

航空交通シミュレーションによる 到着管理システムの有効性検証

国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所
電子航法研究所 監視通信領域長 福島 幸子

発表の概要

- ▶ 航空機の到着管理システムの研究
 - ▶ 航空交通シミュレーションでの活用法
- ▶ 航空交通シミュレーション
 - ▶ 航空交通シミュレーションの流れ
 - ▶ シナリオ作成（CARATS Open Dataの活用）
 - ▶ シミュレーション結果
- ▶ まとめ

航空機の到着管理システムの研究

▶ 目的

混雑空港に到着する航空交通流の到着管理の提案と
便益推定

▶ 6機関で共同研究

A 電子航法研究所

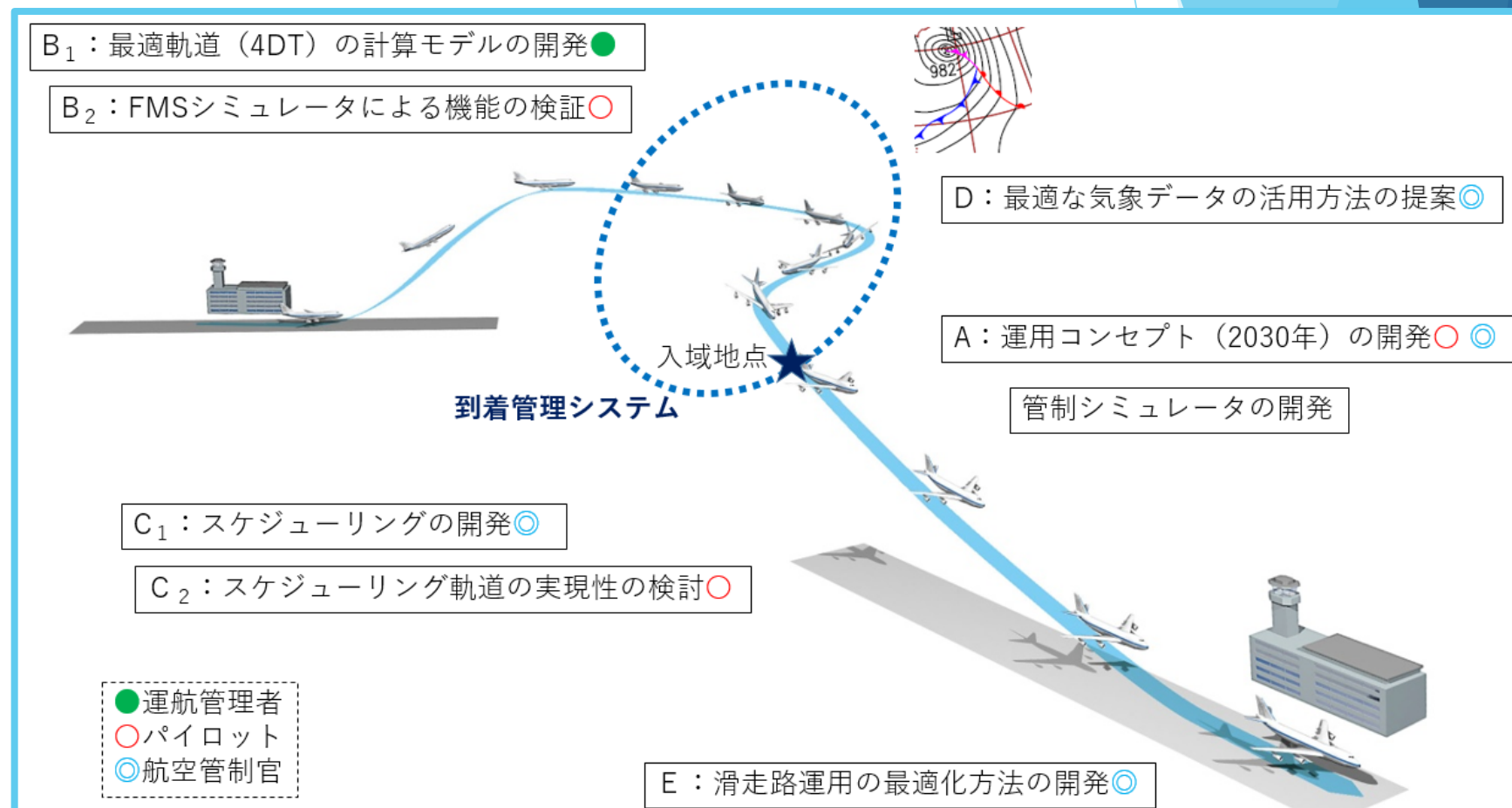
B 九州大学

C 首都大学東京（名古屋大）

D 早稲田大学

E 茨城大学

F (株) 構造計画研究所



研究課題のイメージ[1]

