

EEXI 規制の概要及び対応



(一財) 日本海事協会 船体部 EEDI 部門

1. IMO による国際海運からの GHG 削減戦略
2. EEXI 規制の概要
3. EEXI 規制への対応



IMOによる国際海運からのGHG削減戦略(2018年4月採択)

- ✓ 国際海運からの **GHG排出削減目標を盛り込んだ** IMO の GHG 削減初期戦略。今後5年ごとに見直し。
- ✓ 先進国・途上国の区別なく、**世界で初めて**グローバルセクターで今世紀中のGHG 排出ゼロを目指す取り組み

IMO GHG 削減戦略における目標

1. ビジョン(最終的な努力目標)

- 最終的な目標 : **GHG ゼロ排出**
(到達時期:今世紀中出来る限り早期)

2. 目標レベル

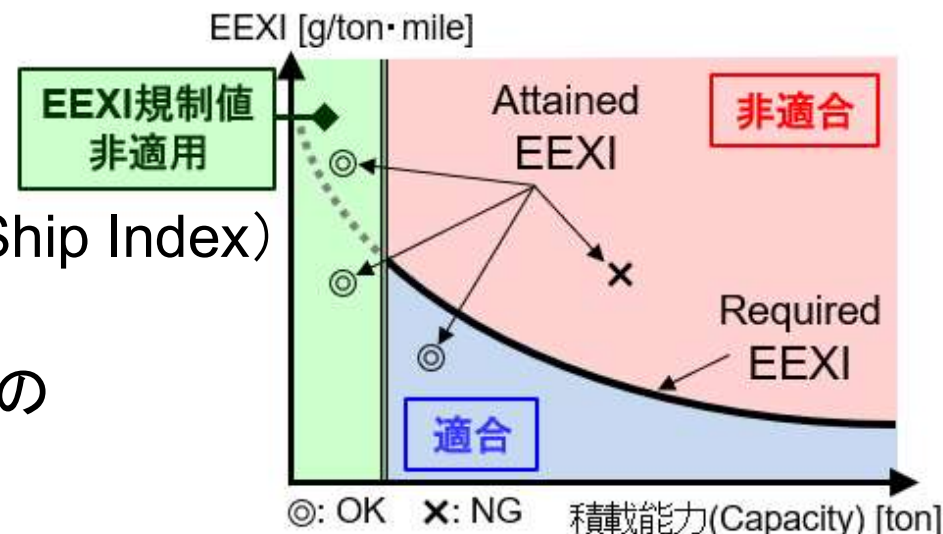
- 輸送効率(単位輸送ごとのCO₂排出量)の改善目標(2008年比):
2030年までに最低**40%改善**, 更に2050年までに最低**70%改善**
- GHG 総排出量目標(2008年比):
2050年までに最低**50%削減**, 今世紀中の**排出ゼロ**へ努力

■ MEPC 76 (2021年6月)

MARPOL 条約附属書VI の改正 (MEPC.328(76)) として採択。

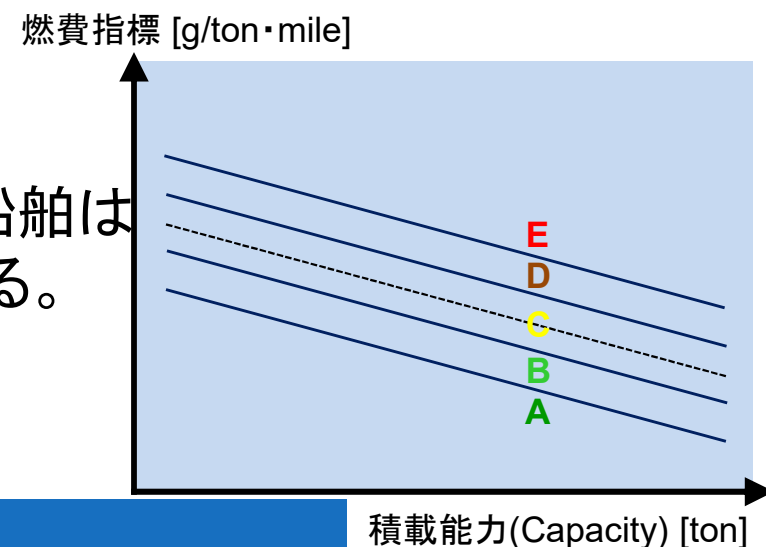
➤ 技術アプローチ (EEXI 規制)

- 就航船の燃費性能指標として EEXI (Energy Efficiency Existing Ship Index) を導入
- 達成基準は、2023年時点の新造船の EEDI 規制値と同等レベル



➤ 運航アプローチ (CII 格付け: 燃費実績の格付け制度)

- 各船舶の 1 年間の燃費実績を基に、A - E の5段階格付けを実施
- 低評価 (“E” 又は 3 年連続 “D”) となった船舶は改善計画の作成及び履行が義務付けられる。



1. IMO による国際海運からの GHG 削減戦略
2. EEXI 規制の概要
3. EEXI 規制への対応



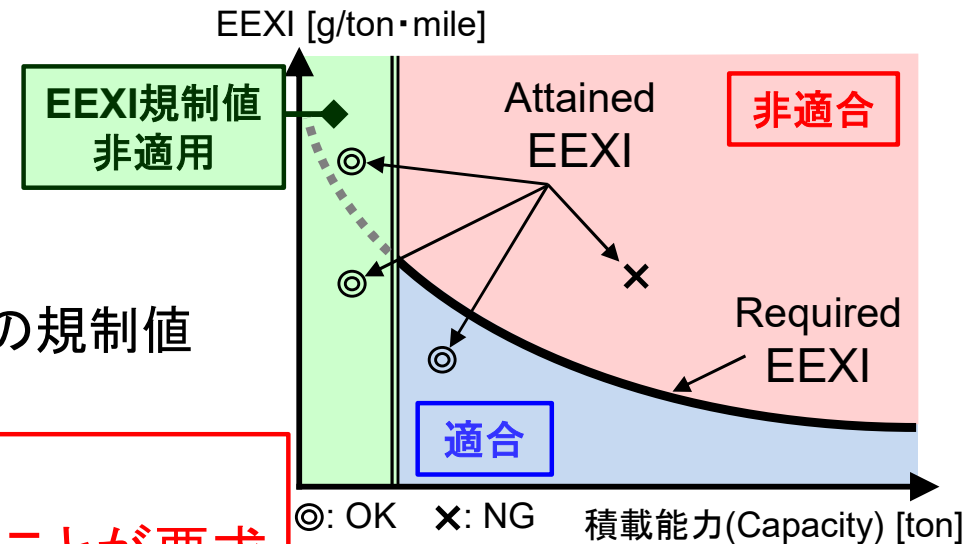
■ Attained EEXI

個船毎に算出される EEXI の値

■ Required EEXI

対象船の船種・サイズに応じて課される EEXI の規制値

**EEXI 規制値適用船は、
Attained EEXI ≤ Required EEXI となることが要求**



EEXI 規制の適用船舶：

完工日を問わず、400 GT 以上の国際航海に従事するすべての船舶。ただし、EEDI 規制と同様に以下の船舶は対象外。

- ✓ バージ等の推進機関を有しない船舶や FPSO、FSU 及び掘削リグを含むプラットフォーム
- ✓ Polar Code の A 類に該当する耐氷構造船
- ✓ ディーゼル電気推進、タービン推進及びハイブリッド推進機関のような非従来型の推進機関を有する船舶(但し、LNG 運搬船やクルーズ旅客船を除く)

■ EEXI は EEDI と同様の計算式

EEXI [g/ton・mile]=

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



基本概念式

$$EEXI [g/ton \cdot mile] = \frac{CO_2 \text{ 換算係数 } (C_F) \times \text{燃料消費率 } (SFC) [g/kW \cdot h] \times \text{機関出力 } (P_{ME}) [kW]}{\text{積載能力 } [ton] \times \text{船速 } [mile/h]}$$



1トンの貨物を 1 海里輸送する際に見込まれるCO₂ 排出量 (g)

CO ₂ 換算係数 (C _F)	燃料油種類別にかかる CO ₂ 換算係数 (例: DM grade: 3.206)
燃料消費率 (SFC)	主機燃料消費率 (SFC@75%MCR*)、補機燃料消費率 (SFC@50%MCR)
機関出力 (P _{ME})	主機最大出力 (MCR) の75%出力* (ただし、蒸気タービン船等では83%出力)
積載能力 (Capacity)	載貨重量 (コンテナ船は70%DWT、客船は総トン数)
船速 (V _{ref})	最大夏期満載喫水 (コンテナ船は70%DWT喫水) における P _{ME} 時の船速 [knot]

