

CARATSオープンデータの概要説明 ～ 航跡データ編 ～

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



- CARATS Open Data の概要
- 航空管制用 情報処理システム
- データフォーマットと作成方法
- CARATS Open Data 用ツール

CARATS Open Dataの提供

3

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



将来の航空交通システムの構築 研究開発の促進

2015年2月～ 国土交通省航空局が提供開始

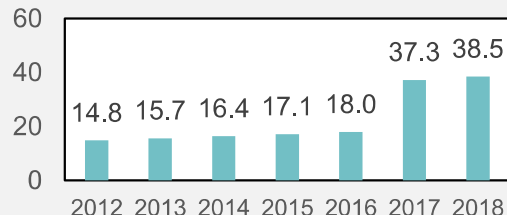
“ CARATS Open Data ”

CARATS Open Data 2018
の提供開始



CARATS Open Data 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 2018年度 まで 2012～2016 奇数月の1週間 2017～2018 毎月の1週間	合計 54週間
含まれる便数	のべ約 158万便 の航跡データ	
データソース	レーダーデータ (航空路管制、ターミナル管制(羽田、福岡)、飛行場管制(羽田、福岡)) 位置通報データ(洋上管制)、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(2015～2018)	
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 ターミナルは約8秒間隔、洋上は約1分間隔、飛行場面は約1秒間隔	

