

講演番号 19

空港面交通シミュレータの開発

航空交通管理領域

※山田 泉、住谷 美登里、海津 成男
青山 久枝、マーク ブラウン、森 亮太

発表の構成

- 研究の背景と目的
- シミュレータの構成と機能
- 性能検証
- まとめ

CARATSでの空港面交通管理の検討

■ 航空局長期ビジョンCARATS

- 首都圏混雑空港の効率化が課題のひとつ
- OI-23「空港面運用の効率化」
 - スケジュール調整により空港面の交通流を管理し、空港容量の最大活用を行うことで、空港面における滞留等を回避する
 - 飛行中の時間管理に関する施策との連携
- TSAT(スポット出発承認時刻)導入
- スケジュール調整ツール(DMAN/AMAN/SMAN)導入

研究の目的

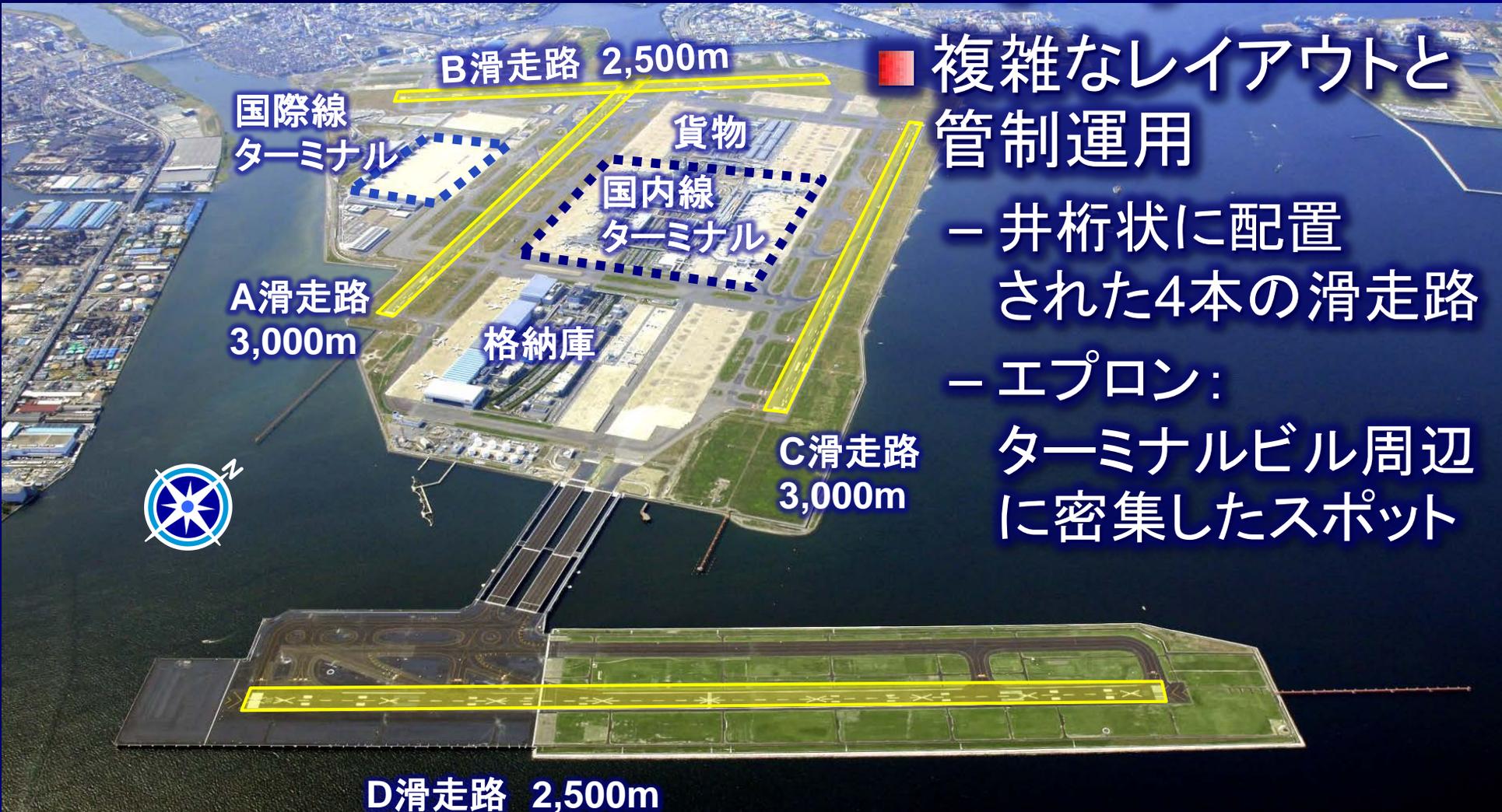
- CARATSの検討に資するため
 - 空港面交通シミュレーションにより、スケジュール調整の有効性を技術的に裏付ける
 - 主な対象:羽田、成田
- 運航データ分析を元に
羽田空港の空港面交通流の特徴を反映した
空港面交通シミュレータを開発する

羽田空港の特徴 (1/2)

- 日本で最大の航空交通量
 - 1日あたり1,000便以上
 - 国内航空ネットワークの中心的な空港



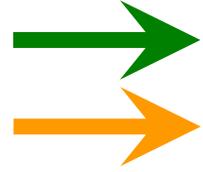
羽田空港の特徴 (2/2)



