

情報種別：秘密(関係者限り)  
会社名：(株)NTTデータ  
情報所有者：航空システム統括部

**NTT data**  
Trusted Global Innovator

# CARATS Open Data 活用促進フォーラム

2020/12/03

## CARATS Open Dataを用いた研究開発

株式会社NTTデータ

第一公共事業本部 第一公共事業部

航空システム統括部 開発担当

成岡 毅



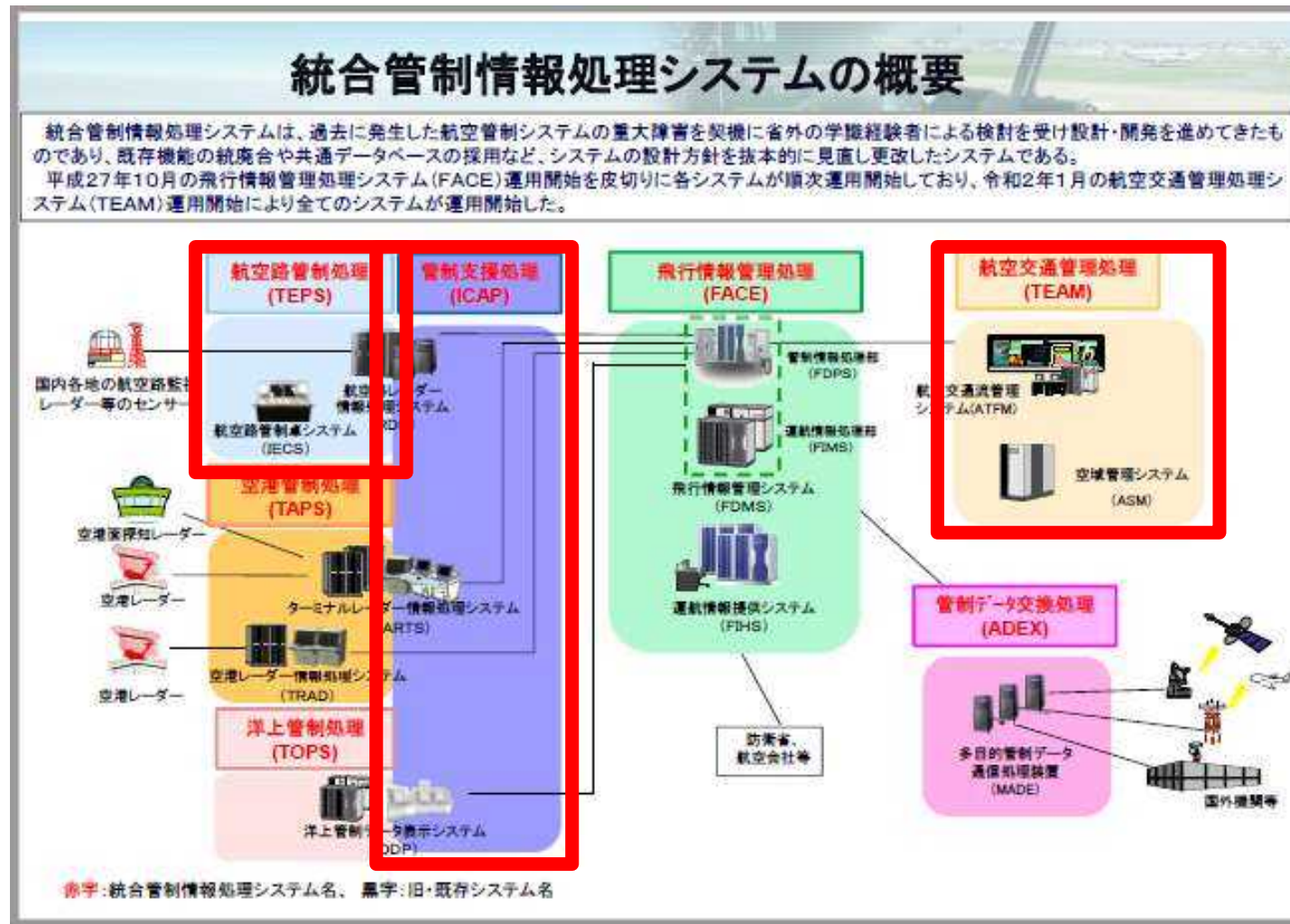
# NTTデータにおけるCARATS Open Dataを用いた研究開発

1. NTTデータにおける研究開発の取り組みスキーム
2. CARATS Open Dataの研究開発への利用
3. Open Dataを活用した航空機挙動の分析



# NTTデータにおける航空分野の取組

## 統合管制情報処理システムの開発・提供



航空局様サイトより (<https://www.mlit.go.jp/koku/content/001358996.pdf>)

# NTTデータにおける航空分野の取組

## 統合管制情報処理システム以外の活動

- 飛行経路設計システム 「PANADES®」  
<https://www.airpalette.net/panades/>



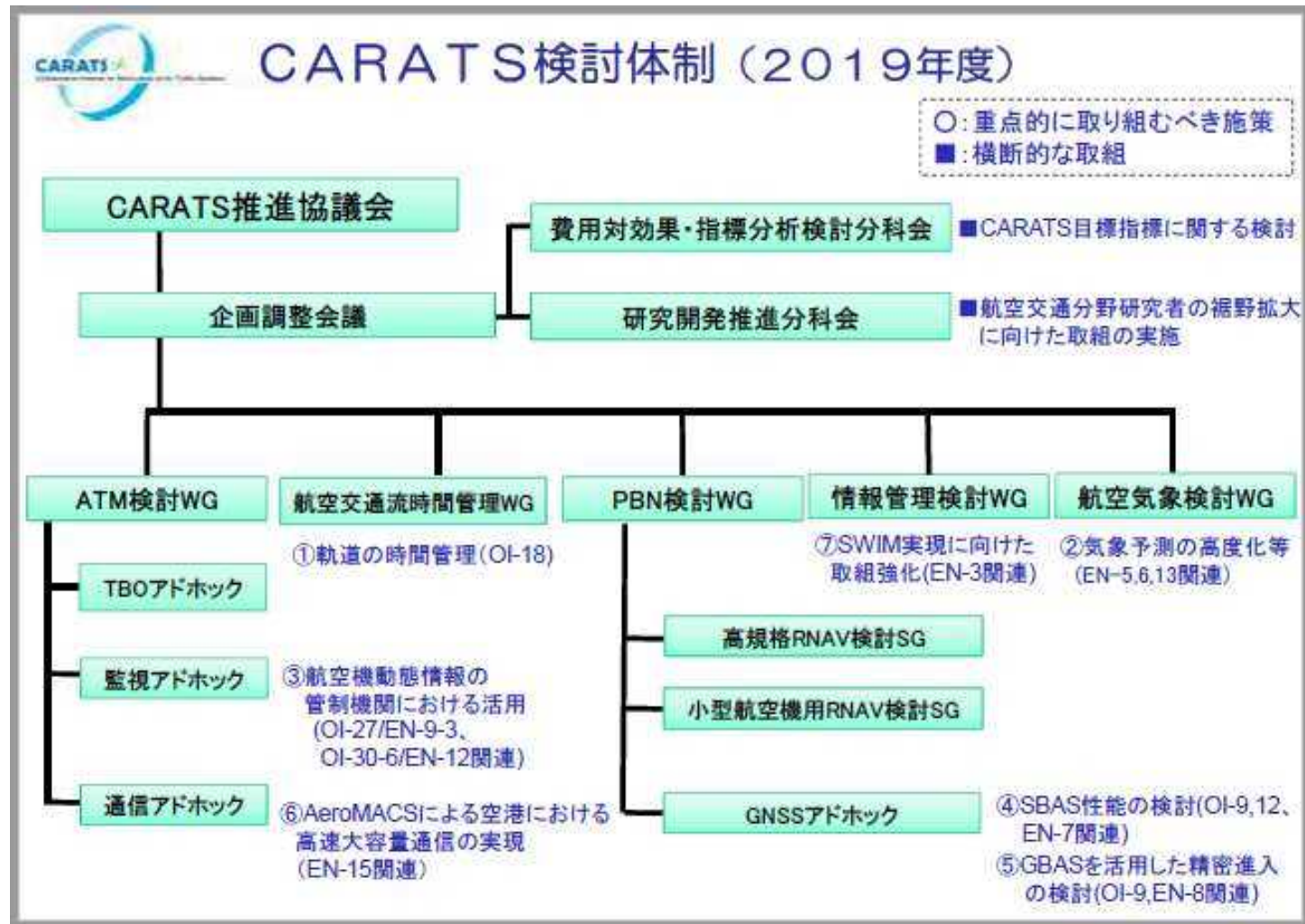
- ドローン運航管理システム 「airpalette® UTM」  
<https://www.airpalette.net/utm>



- ドローン情報基盤システム 「DIPS」

# NTTデータにおける航空分野の取組

## CARATSへの参画

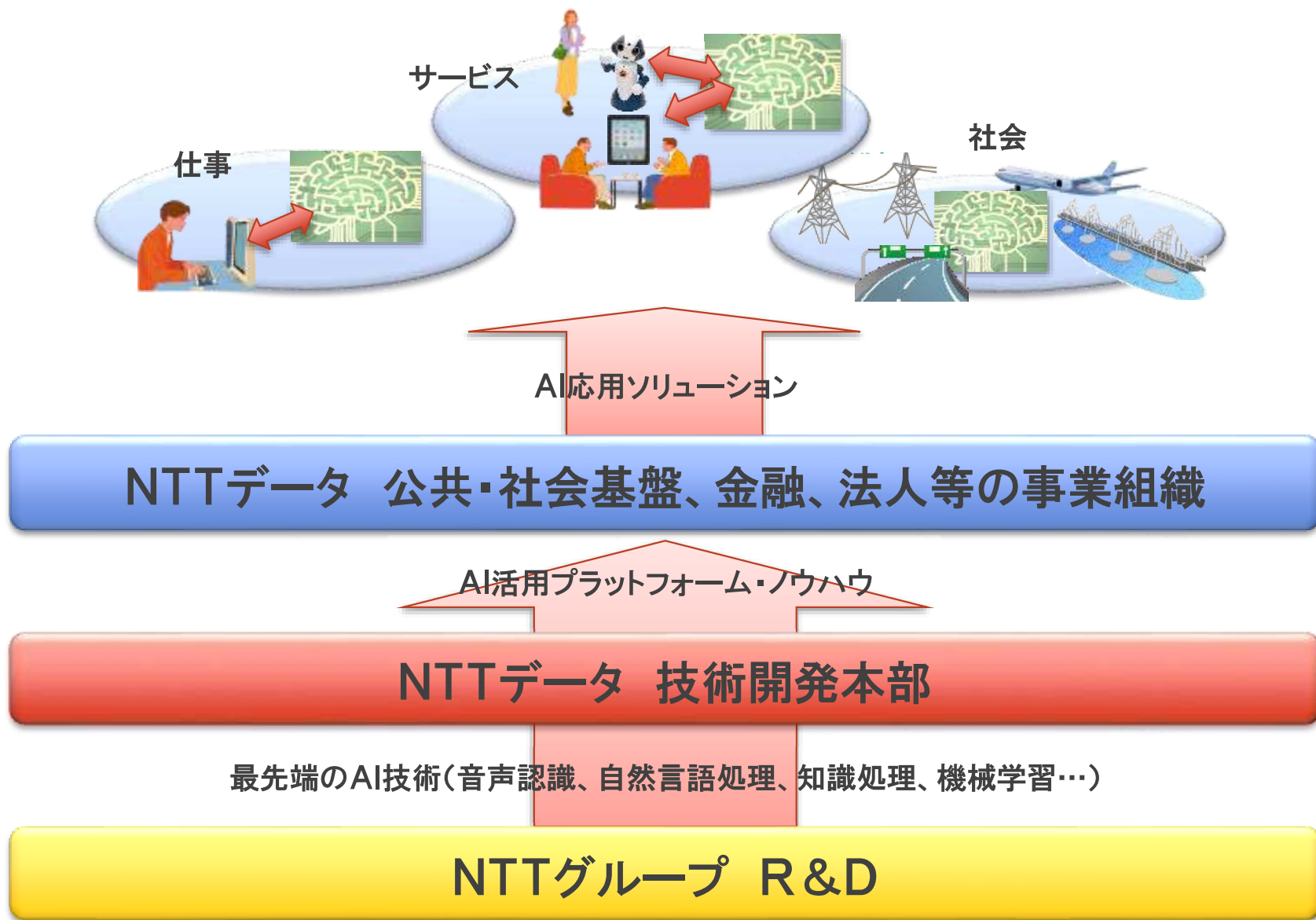


航空局様サイトより (<https://www.mlit.go.jp/common/001286421.pdf>)

# 1. NTTデータにおける研究開発の 取り組みスキーム



# 1. NTTデータにおける研究開発の取り組みスキーム(AIの例)



## 2. CARATS Open Dataの研究開発への利用

## 2. CARATS Open Dataの研究開発への利用

- I. NTTデータにおけるVR/AR技術の紹介
- II. Open Dataを活用したVR/AR技術の検証

## 2. CARATS Open Dataの研究開発への利用

### I. NTTデータにおけるVR/AR技術の紹介



## 2. CARATS Open Dataの研究開発への利用

### I. NTTデータにおけるVR/AR技術の紹介

#### ★観光体験分野

- 新宿ウォークスルー (衛星写真を基に生成)
- ベネチアウォークスルー (特殊カメラ撮影を基に生成)
- 施設案内 (360度カメラ撮影を基に生成)

#### ★スポーツ体験分野

- 野球トレーニング
- ゴルフ観戦

#### ★業務体験分野

- 高所作業安全教育
- 遠隔作業支援

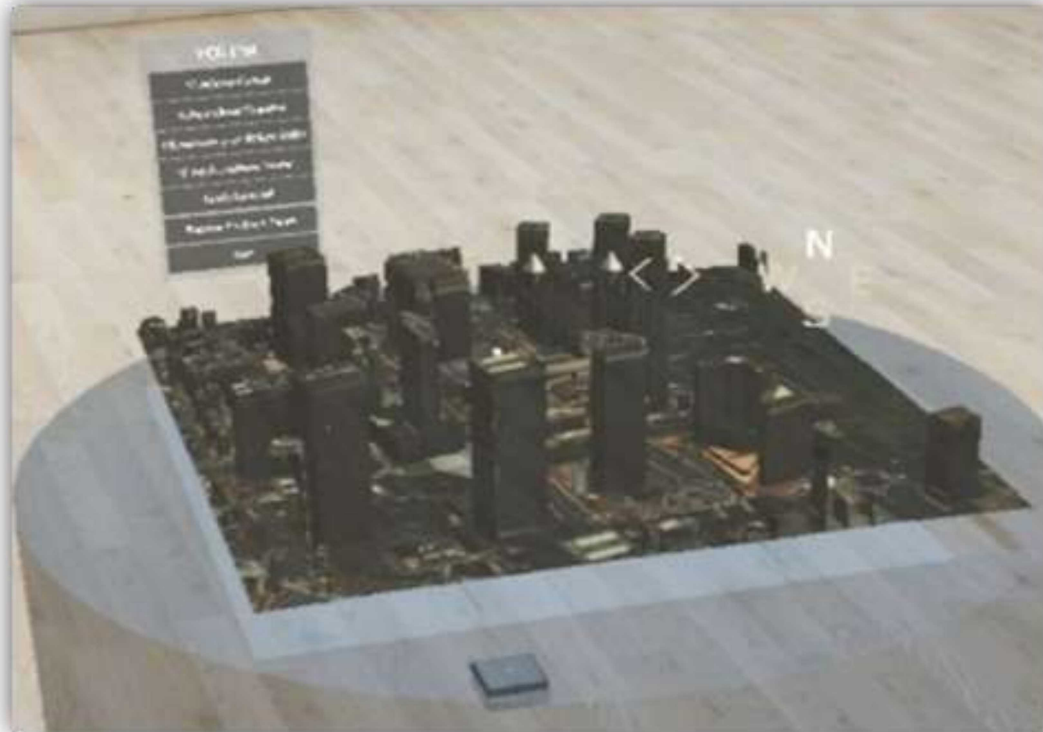
#### ★リモートワーク分野

- フルデジタルオフィス、バーチャル会議



## 2. CARATS Open Dataの研究開発への利用

### 衛星画像（AW3D）を元に 都市を俯瞰するウォークスルーアプリケーション



(C) NTT DATA. Included (C) Maxar Technologies Inc.

|       |                          |
|-------|--------------------------|
| 再現範囲  | 新宿駅周辺の街並みを再現             |
| 特徴    | 都市全体を鳥の視点で俯瞰             |
| 再現範囲  | 都市内の建物(数キロ範囲)            |
| 再現内容  | 都市の構成、街や建造物のスケール、位置関係を再現 |
| デバイス  | MR用HMDデバイスのHololensに対応   |
| ユーザ操作 | スケール拡大・縮小、一定方向の移動が可能     |

## 2. CARATS Open Dataの研究開発への利用

### LIDAR(奥行き情報も取得可能な360度カメラ)による撮影情報を元に 町並みを体験ウォークスルーアプリケーション



|       |                        |
|-------|------------------------|
| 再現範囲  | イタリアのベネチアのリアルト橋周辺を再現   |
| 特徴    | 建造物やその周辺を人の視点で自由に歩き回れる |
| 範囲    | 街内の建物(数百m範囲)           |
| 内容    | 個々の建造物の特徴やディテールを再現     |
| デバイス  | VR用HMDデバイスのHTC VIVE    |
| ユーザ操作 | 空間内での自由なウォークスルーが可能     |

