

需要曲線の時系列変動を考慮した地方鉄道の 事業継続可能性に関する研究

信州大学 高瀬 達夫*¹

静岡市役所 大橋 賢二*²

信州大学 小山 健*³

By Tatsuo Takase, Kenji Ohashi, and Ken Koyama

鉄道事業法の改正によって既存鉄道事業者は一定期間を経れば地元の同意が得られなくても廃止することができるようになった。その結果、全国的に経営難に陥っている地方鉄道では廃止を視野に入れ地元自治体との協議を行っている。一方、地元自治体はその必要性を認識してはいるものの、補助金を投入することに対する住民間の温度差が大きいため対応に苦慮しているところが多い。近年では利用者以外の住民に対する理解を得るために、実際の金銭では現れてこない社会的便益を算出するケースが見られるようになってきた。また鉄道事業者においては需要予測の甘さから、急激な需要の変化への対応が遅れ、経営の深刻さが増すようになってきたことも否めない。

こうしたことに鑑み、本研究では外的影響を考慮した時系列の需要曲線モデルを作成し、このモデルを用いて長期の利用者便益計測を行うことによって、地方鉄道の価値を顕在化させ、地方自治体における補助政策の妥当性の検討を行う。

【キーワード】 時系列需要曲線モデル、地方鉄道存続問題、政策評価

1. はじめに

規制緩和にともなう鉄道事業法の改正により、既存鉄道は一定期間（廃止届を出した後1年間）を経れば地元の同意が得られなくても廃止することができることになった。その結果、全国的に経営難に陥っている地方鉄道では廃止へと踏み切られるケースが相次いで起こった。さらにこうした状況により各地で地方路線の存続問題が顕在化し、その問題が地域住民の議論の大きな対象となり、当該自治体も補助を行うためには説明責任が求められたり住民のコンセンサスを得たりすることが重要となってきた。しかしながら現実には沿線住民と沿線住民以外の間、さらには沿線住民の中でも利用者と非利用者の間では温度差が非常に大きいため住民のコン

センサスを得ることが難しいため、地方自治体トップはこの問題に対する舵取りに苦慮している。現在これらの問題を抱えている多くの自治体では、対策協議会や検討委員会を立ち上げて沿線住民や利用者に対して協力の要請を行ったり、自治体全域の住民に対し存続の必要性について理解を求めるための根拠の呈示が行われたりしている。この存続のための根拠としてしばしば用いられているものが費用対効果の分析であり、効果については従来のように単に利用者の需要予測を行いその結果に基づいて事業者の損益を求めるだけではなく、鉄道利用者の消費者余剰や鉄道を廃止して代替手段に変えた場合（with-without）の社会的便益までを効果として計測する等の手法¹⁾が用いられている。

with-without ケーススタディでは各項目ごとに一般化費用を用いて便益を算出し、総合計を単年度の総便益とする方法であるが、長期の便益算定の際には単年度の便益に年数を単に算出することになり誤差を大きく生じやすいと考えられる。なぜならば総

*1 工学部社会開発工学科 026(269)5307

*2 静岡市 054(254)2111

*3 工学部社会開発工学科 026(269)5281

便益のうち道路交通混雑緩和による走行時間短縮の便益が大きな割合を占めているため、鉄道が廃止された当初は都市中心部において混雑も予想されるがドライバーのルート変更や渋滞緩和策によって計測される走行時間短縮の便益は計測結果よりも小さくなると思われるからである。

一方、鉄道存続のための具体的な施策を考える場合には非集計モデル等を用いて利用者の行動モデルを作成することが簡便な方法であるが、近年の経営難に陥っている地方鉄道では、運賃を改定していないが利用者数は減少しているため、費用を説明変数とした場合有意な値が得られないことが考えられる。

こうしたことに鑑み、本研究では利用者便益を算出するために需要曲線を利用者アンケートデータより作成し、自動車利用のサービスレベルや総需要の経年変化にともなう需要曲線の時系列変動を考慮したモデルを作成する。このモデルを用いて長期の利用者便益計測を行うことにより、地方鉄道の価値を顕在化させることができ、地方自治体における政策決定の際の指標として用いるあるいは政策の妥当性の検討材料とすることができる。

