

鉄軌道廃線の影響分析 -岐阜600V線区を対象として-

岩田 知也¹・加藤 博和²

¹非会員 北海道 総合政策部 地域行政局市町村課 (〒060-8588 札幌市中央区北3条西6丁目)

E-mail: iwata.tomoya@pref.hokkaido.lg.jp

²正会員 名古屋大学 大学院環境学研究科 准教授 (〒464-8603 名古屋市千種区不老町C1-2(651))

E-mail:kato@genv.nagoya-u.ac.jp

岐阜市とその周辺で2005年に廃線となった鉄軌道（岐阜600V線区）を対象に、費用便益分析、および交通利便性指標を用いて廃線の影響を分析することで、鉄軌道が地域にどのような影響をもたらしたかを分析した。費用便益分析においては、交通行動に関する離散選択モデルを用いて交通網に対する需要関数を推計し、消費者余剰アプローチにより分析を行った。その結果、廃線によって、公共交通利用者および事業者の余剰が合計で年間約6.4億円改善されたことが分かった。ただし、利用者の余剰は減少した。詳細なメッシュ単位での分析を併せて行ったところ、かつて鉄軌道は岐阜の都市空間構造に有意な効果を与えていたが、廃線時点では有意な効果を与えていなかったことが示唆された。

Key Words : railway and tramway, cost benefit analysis, accessibility indicator, urban spatial structure

1. はじめに

近年、日本の各地で鉄軌道の廃線が少しずつ進んでいる。その大半は、長年地域公共交通を担ってきたが、モータリゼーションや人口減少、少子化といった時流に鉄軌道がついていけず、存続が不可能となったものである。地域には、鉄軌道に愛着を持ち何としてでも残していきたいと考える住民もいれば、自分は何年も利用したことがなく、存続する必要はないと考える住民もあり、存廃の判断を冷静に行うことは容易ではない。しかしながら、その鉄軌道が地域の負担によって費用をかけて存続するに足るか否かを定量的に検討することは、判断の材料として重要な情報を提供するであろう。具体的には、現状通り運行する場合、投資しサービス水準を高める場合、そして廃線する場合について、どの程度の費用がかかり便益が得られるか、また地域の交通利便性をいかに確保できるのかについて定量的に分析を行うことが必要である。

岐阜市とその周辺部においても、2005年3月31日に名古屋鉄道600V線区36.6kmが全線廃止となった。600V線区とは、岐阜市内線、揖斐線、美濃町線、田神線の4路線から構成され(図-1)、岐阜市内線のほぼすべての部分および田神線全線が道路上を走行する軌道であり、揖

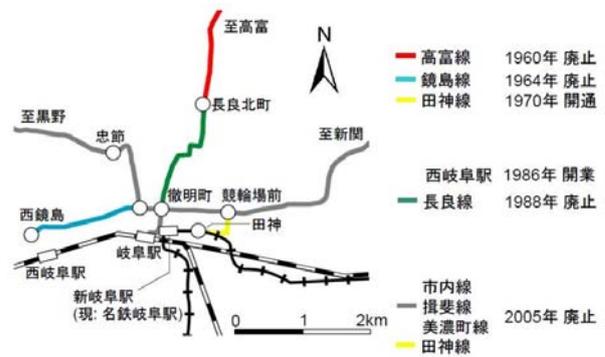


図-1 岐阜600V線区路線図

斐線全線および美濃町線のほぼ全線が専用軌道であった。名古屋鉄道が撤退を表明した後、いくつかの事業者が存続に名乗りを挙げたものの、結局引き取るにはいたらず、廃線に至った経緯がある。廃線検討から代替交通運行に至る経緯については既報¹⁾を参照されたい。また、廃線後の代替交通の状況の一部については渥美²⁾が、道路交通の状況については岐阜市役所³⁾がまとめた報告がある。ただし、総合的にどの程度の影響があったかをまとめた研究は存在していない。

