

○東京工業大学 学生 渡部 富博
 東京工業大学 正 森地 茂
 北海道大学 正 田村 亨

1. はじめに

近年、各地でコミュータ航空導入可能性調査が実施されているが、採算性に問題のある路線がほとんどである。需要の少ない路線では、それに見あった機材選定を行い、ロードファクターを上昇させ、かつ機材の運用効率を上げることが必要である。このため、路線の適性な組合せによる複数路線運行が考えられるが、本研究はコミュータ航空のネットワーク形成についての検討を行うために、①最適離陸時刻決定モデルの構築、②最適スケジューリング決定モデルの構築、を目的とする。

2. 最適離陸時刻決定モデルの構築

構築モデルは、空港 a から空港 b への潜在航空需要の時間分布が与えられた時、最適運行頻度および最適離陸時刻を求めるためのものである。最適解は、列挙法、すなわち代替案ごとの目的関数をすべて計算することによって求めた。

1) 目的関数

$$f = (\text{運賃収入}) - (\text{運営費}) \quad \text{----> max.}$$

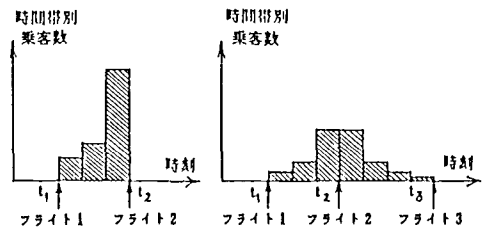
2) 仮定

- ・潜在航空需要の時間分布は、運行頻度および離陸時刻の影響を全く受けない。
- ・機材運営、空港施設運営、乗務員スケジュール等の制約は考慮しない。

3) 各フライトの乗客分布計算

各フライトの乗客の時間帯別人数は、①各便の乗客の時間軸上の広がり、(乗客の出発繰り上げ時間、待ち時間の長さ) ②各便の乗客分布に採用する曲線形、の2項目によって決定される。①は様々なパターンが考えうるが、本研究では図1および図2に示した2つのパターンを採用した。図1は従来の研究ですでに取り入れられているが、フライト2の乗客は、1便前のフライト1の離陸時刻 t_1 と、フライト2の離陸時刻

t_2 の間に存在すると考えるものである。この方法では、乗客分布は1便前のフライト時刻の影響を受けることになるので、1次のマルコフ性を有する問題と言える。図2は本研究で新しくモデルに導入するもので、フライト1の乗客数は、次の、フライト2の離陸時刻 t_2 に影響され、 t_2 は、その次の、フライト3の離陸時刻 t_3 に影響されるという考え方である。この方法は、2次のマルコフ性を有する問題となる。②についても、一様分布、正規分布の利用など様々な方法が考えうるが、本研究では、各時間帯の代表時刻とフライト時刻 t_k との時間間隔の逆数を、その時間帯に対する乗客数の重みとした分布を採用した。図1および図2の分布形は、これらをもとにして描いたものである。



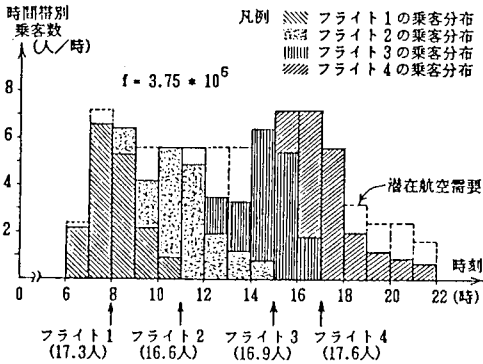
【図1】乗客分布形 (1次のマルコフ性) 【図2】乗客分布形 (2次のマルコフ性)

