

# FuelEU Maritime・EU-ETSにおける 実測メタンスリップ排出係数 ( $C_{slip}$ ) の 適用について

Ver. 1.0

2026年2月

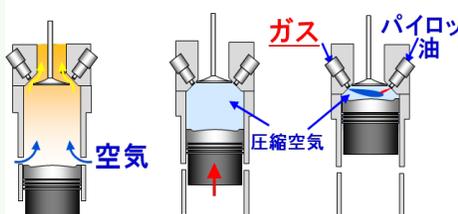
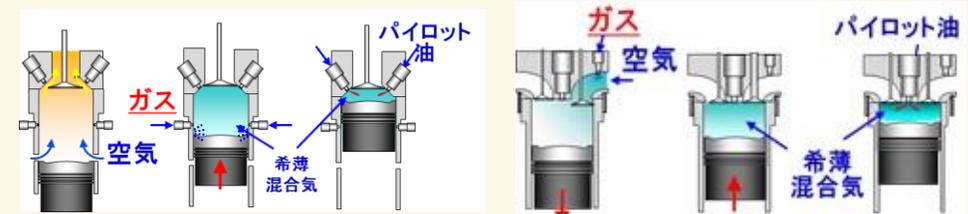
日本海事協会  
環境部



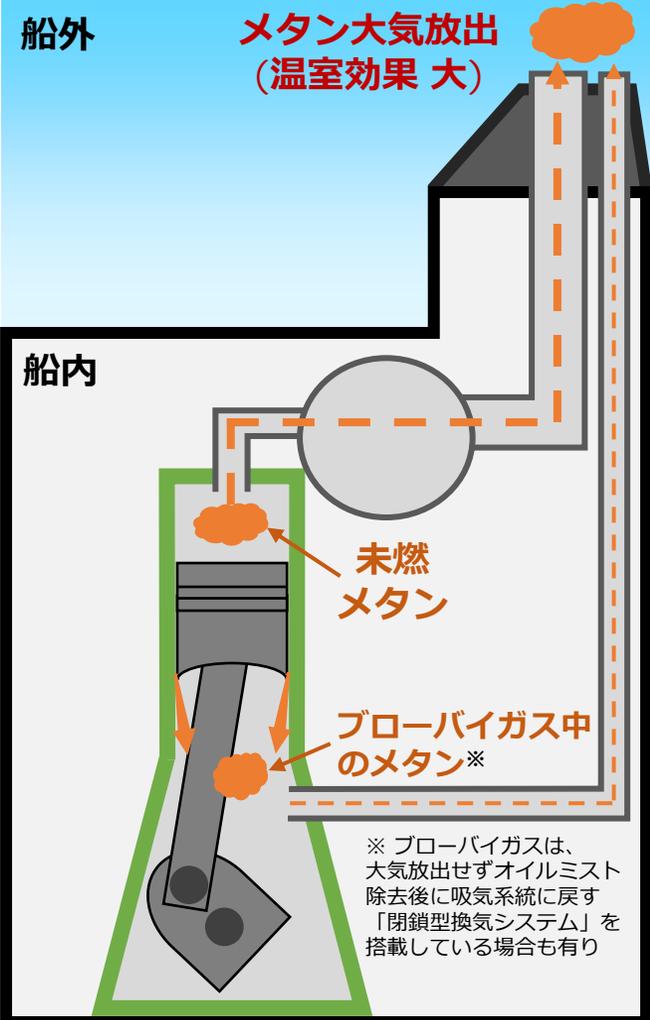
# はじめに

## ■ メタンスリップとは

- 天然ガス（主成分：メタン）を燃料とするエンジンで、メタンが燃焼せず漏出（スリップ）すること
- メタンのGWP\*はCO2の25倍 (FuelEU) / 28倍 (EU-ETS) であるため、CO2相当量では影響大
- 漏出源は排ガス中の未燃メタンとクランクケース内ブローバイガス中のメタン（大気放出する系統がある場合）
- 主に**予混合式オートサイクルエンジン**で発生（高圧式ディーゼルサイクルエンジンでの発生量は微小）

種類	2ストローク（高圧式）	2ストローク（低圧式）	4ストローク
サイクル	ディーゼル	オート	
燃焼方式	拡散燃焼	予混合燃焼（リーンバーン）	
燃焼方式			
燃料供給圧力	300 bar	16 bar	4 - 5 bar
回転数区分	低速	低速	中速
主なメーカー	Everlence (IBMAN): ME-GI (WinGD: X-DF-HP, 2028年頃~)	WinGD: X-DF Everlence (IBMAN): ME-GA	ヤンマー、ダイハツ、Wärtsilä、etc.
メタンスリップ係数 (デフォルト値)	0.2% ("Diesel-slow")	1.7% ("Otto-slow")	3.1% ("Otto-medium")

