

海上流出油の漂流予測に関する研究開発

日時 2018年11月13日(火)

場所 一橋大学 一橋講堂

国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所

港湾空港技術研究所

海洋情報・津波研究領域

海洋環境情報研究グループ

主任研究官 松崎義孝

海上流出油の漂流シミュレーションの目的

- 大規模油流出事故が発生した場合，海上流出油の回収を実施．
- 大型油回収船が日本全国をカバー．
- 内湾では小型の油回収船を配備．

油回収船による油回収作業の支援を目的とした，漂流予測に関する数値計算法の開発に取り組む．

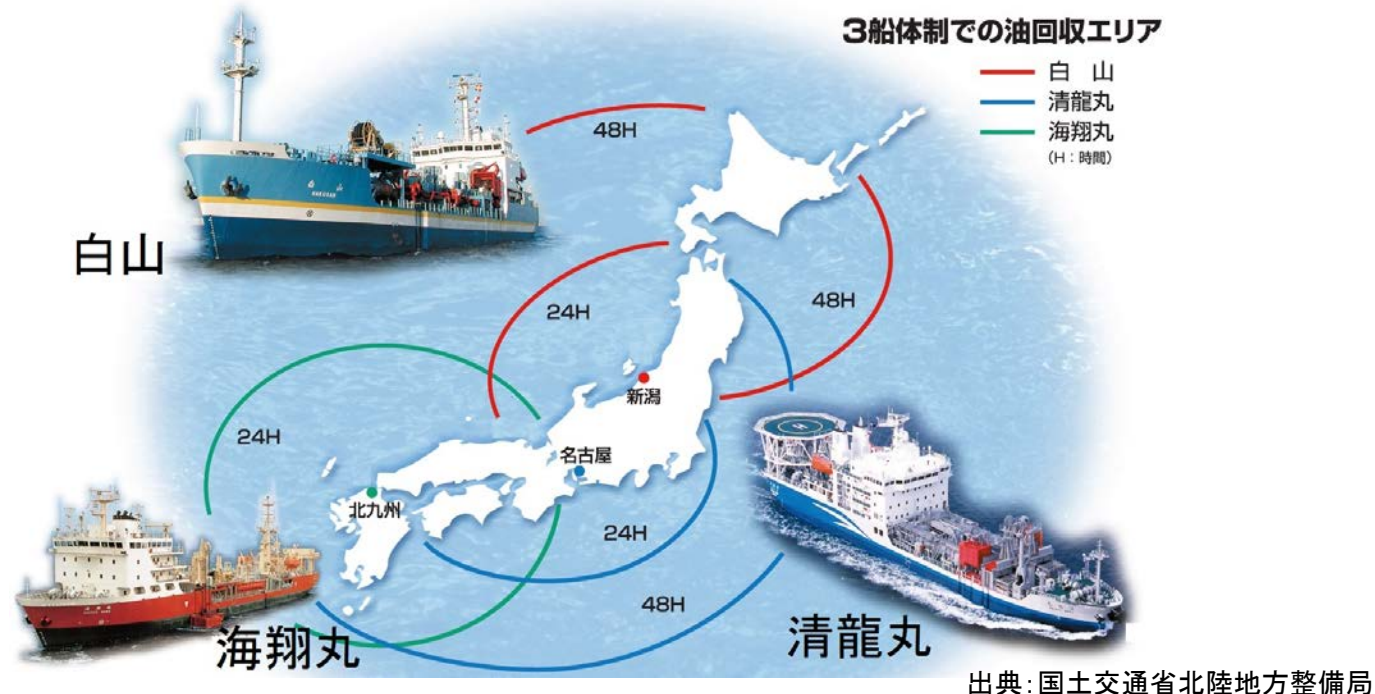
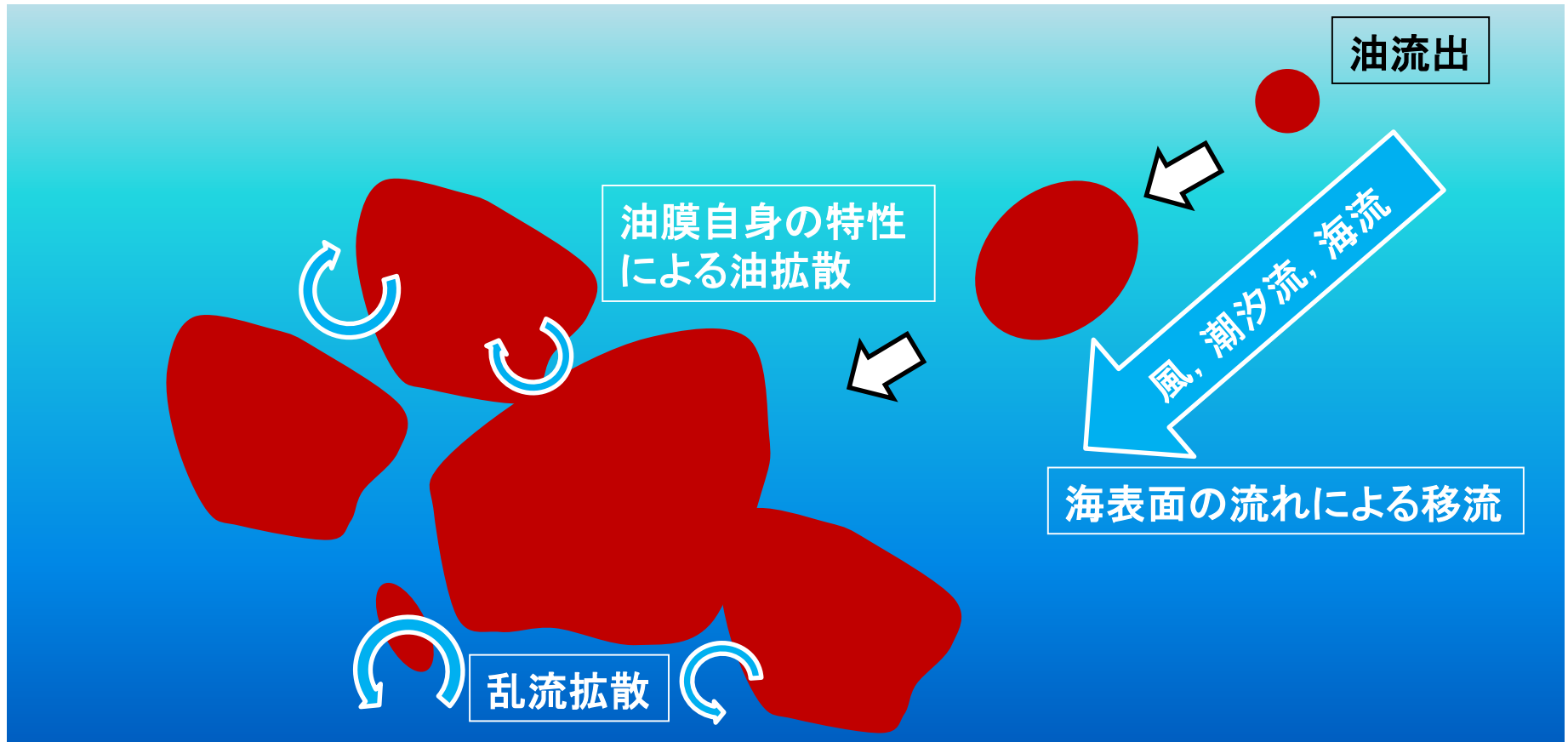