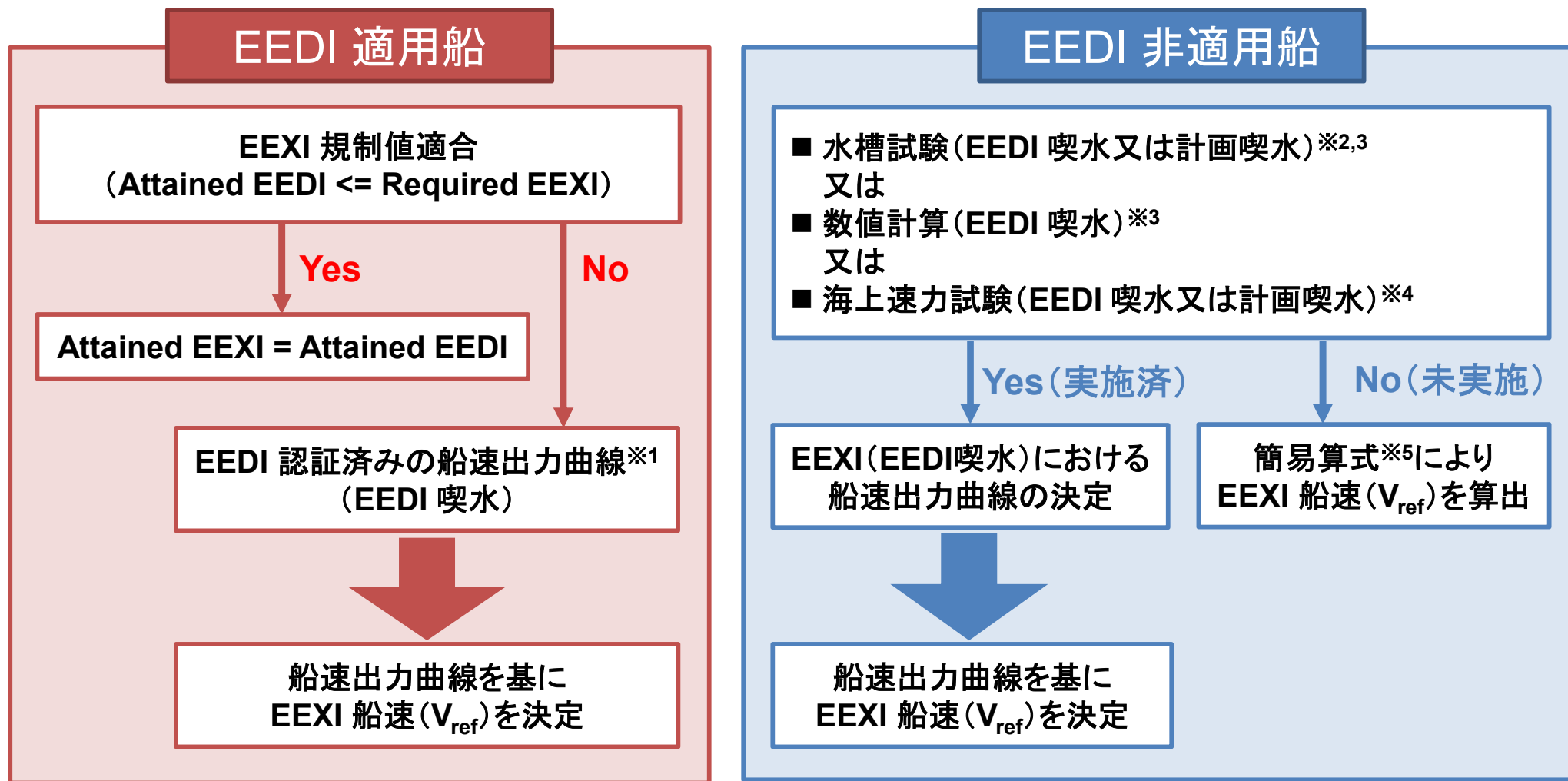
- EEXI は EEDI と同様の計算式だが、EEDI とはパラメーターの取り扱いが異なる

基本概念式

$$\text{EEXI [g/ton}\cdot\text{mile]} = \frac{\text{CO}_2 \text{ 換算係数 (C}_F\text{)} \times \text{燃料消費率 (SFC) [g/kW}\cdot\text{h]} \times \text{機関出力 (P}_{ME}\text{) [kW]}{\text{積載能力 [ton]} \times \text{船速 [mile/h]}}$$

燃料消費率 (SFC)	主機燃料消費率 (SFC@75%MCR*)、補機燃料消費率 (SFC@50%MCR) NOx 認証を取得していない場合は、デフォルト値 (マージン含む) を使用可 (主機:190g/kWh, 補機:215g/kWh) 蒸気タービン式の場合は、NOx規制適用外のため、エンジンメーカー又は船級・主管庁が確認した値を使用
機関出力 (P _{ME})	主機最大出力 (MCR) の75%出力 (ただし、蒸気タービン船等では83%出力) 出力制限を行った場合は、制限最大出力 (MCR _{lim}) の83%出力
船速 (V _{ref})	最大夏期満載喫水 (コンテナ船は70%DWT喫水) における P _{ME} 時の船速 [knot] 水槽試験や海上速力試験を実施していない場合は、船種別に DWT と機関出力をパラメータとする船速の簡易算式 (マージン含む) を使用可

EEXI 船速 (V_{ref}) の決定方法



※1 そのまま EEXI 認証に使用可能

※2 CFD 等の数値計算により、水槽試験結果を補正可能

※3 数値計算を使用する場合は、母船型等との比較を含め、品質基準 (ITTC 規格等) との整合性を文書で示す必要あり。

※4 ISO 15016:2002又は同等の方法により船速を計測し、要すれば外乱補正が必要。計画喫水の場合は要アドミ補正

※5 当該船種・サイズ毎の平均船速を基に一定の補正を行うことで近似的に V_{ref} を算出 (マージン含む)

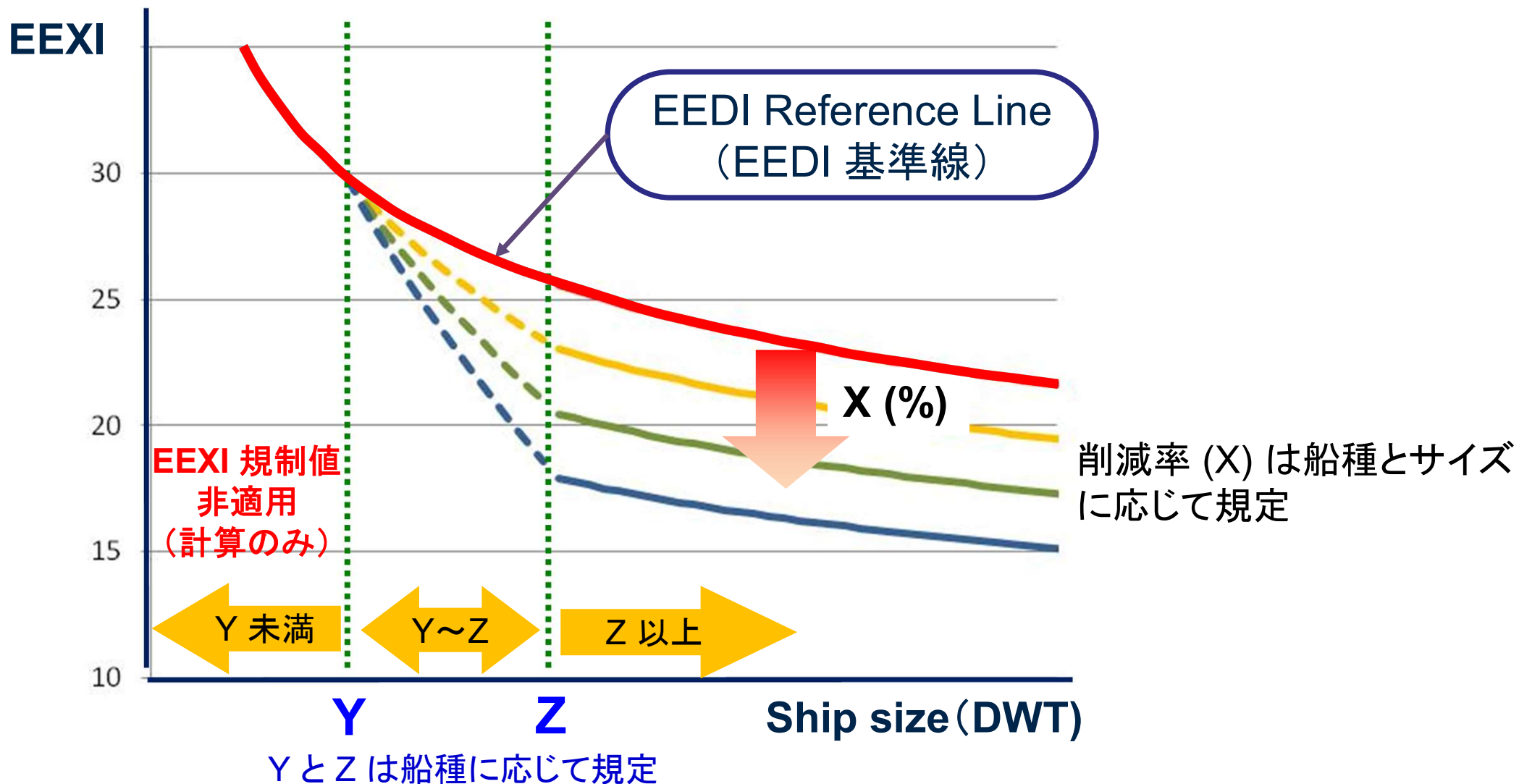
EEXI 規制の適用サイズ

- EEDI 規制と同様に 400 GT 以上の国際航海に従事する以下の船舶は Attained EEXI の計算が要求され、さらに、そのサイズに応じて Required EEXI(規制値)への適合が要求される