2. 地方鉄道廃止問題の現況

改正鉄道事業法が施行された2000年3月以降全国各地のローカル線で廃止の表明が相次ぎ、それぞれの地元自治体の対応の違いにより、廃止あるいは第三セクター等の新会社による存続決定がなされている。施行以降まず2001年の4月に下北交通の大畑線が廃止されバス代替運行となった。そして10月には名古屋鉄道八百津線と谷汲線の全線及び揖斐線と竹鼻線の一部区間が地元自治体が赤字補填を受け入れなかったため廃止された。そして竹鼻線を除く路線では代替バスが運行されたが、2005年にはこのうち谷汲線では代替バスまでもが廃止に至った。

2002年には長野電鉄河東線の一部（通称木島線）が廃止となったことに対して、加越能鉄道の一部が万葉鉄道、京福電気鉄道の一部がえちぜん鉄道へとそれぞれの県（富山県（万葉）、福井県（えちぜん））と沿線市町村（高岡市・新湊市（万葉）、勝山市・福井市など（えちぜん））による第三セクターへの引継ぎがなされ存続されることとなった。

2003年に入った早々の1月に和歌山県の有田鉄道が廃止され、暮れにはJR西日本の可部線が廃止された。その一方で近畿日本鉄道が廃止を表明した北勢線では三重県が資産取得費用、沿線自治体が10年間の運行経費を補助することにより、三岐鉄道によって存続された。さらに2004年以降北勢線では活性化を図るために、「北勢線高速化事業」「西桑名駅乗り継ぎ円滑化事業」「北勢線近代化事業」「その他リニューアル事業など」の4事業が進められている。

その後、2004年には名古屋鉄道三河線の一部が廃止され、2005年にはのと鉄道能登線の一部、日立電鉄そして名古屋鉄道揖斐線と岐阜市内線等の軌道線が相次いで廃止された。

最近では南海電気鉄道貴志川線が地元の強い要望によりわかやま電鉄貴志川線として存続されたが、このケースは沿線の市民組織が地元自治体を動かした1つの大きな事例である。このとき市民組織の1つである和歌山市民アクティブネットワークの貴志川線分科会が費用対効果の分析を行い、行政を動かした一つの要因となっている。また第三セクターによる運営ではなく公募を行って運営主体を決定したことも特筆すべきことであろう。しかしながら廃止の潮流も止めることは無く、北海道ちほく高原鉄道ふるさと銀河線が2006年4月に廃止され、さらに12月には神岡鉄道神岡線の廃止が予定されている。

3. 時系列型の需要曲線モデル

本研究では利用者便益を求めるために需要曲線を用いるが、近年交通機関における利用者便益を計測するには非集計ロジット型の選択行動モデルを作成し、Williams²⁾に準じた方法で利用者便益を貨幣換算して求めることが多い。しかしながら、現在の地方鉄道のように料金を全く変えていないかもしくは値下げ傾向にあるが利用者は減少の一途をたどっているようなケースでは、説明変数に用いる費用のパラメータが有意でないかあるいは正となってしまうことが考えられるため、この方法を用いることが難しい。そのためここではあえてCVMや支払意思額というアンケート調査を行って需要曲線を導出し、利用者便益を測定することとした。しかし長期間の便益を求める際には単にこの利用者便益に年数を掛

けて算出することは好ましくない。なぜならばこの需要曲線はさまざまな外的要因によって移動するからである。具体的にはまず一つ目の要因として図1に示すような総需要が変化する場合が挙げられる。例えば沿線人口が増加した場合需要の自然増の影響によりそれまでの需要曲線DTが右方向にシフトし新たな需要曲線DT'となる。そしてそれにとりもなう利用者便益の増分は斜線で示した部分となり、そして事業者の運賃収入の増分は長方形ABB'A'となる。またこの需要曲線は費用以外の鉄道サービスレベルの向上や代替交通手段のサービスレベルの変化によっても移動する。前者では例えば運行本数を増やすことにより図2に示すように需要曲線DTが右方向にシフトして需要曲線DT''となる。また後者の例としては鉄道路線と平行した道路の整備が行われ自動車の所要時間が減少することにより、需要曲線DTが左方向にシフトして需要曲線DT'''となる。

図1に示したような沿線人口が増加し交通全体の需要が増加する場合には、鉄道以外の他の代替手段においても同じようにそれぞれの需要曲線が右方向にシフトすることにより利用者便益が増大する。しかしながら、鉄道のサービスレベルを向上させた場合には、図2に示した需要曲線がDTからDT''へと右方向にシフトし、その一方で図3に示した自動車利用の需要曲線はDCからDC''へと左方向にシフトする。これに対して自動車の利便性が高まった場合

