

研究紹介 [5]

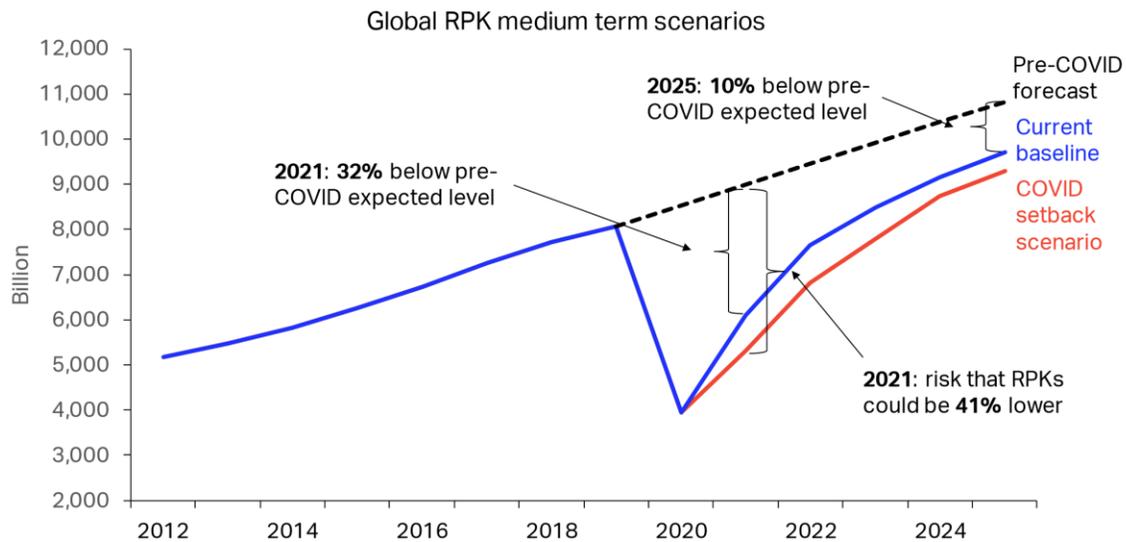
# CARATSオープンデータを用いた経路分散分析

アンドレエバ森アドリアナ（宇宙航空研究開発機構）

## 概要： Covid-19の影響

- Covid-19で交通量が大幅減少した
- 長期目で交通量が増加する予測
- 交通量増加のため、ハブ空港や周辺空域での混雑

## Return to growth post-COVID but at a lower level Global RPKs forecast to be 32%-41% below expected levels in 2021



Source: IATA/Tourism Economics, Air Passenger Forecasts, April 2020

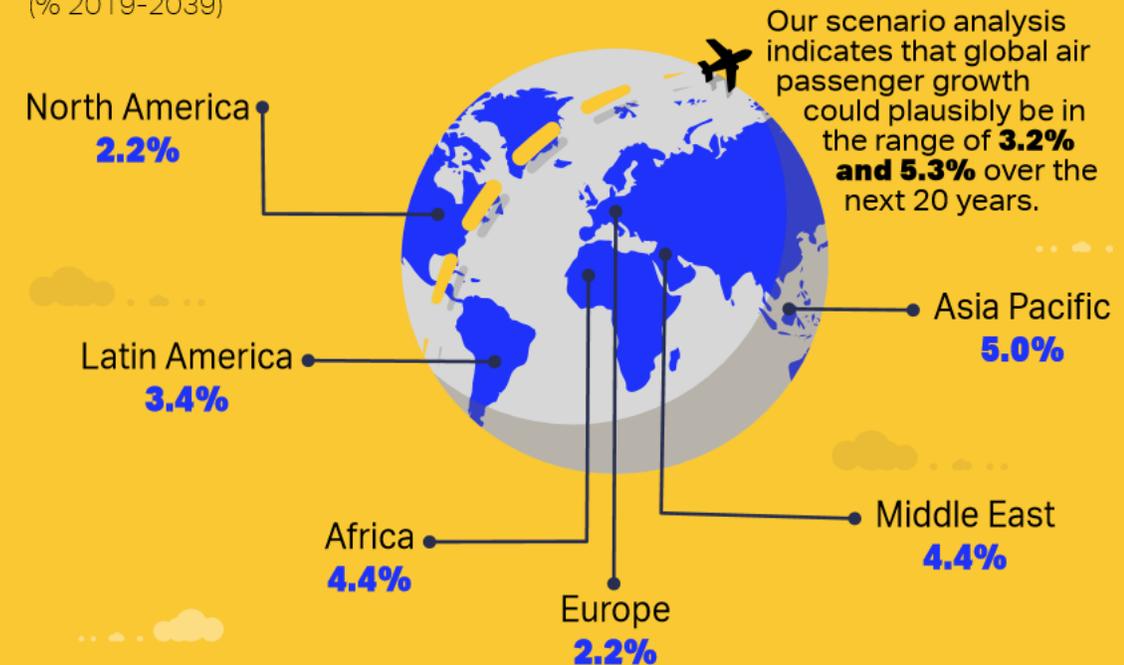


## COVID-19 HAS A **PROFOUND IMPACT** ON OUR FORECAST PROFILE IN THE NEAR-TERM WITH A SHARP FALL IN 2020 AND **STRONG RECOVERY** IN 2021 AND 2022.

There remains considerable uncertainty surrounding the near-term impact of the pandemic on air travel demand.

## Growth and change in passenger journeys by region

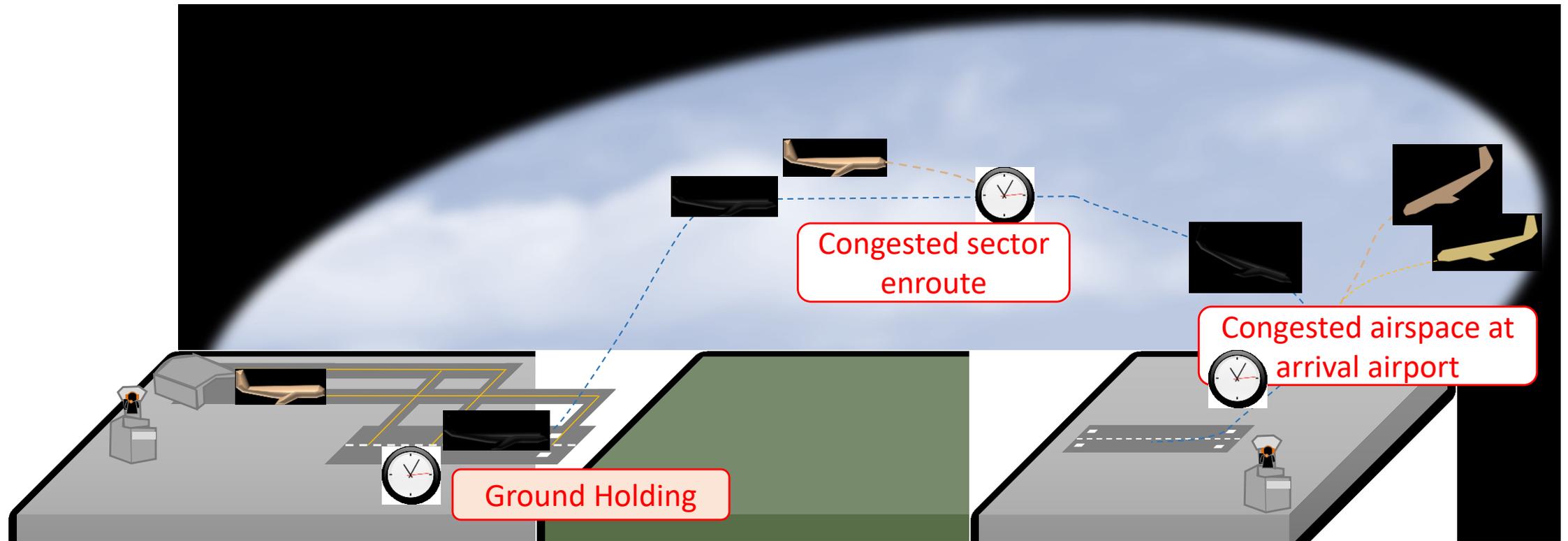
(% 2019-2039)



Source: IATA/Tourism Economics  
Air Passenger Forecasts, May 2020

<https://www.iata.org/contentassets/e938e150c0f547449c1093239597cc18/pax-forecast-infographic-2020-final.pdf>

# 航空交通管理



- 出発制御 (Ground Holding)
  - 出発前の調整
  - 既に多くの航空交通管理センターによって導入されている
- 時間管理運航の実現が必要 (メータリング)
  - 各便に対し、通過地点 (FIX) と通過時刻の指示 (メータリング) が管制から行われる

# 福岡FIRでのメータリング



- 日本の空域である福岡Flight Information Region (FIR) 内には、メータリングに近い施策が2020年度に運用再開される
- Calculated Fix Departure Time制御 (CFDT制御) : ある特定のウェイポイント (CFDT FIX) の通過時刻を指示することにより遅延させる運航方式
- 初期運用では、CFDT対象便は海外空港出発便
- 同じコンセプトで国内空港出発便のエンルート制御が可能
- 一つのCFDT FIXを使った交通流制御となるため、単一地点のメータリングだと言える\*