図 国土交通省の所有する大型油回収船

海上流出油の移流及び拡散の予測

海上流出油の移流及び拡散

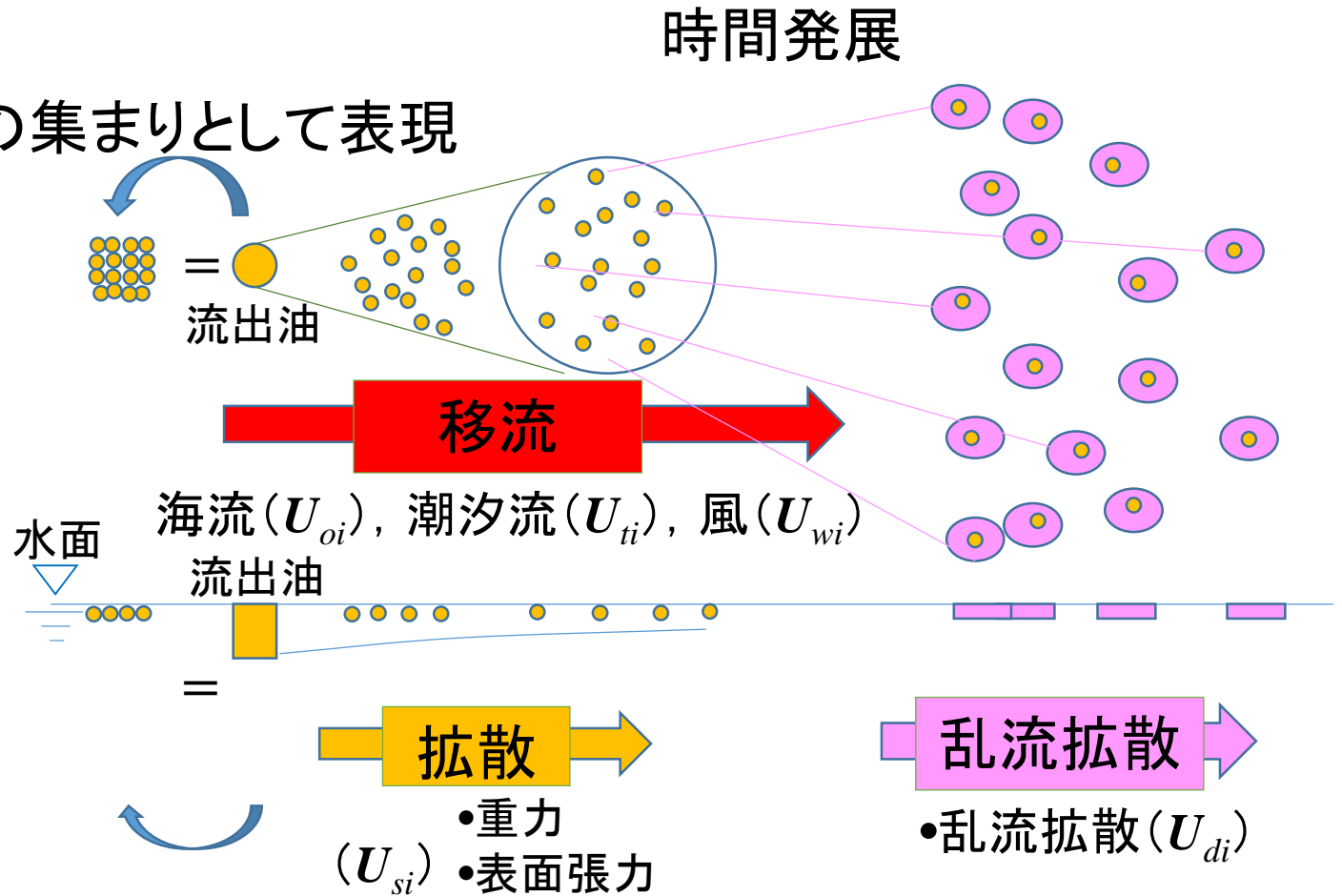
- = 海表面の流れ(風, 潮汐流, 海流)による移流
- + 油膜自身の特性による油拡散 (Spreading)
- + 油の乱流拡散 (Diffusion)



移流及び拡散のシミュレーションの方法

粒子モデル

流出油を粒子の集まりとして表現する。



油粒子の
移流拡散
速度

$$\mathbf{U}_i = \mathbf{U}_{si} + \mathbf{U}_{di} + \mathbf{U}_{oi} + \mathbf{U}_{ti} + \mathbf{U}_{wi}$$

移流外力について

海流

黒潮, 親潮等.

潮汐流

月や太陽といった天体の潮汐力によって発生する流れ.

風による表面流

風によって瞬時に表面に発生する流れ.

