

国際海運のカーボンニュートラルに向けた動向

- ◇2022年10月にシンガポールで開催された、Singapore International Bunkering Conference and Exhibition (SIBCON) 2022に参加して、海運業界のGHG削減に向けた動向を調査した。
- ◇LNGについては、短中期のトランジションエネルギーとして考えているという意見が多かった。
- ◇バイオ燃料は、すぐに使用できるドロップイン燃料であるが、価格が高いことや供給可能量、供給可能地域に課題がある。
- ◇メタノールは、中期の船舶燃料としては適しているが、グリーンメタノールへの移行は、現時点の技術では高価になるため、導入時期は不透明である。
- ◇アンモニアには賛否両論があったが、賛成派が現時点でのアンモニアの燃焼技術を全く理解していなかった。アンモニアは代替燃料の中では製造コストが低いので、安全性(毒性)の課題と併せて比較・検討すべきとの意見もでていた。
- ◇船舶燃料の長期的な方向性に関しては、2040年頃になってみないと判断できないというのが、大方の意見であった。

1. はじめに

国際海事機関(IMO) GHG削減戦略においては、2018年に採択された2050年に2008年と比較してGHGの総排出量を50%削減、今世紀中のできる限り早い時期にゼロ排出を目指すという目標が掲げられている。さらに、IMOの海洋環境保護委員会(MEPC)において、2050年にゼロ排出を目指すという改定について、議論が交わされている。

このような状況下で、2022年10月にシンガポールで開催された、Singapore International Bunkering Conference and Exhibition (SIBCON) 2022に参加して、海運業界のGHG削減に向けた動向を調査した。なお、SIBCON 2022の開催案内のホームページには、“The World’s Largest and Most Influential Marine Fuel Event”と記載されており、世界で最も大きな船舶の燃料の会議であることを強調していた。

1. はじめに

2. SIBCON 2022の開催形式

3. ディスカッションの内容

3-1. 液化天然ガス(LNG)

3-2. バイオ燃料

3-3. メタノール

3-4. 水素・アンモニア

4. まとめ

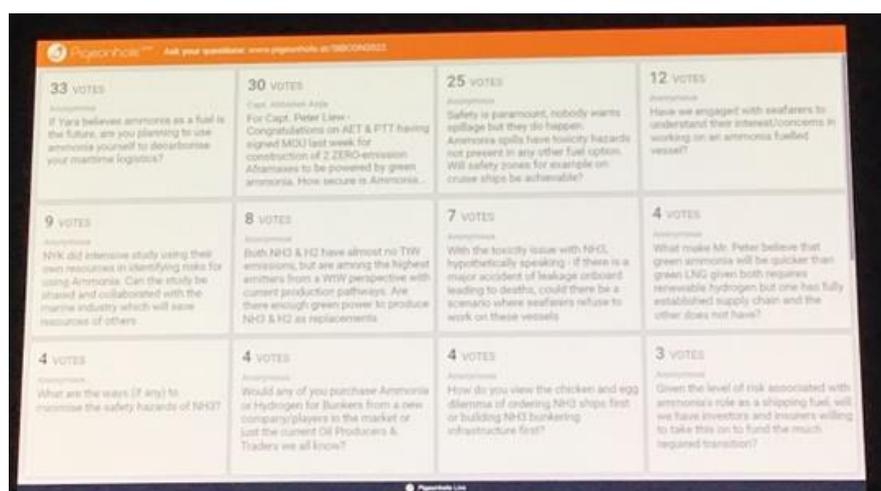
2. SIBCON 2022 の開催形式

会議は2日間にわたり開催され、合計で13のセッションがあり、すべてがパネルディスカッション(配布資料などは一切なし)形式であった。パネルディスカッションの様子は図1に示す。パネルディスカッションは、チャタムハウスルール(会議に参加する人は誰でもディスカッションの情報を自由に使用できるが、コメントをした人を特定し明らかにすることはせず、議論の開放性を高めるようにするルール)を採用しており、自由な議論が行われていた。



出所：JPEC 撮影

図1 パネルディスカッションの様子



出所：JPEC 撮影

図2 会場からの質問のスクリーン上の表示

会場から専用アプリで質問を投稿できるシステムがあった。図 2 に会場からの質問のスクリーン上の表示を例示するが、誰かが投稿した質問に賛同する場合は、投票 (Votes) できるボタンがアプリにあり、多くの投票を集めた質問順に、左上から右下まで随時掲載されるようになっていた。各セッションは、すべて 45 分となっており、途中から司会者が会場からの質問を選定して、その質問についてパネラーに回答を求める形式で進められた。

3. ディスカッションの内容

3-1. 液化天然ガス (LNG)

