

## 船用機関関連用語の解説（環境用語）

### 1. 環境

環境に関しては、外航船舶に適用される IMO と国内法である環境基本法というルールが存在する。

#### 1) IMO : International Maritime Organization 国際海事機関

**MEPC** : IMO（国際海事機関）の Marine Environment Protection Committee（海洋環境保護委員会）の略語

**EEDI** ; Energy Efficiency Design Index エネルギー効率設計指標

船舶からの CO<sub>2</sub> 排出量を測る指標で次式で求める。新造時の船舶のスペックに基づき、その船舶が発揮できる効率のポテンシャルを示す。

$$EEDI \left( \frac{\text{g}}{\text{ton} \times \text{mile}} \right) = \frac{CO_2 \text{ 排出係数} \times \text{燃料消費率}(\text{g/kWh}) \times \text{機関出}(\text{kW})}{\text{積載能力}(\text{DWT}) \times \text{速力}(\text{mile/h})}$$

**SEEMP** ; Ship Energy Efficiency Management Plan 船舶エネルギー効率管理計画

International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973, as modified by the Protocol of 1978 relating thereto (MARPOL 73/78) 付属書 VI の規則 22 の要求によるもので、二酸化炭素放出抑制航行手引書とされている。

SEEMP は、ISO 14001 による Environmental management system (EMS) 及び Safety Management System (SMS) と共に環境保全管理システムを形成する。

**EEOI** ; Energy Efficiency Operational Indicator エネルギー効率運航指標

EEOI represents the achieved efficiency calculated from actual CO<sub>2</sub> emissions emitted during navigation (converted from fuel consumption), the volume of cargo actually carried and the actual distance sailed. EEOI は、航海中の燃料消費量から計算された二酸化炭素排出量と貨物量及び航海距離を基に次式により算出される実際に達成された効率です。

$$EEOI \left( \frac{\text{g}}{\text{ton} \times \text{miles}} \right) = \frac{CO_2 \text{ 排出係数} \times F \text{ 燃料消費量}(\text{g})}{\text{貨物量}(\text{tons}) \times \text{航海距離}(\text{miles})}$$

#### 2) 日本国内法

**環境基本法** : 環境保護を目的とした法律であり、平成 5 年に制定された。環境関連の法律の基礎となっている。環境基本計画、環境審議会が規定されている。

**中央環境審議会(中環審)** : 環境基本法に基づいて環境省に設置された審議会。環境の保全に関して調査審議等を行う。

**公害** : Environmental pollution 環境基本法では、公害を以下のように定義している。

- 大気汚染②水質汚濁③土壌汚染④騒音⑤振動⑥地盤沈下⑦悪臭(以上を典型 7 公害という)によって、人の健康又は生活環境に係る被害が生じることをいう。

**公害防止管理者法** : 昭和 46 年に制定され、公害防止管理者等の制度を設けることに

よって、特定工場（ばい煙発生施設、汚水等発生装置、特定粉じん発生施設、一般粉じん発生装置、騒音発生装置、振動発生装置、ダイオキシン類発生施設の7種類の施設を有する工場をいう）における公害防止組織の整備を図り、公害防止に資することを目的とする。対象業種は物品の加工を含む製造業、電気・ガス・熱の供給業の4業種です。

## 2. 大気汚染

### 1) IMO

**EEZ** : Exclusive Economic Zone 排他的経済水域

**ECA** : Emission Control Area 放出規制海域

燃料油中の硫黄分の削減は、MEPC 57 (2008-4) で燃料中の硫黄分規制について合意された。承認案は、MEPC 58 (2008-10) で採択のための審議が行われる予定であり、採択された場合 16 ヶ月後に発効する。

欧州では、2005 年以降バルチック海、2006 年以降北海が指定されている。米国及びカナダ沿海の沖合 200 海里までの海域の多くは 2011 年に、カリブ海におけるプエルトリコ及び北領バージン諸島周辺が 2013 年に SO<sub>x</sub> 及び NO<sub>x</sub> の ECA として指定された。ECA で使用する船用燃料油の硫黄分は以下の通りとする。

