

LOS弾力性の差異を踏まえた、 地方都市における都市間交通維持施策の検討

東北大学大学院土木工学専攻 学生会員 山口 裕通
東北大学災害科学国際研究所 正会員 奥村 誠
東北大学大学院土木工学専攻 学生会員 Tirtom Huseyin

1. はじめに

都市間交通では、人口減少による需要縮小とインフラの老朽化が進みつつある。将来、地方部を中心に都市間交通のLOS(Level of Service)を維持することが困難となる事例が多く発生すると予想される。LOSの低下は、都市間の移動者数を減らす要因となり、地方都市の活力の低下や衰退につながりうる。よって、地方行政は公的資金も活用しながらLOSの低下を回避しつつ、効率的に都市のアクセシビリティを維持・向上することが求められる。このとき、多くの場所で利用者の増加が見込めないことから、可能な限り集約・効率化を検討しターゲットを絞った上で施策を実施することが必要となる。この、絞り込むターゲットを検討する際、リンクのLOS変化に対するゾーン発生集中交通量の感度（LOS弾力性）が有用である。

本研究ではこのような施策の検討を行うために、先に定義したLOS弾力性を推計する。該当リンクのLOSに対するあるゾーンのLOS弾力性は、そのゾーンを発着する都市間流動のうち該当リンクを通過する流動が占める割合と、代替経路の存在に大きく影響を受ける。さらに、OD毎に旅客のLOSに対する評価が異なる場合、その差異もLOS弾力性に影響をおよぼす。例えば、長距離の旅客と短距離の旅客ではLOSに対する評価は異なると推測される。このとき、ある県を発着する長距離の旅客が多く利用するリンクと、短距離の旅客が多く利用するリンクでは、同じLOS変化でもそれに対する感度は異なるであろう。

そこで、本研究では経路選択行動モデルを含み、OD毎にLOSに対する評価が異なる都市間交通マクロ需要モデルを提案し、そのモデルを用いて各都道府県の交通需要に対するリンクのLOS弾力性を算出する。さらに推定結果を用いて、山形県を事例に検討を実施した。

2. OD毎にLOSに対する評価が異なる、都市間交通マクロ需要モデルの構成

(1) 基本経路流動量モデル

まず、基本となる経路流動量モデルについて述べる。このモデルは、OD流動量モデルと経路選択モデルを組み合わせたモデルとなっている。まず、経路選択モデルには、ロジットモデルを用いた。これは、式(1)と(2)のように定式化できる。

$$f_{k \in P_{ij}} = g_{ij} \frac{\exp(-\theta C_k)}{\sum_{k \in P_{ij}} \exp(-\theta C_k)} = g_{ij} h_k \quad (1)$$

$$C_k = F_k + \alpha_{4ij} \left\{ \sum_{l \in U_k} (T'_l) + \alpha_{5ij} \left(\frac{1}{\min_{l \in U_k} H_l} \right) \right\} \quad (2)$$

$f_{k \in P_{ij}}$: 経路kの流動量 g_{ij} : ODijの流動量
 P_{ij} : ODijの経路集合 U_k : 経路kのリンク集合
 F_k : 経路kの運賃 T'_l : リンクlのリンク所要時間
 H_l : リンクlの日頻度 $\alpha \theta$: パラメータ

式(2)で示すように、本研究ではLOSとして運賃、所要時間、頻度を用いる。パラメータ α_{4ij} は時間価値、 α_{5ij} はスケジュール調整コストの重みを意味している。

本研究では、LOS向上による誘発需要を考慮できるモデルである必要がある。そこで、OD流動量モデルとして、経路選択モデルのログサム変数として導出される期待一般化費用 S_{ij} を用いた無制約型の重力モデルを用いる。このモデルは式(3)のように定式化される。

$$g_{ij} = \exp(\alpha_0) (\text{Pop}_i \text{Pop}_j)^{\alpha_{1ij}} \text{Dist}_{ij}^{\alpha_{2ij}} \left(\frac{S_{ij}}{\text{Dist}_{ij}} \right)^{\alpha_{3ij}} \quad (3)$$

$$S_{ij} = -\frac{1}{\theta} \ln \sum_{k \in P_{ij}} \exp(-\theta C_k) \quad (4)$$

Pop_i : 都市iの人口 Dist_{ij} : ODijの最短鉄道距離

このモデルのうち、パラメータ α_{3ij} が期待一般化費用に対するOD需要の感度（以降、「GC感度」と記す）を示している。

キーワード 都市間交通, 交通需要, 弾力性
連絡先 仙台市青葉区片平 2-1-1 通研 2 号館内 (h-yimgc@cneas.tohoku.ac.jp)

