

# 平成 25 年度 未来研究ラボシステム 研究成果報告書

研究種目：若手研究（共同研究） 研究期間：平成 25 年 9 月～平成 26 年 3 月

研究課題名：深海における重油・ガス流出域のリアルタイムセンシング技術の開発  
ラボ長

所属：基礎工学研究科物質創成専攻化学工学領域

氏名：高木 洋平

研究成果（当初の研究目的と得られた結果を記載ください。図表を含め 2 ページ程度）：

近年、海底資源の探索・発掘の進展は著しく、海底油田のような高圧力環境下での資源流出事故は避けられない状況となっている。経済発展を維持しつつ地球環境保存を行うためには、このような流出事故の状況を速やかにセンシングするリアルタイム・オンサイトシステム技術が重要となってくる。しかし、深海事故現場での流出挙動は複雑な物理化学プロセスを有しており、また海洋での物理スケールはマイクロからマクロまで多岐にわたる。このようなマルチスケール・マルチフィジクス環境下において事故発生源・汚染領域をセンシングする技術を実用的なレベルで開発するためには、限られた情報から状態を推定する逆問題のアプローチと、観測データを効率的に収集する海洋ロボット技術が必要である。本研究課題ではこれらの研究要素を統合した流出重油/ガス挙動を予測するセンシング技術を開発することを最終目標としている。平成 25 年度は相変化を伴うために流出挙動予測が難しいとされている天然ガス(メタンガス)を対象とした対流・拡散現象による物質移動シミュレータを開発し、上越沖でのメタンガス湧出挙動予測を行った。

数値モデルは図 1 に示すような深海から噴出した重油/ガスがプリュームを形成し、プリューム塊の密度と周囲の海水密度が釣り合う推進まで上昇すると分散して対流・拡散するモデルである。この数値モデルではプリュームを構成する要素体積及び分散粒子それぞれにおける運動方程式をラグランジュ的に追跡して数値解を求める。また、各要素及び粒子における物質・熱の保存則を考慮し、メタンガス成分に関しては相平衡関係からハイドレード化も考慮している。本シミュレータでは任意の深さからの流出挙動を予測可能であるが、潮流(環境流体)の流速・温度・塩分濃度に関しては入力値として与えなければいけない。今回、入力データは JAMSTEC が公開している再解析データ JCOPEX を用い、適宜修正して与えた。

今回の解析対象は上越沖(37.4N, 138.0E)でのメタンガス湧出であり、現場の水深は 940 m である。湧出地点からは 5-8 mm の粒径範囲で流出速度 0.125 m/s でメタンガス気泡を連続的に放出させた。この地点でのメタンガス湧出現象は明治大学の松本らのグループによって過去に調査されており、湧出したメタンガスが相変化してメタンハイドレードになっている様子が実際に観察されている。計算に用いた 2012 年 8 月の環境流体条件(鉛直方向分布)を図 2 に

