

都市間公共交通サービスによる移動効率の地域格差分析

An Analysis of Regional Disparity on Mobility Efficiency for Intercity Traffic by Public Transportation Service

指導教授 轟 朝 幸 M6003 荒 谷 太 郎

1. はじめに

近年のわが国の都市間交通は、規制緩和や技術革新が着実に進んでおり、移動というものが便利になってきている。都市から都市へ移動をするとき、誰でも考えることは安い値段で早く目的地に着きたいということである。しかしながら、都市間によって運賃や所要時間など交通サービスに違いが生じている。生活レベルと同じように都市間の交通サービスも、ある程度地域格差が小さいことが望ましいと考えられる。そこで本研究では、都市間の公共交通サービスによる移動の地域格差がどの程度あるのかを包絡分析法（以下、DEA手法）を用いて定量的に示すことを目的とする。

2. 効率の定義について

本研究では、移動効率として図-1に示す3つを定義する。1つ目は個人の移動効率であり、距離を克服するといった移動の本質を利用者個人の視点から見た指標である。これは単純に目的地への移動のしやすさを示した指標である。2つ目は顕在需要の移動効率であり、輸送人員に見合った交通サービスが提供されているかをみる交通市場を考慮した指標である。3つ目は潜在需要の移動効率であり、都市の人口に見合った交通サービスが提供されているかをみる指標である。

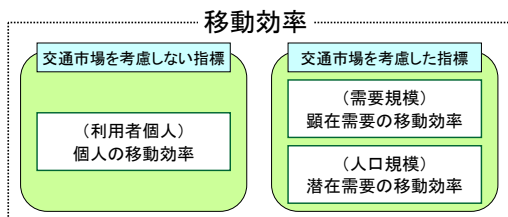


図-1 移動効率の概念図

3. 包絡分析法（DEA手法）の概要

(1) DEA手法のメリット

本研究では、移動効率を分析する方法としてDEA手法を採用する。一般に、移動を評価する場合、旅行時間や運賃などを合計した一般化交通費用を求める方法がある。しかし、その方法では、旅行時間や運賃などの単位を揃えるために時間価値を外生的に与える必要がある。

一方、DEA手法では、変数間の単位を揃える必要がない。また、アクセシビリティの算出に用いられるようなログサム変数などの抽象的統計モデルを決め、残差とパラメータ係数の分析に基づき推定するという間接的な方法も、DEA手法では回避することができる。その上、DEA手法は最も効率的なものを1として比率尺度によって評価するため、各都市間がどの都市間と効率性が違うのかという地域格差を定量的に評価でき、条件不利地域への改善案を具体的に提言できる。

(2) DEA手法の概念

DEA手法では、一般に分析対象（以下、DMU）の活動は資源を投入（以下、入力）し便益を産出（以下、出力）する変換過程とみなす。そのときの「出力/入力」という比率尺度を用いて、効率性の測定を行う。この比率尺度は、より少ない入力でより多くの出力を得られれば効率的になる指標である。DEA手法では入力・出力項目数を複数設定しても、比率尺度による効率性の値（以下、D効率値）を算出することが可能な分析手法である。本研究では、DEA手法の一般的なモデルであり、都市間の地域格差が明確に出やすいCCRモデルを用いて分析を行う。表-1にCCRのモデル式を示す。

表-1 CCRのモデル式¹⁾

	定義式
目的関数	$\text{Max} \sum_{r=1}^t u_r y_{r0} \quad (1)$
制約式	$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m v_{ij} x_{i0} &= 1 \\ \sum_{r=1}^t u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_{ij} x_{ij} &\leq 0 \\ u_r, v_i &\geq \varepsilon \\ i &= 1, \dots, m \quad j = 1, \dots, n \quad r = 1, \dots, t \end{aligned} \quad (2)$
(注釈)	<p>x_{ij}, y_{rj}: 各 DMU_j の変数 i, r の入・出力量 u_r: 出力変数 r に対する最適ウェイト v_i: 入力変数 i に対する最適ウェイト n: 対象 DMU_j 数 ($j=1, \dots, n$) m, t: 入・出力変数の数 ε: 非アルキメデス無限小数</p>

(3) 逆数変換と大小変換²⁾

DEA手法では、入力値は小さいほど好ましいと考え、出力値は大きいほど好ましいとして比率尺度を求める。しかし入力値が大きい場合、また出力値が小さいほうが好ましい場合は、分析では逆数変換や大小変換をしなければならない。

