

航空交通量と空域設計要件との 関係について



独立行政法人 電子航法研究所

岡 恵 山本 哲士

発表の概要

行政部門において空域の改編や運用の変更
その際、数値化した評価指標が必要

→ 一例) **滞留時間**

しかし

案作成段階では実績がないため
計測できない

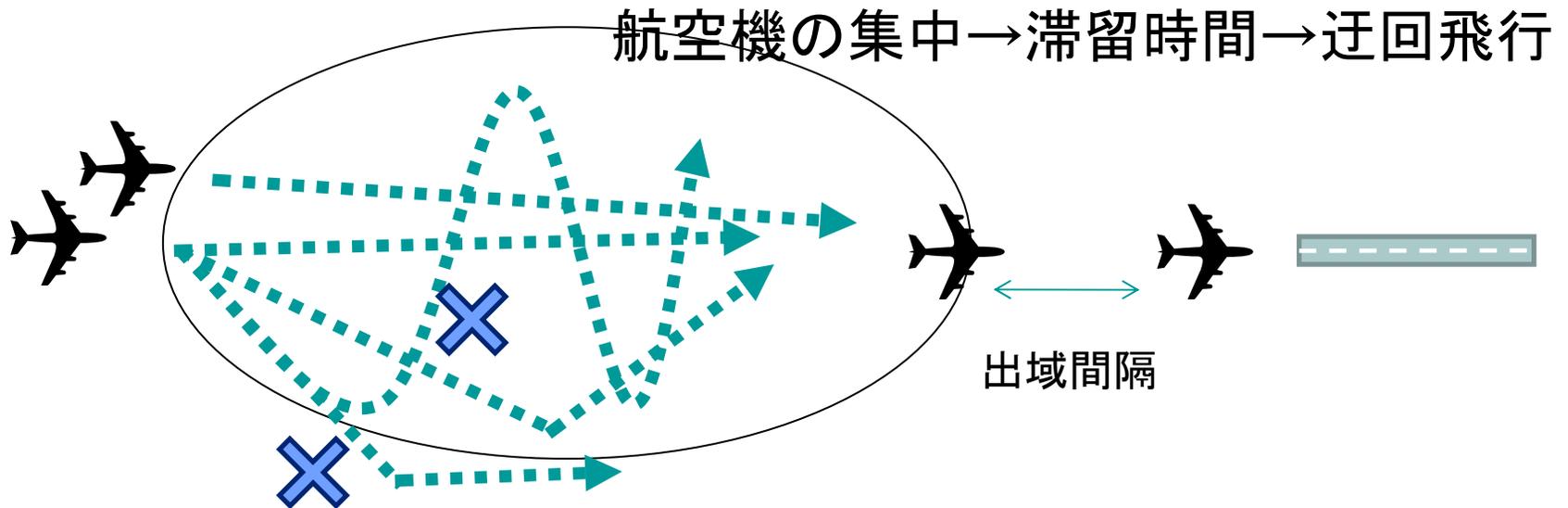
そこで

空域構成等の条件から滞留時間の推定
実験結果との比較

前置き — 航空管制 —

航空管制では空域を分担して管制を行っている。
一人の管制官が受け持つ最小のユニット

→ 空域(セクター)



