

地方都市のバス交通における路線所要時間推定モデルの提案

○中野蒼人 李皓（静岡大学）

Proposal of a model for estimating route travel time in bus transportation in local cities

* A. Nakano and H. Lee (University of Shizuoka)

概要— 現在の地方都市では人口減少が大きな問題となっている。地方公共団体は交通インフラの不足、特に公共交通のサービス低下を要因の一つとして認識しており、政策や事業の施行を行っている。静岡県浜松市は大規模なモータリゼーションの進展により様々な交通問題を抱えているが、これらの改善には現状の分析と施策の評価が必要である。交通施策についてモデルを用いた先行研究は幾つか存在するものの、抽象度が高く実際の人々の移動データに基づいた検証を行うことが妥当であると考えられる。本研究では浜松市を対象としたパーソントリップデータを利用し、新たに環状のバス路線を導入した場合に市民のニーズと合致しているかについての分析を行い、またパーソントリップデータに対し、他の交通手段を使用した場合の所要時間推定モデルを構築する。結果、環状路線の導入によるバスの利用促進が期待され、特に自動車使用層への効果が高いことが分かった。

キーワード: 公共交通, バス, 地方都市

1 研究背景

現在、日本では人口減少が大きな問題となっている。総務省統計局は日本の総人口の推移をFig. 1の通り示しており、10年間で200万人以上の減少が確認できるとともに今後も減少を続けることが予想される。

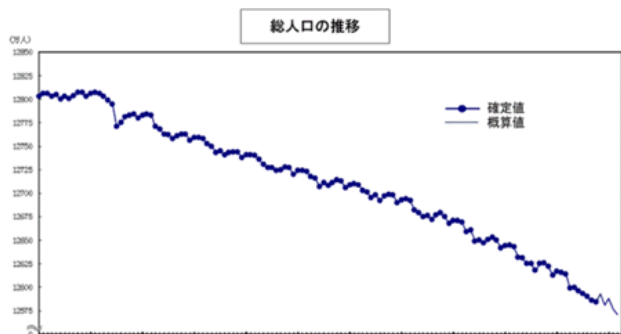


Fig. 1: 日本総人口の推移¹⁾

この中、Fig. 2の各都道府県別の転入超過率を示す通り地方都市から大都市圏への人口流出が進行している。流出の中心と地方都市なるのは若い世代となっており、地方都市では少子高齢社会の進行と共に人口減少が深刻なものとなっていることが分かる。

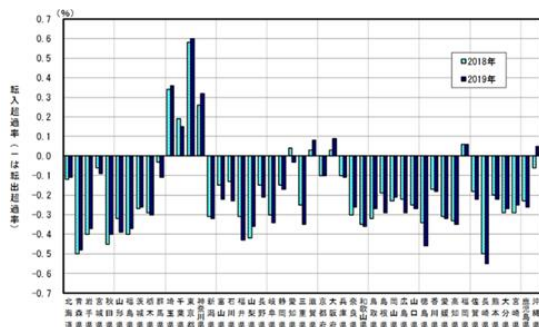


Fig. 2: 都道府県別転入超過率(2018年, 2019年)²⁾

これに対し地方都市では人口流出の原因を考察され、それぞれを改善する施策が検討されている。Fig. 3は株式会社情報通信総合研究所が全国の地方公共団体を対

象に行ったアンケートの結果を抜粋したものである。これによると地方公共団体の考える人口流出の要因のうち主なものは、雇用機会や社会インフラ、娯楽施設、

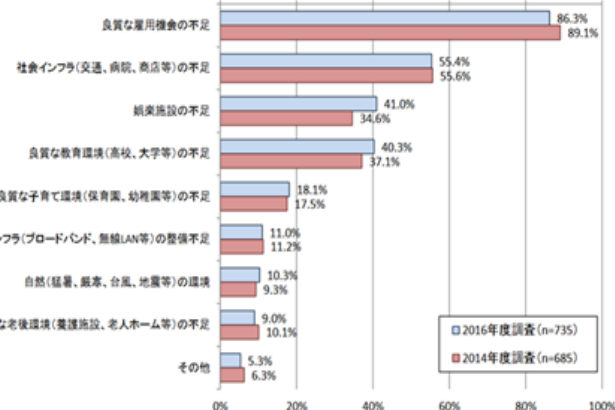


Fig. 3: 人口流出の要因³⁾

教育環境等の不足であることが分かる。

本研究ではこれらの要因の中から、社会インフラについて特に交通インフラの不足について着目する。

国土交通省(2009)「平成20年度交通白書」では、地方都市の抱える交通課題について2点挙げている。1つ目は公共交通のサービスレベルの低下である。地方圏の公共交通機関の輸送人口の推移はFig. 4のようになっており、減少傾向にある。これにより公共交通事業者は不採算路線の撤退などを余儀なくされ、サービス低下に陥っている。2つ目はモータリゼーションの進展である。高齢者の交通事故件数はFig. 5の通り増加しており、高齢者の自動車での外出を減らすために公共交通の整備が重要となる。