4) 使用データ

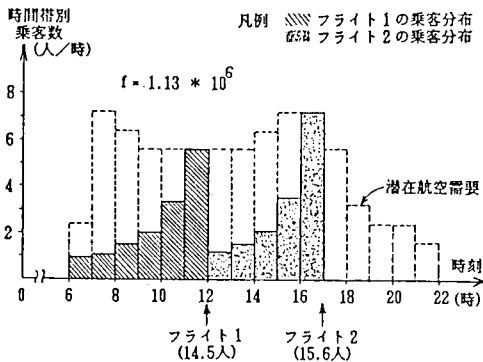
- ・空港 a, 空港 b 間の飛行距離 150 (Km)
 - ・使用機材の定員 19 (人)
 - ・機材の運営費 75 (円/人・Km)
 - ・航空機の運賃 18000 (円/人)
 - ・潜在航空需要量 80 (人/日)
- なお、潜在航空需要の時間分布は、5)の計算結果の図中に示してある。

5) 計算結果

図3および図4は、最適離陸時刻決定問題を1次あるいは2次のマルコフ性を有する問題として扱った場合の最適解の乗客分布を表している。



【図 4】 最適解および乗客分布 (2次のマルコフ性)



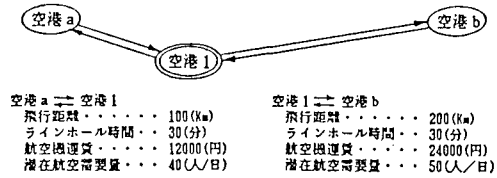
【図 3】 最適解および乗客分布 (1次のマルコフ性)

1 次のマルコフ性だけを考えるよりも、2 次のマルコフ性まで考えるほうが、より細かく乗客の行動を把握できるので、よりよい結果がでていることがわかる。なお、図中の () 内の数字は、各フライトの乗客数を示している。

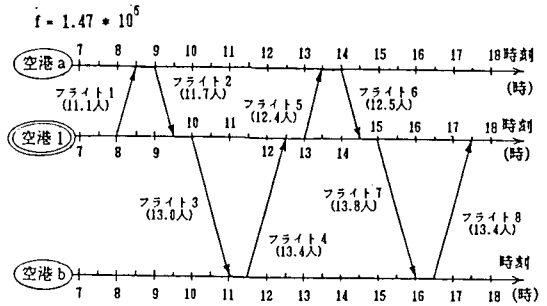
3. 最適スケジューリング決定モデルの構築

構築モデルは、図 5 のようなハブ&スポーク構造をもつ航空ネットワークの各ルートについて、潜在航空需要の時間分布が与えられた時、機材の最適スケジューリングを求めめるためのものである。最適解は、列挙法により求めた。目的関数、使用機材、潜在航空需要の時間分布、各フライトの乗客分布計算は、最適離陸時刻決定モデルの場合と同じとした。図 6 が、計算結果 (機材の最適スケジュール) である。今、空港 1 から空港 a へ向かうルートについて先の 2 次のマルコフ性問題と同様に考えると、フライト 1 およびフライト 5 の離陸時刻はお互いの乗客分布に影響を及ぼしあっている。しかし、この問題

ではさらに、フライト 1 の離陸時刻は、フライト 5 のみではなくフライト 2 の離陸時刻に、フライト 5 の離陸時刻は、フライト 1 のみではなくフライト 4 およびフライト 6 の離陸時刻にも影響される。したがって、各フライトの乗客分布は、高次のマルコフ性を有する問題となる。



【図 5】 航空ルート構成および諸データ



【図 6】 機材の最適スケジュール図

4. おわりに

本研究は、各フライトの乗客分布計算過程をマルコフ性を有する最適化問題としてとらえ、より効率のよい機材スケジュール作成モデルの構築を行ったものである。今後は、各種の仮定、最適解の探求方法、複数機材のスケジュール等について、更に検討を進めたい。

参考文献

- 1) ROBERT W. SIMPSON: SCHEDULING AND ROUTING MODELS FOR AIRLINE SYSTEMS (1969)
- 2) MAXIMILIAN M. ETSCHMAIER and DENNIS F. X. MATHAISEL: AIRLINE SCHEDULING; AN OVERVIEW (1985)