



第22回 海上技術安全研究所研究発表会



# 海洋環境保全のための流出油漂流予測システムの 高度化と今後の展望

国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所

海上技術安全研究所

環境・動力系

浅見 光史      高橋 千織

1. 緒言
2. 流出油漂流予測システム/運命予測モデルの概要
3. 予測シミュレーションの概要
  - 貨物船の燃料油流出に関する時系列概要
  - 計算条件
  - 油漂着予測結果
  - 油の拡散と海上気流の関連
  - 流出油の性状の違いによる油漂着位置の変化
4. 総括

# 1. 緒言

# 1. 緒言

予期せぬ事故事象により海洋へ流出した油

→ **海洋環境への致命的損害 / 損害補償のための莫大な費用**

海洋環境の維持 / 水産物への被害拡大防止対策

→ 流出油の挙動・拡散範囲を、**合理的な計算時間・精度**で予測することが重要

海洋放出された油の特徴

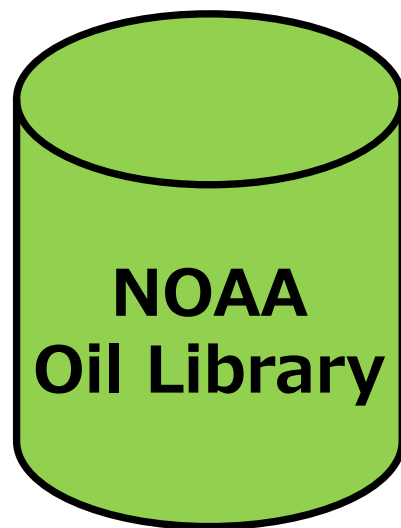
- ・ 移動速度が大
- ・ 物理的・化学的特性，気象海象条件に依存して拡散
- ・ 海面温度や塩分に依存して蒸発
- ・ 海水と混合することによりエマルション化

→ **複雑な過程を考慮した油運命予測モデル**が必要



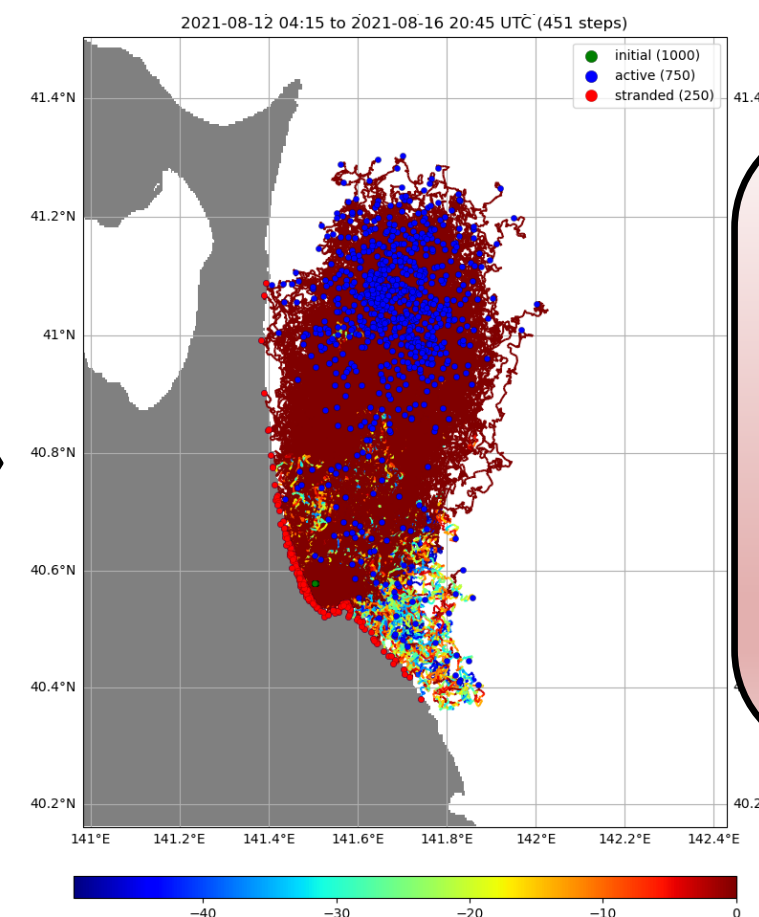
## 2. 流出油漂流予測システム/運命予測モデルの概要

# 2. 流出油漂流予測システムの概要



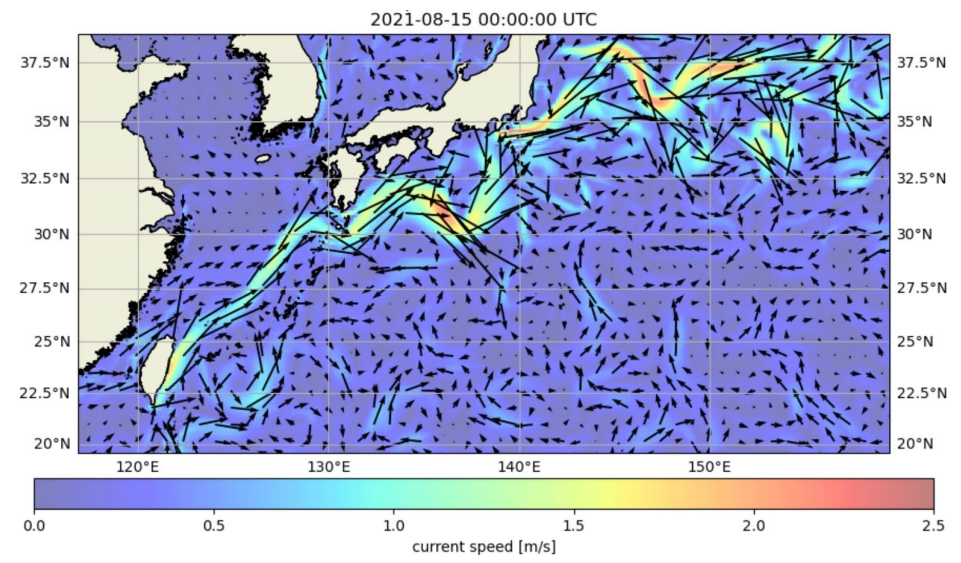
- 【油風化データ】**
- ・ 蒸発
  - ・ エマルション
  - ・ 分散/拡大
  - ・ 粘性変化

- 【流出油運命予測モデル】**
- ・ 油の風化
  - ・ 油の移流拡散
  - ・ 油の混合過程

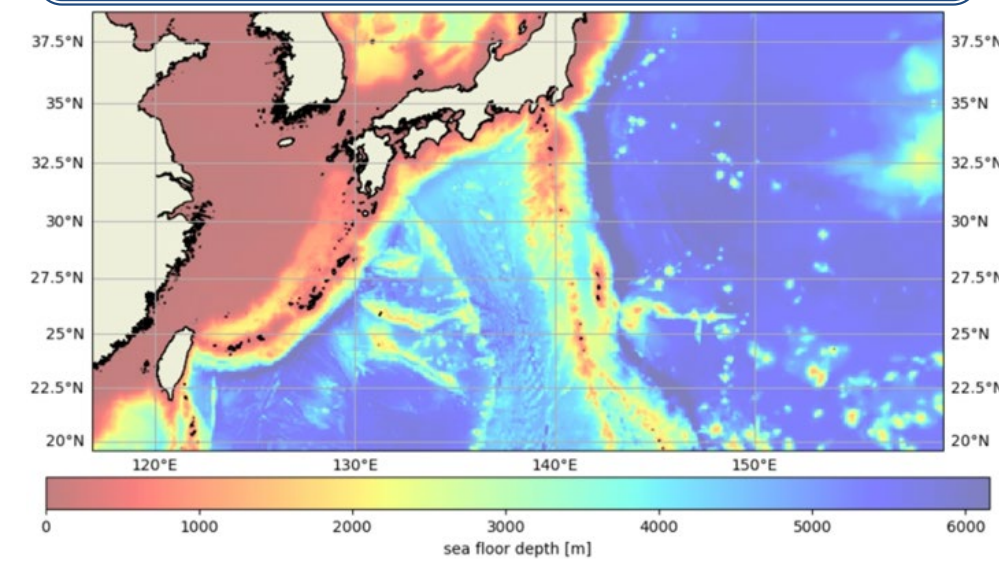


- 【流出油運命予測】**
- ・ 流出油分布
  - ・ 漂着位置
  - ・ 存在深度
  - ・ 存在物性比

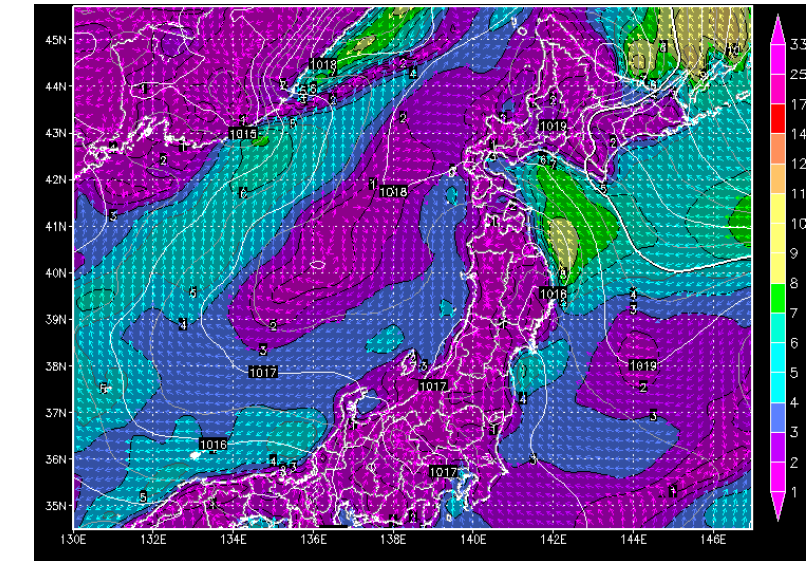
## Metocean forcing



海流、海表面温度、塩分  
JCOPE2M+POM(1/36 deg.)

