

研究助成実施報告書

助成実施年度	2022 年度
研究課題（タイトル）	地方圏におけるネットワーク型都市形成に必要な人口密度水準の推計
研究者名※	近藤 智士
所属組織※	福井工業大学 環境情報学部 経営情報学科 准教授
研究種別	研究助成
研究分野	都市政策、都市経済
助成金額	122 万円
発表論文等	

※研究者名、所属組織は申請当時の名称となります。

() は、報告書提出時所属先。

大林財団2022年度研究助成実施報告書

所属機関名 福井工業大学
申請者氏名 近藤智士

研究課題	地方圏におけるネットワーク型都市形成に必要な人口密度水準の推計
(概要)	<p>本研究では地方圏における市街地空間における公共交通の維持可能な条件を考察するため、路線バスに焦点をあて運行頻度と沿線の人口密度との関係について集計した。バス停留所の時刻表データの入手可能な5都市圏を対象に、人口密度についてメッシュ統計を用いて運行頻度別に集計した。熊本、大分ではバス停の便数と周辺のメッシュの人口密度が比例的であるのに対して、前橋、富山、福井については便数は多いものの人口密度が低い区域があることが示された。また、2020年の人口と2040年の将来推計人口を比較すると、各都市とも人口減少傾向にあるものの、熊本、大分では運行頻度の高いバス沿線で人口維持、増加する区域がみられる一方、前橋、富山、福井では路線バス沿線全般で人口が減少する区域があることが示された。2020年においては5都市圏中人口密度が最も低い富山都市圏では市街化区域においても約30人/ha程度の人口密度であり、今後さらに人口減少が進むと路線バスの運営が困難となることが想定される。</p>

1. 研究の目的	<p>少子高齢化による乗客の減少とバス運転手の高齢化、退職者の増加に伴い、全国各地でバス路線の減便、廃止の動きが相次いでおり、移動交通手段の不足により自家用車の運転できない高齢者層や若年層など交通弱者が不便な生活を強いられる状況が顕在化している。このため、限られた経営資源のなかで効率的にバス路線網を維持することが求められている。</p> <p>国はコンパクトプラスネットワークとよぶ集約型の都市像を提示し、各地方自治体においても居住地域の拡散を防ぐとともにできるだけ公共交通による利便性が確保された地域に人口を集約するための取り組みを進めている。一般的に人口密度が高ければ乗客が増加することが見込まれ、公共交通を維持する観点からはできるだけ市街地空間の集約が望ましいと考えられる。公共交通の沿線人口に着目した既往研究においては、対象事例が特定の都市の一部を対象とした分析、あるいは東京郊外の都市を対象とする分析であり、地方都市を包括的に分析した研究が少ない状況にある。そこで本研究は地方圏の都市におけるバス路線の運行頻度と沿線の人口密度の関係について定量的な考察を行う。</p> <p>集約型都市をめざすうえで基準となる人口密度の数値について、例えばDIDに示されているようにおおむね4,000人/km² (40人/ha)といった数値があるが、公共交通の利便性を確保しながら集約型都市の形成に必要な人口密度水準について明確な基準はない。そこで本研究では路線バスに焦点を当て、各路線バスの運行頻度と沿線の人口の関係性について考察することを目的とする。鉄道網が少なく路線バスが地域公共交通の主要な担い手となっている地方圏の県庁</p>
----------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

所在地都市を対象に路線バスの停留所の便数に応じて停留所周辺における人口密度を集計する。データについては国土数値情報ダウンロードサイトおよびバスを運行している各事業者が公表している GTFS (General Transit Feed Specification) データを用い民間事業者が運行している路線バスを対象に集計を行う。路線バスが生産年齢人口に属する住民の通勤、通学等の需要を含めた住民全般を対象としたサービスであるのに対して、コミュニティバスは高齢者などに限定した需要、あるいは既存の民間事業者と競合しない地域、時間帯のみをサービスを提供しているケースもあることからデータを区分し、本研究では主に路線バスを対象とする。

2. 研究の経過

本研究で用いたデータについては国土交通省の国土数値情報ダウンロードサイトからバスルート、バス停留所、鉄道路線、鉄道駅、行政区域、市街化区域、将来推計人口のデータを入手するとともに政府統計ポータルサイト e-Stat の統計地理情報システムから統計データの国勢調査及び境界データについて、それぞれ5次メッシュ(約250mメッシュ)をダウンロードして用いた。これらのデータを地理情報システム(本研究ではQGISを利用)で結合させるなどの作業を経て集計を行った。QGISによりバス停留所から半径300mのバッファを設定し、そのなかに中心点が含まれるメッシュをバス沿線メッシュと定めた。一方で鉄道駅の存在が居住人口に影響を与えることから、本研究においては鉄道駅及び路面電車の電停から半径500mのバッファを設定し、そのなかに中心点が含まれるメッシュを駅勢圏と考え、駅勢圏のメッシュについてはバスの運行頻度別集計からは除外し、別に集計した。

