

航空交通データの提供と 研究開発促進の取組について

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
岡 恵



- 航空交通データの提供
CARATS Open Data
「82万便の航空機の航跡データ」
- 研究開発促進の取り組み

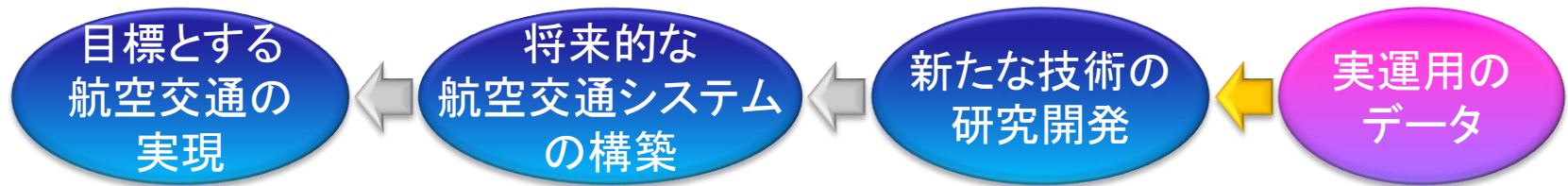
データ提供の背景

2010年 産学官連携

Collaborative **A**ctions for **R**enovation of **A**ir **T**raffic **S**ystems

「将来の航空交通システムに関する長期ビジョン」

2025年に向けて目指すべき目標、変革の方向性等を記述



2015年 2月～ 国土交通省航空局が提供開始

“ CARATS Open Data ”

CARATS HP 上で研究開発成果の還元内容の紹介

<還元例>

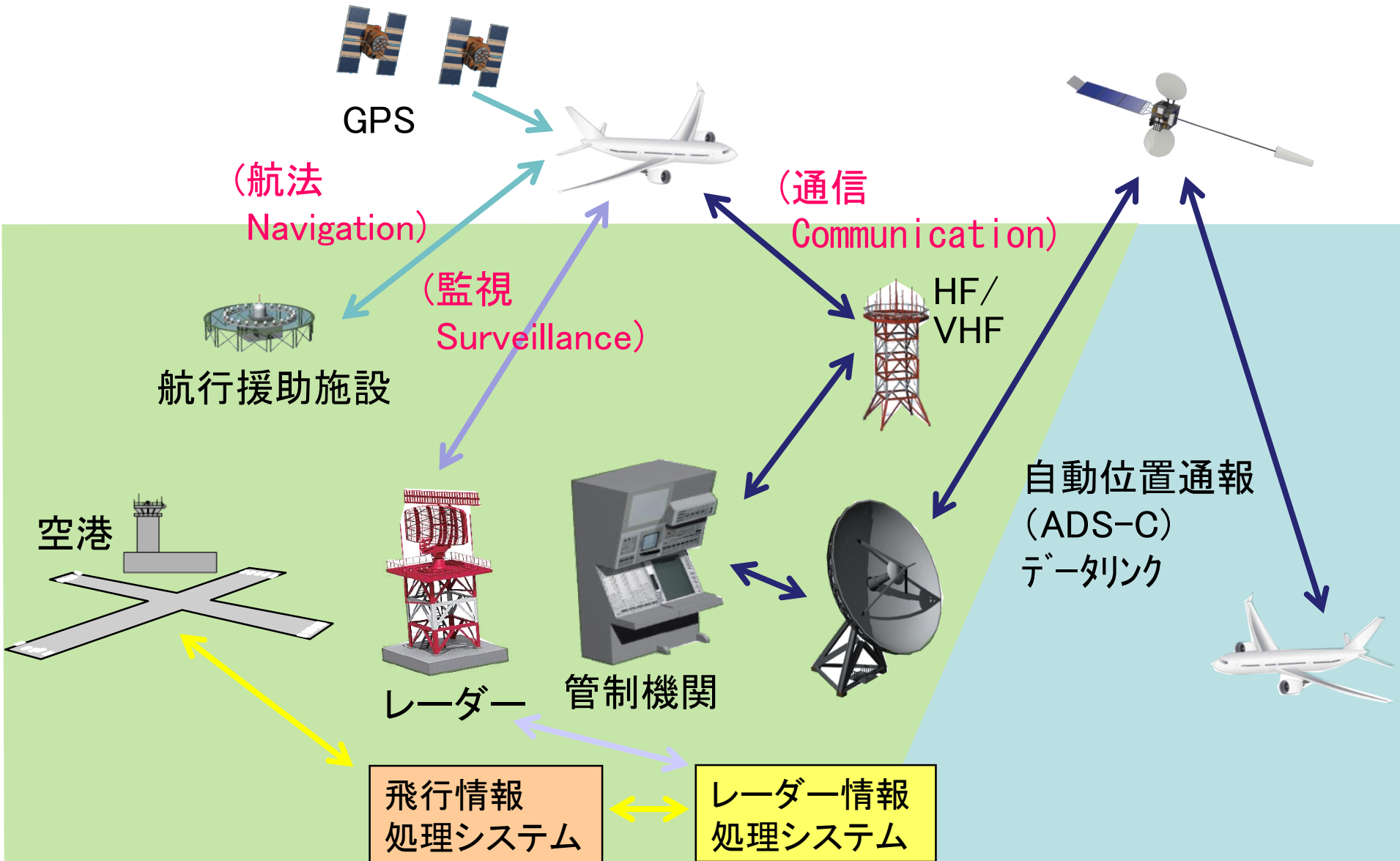
施策名: 平行滑走路における監視能力の向上 (EN-11)

貢献内容: 成田空港の時間値を1時間当たり64回から68回に増枠 (H26.3～)



CARATS Open Dataの内容

航空交通システム



データの概要

CARATS Open Dataは、実運用データを元にした大規模な航跡データ

期間	2012年度から2016年度の奇数月の1週間（計30週間）
含まれる便数	のべ約 82万便 の航跡データ 14.8万便(2012)、15.7万便(2013)、16.4万便(2014)、 17.1万便(2015)、18.0万便(2016)
データソース	レーダーデータ （航空路管制、羽田空港ターミナル管制(2013～)、 羽田空港飛行場管制(2016～)） ADS-Cデータ （洋上管制(2015～)）、飛行計画データ
対象範囲	日本が管轄する 福岡飛行情報区 (FIR: Flight Information Region) レーダー管制空域(2012～2014)、全域(2015～)
対象便	計器飛行方式による定期便 軍用機・自家用機などは対象外
データ形式	約 10秒 間隔、時系列のCSV形式 ターミナルー8秒 洋上ー1分 飛行場面ー1秒