滞留時間 = 空域内の飛行時間 - 最短飛行時間

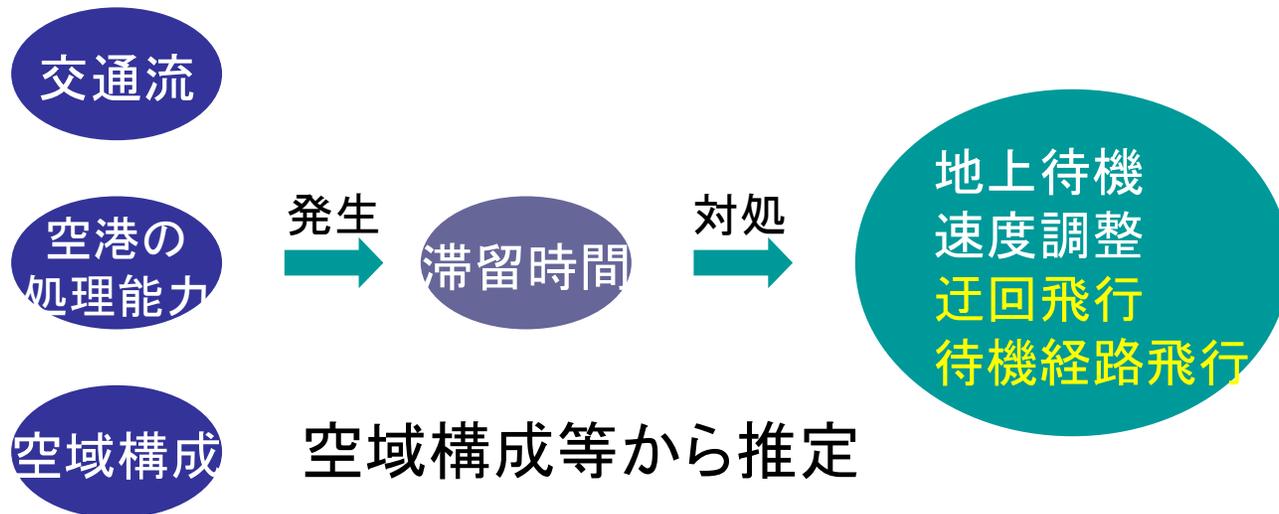
背景

- 航空交通需要の増加
- より効率の良い空域構成
 - 空域
 - 飛行経路
 - 管制運用方式
- 主として経験則による評価
 - ＋数値等客観的指標による総合的な評価

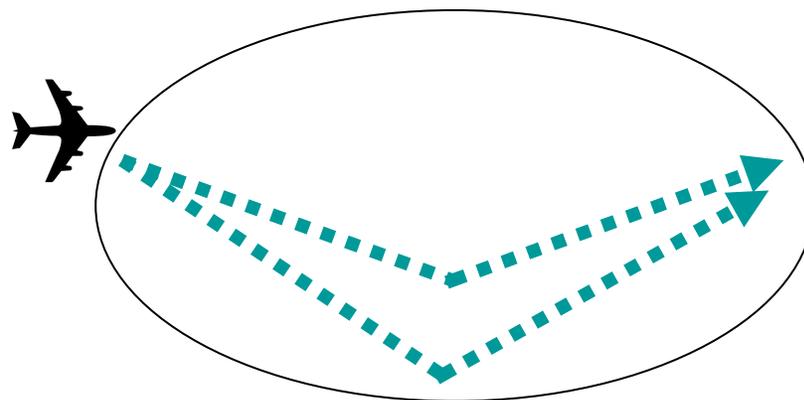
合理的設計(1)



合理的設計(2)



