

御堂筋の側道歩行者空間化が周辺部の交通状況に及ぼした因果効果に関する研究

A Study on the Causal Effects of Pedestrianization of the Side Roads of Midosuji
on the Surrounding Traffic Conditions

東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻 37-236169 中村耀三

In recent years, pedestrian-centered road spaces have gained importance as part of sustainable urban design, and various initiatives have been implemented worldwide. Japan is no exception, with numerous examples of creating pedestrian zones. However, there is persistent concern that converting roads into pedestrian spaces may deteriorate surrounding traffic conditions. A lack of research providing clear evidence to refute this concern may hinder the introduction of pedestrian spaces. This study quantitatively evaluates the causal effects of pedestrianizing Midosuji Boulevard on surrounding traffic conditions using the difference-in-differences(DID) method. The results reveal no clear evidence that pedestrianization has increased traffic volume in the surrounding areas.

1. はじめに

1.1 研究の背景と目的

近年、持続可能な都市設計の一環として歩行者中心の道路空間が重要視されており、世界中で様々な取り組みが行われている。日本においても、戦後の急速なモータリゼーションに伴い道路空間のあり方が見直され、1971年に改定が行われた道路交通法においては歩行者専用道の概念が追加された。最近では、道路政策ビジョンである「2040年、道路の景色が変わる」において、道路を人々が滞在し交流できる空間へと回帰することが提示された。また2020年には、道路を人中心の空間へと再編し新たなニーズに応えるための歩行者利便増進道路（通称：ほこみち）制度も創設された。一方で、主要道路の歩行者空間化は周辺の道路混雑を招く恐れがあるという懸念も根強く存在し、導入に際して近隣住民などから反対意見が噴出することもある。この懸念を否定するための実証的な証拠を提示する研究は少なく、日本における歩行者空間導入が制限される要因となっていると考えられる。そのため、歩行者空間の導入と周辺の交通状況の因果関係を究明することは、持続可能な交通政策実現に向けた重要な課題である。

そこで本研究では、大阪の御堂筋で進行中の歩行者天国化計画を対象として、側道の歩行者空間化が周辺の交通状況へどのような影響を与えたかを因果推論の手法を用いて分析し、日本において歩行者空間が交通の大きな混乱を来すことなく導入可能であるかどうか定量的に評価するための根拠の一つを提示する。

1.2 道路の歩行者空間化に関する既往研究

歩行者天国がもたらす恩恵については様々な研究が行われている。Soni and Soni(2016)は、世界中の事例をもとに、歩行者天国化がもたらす恩恵を「Transportation related」「Social」「Environmental」「Economic」「Health related」に分類した¹⁾。He et al.(2021)は、中国の武漢で行われた緑道導入が近隣住民の歩行時間に有意な正の影響をもたらしたことを報告し²⁾、Pandit et al.(2021)はフランクフルト市における車両アクセス制限が歩行者や自転車利用者の増加につながったとしている³⁾。

また、歩行者空間化に伴う周辺混雑についても、これを否定する研究は複数存在する。Cairns et al.(2002)の事例研究によれば、道路の歩行者空間化に際する混雑の懸念は往々にして過剰であり、人々による交通行動変容を考慮すれば交通量抑制を見込むことができる⁴⁾。交通行動の変容については、Tennøy and Hagen (2021)⁵⁾、Chung et al.(2012)⁶⁾の研究でも言及されている。

日本での歩行者空間導入に関する議論については、Parady et al.(2024)が「アジアでの研究の不足」「因果推論に基づいた研究の不足」を指摘し、さらなる研究の必要性を述べている。このことを受けて、新宿・秋葉原・銀座の3事例を対象とし、日本の歩行者天国が周辺部の交通状況にもたらす影響を因果推論の手法を用いて分析した⁷⁾。結果として、いずれのケースでも歩行者天国化による周辺部への重大な影響を示す証拠は得られず、自動車利用者による交通行動変容が生じた可能性が示唆された。一方で、同研