2012～2014



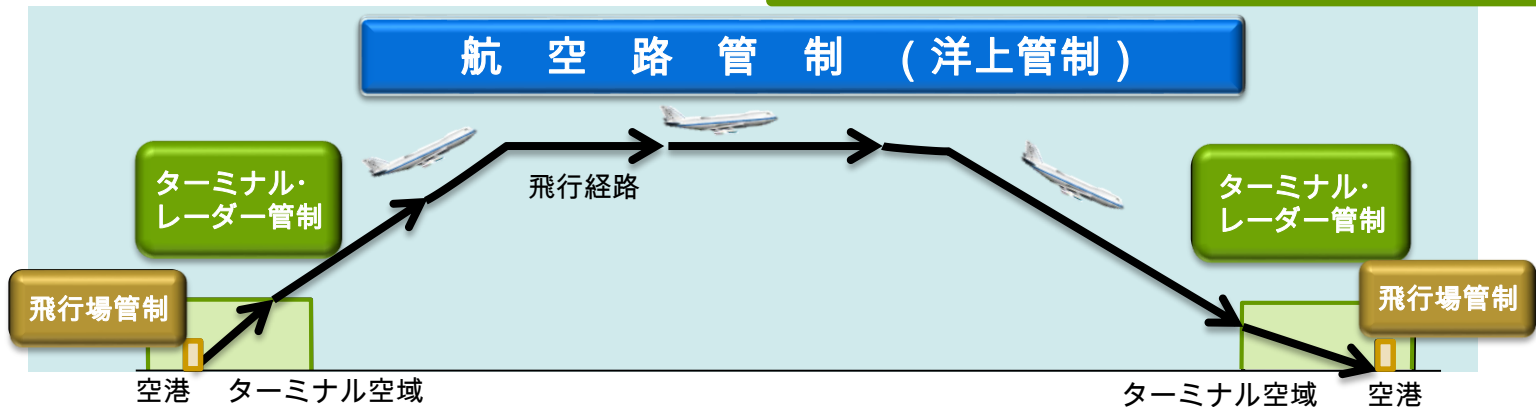
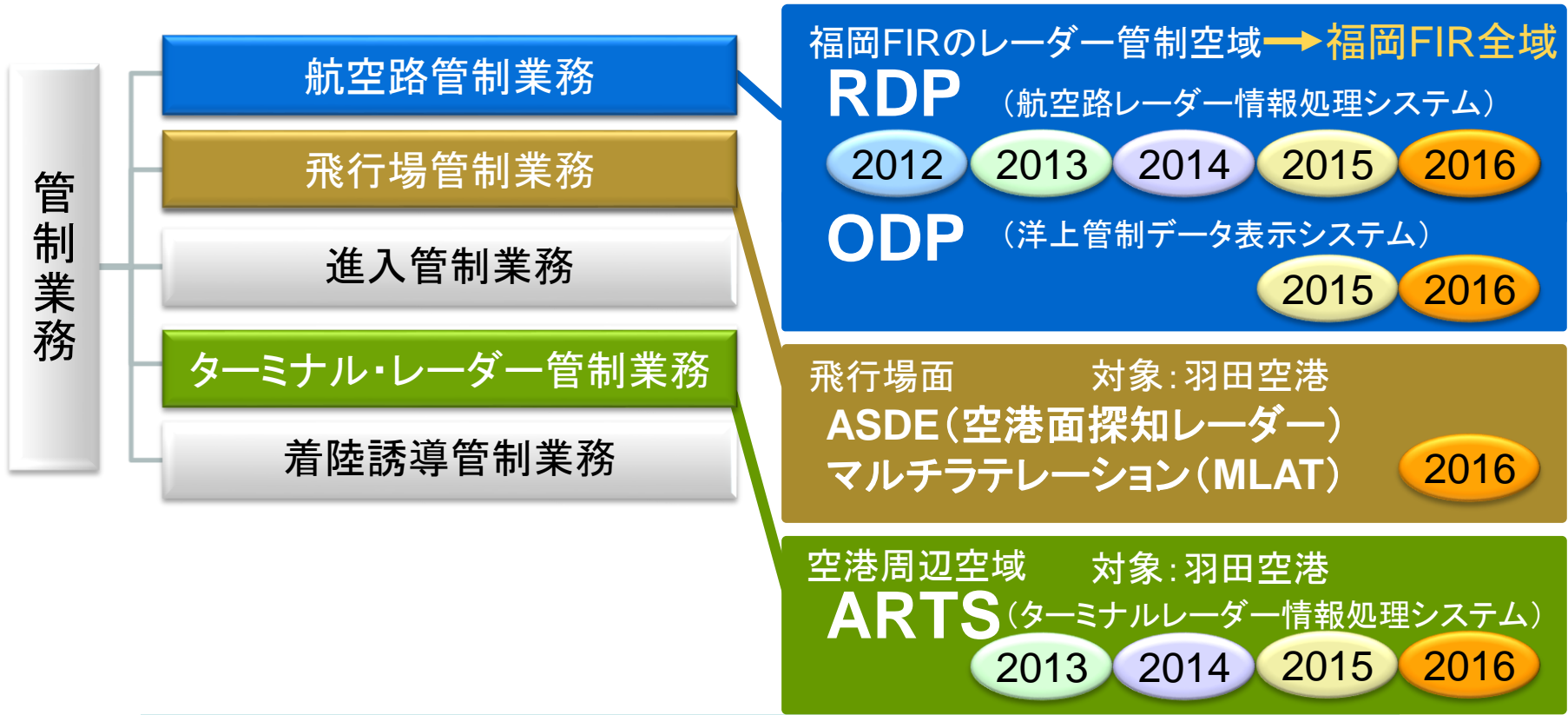
福岡FIR内の
レーダー管制空域