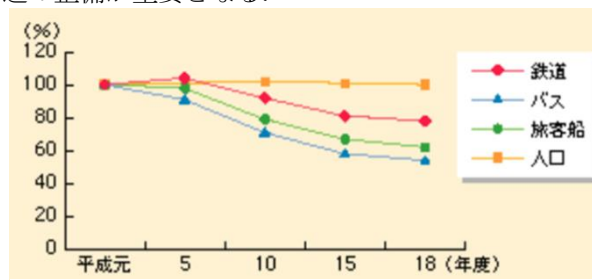


Fig. 4: 地方圏の旅客輸送人員と人口の推移⁴⁾

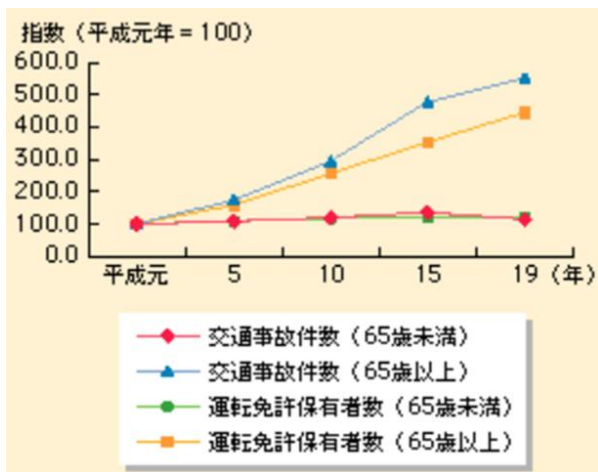


Fig. 5: 交通事故件数と運転免許保有者数の推移 ④ 6 は同白書の公共交通に関するアンケート結果である。これによると公共交通の整備状況や停留所の立地、路線や本数、運賃について重要度が高く、満足度が低い結果となっている。



Fig. 6: 地方圏における公共交通機関に関する重要度と満足度 ④

公共交通への不満の例として、滝元(2021)⁹⁾は浜松市民を対象としたアンケートにおいて、浜松市民が公共交通機関に関する不満について確認している。

浜松市は主な公共交通機関としては遠州鉄道株式会社の運営する路線バス「遠鉄バス」及び鉄道「遠州鉄道」が挙げられる。しかし路線バスは浜松駅を中心とした放射状路線、鉄道は南北へ一本延びるのみであり、その不便さと関連して自動車が主な移動手段となっている。浜松市(2016)⁹⁾によると、2016年での人口10万人当たりの保有自動車台数は74886台であり、当時の大都市間比較では最高水準であることが確認された。このような高度なモータリゼーションにより渋滞や交通事故等が問題となっている。特に交通事故に関して、浜松市(2020)⁷⁾によると、政令指定都市中で的人身事故件数は2020年時点で2009年から7年連続ワースト1位となっており、問題は深刻である。

浜松市の公共交通に関する事業の一例として、浜松市(2015)中心市街地活性化基本計画の第8章「公共交通の利便性増進等」⁹⁾を挙げる(Table 1, Table 2)。これには市街地循環バスの運行や路線バスに関するビッグデータ活用、全国IC乗車券の対応等が示されている。しかし2021年現在、市街地循環バスは運行しておらず、全国IC乗車券の対応も行われていない。

Table 1: 浜松市の公共交通に関する事業例 1 ⁸⁾

事業名、内容及び実施時期	実施主体	目標達成のための位置付け及び必要性	支援措置の内容及び実施時期
循環まちバス「く・る・る」運行事業 中心市街地を1乗車100円で走るバスを運行	浜松市	中心市街地を1乗車100円のわかりやすく安価で回遊できる循環まちバスを運行する。 交通弱者を中心に中心市街地の回遊性を高めることは、「にぎわいのある魅力溢れる空間の創出」及び「快適な都心生活空間の創出」を目標とする中心市街地の活性化に必要な事業である。	中心市街地活性化ソフト事業 H27～H31

Table 2: 浜松市の公共交通に関する事業例 2 ⁸⁾

事業名、内容及び実施時期	実施主体	目標達成のための位置付け及び必要性	国以外の支援措置の内容及び実施時期
ポストオムニバスタウン事業 ①ビッグデータ活用による交通網及びバス路線網の改善 ②バス車内表示改善 ③全国共通ICカード利用普及 ④大規模災害時対応	遠州鉄道(株)	①ビッグデータ活用 バスの実運行データにより中心市街地近辺での渋滞状況(場所・曜日・時間帯)及び乗降データにより属性(通勤通学・男女・年齢)毎の移動状況(場所・曜日・時間帯)を分析することで、交通網やバス路線網の改善を図る。 ②バス車内表示改善 バス車内の表示をより大きくして見やすくする、また外国人訪問者向けに多言語による表示を可能にすることで、利用者の利便性向上を図る。 ③全国共通ICカード利用普及 全国共通ICカードの利用を可能にすることでバス利用者の利便性向上を図る。	H28～H29

また、その他の改善案として、市民団体である浜松都市フォーラム(2016)⁹⁾が提出した浜松創生・市民案が存在する。この市民案では浜松の公共交通に関して、LRT(Light Rail Transit)の導入及びそれに伴う余剰バスでの環状路線運行を提案している。しかし国土交通省によると、LRTの敷設には1kmあたりおよそ20～40億円程度の費用が必要となり、地下鉄やモノレールと比



