

MaaS の普及を想定した 公共交通と人口分布に関する研究

富岡 秀虎¹ 村上 僚祐² 高山 宇宙³ 森本 章倫⁴

¹学生会員 早稲田大学大学院 創造理工学研究科建設工学専攻 (〒169-8555 東京都新宿区大久保3-4-1)
E-mail:mannyan@asagi.waseda.jp

²学生会員 早稲田大学大学院 創造理工学研究科建設工学専攻 (〒169-8555 東京都新宿区大久保3-4-1)
E-mail: murakami.rs.73n@akane.waseda.jp

³学生会員 早稲田大学大学院 創造理工学研究科建設工学専攻 (〒169-8555 東京都新宿区大久保3-4-1)
E-mail: k-ginnga@asagi.waseda.jp

⁴正会員 早稲田大学 理工学術院 (〒169-8555 東京都新宿区大久保3-4-1)
E-mail : akinori@waseda.jp

情報端末や自動運転技術の進歩により、交通環境は大きく変化しつつある。近年では MaaS (Mobility as a Service) という概念が生まれ、カーシェアやライドシェアなどのデマンド交通が二次交通として積極的に活用されることが期待されているが、過度なデマンド交通利用による渋滞悪化も懸念される。しかし、現在の公共交通網形成計画では、デマンド交通は最小限のサービスしか想定していない。そこで本研究では MaaS が普及した社会を想定し、運行費用と所要時間を用いて最適なデマンド交通の運行と人口分布について検証した。その結果、一定の人口集積がある地区ではマストラの端末交通としてデマンド交通を活用する階層化で運行効率の向上が図れること、デマンド交通の運行効率を考えると中心市街地では同心円状、郊外ではコリドー状の人口集約が望ましいことが明らかとなった。

Key Words: MaaS, Autonomous vehicle, Rideshare, Bus, Compact city

1. はじめに

都市の土地利用は交通機関の進化に合わせて変化してきた。例えば鉄道の登場は鉄道駅周辺への人口集積を誘発したが、その後進展したモータリゼーションにより都市の人口分布は拡散に転じ、公共交通の利用者減や都心部の衰退、高齢化に伴う運転弱者の増加などの問題をもたらした。現在は、その解決策として公共交通の利便性向上と公共交通沿線への機能集約が検討され、コンパクトシティを実現するための立地適正化計画の導入都市も増えている。

一方で、個人所有の自動車を自ら運転するという前提は近年大きく揺らぎつつあるといえる。その理由として、一つは自動運転技術という自動車本体の進化が挙げられる。Level4 の自動運転では運転手なしで走行が可能となり、運転技能によらず自動車を利用できるようになることが期待されている。もう一つはシェアリングの普及と

いう利用形態の変化が挙げられる。スマートフォンなどの情報端末を通してマッチングやルート設定、予約を容易に行うことができる。これらの技術により、個人所有の自動車を自ら運転する場合とほぼ同等のサービスを、より安価に誰でも利用できるようになり、交通弱者の問題の解決につながることを期待されている。

このように、自動車を共有資産と捉えて利用する層は増加傾向にあるが、どのように共有して利用すべきかについての議論は不十分といえる。例えばシェアリングの普及による自動車利用の障壁の低下は、公共交通分担率低下と渋滞悪化を引き起こしており、無秩序なシェアリングは都市交通の効率性を損なう危険性があることが指摘されている。

他方、このような技術進展は公共交通施策にも影響を及ぼしている。乗換等の情報提供や支払を情報端末上でシームレスに行う MaaS (Mobility as a Service) では、デマンド交通も交通手段の一つとされており、1 次交通であ

る従来の公共交通との適切な併用により、自動車利用を最小限に抑えた社会が実現する可能性がある。

しかし、MaaS 先進都市であるヘルシンキにおいても、カーシェアを加えた「Whim Unlimited」は利用率が低く²⁾、交通手段再編に有効なデータを取得できていないなど、MaaS を前提として公共交通を再編するには課題も多い。既存の鉄道やバスだけを対象とした交通網では、MaaS により利用が増加すると考えられるデマンド交通とのサービス重複や競合が発生し、運行効率が悪化する可能性がある。また、鉄道やバスと違い明確な乗降位置や運行ダイヤを持たないデマンド交通が効率的な人口分布は、これまでの立地集約基準の基本である「駅、バス停徒歩圏か否か」とは異なる可能性があると考えられる。

そこで本研究では、MaaS 普及を前提とした公共交通網と都市の人口分布の関係性について定量的に示すことを目的とする。具体的には MaaS の特徴である「交通手段間の乗り継ぎ」と「端末交通としてのライドシェア」に着目し、公共交通網のパターン別の総交通費用や所要時間分布を算出する。また、デマンド交通が必要な地区を対象に、運行効率が最大化する人口分布のパターンを明らかにする。以上を踏まえ、人口規模ごとに最適な公共交通網と人口分布を提案する。