本研究における人口データは国勢調査データを用いている。国勢調査において市町村よりも狭い小地域の人口を空間的に把握するためのデータについては町丁目データとメッシュデータがあるが、本研究ではメッシュデータを用いている。メッシュデータについては、行政境界や地区界ごとの正確なデータの入手ができないものの、距離や面積に関連した分析が容易であること、区画それぞれに付されたメッシュコードが付番されていることから住居表示の変更の影響を受けることなく時系列的な比較が容易であるといった特長があることから、本研究ではメッシュデータを用いている。このうち、最も詳細なデータである4分の1地域メッシュ(5次地域区画、一辺が約250m)を用いており、2020年の国勢調査データと2040年推計人口のメッシュデータを用いた。なお、2040年の人口推計については2分の1地域メッシュデータ(一辺が約500m)は存在するものの4分の1メッシュデータは存在しない。このため、2分の1地域メッシュに含まれる4分の1メッシュは同一の割合で人口が増減するものと仮定して各メッシュの2040年の人口を推計している。各都市を比較する際には、都市の位置する緯度によってメッシュの大きさが異なることから1haあたりに換算した。

バスの便数については各バス会社が公表しているGTFSデータから各バス停の平日の往復を合計した便数を集計した。バス停ごとの停車回数(便数)データとQGISにより作成したバス停の沿線人口データを結合した。

対象とした市町村についてはバス路線が自治体の境界を超えて路線網が形成されていることから表2-1に示した周辺の市町村についても計測の対象とした。周辺市町の就業者人口のうち20%以上が中心都市に就業している場合は都市圏に含めた。

事例の対象とした都市については三大都市圏を除く地方圏の県庁所在地都市とし、かつ都市

圏内のほとんどのバス運行事業者がGTFSデータを公開している都市とした。このような条件に該当する都市は10都市あり、このなかから都市人口規模が異なる都市となるよう、熊

表 2-1 各都市圏内構成市町村人口と運行バス事業者

都市圏名	圏内の市町村	中心都市人口	都市圏人口	運行バス会社	沿線メッシュ数	バス停数	バス路線系統数
前橋都市圏	前橋市, 吉岡町	332, 149	353, 941	日本中央バス, 永井運輸, 関越交通, 群馬中央バス, 上信観光バス, 群馬バス	997	405	43
富山都市圏	富山市, 滑川市, 舟橋村, 上市町, 立山町	413, 938	493, 562	富山地铁バス	1193	453	67
福井都市圏	福井市, 坂井市, 永平寺町	262, 328	369, 774	京福バス, 福井鉄道バス	1027	508	54
熊本都市圏	熊本市, 宇土市, 合志市, 菊陽町, 御船町, 嘉島町, 益城町, 甲佐町	738, 865	948, 588	九州産交バス, 産交バス, 熊本電鉄バス, 熊本バス, 熊本都市バス	2210	934	151
大分都市圏	大分市, 由布市	475, 614	508, 386	大分バス, 大分交通, 臼津交通, 亀の井バス	1335	637	85

本市 (74 万人), 大分市 (48 万人), 富山市 (41 万人), 前橋市 (33 万人), 福井市 (26 万人) を選定した。データの概要については表 2-1 のとおりで, 沿線メッシュ数は 5 都市圏合計で 6762, バス停留所数は 2937, バス路線系統数は 400 である。

各都市圏における鉄道, 路線バス, コミュニティバス等を含めた公共交通沿線におけるメッシュの全体に占める人口及び面積の割合について, 市街化区域と都市圏全体を表 2-2 のとおり整理した。市街化区域に限れば人口では 7 割, 面積でも 6 割以上はいずれの都市でも公共交通沿線に居住していることになるが, 都市圏全体では人口では 6 割, 面積では 4 割に満たない都市圏もある。ただし表 2-2 では運行頻度が低い交通サービスであっても沿線の居住人口として集計していることから, 必ずしも利便性が高いとはいえない路線も含まれている。各都市圏における運行頻度を踏まえた考察については次節の各都市圏の項目において言及する。

表 2-2 公共交通沿線メッシュの人口割合

都市圏名	市街化区域		都市圏全域	
	人口割合	面積割合	人口割合	面積割合
前橋	78.1%	66.3%	64.9%	38.2%
富山	71.1%	65.9%	63.2%	43.7%
福井	93.8%	88.4%	89.7%	72.8%
熊本	85.7%	78.0%	79.9%	54.2%
大分	81.9%	71.7%	79.7%	59.9%

3. 研究の成果

(1) 福井都市圏

本節では都市圏別の集計結果について地図, グラフにより整理した。図 3-1-1 は福井都市圏の路線バスネットワークと居住者のいるメッシュを表記したもので, 赤いメッシュは鉄道駅・電停から 500m 以内, オレンジ色のメッシュはバス停留所から 300m 以内にメッシュ中心点が含まれるメッシュを示しており, これらを沿線メッシュとし, 水色はそれ以外の居住者のいる有人メッシュであり, 交通利便性の低いメッシュである。

