

2020年の燃料硫黄分規制強化と 技術的対応(SO_xスクラバなど)について

一般財団法人 日本海事協会

© Copyright by NIPPON KAIJI KYOKAI

1. 燃料硫黄分規制
 - 規制概要
 - IMO審議動向
2. 規制対応のオプション
3. SO_xスクラバ
 - 概要
 - 承認
 - NK船での搭載事例
4. 本会の取り組み

MARPOL条約 附属書VI 船舶からの大気汚染防止規則

SOx及びPM規制(第14規則):

- 船舶で使用される燃料油の硫黄分濃度の規制
- 全船に適用される

SOx: 燃料油中の硫黄分が燃焼して発生

粒子状物質: マイクロメートル単位の粒子状物質

(PM) すす, 未燃の燃料の凝縮物, 硫酸ミスト等で構成

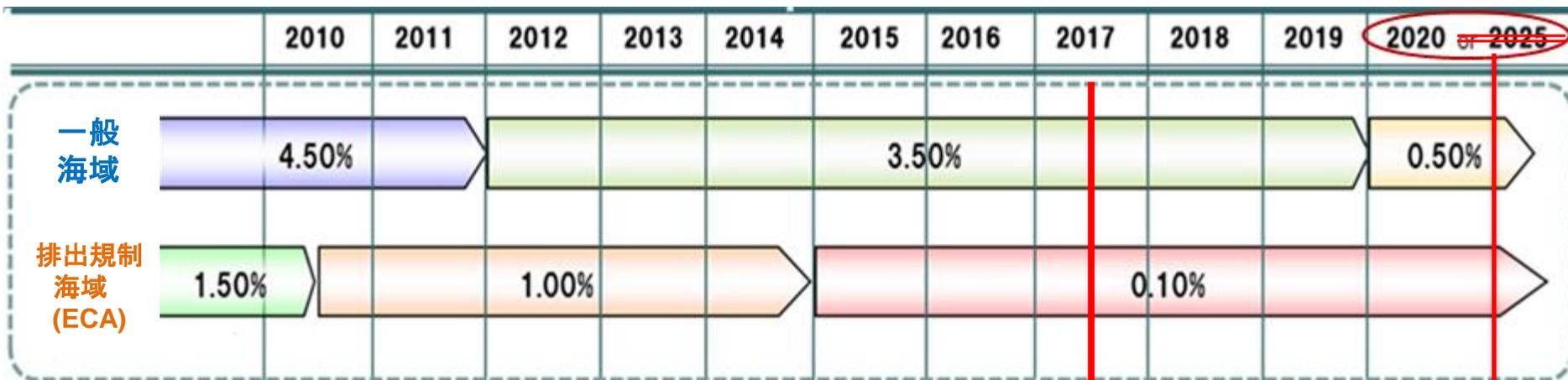
→ 3.5%以下燃料ではPMの半分以上を硫酸が占める

同等措置(第4規則):

旗国政府が認めた場合、排ガス浄化装置(SOxスクラバ)等のSOx削減技術による対応も可能。

(適用要件: 「2015年 排ガス浄化装置ガイドライン」(決議MEPC.259(68))

燃料油の硫黄分濃度の規制値



北海及びバルト海海域



米国・カナダ沿岸200海里海域



現在

米国カリブ海海域



IMO: 国際海事機関

MEPC: 海洋環境保護委員会

✓ **MEPC 70(2016年10月)**にて燃料油の市場需給動向レビュー結果などから、予定どおり**2020年1月1日**から規制開始が決定

1. 燃料硫黄分規制
 - 規制概要
 - IMO審議動向
2. 規制対応のオプション
3. SO_xスクラバ
 - 概要
 - 承認
 - NK船での搭載事例
4. 本会の取り組み

硫黄分0.5%規制の開始時期に関する審議動向

MEPC70(2016年10月24~28日)