空域の広さ
→ 最も長い滞留時間

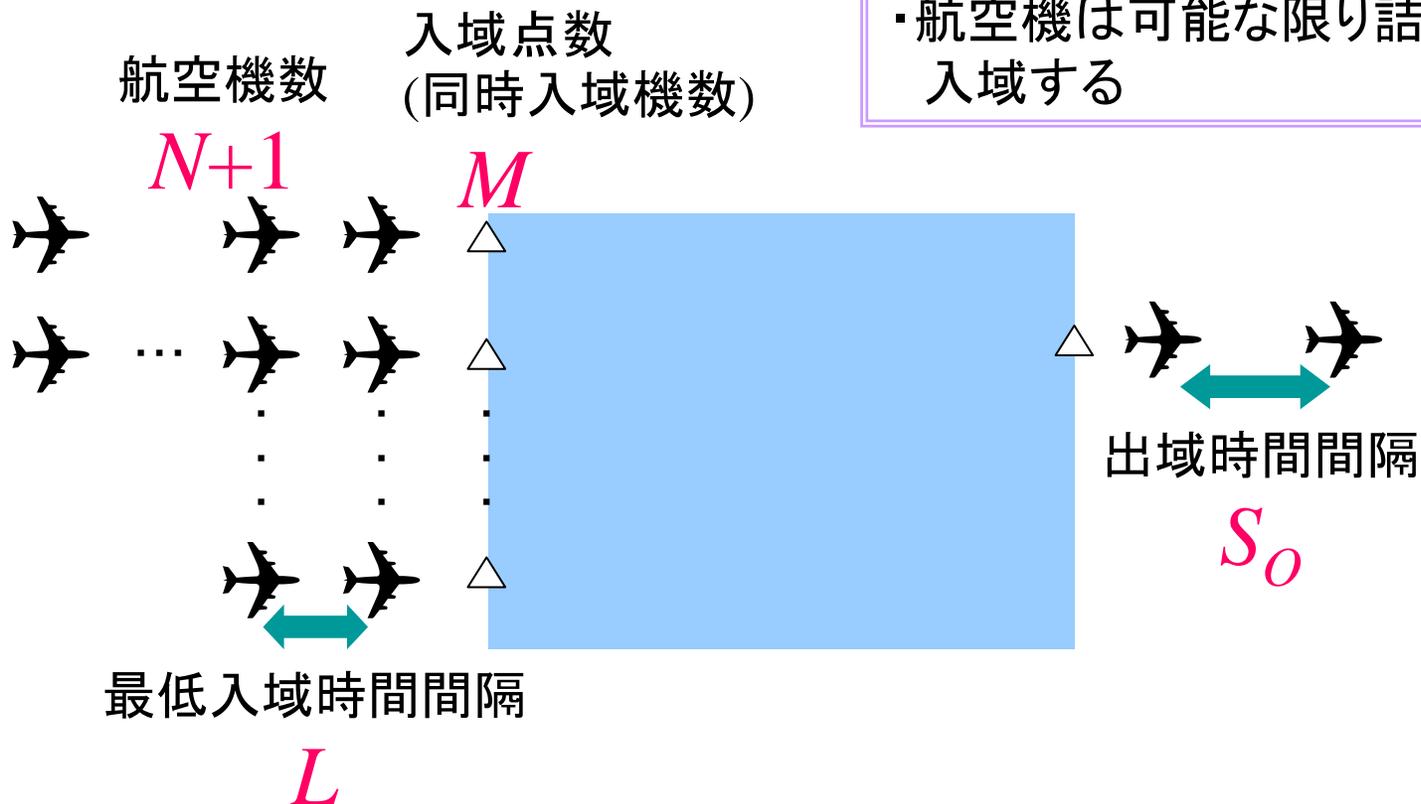


最長滞留時間の推定 —モデル—

その空域で発生し得る最も長い滞留時間は？

仮定

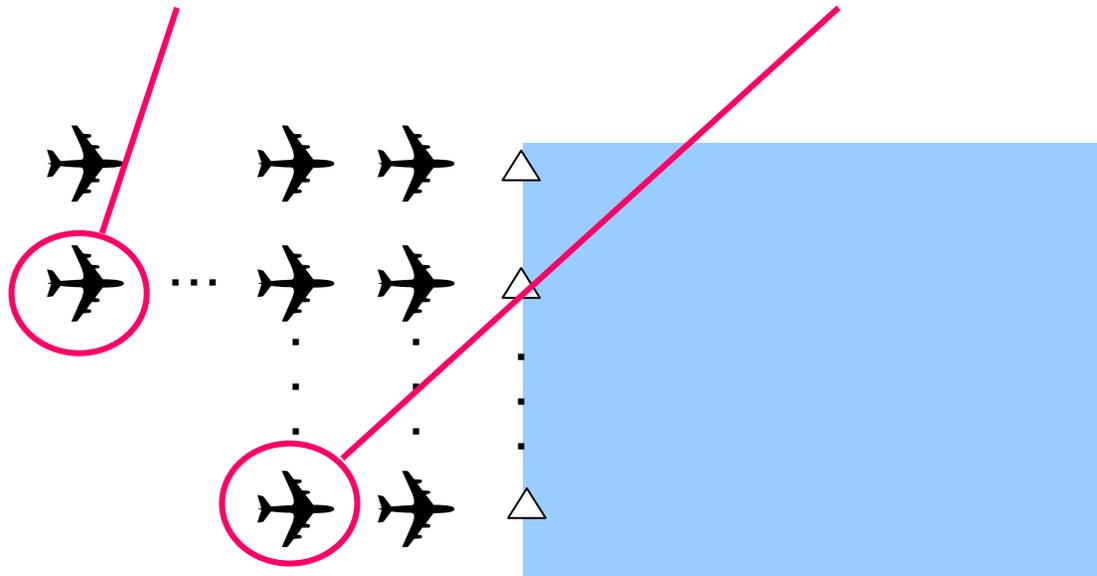
- ・各入域点から出域点までの距離は等しい
- ・航空機は可能な限り詰めて入域する



