

**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**  
A New Spilled Oil and Gas Tracking Autonomous  
Buoy System and Application to Marine Disaster  
Prevention System

加藤 直三 (KATO NAOMI)

大阪大学・大学院工学研究科・教授



研究の概要

船舶からの重油流出事故や海底の油やガスの生産施設からの流出事故に際し、重油やガスのプルームの追跡を行う海中ロボットや、海面の流出重油を回収まで自動的に長期間に亘り追跡し、リアルタイムで情報を供給する浮遊式ブイロボットを開発し、その運用システムを確立する。一方、ロボットが得た環境データを用い、油・ガス拡散シミュレーションの精度向上を図る。

研究分野：海中機器工学

科研費の分科・細目：総合工学・舶海洋工学

キーワード：海洋探査・機器、環境保全技術、環境モデル、安全システム

1. 研究開始当初の背景

船舶の衝突・座礁による重油流出事故に際し、環境被害を最小限に食い止めるには、流出重油を海上において可能な限り回収し、同時に流出重油の漂着が予測される地域へ適切な油防除機材を配置することが有効である。それには、浮流重油に関するリアルタイムデータが必要不可欠となる。

2010年のメキシコ湾における海洋油田基地の爆発事故を踏まえ、海底からの重油やガスの流出をモニタリングするシステムについても研究対象とした。これには、油やガスなどの海底生産施設まわりの海底から海面までの三次元空間を移動し、検知センサーにより海中の重油やガスのプルームをモニタリングする海中ロボットを考える。さらに、深海からの油とガスの噴出に関する熱化学的反応を含む拡散シミュレーション技術が必要となる。

2. 研究の目的

本研究は、1)深海から噴出する重油やガスのプルームの自動追跡を行う海中ロボット技術、2)海底から海面までの三次元空間の重油プルームの自動追跡を行う海中ロボットからのデータを用いた深海からの油とガスの噴出に関する熱化学的反応を含む拡散シミュレーション技術、3)海面に漂流する重油塊の自動追跡を行う浮遊式ブイロボット技術、4)浮遊式浮流重油自動追跡ブイロボットからのデータを用いた浮流重油漂流シミュレーション

技術の開発と評価を行い、それらの技術を確立させ、事故により流出した重油を海上において可能な限り回収し、それと同時に流出した重油の漂着が予測される地域へ適切な油防除機材を配置することを可能とする、また油やガスなどの海底生産施設まわりの定期的な環境モニタリングを行う革新的海洋防災システムへの展開を図る。

3. 研究の方法

- 1) 重油やガスのプルームの追跡を行う海中ロボットについて、浮力と翼角の制御により、鉛直方向および水平方向への移動が可能な仕様とし、ロボットに、海中の油やガス成分が検出可能なセンサーなどの海洋環境計測センサーを配置した垂直円筒型の海中ロボットを開発し、最終的に、メキシコ湾での油流出事故周辺や新潟沖でのメタンガス湧出海域での海洋試験を実施する。
- 2) 深海からの油とガスの噴出に関する熱化学的反応を含む拡散シミュレーション技術を新たに開発し、過去の実験データと比較し、評価する。
- 3) 浮遊式浮流重油自動追跡ブイロボットでは、帆の面積と角度を制御し、マストの上部に浮流重油の検出センサーを取り付けた浮遊式ブイを複数台開発し、最終的には海面上のターゲットの自動追跡実験を実施する。
- 4) これまでに開発した重油の蒸発・分解・拡散

散などの過程を考慮した大気-海洋モデルをベースに、モデルの更新を行い、このモデルを用いて、複数のブイによって得られた重油の漂流位置や海象・気象のリアルタイム データをシミュレーションに融合する手法を開発し、予測精度の向上を図る。

