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

Title	各種乱気流指標を用いた深層学習による乱気流の予測システムの高度化
Sub Title	Development of turbulence prediction system based on deep learning using various turbulence indices
Author	宮本, 佳明(Miyamoto, Yoshiaki)
Publisher	福澤基金運営委員会
Publication year	2024
Jtitle	福澤諭吉記念慶應義塾学事振興基金事業報告集 (2023.)
JaLC DOI	
Abstract	本研究では、怪我を伴う航空機事故の主要因である乱気流に着目し、日本空域において、その予測を行うモデルの開発・発展を行うことを目的とした。乱気流は一度遭遇すると機体の姿勢維持などに余分な燃料を消費することからも、経済・環境面でも大きな課題になっている。この原因は、既存モデルによる乱気流の予測の精度が十分でないためである。現在でも、乱気流予測データは、主に各国の予報機関（日本では気象庁）から提供されているが、精度が十分でない点からモデルの基盤部分を見直す必要があると考えられる。そこで本研究では、新しい予測モデルを構築しその制度を向上するため、過去の乱気流発生地点・時間データから、気象再解析データ（日本空域現実的な）発生箇所の周囲の乱気流指標を、事例ごとに算出した。ここで、乱気流指標として、既存の乱気流予測でも用いられている風の鉛直シアー（Vertical Wind Shear）、水平方向の流体塊の変形（Deformation）、大気の静的安定度（Static Stability）などを用いた。これらを組み合わせれば、非常に多くの乱気流指標を算出することができる。次に季節ごとに分類して、指標ごとに平均をとると、乱気流の発生地点の周囲では、冬及び春・秋で鉛直シアーが大きい一方で、夏は小さく水平変形が大きい・静的安定度が小さいという特徴が見られた。この結果は、春から秋にかけては対流圏上層のジェット気流が原因で乱気流が生じることが多く、夏は雲に伴う事例が多いことが示唆される。現在、各種指標を画像化し、季節ごとに学習することで予測精度の向上を試みている。本研究の成果の一部は、米国気象学会の学術誌Journal of Applied Meteorology and Climatologyにて論文として発表すると共に、第24回航空、航続距離、および航空宇宙気象学に関する会議（24th Conference on Aviation, Range, and Aerospace Meteorology、オンライン）にて発表を行なった。 This study aims to focus on turbulence, a major factor in aviation accidents involving injuries, and to develop and improve models for predicting turbulence in the airspace of Japan. Turbulence becomes a significant challenge not only in terms of safety but also economically and environmentally, as encountering turbulence once requires additional fuel consumption for maintaining the aircraft's attitude. The inadequacy of existing models in predicting turbulence is attributed to this. Although data predicting turbulence is currently provided daily by various national forecasting agencies (such as the Japan Meteorological Agency), the insufficient accuracy suggests a need to reevaluate the foundational aspects of existing models. Therefore, in this study, past turbulence occurrence data, including location and time, were compiled to calculate turbulence indices around the occurrence points using meteorological reanalysis data (realistic for Japanese airspace) for each case. Vertical Wind Shear, Deformation of horizontal fluid masses, and Static Stability of the atmosphere, commonly used in existing turbulence forecasts from agencies like the Japan Meteorological Agency, were used as turbulence indices. By combining these, it's possible to calculate numerous turbulence indices. Next, classifying them by season and taking averages for each index, it was observed that in the vicinity of turbulence occurrence points, vertical wind shear was significant in winter and spring-autumn, while in summer, horizontal deformation was significant and static stability was low. This suggests that turbulence is often caused by upper tropospheric jet streams from spring to autumn, and in summer, cases associated with clouds are prevalent. Currently, we are attempting to improve prediction accuracy by visualizing various indices and training them seasonally. Some of the results of this study were published as a paper in the Journal of Applied Meteorology and Climatology by the American Meteorological Society and presented at the 24th Conference on Aviation, Range, and Aerospace Meteorology (held online).
Notes	申請種類：福澤基金研究補助
Genre	Research Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO12003001-20230001-0020

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.