2015～

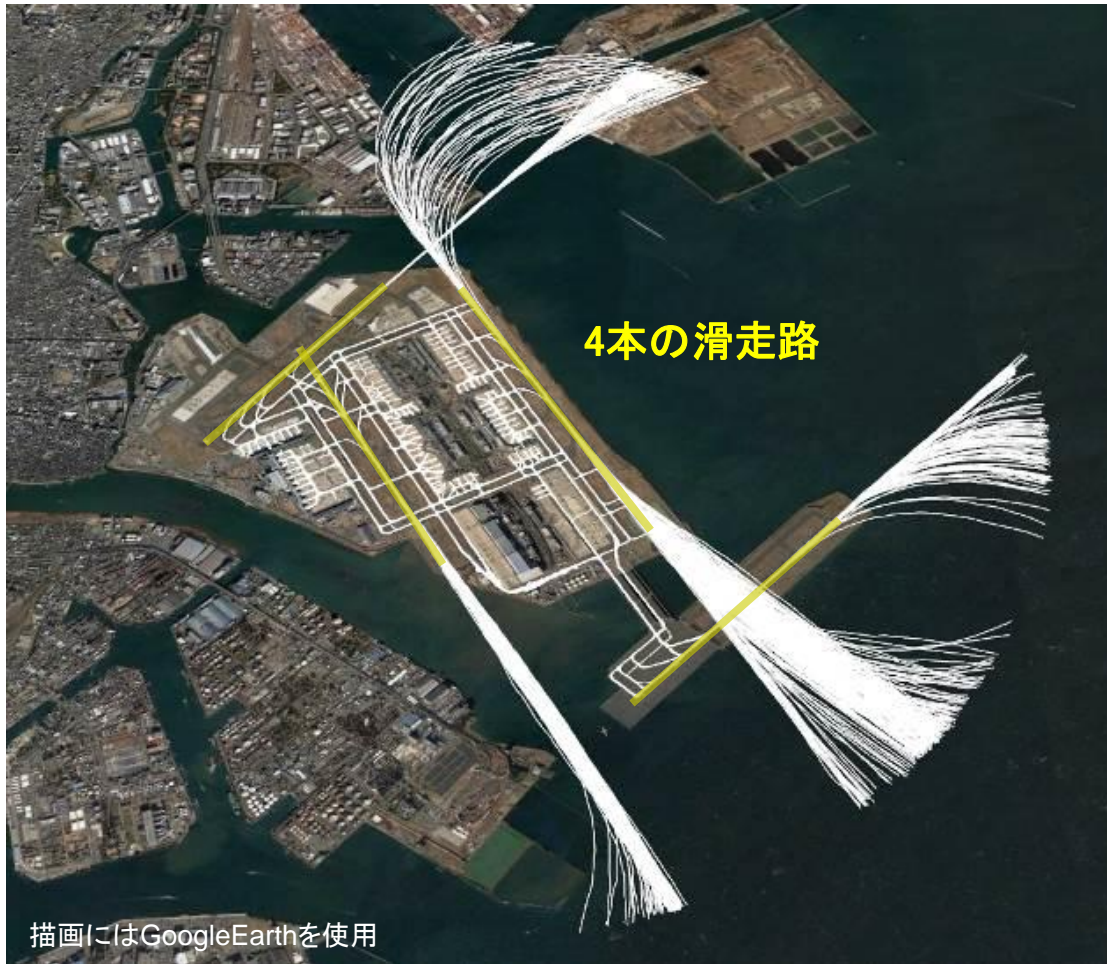


福岡FIR全域

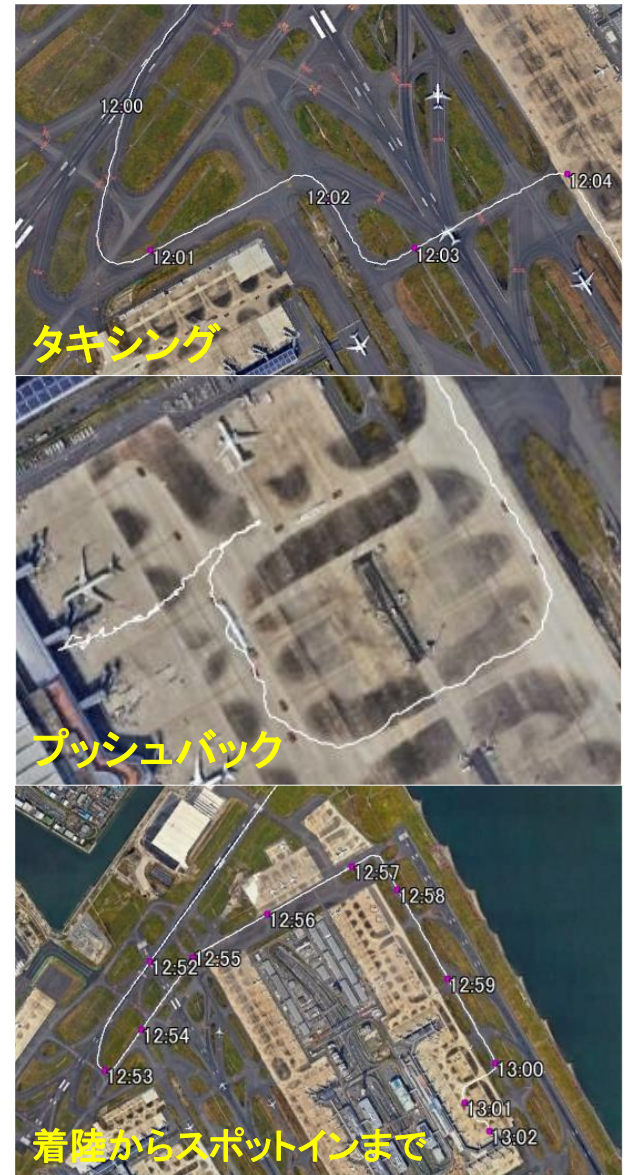
航空管制業務とデータの拡充



飛行場管制データ



航跡は半径約3NMの円内(ただし、飛行中でも高度値は無い)
滑走路の離脱点、使用誘導路、プッシュバックなども確認できる



データフォーマット

00:00:01.0 , FLT0001 , 31.478958 , 126.609246 , 30066 , B763
00:00:01.0 , FLT0002 , 33.195376 , 133.649586 , 36748 , A333
00:00:01.5 , FLT0003 , 35.289176 , 133.370610 , 32000 , B77W
00:00:10.5 , FLT0001 , 31.471519 , 126.635655 , 30025 , B763

