

地方都市におけるバスの利便性と年齢階級別人口構成比および社会増減率の関連分析

石渡 雄大¹・松中 亮治²・大庭 哲治³

¹学生非会員 京都大学大学院工学研究科 (〒615-8540 京都府京都市西京区京都大学桂)

E-mail:ishiwatari.yudai.45n@st.kyoto-u.ac.jp

²正会員 京都大学准教授 工学研究科 (〒615-8540 京都府京都市西京区京都大学桂)

E-mail:matsunaka.ryoji.3v@kyoto-u.ac.jp

³正会員 京都大学准教授 経営管理大学院 (〒606-8501 京都府京都市左京区吉田本町)

E-mail:oba.tetsuharu.5n@kyoto-u.ac.jp

本研究では、重要な都市内公共交通の一つであるバスに着目し、全国58の地方都市を対象に、バスの利便性指標である2010年時点のバス停の有無および運行頻度と、2010年・2015年の年齢階級別人口構成比、および、5年間の社会増減率との関連について、500mメッシュ単位で分析した。

その結果、2時点の人口構成比との関連では、多重比較検定を用いて、バスの利便性の高いメッシュにおいて高齢者が占める割合より、バスの利便性の低いメッシュにおいて高齢者が占める割合の方が大きいことを明らかにした。また、5年間の社会増減率との関連では、4本/h以上の運行頻度があるバスの利便性が高いメッシュにおいて、そのほかのメッシュと比較して相対的に10代の転出は抑制できるが、20代の転入は促進できていないことを統計的に明らかにした。

Key Words : *Bus Convenience, Age Group, Population Composition, Social Population Change*

1. はじめに

(1) 背景と目的

モータリゼーションの進展によって、誰もが自動車を保有するようになり、人々は好きな時間に好きな場所へ移動することが可能になった。これにより、人々は自由に居住地を選択するようになり、都市は無秩序に拡大していった。都市郊外への居住は自動車による移動を前提としているが、自動車の利用は大気汚染や騒音などの公害や渋滞の原因になりかねない。加えて、自動車免許を取得できない学生など、自動車を運転できない人々は、その利便性を享受することができないため、移動の利便性に格差が生じてきている。

また、近年では、日本の人口が減少に転じ、地方都市はその影響を大きく受けている。特に、地方都市郊外部の過疎化は顕著であり、少子高齢化の進行も踏まえると、今後さらに高齢者の割合が増えると予想される。身体機能が低下し、自動車が運転できなくなった高齢者にとって、移動の足としての公共交通は非常に重要である。

出発地から目的地まで直接移動できる自動車に対し、路線バスをはじめとする公共交通は、運行頻度や運行エ

リアが限定されているため、利便性の点では劣る。しかし、先述した自動車を利用できない人々にとっては貴重な交通手段であることから、今後ともその果たす役割は大きなものであるといえる。

そこで、近年わが国では、「コンパクト・プラス・ネットワーク」という概念が提唱されている。これは、公共交通の沿線に居住を誘導し、生活拠点と中心拠点を公共交通によって接続するというもので、これにより居住者の生活利便性の維持・向上や、公共交通の利用促進による交通事業者の経営改善など、さまざまな効果が期待されている。

しかし、これまで、公共交通の中でも特に鉄道の利便性と人口との関連については年齢階級を考慮したものも含め多く研究されてきたが、バスの利便性について年齢階級を考慮した研究は筆者が知る限りない。

以上を踏まえ、本研究では、地方都市を対象に、都市内公共交通の中でも鉄道と並んで重要な交通手段であるバスに着目し、バス停の有無および運行頻度をバスの利便性の指標として用い、年齢階級別の人口構成比および社会増減率との関連を明らかにすることを目的とする。

(2) 既往研究のレビューと本研究の特徴

バスの利便性に関する研究として、小森²⁾、飯島³⁾が挙げられる。小森²⁾は、地方都市を対象に、公共交通網が不十分である地域に住んでいる人口の割合について、鉄軌道・バス運行頻度を用いて分析し、公共交通不十分地域人口割合は、平均運行頻度と負の相関があること、駅・バス停勢圏では、運行頻度が高いほど人口密度は大きいことなどを明らかにした。飯島³⁾は、住宅地を走行する地域密着型バスを対象に、地域住民へのアンケート実施、GIS による利用状況の分析を行い、バス交通に求めるサービス水準としては運行頻度の高さ、バス停の近さの順に多いことを明らかにした。しかし、これらの研究では年齢階級まで考慮されていない。

鉄道の運行頻度と人口の関連を分析した研究として、松中⁴⁾、長尾⁵⁾、伊藤⁶⁾が挙げられる。松中⁴⁾は、鉄道運行頻度と年齢階級別人口の社会増減の関連を分析し、10～14歳・15～19歳の年齢階級は、運行頻度の低い駅勢圏からの転出、並びに運行頻度の高い駅勢圏への転入の傾向が顕著であること、20～24歳の年齢階級は、運行頻度の低い駅ほど社会増減率が高いことなどを明らかにした。長尾⁵⁾は、公共交通主体のコンパクトな都市形成の実証のため、全国の地方都市における鉄軌道のオフピーク（9～16時台）の運行頻度や、駅周辺の人口分布の経年変化を分析し、運行頻度が毎時3本以上の鉄道駅周辺では居住人口が増加していることを明らかにした。伊藤⁶⁾は、鉄軌道の運行頻度と高齢者の人口分布の関係について、日仏独3か国で比較し、いずれの国でも運行頻度が高いほど駅勢圏人口に占める高齢者の割合が小さいが、日本では他国に比べ高齢者の多い地区における運行頻度の高い駅の整備が進んでいないことを明らかにした。しかし、これらの研究では駅から離れた地域に関する分析は行われていない。

特定の地域に限定して都市構造や人口社会増減を分析した研究として、内原⁷⁾、武澤⁸⁾、小川⁹⁾、有賀¹⁰⁾、高取¹¹⁾が挙げられる。内原⁷⁾は、浜松市と金沢市を対象に、徒歩圏での生活利便性と人口社会増減について関連を分析し、今後、高齢者が徒歩での生活利便性の点で劣る地域に取り残される可能性があるため、それを回避する施策が重要であることを述べた。武澤⁸⁾は、北陸地方の8都市を対象とし、住宅単位での公共交通カバー率や市街地変遷などを分析することで、現状の市街地構造の特徴や問題を明らかにした。小川⁹⁾は、和歌山市を対象に、人口動態、交通施設の現状等に基づき、都市構造の地域的特徴を把握した。その結果、主要駅に近い地区における交通網整備や居住促進が人口・世帯数の安定に寄与していることを明らかにした。有賀¹⁰⁾は、人口が少ないメッシュの社会増減率のばらつきを抑制するため、人口3,000人以下のメッシュに対し、隣接するメッ