到着管理手順の比較

現在

FPL作成
提出

出発

中間
セクタ

羽田

到着



ATFMで
EDCT決定(遅延含む)

レーダー
誘導など

レーダー
誘導など
順位付け

運航者による軌道
変更はここまで

フリーズホライゾン

提案
コンセプト

FPL作成
提出

出発

AMAN
作動開始点

O-FH

A-FH

ターミナル
ゲート: ADDUM

15~20分

到着



TEAM & CDMで
決定された軌道
(遅延含む)

軌道の更
新&順序
付け①

順序付
け②
&軌道
の更新

必要
に応じ
順序
&軌道
更新

順序付
け③
&軌道
の更新

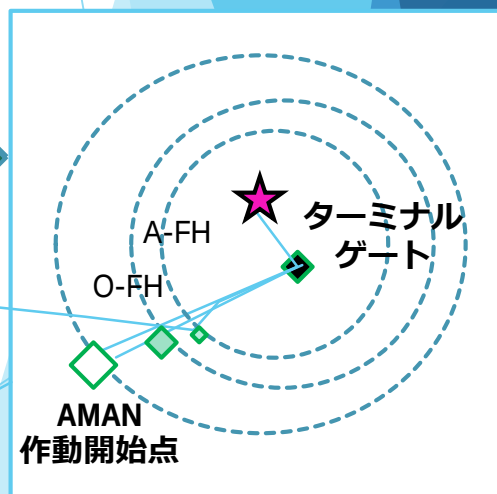
速さの
微調整
のみが
望まし
い

必要に応じ
管制指示

管制指示

管制指示

60分程度

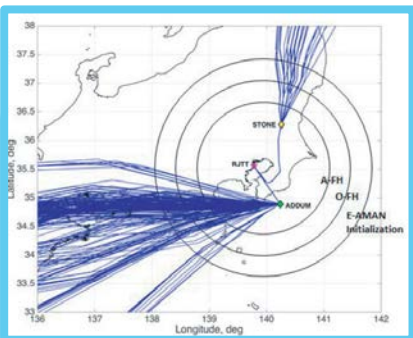


概念図一部拡大

AMAN: 到着管理

O-FH: 四次元軌道最適化フリーズホライゾン

A-FH: 到着管理フリーズホライゾン



コンセプトの概念図[2]

航空交通シミュレーションでの活用法

- ▶ 日付，時間帯を指定したOpen Dataを各機関で共有。シナリオの元に。
- ▶ 気象データ[4]やBADA[5]も共通
- ▶ 各機関でデータを処理
- ▶ 入出力データをリレーし，シミュレーションを実施

