

航空交通流に応じた 空中遅延バッファの設定 適応型時間管理

CARATS推進協議会資料

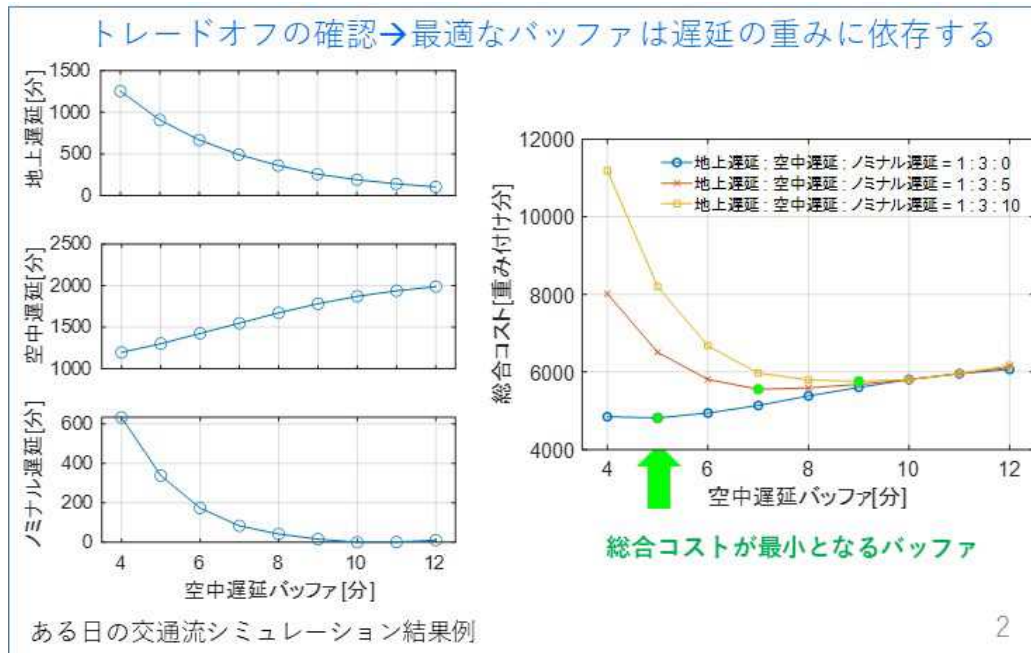
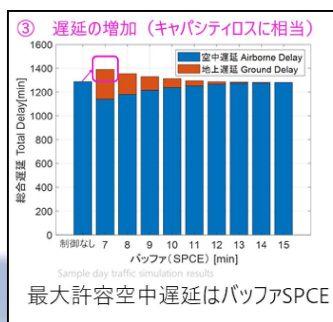
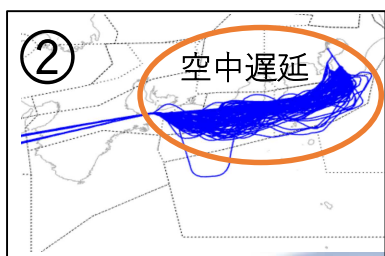
2022年9月1日

適応型時間管理

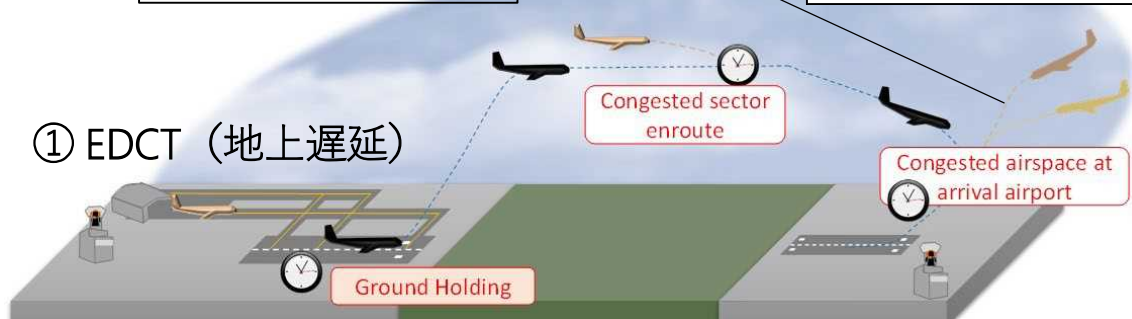


- 概要：航空交通流の状況に応じて時間管理要求を動的に変更し、容量拡大と遅延を両立する時間管理アルゴリズム
- 以下の3つの指標に着目し、それらの重み付き和を**総合コスト**と定義し評価した。

