

# 単純な空域モデルに おける交通密度と 管制空域デザイン要件

航空交通管理領域

岡 恵      山本 哲士

---

# 発表の概要

- 管制空域が、その空域に入域する航空交通量に対して必要十分なものであるかどうか検証するための、一つの指標(推定値)を定義した。
- 指標の計算方法の説明。
- 実時間シミュレーションとの比較を行い、その指標自体の評価を行った。

# 背景

- 航空交通量の増加
- 空域は限られた資源
- 航法技術の進歩

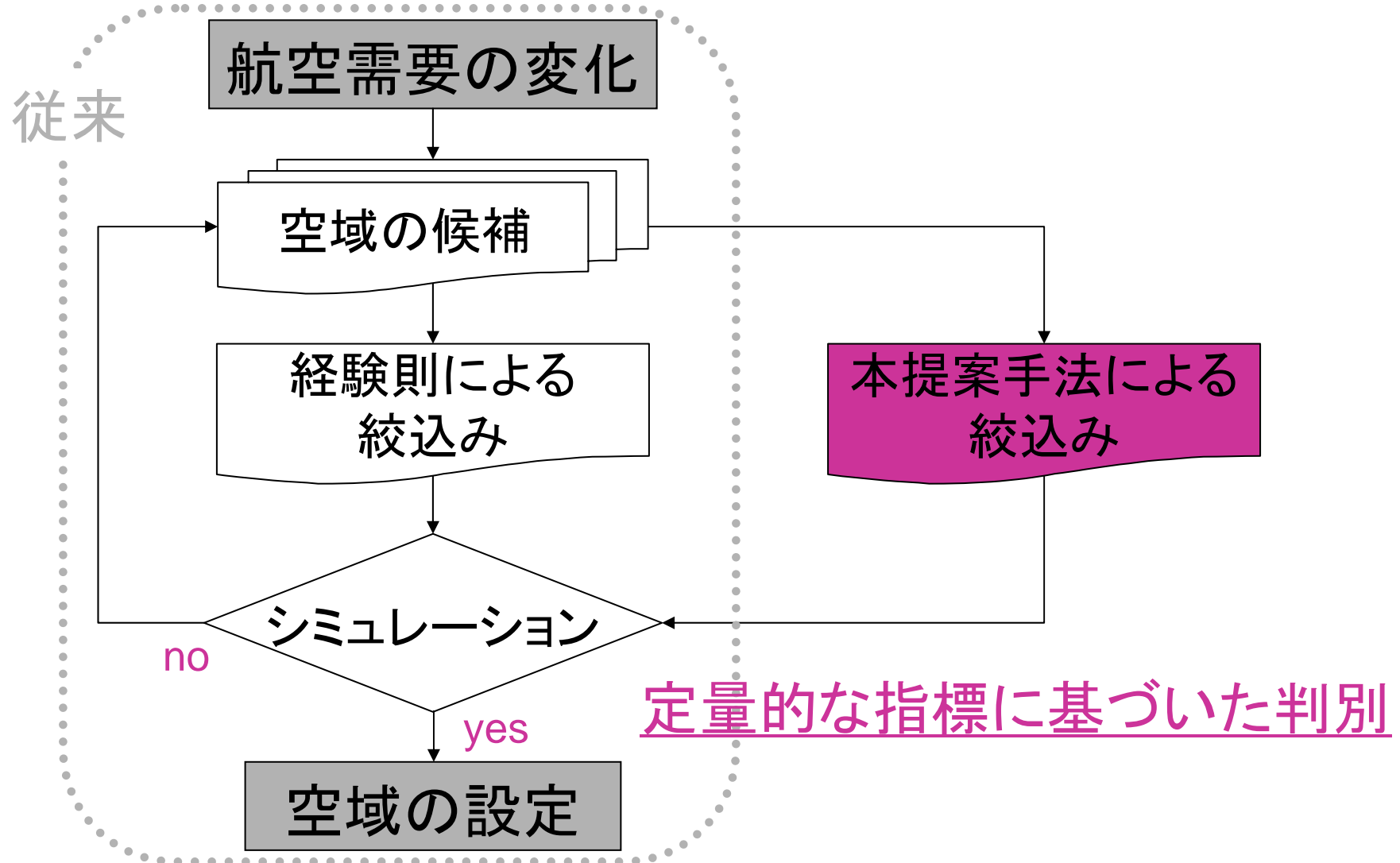


- 空域の有効活用
- 柔軟な空域設定

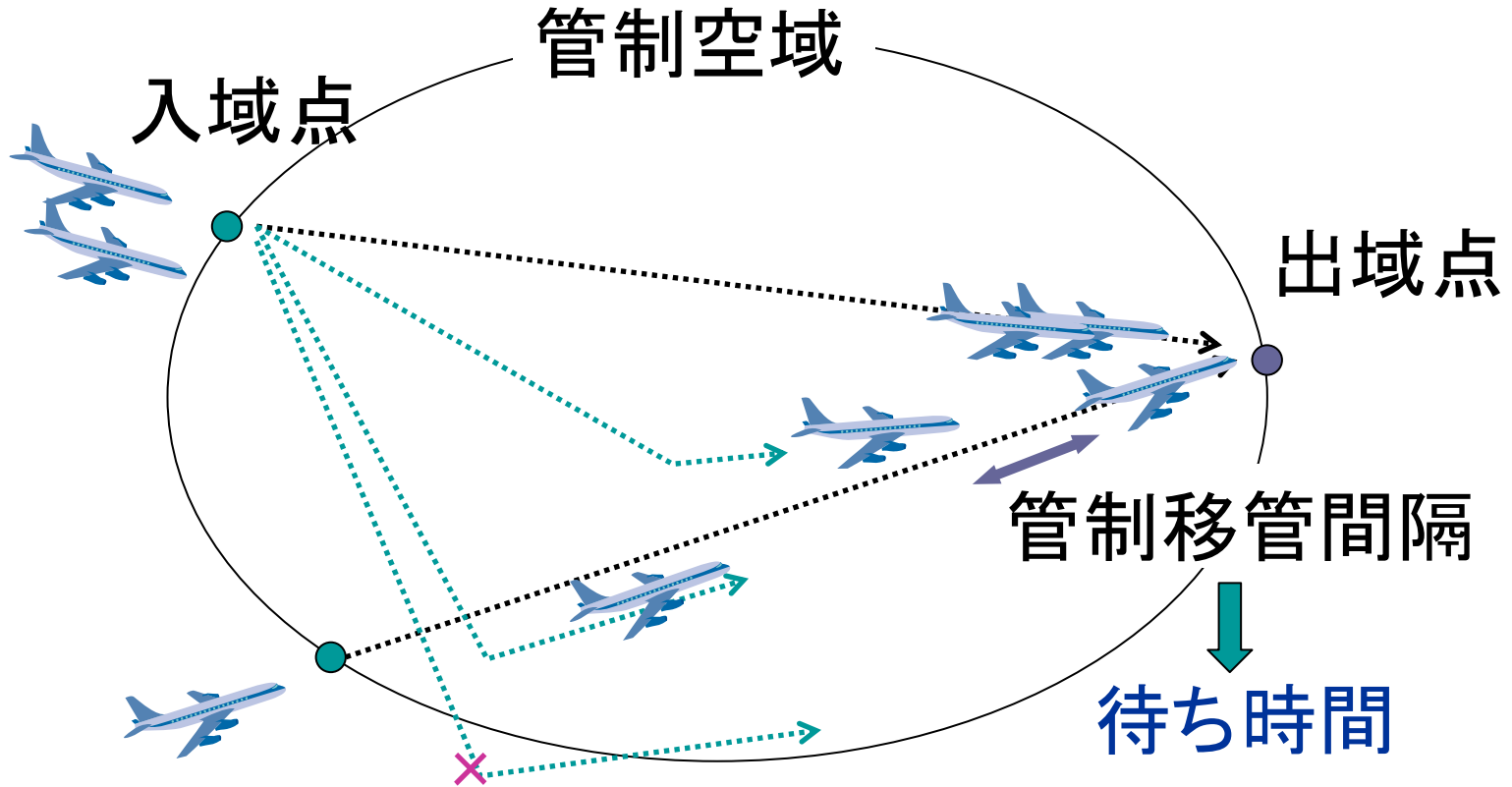


最適な空域設定