調査委託された外部機関(CE Delft (オランダ))による燃料油供給可能性調査結果などに基づき審議

- ✓ 調査結果(専門家委員会から報告)
 - 2020年時点で十分な量の規制適合油を供給可能
 - 一部地域では不足するものの地域間で融通することにより対応可能
 - 前提:規制適合油の大部分は残渣油のブレンドにより供給
- ✓ 石油業界団体(IPIECA)等から提出された意見書
 - 試算の結果、2020年時点で十分な量の規制適合油の供給は困難
 - 計画段階のプラントを考慮しても2020年時点での精製設備は不十分
 - 前提:規制適合油の大部分はMDO(従来油)

審議の結果、2020年からの0.5%規制の実施を多数の国が支持
→ **2020年1月1日**からの開始が決定

1. 燃料硫黄分規制
 - 規制概要
 - IMO審議動向
2. 規制対応のオプション
3. SO_xスクラバ
 - 概要
 - 承認
 - NK船での搭載事例
4. 本会の取り組み

1. 規制適合残渣油の使用

- 初期コストの増加が少ない
- × 燃料油コストの増加

2. 規制適合留出油(A重油、MGO等)の使用

- 燃料前処理工程が大幅に簡素化
- × 燃料油コストの増加(1.より更に増加)

3. 代替燃料(LNG等)への転換

- SO_xだけでなく、NO_x及びCO₂も削減可能
- × 供給インフラが未整備

4. SO_xスクラバの搭載

- 規制適合油より安価な高硫黄C重油を使用可能
- × 初期あるいは改造コストの増加

メリット

- ✓ 残渣油使用の場合、初期コストの増加が小さい
- ✓ 留出油専燃とした場合、燃料油の加熱や前処理が不要となり、設備の簡素化が可能

デメリット

- ✓ 燃料油コストの増加

IMO調査における2020年時点での燃料油価格の予測例
単位: USD/トン

MGO (S ≤ 0.10%)	616
HFO (S ≤ 0.5%) (主に残渣油のブレンド)	595
HFO (S > 0.5%)	466
参考: HFO 2017年 4月14日時点(ロッテルダム)	304

出典: Assessment of fuel oil availability final report (CE-Delft)

- ✓ 2020年に流通する燃料油品質の不確実性
(例) 燃焼性、個別の機器への適合性

メリット

- ✓ SO_xだけでなくNO_x及びCO₂排出量も削減可能
 - ガス燃料エンジンの特徴
 - SO_x: およそ100%削減
 - PM: およそ100%削減
 - NO_x: 90%以上削減 (リーンバーン)
 - CO₂: 20%以上削減

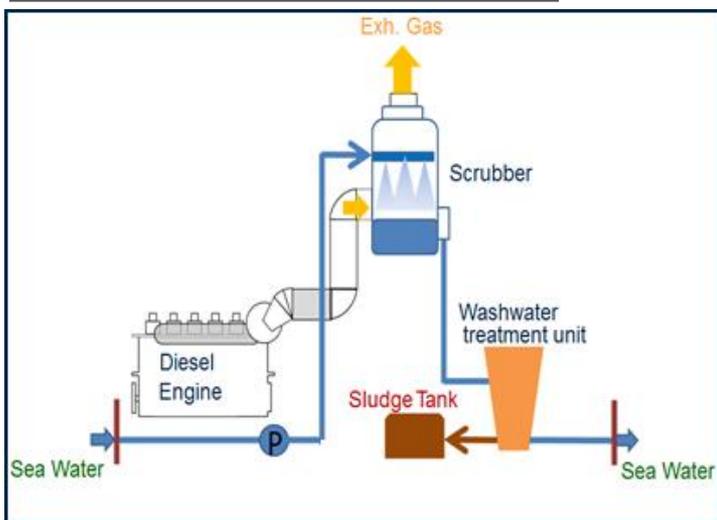
出典: 三菱重工報 vol.50 No.2 (2013)

デメリット

- ✓ 供給インフラが未整備
- ✓ 初期コストの増加
- ✓ LNG燃料タンク搭載スペース (燃料容量が2倍)