- ① 地上遅延 (EDCTによるもの)
- ② 空中遅延 (ベクタリング等によるもの)
- ③ キャパシティロスに相当しているノミナル遅延 (制御しなかった場合と比べて、各便の遅延を表したもの)



① EDCT (地上遅延)

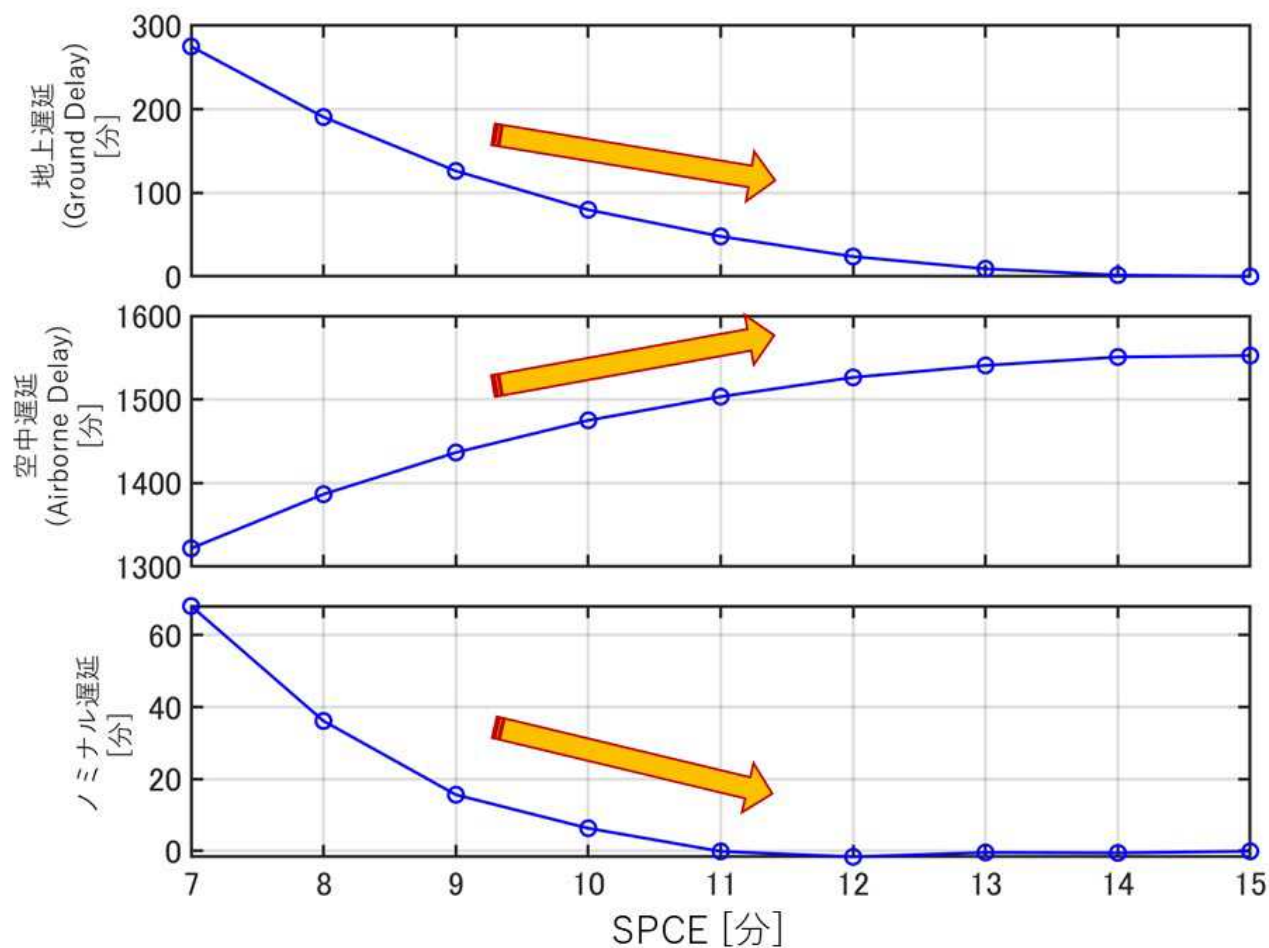


遅延におけるバッファの影響



- EDCTの制御パラメータであるSPCE（空中遅延バッファ）の値が大きくなると：
 - 地上遅延（Ground Delay）：減少
 - 空中遅延（Airborne Delay）：増加
 - ノミナル遅延：減少（on-time performanceの向上）
- トレードオフの確認
 - そのため、「地上待機、空中待機、ノミナル遅延」の重み付け和として定義した「総合コスト」を最小化することに
- 最適なSPCEは遅延の重みに依存する

