

船舶からの油・有害物質の流出等の 対策に関する研究

海上技術安全研究所

環境・動力系 城田 英之、原 正一、宮田 修

海洋開発系 小野 正夫

港湾空港技術研究所

新技術研究開発領域 藤田 勇

本発表の概要

- 本研究の背景
- 本研究の目的
- 船舶からの油流出対策技術の開発
- 油・放射性物質等が環境放出した際の環境影響評価システムの高度化
- まとめ

船舶の衝突・座礁事故による油流出事故

●エクソン・バルディーズ号重油流出事故

- 1989年3月、米国アラスカ州プリンスウィリアム湾で発生
- 操縦ミス等の人災による
- 原油42,000kLが流出
- 流出油：湾内の小島など、2,000kmの海岸線に漂着



出典 <https://www.theatlantic.com/photo/2014/03/the-exxon-valdez-oil-spill-25-years-ago-today/100703/>

●ナホトカ号重油流出事故

- 1997年1月、島根県隠岐沖の日本海で発生
- 悪天候による遭難による
- C重油6,200kLが流出
- 流出油：約1週間後に福井・石川県など9府県に漂着



出典 <http://www.erc.pref.fukui.jp/news/oil.html>

いずれの事故でも、流出油が海の生態系や沿岸漁業に甚大な影響を与えた

油の海洋流出事故への対応策

種類	対応策	備考
事前対応策	二重船殻(ダブルハル)化	IMO、1996年以降の新造タンカーに義務化
	沈船残留燃料油流出防止システム	2015年、国交省が検討・開発済
事後対応策	オイルフェンス	荒天下での油捕捉効率が悪い
	油回収船／油回収機	回収効率・保守性に課題あり
	海上焼却	燃焼残渣、黒煙による環境影響に懸念
	油処理剤の散布(海上)	流出油を分散化することで毒性を下げる
	油処理剤の散布(海中)	2010年メキシコ湾原油流出事故(流出量: 780,000kL)で初めて深海で適用も、効果の詳細不明 環境影響に懸念



メキシコの石油掘削施設
Deep Water Horizon

深海1,500mで破損した掘削パイプから噴出する油に処理剤を噴霧する様子



放射性物質の海洋流出事故

●東京電力福島第一原発事故による放射性物質の大規模漏洩

- 2011年3月11日、東北地方太平洋沖地震に伴い、福島県で発生
- 格納容器ベント、水素爆発等により大量の放射性物質が大気環境中に放出
- 原子炉、使用済み燃料貯蔵プールに注水した冷却用水の一部が格納容器から漏出し、一部の放射性物質が海洋へ流出

事故発生5日後の福島第一原発の様子

出典 <http://www.tepco.co.jp/fukushima/review/index-j.html>



短期間のうちに高濃度の放射性物質が海洋放出された、前例のない事故となった

本研究の目的

1. 船舶からの油流出対策技術の開発

- 厳しい海象条件においても滞油・回収性能の高いオイルフェンスの提案・性能検証
- 座礁船の燃料タンク内に残留する油を効率的に回収する技術の開発

2. 油・放射性物質等が環境放出した際の環境影響評価システムの高度化

- 海洋中に流出した油・有害化学物質・放射性物質を対象とする、従来よりも汎用性の高い海洋拡散シミュレーション計算基盤の構築

1. 船舶からの油流出対策技術の開発

【研究のねらい】

○オイルフェンスの改良

既存OF: 設置時間・作業性等に問題あり → 新式OFの開発・性能実証

○座礁船の燃料油タンク内残留油の効率的回収技術の開発

既存技術では、特に低粘度油(流動性が悪い)の回収が困難

→ 水蒸気爆発や油処理剤等の併用による効率回収手法の提示

【これまでの実施内容】

○オイルフェンスの改良(港空研と共同)