①現行 : 1.50 %m/m → ②2010 年 3 月 1 日以後 : 1.00 %m/m → ③2015 年 1 月 1 日以後 : 0.10 %m/m

**GHG** ; Green House Gas 温室効果ガス。海運では CO<sub>2</sub> であり、船舶からの排出量については、燃料重油の消費量に IMO で定めた係数 3.114 を掛けて求める。

**二次粒子** : 大気中に直接排出される一次粒子に対し、ガス状物質として排出された SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>、VOC (volatile organic compounds : 揮発性有機化合物) から光化学反応などにより生成される。

**排気ガス洗浄装置** : 船舶が SO<sub>x</sub> 排出規制海域内で、船舶からの硫黄酸化物の総排出量

を 6.0gSO<sub>x</sub>/kWh 以下 (硫黄酸化物の排出総重量に換算したもの) に低減するための排気ガス洗浄処理装置。

**CFR** : Code of Federal Register。米国連邦法をコード化したもの。大気清浄法および官報などによる政令や修正などが、全て反映されたものになっている。

**DP** : Diesel Particulate。ディーゼル粒子。ディーゼル燃焼において、液体燃料が気化せず、液体のまま燃焼した場合に発生する炭素粒子。ぶどうの房状の形状(クラスター型という)をなすことが多い。

**EPA** : Environmental Protection Agency。米国環境保護庁、日本の環境庁に相当する。連邦全体に対する規制を作成するとともに、大気環境基準の達成状況の悪い地域の大气環境改善を目的として、州政府に対して SIP (State Implementation Plan)

の作成を命じることができる。

**IPCC**(気候変動に関する政府間パネル)：気候変動に関する政府間パネル

(Intergovernmental Panel on Climate Change) IPCC は 1988 年 11 月、WMO(世界気象機関)と UNEP(国連環境計画)の共催により、地球温暖化問題を初めて政府レベルで検討する場として設立された。世界中の約 1,000 人の科学者や専門家による地球温暖化の検討を 2 年間にわたって行い、1990 年 8 月にその成果を第 1 次報告書「The First Assessment Report」として完成させた。この結果は第 45 回国連総会や第 2 回世界気候会議などで報告され、1992 年 6 月の UNCED(国連環境開発会議)において UNFCCC(国連気候変動枠組み条約)の採択がなされるに至った。1995 年 12 月には第

2

次報告書「The 1995 Second Assessment Report」が完成している。

**NOx**：窒素酸化物。燃料が燃焼する時に使用する空気中に含まれる地磯と酸素が高温化で反応したり (Thermal NOx 重油燃焼ではほとんどがこのガス)、燃料中に含まれる窒素分が燃焼の際に酸化して発生する(Fuel NOx)ガスで、一般的に排ガス中では一酸化窒素 NO (無色無臭)、大気中では次第に酸化されて二酸化窒素 NO<sub>2</sub> (赤褐色、刺激臭のある期待)となる。鼻、のどに刺激性があるほか、呼吸器に悪影響を与えるとされている。

**NOx テクニカルコード**：船用ディーゼルエンジンが MARPOL 73/78 条約付属書VI第

13

規則の NOx 排出制限値に適合するように、その試験、検査及び認証に関する要件を定めたもの。Regulation 13 Nitrogen Oxides (NOx)を示す。

**Tier II** ; Ships constructed on or after 1 January 2011 have the engine's nitrogen oxides emission limit (calculated at the total weighted emission of NO<sub>2</sub>) set within the following limits:

- 14.4g/kWh for engine speed of less than 130 rpm
- $44 \cdot n (-0.23)$  g/kWh for engine speed of 130 or more but less than 2000rpm
- 7.7 g/kWh for engine speed of 2000 rpm or more