## 2. CARATS Open Dataの研究開発への利用

**360度カメラにより簡易に取得できるコンテンツを利用し、  
短期間での施設内ウォークスルーアプリを実現**

自社撮影  
+アプリひな形利用



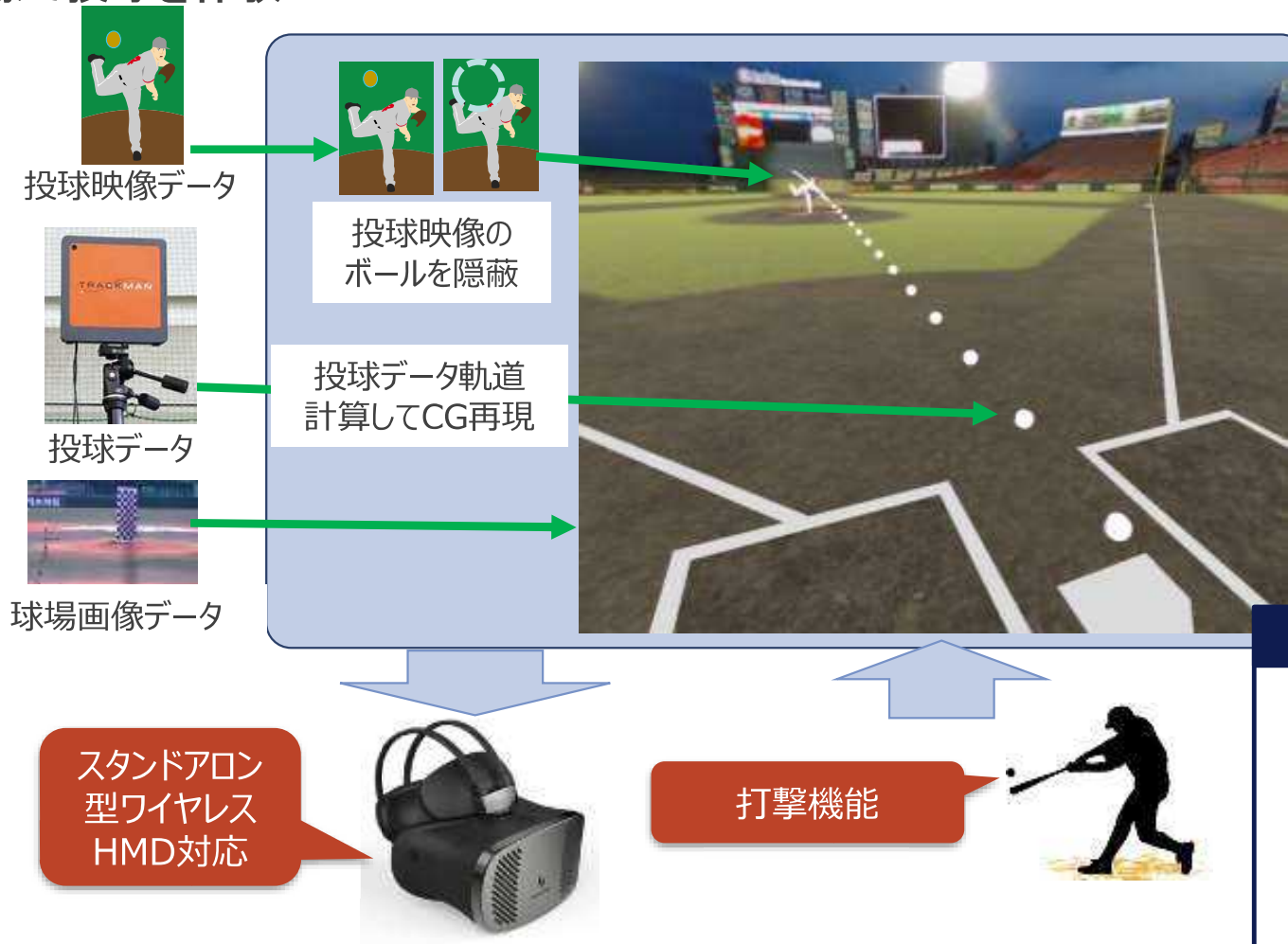
クラウドサービス利用による  
3D画像+簡易3Dモデル併用



## 2. CARATS Open Dataの研究開発への利用

### 世界初のプロ野球チームが監修したVR技術による 野球選手のトレーニングシステム

投手の投球は実写映像、投球データをCGで3次元の野球場の仮想空間内に合成し、あたかも打席に立った目線で投球を体験



#### 商用化実績





## 2. CARATS Open Dataの研究開発への利用

2017年の全英オープンにおいてHoloLensによりゴルフコースを俯瞰し、プレイヤーのスコア、ボールの軌跡などを閲覧できるアプリを提供



## 2. CARATS Open Dataの研究開発への利用

電力会社、通信会社における電柱上の作業を想定した  
安全教育アプリケーションを試作

### 電柱からの落下体験

電柱に登る際に、基本動作を  
おろそかにすると落下の危険  
性があることを体験



### 柱上作業中の感電体験

電柱上で作業中に、不注意に  
より感電する事故を体験



## 2. CARATS Open Dataの研究開発への利用

ウェアラブル型のスマートグラスにより、遠隔地にいる作業者を支援するシステム  
(NTTデータニューソン社InfoMesh Visual Navigator®として販売中)

### 現地作業者

#### ↓ 設備状況の確認

各設備の状況（稼働時間、アラート）  
の確認を実施し、問題があれば写真を  
残す



・タスク状況  
・動画, アドバイス  
・マニュアル送信  
・証跡管理

### 管理センター





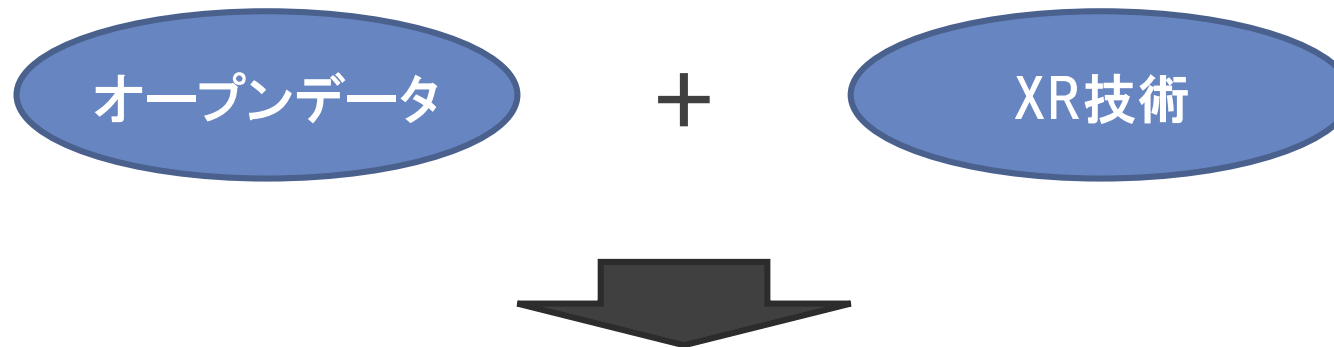
## 2. CARATS Open Dataの研究開発への利用

### AR/VR×AI技術により仮想空間内のオフィスを構築



## 2. CARATS Open Dataの研究開発への利用

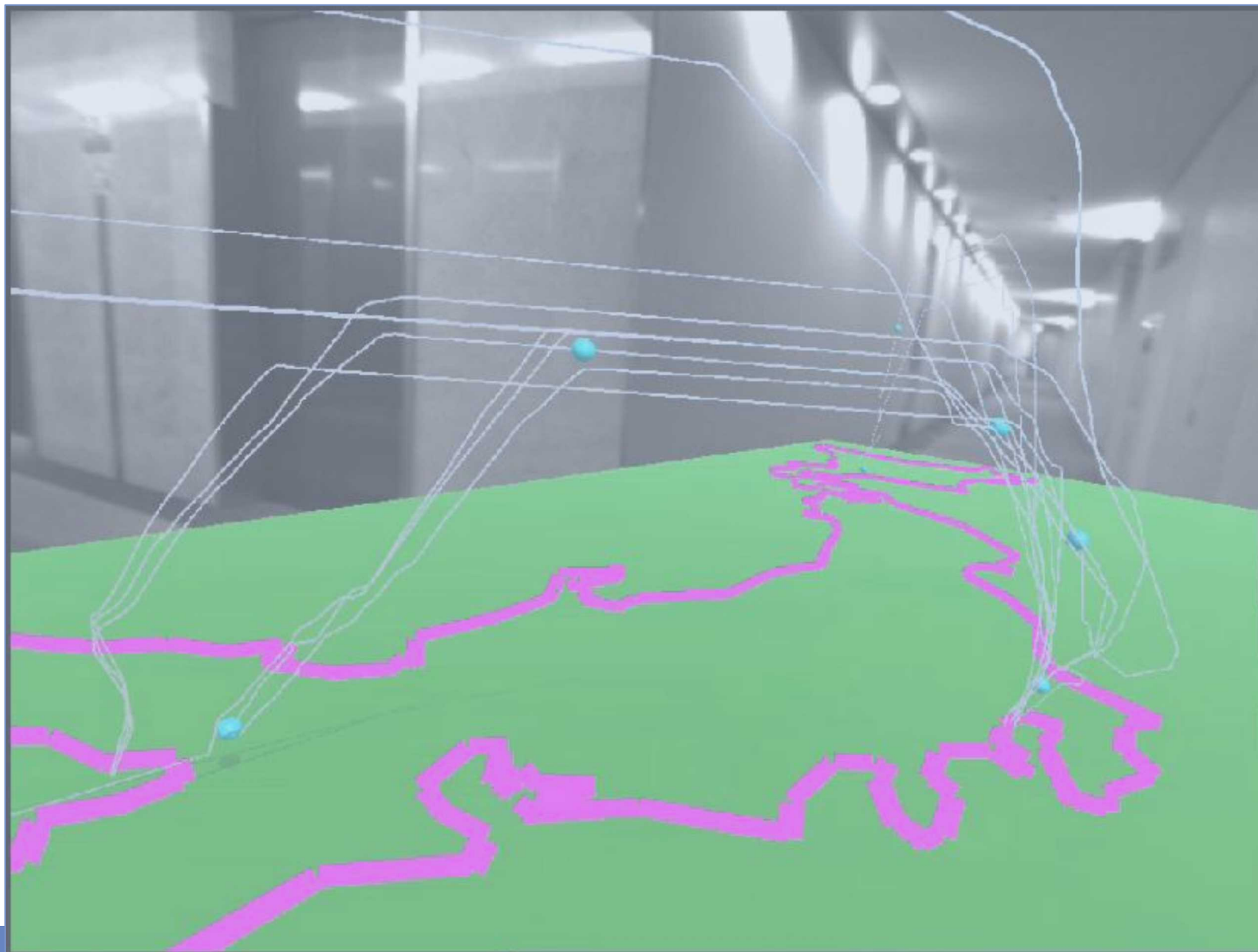
### II. Open Dataを活用したVR/AR技術の検証



航空機の航跡をVR/ARで表現できたらどのように  
見ることができるか、を検証するデモを作成

## 2. CARATS Open Dataの研究開発への利用

### II. Open Dataを活用したVR/AR技術の検証



## 2. CARATS Open Dataの研究開発への利用

### II. Open Dataを活用したVR/AR技術の検証

#### 所 感

- 大きな高度方向のデータを持った実位置情報を使ってXR表現ができた。
  - VRでは人間が動くことが危険なので、定点観測にならざるを得なかったが、ARゴーグルで実現することによって歩き回ってみることができるようになった。
  - 複数人が同じ状況を同時に共有できるようになった(各々任意の視点から見ることも可能)。
  - その場にいなくても遠隔地から参加することも可能になった。
- 
- 高度情報は大袈裟に表現しないと判別が難しい(水平方向と縮尺を変える必要有)。
  - 航空機のオブジェクトや地図等をどこまでリアルに表現する必要があるか？
  - 性能的にスムーズに動かせるデータ量はどれくらいか？

### 3. Open Dataを活用した航空機挙動の分析

### 3. Open Dataを活用した航空機挙動の分析

#### 背景

せっかく航跡データがあるのだから、これら进行分析することによって  
福岡FIRにフィットした航空機挙動のテーブルを作成できないか？

[ 速度関連(巡航速度・加速度)、高度(巡航高度・高度変化率) ]



関係者で共用することによって、同じベースラインでの研究ができるのでは？

#### 課題

- ◆ オープンデータでは外国入出域機のシティペアがわからない。
  - 飛行距離・飛行時間(≒重量)をベースとしたグループ化が困難
- ◆ オープンデータでは高層風の状況がわからない。
  - 対地速度は算出できても対気速度の推定が困難



Open Data 2017の1か月(2018年3月)分のデータを使い  
高度帯毎の高度変化率のテーブルを作成してみた。



### 3. Open Dataを活用した航空機挙動の分析

Open Data 2017の1か月(2018年3月)分のデータを使い  
高度帯毎の高度変化率のテーブルを作成してみた。

Open Data 2017の1か月分のデータを、便毎に並べて各レコードの高度変化率(ft./min.)を75ft./min毎の代表値をヒートマップにまとめた。

### 3. Open Dataを活用した航空機挙動の分析

#### データの読み方

- ・赤系の背景色は表全体でのヒートマップ。赤が濃いほど該当データ数が多いことを示す。
- ・黄色は高度毎の最頻値。  
→高度が該当数0の場合、全部黄色で表示される。
- ・軸目盛の次は高度毎、もしくは変化率毎の合計値。  
それぞれの中でのヒートマップと最頻値を色付け。

- ・縦軸は高度。1000ft.未満の端数は切り上げた。100ft.単位。  
→4000ft.未満は、空港標高やSID/STARの高度制限等の影響が大きいので省略した。
- ・横軸は高度変化率。75ft./min.毎のデータを採用。  
→600ft./min.未満は巡航中の揺れや離陸直後、着陸直前の微妙な高度変化の影響を受けてしまうので省略した。



L字部分は  
1日毎の分布状況  
(特異日の確認用)