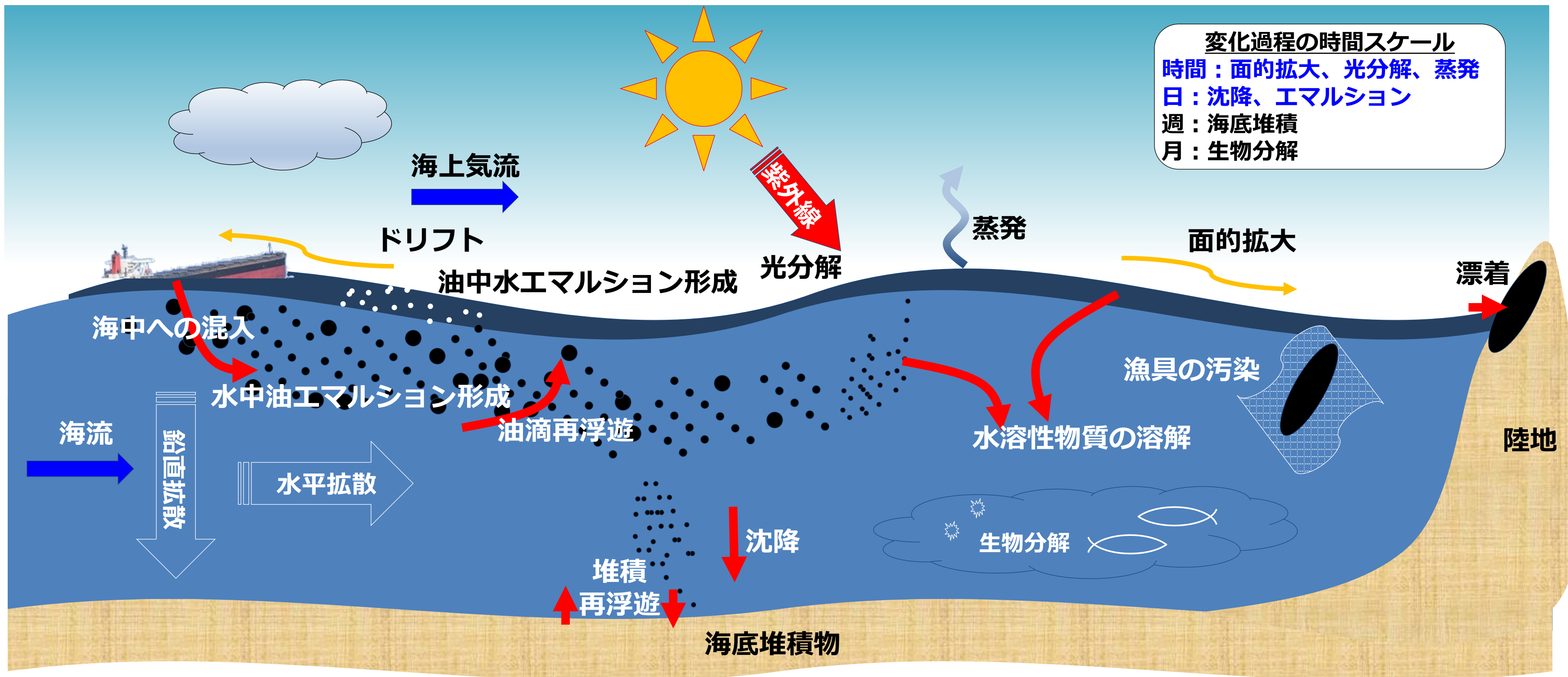


海底地形  
JTOPO30(1/36 deg.粗視化)



海上気流  
気象庁GPV-MSM

## 2. 流出油運命予測モデルの概要(各要素)



油の運命に影響を与える過程と時間スケール

## 2. 流出油漂流予測システムの特徴

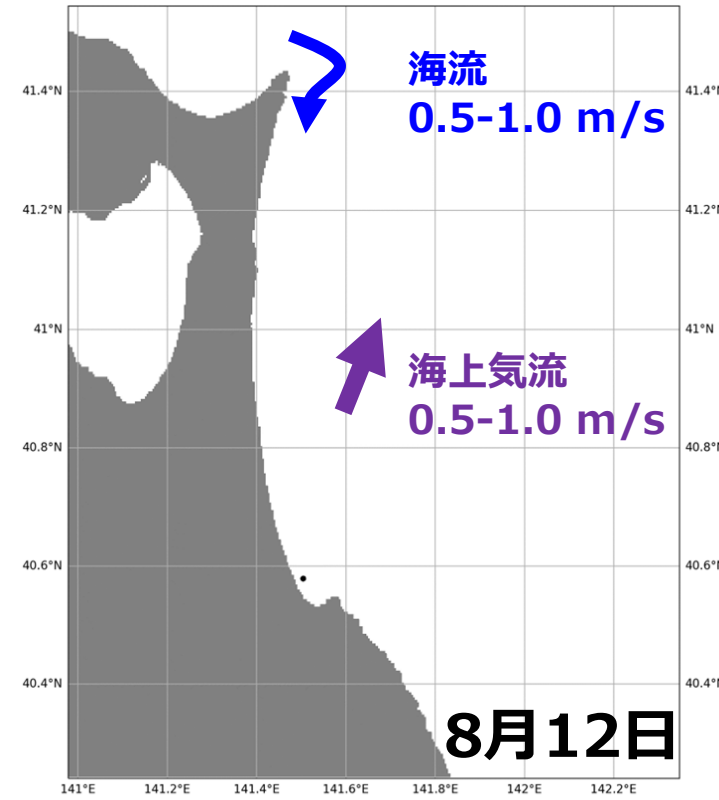
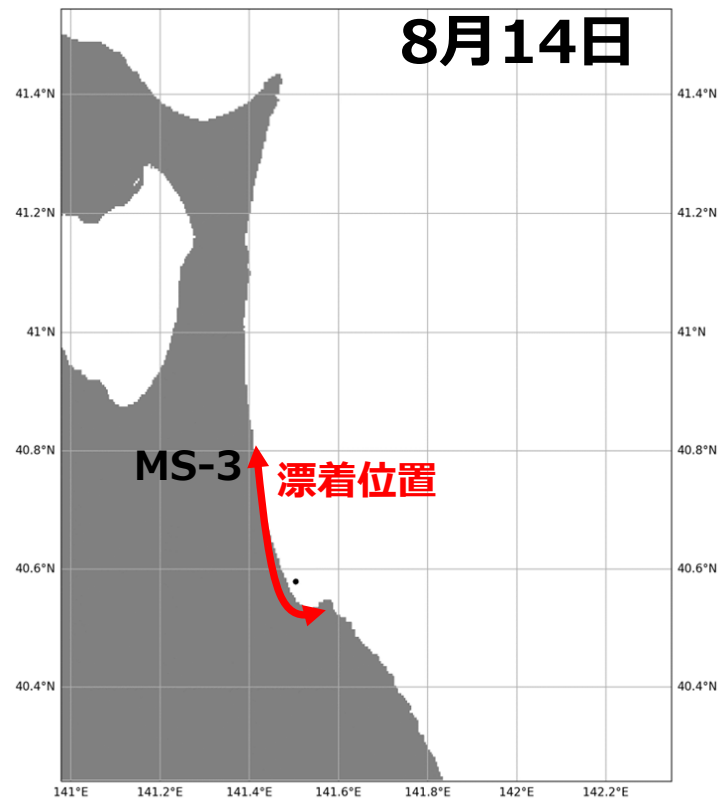
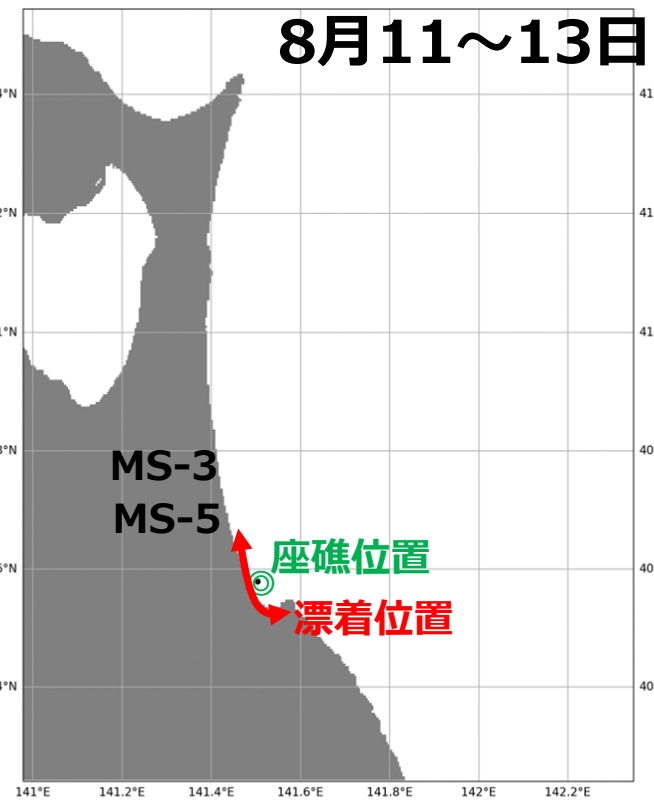