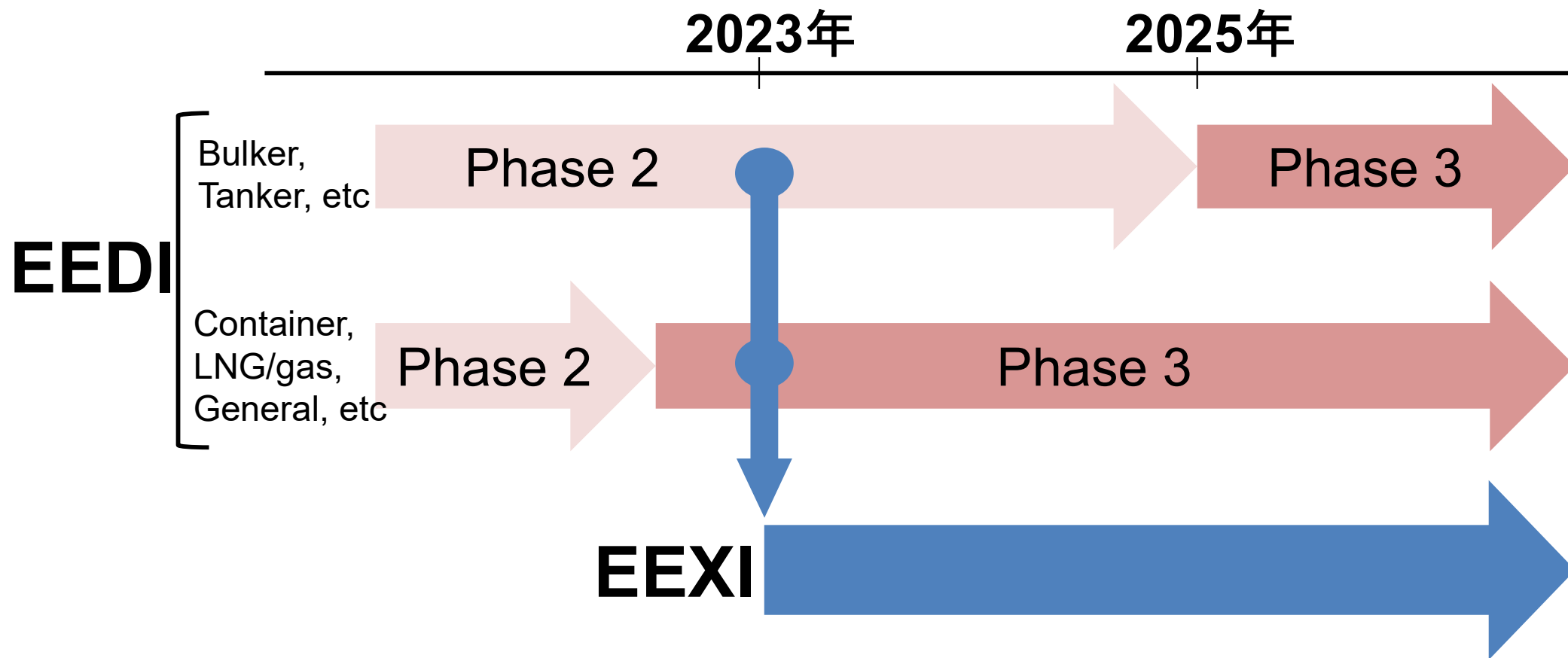
船種	Attained EEXI の計算	Required EEXI への適合
Bulk carrier	400 GT 以上	10,000 DWT 以上
Gas carrier	400 GT 以上	2,000 DWT 以上
Tanker	400 GT 以上	4,000 DWT 以上
Containership	400 GT 以上	10,000 DWT 以上
General cargo ship	400 GT 以上	3,000 DWT 以上
Refrigerated cargo carrier	400 GT 以上	3,000 DWT 以上
Combination carrier	400 GT 以上	4,000 DWT 以上
Ro-ro cargo ship (Vehicle carrier)	400 GT 以上	10,000 DWT 以上
Ro-ro cargo ship	400 GT 以上	1,000 DWT 以上
Ro-ro passenger ship	400 GT 以上	250 DWT 以上
LNG carrier	400 GT 以上	10,000 DWT 以上
Cruise passenger ship (non-conventional)	400 GT 以上	25,000 GT 以上

Required EEXI (規制値) (1/5)

$$\text{Required EEXI} = \left(1 - \frac{X}{100} \right) \times \text{EEDI Reference Line}$$



基本的には 2023年時点での新造船の EEDI 規制値と同レベル※



※ 超大型バルカー・タンカー、中小型コンテナ船、Ro-ro 貨物船、Ro-ro 旅客船については、就航船の大幅な燃費性能の改善が技術的に困難であるとして、若干緩和されている。

Required EEXI (規制値) (3/5)

EEDI Reference Line

✓ Required EEXI は、EEDI Reference Line を基に決定される

Type of ship		Reference Line
Bulk carrier	DWT ≤ 279,000	$961.79 \times \text{DWT}^{-0.477}$
	DWT > 279,000	$961.79 \times 279,000^{-0.477}$
Gas carrier		$1120.00 \times \text{DWT}^{-0.456}$
Tanker		$1218.80 \times \text{DWT}^{-0.488}$
Containership		$174.22 \times \text{DWT}^{-0.201}$
General cargo ship		$107.48 \times \text{DWT}^{-0.216}$
Refrigerated cargo carrier		$227.01 \times \text{DWT}^{-0.244}$
Combination carrier		$1219.00 \times \text{DWT}^{-0.488}$
Ro-ro cargo ship (vehicle carrier)	DWT/GT < 0.3	$(\text{DWT/GT})^{-0.7} \times 780.36 \times \text{DWT}^{-0.471}$
	DWT/GT ≥ 0.3	$1812.63 \times \text{DWT}^{-0.471}$
Ro-ro cargo ship	DWT ≤ 17,000	$1686.17 \times \text{DWT}^{-0.498}$
	DWT > 17,000	$1686.17 \times 17,000^{-0.498}$
Ro-ro passenger ship	DWT ≤ 10,000	$902.59 \times \text{DWT}^{-0.381}$
	DWT > 10,000	$902.59 \times 10,000^{-0.381}$
LNG carrier		$2253.7 \times \text{DWT}^{-0.474}$
Cruise passenger ship having non-conventional propulsion		$170.84 \times \text{GT}^{-0.214}$

Required EEXI (規制値) (4/5)

船種	サイズ	削減率 (X) %
Bulk carrier	200,000 DWT 以上	15
	20,000 – 200,000 DWT	20
	10,000 - 20,000 DWT	0 - 20*
Gas carrier	15,000 DWT 以上	30
	10,000 - 15,000 DWT	20
	2,000 - 10,000 DWT	0 - 20*
Tanker	200,000 DWT 以上	15
	20,000 – 200,000 DWT	20
	4,000 - 20,000 DWT	0 - 20*
Containership	200,000 DWT 以上	50
	120,000 - 200,000 DWT	45
	80,000 - 120,000 DWT	35
	40,000 - 80,000 DWT	30
	15,000 - 40,000 DWT	20
	10,000 - 15,000 DWT	0 - 20*

* DWTに応じて線形補間した削減率

Required EEXI (規制値) (5/5)

船種	サイズ	削減率 (X) %
General cargo ship	15,000 DWT 以上	30
	3,000 - 15,000 DWT	0 - 30 *
Refrigerated cargo carrier	5,000 DWT 以上	15
	3,000 - 5,000 DWT	0 - 15 *
Combination carrier	20,000 DWT 以上	20
	4,000 - 20,000 DWT	0 - 20 *
Ro-ro cargo ship (vehicle carrier)	10,000 DWT 以上	15
Ro-ro cargo ship	2,000 DWT 以上	5
	1,000 - 2,000 DWT	0 - 5 *
Ro-ro passenger ship	1,000 DWT 以上	5
	250 - 1,000 DWT	0 - 5 *
LNG carrier	10,000 DWT 以上	30
Cruise passenger ship having non-conventional propulsion	85,000 GT 以上	30
	25,000 - 85,000 GT	0 - 30 *

* DWTに応じて線形補間した削減率



- MARPOL 条約附属書 VI 改正は、2022年11月1日に発効。
EEXI 規制は **2023年1月1日より適用開始**。
- 以下の時期までに EEXI 規制への適合が必要

2023/1/1より前に完工の船舶

2023年1月1日以降最初の IAPP 証書の年次、
中間又は更新検査

2023/1/1以降に完工の船舶

IEE 証書の初回検査(完工時)

■ EEXI の計算及び認証等の要件を規定する 3 種類のガイドラインが MEPC で採択

EEXI 計算ガイドライン (MEPC.350(78))	<ul style="list-style-type: none">• EEXI の計算方法の詳細について規定• EEDI 計算ガイドラインと相違する部分についてのみ規定 (規定されない部分は EEDI の計算方法を準用)
EEXI 検査・認証ガイドライン (MEPC.351(78))	<ul style="list-style-type: none">• EEXI の検査・認証方法の詳細について規定• EEXI 認証のために提出が必要となる EEXI テクニカルファイル、追加情報について規定
EEXI 出力制限ガイドライン (MEPC.335(76))	<ul style="list-style-type: none">• 出力制限に関する基本的な要件を規定• EPL 船上管理マニュアル(OMM)に含むべき内容を規定• 出力制限の解除が認められる条件や解除した際の手順等について規定

1.1 General information

Shipowner	XXX Shipping Line
Shipbuilder	XXX Shipbuilding Company
Hull no.	12345
IMO no.	94112XX
Ship type	Bulk carrier

1.2 Principal particulars

Length overall	250.0 m
Length between perpendiculars	240.0 m
Breadth, moulded	40.0 m
Depth, moulded	20.0 m
Summer load line draught, moulded	14.0 m
Deadweight at summer load line draught	150,000 tons

