

# 航空交通流管理と到着間隔づけの 相互運用性の検討

---

2019/6/7 電子航法研究所研究発表会

電子航法研究所 航空交通管理領域

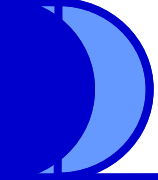
虎谷 大地

※岡 恵

首都大学東京

武市 昇





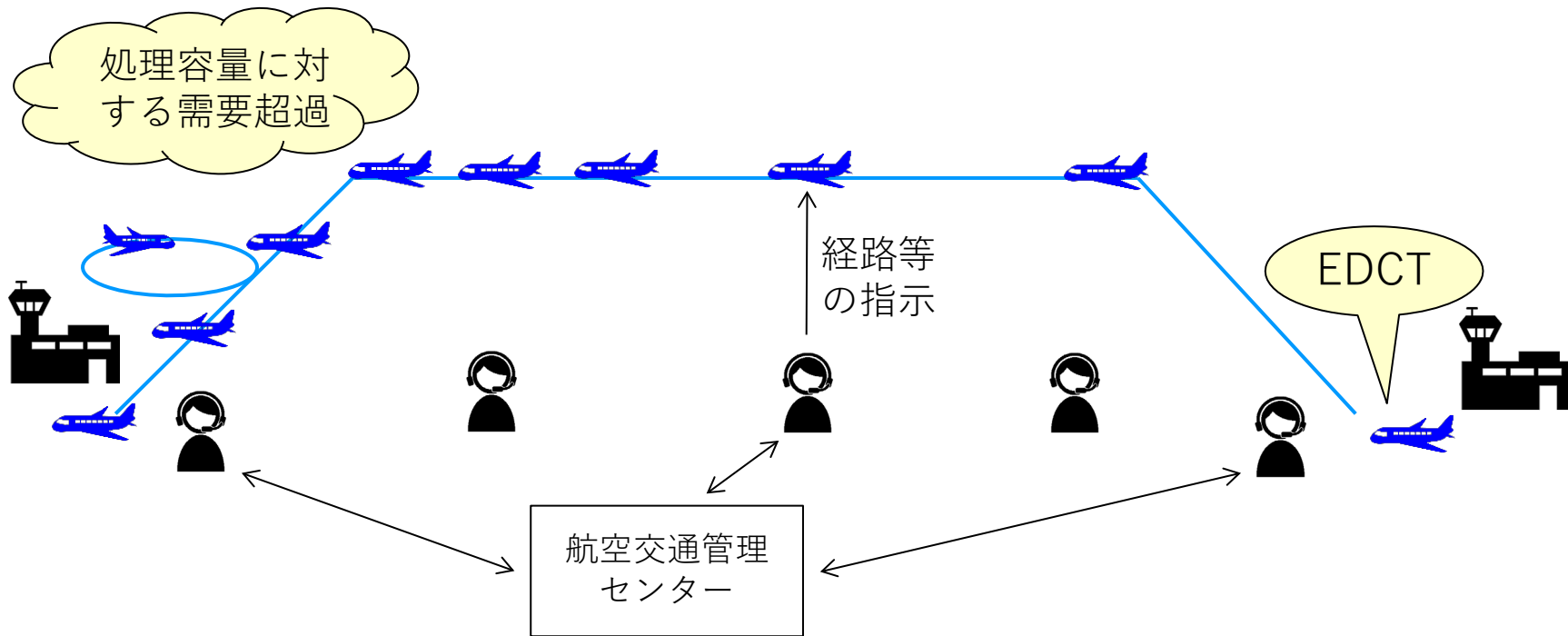
## 1. 研究背景

## 2. シミュレーション手法

## 3. シミュレーション結果

## 4. まとめと今後の展望

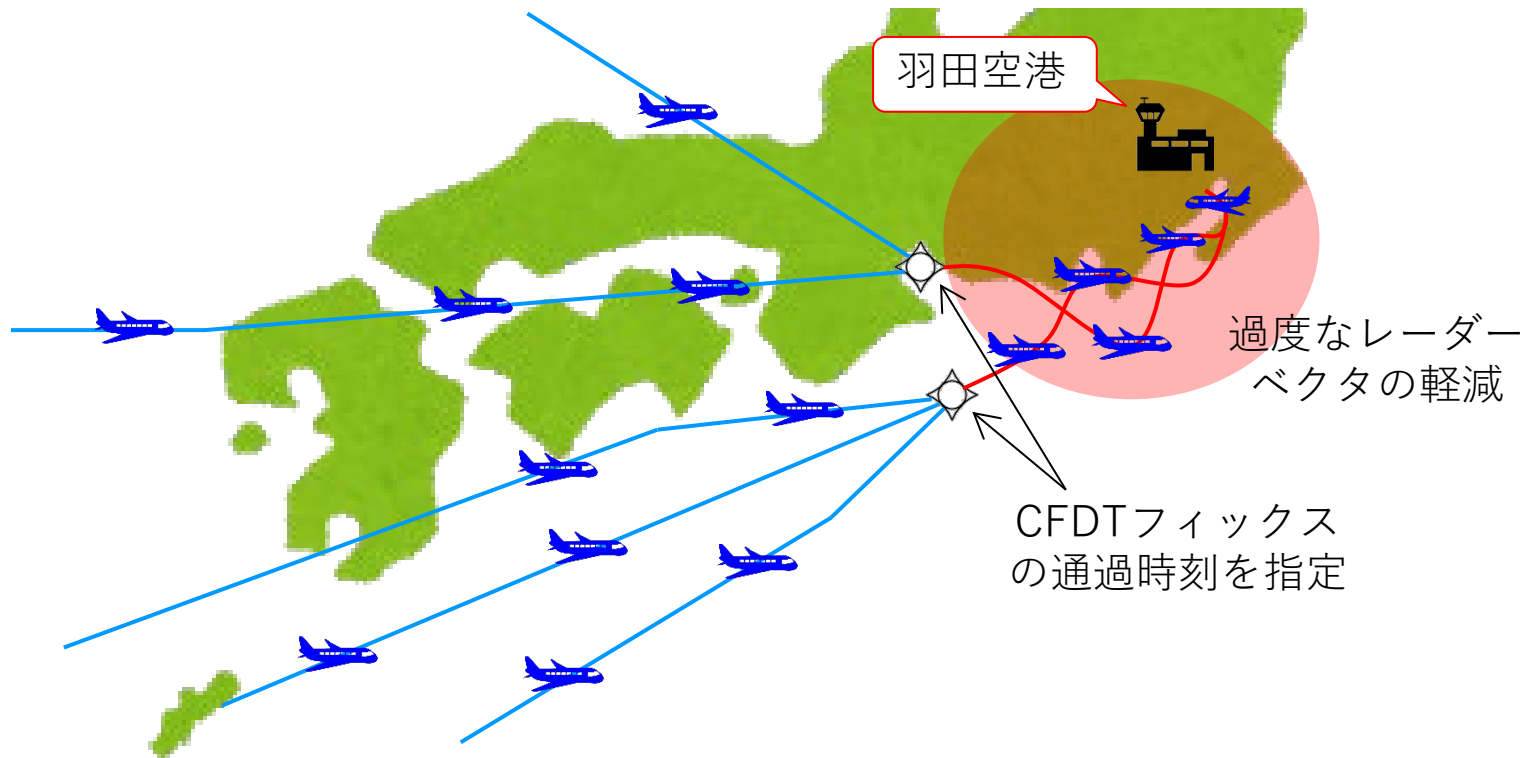