LNG については、短中期のトランジションエネルギーとして考えているというコメントが多かった。NO_x や SO_x の排出量は石油系燃料より少なく、供給量はある程度あり (LNG 全体としての市場規模が大きい)、CO₂ 削減効果は 20%~23% であるとの共通認識であった。トランジションエネルギーとしては、他の代替燃料候補が現時点では高価であり、商業生産にはまだ時間がかかるため、結果として LNG が最適との意見もでていた。

ある燃料供給会社のパネリストは、LNG → バイオメタン → e-メタンの順で移行して、GHG 削減が徐々に進むことを考えているとコメントしていた。ただし、バイオ燃料のセッションでパネリストを務めていた同じ会社の方は、船舶の燃料として気体燃料はあり得ないとの意見も述べており、会社内でも意見が分かれているようであった。

現時点ではコンテナ船や自動車運搬船で LNG 燃料船が導入しやすいようで、この理由は荷主であるコンテナ輸送会社や自動車業界が GHG 削減に対する意識が高いこと、航路が比較的決められていること、船舶の形状が燃料タンクの設置に適していること、などによるようである。

LNG 燃料船は信頼性や安全性は保障されているという意見や、エンジンからのメタンスリップの問題はあと 2 年ほどで解決するであろうとのコメントもあった。さらに、2030 年には LNG 燃料船のエンジン効率も良くなると思うというコメントもあった。

一方で、LNG 燃料船の導入には、クルーやオペレーターの教育が必要になったとのコメントもあった。内航船のタンカーは、それぞれの国でクルーの教育も行っているようである。

LNG 燃料船の CO₂ 削減効果は 20%~23% といわれているが、炭素強度 (CI) を世界的なスケールでどのように評価するのかが難しいとの意見もあった。IMO の MEPC ではライフサイクルアセスメント (LCA) を行っており、LNG は Tank to Wake (タンクから航跡) では GHG を削減できるが、Cradle to Grave (ゆりかごから墓場) では削減効果が低いという話がでていたとのコメントもあった。また、燃料供給会社のパネリストからは、バイオガスなどを含めて、LNG 製造時の CI を削減する研究も行っているとのコメントもあった。

LNG の供給量は今後どうなるかとの質問に対しては、現在はシンガポールと欧州間では、十分な供給の協定があるが、LNG 燃料船の発注が増えているので、今後は欧州ではタンクの容量が十分ではなくなるとの意見がでた。その上で、米国、パナマ、南アフリカは、今後の LNG 供給で重要な拠点になるとのコメントもでた。また、シンガポールは大きなバンカー市場であるので、他の港からの LNG 輸入も重要になるとの意見もでた。LNG の後にバイオメタンなどが続くと思うが、LNG は体積当た

りのエネルギー密度が代替燃料の中では比較的高いが、高圧で冷却する必要があるため、タンク容量が大きくなることが課題であり、供給側でもタンク容量が大きくなることが問題であるとの意見もあった。

3-2. バイオ燃料

バイオ燃料は現在のエンジンに適合しており、エネルギー密度が代替燃料の中では最も高く、取り扱いが分かっているので、すぐに使用できるドロップイン燃料であるとのコメントがでた。その上で、バイオ燃料は陸上からの供給が可能であり、陸上のインフラ整備を行うべきであるとのコメントがあった。反対に、バイオ燃料以外の代替燃料は、タンク容量が大きくなることから陸上からの供給は難しく、供給者の立場としては、本格参入に躊躇する状況であるとの意見もあった。

バイオ燃料のセッションでは、短期的にはバイオ燃料が選択肢の最有力候補であり、シンガポールで徐々に増加していくと思われるので、カスタマーはそれを見ていけばよいとのコメントもあった。

一方で、バイオ燃料の原料の不足、供給量や価格に対する懸念の声も多くでた。

原料不足の観点では、会場から、欧州はバイオ燃料の原料が不足するののかとの質問が出た。これに対してパネラーの一人は、そのとおりであり、多くのプロジェクトで製油所のバイオ燃料工場への転換が進んでおり、燃料価格には補助金のサポートもあるが、原料不足は重要な課題であるとの回答があった。シンガポールではパームオイルが原料として調達し易いが、バイオ燃料に補助金がないのが問題であるとの意見もでた。

供給量の観点では、バイオ燃料はサプライチェーンがキーであり、地域によって需要と供給が合わないのでは、世界全体で供給体制を考える必要があるとの意見がでた。また、バイオ燃料の供給量が低いのは生産が少ないからであり、増産にはシンプルに混合の義務化が重要であるとの意見もでた。別のパネラーからは、混合義務化ではなく、再生可能な航空燃料（SAF）のように、燃料使用者側がバイオ燃料の必要性を訴えれば、自然と生産計画が増大するのではないかと意見もでた。

