

SOx規制への対応

平成31年3月
国土交通省 海事局

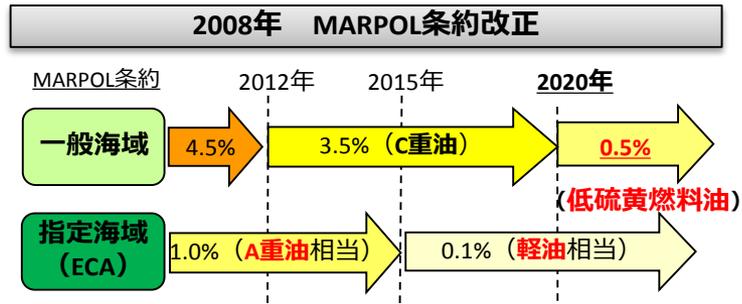
- P. 2 硫黄酸化物(SO_x)及び粒子状物質(PM)規制の概要と対策の方向性
- P.10 低硫黄C重油を供給しやすくする
- P.30 スクラバー(高硫黄C重油)を選択しやすくする
- P.44 低硫黄A重油を選択しやすくする
- P.49 LNG燃料船の導入促進
- P.52 荷主等への環境コスト増加の理解の醸成
- P.55 北海・バルト海におけるSO_x規制強化対応調査結果
- P.63 SO_x排出規制の統一的な実施に向けた国際的な対策

硫黄酸化物(SO_x)及び粒子状物質(PM) 規制の概要と対策の方向性

硫黄酸化物(SOx)及び粒子状物質(PM)規制の概要

SOx規制概要

- 国際海事機関(IMO)において、2008年の海洋汚染防止条約の改正により、船用燃料油中の硫黄分濃度規制が3.5%以下から0.5%以下へ2020年より全世界的に強化することを規定している。
- また、同条約では需給状況等に関するレビューを行い、2020年からの実施が不可能と判断された場合には、2025年に強化することも規定していた。レビューの結果、2020年からの規制強化で確定(2016年)。
- 我が国としては、船舶からのSOxの排出による人の健康や環境への悪影響の低減に取り組むもので、環境先進国として適切な対応が必要。



◆ 指定海域

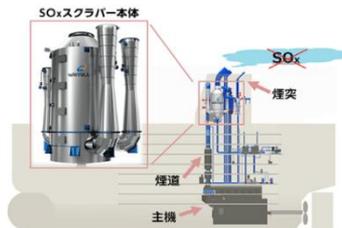


手段1 燃料油



硫黄分
0.5%以下

手段2 スクラバー (排ガス洗浄装置)



従来の高硫黄C重油を使い、
船上で排ガスを脱硫

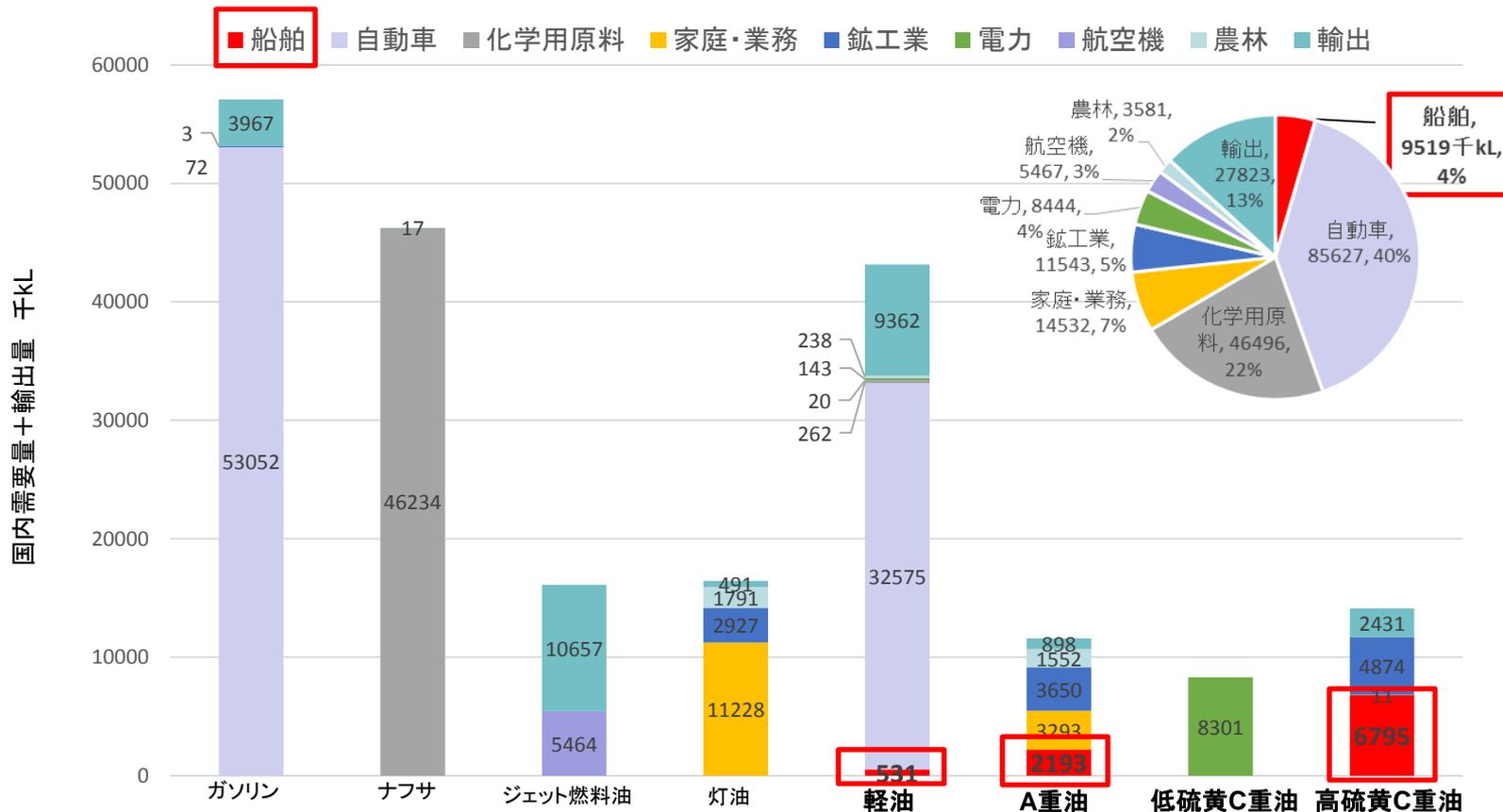
手段3 LNG



LNG燃料中は硫黄分濃度が0

船舶燃料油の供給量は、燃料油全体の供給量の約4%

石油製品の供給先(全体約2.1億kL) (石油精製元売全社の売上高約20兆円)※1



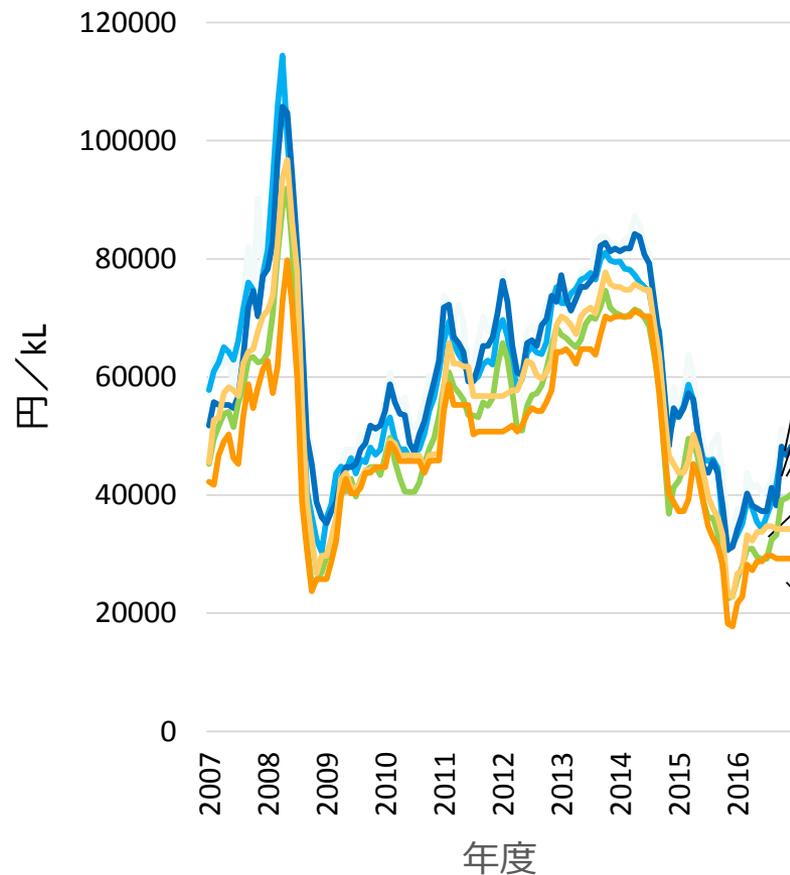
	軽油	A重油	低硫黄C重油	高硫黄C重油
硫黄分濃度	0.001%	0.3~0.7%	0.3%	2.5%
2007~2016年度の10年間平均の燃料油単価	6.3万円/kL	6.0万円/kL	5.4万円/kL	4.8万円/kL
2018年1月の燃料油単価	6.2万円/kL	5.9万円/kL	4.4万円/kL	3.9万円/kL

※1 2015年度のデータ。石油製品の供給先(国内需要+輸出)は、石油連盟「今日の石油産業2017」、平成27年資源エネルギー統計年報(石油)、内航船舶輸送統計年報、マルポール条約附属書VIIに基づく硫酸化物(SOx)規制強化へ向けた調査報告書(海上技術安全研究所)(平成28年3月)より海事局作成。船舶には、内航船、外航船(ポンド輸出)、漁船を含み、漁船のみ2014年度のデータ。

※2 燃料油の単価は、日本経済新聞における軽油、A重油(硫黄分濃度1%)、低硫黄C重油(硫黄分濃度0.3%)、高硫黄C重油(硫黄分濃度3%)より海事局作成。

燃料油の価格動向

過去10年間の燃料油の価格の推移



2007~2016年度
10年間
平均単価

2018年11月
単価

軽油	6.3万円/kL	7.3万円/kL
A重油	6.0万円/kL	6.9万円/kL
輸出軽油*	6.0万円/kL	6.5万円/kL
低硫黄C重油 (電力用)	5.4万円/kL	4.4万円/kL
原油*	5.2万円/kL	5.8万円/kL
高硫黄C重油	4.8万円/kL	3.9万円/kL

燃料油の単価は、日本経済新聞における軽油、A重油(硫黄分濃度1%)、低硫黄C重油(硫黄分濃度0.3%)、高硫黄C重油(硫黄分濃度3%)より作成。

※原油・輸出軽油は、財務省貿易統計より作成

SOx規制強化に向けた取組状況と今後の対策の方向性

取組状況

海運業界の低硫黄燃料油に関する懸念: 石油業界において「供給量は十分か」、「品質に問題無いか」、「極端に高騰しないか」等の情報がはっきりしない
 ↳ 事業者の円滑な対応に向けた対応方策の検討、「需給」、「品質」、「コスト」などに関する連絡調整を実施するための会議体を設置

オールジャパンによる連絡調整会議

[海運業界] 日本内航海運組合総連合会
 日本旅客船協会
 日本船主協会

[石油業界] 石油連盟

[関係業界] 日本造船工業会
 日本中小型造船工業会
 日本船用工業会

[国土交通省] 海事局、総合政策局

[経済産業省] 資源エネルギー庁資源・燃料部

[環境省] 水・大気環境局

[オブザーバー] (国研)海上・港湾・航空技術研究所
 (独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構
 日本海事協会、
 石油エネルギー技術センター

(開催月) 2017年3月、8月、2018年2月

詳細な事項を検討するタスクフォース

(開催月) 4月、6月、7月、10月

海事関係者による対応方策検討会議

[海運業界] 日本内航海運組合総連合会
 日本旅客船協会
 日本船主協会

[関係業界] 日本造船工業会
 日本中小型造船工業会
 日本船用工業会

[国土交通省] 海事局、総合政策局

[オブザーバー] (国研)海上・港湾・航空技術研究所
 (独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構
 日本海事協会

(開催月) 2017年2月、5月、11月



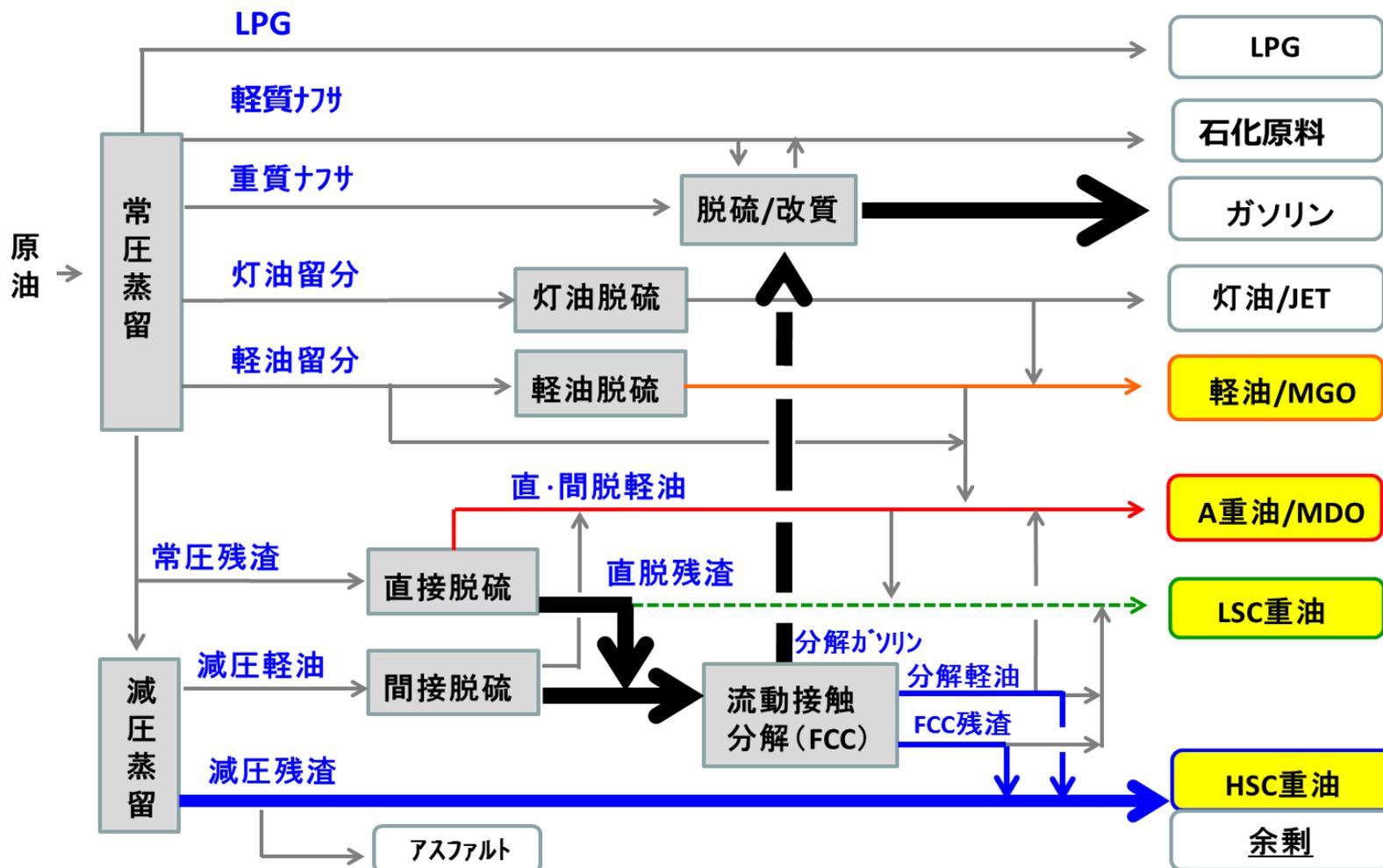
これまでの主な アウトプット

- ✓ 海運業界の需要量を供給可能であることを需給シミュレーションで確認
- ✓ 国交省、経産省、石油業界、船用エンジン業界の連携による、品質確認試験の実施を合意 等

今後の主な対策

- ✓ 低硫黄C重油を供給しやすくする
 - ・ 使用可能な燃料油の性状の幅の拡大(品質確認試験)
- ✓ 燃料油の需要分散 (低硫黄C重油への需要集中が想定)
 - ・ 低硫黄A重油への転換、スクラバーや LNG燃料船の普及を促進 (経済性を向上させる技術やシステムの導入支援、優遇策等) 等
- ✓ 荷主等への環境コスト増加の理解の醸成