— 気泡の放出に伴い、水中にカーテン状の上昇水流が形成される、浮沈式の気泡式水質汚濁防止フェンスを設計・試作し、水槽実験により性能を確認

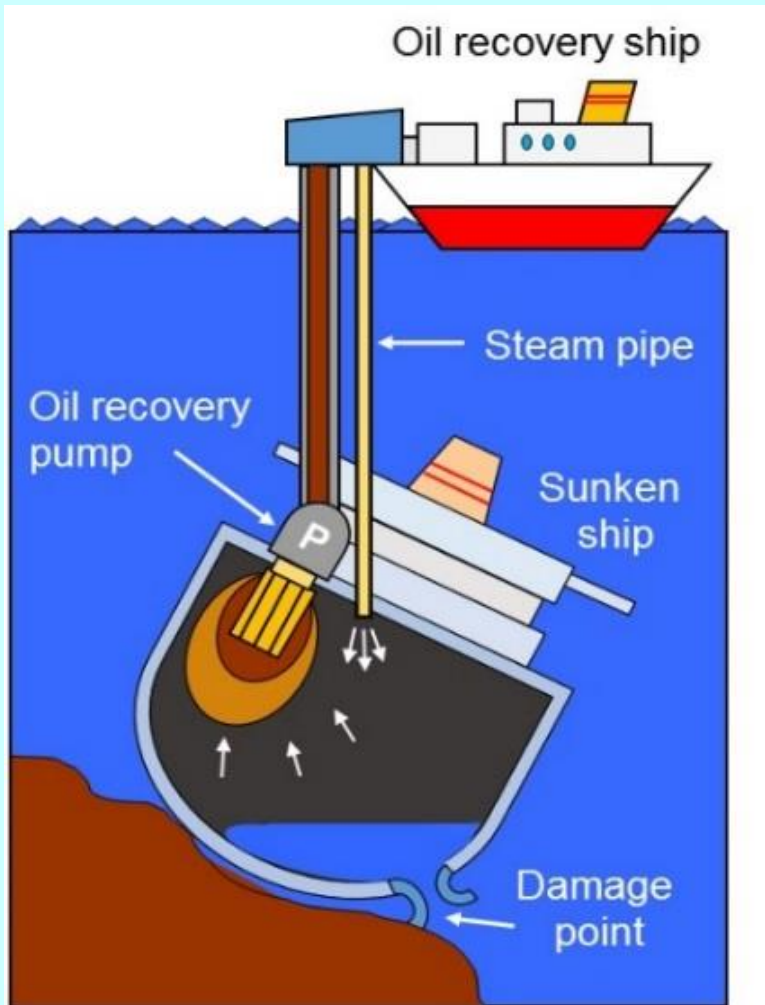
○座礁船の燃料油タンク内残留油の効率的回収技術の開発(港空研と共同)