究において対象とした3事例はいずれも歩行者天国の実施を日曜日の特定の時間帯のみに限定したものであり、一般的に混雑が問題になりやすい平日への適用性の面で課題が残った。本研究は、曜日を限らず恒常的に実施されている大阪・御堂筋の歩行者空間化計画を対象として、側道の歩行者空間化が周辺の交通状況に与えた因果効果を推定することで、日本における歩行者空間の導入可能性評価に資する新たな知見を提供する。

1.3 御堂筋における歩行者天国

御堂筋は、大阪の梅田から難波までの全長4.4kmを東西に貫く、本線4本・側道（緩速車線）2本からなる道路の愛称である。古くから大阪の経済成長を支えその発展に貢献してきた御堂筋は、近年その周辺環境に大きな変化を見せ、御堂筋に求められる機能や価値も多様化した。車中心から人中心の道への再編という考え方が台頭し始め、2019年に策定された「御堂筋将来ビジョン」において御堂筋の完全歩行者空間化が計画されるに至った⁸⁾。

図1に、御堂筋の側道歩行者空間化・完全歩行者空間化の完成予想図、図2に歩行者空間化・新型コロナウイルス関連規制の時系列を示した。本研究では、2020年12月から2023年2月までに行われた中央区心斎橋筋2丁目・中央区難波1丁目間の整備を「整備1」、2022年10月から続く長堀通～道頓堀川間の整備を「整備2」と呼ぶことにし、これら2つの整備について差分の差分法（DID）により分析を行った。

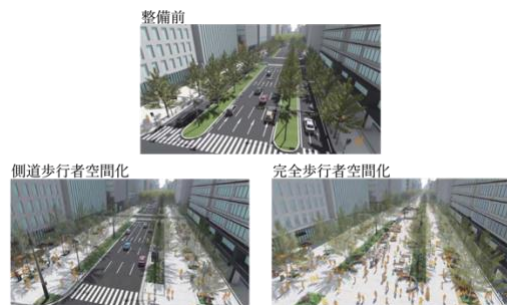


図1：御堂筋の側道歩行者空間化・完全歩行者空間化予想図（出典：大阪市ホームページ「御堂筋将来ビジョン」）

2. 方法論

2.1 理想的な研究方法の探究

Angrist and Pischke(2013)⁹⁾の「適切な因果推論の手法を決定するための『4つの問い』」に答える形で分析手法を検討した結果、本研究では因果推論の手法であるDID分析を用いることとした。DID分析を行うにあたり平行トレンド仮定の成立が前提となるため、本研究では「処置前と処置後のDID」に加えて「処置前と処置前のDID」を追加で行い、処置前には側道閉鎖の処置効果がないことを確認した。また、大阪市内で整備区間から一定距離以上離れた地点を対照群とすることにより、DID分析に必要なもう一つの条件であるSUTVA条件を満たすようにした。図3に本研究におけるDID分析の概念図を示した。

2.2 データセット

本研究では、日本道路交通情報センター（JARTIC）が提供する5分単位で記録された断面交通量パネルデータを1時間ごとの断面交通量に集計して利用した。また、データ量が膨大となるため、分析にあたっては計算効率上昇を目的として表1の条件でデータを抽出、縮小した。

表1：データ抽出条件

月	2017年1月から6ヶ月ごとに 2023年7月まで
日	平日は各月の第三火曜、水曜、木曜日 休日は各月の第三土曜、日曜日
時間	各日の10時台及び16時台の2時間

2.3 処置群と対照群について

処置群は御堂筋の側道歩行者空間化の影響を受けると思われる観測地点であり、本研究においては御堂筋の整備区域から一定距離バッファ内に存在する観測地点である。バッファは表1に示す7通りを設定し試した。対照群は側道歩行者空間化の影響を受けないと仮定した観測地点である。具体的には、御堂筋の整備区域から4000メートル以上離れた観測地点から、計算効率上昇のためランダムに抽出し、処置群と同数になるようにした。