# 目的

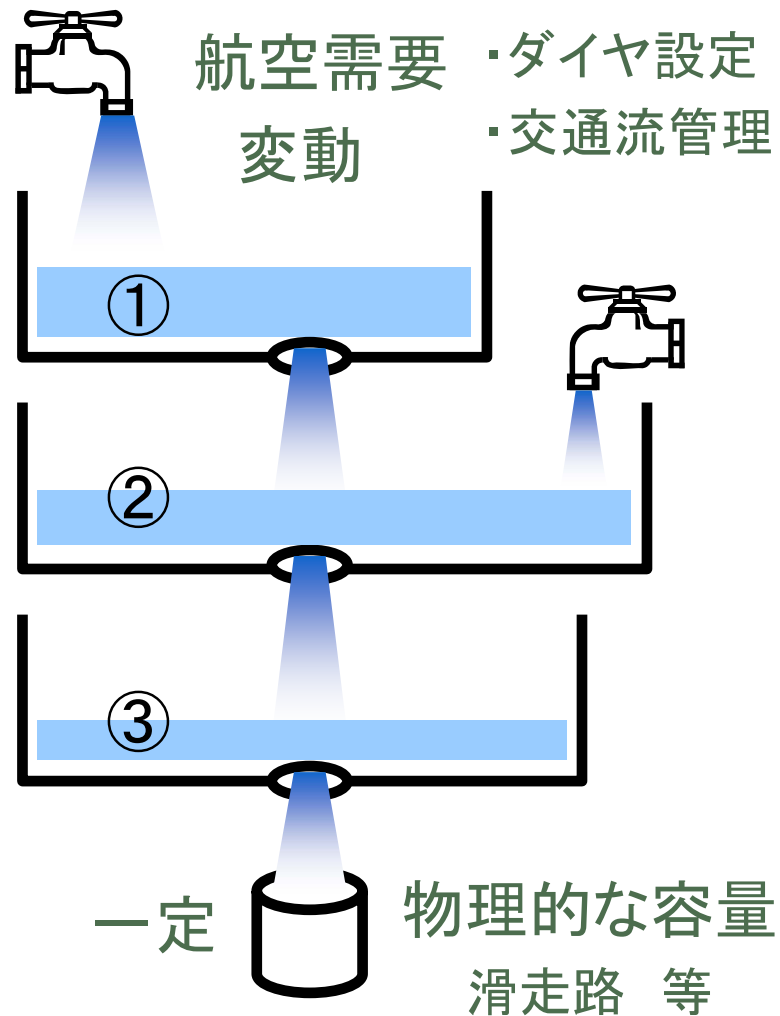


# 航空管制



入域する航空機はその空域内で対処する

## 水に例えると

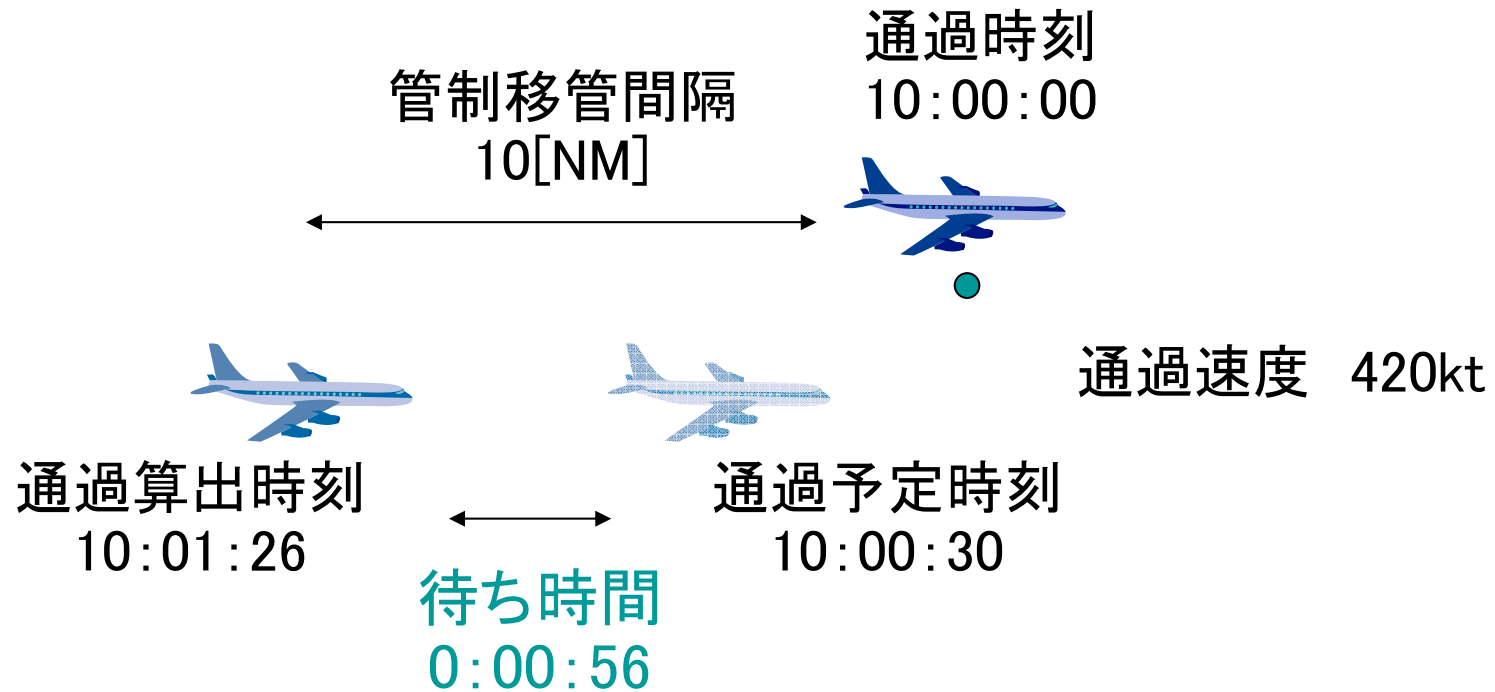


- 従来①～③の整合性は経験則的に設定されてきた  
(数量化されていない)



