

地方部の低密度居住地域における需給層固定型 ライドシェアシステム構築の過程で得た課題

四辻 裕文¹・佐々木 邦明²・山本 理浩³・長田 美月⁴

¹正会員 山梨大学大学院 研究員 医学工学総合研究部 (〒400-8511 山梨県甲府市武田4-3-11)
E-mail:hirofumiy@yamanashi.ac.jp

²正会員 山梨大学大学院 教授 医学工学総合研究部 (〒400-8511 山梨県甲府市武田4-3-11)
E-mail:sasaki@yamanashi.ac.jp

³非会員 T I S株式会社 東日本産業第二事業部 (〒390-8540 長野県松本市渚3-10-12)
E-mail:yamamoto.michihiro@tis.co.jp

⁴学生会員 山梨大学 工学部土木環境工学科 (〒400-8511 山梨県甲府市武田4-3-11)
E-mail:t09c055@yamanashi.ac.jp

本稿では、公共交通空白地区を抱える地方部の低密度居住地域を対象として、モビリティの高い層のクルマ利用に対してモビリティの低い層が相乗り（ライドシェア）することを支援するシステム構築を目指す過程で、内部評価の結果得られた課題を整理した。

本システムでは、ライドシェア需要者層に比べて供給者層が多く、両者のマッチングとして3つのタイプが想定された。マッチング理論ではペアの安定性が重視されるが、供給者がボランティアである本システムではこのペア以外にもマッチさせる機会を設けて供給者の負担を減らす方法が課題となった。また、需要者の予約のインセンティブあるいは供給者の相乗りキャンセルのインセンティブも課題となった。

Key Words :Resional public transport, Problem finding, Mobility, Ridesharing, Stable matching

1. はじめに

地方部の中山間地において公共交通不便地区を含むような低密度居住地域では、病院・スーパーマーケット・郵便局・銀行などへの移動にクルマを利用することが困難な高齢住民のモビリティを支援するため、コミュニティバスやデマンドバスの導入を検討しているところも多い。しかし、居住密度が低いために、これらの生活支援交通サービスの恩恵にあずかることもできないような公共交通空白地区が生まれてしまうこともある。このような“モビリティの隙間”を埋める手段のひとつに、知合いが運転するクルマへの相乗り（ライドシェア）を支援することが考えられる。

二五・佐々木ら¹⁾²⁾は、長野県諏訪郡原村の原山地区を対象に、ライドシェアを実装するすうえで地域の適性を調査分析した。村内の原山地区は、別荘地への域外からの転入者と昔からの居住者が点在し、高齢化が進む中で、自らクルマを運転できる高齢者とそれができない高齢者が混在するようなどころである。村内にタクシー会社はなく、村が運営・運行委託する循環型コミュニテ

ィバス「セロリン号」のルートからもこの地区は外れており、地区住民のモビリティ支援が課題となっていたため、ライドシェアの支援システム（以下、本システムと呼ぶ）が検討されることになった。

対象の原山地区在住で「現在クルマを運転していない人」あるいは「現在クルマを運転しているが今後は運転を控えたい人」をライドシェアの潜在的な需要者（以下、需要者と略す）とし、原山地区もしくは近隣に在住して「今後も引き続き運転を控えたくない人」をライドシェアの潜在的な供給者（以下、供給者と略す）と位置付けたうえで、原山地区における本システム導入の適性を調査した結果、少数の需要者のモビリティを多数の供給者が支えるという構図が成り立つこと、住民の主たるトリップ目的である通院・買物についてはその訪問先と時間帯が地域内で高い同一性をもつこと、需要者であれ供給者であれ信用できる相手となれば同乗には心理的抵抗感が小さいこと、少なくとも一度はインターネットを使用（Webサイトを閲覧）した経験をもつ高齢者が少なくないこと、等を明らかにした。そして、会員制の事前登録により同乗者に対する信用を高め、ICT活用により相