# 国内便のメータリング対象ルートへの分析

- メータリングの主な目的はターミナル空域の混雑を緩和する→東京国際空港（羽田空港）の到着便
- メータリングFIXの通過時刻の指示は管制から行われるので、地上管制システムのFIX通過時刻の精度が大事
- エンルートフェースのみ
  - 上昇と降下の飛行プロファイルとそれぞれの飛行時間が風等による正確に予測できない  
→メータリングFIXの通過時刻指示がエンルート開始地点の後になる
  - メータリングFIXが降下開始前だと仮定すると、制御可能な区間がエンルートのみとなる
- **課題：国内便を対象したメータリングは有効か？**
  - **エンルート時間、開始・終了ポイントは？**
  - **制御によって効果が異なるか？**

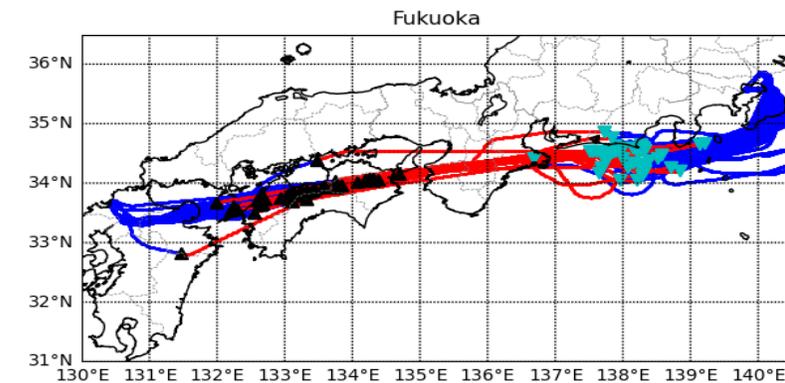
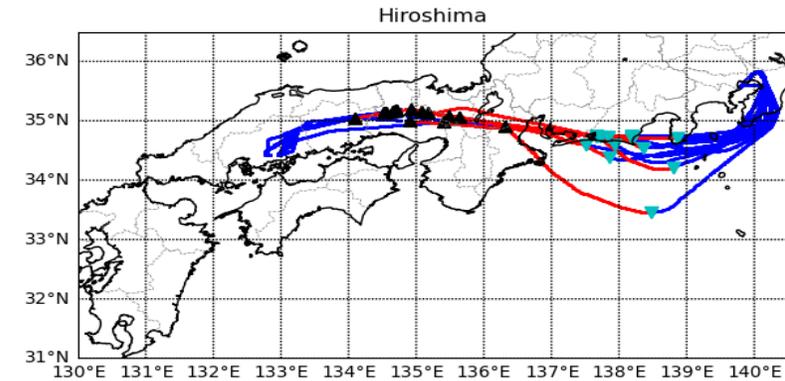
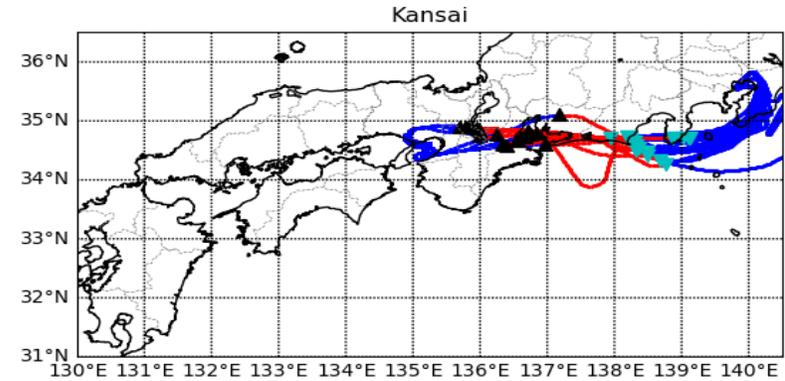
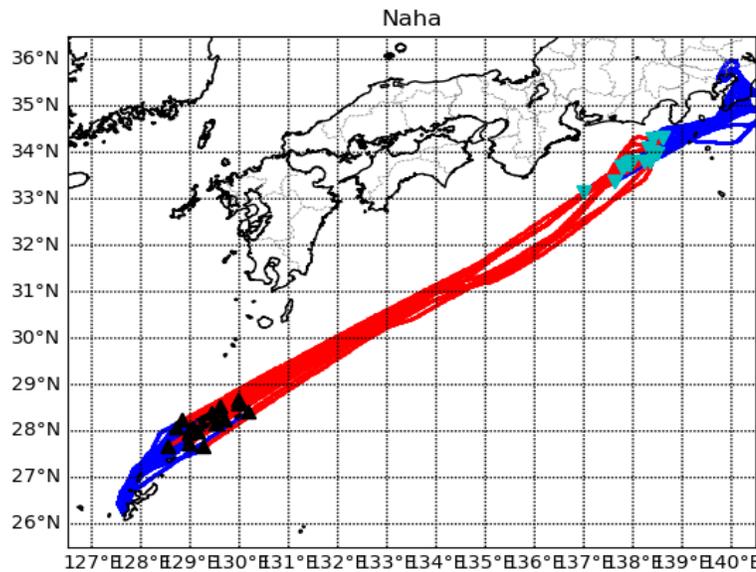
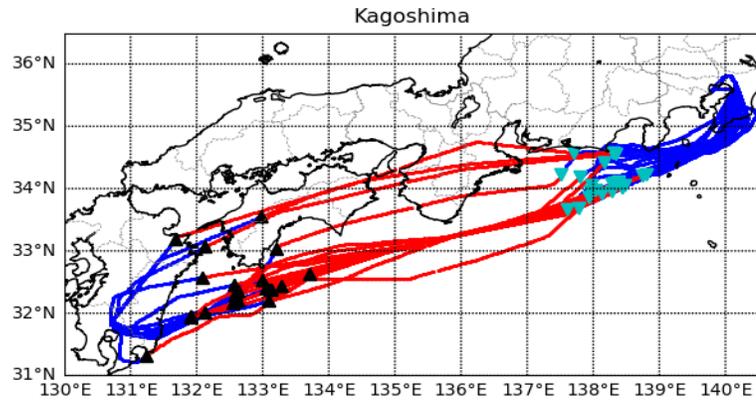
縦方向の経路分散の分析