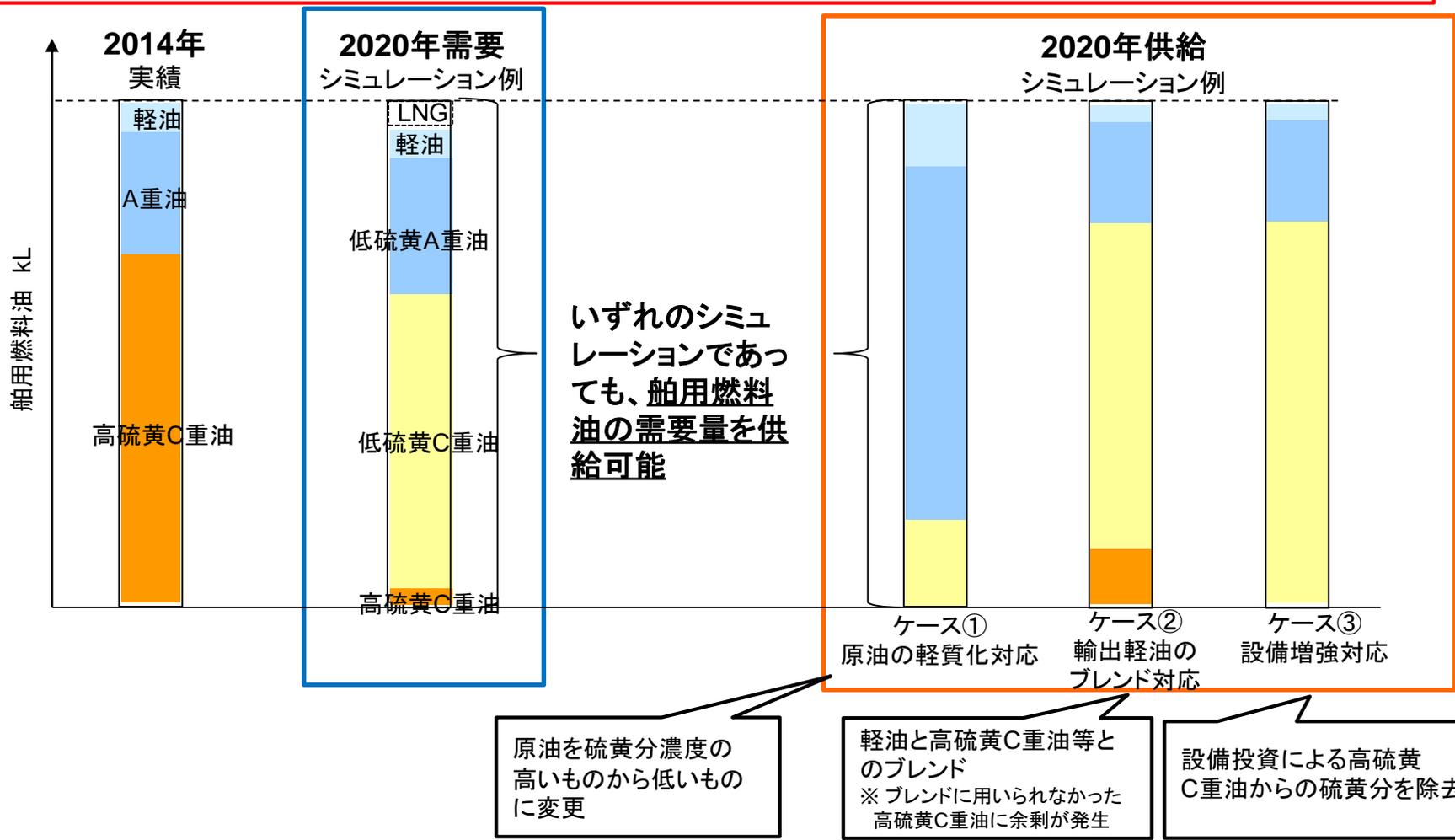
IMO規制への対応による影響



- ・減圧残渣の用途が限られることになり、残渣余剰対策が課題（需給バランスへの影響大）。
- ・MGO、MDOおよびLSC重油での対応は他油種・他用途への影響が大きい。

船用燃料油の需給見通し

- 石油連盟において、全社が「原油の軽質化・設備対応」のほか、特定の対応として「輸出軽油のブレンド対応」、「設備増強」のそれぞれのケースをシミュレーション。
- 実際には、石油各社においてこれらの多様な生産手法の中から選択・組み合わせられ、油種毎の需給がバランスしていく。



(2017年8月の第2回連絡調整会議にて提示)

新結果(追加シミュレーション)
(2018年2月の第3回連絡調整会議にて提示)

低硫黄C重油の需給の安定化に向けた対策の方向性

需要の集中が想定される低硫黄C重油から他の燃料へ需要を分散させ、低硫黄C重油の十分な供給能力の確保により、需給・価格を安定化

対策の方向性

需要サイド

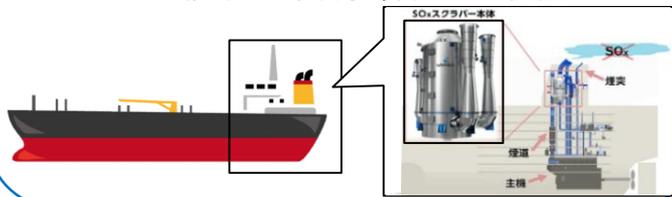
LNG燃料船の導入促進

低硫黄A重油を選択しやすくする

- ・低硫黄A重油へ転換する際の必要な対応とメリットの明確化
- ・燃費やメンテナンスコストの低いA重油専焼エンジンの普及促進

スクラバー(高硫黄C重油)を選択しやすくする

- ・スクラバーの小型化・経済性向上・工期短縮
- ・内航船へのスクラバー搭載の試設計
- ・スクラバー排水の環境影響極小の検証



荷主等への環境コスト増加の理解の醸成 等

供給サイド

・供給量に問題がない見通し

低硫黄C重油を供給しやすくする

- ・使用可能な燃料油の性状の幅の拡大(燃料油の燃焼試験の実施)
- ・船用燃料油の国際規格化

・供給量に問題がない見通し



低硫黄C重油を供給しやすくする

低硫黄C重油を供給しやすくする（使用可能な燃料油の性状の幅の拡大）

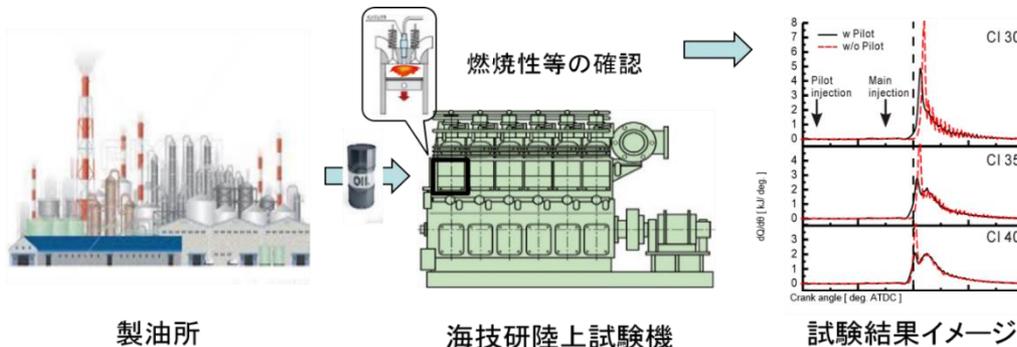
進捗状況

○低硫黄燃料油の使用に関する欧州調査を2018年5月に実施（海運業界・国交省等参加）

- ・欧州船社を訪問し、低硫黄燃料油に切り替えた後に大きなトラブルが起きていないことを確認

○燃料油の燃焼試験の実施（経産省・国交省・石油業界・船用エンジン業界・海技研等）

- ・船用燃料油のアベイラビリティの拡大を図るべく、低硫黄化に伴う性状変化が現行C重油を使用している船用エンジンに影響しないかを確認するため、実機による燃焼試験を実施し、結果を2018年9月末に海運業界へ周知。



○規制適合油の品質性状の適正化に向けた意見交換（国交省・経産省・石油元売各社・海運業界等）

- ・石油元売各社は需要家や販売事業者に対して品質性状の変化について順次説明開始。
- ・石油元売各社と海事業界などからなる協議会を設置し、燃料油の性状変化による影響について意見交換。

今後の対策

○：2018年度 ◎：2019年度予算案

○新適合燃料油の性状品質性状の適正化、情報提供（随時更新）

◎低硫黄燃料油の使用に係るガイダンスの策定（80百万円の内数：国交省）

◎低硫黄燃料油への転換の実証（80百万円の内数：国交省）

- ・低硫黄燃料油の性状変化に伴い船舶で必要な対応等を整理

◎必要に応じた更なる燃焼試験の実施（300百万円の内数：経産省）

低硫黄燃料油の品質確保にかかる燃焼試験

- 船用燃料油のアベイラビリティの拡大を図るべく、低硫黄化に伴う性状変化が現行C重油を使用している船用エンジンに影響しないかを確認するため、実機による実際の使用を想定した燃焼試験を実施。
- 石油連盟及び日本船用工業会間で調整の結果、以下の試験燃料について燃焼試験を行う。
- また試験燃料毎に、特性の異なる複数の船用エンジンで燃焼試験を行う。

現行と低硫黄化に伴う変化

現行	低硫黄化 (3.5%以下→0.5%以下) による性状変化	試験の要否
軽油	変化なし	不要
A重油 ・着火性: セタン指数40程度 ・動粘度: 2~20mm ² /s	硫黄分以外変化なし	不要
C重油 ・着火性: CCAI860程度 ・動粘度: 50~180mm ² /s	着火性や動粘度に変 化あり(※) ・着火性:CCAI860~セタ ン指数35程度 ・動粘度:2~180mm ² /s	性状変化の影 響を評価する 試験が必要

試験燃料の性状

試験燃料	動粘度 (mm ² /s)	着火性	備考
試験燃料① (A重油に 近いもの)	2~20	セタン指数 35程度	・着火性、動粘度を 最も大きく変化さ せた燃料
試験燃料② (①と③の 中間)	20~50	CCAI860 とセタン 指数35の 中間レベ ル	・動粘度によって ヒーティングレベ ルが変わるため 動粘度を①と③の 中間にした燃料
試験燃料③ (現行のC重 油)	50~180	CCAI860 程度	・基準燃料とする

(注)セタン指数・・・軽油やA重油の着火性を示す指標。 CCAI ...C重油の着火性を示す指標。

(※)着火性及び動粘度レベルに変化がないC重油については、試験燃料③で評価する(低硫黄化燃料であっても、燃焼性は同等と判断)。

低硫黄燃料油の品質確保にかかる燃焼試験

- ▶ 船用燃料油の供給拡大を図るべく、低硫黄化に伴う性状変化が現行C重油を燃焼している船用エンジンに影響しないかを確認するため、実機による実際の使用を想定した燃焼試験を実施（資源エネルギー庁補助事業）
- ▶ 石油連盟及び日本船用工業会間で調整した、3種類の試験燃料について、特性の異なる複数の船用エンジンで燃焼試験を実施し、**2018年9月20日に検証結果を取りまとめ、同月末に海事関係業界に周知。**

No.	1	2
メーカー形式	新潟原動機 6L19HX	松井鉄工所 MU323DGSC
タイプ	4サイクル中速エンジン	4サイクル中速エンジン
定格出力	750 kW	257 kW
定格回転数	1000 rpm	420 rpm
搭載船例	499GT	199GT
写真		

試験に用いた燃料

試験燃料①
A重油に近い動粘度
(2.03cSt^{※1})の燃料油

試験燃料②
中間動粘度(35.2cSt)
の燃料油

試験燃料③
現行C重油相当の動粘度
(153cSt)の燃料油

燃焼試験結果

※1 cSt(センチストークス): 動粘度を示す単位

適切に加熱することで、試験燃料は従来のC重油と同様に燃焼できることを確認^{※2}。

※2 従来のC重油と同様に、起動時や低負荷時の運転には注意が必要

規制適合油の性状(動粘度と流動点)

- 2018年9月末に、石油連盟より船舶用規制適合油の品質性状に係る調査結果を海事業界に周知(下の左図)。動粘度に相当の幅があることが判明。
- また、石油元売各社が販売ルートを通じて顧客に性状の想定値を連絡。流動点(燃料油が固まる温度)が従来油よりも相当高いことが判明(下の右表)。
- これらの性状の変化が船舶での使用に問題を起こさないか、特に動粘度と流動点に着目して国交省及び関係業界で検討

1. 船舶用規制適合油の品質性状に係る調査結果

- ❑ 海運業界・国交省等からの要請を受けて、石油連盟では、石連加盟各社に対して、硫黄分を0.5wt%以下に低減した船舶用の規制適合油(軽質・重質)の主な品質項目について、現時点で想定される品質性状(幅)等に係る調査を実施いたしました。
- ❑ 規制適合油は、硫黄分を低下させるため、中間留分(軽油等)を多く混合することにより、現行の品質性状に比べて動粘度や密度が低くなる見通しです。
- ❑ なお、これらの結果は、現時点の各社の検討結果であり、今後の検討によっては品質性状は変わり得ること、こうした品質性状の燃料供給をコミットするものではないことに十分留意して下さい。

船舶用規制適合油(軽質・重質)の品質性状(幅)について(調査結果より)

	規制適合油(軽質) ＜調査結果＞	【参考】JIS・ISO規格
硫黄分(wt%)	0.5以下	0.5以下、2.0以下(注1)
動粘度(cSt) @50°C	1.5~5.5	20以下(注1)
セタン指数	35~56	35以上(注2)
発熱量(MJ/kg)	44.84~45.80	-
密度(g/cm3) @15°C	0.820~0.895	0.900以下(注2)

(注1)JISK2205重油1種、(注2)ISO8217 DMB

	規制適合油(重質) ＜調査結果＞	【参考】JIS・ISO規格
硫黄分(wt%)	0.5以下	3.5以下(注1)
動粘度(cSt) @50°C	2~180	250以下(注1)
発熱量(MJ/kg)	43.40~45.02	
密度(g/cm3) @15°C	0.880~0.991	0.991以下(注2)

(注1)JISK2205重油3種1号、(注2)ISO8217 RME180

「船舶用規制適合油の品質性状について(石油連盟)」抜粋

石油元売各社が顧客へ説明した品質性状のまとめ

石油元売	流動点(°C)
A社	~30°C
B社	~20°C
C社	~10°C

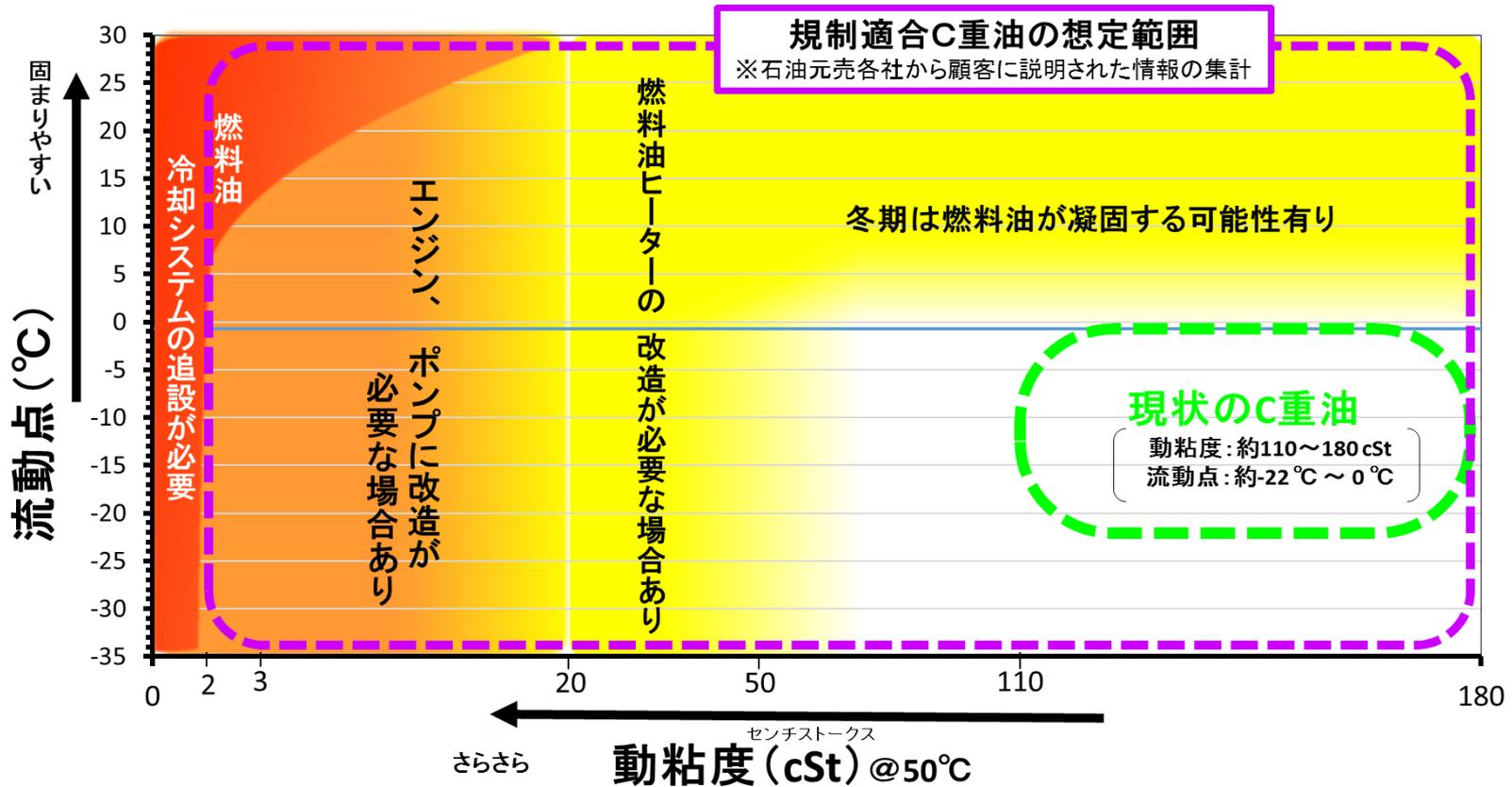
流動点

※現在のC重油の流動点は、-22~0°C

燃料油の性状変化による船舶の懸念（6者協議会前時点）

- C重油を使用している船舶では、燃料タンクからエンジンまでの配管経路において、燃料を加熱してエンジンでの燃焼に適した動粘度に調整している。
- C重油の低硫黄化に伴い、性状（動粘度、流動点）が従来のものから変化した場合、性状次第では、既存の船内設備では使用できなくなったり、配管詰まり等が起きる可能性が否定できない

