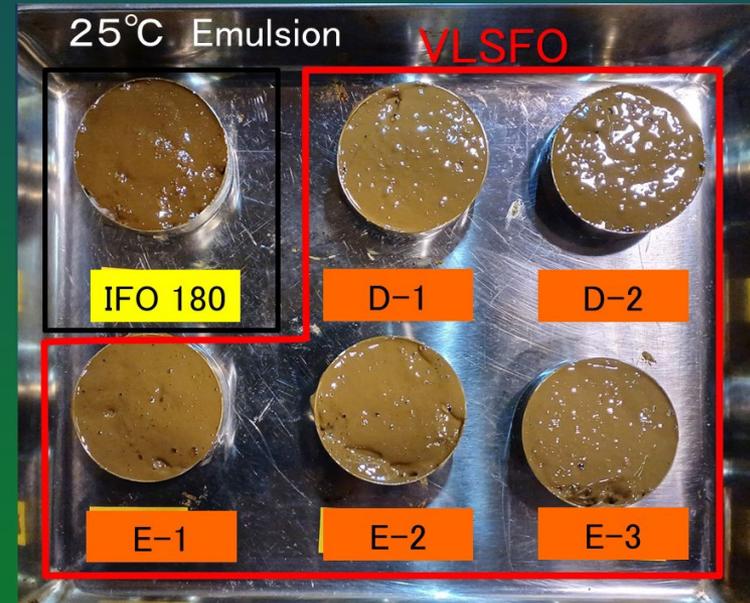
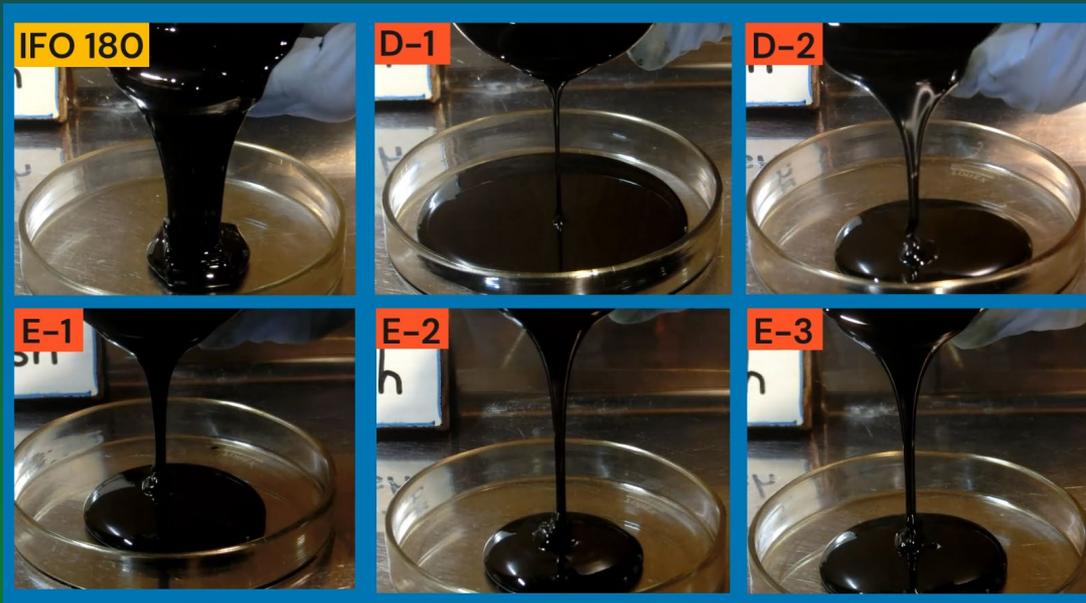


# 低硫黄C重油のエマルジョン化特性

## Emulsification properties of VLSFO

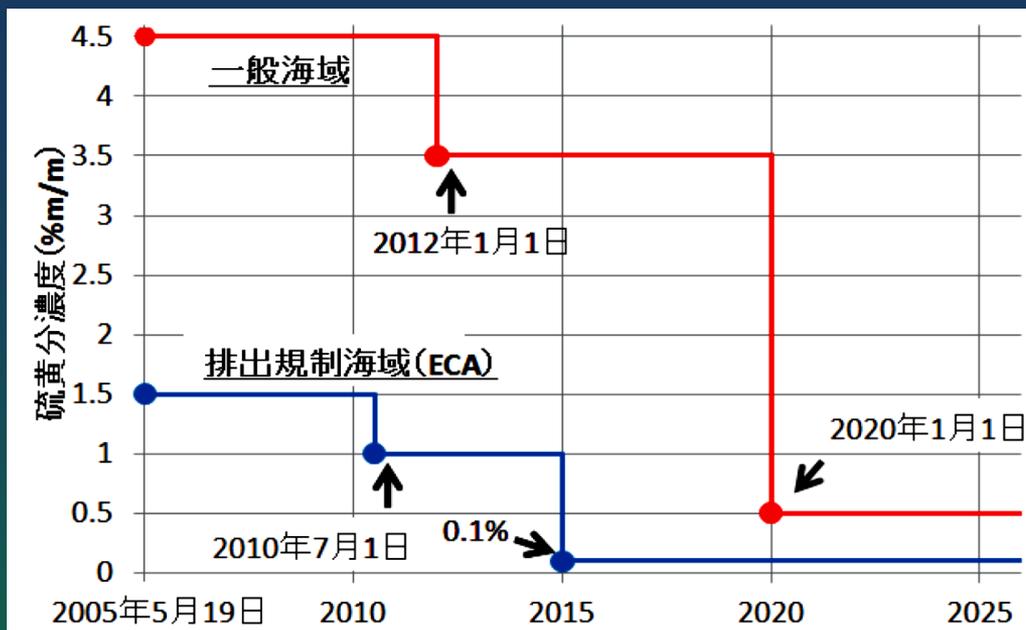




# 報告内容 Contents

1. 低硫黄C重油 Outline of VLSFO
  2. 実験概要 Outline of experiment
  3. 含水率変化 Change of water content
  4. 粘性変化 Change of viscosity
  5. 考察 Consideration
- (参考) 色彩変化 Change of color