エンルート時間、開始・終了ポイントは？

# CARATSオープン データを用いた エンルート フェースの分析

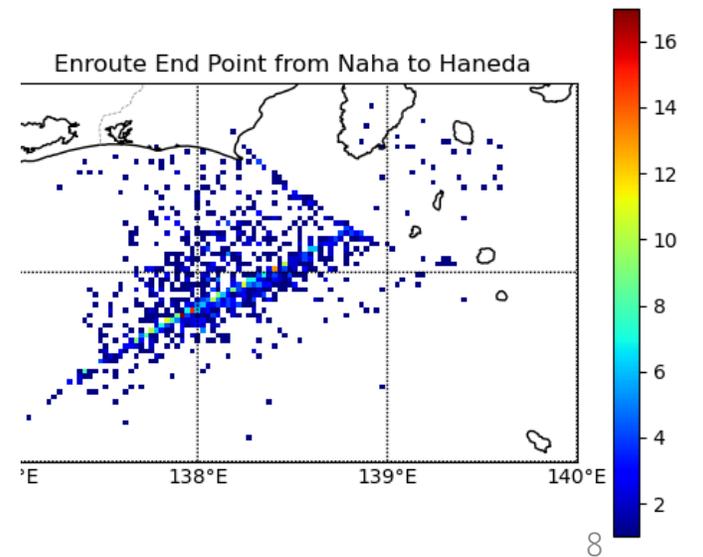
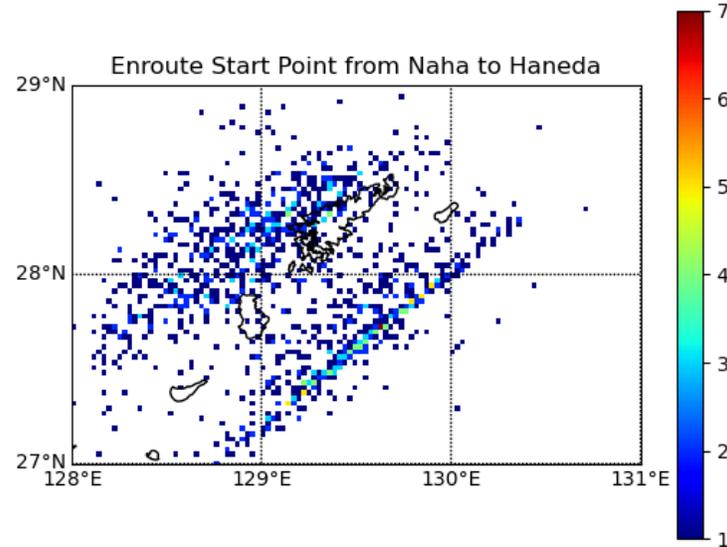
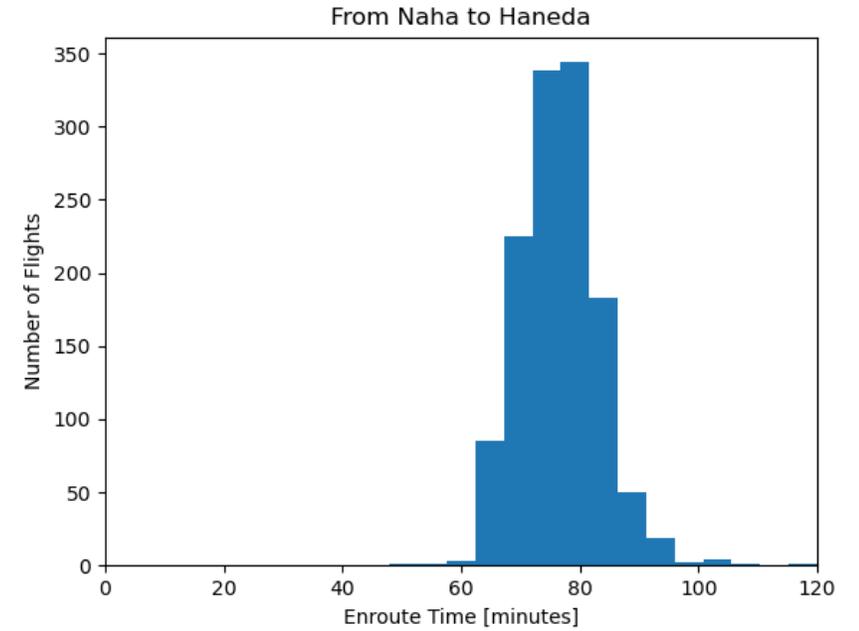
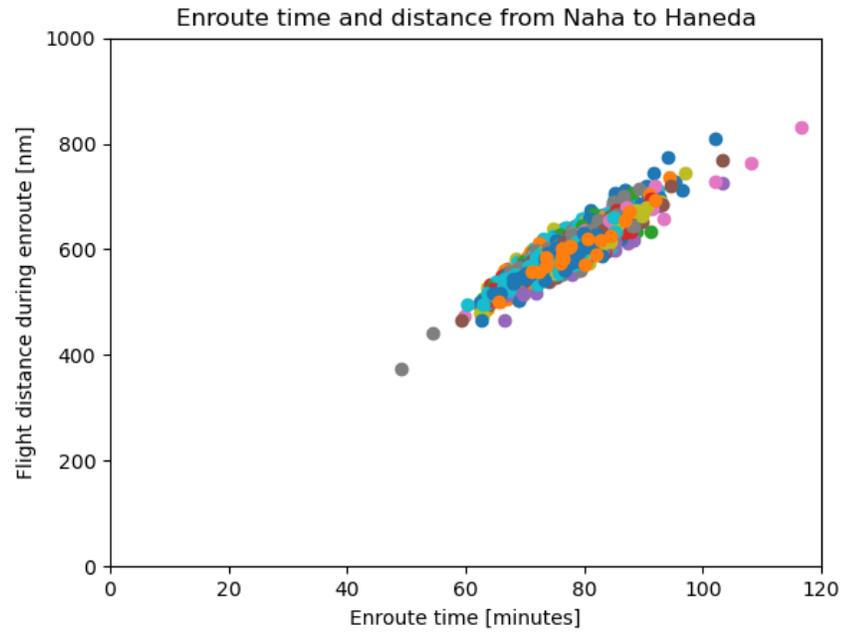
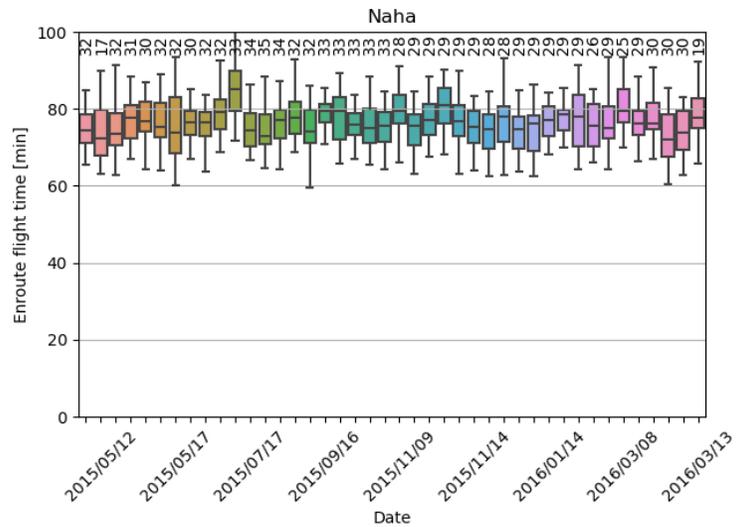
那覇、鹿児島、福岡、  
広島、関西空港発

例：2015年5月12日



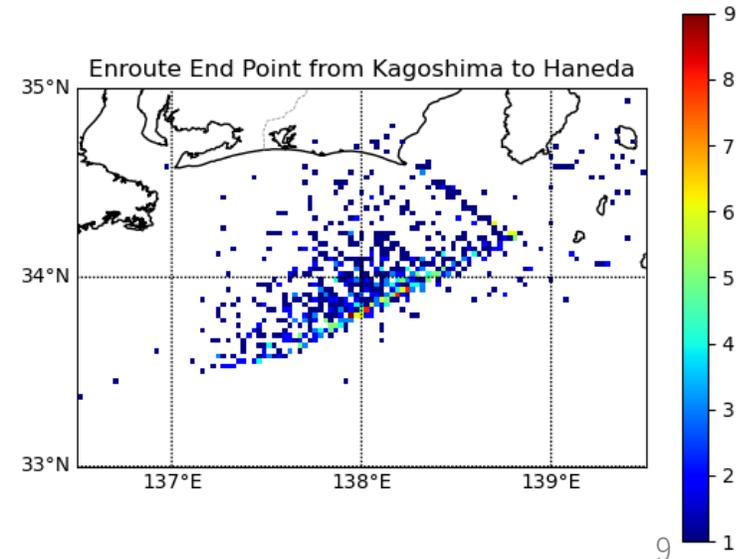
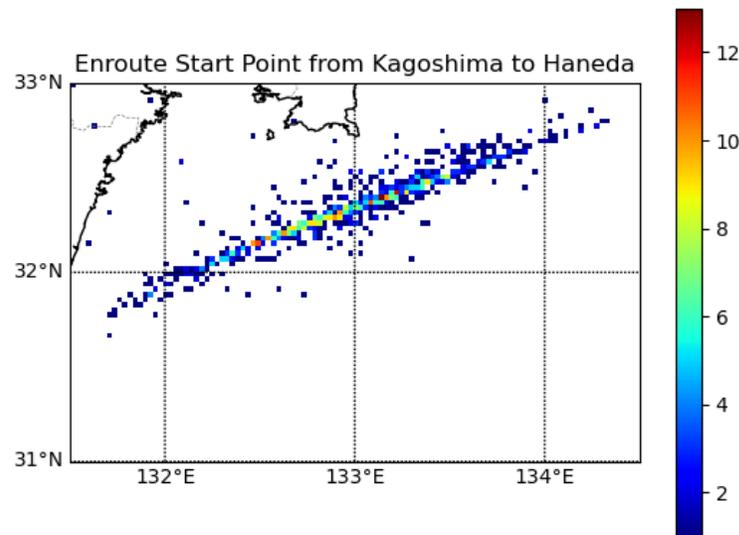
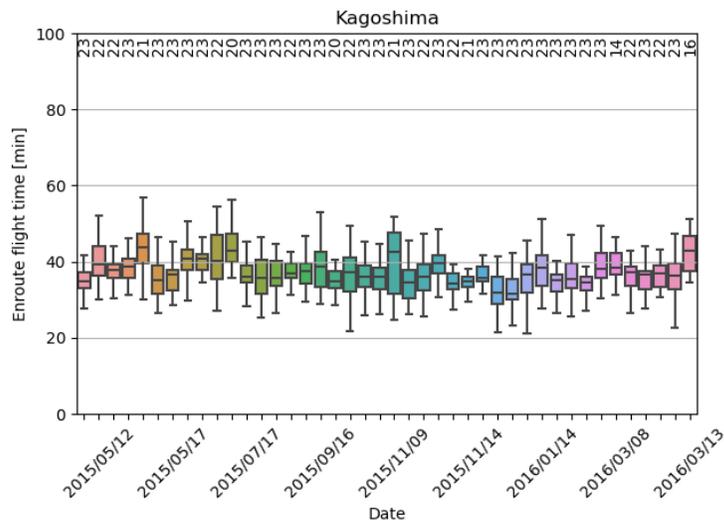
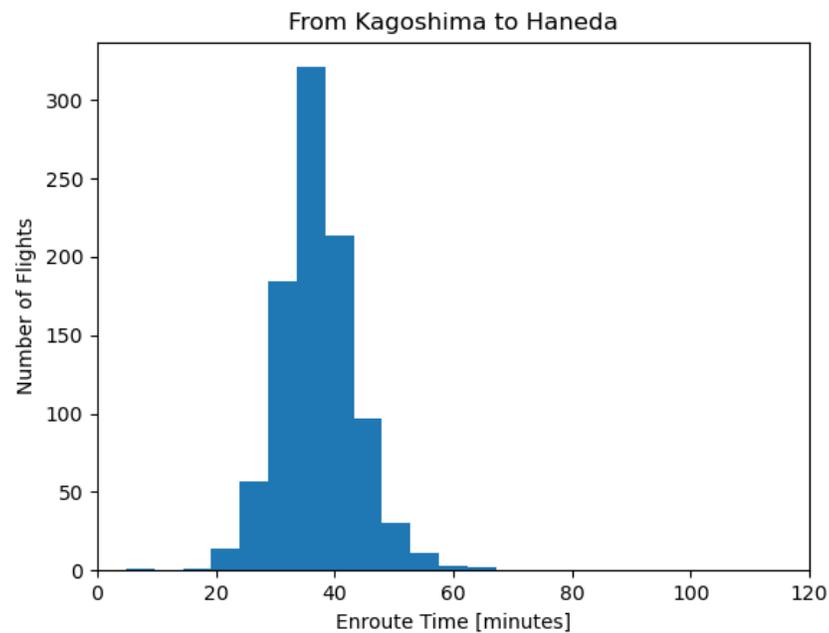
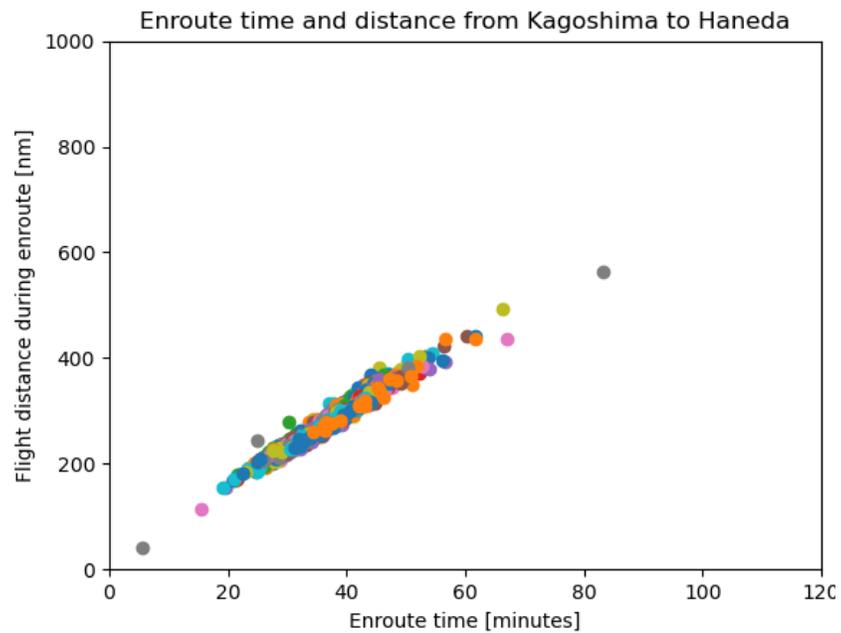
# 2015年度 エンルート 開始・終了地点

