

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 1 日現在

機関番号：32665

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2011

課題番号：21560560

研究課題名（和文）都市間交通におけるモビリティの地域格差分析

研究課題名（英文）Analysis of Regional Disparities in Intercity Mobility by Public Transportation

研究代表者

轟 朝幸 (TODOROKI TOMOYUKI)

日本大学・理工学部・教授

研究者番号：60262036

研究成果の概要（和文）：

本研究では、移動の容易さの地域による差異を「移動の地域格差」として捉え、この格差を定量的に明らかにすることを行った。本研究の成果は、以下の3点にまとめられる。①包絡分析法を用いた公共交通サービスによる都市間移動の地域格差を相対比較するモビリティ指標を提案した。②交通サービスのデータベースを構築し、これにより都市間移動に関するデータを容易に扱うことを可能にした。③提案したモビリティ指標を用いた分析より、航空路線の運休や新幹線整備、さらには国土計画における国土軸の検討などの政策、施策の評価に活用することが可能な指標であることを示した。

研究成果の概要（英文）：

The purpose of this study was to identify regional disparities in terms of intercity mobility by public transportation. The results of this study are the following three aspects: First is proposing three regional disparity indices for defining mobility between cities to clarify passenger movement. Second is handling easily of transportation service data and passenger volume data between cities. Third is showing the valuable indices for analysis of regional disparities in terms of intercity mobility by suspension of air flights or by constriction of high speed rails.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
平成 21 年度	2,100,000	630,000	2,730,000
平成 22 年度	800,000	240,000	1,040,000
平成 23 年度	800,000	240,000	1,040,000
総計	3,700,000	1,110,000	4,810,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学・土木計画学・交通工学

キーワード：都市間交通，地域格差，交通サービス

## 1. 研究開始当初の背景

わが国の都市間交通は着実に整備が進められてきた。将来的にも、平成 26 年度の開業を目指している北陸新幹線や J R 東海が自己負担を前提に手続き等を進めると発表したリニア中央新幹線、航空輸送の規制緩和による航空便サービスの充実など、将来に向

けてますます都市間移動は便利になると予想される。しかしながら、新幹線開業により航空便が撤退するという問題や航空会社が採算性を重視するために地方路線から撤退する動きも出てきている。これにより都市間移動による地域格差は依然として存在することになると考えられる。これは、交通需要

の規模に応じて整備路線や運行本数や運行時間などが供給者側の事情によって決められることが多いためである。つまり、将来需要や採算性といった供給者側の論理で交通サービスの質が規定されているのが実態である。

しかし、利用者の立場では、この移動による地域格差は生活レベルと同じようにある程度公平であることが望ましいと考えられる。例えばフランスでは、1982年に制定された国内交通基本法の中で、交通権を制定している。「交通権は、誰もが容易に、低コストで、快適に、同時に社会的コストを増加させずに移動する権利である」と定義されている。この交通権は、国家が国民に保障する最低限のことを、一部の身障者や高齢者に限定せずに全国民に拡大した概念であり、公平の政策理念を基調とした基本的人権の保障の色彩の強い理念である。もし交通において不公平があれば将来において問題化するだろうとの指摘もされている。わが国においては、交通権は制定されていないが、誰もがある程度公平に移動できることが望ましいということはいまでもない。そのため、移動の容易さにおける地域格差を定量的に示す指標が必要であると考えている。

## 2. 研究の目的

本研究は、移動の容易さの地域による差異を「移動の地域格差」として捉え、この格差を定量的に明らかにすることを目的とする。つまり、公共交通による都市間移動の地域格差について、交通サービスの実績データを用いて分析を行い、都市間移動の地域格差の実態を明らかにする。具体的には、以下の3点を実施した。