2012～2014



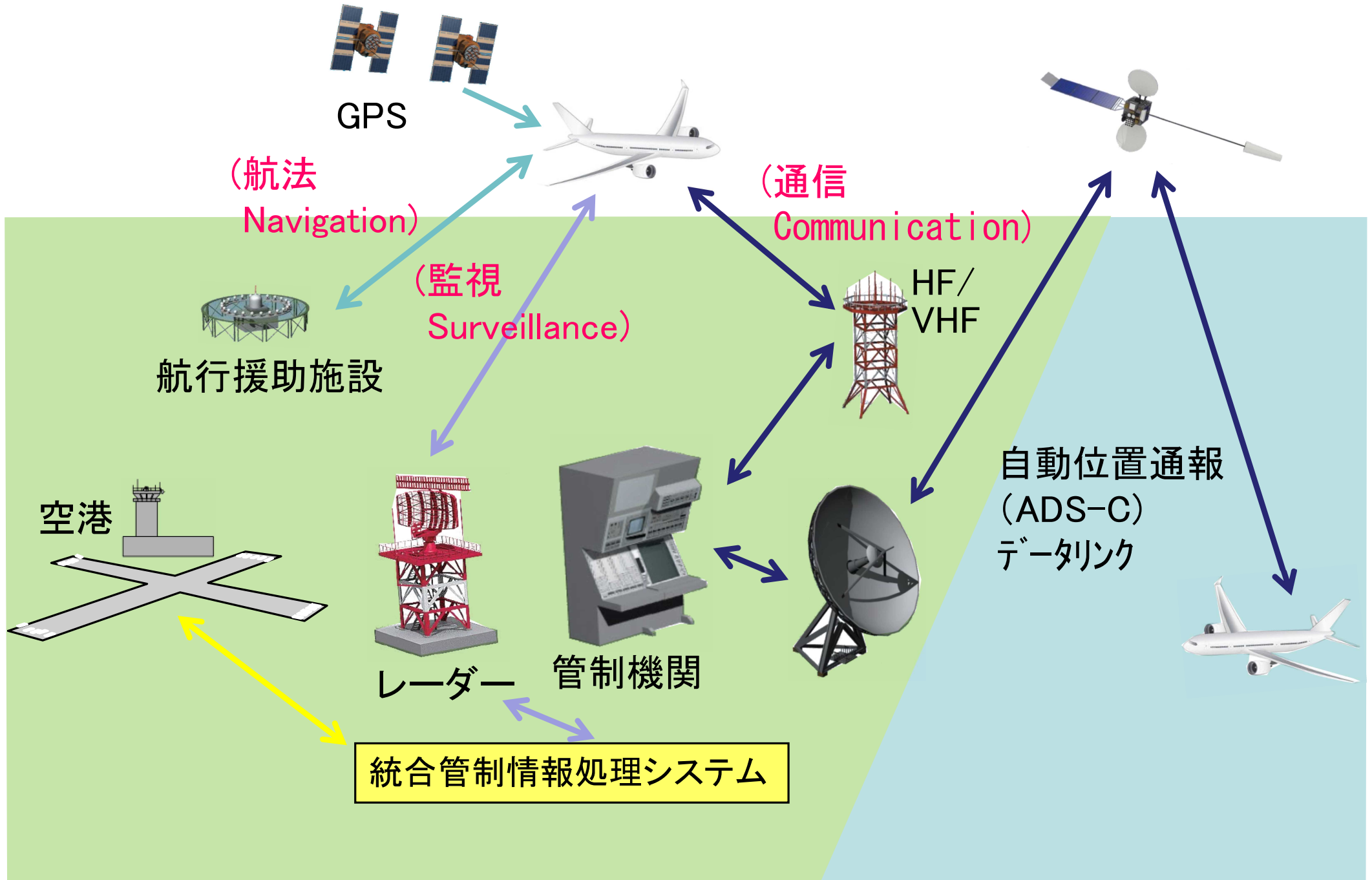
福岡FIR内のレーダー管制空域

2015～2018



福岡FIR全域

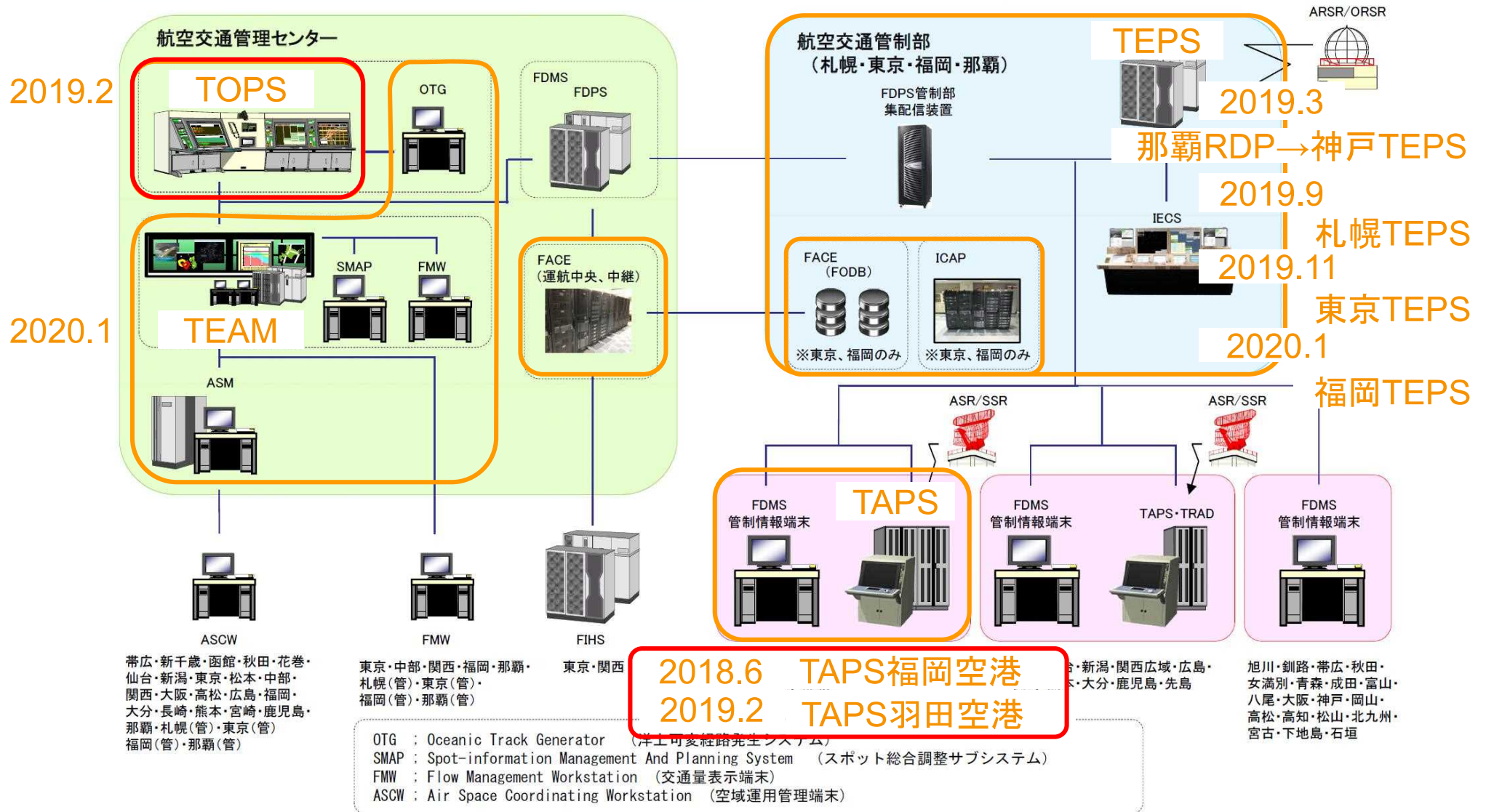
