

日本—アメリカ 国際共同研究「ビッグデータと災害」 平成 28 年度 年次報告書	
研究課題名（和文）	乱流中におけるスカラー源探索アルゴリズム最適化のためのビッグデータ数値実験室
研究課題名（英文）	A big-data computational laboratory for the optimization of olfactory search algorithms in turbulent environment
日本側研究代表者氏名	長谷川 洋介
所属・役職	東京大学生産技術研究所・准教授
研究期間	平成 27 年 4 月 1 日～平成 30 年 3 月 31 日

1. 日本側の研究実施体制

ワークパッケージ④	随伴解析に基づくスカラー源探索手法の構築	
氏名	所属機関・部局・役職	役割
長谷川洋介	東京大学・生産技術研究所・准教授	全体総括、固定センサ群最適配置の導出、移動センサ探索法の導出
Davide Cerizza	東京大学・生産技術研究所・博士課程学生	乱流の直接数値シミュレーションを用いた固定センサ群の最適配置
Konstantinos Panagiotou	東京大学・生産技術研究所・特任研究員	乱流の直接数値シミュレーションを用いた移動センサによるスカラー源探索

ワークパッケージ⑤	自律型無人潜水ロボットを用いたスカラー源探索手法の評価	
氏名	所属機関・部局・役職	役割
巻俊宏	東京大学・生産技術研究所・准教授	全体総括、スカラー源探用水中ロボットの開発、探索性能の評価
佐藤芳紀	東京大学・生産技術研究所・特任研究員	スカラー源探用水中ロボットの開発、探索性能の評価

2. 日本側研究チームの研究目標及び計画概要

乱流中におけるスカラー源推定を目的として、固定センサ群の空間配置の最適化問題を定式化し、数値シミュレーションを用いて、センサ群の最適配置を明らかにすると共に、その推定性能を評価する。様々な流れ場における最適なセンサ配置を明らかにすることによって、乱流の時空間スケールとの普遍的な関係を見出し、最適センサ配置に関する一般的知見を抽出する。更に、移動センサを用いたスカラー源探索を想定し、随伴解析を応用することによって、移動センサの最適探索経路を導出し、その有効性を数値シミュレーションにより検証する。数値シミュレーションによって得られるスカラー源探索アルゴリズムの実証実験を目的として、東大側で開発された自律型水中ロボットに濃度センサを搭載し、リアルタイムでの濃度計測を実現し、オフラインでのスカラー源探索を実施する。

3. 日本側研究チームの実施概要

乱流中におけるスカラー源推定を目的として、固定型センサ群の空間配置の最適化、および移動型センサの移動経路の最適化を行うための理論的に枠組みを構築し、その問題の定式化、アルゴリズムの導出、流体シミュレーションへの実装を行った。その結果、本研究で求めた固定型センサ群の最適配置や移動型センサの最適移動経路を採用することによって、大きく推定性能が向上することを示した。また、数値シミュレーションによって得られるスカラー源探索アルゴリズムの性能実証を目的として、東京大学生産技術研究所が管理する大型回流水槽実験で用いる各種実験装置の開発を行った。具体的には、速度場と濃度場のリアルタイム計測システム、スカラー源としてローダミン水溶液と熱水の定量放出装置を開発し、スカラー源下流において、有意な濃度シグナルの取得に成功した。得られた計測データを解析し、既存の相関式とフィッティングすることによって、スカラー源強度とその空間分布のオフライン解析を実施した。その結果、スカラー濃度は放出源から10m下流において、初期の濃度に対して100分の1程度まで希釈されること、また高濃度プリュームは流れと垂直な方向におよそ1m程度の領域に拡散することが分かった。また、今回得られた速度場と濃度場の実験データは、過去の相関式とも良い一致を示しており、放出源および観測システムの妥当性が確認された。以上結果より、数値シミュレーションと実験の両面において、次年度以降に予定しているスカラー源探索アルゴリズムの実証実験を行うための基盤技術が整ったと言える。