メタンスリップのイメージ図



\* GWP (Global Warming Potential): CO2に対して何倍の温室効果を持つか表す係数。FuelEU Maritimeにおいては DIRECTIVE(EU)2018/2001、EU-ETSにおいてはIPCC AR5の100年軸の値を参照する。

## ■ GHG計算におけるメタンスリップの扱い

$$\text{GHG intensity} \left[ \frac{\text{gCO}_2\text{eq}}{\text{MJ}} \right] = f_{\text{wind}} \times (\text{WtT} + \text{TtW}) \text{ Equation (1)}$$

WtT	$\frac{\sum_i^n \text{fuel } M_i \times \text{CO}_{2\text{eq, WtT, i}} \times \text{LCV}_i + \sum_k^c E_k \times \text{CO}_{2\text{eq, electricity, k}}}{\sum_i^n \text{fuel } M_i \times \text{LCV}_i + \sum_k^c E_k}$
TtW	$\frac{\sum_i^n \text{fuel } \sum_j^m \text{engine } M_{i,j} \times \left[ \left( 1 - \frac{1}{100} C_{\text{slip, j}} \right) \times \left( \text{CO}_{2\text{eq, TtW, i, j}} \right) + \left( \frac{1}{100} C_{\text{slip, j}} \times \text{CO}_{2\text{eq, TtW, slip, i, j}} \right) \right]}{\sum_i^n \text{fuel } M_i \times \text{LCV}_i + \sum_k^c E_k}$

- 基本的に燃料消費量に排出係数を掛けてGHGを算出
- LNG燃料はメタンスリップによるGHG排出を別途計算

$C_{\text{slip}}$ : スリップ係数  
燃料消費量に対する燃料スリップ量の割合 (%)

燃料の燃焼によって発生するGHG(船上)のCO2相当量

$\text{CO}_{2\text{eq, TtW}}$ : 燃焼した燃料に対するCO2換算係数

$$\text{CO}_{2\text{eq, TtW, i, j}} = \left( \underset{\parallel}{C_{\text{fCO}_2, j}} \times \underset{\parallel}{\text{GWP}_{\text{CO}_2}} + \underset{\parallel}{C_{\text{fCH}_4, j}} \times \underset{\parallel}{\text{GWP}_{\text{CH}_4}} + \underset{\parallel}{C_{\text{fN}_2\text{O}, j}} \times \underset{\parallel}{\text{GWP}_{\text{N}_2\text{O}}} \right)_i$$

2.75
1
0
25
0.00011
298

$C_{\text{fCO}_2}, C_{\text{fCH}_4}, C_{\text{fN}_2\text{O}}$ : 燃料毎に規定された値  
燃料がLNGの場合、 $C_{\text{fCH}_4}$ はゼロ (この項は「燃焼した燃料」に対するものであり、メタンスリップは未燃メタンの漏出によるものであるため)

燃料のスリップによって発生するGHG(船上)のCO2相当量

$\text{CO}_{2\text{eq, TtW, slip}}$ : スリップ燃料に対するCO2換算排出係数

$$\text{CO}_{2\text{eq, TtW, slip, i, j}} = \left( \underset{\parallel}{C_{\text{sfCO}_2, j}} \times \underset{\parallel}{\text{GWP}_{\text{CO}_2}} + \underset{\parallel}{C_{\text{sfCH}_4, j}} \times \underset{\parallel}{\text{GWP}_{\text{CH}_4}} + \underset{\parallel}{C_{\text{sfN}_2\text{O}, j}} \times \underset{\parallel}{\text{GWP}_{\text{N}_2\text{O}}} \right)_i$$

0
1
1
25
0
298

0
25
0

メタン以外はゼロ → この項はメタンスリップのみを考慮する (CO2とN2Oは、燃料の燃焼 (=酸化反応) によって生じるため)

- 計算に用いる係数は多いが、その殆どは固定値を用いる →  $C_{\text{slip}}$  の値が重要
- $C_{\text{slip}}$  はエンジンの種類毎にデフォルト値が設定されているが、**実測値も使用可能** → ECにてガイドライン\*が制定

\* Guidelines For Reporting and Verification of Actual Methane Slip Tank-To-Wake Emission Factors from Marine Diesel Engines under the Scope of FuelEU Maritime Regulation