- ・ 海洋中における流出油の分布を、**予測気流および海流に基づき予測可能。**  
→ **時々刻々の予測気象海象に対応した評価結果が得られる。**
- ・ 海洋モデルの計算条件に用いる海流データJCOPE2Mの網羅海域で評価可能。  
→ 対象海域は**半閉鎖海域を含む日本近海。**
- ・ 流出油の風化を評価するデータをNOAAが提供するライブラリから引用。  
→ **雑多な油の風化データの事前整理が不要。**
- ・ 構成するモデルは**最新の試験結果に基づくもの。**
- ・ このシステムで**海洋環境中における複雑な実現象を適切に再現可能か？**  
→ **昨年8月に青森県八戸沖で発生した貨物船の座礁事故に伴う燃料油の海洋環境への流出事象を対象として、流出油の漂流状況を予測**

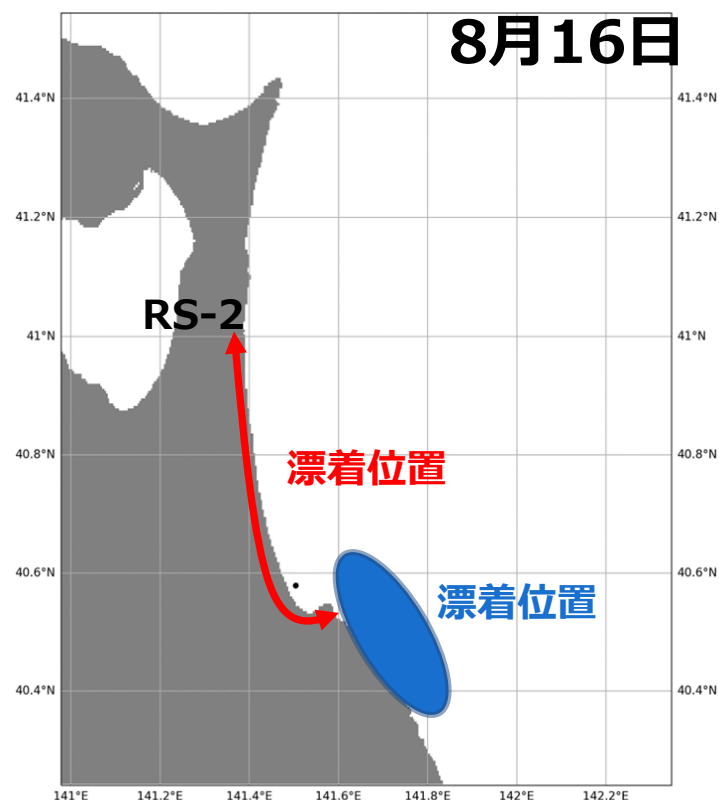
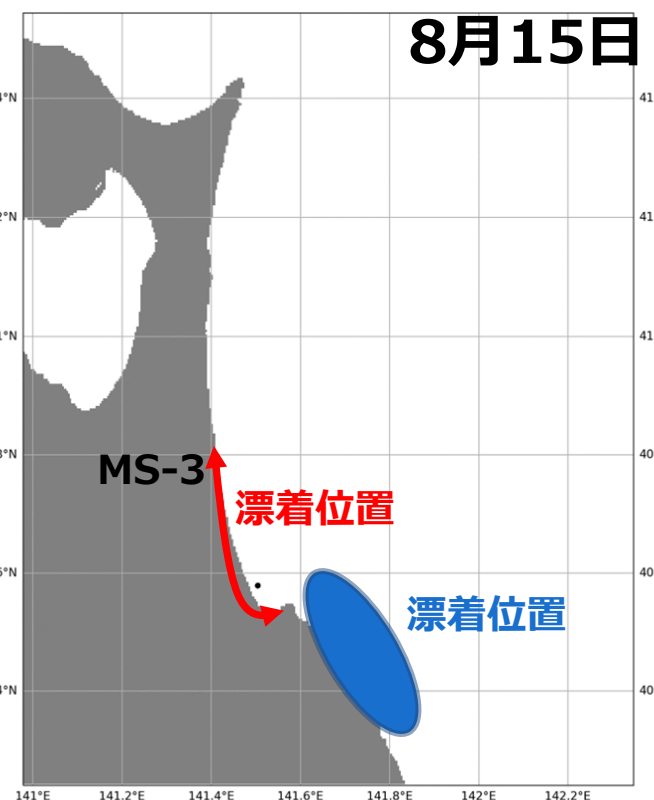


### 3. 予測シミュレーションの概要

# 3. 予測シミュレーションの概要 貨物船の燃料油流出に関する時系列概要



12日午前、青森・八戸港沖  
出典：<https://www.nishinippon.co.jp/item/o/784184/>



日時	概要
2021年 8月11日	07時35分 八戸沖で座礁。
8月12日	04時15分 No.3燃料タンク位置で船体分断，燃料油流出。 17時 流出油が三沢市沿岸、百石町漁協近傍到達。三沢市方向へ移動。
8月13日	19時 上記燃料タンクが破損し重油282トンのほぼ全量が流出の報告。 範囲が拡大し約19 kmに分布，青森県三沢市沿岸(上端：MS-5)に漂着。
8月14日	青森県おいらせ町(MS-3)および八戸市の一部の沿岸の複数箇所(赤矢印)に漂着。
8月15日	おいらせ町の百石漁港に漂着(MS-3)。 八戸港南側の大久喜漁港(青楯円下端)および深久保漁港沖(青楯円中央)に浮遊，漂着。沖に設置の定置網一帯に油膜が分布(青楯円)。
8月16日	青森県六ヶ所村三沢対地射撃場(RS-2)から八戸市の八戸港八太郎4号埠頭までの4市町村の沿岸各地(赤矢印)に漂着。