シュとグルーピングを実行してから社会増減数の計算を行い、最後に人口の再配分を行うことで社会増減率の値が適切に得られることを示した。高取¹¹⁾は、愛知県を対象として、2010年から2015年の年齢階層別社会増減について3次メッシュ単位で分析し、市街化区域および市街化調整区域における社会増減数の違いについて明らかにした。しかし、これらの研究は特定の地域に限定しており、一般的であるとはいえないため、全国網羅的に分析する必要がある。

以上の既往研究を踏まえ、本研究では、全国の地方都市を対象として、バス停周辺のみならず都市内の広範囲でバスの利便性をメッシュ単位で指標化し、年齢階級別の人口構成や社会増減との関係を明らかにする。

2. バスの利便性と年齢階級別人口に関するデータベースの構築

(1) 対象都市の選定

本研究では、2010年の国勢調査¹²⁾に基づき、三大都市圏と政令指定都市を除く、人口が15～50万人の市を対象とする。なお、2011年に東出雲町を編入した松江市は2015年の市域、その他の都市は2010年の市域を扱う。さらに以下に示す理由で3都市を対象外とし、58都市を対象とする（表-1）。

- ・ 鈴鹿市：2015年に中京都市圏に含まれたため
- ・ 八戸市、佐世保市：市内の大部分のバス停で系統データが欠落しているため

(2) 分析対象メッシュの選定

本研究では、4次メッシュ単位（2分の1地域メッシュ、約500m四方）で分析する。メッシュ単位で分析することの利点としては、

- ・ メッシュデータの人口をそのまま扱うことができ、社会増減をより正確に算出することができる。

表-1 対象都市一覧

都市名			
函館市	日立市	松本市	宇部市
旭川市	ひたちなか市	上田市	山口市
釧路市	足利市	沼津市	徳島市
帯広市	前橋市	富士市	高松市
苫小牧市	高崎市	磐田市	今治市
青森市	伊勢崎市	豊橋市	高知市
弘前市	太田市	津市	久留米市
盛岡市	長岡市	松阪市	佐賀市
石巻市	上越市	鳥取市	長崎市
秋田市	富山市	松江市	大分市
山形市	高岡市	倉敷市	宮崎市
福島市	金沢市	呉市	都城市
郡山市	福井市	福山市	那覇市
いわき市	甲府市	東広島市	
水戸市	長野市	下関市	

- ・ バス停が存在する地域とバス停が存在しない地域との比較が可能になる。
- ・ バス停利用圏の円の場合、ある地点の住民がどのバス停を利用するか、ということを考えるにあたり、利用圏の重複を考慮する必要があるが、メッシュの場合、単一のメッシュ内にバス停が複数あっても代表値を 1 つメッシュに与えれば、メッシュ内の全住民に対してその代表値を適用できる。

が挙げられる。また、通常、バスの利用圏は「バス停から半径 300m 圏」¹³⁾とされることが多く、その円の面積と 4 次メッシュの面積がほぼ等しいため、4 次メッシュを採用する。分析対象のメッシュは、(1)節で選定した対象都市の領域と一部でも重なるメッシュとする。対象のメッシュ数は全部で 133,482 である。

(3) バス停およびバス路線の選定

a) バス停の選定

国土数値情報のバス停留所（ポイント）データ¹⁴⁾のうち、(2)節で選定した分析対象メッシュ内に存在するバス停を対象とする。したがって、対象都市に含まれていなくても、分析対象メッシュに含まれていれば、対象バス停となる。バス停のデータは2010年時点のものを用いる。ただし、b)項で述べる、除外対象の路線のみが通過するバス停は分析対象に含まない。対象となるバス停総数は32,784ヶ所である。

b) バス路線の選定

国土数値情報のバスルート（ライン）データ¹⁵⁾のうち、(2)節で選定した分析対象メッシュを通過する路線を対象とする。バスルートのデータは 2010 年時点のものを用いる。ただし、定期運行している路線バスのみを対象とするため、以下の条件に該当するデマンドバスおよび高速バスを除外する。

- ・ 「バス区分コード」が「4：デマンド」となっている路線
 - ・ 「系統名」に「デマンド」の文字列を含む路線
 - ・ 「事業者名」および「系統名」に「高速」の文字列を含む路線
 - ・ 高速道路のラインデータ¹⁶⁾と重複している路線
- 対象となる路線は 4,030 系統である。

(4) バスの利便性に関するデータの整備

a) バス停における運行頻度の算出および定義

(3)節 a)項で選定した各バス停に、運行頻度のデータを結合させる。ここで定義する「バス停の運行頻度」は、『国土数値情報のバスルート（ライン）データ内にある「平日運行頻度」（上下平均）の和』で定める。結合の手順としては、以下の 3 ステップである。

- 1) (3)節 a)項で選定したバス停データに対し、複数系

統が通過するバス停に関して 1 系統が 1 行になるようにデータベースを作り直す。

- 2) データベースの各行について、「事業者名」および「系統名」が一致する行を(3)節 b)項で選定したバスルートデータ内から探し、当該系統の「平日運行頻度」をバス停留所データに与える。
- 3) 複数系統が停車するバス停では、各系統に与えられた「平日運行頻度」の和をそのバス停の代表値として与える。

なお、運行頻度が不明のバスルートの一部は、既往研究で小森²⁾が調査した 2016 年のデータを利用した。また、一部データは、(往)(復)、(右回り)(左回り)が別々の路線データとして整備されていたため、半分の値に修正して計上した。フローを図-1 に示す。

b) バスの利便性によるメッシュの分類

分析対象メッシュをバス停の有無で分類し、バス停が存在する場合には運行頻度を対応付ける。「ある 1 つのメッシュ内に住んでいる人は、そのメッシュ内に複数のバス停がある場合、多少歩いて、最も運行頻度の高いバス停を利用する」という仮定に基づき、各メッシュ内



図-1 運行頻度の算出フロー

に存在するバス停の運行頻度のうち、最大値をそのメッシュの運行頻度とする。フローを図-1 内に同様に示す。

次に、運行頻度を対応付けたバス停が存在するメッシュを、運行頻度によって分類する。各分類の閾値の運行頻度の目安は、「バスの運行が6～22時の16時間運行で時間帯分布は一定」である状態を仮定したものである。また、バス停が存在しないメッシュは、周囲8メッシュにバス停があるかどうかで分類する。分類ごとのメッシュ数を表-2に示し、バスの利便性によって分類した対象メッシュのイメージを図-2に示す。なお、次章以降では分析の都合上、メッシュ内人口が一定以下のものを分析対象外とするため、本節で示したメッシュ数と分析に使用したメッシュ数は異なることに留意されたい。

(5) 人口に関するデータの整備

a) 年齢階級別人口データの整備

総務省統計局の地域メッシュ統計¹⁷⁾¹⁸⁾を利用し、(2)節で選定した分析対象メッシュにおける2010年、2015年の年齢階級別人口のデータを整備する。なお、年齢階級別人口は、0～84歳までが5歳階級のデータとして存在し、85歳以上はまとめられている。また、年齢階級別人口が秘匿されているメッシュは、当該メッシュの年齢階級別人口が合算されたメッシュの、各年齢階級の人口を秘匿前の両メッシュの総人口の比に按分して利用する。

