

経済成長とインフラの整備水準の 関係性に関する国際比較研究

田中 謙士朗¹・神田 佑亮²・藤井 聡³

¹学生会員 京都大学大学院 工学研究科 (〒615-8540 京都市西京区京都大学桂4)

E-mail: k.tanaka@trans.kuciv.kyoto-u.ac.jp

²正会員 京都大学大学院准教授 工学研究科 (〒615-8540 京都市西京区京都大学桂4)

E-mail: kanda@trans.kuciv.kyoto-u.ac.jp

³正会員 京都大学大学院教授 工学研究科 (〒615-8540 京都市西京区京都大学桂4)

E-mail: fujii@trans.kuciv.kyoto-u.ac.jp

デフレ・不況や災害などのリスクを抱える我が国においては、経済の活発化、リスクの抑制による国力の向上が急務であり、そのためにはインフラの果たす役割が大きいと考えられるが、我が国の公共投資は長らく減少基調が続き、インフラ整備に対する認識が適正であるとは言い難い。

本研究では、適正なインフラ政策のあり方を議論する際の基礎的知見を得ることを目的とし、インフラ整備と国力の向上との関連を、国際比較データを用いた実証分析を行った。分析の結果、先進諸国では道路・鉄道インフラの整備水準が高い国が中長期の経済成長率も高い水準にあることが明らかとなった。我が国の経済成長状況やインフラ整備水準を踏まえると、道路・鉄道等の交通インフラを整備することが経済成長に大きく寄与する可能性が示唆された。

Key Words : *Infrastructure, Economic growth, International comparison*

1. はじめに

我が国の経済は、長期にわたるデフレ、不況状態にあり、「失われた10年」といわれる状態から未だ脱却できておらず、強靱な経済の形成において課題が多い。また、我が国は地震や台風、大雨による災害が多発する災害リスクの高い国であり、特に近い将来、首都直下地震や東海地震、南海・東南海地震などの大規模な地震の発生による甚大な被害が予想されている。国民が安寧な生活を送り、企業の経済活動の活発化を図り、我が国の国力を向上させるためには、人々や財の移動の活性化、防災力の向上など多様な効果をもたらすインフラの役割がきわめて大きいと考えられる。

しかしながら、我が国の公共投資額は長く減少基調にある。我が国における公共事業関係費の予算は、1998年度の14.9兆円をピークに減少基調にあり、2013年度には6.3兆円と、半分以下の水準に落ち込んでいる¹⁾。一方で我が国のGDPの成長は公共事業関係費がピークにあった1998年とほぼ同時期の1997年を境に長きにわたり停

滞を続けている。同時期に他の先進諸国の公共事業費が増加基調にあり、またGDPが成長を続けたこと²⁾から推察すると、インフラ投資がGDPの成長に影響を与えた可能性が十分に考えられる。

インフラ整備と経済発展の関係性については、以前より研究が試みられてきた。単一の国家内を対象に、インフラ整備が国や地域の経済成長にどのような役割を果たしているのかという点について、初めて定量的な分析を試みたのが、Aschauer(1989)³⁾による公共投資と経済成長の関係性分析である。Aschauerは1949年～1985年のアメリカ合衆国のデータを用いて、公共投資と経済成長の関係性を生産関数法により分析し、10%の公共投資のストックの増加は、生産性を4%上昇させることを実証的に示した。この研究以降、我が国でもインフラ整備とマクロ経済効果に焦点を当てた研究が展開されるようになった(岩本(1990)⁴⁾、三井・井上(1995)⁵⁾など)。

一方、複数の国家を対象とした国際比較分析の皮切りとなったのは、世界銀行が1994年に公表したレポート“Infrastructure for Development”⁶⁾である。このレポートで