## 航空交通流管理 (Air Traffic Flow Management: ATFM)



- 空港や空域の処理容量を超える交通流が予想されたとき、出発制御時刻 (Expected Departure Clearance Time: EDCT) の割り当てや経路変更等の手法を用いて需要超過を防ぎ、適正な交通流を形成する。

CFDTを用いた交通流管理

CFDT: Calculated Fix Departure Time

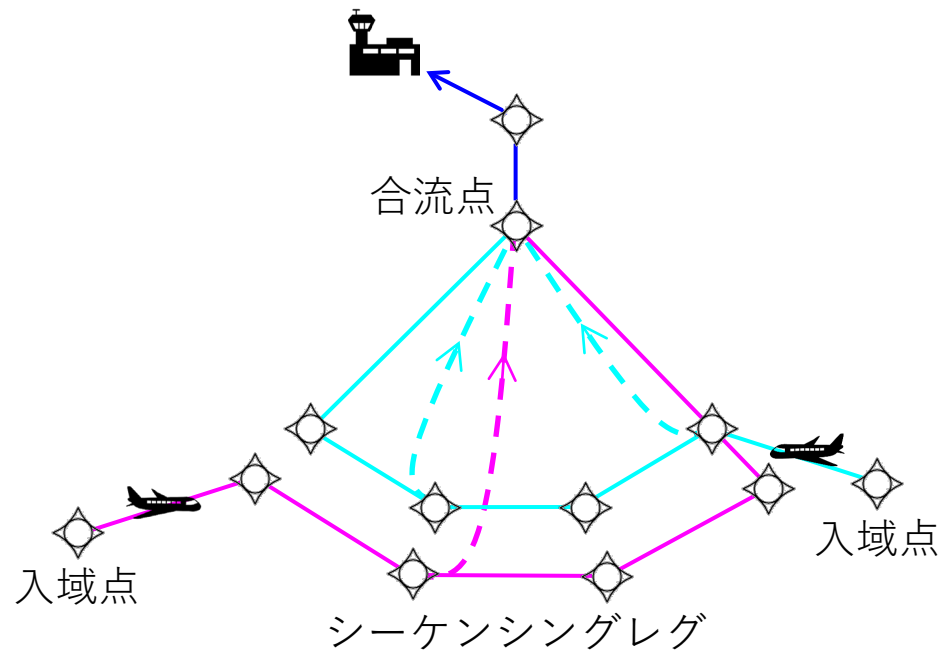
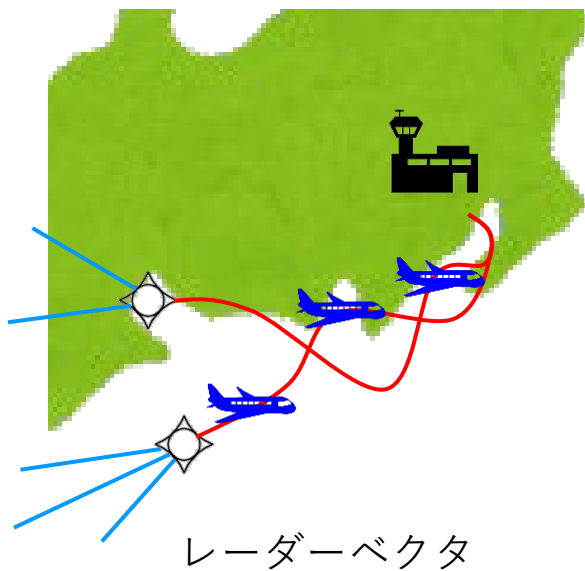


