

令和 5 年 5 月 8 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K04717

研究課題名（和文）高速鉄道整備の地域イノベーションに与える影響に関する研究

研究課題名（英文）Impacts of High-speed Rail Development on Regional Innovation

研究代表者

加藤 浩徳 (Kato, Hironori)

東京大学・大学院工学系研究科（工学部）・教授

研究者番号：70272359

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、世界でも先進的に高速鉄道導入に成功したわが国を対象に、過去40年にわたる全国の高速度鉄道整備と地域別特許出願数とを詳細に分析し、高速鉄道の導入が地域イノベーションに与えた影響を多様な観点から実証的に分析した。その結果、高速鉄道導入が近隣地域の特許出願に有意な正の効果をもたらすこと、特許出願への影響や異産業間の共同特許出願への影響には産業間の異質性が存在することを統計的因果推論の手法を用いて実証的に明らかにするとともに、関係者へのインタビュー等を通じてそのメカニズムに関する考察を行った。さらに、その結果をもとに開発途上国における高速鉄道導入政策への示唆を検討した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の成果は、世界で最初に導入された高速鉄道を対象とした長期データに基づく地域イノベーションへの影響の実証的エビデンスであるため、その信頼性の高さと分析アプローチのユニークさから世界の多くの研究者から注目を浴びた。具体的には、世界交通学会(WCTR)の特別セミナーでの招待講演（2020年6月）、タイ・コンケン大学での招待講演（2021年11月）、インド・高速鉄道イノベーションセンターでの招待講演（2022年1月）、インドネシア大学での招待講演（2022年6月）、国際鉄道連合(UIC)での基調講演（2022年9月）等が含まれる。研究成果は、国際的に評価の高い学術雑誌にも論文として掲載された。

研究成果の概要（英文）：This study empirically analyzes the impact of introducing high-speed rail on regional innovation from various perspectives by conducting a detailed analysis of nationwide high-speed rail development and the number of patent applications by region over the past 40 years in Japan, one of the world's most advanced countries to successfully introduce high-speed rail. Our results found that the introduction of high-speed rail had a significant positive effect on patent applications in neighboring regions, and that there was heterogeneity in the impact on patent applications and the impact on joint patent applications between different industries, using statistical causality inference techniques. We also examined the mechanism of this heterogeneity through interviews with relevant parties. The results are also used to examine the implications for high-speed rail introduction policies in developing countries.

研究分野：土木計画学

キーワード：高速鉄道 地域イノベーション 特許出願数 産業

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

リーマンショックによる経済危機以降、世界経済は全体として成長が鈍化しており、OECD は世界経済が「低成長の罠」に陥っていると警告した。特に、日本は少子高齢化の進行とともに人口が中長期的に減少することから、一定水準の経済成長を維持するためにも生産性向上が喫緊の課題となっている。こうした状況を受けて、国土交通省は2016年を「生産性革命元年」と位置づけ、総力を挙げて生産性革命に取り組んできている。その一つに、インフラの「ストック効果」への注目がある。ストック効果とは、インフラが社会資本として蓄積され機能することで継続的に中長期的にわたり得られる効果のことであり、生産性向上をはじめとする様々な効果が期待されている。

