

航空交通量と空域設計要件との 関係について —その2—



独立行政法人 電子航法研究所

航空交通管理領域

岡 恵

福田 豊

蔭山 康太

山本 哲士

発表の概要

数量的評価による効率的な空域設計に関する研究

1. 背景と目的
2. 要件推定方法
3. 入域点位置要件の推定
4. 入域間隔要件の推定
5. まとめ

発表の概要

数量的評価による効率的な空域設計に関する研究

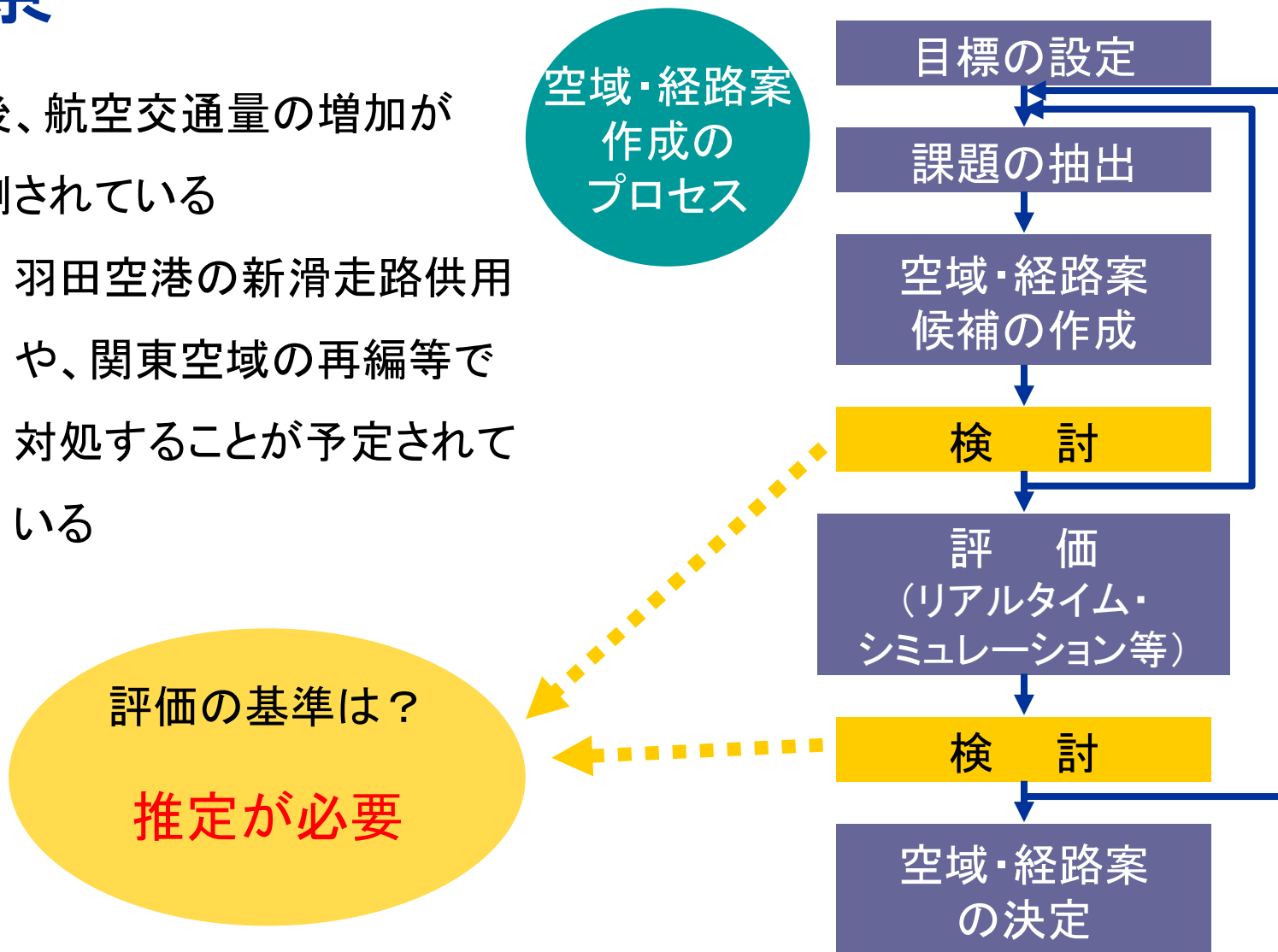
1. 背景と目的
2. 要件推定方法
3. 入域点位置要件の推定
4. 入域間隔要件の推定
5. まとめ