- 関東空域に集中していた着陸機間の間隔づけ作業を分散し、管制負荷を分散させる。
- CATATS航空交通流時間管理検討WGにおいて、再開へ向けた検討が進められている。

# 1. 研究背景

## ポイントマージシステム (PMS) による到着間隔づけ

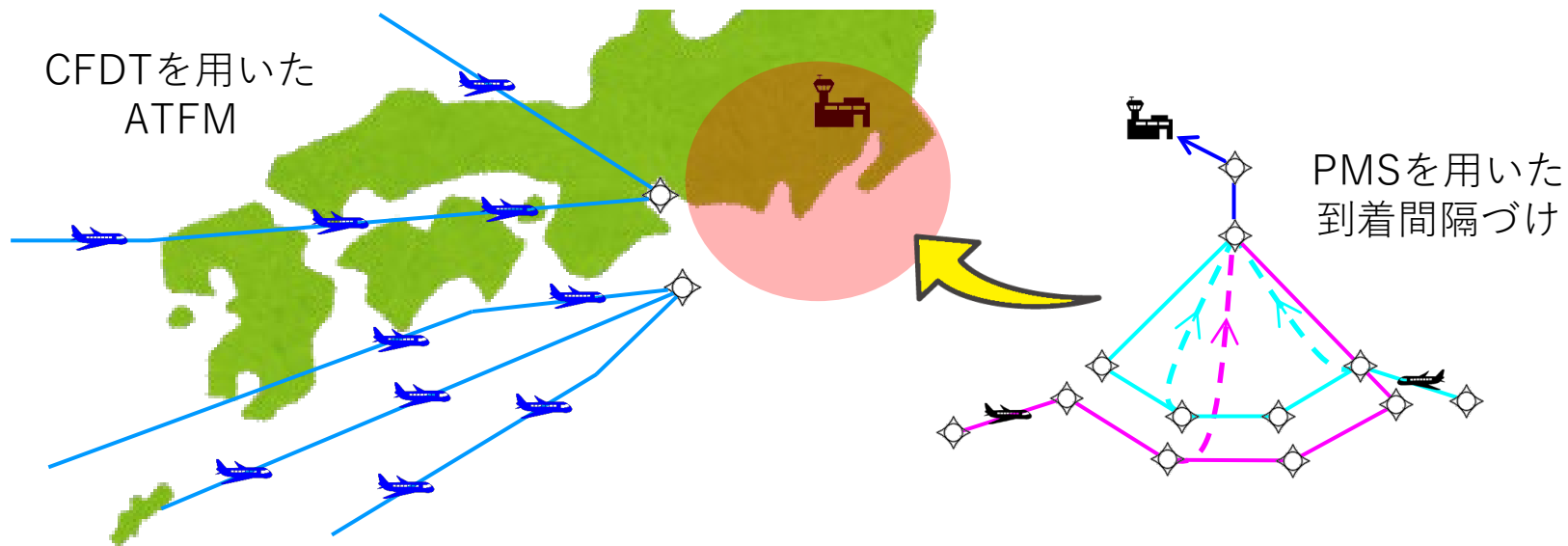
PMS: Point Merge System



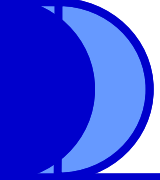
- 合流点とシーケンシングレグで構成された到着経路を用いた到着間隔づけ手法.
- 従来のベクタリングベースに比べて柔軟性の観点で劣る.
- パイロット・管制官のワークロードを増やさずに、より精度の高い交通流を形成することができる.