現状C重油を用いている船舶が燃料油の性状変化に伴い必要な改造等



※本表は暫定版であり、関係業界・専門家等の知見を集約し、随時更新・追記予定。

燃料油の性状に関する6者協議会

➤ 2018年10月30日、11月19日に、関係者(海運事業者、海運業界団体事務局、石油元売事業者、石油連盟事務局、国交省、資源エネルギー庁、造船所、エンジンメーカー)で、燃料油の性状について意見交換を実施

● 海運業界からは、

①他社製の燃料油を混合しても問題ないようにすること(混合安定性の確保)

②動粘度は、船舶の改造が不要と見込まれるレベル(余裕をもって目安として70cSt※以上)にすること

③流動点は、常温では固まらない温度とすること

等を要請

※ cSt(センチストークス): 動粘度を示す単位

● 石油業界からは、海運業界の意見を理解しつつ、適合油の動粘度については供給安定性も踏まえて検討する必要がある旨を意見

● 今後は、海運業界が船舶への影響について、石油元売各社が性状について、それぞれ更に調査・検討を行うこととなった。



船舶への影響調査及び対応策の検討(動粘度と流動点)

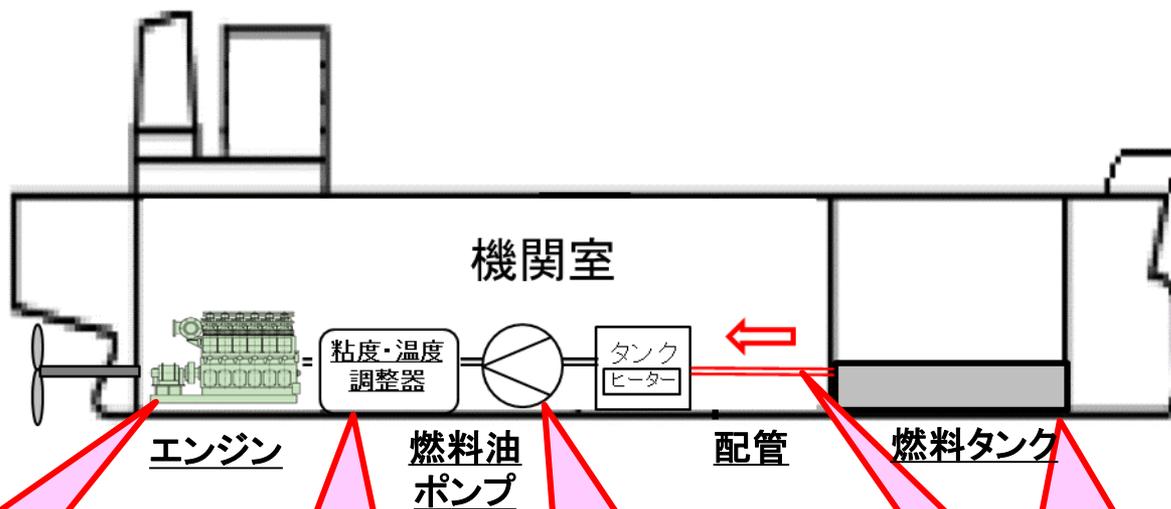
硫黄分規制の強化に伴う燃料油の性状変化による、船舶の安全運航への影響について、国交省及び船舶関係業界で詳細に調査し、対応策について検討

昨年夏に石油業界が提示した品質性状(幅)

動粘度 : 2~180cSt (@50°C)
(現在のC重油の動粘度は
110~180cSt (@50°C))

流動点 : 30°C以下
(現在のC重油の流動点は
-30~15°C程度)

現行よりも動粘度が低く流動点が高い燃料を使用する場合の懸念事項と、実施した調査



動粘度の低い燃料油を使用すると加熱温度が低く設定され、酸腐食の可能性

→調査1

低温域での粘度・温度制御ができない可能性

動粘度の低い燃料油を使用するとポンプの性能が十分発揮されない(押し出し圧力の低下)

→調査2

流動点の高い燃料油を使用すると配管・タンクにヒーターがない場合、燃料油が固まる可能性

→調査3

調査1：燃料油の動粘度低下によるエンジンへの影響調査

懸念事項：

動粘度の低い燃料油を使用すると加熱温度が低く調整され、酸腐食の可能性

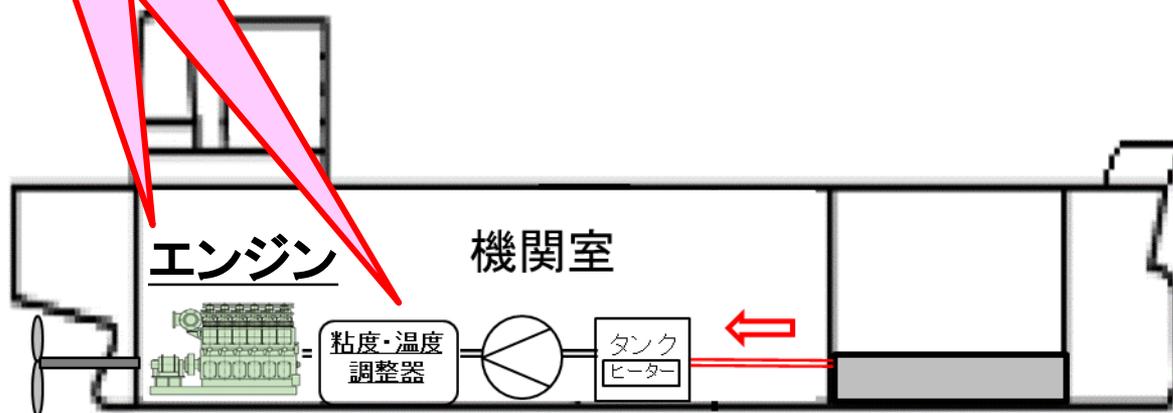
低温域での粘度・温度調整ができない可能性

調査結果：

動粘度15cSt以上(@50°C)であれば、燃料油を100°C程度^{※1}に加熱することにより、エンジンの改造無しで対応可
100°C程度であれば、既存の粘度・温度調整器により調整可能^{※2}

※1 エンジンメーカーが推奨する温度

※2 粘度・温度調整器がある場合には、粘度調整モードから温度調整モードに切り替え、温度調整器のみの場合には温度設定を変更



調査事項：エンジン内部で問題の生じない燃料油の性状(動粘度)や温度の範囲を確認

調査対象：国内全船用エンジンメーカー(15社^{※3})

調査方法：エンジンメーカーへのヒヤリング等

※3 (一社)日本船用工業会会員企業

(株)アイメックス、(株)赤阪鐵工所、川崎重工業(株)、JFEエンジニアリング(株)、(株)ジャパンエンジンコーポレーション、ダイハツディーゼル(株)、(株)ディーゼルユナイテッド、新潟原動機(株)、阪神内燃機工業(株)、日立造船(株)、(株)マキタ、(株)松井鐵工所、(株)三井E&Sマシナリー、三菱重工エンジン&ターボチャージ(株)、ヤンマー(株)

調査2：燃料油の動粘度低下による燃料ポンプへの影響調査

懸念事項：

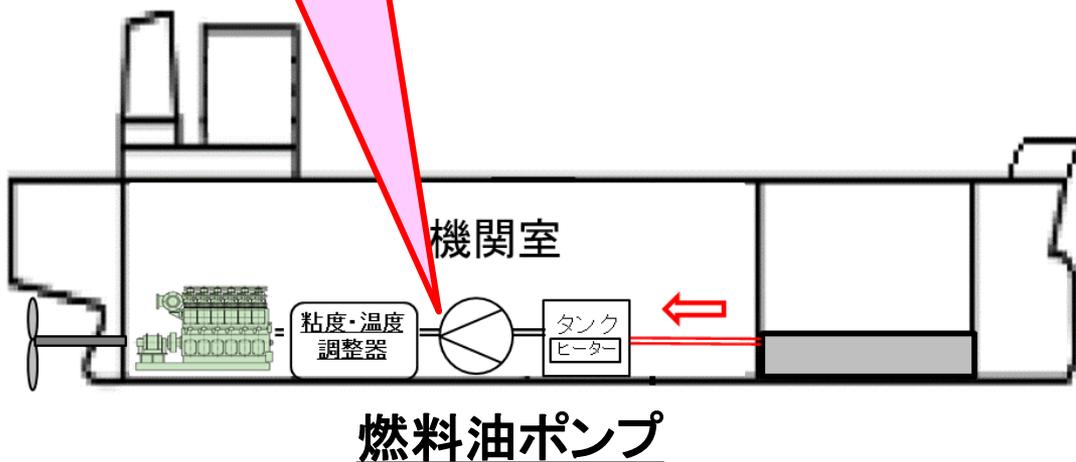
動粘度の低い燃料油を使用するとポンプの性能が十分発揮されない（押し出し圧力の低下）



調査結果：

建造時より能力に余裕を持ったポンプを搭載していることが確認され、動粘度20cSt(@50°C)以上の燃料油が確実に供給されれば、ほとんどの船舶で改造なしで対応可

(※ポンプ能力不十分の場合であっても、燃料の加熱温度を下げることにより対応できる場合がある)



調査結果

(2ストロークエンジン搭載の内航船 全235隻)

ポンプ能力	隻数
十分と考えられる ※1	159隻(67.7%)
十分である可能性が高い ※2	51隻(21.7%)
不十分である可能性が高い ※3 温度を下げる又はポンプ交換	8隻(3.4%)
不十分と考えられる ※4 ポンプ交換	4隻(1.7%)
造船所の設計図面では確認困難 → 要実船確認	13隻(5.5%)
合計	235隻(100.0%)

※1 余裕度(「ポンプの最大吐出量」の「エンジンの最大出力時の燃料消費量」に対する比率)2以上

※2 余裕度1.5~2 ※3 余裕度1~1.5 ※4 余裕度1未満

調査事項： 動粘度の低い燃料油を使用し、燃料ポンプの性能が十分発揮されなくなった(押し出し圧力低下)場合、エンジンでの燃焼に必要な燃料を十分に供給可能か確認

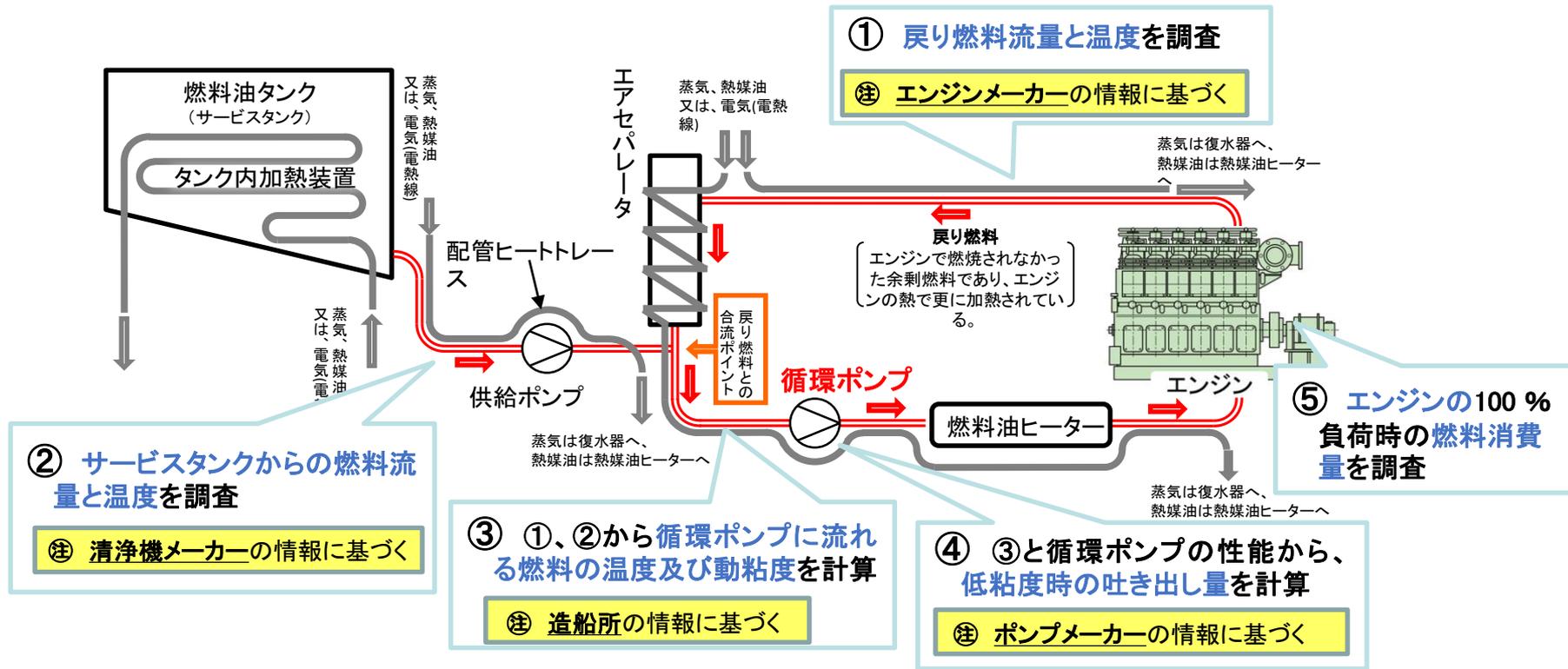
調査対象： 高い圧力で燃料供給を必要とする2ストロークエンジンを搭載している内航船(全235隻)。4ストロークエンジンでは問題は想定されていない。

調査方法： 建造造船所にて1隻ごとに設計・仕様を確認し、ポンプの能力を評価

(調査協力造船所)

浅川造船(株)、今治造船(株)、(株)臼杵造船所、(株)神田造船所、神例造船(株)、北日本造船(株)、旭洋造船(株)、熊本ドック(株)、(株)栗之浦ドック、警固屋船渠(株)、佐伯重工業(株)、佐々木造船(株)、佐世保重工業(株)、下ノ江造船(株)、四国ドック(株)、ジャパンマリンユナイテッド(株)、新来島どっく(株)、常石造船(株)、内海造船(株)、新潟造船(株)、伯方造船(株)、檜垣造船(株)、本田重工業(株)、(株)三浦造船所、三菱造船(株)、村上秀造船(株)、山中造船(株)、(株)ヤマニシ

2ストロークエンジン採用船舶の燃料循環ポンプの低動粘度対応確認方法



➡ **④と⑤を比較し、余裕度1.5(最大消費量の1.5倍の燃料移送能力)が確保されていれば能力は十分と判断※**

※ 実際の運用において、余裕度が低い(1~1.5)、あるいは、余裕がない(1以下)という状態が仮に発生した場合、最大出力に対応する燃料流入量が不足し、本来の最大出力まで到達しないという状況が想定されるが、直ちに機関の故障が発生するわけではない。

調査3：燃料油の流動点上昇による燃料タンク・配管への影響調査

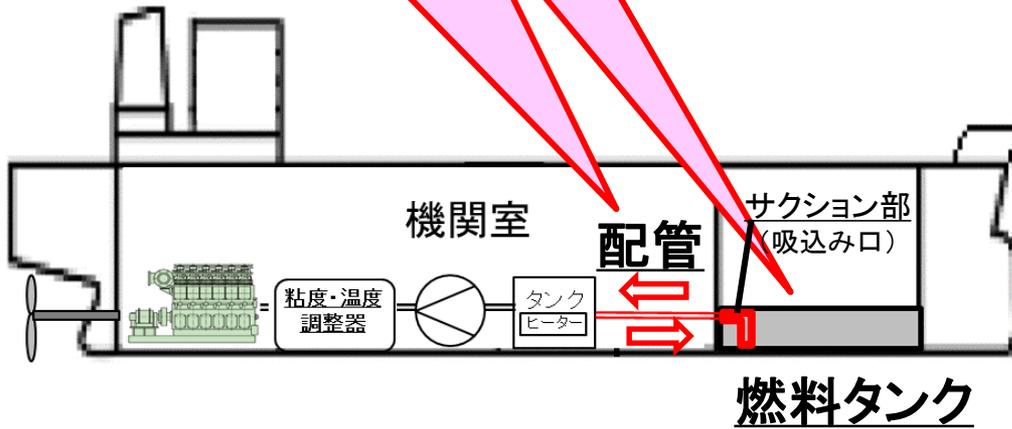
懸念事項：

流動点の高い燃料油を使用するとタンクヒーターがない場合燃料油が固まる可能性

流動点の高い燃料油を使用すると配管ヒーターがない場合燃料油が固まる可能性

調査結果：

- ・燃料タンクについては、機関室内の加熱油を燃料タンク内に戻すことにより、ほとんどの船舶で改造なしで対応可
- ・配管については、ヒーターがない場合は冬季寒冷地で冷えないよう運用に注意を要するものの、流動点を下回っても配管内で移送できることを低動粘度かつ高流動点のサンプル油を用いた模擬試験で確認



ヒーター有無の調査結果

燃料タンク			配管	隻数
サクシオン部	底面	加熱油のタンク戻し		
○	○	△	○	657隻(60.7%)
○	○	△	○	313隻(28.9%)
○		○	○	80隻(7.4%)
○		○	○	27隻(2.5%)
○			○	3隻(0.3%)
○			○	2隻(0.2%)
合計				1082隻

