

74. 郊外間交通へのシェア型自動運転車の導入可能性

-トリップの時空間特性・個人属性の観点から-

Introducing Shared Automated Driving for Universal Service for Suburban Transportation

- Emphasis on Spatiotemporal and Personal Characteristics of Trips-

香月秀仁*・東達志**・谷口守***

Katsuki Hideto*, Azuma Katsushi**, Taniguchi Mamoru***

Recently, new mobility technologies are changing the ways cars are used. The first technology is shared mobility such as ride-sharing using smart phone applications. A second technology is automated driving for universal service (adus). With fusion to other technologies, we can produce a new mobility style: "Shared-adus(SA)". People can move everywhere through SA without owning a car. This thesis examines well-suited trip characteristics with SA from the perspective of spatiotemporal and personal characteristics. To analyze these contents, we use person trip survey data. Results show the following: 1) ride-sharing more likely occurs in industrial districts than in other districts and 2) in districts near urban areas during off-peak hours. 3) SA makes the vehicle operation rate about triple.

Keywords: shared mobility, automated driving for universal service, person trip survey

シェア交通, 自動運転車, パーソントリップ調査

1. はじめに

自動車の登場は人々の経済活動を活性化させ、個人の活動の自由度を増した反面、本来一緒に行って差し支えない交通行動をも分離することとなった。この問題に対し、複数人による自動車利用を促す施策が過去から現在にかけて取り組まれてきた。米国では1970年代から一定の乗員数以上の車両のみを優先的に走行させる車線「HOV(High Occupancy Vehicle)レーン」の整備により第三者とのライドシェアを誘発する仕組みを作り、通行する自動車台数の抑制を図っている。近年はスマートフォンの普及に伴い、アプリケーションを介した商業的なライドシェア交通の利用者が国内外で増加傾向にある¹⁾等、柔軟な自動車利用の方法が注目を集めている。

このような流れの一方で、従来の自動車利用を大きく変える技術として、自動車の自動運転(Automated Driving for Universal Service: 以下「adus」)の実用化に期待が集まっている²⁾。これは、人間の運転ミスによる交通事故の減少効果や、高齢者や障がい者といった交通弱者を救済する移動手段としても注目されている。adus実用化に伴って注目されるのが、adus車両を地域内で共同保有し運行する新たな交通システム³⁾である。本研究ではadus車両の共同利用による交通サービスを「Shared-adus」と呼称する。Shared-adusは、自分で運転せずともDoor to Doorで移動可能な交通手段であり、バスに比べて柔軟なルート選択が可能という特徴が挙げられる。米国ライドシェア大手のUber Technologies(以下、「Uber」)が2016年より米国2市で実証実験を行う⁴⁾等、実用化に向けた動きが進んでいる。研究面でも、Shared-adusの導入に関して、近年プローブデータを活用した研究が盛んに行われている。しかし、Shared-adusの導入可能性を検証するためには、「いつ」「どこで」とい

う時空間情報の他に、「だれが」「どんな」目的で移動しているのかということがライドシェアの組み合わせを考える上で極めて重要となる。この点に関して、プローブデータは詳細な時空間情報を把握できるが、個人情報保護の観点から発着地点や個人属性に関する情報が削除され、トリップ目的も不明で情報として構造化されていない⁵⁾。ライドシェアの成立には性別やトリップ目的の違い等が当然影響するため、現在のプローブデータではShared-adusの導入可能性は残念ながら読み解けない。

以上の背景のもとで、本研究ではShared-adusの導入可能性として、自動車利用者間でのライドシェア成立割合をトリップの時空間情報に加え、個人属性・トリップ属性・地域特性と関連して把握することを目的とする。この目的を果たすため、構造化された交通行動データを用いて分析を行う。なお、大都市圏の郊外・都心間に生じる大需要の通勤トリップ等を担うのは鉄道等の公共交通機関の優先度が引き続き高いと考えられるため、本研究では大都市圏郊外部の郊外間交通を対象とする。郊外間交通は大量輸送機関でまとめて運べるほど需要がまとまって特定のOD間に存在するわけではなく、一方でそれらが複合してインフラ不足が顕在化するという課題が以前から指摘されており⁶⁾、切り札となる解決策が無いまま現在に至っている。

2. 研究の位置づけ

2.1 Shared-adusの経緯と現状

Shared-adusはライドシェアによる自動車トリップの集約、adusによる無人回送の要素を組み合わせ、自動車トリップの需要に効率的に対応する新たな交通手段である。

HOVレーンの時代にはトリップ主体間でのデジタルマッチングは存在しなかったが、近年はIT技術の発展やスマ

*学生会員 筑波大学大学院 システム情報工学研究科 (University of Tsukuba)

**学生会員 筑波大学 理工学群社会工学類 (University of Tsukuba)

***正会員 筑波大学大学院 システム情報系 (University of Tsukuba)

ートフォンの普及と共に、ライドシェアの利用が増加している。中でも米国の Uber が提供するライドシェアサービスは、タクシーよりも早く安いサービス提供を強みに利用者を拡大させており、競合するタクシー業界からの反発が生じている⁷⁾。我が国では、無資格者による旅客輸送は「白タク」行為として禁止されてきたが、近年では規制緩和の一環としてその容認に向けた議論が行われ始めている⁷⁾。また、利用者側の懸念材料である「同乗者に対する不安」という課題に対して、近年では同一目的で移動する利用者の SNS への投稿内容からその人格、趣味嗜好を解析し、その結果をもとにマッチングを行うことで不安の解消を図る動きも見られる⁸⁾。趣味嗜好の合う者同士が同一目的で移動することの潜在的な需要は高いと考えられ、今後のライドシェアサービスではこのようなトリップ属性・目的の考慮が利用者拡大のための重要事項になりえると考えられる。

