

[巻頭言]

花博に寄せて

河村正人

公益社団法人2027年国際園芸博覧会協会事務総長

「人はなぜ花を愛でるのか」というタイトルの本が上梓されるほど、この問い合わせへの答えははっきりしない。

万葉集と聖書では登場する植物が違う。万葉集の歌によく出てくる植物はというと、上位から萩、梅、松、スキだ。聖書にはブドウを筆頭にコムギ、イチジク、オリーブなど実用的な植物が多く登場する。では日本人のほうが花好きかと言えば、そうともいえない。古代エジプト人は朝に咲き夕方には閉じるロータス（睡蓮）の花を見て、太陽神はロータスの花から生じたと考え、太陽神の代理のファラオの頭部はロータスの上に描かれた。睡蓮はエジプトからギリシアに伝わり、インドでハス（蓮）とともに仏教にも取り入れられ、蓮華（れんげ）は中国美術にも大きな影響を与え、仏教とともに日本まで来た。

太古の植物は、葉を食べる昆虫とは敵対関係にあったが、進化の過程で花粉を媒介してくれる虫と友人関係になる。昆虫や鳥の注意を引く花の形、色、香りは、人間の感覚にも好ましいものが多いが、それだけでは冒頭の問い合わせの十分な説明とは言えない。

謎の画家バンクシーが2003年にパレスチナで描いた、覆面の暴徒が花束を投げようとしている絵に見られるように、花は平和のメッセージだ。自らの気持ちが届かない絶望をふり払い何とかして伝えようと、思う相手や死者に対して伝えたい気持ちを託す最後の手段と思い定めた儚い花を、人は愛おしく感じるのかもしれない。

目次●2024年夏季号 No.133

[巻頭言] 花博に寄せて 河村正人 ——1

[特別論文] 「集中」と「分散」を巡るラプソディ 谷口 守 ——2

[論文] 賃貸住宅市場における市場シェアと家賃の関係

鈴木雅智・清水千弘 ——10

[論文] 自動運転車の普及と住居地選択 平松 燐 ——20

[論文] 災害リスク情報と地域間人口移動 直井道生 ——28

[海外論文紹介] 木造住宅のサプライチェーンにおける CO₂排出ホット

スポット分析 今田青治 ——36

エディトリアルノート ——8

センターだより ——40 編集後記 ——40

「集中」と「分散」を巡るラプソディ x-minute cityとRX(Real Space Transformation)のハーモニーを

谷口 守

はじめに

筆者は都市構造論を中心的な専門領域としている。わが国が人口減少を迎えるなかで生じる諸課題に適切に対処するための手法は多岐にわたるが、基本的な方向性として都市のコンパクト化政策が避けられないことをさまざまデータによって示してきた。本稿ではこのようなコンパクト化のスタンスを仮に集中論と呼ぶことにする。

一方で、およそ3年の長きにわたるコロナ禍を経て、それとは対極の分散論も散見されるようになった。危機は社会におけるさまざまな課題を先取りして露見させる。いや、危機が去って落ち着いて振り返って見た際、何が適切な判断であったのかということこそが露見するのかもしれない。本稿ではそもそも議論自体が噛み合っているとは言えない都市構造の集中論と分散論を同じ俎上に載せ、客観的なデータに基づいていくつかの私見を述べる。

1 分散論の甘い誘惑

今思い返しても、COVID-19の感染が確認された当初のころの社会状況はきわめて特殊であった。2020年春の最初の緊急事態宣言時は突然の学校休講をはじめ、在宅勤務の徹底がはかられた。これは未知なるCOVID-19に対する強い恐怖感を社会全体が共有したことによるものといえる。このような社会状況のなかで2020

年6月18日に当時の安倍首相が記者会見で以下のコメントを発出することになる。「集中から分散へ、日本列島の姿、国土のあり方を、今回の感染症は根本から変えていく、その大きなきっかけであると考えています。」これは、首相の発言でもあったため、分散論にいきなりお墨付きが与えられたということとなった。

この発言は政治的にはきわめてセンスの良い動きと評価されよう。なぜなら、これを聞いた誰もが自分のところに何かしら分散して新たに来てくれるものがあるかもしれないと思わせるからである。特に東京以外の大多数の地方にとっては、東京一極集中が終わり、自分の地域の人口が増え、産業が活性化するのではという期待を抱かせるものである。分散論というものは、このように広くその言説に「うまみ」を感じさせる麻薬のような要素を持っている。このため、科学的な根拠がなくともさまざまな立場の者によって乱用される危険性がきわめて高い。某省庁に至っては、「人口密度が高い都市を避けて分散型の社会を」という広報資料を何の根拠もなく速やかに出していて、それは単なる忖度だったのかもわからないが。

少なくともこのような捉えどころのない分散論を科学的に議論するためには、研究者としては対象をデータとして捉えることのできる要素へと因数分解する必要がある。このため、筆者は以前から分散を(1)地方への分散、(2)郊外への分散、(3)オンラインへの分散の3要素に分けて

その動向を観察していた¹⁾。また、このような捉えどころのない分散論の心理的受容を促進することとなつた「密度＝集中による感染の恐怖」についても、その振り返りによる事実に基づく検証が今となっては求められる。

2 データが見せる真実

まず、人々が感染の恐怖として感じた密度（集中）が、実態として本当に感染に影響したのかを確認してみる。ちなみに、COVID-19の感染拡大初期には、分散論をあらかじめ裏付けることを目的としたようなデータ分析事例が少なくなかつた。それらの中には実質的にはある時点での夜の街の影響を、都市の密度の影響と誤認した見かけの相関に基づいて考察したと思われるものも含まれる。また、感染リスクを避けられるという思い込みから、公共交通から自動車へと交通手段選択がシフトしたことでも顕著な現象であった。

一方で、観測データや科学的な分析が蓄積されるにつれ、都市の居住密度が感染に寄与しているわけではないことが各所で客観的に提示されるようになった²⁾。特に感染の直接の原因となっているマスクのない「接触の密」が、「都市の密度（集中）」と区別されずに混同されている点が緻密なデータ解析によって啓発されるに至つてゐる。このことは、そもそも世界で最も分散した都市構造を有し、自動車依存の米国でいちばん感染が著しかつたという事実を鑑みれば、分散論の虚構はおのずと明らかであった。メディアを通じたさまざまな情報に基づく印象から、パンデミックは人々の冷静な判断を奪つたのである。

なお、この問題については上記のような分析による類推や、国によって状況は異なるといった不毛な討論を行なうまでもなく、すでに事実としてのデータに基づいて容易に現象を把握することが可能になつてゐる。具体的には、2023年5月の段階でCOVID-19感染は5類移行とい



たにぐち・まもる

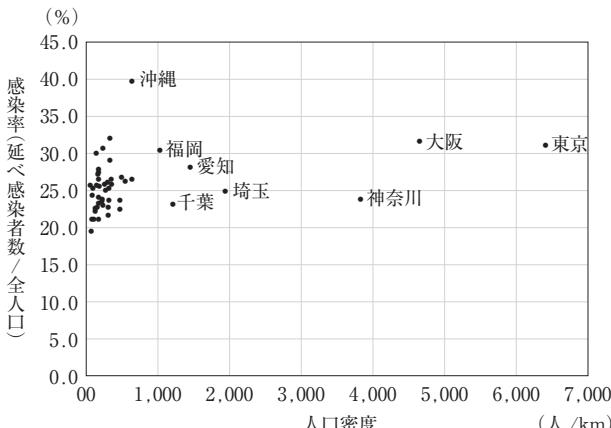
1961年兵庫県神戸市生まれ。京都大学工学部卒。京都大学大学院工学研究科博士単位取得退学。工学博士。京都大学工学部助手、カリフォルニア大学客員研究員、ノルウェー王立都市地域研究所研究員、岡山大学環境理工学部助教授、教授等を経て、現在、筑波大学システム情報系社会工学域教授。

う扱いで区切りがついたため、それまでの感染データをまとめて見れば真の回答が得られることになる。以下、図1に5類移行に至るまでの都道府県別の感染率をその人口密度と対比させた散布図を示す。このきわめてシンプルな図が示す通り、密度（集中）は感染の程度にまったく影響を及ぼしていない。なお、沖縄県のみが例外的に高い感染率となっているが、これは国境閉鎖の影響を受けなかつた米軍基地の存在によるものと説明できる。このようにパンデミックというものは人口密度の影響を受ける余地がないということは、実は過去のスペイン風邪の際にも検証済みである³⁾。

それでは分散の中でも期待された「(1)地方への分散」は実現されたのだろうか。このことはすでに各種報道などでも指摘されているとおり、残念ながら実現されることはなかつた。コロナ禍中において、対東京都で人口の転入超過となつたのは、図2に示す埼玉県、神奈川県、千葉県の3県のみである。すなわち、「(2)郊外への分散」が促進されたことになる。コロナ後は東京都への流入が再加速しており、結果的にはコロナ禍を経て東京が大都市圏としてさらに肥大したという当初の期待とはまったく逆の現象が生じたことになる。

