

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

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

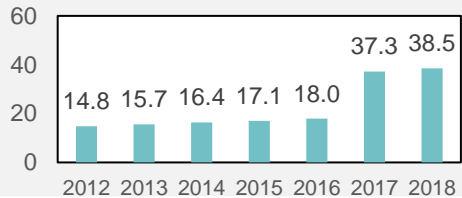
“ CARATS Open Data ”



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



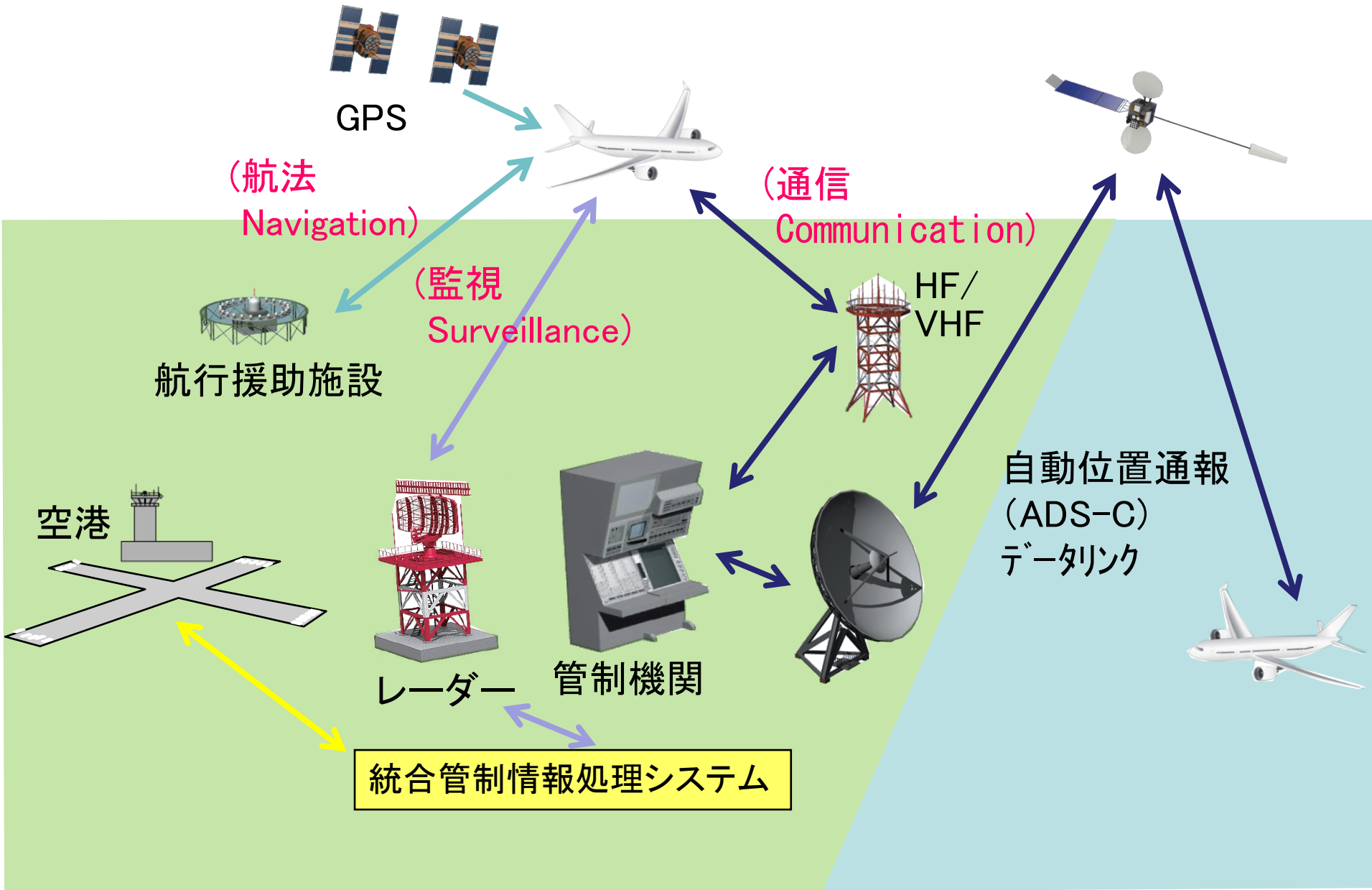
福岡FIR内の
レーダー管制空域

2015～2018



