

拠点病院への通院需要に着目した デマンドタクシーの 相乗り率向上方策に関する基礎的検討

松本 優汰¹・平田 輝満²・清水 虎輝³

¹ 非会員 茨城大学工学部 都市システム工学科 (〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1)
E-mail: 20t5055y@vc.ibaraki.ac.jp

² 正会員 茨城大学大学院教授 都市システム工学領域 (〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1)
E-mail: terumitsu.hirata.a@vc.ibaraki.ac.jp (Corresponding Author)

³ 学生会員 茨城大学工学部 都市システム工学科 (〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1)
E-mail: 20t5031t@vc.ibaraki.ac.jp

近年、短距離移動の支援を目的としたデマンドタクシーの導入が進んでいるが、個々のニーズに合わせるほど相乗り率からみた輸送効率が低下すると考えられる。そこで本研究では、茨城県阿見町で導入されているデマンドタクシー「あみまるくん」を対象として、利用目的施設との連携を視野に入れた相乗り率向上方策の検討と基礎的な試算を行った。利用実績データの分析により「あみまるくん」の利用の中心は町内の拠点病院であることが分かり、ヒアリング調査により拠点病院に着目する相乗り率向上方策を検討する可能性があることを示した。以上をふまえて、相乗り率向上方策適用後の乗車人数を算出した結果、現状と比較しおよそ2倍の乗車人数増加と相乗り率向上による地域コミュニティの創出につながる可能性が示唆された。

Key Words: Demand-responsive transport, ride-sharing rate, local community, regional characteristics, improved transportation efficiency.

1. 研究の背景と目的

近年、わが国ではモータリゼーションの進展、少子高齢化の進行、運転手不足の深刻化といった要因により、特に地方部では路線バスなどの公共交通機関の衰退が顕著であり、その輸送人員も減少傾向である。さらに、都市構造の変化に伴い、自家用車への依存も進展している。そのような中、交通空白地域における交通弱者への支援を目的として新たな公共交通サービスであるデマンド交通の導入が進んでいる。デマンド交通とは、需要応答型交通システムとよばれ、タクシーと路線バスの間に位置する公共交通機関である。利用者の予約に応じて柔軟に運行をするという特徴を持ち、運行形態も固定路線型や戸口間輸送型(ドア to ドア型)等いくつかの種類が存在する。地域の実情に応じて最適な運行方法を選択しながら柔軟に運行されている。

デマンド交通の課題として、相乗り率が一定以上なければ通常のタクシーと機能的に差別化することができず、

財政の負担につながると考えられる。利用者の OD や利用希望時刻などの個々のニーズに応えようとすればするほど、輸送距離が増大してしまい、デマンド交通のシステム自体は不安定かつ非効率になることが考えられる。そのため、地域の実情に合わせた相乗り率向上の方策の検討が重であり、その際には利用者側の個々のニーズに最大限応えるよりも、利用者側に少しずつ協力をしてもらい(我慢してもらい)、利用目的施設の協力も必要に応じて得つつ、相乗り率を向上することで輸送効率を上げ、全体として利用できる機械や人数を増やすことが重要であると考えた。これは限られた輸送リソースの利用機会に関する公平性の簡単でも重要であると思われる。

ここで、デマンド交通や地域公共交通に関する研究として、デマンド交通の導入および需要予測に関する研究¹⁾、地域特性を考慮した公共交通の利用促進に関する研究²⁾がある。数少ない利用者の相乗り意識に着目した研究として南ら³⁾の研究では、アンケートにより利用者の意識調査を行った。知らない人との相乗りに対する意

識調査や相乗り時の抵抗要因の把握を行ったものの、相乗り率向上の方策の検討や分析までには至っていない。

本研究では、デマンドタクシーを導入している茨城県阿見町を対象に、利用実績データを用いた利用実態の分析、ヒアリング調査による意識調査をもとに、デマンドタクシー利用の目的施設との連携を視野に入れた相乗り率向上方策を検討し、その効果について基礎的な分析をすることを目的とした。

2. 阿見町の交通とデマンドタクシー「あみまるくん」の概要

本研究で対象とする阿見町は、茨城県の南部に位置する町である。町の拠点地域が3つに分散している特徴を持つ。町内には鉄道駅を有しておらず、国道およびバイパスの整備に加えて町の南部に開通した首都圏中央連絡自動車道(圏央道)の影響により、町民の移動手段は自家用車の利用が中心になっている。

