

微細な地形により変形した流れが空港と飛行経路に及ぼす影響に関する数値シミュレーション

Numerical simulations of the effects of micro-topographically deformed flows on airports and flight paths.

代表者氏名 西 暁史
所属 防衛大学校

1. 研究目的

風の流れは山岳によって変形される。その変形された流れが、航空機の運航に悪影響をもたらすことがある。例えば、晴天乱気流、風向の急変は航空機の運航に悪影響を及ぼすことが知られている。これらの現象は、空域周辺の地形の影響によるものという空港の運用関係者の共通認識があるにもかかわらず、実際に調査されたことはなく、その実態や原因はよくわかっていない。

また、これらの現象は航空機の離陸前の予報が重要である。ただ、晴天乱気流や風向の急変は、微細な地形の影響下で発生する機会が多いため、これらの現象を数値シミュレーションで正確に再現するためには、高い時空間解像度の計算が必要になる。また、山岳風上側の風の流れも正確に再現する必要があるため、50 km 以上風上も含めた広範囲の領域が必要である。さらに、晴天乱気流やそれに伴う航空機の動揺は、非常に短い時間スケールで変化する現象であるため、数値シミュレーションの出力データ容量は非常に膨大となる。以上のことから、風向の急変や晴天乱気流を再現するためには、多数の格子点での数値シミュレーションを行い、かつ高頻度でデータを出力する必要があるため、大規模な計算資源が必要となる。

そこで、本プロジェクトは、Miyabi-C を用いて、領域気象モデル Weather Research and Forecasting (WRF) の通常モードおよび Large Eddy Simulation (LES) モードの双方を用いた高時空間解像度の数値実験を実施し、山岳を越える流れが空港に与える影響を明らかにする。研究の対象は、小松空港、富士山周辺などの航空路とする。

2. 研究成果の内容

(1) 小松空港の風向の急変事例

石川県中部に位置する小松空港では風が南寄りの強風に急変し、航空機の運航に大きな影響を与えるにもかかわらず、数値予報がうまくいかないことがある。2024 年度の学際共同利用では、小松空港の風向急変現象の一部がおろし風で発生することを示した。そこで 2025 年度の学際共同利用では、小松空港のおろし風の予測に重要な要素を明らかにするために、複数の地形解像度とモデル解像度を用いた実験を行った。その結果、モデル解像度や地形解像度の粗い数値モデルを使った場合は南風の発生の有無は予測できても、発生タ

イミングを正確に予測できないことが明らかになった。対象とする小松空港のおろし風事例では、少なくとも地形解像度とモデル解像度の双方が 1 km よりも細かい必要があることが分かった。

(2) 富士山起因の山岳波

富士山の山岳波は強い山岳波の原因となるため航空機事故の原因になりうる。英国国際航空 (BOAC) 911 便は、1966 年 3 月 5 日に晴天乱気流によって空中分解した。2024 年度の学際共同利用では、BOAC911 便事例の数値シミュレーションを行い、

BOAC911 便の事例では富士山の山岳波と中部山岳の山岳波の双方の影響により強い山岳波が発生したことを示した。2025 年度の学際共同利用では、地上気圧傾度、富士山頂の風速、ジェット気流の風速、下層の鉛直シアの大きさ、スコーラーパラメータの鉛直構造等の指標をもとに BOAC911

便と類似した大気プロファイルを持つ事例を対象とした高解像度 (水平解像度 200m) 数値シミュレーションを実施した。その結果、BOAC911 便事例と類似している事例でも同様に山岳波が発生していた (図 1a)。さらに、等温位面の転倒している領域やリチャードソン数が 0.25 を下回る領域が形成されており激しい気流の乱れが発生している可能性が高いことが分かった (図 1b)。

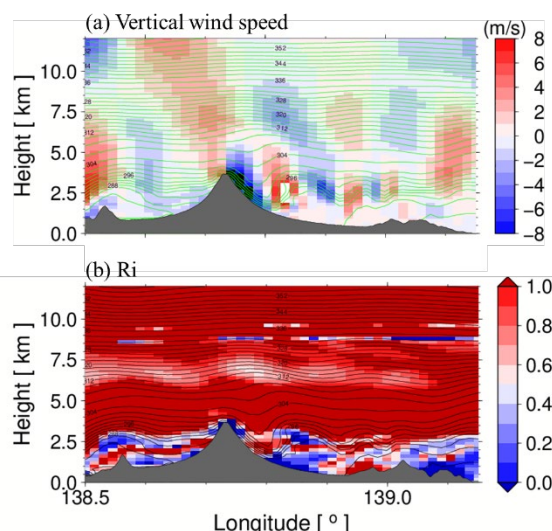


図 1 WRF で再現された BOAC911 類似事例における富士山周辺の (a)鉛直風速と (b)リチャードソン数

3. 学際共同利用プログラムが果たした役割と意義

本研究で実施した数値実験は 1 回で大きな計算量を有するだけでなく、複数の設定を用いた実験を行う必要があった。そのため、防衛大学校地球海洋学科が保有する計算環境では到底実現ができないものであり、学際共同利用の枠組みで Miyabi-C を利用できたことにより実現できたものである。

4. 今後の展望

富士山や小松空港の事例ではさらに多くの事例の数値シミュレーションを実施し、その計算結果を入力結果とし変現象の簡単な予報則の作成を試みる。また、2026 年度冬に茨城空港でドップラーライダー観測を実施し、本研究プロジェクトの計算結果が適切であったかを検討する。

5. 成果発表

(1) 学術論文

なし

(2) 学会発表

川畑 勇侍, 西 暁史, 石川県小松市の山越え気流に伴う風の急変に関する研究,
日本気象学会 2025 年度春季大会, 横浜, 2025/5/16.

西 暁史, 川畑 勇侍, 北陸・新潟地方の極端高温に対するフェーンの影響, 2025
年日本地理会秋季大会, 弘前, 2025/9/20

西 暁史, 川畑 勇侍, 小松空港における風向急変事例の解析と予測精度向上に向
けた検討, 日本気象学会 2025 年度秋季大会, 福岡, 2025/11/4

(3) その他

なし

使用計算機	使用計算機に○	配分リソース※		
		当初配分	移行*	一般利用による追加
Pegasus				
Miyabi-G				
Miyabi-C	○	6600		
※配分リソースについてはノード時間積をご記入ください。 *バジェット移行を行った場合、「+2000」「-1000」のように記入				