※当該5隻は船主指示(温暖水域の航行を想定しているなどの理由)等により、タンク底面のヒーター、加熱油のタンク戻しを搭載していない

調査事項：燃料の流動点が上昇した際に、冬季に寒冷地で燃料が固まらないか、燃料タンク・配管のヒーターの設置状況を確認

調査対象：過去20年間に建造されたC重油を使用する内航船(34造船所で建造された約1000隻を確認)

調査方法：造船所にて、過去建造した船舶の設計・仕様を確認(一部推計を含む)

(調査協力造船所)

浅川造船(株)、今治造船(株)、(株)臼杵造船所、(株)大島造船所、尾道造船(株)、川崎重工業(株)、(株)神田造船所、神例造船(株)、北日本造船(株)、旭洋造船(株)、熊本ドック(株)、警固屋船渠(株)、佐伯重工業(株)、佐々木造船(株)、佐世保重工業(株)、サノヤス造船(株)、下ノ江造船(株)、四国ドック(株)、ジャパンマリンユナイテッド(株)、新来島どっく(株)、住友重機械マリンエンジニアリング(株)、常石造船(株)、(株)名村造船所、新潟造船(株)、伯方造船(株)、函館どつく(株)、檜垣造船(株)、本田重工業(株)、(株)三浦造船所、三井E&S造船(株)、三菱造船(株)、村上秀造船(株)、山中造船(株)、(株)ヤマニシ

高流動点の燃料油の使用に向けた燃料タンク内温度の実船計測

- ・冬季寒冷地において、船舶の燃料タンクのヒーターを停止し、燃料タンク内の燃料油温度の推移を計測
- ・ヒーター停止後の燃料タンクの冷却速度の実態が明らかとなり、今後、高流動点の燃料油を船舶で使用するにあたって参考となる重要なデータが得られた。

○計測の概要（内航海運事業者の協力を得て、海上技術安全研究所及び海事局にて実施）

- ・燃料タンク内のヒーターを停止し、タンク内の燃料温度を計測
- ・実施日：2019年2月9日（土）～2月10日（日）
- ・実施場所：室蘭（北海道）～尻屋（青森県）



下北丸

(NSユナイテッド内航海運(株)HPより)

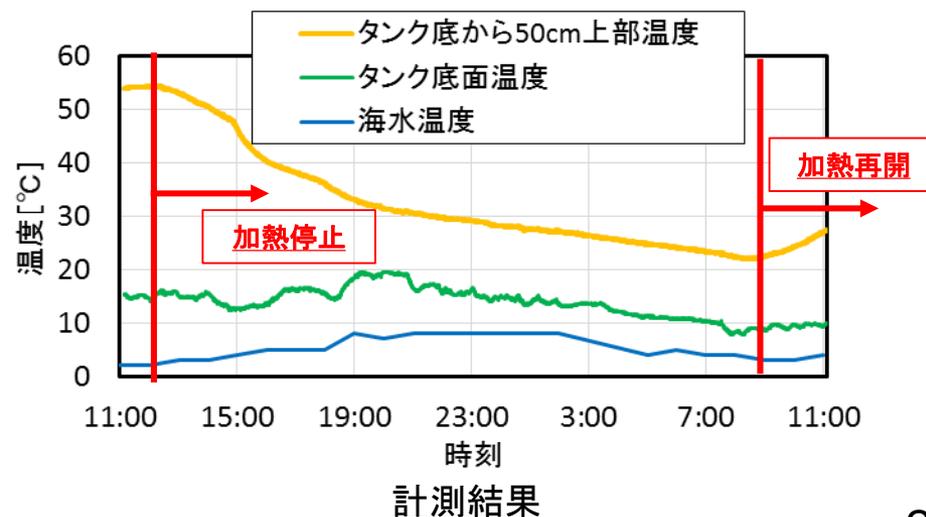
○計測条件

- ・気温： -10°C ～ -4°C （記録的な寒波到来時）
- ・使用船舶：下北丸（石灰石専用船、4,483GT、船主：NSユナイテッド内航海運（株））
- ・燃料タンク：
 - 海水に接している機関室下部のタンク
 - タンク深さ：約1.5m
 - 燃料油深さ：約1m
- ・機関室内温度 停泊時： 22°C 程度
航行時： 13°C 程度

○計測結果

54°Cから30°Cへ低下するのに約10時間
($2.4^{\circ}\text{C}/\text{h}$ で低下)

30°Cから22°Cへ低下するのに約10時間
($0.8^{\circ}\text{C}/\text{h}$ で低下)



計測結果

低動粘度燃料油の流動点以下の温度における配管内移送試験

- ・ヒーターが無い配管・ポンプ内で、流動点以下まで燃料油の温度が低下した場合において、燃料油が流れるかを検証。
- ・検証に用いた流動点約40℃、動粘度約20cSt (@50℃)の油は、流動点以下でグリース状になる※が、5～10℃に冷却してもポンプによって移送できることが確認された。

※流動点とは、試験管に試料を入れて水平にし、試料が5秒間全く動かなくなったときの温度に2.5℃を加えた温度で、液体から固体となる凝固点とは異なる。

○試験概要（石油元売事業者の協力を得て、海上技術安全研究所にて実施）

- ・実施日：2019年2月11日（月）～12日（火）
- ・実施場所：海上技術安全研究所

○想定した船舶の状況

燃料油配管にヒーターがない船舶において、**低動粘度かつ高流動点の燃料油が、配管内で流動点以下に冷えた状況を想定**

○試験に用いた燃料油

流動点約40℃、動粘度約20cSt(@50℃)のサンプル油※

※：国内石油元売事業者より本試験のために提供

○試験条件

ポンプ及び配管にサンプル油を満たし、**5～10℃まで冷却**し、ポンプを作動。

[ポンプ仕様] 内航船で一般的に用いられているギヤポンプ、ポンプ最大圧：0.6MPa、モーター定格出力：1.5kW

[配管長さ] サクション部～ポンプ入口：1.0m(50A)、ポンプ出口以降：2.5m/5.5m(20A)



試験の様子

○試験結果

複数回検証したところ、流動点以下の温度条件において、**ポンプ・配管内でサンプル油は流れることが確認された**

適合油の性状に関する海運側・石油側の調整結果

- ▶ 船舶設計の詳細調査により、双方とも対応しうる性状を確認した。
- ▶ 石油元売り事業者は、これを踏まえ、性状の範囲を動粘度が概ね20cSt程度以上(事業者によっては①全量20cSt以上、②20cSt以上とするが顧客が受入可能な場合には20cSt未満も供給等、若干の差異あり)、流動点が30℃以下とした。

石油元売り 当初提案	外航船				内航船			
	エンジン	燃料ポンプ	燃料タンク	燃料配管	エンジン	燃料ポンプ	燃料タンク	燃料配管
動粘度 2~180cSt 流動点 30℃以下	×	○	○	○	×	△	×	△
	3割の船舶で ドック内改造必要	ほとんどの船舶は 対応可	ほとんどの船舶は 対応可	実態上ほとんどの船舶で 問題なし	約450隻でドック内 改造必要	大型船は改造が必要となる 可能性	タンクの加熱が不十分な 可能性	配管の加熱が不十分な 可能性

双方とも対応しうる 性状	外航船				内航船			
	エンジン	燃料ポンプ	燃料タンク	燃料配管	エンジン	燃料ポンプ	燃料タンク	燃料配管
動粘度 20(~50)cSt 流動点 30℃以下	× → ○	○	○	○	× → ○	△ → ○	× → ○	△ → ○
	加熱設定により、ほとんどの船舶で 対応可				加熱設定により、ほとんどの船舶で 対応可	建造時の設計余力により、ほとんどの船舶で 対応可	加熱油のタンク戻しにより、ほとんどの船舶で 対応可	冬季寒冷地での運用を注意すればほとんどの船舶で 対応可

海運事業者 当初要望	外航船				内航船			
	エンジン	燃料ポンプ	燃料タンク	燃料配管	エンジン	燃料ポンプ	燃料タンク	燃料配管
動粘度 70cSt~ 流動点 0℃以下	○	○	○	○	○	○	○	○

- 国内元売り各社が供給を予定している燃料油のサンプルを提供し、試験機関において混合安定性の確認試験を実施する予定(エネルギーとの連携事業)
- 3月中に試験を実施し、その結果を「規制適合油の使用に関する手引書」に反映予定
- 試験内容
 - 【混合パターン】
 - ・高硫黄燃料油と低硫黄燃料油(規制開始時の混合を想定)
 - ・低硫黄燃料油と低硫黄燃料油(他社間の混合を想定)

規制強化に伴う燃料油の性状変化による船舶への影響や対応策、混合安定性など、規制適合油の使用上の留意点等をまとめた手引書を策定し、海運業界へ周知する予定。

「燃料油の性状変化への対応に関する検討会」

国内石油元売り事業者から供給される規制に適合する低硫黄重油を使用する際に、船主、運航者、船員等の船舶関係者が把握しておくべき情報や注意点について、造船所、船用機器メーカー、研究機関等の専門家の知見や情報を集約し、手引書にとりまとめ

[策定スケジュール]

2018年

- 10/16 : 「第1回全体会合」

2019年

- 1/11 : 「船用機器メーカー分科会」
- 2/6 : 「造船分科会」
- 2/19 : 「第2回全体会合」
- 2月下旬～3月中旬: 手引書案の作成・調整
- 3月下旬 : 策定・公表

手引書の構成(案)

1章 SO_x規制について

2章 国内で供給される規制適合油

- 2.1 低硫黄A重油
- 2.2 低硫黄C重油
- 2.3 混合安定性
- 2.4 硫黄分と潤滑性

3章 規制適合油への切替え

- 3.1 燃料油切替え方法とスケジュール
- 3.2 ケース① 現行C重油→ 低硫黄C重油
- 3.3 ケース② 現行C重油→ 低硫黄A重油

4章 性状変化に伴う注意点と対応策

- 4.1 船内設備
- 4.2 潤滑油
- 4.3 燃料油調達(混合安定性等)

海外からの規制適合油の輸入、内航船への供給の実現性を検証すべく、トライアル事業を実施する予定。

- 韓国より低硫黄燃料油を輸入し、名古屋にて通関の上、内航船に供給して実運航に使用
- 補油後の機関室内(エンジン手前)における燃料油の硫黄分濃度の変化を検証※するとともに、輸入燃料の調達、供給にかかるコスト等も分析

※ タンカーで検証することを検討中

・使用する燃料油の性状:

動粘度 : 140cSt(@50°C)、流動点 : 17.5°C、硫黄分濃度 : 0.26%

・補油場所:

伊勢湾、東京湾

・使用する船舶:

フェリー: 15,795GT、32,200PS(4ストローク MAN B&W 9L58/64)

タンカー: 850GT、2,600PS(4ストローク 阪神内燃機 LH36LA)

RoRo船: 16,726GT、18,055PS(4ストローク MAN B&W 8S50ME-C8.2)

・実施期間:

2月下旬~3月中旬

- 規制適合油について、船舶の安全や運航への影響を最小化しつつ、国内石油元売り各社が安定的に供給できる性状の範囲に関し、以下のとおり双方の共通認識が得られた。

動粘度：20cSt程度以上※

流動点：30°C以下

※ 石油元売事業者によっては①全量20cSt以上、②20cSt以上とするが顧客が受入可能な場合には20cSt未満も供給等、若干の差異あり

- 今後の予定

1. 規制適合油の適切な選定・使用方法の周知

- 混合安定性の確認(2月～3月)
 - 石油元売り事業者から製品のサンプル油の提供を受け、第三者が実施
- 規制適合油の使用に関する手引書を策定・公表(3月末)
 - 規制適合油の使用上の留意点等をまとめた手引書を作成し、関係者に周知

2. 規制適合油による実船トライアルの実施(3月～)

- 規制開始前に実際の適合油(国内・輸入)での実船トライアルを実施し、準備に万全を期す。

3. 燃料油サーチャージ等ガイドラインの策定・公表(4月～)

- 内航海運業において生じる環境コストを、社会全体で適切に配分しうるよう燃料サーチャージ等に関するガイドラインを作成し、荷主へ説明

SOx規制対応に向けたスケジュール

	国土交通省(・関係省庁等)	海運業界	石油業界
1月	<ul style="list-style-type: none"> 燃料油の性状変化による船舶への影響調査 	<ul style="list-style-type: none"> 求める性状範囲について石油業界に伝達 	
2月	<ul style="list-style-type: none"> 寒冷対応確認(実船・模擬) 		<ul style="list-style-type: none"> 適合油の性状範囲の調整 サンプル油提供
現在	<ul style="list-style-type: none"> 混合安定性確認 		
3月	<ul style="list-style-type: none"> 適合油使用手引書策定 		
4月～	<ul style="list-style-type: none"> サーチャージガイドライン策定 	<ul style="list-style-type: none"> (一部の船舶でポンプ交換等) 規制適合油の使用トライアル 	<ul style="list-style-type: none"> トライアル用の規制適合油の提供
10月～			<ul style="list-style-type: none"> 規制適合油の供給開始
2020年1月(規制開始)		<ul style="list-style-type: none"> 規制適合油の使用開始 	

スクラバー(高硫黄C重油)を 選択しやすくする

スクラバー(高硫黄C重油)を選択しやすくする

進捗状況

○スクラバー搭載状況に関する欧州調査を2018年5月に実施(海運業界・国交省等参加)

・スクラバー搭載船を訪船し、メンテナンス方法や排水でトラブルが起きていないことを確認

○「スクラバー排水が海洋環境に影響を与える可能性は著しく低い」ことを検証・2018年7月26日に公表(国交省・環境省・水産庁)

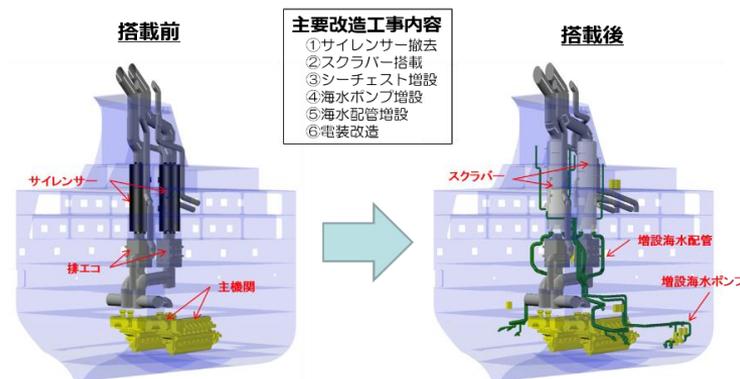
・スクラバー排水の生物試験や成分分析を行い、スクラバー排水が短・長期的に海洋環境に影響を与える可能性が著しく低いことを確認

○内航船へのスクラバー搭載の試設計を実施し、2018年8月8日に結果公表(JRTT※)

・スクラバーの搭載改造によって旅客数や貨物量に影響がないことや通常ドック期間で工事が可能なケース(1万トン旅客船)を確認

○スクラバーの検査制度の合理化を実施(2018年8月31日省令改正)(国交省)

※ 独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構



今後の対策

○:2018年度 ◎:2019年度予算案 ◇:2019年度財政投融资制度改正案 ☆:2019年度その他

スクラバー搭載の判断を支援、搭載工事費用の負担を軽減(費用の一部を支援)

【既存船への搭載の支援】

○スクラバー搭載の試設計を必要に応じ追加実施(JRTT)

◎ 搭載工事期間短縮の実証 (80百万円の内数:国交省)

◇ 既存共有船の金利を一定期間軽減 (JRTT)

☆ スクラバー搭載等環境規制に対応するための改造等に対する融資制度開始(日本財団)

【新造船への搭載の支援】

(費用の一部を支援)

◎ スクラバーと省エネ機器との組み合わせの省エネ実証 (62億円の内数:経産省・国交省の連携による補助金)

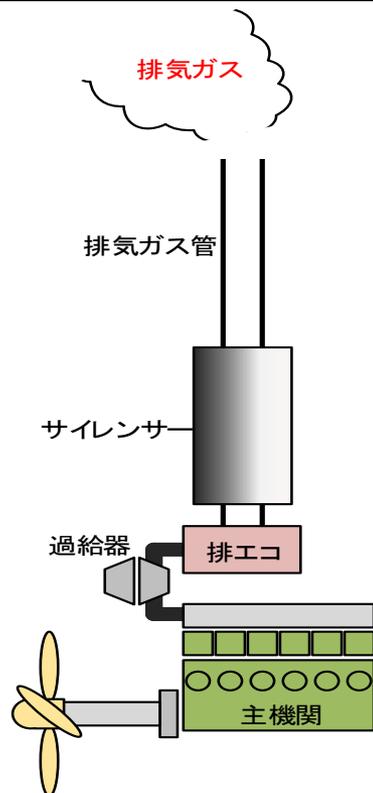
スクラバーの洗浄水の排水方式

	オープン方式	クローズ方式	ハイブリッド方式
模式図			
脱硫用水	船外海水から取得	専用水を船内循環	船外海水から取得 or 専用水を船内循環
必要補機	<ul style="list-style-type: none"> 海水ポンプ シーチェスト (・中和剤タンク：オプション) 	<ul style="list-style-type: none"> 循環ポンプ 洗浄機 スラッジタンク（要スラッジ陸揚げ処理） 中和剤タンク 	<ul style="list-style-type: none"> 海水ポンプ シーチェスト 循環ポンプ 洗浄機 スラッジタンク（要スラッジ陸揚げ処理） 中和剤タンク
特徴	補機類配管類が最も少なくシンプル	シーチェスト不要かつ船外排出無し	海域に応じてオープン方式とクローズド方式を切替え可能