は、各国のインフラ整備状況と経済成長率の関係性を分析し、1%のインフラストック量の増加はGDPを1%増進させることを実証的に確認している。また Calderon ら (2004)⁷⁾はインフラストック量が高いと一人当たり GDP や経済成長率が高く、ジニ係数が低くなる傾向があることを示している。その他にもインフラ整備と経済成長に関する国際比較分析は行われているが、多くが発展途上国に焦点を当てた研究である（西野(2011)⁸⁾など）。一方で、先進国を対象とした比較研究は多くは見られない。

上記のように、インフラ整備は経済発展に寄与する可能性があることが示されているが、我が国を含めた先進諸国の今後のインフラ整備に着目し、インフラの種類と経済成長の関連性に着目した既往研究は筆者の知る限り見られず、これらの点は明らかにされていない。

そこで本研究では、インフラ整備が経済の成長に与える効果を、主に先進国を対象として国際比較データを用いて定量的かつ実証的に明らかにし、我が国における適正なインフラ政策のあり方を議論する上での基礎的知見を得ることを目的とする。

2. 分析に用いる指標について

(1) 経済成長を表す指標

本研究では、経済成長指標とインフラ整備水準指標の両者の関係性を、我が国を含む諸国の国際比較データを用いて分析を行う。

経済成長を表す指標として、GDP⁹⁾成長率（経済成長率）を用いることとする。ただし、GDP 成長率は、短期的に見ると景気変動による影響を受けること、またインフラ整備による経済効果は中長期的に渡って発現することから、10年間、20年間の GDP 成長率を指標として用いる。なお、分析で用いるデータの年次については、GDP 成長率（10年）は2013年の実質 GDP を2003年の実質 GDP で除した値を、GDP 成長率（20年）は2013年の実質 GDP を1993年の実質 GDP で除した値を用いる（表-1参照）。指標の算出に用いた GDP は、World Bank（世界銀行）で公表されているデータ⁹⁾を用いる。

(2) インフラの整備水準を表す指標

インフラの整備水準については、とりわけ道路・鉄道の交通インフラに焦点を当て、インフラの整備水準に関する指標として道路・鉄道の総整備延長及び高速交通網（高速道路・高速鉄道）の整備延長を用いる。ここで、総道路延長はIRF（国際道路連盟）が公表している“World Road Statistics 2012”¹⁰⁾で集計されている「全道路（Total Road Length）」の延長、高速道路延長は「高速道路（Motorways）」の延長を用いる。また、総鉄道延長

表-1 経済成長を表す指標

指標	概要
GDP 成長率（10年）	$\frac{2013 \text{ 年の実質 GDP}}{2003 \text{ 年の実質 GDP}}$
GDP 成長率（20年）	$\frac{2013 \text{ 年の実質 GDP}}{1993 \text{ 年の実質 GDP}}$

表-2 インフラの整備水準を表す指標

種類	指標
自動車一台当たり	総道路延長
	高速道路延長
人口一人当たり	総鉄道延長
	高速鉄道延長
国土面積当たり	総道路延長
	高速道路延長
	総鉄道延長
	高速鉄道延長

はWorld bankで公表されているデータ¹⁰⁾を用い、高速鉄道延長はUIC（国際鉄道連合）が発表する“High Speed lines in the World”¹¹⁾で集計されている「営業中（In operation）」の延長を用いる。

なお、国により面積や人口等の社会経済特性が異なることを考慮し、総道路延長・高速道路延長については自動車台数¹⁰⁾および国土面積⁹⁾で、総鉄道延長・高速鉄道延長については人口⁹⁾および国土面積で除した値を指標として用いる（表-2参照）。

3. 分析方法

(1) 分析対象国の検討

本分析の対象国として、先進国であり資本主義国家であるという我が国の社会経済特性を考慮し、比較分析対象国として「先進国クラブ」と称される OECD（経済協力開発機構）に設立当初から加盟している西欧・北欧・北米の19カ国及び日本（「先進・資本主義国」とする）を比較分析の対象とする。なお、比較対象として上記以外の先進国に新興国を加えた国家（「先進・資本主義国以外の OECD または G20 加盟国」とする）を対象とした分析も行う。以下に分析対象国の詳細を示す（（ ）内は国名の略号）。