表-2 メッシュ分類

定義*	運行頻度の目安	表記	メッシュ数
バス停あり		バス停あり	20,446
64 ≤ fq	4本/h以上	4本/h～	3,199
32 ≤ fq < 64	2本/h以上4本/h未満	2～4本/h	3,297
16 ≤ fq < 32	1本/h以上2本/h未満	1～2本/h	4,288
8 ≤ fq < 16	0.5本/h以上1本/h未満	0.5～1本/h	4,120
0 < fq < 8	0.5本/h未満	～0.5本/h	5,542
バス停なし		バス停なし	113,036
周囲8メッシュにバス停がある		隣接	36,721
周囲8メッシュにバス停がない		非隣接	76,315
		合計	133,482

* fqは運行頻度(本/日)

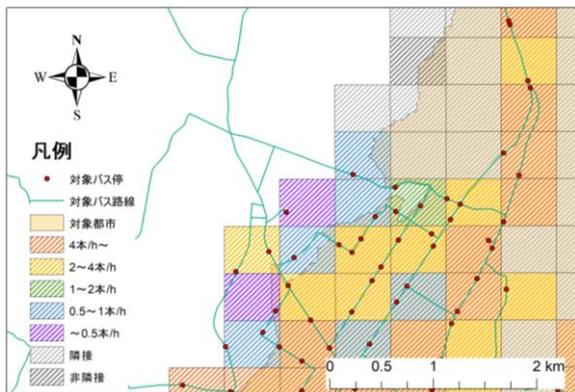


図-2 バスの利便性によって分類したメッシュ

b) 年齢階級別人口構成比の算出

a)項で整備した年齢階級別人口データを用いて、分析対象の各メッシュにおける、2010年と2015年の各時点の年齢階級別人口構成比を算出する。具体的には、メッシュ内の各年齢階級の人口を、そのメッシュの総人口で割ることにより算出する。

c) 年齢階級別社会増減率の算出

a)項で整備した年齢階級別人口データを用いて、分析対象の各メッシュにおける、2010～2015年の5年間に於ける各年齢階級の社会増減数および社会増減率を算出する。社会増減数とは、人口増減から出生や死亡といった自然増減の影響を取り除いた人数で、これは転入から転出を差し引いた人数に等しい。社会増減率とは、社会増減数を期首人口で除したものである。

松中ら⁴⁾を参考に、国立社会保障・人口問題研究所が公開している都道府県ごとの「日本版死亡データベース」¹⁹⁾をもとにコーホート生存率SRを算出し、これと(a)項で算出した年齢階級別人口を用いて、社会増減数および社会増減率を算出する。なお、85歳以上は5歳階級のデータが存在しないため、2010年時点で「0～4歳の階級」から「75～79歳の階級」まで(すなわち、2015年では「5～9歳の階級」から「80～84歳の階級」まで)の16階級を社会増減数および社会増減率算出の対象とする。

まず、各時点・各年齢の中央死亡率を用いて、それぞれの1年死亡率を求める(式(1))。

$$q[t, n] = \frac{m[t, n]}{1 + 0.5 \times m[t, n]} \quad (1)$$

$q[t, n]$: t (=2011～2015)年1月1日時点で n (=0～84)歳であるコーホートの1年死亡率

$m[t, n]$: t 年における n 歳の中央死亡率

次に、各年齢について、当該コーホートの1年死亡率を生存率に換算し、それを5年分掛け合わせることで、1歳ごとの5年生存率を算出する(式(2))。

$$SR[n] = \prod_{k=0}^4 (1 - q[t + k, n + k]) \quad (2)$$

$SR[n]$: t (=2011)年1月1日時点で n (=0～79)歳であるコーホートの5年生存率

さらに、1歳ごとの5年生存率を1月1日時点での推計人口で重みづけ平均することで、5歳ごとの5年生存率を算出する(式(3))。

$$SR[n \sim n + 4] = \frac{\sum_{k=n}^{n+4} SR[k] \times PAG[t, k]}{\sum_{k=n}^{n+4} PAG[t, k]} \quad (3)$$

$SR[n \sim n + 4]$: t (= 2011) 年 1 月 1 日時点で $n \sim n + 4$ ($n = 0, 5, \dots, 75$) 歳であるコーホートの 5 年生存率
 $PAG[t, n]$: t 年 1 月 1 日における n 歳の推計人口

最後に、年齢階級別人口とコーホート生存率から、社会増減数と社会増減率を算出する (式(4)(5)) .

$$SC[n \sim n + 4] = PAG[2015, n + 5 \sim n + 9] - PAG[2010, n \sim n + 4] \times SR[n \sim n + 4] \quad (4)$$

$$SCR[n \sim n + 4] = \frac{SC[n \sim n + 4]}{PAG[2010, n \sim n + 4]} \quad (5)$$

$SC[n \sim n + 4]$: 2010 年に $n \sim n + 4$ 歳であるコーホートの 5 年間の社会増減数
 $PAG[2010, n \sim n + 4]$: 2010 年に $n \sim n + 4$ 歳であるコーホートの人数
 $PAG[2015, n + 5 \sim n + 9]$: 2015 年に $n + 5 \sim n + 9$ 歳であるコーホートの人数
 $SR[n \sim n + 4]$: 2010 年に $n \sim n + 4$ 歳であるコーホートが 2015 年に生存している確率
 $SCR[n \sim n + 4]$: 2010 年に $n \sim n + 4$ 歳であるコーホートの 5 年間の社会増減率
 n : 基準の年齢 (0, 5, ..., 75)

3. バスの利便性と年齢階級別人口構成比の関連分析

2010 年時点のバス停の有無および運行頻度と、2010 年・2015 年の 2 時点における年齢階級別人口構成比の関連をメッシュ単位で分析する。表-2 の分類に基づいて対象メッシュを 7 種類に分類し、第 2 章 b) 項で算出した 2010・2015 年の 2 時点における年齢階級別人口構成比の平均値を算出する。ただし、各時点において人口が 100 人未満のメッシュは、人口構成比が極端な値になりうるため、分析の対象外とする。分析対象としたメッシュ

表-3 分析対象メッシュ数

メッシュ分類	2010年	2015年
4本/h~	2,889	2,866
2~4本/h	2,768	2,740
1~2本/h	3,126	3,058
0.5~1本/h	2,639	2,554
~0.5本/h	2,544	2,407
隣接	8,633	8,421
非隣接	2,313	2,184
合計	24,912	24,230

の数を表-3 に示す。また、算出した年齢階級別人口構成比の平均値について図-3 に示す。さらに、各分類における年齢階級別人口構成比の平均値に対し、Steel-Dwass の方法で多重比較検定を行った結果についても表-4 に示す。