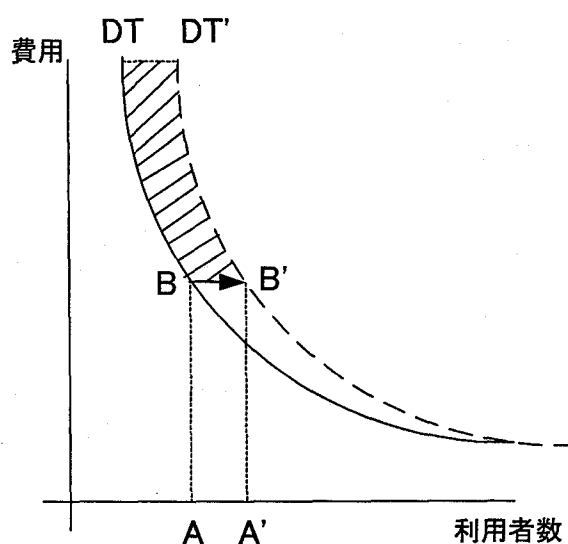


図1. 沿線人口の増加による需要曲線のシフトと利用者便益

には自動車利用の需要曲線がDCからDC'''へと右方向にシフトするのに対して鉄道利用の需要曲線はDTからDT'''左方向へする様に逆の動きをする。

本研究では以上に示した理由で鉄道の需要曲線が外的要因の変化によって時系列的にシフトすることを考慮した需要曲線モデルの構築を行う。まず基本曲線の需要関数を式(1)のように仮定し、ここでは外的要因として総需要の変化と自動車の利便性の向

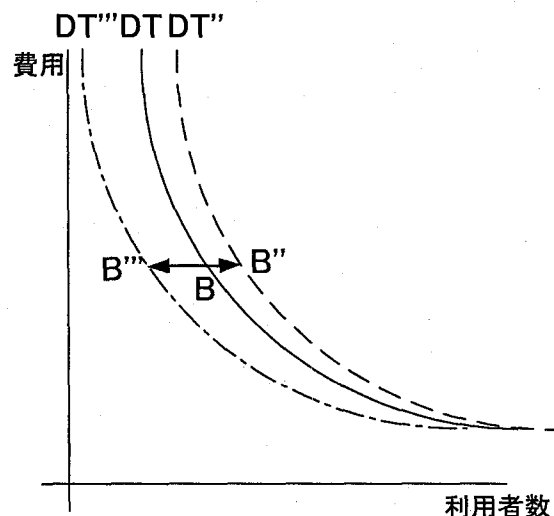


図2. サービスレベルの変化による鉄道利用の需要曲線のシフト

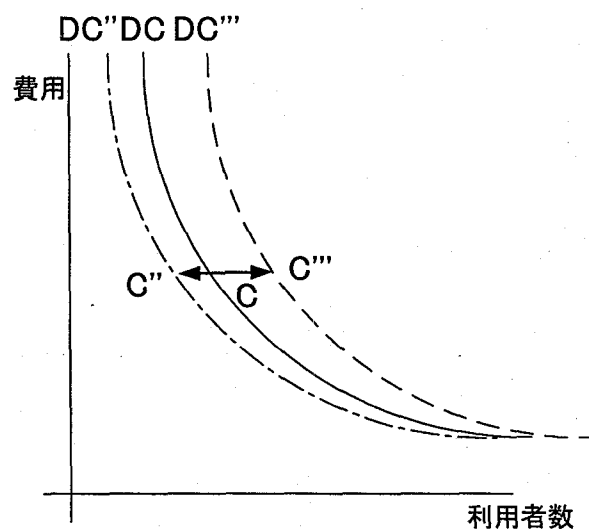


図3. サービスレベルの変化による自動車利用の需要曲線

用者アンケートデータを用いた。この調査では個人属性や利用状況、サービスに関する意識調査のほかに、運賃の変化させた場合の利用可能性の有無についての質問項目がある。また今回のアンケートの有効回答者数は170であった。このデータを用いて式(1)のパラメータの推定を行った結果を表1に示す。ただし簡易に推定を行うために式(1)の両辺の対数をとった形で重回帰型のモデル推定を行っている。さらに推定された需要曲線と実測値を図6に示したが、ここではサンプル数に拡大係数を掛けて実際の平成15年度の年間利用者数にあわせている。

