

第15章

サブスクリプション型運賃制度が公共交通に与える影響 —全国パーソントリップ調査に基づく実証分析—

遠藤 秀一郎

要約

サブスクリプション型運賃制度は、自動車依存社会から抜け出すことを目的に国土交通省が推進している「日本版 MaaS」の取り組みの一つであり、制度導入に向けた法整備が徐々に進められている。既存研究では、サブスクリプション型運賃を始めとする公共交通機関への定期券の導入が人々の移動に影響を与えることが示されているが、パーソントリップ調査などを用いて人々の移動目的や移動手段への影響を実証的に検証した研究はほとんど見られない。そこで、本稿は、1999年から2015年の間に実施された全4回の「全国都市交通特性調査」から自治体別のパネルデータを構築したうえで、鉄道・バスのサブスクリプション型運賃の導入によって、人々の移動目的や交通手段の利用状況にどのような影響がもたらされるのかを検証した。分析結果からは、鉄道やバスのサブスクリプション型運賃制度の導入は、外出機会の創出や、自動車依存からの脱却をもたらす効果を有することが示唆された。さらに、サブスクリプション型運賃制度の副次的効果として、徒歩での移動機会が増加することとともに、自転車での移動機会が増加したことから、シェアサイクルなど、自転車利用と公共交通機関との連携を図る施策が有効であると考えられる。

1. はじめに

我が国の公共交通では、地方部を中心に自家用車依存が深刻な問題となっている。自動車依存の進行は顕著であり、それに伴う環境負荷の増大や高齢者運転者の増加が懸念されている。令和3・4年度の「国土交通白書」では、過去30年間で70歳以上の運転免許保有者が10倍以上にまで増加したことや、自動車の二酸化炭素排出量は運輸部門のうち約86%を占めていること、交通事故死者数のうち高齢者の占める割合が57.7%に達していることなどが指摘されている²²⁶。加えて、自動車依存率が高まることで、地域社会での人との関わりが損なわれていくこと（宇都宮 2019）や、地域の空洞化に深刻な影響を与え、郊外部で交通弱者が発生する（室田 2003）といった様々な問題が引き起こされることを示唆している。

²²⁶ <https://www.mlit.go.jp/statistics/file000004.html> (2022年11月15日)。

以上のような問題を抱える自家用車依存社会から脱却するため、国土交通省は「日本版 MaaS」の円滑な普及の促進を目指して、「交通事業者の運賃設定に係る手続きのワンストップ化」を実施している²²⁷。MaaS (Mobility as a Service) とは、一人ひとりの移動ニーズに応じて複数の公共交通機関や移動手段を最適に組み合わせ、運賃の支払いや予約を一括で行えようにするサービスである。その一環として、公共交通機関のサブスクリプション化²²⁸を図るために「一括定額運賃」の導入が進められている。具体的な取り組みとしては、令和 2 年 4 月に国土交通省が、同年 11 月からタクシーの新たな運賃・料金サービスである「一括定額運賃」の申請受付を開始すると発表した²²⁹。令和 2 年 6 月には、「地域公共交通の活性化及び再生に関する法律」の改正に伴って、バス路線の定額制乗り放題運賃の促進が規定される²³⁰といった、制度導入のための法整備が徐々に取り組みされている。

本稿は、サブスクリプション型運賃制度の導入が人々の移動目的や交通手段にどのような影響を及ぼしているのかを検証することを目的とする。サブスクリプション型運賃の効果に関する先行研究では、バス全線定期券の導入が公共交通の利用頻度を増加させること (Azami and Nakagawa 2021) や外出機会の創造に役立っていること (石田・谷口 2007) が事例研究としては示されているものの、パーソントリップ調査を始めとした詳細な行動データを用いた実証研究は少ない。また、サブスクリプション型運賃に関してパーソントリップ調査を利用した研究としては、田淵・福田 (2020) が挙げられる。しかし、同研究の目的はサブスクリプション型運賃の社会的影響ではなく、MaaS を導入するうえで適切な空間範囲と定額料金設定を定量的に確かめることであった。

以上の問題意識から、本稿では、1999 年から 2015 年までの間に実施された全 4 回の「全国都市交通特性調査」の都市別パネルデータを構築したうえで、鉄道とバスを始めとする公共交通機関へのサブスクリプション型運賃の導入が、人々の移動目的や交通手段にどのような影響を与えるのかを検証する。分析結果からは、鉄道やバスのサブスクリプション型運賃制度の導入が、外出機会の創出や自動車依存社会からの脱却をもたらすことが示唆された。さらに、サブスクリプション型運賃制度の導入の副次的効果として、自転車での移動機会が増加したことから、自転車と公共交通機関の併用が行いやすいよう、両者の連携のための取り組みを進めることがより有効的であると考えられる。

