

地域鉄道における将来需要推計に関する一試論

浅見 均¹・大中 英次²・稲益 啓志郎²・牧村 雄³
山田 真也³・富田 拓未⁴・山下 守人⁵

¹正会員 鉄道・運輸機構 技術企画部調査課 (〒231-8315 神奈川県中区本町 6-50-1)
E-mail: asami.hit-37jt@jrtr.go.jp

²非会員 鉄道・運輸機構 技術企画部調査課 (〒231-8315 神奈川県中区本町 6-50-1)

³正会員 社会システム株式会社 (〒150-0013 東京都渋谷区恵比寿 1-20-22)

⁴非会員 鉄道・運輸機構 東京支社計画部調査第一課 (〒105-0011 東京都港区芝公園 2-4-1)

⁵正会員 鉄道・運輸機構 東京支社計画部調査第一課 (〒105-0011 東京都港区芝公園 2-4-1)

鉄道・運輸機構は多くの鉄道調査に関わってきたなかで、地域鉄道に関しては個別案件に関する調査のほか、平成 24 (2012) 年度に 91 事業者を対象とする事例調査を行った実績がある。

制度面では平成 16 (2004) 年度から鉄道ホームドクターによる鉄道事業者への支援を開始している。同制度ではインフラに関するハード面の助言だけでなく、鉄道沿線の人口分布、等時間到達圏分析等ソフト面での支援も可能としている。

本論文は上記に掲げた機構調査ノウハウ活用の一環として、世界測地系四次メッシュデータを用いた駅勢圏人口分析と各駅乗降 (乗車) 客数データから、将来利用者数予測の簡便法に関する試論である。

この簡便法は、駅勢圏人口と各駅乗降 (乗車) 客数との間に高い相関が認められ、両者の間に正比例関係にあることを前提条件としている。この簡便法にて得られた分析結果等を紹介し、議論を通じてより適切妥当な手法とするとともに、地域鉄道の将来像を共有し、議論の素材となることを期待する。

Key Words: Regional Railway, GIS based population analysis, 500 meters mesh population data

1. 研究の背景と目的

平成 15 (2003) 年に改組発足した独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構 (以下「機構」) は、前身の日本鉄道建設公団時代を含め多くの鉄道調査に携わってきた。機構による調査に限定しても、都市鉄道のほか、空港アクセス鉄道、幹線鉄道、地域鉄道等、多くの多様な鉄道調査を実施している。

ここで地域鉄道に関しては、個別案件に関する調査を行うとともに、平成 24 (2012) 年度に 91 事業者を対象とする事例調査を行った実績がある (機構¹⁾)。

制度面においては、平成 16 (2004) 年度から鉄道ホームドクターによる鉄道事業者への支援を開始している。鉄道ホームドクターに寄せられる案件の多くはインフラに関するハード面に関するものが占めているなか、鉄道沿線の人口分布、等時間到達圏分析といったソフト面での支援も実施している。

令和 2 (2020) 年度の鉄道ホームドクターにおいては、三事業者からソフト面での支援を要請された。その成果の一部を第 62 回土木計画学研究発表会にて発表した (浅見ら²⁾) が、やや盛りこみ過ぎの嫌いがあった。

ここで、前記三者のうち一者から将来需要推計を求める要請があった。地域鉄道においては駅勢圏人口と各駅乗降 (乗車) 客数との間に高い相関が認められる事例があり、この高相関を前提として、利用者数概数を算出する簡便法を試行している。

本論文はこの簡便法を紹介するとともに、第 63 回土木計画学研究発表会での議論を通じ、より適切妥当な手法とすることを目的とする。

2. 需要推計に関するレビュー

(1) 四段階推計法

交通需要推計にあたっては四段階推計法を用いるのが基本である。四段階とは生成→発生・集中→配分→交通機関選択→経路選択を指し、上記→左側の上位推計値が→右側の下位推計値の合計と一致する特徴を有する (コントロール・トータル)。四段階推計法は世界各国、日本各地で用いられており、信頼性の高い交通需要推計手法と考えられている。

四段階推計法を実用に供するためには、需要推計当該地域を適切にゾーニングしたうえで、ゾーン OD ペア毎の交通量データを基として、精度の高いモデル式を構築

する必要がある。

ここで、人口データには全国を網羅する国勢調査ベースのものが存在する（町丁別・メッシュ単位）。これに加えパーソントリップ調査等による OD ペア間の交通機関別交通量データが存在していれば、当該地域における四段階推計モデル構築は充分可能であり、先行事例は多数存在する。ただし実務上、四段階推計モデル構築には相応の費用と時間を要する点に留意しなければならない。