①先進・資本主義国 (20カ国)

分類条件：OECDに発足当初から加盟している西欧・北
欧・北米諸国及び日本

対象国：オーストリア (AUT)，ベルギー (BEL)
カナダ (CAN)，デンマーク (DNK)，フ
ランス (FRA)，ドイツ (DEU)，ギリシャ
(GRC)，アイスランド (ISL)，アイルラン
ド (IRL)，イタリア (ITA)，日本 (JPN)
ルクセンブルク (LUX)，オランダ (NLD)
ノルウェー (NOR)，ポルトガル (PRT)
スペイン (ESP)，スウェーデン (SWE)
スイス (CHE)，イギリス (GBR)，アメリ
カ (USA)

②先進・資本主義国以外の OECD または G20 加盟国 (22
カ国)

分類条件：OECD または G20 のいずれかに加盟し、上記
の「先進・資本主義国」に属さない国家

対象国：アルゼンチン (ARG)，オーストラリア
(AUS)，ブラジル (BRA)，チリ (CHL)
中国 (CHN)，チェコ (CZE)，エストニア
(EST)，フィンランド (FIN)，ハンガリー
(HUN)，インド (IND)，インドネシア
(IDN)，イスラエル (ISR)，韓国 (KOR)
メキシコ (MEX)，ニュージーランド
(NZL)，ポーランド (POL)，ロシア
(RUS)，サウジアラビア (SAU)，スロバ
キア (SVK)，スロベニア (SVN)，トルコ
(TUR)，南アフリカ (ZAF)

(2) 分析方法

(1)のように分類した2つのグループについて、経済成
長とインフラの整備水準の関係を計測するため、目的変
数にGDP成長率を、説明変数に個々のインフラ整備水準
指標を設定し、加えて社会経済特性を考慮するために、
制御変数として人口、GDP、一人当たりGDPを設定した
重回帰分析を行う。

4. 分析結果

(1) モデル推定結果

前章で決定した分析対象国・分析方法に基づいてモデ
ルを推定した。その結果を以下に示す。なお、以下に示
すモデル推定結果の目的変数はすべて「GDP成長率 (10
年)」であり、「GDP成長率 (20年)」を目的変数に
設定したモデルでは、どのインフラ整備水準指標も有意
な正のパラメータは検出されなかった。

表-3 重回帰分析結果 (目的変数：GDP成長率 (10年)，
説明変数：自動車一台当たり総道路延長)

説明変数	先進・資本主義国	先進・資本主義国以外
	推定値	
人口 (人)	1.96×10^{-10}	7.44×10^{-10} *
GDP (\$)	3.27×10^{-16}	4.14×10^{-14}
一人当たりGDP (\$/人)	4.49×10^{-6} ***	-5.52×10^{-6}
自動車一台当たり 総道路延長 (km/台)	1.42×10^0 **	-2.42×10^0
定数	8.90×10^{-1} ***	1.53×10^0 ***
調整済みR ² 値	0.622	0.867

***：1%有意，**：5%有意，*：10%有意

表-4 重回帰分析結果 (目的変数：GDP成長率 (10年)，
説明変数：自動車一台当たり高速道路延長)

説明変数	先進・資本主義国	先進・資本主義国以外
	推定値	
人口 (人)	-7.79×10^{-12}	1.08×10^{-10} *
GDP (\$)	5.45×10^{-15}	1.99×10^{-13}
一人当たりGDP (\$/人)	4.75×10^{-6} ***	-4.05×10^{-6}
自動車一台当たり 高速道路延長 (km/台)	1.83×10^2	2.40×10^0
定数	8.55×10^{-1} ***	1.31×10^0 ***
調整済みR ² 値	0.574	0.664

***：1%有意，**：5%有意，*：10%有意

表-5 重回帰分析結果 (目的変数：GDP成長率 (10年)，
説明変数：人口一人当たり総鉄道延長)