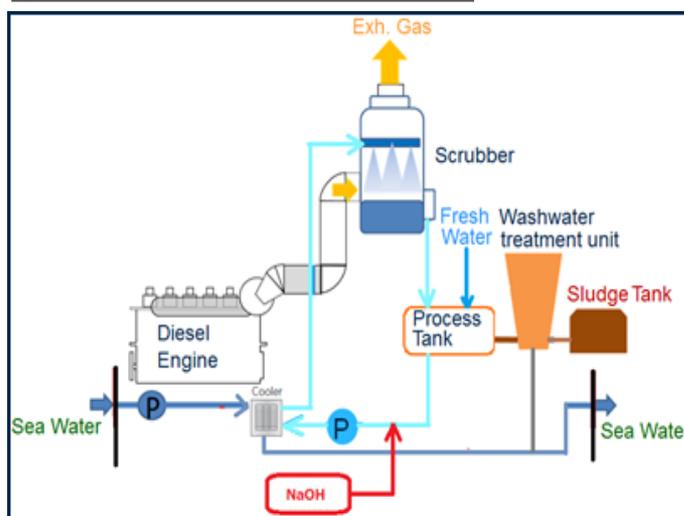
1. 燃料硫黄分規制
 - 規制概要
 - IMO審議動向
2. 規制対応のオプション
3. SO_xスクラバ
 - 概要
 - 承認
 - NK船での搭載事例
4. 本会の取り組み