航空交通システム



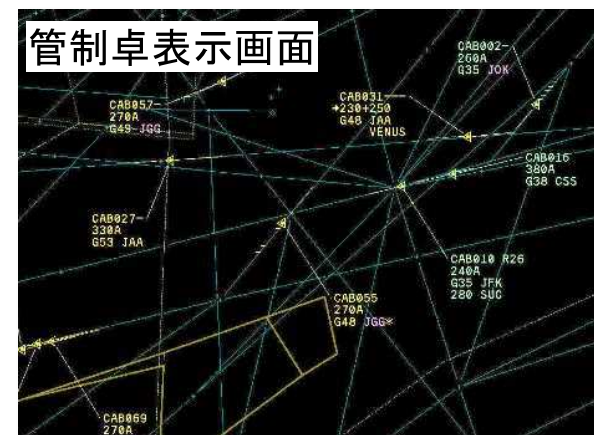
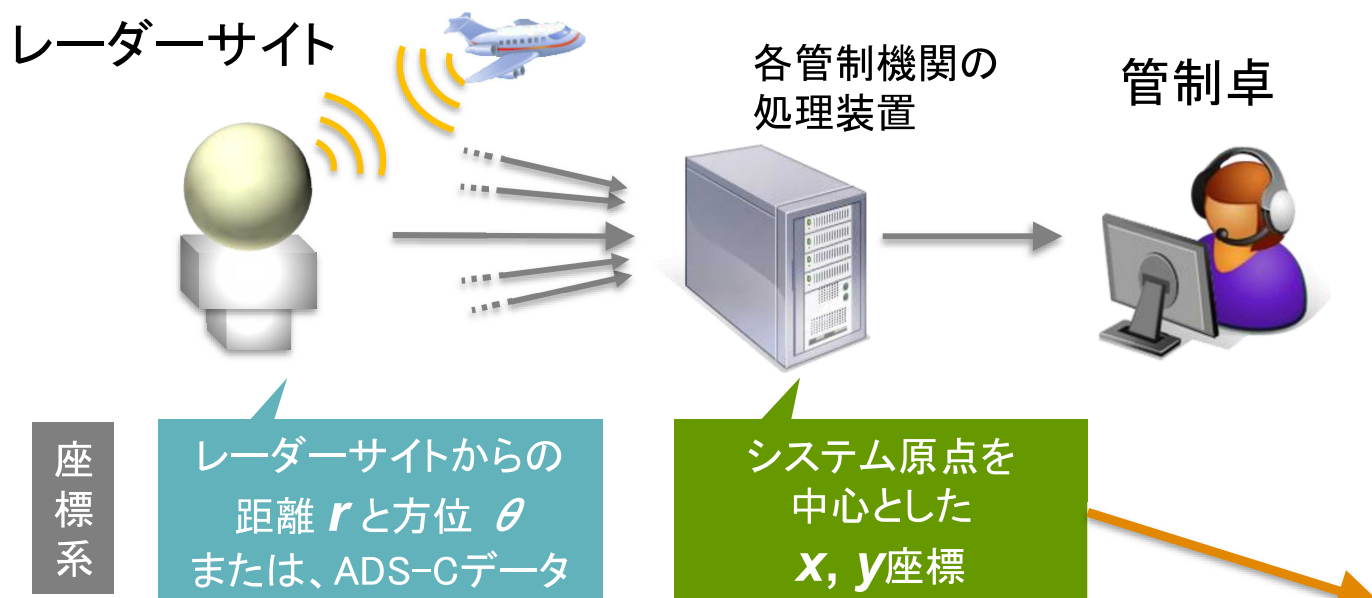
管制情報処理システムの更新