また、adus は安全性向上のため、自動車会社と通信事業者が連携して実用化に向けた開発を進めている⁹⁾。さらに米国では Uber による自動運転車両を含むライドシェア交通サービスの実証実験が開始される等、保有を前提としない adus 車両の利用方法が実用化前から検討されている。

2.2 既存研究レビュー

Shared-adus に関連する既存研究として、導入による環境負荷の変動に着目した研究¹⁰⁾¹¹⁾や、Shared-adus の普及可能性に着目した研究¹²⁾¹³⁾、Shared-adus と基幹公共交通を組み合わせ効率的な車両運行を試みた研究³⁾等が見られる。

これらの研究においては①トリップ主体の個人属性やトリップ目的が考慮されておらず、②地域によって導入可能性に差異があることが考慮されていないという課題が挙げられる。また、ライドシェアに関するシミュレーション¹⁴⁾の取り組みは存在するものの、Shared-adus の導入可能性を吟味する上で必要な、利用者のトリップ属性の考慮は十分に行われていない。

2.3 本研究の内容

2.1 および 2.2 より、Shared-adus は実用化に向けた動きが進みつつあるが、今後の拡大展開に対して利用者の利用意向に直接関係するトリップ属性の考慮がなされていない。

トリップ属性はその発地の地域特性や時間帯に依存するため、それらの実態を把握する必要がある。本研究では、想定される Shared-adus 利用者のトリップ目的や個人属性の組み合わせに着目し、その地域特性や時間帯等の時空間特性との関係を把握する。この分析にはトリップの時空間情報に加えて個人属性やトリップ目的が把握可能な交通行動データを使用する必要がある。本研究ではこれらの情報が構造化されたパーソントリップ調査データを使用する。なお、本研究では現状のトリップパターンにおけるトリップ属性間での組み合わせの成立可能性を検討することが主眼であるため、Shared-adus の利用料金を明示的に考慮することを行わない。一方、業務や買い物などのトリップ目的に

応じてその行動主体の時間価値は明らかに異なると類推される。ここで、類似した時間価値を有するトリップはその属性が類似するものと考えられるため、本研究では同一トリップ目的の組み合わせの成立可能性についても検討を加えることとする。

2.4 本研究の特長

本研究の特長を以下に示す。

1. 将来の郊外間交通として新たな選択肢になり得る Shared-adus を対象とし、実際の地域を想定した有用性の高い研究である。
2. ライドシェアにおける個人属性や目的等のトリップ属性を介したマッチングを時空間の中で遂行し、異なるライドシェア条件の場合における必要車両数にまで言及した新規性・独自性を有する研究である。
3. 郊外間交通のあり方を抜本的に改変する可能性を秘めた研究であり、極めて発展可能性が高い。

3. 分析概要

3.1 本研究で想定する Shared-adus

本研究では、誰もが Shared-adus を利用できる状態を想定する。このため、運転免許非保有者でも利用可能な自動走行レベルの設定が必要である。なお、本研究における Shared-adus は鉄道利用者(たとえば茨城県南地域⇄東京都区部)の交通手段転換を促すものでなく、従来は自動車で行っていた郊外地域間の移動を代替する交通サービスである。このため、自動車・バス・タクシーを利用するトリップを利用者対象とする。また、本研究はバス利用者の一部を Shared-adus 利用者として結果的に取り込んでいるが、郊外間の公共交通を撤廃すべきという意図は全く有していない。

これらを踏まえ、本研究において想定する Shared-adus は次の 4 項目の特徴を有する。

- 1) adus の自動走行性能は Lev.5 (SAE レベル) とする。
- 2) 利用者は代表交通手段として乗用車・バス・タクシーで移動しているトリップとする。
- 3) 乗車可能人員は 2 人まで乗車可能なものとする。
- 4) 車両は個人所有ではなく対象地域全体で共有する。

3.2 使用データ概要

本研究で使用する交通行動データおよび地域特性データを表 1 に示す。本研究では Shared-adus 導入に伴うライドシェアの成立割合を、トリップの時空間情報に加え、個人属性・トリップ目的と関連して把握する。このため、これらの情報がセットとなった交通行動データである東京都市圏パーソントリップ調査データ(以下、「PT データ」)を使用する。PT データは拡大係数を用いることでサンプルサイズの拡大が可能であり、以降の分析結果は全て拡大係数を用いて拡大を行ったものである。

なお、Shared-adus は都市郊外部における移動の際に利用するサービスであること、多様な地域特性と導入効果との

関係を見るという観点から、都市部から農村部まで多様な地域特性を包含し、東京都市圏において自動車依存度が最も高い茨城県南地域を対象地域とする。対象地域の概要を図1、対象地域内における交通分担率を図2に示す。