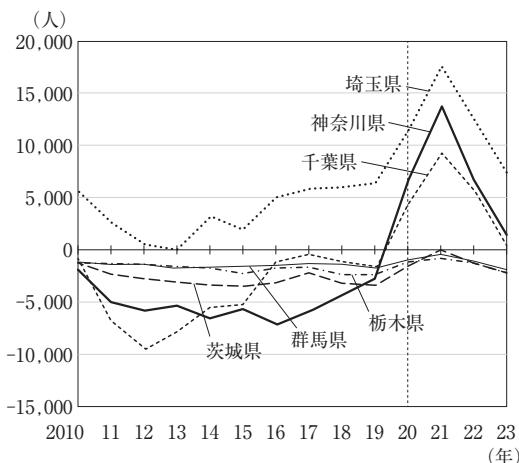
地方移住促進のための効果的政策を打てずにいるなかで、単にコロナ禍というだけで地方移住が進展することを期待するのはあまりに甘かっただということになる。なお、コロナ禍中にコロナを意識して転居した人は、そうでない人よ

図1—都道府県の人口密度とCOVID-19感染率の関係



注) 感染者数は厚生労働省「新規陽性者数の推移(日別)オープンデータ(～2023年5月8日)」、面積は国土地理院「令和2年1月全国都道府県市区町村別面積調」、人口は総務省統計局「令和2年国税調査」を元に谷口守研究室で作成。

図2—対東京都の転入超過数の推移(2010-2023年)



出所) 住民基本台帳人口移動報告より作成。

り広めの住宅を志向するなど、通常期とは異なる郊外移住のパターンが観察される⁴⁾。このことはコロナを意識して居住地や家屋を選べるごく一部のゆとりある転居者と、そうでない転居者の格差の発生をも意味していた。

なお、「(3)オンラインへの分散」については、コロナ禍以降テレワークへの一定の定着が見られていることがすでに各所で報告されているため、本稿での言及は避ける⁵⁾。その一方で、感染への過剰な恐怖のため、公共交通から自家用車へと交通手段の転換が発生しただけでなく、

コロナ後となって生じた交通量のリバウンド増加の多くも自動車へと流れている⁶⁾。在宅業務の増加に伴うオンラインショッピングの増加によって物流交通も増加していると考えられ、これら実際に発生した交通の分散現象は、持続可能な社会を目指すうえで適切にマネジメントされた望ましいものとは言いがたい。

3 危うい集中論

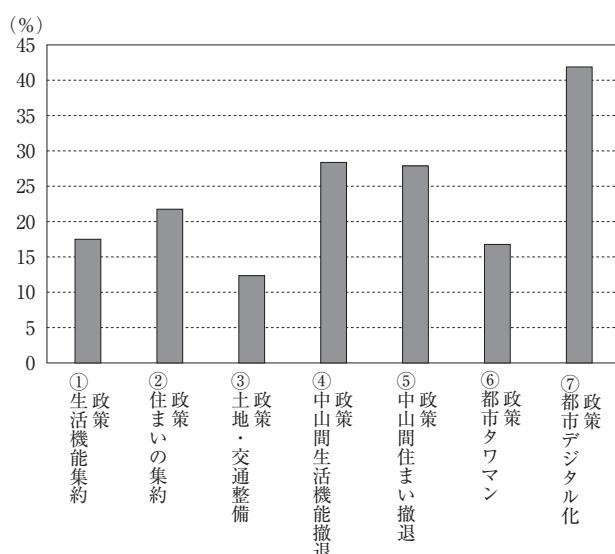
以上のように、結果的に分散論に対する批判的見地からの言及が続いたが、かといって集中論が市井において適切に理解され、望ましい形で政策導入されているかといえば、こちらもたいへん心許ない。国土交通省が実施した一般市民への調査によると、集中論を政策として体現するコンパクトシティという用語を聞いたことがないという人は4割にのぼり、内容をよく理解しているという人は1割にも満たない⁷⁾。筆者の研究室ではさらにこのコンパクトシティ政策の内容を理解しているという回答者を対象に、そもそも政策が正しく理解されているのかを確認する少し意地の悪い調査を行なった⁸⁾。一つの捉え方として、表1のような誤認回答の線引きを行なって検討を加えたが、その結果は衝撃的ですらある。

まず、自分はよく理解していると回答している人ほど、その内容について正しいとは言えない理解をしている割合が高かったのである。コンパクトシティ政策の中心概念は一言で言えば市街地外延部に広がるスプロールを防止する政策である。また、それにあわせて集約エリアには必要な再投資を行なうことも期待される。それに対し、中山間地域から人を撤退させる政策であるとか、都心にタワーマンションを建てる政策であるとか、都市をデジタル化する政策であるといった本来の主旨とは異なる回答を行なう人が、それぞれ図3に示すように少なくない

表1—政策内容に関する設問項目と誤認回答の判断基準

Q.あなたはコンパクトシティ政策をどのような政策だと思いますか、次の項目にお答えください										
No.	文章形式	回答尺度 設問項目	そう思わない	あまりそう思わない	どちらでもない	ややそう思う	そう思う			
①	原文	都市にある交通や都市施設などの日常生活を支える機能を集める場所(都心)をつくる政策である	誤認している	誤認とはいえない						
	略称	生活機能集約政策		誤認とはいえない						
②	原文	都市にある住まいを集める場所(居住地)をつくる政策である	誤認している	誤認とはいえない						
	略称	住まいの集約政策		誤認とはいえない						
③	原文	土地の利用方法の見直しと交通機能の整備を掛け合わせた政策である	誤認している	誤認とはいえない						
	略称	土地・交通整備政策		誤認とはいえない						
④	原文	中山間地域から交通や都市施設などの日常生活を支える機能を撤退する政策である	誤認とはいえない			誤認している				
	略称	中山間生活機能撤退政策	誤認とはいえない			誤認している				
⑤	原文	中山間地域から住まいを撤退する政策である	誤認とはいえない	誤認している						
	略称	中山間住まい撤退政策		誤認している						
⑥	原文	都心にタワーマンションを建設する政策である	誤認とはいえない	誤認している						
	略称	都心タワマン政策		誤認している						
⑦	原文	都市にデジタル技術(人工知能やIoT技術)を導入する政策である	誤認とはいえない	誤認している						
	略称	都市デジタル政策		誤認している						

図3—設問項目ごとの誤認割合



割合で存在した(設問には含めていないが、商業施設政策である中心市街地活性化も、コンパクトシティ政策に含めることは適切ではない)。さらに驚いたことに、それらの誤認割合は学歴

が高く、また行政を信頼している個人ほど有意に高くなっていた。

このことは国のみならず、コンパクトシティ政策を現場で牽引するはずの地方自治体から、わかりやすく正しい情報が一般市民に向けて発信されておらず、受け取る側もそもそも興味がないことを意味している。その原因は多岐にわたるが、集中論を体现するだけの都市計画主体が有する権限自体が極めて弱いことも、その正しいメッセージが伝わらないことの一因といえよう。

4 x-minute city という名の散逸

コロナ禍に伴ってテレワークが普及し、在宅時間が長くなつたことで、世界の都市住民は自宅回りが日常生活をおくるうえであまり便利ではなかつたことに初めて気づいたようだ。この

ことで、都市構造を巡る議論に x-minute city という新たな概念が付け加えられることになった。パリ市で提唱された15分都市など⁹⁾、現在、世界各地の大都市圏では、居住地から徒歩・自転車で x 分以内に必要なサービスが受けられるような都市構造を目指すことが一つのファンションになっている。

筆者の個人的な好意的解釈は、今まで鉄道駅などの拠点ベースのコンパクト化しか頭になかったところが、居住地ベースへのコンパクト化という概念が提示され、集中論でカバーする領域が広がったという理解である。ただし、それは記載されている通り「徒歩・自転車による範囲内」という条件付きである。交通手段を徒歩・自転車に限定するのであれば、都市の範囲を居住地からそれほど大きく拡大させることは現実的ではないためである。

一方で、過去に東京大都市圏で実施されたパーソントリップ調査の結果を解析すると、わが国ではパリ市の提唱を待たずとも、郊外居住者ほど15分以内に生活行動を完結させている。ただしそれは徒歩・自転車によるものではなく、自動車によるものである¹⁰⁾。また、コロナ禍中の交通行動調査からは、実際に居住地回りの交通行動が増加しているが、テレワーク従事者ほど以前より自動車依存の傾向が強まったことも証明されている¹¹⁾。これらのことから、日本の大都市圏ではすでに15分都市圏が実質的には成立しているが、それは集中論に投影されるような秩序ではなく、また論理的に構造化された分散論にも依らず、単なる散逸状況の劣化が進んでいるだけでしかない可能性が読み取れる。

5 必要なのは RX(Real Space Transformation)

また、x には自由に数値を入れられることから、x-minute city が体のいい詭弁ツールに陥らないよう、その扱いにも注意が必要である。x をなるべく小さい数字にしたいということは

万人の願いであろう。ただ、分散居住をしながら x を小さくしてほしいと求めるることは一種の暴力といえる。かつて交通権に関する議論が喚起された際、土地利用の縛りがきわめて弱いわが国の散漫な都市構造のなかで、誰もが居住地での交通権を主張するならば、散逸と交通負荷増大が連鎖するディストピアの出現を招くことが指摘されていた。交通権は土地利用がきちんとコントロールされた集中論に基づく社会でこそ意味を持つ概念なのである。

