

# KAIUN

2009 NO.985. **10**



**特集**

## 環境技術と船舶への挑戦

座談会 押し寄せるIMOの環境規制にどう対応するか

水野 博介 氏 三菱重工(株)

横田健二 氏 (株)商船三井

松原知之 氏 (株)MTI

瀬崎良明 氏 ユニバーサル造船(株)

高まる環境対応ニーズと船級としての対応

松本 整 氏 ABS

SESの省エネ削減効果は約20%

**東南アジア物流展望**

東南アジアでの企業のサプライチェーンの動向と3PLの展開 篠崎 友彦 氏 山九(株)

ASEAN物流ネットワークの躍進 阿部 智史 氏 日本貿易振興機構

# 押し寄せるIMOの 環境規制にどう対応するか

地球環境問題の高まりを背景に、陸上ではハイブリッド車、電気自動車の市場投入、燃料電池自動車の開発進展などが注目を集めている。一方、海上ではIMOを中心に温室効果ガス関係のガイドラインの合意など新たな展開を見せている。こうしたなか、海運・造船業界は従来から船舶の環境技術への取り組みを行っているが、さらなる革新的な環境技術の開発進展が待たれる状況だ。今回は、現下の船舶の環境技術への取組み状況や今後の展望などを中心に、船社、造船所の技術部門責任者に出席をお願いし、議論いただいた。



株式会社MTI  
常務取締役  
松原 知之氏



ユニバーサル造船株式会社  
理事 技術研究所長  
瀬崎 良明氏



株式会社商船三井  
常務執行役員  
横田 健二氏



三菱重工業株式会社  
船舶・海洋事業本部 船舶・海洋技術部長  
水野 博介氏

## ●IMOの最近動きと評価●

—IMOを中心にNOx・Sox等排ガス新規制、温室効果ガス(GHG)削減に関わる各種合意、シップリサイクル新条約の承認、バラスト水処理など環境規制がどんどん進められてきています。直近ではこの7月にMEPC59が開催され、温室効果ガス関係の各種ガイドラインなどが採択されました。

まず、温室効果ガス削減に関わる各種合意について、海運、造船業界側としてどう評価されていますか。

### 予断を許さない経済的手法

松原 海運から見ますと、新造船の燃費性能をインデックス化するエネルギー効率設計指標(EEDI: Energy Efficiency Design Index)、既存船の効率的な運航を促すエネルギー効率運航指標(EEOI: Energy Efficiency Operational Indicator)ガイドラインについて、ゼネラルな合意が得られたことは大きいと思います。とくに、実海域性能の指標化により、いかに良い船を造っていくのかという観点からCO2削減の技術的なターゲットが明確になりましたし、対外的にアピールできる尺度も持つことができました。運航に関しても評価尺度が決まったので、色々アイデアを出しながら取り組むことができます。

ただし、予断を許さないのは経済的手法による規制案です。これには、デザインの良い船、運航性能の良い船に対しては、広く薄く集めた燃料油課金の一部を還付し、インセンティブにするという方法や排出量取引制度が提案されていますが、IMOで合意後、最終的に気候変動枠組条約締結国会議第15回会合(COP15)に報告したときに、COPメンバーがどのような反応をするのかです。

海運はCO2排出量の少ない輸送手段ですが、国際海運からの2007年の

CO2排出量は約8.5億トン、世界のCO2排出量の約2.7%を占めています。海運は世界の輸送インフラを支え、さらに拡大して行かざるを得ませんから、こうしたIMOの提案で果たしてCOPが納得してくれるのかどうか、どういう形で規制がされていくのかが一番に気になるところです。

水野 IMOの第59回海洋環境保護委員会(MEPC59)では、GHG削減の取組み方法が決まりました。しかし具体的な規制数値の策定はこれからです。

これまで決まった範囲では、技術力が正しく評価される、公平性も担保できる枠組みが目指されており、現時点では評価できます。

今後は規制数値を具体的にどうするのか、EEDIの認証をどうやるのかにも関わっていき、枠組みが正しく機能するようにしていかなければなりません。日本の造船業界は国土交通省と連携し規制づくりに関わってきていますが、ここまでは希望する形で推移していると思います。

横田 技術的な手法が合意されましたが、これは歓迎すべき点です。これらの指標をどのように運用し、経済的な手法の中に具体的にどう取り入れられていくのかが、今後一番の課題だと思います。船舶は世界の海を動いていますから、公平性を保つような規則をどこまで作れるのかが大きなポイントです。