2. 既存研究の整理と本研究の位置づけ

(1) 既存研究の整理

a) 公共交通再編に関する研究

溝上ら³⁾は熊本市を対象に、湖城ら⁴⁾は仮想都市を設定して、路線バスの幹線と支線を明確化する階層型への再編による利便性変化を算出した。どちらの研究でも、階層化により支線のサービス水準が向上し交通利便性の地域格差が縮小することが明らかになった。杉尾ら⁵⁾は名古屋市を対象にバス路線を運行頻度やバスレーンの区間数などの指標で分類し、フィーダー型の役割を持ちながら実際の路線設定とのギャップがある路線を抽出した。

これらの研究は鉄軌道や路線バスなどの大量輸送交通機関（以下マストラ）を対象としたもので、デマンド交通も含めた交通網再編は考慮されていない。

b) デマンド交通に関する研究

上原ら⁶⁾は、那覇通勤圏を対象に、従来の路線バストリップをデマンドバスと基幹バスによる階層型ネットワークの利用に置き換えた場合の運行効率を従来のネットワークと比較した。階層型ネットワークで所要時間が短縮することが確認された。香月ら⁷⁾は、PT 調査を用いて、自動車・バス・タクシーのトリップがすべて自動運転者によるライドシェアに切り替わった場合の成立割合を検証した。自動運転化により車両運行効率が向上すること

で車両台数は低下するが、同一小ゾーン間の OD でのみライドシェア成立という条件では、ライドシェアによるトリップ削減率は約 1 割にとどまることが確認された。

このように、デマンド交通のシミュレーションを行い所要時間や運行効率を検討する研究は数多く存在するが、「マストラとデマンド交通の組み合わせ」と「現在の OD も考慮した分析」の両者を扱う研究は少ない。

c) 人口分布と都市交通効率性に関する研究

相川ら⁸⁾は、熊本都市圏を対象に、人口集約の方法が異なる 3 つのシナリオを設定し交通エネルギー消費量の比較を行った。その結果、一極集中型都市構造では都心部の渋滞が深刻になり交通エネルギー消費量は却って増加するため、多極分散型都市構造が望ましいことが確認された。また、菊地ら⁹⁾は、宇都宮市と津山市を対象に、公共交通沿線に人口を集約させた場合の公共事業採算性の変化を算出した。その結果、人口が減少しても集約化によりバス事業の採算性が保たれる可能性が示された。これらの研究はいずれもマストラ停留所周辺への人口集約を仮定したものであり、デマンド交通の利用は考慮されていない。

(2) 研究の位置づけ

従来の研究は TOD やコンパクトシティの流れを汲み、マストラによる都市構造改変を前提としていた。一方でデマンド交通に関する研究は、エリア限定のマッチングモデル作成と運行効率の分析が中心であり、公共交通網の一環として分析されることは少なかった。

よって本研究の新規性は、デマンド交通系の研究のマッチングモデルを応用し公共交通網に加えることで、デマンド交通も含めたシームレスな公共交通再編の効果を検証する点、従来マストラだけで行われていた都市郊外部における人口分布パターン別の運行効率を分析する点の 2 点である。

3. 公共交通と人口分布シナリオの設定

(1) MaaS サービスの前提

MaaS は導入されてから日が浅く、正確な利用意向に基づいた公共交通網策定が困難である。よって本研究では以下のような仮定を設定する。

a) 運行サービスの仮定

- I. MaaS サービスで利用できる交通手段は路線バス、ライドシェアとする。
- II. シェアサイクルは考慮しない。天候に左右されやすいことや、車両導入費用がデマンド交通に比べ安価でありフリーライドの問題が発生しにくいことが理由である。

- III. 路線バスの運行本数は4本/h以上であり、デマンド交通の待ち時間も最大 15 分である。これは Calthorpe の提唱した¹²⁾TODにおける基幹交通に必要な運行本数である。
 - IV. ライドシェアの発着地は 500m メッシュの中心点ごとに設定する。
 - V. ライドシェアと路線バスの乗換は乗継拠点でのみ行う。
 - VI. ライドシェアは最大 5 人が乗車し、1.5 倍まで迂回する。
 - VII. ライドシェア、路線バスの旅行速度は三井造船システム技研株式会社道路地図 V2012-3 の道路区間データの「ピーク時速度」を使用し、交通量の多寡による変化は考慮しない。
 - VIII. MaaS サービスの運行経費は燃料費、車両購入・維持費、運転手の人件費から求める。
- b) 利用意向に関する仮定
- I. 乗換や予約による抵抗は考慮しない。MaaS は乗換情報の取得や予約を情報端末上でスムーズに行うことができ、利用者は完全な情報を得ていると考えられるからである。
 - II. MaaS サービス利用者は MaaS サービスをサブスクリプションで利用する。利用者は自動車を所有する必要がなくなるため、交通費の負担額は MaaS の利用料金のみとなる。
 - III. MaaS サービスを利用する OD は、対象地のパーソントリップ調査の拡大前の OD のうち、自転車・徒歩を除くすべての交通手段の市内発着の OD である。

