

地方部における高速交通インフラの人口減少緩和効果の検証

Assessing the Impacts of High-Speed Transportation Infrastructure on the Mitigation of Population Decline in Corridor Regions of Rural Areas

佐藤研究室 24R2013 永沼 望

1. はじめに

日本全国の人口は2008年の約1億2800万人でピークを迎え、その後は減少が続いている一方で、東京一極集中が進んでいる。首都直下地震や富士山噴火等の災害リスクを抱える日本では、国土強靱化や地方創生の観点から、企業や人口をほかの大都市圏や地方に分散させる取り組みが重要とされている。

交通インフラは、一般に、人やモノの移動を支える基盤的施設を指し、道路・鉄道・港湾・空港などを広く含む。その中でも特に高速鉄道や高速道路といった高速交通インフラは、地域間の時間距離を短縮させ、広域的な人流・物流の効率化をもたらすと同時に、人口移動や企業立地など地域構造に大きな影響を及ぼしてきた。このため、地方部における高速交通インフラの整備は、地域間人口移動、地方部の人口に影響を与え、地方創生や東京一極集中の緩和に寄与する可能性があると考えられる。

本研究では、近年整備された地方部における2つの高速交通インフラを対象とし、地方部の人口や、地方部と大都市圏間の人口移動に及ぼした影響を定量的に分析する。分析は、DID-PSM（差の差分法と傾向スコアマッチングを組み合わせる手法）を用いて行う。対象の高速交通インフラは、北陸新幹線と山陰自動車道とする。北陸新幹線については、3次メッシュを単位地域とし、従業者数および人口総数に及ぼした影響を分析する。山陰自動車道については、市町村を単位地域とし、沿線市町村と東京圏間、沿線市町村と大阪圏間の粗人口移動に及ぼした影響を分析する。

最後に分析結果を踏まえ、DID-PSMの有効性と限界を整理し、将来の交通インフラ計画の評価への利用可能性について検討するとともに、地方部における人口減少緩和方策について考察する。

2. 関連既往研究と本研究の位置付け

DID-PSMを用いて高速交通インフラの整備効果を分析した近年の既往研究としては、織田澤ら(2021)¹⁾が挙げられる。織田澤らは、1996年から2014年の間に供用開始された高速道路インターチェンジを対象に、整備周辺地域と非整備地域を比較するために傾向スコアマッチングを用い、その後差の差分法を適用することで整備効果を定量化し、地域の雇用や事業所数に有意な影響を与えることを明らかにしている。

しかし、高速交通インフラ整備による地方部と大都市

圏間の双方向の粗人口移動に及ぼした影響を分析した研究は見当たらない。粗人口移動に着目して高速交通インフラの影響を分析する点は本研究の特徴である。

3. 分析手法

3.1 PSM（傾向スコアマッチング）

処置群と対照群の選択バイアスを軽減するために、傾向スコアマッチング（PSM：propensity score matching）を用いる。PSMは、ロジットモデルを用いて、傾向スコア PS を算出することにより、DIDに使用する各処置群と特性の類似した対照群を選定することのできる手法である。(1)、(2)式に PS の算定式を示す。

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

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

ここで、 i は地域、 x は地域特性を表す説明変数である。 z は処置群で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、傾向スコア PS (0~1)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。

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の選定を行う。

PSMを行う際、ダミー変数以外のデータは標準化し使用する。また、PSMの妥当性はマッチ後の標準化平均差（SMD：Standardized Mean Differences）および分散比（VR：Variance Ratio）により評価する。SMDについてはダミー変数の場合 $SMD < 0.5$ 、それ以外の変数の場合 $SMD < 0.25$ を許容範囲とする。VRについては0.5-2.0を許容範囲とする。

3.2 DID（差の差分法）

差の差分法（DID：differences in differences）は、「各種施策等の介入」が結果に与える因果効果を推定するための手法で、介入を受けたグループ（処置群）とPSMにて選定された、受けなかったグループ（対照群）の変化の差を施策前と施策後の2時点で比較するものである。DIDでは、平行トレンド仮定（介入が存在しなかった場合、処置群と対照群は同様の時間的変化をたどったとする仮定）を必要条件としている。この仮定が成立する場合、DID推定値は介入の因果効果を適切に識別することができる。DID（差の差分法）のイメージを図-1に示す。