図 3-1-2 は路線バスの停留所における運行頻度別及び鉄道等公共交通手段別の沿線メッシュの人口割合を示したものである。福井都市圏における公共交通の沿線メッシュの人口割合は 89.7%であり, そのうち路線バスは 40.8%を占めている。コミュニティバス・未分類・その他としている区分については, 国土数値情報データに記載されているコミュニティバスや乗合タクシー等のルート沿線の区域あるいは区分上不明なメッシュを表しており, 24.8%を占めている。この区分では都市圏人口全体に対する割合は本研究で事例として挙げた 5 都市で最も高い。中山間部を含めた郊外においてコミュニティバス, 乗合タクシー路線が多く, 行政からの助成による公共交通ネットワークが充実しているといえる。鉄道についても JR 北陸本線 (現・ハピラインふくい), JR 越美北線, 福井鉄道, えちぜん鉄道の路線があり, 発達していること

から鉄軌道沿線メッシュが全体の24.1%の人口を占めており、5都市では富山市に次いで高い割合を示している。

図3-1-3は路線バス沿線の人口密度を最寄りバス停の運行頻度階級別に平均値を求め、2020年の人口及び2040年の人口推計を整理したものである。運行頻度が80便以上100便未満の階級で最も人口密度が高くなっており、おおむね運行頻度が低下するごとに沿線の人口密度も低くなる傾向にあるが、30便以上40便未満の階級で人口密度が極端に低下している。これは、郊外の大規模な住宅団地、集客施設を起終点とする路線バスにおいて、その経路途中で人口が少ない市街化調整区域等を通過することに起因するものである。都市圏全体では2020年の沿線人口密度が平均22.7人/haで、市街化区域内においては平均38.9人/haである。これに対して市街化区域外では7.0人/haとなっており民間事業者によるバス運行が困難となることが想定される。また、2020年から2040年にかけて市街化区域における人口減少率は-4.8%にとどまるのに対して、市街化区域外の地域では-15.4%となり、人口の急減により路線バスの運行はさらに困難となることから、代替となる公共交通サービスについての検討が必要となることが予想される。

図3-1-1 福井都市圏のバス路線網と有人メッシュの分布

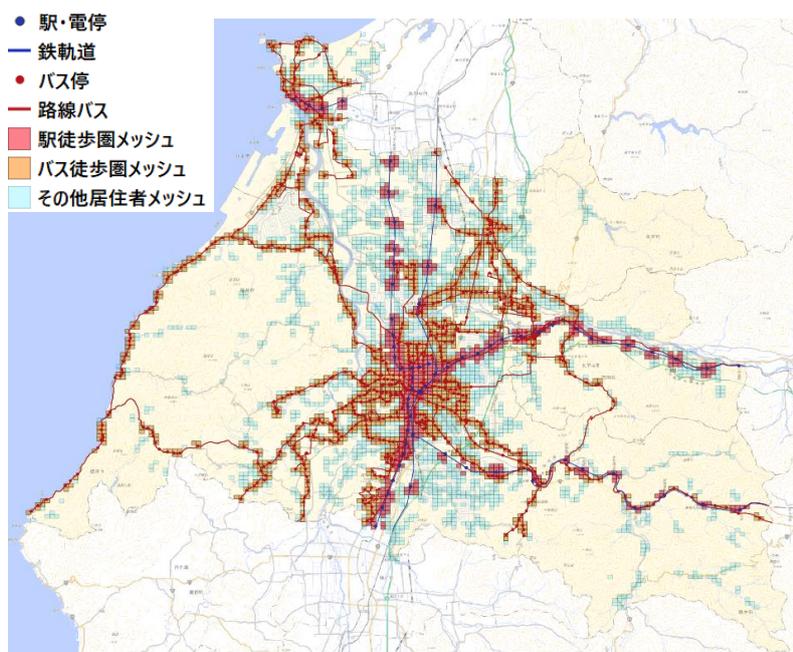


図3-1-2 バス運行頻度及び交通機関別沿線人口割合

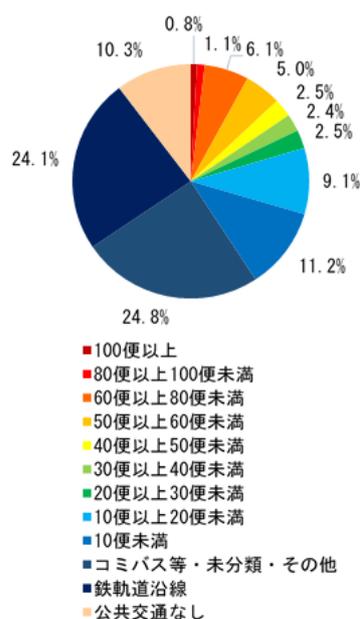
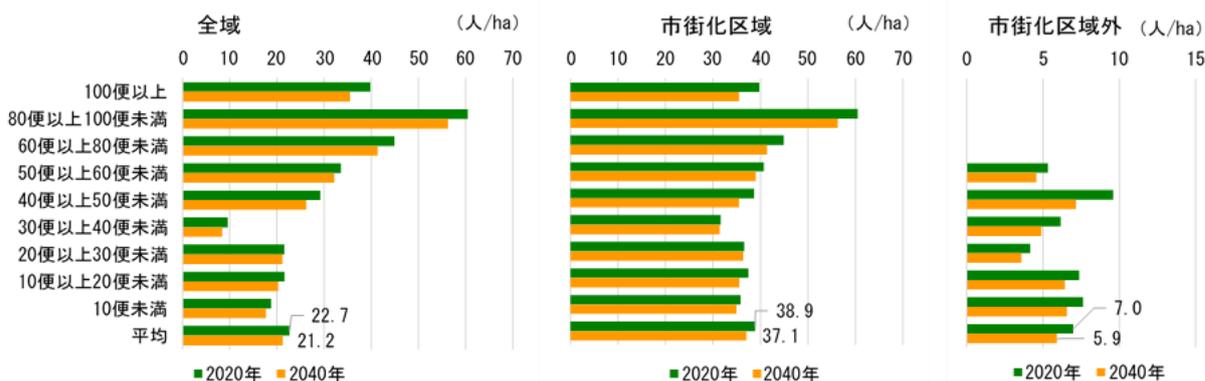


