送迎トリップに着目したスマートモビリティ導入便益に関する一考察

松島 格也 [1]

[1]正会員　京都大学防災研究所 特定教授　（〒 611-0011 宇治市五ヶ庄）
E-mail: matsushima.kakuya.7u@kyoto-u.ac.jp

スマートモビリティが導入されることの便益は多岐にわたるが，本研究では地方部における交通弱者のモビリティ確保という観点に着目する．新たなスマートモビリティが導入された場合，現在は家族や近所の友人などが運転する送迎に頼らざるを得なかった交通弱者も，他人の運転に頼らず自ら移動することができるようになる可能性がある．本研究では，そのような効果を送迎トリップに伴う機会損失減少便益として定量化する方法を提案する．

Key Words : *smart mobility, opportunity loss, pick-up and drop-off trip*

1. はじめに

主として世帯内の構成員が担っている送迎行動は，自ら運転ができない子どもやお年寄りを中心とした自ら運転することができない被送迎者にとって重要な役割を果たしている．その一方で，送迎者がもし当該の送迎行動に関わらなくてもよかった場合，その時間を余暇や仕事などに使うことができたはずであり，送迎者にとっては自らの時間に関する機会損失が発生していることに他ならない．

スマートモビリティが導入されることの便益は多岐にわたるが，本研究では地方部における交通弱者のモビリティ確保という観点に着目する．新たなスマートモビリティが導入された場合，現在は家族や近所の友人などが運転する送迎に頼らざるを得なかった交通弱者も，他人の運転に頼らず自ら移動することができるようになる可能性がある．本研究では，そのような効果を送迎トリップに伴う機会損失減少便益として定量化する方法を提案する．

2. 本研究の基本的考え方

(1) スマートモビリティ導入と交通行動

スマートモビリティは様々な課題に対応すべくその導入が検討されてきた．また，新しいモビリティの導入が新たな交通需要を誘発する可能性もある．Garus 等 [1] は，新しいモビリティが交通行動に及ぼす影響として，(i) 長時間の移動の受け入れ，(ii)1 日の活動タイミングの変化，(iii) 非義務的な移動の増加，(iv) 移動困難者の移動の増加，(v) モーダルシフト，(vi) 場所の変化，(vii) 駐車習慣の変化，(viii) 自動車所有の変化，にに分類できるとしている．本研究では，このうちスマートモビリティにより (ii)(iv)(v) といった変化をもたらしうるトリップとして，家族や友人が自ら所有する自動車を用いて他の個人を送迎する送迎交通をとりあげる．特に過疎地域など公共交通が脆弱である地域に置いて，このような送迎交通は自ら運転することが困難な個人にとって欠かせない交通手段となっている．

その一方で，車で目的地まで送ってもらう被送迎者と車で目的地まで送る送迎者が互いの選択行動を調整しなければ実現しないため，送迎者が送迎を行わなければ実現できた行動が送迎を行うことによりできなくなる場合や，習慣化していることなどにより，送迎を行わなければ実現できた行動があるという可能性に気付いていない場合などがある．こういった送迎者が他の行動を実現できないことにより被る損失は，送迎者にとっての機会損失と定義できる．送迎者の機会損失を考慮すると，送迎行動にかかる費用は，実際に送迎者が想定している費用よりも大きいと考えられる．スマートモビリティが導入されてこれら送迎交通から転換すれば，こういった送迎者の機会費用を減少させ，送迎者が本来実施したかった行動を行うことができる，という価値が生まれる．

(2) 既往研究の概要

本研究が対象とする送迎トリップに関する研究としては，これまで主として送迎行動アンケート調査等を通じて実態を分析した研究や送迎に関する選択行動モデルを用いて送迎の成立可能性を分析した研究が行われ