# 1. 研究背景

## 航空交通流管理と到着間隔づけの相互運用性

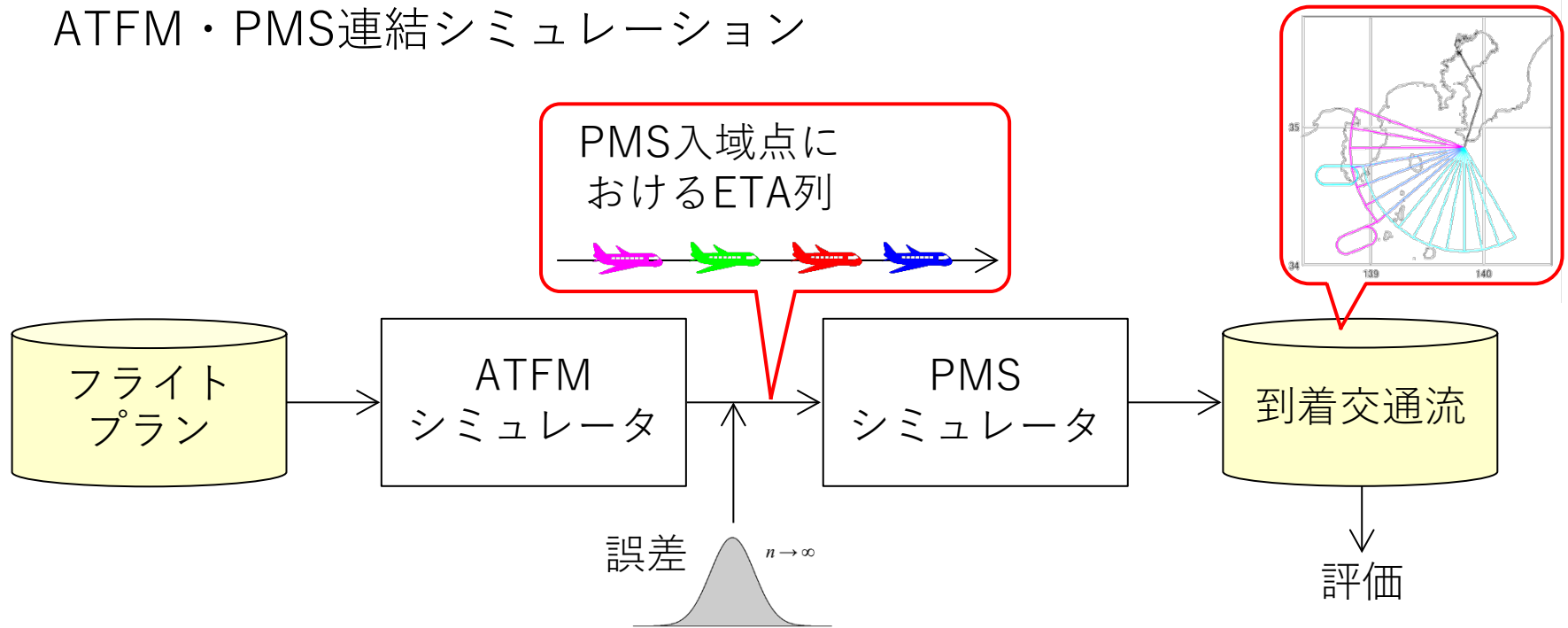


- CFDT再開及びPMS導入により、ATFMと到着段階における間隔づけの運用環境が現在と大きく変わると予想される。
- 仮に、EDCT・CFDTの割り当てがうまく働かなかった場合、PMSは超過した容量を吸収できず、ホールディングによる空中待機が発生。
- 効率的な運用環境を構築するため、EDCT・CFDT割り当てとPMSの相互運用性を検討する必要がある。  
→ ファストタイムシミュレーション環境の構築