# IMOによる 船舶燃料油 硫黄分規制



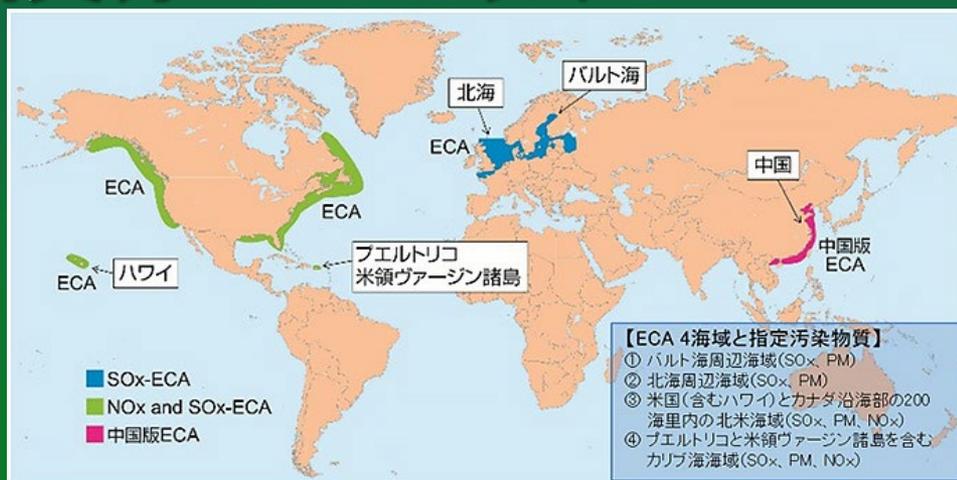
一般海域

排出規制海域

ECA

欧米カナダ周辺  
中国・韓国 等でも  
国内法による規制

硫黄分0.5%以下 **VLSFO**  
硫黄分0.1%以下 **ULSFO**



# VLSFO

IFO 180

D-1

D-2

E-1

E-2

E-3

# サンプルの流動特性比較 動画イメージ (19°C)



# VLSFOの製造方法

林利昭氏(2021)「低硫黄燃料油の製造方法及び品質」より

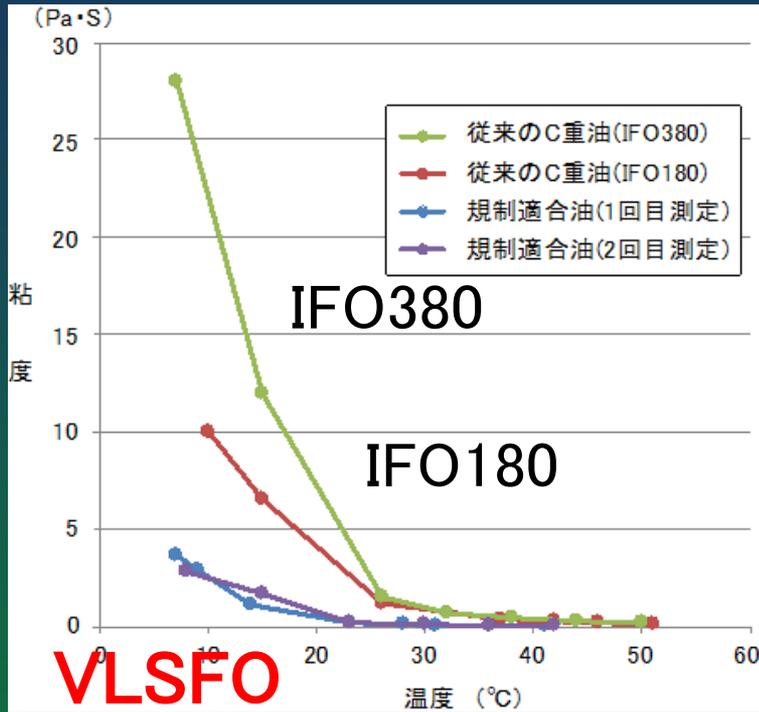
1. アジア・アフリカ産の**低硫黄原油**を使用(世界産出量の10%程度)
2. 高硫黄原油の残渣油を処理・調合
  - ・**水素化脱硫装置**による低硫黄化
  - ・**水素化分解装置**により重質油を灯油・軽油分に分解

製造方法の違いにより  
製品特性(エマルジョン化特性)も変化

# 低硫黄燃料油 (VLSFO) の粘度

result

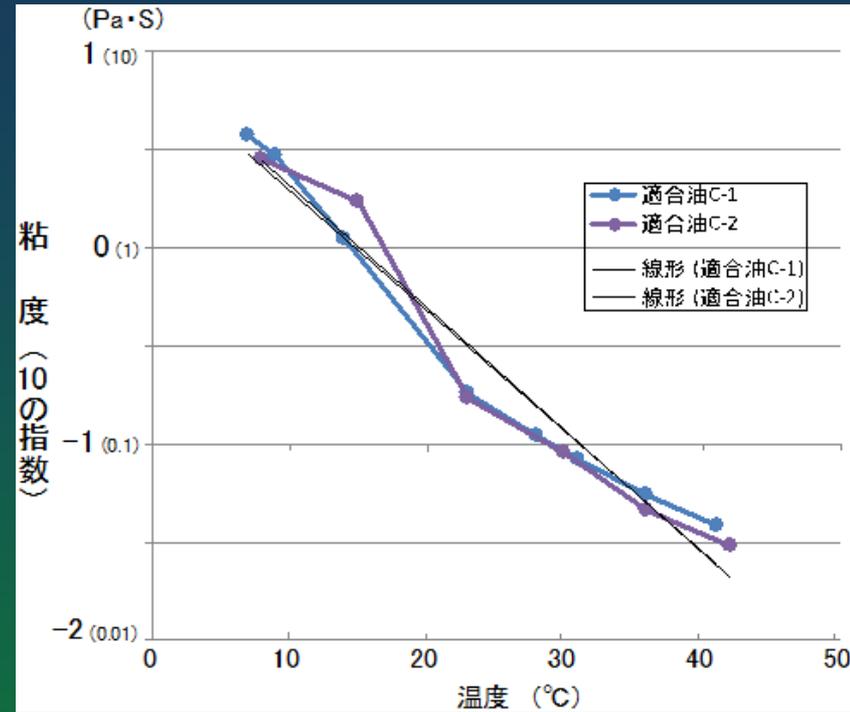
Viscosity (PaS)



Temperature (°C)

従来油より粘度低い  
Lower viscosity

Viscosity (PaS) log

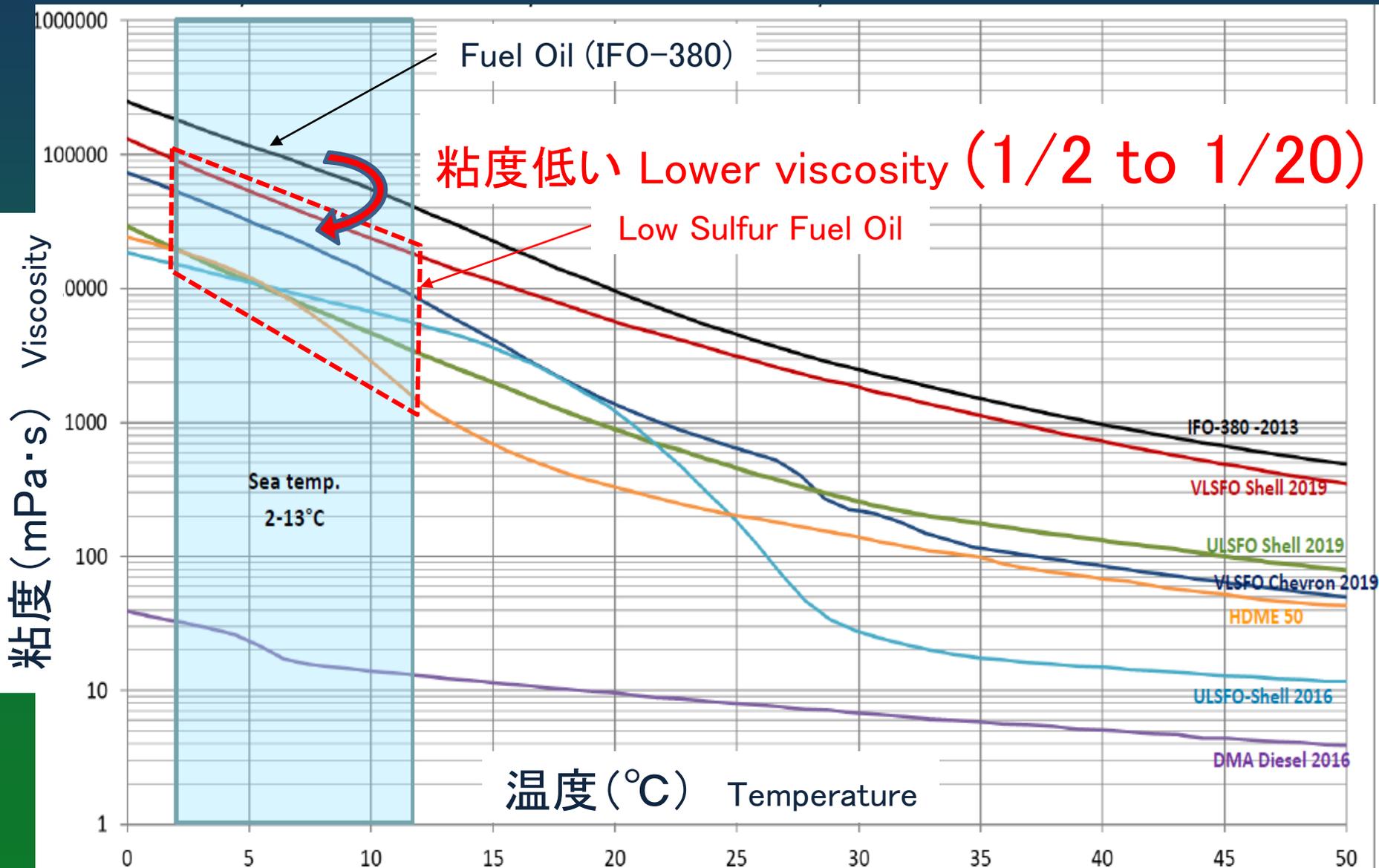


Temperature (°C)