57 航空交通管制情報処理システム概念図

64



データの作成方法



出典:国土交通省

データ作成

変換

- ・角距離の算出
- ・球面三角法

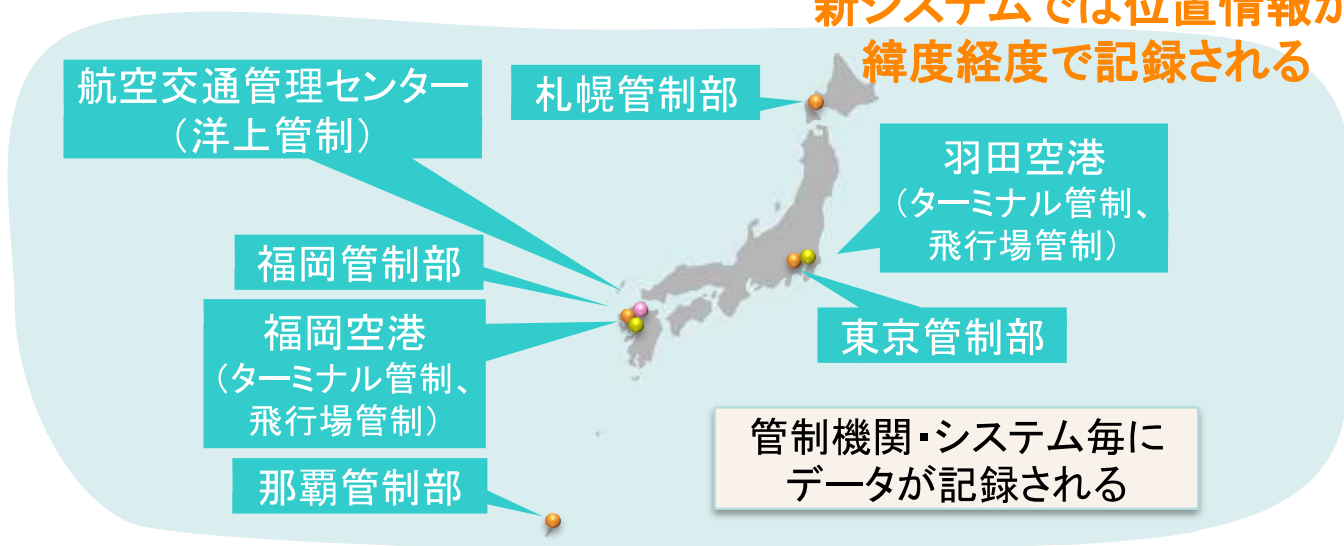
緯度、経度

2012 球体
2013~回転楕円体

航跡の結合

精度の高い航跡を優先

新システムでは位置情報が緯度経度で記録される



参考文献

- 1) 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 システム数理と応用研究会 (2017)
- 2) 岡、福田、中村、上島:「航空交通の運用データの一般公開と活用(その3)」、第50期 日本航空宇宙学会年会講演会1D04 (2019)

