

都市間交通網上の輸送力資源配分モデル

広島大学大学院工学研究科	学生員	○村上 直樹
広島大学大学院工学研究科	正会員	奥村 誠
立命館大学理工学部	正会員	塚井 誠人

1. はじめに

近年、鉄道を利用した都市間旅客は減少しており、日本の総人口の減少傾向を踏まえると、将来的に旅客数の増加は期待できない状況にある。このような状況下で、鉄道事業者は減便によって運行コストを削減する経営方針を打ち出す可能性が高い。しかし、利用者の利便性低下を考慮して減便策を計画する手法は開発されていない。

本研究は、できるだけ利用者の利便性を低下させずに、日本全体の鉄道ネットワークのサービスを減便するための計画手法を提案する。このために、運行コストを所与として利用者の利便性の総和が最大となる効率的な運行本数の設定問題を考える。この問題を求解するための「輸送力資源配分モデル」を構築し、運行コストや人口が与えられたもとで最も効率的な運行本数を求める。

2. 輸送力資源配分モデル

(1) 鉄道ネットワークの評価方法

鉄道ネットワークの評価指標として、各 OD 旅客の利便性をあらわす消費者余剰を用いる。そのため、OD ごとに分布交通量を経路サービス水準の関数として求める必要がある。ここでは旅客のトリップデータ(純流動データ)に基づいて、都市間分布交通量モデルを構築し、需要曲線を求めた。さらに各 OD の消費者余剰の変化分を算出して、その総和を鉄道ネットワークの全国評価値とする。評価値を与える式を以下に示す。

$$H = \frac{1}{\delta \beta_{GC}} \sum_{OD} [T_{OD2} - T_{OD1}] \quad (1)$$

T_{OD2} : 運行本数変更後の予測交通量(人)

T_{OD1} : 運行本数変更前の予測交通量(人)

δ : 交通サービス水準のパラメータ値

β_{GC} : 一般化費用のパラメータ値

(2) 輸送力量資源の定義

鉄道事業者が負担する運行コストは、距離と列車本

数に比例して増加する。そこで、「輸送力資源」を、各リンクの距離と一日の運行本数の積で定義する。

$$S_i = f_i d_i \quad (2)$$

S_i : 輸送力資源

f_i : i 番目のリンクの運行本数(本/日)

d_i : i 番目のリンクの距離 (km)

(3) GA(遺伝的アルゴリズム)の適用

本研究では GA を用いて上記の問題を解く。以下にその解法について述べる。

ここで、個体はネットワーク上の各リンクへの輸送力資源配分案とする。また、個体の染色体を、あるリンクを基準としたときの各リンクの輸送力資源の配分率とする。設定したネットワーク上に存在するリンク数は 275 個なので、配分案のもつ染色体は 274 個の要素からなる。まず、ランダムに輸送力資源配分率を設定した配分案を多数用意し初期配分案集合を決定する。

次に配分案の評価を行う。ここでは、OD 間の経路の所要時間や運賃は変化しないと仮定する。運行本数は、各 OD の各経路の最小運行本数を代表値とする。配分案に対して、式(1)に基づいて全国評価値を求める。

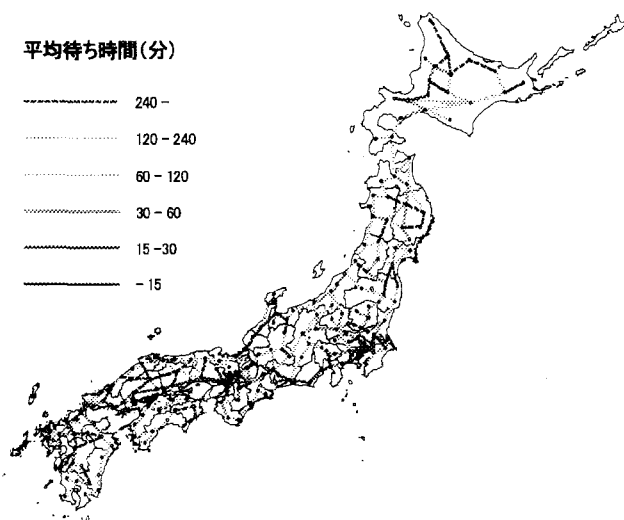
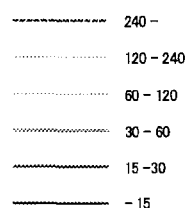
評価値に基づいて、適者生存、交叉、突然変異の操作を行うことで新しい配分案集合を作成(世代交代)する。

そして、新しく作成した配分案を評価し、世代交代を繰り返すことで、より評価値の高い配分案を探索する。以上の手順は配分案集合の平均評価値の増分が 0 に限りなく近づいた時に終了する。そのときの配分案集合の中で最も高い評価値のついた配分案を実用解とする。

