



講演番号1

# 成田空港における出発便の 走行機数調整のシミュレーション検証

航空交通管理領域

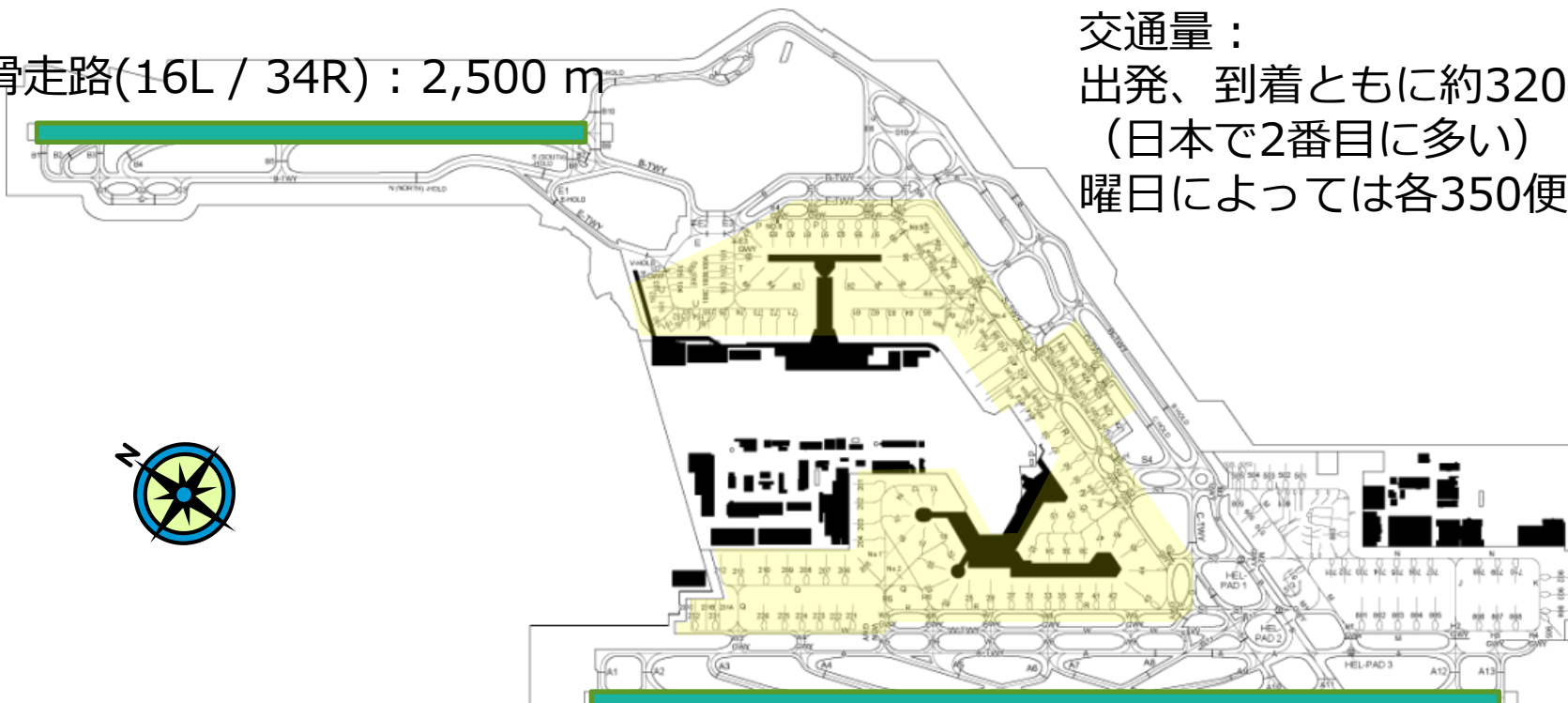
山田 泉、

青山 久枝、マーク ブラウン、住谷 美登里

平成28年6月9日 電子航法研究所研究発表会

- 空港面交通円滑化の方策のシミュレーション検証
  - スポット待機による地上走行の滞留の軽減
  - 同時平行出発方式による効率向上
  
- 対象空港：成田空港

B滑走路(16L / 34R) : 2,500 m



交通量：

出発、到着ともに約320便／日  
(日本で2番目に多い)  
曜日によっては各350便／日

A滑走路(16R / 34L) : 4,000 m

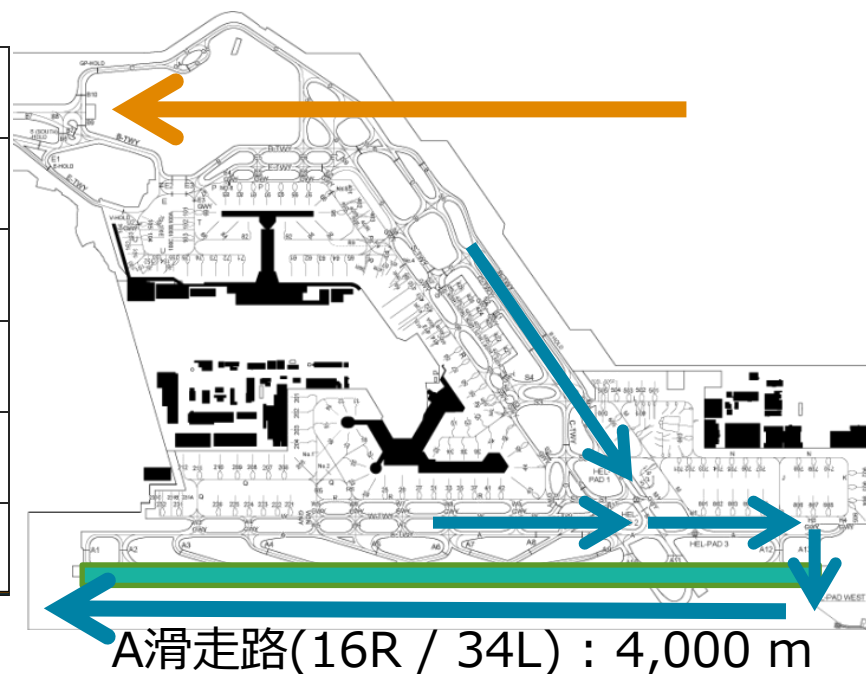
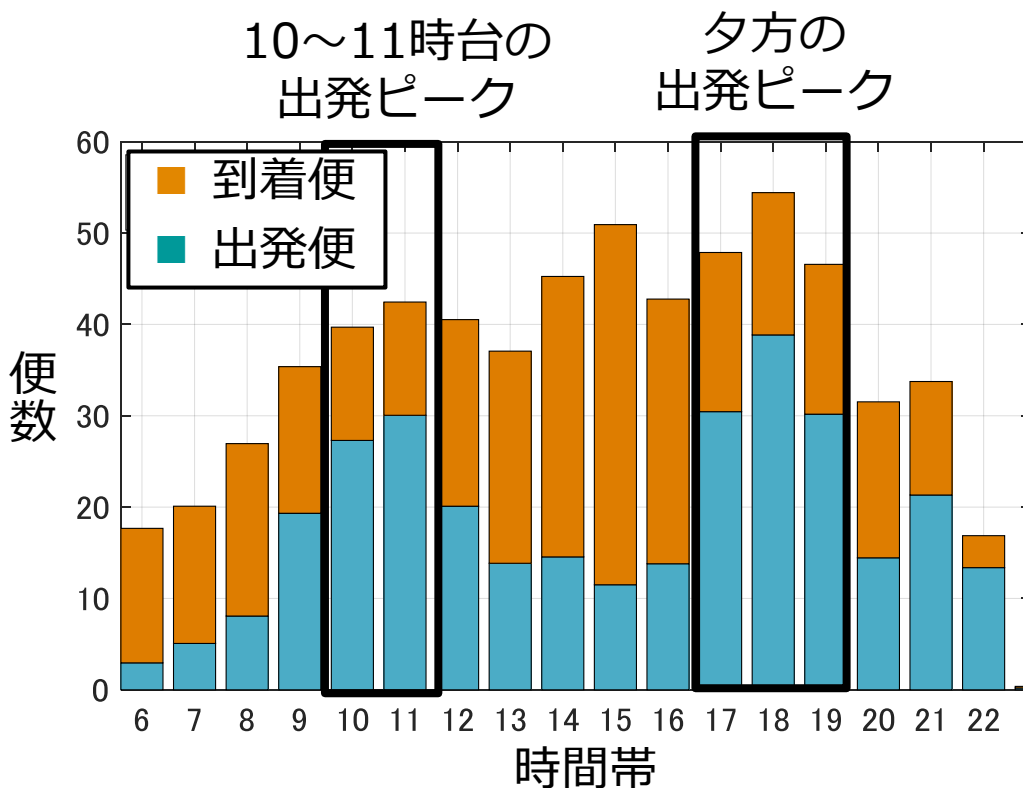