また、DID回帰モデルを(3)式に示す。

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

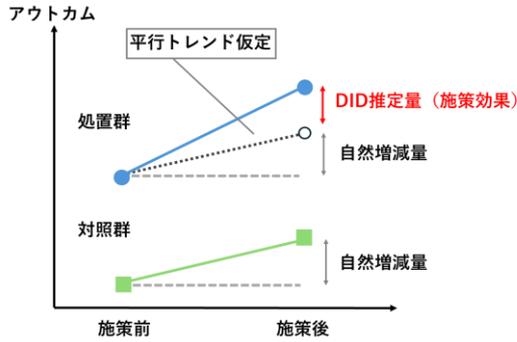


図-1 DID (差の差分法) のイメージ図

ここで、 i は地域、 t は時期、 Y は目的変数、 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ある。

4. 実証分析

4.1 対象高速交通インフラ

対象高速交通インフラは、北陸新幹線と山陰自動車道である。

北陸新幹線は、東京から北陸を經由し、京都・大阪へつながる延長約700kmの整備新幹線で、2015年3月14日に長野～金沢間が開通した。2024年3月16日には金沢～敦賀間が開通し、東京～敦賀間が結ばれることとなった。

山陰自動車道は、延長約380kmの鳥取県鳥取市から山口県下関市をつなぐ高速道路で、2025年4月1日現在、約230km(61%)が供用開始されている。山陰自動車道の開通により、各地域間の交流・連携の強化、山陰地方の経済・産業の発展、観光振興、災害時の代替路確保など多面的な効果が期待されている。

4.2 北陸新幹線

(1) 分析の概要

ここでは、対象地域を北陸3県の富山県・石川県・福井県の3次(1km)メッシュとし、北陸新幹線(長野～金沢間)の整備が沿線地域の人口総数、従業者数に及ぼした影響を分析する。「かがやき」の停車駅である富山駅・金沢駅から5km圏内のメッシュを処置群($z=1$)、それ以外の北陸3県のメッシュを対照群の候補とする。施策前を2010年、施策後を2020年とする。

(2) 使用データ

使用するデータとして収集したデータを表-1に示す。

(3) PSM

北陸新幹線の処置群と対照群候補を図-2、処置群とPSMにより選定された対照群を図-3に示す。また、選定結果マッチング前後における各説明変数の平均値を表-2に示す。

(4) DID

(3)式の目的変数(人口総数と従業者数)については、

表-1 使用データ(北陸新幹線)

	前	後	出典
人口総数(人)	2010	2020	国勢調査
世帯数			
事業所数	2012	2021	経済センサス
従業者数(人)			
IC最短道路距離(m)	2012	2021	国土数値情報 高速道路時系列データ
用途地域ダミー	2011	2019	国土数値情報 用途地域データ
小学校数	2013	2021	国土数値情報 学校データ

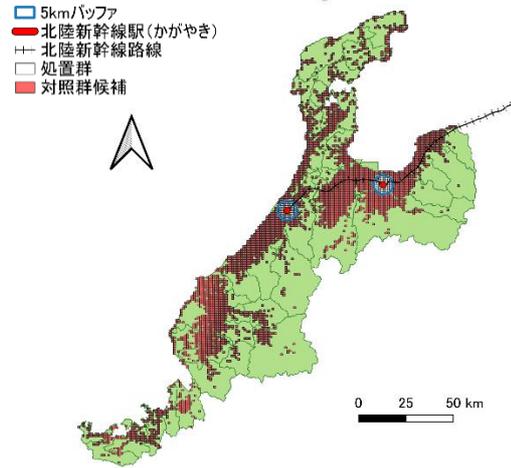


図-2 処置群と対照群候補(北陸新幹線)

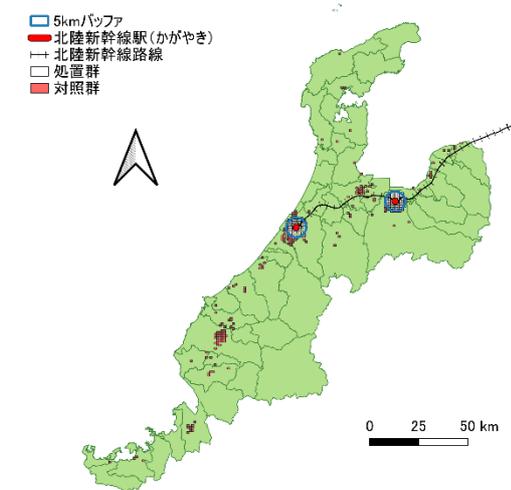


図-3 処置群と選定された対照群(北陸新幹線)

