

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 31 日現在

機関番号：14301
研究種目：若手研究(B)
研究期間：2011～2012
課題番号：23760483
研究課題名（和文） トリップチェーンを考慮した機関選択・配分統合モデルの開発と都市圏への適用
研究課題名（英文） Development of Combined Mode Choice and Assignment Model Considering the Trip Chain and its Application to a Real Network
研究代表者 嶋本 寛 (HIROSHI SHIMAMOTO) 京都大学・大学院工学研究科・講師 研究者番号：90464304

研究成果の概要（和文）：本研究課題においては、例えば帰宅時間帯の公共交通のサービスレベルを向上させることにより通勤時間帯の公共交通利用者数も増加する、といった既往の交通機関選択とネットワーク配分モデルの統合モデルでは考慮できない点を考慮するために、1 日全体の移動のシークエンスであるトリップチェーン単位で交通機関選択を行うことを前提とした統合モデルの構築を行い、さらに構築したモデルを都市圏規模のネットワークに適用することにより施策評価がネットワーク全体に及ぼす影響について分析した。

研究成果の概要（英文）：This study developed a trip-chain-based mode and route choice network equilibrium model, where the travellers are assumed to choose their trip mode considering the cost of the trip-chain, in order to consider the aspect that the number of the public transportation users in the whole of a day will increase if, for example, the level of service of the public transportation at night time increases. Furthermore, the proposed model was applied to a real network and the effect of improving the level of service of public transportation onto the network was evaluated.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	3,300,000	990,000	4,290,000

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：機関選択・配分統合モデル・トリップチェーン・パーソントリップデータ

1. 研究開始当初の背景

高密度都市において公共交通は自動車交通と比較して一度に大量の乗客を運ぶことができるため、社会の持続的発展ならびに環境問題への対応という観点から効率的な輸送機関であるとされている。しかしながら、多くの都市において公共交通をめぐる Negative spiral に見られるように交通のサービスレベルが低下すれば自動車への転換がすすむという現象が確認されており、自動車を含めた交通システム全体から見た公共交通ネットワークのサービス評価が重要であるといえよう。このような評価のために複

数のモード選択を考慮した統合型ネットワーク配分モデルも多く提案されているが、そのほとんどが利用者に日単位の一連の移動を、便宜上個々の移動に分解したものである。しかし、現実の利用者は個々の移動ではなく 1 日全体の移動のシークエンスであるトリップチェーンを考慮して利用する交通機関を決定していると考えられ、交通機関選択を内包した統合型配分モデルにおいてトリップチェーンを考慮することが必要であるといえよう。さらに、既往の統合型ネットワーク配分モデルにおいて、乗客流配分を common lines problem を考慮せずに簡易的に表現し

ているため複雑な公共交通ネットワークにおける乗客行動を正確に記述できていないものや、乗客行動を正確に記述しているものの都市圏規模ネットワークへの適用が困難なモデルがほとんどであり、乗客行動を正確に記述しつつも都市圏規模ネットワークへの適用可能な統合型配分モデルの開発が望まれている。

2. 研究の目的

本研究課題においては、既往研究で提案されている機関選択・配分統合モデルを拡張し、利用者がトリップチェーンを考慮して機関選択を行うという前提に立った統合型ネットワーク均衡モデルを数理モデルとして定式化し、効率的な解法アルゴリズムを構築することを目的とする。さらには、構築するモデルを都市圏規模ネットワークに適用して、公共交通施策の実施がネットワーク全体に及ぼす影響を評価する。

3. 研究の方法

上記目的を達成するために、本研究課題ではまず公共交通の乗客行動を精緻に表現し、かつトリップチェーンを考慮した統合型ネットワーク配分モデルを1つの均衡問題の枠組みでの数理問題として定式化した。解の存在など定式化した問題の特性について確認した後、効率的な解法アルゴリズムを開発した。さらに、パーソントリップデータから本研究課題で構築するモデルのインプットデータを整備した後に都市圏規模ネットワークにおいて公共交通利用促進施策の影響について評価した。

4. 研究成果

(1) トリップチェーンを考慮した分担配分統合モデルの構築

自動車とバスの2種類の交通手段の利用可能な利用者が、個々の移動ではなく1日全体の移動のシーケンスであるトリップチェーンを考慮して利用する交通機関を選択するという前提に立った、分担配分統合モデルを構築した(図-1)。構築したモデルにおいて、バスと自動車が道路を共有しているためバスの所要時間は自動車の混雑の影響を受けると仮定して、均衡状態を変分不等式問題として定式化した。さらに、バスネットワークにおける配分で、先行研究で構築済みのcommon lines problemを考慮した乗客配分モデルを用いることにより、乗客行動をより性格に表現できることが可能であるという特徴を有している。