次に、この需要曲線を基に交通総需要の変化と自動車利用のサービスレベルの変化を考慮した時系列の需要関数を作成する。推定結果を表2に示したが、今回の研究では平成9年から平成16年までの8年分の輸送人員・沿線内人口・自動車保有台数・自動車平均所要時間データを用いて式(2)に示すようなモデルを作成し、パラメータの推定を行った。た

表1. パラメータ推定結果

変数名	係数	t 値
log 対キロ運賃(β)	-1.89	42.7
定数項($\log \alpha$)	9.29	114.6
決定係数	0.9465	
サンプル数	170	

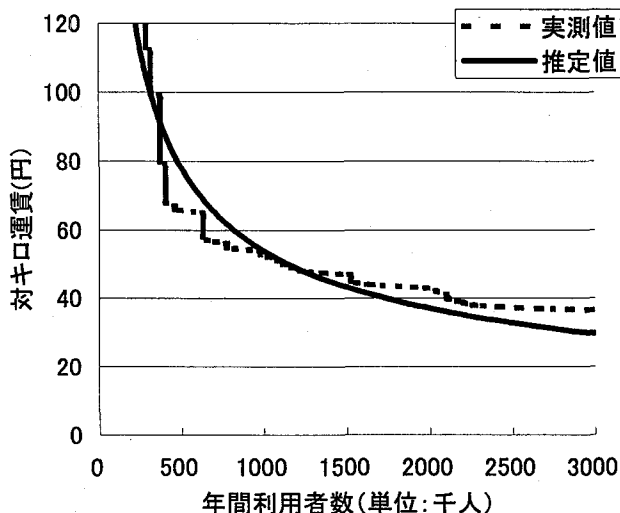


図6. 推定した需要曲線と実測値との比較
(平成15年度)

表2. 時系列モデルのパラメータ推定結果

変数名	係数	t 値
自動車保有台数増減数	-22.6	-3.5
自動車時間短縮率	-4383.6	-4.2
重相関係数	0.853436	

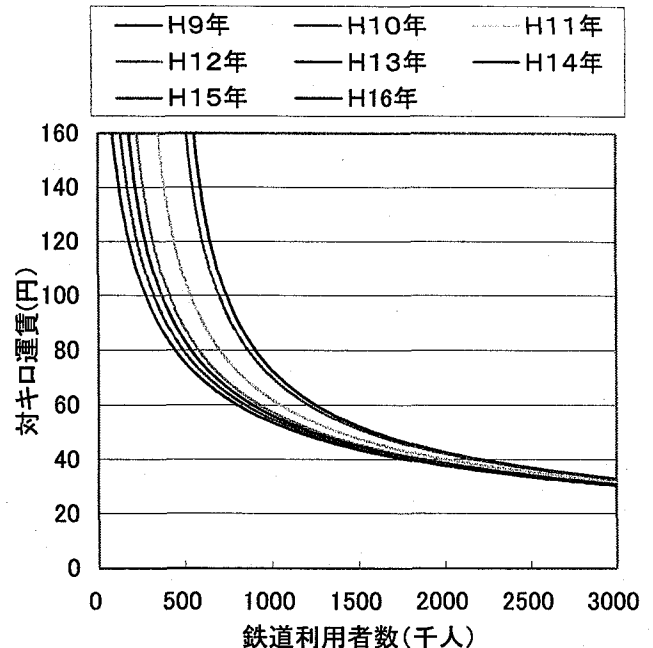


図7. 需要曲線の時系列変化
(平成9年～平成16年)

だしここでは沿線内人口の増加に伴う交通総需要の増加分に関しては交通機関分担率が変わらないものとして配分することと仮定した。このため式(2)中の沿線内人口 q_t に関してのパラメータは不要となっている。さらに得られたパラメータを用いて各年度ごとの需要曲線を示したものが図7である。

図7中の一番右の曲線が平成9年のもので年々左方向へシフトし、最終的に一番左側の曲線が平成16年の需要曲線となっている。また平成10年から平成12年にかけてシフトの幅が大きくなっているが、これはこの間に道路整備が進み、自動車の所用時間が大きく短縮したことに起因している。そして表3に需要曲線からの求められた推定値と実測値との比較を行っているが、すべての年度で実測値より小さい値となった。これは基準となっている平成15年の需要モデルの誤差が時系列モデルにそのまま移行され、すべての年度に対して影響を与えること