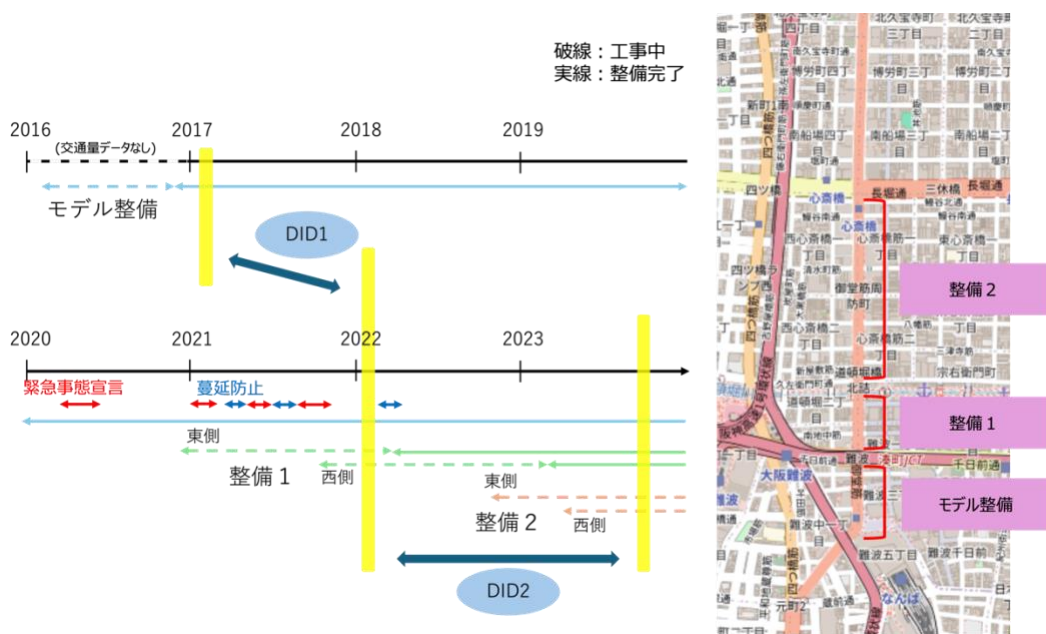


図 2：歩行者空間化・新型コロナウイルス関連規制の時系列

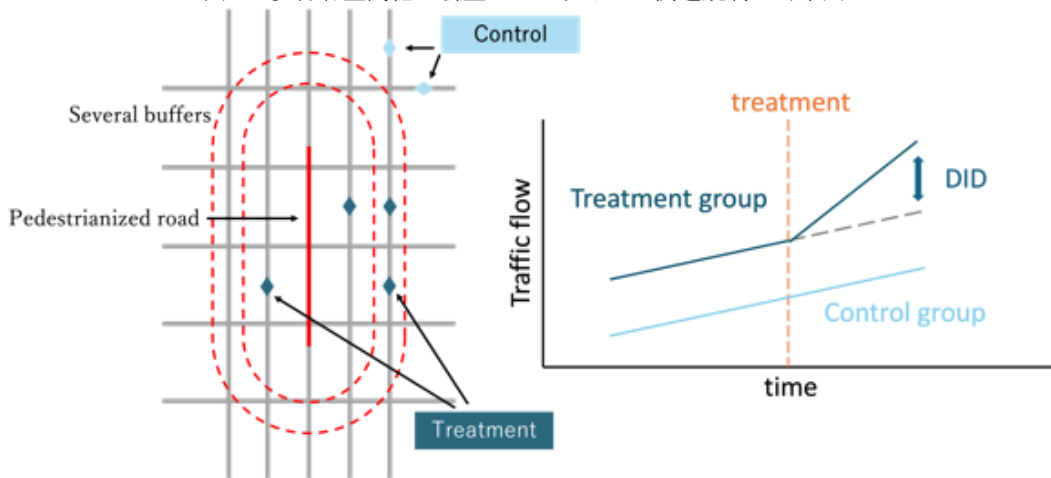


図 3：DID 分析の概念図

2.4 御堂筋の交通の現状

全国道路・街路交通情勢調査の情報によると、御堂筋の交通量は直近 40 年間で約 4 割減少している。渋滞についても、本線ではほとんど発生しておらず、東側の側道で特定の時間帯に混雑が発生する程度である。令和 3 年全国道路・街路交通情勢調査によれば、御堂筋のうち今回扱う整備が行われている部分の混雑度は 0.45 となっており、渋滞は問題にならないと考えられる。今回分析対象とする御堂筋周辺について