国際海運は、国際航空と同様、京都議定書の対象外ですが、国連の場で議論されますと政治的な思惑で、どうしても気候変動条約で定めるCBDR(共通だが差異ある責任)原則の方にもっていかれますと、IMOの「非差別適用」の原則が崩れ、海運の公平性が損なわれる可能性もあります。ですから、IMOの中でなんとかまとめるような方向にもっていかないといけない。国交省もそのような方向で動いています。

瀬崎 造船業界サイドは、今回の規制については歓迎しています。造船業もインターナショナルな産業ですから、韓国や中国との競争が直面する課題です。やはり、技術力で勝負できるという一つの指標ができることはわれわれにとっても望むところです。ただ、水野さんが言われたように、規制値をどう作るのかという課題があります。

例えば、船にはアイスクラスの船や、特殊な用途の特殊な寸法の船など様々な種類がありますから、それらを一律に括れません。規制値をどのように設定するのか難しいところがあります。また、実海域の評価をどうするのかという課題もありますから、関係者にとって、納得のできる規制値の策定が大きな課題だと思います。

—来年3月の次回会合で強制化について審議される予定ですが、強制化は日本にとってもウエルカムだということになりますか。

瀬崎 規制値としてどのようなものができるのかという点にかかってきますから、現段階でイエスカノーかと問われても難しい。ガイドラインではある程度、船の評価はできるでしょうが、その規制値が低ければ安い船価の船を使うという世界になってきます。

### 達成可能で厳しい規制値を

水野 日本の造船業の立場からしますと、規制値は相当努力しないと達成できないというレベルであってほしいですね。いくら規制をしてもその規制値が低いものであれば、だれでも達成できることになります。わが国造船業の競争力がきちんと評価されるためには、達成可能で、できるだけ厳しいものであってほしいと思います。

松原 日本の考え方は、最初から強制化すると、中国、インドなどが

規制に乗ってこない。だから当面、ガイドラインで運用し、今後中長期的に燃料油も上がってくれば、必然的に良質船が世の中に受け入れられようということだと思えます。しかし、怖いのは世界が海運に期待する規制のスピード感と、IMOの規制の進捗度が合っているかどうかです。

われわれとすれば、GHGの排出量は、できるだけ削減の努力はするが、海上輸送量の増加で増えて行かざるをえないというスタンスです。しかし、例えば燃料油に課金をしますと、課金された燃料の総量は毎年確実に増えながら、全世界に報告されるでしょうから、そうした中IMOで合意した枠組みがいつまで持つのかすごく気になります。

また、瀬崎さんが言われるように様々な船種を対象に規制値を技術的に詰めていくとなると、何年経ってもまとまらないということにもなります。そうしたスピード感では外部からIMOは何をやっているのかという批判がくるでしょう。その辺をIMOはどう考えて、自らの提案を詰めていくのか、これからが知恵の絞りどころだと思います。

#### 総量規制の議論は一番怖い

横田 今後、海上荷動きは一時的に落ちることがあっても増えていく

のは間違いありません。対策を打たないと必ずCO<sub>2</sub>排出量は増えていくことになります。これは海運だけで対応できませんが、IMOの動きがあまりにも遅いと、国連の場に議論が移り、総量規制を持ち出されるということになるかもしれません。これが一番恐いですね。ガイドラインや強制化がまとまらずぐずぐずしていると、そのような事態になりますから、コンセンサスの得られるところからまとめ、進んでいかないといけない。

松原 現在、世界で動く既存船の環境対応はまだですし、そこに大量の新造船が加わってきますから、これを常に頭に入れて置く必要があります。

そのような中、海運は将来をどう乗り切っていくのか、全く違うコンセプト、新技術で取り組まないとはじめだと思えます。

水野 海運全体に総量規制がかかる場合には、排出の責任分担を明確にするカーボンフットプリントという考え方もあります。

松原 その方法もありますが関係者が多いですから難しいでしょう。

横田 何をやるにしても海運と造船業だけではやりきれないので、荷主さんや関係業界に理解していただき進めないといけないところがあります。

松原 さしあたり、われわれとしては船の効率やオペレーションで、これだけCO<sub>2</sub>を減らしているということをアピールしていくことですね。

#### ●Nox等規制への対応策●

—それでは次の話題に換えますが、NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>などの規制のプログラムが決められています。現在、それらの削減対策としてどのような技術的な対応をとられていますか。

#### 2次規制は主機の改善で達成

水野 NO<sub>x</sub>は1次から3次規制までありますが、2次規制まではエンジン単体の改善のなかで達成できています。3次規制になりますとエンジンだけでは難しく、後処理も含めた対応が必要となってきます。船用の脱硝装置を開発するため、製品開発と実船での実現性を現在つめているところです。

瀬崎 我々の方でもNO<sub>x</sub>の2次規制までは、新造船については対応できます。ただし、3次規制への対応はなかなか大変だと思います。現在のところ、NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>規制に対応できる機器はありません。