4. 都市間交通の移動効率の分析

(1) DEA手法による分析条件

本研究では、対象とする都市間を東京駅から通勤圏内である関東圏を除く各道府県までの代表駅36都市間とする。これは移動の地域格差を把握するためには、まず東京からの移動効率に関して分析する必要があると考えたからである。移動効率の評価は、表-2に示す入出力項目として設定し分析を行った。ただし本研究では、運行本数・人口は逆数変換を、また出力値に0が入っており逆数変換のできない輸送人員は大小変換を行い、各指標として分析を行った。以下に大小変換の式を示す。

$$(\text{輸送人員指標}) = 2\mu - (\text{輸送人員}) + 100 \quad (3)$$

μ : 輸送人員の中央値

式(3)に100を加えたのは指標を非負にするためである。

表-2 移動効率の分析の条件

効率	入力項目	出力項目
個人の移動効率	鉄道運賃(円) 鉄道平均所要時間(時間) 鉄道運行本数(本/日) 航空運賃(円) 航空平均所要時間(時間) 航空運行便数(本/日)	都市間距離(km)
顕在需要の移動効率	鉄道運賃(円) 鉄道平均所要時間(時間) 鉄道運行本数(本/日) 航空運賃(円) 航空平均所要時間(時間) 航空運行便数(本/日)	鉄道輸送人員(千人) 航空輸送人員(千人) 都市間距離(km)
潜在需要の移動効率	鉄道運賃(円) 鉄道平均所要時間(時間) 鉄道運行本数(本/日) 航空運賃(円) 航空平均所要時間(時間) 航空運行便数(本/日)	人口(千人) 都市間距離(km)

移動効率の評価は、移動をする利用者側の立場より、より安い運賃、短い所要時間、多くの運行便数(但し、モデルでは大小を逆転させて評価)で、長い距離を移動できれば効率的であることをベースとした。個人の移動効率では、交通市場を考慮しない指標であり、出力値は都市間距離のみとした。交通市場を考慮した指標である、顕在需要の移動効率では、都市間の移動人数を評価に加えるために、出力値に鉄道と航空の輸送人員を設定した。潜在需要の移動効率では、都市の人

口規模を評価に加えるために、都道府県の人口を設定した。

各データはJTB時刻表³⁾、全国幹線旅客純流動調査⁴⁾、人口推計データ⁵⁾を用いた。本概要では、代表事例として2005年度の分析結果について示す。

(2) 個人の移動効率による分析結果

図-2は個人の移動効率の分析結果を示したものである。個人の移動効率において効率的である1を示した都市間は東京一札幌間、大阪間、福岡間など5都市間であった。概ね航空や新幹線の本数が多い都市間が移動効率の高い結果となった。一方、東京一佐賀間が効率的である1を示したのは、東京一福岡間と航空の運賃が同じであり、東京一佐賀間のほうが都市間の距離が長いこと効率的になったといえる。また、東京一富山間は個人の移動効率が36都市間の中で最も悪いという結果になった。これは都市間距離が近いのに、鉄道での交通サービスが悪いのが影響したものと考えられる。表-3は個人の移動効率の入出力値と効率値を示している。例えば、東京一金沢間を効率値1である東京一大阪間と同様の移動効率にするには、例えば鉄道所要時間のみで対応した場合、現状の4時間6分を1時間45分にすれば同じになることを示している。

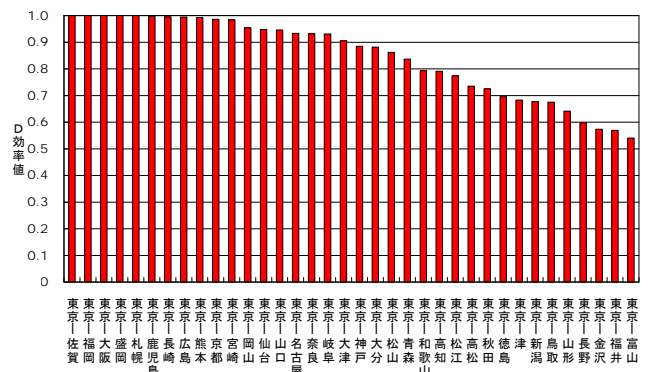


図-2 個人の移動効率のD効率値(2005年度)

表-3 個人の移動効率の入出力値と効率値

都市間(D効率値)		入力項目					出力項目	
		鉄道運賃(円)	鉄道平均所要時間(時:分)	鉄道運行本数(本/日)	航空運賃(円)	航空平均所要時間(時:分)	航空運行本数(本/日)	都市間距離(km)
東京一大阪(1.0000)	入力値	13,750	2:35	65	19,970	2:39	48	404
	効率値	13,750	2:35	65	19,970	2:39	48	404
東京一金沢(0.5737)	入力値	12,710	4:06	13	20,350	2:49	11	298
	効率値	7,292	1:45	77	10,777	0:54	140	298

(3) 顕在需要の移動効率による分析結果

図-3は顕在需要の移動効率の分析結果を示したものである。効率的である1を示した都市間は36都市間中30都市間であった。また最も効率的でなかった東京一松江間とのD効率値による差は0.0536であった。こ

の結果より、顕在需要の移動効率の地域格差はそれほどないという結果であった。しかし効率的ではない6都市間は、輸送人員がある程度あるにも関わらず交通サービスが悪い都市間であるといえ、運賃の値引きや運行本数の増加などを検討すべき都市間といえる。