てきた．有吉 [2] は，これらの議論を整理した上で，運転者側視点のトリップ・チェーンの形態から，相乗り行動を完全な同行と部分的な同行に二分し，部分的な同行を送迎行動（小林のいう送迎・相乗り行動）に該当するとした．この内，送迎と帰宅以外のトリップを行っていない送迎行動を純送迎，純送迎に該当しない送迎行動を部分送迎と分類している．また，移動サービスを提供する運転者側の意図が，完全同行，純送迎，部分送迎のそれぞれで異なるため，これらを明確に区別して扱う必要があるとしている．送迎行動の実態調査に関する分析に関する研究としては，谷口他 [3] が，送迎行動に影響する要因を踏まえ，TIM の心理的方策 TFP と全国都市 PT 調査のデータを用いて，送迎行動の実態を分析し，TFP において送迎行動がどのように変化するかについて考察している． 送迎行動の選択行動モデルに関する研究としては，小林他 [4] が，経済的動機，利他的動機，父権的動機に基づく個人の効用間の相互作用，送迎サービスの授受に関わる意思決定の相互作用を明示的に考慮に入れた交通手段の選択モデルを定式化して，家族の構成員によって実施される送迎・相乗りの実現確率を推定するランダム・マッチングモデルを示し，鳥取県東部地域を対象とした実証分析を通じて，モデルの検証を行っている．しかし，これらのいずれも送迎者が送迎をせざるを得ないことに伴って発生する機会損失に焦点をあてたものではない．

3. モデル

a) 時間配分モデル

財の購入と余暇時間の消費により効用を得ている個人 i を考える．財を購入するために必要な所得は労働により獲得する．したがって，個人 i は有限である時間を労働と余暇とに適切に配分することを通じて自らの効用の最大化をはかる．個人が使うことのできる総時間を，労働，余暇，移動という 3 種類の活動に費やすとする．労働に多くの時間を割けば所得が増加する一方，余暇に費やす時間が減少するというトレードオフに直面している．また，本研究で対象とする，知人や家族などを送迎する送迎者の送迎トリップを含め，移動に時間を費やす個人は余暇に仕向ける時間が減少することとなる．

個人 i の効用最大化問題は，以下のように表すことができる．

$$\max \ u(x_i, t^l_{i1}, \cdots, t^l_{iJ}) \tag{1a}$$

$$\text{subject to } \ T_i = \sum_j t^l_{ij} + t^w_i + t^t_i \tag{1b}$$

$$Y_i + w_i t^w_i = p_x x_i \tag{1c}$$

$$x_i, t^l_{ij}, t^t_i \geq 0 \tag{1d}$$

表–1 アンケート調査概要

票の種類	調査項目
世帯票	続柄，性別，年代，職業，外出に関しての困難の有無，自動車の運転頻度，新型コロナウイルスワクチン接種の有無， 自動車の保有状況
個人票	1. 自宅からの移動 2. 1 日の平日の活動スケジュールに 3. 送迎の頻度や他者への依存状況 4. 新しいモビリティサービスへの関心 5. 幸田町への愛着や利他的動機

ここに，$x_i, t^l_{ij}, T_i, t^w_i, t^t_i, Y_i, w_i$ はそれぞれ，個人 i の財購入量，1 日の中で j $(j = 1, \cdots, J)$ 番目の余暇時間，総利用可能時間，労働時間，移動時間，労働外所得，賃金率を表している．また，p_x は財価格である．今，効用関数の変数として，1 日の総余暇時間 $\sum_j t^l_{ij}$ ではなく，個々の余暇に費やす時間 $t^l_{i1}, \cdots, t^l_{iJ}$ を取り入れていることに注意されたい．このことにより，余暇の総時間のみではなく，余暇に費やす時間帯の数や，個々の余暇時間も考慮することができる．たとえば，t^l_{ij} に関して収穫逓増の効用関数を仮定すれば，総余暇時間が同一であっても一回あたりの余暇時間が長い方がより高い効用を得ることができる．

4. データ

移動や生活実態等を目的として 2021 年 12 月に愛知県幸田町の一部地域で行われた，“ 文部科学省と国立研究開発法人科学技術振興機構の「革新的イノベーション創出プログラム（COI STREAM）」の採択を受けた名古屋大学 COI（人がつながる ” 移動 “ イノベーション拠点～高齢者が元気になるモビリティ社会）と京都大学が合同で実施したアンケート調査データ ” を用いる．アンケート調査票は世帯の代表者 1 名が記入する世帯の構成等を記入する世帯票と世帯の構成員それぞれが日々の生活や移動の状況，幸田町や他の人に対しての愛着や思いの度合い，新しいモビリティサービス導入への期待等を記入する個人票の 2 つから構成されている．このアンケート調査では図の幸田町の対象地域内の 3162 世帯，8120 人に対してアンケートを配布し， 345 世帯 799 人 (回収率約 10%) から回答を得た．アンケート調査項目の概要を表-1 に示す．