SO<sub>x</sub>については燃料油の低硫黄化で対応する方向かなということ。世の中にはNO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>とも除去できるというふれこみで機器を出しているメーカーもありますが、われわれとしては調査している段階です。

松原 日本は選択式還元触媒(SCR)技術を開発し、80%のNO<sub>x</sub>を除く方針ですが、エンジンのロードが低い沿岸域で使用した場合、本当にSCRが働くのだろうか。大きなエンジンの場合、SCRユニットを直列につないで取り除くのだろうと思いますが、果たしてそれを船上で行うときに、安定的に動かすことができるのだろうか。また、排気ガスに尿素水を噴霧し触媒で分解しますが、尿素水を確保するインフラが必要で、現在、そうしたインフラの無い船内に装置を付けて、各船とも安定運航できるのかが一番気になるところです。

横田 どのくらいの大きさの装置であれば機能するのか、われわれからすればできるだけコンパクトで故障しない装置を作っていただきたいとお願ひするしかありません。

—船社さんは2011年実施の2次規制には対応できているのですか。

横田 2011年から竣工する船に、



横田 健二氏



規制に対応する主機を載せていくことにしています。

**瀬崎** 既存船には現在の1次規制を適用することにしていますから、だぶハードルが低いですね。

**横田** そうですね。どのような改造をするかはメーカーさんに考えていただいて、それを承認してもらい、改造して1次規制をクリアすることにしています。

**水野** 松原さんが言われたように、装置ができたとしても、尿素水の供給が間に合うのかどうかなど、装置以外の問題も解決する必要があります。

**横田** SCRは、陸上で使用できているから、船でも大丈夫だろうという見方があります。陸上は比較的安定した運転が可能ですが、海上はかなり負荷の変動がありますから、それにきちんと対応できるのかということがあります。それに、陸上では装置が少々大きくても対応できますが、船のスペースは限られていますから難しいところがあります。

#### 既装置の機関室格納は至難の業

**瀬崎** 既存の脱硝装置はまだまだ装置が大きく、機関室での配置は苦しいですね。今後、技術開発されていきますと、次第にコンパクトになっていくとは思いますが、現状はそうした大きな装置を機関室のどこにどう納めるのか苦労しているところです。バラスト水処理装置と脱硝装置を現在の機関室に格納するのは至難の業です。

**水野** 新造船であれば最初から計画しますから、格納スペースの確保は可能ですが、就航船を改造して適用することはなかなか難しいと思います。

**瀬崎** そうですね。  
——3次規制まで技術開発は間に合いますか。

**水野** 現実に対応できなければ規

制自体を遅らせることにならざるを得ないと思います。バラスト水処理装置も適用開始時期が延期されると聞いています。脱硝装置も処理装置の開発と生産が期限までに間に合うかどうかを考えると、規制の延期も議論されるべきだと思います。

**横田** バラスト水容量5000m<sup>3</sup>未満の2009年の建造船は延期されました。しかし、MEPC59で2010年建造船への適用については、処理システムの開発状況は十分であるとされ、延期は認められず、やらざるを得なくなりました。

——バラスト水処理について、IMOはタイムスケジュール通りできるという自信はあるのでしょうか。

**瀬崎** 最近、型式承認を取った機種がいくつか出てきましたから、いけるのではないかという感触を持っているかもしれません。しかし現状は大型船に対応した機種はありませんし、少量のバラスト水を処理する装置しか出ていない状況です。

#### 対応できる処理装置がない

**松原** バラスト水処理装置についても条約は採択されたが、それに対応できる機器ができていない。SCRもそのような状況になる可能性は十分にあると思います。怖いのは、いつの時点で就航船すべに適用しないといけないということになるかです。われわれ海運業界としては非常に大きなポテンシャルリスクがあります。

**横田** バラスト水処理装置の既存船への適用となりますと、装置の搭載のために1隻当たりどのくらいの期間がかかるのかとか、現在の修繕ドックで対応できるだけのキャパシティがあるのかななどの問題に波及していきます。

**松原** 造船所は就航船にはあまり関心を示してくれないようです(笑)。それに日本に修繕船ドックも少なくなり、海運側で考えてほしいという

スタンスだと思いますから、ちょっと弱ったなという状況ですね。

**水野** 決してそうは考えていません(笑)。

**瀬崎** たぶん、世界中の造船所がしばらく新造船の建造をストップして、装置の搭載にかかりっきりにならないと対応できないと思いますよ(笑)。

**水野** SO<sub>x</sub>の方はどうでしょうか。燃料油から脱硫するという方向に動いているようですが。

**松原** SO<sub>x</sub>は陸上で除いてもらうのが一番効率が良いですが、最終的に燃料油価格があがることになり、コスト面で海運経営へのインパクトは大きいと思います。それに加えて0.5%の低硫黄燃料油を、世界全体として供給できるのかという問題があります。供給できるかどうかはIMOで2018年に見直すことになってい