ENRI

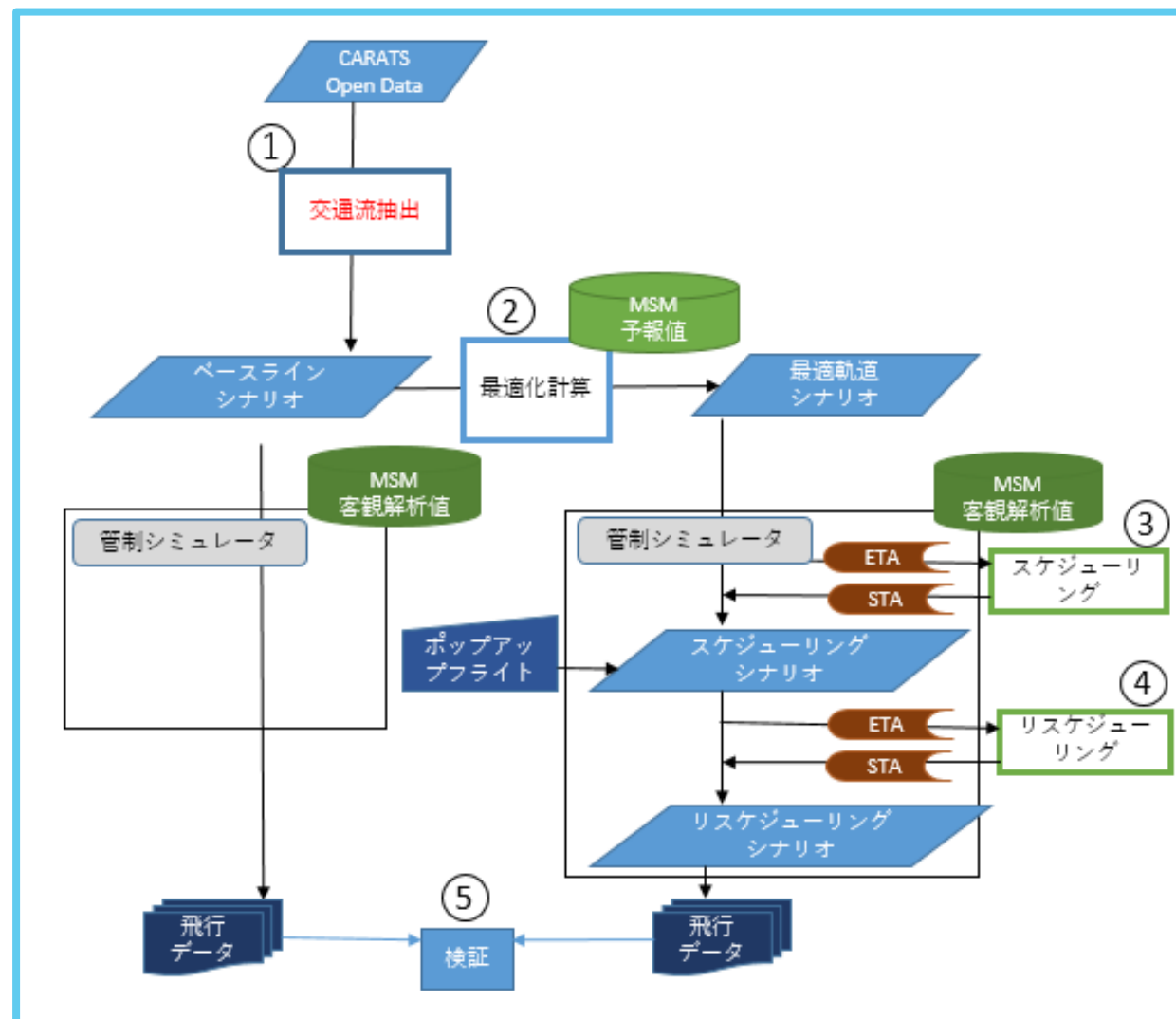
九州大

首都大

ENRI

KKE

航空交通シミュレーションの流れ（1 / 4）



航空交通シミュレーションの流れ (2/4)

①交通流シナリオの抽出

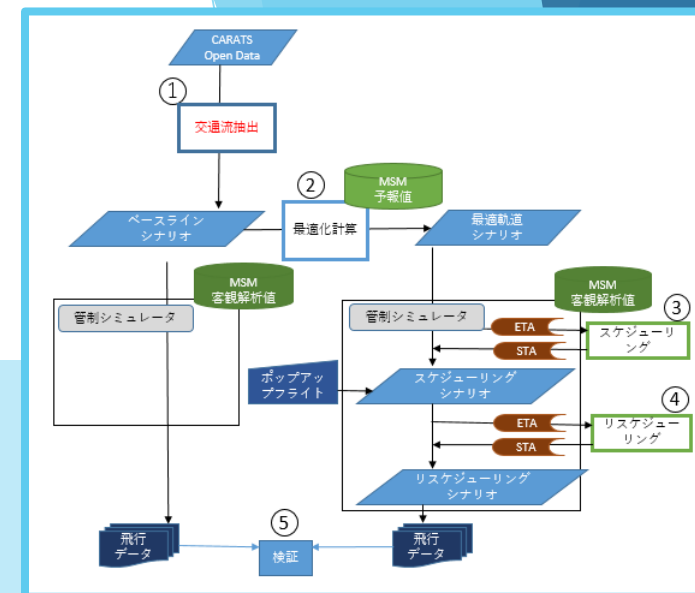
→ベースラインシナリオの作成

- ▶ピーク時の標準的交通流か
- ▶ポップアップフライト*を含むか
- ▶データの切り出し（フライト番号の指定）

→管制シミュレータを使用

→飛行データ取得（現状：到着管理なし）

→⑤検証



*ポップアップフライト：フリーズホライズンより内側の空港から出発する到着機

航空交通シミュレーションの流れ (3 / 4)