— 小規模水蒸気爆発実験装置を、連続爆発発生できるように改良

— 水蒸気爆発により、油の微細化・流動化が促進されることを確認

— 高粘度油微細化現象可視化タンクを設計・製作

1. 船舶からの油流出対策技術の開発



座礁／沈没船からの
残留油回収方法のイメージ

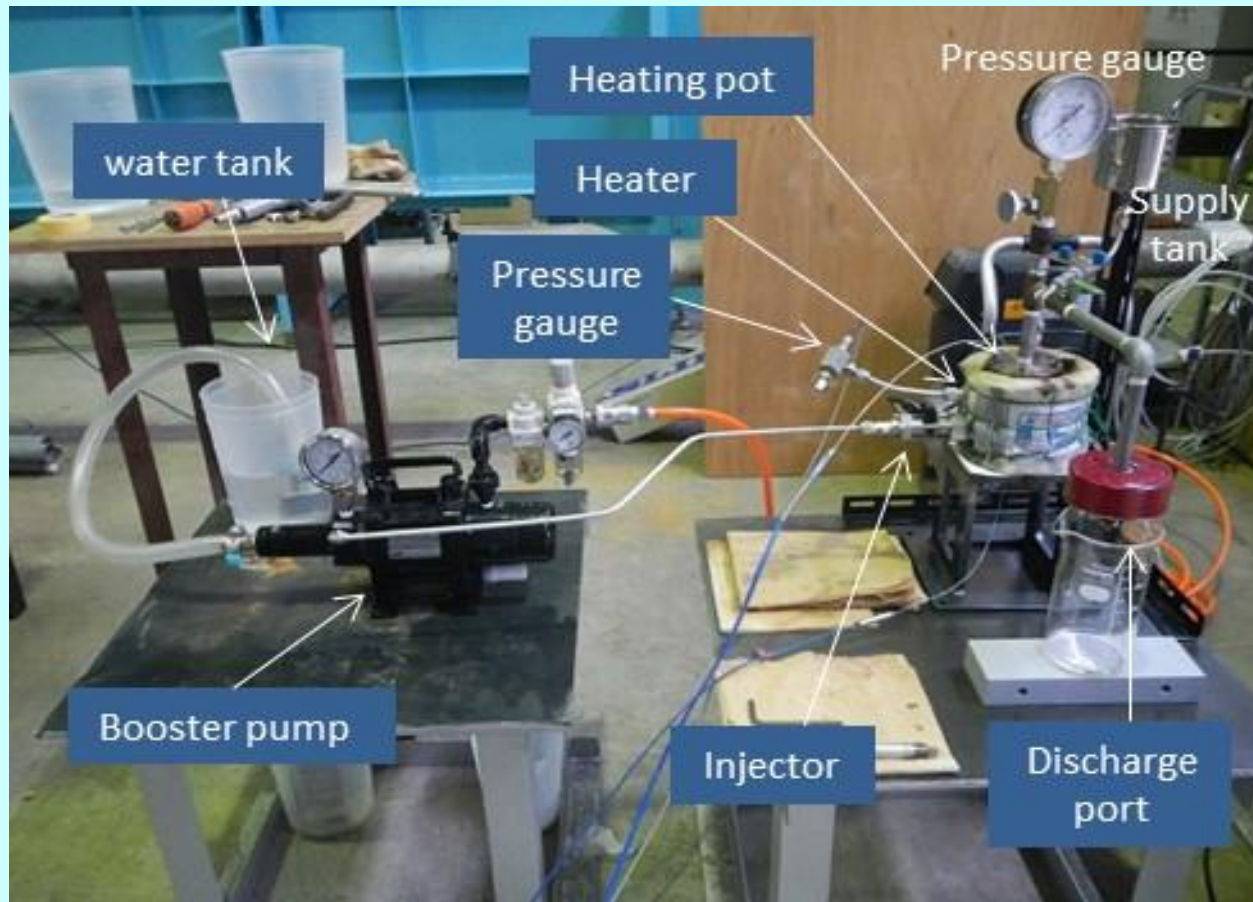
座礁／沈没船のタンク残留燃料・・・
海洋漏出による環境影響への懸念

【現状】

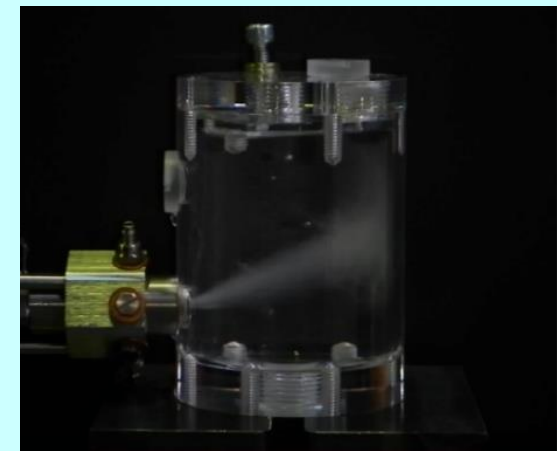
- ・蒸気注入により油の粘度を下げて回収
- ・冬場など水温の低い環境下では重質油の粘度が極めて高くなり回収が至難