最近ではこれと似た話として、デジタル技術に基づく自動運転が普及すると、分散して住むことが可能になるという安易な主張をする研究者も散見される。人口減少社会のなかで、それだけ広域に展開する居住地での生活を支えるだけの新たなインフラコストを誰がどう支えるというのだろうか。また、完全自動運転であれば迎えに来てもらうための空走運転も従来の交通行動に加えて発生するため、同じ都市構造であっても CO₂排出量といった環境負荷も従来交通よりも大きくなってしまうことにも留意が必要である¹²⁾。これらの諸課題を最小化するような効率的な分散型社会を目指すとしても、その基盤となるデジタルテクノロジーを海外に依存したままでは国内の富が流出しつづけるという別次元の問題もある。現在の年間のデジタル赤字は5.5兆円にものぼり、その額は5年前の倍になっている¹³⁾。都市のスマート化促進 (DX) も研究テーマとして重要ではあるが、実空間を再構築する x-minute city の取り組みとあわせ、むしろ今求められているのは、徒歩スケールの実空間に人を取り戻すための RX (Real Space Transformation) の試みではなかろうか¹⁴⁾。それも拠点発ではなく、集約された住まい発のものとして。

おわりに

なお、集中論に対する誤解の一つとして、縮退という用語でコンパクトシティ政策が語られ

ることで、都市が小さく縮んで衰弱していくかのようなイメージを持たれてしまっていることにも問題がある。それは大きな誤解であり、しっかりと投資をかけながら再構築していくことが多くの事例が示す成功の秘訣である¹⁵⁾。また、地方分権の流れのなかで、各市町村が独自にコンパクトシティ政策にバラバラに取り組んでいる限り、本来必要な広域的視点に基づく都市構造の構築は進めようもない。地方分権に対峙する仕組みをどう構築できるかということが実は今問われているのである。

少し考えれば誰しもが思い当たることだが、集中論を推進するには協調を求めるがゆえの負担を周囲や関係者に強い要素がある。それに対し分散論をぶちあげるには何のコストも要せずに、むしろばらまき政策的な人気取りにもつなげることができる。これだけを見ても曲学阿世の者が分散論に走る素地が十分に準備されていることは明白である。すぐ甘いものに手を伸ばしてしまう糖尿病患者の如く、スプロール化した分散型都市圏をわれわれは形成してきた。その反省のうえに人口減少社会を見据えて導入されたコンパクトシティ政策であるが、それでも機会さえあれば、言葉を変え品を変え、甘いものに手を伸ばしたい誘惑に多くの人が駆られている。滅びに通じる門は広い。われわれは狭き門より入らねばならない。狭き門を経て、住まいからの新たな x-minute city が RX を通じて賑わいを取り戻せることを期待したい。

最後になったが、本稿の作成においては日本国土開発未来研究財団の研究助成を得た。記して謝意を申し上げたい。

参考文献

- 1) 谷口守・岡野圭吾 (2021) 「分散型国土とコンパクトシティのディスタンス——COVID-19下の国土・都市計画に対する試論」『土木学会論文集 D3』 Vol.77, No.2, pp.123-128.
- 2) たとえば、Hamidi, S., S. Sabouri and R. Ewing (2020) "Does Density Aggravate the COVID-19 Pandemic?" *Journal of American Planning Association*, Vol.84, No.4, pp.495-509.
- 3) 速水融 (2006) 『日本を襲ったスペイン・インフルエンザ——人類とウィルスの第一次世界戦争』藤原書店。
- 4) 武田陸・室岡太一・谷口守 (2023) 「コロナ転居者のメンタリティの解明——転居先に何を求めるのか」『土木学会論文集 D3』 Vol.78, No.5, I_241-I_251.
- 5) たとえば、国土交通省「テレワーカーの割合は減少、出社と組み合わせるハイブリッドワークが拡大」https://www.mlit.go.jp/report/press/toshi03_hh_000128.html、2024年3月26日報道発表資料。
- 6) 石橋澄子・川合春平・谷口守 (2023) 「COVID-19 流行を通じた自動車CO₂排出量変化——流行下5時点における個人の生活行動データを用いた推計」『土木学会論文集 G (環境)』 Vol.79, No.26, 23-26001, pp.1-10.
- 7) 国土交通省『国土交通白書2020』第1部第3章第3節2「国民の意識」<https://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/r01/hakusho/r02/pdf/np103300.pdf> (2024年3月最終閲覧)。
- 8) 稲垣航大・久米山幹太・石橋澄子・谷口守 (2023) 「コンパクトシティ政策に対する市民の認知——誤認の防止と適切な認知に向けて」『土木学会論文集』 Vol.79, No.10, 23-00079.
- 9) パリ市 HP : Paris ville du quart d'heure, ou le pari de la proximité, <https://www.paris.fr/dossiers/paris-ville-du-quart-d-heure-ou-le-pari-de-la-proximite-37>, (2024年3月最終閲覧)。
- 10) 清水宏樹・室岡太一・谷口守 (2022) 「東京都市圏における15-minute city の実現実態——生活サービス拠点としての都市機能誘導区域の可能性」『都市計画論文集』 No.57-3, pp.592-598.
- 11) Ishibashi, S., T. Kobayashi and M. Taniguchi (2024) "Does Emphasis Change in Transportation Mode Choice Affect Workers' Actual Mode Choice? ; Implications from Japan in the COVID-19 Era," *Transport Policy*, Vol.146, pp.343-355.
- 12) 香月秀仁・東達志・高原勇・谷口守 (2018) 「シェア型自動運転車による自動車利用変化——空走時間発生による環境負荷への影響」『土木学会論文集D3』 Vol.74, No.5, pp. I_889-I_896.
- 13) 日本経済新聞 (2024) 「デジタル赤字拡大5.5兆円」 2024年2月9日付朝刊。
- 14) 石橋澄子・松場拓海・川合春平・谷口守 (2024) 「サイバー時代における外出MM設計のためのメンタリティ分析——RX: Real Space Transformationへの一考察」『土木計画学研究・講演集』 Vol.69、印刷中。
- 15) 谷口守編著 (2019) 『世界のコンパクトシティ——都市を賢く縮退するしくみと効果』学芸出版社。

エディトリアルノート

人口減少が進み空き家問題が顕在化している日本では、住宅ストックの有効活用の点から住宅市場の構造を理解することは重要である。日本における住宅市場の定量的分析は十分なデータが存在する需要サイドの分析が多いが、鈴木・清水論文（「賃貸住宅市場における市場シェアと家賃の関係」）は、賃貸住宅市場の供給構造に焦点を当て、賃貸住宅市場における経営・管理の市場シェアと家賃の関係を定量的に分析した貴重な研究である。

日本の賃貸住宅は相続税対策として建設されることが多い。また、少なからず所有者は経営・管理を賃貸住宅事業者に委託し、かつ空室リスクを考慮してサブリース契約を結ぶ。このとき、各物件の家賃は、その事業者が管理する物件全体での長期的な家賃収入の最大化を踏まえて決定される。

特定の事業者に経営・管理が集中する独占的状況は、市場に歪みをもたらす。理論的には、大手事業者が価格支配力を持ち、家賃を水準より高く設定する場合、それに合わせ市場全体の家賃も高止まりすることが予測される。一方で、大手事業者が家賃を引き下げ、あわせて市場の家賃水準が下がる可能性もある。例えば、サブリース契約では、入居状況にかかわらず所有者に安定した収入を保証するため、高い家賃で空室のまま放置するより、家賃を下げるでも空室を回避するインセンティブが働き、市場での家賃水準は下落する。

鈴木・清水論文では、ある大手賃貸住宅事業者の住戸数シェアに着目し、市場シェアと家賃の関係

を市区町村レベルのデータを用いて分析している。こうした独占的状況を想定した住宅関連の先行研究はそれほど多くなく、それらの先行研究も住宅金融市場や持ち家市場を対象としたものであるため、賃貸住宅市場を対象とした本研究の貢献は大きい。

回帰分析による推定では、被説明変数として、自治体ごとの平均家賃水準と、大手事業者の家賃プレミアム率を用いている。家賃プレミアム率については、築年数を考慮した、市場家賃推計値と大手事業者の家賃推計値の差を用いて自治体ごとに計測される。

キーとなる説明変数である大手事業者の市場シェアは、非常にユニークなデータであり、自治体ごとに、ある大手事業者の管理物件戸数を（2020年1月現在）全体の賃貸戸数で除したものである。

分析の結果、大手事業者のシェアが高くなると市場全体の家賃が下がる一方で、家賃プレミアム率には差はみられないことが明らかとなった。これは、大手事業者が空室を解消するために自社物件の家賃を下げ、それにともなって、市場全体の家賃も低下していることを示唆している。これらは住宅金融市場や持ち家市場を対象とした先行研究とは異なる結果となっており、賃貸住宅市場構造の特徴的な傾向が明らかにされている。

こうした結果が得られた背景としては、事業者は賃貸アパートを建設しサブリース契約を締結したことで一定の収益が得られるのに対し、設定家賃の減額による不利益は所有者負担であり、そのリスクを事業者がおわないということ

が考えられる。



鉄道や自動車といった技術の進化による移動手段や交通網の発展は、移動コストの低下を通じて都市構造に大きく影響してきた。現在、自動運転車（Autonomous Vehicle、AV）に関する技術が急速に発展し、各国で実験や法整備等実用化に向けての取り組みも進んでいる。このAVの発展もまた運転手の負担を軽減するといったことを通じて交通コストの低下をもたらし、都市構造に影響を与えると考えられる。平松論文（「自動運転車の普及と住居地選択」）は、AV技術の進歩と普及が都市の人口分布と住宅選択に与える影響を緻密なシミュレーションを用いて検証したものである。

