慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	画像学習を用いた日本空域における乱気流の予測システムの構築
Sub Title	Development of prediction system of aviation turbulence over Japan using a machine learning technique
Author	宮本, 佳明(Miyamoto, Yoshiaki)
Publisher	慶應義塾大学
Publication year	2023
Jtitle	学事振興資金研究成果実績報告書 (2022.)
JaLC DOI	
Abstract	乗員の怪我を伴う大型航空機事故の半数以上が乱気流によって生じている。一度乱気流に遭遇すると、怪我だけでなく、迂回などに伴う余分な燃料を消費するため、事前に乱気流の発生を予測することが求められる。しかしながら、これまでに各国の予報機関、研究者が様々な手法を用いて挑戦してきたが、乱気流の発生位置・時間を精度よく予測できるシステムは存在しない。現在世界で最も主流なのが、天気予報の格子点ごとに指標を計算し、その値が大きいと乱気流が生じるとした手法である。ただ、乱気流は流体現象であり、一つの格子点のみの情報では捉えきれないと考えられる。そこで本研究では、乱気流発生地点周囲の風などの気象変数を画像として学習した予測システムを構築することを目的とする。 これまでに本プロジェクトからご支援いただき、過去に日本域で発生した乱気流の統計をパイロットによるレポート（PIREP）を元にまとめた（Miyamoto et al. 2023, J. Appl. Meteor. Clim. accepted）。さらに乱気流が生じる背景の気象場の季節性を明らかにした（Ito, Miyamoto, et al. in revision）。これらの研究から、乱気流が発生する時には特徴的な背景場があることが示唆されたため、本研究では、背景の気象場を画像として捉えて、過去の乱気流事例から画像学習を行い、日々更新される天気予報データから乱気流の発生予測を行う。 過去の乱気流データ(PIREP)と気象再解析データ(MANAL)を用いて、発生地点周囲の気象データセットを整備した。一つの乱気流事例に対して一つデータセットを作成し、それが乱気流のサンプル数分だけ用意した。次に、深層学習モデルを構築し、用意したデータを用いて学習・検証を行い、その結果、既存の指標と同等の精度で予測ができる可能性を示すことに成功した。 Aviation turbulence causes more than half of all major aviation accidents involving crew injuries. Once turbulence is encountered, extra fuel is consumed due to detours, etc., so it is necessary to predict the occurrence of turbulence in advance. However, although forecasting agencies and researchers in various countries have tried various methods, there is no system that can accurately predict the location and time of turbulence generation. Currently, the most popular method in the world is to calculate an index for each grid point of weather forecast, and assume that turbulence will occur if the index is large. However, turbulence is a fluid phenomenon, and it is considered that it cannot be captured by information of only one grid point. Therefore, the purpose of this research is to construct a prediction system that learns meteorological variables such as wind around turbulence occurrence points as images. With the support of this project, we compiled statistics on turbulence that occurred in Japan in the past based on reports by pilots (PIREP) (Miyamoto et al. 2023, J. Appl. Meteor. Clim. accepted). Furthermore, we clarified the seasonality of the background meteorological field that causes turbulence (Ito, Miyamoto, et al. in revision). From these studies, it was suggested that there is a characteristic background field when turbulence occurs, suggesting the possibility of prediction of the occurrence of turbulence from weather forecast data. Using past turbulence data (PIREP) and meteorological reanalysis data (MANAL), a meteorological data set around the occurrence point was prepared. One data set was created for one turbulence case, and it was prepared for the number of turbulence samples. Next, we constructed a deep learning model, performed training and verification using the prepared data, and as a result, succeeded in demonstrating the possibility of predicting with the same accuracy as existing indices.
Notes	
Genre	Research Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=2022000010-20220148

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

2022年度　学事振興資金（個人研究）研究成果実績報告書

2023年3月29日

研究代表者	所属	環境情報学部	職名	准教授	補助額	500 （特B）千円
	氏名	宮本 佳明	氏名（英語）	Yoshiaki Miyamoto		

研究課題（日本語）

画像学習を用いた日本空域における乱気流の予測システムの構築

研究課題（英訳）

Development of prediction system of aviation turbulence over Japan using a machine learning technique