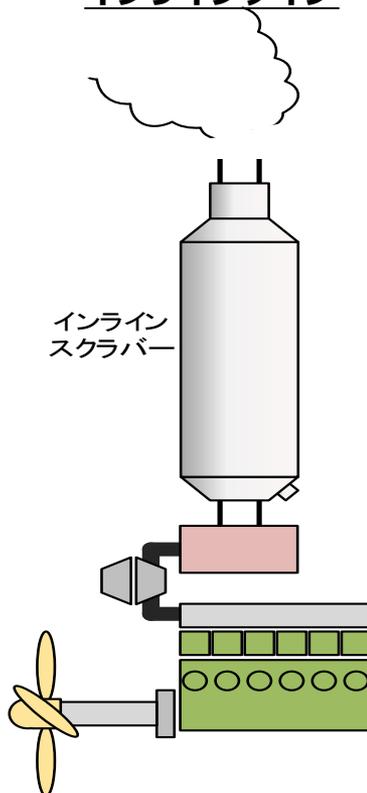
スクラバー本体のタイプ

	インラインタイプ	ベンチュリタイプ
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ベンチュリタイプに比べ小型 一部サイレンサーと置換可能なモデル有り バイパスライン不要 排圧の仕様がシビア 	<ul style="list-style-type: none"> ドライ運転時に既存ライン使用可能（バイパスライン有り） 排圧の調整が容易 既存設備に追設

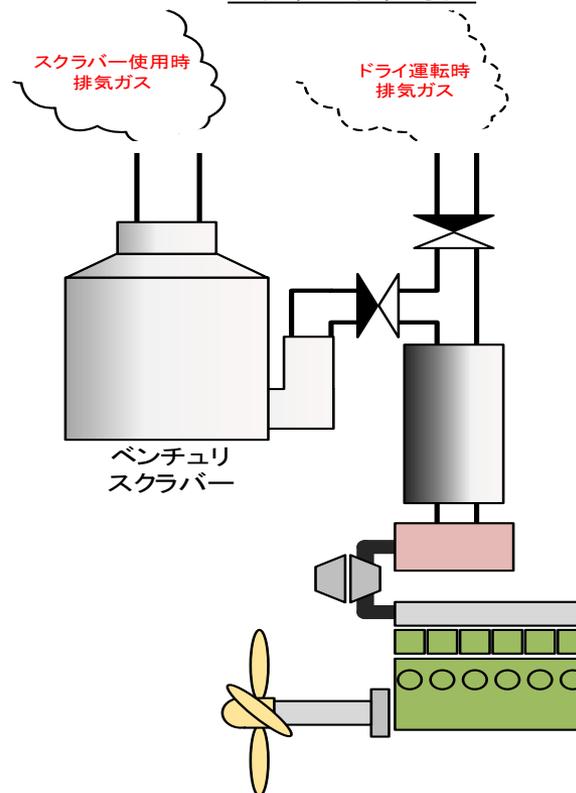
現状（スクラバー無し）



インラインタイプ

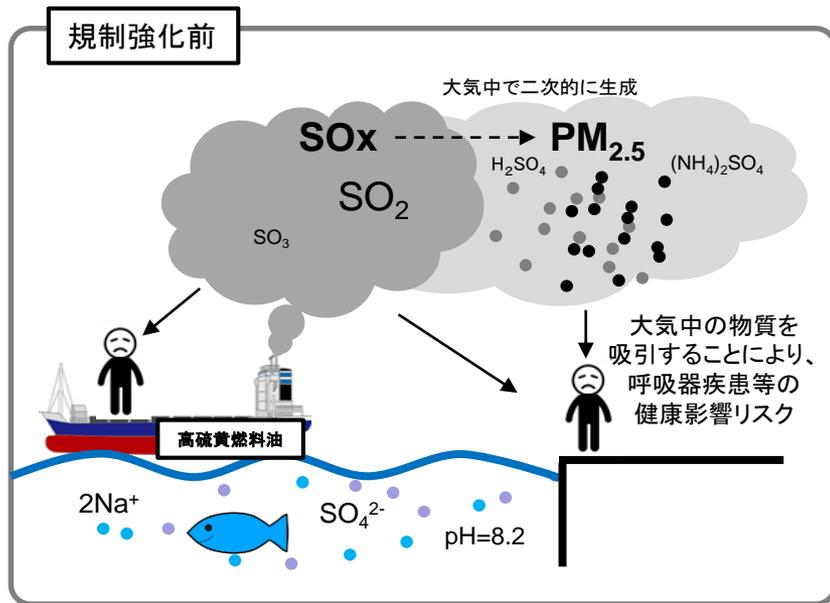


ベンチュリタイプ



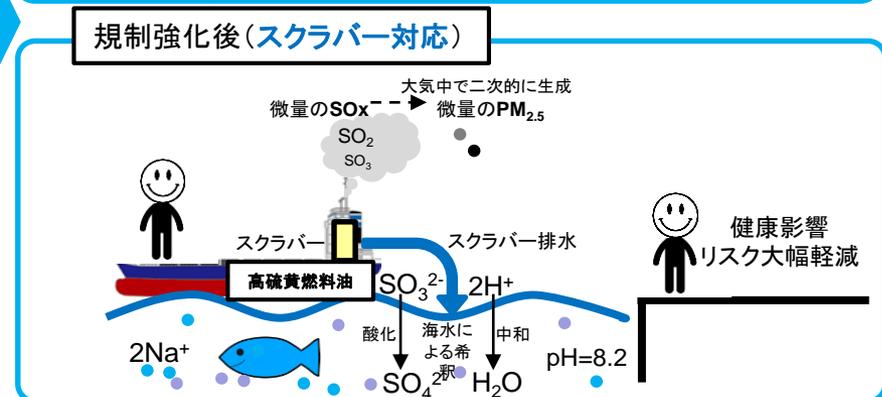
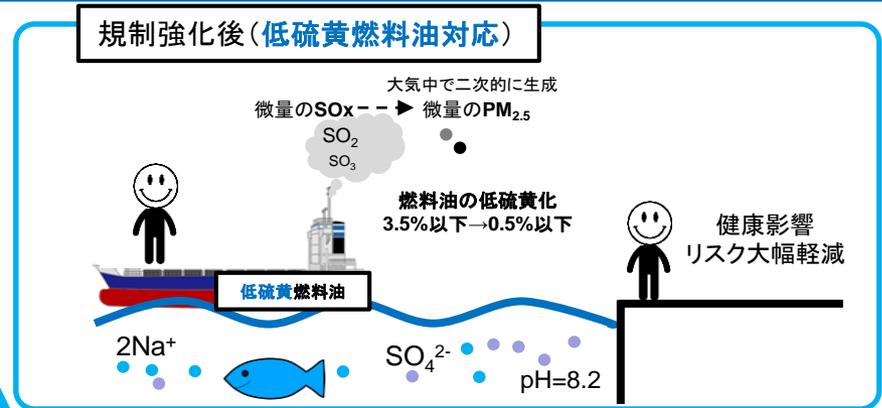
排ガス中の硫黄酸化物による健康及び環境への影響の基本的考え方

- 排出ガス中に含まれるSOxや、大気中でSOxから二次的に生成されるPM_{2.5}は、大気中を拡散し、人体に取り込まれた場合、呼吸器疾患および循環器疾患などの人体の健康影響リスクを引き起こす。
- SOx規制強化に伴い、① 硫黄分濃度が低い燃料を使用、あるいは、②排出ガス中に含まれるSOx分を除去する装置(スクラバー)の使用により、本健康影響リスクが大幅に軽減。
- SOxは、海水に溶けることで、もともとの海水中に含まれる成分に変化するため、海生生物へ影響する可能性は低いと考えられる。



- SOxは、SO₂とSO₃で構成されるが、排ガス中の大部分はSO₂。
- 排出されたSO₂は空気中でH₂SO₄に酸化され、その一部は大気中に多く存在するNH₃と結びついて(NH₄)₂SO₄が生成される。
- SO₂は気体、H₂SO₄及び(NH₄)₂SO₄は微小な粒子(PM_{2.5})。特にPM_{2.5}は、人間が吸い込むと呼吸器疾患、循環器疾患および肺がんを引き起こすおそれ。

SOx: 硫黄酸化物 SO₂: 二酸化硫黄 SO₃: 三酸化硫黄 SO₃²⁻: 亜硫酸イオン SO₄²⁻: 硫酸イオン
 NH₃: アンモニア (NH₄)₂SO₄: 硫酸アンモニウム PM: 粒子状物質
 PM_{2.5}: 粒径2.5 μm以下の微小なPM H⁺: 水素イオン



- スクラバーにより、SO₂は水溶し、SO₃²⁻およびH⁺となり、排水後に瞬時に周辺海水で希釈。
- SO₃²⁻は海水中にて、SO₄²⁻へ酸化。SO₄²⁻は自然海水中にもともと一定量存在しており、増分は極小。
- H⁺は、弱アルカリ性の海水により中和され、pHの変化は感知できないレベル。

スクラバー洗浄水の排水については、海防法^{※1}体系の規定に基づく基準（IMOが策定した国際基準を国内法体系に取り入れたもの）が設けられており、①当該基準を満たすこと、②常時監視すること、③スクラバーについて定期的な検査を受けることが義務づけられている。つまり、当該基準を満たせば排水を行うことが法令上認められる。

船舶から排出されるスクラバー洗浄水の基準

（海防法第19条の2及び技術基準省令[※]第43条の2に基づく通達
（平成30年1月10日 国海環第126号）

水素イオン濃度 (pH)	以下のいずれかを満たすこと ・船外排出口で6.5以上。ただし、航行中において取水口と船外排出口での差が2.0以下である場合はこの限りでない。 ・船舶を停泊中に、最大負荷で稼働させた状態において船外排出口から4m離れた地点で6.5以上
多環芳香族炭化水素 (PAH)	燃料油燃焼装置の最大連続出力、又は定格出力の80%において50 μ g/L以下（洗浄水の流量45t/MWhの場合）
濁度	取水と船外への排水の差が25FNU _s （ホルマジン比濁計単位）以下又は25NTU _s （比濁計濁度単位）以下
硝酸塩	排出ガス中のNO _x 量の12%（vmg/L）又は60mg/L（洗浄水の流量45t/MWhの場合）のうち、いずれか大きい値以下

排水の常時監視記録

（技術基準省令第43条の2）

スクラバーには、排水の監視記録装置の備え付けが義務



排水監視記録装置



モニター画面

スクラバーの検査

（海防法第19条の36）

国又は船級協会は、建造・搭載時及び定期検査の際にスクラバーの基準適合性を確認

※1 海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律（昭和45年法律第136号）

※2 海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律の規定に基づく船舶の設備等に関する技術上の基準等に関する省令（昭和58年運輸省令第38号）

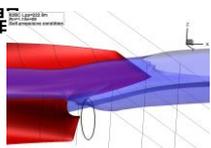
スクラバー排水の影響可能性調査

- 排気ガス中のSOxがスクラバーにより水溶し、海水中に排水されることによる海生生物へ影響する可能性は低いと考えられている(前項)。また、排気ガス中のその他の物質についても基準値以下での排水が義務
- 国土交通省は、海洋環境等への影響の確認について万全を期すべく、SOxやその他の基準値以下の微量物質による悪影響の可能性について、海生生物、海洋環境などの専門家からなる調査会を設置し、第三者検証を実施(環境省・水産庁と連携)
- 具体的には、海生生物を用いた排水曝露試験や海水中の希釈や蓄積等に関する短期・長期シミュレーションを実施し評価
- 調査会は、スクラバー排水が短期的にも長期的にも海生生物や水質へ影響する可能性は著しく低いと結論

海生生物への影響調査(短期及び長期評価)

排水の希釈の推移 シミュレーションの実施

船舶における船体回りの流れ場を数値流体シミュレーションし、排出後の時間経過に伴う希釈率を計算



排水曝露試験の実施(短期・長期)

国際的に認められているWET手法※に基づき、実際のスクラバー排水を用い、海生生物を対象とした曝露試験を実施し、濃度の違いによる海生生物への影響を評価

珪藻
(藻類)



フサゲモクズ
(甲殻類)



ジャワメダカ
(魚類)



※工場・事業場からの排水の水環境への影響や毒性の有無を総体的に把握・評価するための、生物応答を利用した排水管理手法(IMO、米国、カナダ環境庁等で用いられている)

我が国周辺海域の水質への影響調査(長期評価)

排水中の評価物質の抽出

スクラバー排水に含まれる物質量を調査。その上で、環境基準上検証すべき物質として、水素イオン指数(pH)、硝酸態窒素、リン酸態リン、化学的酸素要求度(COD)を抽出

対象海域の検討

各海域への環境基準の達成状況、船舶航行量を勘案し、対象海域を選定



(画像の出典) Google マップ

長期シミュレーション

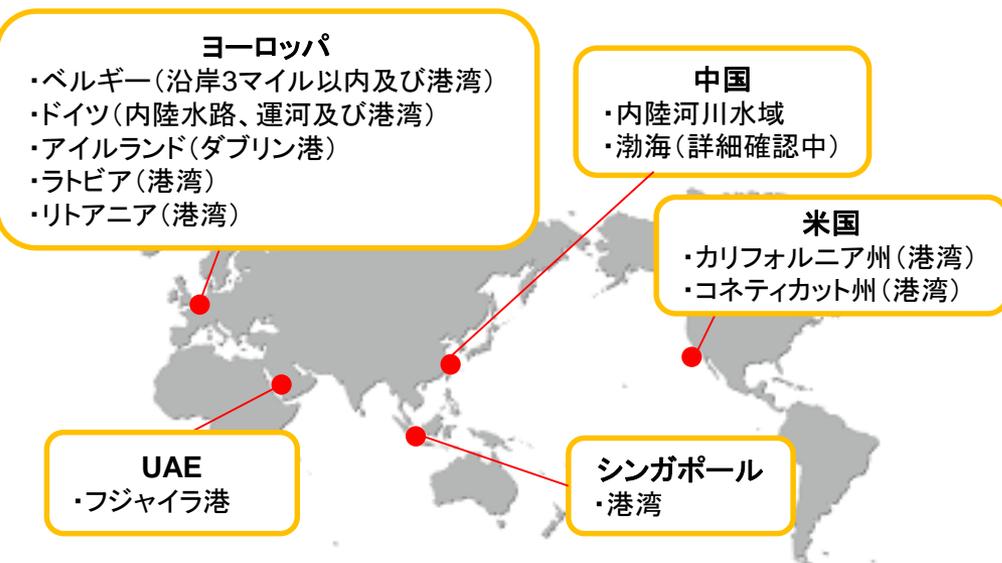
航行する全ての船舶が、スクラバーを搭載し排水する場合の、排出物質の長期的な蓄積濃度を計算し、影響を評価

※ 全ての船舶がスクラバーを搭載することは実態上想定され得ず、最も厳しい条件で評価。

スクラバー排水に係る地域規制と我が国の対応

- 現在、一部の国の港等において、オープンスクラバーの使用禁止規制を導入する動きがあるが、排水による影響に関する科学的根拠は示されていない状況
- 日本は生物試験や成分分析、シミュレーションによるスクラバー排水の影響調査を行い、短期・長期的に環境に影響を与える可能性は著しく低いと結論。スクラバー排水基準については、IMOで規定された国際基準に従って国内法令に取入れ済みであり、今後、国際基準に上乗せした規制を導入することはない(オープンスクラバーは禁止しない)との方針
- また、IMO、諸外国に対して上記調査結果を公表し、科学的根拠のない規制導入の抑止を図る

世界地域規制の現況



- 科学的な根拠が示されておらず、予防的に規制をしている模様

※中国は内陸河川水域及び河口域が汽水域であり、水質が中性に近いものであるため、酸性である排水による影響を懸念した対策と考えられる

IMOの汚染防止・対応小委員会において 検証結果について発表(2019/2/19)

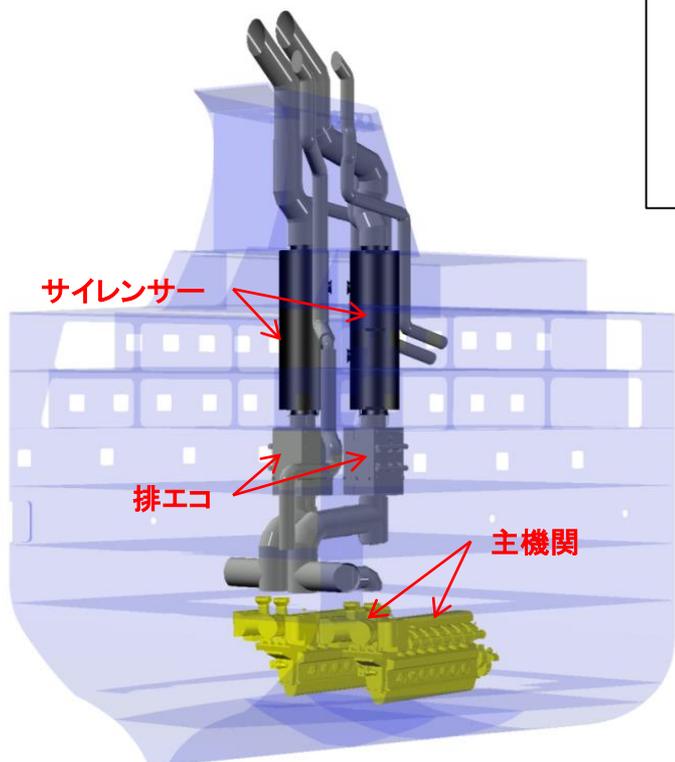


発表に対し、多くの国や業界団体から議場内外で、謝意とともに日本の調査結果を参考にしたい等の問い合わせが相次ぎ、大きな関心を得た

スクラバーのレトロフィット搭載調査(試設計)