- ・高度帯をいくつかのグループ化した場合の最頻値。  
→同数が複数ある場合、  
全体の最頻値に近いものを記載。

右上部分は  
7日間の分布状況

# 3. Open Dataを活用した航空機挙動の分析

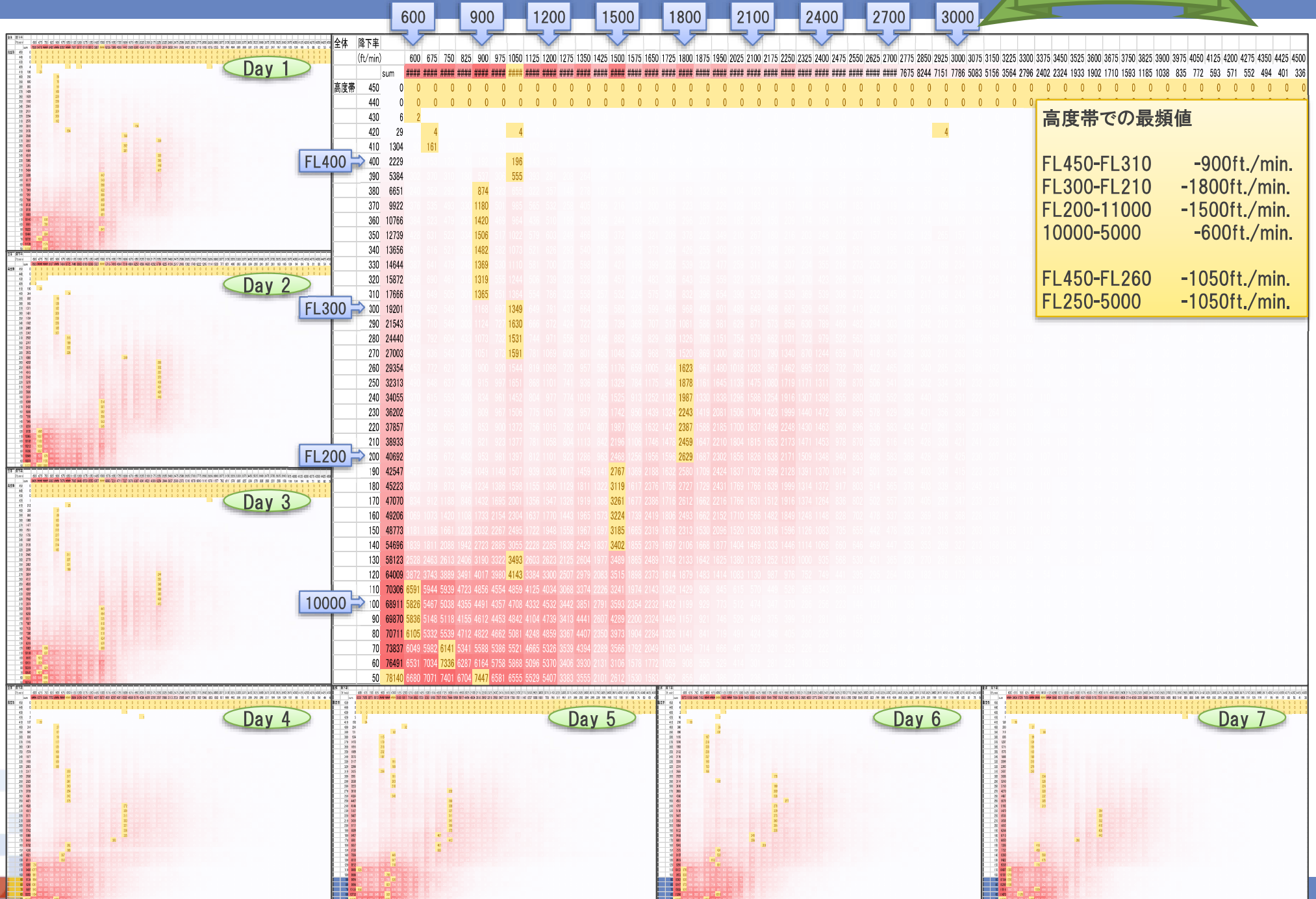
上昇率・全体





# 3. Open Dataを活用した航空機挙動の分析

降下率・全体



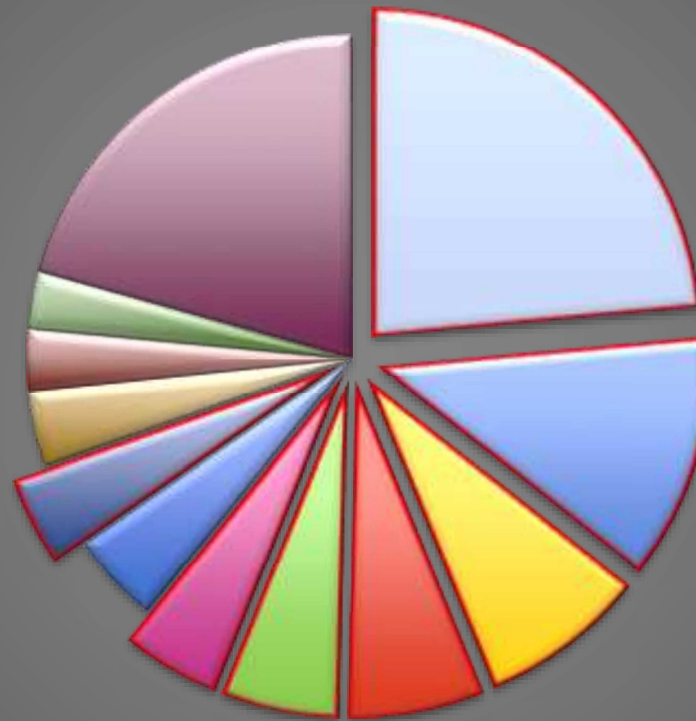
### 3. Open Dataを活用した航空機挙動の分析

当該期間の型式毎の便数を集計

#### II. Open Dataを活用した航空機挙動の分析

| TYPE | Day 1 | Day 2 | Day 3 | Day 4 | Day 5 | Day 6 | Day 7 | 合計  | TYPE | Day 1 | Day 2 | Day 3 | Day 4 | Day 5 | Day 6 | Day 7 | 合計     |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| A20N | 14    | 15    | 14    | 15    | 14    | 18    | 15    | 105 | B763 | 333   | 352   | 361   | 362   | 366   | 361   | 337   | 2,472  |
| A21N | 12    | 13    | 9     | 3     | 6     | 7     | 13    | 63  | B764 | -     | -     | 1     | -     | -     | -     | -     | 1      |
| A306 | 4     |       |       |       |       |       |       |     |      |       |       |       |       |       | 252   | 256   | 1,720  |
| A319 | 9     |       |       |       |       |       |       |     |      |       |       |       |       |       | 66    | 66    | 468    |
| A320 | 542   | 49    |       |       |       |       |       |     |      |       |       |       |       |       | 56    | 44    | 327    |
| A321 | 280   | 26    |       |       |       |       |       |     |      |       |       |       |       |       | 208   | 218   | 1,378  |
| A332 | 57    | 6     |       |       |       |       |       |     |      |       |       |       |       |       | 172   | 168   | 1,150  |
| A333 | 206   | 19    |       |       |       |       |       |     |      |       |       |       |       |       | 116   | 122   | 859    |
| A343 | 8     |       |       |       |       |       |       |     |      |       |       |       |       |       | 2     | 2     | 8      |
| A359 | 36    | 3     |       |       |       |       |       |     |      |       |       |       |       |       | 54    | 54    | 368    |
| A388 | 20    | 1     |       |       |       |       |       |     |      |       |       |       |       |       | 22    | 24    | 138    |
| AT46 | 20    | 2     |       |       |       |       |       |     |      |       |       |       |       |       | 2     | -     | 2      |
| B38M | 2     |       |       |       |       |       |       |     |      |       |       |       |       |       | 205   | 189   | 1,284  |
| B733 | 1     |       |       |       |       |       |       |     |      |       |       |       |       |       | 145   | 144   | 929    |
| B734 | 28    | 1     |       |       |       |       |       |     |      |       |       |       |       |       | 90    | 89    | 572    |
| B735 | 92    | 7     |       |       |       |       |       |     |      |       |       |       |       |       | 7     | 7     | 50     |
| B737 | 76    | 7     |       |       |       |       |       |     |      |       |       |       |       |       | 33    | 33    | 214    |
| B738 | 1,029 | 1,01  |       |       |       |       |       |     |      |       |       |       |       |       | 12    | 9     | 76     |
| B739 | 22    | 2     |       |       |       |       |       |     |      |       |       |       |       |       | -     | -     | 4      |
| B744 | 51    | 5     |       |       |       |       |       |     |      |       |       |       |       |       | 55    | 52    | 316    |
| B748 | 43    | 52    | 56    | 66    | 53    | 49    | 68    | 387 | SU95 | -     | 2     | -     | -     | -     | 2     | -     | 4      |
| B752 | 2     | 3     | 3     | -     | 2     | 3     | 3     | 16  | 合計   | 4,314 | 4,224 | 4,315 | 4,121 | 4,309 | 4,466 | 4,517 | 30,266 |

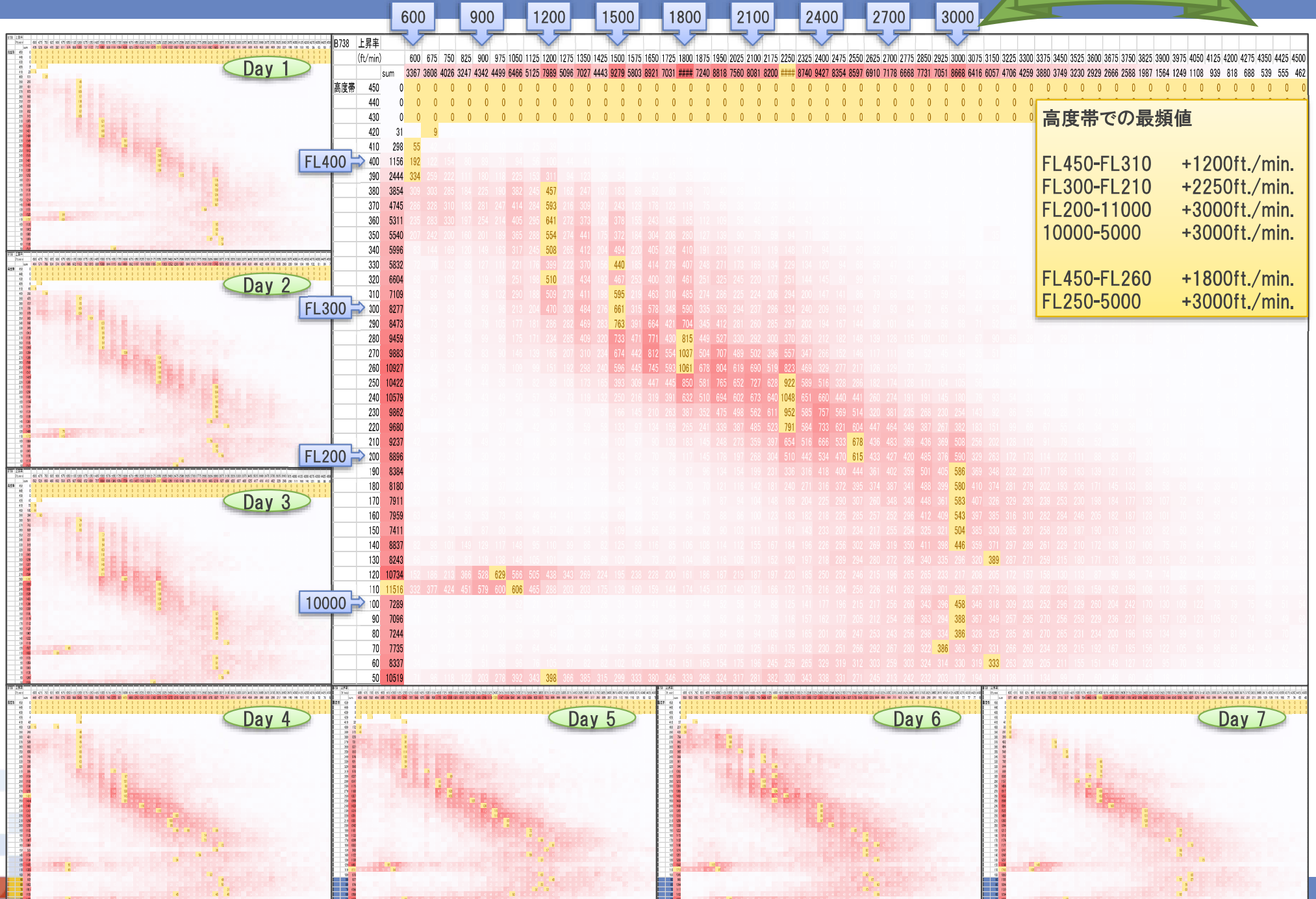
型式毎便数(2018年3月分)



■ B738 ■ A320 ■ B763 ■ A321 ■ B772 ■ A333  
■ B77W ■ DH8D ■ B788 ■ E170 ■ B789 ■ Others