本論の構成は次の通りである。第 2 節では、自動車依存が与える社会的影響やサブスクリプション型運賃の導入による効果に関する実証的な先行研究に言及し、第 3 節では、サブスクリプション型運賃制度が公共交通に与える影響について本稿の理論仮説を導出する。第 4 節では、それらの理論仮説を検証するためのデータと分析方法の詳細について述べたうえで、第 5 節では、得られた推定結果について説明する。第 6 節では、分析結果に対する

²²⁷ <https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/japanmaas/promotion/> (2022 年 11 月 15 日)。

²²⁸ 乗車券の定期購入化のこと。

²²⁹ https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/transport/sosei_transport_tk_000055.html (2022 年 11 月 15 日)。

²³⁰ https://www.mlit.go.jp/report/press/jidosha03_hh_000330.html (2022 年 11 月 15 日)。

考察を行うとともに、今後の MaaS の展開に関する示唆を述べたい。

2. 先行研究

本節では、自動車依存の社会的影響と、サブスクリプション運賃の導入の効果に関する先行研究を紹介する。

2-1. 自動車依存の社会的影響

まず、自動車依存が社会に与える影響について論じる。資源エネルギー庁の統計によれば、温室効果に影響を及ぼす二酸化炭素の排出量が 20%以上を占める運輸部門のうち、自動車からの排出量はその 86%を占めており、自動車の利用が環境負荷の増加につながることを示されている²³¹。また、Fujii et al. (2001) では、自動車を利用する頻度が高い者ほど公共交通機関に対して消極的な考えを抱きやすいことが示されており、過度な自動車依存の進行によって、交通空白地帯が生じる可能性が示唆される。その他にも、自動車依存率の上昇がその地域の中心都市の空洞化に影響を与えていること (室田 2003) や、地域社会における信頼や互助といった関わりを損なわせること (宇都宮 2019) が明らかにされている。

以上のように、自動車への大幅な依存は、様々な社会問題を引き起こす可能性がある。したがって、公共交通機関の利用を促進し、脱自動車依存社会を目指すことが、より安全で持続可能な社会の形成につながると言える。

2-2. サブスクリプション運賃の導入の効果

サブスクリプション運賃の導入がもたらす効果としては、全線定期券の導入によって、公共交通の利用頻度が増加し、自動車の利用頻度が減少することや、通勤通学以外の私事を目的とした外出が増加すること (石田・谷口 2007; Azami et al. 2021)、社会的活動への参加のための移動が増えること (Tansawat et al. 2015) が示されてきた。しかし、いずれの研究も、一つの事例に着目した分析となっており、複数の都市を対象とした実証研究ではない。例えば、筑波大学内での大口特約一括定期の事例 (石田・谷口 2007) や、栃木県小山市のバス全線定期券の事例 (Azami et al. 2021)、タイでの公共交通無償化の事例 (Tansawat et al. 2015) などが挙げられる。

一方、サブスクリプション型運賃に関連してパーソントリップ調査を用いた研究も存在する。田淵・福田 (2020) は、東京都市圏パーソントリップ調査のデータをもとに、都市圏での交通行動を把握することで、MaaS を導入する上での適切な空間範囲と定額料金設定

²³¹ https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/ (2022 年 11 月 15 日)。

を定量的に明らかにしている。しかし、同研究はパーソントリップ調査を利用しているものの、サブスクリプション型運賃制度を導入する手続きに言及したものであり、社会的影響には触れていない。

以上を踏まえて、本稿では、全国の自治体を対象とした全国パーソントリップ (PT) 調査を用いて、サブスクリプション型運賃制度の導入が外出率の増加や自動車依存率の抑制へ与える効果を実証する。

3. 理論仮説

本節では、公共交通機関のサブスクリプション化が、利用者の移動目的や移動交通集団の選択に与える影響について、理論仮説を導出する。

まず、定額制に対する利用者の態度について検討する。定額料金制度の導入は、利用者の定期券購入を促すことにつながると考えられる。実際、従量料金制 (切符) と定額料金制 (定期券) の二つの課金制度を比較した場合、定額料金制度に対する利用者の評価が高いことが知られている (三友ほか 2008)。これは、利用すれば利用するほど安くなるだろうという思考から生じる料金低下への誤解や、切符を購入する度に料金を徴収される煩雑さを感じずに済むという心理的コストによるものが大きい (三友ほか 2008)。

また、定期券の利用者は、自動車を利用する機会が減り、その分公共交通機関の利用頻度が増える。具体的には、公共交通機関を利用する経験を得るほど、公共交通機関に対して肯定的な考えを抱くようになり、その利用頻度が増加し (中山ほか 2001)、その習慣と態度は維持される (藤井 2004)。さらに、割引運賃定期券の導入には、中心市街地への私事のための訪問回数を増加させる効果があることから (石田・谷口 2007)、私事に対する外出機会が増加すると考えられる。以上の議論から、次の仮説が導出される。