時刻 便名 緯度 経度 高度 型式

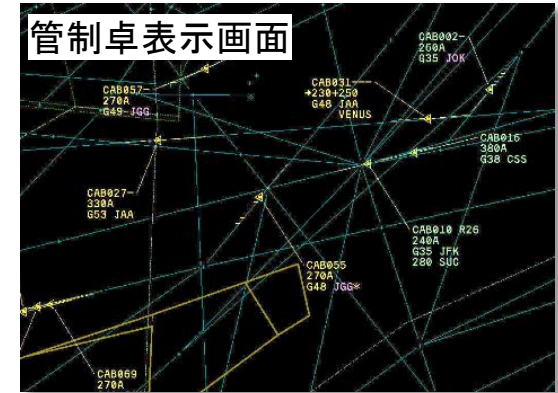
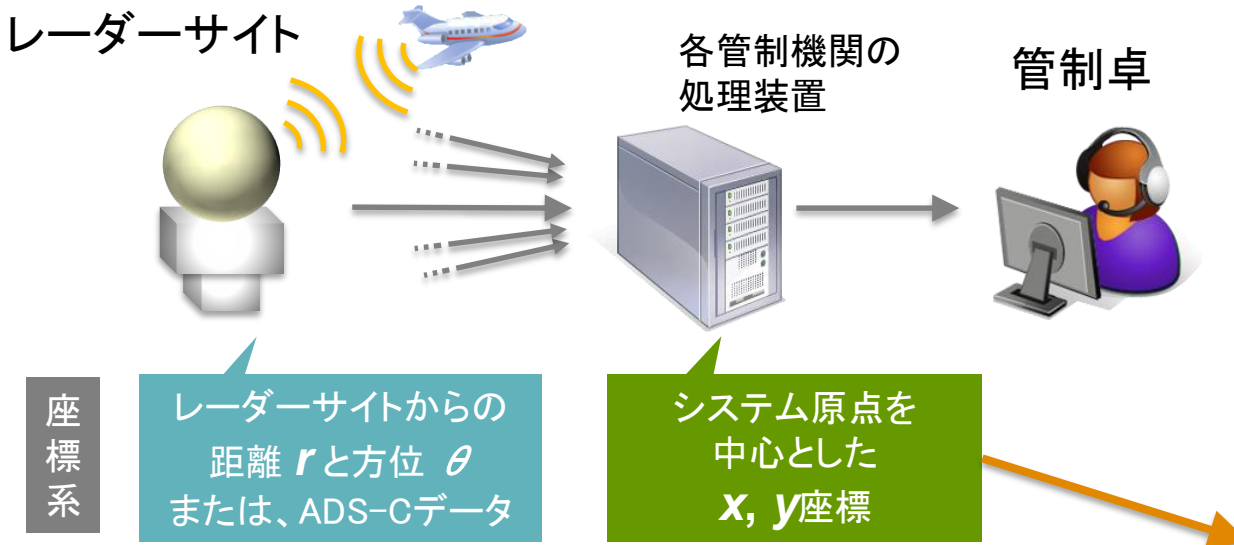
時:分:秒 (日本時間)	“FLT”+ 4桁の番号	度単位 小数点以下6桁	ft単位	国際機関が 定めた略号
データ時刻 (2013から、 1/10秒単位)	仮想便名	平滑xy座標から変換	平滑高度 (飛行場面 は0ft)	飛行計画 の型式

航空路管制、ターミナル管制、洋上管制 …結合して一つの航跡ファイル (trk_yyyymmdd_hh_hh.csv)
飛行場管制 …単体の航跡ファイル (trk_surface_yyyymmdd.csv)

仮想便名は、飛行中、飛行場面の航跡ファイル共通で、同一便に対しては同一の便名としている。
一日単位で便名の数字を割り当てているが、日またがり便も前後の日で同一の便名としている。

CARATS Open Dataの作成

データの作成方法



出典:国土交通省



作成の難点

- ✓ ログ形式の違い
- ✓ 投影平面の違い
- ✓ データクリーニング

CARATSデータ作成 ENRI

変換

- ・角距離の算出
- ・球面三角法

2012 球体

2013~回転楕円体

緯度、経度

各管制機関の
データを結合

参考文献

- 1) 岡、福田、上島:「航空交通の運用データの一般公開と活用」、第52回飛行機シンポジウム2E02(2014)
- 2) 岡、福田、ピクラマシハ、上島:「航空交通の運用データの一般公開と活用(その2)」、第53回飛行機シンポジウム1D04(2015)

適合データの選択

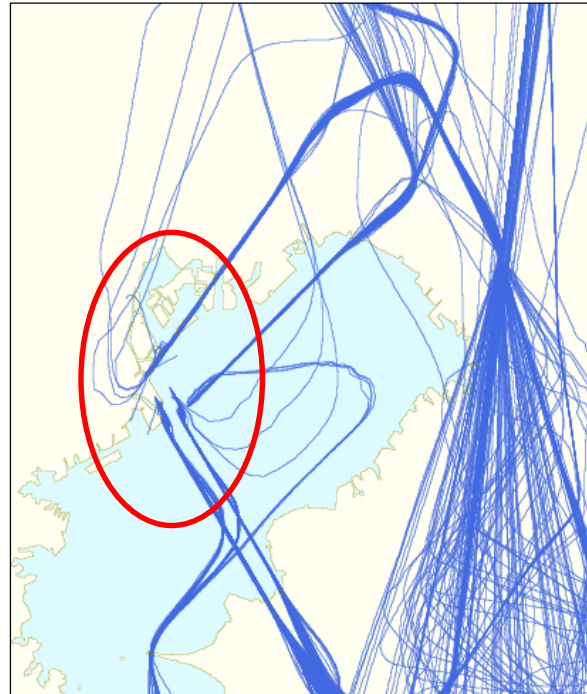
コーストデータの削除

「トランスポンダーの応答が途絶えたことなどにより追尾できなくなった状態」

削除前



削除後



その他のデータ選択例

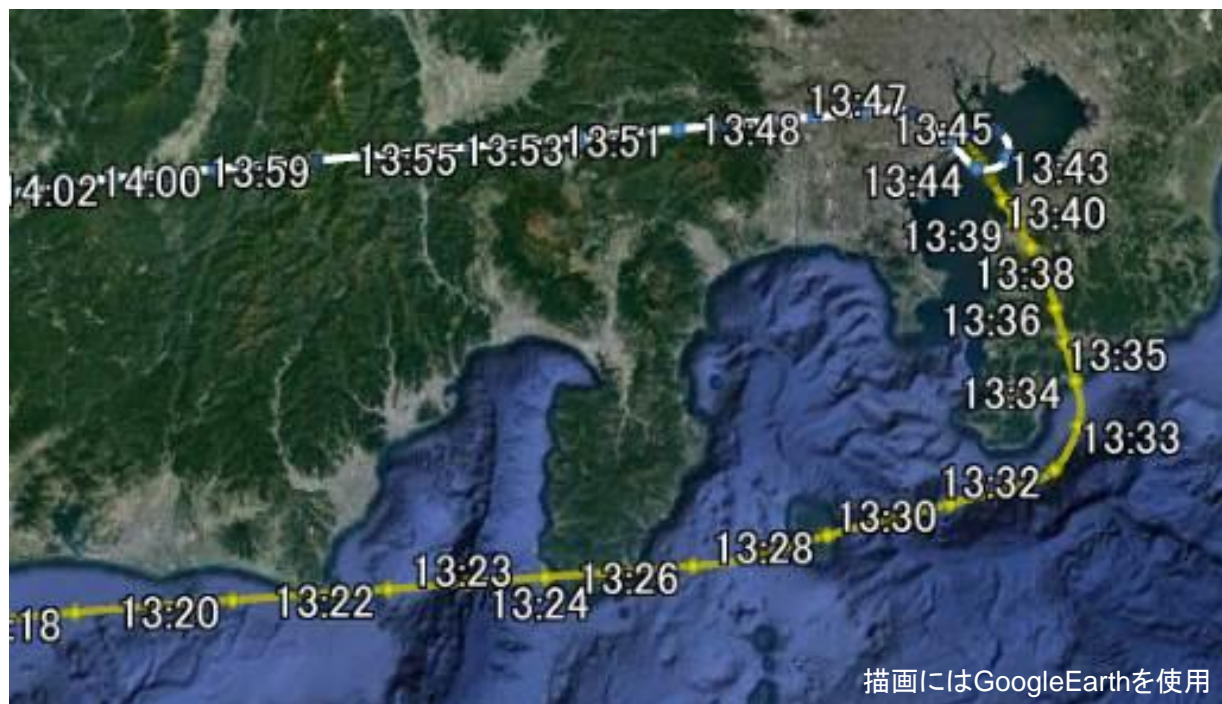
- 時刻、位置に大きなギャップがある航跡
- 不完全なデータ
- 福岡FIR外の航跡
- VFR機
- 軍用機・自家用機