# 成田空港の特徴

---

交通量と混雑緩和策

- 交通量のピーク
  - 出発便：午前（10時台～11時台）、夕方（17時台～19時台）
- A滑走路に偏った出発便の滑走路使用
  - 出発ピーク時間帯：A滑走路付近に長い待ち行列

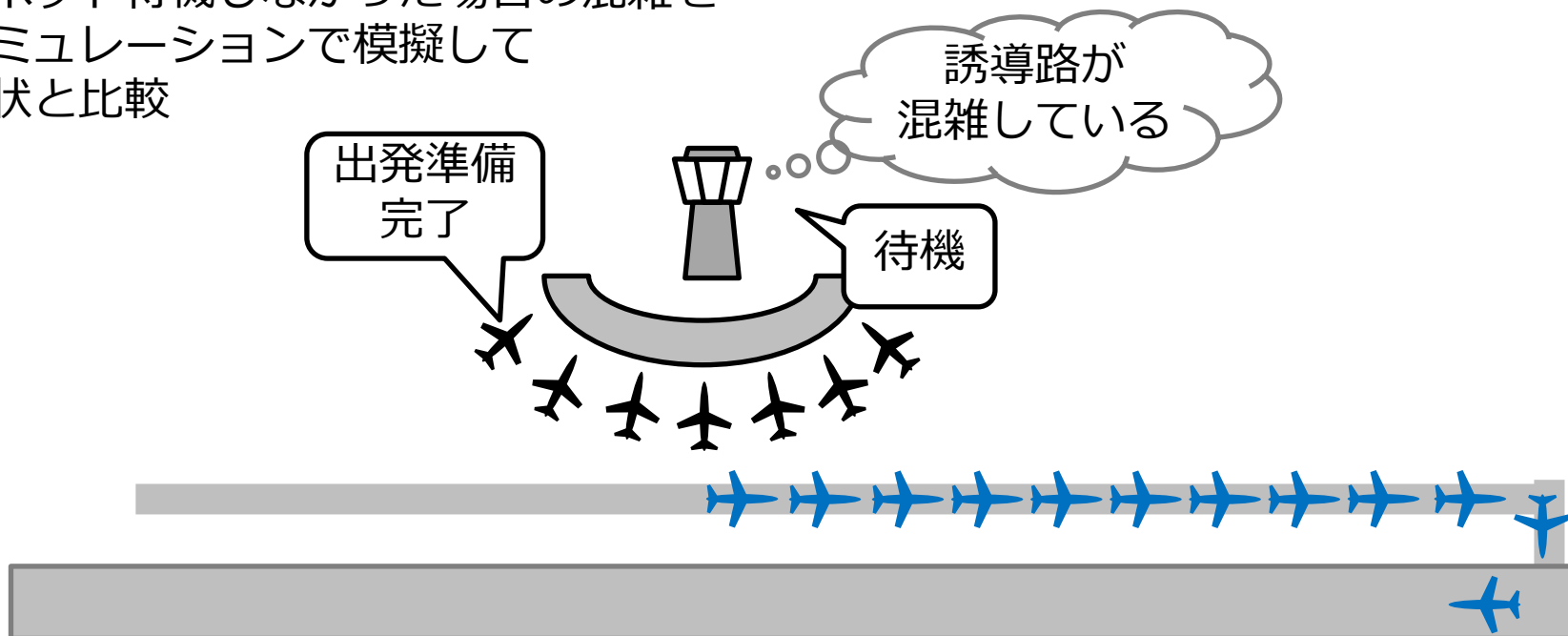


- スポット待機
  - 出発便の混雑時間帯に実施
  - 出発便の走行機数を一定以下に抑える意図

## 問題意識

スポット待機を仮にできなかった場合に比べ、  
どれだけ混雑が減ったか？

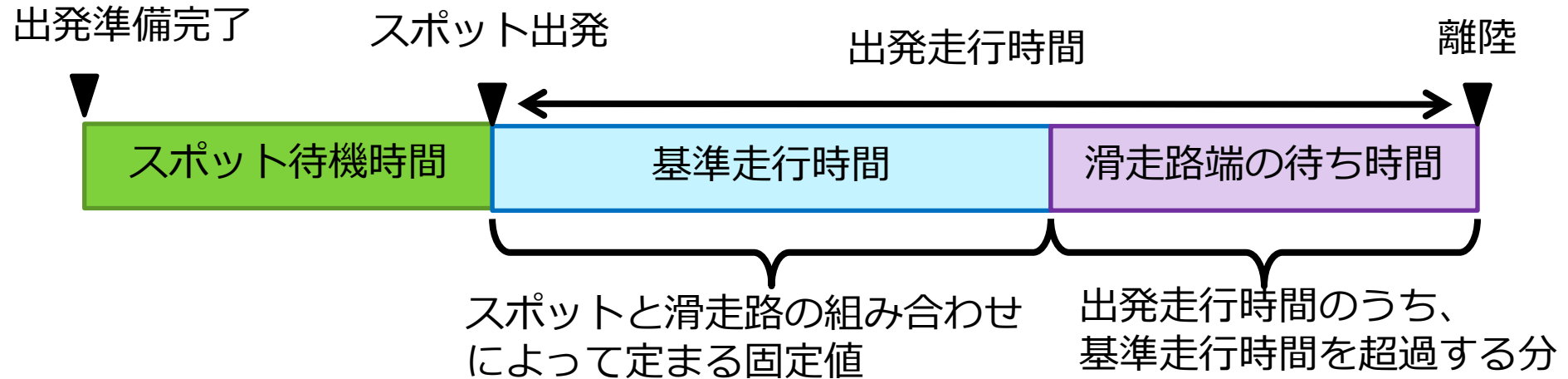
⇒スポット待機しなかった場合の混雑を  
シミュレーションで模擬して  
現状と比較