## 那覇発



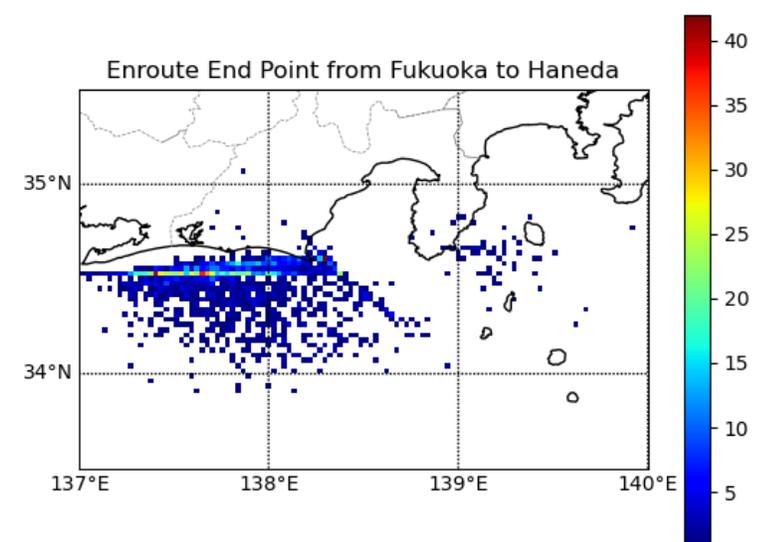
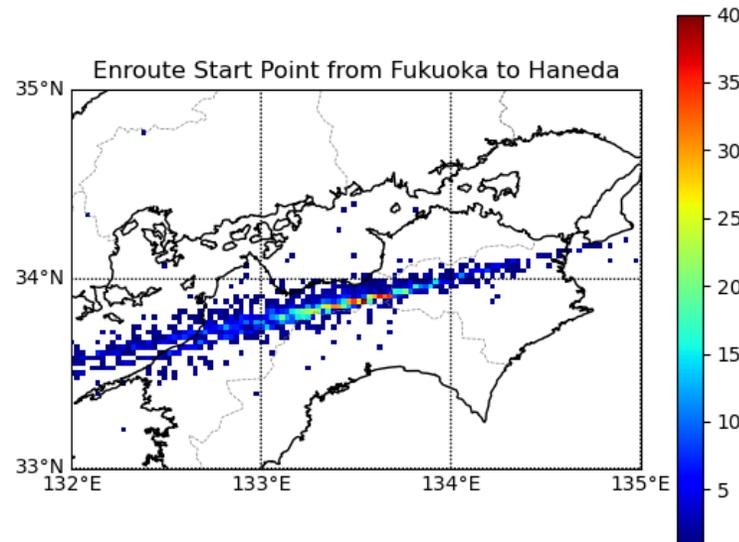
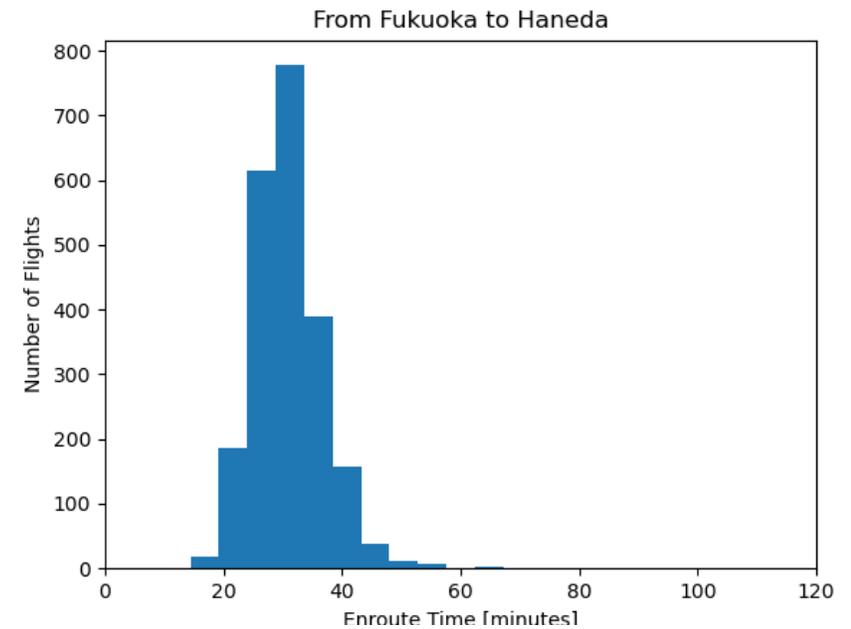
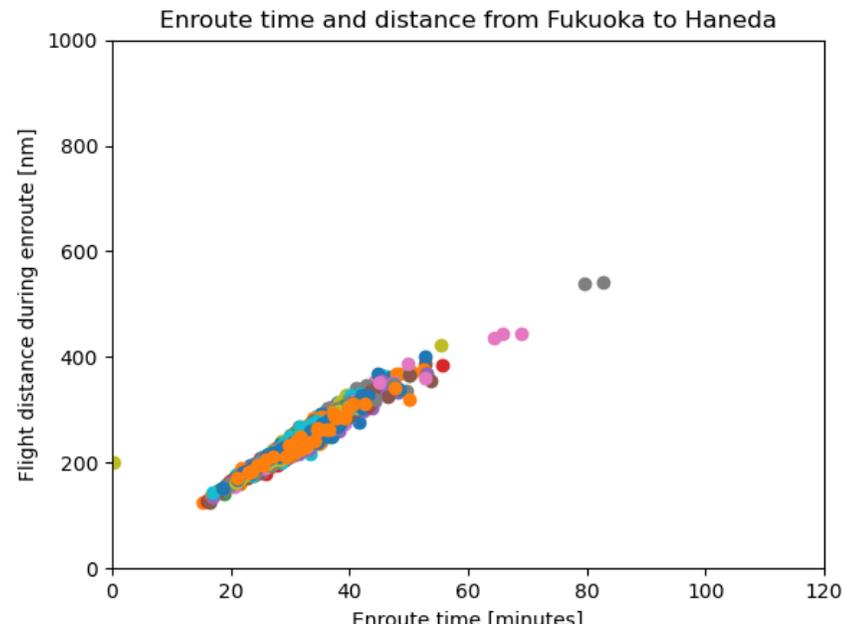
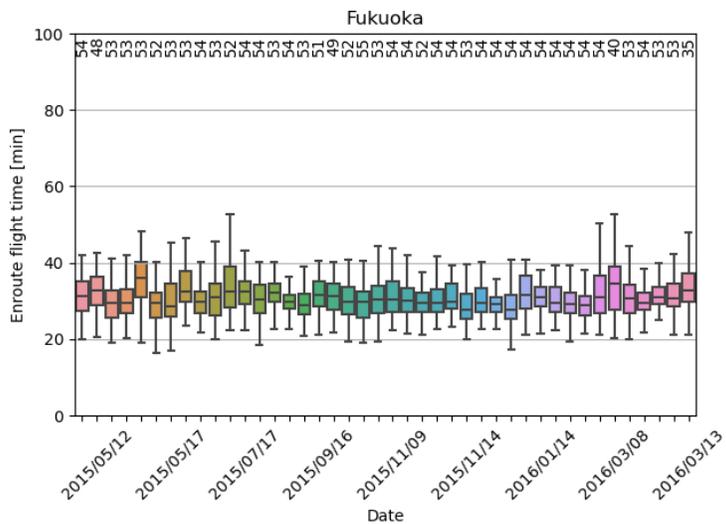
# 2015年度 エンルート 開始・終了地点