背景

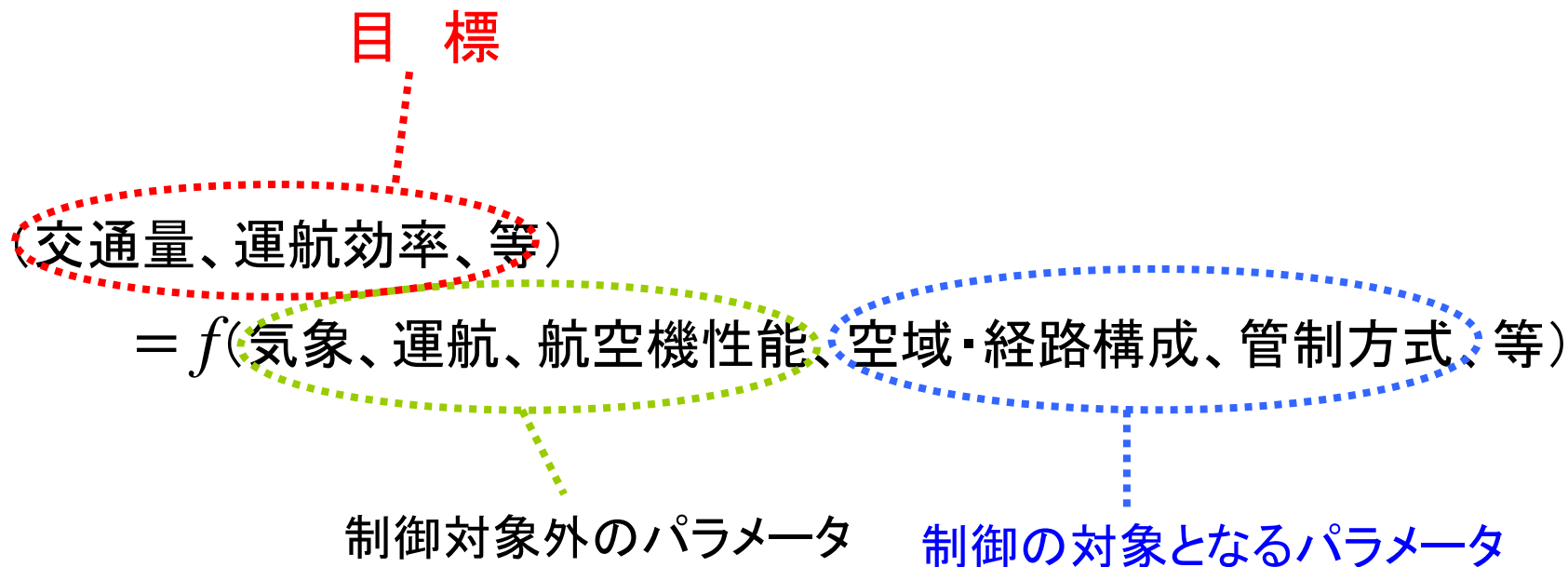
今後、航空交通量の増加が予測されている

→ 羽田空港の新滑走路供用や、関東空域の再編等に対処することが予定されている

空域・経路案作成のプロセス



本研究の目的



目標

推定

制御の対象となるパラメータの要件

本要件推定の前提条件



対象空域	架空の羽田空港ターミナル空域(羽田)およびその周辺空域(C空域)
対象交通流	西日本方面からの羽田到着機
羽田入域点	5通り(西から東へ順に1~5番)
メータリング地点	羽田入域点(C空域) 最終進入開始点(羽田)
羽田空港進入経路	RWY22へのILS進入 RWY22へのLDA進入 RWY34LへのILS進入
羽田空港想定着陸回数	1時間当たり33回 (ピーク時の想定)

