

## 一般共同研究（課題番号：29G-05）

課題名：機械学習を用いたレインバンドの検出と台風強度・サイズへの影響の解明

研究代表者：筆保弘徳

所属機関名：横浜国立大学教育学部

所内担当者名：竹見哲也

研究期間：平成 29 年 4 月 1 日 ～ 平成 31 年 3 月 31 日

研究場所：横浜国立大学 教育人間科学部 / 京都大学防災研究所 暴風雨気象環境研究分野

共同研究参加者数：7 名（所外 6 名，所内 1 名）

- ・大学院生の参加状況：4 名（修士 4 名，博士 名）（内数）
- ・大学院生の参加形態 [ 機械学習を用いた検出手法の開発 ]

研究及び教育への波及効果について

本共同研究の支援を受けて、機械学習を用いて台風位置や強度を推定する検出器を開発した。気象学的な視点で検出精度と台風の関係を統計的に検証し、投稿論文 3 件，学会発表 14 件の研究成果を残した。また，台風経路アンサンブルシミュレーションを用いて，日本全国での台風による暴風・豪雨リスクを示す台風ハザードマップも作成した。

研究報告

### (1) 目的・趣旨

近年，機械学習や深層学習を用いた研究が盛んになり，気象学分野でもそれらを用いた研究が行われるようになった。一方，台風の位置・強度推定は，主に気象衛星雲画像から気象庁予報官が行っている。そのため予報官の主観などが入り不確実性がある現状にある。そこで本研究は，機械学習や深層学習を用いて衛星雲画像から客観的かつ定量的に台風強度や位置を検出する手法を開発し，どのような特徴を持つ台風の時に精度良く推定ができるのか，気象学的な視点を持って統計的に調べることを目的とする。

### (2) 研究経過の概要

初年度は，台風検出器の開発を行った。申請者らが開発した台風検出器の検出精度は低く，その改良作業は難航した。そこで当初の研究計画を変更し，台風検出器を台風位置検出器と台風強度推定検出器にわけること，さらにひまわり 8 号のみを学習・検証データに用いること改善策をとった。その改善により，台風検出器の精度は上がり，台風位置検出結果と台風との関係など興味深い研究成果が得られた。最終年度では，2 種類の台風検出器の改良や精度検証を行いながら，その統計解析を整理して，学会発表と学術論文として投稿した。機械学習を用いた研究と平行して，台風経路アンサンブルシミュレーションを用いて，日本全国での台風の暴風・豪雨リスクを示す台風ハザードマップも作成した。

### (3) 研究成果の概要

機械学習を用いた研究成果は 2 つのテーマに分けられる。テーマ 1 は，深層学習を用いた台風強度推定検出器の開発と精度検証である。台風の衛星雲画像と気象庁ベストトラックの中心気圧を学習データとして深層学習を用いた台風強度推定検出器を作成し，台風の特徴と台風強度推定の精度を調べた。テーマ 2 は，機械学習を用いた台風位置検出器の開発と精度検証である。ひまわり 8 号の気象衛星から得た赤外画像と水蒸気画像を用いて全 36 種類の台風検出器を作成し，2017 年の北西太平洋の範囲から検出を行なった。当初の研究目的では，機械学習と気象衛星雲画像を用いて，台風のレインバンドとその台風強度への影響を明らかにすることを目的としていた。しかし，機械学習による検出器を開発して得られた知見が多く，それらを論文投稿や学会発表を行って研究成果をまとめることに変更した。

#### (4) 研究成果の公表

##### 投稿論文

1. Fudeyasu H., and R. Yoshida, 2019: Statistical Analysis of the Relationship between Upper Tropospheric Cold Lows and Tropical Cyclone Genesis over the Western North Pacific, JMSJ, 97, 439-451.
2. 加瀬紘熙, 筆保弘徳, 北本朝展, Danlan Chen, 吉田龍二, 竹見哲也, 2018: 深層学習を用いた台風強度推定に対する台風の特徴の影響, 天気, 66, 51-58.
3. Fudeyasu H., K. Ito, and Y. Miyamoto, 2018: Characteristics of tropical cyclone rapid intensification over the Western North Pacific, Journal of Climate, 24, 8917-8930.