- (1) 移動の地域格差を示す指標の提案
- (2) 交通サービス実績データの精緻化
- (3) 都市間移動による地域格差分析

## 3. 研究の方法

### (1) 移動の地域格差を示す指標の提案

個人の移動は、所要時間や価格といった個人の指標を単一的にみるか、一般化費用を用いて計測するのが一般的である。しかしこの場合、航空や鉄道など複数モードで評価できない問題や、一般化費用においても時間価値の異なる2地点の扱い方の問題などが存在している。そのため、この課題を解決するために個人の移動の容易さを定量的に示すための指標を提案した。具体的には、経済学の分野で開発された包絡分析法( DEA)を用いた。包絡分析法では分析対象の複数の評価項目をノンパラメトリックに比較評価でき、貨幣

換算を行う必要がないという特徴があるためである。

### (2) 交通サービス実績データの精緻化

交通サービスによる移動のデータはデータベース化されていない。そのため本研究では都市間公共交通の所要時間や運行頻度、運賃、需要などが容易に扱えるデータベースを構築した。これを行うことにより、今後、容易に移動に関するデータを扱うことができるようになった。

### (3) 都市間移動による地域格差分析

(1)で提案したモデルと(2)で整備したデータを用いて、都市間移動による地域格差について分析を行い、地域格差の実態を明らかにした。

さらに、日本の都市間移動の地域格差を明らかにする際に、格差の大きさの把握が必要になる。これは、日本のみで包絡分析法を用いて算出した結果では、格差が大きいのか否かを判断できないからである。そのため他国との移動の地域格差比較を行うことにより、地域格差の所在とその規模を把握した。

## 4. 研究成果

### (1) 移動の地域格差を示す指標の提案

移動の地域格差を示す指標の提案では、都市間移動の地域格差を評価する方法としてモビリティ指標を提案した。具体的には、①複数の項目(運賃・時間などの複数評価指標および鉄道・航空の複数モード)を同時に考慮、②需要規模に応じた交通サービスレベルを考慮、③既存の交通サービスデータをもとに算出、④全国土を対象とした大規模分析でも簡便に計測可能、の4つの課題を克服できる方法として、公益企業等の事業効率性評価に多く用いられている包絡分析法を用いて公共交通サービスによる都市間移動の地域格差を相対比較する手法を提案した。包絡分析法は、評価対象とする事業体における活動の投入と産出の比率を評価する手法である。より少ない投入量で多くの産出量が得られれば評価が高くなり、最も評価が高いものをD効率値1として評価する(図1)。つまり、移動の利便性が高い都市間ほどD効率値は1に近い値となり、その反対に、移動の利便性が低い都市間は0に近い値となる。

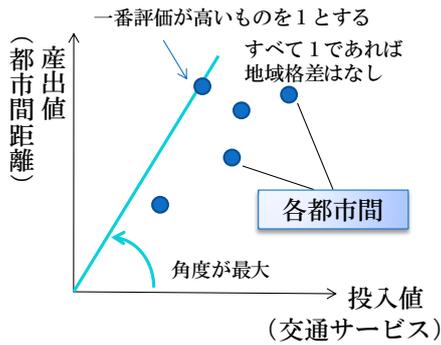


図1 包絡分析法を用いた評価イメージ

本研究では、個人が都市間を一回移動する際に消費する運賃および時間（所要時間、待ち時間）によってどれだけの距離を移動（獲得）することが可能なかを包絡分析法を用いて計測すると設定した。この計測した値をモビリティ指標（表1）の個人モビリティとして定義した。但し、この個人モビリティでは、需要規模が異なる都市間において同程度の移動の容易さを要求することとなり、非現実的な評価となってしまう。そのため、個人モビリティの評価内容に加えて、需要規模を考慮したモビリティ指標を2種類（需要考慮モビリティ、人口考慮モビリティ）定義した。需要考慮モビリティは、需要に対して適切な交通サービスが提供されているか、人口考慮モビリティ指標は、人口規模に対して適切な交通サービスが提供されているかどうかを評価している。つまり、需要規模・人口規模を考慮することにより、都市間移動の顕在需要および潜在需要に見合った公共交通サービスが提供されているかを評価できる指標である。また、提案した3つのモビリティ指標は、先に述べた「個人が都市間を一回移動する際に消費する運賃および時間（所要時間、待ち時間）によってどれだけの距離を移動（獲得）することが可能なか」に従い、表2に示す投入・産出項目を設定した。