■ 複雑なレイアウトと管制運用

- 井桁状に配置された4本の滑走路
- エプロン: ターミナルビル周辺に密集したスポット

滑走路間の干渉



出発便の飛行経路

到着便の飛行経路

出発便・到着便の混在

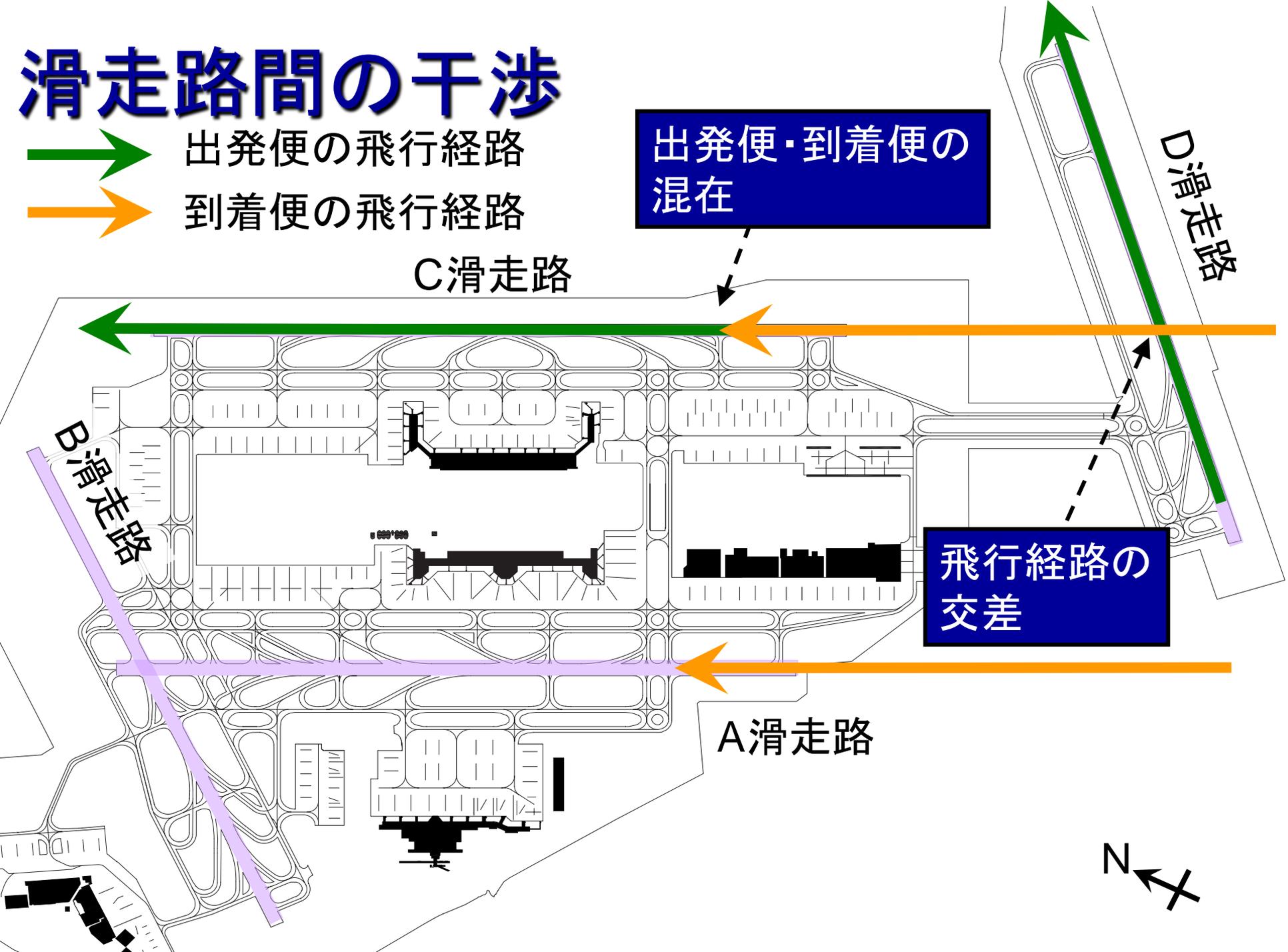
C滑走路

D滑走路

飛行経路の交差

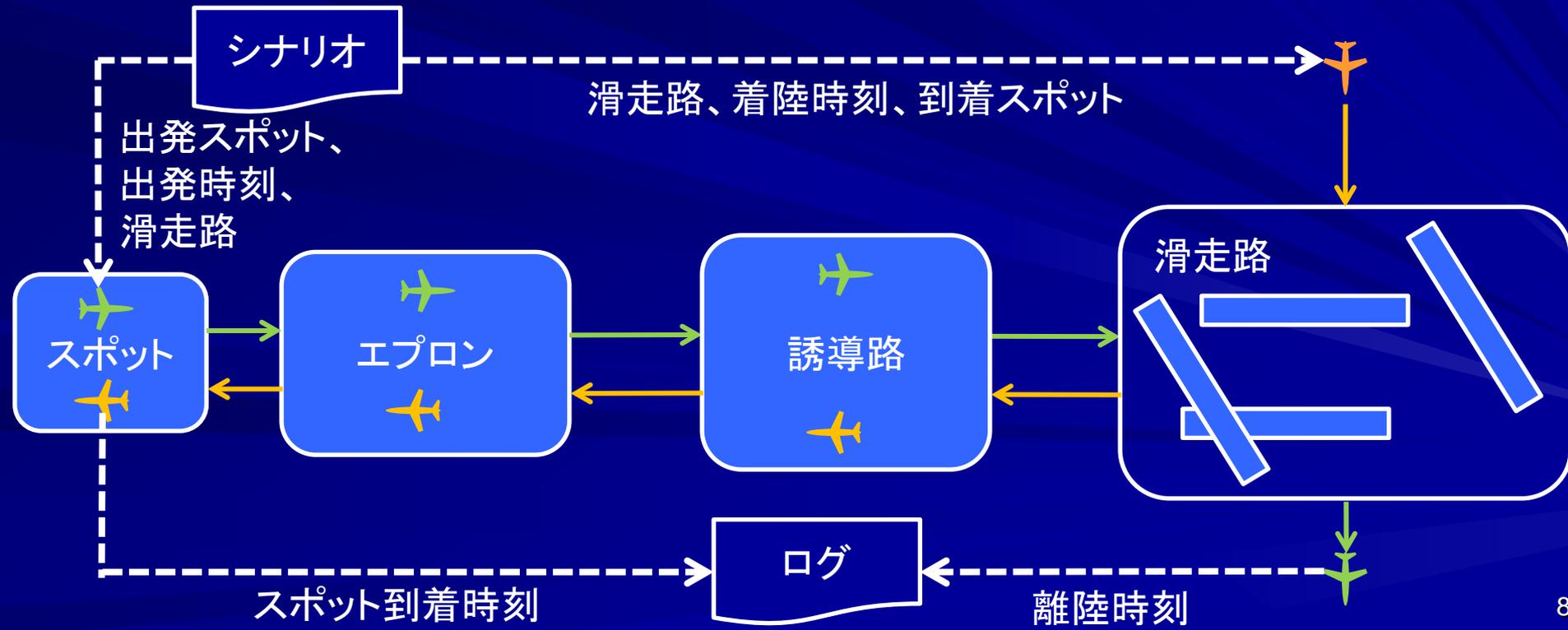
B滑走路

A滑走路



シミュレータの構成

- エプロン: プッシュバック経路の選択
