

# CO<sub>2</sub> 排出規制の枠組み及び最新動向

国土交通省海事局船舶産業課 国際業務室長 大坪新一郎

本年 7 月に開催された国際海事機関 (IMO) 第 62 回海洋環境保護委員会 (MEPC62) において、日本が主導的な立場で作成した国際海運における CO<sub>2</sub> 排出規制を導入するための海洋汚染防止条約 (MARPOL 条約) 附属書 VI の一部改正案が採択された。その経緯・内容・意義について解説する。

## 1. 条約改正案採択までの審議経緯

国連気候変動枠組条約 (UNFCCC) ・京都議定書は、国際海運には適用されておらず<sup>1</sup>、同議定書第 2 条第 2 項において、IMO が国際海運からの CO<sub>2</sub> 排出の抑制対策を検討することとされている。

国際海運から排出される CO<sub>2</sub> は、2007 年で約 8.7 億トン (世界全体の排出量の約 3%。ドイツ一国分に相当) であるが、主に発展途上国の経済成長に伴う海上荷動き量の増加に伴い、将来的に大幅に増加していくことが予想されており、CO<sub>2</sub> 排出抑制の国際的枠組みの確立が急務となっていた。日本は世界有数の海運・造船国であり、2008 年以降 43 本の提案文書を提出するなど、IMO における国際海運からの CO<sub>2</sub> 排出抑制対策の審議を主導してきた。

IMO での対策は、既存条約 (MARPOL 条約附属書 VI) 改正による「技術パッケージ」と、その後続く「経済パッケージ」(MBM (Market-Based Measures) とよばれる燃料油課金や排出量取引などの経済的インセンティブを用いた規制) との二段構えで進められてきた (図 1)。

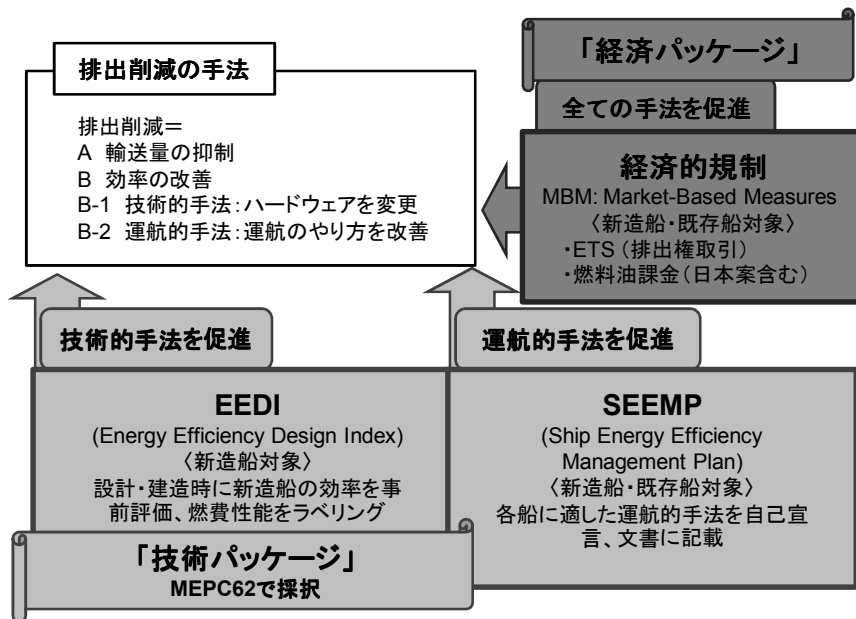


図 1 規制メニューの整理

日本を含めた主要国は早い段階から、前者の「技術パッケージ」について MEPC62 での採択を目標スケジュールとして定め、非強制ガイドラインの採択・それに基づくトライアル実施・条約案の提案・条約実施に必要なガイドラインの策定、と密接な連携をとりながら着実に審議を進めてきた。

このプロセスにおいてもっとも障害となったのは、一部有力途上国による「先進国・途上国の義務の差別化」の主張であった。国際海運の世界では、義務を国籍により差別化することは不可能であり、このために、全世界的に一律のルール策定と運用を行うシステムを IMO は構築してきた。誰もが不可能と分かっているが、原則のみを主張する勢力がある中で、改正支持国 (日本、欧州、米国等の

<sup>1</sup> 国境を越えて活動する国際海運は、国ごとの排出量割り当ての仕組みがなじまないため、京都議定書の対象外となっている。

先進国及び主要船籍国)は、その他の途上国(附属書 VI 加盟国のうち多数を占める島嶼国等)に対して海運における温暖化対策の重要性を訴える働きかけを地道に行ってきた。

MEPC62においては、途上国との主張の溝を埋めるべく、一週間の会議の初日から、本会議を開いている時間外は、朝・コーヒープレーク・ランチタイム・夜間まで多くの時間を非公式会合に費やした。この中で、主管庁が認める船舶についての時限的適用猶予や、技術協力・移転に関する条項の取り入れを通じて、全会一致(コンセンサス)を目指す交渉を精力的に行い、木曜の夜遅くには最終妥協案が仕上がったが、ごく一部の国の反対により、残念ながらコンセンサスには至らなかった。この案が最終日(金曜)の本会議に提出され、圧倒的多数の支持(賛成 49、反対 5、棄権 2)により採択された。