- 内航船へのスクラバー搭載の試設計・工期短縮化調査を実施(鉄運機構:JR TT)。
- 大きさ1万総トンクラス、主機1千kw級2機の旅客船に、インラインタイプ・オープン方式のスクラバーを搭載する事例を調査
- ファンネル形状及の変更及び貨客区画の削減無しで搭載可能なことを確認。

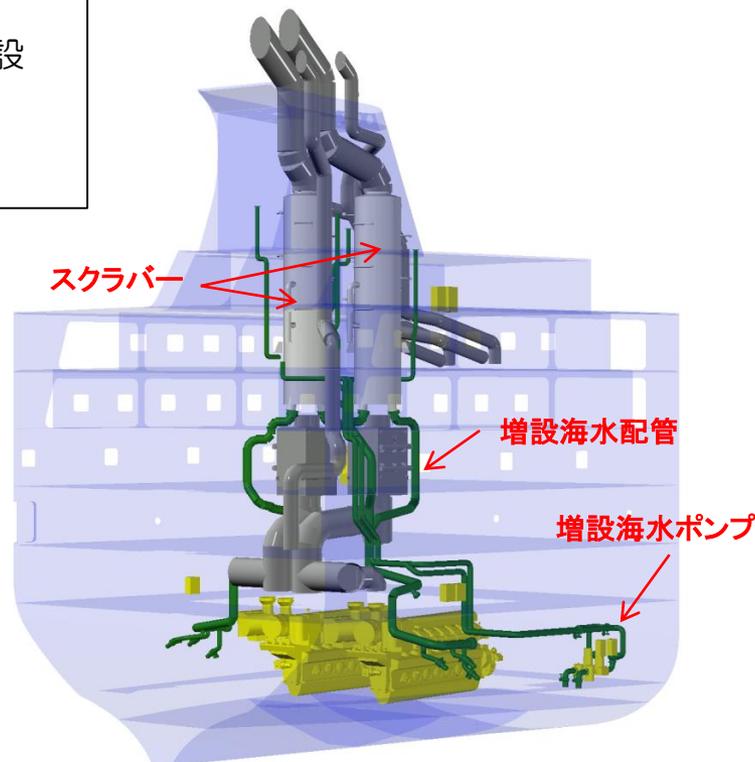
搭載前



主要改造工事内容

- ①サイレンサー撤去
- ②スクラバー搭載
- ③シーチェスト増設
- ④海水ポンプ増設
- ⑤海水配管増設
- ⑥電装改造

搭載後



スクラバーのレトロフィット搭載調査(工期短縮化)

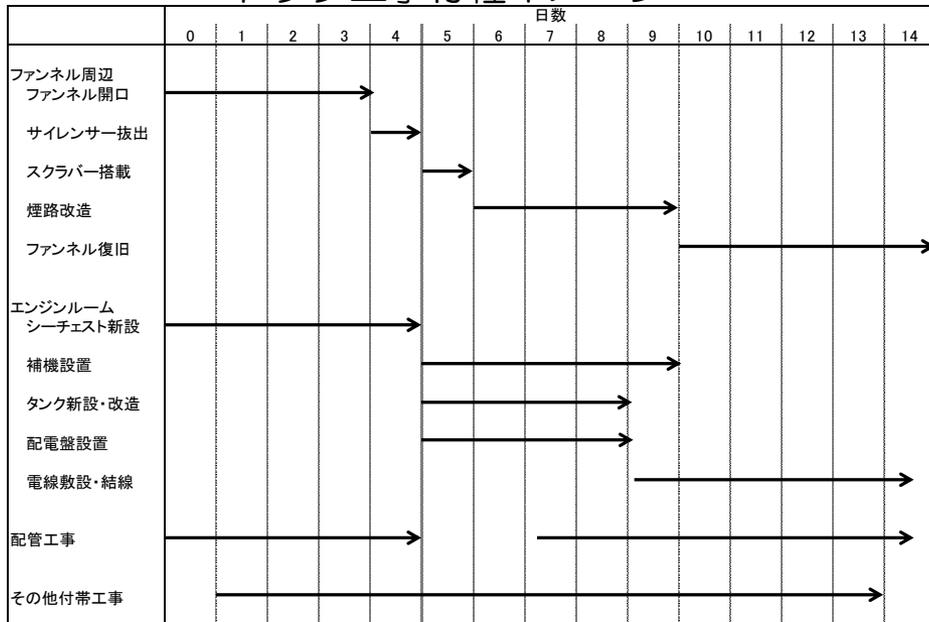
- ドック工事は2週間で完了可能なことを確認。

全体スケジュールイメージ



- ※準備期間は約1年。
- ※設計には現装機器の詳細仕様情報必須。
- ※設計には3DCAD建造データ必須。
- (3Dスキャンによるモデリングでも対応可能。(別途データ作成期間約2ヶ月。))

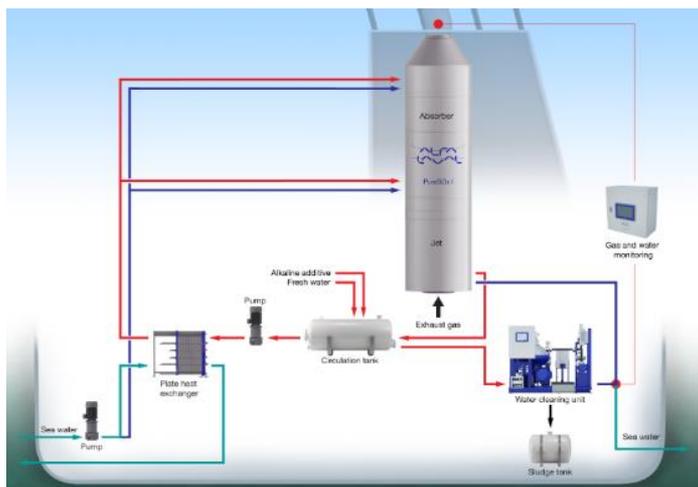
ドック工事行程イメージ



- ※事前に訪船調査必須。
- ※配管等は事前製作のうえ設置とする。
- ※毎日16時間程度の作業を想定。
- ※コミショニングはランニングにて実施する。
- ※ドック前・ドック後の乗船工事可能性有。

スクラバーをクローズドループにて使用した場合の運用コスト等に関する調査

- スクラバーからの排水は、IMOガイドラインにおいて排出基準が定められており、この基準を満たすことが必要。
- スクラバー排水の海洋環境への影響に関する調査会にて、排出基準を満たしたスクラバー排水が海生生物や水質へ影響する可能性は著しく低いとの結論が出ているところ、日本国内において、スクラバー排水を禁止する海域は設定されない(クローズドループでの運航は法令上要求されない)。
- 船社の判断にて、スクラバーをクローズドループにて使用する場合には、洗浄水を船外へ排出しないが、洗浄水の中和のための苛性ソーダ等の薬剤や、中和の過程で発生する残渣物(スラッジ)の陸揚げ処理が必要となる。
- 洗浄水には海水が用いられることが一般的。
- スラッジは、炭素、硫黄、水分、ナトリウム等及びそれらの化合物で構成される。スクラバーメーカーにより異なるが、スラッジの含水量は80~90%程度が一般的。スラッジに毒性はなく、陸揚げ後は産業廃棄物※として処理される。
※産業廃棄物のうち、産業廃棄物処理事業者に廃棄処理の特別な許可が必要となる特別管理産業廃棄物には該当しない。
- 苛性ソーダは、工場排水を中和させるために広く使用されており、基本的にどこの港でも入手可能。



青字: オープンループ(海水洗浄)の流れ
 赤字: クローズドループ(船内循環水洗浄)の流れ
 (ALFA LAVAL社のウェブサイトの図を基に作成)



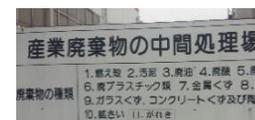
洗浄水中スラッジの遠心分離機



廃棄物収集タンクのまま陸揚げ回収



ローリーへのポンプでの陸揚げ回収



産業廃棄物処理場

スクラバーをクローズドループにて使用した場合の運用コスト等に関する調査

- スクラバーをクローズドループにて常時使用した場合に想定される年間の運用コストについて、以下の船舶を事例として試算。
- 他の対応方策と運用コストを比較すると、いずれの事例についても、オープンループ<クローズドループ<A重油となる。

		フェリーその1	フェリーその2	RORO	黒油タンカー	セメント専用船																																								
1日の航行時間		13時間	14時間	17時間	21時間	12時間																																								
エンジン出力 (kW)		17,500	29,000	15,500	3,500	3,000																																								
クローズドループのスクラバーを使用した場合の年間の運用コスト (スクラバーの稼働に関するものに限る) (百万円)	中和剤	55	94	64	19	9																																								
	スラッジ処理	12	21	14	4	2																																								
	燃料使用	5	8	6	2	1																																								
	合計	72	123	84	25	12																																								
対応方策間の運用コストの比較 (運航に必要な燃料代を含む) ①スクラバー(オープンループ) ②スクラバー(クローズドループ) ③A重油		<p>運用コスト 億円/年</p> <table border="1"> <tr><th>方策</th><th>運用コスト (億円/年)</th></tr> <tr><td>オープン</td><td>5.7</td></tr> <tr><td>クローズド</td><td>6.4</td></tr> <tr><td>A重油</td><td>7.7</td></tr> </table>	方策	運用コスト (億円/年)	オープン	5.7	クローズド	6.4	A重油	7.7	<p>運用コスト 億円/年</p> <table border="1"> <tr><th>方策</th><th>運用コスト (億円/年)</th></tr> <tr><td>オープン</td><td>8.8</td></tr> <tr><td>クローズド</td><td>9.9</td></tr> <tr><td>A重油</td><td>11.9</td></tr> </table>	方策	運用コスト (億円/年)	オープン	8.8	クローズド	9.9	A重油	11.9	<p>運用コスト 億円/年</p> <table border="1"> <tr><th>方策</th><th>運用コスト (億円/年)</th></tr> <tr><td>オープン</td><td>4.7</td></tr> <tr><td>クローズド</td><td>5.5</td></tr> <tr><td>A重油</td><td>6.4</td></tr> </table>	方策	運用コスト (億円/年)	オープン	4.7	クローズド	5.5	A重油	6.4	<p>運用コスト 億円/年</p> <table border="1"> <tr><th>方策</th><th>運用コスト (億円/年)</th></tr> <tr><td>オープン</td><td>2.0</td></tr> <tr><td>クローズド</td><td>2.2</td></tr> <tr><td>A重油</td><td>2.7</td></tr> </table>	方策	運用コスト (億円/年)	オープン	2.0	クローズド	2.2	A重油	2.7	<p>運用コスト 億円/年</p> <table border="1"> <tr><th>方策</th><th>運用コスト (億円/年)</th></tr> <tr><td>オープン</td><td>0.8</td></tr> <tr><td>クローズド</td><td>0.9</td></tr> <tr><td>A重油</td><td>1.1</td></tr> </table>	方策	運用コスト (億円/年)	オープン	0.8	クローズド	0.9	A重油	1.1
方策	運用コスト (億円/年)																																													
オープン	5.7																																													
クローズド	6.4																																													
A重油	7.7																																													
方策	運用コスト (億円/年)																																													
オープン	8.8																																													
クローズド	9.9																																													
A重油	11.9																																													
方策	運用コスト (億円/年)																																													
オープン	4.7																																													
クローズド	5.5																																													
A重油	6.4																																													
方策	運用コスト (億円/年)																																													
オープン	2.0																																													
クローズド	2.2																																													
A重油	2.7																																													
方策	運用コスト (億円/年)																																													
オープン	0.8																																													
クローズド	0.9																																													
A重油	1.1																																													

【試算に用いた前提】

排ガスの洗浄に使用する水には海水を用いることが一般的であるため、当該水の購入に係るコストは発生しないものとした。

中和剤(NaOH48%濃度): 53.2円/kg(2018年2~3月における5自治体の中和剤の公告に対する入札金額の平均による)

中和剤の消費量: 10.1L/MWh(スクラバーメーカー3社へのヒアリング結果の平均による)

産業廃棄物の処理コスト: 2万円/ドラム缶(200L)(産業廃棄物事業者へのヒアリングによる)、スラッジの生成量: 1.8kg/MWh(スクラバーメーカー3社へのヒアリング結果の平均による)

スクラバーの稼働に必要な燃料消費率: 0.2kg/kWh(スクラバーメーカーへのヒアリングによる)

高硫黄C重油: 4.8万円/kL、40.6MJ/kg、0.99g/cm³、A重油: 6.0万円/kL、42.7MJ/kg、0.86g/cm³ (燃料油の単価は2007~2016年度の平均による)

燃料中の硫黄分濃度は2.5%、主機の平均出力は最大出力の85%とした。

2019年3月6日日本財団報道資料より抜粋

2019年度の造船関係事業資金の制度改正について

◆造船関係事業版グリーンローンを開始◆

2019年度から、IMO条約や法令で定められた環境規制に対応するため、船舶の改造・修繕（以下、改修）をおこなう事業者（船主）の方に対しても、その改修費用につき造船関係事業資金の「設備資金」が利用できるように制度改正することとなりました。造船関係事業資金の設備資金を、いわば日本財団の造船関係事業版「グリーンローン」として利用できるようになります。

【1. 融資資の対象者】

IMO（国際海事機関）条約や法令等で定められたバラスト水処理、SO_x・NO_x等の環境規制に対応するために船舶の改修を行う内国事業者（船主）。

【2. 融資対象船舶】

融資対象船舶は内国事業者（船主）が所有する船舶または内国事業者の海外子会社が所有する外国船舶とします。なお、改修工事は（一社）日本中小型造船工業会、（一社）地方小型船舶工業会に加入の造船事業者で行う場合に限りです。

【3. 融資金の用途】

IMO条約や法令で定めた船舶に関する環境規制に対応するために必要な設備（バラスト水処理装置・SO_xスクラバーなど）ならびにその設置工事のための費用（消費税込み）。

【4. 融資金の限度額】

1年度1事業者20億円以内（工事対象の船舶の数は問いません）。必要資金額の80%以内となります。

【5. 融資利率】

1.7%以内で取扱金融機関との間でお決めいただきます。

【6. 償還期限】

1年以上15年以内で金融機関との間でお決めいただきます。

【7. 据置期間】

6ヶ月以上1年以内

<造船貸付事業に関するお問い合わせ先>

日本財団 海洋事業部 貸付チーム

TEL: 03-6229-5142

FAX: 03-6229-5150

(参考)国内でのスクラバー搭載事例

下記表は、スクラバー搭載済或いは搭載予定事例をまとめたもの(その他、非公表の事例も多数存在)。

	竣工済			竣工予定										
	事例①	事例②	事例A	事例B	事例C	事例D	事例E	事例F	事例G	事例H	事例I	事例J	事例K	事例L
船舶	84,000 DWT型バルクキャリア(新造)	7,500台積み自動車運搬船(新造)	8,000総トンクラスのケミカルタンカー(2隻)(レトロフィット)	56,000メトリックトン型バルクキャリア(2隻)(新造)	LPG船(4隻)(新造)	82,000メトリックトン型バルクキャリア(新造)	LPG船(3隻)(新造)	LPG船(新造)	VLCC(新造)	VLCC(複数隻)(新造&レトロフィット)	鉄鉱原料船(新造)	RORO船(新造)	バルクキャリア(3隻)(新造)	バルクキャリア(2隻)(新造)
主機出力	9MW	13MW	4.44MW	-	13MW	9.66MW	13MW	-	-	-	-	-	-	-
搭載スクラバー	富士電機、クローズド	三菱化工機及び三菱重工業、ハイブリッド	アルファ・ラバル、オープン	バルチラ、オープン	アルファ・ラバル、オープン	アルファ・ラバル、オープン	三菱化工機、オープン	-	バルチラ、オープン	-	-	ピュアテック、ハイブリッド	バルチラ	バルチラ
竣工(予定)時期	2016年3月	2017年2月	2018年8月(1隻目)	2018年第4四半期(1隻目)~2019年第1四半期(2隻目)	2019年上期(1隻目)~2020年上期(4隻目)	2019年後半	2019年(1隻目)~2020年(3隻目)	2019年7月	2019年12月	2019年までの竣工予定船が対象	2019年以降竣工船全船	-	2021年	2019年第3四半期(1隻目)~2019年第4四半期(2隻目)
造船所	今治造船	JMU	三和ドック	大島造船所	川崎重工業	常石造船	三菱造船長崎	佐々木造船	JMU	-	-	神田造船所	大島造船所	大島造船所
船社	-	川崎汽船	興洋海運	NYKバルクプロジェクト	クミアイ・ナビゲーション	-	-	クミアイ・ナビゲーション	共栄タンカー/日本郵船	商船三井	- (荷主は新日鉄住金)	-	商船三井	乾汽船

事例①、②、A~Eについては、造船所へのヒアリングを基に、事例F~Kについては、報道記事を基に、事例Lについては、船社へのヒアリングを基に作成。「-」は、非公表情報。

