

鉄軌道廃線前後の沿線地域の アクセシビリティ変化の分析 ー長野電鉄旧屋代線を例にー

柳川 達郎¹・高野 剛志¹・橘 竜瞳¹・森田 紘圭²
加藤 博和²・柳沢 吉保³

¹学生会員 名古屋大学大学院 環境学研究科 (〒464-8603 名古屋市千種区不老町 C1-2(651))
E-mail:tyana@urban.env.nagoya-u.ac.jp

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

³正会員 長野工業高等専門学校 環境都市工学科 (〒381-8550 長野県長野市徳間716)

本研究では、2012年3月に廃止となった長野電鉄屋代線とその代替バスに着目し、沿線地域における日常的に利用する施設への廃線前後のアクセシビリティ変化を代替バスがある場合とない場合に分けて分析した。アクセシビリティ指標として、施設立地量とそこまでの交通抵抗が考慮できるポテンシャル型の指標を用いる。推定の結果、代替バスがある場合は全域的に僅かながらアクセシビリティ値が増加した一方で、代替バスがない場合はアクセシビリティ値が大きく低下していた。以上より、代替バス確保の必要性和、代替バスを含む周辺地域公共交通網の再整備の検討を細かく行うことで利便性を維持もしくは増加できる可能性が明らかとなった。

Key Words : 公共交通計画 公共交通運用 交通ネットワーク分析 アクセシビリティ

1. はじめに

日本の地方部は、モータリゼーションの進展とそれに伴う地域・都市構造の変化等により、自動車への依存が顕著となった。一方、地方部の鉄軌道利用者は減少傾向にあり、鉄軌道路線の多くが経営面から存続が難しくなっている。結果として、全国で鉄軌道路線が廃止に追い込まれる例が出てきており、存廃の議論が現在行われている路線もある。鉄軌道廃止が進む地域の多くは高齢化が進んでいることから、交通弱者の増加に拍車をかけることが懸念される。

廃止が決まった路線では通常、バスを中心とした代替手段の検討が行われる。ところが、これまでの代替バスでは鉄軌道からの転換率が少なく、利用者が大きく減少している例が見られる¹⁾。しかしながら、モータリゼーションに伴い生活施設の立地が拡散している地方部では、一度に多くの乗客を同じ場所へ輸送する鉄軌道よりも、小回りの利くバスの方がサービスレベルが高まる可能性があると考えられる。そのため、鉄軌道廃止が避けられない状況では、それを地域の公共交通の在り方を前向きに見直す機会ととらえ、検討を進めることが求められる。

長野県にあった長野電鉄屋代線は、利用者数の減少により、2012年3月末に廃止となり、4月より代替バスが運行開始された。その路線や停留所位置、運行本数の設定にあたっては、地域住民が参画するワークショップを通じて検討が行われた。進藤ら^{2) 3)}はその経緯を示した上で実際の運行・利用状況を詳細に評価している。これによると、鉄道からの乗客の転換率が80~90%と高いこと、代替バス利用者・非利用者を対象に行われたアンケート調査の結果、利用者の約5割が運行ダイヤやルートに対して「適切である」と回答していること、この要因としてバス停と居住地や施設の近接性が高いことを明らかにしている。

そこで本研究では、鉄軌道廃線後における生活サービスへの利便性の高い代替交通の検討に資するデータとして、ポテンシャル型アクセシビリティ指標を用いて、屋代線廃線前後での日常生活で利用する施設への交通利便性変化を分析する。それにより、鉄軌道廃止が周辺地域の公共交通サービスレベルに及ぼす影響の評価を行い、代替交通網整備の検討にあたっての示唆を得ることを目的とする。