福岡FIR全域

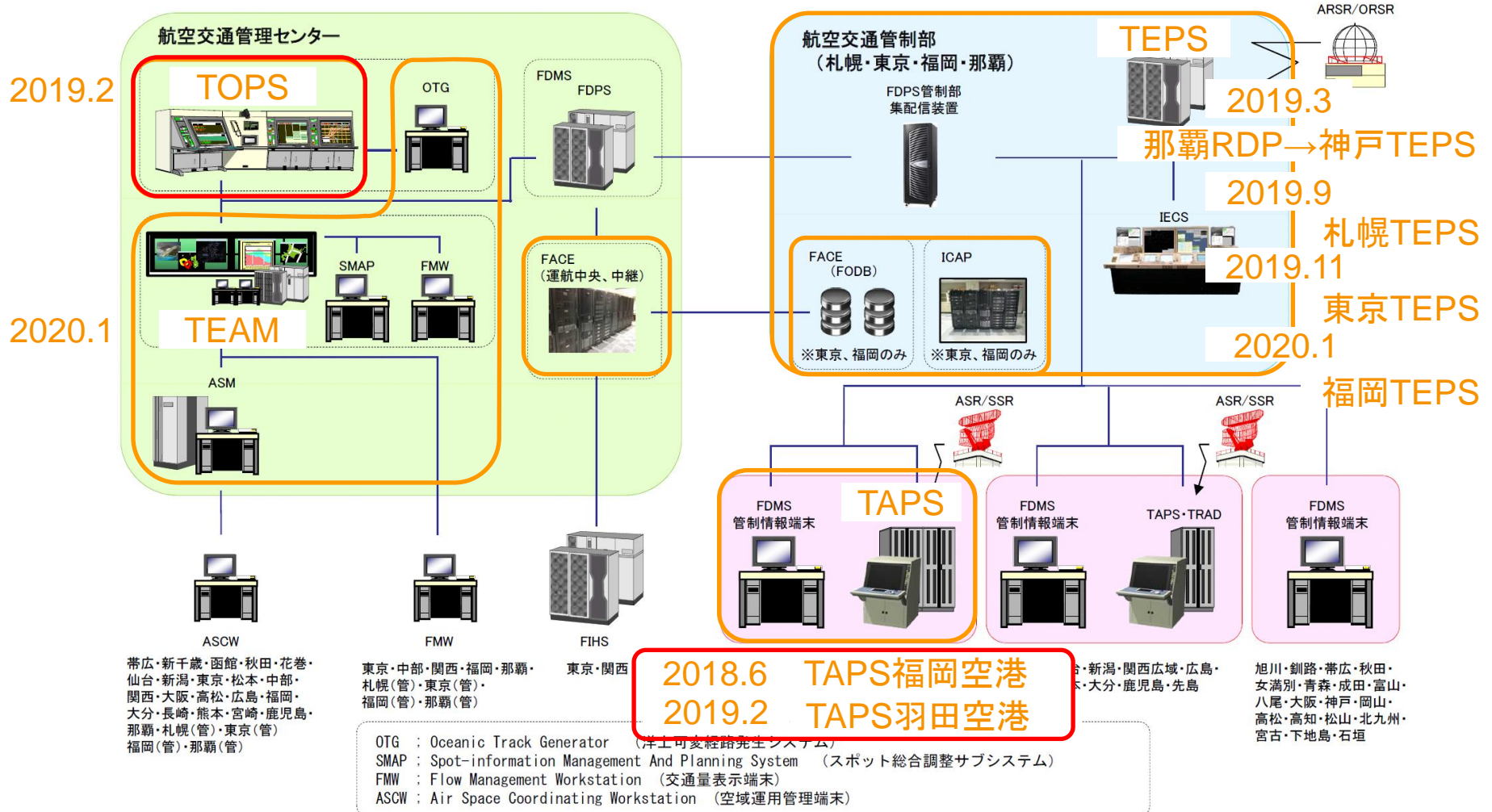
航空交通システム



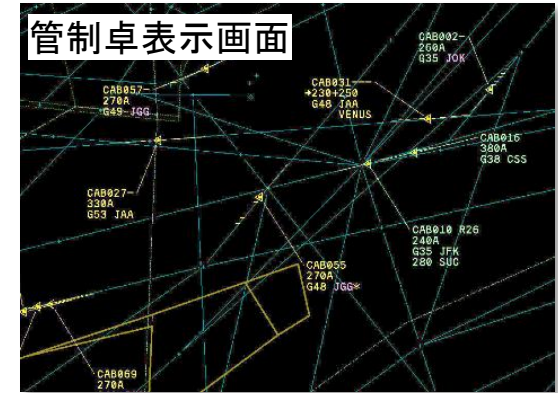
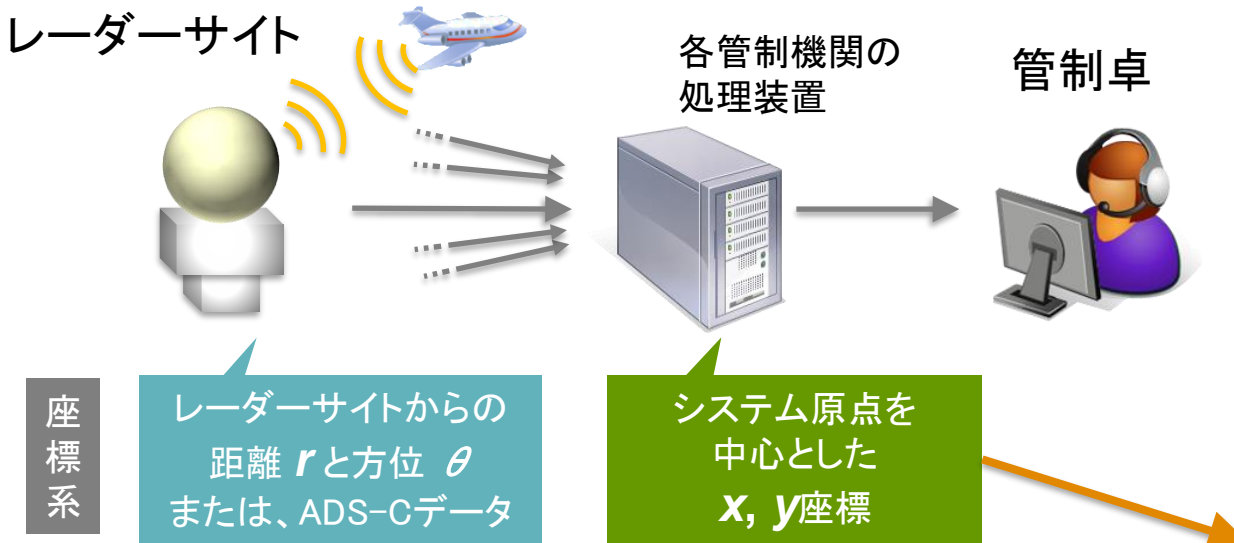
管制情報処理システムの更新