表1 モビリティ指標の整理

モビリティ指標	評価内容	イメージ図
指標1 個人モビリティ	ある個人が都市間を安く、早く移動できるか	
指標2 需要考慮モビリティ	需要に対して満足な交通サービスが受けられているか（顕在需要）	
指標3 人口考慮モビリティ	需要に対して満足な交通サービスが受けられているか（潜在需要）	

表2 モビリティ指標の分析条件

投入項目・産出項目	個人モビリティ	需要考慮モビリティ	人口考慮モビリティ
鉄道運賃(円)	投入	投入	投入
鉄道所要時間(分)	投入	投入	投入
鉄道待ち時間(分)	投入	投入	投入
航空運賃(円)	投入	投入	投入
航空所要時間(分)	投入	投入	投入
航空待ち時間(分)	投入	投入	投入
都市間距離(km)	産出	産出	産出
輸送人員(千人)	-	産出	-
都市間人口変数(千人 <sup>2</sup> )	-	-	産出

(2) 交通サービス実績データの精緻化  
交通サービス実績データの精緻化では、国土交通省で開発している全国総合交通分析システム（NITAS）を活用した。このシステムは、全国の任意のゾーン間の最短時間・費用・距離等を交通手段ごとに検索することにより、その経路・所要時間・費用・待ち時間の検索結果の出力が可能である。その結果を用いて交通サービスのデータベースを構築した。しかし、このシステムではその都市の人口規模、需要などが反映されていなかったため、このシステムから得られるデータにそれらの項目を加えたデータベースを構築した。これにより、今後、容易に移動に関するデータを扱うことが可能となった。

(3) 都市間移動による地域格差分析  
都市間移動による地域格差分析では、(1) (2) で得られた結果よりモデルの適用を行った。

図2、図3、図4は、包絡分析法のCCRモデルを用いて算出した781都市間のD効率値の平均値および各都市間のばらつきを示している。この平均値は、わが国全体でのモビリティの変化を表しており、D効率値の変化が上昇していればわが国全体での都市間モビリティは向上しており、減少していれば悪化したことを示している。都市間移動の地域格差は、これらを集計した標準偏差および最小値（最大値1との乖離）より判断する。また、D効率値の変化は、例えばD効率値0.2から0.4に改善された場合は、1からの乖離度合いが、80%から60%となったことを意味しているため、モビリティが20%改善したことを示している。

まず、個人モビリティと人口考慮モビリティを比較すると、人口考慮モビリティの方が個人モビリティより平均値が高くなっている。これは、特に人口規模の小さい都市間において、交通サービスは低い、人口規模に対して適切な交通サービスが提供されている都市間が多いためである。また、個人モビリティ、人口考慮モビリティでは、概ね同傾向を示し1971年から1991年までD効率値の平均値および最小値が上昇傾向にあり格差が縮まっている。これは、GDPデフレーター

ターより物価指数が 0.437 から 1.092 (2006 年=1 とした場合) と 2 倍以上に上昇しているため、航空・鉄道の運賃が実質安くなったことが影響しているといえる。1991 年以降は D 効率値の平均値が徐々に低くなる傾向となった。1991 年から 2001 年の間には、山形、秋田、長野新幹線が開通し、加えて 1992 年には東海道新幹線が最高速度を 220km/h から 270km/h に、1997 年には東北新幹線の最高速度が 240km/h から 275km/h に速度向上している。航空では 1994 年に関西国際空港が開港している。そのため、これらによる所要時間や待ち時間(乗換時間を含む)の短縮の恩恵が受けられる都市は、これらの要因によってモビリティが向上した。しかし、これらの整備効果での D 効率値の改善は一部の都市間に限られ、むしろ 1995 年に JR 北海道、四国、九州が、運賃を 7.0%~8.0% の値上げを行っており、それらの地域を結ぶ都市間において D 効率値の悪化したため、1991 年から 2001 年の平均値が減少傾向になったと考えられる。

