

卒業論文要旨

実運用の燃料削減のため；めのフライトプランデータの解析

Analysis of flight plan data for operational fuel reduction

システム工学群

機械システム制御研究室 1240152 真鍋 翔暉

1. はじめに

昨今の航空業界では航空会社や自然環境にとって CO₂の排出量を減らすことは重要な課題となっている。2022 年には航空法が一部改正され脱炭素化に向けて社会全体の潮流に航空会社も乗りつつある。これに対し、SAF やエンジンの改良等の試みが為されているが、適切な飛行計画の元で航空機を運用することで、より効率的な航空機の運用が可能である。

航空機は重量が軽いほど、飛行効率は良くなり、燃費は向上する。貨客重量等は航空会社側では変えられないが、搭載する燃料に余分があれば、必要以上の燃料を取り除き機体重量を軽くし、より機体の燃料消費効率の向上が見込める。

航空機の搭載燃料には実際の飛行に使用する燃料に加えて、法律によって定められた法定予備燃料と、急遽飛行経路を変更した際等に用いるための航空会社が定めた予備燃料を搭載している。

このことから本研究では、現行のフライトプランを燃料効率に着目し、常時搭載する燃料の余分な量を導き出すことで、搭載する必要のない燃料がどの程度あるかを明かすことを目的とする。

また、飛行経路と高度についても、飛行予定ルートとそれに伴う燃料消費量を考慮し、飛行軌道についてもより燃料消費効率向上のための軌道を考える。

本研究では、2022 年 6 月 8 日と 2022 年 6 月 9 日、新千歳発羽田行き、機種は A359 に着目する。

2. 研究手順

OFP での実飛行燃料が適切か調べる。該当便の OFP を抽出し、飛行経路と高度遷移、燃料消費量を算出することで軌道プロットし、軌道別に燃料消費量がどの程度計算されてい

るか調べる。実飛行データより算出した軌道、燃料消費量と比較し、見積もりと実飛行の差を求める。この際、軌道経路の差より軌道の変化が燃料消費量に与えた影響度合いについても考察する。

OFP に示されている目的空港に到着した時の燃料から法定予備燃料を差し引き、航空会社側で決められた予備燃料 (Company Fuel) はどの程度あるかを調べる。

3. Operational Flight Plan

本研究で用いる重要なデータ2つのうちの一つである OFP (Operational Flight Plan) について説明する。航空会社が飛行計画作成システムによって作成する OFP により搭載燃料は決められる。OFP より得られた飛行経路は 3 パターンあり、その経路と経路別の高度遷移を以下の図 3.1~3.4 に示す。

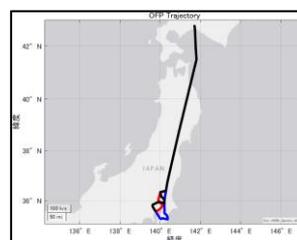


Fig 3.1 OFP flight route

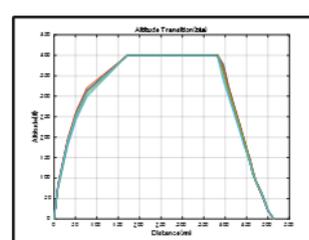


Fig 3.2 Altitude (blue)

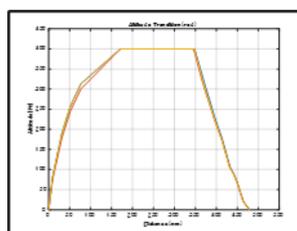


Fig3.3 Altitude (red) (Left side)

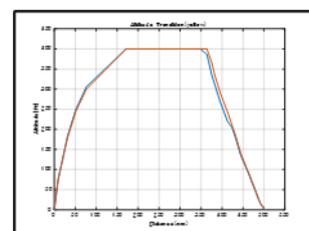


Fig3.4 Altitude (yellow) (Right side)

この経路で計算されていた消費燃料の計画についてのグラフを以下の図 3.5 に示す。

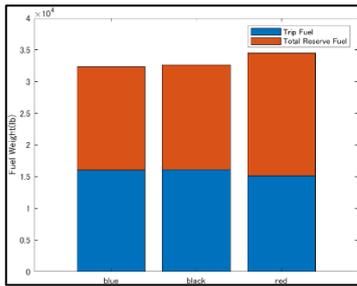


Fig 3.5 Fuel consumption planning

4. CARATS オープンデータ

2つ目の重要なデータ Carats Open Data について説明する。Carats Open Data とは、2015 年から国土交通省より提供が開始された実運航データから作成された航跡データのことであり、データの記録時刻と位置座標、高度情報が記載されている。本研究では、機体の性能モデルとして EUROCONTROL(The European Organization for the Safety of Air Navigation)が提供している BADA(Base of Aircraft Data)モデルを用いる。この BADA モデルでは燃料流量等のパラメータが記録されており、このモデルを参照することで航跡データから燃料消費をしたのか計算することができる。