57 航空交通管制情報処理システム概念図

64

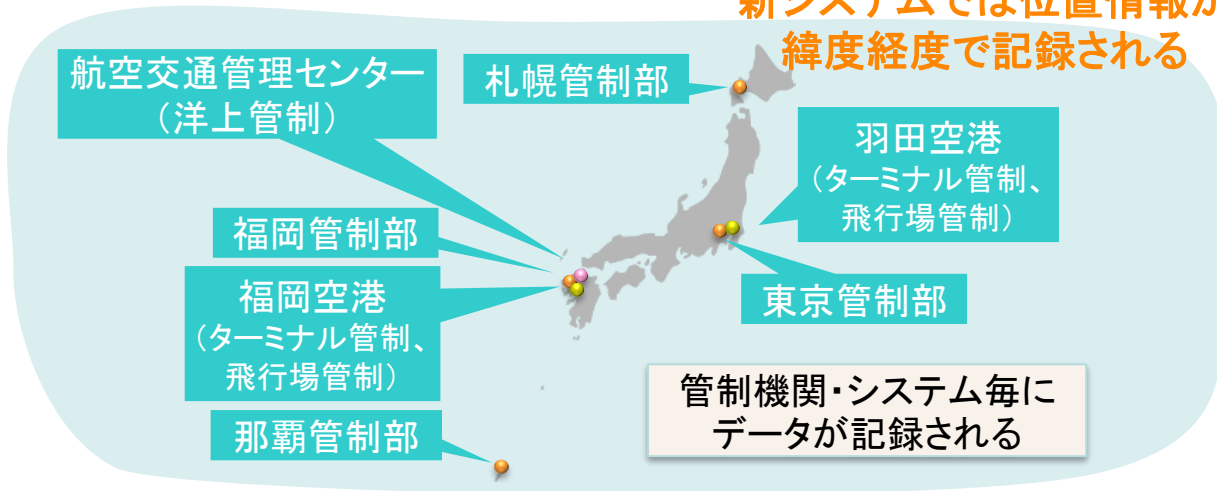


データの作成方法



出典: 国土交通省

新システムでは位置情報が
緯度経度で記録される



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

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
飛行場管制

…結合して一つの航跡ファイル
…単体の航跡ファイル

「飛行中の航跡」
「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	1/10 秒 単位	回 転 楕 円 体
2013 2014	2016年8月			羽田空港 (ARTS)					
2015	2017年10月				羽田空港 (ARTS) 福岡空港 (ARTS)	羽田空港 福岡空港			
2016	2018年8月			羽田空港 (ARTS) 福岡空港 (ARTS、 6月～TAPS)					
2017	2019年8月	毎月 一週間	含む		AP00001 一週間単位で 割振り				
2018	2021年12月 <small>NEW</small>								

CARATS Open Data用ツールの提供

研究促進
裾野拡大

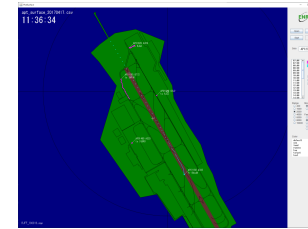
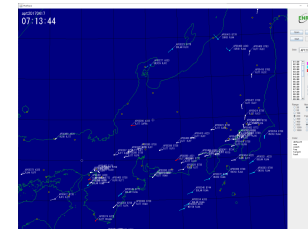


手軽に使用できる、分析ツールや
アルゴリズム(処理手順)の公開

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, B738, NOTT ..., NOTT  
6146, A320, IGURU ..., ROAH  
6440, E190, RJOO ..., RJFK  
0610, A320, RJAA ..., RJFT  
1975, A320, RITT ..., RIFE
```

- ✓ 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
```

各便のデータ開始・終了点
に近い**空港・FIX**を推定

MakeApt

空港の
緯度・経度

FIR 境界線上 FIX
の緯度・経度

出発・到着空港や
入域・出域FIXを
末尾に付加して出力

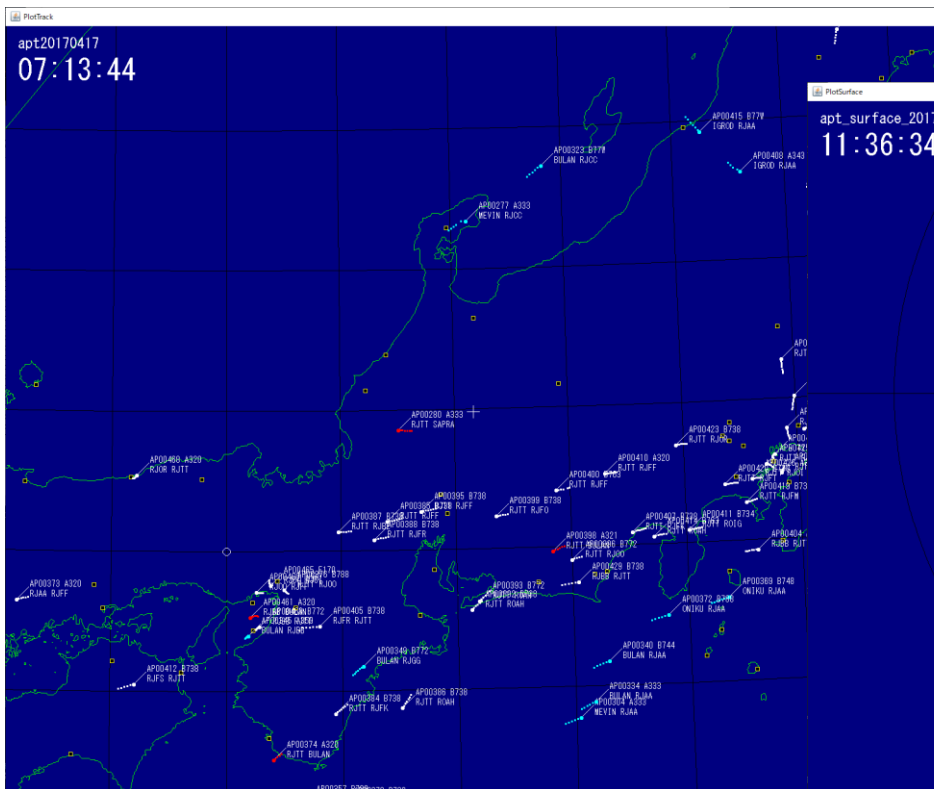
出力結果

```
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
```