そこで本研究では、費用便益分析、および交通利便性指標を用いて廃線の影響を分析することで、鉄軌道が地

域にどのような影響をもたらしたかを明らかにすることを目的とする。

2. 岐阜600V線区廃線の費用便益分析

費用便益分析を用いて、岐阜 600V 線区廃線の評価を行う。そのため以降の分析では、公共交通網のもたらす効果を以下の2種類に分類する。

1. 直接的効果：利用者便益の向上、事業者の赤字拡大など
2. 間接的効果：外部性（渋滞軽減など）

それぞれについて便益と費用の考察を行い、最終的に両者を比較考慮することにより、鉄軌道廃線および代替案の分析を行う。

分析における代替案の設定として、1)代替ケース：鉄軌道廃線後に設定された代替バス網、2)代替割引ケース：政策の代替案として、鉄軌道を廃線すると同時に代替バスを設定し、乗継運賃割引を実施した場合、3)割引ケース：鉄軌道を存続させ市内交通網間の乗継運賃を割引した場合、の3ケースの考察を行う。

(1) 直接的効果の分析

交通網敷設の中心的な目的は沿線利用者の交通利便性の向上にあり、交通網敷設の直接的な便益とは、利用者満足度の水準、つまり利用者（消費者）の便益である。一方で、直接費用は、交通網を敷設・維持するための費用であり、今回のように交通網の廃線を考える場合には、施設の運営維持費を費用として考えればよい。そのため本分析では、鉄軌道廃線による最終的な社会的余剰の変化分を導出するために、利用者の便益から運営費等の費用を引いたもの、つまり、利用者の余剰変化分と、交通網を管理する事業者の余剰の変化分の合計を考える。

a) 利用者便益の推計

集計ロジットモデルを用いて沿線住民の交通機関選択特性を分析することで、利用者の交通網ごとの需要関数を推計し、これを用いて利用者便益を消費者余剰アプローチにより算出する。

モデルでは、利用者が鉄軌道を利用する経路(経路 T)、バスを利用する経路(経路 B)、自動車を利用する経路(経路 C)の3つの中から、各経路で要する時間、費用、乗換回数、移動距離、交通機関の特性の5要素に応じて選択することを想定する。個人*i*の選択行動を説明するためのロジットモデルは以下の式で表すことができる。

$$P_{ij} = \frac{\exp(V_{ij})}{\exp(V_{iB}) + \exp(V_{iT}) + \exp(V_{iC})}$$

表-1 事業者の余剰変化

	代替	代替割引	割引
軌道廃線の影響	10.36	10.36	0
代替バスの影響	-0.31	-0.31	0
運賃減額の影響	0	-0.37	-0.46
総計	10.05	9.68	-0.46

(単位/億円)

表-2 直接的効果の分析結果

		代替	代替割引	割引
余剰の変化額	利用者	-3.62	-2.59	1.29
	事業者	10.05	9.68	-0.46
	(運賃減)		-0.37	-0.46
厚生の改善額		6.43	7.09	0.82

(単位/億円)

P_{ij} ：経路*j*を選択する確率

$$V_{iB} = \alpha + \beta_1 price_B + \beta_2 time_B + \beta_3 trans_B + \beta_4 distance_B + \beta_5 bus_dummy$$

$$V_{iT} = \alpha + \beta_1 price_T + \beta_2 time_T + \beta_3 trans_T + \beta_4 distance_T$$

$$V_{iC} = \beta_1 price_C + \beta_2 time_C + \beta_3 trans_C$$

V_{ij} ：経路*j*に対する効用水準の確定項、 $price_j$ ：経路*j*の価格、 $time_j$ ：経路*j*の所要時間、 $trans_j$ ：経路*j*の乗換回数、 $distance_j$ ：移動距離、 bus_dummy ：バスダミー、 α ：定数項

b) 事業者の余剰変化の分析

交通網を運営する事業者の余剰は事業者の経常収益であると考えられる。廃線の分析において事業者が廃線前に赤字を出していた場合には、赤字額がその余剰の増加分であると考えられることができる。今回のケースにおいて、名古屋鉄道は年間約10億円の赤字を岐阜600V線区の運営において発生させていたため、鉄軌道の廃線によって鉄道事業者は約10億円分余剰が改善することとなる。しかし、鉄軌道が廃止された後に設定された路線バスを運営する岐阜乗合自動車(以下岐阜バスという)では毎年約3千万円の赤字を計上していることから、【1)代替ケース】における最終的な事業者の余剰変化分は、両者の差分となる。また、乗継運賃の割引を仮定する政策代替案では、割引に伴う収入の減少分が事業者費用として加算されることとなる。