価格の観点では、バイオ燃料は非常に高いので、欧州の排出権取引のクレジットに依ってもスケールアップは望めそうもないとの意見がでた。一方で、クリーン燃料は高価なのが当たり前で、各国政府が明確な使用義務化のゴールを提示し、使用者側も必要性を共有することが重要であるとの意見もあった。また、ビジネスケースでは、供給量や価格を長期的に考えることが重要であり、そのために、いくつかのコラボレーションを実施しているとの意見もあった。

3-3. メタノール

グリーンメタノール、バイオメタン、バイオ燃料を議論したセッションでは、司会者よりコンテナ輸送最大手である AP Moller-Maersk が、2022 年に 19 隻のメタノール燃料船を発注したことの紹介から始まった。このセッションでは、AP Moller-Maersk を含む 3 社の運航会社と燃料供給会社 1 社からパネリストが参加していた。3 社の運航会社は、いずれもメタノール燃料船をすでに導入しているか、あるいは発注している会社であり、メタノールを船舶の燃料として推奨していた。

メタノールを船舶の燃料として推奨する理由として挙げられたのは、まずはエネルギー密度が高い

ということと、液体燃料であるので船舶のエンジンやタンク的设计がしやすく、既存の供給設備の転用が可能であることである。ある運航会社のパネリストは、メタノールには技術的な課題はなく、需給バランスさえ上手くいけばベストな燃料と考えていると述べていた。その上で、中期の船舶燃料としては、メタノールがサーキュラーエコノミーの観点で適合しているとも述べていた。

会場から今後のメタノール戦略をどう考えているのかとの質問があり、ある運航会社のパネリストから、メタノールは最適な解決策であり、最大の課題である供給については、燃料供給者とのコラボレーションを進めていると回答があった。

グリーンメタノールへのエネルギートランジションはどのタイミングになるのかとの質問に対しては、キーファクターは、多くの業界（燃料供給者、バイヤー、ユーザー）が GHG 削減の必要性を理解することであり、投資がバリューチェーンの強化には重要であると回答していた。その点では、あるパネリストが所属している運航会社では、メタノールの生産に先行投資をしているようであった。別のパネリストは、将来的にグリーンメタノールへの移行を推奨しているが、現時点の技術では高価になるため、研究開発を進めている段階であり、普及する年代までは回答できないとのコメントがあった。

今後、メタノールの原料は何になるのかとの質問に対しては、現在は天然ガスであり、次にバイオメタンを原料としたバイオメタノールがきて、最終的には再生可能電力を利用したグリーンメタノールに進むのではないのかとの回答があった。また、LNG とメタノールは、バイオやグリーンに移行したとしても、インフラは同じものが使えるが、コストが増加するので供給量が下がるのが懸念されるため、需要と供給のバランスが重要であるとの意見もでた。

3-4. 水素・アンモニア

水素・アンモニアのセッションでは、アンモニアについての議論が中心だった。ここには、2名の船長資格を有する方々がパネラーとして参加していた。そのうちの1名は、船長の立場としてはクルーの安全性確保が第一優先であり、毒性のあるアンモニアを船の燃料としては使わないで欲しいと述べていた。もう1人の船長は、2050年は燃料の多様化（Mix fuel）がファイナルアンサーであり、バイオ燃料はエネルギートランジションの初期の燃料で、水素はすでに試しており、アンモニアも将来の船舶の燃料としてありうると回答していた。こちらの船長は、アンモニア輸送船の運航に関わった経験を有するようで、低炭素燃料としてアンモニアを導入する必要があると強調していた。さらに、この船長に対してグリーン LNG とグリーンアンモニアの違いについての質問があり、LNG は CO₂ を排出するが、アンモニアは排出しないので、まったく違うと回答していた。さらに、アンモニアの技術は確立されつつあり、サプライチェーンも増えると思うとも述べていた。

船長以外のパネラーからは、代替燃料を色々検討している中で、水素とアンモニアはその中の2種類であるとの回答もあった。

アンモニアの船舶燃料としての技術的課題に関してはどう考えているのかとの会場からの質問に対しては、ある運航会社のパネリストから、アンモニアは現在の技術では単一燃料で着火することはできず、着火源として別の補助燃料が必要であり、着火後も火炎が広がりやすく、NO_x や N₂O の排出削減のために、燃焼後期でも補助燃料の噴射がさらに必要であることが重大な問題であり、これらの解

