

高解像度数値気象予測モデルを用いた孤立峰による晴天乱気流と風速風向の急変動の数値シミュレーション

Numerical simulations of clear air turbulence and rapid changes in wind speed and direction due to an isolated mountain using a high-resolution numerical weather prediction model

西 暁史
防衛大学校

1. 研究目的

風の流れは地形によって変形され、その変形された流れが人間生活に悪影響をもたらすことがある。その中でも山岳を原因とする晴天乱気流は航空機の運航に悪影響を及ぼすことが知られている。また、風の乱れ（風向・風速の急変動）が航空機の運航に影響を与えている場合もある。晴天乱気流や風の乱れは目に見えないため、直接観測を観測することは非常に難しく、かつ目視できないため、航空機の離陸前の予報が重要である。そのため、近年では、数値シミュレーションを用いた研究が行われてきた。ただ、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、空間高解像度の計算が必要になる。そこで、本プロジェクトは、Wisteria/BDEC-01 のシミュレーションノード群 Odyssey (WisteriaO) を用いて、領域気象モデル Weather Research and Forecasting (WRF)を用いた高時空間解像度の数値実験を実施し、特に孤立峰を対象として晴天乱気流や風向・風速の急変動現象の実態を明らかにする。

2. 研究成果の内容

(1) 英国国際航空 (BOAC) 911 便事故事例の再現実験

BOAC911 便は、1966 年 3 月 5 日に晴天乱気流によって空中分解した。この事例の数値シミュレーションを実施した。その結果、富士山で発生する山岳波により、晴天乱気流が発生した

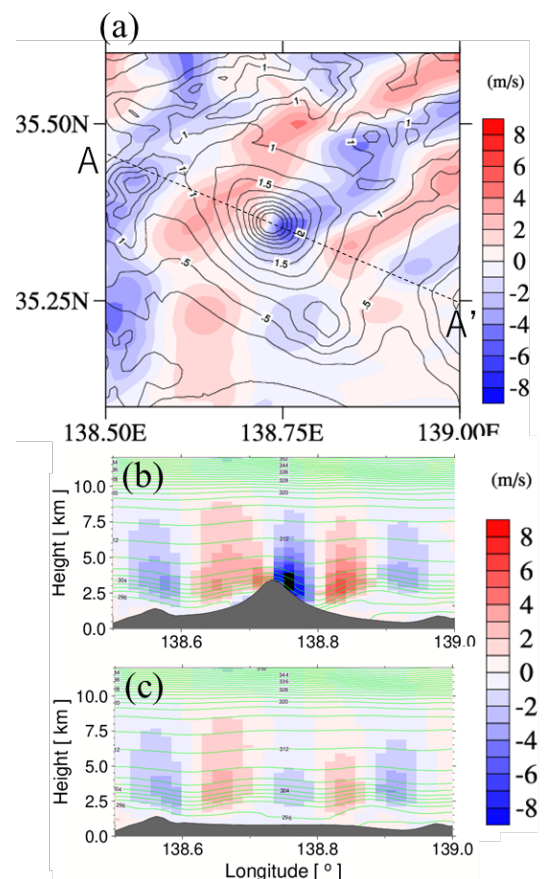


図 1 (a) 事故発生時刻直近の高度 4.5 km における鉛直風速 (コンターは標高、点線は b の断面の位置), (b) 富士山を通る断面における鉛直風速 (色), 地形 (灰色) と温位 (緑線), (c) 富士山除去実験の b と同様の断面における鉛直風速 (色), 地形 (灰色) と温位 (緑線)。

(図 1a,b). この結果は、既存の研究の結果とよく一致する. 一方で、富士山を除去した数値実験の結果から、富士山だけでなく、風上に存在する山岳の山岳波が富士山の山岳波に干渉し強化された可能性があることも示唆された (図 1c).

(2) 筑波山周辺の風向急変現象の解明

茨城空港は関東平野東部、筑波山の東側に位置する空港であり、冬型の気圧配置でかつ強風時に風向の急変が起こることが知られてきた. しかしながらその原因は分かっていない. そこで典型事例に対する高解像度数値シミュレーションを実施した. その結果、ほとんどの事例で日光山地の山岳風下で、山岳波の碎波を原因としたハイドロリックジャンプが発生し、それに伴い山岳風下の高度約 2 km 以下で弱風域が発生していた. この弱風域の位置とその時間変化により、茨城空港の風向が大きく変わることが明らかになった. また、筑波山の風下域で局所的な弱風域や、筑波山の凹凸に対応した風速の強弱ができることが分かった. これらの弱風域や風の強弱は、筑波山の後流に伴うものであることが示唆された (図 2).

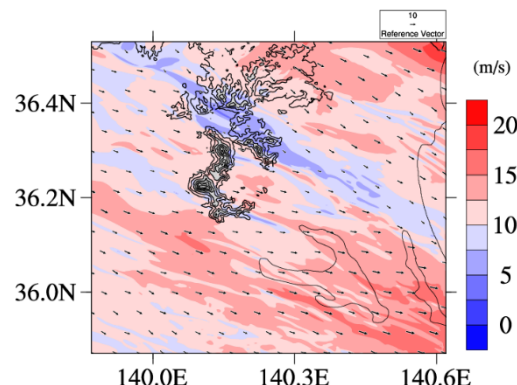


図 2 筑波山周辺の高解像度シミュレーションの結果 (色: 風速、コンター: 100m ごとの等高線、ベクトル, 風ベクトル)

(3) 小松空港の風の急変現象の解明

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場合がある. 風向が急に南風になる原因を明らかにするため、WRFを用いた高解像度数値シミュレーションを行った. その結果から、小松空港の風の急変は、脊梁山脈のおろし風、混合層の発達に伴う風速の増加、寒気の吹き出しに伴う対流雲の影響で発生したことが分かった.

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一回の計算に対して大きな計算量を有するだけでなく、複数事例の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実現ができないものであり、学際共同利用の枠組みで Wisteria-O 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

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た各地域の晴天乱気流および風向の急変現象の簡単な予報則の作成を試みる. また、これらの現象の数値予報における精度の向上を試みる.

5. 成果発表

(1) 学術論文

なし

(2) 学会発表

出水里奈、西暁史 2024, 冬季時における百里飛行場の強風の風向と地形の関係性, 気象学会 2024 年秋季大会, 2024 年 11 月 15 日, つくば国際会議場
川畑勇侍、西暁史 2025, 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, 気象学会 2025 年春季大会, 2025 年 5 月 15 日, 慶応義塾大学日吉キャンパス

(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*	追加配分
Cygnus				
Pegasus				
Wisteria/BDEC-01	○	40000		+6000
	※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			