ます。  
**横田** 硫黄分の少ない燃料を主機やボイラーで炊くときにも問題があり、若干の改造が必要だという話も聞きます。

——大手船社さんは、規制を先取りして対応策を採られていますね。

**松原** 例えば、米国向けコンテナ船では港で発電機をストップし、陸から電力をもらうためのケーブル接続設備をコンテナ化し、寄港する船



松原 知之氏

に載せることもしています。気になるのは、規制する港がどんどん増えてきているということです。今回のMEPC59でも米国・カナダの沿岸200海里内（アラスカ西岸など一部海域を除く）がNOx、SOxとPMの放出規制海域として指定する承認がなされました。こうした形で地域規制が増えていくのが最大の懸念です。

### ●CO2削減への対応策●

—それでは次の話題に入らせていただきます。CO2削減の技術開発として、どのような取り組みをされているのでしょうか。まず、エンジンの効率は現在の約50%が限界で、排熱回収などの対応策しかないともいわれていますがどうでしょうか。

#### 限界に近い主機単体の効率化

**水野** 当社はエンジンメーカーでもありますから、私の方から説明をしないとイケませんね（笑）。エンジン単体の効率化はかなり限界に近いところまできていると思います。低速2ストローク機関はこれまでロングストローク化、低回転化、電子制御化などに取り組んで効率化を果たしてきました。

現在はこれらに加え、エンジンプラント全体の効率化に取り組んでいるところです。エンジン周りの補機



瀬崎 良明氏

の選択、主機と補機との組み合わせ運用などに知恵を絞っています。

**瀬崎** そうですね。排熱回収などは従来から取り組んでいますが、その他についても各社で取り組まれているようです。

**松原** われわれも2010年の春に発注する自動車専用船は、従来比約50%のCO2削減、コンテナ船は約30%削減の目標を掲げ取り組んでいます。エンジンは単体効率としては限界にきていますから、廃熱回収による効率アップ等に知恵を絞るしかありません。

廃熱回収装置の無い船にはターボジェネレーターを付けたり、排ガスで直接駆動するパワータービン、あるいは主機にシャフトジェネレーターを付けるなどして当初8%ぐらいの削減をねらっていたのですが、自動車専用船では実運航平均で4%程度しか削減できません。コンテナ船では何の装置も付けていない船に比べて9%位削減できますが、この程度が限界です。といっても陸上の火力発電の総合熱効率は最大60%前後ですから、その意味では船は最大の熱効率を実現しながら、動かしていることとなります。

しかし、世間はハイブリッド車とか電気自動車の華やかな動きを見て、一方船の取り組みは見えにくいですから、船は環境に対して無策だという印象で見られます。これは非常に頭の痛いところですが、新たな取り組みを起積極的にアピールしていくしかないのではないかと思います。

NOx・SOx・PMの削減、バラスト水処理などの装置をどんどん取り込んでいくのはコストもかかり、配置的にも非現実的です。

CO2削減も今のままで各装置の熱効率をあげても、CO2は全体としては増え続け、トータルな船の環境制御としては、世の中の動きに追い付けないということになってしまいま

す。

そこで、例えば燃料を水素に変えるとNOx、SOx、CO2も排出しなくなります。ただこれに30年、50年といったスピード感で取り組むようではもう世界は待ってくれないという気がします。もっとスピード感をもつて対応を考えていかないといけない。

#### 残るは装置全体の効率化

**横田** 主機を考えると、定格点での効率を現状以上に改善することは難しいでしょう。減速するとCO2の削減につながりますが、主機の負荷を落とすと効率が落ちます。そこで減速時の効率を良くする方法として電子制御では、低負荷でも効率を良くすることができる。あとはチャージャーなどの持ち方によって、主機の使えるレンジを広げてやる。そうしたことができますと、例えばコンテナ船は冬場の北太平洋海域を走れる馬力を持っています。海気象の良いときには負荷を落として走りませんが、低負荷域を広げることができ、効率の改善につながります。残るはプラント全体としてどう効率化を図るのかということだと思います。

**水野** 補機関係でもポンプやファンなど性能向上の余地はまだあると思います。サプライヤーさんと協力してより効率の良い補機を開発し、それを装備して船としての全体効率をあげていく取り組みをやっていきます。もう一つにはわれわれ自身の常識を見直すことも必要です。例えば定格という考え方です。海水ポンプなどは定格でプラントを設計しますが、実際の運航では常に定格運転の必要はありません。最適負荷で運転すれば効率を改善できる余地が残っています。しかし船社さんでもそれを見逃してしまうことがあります。こういうところを船社さんと協力して探し出し効率改善に取り組んでい