以上をまとめると、事業者の余剰変化は、表-1のとおりとなる。

c) 鉄軌道廃線による直接的効果の分析

a)、b)より、利用者と事業者の余剰変化を分析した結果が表-2になる。

この結果から、直接的な効果においては、鉄軌道を廃線し路線バス網を設定した【1】代替ケースにおいて、社会厚生が改善したことが分かる。また、鉄軌道を廃線し乗継運賃割引を導入した【2】代替-割引ケースでは厚生は改善額はさらに大きくなる。

また、鉄軌道を維持しながら乗継運賃割引を実施する【3】割引ケースにおいても、事業者側の負担は拡大するものの、利用者の余剰が改善し、社会全体として余剰が改善される。

(2) 間接的効果の分析

本節では、交通網が沿線に与えていた間接的な効果を分析するために、鉄軌道廃線に伴う外部効果を、交通に影響を与える外部性と、都市空間構造に影響を与える外部性の2種類に分けて分析を行う。

(a) 交通に影響を与える外部性

交通に影響を与える外部性としては、公共交通網の削減・変化に伴う道路交通量増加による渋滞や事故の増加、自動車利用増加による環境負荷が考えられる。渋滞状況および事故件数については道路交通センサス、「ぎふ交通統計」⁴⁾からその変化を計測する。また、直接的効果を分析する際に導出した各交通網の需要関数を用いることで、道路交通の変化を推計し、その変化に伴うCO₂排出量の変化を分析した。以下の結果を表-3に示す。

この結果から、鉄軌道を廃線した場合にはさらなる環境負荷が発生し、鉄軌道を存続し乗継割引を行った場合にのみ、外部不経済を軽減させられることが分かった。なお、CO₂ 価格の変動による結果への影響は軽微であり、以下では、中位値である19€/tを採用して分析を行う。

鉄軌道廃線によって自動車利用者が増加すれば渋滞は悪化することが一般的に考えられるが、一方で軌道が撤去されることで車線数が増加するうえ、鉄道車両への配慮も必要ないためスムーズな交通流の確保が可能になることも考えられる。渋滞状況に関しては道路交通センサスの平成11年度版と平成17年度版より、岐阜市の鉄軌道沿線および中心市街地の道路交通量の変化をみる。その結果、郊外から中心市街地に向かう路線において、廃線後に交通量は増加したが、中心市街地では自動車交通需要自体が減少し、混雑度も緩和されていた。また、岐阜市による交通量・渋滞長の調査報告「路面電車廃止に伴う交通量・渋滞長影響調査について」でも、揖斐線方面および美濃町線方面ともに「交通量に大きな変化はなく」と報告されている。

次に交通事故は、鉄軌道の安全対策が万全といえる状況ではなく、鉄軌道がからむ事故も死亡事故を含め発生していた。「ぎふ交通統計」に記載された事故件数によ

表-3 CO₂排出による外部不経済の推計結果

		代替	代替-割引	割引
CO ₂ (t)		898.628	850.953	-160.944
金銭換算 (億円)	低位	0.005	0.005	-0.001
	中位	0.020	0.019	-0.004
	高位	0.023	0.022	-0.004
CO ₂ 価格は低位5€/t、中位19€/t、高位22€/tとして算出 為替レートは、114.95円/€(2011/3/10のレート)を採用				