既存の自動車と比べたAVの大きな特徴としては、通信機能によって速度や走行の最適化がなされ渋滞が緩和される、運転中に余暇や労働といった他の活動ができるといった正の側面と、購入価格や維持管理コストが高いといった負の側面がある。また、AVの中でも、自動運転タクシー（Shared Autonomous Vehicle、SAV）が普及すれば公共交通機関の役割を果たすことになり、都心部の駐車場用の土地を他の用途に活用できるようになる、人件費がかからないため安価な移動手段が供給されるといった変化が予想される。

こうしたAVやSAVの特徴を踏まえ、先行研究では、道路上の自動車交通量、都市駐車場の土地利用、都市のスプロール化、道路インフラなど、幅広い社会的側面が検討され、都市化と郊外化の両

方の可能性が指摘されている。

平松論文の貢献は、こうしたAVやSAVの特徴を、Anas and Liu(2007)*によって提示された交通に関するCGE(応用一般均衡: Computable General Equilibrium)モデルに導入することで、既存の都市に適用可能なモデルを構築し、AVの特徴を踏まえた緻密なシミュレーションを行なったことである(*27頁参照)。

モデル分析の結果、AVを利用することによってもたらされるメリットとして、収入が増加し買い物コストが減少すること、AV乗車時間を余暇として利用するため余暇時間が減少すること、出張費用が減少すること、オフィスでの労働力投入が減少することが示された。

また、提示されたモデルに基づき、運転時間の有効活用、渋滞緩和、AV保有コスト減、AVシェアの増加といった特徴を取り入れたシミュレーションが行なわれた。その結果、AVの技術進歩や普及の条件の違いによって、AVが都市構造に与える影響は異なり、郊外の人口増加と都心の人口増加のいずれの可能性もあることが緻密に描かれている。

AVといった新しい技術の場合、その導入効果の検証にあってはデータの蓄積がないため統計的な検証は難しく、平松論文で実施されるようなシミュレーション分析の果たす役割は大きい。平松論文でも言及されているように、本研究のシミュレーションは仮想的都市で行なわれているため、今後の展開として実在する都市を踏まえた分析が待たれる。

◎

広範囲に甚大な被害が及ぶ地震や津波がたびたび発生する日本においては、事後的な災害対応と同様に事前防災の取り組みが重要である。効果的な事前防災対策には、災害の危険性や被害規模についての情報提供が不可欠である。直井論文(「災害リスク情報と地域間人口移動」)は、災害についての事前の被害想定情報に着目し、災害情報の更新が、人々のリスク認知の変化を通じて、地域間人口移動に与える影響を明らかにしている。地域住民が災害リスクに応じた立地選択を行なっているのであれば、災害リスク情報の提供は、危険性の高い地域における転出の増加と転入の減少といった人口移動を通じて社会全体の防災リスクを下げることとなる。

災害リスクと人口移動に注目した先行研究は多数存在するが、その多くは大規模災害後の地域を対象とする研究である。災害発生後の人口移動に影響する要因は、防災インフラへの新たな投資、被災地に対する財政支援、復旧・復興による労働市場の変化など多岐にわたり、特定の要因の影響を識別するのが難しい。直井論文の大きな特徴としては、災害が起きていない地域を対象とすることで、将来の災害に対する被害想定の更新という特定の要因による人口への影響を明らかにしていることである。

分析対象となるのは、南海トラフ巨大地震に伴う津波の被害想定である。南海トラフ地震に関する被害想定は2003年に設定されたが、東日本大震災の発生を受けて2012

年に更新された。直井論文は、こうした状況を踏まえ市区町村別の想定津波高の公表値の変化が人口移動へ与える影響を検証している。被害想定における津波高は沿岸部のほとんどの自治体で引き上げられた一方で、当然のことながら内陸部では変化していない。直井論文ではこうした状況を巧みに利用し、津波の被害想定の変化を説明変数とする差分の差分(DID)法を用いた分析を行なっている。すなわち想定津波高の引き上げがあった自治体(介入群)に対する対照群として、介入群の沿岸自治体と隣接する内陸自治体を選択している。こうした自治体は介入群に類似した人口変化のトレンドを持つつ津波被害は予想されない。

分析の結果、想定津波高の引き上げは対象地域における人口の社会増減率を引き下げ、かつその影響は転入の減少と転出の増加の双方にみられることが示された。一方で、年齢別の分析結果からは、65歳以上の高齢層の転入・転出行動に対する影響は限定的であることが示されている。

東日本大震災後、防波堤や防潮堤の建設といったハード面での大規模な津波対策が行なわれたが、直井論文で示された結果はリスク情報の開示というソフト面の対策も有効なオプションであるという政策的含意を示すものである。一方で、高齢層に関して想定津波高の引き上げが転入・転出行動に影響しないという事実は、災害に対して脆弱な高齢層には異なるアプローチの災害対策が必要であることを示唆している。

(N・Y)

賃貸住宅市場における市場シェアと家賃の関係

鈴木雅智・清水千弘

はじめに

人口減少・高齢化に伴い需要が縮小する局面では、賃貸住宅市場における供給構造の理解が求められる。住宅には耐久性があるために、長期にわたり建物として残り続ける。そのためいたん供給が過剰になると、既存住宅間の競争によって家賃（・価格）が下落することとなり（Glaeser and Gyourko 2005）、さらには通常の家賃・自然空室率での調整には限界があることから、住宅市場から撤退する動きも進む。

賃貸住宅の供給構造を理解するうえで重要なのが、複数の賃貸住宅を管理する「賃貸住宅事業者」ごとの累積供給量である。賃貸住宅ブランドごとに物件の品質や特性でセグメント化されており、各事業者の賃貸住宅の需要には上限があると考えれば、ある地域で大手事業者の市場シェアが過度に高いことは当該事業者の物件が供給過剰である状態を意味する。このとき、当該事業者が管理する物件の家賃水準が低下し、さらには当該地域の賃貸住宅市場全体の家賃水準低下を引き起こす可能性がある。

本稿では、日本の大手賃貸住宅事業者の市区町村レベル住戸数シェアに着目し、賃貸住宅市場における市場シェアと家賃の関係を分析した Suzuki and Shimizu (2023) を紹介する。既往研究とは異なり、①シェアが10%高くなると市場全体の家賃が約3%下がること、②当該事業者の物件の家賃と市場全体の家賃との間には市場シェアによる差はみられないことが明らかと

なった。当該事業者の空室を解消するため自社物件の家賃を下げてしまい、ひいては市場全体の家賃の低下を引き起こす可能性が示唆される。

米国の住宅ローン販売・仲介事業における地域独占に関する既往研究(Ambrose and Conklin 2014; Gan and Riddiough 2008)は、市場に大きな影響力を持つ立場にある賃貸住宅事業者が、市場家賃をコントロールし高水準に保つ、すなわち消費者が負担するコストが高まる可能性を示唆している。Suzuki and Shimizu (2023)の結果は、日本の民間賃貸市場では逆の関係がみられることを示している。

以下、1節では既往研究を整理する。2節では分析枠組みを提示し、3節ではデータの概要と基本傾向を整理する。4節では分析手法を、5節では分析結果を示す。最終節では結論と今後の課題を整理する。

1 既往研究

既往研究では、事業者ごとの供給量という地域レベルの供給構造については、住宅市場における議論は限定的であった。地域独占の実態については、地域の賃貸住宅市場における公的セクター・民間セクター間の競争の観点から、各セクターの市場シェアという供給集中度の実態が分析されてきた (Lennartz 2014, 2016)。また、不動産仲介市場における独占度と都市規模との関係についても分析されてきた (Beck et.al 2012; Colwell and Marshall 1986)。ただし、これらの研究は供給集中度や独占度の実態に関心が



鈴木雅智（すずき・まさとも）
1991年岐阜県生まれ。東京大学工学部卒。東京大学大学院工学系研究科博士課程修了、博士（工学）。東京大学特任助教、一橋大学特任准教授を経て、現在、横浜市立大学データサイエンス学部准教授。論文：“Negative externalities of long-term vacant homes: Evidence from Japan”（共著、*Journal of Housing Economics*）、ほか。



清水千弘（しみず・ちひろ）
1967年岐阜県生まれ。東京工業大学大学院理工学研究科博士後期課程中退、東京大学大学院新領域創成科学研究科・博士（環境学）。現在、一橋大学大学院ソーシャル・データサイエンス研究科教授。論文：“Gravity, Counterparties, and Foreign Investment”（共著、*Journal of Financial Economics*）、ほか。

置かれ、家賃・価格との関係は明らかにされていない。

一方、地域独占による市場へのインパクトとして、米国の民間住宅ローン市場における独占度と手数料との関係が分析され、住宅ローン市場において、地域内の住宅ローン仲介業者間の競争は手数料の低下をもたらすことが明らかくなっている。例えば、Ambrose and Conklin (2014) は、都市圏レベルでの住宅ローン仲介業者間の競争環境を各業者の市場シェアのハーフィンダール・ハーシュマン指数 (Herfindahl-Hirschman Index) を用いて測定し、仲介業者間の競争が緩和されている場合は住宅ローン取扱手数料が高いという関係を示している。また、Gan and Riddiough (2008) は、米国の住宅ローン市場において、情報優位と参入抑止の観点から、独占的な状態にある既存の金融機関がローン申込者に高い金利を課していることを示している。

さらに、地域の不動産市場における供給・管理戸数の市場シェアに着目した数少ない研究として Iwata et al. (2019) があり、東京都心部の新築マンションにおける空間的な価格競争が分析されている。各物件から 2 km 圏内または 4 km 圏内にある新築マンションの中で当該供給事業者のシェア（物件価格ベース）が高いほど、当該事業者の物件の成約価格が高いことが明らかとなっている。