海水オープンループ



- 洗浄水として海水を使用
- 使用後の洗浄水は船外へ排水

クローズドループ

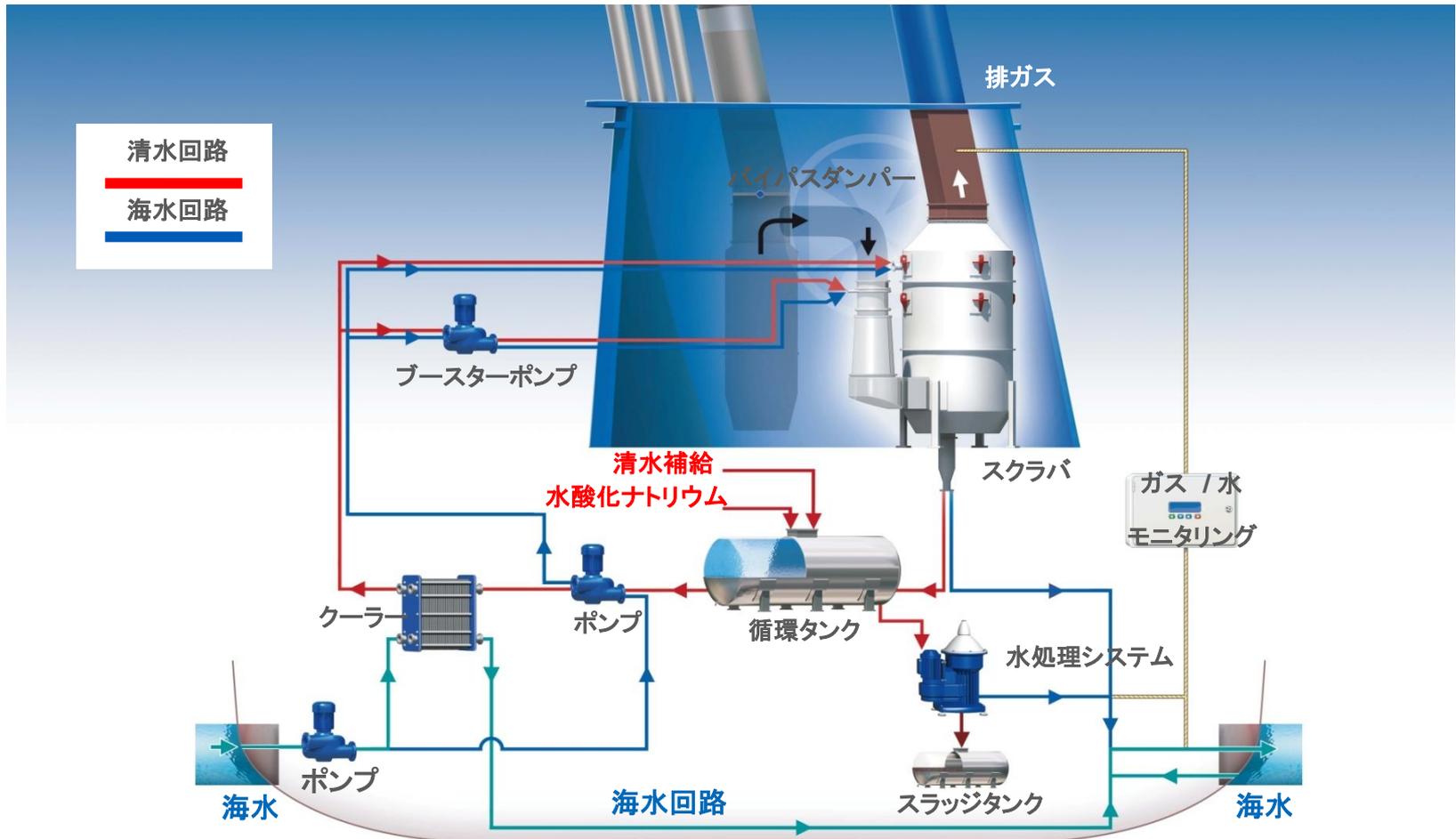


- NaOHを加えた清水/海水を循環使用

➡ 船外排出不要

	海水オープンループ	クローズドループ
水酸化ナトリウム	不要	必要 ➡ 運用コスト-高
追加設備	水処理装置 (不要の場合あり) 排水監視装置 スラッジタンク	水処理装置 排水監視装置 スラッジタンク 水酸化ナトリウムタンク プロセスタンク、クーラー

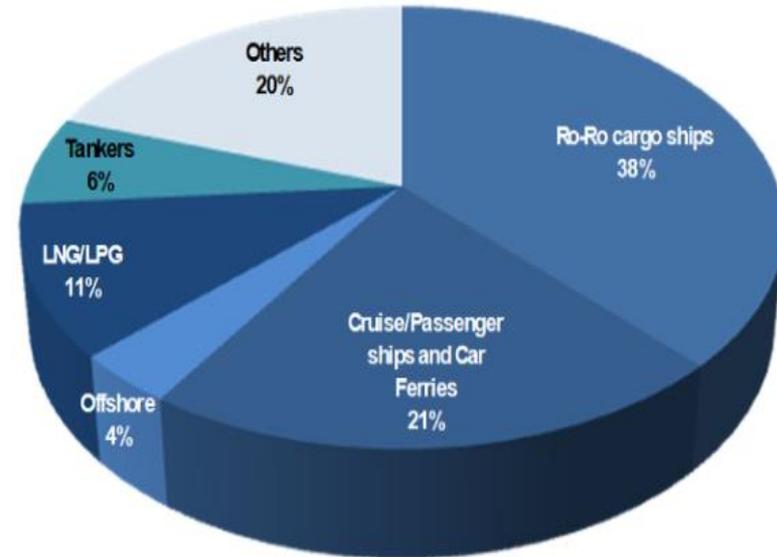
- ✓ 可能な限り海水モードでの運転により、低ランニングコスト
- ✓ 排水基準が厳しいエリアでは排水せずに運転が可能



出典: Alfa Laval Pure SO_x

湿式スクラバ

- ✓ 搭載実績のある海外メーカー例
 - Wärtsilä Moss社(ノルウェー)
 - Alfa Laval社(デンマーク)
 - Clean Marine社(ノルウェー)
 - EcoSpec社(シンガポール)
 - DuPont社(米国)
 - Green Tech Marine社(ノルウェー)



出典: Clarkson Research Services Limited
2015年7月1日時点での搭載船内訳

- ✓ 国内メーカー: 三菱重工業/三菱化工機、富士電機
- ✓ 2015年末時点で、世界で137隻の船舶に搭載済、43隻が搭載予定
- ✓ CE-Delft: 2020年時点で3800隻が搭載すると予測