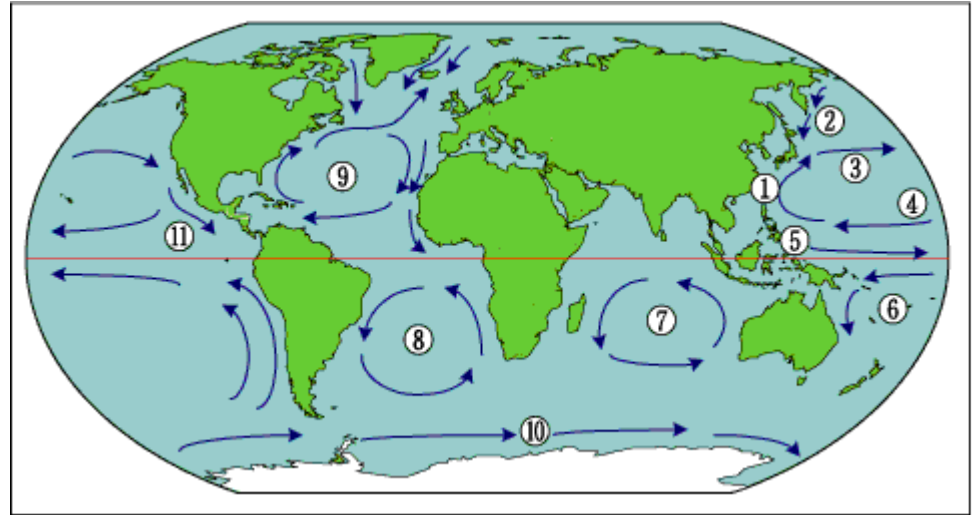


図 世界の海流 (出典: 気象庁)

