

# 人口減少下における社会資本整備

青井 拓海・林 尚吾・森 一馬・中谷 光希

南山大学経済学部経済学科 4 年（〒466-0835 愛知県名古屋市昭和区山里町 18）  
E-mail: 20ee195@m.nanzan-u.ac.jp

本稿では、「社会資本に関するインターネット調査」のデータを利用し、住民の社会資本（以下、インフラ）全体に対する充足度を被説明変数としてプロビット推定を行うことで、人口減少が進む日本において、限られた予算の中でどう社会資本（以下、インフラ）を整備していくかについて検討する。因子分析の結果、住民のインフラ全体に対する充足度には、「地域の生活を支えるインフラの充足」、「安全性を高めるインフラの充足」、「空港・港湾インフラの充足」という 3 つの潜在因子が存在することを明らかにした。さらにプロビット推定の結果、地域の生活を支えるインフラが充足していると、全体の充足度が高まることを明らかにした。この結果と先行研究を踏まえ、住民の日々の暮らしを支えつつ、人口減少による諸問題に対処する解決策を検討する。

キーワード:インフラ老朽化,因子分析,プロビット推定,コンパクトシティ,スマートシティ

## 1. はじめに

現在日本では社会資本（以下、インフラ）の老朽化問題が発生しており、今後の維持管理が問題になっている。例えば、高度経済成長期に建設されたインフラの老朽化に関して、「平成 21 年度 国土交通白書」によると、今後の投資可能総額の伸びが 2010 年度以降対前年度比±0%で、維持管理・更新に関して今まで通りの対応をした場合、維持管理・更新費が投資総額に占める割合は 2010 年度時点で約 50%であるが、2037 年度時点で投資可能総額を上回る。2011 年度から 2060 年度までの 50 年間に必要な更新費は約 190 兆円と推計され、そのうち更新できないストック量が約 30 兆円と試算されるとしている。すなわちこのままでは、2040 年前後から新規投資する財政負担は難しくなり、それ以降維持更新に専念することになり、また今後 50 年間に必要な維持更新費を財政だけで賄えなくなるということになる。さらに、地方では人口減少や少子高齢化も相まって、その難しさに拍車がかかっている。

宇都 (2018) によると、都市において老朽化のスピードは速く、かつ大量のインフラを再構築しなければならない一方で、地方は更新する財源に乏しく、維持管理すらできなくなる自治体が増加するとしており、インフラの絶対数が多い都市だけでなく、地方に関しても重大な問題である。総務省の「令和 3 年度版 地方財政白書」では、総人口による過疎地域の人口の割合の推移として、1960 年は 23.4%であったが、2020 年には 9.3%まで減少したと報告しており、人口減少に伴い地方財政悪化の問

題にも直面している。事例として都市と地方の主な財源である 1 人当たりの税収は、最小である秋田県と最大である東京都の間には 2.5 倍もの差が生まれており、また国土交通省の「平成 26 年度 国土交通白書」においても、人口減少により地方公共団体の税収入は減少するが、その一方で高齢化の進行により社会保障費が増加し、財政状況がますます厳しくなるとみている。実際に地方のインフラの老朽化に関して経済的問題により直すことが難しく閉鎖する事例があることから、地方ではインフラの老朽化問題に着手するのは難しいと考えられる。

宇都 (2012) は、人口減少社会に突入した日本では、インフラの更新・維持管理に対する国民負担とインフラのサービス水準がトレードオフになり、人口減少の程度に合わせてインフラのストックを調節しなければ、地域社会が維持できないとしている。したがって、人口減少に伴う財政面の問題からインフラ整備への予算が少なくなる中で、住民へのインフラのサービス水準を維持するような整備を検討する必要がある。

本稿は、今後のインフラ整備のあり方や論点を検討するため、住民が具体的にどのようなインフラが充足していると、全体のインフラの充足度が上昇するかを明らかにする必要がある。そのため、まず住民の個別のインフラに対する充足度を探索的因子分析することにより、住民のインフラに対する充足度を形成する潜在意識を特定する。その後、その潜在意識がインフラ全体に対する充足度に与える影響をプロビット推定により明らかにする。また個別のインフラに関しても、同様にプロビット推定を行う。