(2) 公共交通シナリオの設定

2つの公共交通シナリオを図1に示す。

a) 総デマンド交通化シナリオ

MaaS サービス導入において懸念されていることはマストラ利用者のデマンド交通への転移である。その理由は、デマンド交通は輸送単位が小さいため大量の車両が必要になるからである。その影響は、マッチング率が低下する自由乗降、乗車距離無制限のケースでより顕著になる。その社会的影響を検討するため、路線バスなどのマストラが全廃され、都市内の交通がすべてライドシェアに転移したシナリオを設定する。このシナリオでは、利用者は市内トリップならば無制限に乗り換えなくライドシェアを利用することが出来る。香月ら¹⁰⁾、東ら¹¹⁾の想定と同様のシナリオである。

b) 階層化シナリオ

マストラとデマンド交通が階層化されたシナリオである。バス停付近は徒歩で、公共交通不便地域は最寄りの乗継拠点までライドシェアで移動し、そこで路線バスに乗り換える。MaaS の特徴であるシームレスな乗り継ぎ

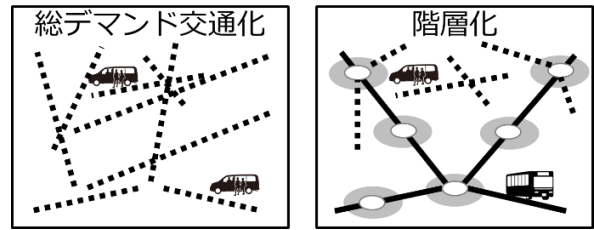


図1 公共交通シナリオのイメージ

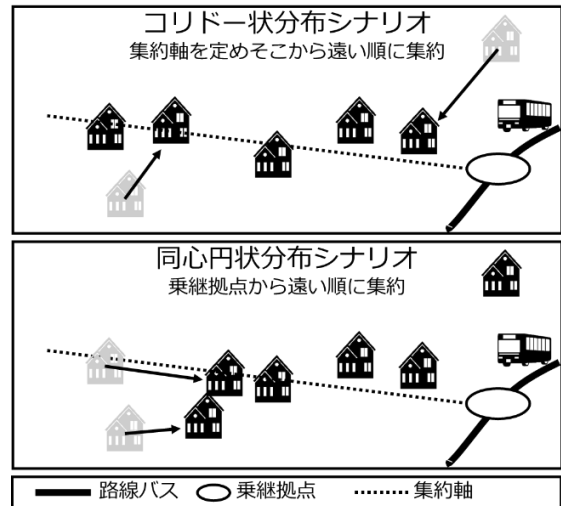


図2 人口分布シナリオのイメージ

を最も活かせるシナリオだが、乗換回数の増加や路線バスの迂回により公共交通不便地域の利便性が低下する可能性がある。

(3) 人口分布シナリオ

総デマンド交通化シナリオと人口分布の関係は東ら⁹⁾が検討しているため、本研究では階層化シナリオを基に図2に示す2シナリオを設定する。

a) コリドー状分布シナリオ

ライドシェアの交通量が多く相乗りを行いやすい区間を集約軸と設定し、それに沿った人口集約を行う。マッチング率が上がるため運行回数は減少するが、1回あたりの運行距離はあまり変わらない。

b) 同心円状分布シナリオ

乗継拠点と居住地に一直線に人口を集約させる。乗継拠点からの距離が近いいため1回あたりの運行距離は短いですが、マッチング率は低下する。

4. 対象地の概要

(1) 対象地の選定

対象地は栃木県宇都宮市に設定する。その理由は、人口の多い中核市だが自動車保有率が高い点、2022年のLRT開業とともにそれを軸とした公共交通再編を予定し

ている点、路線バスを中心とした MaaS の社会実験を行うなど¹³⁾MaaS 導入に積極的である点の 3 点である。

(2) 対象地の現況

宇都宮市の最新のパーソントリップ調査である平成 26 年県央広域都市圏生活行動実態調査から交通特性を把握する。

a) 公共交通分担率

市内移動の代表交通分担率を図 3 に示す。公共交通の分担率は鉄道が 0.9%、バスが 2.2%と非常に低い。鉄道の分担率が低いのは、東武鉄道と JR の路線が市内で連絡していないために、市内での移動に制約があるからだと考えられる。