鉄道ホームドクターの要請に対しては、比較的短期間での回答を要し、かつ限られた予算にて実施する必要がある。ここに簡便法のニーズがあると考えられる。

(2) 駅勢圏人口分析

鉄道ホームドクターでの駅勢圏人口分析は浅見ら³⁾、すなわち人口最小単位を世界測地系 500mメッシュ（2分の1地域メッシュ又は4次メッシュ）とする 750m 駅勢圏人口分析を基本として行う（図-1）。これは地域鉄道へのアクセスは主に徒歩と想定する点に基づく。

500mメッシュ人口データは国勢調査を基礎とし、全国を網羅している。時系列的には平成 7（1995）年以降のものがオープンデータとして総務省統計局⁴⁾より公開されている（e-Stat）。平成 17（2005）年以降は 250mメッシュ人口データも公開されている。

人口の将来推計には、国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口（平成 29 年 1 月推計）」の推計値等を基礎とする国土交通省国土政策局平成 30 年推計値⁵⁾があり、令和 2~32（2020~2050）年度の 5 年度毎の予測値が 500mメッシュ単位で公表されている。

人口データの時系列的な連続性を鑑みれば、駅勢圏人口分析での人口最小単位は 500mメッシュが当面好適と考えられる。

(3) 駅勢圏人口と各駅乗降（乗車）客数との相関

浅見ら²⁾にて分析対象とした地域鉄道は、実際に鉄道ホームドクターにコンタクトがあった三鉄道である。本論文は現時点では機構の自主研究であるため、個別具体の路線・地名に関しては伏字化を行う。

O 線と I 線は JR から分離された第三セクター鉄道、H 線は大手私鉄から分離され、平成 15（2003）年度初に既存民間鉄道事業者が経営移管を受けた鉄道である。

上記三鉄道のうち、I 線では各駅乗降客数⁶⁾、H 線では各駅乗車客数⁷⁾データが公表されている。

各駅駅勢圏人口と各駅乗降（乗車）客数との相関係数（平成 27（2015）年度時点）は I 線（全駅 $r=0.829$ 、H 線（全駅 $r=0.712$ と相応に高い水準をとる。