比較のため CARATS オープンデータでの経路と高度遷移について、Fig4.1~4.4 に、CARATS オープンデータから計算した燃料消費量を表 4.5~4.7 に示す。

Fig4.1 と Fig4.2, は 6/8

Fig4.3 と Fig4.4 は 6/9 のデータ

Fig4.5 は OFP と CARATS オープンデータとの比較した図

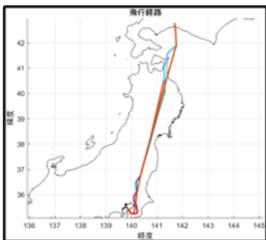


Fig 4.1 Actual Trajectory

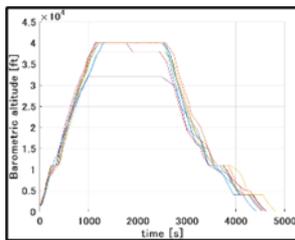


Fig 4.2 Altitude Transition

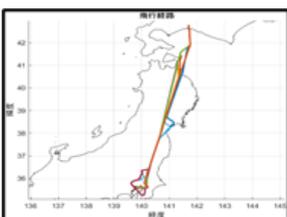


Fig 4.3 Actual Trajectory

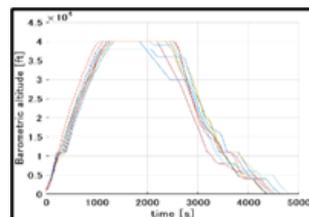


Fig 4.4 Altitude Transition

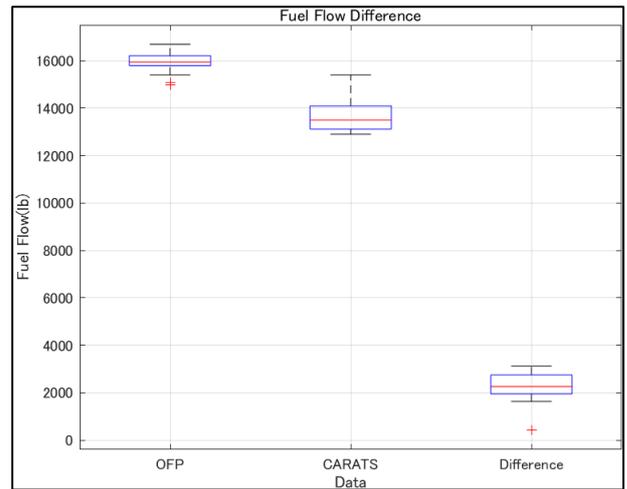


Fig4.5 Fuel Flow Difference

5. 総括

OFP と実飛行の飛行に用いる燃料消費量を比較した結果、その差はそれぞれ青色 1850lb, 赤色 1861lb, 黄色 2132lb だった。さらに、燃料消費量の差を取ると、図 4.5 の様なデータが得られたが、その差は全便で正の値となった。実飛行より消費燃料は多く試算されている。上記の量から平均して 2000lb ほど多く見積もっていることが分かった。これは実際に使用する燃料の約 13%に相当する。この燃料は飛行計画に対する変動要素を考慮した燃料 (Contingency Fuel) の中に入っておらず、実運航及び法律上も搭載する必要のない燃料である。

また、OFP と CARATS オープンデータの燃料消費量を見ると、黄色の飛行軌道が最も余分に燃料を積んでいることがわかった。これは実際に建てられた計画航路通りに飛んでいる機体はなく、飛行計画経路よりも直線よりも空港へアプローチしていることが要因であると考えられる。つまり飛行計画経路よりも実飛行経路の方が短いため燃料消費を抑えたと考える。このルートで空港へ侵入する飛行計画を立てる場合、この侵入で消費燃料を計算せず、これまでに同様の便が通ってきた飛行ルートで燃料消費計算し、事前計画も実機に近い様に修正すれば搭載燃料を削減できると考える。

6. 参考文献

- (1) Carats open data (参照日: 2022 年 6 月 8 日, 9 日)
- (2) Operational flight plan (参照日: 2022 年 6 月 8 日, 9 日)
- (3) EUROCONTROL (参照日: 2024 年 12 月 15 日)

<https://www.eurocontrol.int/model/bada>