説明変数	先進・資本主義国	先進・資本主義国以外
	推定値	
人口 (人)	5.17×10^{-11}	3.83×10^{-10} *
GDP (\$)	1.87×10^{-15}	9.46×10^{-14}
一人当たりGDP (\$/人)	3.83×10^{-6} ***	-4.77×10^{-6}
人口一人当たり 総鉄道延長 (km/人)	1.10×10^2 **	-2.70×10^2 *
定数	9.01×10^{-1} ***	1.56×10^0 ***
調整済みR ² 値	0.618	0.704

***：1%有意，**：5%有意，*：10%有意

表-6 重回帰分析結果 (目的変数：GDP成長率 (10年)，
説明変数：人口一人当たり高速鉄道延長)

説明変数	先進・資本主義国	先進・資本主義国以外
	推定値	
人口 (人)	-3.78×10^{-9} *	/
GDP (\$)	8.43×10^{-14} **	
一人当たりGDP (\$/人)	5.95×10^{-6} **	
人口一人当たり 高速鉄道延長 (km/人)	2.24×10^3 *	
定数	8.90×10^{-1} ***	
調整済みR ² 値	0.790	

***：1%有意，**：5%有意，*：10%有意

※「先進・資本主義国以外の OECD または G20 加盟国」に
おいては、稼働中の高速鉄道を保有している国家が 3 カ国
のみのため、分析結果が得られなかった。

a) 自動車台数に関するインフラ整備水準指標を用いたモデル推定結果

「自動車一台当たり総道路延長」を説明変数に設定したモデル推定結果を表-3、「自動車一台当たり高速道路延長」を説明変数に設定したモデル推定結果を表-4に示す。「先進・資本主義国」を対象とした分析では、「GDP 成長率（10年）」と「自動車一台当たり総道路延長」とに有意な正のパラメータが検出されたが、「自動車一台当たり高速道路延長」の場合では検出されなかった。また、「先進・資本主義国以外の OECD または G20 加盟国」を対象とした分析では、「GDP 成長率（10年）」と自動車台数に関するインフラ整備水準指標とに有意な正のパラメータは検出されなかった。

GDP 成長率と「自動車一台当たり高速道路延長」とに有意な正のパラメータが検出されなかった要因としては、各国で高速道路の規格が異なるということが挙げられる。

b) 人口に関するインフラ整備水準指標を用いたモデル推定結果

「人口一人当たり総鉄道延長」を説明変数に設定したモデル推定結果を表-5、「人口一人当たり高速鉄道延長」を説明変数に設定したモデル推定結果を表-6に示す。

「先進・資本主義国」を対象とした分析では、「GDP 成長率（10年）」と「人口一人当たり総鉄道延長」、「人口一人当たり高速鉄道延長」のどちらの指標も、有意な正のパラメータが検出された。また、「先進・資本主義国以外の OECD または G20 加盟国」を対象とした分析では、「GDP 成長率（10年）」と人口に関するインフラ整備水準指標とに有意な正のパラメータは検出されなかった。

c) 国土面積に関するインフラ整備水準指標を用いたモデル推定結果

「国土面積当たり総道路延長」を説明変数に設定したモデル推定結果を表-7、「国土面積当たり高速道路延長」を説明変数に設定したモデル推定結果を表-8、「国土面積当たり総鉄道延長」を説明変数に設定したモデル推定結果を表-9、「国土面積当たり高速鉄道延長」を説明変数に設定したモデル推定結果を表-10に示す。「先進・資本主義国」、「先進・資本主義国以外の OECD または G20 加盟国」のどちらのグループを対象とした分析でも、「GDP 成長率（10年）」と国土面積に関するインフラ整備水準指標とに有意な正のパラメータは検出されなかった。

d) モデル推定結果のまとめ

「先進・資本主義国」を対象とした分析では、「GDP 成長率（10年）」と「自動車一台当たり総道路延長」、「人口一人当たり総鉄道延長」、「人口一人当たり高速鉄道延長」とに有意な正のパラメータが検出された。一