また、Shared-adsは対象地域内での車両保有を想定するため、茨城県南地域内外を行き来するトリップは本研究における分析対象外とする。また、自動車平均旅行速度についてはGIS道路ネットワークデータを用いて、小ゾーンごとに通過している一般道路の道路延長と旅行速度から平均旅行速度を算出する。

3.3 ゾーン内における位置情報の考慮

PT データにおいて把握可能な位置情報の最小単位は小ゾーン(1 つ以上の町丁目の集合体)であり、より詳細な人および車両の位置情報は把握できない。また、ゾーンの大きさが均一でなく、分析に際してはゾーンの大きさに応じて補正をかける必要がある。

表1 本研究における使用データ一覧

データ概要	データ出典	備考
自動車・バス・タクシー利用トリップデータ	東京都市圏パーソントリップ調査データ(平成20年調査)	[個人・世帯属性] 年齢/性別/自動車保有状況/ [トリップ属性] ある平日1日における発生トリップの 発着地/発着時刻/移動手段/移動目的
自動車旅行速度データ	GIS道路ネットワークデータ ¹⁵⁾	各小ゾーンを通過する一般道路における自動車平均旅行速度を道路距離に応じて按分
人口	国勢調査データ(平成22年調査)	町丁目ごとに集計された人口を小ゾーン単位で再集計した人口を使用
事業所数	経済センサスデータ(平成21年調査)	町丁目ごとに集計された事業所数を小ゾーン単位で再集計して使用
産業別事業所数		各用途地域の面積算出に使用
土地利用	国土数値情報ダウンロードサービス	可住地面積・農用地面積・林地面積の算出に使用
細分メッシュデータ		

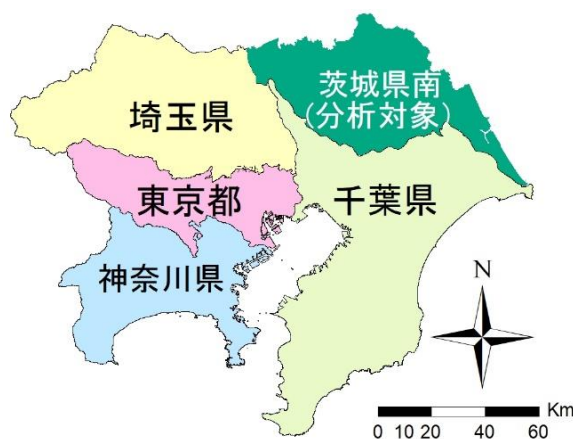
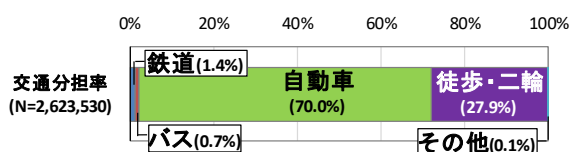


図1 分析対象地(茨城県南地域)の概要



※N値は拡大係数の合計値

図2 茨城県南地域内における交通分担率
(PT データを基に作成)

これらを踏まえ、分析に際しては車両がゾーン内の移動に要する基準時間として「到達可能時間」を設定する。算出式を(1)、(2)に示す。この指標はゾーンの可住地面積が小さいほど、そのゾーンにおける自動車平均旅行速度が速いほど値が小さくなる指標である。この指標を基に、後述する「人-人」のマッチング(ライドシェア)、および「トリップ-車両」のマッチングを行う。

$$RT_i = \beta \cdot d_i / v_i \quad \text{cf. } \beta = 1.4 \quad (1)$$

$$d_i = \sqrt{dz_i / 3.14} \quad (2)$$

RT_i : ゾーン*i*における到達可能時間(分)

β : 直線距離から道路距離への補正係数

d_i : ゾーン*i*と同面積の円の半径

v_i : ゾーン*i*における自動車平均旅行速度

dz_i : ゾーン*i*の可住地面積

3.4 ライドシェア成立条件

2 者のライドシェア成立には、両トリップの時空間一致が大前提である。加えて、一定の利便性確保のため、ライドシェアを行う2 者の出発時間の差を最長15分¹⁶⁾とする。ライドシェアの成立基本条件を(3)~(5)に示す。なお、ライドシェアの成立可否は、乗り合う2 者の出発時間差以内に両者の出発地点間を移動できる確率に依存すると考える。そこで、本研究ではゾーン面積が小さいほど、また2 者の出発時間差が大きいほど、確実にライドシェアが成立するようなパラメーター値「ライドシェア成立確率」を設定する。算出式を(6)に示す。これは、2 者の出発時間差を、到達可能時間で除した値であり、出発時間差が到達可能時間以上となる場合は1とする。この値を(3)~(5)のライドシェア条件を満たす2 者の拡大係数に乘じ、ライドシェア成立組数を算出する。なお、2 者間の出発時間差を基にライドシェアの成立数を算出するため、最短出発時間差WLを0分より大きい値として設定している。

$$TOD_a = TOD_b \quad (3)$$

$$0 < WL \leq G \leq WH \leq 15 \quad (4)$$

$$G = TS_b - TS_a \quad \text{cf. } TS_a < TS_b \quad (5)$$

$$RRS = \begin{cases} G / RT_i & (G \leq RT_i) \\ 1 & (G > RT_i) \end{cases} \quad (6)$$

TOD_n : トリップ*n*の出発地-到着地[OD]

WL, WH : トリップの出発時間差の最短, 最長時間(分)