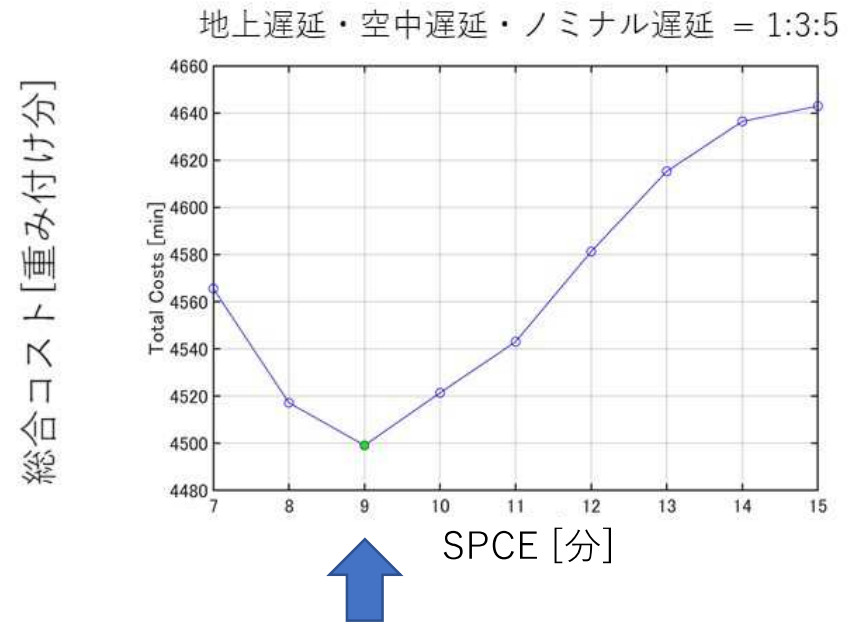
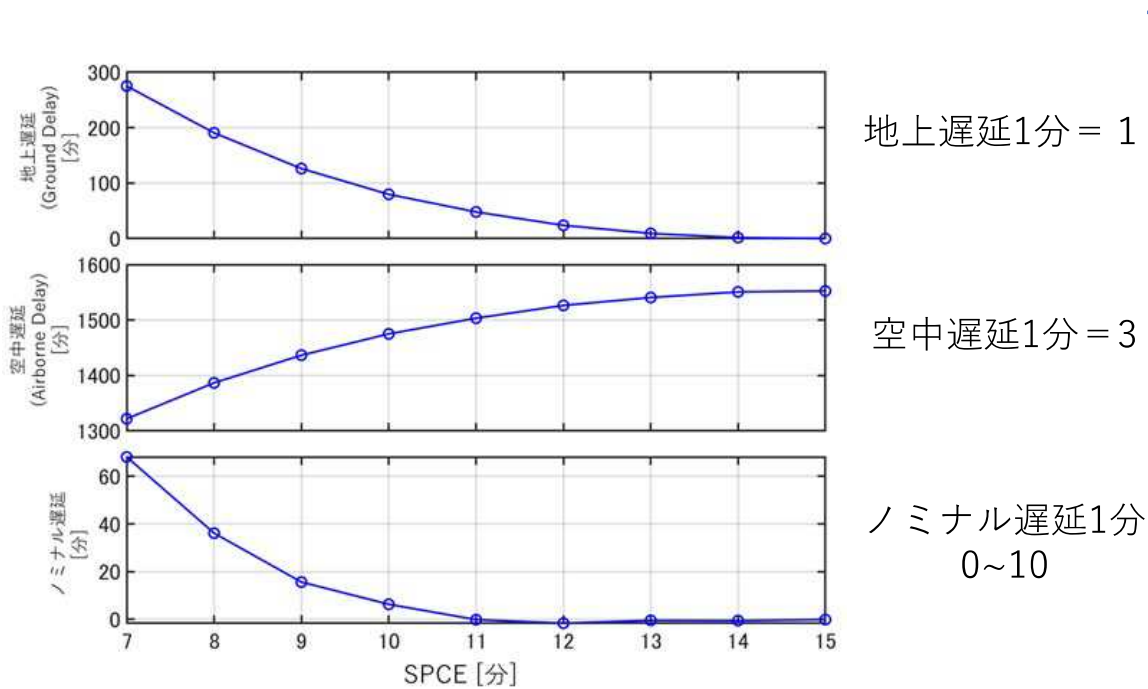
2019/11/17のシミュレーション結果