表-4 統計検定量

地価変動率(2002-2007)			人口密度(2005)		
	平均値	t値		平均値	t値
500m以内	-0.265	-0.023	500m以内	824	
1000m以内	-0.265	-0.023	1000m以内	785	0.646
1500m以内	-0.266	0.221	1500m以内	757	1.181
2000m以内	-0.266	0.337	2000m以内	735	1.643
2500m以内	-0.266	0.582	2500m以内	726	1.853
3000m以内	-0.267	0.823	3000m以内	728	1.890

(左表単位% 右表単位/人)

左列数字は鉄軌道沿線からの距離(m)中に含まれるメッシュを指し、平均値の列はそれらメッシュの値の平均値を指している。

表-5 各効果の変化

	代替	代替-割引	割引
直接的効果	6.43	7.09	0.82
利用者余剰	-3.62	-2.59	1.29
事業者余剰	10.05	9.68	-0.46
間接的効果	-0.02	-0.02	0.00
交通への外部性	-0.02	-0.02	0.00
都市空間構造への外部性	変化なし	変化なし	変化なし
総計	6.41	7.07	0.83

(単位/億円)

り、廃線前後の事故件数を比較した結果、事故の減少率は岐阜中警察署管内、および鉄軌道沿線では、岐阜県全域と比較して若干ではあるが高くなっている程度であり、大きな差は見られない。

以上のように、渋滞や事故に関しては影響は検出されなかったことから、今後の分析でも考慮しない。

(b) 都市空間構造に影響を与える外部性

都市空間構造に影響を与える外部性としては、沿線への住民集積効果や、沿線の経済活性化、中心市街地の活性化などが考えられる。宇都宮・服部⁵⁾は、LRTの外部効果の直接的な指標として不動産価格の変化、間接的な指標として中心市街地における歩行者流入を挙げている。

本研究では、人口・地価について、鉄軌道の廃線前後の比較分析を行い、沿線地域にいくらかの影響が発生したかを分析し、鉄軌道存在自体の効果を考察する。

鉄軌道廃線前後において沿線の地価が変化しているか、また人口密度が他地域に比べて高くなっているのかを検定するため、地域メッシュを用いた分析を行ったところ、表-4に示すように地価変動率、人口密度(2005年国勢調