3. 輸送力資源配分シミュレーション

「輸送力資源配分モデル」を用いて、総輸送力資源の制約条件付き全国評価値の最大化問題を解いて、各リンクの運行本数を求めた。総輸送力資源は、現状の

平均待ち時間(分)



ネットワークに割り付けられている総輸送力資源
(347,451 列車 km/日) である。

(1) 総輸送力資源の再配分

式(1)を最大化するように現在の総輸送力資源の配分案を求めた場合その全国評価値は、現実のリンク別輸送力で得られる値よりも 2%ほど高い値を示した。

図-1 は求めた配分案の平均待ち時間カテゴリー別にリンク数を集計したものである。この図より、平均待ち時間が 10 分から 30 分の間のリンクを集約的に増やせば、高い全国評価値が得られることがわかった。

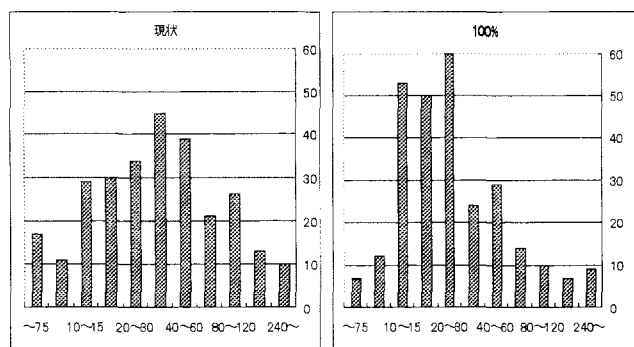


図-1 平均待ち時間(分)カテゴリー別のリンク数の比較

(2) 総輸送力資源減少下での資源配分

総輸送力資源を現在の 90%、80%、70%、60%、50% に設定した場合のそれぞれについて配分案を求める。表-1 は、総輸送力資源の配分量が 100% の場合の配分案を基準に、配分案の示す輸送力資源の量を地方別に集計した結果である。太字は全国平均よりも高いことを示している。

この表から、大阪、東京といった大都市の発生・集中トリップの通過リンクとして使用される東北、北陸、

中部のリンクに他の地方と比較して輸送力資源が配分されるという解が得られた。

表-1 地方別輸送力配分結果の推移

	100%	90%	80%	70%	60%	50%
北海道	1.00	0.75	0.75	0.56	0.51	0.44
東北	1.00	0.88	0.78	0.73	0.63	0.51
関東	1.00	0.86	0.71	0.58	0.53	0.44
北陸	1.00	*1.02	0.84	0.72	0.55	0.56
中部	1.00	0.91	0.82	0.72	0.64	0.51
関西	1.00	0.92	0.77	0.71	0.63	0.48
中国	1.00	1.00	*0.95	0.75	0.61	*0.59
四国	1.00	0.83	0.77	0.74	0.58	0.48
九州	1.00	0.84	0.80	0.71	0.58	0.46
地方間	1.00	1.01	0.88	*0.79	*0.69	0.56

*: 列の中で最大

(3) 2030 年の人口分布の下での資源配分

2030 年の人口分布を設定して配分案を求めた。なお、全国平均の人口減少率は約 7%であった。表-3 に、2000 年と 2030 年の地方別配分量の現状比の差を示す。この表より、人口が減少しないと予測されている関東・中部からのトリップの通過リンクとして使用される中国のリンクの配分量が増加することがわかった。

表-3 現状に対する配分率の差異

北海道	東北	関東	北陸	中部	関西	中国	四国	九州	地方間
0.02	-0.06	-0.07	-0.11	-0.09	0.13	0.20	-0.04	0.03	0.05

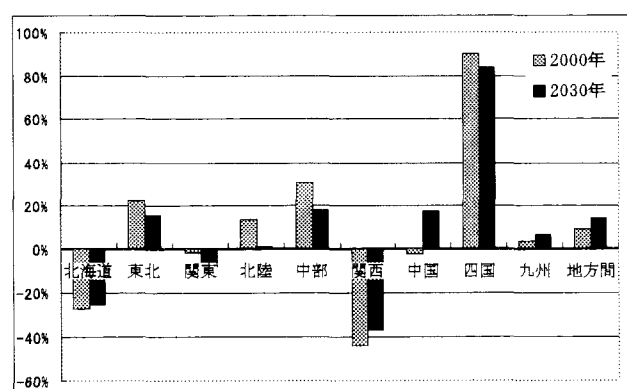


図-2 2000 年と 2030 年の配分結果の比較

4. おわりに

以上の分析より総消費者余剰最大化の規範の下では、沿線需要が少なくても都市間の通過トリップは経由する北陸や中国などのリンクの運行本数を確保すべきであることが明らかとなった。

【参考文献】

奥村誠、中川大、山口勝弘、土谷和之、奥村泰宏、日野智、塚井誠人：都市間交通の分析と評価の課題、土木計画研究・講演集、No.25、(CD-ROM)、2002.6