空中遅延バッファ (SPCE) の影響



- 開発した交通流シミュレーションで、様々な交通流における最適なSPCEの検討が可能になる
- SPCEによって、空中遅延と地上遅延 (EDCTによる地上待機時間) が変わる
- 空中遅延と地上遅延のトレードオフ→相対的なコストによってコストを最小とする最適なSPCEがある



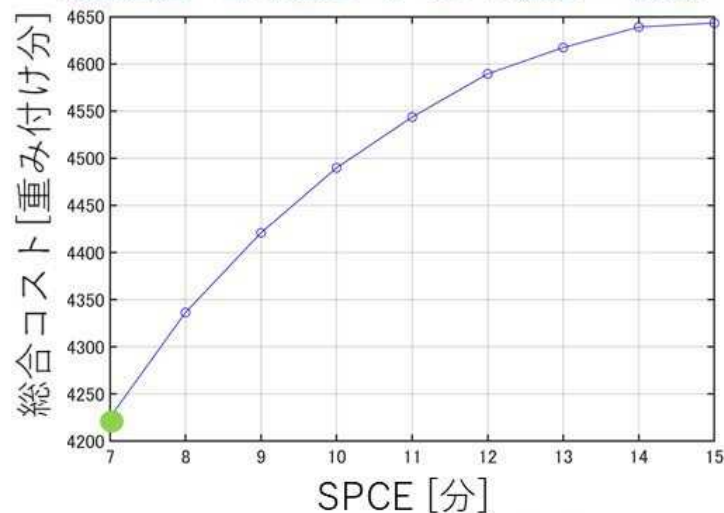
総合コストが最小となるSPCE

最適なバッファとは？

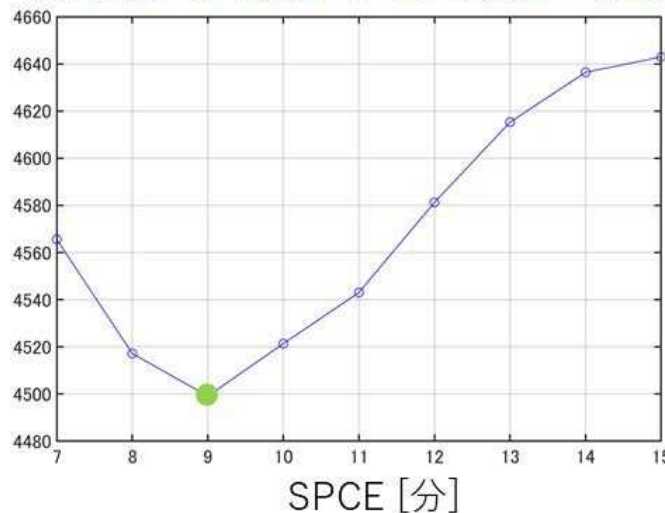


- 開発した交通流シミュレーションで、様々な交通流における最適なSPCEの検討が可能になる
- SPCEによって、空中遅延と地上遅延（EDCTによる地上待機時間）が変わる
- 空中遅延と地上遅延のトレードオフ→相対的なコストによってコストを最小とする最適なSPCEがある
- 地上遅延（g）、空中遅延(a)、ノミナルケースと比較した場合の遅延(c)（キャパシティロスに相当）に仮の重みをつけて、最適なSPCEを算出。