データフォーマット

00:00:01.0 , AP00001 , 31.478958 , 126.609246 , 30066 , B763
 00:00:01.0 , AP00002 , 33.195376 , 133.649586 , 36748 , A333
 00:00:01.5 , AP00003 , 35.289176 , 133.370610 , 32000 , B77W
 00:00:10.5 , AP00001 , 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)	月略称+ 5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	航空機型式

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 「飛行中の航跡」
 飛行場管制 ...単体の航跡ファイル 「飛行場面の航跡」

- 便名は、飛行中、飛行場面の航跡ファイル共通
- 日またがり便は前後の日で同一の便名

現在までのデータの拡充

年度	提供開始時期	データ期間	データソース				便名	時刻精度	地球形状
			航空路管制	ターミナル管制	洋上管制	飛行場管制			
2012	2015年2月	奇数月の一週間	四管制部	含まれない	含まれない	含まれない	FLT0001 一日単位で割振り	秒単位	球体
2013 2014	2016年8月			羽田空港				含む	
2015	2017年10月								
2016	2018年8月								
2017	2019年8月	毎月一週間		羽田空港 福岡空港 (2021年6月～TAPS)	含む	羽田空港 福岡空港	AP00001 一週間単位で割振り	回転楕円体	
2018	2021年12月 <small>NEW</small>								

研究促進
裾野拡大

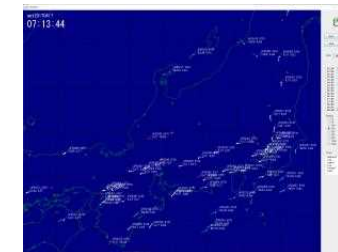


手軽に使用できる、分析ツールや
アルゴリズム(処理手順)の公開

飛行中航跡 動画表示ツール
「PlotTrack」

飛行場面航跡 動画表示ツール
「PlotSurface」

出発・到着空港推定ツール
「MakeApt」



```
E000, D700, NOTT, ROAH  
6146, A320, IGURU, ROAH  
6440, E190, RJ00, RJFK  
0610, A320, RJAA, RJFT  
1975, A320, RJTT, RJEE
```

- ✓ JAVAで動作
- ✓ CARATS Open Dataに添付して配布
- ✓ 電子航法研究所で作成

出発・到着空港推定ツール

CARATS Open Data

```
08:00:00.0,AP00533,25.995265,127.180835, 6146,A320  
08:00:00.0,AP00501,32.466773,132.001527,26440,E190  
08:00:00.0,AP00587,35.713651,139.443414,30610,A320
```