以上の調査項目の中から，個人票の 2. 1 日の平日の活動スケジュールに関する問いを用いて各活動への時間配分を整理した．この問いでは 6:00～24:00 までのスケジュール表に【活動の内容】,【一緒に活動した人】,

【活動場所】，移動した場合は【移動手段】を回答するものになっている．この中から，個人 i の 14 種類ある【活動内容の種類】を仕事，家事，余暇，移動の 3 種類に大別し，各該当する活動内容の種類に費やした時間を各活動時間として抽出する．具体的には,【活動内容】が仕事であるものの総時間を労働時間と,【活動内容】が「買い物」,「医療」,「勉強」,「食事」,「家事」,「農作業」であるものの総時間を家事等の時間,【活動内容】が「休息」,「睡眠」,「地域の集まり」,「趣味・娯楽」,「その他」であるものの総時間に，0:00〜6:00 の【活動内容】が「睡眠」であると仮定した 6 時間を加えた時間を余暇時間に,【活動内容】が「送迎以外の移動」，「送迎」であるものの総時間を移動時間とする．

また，各個人の所得や財の購入額に関するデータについては，以下のように公表統計を用いる．市場からの財購入 x_i，個人の賃金以外の所得 Y_i，賃金 w_i，財価格 p_i の抽出には,「全国家計構造調査（旧全国消費実態調査）/ 2019 年全国家計構造調査 / 2019 年全国家計構造調査 都道府県，県内経済圏，15 万以上市別家計収支に関する結果 [家計総合集計]」の受け取り（月当たり），勤め先収入（月あたり），本人の勤め先収入 (月当たり) を「労働力調査/職業・月末 1 週間の就業時間・月間就業日数・月間就業時間・従業者規模，年齢階級別就業者数の就業時間 (月当たり) を用いて補完する．

5. おわりに

新たなスマートモビリティが導入された場合，現在は家族や近所の友人などが運転する送迎に頼らざるを得なかった交通弱者も，他人の運転に頼らず自ら移動することができるようになる可能性がある．本研究では，そのような効果を送迎トリップに伴う機会損失減少便益として定量化する方法を提案した．推定結果については講演時に発表する．

参考文献

1) Ada Garus, Borja Alonso, Maria Alonso Raposo, Biagio Ciuffo, Luigi dell'Olio, "Impact of New Mobility Solutions on Travel Behaviour and Its Incorporation into Travel Demand Models", Journal of Advanced Transportation, vol. 2022, Article ID 7293909, 24 pages, 2022. https://doi.org/10.1155/2022/7293909
2) 有吉　亮，自家用車を利用した送迎行動の評価に関する研究，横浜国立大学都市イノベーション学府博士論文，2016，[Ariyoshi, R. : A study on the evaluation of drop-off and pick-up transport by private vehicles, Doctor's thesis, Institute of urban innovation, Yokohama National University, 2016.]
3) 谷口綾子，原文宏，高野伸栄，加賀屋誠一，送迎交通の実態と TDM の心理的方策による削減可能性に関する研究，土木計画学研究論文集，19 巻 4 号 pp.813-822, 2002，[Taniguchi, A. and Hrara, F, and Takano, S. and Kagaya, S. : A Study on an Analysis of Trips to Pick up and Drop Off Someone and the Possibility of Psychological Strategy in TDM as a Measure of Trip Reduction, Transaction of the Japan Society of Civil Planning Engineers, Vol.19, No.4, pp.813-822. 2002.]
4) 小林潔司，喜多秀行，多々納裕一，送迎・相乗り行動のためのランダム・マッチングモデルに関する研究，土木学会論文集，1996 巻 536 号，pp.49-58, 1996，[Kobayashi, K. and KITA, H. and TATANO, Y. : A Random matching model for joint trips production within households, Transaction of the Japan Society of Civil Engineers, Vol.1996, No.536, pp.49-58, 1996.]

(xxxx.xx.xx 受付)

A NOTE ON THE BENEFITS OF INTDRODUCING SMART MOBILITY FOCUSING ON PICK-UP AND DROP-OFF TRIPS

Kakuya MATSUSHIMA

The benefits of smart mobility are wide-ranging, but this study focuses on the mobility of vulnerable people in rural areas. When new smart mobility systems are introduced, it is possible that vulnerable people who currently have to rely on family members or neighborhood friends to drive them to and from work will be able to get around by themselves without relying on others to drive them. This study proposes a method to quantify such an effect as a benefit of reduced opportunity loss associated with pick-up and drop-off trips.