Fig. 7: LRT/幹線バス路線図(案) ⁹⁾

較し安価なものの、敷設には採算性について様々な指標を基に慎重に考慮する必要がある。

このような状況下において、公共交通の改善にはデータを活用した現状分析、及び施策の評価が必要であると考えられる。

2 先行研究

奥嶋と秋山(2007)¹⁰⁾は、都市交通政策の効果について計算機による推定を試み、エージェントがエージェントと交通手段のもつ属性に基づき使用する交通手段を選択するモデルを制作した。この研究では交通手段に自動車とバス、及び新政策としてパークアンドバスライドの3種類を用意している。また交通手段の選択によるエージェント間の相互作用についても実装を行い、新政策の利用者数が一定水準を越えることで利用者増加に正のフィードバック効果を与えるという結果を得た。これは新たな交通政策に対し、ある程度の効果が期待できるような整備を行わなければ、利用者の増加に繋がらず政策が失敗に終わる可能性を示している。

秋山、奥嶋、井ノ口ら(2011)¹¹⁾は、都市の諸条件の変化による市民の行動の影響をファジィ推論を用いた人工社会モデルを構築して検証を行った。研究では街中への移住、公共交通の拡充、商業魅力度の改善による変化について、関連するパラメータをそれぞれ変化させて検証を行ったところ、交通の改善を基盤に他の改善を行うことで単独施行に比べ効果が上昇することが結論付けられた。これにより諸政策を行う上で交通の基盤の整備がより効果的であることが理解できる。

片岡と橋本(2010)¹²⁾は、日本の地方都市へのLRTとBRTの導入可能性の評価の研究において浜松市を研究対象として取り上げている。市民に対し行ったアンケート調査の分析により、浜松市はLRTに対し期待感をもっているもののバスを高く評価していること、自動車交通への影響の少なさを重要視することが明らかになった。現在の浜松市においてLRTの導入に関しては費用や市民の影響からバス交通の見直しの検討が候補として考えられる。

秋元(2014)¹³⁾は、地方都市におけるコンパクトシティ政策がアクセシビリティに与える影響について、富山市南部の婦中地域のデータを用いてシミュレーションを行った。徒歩、自転車、自動車、バスの4つの交通手段を使用して居住地域から目的の生活関連施設へ移動した際の所要時間をアクセシビリティの指標とし、バスの運行頻度と居住推進地区への人口集約度を変化させて検証を行った。結果、両者の度合いを高めることでアクセシビリティが向上し、特に居住推進地域への50%の住民の移住が効果的であることが明らかになったが、住民の移住は困難であり、バスの運行頻度の向上が比較的容易であると結論付けた。

3 研究目的

公共交通の改善には現状の分析及び改善策の定量的な評価が必要である。先行研究では様々なモデルが提案されているが、比較的抽象度が高いものが多く、実データに基づくデータ分析の例が少ない。現実の交通構造の改善を行うために、実際の人々の移動データに基づいた検証を行うことが妥当であると考えられる。本研究では、パーソントリップデータを利用し、新たに環状のバス路線を導入した場合、市民のニーズと合

致しているかについての分析を行う。またパーソントリップデータに対し、他の交通手段を使用した場合の所要時間推定モデルを構築する。

4 モデル概要とデータ

本研究では静岡県浜松市の遠州鉄道株式会社が運営している「遠鉄バス」の路線を取り上げる。当バス路線を取り上げた理由は、浜松駅を中心とする環状路線であり改善の余地が存在するため、また静岡大学浜松キャンパスの所在地であり実計測が容易であるためである。問題空間の縮小のため、対象範囲を都心部に限定する。都心部の範囲については、西遠ゾーン表(後述)を基に定義する。所要時間の計算式は式(1)の通りである。

$$T = Wdp + \sum_{i=0}^n (Bs_i + Bt_i) + War \quad \cdots (1)$$

T : 所要時間

Wdp : 出発地・バス停間徒歩移動時間

War : バス停・目的地間徒歩移動時間

n : バス乗車回数

Bs_i : バス待機時間

Bt_i : バス移動時間

本研究では構築したモデルを用いて、現存のバス路線から新提案する仮想の環状路線を拡充した際の所要時間の増減を確認する。

交通の実データとして、本研究では静岡県都市計画課が提供する西遠都市パーソントリップ調査データを使用する。国土交通省(2019)¹⁴⁾によると、パーソントリップ調査とは、人の移動に関し、個人属性、目的、出発地及び目的地、時間帯、交通手段等を調査するものである。データに含まれる項目の一例をTable 3に示す

Table 3: 西遠都市パーソントリップ調査データ項目例

調査日	運転免許保有状況	所有車両台数	性別	年齢階層	住所	職業
出発地	出発時間	目的地	目的時間	目的	交通手段	施設

またバスに関するデータとして遠鉄バスが提供する時刻表データ及び路線図を使用し、バス停の座標等の地理的データとして国土交通省が提供するバス停留所データと街区レベル位置参照情報を使用する。徒歩移動時間や仮想の新バス路線のバス移動時間については筆者が現地にて歩行、走行して計測したデータを用いる。以下の各項にて各データの詳細と共にモデルの要素へのデータ処理について説明する。