1. 研究背景
2. シミュレーション手法
3. シミュレーション結果
4. まとめと今後の展望

### ATFM・PMS連結シミュレーション



- 本シミュレーションで検証できること（一例）  
EDCT誤差・飛行中誤差がPMS運用に与える影響の評価  
誤差→大，PMS内で交通流の滞留が発生？

※ EDCT誤差：割り当てられたEDCTと実際の出発時刻との誤差

※ 飛行中誤差：飛行中に発生するETAと実際の到着時刻との誤差

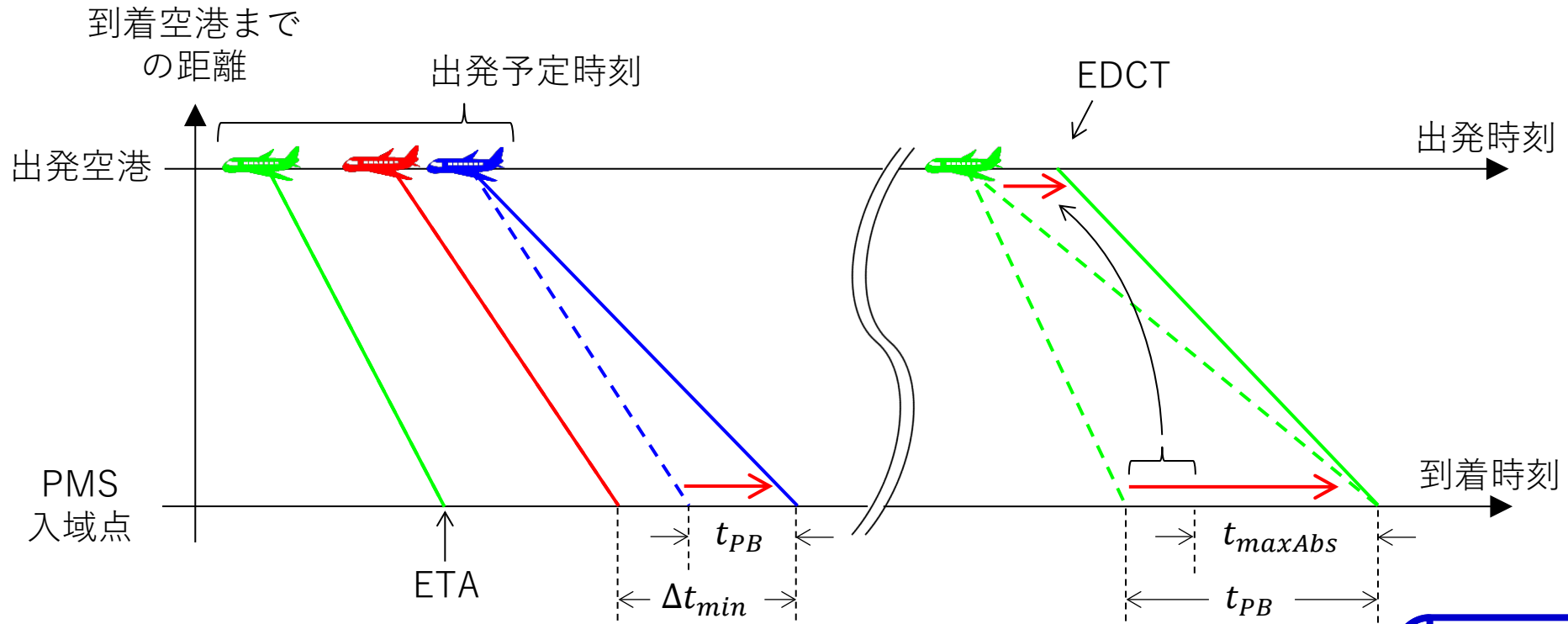


## 2. シミュレーション手法

### ATFMシミュレータ

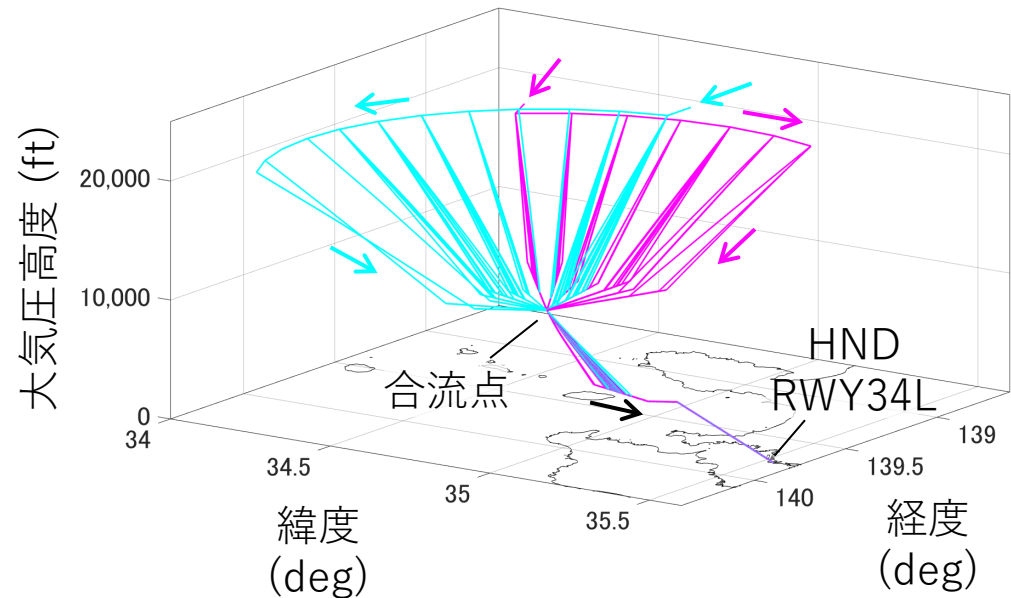
- インプット  
フライトプラン  
(型式, 経路, 巡航高度, 出発・入域時刻等)
- アウトプット  
PMS入域点におけるETA列

ETA : 到着予定時刻  
 $\Delta t_{min}$  : 最小間隔  
 $t_{PB}$  : プッシュバック時間  
 $t_{maxAbs}$  : PMSにおける  
 最大吸収時間