## ■ ECガイドライン制定の背景

### IMOの現状

- IMO DCSやCII、EEDI/EEXIでは、メタン等のCO2以外のGHGはカウント対象外
  - メタンスリップを考慮し始めるとすれば新規制である GFI (GHG強度規制) からになるが、2025年10月に開催された臨時MEPCにて採択の1年延期が決定 (従って、GFIの発効や適用開始は早くても2028年以降)  
→ IMOでは、メタンスリップに関して議論は行われているものの、喫緊ではなく将来的な課題の一つ
  - 現状IMOで採択しているメタンスリップ関連のガイドラインは「**メタン・N2O排出量の計測方法に関するガイドライン (MEPC.402(83))**」**だけ**であり、Engine Load Monitoring (後述にて解説) や、定期的な検査・検証の方法、後処理装置に関する取扱い、メタン排出量に対するテストサイクルの有効性等については議論中
- ECにおいては、FuelEU MaritimeやEU-ETSで既にメタンやN2OをGHG (CO2相当量) としてカウントするように規定しており、デフォルト値はあるものの、至急、実測値を使用できるように整備する必要性があった
  - そこで、**IMOで未整備な部分を暫定的に補完し、すぐに実測値を使用可能とすることを目的に作成された**のが、本ECガイドラインである
  - IMOでは議論中となっている “Engine Load Monitoring (ELM)” や定期的検証手法としてパラメータチェック法が先行して導入されている点がポイント
  - 暫定的なものであることは本ガイドライン冒頭で明記されており、今後 “International standard”(= IMO版) ができれば、それと統合 or 参照するような形で改正される可能性がある

### ECガイドライン冒頭抜粋

1.4 FEUM entered into force on 1<sup>st</sup> January of 2025. It accounts for methane and/or nitrous oxide emissions, and for this reason an interim solution is required until international standards and certification references are developed for demonstration of actual tank-to-wake emission factors and accepted in the EU legislative framework. These Interim Guidelines aim at addressing the following missing elements under discussion at the IMO: onboard verification, monitoring the performance of methane abatement aftertreatment devices, and the validity of test cycles for methane emissions.

#### 概訳:

国際基準および認証リファレンスが開発され、EUの法的枠組みで受け入れられるまで、暫定的な解決策が必要である。

このEC版暫定ガイドラインは、IMOで議論されている不足要素に対処することを目的としている。

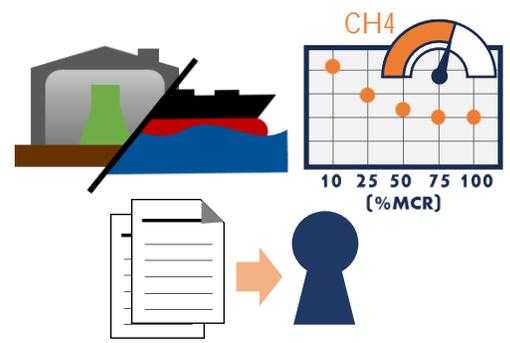
# はじめに

## ■ 実測 $C_{slip}$ 使用のための全体スキーム

### 初回検証

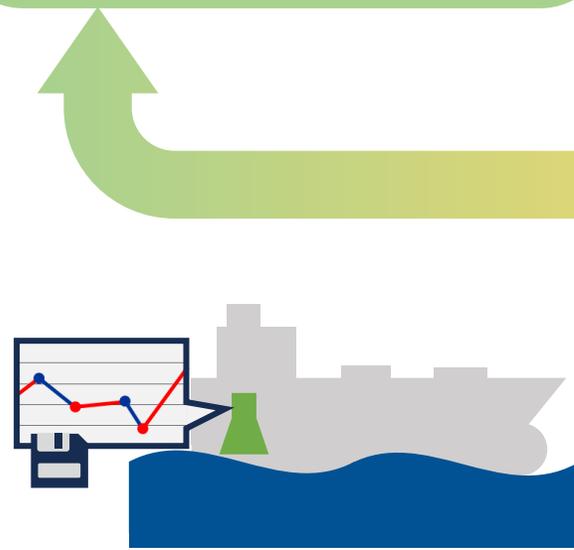
- 代表的な負荷点でのメタンスリップ量計測 (テストベッドまたは船上にて)
- 必要書類の作成・提出

最初の一度だけ  
(または主要な改造が行われた場合)



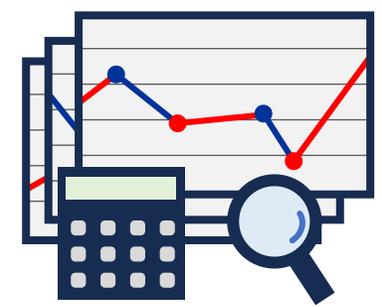
### 運航中

- エンジン負荷の計測・記録 (ELM: Engine Load Monitoring)
- エンジンの調整・改造等に関する記録



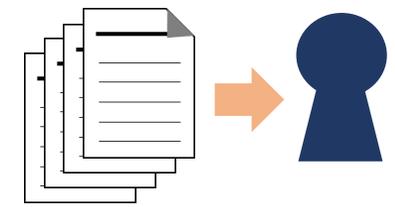
### 年度の終盤

- 年間データ集計 (ELMデータ, 燃料消費量, etc.)  
⇒ この年の $C_{slip}$ の計算
- 提出書類の準備



### 年次検証報告

- 年間データ、 $C_{slip}$ 計算結果、記録簿等の提出
- パラメータチェック (メタンスリップに関連する改造等が行われていないことの確認)