4.1 トリップ出発地点、目的地点

パーソントリップデータにおける出発地及び目的地は複数の町や丁を含むゾーンとして記録されており、詳細な地点の取得が不可能であるため、本研究ではゾーンの中心点を出発地点及び目的地点として代用する。ゾーン中心点の導出には西遠ゾーン表(Table 4)と街区レベル位置参照情報(Table 5)を用いる。ゾーンを構成する町や丁をゾーン表より確認し、ゾーン内全該当街区の座標を街区レベル位置参照情報より参照、重心をゾーン中心点として出発地点及び目的地点として扱う。

Table 4: 西遠ゾーン表(一部)

中ゾーン	小ゾーン	町丁目字名
浜松都心部	011 01	旭町、板屋町
	011 02	肴町、神明町、千歳町、大工町、鍛冶町、伝馬町、田町、連尺町
	011 03	塩町、元魚町、菅原町、成子町、平田町、旅籠町
	011 04	元城町、元目町、松城町、池町、尾張町、北田町
	011 05	常盤町、早馬町、中央1丁目、東田町
	011 06	中央2、3丁目

Table 5: 街区レベル位置参照情報(一部)

市区町村名	大字町丁目名	緯度	経度
浜松市中区	旭町	1 34.7054	137.7334
浜松市中区	板屋町	1 34.70665	137.7351
浜松市中区	鍛冶町	2 34.70425	137.7319
浜松市中区	肴町	2 34.70655	137.7295
浜松市中区	神明町	2 34.708	137.7286
浜松市中区	大工町	2 34.70444	137.7278
浜松市中区	田町	2 34.70836	137.731
浜松市中区	連尺町	2 34.70742	137.728
浜松市中区	塩町	3 34.70116	137.7286

4.2 バス停の設定

各トリップにおいて使用するバス停は 4.1 にて設定したゾーン中心点からの直線距離が最も小さいものを設定する。ゾーン中心点座標から近距離に複数のバス停が存在する場合、国土交通省が提供するバス停留所データに含まれるバス停の位置座標を用いて距離計算を行い、距離最小のバス停を採用した(Fig. 8 内緑枠)。また仮想の環状路線をそれらのバス停を結ぶルートとして設定した(Fig. 8 内青線)。

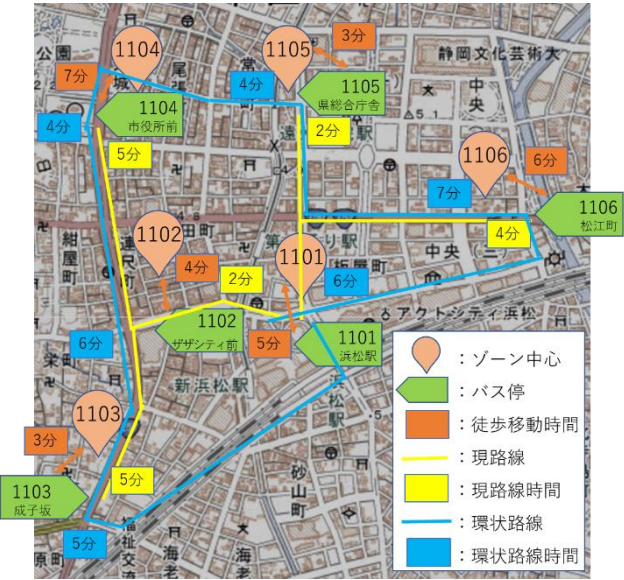


Fig. 8: 問題空間(国土地理院地図使用)¹⁵⁾

4.3 徒歩移動時間

出発地点・目的地となるゾーン中心点から最寄りバス停までの徒歩による移動時間について、筆者の徒歩による実地計測を行った。複数のルートについてそれぞれ 2 往復の計測を行い、平均分的小数点以下切上げを徒歩移動時間とした。

4.4 バス移動時間

現バス路線による乗車時間を、遠州鉄道が提供する遠鉄バスの時刻・運賃・所要時間検索サービスを用いることにより取得した。また拡充する環状路線については筆者が自家用車を用いて仮想路線を 4 回走行し、平均分的小数点以下切上げにバス停車時間を想定した 1 分を追加したものをバス移動時間とした。

4.5 バス待機時間

現バスの待機時間を、バス停到着以降最も早いバス到着時刻を導出することで疑似的に算出した。バス停到着時刻はトリップの出発時間に 4.3 にて設定した最寄りバス停までの徒歩移動時間を加算することによって算出した。該当バス停の時刻表データを遠州鉄道の遠鉄バス時刻表 Web 参照サービスより取得した。データ取得方法については Web ページの HTML 解析によるプログラムを用いた自動取得を検討していたが、形式の解析が困難であったため手動によるデータ取得及び整理を行った。

また拡充する環状路線について、4.4 で計測したバス移動時間を基に各バス停ごとの時刻表を作成した(Table 6)。各バス停のバス到着時刻を、浜松駅を始発バス停として 6:00 より 15 分・30 分刻みで運行する路線を想定し、バス停の経由順に各バス停間の移動時間を加算することで算出した。

Table 6: 環状路線時刻表 15 分毎運行(一部)