表-7 重回帰分析結果（目的変数：GDP 成長率（10年），説明変数：国土面積当たり総道路延長）

説明変数	先進・資本主義国	先進・資本主義国以外
	推定値	
人口（人）	-1.22×10 ⁻⁹	4.98×10 ⁻¹⁰ **
GDP（\$）	3.03×10 ⁻¹⁴	7.97×10 ⁻¹⁴
一人当たり GDP（\$/人）	4.43×10 ⁻⁶ ***	-6.33×10 ⁻⁶
国土面積当たり総道路延長（km/km ² ）	-1.66×10 ⁻⁴	-1.23×10 ⁻¹ *
定数	9.42×10 ⁻¹ ***	1.55×10 ⁰ ***
調整済み R ² 値	0.468	0.719

***：1%有意，**：5%有意，*：10%有意

表-8 重回帰分析結果（目的変数：GDP 成長率（10年），説明変数：国土面積当たり高速道路延長）

説明変数	先進・資本主義国	先進・資本主義国以外
	推定値	
人口（人）	-9.56×10 ⁻¹⁰	1.52×10 ⁻¹⁰
GDP（\$）	2.58×10 ⁻¹⁴	2.16×10 ⁻¹³
一人当たり GDP（\$/人）	4.30×10 ⁻⁶ ***	-3.83×10 ⁻⁶
国土面積当たり高速道路延長（km/km ² ）	3.04×10 ⁻⁴	-3.69×10 ⁰
定数	9.26×10 ⁻¹ ***	1.70×10 ⁰ ***
調整済み R ² 値	0.510	0.654

***：1%有意，**：5%有意，*：10%有意

表-9 重回帰分析結果（目的変数：GDP 成長率（10年），説明変数：国土面積当たり総鉄道延長）

説明変数	先進・資本主義国	先進・資本主義国以外
	推定値	
人口（人）	-1.20×10 ⁻⁹	4.10×10 ⁻¹⁰ *
GDP（\$）	3.07×10 ⁻¹⁴	1.04×10 ⁻¹³
一人当たり GDP（\$/人）	4.12×10 ⁻⁶ ***	-5.54×10 ⁻⁶
国土面積当たり総鉄道延長（km/km ² ）	1.21×10 ⁻¹	-1.83×10 ⁰
定数	9.43×10 ⁻¹ ***	1.31×10 ⁰ ***
調整済み R ² 値	0.444	0.664

***：1%有意，**：5%有意，*：10%有意

表-10 重回帰分析結果（目的変数：GDP 成長率（10年），説明変数：国土面積当たり高速鉄道延長）

説明変数	先進・資本主義国	先進・資本主義国以外
	推定値	
人口（人）	-2.95×10 ⁻⁹	/
GDP（\$）	6.55×10 ⁻¹⁴	
一人当たり GDP（\$/人）	3.88×10 ⁻⁶ ***	
国土面積当たり高速鉄道延長（km/km ² ）	1.23×10 ⁰	
定数	9.95×10 ⁻¹ ***	
調整済み R ² 値	0.585	

***：1%有意，**：5%有意，*：10%有意

※「先進・資本主義国以外の OECD または G20 加盟国」においては、稼働中の高速鉄道を保有している国家が 3 カ国のみのため、分析結果が得られなかった。

方で、「先進・資本主義国以外のOECDまたはG20加盟国」を対象とした分析では、どのインフラ整備水準指標も「GDP成長率（10年）」と有意な正のパラメータは検出されなかった。「先進・資本主義国以外のOECDまたはG20加盟国」を対象とした分析でどのインフラ整備水準指標も有意な正のパラメータが検出されなかった要因としては、このグループ内には新興国が多く存在し、インフラ整備による経済成長効果が屹立していない（別の要因によって経済発展がもたらされた）ということが挙げられる。