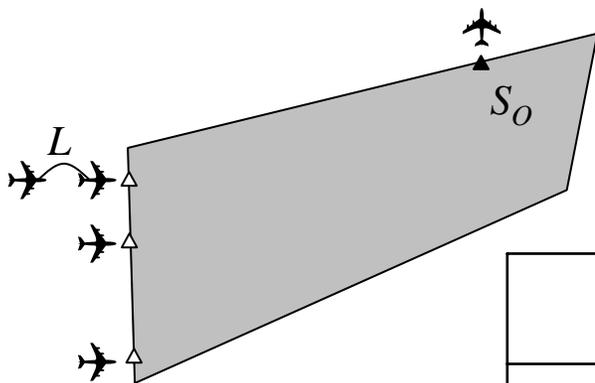
最長滞留時間の推定 — 推定式 —

$$T_{MAX} = f(L, M, N, S_o)$$

$$= \max \left\{ -\text{int} \left(\frac{N}{M} \right) L + NS_o, \left(\text{int} \left(\frac{N}{M} \right) - 1 \right) (MS_o - L) + (M - 1) S_o \right\}$$



実験結果との比較 一対象空域一



空域の条件

名 称	記 号	仮 定 値
入域点の数	M	3点
出域点の数		1点
航空機数	$N+1$	9機
最低入域間隔	L (距離)	10NM以上
最低出域間隔	S_o (距離)	7NM以上

実験結果との比較 — 推定 —

仮定

平均入域	対地速度	500kt
平均出域	対地速度	300kt
平均出域	間隔	8NM

M	空域の条件	3
N	//	8
L	L (距離)/500kt	1分12秒
S_o	S_o (距離)/300kt	1分36秒

$$T_{MAX} = f(L, M, N, S_o)$$

$$= \max \left\{ -\text{int} \left(\frac{N}{M} \right) L + NS_o, \left(\text{int} \left(\frac{N}{M} \right) - 1 \right) (MS_o - L) + (M - 1)S_o \right\}$$

最長滞留時間の推定値

10分24秒

実験結果との比較 ー 実験 ー

管制官参加による実験

実験結果との比較 — 実験結果 —

最長滞留時間

= max (各便の滞留時間)

滞留時間

= (管制処理後の空域内飛行時間)
- (管制処理を行わなかった場合
の飛行時間)

試行 番号	最長滞留時間 $T_{MAX EXP}$
1	6分41秒
2	5分12秒
3	5分25秒
4	5分58秒
5	9分18秒
6	4分23秒
7	6分56秒
8	8分40秒

今回の実験結果においては推定値を越える
最長滞留時間は発生しなかった

まとめ

- 空域改編案の評価に際し、客観的指標を用いて数値的な評価を行うため、主要な評価指標と考えられる最長滞留時間の推定方法を示した。
- 航空機の集合の機数、出域間隔、入域点の数、各入域点における航空機の入域間隔等の条件から、最長滞留時間を推定した。
- 管制官参加による実験結果との比較を行ったところ、推定値は概ね適合するが、管制介入による出域間隔や出域順序のばらつきにより適合しない可能性もあることがわかった。