さらに定式化したモデルの解の特性についても検討を加え、数理的に少なくとも1つの解が存在することを確認している。そして、構築したモデルに対して緩和法をベースと

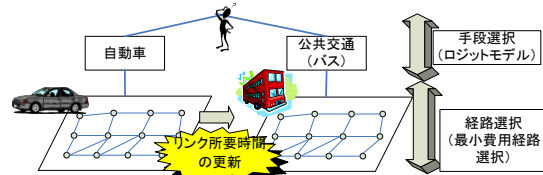


図-1 本研究で構築したモデルの概略

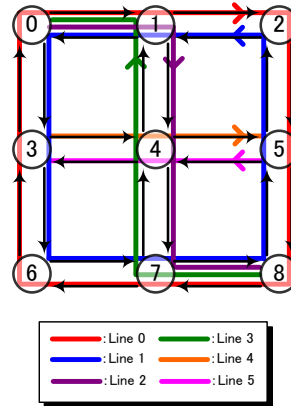
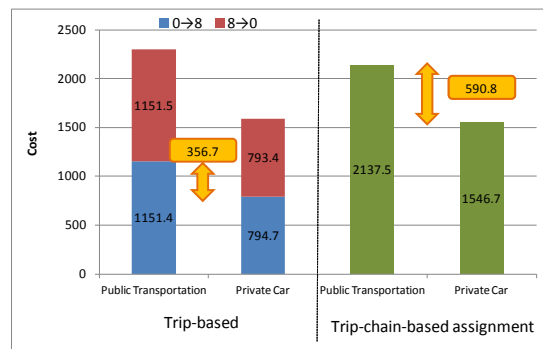
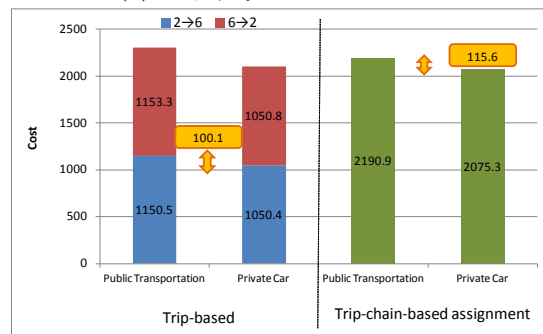


図-2 計算に用いた仮想ネットワーク



(a) トリップチェーン 0



(b) トリップチェーン 1

図-3 配分方法による機関コストの比較

した解法アルゴリズムを提案した。

(2) 構築したモデルの特性把握

まず、構築したモデルを図-2に示す小規模な仮想ネットワークに適用して、構築したモデルの特性把握を行った。図-2において、Line 0からLine 5までの6路線の公共交通ネットワークを仮定し、ノード0と8を往復するトリップチェーン0と、ノード2とノード6を往復するトリップチェーン1の2種類

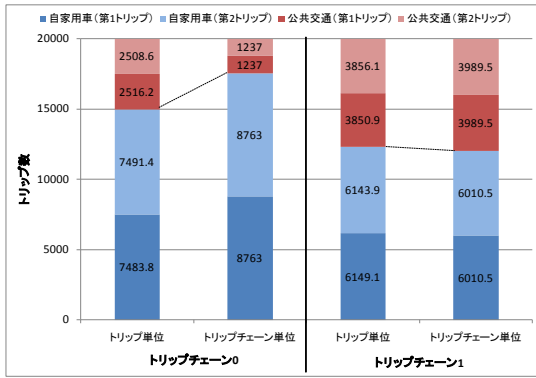


図-4 配分方法による機関トリップ数の比較

の移動者を想定した。その他の計算条件は発表論文を参照されたい。また、計算の結果数値的に唯一解に収束することを確認している。

図-3 にそれぞれのトリップチェーンにおける配分方法による機関コストの比較を、図-4 に配分方法による機関ごとのトリップ数の比較を示す。図-3 から、本ケーススタディでは自家用車の移動コストが公共交通のそれよりも小さい設定となっていることと、トリップチェーン全体における移動コストの差はトリップあたりのコスト差よりも大きくなっており、特にトリップチェーン0において顕著であることがわかる。したがって、図-4 からトリップチェーン単位における配分では、トリップ単位における配分と比較して、条件の有利な自家用車が選択されているといえる。ただし、トリップチェーン1では配分方法による両モードの移動コストの差が大きく変化しないので、機関選択割合に大きな変化は見られないといえる。