図3-1-3 福井都市圏の路線バスの運行頻度別沿線人口密度



(2) 前橋都市圏

前橋都市圏については市街地が赤城山麓及び関東平野に位置し、市南部全域に拡散的に人口が分布していることから、居住空間全域を定時性のある公共交通サービスでカバーすることは困難であり、公共交通の沿線メッシュの人口割合は5都市のなかで富山都市圏に次いで低く、面積割合では38.2%と5都市中で最も低い。50便以上60便未満の階級で顕著に人口密度が高いが、この階級に属するバス停留所数が少ないこと、人口密度が高い区域が該当したことが要因である。市街化区域に限定すると平均密度が35.9人/haであり、人口規模が小さい福井都市圏よりもさらに少なく、人口分布が市域に拡散しており公共交通を維持することが難しい条件にある。2040年の推計人口では市街化区域内外ともに約11%の人口減少が予測されており、都市圏全体の路線バス沿線で人口が同様に減少していくことからバス運行の維持がさらに困難となることが想定される。こうした課題に対してすでにバス事業者が共同経営を行っており、事業者による公共交通ネットワークの維持に向けた取り組みが始まっている。

図 3-2-1 前橋都市圏のバス路線網と有人メッシュの分布

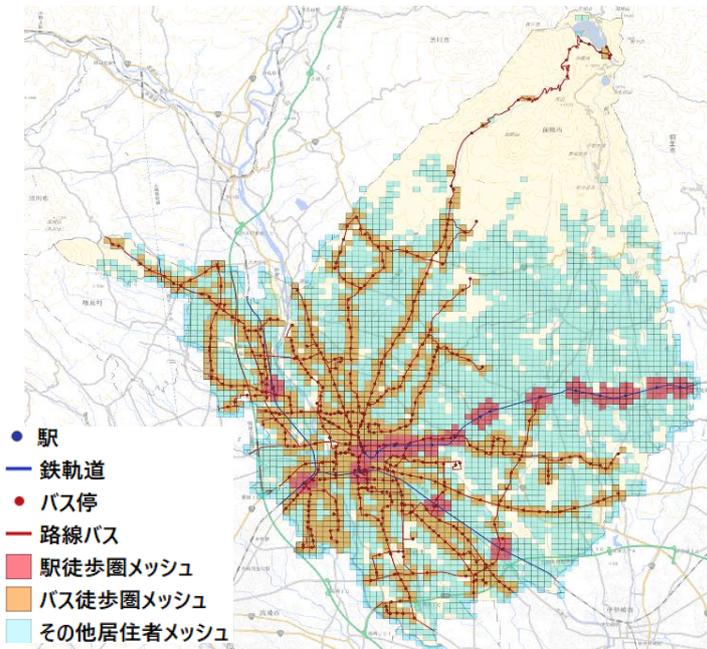
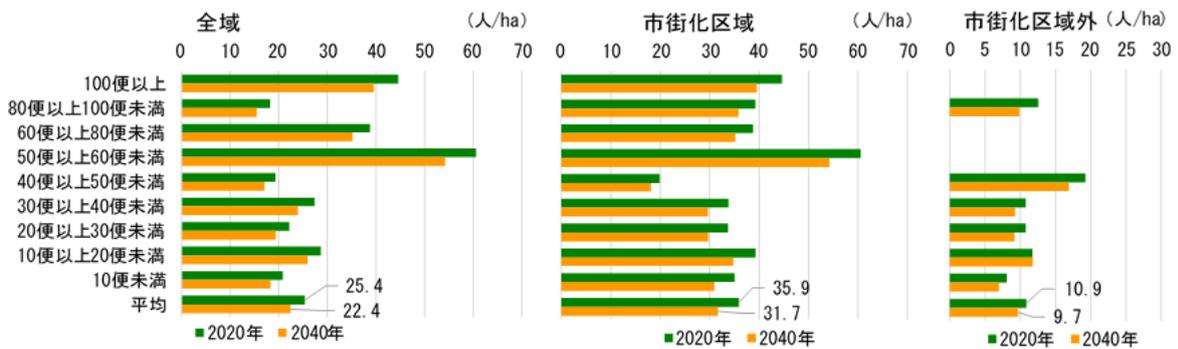


