

付属文書...

「新造船用のエネルギー効率設計インデックスの計算方法に関する暫定ガイドライン」に関する MEPC 回覧

1 海洋環境保護委員会 (MEPC) は、船舶の設計段階から船舶のエネルギー効率に影響を与えるすべての要素の技術革新および技術開発を刺激するために新造船用のエネルギー効率設計インデックスを開発する必要があることを、委員会の第 59 回セッション (2009 年 7 月 13~17 日) において認識した。委員会は、EEDI 計算方法を向上させるためにあらゆるカテゴリーの船舶に対する EEDI 公式の適用性ならびに EEDI 公式の中の技術パラメーター (すなわち、 $f_{\text{eff}(i)}$ および f_w) の実現可能性および適用性をさらに精緻化する必要があるという点を考慮し、本付属文書に示された「新造船用のエネルギー効率設計インデックスの計算方法に関する暫定ガイドライン」の回覧を行うことで合意した。

2 委員会は、この暫定ガイドラインを (下記の船舶を対象として) 自発的に試験用および試運転用として使用するよう、各メンバー政府および各オブザーバー機関に対してここに要請する：

- .1 従来型の推進システムを備えた船舶 (主エンジン機械駆動)
- .2 可能な範囲内で、非従来型の推進システムを備えた船舶 (例：ディーゼル電気推進、タービン推進、ハイブリッド推進システム)

3 また、委員会は、この暫定ガイドラインを適用する中で得られた成果および経験を新造船用の EEDI 計算方法の更なる向上のために委員会の将来のセッションに提供するよう、各メンバー政府ならびに各オブザーバー機関に対してここに要請する。

付属文書

新造船用のエネルギー効率設計インデックスの計算方法に関する暫定ガイドライン

1 定義

本ガイドラインにおいては、下記の定義を適用する：

.1	客船	SOLASの第1章、規則2に定義された、12人を超える数の乗客を運ぶ船舶。
.2	ドライカーゴ船	SOLASの第9章、規則1に定義された、鉱石運搬船やコンビネーション・キャリアなどのようなタイプを含む、バラ荷でのドライカーゴ輸送を主な用途とする船舶。一般には、シングル・デッキ、トップサイド・タンクおよびカーゴ・スペース内にホッパー・タンクを有する船舶。
.3	ガス・タンカー	SOLASの第2章-1、規則3に定義されたガス輸送船。
.4	タンカー	MARPOLの付属文書1、規則1に定義されたオイルタンカー、もしくはMARPOLの付属文書II、規則1に定義されたケミカルタンカーまたはNLSタンカー。
.5	コンテナ船	コンテナを船倉内およびデッキ上に積んで輸送することを唯一の用途として設計された船舶。
.6	Ro-ro 貨物船： 車両輸送船	空の車両およびトラックを輸送するために設計された、複数デッキのRo-ro貨物船。
.7	Ro-ro 貨物船： 体積輸送船	貨物輸送ユニットの輸送用として設計された、レーンメーター当りの載貨重量が4*トン/m未満のRo-ro貨物船。
.8	Ro-ro 貨物船： 重量輸送船	貨物輸送ユニットの輸送用として設計された、レーンメーター当りの載貨重量が4*トン/m以上のRo-ro貨物船。
.9	一般貨物船	主として一般貨物を輸送するために設計された、マルチ・デッキまたはシングル・デッキの船体を有する船舶。
.10	Ro-ro客船	SOLASの第2章-1、パートA、規則2.23に定義された客船。

* この値については、EEDIの自主使用の期間中に追加調査を行う必要がある。

該当する船種が複数ある船舶は、それらの船種のうちのベースラインが低い船とみなされる。

2 エネルギー効率設計インデックス (EEDI)

新造船の到達エネルギー効率設計インデックス (EEDI) は、船舶のCO₂効率を表す尺度の一つであり、下記の公式を使って算出される：

$$\frac{\left(\prod_{j=1}^M f_j \left(\sum_{i=1}^{nME} P_{ME(i)} \cdot C_{FME(i)} \cdot SFC_{ME(i)} \right) + (P_{AE} \cdot C_{FAE} \cdot SFC_{AE}^*) + \left(\prod_{j=1}^M f_j \cdot \sum_{i=1}^{nPTI} P_{PTI(i)} - \sum_{i=1}^{neff} f_{eff(i)} \cdot P_{AEff(i)} \right) C_{FAE} \cdot SFC_{AE} \right) - \left(\sum_{i=1}^{neff} f_{eff(i)} \cdot P_{eff(i)} \cdot C_{FME} \cdot SFC_{ME} \right)}{f_i \cdot Capacity \cdot V_{ref} \cdot f_w}$$