- 誘導路: 経路探索と衝突回避
- 滑走路: 并桁運用の模擬



滑走路運用の模擬

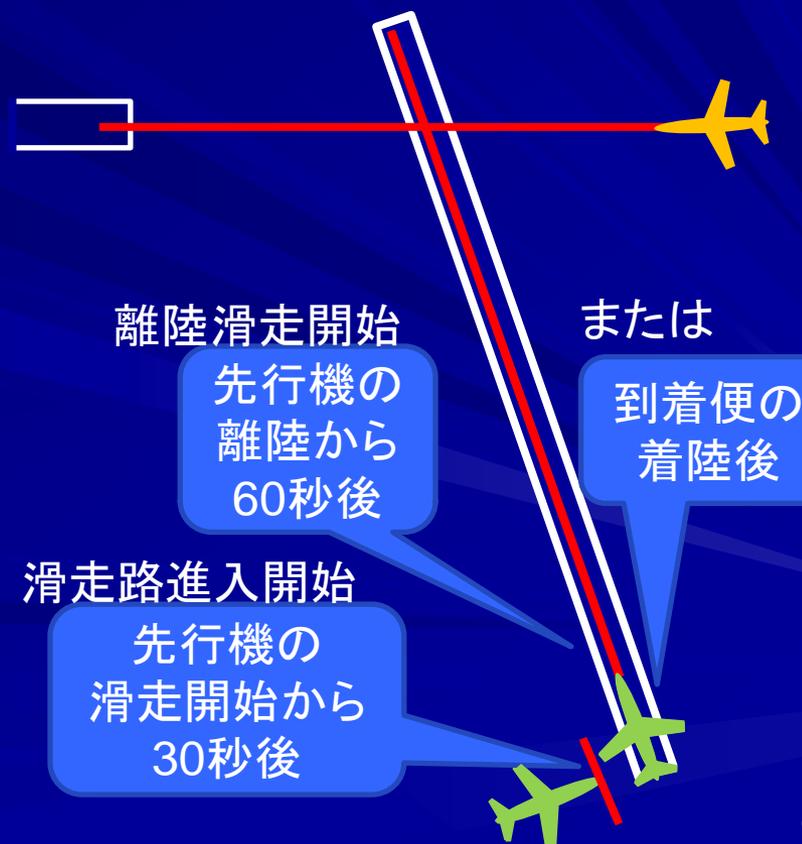
■ 待ち行列シミュレータ+到着便の影響

－ 離陸滑走開始条件

- 先行出発便の離陸から60秒後
- 交差する滑走路の到着便の着陸後
- 同一滑走路の到着便の滑走路離脱後

－ 滑走路進入開始条件

- 先行出発便の離陸滑走開始から35秒後



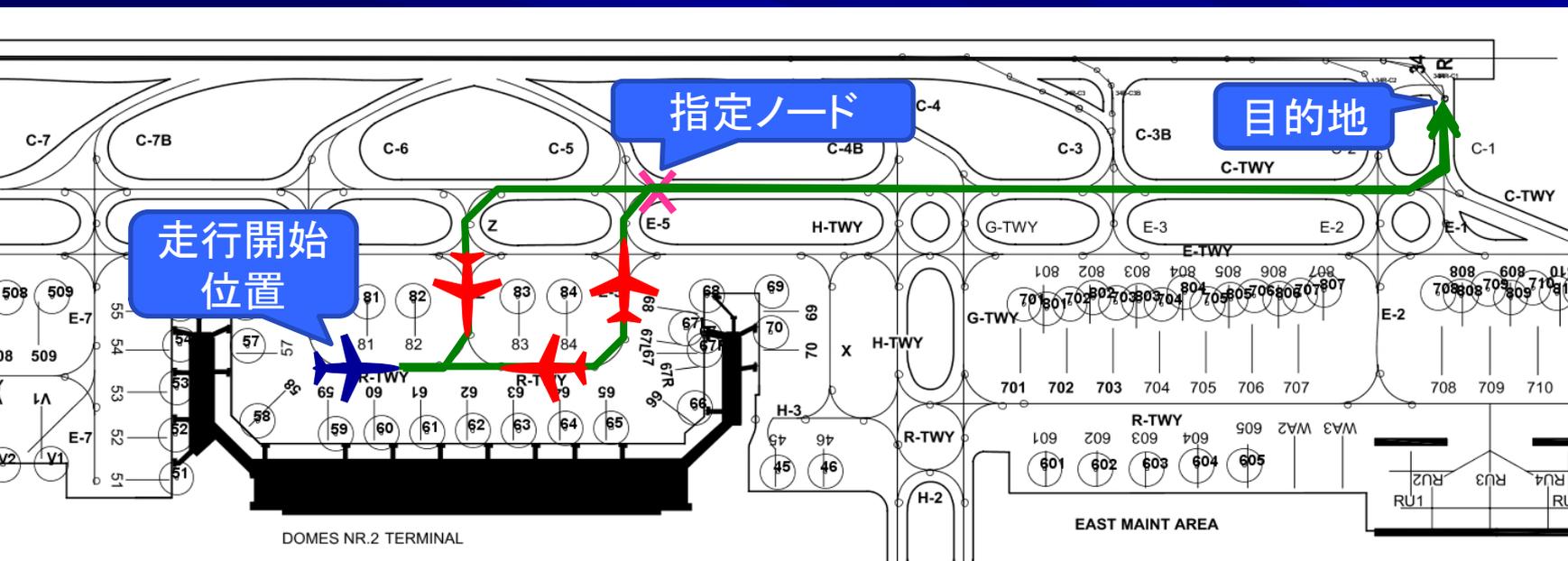
各数値の設定は試行錯誤