図 3-2-2 バス運行頻度及び交通機関別沿線人口割合



図 3-2-3 前橋都市圏の路線バスの運行頻度別沿線人口密度



(3) 富山都市圏

富山都市圏については人口が平野部に広く拡散しており、公共交通の沿線メッシュの人口割合は5都市中で最も低く、面積割合でも前橋市に次いで低い。こうした拡散した人口分布構造を従前から課題として捉え、2000年代ははじめより全国にさきがけてコンパクトシティ政策を展開し鉄軌道の利便性を充実させていることから、鉄軌道による沿線メッシュの人口割合は5都市で最も高い。鉄軌道沿線に人口を集積させ、バス交通については補完的な機能を果たすことで交通サービスの役割分担が図られている。路線バス沿線の人口密度は5都市中で最も低く、全域では20.3人/ha、市街化区域においても31.4人/haであり、2040年には30人/haを下回ることから路線バス維持がさらに困難になることが想定される。市街化区域内の路線バス沿線メッシュ人口の2040年における2020年に比べ減少率は-9.3%と比較的大きく、区域外では-16.3%と減少幅が大きいことから郊外や中山間部における路線維持のための条件が厳しくなることが見込まれる。

図 3-3-1 富山都市圏のバス路線網と有人メッシュの分布

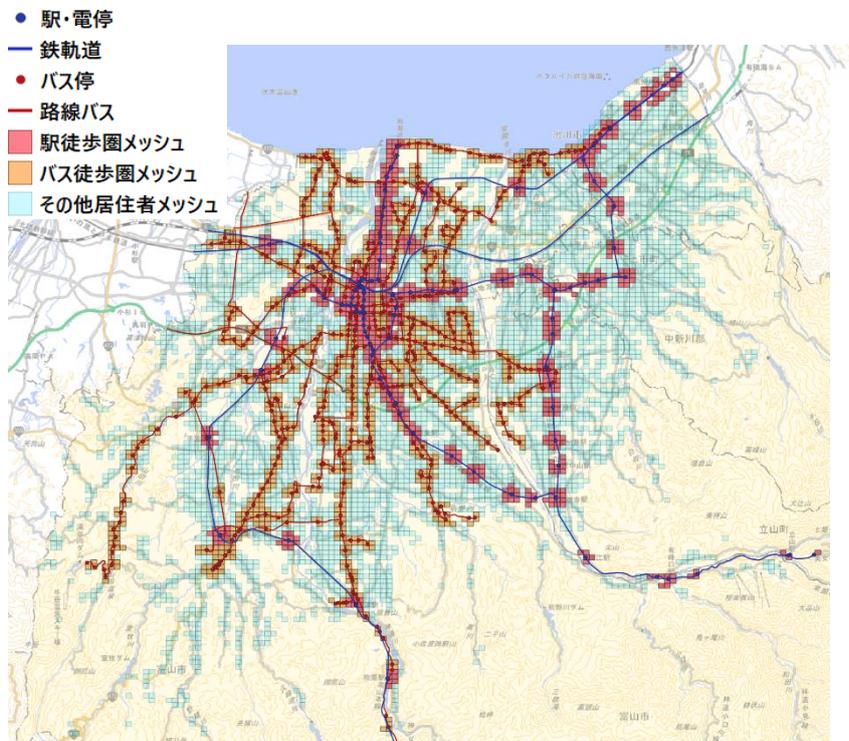
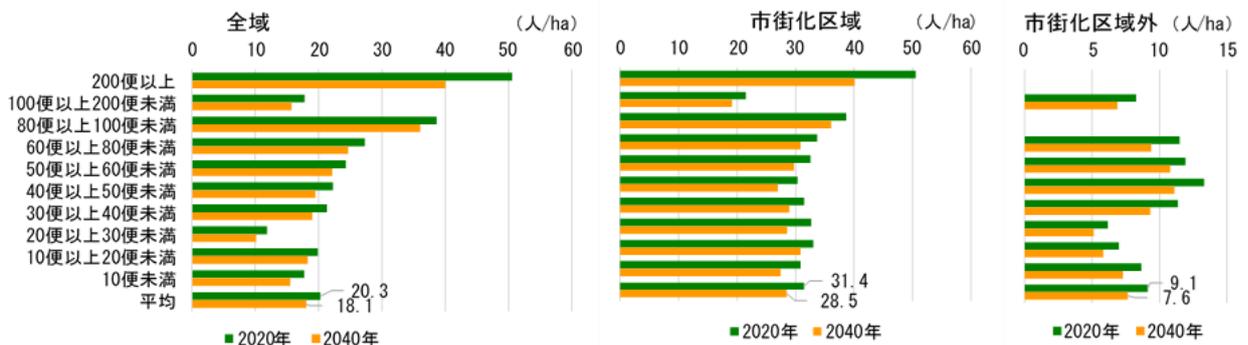


図 3-3-2 バス運行頻度及び交通機関別沿線人口割合



図 3-3-3 富山都市圏の路線バスの運行頻度別沿線人口密度



(4) 熊本都市圏

人口規模が5都市中最大の都市圏であることから人口密度が他都市に比べて高いが、都市規模に比して鉄軌道による交通サービスが少なく、鉄軌道沿線メッシュの人口割合は19.5%であり、都市規模の小さな福井、富山と比べて低い。反面、路線バス沿線メッシュの人口割合が47.2%にのぼり、運行頻度の高い路線を有すること、市中心部に大規模なバスターミナルが整備されていることなど、他の地方都市に比べて利便性が高いバスサービスが提供されている。都市圏全域での路線バス沿線メッシュの人口密度は30.1人/ha、市街化区域では47.2人/haで5都市中最も高い水準にある。運行頻度の高い区域においては2040年の推計人口が2020年を上回るメッシュもある。市街化区域におけるバス沿線メッシュ人口の減少率も低いことから、将来的にコンパクトな市街地が形成されることが想定される。ただし、通勤時間帯の自家用車による渋滞が課題とされるなかで半導体関連工場の開発により都市圏の郊外に産業集積が形成されることが計画されており、自家用車依存度が高まることも想定される。さらに利便性を高めるために、すでに実施されている路線バス事業者による共同経営を進展させる必要性が高いと考えられる。