乗りのマッチング効率を高めるような工夫をすれば、対象地区へのシステム導入適性は必ずしも低くないとの結論を得た。

これを踏まえ、原山地区では、現段階において、地域在住の NPO 法人「八ヶ岳ヒューマンエナジー」と協働して、NPO 関係者のみをシステム利用者の対象とした実証実験をおこなっており、それを通じて本システムの内部評価が行われているところである。

本稿では、地域交通問題の解消手段としてライドシェアを検討中の他地域の方々に、参考情報としてこの内部評価の過程で得られた課題を示すことを目的とする。

2. 本システムの位置付け

(1) 現段階における本システムの概要

本システムは、事前登録の会員制をとり、ライドシェアの潜在的な需要者と供給者をはじめから分類する。これは、調査の結果に基づく本システムの導入意図が、原山地区在住の少数の移動制約者を多数のクルマ利用者で支え合うことを支援することにあつたからである。一般にライドシェアでは、「今回は同乗者の側だったが次回はドライバーの側に」というケースもあり得る。しかし、本システムでは、需要者層と供給者層が排反するような「需給層固定型」を前提とする。

また、当面は需要者各々の自宅と限定された訪問先（病院・Aコープ等）との間のトリップのみをライドシェア区間に指定する。これは、調査結果から、需要者・供給者の主たるトリップ目的である通院・買物については、その訪問先がある程度まとまって立地しており、各々へ訪問する時間帯もまとまっていたからである。

さらに、本システムは、実証実験期間中、需要者にとっては無償であり、供給者の善意に基づくものとする。加えて、ライドシェアの需要者と供給者をマッチさせるサービス（以下、ライドシェアサービスと呼ぶ）の担い手（以下、モデレータと呼ぶ）は、当面はNPO関係者が

ボランティアで担当するものとする。

(2) 生活支援交通・既存ライドシェアサービスの比較

ライドシェアリングとは、同乗者が乗降する時間・場所について同乗者とドライバーとの間で事前合意がなされたうえで、ドライバーのトリップの一部を同乗者と共有することであると定義することができる。その意味では、通勤用バンプールもライドシェアの形態のひとつといえる。ここで、生活支援交通³⁾や既存ライドシェアサービス等と本システムの比較について表-1にまとめる。

秋山・吉田ら³⁾によると、路線バスを含む生活支援交通とは、有償であり、道路運送法に基づく許可あるいは国土交通省への登録を前提とした事業を指す。表-1において、フルデマンド型交通は、ルート・ダイヤが未定であり事前予約が必要であるのに対し、コミュニティバスは、既定のルート・ダイヤをもつが事前予約は不要である。乗合タクシーは、既定のルート・ダイヤをもつが、コミュニティバスと異なり事前予約が必要である。

一方、表-1において、タクシー相乗りは、客が乗車料金の割り勘を申し合わせてタクシーに相乗りするがタクシー自体は営利目的であるのに対し、通勤用バンプールと既存ライドシェアサービスは、ドライバーがトリップにかかるガソリン代等の経費をライドシェアの同乗者と分割して負担し合うというような経済的メリットを伴う。日本における既存ライドシェアサービスでは「のってこ！」が有名だが²⁾、中長距離トリップでの利用者が多い点が、本システムの前提とは異なる。

これらに比べ、ヒッチハイクは、無償であることも相違点ではあるが、ドライバーと同乗者の事前合意がない点がライドシェアリングとは大きく異なる点である。

したがって、本システムの特徴すべき点は、ヒッチハイクと同様に無償だが、ヒッチハイクとは違って需要者・供給者が特定できる会員制をとるという点、通勤用バンプールのようにドライバー・同乗者が定時に所定の場所に集合するようなクラブ形態でなく、事前予約を必要とするという点である。そして、本システムでは、需