毎年繰り返す

# はじめに

## ■ 実測 $C_{slip}$ 使用のための全体スキーム

IMOの「メタン・N2O排出量の計測方法に関するガイドライン (MEPC.402(83))」準拠

メタンスリップ率はエンジンの運転状況により変化 (一般に、低負荷時に高くなる傾向)  
⇒ 運航中「どの運転負荷で、何時間運転したか」をELMで記録し、初回検証時のスリップ量計測結果に掛けて、荷重平均することで  $C_{slip}$  を求める

### 初回検証

- 代表的な負荷点でのメタンスリップ量計測 (テストベッドまたは船上にて)
- 必要書類の作成・提出

### 運航中

- エンジン負荷の計測・記録 (ELM: Engine Load Monitoring)
- エンジンの調整・改造等に関する記録

### 年度の終盤

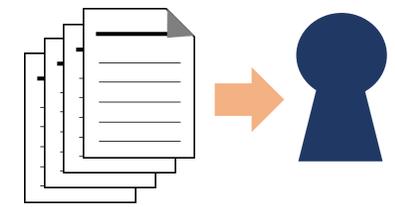
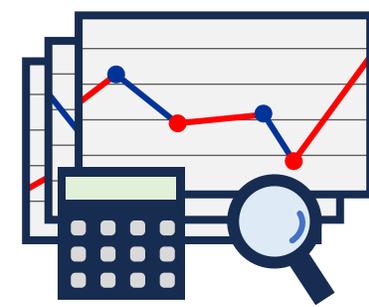
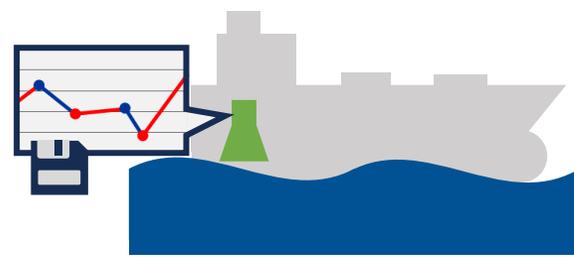
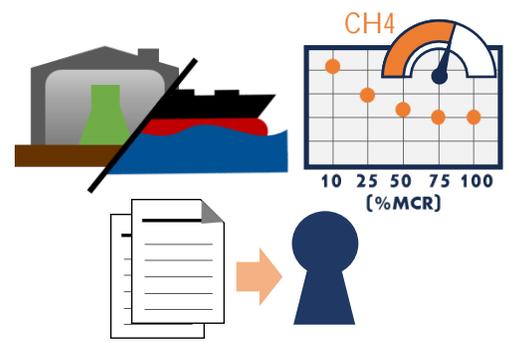
- 年間データ集計 (ELMデータ, 燃料消費量, etc.)  
⇒ この年の  $C_{slip}$  の計算
- 提出書類の準備

### 年次検証報告

- 年間データ、 $C_{slip}$  計算結果、記録簿等の提出
- パラメータチェック (メタンスリップに関連する改造等が行われていないことの確認)

最初の一度だけ  
(または主要な改造が行われた場合)

毎年繰り返す





## ■ Engine Load Monitoring (ELM)

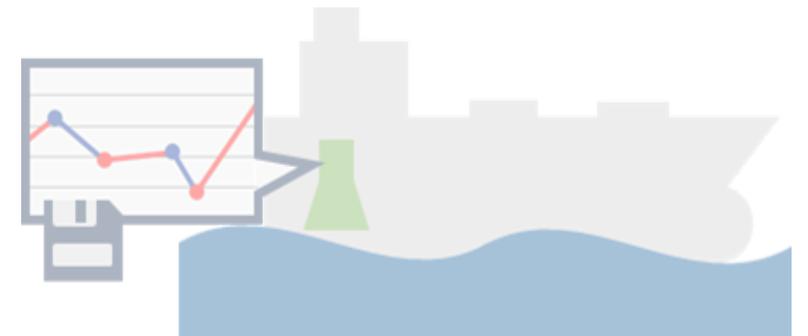
### ▶ 測定・記録要件

- 各エンジンの負荷を継続的に監視・記録すること
- 記録周期は 0.0033 Hz (=約5分) 以上であること (負荷の監視・記録を自動データ収集装置を用いずに行う場合は Verifier or 旗国の承認が必要)
- 液体燃料のみの運転は除外
- インターバルは「30分」とし、この間に計測した負荷を平均してこのインターバルにおける負荷を算出
  - ただし、負荷変動が大きい時 (負荷 or 回転数の変動幅が定格出力 or 定格回転数の $\pm 10\%$ を超えた場合) は、30分ではなく以下のいずれか大きい方にインターバルを短縮する
    - A) 変動幅が $\pm 10\%$ に収まるまでの時間
    - B) データを記録・処理する装置の周期
- (例) 記録周期が1分の装置を用いていて、負荷変動が収まるまでに要した時間が2分だった場合、インターバルを2分に短縮して、この2分間に計測した負荷の平均がこのインターバルの負荷となる
- データに欠損がある場合、欠損期間を補完するための方法論 (比例補間など) を Verifier に提示し、評価を受ける必要あり