市内の公共交通の主役である路線バスの端末交通手段の分担率を図 4 に示す。端末交通手段は徒歩がほとんどであり、自動車はおろか、自転車も使用されておらず、マルチモーダルな移動は行われていない。

b) 発生集中量

宇都宮市内相互のトリップのうち交通手段が自転車・徒歩のものを除いた 500m メッシュ単位の発生集中量を図 5 に示す。南部には細長くトリップの多い地区が広が

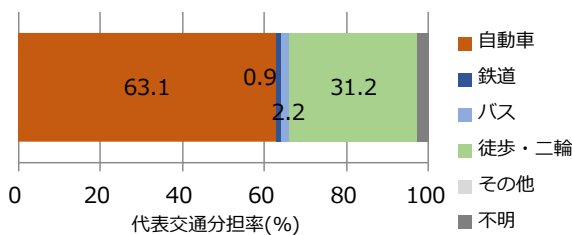


図 3 代表交通手段分担率

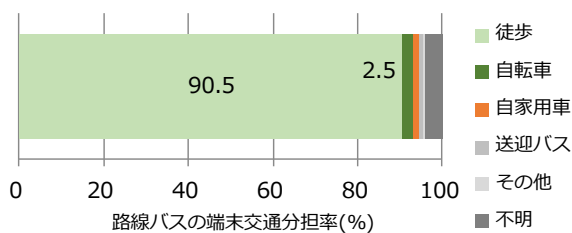


図 4 端末交通手段分担率

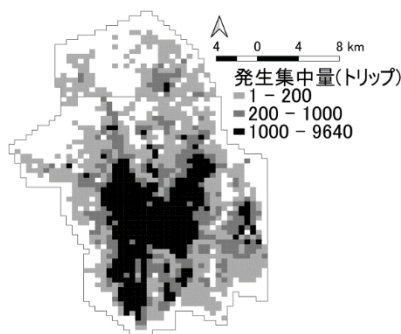


図 5 市内交通の発生集中量

っているが、北部の発生集中量は少ない。

5. 公共交通の運行と利用の条件

MaaS において重要なライドシェアは需要によって運行経路や運行頻度が変化するため、まずはライドシェアの利用者を確定させる必要がある。その後利用者のマッチングを行い、明らかになる運行距離や車両台数から運行費用を、所要時間からサービス水準を算出する。

(1) 交通手段の決定

まず交通手段を決定する。総デマンド交通化シナリオでは、無条件でライドシェアが交通手段となる。

階層化シナリオではライドシェア利用には制限がかかる。その条件を図 6 に示す。代表交通手段としてライドシェアを利用できるのは路線バスのルートが 2 倍以上迂回する場合である。端末交通手段としてライドシェアを利用できるのは、代表交通手段が路線バスで、発着地がバス停から 250m 以上離れている場合である。