誘導路上の経路設定

■ 経路の選択と走行開始条件

- 通過ノード指定付き最短経路探索
- 衝突回避

- 他機と正面衝突する経路が探索されたら探索やり直し
- 探索が終わるまで走行開始しない

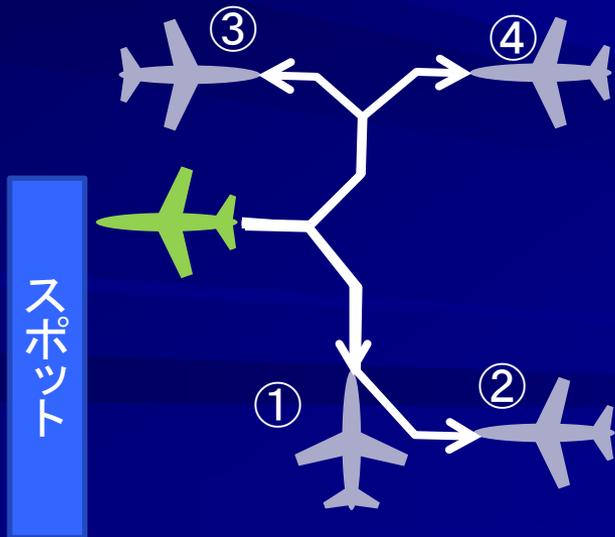


プッシュバック経路の選択

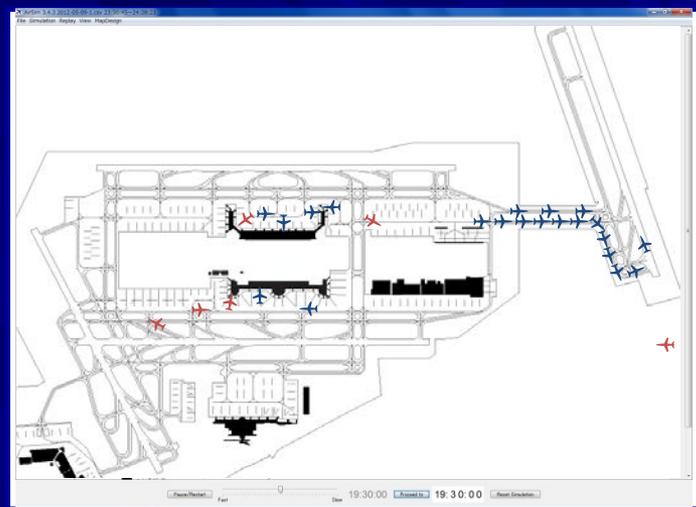
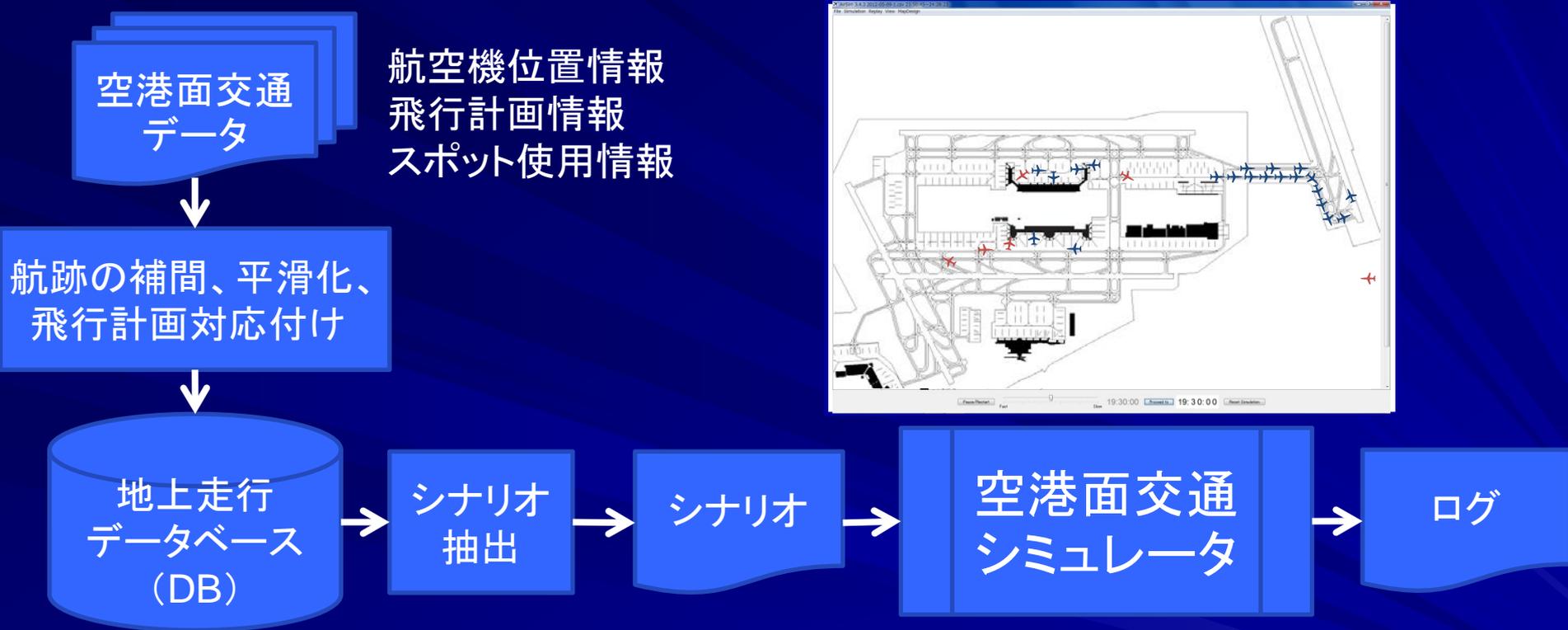
■ 優先度付き経路リスト