1.3 Main engine

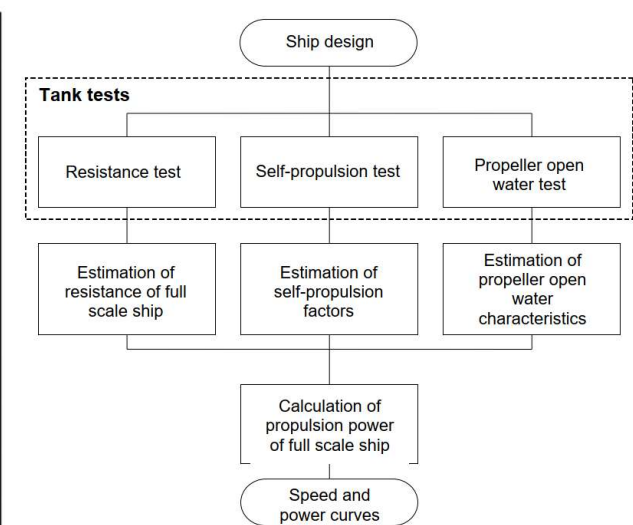
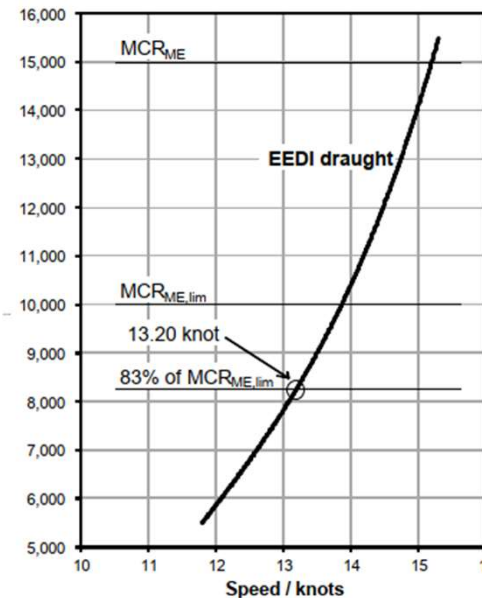
Manufacturer	XXX Industries
Type	6J70A
Maximum continuous rating (MCR _{ME})	15,000 kW x 80 rpm
Limited maximum continuous rating with the Engine Power Limitation installed (MCR _{ME,lim})	9,940 kW x 72 rpm
SFC at 75% of MCR _{ME} or 83% of MCR _{ME,lim}	166.5 g/kWh
Number of sets	1
Fuel type	Diesel Oil

1.4 Auxiliary engine

Manufacturer	XXX Industries
Type	5J-200
Maximum continuous rating (MCR _{AE})	600 kW x 900 rpm
SFC at 50% MCR _{AE}	220.0 g/kWh
Number of sets	3
Fuel type	Diesel Oil

1.5 Ship speed

Ship speed (V _{sw}) (with the Engine Power Limitation installed)	13.20 knots
--	-------------



6.8 Calculated value of attained EEXI

$$\begin{aligned}
 EEXI &= \frac{(\prod_{j=1}^M f_j) (\sum_{i=1}^{nME} P_{ME(i)} \cdot C_{FME(i)} \cdot SFC_{ME(i)}) + (P_{AE} \cdot C_{FAE} \cdot SFC_{AE})}{f_i \cdot f_c \cdot f_l \cdot Capacity \cdot f_w \cdot V_{ref} \cdot f_m} \\
 &+ \frac{\{(\prod_{j=1}^M f_j \cdot \sum_{i=1}^{nPTI} P_{PTI(i)} - \sum_{i=1}^{neff} f_{eff(i)} \cdot P_{AEeff(i)}) \cdot C_{FAE} \cdot SFC_{AE}\}}{f_i \cdot f_c \cdot f_l \cdot Capacity \cdot f_w \cdot V_{ref} \cdot f_m} \\
 &- \frac{(\sum_{i=1}^{neff} f_{eff(i)} \cdot P_{eff(i)} \cdot C_{FME} \cdot SFC_{ME})}{f_i \cdot f_c \cdot f_l \cdot Capacity \cdot f_w \cdot V_{ref} \cdot f_m} \\
 &= \frac{1 \times (8250 \times 3.206 \times 166.5) + (625 \times 3.206 \times 220.0) + 0 - 0}{1 \times 1 \times 1 \times 150000 \times 1 \times 13.20 \times 1} \\
 &= 2.41 \text{ (g - CO}_2\text{/ton \cdot mile)}
 \end{aligned}$$

attained EEXI: 2.41 g-CO₂/ton mile

EEXI テクニカルファイルの記載事項

載貨重量/総トン数、主機/補機出力、推定船速、主機/補機燃費等の基礎データ、EPL 後の制限最大出力 (MCR_{lim}) (EPLを採用する場合)、推定パワーカーブ、推進システム及び給電システムの主要目、機器構成の概要 (模式図等)、パワーカーブの推定手順 (プロセス図等)、省エネ機器の概要、EEXI の計算値、LNG 運搬船の場合、関連の諸データ、等

1. IMO による国際海運からの GHG 削減戦略
2. EEXI 規制の概要
3. EEXI 規制への対応

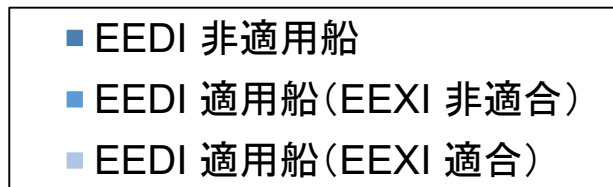
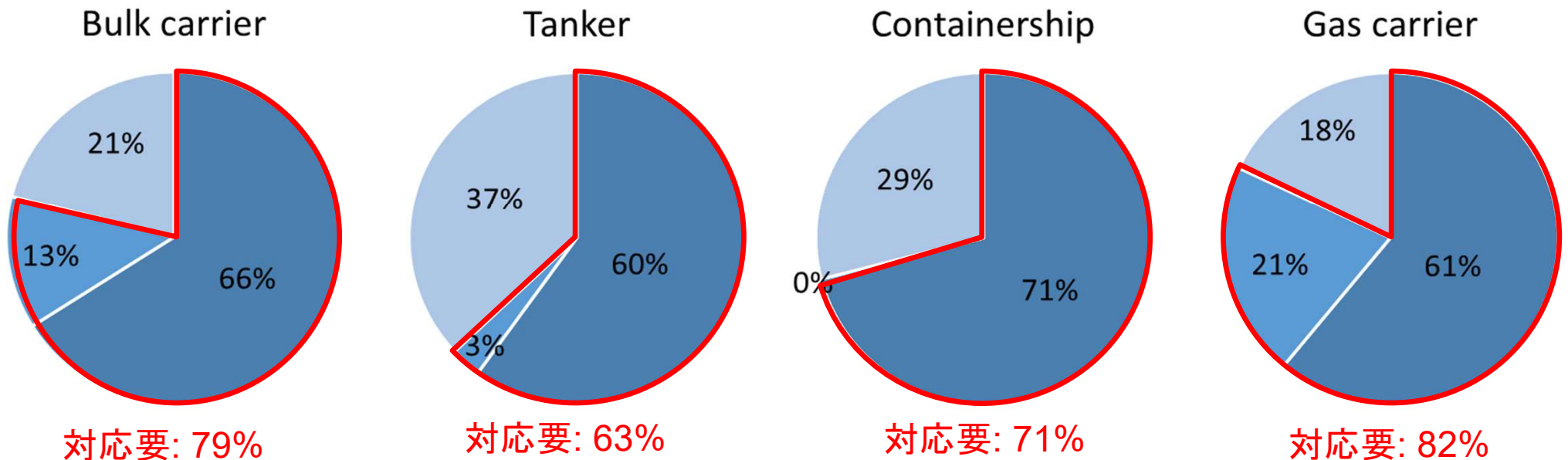