(2) ライドシェアのマッチング

路線バスはマッチング判定を行わず距離やサービス水準から所要時間が求められる。一方、ライドシェアはマ

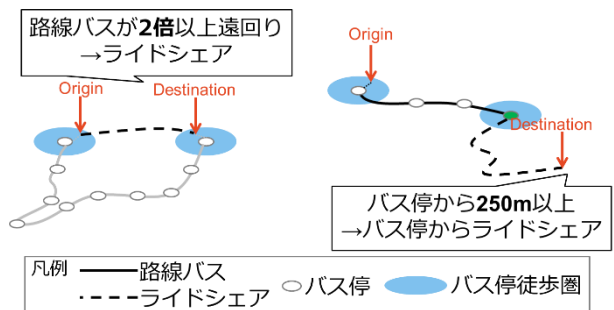


図 6 階層化シナリオのライドシェア利用条件

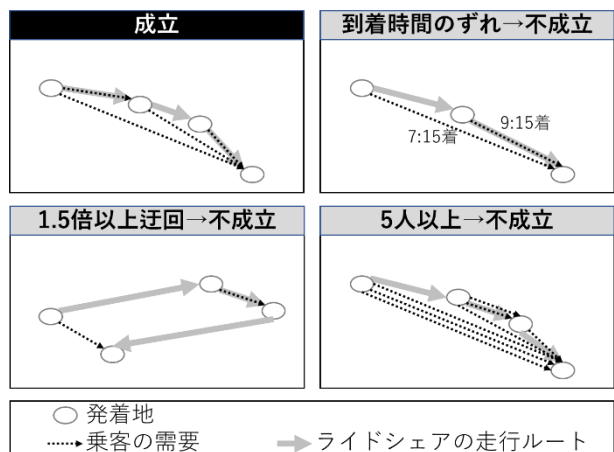


図 7 マッチングの成立条件

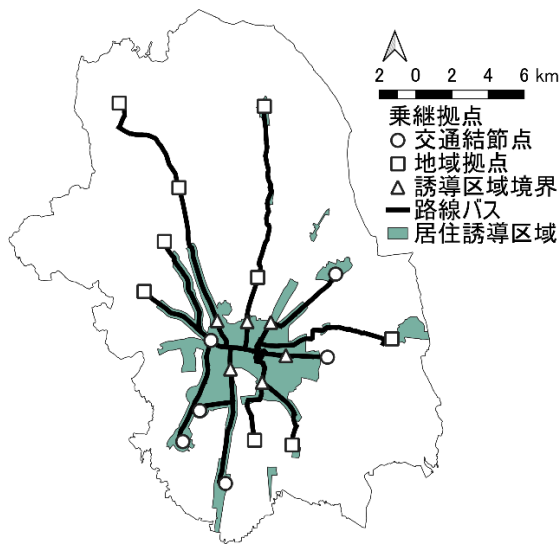


図8 マストラと乗継拠点の設定

表1 運行費用の原単位^①

	路線バス	ライドシェア
車種	レインボー	ハイエースワゴン
車両費(本体価格)(円/台)	18,090,000	3,176,800
1日あたり車両費(円/台)	9,912	1,741
燃料費(円/km)	19.2	15.8

マッチング相手によって迂回が生じるため、マッチング確定後に所要時間や運行ルートが決定される。

マッチングはまずランダムにホストとなるトリップを設定する。その後図7に示す条件を満たし、かつまだマッチングしていないトリップをマッチングさせ、ホストトリップに加えていく。最後に、マッチングでまとめられた全てのトリップを満足させるよう車両を配置することで、必要車両台数や車両総走行距離数等が求められる。

(3) 公共交通の設定

路線バスの路線網と乗継拠点を図8に示す。路線バスは中心部から各方面の拠点に向かう路線のみを残し、幹線交通としての役割を明確化した。系統数は12系統、総路線長は計123kmである。

乗継拠点は宇都宮市の都市マスタープランを参考に、拠点と設定されている場所に設定した。また、中心市街地へのデマンド交通の進入を防ぐため、都市機能誘導区域のフリンジ部に乗り継ぎ拠点を追加した。