* 「通常最大海上負荷」の一部がシャフト・ジェネレータによって提供される場合は、その部分の動力に関しては SFC_{AE} の代わりに SFC_{ME} を使用することができる。

注: この公式は、ディーゼル電気推進、タービン推進、またはハイブリッド推進システムには適用できないことがある。

上式において：

1. C_F は、燃料消費量 (単位 = g) と CO₂ 排出量 (単位 = g) (炭素含有量にもとづいた値) の間における無次元変換係数を表す。添え字の ME_i と AE_i はそれぞれ、主エンジンと補助エンジンを表す。 C_F は、該当する EIAPP 証明書に示された SFC を決定する際に使用される燃料に対応する。 C_F の値は、下表に示すとおりである。

燃料のタイプ	参照	炭素含有量	C_F (t-CO ₂ / t-燃料)
1. ディーゼル/ガス・ オイル	ISO 8217 グレード DMX~DMC	0.875	3.206000
2. 軽質燃料油(LFO)	ISO 8217 グレード RMA~RMD	0.86	3.151040
3. 重質燃料油(HFO)	ISO 8217 グレード RME~RMK	0.85	3.114400
4. 液化石油ガス(LPG)	プロパン ブタン	0.819 0.827	3.000000 3.030000
5. 液化天然ガス (LNG)		0.75	2.750000

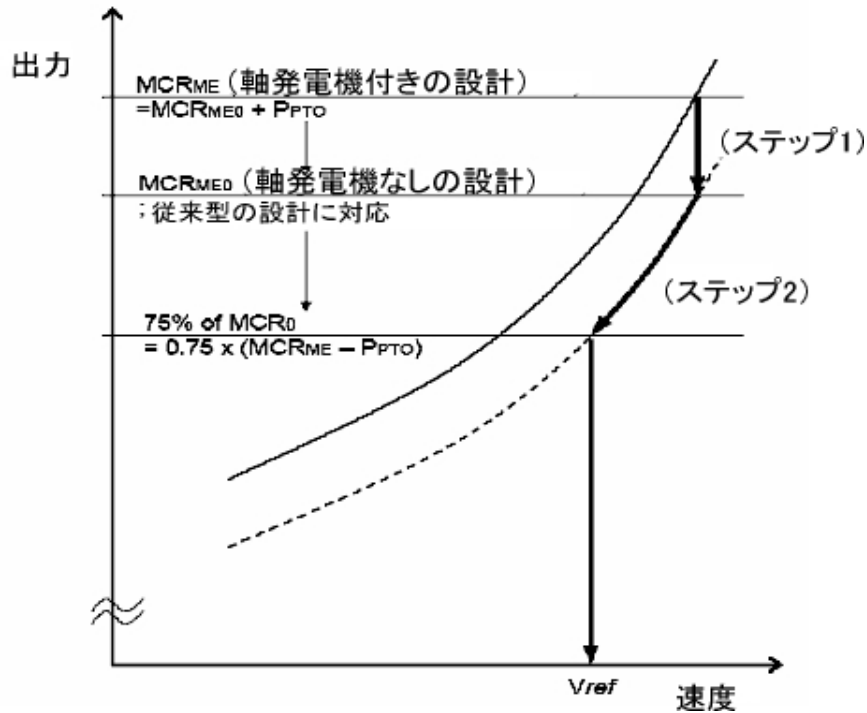
2. V_{ref} は、天候が穏やかで、風も波もないという前提での、パラグラフ 5 に定義されたエンジンの軸動力でのパラグラフ 3 に定義された最大設計積載条件 (キャパシティ) における深水域での船舶速度 (カイリ/時 [ノット]) を表す。最大設計積載条件は、当該船舶の運航が許される最も深い