- 定量的に設定する
  - 整合性を図る
  - 必要量を流入するようにする

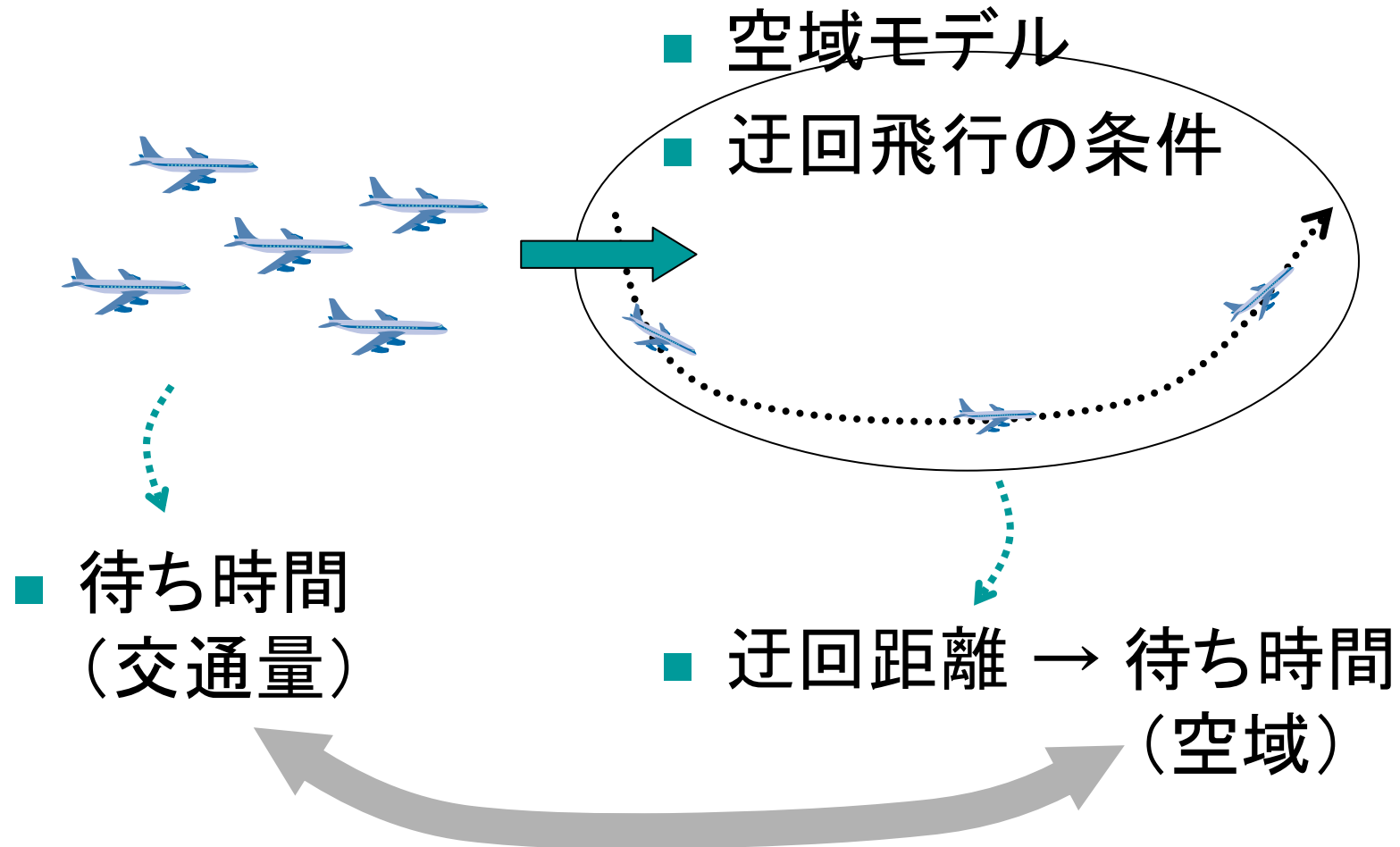
# 待ち時間



通過算出時刻  $t_{c_i} = 10:00:00 + \frac{10}{420} [h] = 10:01:26$

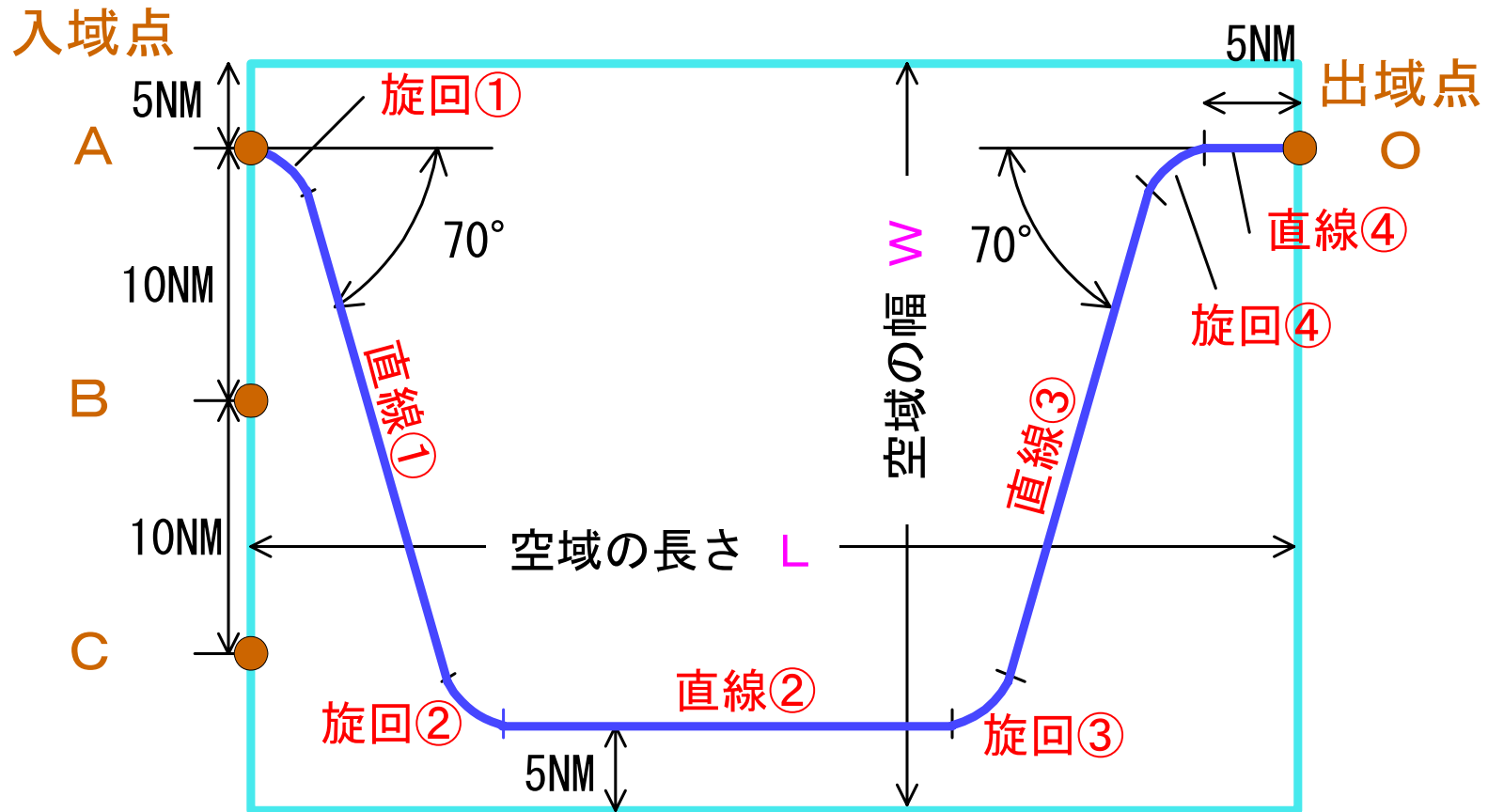
待ち時間  $t_{w_i} = 10:01:26 - 10:00:30 = 0:00:56$