### ▶ 負荷の計測方法

負荷は以下の方法の1つまたは組み合わせで求める

- 直接負荷測定信号
- トルクフランジ+回転数
- シャフト歪みゲージ+回転数
- 発電機出力から計算
- シリンダ圧力・噴射時間から推定 (NTC 6.4.3.4参照)



## ■ ECガイドライン – 全体の構成

### 1. 序論 (Introduction)

- ガイドラインの目的と適用範囲
- FuelEU Maritime規制の背景と、メタン排出係数に関する国際標準がないための暫定的な解決策の必要性
- IMOのMEPC.402(83) "メタン・N2O計測ガイドライン" の利用や、不足している要素への対応方法
- メタン排出量計測値がない場合のTHCの代替利用、4ストロークエンジンのクランクケースからのメタンスリップの取扱いについて

### 2. メタンスリップ量の文書化 (Documentation of the slip emission values)

- Methane Fileに記載すべき情報
- その他記録簿の作成など

### 3. メタンスリップ量の検証 (Verification of the methane emission values)

- 初回検証と年次検証の報告に必要な手順

Annex I: Engine Load Monitoring (ELM) と  $C_{slip}$  計算のための暫定手順

Annex II: 年次検証の手順詳細

Annex III: よくある質問

## ■ ECガイドライン – 1. 序論 (Introduction)

- ECガイドラインが発行された2025年10月現在、IMO MEPCで“メタン・N<sub>2</sub>O計測ガイドライン MEPC.402(83)”は作成されたが、現状不足している要素（船上検証(ELM等)、メタン削減後処理装置の性能監視、メタン排出量に対するテストサイクルの有効性）が議論中であり、それら“受け入れ可能な国際的な計測方法”ができるまでのETS/FuelEUに適用可能な**暫定的なガイドライン**の位置づけ  
→ **IMOのメタン・N<sub>2</sub>O計測ガイドラインが改正された後、本ECガイドラインも合わせて改正される可能性有り**
- **メタンスリップ量計測が行われていない場合、MEPC.402(83) or NO<sub>x</sub> Technical Code (NTC) に従って計測されたTHC (Total HydroCarbons: 総炭化水素) の排出量をメタンスリップ量の代わりに使用可能**とすることを規定  
→ NO<sub>x</sub>計測では通常、THCも計測している。メタン (CH<sub>4</sub>) も炭化水素の一種のためTHCに含まれているが、THCにはメタン以外の炭化水素も含まれるため、純粋なメタン量よりも若干多くなる（LNG焼きエンジンの場合、THCのおおよそ9割がメタンと言われている）
- **10%MCR（またはガスモードで運転可能な最低出力）での計測を必須とすることを規定**  
→ E2/E3サイクルエンジン（主に主機）はNO<sub>x</sub>計測で10%MCRが計測点になっていないため、THCをメタン排出量の代わりに使用するにしても追加計測が必要（就航船であれば船上計測 or デフォルト  $C_{slip}$  値を使用）  
D2サイクルエンジン（主に補機）はNO<sub>x</sub>計測で10%MCRも計測点だが、10%MCRは油焼きで行っている可能性有り（ガスモードでの最低出力が15~20%の場合などは、その最低出力での追加計測が必要）
- **4ストロークエンジンで閉鎖型クランクケース換気システムを搭載していない場合は、大気中にクランクケースからのメタンスリップ（クランクケースエミッション）が放出されることから、そのようなケースも考慮する（含める）ことを規定**  
→ クランクケースエミッションは、同一または類似のエンジンからの測定値に基づいて決定。  
測定データが入手できない/無い場合、技術的根拠のある値を使用。このようなデータも無い場合、実測  $C_{slip}$  を適用することは不可

## ■ ECガイドライン – 2. メタンスリップ量の文書化

### ● エンジンのグループ/ファミリー、親/メンバーの取扱い

- 基本的な考え方はNOx規制と同様（右記参照）  
ただし、メタンスリップにおける親やグループ/ファミリーはNOxのものとは異なる場合有り
- 親エンジンのメタンスリップ計測試験結果は、メンバーエンジンにも適用可能（ただし、親エンジンがメタンスリップ特性を代表している技術的根拠を文書化して示す必要有り）

- 船上計測は、
  - 個々のエンジン
  - エンジングループの親エンジン
 には適用できるが、**エンジンファミリーには適用不可**

- テストベッドでの計測は、個々のエンジン、エンジングループに加え、**エンジンファミリーにも適用可能**

- NOxのエンジングループ/ファミリーの構成が、そのままメタンスリップに適用できるわけではない（あくまでメタンスリップの特性の観点で、排出特性が類似なエンジン群がグループ/ファミリーとなり、その中で最もメタンスリップ量の多いエンジンが親となる）