阿見町では、自動車を使用しない町民に対して公共交通によって移動手段を確保している。しかし、居住地が面的に広がる特性や周辺市町村の都市化を背景に、公共交通利用者の減少や運転手不足に伴い町内の一般路線バスの一部が減便される予定など、町内を取り巻く公共交通機関の実情は厳しくなりつつあり町の一部には交通空白地域が生じている。そのなかで町内の短距離移動の支援を目的としてドア to ドア型のデマンドタクシー「あみまるくん」を運行している。町内で公共施設を廻る福祉循環バスが運行されていたものの、停留所までの移動が困難な利用者が多く、定時定路線型の公共交通サービスへの需要が少ないことから、町民への意向調査をもとに「あみまるくん」の導入が決定された(表-1)。「あみまるくん」は平日(土日、祝日除く)に運行されており、町内全域及びJR荒川沖駅周辺を基本料金400円で利用することが可能である。予約方法は、利用日の2日前からの電話による先着順により行われている。さらに、令和5年度には、町内の拠点病院を運行主体とし、当院の患者とその家族を対象とする無料の町内循環バス(定時定路線型)が運行している。当該無料バスは、週3日(月、水、木)運行されており、「あみまるくん」へ集中している需要を分散させ、拠点病院利用者以外にもより「あみまるくん」を利用しやすくするという導入目的がある。しかしながら、現状の公共交通の実情を考慮するとドア to ドア型の「あみまるくん」への町民のニーズは高いと考えられる一方で、特定の時間帯に需要が集中することによる需要の取りこぼしの問題や、先着順の予約方法のため予約と予約に挟まれる枠が余ることがあ

り、運行時間を有効に使用できていない便の問題も考えられる。さらに、ピストン輸送の影響からも1便当たりの乗車人数は多くの場合で1名のみの単独乗車であり、2~3名の同乗が1日に数回発生する程度になっている状況である。阿見町においてデマンドタクシーの輸送効率化のために相乗り率向上方策を検討する意義は大きいと考えられる。

表-1「あみまるくん」運行概要^{注1)}

運行時間	平日のみ(8:00-17:00(1日当たり9便))
運行台数と乗車人数	ワゴン車2台(各7人)、ミニバン車1台(3人)
運行区間	阿見町内とJR荒川沖駅東口付近
利用方法	利用希望日の2日前から利用したい便の出発時刻の30分前まで (※第1・2便は前日まで)に先着電話予約
利用料金	・大人¥400
	・小児(小学生)¥200 ※小学生未満のみの利用不可
	・身体障がい者手帳、療育手帳、精神障害者保険福祉手帳、自律支援医療受給者証を交付されている人 介護保険法における「要介護者」「要支援者」「事業対象者」、および上記の方の付添人1人のみに適用 ¥200
	・幼児(3歳以上7歳未満) 無料 保護者同伴・保護者1人につき2人まで無料、 3人目から¥200
	・幼児(3歳未満) 無料※保護者同伴

3. 利用実績データを用いた利用実態の分析

(1) 「あみまるくん」の利用実態の分析

乗降場所や利用日、乗降時間等が記録された利用実績データを使用し利用者の実態分析を行った。全体的な利用者の実態については、午前9時、10時台の利用者数が多く、年代は70歳、80歳代が全体の利用のおよそ8割を占めている。また、利用者の主な目的としては通院や買い物がおよそ半数を占めているものの、年齢が上がるにつれて通院のために利用している傾向が強いことを確認した。

また、利用頻度をもとにした分析の結果、週に3回ほど利用するような高頻度利用者の存在も確認された。1人の利用者が何回も利用することによって、全体の利用者数に対し大きな影響を持っていることが示唆された(図-1)。そのような利用傾向の場合、利用者間で利用機会における料金の不公平性の問題も生じると考えられる。現状の先着順の予約システムにも課題があると思われ、利用者側に相乗り効率を高めるよう予約をコントロール

する必要性も考えられる。

次に、具体的な施設の OD 分布を調査した。OD が最多となっている施設は拠点病院であり、目的地に占める割合のおよそ 2 割を占める利用数である。当該拠点病院は阿見町内のみならず、茨城県南部地域の医療を支え、総合的な医療サービスを提供する拠点病院であり、ヒアリング調査からも「あみまるくん」の利用目的の中心的な施設であることが分かった。