バス停コード	1101	1102	1103	1104	1105	1106
バス時刻	6:00	6:05	6:11	6:15	6:19	6:26
	6:15	6:20	6:26	6:30	6:34	6:41
	6:30	6:35	6:41	6:45	6:49	6:56
	6:45	6:50	6:56	7:00	7:04	7:11
	7:00	7:05	7:11	7:15	7:19	7:26
	7:15	7:20	7:26	7:30	7:34	7:41
	7:30	7:35	7:41	7:45	7:49	7:56
	7:45	7:50	7:56	8:00	8:04	8:11
	8:00	8:05	8:11	8:15	8:19	8:26
	8:15	8:20	8:26	8:30	8:34	8:41
	8:30	8:35	8:41	8:45	8:49	8:56
	8:45	8:50	8:56	9:00	9:04	9:11

5 結果と考察

Fig. 9, Fig. 10 は、全トリップにてバスを使用した所要時間について、使用路線を現路線から新路線に変更した際の所要時間の変化を示している。縦軸が変化した時間(分)を示し、横軸がそれぞれのトリップデータを示している。左側のトリップデータは移動時間が減少し、右側のトリップデータは移動時間が増加した。Fig. 9 では、15 分毎運行の環状路線を導入し、現路線を廃止した場合、過半数のトリップで改善がみられるものの、所要時間が増加するトリップの割合が低いことから、現路線と環状路線の両方の運行が必要となることが分かる。また Fig. 9, Fig. 10 を比較すると、新路線を 30 分毎の運行にすることで改善されるトリップ数が半数を下回ることから、環状路線を導入する場合は既存の放射状路線とのバランスをとりな要があることが分かる。

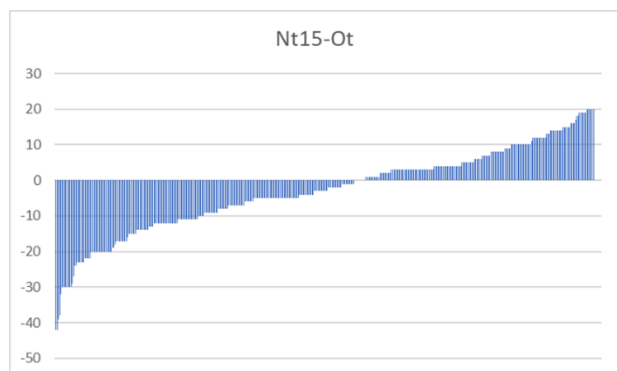


Fig. 9: 全トリップ、バス使用時所要時間変化量
(新路線 15 分毎発-現路線)

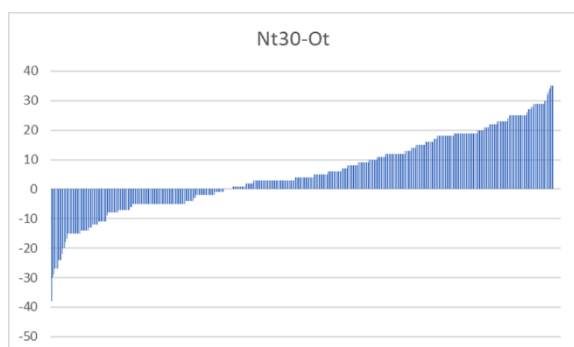


Fig. 10: 全トリップ、バス使用時所要時間変化量
(新路線 30 分毎発-現路線)

Fig. 11 と Fig. 12 は自動車による移動を行ったトリップデータに関し、移動手段をそれぞれ新路線の 15 分毎発のバス及び 30 分毎発のバスに変更した場合の、現存路線を使用した際との所要時間の変化を示している。Fig. 11 では多くのトリップについて所要時間が短縮されていることが確認でき、自動車利用者の移動には現路線よりも環状路線が適していることが分かる。

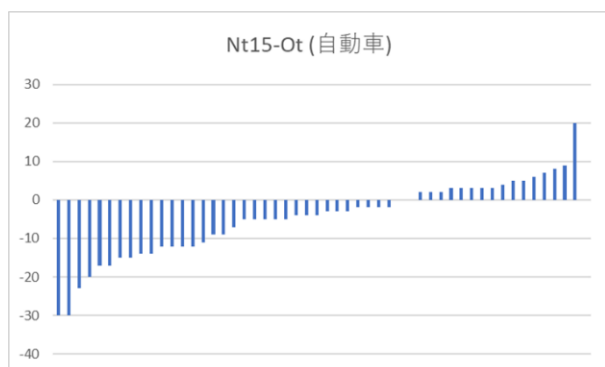


Fig. 11: 自動車使用トリップ、バス使用時所要時間変化量
(新路線 15 分毎発-現路線)

Fig. 13 と Fig. 14 は自転車による移動を行ったトリップデータに関し、移動手段をそれぞれ新路線の 15 分毎発のバス及び 30 分毎発のバスに変更した場合の、現存路線を使用した際との所要時間の変化を示している。概形は Fig. 11 と Fig. 12 の自動車のものと類似するが、変化時間の負の値から正の値へ変化する点は Fig. 13, Fig. 14 とも Fig. 11, Fig. 12 よりも中央寄りとなっている。このことから自転車使用者は自動車利用者に比べ、環状路線を使用した際の効果が小さいと考えられる。