2. 本研究におけるアクセシビリティ指標の定義

(1) ポテンシャル型アクセシビリティ指標の定式化

本研究において生活施設へのアクセスのサービスレベル指標に用いるポテンシャル型アクセシビリティ指標を、式(1), (2)に定義する。

$$AC_i^{km} = \sum_j \{AT_j^k \exp(-\alpha^{km} c_{ij}^m)\} \quad (1)$$

$$c_{ij}^m = \sum_l \left\{ V \left(\frac{d_l^w}{v_l^w} + t_l^m + t_l \right) + c_l^m \right\} \quad (2)$$

i : 評価対象地区, j : 近隣地区, J : 地区総数, k : 対象施設

m : 交通機関, AT_j^k : 対象施設 k の魅力度, α^{km} : パラメータ

c_{ij}^m : 地区 i から地区 j へ交通機関 m で移動する際の

交通抵抗(一般化費用)

V : 時間価値, l : リンク, L : 地区 j 間のリンク総数

d_l^w : 徒歩でのリンク l における移動距離

v_l^w : 徒歩でのリンク l における移動速度

t_l^m : リンク l における交通機関 m の所要時間

t_l : リンク l における待ち時間・乗り換え時間の合計値

c_l^m : リンク l における所要費用

式(1)は、評価対象施設に起因して増加する地区の魅力度が、そこに到達するまでの一般化費用によって逓減する重力モデル型とする。対象とする施設数が多く、各居住地から近いほど、施設が提供する生活サービスが利用しやすいことが、アクセシビリティ指標によって表現される。また、出発地から目的地までの一般化費用は式(2)で定義している。これは目的地までの移動に費やす時間に時間価値を乗じた所要時間費用と、目的地までの所要費用、待ち時間・乗り換え時間(運行間隔の半分と想定)で構成される。

対象施設およびそれが提供する生活サービスの評価項目を表-1に示す。本研究が扱う生活サービスは、通勤・通学、買い物・サービス、医療とし、施設として日常的な利用頻度が比較的高いと考えられるものを想定している。また、魅力度 AT は各メッシュ内の施設数とする。

(2) 地域全体のアクセシビリティ

評価対象地域全体の住民のアクセシビリティ平均値である WAC (Weighted Average of Accessibility)を、式(3)に定義する。

表-1 アクセシビリティの評価項目と対象施設

評価項目	対象施設(k)
通勤・通学	事業所
	中学校
	高校
買い物・サービス利用	スーパーマーケット
	コンビニ・ドラッグストア
	美容室・理容室
	飲食店
医療	総合病院・内科
	眼科
	歯科
	耳鼻科
	整形外科

$$WAC^m = \frac{\sum_i^N AC_i^m P_i}{\sum_i^N P_i} \quad (3)$$

N : 人口を有する地区数 P_i : 地区 i の人口

式(3)は各地区のアクセシビリティを地区人口で重み付け平均した値である。代替バスが地域全体にもたらす効果を把握する際に使用する。

(3) パラメータの設定

アクセシビリティ指標の特定化に必要な式(1)のパラメータ α^{km} を推定する。パーソントリップ調査から作成したOD表から、式(4)に示す重力モデルを推定した結果得られる α^{km} を用いる。

$$T_{ij}^{km} = \delta (G_i^{km})^\zeta (A_j^{km})^\eta \exp(\alpha^{km} c_{ij}^m) \quad (4)$$

T_{ij}^{km} : 地区 i , j 間の対象施設 k への手段 m による分布交通量

G_i^{km} : i における k への m による発生交通量

A_j^{km} : j における k への m による発生交通量

c_{ij}^m : j 間の交通抵抗(一般化費用)