# シミュレーションの設定と評価項目

---

- 出発準備完了から離陸までの所要時間の内訳



- 評価したいもの：混雑等により増減する時間

- スポット待機時間
- 滑走路端の待ち時間

- 増減の要因：混雑の大小と抑制手段の有無

- 出発準備完了となる出発便数の多さ
- スポット待機の実施の有無
- 単位時間あたりの離陸数：一定

## 空港面交通データ

- 航跡データ
  - 毎秒の航空機位置  
⇒離陸時刻
- 飛行計画データ
  - 便名、型式、登録記号、etc.
- 運航票データ
  - 離陸時刻制限等
  - 出発準備完了時刻
- 成田国際空港（株）運航データ (NAAデータ)
  - 使用スポット
  - スポット出発時刻／到着時刻

成田空港事務所

成田国際空港（株）  
ランプコントロール

飛行計画

運航票

CAB1062	0517	PHNL	OPPAR2D	PQE	OTR16				
B772/H	390								
1653/S	1530					JAA	111208-0850		0



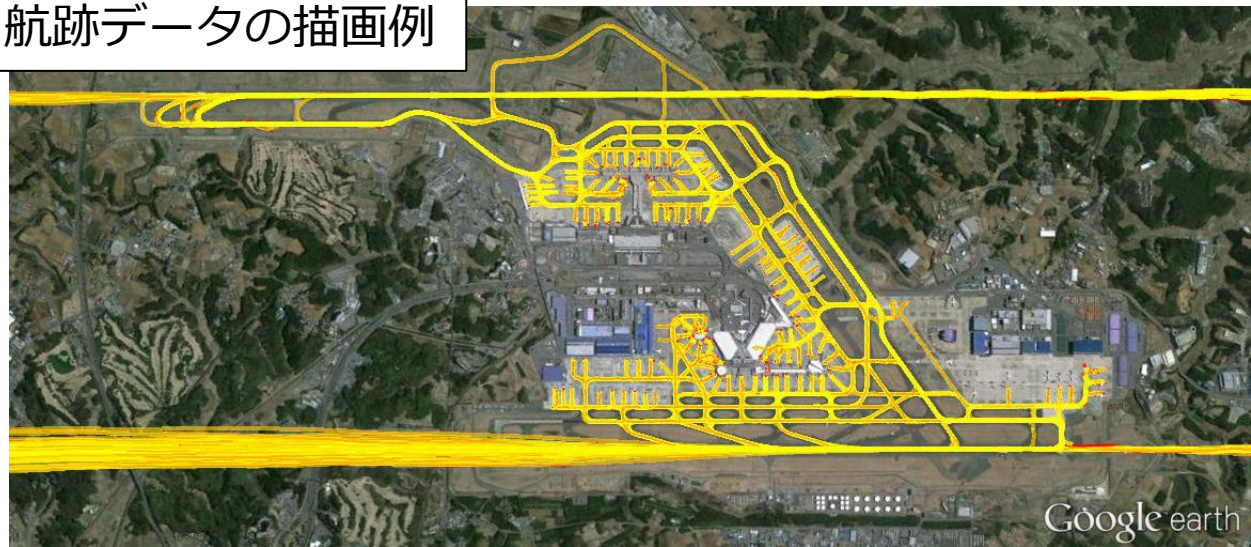
NAA運航  
データ



混雑分析

- 基準走行時間
- 滑走路端の待ち時間

航跡データの描画例





- 現状模擬シナリオ：スポット待機あり
  - 航空機モデルの発生地点、発生時刻、行き先について、実際の運航どおりの値を用いる
- 比較シナリオ：スポット待機しなかった仮定
  - スポット出発時刻を変更：スポット待機が適用された出発便について、スポット出発時刻を出発準備完了時刻（運航票データ）で置き換える
- 平成27年1月、3月の計8日間
- 当所の空港面交通シミュレータを使用