# 3. Open Dataを活用した航空機挙動の分析

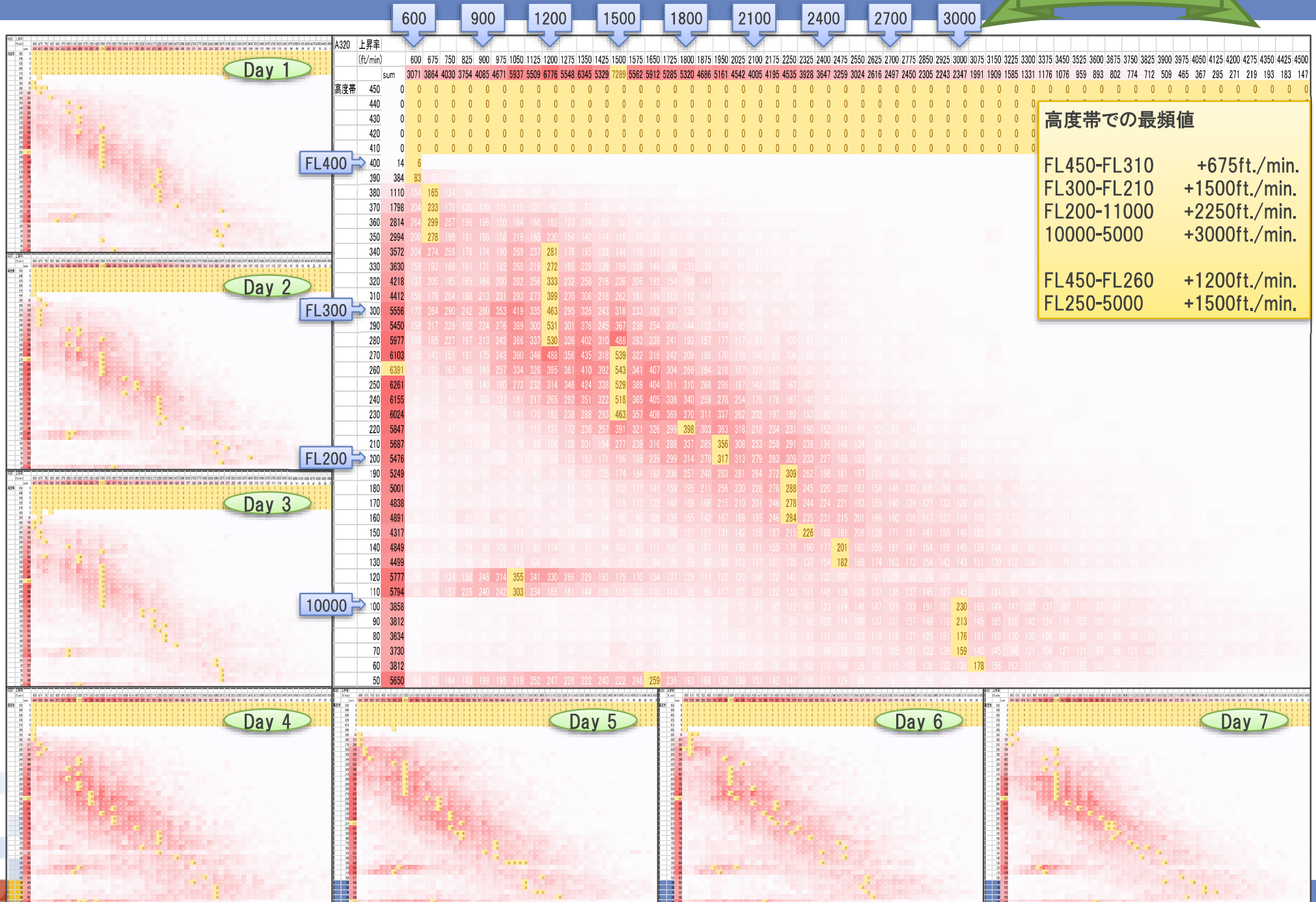
上昇率-B738





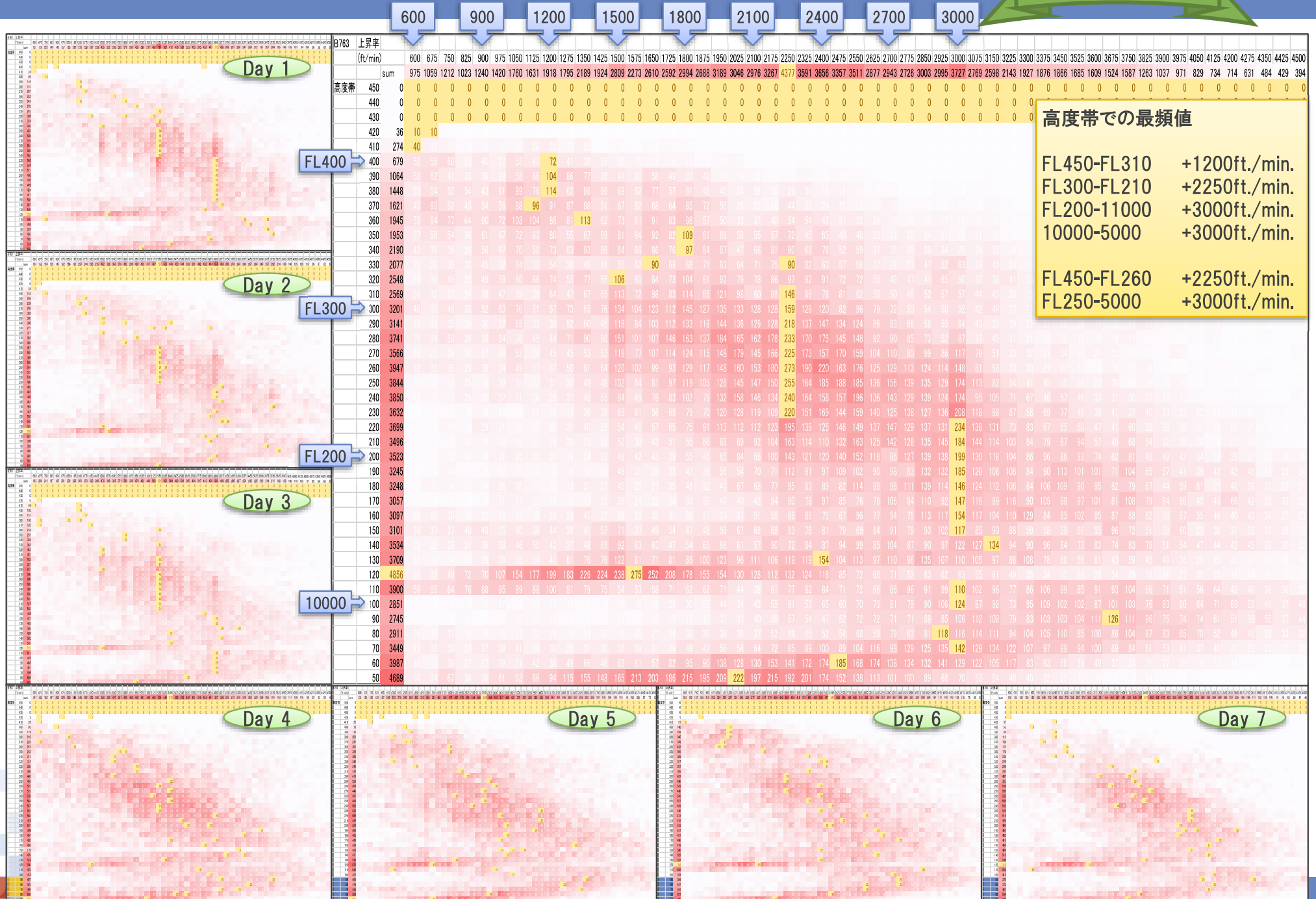
# 3. Open Dataを活用した航空機挙動の分析

上昇率・A320



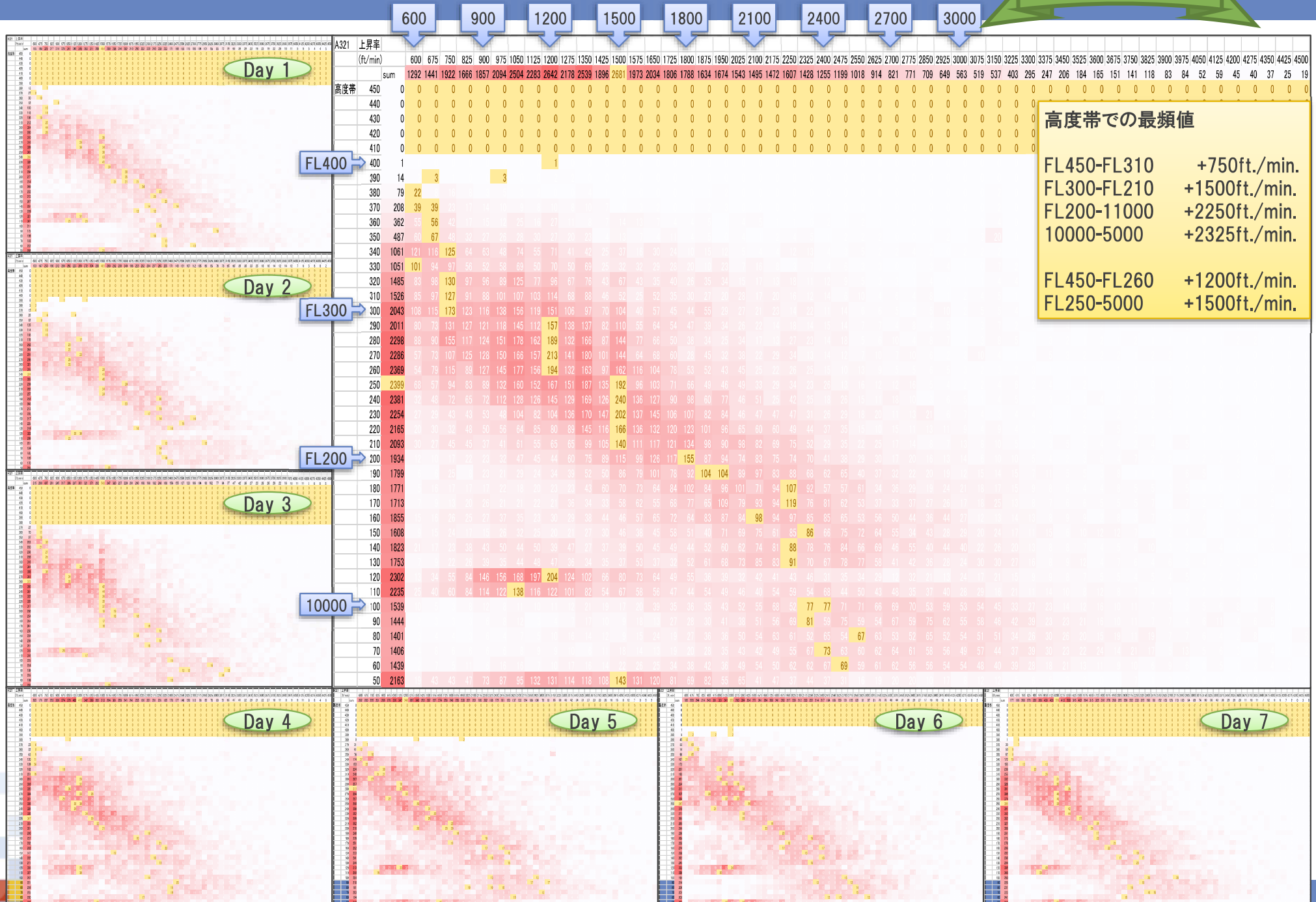
# 3. Open Dataを活用した航空機挙動の分析

上昇率-B763



# 3. Open Dataを活用した航空機挙動の分析

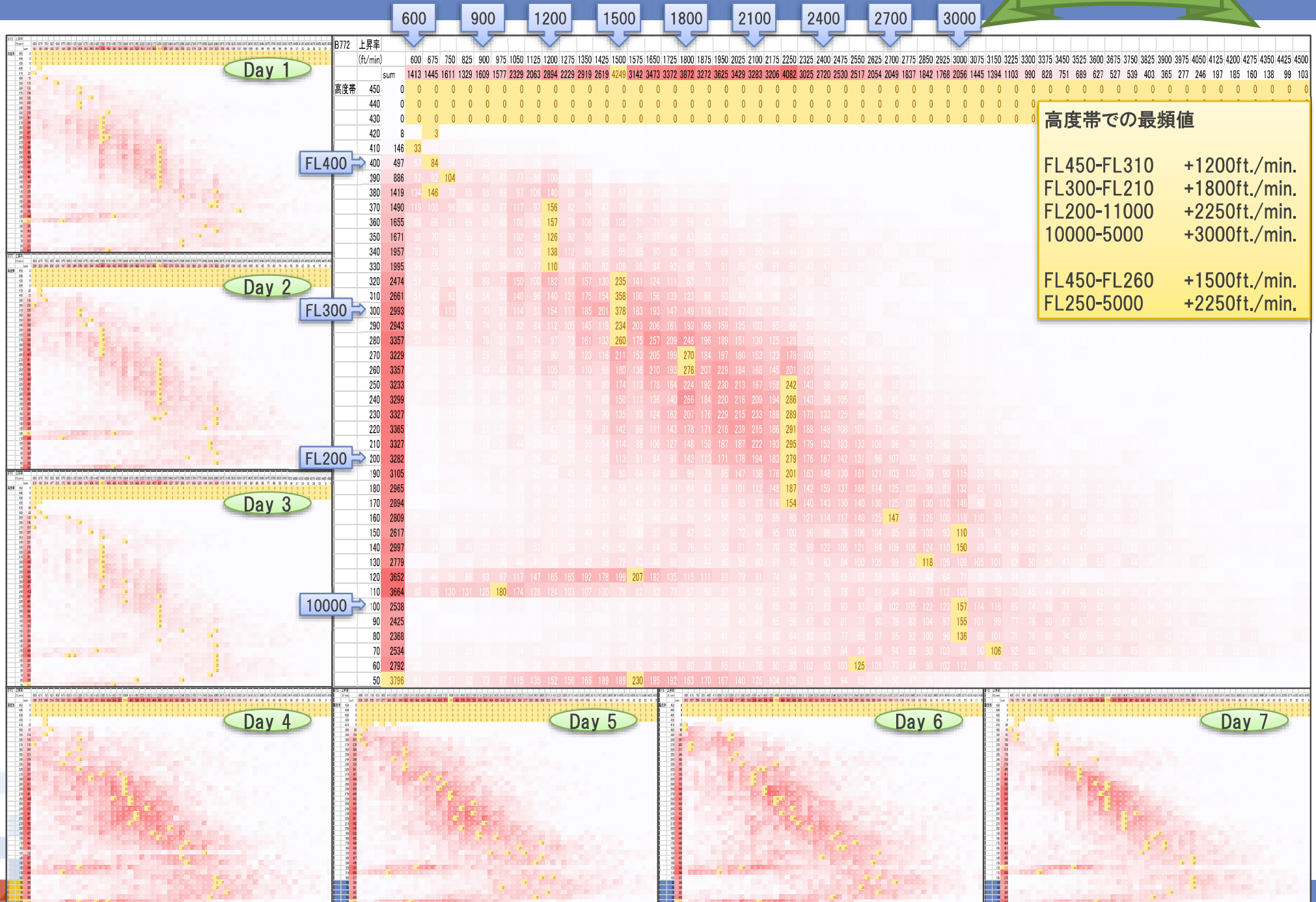
上昇率・A321





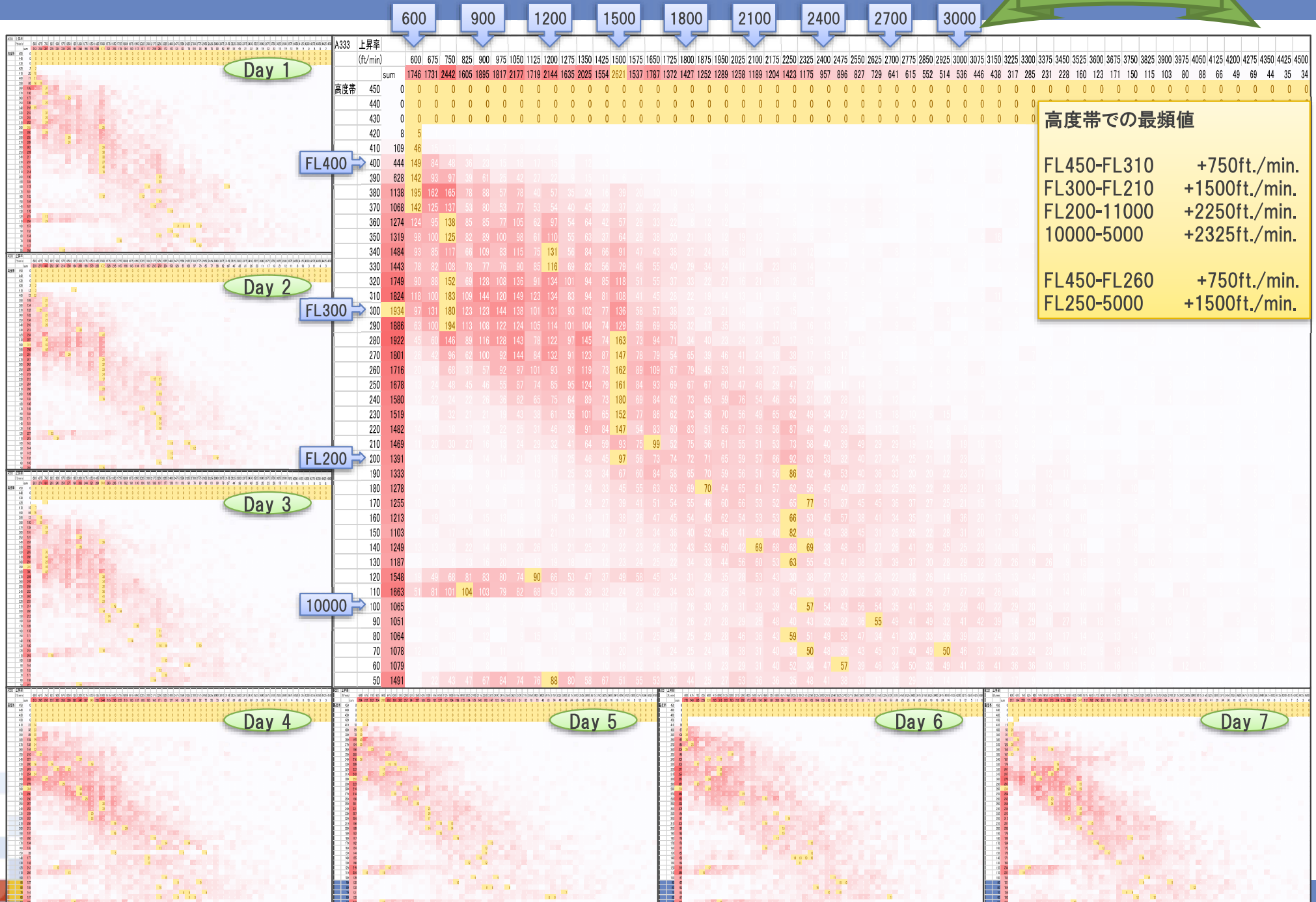
# 3. Open Dataを活用した航空機挙動の分析

上昇率-B772



# 3. Open Dataを活用した航空機挙動の分析

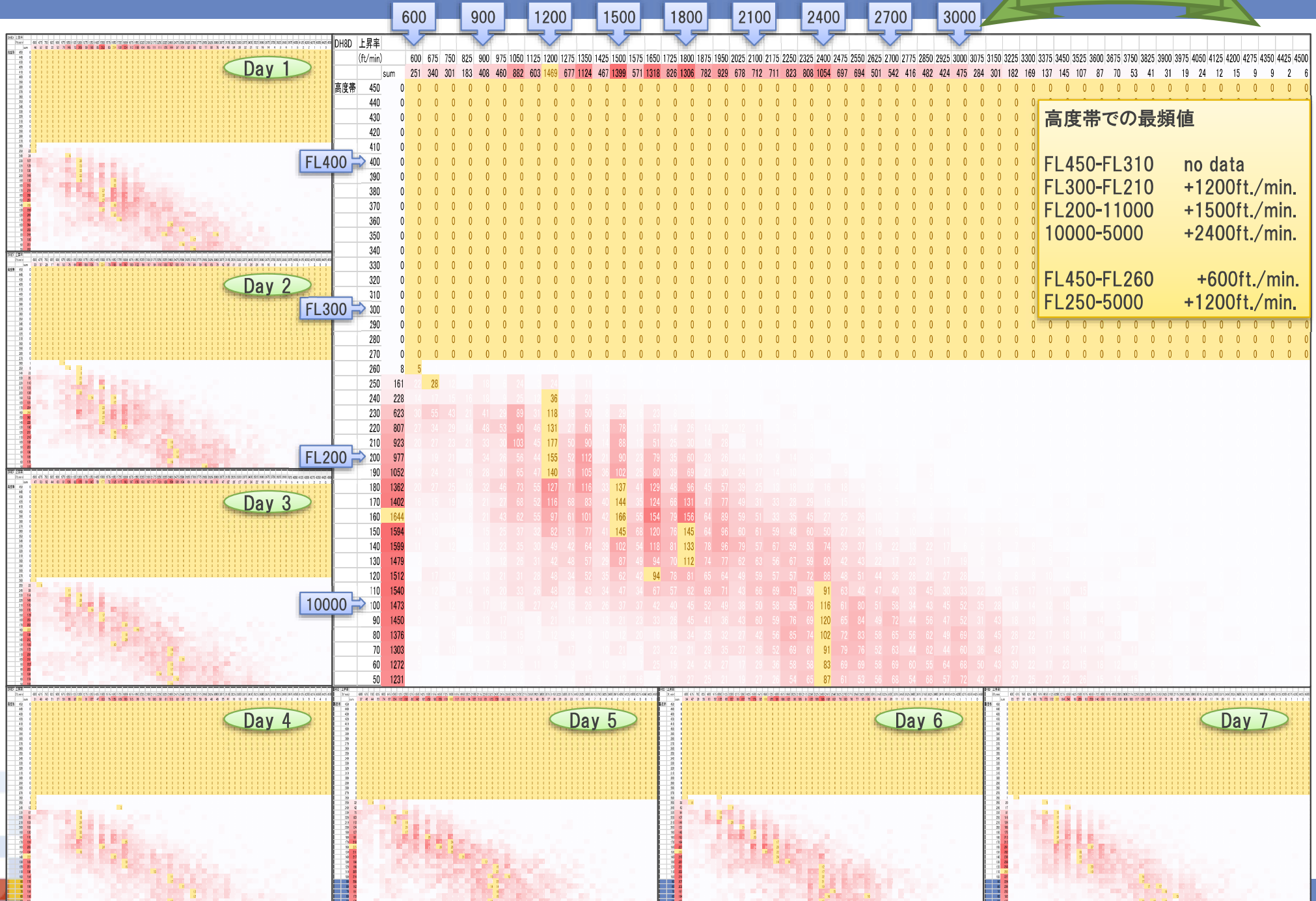
上昇率・A333