$\delta, \zeta, \eta, \alpha^{km}$: パラメータ

本研究では、竹下ら⁴⁾が推定し適用した $\alpha=0.00128$ を、 k, m の値にかかわらず用いることとする。

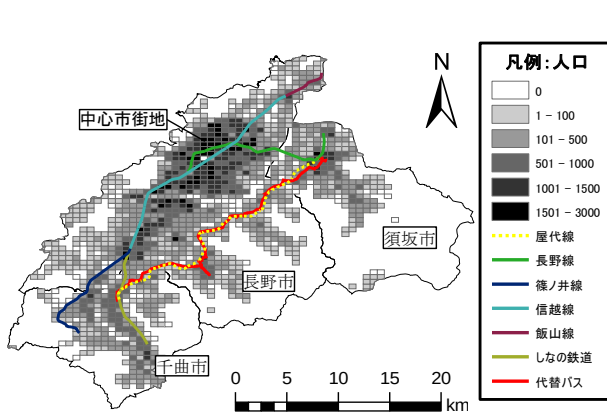
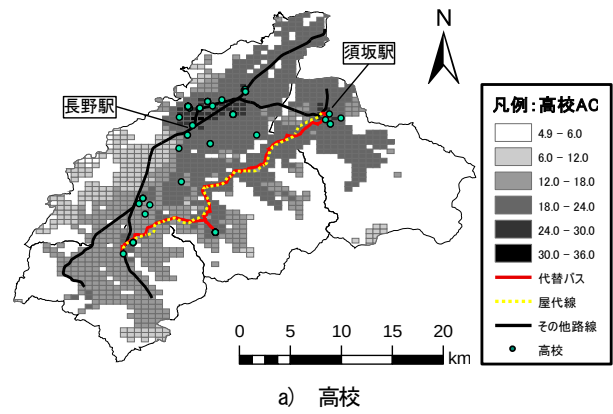


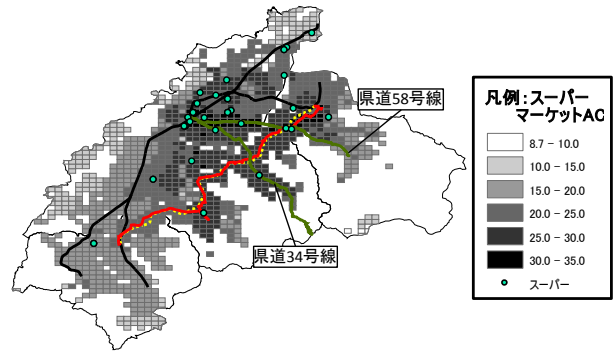
図-1 対象地域・対象路線の概要

表-2 長野電鉄旧屋代線と代替バス(長電バス屋代須坂線)のサービス水準

	路線長 (km)	速度 (km/h)	運行頻度 (本/h)		停留所 駅数
			ピーク時	通常時	
屋代線	24.4	30	1.33	0.67	13
代替バス	27.9	15	3	1.33	53



a) 高校



b) スーパーマーケット

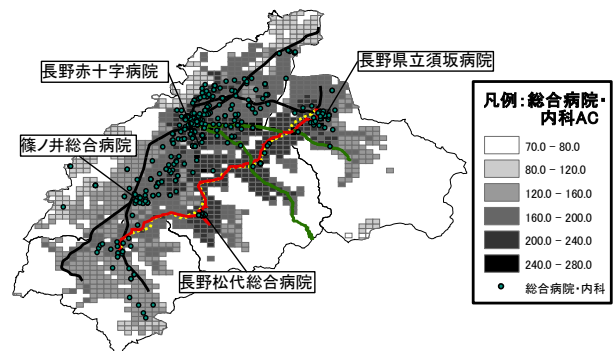
3. 対象地域および検証ケースの設定

(1) 対象地域・路線の概要

対象地域は長野市(北西の山間部は除く), 須坂市, 千曲市の3市とし, 旧屋代線を含めた鉄道6路線と, 長電バスが運行する代替バス屋代須坂線を含めた3市内を運行する路線バス(63路線)を評価対象路線とする。なお, 廃線前後で他の路線については変化がないものと仮定した。図-1に対象地域と対象路線の概要を示す。対象地域は, 屋代線を境に北側は市街地が広がっており, 南側は主に山間部となっている。また, 人口は主に長野市中心市街地やJR信越線・しなの鉄道線沿線に集中しており, 廃線に至った屋代線沿線は対象地域の中では人口の少ない地区であることが分かる。