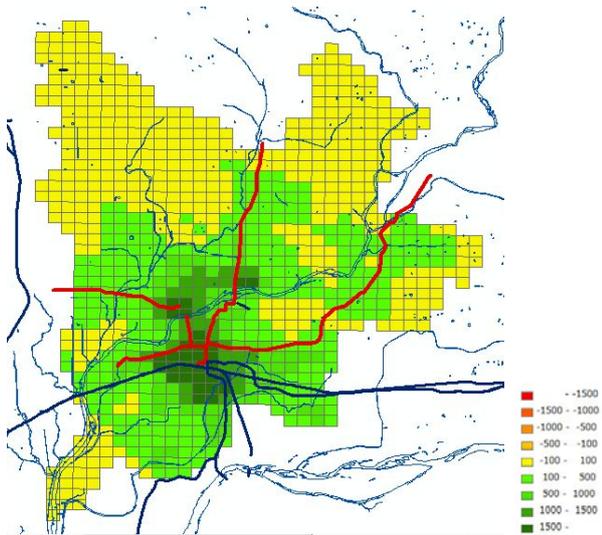


図-2 1920～1970年の各メッシュ人口変化（人）¹

赤線：600V線、青線：国鉄および600V線を除く名古屋鉄道線

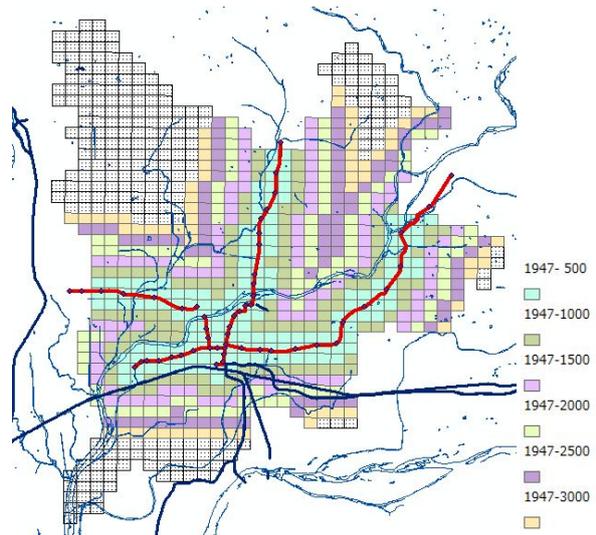


図-4 岐阜600V線区の駅からの距離(1947年)

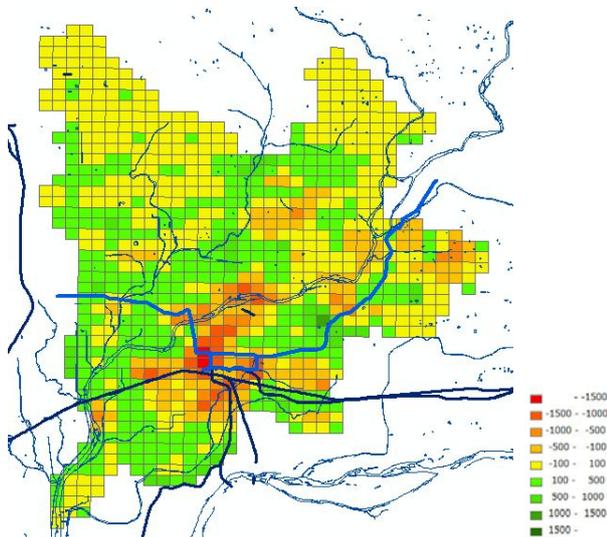


図-3 1980～2005年の各メッシュ人口変化（人）

査による)ともに、鉄軌道の存在による効果を確認することはできなかった。なお、ここで地価については、各年の都道府県地価調査における調査価格を、GISを用いて地価を推計し、各メッシュの中心点をそのメッシュの地価として代表させている。

また、中心市街地の活性化については、岐阜市中心市街地活性化基本計画のフォローアップ報告を参照したところ、岐阜600V線区が中心市街地の活性化に対して大きな影響を与えてはいないと解釈した。

(3) まとめ

これまでの分析結果をまとめると、表-5のようになる。表中、都市空間構造の外部性に含まれている地価や人口集積の効果は、その他の効果の中に含まれている可

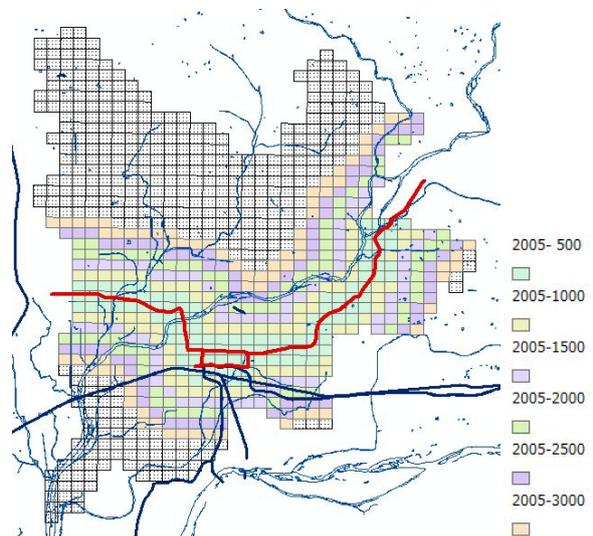


図-5 岐阜600V線区の駅からの距離（2005年）

能性がある。しかし、本分析では鉄軌道によって地価変動や人口集積の効果がみられなかったことが明らかにされており、最終的な分析結果に影響はないと考えられる。

この結果から、岐阜600V線区廃線は社会厚生を改善するという意味では効果があったと考えられる。ただし、公共交通網の連絡性を高める施策、例えば公共交通網間の乗継運賃割引を導入した場合には、鉄軌道を存続させていても社会厚生を改善できたことが分かった。鉄軌道を廃線し乗継割引を導入した場合でも事業者の厚生は大きく改善しており、利用者の厚生を保つ形でバス路線の再編を行うことで、利用者・事業者双方の厚生を改善する可能性があることを示している。