鉄道ホームドクターの要請があった三鉄道のほか、地域鉄道 S 線でも各駅駅勢圏人口と各駅乗車客数との間

に高い相関があることがわかっている。

上記相関係数は時系列的にも高水準にあることから、各駅駅勢圏人口と各駅乗降（乗車）客数は正比例関係にあると仮定できる。

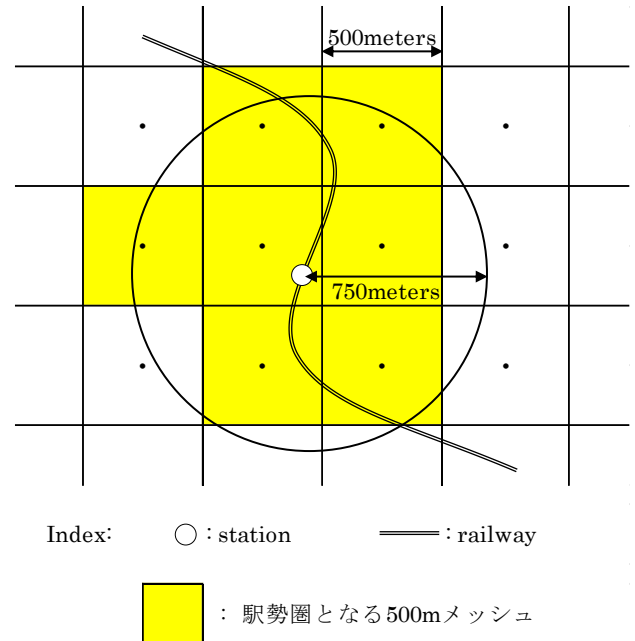


図-1 750m 駅勢圏概念図

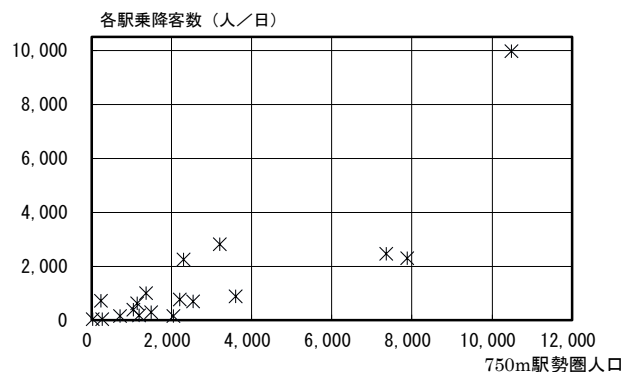


図-2. 1 I 線の駅勢圏人口と各駅乗降客数⁶⁾

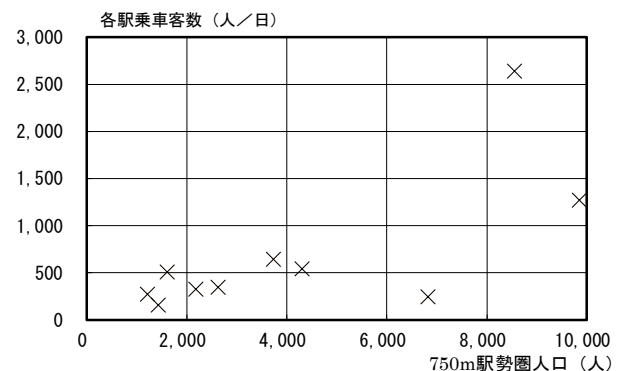


図-2. 2 H 線の駅勢圏人口と各駅乗車客数⁷⁾

3. 簡便法の提案

(1) 相関分析

第一段階として駅圏人口と各駅乗降（乗車）客数との相関を調べる必要がある。図-2. 1と図-2. 2はI線H線の駅圏人口・各駅乗降（乗車）客数散布図である（いずれも平成27（2015）年度）。

I線とH線は立地や成り立ちが異なる鉄道ではあるが、起点駅の乗降（乗車）客数が最も多く、終点側に向かうにつれて断面交通量が漸減していく共通点がある。両鉄道とも起点駅乗降（乗車）客数に他鉄道へ（から）の乗継利用者が含まれるなど、統計上のノイズが存在する点でも共通している。

ここでH線において起点駅を外して相関分析を行うと $r=0.950$ と相関係数が向上する。ただし、I線で同じ操作を行うと $r=0.747$ と相関性が悪化してしまう。

上記のほか統計上のノイズが幾つか存在する可能性が考えられるなか、本論文においては、H線において駅間が短く750m駅圏が重なる複数駅を束ねる操作のみを加えることとする。

(2) 将来人口との整合

前節の相関分析において、各駅駅圏人口と各駅乗降（乗車）客数との間に高い相関関係が確かめられた場合において、両者は正比例関係にある、すなわち当該地域鉄道の各駅駅圏人口の変化に応じて各駅乗降（乗車）客数もまた変動すると仮定できる。

2.(2)に記したとおり、日本の人口将来推計には国土交通省国土政策局⁵⁾、すなわち令和2～32（2020～2050）年度の5年度毎の推計値が存在し、将来人口推計の一つとしてさまざまな将来推計に活用されている。同推計値は500mメッシュ単位で提供されているため、浅見ら⁹⁾の手法による750m駅圏人口分析に活用可能である。

以下に簡便法による将来利用者数推計方法を述べる。

まず500mメッシュ人口各年度推計値を各駅駅圏となるメッシュにあてはめ再集計し、当該年度駅圏人口推計値とする。国土交通省推計値は平成27（2015）年度実績値も併せて提供していることから、平成27年度各駅乗降（乗車）客数実績値に各駅駅圏人口当該年度推計値と平成27年度実績値との比を乗じ、当該年度の各駅乗降（乗車）客数推計値とする。この手法により、各駅駅圏人口、各駅乗降（乗車）客数を令和32（2050）年度まで算出することができる。

(3) 算出例

前節の手法に基づき、I線H線の全線利用者数を算出

すると図-3のとおりとなる。

I線は乗降客数、H線は乗車客数の全線計を表示している（参考値としてH線乗車客数×2も図示）。I線H線とも平成12～27（2000～2015）年度の数値が実績値、令和2～32（2020～2050）年度の数値が推計値である。