も、全国道路・街路交通情勢調査のデータによれば混雑が大きく問題になるような道路は限定的であり、本研究での結果の解釈においてはこの点に留意すべきである。

2.5 DID について

最も単純な推定式は(1)式・(2)式で表される通りである。

$$\log Y_{i,t} = \alpha_i + \beta_1 D_i + \beta_2 T_t + \beta_3 D_i T_t + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

$$\log Y_{i,t} = \alpha + \beta_1 D_i + \beta_2 T_t + \beta_3 D_i T_t + \theta \log Y_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

(1)式は、地点ごとの観測されない影響として、時間によって不変であるものを捉えた固定効果モデル（FE モデル）である。ただし、 $Y_{i,t}$ は地点 i の時刻 t における 1 時間あたりの交通量(台)、 $\alpha_i + \beta_1 D_i + \beta_2 T_t + \beta_3 D_i T_t + \varepsilon_{i,t}$ は地点 i の固定効果、 D_i は処置群ダミー（地点 i が処置群に属していれば 1、そうでなければ 0）、 T_t は時間ダミー（時刻 t が処置後の時刻であれば 1、そうでなければ 0）、 $\varepsilon_{i,t}$ は地点 i ・時刻 t における誤差項、 $\beta_1 \sim \beta_3$ がパラメータである。 β_3 が平均処置効果であり、これが関心の対象となる。

(2)式は、地点ごとの観測されない影響として、同一地点内の変動に重点を置いた時間ラグモデル（LAG モデル）である。ただし、 $Y_{i,t}$ は地点 i の時刻 t における 1 時間あたりの交通量（台）、 α は定数項、 $Y_{i,t-1}$ は地点 i の時刻 $t-1$ における 1 時間あたりの交通量（台）、 θ がパラメータである。その他の変数や関心の対象となるパラメータは(1)式と同じである。

さらに、空間的相互作用を考慮するために上記のモデルに空間的自己相関項を追加したものが(3)式・(4)式である（それぞれ FE-SAR モデル、LAG-SAR モデル）。

$$\log Y_{i,t} = \alpha_i + \beta_1 D_i + \beta_2 T_t + \beta_3 D_i T_t + \rho W \log Y_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

$$\log Y_{i,t} = \alpha + \beta_1 D_i + \beta_2 T_t + \beta_3 D_i T_t + \theta \log Y_{i,t-1} + \rho W \log Y_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (4)$$

ただし、 ρ はパラメータ、 W は各地点の空間的相関関係を示す空間重み行列であり、その各成分は地点間ネットワーク距離の 2 乗の逆数である。

3. 結果

3.1 平行トレンド仮定の検証

DID 分析を行う前に、各整備の前後で 1 時間あたりの交通量の推移に着目することで平行トレンドを仮定できるかどうかを確認した。代表的に、図 4 に整備 1 前後の平日 10 時台の 1 時間交通量推移を示した。交通量のトレンドは概ね平行に推移していることが確認されたが、一部平行が崩れているように見受けられる部分に関しては、アナウンスメント効果が存在した可能性がある。すなわち、御堂筋の側道閉鎖実施前に移動者があらかじめ交通行動の変容を起こしていたことが考えられる。