仮説 1 鉄道・バスの全線定期券の導入は、自動車依存率を低下させ、私事に対する外出機会を創出する。

続いて、自動車依存率の低下や公共交通機関の利用増加の副次的な効果として、徒歩での移動が促進されると推察される。なぜなら、歩行の質は、前後の交通手段の質から強い影響を受けており (大矢ほか 2021)、公共交通機関の利用が増加すれば、徒歩での移動の必要性が高まると考えられる。実際、先行研究では、定期券を導入した結果、定期券非保有者と比べ保有者の歩行量が増加することや (鎌田・松中 2017)、公共交通の利用は車の利用より 1 日の歩行量を増加させること (柳原・服部 2014) が明らかになっている。そのため、仮説 1 に付随した効果として、次の仮説が導出される。

仮説2 鉄道・バスの全線定期券の導入は、代表交通手段の徒歩の割合を増加させる。

4. データと方法

4-1. データ

本稿では、住民の交通機関の利用実態を捉える指標として全国 PT 調査²³²を用いた。PT 調査とは、「人（パーソン）」単位での一日の移動を尋ねることで、その人々の暮らす都市ごとに、移動する目的や場所、時間、使用した交通手段などを把握し、データ化したものである。この調査を活用することで、都市交通を始めとした諸分野の研究による様々な施策検討が可能となる。例えば、ある人がどの時間帯に、どのような交通手段を使って移動したのかをシミュレーションすれば、新型コロナウイルスの感染拡大スピードの予測が可能である²³³。

本稿で使用するのは、PT 調査のうちの目的トリップと手段トリップの指標である²³⁴。目的トリップとは、仕事や学校、買い物、食事、通院、帰宅など、一つの目的を達成するための移動を1トリップと数えて算出した指標である。たとえば、通勤トリップは、自宅を出て勤務先へ到達するまでの一連の移動を1トリップとするものである。目的トリップのうち、通勤トリップが占める割合は目的種類別構成比（通勤）として指標化されている。一方、手段トリップとは、鉄道やバス、自転車、徒歩といった移動手段が切り替わるごとに1トリップと加算して求めた指標である。その例としては、家から勤務先までの経路で、徒歩→鉄道→バス→徒歩の順で交通手段を切り替えて移動したとき、徒歩は2トリップ、鉄道は1トリップ、バスは1トリップと算出される。また、トリップで利用した主な交通手段を代表交通手段と呼ぶ。上の例の場合は、代表交通手段は鉄道となる²³⁵。

従属変数には、全国 PT 調査に基づいたデータとして、平成11年、平成17年、平成22年、及び平成27年の4年分の調査データを使用した。調査の対象となる都市数はそれぞれ44（平成11年）、62（平成17年）、70（平成22年）、70（平成27年）の計246都市である。本稿の分析では、基礎集計表に掲載されている都市別に平均化された都市別指標を利用した。具体的には、仮説1では自動車依存率を表す指標として①代表交通手段別構成比（自動車）を、私事に対する外出機会を表す指標として②目的種類別構成比（私事）をそれぞれ採用した。また、外出機会に与える影響をより細分化して分析するために、③外出率、④目的種類別構成比（通勤・通学）、及び目的種類別構成比（私事）のうち、買い物のためのトリッ

²³² https://www.mlit.go.jp/toshi/tosiko/toshi_tosiko_tk_000033.html (2022年11月15日)。

²³³ https://www.kkr.mlit.go.jp/plan/pt/pdf/pt_guide.pdf (2022年11月15日)。

²³⁴ <http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryoutnn/tnn1015pdf/ks101511.pdf> (2022年11月15日)。

²³⁵ 複数の交通手段を利用している場合、主な交通手段を決める際の優先順位は、鉄道、バス、自動車、二輪車、徒歩の順である。

ブから算出した⑤目的種別構成比（私事 買物）、買物以外のためのトリップから算出した⑥目的種別構成比（私事 買物以外）を用いた。仮説 2 では、徒歩移動の割合を表す指標として⑦代表交通手段別構成比（徒歩）を採用した。どの交通手段の割合が増加するのかを詳細に分析するために、⑧自転車・⑨鉄道・⑩バス各々における代表交通手段別構成比も投入した。

独立変数には、鉄道とバスのサブスクリプション型運賃の導入有無を表す指標として鉄道・全線定期券ダミーとバス・シルバーパスダミーを作成した。鉄道・全線定期券ダミーは、現時点で全線定期券を導入している鉄道局のホームページから導入年度を調べ、その鉄道局の路線が所在する市区町村を 1、そうでない市区町村を 0 とすることによって算出した²³⁶。バス・シルバーパスダミーは、JTB グループの調査²³⁷を参照し、各市区町村における 2018 年現在のシニア向け交通費支援制度の導入の有無を調査し求めた。シニア向け交通費支援制度は、高齢者無料乗車証や高齢者割引乗車証、助成金支援といった多岐にわたり、その全てがサブスクリプション型運賃制度と同一視できるものではないことには注意されたい。