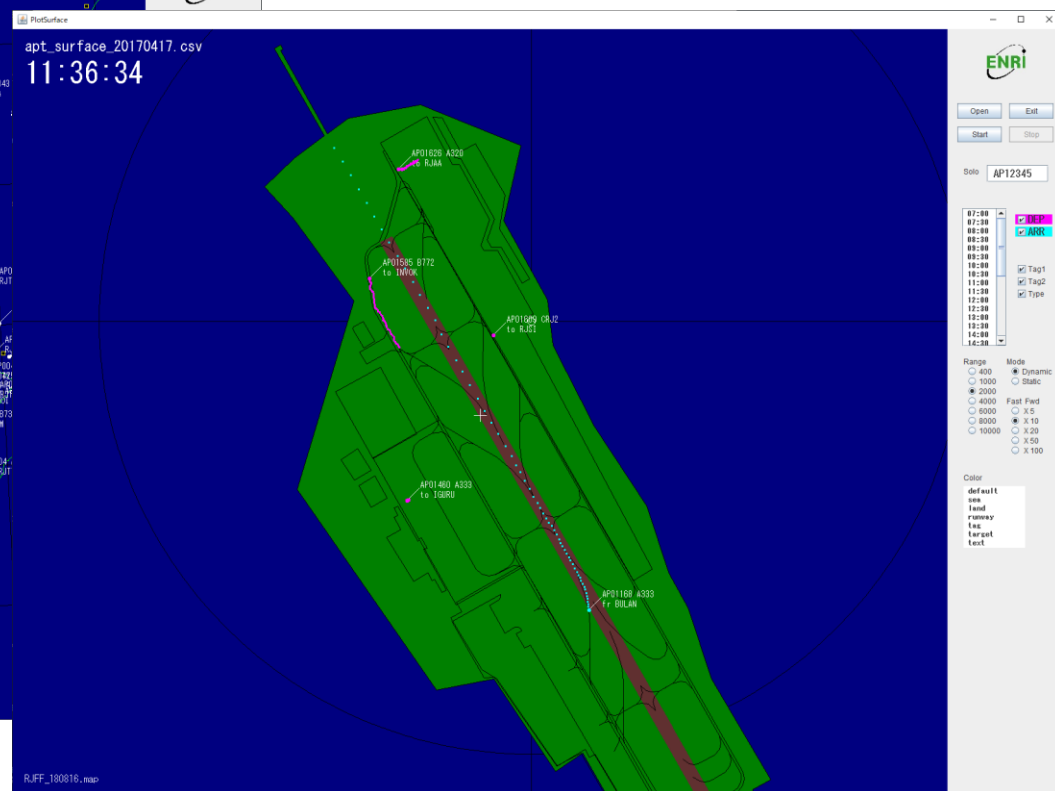
航跡動画表示ツール

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

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

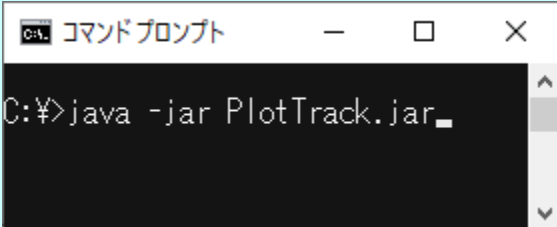
PlotTrack_v3

- 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



```
cmd 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)

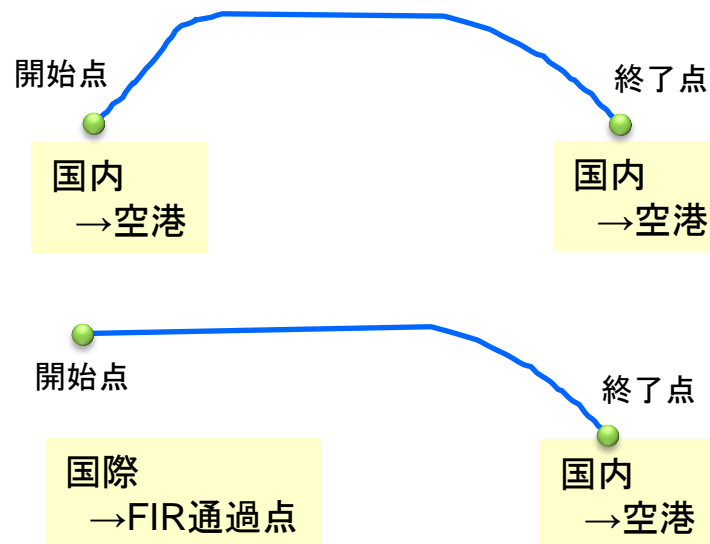