決にはかなり時間がかかるとの回答があった。さらに、 N_2O は温暖化係数が CO_2 の約 300 倍といわれており、この排出低減も重要な課題であるとの懸念も述べていた。この回答に対して、船長らを含む複数のパネリストは、アンモニアは着火性や燃焼性が悪く、補助燃料を相当量噴射することが必要な事実を知らなかったようで、大変驚いていたのが印象的であった。

アンモニアの安全性については、アンモニアを将来の GHG 削減を実現するための候補として位置づけている IMO では、規格やポリシーをステップ・バイ・ステップで作成していると回答があった。また、運航会社からはリスクアセスメントを実施しているとの回答があったが、船舶のオペレーターからは、安全確保は難しいとの意見があった。なお、燃料タンクを大きくする必要があることから、コストがかなりかかるとの懸念も併せてあった。

アンモニアの供給体制については、世界中で燃料供給設備を整えることと、十分な輸送体制を確立することが重要であり、そのためには投資が必要で、船主または運航業者と供給者で話し合っしてほしいとのコメントがあった。また、アンモニアは代替燃料の中では製造コストが低いので、安全性と併せて比較・検討すべきとの意見もでていた。

シンガポールでは、水素とアンモニアに関しては、どう動いているのかとの質問に対しては、シンガポール海事港湾庁 (Maritime and Port Authority of Singapore) が各社とコンソーシアムで協力しているのが素晴らしいとの回答があった。

世界での水素のプロジェクトはどうかとの質問に対しては、南アフリカでいくつかの水素に関するプロジェクトが進行しているとの回答があった。グリーン水素は、コストは時間が経てば減少すると思うが、エネルギー密度が低いので、インセンティブが必要であるとの意見もでた。

4. まとめ

ここ数年間は、海運業界にとっては大きな変化の連続であった。2020 年 1 月に開始された IMO の船舶燃料の硫黄分規制強化のために、2016 年頃から準備が開始され、大きな問題はなく移行が開始されたかと思われた矢先、COVID-19 のパンデミックが発生した。この影響で船員交代ができないとか、入港制限により燃料供給に時間がかかるなどの問題が続出した。2022 年になり、ようやく COVID-19 の影響から立ち直ったと思ったら、GHG 削減という課題がでてきたというコメントがあったのが印象的であった。つまり、シンガポールの海運業界の現場では、過去数年間、IMO で議論されている GHG 削減まで十分に検討する余裕がなかったように思われる。

船舶燃料の供給量は世界全体で毎年 2 億トン強であるが、シンガポールは 5 千万トン前後で推移しており、20%以上のシェアを持っている。したがって、シンガポールで海運業界に従事する方々は、ある種のプライドを持っており、欧州が先行して進めようとしている環境政策、特に排出権取引制度 (ETS) に対しては、静観あるいは反感を持っているという印象も受けた。

パネルディスカッションでは、会場からの質問が多く投稿され、質問の中には、30 を超える投票を集めるものもあった。

船舶の代替燃料としては、短中期では、バイオ燃料、LNG、メタノールが有望という見方が支配的であるとの印象を受けたが、バイオ燃料は供給量が課題、LNG は体積当たりのエネルギー密度が代替燃料

の中では比較的高いが、高圧で冷却する必要があるため、タンク容量が大きくなることが課題、メタノールは価格が課題など、どれも一長一短で現時点では決められないという意見が大半であった。議論が最も活発であったのはアンモニアで、会場からの質問では、アンモニアを疑問視するものに多くの投票があった。そんな中で、日本の企業などがシンガポールでアンモニア燃料船の実現に向けたコンソーシアムを実施しているので、その結果をみてから判断すればよいという雰囲気があった。

船舶燃料の長期的な方向性に関しては、2040年頃になってみないと判断できないというのが、大方の意見であった。これは、現時点で新造船を発注すると、竣工が3年後になり、船舶の平均的な寿命が15年程度といわれていることから、2040年頃の買換え時には、船舶燃料の方向性が見えていて欲しいという希望的観測によるものと感じた。

今回チャタムハウスルールに基づくフリーディスカッションの場であったことから、議論百出となった。国際海運のカーボンニュートラルに向けては、異なる意見を持つ関係者が正確な事実認識や理解に基づき取り組むことが重要であり、今後、安全性や技術開発のポイントなど、当センターとしても関連の情報の収集や発信に引き続き努めていく。

(問い合わせ先)

一般財団法人石油エネルギー技術センター 調査国際部 pisap@pecj.or.jp

本調査は、一般財団法人石油エネルギー技術センター(JPEC)が資源エネルギー庁からの委託により実施しているものです。無断転載、複製を禁止します。

Copyright 2023 Japan Petroleum Energy Center all rights reserved