# 3. 予測シミュレーションの概要

## 計算条件



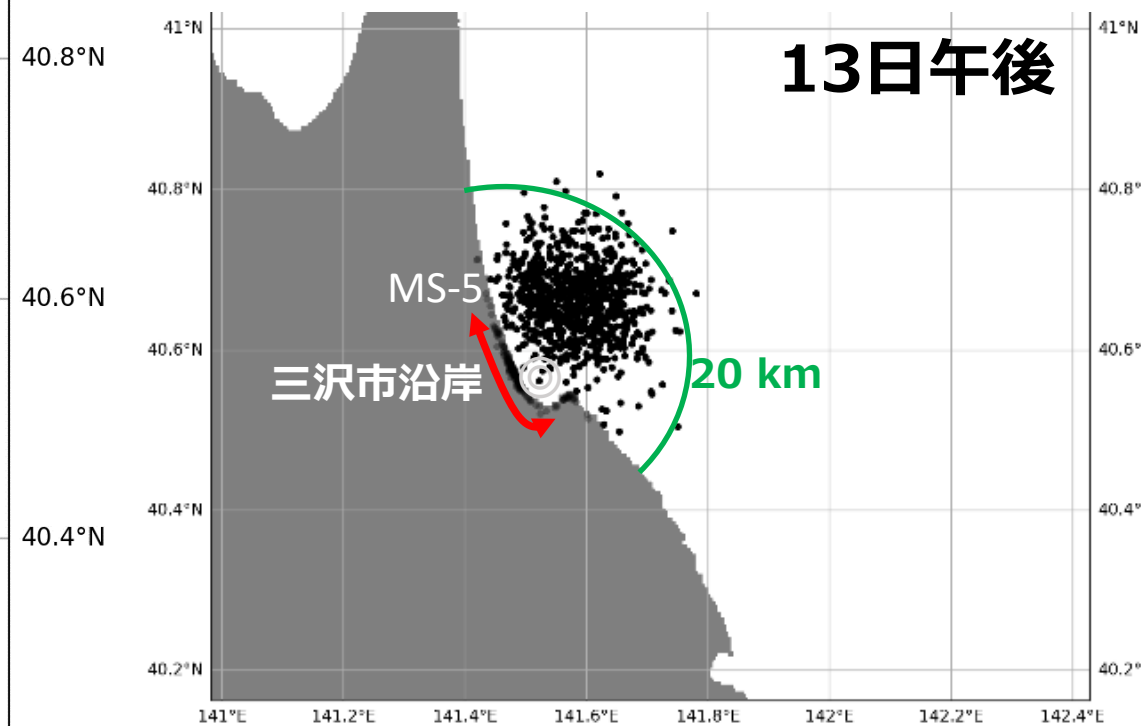
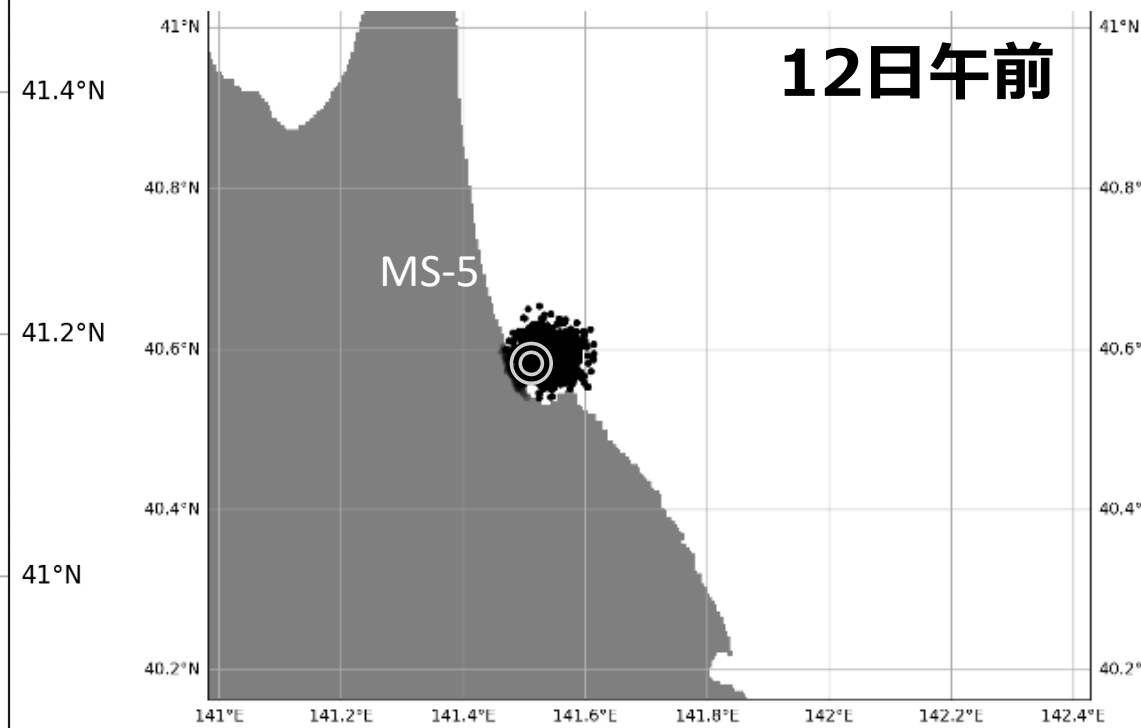
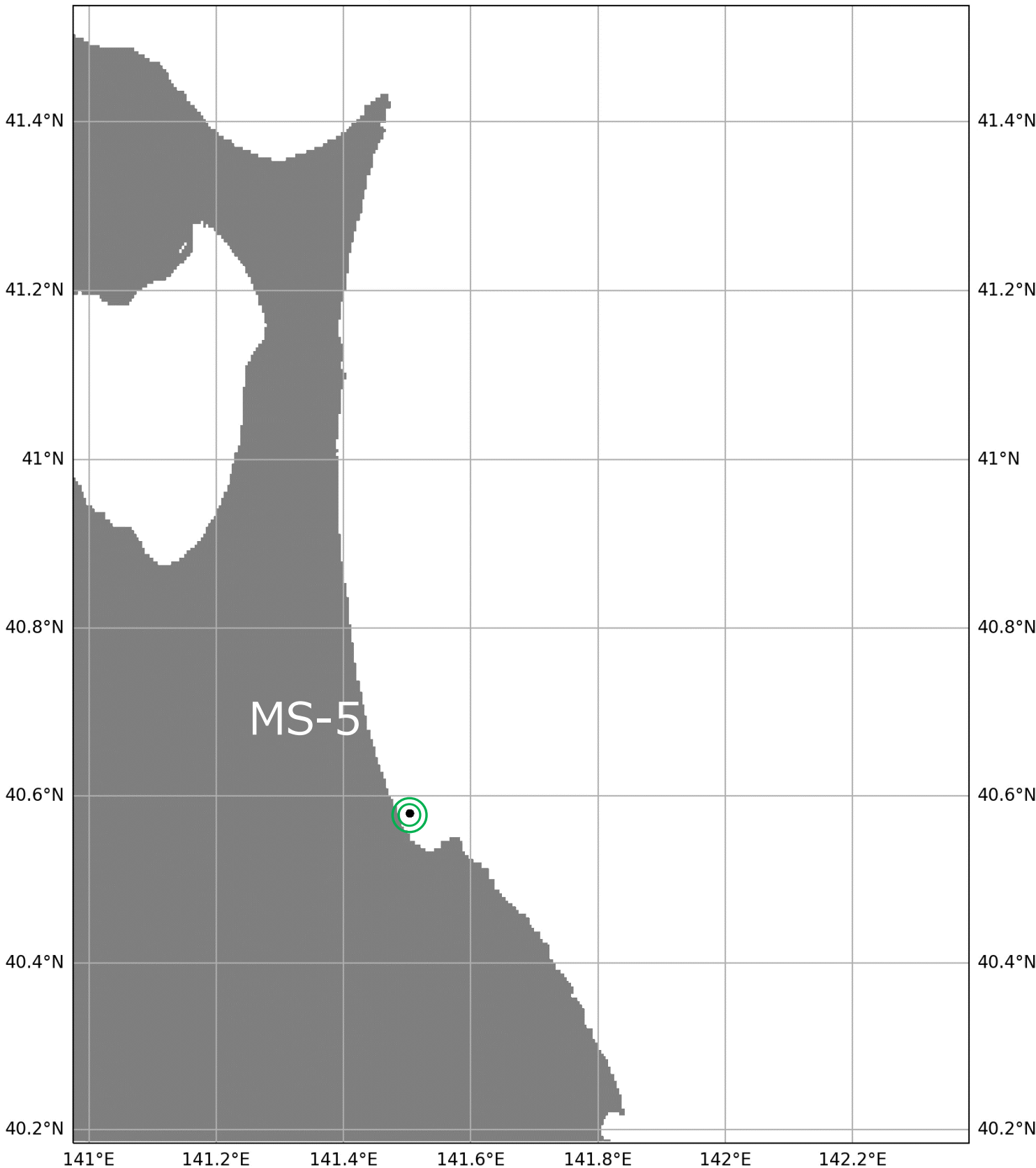
	海洋流出油運命予測の計算条件	関連するモデル
計算期間	2021/08/12 04:15-08/16 20:45	
流出開始-終了時刻	2021/08/12 04:15-08/12 05:15(1時間で全量放出)	
放出源条件	放出源の移動	放出源座標から移動なし.
	放出源半径	10 m
	放出源面分布	正規分布
	全油流出量	282 ton(燃料タンク内部の重油全量が流出)
	1粒子あたり油質量	282 kg/particle
流出油性状	NOAA Oil Library: IFO-80LS 2014 (100%) 密度 : 956 kg/m <sup>3</sup> (15.5°C)、動粘性係数 : 58 cSt(50°C) c.f.) 船舶積載燃料の成分表 密度936 kg/m <sup>3</sup> 、動粘性係数42.5 cSt(50°C)	【海中への油滴連行】 【油滴形状分布】 【水平方向への輸送】 【鉛直方向への輸送】
	油流出位置	海表面に放出.
陸域接触粒子	計算粒子が陸域に接触した場合, 全量が陸域に付着し, 計算から除去.	【油の風化】
水平拡散係数	100 m <sup>2</sup> /s	【水平方向への輸送】
油風化過程	蒸発, 乳化過程を考慮.	【油の風化】
油回収	非考慮(実際には8/14に約1100m <sup>3</sup> 回収(油水分離前量)).	

※赤字は仮定。

# 3. 予測シミュレーションの概要 油漂着予測結果(流出直後)



2021-08-12 04:15:...