低温で粘度の高くなった重質油の流動性を高くして、効率的に回収する技術が重要

1. 船舶からの油流出対策技術の開発

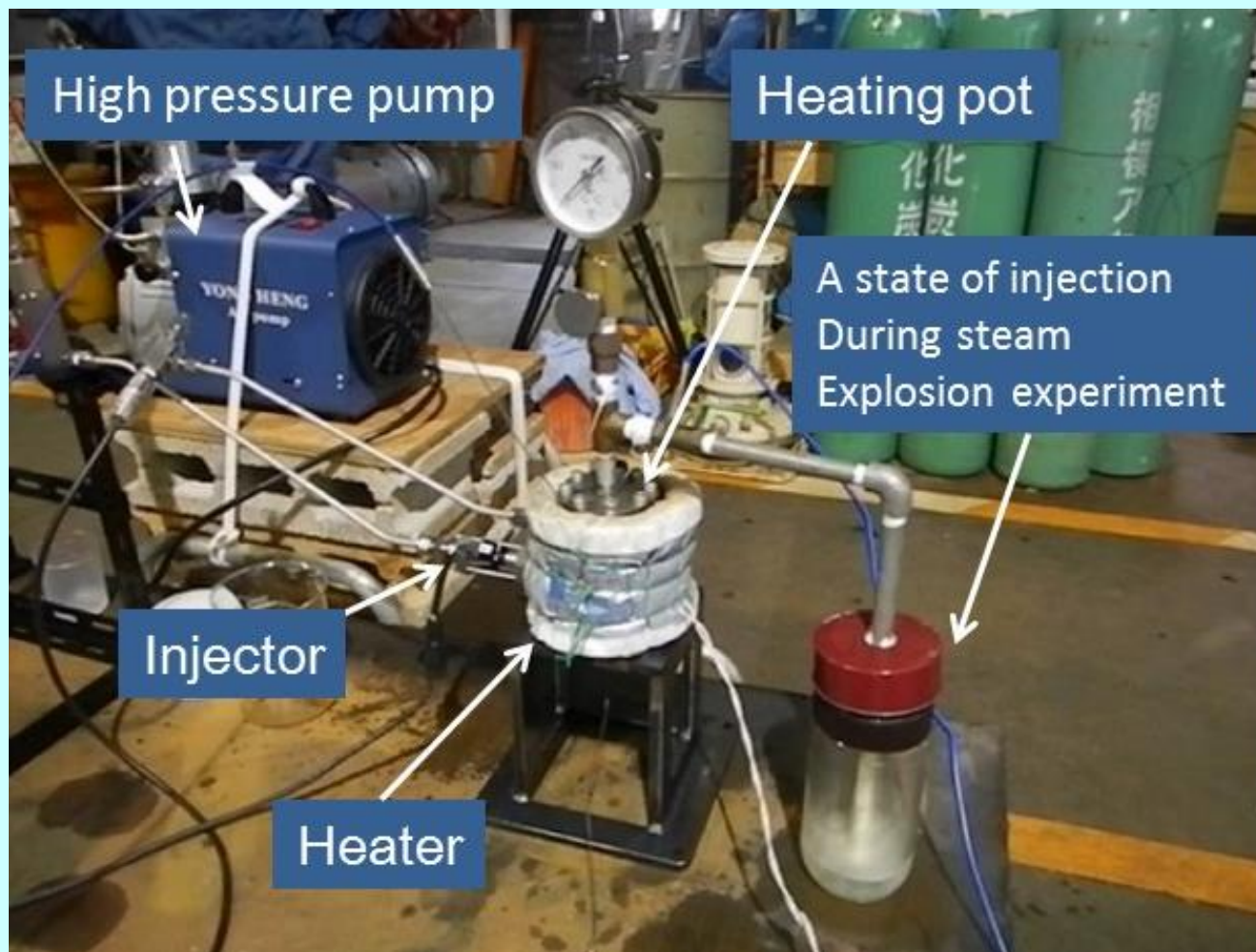


小規模水蒸気爆発実験装置の全体図



インジェクターから
水を噴射した際の様子

1. 船舶からの油流出対策技術の開発



約150°Cに加熱した溶媒（エンジンオイル）中で水蒸気爆発が起こり、溶媒＋水等の混合液が吐出する様子

1. 船舶からの油流出対策技術の開発

水蒸気爆発による油微細化効果を確認するため、以下の実験を行って、得られた顕微鏡観察結果を比較