基本的には、
極力手を加えず、
システムに記録されたものを
そのまま出力する



エラーの除去など、
データ取得者の大半が強られる
作業の一元化

完成データの位置精度検証



位置精度を算出した便の航跡

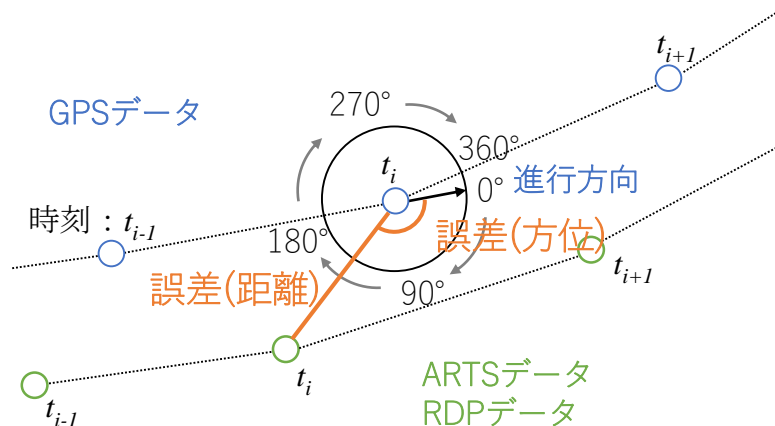
白線: 東京国際空港出発便
黄線: " " 到着便

ARTSデータ、RDPデータ



GPSデータと比較

位置精度の検証

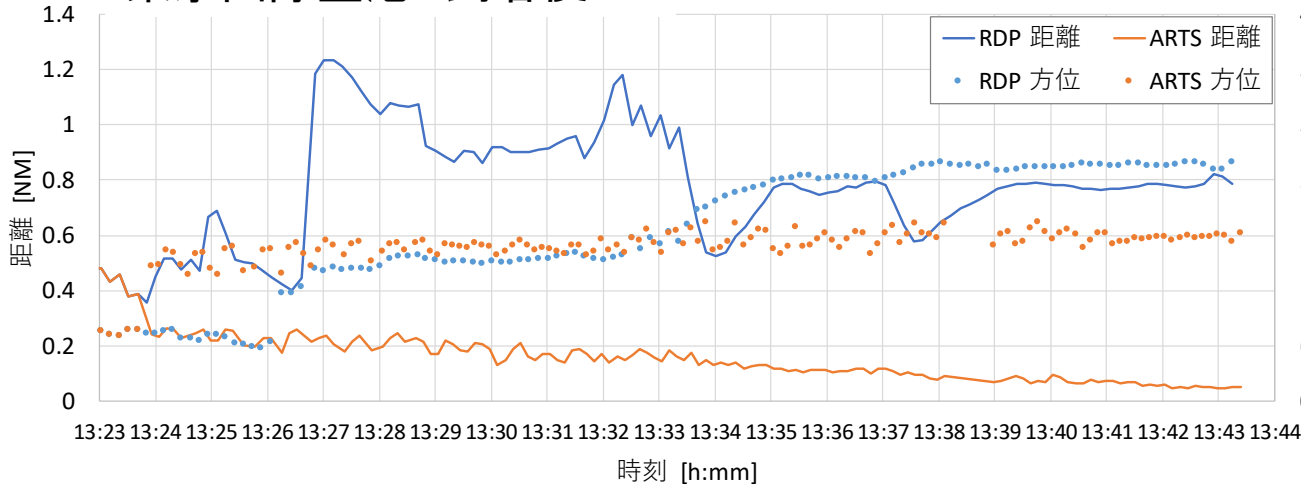


検証方法

1. GPSデータをARTS、RDPデータの時刻に内挿
2. GPSデータから航空機の進行方向を算出
3. 同時刻のGPSデータと各データの距離と方位を算出

位置精度の結果

東京国際空港 到着便