表-1 生活支援交通・既存ライドシェアサービス等と本システムの比較

		対価	需要者数	供給者数	事前予約	ルート	ダイヤ	需要者・供給者別	需要者・供給者トリップエンド
生活支援交通	フルデマンド型	有償	不特定	特定	要	未定	未定	排反	不一致
	コミュニティバス	有償	不特定	特定	不要	既定	既定	排反	不一致
	乗合タクシー	有償	不特定	特定	要	既定	既定	排反	不一致
タクシー相乗り		有償	不特定	特定	不要	未定	未定	排反	不一致
通勤用バンプール		有償	特定	特定	不要	既定	既定	排反	一致
ヒッチハイク		無償	不特定	不特定	不要	未定	未定	混合	不一致
既存ライドシェアサービス		有償	不特定	不特定	要	未定	未定	混合	不一致
本研究のライドシェアシステム		無償	特定	特定	要	未定	未定	排反	一致

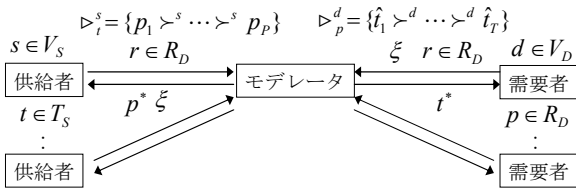


図-1 メカニズム

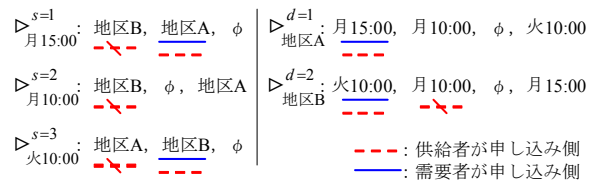


図-2 DAアルゴリズムによるマッチングの例

要者・供給者が希望する相乗りの日時・場所・訪問先をマッチさせる作業（マッチング）が必要となり、それを担うのがモデレータである。

次章では、マッチングの方法も含めて本システムの当初の構想について述べ、次々章において、内部評価で得られた課題について述べる。

3. 本システムの構想

(1) 想定していたマッチングのタイプ

原山地区在住の少数の移動制約者を多数のクルマ利用で支え合うことを支援するための本システムでは、ライドシェアを「需給層固定型1対1安定マッチング問題（two-sided one-to-one stable matching problem）」として捉え、マッチング理論^{4)~7)}を用いてモデル化することを考えた。

対象とする地区では、供給者はクルマ利用によりモビリティが高い層に該当し、需要者はそれが低い層に該当すると考えられた。したがって、すでに通院・買物の移動に困っておりライドシェアを希望する需要者の予約頻度よりも、供給者の予約頻度のほうが多くなるような事態もあり得ると想定された。その想定のもと、表-2に

示すような3つのタイプが考えられた。

タイプⅠとタイプⅡは、供給者の予約頻度が需要者と同じ程度であるが、各々マッチングの仕方が異なる場合である。タイプⅢは、供給者の予約頻度が需要者より多い場合である。3つのタイプは共に、予約する需要者と供給者が相乗りしたい日時・場所・訪問先に関する自分の選好（あるいはそのプロフィール）をWebサイトを通じてモデレータに伝え、モデレータはマッチングアルゴリズムを用いてペアを見つけていくことになる。

タイプⅠは、いわば“リクエスト対応型”といえるもので、需要者あるいは供給者からのリクエストがモデレータに届いた時点で“早い者勝ち”でマッチさせていくことになる。一方、モデレータを介さずとも、例えば、供給者の選好が複数並んだリストをWebサイトで示してその中から需要者を選んでもらうことも考えられる。ただし、その場合は、待ち合わせの時間場所は当事者同士で調整してもらう必要がある。

タイプⅡとタイプⅢは、需要者と供給者の双方に、自分にとって望ましいように相乗りの日時・場所・訪問先の順序（選好プロフィール）を提示してもらうことを前提としている。タイプⅡでは、需要者と供給者の予約頻度は同程度であり、供給者にとって最も選好の高い相手