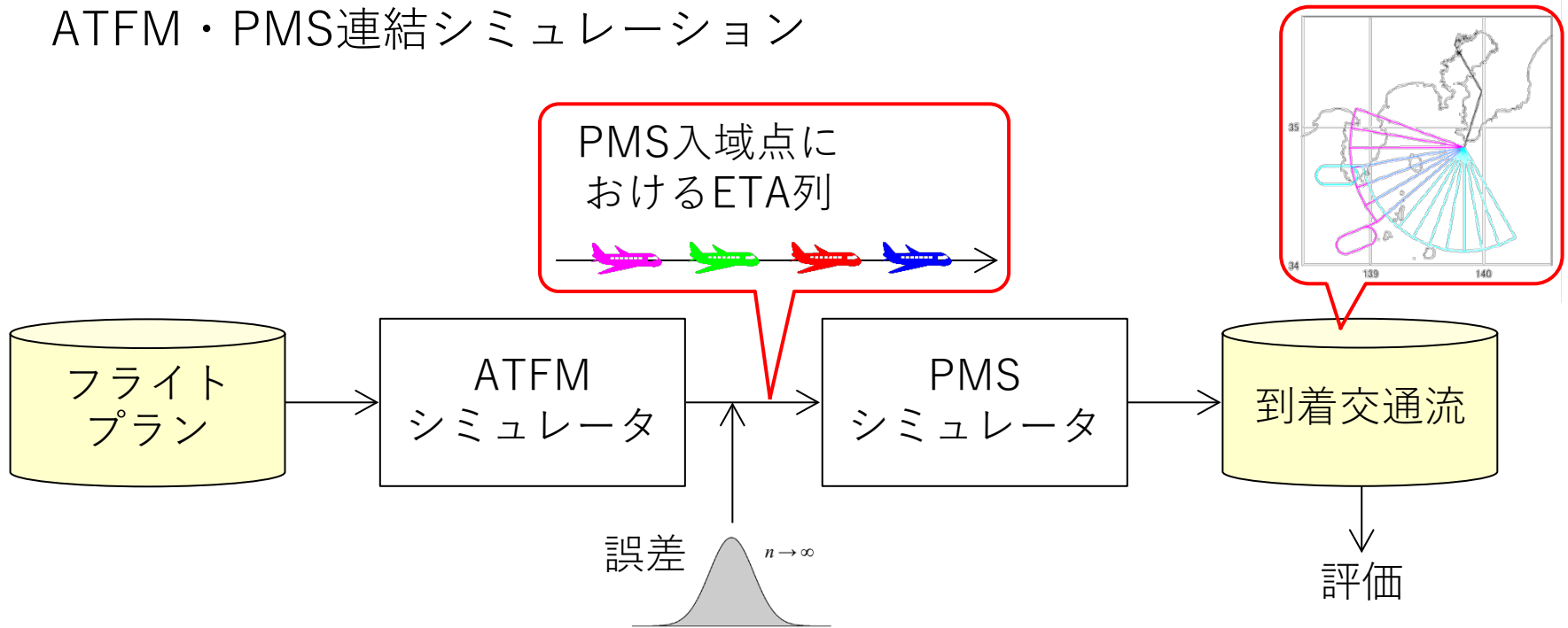
### PMSシミュレータ

- インプット  
入域点におけるETA列
  - アウトプット  
総飛行時間, 総燃料消費量等
1. 全ての航空機の軌道を最短経路で計算
  2. 滑走路上で後方乱気流間隔が満たされているかチェック
  3. 後方乱気流間隔が満たされていない場合, レグに沿って経路を延長して再計算



