

航空機用の天気予報が外れやすい時・場所・原因の考察

慶應義塾大学大学院 政策メディア研究科修士課程 1 年

82125327 平山 拓明

1. 研究背景・目的

地球温暖化は世界的に喫緊の課題である。日本政府は温室効果ガスを 2013 年比で 46%削減することを目標としている。そのため、経済発展の中でいかに温室効果ガスを削減できるかが課題となる。その中、全世界で排出している CO₂ のうち 2%は航空産業である。現在航空分野の需要は急激な増加をしており、そのため 2050 年には CO₂ 排出量が現在の 5 倍に達すると予測されている。温室効果ガスの排出削減するための具体的な策として燃料消費の少ない飛行経路を設定することである。

航空機にとって、飛行中の風の予測は余分な燃料消費を抑える為にも重要である。そのため出発前に、気象予報データをもとに飛行開始の 3~4 時間前に飛行計画を作成する。しかし、飛行計画はあくまで予測であり、実際の飛行中の値とは異なることから、特に長時間のフライトでは余分な燃料を消費してしまう [1] [2]。

航空機にとって重要な風の予測精度の向上に貢献するためには、まずどこで、どの程度風速の予測に誤差があるのかを知る必要がある。そこで本研究では、羽田-ロスアンゼルス便の風向・風速に着目して、風の予測値と実際に航空機が観測した値の比較を行うことで、予測が外れやすい場所と特徴を明らかにする。

2. 解析手法

本研究では、以下の 2 つのデータ A、B を使用し、2 つの検証 1、2 をおこなった。両データとも 2017 年 9 月 5 日から 2018 年 8 月 25 日までの 5 日おきのデータである。便数は 56 便、サンプル数は合計 1,102,610 である。

データ A.)航空会社が飛行計画作成時に巡航高度の航路上の風向・風速を予測した予報データ

データ B.)航空機が巡航高度を飛行した際に観測した風向・風速

手法 1.)両データの東西風・南北風・合成風で 20 m/s 以上の誤差がある区間を抽出

手法 2.)データ A を B の各地点に線形内挿して、予測値と実測値の RMSE を計算

3. 結果

図 1 に予測誤差が ±20 m/s 以上外れた時の航路図を示す。図から、予測が大きく外れた区間は、日本とアメリカ付近ではなく、太平洋上の東経 180 度より東側に多く分布していることがわかる。

また、図2に全データから飛行時間経過と予測値と実測値のRMSEの変化を示す。解析前は、飛行時間経過につれてRMSEが上昇すると仮説を立てていたが、離陸後6時間をピークにRMSEが上昇し、その後減少していることがわかった。特に東西風よりも南北風のRMSEが高い。図には示していないが、この区間では東西風の値が大きくジェット気流の存在が示唆される。

図3に全データから飛行時間経過と実測値から予測値を引いた風速誤差の変化を表した箱ひげ図を示す。上段右図にある南北風が特に誤差が激しく、離陸後6時間が誤差のピークを示している。また、誤差がマイナスの値が多いことから、実測値よりも予測値が風速を速く予測してしまっていることがわかった。図2と同様に南北風の誤差が大きいことから、以上の点から、ジェット気流の南北蛇行に関係して誤差が大きくなることが示唆される。