表-2 想定していたマッチングのタイプ

タイプ	需要者の人数	供給者の人数	供給者の予約頻度	マッチングの仕方	アルゴリズム
Ⅰ	少	多	需要者と同程度	<ul style="list-style-type: none"> 需要者：「明日、自宅からAコープに買物に行きたい。」 供給者：「明日、Aコープに行く予定だけど誰か乗る？」 モデレータ：いずれかのリクエストを得た時点でマッチ。 待ち合わせの時間場所の調整：当事者同士 or モデレータ 供給者のリストの中から需要者が直接選ぶ方法もある。 	ボストン方式 (早い者勝ち)
Ⅱ	少	多	需要者と同程度	<ul style="list-style-type: none"> 需要者：「来週の火と金、原山と病院を往復したい。」 供給者 a：「来週の火の午前、病院行く予定だけど。」 供給者 b：「来週の火の午後、病院から原山に行くよ。」 待ち合わせの時間場所についてもマッチさせる。 モデレータ：需要者の選好プロフィールに対して供給者の選好をマッチさせていく。 	DAアルゴリズム 供給者側の最適安定
Ⅲ	少	多	需要者より多い	<ul style="list-style-type: none"> 需要者：「明日、自宅からAコープに買物に行きたい。」 供給者：「明日と明後日、Aコープに行く予定だけど。」 待ち合わせの時間場所についてもマッチさせる。 モデレータ：供給者の選好プロフィールに対して需要者の選好をマッチさせていく。 	DAアルゴリズム 需要者側の最適安定

とマッチしていく。タイプⅢでは、供給者の予約頻度は高いので、需要者にとって最も選好の高い相手とマッチさせていく。このとき、マッチングに際して後述する DA アルゴリズムを用いると、タイプⅡでは供給者側にとって最適安定、タイプⅢでは需要者側にとって最適安定のペアとなる。この点については、次節で詳述する。

(2) マッチングのメカニズム

供給者、需要者の集合を各々、 V_S, V_D (ただし、 $|V_S| > |V_D|$) とおく。需要者の訪問先の集合を R_D (例：{A コープ, 中央病院, 自宅}) とおき、供給者は自身の訪問先を R_D の中から選ぶものとする。ただし、 R_D の要素には往路・復路の訪問先が含まれる。つまり、需要者の居住地区も含まれる。また、需要者、供給者の選択肢集合を各々、 T_D, T_S とおく。このとき、需要者と供給者がモデレータに何を申告し、モデレータが何をマッチングさせるかについて様々な設計が可能となる。その内容を示したのが図-1 である。本研究では、これをライドシェアの「メカニズム」と呼ぶことにする。

図-1 のメカニズムにおいて、任意の供給者 $s \in V_S$ 、需要者 $d \in V_D$ が次のような内容のメッセージをモデレータに申告するものとする。すなわち、

- ・ 訪問先 $r \in R_D$ に立ち寄るので時刻 $t \in T_S$ に同乗してもらいたい供給者 $s \in V_S$ は、需要者をピックアップしたい地区 $p \in R_D$ に関する選好プロファイル $\triangleright_i^s = \{p_1 \succ^s \dots \succ^s p_p \mid p_i \in R_D\}$ と訪問先 r をモデレータに申告する。ただし、記号 \succ^s は供給者の選好順序を示す。
- ・ 同じ訪問地 $r \in R_D$ まで行きたいので地区 $p \in R_D$ でピックアップしてもらいたい需要者 $d \in V_D$ は、供給者に同乗したい時間帯 $\hat{t} \in T_D$ に関する選好プロファイル $\triangleright_p^d = \{\hat{t}_1 \succ^d \dots \succ^d \hat{t}_T \mid \hat{t}_i \in T_D\}$ と訪問先 r をモデレータに申告する。ただし、記号 \succ^d は需要者の選好順序を示す。