表 3. 需要曲線からの推定値と実測値との比較

年度	実測値 (千人)	需要曲線か らの推定値 (千人)	誤差 (%)
平成 9 年	1762	1640	-6.9
平成 10 年	1681	1600	-4.8
平成 11 年	1519	1440	-5.2
平成 12 年	1390	1320	-5.0
平成 13 年	1340	1286	-4.0
平成 14 年	1290	1283	-0.5
平成 15 年	1270	1240	-2.4
平成 16 年	1240	1197	-3.5

になってしまうため、今後は基本モデルの精度の向上やモデルの改良をしていく必要がある。

5. 将来需要曲線の予測と利用者便益の計測

ここでは本モデルを用いて将来の需要曲線を推定し、そして各年度ごとの需要曲線より得られる利用者便益に着目し、上田市が行った平成 16 年度から 3 年間に約 2 億 6 千万円の補助を行った政策の妥当性についての検討を行い、さらに今後の補助政策

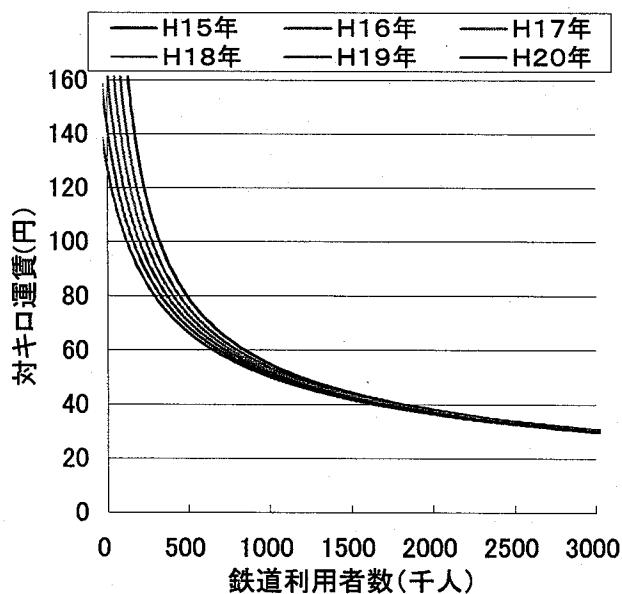


図 8. 需要曲線の時系列変化
(平成 15 年～平成 20 年)

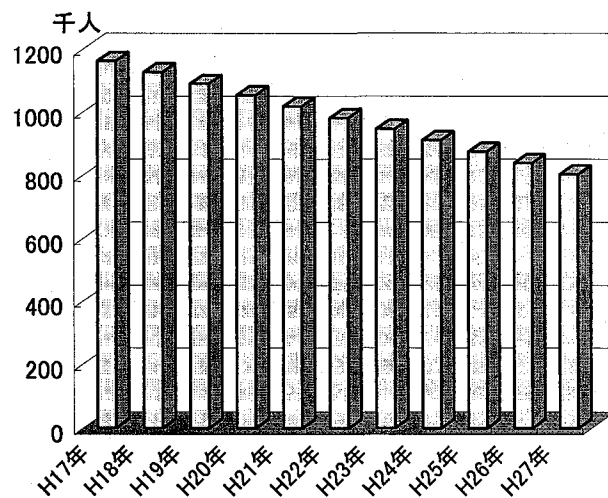


図 9. 平成 17 年度以降の予測輸送人数

利用者便益(百万円)