➡ 今回は

- ・入域間隔
- ・羽田入域点位置

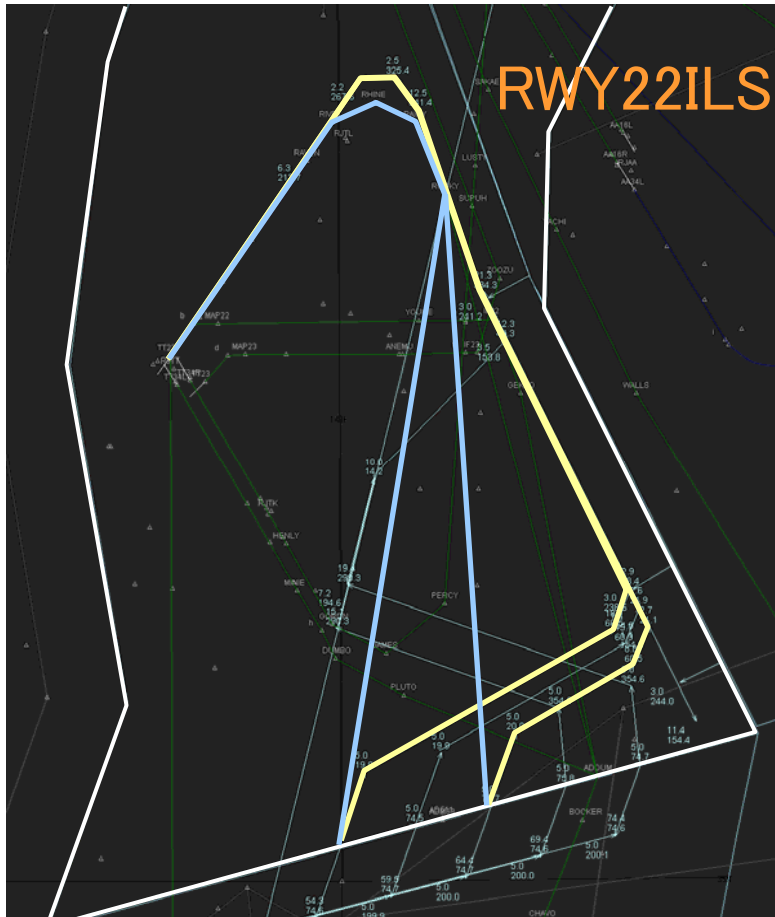
の要件

発表の概要

数量的評価による効率的な空域設計に関する研究

1. 背景と目的
2. 要件推定方法
3. 入域点位置要件の推定
4. 入域間隔要件の推定
5. まとめ

要件推定 —羽田入域点位置—



入域点の位置の違い



最短距離、最大距離の違い



空域内で可能となる
時間調整量の違い

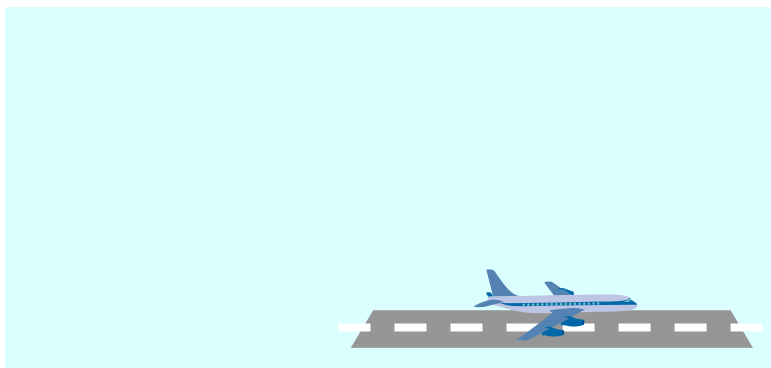


時間調整量の想定

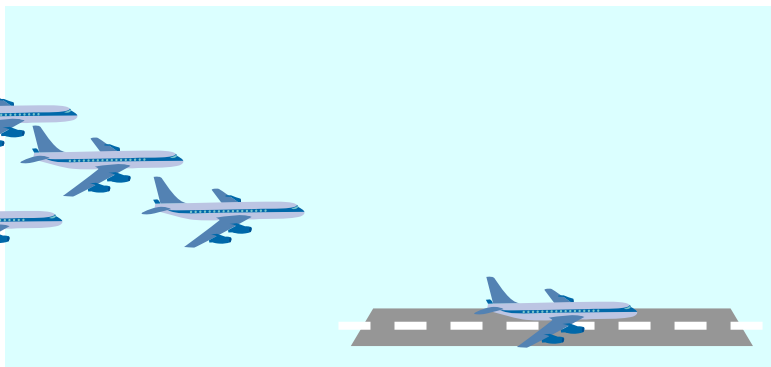
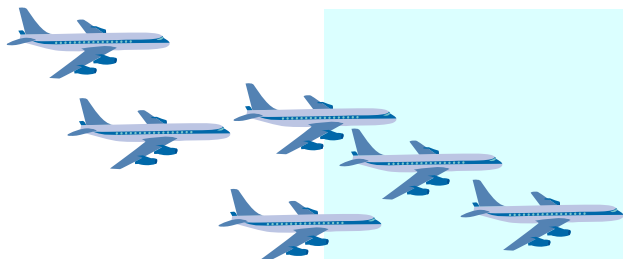