需要考慮モビリティでは、2001 年から 2006 年に D 効率値の平均値および最小値が低下し格差が広がる傾向を示した。これは、2001 年から 2006 年にかけて輸送人員が増加した都市間が多いが、その一方交通サービスが改善された都市間が少なかったためと考えられる。

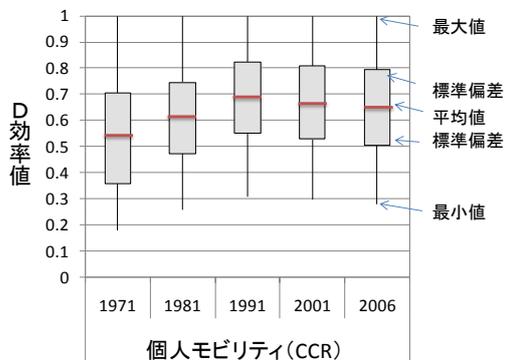


図 2 個人モビリティの時系列変化の傾向

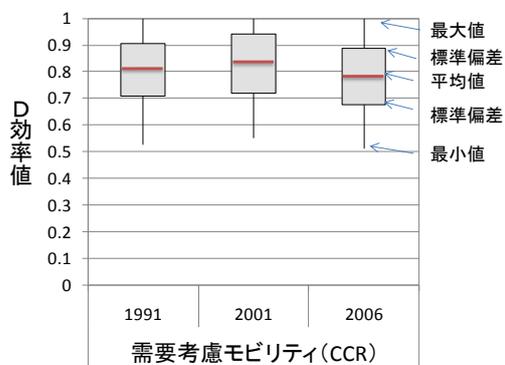


図 3 需要考慮モビリティの時系列変化の傾向

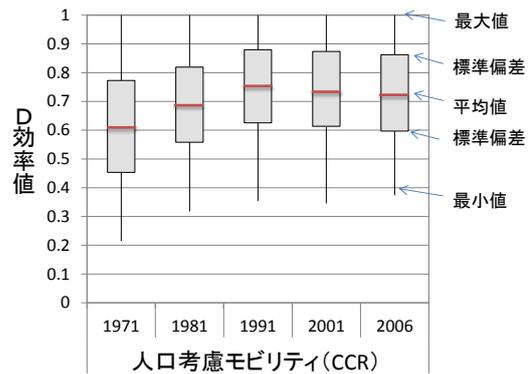


図 4 人口考慮モビリティの時系列変化の傾向

さらに、わが国の都市間移動の地域格差の大きさの明らかにするために、他国と移動の地域格差の国際間比較を行い、地域格差の所在とその規模を把握した。

図 5 はモビリティ指標の国際間比較の結果を示している。なお、図中の色の濃淡の違いは、(1) で提案したモビリティ指標の違い(個人モビリティ、人口考慮モビリティ)を示している。また、運賃は為替レートや物価の違いがあるため、The World Bank (2010) が公表している購買力平価を用いて換算して分析を行っている。

ここで、個人モビリティの分布に着目すると、ドイツでは D 効率値が 1 を示した都市間が存在せず、全ての都市間が 0.4 以上 0.9 未満である。一方、フランスでは、分布の形の傾向はドイツと似ているものの、D 効率値の最頻値の水準がドイツに比べて高い傾向にある。日本は、D 効率値が 0.7 以上 0.8 未満で最頻値を示すなど、多くの都市間はフランスやドイツよりも高い水準に位置しているものの、0.255 のように低い値を示す都市間(仙台-新潟)も存在している。つまり日本は、幹線の都市間の移動は他国と比べて利便性が高いが、地方都市間の利便性は低いと捉えることができる。中国は、他の 3 カ国と比較して D 効率値の水準が高い値で分布している。これは、鉄道運賃を米ドル換算した際に他の国の運賃と比較して安くなるためであると考えられる。