本稿の貢献は、住民の充足度を高めるためには、どのようなインフラ整備が重要かを回帰分析により明らかにすることで、人口減少に対処しつつ、少ない費用でより多くの住民の充足度を高めるようなインフラ整備を検討することができる点である。

本稿の構成は次のとおりである。第2節では、今回使用したデータの詳細を示す。第3節では実際に分析を行い、その結果を見ていく。第4節では今回の分析で得られた結果を通して、今後のインフラ整備に関して解決策を提案する。第5節では、本稿のまとめとその課題について整理する。

## 2. データ・変数の説明

### (1) データの出所

本稿は、一般財団法人国土技術研究センター「社会資本に関するインターネット調査」のデータを利用した。この調査では、日本国民の社会資本に対する認識や理解、そして評価などの実態を明らかにするために、2017年と2021年に全国の18歳～79歳の男女3,000人を対象として、インターネット上でのアンケート調査を行った。また、この調査では社会・生活の動向に関する意識・態度や、社会・生活空間、国土に関する評価・重要度に加えて、社会資本の具体分野別の充足度評価や社会資本の状況に関する全体評価など、インフラ整備に関して幅広い調査が行われていることが特徴である。本稿では、このインフラに関する意識調査を利用し、どのようなインフラ整備を行うことで住民のインフラ全体の充足度を高めることができるか、回帰分析を行い、その結果から今後のインフラ整備に対する提言を行うことを目的とする。

### (2) 分析の説明

上記のデータセットを用いて、本稿では因子分析とプロビット推定を行う。サンプル数は2017年、2021年それぞれ3,000ずつであるため、全体で6,000である。分析をするにあたり、2017年と2021年の2年分の調査において、どちらの年にもある質問をデータとして利用する。

はじめに、本稿の分析では、スクリーテストを基準に共通因子を3つとし、因子分析する。得られた解はプロマックス法による回転を行なう。この分析では、「『あなたの住む地域』について、次のインフラ（社会資本）は充足していると思いますか。」という質問に対して、因子分析を行い、その各観測変数に対する共通因子の因子負荷量（係数）が比較的大きな値をとった因子負荷量を参考として、共通因子を定義した。

次に、因子分析によって得られた3つの共通因子に関して、プロビット推定を行う。この分析により全体のインフラ充足度を高めるにはどのようなインフラを充足さ

せるべきか検討する。

最後に個別のインフラの充足度が全体の充足度に与える影響をプロビット推定により明らかにする。

### (3) コントロールする変数とその定義

回帰式の変数についてとその定義について述べる。まず被説明変数のインフラ全体に対する充足度について説明する。インフラの充足度を問う、「あなたの住む地域では、インフラが全体としてどの程度充足していますか」という質問に対して、「非常に充足している」、「かなり充足している」、「どちらともいえない」、「あまり充足していない」、「ほとんど充足していない」の中から、回答者は選択する。今回の分析では、「非常に充足している」、「かなり充足している」と回答した人をインフラ全体に対する充足度の評価が高いとみなして、1を、それ以外を回答した人を0とするダミー変数を作成した。

次に、説明変数の個別のインフラに対する充足度について説明する。これは個別に各インフラの充足度を問う質問に対して、「非常に充足している」、「かなり充足している」、「どちらともいえない」、「あまり充足していない」、「ほとんど充足していない」の中から、回答者は選択する。今回の分析ではこの回答者の評価を5段階評価とみなして、「非常に充足している」を5、「かなり充足している」を4、「どちらともいえない」を3、「あまり充足していない」を2、「ほとんど充足していない」を1とる変数として扱った。また2021年において、「わからない」という回答が追加されており、今回の分析ではこの回答をした人は除外した。そのため、サンプル数は6,000から5,183に減少した。

本稿では、住民がインフラに対して、何かしら不快に感じたり、不便に感じたりするようなことがあれば、「充足している」と感じる可能性が下がると考え、特に日常生活に支障をきたすような場合にそれが顕著になると予想しました。そのため、自然災害対策のためのインフラなどよりも、普段の日常生活でそのインフラとの接点が多いものとして、使用頻度の高い「道路」や「交通機関」が「充足している」という主観的判断に影響を与えているのではと考えた。そのため、本稿の分析では「日常の移動を支える道路」や「交通機関」を使用している。さらに、因子分析により、安全性因子や空港港湾因子の存在が明らかになったため、重複がないように因子負荷量大きい「上水道」、「河川の施設」、「災害への配慮」、「災害・避難情報の活用」、「国際ハブ空港」も分析に使用した。