モデレータは、両者から申告されたメッセージの内容をもとに、同じ訪問先 r ごとに $\{\triangleright_i^s, \triangleright_p^d, r\}$ をグルーピングし、マッチング・アルゴリズムを用いて適切なペアを探索する。そして、時刻 t^* には同乗してもらいたい供給者に対してピックアップする地区 p^* を指示するとともに、地区 p^* でピックアップしてもらいたい需要者に対して同乗する時刻 t^* を指示する。

また、図-1 のメカニズムにおいて、マッチングが成立する前に需要者からモデレータに提供される ξ は、供給者への対価であり、本稿ではポイントと呼ぶ。マッチングが成立した後で、モデレータはペアを形成した供給者に対してそのポイント ξ を付与する。ポイントは、システム継続上、需要者・供給者のインセンティブに影響を及ぼす。この点は、後ほど考察する。

なお、モデレータの指示は拘束力をもつと仮定する。

(3) マッチング・アルゴリズム

図-1 のようなメカニズムに対するマッチング・アルゴリズムとして有名なのは、受け入れ留保 (deferred acceptance) アルゴリズム (以下、DA アルゴリズムと呼ぶ) ⁴⁻⁷ である。図-2 は、需要者・供給者が希望した共通の訪問先 r でグルーピングした両者の選好プロファイルを示している。ただし、その表記は、文献 7) に従っている。図-2 では、供給者 3 名と需要者 2 名の選好プロファイル $\triangleright_i^s, \triangleright_p^d$ の例を示している。

DA アルゴリズムでは、供給者 (または需要者) の選好プロファイルの上位に位置する需要者 (または供給者) に対してマッチングを申し込んでいき、申し込まれた需要者 (または供給者) は自分の選好プロファイルの中でなるべく上位に位置する供給者 (または需要者) をキープしていくものである。申し込む側は、供給者の場合と需要者の場合がある。図-2 の例では、偶然だが 2 つの結果が一致しており、 $(s, d) = (1, 1) = (3, 2)$ が DA アルゴリズムでマッチされたペアとなる。

また、キープ関係が最初から最終的なマッチの関係になるのが「ボストン方式」である。ボストン方式は、いわば“早い者勝ち”のルールといえる。

DA アルゴリズムでは、最終的にマッチされたペアの「安定性」が重要となる。今、供給者 s 、需要者 d がマッチする相手の時間帯 \hat{t} と地区 p を各々 $\mu(s)$ と $\mu(d)$ で表す。そして「そんな相手をキープするくらいならばマッチングを拒否する」ことを記号 ϕ で表す。このとき、 $\mu(k) \succ^k \phi; k \in \{s, d\}$ を「個人合理性」、 $p \succ^s \mu(d)$ かつ $\hat{t} \succ^d \mu(s)$ を「安定性」と呼ぶ ^{6,7}。図-2 の例では、最終的にマッチされたペアとして選好プロファイルの第二位の需要者とマッチした供給者 2 名は、第一位の需要者とペアを組もうとしてもブロックされるという意味で、マッチングは安定的である。

表-2 のタイプⅡでは、供給者がマッチングを申し込んでいった結果として成立したペアは、供給者にとって安定的である。これは「供給者側最適安定」である。タイプⅢでは、逆に需要者がマッチングを申し込んでおり、「需要者側最適安定」が成立する。この詳細は文献 6) 7) に譲るが、一般に、申し込まれる側は虚偽の選好プロファイルを表明すると、最適安定のペアよりも自分にとって上位のペアとマッチできることがある。これを「戦略的操作性」と呼ぶ ^{6,7}。タイプⅡとⅢでは、需要者側最適安定もしくは供給者側最適安定が保障されるが、タイプⅠのボストン方式では、両方ともに保障されない。

ところで、もちろん本システムでも理論上、需要者と

供給者の選好プロファイルの戦略的操作性に関する問題は否定できない。しかし、次章で述べるように、本研究では内部評価の過程において、むしろ理論が重視する「安定性」のほうにこそ、実用上の課題があるのではないかという点が危惧された。