このように、事業者間の競争が激しくなると、価格水準が低下する、すなわち消費者が負担す

るコストが低下することとなる。これは、住宅市場に限らず他の市場にも共通するものである。例えば、大手スーパー・マーケットの参入は価格水準の引き下げや既存店舗の撤退をもたらすことや、映画館やガソリンスタンドの空間的競合によって価格水準が引き下げられることについて多くの分析例がみられる。

2 分析枠組み

日本の賃貸アパート市場の特徴として、賃貸アパートは相続税対策として建設されることが多い点がある (Mikawa et al. 2023)。金融資産として相続するよりも、低層の賃貸アパートが建つ土地として相続したほうが、評価額が減額され相続税負担が軽減する。実際のアパート経営は複数のアパートを管理する賃貸住宅事業者に委託され、各オーナーは空室状況によらず一定の収入が保証されるサブリース契約を結ぶことが多い。このとき賃貸住宅事業者は、自社で管理する物件全体で長期的な家賃収入の最大化を考え、各物件の家賃を設定すると想定される。

一般に、特定の企業が独占する市場構造は、価格の歪みをもたらすことが知られている。大手賃貸住宅事業者の市場シェアと家賃の関係について、2通りの理論的予測を考えることができる。1つの可能性は、大手賃貸住宅事業者に価格支配力がある場合である。市場シェアが高いと、当該事業者の市場への影響力の大きさを活かして、大手事業者家賃がベースライン（市場の歪みがない場合の家賃水準）より高止まり

することもありうる。それに合わせる形で、市場全体の家賃も高止まりする可能性がある。これは、米国を中心とする住宅関連の既往研究と整合的な結果といえる。

もう1つの可能性は、市場シェアが高いと、大手賃貸住宅事業者は自社物件の空室を埋めようとする結果として、大手事業者の家賃水準がベースラインより引き下げられるというメカニズムである。マーケティング戦略の文脈では、企業が新製品を導入することで、当該企業の既存製品の販売量・収益・市場シェアが減少することはカニバリゼーションと呼ばれる。小売事業者は、自社の店舗数が増えると1店舗当たりの売上高が減少する可能性があるため、近隣地域への出店を避けることがある(Nishida 2015)。これは、賃貸住宅市場の文脈では、市場シェアが高まると、大手賃貸住宅事業者の家賃水準がベースラインよりも引き下げられることに対応する。すなわち、賃貸住宅ブランドごとに物件の品質や特性でセグメント化されており、大手事業者の賃貸住宅の需要には上限があると考えれば、大手事業者は空室を埋めることを優先して自社の家賃を引き下げる事になる。サブリース契約は、アパートの入居状況にかかわらずオーナーに安定した収入を保証するものであるため、事業者には高い家賃を設定して空室を放置するよりも、家賃を下げても空室を回避するインセンティブが働くと考えられる。この結果、地域全体の家賃相場が下がる可能性がある。これは、Suzuki and Shimizu (2023) の推計結果と整合的なメカニズムとなる。

3 データと基本傾向

3.1 市場シェア

Suzuki and Shimizu (2023) では、市区町村単位の集計データを分析している。まず、賃貸住宅管理戸数が多く賃住宅市場に大きな影響を及ぼしていると考えられる、ある1つの大手賃貸住宅事業者について、市区町村レベルの市場シェアを算出している。大手賃貸住宅事業者の

市場シェアは、アパートについて住戸数ベースで観測され、大手事業者の賃貸戸数を、市場全体の賃貸戸数で除したものとなる。大手事業者の賃貸戸数は大手事業者の管理物件データ(2020年1月現在)に、市場全体の賃貸戸数はゼンリン住宅地図データ(2021年)に基づく。アパート・マンションの区分に明確な定義は存在しないが、一般に、アパートは3階建て未満で品質が低く家賃が安い傾向にある。また、住宅地図データでは住戸の面積は得られず単身・家族向けの区別ができないため、市場シェアは各市区町村に対し1つだけ計算される。

ここで、他の賃貸住宅事業者の市場シェアは観察できず、1つの大手賃貸住宅事業者の市場シェアのみが観察できる点に注意が必要である。そのため、①大手賃貸住宅事業者の市場シェアが高い場合には、当該事業者が当該自治体の家賃水準を決定するうえで支配的な立場にあること、②大手賃貸住宅事業者の市場シェアが低い場合には、当該事業者と他の賃貸住宅事業者との間の競争環境のもとで当該自治体の家賃水準が決定されることを仮定していることとなる。

3.2 市場全体の家賃・大手事業者の家賃プレミアム率

続いて、株式会社リクルートが運営する不動産ポータルサイト「SUUMO」への掲載物件データを用いて、家賃に関する2つの集計値を算出している。当該ポータルサイトには、大手事業者が管理するアパートに加え、他の事業者が管理するアパートも含まれる。

1つは、市場全体の家賃水準であり、当該ポータルサイトに掲載されている単身向け(床面積20~30m²の住戸)・家族向け(30~50m²の住戸)アパート別に、市区町村単位での平均値(平米単価)を算出している。なお、ここでの家賃は管理費・共益費を含む月額賃料であり、サンプル数10以上の市区町村のみを対象に、2022年4月から2年間遡った平均値を用いている。

もう1つは、市場全体の家賃に対する大手事業者の家賃のプレミアム率であり、各市区町村における家賃推計モデルをもとに推計している。具体的には、各自治体について、当該ポータルサイトに掲載されている物件を用いてヘドニック回帰分析を行なう。家賃を被説明変数とし、大手事業者の管理物件であることを表すダミー変数と、各種コントロール変数（築年数、床面積、駅徒歩分数、建物構造、階数、住宅設備等）に回帰しており、モデルの説明力（ R^2 ）の平均値は、単身向けアパートで0.726、家族向けアパートで0.753である。このモデルを用いて、単身向け・家族向けアパートの典型的な物件特性をもとにサンプル内予測を行ない、自治体*i*の市場全体の平均賃料の推計値 RA_{Di} （築年数の影響を調整済み）を求める。大手事業者の管理物件における自治体*i*の平均賃料（築年数の影響を調整済み）を RA_{Di} とすると、大手事業者物件ダミーは、大手事業者の家賃と市場全体の推計家賃との乖離 $RA_{Di} - RA_i$ を捉えることになる。よって、 $(RA_{Di} - RA_i)/RA_i$ は、大手事業者物件の家賃と市場全体の推計家賃との差分を市場全体の推計家賃で除した値となり、大手事業者の家賃プレミアム率を表す。なお、大手事業者の家賃プレミアム率と市場シェアの関係の分析では、推計家賃が0～20万円に収まり、モデル構築に100以上のサンプルを用いた市区町村を対象とする。

3.3 自治体規模のコントロール変数

2020年国勢調査（総務省）をもとに、自治体規模のコントロール変数として、人口（万人）、人口密度（万人/km²）、若年人口割合（20歳未満）、高齢人口割合（65歳以上）、5年前からの人口の社会増減率（5年前からの社会増減は、他市町村からの流入から他市町村への流出を差し引いたものとし、これを2020年の人口で割って社会増減率を算出している）、自治体ランク（都市規模が大きい順に、政令指定都市、中核市、その他市、町村に区分）を用いる。これらの変

数は、地価を用いて自治体レベルでの「生活の質」（Quality Of Life）を測定する研究群を参考に設定している。

Roback (1982) は人口、人口密度、人口増加率を基本的な要因として用いているが、ここでは人口増加率の代わりに賃貸需要に直結する変数として社会増減率を用いる。米国の文脈では犯罪発生率、失業率が社会経済環境を表す変数として用いられるが、日本では少子高齢化が背景として重要であり若年・高齢人口割合の変数を用いる。Blomquist et al.(1988) は中核都市を表すダミー変数を用いているが、ここでは自治体ランクを代わりに用いる。政令指定都市のように人口密度が高く、他都市からの人口流入等で人口が増加し続ける都市部では、賃貸住宅の需要が高く家賃水準も高いと予想される。

3.4 基本傾向

表1に、市区町村レベルの基本統計量を示す。2020年国勢調査（総務省）に基づく1896市区町村のうち、単身向けアパートの分析に943市区町村、家族向けアパートの分析に1277市区町村を用いている。月額家賃（単価）の平均値は、単身向けアパート（1711円/m²）が家族向けアパート（1363円/m²）を上回っている。大手事業者の家賃プレミアムの平均値は、単身向けアパートで-1.8%（大手事業者の家賃が市場全体の家賃をやや下回る）と、家族向けアパートの値（-1.9%）と同程度である。大手事業者の市場シェアは、単身向けアパートで16.0%、家族向けアパートで18.6%である。市場シェアが20～30%、30～40%、40%以上と高い自治体の割合は、単身向けアパートで23.0%、7.0%、2.5%、家族向けアパートで23.9%、9.8%、6.7%である。

大手事業者の市場シェアの分布を確認すると、地方部ほど市場シェアが高い市区町村の割合が高く、特に町村では市場シェアが40%を超えることもある¹⁾。そこで、回帰分析では自治体規模をコントロールする必要がある。