## 2. 採択された条約改正の内容

今回の改正により、以下の対策が、2013年1月から義務付けられることとなる。

- 2013 年以降に建造契約が締結される新造船に対する CO<sub>2</sub> 排出指標(「エネルギー効率設計指標」: EEDI) の導入と、これに基づく CO<sub>2</sub> 排出規制の実施<sup>2</sup>
- 「船舶エネルギー効率管理計画」(SEEMP) の作成の義務付け

EEDI (Energy Efficiency Design Index) は、新造船の CO<sub>2</sub> 排出量を、設計・建造段階において「一定条件下で、1 トンの貨物を 1 マイル運ぶのに排出すると見積もられる CO<sub>2</sub> グラム数」としてインデックス化し、船舶の燃費性能を差別化するものである。自動車で言えばカタログ燃費(例: 30km/リットル)に相当するが、船舶の場合は一品受注生産であり全て仕様が異なるため、EEDI は個船ごとに全て異なる。

SEEMP (Ship Energy Efficiency Management Plan) は、既存船が自船の CO<sub>2</sub> 排出量等をモニタリングしつつ、CO<sub>2</sub> 排出削減のためにもっとも効率的な運航方法(減速、海流・気象を考慮した最適ルート選定、適切なメンテナンス等)をとるよう、①計画、②実施、③モニタリング、④評価及び改善というサイクルを継続して管理することを促すものである。

EEDI に関する義務は、外航の新造船のみにかかる。新造船は、

- ・ 2013 年 1 月 1 日以降に建造契約が締結される船
- ・ 建造契約が無い場合には 2013 年 7 月 1 日以降に起工される船
- ・ 2015 年 7 月 1 日以降に引き渡しされる船

と定義され、それ以外は現存船となり、規制は適用されない。また、(1)EEDI を計算し、かつ、第三者認証を受ける義務と、(2)それに加えて、EEDI 値が一定の基準値を満足しなければならない義務、の二つがあり、(1)と(2)は対象船舶が異なる(図 2 参照)。

### (1) EEDI を計算して、第三者認証・証書発給を受ける義務

- ・ 400GT 以上の外航の新造船
- ・ (2) に示す船種に加えて、客船・RoRo 客船・RoRo 貨物船

### (2) EEDI が一定基準値を満たす義務

- ・ 一定サイズ(バルカーであれば 10,000DWT、タンカーは 4,000DWT)以上(※表 2 参照)
- ・ バルカー、タンカー(ケミカル船を含む)、ガスキャリア、コンテナ船、一般貨物船(※重量物運搬船、家畜運搬船、核燃料輸送船等を除く)、冷凍運搬船、兼用船

### 【規制対象外】

- ・ 内航船
- ・ 400GT 未満
- ・ 現存船
- ・ (1)及び(2)に示す船種以外の船舶(艦船、漁船、作業船、リグ、バージ等)
- ・ タービン船、電気推進船

図 2 EEDI の適用範囲

<sup>2</sup> 締約国は IMO に通報することにより、自国船籍の特定船舶に対する EEDI 規制の適用を最大 4 年間延期することができる。

造船所は、図2の(1)の義務として、自社建造船については、それぞれ固有のEEDI値を計算しなければならない。個船に付与されるEEDI値をAttained EEDIと呼び、引き渡しまでに第三者による認証を受けて、Attained EEDI値を記載した国際条約証書を発給してもらう必要がある。証書が発給されない限り運航できないのは、通常のSOLASやMARPOLの検査と同様である。検査をする者も、通常の検査と同様に、主管庁又は主管庁が認めた機関（船級協会等）となる。

### 3. EEDIの計算方法

EEDIはガイドラインに従って計算され、その計算方法の概要は図3に示すとおりである。速力や積載能力の割に必要な出力の小さい船のEEDIは小さく（良く）なるように制度設計されている。計算式の分子には廃熱回収や太陽光発電等の省エネ設備による出力が控除される等、省エネ努力が反映される（EEDIの値が小さくなる）ようになっている。