### 3. 分析結果

#### (1) 因子分析

はじめに住民がインフラに関して持つ潜在意識を明らかにするため、「『あなたの住む地域』について、次のインフラ（社会資本）は充足していると思いますか。」という質問に対して、2017年と2021年の両方で質問があるものに関し因子分析を行った。因子分析とは、たくさんのデータ同士の関係性から、それらの要素に共通する潜在意識（因子）を探索する分析手法のことであり、インフラに対する個別の充実度に関して因子分析を行うことで、インフラの充実度は大きくどのようなものに分けられるかを表すことができる。

本稿の分析では、スクリーテストを基準に共通因子を3つとし、プロマックス回転を行った。表1がその結果である。この表は、その各観測変数に対する共通因子が因子の因子負荷量（係数）を示している。表の中では比較的大きな値をとった因子負荷量（0.55以上）を強調している。

この結果から、第1の共通因子は日常生活を支える道路、交通機関、医療・福祉施設、上下水道などの因子負荷量が正で大きな値が得られている。これは、住民が基本的な日常生活を円滑に送るために必要な地域のインフラに対する評価を表していると考えられる。同様に、第2の共通因子として、河川施設、海岸施設、災害への配慮、避難情報の活用、通学路・歩道などの因子負荷量が正で大きな値をとっている。これは、住民が安全な生活を送るために必要な、災害に関連するインフラに対する評価を示しているといえる。第3の共通因子として国際空港や港湾などの因子負荷量が正で大きな値が得られている。これは、国際的な交通インフラに対する評価を示していると考えられる。したがって、住民は大きく「地域の生活を支えるインフラの充足」、「安全性を高めるインフラの充足」、「空港・港湾インフラの充足」という3つの潜在意識が存在するということが示唆された。

#### (2) 潜在意識に関するプロビット推定

因子分析により住民のインフラ充足の潜在意識が特定された。しかし、これが全体のインフラ充足度に与える影響は明らかになっていない。この影響をプロビット推定により検討する。まず因子分析により明らかになった3つの因子に関して、それぞれの因子得点を計算する。住民*i*の第1共通因子の因子得点をCOMMUNITY<sub>*i*</sub>、住民*i*の第2共通因子の因子得点をSAFE<sub>*i*</sub>、住民*i*の第3共通因子の因子得点をPORT<sub>*i*</sub>とした。全体としてどの程度充足しているかという評価に与える影響を、説明変数をこれら3つの因子得点としたプロビット推定により、明らかにした結果が表2(1)列である。この表からわかる

ようにCOMMUNITY、SAFE、PORTのどれも有意水準1%で正の影響を与えていることがわかる。ここでそれぞれの標準化係数を比べると、COMMUNITYは0.190、SAFEは0.022、PORTは0.035となり、COMMUNITYが与える影響が大きいことがわかる。したがって、住民の暮らしを支える身近なインフラが充足していると全体のインフラの充足度は高まり、その影響も大きいということが明らかになった。この結果から、住民の暮らしを支えるようなインフラを整備することで、住民のインフラに対する充足度が上昇することが示唆された。

#### (3) 個別のインフラに対する分析

先述の結果で、住民の暮らしを支える身近なインフラが整備されていると、全体の充足度が上昇する可能性が示唆された。この結果は、インフラ整備に関して堤防や避難所などの災害対策のためのインフラも大切だが、普段の生活で使用するような頻度の高いインフラを住民は重要視しているからだと考えられる。特に、道路や交通機関などのインフラは通勤・通学、買い物などの日常生活と密接に関わっているため、充足度を大きく高める可能性がある。そこで、道路や交通機関を含めたいくつかのインフラに対する充足度が全体の充足度にどのような影響を与えるかに関して、プロビット推定を行った。