図 3-4-1 熊本都市圏のバス路線網と有人メッシュの分布

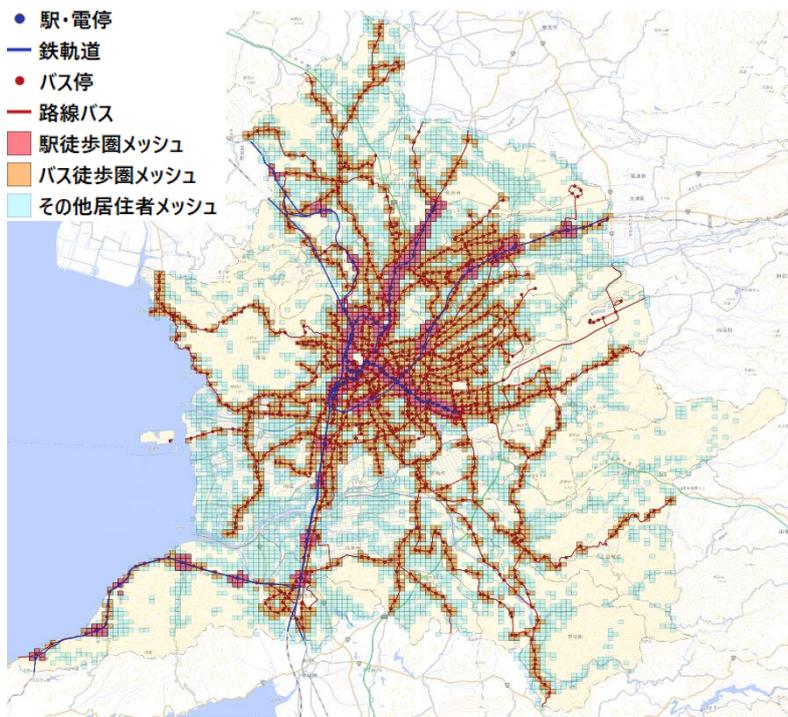


図 3-4-2 バス運行頻度及び交通機関別沿線人口割合

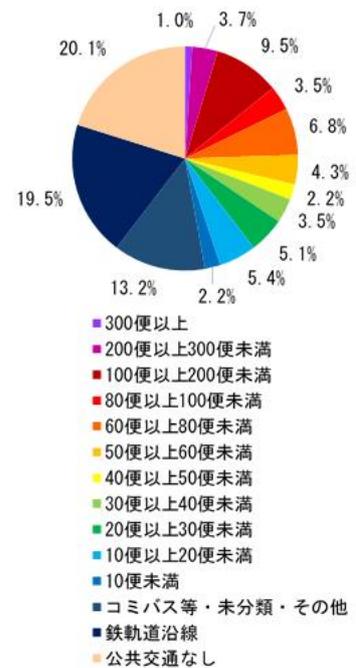
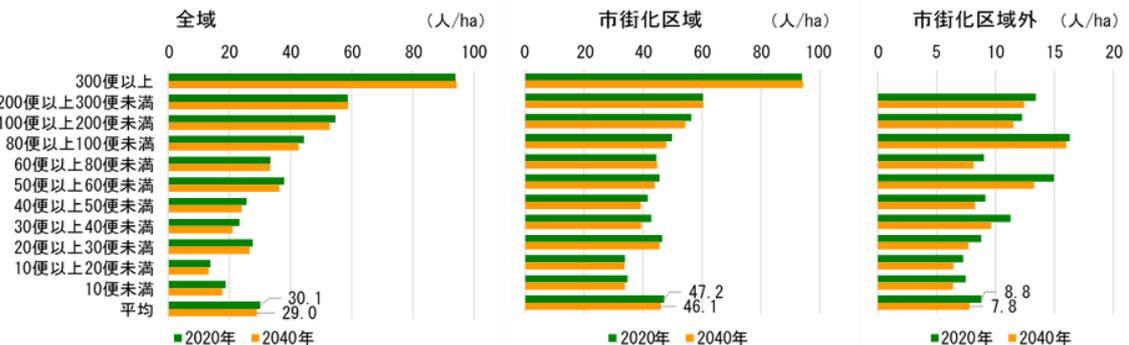