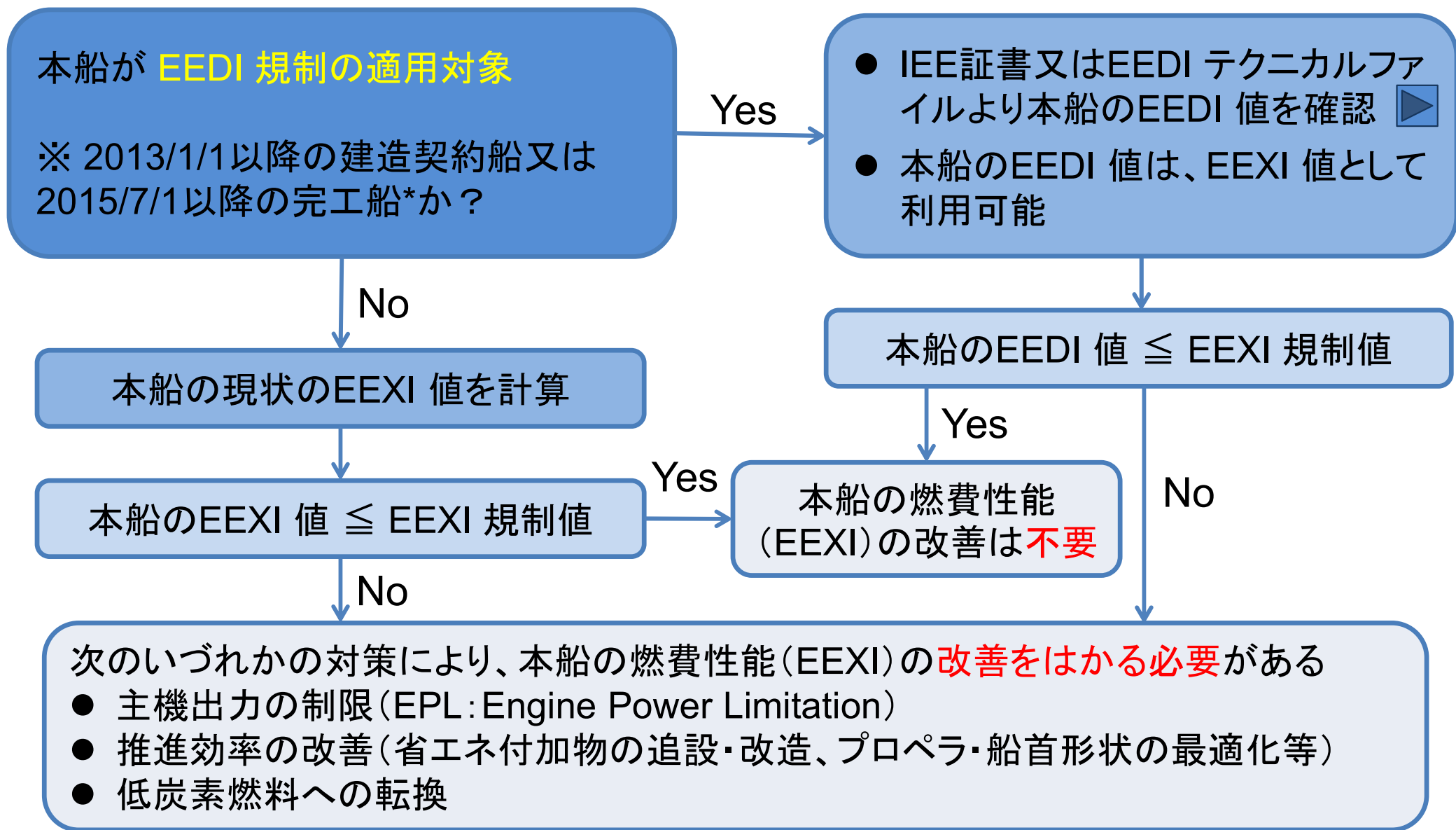
NK 船級船のEEXI 規制適合状況

■ EEXI 規制対象船	7,400隻
✓ EEDI 非適用船	5,300隻
✓ EEDI 適用船 (EEXI 規制非適合)	600隻
✓ EEDI 適用船 (EEXI 規制適合)	1,500隻

⇒ 対応要: 5,900隻 (80%)

⇒ 対応不要: 1,500隻 (20%)





* LNG carrier又はCruise passenger shipの場合は、2015/9/1以降の建造契約船又は2019/9/1以降の完工船

IEE 証書の記載例

Page 1 of 4

INTERNATIONAL ENERGY EFFICIENCY CERTIFICATE
(This certificate shall be supplemented by a Record of Construction relating to Energy Efficiency)

Page 2 of 4

SUPPLEMENT TO THE
INTERNATIONAL ENERGY EFFICIENCY CERTIFICATE
(IEE CERTIFICATE)

Page 3 of 4

Notes:
1. This Record of Construction shall be completed in accordance with the IEE-97P (20.10) and the IEE-97P (20.10) shall be submitted to the Administration in accordance with regulation 2.10.10 of the IEE-97P (20.10).
2. The Record of Construction shall be completed in accordance with the IEE-97P (20.10) and the IEE-97P (20.10) shall be submitted to the Administration in accordance with regulation 2.10.10 of the IEE-97P (20.10).
3. Entries in this Record of Construction shall be made in accordance with the IEE-97P (20.10) and the IEE-97P (20.10) shall be submitted to the Administration in accordance with regulation 2.10.10 of the IEE-97P (20.10).
4. Unless otherwise stated, the IEE-97P (20.10) shall be submitted to the Administration in accordance with regulation 2.10.10 of the IEE-97P (20.10).

Particulars

Name of ship

Distinctive number

Port of registry

Gross tonnage

IMO Number

THIS IS TO CERTIFY

1. That the ship is a new ship as defined in regulation 2.23 of the IEE-97P (20.10)

2. That the ship is a new ship as defined in regulation 2.23 of the IEE-97P (20.10)

Completion date

Issued at

The undersigned

1. Particulars

1.1 Name of ship

1.2 IMO Number

1.3 Date of completion

1.4 Gross tonnage

1.5 Deadweight tonnage

1.6 Type of ship

2. Propulsion system

2.1 Diesel engine

2.2 Diesel engine

2.3 Turbo-propeller

2.4 Hybrid

2.5 Propulsion system

3. Attained Energy Efficiency Design Index (EEDI)

3.1 The Attained EEDI in accordance with regulation 20.1 is calculated based on the information contained in the EEDI technical file which also shows the process of calculating the Attained EEDI

The Attained EEDI is: **5.51** grams-CO₂ / tonne-mile

3.2 The Attained EEDI is not calculated as:

3.2.1 the ship is exempt under regulation 20.1 as it is not a new ship as defined in regulation 2.23

3.2.2 the type of propulsion system is exempt in accordance with regulation 19.3

3.2.3 the requirement of regulation 20 is waived by the ship's Administration in accordance with regulation 19.4

3.2.4 the type of ship is exempt in accordance with regulation 20.1

4. Required EEDI

4.1 Required EEDI is: 7.25 grams-CO₂ / tonne-mile

4.2 The required EEDI is not applicable as:

4.2.1 the ship is exempt under regulation 21.1 as it is not a new ship as defined in regulation 2.23

4.2.2 the type of propulsion system is exempt in accordance with regulation 19.3

4.2.3 the requirement of regulation 21 is waived by the ship's Administration in accordance with regulation 19.4

4.2.4 the type of ship is exempt in accordance with regulation 21.1

4.2.5 the ship's capacity is below the minimum capacity threshold in Table 1 of regulation 21.1

5. Ship Energy Efficiency Management Plan

5.1 The ship is provided with a Ship Energy Efficiency Management Plan in accordance with regulation 22

6. EEDI technical file

6.1 The IEE Certificate is accompanied by the EEDI technical file in accordance with regulation 20.10

6.2 The EEDI technical file identification / verification number

6.3 The EEDI technical file verification date: 5 July 2021

IEE-97P (20.10)

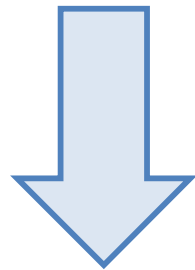
IEE-97P (20.10)

IEE-97P (20.10)

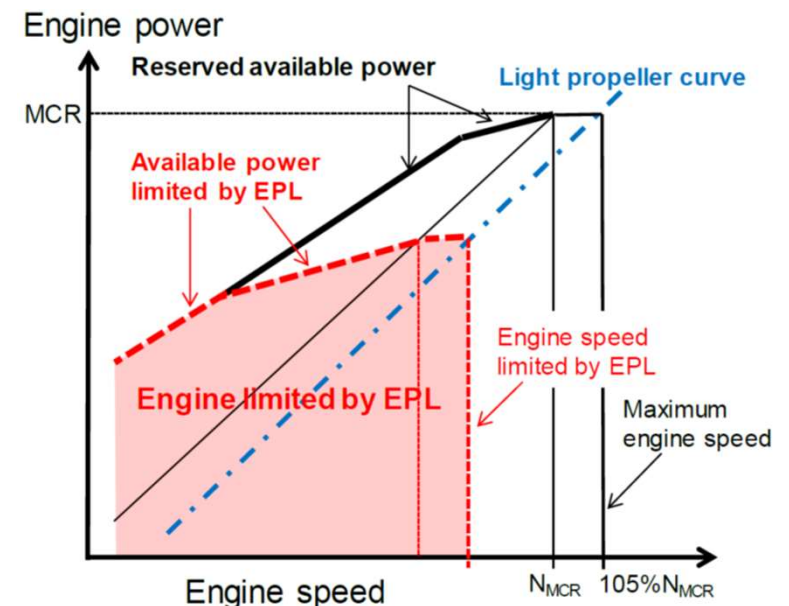


■ Engine Power Limitation (EPL)とは？

- ✓ 最適なエンジン設定の範囲内で主機出力を制限することにより、船舶の燃費性能 (EEXI)を改善するシステムであり、その結果として、船速が制限される。
- ✓ 既存の規制の枠組みの範囲内で複雑なシステムを追設することなく、**燃料噴射量を制限**することにより、最大出力を簡単に制限することができる極めてシンプルな装置。
- ✓ EIAPP 証書や NOx テクニカルファイルを更新することなく、寄港時に短時間で簡単に導入(設定)可能。
- ✓ 悪天候時 (Adverse weather condition) や海賊の襲撃等の非常時は EPL の解除が認められているため、制限後の主機出力が最低出力要件を満足する必要はない。

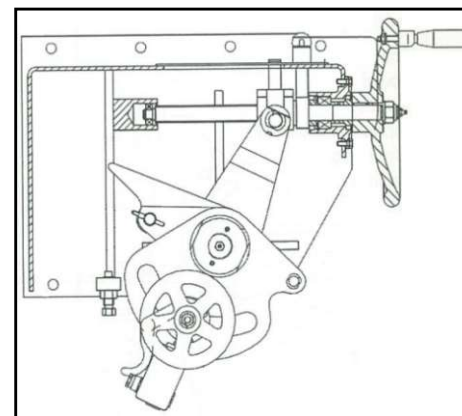
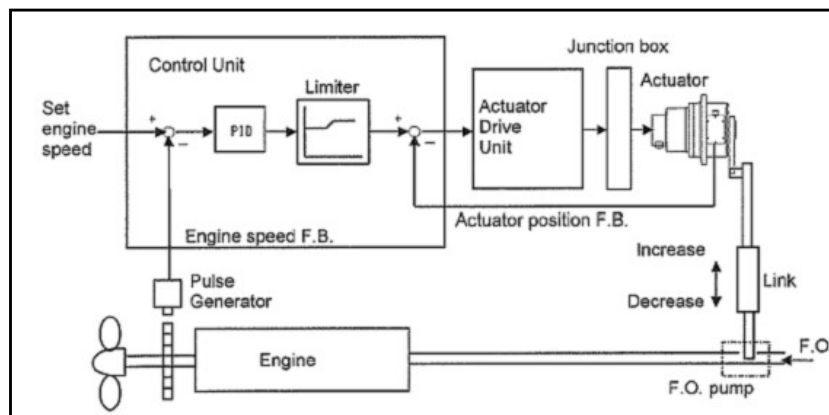