2024年12月11日

2023年度　福澤基金研究補助研究成果実績報告書

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

研究課題（日本語）

各種乱気流指標を用いた深層学習による乱気流の予測システムの高度化

研究課題（英訳）

Development of turbulence prediction system based on deep learning using various turbulence indices

研究組織

氏　　名　Name	所属・学科・職名　Affiliation, department, and position
宮本佳明 （Yoshiaki Miyamoto）	環境情報学部・准教授

１．研究成果実績の概要

本研究では、怪我を伴う航空機事故の主要因である乱気流に着目し、日本空域において、その予測を行うモデルの開発・発展を行うことを目的とした。乱気流は一度遭遇すると機体の姿勢維持などに余分な燃料を消費することからも、経済・環境面でも大きな課題になっている。この原因は、既存モデルによる乱気流の予測の精度が十分でないためである。現在でも、乱気流予測データは、主に各国の予報機関（日本では気象庁）から提供されているが、精度が十分でない点からモデルの基盤部分を見直す必要があると考えられる。そこで本研究では、新しい予測モデルを構築しその制度を向上するため、過去の乱気流発生地点・時間データから、気象再解析データ（日本空域現実的な）発生箇所の周囲の乱気流指標を、事例ごとに算出した。ここで、乱気流指標として、既存の乱気流予測でも用いられている風の鉛直シアー（Vertical Wind Shear）、水平方向の流体塊の変形（Deformation）、大気の静的安定度（Static Stability）などを用いた。これらを組み合わせれば、非常に多くの乱気流指標を算出することができる。次に季節ごとに分類して、指標ごとに平均をとると、乱気流の発生地点の周囲では、冬及び春・秋で鉛直シアーが大きい一方で、夏は小さく水平変形が大きい・静的安定度が小さいという特徴が見られた。この結果は、春から秋にかけては対流圏上層のジェット気流が原因で乱気流が生じることが多く、夏は雲に伴う事例が多いことが示唆される。現在、各種指標を画像化し、季節ごとに学習することで予測精度の向上を試みている。本研究の成果の一部は、米国気象学会の学術誌Journal of Applied Meteorology and Climatologyにて論文として発表すると共に、第24回航空、航続距離、および航空宇宙気象学に関する会議（24th Conference on Aviation, Range, and Aerospace Meteorology、オンライン）にて発表を行なった。

２．研究成果実績の概要（英訳）

This study aims to focus on turbulence, a major factor in aviation accidents involving injuries, and to develop and improve models for predicting turbulence in the airspace of Japan. Turbulence becomes a significant challenge not only in terms of safety but also economically and environmentally, as encountering turbulence once requires additional fuel consumption for maintaining the aircraft's attitude. The inadequacy of existing models in predicting turbulence is attributed to this. Although data predicting turbulence is currently provided daily by various national forecasting agencies (such as the Japan Meteorological Agency), the insufficient accuracy suggests a need to reevaluate the foundational aspects of existing models.

Therefore, in this study, past turbulence occurrence data, including location and time, were compiled to calculate turbulence indices around the occurrence points using meteorological reanalysis data (realistic for Japanese airspace) for each case. Vertical Wind Shear, Deformation of horizontal fluid masses, and Static Stability of the atmosphere, commonly used in existing turbulence forecasts from agencies like the Japan Meteorological Agency, were used as turbulence indices. By combining these, it's possible to calculate numerous turbulence indices.

Next, classifying them by season and taking averages for each index, it was observed that in the vicinity of turbulence occurrence points, vertical wind shear was significant in winter and spring-autumn, while in summer, horizontal deformation was significant and static stability was low. This suggests that turbulence is often caused by upper tropospheric jet streams from spring to autumn, and in summer, cases associated with clouds are prevalent. Currently, we are attempting to improve prediction accuracy by visualizing various indices and training them seasonally.

Some of the results of this study were published as a paper in the Journal of Applied Meteorology and Climatology by the American Meteorological Society and presented at the 24th Conference on Aviation, Range, and Aerospace Meteorology (held online).

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）
Yoshiaki Miyamoto	Statistical Analysis of Aviation Turbulence in the Middle–Upper Troposphere over Japan	24th Conference on Aviation, Range, and Aerospace Meteorology	2024年1月
Yoshiaki Miyamoto	Statistical Analysis of Aviation Turbulence in the Middle–Upper Troposphere over Japan	Journal of Applied Meteorology and Climatology	2023年5月