

DID-PSM を用いた地方部の鉄道廃線の影響分析

Impact analysis of railway line closure in rural areas using DID-PSM

佐藤研究室 20B2078 永沼 望
20B2089 早川 翼

1. はじめに

沿線人口の減少や少子化、マイカー社会、災害等を背景に、全国で地方鉄道の廃線が進んでいる。2000 年度以降、全国で約 1200km の路線長が廃止された¹⁾。地方鉄道の廃線は、沿線住民の利便性を低下させ、沿線地域の人口減少や地域の衰退を加速させる可能性がある。

地方部の鉄道の廃線と周辺地域の人口の社会増減の関係を分析した近年の既往研究として、植村ら (2022)²⁾がある。植村らは、1981-1990 年に廃止された全国の地方鉄道の駅を対象に、DID-PSM を用いて、廃線が駅勢圏の年齢階層別人口に及ぼした影響を分析した。

本研究では、地方部における過去の 5 つの個別鉄道路線の廃線が沿線地域の人口に与えた影響を DID-PSM を用いて分析し、その結果と廃線後の施策の関係を考察することにより、地域特性を踏まえた今後の鉄道路線の意義、廃線後の必要施策を検討する。

2. 分析方法

本研究の影響分析では、傾向スコアマッチング (propensity score matching : PSM) と差の差分法 (differences in differences : DID) を合わせた DID-PSM を用いる。

PSM は、処置群と特性が類似した対照群を選定する方法である。傾向スコアの算定式を(1)式、(2)式に示す。

$$PS(z_i = 1 | x_i) = \frac{1}{1 + \exp(-z_i)} \quad (1)$$

$$z_i = \alpha_1 x_{i1} + \dots + \alpha_k x_{ik} + \beta \quad (2)$$

ここで、 i は地域、 x は地域特性を表す説明変数である。 z を処置群で 1、処置群以外で 0 としてパラメータ $\alpha_1 \dots \alpha_k$ 、 β を推定し、推定式を用いて各地域の傾向スコア PS を算出することにより、各処置群と傾向スコアの近い対照群のペアを選定することができる。

DID は、処置群と対照群のそれぞれの処置前と処置後の 2 時点で比較し、自然増減量を除いた施策効果を推定する方法である。DID 回帰モデルを(3)式に示す。

$$Y_{it} = \alpha + \beta_1 D_{it} + \beta_2 A_{it} + \beta_3 D_{it} \cdot A_{it} + \gamma X_{it} + v_{it} \quad (3)$$

ここで、 i は地域、 t は時期、 Y は目的変数 (人口)、 D は処置群に 1、対照群に 0 をとるダミー変数、 A は処置後に 1、処置前に 0 をとるダミー変数、 X は説明変数の転置ベ

クトル、 v は誤差項である。 α 、 β_1 、 β_2 、 β_3 はパラメータ、 γ は各説明変数のパラメータのベクトルで、このうち β_3 が平均処置効果 (施策効果) を表す。

3. 地方鉄道廃線の影響分析

3.1 概要

影響分析の対象路線は、十和田観光電鉄線、屋代線、岩泉線、江差線、留萌線の 5 路線とする。

十和田観光電鉄線は、2012 年 4 月に十和田市駅～三沢駅間が廃止された。屋代線は、2012 年 4 月に屋代駅～須坂駅間が廃止された。岩泉線は、2014 年 4 月に茂市駅～岩泉駅間が廃止された。江差線は、2014 年 5 月に木古内駅～江差駅間が廃止された。JR 北海道管内の留萌線は、2016 年 12 月に留萌駅～増毛駅間、2023 年 4 月に石狩沼田駅～留萌駅間が廃止された。残る深川駅～石狩沼田間も 2026 年 3 月末に廃止予定となっている。

ここでは、単位地域を 1km メッシュ、処置群を廃線路線の各駅の 1km 圏とし、2015 年を処置前、2020 年を処置後として、DID-PSM を用いて廃線が沿線地域の 5 年間の人口の変化に及ぼした影響を分析する。分析用データとしては、国勢調査の 2015 年、2020 年の人口データ、国土数値情報の駅、路線データ等を使用する。

3.2 PSM

PSM では、廃線路線の各駅から所定の半径以内を処置群、それ以外を対照群の候補とした。それぞれの傾向スコアを算出し、統計ソフト「R」のパッケージ「MatchIt」を用いて、最近傍法により対照群を選定した。

分析結果の例として、留萌線の処置群と対照群候補を図-1、処置群と PSM により選定された対照群を図-2 に示す。なお、PSM の説明変数には年少人口率、生産年齢人口率、高齢人口率、世帯数、駅までの距離を用いた。選定結果マッチング前後における各変数の平均値を表-1 に示す。

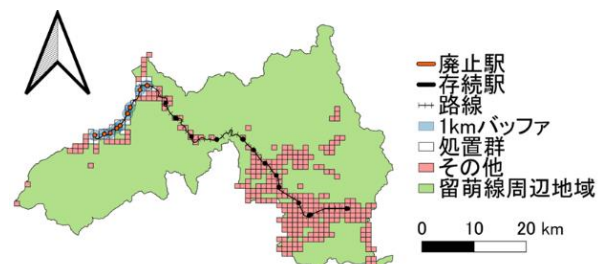


図-1 留萌線の処置群と対照群候補

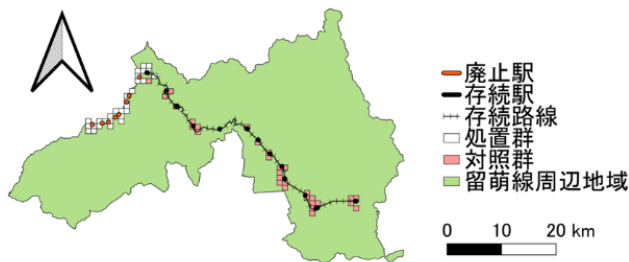


図-2 留萌線の処置群と選定された対照群

表-1 マッチング前後の各変数の平均値 (留萌線)