4. 本システム構築の過程で得た課題

(1) 当初から想定していた課題

(a) マッチング

本システム利用者の主たるトリップ目的は通院と買物であったが、マッチングのタイプは両者が「定期的」か「突発的」かによって異なると考えられた。

需要者にとって（通院であれ買物であれ）定期的に希望する移動に対しては、タイプⅠのマッチングが適当である。例えば、「毎週水曜日に自宅から中央病院まで通院したい」という需要者に対して、「月曜日に中央病院まで行く予定だが、水曜日でも可能だ」というリクエストを日曜日に出した供給者aと、「水曜日に中央病院まで行く予定だ」というリクエストを月曜日に出した供給者bがいたとする。すると、タイプⅠ（ポストン方式）ならば、（他に需要者がいなければ）日曜日の時点で供給者aの選好第二位が需要者とマッチされることになる。

一方、需要者にとって（通院であれ買物であれ）突発的に希望する移動に対しては、タイプⅡもしくはタイプⅢのマッチングが適当である。例えば、「次の火曜日に自宅からAコープまで買物に行きたいけど、水曜日でも可能だ」という需要者に対して、「水曜日にAコープに行く予定」というリクエストを日曜日に出した供給者aと、「火曜日にAコープに行く予定だが、金曜日でも可能」というリクエストを月曜日に出した供給者bがいたとする。すると、タイプⅠ（ポストン方式）ならば、日曜日の時点で「水曜日にAコープ」という需要者の選好第二位が供給者aとマッチされるのに対し、タイプⅡ（DAアルゴリズム）ならば、月曜日が締め切りとすると、月曜日の時点で「火曜日にAコープ」という需要者の選好第一位が供給者bとマッチされることになる。

したがって、「定期的」「突発的」という分類によってマッチングのタイプが異なるので、複数のタイプをミックスしたモデルを開発する必要がある。

(b) 予約のインセンティブ

タイプⅡとタイプⅢの場合、需要者は自分の選好プロファイルにおける選好順位に対して虚偽の申告をする可能性があるという戦略的操作性の問題に加えて、需要者は選好自体についても虚偽の申告をするインセンティブ

をもつと考えられた。すなわち、需要者は、たとえ本当は希望していないとしても、毎週すべての曜日と時間に「仮の」希望を申告してしまう恐れがある。つまり、 T_D をすべて申告するインセンティブをもつ。これを回避するため、本システムでは、需要者が申告ごとにポイント ξ をモデレータに支払うこととし、マッチングの成立の有無によらずポイント ξ は返却しないこととした。需要者が保有できるポイント総数に制約をもたせることで、無駄なポイントの使用、つまり無駄な予約は控えさせることを考えた。そして、例えば需要者が日頃歩くことを通じてポイントを貯めることができるなどの仕掛けを用意することで、需要者自身でもポイント総数を稼げるのが考えられた。

一方、本システムに予約する供給者にはそのポイント ξ を与えることで、供給者のシステム予約のインセンティブとした。しかしながら、本システムでは、例えば地域通貨のように、ポイントの使い方については当面は規定しない。この「貯めたポイントをどうするか」という点は重要な課題ではあったが、当面は、一定量のポイントを貯めた供給者には“村から誉められる”といったインセンティブを与えるのが考えられた。

(c) 相乗りキャンセルのインセンティブ

本システムでは、供給者がトリップ経費を需要者と負担し合うというような既存ライドシェアサービス形態をとらない。これは、対象の地区ではそもそも1回当たりのトリップ経費など非常に小さいものにすぎないためである。それに比べ、善意が前提である供給者にとっては、自分のトリップが予定どおりでなく遅延するという点に対する負担のほうが大きいと考えられた。すなわち、需要者との待ち合わせ時間を過ぎててもその需要者が現れないときに、どのくらいの時間までならばその場で待機できるかという課題である。これは、需要者が高齢であることから危惧されたことである。