出典: Institute of Shipping Economics and Logistics

出典: Assessment of fuel oil availability final report (CE-Delft)

乾式スクラバ

- ✓ ドイツ Envairtec社(旧Couple Systems社)の“DryEGCS”が新造1隻、レトロフィット1隻の搭載実績(2015年末時点)

出典: European Shortsea Network,
Institute of Shipping Economics and Logistics

✓ SOxスクラバ搭載費用

✓ 設置スペースの確保

- コンテナ船、PCCの場合、甲板上の積み荷スペースに影響を及ぼす可能性がある。(例: PCTC(6341台積み)で積載台数が乗用車46台分減少)
- SOxスクラバ以外の関連機器の設置スペースの確保が必要

✓ 発電機容量の増加

- 発電機容量が不足し、発電機の改造又は追設が必要となる場合がある。(エンジン出力等によって異なるが、数百kW増加)

✓ SOxスクラバ関連機器に関する作業の追加

- 排ガス分析計のゼロ・スパンチェック及びリークテスト
- 排水分析計(pH計, PAH計, 濁度計)の校正及び清掃

✓ SOxスクラバの運用費用の追加

- スラッジの陸揚げ費用
- クローズドループでの運航時、洗浄水のpH調整に用いる添加剤(NaOH等)の費用

1. 燃料硫黄分規制
 - 規制概要
 - IMO審議動向
2. 規制対応のオプション
3. SO_xスクラバ
 - 概要
 - 承認
 - NK船での搭載事例
4. 本会の取り組み

同等措置(第4規則): 低硫黄燃料油使用の代替として旗国政府が認めた場合
SOxスクラバによる対応も可能

例) 旗国: 船級へ承認業務の指示



船級: 旗国の指示に従い、適合確認
「2015年 排ガス浄化装置ガイドライン」



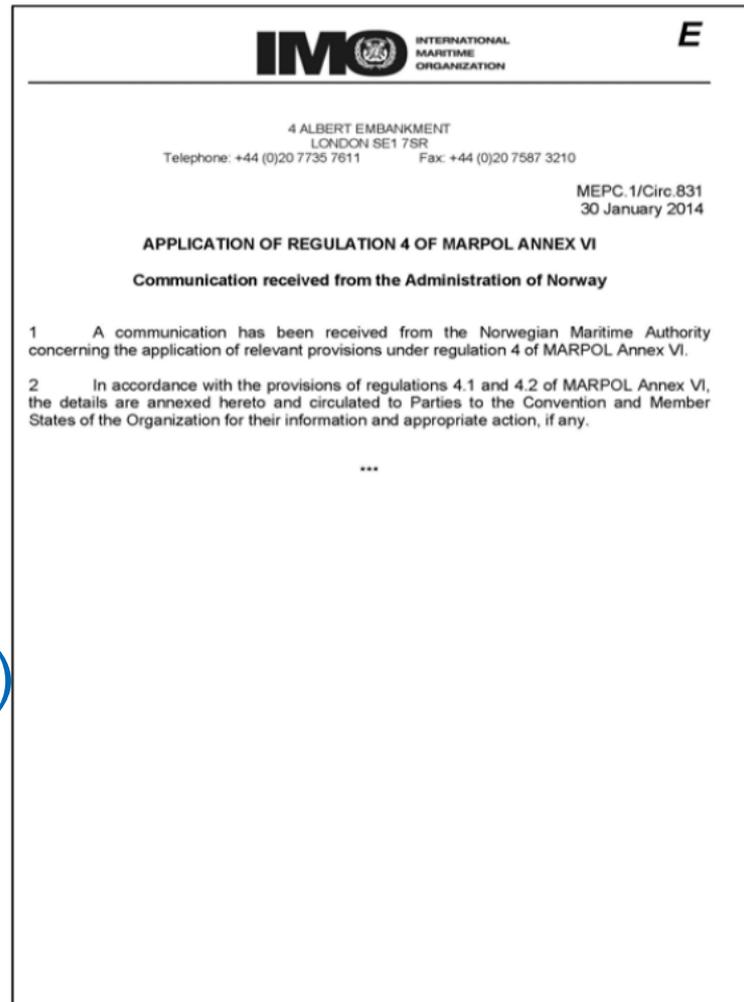
決議MEPC.259(68)