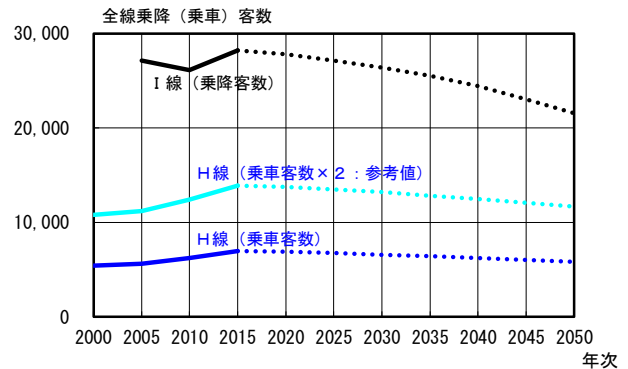


図-3 I線H線の全線利用者数推移

※実線：実績 破線：簡便法による推計値

I線は平成27（2015）年度をピークとする緩やかな減少傾向となる。H線も同じく平成27（2015）年度をピークとし、傾きがより大きい減少傾向を示していることが読み取れる。

4. 簡便法の特徴

(1) 簡便法のメリット

本論文にて紹介した簡便法最大の長所は、短期間・低予算で実施可能という点に尽きる。利用者数将来推移のおよその傾向を把握するには好適なツールといえる。

また、公表された各駅乗降（乗車）客数データの存在を前提として、オープンデータを活用した分析であって、外部第三者の検証が容易という特色をも備えている。

(2) 簡便法の課題

この簡便法はある一時点のODパターン（3.(3)の算出例では平成27（2015）年度）を固定し、将来も不変という仮定を置いている。よって、ODパターンの変化が起こるような事例には対応できない。

また、簡便法にて得られる数値は各駅乗降（乗車）客数を基とする利用者数の概数であり、ODペア毎の交通量までは知ることができない。

簡便法最大の課題は、サービス水準（運賃料金・所要時間等）をも固定する仮定にある。すなわち、サービス水準変動に応じた利用者数変動を推計できない。

特に運賃水準変動に関しては、利用者数増減に影響を

与えることは確実で、実際のところ幾つか興味深い事例も存在している。しかしながら、駅勢圏人口推移と併せて分析するには、情報量・エビデンスが充分あるとは必ずしもいえない。本論文においては、課題として提示することと定める。

サービス水準は政策変数でもあり、これを変動させた際の需要変動に関する検討を行うためには、簡便法によらない詳細な分析を実施する必要がある。

(3) コロナ禍の影響

本論文で用いた統計データは全て令和元（2019）年末以降のコロナ禍の影響を受けていない。すなわち、コロナ禍により定常的な需要縮退が生じ、将来推計に影響を与える可能性がある。

この点については現状では見極めつけにくく、状況の推移によって何らかの補正を考慮する必要がある。

5. リマークス

本章では、前章に記した以外の知見を記す。

(1) 将来人口推計の精度

図-3にはI線H線の全線利用者数推移を表示した。その基礎となるI線H線各駅駅勢圏人口推移を図-4.1と図-4.2に示す（平成12（2000）年を1.0とする比にて表示）。

駅勢圏人口が絶対的に少ない駅では開発等の影響が大きく出がちで、図-3.1中i1-3のように急激な変化を示す場合がある（平成12→17（2000→2005）年度）。図-3.2中i2-2、図-3.3中I-2.3の場合は乱高下（平成17→22→27（2005→2010→2015）年度）で、前記開発等の影響のほか、メッシュ境界上の人口割付方針が年度により異なる可能性を指摘できる。

前記の状況があるなか、令和2（2020）年以降の将来人口推計は単調過ぎる可能性がある。大規模開発の成功、又は既存地区の集団移転等があった場合、あるメッシュ、そして当該メッシュを駅勢圏とする駅の駅勢圏人口には急激な増減が生じると想定される。本論文にて用いている将来人口推計値は、このような状況変化に対応する性質のものではなく、場所によっては大きな振れ幅が生じる可能性がある。