人口考慮モビリティの頻度分布では、ドイツ、中国、日本は概ね個人モビリティと同じ傾向を示している。しかしながら、フランスの人口考慮モビリティは、個人モビリティで利便性を評価した場合に比べて、モビリティが高い都市間の数が増えている。これはフランスの地方都市の人口が少なく、人口規模に見合った交通サービスが提供されている都市間が多いものと考えられる。

これらの結果より、日本の都市間モビリティの国内格差の特徴としては、国際的にみて都市間モビリティが高い都市間と、低い都市間が同時に存在しており、比較した3カ国の中で都市間移動の地域格差が大きいことが明らかとなった。特に、日本は東京ー福岡や東京ー大阪といった大都市間の移動の利便性は国際的に見ても高いが、仙台ー新潟や新潟ー静岡など地方都市間の移動は国際的に見ても利便性の低い都市間であることが要因になっているといえる。

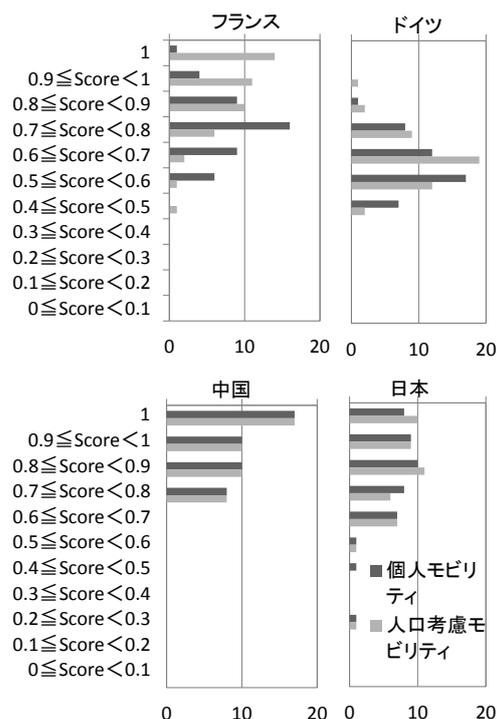


図5 モビリティ指標の国際間比較結果

#### (4) まとめと今後の展望

本研究では、移動の容易さの地域による差異を「移動の地域格差」として捉え、この格差を定量的に明らかにすることを目的として分析を行った。本研究の成果として、第一に、包絡分析法を用いた公共交通サービスによる都市間移動の地域格差を相対比較するモビリティ指標を提案した。第二に、交通サービスのデータベースを構築し、これにより都市間移動に関するデータを容易に扱うことが可能となった。第三に、提案した指標を用いた分析より、航空路線の運休や新幹線整備、さらには国土計画における国土軸の検討などの政策、施策の評価に活用することが可能な指標であることを確認した。以上を通じて、本研究で提案した指標は、公共交通サービスによる移動の格差是正の観点から政策や施策を評価する際の客観的な検討に利用できる有用な指標であると考えている。

本研究では都市間交通として輸送機関の

対象を航空と鉄道に絞って行ってきた。しかしながら、地方都市間によっては、公共交通を利用することが不便なために、自家用車などを利用して移動する利用者の方が多い場合があることや、新幹線を利用して移動できる都市間は、高速道路を用いて移動することも比較的利便性が高い場合が多く、今後は道路交通サービスを含めた分析を行っていくことが望まれる。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計7件)