ます。

**松原** われわれも船内の補機が定格に対して、どの程度の負荷で動いているのかここ1~2年かけてデータを集めています。設計点で動くものは非常に少なく、実際には30~40%の負荷で動いている大型補機もあります。それらに対して、各負荷に合わせて使えるようにインバーターという電氣的な制御装置をかませると、船内で使う電力量を減らすことができます。

また、海が荒れたりしますと、エンジンの回転数を一定に保つために、燃料消費量が増えます。そこで回転数保持の感度を少し鈍くした新型燃料噴射制御装置の開発に、メーカーと一緒に取り組みました。省エネ効果は大したことはないですが、1%程度の燃料削減になります。こうした地道な努力を積み上げていかないと、省エネはなかなか難しいですね。

**横田** われわれは機器の方ではなく、添加剤を使い燃料の燃焼の方を改善する方向も研究しています。これも1%程度の改善は見込めます。

**瀬崎** ディーゼルエンジンは世の中で一番効率の良い機関ですから、効率はかなり限界まできているのでしよう。

——これまでも船型の改良によるCO<sub>2</sub>削減に取り組んでいますが、今後の可能性についてはどうでしょうか。

### 限界に近づく船型による改善

**瀬崎** 船型については、各社とも従来から取り組んでいますが、かなり限界に近づいていると考えています。1970年頃のパナマックスの標準船型は6万トン型でしたが、現在8万トン型で、重量トンは3割ぐらい増えています。主機自体の燃費も良くなっていることがありますが、おおざっぱに同一スピードを前提に燃料消費量をトンマイルで比較すると、70

年代と現在の船では燃費が約40%改善されており、おおよそGHGが40%削減されていることになります。

また、船型による燃費改善には、平水と実海域では違いがあります。本当の実力は実海域での性能ですが、当社では実海域の性能改善にも取り組んでいます。例えば実海域では、新しい船首形状のAx-Bow（斧型船首）にすると、ノーマルバウに比べ約3%抵抗を減らすことができるとかいろいろと取り組んでいます。しかし、これからは従来のように、船型の改良で5%や10%も燃費を改善することには結びつきません。最近の船型改良では1%の積み重ねのような状況です。

**松原** 瀬崎さんが言われたように、日本での船型改良は十分行き着くところまできているようです。確かに、これまでの改良は平水中での改良でしたから、今後は実海域での性能を見直していかないといけない。AX-BOWもそのコンセプトの一つだと思いますが、この際、船型改良は一旦忘れて、新しいコンセプトを作ることには注力すべきではないでしょうか。

われわれは、国交省のCO<sub>2</sub>削減技術開発支援事業の一つとして重工さんと一緒に、重量物運搬船に泡潤滑法を適用する取り組みを行っています。これは、船底に空気を送り込むことによって、海水と船底との摩擦抵抗を低減するものです。

こうした新しいコンセプトにトライするとインパクトも大きいし、世間も新しい取り組みをしていると注目してくれると思います。船型改良は誰がやっても当たり前という時代ですから、新しいコンセプトに取り組む、CO<sub>2</sub>も大きく減らし世間にアピールするようなことを考えていかないとだめでしょう。船は地道にいろいろなことに取り組んできましたが、もう少し発想を変えていかないと、世の中のリクエストに応えてい

くことができないのではないのでしょうか。

——泡潤滑法でどれくらいCO<sub>2</sub>が削減できますか。

**松原** 水野さん、お願いします。

**水野** 船型にもよりますが、泡で10%程度は減らせるのではないのでしょうか。現在、ちょうどある船で水槽試験の最中です。泡を入れた状態、無しの状態などを模型試験で比較検討しているところです。

**松原** 装備しようとしている船種は、重量物船でボトムがフラットな形で泡潤滑に適した船型です。これを低速肥大船のバルカーとかVLCCにも付けることを考えていく必要があります。ずいぶん長い間、泡や風、船底塗料も研究されていますが、船の世界では最後まで行き着いたものがあまりありません。温故知新ではないですが掘り起こせばずいぶん面白い研究をやってきた割に、製品になっているのが少ないという印象を受けます。

**横田** 船型改良にはいろいろあります。例えば船種がパナマックスという限定された条件があると、そのなかでいかに改良していくかということになります。（パナマ運河の拡張により）パナマックスの標準船型が大きくなると船型改良の条件が変わります。例えば、当社は鉄鉱石専用