## [観測]

- ◆ 8月11日7時35分：八戸沖で座礁
- ◆ 12日04時15分：船体が分断され燃料油が流出
- ◆ 13日19時：1つの燃料タンク内部の重油282トンほぼ全量が流出。**流出油は約19 km分布**，青森県三沢市沿岸で漂着確認

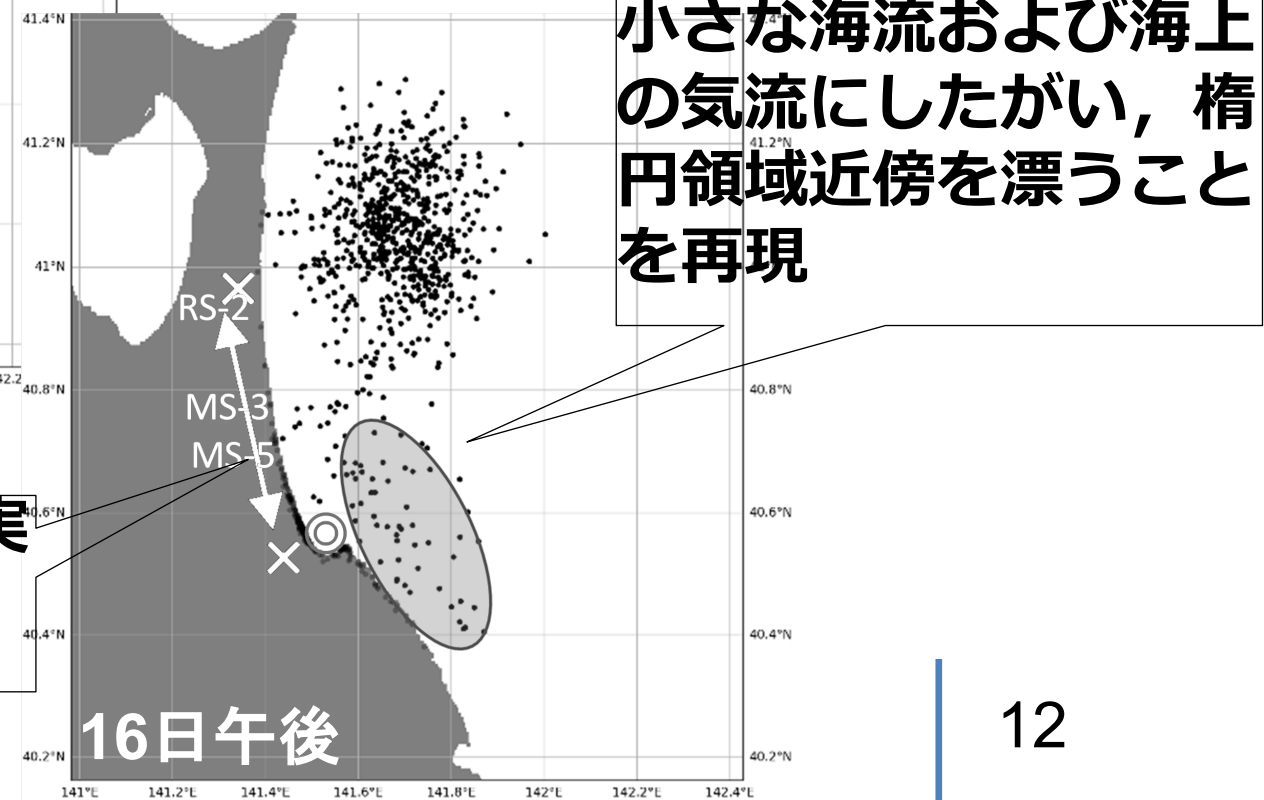
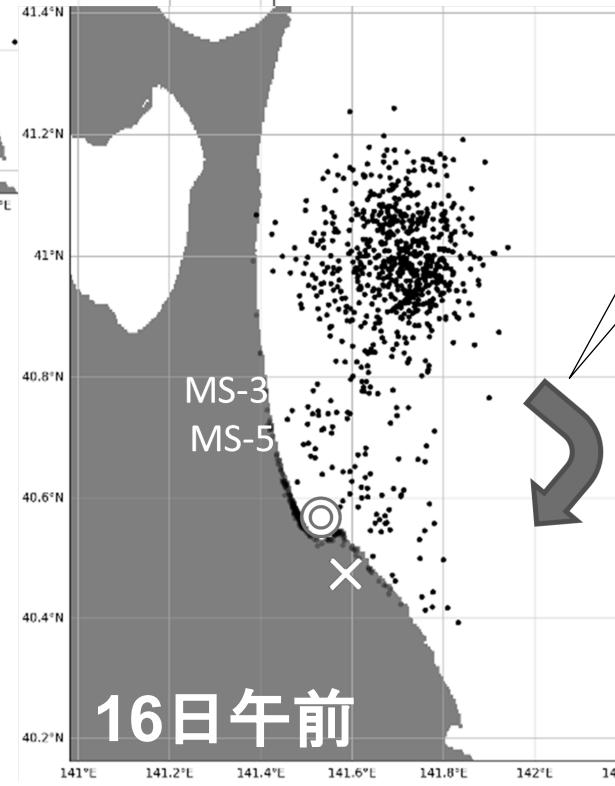
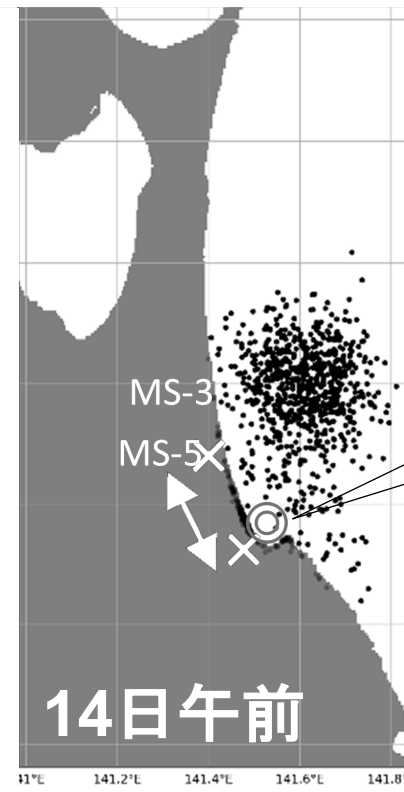
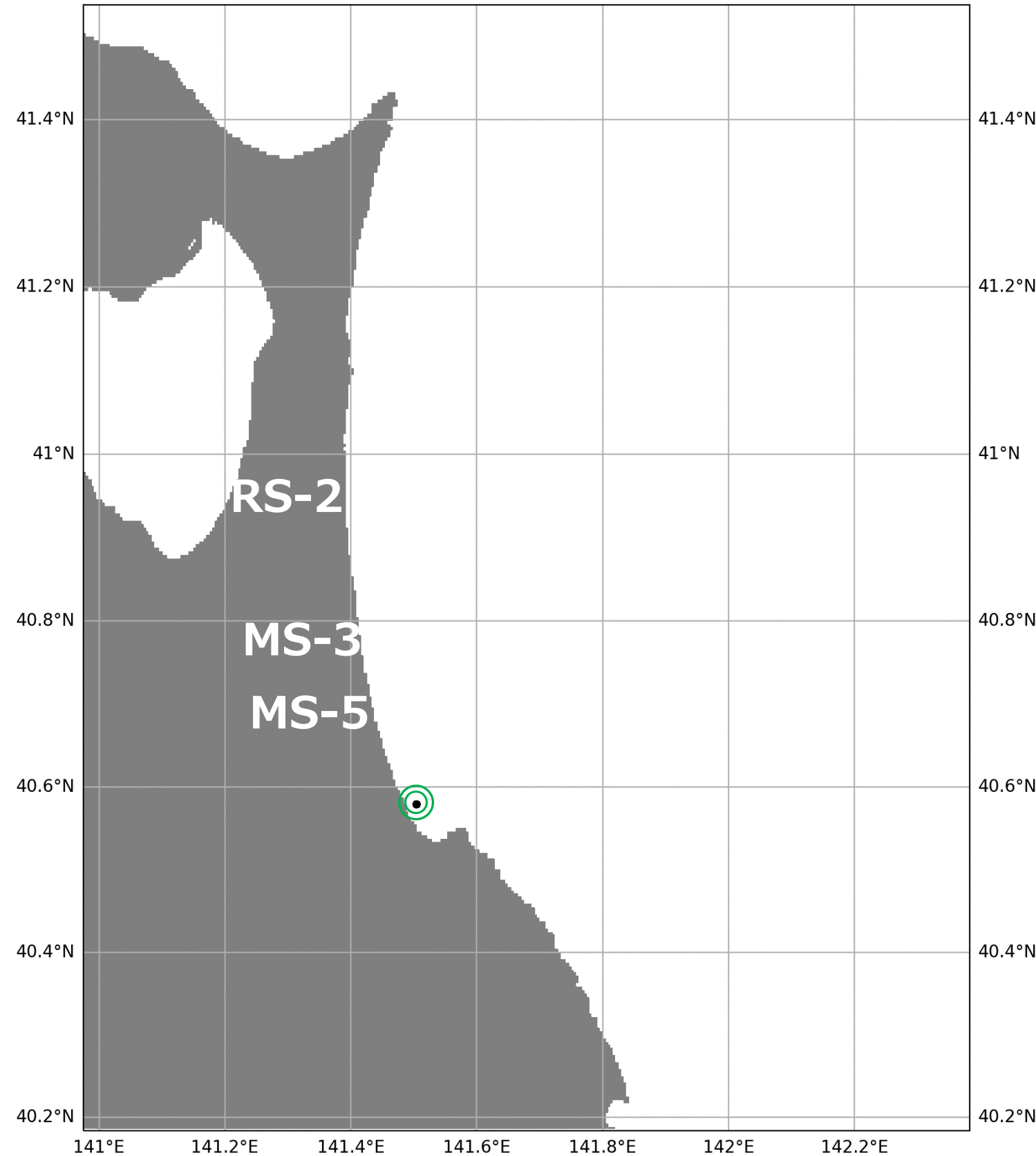
## [予測結果]