## 鹿児島発



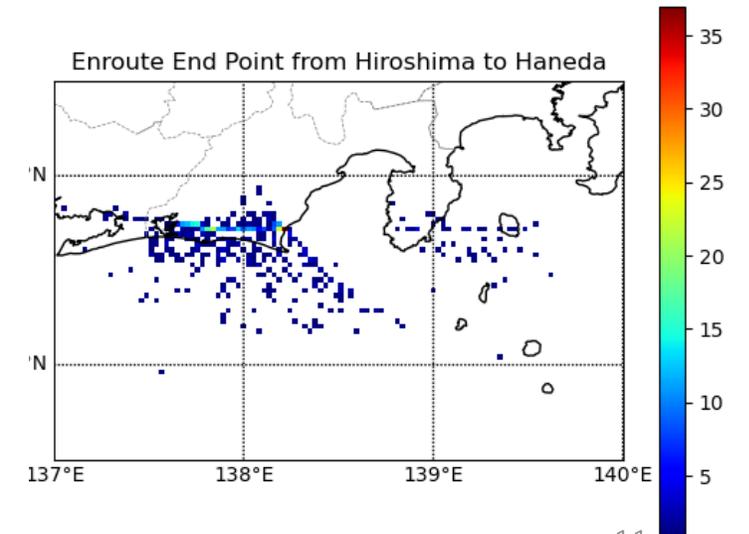
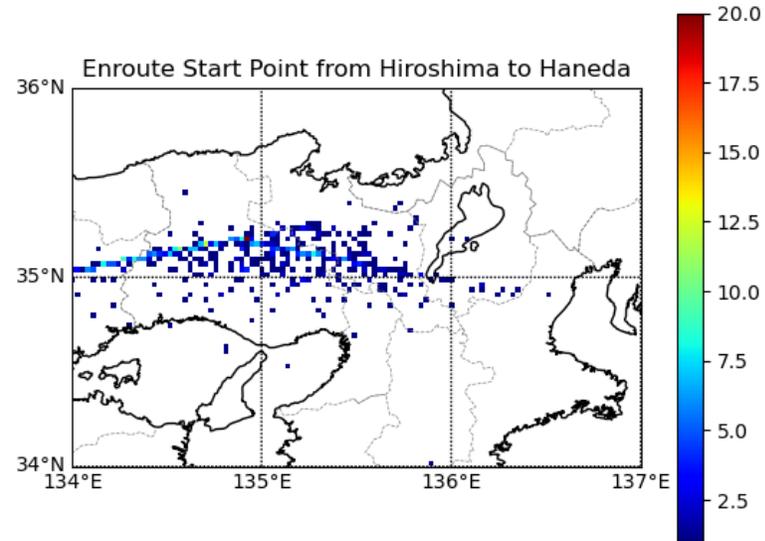
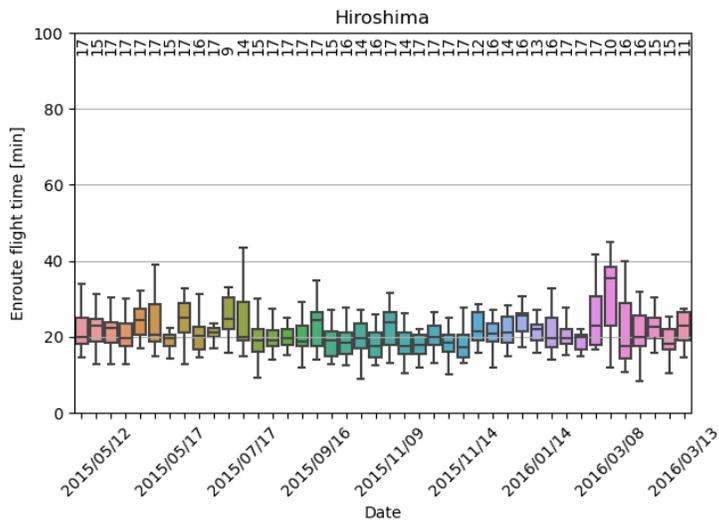
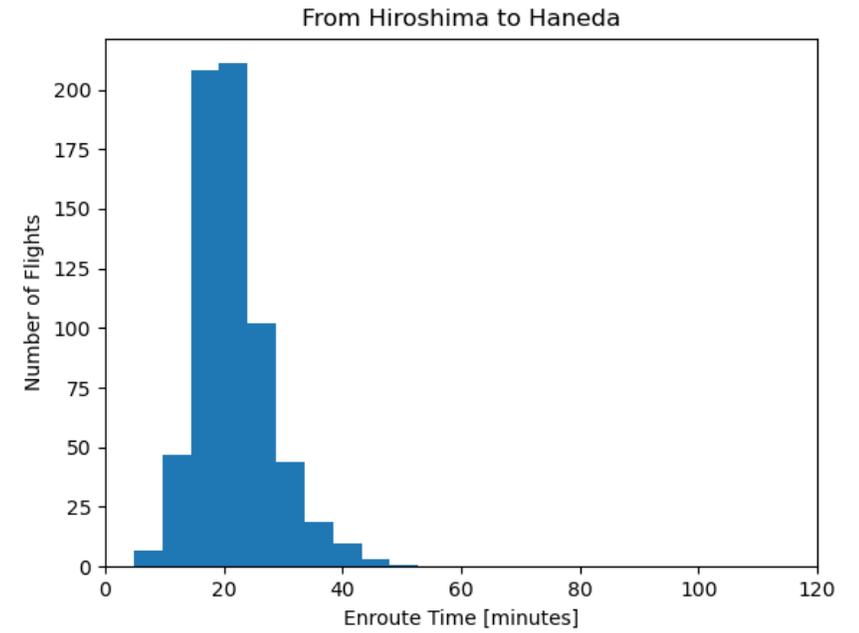
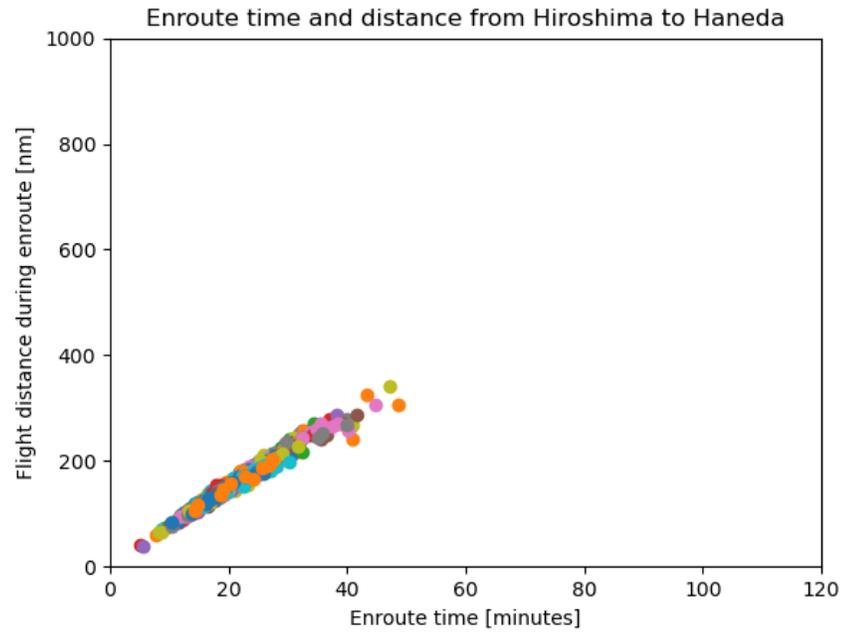
# 2015年度 エンルート 開始・終了地点