スマートな即時予報体制構築状況

現在，油流出事故が発生した際に，

- 即時に(数分程度)，
- 日本近海の内湾及び外洋において，
- 最長で約10日間後まで
流出油漂流予測が実施できる体制を
構築している。

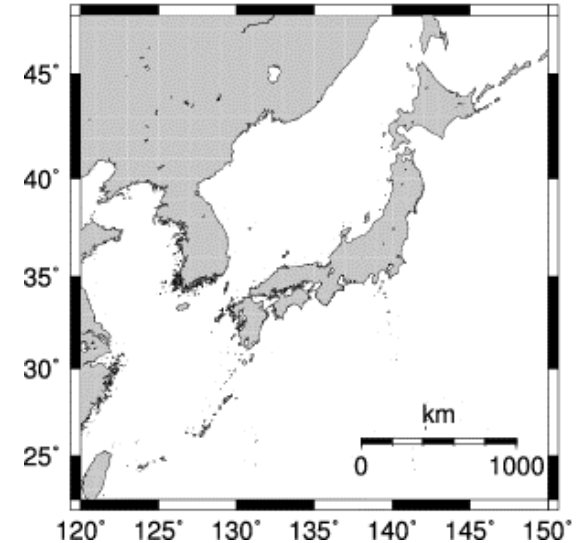


図 漂流シミュレーションのデータベース構築範囲

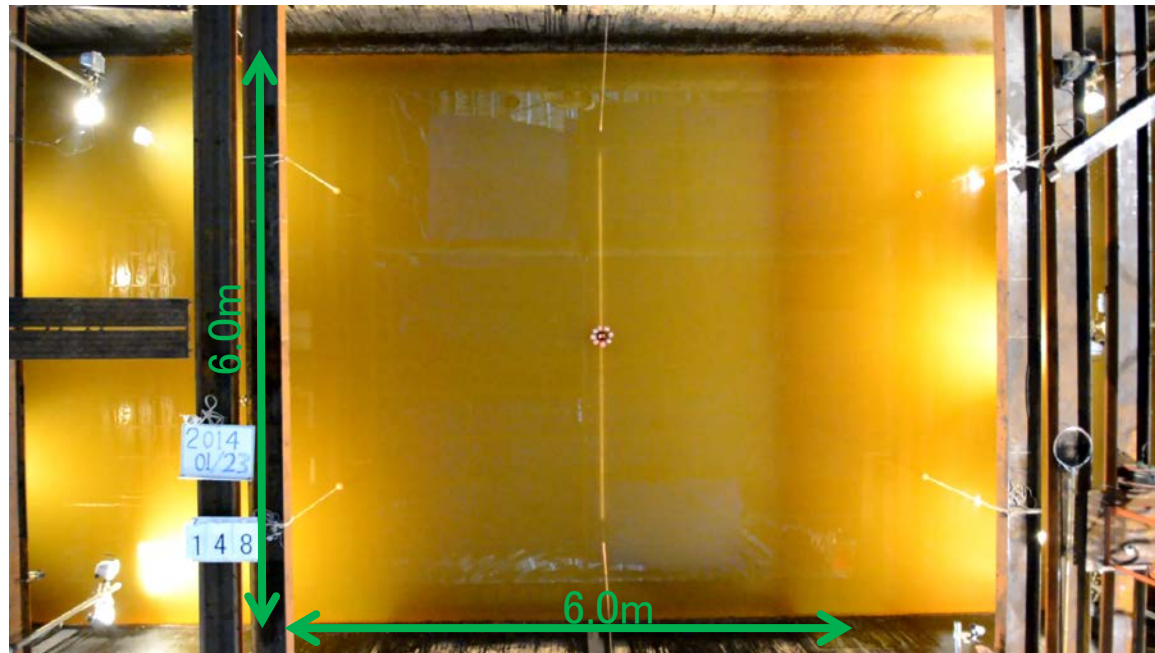
表 移流外力のデータベース構築状況

	海流	風		潮汐流(東京湾, 伊勢湾, 瀬戸内海)	潮汐流(左の海域以外)
データ名	海水温・海流予報格子点資料	GPV (MSM)	GPV (GSM)	STOC-MLモデル (富田・柿沼,2005)	Matsumotoら (2000)のモデル