さらに、より一般的な知見を得るために、構築したモデルを図-2 よりも大規模な仮想ネットワークにおいて配分対象のトリップチェーン数を増やして計算した結果、トリップ単位の配分結果と比較して、トリップチェーン単位の配分結果ではリンク所要時間やネットワーク全体での分担割合は大きな違いはないが、トリップチェーン単位の分担割合は大きく異なる可能性があることを確認している。

(3) 都市圏規模ネットワークへの適用計算に向けた入力データの整備

構築したモデルを京都市中心部のネットワークに適用することを念頭に、計算時間の短縮を図るためにバス停を主要交差点のみに集約したネットワークを作成した。そして、第4回京阪神都市圏パーソントリップ調査データを入手し、分析対象区間外は発着とする外外トリップ、内外トリップ、外内トリップの取り扱いについて検討を行い、パーソントリップ調査データからトリップチェーン単位の需要を生成する手法を構築した。整備し

たデータの概略を以下に示す。

- 7:00~23:59 を分析対象時間として、需要特性を考慮して時間帯 1 (7:00~9:59; 朝ラッシュ)、時間帯 2 (10:00~16:59; 昼間)、時間帯 3 (16:00~19:59; 夕ラッシュ)、時間帯 4 (20:00~23:59; 夜間) の4つの時間帯にわけた。
- 内々トリップは機関選択、配分の両方の対象とするが、計算の都合上内外、あるいは外内トリップはパーソントリップ調査データに記録されている機関を選択すると仮定して、配分のみを対象とした。また、外外トリップは分析対象外とした。

さらに、生成したデータを用いて、対象区域内におけるトリップチェーン数の分布などの集計分析を行い、単純往復するトリップの割合が高いことを確認した。

(4) 都市圏規模ネットワークにおける施策評価

次に、図-5 に示す京都市中心部のネットワークと(3)で整備した入力データを用いて、本研究課題で構築したトリップチェーン単位の配分結果と、トリップ単位の配分結果と比較することにより、配分手法による施策導入効果の違いを分析した。

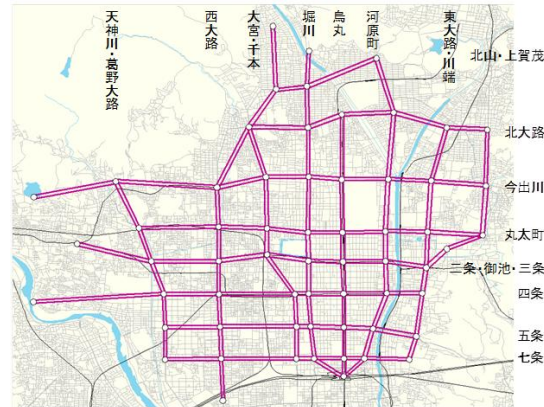


図-5 配分対象ネットワーク

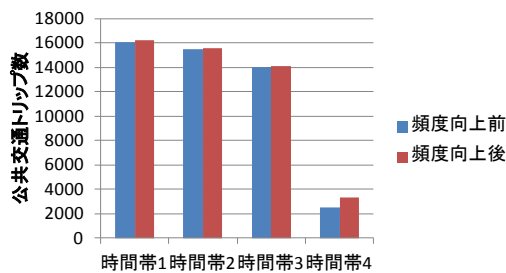
施策実施にともなう効果を分析するにあたり、配分結果がパーソントリップ調査データの機関選択結果に適合するように、コスト関数のパラメータ推定を行ったところ、表-1 に示す通り適合度は低いもののパラメータの推定結果はすべて有意となり、また符号も物理的に満足すべき条件を満たしていることを確認した。

表-1 パラメータ推定結果

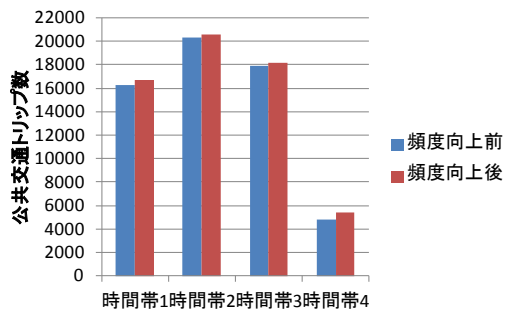
	トリップ単位 配分	トリップチェ ーン単位配分
自家用車 コスト	0.00299***	0.00181***
公共交通 コスト	0.00183***	0.00127***
自家用車 固有変数	-	0.506***

*** : 1%有意

各時間帯の公共交通のサービスレベルは現状の時刻表を参考に作成しているが、公共交通利用促進施策として時間帯 4（夜間）のサービスレベルを時間帯 2（昼間）と同等まで引き上げたときの、時間帯別の公共交通トリップ数の比較を行った。