水野 博介氏

船“BRASIL MARU”（約32万トン）を建造しましたが、これは大型化することで、運航コストとCO<sub>2</sub>削減をねらったものです。1船あたりのCO<sub>2</sub>は大型化により増えますが、輸送単位あたりのCO<sub>2</sub>を削減できます。コンテナ船も従来はパナマックス型でデザインしていましたが、ポストパナマックスに大型化し、船幅を広げることで省エネに繋がっています。ですから、船型の方でも、既存の制限にとらわれずに、そこから脱出すればいろいろなことが見えてくるものがあるのではないのでしょうか。

### 発想の転換は必要だ

**瀬崎** 横田さんが言われた既存の制限を外すということはその通りです。積み高を倍にしてスピードを半分にしても輸送量は変わりませんから、燃料消費量はかなり減ります。スピードが半分になれば燃料消費量3乗で効きますから。そうした発想の転換は必要ですね。

**水野** 横田さんが言われたように、自由度をどこまで広げるかによって、まだまだ改善の余地はあると思います。いわゆる船型の改良だけではなく、その船に求められる要件を船型と配置の組み合わせで総合的にどう実現していくか、ここに腕の見せ所があります。まだやれることはたくさんあります、成果も出ています。

もう一つ言えることですが、狭い意味での船型改良はほとんど限界にきているというのは大方の見方ですが、しかし、引き出しを探して見ると、船型に関する色々なアイデアが見つかります。過去トライしたが失敗し引き出しに入れてしまった事例などもそうですが、最近ではCFD（Computational Fluid Dynamics）といって水槽試験を数値モデルでシミュレーションできるようになりました。これを使えば過去失敗したアイデアでもうまく最適化でき非常に良

い性能が出せることがあります。色々なアイデアを組み合わせ自由度を広げて考えていけば、船型の分野もまだまだ努力をする値打ちはあると思います。

——どの程度の削減が可能となりますか。

**水野** あるアイデアではうまく最適化すると従来船型に比べて10%くらいの削減が可能です。ただし最適解にたどり着くのは簡単ではなく、安易にやると逆に性能悪化を招きかねません。

**横田** 実海域で走ったら結果が出ないということでは困ります（笑）。

**瀬崎** 怖いのはタンクテストのレベルでは実現できても、実海域は条件が複雑ですから、適用できないということにもなります。条件が少々変更になっても、安定した結果がでるようなものをねらわないとだめですね。当社も船型改良をはじめ、ノズルのような省エネデバイスで新しいものはないかとか、CFDなどを活用し最適化をトライアンドエラーでやっています。とにかく、ハードルは高いですが、今後3年位で15%位の削減目標を掲げて取り組んでいるところです。

### もっと工夫する余地はある

**松原** われわれの省エネ船開発のなかで風への対応も課題です。コンテナ船の表を覆ったらどのくらい風圧抵抗を減らせるのか、PCCも最上層のデッキにホールドファンが多くでていますから、それらをホールドに入れ、角も少しすみ切りしてはどうとか検討しています。風圧減による推進抵抗低減の絶対量は、実航海平均で1%強程度のものですが、船は走っているとき風の抵抗をずいぶん受けますから、もっと工夫する余地はあると思います。

**横田** ユニバーサルさんと共同で風圧抵抗軽減船型のPCCを開発しま

した。これはビューフォースケール（風力階級）が3位まではそう燃費は変わらないのですが、それ以上の風力になりますと、途端に省エネの威力を発揮し、そうした海域では平均6%の削減効果がでています。

**瀬崎** その船首部を斜めにカットする方法は、船の居住区ですみ切りとして行っていました。これは、陸上の建築物では使われていたようです。PCCの場合、風圧抵抗以上に横風を受けたときに斜航し、抵抗が大きくなりますが、すみ切りで軽減され、かなり大きな省エネ効果ができます。

**松原** その他バウスラスタ装備の船体には穴があいていますが、それに蓋を付けたらどの位抵抗を削減できるのか研究してみました。1%程度ありました。そうした落ち穂拾いをしていくと、すぐに5~6%ぐらいは減るでしょう。

**瀬崎** 以前ですと、ある省エネ案件を検討するとき、そのゲインとコスト等が比較され、コストの方が大きいとダメだということで、引き出しに入ってしまった。本当にGHGを削減しないとイケない、お金は二の次だという環境になれば、引き出しからでてくるアイデアは結構あると思います。