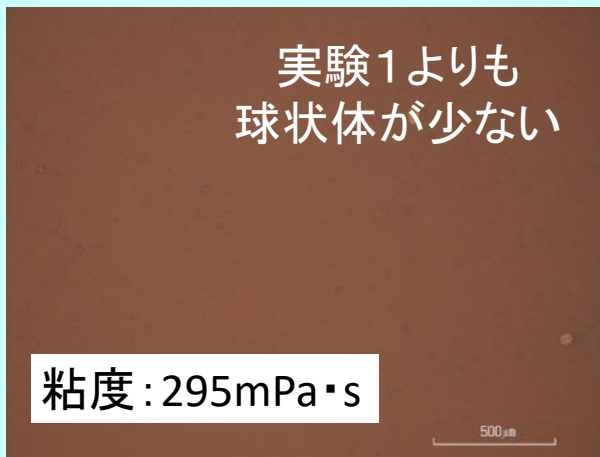
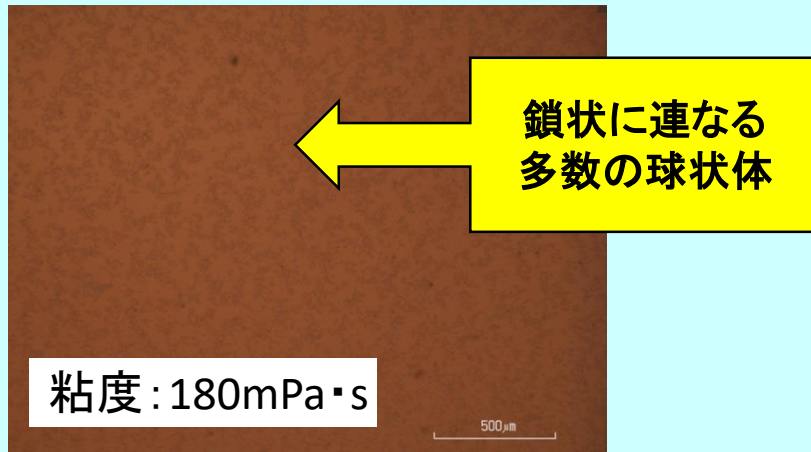
1. 加熱溶媒として混合液(ナタネ油75%+油処理剤25%)を使用して水蒸気爆発実験を行い、吐出される混合液をC重油に噴射
2. 上記混合液(※)を実験1.と同じ割合でC重油に混合したものをスターラーで攪拌 【対照実験】

【実験のポイント】

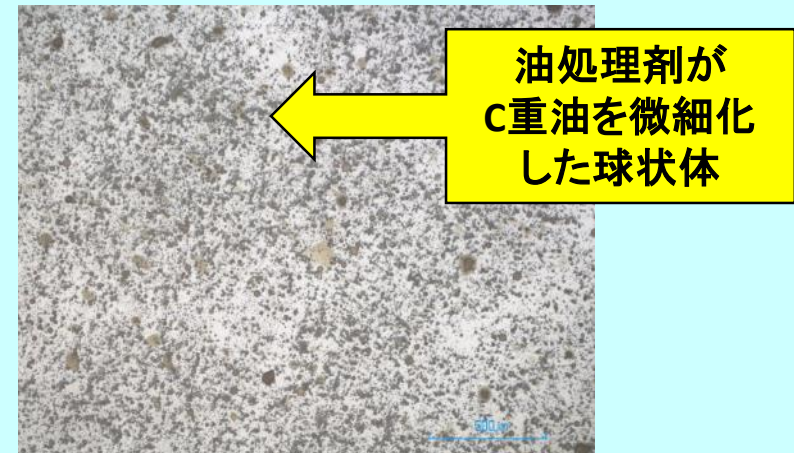
ごく少量の水による水蒸気爆発によって、重質油をいかに効率的にW/O(油中水滴)型エマルション化(微細化)できるか？