統制変数には、高齢化率、人口密度、総人口、最寄駅からの距離 500m 未満戸数割合、人口当たり第三次産業事業所数、及び人口当たり道路橋りょう費を投入した。そのうち、総面積、最寄駅からの距離 500 未満戸数割合の指標は、「住宅・土地統計調査」に基づき、平成 10 年、平成 15 年、平成 20 年、平成 25 年の各年当時の最新のデータを使用した。なお、人口当たり第三次産業事業所数のデータのうち、平成 11 年と平成 17 年のデータは、「事業所・企業統計調査」を利用して作成し、平成 22 年と平成 27 年のデータは、「経済センサス」に基づいて作成した。

4-2. 推定方法

本稿では、鉄道とバスを始めとする公共交通機関へのサブスクリプション型運賃の導入が、人々の移動目的や交通手段にどのような影響を与えるのかを検証する。以下の検証では、合わせて 20 通りの推定を行う。

第一に、鉄道のサブスクリプション型運賃の導入による影響についての検証では、パネルデータ分析を用いる。具体的には、平成 11 年、平成 17 年、平成 22 年、及び平成 27 年の各年の PT 調査から、最大 70 市区の集計値によるパネルデータを構築して、各年・各市区の時間ダミー、及び個体ダミーを投入する。第二に、バスのサブスクリプション型運賃の導入による影響についての検証では、重回帰分析を行う。バスでの分析では、シルバーパス制度の種類が多岐にわたり、導入年度を定めることが困難であり、過去にさかのぼって制度の導

²³⁶ 現時点で導入されている鉄道局のみ導入年度を遡りデータ化したため、現在導入していないか、以前に廃止した自治体は追跡できないという分析上の限界がある。

²³⁷ <https://jtbbob.com/> (2022 年 11 月 15 日)。

表 1 データ一覧

変数名	変数説明	出典
外出率	外出率 (%)	全国 PT (都市交通特性) 調査
目的トリップ (私事)	目的種類別構成比 (私事)(%)	全国 PT (都市交通特性) 調査
目的トリップ (通勤・通学)	目的種類別構成比 (通勤・通学)(%)	全国 PT (都市交通特性) 調査
代表交通手段別構成比 (自動車)	代表交通手段別構成比 (自動車)(%)	全国 PT (都市交通特性) 調査
代表交通手段別構成比 (自転車)	代表交通手段別構成比 (自転車)(%)	全国 PT (都市交通特性) 調査
代表交通手段別構成比 (徒歩・その他)	代表交通手段別構成比 (徒歩・その他)(%)	全国 PT (都市交通特性) 調査
代表交通手段別構成比 (鉄道)	代表交通手段別構成比 (鉄道)(%)	全国 PT (都市交通特性) 調査
代表交通手段別構成比 (バス)	代表交通手段別構成比 (バス)(%)	全国 PT (都市交通特性) 調査
総人口	総人口 (人)	e-Stat
総面積	総面積 (北方地域及び竹島を除く)【h a】	e-Stat
道路橋りょう費	道路橋りょう費 (千円) / 総人口 (千人)	e-Stat
高齢化率	65 歳以上人口 / 総人口 (千人)	e-Stat
最寄駅からの距離 500 m 未満戸数割合	最寄駅からの距離 500 m 未満戸数/総戸数 (%)	住宅・土地統計調査
人口当たり第三次産業事業所数	第三次産業事業所数 / 総人口 (所数)	事業所・企業統計調査, 経済センサス
鉄道ダミー	鉄道全線定期券の導入の有無	各鉄道会社のホームページ
バスダミー	シルバーバス導入の有無	JTB グループの調査

表 2 記述統計

	観測数	平均値	標準偏差	最小値	最大値
外出率	246	82.5907	3.6979	69.1	90.9
目的種類別構成比 (通勤通学)	280	4.3968	1.8382	0	8.4
目的種類別構成比 (私事)	280	44.9657	16.8443	0	56
目的種類別構成比 (私事・買物)	246	20.8280	2.8532	0	26.6
目的種類別構成比 (私事・買物以外)	246	30.3524	3.0692	21.7	52.5
代表交通手段別構成比 (自動車)	280	59.2489	25.7126	0	88.9
代表交通手段別構成比 (自転車)	246	9.4118	4.6092	1	29.5
代表交通手段別構成比 (徒歩)	246	13.2240	5.3250	4.3	30.6
代表交通手段別構成比 (鉄道)	246	6.5370	6.3786	0.2	28.2
代表交通手段別構成比 (バス)	246	1.5923	1.5227	0	8.7
鉄道・全線定期券ダミー	280	0.0571	0.2325	0	1
バス・シルバーバスダミー	70	0.3857	0.4903	0	1
高齢化率	280	21.8604	5.5392	9.7	39.7020
総人口	280	608779.0357	1189281.6112	24514	9272740
人口密度	280	23.9708	29.9014	0.5894	147.9614
最寄駅から500m未満戸数割合	265	0.2336	0.3359	0.0005	4.2378
人口当たり第3次産業事業所数	273	0.0378	0.0094	0.0161	0.0789
人口当たり道路橋りょう費	280	15.1319	8.0600	2.9363	47.8138