3. 岐阜600V線区が沿線に与える効果の変化

図-2 に示した、1920 年から 1970 年における岐阜市内各地区の人口変化（4 次メッシュ〈500 メートル四方〉単位）をみると、鉄軌道沿線において増加しており、他鉄道路線も含めた非沿線地域では増加はさほどみられていない。このことから、1920 年から 1970 年にかけては鉄軌道が人口集積に影響を与えてきたように見える。

次に、1980 年から 2005 年までの人口密度の変化をまとめた図-3 をみると、中心市街地において特に人口が減少している。さらに、郊外においては鉄軌道の沿線にかかわらず人口が減少している地域もみられる一方、非沿線でも人口が増加している地域が存在することが分かる。

ここで、人口密度の経年変化に対して、鉄軌道が有意に影響を与えているかの検定を、前節で行ったものと同様の推計法により行った。検定にあたり、鉄軌道の駅から 500m に含まれるメッシュ(1947 年時点では 170, 2005 年時点では 111 個, 以下同様), 1000m に含まれるメッシュ(283, 189 個), 1500m に含まれるメッシュ(383, 258 個), 2000m に含まれるメッシュ(482, 332 個), 2500m に含まれるメッシュ(564, 402 個), 3000m に含まれるメッシュ(626, 472 個)をそれぞれ抽出した。図-4, 5 右の解説ではそれぞれ、駅から 500m 以内に含まれるメッシュから順に、各右側の数値を各駅からの m での距離として追加的に含まれるメッシュを表している。

検定の結果は表-6 のようになった。この表からも分かるように、1920 年からは沿線において 1500m 以遠との比較では有意に住民を集積させてきたことが分かる。一方で 70 年以降においては、2500m 以遠との比較においては有意に人口が減少している。また、必ずしも有意ではないが、1000m 以内の沿線地域において特に周辺と比較して人口が減少するという負の効果が生じている。

4. 沿線に与える効果の変動要因分析

前節では、鉄軌道が地域に与える影響が、時代を経ることで低下していることを示した。本節ではこの要因を、交通利便性を表現するアクセシビリティ指標を用いて分析するとともに、定性的な観点からも考察を行う。

(1) アクセシビリティ指標の定義

移動利便性を表す指標としてポテンシャル型アクセシビリティを用いる⁹⁾。この指標は、住民が魅力と感ずる施設(例えば、商業地、病院、学校など)との空間的隔たりに指標化したものである。地域をメッシュに分割し、

表-6 人口変化(人)に関する検定結果

	1920-1970		1970-2005	
	平均値	t値	平均値	t値
500m以内	644		-203	
1000m以内	544	1.679	-167	-0.345
1500m以内	470	3.195	-107	-1.026
2000m以内	416	4.554	-46	-1.861
2500m以内	374	5.732	-5	-2.526
3000m以内	349	6.504	31	-3.165

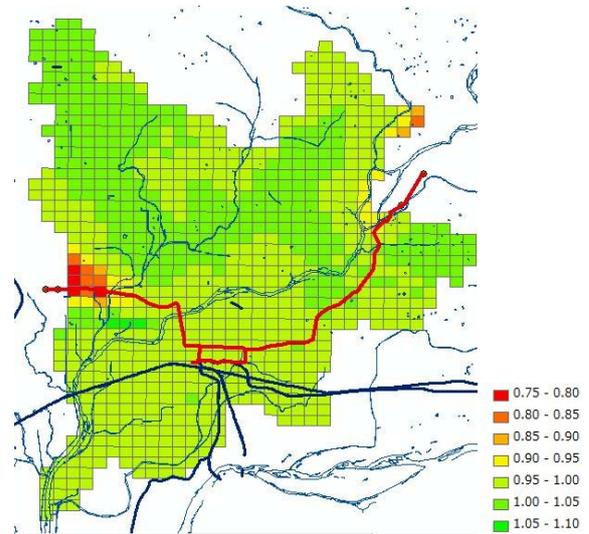


図-6 鉄軌道廃線と代替バス設定による公共交通アクセシビリティ指数の変化(廃線前を1としたときの値)