図-3 に示すように、メッシュ内に占める割合が分類によって異なる年齢階級があり、2010 年時点では特に 20~24 歳の階級から 45~49 歳の階級は、運行頻度の高い分類ほど、メッシュ人口に占める割合が高くなる傾向にある。一方で、55~59 歳より年長の階級では、ほぼすべての階級で、運行頻度の低い分類ほどメッシュ人口に占める割合が高くなる傾向にあり、この原因として、郊外開発が盛んだった 1980 年代前後に開発された団地に当時転入した人々が、バスに頼らず自家用車を利用した生活を送り始め、そのまま定住していることが考えられる。多重比較検定の結果においても、表-4 に示すように、これらの年齢階級では多くの分類間で 5%水準や 1%水準の有意な差が見られ、運行頻度の高低によって年齢階級別人口の構成比には差があるといえる。

バス停なしメッシュに着目すると、表-4 に示すように、非隣接メッシュにおいては、最も運行頻度の低い 0.5 本/h 未満メッシュとの間に有意な差があまり見られない。構成比の数値があまり変わらないため、これらの分類の年齢階級別人口構成比は類似しているといえる。一方で、隣接メッシュにおいては、それらと異なり、20~40 代の占める割合が高く、60 代以上の占める割合が低いという、運行頻度の高い分類と同様の傾向を示している。これは、隣接しているバス停ありメッシュの運行頻度が、多様であることも要因の一つと考えられる。

さらに、2010 年と 2015 年で傾向に差が見られるか、考察する。2015 年においても、20~24 歳の階級から 50~54 歳の階級では、運行頻度の高い分類ほどメッシュ人口に占める割合が高くなる傾向にあり、60~64 歳より年長の階級では、ほぼすべての階級で、運行頻度の低い分類ほどメッシュ人口に占める割合が高くなる傾向にある、というように、2010 年と同様の傾向が見られる。

2010 年から 2015 年に推移する際、年齢階級は 1 つ上がるため、人口変動がなければグラフはそのまま右にずれることを踏まえると、例えば、2010 年にすべての分類で構成比が 8% を超えていた 60~64 歳の階級は、2015 年に 65~69 歳の階級となってもその構成比やメッシュ分類間の大小関係をほぼ維持しているため、このコーホートでは人口変動があまりなかったことが推測できる。

2010 年に 80~84 歳の階級が各メッシュ分類で占める割合は、その値が小さいもので、2 本/h 以上 4 本/h 未満メッシュなどの利便性の高いメッシュで 4% に届かず、大きいものでも、0.5 本/h 未満メッシュなどの利便性の低いメッシュで、4.3% 前後である。それに対し、2010 年の 60~64 歳の階級は、このコーホートで人口変動がない場

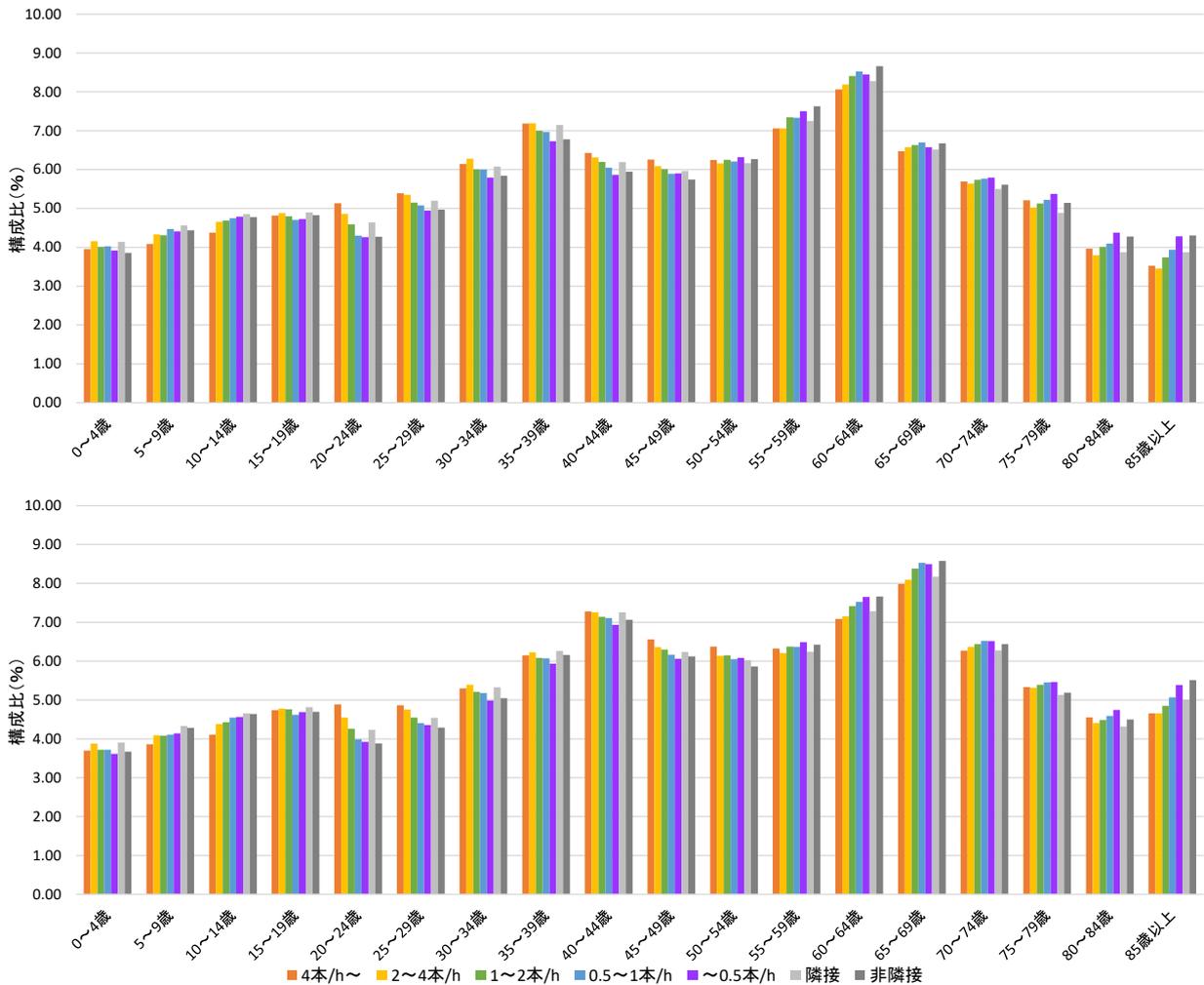


図-3 メッシュ分類別人口構成比 (上：2010年，下：2015年)

