

バンカリング（船舶燃料供給）の実態をAISデータから把握する

柴崎隆一
SHIBASAKI, Ryuichi

東京大学大学院工学系研究科准教授

1——バンカリングと船舶代替燃料の出現

船舶への燃料供給行為はバンカリング (bunkering) とよばれ、港湾で行われる重要な活動のひとつである。船舶燃料は、陸上（岸壁）の供給基地やトラックから供給されることもあるものの、その多くは燃料供給を目的としたバンカー船により Ship to ship (STS) で供給される。バンカリングのタイミングは、船舶が着岸し岸壁で貨物の積卸を行う際に岸壁と反対側にバンカー船を横付けして行う場合や、少し沖合の泊地で互いに停泊した状態で行う場合など、港や船種、状況によって様々である。またこの際、各船舶は寄港ごとに必ず燃料を満載にするととは限らず、価格の相対的に高い港湾では必要最低限の補給にとどめたり、燃料補給を目的とした途中寄港を行うこともあるなど複雑で、近隣港湾間において、より良いバンカリングサービスの提供を巡る競争が存在することもある。

一方、近年では、世界的な環境意識の高まりを受け、脱炭素社会の構築に向けた海事分野における取り組みの一環として、船舶の燃料を重油から他に代替する動きが強まっている。その中で最も先行するLNG（液化天然ガス）燃料船は近年世界的に普及が進み、我が国においても、2020年10月には初的大型LNG燃料船である自動車専用船（SAKURA LEADER）が竣工し¹⁾、またこれに燃料供給を行うためのLNGバンカリング船も活動を開始している²⁾。さらに、今後10～20年以内には、アンモニア、水素燃料電池、カーボンリサイクルメタンなどの代替燃料が出現・普及することが予想されており（図—1）、それぞれの燃料の供給方法や体制についての検討も始まっている⁴⁾。この際は、バンカリングには上述のような港湾間の競合

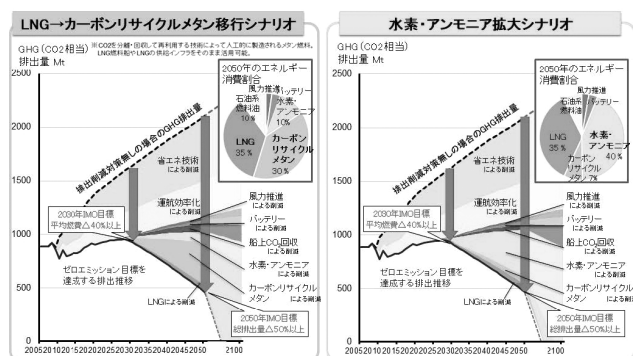
があることも前提に、各港のサービスレベルも考慮した世界的なバンカリング・ネットワークの中で各港の戦略を検討する必要がある。特に新燃料が普及する初期の段階ではバンカリング需要が少ないことから、他港の状況を考慮した検討は必須といえる。

しかしながら、現状において、各港におけるバンカリングの実態を網羅的に整理した統計・文献等は存在せず、サービスレベルの港湾間比較も困難となっている。そこで、本稿で紹介する論文⁵⁾においては、船舶動静を網羅的に収録したAIS（船舶自動識別装置）データを用いて、地中海地域の各港を対象としてバンカリング活動（バンカリング回数やサービス時間等）を推計し、港湾間の比較を行っている。以下では、その概要を紹介する。

2——AISデータによるバンカリング活動の推計

AISデータの詳細については、筆者による昨年度の外国論文紹介原稿⁶⁾を参照されたい。国際航海に従事する300総トン数以上の全船舶と国際航海に従事しない500総トン以上の全船舶にAISの搭載が義務づけられており、地上局や衛星を通じて、IMO番号、船長や船幅などの静的情報、位置座標、対地進路、対地速度、時刻などの動的情報、喫水や目的地などの航海関連情報を受信し、ビッグデータとして利用される。

本紹介論文では、AISデータに基づき、各港におけるバンカリングの実態を明らかにしている。具体的には、はじめに、船舶のサイズ（全長170m以下）、船種（タンカー）、位置（港湾区域内に70%以上の時間滞在）の条件を満たす船をバンカー船の候補とする。次に、燃料供給される船舶を対象に、停泊状態でも潮流などの影響により速度が0でないケースも存在することを念頭に、対象港湾区域内で速度3ノット以下の位置情報データをDBSCANによってクラスタリングすることにより、停泊データ群を抽出する。この停泊データ群について、はじめに抽出したバンカー船と半径50m以内に隣接する条件で時空間マッチングすることにより、バンカリング行為を判定する。このアルゴリズムをまずバンカリングに関する統計の存在するジブラルタル港に適用し、2015年以降はおおよそ統計値の8割程度（年間5,000回前後）のバンカリングを抽出することに成功した。