空港の
緯度・経度

FIR 境界線上 FIX
の緯度・経度

MakeApt

各便のデータ開始・終了点
に近い**空港・FIX**を推定

出発・到着空港や
入域・出域FIXを
末尾に付加して出力

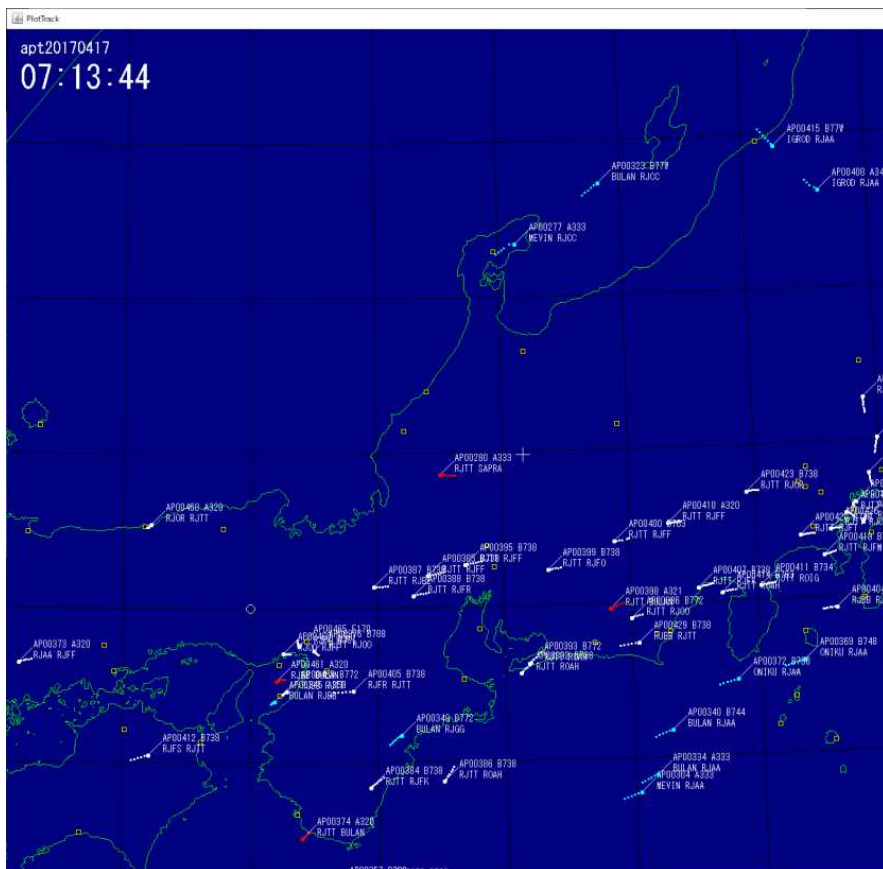
出力結果

```
08:00:00.0,AP00533,25.995265,127.180835, 6146,A320,IGURU,ROAH  
08:00:00.0,AP00501,32.466773,132.001527,26440,E190,RJOO,RJFK  
08:00:00.0,AP00587,35.713651,139.443414,30610,A320,RJAA,RJFT
```

航跡動画表示ツール

12

PlotTrack (飛行中の航跡)



PlotSurface (飛行場面の航跡)



MakeAptの出力を読み込むことで
色分け表示、属性による絞り込みが可能

ツール利用時の注意

13

MakeApt

- 一週間分で**21個のファイルが揃っていないと動作しない**
(3つの時間帯(0時~12時、12時~18時、18時~24時)×7日)
ファイルが不足する場合
⇒適切なファイル名の**空ファイルを同一フォルダに置く**ことで実行できる
- 実行時にSurfaceフォルダも追加指定することにより**飛行場面航跡にも**
空港・FIX名を付加できる

PlotTrack_v3

- v3では一日分の航跡を読み込むため**3個のファイルが揃っていないと動作しない**
⇒空ファイルを置く
- データの内容に**空欄があると動作しない** ⇒ダミーで良いので文字列を入れる

PlotSurface

- 航跡データの入っているフォルダ名で
背景に使用するマップを選択
⇒**フォルダ名はICAO4レターコード**
(RJTT, RJFFなど)

コマンドプロンプトなどで実行するとエラーメッセージが読める



```
コマンドプロンプト
C:\>java -jar PlotTrack.jar
```

MakeAptの推定方法と特性

アルゴリズム

航跡データの開始点と終了点の高度で国内／国際を判定(20,000ft以上国際)