(2) 検証ケースの設定

屋代線と代替バスのサービス水準を表-2に示す。待ち時間の設定にあたっては, 対象とする生活サービスによって利用する時間帯が異なることから, 通勤・通学は午前7時から10時(ピーク時), 買物・サービス利用と医療は午後1時から4時(通常時)と想定し, その時間帯における実際の運行頻度を設定した。なお実際のバス運行では遅延は僅かであることから, ここではダイヤ通りの運行が行われるものとして計算を行った。速度や定時性は旧屋代線が高い一方, 運行頻度や停留所数は代替バスが大きい。なお代替バスの運賃は鉄道の時から普通運賃で, バスと長野電鉄線乗り継ぐ場合には運賃が高くなる。定



c) 総合病院・内科

図-2 廃線前のアクセシビリティ値推定結果

期券・回数券は通し運賃のため以前と同額である。

4. 廃線前後におけるアクセシビリティ値変化

アクセシビリティ値は4次メッシュ(約500m四方)ごとに推計する。各メッシュにおいて人口や施設はその中心に集まっていると仮定する。

(1) 廃線前のアクセシビリティ値算出結果

屋代線廃線前における対象地域の各評価項目を代表して, 高校, スーパーマーケット, 総合病院・内科のアクセシビリティ値を算出した。

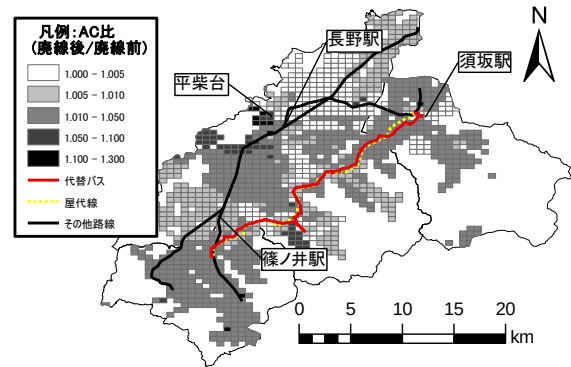
セシビリティ値の算出結果を図-2に示す。長野駅周辺や須坂駅周辺など、施設が集積している地域でアクセシビリティ値が高くなっている。一方、施設の集積が少ない対象地域南部は、施設が集積している北部に比べ相対的にアクセシビリティ値が低くなっている。また、スーパーマーケットや総合病院・内科では駅周辺から遠い道路沿いに施設が集積しており、駅周辺でアクセシビリティ値の高い高校と比べて、中心部でもアクセシビリティ値が高い。

(2) 代替バス運行による廃線前後のアクセシビリティ値の比較

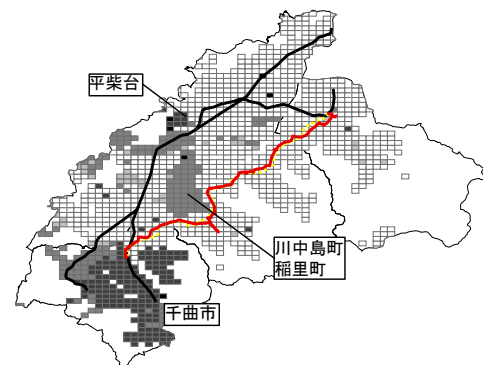
廃線前と廃線後の代替バス運行時におけるアクセシビリティ値の比較を行う。各評価項目を代表した3施設について、廃線前後のアクセシビリティ比を求めた結果を図-3に示す。