合，2030年に80～84歳の階級となったとき，利便性の高いメッシュで8%前後，利便性の低いメッシュ内で8.5%前後となる恐れがある．このように，いずれのメッシュ分類においても高齢者の割合が増加することに加え，利便性の高いメッシュに占める高齢者の割合より，利便性の低いメッシュに占める高齢者の割合の方が高いという状態が継続することがグラフから推察される．

一方で，2010年に15～19歳の階級は，いずれのメッシュ分類においても構成比が4.8%前後で，有意な差が見られなかったが，2015年に20～24歳の階級となったとき，非隣接メッシュでは約1%も構成比が減少したように，分類間の差が広がったことから，メッシュの分類によって人口変動に与える影響が異なると考えられる．これについては，次の第4章で詳しく分析する．

4. バスの利便性と年齢階級別社会増減率の関連分析

2010年時点のバス停の有無および運行頻度と，2010年から2015年の5年間の年齢階級別社会増減率について，メッシュ単位で分析する．社会増減率は算出の分母となる期首人口（ここでは2010年の人口）によって値が大きく変動するため，人口規模が同程度のメッシュで比較するのが適切である．したがって，以降では2010年のメッシュ内人口に応じて，対象メッシュを100人以上500人未満，500人以上1,000人未満，1,000人以上2,000人未満の3階層に分けて分析する．各階層の対象メッシュ数を表-5に示す．なお，社会増減率が2を超える年齢階級は外れ値とし，その年齢階級の分析に限り対象外とする．また，本稿では最も有意判定が多かった1,000人以上2,000人未満の人口規模の場合についてのみ図表に示し，考察を行う．

図-2の分類に基づいて対象メッシュを7種類に分類し，第2章c)項で算出した2010～2015年の5年間の年齢階級別社会増減率の平均値を算出する．1,000人以上2,000人未満の人口規模における社会増減率の平均値を，図-4に示す．また，各分類における社会増減率の平均値につい

表4 メッシュ分類別人口構成比の多重比較結果 (2010年)

バスの利便性		0~4歳			5~9歳			10~14歳			15~19歳			20~24歳			25~29歳		
		構成比(%)		判定	構成比(%)		判定	構成比(%)		判定	構成比(%)		判定	構成比(%)		判定	構成比(%)		判定
高	低	高	低		高	低		高	低		高	低		高	低		高	低	
4本/h~	2~4本/h	4.16	**	4.33	**	4.66	**	4.88		4.86	**	5.35							
	1~2本/h	4.01		4.31	**	4.69	**	4.80		4.59	**	5.15	**						
	0.5~1本/h	4.02		4.47	**	4.75	**	4.70		4.30	**	5.08	**						
	~0.5本/h	3.92		4.41	**	4.79	**	4.73		4.26	**	4.95	**						
	隣接	4.14		4.56	**	4.85	**	4.90		4.64	**	5.20	**						
	非隣接	3.86	**	4.43	**	4.78	**	4.82		4.27	**	4.97	**						
2~4本/h	1~2本/h	4.01	**	4.31		4.69		4.80		4.59	*	5.15	**						
	0.5~1本/h	4.02	**	4.47		4.75		4.70		4.30	**	5.08	**						
	~0.5本/h	4.16	3.92	**	4.33	4.41		4.66	4.79	4.88	4.73	4.86	4.26	**	5.35	4.95	**		
	隣接	4.14	*	4.56		4.85	*	4.90		4.64	**	5.20	**						
	非隣接	3.86	**	4.43		4.78		4.82		4.27	**	4.97	**						
	1~2本/h	0.5~1本/h	4.02		4.47		4.75		4.70		4.30	**	5.08						
~0.5本/h		4.01	3.92		4.31	4.41		4.69	4.79	4.80	4.73	4.59	4.26	**	5.15	4.95	**		
隣接		4.14		4.56	**	4.85		4.90		4.64		4.27		5.20					
非隣接		3.86	**	4.43		4.78		4.82		4.27		4.97	**						
0.5~1本/h		~0.5本/h	3.92		4.41		4.79		4.73		4.26		4.95						
		隣接	4.02	4.14		4.47	4.56		4.75	4.85	4.70	4.90	4.30	4.64	**	5.08	5.20		
	非隣接	3.86	**	4.43		4.78		4.82		4.27		4.97	**						
	~0.5本/h	隣接	3.92	4.14	**	4.41	4.56	*	4.79	4.85	4.73	4.90	4.26	4.64	**	4.95	5.20	**	
		非隣接	3.86		4.43		4.78		4.82		4.27		4.97	**					
		隣接	4.14	3.86	**	4.56	4.43	*	4.85	4.78	4.90	4.82	4.64	4.27		5.20	4.97	**	
非隣接		3.86	**	4.43	*	4.78		4.82		4.27		4.97	**						

バスの利便性		30~34歳			35~39歳			40~44歳			45~49歳			50~54歳			55~59歳			
		構成比(%)		判定	構成比(%)		判定	構成比(%)		判定	構成比(%)		判定	構成比(%)		判定	構成比(%)		判定	
高	低	高	低		高	低		高	低		高	低		高	低		高	低		高
4本/h~	2~4本/h	6.28		7.19		6.31		6.09	**	6.16	*	7.06								
	1~2本/h	6.01		7.00	*	6.20	**	6.01	**	6.25		7.34	**							
	0.5~1本/h	6.14	6.00	*	7.18	6.97	**	6.43	6.05	**	6.26	5.89	**	6.25	6.21		7.06	7.33	**	
	~0.5本/h	5.79	**	6.73	**	6.43	5.86	**	6.26	5.90	**	6.25	6.32		6.25	6.32		7.06	7.50	**
	隣接	6.08	*	7.15		6.19	**	5.96	**	6.16	**	7.25								
	非隣接	5.84	**	6.78	**	5.95	**	5.74	**	6.27		7.63	**							
2~4本/h	1~2本/h	6.01	**	7.00	*	6.20	*	6.01		6.25		7.34	**							
	0.5~1本/h	6.00	**	6.97	**	6.05	**	5.89	**	6.21		7.33	**							
	~0.5本/h	6.28	5.79	**	7.19	6.73	**	6.31	5.86	**	6.09	5.90	**	6.16	6.32		7.06	7.50	**	
	隣接	6.08	**	7.15		6.19	**	5.96	**	6.16		7.25								
	非隣接	5.84	**	6.78	**	5.95	**	5.74	**	6.27		7.63	**							
	1~2本/h	0.5~1本/h	6.00		6.97		6.05		5.89		6.21		7.33							
~0.5本/h		6.01	5.79	**	7.00	6.73	**	6.20	5.86	**	6.01	5.90		6.25	6.32		7.34	7.50		
隣接		6.08		7.15		6.19		5.96		6.16		7.25								
非隣接		5.84	*	6.78	**	5.95	**	5.74	**	6.27		7.63	**							
0.5~1本/h		~0.5本/h	6.00	5.79	*	6.97	6.73	**	6.05	5.86	**	6.01	5.90		6.25	6.32		7.34	7.50	
		隣接	6.00	6.08		6.97	7.15		6.05	6.19		5.89	5.96		6.21	6.16		7.33	7.25	
	非隣接	5.84		6.78	*	5.95		5.74	**	6.27		7.63	*							
	~0.5本/h	隣接	5.79	6.08	**	6.73	7.15	**	5.86	6.19	**	5.90	5.96		6.32	6.16	**	7.50	7.25	**
		非隣接	5.84		6.78		5.95		5.74	*	6.27		7.63							
		隣接	6.08	5.84	*	7.15	6.78	**	6.19	5.95	**	5.96	5.74	**	6.32	6.27		7.25	7.63	**
非隣接		5.84	*	6.78	**	5.95	**	5.74	**	6.27		7.63	**							