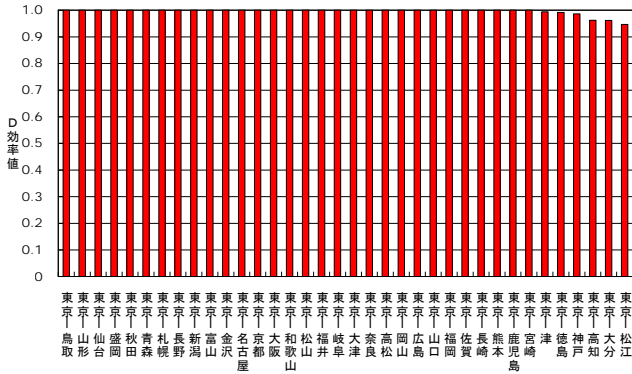


図-3 顕在需要の移動効率のD効率値 (2005年度)

(4) 潜在需要の移動効率による分析結果

図-4は潜在需要の移動効率の分析結果を示したものである。効率的である1を示した都市間は36都市間中23都市間であった。また最も効率的でなかった東京-新潟間とのD効率値による差は0.2479であった。新潟県は人口が多いにも関わらず、公共交通の交通サービスが悪く、人口規模を評価に加えると地域格差が広がるという結果になった。表-4は潜在需要の移動効率の入出力値と効率値を示している。例えば、最もD効率値が悪かった東京-新潟間を効率値1である東京-大阪間と同じに移動効率にするには、鉄道運行本数のみで対応した場合、現状の27本を44本にすれば効率的となることを示している。

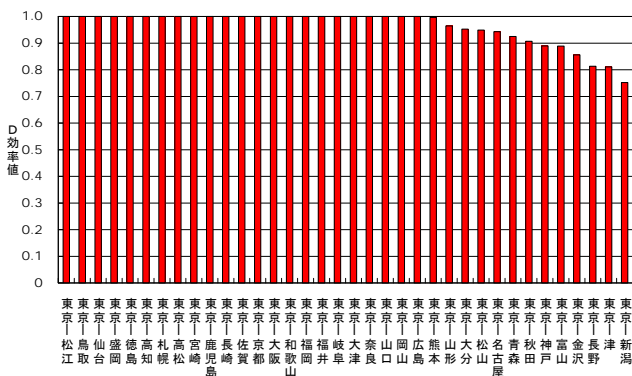


図-4 潜在需要の移動効率のD効率値 (2005年度)

表-4 潜在需要の移動効率の入出力値と効率値

都市間 (D効率値)	入力項目						出力項目	
	鉄道 運賃 (円)	鉄道平均 所要時間 (時:分)	鉄道 運行本数 (本/日)	航空 運賃 (円)	航空平均 所要時間 (時:分)	航空 運行本数 (本/日)	人口 (千人)	都市間 距離 (km)
東京-大阪 (1.0000)	入力値 13,750	2.35	65	19,970	2.39	48	8,817	404
	効率値 13,750	2.35	65	19,970	2.39	48	8,817	404
東京-新潟 (0.7520)	入力値 10,270	2.11	27	44,520	4.14	6	2,431	298
	効率値 7,724	1.39	44	19,463	2.03	8	2,431	298

5. 移動効率の時系列評価

(1) ウィンドー分析法について

CCRモデルによって求められるD効率値の時系列変化を考察するために、本研究ではウィンドー分析法²⁾を用いた。ウィンドー分析法はDEA手法を用いた時系列分析法であり、同じDMUでも年度が異なると、効率的である1の価値が異なってしまう。そこで年度が違うDMUをそれぞれ異なるDMUとして扱い、さらに各年度における効率値の連続性を考慮するためにすべての組み合わせにおいて効率値を求め、その平均値の推移で時系列評価を行うことで分析する手法である。

(2) ウィンドー分析法を使用した分析結果

図-5は時系列変化の特徴のある都市間について示したものである。

個人の移動効率では、東京-大阪間は高いD効率値を示しているが1995年度、2000年度ともにD効率値がいくらか悪くなっている。これはのぞみ号の運行開始後、数年間は1時間に1本のダイヤが続き、ひかり号を含めた運行本数が少なくなったのが原因であると考えられる。しかし2005年度になり、のぞみ号中心のダイヤ設定になり運行本数も多くなり移動効率は改善しているのがわかる。また、東京-仙台間、盛岡間は1997年に東北新幹線の275km/h運転が始まり所要時間の短縮がD効率値の上昇につながっている。しかしながら東京-松江間に関してみると、技術革新などがなく、他の都市間のD効率値が上がっていくために、相対的にD効率値が悪くなり地域格差が広がっている。

顕在需要の移動効率では、まず東京-金沢間は1997年3月に北越急行線が開業したことにより2000年度以降のD効率値が上昇しているのがわかる。また東京-和歌山間は1994年10月の関西国際空港の開港により1995年度でD効率値が急激に上昇している。これら2つの都市間は交通サービスが良くなったことにより、顕在需要の移動効率が良くなり、地域格差が縮まったといえる。

潜在需要の移動効率では、東京-大阪間は個人の移動効率同様にのぞみ号のダイヤの影響により1995年度、2000年度はD効率値が減少している。東京-名古屋間も同様のグラフの形を現しているのだが、愛知県の人口の多さと距離の近さに対して交通サービスが東京-大阪間とほぼ同じであるために、東京-大阪間との地域格差が生じていると考えられる。東京-新潟間は東