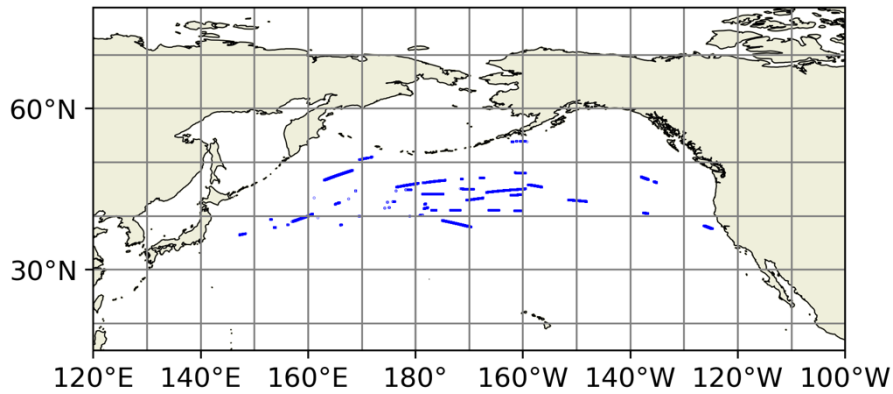


図1: 予報誤差が±20m/s以上外れた時の航路図

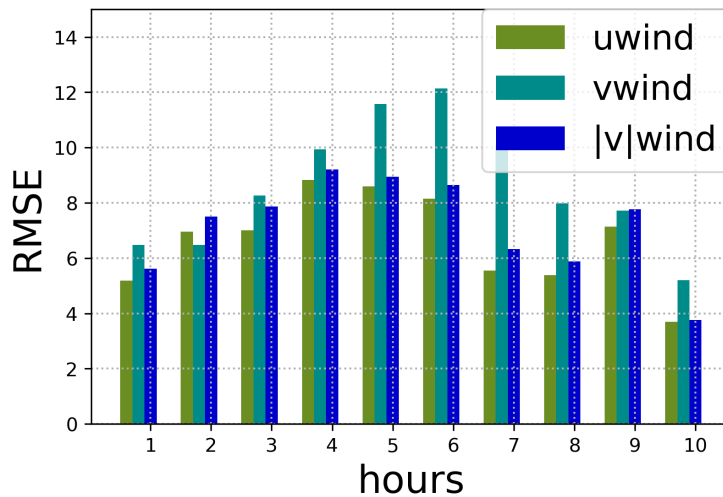


図2: 離陸後経過時間とRMSE値の変化

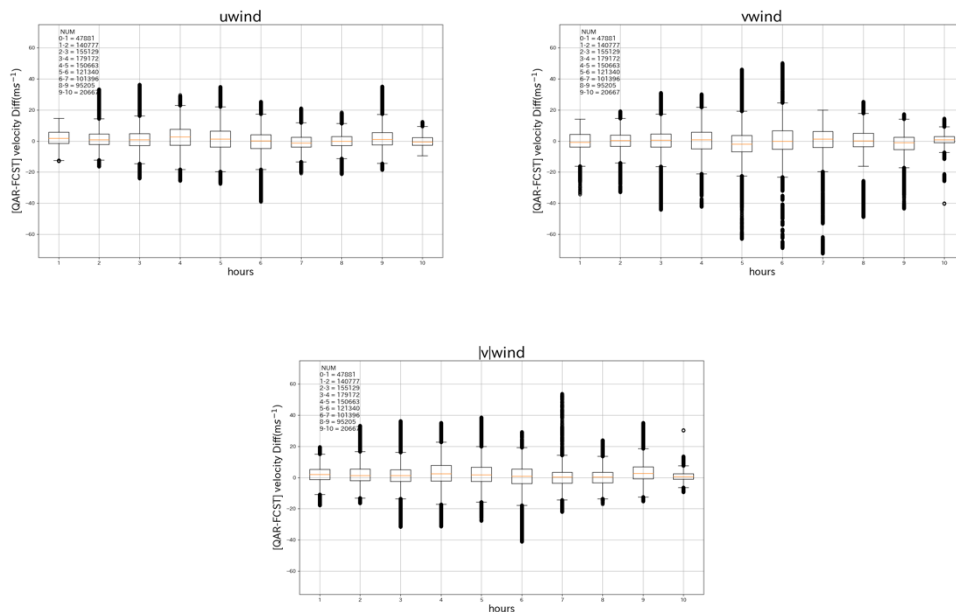


図 3：各成分の風毎の離陸後経過時間と実測値—予測値の誤差を表した箱ひげ図
上段左が東西風、上段右が南北風、下段が合成風

4. まとめ

本研究の結果、航空会社が予測する羽田-ロスアンゼルス便間の太平洋上の風予測は、予測時間の経過によって精度が低下しているのではなく、南北風成分の予測ができていないことから、太平洋上の予測精度が低下していることが示された。

今後は研究結果に関連性の高い太平洋上のジェット気流の蛇行について、再解析データ ERA5 を用いて予測が外れた付近の環境場を検証していく。

本研究の結果は 2022 年度春季日本気象学会にて発表予定である。今後は、予測誤差が発生した地域の環境場を確認し、予測誤差が生じる風の環境場の特徴を表す必要がある。

[1] ビクラマシンハナヴィンダ, 平林博子, マークブラウン, “DARP 運用における気象予測誤差の影響に関する検討,” 2018 年(第 18 回)研究発表会講演概要, 2018

[2] 松本紋子, 宮本佳明, 岡本幸三, 石井昌憲, “衛星搭載ドップラー風ライダーデータの同化による航空路の風の予測への影響,” 第 37 回レーザーセンシングシンポジウム講演予稿集, 2019