そのメッシュ内にすべての施設が存在した場合には1の値をとり、地区と空間的、時間的距離が離れるに従い、数値が減少していく指標となる。

具体的には、以下の式によって定義される。

$$AC_i^m = \sum_k (\beta^k AC_i^{km}), \quad AC_i^{km} = \sum_j \{AT_j^k \exp(-\alpha^{km} c_{ij}^m)\},$$

$$AC_i^{km} = \frac{AC_i^{km}}{\sum_j AT_j^k}, \quad \sum_k \beta^k = 1$$

i: 評価地区, j: 近隣地区, J: 地区総数, k: 評価項目(移動目的), K: 項目総数, m: 交通手段, AT^k : 評価項目 k の魅力度, c_{ij}^m : 地区 i から地区 j へ交通手段 m で移動する際の交通抵抗(一般化費用), α^{km}, β^k : パラメータ

尾形ら⁷⁾は、上記の式について、パラメータ値を地域住民へのアンケート結果より推計しており、本分析でもその値を利用する。

図-6 は、このアクセシビリティ指標を用いて、鉄軌道廃線前後の値の変化を表示したものである。この図のように、岐阜市西部で交通利便性が悪化している地域があるが、市全体でみれば大きな変化は起こっていないことが分かる。

(2) アクセシビリティ値低下が小さかった要因の検討

アクセシビリティ値は、当地区から他地区へ移動する際の交通抵抗が高ければ高いほど低下する。ここでの交通抵抗とは公共交通の速達性および頻度を考慮した待ち時間を含めたものである。そこで、岐阜 600V 線区の速達性にどのような問題があったのかを考察する。

先述したように、岐阜 600V 線区は郊外では専用軌道であり、市内線区間では併用軌道となっていた。専用軌道では、バスなどの他の交通機関と比較して速達性は優れている。一方で、併用軌道では最高速度は原則 40km に制限され、道路上の信号にも従わなければならない。岐阜市内では全域にわたって「軌道敷内自動車通行可」であったため、軌道敷内に大量の自動車が乗り入れ、鉄軌道運行に大きな障害となっていた。さらに、軌道上を大型車も通行するため軌道の損傷が激しく、振動や騒音などの面から快適性にも大きな影響を与えていた。そのため、併用軌道内では速達性が担保されず、また遅延が慢性的に発生し定時運行に支障をきたす事態となった。その結果として、鉄道の大きな利点でもある定時性が確保されているはずの専用軌道内においてもダイヤ乱れが頻発していた。専用軌道内は単線であるため、併用軌道部におけるダイヤ乱れを容易に修正するのは困難であったし、線路も脆弱で高速運行できなかった。

また、公共交通網の運行頻度も交通抵抗に影響を与える。鉄軌道のピーク時の便数は 1 時間あたり 6 本である一方、同じく郊外と中心市街地・JR 岐阜駅を結ぶ岐阜バス「岐阜高富線」は岐阜市外の「岐北病院前」を 6 時台に出発するバスが 8 本であるなど、鉄軌道が郊外と中心部を結ぶ路線として特別に高頻度というわけでもなかった。このような事情から、鉄軌道の交通抵抗は比較的高くなってしまっているため、十分に利便性を向上させられていなかった。

次にバスとの競合が進んでいたことも大きな要因としてあげられる。美濃町線ではバス路線との重複がみられた。例として岩田坂においては、新岐阜に向かう本数では、平日 7 時台で鉄軌道 4 本、バス 7 本が運行されており、所要時間(ダイヤ)は鉄軌道 31 分、バス 21 分、普通運賃は鉄軌道 310 円、バス 350 円となっていた。このように、運賃の比較だけでは鉄軌道は優位にあったが、それ以外の要素では劣っていたことが、廃線したとしても大きな影響を与えなかった理由と考えられる。