- ◆ 流出油は12日午前では数 km範囲内(経度0.1 deg.範囲)
- ◆ 13日に**約20 km範囲**に分布が拡大
- ◆ 三沢市沿岸(上端:MS-5)の漂着を示唆  
→ **流出直後の実際の漂着結果を概ね再現**

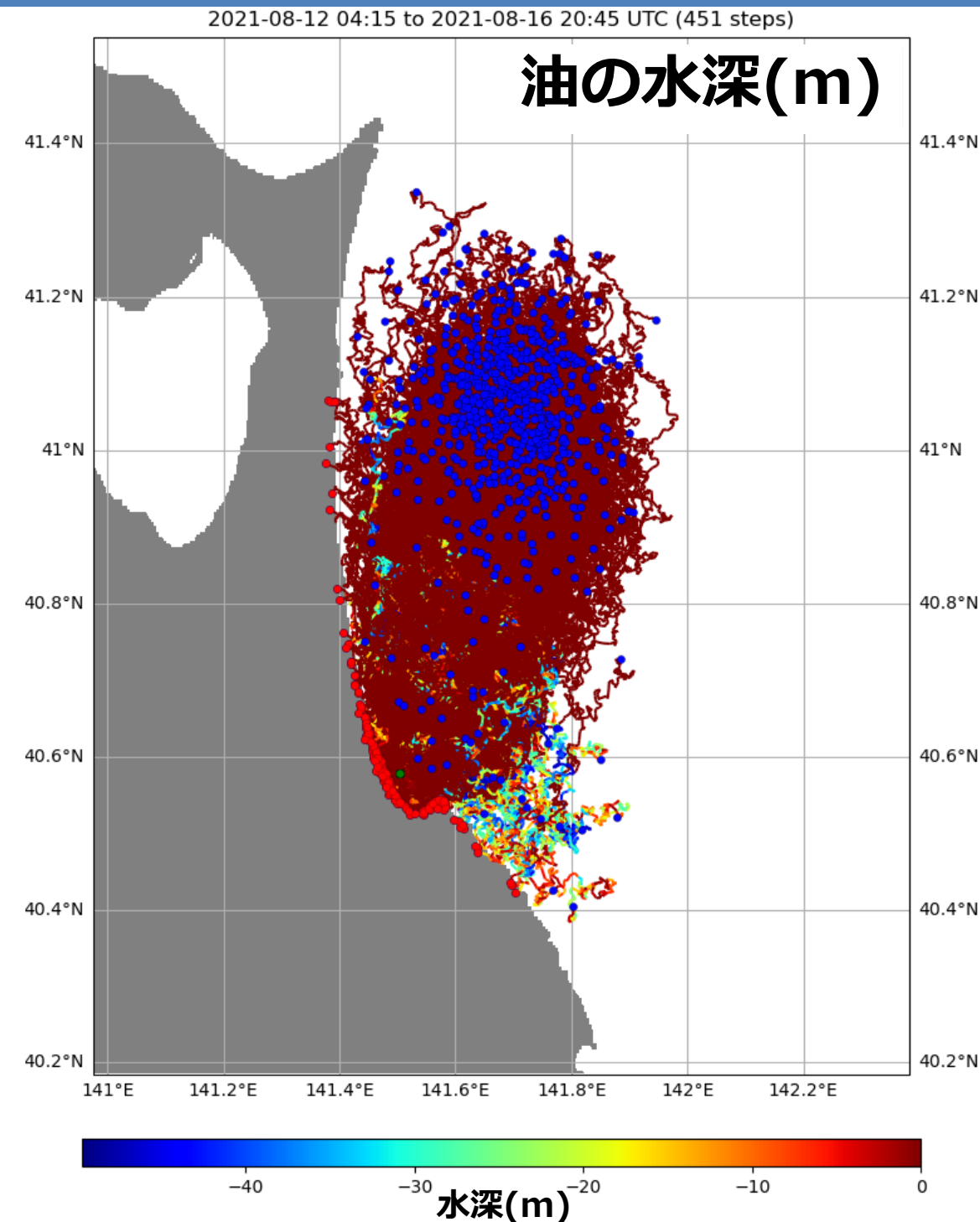
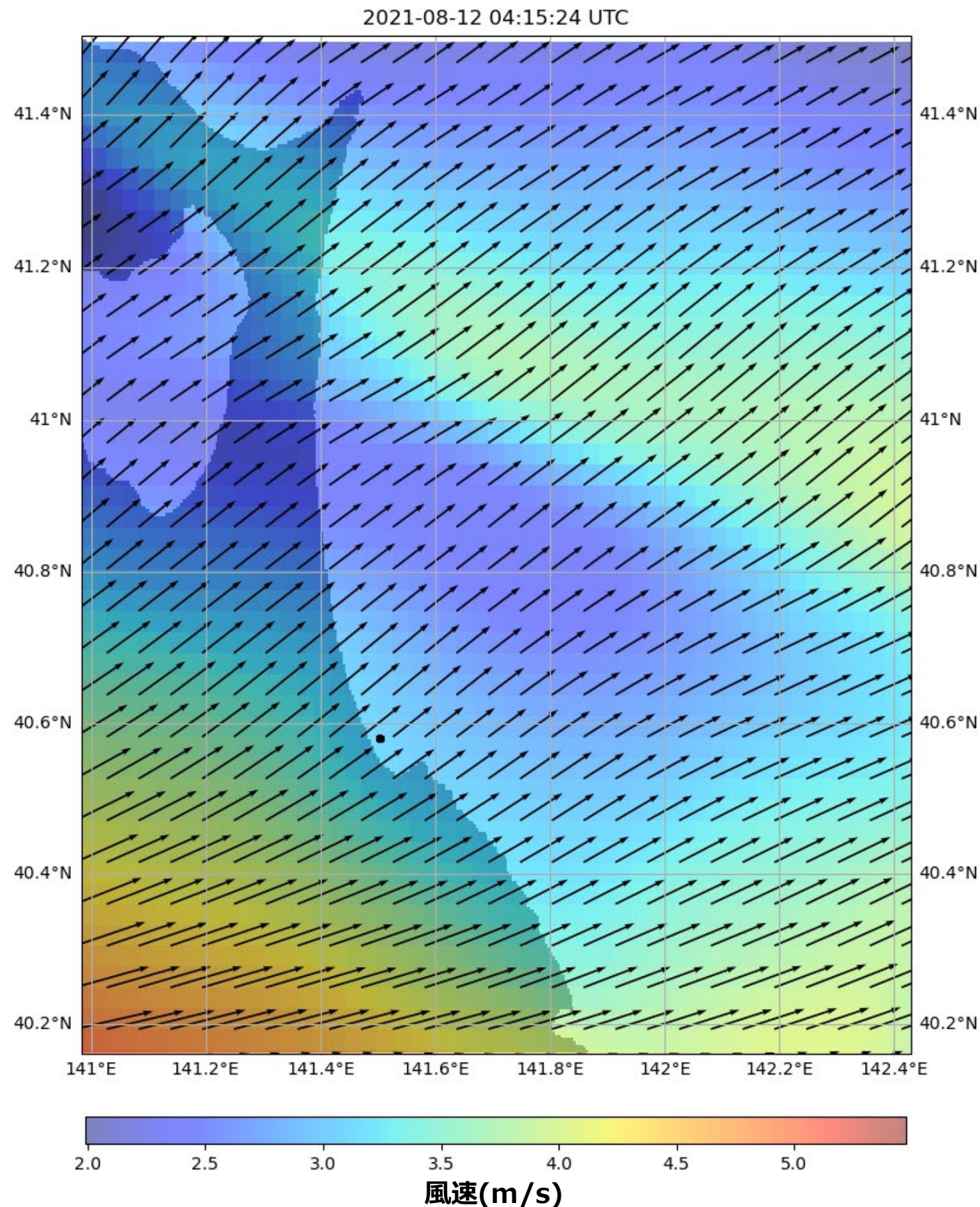
# 3. 予測シミュレーションの概要 油漂着予測結果(海流および海上気流による広域への拡散)



2021-08-12 04:15:



# 3. 予測シミュレーションの概要 油の拡散と海上気流の関連

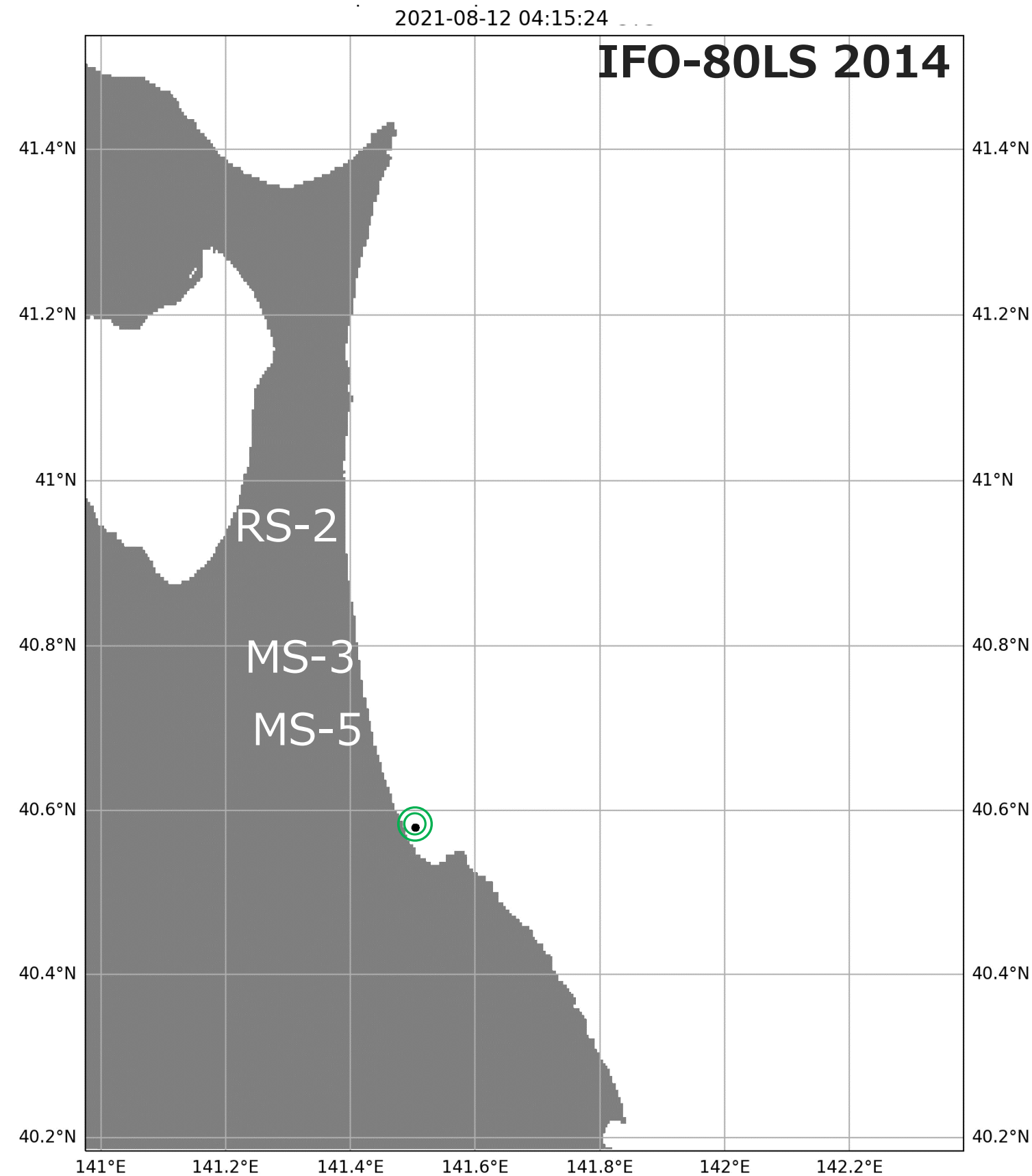


- ◆ 北北東へ移動する計算粒子は海表面近傍に位置
- ◆ 油漂着予測結果に海上気流の経時変化を重畳  
→海上気流の方向に逆らい南下する計算粒子は一部であり、大半は海上気流と同じ北北東へ移動
- ◆ 海上に放出した油の粘性係数が異なると、漂着位置が異なる可能性  
→流出油の密度および動粘性係数の違いによる感度解析を実施。密度および動粘性係数の大きい油を仮定

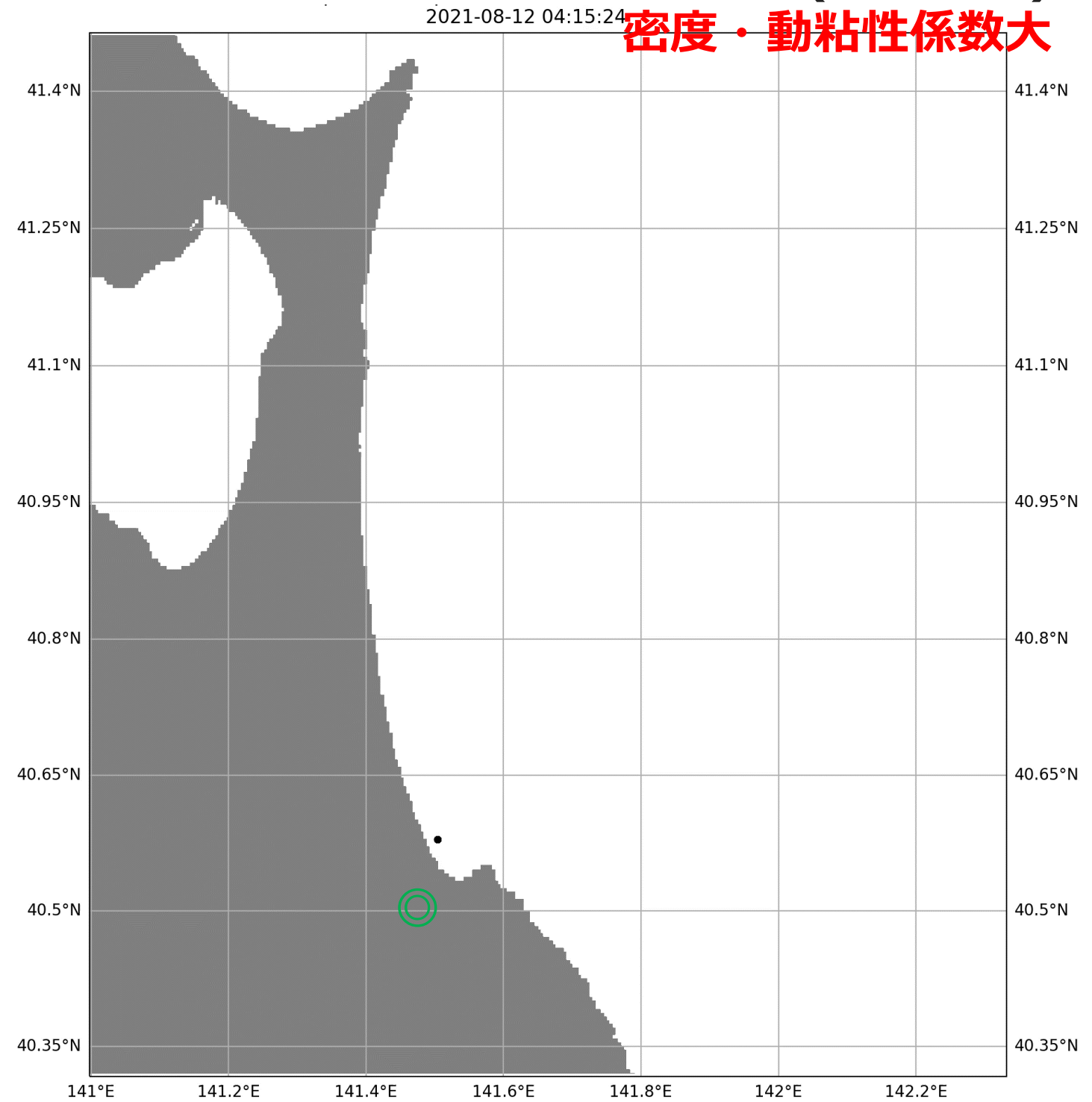
IFO-80LS 2014		INTERMEDIATE FUEL OIL300 (SOCSEX)	
密度 (kg/m <sup>3</sup> )	動粘性係数(cSt)	密度 (kg/m <sup>3</sup> )	動粘性係数(cSt)
956 (15.5℃)	58 (50℃)	986 (15℃)	494(50℃)