温度と指数関数的  
Exponential change  
with temperature

# 粘度の比較

Difference in viscosity



## 2. 実験概要 outline of experiment

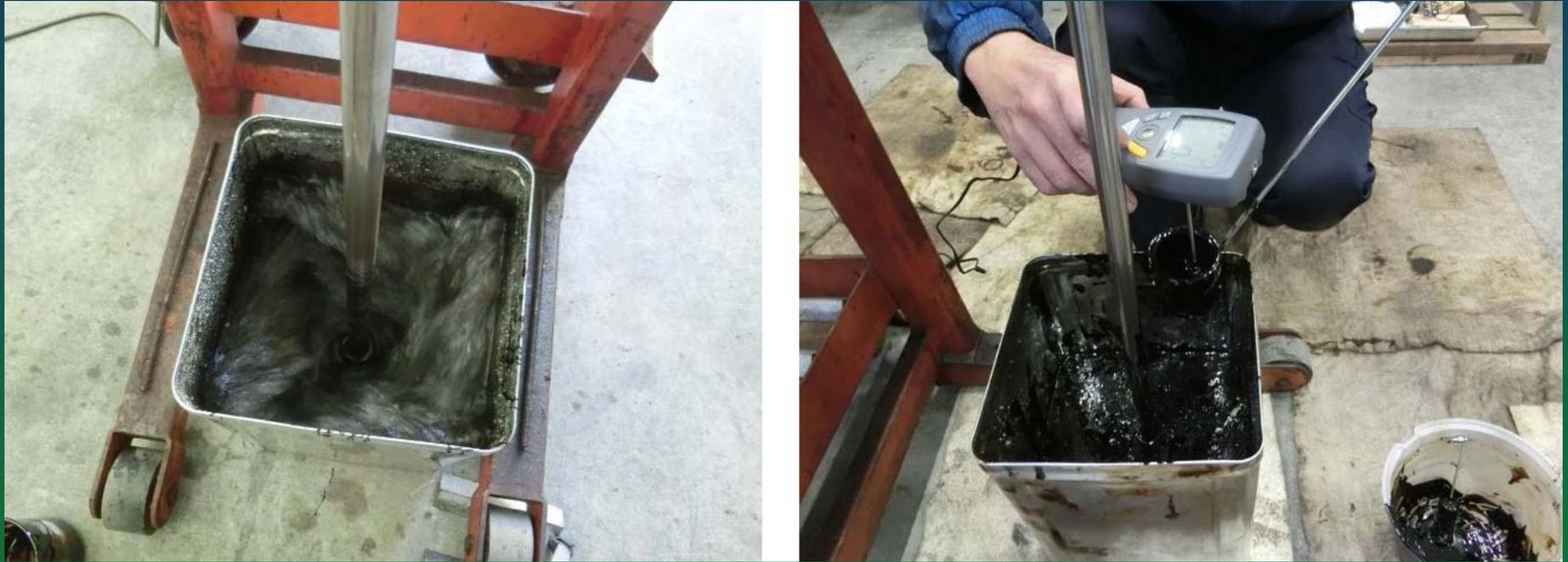
水流攪拌による  
ムース化実験  
(2021年度 予察)



激しい水流を形成

同条件の水流攪拌でムース化を比較

# 粘度変化の測定 (2021年度予察)



3時間の粘度変化を  
従来C重油と規制適合油VLSFOで比較

# 2022年度 実験装置(1)



蓋で飛沫を回収  
(含水率測定のため)

- ・ 設定10°C, 25°C
- ・ 96時間攪拌
- ・ IFO180と  
VLSFOを5種類
- ・ 粘度測定

熱電対による温度把握

温度調整(冷水・温水)



攪拌1300回転/分

# 油と水の飛沫を回収する蓋



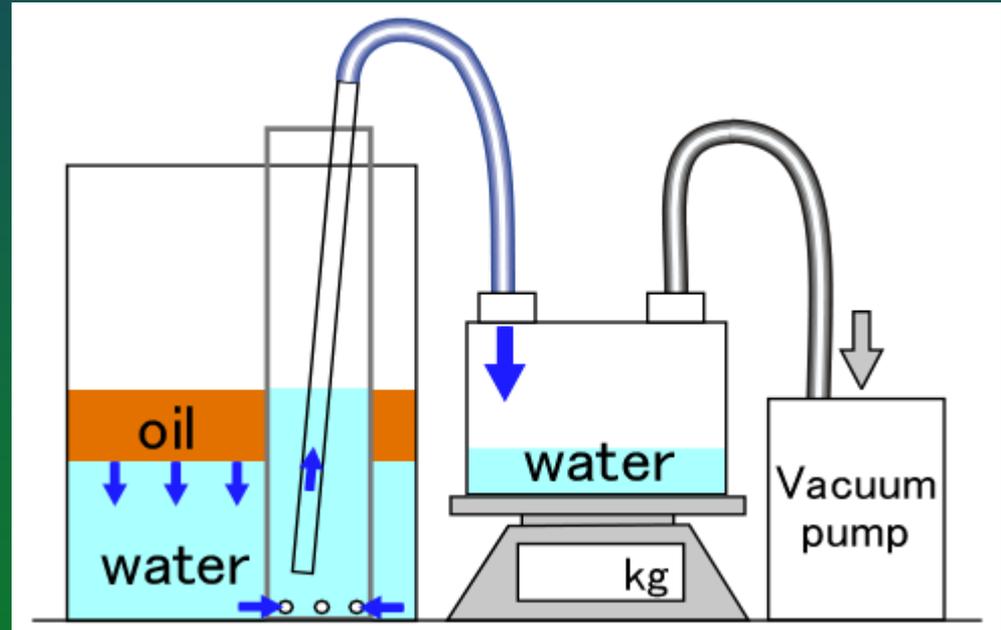
蓋により、殆どの飛沫を回収した

# 2022年度 実験装置(2)



油流入防止の  
ための塩ビ管

下層の海水のみ  
(初期重量7.0kg)を  
バキューム回収



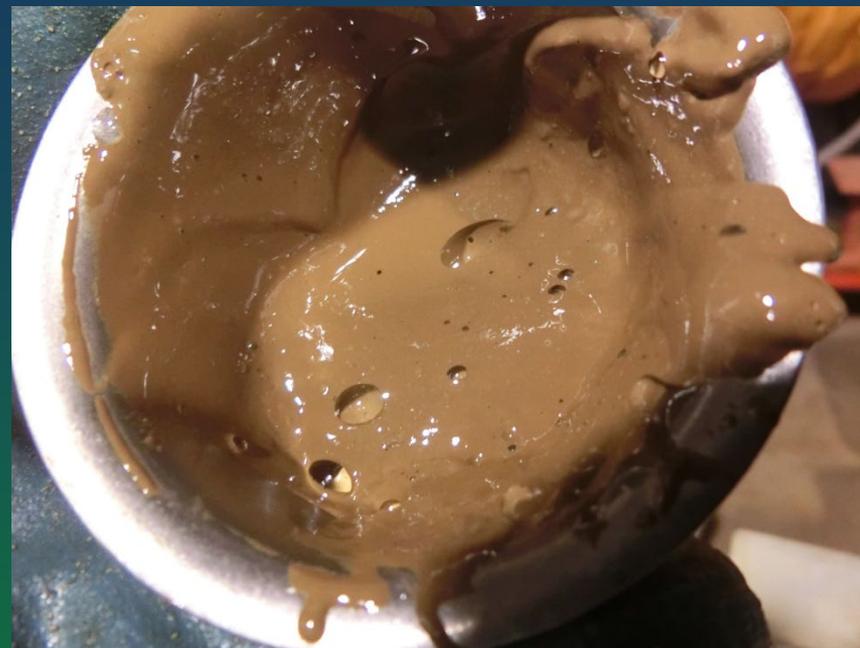
残留水の重量から  
含水率を求めた

# 残留水の吸引



吸引後の様子

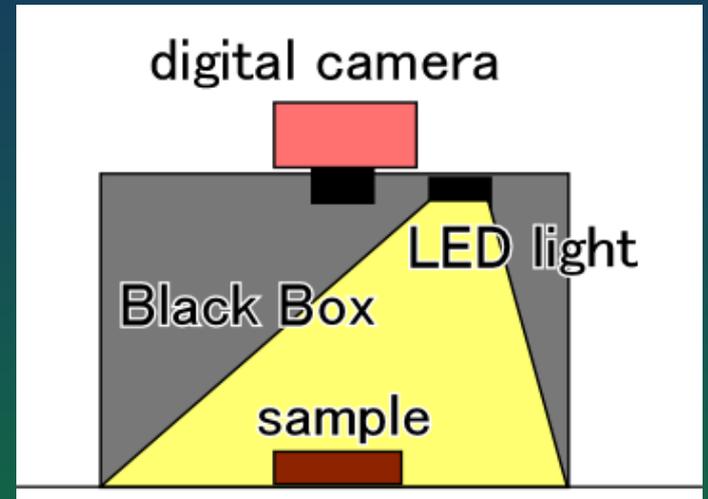
殆ど全ての残留水を  
吸引できた  
(70g残った場合でも誤差1%)