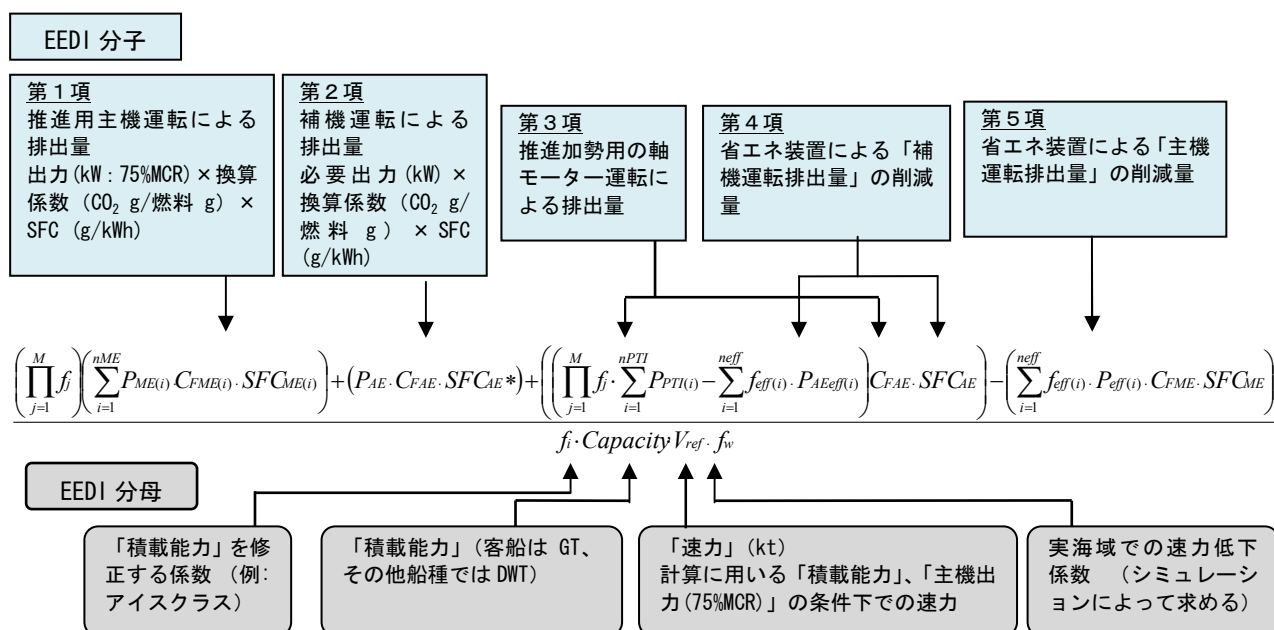


図3 EEDIの構成と計算式

以下の計算例は大型バルカー（150,000DWT、主機出力(MCR)15,000kW）の例であるが、他の船種・もっと小型の船舶でも計算方法は同じである<sup>3</sup>。

図3の分子第一項にある $P_{ME}$ は、主機の搭載出力（MCR）の75%とされている。 $C_{FME}$ は、燃料のグラム数からCO<sub>2</sub>排出のグラム数に変換する定数であり、燃料油の種類ごとに一定値をとる。 $SFC_{ME}$ は主機の燃料消費率であるが、海上公試における実測値ではなく、陸上試験値すなわちNO<sub>x</sub>テクニカルファイルに記載されている値となる。

この計算例ではMCR=15,000kWで、 $P_{ME} = 75\% \times MCR = 11,250kW$ となる。 $SFC_{ME} = 165.0g/kWh$ とすれば、第一項は $P_{ME} \times C_{FME} \times SFC_{ME} = 11,250 \times 3.206 \times 165.0$ となる<sup>4</sup>。ここで修正係数 $f_j$ は、アイスクラス適用船舶のみなので、 $f_j=1.0$ としている。

分子第二項では補機からの排出量を扱う。主機 $P_{ME}$ は搭載出力MCRの一定割合の負荷率を仮定して計算しているが、これは外洋航行中の状態をこの負荷率でほぼ近似できるという考えに基づく。しかしながら、補機の場合、搭載出力は貨物関連を含めた様々な要件で決まっており、負荷率は船によ

<sup>3</sup> ここでは省エネ装置等を使っていない通常推進型の船舶の計算例を示している。アイスクラスを取得している船舶や、軸発電機を使用している船などは、それらの効果を反映する計算を行う必要があり、計算方法の詳細（MEPC62/5/4, Annex 1）が必要。

<sup>4</sup>  $C_{FME}$ は、A重油の場合、3.206と設定されている。 $C_{FME}$ と $SFC_{ME}$ に関しては油種を揃える必要があり、SFCには、NO<sub>x</sub>テクニカルファイルの値（A重油使用の陸上試験に基づく）を用いることから、実際の運航中の油種に関わらず、両者についてA重油を前提に計算することとなる。

って大きく異なる。したがって、 $P_{AE}$ については経験式として、主機出力の一次関数を用いることになっており、主機が 10,000kW 以上の時には以下を用いる。

$$P_{AE(MCRME>10000KW)} = \left( 0.025 \times \sum_{i=1}^{nME} MCR_{MEi} \right) + 250$$

この例では、 $P_{AE} = 0.025 \times 15,000 + 250 = 625 \text{ kW}$  と計算される。補機の燃料消費率  $SFC_{AE}$  も、 $NO_x$  テクニカルファイルに記載されたものを用いる。

第二項は  $P_{AE} \times C_{FME} \times SFC_{ME} = 625 \times 3.206 \times 220.0$  となる。

この船は通常推進型で、推進加勢用の軸モーターは使っていないという仮定なので、分子第三項はゼロとなる。分子第四項や第五項で考慮すべき省エネ装置（必要出力を減らす廃熱回収装置、太陽光発電等）は使っていないので、これらの項はゼロとなる。

