

第Ⅳ部門

空港旅客ターミナル施設の規模決定に関する一考察

関西大学工学部 学生員 ○戸鹿島宗一

関西大学工学部 正会員 則武通彦

関西大学工学部 正会員 山田忠史

1. はじめに

近年におけるわが国の経済発展による生活水準の向上や国際化の進展、さらに時間価値の上昇などにより、航空を利用する旅客数は国内では平成7年に7800万人を超え、航空輸送はめざましい発展を遂げている。

旅客が航空機に搭乗するまでの手続きのほとんどすべては、空港旅客ターミナルで行う。したがって、空港旅客ターミナル施設の計画・建設に当たっては、各施設が、旅客に対して十分なサービス能力を備えている必要がある。

本研究では、旅客ターミナル施設の適正な規模と配置の決定方法の作成を目的とする。そのため、本稿では、空港のチケットカウンターにおいて、種々のサービスレベルに対応して、旅客を適切に処理することのできるフロア面積を決定するための方法を提示する。

従来のフロア面積の決定方法では、旅客取扱窓口のサービス能力が明示的に考慮されていないなどの欠点が見られる。そこで本研究では、待ち行列理論を用いて、妥当なフロア面積を算出することとする。

2. 調査の概要と結果

平成8年10月16日(水)に6:30~19:30にわたって、大阪空港旅客ターミナルにおいて旅客の到着分布、サービス時間分布、およびサービス施設の面積について現地調査を行った。

調査結果について、統計学の χ^2 検定を行ったところ、チケットカウンターに到着した旅客の到着分布は、5%の有意水準でポアソン分布に従い、またサービス時間分布は5%の有意水準で2~5次のアーラン分布に従うことが確認された。

3. チケットカウンターのサービス能力

チケットカウンターには手動窓口と自動窓口の2種類があり、自動窓口は、手動窓口と比べてサービス時間が短く、窓口の面積も小さいという利点を持つ。しかし、調査時点では自動窓口に対する旅客の

認知度が低く、利用割合は小さかった。表1に、チケットカウンターのサービス能力と利用状況について示す。

表1 チケットカウンターのサービス能力と利用割合

		窓口面積 (m^2)	平均サービス 時間(秒/人)	旅客の利用割合
チェック イン	手動	5.1	49.3	70(%)
	自動	0.7	40.7	30(%)
チケット 売り場	手動	3.3	131.0	86(%)
	自動	1.0	121.0	14(%)

4. チケットカウンターのフロア面積決定モデル

空港旅客ターミナルにおけるチケットカウンターのフロア面積は、図1に示されるように、サービスを行う窓口の総面積と、サービス中を含めた旅客の待ちスペースの和であり、次式で表される。

$$A_T = A_S + A_L \quad (1)$$

ここに、

A_S : 窓口の総面積 (m^2)

A_L : サービス中を含めた旅客の待ちスペース (m^2)

式(1)における旅客の待ちスペース A_L は、サービス中と待ち行列中を含めたシステム内の平均人数と旅客一人当たりの占有面積の積として表され、次式のように示される。

$$A_L = A_p(a + L_q) \quad (2)$$

A_p : 旅客一人当たりの占有面積 ($\text{m}^2/\text{人}$)

a : トラフィック密度(=サービス中の人数)

L_q : 平均待ち人数 (人)

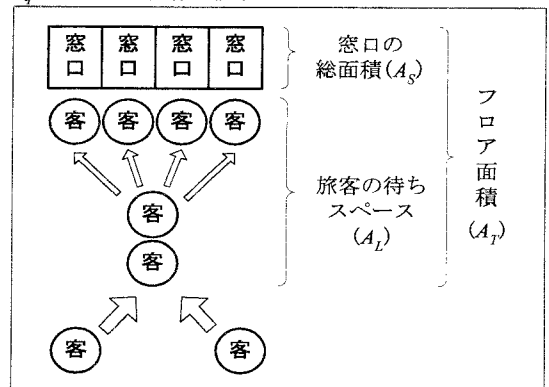


図1 チケットカウンターのフロア面積の構成

いま、1m²当たりの旅客数を占有率と定義すれば、 A_p は占有率の逆数である。IATAでは、表2のように、占有率に対応したサービスレベルを5段階のレベルに分けて示している¹⁾。

表2 サービスレベル別の占有率と占有面積(IATA)