(4) 運行費用の設定

路線バスとライドシェアの運行費用原単位を表1に示す。車両購入費は自治体の資料^②を参考にした。1日あたり車両費は減価償却期間5年として計算した。

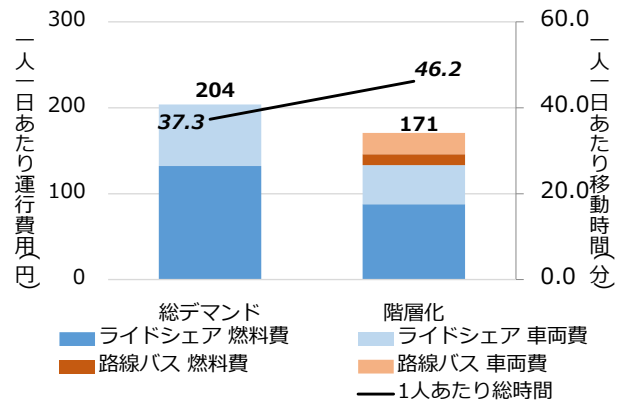


図9 階層化による運行効率の比較

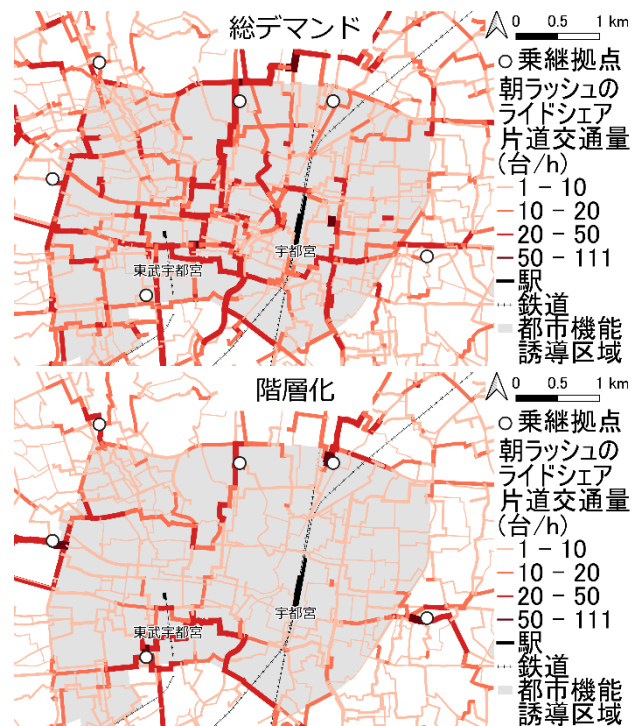


図10 中心市街地の朝ラッシュライドシェア交通量

6. 公共交通シナリオのシミュレーション

(1) 都市全体の比較

階層化による運行効率を、運行費用と所要時間の観点から比較する。運行費用は、1日の運行費用をパーソントリップ調査の該当トリップの回答者数である23,452人で除して算出する。運行費用と所要時間の変化を図9に示す。運行費用の観点からみると、階層化でライドシェア運行費は減少し、路線バスを考慮しても約17%の減少となっている。反面所要時間は約24%増加しており、運行費用と所要時間がトレードオフの関係になっている。専用レーンやPTPSの導入などで路線バスの速度を向上させることが必要である。

(2) 地域別の比較

階層化によるライドシェア交通量の変化を図10で比

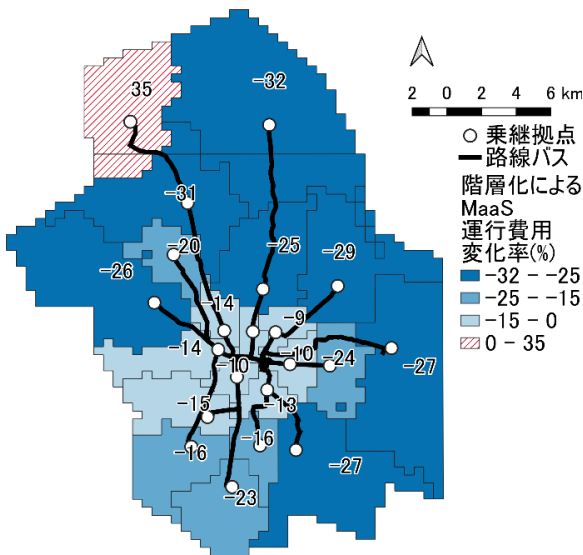


図 11 地域別の階層化効果

較すると、交通需要が集中する都市機能誘導区域内で大幅に交通量が減少しており、都市内の渋滞緩和が期待できる。一方で、乗継拠点周辺の混雑は悪化している。MaaS 普及率が向上すると乗継拠点周辺の交通量が飽和状態になることが懸念されるため、ライドシェアの需要をコントロールするために徒歩圏への人口集約などが必要だと考えられる。

また、運行費用の減少効果を道路距離で最短となる乗継拠点別に比較した結果を図 11 に示す。中心部よりも郊外部のほうが運行費用減少率が高い。これは長距離のトリップほど路線バスとの階層化による運行距離減少率が高いからである。しかしトリップ数の少ない北西部は階層化が逆効果になっている。この地域の路線バスの 1 便あたりの乗車人数は朝ラッシュにおいても 5 人未満で、ライドシェア車両でも置き換え可能な規模である。階層化には一定の人口規模が必要なことがわかる。

7. 人口分布シナリオのシミュレーション

(1) 人口分布の比較

本章では、デマンド交通が効率的な人口分布について検討する。まず、各メッシュから最寄りとなる乗継拠点を道路距離を用いて割り付け、各乗継拠点が最寄りとなるメッシュの範囲を乗継拠点の圏域として設定する。このとき、同心円状シナリオでは乗継拠点を集約の中心に据え、コリドー状分布シナリオにおいては、階層化シナリオでライドシェアの交通量が 100 台/日以上となる道路を集約軸として設定した。集約する人口は図 11 に示した乗継拠点の圏域ごとに 20% とし、同心円状分布シナリオでは乗継拠点、コリドー状分布シナリオでは集約軸から遠い順に集約した。