この場合、供給者がいわゆる“ドタキャン”をすると、ポイントを取り上げるというペナルティを与えることが考えられたが、その場に残された需要者のトリップを、特に往路でなく復路の場合、救済するかが課題となる。本システムでは、当面は、モデレータに通報があればモデレータが“代走”することで対応することになっている。そして、供給者のコミットメントに関する上記の課題に対しては、まず実証実験を通じて、そのような「相乗りキャンセル確率」がどの程度発生するかを把握することになっている。

(2) 関係者との調整の中で得た課題

(a) マッチング

本システムで想定していたマッチングのアルゴリズムは、よく“安定結婚”や“研究室選択”といった事例を使って説明されることが多いことから分かるように、マッチされたペアの「安定性」を重視する。しかし、本システムの内部評価の過程において、この安定性に対する課題が生じた。

まず、複数回マッチングする中で、需要者と供給者が同じペアとなり続けるとき、「せっかく相乗りシステムを利用しているので様々な人と相乗りしたい」あるいは「毎回同じ人と同乗するのは気が引ける」といったような、マッチングの外部性が働く可能性があることが分かった。つまり、これは、需要者と供給者がモデレータを介さずに個々にライドシェア契約をおこなうことに対する外部性でもあることから、本システムではやはりモデレータの役割が必要であると考えられている。

その一方で、前章で述べたようなマッチング・アルゴリズムを用いると、安定的なペアを効率的に見つけることはできるが、それが安定的であるが故に、そのままでは上記の課題に対応できない。そこで、「なるべく多くの供給者とマッチさせて供給者の負担を減らすこと」と「多くの供給者の中から需要者との最適なペアを効率的に見つけること」のバランスをとったマッチング・アルゴリズムの開発が必要になっている。

(b) その他

- ・ 需要者の帰宅トリップ（復路）において相互に相手を探し出すときの認証方法、
- ・ 相乗り地点に着いたら「需要者が子供連れだった」「家電用品など荷物が大きかった」などにより、想定していた車種と異なる車種が必要になったときの対応、
- ・ 相乗りの途中で交通事故が起きたときの需要者の保険のあり方、

5. おわりに

本稿では、地方部で公共交通空白地区を含む低密度居住地域において、モビリティの隙間を埋めるために、クルマ利用によるモビリティが高い高齢者層とモビリティが低い高齢者層とのライドシェアを支援するシステムを構築している過程で得られた課題を整理した。

本システムの目的は、モビリティが低い移動制約者のモビリティ支援にある。一方、これまで知り合いというほどではなかった地区内の人々と相乗りを通じて顔見知りになってもらうことも、本システムの副次的効果として期待しているところである。

謝辞：本論は、総務省戦略的情報通信研究開発推進制度（SCOPE）の委託研究に基づく結果である。

参考文献

- 1) 二五啓司, 佐々木邦明：低密度居住地域におけるライドシェアシステムの導入可能性のための基礎的研究, 第 39 回土木学会関東支部発表会, 2012.
- 2) 二五啓司, 佐々木邦明, 山本理浩, 四辻裕文：地方部の低密度居住地域におけるライドシェアシステムの導入適性に関する調査研究, 第 46 回土木計画学研究会講演集（投稿中）, 2012.
- 3) 秋山哲男, 吉田樹（編著）：生活支援の地域公共交通, 学芸出版社, 2009.
- 4) Gale, D., Shapley, L. : College Admissions and the Stability of Marriage, *American Mathematical Monthly*, Vol.69, No.1, pp.9-15, 1962.
- 5) Roth, A.E., Sotomayer, M. : *Two-Sided Matching: A Study in Game-Theoretic Modeling and Analysis*, Cambridge Univ. Press, 1990.
- 6) 佐々木宏夫：マッチング理論とその応用, オペレーションズ・リサーチ（日本オペレーションズ・リサーチ学会誌）, Vol.54, No.8, pp.478-484, 2009.
- 7) 坂井豊貴：マーケットデザイン入門ーオークションとマッチングの経済学, ミネルヴァ書房, 2010.

(???? ?? ?? 受付)