船級: 旗国へ報告



旗国: IMOへの通報

搭載にあたっては旗国へのコンタクトが必要不可欠



排ガスの要件

✓ SO₂/CO₂比による適合証明

燃料油硫黄分濃度 (% m/m)	同等なSO ₂ (ppm)/CO ₂ (% v/v)
0.50	21.7
0.10	4.3

✓ 2種類の承認スキーム

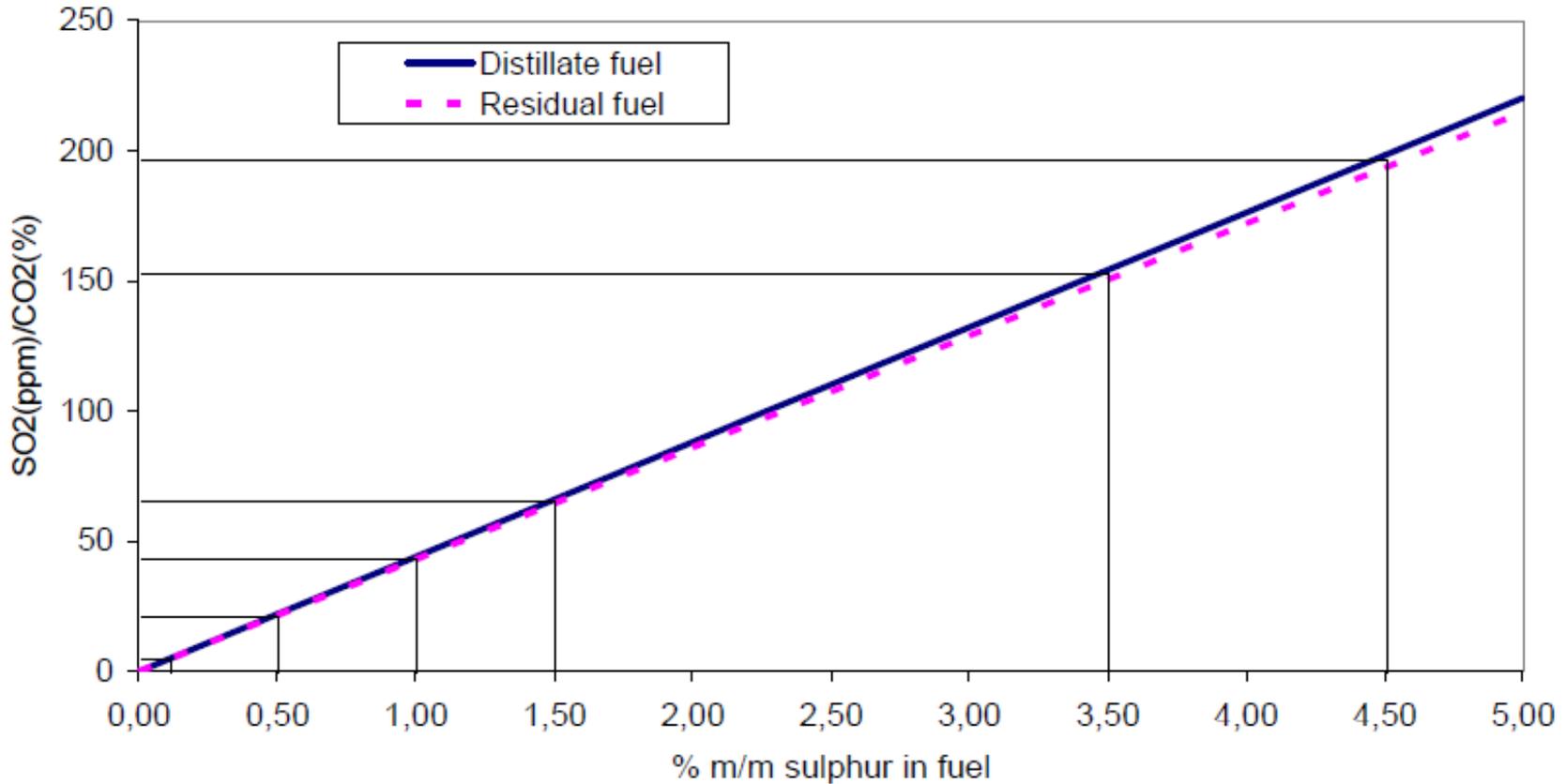
スキームA

- スクラバユニットの承認
- 各種運転パラメータの監視

スキームB

- 排ガス監視装置の承認
- 排ガス(CO₂, SO₂)の監視

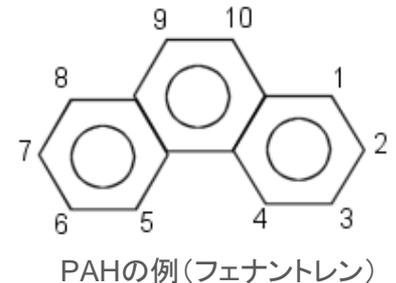
✓ SO₂/CO₂比による燃料油硫黄分濃度の評価



- ・燃料油の硫黄分濃度とSO₂/CO₂比は比例する
- ・EGCユニットの水蒸気による排ガスの希釈の影響が無い
- ・残渣燃料と留出燃料でSO₂/CO₂比がほとんど変化しない

排水の要件

- ✓ 排水の監視 ⇒ 規制値以下の場合に排水可能
 - pH
 - 多環芳香族炭化水素 (PAH)
 - 濁度
- ✓ 排水に含まれる硝酸塩の分析 (更新検査時に結果を提示)



残渣物の要件

- ✓ 残渣物 (Residue) の処理 (適切な受入施設へ陸揚げ)

