今回も、時代の要請でもある「カーボンニュートラル」の実現について考えてみたい。

かつて船は、自然の風を使って航海をしていた。この場合にはCO₂は排出しないので完全なカーボンニュートラルであり、地球温暖化にはつながらない。しかし、風は吹いたり吹かなかったりと不安定で、スケジュール通りの船の運航は不可能である。この問題を克服したのが動力船で、自然環境にあまり依存せずにスケジュール通りの運航を可能とした。最近、あらゆる企業が「ジャスト・イン・タイム」を導入しており、ことさらスケジュール順守が求められており、これをとても風任せにすることはできない。

1970年代のオイルショックの後、一時、帆装商船の開発が活発化したが、その後、オイル価格の低迷と共に姿を消した。しかし、2000年代の油価格の高騰と、地球温暖化対策としてのCO₂排出削減から、風の利用は再び脚光を浴びている。従来の布製の柔帆だけでなく、様々なタイプの硬帆、ローター、ターボセール、カイト(凧)など

が船舶推進装置として開発され、一部実用化されている。ただし現実には、一部の物資の輸送を除くと、スケジュール順守が優先され、いずれも動力の一部を補うアシスト機能として風を利用するに留まっている。従って、船舶のカーボンニュートラルを実現するには、風だけに任せるのにはかなり無理がある。

このように船はなんらかの動力すなわち原動機に頼ることが必要であり、このためにはそれを動かすエネルギー資源が必要となる。ここでポイントとなるのは、移動体のためのエネルギー資源は移動体と一緒に移動する、すなわち移動体に積載できることが必要なことだ。



オイルショックの後の1980年代には、たくさんの帆装商船が登場した。



2010年代後半から再び省エネのための帆装がブームになっている。LNG燃料を使い、ローターセールも装備したバルト海のクルーズフェリー「バイキンググレース」(写真：バイキングライン提供)

エネルギー資源には、地球に蓄えられている天然エネルギー資源と、地球上に自然の状態で存在する自然エネルギー資源の2つがある。

ここでやっかいなのが「天然」と「自然」の意味の違いだ。ほとんど同じ意味で用いられることが多いが、魚の天然魚は自然魚とは言わないし、服でも天然生地とは言うが自然生地とはいわない。人工的に製造された物がある場合に、その対比として、自然に存在するもので人の手が加えられていないものを「天然」と言うようだ。これまで人類は、水力、石炭、石油、天然ガス、ウラン等の天然エネルギー資源を大いに利用して発展することができた。

最近、エネルギーの分野では、「再生可能エネルギー」という言葉が、「自然エネルギー」とほぼ同義語としてよく使われる。これは「利用される以上の速度で、自然界によって補充されるエネルギー資源」とい

う意味で、「利用すると減少する天然エネルギー資源」との対比で作られた言葉である。エネルギー供給構造高度化法では、「非化石エネルギー資源のうち、エネルギー源として永続的に利用できるもの」と定義されている。具体的には、太陽光、風力、水力、地熱、太陽熱及び大気中の熱、その他の自然界に存する熱、バイオマスがそれに該当することが明記されている。ここでは「非化石エネルギー資源」と明確に定義されており、この法律は、化石燃料をやり玉に挙げて、化石燃料からの脱却を目指したものであることがわかる。

ここで、再度明確にしておかねばならないのは、地球温暖化に対処するために必要なことは、「カーボンニュートラル」すなわち「大気中のCO₂濃度を一定に保って濃くしない」ということであって、必ずしも化石燃料からの脱却を目指すものではないということであろう。そうした前提に基づけば、いろいろな解決法が考えられる。

1つはCO₂の固定化である。従来通り化石燃料を使用しても、排出するCO₂をすべて固定化(吸収)すれば、実質的に大気中のCO₂は増加しない。このCO₂固定化については、技術開発が急速に進んでおり、生物学的固定法、物理化学的固定法、また固定化したCO₂を地中や海中に貯蔵する方法も考えられている。

生物学的な固定法は、従来のように光合成によって植物が吸収する量を増やす方法で、森林の再生・拡大が中心で、砂漠の緑地化などもその1つだ。また地球の70%を占める海においても、海藻や植物プランクトン等の増殖が進められている。さらに光合成を植物だけに頼らずに人工的に行う人工光合成の技術開発も進んでいる。

また人工的な物理化学的固定法も実用化レベルまで達しつつあり、発電所等では排ガス中のCO₂をアルカリ性溶液に通して吸収する技術が確立しており、経済的な吸収液の開発競争が続いている。この他にも、活性炭やゼオライト等に物理的に吸着する方法や膜分離法なども開発されている。

こうした人工的なCO₂固定技術が普及すれば、石炭火力がヒステリックに叩かれるといった状況は解消され、石油や天然ガスの利用も従来通りにできることが期待される。船舶の上でもCO₂固定化技術の実証実験が行われていると報道されており、日本の造船技術が、こうした世界でも花開くことを期待したい。