図 3-4-3 熊本都市圏の路線バスの運行頻度別沿線人口密度



(5) 大分都市圏

これまでに列挙した4つの都市圏と異なりJR以外の鉄道事業者が存在せず、JR九州のみが鉄道サービスを担っている。鉄道沿線メッシュの占める人口割合は10%程度と低い一方、路線バス沿線メッシュの人口割合は6割を超え、コミュニティバスなどの区分を加えるとほぼ7割に達し、公共交通ではバスによるサービスが主体となっている。市街地における人口密度が高く、路線バスの運行頻度が高いメッシュも多く、往復300便/日以上の高頻度のバス停留所の沿線人口が3%を超えており、50便以上の運行頻度のメッシュ人口で都市圏全体の3分の1以上を占めている。都市圏人口としては富山市とほぼ同規模であるが中心市街地の人口密度が高いことから、都市圏全体のバス沿線メッシュの人口密度は36.4人/ha、市街化区域の人口密度は43.8人/haである。一方で、市街化区域外においては人口減少が著しい沿線メッシュが存在しており、路線バスの運行が困難となることが想定される。

図 3-5-1 大分都市圏のバス路線網と有人メッシュの分布

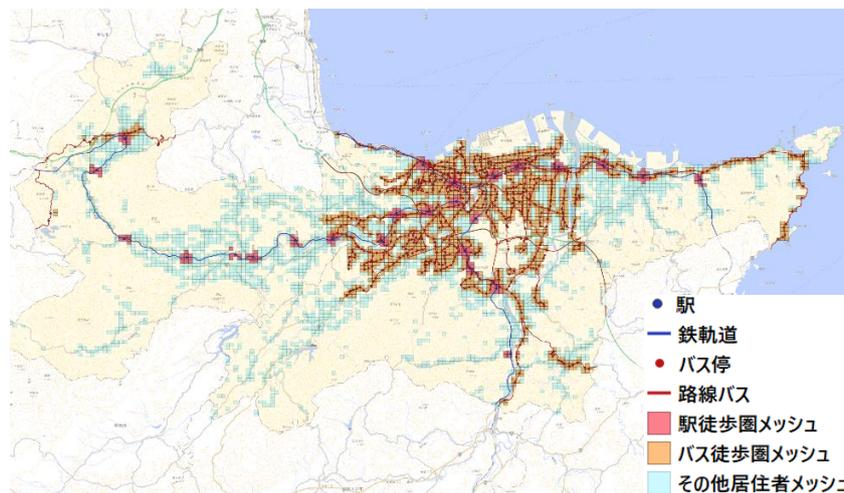


図 3-5-2 バス運行頻度及び交通機関別沿線人口割合

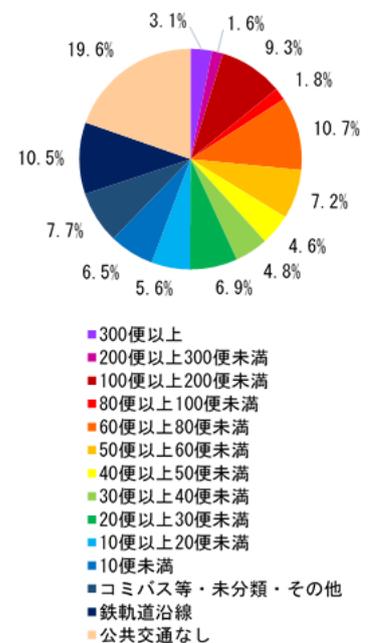
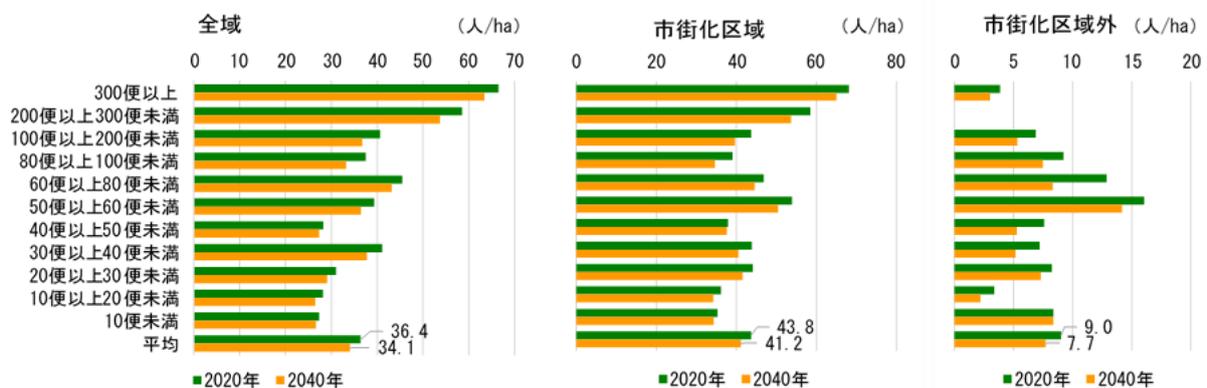


図 3-5-3 大分都市圏の路線バスの運行頻度別沿線人口密度



(6) 総括

地方都市で生活する住民にとって日常生活のなかで路線バスを利用するにあたって差し支えない最低限の運行頻度がどの程度であるかは個人差があると思われるが、通勤時間帯では1時間に2~3便、日中時間帯では1時間に1便程度であるとする、片道20便/日、本研究では40便以上の階級が想定される。この基準を満たすバス停留所沿線に居住する住民は、前橋都市圏では全人口のうち5%程度、鉄道駅を含めても15%足らずであり、利便性の高い公共交通サービスを享受できる住民は限定的である。富山、福井都市圏では全住民の4割程度、熊本、大分都市圏では半数程度がこの水準を満たすメッシュに居住している。逆にいえば、利便性の高い公共交通サービスを利用できない住民が全体の半数にのぼっている。