■図—1 国際海運のゼロエミッションに向けたロードマップ³⁾における2つの代替燃料普及シナリオ

これを地中海沿岸の17港湾に適用し、寄港回数やバンカリング1回あたりの所要時間を比較している。寄港回数については、原油タンカーやドライバルク船についてはジブラルタルが最も多く、岸壁よりも泊地で給油されることが圧倒的に多いのに対し、定期船（コンテナ船およびRO-RO船）については定時運航が重視されることから岸壁荷役時の給油の方が多く、またコンテナターミナルを有する港湾（ジブラルタルに隣接するスペインのアルヘシラス等）での給油が多くなっている。また、バンカリングが開始されるまでの平均待ち時間（バンカー船が接舷するまでの時間）は港によって大きく異なり、サービスレベルの優劣がはっきり見られ、バンカリングサービスが充実し回数も最も多いジブラルタル港において、平均待ち時間が最も小さい結果となっている。一方で、バンカリングに要する時間の港湾別の分布をみると、ジブラルタルやアルヘシラスなどのバンカリング回数が多い（競争力があると考えられる）港では長時間に及ぶ場合も多く、バンカー船が大きかったり長距離航海を行う船舶ほどバンカリング時間が長い傾向にあるという回帰分析の結果を踏まえると、単位時間あたりのバンカー船の燃料供給能力がこれらの港において小さいというよりは、バンカリング1回あたりの供給量が多いことを意味しているといえる。一方で、イスタンブール港のバンカリング時間は極端に短く、これは、論文著者によれば、ボスポラス海峡航行のための待ち時間の間に必要最低限の量だけバンカリングを受ける船が多く、逆にこのように黙っていてもバンカリング需要があるため、イスタンブール港のバンカリングサービスのレベルが改善しない（たとえば、船齢が高い船が多い）要因になっていることが指摘されている。

3—今後の展開：特に東アジア地域における代替燃料の普及を念頭に

以上の紹介論文は、提案手法の適用地域として地中海港湾を対象としているものの、もちろんアジアなどの他地域にも適用可能である。東アジア地域においては、シンガポールおよび周辺のマレーシア港湾がバンカリングサービスの一大提供地として知られており、日本、韓国、中国や極東ロシアなどでも国際船舶に対してバンカリングサービスが行われている。しかしながら、冒頭にも記したように、定量的な国際比較は行われておらず、詳細な実態は不明である。我が国港湾におけるバンカリングサービスのあり方を検討する際には、近隣の韓国・中国等におけるバンカリングの実態も合わせて把握する必要があるだろう。特に、LNGバンカリングについては前述の名古屋港に加え横浜港⁷⁾でも拠点整備が進められ、神戸港においては水素貯蔵の実証試験が進められる⁸⁾など、新しい船舶代替燃料導入の機運が高まるなか、このような新規燃料普及の初期段階のように、1港あたりのバンカリング需要がそれほど多くないことが予想される場合には、近隣港湾の状況を把握することは特に重要と考えられる。

ここで、紹介論文が提案するAISデータを用いたバンカリング行為の把握手法は総じて十分優れているといえるものの、2点ほど課題も挙げられる。1点目は、分析対象となるバンカー船の抽出方法である。紹介論文では、サイズや船種などの外形基準と港湾滞在時間により決めていた。そもそもロイズ等の提供するIMO番号と紐づけられた船種情報にはバンカー船というカテゴリも存在するものの、その精度が低いためこのような方法をとったと推察されるが、これがバンカリング実績に比べて推計値が8割程度にとどまる最大の原因と考えられる。他の情報源や次に述べるバンカー船の航行履歴などを用いて、より精度よくバンカー船の特定が可能なアルゴリズムの開発が求められる。2点目は、バンカー船から一般船舶へのバンカリング行為だけでなく、製油所等からバンカー船への燃料補給やバンカー船の出航拠点も含めた、バンカー船の運用全体を把握する必要性である。特にバンカー船の運用全体を通した効率性の比較や、新燃料の地上供給拠点整備の検討を行うにあたっては、このような視点が重要である。AISデータに基づくバンカー船の詳細な動静に基づき、製油所におけるバンカー船への補給行為についてもバンカリングと同様に把握し、国際比較等を通じてバンカリング活動全体の効率性改善につなげる必要がある。

なお、本手法を特に我が国におけるバンカリング活動の把握に適用する際には、そもそも500総トン以下でAISを搭載していないバンカー船が多いという大きな課題がある。VDES（VHFデータ交換システム）と呼ばれる次世代AISがあらゆる船舶に搭載されるようになれば網羅的な分析も可能になると思われるものの、現在のAISデータを用いた分析には限界があることを意味する。ただし、近年整備・計画されている新燃料バンカー船は比較的尺寸が大きいことが予想されており、AISを搭載した大型バンカー船に関する現状の動静が把握できれば、演繹的にある程度の示唆を得ることは可能であろう。

参考文献

- 1) 日本郵船プレスリリース（2020年10月28日）、https://www.nyk.com/news/2020/20201028_01.html.
- 2) 国土交通省港湾局報道発表資料（2020年10月21日）、https://www.mlit.go.jp/report/press/port02_hh_000154.html.
- 3) 国土交通省海事局、国際海運のゼロエミッションに向けたロードマップ、https://www.mlit.go.jp/maritime/GHG_roadmap.html.
- 4) (財)運輸総合研究所、「持続可能な海運を実現するためのCO₂削減方策に関する調査研究」、<https://www.jttri.or.jp/research/port/2020theme05.html>.
- 5) Fuentes, G. “Generating bunkering statistics from AIS data: A machine learning approach”, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 155, 102495.
- 6) 柴崎隆一, “AIS（船舶自動識別装置）データを用いた海上輸送行動の推計（外国論文紹介）”, 「運輸政策研究」, Vol. 23, pp. 100–101, 2021.
- 7) 横浜市, “LNGバンカリング（燃料供給拠点）の検討”, <https://www.city.yokohama.lg.jp/city-info/yokohamashi/yokohamako/kkihon/kankyo/20161012120512.html>.
- 8) 神戸市, “水素スマートシティ神戸構想”, <https://www.city.kobe.lg.jp/a22668/shise/kekaku/kikakuchosekyoku/energy/hydrogen/20190106040301.html>.