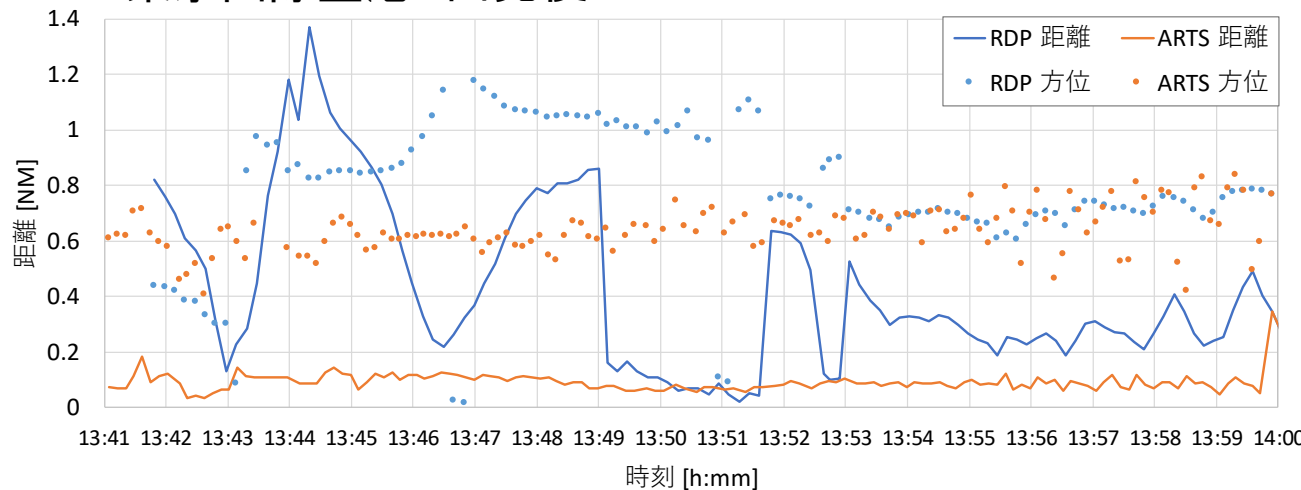
誤差の距離

- 航空路レーダー
- ターミナルレーダー

誤差の方位

- 航空路レーダー
- ターミナルレーダー

東京国際空港 出発便

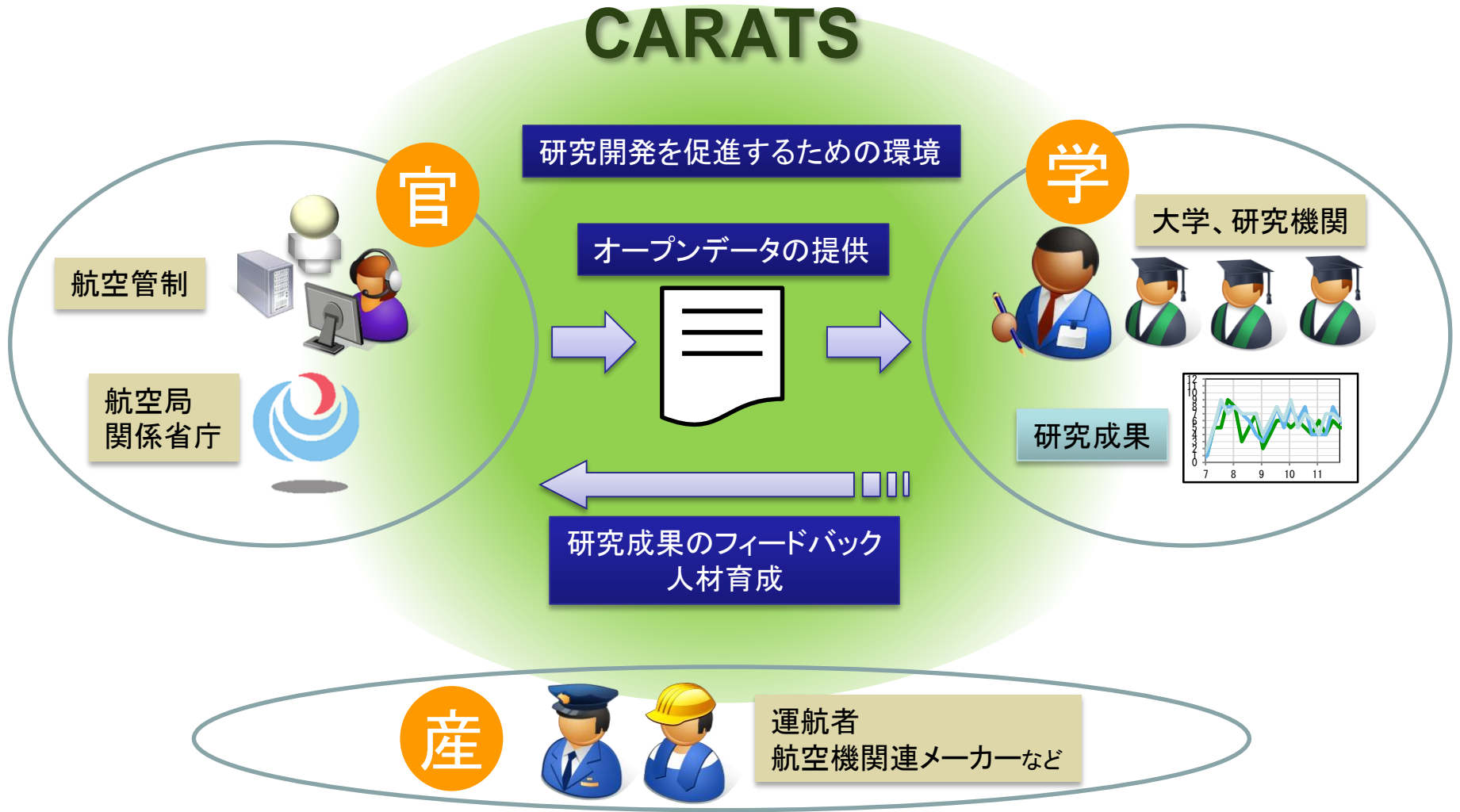


誤差の距離

- 航空路レーダー
最大 1.4NM
- ターミナルレーダー
最大 0.3NM

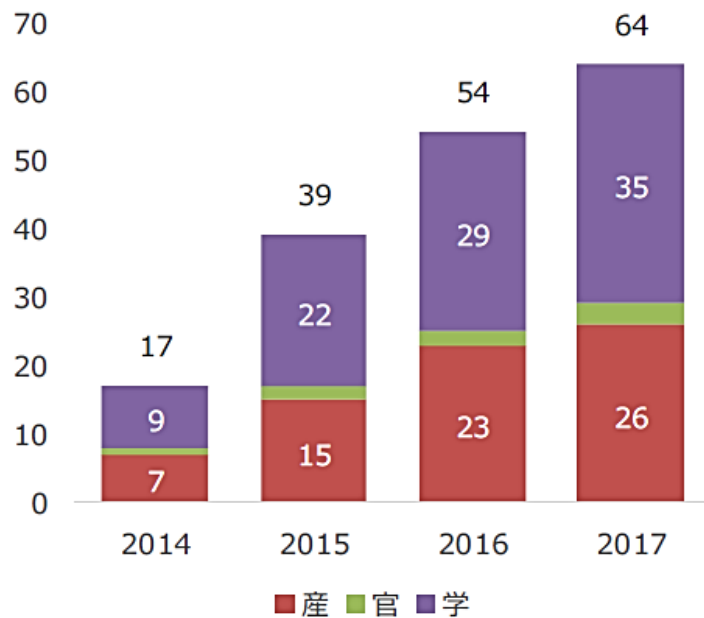
CARATS Open Dataの利用

データを介した産学官連携

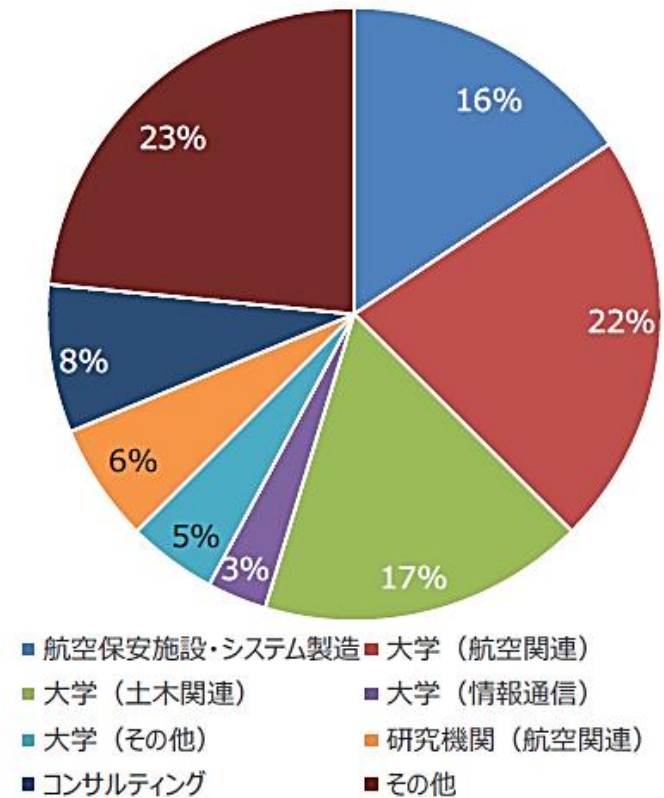


データ利用状況

産官学別提供機関数推移



データ提供先機関の構成 (2017年9月末時点)