低硫黄A重油を選択しやすくする

低硫黄A重油を選択しやすくする

進捗状況

○A重油専焼船の建造を金利優遇する制度を2018年度より導入（JRTT）

- ・（独）鉄道・運輸機構の共有建造制度において、A重油専焼等により労働環境を改善させる船舶（労働環境改善船）の建造について金利優遇制度を開始。2018年8月末時点で3隻の新造船に適用決定。

○A重油専焼船の配乗要件の緩和（国交省）

- ・A重油専焼の旅客船について、機関士と航海士の兼務（部門間兼務）を行うことができるかの検討のための実船検証の実施に向け（一社）日本旅客船協会において調整中。



A重油は燃料加熱装置、燃料洗浄装置、焼却炉等が不要であり、また、機関室がクリーンになるため、船員作業が軽減される。

今後の対策

○：2018年度 ◎：2019年度予算案

【既存船：A重油専焼への転換を支援】

- ◎ A重油の燃焼に必要な機器等の導入補助（62億円の内数：経産省・国交省の連携）
A重油専焼船に切り替える際に必要となる設備（燃料ポンプ等）の導入を支援

【新造船：A重油専焼による経済性の向上、労働環境の改善】

○共有建造制度の金利優遇制度（継続：JRTT）

- （参考） 燃費・メンテナンス費低減の新型エンジンが投入予定

労働環境改善船 — 船員が魅力を感じる静かで働きやすい船 —

政策目的

船員の確保・定着を図るため、**船員の居住環境を向上し、労働負担を軽減する設備を導入した**「労働環境改善船」の普及促進

対象船舶

- 貨物船
- 旅客船



船旅王子

離島航路姫

金利軽減

- 右記の**1、2を全て満たす**場合
他の政策要件に上乗せで、**金利を0.1%軽減**
- **上記に加え3を満たす**場合
他の政策要件に上乗せで、**金利を0.2%軽減**

建造船舶の要件

「政策目的別建造の技術基準を定める規程」（平成15年機構規程第94号）の「労働環境改善船基準」に定める要件を満たすこと

「労働環境改善船基準」の概要

1. 労働負担軽減設備

【通信設備等】

- 船陸間通信設備
- 船内LAN・船内Wi-Fi

【航海設備等】

- 航海情報集約表示装置
- 監視カメラ
- 機関データロガー
- 軽油、A重油等を使用する推進用機関

2. 居住環境改善措置

【騒音防止措置】

- 機関室の遮音
- 船員室に十分な遮音性能を有する扉等を設置
- 発電機に防振ゴム等を設置

【空調設備】

- 各船員室において温度調整が可能な空調機

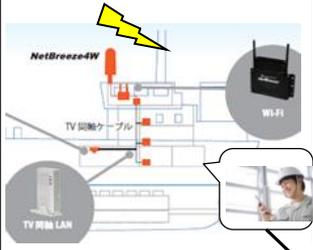
3. 荷役作業軽減設備

- カーフェリー、RORO船、自動車運搬船の荷役設備（車両自動固縛装置）
- 油送船、液体化学薬品ばら積船の荷役設備（ディープウェルポンプ）
- セメント等紛体状の貨物を運搬する船舶の荷役設備（セメント等の空気圧送装置）

労働環境改善船の主要要件

通信設備等

● 船陸間通信・船内LAN・Wi-Fi



- ・航行水域においてインターネットに接続できること
- ・船内LANにより、操舵室、機関室、事務室、船員室等で通信端末機器等に接続できること
- ・船員室、食堂でWi-Fiによりインターネットに接続できること

● 航海情報集約表示装置



- ・海上保安庁刊行の航海用電子海図（ENC）又は日本水路協会刊行の航海用電子参考図（new pec）のデータを使用するものであること
- ・GPS、AIS、コンパスの情報を電子海図上に重畳的に表示できること
- ・表示する情報を電子的に出力できること

● 監視カメラ



- ・点検を要する場所、安全確認を要する場所などを遠隔監視できること
- ・撮影された画像を電子的に出力できること

航海設備等

● 機関データロガー



- ・主機回転数、燃料消費等の情報を取得し、記録できること
- ・取得した情報を操舵室、機関室で確認できること
- ・記録された情報を電子的に出力できること

● 推進用機関

- ・燃料にA重油、軽油、ガソリン又はLNGを使用すること

荷役作業軽減設備

● ディープウェルポンプ

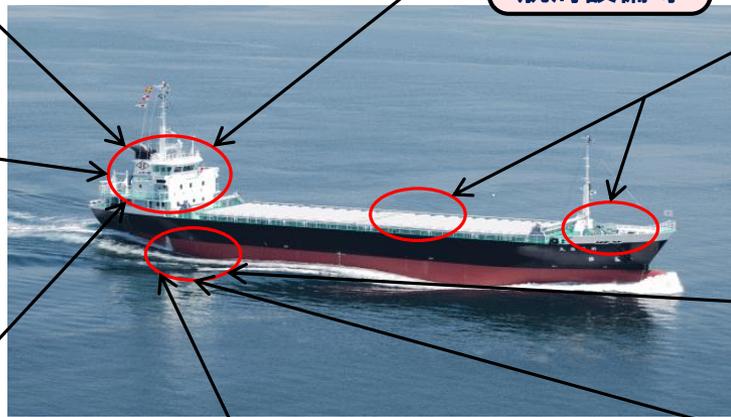
- ・すべての貨物艙に設置
- ・電動機又は油圧モータにより駆動
- ・作動、停止、液面確認等の作業を甲板上でできること

空調設備

● 船員室の空調機



各船員室において温度調整が可能であること



● 船員室

船員室の囲壁、扉は十分な遮音性能を有すること



遮音扉

遮音材

騒音防止措置

● 居住区

機関室で発生した騒音が伝搬しないよう措置すること

● 防振ゴム等

発電用補助機関の据付部はゴム等により防振支持すること



エンジン

● 車両自動固縛装置

- ・ベルト等の車両を固縛する器具は車両甲板上に固定すること
- ・固縛する器具は軽量で迅速に取り付けでき、容易に解縛できること
- ・固縛時の締め付けを機械力により行うこと

● セメント等の空気圧送装置

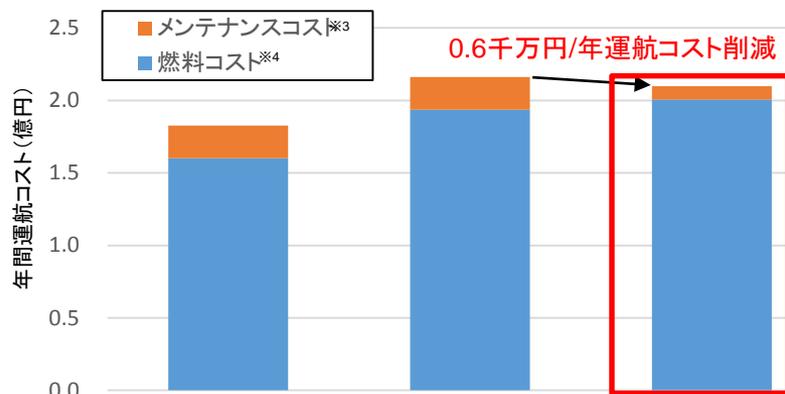
- ・貨物艙内の粉体を管内の空気流に浮遊させて荷役するものであること
- ・コンプレッサー、セラーポンプ等の機器類は、自動で始動、停止等ができること、荷役事務室等で操作できること



(参考)国内でのA重油専焼エンジン開発事例

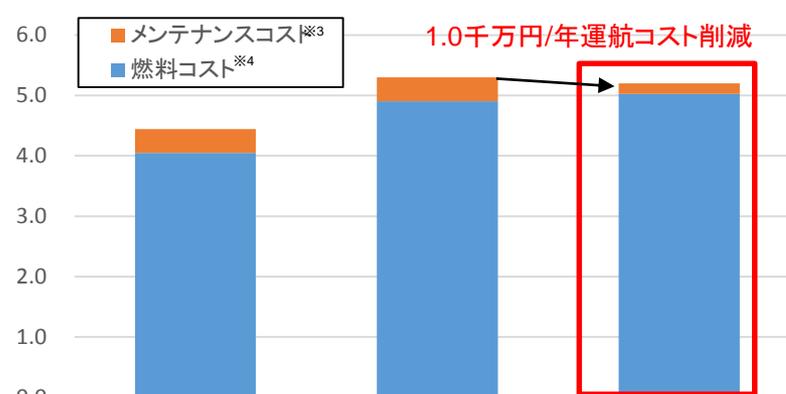
- 高硫黄C重油からA重油に燃料油を転換する場合の選択肢の一つとして、A重油専焼エンジン(低速2ストロークエンジン)の開発が株式会社ジャパンエンジンコーポレーション※¹において行われている。
- 新型のA重油専焼エンジンを使用することにより、燃費向上による運航コストの低減とエンジン周りのメンテナンスコストの低減が期待でき、メンテナンス作業が軽減されることで船員の作業の負担の軽減にもつながる。
- 同社試算によると、仮に低硫黄A重油の価格が低硫黄C重油より7,000円/kL高い場合であっても、従来のC・A重油兼用エンジンよりもA重油専焼エンジンを導入した方が、内航タンカーで年間0.6千万円、内航RORO船で年間1.0千万円の運航コスト削減可能との結果。※²

内航タンカー(3,500GTクラス)



燃料油	従来のC・A重油兼用エンジン		新型のA重油専焼エンジン
	高硫黄C重油	低硫黄C重油	低硫黄A重油
燃料油の価格※ ⁵ (高硫黄C重油との価格差)	38,750円/kL	43,750円/kL (5,000円/kL)	50,750円/kL (12,000円/kL)
エンジン (常用出力、常用回転数)	低速2ストローク(3,570kW、161.0rpm)		低速2ストローク (3,555kW、158.2rpm)

内航RORO船(11,500GTクラス)



燃料油	従来のC・A重油兼用エンジン		新型のA重油専焼エンジン
	高硫黄C重油	低硫黄C重油	低硫黄A重油
燃料油の価格※ ⁵ (高硫黄C重油との価格差)	38,750円/kL	43,750円/kL (5,000円/kL)	50,750円/kL (12,000円/kL)
エンジン (常用出力、常用回転数)	低速2ストロークエンジン (11,450kW、120.3rpm)		低速2ストロークエンジン (10,905kW、102.3rpm)

※¹ 同社では、「5UEC50LSH-Eco-C2」実機を2018年12月に完成予定。また「5UEC50LSH-Eco-C2」、「6UEC50LSH-Eco-C2」及び「6UEC35LSE-Eco-B2」の3機種を2019年中に市場投入予定。
型式の見方は下の例のとおり。なお、シリンダーの数を変更することで、より広範囲の出力に対応可能。
(例)「6UEC35LSE-Eco-B2」の「6」→シリンダーの数、「UEC」→ブランド名、「35」→ボア径(cm)、「LSE」→開発コード、「Eco」→電子制御エンジン、「B」→正味平均有効圧(21bar)、「2」→燃費のバージョン(2→低燃費)

※² 運航コストの比較に焦点を当てるため、初期コストは考慮していない。

※³ 主機、発電機、補機類、ボイラのメンテナンスコスト

※⁴ 主機、発電機、補機類、ボイラ使用に掛かる燃料コスト(発熱量、比重の違いを加味している(高硫黄C重油: 40.6MJ/kg、0.99g/cm³ 低硫黄C重油: 42.3MJ/kg、0.89g/cm³ A重油: 42.7MJ/kg、0.86g/cm³))

※⁵ 船用燃料油の需要シミュレーションを実施した際に用いた価格を使用。

LNG燃料船の導入促進

LNG燃料船の導入促進

進捗状況

○LNG燃料船の実証事業(補助金)を開始(環境省・国交省の連携:2.8億円)

・日本郵船、川崎汽船及び商船三井内航等の3件の事業を採択

○LNGバンカリング拠点形成促進事業(補助金)を開始(国交省:7億円)

・東京湾及び伊勢湾・三河湾のLNG燃料供給船の整備事業を採択

○LNG燃料船に関する欧州調査を2018年5月に実施(海運業界・国交省等参加)

・LNG燃料船を訪問し、LNGの給油作業や安全確保手続きが運航の妨げとなっていないことを確認



訪船したLNG燃料船

今後の対策

○LNG燃料船の実証事業及びLNG燃料供給拠点の形成促進を継続・強化

○:2018年度 ◎:2019年度予算案 ◇:2019年度財政投融资制度改革案

◎ LNG燃料船の実証事業(4.8億円:環境省・国交省の連携)

◎ LNG燃料供給拠点の形成促進(9億円:国交省)

◇ 共有建造制度における金利軽減(JRTT)

将来にわたって国際競争の中で優位性を保つためには、我が国の強みである技術力を向上させ、「先進的な技術」に挑戦し、新たな差別化の軸を確立する必要性あり

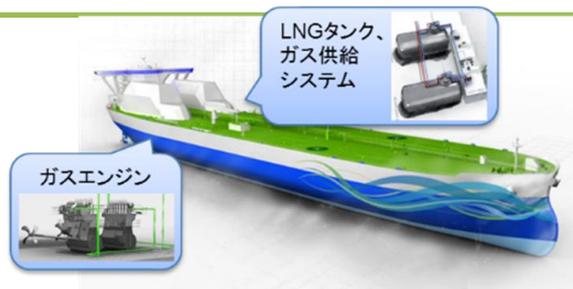
⇒ 今後、LNG燃料船市場の拡大が見込まれるなか、我が国においてもLNG燃料船の普及を図る

LNG燃料船の普及

● 大型船でのモデル事業の実施

環境省と連携し、大型のLNG燃料船の建造に係る補助事業を実施（補助率1/2）

H30年度は商船三井内航他2社、日本郵船、川崎汽船の3者を採択



● 内航船省エネルギー格付制度

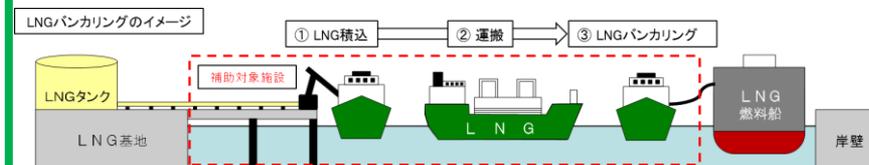
内航船省エネルギー格付制度の本格運用に向け検討中。将来的には、LNG燃料船等本制度で最高ランクを取得できる船舶に対し、インセンティブを検討。

LNGバンカリング環境の整備

● バンカリング設備の整備

港湾局において、LNGバンカリングの整備に係る補助事業を実施（補助率1/3）

H30年度は「日本郵船・川崎汽船・豊田通商・中部電力（伊勢湾・三河湾）」と「上野トランステック・住友商事・横浜川崎国際港湾（東京湾）」の2者を採択



● Ship to Shipの安全性の確認

海事局において、「ガス燃料の移送手順などに関する安全ガイドライン」を策定済。バンカリング施設における安全検証の合理化・簡易化を図りバンカリング環境を充実させる。

環境コストの社会全体での負担

環境コストの社会全体での負担

今後の対策

○:2018年度 ◎:2019年度予算案

- 燃料油価格の変動の影響分析(海運コスト及び最終製品コストへの影響)(国交省)
- 荷主への説明(環境対策コストは社会全体で負担すべき)(国交省)
- サーチャージ算出方法、手続等の主な内容を策定(国交省)

- ◎ 「内航海運事業における燃料サーチャージガイドライン(仮称)」の策定(80百万円の内数:国交省)
- ・燃料サーチャージ導入実態調査、内航海運業者と荷主間の連携事例調査

- (一社)日本船主協会では、SOx規制等の海運を取り巻く環境を説明するパンフレットを作成(2018年10月)
- 内航海運については、国土交通省において、「内航海運事業における燃料サーチャージ等ガイドライン(仮称)」の策定予定
- 国土交通省では、今後関係業界と連携しつつ、大手荷主団体に対するSOx規制の内容周知を加速



(一社)日本船主協会作成パンフレット
「海運業界の挑戦」

内航海運事業における 燃料サーチャージ等 ガイドライン(仮称)

骨子イメージ(未定:策定予定)

1. 燃油価格上昇への対応
 1. 1. 燃料サーチャージの具体的な算出方法
 1. 2. 燃料サーチャージ導入の具体例
 1. 3. 燃料サーチャージを導入した場合の手続き
 1. 4. 燃料サーチャージ導入事例集
2. SOx規制対応にかかるコスト増への対応
 2. 1. スクラバー設置等SOx規制対応に係るコスト増加への対応
 2. 2. 規制対応のコスト増への対応事例集
3. 適正取引相談窓口

内航海運事業における
燃料サーチャージ等ガイドライン(仮称):策定予定

「内航海運事業における燃料サーチャージ等ガイドライン(仮称)」骨子

1. 骨子(案)

- SOx規制強化に伴い内航海運業において生じる環境コスト(燃料価格の大幅な変動、スクラバー設置費等)の適切な分担のため、国土交通省にて「内航海運事業における燃料サーチャージ等ガイドライン(仮称)」を作成中。
- ガイドラインの骨子については、以下の構成を予定。

- はじめに
 - Sox規制強化に伴い、内航海運業において環境コストを分担する必要性が生じること、およびその方策について。

燃油価格上昇への対応

- 燃料サーチャージの具体的な算出方法
 - サーチャージ価格を導出するための計算式を示す。
- 燃料サーチャージ導入の具体例
 - 前項で示した計算式に基づき、具体的な状況における設定例を提示する。
- 燃料サーチャージを導入した場合の手続
 - 燃料サーチャージの設定の際の事業者から行政に対する必要な手続を示すとともに、届出の書式例を示す。
- 燃料サーチャージ導入事例集
 - 現在の内航海運業における燃料サーチャージの導入事例を調査の上、成功例として周知する。