表-2 説明変数の平均値(北陸新幹線)

	マッチング前		マッチング後	
	対照群候補	処置群	対照群	処置群
メッシュ数	3,593	192	352	352
人口総数	642	3,373	2,913	3,075
世帯数	220	1,417	1,146	1,284
IC最短距離	10,111	5,946	5,871	5,986
工業ダミー	0.216	0.599	0.659	0.608
住居ダミー	0.246	0.885	0.881	0.875
商業ダミー	0.101	0.432	0.386	0.409

国勢調査データを用いた。説明変数の候補は、ICまでの最短道路距離、用途地域ダミー(工業ダミー、住居ダミ

一、商業ダミー：用途地域がそれぞれ工業系、住居系、商業系の場合1，その他の場合0），小学校数とした．施策前後（2010年，2020年）の処置群，対照群のデータを用いて最小二乗法（減少法）により推定を行った．

目的変数を人口総数，従業者数とした場合の推定結果をそれぞれ表-3，表-4示す．

表-3 人口総数の推定結果（減少法）

	パラメータ	t値		パラメータ	t値
工業ダミー	226.4705	1.8007 *	処置(β_1)	160.5986	0.9978
住居ダミー	1,810.6826	8.8760 **	時点(β_2)	-81.4541	-0.5068
商業ダミー	1,262.9509	10.2063 **	交差(β_3)	165.0103	0.7260
小学校数	1,075.9036	9.8777 **	定数項	286.6582	1.3809

注) **: 1%有意 * : 5%有意 † † : 10%有意 † : 15%有意

表-4 従業者数の推定結果（減少法）

	パラメータ	t値		パラメータ	t値
工業ダミー	267.7157	1.9969 *	処置(β_1)	486.5567	2.8779 **
住居ダミー	498.4823	2.3214 *	時点(β_2)	-65.4397	-0.3876
商業ダミー	1,207.5016	9.2719 **	交差(β_3)	86.0583	0.3604
小学校数	390.2973	3.4105 **	定数項	318.5555	1.2380
IC距離	-0.0444	-2.2899 *			

注) **: 1%有意 * : 5%有意 † † : 10%有意 † : 15%有意

(5) まとめ

目的変数を従業者数，人口総数としたいずれの場合においても，施策効果である β_3 は統計的に有意とならなかった．このため，北陸新幹線延伸が周辺地域の人口規模に有意な影響を及ぼしたとは言えない．一方，用途地域ダミーはすべて有意に推定されており，用途地域が設定されている地域ほど人口および従業者数が多いことが改めて確認された．また，小学校数が有意となっていることから，小学校数が多いメッシュほど人口も従業者数も多い傾向が示された．小学校があることで教員やその他の関連職種の従業者が増加していることが示唆される．さらに，IC距離（ICまでの最短道路距離）については，従業者数を目的とする場合のみ説明変数として採用され，ICから近い地域ほど就業機会が集積していることが示された．

4.3 山陰自動車道

(1) 分析の概要

ここでは，対象地域を鳥取県・島根県・山口県の市町村とし，山陰自動車道の整備が整備区間の沿線市町村から特定地域への転出者数，特定地域から沿線市町村への転入者数に及ぼした影響を分析する．山陰自動車道沿線の市町村を処置群（ $z=1$ ），非沿線の市町村全てを対照群候補とし，特定地域は東京圏1都3県（東京都・神奈川県・埼玉県・千葉県），大阪圏2府2県（大阪府・兵庫県・京都府・奈良県）とする．