以上のような政策ニーズから、交通インフラの整備が生産性に及ぼす影響に関して様々な研究が近年行われている。高速道路や新幹線のような都市間幹線交通ネットワークの整備は、広域にアクセシビリティを改善させ、その結果として交通インフラの近隣に企業や人口の集積を促進させることから、集積の経済が生じることが指摘されている。ここでは、同一産業の企業が集積することで産業クラスターを形成 (Marshall-Arrow-Romer の集積) したり、異なる産業の企業が集積することで多様性の高いクラスターを形成 (Jacobs の集積) したりすることが期待されており、これらが地域の生産性に正の効果を生み出すと考えられている。また、英国をはじめとする一部の先進諸国では、こうした生産性向上効果を Wider Economic Impact と名付け、新たな便益要素として計上する方法も提案されている。費用便益分析への算入については、研究者の間でも是非が分かるところであるが、少なくとも交通インフラ整備による地域経済への正の効果は、持続的な経済成長に貢献すると考えられることから、その効果分析に世界的に注目が集まっている。ところが、これらの分析では複数時点のデータを活用することはあっても、基本的にはクロスセクショナルなデータで生産関数を推定し TFP を推定するアプローチが取られている。そのため、既往研究の多くは、交通インフラ整備のインパクト (因果効果) を厳密に計測したものではなく、また、たとえ計量経済分析によって統計的有意性のある結果が得られたとしても、見かけ上の相関を検出しているだけに過ぎない可能性がある。さらに、仮に統計的因果推論等を活用して交通インフラ整備の地域経済効果が明らかとなっても、それはあくまでも効果の検証に過ぎず、効果のメカニズムについて解明することを意味しない。たとえば、地域経済学の知見によれば、企業の地理的集積は、各種基盤サービスの共有によるコスト削減、企業と労働者とのマッチングの効率化、企業同士あるいは労働者同士のコミュニケーションによる学習などを通じて、イノベーションの活性化を引き起こし、それが生産性の向上につながると考えられることが多いが、これはあくまでも仮説にすぎない。特に、交通インフラ整備がイノベーションを通じて生産性向上につながる因果メカニズムの解明は不十分であり、そのため、交通インフラ整備により生産性向上効果を発現させるための条件や、生産性向上効果を最大化するための関連施策が依然として不明である。これは、生産性革命を進める政府の方針を効果的に遂行する上で大きな障壁となるだけでなく、日本の交通インフラ技術を海外に展開する際にも、相手国に説得ある形でエビデンスを提示できず、我が国のインフラシステム海外展開を進める上でも大きな課題の一つとなっている。

### 2. 研究の目的

本研究は、高速鉄道整備がイノベーションに与える影響に着目し、以下を実施する。

- 1) 我が国の新幹線整備が地域イノベーションに与えた影響の分析
- 2) 我が国の新幹線整備が複数企業の共同イノベーションに与える影響の分析
- 3) 我が国の新幹線の特性およびその地域イノベーションへ与える影響メカニズムの検討

### 3. 研究の方法

本研究では、大きく分けて3つの段階に分けて実証分析を行った。

第1段階では、高速鉄道のイノベーションに与える影響をマクロに分析することを目的として、全世界の高中所得国・地域を対象に中長期的な観点から国際比較分析を行った。具体的には、100万人あたりの年間特許出願数を地域イノベーションの代表値として用い、それに高速鉄道が与える影響に関して実証分析を行った。

第2段階では、高速鉄道の地域イノベーションに与える影響把握を目的に、我が国を対象とした事例分析を行った。ここでは、1976年から2016年までの過去40年間を対象に、我が国の1,741市区町村をカバーするパネルデータを用いて、実証分析を行った。この分析では、市区町村レベルの特許出願件数が各地域のイノベーションを表すものと考え、市区町村の特許出願件数が負の二項分布に従うものと仮定した。高速鉄道の新規導入が地域のイノベーションに与えるインパクトを、複数年を対象とする差の差分 (Difference-in-differences analysis, DID) 法を適用して統計的に推定した。

第3段階では、特に産業特性を考慮して高速鉄道の地域イノベーションに与える影響を分析した。ここでは、まず、日本の製造業に属する21中分類の産業を対象に、207ゾーン別に1976~2009年の期間における新幹線の新規導入が特許出願数に与えた影響を、DID法を用いて分析