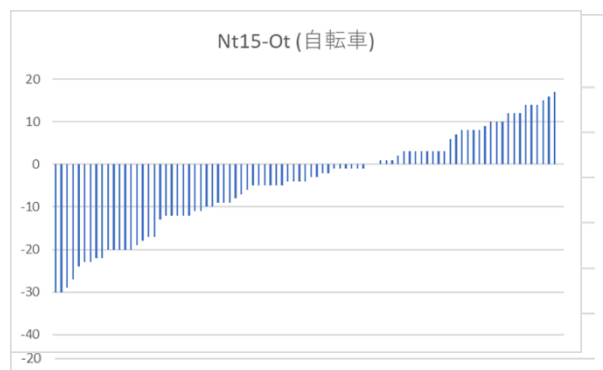


Fig. 12: 自動車使用トリップ、バス使用時所要時間変化量
(新路線 30 分毎発-現路線)

Fig. 13: 自転車使用トリップ、バス使用時所要時間変化量
(新路線 15 分毎発-現路線)

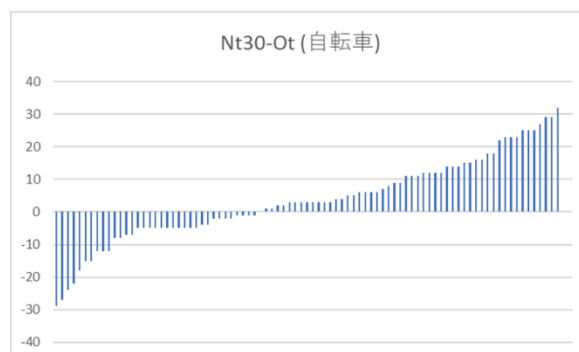
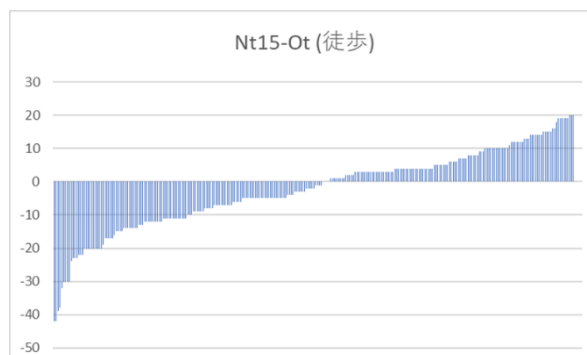


Fig. 14: 自転車使用トリップ、バス使用時所要時間変化量
(新路線 30 分毎発-現路線)

Fig. 15 と Fig. 16 は徒歩による移動を行ったトリップデータに関し、移動手段をそれぞれ新路線の 15 分



毎発のバス及び 30 分毎発のバスに変更した場合の、現存路線を使用した際との所要時間の変化を示している。Fig. 15 では移動時間の変化量が正の値となるデータ数がほぼ半数となっていることが確認でき、徒歩による移動者は自転車や自動車による移動者と比較して現路線、環状路線での変化の影響を受けにくいことが分かる。

Fig. 15: 徒歩トリップ、バス使用時所要時間変化量 (新路線 15 分毎発-現路線)

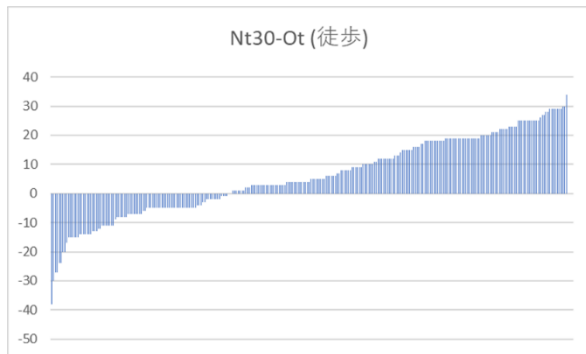


Fig. 16: 徒歩トリップ、バス使用時所要時間変化量 (新路線 30 分毎発-現路線)

Table 7 はそれぞれの交通手段について、移動手段をそれぞれ新路線の 15 分毎発のバス及び 30 分毎発のバスに変更した場合の、現存路線を使用した際との所要時間の変化の平均を示している。平均値を比較すると自動車、自転車が小さく、徒歩が大きくなっている。これは環状路線について、自動車や自転車を使用する移動に関してニーズが高いことが分かる。またこれから、現バス路線では不十分である場所への移動に自動車や自転車が用いられていることが考えられる。

Table 7: 交通手段別現路線・新路線移動時間変化平均

移動手段	現路線-新路線(15分毎発) 平均	現路線-新路線(30分毎発) 平均
自動車	-5.08	3.92
自転車	-4.45	3.66
徒歩	-2.35	5.82

Fig. 17 と Fig. 18 は、自動車による移動を行ったトリップデータに関し、移動手段を自動車からそれぞれ現路線のバス、新路線の 15 分毎発のバスに変更した際の所要時間の変化を示している。それぞれを比較すると、新路線のバスに変更した場合では全てのトリップ