バスの利便性		55~59歳			60~64歳			65~69歳			70~74歳			75~79歳		
		社会増減率		判定	社会増減率		判定	社会増減率		判定	社会増減率		判定	社会増減率		判定
高	低	高	低		高	低		高	低		高	低		高	低	
4本/h~	2~4本/h	0.007		0.008		0.011		0.004		0.004		0.004				
	1~2本/h	0.009		0.011		0.008		0.004		0.004		0.007				
	0.5~1本/h	0.001	0.009		0.001	0.002		-0.003	0.009		-0.005	-0.001		-0.010	0.014	
	~0.5本/h	0.027		0.022		0.023	**	0.030	*	0.006		0.000				
	隣接	0.012		0.014		0.015		0.006		0.000		0.000				
	非隣接	0.011		0.018		0.005		-0.004		0.000		0.000				
2~4本/h	1~2本/h	0.009		0.011		0.008		0.004		0.004		0.007				
	0.5~1本/h	0.009		0.002		0.009		-0.001		-0.001		0.014				
	~0.5本/h	0.007	0.027		0.008	0.022		0.011	0.023		0.004	0.030		0.004	0.021	
	隣接	0.012		0.014		0.015		0.006		0.006		0.000				
	非隣接	0.011		0.018		0.005		-0.004		0.000		0.000				
	1~2本/h	0.5~1本/h	0.009		0.002		0.009		-0.001		-0.001		0.014			
~0.5本/h		0.009	0.027		0.011	0.022		0.008	0.023		0.004	0.030		0.007	0.021	
隣接		0.012		0.014		0.015		0.006		0.006		0.000				
非隣接		0.011		0.018		0.005		-0.004		0.000		0.000				
0.5~1本/h		~0.5本/h	0.009	0.027		0.002	0.022		0.009	0.023		0.004	0.030		0.007	0.021
		隣接	0.009	0.012		0.002	0.014		0.009	0.015		-0.001	0.006		0.014	0.000
	非隣接	0.011		0.018		0.005		-0.004		0.000		0.000				
	~0.5本/h	隣接	0.027	0.012		0.022	0.014		0.023	0.015		0.030	0.006		0.021	0.000
		非隣接	0.011		0.018		0.005		-0.004		0.000		0.000			
		隣接	0.012	0.011		0.014	0.018		0.015	0.005		0.006	-0.004		0.021	0.000
非隣接		0.011		0.018		0.005		-0.004		0.000		0.000				

*:5%有意 **:1%有意

て、Steel-Dwass の方法で多重比較検定を行った結果についても表-6 に示す。なお、図表内に示している年齢は、期首年齢 (2010年の年齢) である。

まず、10代に着目する。図-4 に示すように、ほとんどの分類で社会増減率が負の値となっている。また、期首年齢 10~14 歳の階級よりも、期首年齢 15~19 歳の階級

の方が大きく社会減となっており、これは高校や大学への進学、就職などで、3大都市圏などの大都市へ人口が流出していることが原因として考えられる。また、多重比較検定の結果としては、10～14歳の3割程度、15～19歳の2割程度で有意な差が見られる。その多くは、4本h以上メッシュとその他のメッシュの間で1%水準や5%水準の有意な差があることを示しているため、4本h以上メッシュの社会増減率が大きいことを表している。したがって、4本h以上の運行頻度がある場合には相対的に社会減の傾向が抑制されるといえ、図4の10～14歳のように、人口規模によっては社会増となる場合もある。以上より、バスの利便性が高いことで10代の転出を相対的に抑制していると考えられる。

次に、20代に着目する。図4に示すように、期首年齢20～24歳、25～29歳の社会増減率が他の階級に比べて大きく正の値となっており、20～24歳では特に顕著である。これは、大学進学で大都市に流出していた人々の一部が故郷に戻ってきていることなどが原因として考えられる。多重比較検定の結果としては、3割程度の組み合わせで有意な差が見られる。これらの多くは、4本h以上メッシュの社会増減率が小さいことを表しているため、4本h以上の運行頻度がある場合には相対的に社会増の傾向が弱まるといえる。これは、10代の時点で運行頻度の低いメッシュの方が相対的に社会減であったため、転出が多いほど転入が多くなった結果と考えられる。また、図4に示すように、10代での社会減の絶対値より、20代での社会増の絶対値の方が大きいため、20代で故郷に戻ることで以外の新規転入が一定数あり、そのような人々は、特にバスの利便性の低いメッシュに転入していると考えられる。

最後に、30代以上の階級に着目する。これらの階級については、社会増減率の絶対値が非常に小さい値となっている。また、多重比較検定の結果としては、1%水

準や5%水準の有意な差がある組み合わせは、1割未満であり、概してバスの利便性によって年齢階級別社会増減率に差があるとはいえない。

5. 結論

本研究では、都市内公共交通の中でも鉄道と並んで重要な交通手段の一つであるバスに着目し、バスの利便性と年齢階級別の人口分布の関連性を明らかにすることを目的として、全国58の地方都市を対象に、2010年時点のバス停の有無および運行頻度と、2010年・2015年の年齢階級別の人口構成比、および、5年間の社会増減率との関連を500mメッシュ単位で分析した。

まず、対象都市、対象メッシュ、対象バス停・路線を定義し、各メッシュにおけるバスの利便性指標と年齢階級別の人口構成比および社会増減率を算出した。

次に、算出したバスの利便性と2時点の年齢階級別人口構成比の関連について分析した。その結果、バスの利便性の高いメッシュでは20～40代の占める割合が、バスの利便性の低いメッシュでは60代以上の占める割合が、それぞれ相対的に大きいことを統計的に明らかにした。

続いて、算出したバスの利便性と、5年間の年齢階級別社会増減率の関連について分析した。その結果、期首

表-5 分析対象メッシュ数

メッシュ分類	100～500	500～1,000	1,000～2,000
4本/h～	583	711	1,270
2～4本/h	899	818	909
1～2本/h	1,400	738	819
0.5～1本/h	1,431	591	470
～0.5本/h	1,635	457	274
隣接	5,297	1,673	1,033
非隣接	1,802	271	60
合計	13,047	5,259	4,835