表1—基本統計量

サンプル	単身向けアパート		家族向けアパート	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
月額家賃 (円 / m ²) (市区町村別平均値)	1711.0	471.4	1363.5	357.1
大手賃貸事業者の家賃プレミアム (市区町村別平均値)	-0.018	0.044	-0.019	0.032
市場シェア (カテゴリ)	0.160	0.105	0.186	0.130
市場シェア (カテゴリ)				
0-10%	0.318		0.275	
10-20%	0.356		0.322	
20-30%	0.230		0.239	
30-40%	0.070		0.098	
40% 以上	0.025		0.067	
築年数 (年) (市区町村別平均値)	20.7	5.9	15.2	4.5
築年数帯 (市区町村別平均値、カテゴリ)				
0-4年	0.010		0.014	
5-9年	0.047		0.111	
10-14年	0.117		0.337	
15-19年	0.224		0.411	
20-24年	0.346		0.114	
25-29年	0.232		0.012	
30-39年	0.023		0.001	
40年以上	0.002		0.001	
人口 (万人)	12.0	11.6	9.5	10.9
人口密度 (万人 / km ²)	0.293	0.420	0.223	0.380
20歳未満人口割合	0.166	0.022	0.162	0.023
65歳以上人口割合	0.289	0.053	0.309	0.061
社会増減率	0.007	0.018	0.004	0.029
市区町村区分				
政令指定都市	0.204		0.152	
中核市	0.097		0.071	
その他市	0.531		0.499	
町村	0.169		0.278	
サンプル数	943		1277	

大手事業者の市場シェアの空間分布（アパート）を確認すると、市場シェアは中国・四国・北陸等の地域で高く、市場全体の築年数分布とは（ある程度）独立だといえる。市場シェアは大手事業者のこれまでの累積供給量を表す側面があり、市場シェアが高いことは、大手事業者のアパート中で築年数の大きい住戸の割合が高いことを示すと考えられる。

大手事業者の家賃プレミアム率の空間分布を確認すると、大手事業者の市場シェアとの関係は明確ではないことが確認される。

4 分析手法

市区町村レベルの変数を用いて、2つの分析を行なう。まず、市場全体の家賃 R_i (自治体 i) の対数値を、市場シェアを用いて説明するモ

ルを構築する。

$$\ln R_i = \alpha + \beta_1 Share_i + \sum_g \beta_{2g} Age_{gi} + \sum_k \gamma_k X_{ki} + e_i \quad (1)$$

α は定数項、 $Share_i$ は市場シェア、 Age_{gi} は市区町村の平均築年数帯 g (築 0 ~ 4 年、築 5 ~ 9 年、…、築 40 年以上) を表すカテゴリ変数、 X_{ki} は3.3節に示す自治体規模のコントロール変数、 e_i は誤差項である。 β_1 、 β_{2g} 、 γ_k は対応する係数である。 β_1 の係数が負で有意であれば、市場シェアが高いほど市場全体の家賃が低いことを示す。

次に、市場全体の家賃 RA_i (築年数の影響を調整済み) に対する大手事業者の家賃 RA_{Di} (築年数の影響を調整済み) のプレミアム率を、市場シェアを用いて説明するモデルを構築する。

$$(RA_{Di} - RA_i) / RA_i = \alpha + \beta_i Share_i + \sum_k \gamma_k X_{ki} + e_i \quad (2)$$

α は定数項、 $Share_i$ は市場シェア、 X_{ki} は自治体規模のコントロール変数、 e_i は誤差項である。 β_i 、 γ_k は対応する係数である。大手事業者の家賃プレミアム率を推定する際に築年数の影響を補正しており、(2)式では市区町村の平均築年数帯を説明変数に加えていない。 β_i の係数が統計的に有意でない場合、市場シェアと大手事業者の家賃プレミアム率との間には明確な関係性があるとはいえない。当該事業者の物件の家賃と市場全体の家賃との間にはシェアによる差はみられないことが示唆される。

(1)式・(2)式に対し、非線形性の考慮や地域別のサブサンプル分析も行ない、被説明変数と市場シェアとの関係性が頑健であることを確認する。

5 分析結果

5.1 大手事業者の市場シェアと市場全体の家賃との関係

表2に、(1)式に基づく、大手事業者の市場シェアと市場全体の家賃との関係についての推計結果を示す。列(1)・列(2)は単身向けアパート、列(3)・列(4)は家族向けアパートについて、奇数列は市場シェアを連続変数、偶数列は非線形性を考慮し市場シェアをカテゴリ変数として推計した結果である。被説明変数は家賃単価の対数値の自治体別平均値である。

列(1)・列(3)より、大手事業者の市場シェアが1%高まると、市場家賃は約0.3%下がることがうかがえる(大手事業者の市場シェアは0~1の値をとり、0.01は1%に対応する)。列(2)・列(4)より、市場シェアが高いほど家賃は単調に低くなる傾向にあることが確認できる。なお、経年減価については、新築時点~築9年までは減価はみられないが、築20~24年時点では新築時点に比べ約15%減価することがうかがえる。自治体規模については、人口の集中する都市部

ほど家賃が高い傾向にある。決定係数は85%を超えており、十分に高いことが確認できる。

大手不動産企業が供給するブランド価値の高い競合物件が多い都市部では、それらの家賃を参照し家賃を上げやすい側面がある一方、地方部では地場工務店等が供給する安価な競合物件が多く、それらの家賃を参照し家賃を下げやすい側面がある。そこで表3に地域別サブサンプルの推計結果を示す。(a)単身向けアパート、(b)家族向けアパートについて、列(1)は政令指定都市、列(2)は政令指定都市以外で市場シェアが15%未満の市区町村、列(3)は政令指定都市以外で市場シェアが15%以上の市区町村をサンプルとした推計結果である。全サンプルでの分析(表2)と同様のコントロール変数を加えたが、各地域内でも、市場シェアが高いほど家賃が低くなる傾向は変わらないことが確認できる。

5.2 大手事業者の市場シェアと大手事業者の家賃プレミアム率との関係

表4に、(2)式に基づく、大手事業者の市場シェアと大手事業者の家賃プレミアム率との関係についての推計結果を示す。列(1)・列(2)は単身向けアパート、列(3)・列(4)は家族向けアパートについて、奇数列は市場シェアを連続変数、偶数列は非線形性を考慮し市場シェアをカテゴリ変数として推計した結果である。被説明変数は大手事業者の家賃プレミアム率で、0.01は1%に対応する。

列(1)・列(3)より、大手事業者の市場シェアが1%高まると、大手事業者の家賃プレミアムは約0.01~0.03%高まるが、有意な差とはいえない結果となった(大手事業者の市場シェアは0~1の値をとり、0.01は1%に対応する)。市場シェアによらず大手事業者の家賃と市場全体の家賃との間には差があるとはいえない。市場シェアが高まると、大手事業者の家賃も市場家賃も同程度下がることが示唆される。列(2)・列(4)より、市場シェアに対する非線形性を考慮しても、同様の傾向にあることが確認できる。

表2一大手事業者の市場シェアと市場全体の家賃との関係

サンプル：	単身向けアパート		家族向けアパート	
	(1)	(2)	(3)	(4)
市場シェア	-0.2902** (0.0436)		-0.3294** (0.0227)	
市場シェア（カテゴリ）				
0-10%		(基準)		(基準)
10-20%		-0.0400** (0.0098)		-0.0568** (0.0069)
20-30%		-0.0684** (0.0112)		-0.1009** (0.0077)
30-40%		-0.0703** (0.0156)		-0.1160** (0.0098)
40% 以上		-0.0512* (0.0242)		-0.1420** (0.0114)
築年数帯（市区町村別平均値、カテゴリ）				
0-4年	(基準)	(基準)	(基準)	(基準)
5-9年	0.0293 (0.0347)	0.0338 (0.0348)	0.0027 (0.0194)	0.0115 (0.0192)
10-14年	-0.0169 (0.0334)	-0.0076 (0.0335)	-0.0494* (0.0193)	-0.0392* (0.0191)
15-19年	-0.0719* (0.0334)	-0.0653 (0.0336)	-0.1119** (0.0195)	-0.1040** (0.0193)
20-24年	-0.1337** (0.0334)	-0.1261** (0.0336)	-0.1571** (0.0203)	-0.1505** (0.0200)
25-29年	-0.2140** (0.0338)	-0.2072** (0.0340)	-0.2349** (0.0278)	-0.2344** (0.0275)
30-39年	-0.2363** (0.0388)	-0.2296** (0.0390)	0.0581 (0.0773)	0.0598 (0.0766)
40年以上	-0.4226** (0.0762)	-0.4883** (0.0787)	-0.4138** (0.0765)	-0.3983** (0.0758)
人口（万人）	0.0014** (0.0005)	0.0015** (0.0005)	0.0013** (0.0004)	0.0013** (0.0004)
人口密度（万人/km ² ）	0.1528** (0.0158)	0.1519** (0.0160)	0.1789** (0.0119)	0.1705** (0.0119)
20歳未満人口割合	-0.3793 (0.2506)	-0.4140 (0.2521)	-0.6479** (0.1700)	-0.5872** (0.1691)
65歳以上人口割合	-0.4835** (0.1206)	-0.5183** (0.1209)	-0.8643** (0.0836)	-0.8758** (0.0828)
社会増減率	0.6196** (0.2173)	0.5415* (0.2187)	0.1047 (0.0848)	0.0950 (0.0840)
市区町村区分				
政令指定都市	(基準)	(基準)	(基準)	(基準)
中核市	-0.0221 (0.0153)	-0.0207 (0.0155)	-0.0306* (0.0121)	-0.0280* (0.0120)
その他市	-0.0224 (0.0118)	-0.0211 (0.0120)	-0.0346** (0.0090)	-0.0288** (0.0090)
町村	-0.0497** (0.0147)	-0.0513** (0.0148)	-0.0581** (0.0106)	-0.0580** (0.0105)
定数項、都道府県ダミー	Yes	Yes	Yes	Yes
サンプル数	943	943	1277	1277
R ²	0.876	0.876	0.894	0.896
Adjusted R ²	0.868	0.867	0.888	0.890