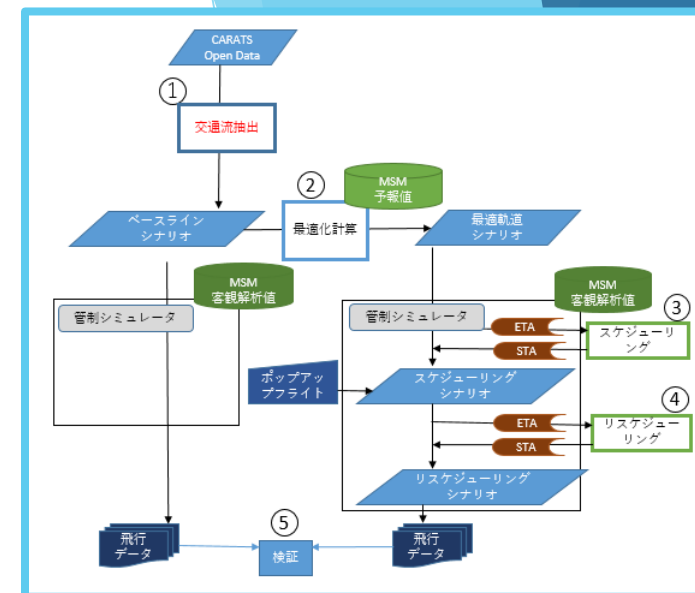
②最適軌道計算



→計画軌道シナリオの作成

③スケジューリング

→STAの割当



フライトプラン				トラジェクトリ				STA			
タイムライン				FIX				ADDUM			
								STASett...			
ETA	18:30							コールサイン	シティペア	ETA	STA
		FLT2999					18:30	FLT3050	RJOS-RJTT	18:32:15	18:32:15
		FLT3042						FLT2999	RJOA-RJTT	18:27:50	18:29:14
		FLT2982						FLT3042	RJBE-RJTT	18:26:15	18:27:44
		FLT2927						FLT2982	RJOA-RJTT	18:26:14	18:26:14
		FLT2914						FLT2927	RJFF-RJTT	18:22:59	18:24:18
		FLT2595						FLT2914	RJFT-RJTT	18:21:14	18:22:48
		FLT2900						FLT2595	ROIG-RJTT	18:15:04	18:21:18
		FLT2881						FLT2900	RJFO-RJTT	18:14:54	18:19:48
		FLT2890						FLT2881	RJFF-RJTT	18:14:39	18:18:18
		FLT2980						FLT2890	RJFO-RJTT	18:12:38	18:16:48
		FLT2872						FLT2980	RJBB-RJTT	18:12:08	18:15:18
		FLT2972						FLT2872	RJDC-RJTT	18:09:23	18:13:48
		FLT2898						FLT2972	RJOO-RJTT	18:08:53	18:12:18
		FLT2827						FLT2898	RJOM-RJTT	18:07:31	18:10:48
		FLT2621						FLT2827	RJFM-RJTT	18:05:27	18:09:18
		FLT2923						FLT2621	VTBS-RJTT	18:04:05	18:07:48
		FLT3037						FLT2923	RJOB-RJTT	18:03:57	18:06:18
		FLT2897						FLT3037	RJTH-RJTT	18:03:36	18:04:48
								FLT2897	RJOH-RJTT	18:03:18	18:03:18