入状況のデータを収集することができなかった。そのため、全国 PT 調査の最新年度である 2015 年に限定した回帰分析とすることにした²³⁸。

以上の推定方法を用いて、鉄道とバスそれぞれについて、外出率、目的種類別構成比 (私事)、目的種類別構成比 (通勤・通学)、目的種類別構成比 (私事 買物)、目的種類別構成比 (私事 買物以外)、代表交通手段別構成比 (自動車)、代表交通手段別構成比 (自転車)、代表

²³⁸ ただし、2018 年のバス・シルバーバスの導入状況のデータを 2015 年の全国 PT 調査のデータに代入しているという点でも分析上の限界がある。

交通手段別構成比（徒歩）、代表交通手段別構成比（鉄道）、及び代表交通手段別構成比（バス）の10個の従属変数ごとに分析を行った。

5. 分析結果

本節では、公共交通機関へのサブスクリプション型運賃の導入が人々の移動目的や交通手段に与える影響を、鉄道およびバスそれぞれにおけるサブスクリプション型運賃の導入の有無で分け、パネルデータ分析と重回帰分析を用いて検証した結果を述べる。

5-1. 鉄道の全線定期券導入による影響

表3は、鉄道の全線定期券導入の影響についての分析結果である。まず、自動車依存率に注目した分析では、代表交通手段別構成比（自動車）に対して、鉄道・全線定期券ダミーの係数が0.1%水準で負に統計的に有意な結果となった。このことから、全線定期券の導入には自動車依存率を低下させる効果があるということが示された。また、外出率においては、鉄道・全線定期券ダミーの係数が5%水準で正に有意な結果となり、全線定期券の導入は制度が導入された地域における外出機会の創出に効果があることが分かる。その一方で、私事を目的としたトリップ数に対しては、5%水準で負に統計的に有意な結果となったが、買い物と買い物以外とで目的を細分化した場合は、共に有意な結果とならなかった。以上のことから、仮説1の分析では、鉄道の全線定期券の導入は、自動車依存率を低下させ、外出機会の創出に効果があることが明らかになった。

次に、鉄道・全線定期券ダミーの係数が代表交通手段に占める徒歩の割合に与える影響は、5%水準で統計的に有意な結果となり、仮説2で想定された通りの結果となった。また、自転車の占める割合に対しても0.1%水準で正に有意な結果となり、鉄道の全線定期券導入によって代表交通手段に占める自転車の割合が増加することが明らかになった。その要因としては、鉄道を利用するために、最寄り駅から家までの往復の移動をする手段として、徒歩とともに自転車を使う機会が増えたものと考えられる。

5-2. バスのシルバーパス（全線定期券）導入による影響

続く表4は、バスの全線定期券導入の影響についての分析結果である。まず、自動車依存率と外出機会に注目した分析では、鉄道の分析結果と同様に、バス・シルバーパスダミーの係数が交通手段別構成比（自動車）に対して1%水準で負に有意な結果となった。しかし、外出率と目的種類別構成比においては、いずれも統計的に有意ではなかった。そのため、仮説1に関する分析からは、バス全線定期券の導入は自動車依存率を低下させるものの、外