1. 燃料硫黄分規制
 - 規制概要
 - IMO審議動向
2. 規制対応のオプション
3. SO_xスクラバ
 - 概要
 - 承認
 - NK船での搭載事例
4. 本会の取り組み

自動車運搬船への搭載(新造船)

- 船名: Drive Green Highway
- 船主: 川崎汽船
- 載貨重量: 20,034DWT(7500台積み)
- 全長: 199.99m
- システム: ハイブリッド
- スクラバ: 14.48MW対応
 - 主機 (出力 13,000kW)
 - 補機 (出力 1,480kW × 3sets)



出典: JMU プレスリリース

特徴

- ✓ 国内初のハイブリッドSOxスクラバ
- ✓ コンテナ方式によるシンプルな搭載工事

本会共同研究の枠組みにて実施



主要機器のコンテナパッケージ外観



スクラバタワー外観



コンテナ搭載の様子



スクラバタワー搭載の様子



バルクキャリアへの搭載(新造船)

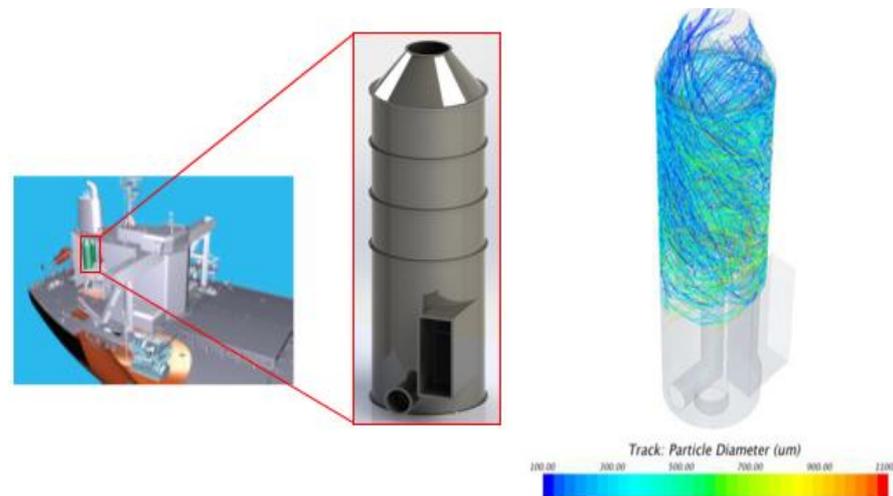
- 船名 : Nadeshiko
- 載貨重量 : 84,806DWT
- 全長 : 228.95m
- システム : ハイブリッド
- スクラバ : 10MW対応
 - 主機 (出力 9,000kW)