**Tier III** ; Ships constructed on or after 1 January 2016, while operating in Emission Control Areas have the engine's nitrogen oxides emission limit (calculated at the total weighted emission of NO<sub>2</sub>) set within the following limits:

- 3.4 g/kWh for engine speed of less than 130 rpm
- $9 \cdot n (-0.2)$  g/kWh for engine speed of 130 or more but less than 2000 rpm
- 2.0 g/kWh for engine speed of 2000 rpm or more

Ships constructed on or after 1 January 2016, while operating outside of Emission Control Areas have the engine's nitrogen oxides emission limit

(calculated at the total weighted emission of NO<sub>2</sub>) set to the limits listed in Tier II.

**PM** : Particulate matter 粒子状物質。未燃性分など固体分や微小液体分(エアロゾル)を含む非ガス状物質全般を言う。大気環境中では、人体に影響がある粒径 10 μm 未満 (SPM 浮遊粒子状物質という)とそれより大きな粗大粒子(または降下ばいじん)を区別することもある。

**PM2.5** : 環境中に浮遊する PM のうち、おおむね粒径 2.5 μm 以下の粒子のこと。

**PRTR** : Pollutant Release and Transfer Register。日本における法律名は、特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律(平成 11 年 7 月 13 日公布法律第 86 号)改正 平成 11 年 12 月 22 日公布法律第 160 号(中央省庁等改革関係法施行法)。人の健康や生態系に有害なおそれがある特定の化学物質について、その環境中への排出量及び廃棄物に含まれて事業所の外に移動する量を事業者が自ら把握して行政庁に報告し、行政庁は事業者からの報告や統計資料等を用いた推計に基づき、排出量・移動量を集計・公表する仕組みである。

**SOx** : 硫黄酸化物。石油などに含まれる硫黄分が燃焼して発生する無色の刺激性の強いガスで、呼吸系疾患の有力な原因になる。欧米では、酸性雨の原因物質として削減要求が強い。船舶では、燃料油中の硫黄含有量によって規制されている。

Regulation 14 Sulphur Oxides (SOx) and Particulate Matter (PM)

General Requirements; The sulphur content of any fuel oil used on board ships shall not exceed the following concentrations:

- 4.50% m/m prior to 1 January 2012;
- 3.50% m/m on and after 1 January 2012; and
- 0.50% m/m on and after 1 January 2020.

The worldwide average sulphur content of residual fuel oil supplied for use on board ships shall be monitored taking into account guidelines developed by the IMO.

**SPM** : Suspended Particulate Matter 浮遊粒子状物質。

大気環境中に浮遊する PM のうち、おおむね粒径 10 μm 以下の粒子のこと。

浮遊粉じんのうち、直径 10 μm 以下の粒子状物質のことをいい、大気中に長時間滞留し、高濃度で肺や気管などに沈着して呼吸器に影響を及ぼす。ボイラーや自動車の排出ガス等から発生する一次粒子と、VOC や NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub> などが大気中の光化学反応により粒子化した二次粒子が含まれる。

**SCR (選択接触還元)** : 脱硝装置 NO<sub>x</sub> を含む排気ガスにアンモニアなどを注入・混

合

し、触媒層を通過させ、アンモニアにより NO<sub>x</sub> を選択的に還元し、窒素と水に分解して排出する装置。

**SOF** : Soluble Organic Fraction。有機溶剤可溶分。未燃の燃料や潤滑油で構成される。エアロゾルとなっていたり、DP の表面に付着していることが多い。

**Visible Smoke** : 目に見える煙。黒煙・白煙など。大気環境中での測定法としてリンゲルマン指数(標準版との比較を目視で行う)、排ガス中の測定法としてボッシュ法(白い紙に一定量の排ガスを採取後の色の変化を反射光などで測定)などがある。直接法、希釈法に比較すると、感度・精度ともに劣ると言われている。