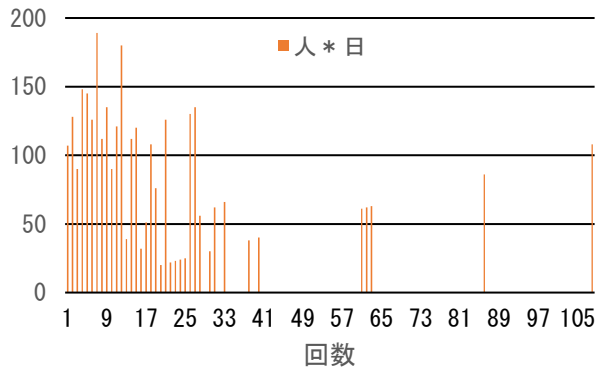


図-1 利用数のその人数の集計結果

(2) 医拠点病院への通院需要に着目した分析

利用者の多くを占める拠点病院利用者をより効率よく輸送することが重要であると考え、そのための方策を検討した。

拠点病院に着目した方策を検討する際に、利用者の診療間隔を分析することで、利用者の診療の特徴を捉え、「あみまるくん」利用者の患者同士の相乗り促進の可能性を検討した。分析には、半年間で拠点病院への移動で「あみまるくん」を複数回利用した人を抽出し分析を行った。その結果を図-2に示す。診療間隔が短い特徴的な利用者の影響を大きく受けたものの、その他の利用者は7日、14日、28日、56日、91日周辺に分布の山が確認できる。分布の山の特徴として、1週間単位の診療間隔になっていることから診療予約は曜日を基準に行われていることが多いことが分かる。当該データは「あみまるくん」の利用者に限られ、その利用者も毎回「あみまるくん」で通院しているとは限らない。そのため、イパ的な診療間隔よりも長い可能性はあるが、曜日・週単位の予約が行われる傾向はつかめる。

さらに、2023年4月における時間帯別の利用傾向を見ると午前中に多くの利用者が集中していることが明らかになり(図-3)、その分布は町内全域に分散していることを確認した。

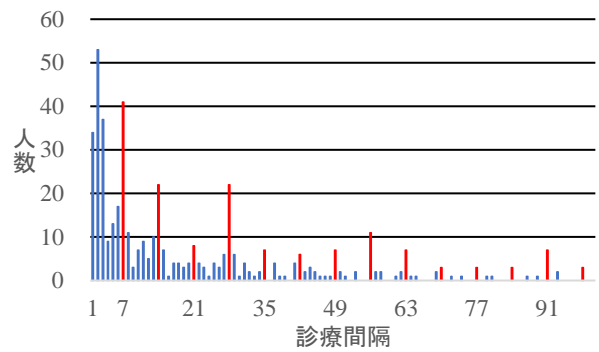


図-2 「あみまるくん」による拠点病院への通院間隔分布

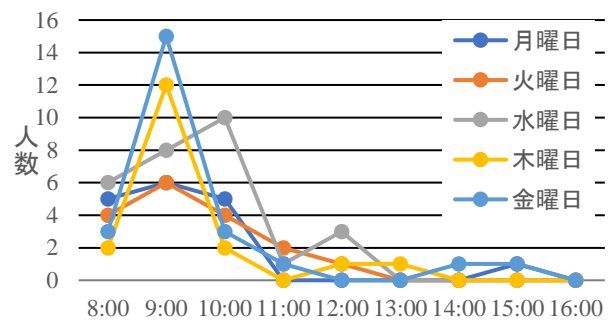


図-3 「あみまるくん」による拠点病院への時間帯別通院者数(2023年4月、病院到着時刻で集計)

4. 利用者と病院へのヒアリング調査

(1) 調査の狙い

「あみまるくん」の相乗り率を上げるためには、利用日時の選択について利用者側が一定程度の協力をする必要がある。つまり、現在の自由な日時での予約ではなく、目的地が同方向の他の人と利用日時をなるべく揃え、一度の運行で多くの利用者を運送することをねらう。この点の協力の可能性に関して、現地において乗り込み調査での「あみまるくん」利用者と運行関係者へのヒアリング調査、メールでの病院の方へのヒアリング調査を行い、利用者および目的地である病院の相乗り率向上方策への協力の実現可能性を検討した。