廃線前と比較してアクセシビリティ値が低下したメッシュは存在せず、どのメッシュにおいても、廃線前のアクセシビリティ値が維持もしくは増加している。

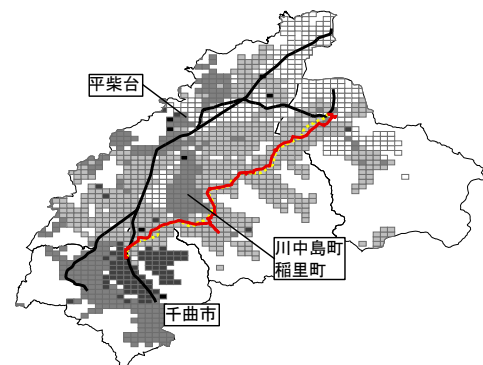
それぞれの傾向としては、高校における廃線後のアクセシビリティ値は、須坂市の山間部や代替バス路線沿線、また長野市の長野駅から篠ノ井駅にかけてのメッシュにおいて5%ほど増加している。特に廃線前のアクセシビリティ値が低い平柴台付近では、10%以上増加している。これは、①代替バスが朝の通勤・通学時には快速便として運行されていること、②代替バスの運行計画時に停留所を高校付近に設置したこと、③鉄道のダイヤを考慮し、乗り継ぎがスムーズにいくように計画したことが影響していると考えられる。スーパーマーケットと総合病院・内科については、川中島町・稲里町周辺で1~5%増加、千曲市内で5~10%増加している。また、総合病院・内科に関しては多くのメッシュで1%以上の増加を示している、これは代替バスの運行計画検討時、沿線住民に対して行われたWSで、廃線の影響をもっとも受けるであろうと考えられる通学・通院目的のトリップを計画の主要ターゲットに挙げ、それを基に代替バスのルートや停留所を配置したことが影響していると考えられる(図-4)。



a) 高校



b) スーパーマーケット



c) 総合病院・内科

図-3 廃線前後のアクセシビリティ比
(廃線後AC/廃線前AC)