2通りのシナリオ

シナリオ  
設定項目

設定項目	出発便	到着便
発生時刻	スポット出発時刻	着陸時刻
発生地点	出発スポット	着陸滑走路
行き先	離陸滑走路	到着スポット

# シミュレーション結果の比較

---

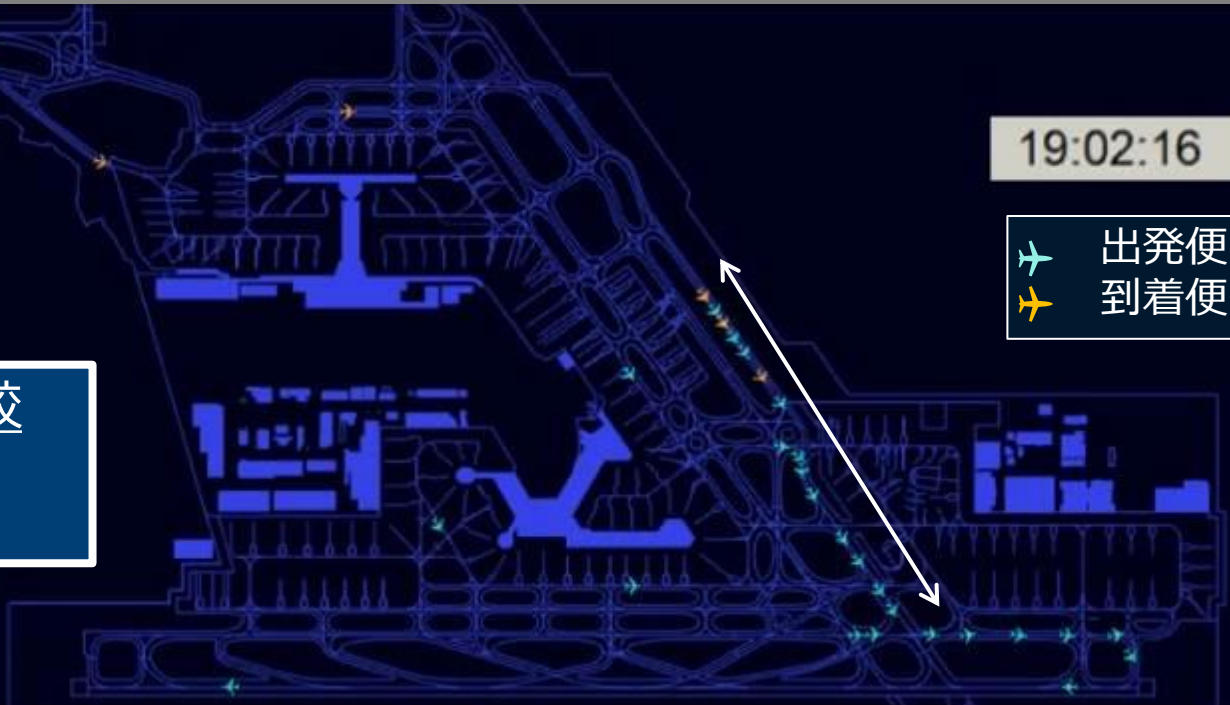
比較シナリオ：  
スポット待機なし

### Day 2の交通状況の比較

18:20から19:33の間、  
行列の長さに違いが見られる

19:02:16

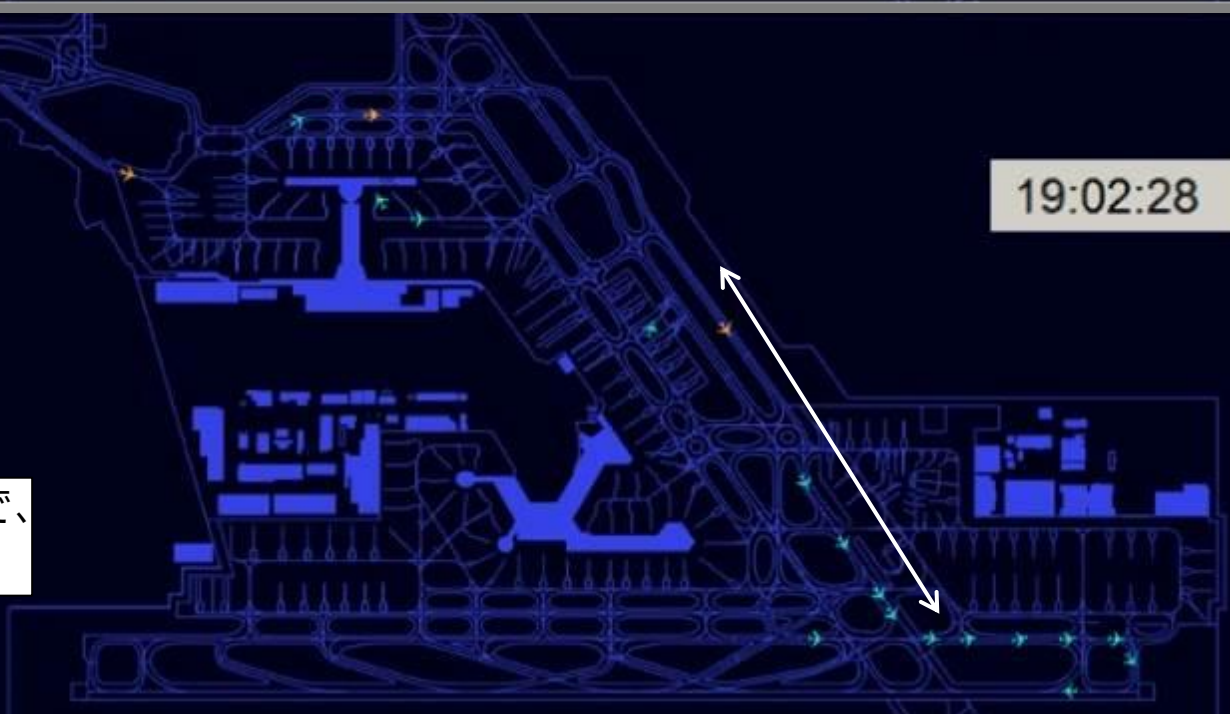
✈ 出発便  
✈ 到着便



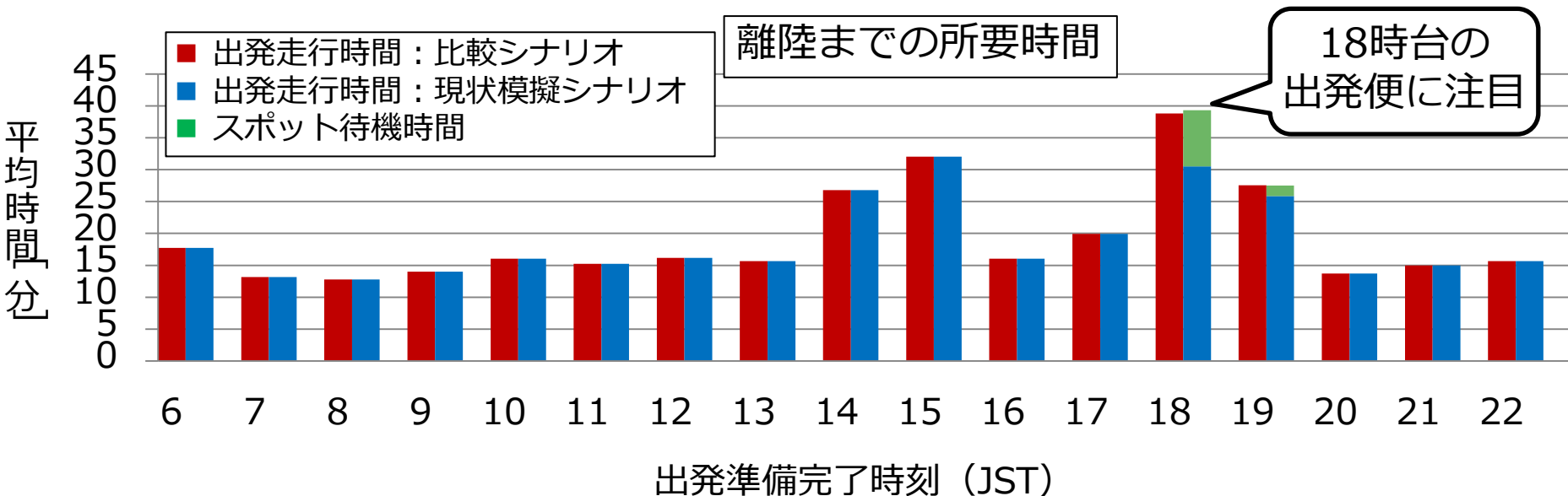
現状模擬シナリオ：  
スポット待機あり

18:18から19:20まで、  
スポット待機を実施

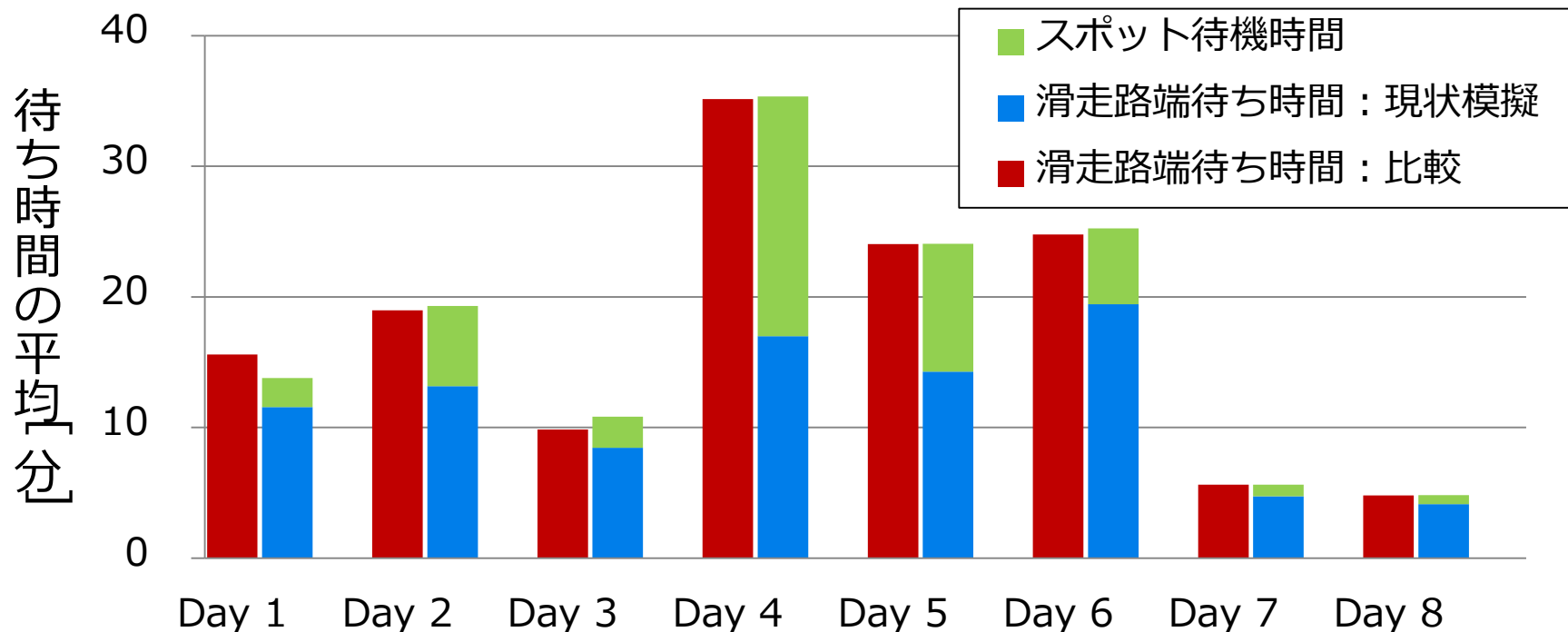