(2) 散布図による日本のポジションの分析

前節で行った重回帰分析でインフラ整備水準指標に有意な正のパラメータが検出された項目について、インフラ整備水準指標とGDP成長率の関係性をより詳細に分析するとともに、分析対象国における日本の水準を把握することを目的として、制御変数として設定した人口、GDP、一人当たりGDPの要因を控除した散布図を作成した。横軸に「自動車一台当たり総道路延長」を設定した散布図を図-1、「一人当たり総鉄道延長」を設定した散布図を図-2、「一人当たり総鉄道延長」を設定した散布図を図-3に示す（各国の略称は3章で示している）。散布図の縦軸はいずれも制御要因を控除したGDP成長率（10年）である。

図-1におけるスウェーデン（SWE）等、他の「先進・資本主義国」から乖離した位置にプロットされている国もみられるが、そのような国を除いたとしても、インフラ整備水準が高いほど制御要因を控除したGDP成長率（10年）も高いという関係性を、いずれの散布図からも視覚的に確認できる。「先進・資本主義国」における日本の状況をみると、「自動車当たり総道路延長」、「一人当たり総鉄道延長」は低水準にあり、制御要因を控除したGDP成長率（10年）も低水準である。「一人当たり高速鉄道延長」こそ比較的高い水準を有しているが、上位にスペイン（ESP）、フランス（FRA）が位置し、これらの国と比較して制御要因を控除したGDP成長率（10年）も低くなっている。

これらの結果から、「先進・資本主義国」では、自動車台数に応じた道路の整備や、人口に応じた鉄道および高速鉄道の整備がGDPの成長に寄与する可能性があることが示唆された。特に、「先進・資本主義国」内で自動車一台当たり総道路延長や一人当たり総鉄道延長が低水準である日本は、道路・鉄道整備を進めていくことがGDPの成長に大きく寄与する可能性があることが考えられる。