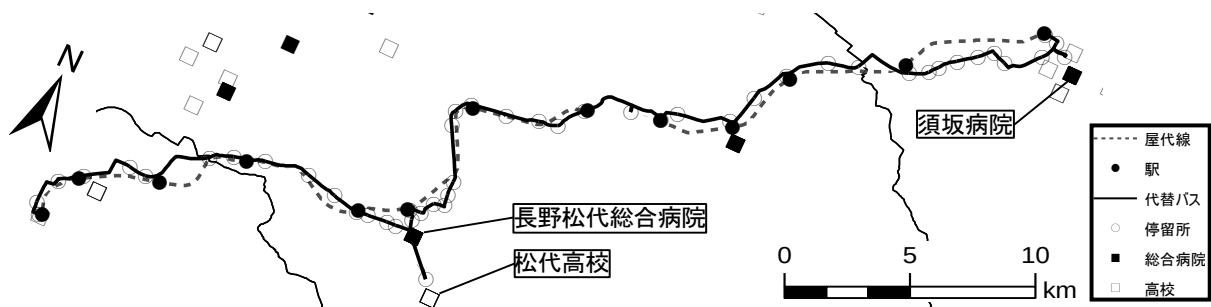


図-4 駅・停留所と対象施設の位置関係

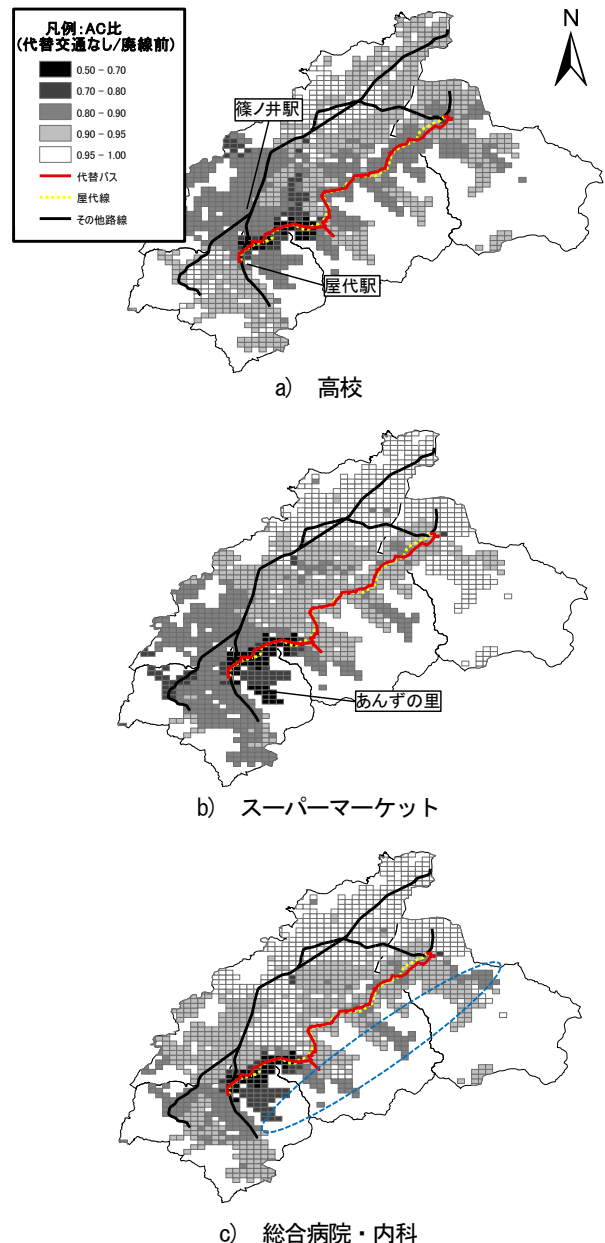
本稿では3施設のみを取り上げているが、他の対象施設でも廃線後のアクセシビリティ値が低下しているものは見られず、維持もしくは増加する傾向を示した。

(3) 代替交通手段がない場合のアクセシビリティ値

さらに屋代線の廃線後に代替交通手段の確保がされない場合を想定し、対象地域にどのようなアクセシビリティ値の変化をもたらすかについて検証した。代表3施設について算出した廃線前と代替交通手段がない場合のアクセシビリティ比を図-5に示す。

代替交通手段が確保されない場合、いずれの施設においても多くのメッシュでアクセシビリティ値が大きく低下している。高校に関しては、屋代線沿線と篠ノ井駅周辺では10～20%低下しており、篠ノ井駅から東の地域や屋代駅周辺では20%以上低下しているメッシュも見られる。もし代替交通手段がなかった場合はこれらの地域の学生の通学に大きな支障を及ぼした可能性がある。またスーパーマーケットに関しては、長野市西部から千曲市にかけて10%以上、千曲市東部のあんずの里周辺では30%以上低下している。総合病院・内科に関しては、屋代線南部の山間部において5%以上低下している。

以上より、もしこの地域で代替交通手段の確保がされなかった場合、多くの地区で公共交通利用者のアクセシビリティ値が低下し、日常生活に大きな支障を及ぼす可能性があったことが考えられる。また、公共交通アクセシビリティ値の低下によって公共交通利用から送迎など車利用に転換することも考えられる。この低下を回避するためには、実際に運行されているような利便性の高い代替バスの計画が重要な役割を果たすことが示唆された。



5. 地区別アクセシビリティ値の変化

須坂駅、長野駅、篠ノ井駅、屋代駅からそれぞれ2kmの範囲の範囲について、屋代線廃線と代替バス運行によるアクセシビリティ値の変化を地区別に分析する。廃線前後におけるWAC比を廃線前を1.0として代替バスがある場合と代替交通手段がない場合に分けて算出したものを図-6に示す。