G : 2 者間の出発時間差(分)

TS_n : トリップ*n*の出発時間(分)

RRS : ライドシェア成立確率

また、乗り合う2 者のサンプルの拡大係数が異なる場合、マッチングできなかった拡大係数分については新たなサンプルとみなして分析を行う。この際、拡大係数の扱い方に

よっては非現実的なマッチングが生じ、ライドシェアが成立しやすくなるといったバイアスが発生する可能性がある。そこで、本研究では現実には発生し得ない「同一個人同士」および「ライドシェア既成立組の2者」によるライドシェアを不成立とすることで、拡大係数を用いることによるバイアスの発生を防いでいる。また、郊外間という一定距離以上の移動における利用を想定するため、発着地が同一の内々トリップは分析の対象外とする。

これらの内容は性別やトリップ目的の違いによるライドシェア成立割合の減少を考慮する以前の「基本条件」となる。さらに本研究では、利用者の利便性に関わる以下2つの条件を別々に追加し、各条件がライドシェア成立割合に与える影響を検証する。1つ目は同性同士のみライドシェアが成立する「性別考慮」、2つ目は同一トリップ目的同士のみライドシェアが成立する「目的考慮」である。

なお、本研究ではライドシェアの成立可能性について利用者の出発時間差を基準に検討しているが、Shared-adusの利用者にとっては到着時間よりも到着時間が重要な場合も考えられる。特に、Shared-adus 導入前にバスを利用していた者は、交通手段の変化によって従前と同じ時間に出発した場合に到着時間が変動する可能性がある。ゆえに、従前のバス利用者が Shared-adus を利用する際に出発時間を変化させる可能性も考えられるが、図2で示す通り対象地域内におけるバスの交通分担率は1%未満であり、バス利用者の出発時間の変化による分析結果への影響は大きくないと考えられるため、今回の検討では考慮していない。

3.5 必要車両数の算出

先述の条件を基に、Shared-adus の運行に必要な車両数を算出する。初めに、トリップ毎にライドシェアの成立有無を確認し、ライドシェアが成立したトリップは1つの自動車トリップとみなす。自動車トリップ数が確定した後、全トリップの輸送に必要な車両数を算出する。この際、Shared-adus の導入を想定しない場合は、自動車運転手の数を集計する。Shared-adus の導入を想定する場合は、トリップの出発時点で、その発地に稼働可能な車両が存在する場合は既存の車両を配車し、該当する車両が存在しない場合は新規車両を配車すると仮定し、この仮定で配車を行った場合の必要車両数を算出する。ここで「稼働可能な車両」とは、前の乗客を目的地(ゾーン*i*)に運んだ後、ゾーン*i*において次の乗客のもとに移動するまでに十分な時間が経過している車両のことである。本研究ではこの時間について、3.3で設定したゾーン毎の到達可能時間(RT_i)を採用している。これによりゾーン*i*に存在する次の利用者のもとへ向かう際の空走時間を考慮している。

なお、Shared-adus においては同一ゾーンに限定しない車両の再配分を行うことも技術的には可能である。ただし、ゾーンを越えて行う車両の再配分は空走時間を増大させる可能性があるため、本研究ではゾーンを超えた車両の再配分については想定しないものとする。

3.6 分析シナリオ

Shared-adus の導入効果について、トリップ属性の考慮による効果の違いを含めて計測するため、「①BAU」「②ライドシェア(自動車保有者と自動車非保有者のみライドシェアが成立)」、「③Shared-adus_基本条件」「④Shared-adus_性別考慮」「⑤Shared-adus_目的考慮」の5つの導入シナリオから比較検討を行う。なお、以降の図表中において、ライドシェアを「RS」、Shared-adus を「SA」と表記する。

4. Shared-adus の導入効果

3.6で示したシナリオごとの自動車トリップ削減率を図3、必要車両数を図4に示す。図3において、①と②~④の比較より、Shared-adus の導入でライドシェア成立割合が1.5~2倍増となっている。①の場合には車両非保有者が車両保有者とのみライドシェア成立可能という制約条件が、②~④では Shared-adus の導入によって緩和されたことが原因であると考えられる。ただし、トリップ属性を考慮した③④では②と比較すると削減率は7割程度となっている。これは、②で成立していた異性同士(③)および異目的同士(④)のライドシェアの非成立が原因である。また、図4における①、①と②~④を比較して、Shared-adus 導入によって従前の半数以下の車両によって既存の自動車トリップを輸送できることが分かる。また、時間帯ごとの全車両数のうち、乗客を乗せて運行している車両の割合(運行車両率)を算出した結果を図5に示す。①と③を時間帯別で比較すると、深夜帯を除く全時間帯で運行車両率が3倍以上となっている。また②~④の車両運行率の傾向に大きな差は見られず、ライドシェアにおける個人属性やトリップ目的の考慮による運行効率への影響は比較的小さいことが明らかとなった。

5. 地域特性とライドシェア成立組のトリップ属性の関係

5.1 小ゾーン毎のライドシェア成立割合

4.より、ライドシェアが多く成立することで効率的な車両運行が可能であることを示した。つまりライドシェアの成立しやすい地域において Shared-adus の導入効果が生じやすいと考えられる。以降では、そのような地域の特徴を明らかにする。②のシナリオにおける発地ゾーンごとのトリップ全体に占めるライドシェアトリップの割合を図6に示す。この図から以下のことが伺える。