次に EEDI 式の分母の算定に移る。最初の修正係数はアイスクラス適用船舶用であるため、この船には関係なく、 $f_i=1.0$  とする。次は、引き渡し時に確認された DWT を使う (DWT=150,000)。最後の修正係数・実海域速度低下係数( $f_w$ )は日本が提案したもので、平水中の速度の代わりに波・風による速度低下を含めた速度で評価することにより、実海域を考慮した設計最適化を促し、真に優れた船が生まれるインセンティブを与えることを意図している。ただし、 $f_w$ の算定に必要なガイドラインが合意されるまでの間は、 $f_w=1.0$  とする (つまり平水中の速度を EEDI 計算では用いる) ことになっている。

EEDI 計算でもっとも重要となるのは、速度  $V_{ref}$  の設定である。 $V_{ref}$  は今まで述べた EEDI の計算条件に対応する速度、すなわち満載 (100%DWT を計算に用いていることに留意)・出力 75%MCR・平水中に対応する速度となる。造船所と船主との新造船契約及び仕様書における計画出力は、必ずしも 75%MCR のポイントとは限らない。図 4 にパワーカーブ (出力-速度曲線) の例を示すが、計画ポイントが異なっても、EEDI 計算という目的に限って、75%MCR に対応する速度 (この場合  $V_{ref} = 14.25 \text{ kt}$ ) をパワーカーブから拾い、計算に用いる必要がある。これらの設定により、本例では Attained EEDI は以下のように計算される。

$$\text{Attained EEDI} = \frac{11250 \times 3.206 \times 165.0 + 625 \times 3.206 \times 220.0 + 0 - 0 - 0}{150000 \times 14.25} = 2.990 (\text{g/ton mile})$$

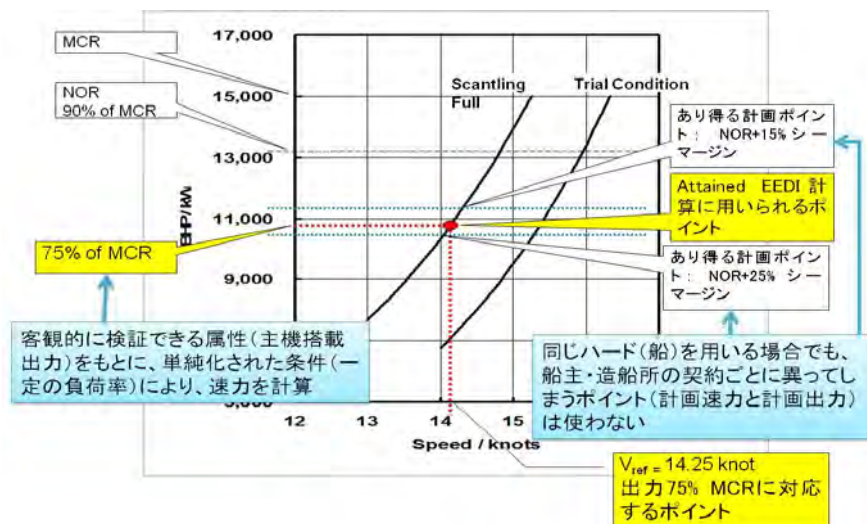


図 4 パワーカーブ (出力-速度曲線) の例

#### 4. EEDI が満たすべき条件

2.で述べたとおり、EEDI 計算を義務付けられる新造船のうち、バルクキャリア・タンカー・ガスキャリア・コンテナ船・一般貨物船・冷凍運搬船・兼用船であって一定サイズ以上のものは、Attained EEDI の計算・認証に加えて、Attained EEDI が規制値 (Required EEDI と称する) 以下であることが義務づけられる。Required EEDI は、船種ごとに、船舶の積載能力(DWT)の関数として、次式のように与えられる。

$$\text{Required EEDI} = \text{リファレンスライン} (a \times \text{DWT}^c) \times \text{削減率} (1 - X/100)$$

リファレンスラインは既存船の EEDI を、DWT を変数としてプロットし、指数関数により平均線を求めるもので、a 及び c は船種ごとに決定される定数である。リファレンスラインは「対策前の現状」を表わし、規制の起点となるものである。バルカーのリファレンスラインを図 5 に、各船種のリファレンスラインを決定する定数 a 及び c を表 1 に示す。また、X はリファレンスラインからの削減率 (%) であり、新造船の建造契約年に応じて、規制値が厳しくなる程度を示す。つまり、Required EEDI は、船種毎に異なるリファレンスラインを基点として、段階的に変化する削減率 X (%)、例えば、

- ・2013 年 1 月 1 日から 2014 年 12 月 31 日までに建造契約が締結される(フェーズ 0) 船舶は、X=0%
- ・2015 年 1 月 1 日から 2019 年 12 月 31 日までに建造契約が締結される(フェーズ 1) 船舶は、X=10% により定まる。 X は、表 2 のように定められている。