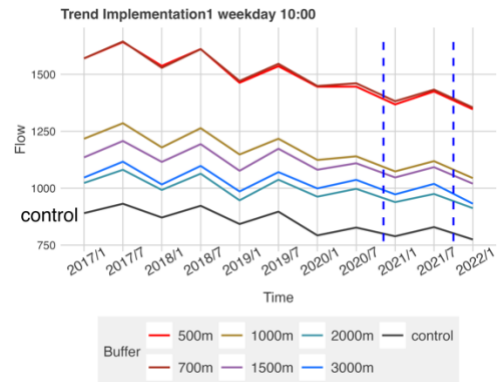


図 4：整備 1 前後の平日 10 時台の 1 時間交通量推移

3.2 各モデルの妥当性

2.5.節で示した 4 つのモデルの RMSE(二乗平均平方根誤差)及び自由度調整済み決定係数を比較することにより、各モデルの妥当性を検証した。代表として、表 2 に整備 1 平日における各モデルの評価指標を示した。日時やバッファにもよるが FE モデル、LAG モデル、LAG-SAR モデルがほぼ同程度の高水準であったのに対し、FE-SAR モデルは極端に精度が悪いという結果になった。したがって、FE-SAR モデルは採用せず、次節では FE モデル、LAG モデル、LAG-SAR モデルの 3 つについて論じる。

表 2：整備 1 平日における各モデルの評価指標

整備 1 平日 10 時				整備 1 平日 16 時			
Buffer	Model	RMSE	Adj.R ²	Buffer	Model	RMSE	Adj.R ²
500m	FE	0.120	0.976	500m	FE	0.088	0.969
	LAG	0.080	0.976		LAG	0.080	0.977
	FE-SAR	0.480	0.033		FE-SAR	0.493	0.065
	LAG-SAR	0.168	0.886		LAG-SAR	0.171	0.889
700m	FE	0.072	0.985	700m	FE	0.080	0.979
	LAG	0.075	0.987		LAG	0.078	0.988
	FE-SAR	0.440	0.057		FE-SAR	0.483	0.057
	LAG-SAR	0.241	0.859		LAG-SAR	0.101	0.978
1000m	FE	0.083	0.978	1000m	FE	0.090	0.971
	LAG	0.085	0.972		LAG	0.170	0.891
	FE-SAR	0.595	-0.143		FE-SAR	0.638	-0.143
	LAG-SAR	0.112	0.950		LAG-SAR	0.233	0.789
1500m	FE	0.089	0.974	1500m	FE	0.087	0.972
	LAG	0.100	0.976		LAG	0.085	0.982
	FE-SAR	0.585	-0.144		FE-SAR	0.569	-0.144
	LAG-SAR	0.101	0.975		LAG-SAR	0.100	0.975
2000m	FE	0.101	0.975	2000m	FE	0.098	0.974
	LAG	0.093	0.973		LAG	0.084	0.979
	FE-SAR	0.566	-0.208		FE-SAR	0.593	-0.208
	LAG-SAR	0.098	0.970		LAG-SAR	0.086	0.978
3000m	FE	0.125	0.952	3000m	FE	0.117	0.958
	LAG	0.094	0.973		LAG	0.085	0.978
	FE-SAR	0.558	-0.221		FE-SAR	0.583	-0.221
	LAG-SAR	0.100	0.969		LAG-SAR	0.087	0.977

3.3 整備 1 のモデル推定結果

はじめに、3.3.節、3.4.節に共通するグラフの

見方について説明する。横軸は時期、縦軸は2017年1月を基準とした交通量変化率を表している。2.5節で示した式において、被説明変数として交通量の対数をとっているため、交通量変化率は平均処置効果 β_3 として得られたものである。点線は東側・西側側道の整備が開始された時点である。エラーバーは95%信頼区間であり、信頼区間が0を含まないとき、その時点における推定値が有意水準5%で有意であることを示し、側道の歩行者空間化が交通量に統計的に有意な影響を及ぼしたと推定できる。

まず、FEモデルの推定値を示す。図5、図6に平日10時台、休日10時台の各バッファにおける処置効果のパラメータ推定値を示した。平日では多くの場合推定値の95%信頼区間が0を含んでおり、統計的に有意な処置効果は確認できなかった。また、多くの推定値が負の値となっている。休日では、整備区間から1000m以内の範囲で有意に負の値となる推定値があり、その効果量も-10%から-20%程度あった。なお、整備前から処置効果が現れ始めているように見受けられる場合があるが、これは前述の通りアナウンスメント効果が生じていると考えられる。3.1節の検証結果も踏まえると、平行トレンドは支持されていると考えられる。

