

第IV部門

傾向スコアマッチング・差の差分法による高速道路IC整備効果の計測

神戸大学工学部 学生員 ○横山 将大
 神戸大学大学院 学生員 諸橋 克彦
 神戸大学大学院 正会員 織田澤 利守

1. はじめに

日本では戦後から、鉄道や道路などの交通インフラのネットワークが密に整備されてきており、この整備によって、移動時間短縮や輸送費の低下といったストック効果の向上が期待される。このストック効果を「出る」より「出す」という考え方が昨今注目されており、そうした効果の推定にあたっては、適切な反事実を補完する必要がある。こうした課題を解決するために、本研究では、分析対象のIC周辺地域の「全産業就業者数」に着目し、Xu and Nakajima[1]の考え方を参考に、統計的因果推論アプローチの一つである傾向スコアマッチング・差の差分法を用いることで、IC整備が周辺地域の雇用にどの程度寄与するか、どのような時にその処置効果が向上するのかを数値的に実証する。

2. 研究手法

(1) 使用データ他

本研究では、事業所・企業統計調査メッシュデータ、経済センサス基礎調査メッシュデータを用いる。このデータでは、日本国土を500m×500mのメッシュで区切り、メッシュごとの事業所数、従業者数が集計されている。

分析対象は、処置群については日本全国で1996年～2014年に供用開始されたIC・JCT・スマートIC周辺地域とし、対照群については日本全国からランダムに選んだ地点とする。ここで、今回は、1996年、2001年、2006年、2009年、2014年の5時点のデータを用いる。

周辺地域の定義は対象点から半径2km以内とし、この周辺地域の重複を避けるため、処置群の分析対象点から3大都市圏から半径20km圏内の点を、対照群の分析対象点から処置群のICから直線距離4km以内の点を除いている。

(2) 回帰モデル

IC整備が周辺地域の雇用にどの程度寄与するか、また、どのような時にその処置効果が向上するのかを、傾向スコアマッチング・差の差分法を用いて計測す

る。ここで、傾向スコア算出の回帰モデルを下に示す。

$$PS_i = \text{Logit}(X_i = 1|U_i) \quad (1)$$

本研究では、ロジットモデルを用いて推定を行っており、処置の割り付けを高速道路ICが整備された($X_i = 1$)か否($X_i = 0$)かとし、分析対象点から各種交通結節点までの距離、分析範囲内の地形条件や、その地域の産業割合などを表す共変量を U_i で表している。つまり、本研究で用いる傾向スコアは「日本全国の陸地に任意に取ったある地点に高速道路ICが設立する確率」を意味している。

次に、差の差分法の回帰モデルを下に示す。

$$Y_{it} = \alpha + \beta POST_{it} + \gamma AREA_{it} + \delta POST_{it} \cdot AREA_{it} + F_i + v_{it} \quad (2)$$

ここで、 Y_{it} は、時間 t における分析対象点 i のアウトカムを表している。本研究では、このアウトカムに「全産業従業者数(人)」を用いている。 $POST_{it}$ は、処置群に1、対照群に0をとるダミー変数である。 $AREA_{it}$ は時点の前後を区別するダミーで、介入後に1、介入前に0をとる。本研究で推定したい因果効果、つまり、高速道路ICが整備されることによるその周辺地域の全産業従業者数への影響の度合いを表すのは、 δ の推定値となる。また、 F_i は対象に固有の固定効果であり、 v_{it} は誤差項である。

なお、本研究では、「(i)1996～2014年のデータから観測できる4時点間それぞれの前後」「(ii)4時点間を一つに重ね合わせた前後」「(iii)各時点間で傾向スコアによる層別化を行ったのちのそれぞれの前後」と、3通りの分析の枠組みで差の差分法を行った。

3. 結果例と考察

ここで、傾向スコア推定の結果を示す。今回の傾向スコア算出にあたって、平均標高、最大傾斜角度、最寄りの鉄道駅、港、空港までの距離、第1次産業で有意に負の値、建物密度、第3次産業で有意に正の値が確認できた。