1. 船舶からの油流出対策技術の開発

◎実験結果(上:実験1、下:実験2)



◎少量のC重油に油処理剤を加えた場合の結果



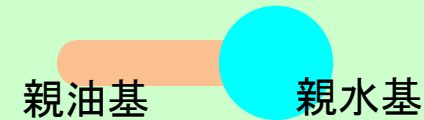
- ※水蒸気爆発を用いると、C重油の微細化・流動性向上の効果が得られることを確認
- ※球状体の詳しい分析(O/Wエマルジョン化の確認など)については、今後の検討課題

1. 船舶からの油流出対策技術の開発

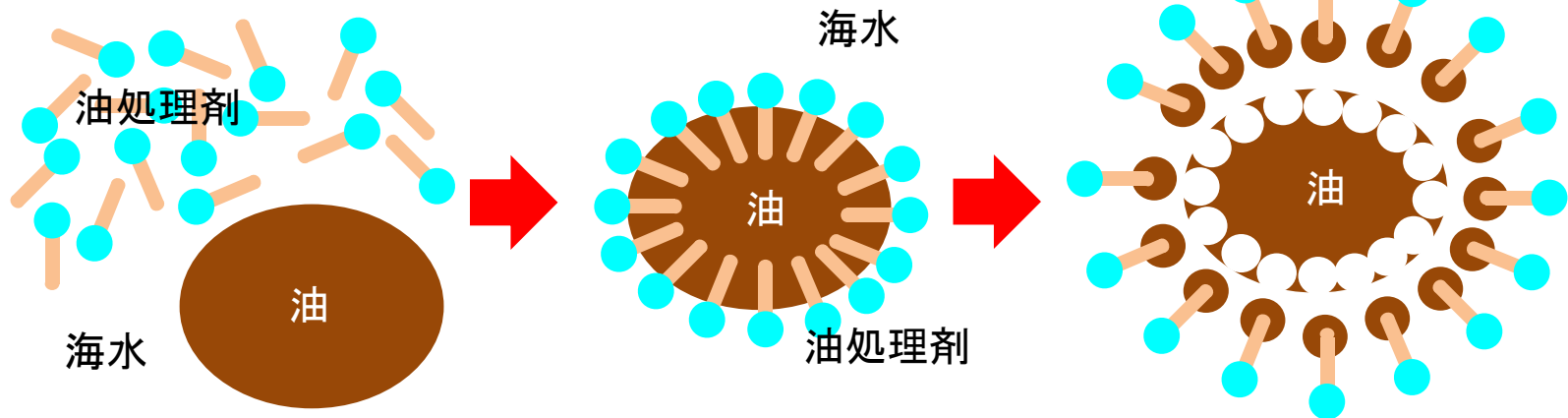