19:02:28



- シナリオ間の差異：スポット待機を行った18時台に現れた
  - 以下、18時台の出発便について比較



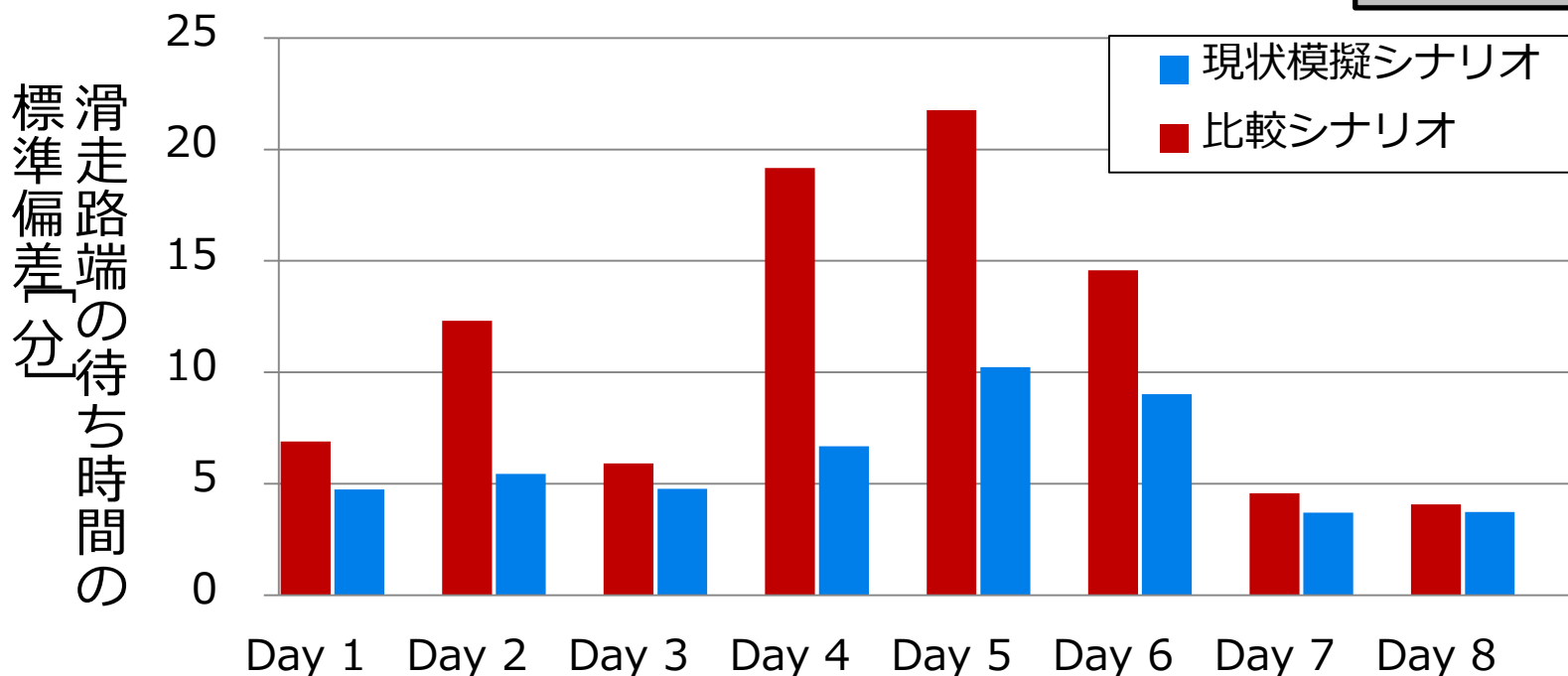
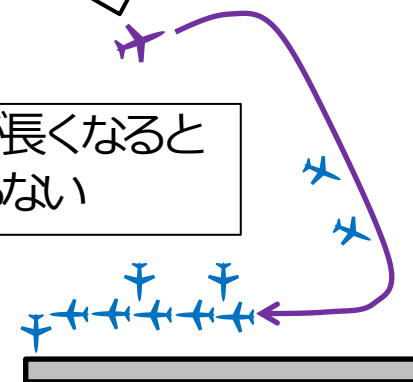
- 平均的に、ほぼ等価な交換関係となった
  - スポット待機時間
  - 滑走路端の待ち時間の一部
- スポット待機の結果、平均20分以内に抑えられた



- 滑走路端の待ち時間のバラツキ
  - 滑走路端の行列に並ぶ際の順番および待ち時間の不確かさの結果
- 標準偏差による評価
  - スポット待機の結果、行列が短くなったことにより低減

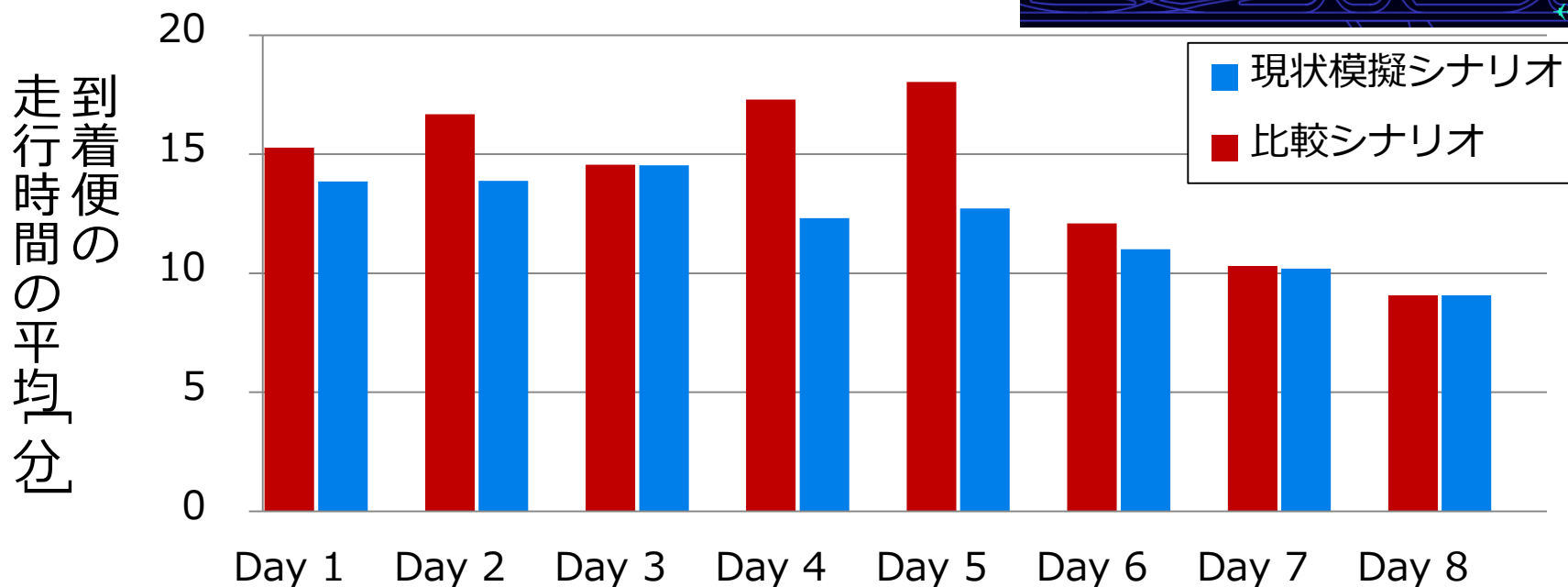
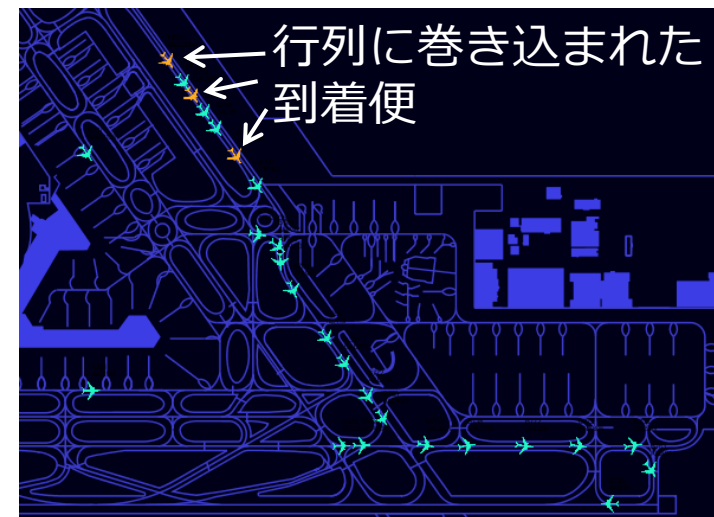
私は何番目？  
何分待ち？