- ① 荒谷太郎, 轟朝幸: マルムキスト指数を用いた都市間公共交通モビリティの時系列変化の要因分析, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol. 67, No. 5, pp. I\_939-I\_945, 2011. 査読有
- ② Taro ARATANI, Tomoyuki TODOROKI: Analysis of Public Transportation Intercity Mobility Efficiency Using Malmquist Index, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 9, 2011. ([https://www.jstage.jst.go.jp/browse/easts/9/0/\\_contents](https://www.jstage.jst.go.jp/browse/easts/9/0/_contents)) 査読有
- ③ 荒谷太郎, 轟朝幸: わが国における都市間公共交通モビリティの時系列分析, 土木計画学研究・論文集 Vol. 27, pp. 643-652, 2010. 査読有
- ④ Taro ARATANI, Tomoyuki TODOROKI: International Comparison of Domestic Intercity Mobility by Public Transportation, Selected Proceedings of the 12th World Conference on Transport Research, pp. A4-01681-16, 2010. 査読有
- ⑤ 荒谷太郎, 轟朝幸: 都市間公共交通モビリティの地域格差の国際比較, 国土と政策 第29号, pp. 29-39, 2010. 査読有
- ⑥ 荒谷太郎, 轟朝幸, 金子雄一郎: 公共交通サービスによる都市間移動の地域格差分析, 土木計画学研究・論文集 Vol. 26, pp. 807-816, 2009. 査読有
- ⑦ Taro ARATANI, Tomoyuki TODOROKI: An Analysis of the Effects of Regional Disparities in Intercity Mobility Efficiency, Special Issue of Nihon University College of Science and Technology 2008 Annual Conference, Short Notes, Number 3, pp. 3-6, 2009. 査読有

〔学会発表〕（計 8 件）○は発表者

- ① ○Taro ARATANI, Tomoyuki TODOROKI :  
Analysis of Public Transportation  
Intercity Mobility Efficiency Using  
Malmquist Index, 9th EASTS Conference  
in Jeju, 22<sup>th</sup> June 2011. (Jeju, Korea)
- ② ○荒谷太郎, 轟朝幸: 都市間公共交通の  
距離帯別による移動利便性の国際比較,  
第 43 回土木計画学研究発表会, 2011 年  
5 月 28 日. (筑波大学)
- ③ ○荒谷太郎, 轟朝幸: マルムキスト指数  
を用いた都市間公共交通のモビリティ  
分析, 第 41 回土木計画学研究発表会,  
2010 年 6 月 5 日. (名古屋工業大学)
- ④ ○Taro ARATANI, Tomoyuki TODOROKI :  
Study on Domestic Intercity Mobility  
by Public Transportation, 第 37 回土  
木学会 関東支部技術研究発表会  
(English Poster Session), 2010 年 3  
月 12 日. (日本大学)
- ⑤ ○荒谷太郎, 轟朝幸: 公共交通サービス  
による都市間モビリティの国際間比較,  
第 53 回日本大学理工学部学術講演会,  
2009 年 11 月 28 日. (日本大学)
- ⑥ ○Taro ARATANI, Tomoyuki TODOROKI :  
Analysis of Regional Disparities in  
Intercity Mobility in Japan, 8th EASTS  
Conference in Surabaya, 16<sup>th</sup> Nov  
2009. (Surabaya, Indonesia)
- ⑦ ○荒谷太郎, 轟朝幸, 入澤夏奈子: 都道  
府県別にみた都市間公共交通サービス  
の地域格差分析, 土木学会 第 64 回  
年次学術講演会, 2009 年 9 月 2 日. (福岡  
大学)
- ⑧ ○荒谷太郎, 轟朝幸: DEA 手法による都  
市間公共交通のモビリティ分析, 第 39  
回土木計画学研究発表会, 2009 年 6 月  
13 日. (徳島大学)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

轟 朝幸 (TODOROKI TOMOYUKI)

日本大学・理工学部・教授

研究者番号: 60262036

### (2) 研究分担者

荒谷 太郎 (ARATANI TARO)

一般財団法人運輸政策研究機構運輸政策  
研究所・研究員

研究者番号: 60610326

### (3) 連携研究者

金子 雄一郎 (KANEKO YUICHIRO)

日本大学・理工学部・准教授

研究者番号: 40434112

西内 裕晶 (NISHIUCHI HIROAKI)

日本大学・理工学部・助教

研究者番号: 40548096