し、次に、高速鉄道の地域における異産業間の共同イノベーションに与える影響を分析した。

#### 4. 研究成果

第1段階では、3つの分析を行っている。第一は、高速鉄道の導入された14か国を対象に10年間のパネルデータを使用して、高速鉄道の地域イノベーションに及ぼした影響の推定である。第二は、15か国の高速鉄道導入国と44か国の非導入国を対象として、DID法を用いた平均介入効果の推定である。第三は、詳細データの得られた29か国（うち10か国が高速鉄道導入国）を対象にマッチング手法を使用した平均介入効果の推定である。以上の分析は、いずれも高速鉄道登場後の約40年の歴史をカバーする網羅的な分析である点に特徴がある。これらの分析の結果、高速鉄道整備が短期的にも長期的にも地域イノベーションに正の外部性を持つ可能性があることが強く示唆された。特に、高速鉄道が中所得国や都市人口の増加率が高い国に与える影響は、他の国よりも大きいことが明らかとなった。これは、高速鉄道整備が政府のイノベーション政策の一部になり得ること、また中所得国や高度に都市化の進む地域、および地域間の輸送システムが不十分な地域では、知識生産を促進する上で、高速鉄道導入による貢献が期待できることを示唆している。

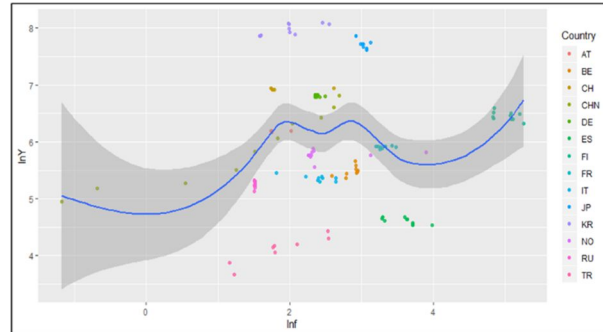


図1 高速鉄道延長(Inf)と一人当たり特許出願数(Y)との国間比較 (Bhatt and Kato, 2021)

第2段階では、分析の結果、高速鉄道開発が開発地域のイノベーションに統計的に有意に正の効果をもたらすことが示された(表1)。ロバストネス分析のため、傾向スコアマッチングを活用した差の差分分析や操作変数法を用いた分析なども行い、分析結果の頑強性が確認された。また、分析の結果より、人口規模の小さい地方部における高速鉄道の地域イノベーションに与えるインパクトは、大都市部におけるインパクトよりも有意に大きいことも示された。これは、高速鉄道整備による地域間コミュニケーションの機会増加が、労働者数の少ない地方部において地域イノベーションを促進する上で重要な役割を果たす可能性のあることを示唆している。

第3段階では、産業別のDID分析の結果、ほとんどの製造業関連産業において統計的に有意な正の効果が見られた一方で、統計的に有意性が見出せない産業や統計的に有意に負の効果が見られた産業も見られた。また、高速鉄道導入が異産業間の共同特許出願数に与えた影響をDID法によって分析した結果、やはり高速鉄道の効果には産業間での異質性が確認された。いずれの実証分析でも、情報通信機械器具製造業において統計的に有意に負の効果が見られたので、関連する専門家に対してインタビューを実施し、その原因を特定するとともに、高速鉄道導入の効果の産業間での異質性が生じる原因について考察を行った。最後に、我が国の事例から得られた知見をもとに、インドで現在検討中の高速鉄道プロジェクトを対象に現地専門家のインタビューを実施し、途上国の高速鉄道整備への政策的示唆を検討した。

表1 第2段階分析の推定結果(我が国の1976~2016年の1,741市区町村パネルデータを用いたDID推定結果)(Miwa, Bhatt, Morikawa and Kato, 2022)

