

第IV部門

公平性の概念を取り入れた公共交通運賃制度評価手法の提案

京都大学工学部地球工学科 学生会員 ○田中 將巳
京都大学大学院工学研究科 正会員 Jan-Dirk Schmöcker

1. はじめに

公共交通の運賃制度に関して、距離制、区間制、ゾーン制といった様々なタイプが存在する今日、制度の単純化等を目的として、運賃制度が改定されることは珍しくない。ただ、採用された運賃制度の下で、公共交通利用による効用の地域差が著しく大きくなってしまふと、運賃改定への反対や公共交通離れを助長してしまう可能性がある。そのため改定時には、運賃制度を利用者に快く受け入れてもらうべく、地域間の公平性が保たれた運賃制度を考慮する必要がある。

Camporeale ら^[1]は、公共交通サービスに地域差が無い状態を水平的公平だとみなし、また、公共交通への必要性の高い地域のサービスレベルが高い状態を垂直的公平だとしている。仮想ネットワークを対象に、公共交通計画時における公平性の達成レベルと整備運営コストとの関係性に着目した。結果として、高い公平性を求めるほど総コストが増大することを示した。他にも公共交通の公平性に関する研究は存在するものの、運賃制度に関して居住地間の公平性を考慮する試みは不十分であると言える。

そうした現状を鑑み、本研究は、運賃制度に着目した。地域間の公平性を定量化する指標を提案した上で、仮想ネットワークを対象として距離制とゾーン制それぞれにおける地域間の公平性を評価した。公平性にも様々な観点が存在する中、本研究では、「等しいものは等しく扱う」を原義とする水平的公平性と、「所得や必要性などに応じて扱う」を原義とする垂直的公平性の考え方を導入する。

2. 研究手順

図-1 に示してある、二つの都心部 C とその郊外部 P から成る左右対称な仮想ネットワークに、距離制またはゾーン制の運賃制度を適用し、OD 一般化費用と OD 需要を求め、それらと 3 章にて提案する公平性の定量化手法を基に、地域間の公平性を評価する。O と D は

14 個の青いノードに 2 つの都心ノードを加えた 16 個を考える。一般化費用 GC_{ij} は所要時間と時間価値 VOT の積に運賃を足したものである。OD 需要 Y_{ij} は GC_{ij} とノード i の人口 P_i を用いて次の式(1)より求める。

$$Y_{ij} = \frac{P_j \times \frac{1}{GC_{ij}}}{\sum_{j=1}^{16} (P_j \times \frac{1}{GC_{ij}})} \times P_i \quad (1)$$

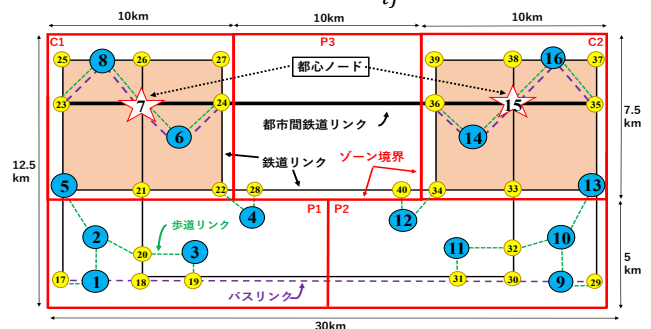


図-1 仮想ネットワーク模式図

3. ジニ係数を用いた公平性指標の提案

14 個の青いノードの効用を基に、ノード人口を考慮せずに算出したジニ係数を用いて公平性を測る。

公共交通利用による効用が居住地に関わらず等しい状態を水平的公平だと考える。水平的公平性を考慮した i の効用 H_i を以下の式(2)で表す。

$$H_i = \frac{1}{\sum_{j=1}^{16} (\frac{Y_{ij}}{\sum_{j=1}^{16} Y_{ij}} \times GC_{ij})} \quad (2)$$

公共交通への必要性が高い人々が多く住んでいる居住地の効用が高い状態を垂直的公平だと考える。垂直的公平性を考慮した i の効用 V_i を以下の式(3)で表す。

$$V_i = GC_{ic}^{\delta} \times H_i \quad (3)$$

i から都心までの一般化費用 GC_{ic} の δ 乗 GC_{ic}^{δ} は、 i における公共交通への必要性を表す。 δ が正の時、公共交通が整備され、自動車所有率の低い都心部ほど優遇される制度を公平だとみなす。一方、 δ が負の時、安価な家賃から低所得者が多く居住する郊外部ほど優遇される制度を公平だとみなす。 H_i 値との親和性を考え、本研究では $\delta = \pm 0.4$ と設定し議論を進める。

Masami TANAKA, Jan-Dirk SCHMÖCKER

mtanaka@trans.kuciv.kyoto-u.ac.jp

4. 結果

本研究で設定したケースは表-1に示す。距離制運賃の連続的な変化に伴う、水平的公平性、都心優遇の垂直的公平性、郊外優遇の垂直的公平性の推移を表したものが図-2であり、運賃収入の推移を表したものが図-3である。なお、1通りのみ考えたゾーン制の結果は横軸と平行な点線にて示す。

距離制運賃の増加に伴い H_i 値の格差が小さくなるため、水平的公平性のジニ係数は減少していく。垂直的公平性のジニ係数を見ると、都心優遇では低く、郊外優遇では高くなっており、本研究で設定した距離制とゾーン制は、都心部ほど効用の相対値を高める運賃制度であると分かる。