データ配信元	気象業務支援センター	気象業務支援センター		モデルを用いて独自に計算.	Matsumotoら (2000)のモデルを用いて再現.
格子間隔	1/10度	東西方向1/20度 南北方向1/16度	東西方向1/5度 南北方向1/4度	270 m	1/12度

油膜自身の特性による油拡散とは何か？

油膜自身の特性による油拡散；
重力（油の水の密度差による浮力）
と表面張力によって拡がる。

実験：油回収実海域再現水槽
幅6 m, 長さ20 m, 水深2.5m.



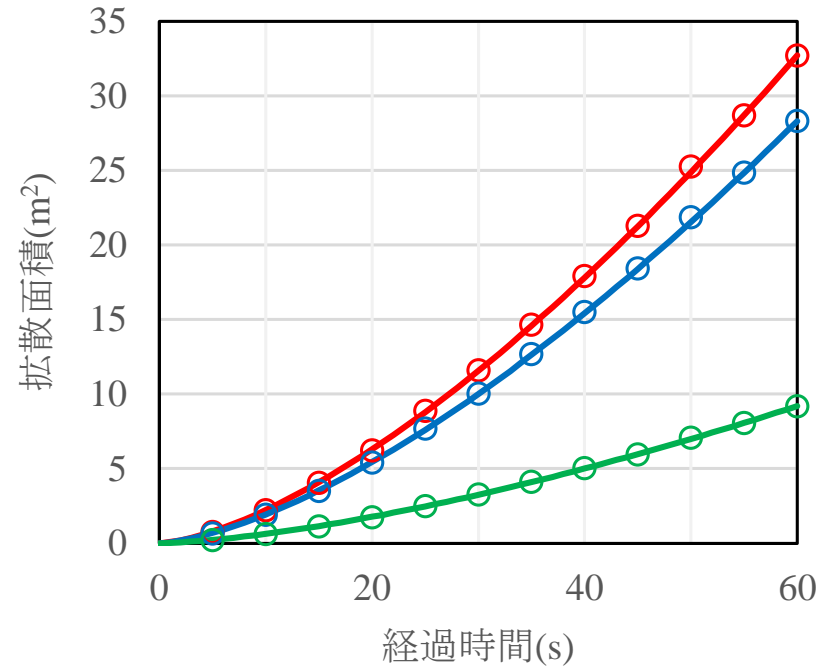
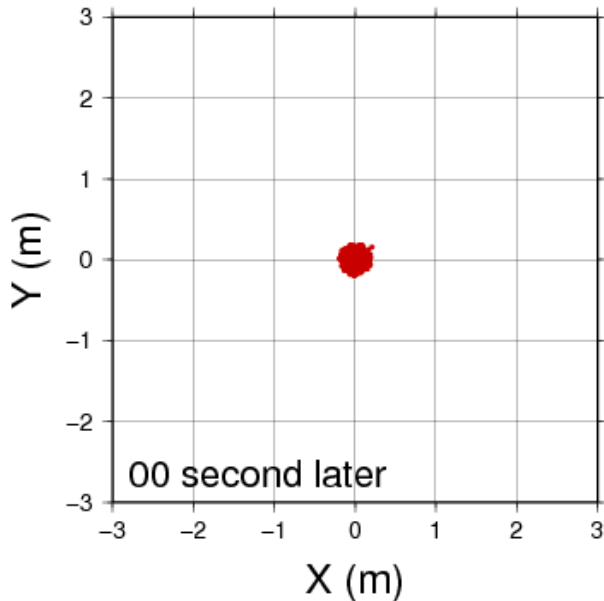
動画：油膜自身の特性による油拡散の例