喫水およびそれに対応するトリムによって定義される。この条件は、担当行政機関によって承認された復元力の冊子から得られる。

- .3 「キャパシティ」の定義は、下記のとおりである：
- .3.1 ドライカーゴ船、タンカー、ガス・タンカー、コンテナ船、Ro-ro 貨物船、および一般貨物船に関しては、載貨重量を「キャパシティ」として使用する。
- .3.2 客船および Ro-ro 客船に関しては、「1969 年の船舶の積量測度に関する国際条約」の付属文書 I、規則 3 による総トン数を「キャパシティ」として使用する。
- .3.3 コンテナ船に関しては、キャパシティ・パラメーターは載貨重量の 65% とする。
- .4 「載貨重量」とは、船舶の最も深い運航喫水での相対密度 1,025 kg/m³ の水中における排水量とその船舶の軽荷重量の差（単位 = トン）のことをさす。
- .5 P は、主エンジンと補助エンジンの出力（単位 = kW）を表す。添え字の ME と AE はそれぞれ、主エンジンと補助エンジンを表す。 i に関する総和は、すべてのエンジンを対象とした総和であり、エンジン数 (n^{ME}) を使用する（付録の図を参照のこと）。
- .5.1 $P_{ME(i)}$ は、各主エンジン (i) の定格設置出力 (MCR) から設置されている軸発電機をすべて控除した値の 75% である。

$$P_{ME(i)} = 0.75 \times (MCR_{MEi} - P_{PTOi})$$

下図は、 $P_{ME(i)}$ の決定に関する説明を示したものである：



- .5.2 $P_{PTO(i)}$ は、設置されている各軸発電機の 75%の出力を当該軸発電機の該当する効率で割った値である。
- .5.3 $P_{PTI(i)}$ は、各シャフト・モーターの定格電力消費量の 75%を該当する発電機の加重平均効率で割った値である。

PTI と PTO が一緒の場合は、海上における通常運行モードによって、どちらが計算に使用されるかが決定される。

注: 検証済みの文書中にシャフト・モーターのチェーン効率が示されている場合は、配電盤からシャフト・モーターまでの機器内のエネルギー損失を説明するためにシャフト・モーターのチェーン効率を考慮に入れることができる。

- .5.4 $P_{eff(i)}$ は、革新的な機械エネルギー効率向上技術による主エンジンの動力削減量の 75% である。

シャフトと直接的に結合された機械的回収廃エネルギーは、測定する必要はない。

- .5.5 $P_{AEff(i)}$ は、 $P_{ME(i)}$ で測定された、革新的な電気エネルギー効率向上技術による補助動力削減量を表す。

- .5.6 P_{AE} は、当該船舶が「キャパシティ」の設計積載条件下で速度 (V_{ref}) で航海している状態で、スラスタ、カーゴ・ポンプ、荷役装置、バラスト・ポンプ、および冷凍庫/貨物船倉ファンなどの貨物維持装置などの推進用の機械/システム用でない動力を除外した、推進用の機械/システムおよび居住区 (例: 主エンジン・ポン

プ、航行用システムと装置、船上での生活)のために必要とされる動力を含む、通常最大海上積載量の提供に必要な補助エンジン動力を表す。

1. 主エンジン動力が 10000 kW 以上の貨物船に関しては、 P_{AE} は以下の式で定義される：

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

2. 主エンジン動力が 10000 kW 未満の貨物船に関しては、 P_{AE} は以下の式で定義される：

$$P_{AE(MCRME<10000KW)} = 0.05 \times \sum_{i=1}^{nME} MCR_{MEi}$$

3. 上記の1 または2によって算出された P_{AE} の値が通常の航海における総使用動力と大きく異なる船舶タイプ、例えば、客船の場合、 P_{AE} の値は、電力表³に示された基準速度 (V_{ref}) で当該船舶が航海している状態での消費電力 (推進は除く) を該当する発電機の加重平均効率で割って、を推定される。

6. 原則として、 V_{ref} 、キャパシティ、および P は、相互に矛盾しないものでなければならない。

7. SFC は、エンジンの保証定格燃費 (単位 = g/kWh) を表す。添え字の $ME(i)$ と $AE(i)$ はそれぞれ、主エンジンと補助エンジンを表す。「NO_x 技術基準 2008」のデューティ・サイクル E2 または E3 に認定されたエンジンに関しては、エンジンの「定格燃費」 ($SFC_{ME(i)}$) は定格トルク/MCR 動力の 75% のエンジンにおける「EIAPP 証明書」に示された定格燃費とされる。「NO_x 技術基準 2008」のデューティ・サイクル D2 または C1 に認定されたエンジンに関しては、エンジンの「定格燃費」 ($SFC_{AE(i)}$) は定格トルク/MCR 動力の 50% のエンジンにおける「EIAPP 証明書」に示された定格燃費とされる。