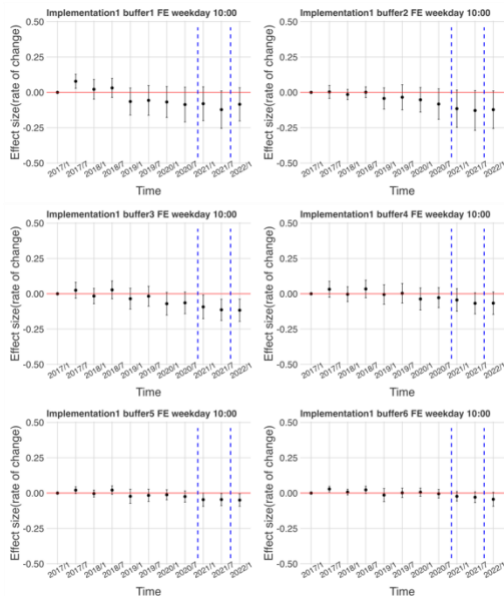


図5：整備1 FEモデル（平日10時）

次に、LAGモデルの推定値を示す。図7に平日10時台の各バッファにおける推定値を示した。ほぼ全ての推定値が信頼区間に0を含み、明確な処置効果は確認できなかった。効果量も精々数%にとどまっている。なお、このモデルにおいても平行トレンドは支持されることが考えられる。

次に、LAG-SARモデルの推定値を示す。図8に平日10時台の各バッファにおける推定値を示した。LAGモデルと同様、ほぼ全ての推定値が信頼区間に0を含み、効果量も数%にとどまった。このモデルにおいても平行トレンドは支持されることが考えられる。

3.4 整備2のモデル推定結果

整備2の結果については、各モデルのバッファ1(整備区間から500m)での推定値のみを示す。図9はFEモデル、LAGモデル、LAG-SARモデルの平日10時台、バッファ1における推定値である。いずれの場合も推定値が信頼区間に0を含み、効果量も数%にとどまった。このような結果が得られた原因として、整備2が整備1の延長として行われた歩行者空間化であったため、整備1の時点で既にある程度の順応が発生した可能性が考えられる（整備1では交通行動

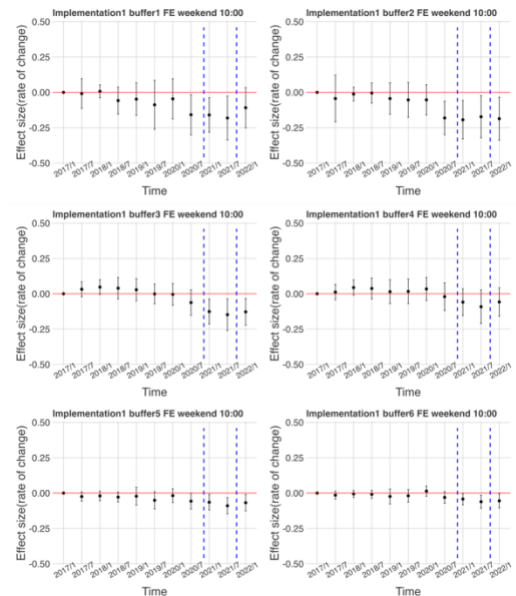


図6：整備1 FEモデル（休日10時）

を変えないが整備 2 で手段や経路を変えだす、という移動者は少ないと思われる)。

4. 考察

今回の分析ではモデルによって様々な結果が得られたが、全体として側道の歩行者空間化が周辺の交通量を増加させたという統計的因果は認められず、一部のモデルでは逆に交通量の減少を招いた可能性があることが示された。これは、側道歩行者空間化において人々が様々な形で交通行動変容を起こした可能性を示唆する。この結果は交通行動変容を実証した複数の既往研究と矛盾せず、日本においても恒久的な歩行者空間が周辺部への負担なく実装可能であることを示す研究の一つとなった。一方で、Parady et al.(2024)が指摘するように、交通行動の変容の内容は一様ではなく、通行者は経路を変更したり、自動車以外の交通手段で目的地まで移動したりすることを選択することもあるれば、閉鎖される道路周辺への移動を取りやめる可能性もある。今回の結果は様々な交通行動変容の複合による産物として現れたと考えるべきである。実際にどのような交通行動変容が発生し得るのかについては、さらなる研究が必要である。