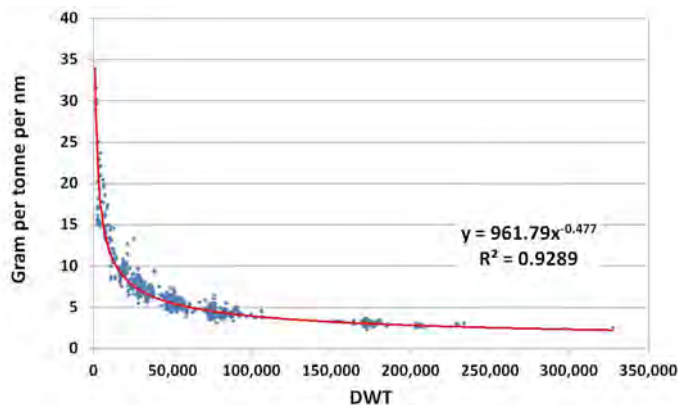


図 5 リファレンスラインの例

表 1 リファレンスラインを決定する定数

	a	c
バルクキャリア	961.79	0.477
ガスキャリア	1120.00	0.456
タンカー	1218.80	0.488
コンテナ船	174.22	0.201
一般貨物船	107.48	0.216
冷凍運搬船	227.01	0.244
兼用船	1219.00	0.488

表 2 EEDI 削減率 (X)

船種	載荷重量 (DWT)	X (削減率) 新造船契約日によりフェーズ分け			
		フェーズ 0 2013/1/1 ~ 2014/12/31	フェーズ 1 2015/1/1 ~ 2019/12/31	フェーズ 2 2020/1/1 ~ 2024/12/31	フェーズ 3 2025/1/1 ~
バルクキャリア	20,000 ~	0	10	20	30
	10,000 ~ 20,000	適用除外	0-10*	0-20*	0-30*
ガスキャリア	10,000 ~	0	10	20	30
	2,000 ~ 10,000	適用除外	0-10*	0-20*	0-30*
タンカー	20,000 ~	0	10	20	30
	4,000 ~ 20,000	適用除外	0-10*	0-20*	0-30*

コンテナ船	15,000 ~	0	10	20	30
	10,000 ~ 15,000	適用除外	0-10*	0-20*	0-30*
一般貨物船	15,000 ~	0	10	15	30
	3,000 ~ 15,000	適用除外	0-10*	0-15*	0-30*
冷凍運搬船	5,000 ~	0	10	15	30
	3,000 ~ 5,000	適用除外	0-10*	0-15*	0-30*
兼用船	20,000 ~	0	10	20	30
	4,000 ~ 20,000	適用除外	0-10*	0-20*	0-30*

\*DWTによって線形に補間する。

表2に示されるように、Required EEDIには、一定サイズ未満の船舶についての適用除外があり（バルカーの場合は10,000DWT未満）、また、適用サイズ以上の船舶についても、比較的小型の船舶には規制値が緩和されている。バルクキャリアの例をとれば、20,000DWT以上はフェーズ1での削減率が10%であるが、10,000DWT未満は適用除外、10,000~20,000DWTの間はサイズの低下とともに削減率が緩和され、15,000DWTであれば、5%の削減率となる。表2を模式的に示したものが、図6であり、時間の経過とともに規制値カーブが下方に（厳しくなる方向に）シフトすることと、小型船では緩和又は除外されることを表わしている。バルクキャリアの場合、図6のYは10,000DWT、Zは20,000DWTにあたる。

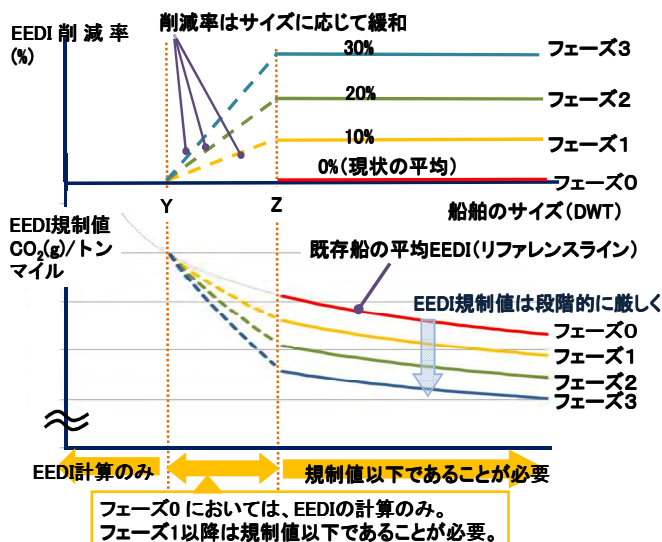


図6 EEDI 規制値 (Required EEDI) のイメージ

## 5. EEDI 規制を満足するために必要な対策

3.での試算に用いた船は過去の建造船であるが、全く同型の船舶を新造すると仮定してみる。この新造船が越えなければならない規制値のハードルは、表2に示すように新造船契約の時期によって変わる。仮にフェーズ0の時期に契約するならば、20,000DWT以上のバルカーの削減率はゼロ%であるため、Required EEDIは、リファレンスライン値と同じ(3.267 g/ton mile)になる。したがって、3.の計算例では、過去の設計を全く変えずにそのまま建造したとしても、Attained EEDIは2.990 g/ton mileとなるので、フェーズ0の規制はクリアできることになる。