# 提案手法



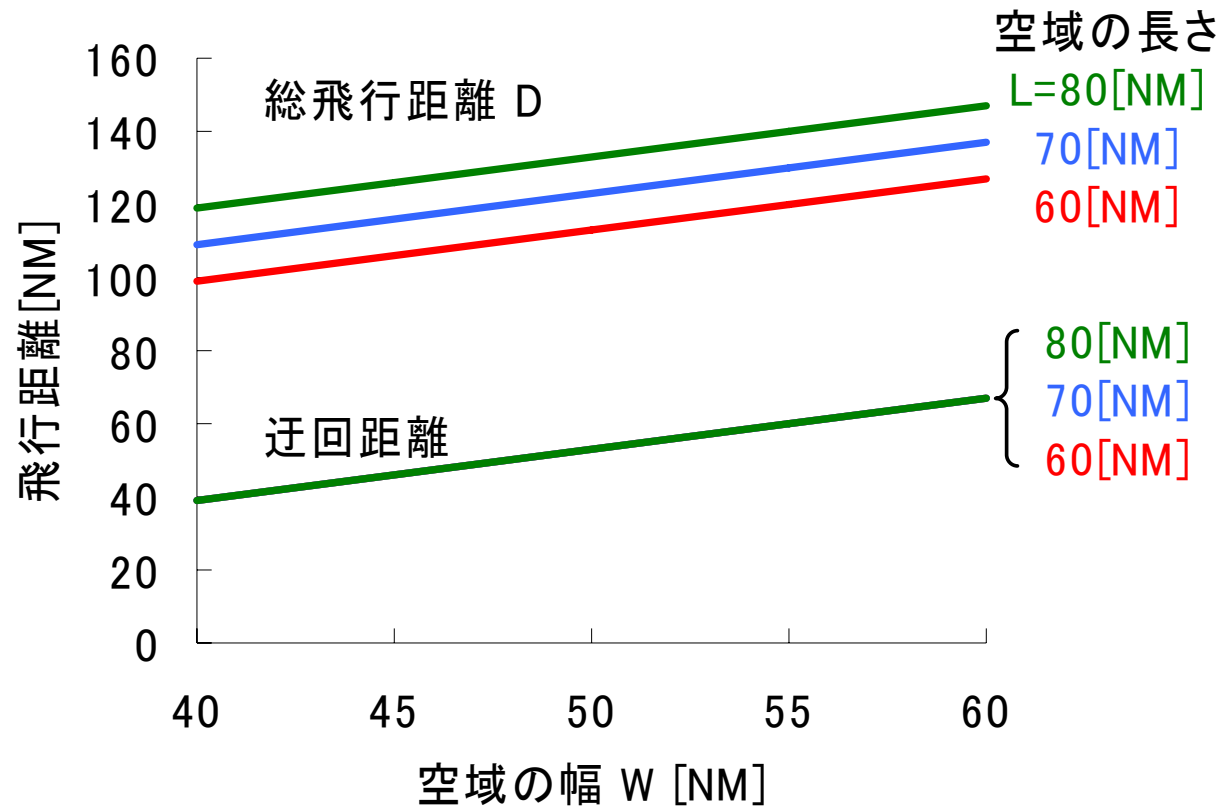


# 単純な空域モデル



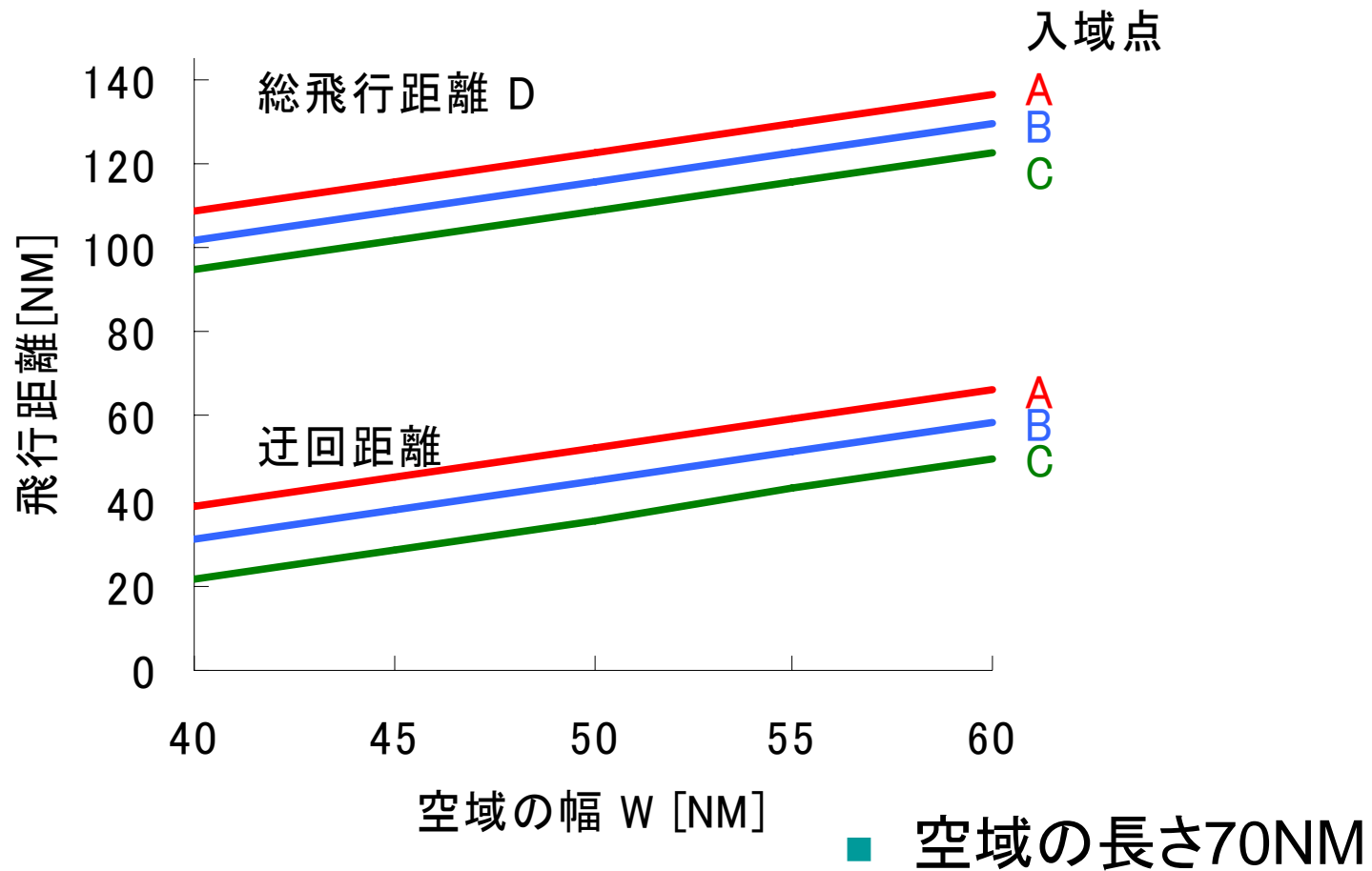
- 旋回部分は円弧で距離計算

# 空域の長さによる比較

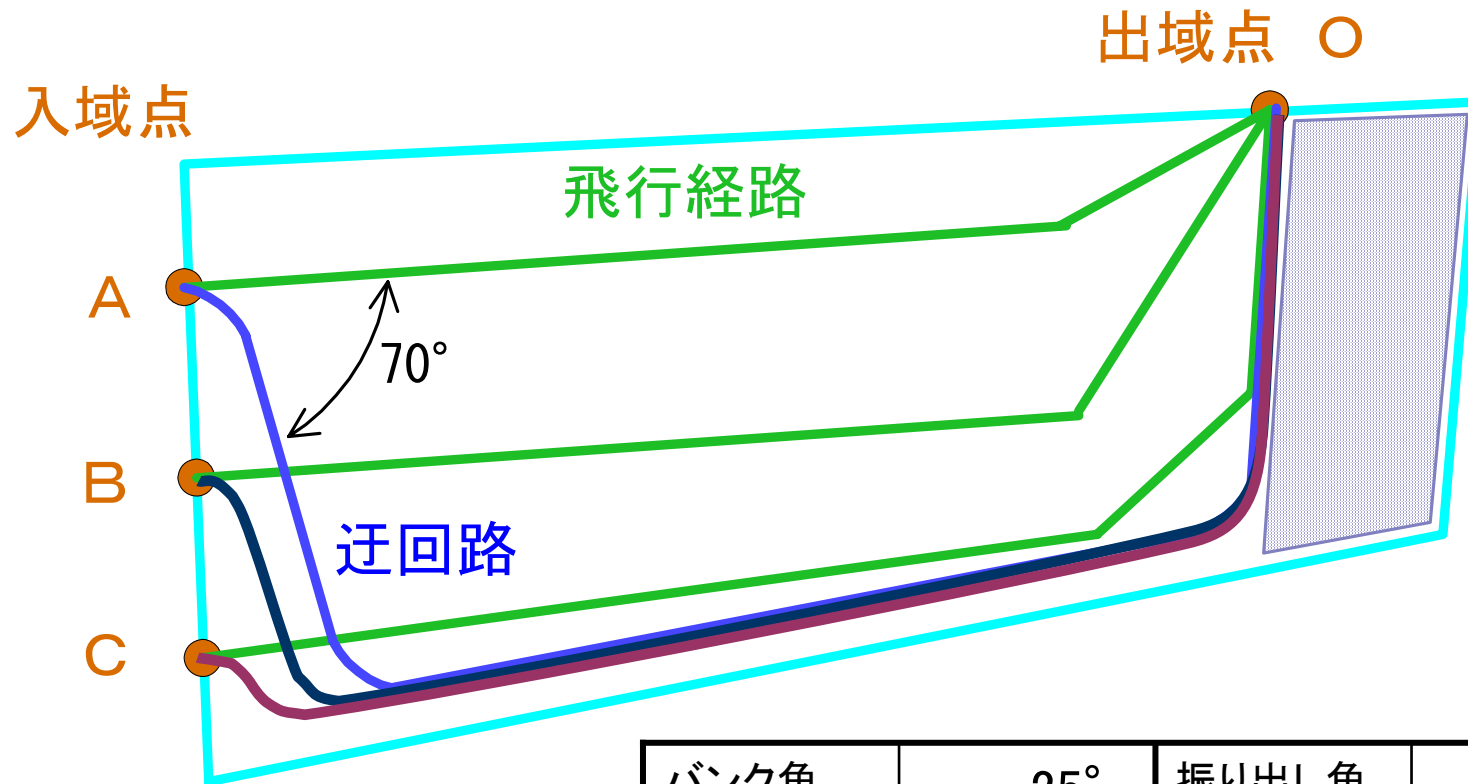


■ 入域点A

# 入域点による比較



# 実時間シミュレーション結果との比較



バンク角	25°	振り出し角	70°
入域速度	430kt	空域の幅	40.87NM
出域速度	300kt	空域の長さ	60.29NM

---

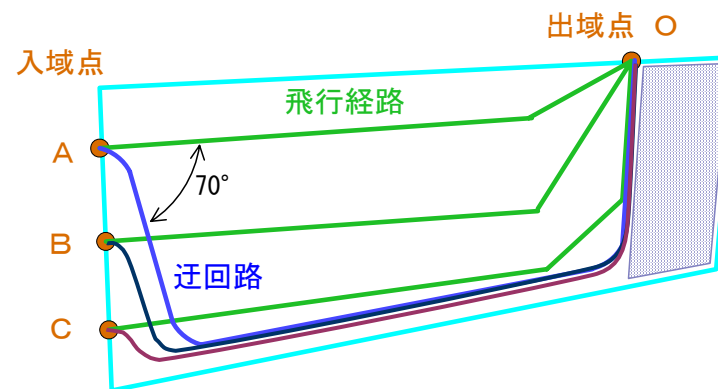