油膜自身の特性による油拡散の数値計算モデル

表面張力-粘性領域について、ランダムウォークの考え方をを用いた計算モデルを導出する。

$$U_{si} = k_p \sigma^2 t^4 \Delta t^{-\frac{1}{2}} \begin{pmatrix} \cos(2\pi R_{rand}) \\ \sin(2\pi R_{rand}) \end{pmatrix}$$

U_{si} ; 油拡散速度, t ; 経過時間, Δt ; 時間刻み,
 σ ; 正味の表面張力, k_p ; 拡がりモデル係数,
 R_{rand} ; 一様乱数.



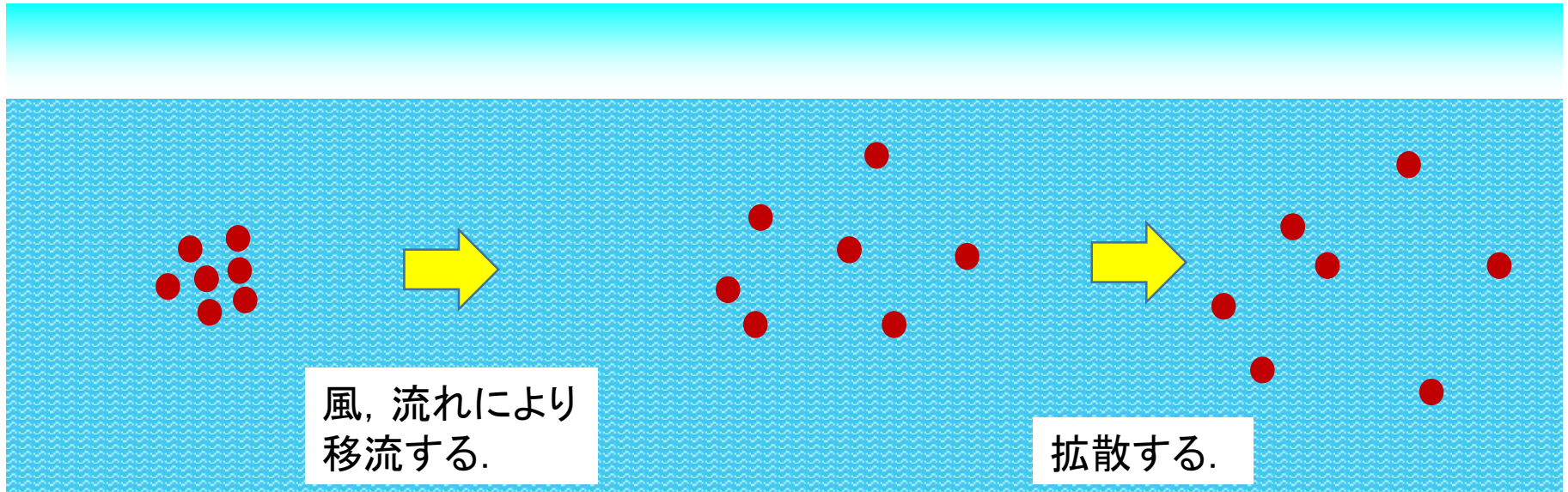
- 理論解(DN002) ○ モデル(DN002)
- 理論解(VG010) ○ モデル(VG010)
- 理論解(DN460) ○ モデル(DN460)