OD需要とOD運賃から求めた運賃収入がほぼ等しくなる、ゾーン制と距離制 39 円/km とを比較する。図-2より、ゾーン制の方が水平的公平性と郊外優遇の垂直的公平性が高いことが分かる。その二つの公平性毎にノードの効用を比較したものがそれぞれ図-4、図-5である（ネットワーク左半分のみ表示）。図-4より、水平的公平性を考慮すると、距離制では都心付近の、ゾーン制ではゾーン境界付近のノードの効用が相対的に向上するということが分かる。図-5より、ゾーン制の方がジニ係数は低いものの、効用の格差は依然大きく、郊外優遇の垂直的公平性向上のためには、更なる郊外優遇策が必要であると言える。

表-1 本研究で考慮するケース

VOT	一律 2000 円/h	
運賃制度	距離	一律 4 円/km ～ 一律 100 円/km
	ゾーン	C1, C2, P1, P2, P3と5つに分割されており、C, Pを経由する毎にそれぞれ300円, 150円
ノード人口	1～3, 9～11	3000人
	4～5, 12～13	5000人
	6～8, 14～16	7000人

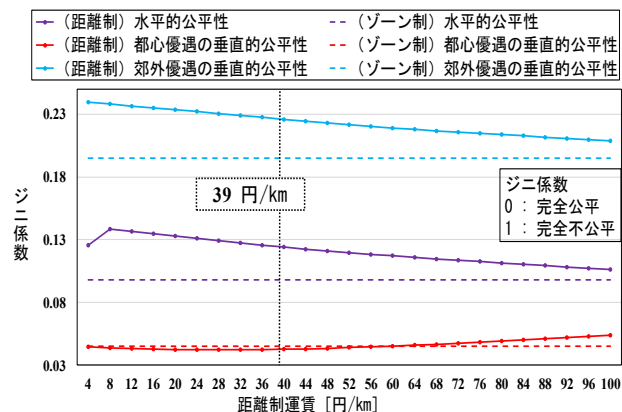


図-2 距離制とゾーン制の公平性

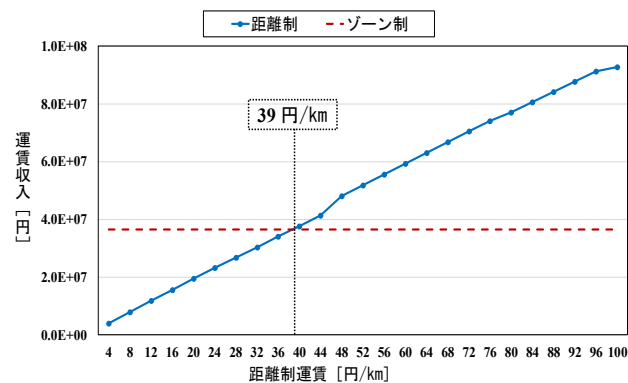


図-3 距離制とゾーン制の運賃収入

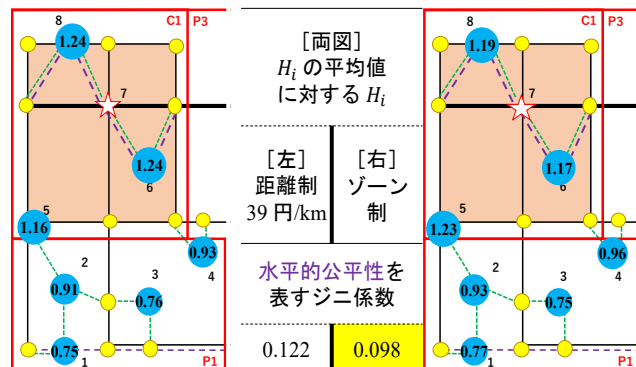


図-4 水平的公平性の比較

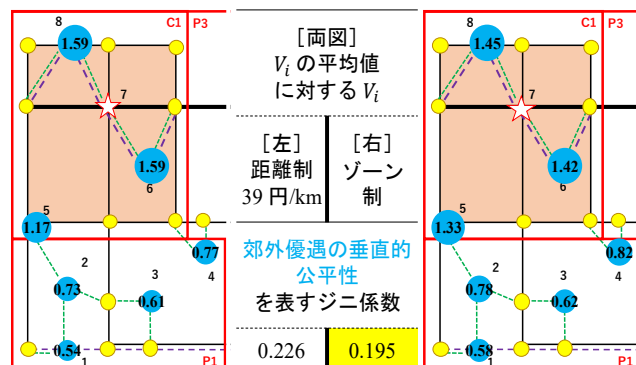


図-5 郊外優遇の垂直的公平性の比較

5. おわりに

本研究では、公平性の定量化手法を提案し、仮想ネットワークを対象として実際に運賃制度を評価した。距離制は都心部の効用を相対的に向上させ、ゾーン制は居住地間の水平的公平性と、郊外ほど優遇する垂直的公平性の向上に寄与するという結果が得られた。

本研究の成果が、より公平な運賃制度の考案に資することを期待する。

参考文献

- [1] R. Camporeale, L. Caggiani, A. Fonzone & M. Ottomanelli (2016), "Quantifying the impacts of horizontal and vertical equity in transit route planning", Transportation Planning and Technology, Vol.40, No.1, pp.28-40, 2017