- スポットごとに複数の経路候補を設定
- 他機との干渉のない経路を選択

■ エプロン混雑時の運用を模擬



地上走行DBからのシナリオ定義



シナリオ項目

- 出発便: 出発スポット、スポット
出発時刻、滑走路、滑走路入口
- 到着便: 滑走路、着陸時刻、
滑走路出口、到着スポット

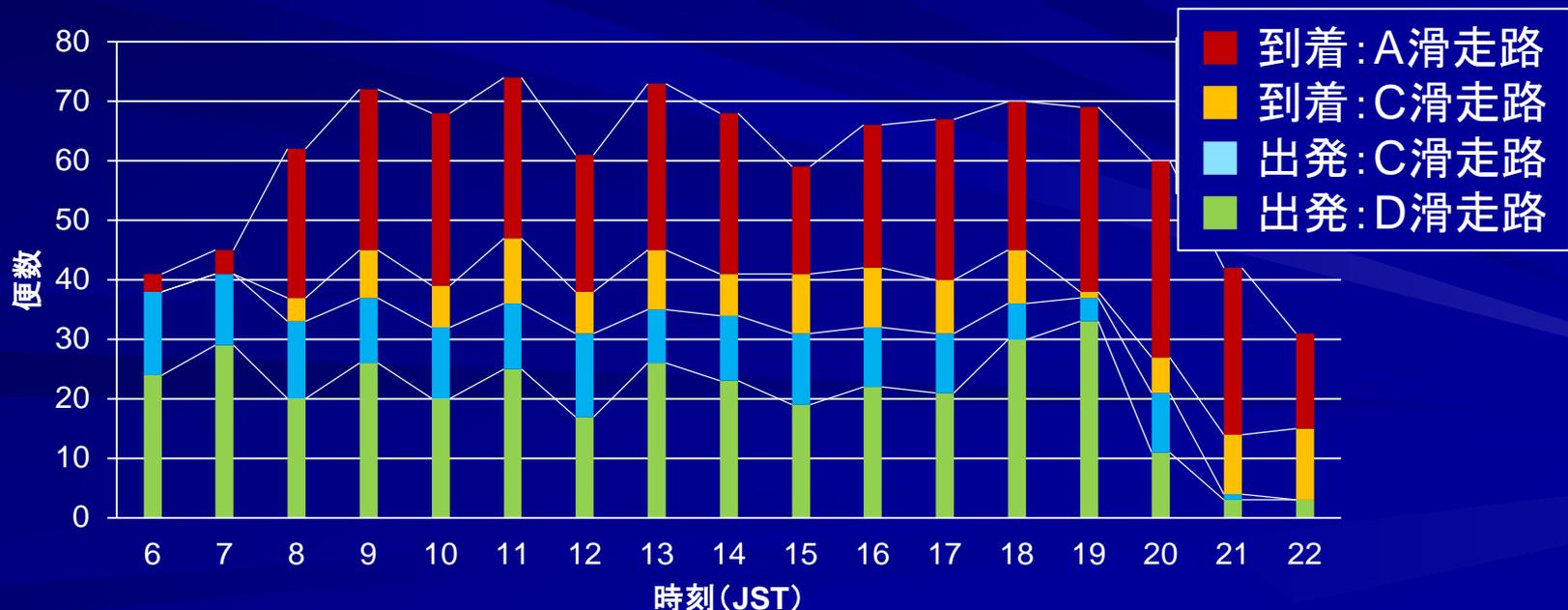
出力項目

- 出発便: 離陸待ち開始時刻、
離陸時刻
- 到着便: スポット到着時刻
- 毎秒の航空機位置

性能検証

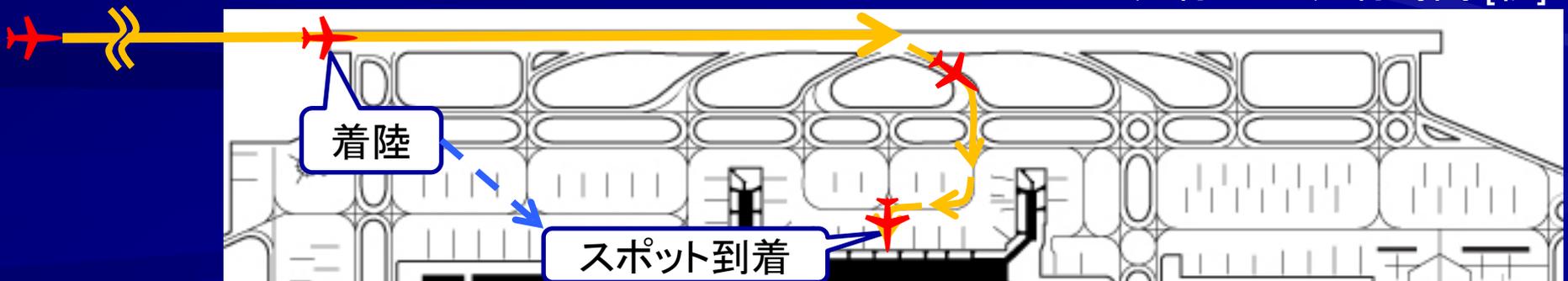
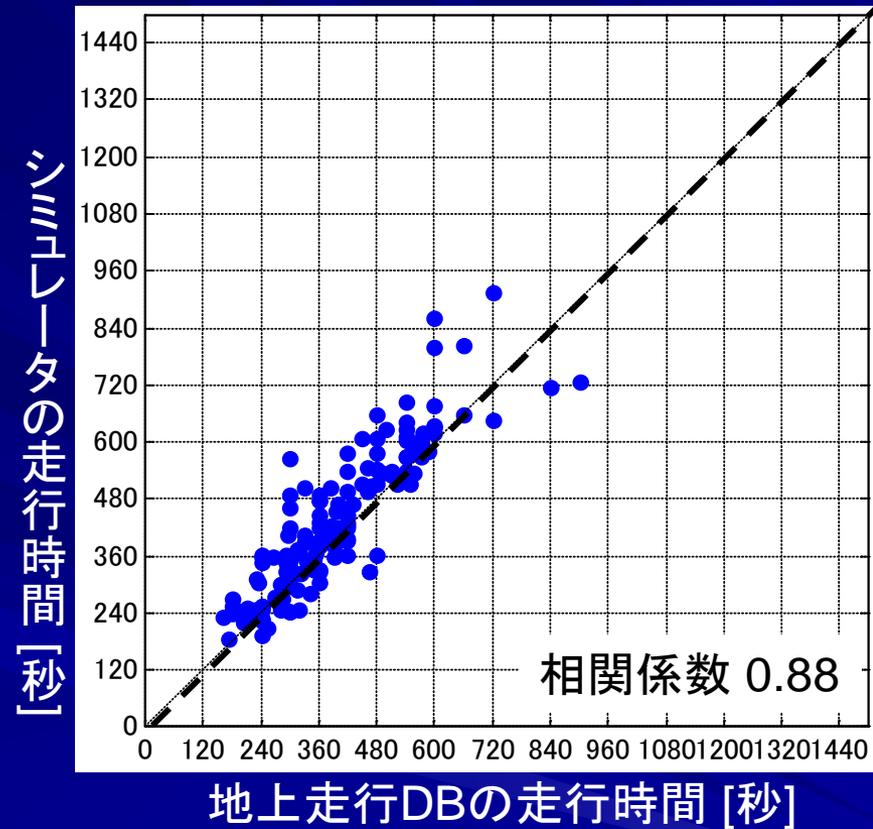
■ テストシナリオ