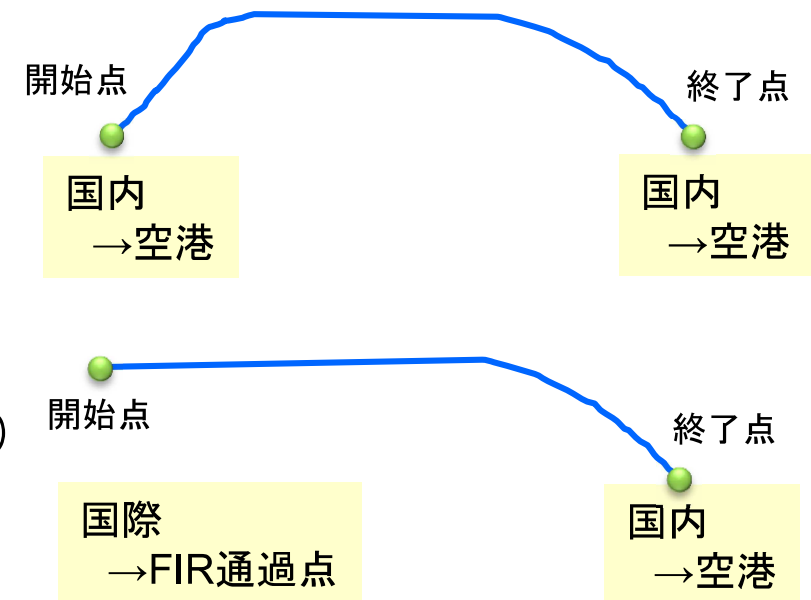
- 国内と判定された点は最も近い空港、
- 国際と判定された点は最も近いFIR通過点を探索
- すべてのデータに出発・到着空港(FIR通過点)を付加し出力

長所

- 高い正答率(国内線では99.4%)
- 飛行場面の航跡も同時に読み込むことで空港・通過点を付加
- 1週間単位の推定で日またがり便も正しく判定
- 過去のデータも使用可(主な対象は2017から)