シミュレーション例

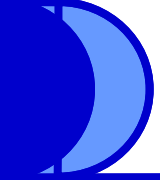
### ATFM・PMS連結シミュレーション



- 本シミュレーションで検証できること（一例）  
EDCT誤差・飛行中誤差がPMS運用に与える影響の評価  
誤差→大，PMS内で交通流の滞留が発生？

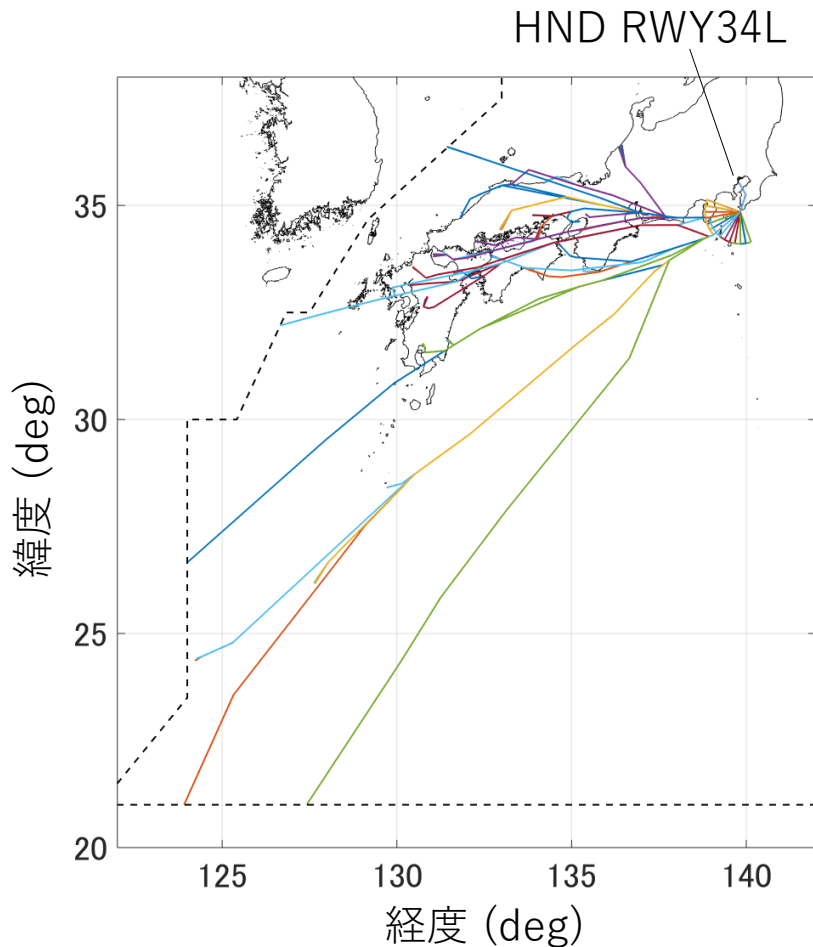
※ EDCT誤差：割り当てられたEDCTと実際の出発時刻との誤差

※ 飛行中誤差：飛行中に発生するETAと実際の到着時刻との誤差



1. 研究背景
2. シミュレーション手法
3. シミュレーション結果
4. まとめと今後の展望

## シミュレーション条件

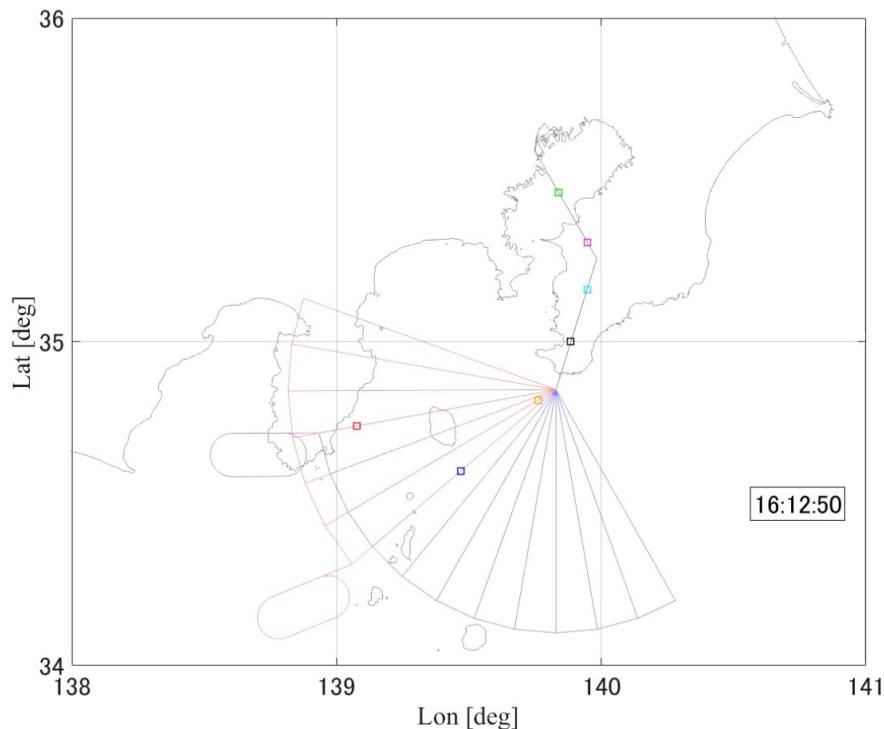


- CARATAS Open Data 2015年5月のある日のデータから交通流シナリオを作成.
- HND RWY34Lに到着する航空機のみを対象とした. (約400便)
- 国内出発便  
各航空機の航跡の最初の1点を出発予定時刻と仮定
- 日本到着の国際線  
福岡FIRへ入域した時刻を入域予定時刻と仮定
- 実データから模擬したEDCT誤差と飛行中誤差をATFM計算に追加
- 誤差あり・無しの影響を調べる.

