

京都大学	博士（工学）	氏名	張 岑
論文題目	Modelling the Demand Evolution of New Shared Mobility Services (新しい共有モビリティサービスの需要進化のモデリング)		
<p>(論文内容の要旨)</p> <p>With the emergence of car sharing, bicycle sharing and other new transport modes, our transport systems are undergoing major changes and behavioural responses are expected (and desired). Understanding long term demand dynamics remains an important challenge for new transport systems. Of particular interest is forecasting the demand during the initial periods of a new scheme as these often decide whether an investment is deemed successful or not.</p> <p>With this background, capturing usage adoption of new systems and the dynamics in travel behaviour is the topic of this research. The aim is to develop a model that can forecast how many persons are likely to sign up and to predict the usage frequency development of the persons from first usage until eventual drop out. In more detail, the objectives are to:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Discover the determining factors that might influence user adoption for shared mobility systems. 2. Estimate the potential markets for new shared mobility system 3. Quantify adoption in spatial level in shared mobility system, especially considering effect of facility extension. 4. Forecaste the number of new adopters and dropping out users. 5. Formulate an approach to describe and explain the different changes of behavior over time by using panel data. 6. Predict the future demand dynamics for shared mobility systems. <p>The thesis is organized as follows.</p> <p>Chapter 1 INTRODUCTION</p> <p>Chapter 1 describes the background regarding emergence of new transport system, especially shared mobility services. Then it illustrates scope and objectives of the thesis as well as thesis structure.</p> <p>Chapter 2 OVERVIEW OF SHARED MOBILITY</p> <p>In this chapter the development of various forms of shared mobility are reviewed, such as carsharing, bikesharing, ridesharing (carpooling and vanpooling), alternative transit, on-demand ride services around the world and the impacts on travellers, transport system and environment.</p> <p>Chapter 3 LITERATU REREVIEW</p> <p>Chapter 3 reviews previous shared mobility demand modelling literature regarding the approaches used as well as findings obtained. It is concluded that there is a need for better understanding of demand dynamics in new transport system and that this problem can be split into “adoption” and “user behaviour changes”. Firstly, adoption and diffusion models/methods are introduced and compared. To apply diffusion models into transport system, it is discussed that consideration of spatial heterogeneity needs to be considered. This is followed by a description of models/methods that reflect the demand dynamics for new schemes, especially Markovian models. The chapter concludes by introducing some concepts from marketing, such as usage lifecycle, potential demand and what will be referred to as “willingness to use”.</p>			

京都大学	博士（工学）	氏名	張 岑
------	--------	----	-----

Chapter 4 ADOPTION AND DIFFUSION OF NEW SERVICE

In this chapter a description of the methodological framework and details of the models used for adoption to station based car or bicycle sharing are provided. The proposed approach includes an “information diffusion model” and, to account for spatial synergy effects between stations, a “spatial demand redistribution model” is introduced to acknowledge the role of more minor station. These aspects are combined in a curve fitting approach. Then, to reduce the number of parameters and avoid overfitting correlations between fitted parameters are analysed and the model is simplified accordingly. As an example for adaptation to Ha:mo RIDE, a one-way electric car sharing system, data from Toyota city are used to illustrate how well new adopters can be estimated and forecasted over time.

Chapter 5 BEHAVIOR DYNAMICS: BASIC LIFECYCLE MODEL

In Chapter 5, a description of the stochastic process of discrete behaviour observed at discrete time periods is offered. In this case it is usage frequency during a month. The aim is to understand transitions from being a low frequency user to becoming a high frequency user (or vice versa). The parameters of this process can be calibrated by observations from a panel study using maximum likelihood estimation together with Newton’s iteration method. Panel data obtained from Kyoto University’s bicycle share system (COGOO) are used to illustrate the approach.

Chapter 6 EXTENSION OF LIFECYCLE MODEL

In Chapter 6, by introducing additional “Life Stages” one can deal with a dynamic population and time-heterogeneity in transitions. To estimate the latent variables and the transition functions, the Expectation-maximization (EM) algorithm is used. The extension model is applied to panel data from Montreal’s free floating carsharing service. Data over several years are used to calibrate the transition between usage frequency stages as well as latent “life stages”. Some additional factors, such as previous experience, facility extension and seasonal effects are considered to improve the models compared to a base version.

Chapter 7 FRAMEWORK OF DEMAND EVOLUTION

This chapter combines the adoption model (Chapter 4) and lifecycle models (Chapters 5 and 6) to form the structure of demand dynamics forecasting for new shared mobility service. The chapter returns to the Ha:mo Toyota City case study to demonstrate feasibility of the framework in application.

Chapter 8 CONCLUSIONS

Chapter 8 concludes this study by summarizing and converging the central findings of this study from both adoption and behaviour changes. Implication for policy and planning are derived, shortcomings of the study, recommendations for future work, as well as an assessment of the overall contribution of this study.

氏 名	張 岑
-----	-----

(論文審査の結果の要旨)

氏名	張岑
----	----

近年、自動車や自転車のシェアリングなどの共有モビリティサービスが、わが国を含む世界中の都市で急速に拡大している。しかし、これらの新しい交通手段の需要については、従来の手法だけで推定することは難しく、新たな手法の開発が必要である。

当該研究は、共有モビリティサービスの需要推定モデルを開発するものである。推定手順は、マーケティング理論に基づいて、二段階に分割されている。第一段階が、共有システムへの初期登録や初期利用を表す初期受容段階であり、第二段階が、その後の需要進化、すなわち、経時的な利用の増減を表す段階である。前者においては、商品の普及過程を表すバスモデルが援用され、システムの初期登録や初期利用を商品の購入と見なすことにより、システムの入容過程が表現されている。後者では、マルコフモデルが適用され、利用期間全体に渡る各利用者の月毎の利用頻度変化が算定されている。マルコフモデルのパラメータ推定には、自転車共有サービスであるコグーや、カナダのモントリオールの大規模な自動車シェアリングのデータが使用されている。開発されたモデルを用いて、豊田市で実施されているハーモカーシェアリングの需要も試算されている。

本研究で得られた主な成果は次のとおりである。

1. マーケティングモデルを交通需要予測に応用することにより、交通手段の需要推定の新しい手法を提示した。特に、情報拡散過程をモデル化していることや、交通問題に特有の空間的異質性を考慮していることは、従来の手法には見られない、新規性である。
2. 利用期間全体に渡る利用頻度変化の経時的な推定により、各利用者の需要が、成長段階、成熟段階、もしくは、需要が減少してやがて利用を停止する段階にあるかを判別可能にした。
3. ハーモカーシェアリングを対象とした実例分析により、需要の集中期を明らかにした。すなわち、開発されたモデルが、共有モビリティサービスの経時的な将来需要予測に適用可能であることを示した。
4. 共有モビリティサービスの提供者にとって重要な情報であるシェアステーション毎の潜在需要の推定を可能にした。モントリオールを対象とした分析では、市内における自動車シェアリングの拡大が、利用者数だけでなく、利用パターンにも影響を及ぼすことを示した。
5. 利用頻度の傾向の相違により、利用者をグルーピングすることを可能にした。これにより、フリーフロー型の自動車シェアリングが導入された場合、ステーションベース型の自動車シェアリングを利用したことがある集団と、利用したことのない集団で、反応がどのように異なる相違するかを把握することが可能となった。

以上のとおり、本論文は、新しい交通システム、すなわち、自動車や自転車のシェアリングなどの共有モビリティサービスについて、その需要推定手法を開発したものであり、都市交通計画に対して、有効な知見とツールを与えており、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成31年2月22日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。