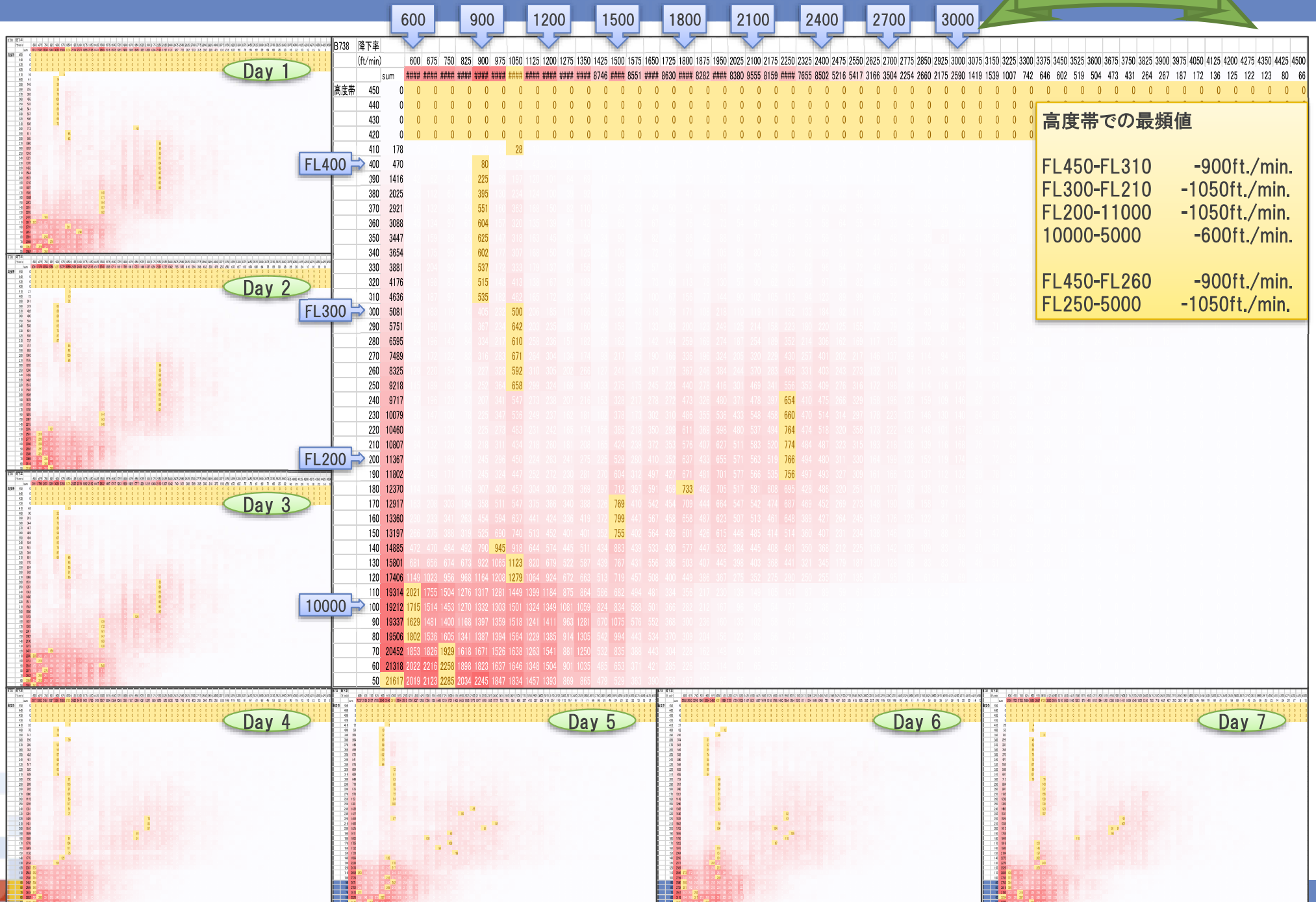
# 3. Open Dataを活用した航空機挙動の分析

上昇率・DH8D



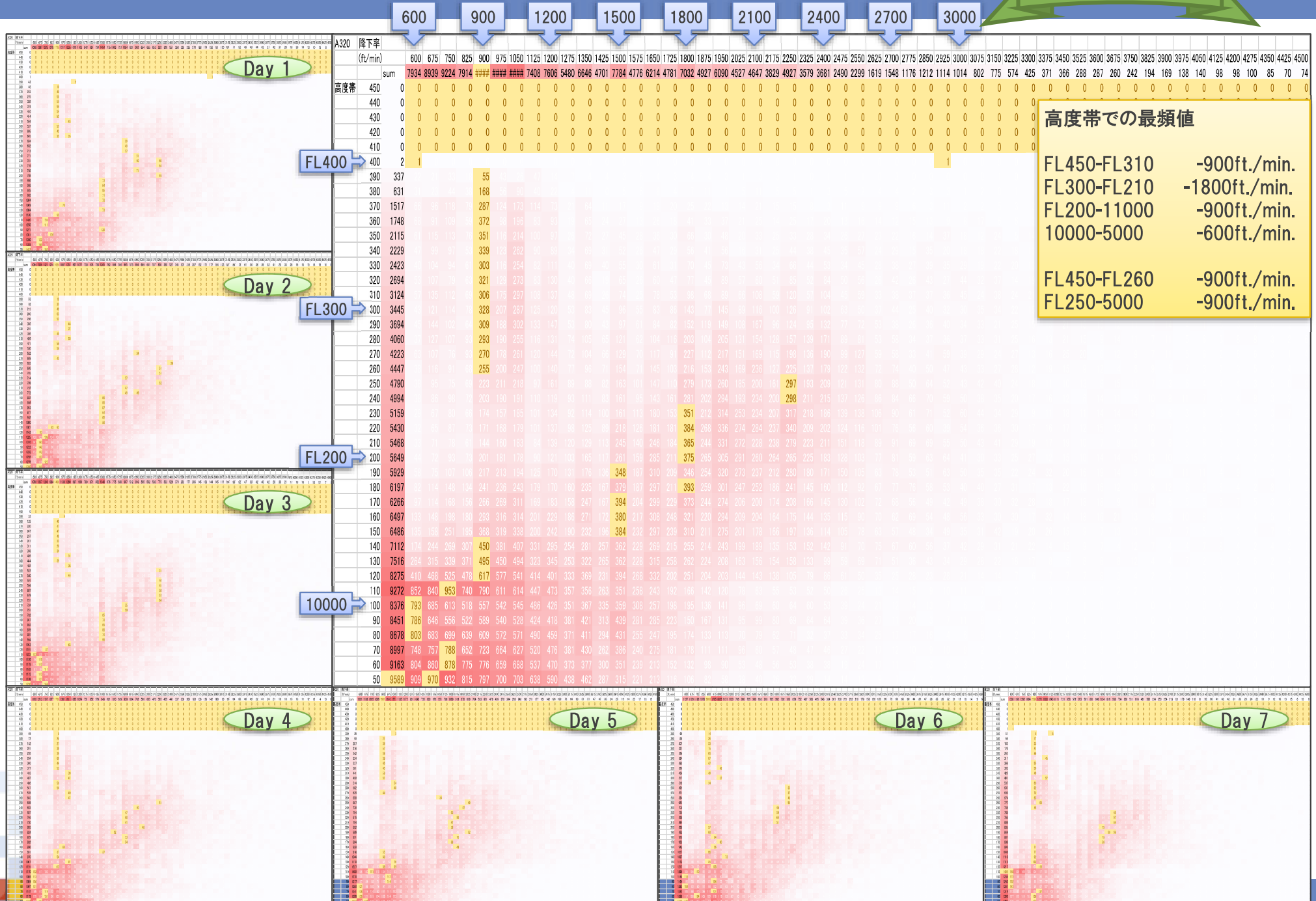
# 3. Open Dataを活用した航空機挙動の分析

降下率-B738



# 3. Open Dataを活用した航空機挙動の分析

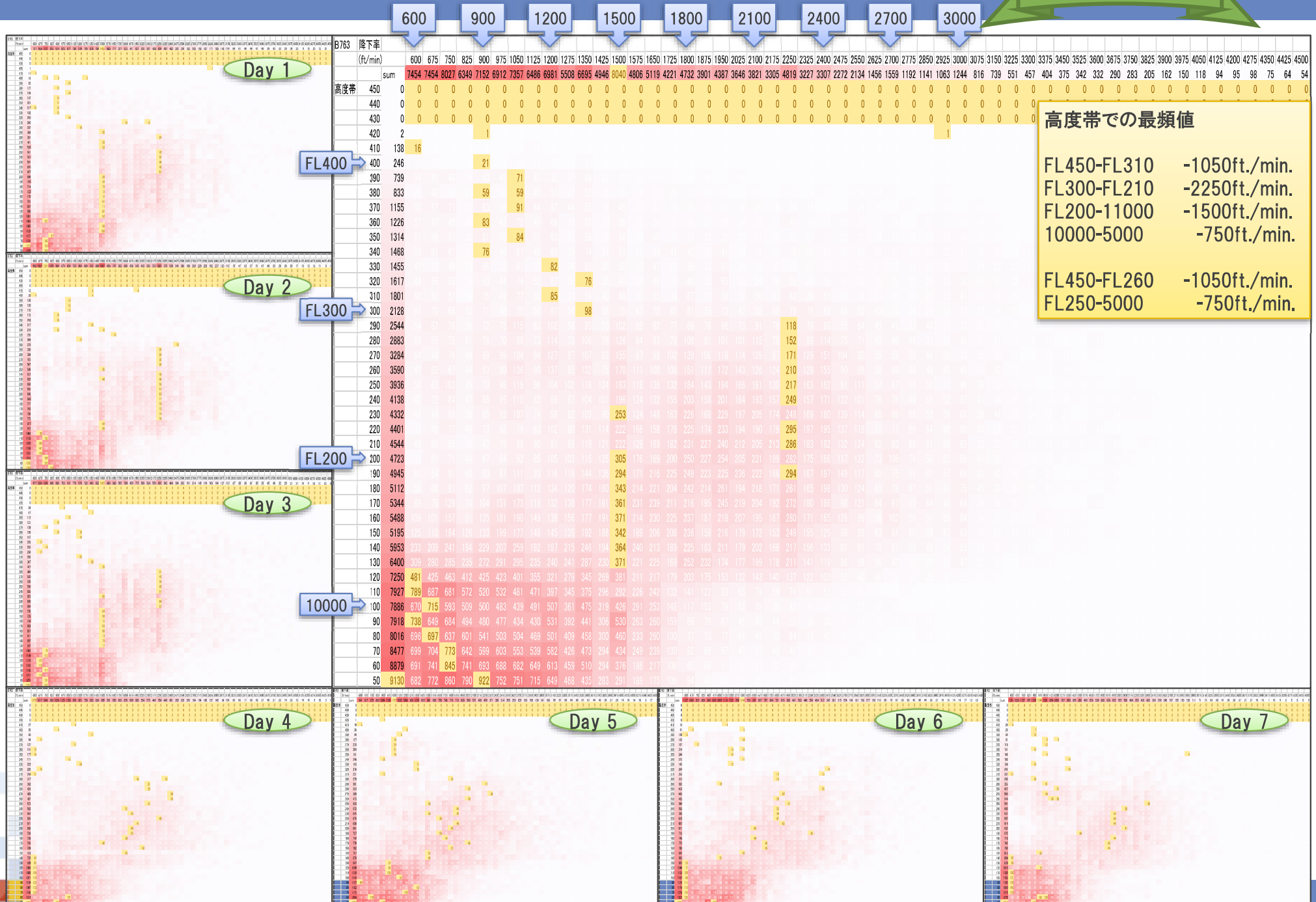
降下率・A320





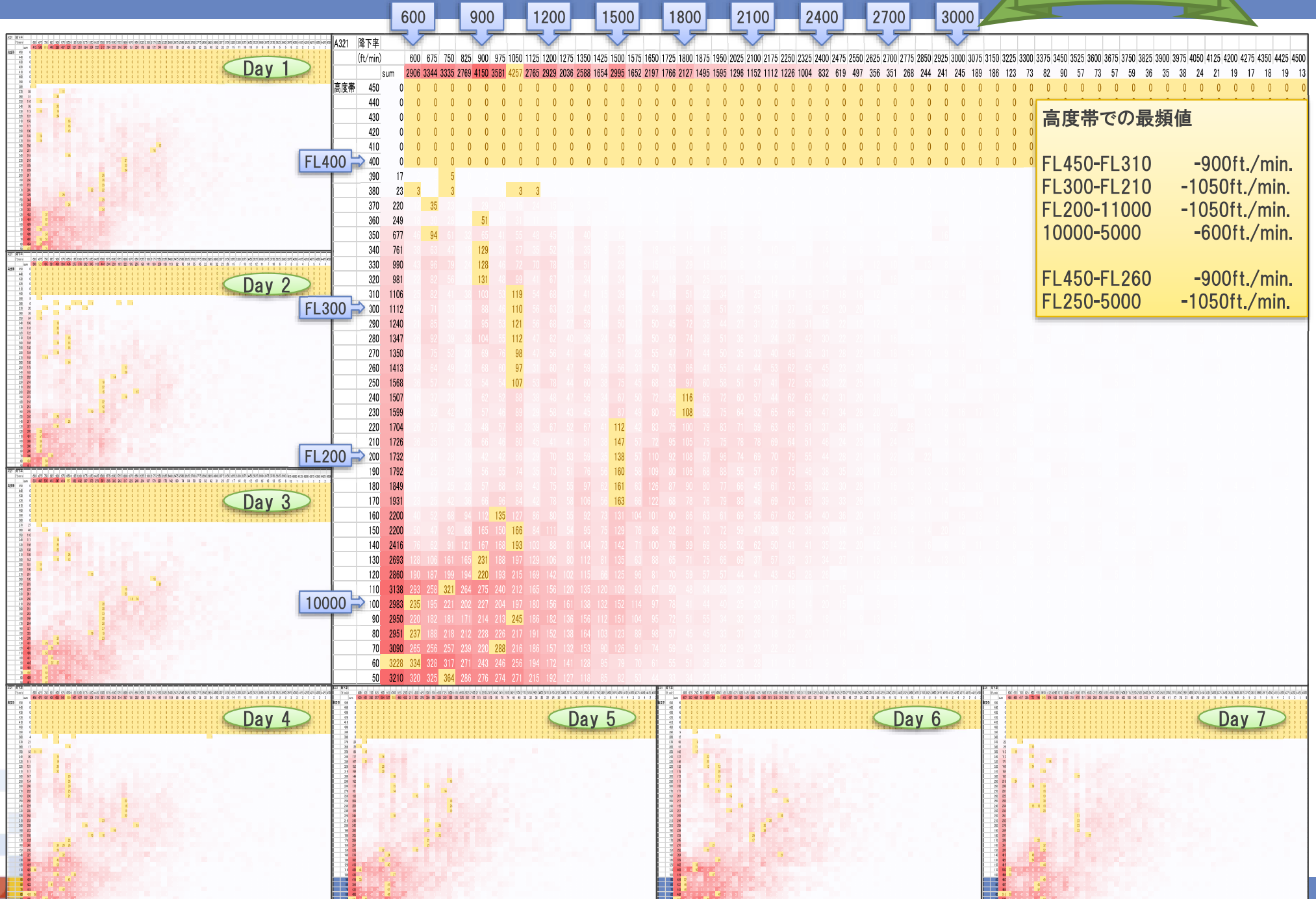
# 3. Open Dataを活用した航空機挙動の分析

降下率-B763



# 3. Open Dataを活用した航空機挙動の分析

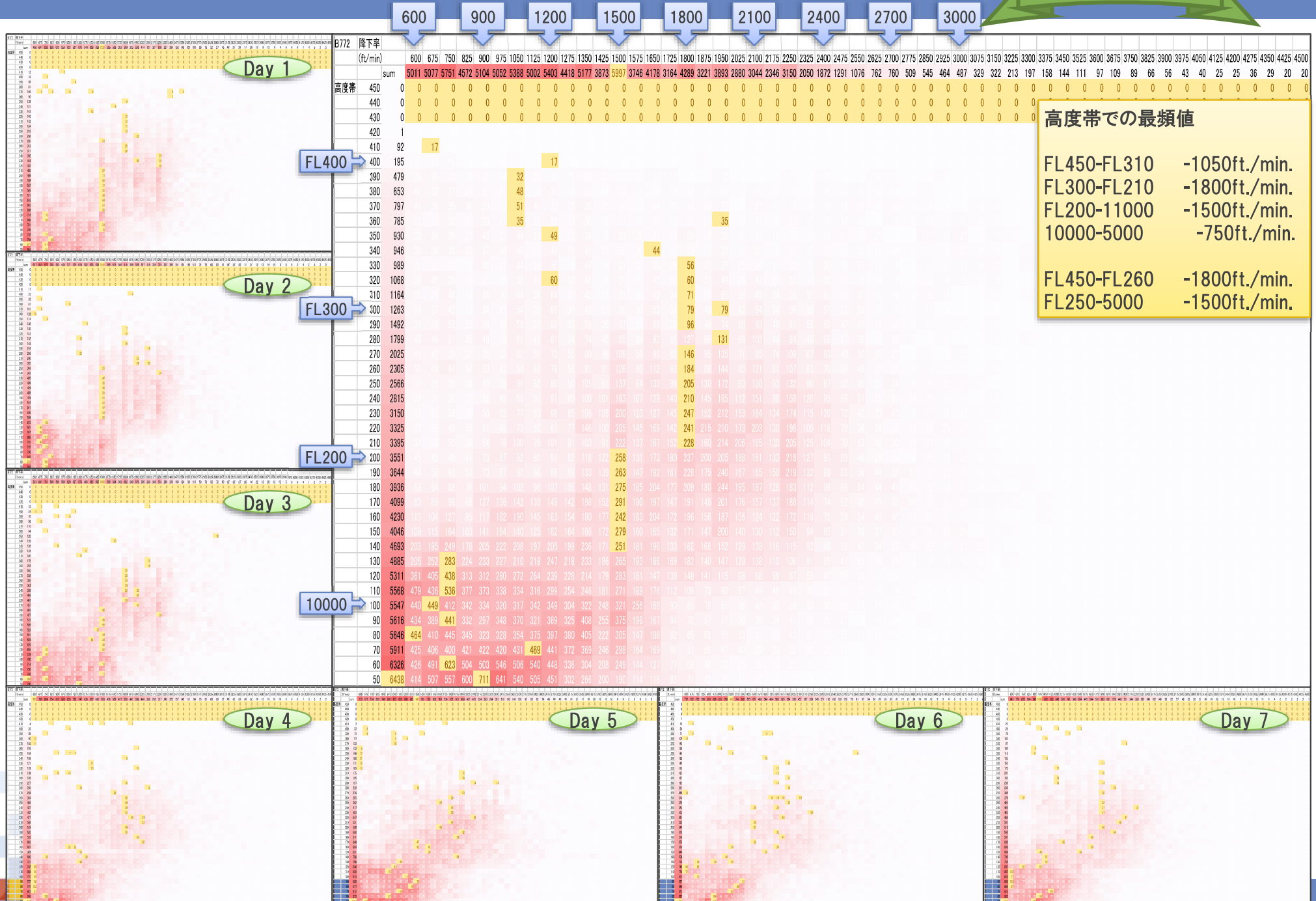
降下率・A321





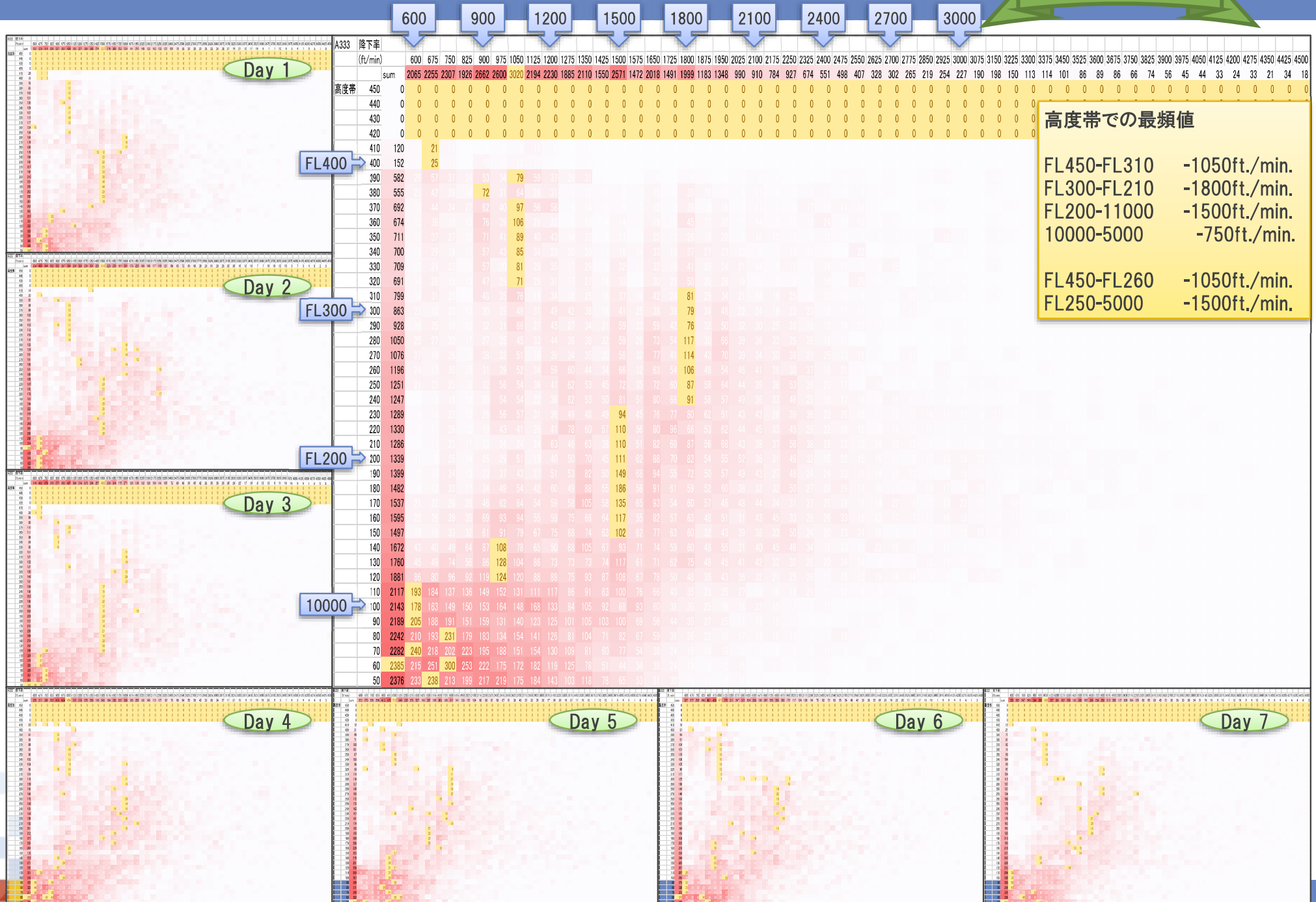
# 3. Open Dataを活用した航空機挙動の分析

降下率-B772