EPL は燃費性能 (EEXI) を改善するための**有効な手段**の一つ



■ 機械式エンジン(従来型)

- ① ガバナー装置の燃料噴射量の制限値 (fuel index limiter) の設定変更
- ② Mechanical Stop Screw の調整
- ③ ワイヤ等による Mechanical Stop Screw の封印 (条約検査やPSC検査で確認)

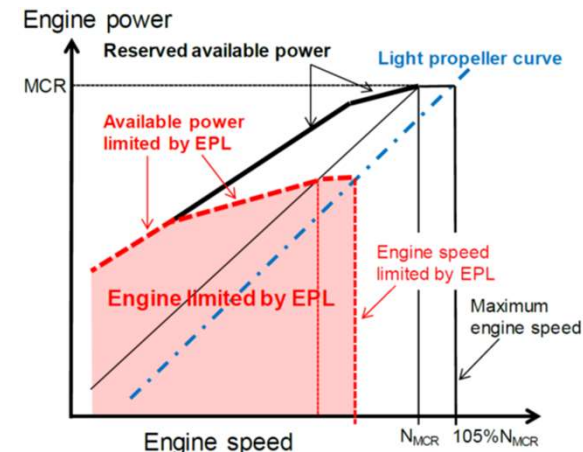
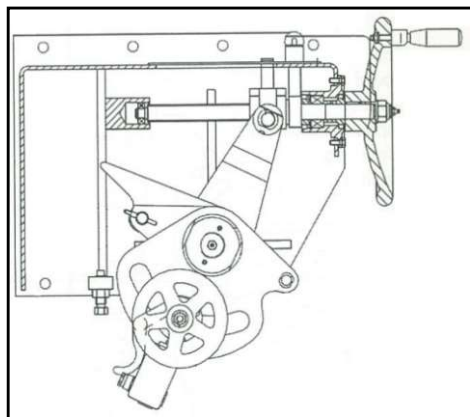


■ 電子制御式エンジン(最新型)

- ① ガバナー装置の燃料噴射量の制限値 (fuel index limiter) の設定変更
- ② データロガー等の記録装置により、燃料噴射量又は制限値の設定変更履歴の記録



電子制御式エンジンは機械式エンジンのように物理的に封印できないため、データロガー等の装置に記録されたログを確認することにより、EPL が許可なく解除(安全上の非常時を除く)されていないことを確認。



■ 基本要件

- 燃料噴射量等を制御することにより機関出力を確実に制限すること。
- 船長・機関長の判断無しに恣意的に制限を解除できないこと。
- 安全上の事由で制限を解除した際は、その旨が明示・記録されること。
- 改ざん防止の措置が取られていること。
- 出力制限装置 (EPL) の船上管理マニュアルを作成し、船上に備え置くこと。

■ EPL 船上管理マニュアルの記載事項

EPL 前の最大出力 (MCR) (kW) 及び最大回転数 (N_{MCR}) (rpm)、EPL 後の制限最大出力 (MCR_{lim}) (kW) 及び制限最大回転数 ($N_{MCR,lim}$) (rpm)、EPL システムの技術的詳細、EPL の封印方法 (機械式エンジン)、EPL の設定及びモニタリング方法 (電子制御式エンジン)、EPL の解除方法及び手順、EPL の解除に必要な時間、主管庁/RO による EPL システムの検査手順、EPL 解除時の報告手順、EPL 管理責任者等

原則、海洋汚染防止条約(MARPOL 条約)第3規則に定める「安全確保のために必要な場合」は、出力制限の解除が認められる

具体的なケースの例

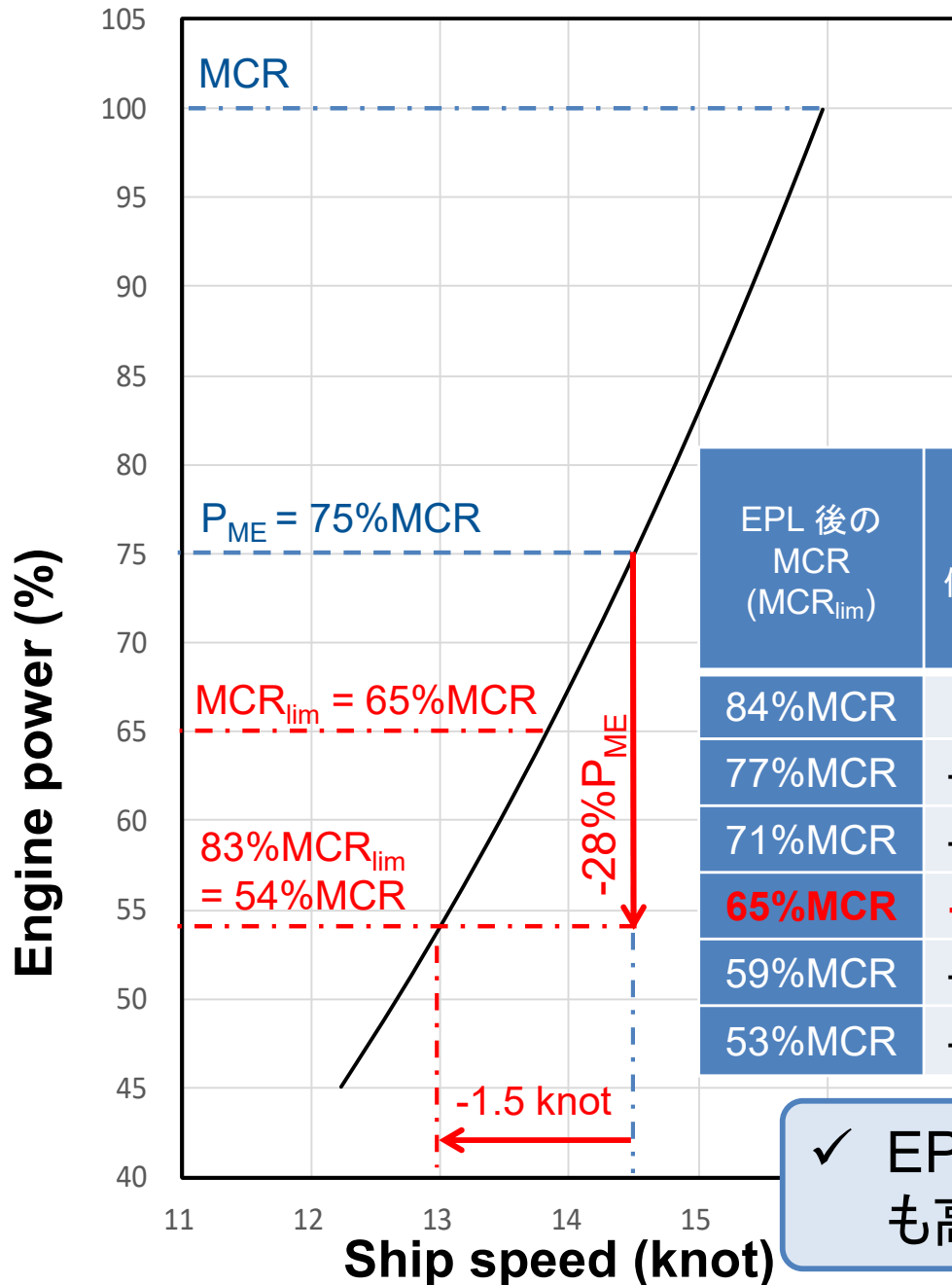
- 荒天下での安全確保、荒天海域からの回避
- 救助活動への参加
- 海賊からの回避
- エンジンメンテナンス：高出力での吹上げ(スス払い)等



■ 出力制限を解除した際は、遅滞なく、以下の事項を実施

- 制限解除時の状況の記録(船速、出力、風速、波高その他の状況)
- 主管庁・次寄港港への通報
- 荒天等を脱出して以降速やかに出力制限の再設定
- 出力制限再設定後、主管庁・船級による確認(リモート確認可)

EPL による EEXI 改善例



EEXI after EPL [g/ton·mile] =

$$\frac{CO_2 \text{換算係数} \times \text{燃料消費率} \times \text{機関出力} (83\%MCR_{lim})}{Capacity \times \text{船速 at } 83\%MCR_{lim}}$$

$$\left(\begin{array}{l} \text{出力} \propto \text{船速}^3 \quad \rightarrow \quad \text{EEXI} \propto \text{船速}^2 \\ \text{船速} \propto \text{出力}^{1/3} \quad \rightarrow \quad \text{EEXI} \propto \text{出力}^{2/3} \end{array} \right)$$

EPL 後の MCR (MCR_{lim})	P_{ME} 低下率	船速 低下率	オリジナル船速 (V_{ref} at 75%MCR) [knot]	EPL 後船速 (V_{ref} at 83%MCR _{lim}) [knot]	船速低下量 (ΔV_{ref}) [knot]	EEXI 改善率
84%MCR	-7%	-3%	14.5	14.1	-0.4	+5%
77%MCR	-15%	-5%	14.5	13.8	-0.7	+10%
71%MCR	-22%	-8%	14.5	13.4	-1.1	+15%
65%MCR	-28%	-11%	14.5	13.0	-1.5	+20%
59%MCR	-35%	-13%	14.5	12.6	-1.9	+25%
53%MCR	-41%	-16%	14.5	12.1	-2.4	+30%