## 福岡発



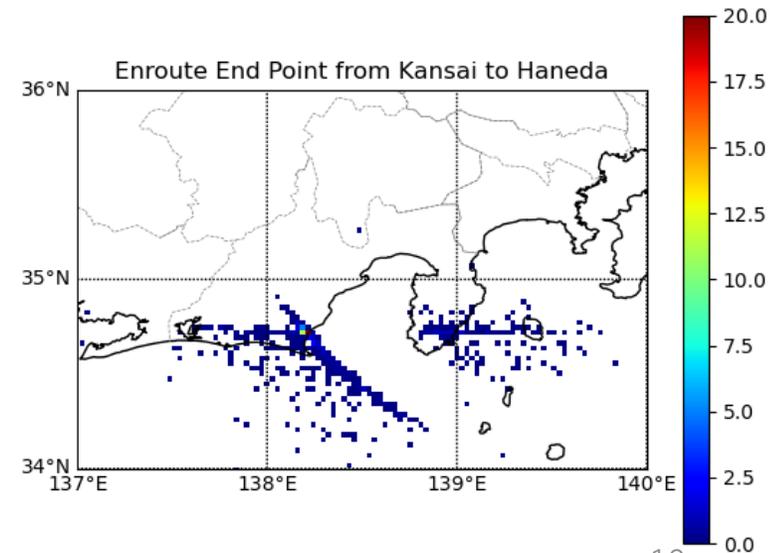
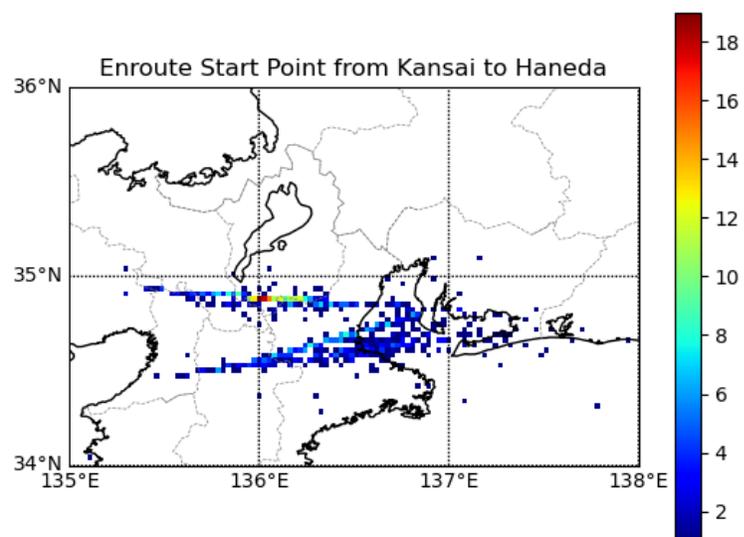
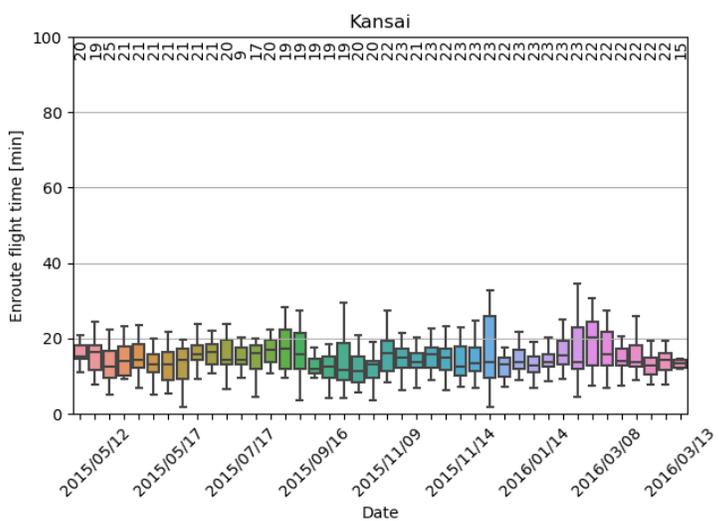
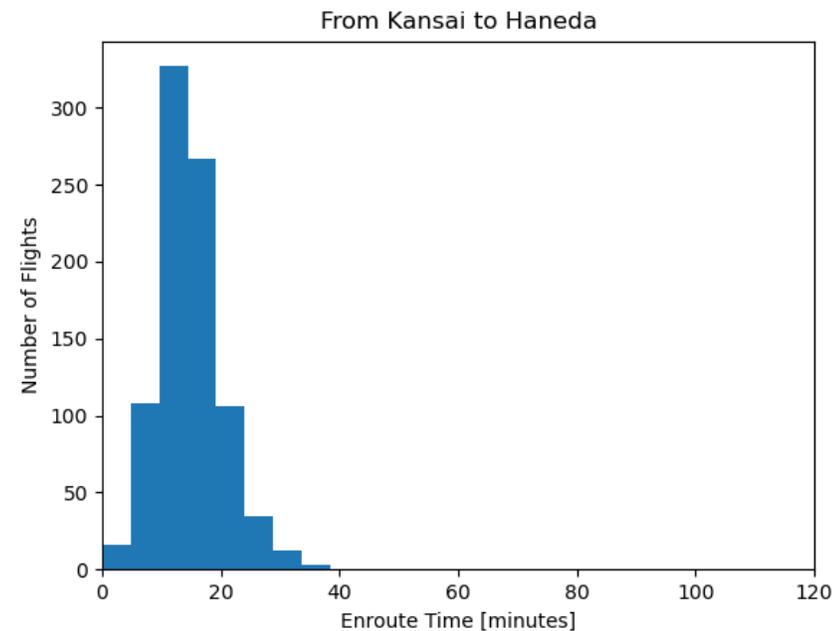
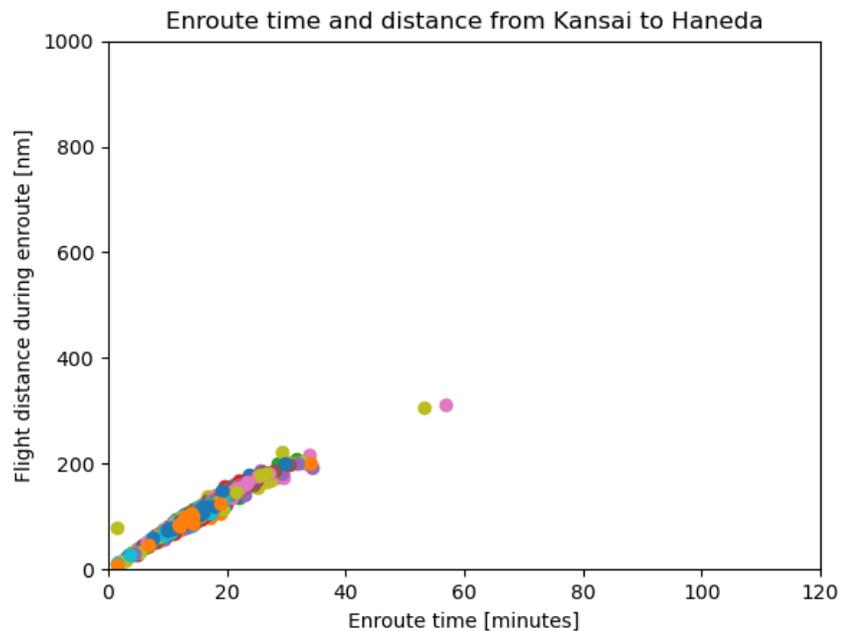
# 2015年度 エンルート 開始・終了地点