この分析では因子分析で比較的大きな因子負荷量（0.55以上）をとった項目の中から、内容が重複しないように「地域の道路」、「地域の鉄道・バス」、「上水道」、「河川の施設」、「災害への配慮」、「災害・避難情報の活用」、「国際ハブ空港」を説明変数とした。その結果が表2の(2)列である。

この表からわかるように、地域の道路は有意水準1%で正の影響を与えていた。また、地域の鉄道・バスを見ると、同様に有意水準1%で正の影響を与えていることがわかる。一方で、他の変数についても、河川の施設、災害・避難情報の活用、国際ハブ空港も同様に有意水準1%で正の影響を与えていることがわかる。したがって、この分析では具体的にどのインフラが影響を与えているかを明らかにすることはできなかった。同様に標準化係数を調べたが、特に結果に大きな差は見られなかった。この結果は、町には様々なインフラが存在するが、そのどれも住民にとって重要であり、削減してもよいインフラは存在しないということが示唆される。

表1 地域のインフラの充足度に関する因子分析

質問内容 (2017年/2021年)	Factor1	Factor2	Factor3	Uniqueness
Q7-1/Q7-1				
<u>①安心・安全</u>				
ア)/ア) 河川の施設	0.127	0.672	-0.091	0.490
イ)/イ) 海岸施設	0.013	0.679	0.012	0.518
ウ)/ウ) 高速道路や幹線道路	0.154	0.546	0.145	0.428
エ)/エ) 災害への配慮	-0.074	0.869	0.038	0.293
オ)/オ) 災害・避難情報の活用	0.053	0.721	0.054	0.375
カ)/カ) 通学路・歩道	0.022	0.632	0.115	0.482
<u>②活力・交流</u>				
キ)/キ) 高速道路・幹線道路	0.296	0.302	0.275	0.440
ク)/ク) 道路交通の円滑化、ETC設備	0.471	0.139	0.210	0.484
ケ)/ケ) 新幹線・高速鉄道	0.317	0.154	0.400	0.441
コ)/コ) 環状道路・放射状の道路	0.207	0.166	0.529	0.382
サ)/サ) 国際ハブ空港	-0.128	0.018	0.910	0.267
シ)/シ) 空港・港湾	-0.045	0.002	0.883	0.259
ス)/ス) 港湾	0.089	0.041	0.666	0.445
セ)/セ) 交通ネットワーク	0.405	-0.026	0.513	0.376
ソ)/タ) 地域間交流を促す情報の活用	0.486	0.037	0.367	0.393
タ)/チ) 中心市街地を活性化する都市整備	0.437	0.018	0.441	0.386
<u>③心豊かな暮らし</u>				
チ)/ツ) 地域の道路	0.691	-0.027	0.203	0.360
ツ)/テ) 地域の交通機関 (鉄道、バス)	0.553	-0.076	0.387	0.398
テ)/ト) 公園・緑地、スポーツ施設	0.640	0.054	0.076	0.477
ト)/ナ) 医療、福祉、子育て、教育文化施設	0.596	0.108	0.093	0.465
ナ)/ニ) 上水道	0.759	-0.005	-0.194	0.550
ニ)/ヌ) 下水道	0.734	0.007	-0.087	0.516
ヌ)/ネ) 恵まれた自然景観	0.483	0.233	-0.307	0.708
ネ)/ハ) 質の高い居住・生活空間	0.493	0.232	0.019	0.531
ノ)/ヒ) 快適な道路利用・無電柱化	-0.070	0.285	0.366	0.715