モデル 変数	モデル1		モデル2		モデル3		モデル4	
	係数	S.E.	係数	S.E.	係数	S.E.	係数	S.E.
ED-road	-0.001	0.225	-0.087	0.225	-0.000	0.225	-0.088	0.225
Treat-EXP	0.013	0.040	0.070	0.043	0.013	0.040	0.069	0.043
HSRB (10 <)	-0.048	0.123	0.010	0.111				
HSRB (6-10)	-0.011	0.095	0.026	0.081				
HSRB (≤5)	-0.139	0.057 *	0.028	0.069				
HSRA (5≤)	0.208	0.105 *	0.226	0.082	**	0.258	0.097	**
自治体固定効果	Yes		Yes		Yes		Yes	
年固定効果	Yes		Yes		Yes		Yes	
処置群範囲	0 km		10 km		0 km		10 km	
最終対数无度	-49185		-49179		-49186		-49179	
AIC	101854.8		101842.5		101850.4		101836.7	
N	16845		16845		16845		16845	

注：S.E.：クラスターロバスト標準誤差。\*\*：p<0.01；\*：p<0.05；AIC=赤池情報量規準；ED-road=都市間道路ネットワークを用いて推定された有効密度；Treat-EXP=高速道路ダミー（開業しているとき1，そうでないとき0）；HSRB (10<)，HSRB (6-10)，HSRB (≤5)：高速鉄道開業前10年以上，6-10年，5年以下を表すダミー変数（該当するとき1，そうでないとき0）；HSRA (5≤)：開業後5年以上経過を表すダミー変数（該当するとき1，そうでないとき0）。処置群範囲は、高速鉄道駅からの距離に応じた自治体の範囲を表す。なお、交通関連変数以外の変数は表記を省略。

#### 参考文献

- Bhatt, A., Kato, H. (2021). High speed rails and knowledge productivity: A global perspective. *Transport Policy*, Vol. 101, pp. 174-186.
- Miwa, N., Bhatt, A., Morikawa, S., Kato, H. (2022). High-speed rail and the knowledge economy: Evidence from Japan. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 159, pp. 398-416.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Fan Jing, Kato Hironori, Yang Zhongzhong, Li Ye	4. 巻 2676
2. 論文標題 Effects From Expanding High-Speed Railway Network on Regional Accessibility and Economic Productivity in China	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board	6. 最初と最後の頁 145 ~ 160
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1177/036119812111057533	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Miwa Norihiro, Bhatt Ayushman, Morikawa So, Kato Hironori	4. 巻 159
2. 論文標題 High-Speed rail and the knowledge economy: Evidence from Japan	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Transportation Research Part A: Policy and Practice	6. 最初と最後の頁 398 ~ 416
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tra.2022.01.019	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Bhatt Ayushman, Kato Hironori	4. 巻 101
2. 論文標題 High-speed rails and knowledge productivity: A global perspective	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Transport Policy	6. 最初と最後の頁 174 ~ 186
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tranpol.2020.12.006	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Komikado Hiroshi, Morikawa So, Bhatt Ayushman, Kato Hironori	4. 巻 167
2. 論文標題 High-speed rail, inter-regional accessibility, and regional innovation: Evidence from Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Technological Forecasting and Social Change	6. 最初と最後の頁 120697 ~ 120697
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.techfore.2021.120697	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Fan Jing, Kato Hironori, Liu Xinghua, Li Ye, Ma Changxi, Zhou Liang, Liang Mingzhang	4. 巻 11
2. 論文標題 High-Speed Railway Network Development, Inter-County Accessibility Improvements, and Regional Poverty Alleviation: Evidence from China	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Land	6. 最初と最後の頁 1846 ~ 1846
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/land11101846	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Miwa Norihiro, Bhatt Ayushman, Kato Hironori	4. 巻 2676
2. 論文標題 High-Speed Rail Development and Regional Inequalities: Evidence From Japan	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board	6. 最初と最後の頁 363 ~ 378
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1177/03611981221078566	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

[学会発表] 計2件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 Fan, J., Kato, H., Zhang, Y., Li, Y.
2. 発表標題 Effects from expanding high-speed railway network on regional accessibility and economic productivity in China
3. 学会等名 Transportation Research Board 100th Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Miwa, N., Bhatt, A., Kato, H.
2. 発表標題 High-speed rail development and regional inequalities: Evidence from Japan
3. 学会等名 Transportation Research Board 100th Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------