出典: 今治造船プレスリリース

特徴

- ✓ サイクロン式により小型化
- ✓ 軽量のため船体への影響が少ない
 - ・10MWエンジン向けで直径2m, 高さ7m
 - ・従来のSOxスクラバとの体積比で50%以上コンパクト



本会共同研究の枠組みにて実施

出典: 富士電機ホームページ

1. 燃料硫黄分規制
 - 規制概要
 - IMO審議動向
2. 規制対応のオプション
3. SO_xスクラバ
 - 概要
 - 承認
 - NK船での搭載事例
4. 本会の取り組み

2014年 排ガス浄化装置ガイドラインを発行 (和文:8月, 英文:10月)

内容:

- SO_xスクラバ技術の概要
- 2009年排ガス浄化装置ガイドライン (MEPC.184(59))の要件解説
- SO_xスクラバ搭載にあたり適用となる船級要件 (D編やR編から関連要件を抜粋)

NKホームページ (<https://www.classnk.or.jp>)に掲載 (ホーム> 業務サービス > 船級関連 > 規則・要領 > ガイドライン)

2017年7月に改訂版を発行予定

以下の内容を追加予定。

- SO_xスクラバに対して必要となる安全要件 (NaOH関連設備/安全装置/警報装置関連等)
- SO_xスクラバ搭載及びReadyに関する船級符号への付記
- 2015年排ガス浄化装置ガイドライン (MEPC.259(68))の要件解説
- 地域規制情報



SO_xスクラバや関連機器の条約適合鑑定

現行の「排ガス浄化装置ガイドライン(MEPC.259(68))」の要件への適合を確認し、鑑定書を発行

船級符号への付記

- SO_xスクラバが搭載されている船舶:
“EGCS” (Exhaust Gas Cleaning System)
自動車運搬船の例: NS* (VC, EQ C DG, PSPC-WBT)(**EGCS**)
- SO_xスクラバの搭載を行わないものの、搭載のための設計が行われた(“Ready”)船舶:
 - 設計が船級要件及び条約要件に適合:
“EGCSR-F” (Exhaust Gas Cleaning System Ready – Full)
 - 設計が船級要件に適合:
“EGCSR-G” (Exhaust Gas Cleaning System Ready – General)

事業名	実施者	実施期間
PCTCに於ける SOx対策用 排ガス全量スクラバの採算性の検討	三菱重工業、MTI、三菱化工機、日本郵船	2011-2012 (完了)
改正MARPOL条約ANNEX VI (SOx・PM規制)対応EGCSの実用化試験	富士電機、今治造船、ダイハツディーゼル	2013-2015 (完了)
国産船用SOxスクラバの開発及び実船搭載に関する研究開発	川崎汽船、三菱重工業、三菱化工機、JMU	2014-2016 (完了)
0.5%SOx EGCSのレトロフィットパッケージの開発	MTI、日本郵船、アルファラバル、南洋理工大学、Sembcorp Marine	2014-2017 (完了)
主機関用排ガス浄化装置(EGCS)の実船搭載とクローズドループ実用化試験	今治造船	2014-2017 (実施中)
SOxスクラバレトロフィットに関する研究	商船三井、南日本造船、三和ドック、バルチラジャパン	2016-2017 (完了)

ご静聴ありがとうございました。