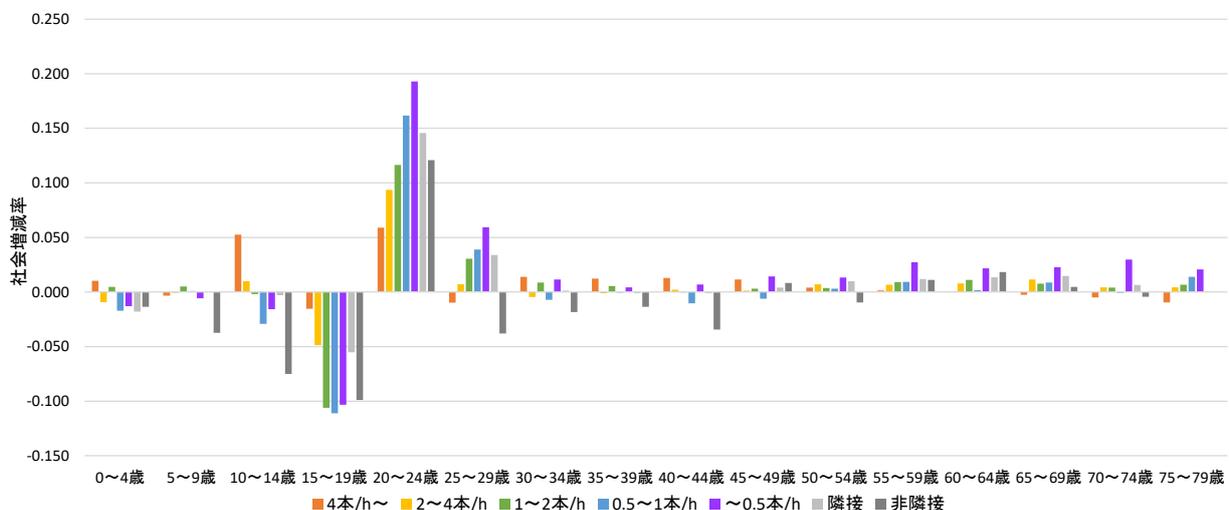


図4 メッシュ分類別社会増減率 (人口規模 1,000人以上 2,000人未満)

年齢 10代では、社会増減率が大きく負の値であり、4本/h以上メッシュは他のメッシュと比べて社会減の傾向が抑制されることを、期首年齢 20代では、社会増減率が大きく正の値であり、4本/h以上メッシュで相対的に社

会増の傾向が弱まるため、20代の転入の促進にはなっていないことをそれぞれ統計的に明らかにした。

表-6 メッシュ分類別社会増減率の多重比較結果

バスの利便性		0~4歳			5~9歳			10~14歳			15~19歳			20~24歳			25~29歳		
		高	低	判定	高	低	判定	高	低	判定	高	低	判定	高	低	判定	高	低	判定
4本/h~	2~4本/h		-0.009			-0.001		0.010**		-0.049		0.094		0.007					
	1~2本/h		0.005			0.005		-0.002**		-0.106**		0.116*		0.030**					
	0.5~1本/h	0.010	-0.017			0.001		-0.029**		-0.111**		0.162**		0.039**					
	~0.5本/h		-0.013		-0.003	-0.006		-0.016*		-0.103		0.059		0.193**					
	隣接		-0.018			0.000		-0.003**		-0.055		0.146**		0.034**					
	非隣接		-0.014			-0.037		-0.075		-0.099		0.121		-0.038					
2~4本/h	1~2本/h		0.005			0.005		-0.002		-0.106		0.116		0.030					
	0.5~1本/h		-0.017			0.001		-0.029		-0.111		0.162		-0.038					
	~0.5本/h	-0.009	-0.013		-0.001	-0.006		-0.016		-0.103		0.094		0.193**					
	隣接		-0.018			0.000		-0.003		-0.055		0.146		0.034*					
	非隣接		-0.014			-0.037		-0.075		-0.099		0.121		-0.038					
1~2本/h	0.5~1本/h		-0.017			0.001		-0.029		-0.111		0.162		0.039					
	~0.5本/h		-0.013		0.005	-0.006		-0.016		-0.103		0.116		0.193*					
	隣接		-0.018			0.000		-0.003		-0.055*		0.146		0.030					
	非隣接		-0.014			-0.037		-0.075		-0.099		0.121		-0.038					
	隣接		-0.013			-0.006		-0.016		-0.103		0.193		0.059					
0.5~1本/h	~0.5本/h		-0.013		0.001	0.000		-0.029		-0.003*		-0.111		-0.055*					
	隣接	-0.017	-0.018			-0.037		-0.075		-0.099		0.162		0.146					
	非隣接		-0.014			-0.037		-0.075		-0.099		0.121		-0.038					
	隣接		-0.013			-0.018		-0.013		-0.055		0.193		0.146					
	非隣接		-0.014			-0.037		-0.075		-0.099		0.121		-0.038					
隣接		-0.018			0.000		-0.003		-0.055		0.146		0.121						
非隣接		-0.018			-0.037		-0.075		-0.099		0.121		-0.038						

バスの利便性		30~34歳			35~39歳			40~44歳			45~49歳			50~54歳		
		高	低	判定	高	低	判定	高	低	判定	高	低	判定	高	低	判定
4本/h~	2~4本/h		-0.005			-0.001		0.002		0.001		0.007				
	1~2本/h		0.009			0.005		0.000		0.003		0.004				
	0.5~1本/h	0.014	-0.007			-0.001		0.013		-0.010		0.011				
	~0.5本/h		0.011		0.012	0.004		0.007		0.014		0.004				
	隣接		0.001			-0.001		-0.001		0.004		0.010				
	非隣接		-0.018			-0.014		-0.034		0.008		-0.010				
2~4本/h	1~2本/h		0.009			0.005		0.000		0.003		0.004				
	0.5~1本/h		-0.007			-0.001		-0.010		-0.006		0.003				
	~0.5本/h	-0.005	0.011		-0.001	0.004		0.002		0.014		0.007				
	隣接		0.001			-0.001		-0.001		0.004		0.010				
	非隣接		-0.018			-0.014		-0.034		0.008		-0.010				
1~2本/h	0.5~1本/h		-0.007			-0.001		-0.010		-0.006		0.003				
	~0.5本/h		0.011		0.005	0.004		0.000		0.007		0.003				
	隣接	0.009	0.001			-0.001		-0.001		0.004		0.004				
	非隣接		-0.018			-0.014		-0.034		0.008		-0.010				
	隣接		0.011			0.004		0.007		0.014		0.013				
0.5~1本/h	~0.5本/h		0.011		-0.001	0.004		-0.010		-0.001		-0.006				
	隣接	-0.007	0.001			-0.001		-0.001		0.004		0.003				
	非隣接		-0.018			-0.014		-0.034		0.008		-0.010				
	隣接		0.011			-0.001		0.007		-0.001		0.014				
	非隣接		-0.018			-0.014		-0.034		0.008		-0.010				
隣接		0.001			-0.001		-0.001		0.004		0.010					
非隣接		-0.018			-0.014		-0.034		0.008		-0.010					