- 1) 全体を見ると南東の鹿嶋市・神栖市一帯のゾーンにおいて比較的高い値を示している。臨海地域ゆえに移動方向が限定的であることや、工業地帯ゆえに通勤・帰宅目的の移動が集中的に発生しやすいことが要因と考えられる。
- 2) 鉄道駅を含む地域はその他の地域と比較して高い値を示している。このような地域は比較的人口密度が高い地域であると推測でき、時空間におけるトリップ密度の高さがライドシェアの成立に繋がっていると考えられる。

さらに考察を深めるうえで、各地域におけるライドシェア成立組のトリップ属性(トリップ目的等)を見ることが必要であり、以降ではトリップ属性に着目した分析を行う。

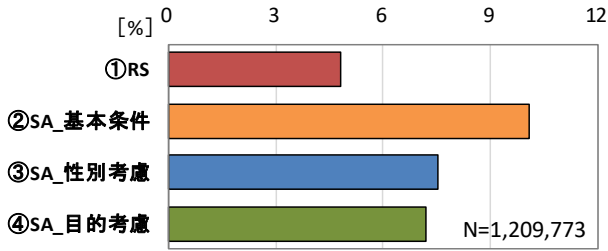


図3 シナリオ毎の自動車トリップ削減率

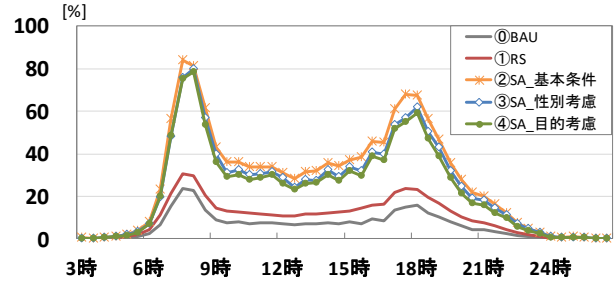


図5 時間帯別の車両運行率(30分単位)

