

日本—ロシア・タイ 国際共同研究「防災」 2019年度 年次報告書	
研究課題名（和文）	洪水と地すべり災害における分散的異種ロボット群を用いた情報システム
研究課題名（英文）	Informational system for management of flood and land slide disaster areas using a distributed heterogeneous robotic team
日本側研究代表者氏名	松野 文俊
所属・役職	京都大学・教授
研究期間	2019年4月1日 ～ 2022年3月31日

1. 日本側の研究実施体制

ワークパッケージ No. 1	シミュレータの開発	
氏名	所属機関・部局・役職	役割
Svinin Mikhail (シビニン ミハイル)	立命館大学 情報理工学部 教授	マイクロシミュレータの開発
畑山満則	京都大学 防災研究所 教授	洪水シミュレーションの実装

ワークパッケージ No. 2	プロトコル設計と通信	
氏名	所属機関・部局・役職	役割
中西弘明	京都大学 工学研究科 講師	共通のプロトコルに基づいた通信システムやロボットシステムの実装

ワークパッケージ No. 3		ロボットのモデリングと制御	
氏名	所属機関・部局・役職	役割	
松野文俊	京都大学 工学研究科 教授	UUV の開発	
中西弘明	京都大学 工学研究科 講師	UAV の開発	
遠藤孝浩	京都大学 工学研究科 准教授	群制御の開発	

ワークパッケージ No. 4		システムインテグレーション	
氏名	所属機関・部局・役職	役割	
畑山満則	京都大学 防災研究所 教授	収集情報統合システムの開発、実証実験	
Svinin Mikhail (シビニン ミハイル)	立命館大学 情報理工学部 教授	実証実験	
松野文俊	京都大学 工学研究科 教授	実証実験	
中西弘明	京都大学 工学研究科 講師	実証実験	
遠藤孝浩	京都大学 工学研究科 准教授	実証実験	

2. 日本側研究チームの研究目標及び計画概要

WP1 シミュレータの開発（ロシアが主担当）

ロシアが主担当のGazeboを用いたシミュレータの開発指針の決定の検討に加わって議論をする。

WP2 プロトコル設計と通信（ロシアが主担当）

ロシアが主担当の各国のロボットに共通のプロトコルを設計および通信システムの設計の検討に加わって議論をする。

WP3 ロボットのモデリングと制御（日本が主担当）

UAV・UUVの流体力学を用いたモデリングおよび群制御系の開発を実施する。

WP4 システムインテグレーション（タイが主担当）

ロボットによる収集データを統合するための情報システムの設計を実施する。

3. 日本側研究チームの実施概要

(1) 研究開発

ワークパッケージ(WP)に分けて研究開発を進め、以下を実施した。

WP1 シミュレータの開発（ロシアが主担当）

Gazebo を用いた洪水のシミュレータ（アルファ版）を開発した。洪水領域の変化をモニタリングするために、以下の2つのタスク

- 1) 複数の UAV による Caging（洪水の境界上に UAV を配置する）
- 2) 複数の UAV による Covering（洪水領域内部を含めた全領域を UAV でカバーできるように配置する）

を想定した。それぞれのタスクを、限られたセンシング領域をもつ複数の UAV で達成する制御アルゴリズムの開発を行い、その有効性をシミュレーションにより検討した。また、全体シミュレータの開発の主担当であるロシアチームとシミュレータの開発指針の方向性を検討した。

WP2 プロトコル設計と通信（ロシアが主担当）

ロシアチームが主担当のロボットの共通プロトコルの設計および通信システムの設計の検討に加わって議論した。ロシアチームが開発しているシステムは OSI 参照モデルでいう、第一・二層（物理層とデータリンク層）におけるハイブリッド化による高信頼度化を指向しているものであること、日本側研究チームは OSI 参照モデルの最上位層である応用層の利用を想定していることから、親和性がよく、結合・統合に矛盾がないと判断した。

WP3 ロボットのモデリングと制御（日本が主担当）

UUV：2リンク1関節のねじ推進ヘビ型ロボットを開発し、実験用水槽を用いた物理パラメータの推定実験を実施した。また、パラメータ推定誤差やモデル化誤差などの外乱を推定する外乱オブザーバを含む非線形制御系を設計し、その有効性をシミュレーションおよび実験を行い、課題の抽出を行った。

UAV：UAV の壁面接近によるロータ空力特性の変化を計測した。計測の結果、天井壁へ接近したときにはロータ推力の増加、垂直壁に接近したときにはモーメント変化が生じることを明らかにした。垂直壁に接近したときの効果は、ロータ回転方向による違いが示唆されたが、誘起速度分布の変化により説明できることを示した。

群制御：衝突回避を考慮した、1体のリーダロボットによるロボット群の誘導制御を実現する制御系を開発した。これにより、衝突回避を考慮しつつ群れの連結性を維持できることを理論的に証明した。さらに、シミュレーションを行い、提案制御系の有効性を示した。

WP4 システムインテグレーション（タイが主担当）

ロボットによる収集データの統合化を実現するために、シミュレーションの情報をリアルタイム情報と一元的に管理する空間情報システムの設計を行った。具体的には位相構造を明示的には持

たないデータ構造を持つ GIS で、現実の時空間を管理する手法に対し、シミュレーションなどの予測データを統合管理することを可能とするようなデータベース管理システムを設計した。また、実証実験に関しては、土砂災害リスクを抱える地域へのヒアリング調査を実施した。

(2) 研究交流

【ミーティング】

2019 年 10 月 7 日にロシアのカザン連邦大学で 3 か国のメンバーが集まって研究の進捗の報告と情報交換を実施した。（日本側出席者：松野文俊、Svinin Mikhail、畑山満則、中西弘明、遠藤孝浩）

【ワークショップ・シンポジウム】

2019 年 10 月 8 – 10 日カザン・ロシアで開催された Developments in eSystems Engineering 2019 Robotics, Sensors and Industry 4.0 でオーガナイズドセッション Urban search and rescue robotics を実施した。

【研究者・学生の派遣、受入】

ロシアのカザン連邦大学から博士後期課程学生の京都大学への 6 か月の派遣希望があり、申請の準備を進めていたが、コロナウイルスの関係で中止になった。