(2) 「あみまるくん」利用者への意識調査

2023年9月、11月に計3回現地での調査を実施した。阿見町とタクシー会社の協力で「あみまるくん」の車内において、聞き込み調査を行った。

利用者に対して相乗りの促進のために「あみまるくん」の利用の予定日時を変更することの可能性が重要である。調査結果として、予約が取れなかった経験をしている利用者が一定数いることから、当然ながら先着順の予約方法により希望する利用ができない利用者があることが分かる。また、予約に対する利用者の考え方として、

買い物目的の利用者は「その日のうちに利用できればよい」と回答する利用者が多く、自らの意思によって利用時間の融通を利かせることが可能な利用者が多いことが分かった。一方で、通院目的の利用者は診療の予約や診察を受ける先生の都合等の病院側の都合に依存している利用者が多く、病院側の協力可能性が重要となることが分かった。

(3) 病院への調査

病院への調査結果をまとめると、曜日に基づく予約設定を行うことが通常であることが分かった。患者の診療予約の間隔は曜日による方が、患者自身も予定の管理がしやすくなることから、前述の図-2の傾向と一致していることを確認した。

また、診療体制についての調査も行った。ある患者に対して診療科の特定の担当医師が見つかるのではなく、その診療科の医師であれば診療することができることや、外来を受け付ける医師は診療科によっては週に複数日で病院に在院していることが分かった。以上より、再診利用者の利用日時に関してはある程度自由度があると考えられる。

以上をふまえて、利用者および病院双方へのヒアリング調査から病院に着目した相乗り率向上方策を検討する可能性は十分にあると考えられる。しかしながら、実際の日々の予約オペレーションの中で、「あみまるくん」の予約も同時に考慮したオペレーションが可能かどうかは、別途シミュレーションが必要であり、予約の支援システムの設計開発なども必要になる可能性がある。

5. 拠点病院への通院需要に着目した相乗り率向上方策の検討と効果の試算

本研究での相乗り率向上方策として、拠点病院から同じ方面のエリアの利用者をなるべく同じ診療日時でまとめる方法を検討し、提案方策の効果(ポテンシャル)を試算した。試算の前提条件は表-2のとおりである。1便の最大乗車人数を7人として、3台ある「あみまるくん」のうち1台を提案方策で使用することを想定する。また、利用者の診療間隔については下記利用者の平均の診療間隔を算出し、関数によって7の倍数に丸めたものを用いることとする。

試算方法のフロー図を図-4に示す。具体的な手順とイメージについては、まず、図-5のように拠点病院を中心に同心円状に需要分布(実際に利用実績のある需要地点の分布)を捉え、任意の方位へ放射直線を引く。次に、放射直線を回転させ、直線に重なった需要地点について、

その平均診療間隔をもとに半年分の予約スケジュールへ割り当てる。具体的に、使用する枠は5日間×午前中2枠=計10枠とする。表-3(青線)に示すように、放射直線に重なった利用者を順番に、月曜日から各曜日・枠を割り当てる。次に、表-4(赤線の利用者)に示すように、各曜日・各枠(便)に利用者を順番に割り当て、平均診療間隔をもとに半年分の診療予約を繰り返す。表-4(赤線)に示す利用者は11週間の間隔のため、11週間後に再度出現する。その際、表-4(青枠)で示すように、例えば「1週目、月曜日、第1便(表-4、青枠)」の7人分の乗車枠が埋まった場合は、次に「2週目、月曜日、第1便(表-4、紫枠)」へ使用する枠を移動する。しかし、半年分の繰り返しの際に8人以上(乗車人数の超過)になる場合、その利用者の作業から、「1週目、月曜日、第2便(表-4、黄塗り)」のように次の段階へ作業の対象枠を変更し同様に繰り返す。予約を埋めていきながら全需要を割り当ててまで作業を繰り返す。

表-2 試算の前提条件

1便の最大乗車人数	7人
分析対象の時間帯	8:30~13:00
1日の使用枠	午前中に2枠
ダイヤの設定	各便10時、11時までに到着
使用台数	1号車(1台)
分析を繰り返す期間	26週間(半年間)
診療間隔の算出	平均間隔を算出し 7日単位に補正
仮想の需要発生	2023年再診利用者
1予約あたりの乗車人数	1人(同乗者なし)
利用者の帰宅について	診療後、病院で待機し 行きと同様に運送

