

統計的決定理論による航空需要予測に関する一考察

京都大学 正員 工博 吉川 和広
京都大学 正員 O 木俣 昇

1 まえがき

航空界においては航空貨客の需要の急増に対応すべく、航空機の大型化、ジェット化が急速に進んでいる。本研究は、このような時点に対応すべく空港施設整備計画システムのサブシステムとして 航空需要予測システムの開発を目的とするものである。われわれは、需要という無体物(noumena)の行動に関する情報としては 顕在化した需要の量と それが行動した空間、社会体系の状態に関する情報を有している。この空間を需要空間と呼び、空間の状態変化をもって 需要の行動が表現できるように 空間の構成要素とその特性をシステムチックに解明しようとするのが本研究の方向である。まず実験計画法により需要空間の決定要因の理論的探索を行なう。さらに需要者特性とその行動の関係を解析することによって需要者をカテゴリー化する。その結果として、統計的決定理論によって需要空間を需要者カテゴリーに一对一対応するように分割し、新たに需要者の特性値を測定し、その空間内の位置を決定することによって、需要者の行動を判断し、然る需要量を予測しようとするものである。(フローチャート参照)

表1 分散分析表

2 実験計画法による需要空間決定要因の分析法

需要発生を支配要因を解析する手段としては 顕在化した需要の量と、それを具現した社会体系の状態を示す経済社会的指標を有するのみである。この意味で、需要発生を実験室内で実験することではできないが、しかし社会体系を実験室と考え、その構成要素を実験因子、特性値を需要量と考えれば 他の一般の実験と同値に扱える。過去の需要量を実験データとして考察することによって 実験条件すなわち需要を顕在化させた要因を解析する方法として 実験計画法が有効な手段となる。需要を決定する重要な要因として 経済的 社会的要因があるが さらにその根底をなす人間行為の動因に関する生物学的 心理学的要因が存在する。輸送需要を考察する場合、これらの要因は、発生地、

要 因	df	ss	ms	寄与率
SA	1	5150	5150	
SB	2	256243	128122	0.13
SC	2	178006	89003	0.09
SD	2	19070	9535	
SAD	2	124036	62018	0.06
SBC	4	281573	70394	0.14
SABD	4	229374	57344	0.11
SACD	4	204599	51150	0.09
SABCD	8	349760	43720	0.16
Se1	12	99528		
Se2	27	157631	5838	

吸収地および地域間としてとる必要がある。本研究では 航空需要に対して前者のみを取り上げて要因分析を実施した。その結果を示せば 表1のような分散分析表を得た。

ここに、A 海峡の有無、B 地域間貨物流動、C 生産者所得、D 時間価値。

3 統計的決定理論による需要空間の分割

輸送需要を決定する要因をもとにして、需要者の特性(所得、鉄道運賃、航空運賃、鉄道時間、航空時間、空港までの所要時間等)を $X = (x_1, x_2, \dots, x_p)$ とし、カテゴリー $A_1, \dots, A_k$ を鉄道、航空、自動車、... 等の旅客とし、各々 $P_1(x), \dots, P_k(x)$ なる密度関数をもち、

かつ $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_k$ 個のデータを有するものとする。需要者が、右側のカテゴリーのどれに属するかは、需要者が行動を行なった後にのみ観測される。したがって、われわれは可測な x を観測することによって、需要者のカテゴリーを最良に推測するという手段によって需要量を予測せねばならない。すなわち、 x のとりうる k 次元空間全体を右側の互いに異なる領域 $R_1, R_2, \dots, R_k$ に分割し、新たに観測した特性値が、領域 R_i に属すれば、それは A_i に属すると判断する。この判断で、真には A_i であるのに A_j と誤って判断されるとよる損失を $C(j|i)$ 、 A_i の先験的確率を g_i とすれば、誤った判断をする確率 $E(j|i;R)$ 、および期待損失費用は

$$P(j|i;R) = \int_{R_j} P_i(x) dx \quad (1) \quad \sum_{i=1}^k g_i \left\{ \sum_{j \neq i}^k C(j|i) P(j|i;R) \right\} \quad (2)$$

となり、(2) 式を最小ならしめるように分割 $R_1, R_2, \dots, R_k$ を設定すればよい。これは、

$$\sum_{i \neq j} g_i P_i(x) C(j|i) < \sum_{i \neq j} g_i P_i(x) C(j|i) \quad (3)$$

を求めることによって解決される。

鉄道と航空の2個の母集団のいずれかに判別する場合、(3) 式で $k=2$ とすれば、

$$R_1: (\text{鉄道}) \quad P_1(x)/P_2(x) > C(1|2)g_2 / C(2|1)g_1 \quad (4)$$

$$R_2: (\text{航空}) \quad P_1(x)/P_2(x) < C(1|2)g_2 / C(2|1)g_1$$

となり、さらに分布形が多元分散共分散母数の値の既知の正規分布 $N(\mu^0, \Sigma)$ の場合は、

$$R_1: \left\{ x - \frac{1}{2}(\mu^0 + \mu^1) \right\}' \Sigma^{-1} (\mu^0 - \mu^1) \geq \log a \quad (5)$$

$$R_2: \left\{ x - \frac{1}{2}(\mu^0 + \mu^1) \right\}' \Sigma^{-1} (\mu^0 - \mu^1) < \log a$$

となり、誤った判断をする確率は、

$$P(2|1) = \Phi \left(\frac{\log a - \frac{d}{2}}{\sqrt{d}} \right)$$

$$P(1|2) = 1 - \Phi \left(\frac{\log a + \frac{d}{2}}{\sqrt{d}} \right)$$

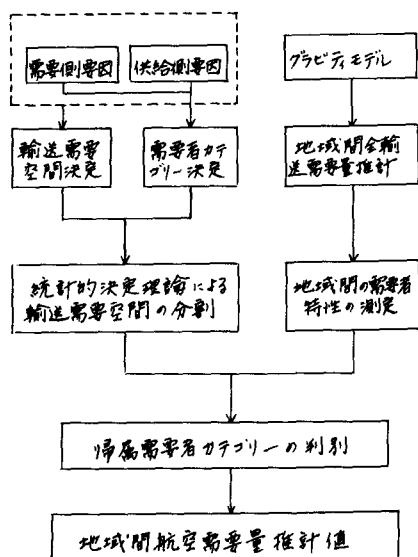
$$\text{ここに} \quad a = g_2 C(1|2) / g_1 C(2|1), \quad d = (\mu^0 - \mu^1)' \Sigma^{-1} (\mu^0 - \mu^1)$$

$$\Phi = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{y^2}{2}} dy$$

である。

4 あとがき

本研究では、需要空間をカテゴリー毎一对一に分割したが、現実にはこのような明確な境界はなく、確率対応させる必要がある。さらに人間の行動は単に経済学的利潤可能性だけでなく知覚した利潤可能性による傾向が強く、このような心的過程として需要発生機構の解明が今後の課題である。



システム・フローチャート