

(4) 今後の課題と考察

船舶自律運航技術を利用した、氷海における安心で安全な操船システムを構築するためには、特殊な氷海操船技術をマスターした習熟運航者に匹敵する高性能の AI を開発するとともに、複数船舶間においてこれら AI 同士の瞬間的な連携・対応等が可能な技術開発を実現させる必要がある。現在、船舶自律運航を進める目的として、経済運航、航行安全性の向上、船員不足の解消、経費節減等、様々な項目が掲げられている。筆者は、AI 同士の連携による特殊操船の自動化による運航者負担の低減や、人間同士による対応では間に合わない切迫した状況下における事故防止対策こそ、船舶自律運航導入の最大のメリットではないかと考えている。

(注)

- (1) Hajime YAMAGUCHI: Research on navigation support system for the Arctic sea routes, 第31回北方圏国際シンポジウム「オホーツク海と流氷」講演要旨集, pp. 45-48, 2016. 2.
- (2) 出典：国土交通省北極海航路に係る官民連携協議会（第7回）資料。
- (3) 北極海航路ハンドブック検討委員会：北極海航路ハンドブック実務編（上巻），公益社団法人日本海難防止協会，2016. 3.
- (4) 前掲(3)：北極海航路ハンドブック実務編（上巻）

(大貫伸委員 記)

IV. 船舶燃料などに関する取り組み

1. SO_x 排出規制

IMO の海洋汚染防止条約(MARPOL73/78)の ANNEX VI「船舶からの大気汚染防止のための規則」が2005年5月19日に発効し施行されてきたが、第58回海洋環境保護委員会(MEPC58、2008年10月)で改正が採択され、NO_x 規制、SO_x 規制ともに段階的に規制が強化されることとなった。

SO_x 規制に関しては、燃料油の硫黄分の上限を3.5%から0.5%に強化するグローバル規制が2020年から開始されることが決まったので、本稿ではSO_x 規制に的を絞ってその対応と進捗状況を紹介する。

(1) SO_x 規制の概要

船舶から排出される SO_x は燃料中の硫黄分が燃焼時に酸化して生成されるので、全ての船舶に付いて使用する燃料油中の硫黄分濃度が規制されることとなった。

MEPC58(2008年10月)で採択された改正 ANNEX VIでは段階的に規制強化が行われる事になった。

・一般海域での上限値

- ① 2005年5月19日以降 ; 4.50%
- ② 2012年1月1日以降 ; 3.50%
- ③ 2020年1月1日以降 ; 0.50%

・特定海域(BCA)での上限値

- ① 2005年5月19日以降 ; 1.50%
- ② 2012年1月1日以降 ; 1.00%
- ③ 2020年1月1日以降 ; 0.10%

※ECA；バルト海・北海海域、米国・カナダの沿岸200海里の海域、米国カリブ海海域

なお、MARPOL条約の規制以外に、EUの独自規制として2010年1月1日以降EU域内の港湾停泊時に使用する燃料油の硫黄分濃度の上限値が0.1%に制限されている他、米国カリフォルニア州沿岸24海里以内に入域する場合も2014年1月1日以降は0.1%に規制が強化されている。

(2) SO_x 規制への対応

上記の規制に対応するには、規制値に対応する燃料に切り替えるか排ガス浄化装置を設置する、または代替燃料(LNG等)を使用する事になるが、それぞれメリット・デメリットがあるので十分な検討を要す。

表1 SO_x規制に対する対応の比較表

| | 硫黄分 0.5%以下の燃料 | スクラバー装置の設置 | LNG 燃料の使用 |
|-------|--|--|---|
| メリット | 大規模な設備投資が不要 | 高硫黄分の燃料が使用できる | 1. SO _x を100%削減できる 2. NO _x , CO ₂ も削減できる 3. 市場価格次第では燃料費の節減ができる |
| デメリット | 1. 燃料コストが増加 2. 規制適合燃料の安定供給が不明確 3. 燃料規格が決まっていない（本船でのその都度の対応が必要） | 1. 高額の初期投資 2. 設置にかなり大きなスペースが必要 3. 将来的に高硫黄燃料の安定供給が不透明 | 1. 初期投資が高額 2. LNG燃料タンクのスペース確保が必要 3. LNG燃料の安定供給が不透明 4. 乗組員にLNG取扱い訓練が必要 |