- 2012年5月のある1日
- 通日、北風運用
- 出発便:526便、到着便:536便



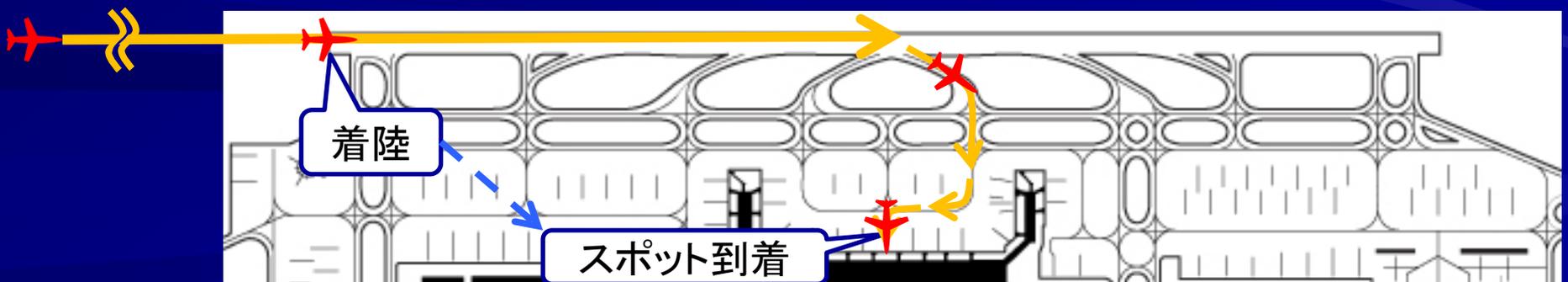
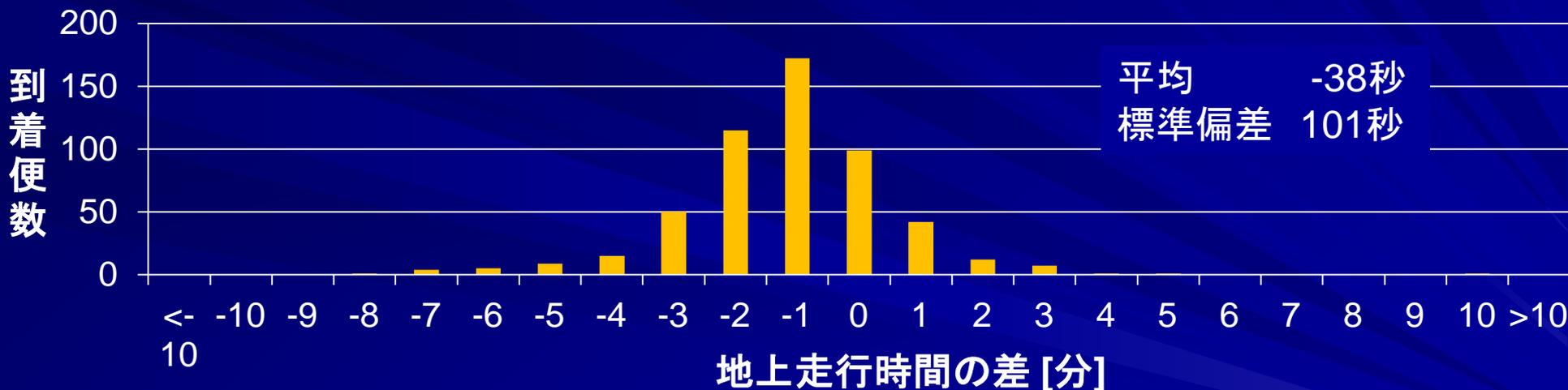
到着便地上走行時間の比較