## 広島発

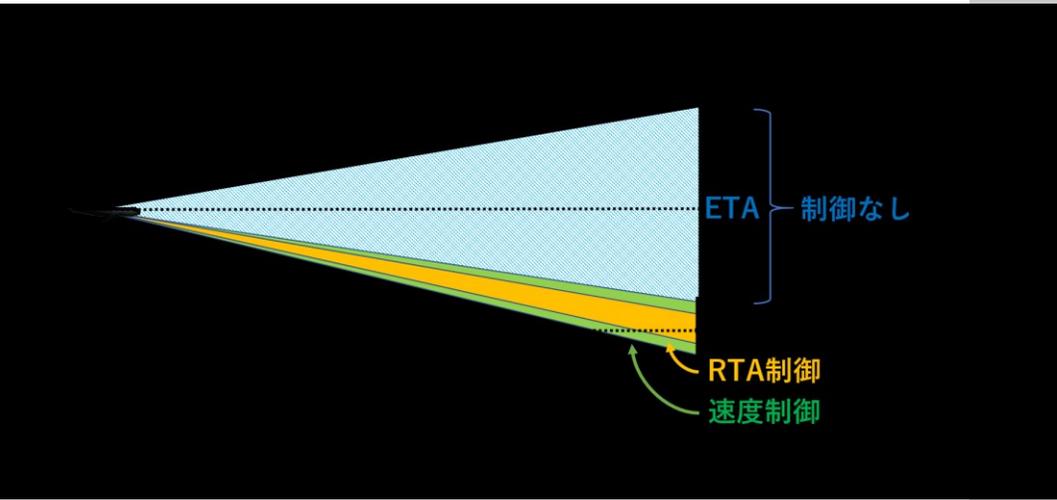


# 2015年度 エンルート 開始・終了地点

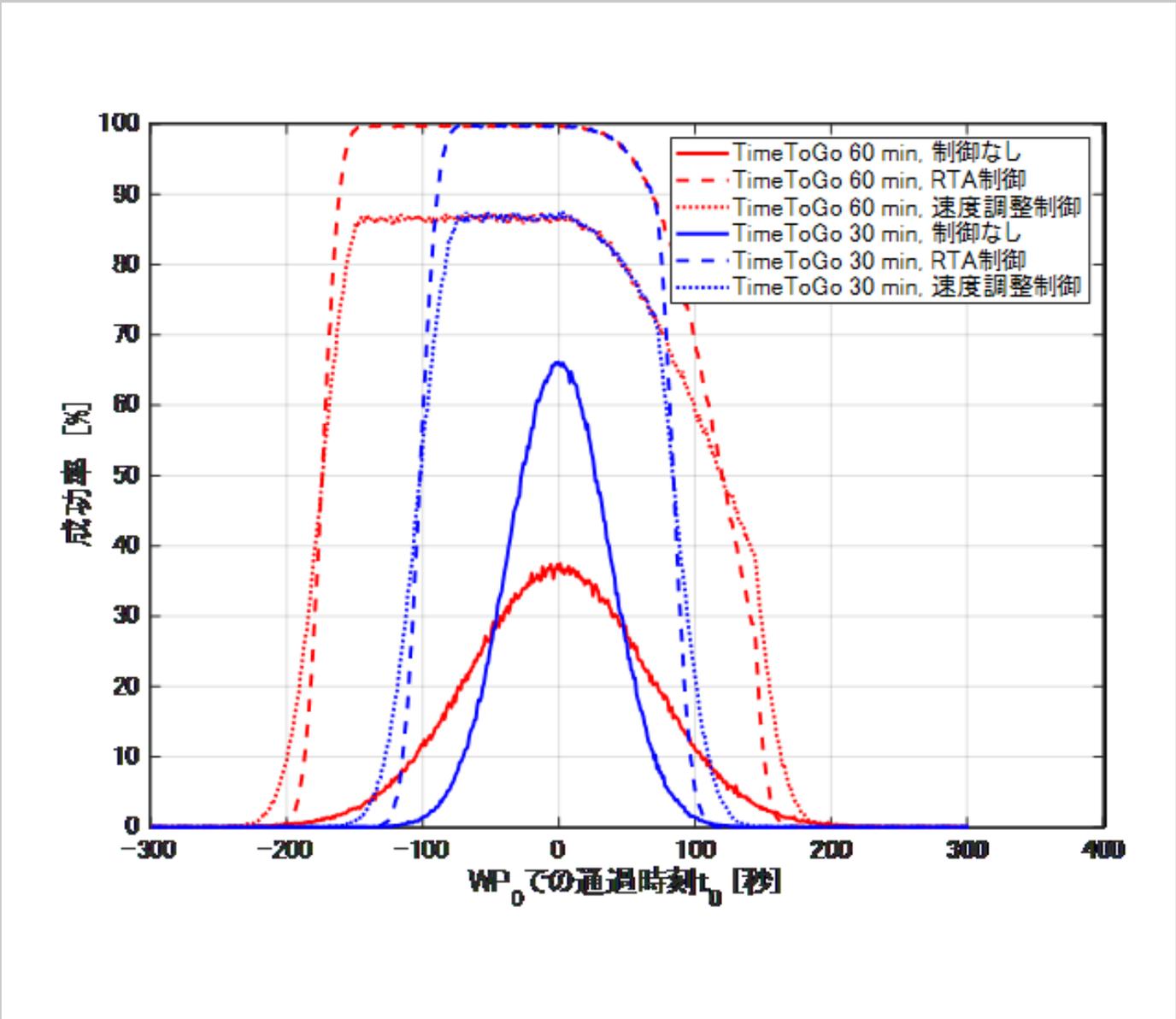
## 関西発



# メータリングのシミュレーション



- 制御なし、RTA制御、速度制御
- 最大可能調整幅
  - 遅延：TimeToGoの4%
  - 早着：TimeToGoの3%
- 目標時刻のマージン：±30秒
- 結果（TimeToGo=60分の例）
  - 制御なし：成功率は大きくても37%
  - 速度制御の最大成功率は87%
  - RTA制御の最大成功率は100%近く

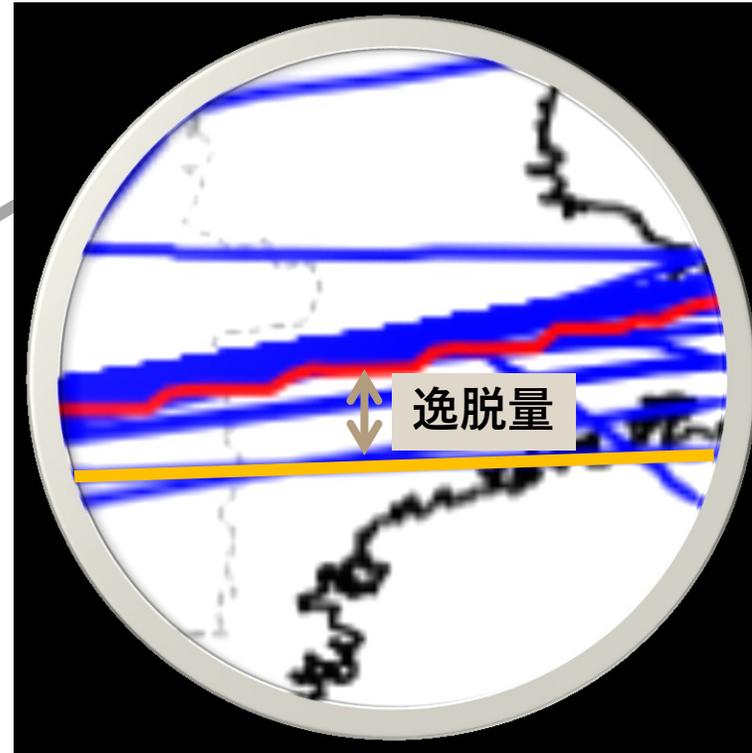
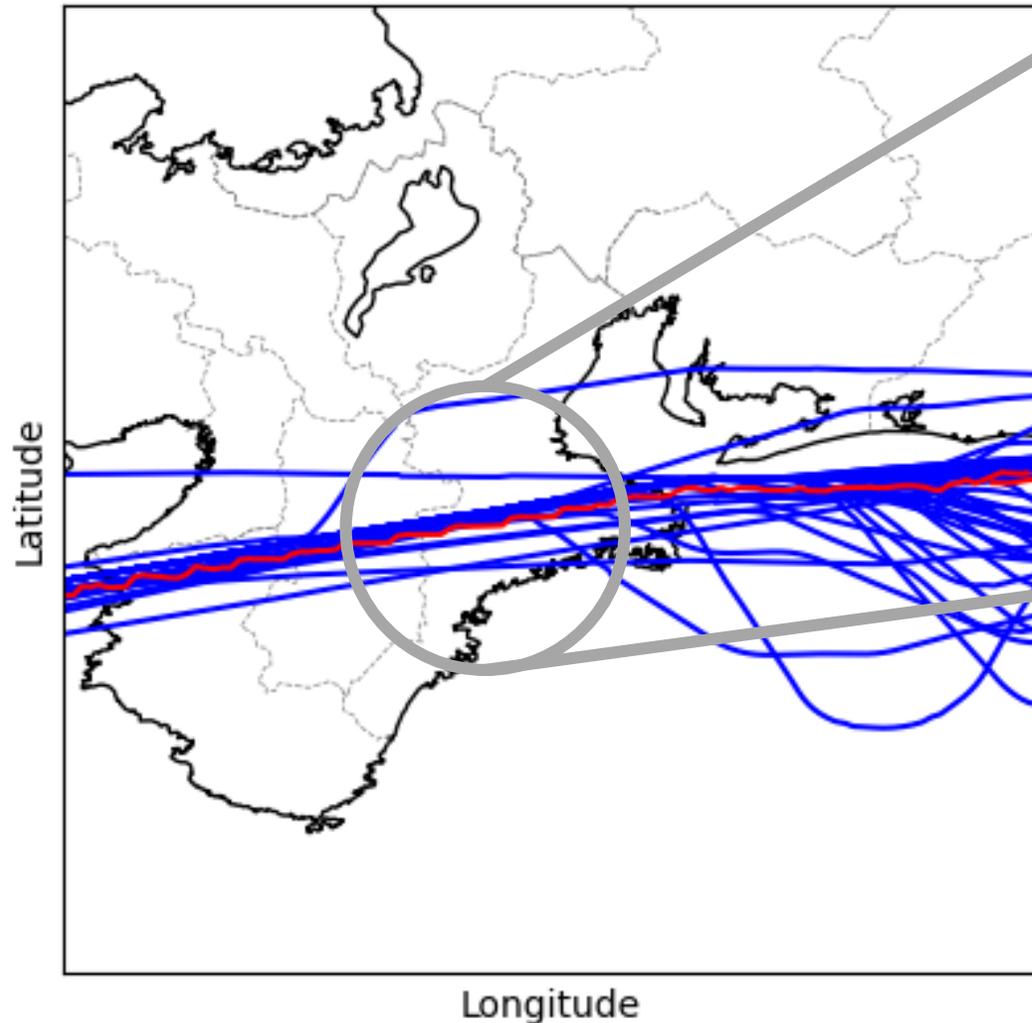