## シミュレーション結果との比較の観点

- 計算値はその空域内の最大飛行時間を示しているかどうか？



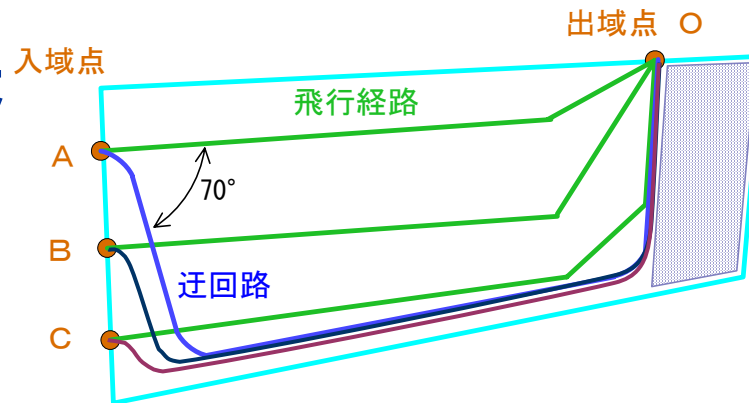
- 計算値が空域内で処理できた航空機と空域内で処理できなかった航空機の境界を示せばよい。

# 計算結果



入域点	経路長 [NM]	総飛行距離 [NM]	迂回距離 [NM]	待ち時間 [分:秒]
A	65.01	103.63	38.63	6:21
B	72.12	96.96	24.84	4:05
C	86.05	90.90	4.84	0:48

# シミュレーション結果 との比較



入域点	機数 [機]	総飛行時間[分:秒]			計算値 以上 [機]
		計算値	シミュレーション		
			最小値	最大値	
A	14	17:02	9:12	18:52	3
B	2	15:56	11:36	12:12	0
C	2	14:57	10:40	10:48	0

# 空域内の飛行

総飛行時間	空域の東側	空域の逸脱	出域時速度
計算値以下 (15機)	2機	0機	平均 311kt
計算値 以上	i	○	285kt
	ii	○	272kt
	iii	○	270kt



# まとめ

- 迂回距離を計算することで、空域内での最大飛行時間を求める方法を提案した。
- 実時間シミュレーションとの比較により、概ね最大飛行時間を示していることが確かめられた。
- 空域から求まる待ち時間が、恒常的な交通量から求まる待ち時間より大きいかがどうか、空域設計の際に一つの指標となりうる。

---

# 今後の課題

- 様々な空域においても同様の確認を行う
- 他の空域デザイン要件の検討