行列が長くなると  
わからない



- 到着便の走行時間も低減
  - 出発便の待ち行列に到着便が巻き込まれるケースが減るため
- 出発便のスポット待機に起因すると考えられる到着便とのスポット競合
  - Day4で1件のみ

比較シナリオの交通状況の例



# 考察

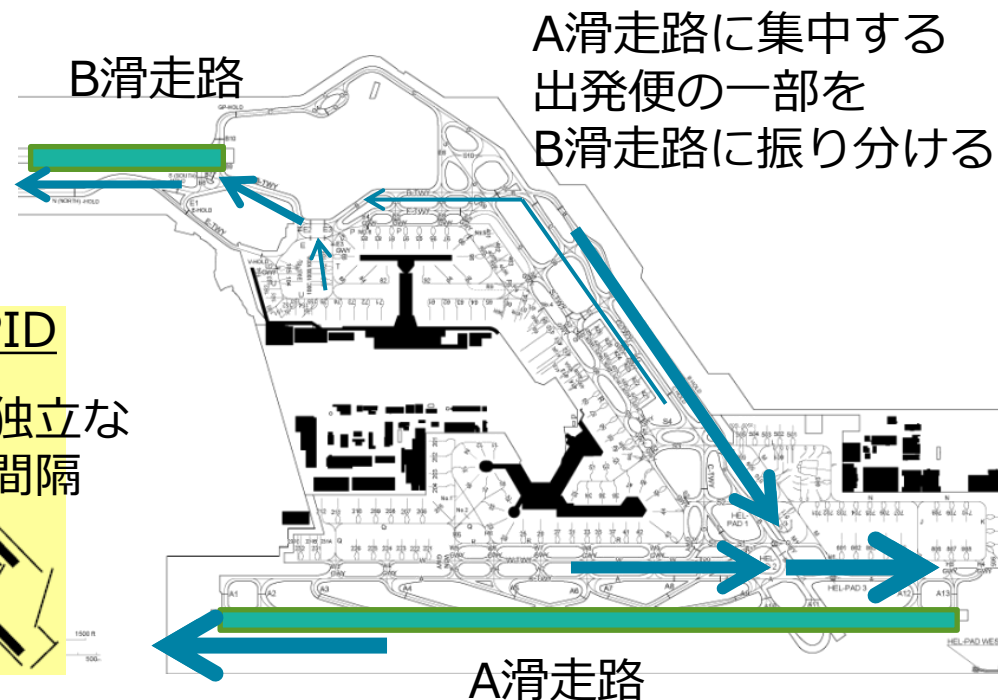
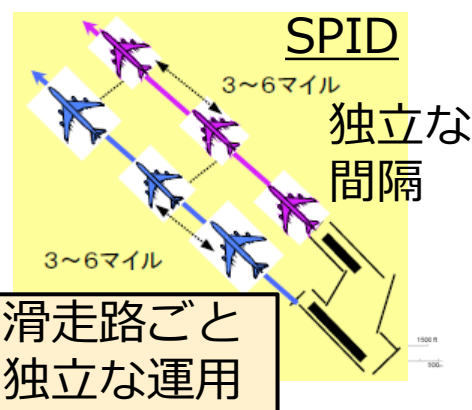
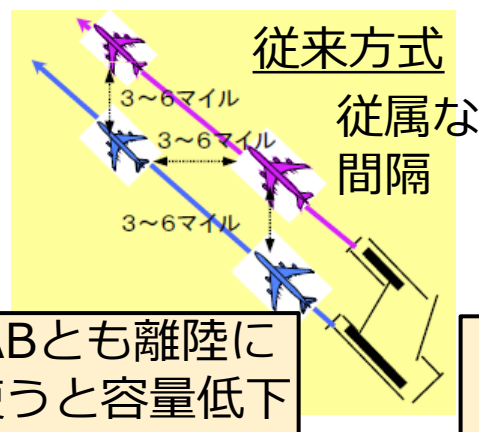
---