屋代駅周辺地区は、他の地区に比べるとほとんどの施設でWAC比が増加している。また須坂駅、長野駅、篠ノ井駅周辺地区では、通勤・通学において増加、その他の項目で維持している。したがって、ほとんどの地区では屋代線から代替バスに変わっても、日常生活における利便性に負の影響をもたらしていないと考えられる。

一方で、代替交通手段がない場合のWAC比では、須坂駅、篠ノ井駅周辺地区では、特に通学において10%前後低下している。屋代駅周辺地区では全体的に著しく低

図-5 廃線前と代替交通がない場合のアクセシビリティ比
(代替交通なしAC/廃線前AC)

下しており、項目別では買い物・サービス利用、医療において20%近く低下している。その中でも日常的な利用に必要なスーパーマーケットと眼科へのアクセシビリティ値が25%以上低下する。一方、屋代駅周辺と対照的に長野駅周辺地区は目立った低下が見られない。これは長野駅周辺は路線バスが多数運行されており、施設も集積していることが理由で、屋代線の代替交通手段が無い場合でもこの地区にはそれほどアクセシビリティに影響を及ぼさないと考えられる。いずれの地区を見ても、代替交通手段がなければ廃線後のアクセシビリティ値が低下し、沿線居住者の日常生活における利便性が大きく損われることになる。