① メールで申し込み

氏名、住所、所属、希望年度、**利用目的**



② CARATS事務局より返信

③ 空のDVDを事務局へ郵送

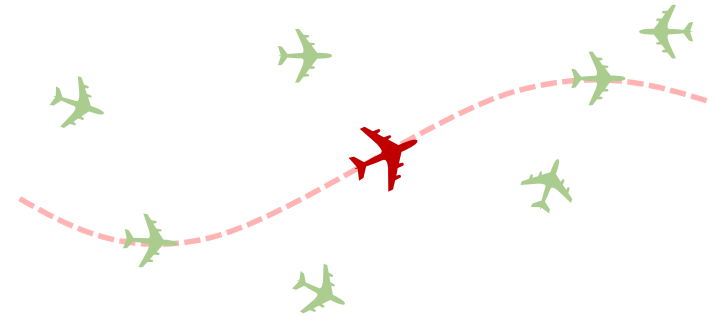
④ データが複写されて返送

【利用条件】

- 航空交通分野に関する**研究開発・教育・普及啓発活動・学術研究**への使用
- 第三者への配布は禁止
- 文書や論文の公開時にはデータを利用している旨の記載

CARATS Open Dataの利点

- 大規模である
 - ✓ サンプルが多い
 - ✓ 交通“状況”を見ることができる
- 無償である
- 誰でも利用可
 - ✓ 他分野からの参入の奨励
- 多くのユーザが使用する
共通のデータ
 - ✓ 分析結果の相互比較
 - ✓ 利用方法やノウハウの共有

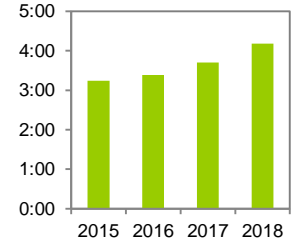
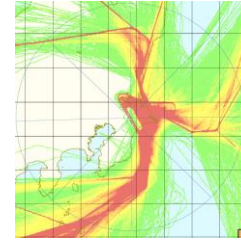


データの活用方法

CARATS
Open Data



現状分析



交通量の可視化 指標値の算出

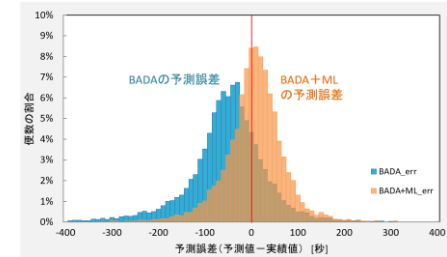
CARATS
Open Data



理論
モデル
シミュレータ



推定



飛行時間の予測

岡: 航跡データを使用した羽田空港到着機の飛行時間予測誤差の分析

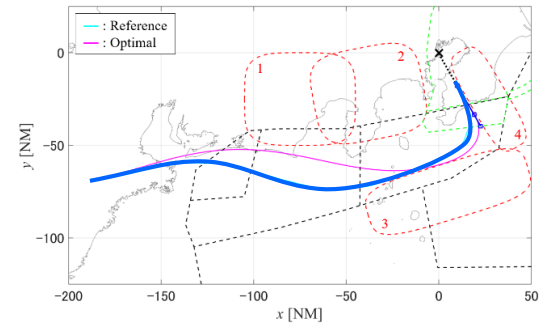
CARATS
Open Data



理論
モデル
シミュレータ



評価



管制誘導の模擬

虎谷: 障害物配置法を用いた航空管制のための到着軌道最適化手法

データの活用実績

日本航空宇宙学会
飛行機シンポジウム、年会講演会

- 2015年 8件
- 2016年 13件
- 2017年 18件
- 2018年 10件

用途:

- ✓ 航空交通管理の運用改善に役立つ課題や事実の発見
- ✓ 要因の分析
- ✓ 提案する運用改善手法の評価

共に用いられるデータ:

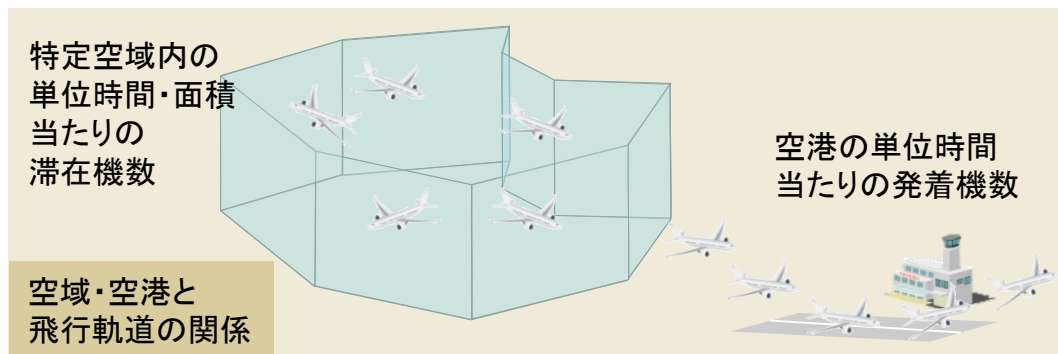
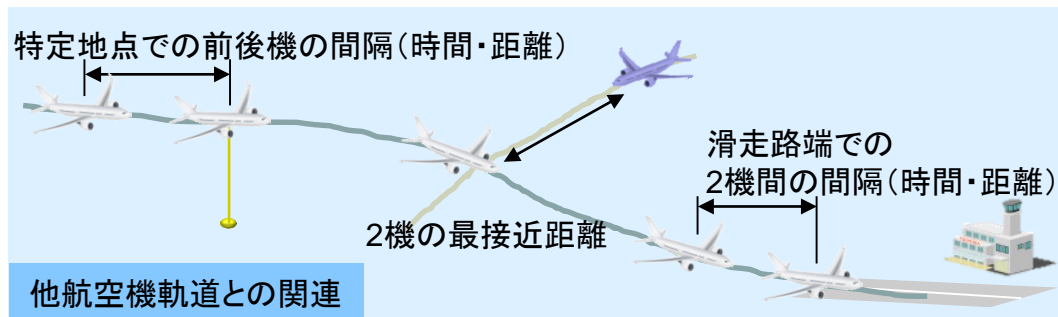
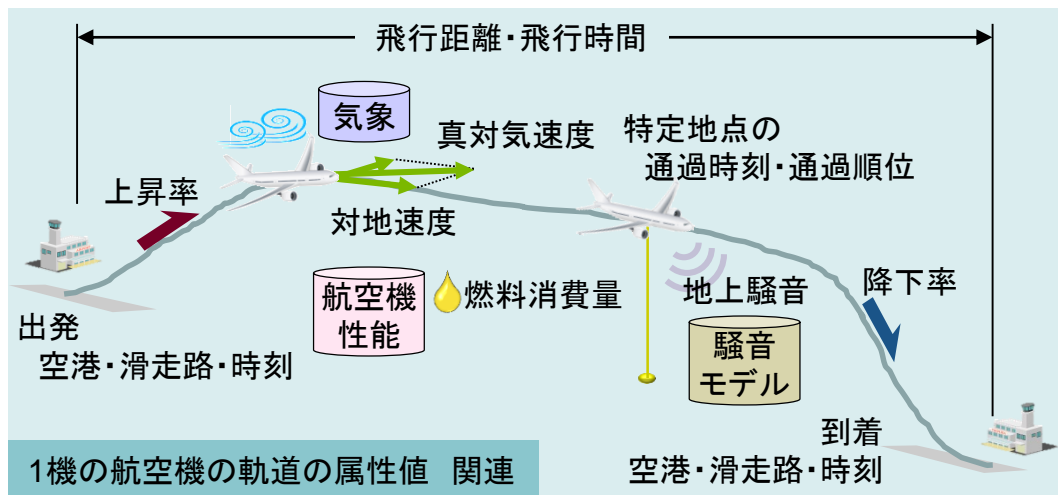
- 気象データ(GSM,MSM)
- 航空機性能モデル(BADA)
- 航空路誌(AIS-Japan)
- 航空機騒音モデル