運行頻度と人口密度の関係では、熊本、大分都市圏のように人口密度が高い都市圏ではおおむね比例関係が観察できるが、前橋、富山、福井都市圏では必ずしも比例的ではなく、人口密度の高い区域においても運行頻度が高い場合がみられる。中心市街地から隔絶された場所に大規模な住宅団地あるいは大規模な商業施設や医療機関が立地し、路線バスの起終点が設定された場合は、その経路の途上においては人口密度が極端に低い区域を通過せざるを得ないことが要因である。コンパクトプラスネットワークという都市像をめざすうえでは、中心都市の郊外にあっても旧来からの市街地など一定の人口が集住する拠点については都市機能を担う施設を立地させることが考えられるが、バスの効率的な運行を図る観点からは郊外での新規市街地整備の抑制や大規模集客施設の適正な立地が求められる。

本研究では対象都市圏が5ヶ所にとどまっていることから基準となる数値を結論づけるのは早計であるが、熊本、大分都市圏のように人口が多い、あるいは居住エリアが地形上限定されている都市圏においては市街化区域におけるバス路線沿線の人口密度が40人/haを超えており、利便性の高い公共交通サービスが享受できる人口が半数にのぼるもの前橋、富山、福井都市圏においては人口密度が低く、利便性の高い公共交通サービスを享受できる住民の割合も少ない。地方都市圏における現状の路線バスの経営についてはそのほとんどが赤字路線とされており、自立した民間事業とは言い難く行政からの支援を前提としながらも、路線バスの維持に必要な市街地の人口密度水準は最も低い富山都市圏の市街化区域において平均30人/ha程度の人口密度があることから、少なくともこの水準以上の人口密度が実現できなければ路線バスの運行が困難であると思われる。また、市街化区域外ではいずれの都市においても人口密度が10人/ha未満と低いため別の公共交通サービスの補完、代替が必要となることが想定される。

さらに2040年に向けた人口推計では一部の区域で人口維持、増加が図られるものの、多くの区域が人口減少となり、とくに富山市では市街化区域であっても30人/haを下回ることが推計され、路線バスの維持がさらに困難となることが予想される。

(7) 成果の報告、発表等

前述の項目のうち、福井市の考察結果の一部については第34回日本都市計画学会中部支部研究発表会(2023年10月6日開催)において発表を行い、論文としては以下のとおりまとめた。

近藤智士、野際大介(2023)「路線バス沿線における運行頻度別人口密度水準に関する考察—福井市の事例—」『日本都市計画学会中部支部研究発表会論文集』34巻 pp. 33-36.

4. 今後の課題

本研究では地方都市圏において路線バスを維持するために必要となる人口密度の要件について、県庁所在地のうち5都市を抽出して路線バスの運行頻度別に集計し、バス停沿線の人口密度の水準について考察を行った。今後の研究を進めるに当たり、課題として以下の点を挙げる。

まずは鉄軌道の駅や電停との関係である。本研究では鉄道駅や電停の人口集積に対する影響を排除するために、鉄道駅や電停周辺のメッシュについては路線バス沿線メッシュとは完全に区分して集計した。また、コミュニティバスについても路線バスと重複する場合を除き、データは別に集計している。これら他の交通サービスと重複する地点において住民は両方のサービスを利用していることが考えられることから、その影響を踏まえ統計的手法を用いて適切に評価したうえで路線バス沿線の人口密度について分析する必要がある。

また、本研究では運行頻度と人口密度のみをデータとして用いているが、大規模な商業施設や医療機関、観光地などの立地状況により路線バスの運行頻度に影響を与えることから、こうした集客施設の影響力を適正に評価したうえで運行頻度の分析に取り組みたい。

本研究としては5都市圏を対象としたが地方都市圏の全体像を把握するには事例数が不足しており、普遍性のある結論を導くためにはより多くの事例のデータ収集が必要である。GTFSデータを公表しているバス事業者により都市圏内の大部分が運行されている県庁所在地が他にもあることから、早急に追加のデータ収集を行いたい。あわせて人口規模がさらに小さな地方都市圏における状況についても追加したい。

なお、バスの運行時刻についてはGTFSデータを公表する事業者が多くなりつつあり考察に適した環境が整っているとはいえ、多くの運行事業者の過去のデータが公表されていないことから運行頻度と沿線人口の関係を時系列的に遡及して定量分析することは困難であり、今後の経年的なGTFSデータの蓄積が望まれる。本研究期間中にいわゆる「2024年問題」の影響によりバス運転士確保が困難となり、この数年で減便、縮小、廃止などの動きが顕在化し、本研究で用いたバスの運行頻度が大きく変動した。今後もこの傾向が継続することが考えられ、今回集計したデータと、バス路線が縮小した後のデータと比較することにより利便性が低下した住民の数を定量的に推計することが可能であることから、地域社会にどのような影響を与えたのか定量的に分析を進め、地域公共交通の維持に関する考察を進めたい。