次に、もう少し将来、フェーズ1(2015年以降の建造契約)にて同型の船舶を建造する場合を考えてみる。フェーズ1における20,000DWT以上の削減率は10%であるため、Required EEDIは、リファレンスライン値×(1-0.1)=2.940となりフェーズ0より低く(すなわち厳しく)なり、この船のAttained EEDI(2.990)では規制値を満足できないことになる。つまり、この計算例では、フェーズ0までは過去の設計を変えずに同型船を造り続けることができるが、フェーズ1以降では設計の見直し

が必須ということになる。

ここで留意すべきは、EEDI 規制は、仕様を事細かに規定する規制と異なり、「何をやろうが自由」で「結果が全て」の性能基準であることから、規制値をクリアする手段には無数の組み合わせが存在することである。造船所としては、船主との新造船交渉の中で、運航・荷役上の物理的制約（長さ・幅・喫水などを変更できるか等）や、オペレーター側のサービス水準の要求（速力を少し落とせるか、出力の余裕を少し削ることができるか等）と、技術的な解決策を突き合わせることで、これまでの「標準船型」に捉われずに最適な解決策を検討することが必要となるであろう。

### 【設計変更例 1】

設計変更の例として、船型を変更せず（すなわちパワーカーブは図 4 のまま）、機関出力や速力も変更せず、廃熱回収装置（ターボジェネレータ等）のみを搭載した場合を考える。装置の出力を 500kW とすると、この分は補機必要出力の減少分として、EEDI 計算式の分子第四項に反映される。

$$\text{Attaine EEDI} = \frac{11250 \times 3.206 \times 165.0 + 625 \times 3.206 \times 220.0 + 0 - 500 \times 3.206 \times 220.0}{150000 \times 14.25} = 2.825$$

この変更によりフェーズ 1 の Required EEDI (2.9399 g/ton mile) を満足することができる。さらに将来、フェーズ 2 の時期に至ると、Required EEDI は、リファレンスライン値  $\times (1-0.2) = 2.6132$  とさらに厳しくなる。したがって、基本要目を変えずに廃熱回収装置を搭載するのみではハードルを越えられず、さらなる設計変更が必要となる。

### 【設計変更例 2】

設計変更については、必ずしも新技術の適用が必須というわけではない。同じ性能のもとで、単純に速力を落としエンジンをダウンサイズするのも手段の一つである。例えば、図 4 の同じパワーカーブ上で「 $V_{ref} = 14.25\text{kt}$ 、 $MCR = 15,000\text{kW}$  ( $P_{ME} = 11,250\text{kW}$ )」から、「 $V_{ref} = 13.6\text{kt}$ 、 $MCR = 12,400\text{kW}$  ( $P_{ME} = 9,300\text{kW}$ )」にポイントをずらすことにより、EEDI を大きく改善できる。

$$\text{Attaine EEDI} = \frac{9300 \times 3.206 \times 165.0 + 560 \times 3.206 \times 220.0 + 0 - 500 \times 3.206 \times 220.0}{150000 \times 13.6} = 2.432$$

この変更により、フェーズ 2 規制をクリアすることができる。単純に速力を落とすことは船主側が受け入れにくいことは想像できるが、船舶のハードだけではなく港湾荷役・出入港を含めた運航をトータルに考え、出入港予約システム等の導入により沖待ち時間を短縮すれば、巡航時の速力を落としてもリードタイムに影響しないようにすることは可能と考えられる。船主・オペレーター・造船所が協力して最適なポイントを見出すことが重要である。

### 【設計変更例 3】

速力は変えられない、出力の余裕も削れないという制約下においては、各種の技術を適切に組み合わせ、抵抗の減少やプロペラ効率の向上を図ることが必要になる。これは図 4 のパワーカーブを右側（下方）にシフトし、「速力の割には出力が低い」状態へと改善することを意味する。技術の組み合わせは無数にあるが、日本が IMO の MEPC に提案した、新技術による EEDI 低減のケーススタディ（MEPC60/4/36）では、新技術採用による燃料費削減のメリットが初期コスト増を上回るように配慮されており、ここから、バルクキャリアの例を引いてみる。

- ・フェーズ 1 では低摩擦塗料、船尾ダクト、ポストスワール付加物、廃熱回収（5%減の効果を見込む）の採用により、主機出力 14.5%減少
- ・フェーズ 2 では空気潤滑、船尾ダクト、CRP、廃熱回収（10%減の効果）により、主機出力 26.1%減少となっている。

ここではフェーズ 2 対応の検討であるが、保守的な仮定として、フェーズ 1 の段階で既に適用可能と見込まれる技術のみを使うと仮定し、同じ速力のもとで主機出力は例 1 よりも、廃熱回収の効果を