**VOC** : Volatile Organic Compounds; 揮発性有機化合物。

揮発性の有機化合物。WHO(世界保健機関)の定義では沸点 260℃以下の有機化合物とされている。VOC 自体が有害大気汚染物質あるいは悪臭物質である場合も多く、同時に、オゾンならびに浮遊粒子状物質の原因物質として問題とされている。

**京都議定書 Kyoto protocol** : 1997 年 12 月に京都市の国立京都国際会館で開かれた温室効果ガス排出規制に関する国際的な合意形成を主な目的とした国際会議第 3 回気候変動枠組条約締約国会議(地球温暖化防止京都会議、COP3)で同月 11 日に採択された、気候変動枠組条約に関する議定書である。正式名称は、**気候変動に関する国際連合枠組条約の京都議定書**(英: Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change)。排出量取引や森林吸収源の算定などの仕組みも盛り込まれている。2013 年以降の国際的な枠組みについては、2011 年 12 月に南アフリカで開催された COP17 で合意が得られ、京都議定書の延長も決まったが、日本は不参加を表明している。

**オゾン層破壊** : 大気中のオゾンは成層圏(約 10~50km 上空)に約 90%存在しており、このオゾンの多い層を一般的にオゾン層といいます。成層圏オゾンは、太陽からの有害な紫外線を吸収し、地上の生態系を保護しています。また成層圏オゾンは、紫外線を吸収するため成層圏の大気を暖める効果があり、地球の気候の形成に大きく関わっています。フロンなどのオゾン破壊物質により、オゾン層が破壊され、危機的な状況になっており、先進国では、オゾン層の破壊力の強い特定フロン(CFC)は 1995 年末で全廃となり、破壊力の弱い代替フロン(HCFC)も 2020 年までに全廃の予定です。

**ダイオキシン** : ダイオキシン類は燃焼室出口における不完全燃焼成分が、300℃から 400℃の温度環境で塩素と結合して生成されます。船上焼却炉では、燃焼炉排ガス出口に設けたエゼクタ部分で冷却空気と燃焼排ガスを混合し、200℃以下の温度まで一気に冷却することによってダイオキシン類の発生を抑制しています。

## 2) 日本国内法

**大気汚染防止法** : 昭和 43 年に制定され、環境基本法に基づく環境基準の達成を目的として、大気に関連して人の健康を保護し、生活環境を保全するための規制をこの法律で行っている。固定発生源(工場・事業場)から排出される大気汚染物質に関して、物質の種類や排出施設の種類、規模に応じて排出基準を決めている。

**オフロード規制**；自動車に対して、船舶、航空機、ディーゼル機関車、建設用機械、芝刈り機などに対する規制を、オフロード規制という。国内法においては、ナンバープレートを付けていないエンジン全般に対しての規制を指す。

**希釈法**：排ガスを清浄な空気希釈することで、温度を下げてから粒子状物質を測定する方法。エンジン排出直後の排ガスをそのままフィルターする直接法にして、二次粒子や SOF 分を正確に測定できると言われている。自動車排ガスを対象に開発されており、希釈トンネルやシャーシダイナモなど、大規模な測定装置が必要である。

**Ox 光化学オキシダント**：排出された窒素酸化物と炭化水素が大気中で太陽の紫外線を受けて、光化学反応を起こし、二次的に生成される酸化性物質の総称で、オゾンが大部分。目のちかちか、喉の痛み、植物への被害などの影響がみられる。

### 3. 水質汚濁

#### 1) IMO

**海上汚染防止法**：MARPOL 条約 (MARPOL 73/78 海洋汚染防止条約又はマルポール 73/78 条約) マルポール条約は、船舶の運航中や、万が一の事故の際、環境へ悪影響を与える物質の排出や流出による環境汚染を防止するための措置を定めるための条約で、規制物質の投棄・排出の禁止、通報義務、その手続き等について規定するための [国際条約](#) とその議定書。

