

未来社会創造事業 探索加速型  
「超スマート社会の実現」領域  
終了報告書(探索研究)

令和元年度 終了報告書
----------------

平成30年度採択研究開発代表者

[研究開発代表者名：大西 領]

[所属・役職名]

国立研究開発法人海洋研究開発機構地球情報基盤センター・グループ  
リーダー

[研究開発課題名：自然と調和する自律制御社会のための気象情報インフラ構築]

実施期間：平成30年11月15日～令和2年3月31日

## § 1. 研究実施体制

### (1)「AI 融合・気象予測シミュレーション」グループ(海洋研究開発機構)

① 研究開発代表者:大西 領 (海洋研究開発機構地球情報基盤センター、グループリーダー)

#### ② 研究項目

- ・AI 学習用シミュレーションデータの取得
- ・AI 融合技術による高速化の実現可能性調査
- ・コード改変による高速化の予備検討
- ・微気象予測システムのプロトタイプ開発の予備検討

### (2)「マイクロ情報ドローン・気象観測」グループ(千葉大学)

① 主たる共同研究者:劉 浩 (千葉大学工学研究科、教授)

#### ② 研究項目

- ・ドローンの気象情報機能化の予備検討
- ・ドローンの安全化の予備検討
- ・カメラ画像からのドローン位置の高精度同定技術の予備検討
- ・ナブドローン観測システムの必要要件決定

## § 2. 研究実施の概要

未来都市では、自動運転車が行き交い、自律飛行ドローンが飛び交い、様々な支援ロボットが闊歩する。ネットワークに繋がるそれら自動・自律システム(以降、単に自律システムと記載)が協調・連携することによって、社会は自律的に最適な状態を保ち続ける。最適な状態とは、社会が人間にとってのみ安全で快適であるのではなく、自然(環境と生態系)と調和した持続可能な状態である。温暖化、環境破壊、ヒートアイランド、高齢化に伴う生産性減少や防災力低下が克服され、自然と調和した持続的かつ快適な社会の中で、人々は安心して創造的に暮らすことができる。

人々を取り囲む無数の自律システムは、サイバー空間内に再現された過去・現在・未来の気象と社会ネットワークの統合情報(気象情報インフラ)に常時アクセスする。一方で、自律制御のためのリアルタイムセンシングデータの一部は気象予測シミュレーションに同化され、気象情報インフラの信頼性担保に利用される。つまり、予測シミュレーションと無数の自律システムが協調して、気象情報インフラを構築する(=CPS を実現する)。ネットワークにさえつながっていれば、あらゆるシステムと機器がその気象情報インフラに容易にアクセスできる。そして、人々が意識せずとも、各システムが時々刻々と複雑に変化する気象と社会に応じて、自然との調和を保ちながら、様々な社会サービスを提供する。

このような未来都市を実現するうえで、現状、ボトルネックとなるのが、建物の林立する建物密集区域内の微気象(土地利用・建物・植生および人間活動などの影響を強く受ける地表から高度 100m 程度までの気象現象)を対象とした超高精細な気象情報インフラを構築する技術の未熟さである。通常の気象予測シミュレーションは、建物や人間活動の影響を考慮することができないうえに計算解像度も不十分なため、街区内の微気象を再現・予測することはできない。また、微気象や人間活動を詳細に計測する手段もない。本課題はそのボトルネックを、分散コンピューティングによる AI 融合・超高精細気象予測シミュレーション、協調連携する多数の自律計測システムによる超高密度計測、およびそれらの間でフィードバックループを形成させる多階層制御により解決し、世界に先駆けて、未来都市の創造に資する。

探索期間には、密集ビル街区を対象としたリアルタイムの予測と観測に関する技術的フイージビリティを検証し、本格研究時に達成すべき技術開発ターゲットと研究計画を具体化するために、まずPOC達成の対象とするユースケースを2個具体化した。その上で、それらユースケースのために必要な技術要件を具体化した。さらに、その要件を達成するための技術課題を具体化した。

具体的な成果として、密集ビル街区を対象としたリアルタイムの予測、深層学習を活用した超解像シミュレーションシステム」を新規開発した(原著論文1)。この技術を実際に東京都心部の地上気温分布の予測に適応し、20m 解像度の微気象予測シミュレーション結果から 5m 解像度予測情報を 0.2 度程度の誤差で得られることを明らかにした。この超解像シミュレーション技術により少なくとも 256(=4<sup>4</sup>)倍の高速化の見通しを得た。また、ユースケースの一つでは、都市街区内の各歩行者の受ける熱ストレスを最小化しつつ、同時に 1,000 人程度の群衆全体の熱中症発症リスクを最小化する。その基盤技術開発として、都市空間での詳細な熱中症リスク評価技術の開発に成功した(原著論文2)。密集ビル街区を対象としたドローン観測に関して、マイクロドローンを気象情報機能化することで実現可能性を明らかにした。さらに、温湿度計測だけでなく、困難が予想される風速計測に関しても、MEMS 差圧センサーを利用したピトー管タイプの風速センサー(2g)を用いれば実現可能性が高いことを明らかにした。

#### 査読付き原著論文成果

1. R. Onishi, D. Sugiyama and K. Matsuda, Super-Resolution Simulation for Real-Time Prediction of Urban Micrometeorology, *Scientific online Letters of the Atmosphere*, 15, pp.178-182 (2019)
2. T. Kamiya, R. Onishi, S. Kodera and A. Hirata, Estimation of Time-Course Core Temperature and Water Loss in Realistic Adult and Child Models with Urban Micrometeorology Prediction, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16, 5097 (2019)