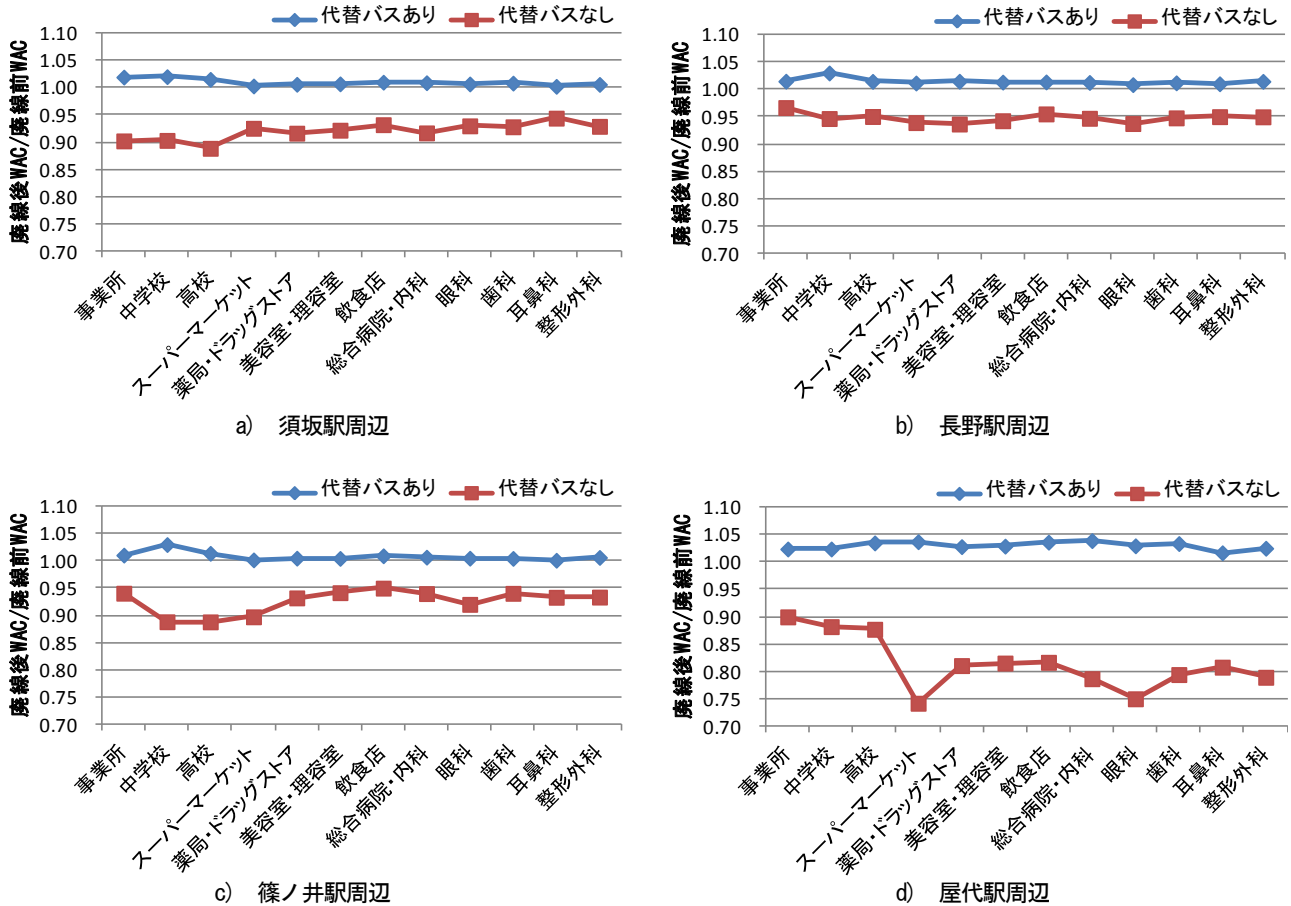


図-6 各地区の廃線前後WAC比(代替バスあり/なし)

6. まとめ

本研究では、長野電鉄旧屋代線を対象に、廃線前後のアクセシビリティ変化をポテンシャル型アクセシビリティ指標を用いて定量評価した。その結果、地区別、生活サービス別の利便性の変化を詳細に把握することができた。また、代替バスによる利便性変化についても把握し、その必要性が明らかとなった。本研究の方法は、今後全国的に増加する可能性のある代替交通の運行計画時にも活用できると考えられる。

また、今回の分析から、以下の内容が明らかとなった。

- ・代替バス運行によって、高校については、平柴台付近で10%以上、スーパーマーケットや総合病院・内科では千曲市周辺で5~10%以上アクセシビリティ値が増加した。
- ・代替交通手段が無い場合は、ほとんどの項目でアクセシビリティ値が10%以上低下した。
- ・地区別に変化を見たところ、代替バスの運行によるアクセシビリティ値の変化は各地区とも僅かな増加を示すだけであったが、代替交通手段がない場合は須坂駅、篠ノ井駅、屋代駅で低下することが分かり、代替交通手段の必要性が確認できた。

今回、廃線前に比べ代替バス運行時のアクセシビリティ

値が僅かに増加したという結果から、代替バスの運行計画時に運行頻度やバスルートなどを細かく検討することで廃線前のアクセシビリティを維持若しくは増加させることが可能であると考えられる。

謝辞：本研究は、文部科学省のグリーン・ネットワーク・オブ・エクセレンス(GRENE)事業環境情報分野「環境情報技術を用いたレジリエントな国土のデザイン」の一環として実施したものである。

参考文献

- 1) 鉄道建設・運輸施設整備支援機構, 「地方鉄道の活性化に向けてー地域の議論のためにー」, 2006
- 2) 進藤魁仁, 柳沢吉保, 加藤博和, 高山純一, 大毛利亮: 屋代線廃止代替バス導入に伴うアクセシビリティの変化, 土木計画学研究・講演集 Vol.45(CD-ROM), 2012
- 3) 進藤魁仁, 柳沢吉保, 加藤博和, 高山純一, 中村優一, 増尾昭彦, 坂爪武: 長野電鉄屋代線代替バスの利用実態分析, 土木計画学研究・講演集 Vol.47(CD-ROM), 2013
- 4) 竹下博之, 加藤博和, 林良嗣: 新交通システム桃花台線廃止に伴う沿線住民のアクセシビリティと交通行動変化の分析ー鉄軌道線廃止に対応した公共交通計画への示唆ー, 都市計画論文集 No.44-3, 2009

(2013.8.2.受付)