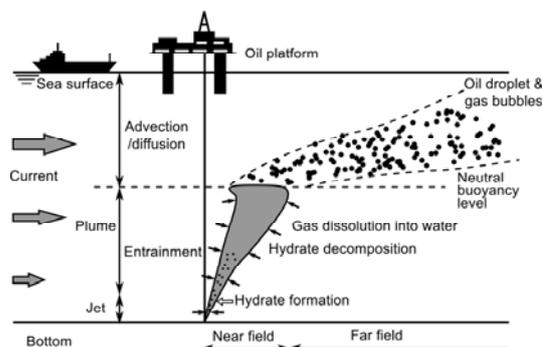


図 1 重油/ガス追跡数値モデル

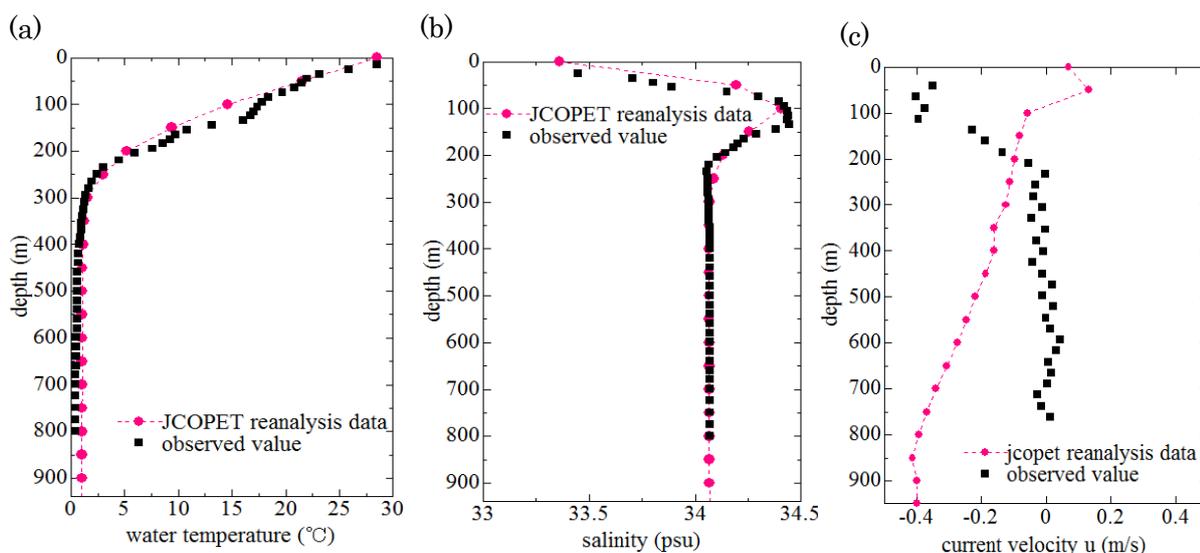


図2 環境流体条件: (a) 温度, (b) 塩分濃度, (c) 流速(東西方向成分)

示す。この海域では観測データも公開されており、JCOPETによる再解析データとの比較を行った。その結果、温度・塩分濃度に関しては再解析データは観測値と良好に一致したが、流速分布、特に図2(c)に示した東西方向成分は観測値との大きなずれが見られ、深海域で不自然な流速が発生している。環境流体速度は水平方向の拡散挙動に大きな影響を与えるため、今回の解析では東西方向成分のみ観測値から補間した値を用いることとした。

今回開発したシミュレータを用いて水深 940 m の地点からメタンガスを連続的に湧出させた結果を図3に示す。結果は湧出開始から 10 時間後のメタン成分分布を示しており、濃い青色はメタンハイドレード、薄い水色は気体のメタンガスを表している。噴出直後に気体のメタンガスは低温・高圧条件下であるため速やかにハイドレード化し、水深 300 m 付近まで環境流体の影響を受けながら上昇していることがわかる。その後、ハイドレードから気体状態に戻り、海水面に到達することなく海水中に全て溶解した。このような流出分布は実際のサウンドエコーデータによる海底調査でも観測されておりメタンガスの到達水深はほぼ一致した。また、メタンガスの熱力学的平衡条件から見積もられるハイドレードの存在限界とも一致する結果となった。

今後、平成 26 年度は現場海域での海中ロボットによる測定データを取得して今年度開発したシミュレータに入力値として取り込み、状態推定法とカップリングすることによって流出域や流出源を特定するハイブリッドシステムを構築する予定である。

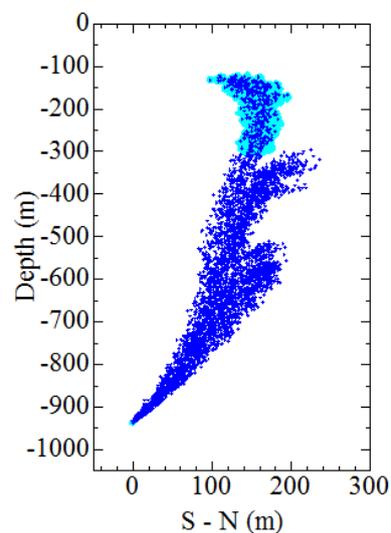


図3 流出ガス分布(10時間後)

**キーワード：**海底資源流出事故、マルチスケール・マルチフィジクス、メタンハイドレード、ラグランジアン追跡シミュレータ、状態推定

## 研究経費（H25年度）の内訳

備品費	消耗品費	旅費	謝金	その他	合計
1,042,320円	0円	557,680円	0円	0円	0円

## 共同研究者等

(1) 共同研究者（氏名・所属）

橋本智昭（基礎工学研究科システム創成専攻システム科学領域・助教）

千賀英敬（工学研究科地球総合工学専攻船舶海洋工学部門・助教）

(2) 研究協力者（氏名・所属・学年（学生の場合））

河原翔（工学研究科地球総合工学専攻船舶海洋工学部門・修士2年）

## 発表論文等（平成26年3月31日現在）

〔雑誌論文〕

〔著書〕

〔学会発表〕

1. Y. Takagi, S. Kawahara, T. Ban, Y. Okano and N. Kato, "Numerical investigation of ambient flow effect on oil/gas spill in deep water", 3-84, 2014 Gulf of Mexico Oil Spill and Ecosystem Science Conference, January 26-29 (2014), Mobile, Alabama, United States.
2. 河原翔、高木洋平、伴貴彦、岡野泰則、加藤直三、“深海底から湧出するメタンガス/ハイドレートの挙動予測”、第24回海洋工学シンポジウム、2014年3月13日-14日、日本大学理工学部駿河台キャンパス（2014）。

〔その他〕

外部資金獲得状況・申請状況（本研究課題に関連して、科研費、JST等の競争的資金、受託研究、奨学寄付金を受給された場合、また、申請された場合はその状況を記入ください）

基盤研究（S）（分担・H23～H27）、「流出重油・ガスの自動追跡システムの確立と革新的海洋防災システムへの展開」（代表：加藤直三教授）、受給中。

## 参考となるHP等

流出重油・ガスの自動追跡システムの確立と革新的海洋防災システムへの展開

<http://www.naoe.eng.osaka-u.ac.jp/~kato/project/>