ポップアップアップフライト✈

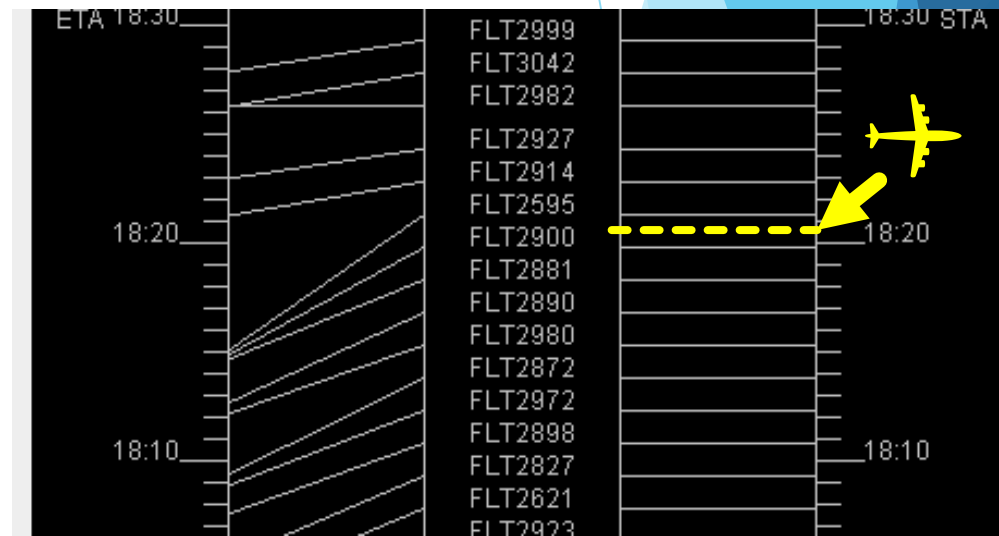
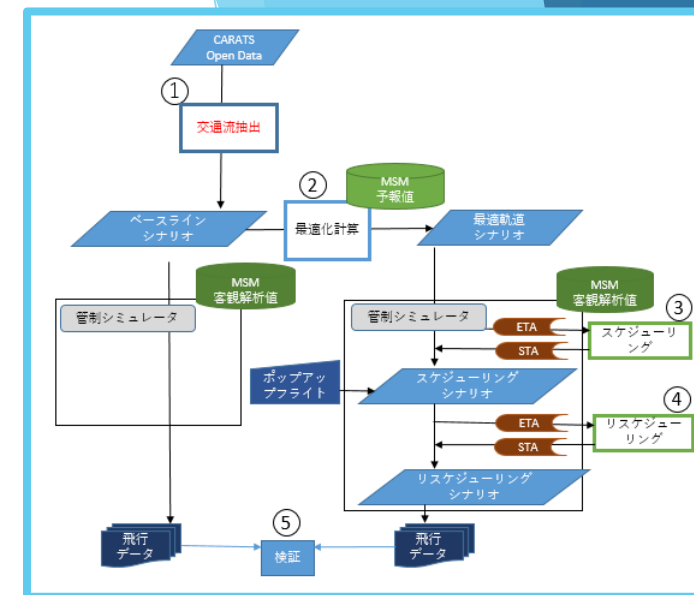
④ リスケジューリング

→STAの再割当

→管制シミュレータを使用

→飛行データ取得（到着管理あり）

→⑤検証



シミュレーション結果（1 / 3）

外乱の吸収

- ▶ 気象予報と実績値のずれ
 - ▶ 6H前予報を元に軌道計算
 - ▶ 実際の客観解析値を元にスケジューリング
 - ▶ 飛行速度が変わるが滞留はなかった
- ▶ ポップアップ機
 - ▶ 順序内に割り込んだが、あまり滞留を起こさなかった