図 油の拡がりに関する理論解と数値計算モデルの比較

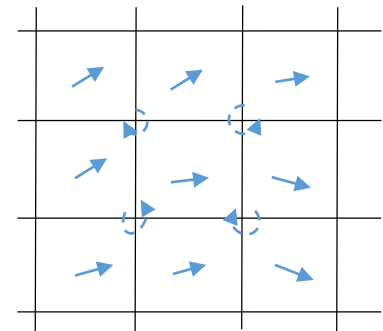
図 モデルを用いた油の拡がりの計算例(油種DN460)

乱流拡散

油やゴミといった漂流物は1か所に固まっても、風、流れの乱れによりばらばらに拡散していく。



数値計算においては、再現する計算格子サイズより小さい渦は再現できない。



実海域での乱流拡散計測実験の方法

実海域における海表面の乱流拡散に関する計測を行った。

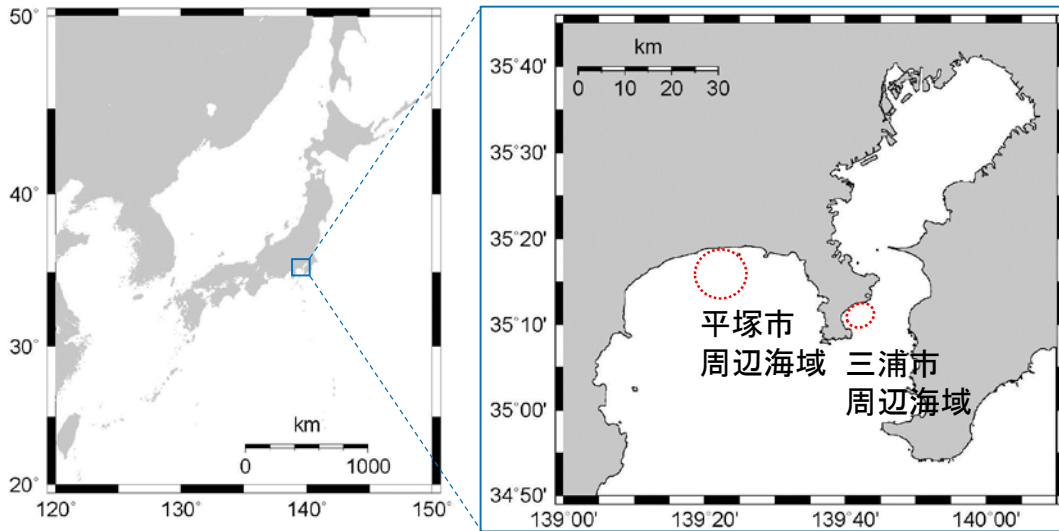


図 実験海域

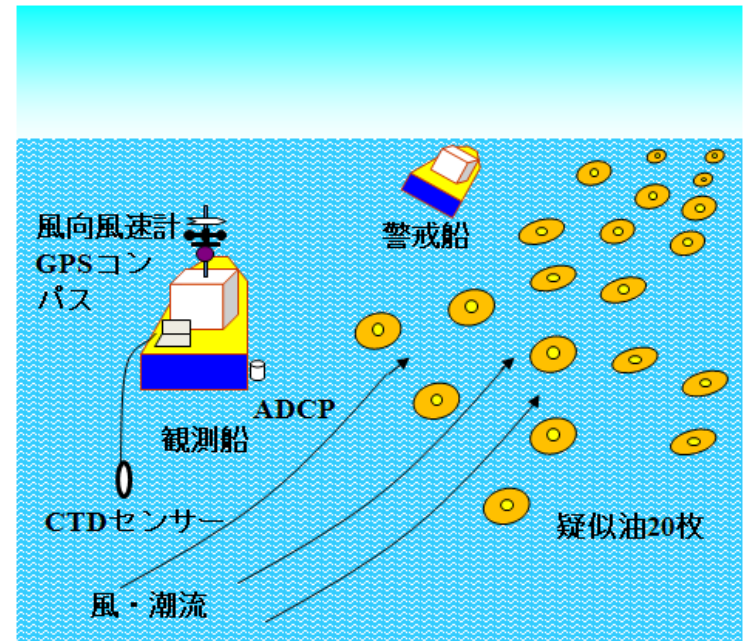


図: 実海域実験の模式図

油の乱流拡散

海表面の乱れによる油拡散
はランダムウォークで再現
する.

粒子の乱れによる水平拡
散速度 U_{di}