入域点の位置要件

要件推定 ー入域間隔ー



間隔が大きすぎると
時間当たりの着陸機数が
少なくなる



間隔が小さすぎると
滞留時間が長くなる



空域内で消化できる滞留時間 < 入域間隔 < 着陸機数の条件

発表の概要

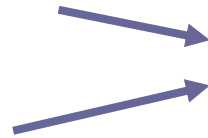
数量的評価による効率的な空域設計に関する研究

1. 背景と目的
2. 要件推定方法
3. 入域点位置要件の推定
4. 入域間隔要件の推定
5. まとめ

入域点位置要件の推定

各入域点において
可能となる時間調整量

設計者による
時間調整量の想定



入域点位置要件

各入域点において可能となる時間調整量

= 空域内で調整可能な距離 ÷ 空域内の航空機の速度

空域内で調整可能な距離

= 空域内で最も長い距離を飛行する場合の距離と

最も短い距離を飛行する場合の距離の差

その際、

航空管制 … 秩序正しい流れを促進し維持しなければならない

支障となる恐れ

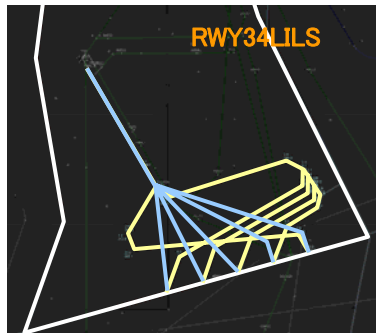
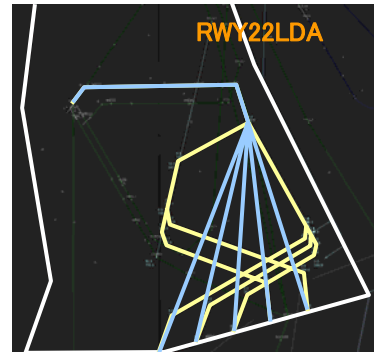
・空域の逸脱

・待機飛行経路

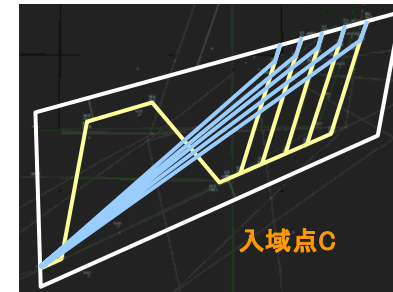
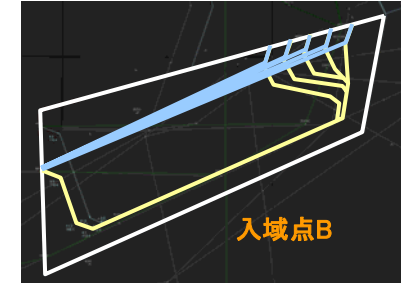
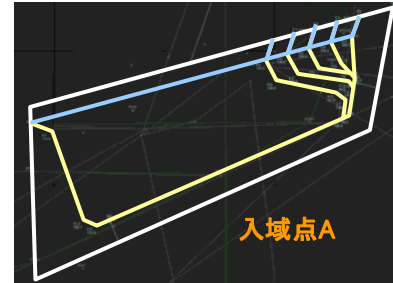
・極端なジグザグ

・他の交通流を阻害

仮定した最短／最大経路



a) 羽田



b) C空域

リアルタイム
シミュレーション
結果より

空域内で調整可能な距離 = (最大距離 - 最短距離) × 0.8 と仮定

空域内の航空機の速度の推定

各入域点において可能となる時間調整量

= 空域内で調整可能な距離 ÷ 空域内の航空機の速度

空域内の航空機の速度

= 入域速度と出域速度の
平均と仮定

各点の速度の推定

→ 高度・速度・気象の仮定

高度・・・3° の降下角、最短距離
速度・・・指示対気速度280kt/
250kt(10,000ft以下)

風・・・高度毎に風向風速

推定した対地速度

地点		仮定した 高度[ft]	対地速度 [kt]
最終進入開始点		5,000	173.7
羽田 入域点	1	10,000	348.5
	2	10,000	348.5
	3	11,000	370.6
	4	11,000	359.4
	5	12,000	349.2
C入域点		28,000	581.1