5. 結論

5.1 結論

本研究では、御堂筋の側道歩行者空間化が周辺部の交通状況にどのような影響をもたらすかを、DID 分析による因果推論によって統計的に評価した。結果として、側道の歩行者空間化が周辺部の交通量を増加させたという明確な証拠は得られず、逆に一部のモデルでは、休日 10 時台において 1000m バッファ内で周辺の交通量を減少させた可能性があるということが示された。歩行者中心の空間設計を目指す近年の潮流に対して、道路上の歩行者空間の拡大が周辺部の混雑を悪化させるという懸念が上がることもあるが、今回の結果はそのような懸念への一つの回答となるものである。また、今回分析対象とした御堂筋の歩行者空間化計画は日時を限定して行われるものではなく、恒久的に実施されるものである。この点において、今回の結果は日本において歩行者空間を実装する際の周辺への影響を評価するための有意義な知見を提供している。

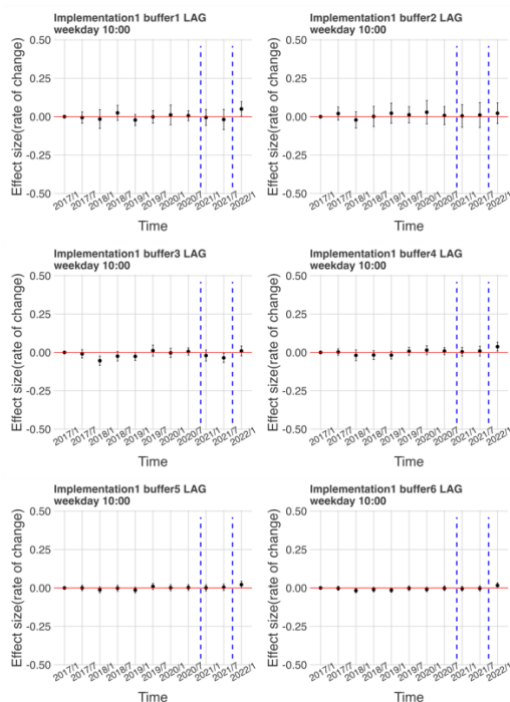


図 7：整備 1 LAG モデル（平日 10 時）

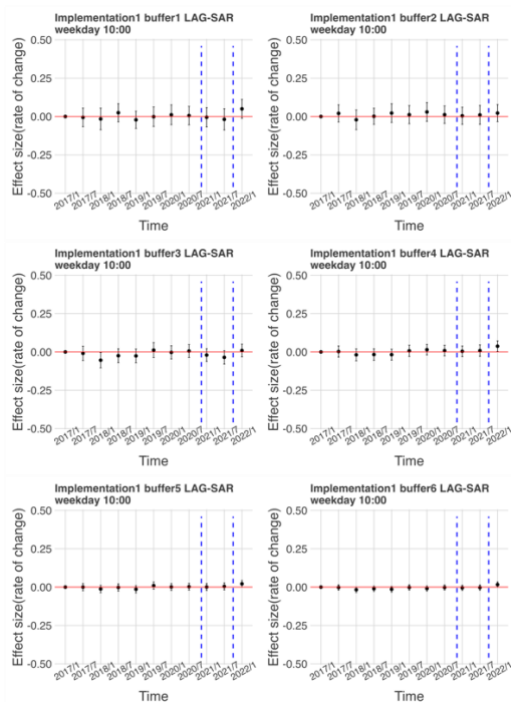


図 8：整備 1 LAG-SAR モデル（平日 10 時）

5.2 本研究の課題や懸念点

本研究では、推定式の被説明変数を1時間あたり交通量の対数としたが、交通量そのものではなく混雑度を変数として扱うことにより、より実際の現象を反映した推定を行うことができると考えられる。