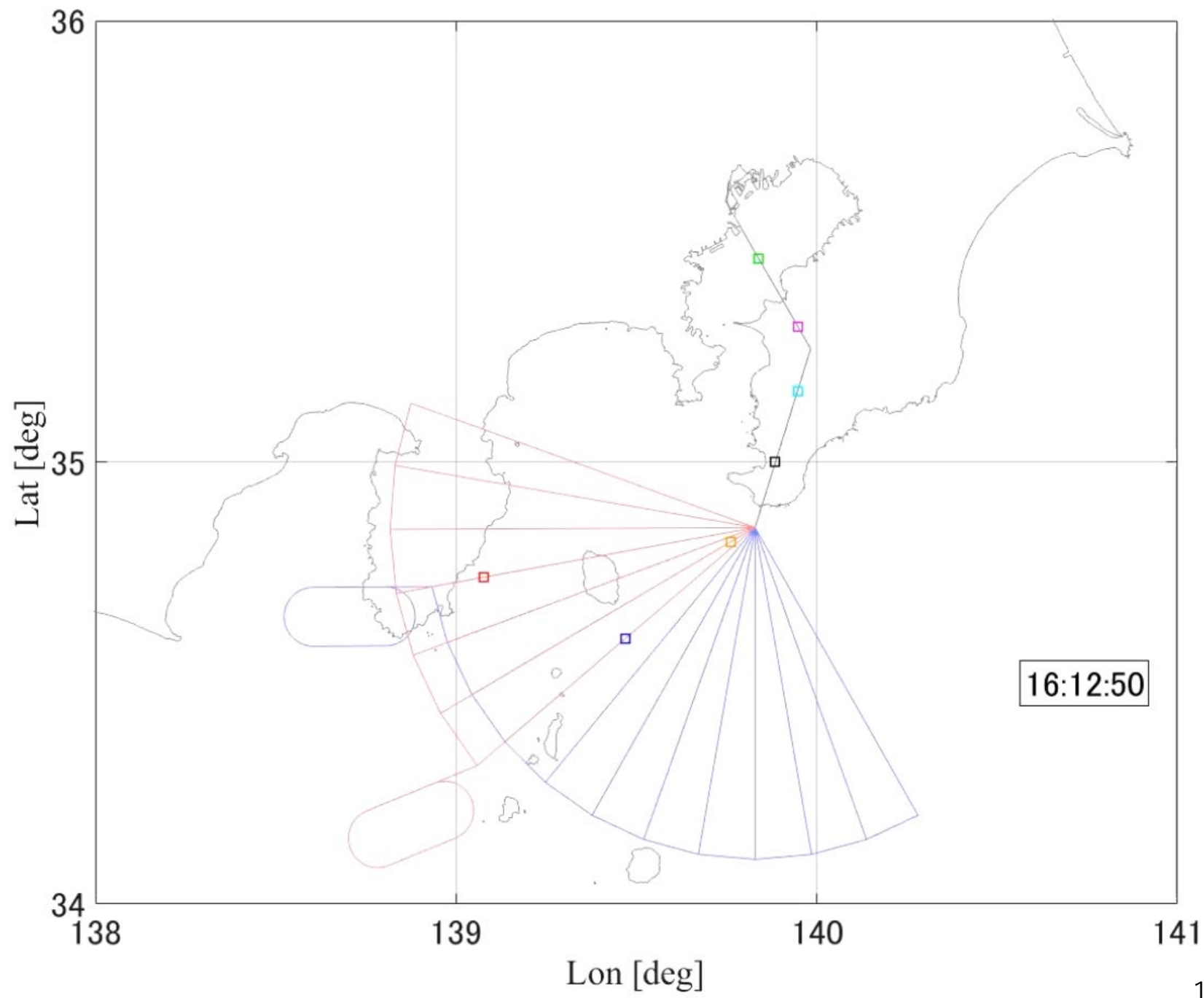
### 3. シミュレーション結果

#### シミュレーション結果

	誤差無し	誤差あり
PMS 内における全航空機の 飛行距離の和 (NM)	43,725	48,356
ホールディング 回数 (回)	0	2



- PMS 内では航空機の到着時刻を遅らせるために飛行距離を延伸するため、「飛行距離が長い = PMS が吸収すべき遅延が増えている」ということを示す。
- EDCT誤差・飛行中誤差が発生すると、PMS内でホールディングが発生する可能性がある。



## 4. まとめと今後の展望

- ATFMと到着段階における到着間隔づけの相互運用性を検証するためのシミュレーション環境を提案した.
- 近い将来の運用環境をシミュレーションするため, ATFMとしてEDCT・CFDT割り当を模擬し, 到着間隔づけとしてPMSを模擬した. ATFMとPMSを連結してシミュレーションすることで, ATFMとPMSの運用が互いに与える影響を, 定量的に示すことを目指している.
- シミュレーション例はEDCT誤差・飛行中誤差が発生すると, PMS内でホールディングが発生し得ることを示した.
- 今回のシミュレーションでは多くの仮定を含むシナリオを用いていたので, 今後はより現実的で, かつ様々な交通流に対するシナリオを用いて検証を進めていく.