$$U_{di} = \sqrt{\frac{2D_H}{\Delta t}} \begin{bmatrix} R_{n1} \\ R_{n2} \end{bmatrix}$$

D_H は水平乱流拡散係数.

Δt は計算時間間隔.

R_{n1} , R_{n2} は平均0,分散1の
正規乱数.

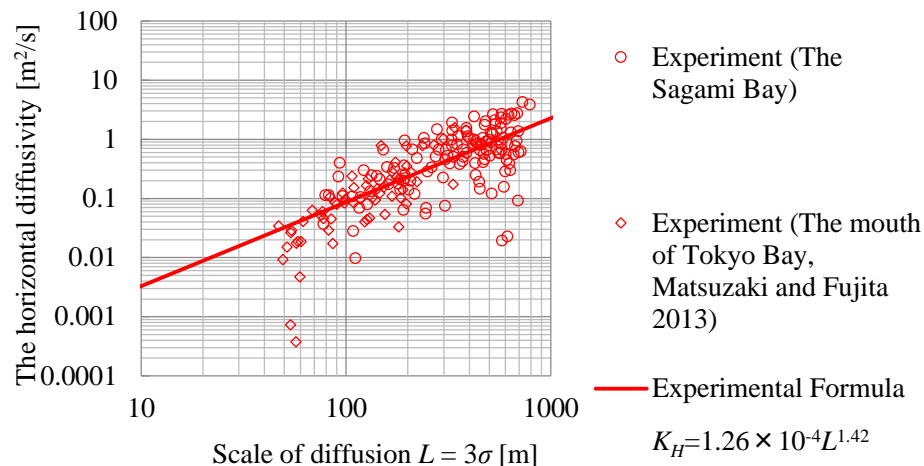


図 油拡散の係数のモデル化

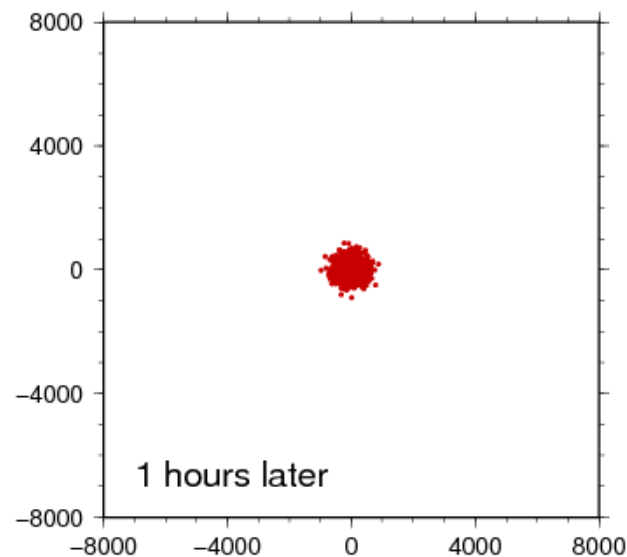


図: 乱流拡散の数値計算例

まとめ

- 港湾空港技術研究所で開発した，海上流出油の漂流予測を行う油拡散粒子モデルを紹介した.
- 海表面の流れによる油の移流，油膜自身の特性による油拡散，油の乱流拡散を計算するモデルである.
- 現在，即時に日本近海の内湾及び外洋において，流出油漂流予測が実施できる体制を構築し，活用されている.