(1) トリップ単位の配分結果



(2) トリップチェーン単位の配分結果

図-6 配分手法による公共交通トリップ数の比較

図-6 に結果を示す。トリップ単位の配分（図-6(a)）では公共交通の利便性を向上させた時間帯 4 の公共交通トリップ数のみが増加しているが、トリップチェーン単位の配分結果（図-6(b)）では、公共交通の利便性を向上させた時間帯 4 だけでなく、時間帯 1, 2, 3 においても公共交通トリップ数が増加していることが確認できる。既往研究で提案されているトリップ単位の配分結果は、利便性を向上させた時間帯のみ公共交通トリップ数が増加していることから、時間帯ごとに選択される交通機関に不整合が生じる可能性があることが示されたとともに、特定時間帯だけの公共交通利便性向上効果を過小評価する可能性が示されたといえる。

(5) 研究成果の総括

本研究課題は、利用者がトリップチェーンを考慮して機関選択を行うという前提に立った統合型ネットワーク均衡モデルを数理モデルとして構築し、仮想ネットワークならびに都市圏規模ネットワークにおいて適用計算を行い、モデルの特性と公共交通利用促進施策がネットワーク全体に、また複数時間帯に波及する効果を把握した。仮想ネットワークにおける適用計算においては、トリップチェーンを考慮した配分モデルを用いることにより機関選択割合が異なることがあり得ることを示し、またそのメカニズムも明らかにしたが、都市圏規模ネットワークにおける適用計算ではモデルの適合度が低い結果となった。今後は需要データの作成方法やネットワークの簡略化方法についてさらなる検証を加えて、適合度の高いモデル構築に努めて、その上でさらに様々な施策導入効果について考察を加えていきたい。

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 6 件）

- (1) Shimamoto H., Higuchi T., Uno N. and Shiomi Y. "A Trip-Chain-Based Combined Mode and Route-Choice Network Equilibrium Model", *Journal of Advanced Transportation*, *accepted*. (査読あり)
- (2) Weningtyas, W., Shimamoto, H., Zhang, J., and Fujiwara, A. "Sensitivity Analysis of Paratransit Network Optimizatin for Transportation Planning in Developing Cities", *Proceedings of the 17th International Conference of Hong Kong Society for Transportation and Traffic Studies (HKSTS)*, 639-646, 2012 (査読あり)
- (3) Shimamoto H., Schmöcker, J.-D. and Kurauchi F. "Optimisation of a Bus Network Configuration and Frequency Considering the Common Lines Problem". *Journal of Transportation Technology*, Vol. 2, 220-229, 2012 (査読あり)
- (4) Schmöcker, J.-D., Fonzone A., Kurauchi F., Shimamoto H. and Bell, M. G. H. "Frequency-based transit assignment considering seat capacities", *Transportation Research Part B*, Vol. 45(2), 392-408, 2011 (査読あり)
- (5) Schmöcker, J.-D., Fonzone A., Kurauchi F., Shimamoto H. and Bell, M. G. H. "Frequency-based transit assignment considering seat capacities",

Transportation Research Part B, Vol. 45(2), 392-408, 2011 (査読あり)

- (6) 樋口貴士, 嶋本寛, 宇野伸宏, 塩見康博: ”トリップチェーンを考慮した分担配分統合モデルを用いた公共交通施策評価～各時間帯の運行頻度の変更を例として～”, 第31回交通工学研究発表会論文報告集, CD-ROM, 2011 (査読あり)

〔学会発表〕(計4件)

- (1) Shimamoto, H. "Optimisation of a Bus Network Configuration Considering the Common Lines Problem", Proceedings of the 91th Annual Meeting of the Transportation Research Board, DVD, 2012.1, 米国・ワシントン
- (2) Higuchi T., "A Trip-Chain Based Combined Mode and Route Choice Network Equilibrium Model Considering Common Lines Problem in Transit Assignment Model", Proceedings of 14th Euro Working Group on Transportation Meeting, CD-ROM, 2011.9, ポーランド・ポズナン
- (3) 樋口貴士: ”トリップチェーンを考慮した分担配分統合モデルの構築”, 平成23年度土木学会関西支部年次学術講演会・2011.6, 大阪府吹田市
- (4) 嶋本寛: ”トリップチェーンを考慮した分担配分統合モデル”, 第43回土木計画学研究発表会 2011.6, 京都市

6. 研究組織

(1) 研究代表者

嶋本 寛 (HIROSHI SHIMAMOTO)

京都大学大学院工学研究科・講師

研究者番号: 90464304