#### 4. これまでの成果

1) 海底からの重油やガスのブルームの自動追跡を行う海中ロボット (SOTAB-I) に関する研究



海底からの重油やガスのブルームの自動追跡を行う海中ロボット (SOTAB-I) は、2013年 3 月に製作された。最大潜航深度は、1、500m である。

SOTAB-I を用いた海洋実験を、これまで駿河湾において、3 回 (2013 年 3 月 27 日-29 日、2013 年 7 月 31-8 月 2 日、2013 年 9 月 26 日-27 日)、アメリカ・メキシコ湾において 1 回 (2013 年 12 月 6 日-15 日) 行い、浮力調整装置を用いた深度制御、CTD と DVL を用いた海底との衝突回避運動、CTD と ADCP を用いた潮流の鉛直プロファイルの計測、水中質量分析計を用いた in-situ での水分析が可能であることを示した。

2) 深海からの油とガスの噴出に関する熱化学的反応を含む拡散シミュレーションに関する研究

メタンの挙動を予測する数値モデルとして、Yapa らの数値モデルを基として大阪大学で改良されたガス噴出モデルを用い、メタンガス湧出モデルとして用いた。メタンガスの移流・拡散、ハイドレードの形成と崩壊、ガスやハイドレードの溶解を取り入れた。上越沖のメタンガスの湧出挙動を対象に、環境データ (深度、水温、塩分濃度、潮流の鉛直方向の分布) を用いて、シミュレーションを実施した。

3) 海面浮遊式浮流重油自動追跡ブイロボット (SOTAB-II) に関する研究

浮流重油の挙動は潮流と風速のほぼ 3% のベクトル和で表される。潮流に乗って流されるブイが、風向方向に潮流速度の成分を除き、風速のほぼ 3% の速度を出すことができれば浮流重油を追従することが可能となる。浮流重油の挙動は風の影響が大きいことから、風を利用するものとして、帆を用いたブイを考案した。

まず円筒型のブイを用いた海洋実験から、ブイの流体抵抗が大きく、浮流重油の追従性が劣ることが分かった。

そのため、安定性、機



器を載せるための排水量の観点から、セーリングヨットの船型を用い、油検知センサーを含む各種機器の搭載を考慮して、キールの高さと取り付け位置、帆で浮流重油を追従させるのに必要なプレーキ板、舵、ジブセールの大きさを、動的復原性と操縦性の観点からシミュレーションを行うことにより設計した。また色々な条件に対応できる浮流重油を自動追跡する制御系の設計を行った。

4) データ同化手法を取り入れた浮流重油漂流シミュレーションに関する研究

本研究で用いる重油漂流シミュレーションは、気象モデル・海洋モデル・重油追跡モデルで構成される。計算精度の評価方法としては、1997 年に島根県沖で発生したナホトカ号重油流出事故をテストケースとして扱い、都道府県ごとの重油漂着量をシミュレーション結果と観測値とで比較することとした。一方で、シミュレーション上で SOTAB-II を海上に投入し、擬似観測値を与えることで、その有効性を評価した。SOTAB-II の投入によって、予測精度が向上することがわかった。

#### 5. 今後の計画

4 つのサブテーマの計画に従って、研究を実施する。特に、第 1 テーマでは、上越沖のメタンガスが噴出する海域での海洋実験を実施する。第 3 テーマでは、油検知センサーで検知可能な疑似油を用いた実験を実施する。

6. これまでの発表論文等 (受賞等も含む)  
H. Senga、N. Kato、H. Suzuki、T. Akamatsu、L. Yu、M. Yoshie and T. Tanaka : Field experiments and new design of a spilled oil tracking autonomous buoy. J. of Marine Science & Technology, Published online, 31 July, 2013  
N. Kato、H. Senga、H. Suzuki、et al.: Construction of guidance and control system and GUI of an autonomous underwater robot SOTAB-I, Proc. of CAMS 2013(IFAC)(Peer Review), Sep. 17th-20th, 2013,Osaka 他 23 編  
<http://www.naoe.eng.osaka-u.ac.jp/~kato/project/>