(一社)日本船舶機関士協会 Home Page より

① 低硫黄燃料油使用

規制値に適合する燃料に切り替える手法であるが、低硫黄油の特性(低粘度、低潤滑性、低揮発点)を考慮した対処が肝要である。低粘度として考慮しなければならない点は、燃料ポンプのシール部等からの漏洩量が増加するので、燃料の供給不足が生じる場合がある。

対策としては、低粘度油仕様燃料ポンプへの変更、粘度調整用に燃料油冷却器の設置、が考えられる。

低潤滑性では燃料ポンプのプランジャー・バレル等が異常摩耗する可能性がある。また、低揮発点の問題としては重油から燃料切替え時に高温状態の燃料管内で蒸発してペーパーロック等の不具合を生じる事などを考慮しなければならない。

一方、低硫黄燃料油の供給面から考えられる事は、油社に依る安定した供給体制が維持できるかどうか、供給量が不足すれば必然的に価格が上昇することになり、上記部品の交換、新たな設備の設置等、即採算に影響する面も考慮しなければならない。

② 排ガス洗浄装置(SO_xスクラバー)の搭載

価格が割高な低硫黄燃料油を使わず、安価な高硫黄重油を使用してクリアーする手法として排気ガス洗浄装置(SO_xスクラバー)を搭載する手法がある。

SO_xスクラバーは海水を洗浄水として排気ガスを浄化する湿式スクラバーが主流となっ

ており、排ガスの硫黄分を98%程度まで除去出来る実績がある。

但し、スクラバーは装置の体格が大きくなるので船内に搭載するには設置場所に制限が出てくることと、高額の初期投資が必要となる点を考慮しなければならない。

また、洗浄水の浄化装置及びスラッジ回収タンクの設置等、洗浄水の処理設備を搭載する必要もある。

③ 代替燃料の使用

重油に代わる代替燃料として LNG 燃料、LPG 燃料、メタノール燃料、水素燃料の利用がある。

LNG 燃料は SO_x のみならず NO_x や CO₂ 削減にも効果があり、市場価格次第ではコスト削減が期待できるが、機関本体を LNG 燃焼型に変更する高額な初期投資が必要となる。

また、LNG 燃料の供給設備が不十分な事と併せ、船内 LNG 燃料タンクの増設や、乗組員の LNG 取扱い訓練も必要となる点も考慮しなければならない。

LPG 燃料の場合は主要成分のプロパンの沸点が-42℃であり、LNGの-162℃に比較して圧倒的に取扱い易く、貯蔵タンク等の設備投資も LNG に比べて安価である。

また、供給体制も全世界的に拡がっており有利である。

メタノール燃料は常温で液体であり、低圧力で機関へ供給できるので貯蔵タンクの仕様も簡便であり、取扱いが容易な点も有利で

ある。

水素を燃料として利用する手法は、水素と酸素の電気化学反応によって電気を発生する装置、所謂燃料電池を利用する手法である。これは水に電気を流すと水素と酸素が発生する電気分解の逆の作用で、発生するのは電気エネルギーと水だけで非常にクリーンな装置であり、化学反応に依る電気エネルギーを直接利用することから効率の良いのが特徴である。

(井手祐之委員 記)

2. LNG 燃料船について

(1) LNG 燃料船の普及状況

世界初の天然ガス燃料船は 2000 年にノルウェーで就航したフェリー「GLUTRA」(Fjord1 社)である。(写真 1) その後、2003 年に同じくノルウェーで 2 隻の PSV「VIKING ENERGY」(Eidesvik 社)(写真 2) 及び「STRIL PIONER」(Simon Møkster 社) がそれぞれ就航しており、2011 年にはスウェーデン船社 (Tarbit Shipping 社) がケミカルタンカー「BIT VIKING」を世界で初めて重油焚きからの改造を行った。(写真 3) また、船型大型化の面においては、2013 年にフィンランドで 57,000GT の RoPax「VIKING GRACE」(Viking line 社) を就航させている。(写真 4)



写真 2. Eidesvik 社 PSV「VIKING ENERGY」
(2003 年就航、5,073GT)

(Offshore Energy Today.com Web サイト)



写真 3. Tarbit Shipping 社ケミカルタンカー
「BIT VIKING」(2011 年就航、17,757GT)
(Tarbit Shipping AB 社 Web サイト)



写真 1. Fjord1 社フェリー「GLUTRA」
(2000 年就航、2,268GT)
(Wärtsilä 社 Web サイト)



写真 4. Viking Line 社 RoPax「VIKING
GRACE」
(2013 年就航、57,000GT)
(日本海洋科学 撮影)