山陰自動車道の2025年10月1日時点での供用区間とこのうち分析期間の2010年と2020年の間に開通した区間を図-4に示す．

(2) 目的変数データ

鳥取県・島根県・山口県の市町村と特定地域（東京圏・大阪圏）間の粗人口移動数のデータとして，近年公開されたRESASのデータを用いる．

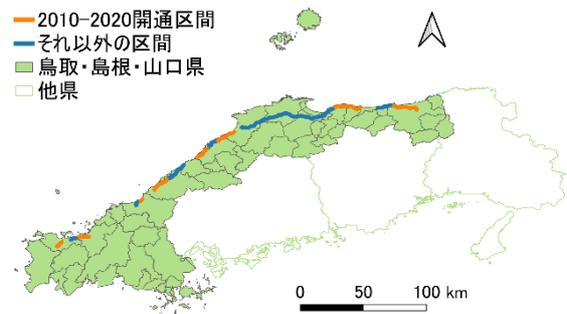


図-4 山陰自動車道の供用区間・2010-2020年開通区間

RESAS (Regional Economy and Society Analyzing System: 地域経済分析システム) とは，内閣官房および経済産業省が提供している，地域経済の「見える化」を目的とした分析ツールサービスである．国勢調査，経済センサス，事業所・企業統計調査，総務省統計局の人口移動，産業構造，企業活動，観光流動等を可視化できる．本研究では，目的変数データとして，RESASの「社会増減分析」内にある鳥取県・島根県・山口県の各市町村から特定地域（東京圏・大阪圏）への転出者数，特定地域（東京圏・大阪圏）から各市町村への転入者数のデータを使用する．

RESASの社会増減分析の転入者数の可視化例（全国の市町村から鳥取市への転入）を図-5に示す．



出典：RESAS（内閣府・経済産業省）

図-5 転入者数の可視化例（全国の市町村から鳥取市）

(3) 説明変数データ

使用する説明変数のデータを表-5に示す．

表-5 使用データ（山陰自動車道）

	前	後	出典	前	後	出典
人口総数						
生産年齢人口						最新HP
20-24歳人口						国土数値情報 用途地域データ
男女	2010	2020	国勢調査	2011	2019	国土数値情報 用途地域データ
世帯総数				2010	2020	国土数値情報 医療機関データ
10万人以上ダミー				2014	2021	商業統計表・ 経済センサス
事業所数				2013	2021	NITAS
従業者数(人)	2009	2021	経済センサス	2010	2018	RESAS

(4) PSM

山陰自動車道のPSMを実施する前の処置群を図-6，PSMにより選定された処置群と対照群を図-7に示す．また，PSMの共変量のバランスを改善前後の結果を表-6に示す．

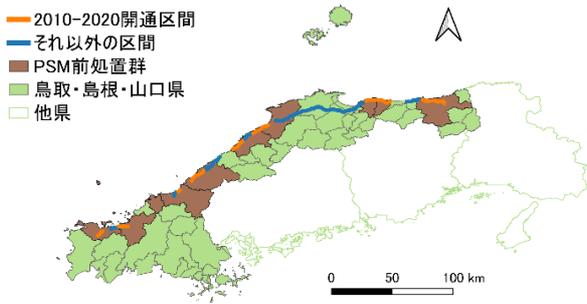


図-6 PSM 実施前の処置群 (山陰自動車道)

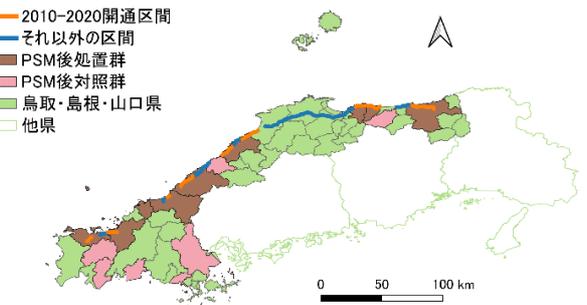


図-7 選定された処置群と対照群 (山陰自動車道)

表-6 PSM の共変量比較 (山陰自動車道)

		旧	新
標準化平均差	<0.25 割合	0.4545	1
	最大値	0.6326	0.1907
分散比	0.5-2.0 割合	0.1111	1
	最大乖離 (倍率)	71.5647	1.1227

(5) DID

目的変数を東京圏への転出者数, 東京圏からの転入者数にした場合の推定結果をそれぞれ表-7, 表-8, 目的変数を大阪圏への転出者数, 大阪圏からの転入者数にした場合の推定結果をそれぞれ表-9, 表-10 に示す。

表-7 転出者数の推定結果 (東京圏)

	パラメータ	t値		パラメータ	t値
最小一般化費用	-0.0657	-3.0711 **	処置(β_1)	-147.7248	-1.0767
平均所得 (百万円/人)	-300.4699	-1.6675 ††	時点(β_2)	86.3446	0.6193
定数項	3,574.0040	3.8829 **	交差(β_3)	128.7292	0.7378