SPIDの効果

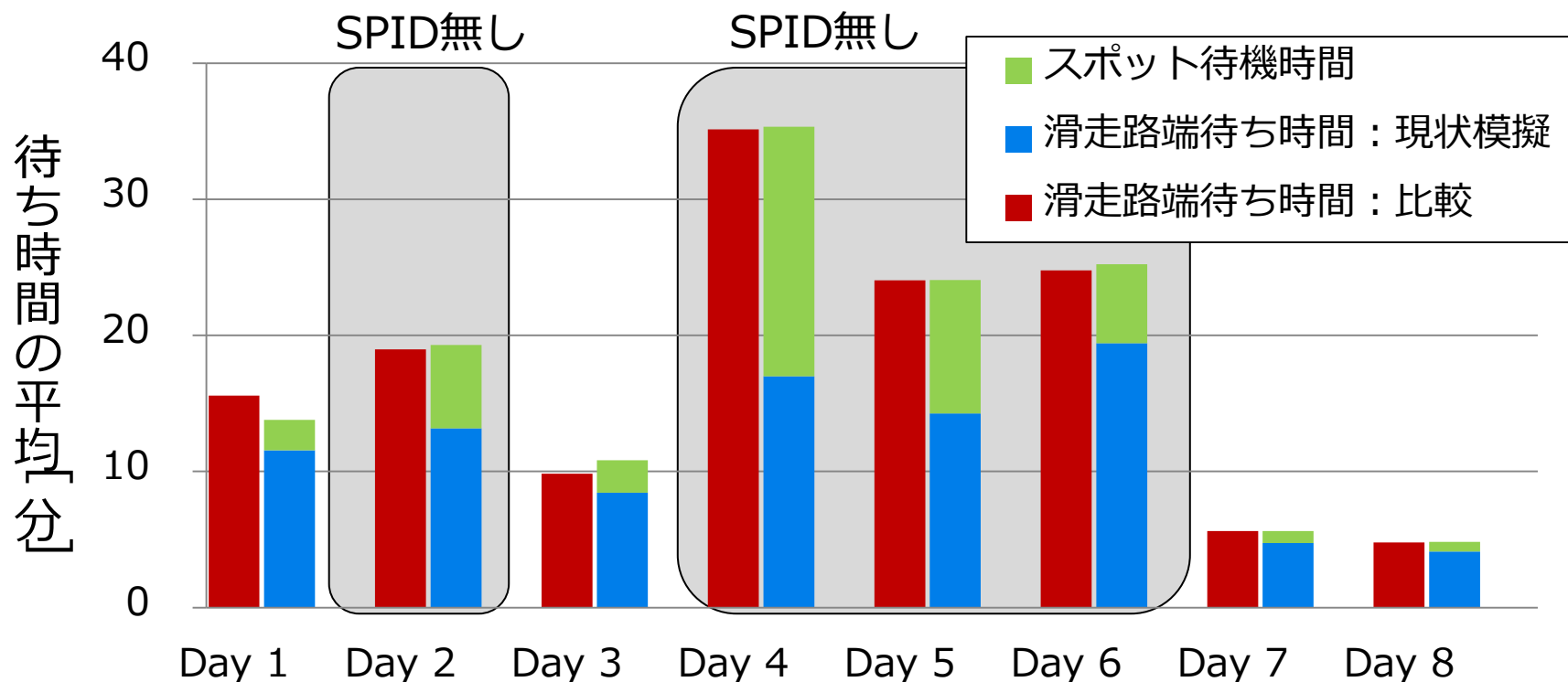
出発走行スケジュールによる不確かさの低減



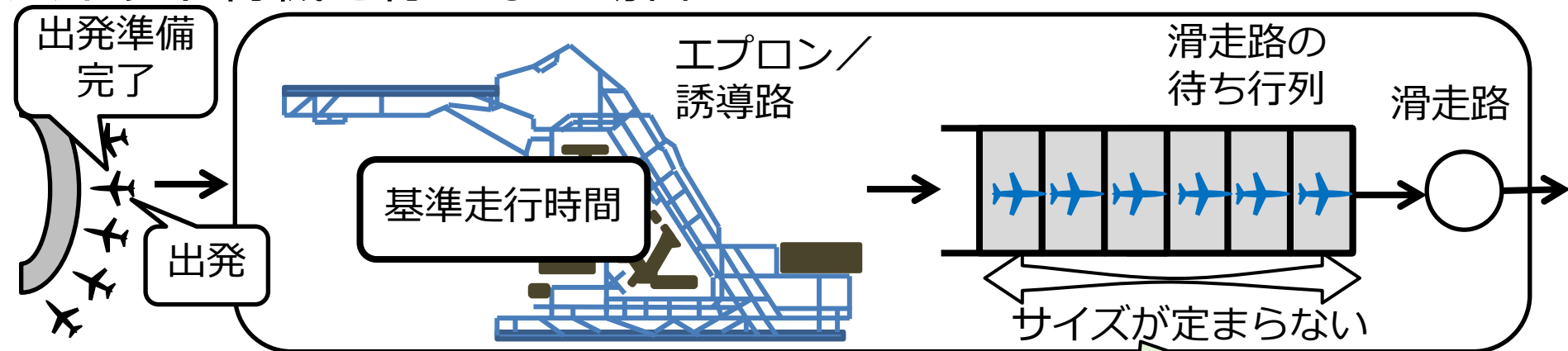
- 同時平行出発方式SPID (Simultaneous Parallel Independent Departure)
  - 滑走路ごとに独立で離陸許可を出せる  
⇒ AB両滑走路の処理容量を低下させずに、B滑走路を離陸にも使える
- 空港面交通にもたらす効果
  - A滑走路に集中する出発便の一部をB滑走路に振り分けられる



- SPID運用の有無によって結果を整理
  - SPID運用のない日は、スポット待機時間が長い
- SPID運用は、空港面の混雑を防ぐ効果がある
  - SPID運用のある日は、待ち時間が平均的に短い  
⇒B滑走路への振り分けにより、A滑走路が混雑しにくくなっている