注 1. 各観測変数に対する共通因子の因子負荷量 (係数) を示している。

2. 因子負荷量が0.55以上の値をとるものを強調している。

3. 質問文は、2017年と2021年の両方で同様の内容があるものを使用している。

表2 インフラ全体の充足度に与える影響のプロビット推定

変数 (2017年/2021年)	(1)	(2)
被説明変数	Q8-2/Q8-2 インフラ全体の充足度	
説明変数	因子得点	個別の質問
<b>共通因子</b>		
COMMUNITY	0.713*** (0.035)	
SAFE	0.123*** (0.034)	
PORT	0.137*** (0.029)	
<b>Q7-1/Q7-1 個別のインフラ</b>		
<b>COMMUNITY</b>		
チ)/ツ) 地域の道路		0.307*** (0.036)
ツ)/テ) 地域の鉄道・バス		0.253*** (0.031)
ナ)/ニ) 上水道		0.268*** (0.029)
<b>SAFE</b>		
ア)/ア) 河川の施設		0.271*** (0.033)
エ)/エ) 災害への配慮		-0.015 (0.036)
オ)/オ) 災害・避難情報の活用		0.148*** (0.035)
<b>PORT</b>		
サ)/サ) 国際ハブ空港		0.089*** (0.024)
17年ダミー	-0.031 (0.042)	-0.037 (0.042)
サンプル数	5,183	5,183
対数尤度	-2436.113	-2462.058
Prob $\chi^2$ hi2 $\chi^2$	0.000	0.000
疑似決定係数	0.227	0.218

注 1. 上段は限界効果、下段 ( ) 内は標準誤差を表す。

2. \*\*\*は有意水準1%で有意であることを示す。

#### 4. 解決策の検討

今後の日本では、人口減少や高齢化、特にインフラの老朽化などの社会問題が発生することが想定される。松中他 (2016) は日本の地区特性を考慮したうえで、道路インフラの維持更新コストの関係について分析した。その結果、人口当たりの道路インフラ維持更新コストは、都市地域外や用途地域外である場合にコストが高くなり、最大で 16.7 倍の差があることを明らかにした。つまり、過疎地域ではよりインフラ整備のコストがかかることが示唆された。本節ではこのような問題に対する解決策を検討する。

本稿では、近年のインフラ問題に関する議論や日本での取り組み、そして3節の分析結果を踏まえ、インフラのサービスをしっかりと維持しつつ、費用を削減するこ

とができると考えられる「コンパクトシティ」と「スマートシティ」を解決策として検討する。

コンパクトシティとは、都市活動の効率化のために、施設を一定エリア内に集約し、エリア間を公共交通サービスでつなぐような町のことである。3 節の結果から住民の生活を支える身近なインフラが重要であることが示唆された。そのサービスを維持しつつ、少ない費用で老朽化したインフラを更新するためには、都市機能を集積化することが解決策として考えられるため、コンパクトシティを選定した。

また、スマートシティとは、IT などの最新技術やデータを利用し、社会インフラを最適化し、高い利便性等を実現した町のことである。こちらも同様に最新のテクノロジーを導入することで、住民へのインフラサービスを維持、向上させつつ、人口減少に伴うインフラの諸問題に対処することが解決策として考えられるため、スマートシティを選定した。

##### (1) コンパクトシティ

コンパクトシティのメリットを、先行研究をもとに考察する。先述の松中他 (2016) はインフラ整備問題への解決策として、コンパクトに町を集積することを提案し、分析を行った。その結果、集積しなかった場合と比べ年間約 37 億円、0.21%の削減につながると推定した。またさらに幅員 5.5m未滿の道路の維持更新を、メッシュ人口 0 人のメッシュで行わなければ 573 億円の削減 (都市集積の場合から 3.3%減)、メッシュ人口が 10 人のメッシュで行わなければ 2813 億円の削減 (都市集積の場合から 16.0%減) が可能であると明らかにした。同様に、森本 (2011) は宇都宮市を対象として、都市をコンパクト化するシナリオ分析を行い、都心居住型の町にすることで維持管理費を最大で 30.2%減らすことができると示している。特に、道路に関して現状のインフラ整備を続けた場合と比べ、約 1,300 万円の削減が見込まれ、インフラを集約化する有効性を明らかにした。したがって、都市の集積化は財政面でメリットがあるといえる。

一方、小瀬木他 (2010) による分析では、名古屋市において夜間人口あたりのインフラ維持の高いメッシュを撤退地区として、住宅を建て替えるタイミングに応じ人口を移転させた場合、インフラを除却するためには住宅床面積ベースで約 70%程度の撤退率が必要であり、明確な費用の削減効果を得るためには数十年の時間が必要ということが明らかになった。