#### エンジングループ/ファミリー (メタンスリップ特性が類似のエンジン)

親エンジン

メンバー1

メンバー3

メンバー2



- 親エンジン: グループ/ファミリーの中でメタンスリップ量が最大のエンジン
- メンバーエンジン: グループ/ファミリーに属する、親を除くエンジン
- グループ: 船舶への据付後に調整が必要（2スト主機など）
- ファミリー: 船舶への据付後に調整が不要（4スト補機など）

## ■ ECガイドライン – 2. メタンスリップ量の文書化

### ● Methane Fileの作成

MEPC.402(83)で規定されている記載事項の他、追加の記載事項を規定

#### MEPC.402(83)に規定されている記載事項

- エンジンの詳細情報
  - モデル名・型式
  - 定格出力 (kW) と定格回転数 (rpm)
  - NOxクリティカルコンポーネントとその設定値
  - メタン排出に影響するその他の部品・設定値
- 排気システムの図面
  - 排気ガス採取位置 (サンプリングポイント) の明示
- メタンスリップ量報告時の追加情報
  - クランクケース排出を含める場合、その算定方法の詳細
- 試験データとエンジン性能情報
  - Appendix 2に示された試験報告書フォーマットに準拠
  - メタン排出量、負荷点ごとの測定値
  - 試験サイクル (E2/E3) で10%負荷点を含む測定結果
- メタンスリップ後処理装置 (搭載している場合)
  - 装置の目的、動作原理、主要部品、設定値
  - 消耗品や運転条件の情報
  - 排気ガス採取が装置前後で行われる場合、切替方法の説明



#### ECガイドラインで規定された追加の記載事項

- クランクケースエミッションの取り扱い
  - 4ストエンジンで閉鎖換気がない場合、クランクケース排出を含めること
  - 同型エンジンの測定値等を記載
- 設定値・運転値の許容範囲
  - メタンスリップ増加の可能性があるパラメータの許容範囲
- 外気条件の影響評価
  - 温度、湿度などの環境条件がメタンスリップに与える影響の考察
- エンジングループ情報と代表性の証明
  - 同一エンジングループに属するエンジンのリスト
  - 親エンジンが対象エンジン群を代表することの技術的説明
- データ収集・計算手順
  - Engine Load Monitoring (ELM) 方法
  - ガス燃料消費量の計算手順
  - 計測器の校正証明書と有効期間
- パラメータ変更記録手順
  - メタンスリップに影響する部品・設定変更の記録方法 (記録簿の運用)
- 検証手順の記載
  - パラメータチェック法 または MEPC.402(83)に基づく測定による検証方法
  - 測定法の場合は、外気条件の影響を考慮した測定手順
- メタンスリップ後処理装置 (搭載している場合)
  - メンテナンス記録簿の運用 (記録やメンテナンスの実施手順等)

## ■ ECガイドライン – 2. メタンスリップ量の文書化

### ● 記録簿の作成

#### ➤ メタンスリップに影響するエンジンの変更に関する記録簿

- エンジン部品、設定値、運転条件の変更でスリップ量が増加する可能性がある場合、その変更を記録
- 報告期間中にこうした変更有ると、測定結果は無効になる

#### ➤ メタンスリップ後処理装置のメンテナンス記録簿（搭載している場合）

- メタンスリップ後処理装置の稼働期間とメンテナンス状況を記録
- 予期されているメンテナンスのスケジュールも含める必要有り
- この記録簿の運用手順はMethane Fileに記載

### ● 年次報告（FEUM Report）に必要な追加情報

- Engine Load Monitoring (ELM) データと  $C_{slip}$  計算結果
- 計測器の校正証明書
- パラメータチェック法を採用している場合、その記録（※ パラメータチェック法については後述）

## ■ ECガイドライン – 3. メタンスリップ量の検証

### ● 初回検証 (Initial verification)

Step 1. Methane Fileを旗国もしくはROに提出して承認を得る (Verifierではない点に注意)

Step 2. FuelEU/ETS Monitoring Planの修正

Step 3. Verifierによる以下項目の確認・検証

- Methane Fileについて、

- ✓ 承認されたものを本船が所持していること
- ✓ ガイドラインで規定されている記載事項が全て含まれていること
- ✓ 記載されているメタンスリップ量に関して、ガイドラインに従って適切に算定されたことが合理的に確信できる内容であること (つまり、正しく求めたことを裏付ける情報が含まれていること)

- 実測  $C_{slip}$  の適用について、

- ✓ 各負荷点のメタンスリップ量計測が報告期間終了前に実施済みであること
- ✓ エンジンの構成・設定・運転条件が報告期間中に変更されていないこと
- ✓ ELMが報告期間開始時から実施されていること
- ※ 条件が満たされない場合、実測  $C_{slip}$  は条件が整った日から適用