正式名称は **1973 年の船舶による汚染の防止のための国際条約に関する**

**1978**

**年の議定書** (International Convention for the Prevention of Pollution from ships,

1973, as modified by the Protocol of 1978 relating thereto)

**油記録簿**：油記録簿は、油の取扱いに関する作業を記録するための帳簿であり、油の取扱い

に関する作業を逐一記録させることにより油の排出が適正に行われるよう作業者に細心の注意を喚起させることを主な目的としている。

また、作業が適正に行われたか否かを後日確認するための重要な資料ともなる。

このような観点から、すべてのタンカー及び総トン数 100 トン以上のノタンカーの船長に対して油記録簿の船内への備付けを義務付けている。油記録簿の保存期間は 3 年間である。

**ビルジ処理**：船舶の機関室で発生したビルジは、海洋汚染防止条約(MARPOL73/78) 付属書 I 「油による汚染の防止のための規則」により、油分濃度を 15ppm 以下に処理をして、船外に排出することが義務付けられています。

最近の船では、機関室船底に溜まる油性ビルジを最小限にするため、機関室で発生する油の排出を根本的に抑制減少させて、油性ビルジと水系ビルジを発生段階か

ら分離処理するシステムとなっています。油分を含んだビルジの発生量を減少させていますが、発生した油系ビルジ・スラッジは処理をして焼却炉で焼却します。（又は燃料として再利用しています。）水系ビルジは、油分濃度を 15ppm 以下に処理をして船外に排出しています。

**Clean drain** : Clean drain とは、油によって汚染されていない海水、清水、蒸気等を使用する各種機器から漏れ出した結果生ずるドレンです。

Clean drain を船外へ排出するための設備は、Oily bilge-water 処理システムとは独立したものとなっています。設置された Clean drain tank に集められ、G.S. Pump などで直接船外に排出できるようになっています。現在、排出については IMO で検討されています。主な Clean drain の主な発生源として、Main engine air cooler air drain、Cooling fresh water drain、Sea water drain、Steam drain、Boiler water、Exhaust gas line drain があります。

**廃油処理** : エンジンの燃料として使用する HFO は、清浄機で水分や炭素性固形物等の

不純物を取り除きます。こうした不純物は廃油(sludge)と呼ばれ、燃料油の品質によりますが、燃料消費量の 1~2%にもなります。1 日 100 トン程の燃料を使用する船舶では、一日に 1 トンもの廃油が発生することになります。機関室で発生する FO、LO の漏油も廃油となります。これらの廃油は加熱により水分を蒸発させる処理をして、Incinerator で焼却処理をします。

#### **Bilge Primary Tank System** :

Oily bilge water の前処理として油分分離用置の Bilge primary tank が設置されている。Bilge tank に集められた Oily bilge water は、Bilge separator のフィルターに過剰な油分が送り込まれることを避けるため、Oily bilge water の油分を事前に分離するため Bilge tank から Bilge primary tank に移送し、油分は West oil tank へ、油分含有量の低いビルジ水は Bilge tank へ移送される。

#### **IBTS（機関室統合ビルジ処理システム）** : Integrated Bilge Treatment System

機関室船底に溜まる油性ビルジを最小限にするために、機関室で発生する油の排出を根本的に抑制し減少させ、油系ビルジと水系ビルジを発生段階から分離処理することで、油分を含んだビルジの発生量を減少させる本システムが IMO に提案されています。発生したビルジを Oily Bilge Water, Oily & Sludge, Clean Drain に分割して、夫々の処理について提言されている。

**油水分離器** : Bilge Separator 船舶用 Bilge Separator は、油と水の比重差により比重の小さい油を浮上部分離させる重力分離法を採用しています。IMO resolution MEPC.107(49)に基づいて設計されています。