表 1: 推定結果：1996～2001 年間の層別化差の差分析

	(1)		(2)		(3)		(4)		(5)	
PropensityScore	0 0.1		0.1 0.2		0.2 0.3		0.3 0.4		0.4 0.5	
POST	-33.314 (41.902)	-33.314 (41.902)	-197.640* (106.568)	-197.640* (106.568)	-1099.566*** (215.262)	-1099.566*** (215.262)	-353.828 (526.897)	-353.828 (526.897)	-6865.478 (4469.186)	-6865.478 (4469.186)
AREA	0.000 (.)	1857.060*** (510.337)	0.000 (.)	-1844.048 (1265.670)	0.000 (.)	-5806.346* (3525.254)	0.000 (.)	-2459.629 (5454.413)	0.000 (.)	-41629.283 (45665.257)
POSTAREA	108.643* (59.259)	108.643* (59.259)	433.564*** (150.710)	433.564*** (150.710)	1178.655*** (304.426)	1178.655*** (304.426)	216.376 (745.145)	216.376 (745.145)	5540.016 (6320.383)	5540.016 (6320.383)
Constant	2705.982*** (20.951)	1777.451*** (360.863)	4498.616*** (53.284)	5420.641*** (894.964)	8681.620*** (107.631)	11584.793*** (2492.731)	22622.412*** (263.449)	23852.226*** (3856.852)	45696.968*** (2234.593)	66511.609** (32290.213)
N	448		176		68		48		8	
R ²	0.017		0.088		0.450		0.023		0.550	

Standard errors in parentheses

* $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$

表 2: 推定結果：2009～2014 年間の層別化差の差分析

	(1)		(2)		(3)		(4)		(5)	
PropensityScore	0 0.1		0.1 0.2		0.2 0.3		0.3 0.4		0.4 0.5	
POST	-25.201 (47.873)	-25.201 (47.873)	-266.112*** (89.480)	-266.112*** (89.480)	-494.066** (200.309)	-494.066** (200.309)	-1133.973*** (326.315)	-1133.973*** (326.315)	-585.016 (482.399)	-585.016 (482.399)
AREA	0.000 (.)	3922.942*** (937.763)	0.000 (.)	-2207.125 (1974.998)	0.000 (.)	-3906.774 (4068.154)	0.000 (.)	-19211.021*** (6039.811)	0.000 (.)	-6088.871** (2697.229)
postarea	94.727 (67.703)	94.727 (67.703)	341.815*** (126.544)	341.815*** (126.544)	361.444 (283.280)	361.444 (283.280)	1424.117*** (461.479)	1424.117*** (461.479)	684.387 (682.215)	684.387 (682.215)
Constant	2776.920*** (23.937)	815.449 (663.099)	5224.409*** (44.740)	6327.972*** (1396.535)	12547.934*** (100.155)	14501.321*** (2876.619)	19823.933*** (163.157)	29429.444*** (4270.791)	8446.740*** (241.199)	11491.176*** (1907.229)
N	460		268		140		92		36	
R ²	0.010		0.068		0.088		0.226		0.086	

Standard errors in parentheses

* $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$

ここで、マッチング後の傾向スコアの密度分布が2群間で一致していること、共変量の平均、分散を算出することで、2群間で共変量のバランスが概ね取れていることは確認できている。

次に、差の差分析の結果を示す。(i)の分析より、全ての時点間において、正に有意な結果が出たため、高速道路ICが整備されると周辺地域の雇用が促進されるといえる。(ii)の分析から、擬似的にサンプル数を増やした場合でも、より有意にその結果が示されていると言える。ここで、傾向スコアで層別化した差の差分析の結果の一部を下の表に示す。この表で、有意な結果同士を比較すると、傾向スコアが高い(ICができる可能性が高い)層の方が、より高い処置効果を得ていることがわかる。この結果と傾向スコア推定の結果を合わせて考察すると、標高が一定程度低くて傾斜が緩く、最寄りの交通インフラ拠点までの距離が近く、建物が一定程度密集していて、第1次産業より第3次産業の比率が大きい場所にICを設立するとより高い処置効果を得られる、という結論が得られる。

4. 結論

本研究では、日本全国のICを対象に、IC整備前後の周辺地域の雇用への処置効果を推定した。その結果、高速道路ICが整備されると周辺地域の雇用が促進され、さらに、傾向スコアの共変量と処置効果の大小に相関があることが示唆された。本研究では環境要因のみに着目したが、雇用や生産性に影響を及ぼし得る国の政策なども考慮してそのストック効果を計測することが今後の課題である。

参考文献

- [1] Hangtian Xu, Kentaro Nakajima, Highways and industrial development in the peripheral regions of China, Papers in Regional Science, 2015.