残留油の様子

VLSFOには水滴が多く  
含まれる試料もあった

# 2022年度 実験装置(3)



光を遮断する  
暗箱

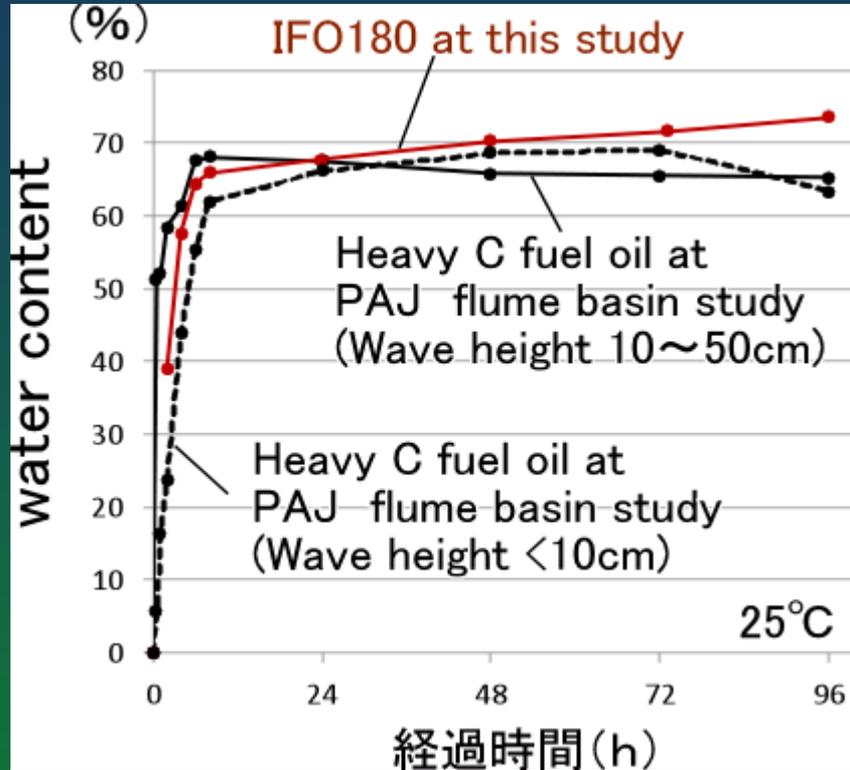


一定条件で撮影した映像の  
色彩変化を評価

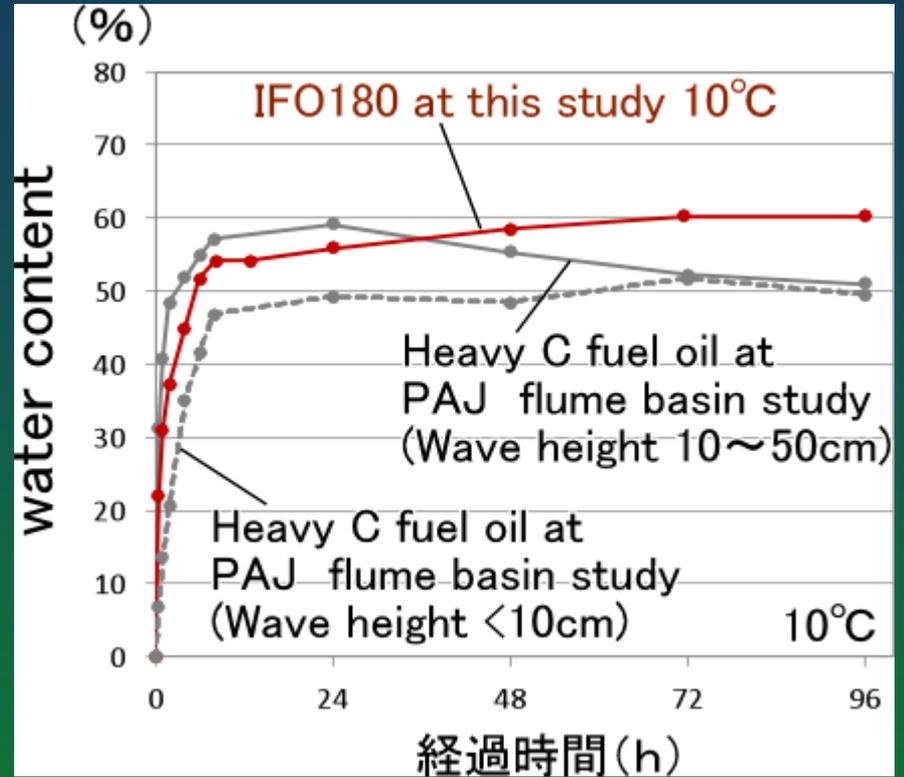
# 3. 含水率(water content) 変化

result

## (1) 石油連盟水槽実験との比較



温度設定 25°C



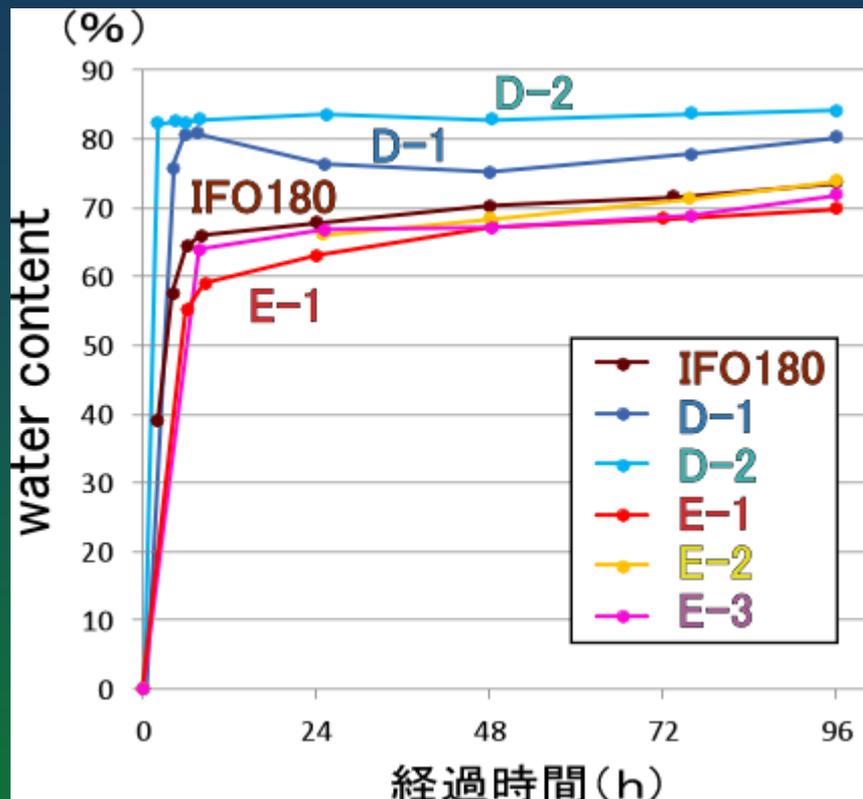
温度設定 10°C

- ① IFO180(以前のC重油)の含水率は、石油連盟水槽実験のC重油含水率の変化と近似
- ② 25°Cの方が含水率高い

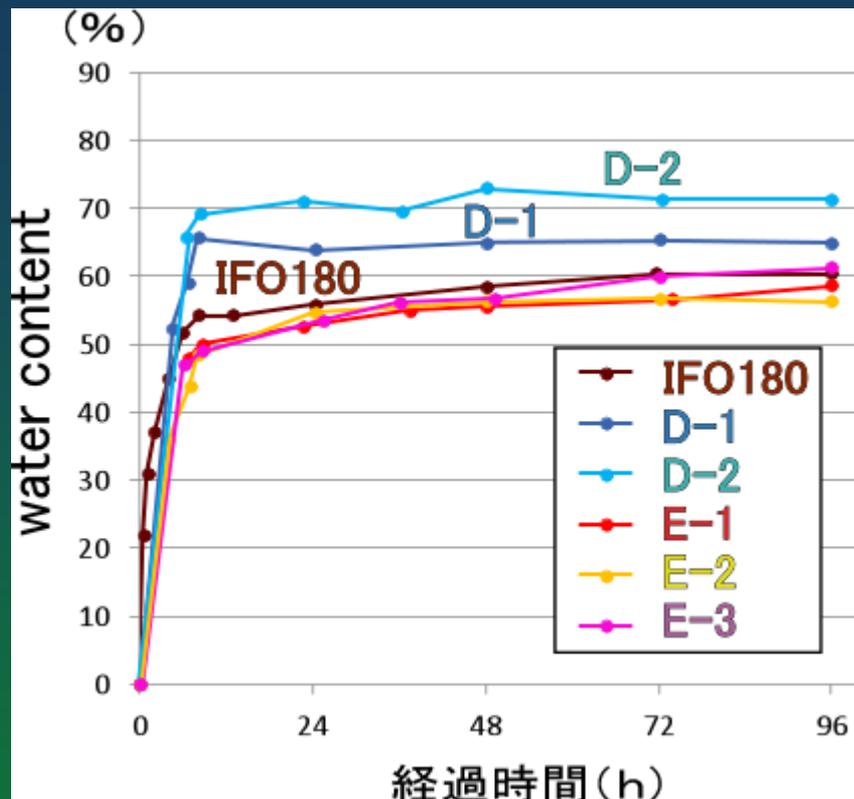


## (2) VLSFOの含水率(water content) 変化

result



温度設定 25°C



温度設定 10°C

- ① 12時間以内に急速に含水率が増加し、25°Cの方が速く増加する
- ② 25°Cの方が最大含水率が高い
- ③ 製品によってはIFO180より含水率高まる



# 含水率に含まれる水滴



水滴



付着しない

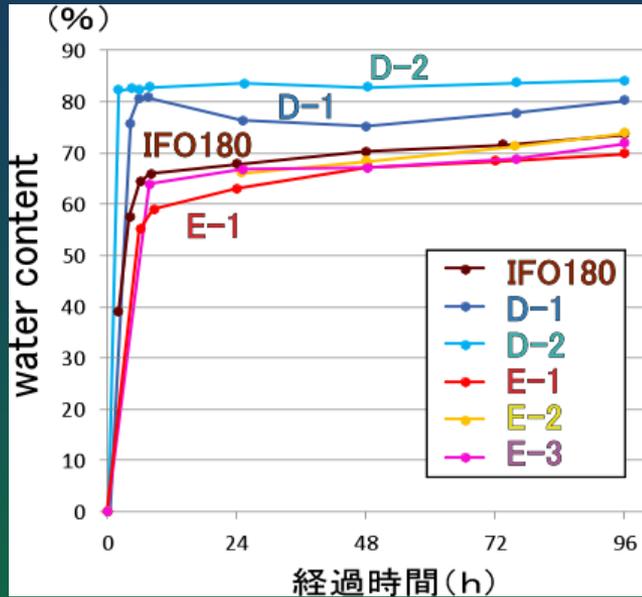