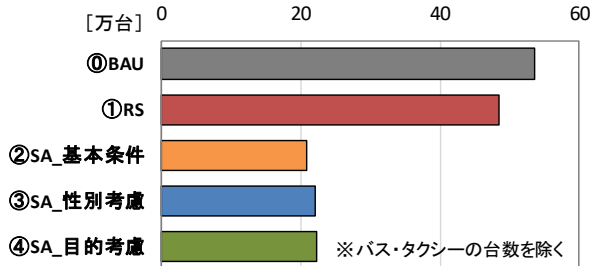


図4 シナリオ毎の必要車両台数

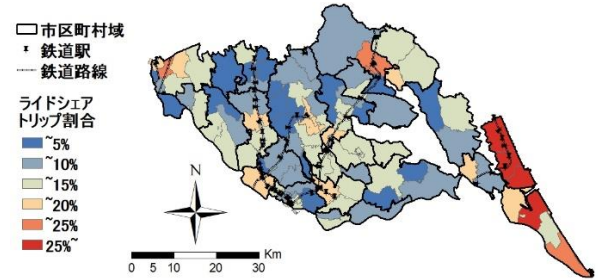


図6 小ゾーン毎のライドシェアトリップ割合_発地基準

表2 Shared-adus の成立に関連する地域特性の主成分分析結果

主成分(注1)		I	II	III	IV	V	VI	VII	備考 [使用データ]
変数(注2)		都市型 地域軸	生産年齢 居住軸	サービス 業従事者 軸	住工混在 地域軸	工業 地域軸	農林 地域軸	地域内 活動軸	
人口	人口密度[人/km ²]	0.76	0.26	0.25	0.30	-0.11	-0.30	-0.02	小ゾーン毎の可住地面積に対する人口 [国勢調査データ]
	生産年齢人口割合	0.06	0.84	0.09	0.11	0.23	-0.15	0.05	全人口に占める15～64歳の割合 [国勢調査データ]
	高齢化率	-0.07	-0.84	-0.14	-0.08	-0.31	0.05	-0.11	全人口に占める65歳以上の割合 [国勢調査データ]
	第1次産業従事者割合	-0.15	-0.25	-0.07	-0.60	0.00	-0.10	0.26	全従業者のうち、各産業に占める従事者の割合
	第2次産業従事者割合	-0.36	-0.21	-0.81	0.09	-0.04	0.02	-0.03	[平成21年経済センサスデータ]
用途地域	第3次産業従事者割合	0.37	0.25	0.80	0.10	0.03	0.04	-0.08	
	低層住居専用地域割合(注3)	0.25	-0.21	0.42	0.62	0.18	-0.12	-0.04	市街化区域面積に対する各用途地域の面積割合 [国土数値情報用途地域データ] (注3)それぞれ第1種・第2種を合算集計
	中高層住居専用地域割合(注3)	0.70	0.36	0.16	0.07	-0.16	-0.20	-0.05	
	住居地域割合(注3)	0.52	0.66	0.24	-0.01	-0.09	0.06	-0.11	
	準住居地域割合	0.60	-0.33	0.25	0.44	0.15	-0.20	-0.05	
	近隣商業地域割合	0.87	-0.11	0.12	0.11	0.02	-0.18	-0.06	
その他	商業地域面積	0.89	0.23	0.05	-0.12	-0.06	0.01	0.01	ゾーン面積全体に占める各土地利用面積の割合 [国土数値情報土地利用細分メッシュデータ] 可住地面積に占める事業所数[経済センサス]
	準工業地域面積割合	-0.04	0.12	0.15	0.15	0.82	0.03	-0.06	
	工業地域面積割合	0.03	0.10	-0.10	0.66	0.06	-0.13	0.20	
	工業専用地域面積割合	-0.12	0.21	-0.17	0.03	0.77	-0.03	-0.08	
	農用地面積割合	-0.61	-0.33	-0.24	-0.38	-0.22	0.22	0.06	
交通行動	林地面積割合	-0.20	-0.03	0.11	-0.02	-0.30	0.62	-0.18	茨城県南地域を発地もしくは着地とする全トリップ を母数とした各トリップの割合 (注4)[朝ピーク:6時～9時前・タビーク:17～20時前] の時間帯に出発したトリップ (注5)[朝ピーク:6時～9時前・タビーク:17～20時前] の時間帯に到着したトリップ
	事業所密度[事業所数/km ²]	0.91	0.02	0.13	0.20	-0.02	-0.13	0.02	
	公共交通分担率	0.23	-0.01	0.21	0.09	-0.21	-0.68	-0.39	
	自動車分担率	-0.42	-0.26	-0.17	-0.12	0.23	0.70	0.02	
	内々トリップ割合	-0.02	0.21	-0.12	0.11	-0.16	-0.03	0.72	
交通行動	発生トリップ 朝ピーク割合(注4)	-0.31	-0.51	0.14	-0.46	-0.07	0.00	0.23	回転法: Kaiser の正規化を伴うバリマックス法 (注1)絶対値0.5以上を太文字で表記 青: 低 ← オレンジ: 高 (注2) 単位表記の無い変数の単位は[%]
	発生トリップ タビーク割合(注4)	0.19	0.26	-0.50	-0.01	0.46	0.33	0.06	
	集中トリップ 朝ピーク割合(注5)	-0.09	-0.06	-0.60	-0.20	0.31	0.26	-0.47	
	集中トリップ タビーク割合(注5)	-0.05	-0.20	0.15	-0.18	0.06	0.12	0.76	
	合計	5.22	3.10	2.61	2.05	2.09	1.87	1.72	
寄与率		20.88	12.41	10.45	8.21	8.37	7.47	6.88	
累積寄与率		20.88	33.29	43.74	60.32	52.11	67.79	74.67	

5.2 地域特性による地域分類

5.1において指摘したトリップ属性は、そのトリップの発着地の地域特性に大きく依存すると考えられる。また、地域のタイプごとのライドシェア成立組の特徴を示すことで、同様の地域特性を有する地域間に Shared-adus を展開する際の有益な情報を提供できると考える。そこで、以降では複数の地域特性を用いて地域を分類し、地域分類とライドシェア成立組のトリップ属性の関係性について明らかにする。始めに、発生するトリップの属性に影響を及ぼすと考

えられる「人口」「用途地域」「農林面積」「事業所密度」「交通行動」に関する計25変数を整備した。これらの変数をもとにクラスター分析によって地域を分類する。ただし、これらの変数を直接に用いた場合には、同一の傾向のある変数が複数存在している場合に、それらの重みが強くなり、バイアスが生じる可能性がある。そこで、このようなバイアスを除外するため、始めに25変数を用いて主成分分析を行い、得られた主成分得点をクラスター分析にかけることで地域を分類する。主成分分析の結果を表2に示す。

結果として固有値1以上の7つの主成分によって累積寄与率が70%を超える説明力が得られ、各主成分軸を命名した。この分析結果を基に、小ゾーンごとの主成分得点をクラスター分析にかけることで、「A.若年層都市地域」「B.多世代都市地域」「C.住居系地域」「D.郊外住工地域」「E.工業地域」「F.農林地帯」の計6つの地域に分類した。その結果を表3および図7に示す。以降の分析ではこの地域分類ごとに、成立したライドシェアトリップのトリップ目的や個人属性の構成を明らかにする。

5.3 地域分類ごとのライドシェアトリップ構成

5.2の地域分類を基に、ライドシェア成立組のトリップ構成の集計を行う。ここでは各地域分類を発地とするライドシェアトリップの個人属性構成を図8、トリップ目的構成を図9に示す。なお、各図で同一の性別・トリップ目的の項目を黒枠で示している。これらから以下のことが分かる。

- 1) 地域分類別に見ると、E.工業地域におけるライドシェアの割合が高く、次いでA~Cの比較的人口が集積している地域においてライドシェアトリップの割合が高い。
- 2) 図8よりE.工業地域では男性同士組の割合が他地域と比較して高い。図9を見ると通勤通学同士および帰宅同士の割合が高く、工場従事者による通勤通学・帰宅目的のトリップの同時時間帯への集中的発生が原因と考えられる。
- 3) 図9より②と④を比較すると、同一トリップ目的同士の割合が高く、次いでA~Cの比較的人口が集積している地域においてライドシェアトリップの割合が高い。