データ算出後:

- 提案手法のシミュレーション
- 理論値との比較
- 軌道予測

参考文献
岡、福田:「航空交通のオープンデータとその活用」、電子情報通信学会
IEICE Technical Report CAS2017-53,MSS2017-37 (2017-11)

一般的な算出データ



研究開発促進の取り組み

PlotTrack

PlotTrack : 航跡動画表示プログラム

- ✓ 簡単にデータの内容を動画で見ることが可能
- ✓ JAVAで動作
- ✓ CARATS Open Dataに添付して配布
- ✓ 電子航法研究所 製作

The screenshot displays the PlotTrack software interface. The main window shows a map of Japan with numerous flight tracks plotted. A specific track, FLT1902, is highlighted with a blue circle, and its altitude is shown as 410. The time displayed is 12:58:00. The ENRI logo is visible in the top left corner of the map area.

再生時刻
12:58:00

仮想便名
高度(100ft単位)
FLT1902
410

ファイル選択
動画開始・停止
ボタン

時刻選択リスト

表示範囲

表示モード

倍速選択

ENRI

Open Exit

Start Stop

trk20160509_12_18...

12:00
12:10
12:20
12:30
12:40
12:50
13:00
13:10
13:20
13:30
13:40
13:50
14:00
14:10
14:20
14:30

Range
300

Mode
Tag 動画

倍速
X10

CARATSオープンデータ活用促進フォーラムの開催

2015年9月から毎年一回程度開催
研究機関、大学、一般企業等から参加
今後の展望や、研究事例の紹介、
データ使用に関する意見交換 等



会場の様子

2018年12月 CARATSオープンデータ活用促進フォーラム（東京大学）

- ・航空機の軌道最適化
- ・遅延の波及効果や滑走路処理容量
- ・航空通信の需要解析
- ・速度調整による到着時刻制御
- ・到着管理システムの有効性検証
- ・データの可視化

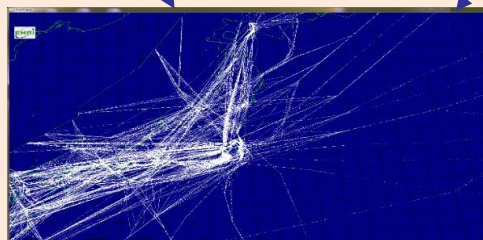
継続的なデータ拡充の検討

➤ 拡充検討

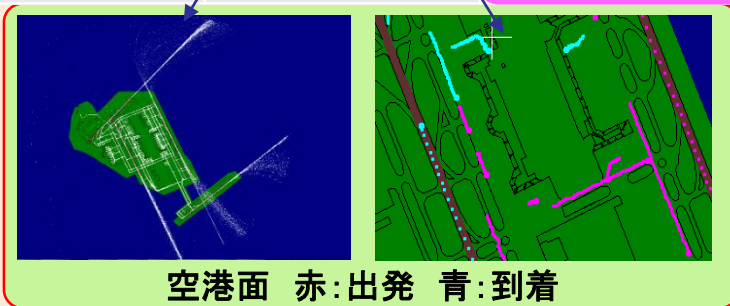
- ・現在、CARATSオープンデータでは国内+洋上経路(H29年度から開始)の航跡データを公開済み。
- ・第7回推進協議会(H29.3)において、データ提供の拡充が求められているところ、H29年度はユーザーニーズ調査を行い、更なるデータの公開に向け拡充計画を検討した。
- ・H30、H31に新規に公開するデータの拡充計画案を取りまとめ。

(H30.8公開済)
今年度
公開予定

提供年度	H27	H28	H29	H30	H31	H32以降
データソース	国内航跡 (H24)	羽田空港レーダ追加 (H25、H26)	洋上航跡追加 (H27)	羽田空港面追加 (H28)	福岡空港レーダ及び 空港面追加 (H29)	H30年度 検討予定
対象日	6週間(奇数月)	6週間(奇数月)	6週間(奇数月)	6週間(奇数月)	12週間(毎月)	



国内+洋上 航跡



空港面 赤:出発 青:到着

➤ 今後の進め方

- ・ニーズ調査で要望のあった「飛行計画時の経路情報」、「統合管制情報処理システム上の算出時刻(EDCT等)」及び「ノーム情報(過去データ)」について、当該システム及びビッグデータツールの整備後(H32以降)の提供を目指し、更なる拡充検討を行う。

CARATS Open Data は

2015年2月 国土交通省から提供開始
レーダーデータ等から作成した日本全国の航空機の航跡
2012年から2016年度の30週間分、のべ約82万便

CARATS Open Data は

「誰でも」「無償で」「共通して」
利用できる「大規模な」データ

CARATSの長期ビジョンを実現するための
研究開発を期待