短所

- 一週間のうち初日の開始点と最終日の終了点は間違い有り
- レーダーデータが欠けていれば間違い有り
- 高度によって国内／国際判定間違い



MakeAptの通常以外の利用法

15

MakeAptのアルゴリズム(近傍FIXの検出)から
FIR_Boundary.txtの編集により通過FIXの判定が可能

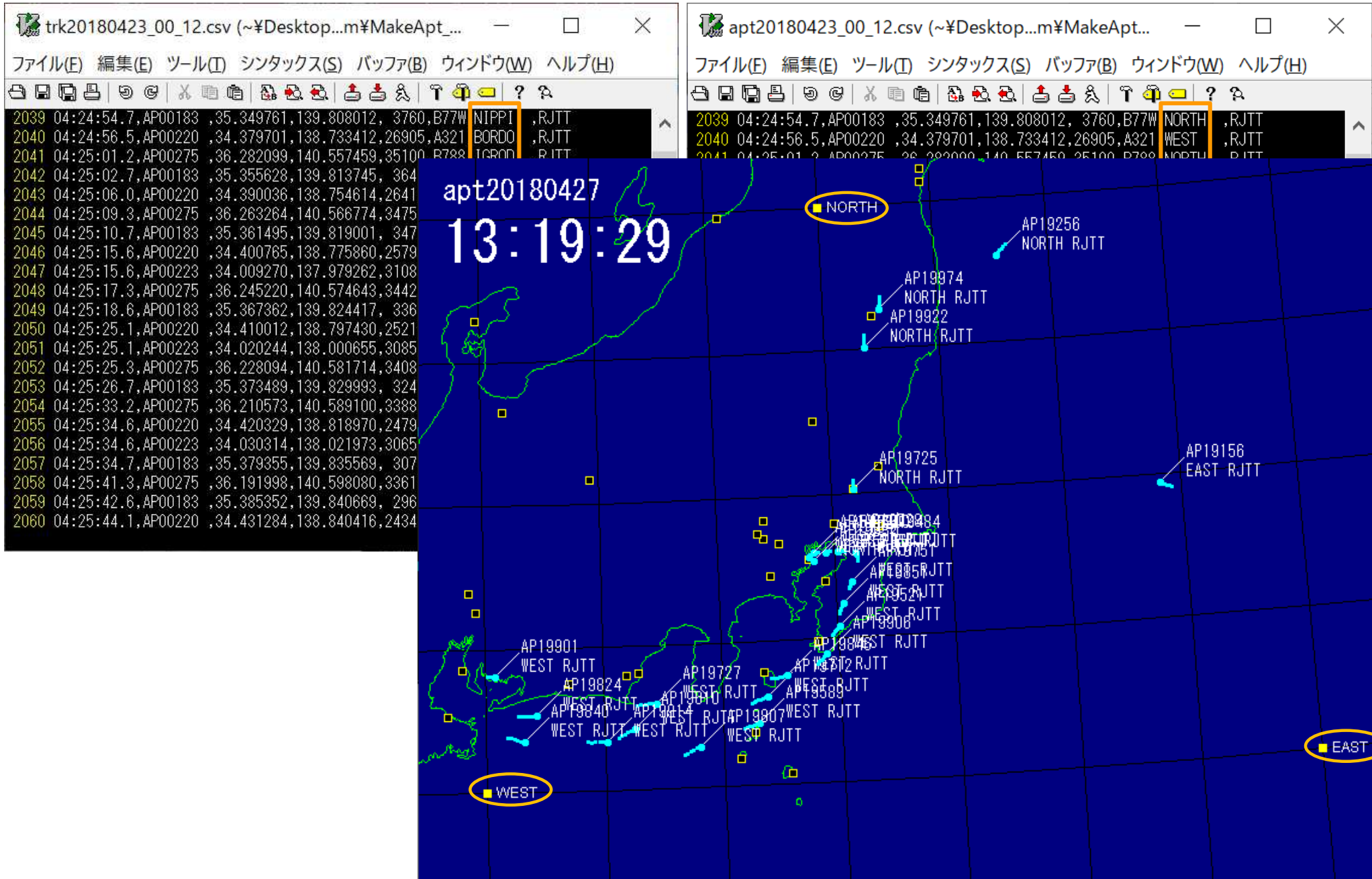
(例)羽田空港到着機を北・東・南方面で分ける場合

判定の手順

1. MakeAptを実行 → 空港・FIXが付加された航跡を作成
2. 航跡ファイルの編集
例) Excelを使用した場合
 - a. テキストファイルのインポートでaptファイルをインポート
(カンマ区切り、緯度・経度は標準、その他は文字列でのインポートがお勧め)
 - b. 羽田空港到着機のみフィルターで抽出
 - c. 緯度34度～38度、経度137度～144度の航跡のみフィルターで抽出
 - d. 残った航跡を値コピーしtrkの名称でファイルに保存
3. 新たなFIR_Boundary.txtを作成(WEST,NORTH,EAST)
(Tabの使用は不可、記号(_や空白)や小文字の使用可)
4. 新たなFIR_Boundary.txtを使用して再度MakeAptを実行
5. PlotTrackのFIR_Boundary.txtも更新
6. PlotTrackで表示

```
AOO WEST 340000.00N 1370000.00E
      NORTH 380000.00N 1400000.00E
      EAST 340000.00N 1440000.00E
```

到着機の方面別表示



CARATS Open Data はレーダーデータ等から作成した
日本の管制空域 全域の航空機の航跡

2012年から2018年度の54週間分、のべ約158万便

大規模なデータでありデータサイエンスの適用が容易

3つのCARATS Open Data用ツールの提供

CARATSの目標を達成するための研究開発を期待



「航空交通データの収集・整備・提供」で
第30回(2020年度)日本航空宇宙学会賞
(技術賞/基礎技術部門)を頂きました