## スポット待機を行わない場合

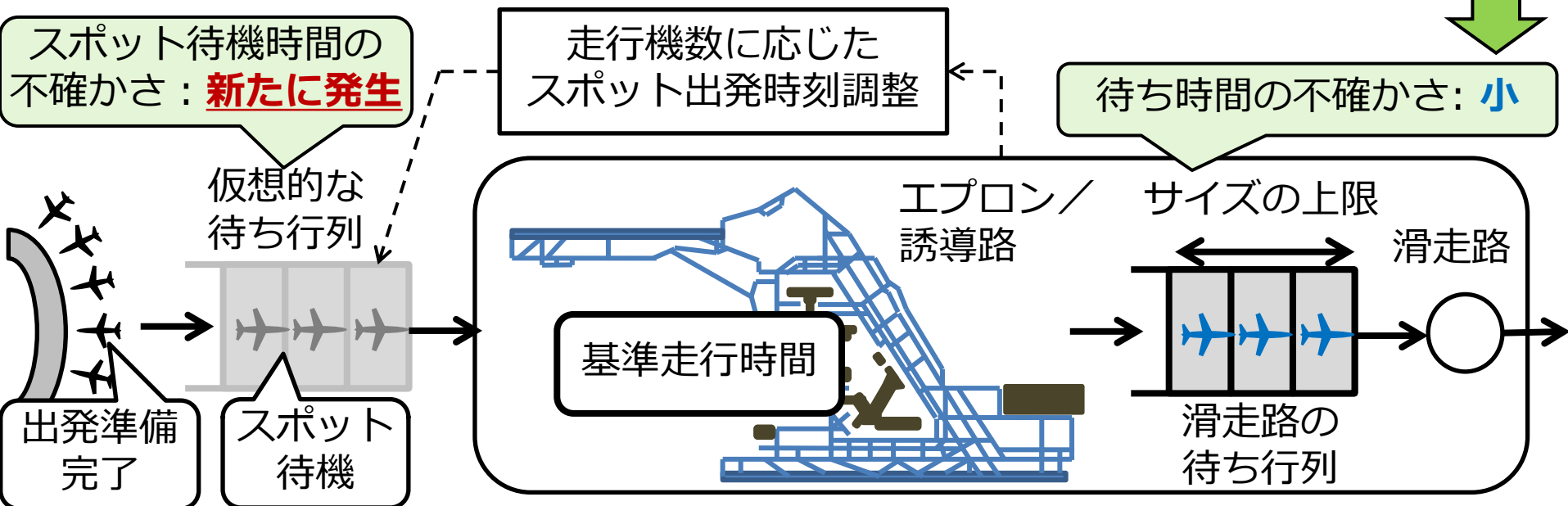


待ち時間の不確かさ: **大**

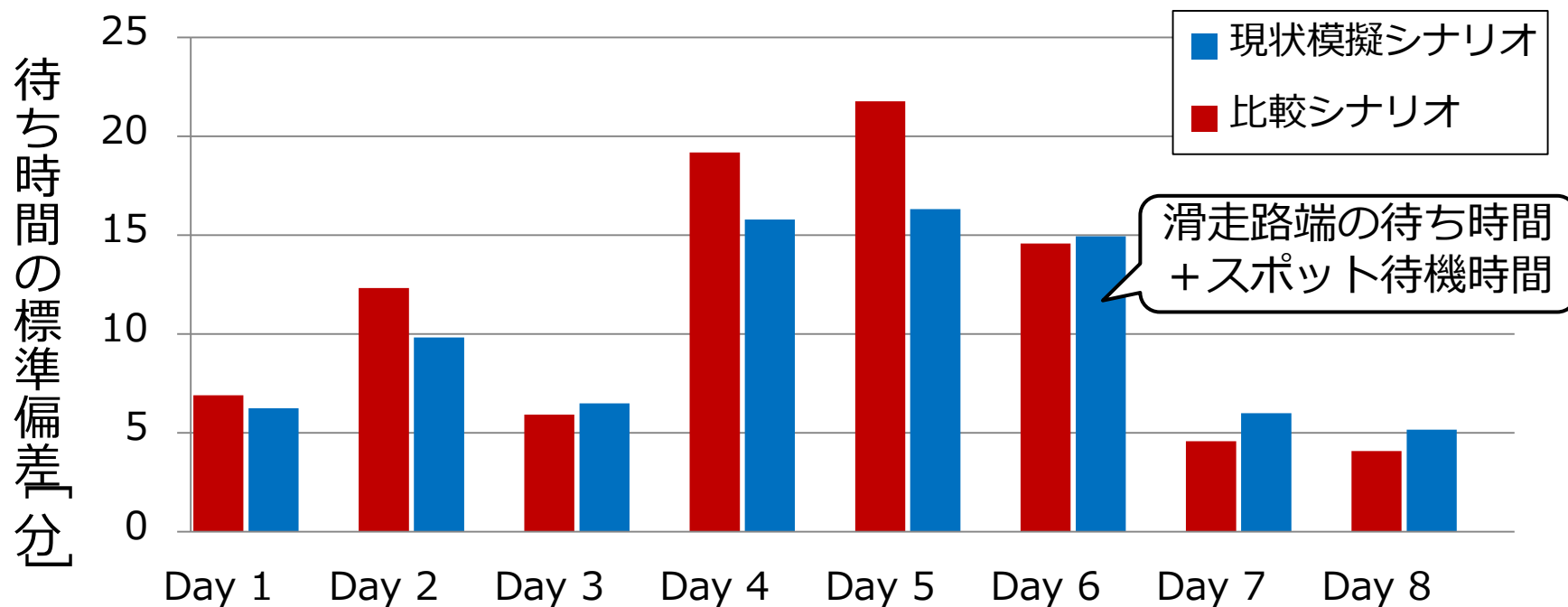


待ち時間の不確かさ: **小**

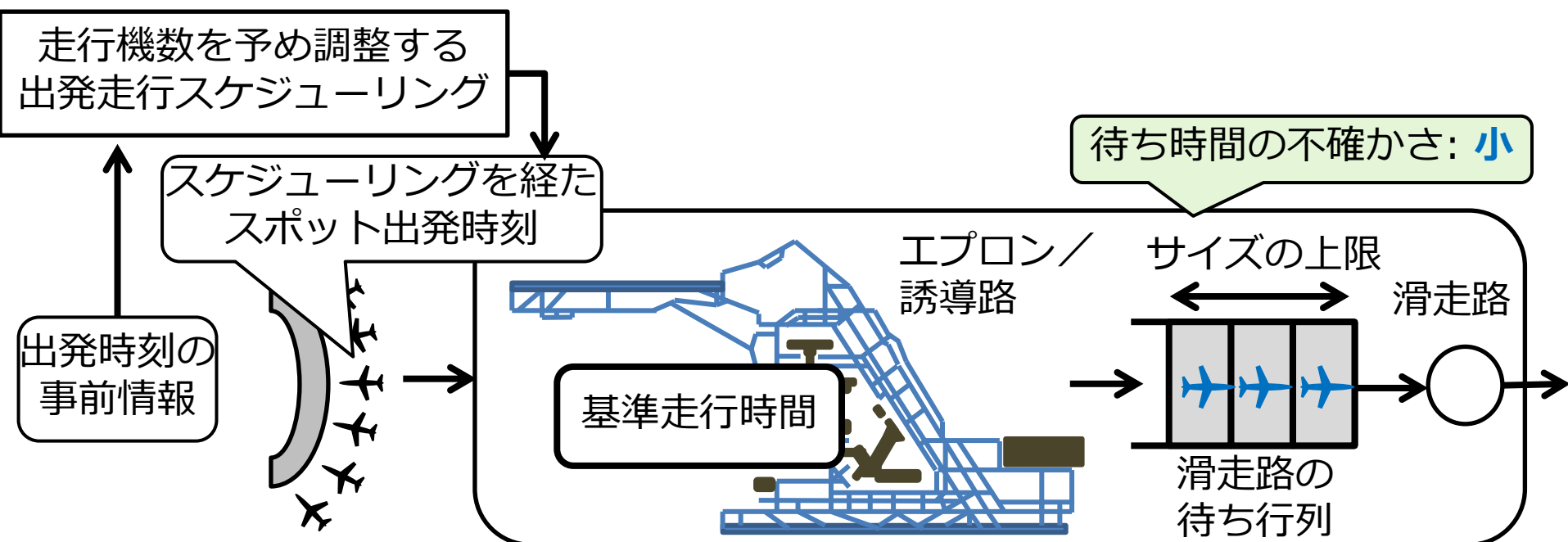
## スポット待機を行う場合



- 待ち時間全体の標準偏差の比較
  - 滑走路端の待ち時間
  - スポット待機時間 } 合わせた待ち時間の標準偏差を比較
- 待ち時間全体の不確かさは、減らないこともある
  - スポット待機時間の不確かさが新たに発生するため



- スポット出発時刻を予め決めて走行機数調整できれば…
  - 滑走路端の待ち時間の不確かさ：小さいまま
  - スポット待機時間の不確かさ：解消
- 出発時刻の事前情報をもとにした出発走行スケジューリングに期待される効果



- 成田空港のスポット待機に関するシミュレーション検証
  - 2種類のシナリオの比較
    - 現状模擬シナリオ：現状どおりのスポット待機を模擬
    - 比較シナリオ：スポット待機が無かった仮定
- スポット待機の効果
  - 滑走路端の待ち時間の一部を、スポット待機時間と等価交換
  - 滑走路端の待ち時間の不確かさが減る
  - 副次的な効果：到着便の走行時間も低減
- 同時平行出発方式SPIDの効果
  - 出発便の交通流の一部をB滑走路に振り分けられるようになる  
⇒A滑走路が混雑しにくくなる
- 出発走行のスケジューリングに見込まれる効果
  - スポット出発時刻を予め決めておくことにより…
    - 滑走路端の待ち時間は短く、不確かさが小さいまま
    - スポット待機時間の不確かさを解消

- 走行機数調整の緒元の検討
  - 走行機数の上限をどのぐらいに設定するか
  - トレードオフ：上限を絞ると…
    - 出発便の行列が短くなり、滑走路端の待ち時間が減少する
    - スポット待機が長くなり、到着便とのスポット競合が生じやすくなる
    - 出発便の行列が短くなりすぎると、滑走路に不用な空き時間が生じる
  - SPID運用ができない場合を想定したシミュレーション
    - 平成27年度以降、ほぼ定常的にSPID運用できるようになったため  
出発ピーク時間帯の交通量増に対処できているが、  
SPID運用ができない場合もあるので、  
悪条件を想定するためのシミュレーション
- 出発走行スケジューリングの効果のシミュレーション検証