## ■ ECガイドライン – 3. メタンスリップ量の検証

### ● 年次検証報告 (Yearly verification reporting)

以下を年次報告 (FEUM Report) に含めて提出し、Verifierにより検証

- 年次のEngine Load Monitoring (ELM) データと  $C_{slip}$  計算結果
- メタンスリップ量の検証に関する資料 (**パラメータチェック法** or MEPC.402(83)に基づく計測の結果)
- メタンスリップ後処理装置を搭載している場合、最新のメンテナンス記録簿

#### NO<sub>x</sub>規制におけるパラメータチェック法

- 就航後のNO<sub>x</sub>規制の適合確認検査方法
- **エンジンのNO<sub>x</sub>排出に影響するパラメータ (構成部品、設定値等) が規定されたもの、もしくは規定された範囲内であることを確認**することで、初回認証時からNO<sub>x</sub>排出特性は変わっておらず規制に適合した状態であることを確認する手法
- パラメータに関しては、メーカーが作成するNO<sub>x</sub> Technical File中に記載
- 基本的にパラメータの変更履歴を記録したエンジンパラメータ記録簿の内容確認を実施
- パラメータチェック法その他、船上での簡易計測法や直接計測・モニタリング法という方法もあるが、最も簡易な手法であるパラメータチェック法が基本的に採用されている

#### 【NO<sub>x</sub>のパラメータの例】

- 機関を構成する機器や部品 (識別番号で確認)
  - ＜燃焼室を形成する部品＞
    - シリンダライナ、ピストンクラウン 等
  - ＜燃料噴射装置＞
    - 燃料噴射ポンプ、ノズル 等
  - ＜給気/掃気に影響する機器/部品＞
    - 過給機、空気冷却器 等
- 機関の設定値や運転値
  - 燃料噴射タイミングや圧縮比 等 (設定値)
  - 筒内最大圧力 等 (運転値)

- メタンスリップにおいても、NO<sub>x</sub>規制と同様に船上計測 (= MEPC.402(83)に基づく計測) ではなくパラメータチェック法を採用可能
- メタンスリップ後処理装置が搭載されている場合、これもパラメータの1つとする
- メタンスリップにおけるパラメータチェック法の詳細は次ページ参照 ⇒

## ■ ECガイドライン – 3. メタンスリップ量の検証

### ● パラメータチェック法の手順

- 年次検証報告の際、Verifierに以下の書類を提出し、最初にメタンスリップ量の検証を行った後（メタンスリップの計測試験以後）、メタンスリップに影響する改造や調整が行われていないかどうかを検証
  - エンジン技術ファイル（おそらくNOx Technical FileやMethane Fileのこと）
  - メタンスリップに影響するエンジンの変更に係る記録簿
  - メタンスリップ後処理装置の記録簿
  - エンジンパラメータ記録簿
  - NOxのパラメータチェックが行われたIAPP検査の記録
- 基本的には船上での検査は不要で、記録簿等の資料を提出し、メタンスリップに影響する改造や調整が行われていないかどうか（=パラメータが変わっていないか・指定範囲内かどうか）をドキュメントレビューにより検証
- ただし、ドキュメントレビューだけでは不十分と判断された場合には、以下のどちらかの対応が必要
  - 船上計測を実施 または、
  - 船級検査員が IAPP検査\* と同時にメタンスリップに関するパラメータが変更されていないことを確認し、旗国または船級にそのレポートを発行してもらい、Verifierに提出

\* IAPPの年次・中間・更新検査でNOxのパラメータチェックを行うため、これに追加でメタンスリップのパラメータについても確認すること
- NOxのパラメータの多くはメタンスリップのパラメータにも該当する。そのため、「NOxのパラメータにはなっておらず、メタンスリップのパラメータとして追加で指定されているもの」に限って確認

# まとめ・要点

## ① 全体の流れ

### Step 0.

最初の一度だけ  
(または主要な改造が行われた場合)

- 10%MCR (またはガスモード最低出力) および25%, 50%, 75%, 100%MCRの計測 (THCをメタンの代替にする、親エンジンのデータを用いる等で省略可能な場合も有り)
- 初回検証: 下記をVerifierへ提出
  - Methane File (旗国/ROからの承認が必要)
  - 用意した各種記録簿
  - 一部記載を修正したFuelEU/ETS Monitoring Plan



### Step 1.

運航中

- 実測  $C_{slip}$  計算用のデータ収集 (ELM・燃費計測)
- 記録簿の管理・運用
- 計画に従った後処理装置のメンテナンス (搭載あれば)



### Step 2.

年度の終盤

- ELMや燃費計測等のデータを集計し、実測  $C_{slip}$  を計算
- 年次検証報告で提出する上記計算結果に関する書類や各種記録簿、計測機器の較正証明書 etc. の用意