また、ライドシェア成立割合が最も大きなE.工業地域における時間帯別のライドシェアトリップ目的構成を図10に示す。ここから以下のことが読み取れる。

- 1) 6~9 時前・17~20 時前のライドシェアトリップ割合は④が②の2/3程度だが、9~17 時前では1/2程度となる。

表3 クラスター分析による地域分類結果

主成分得点 平均(注)	I	II	III	IV	V	VI	VII	ゾーン 数
地域分類	都市型 地域軸	生産年齢 居住軸	サービス業 従事軸	住工混在 地域軸	工業 地域軸	農林 地域軸	地域内 活動軸	
A.若年層都市地域	1.72	3.88	0.78	-1.21	-0.82	0.30	-0.35	3
B.多世代都市地域	3.81	-1.45	0.52	0.74	0.28	-0.10	0.45	4
C.住居系地域	-0.16	0.26	0.64	0.26	-0.22	-0.63	-0.59	29
D.郊外住工地域	-0.27	0.18	-1.13	0.72	-0.03	0.25	-0.11	23
E.工業地域	-0.20	0.72	0.00	-0.03	3.82	0.30	0.16	4
F.農林地帯	-0.22	-0.50	0.08	-0.58	-0.17	0.27	0.45	40

(注)絶対値0.5以上を太文字で表示

青: 低 オレンジ: 高

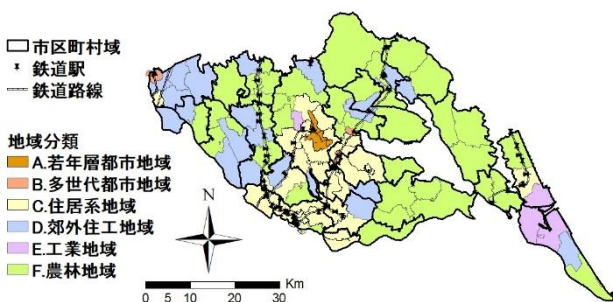


図7 小ゾーンごとの地域分類

- 2) ②のトリップ目的の構成を見ると、6~9 時前は「通勤通学」、17~20 時前は「帰宅」という時間帯で集中的に発生するトリップ目的同士のライドシェアが多く、ピーク時間帯の自動車トリップ抑制に一定の効果を与えている。
- 3) 9~17 時前においては異目的同士のライドシェアの割合が半数を占め、この部分が成立しない④では日中のライドシェアが成立しづらくなっている。

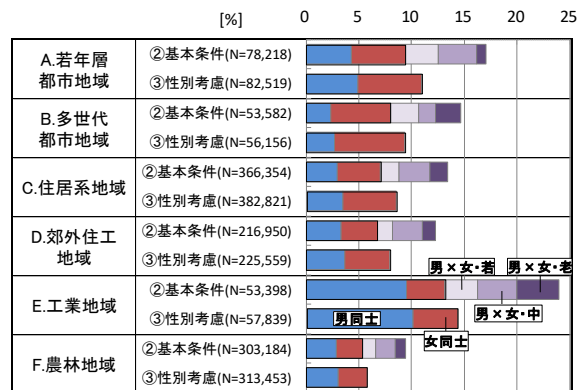


図8 発地域分類毎のライドシェアトリップ成立割合および個人属性構成 (②基本条件・③性別考慮)
※「若」: 39 歳以下, 「中」, 40~64 歳以下, 「老」: 65 歳以上

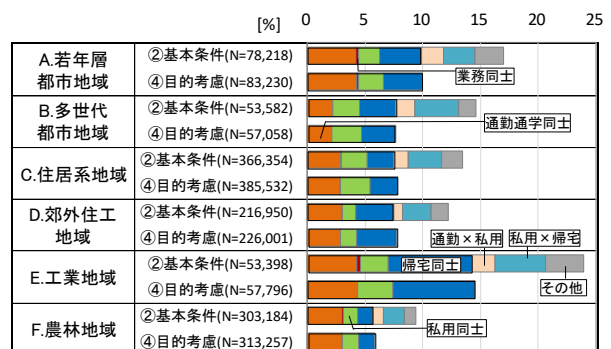


図9 発地域分類毎のライドシェアトリップ成立割合およびトリップ目的構成 (②基本条件・④目的考慮)

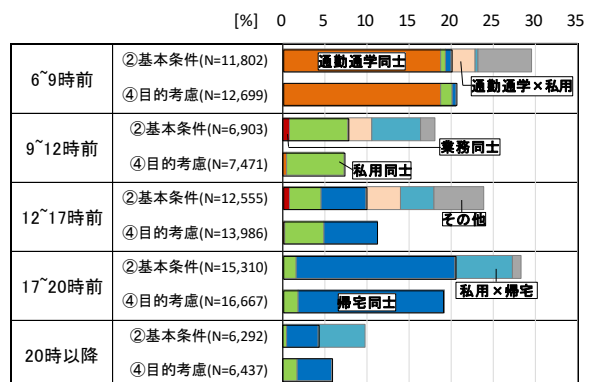


図10 E.工業地域を発地とする時間帯別のライドシェアトリップ割合およびトリップ目的構成 (②基本条件・④目的考慮)

6. 結論

本研究では将来的な実用化が検討され得る Shared-ados の導入を想定し、車両数変動を始めとした導入効果の計測や、ライドシェア成立組のトリップ属性の組み合わせと地域特性の関係について検証した。主な結果を以下に示す。