- 着陸からスポット到着まで
- 滑走路 - スポットペアごとの平均を比較
 - あまり渋滞しないフェーズ
 - 高い相関



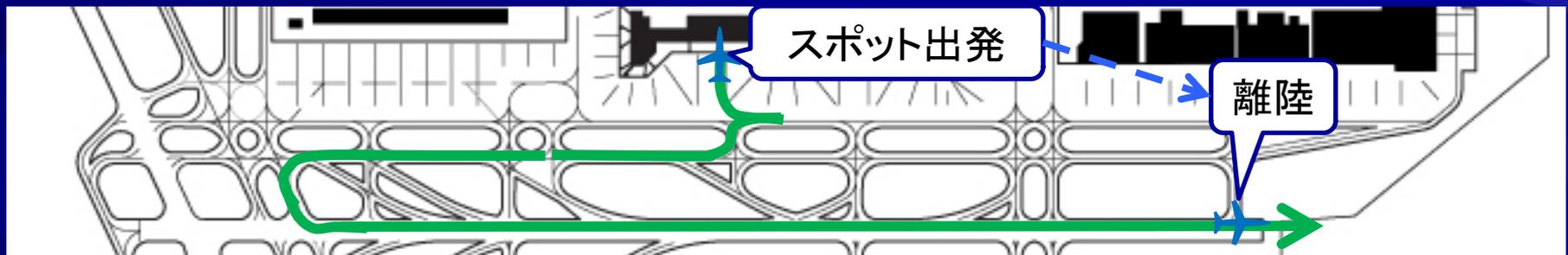
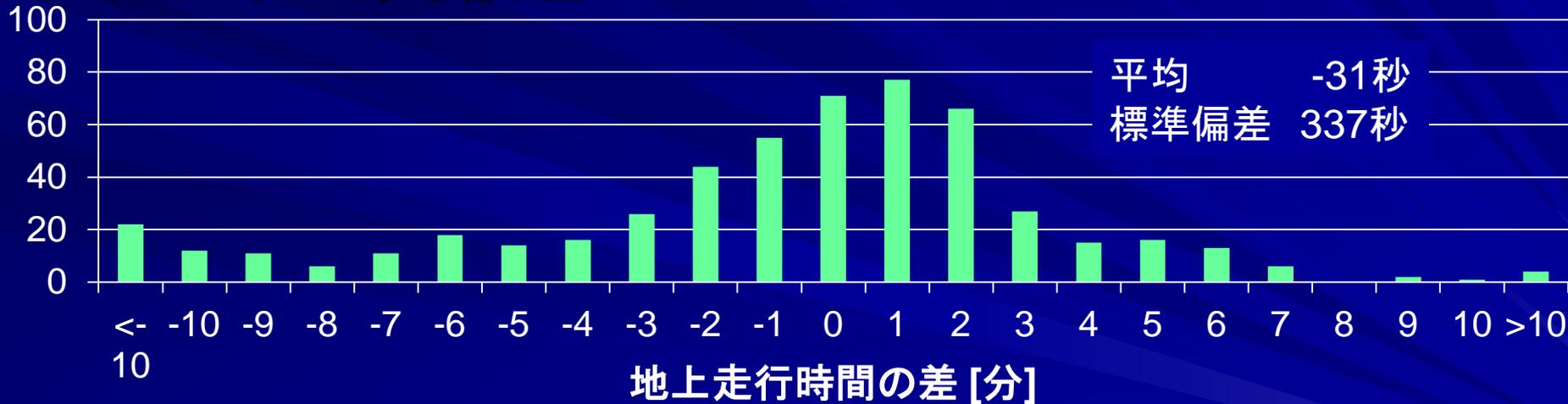
到着便地上走行時間の比較

- 着陸からスポット到着まで 1便ごとの比較
 - (シミュレータの走行時間) - (地上走行DBの走行時間)



出発便地上走行時間の比較

- スポット出発から離陸まで 1便ごとに比較
 - (シミュレータの走行時間) - (地上走行DBの走行時間)
- 広がりのある誤差



合流前走行時間の比較

■ スポット - 滑走路 ペア ごとの平均を比較

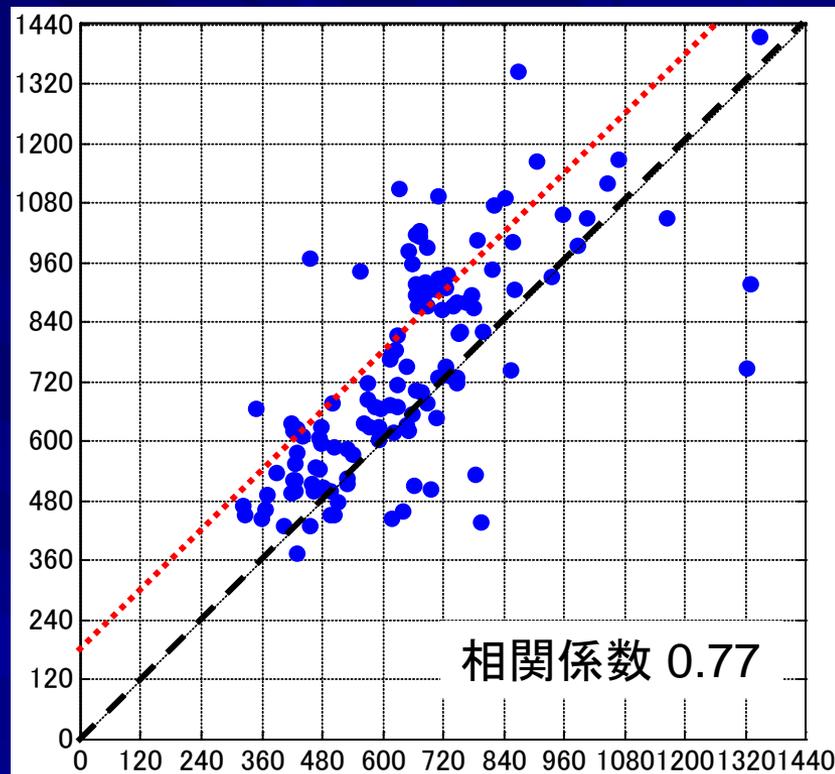
– あまり渋滞しない
フェーズ

– 高い相関

■ ただし...

- 200秒程度のオフセット
- 特定のスポットでは
低い再現性

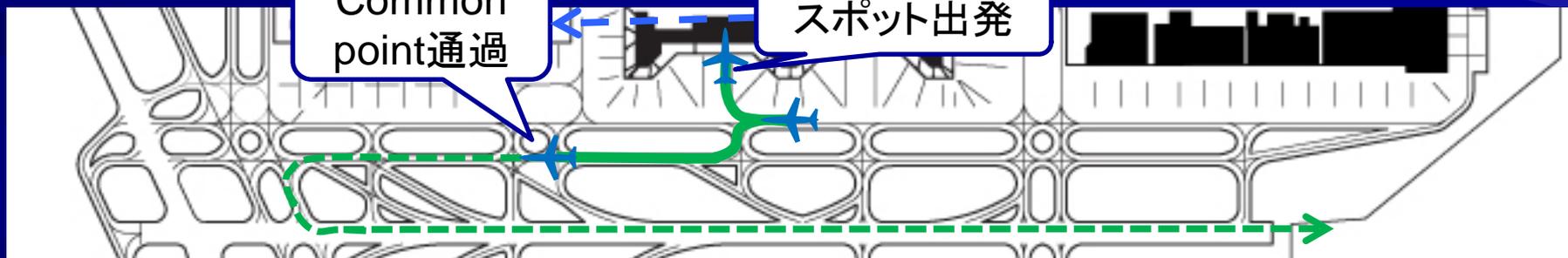
シミュレータの走行時間 [秒]