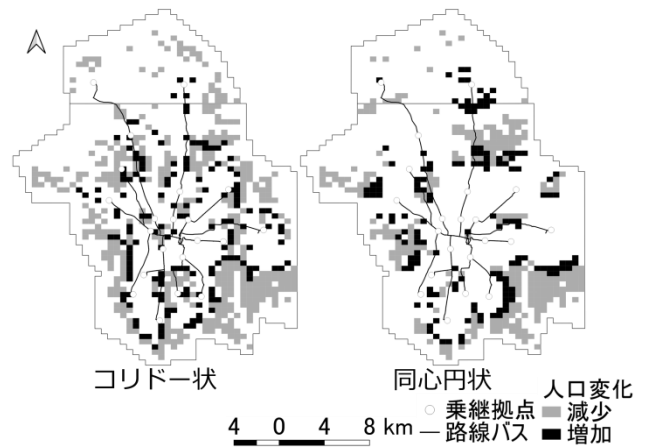


図 12 人口分布集約状況の比較

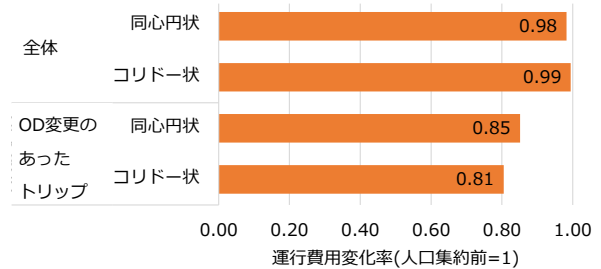


図 13 人口分布シナリオ別運行費用変化

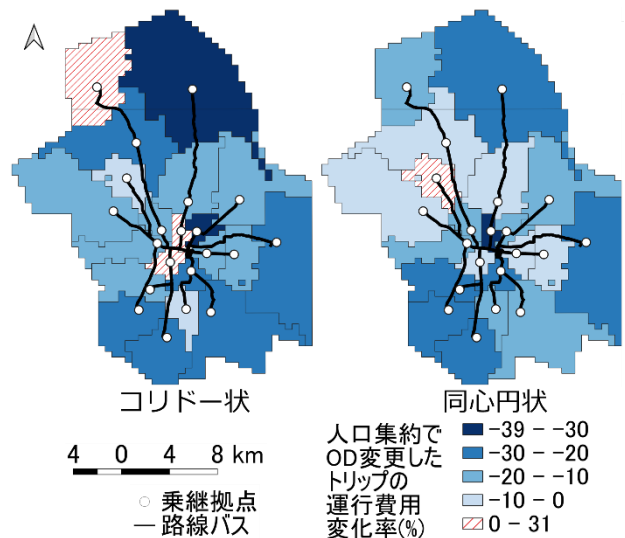


図 14 OD 変更のあったトリップの地域別集約効果

2つのシナリオの人口移動状況を図 12 に示す。コリドー状分布シナリオは人口の多い地域のほうが集約先のメッシュ数が多い。同心円状分布シナリオは人口密度の多寡に関わらず環状に集約先が分布する。

人口分布の変更により OD も変化する。本研究では居住地の移動のみを対象とするため、発着地が自宅であるトリップのみを OD の変更対象とした。

(2) 運行費用の比較

運行費用を階層化シナリオの集約前と比較した結果を

図 13 に示す。どちらの人口集約シナリオも運行費用は減少するが、その減少率は約 1%にとどまった。OD に変更のあったトリップに着目すると運行費用はどちらも約 15~19%の減少にとどまっており、より運行効率が向上する集約方法を模索する必要がある。

OD の変更があったトリップの運行費用の変化を図 14 で比較すると、コリドー状分布は北西部を除く郊外部で、同心円状分布は中心市街地で有効であることがわかる。これは郊外ではコリドー状分布のほうが集約対象メッシュが少なく、相乗りの効率が上がるためと考えられる。

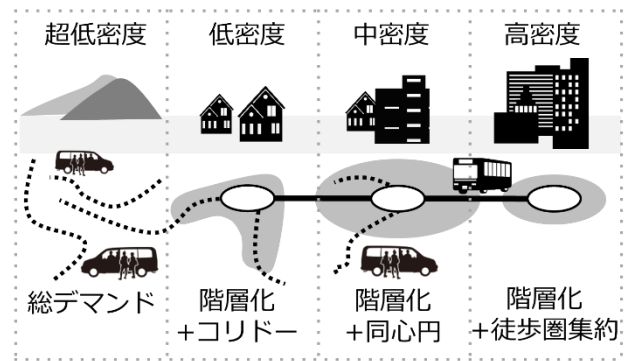


図 15 人口密度による適正な交通・土地利用形態

8. おわりに

(1) 本研究で得られた知見

本研究では MaaS 導入による公共交通の運行費用や所要時間の変化を様々なシナリオで予測した。この結果を基に、地域別の適正な交通・土地利用形態を提案する(図 15 参照)。

超低密度地域では、階層化しても路線バスの利用客が少ないため、総デマンド交通化シナリオが望ましい。その他の地域では階層化は運行費用を大幅に減少させる効果がある。低密度地域では、コリドー状の集約を行うことでライドシェアのマッチング率を向上させることが、中密度地域では同心円状の集約でライドシェアの 1 度あたりの運行距離を減らすことが必要である。階層化により乗継拠点付近の道路交通量は増加するため、元々の交通量の多い高密度地域ではバス停の徒歩圏への集約を行い、ライドシェア需要そのものを減らす必要がある。