Sox規制対応に係るコスト増への対応

- スクラバー設置等、SOx規制対応に係るコスト増への対応
 - スクラバー設置等のために事業者が生じたコスト増について、その適切な分担の考え方、方法を示す。
- 規制対応のコスト増への対応事例集
 - 規制対応のコスト増への対応事例について、他モードも含めて調査の上、応用可能なものがあれば成功例として周知する。

- 適正取引相談窓口
 - 燃料サーチャージについて事業者の相談窓口となる本省(海事局内航課)および各運輸局等の連絡先を記載する。

2. ガイドライン策定に向けたスケジュール

- 2019年～3月下旬 : サーチャージ算出方法・設定例、手続等のガイドラインの主な内容を策定。
- 4月～ : 導入事例等を調査のうえ、ガイドラインを策定・公表。

北海・バルト海におけるSOx規制強化 対応調査結果

欧州ECAにおけるSOx規制強化対応調査

SOx規制強化(2015年より硫黄分濃度0.1%以下)が先行して導入されている北海・バルト海※における船舶の対応について調査するために、内航フェリー・RORO事業者、内航総連、JRTT、NKロンドン、国交省海事局などからなる調査団を結成し、ジャパンシップセンター(JETRO)のアレンジにより、2018年5月7日～14日に調査を実施。※ 一般海域は2020年より0.5%以下。

船名	船主	船種	エンジン出力	総トン数	規制対応の手段(スカーのメーカー、タイプ、数)	航路(航行時間)
① Princess Seaways	DFDS	フェリー	19,876kW	31,356GT	ULSFO専焼	アムステルダム→ニューカッスル (15時間30分)
② Hammerodde	STENA RORO NAVI.	フェリー	8,640kW	13,906GT	スクラパー(PureteQ、ハイブリッド、2基)	レネ→ザスニッツ (3時間20分)
③ Victoria Seaways	DFDS	RORO	24,000kW	25,518GT	スクラパー(Alfa Laval、ハイブリッド、1基)	キール→クライペダ (19時間30分)
④ Bore Bank	BORE	RORO	14,480kW	10,585GT	スクラパー(CR Ocean Eng、オープン、1基)	リューベック→コトカ (40時間)
⑤ Viking Grace	VIKING LINE	フェリー	30,400kW	57,565GT	LNG燃料とMGO(軽油)の二元燃料	トゥルク→ストックホルム (11時間5分)

※ 中小型の船舶(概ね6000DWT以下の船舶)は、2015年の規制強化前よりMGO(軽油)を使用しており、規制強化前後で対応に変わりはないため、視察の対象から除外した。



視察調査の結果(ポイント)

- 視察先の各海運事業者は、自社船隊の規制対応手段を画一化せずに各船毎に「燃料油対応」、「スクラバー対応」、「LNG燃料船対応」のいずれかの対応を判断している。

例えば、視察先の一つであるDFDS社では以下の考え方に基づき、個船毎の対応策を決定。

- (1) 技術的に可能かつ経済的合理性があるすべての船にハイブリッドスクラバーを搭載する。
- (2) 技術的にハイブリッドスクラバーの搭載が困難な場合は、オープンスクラバーを搭載する。
- (3) 各船へのスクラバー搭載工事の順番は、経済的効果を考慮して決定する。
- (4) スクラバー未搭載船は、2015年以降、規制適合油を使用する。

上記の考えに基づき、DFDS社では2018年5月時点で58隻中18隻にスクラバーを搭載している。

- スクラバーのレトロフィット搭載工事により、船舶がドック入りしていた期間は、7日間(オープンタイプ)～3週間(ハイブリッドタイプ)。また、HSC(高硫黄重油)は長期に渡り、安定的に供給される見込み。
- 2015年のECA海域における規制強化時及びこれまでの約3年以上の間、視察した船については運航に支障をきたすようなトラブルは起きていない。
- 各船舶毎の視察結果を次頁以降に示す。

訪船先① Princess Seaways(フェリー、ULSFO専焼) 概要

ULSFO (Ultra low sulphur fuel oil (超低硫黄重油)) ※1専焼フェリー
「Princess Seaways」の視察において得られた主な知見は以下のとおり。

- ✓ 規制強化後当初はMGOを使用、ULSFOの安定供給を確認した10ヶ月後に切替を実施※2。
- ✓ 切替時に燃料油タンクの洗浄を行っていない(HFO→MGO→ULSFO)。
- ✓ HFOからMGOに切替える前に、クーラーの設置等を行ったが、HFOから直接ULSFOに切替えていれば、設備の追加は必要なかった。
- ✓ ULSFOの中でも、燃料の性状が異なるものがあり、取り扱いやすさが異なる※3。
- ✓ ULSFOは、欧州の主要港であれば基本的に入手可能。

※1 硫黄分濃度0.1%以下。

※2 ULSFOは、MGOよりも価格の優位性が高く、規制強化前の2014年末よりヨーロッパにて供給され始めていたが、安定供給が確認できるまでは、MGOを使用していたとの由。

※3 ULSFOは複数の性状のものがあり、例えば、ISO規格のRMD80相当の燃料は、一旦分離すると温度を上げても元の状態に戻らないが、RMG180相当の燃料は、温度を上げることで元の状態に戻るため、取り扱いが容易との由(RMD・RMGは船用燃料残渣油の規格であり、RMGの方がRMDよりも密度が高い。また、RMD80、RMG180の数値は、動粘度の上限値を示している。)

Princess Seaways



Princess Seaways 概要

船主	DFDS
総トン数	31,356GT
積載能力	客室476室、乗用車400台、トレーラー73台
エンジン出力	19,876kW
航路	アムステルダム(オランダ)～ ニューカッスル(イギリス)(15時間30分)
建造年	1986年

エンジンルーム



エンジンコントロールルーム



訪船先② Hammerodde(フェリー、ハイブリッドスクラバー搭載) 概要

ハイブリッドスクラバーをレトロフィットで搭載したフェリー「Hammerodde」の視察において得られた主な知見は以下のとおり。

- ✓ スクラバーのレトロフィット搭載工事により、船舶がドック入りしていた期間は、3週間。
- ✓ ファンネル内にある既存のサイレンサーを取り外したところにスクラバーを設置※1。
- ✓ 主機2機に対し、それぞれスクラバーを装備※2。
- ✓ スクラバーのオープンとクローズドモードの切り替えは船員が行っているが、パネル操作のみで負担増はほとんどない。事前に設定すれば自動切替が可能。
- ✓ 漁民、地域社会、近隣住民からスクラバー排水について苦情を受けたことはない。

Hammerodde



※1 スクラバーはサイレンサーの用途も兼ねている。

※2 スクラバー1機でも脱硫することは可能であるが、その分スクラバーのサイズが大きくなるため、設置するスペースを考慮して、サイズの小さいもの2基とした。

Hammerodde 概要

船主	STENA RORO NAVIGATION
総トン数	13,906GT
積載能力	旅客400名、客室60室、車400台
エンジン出力	8,640kW
航路	レネ(デンマーク)～ ザスニッツ(ドイツ) (3時間20分)
建造年	2005年
スクラバーメーカー	PureteQ
スクラバーの数	2基
クローズドモードへの切替	排水が禁止されているザスニッツ港※3入港 30分前にクローズドモードに切り替え

スクラバー本体



スクラバー配管



スクラバー制御パネル画面



※3 ドイツでは、環境影響などの科学的な因果関係が証明されない状況でも規制措置を行うという「予防原則」の方針をとっており、スクラバー排水についても、海洋環境等への影響の有無が確認されるまでは、河川及び港湾区域を排水禁止としている。ドイツ政府によると現在影響調査を進めているとのこと。なお、キール港では、今年より排水が可能となった(次項訪船先③参照)。

訪船先③ Victoria Seaways(RORO、ハイブリッドスクラバー搭載) 概要

ハイブリッドスクラバーをレトロフィットで搭載したRORO船「Victoria Seaways」の視察において得られた主な知見は以下のとおり。

- ✓ スクラバーのレトロフィット搭載工事により、船舶がドック入りしていた期間は、2週間。
- ✓ 「Victoria Seaways」が入港するキール港では、以前までスクラバー排水が認められていなかったが、今年になり、排水が可能になった。
- ✓ 漁民、地域社会、近隣住民からスクラバー排水について苦情を受けたことはない。
- ✓ 特定の燃料油供給事業者と長期契約を交わすことにより、安定した品質の燃料供給を受けるようにしている。

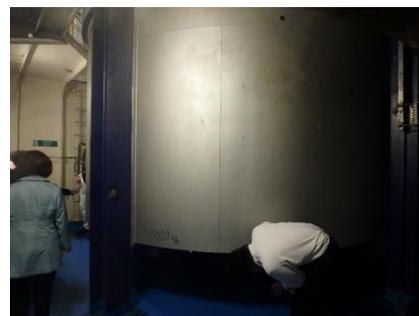
Victoria Seaways



Victoria Seaways 概要

船主	DFDS
総トン数	25,518GT
積載能力	旅客600名、車600台
エンジン出力	24,000kW
航路	キール(ドイツ)～ クライペダ※(リトアニア) (19時間30分)
建造年	2009年
スクラバーメーカー	Alfa Laval
スクラバーの数	1基
クローズドモードへの切替	クライペダ入港前にクローズドモードに切替

スクラバー本体



スクラバー制御画面



※ クライペダ港は、世界遺産に登録されているクルシュー砂州により、外海から隔離された海岸の湖内に位置しており、自然保護されている汽水の特別水域。

訪船先④ Bore Bank(RORO、オープンスクラバー搭載) 概要

オープンスクラバーをレトロフィットで搭載したRORO船「Bore Bank」の視察において得られた主な知見は以下のとおり。

- ✓ スクラバーのレトロフィット搭載工事により、船舶がドック入りしていた期間は、1番船が12日、2番船からは7日間。
- ✓ ファンネル内にある既存のサイレンサーを取り外したところにスクラバーを設置※1。
- ✓ ドイツの港湾では、排水が禁止されているため、入港する前にMGOの使用※2に切り替えている。
- ✓ 漁民、地域社会、近隣住民からスクラバー排水について苦情を受けたことはない。
- ✓ ロシアの企業から大量かつ安定した品質のHSCが供給されており、この先数十年間は安定的に供給が受けられる見込み。

※1 スクラバーはサイレンサーの用途も兼ねている。

※2 燃料系統の全てのシールリングの切替を実施。

Bore Bank



Bore Bank 概要

船主	BORE
総トン数	10,585GT
積載能力	コンテナ321TEU トレーラー90台
エンジン出力	14,480kW
航路	リュベック(ドイツ)～ コトカ(フィンランド) (40時間)
建造年	1998年
スクラバーメーカー	CR Ocean
スクラバーの数	1基
スクラバーの使用から MGOの使用への切替	排水が禁止されているザスニッツ 港入港前にMGOの使用へ切替

スクラバー本体
(ファンネル内を下から見た光景)



海水ポンプ



訪船先⑤ Viking Grace(フェリー、LNG燃料船(デュアル燃料)) 概要

LNG燃料船フェリー「Viking Grace」の視察において得られた主な知見は以下のとおり。

- ✓ 約1時間ほどの停泊時間の間に約65tのLNGのバンカリングをship to shipにて実施※1。バンカーステーションから25m以内は立入制限区域となるが、区域外であれば、客の乗降含め全ての作業が可能。
- ✓ これまで1,300回のバンカリングを行ってきたが、トラブルが生じたことはない。
- ✓ エンジンのオーバーホール間隔や部品交換の間隔が通常の燃料油エンジンよりも長く、メンテナンスの負担が軽減される。
- ✓ 本年4月からはローターセイル※2を設置し、先進的な省エネ対策にも取り組んでいる。

※1。バンカリングの所要時間は、接続作業約10分、LNGバンカリング約40分、分離作業約5分。

※2 マグナス効果(回転している円柱に流れが当たると、流れと回転軸の両方に直角の力が働く)を利用し、船体に設置した円筒の構造物に当たった風力により推進力を得る装置。



ローターセイル



Viking Grace

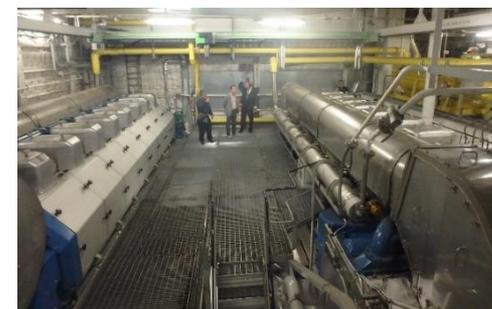
Viking Grace 概要

船主	VIKING LINE
総トン数	57,565GT
積載能力	旅客2,800名、客室880室、車100台
エンジン出力	30,400kW
航路	トゥルク(フィンランド)～ ストックホルム(スウェーデン)を毎日往復 (11時間5分)
平均燃料消費量	約45t
バンカリング	ストックホルムにてship to shipで実施 (3日連続で65tのLNGをバンカリング →1日バンカリング無しの繰り返し)
建造年	2013年

バンカリングの様子



LNGエンジン



SOx排出規制の統一的な実施に向けた国際的な対策

船舶SOx規制の統一的な実施に向けた国際的な対策

- 2020年より開始される船舶SOx規制強化において、安価な基準不適合油を使用するなどの不正行為が横行した場合、公正な国際競争が求められる外航海運において、適正にルールを守る事業者との間で競争条件が不当に歪められることが懸念されている。
- このため、国際海事機関(IMO)において、日本提案等をベースに、燃料油の検査方法や燃料サプライヤーへの監督措置等の不正対策を盛り込んだ、SOx規制の統一的な実施のためのガイドラインを作成。
- 2019年2月の第6回汚染防止・対応小委員会(PPR 6)でガイドラインを最終化。5月の第74回海洋環境保護委員会(MEPC 74)で正式に採択の予定。



IMOの検討経緯

- 2017年7月 **第71回海洋環境保護委員会(MEPC71)**
- PPR新規議題やスケジュールの審議
 - ISOへの低硫黄燃料油の国際規格化の要請
- 2018年2月 **第5回汚染防止・対応小委員会(PPR5)**
- ガイドラインの策定に合意
- 2018年7月 **PPR中間作業部会**
- ガイドライン案の詳細を審議
- 2019年初 **第6回汚染防止・対応小委員会(PPR6)**
- **ガイドライン案を最終化**
- 2019年夏 **第74回海洋環境保護委員会(MEPC74)**
- ガイドラインを採択

日本提案

日本の基本方針

1. 実効性のある対策を設ける

- ✓ マルポール条約に基づく検査の枠組を活用。
- ✓ 不適合油を販売しないよう、供給サイドにも働きかけを実施。
- ✓ IMOのネットワークを活用し、不正情報を共有。

2. 業界に過度な負担を課さない

- ✓ サンプルング等で不当な遅延を生じさせない。
- ✓ サンプルングの分析方法を世界で共通化。

3. 日本がガイドライン策定を主導

- ✓ 日本がガイドラインの骨子・素案を提示し、議論の土台に。

船舶SOx規制の統一の実施のためのガイドライン(不正対策部分)

1. 船舶側の準備

- ✓ 予め、燃料の積み替えスケジュール等を計画しておくことを推奨。



2. 旗国に推奨される不正対策

- ✓ 自国籍船に対する検査と認証
 - 条約に基づく定期検査の際、高硫黄燃料油の使用条件をチェック。
(スクラバーの搭載とその適正な使用、その他主管庁が認める場合に限定)



3. 寄港国に推奨される不正対策

- ✓ 外国船舶に対する検査(PSC)
 - 条約に基づく立入検査で書類をチェック。疑わしい場合には燃料油サンプリングも※。
 - サンプリングの手法は、ISO国際規格に準拠した方法に統一。
- ✓ 不正発覚後の通報・情報共有
 - 旗国への通報に加え、IMOやPSCの地域協力のネットワークを活用して多国間で不正情報を共有。

※ただし、不当な遅延を要さないことを条件とする。

4. 燃料供給者所在国に推奨される不正対策

- ✓ 供給燃料の適正化
 - 燃料供給者に対し、必要に応じてサンプリング検査を実施するなど、適切な監督措置を実施。 など

※上記にあわせ、MARPOL条約附属書VI附録VI(燃料油サンプル分析手法)及びPSCガイドラインを改正。

燃料油使用者への規制

現行の法令体系

海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律

第19条の21 第1項

政令で定める海域ごとに政令の基準に適合する燃料油を使用しなければならない。

第19条の21 第2項

硫黄酸化物低減装置(スクラバー)を設置し、使用する場合は、前項の規定を適用しない。

海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律施行令

第11条の10

一般海域における硫黄分濃度の基準は3.5%以下

改正の方向性※:

硫黄分濃度の基準を3.5%以下から0.5%以下へ改正

改正時期:調整中

施行時期:2020年1月1日

燃料油販売者・生産業者・輸入業者への規制

現行の法令体系

揮発油等の品質の確保等に関する法律

第17条の11

重油販売業者は、省令で定める重油規格に適合しない物を、船舶等の燃料用の重油としてその使用者に販売してはならない。

第17条の12 第1項

重油生産業者は、当該重油が重油規格に適合することを確認しなければならない。

第17条の12 第2項

重油輸入事業者は、当該重油が重油規格に適合することを確認しなければならない。

揮発油等の品質の確保等に関する法律施行規則

第32条

重油の硫黄分の規格は3.5%以下。

2020年1月1日のSO_x規制強化の開始に対応するため、左の政令改正に合わせた措置を検討する。