- 1) Shared-ados の導入により、導入前の半数以下の車両数で自動車トリップ需要に対応することが可能となる。
- 2) 深夜帯を除くどの時間帯においても、Share-ados 導入前後で車両運行率は約3倍に向上する。
- 3) Shared-ados におけるライドシェアの成立数は、ライドシェアを単独に実施する場合の1.5倍～2倍に増加する。
- 4) 人口密度が比較的高い都市部と比較して、工業地域のようないくつかの時間帯交代制の勤務に特化した地域においてライドシェアが成立しやすい。
- 5) トリップ目的を考慮したシナリオではピーク時間帯と比較してオフピーク時間帯のライドシェアが成立しづらくなる。

なお、本研究においては Shared-ados の成立条件について、下記のような2つの点において厳しめの設定を行い、成立可能性としては安全側の推計（過少推計）を行っている。このため、以下の条件を緩和した推計を行うことが今後の課題となる。1点目として、Shared-ados の登場で全く新たに発生する誘発需要を考慮出来ていない。この点については免許非保有者で自動車トリップを行っていない交通弱者の誘発需要を特に考慮する必要がある。2点目は発着ゾーン以外のトリップ経路途中でのライドシェア成立を考慮しておらず、実装される Shared-ados では経路途中のライドシェアにより、さらなる利用者増加を図ることが可能である。

また、このような交通サービスの導入に際しては、空走時間の発生に伴う車両の総走行時間の増加が既存研究¹⁰⁾で指摘されている。この点については、トリップの発生時間帯および移動時間を考慮している本研究の分析フレームでそのまま検討可能であり、今後検討を進める予定である。

なお、本研究では Shared-ados の導入可能性について運営側から検討を行ったが、今後は Shared-ados を実際に利用する人々のライドシェアへの受容可能性、サービスの料金設定と需要の関係性といった利用者側からの検討が併せて求められる。さらに、積極的にライドシェアを行うために出発時間を調整するといった利用者の協調行動など、新たに生じうる現象への対応も含め、Shared-ados の導入に際してはその前段階において、運営側・利用者側の双方から十分な検討がなされていることが必要である。

謝辞

本研究は(株)トヨタ自動車との共同研究「これからの社会システムとモビリティのありかた研究」の一環として実施したものである。加えて、国土交通省関東地方整備局が実施した東京都市圏パーソントリップ調査データを使用する機会を得た。また、JSPS 科学研究費(17H03319)の助成を得た。この場を借りてお礼申し上げる。

参考文献

- 1) 市丸新平：「シェアリング時代の自動車交通ビジネス—次世代カーシェアから TNC まで—」,デザインエッグ株式会社, 2014.
- 2) 内閣府：戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) 自動走行システム研究開発計画, 2016.10.20
<http://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/keikaku/6_jidousoukou.pdf>, 最終閲覧 2017.01.
- 3) OECD: Urban Mobility System Upgrade -How shared self-driving cars could change city traffic, International Transport Forum, 2017.
- 4) 日本経済新聞 2016 年 12 月 15 日朝刊 7 頁「ウーバー、自動運転「相乗り」実験拡大、サンフランシスコで、交通量多く「難易度高い」。
- 5) 日本経済新聞 2017 年 2 月 28 日朝刊 1 頁「ビッグデータ売買に指針、車走行やカード履歴、個人情報加工し活用と保護両立」。
- 6) Robert Cervero: Suburban Gridlock, Center for Urban Policy Research, 1985.
- 7) 日本経済新聞 2017 年 2 月 5 日朝刊 1 頁「ライドシェア解禁検討、規制改革会議、タクシー業界の反発必至」。
- 8) 日本経済新聞 2017 年 8 月 7 日朝刊 9 頁「相乗りマッチングに AI、趣味や人柄分析 ゼロトウワン」
- 9) 日本経済新聞 2017 年 3 月 23 日 朝刊 1 頁「トヨタ、NTT と自動運転技術で提携 5G 通信活用」
- 10) 谷本圭志・川村周平：「無人運転技術を用いた車両共有システムの導入に伴う環境影響に関する分析」, 社会技術研究論文集, Vol.6, pp.68-pp.76, 2010.
- 11) Zia Wadud・Don MacKenzie・Paul Leiby: Help or hindrance? The travel, energy and carbon Impacts of highly automated vehicles, Transportation Research Part A: Policy and Practice, Vol.86, pp.1-pp.18, April 2016.
- 12) 山本真之・梶大介・服部佑哉・山本俊行・玉田正樹・藤垣洋平: 自動運転車によるシェアカーの普及に関する研究, 第 53 回土木計画学研究発表会・講演集, pp.1324-pp.1327, 2016.
- 13) 紀伊雅敦・横田彩加・高震宇・中村一樹: 共有型完全自動運転車両の普及に関する基礎分析, 第 54 回土木計画学研究発表会・講演集, pp.168-pp.174, 2016.
- 14) Phathinan Thaitatkul・Toru Seo・Takahiko Kusakabe・Yasuo Askura: A Passengers Matching Problem in Ridesharing System by Considering User Preference. Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.11, pp.1416-pp.1432, 2015.
- 15) esri ジャパン: ArcGIS Geo Suite 道路網 2016.
- 16) 社会資本整備審議会都市計画・歴史的風土分科会・都市計画部会都市交通・市街地整備小委員会: 集約型都市構造を支える公共交通の実現に向けて, 2006.