(2) 各鉄道による状況の違い

3.1に記したとおり、地域鉄道の各駅駅勢圏人口と乗降（乗車）客数との間には高い相関が認められる事例がある。ここで、本論文に挙げた四つの地域鉄道の一駅あ

たり駅勢圏人口と国土交通省⁸⁾より得られる全線輸送密度の関係を図-4に示す。

図-5からは一駅あたり駅勢圏人口と全線輸送密度との間に相関性を見出せるが、事例によってあらわれ方が大きく異なる点に留意する必要がある。

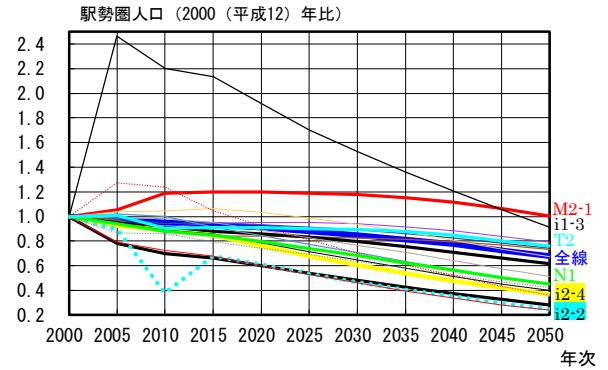


図-4.1 I線各駅の駅勢圏人口推移²⁾⁴⁾⁵⁾

※平成12→27（2000→2015）年度は実績値

令和2→32（2020→2050）年度は推測値

図-4.2も同じ

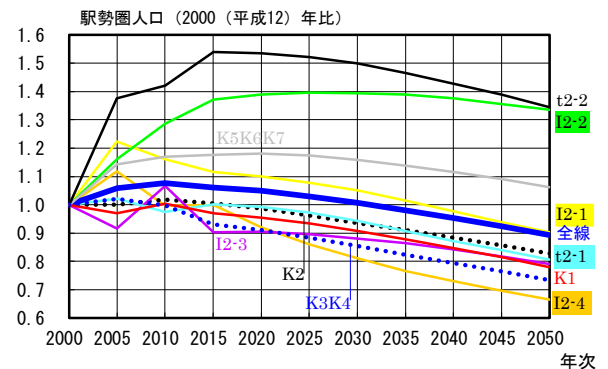


図-4.2 H線各駅の駅勢圏人口推移²⁾⁴⁾⁵⁾

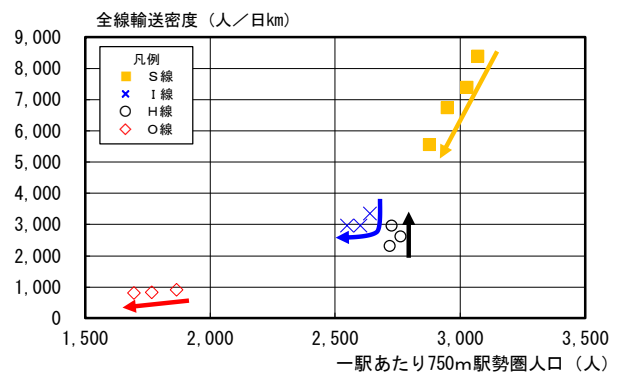


図-5 地域鉄道の駅勢圏人口と全線輸送密度⁸⁾

※S線は平成12→17→22→27（2000→2005→2010→2015）年度の推移

I線H線O線は平成17→22→27（2005→2010→2015）年度の推移

S 線と O 線では一駅あたり駅勢圏人口の減少に伴い全線輸送密度が減少する傾向が示されている。ただし、両線の傾きは大きく異なる。

I 線でも一駅あたり駅勢圏人口減少に伴い全線輸送密度が減少しているが、平成 17→22 (2005→2010) 年度と平成 22→27 (2010→2015) 年度の傾きは緩やかに転じており、減少傾向に歯止めをかけた形である。

H 線に至っては、一駅あたり駅勢圏人口に大きな変化がないにも関わらず、全線輸送密度が増加している。

四つの地域鉄道がそれぞれ集客努力を行っているなかで、打った施策によっては駅勢圏人口の推移によらない輸送密度 (利用者数) 推移がありうるものが、図-4からは読み取れる。

これは 4.(2) に記したサービス水準変動と連動する事柄でもあり、今後より多くの事例を通じ、継続して分析を深度化すべき分野となる。

(3) 相関の高低に関する可能性

2.(3)・3.(1)に記したとおり、I線 H線では駅勢圏人口 (夜間人口) と各駅乗降 (乗車) 客数との間に高い相関性が認められる。これは、各駅乗降 (乗車) 客数の発生 (Origin)源が駅勢圏人口であることによると考えられる。

ここで、利用者の多くが当該駅を目的地 (Destination) とする場合、あるいは他の鉄道に乗り換える場合、相関係数が下がることがありうる。典型例は H線起点駅 K1 である。なお、I線起点駅 M2-1 が典型例とならないのは、乗車客数・駅勢圏人口とも多いためと考えられる。

相関係数が低い理由のもう一つの可能性としては、通過交通が多い、観光交通が多い等の要因を挙げることができる。これに関しては、個別事例に応じた分析が別途必要であろう。