○油処理剤

界面活性剤が主成分の化学物質

水とくっつきやすい部分(親水基)と、油とくっつきやすい部分(親油基)から成る流出油を微細化して、微生物や太陽による自然浄化を促進する作用を持つ

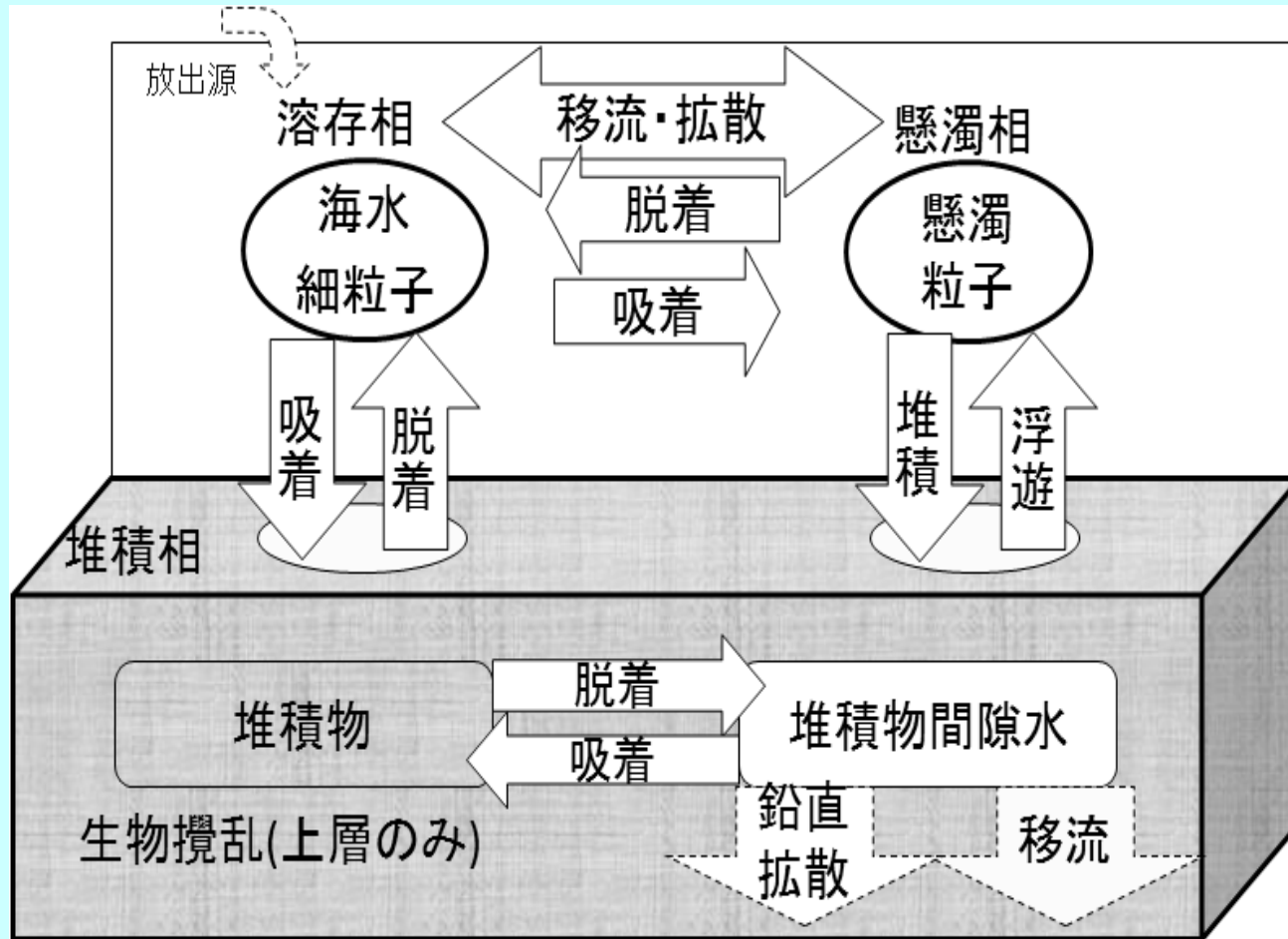


○油処理剤のはたらき方



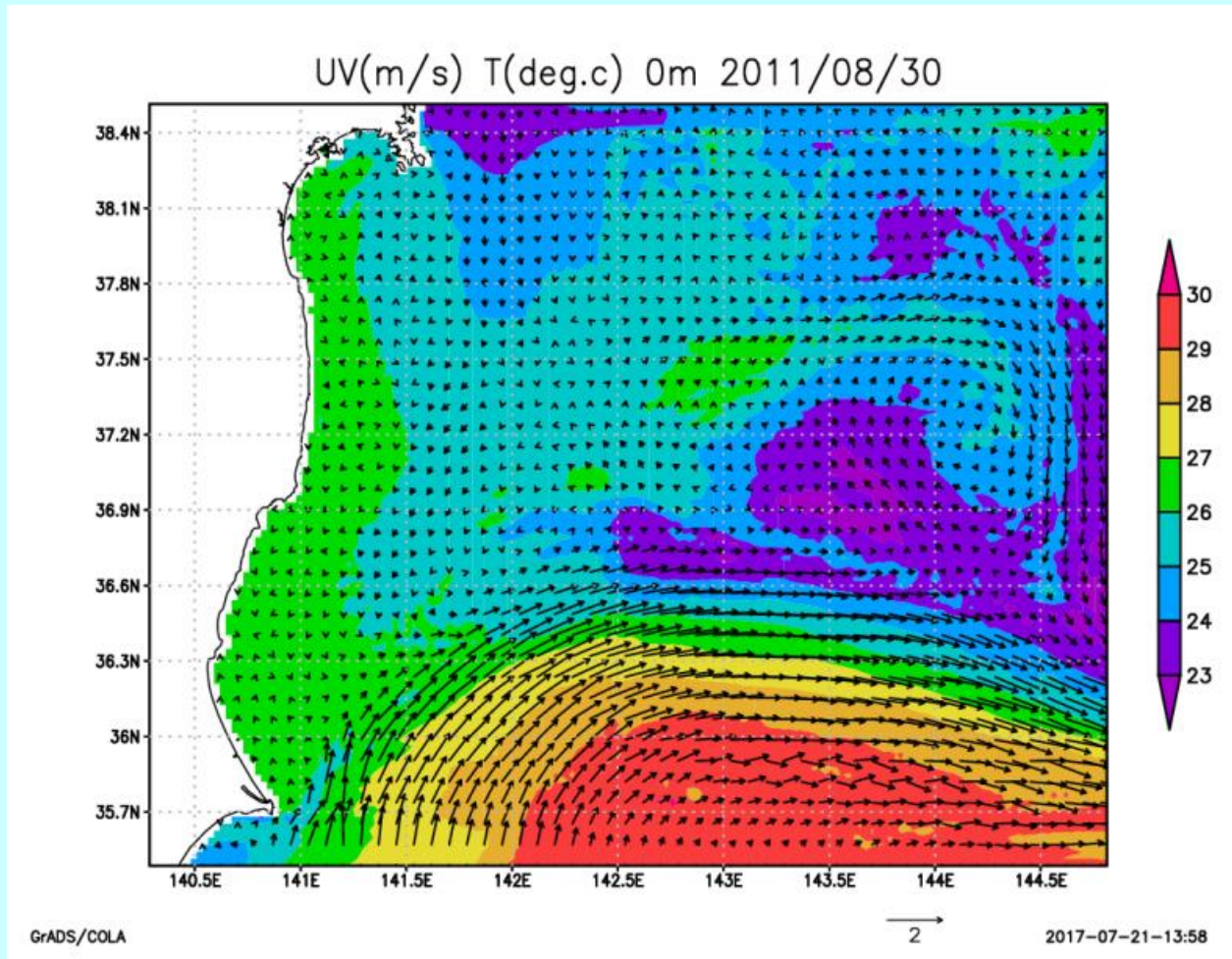
海面油に油処理剤をまくと、油と海水の境界面に並んで、油どうしの結合力が低下する。この状態の油をかき混ぜると、油が細かい粒となり、自然の浄化作用を受けやすくなる。

2. 油・放射性物質等が環境放出した際の 環境影響評価システムの高度化



海水から海底堆積物の近傍に存在する懸濁状物質及び海底堆積層内の粒子への放射性物質の吸着・脱着反応を考慮したモデルを開発

2. 油・放射性物質等が環境放出した際の 環境影響評価システムの高度化



海上風データを組み込み、温度、塩分によるデータ同化を行った海流場の計算例
(福島沖海表面における速度ベクトル及び温度分布)