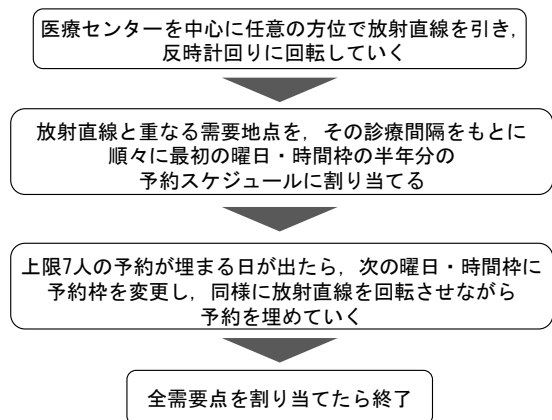


図-4 試算方法のフロー図

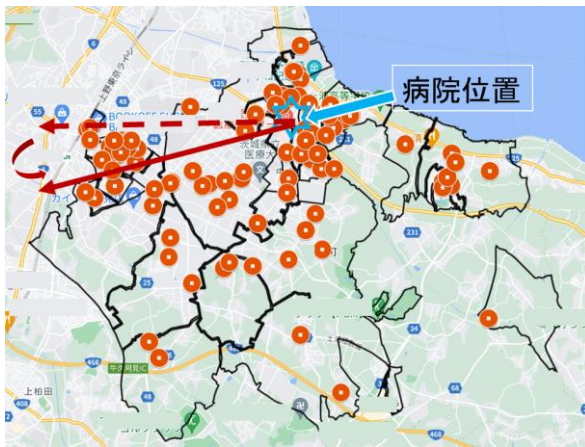


図-5 利用者需要のピックアップのイメージ

表-3 利用者データのイメージ

ID	再診療間隔 (日数)	再診療間隔 (週)	曜日	時間帯
1	7		1月	1便
2	14		2月	1便
3	14		2月	1便
4	14		2月	1便
5	21		3月	1便
6	35		5月	1便
7	35		5月	1便
8	42		6月	1便
9	42		6月	1便
10	42		6月	1便
11	77		11月	1便
12	84		12月	1便
13	91		13月	1便
14	7		1月	2便
15	14		2月	2便
16	7		1月	2便
17	14		2月	2便
18	14		2月	2便
19	21		3月	2便
20	28		4月	2便

表-4 予約割り当てのイメージ

日にち	曜日	時間帯	ID	再診間隔 (実)	再診間隔 (改)	再診 (週ベース)	曜日	時間帯		
2024/1/1	月	1便	9		77	(11)	1月	1便		
			1		7		1月	1便		
			2		14		2月	1便		
			3		14		2月	1便		
			4		14		2月	1便		
			5		21		3月	1便		
2024/1/1	月	2便	14		7		1月	2便		
			15		14		2月	2便		
			16		7		1月	2便		
			17		14		2月	2便		
			18		14		2月	2便		
			19		21		3月	2便		
2024/1/8	月	1便	7		35		5月	1便		
			8		42		6月	1便		
			9		42		6月	1便		
			10		42		6月	1便		
			11週間後に再度出現							

現状の運行形態と、本研究での提案方策を用いた場合の比較評価には、1日(午前の運行開始から復路輸送が終

わる 13:00 まで)当たりの平均乗車人数を用いる。方策の場合の乗車人数は往復利用を想定しているため、半年間における1日当たりの平均乗車人数を2倍して算出した。なお、復路の相乗り可能性の精査は今後の課題としたい。比較する現状システムの乗車人数は、2023年における8:30から13:00の総利用者数から当該時間の1日1台当たりの平均人数を算出した結果、約10人日であった。

その結果、今回の方策を適用した場合には、1台のデマンドタクシーで現状の10人日から20人日(どちらも小数点以下切り上げ)に乗車人数の増加を見込めることが分かった。また、最大輸送可能人数に対する乗車率がおおよそ63.0%であり、かつ平日5日×午前2枠=10枠のうち3枠分は未使用で禅譲を輸送できる結果となった。相乗り率が一定程度向上したが、空席が一定以上あることから予約割り当ての最適化はできていない可能性がある。一方で、空席や余剰枠があることで更なる乗車人数の増加や、初診患者やその他のイレギュラーな予約へ対応できる余地があるとも考えられる。

6. 結論と本研究の課題

本研究では茨城県阿見町のデマンドタクシーを対象に、利用実績データとヒアリング調査を通して、町内の拠点病院へ利用者ニーズが高いことを明らかにした。以上をふまえて、デマンドタクシーの輸送効率化のために相乗り率向上方策の検討及び基礎的な試算を行い、本研究での提案方策を適用した場合にはおおよそ2倍の乗車人数の増加を見込めることを明らかにした。指定した日時によって対象範囲が決定されるため相乗り率が向上することによって、小さな地域コミュニティの創出につながり、移動することだけが目的ではない地域公共交通の在り方へもつながることが期待される。

