

東京工業大学 学生員 高田 和幸

1. はじめに

わが国の将来的な国際航空政策や空港整備のあり方を考えるには、急増を続けるアジア太平洋圏域の航空需要など国外の旅客動態をも考慮する必要がある。ICAO等の国際機関により空港間の旅客数が報告されているが、将来の需要推計を行うには旅客の国籍や出発地・目的地等を把握したデータが必要である。

そこで本研究では複数データを統合利用して国籍ベースの分布量推計を行った。また推計に用いたデータの精度や推計過程で生成した誤差を考慮して推計精度を評価し、追加情報による推計値のベイズ更新を行った。

なお本研究では発地国より第一目的国までの旅客数を分布量としたため、周遊旅客の分布は考慮されていない。

2. 国際間分布量の推計

(1) 分布量の推計方法

本研究では1991年次のアジア10カ国（日本、韓国、中国、台湾、香港、フィリピン、タイ、マレーシア、シンガポール、インドネシア）とアメリカ3ゾーン（ハワイ、西海岸、東海岸）間の分布量推計を行った。推計フローを図-1に示す。

アメリカ国籍のアジアへの分布量推計にはアメリカの出国統計であるU. S. International Air Travel Statistics (USDOT), アジア国籍のアメリカへの分布量推計にはアメリカの入国統計であるSummary and Analysis of International Travel to the United States (USTTA)を基本データに用い

た。また国際航空旅客動態調査（運輸省）を用いて日本におけるトランスファー旅客や外国人旅客の流動を把握した。

(2) 推計分布量の精度評価

分布量がそれぞれ異なる複数のデータを用いて推計されるため、推計値の精度はそのデータの精度に依存すると考えられる。そこで各データに対し表-1に示す相対誤差を設定して推計精度の評価を行った。分布量が互いに独立なデータの線形和で推計されるため、その推計精度は分散の等加性により求めることができる。

3. 推計分布量のベイズ更新

(1) 更新方法

客観性を有する追加情報を用いて2. で推計した分布量をベイズ更新した (Maher)¹⁾。いま n 個の分布量 T_i が得られており、新たに p 個のリンク間交通量 Q の観測値が得られたとき、 Q は観測時の誤差を含むものと考えられ、

$$Q = PT + \varepsilon \quad \dots (1)$$

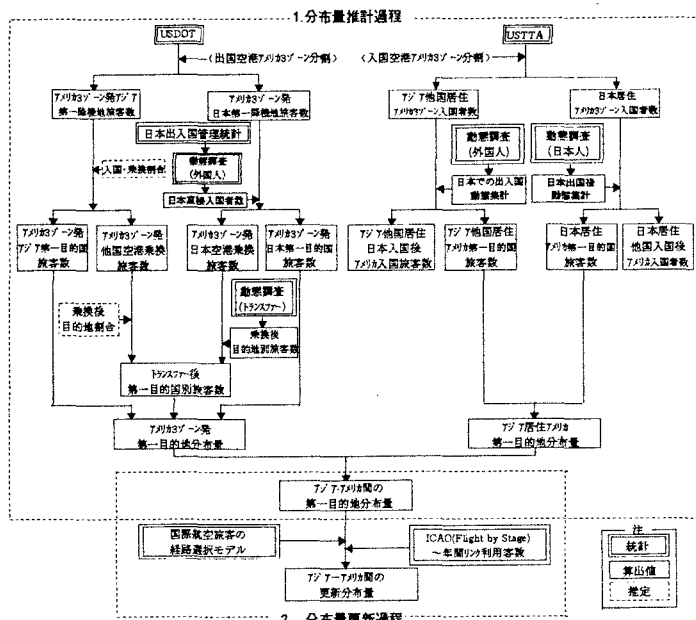


図-1 推計フロー

表-1 設定相対誤差

統計	設定相対誤差(%)
国際航空旅客動態調査(日本人)	20
国際航空旅客動態調査(外国人)	30
国際航空旅客動態調査(乗り継ぎ・乗り換え)	30
U.S. International Air Travel Statistics(USDOT)	10
Summary and Analysis of International Travel to the United States(USTIA)	20
推定値(直接入国旅客・乗り換え旅客など)	40