Bilge tank、または Bilge well に溜った Oily bilge-water(油水混合液)は、Bilge pump で Bilge Separator に送られ、Bilge Separator の一次分離室でおおよそ油分

と水分の分離を行います。

**油分濃度計**：Oil Content Monitor 油分濃度計の機能は、MEPC.107(49)の決議に含まれるビルジアラームに対する IMO の仕様書の要件を満たしています。

油分濃度計は、ビルジセパレータで使用するよう設計され、油分警報動作点を 15ppm にセットして出荷されており、出荷時には、精度証明書、型式証明書を発行しています。船舶の排水に含まれる油分濃度を連続的に測定し、濃度が 15ppm 以上になると警報を発します。警報は、二重安全方式で、油分濃度 15ppm 以上で油分警報、試料水不良や計器不良の場合は、異常警報を発します。

MEPC.107(49)により、5 年ごとの精度確認が必要で、IOPP(IOPP：International Oil Pollution Prevention Certificate)証明更新検査を受ける必要があります。

**15ppm**：Bilge Separator の油水分離性能は、15ppm 以下となっています。

ppm は parts per million(100 万分の 1) の略で、正式には水 1kg 中に含有する物質の量(mg/kg)で表す。

#### **IOPP:: International Oil Pollution Prevention Certificate**

国際海水汚濁防止証書。MARPOL 条約に基づき発給される。船舶が油の排出防止に関する規則に従って検査を受け、条約に定める要件に適合していることを証明するもの。国際航海する総トン数 150 トン以上のタンカー及び国際航海する総トン数 400 トン以上のタンカー以外の船舶が対象となる。

**バラスト水排出規制**：IMO は海洋環境に影響を及ぼす水生生物の越境移動を防止するために、バラスト水及び沈殿物の管制及び管理のための国際条約を 2004 年に採択した。IMO によると、船舶によって年間 30 億トンから 50 億トンのバラスト水が国際移動している。この条約は 30 カ国の批准およびその合計船腹量が 35%を越えた日から 12 ヶ月後に発効することになっている。現在、37 カ国がバラスト水管理条約に批准し、その合計船腹量は全世界の商船全体の 30.32%である。(2013 年 6 月 21 日時点)。

#### 2) 日本国内法

**水質汚濁防止法**：昭和 43 年に制定され、環境基本法に基づく環境基準の達成を目的として、水質に関連して人の健康を保護し、生活環境を保全するための規制をこの法律で行っている。水質環境基準は対象となる項目によって、1) 人の健康の保護に関する基準(カドミニウム等 26 項目) で全ての水域に適用される 2) 生活環境の保全に関する基準(水素イオン濃度等 10 項目) で水の利用を考慮した水域群別に設定されるものに区分されている。

**DO(溶存酸素)**：水中に溶けている酸素の量、酸素の含まれない川や少ない川では、魚介類が生存できない。魚には一般に、最低 5 mg/l が必要である。

**BOD(生物化学的酸素要求量)**：Biochemical Oxygen Demand



水中の好氣的微生物が有機物質の酸化分解及び自身の増殖に必要とする酸素の量で、この数値が高いほど川は汚れていることになる。5 mg/l以下が望ましい。悪臭が発生する限界としては、10 mg/l程度である。

**COD(科学的酸素要求量) : Chemical Oxygen demand**

水中の有機物質を酸化剤で酸化分解する際に消費された酸素の量で、5 mg/l以下が望ましい。

**総量規制**：閉鎖性水域の水質を改善するために設けられた制度で、排水中の濃度による制度(濃度規制)だけでなく、事業場から排出される汚濁物質の総量を規制しようとするもの。日平均排水量50 m<sup>3</sup>以上の特定事業場である指定地域内事業場から排出される届け出排水量に水質を乗じて求められる汚濁負荷量(kg/日)であらわされる。

**SS(浮遊物質)**：水中に浮かび漂っている物質で、川底に溜まったり、魚介類に悪影響を及ぼす。