今回の試算では週に2回以上の高頻度利用者を組み込むことができていない。そのような利用者には、通常の「あみまるくん」(提案手法で使用する車両以外の車両)での対応や別の交通サービスでの対応が必要と考えられる。また、患者全員がルール通りに予約できるわけではないことも考えられ、ルールとは別の予約に対しては2号車、3号車で通常通りの対策を行うことが必要である。

しかし、今回の試算では前提となる制約条件がやや強く、実際に曜日固定の予約が可能な範囲の精査や、予約割り当ての最適化方法などが今後の課題となる。

謝辞：本研究は阿見町地域公共交通活性化協議会からの R5 年度受託研究の成果の一部である。ご協力をいただいた阿見町役場および運行関係者の皆様、ヒアリングにご協力いただいた拠点病院の方々や「あみまるくん」利用者の皆様に感謝の意を表します。

NOTES

注1) 阿見町地域公共交通活性化協議会：「阿見町地域公共交通計画」
town.ami.lg.jp/cmsfiles/contents/0000009/9640/keikaku.pdf
(2024年3月1日閲覧)

REFERENCES

- 1) 坂本結佳, 森本祥一：デマンド交通が適さない地域の分析, 経営情報学会, 全国研究発表大会要旨集, 2013f(0),127-130,2013. [Sakamoto, Y. and Morimoto, S.: Identifying the Areas Unsuitable for Demand Responsive Transport, *Management Information Society, National research presentation conference abstract collection*, 2013f(0),127-130,2013.]
- 2) 長谷川大輔, 鈴木勉：都市規模・密度に着目したデマンド型交通成立条件に関する論理的考察, 都市計画論文集, 2011年46巻3号, p.817-822, 2011. [Hasegawa, D. and Suzuki, T: Urban Size and Density Condition for the Introduction of Demand Responsive Transport, *Collection of urban planning papers*, Vol.46, Issue 3, p.817-822,2011]
- 3) 高野穂泉, 森本章倫：デマンド交通における利用者数の実測と予測の乖離に関する研究, 土木計画学研究・論文集第29巻(特集), 2012年68巻5号, I_851-I_856, 2012. [Takano, H. and Morimoto, A.: The difference between actual user and predicted user of demand responsive transit, *Civil engineering planning research/paper collection Vol. 29*, Vol. 68, Issue 5, I_851-I_856, 2012.]
- 4) 山口隆之, 浅野光行：地域特性を考慮したコミュニティバスの導入促進に関する研究, 都市計画論文集, 1999年34巻, p.985-990, 1999. [Yamaguchi, T. and Asano, M.: A Study on Methods to Introduce Community Bus Considering the Area Characteristics along Routes, *Collection of urban planning papers*, Vol. 34, p.985-990, 1999.]
- 5) 竹内龍介, 吉田樹：自治体におけるコミュニティバスとデマンド交通の導入実態及び計画プロセスの差異に関する研究, 土木学会論文集 D3(土木計画学), 2022年78巻6号, p.II_613-II_622, 2022. [Takeuchi, R. and Yoshida, I.: A study on the difference of the introduction situation and planning process on community bus and demand responsive transport in local governments, *Proceedings of the Japan Society of Civil Engineers*, Vol. 78, Issue 6, p.II_613-II_622, 2022.]
- 6) 南亮太郎, 佐野可寸志, 西内裕晶：三条市乗合タクシーの相乗り意識に着目した利用者実態, 土木学会論文集 D3(土木計画学), Vol.72, No.5(土木計画学研究・論文集第33巻), I_743-I_750, 2016. [Minami, R. Sano, K. and Nishiuchi, H.: Actual condition of the Sanjo city's Shared—Taxi focusing on rideshare, *Proceedings of the Japan Society of Civil Engineers*, Vol. 72, No.5, I_743-I_750, 2016.]

(Received ?)
(Accepted ?)

BASIC STUDY ON THE MEASURES TO IMPROVE THE RIDE-SHARING RATE OF DEMAND-RESPONSIVE TAXIS FOCUSING ON THE DEMAND FOR HOSPITALS

Yuta MATSUMOTO, Terumitsu HIRATA and Koki SHIMIZU