表-8 転入者数の推定結果 (東京圏)

	パラメータ	t値		パラメータ	t値
最小一般化費用	-0.0232	-2.0807 *	処置(β_1)	-8.1850	-0.1766
人口20_24	0.0470	5.3959 **	時点(β_2)	6.0995	0.1478
大型病院ダミー	141.4716	2.2500 *	交差(β_3)	-15.0328	-0.2521
			定数項	684.3281	2.0931 *

注) **: 1%有意 * : 5%有意 †† : 10%有意 † : 15%有意

表-9 転出者数の推定結果 (大阪圏)

	パラメータ	t値		パラメータ	t値
最小一般化費用	-0.0321	-2.6996 **	処置(β_1)	161.0731	1.1970
10万人ダミー	667.6233	5.6583 **	時点(β_2)	-43.5409	-0.3500
定数項	550.6727	2.3499 *	交差(β_3)	204.0750	1.1162 †

表-10 転入者数の推定結果 (大阪圏)

	パラメータ	t値		パラメータ	t値
最小一般化費用	-0.0160	-3.6814 **	処置(β_1)	95.0024	2.7314 **
10万人ダミー	294.2260	8.1946 **	時点(β_2)	-62.5838	-1.8703 *
平均所得 (百万円/人)	141.5762	3.1234 **	交差(β_3)	-3.9066	-0.0913
大学定員	0.1341	8.2487 **	定数項	-400.0086	-2.0795 *
大型病院ダミー	151.9622	3.3644 **			

注) **: 1%有意 * : 5%有意 †† : 10%有意 † : 15%有意

(6) まとめ

推定結果より, 山陰自動車道の整備によって整備区間の沿線市町村から大阪圏への転出者数が増加したことが明らかとなった。一方, 東京圏への転出者数, 東京圏からの転入者数, 大阪圏からの転入者数については, 統計的に有意な影響は見られなかった。山陰自動車道の整備は, 大都市圏からの流入, 距離の離れた大都市圏への流出には影響を及ぼさないが, 距離的に近い大都市圏への流出 (ストロー効果) をもたらしたことが示唆される。

また, すべての分析結果で, 説明変数として最小一般化費用が有意に採用されていることから, 大都市へ移動する際に要する時間と費用が小さい地域ほど転出も転入も多くなることが分かる。

4.4 実証分析のまとめ

本研究では, 2つの高速交通インフラ (北陸新幹線・山陰自動車道)の整備が人口等に及ぼす影響を DID-PSM を用いて分析した。分析の結果, 高速交通インフラ整備が沿線地域の人口へ影響を与えているとは言えないが, 地方部における高速道路整備は距離の近い大都市圏への流出 (ストロー効果) をもたらす可能性が示唆された。

また, 沿線地域の人口総数や従業者, 大都市圏 (東京圏, 大阪圏) からの転入者数, 大都市圏への転出者数に影響を及ぼす変数を確認することができた。

5. まとめ

本研究では, 高速交通インフラの整備が地方部の人口や, 地方部と大都市圏間の粗人口移動に及ぼした影響について, DID-PSM (差の差分法と傾向スコアマッチングを組み合わせた手法) を用いて定量的に分析する手法を確立した。さらに, 2015年に開通した北陸新幹線 (長野~金沢間) の整備が沿線地域の人口総数, 従業者数に及ぼした影響, 山陰自動車道の整備が整備区間の沿線市町村から大都市圏への転出者数, 大都市圏から沿線市町村への転入者数に及ぼした影響を分析した。分析の結果, 地方部における高速道路整備は, 距離の近い大都市圏への人口流出をもたらす可能性があることが示された。

日本では特に地方部で人口減少が進んでいるが, 人口減少の緩和方策として, まずは大都市圏から観光で地方部を訪れて知ってもらい, 地方移住を考えるきっかけをつくるのが考えられる。このため, 目的変数を入込客数として分析を行うことが今後の課題として挙げられる。また, 分析期間を変更し長期的な影響を分析すること, 北陸新幹線, 山陰自動車道以外の高速交通インフラを対象として分析を行うことも今後の課題である。

参考文献

1) 織田澤利守, 諸橋克彦, 横山将大: 高速道路整備がインターチェンジ周辺地域の雇用と事業所立地に及ぼす因果効果の推定, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.77, No.2, pp.52-61, 2021.