付着する

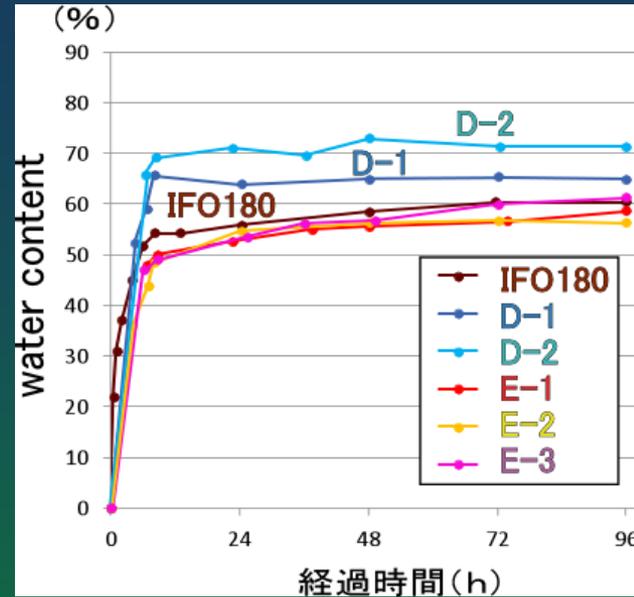
- ① エマルジョン化のみならず、水滴が油中に含まれる
- ② 容易に分離する、すでに分離している
- ③ 粘度測定時に、粘度を下げる
- ④ 吸水性がなく平滑な物に油が付着しにくい

# (3) 含水率(water content) とAsphaltene

result



温度設定 25°C



温度設定 10°C



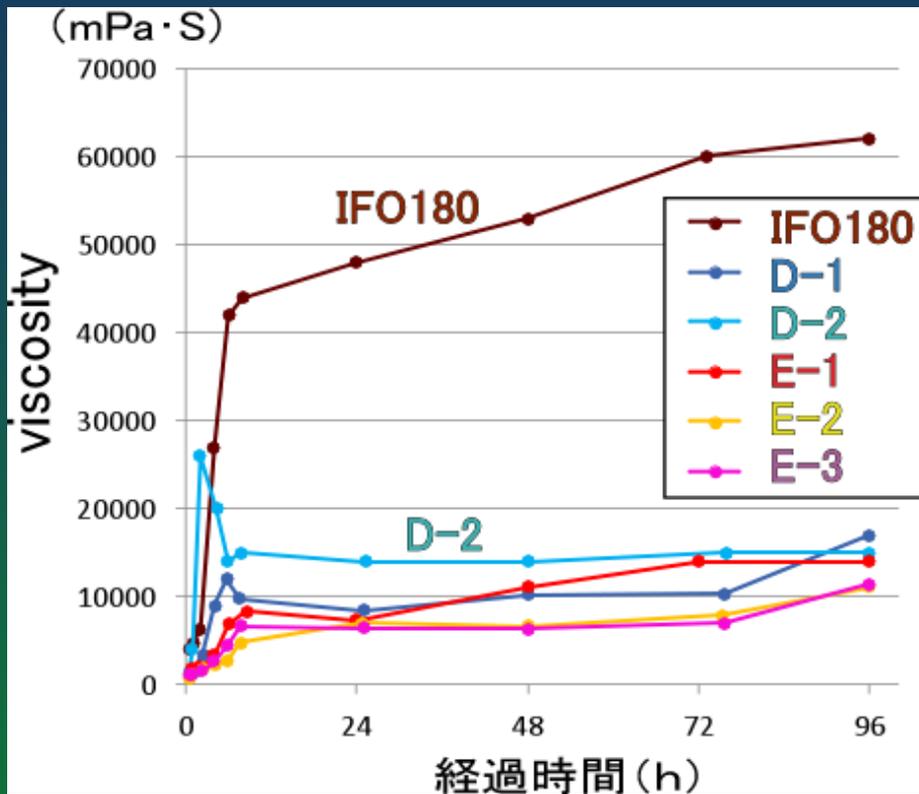
Sample	Asphaltene (wt%)	Wax (wt%)
IFO180	3.9	in analysis
E-1	0.55	
E-2	0.60	
E-3	0.60	
D-1	0.50	
D-2	1.2	

D-2サンプルは、  
アスファルテン分が多い  
ワックス分は分析中

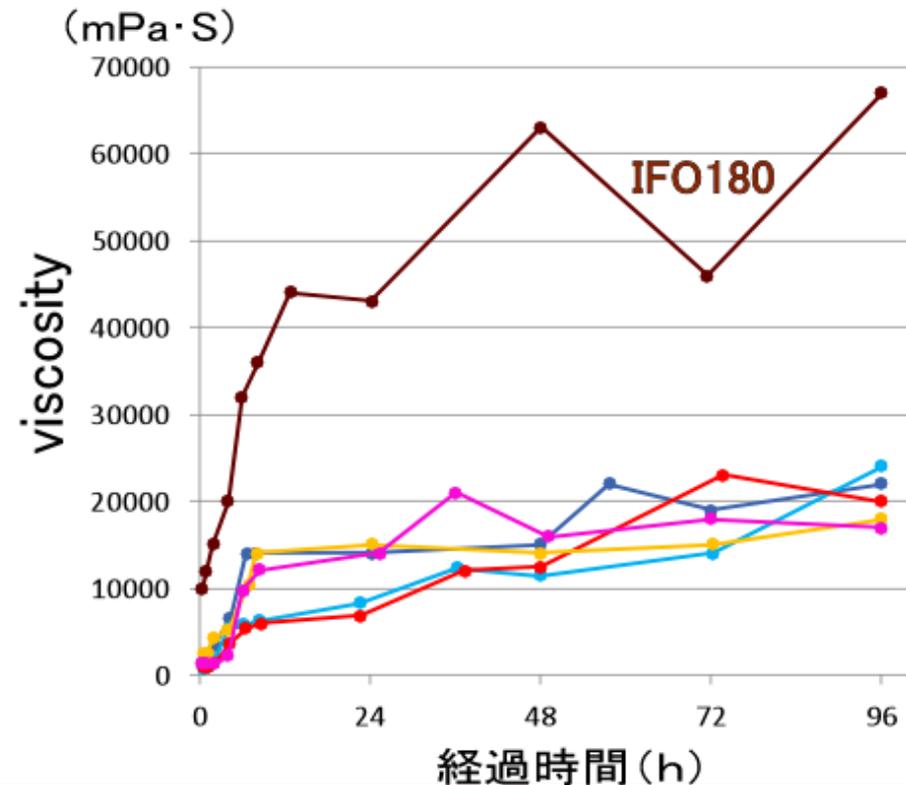
# 4. 粘性(viscosity) 変化



result



温度設定 25°C



温度設定 10°C

- ① エマルジョン化したVLSFOの粘度は、IFO180より低い
- ② 温度設定10°Cでは粘度がより高く、2万mPa·Sを超える
- ③ 温度設定25°Cでは2万mPa·S以下