**横田** 不況のなかでもバンカー価格があがっていますから、省エネ化はそれだけでもだいぶ追い風でしょう。

——船底塗料の世界でも低摩擦型船底塗料というものもでてきているようですが、どうでしょうか。

### 塗料で10%削減の方針も

**横田** わたしどもある塗料メーカーさんが開発したものを使わせてもらいましたが、数%の燃費向上がありました。次の段階として10%近くをねらった塗料を開発する方針だということです。



—塗料の改良だけで10%程度も燃費がアップしますか。

**松原** シリコン系の水を弾くといった超撥水性の塗料もあり、以前から海上保安庁が高速艇で使っています。防汚剤を入れないので、それが溶け出す代わりに、塗膜の表面がつるつるで生物が付きづらくなります。われわれも試していますが、塗膜が剥がれると生物が付きやすくなりますから、クリーンな状態をいかにキープするかが課題かなと思います。

—プロペラの推進効率などその他ハードの可能性はどうでしょうか。

**瀬崎** 当社ではプロペラの方も高効率プロペラを開発、実用化しておりますが、2~3%の燃費改善に繋がっていますが、さらに、違うコンセプトについても研究しています。

**横田** 当社グループで開発したPBCF (Propeller Boss Cap Fins) は、現在、累計1,700隻の船に使われています。さらに、改良を図り、燃費が現在のものよりも1~2%改善する改良型を開発中です。

## 2軸船の可能性の検討も必要

**瀬崎** 現在、一般商船は1軸船ですがこれを2軸し、プロペラの加重度を下げて、全体として効率を上げるとか、喫水に制限のある船では、プロペラのダイヤが十分とれず、効率が悪くなっているのを、2軸にして最適な船とするなど、そうした方向の検討も必要ではないかと思います。

—船会社さんは2軸船の関心はありますか。

**松原** 2軸船も一つのコンセプトですが、大量輸送用の船として浅喫水などのニーズがあるかどうかです。日本の造船所で2軸船のノウハウを持つところは極めて少ないですし、そうした船型の水槽実験のデータも少ない。われわれも石炭船を2軸にし、船を太らせることで、積み高を増や

す。その代わりに、燃料費は1軸の従来船と同程度というコンセプトで検討してみましたが、可能性はありました。あとは積み高と追加投資コストとの見合いになると思います。

**瀬崎** また、バラスト水処理装置の話になりますが、バラスト水の積む量をできるだけ少なくしたいというニーズがあります。バラスト水の少ない状況下で走るとなると1軸は無理で2軸にしないといけないということもありますね。そうしたものを全部トータルすると船型改良は一つの省エネの芽としてまだあるのかなと思います。

**水野** 2重反転プロペラというものがあります。プロペラを二つにして直列に配置し、それぞれのプロペラの荷重度を下げると同時にプロペラ後流に流れ出る回転流のエネルギーを回収するという手法です。過去の2重反転プロペラは機構が少し複雑で、メンテナンスでお客さんに負担を掛けてしまうという指摘もあり普及しませんでした。しかし当社ではハイブリッド型2重反転プロペラを開発、実用化しています。これは、通常のプロペラの後ろにモーターで駆動するポッドプロペラを付け、前プロペラと後プロペラを逆回転させるというものです。大型フェリーに適用して大きな性能向上を果たすことができました。

現在開発が急速に進んでいる燃料電池や二次電池を動力源としたモーター駆動のプロペラを用いた省エネ2重反転プロペラのコンセプトは今後十分にありうると思います。

—運航面でも、CO<sub>2</sub>削減で努力されていますが、一部を紹介いただけますか。

**横田** ソフトの方の話ですが、船内の無駄を省き、電力などエネルギーを削減することが必要です。スケジュールを厳守しないといけない船ではどうしても、キャプテンは船を

一生懸命に走らせ、もう大丈夫だというところから減速するというプランを立てがちです。そこで、気象情報などを本船に流すことで、運航計画をできるだけ最適なものにし、燃料消費量を押さえる。また、機関関係では各機器の運用を計画的に行うことで、燃料消費量を減らすようにしております。

## 燃費計で「見える化」の効果大

**松原** われわれも省エネ運航にはいろいろと力をいれています。一例として、「FUELNAVI」という燃費計を導入しています。これは、燃料トン当たりの航海距離といった、燃料消費性能をリアルタイムで表示するものです。キャプテンには燃料消費が見えることによって、航海上で工夫する余地がでてきます。同一航路の同じサイズのコンテナ船でも一航海で消費量が1000トン違う時もあります。そこで、どんな要因があるか、どうすれば消費量が減るのかなど運航のノウハウ集をマニュアル化し、本船に配布すると、どの船も燃節を意識して運航するようになるのではないかと期待しています。省エネ装置を使っても、それが効いているのかどうかわかりません。その検証含め、燃費計を導入することによる「見える化」の効果は非常に大きいと考えています。