で表される。ここで T は新たに求められる分布量、 $P(p \times n)$ は各ODにおけるリンク利用確率とする。

$$\varepsilon \sim MVN[0, \Sigma] \quad \dots (2)$$

$$T \sim MVN[T_0, V_0] \quad \dots (3)$$

とすると、

$$Q \sim MVN[PT, \Sigma] \quad \dots (4)$$

となる。 $\wedge^{\circ}$ イス $^{\circ}$ の定理より T の事後分布 $P(T|Q)$ は事前分布 $P(T)$ と事後尤度関数 $f(Q|T)$ の比例関係より求められ、

$$P(T|Q) \propto f(Q|T) \cdot P(T) \quad \dots (5)$$

この最大化、つまり

$$(Q - PT)' \Sigma^{-1} (Q - PT) + (T - T_0)' V_0^{-1} (T - T_0) \quad \dots (6)$$

の最小化により更新後の分布量 T が推定される。

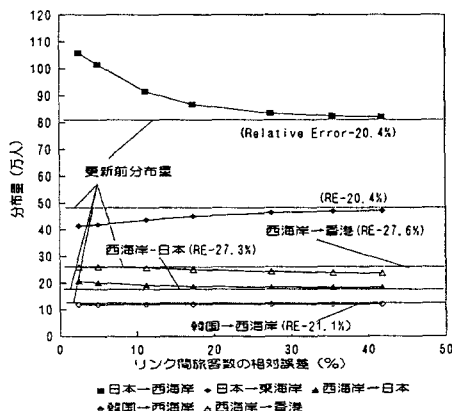


図-2 観測値の精度と更新値の関係

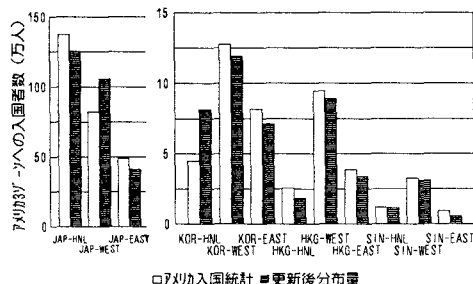


図-3 アジア居住者のアメリカ分布量

(2) 更新結果

アジアとアメリカ間の600Dを更新対象とし、これら地域間の直行便路線を観測対象リンクとした。また観測値にはTraffic by Flight Stage(ICA0)によるリンク旅客数を用いている。各ODのリンク利用確率は別途に推計した経路選択モデルと国際航空時刻表(ABC)による各リンクのLOSにより算出した。

図-2は観測値の精度が更新値にどのような影響を及ぼすかを示したものである。また図-3、4は観測値の相対誤差を17.3%と設定したときの更新後の分布量と各国への総入国者数を比較したものである。図-3はアジア居住者のアメリカへの分布量、図-4はアメリカ人のアジアへの分布量を示している。推計値と総入国者数の間に大きな差が生じる場合が図-4に見られるが、これはアメリカ人旅客がアジア内にて周遊行動を多く行っているためと考えられる。またアメリカへの分布量は周遊行動が比較的に少ないため総入国者数に近い値となっており、本研究で行った分布量推計方法の適用可能性を示すものである。

4. おわりに

本研究では国際間航空旅客動態の分析基礎データとなる国籍ベースの分布量を推計した。今後さらに推計値の精緻化を図るには、推計過程で相対誤差を主観的に設定した点やリンク利用確率の算出において日本人旅客の行動モデルを他国籍の旅客にもそのまま用いた点などの改良が必要である。

「参考文献」

1) Maher M.: Inferences on trip matrices from observations on link volumes Bayesian statistical approach, Transpn. Research B, Vol. 17, No.6, pp. 435-447, 1983

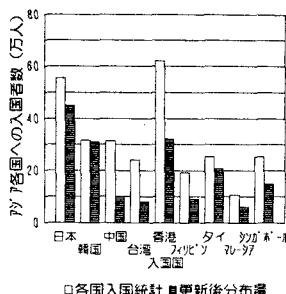


図-4 アメリカ人のアジア分布量