除いたうえで、10%減少すると見込んだ。

$$\text{Attaine EEDI} = \frac{10125 \times 3.206 \times 165.0 + 587.5 \times 3.206 \times 220.0 + 0 - 500 \times 3.206 \times 220.0 - 0}{150000 \times 14.25} = 2.535$$

このように、例2でも例3でもフェーズ2をクリアすることができる。例3においては、主要寸法を変更せずに新技術を適用する場合を考えたが、特段の省エネ装置を使わず、単に全長を延ばすだけでも性能は改善するし（この場合は、入出港の制約を調べる必要あり）、同じ主要寸法でも船型の最適化を追求してみることが適切と考えられる<sup>5</sup>。

## 6. 規制発効後の大きな違い：第三者認証を受けること

規制が発効した後にやるべきことは、現時点でやるべきこととして3.及び5.で例示したEEDI試算や設計変更の検討と、基本的には変わらない。大きな違いは、3.や5.で示したEEDI計算過程について「第三者認証」を受ける必要があることであろう。

この場合の第三者認証は、基本的な仕組みは通常の検査と同じであるが、①設計時（建造開始前）の予備的認証、②海上公試での確認を含めた最終認証及び国際証書の発給、の二段階になっていることが特徴である。3.や5.で示した計算過程は、造船所「EEDIテクニカルファイル」と呼ばれる文書にまとめ、認証者に提示するとともに、引き渡し後も船上に備え置く必要がある。「EEDIテクニカルファイル」については、認証者は勿論、船主やPSC検査官を含め、人の目に触れるので、造船所の知的財産流出につながるような詳細な情報は書くことができない。

EEDI計算に用いたパラメーターのうち多くのものは容易に検証が可能である。例えば、MCRやSFCは、他の規制に用いる公式文書（EIAPP証書やNOxテクニカルファイル）で確認できる。一方、EEDIの値を大きく左右し、認証の焦点となるのは、図4で例示したパワーカーブである。5.では「性能データが存在する過去の建造船」をベース船型としているが、全ての計算例は、認証可能なパワーカーブが存在している、という前提に立っている。パワーカーブ作成には、曳航水槽試験の実施が必要とされており、また、水槽試験結果からパワーカーブを作成する過程についても、その大まかな流れは「EEDIテクニカルファイル」に記載する必要がある。この過程において造船所が用いる経験値などの詳細は、「テクニカルファイル」に含める必要はなく、認証者が造船所との間で守秘義務契約を結んだうえで、造船所から直接に認証者に提出し、その後返却という手続きをとることになる。

規制適用船については曳航水槽試験が必要で<sup>6</sup>、認証者が立ち会うことになる。認証方法については、完全には固まっていないが、同型船・類似船については、水槽試験を省略してよいことがほぼ合意されている。また、EEDI計算・認証のみで規制値満足が義務ではない船（図2の(1)のみの船）については、水槽試験は省略可能とする方向である。

海上公試には認証者が立ち会い、速力を確認する。速力試験は、パワーカーブ上で、75%MCRをその範囲内に含む複数のポイントで行う必要がある。仮に設計時認証を受けたパワーカーブにおいて示される速力を上回る又は下回る場合<sup>7</sup>、最終認証ではEEDI値を修正することになる。

## 7. 国際海運におけるCO<sub>2</sub>排出規制の採択の意義

<sup>5</sup> 2010年12月に中小造工で行った説明会で、日本造船技術センターは、小型一般貨物船について、CFDによるフレームラインの改良を行ったところ、8.5%のBHP減を水槽試験により確認したこと、その他の船種でも同様に船型改良が可能であることを報告した。

<sup>6</sup> 回流水槽は認められていない。プロペラ性能曲線については数値計算を用いることができる。CFDについては、認証者の了解のもと、付加物の影響評価など補助的に用いることは出来る。

<sup>7</sup> EEDI計算条件は満載時であるため、海上公試を軽荷状態で行う場合、軽荷状態パワーカーブと実測値との乖離をもとに、満載状態パワーカーブを修正することになる。



2013年以降の新造船は、Required EEDIを満たすことが要求され、要求レベルが段階的に強化されるため、将来的に、船舶は燃費性能の優れたものに順次入れ替わることとなる。また、現在運航中の船舶も、SEEMPの作成が義務付けられ、運航効率の向上などに取組むことになる。こうした対策により、何らの対策も講じない場合に比べ、2030年には約20%、2050年には約35%のCO<sub>2</sub>排出量削減が期待される。

また、国土交通省では、IMOにおける国際的枠組み作りの主導と並行して、国際規制の導入に先行した船舶の革新的省エネ技術開発を推進してきた。平成21～24年度の4ヶ年計画で、CO<sub>2</sub>排出量30%削減を目標に、海運・造船・船用工業業界が連携した技術開発プロジェクト（22件）が国の支援を受けて実施されており、その開発成果が見え始めてきている。今回の改正により、これらの技術がマーケットに導入される環境が整ったことから、我が国海事産業の技術力が国際競争力の向上に結び付くものと期待できる。