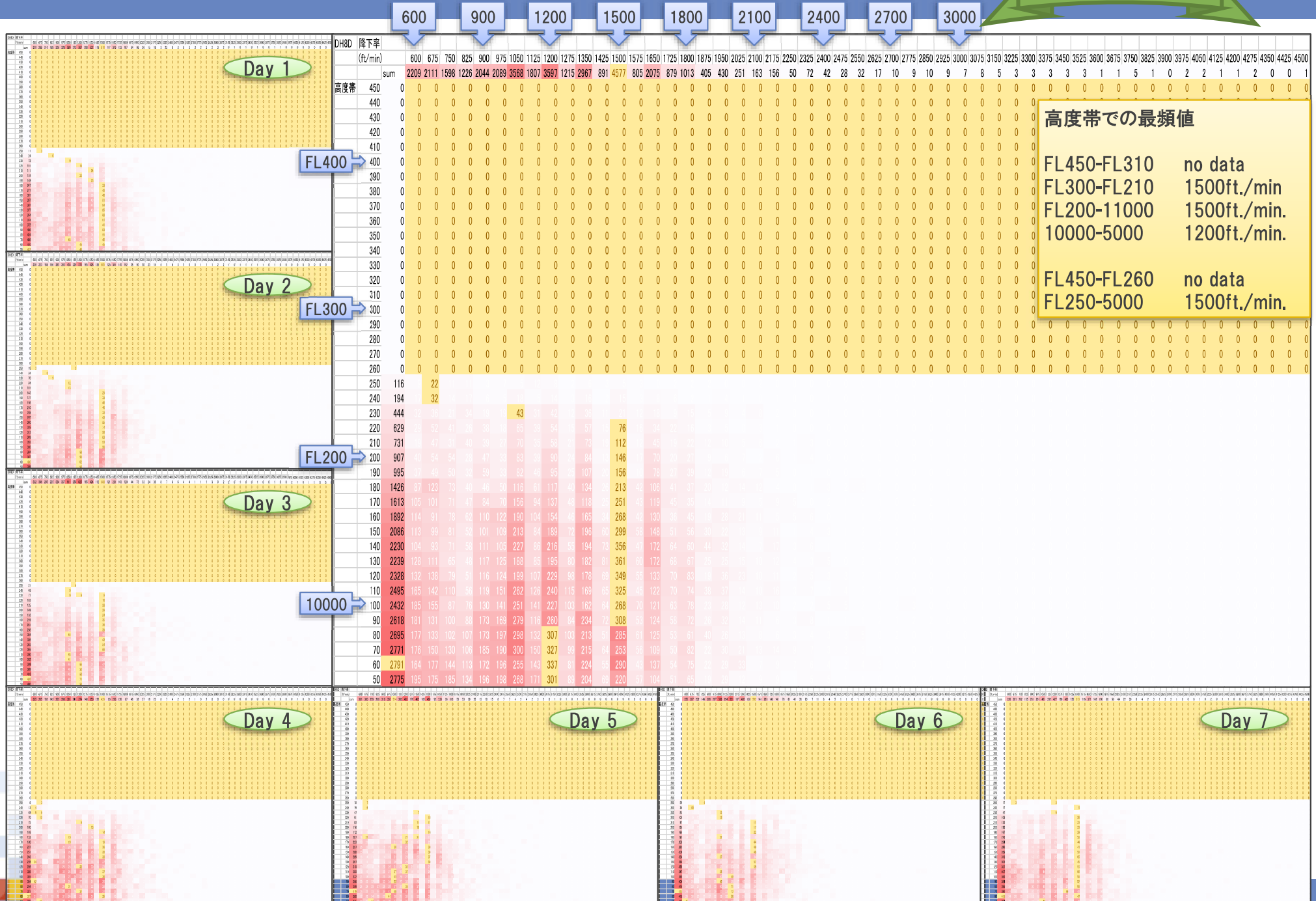
# 3. Open Dataを活用した航空機挙動の分析

降下率・A333



# 3. Open Dataを活用した航空機挙動の分析

降下率・DH8D



### 3. Open Dataを活用した航空機挙動の分析

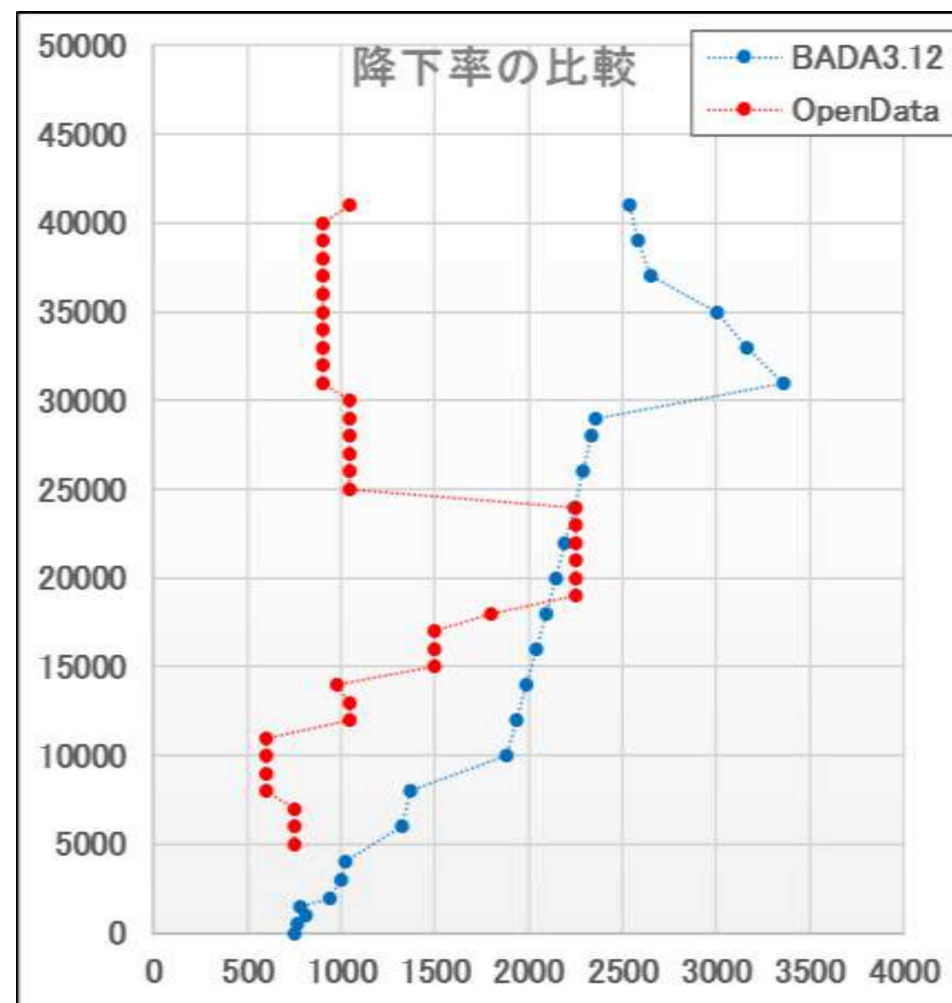
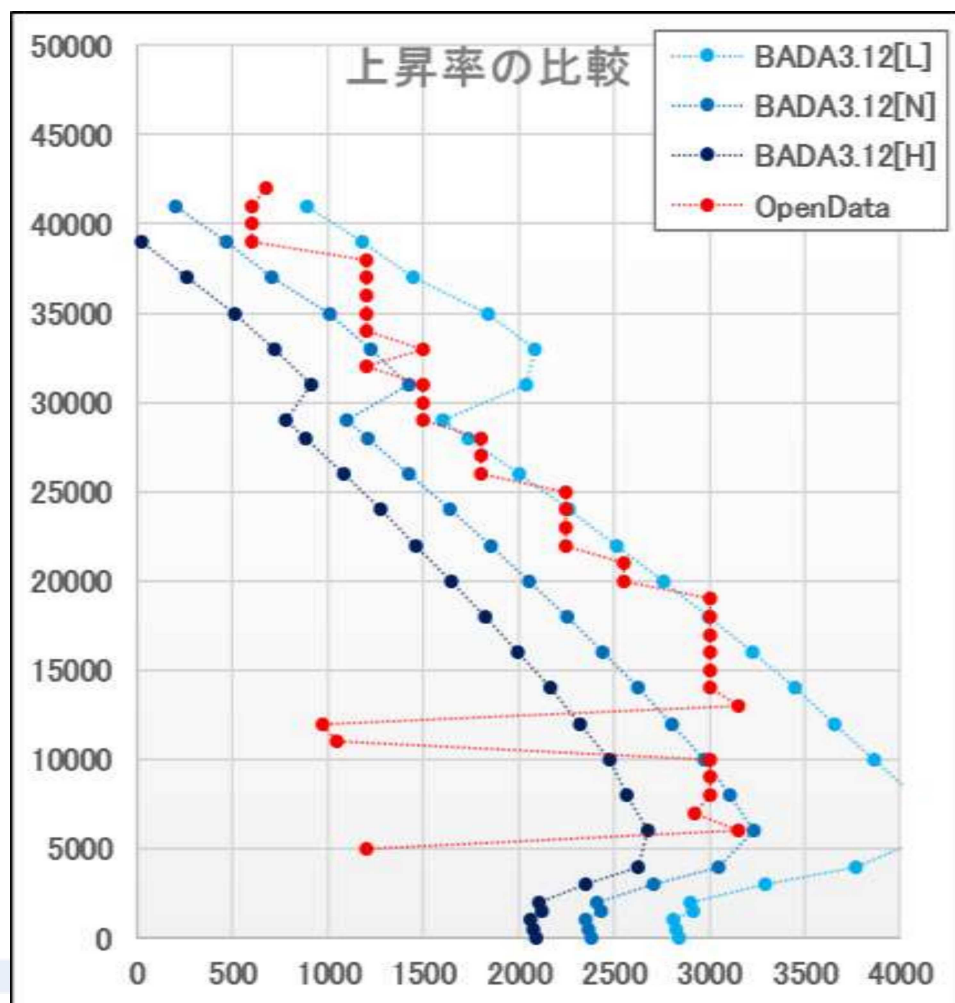
高度帯毎に見た高度変化率最頻値とBADAのテーブル値とをグラフ化して比較してみた。

尚、今回はPTD(Performance Tabel Data)の高度変化率(ROC/ROD)との比較を行っているが、PTF(Performance Table for Fuel Flow)の高度変化率(ROCD)も同値である。



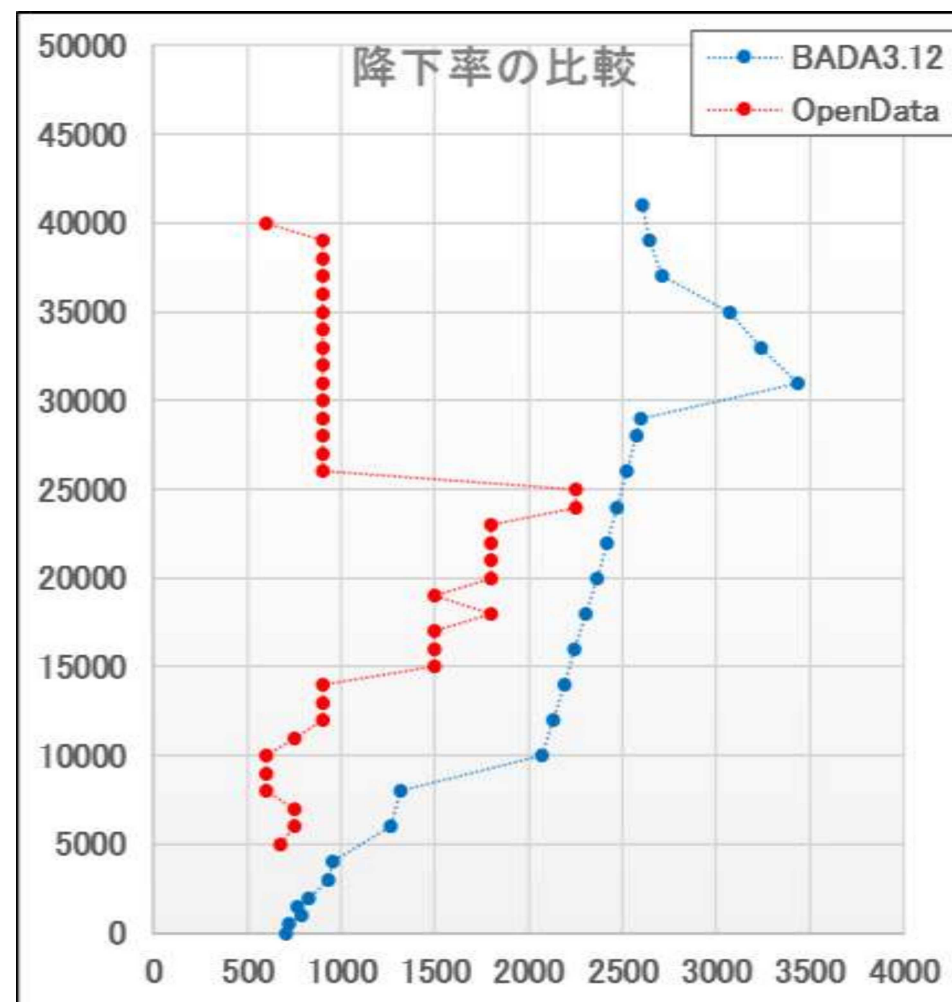
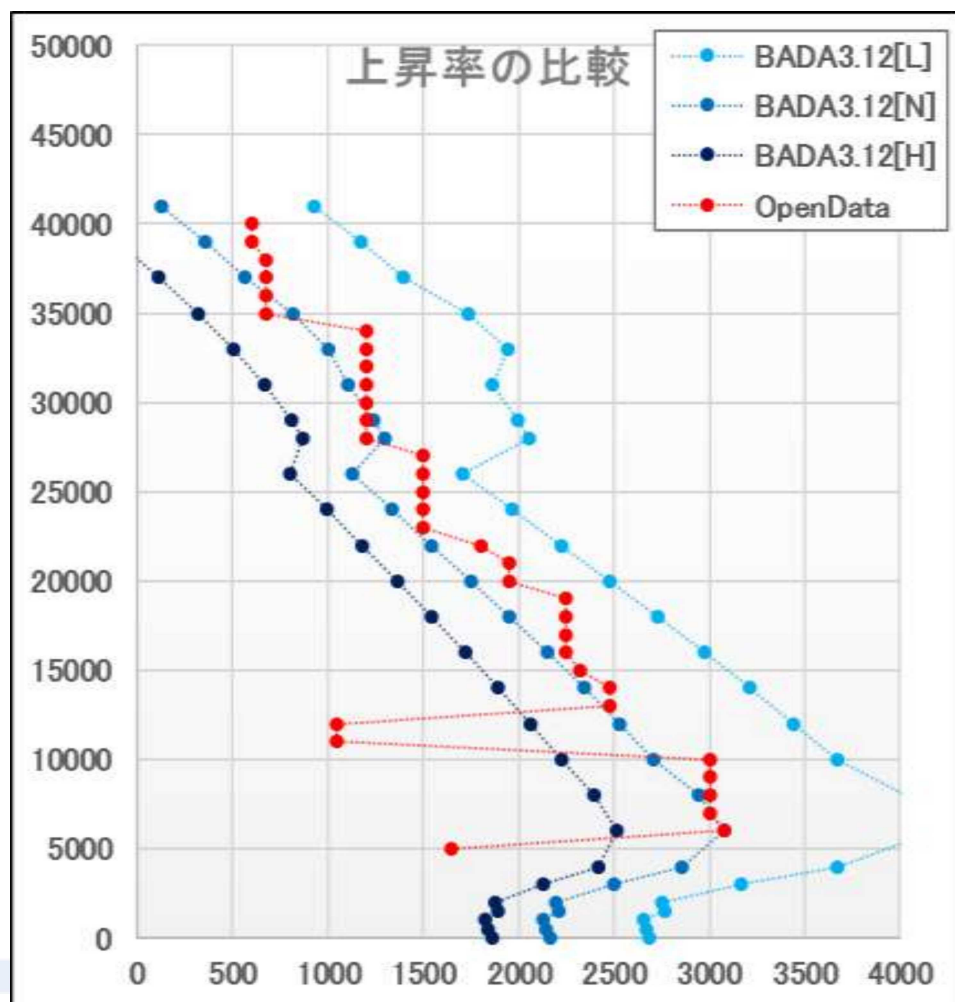
### 3. Open Dataを活用した航空機挙動の分析