##### 学会発表

##### 国際学会

1. Fudeyasu, H. and R. Yoshida: Western North Pacific Tropical Cyclone Characteristics Stratified by Genesis Environment, AOGS, Hawaii, 6/3-6/8, 2018
2. Fudeyasu, H., S. Miyazaki, S. Yamasaki, T. Takemi, M. Kato, and K. Tsuboki, Development of typhoon-wind hazard maps over the Japan islands, International Workshop on Wind-Related Disasters and Mitigation, Sendai, Japan March 11-14, 2018

##### 国内学会

1. 加瀬紘熙・筆保弘徳・北本朝展・DanlanChen・山崎聖太, Deep Learning を用いた台風強度推定・発達予測, 日本気象学会 2017 年度秋季大会, 北海道, 10/30-11/2, 2017.
2. 宮崎駿・筆保弘徳・山崎聖太・竹見哲也・加藤雅也・坪木和久, 台風経路アンサンブルシミュレーションを用いた台風リスクの算出, 日本気象学会 2017 年度秋季大会, 北海道, 10/30-11/2, 2017.
3. 宮崎駿・筆保弘徳・山崎聖太・竹見哲也・加藤雅也・坪木和久, 台風経路アンサンブルシミュレーションを用いた台風リスクの算出, 平成 29 年度京都大学防災研究所共同研究集会, 宇治市, 9/28-29, 2017.
4. 加瀬紘熙・筆保弘徳・北本朝展・DanlanChen・山崎聖太, Deep Learning を用いた台風強度推定・発達予測, 平成 29 年度京都大学防災研究所共同研究集会, 宇治市, 9/28-29, 2017.
5. 辻和希・筆保弘徳・山内隆介・高野洋雄・山崎聖太・竹見哲也・坪木和久・加藤雅也: 経路アンサンブルシミュレーションを用いた高潮リスクの評価 発, 第 60 回 風に関するシンポジウム, 品川, 12/1, 2018.
6. 辻和希・筆保弘徳・宮崎駿・山内隆介・高野洋雄・山崎聖太・竹見哲也・坪木和久・加藤雅也: 経路アンサンブルシミュレーションによる高潮ノモグラムの開発, 日本気象学会 2018 年度秋季大会, 仙台, 10/29-11/1, 2018.
7. 金崎拓郎・加瀬紘熙・筆保弘徳・松岡大祐・吉田龍二: 機械学習を用いた台風検出器の開発と精度検証, 日本気象学会 2018 年度秋季大会, 仙台, 10/29-11/1, 2018.
8. 辻和希・筆保弘徳・高野洋雄・宮崎駿・山崎聖太・竹見哲也・加藤雅也・坪木和久・山内隆介: 経路アンサンブルシミュレーションによる高潮ノモグラムの開発, 平成 30 年度京都大学防災研究所共同研究集会, 宇治市, 9/27-28, 2018.
9. 金崎拓郎・筆保弘徳・加瀬紘熙・松岡大祐・吉田龍二: 機械学習を用いた台風検出器の開発, 平成 30 年度京都大学防災研究所共同研究集会, 宇治市, 9/27-28, 2018.
10. 金崎拓郎・筆保弘徳・加瀬紘熙・松岡大祐・吉田龍二: 機械学習を用いた台風検出器の開発, 電子情報通信学会, 大坂, 8/27, 2018.
11. 加瀬紘熙・筆保弘徳・北本朝展・吉田龍二・Danlan Chen・山崎聖太: Deep Learning を用いた台風強度予測, 日本気象学会 2018 年度春季大会, つくば, 5/16-19, 2018.
12. 金崎拓郎・加瀬紘熙・筆保弘徳・松岡大祐・吉田龍二: 機械学習を用いた台風位置検出器の開発と精度検証, 日本気象学会 2018 年度春季大会, つくば, 5/16-19, 2018. (ポスター発表)