	マッチング前		マッチング後	
	処置群	その他	処置群	対照群
N	33	287	60	60
年少人口率	0.077	0.062	0.073	0.075
生産年齢人口率	0.467	0.448	0.468	0.460
高齢人口率	0.456	0.441	0.459	0.466
世帯数	283	53	194	169
駅までの道路距離(m)	1,027	4,899	1,039	1,070

3.3 DID

(3)式の DID 回帰モデルの説明変数には、駅までの距離、病院までの距離、小学校までの距離、市役所までの距離、年少人口率、生産年齢人口率、高齢人口率、人口集中地区ダミー、国道ダミーなどを用いた。2015年を処置前、2020年を処置後とし、各年の処置群、対照群のデータを用いて最小二乗法により推定した。推定は全説明変数を用いた推定とP値が高い変数を順に取り除いて推定を繰り返す減少法の2通りで行った。推定結果の例として、留萌線、十和田観光電鉄線、屋代線の減少法による推定結果をそれぞれ表-2, 3, 4に示す。

表-2 留萌線の DID 回帰モデル推定結果

	パラメータ	t 値		パラメータ	t 値
年少人口率	1559.59	1.96 **	処置(β_1)	-172.56	-1.51 *
駅	0.03	2.39 **	時点(β_2)	-6.16	-0.05
病院	-0.02	-1.96 **	交差(β_3)	-296.91	-1.48 *
人口集中地区	1046.56	8.80 **	定数項	186.91	1.60 *

*:10%有意 **:5%有意

表-3 十和田観光電鉄線の DID 回帰モデル推定結果

	パラメータ	t 値		パラメータ	t 値
病院	-0.08	-1.35 *	処置(β_1)	-437.45	-2.81 **
小学校	-0.29	-3.98 **	時点(β_2)	-25.23	-0.18
役場系	-0.07	-2.29 **	交差(β_3)	63.95	0.33
人口集中地区	1842.70	12.72 **	定数項	1528.96	6.66 **
国道	-192.06	-1.66 **			

表-4 屋代線の DID 回帰モデル推定結果

	パラメータ	t 値		パラメータ	t 値
年少人口率	3167.18	2.32 **	人口集中地区	635.54	5.38 **
高齢人口率	-2494.40	-4.15 **	処置(β_1)	-200.63	-1.54 *
駅	-0.05	-1.66 **	時点(β_2)	81.72	0.62
病院	-0.32	-3.98 **	交差(β_3)	162.50	0.78
役場系	-0.11	-2.31 **	定数項	2481.48	6.54 **
小学校	-0.22	-2.89 **			

また、5路線の交差項 β_3 (施策効果)の推定結果を表-5に示す。

表-5 5路線の交差項 β_3 (施策効果)の推定結果

	β_3	t 値
留萌	-296.91	-1.48 *
十和田	63.95	0.33
屋代	162.50	0.78
岩泉	-9.28	-0.11
江差	-3.95	-0.07

*:10%有意 **:5%有意

留萌線の β_3 (施策効果)は-296.91で信頼性の高い結果となり、留萌線の廃線は沿線人口を1kmメッシュあたり297人程度減少させたことが分かる。

十和田観光電鉄線、屋代線、岩泉線、江差線ではP値が高く、施策効果のパラメータ値には信頼性がない。このため、これら4路線の廃線は沿線各駅の1km圏内の人口に影響を与えなかったことが分かる。

4. 考察

沿線人口は鉄道廃止の影響を受けなかったという結果となった4つの路線(十和田観光電鉄線、屋代線、岩泉線、江差線)では、代替交通が運行されている。例として、江差線では、2014年5月から木古内駅前～江差ターミナルの区間でバスが運行されている³⁾。一方、鉄道廃止の影響を受けるという結果となった留萌線では、廃止直後に新たに運行される代替交通は導入されていない。これらのことから、代替交通の運行ができない状況で鉄道を廃止してしまうと、処置群1km範囲の人口が減少してしまうと考えられる。留萌線で代替交通を導入した場合、さらなる人口減少を食い止めることができるとも考えられる。

本研究では、鉄道が廃線された地方部では代替交通があれば廃線後の人口に影響を及ぼさないと結果が得られた。このような地域では、地方鉄道は交通手段の1つにすぎず、代替交通の確保が重要であると考えられる。なお、今回の分析は廃線から間もない5年間で行ったため、鉄道廃止の影響がみられなかった可能性がある。今後は長期間で分析することも重要と考える。

参考文献

- 国土交通省：近年廃止された鉄軌道路線【平成12年度以降の全国廃止路線一覧】
(<https://www.mlit.go.jp/common/001344605.pdf>)
- 植村洋史, 松中亮治, 大庭哲治(2022): 傾向スコアマッチングを用いた地方鉄道の存廃が駅勢圏における年齢階層別人口の社会増減に及ぼす影響, 土木学会論文集D3(土木計画学), Vol.78, No.6, pp. II_168-II_181
- JR 江差線廃止に伴う代替バスの運行について
(http://www.town.kaminokuni.lg.jp/kouhou/pdf/793_80443143.pdf)