表3 鉄道全線定期券が移動目的・移動手段へ与える効果

	従属変数				
	外出率	目的種類別 構成比 (通勤通学)	目的種類別 構成比 (私事)	目的種類別 構成比 (私事・買物)	目的種類別 構成比 (買物以外)
	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5
鉄道・全線定期券ダミー	1.4515 * (0.6286)	-0.9556 * (0.3914)	-13.0854 *** (3.6126)	-1.2330 (0.8812)	0.1838 (0.8700)
高齢化率	-0.1189 (0.2019)	0.1434 (0.1150)	0.6179 (1.1986)	0.1072 (0.2393)	-0.3278 (0.2504)
log(人口密度)	-1.9165 (2.2915)	1.9285 (1.9735)	21.3859 (19.1991)	-3.9163 (9.0363)	7.0248 (8.9481)
log(総人口)	-1.6289 (3.2280)	0.4101 (2.3317)	1.2351 (21.3539)	9.3689 (8.8756)	-13.1173 (8.5256)
log(最寄駅から500m未満戸数割合)	-0.0562 (0.1484)	-0.0426 (0.0981)	1.6687 (0.7416)	* 0.0367 (0.1304)	0.1705 (0.1256)
log(人口当たり第3次産業事業所数)	0.1384 (1.9500)	0.3515 (0.8715)	-10.8667 (8.8951)	-0.1004 (2.1046)	-1.4060 (2.1943)
log(人口当たり道路橋りょう費)	-0.4013 (0.5487)	1.5383 (0.3403)	*** 11.5365 (3.0998)	*** -0.3377 (0.5531)	-0.6093 (0.5222)
個体効果	YES	YES	YES	YES	YES
時間効果	YES	YES	YES	YES	YES
調整済みR ²	0.8056	0.5745	0.5341	0.5293	0.5923
N	235	265	265	235	235

	従属変数				
	代表交通手段 別構成比 (自動車)	代表交通手段 別構成比 (自転車)	代表交通手段 別構成比 (徒歩)	代表交通手段 別構成比 (鉄道)	代表交通手段 別構成比 (バス)
	Model 6	Model 7	Model 8	Model 9	Model 10
鉄道・全線定期券ダミー	-21.8109 *** (5.2876)	2.4218 *** (0.5511)	2.5321 * (1.1032)	0.3872 (0.6619)	0.7158 (0.4796)
高齢化率	0.07101 (1.6843)	0.0947 (0.1552)	0.0779 (0.2509)	-0.0563 (0.1459)	0.0445 (0.0523)
log(人口密度)	-3.5301 (25.3986)	-0.0097 (2.8969)	9.8181 (6.0019)	3.7211 (2.7722)	0.4639 (0.6336)
log(総人口・人)	21.5301 (30.7098)	-3.8853 (2.7428)	-0.3988 (3.0205)	0.9419 (1.2991)	-0.2164 (0.8494)
log(最寄駅から500m未満戸数割合)	2.0109 * (1.0004)	-0.0415 (0.1229)	-0.2754 (0.1533)	-0.1059 (0.1089)	-0.0016 (0.0448)
log(人口当たり第3次産業事業所数)	-4.8693 (11.9333)	1.2637 (1.2624)	0.5019 (1.9838)	-0.6042 (0.9328)	-0.3364 (0.3671)
log(人口当たり道路橋りょう費)	14.0261 ** (4.3920)	0.1668 (0.6808)	0.3971 (0.6192)	0.0844 (0.4302)	0.0119 (0.1514)
個体効果	YES	YES	YES	YES	YES
時間効果	YES	YES	YES	YES	YES
調整済みR ²	0.6257	0.9163	0.8998	0.9769	0.9177
N	265	235	235	235	235

(1) ***:p<0.001, **:p<0.01, *:p<0.05, .:p<0.1
(2) ()内は市区町村ごとにクラスター化したロバスト標準誤差。

出機会の創出に効果があるとはいえないことが示された。

また、代表交通手段割合に着目した分析では、バス・シルバーパスダミーの係数が代表交通手段に占める自転車の割合に対して正に有意となった。すなわち、バス全線定期券の導入によって自転車の利用機会が増加することが明らかとなった。また、徒歩や鉄道、バスの占

表4 バス全線定期券が移動目的・移動手段へ与える効果

	従属変数				
	外出率	目的種別 構成比 (通勤通学)	目的種別 構成比 (私事)	目的種別 構成比 (私事・買物)	目的種別 構成比 (私事・買物 以外)
	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5
(定数項)	94.7201 (6.8560)	*** 7.0515 (2.7991)	* 52.0569 (5.1656)	*** 2.9302 (7.2957)	49.1267 (8.0898)
バス・シルバーパスダミー	0.9226 (0.7525)	-0.4144 (0.3071)	1.0751 (0.5667)	0.9549 (0.8003)	0.1202 (0.8874)
高齢化率	-0.3727 (0.0744)	*** -0.0105 (0.0304)	-0.0525 (0.0560)	0.1124 (0.0791)	-0.1649 (0.0877)
log(人口密度)	-0.2131 (0.3538)	-0.2368 (0.1444)	0.4813 (0.2664)	0.6631 (0.3763)	-0.1818 (0.4173)
log(最寄駅から500m未満戸数割合)	0.1903 (0.1575)	-0.1537 (0.0643)	* 0.2424 (0.1186)	* -0.0688 (0.1675)	0.3112 (0.1857)
log(人口当たり第3次産業事業所数)	-0.1947 (1.3669)	0.3581 (0.5578)	0.1903 (1.0293)	-3.4778 (1.4537)	* 3.6680 (1.6120)
log(人口当たり道路橋りょう費)	-1.1737 (0.6957)	0.6692 (0.2839)	* -1.2888 (0.5239)	* -1.4099 (0.7399)	0.1211 (0.8204)
調整済みR ²	0.4905	0.1946	0.2523	0.1671	0.1219
N	68	68	68	68	68