バスの利便性		55~59歳			60~64歳			65~69歳			70~74歳			75~79歳		
		高	低	判定	高	低	判定	高	低	判定	高	低	判定	高	低	判定
4本/h~	2~4本/h		0.007			0.008		0.011		0.004		0.004				
	1~2本/h		0.009			0.011		0.008		0.004		0.007				
	0.5~1本/h	0.001	0.009			0.002		-0.003		0.009		-0.005				
	~0.5本/h		0.027		0.001	0.022		0.023**		0.030*		0.014				
	隣接		0.012			0.014		0.015		0.006		0.000				
	非隣接		0.011			0.018		0.005		-0.004		0.000				
2~4本/h	1~2本/h		0.009			0.011		0.008		0.004		0.007				
	0.5~1本/h		0.009			0.002		0.009		-0.001		0.014				
	~0.5本/h	0.007	0.027		0.008	0.022		0.011		0.023		0.004				
	隣接		0.012			0.014		0.015		0.006		0.000				
	非隣接		0.011			0.018		0.005		-0.004		0.000				
1~2本/h	0.5~1本/h		0.009			0.002		0.009		-0.001		0.014				
	~0.5本/h		0.027		0.011	0.022		0.008		0.023		0.007				
	隣接	0.009	0.012			0.014		0.015		0.006		0.000				
	非隣接		0.011			0.018		0.005		-0.004		0.000				
	隣接		0.027			0.022		0.023		0.030		0.021				
0.5~1本/h	~0.5本/h		0.027		0.002	0.014		0.009		0.015		-0.001				
	隣接	0.009	0.012			0.018		0.005		-0.004		0.000				
	非隣接		0.011			0.018		0.005		-0.004		0.000				
	隣接		0.027			0.022		0.023		0.030		0.021				
	非隣接		0.011			0.018		0.005		-0.004		0.000				
隣接		0.012			0.014		0.015		0.006		0.000					
非隣接		0.011			0.018		0.005		-0.004		0.000					

*:5%有意 **:1%有意

参考文献

- 1) 国土交通省 コンパクト・プラス・ネットワークの推進について：
<https://www.mlit.go.jp/common/001170865.pdf>
2020.12.30 最終閲覧
- 2) 小森恵太：地方都市における運行頻度と駅・バス停周辺の人口との関連性分析，京都大学卒業論文，2017.
- 3) 飯島裕之，浅野光行：バス停アクセス性からみた地域密着型バスの利用特性に関する研究—「アイリスループ」（東京葛飾区）を事例として—，2002年度第37回日本都市計画学会学術研究論文集，pp.163-168.
- 4) 松中亮治，大庭哲治，金尾卓実：鉄道の運行頻度に着目した駅勢圏における年齢階級別人口の社会増減に関する研究，土木学会論文集 D3（土木計画学），Vol.76, No.5, 2021.（印刷中）
- 5) 長尾基哉，中川大，松中亮治，大庭哲治，望月明彦：地方都市における鉄道・軌道の運行頻度に着目した駅周辺人口分布の経年変化に関する研究，土木計画学研究・論文集，Vol.27, No.2, pp.399-407, 2010.
- 6) 伊藤孝史，中川大，松中亮治，大庭哲治：日・仏・独の地方都市における鉄軌道駅周辺の高齢者の人口分布に関する研究，都市計画論文集，Vol.46, No.3, pp.745-750, 2011.
- 7) 内原英貴，吉川徹：コンパクトシティからみた地方都市の人口社会増減の分布と生活利便性の関連性分析，日本建築学会計画系論文集，第74巻，642号，pp.1805-1811, 2009.
- 8) 武澤潤，中出文平，松川寿也，樋口秀：地方都市における公共交通の持続可能な市街地構造に関する研究，都市計画論文集，Vol.45, No.3, pp.661-666, 2010.
- 9) 小川宏樹：地方都市における集約型都市構造の構築に向けた課題—和歌山市でのケーススタディー—，環境情報科学 学術研究論文集 27, pp.121-126, 2013.
- 10) 有賀敏典，松橋啓介，米澤健一：自然増減と社会増減を明示的に考慮した地域内人口分布の変化，都市計画論文集，Vol.46, No.3, pp.847-852, 2011.
- 11) 高取千佳：人口社会増減と空間指標の関連分析 - 愛知県を対象として - ，都市計画論文集，Vol.53, No.3, pp.392-399, 2018.
- 12) e-Stat 政府統計の総合窓口 平成 22 年都道府県・市区町村別統計表（一覧表）<https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00200521&tstat=000001049104&cycle=0&tclass1=000001049105&tclass2val=0>
- 13) 国土交通省 都市構造の評価に関するハンドブック：<https://www.mlit.go.jp/common/001104012.pdf>
2021.01.20 最終閲覧
- 14) 国土数値情報ダウンロード バス停留所（ポイント）<https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-P11.html>
2020.12.30 最終閲覧
- 15) 国土数値情報ダウンロード バスルート（ライン）<https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-N07.html>
2020.12.30 最終閲覧
- 16) 国土数値情報ダウンロード 高速道路時系列（ライン）（ポイント）https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-N06-v1_2.html
2020.12.30 最終閲覧
- 17) 「平成 22 年国勢調査に関する地域メッシュ統計」（総務省統計局）
<http://www.stat.go.jp/data/mesh/index.html> 2020.12.4 に利用
- 18) 「平成 27 年国勢調査に関する地域メッシュ統計」（総務省統計局）
<http://www.stat.go.jp/data/mesh/index.html> 2020.12.4 に利用
- 19) 国立社会保障・人口問題研究所：「日本版死亡データベース」<http://www.ipss.go.jp/p-toukei/JMD/index.asp>
2020.12.30 最終閲覧

(?????.???.??受付)

AN ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN BUS CONVENIENCE,
POPULATION COMPOSITION AND SOCIAL CHANGE RATE
BY AGE GROUPS IN LOCAL CITIES

Yudai ISHIWATARI, Ryoji MATSUNAKA and Tetsuharu OBA

This study focuses on buses which comprise one of the most important forms of public transportation in local cities. Targeting 58 local cities, we statistically analysed the relationship between the existence of bus stops and bus frequency as of 2010, population composition ratio in 2010 and 2015, and the social change rate for 5 years by age groups in units of 500m mesh.

Results were clarified using multiple comparison tests. They show that in relation to the population composition ratio at the two time points, the ratio of elderly people in the mesh with low bus convenience is larger than that with high bus convenience. Furthermore, in relation to the social change rate for 5 years, the mesh with high bus convenience, which had a frequency of 4 buses or more per hour, can suppress the number of teens leaving compared to other meshes. However, it was revealed that the number of those in their 20s moving in could not be promoted.