降下率・B738



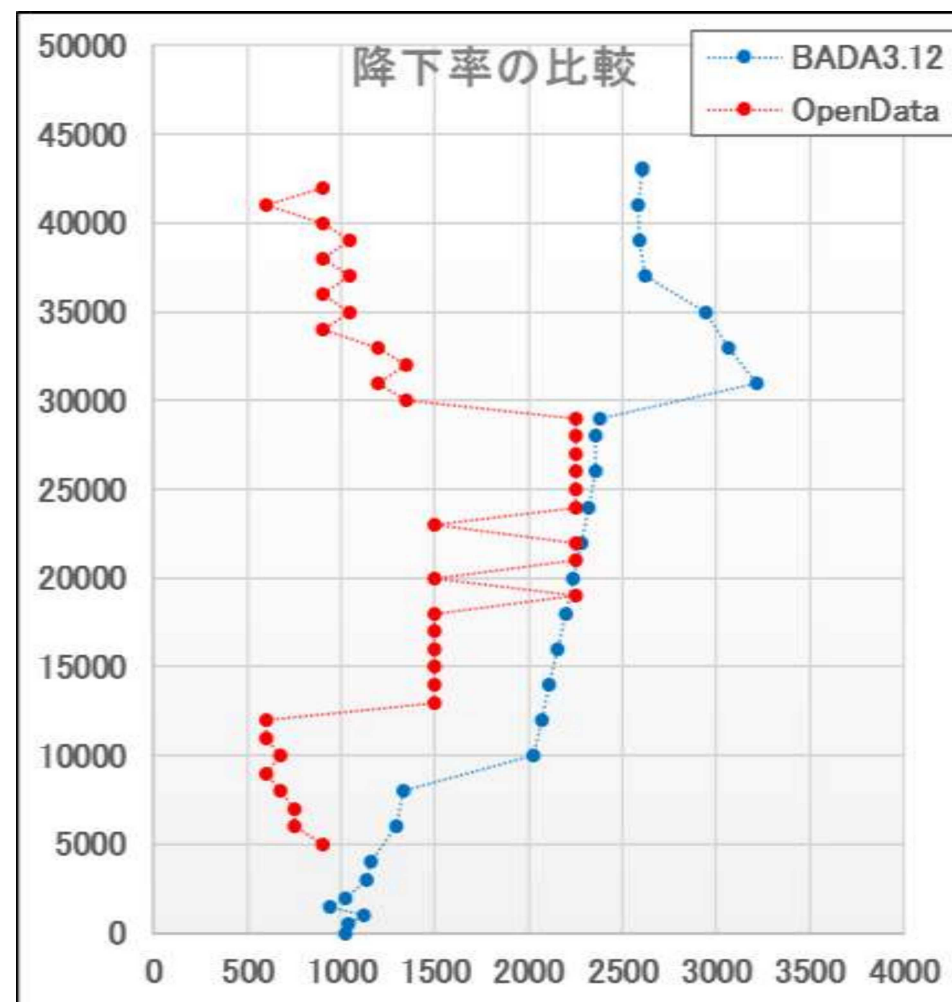
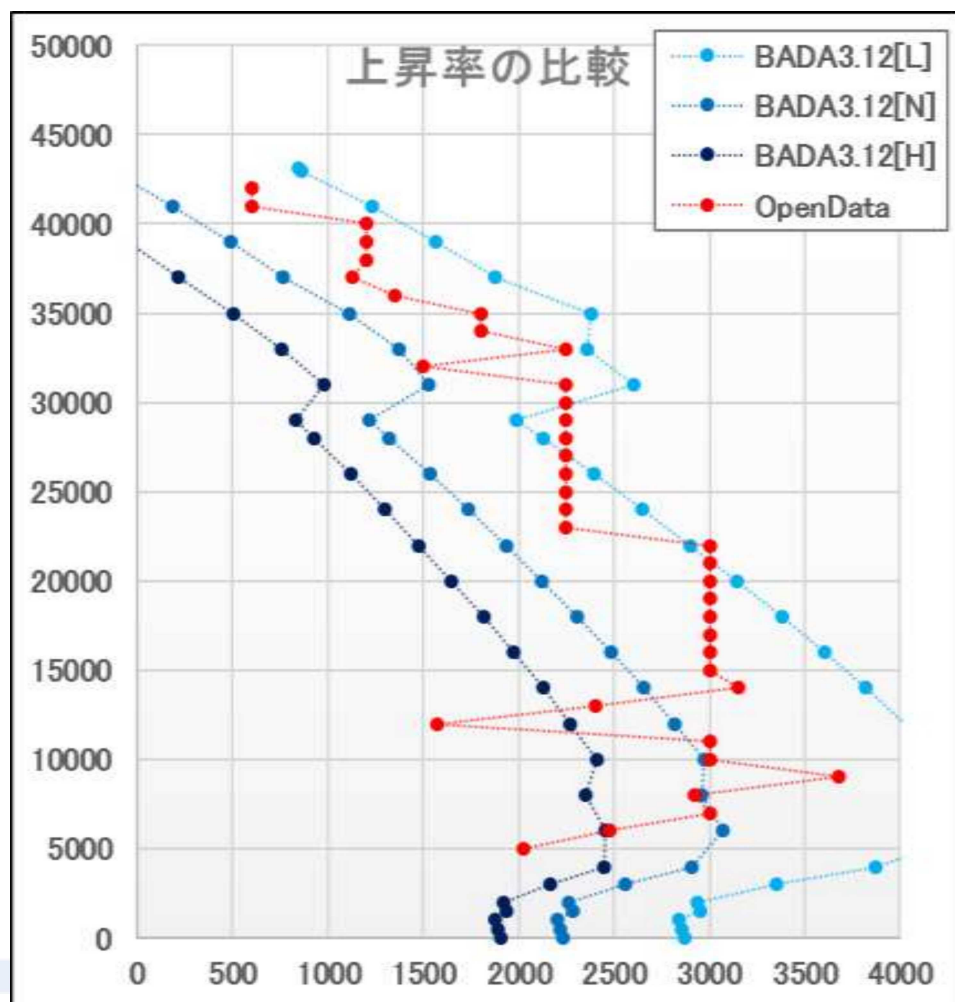
### 3. Open Dataを活用した航空機挙動の分析

降下率・A320



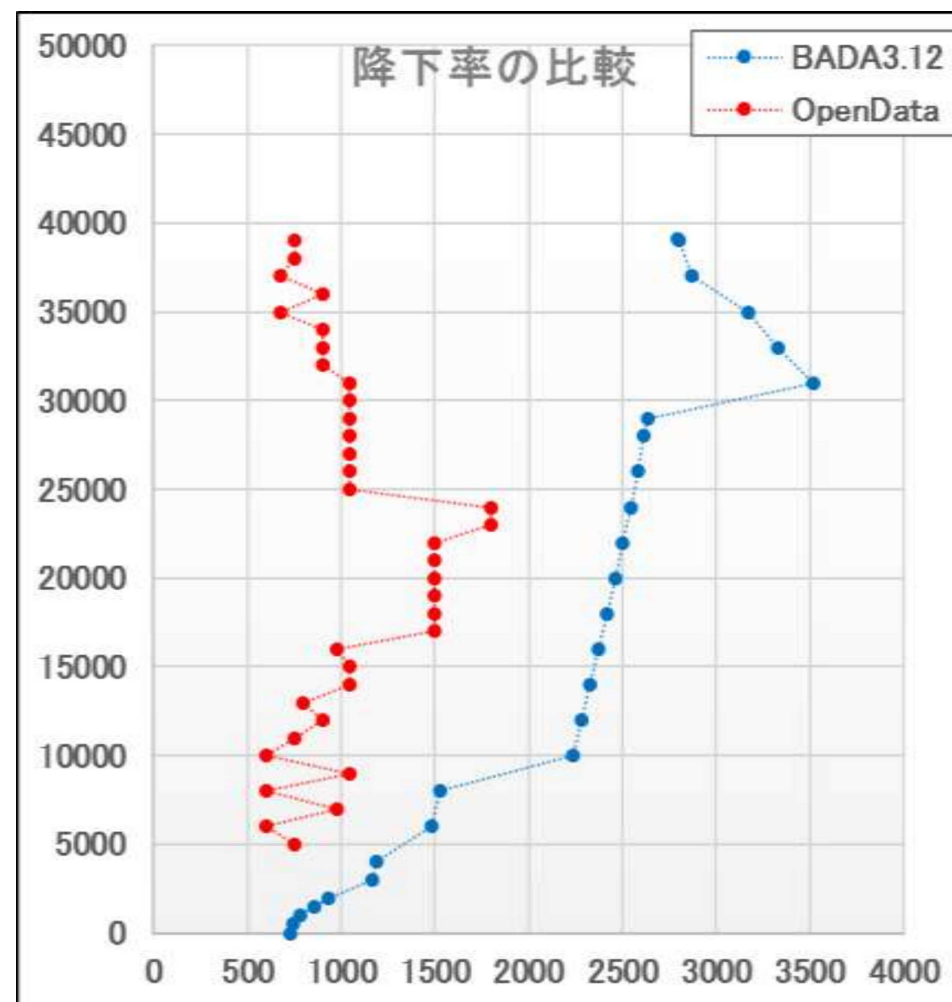
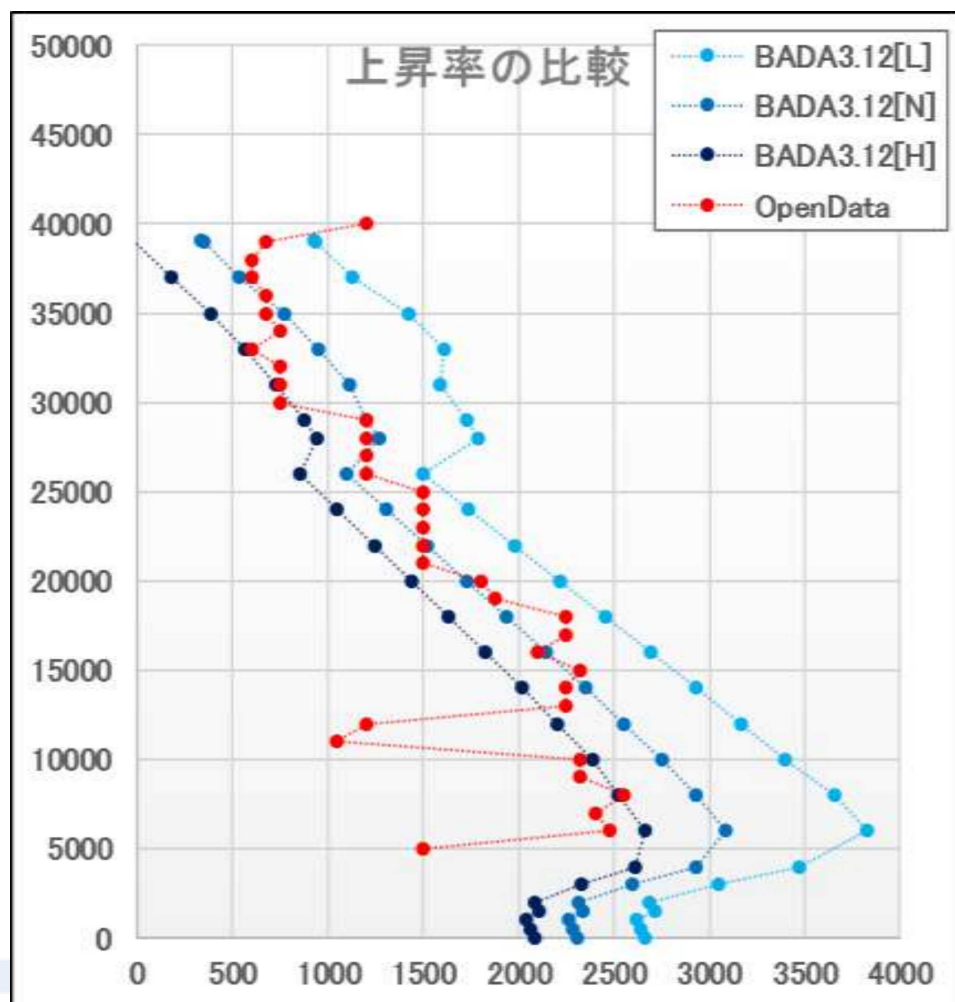
### 3. Open Dataを活用した航空機挙動の分析