表-1. モデルの適合度

	基本経路 流動量モデル	提案 モデル
[A] Residual deviance	8069	7986
[B] Null deviance	24434	26002
適合度 (1-[A]/[B])	0.670	0.692

表-2. GC 感度と時間価値の推定結果

	GC 感度 α_{3ij}	時間価値 α_{4ij}
基本経路流動量モデル	-2.03	139
提案モデル (式(5)のパラメータ推定値)		
上限値 $\beta'_n + \beta''_n$	-1.89	235
下限値 β''_n	-2.59	33
定数項 β_{n0}	10.4	1.27
経路距離	-0.00112	-0.00201
経路迂回率	0.117	-0.529
本所支所係数	0.426	-0.0105

(2) LOSに対する評価が異なるモデルへの拡張

OD 毎に利用者の LOS に対する評価の差異を扱えるよう、OD 毎にモデルパラメータが異なるように拡張を行う。具体的には、基本経路流動量モデルのパラメータ α_{nij} を m 種類の OD 指標 Z_{nij} を説明変数とする式(5)のようなロジスティック関数モデルで表わす。

$$\alpha_{nij} = \frac{\beta'_n}{1 + \exp(-\beta_{n0} - \sum_m \beta_{nm} Z_{nij})} + \beta''_n \quad (5)$$

Z_{nij} : OD ij の指標 m β : 推定パラメータ

3. LOS弾力性の推計と考察

(1) 分析対象と説明変数

本研究では、経路距離が 300km を超える流動を対象とし、'95,'00,'05 に実施された全国幹線旅客流動調査の鉄道・航空データを用いてモデルパラメータを推計し、LOS 弾力性を算出した。式 (5) の OD 指標 Z_{nij} には、最短鉄道経路距離と経路迂回率、本所支所係数を用いた。経路迂回率は、最短鉄道経路距離/直線距離である。また、OD ij の本所支所係数は、都市 i に本所がある企業の都市 j にある支所の従業者数とその逆の従業者数の和を、都市 i と j の人口和で除算したもので、都市 ij 間の業務関係の強さを示す。

パラメータ推定は、純流動調査による観測経路流動量が、(1) 式による流動量とガンマ分布に従う誤差の和を平均とするポアソン分布に従うと仮定し最尤推定を行った。

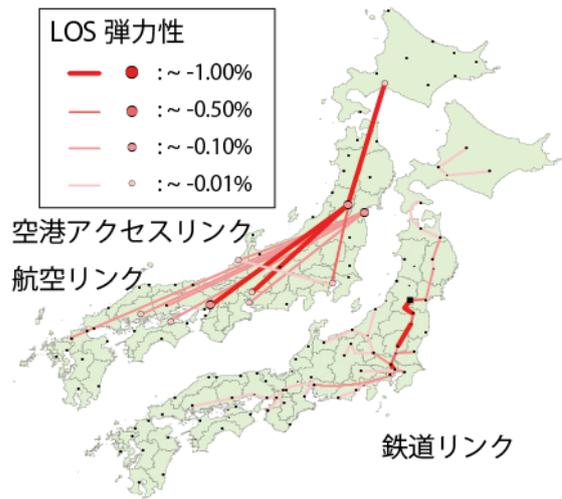


図-1. 山形県の LOS 弾力性推定結果

(2) 推定結果

経路流動量モデルの適合度を表-1 に示す。表-1 から、基本経路流動量モデルに比べて、提案モデルの方が、適合度が高く、観測経路流動量への当てはまりが良いモデルであることが確認できる。

GC 感度と時間価値の推定結果を表-2 に示す。推定パラメータの符号から、(1)経路距離が大きい OD では、GC 感度の絶対値が大きく、時間価値が小さい、(2) 経路迂回率が大きい OD では、GC 感度の絶対値、時間価値が大きい、(3) 本所支所係数が大きい OD では、GC 感度の絶対値、時間価値が小さいことが分かる。

図-1 に、提案モデルを用いて算出した (庄内地方を除く) 山形県の発着交通量の LOS 弾力性を示す。ここでは、所要時間 (航空リンクについては、最小頻度の逆数) を 1 割増加させた時の、山形県の総流動量の減少率を LOS の変化率 (1 割) で除した値を示している。図-1 から、山形空港に就航する航空路線では、羽田路線の弾力性は比較的低い一方、新千歳、名古屋、伊丹といった路線は大きく、さらに山形新幹線と仙山線・仙台空港発着便も LOS 弾力性が大きい。このことから山形県としては、LOS 弾力性の大きいこのような路線に集中して施策を行うべきであることが分かる。

4. おわりに

本研究では、利用者の LOS に対する評価の差異に着目して、都市間交通の集約・効率化に有用な指標である LOS 弾力性の推定方法を示した。LOS 弾力性を推定することによって、都道府県ごとに重要なリンクを可視化し議論することができる。