# 25°C エマルジョン化 VLSFO



IFO 180



D-1



D-2



E-1



E-2



E-3

10°C エマルジョン化 VLSFO



IFO 180



D-1



D-2



E-1



E-2



E-3

# エマルジョン化油の流動性 動画 (19°Cにおける流動性)



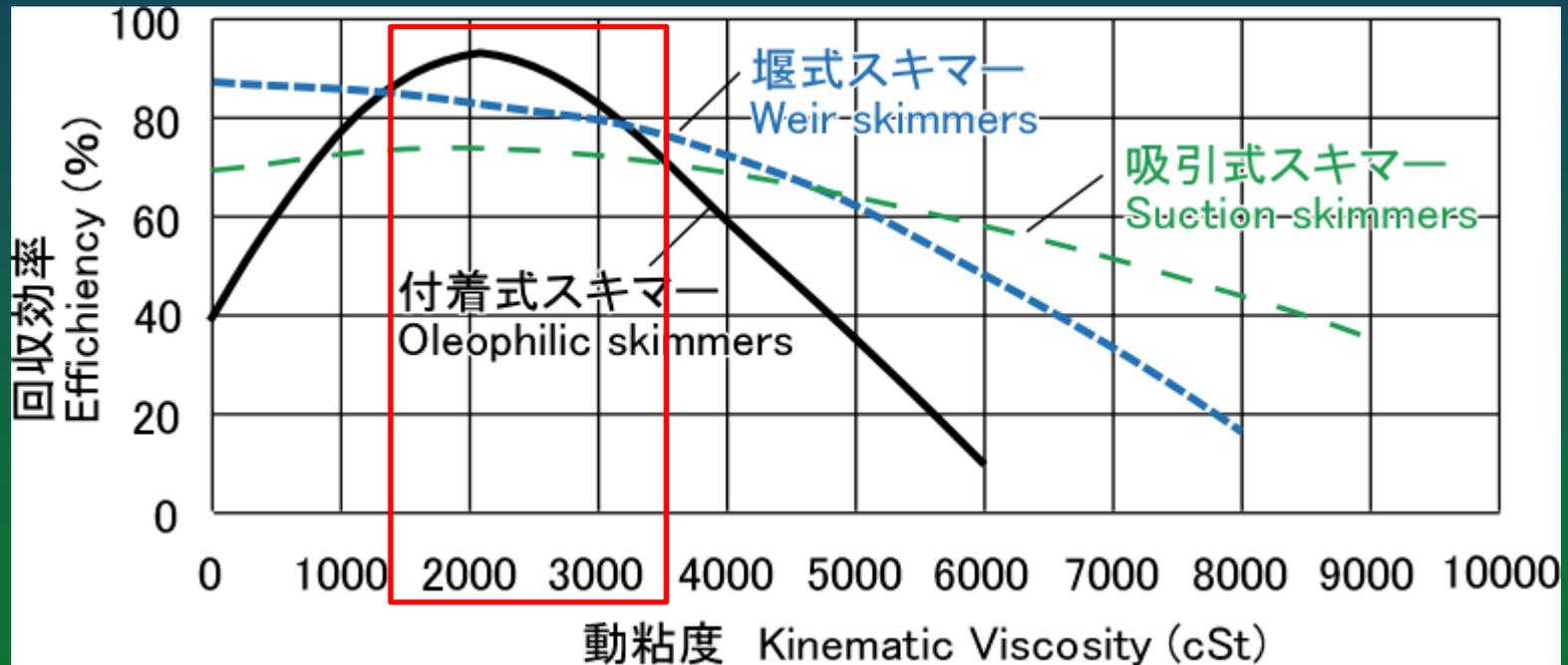
25°C Emulsion



10°C Emulsion

# 5. 考察 —油防除の観点から

## (参考)スキマーの回収効率



海上災害防止センター 油防コーステキスト

スキマーの回収効率が高いのは、2000～3000 cSt

# (参考)スキマーの適用粘度

## 各種油回収装置の性能表

名称	方式	回収能力	適用粘度	製造会社
シーモップ <sup>o</sup> 3060	付	14 t/時	150～22,000 cSt	ロークリンデスミ社
ローディスク15	付	15 t/h	150～23,000 cSt	ロークリンデスミ社
コマラミニ	付	10 t/h	150～23,000 cSt	バイコマ社
シースキマー-50	付	50 t/h	150～23,000 cSt	バイコマ社
シースキマー-100	付	100 t/h	150～23,000 cSt	バイコマ社
GT185	堰+吸	65 t/h	150～23,000 cSt	ラモア社
デスミ250	堰+吸	70 t/h	150～23,000 cSt	ロークリンデスミ社
スラープ <sup>o</sup>	堰	10 t/h	150～250 cSt	スラープ社
スキムボーイ	堰+吸	13 t/h	150～250 cSt	ワールドケミカル社
トランスレック200	吸/付/堰	200 t/h	150～23,000 cSt	フラモ社