5. 結論

本研究では、2005 年に鉄軌道が一举に 36.6km 廃止となった岐阜市とその周辺を例に、廃線が地域に与える影

響を様々な視点から分析した。その結果、1)費用便益分析の観点からは、廃線によって全体の厚生は増加するものの、その大半が事業者の赤字解消であり、利用者にとってはバスに転換しても余剰が低下してしまったこと、2)乗継割引のように初期投資がかからない利便性向上策を鉄軌道が運行する状況で実施した場合、正の厚生を得ることができる可能性があったこと、3)鉄軌道は以前は都市空間構造に影響を及ぼしていたが、近年は全く影響を与えておらず、人口や地価の変動、交通事故や渋滞の変化も確認できなかったこと、4)アクセシビリティ値については鉄軌道廃線後に岐阜市西部で大きく低下したところがあるが、それ以外は代替交通確保によって低下がほとんどなかったこと、が明らかとなった。

本研究で対象とした岐阜 600V 線区では、鉄軌道があることによるメリットはほとんど見いだせなかった。これは、速達性や定時性といった鉄軌道の特性がほとんど得られないような運行環境であったことが原因である。もし運行環境を格段に改善すれば、上記の結論で挙げた各項目は大きく変化する可能性があると考えられるが、そのための費用がどの程度かかり、得られる便益に見合う投資であるかどうかについては計算してみないと分からない。むしろ、バスシステムの高度化など他の代替案についても検討する必要があるだろう。今後、鉄軌道が廃線の危機に瀕した際には、このような分析を定量的に行うことで、将来に向けた交通体系やまちづくりについて禍根を残すことがないようにすることが望まれる。

謝辞：本稿は著者の岩田が東京大学公共政策大学院で実施した研究をベースとしている。金本良嗣教授、毛利信二客員教授、日原勝也特任教授、内藤信浩特任教授、来間玲二特任助教にご指導ご助言をいただいた。

また、岐阜市役所、国土交通省中部運輸局、国土交通省中部地方整備局、中京都市圏総合都市交通計画協議会、岐阜県、名古屋鉄道から、多くのデータをご提供いただいた。また、運輸政策研究機構の竹下博之氏に計算方法に関するご助言をいただいた。ここに記し謝意を表する。

参考文献

- 1) 加藤博和：なぜ鉄道廃止代替バスは乗客を減らすのか？—その検討プロセスが抱える問題に関する一考察—、土木計画学研究・講演集、No.31、2005。
- 2) 渥美龍男：名鉄美濃町線廃止の背景と関市南東部地域における交通流動に対する影響、岐阜医療科学大学紀要、(1)、pp.167-179、2007。
- 3) 岐阜市役所総合交通政策室：交通総合政策室だより第 7 号 (2005 年 5 月 2 日発行)
- 4) 岐阜県警察本部：ぎふ交通統計、平成元年～平成 21 年

5) 宇都宮 浄人・服部 重敬：LRT 一次世代路面電車とまちづくりー，成山堂書店，2010。
6) 加知 範康・岑 貴志・加藤 博和・大島 茂・林 良嗣：ポテンシャル型アクセシビリティに基づく交通利便性評価指標群とその地方都市への適用，土木計画学研究・論文集，

Vol.23, No.3, pp.675-686, 2006.

7) 尾形 直樹・岑 貴志・加藤 博和：鉄軌道廃線に伴うアクセシビリティ変化の分析-岐阜 600V 線区を対象として，土木計画学研究・講演集，No.33, 2006.

IMPACT ANALYSIS OF ABOLISHMENT OF RAILWAY AND TRAMWAY
- A CASE OF GIFU 600V NETWORK -

Tomoya IWATA, Hirokazu KATO