(4) 通学需要との関係

地域鉄道においては、利用者の相当部分を通学需要が占める事例がある。夜間人口と就学人口のトレンドの間に乖離がある場合、駅勢圏人口と各駅乗降 (乗車) 客数間の相関係数を下げる可能性がある。

平成 27 (2015) 年以降、500m メッシュ人口データに年齢階層別人口の一部も割り当てられているため、分析事例によっては 20 歳未満人口、16~19 歳人口等を用いて分析したほうがより高い相関係数を得られる可能性がある。その一方で、沿線に生徒数が多い高校等が所在する場合、前項に記した理由と同じく、相関係数に影響を与えることがありうる。

この点は、具体的な事例分析を踏まえ、より具体的に

検討すべきと考えられる。

(5) 各駅乗降 (乗車) 客数データ

地域鉄道によっては、各駅乗降 (乗車) 客数データが開示されていないことがある。この場合、駅勢圏人口との相関分析を実施できない。

500m メッシュ人口が全国を網羅している以上、各駅乗降 (乗車) 客数と駅勢圏人口との間に相関があるとの仮定のもとに分析を進めることは可能である一方、相関を確認していないとの認識が共有される必要がある。

6. 成果と課題

本論文では、地域鉄道において、500m メッシュ人口データを基礎とする分析手法を活用し、750m 駅勢圏人口と各駅乗降 (乗車) 客数の間に高い相関係数があることを確かめたうえで、同じく 500m メッシュベースで提供されている将来人口推計値から、利用者数の将来推計値を算出する簡便法を紹介した。

4.(1)に記したとおり、この簡便法は短期間・低予算で実施可能という長所を有する。当該地域鉄道の利用者数将来推移の概略的な傾向を把握するには好適な手法と考えられる。

500m メッシュ人口データは全国を網羅する統計データである。更に当該地域鉄道における各駅乗降 (乗車) 客数データ公表がされていれば、簡便法はオープンデータ活用による客観的・統計的エビデンスを基とする手法といえる。すなわち当事者のみならず第三者が検証可能な手法でもあり、意義と価値を有する手法と考える。

ただし簡便法ゆえ多くの仮定を内包しており、4.(2)に列挙したとおりサービス水準変動に対応する分析ができない等、課題も多く存在している。これは簡便法のメリット・デメリットのトレードオフでもあり、活用する際には留意が必要である。

なお、これら諸課題を考慮してもなお、5に記したような知見や情報が得られており、地域鉄道研究の成果の一つとして良いと考える。

最後に、今後の地域鉄道の調査分析において、私ども機構の知見・ノウハウによる地域社会貢献の機会が得られれば、と考えている。機構における既往の鉄道ホームドクター活用のほか、何らかの形で地域鉄道活性化の一端を担うことができれば、私ども機構にとっておおいに幸甚である。

参考文献

- 1) 鉄道・運輸機構：地域鉄道における再生・活性化へ向けた事例調査，2013.3
- 2) 浅見均，大中英次，牧村雄，山田真也，富田拓未，山下守人：地域鉄道の駅勢圏人口分析——時系列分析と将来予測，土木計画学研究・講演集，Vol.62，No.04-05，2020.11
- 3) 浅見均，三好達也，小美野智紀，竹内龍介：地方鉄道の持続可能性に関する研究——東日本旅客鉄道から経営分離された第三セクター鉄道での事例研究，地域学研究，Vol.49，No.2，pp.149-169，2020.3
- 4) 総務省統計局：人口等基本集計に関する事項，世界測地系（500mメッシュ），2000・2005・2010・2015
- 5) 国土交通省国土政策局：500mメッシュ別将来推計人口（H30国政局推計），2018
- 6) I線を営業する第三セクター会社：駅別乗降人員（一日あたり），各年度版
- 7) T県：私鉄（JRを除く）各駅別旅客乗車人員，T県統計書，統計書10（運輸・通信），表113，各年度版
- 8) 国土交通省鉄道局：鉄道統計年報，各年度版

(Received ? ?, 2021)
(Accepted ? ?, 2021)

A TRIAL STUDY FOR DEMMAND FORCASTING OF REGIONAL RAILWAYS

Hitoshi ASAMI, Eiji ONAKA, Keishiro INAMASU, Yu MAKIMURA,
Shinya YAMADA, Takumi TOMITA, and Morito YAMASHITA