降下率・B763



### 3. Open Dataを活用した航空機挙動の分析

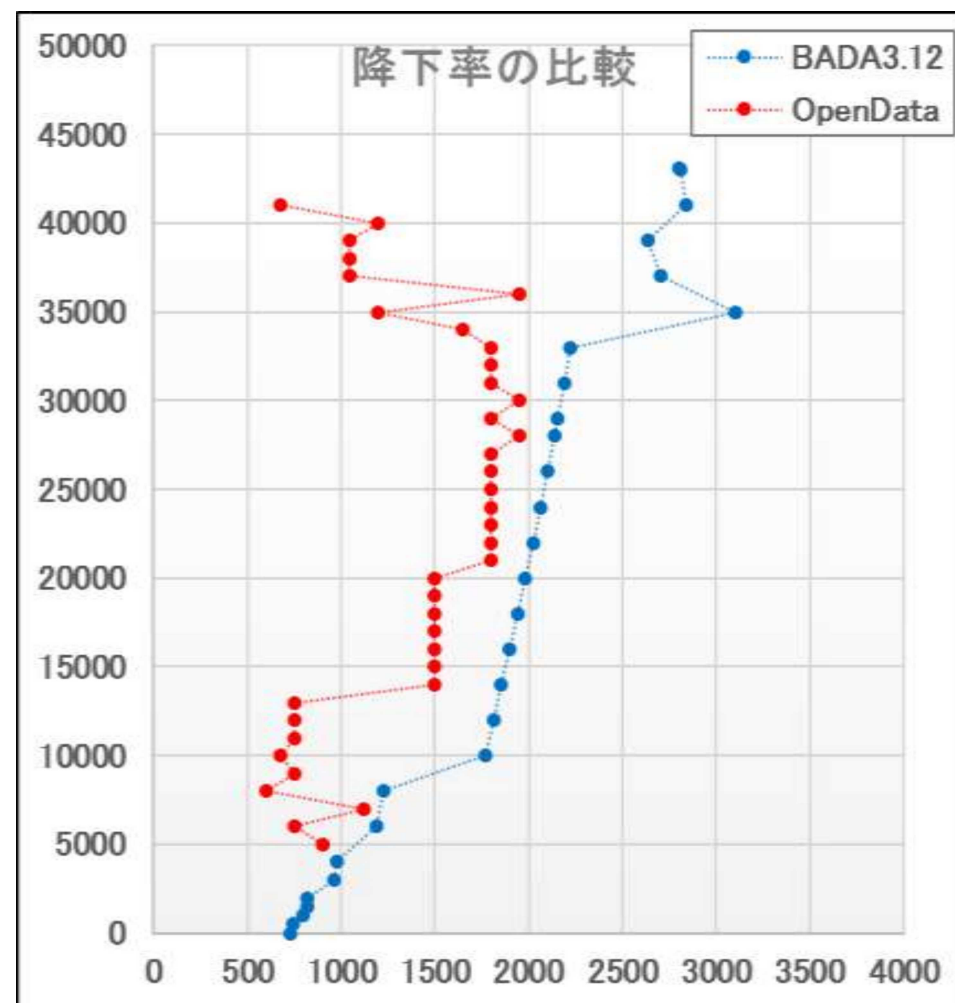
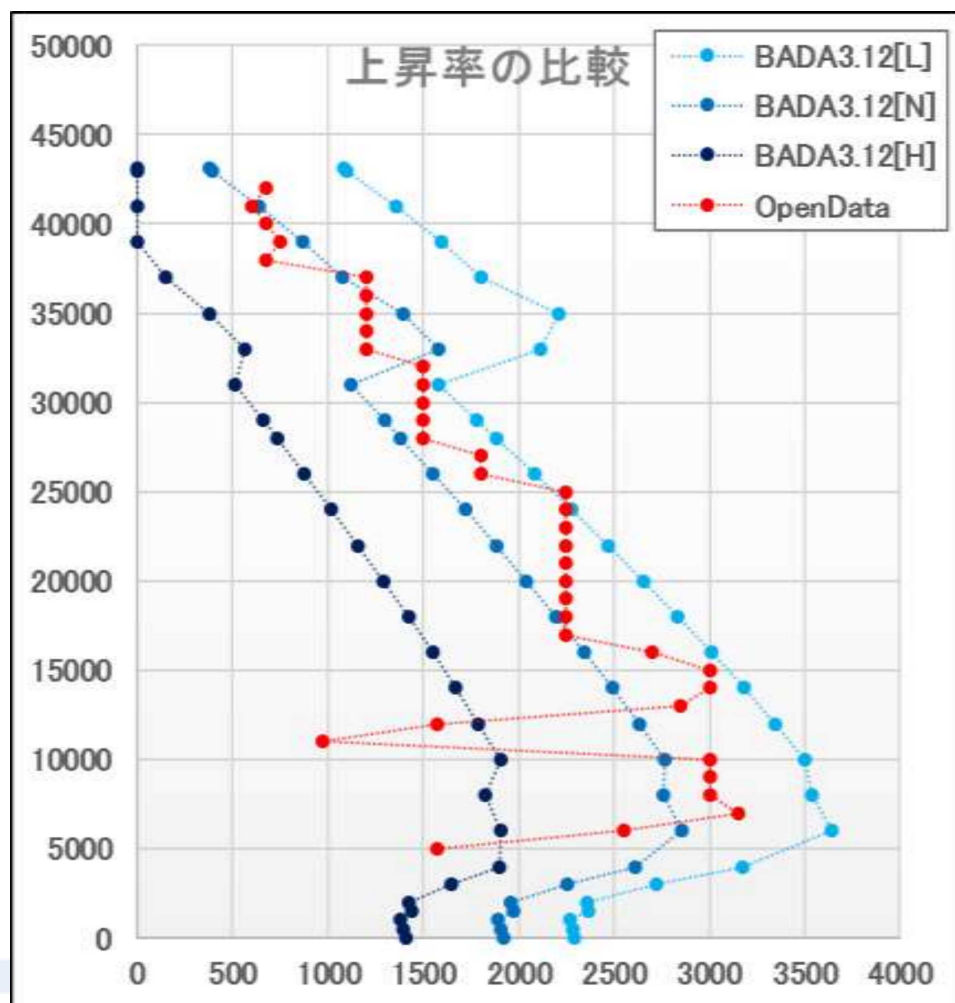
降下率・A321





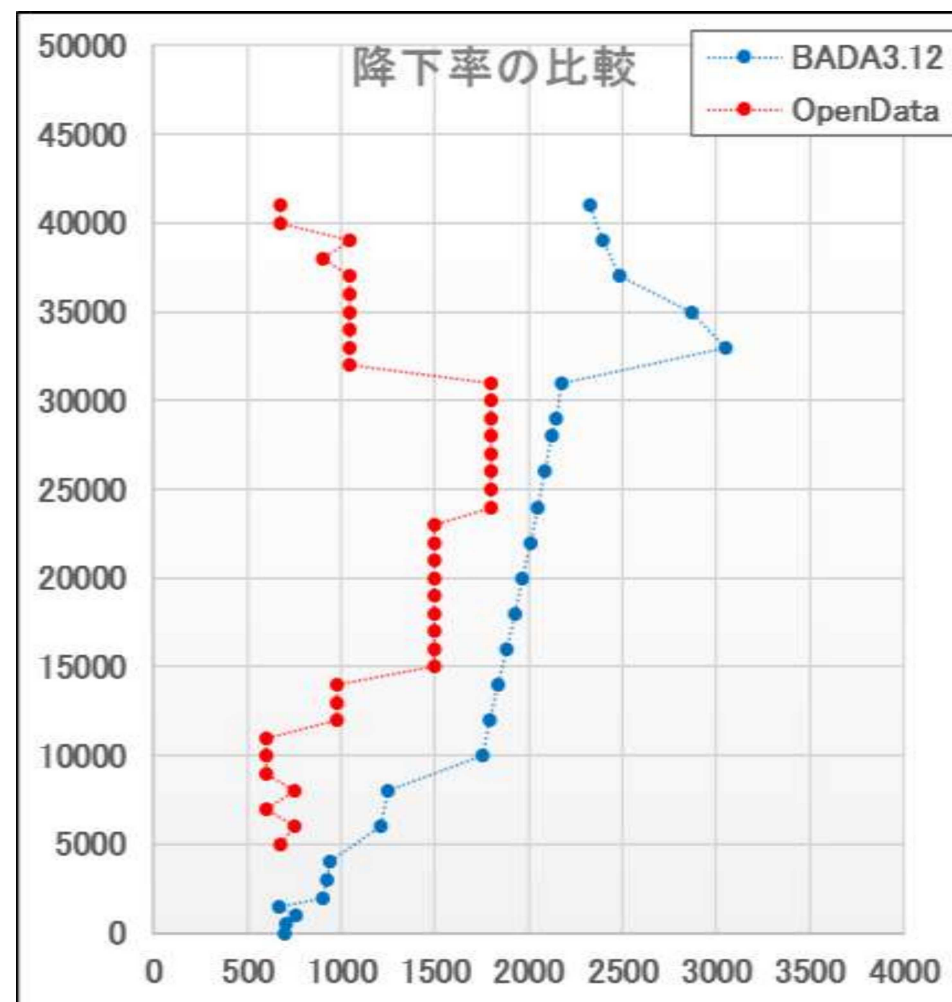
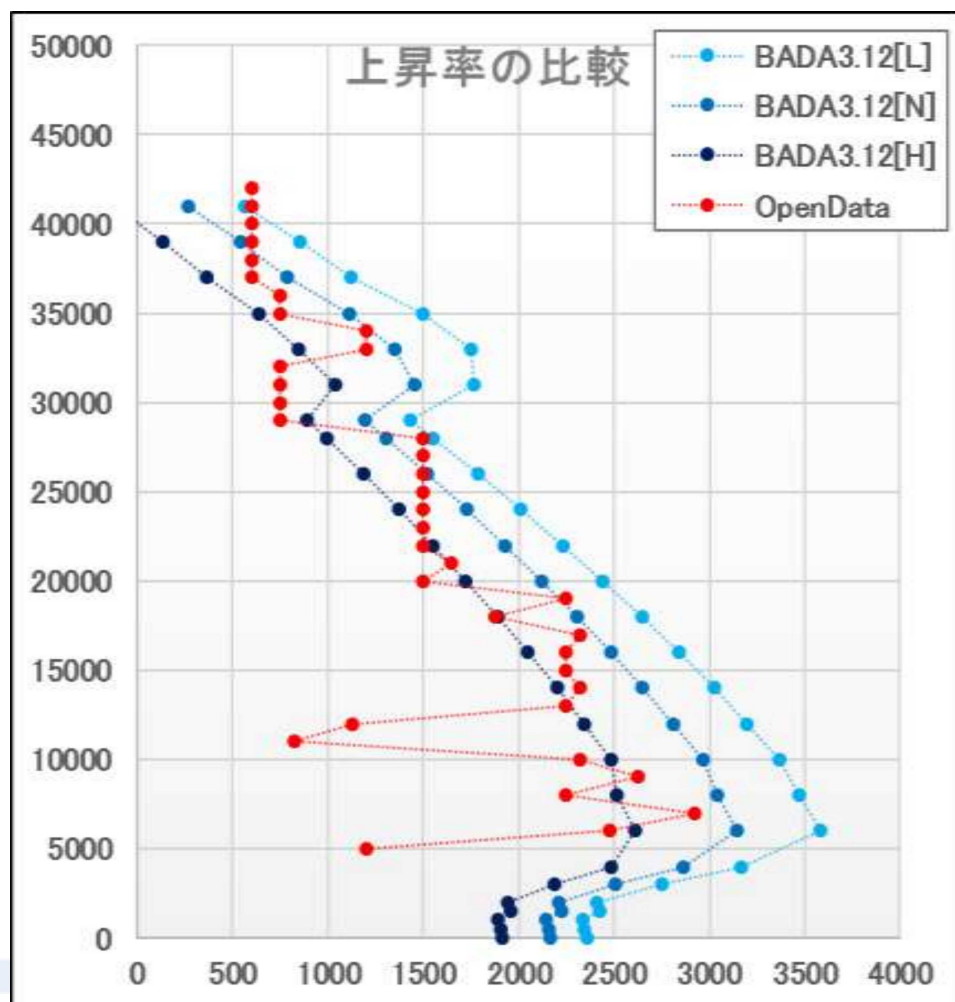
### 3. Open Dataを活用した航空機挙動の分析

降下率・B772



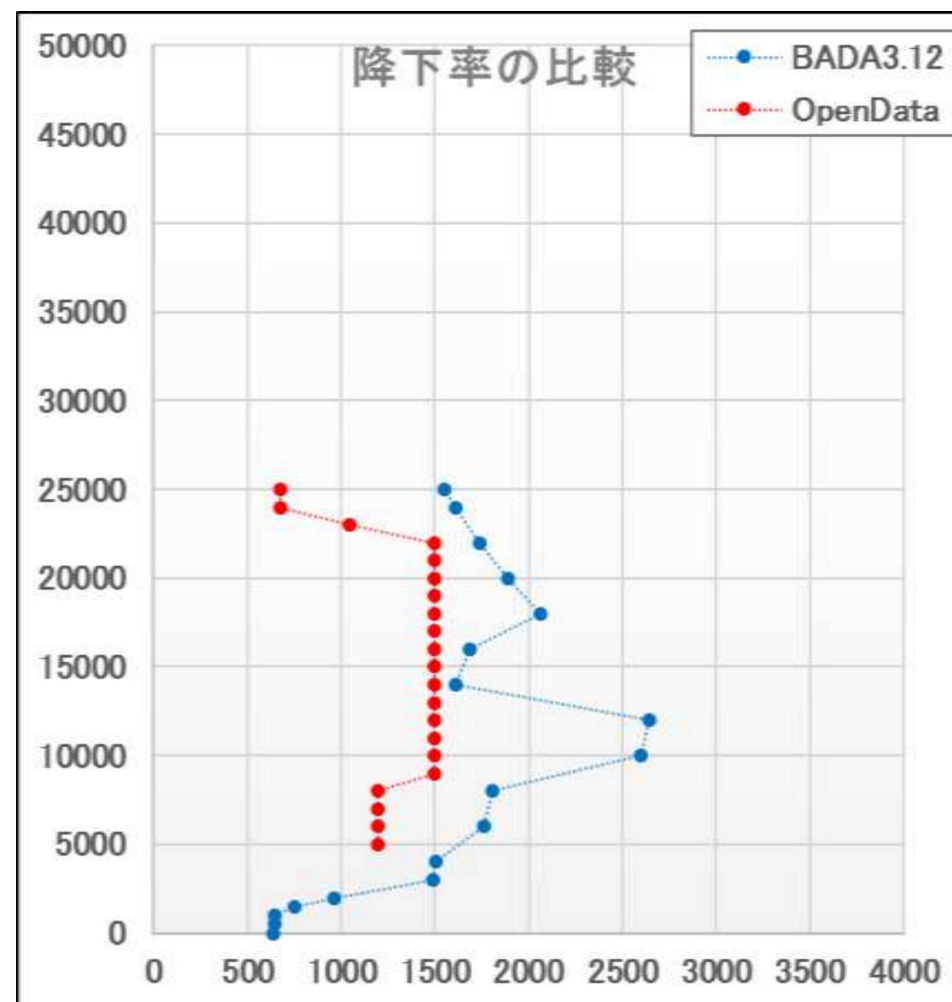
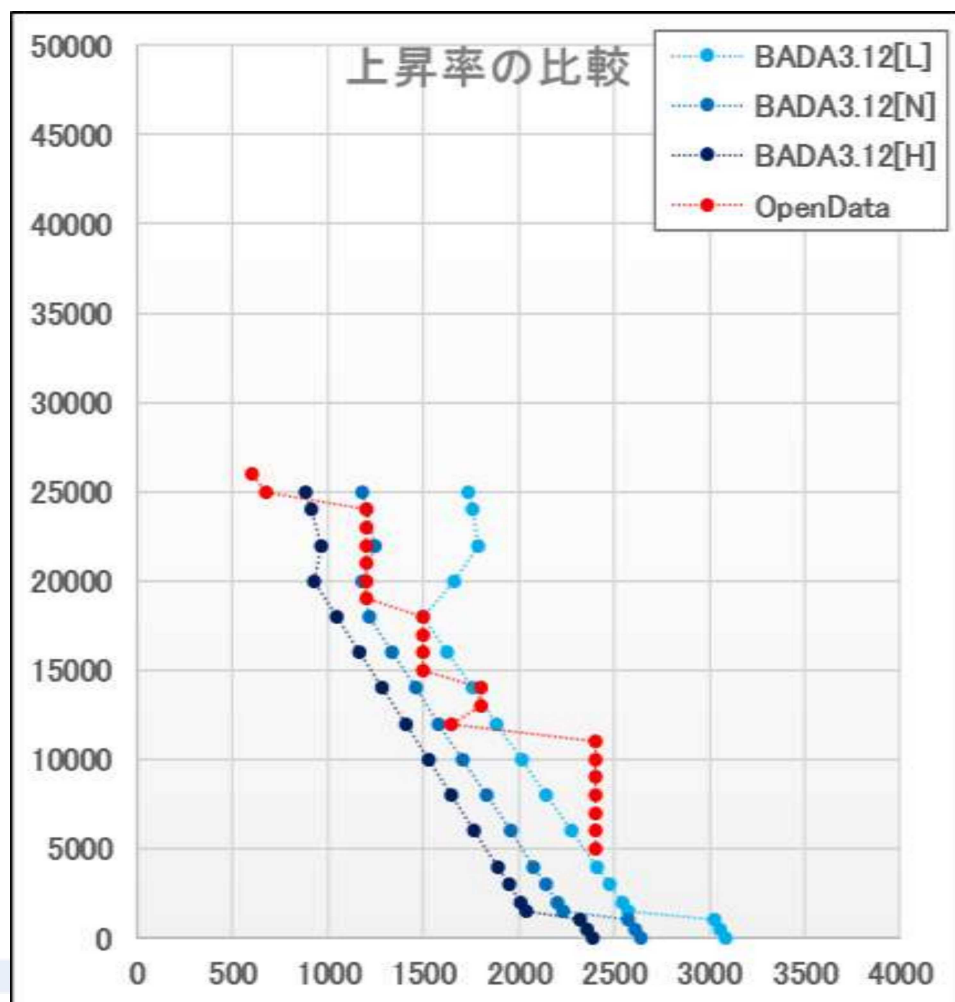
### 3. Open Dataを活用した航空機挙動の分析

降下率・A333



### 3. Open Dataを活用した航空機挙動の分析

降下率・DH8D



### 3. Open Dataを活用した航空機挙動の分析

#### 【上昇率】

- ・BADAのNormalとLightの間にある傾向がある。
- ・実態はBADAのように高度帯毎に細かく変化はしていない模様。  
→1回の上昇ではほぼ同じ上昇率と言えそう。(オートパイロットの仕組み?)

★BADAのテーブルが間違っているのではなく、運用上限界内の値で一定の上昇率で上昇しているということ。結果的にはこちらの方が実際の運航に近いシミュレーションができると想定できる。

#### 【降下率】

- ・高高度帯では大きく差があり、実態の降下率はかなり低い。  
→TOD地点の算出等は着陸から逆算している場合、大きな差が出てしまう可能性が高い。

★降下率においても上昇率と同じことは言えるだろう。



### 3. Open Dataを活用した航空機挙動の分析

#### まとめ

- ・今回高度変化率の実際をオープンデータを用いて分析した。
- ・BADAの性能値テーブルとの差分が見られた。
  - 福岡FIRの飛行シミュレーションをするのであれば、オープンデータに基づく性能値テーブルを活用した方が、実運航に近くなるのでは？
- ・オープンデータに出発到着空港(特に海外)が含まれれば、BADAの上昇率と同様、飛行距離or時間から重量に換算することで細分化が期待できる。
- ・今回は1か月分で実施したが、季節変動要素があるか確認が必要。
  - BADA v3のPTDも、バージョンが上がってもテーブルの数値自体は更新されないケースが多いとのこと。
- ・一方弊社は研究機関ではないので、高層風データを蓄積していないため、速速度の方は対気速度の算出が困難である。
  - 研究機関様との協力が必要不可欠。

このような日本の環境に合わせた性能値テーブルが研究に有用であれば研究機関様と協力させていただき、日本の航空関係の研究推進また裾野拡大に貢献できればと考えます。