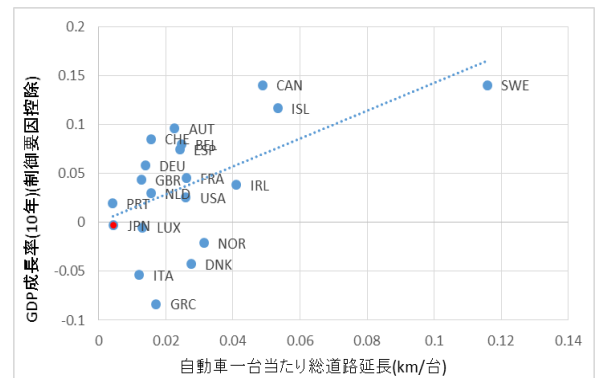


図-1 散布図（縦軸：制御要因を控除したGDP成長率（10年）、横軸：自動車一台当たり総道路延長）

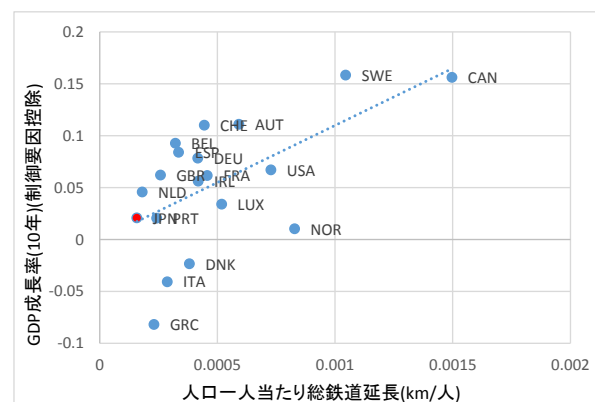


図-2 散布図（縦軸：制御要因を控除したGDP成長率（10年）、横軸：人口一人当たり総鉄道延長）

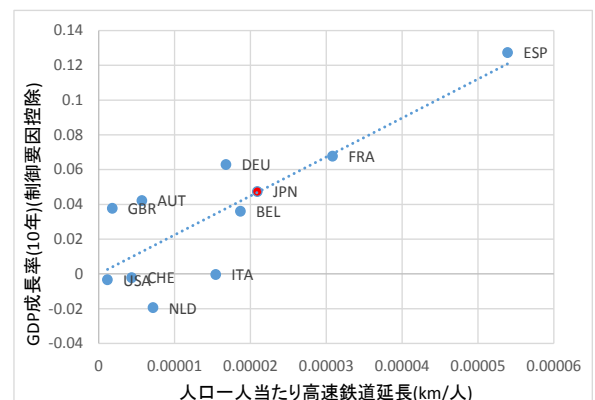


図-3 散布図（縦軸：制御要因を控除したGDP成長率（10年）、横軸：人口一人当たり高速鉄道延長）

5. 本研究のまとめ

本研究では、インフラ整備と国力の向上の関連を定量的な国際比較データを用いて実証的に明らかにすることにより、適正なインフラ政策のあり方を議論する際の基礎的知見を得ることを目的とし、分析を行った。

分析の結果、「先進・資本主義国」において、「GDP成長率（10年）」と「自動車一台当たり総道路延長」、「一人当たり総鉄道延長」および「一人当たり高速鉄道延長」に有意な正のパラメータが得られ、これらのインフラ整備水準指標と制御要因を控除したGDP成長率（10年）との関係性を描いた散布図でも、インフラ整備水準指標とGDPの成長に正の関係があることが視覚的に確認できた。

本分析から得られた結果を、GDP成長率を測定している10年・20年という期間に整備されるインフラの量は、これまで整備されてきたインフラの量に比べれば相対的に多くなく、経済成長によってインフラの整備水準の向上がもたらされたというよりは、インフラの整備水準の高さが経済成長をもたらしたと考えるほうが、妥当性が高いと考えられる。この点を踏まえて考察すると、とりわけ「先進・資本主義国」においては、自動車台数に応じた道路の整備や人口に応じた鉄道および高速鉄道の整備がGDPの成長に寄与する可能性が示唆され、経済成長には道路・鉄道への投資が肝要であるということができるとであろう。

さらに、我が国が他の「先進・資本主義国」と比較して道路や鉄道等の交通インフラの整備が低水準であるという現状を踏まえると、我が国においても道路・鉄道の質的・量的な拡張に向けた投資を行い、整備を進めていくことが、今後の我が国の経済成長、ひいては国力の向上に大きく寄与する可能性が示唆された。本研究で得られた知見が、インフラ整備やその効果に対する認識が適正なものになることに資することを期待する。

参考文献

- 1) 財務省：日本の財務関係資料（平成26年10月）
http://www.mof.go.jp/budget/fiscal_condition/related_data/sy014_26_10.pdf
- 2) International Transport Forum：Spending on Transport Infrastructure 1995-2011, Trends, Policies, Data, 2013
- 3) Aschauer, D. A.: Is Public Expenditure Productive?, *Journal of Monetary Economics* 23, 1989
- 4) 岩本康志：日本の公共投資政策の評価について、*経済研究* Vol.41, No.3, Jul. 1990
- 5) 三井清, 井上純：社会資本の生産力効果：三井清, 太田清編『社会資本の生産性と公的金融』第3章, 日本評論社, 1995
- 6) World Bank: World Development Report 1994: Infrastructure for Development, Oxford University Press, 1994
- 7) Cesar Caldeon, Luis Servén: THE EFFECTS OF INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT ON GROWTH AND INCOME DISTRIBUTION, Central Bank of Chile Working Papers, 2004
- 8) 西野仁, 辻英夫, 胡内健一, 奥野潤：アジア大都市の交通インフラ現況調査および国際競争力の分析, 技術研究発表会, 第23回, 2011
- 9) THE WORLD BANK, <http://data.worldbank.org/>
- 10) IRF, IRF WORLD ROAD STATISTICS 2012 DATA 2005-2010, 2012
- 11) UIC, High Speed lines in the World - UIC High Speed Department, Updated 1st September 2014

(?)

INTERNATIONAL COMPARATIVE STUDY ON THE RELATIONSHIP BETWEEN ECONOMIC GROWTH AND INFRASTRUCTURE

Kenshiro Tanaka, Yusuke Kanda and Satoshi Fujii