1.に示すように、今回の採択においては支持国側としてはかなりの譲歩をしたものの、その努力の結果、島嶼国を中心に多くの途上国が賛成に回った。このことは、「先進国対途上国」の溝を深めることなく、海運以外はどの部門も成し遂げていない、温暖化関連のグローバルで一律の規制構築の合意に至ったという意味で、国際海運やIMOの枠を超えて意義のある進展と言える。

## 8. 日本の海事産業への影響

EEDI規制は、「ゴールベース」であり、プレイヤーがとるべき手段を細かく指定するのではなく、「種々の策により総合的に達成された結果」に着目するものである。設計・建造時にとりうる策は、船型や航路の特徴により、無数の選択肢がある。削減策に制約はなく、創意工夫で自社・自船を差別化することができる。

海運業界にとっては、各造船所が提供する新造船について、その性能を客観的に比較することができる一方、自社が購入・運航する船にはEEDIというラベルが一生つきまとうことになり、中古船価格にも影響するであろう。

造船業界にとっては、EEDI規制により、これまで船社との二者間の契約事項であった「速力」が第三者公的認証の対象となることが最大の環境変化となる。水槽試験も、一部の例外（同型船など）を除き、広く義務付けられ、海上公試における認証機関の立会も必要となる。信頼性の高い水槽試験機関の活用や、水槽試験・パワーカーブ（速力-出力曲線）計算過程の説明責任確保などが必要となる一方で、第三者認証を受けることにより省エネ技術の効果（燃料費の節減）を定量的・客観的に説明し、受注拡大に活用できるという大きなメリットがある。

日本海事協会(Class NK)では規制発効を待たずにEEDI鑑定を行うサービスの提供を始めている。2013年以降の契約を目指す船型については、今の段階から、EEDIを試計算するとともに、認証の準備を行っておくことが望ましく、早めにNKとコンタクトすることをお勧めしたい。

## 9. 今後の予定と残るチャレンジ

今回の改正は2013年1月1日に発効するため、来年の通常国会にて国内法制化するために現在作業中である。一方、IMOでは、MEPC62で時間の制約により審議できなかった技術的なガイドライン等を、来年1月の中間会合を経て、3月のMEPC63で採択するべく作業することになる。

$f_w$ については、今回採択されたEEDI規制の運用上は $f_w=1.0$ として扱わざるを得ない。一方、我が国より、 $f_w=1.0$ に固定せずに船ごとにシミュレーションと水槽試験により求めた $f_w$ 値を「テクニカルファイル」（EEDIの計算過程を示すため、国際証書の補遺として船上に備え置く文書）にオプションとして追記することを提案している。これにより、実海域性能に対する船社の意識を高め、「海の10モード」（様々な海象での船速低下を求めるプログラム）の普及につながると期待される。なお、 $f_w$ は「海10」の計算方法を用いつつ、向い波・BF6に条件を固定しているという点で「海10」の簡易版である。

実海域影響の評価方法については、国際試験水槽会議（ITTC）にて「実運航性能に関する専門委員会」の設置が決定された。我が国はITTCでの審議・検討を進めるべきとの提案を行ってきたとこ

ろ、日本及び他国の専門家及び研究者の見解を踏まえ、真に性能の優れた船舶にインセンティブを与える評価方法の確立を目指していく方針である。

MEPC63以降は、今回のEEDI規制を上回る船舶のエネルギー効率改善を促進するため、燃料油課金制度や排出量取引(ETS)などのMBMの審議が本格化すると考えられる。日本からは、燃料油課金制度をベースとし、船舶の効率改善に一層のインセンティブを与える制度(規制値から更にCO<sub>2</sub>排出の少ない船舶には燃料油課金を減免する制度)を世界海運評議会(WSC)<sup>8</sup>と共同で提案している。日本が提案しているような効率改善とリンクした燃料油課金が採用されれば、省エネ技術の費用対効果は、規制の無い場合に比べて大きく改善し、技術への投資意欲が促進される。また、燃料費削減により船主経済にも好影響を与えるなど、造船・海運の健全な発展、そして地球環境にとって、全てにプラスに働くようになっていくことも可能である。

一方で、UNFCCC(国連気候変動枠組条約)においては、現在は京都議定書下の削減義務から除外されている国際海運に対して排出総量の上限を設けるべきといった主張や、「まずは資金調達ありき」で国際海運から排出権購入等を通じて資金を集めることを検討する動きも見られる。他セクター・輸送モード間のバランスを欠いた制度をもって海運セクターから資金が流出することは、却って省エネ投資を減退させ、排出削減を抑える結果になりかねない。今回のIMOでの歴史的成果を有効に活用し、「国際海運のことはグローバルな枠組みを前提にIMOで議論」という基本線を確保し続けることが重要である。

---

<sup>8</sup> 世界海運評議会(WSC:World Shipping Council)は、世界の定期航路船社約30社からなる海運業界団体であり、IMOのオブザーバー資格を有する。