✓ EPL は EEXI の改善効果が高く、費用対効果も高いことから、**最も有効な手段**

推進効率の改善による EEXI 改善例

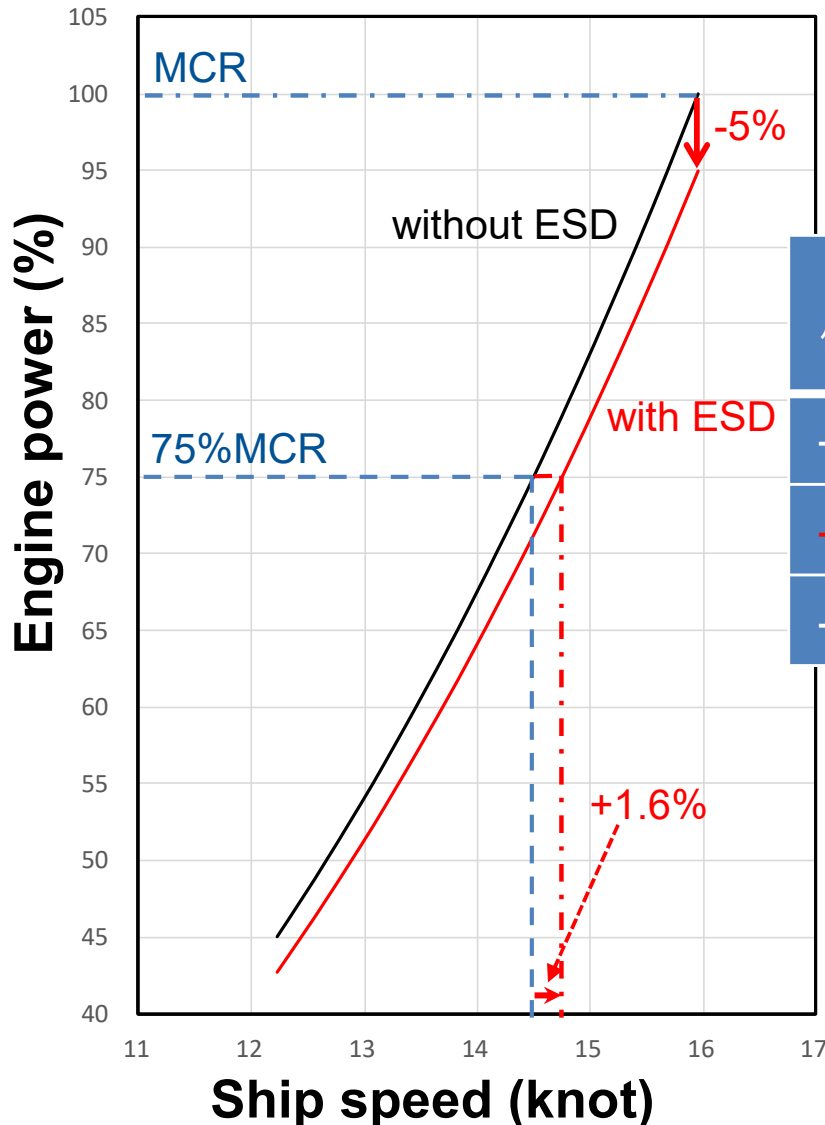
- 省エネ付加物 (ESD) の追設・改造
- プロペラ・船首形状の最適化

EEXI [g/ton·mile] =

CO₂換算係数 × 燃料消費率 × 機関出力 (75%MCR)

Capacity × 船速 at 75%MCR

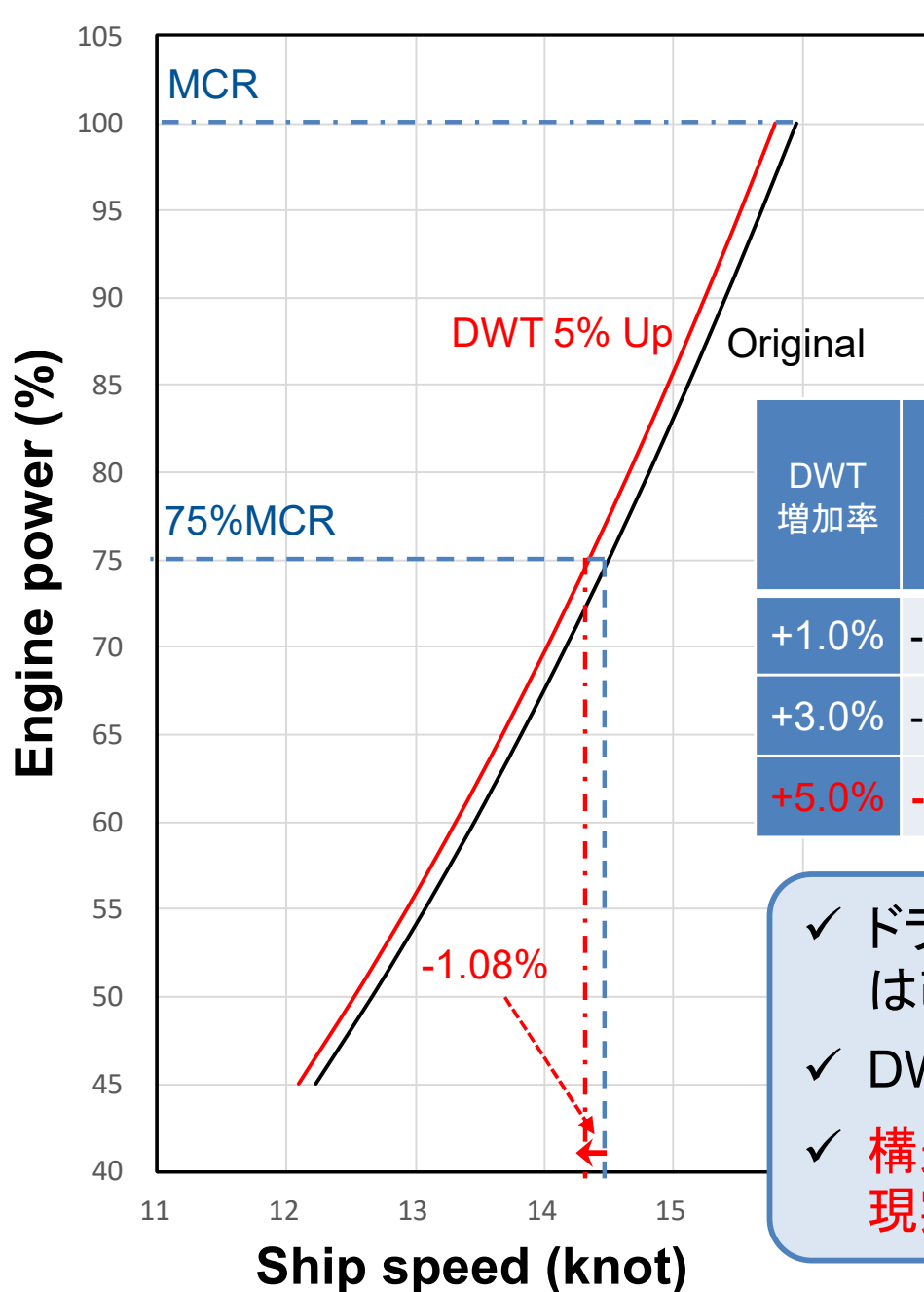
ESD改善効果反映



出力低減率	船速増加率	船速 without ESD (V _{ref} at 75%MCR) [Knot]	船速 with ESD (V _{ref} at 75%MCR) [Knot]	船速増加量 (ΔV) [knot]	EEXI改善率
-3.0%	+1.0%	14.50	14.64	+0.14	+1.0%
-5.0%	+1.6%	14.50	14.74	+0.24	+1.6%
-7.0%	+2.3%	14.50	14.83	+0.33	+2.3%

- ✓ 省エネ付加物は主機出力を3-7%低減可能
- ✓ EEXI計算上は、出力には反映できず、船速のみに反映されることから、EEXIの改善効果は1-3%程度
- ✓ 省エネ付加物だけで EEXI 規制への対応は困難だが、EPL とセット(合わせ技)で用いることが有効

DWT増加(ドラフトアップ)による EEXI 改善例 ClassNK



EEXI [g/ton·mile] = 変更無(固定)

$$\frac{\text{CO}_2\text{換算係数} \times \text{燃料消費率} \times \text{機関出力(75\%MCR)}}{\text{Capacity (DWT)} \times \text{船速 at 75\%MCR}}$$