時間調整量の想定

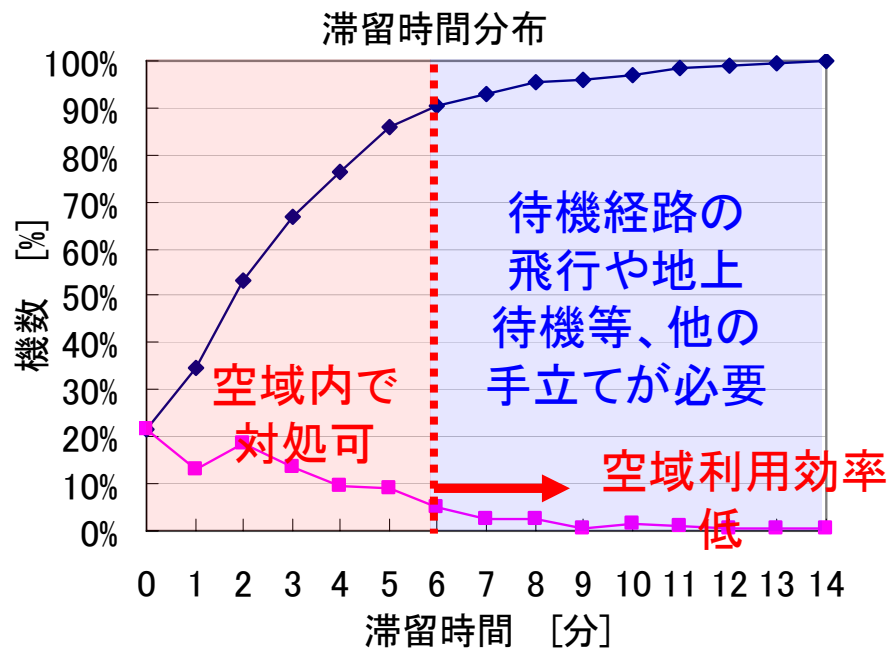
当該空域で、レーダー誘導等により、発生する滞留時間の全てに対処するか？



その為には広い空域が必要
(空域利用効率は低くなる)



当該空域で対処する時間調整量の想定を行う。



時間調整量の想定



6分と仮定

入域点位置要件



C空域 入域点	羽田 入域点	両空域で可能となる 時間調整量[m' ss"]
A	1	8' 01"
	2	7' 21"
	3	6' 00"
	4	6' 39"
	5	5' 24"
B	1	7' 00"
	2	6' 21"
	3	5' 01"
	4	5' 39"
	5	4' 25"
C	1	5' 27"
	2	5' 16"
	3	4' 42"
	4	6' 15"
	5	5' 34"

発表の概要

数量的評価による効率的な空域設計に関する研究

1. 背景と目的
2. 要件推定方法
3. 入域点位置要件の推定
4. 入域間隔要件の推定
5. まとめ

入域間隔要件の推定

着陸機数の条件



入域間隔の上限

時間調整量



入域間隔の下限

着陸機数の条件

・・・ 1時間当たり33機（仮定より）

時間調整量

各航空機の時間調整量 < 空域内で対処可能な時間調整量

各航空機の時間調整量



（出域時間間隔と入域時間間隔の差）の累積

20機までと仮定

空域内で対処可能な時間調整量

= 空域内で調整可能な距離 ÷ 空域内の航空機の速度

入域間隔要件



羽田 入域 点	羽 田		
	想定した 入域高度[ft]	入域間隔[NM]	
		上限	下限
1	10,000	10.1	9.5
2	10,000	10.1	9.6
3	11,000	10.7	10.4
4	11,000	10.4	9.6
5	12,000	10.1	9.5
C空域 入域点A			
	想定した 入域高度[ft]	入域間隔[NM]	
		上限	下限
1	28,000	16.7	13.5
2		16.7	13.8
3		17.2	14.7
4		16.2	14.1
5		16.6	14.9

発表の概要

数量的評価による効率的な空域設計に関する研究

1. 背景と目的
2. 要件推定方法
3. 入域点位置要件の推定
4. 入域間隔要件の推定
5. まとめ

まとめ

空域設計要件推定の一例を示した。

それぞれの要因には関連性があるため、関連が明らかな部分については、条件や仮定の下で、未知の要素の推定を行うことが可能である。

今後は、

- ・より実状に合った推定
- ・ツール等を使用することにより、条件や仮定を範囲で指定した推定が出来るよう改善したい。