- 国内と判定された点は最も近い空港、
- 国際と判定された点は最も近いFIR通過点を探索
- すべてのデータに出発・到着空港(FIR通過点)を付加し出力

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

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

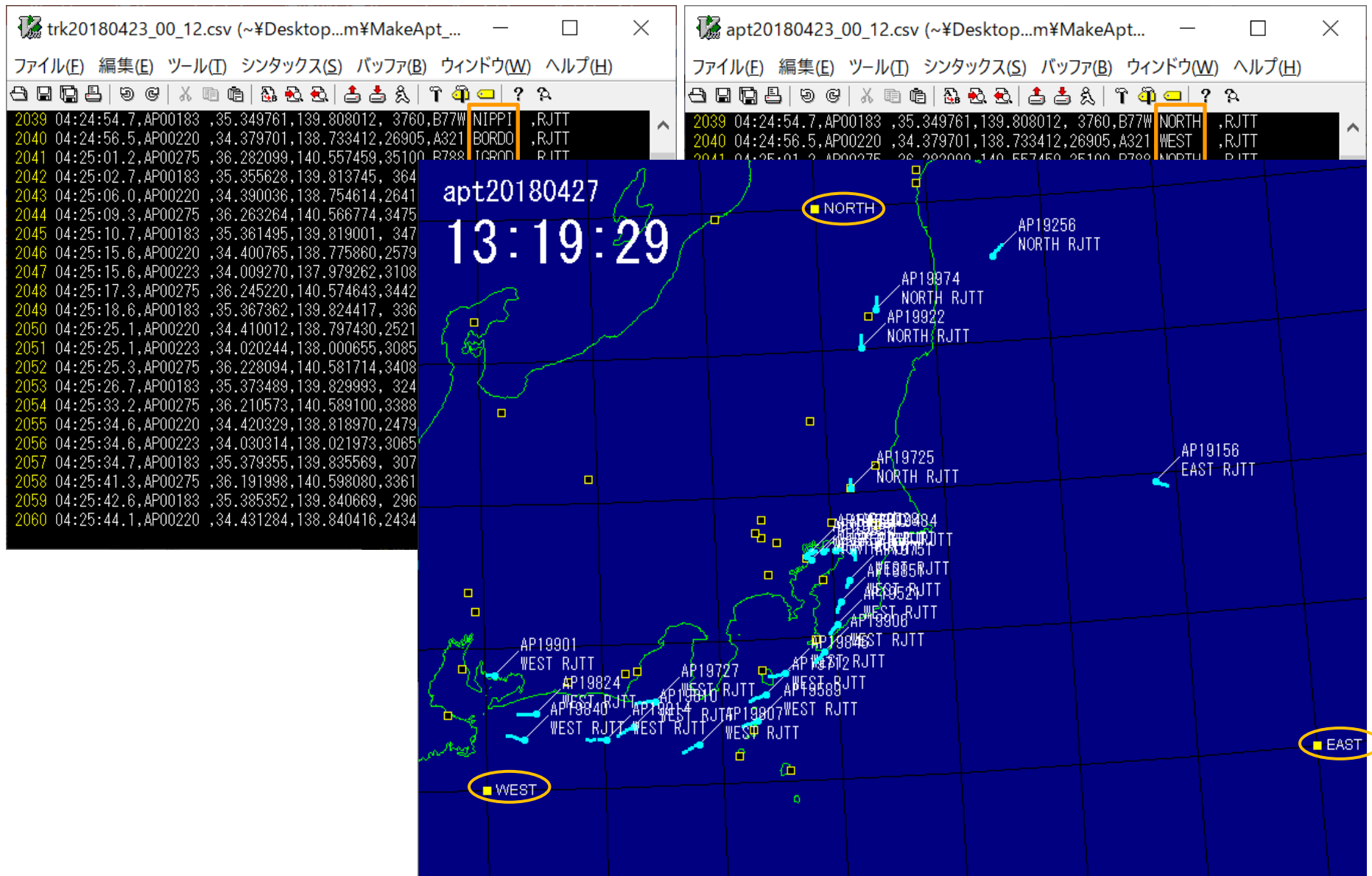
(例)羽田空港到着機を北・東・南方面で分ける場合

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

```
A00 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