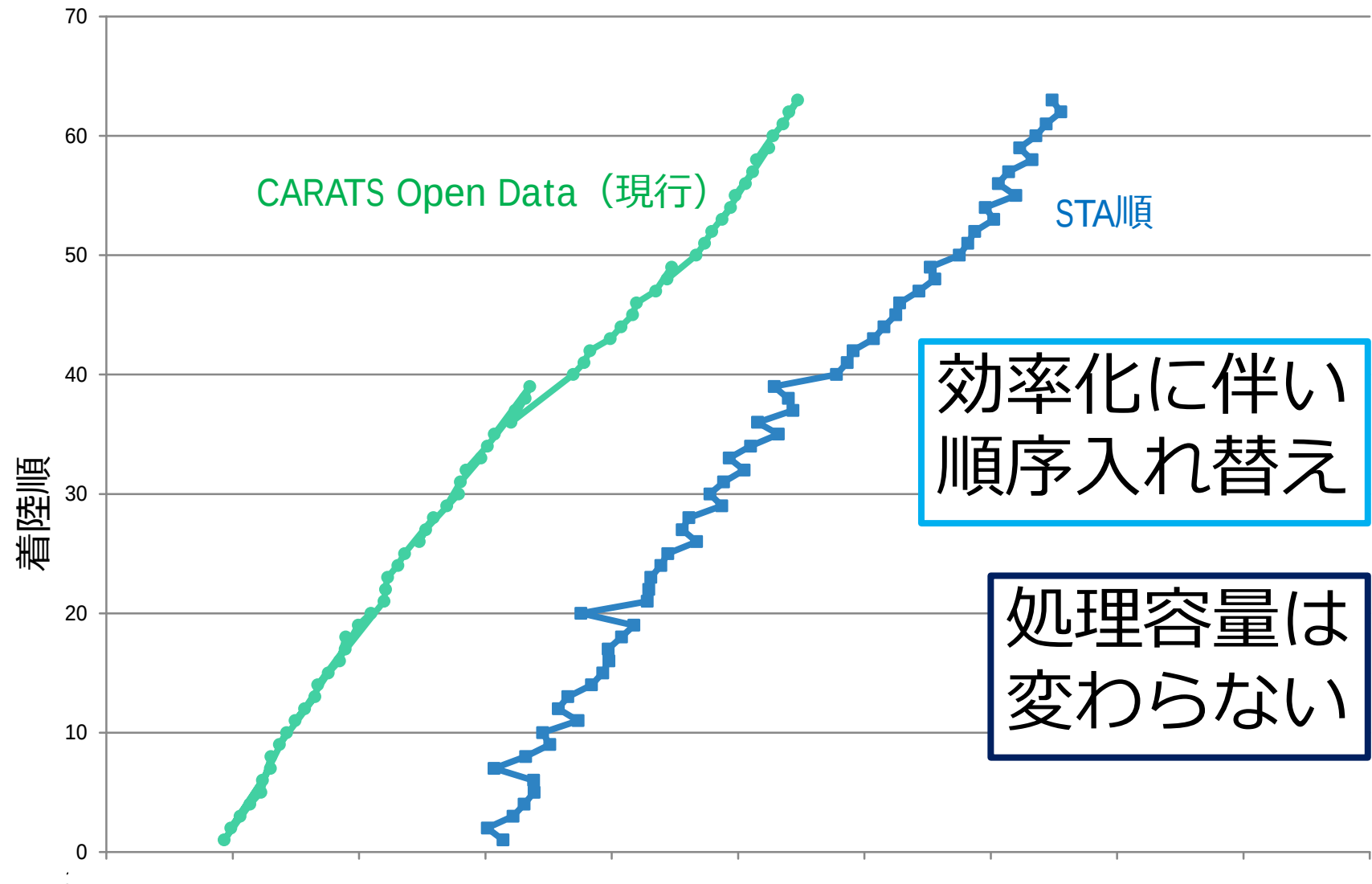
シミュレーション結果（2 / 3）

飛行時間・消費燃料

- ▶ 経路が現在の飛行経路よりも最短に近い経路をとることができる
 - ▶ 外乱なし：経路短縮，飛行時間短縮→燃料削減
 - ▶ ポップアップ機などの割り込み：若干飛行時間が増えたものがある→現行よりは短縮
- ▶ ターミナルゲートまでは基本CDOとなるので燃料は削減される
 - ▶ ポイントマージ，減速での増加はあり

シミュレーション結果（3 / 3）

▶ 着陸順 の検証



まとめ（1 / 2） 研究での活用例

- ▶ 「航空機の到着管理システムの研究」における管制シミュレーションでCARATS Open Dataを利用した。
- ▶ 2014年交通量を元にシナリオを作成し，現状と比較する形で，到着管理システムのコンセプトを評価した。
 - ▶ 効率性が向上する余地あり
 - ▶ 外乱の吸収
 - ▶ 気象予報
 - ▶ STAの再計算

まとめ（2 / 2）

CARATS Open Dataの利点

- ▶ 実際の交通流を確認し，解析できる
- ▶ シミュレーションのインプットとして利用できる
- ▶ 多機関で共通のデータを共有し，確認しながらシミュレーションを進めることができる。

参考文献

- [1] 福島, 瀬之口, 福田, “到着管理システムの研究について”, 航空宇宙学会誌第66巻第6号, pp.167-172, 2018.6.
- [2] 伊藤, “次世代到着管理システムの運用コンセプト”, 航空宇宙学会誌第66巻第7号, pp.205-211, 2018.7.
- [3] 電子航法研究所, 九州大学, 首都大学東京, 早稲田大学, 茨城大学, 構造計画研究所, “航空機の到着管理システムの研究”, 交通運輸技術開発推進制度 研究成果報告書 (ダイジェスト版), 2017.3. <http://www.mlit.go.jp/common/001194143.pdf> (参照2018-11-1)
- [4] 京都大学生存圏研究所, “気象庁データ”, URL: <http://database.rish.kyoto-u.ac.jp/arch/jmadata/gpvoriginal.html>
- [5] EUROCONTROL Experimental Center: User Manual for the Base of Aircraft Data (BADA) Revision 3.11, EEC Technical/Scientific Report, No.13/04/16-01, 2013.