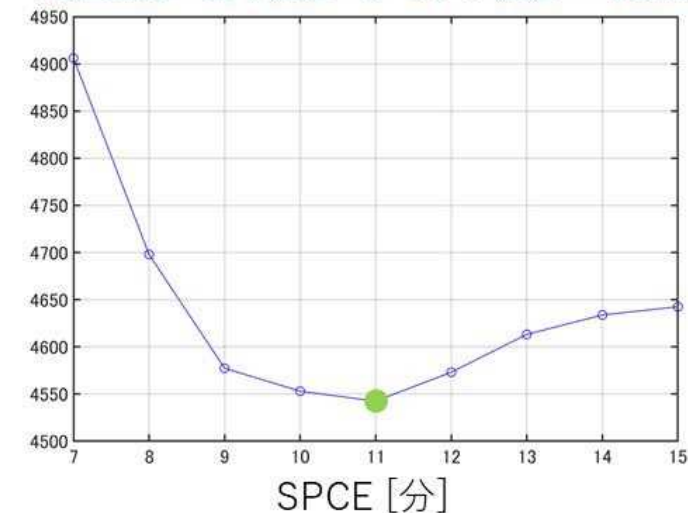
地上遅延・空中遅延・ノミナル遅延 = 1:3:0



地上遅延・空中遅延・ノミナル遅延 = 1:3:5



地上遅延・空中遅延・ノミナル遅延 = 1:3:10

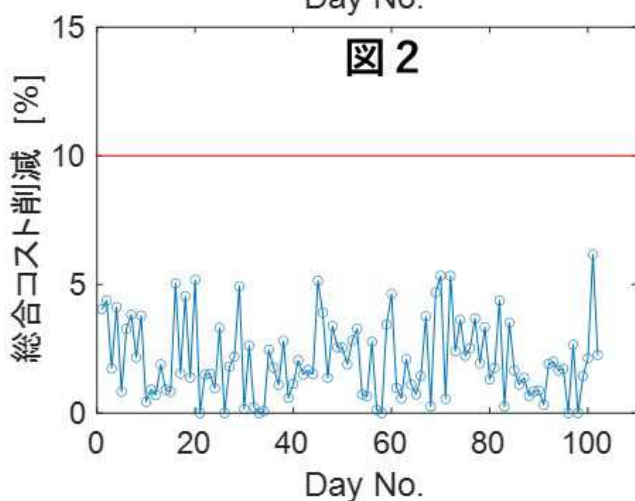
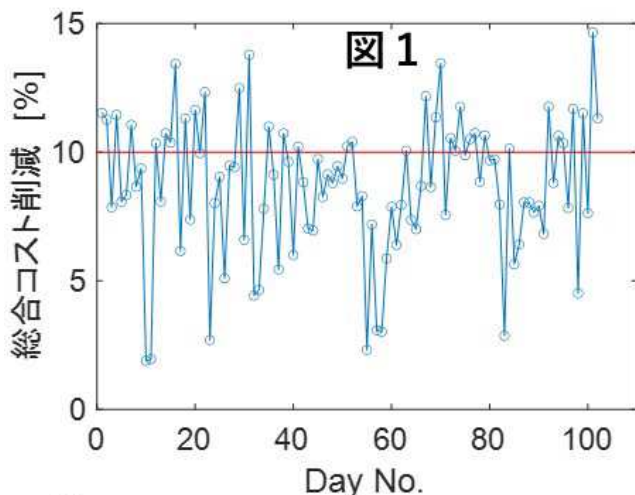


総合コストが最小となるバッファ ●

適応型時間管理のメリット



- 現在の運航と比較して、ノミナル遅延の重みによっては10%の総合コスト削減も可能



- 一日ごとに総合コストを最小化するSPCE（空中遅延バッファ）を求めて適用した結果と、現在の運航（SPCEは15分に固定）における総合コストとを比較した
- 図1→地上遅延：空中遅延：ノミナル遅延=1:3:0（多少遅れてもよい）
 - 10%の総合コスト削減が可能な日もある
- 図2→地上遅延：空中遅延：ノミナル遅延=1:3:5（できるだけ遅れないように）
 - 最大の総合コスト削減は6%
- 【参考情報】世界的にみても、カーボンニュートラルの流れから、燃費改善のためなら多少の遅れが許容される可能性が高い（cf. EUROCONTROLの発表@AIAA Aviation 2022）

おわりに：適応型時間管理の可能性について



- 航空交通流シミュレーション結果に基づいた適応型時間管理の概念を紹介した
- 航空交通流に応じた最適な空中遅延バッファ（SPCE）を選定すれば、より効率的な運航の可能性が明らかに
- 現在の運航システムもSPCEを変更する機能を有し、気象等の影響を受けSPCEの変更が行われている
- カーボンニュートラルに向けて、数パーセントの改善でも重要