**瀬崎** 当社では運航支援システム「シー・ナビ」を開発し、商船三井さんの船でも協力いただき実船で実験し、性能確認の検証をしている段階です。これは、一週間先分まで気象・海象データを本船に配信し、本船の船型データに基づき、ピッチングが何度以内とかいろいろな制約条件をつけて、推奨航路を計算し、最適航路情報を提供するシステムです。これは国交省プロジェクトの一環として取り組んでいるものです。

実は、プロジェクトの前に商船三

井さんのコンテナ船のデータをお借りして、シー・ナビで計算した推奨航路でシミュレーションしましたが、通常の航路で5~10%程度削減できるという計算結果もでています。いずれにせよ、運航面での最適化をしていくことは非常に重要だと思います。

**水野** 当社は現実には船がどのように運航されているのかを、たとえば国内のフェリー会社さんにモニターさせていただいています。得られたデータを次の船の計画に反映し、常により良い船をご提案するサイクルを回しています。

——最後になりますが、現在の実用化あるいは当面開発中の要素技術などをにらんだときに、全体としてどの程度の燃費削減が可能となるでしょうか。松原さんからいかがでしょうか。

**松原** そうですね。われわれの2030年をターゲットした「NYKスーパーエコシップ2030」構想は、約70%のCO2排出削減を目標にしていますが、かなり夢の部分もあります。

10年位のタームでみると船型・運航・荷役の改良を除く新規技術での可能性の一つは泡潤滑だと思います。これで10%。それと、新型塗料あるいはその代替になるようなものでさらに7~8%。エンジン系で、さらなる廃熱利用を積み上げると10~15%程度。あと太陽電池、風の抵抗低減・利用、バウストラの蓋、オートパイロッ

ト、ガバナーの改良など細かな積み上げで10~15%位ではないでしょうか。

**瀬崎** 当社はかなり高いハードルですが、2020年で50%削減の目標を立てています。その中には帆走とシー・ナビの組み合わせで、最適航路を選択する。排熱回収では、もう少しレベルを高くするか、低摩擦型塗料とか、いろいろなものを組み合わせで50%削減を一つの目標にして、頑張るつもりでいます。

**松原** その中に船型の改良も入っていますか。

**瀬崎** 入っています。船型だけでは2~3%の削減を見込んでいますが、大型化などによるものは除いています。

#### 船種により40%位は削減可能

**横田** 使える技術は船の種類によって違います。大型化による効果を除き、通常の船と比べて40%程度の削減は5~6年位のレンジで技術的に可能だと思います。それには太陽電池とか2次電池などの性能が良くなり、安くなるという経済的な前提はありますが、ある船種では40%位は削減したいと考えています。

**水野** 大型化と減速の効果に関する一つの試算をご紹介しますと、たとえばVLCCの長さを33%増し、速力を30%落とすとそれだけでCO2の排出量が約50%削減できる可能性が

あります。こうした方向も合わせれば従来考えていたよりも、相当大きな削減が見えてきます。しかしこれを実現するためには、超大型船が運航できるようなインフラや低速運航に適した船型の開発も必要です。

造船サイドの究極の目標はゼロ・エミッションですが、いきなりそこまでいくのは難しいとして、最初は排出する量をできるだけ減らす、次に出したものを回収する、最後に出さないようにするというステップを踏んでいくことが現実的です。対象とする海域も岸壁、港内、沿岸、外洋といったステップが考えられます。縦軸に排出レベル、横軸に距離をとった平面を考えたとき、一番難しいのは原点から一番離れた外洋でのゼロ・エミッションです。いきなりここに行くのは難しいですが、原点に近い領域、たとえば岸壁で出さないとか、沿岸で回収するとか、いろいろな実現レベルがあると思います。求められる要件に対して、船型技術はもとより燃料電池、2次電池、太陽光パネルなどをうまく組み合わせ、この海域のこの性能であればこれを実現できるといった、メニューを一つひとつ増やしていくのが、今後の造船所としての責任と考えています。

——本日はお忙しいところありがとうございました。

**シリコン系 防汚剤フリー船底塗料**

ILICONE Foul Release System



BiOCIDE-free  
Low VOC  
Ultra SMOOTH 25%↑

平滑度 25%アップ  
(当社製品/従来比)

環境のための研究から生まれた高性能船底防汚塗料

BIOCID-FREE  
FOUL-RELEASE  
COATING

cmp BiOCLEAN

環境対応型 船底防汚塗料 CMPバイオクリン

---

船舶用塗料のトップブランド\*

CMP 中国塗料株式会社

〒100-0013 東京都千代田区霞ヶ関3-2-6 東京倶楽部ビルディング  
TEL 0120-70-4931 <http://www.cmp.co.jp>