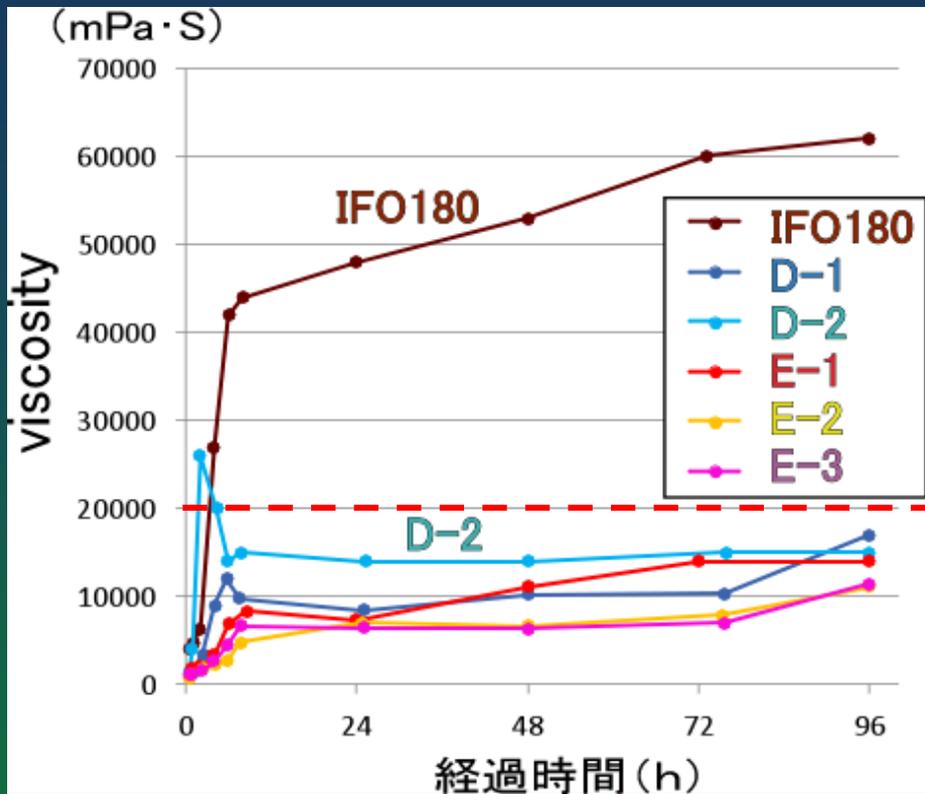
付—付着式 堰—堰式 吸—吸引式

回収能力及び適用粘度は、各社発表でありあくまでも参考値である。

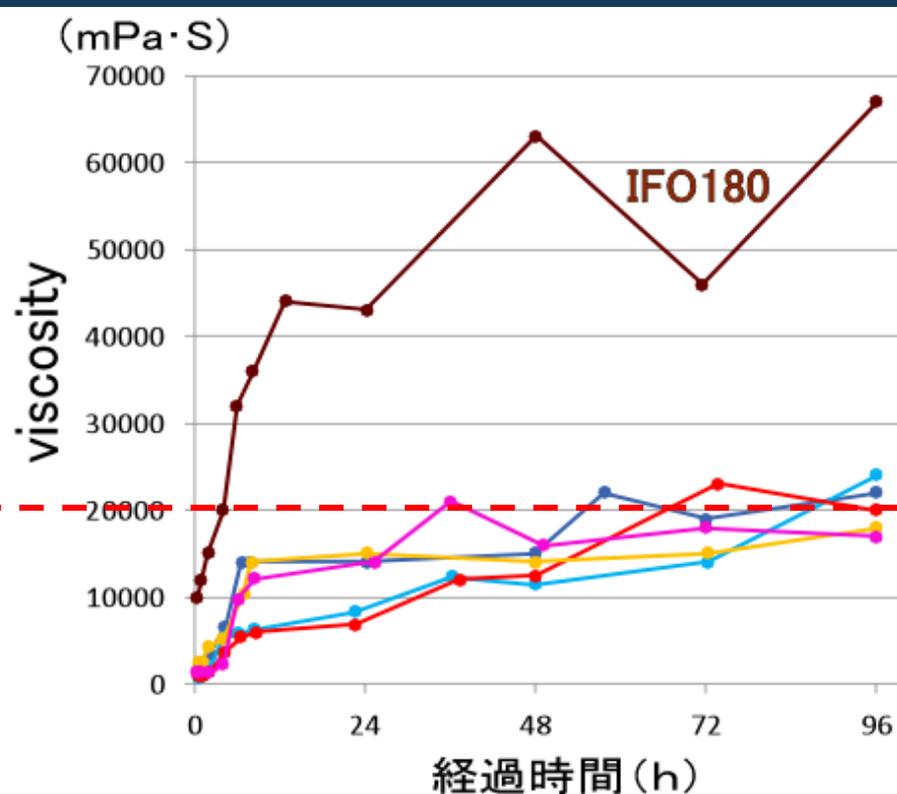
海上災害防止センター 油防コーステキスト

20,000 cSt 程度までを適用粘度としている機材もある

# (1) VLSFOの粘度変化とスキマーの使用可否



温度設定 25°C



温度設定 10°C

- ・夏(水温25°C)、20000cSt以下の粘度が予想され、スキマーの型式によっては4日後でも使用可能と予想される
- ・冬(水温10°C)、流出後1日目は20000cSt以下の粘度が予想されるが、2日目以降20000cStを超える油も見られ、スキマーの使用が困難となる場合も予想される



# (参考)油処理剤の有効性

「粘度が2,000 cStを超えると効果が低下」

「5,000～10,000 cStに達すると  
効果を示さない」

海上災害防止センター 油防コーステキスト

(比較)



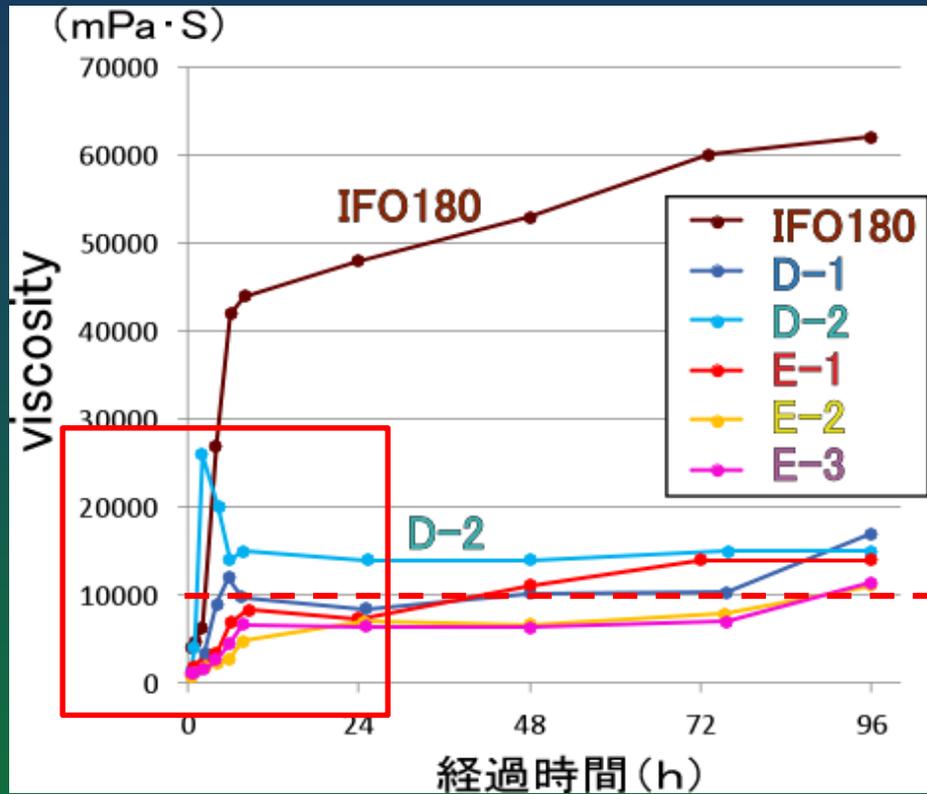
分散効果  
あり

エマルジョン化したVLSFO(96時間攪拌)への  
油処理剤添加 (当センター試験キット使用)