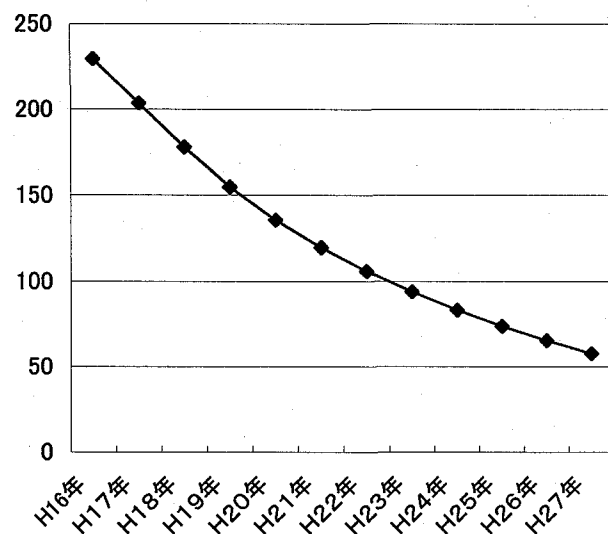


図 10. 利用者便益の推移

の継続性の是非について検討を行う。まず平成 17 年度以降の需要曲線を求めるためには沿線内人口と自動車保有台数を推定する必要がある。そこでそれぞれについて平成 9 年から平成 16 年までのデータを利用して線形回帰モデルを作成し、平成 17 年度以降の人口増減数、自動車保有台数増減数を求めた。そしてそれらの値を用いて作成した平成 17 年度以降の需要曲線を図 8 に示した。さらにこの需要曲線をもとに図 9 に現在と同一運賃にしていた場合の予測輸送人数を示した。これらのデータから予

測されることは、このまま何も政策を施さなければ今後も利用者の減少に歯止めがかからないということである。

次に作成した各年度の需要曲線を利用して消費者余剰で表される利用者便益を計測して現在実施されている政策の検討を行う。各年度の利用者便益の計測結果を図 10 に示した。これによると平成 16 年から 3 カ年間の利用者便益の合計は 6 億 1 千万となっており、上田市が投入した平成 16 年度から 3 年間の約 2 億 6 千万円については問題がないように見受けられる。さらに今後 10 年間に約 15 億円の安全対策のための設備投資が必要とされているが、平成 16 年から平成 27 年までの 12 年間の利用者便益の合計が 15 億円となっていることから今後 10 年間の補助政策は妥当であると思われる。しかしながら、利用者便益は年々減少傾向にあり、平成 20 年以降は必要とされている設備投資の年間平均額の 1.5 億円を割り込んでしまうことから、今後は有効な利用者増加対策をとっていかねば、近い将来に存続問題が再燃することが予想される。

6. まとめ

本研究ではまず近年の地方赤字鉄道の廃止や新会社への移行による存続がなされた事例の整理を行った。存続された鉄道では地元住民の盛り上がりが必要であるが、地域全体の住民のコンセンサスを得るための鉄道が必要であるという数値的根拠を示すなど行政サイドの努力も必要である。この数値的根拠としては当該鉄道の社会的便益や廃止によって失われる利用者便益等が主に用いられている。こうしたことを踏まえて次に時系列型の需要曲線モデルを提案し、事例研究として存続問題に直面している上田電鉄別所線(旧上田交通別所線)を取りあげ、鉄道利用者の時系列需要曲線モデルを作成し、そのモデルを用いて将来の需要曲線を予測して各年度の利用者便益の算定を行い、上田市の補助政策の妥当性についての検討を行った。実際に上田市は平成 16 年度から 3 年間の約 2 億 6 千万円の補助を行っているがこれについては妥当であるとの結果が得られた。

今後の検討課題としては時系列需要曲線モデル

の精度をよりよくするためには外的要因や貨幣価値の変化を取り入れたモデル作りが必要であると思われる。また将来予測の際には説明変数の予測が不可欠であるが、ここで生じた誤差が時系列モデルの精度を下げてしまう欠点があるため、そちらのモデルにも注視する必要があると思われる。

【参考文献】

- 1) 運輸省鉄道局：鉄道プロジェクトの費用対効果マニュアル 99, 運輸政策研究機構, 1999
- 2) Williams, H.: On the Formation of Travel Demand Models and Economic Evaluation Measures of User Benefit Environment and Planning A, Vol.9, pp.285-344, 1977
- 3) 国土交通省北陸信越運輸局「地方中小民鉄の輸送サービスの高度化に関する調査」報告書, 2004

Economical Analysis of a Local Railroad Using Time-series Demand Curve

By Tatsuo Takase, Kenzi Ohashi, and Ken Koyama

Recently, the problem with sustaining local railroads has been actualized as deregulation concerning transportation advances. Moreover, this problem has a big influence on the local administration that faces budget deficit and the resident life that confronts an aging population. The number of railroad users is decreasing because the ratio of car user's is very high in the local city now, so it is doubtful whether the local rail transportation can continue. It goes without saying that the local railroad is one of the most important forms of transportation for the region, but the sizeable subsidy to the railway is a large encumbrance for the local government. Furthermore, the accountability is needed from the local government for such a subsidy delivery in recent years, so numeric grounds are necessary to obtain residents consent. For such a reason, in this research users benefits are estimated using time-series demand curve.