### Step 3.

年次検証報告

- Step 3. で用意した資料をFEUM Reportに含めてVerifierへ提出
- パラメータチェックは基本的にドキュメントレビューのみ



毎年繰り返す

## ② メタン排出量計測試験

## Key Point

- 10%MCR（またはガスモードで運転可能な最低出力）および25%, 50%, 75%, 100%MCRの計測結果が必要
- THC (Total HydroCarbons: 総炭化水素) をメタン排出量の代替として使用可能
- 4ストロークエンジンで閉鎖型クランクケース換気システムを搭載していない場合、クランクケースエミッションも含める必要有り

## ➤ THCではなくメタン排出量を用いたい場合

- 基本的に、従来メタン排出量はNOx計測試験やショップテストでは計測していないため、全負荷点について船上でメタンスリップ量計測を実施する必要有り（新造でこれからショップテストを実施する場合は、メーカーに依頼すれば実施可能？現状、MARPOL条約ではメタン排出量計測は強制要件ではないため、船主からの依頼ベースで実施することになる。）

## ➤ THCをメタン排出量の代替として用いる場合（コンサバ）

THCはNOx計測試験時に計測しているが...

- そもそもNOxとメタンスリップの親エンジンあるいはグループ/ファミリーが異なる場合、利用可能なTHCデータが無い可能性がある。NOx計測（=THC計測）はNOx上のエンジングループ/ファミリーにおけるNOx上の親エンジンに対してのみ行われている。
- E2/E3サイクルエンジン（主に主機）については、NOx計測試験での計測負荷点が4点のみ（25%, 50%, 75%, 100%）であるため、「10%MCR（またはガスモードの最低出力）」については追加で船上で計測する必要有り  
⇒「外挿計算等による推定は認められず、計測で求めること」とガイドラインで明記されているため、計測しなければデフォルト  $C_{slip}$  値を使用
- D2サイクルエンジン（主に補機）については、10%MCRのNOx計測を油焚きで行っている可能性有り。さらに、閉鎖型クランクケース換気システムを搭載していない場合、クランクケースエミッション値が必要  
⇒クランクケースエミッションは、同一または類似のエンジンからの測定値に基づいて決定。測定データが入手できない/無い場合、技術的根拠のある値を使用。このようなデータも無い場合、実測  $C_{slip}$  を適用することは不可となる。

### ③ Engine Load Monitoring

#### **Key Point** : ELMの要件は以下のとおり

##### ➤ 測定・記録要件

- 各エンジンの負荷を継続的に監視・記録すること
- 記録周期は 0.0033 Hz (=約5分) 以上であること (負荷の監視・記録を自動データ収集装置を用いずに行う場合は Verifier or 旗国の承認が必要)
- 液体燃料のみの運転は除外
- インターバルは「30分」とし、計測した負荷を平均してこのインターバルにおける負荷を算出

##### ➤ 負荷の計測方法

負荷は以下の方法の1つまたは組み合わせで求める

- 直接負荷測定信号
- トルクフランジ+回転数
- シャフト歪みゲージ+回転数
- 発電機出力から計算
- シリンダ圧力・噴射時間から推定 (NTC 6.4.3.4参照)

- まずは既存の設備・装置で上記要件を満足することができるかどうか要確認
- 基本的に1年間のデータ保存が必要だが、容量的に不可能な場合は航海毎にデータを取り出して別途保管する等、運用面での対応も必要 (運用の詳細についてはMethane Fileに記載)
- 既存設備・装置や運用でカバーできない場合、追加の装置追加が必要な可能性有り

## ④ 必要書類の用意

用意が必要な主な書類は以下のとおり

- Methane File
- エンジンの変更に関する記録簿
- エンジンパラメータ記録簿
- FuelEU/ETS Monitoring Planの修正
- メタンスリップ後処理装置のメンテナンス記録簿（搭載あれば）

**Key Point** : Methane Fileはエンジンメーカーと会社が共同で作成する必要有り（下記のようなイメージ）

#### エンジンメーカー

- エンジンの基本情報や図面等
- 各負荷点のメタン排出量計測結果
- 外気条件のメタンスリップへの影響評価
- クランクケースエミッション関連情報（適用される場合）
- メタンスリップにおけるパラメータ（部品・設定値）の情報
- メタンスリップにおけるエンジングループや親エンジン関連情報・技術資料
- パラメータチェック法による検証手順

etc.

#### 会社

- ガス燃料消費量の計測/計算手順
- 各種記録簿の運用手順

#### エンジンメーカー and/or 会社

- ELM関連情報: エンジン出力の計測方法（筒内圧等の運転パラメータから計算、軸馬力計による計測など）やデータの監視・記録方法によってエンジンメーカー所掌か会社所掌か分かれるものと推測
- 各種計測機器の較正証明書と有効期間



**これらの資料を全てまとめてMethane Fileを作成し、旗国 or ROへ提出 → 承認**



**THANK YOU**

**for your kind attention**

**日本海事協会 (ClassNK)**

認証本部 環境部

〒102-8567 東京都千代田区紀尾井町4-7

Tel: 03-5226-3025

E-mail: [dcsc@classnk.or.jp](mailto:dcsc@classnk.or.jp)