において時間の増加は 25 分以内に収まっており、高齢者にとって妥協範囲と言える。

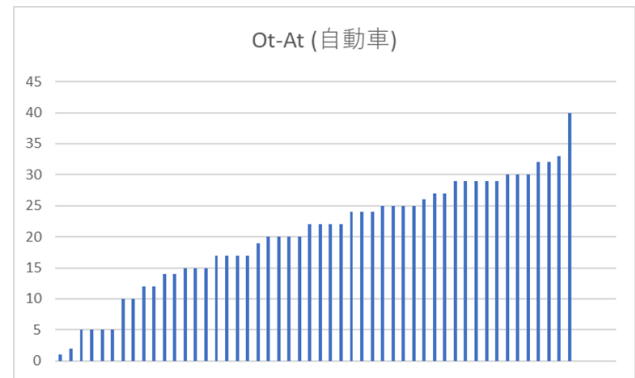


Fig. 17: 自動車トリップ、バス使用時所要時間変化量 (現路線-自動車使用)

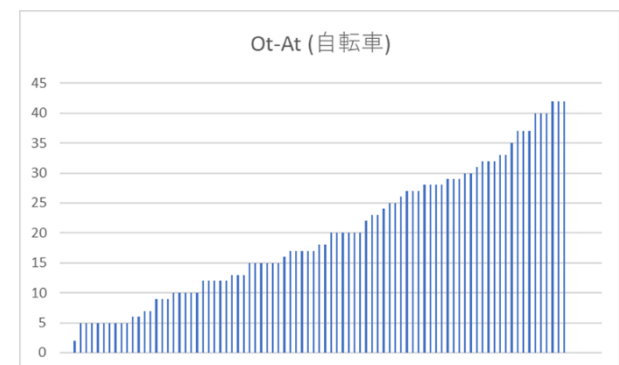
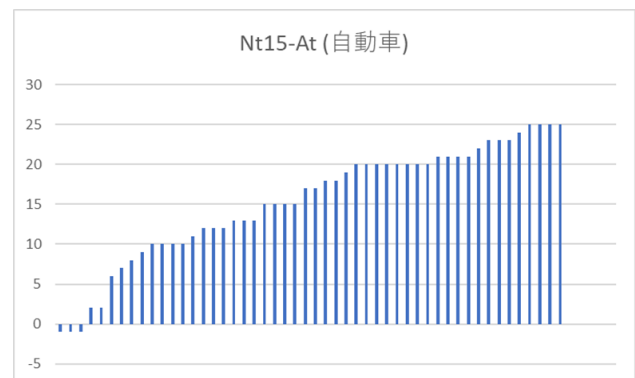


Fig. 18: 自動車トリップ、バス使用時所要時間変化量 (新路線 15 分毎発-自動車使用)

Fig. 19 と Fig. 20 は、自転車による移動を行ったトリップデータに関し、移動手段を自転車からそれぞれ現路線のバス、新路線の 15 分毎発のバスに変更した際の所要時間の変化を示している。それぞれを比較すると、新路線のバスに変更した場合では全てのトリップが概ね 30 分以内に収まっていることが分かる。自転車を利用する高齢者が少ないこと、また自転車はバスよりも環境に配慮していることから、環状バス路線の拡充は自転車利用者への利点が少ない。

Fig. 19: 自転車トリップ、バス使用時所要時間変化量 (現路線-自転車使用)

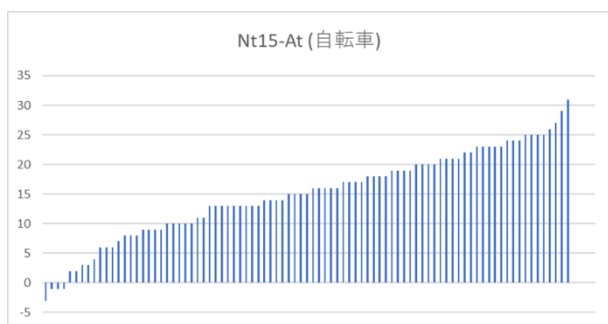


Fig. 20: 自動車トリップ,バス使用時所要時間変化量
(新路線 15 分毎発-自動車使用)

Fig. 21 と Fig. 22 は、徒歩による移動を行ったトリップデータに関し、移動手段を徒歩からそれぞれ現路線のバス、新路線の 15 分毎発のバスに変更した際の所要時間の変化を示している。それぞれを比較すると、新路線のバスに変更した場合では全てのトリップが概ね 30 分以内に収まっていることが分かる。自転車と同様の理由により、徒歩移動者にとって環状バス路線の恩恵を受ける層は限定的であり、大きな効果は期待できない。

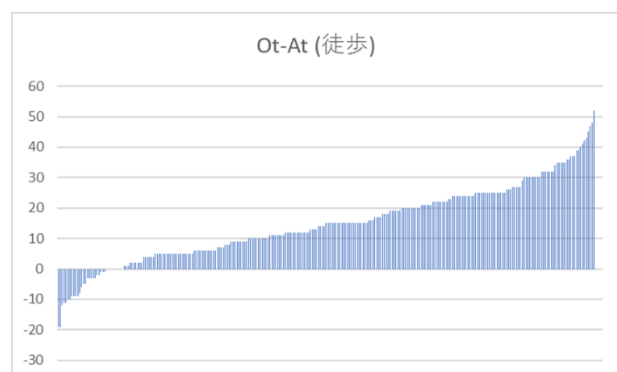


Fig. 21: 徒歩トリップ,バス使用時所要時間変化量
(現路線-徒歩移動)