# 3. 予測シミュレーションの概要

## 流出油の性状の違いによる油漂着位置の変化(1/2)



### INTERMEDIATE FUEL OIL300(SOCSEX)



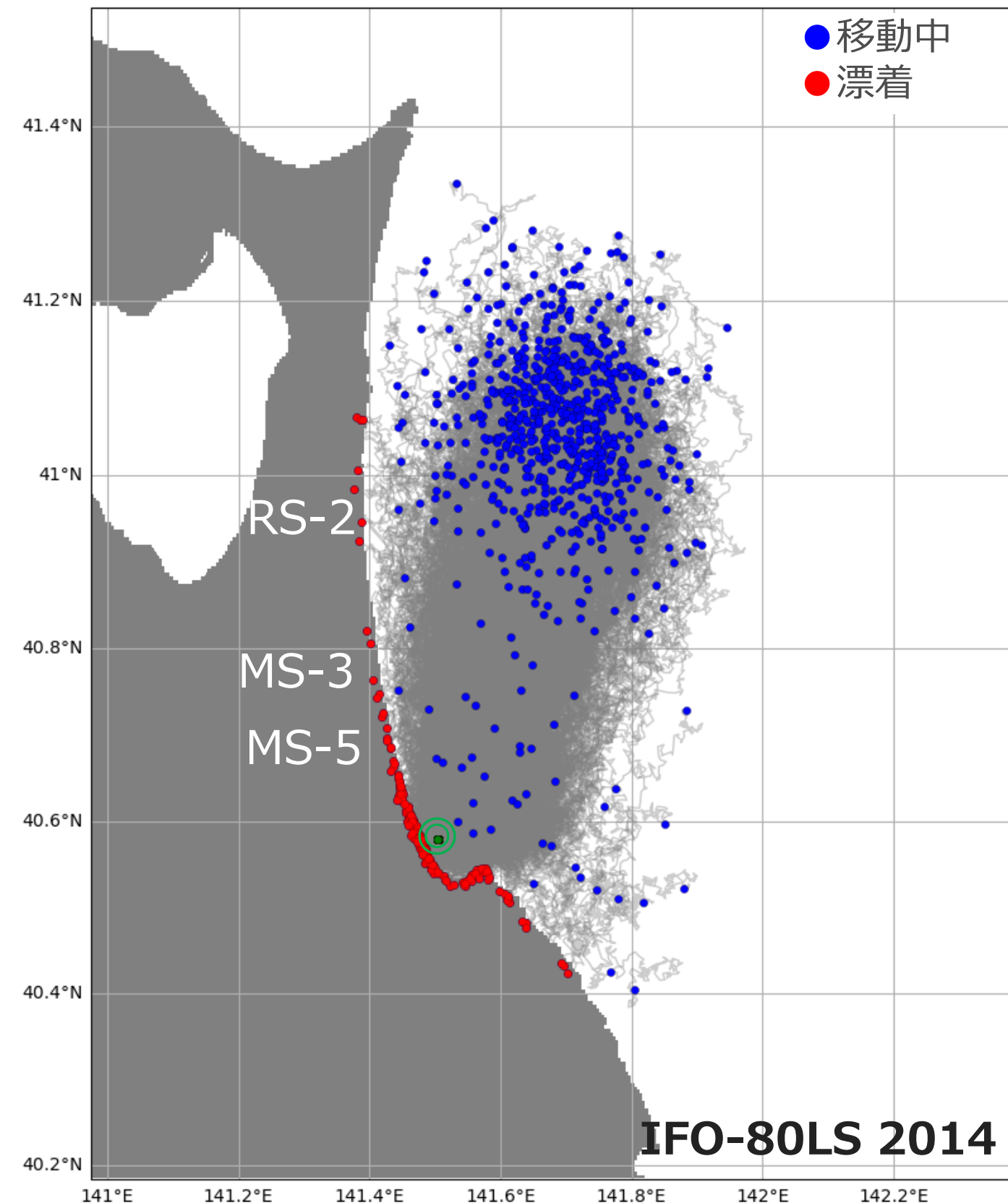
# 3. 予測シミュレーションの概要

## 流出油の性状の違いによる油漂着位置の変化(2/2)



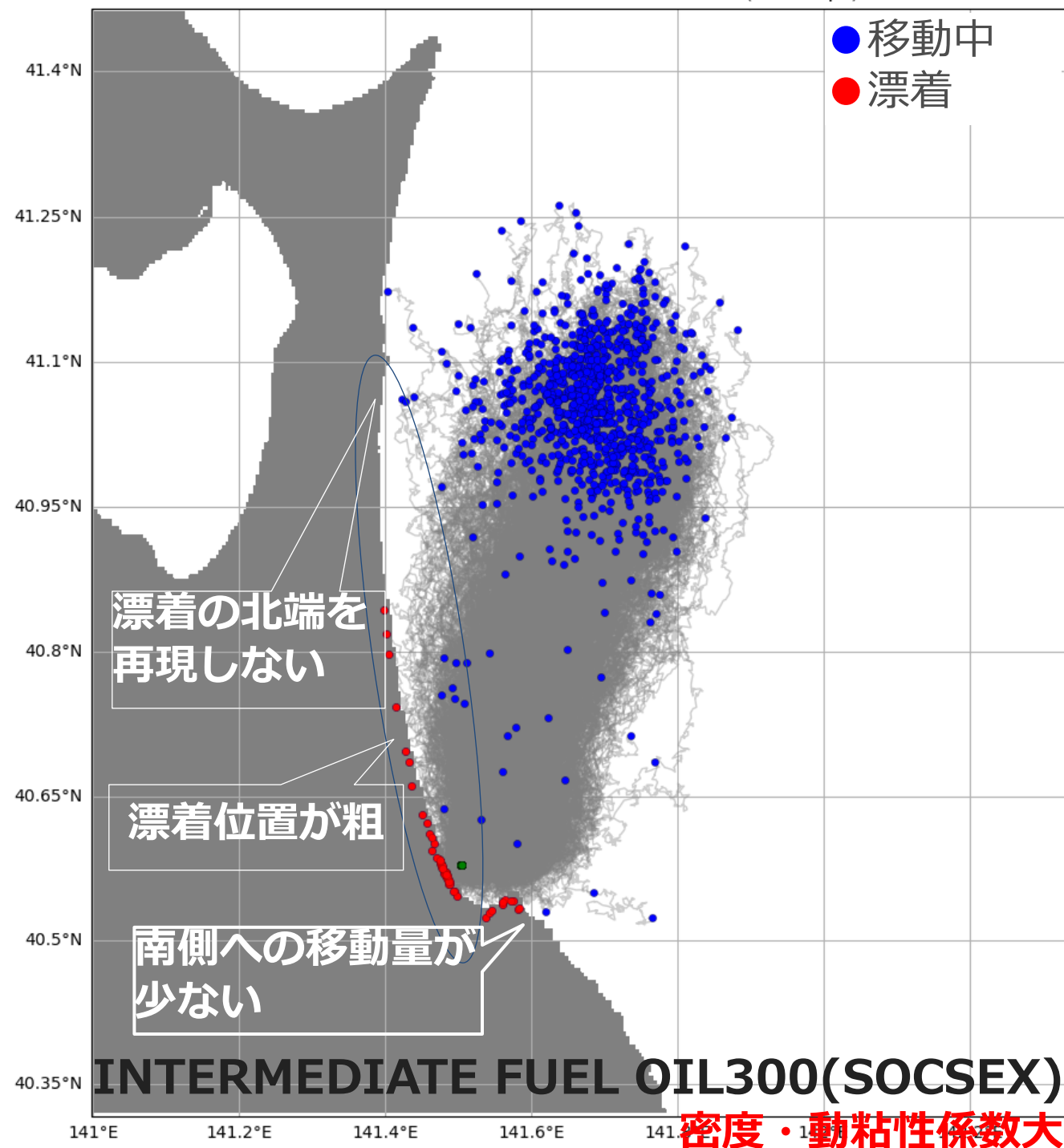
2021-08-12 04:15 to 2021-08-16 20:45

● 移動中  
● 漂着



2021-08-12 04:15 to 2021-08-16 20:45 UTC (451 steps)

● 移動中  
● 漂着



密度および動粘性係数の大きい油を仮定した結果  
→陸域への漂着位置が粗

→油流出直後の海上気流は、いずれも北北東へ向かう流れが卓越

→密度および粘性が大きく、海流および海上気流の慣性力による移動量が小さくなるため、油流出直後に陸域方向への移動量が減少し、その後水平方向に拡散する際にも、陸域へ漂着せず、沖側へ移動していくと考えられる。



## 4. 総括

## 4. 総括(本報のまとめ)



本報では、現在における最新の知見を統合した流出油漂流予測システムについて、以下を明らかにした：

- ◆システムを構成する要素モデルを概要し、このシステムを実際の海洋への油流出事象に適用し、実測で確認される油の漂着位置と比較することで、漂着する時間および位置を概ね再現可能
- ◆“流出油の性状”の違いにより、漂着位置に違いが生じる

事故事象の発生直後に、本システムを用いた予測シミュレーションを行い、この計算結果および**適切な観測情報と連携させ**、高精度な予測結果が得られるようになれば、**具体的なオイルフェンスの設置、油分散剤の適用からなる、海洋汚染の拡大防止に係る有意な提言を行うことができる。**

## 4. 総括(課題)



**流出源、流出時間・量、および油性状の設定は一般に極めて不明瞭：**

- **長期間流出が継続**するため、**流出源そのものが移動**する可能性(タンカー)
- 二重船殻化により**構造が複雑化**、**放出時間・量の推定が困難**
- NOAAライブラリに示される燃料そのものではなく**混合燃料の可能性あり**

**本報のシステムを有意に利用するためには、以下の課題解決が重要と考えられる：**

- システムによる**逐次予測結果の妥当性を確認**するための適切な**観測結果**
- 船舶の**位置情報把握**のための**情報確保**
- **流出時間および量**の仮定に必要な**情報確保**
- 合理的な空間および時間解像度を有する**予測海流の短時間での確保**



国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所  
**海上技術安全研究所**  
National Maritime Research Institute