2.5.6.1 および 2.5.6.2 によって算出された P_{AE} の値が通常の航海における総使用動力と大きく異なる船舶 (例：従来型の客船) に関しては、補助発電機の「定格燃費」 (SFC_{AE}) はそのトルク定格の P_{AE} MCR 動力の 75% のエンジンに関する「EIAPP 証明書」に示された定格燃費とされる。

SFC_{AE} は、各エンジン (i) の $SFC_{AE(i)}$ の加重平均を表す。

³注：電力表は、SOLAS の第 2 章-1、パート D、規則 40.1.1 に関係する文書として、担当行政機関または認可された組織によって検証・承認されることが多い。電力表は、発電機の負荷の総和を kW 単位で示すとともに、さまざまな船舶運行条件下で使用中の発電機の一覧を提供する。その一例としては、「乗客定員満載の下での通常の航海」があげられる。この場合の周囲条件は、外気温 35℃、相対湿度 85%、海水温 32℃である。

動力が 130 kW 未満であるために「EIAPP 証明書」がないエンジンに関しては、製造者によって指定され、主務官庁によって承認された SFC を使用する。

8 f_j は、各船舶固有の設計要素を考慮に入れるための補正係数である。

耐氷クラスの船舶のための f_j は、表 1 の標準 f_j によって決定される。

表 1

耐氷クラスの船舶のための動力 f_j の補正係数

耐氷クラス間のおおよその関係に関する詳細については、HELCOM 勧告書 25/7*を参照のこと。

船舶タイプ	f_j	耐氷クラス別のリミット値			
		IC	IB	IA	IA スーパー
タンカー	$\frac{0.516L_{PP}^{1.87}}{\sum_{i=1}^{nME} P_{iME}}$	$\begin{cases} \max 1.0 \\ \min 0.72L_{PP}^{0.06} \end{cases}$	$\begin{cases} \max 1.0 \\ \min 0.61L_{PP}^{0.08} \end{cases}$	$\begin{cases} \max 1.0 \\ \min 0.50L_{PP}^{0.10} \end{cases}$	$\begin{cases} \max 1.0 \\ \min 0.40L_{PP}^{0.12} \end{cases}$
ドライカーゴ船	$\frac{2.150L_{PP}^{1.58}}{\sum_{i=1}^{nME} P_{iME}}$	$\begin{cases} \max 1.0 \\ \min 0.89L_{PP}^{0.02} \end{cases}$	$\begin{cases} \max 1.0 \\ \min 0.78L_{PP}^{0.04} \end{cases}$	$\begin{cases} \max 1.0 \\ \min 0.68L_{PP}^{0.06} \end{cases}$	$\begin{cases} \max 1.0 \\ \min 0.58L_{PP}^{0.08} \end{cases}$
一般貨物船	$\frac{0.0450 \cdot L_{PP}^{2.37}}{\sum_{i=1}^{nME} P_{iME}}$	$\begin{cases} \max 1.0 \\ \min 0.85L_{PP}^{0.03} \end{cases}$	$\begin{cases} \max 1.0 \\ \min 0.70L_{PP}^{0.06} \end{cases}$	$\begin{cases} \max 1.0 \\ \min 0.54L_{PP}^{0.10} \end{cases}$	$\begin{cases} \max 1.0 \\ \min 0.39L_{PP}^{0.15} \end{cases}$

その他の船種に関しては、 f_j は 1.0 とする。

* HELCOM 勧告書 25/7 については、<http://www.helcom.fi> を参照のこと。

9 f_w は、波高、波の周期、および風速に関する代表的な海面状態（例：ビューフォートスケール 6）のもとでの速度の減少を表す無次元の係数である。これは、下記によって決定される：

9.1 f_w は、代表的な海面状態のもとでの船別の性能シミュレーションを行うことによって決定することができる。シミュレーションの方法は、IMO によって策定されるガイドラインの中に規定されるべきであり、個々の船舶に係る方法および結果は、担当行政機関もしくは担当行政機関によって認可された組織によって検証されなければならない。