地上走行DBの走行時間 [秒]

Common
point通過

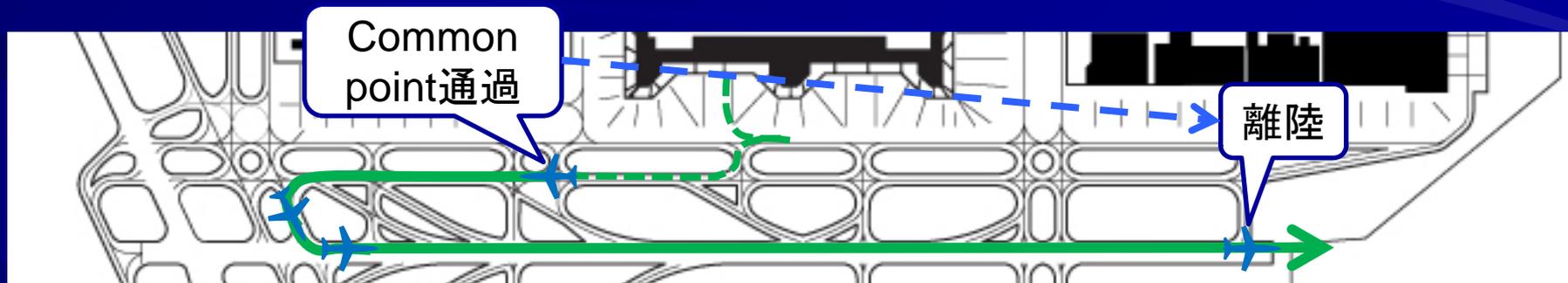
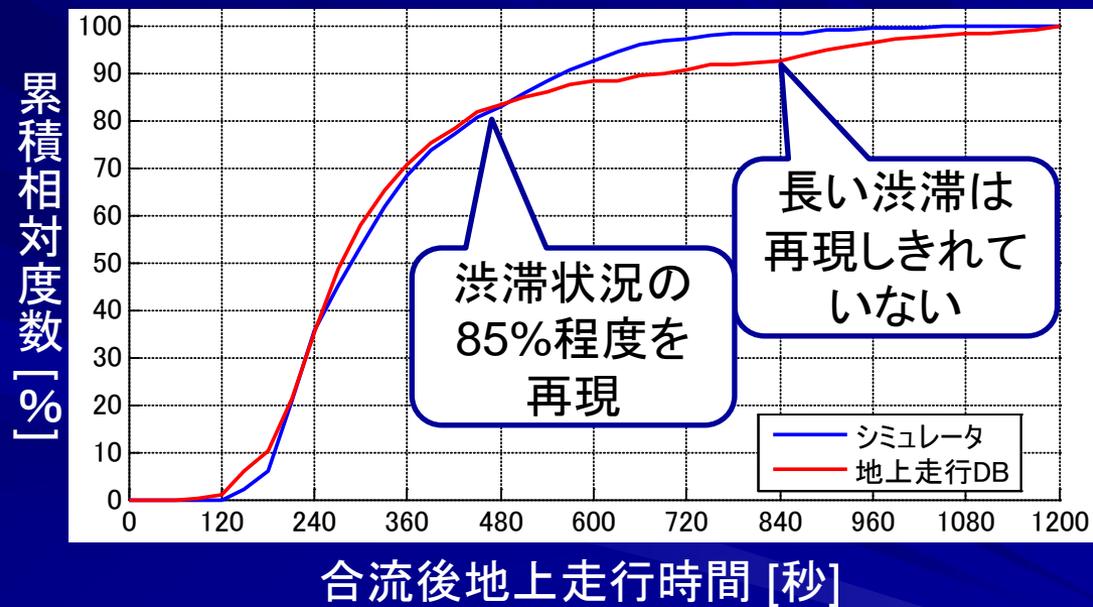
スポット出発



合流後地上走行時間の比較

■ Common point通過から離陸までの時間の分布を比較

- 渋滞時間の比較
- 85%程度一致



5分間あたり離着陸数の比較

■ 傾向はほぼ一致

- 同一着陸数で比較すると、離陸数が僅かに多い
- 長い渋滞時間を再現しきれない原因のひとつ

地上走行DB

離陸:D滑走路
着陸:C滑走路

	離陸0	離陸1	離陸2	離陸3	離陸4
着陸0		9.4%	14.3%	15.7%	3.9%
着陸1	10.5%	12.8%	14.8%	8.9%	0.4%
着陸2	3.7%	3.2%	1.9%	0.4%	0

シミュレータ

離陸:D滑走路
着陸:C滑走路

	離陸0	離陸1	離陸2	離陸3	離陸4
着陸0		9.4%	11.6%	18.8%	3.9%
着陸1	9.8%	13.1%	16.8%	6.5%	0
着陸2	4.8%	2.7%	2.3%	0.2%	0

まとめ

■ 羽田空港の空港面交通流の特徴を反映したシミュレータを開発

- 複雑なプッシュバック運用の模擬
- 井桁運用の模擬

■ 性能検証

- 到着便の走行時間: 高い相関
- 5分間あたり離着陸数: おおむね一致
- 出発便の合流後走行時間: 85%程度一致
- 出発便の合流前走行時間: 高い相関

パラメータ設定手法要検討

活用方策

■ 空港面交通管理手法の検証

- 空港面交通管理手法の各種アルゴリズムの試行
 - 詳しくは次の発表(講演番号20:住谷)で!

■ 成田空港への展開

- 複雑なエプロン構成
- 特有の滑走路運用条件

ご清聴ありがとうございました