	従属変数				
	代表交通手段 別構成比 (自動車)	代表交通手段 別構成比 (自転車)	代表交通手段 別構成比 (徒歩)	代表交通手段 別構成比 (鉄道)	代表交通手段 別構成比 (バス)
	Model 6	Model 7	Model 8	Model 9	Model 10
(定数項)	47.4991 (36.3687)	34.9879 (12.0860)	** 13.5844 (12.9843)	-3.3621 (17.8978)	-2.1255 (4.0629)
バス・シルバーパスダミー	-13.6100 (3.9895)	** 3.2881 (1.3258)	* 4.0098 (1.4243)	** 4.6066 (1.9633)	* 1.2264 (0.4457)
高齢化率	0.0786 (0.3943)	-0.0223 (0.1311)	-0.0481 (0.1408)	-0.0108 (0.1941)	0.0601 (0.0441)
log(人口密度)	2.6565 (1.8759)	0.1976 (0.6234)	-0.5159 (0.6697)	-1.0994 (0.9232)	0.1483 (0.2096)
log(最寄駅から500m未満戸数割合)	1.7379 (0.8348)	* -0.0099 (0.2774)	-0.68437* (0.2980)	-0.7005 (0.4108)	-0.2318 (0.0933)
log(人口当たり第3次産業事業所数)	8.1192 (7.2468)	4.3595 (2.4082)	-3.6177 (2.5872)	-9.4233 (3.5663)	* 0.0166 (0.8096)
log(人口当たり道路橋りょう費)	12.1851 (3.6882)	** -4.9694 (1.2257)	*** -2.0050 (1.3168)	-5.4431 (1.8151)	** -0.2611 (0.4120)
調整済みR ²	0.4833	0.3872	0.3822	0.4350	0.3718
N	68	68	68	68	68

***:p<0.001, **:p<0.01, *:p<0.05, .:p<0.1

める割合も、いずれも1%水準もしくは5%水準で正に有意となった。

以上の結果から、鉄道やバスのサブスクリプション型運賃の導入は、人々の外出を促した上で、自動車依存率を下げ、徒歩と自転車による移動を増加させ、外出機会を創出すると考えられる一方で、私事のための外出割合に負の影響を及ぼす可能性があることが示唆された。この結果は、栃木県小山市コミュニティバス全線定期券の事例 (Azami and Nakagawa 2021) や、筑波大学キャンパス交通システムの事例 (石田・谷口 2007) の知見とも一致す

る。小山市コミュニティバス全線定期券「noroca(ノロカ)」は、小山駅周辺の路線バスとデマンドバスを対象とした全線定期券である。noroca 導入後 1 年半で、定期券保有者のバス利用回数が月平均 3.3 回増加し、定期券保有者の 51%が通勤通学などの利用目的以外にもバスを使うようになるとされ (Azami and Nakagawa 2021)、その有効性が伺える。また、筑波大学キャンパス交通システムの事例 (石田・谷口 2007) では、筑波大学の教職員や学生を対象として大口特約一括定期を販売したことによる短期的効果として、小山市の事例と同様にバス分担率が 10.2%増加したことに加え、教職員の自動車分担率が 17.9%減少し、学生の通学以外を目的とした買い物や娯楽を始めとした私事のトリップ数が増える傾向にあったことが示されている。以上の事例を踏まえても、路線バスの全線定期券の導入の効果は、鉄道全線定期券においても見られると言える。

6. 結論

本稿では、1999 年から 2015 年の間に実施された全 4 回の全国都市交通特性調査の自治体別のパネルデータを構築した上で、鉄道とバスを始めとする公共交通機関へのサブスクリプション型運賃の導入が人々の移動目的や交通手段に与える影響を分析した。分析結果からは、鉄道やバスのサブスクリプション型運賃の導入によって、人々の外出が促され、自動車依存率が下がり、自転車による外出機会が創出されると考えられ、私事のための外出割合が減少する可能性のあることが示唆された。

以上の結論から、今後の政策についての提言を行いたい。まず、サブスクリプション型運賃の導入を進めることで自動車依存率が下がり、外出が促されることから、国土交通省の掲げる「日本版 MaaS」を推進する施策には、地域交通が抱える問題を解決する効果があることが期待される。また、その際には、公共交通機関のサブスクリプション化によって自転車利用が増加するため、特に自転車とバス・鉄道などの公共交通機関との連携を強めることがより効果的であると考えられる。具体的には、鉄道やバスを降りて目的地までの区間でレンタル自転車を利用する「シェアサイクル」の試みが挙げられる。最後にシェアサイクルの二つの事例を取り上げ、公共交通機関との連携を前提とした活用方法を紹介する。