注) サンプルは市区町村単位であり、被説明変数は対数家賃（平米単価の平均値）である。各説明変数について、推計された係数（標準誤差）を示しており、有意水準は** 1%、* 5%である。

表3一大手事業者の市場シェアと市場全体の家賃との関係（サブサンプル分析）

(a) 単身向けアパート サンプル	(1) 政令指定都市	(2) 政令指定都市以外 (市場シェア：15% 未満)	(3) 政令指定都市以外 (市場シェア：15% 以上)
市場シェア	-0.4097** (0.0960)	-0.5887** (0.1830)	-0.1372* (0.0685)
サンプル数	192	291	460
R ²	0.949	0.881	0.717
Adjusted R ²	0.941	0.853	0.676
(b) 家族向けアパート サンプル	(1) 政令指定都市	(2) 政令指定都市以外 (市場シェア：15% 未満)	(3) 政令指定都市以外 (市場シェア：15% 以上)
市場シェア	-0.8023** (0.0924)	-0.6940** (0.1270)	-0.1929** (0.0261)
サンプル数	194	376	707
R ²	0.951	0.870	0.764
Adjusted R ²	0.944	0.846	0.743

注) サンプルは市区町村単位であり、被説明変数は対数家賃（平米単価の平均値）である。表2と同様のコントロール変数を用いているが、表示を省略している。各説明変数について、推計された係数（標準誤差）を示しており、有意水準は**1%、*5%である。

表5に、地域別サブサンプルの推計結果を示す。(a)単身向けアパート、(b)家族向けアパートについて、列(1)は政令指定都市、列(2)は政令指定都市以外で市場シェアが15%未満の市区町村、列(3)は政令指定都市以外で市場シェアが15%以上の市区町村をサンプルとした場合の推計結果である。全サンプルでの分析（表4）と同様のコントロール変数を加えたが、各地域内でも、市場シェアによらず、大手事業者の家賃と市場全体の家賃との間には差があるとはいえないことが確認できる。

おわりに

賃貸住宅事業者は、個別オーナーとのサブリース契約の下で、長期的な家賃収入の最大化を考え各物件の家賃を設定すると想定される。理論的には、市場への影響力が大きい立場にある大手賃貸住宅事業者は、市場家賃をコントロールし高止まりさせることができあり、米国の住宅ローン販売・仲介事業でみられるように地域独占的な市場が形成されうる。

本稿では、日本の大手賃貸住宅事業者の市区町村レベル住戸数シェアに着目し、賃貸住宅市場における市場シェアと家賃の関係を分析した

Suzuki and Shimizu (2023) を紹介した。既往研究とは異なり、①シェアが10%高くなると市場全体の家賃が約3%下がること、②当該事業者の物件の家賃と市場全体の家賃との間にはシェアによる差はみられないこと、が明らかとなった。当該事業者の空室を解消するために自社物件の家賃を下げてしまい、ひいては市場全体の家賃の低下を引き起こしている可能性が示唆される。

本来は、市場への影響力の大きい立場にあれば市場家賃をコントロールしやすいはずであり、地域全体の家賃水準を維持するためにも、新築住宅の供給時期をずらす・安易に値下げしないといった戦略的なオペレーションができる可能性があるといえよう²⁾。一般に、住宅の供給制約が強いと、新規建設が限られ家賃・価格が高騰する、すなわち消費者が負担するコストが増加する (Hilber and Vermeulen 2016; Saiz 2010)。人口減少・高齢化社会に入り住宅需要がそれほど高くない状況では供給制約がもたらすこれらの負の側面は軽減され、新規建設が抑制されてもそれほど家賃は高騰しないと考えられる。むしろ、ある程度賃貸アパートの新規建設が抑制されれば、供給過多となり家賃水準が低下して

表4一大手事業者の市場シェアと大手事業者の家賃プレミアム率との関係

サンプル	単身向けアパート		家族向けアパート	
	(1)	(2)	(3)	(4)
市場シェア	0.0326 (0.0280)		0.0122 (0.0118)	
市場シェア（カテゴリ）				
0-10%		(基準)		(基準)
10-20%		-0.0005 (0.0053)		0.0005 (0.0031)
20-30%		0.0077 (0.0063)		0.0020 (0.0035)
30-40%		0.0114 (0.0093)		0.0011 (0.0043)
40%以上		0.0269 (0.0222)		0.0077 (0.0056)
人口（万人）	-0.0004 (0.0002)	-0.0004 (0.0002)	-0.0006** (0.0001)	-0.0006** (0.0001)
人口密度（万人/km ² ）	0.0001 (0.0076)	-0.0005 (0.0077)	0.0017 (0.0049)	0.0013 (0.0050)
20歳未満人口割合	0.2185 (0.1245)	0.2243 (0.1243)	-0.0525 (0.0780)	-0.0475 (0.0783)
65歳以上人口割合	0.0298 (0.0651)	0.0304 (0.0646)	-0.0060 (0.0375)	-0.0050 (0.0373)
社会増減率	-0.1391 (0.1224)	-0.1367 (0.1227)	-0.1310* (0.0651)	-0.1340* (0.0652)
市区町村区分				
政令指定都市	(基準)	(基準)	(基準)	(基準)
中核市	0.0047 (0.0071)	0.0055 (0.0071)	0.0133** (0.0048)	0.0134** (0.0048)
その他市	0.0017 (0.0056)	0.0021 (0.0056)	0.0066 (0.0036)	0.0068 (0.0036)
町村	-0.0025 (0.0083)	-0.0020 (0.0083)	0.0045 (0.0045)	0.0046 (0.0045)
定数項、都道府県ダミー	Yes	Yes	Yes	Yes
サンプル数	695	695	1043	1043
R ²	0.194	0.199	0.246	0.247
Adjusted R ²	0.126	0.127	0.204	0.203

注) サンプルは市区町村単位であり、被説明変数は大手事業者の家賃プレミアム率（品質調整済み）である。係数（標準誤差）を示しており、有意水準は** 1%、* 5%である。

しまう現状が改善される可能性がある。

今後の課題として、駅勢圏といった空間的像度の高いサブマーケットの定義を用いること、（最）大手事業者に加え全事業者の市場シェアを考慮することがあげられる。また、価格を下げても市場シェアを取りに行くという事業者の行動メカニズムについて、空室を明確に捉えたうえで家賃水準が下がるプロセスを分析することも求められる。さらに、賃貸住宅事業者の事業モデルの影響についても考慮する必要がある。賃貸アパートを建設しサブリース契約を締結したことに対して事業者は収益を得られ、長

期的には設定家賃の見直しが可能である（設定家賃の減額分はオーナー負担となる）側面があるとすると、賃貸アパートの新規建設が優先される可能性があると考えられる。

謝辞

住宅経済研究会では、諸先生方より、本稿の執筆にあたり貴重なコメントをいただいた。ここに記して感謝申し上げる。

注

- 1) 需要の少ない地方部ほど市場シェアが高いという関係があることから、需給バランスにより、どちらの理論的可能性（メカニズム）が実現するかが変わ

表5一大手事業者の市場シェアと大手事業者の家賃プレミアム率との関係（サンプル分析）

(a) 単身向けアパート サンプル	(1) 政令指定都市	(2) 政令指定都市以外 (市場シェア：15% 未満)	(3) 政令指定都市以外 (市場シェア：15% 以上)
市場シェア	-0.0449 (0.0656)	0.0796 (0.1063)	0.0782 (0.0494)
サンプル数	189	202	304
R ²	0.260	0.263	0.303
Adjusted R ²	0.167	0.062	0.162
(b) 家族向けアパート サンプル	(1) 政令指定都市	(2) 政令指定都市以外 (市場シェア：15% 未満)	(3) 政令指定都市以外 (市場シェア：15% 以上)
市場シェア	0.0218 (0.0434)	0.0421 (0.0729)	0.0139 (0.0144)
サンプル数	188	271	584
R ²	0.381	0.273	0.303
Adjusted R ²	0.303	0.120	0.233

注) サンプルは市区町村単位であり、被説明変数は大手事業者の家賃プレミアム率（品質調整済み）である。表4と同様のコントロール変数を用いているが、表示を省略している。各説明変数について、推計された係数（標準誤差）を示しており、有意水準は**1%、*5%である。