回収されたCO₂を単に貯蔵するだけでなく、積極的に利用しようという研究も進んでいる。植物はCO₂を固定化して、その固定化された炭素を燃焼させることで人類は

エネルギーを取り出してきた。その循環を人工的に作り出すことができるようになる、カーボンニュートラルという本来の目的は達成できることとなる。排ガスから回収したCO₂を水素と反応させて合成燃料を作る技術も実用化のレベルにまで達しており、後は、経済的なレベルにまで価格を低下させるためのシステム開発が進んでいる。

最近の報道によると、米テスラ自動車のイーロン・マスクCEOが設立した財団が、賞金総額100億円のCO₂回収技術のコンテストを始めている。与えられた課題は、年間10億トン規模のCO₂回収を行うことができ、かつ低コストで長期貯留ができるシステムの開発とのことだ。いよいよ民間の実用化レベルのCO₂固定化のアイデア競争が始まっている。

こうしたCO₂固定化技術が実用化すれば、今は敬遠されている化石燃料が再び見直されることとなろう。

次の可能性が、CO₂を排出しない人工燃料の使用である。これには水素やアンモニアが有力候補として挙がっている。ただし、この場合には、人工燃料の製造時にCO₂を排出しない、または排出したCO₂を大気中に放出せずに固定化しておくことが前提となる。すなわち「グリーン」または「ブルー」の人工燃料である。

このうち水素の利用では、これまで燃料電池を使って電気を取り出すことが中心とされていた。これは、電気を使って水を酸素と水素にわける「水の電気分解」の逆過程で、水素と酸素を結合させて、その時に発生する電気を取り出すというもので、電気と水と熱しか発生しない。したがって、グ

リーンまたはブルー水素を使うと、トータルとしてCO₂の排出はないことになる。

また、最近になって水素とCO₂を結合させた人工燃料を石油やガスと同様に内燃機関に利用することも注目を浴びている。これだと従来のディーゼル機関にそのまま使えるのでメリットも大きいと見られている。

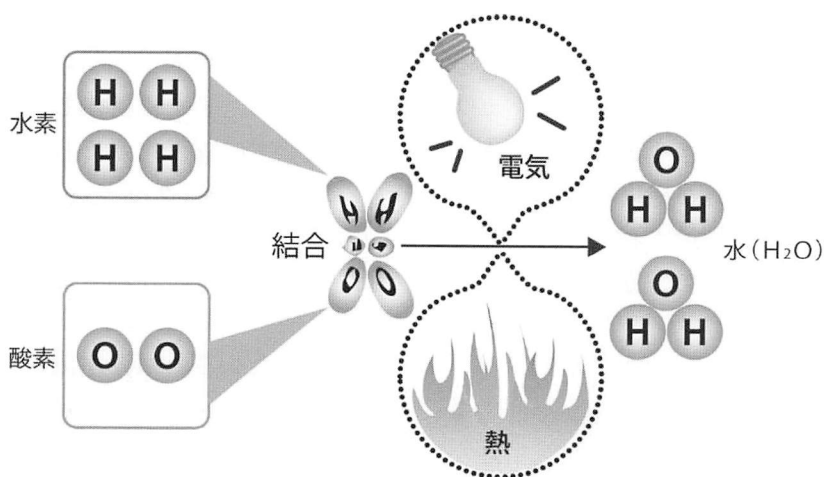
グリーン水素の製造には、水力、風力、太陽光、地熱、海洋エネルギーなどの自然エネルギーまたは原子力エネルギーの利用が考えられている。ほとんどの電力を水力エネルギーで賄えるノルウェーなどはグリーン水素の製造に向いていて、燃料電池船の開発に積極的である。ノルウェー経済を支えていた北海油田の枯渇が不安視されているが、豊富な水力発電の電力によってグリーン水素を製造して輸出することも大きな可能性をもっているとみられている。

風力、太陽光発電、海洋エネルギーの再生可能エネルギーの欠点は、その不安定性にあるが、作られた不安定電力を水素とい

う人工エネルギー資源に変換しておけば安定した出力を得ることができる。水素を使った発電装置である燃料電池の弱点は、触媒として高価な白金が使われることで、装置自体の製造価格が高いことと、現状では耐用年数が10年ほどとみられていることである。

燃料電池が主流となるか、内燃機関の合成水素燃料使用が主流になるかは、その経済性の向上にかかっており、どちらが主導権をとるのかは今のところ見えない。

このようにみえてくると、今後の科学技術的イノベーションによって、将来の船舶のエネルギー源は混沌としているとも見えるし、多彩な選択肢が提供されて夢が膨らむようにも見える。多彩な選択肢があることは、競争原理が働くことにもなり、より環境にやさしく、より経済的なシステムを生み出すことにもつながる。今後のエネルギー資源開発の動向に目が離せない。



燃料電池のしくみ (池田良穂著：文系のための資源・エネルギーと環境(海文堂)より)