山下ほか (2005) は、宇都宮市で導入されているレンタサイクルの利用者を対象としたアンケート調査を実施した。その結果、他の公共交通機関と比べて待ち時間がないという利点が、観光目的でのレンタサイクルの導入に大きな影響を与えていることや、公共交通情報を分かりやすく明示することがシェアサイクルと公共交通の双方の利用を促進させることにつながることが示唆されている。また、カナダの最大都市であるトロントを対象に、公共のバイクシェアリング需要に影響を与える要因を分析した研究 (Wafic et al. 2017) によると、大学キャンパスや交通機関の駅に近い公共自転車シェアステーションほど、トリップ率が高くなるとされる。そのため、日本でも駅に近接してポートを設置することで、シェアサイ

クルの活用が進むことが期待される。

国土交通省の推進するサブスクリプション型運賃制度の導入は、外出機会の創出や自動車依存の抑制に貢献するだけでなく、徒歩や自転車の利用を促進させる効果もあるため、公共交通とシェアサイクルとの連携を強める形で MaaS の導入を進めていくことが必要だと考えられる。具体的には、シェアサイクルと公共交通機関との間で情報やサービスの一元化を行うことや、交通系 IC を利用した決済サービスの統一化、公共交通との結節点付近へのポートの設置といった施策などは一考されるべきであろう。

7. 参考文献

- 石田東生・谷口綾子. 2007. 「筑波大学「新学内バス」の導入とその効果」『土木計画学研究発表会・講演集』 36.
- 宇都宮浄人. 2019. 「地域交通とソーシャル・キャピタル—「生活意識調査」, 「くるくるバス調査」による実証」『運輸政策研究』 21: pp.6-14.
- 大矢周平・中村一樹・板倉颯. 2021. 「交通手段の組み合わせを考慮した移動の質の評価」『土木学論文集』 76:(5).
- 鎌田佑太郎・松中亮治. 2017. 「公共交通運賃割引施策と高齢者の歩数ならびに外出先との関連性分析」『都市計画論文集』 52:(3) pp.841-848.
- 田淵景子・福田大輔. 2020. 「再帰ロジック型交通行動モデルを用いたサブスクリプション型 MaaS の評価に関する基礎的研究」『都市計画論文集』 55(3): pp.666-673.
- 中山晶一郎・藤井聡・北村隆一・山田憲嗣. 2001. 「一時的構造変化に伴う持続的行動変容に関する実証研究」『土木計画学研究・論文集』 18(3): pp.497-502.
- 藤井聡・河本一郎・北村隆一. 2004. 「『一時的構造変化方策』の有効性の検証—自動車運転者への無料バス定期券配布実験」『交通工学』 39(2): pp.59-65.
- 三友仁志・大塚時雄・永井研・中場公教. 2008. 「情報通信および交通サービスにおける定額料金プリファレンスの実証的分析—行動経済学的アプローチに依拠して」『地域学研究』 38(2): pp.311-329.
- 室田篤利. 2003. 「地方都市における都心部空洞化と都市特性に関する研究」『運輸政策研究』 6(1): pp.4-14.
- 柳原崇男・服部託夢. 2014. 「郊外住宅地における高齢者の交通行動と歩行量に関する研究」『土木計画学研究』 70:(5). pp. 1003-1011.
- 山下晴美・古池弘隆・森本章倫. 2005. 「端末交通としてのレンタサイクル利用促進に関する一考察」『土木計画学研究・講演集』 31.
- Azami, Tomohide and Kento Nakagawa. 2021. “Effect of Low-Cost Policy Measures to Promote Public Transport Use: A Case Study of Oyama City, Japan.” *Sustainability*

13(11): pp.1-20.

Fujii, Satoshi, Tommy, Gärling, and Ryuichi Kitamura. 2001. "Changes in Drivers' Perceptions and Use of Public Transport during a Freeway Closure: Effects of Temporary Structural Change on Cooperation in a Real-Life Social Dilemma." *Environment and Behavior* 33(6): pp.796-808.

Tansawat, Tithiwach, Kanitpong, Kunnawee, Kishi, Kunihiro, Utainarumol, Supornchai, and Piyapong Jiwattanakulpaisarn. 2015. "The Impact of Public Transport Subsidy on Social Inclusion: The Case of Free Train Policy in Thailand." *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies* 11: pp.2558-2574.

El-Assi, Wafic, Mohamed, Salah Mahmoud, and Khandker Nurul Habib. 2017. "Effects of Built Environment and Weather on Bike Sharing Demand: A Station Level Analysis of Commercial Bike Sharing in Toronto." *Transportation* 44(3): pp.589-613.