9.2 上記のシミュレーションが行われない場合、 f_w の値は「標準 f_w 」表/曲線から取らなければならない。このガイドラインに含まれる

ことになっている「標準 f_w 」表/曲線は、船種別（下記の「ベースライン」と同じ船舶）に与えられ、「キャパシティ」のパラメーターの関数（例：DWT）として表される。「標準 f_w 」表/曲線は、安全寄りの方法を使って、すなわち、代表的な海面状態のもとでの可能な限り多くの既存船舶の実際の速度減少のデータに基づいて決定される。

.9.3 船別シミュレーション（パラグラフ.9.1）に関するガイドラインまたは f_w 表/曲線（パラグラフ.9.2）が提供されるまでの間は、原則として、1.0 を f_w の値とする。

.10 $f_{eff(i)}$ は、個々の革新的なエネルギー効率向上技術の利用可能度係数である。廃エネルギー回収システムのための $f_{eff(i)}$ は、1.0 とする。

.11 f_i は、キャパシティに対する技術上/規制上の制約に関するキャパシティ係数であり、この係数を使う必要性がないことが認められた場合は、1.0 とすることができる。

耐氷クラスの船舶のための f_i は、表 2 の標準 f_i によって決定される。

表 2

耐氷クラスの船舶のためのキャパシティ補正係数 f_i

耐氷クラス間のおおよその関係に関する詳細については、HELCOM 勧告書 25/7*を参照のこと。

船舶タイプ	f_i	耐氷クラス別のリミット値			
		IC	IB	IA	IA スーパー
タンカー	$\frac{0.00115L_{PP}^{3.36}}{capacity}$	$\begin{cases} \max 1.31L_{PP}^{-0.05} \\ \min 1.0 \end{cases}$	$\begin{cases} \max 1.54L_{PP}^{-0.07} \\ \min 1.0 \end{cases}$	$\begin{cases} \max 1.80L_{PP}^{-0.09} \\ \min 1.0 \end{cases}$	$\begin{cases} \max 2.10L_{PP}^{-0.11} \\ \min 1.0 \end{cases}$
ドライカーゴ船	$\frac{0.000665 \cdot L_{PP}^{3.44}}{capacity}$	$\begin{cases} \max 1.31L_{PP}^{-0.05} \\ \min 1.0 \end{cases}$	$\begin{cases} \max 1.54L_{PP}^{-0.07} \\ \min 1.0 \end{cases}$	$\begin{cases} \max 1.80L_{PP}^{-0.09} \\ \min 1.0 \end{cases}$	$\begin{cases} \max 2.10L_{PP}^{-0.11} \\ \min 1.0 \end{cases}$
一般貨物船	$\frac{0.000676 \cdot L_{PP}^{3.44}}{capacity}$	1.0	$\begin{cases} \max 1.08 \\ \min 1.0 \end{cases}$	$\begin{cases} \max 1.12 \\ \min 1.0 \end{cases}$	$\begin{cases} \max 1.25 \\ \min 1.0 \end{cases}$
コンテナ船	$\frac{0.1749 \cdot L_{PP}^{2.29}}{capacity}$	1.0	$\begin{cases} \max 1.25L_{PP}^{-0.04} \\ \min 1.0 \end{cases}$	$\begin{cases} \max 1.60L_{PP}^{-0.08} \\ \min 1.0 \end{cases}$	$\begin{cases} \max 2.10L_{PP}^{-0.12} \\ \min 1.0 \end{cases}$
ガス・タンカー	$\frac{0.1749 \cdot L_{PP}^{2.33}}{capacity}$	$\begin{cases} \max 1.25L_{PP}^{-0.04} \\ \min 1.0 \end{cases}$	$\begin{cases} \max 1.60L_{PP}^{-0.08} \\ \min 1.0 \end{cases}$	$\begin{cases} \max 2.10L_{PP}^{-0.12} \\ \min 1.0 \end{cases}$	1.0