１．研究成果実績の概要

乗員の怪我を伴う大型航空機事故の半数以上が乱気流によって生じている。一度乱気流に遭遇すると、怪我だけでなく、迂回などに伴う余分な燃料を消費するため、事前に乱気流の発生を予測することが求められる。しかしながら、これまでに各国の予報機関、研究者が様々な手法を用いて挑戦してきたが、乱気流の発生位置・時間を精度よく予測できるシステムは存在しない。現在世界で最も主流なのが、天気予報の格子点ごとに指標を計算し、その値が大きいと乱気流が生じるとした手法である。ただ、乱気流は流体現象であり、一つの格子点のみの情報では捉えきれないと考えられる。そこで本研究では、乱気流発生地点周囲の風などの気象変数を画像として学習した予測システムを構築することを目的とする。

これまでに本プロジェクトからご支援いただき、過去に日本域で発生した乱気流の統計をパイロットによるレポート（PIREP）を元にまとめた（Miyamoto et al. 2023, J. Appl. Meteor. Clim. accepted）。さらに乱気流が生じる背景の気象場の季節性を明らかにした（Ito, Miyamoto, et al. in revision）。これらの研究から、乱気流が発生する時には特徴的な背景場があることが示唆されたため、本研究では、背景の気象場を画像として捉えて、過去の乱気流事例から画像学習を行い、日々更新される天気予報データから乱気流の発生予測を行う。

過去の乱気流データ(PIREP)と気象再解析データ(MANAL)を用いて、発生地点周囲の気象データセットを整備した。一つの乱気流事例に対して一つデータセットを作成し、それが乱気流のサンプル数分だけ用意した。次に、深層学習モデルを構築し、用意したデータを用いて学習・検証を行い、その結果、既存の指標と同等の精度で予測ができる可能性を示すことに成功した。

２．研究成果実績の概要（英訳）

Aviation turbulence causes more than half of all major aviation accidents involving crew injuries. Once turbulence is encountered, extra fuel is consumed due to detours, etc., so it is necessary to predict the occurrence of turbulence in advance. However, although forecasting agencies and researchers in various countries have tried various methods, there is no system that can accurately predict the location and time of turbulence generation.

Currently, the most popular method in the world is to calculate an index for each grid point of weather forecast, and assume that turbulence will occur if the index is large. However, turbulence is a fluid phenomenon, and it is considered that it cannot be captured by information of only one grid point. Therefore, the purpose of this research is to construct a prediction system that learns meteorological variables such as wind around turbulence occurrence points as images.

With the support of this project, we compiled statistics on turbulence that occurred in Japan in the past based on reports by pilots (PIREP) (Miyamoto et al. 2023, J. Appl. Meteor. Clim. accepted). Furthermore, we clarified the seasonality of the background meteorological field that causes turbulence (Ito, Miyamoto, et al. in revision). From these studies, it was suggested that there is a characteristic background field when turbulence occurs, suggesting the possibility of prediction of the occurrence of turbulence from weather forecast data.

Using past turbulence data (PIREP) and meteorological reanalysis data (MANAL), a meteorological data set around the occurrence point was prepared. One data set was created for one turbulence case, and it was prepared for the number of turbulence samples. Next, we constructed a deep learning model, performed training and verification using the prepared data, and as a result, succeeded in demonstrating the possibility of predicting with the same accuracy as existing indices.

３．本研究課題に関する発表

発表者氏名 （著者・講演者）	発表課題名 （著書名・演題）	発表学術誌名 （著書発行所・講演学会）	学術誌発行年月 （著書発行年月・講演年月）
Miyamoto, Yoshiaki	Statistical analysis of Aviation Turbulence in middle – upper troposphere over Japan	Journal of Applied Meteorology and Climatology	in press