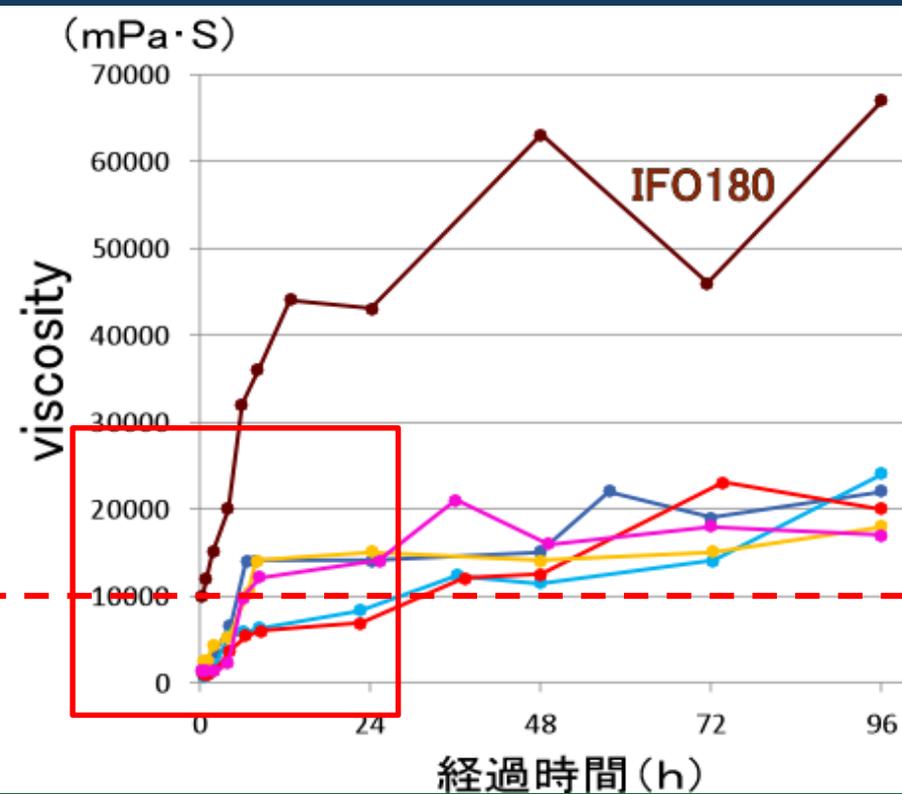


処理剤による分散効果なし

## (2) VLSFOの粘度変化と油処理剤の使用可否



温度設定 25°C

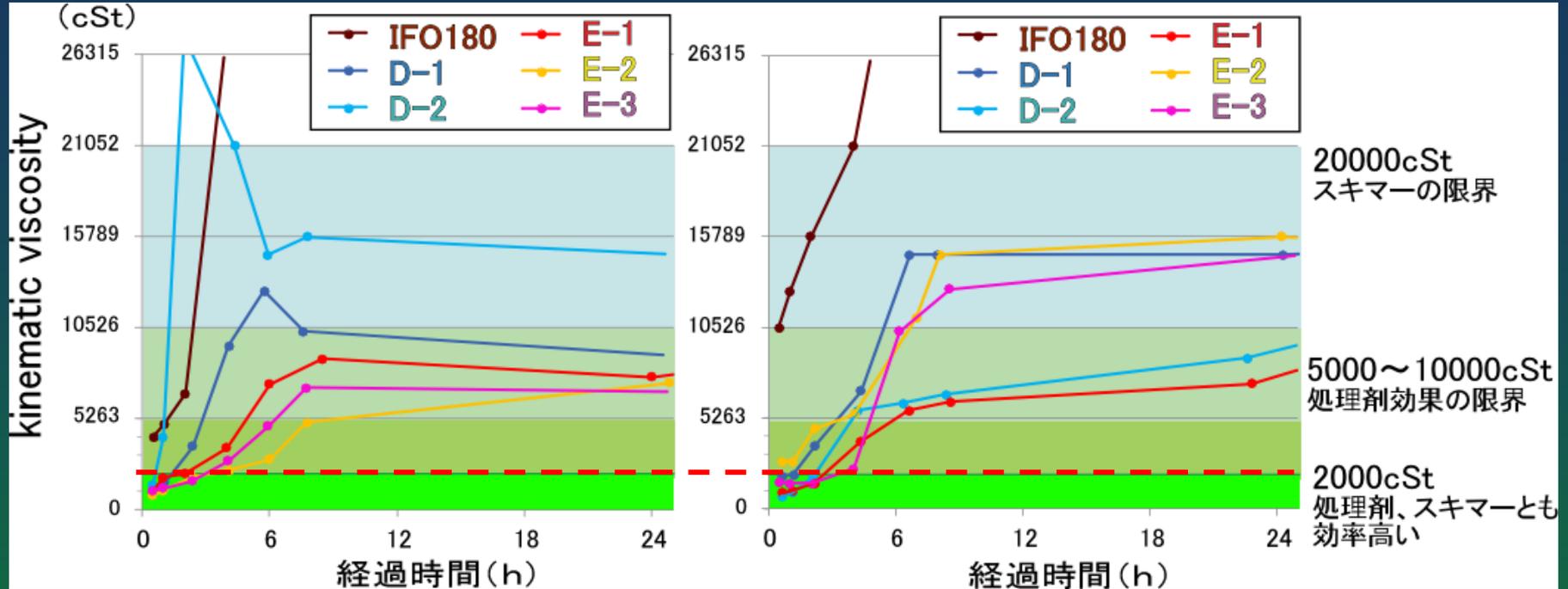


温度設定 10°C

- 夏は3日後まで油種によっては効果があるケースもあるが4日目以降、全ての実験油種は効果がなくなる粘度となった。
- 冬は24時間後まで油種によっては効果がある場合があるが36時間以降は、全ての実験油種は効果がなくなる粘度となった。



# (2) VLSFOの粘度変化と油処理剤の使用可否



温度設定 25°C

温度設定 10°C

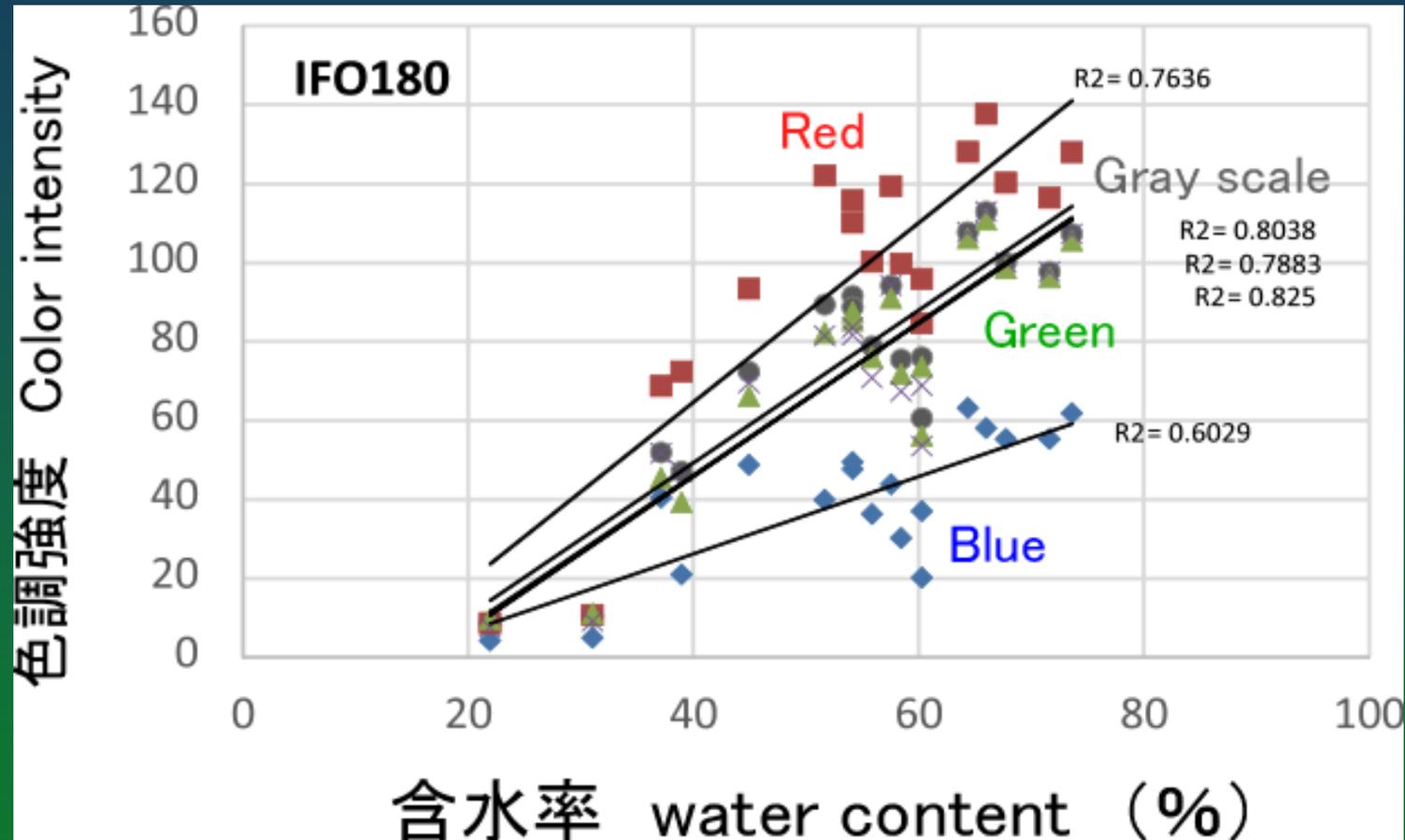
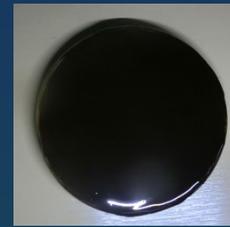
- 夏冬とも、VLSFO流出後1~4時間程度までが油処理剤の効率が低い(2000cSt以下)時間帯と予想される。

※ 石油連盟水槽試験結果との相関をもとに、波浪条件は「波高10~50cm」と「波高10cm以下」の中間程度と想定



# (参考) 色彩変化

Change of color



赤色の色彩がより強くなる

相関性が高いのは、Gray Scaleに変換した値

# まとめ

低硫黄C重油 (VLSFO) は……

- ・従来のC重油より粘度が低い
- ・製品によって、粘度、エマルジョン化特性に違いあり  
(以下、波浪条件 波高 数十cmを想定)
- ・4日間エマルジョン化作用を受けると  
夏10000~20000mPaS/冬15000~25000mPaS 軟膏程度
- ・冬(10°C)は、場合によっては2日目以降スキマーの使用が困難となる場合が予想される(20,000cSt以上になる)
- ・夏(25°C)、冬(10°C)とも、油処理剤の効果が高いのは  
流出後1~4時間程度まで(2,000cSt以下)
- ・夏は4日以降、冬は36時間以降、油処理剤の効果  
なくなることが予想される (10,000cSt以上になる)