サービスレベル	A-B	B-C	C-D	D-E	E-F
占有率(人/m ²)	0.56	0.63	0.71	0.83	1.00
占有面積 A_p (m ² /人)	1.79	1.59	1.41	1.20	1.00

注) 占有面積=1/占有率

前述のように、チケットカウンター内の各窓口では、旅客の到着分布がポアソン分布に、またサービス時間分布はアーラン分布に従うことがわかっている²⁾ので、式(2)における L_q にCosmetatos²⁾の近似式を用いると、

$$L_q = \left\{ \frac{1 + (1/k)}{2} + \left(1 - \frac{1}{k} \right) \left(1 - \frac{a}{S} \right) (S-1) \times \frac{\sqrt{4+5S}-2}{32a} \right\} \times \frac{a^{S+1}}{(S-1)(S-a)^2} \left\{ \sum_{n=0}^{S-1} \frac{a^n}{n!} + \frac{a^S}{(S-1)(S-a)} \right\}^{-1} \quad (3)$$

となる。
以上のことから、フロア面積 A_T は、あるサービスレベルのもとに、窓口(ブース)1つ当たりの面積 A_s 、窓口数 S 、およびアーラン次数 k の値を設定すると、トラフィック密度 a のみの関数となる。

一例として、ピーク時におけるチケットカウンター内のチェックインの手動窓口では、サービスレベルをD-E、すなわち $A_p=1.2$ (m²/人)で計画したものと考えると、 A_T と a との関係は、 S をパラメータとして図2のように描かれる。

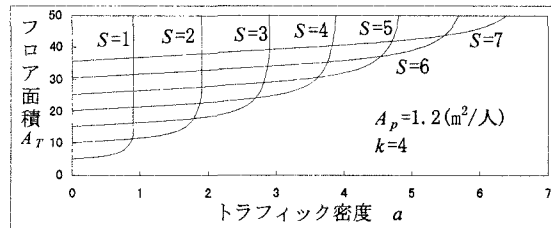


図2 フロア面積とトラフィック密度との関係

図2において、 a の値を与えれば、その a の値を通る鉛直線を引き、それらと交わる曲線群の交点の中で、最小の A_T の値が、求めようとする最小フロア面積であり、その時の窓口数 S が必要窓口数となる。

5. 自動化によるフロア面積の削減

チケットカウンターには、手動窓口と自動窓口がある。いま、サービスレベルD-Eにおいて、必要とされるフロア面積を手動と自動で比較すると、表3、表4のようになり、自動窓口は手動窓口に比べ、フロア面積が大幅に小さくてすむことがわかる。これは、手動窓口に比べて、自動窓口のサービス時間が短く、また窓口面積も小さいためである。特に、窓口面積の差が大きく関与していた。このことから、自動窓口を多く導入することにより、旅客を処理するのに必要なフロア面積を縮小できることがわかる。

表3 チェックインの最小フロア面積

トラフィック密度 a	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
フロア面積					
手動	11.68	18.44	25.27	32.14	39.03
自動	2.92	5.30	7.52	9.62	11.75

注)サービスレベルはD-E

表4 チケット売り場の最小フロア面積

トラフィック密度 a	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
フロア面積					
手動	8.06	13.00	18.00	23.03	28.09
自動	3.44	6.07	8.76	11.21	13.60

注)サービスレベルはD-E

6. おわりに

本研究では、所与のサービスレベルのもとに、旅客を処理することのできる最小なフロア面積の決定モデルを構築した。さらに、調査された大阪空港のチケットカウンターに本モデルを適用したところ、ほぼ妥当な結果を得ることができた。今後は、旅客ターミナルの計画・設計に必要な費用や、旅客の快適性も考慮した、より現実性の高いフロア面積決定モデルへの展開が望まれる。また、調査を行った時点では自動窓口はあまり普及していなかったが、将来的には導入が進むと考えられる。よって、空港旅客ターミナルを計画するに当たっては、手動窓口と自動窓口をどのような割合で設置するべきかという問題についても検討する必要がある。

参考文献
1) Guidelines for airport capacity/demand management, 2nd Ed., AACCIATA, Geneva, Switzerland, 1990.
2) Cosmetatos, G.P. : Some approximate equilibrium results for the multi-server queue (M/G/r), Operational Research Quarterly, Vol.27, No.3, pp.615-620, 1976.