また、今回は対照群として扱う観測地点を整備区間から4000m圏外の地点から抽出したが、処置効果がどの範囲まで及ぶかを明らかにした上でDID分析を行うことができれば、より正確な結果が得られる。

さらに、本研究で扱った歩行者空間化はあくまで側道の閉鎖に過ぎず、歩行者空間化による効果は限定的であると考えられる。実務上で歩行者空間化の導入について議論する際には車道の完全な歩行者空間化の影響を把握する必要があるため、本研究の結果のみでは議論不足と言わざるを得ない。今後の御堂筋歩行者空間化計画の進行状況に合わせて、分析を反復し知見を蓄積していくことが望ましい。

主要参考文献

- 1) Soni, N. and Soni, N.(2016), 'Benefits of pedestrianization and warrants to pedestrianize an area', Land Use Policy, 57(30), pp.139-150
- 2) He, D. et al.(2021), 'Large-scale greenway intervention promotes walking behaviors: A natural experiment in China', Transportation Research Part D: Transport and Environment, 101, doi: 10.1016/j.trd.2021.103095.
- 3) Pandit, L. et al.(2021), 'How do people use Frankfurt Mainkai riverfront during a road closure experiment? A snapshot of public space usage during the coronavirus lockdown in May 2020', Cities & Health, 5(sup1), S243-S262. doi: 10.1080/23748834.2020.
- 4) Cairns, S. et al.(2002), 'Disappearing Traffic? The story so far', Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Municipal Engineer, 151(1), pp.13-22. doi: 10.1680/muem.2002.151.1.13.
- 5) Tennøy, A. and Hagen, O. H. (2021), 'Urban main road capacity reduction: Adaptations, effects and consequences', Transportation Research Part D: Transport and Environment, 96, doi: 10.1016/j.trd.2021.102848
- 6) Chung, J. H., Hwang, K. Y. and Bae, Y. K.(2012), 'The loss of road capacity and self-compliance: Lesson from the Cheonggyecheon stream restoration', Transport Policy, 21, pp.165-178. doi: 10.1016/j.tranpol.2021.01.009.
- 7) Parady, G., Chikaraishi, M. and Oyama, Y. (2024), 'A Walker's Paradise ain't a Driver's Hell: Evaluating the Causal Effect of Temporary Road Pedestrianization on Traffic Condition of Surrounding Roads' Presented at the 103rd TRB Annual Meeting, Washington D.C. USA, January 7-11.
- 8) 大阪市. "御堂筋将来ビジョン". 大阪市建設局企画部企画課道路空間再編担当, 2019, <https://www.city.osaka.lg.jp/kensetsu/cmsfiles/contents/0000464/464479/shousai-00-05.pdf>, (参照 2025-01-22)
- 9) Angrist and Pischke. "「ほとんど無害」な計量経済学". NTT 出版. 2013

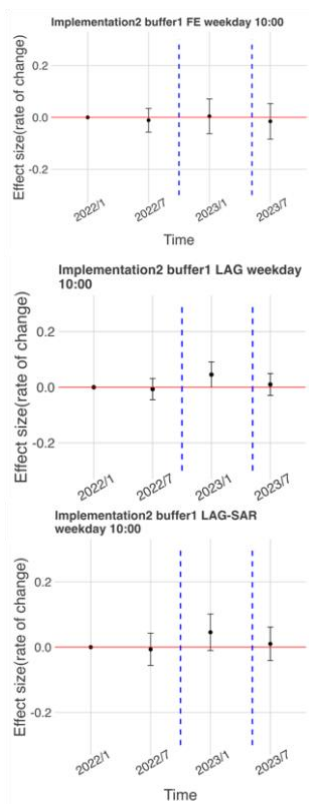


図9：整備2 各モデル(平日10時、バッファ1)