$\text{船速} \propto \text{DWT}^{-2/9}$

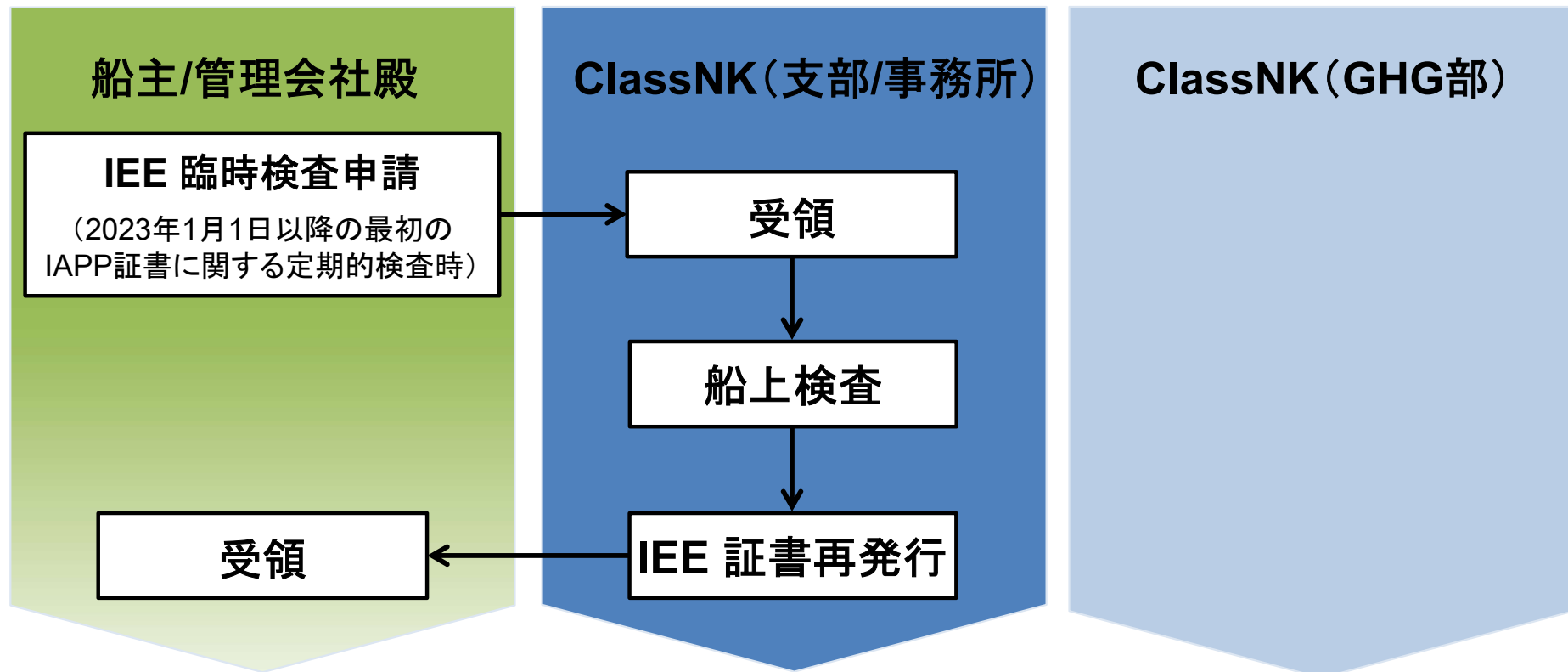
DWT 増加率	船速 低下率	Attained EEXI 改善率	Required EEXI 低減率 (バルカー)	Required EEXI 低減率 (タンカー)	実際の改善率 (バルカー)	実際の改善率 (タンカー)
+1.0%	-0.22%	+0.77%	-0.47%	-0.48%	+0.30%	+0.29%
+3.0%	-0.65%	+2.27%	-1.40%	-1.43%	+0.87%	+0.84%
+5.0%	-1.08%	+3.72%	-2.30%	-2.35%	+1.42%	+1.37%

- ✓ ドラフトアップでDWTを増加させれば、Attained EEXI は改善するが、同時に Required EEXI も低減
- ✓ DWTを5%増加させても、実際の改善率は**1.4%**程度
- ✓ **構造補強が必要なドラフトアップ**は費用対効果が低く、現実的ではない

■ EEXI 認証の流れ

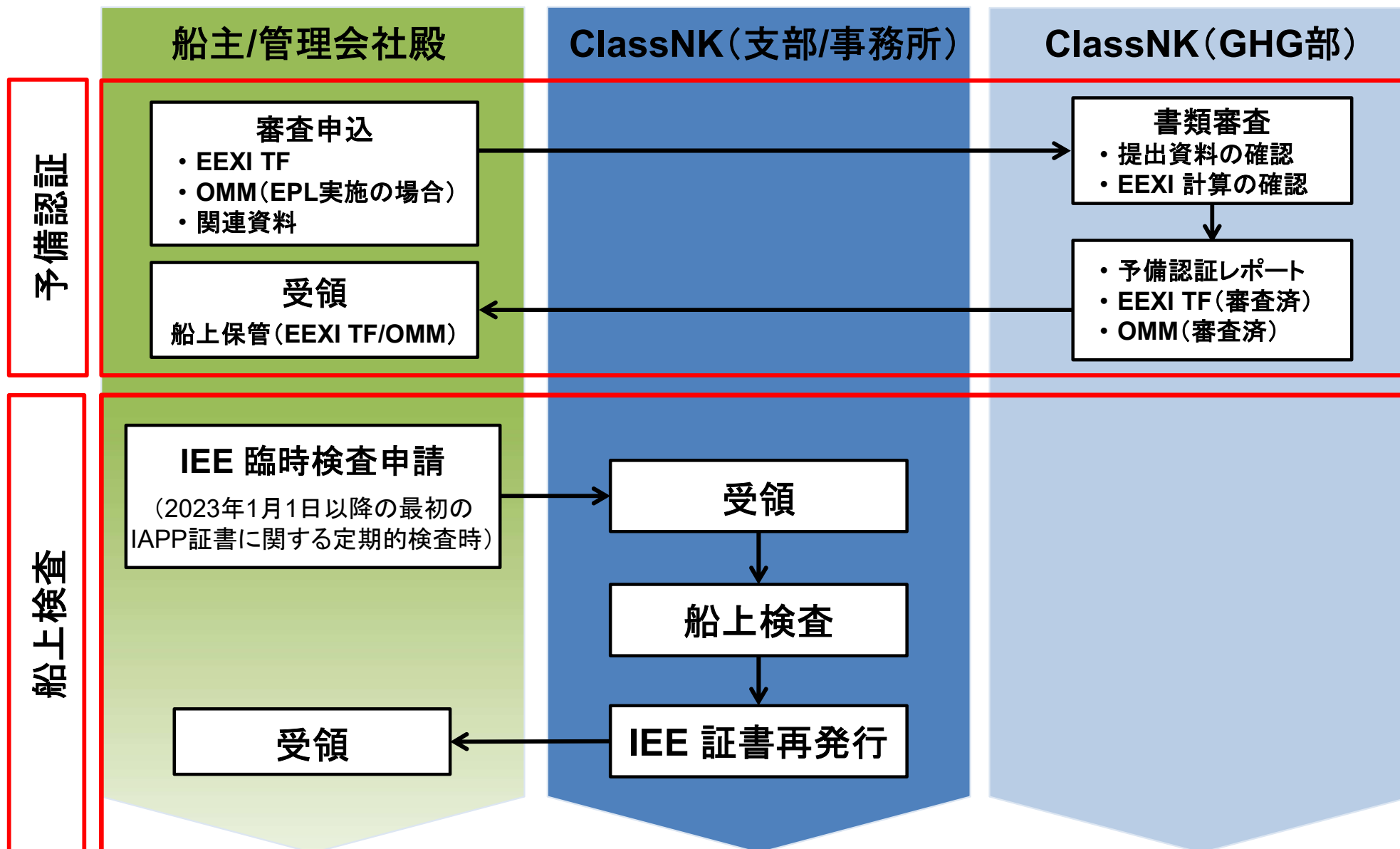
1. EEDI 適用船で EEDI 値が EEXI 規制値を満足している場合
2. その他の場合

1. EEDI 適用船で EEDI 値が EEXI 規制値を満足している場合



※ 本船の EEDI 値及び EEDI テクニカルファイルが EEXI 値及び EEXI テクニカルファイルとなるため EEXI テクニカルファイルの作成等の事前準備は不要

2. その他の場合



EEXI 計算

- EEXI 値の計算には、**船速**、**燃費値**に関する資料が必要
- 「簡易算式による船速」及び「デフォルト値による燃費値」を用いて EEXI 値をコンサバに算出することは可能だが、本船への影響を最小限にするためには、**正確な EEXI 値を計算することが重要**
- 正確な EEXI 値の計算のためには、建造造船所より**パワーカーブ・水槽試験結果**、エンジンメーカーより**燃費値 (NOx計測時の)**の資料を入手することが必要

主機出力制限 (EPL)

- EPL に伴って**最大船速が低下**することから、**運航への影響を正確に把握**するために、前広な EEXI 評価 (EEXI 値計算、必要 EPL 出力の算出) が重要
- EPL の導入に伴い、**ログ装置等の導入が必要なケース**もあり
- 世界中の船舶が本規制の対象であり、**EPL 工事等が混み合う**可能性もあることから、前広な準備をおすすめ

船級における EEXI 認証

- EEXI テクニカルファイル、EPL 船上管理マニュアルの船級における承認が必要
- 船速をパワーカーブから算出する場合は、パワーカーブの算出根拠の確認も必要なことから、審査に時間が必要
- EEXI 規制への適合は、2023年1月1日以降最初のIAPP証書の年次、中間又は更新検査までだが、2023年1月1日より前の時期でも図面承認、船上立会い確認の実施は可能

EEXI 規制への対応に係る費用

- EEXI テクニカルファイル、EPL 船上管理マニュアルの作成費用
- EEXI 計算に必要なデータ(パワーカーブ・水槽試験結果、燃費値)に係る費用
- EPL 設定に係る費用
- EEXI 認証に係る船級検査費用(図面承認、船上立会い、新 IEE 証書の発行)

お問合せ窓口

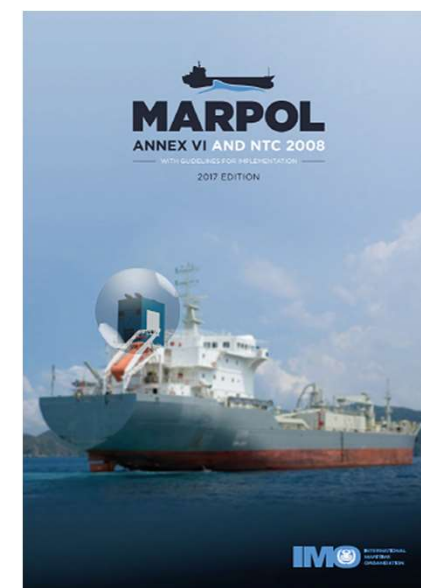
一般財団法人 日本海事協会 船体部 EEDI 部門

〒102-0094 東京都千代田区紀尾井町3番3号
管理センター別館

TEL : 03-5226-2018

FAX : 03-5226-2019

E-mail : eedi@classnk.or.jp



THANK YOU

for your kind attention

ClassNK

A World Leader in Ship Classification.