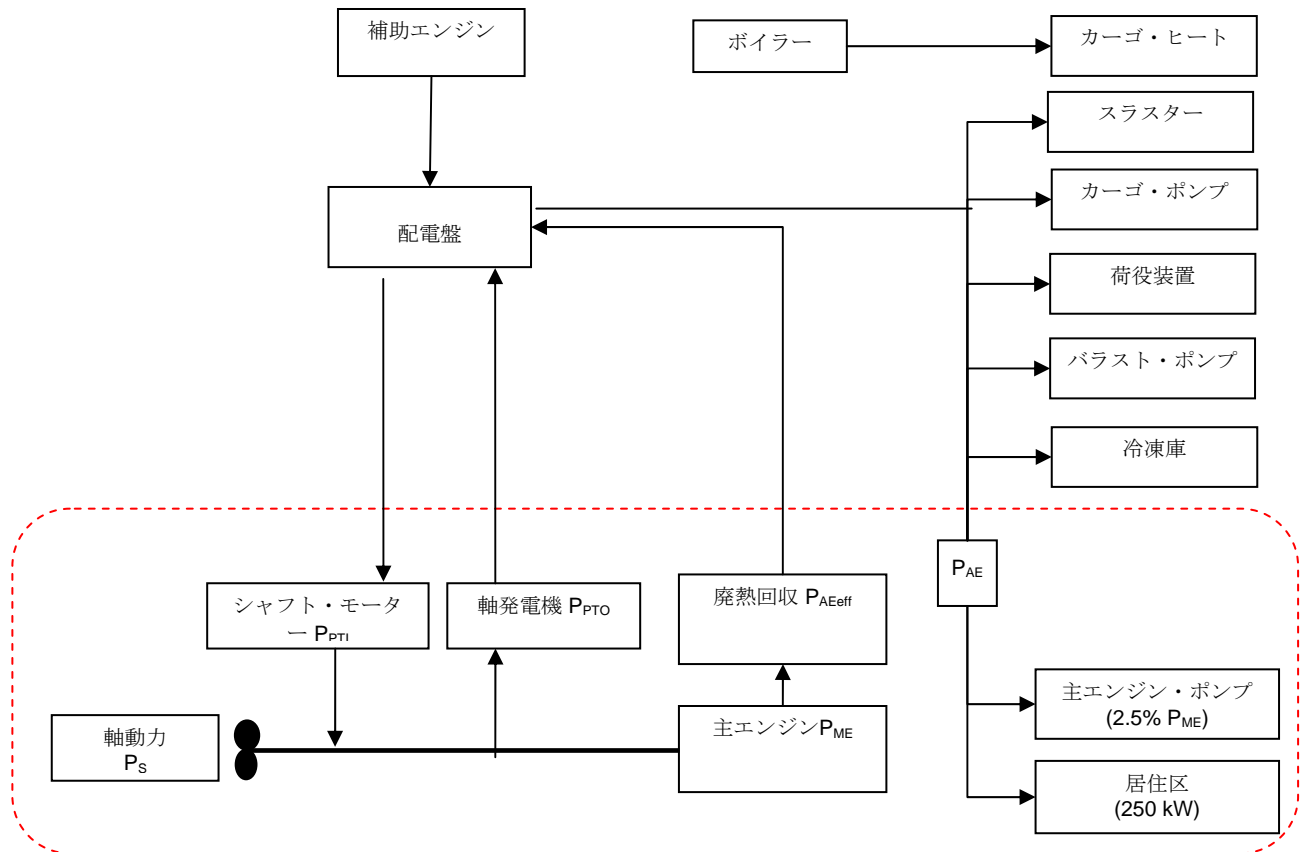
その他の船種に関しては、 f_i は 1.0 とする。

* HELCOM 勧告書 25/7 については、<http://www.helcom.fi> を参照のこと。

.12 垂線間長 (L_{pp}) は、キールの最上部から測定された最小型深さの 85% の水線上の全長の 96% (ただし、船首の前部からその水線上のラダーストックの軸までの長さの方が長い場合はその長さを使用する) である。キールの傾斜を使って設計された船舶の場合は、この長さを測定する水線が設計水線と平行でなければならない。垂線間長 (L_{pp}) の単位は、メートルとする。

付録

一般的な船用動カプラントの簡略模式図



注 1: シャフトと直接的に結合された機械的回収廃エネルギーは、測定する必要はない。

注 2: PTI と PTO が一緒の場合は、海上における通常運行モードによって、どちらが計算に使用されるかが決定される。