(2) 今後の課題

本研究では、ライドシェアからバスへの転換による道路交通量の削減を旅行速度向上の観点から分析できていない。階層化による混雑緩和で、路線バスの乗継による所要時間の増加が相殺される可能性があるため、今後検討が必要である。また、今回はバス交通の再編を想定したため、LRT などの軌道系交通やシェアサイクルなどは考慮できていない。今後は都市にあった多様な交通機関の導入を検討することで、より柔軟な移動が可能となり、交通利便性が向上する可能性がある。さらに、今回は公共交通導入による人口分布の変化を外生的に与えたが、今後は CUE モデルなどを利用し、MaaS 導入による交通利便性向上が居住地選択に与える影響をシミュレーションすることで、より実態に即した人口分布シナリオを策定できると考えられる。このような分析を他都市でも行うことで、MaaS の導入効果がより一般化されることが期待できる。

補注

[1] 二宮町：コミュニティバス車両購入について、2016

参考文献

- 1) Schaller Consulting : THE NEW AUTOMOBILITY: Lyft, Uber and the Future of American Cities, 2018
- 2) Ramboll : WHIMPACT Insights from the world's first Mobility-as-a-Service (MaaS) system, 2019
- 3) 溝上章志, 平野俊彦, 竹隈史明, 橋本淳也 : 階層化手法による熊本都市圏バス路線網の再編, 土木計画学・論文集, Vol.27, No.5, pp.1025-1033, 2010
- 4) 湖城琢郎, 吉川徹, 讃岐亮 : 交通網体系の再編成に着目した都市内の利便性分析, 都市計画論文集, Vol.50, No.3, pp.309-316, 2015
- 5) 杉尾恵太, 磯部友彦, 竹内伝史, 神谷孝弘 : 都市バスにおける役割の類型化とそれに対応した路線機能改善策の検討, 土木計画学・論文集, No.17, pp.757-764, 2000
- 6) 野田五十樹, 篠田孝祐, 太田正幸, 中島秀之 : シミュレーションによるデマンドバス利便性の評価, 情報処理学会論文誌, Vol.49, No.1, pp.242-252, 2008
- 7) 上原和樹, 赤嶺有平, 當間愛晃, 根路銘もえ子, 遠藤聡志 : 中規模都市圏を対象としたデマンドバスを用いる階層型強調交通システムの提案, 情報処理学会論文誌, Vol.57, No.1, pp.89-99, 2016
- 8) 香月秀仁, 東達志, 高原勇, 谷口守 : シェア型自動運転交通"Shared-adas"導入による駐車時間削減効果, 都市計画論文集, Vol.53, No.3, pp.544-550, 2018
- 9) 東達志, 香月秀仁, 谷口守 : 都市構造の違いがシェア型自動運転車の運行効率に及ぼす影響, 都市計画論文集, Vol.53, No.3, pp.551-557, 2017
- 10) 相川航平, 溝上章志, YIN Yanhong : 消費エネルギー削減の視点から見たコンパクトな都市圏の構造とその効果, 土木学会論文集 D3(土木計画学), Vol.71, No.2, pp.90-100, 2015
- 11) 菊地亮太, 室町泰徳 : ネットワーク型コンパクトシティにおける公共交通維持のための都市構造に関する研究, 都市計画論文集, Vol.51, No.3, pp.704-708, 2016
- 12) Peter Calthorpe, 倉田直道, 倉田洋子 : 次世代のアメリカの都市づくり—ニューアーバニズムの手法, p.76, 学芸出版社, 2004
- 13) 宇都宮市 : 宇都宮 MaaS 社会実験のモニターを募集します, <http://www.machidukuri.org/news/detail.php?n=0245>, 2019

A STUDY ON TRANSPORTATION NETWORK AND POPULATION DISTRIBUTION IN CONSIDERATION OF MAAS

Hidetora TOMIOKA, Ryosuke MURAKAMI, Koki TAKAYAMA and Akinori MORIMOTO

The traffic environment is changing drastically with the advance of information devices and self-driving vehicle. In recent years, the concept of MaaS (Mobility as a Service) was born, and demand traffic such as car sharing and ride sharing is expected to be actively used as secondary traffic, but congestion worsens due to excessive demand traffic usage is also a concern. However, in the current plan of public transportation network formation, mass transportation is the main, and demand transportation assumes only a minimum service for the weak traffic. In this study, assuming a society where MaaS is widespread, the optimal operation of demand transportation and population distribution were verified using the total transportation cost and travel time. From the result, in areas where there is a certain concentration of population, operation efficiency can be improved by hierarchies that utilize demand traffic as feeder trip in the mass transportation. In addition, it was found that optimal operation efficiency was obtained by concentrating the population in a concentric shape in the central city area and a corridor in the suburbs.