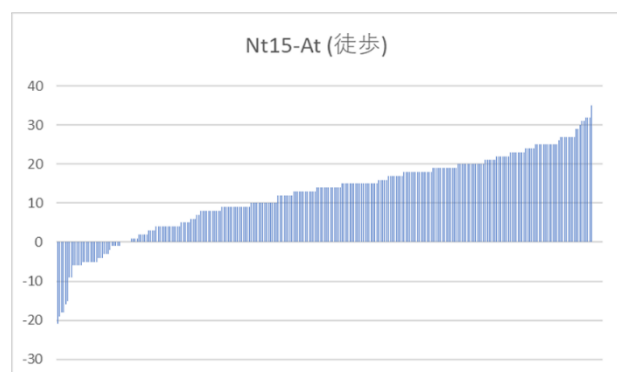


Fig. 22: 徒歩トリップ,バス使用時所要時間変化量
(新路線 15 分毎発-徒歩移動)

これらの結果より、バス以外の移動手段を用いたトリップにおいてバスを代替交通手段とした場合、環状路線を導入することで現路線と比較して移動の長時間

化を抑えられることが期待でき、地方都市の交通問題解決において自動車利用層には特に効果的であると言える。

各交通手段についての変化量の平均値は表 10 の通りとなった。自動車及び自転車に関しては、元の移動手段の代替としてバスを利用した場合、新路線を使用することで平均約 5 分の短縮となっており、新路線による時間短縮の効果がみられる。

Table 8: 交通手段別バス使用時所要時間変化量平均

移動手段	現路線-元移動手段 平均	新路線(15分毎発)-元移動手段 平均
自動車	20.38	15.30
自転車	19.41	14.97
徒歩	14.68	12.32

これらのことから、新路線の導入により自動車等、他の交通手段の代替手段として、公共交通機関であるバスが採用される可能性が高まると考えられる。ただし本研究における出発地及び目的地の設定は 2.2.1 で述べた通りゾーンの中心点を代用しており、実際のバスを用いた移動時間との差が生じる可能性があるため、改善には更に詳細なパーソントリップデータが必要である。

6 結語

本研究において、実際の人々の移動データを用いたバス移動時間推定モデルを構築し、浜松市の路線バスについて検証を行ったところ、環状バス路線導入による移動時間への影響、バス以外の移動手段による移動をバスによる移動とした場合の変化について、定量的な結果を取得することができた。

しかし本研究で使用したパーソントリップ調査データでは、トリップの出発地及び目的地に関する詳細な情報が不足しており、正確な時間推定が困難である。またバス停の時刻表データの提供方法については取得が容易ではなく、手作業での取得を行った。これらから交通に関する研究について、より詳細なデータの適切な形で提供が行われることでより高度で高精度な研究が可能になると考えられる。

また本研究にて扱った問題空間では近距離の移動が中心であり、中遠距離の移動を扱うことができなかった。問題空間を広域化することによってより有意義な知見が得られると考えられる。

本研究ではパーソントリップデータを用いた計算による検証を行ったため、実際のバスのキャパシティ等物理的要素を考慮できていない。これに関し、先行研究を参考に他の手法を取り入れることによって、より現実に近い検証を行うことが可能であると考えられる。

参考文献

- 1) <https://www.stat.go.jp/data/jinsui/new.html>
- 2) <https://www.stat.go.jp/data/idou/2019np/shousai/pdf/youyaku.pdf>
- 3) https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/linkdata/h29_05_houkoku.pdf

- 4) <https://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/h20/hakusho/h21/html/k1132000.html>
- 5) 滝元駿太郎：地方都市におけるアンケート調査の分析による人口減少緩和策の考察(2021)
- 6) https://www.city.hamamatsu.shizuoka.jp/koho2/pr/shisei_info/1610/5.html
- 7) <https://www.city.hamamatsu.shizuoka.jp/sangyoshinko/conference/270122.html>
- 8) <https://www.city.hamamatsu.shizuoka.jp/sangyoshinko/conference/270122.html>
- 9) 浜松都市フォーラム：浜松創生・市民案(2016)
- 10) 奥嶋政嗣, 秋山孝正：局所的相互作用を考慮した都市交通政策評価のための人工社会モデル, 土木学会論文集 D, **63-2**, 134/144 (2007)
- 11) 秋山孝正, 奥嶋政嗣, 井ノ口弘昭：人工社会モデルによる地方都市まちづくり政策に関する考察, 知能と情報, **23-4**, 428/437(2011)
- 12) 片岡洸, 橋本成仁：地方中心都市における住民の基幹公共交通システムに対する評価に関する研究*—LRTと BRT を対象として—, 土木計画学研究・論文集, **27**, 693/700(2010)
- 13) 秋元菜摘：富山市のクラスター型コンパクトシティ政策と郊外のアクセシビリティ—婦中地域におけるシミュレーション—, 地理学評論 Series A, **87-4**, 314/327(2014)
- 14) https://www.mlit.go.jp/toshi/tosiko/toshi_tosiko_tk_000031.html

15)