##### (2) スマートシティ

都市のスマート化の利点として、伊達他 (2015) の分析によれば、スマートシティにおいて、電力網の最適化 (スマートグリッド) の一環として行う太陽光発電導入

に伴う投資費用を商業街区では回収でき、住宅街区では回収できないものの、これら両街区を組み合わせ、運用することで効果が得られるということが確認された。また、新技術導入により、実際のインフラ点検作業にも利点がある。国土交通省の「国土交通省におけるインフラメンテナンス分野への新技術導入に向けた取組について」によると、北海道美深町のウルシベ橋の点検で、従来の橋梁点検車による近接目視で行っていたものを、マルチコプタ点検システムによる調査を採用したことで、作業時間は4時間から1時間に短縮され、作業人員は1日当たり30人から04人に削減することができた。このように、デジタルな新技術を活用することで、インフラの維持管理の安定、効率化、コストの削減が見込める可能性がある。

しかし一方で、大門(2022)は、居住地選択の観点でスマートシティを分析した。この分析におけるスマートシティは、ICT等の新技術により移動せずに都市活動を代替したり、移動中に他のことをしたりできるような状態としている。その結果、大都市圏においては、都市のスマート化施策により、郊外へ住み替える人と住み替えずにとどまる人に二極化し、地方都市圏は、郊外へ住み替える人が増加することが明らかになった。つまり、都市のスマート化はコンパクトシティと異なり、インフラの維持更新費の削減の利点を十分に享受できない可能性が示唆される。

### (3) 提言

今後の日本におけるインフラの老朽化問題を解決するためには、それらの維持更新が必要である。しかし、人口減少に伴い、そのための予算は限られている。本稿の分析結果である住民の日常生活を支える身近なインフラが重要であることに加え、先述の集積に伴うインフラの取捨選択、新技術による費用削減などを総合的に判断すると、都市を集積しインフラの効率化を図りつつ、適宜メンテナンスやインフラサービスの向上のための新技術を活用した町づくりをすることが重要である。長期的計画として町をコンパクト化し、ある程度の人口密度を確保することによって、少ない予算の下で効率的にインフラを整備することで費用を削減し、さらにテクノロジーの力を借りることで、効率的にサービス水準を維持、向上させ、住民一人一人の充足度を高めることが可能であると推測される。

## 6. おわりに

本稿では、一般財団法人国土技術研究センター「社会資本に関するインターネット調査」のデータを利用して、日常の道路や交通機関の充足度に注目し、住民のインフラ全体に対する充足度に与える影響について、プロビッ

ト推定を行った。

本稿の主な結果は以下の通りである。第1に、因子分析により、インフラは大きく住民の日常生活を支えるインフラと、町の災害強度などの町の安全性を高めるインフラ、空港や港湾などの国際交流のためのインフラの3つのタイプに分類できる。第2に、住民の生活で使用頻度が高い、日常生活を支えるインフラが、インフラ全体の充足度に影響を与えている。

これらの結果と先行研究を踏まえ、今後の人口減少に伴い発生する財政難やインフラの老朽化問題に対し、新技術を取り入れた都市の集積化を推進することが示唆される。

## 参考文献

- 1) 宇都正哲(2012)「人口減少下におけるインフラ整備を考える視点」日本不動産学会誌、第25巻4号、pp.43-49.
- 2) 宇都正哲(2018)「人口減少とインフラの課題から環境リスクを考える」保険医療科学、第67巻3号、pp.306-312.
- 3) 小瀬木(2010)「大都市圏スケールでのインフラ維持管理・更新費用の将来推計手法の開発」土木学会論文集、第27巻2号、pp.305-312.
- 4) 大門創(2022)「都市のスマート化が居住地選択へ及ぼす影響に関する基礎的研究—テレワーク、ネット通販、自動運転の推進を想定して—」都市計画論文集、第57巻1号、pp.98-105.
- 5) 伊達貴彦・栗栖聖・花木啓祐(2015)「用途の異なる街区の組み合わせに対するスマートグリッド適用効果」環境科学会誌、第28巻2号、pp.126-142.
- 6) 松中亮治・大庭哲治・中川大・岡本真輝・米山一幸・田中博一(2016)「地区特性の違いに着目した道路インフラ維持更新コストに関する研究」土木学会論文集D3、第72巻5号、pp.159-167.
- 7) 森本章哲(2011)「都市のコンパクト化が財政及び環境に与える影響に関する研究」都市計画論文集、第46巻3号、pp.739-744.