横方向の経路分散の分析

飛行フェーズごとに違いがあるか？

# 横方向の経路分散：分析手法

From Fukuoka to Haneda  
20150512

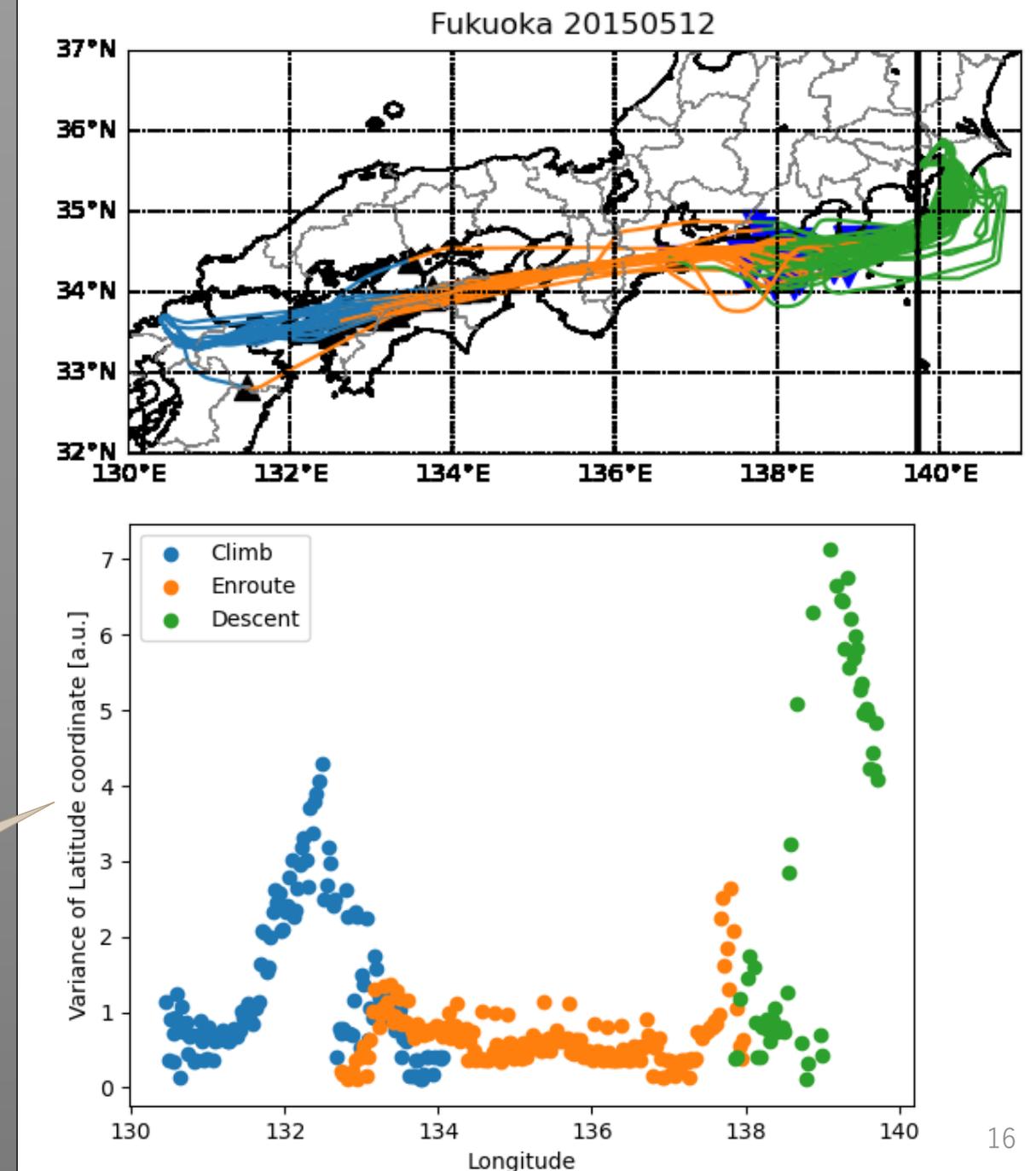


- 1) 空間を、一辺約2.7kmのメッシュに分割する。
- 2) 各日ごとに、メッシュごとの観測点数をカウントする。
- 3) メッシュを各経度ごとに分割し、緯度方向の観測点数の分布を、ガウシアンフィッティングで求める。
- 4) 3) で求めたの分布の幅を全経度について求め、平均と分散 (cf. 逸脱量) を求める。
- 5) 3)、4) を全日について行う。

# 2015年5月12日福岡発便の分散分析

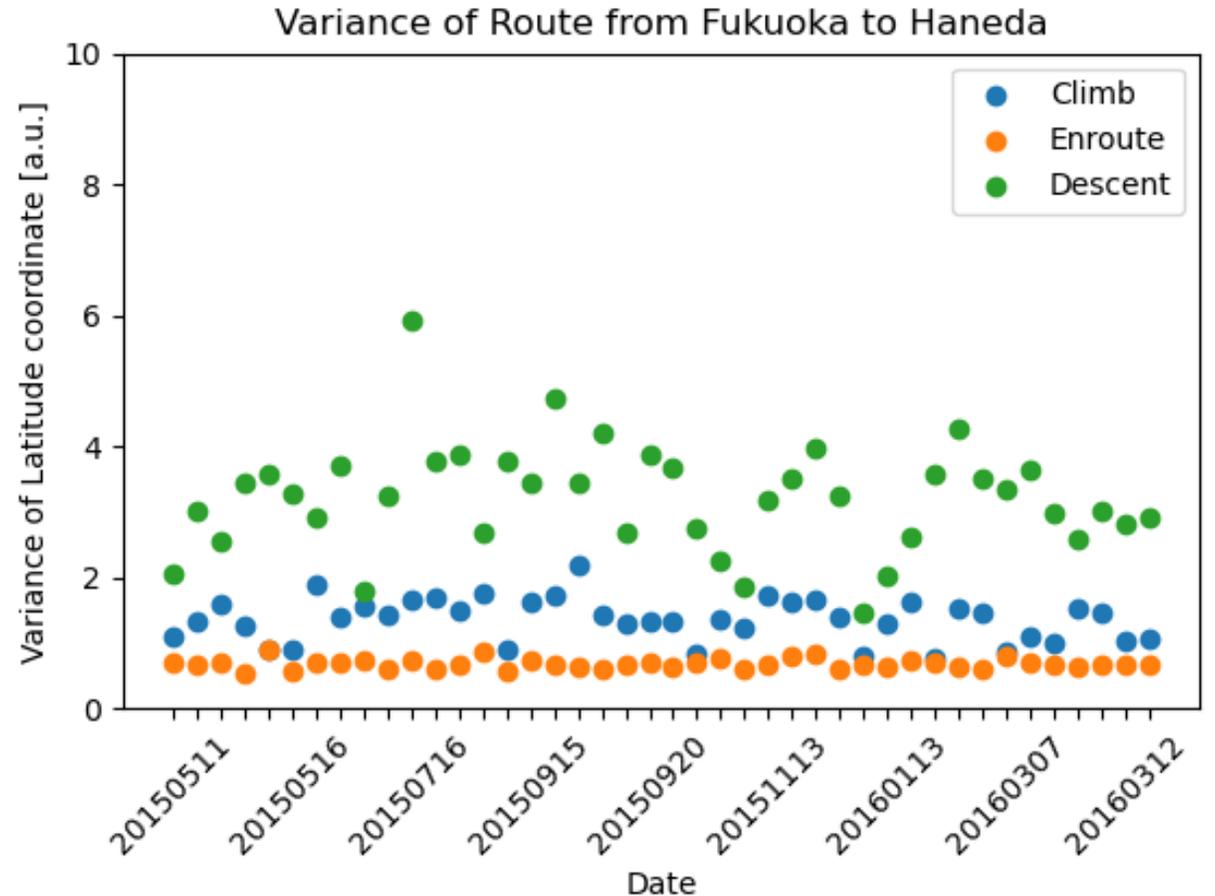
- 48便
- エンルート開始・終了地点で、上昇・エンルート・降下に分けて分析を行う
- 経路は日毎で平均と分散を取る
- エンルートの経路分散が一番小さい
- 降下フェーズの経路分散が一番大きく、羽田空港に近いほど大きい\* (Point Merge System(PMS)導入前のデータ分析)
- 仮説：上昇中の経路分散はダイレクト等のため、大きくなっている

Varianceの縦軸は、  
フィッティングした  
分散なので、  
単位は[セル数]<sup>2</sup>  
例：4であれば、  
逸脱量2セル=5.4km



## 2015年度CARATSオープンデータ (福岡発羽田着便)の横方向の 経路分析結果

- 降下 > 上昇 > エンルートという順、分散が大きい
- 日の依存性（出発空港による可能性あり）
  - エンルート：小さい
  - 上昇・降下：大きい
- 降下中の分散が大きい
  - 到着時刻の予測が困難
  - メータリングの効果に期待
  - 今後の課題：Point Merge System導入後のデータを分析し、比較を行う





おわりに

- 交通管理の政策の検討には、CARATSオープンデータを用いた分析は有効
  - 日本空域の特徴を活かした交通管理方法
- 定量的な分析ができるため、研究仮定の確認が可能
- フィデリティの高いものを目指し、数値シミュレーションの仮定に必要な値の検討に有効
- 航空交通の中で「ルール」や「異常値」の検知も可能
- 気象のデータと組み合わせれば、使い方がさらに広がる

**【若手研究者、学生へ】飛行機のダイナミクス等の知識がなくても、面白い・有意義な研究ができる！**