る側面もある。

2) 大手事業者としては、家賃が少し下がっても十分な管理戸数があれば、総利益は保たれる側面もある。

参考文献

- Ambrose, B. W. and J. N. Conklin (2014) "Mortgage Brokers, Origination Fees, Price Transparency and Competition," *Real Estate Economics*, Vol. 42(2), pp. 363-421.
- Beck, J., F. Scott and A. Yelowitz (2012) "Concentration and Market Structure in Local Real Estate Markets," *Real Estate Economics*, Vol. 40(3), pp.422-460.
- Blomquist, G.C., M.C. Berger and J. P. Hoehn (1988) "New Estimates of Quality of Life in Urban Areas," *American Economic Review*, Vol. 78(1), pp. 89-107.
- Colwell, P. F. and D. W. Marshall (1986) "Market Share in the Real Estate Brokerage Industry," *Real Estate Economics*, Vol. 14(4), pp.583-599.
- Gan, J. and T. J. Riddiough (2008) "Monopoly and Information Advantage in the Residential Mortgage Market," *Review of Financial Studies*, Vol. 21(6), pp.2677-2703.
- Glaeser, E. L. and J. Gyourko (2005) "Urban Decline and Durable Housing," *Journal of Political Economy*, Vol. 113(2), pp.345-375.
- Hilber, C. A. L. and W. Vermeulen (2016) "The Impact of Supply Constraints on House Prices in England," *Economic Journal*, Vol. 126(591), pp.358-405.
- Iwata, S., K. Sumita, and M. Fujisawa (2019) "Price Competition in the Spatial Real Estate Market: Allies or Rivals?," *Spatial Economic Analysis*, Vol. 14(2), pp. 174-195.
- Lennartz, C. (2014) "Market Structures of Rental Housing: Conceptualising Perfect Competition in Mixed Local Rental Markets," *International Journal of Housing Policy*, Vol. 14(1), pp.56-78.
- Lennartz, C. (2016) "Rivalry between Social and Private Landlords in Local Rental Housing Markets," *Urban Studies*, Vol. 53(11), pp.2293-2311.
- Mikawa, N., S. Yasuda and N. Yukutake (2023) "Does Inheritance Taxation Reform Promote to Build Inexpensive Rental Housing?," *Journal of the Japanese and International Economies*, Vol. 68, 101255.
- Nishida, M. (2015) "Estimating a Model of Strategic Network Choice: The Convenience-Store Industry in Okinawa," *Marketing Science*, Vol. 34(1), pp.20-38.
- Roback, J. (1982) "Wages, Rents, and The Quality of Life," *Journal of Political Economy*, Vol. 90(6), pp. 1257-1278.
- Saiz, A. (2010) "The Geographic Determinants of Housing Supply," *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 125(3), pp.1253-1296.
- Suzuki, M. and C. Shimizu (2023) "Relationship Between Market Share and Rent Level: Understanding Supply Structure in the Japanese Private Rental Housing Market," *International Journal of Housing Markets and Analysis*, forthcoming. <https://doi.org/10.1108/IJHMA-03-2023-0037>

自動運転車の普及と住居地選択

平松 燐

はじめに

鉄道の敷設や自動車の普及に伴う交通コストの低下により、長距離通勤が可能となり、都市がスプロール化したといわれる。このように都市交通コストの変化は都市構造に影響する。自動運転車（AV）も運転手の負担を軽減することにより交通コストを低下させ、都市構造に影響すると考えられる。AVによる通勤と都市のスプロール化についての研究もなされている（Faisal et al. 2019; Welllik and Kockelman 2020）。AVが都市に与える影響については、道路上の自動車交通量、都市駐車場の土地利用、都市のスプロール化、道路インフラなど、幅広い社会的側面が検討されている（Milakis et al. 2017; Duarte and Ratti 2018; Faisal et al. 2019）。さらに、渋滞や汚染を軽減することで都市中心部に人々を引き寄せるかどうかも調査されており（Duarte and Ratti 2018）、都市化と郊外化の両方が可能という指摘もある（Kellett et al. 2019; Milakis et al. 2018）。ただし、AVが都市構造に与える影響は限定的である可能性もある（Krueger et al. 2019）。

Hiramatsu (2022) は、AVが都市構造のなかでも、居住地選択と住宅床面積に及ぼす影響について分析した。都市構造に影響するAVの特徴は複数あり、運転中の時間の有効活用、渋滞の緩和、高額な保有コストなどが挙げられる。また、AVがタクシーのように利用された場合には、駐車場利用が減少する。影響の程度

は、AVの普及率や技術進歩によって異なる。これらのAVの特徴には、スプロール化を促すものが多いが、都心化を促すものもある。これらのAVの特徴は同時に効果が現れる。そのため、どの特徴により、都市構造が変化するのかを判断することは難しい。そこでAVの複数の特徴をひとつずつ、別々にシミュレーション分析を行なうことにより、各特徴の都市構造へ及ぼす影響を明らかにした。

AVとカーシェアリングの組み合わせは、都市構造に強い影響を持つと考えられ、「眞のモビリティゲームチェンジャー」といわれることもある（Cervero 2017）。このような車両は、自動運転タクシー（SAV）と考えることができ、オンデマンドで利用できる。SAVは駐車場を必要としないため、SAVが普及すると、都心部の駐車場用の土地を他の用途に活用できるようになる（Zakharenko 2016; Zhang and Guhathakurta 2017）。

AVは自動車と同じく、ドアツードアの交通が可能である。したがって、AVが普及すると、人々や企業が鉄道駅付近に居住するメリットは低下する。つまり、AVの普及により、密集した都市部を除いては、公共交通機関の重要性を低下させる可能性がある（Heinrichs 2016; Meyer et al. 2017）。また、Gelauff et al. (2017) は、自動車の自動化が公共交通機関に及ぼす影響を無視すると、政策提言が偏ったものになる可能性があると主張する。なぜなら、より生産性の高い自動車は都市からの人口流出につながり、都

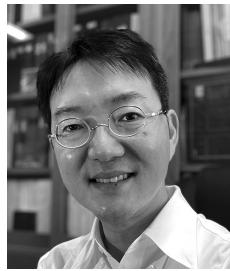
市部に整備された効率的な公共交通機関は人口集中につながるからである。彼らは、全国規模の空間計算可能一般均衡（SCGE）モデルである LUCA (Teulings et al. 2018) のパラメーターを調整することにより、モビリティの自動化のシミュレーション分析を行なった。同様の関心から、Hiramatsu (2022) は、地域経済、土地利用、交通に関する CGE モデル (Anas and Liu 2007) を修正して、AV の影響の分析に適したモデルを作成した。例えば、AV と従来の自動車を個別にモデル化することにより、駐車場市場を内生化した。

また、利用者のタイプによって AV が土地利用や移動時間に及ぼす影響が異なるという指摘もある (Bansal and Kockelman 2018; Kim et al. 2020)。そこで Hiramatsu (2022) は、高所得者層と低所得者層の行動の違いをモデル化した。都市経済学の教科書では、自動車が普及すると、自動車を購入できる富裕層が郊外に移ることで、都心部の所得水準が低下する場合があることに言及されることがあるからである。

Hiramatsu (2022) のひとつめの目的は、既存の都市に適用できるシミュレーションモデルを提案することである。さらに、消費者と生産者の行動に AV の複数の特徴を組み込んだモデルを作成し、それらの特徴ごとにシミュレーションを実行して、AV の特徴が都市構造にどのような異なる影響を与えるかを示すことを目指した。

AV 導入前後の都市構造を比較することは、将来の都市経済について予測するために役立つ。新しい交通システムが都市経済に与える影響を予測できれば、その導入を検討し、その後の適切な政策を立案することができる。

しかし、政策立案者は、従来の交通システムが新しいシステムに置き換わる可能性に対して準備ができていない (Faisal et al. 2019)。したがって、Hiramatsu (2022) のふたつめの目的は、地域が AV 普及に対応するための考察を得ることである。特に、所得水準が異なる住民



平松 燐（ひらまつ・ともる）
1976年大阪府生まれ。関西学院大学総合政策学部卒、ニューヨーク州立大学バッファロー校 Ph.D.（経済学）。現在、関西学院大学総合政策学部教授。論文：Anti-Congestion Policies in Cities with Public Transportation, Journal of Economic Geography (共著) ほか。

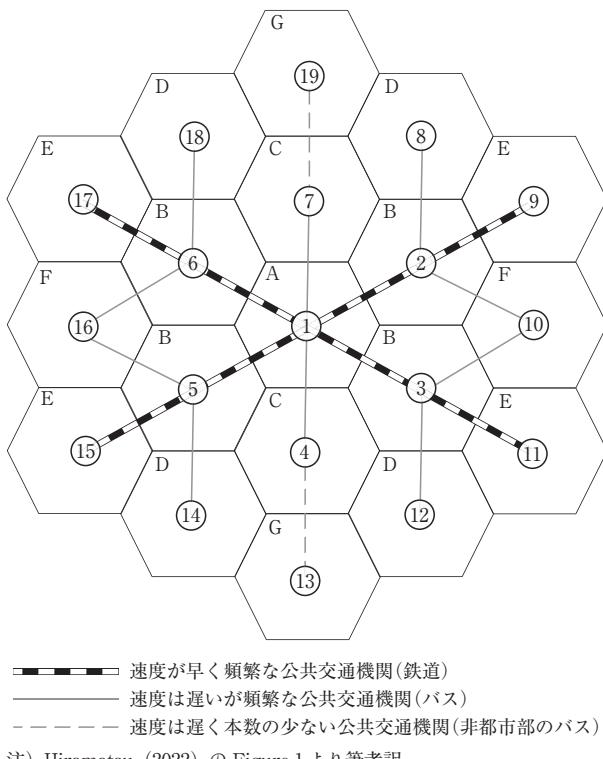
の居住地選択と各地域の住宅床面積の変化について検討する。

1 分析方法

Hiramatsu (2022) は、保有者が利用する自動運転車（AVD）と SAV の特徴を組み込んだ仮想の都市経済モデルを構築し、シミュレーション分析を行なった。このモデルの初期における設定では、AV の技術が低水準で、AV が普及していないことを前提とした。したがって、通勤する消費者は、既存の自動車を含む交通インフラに基づいて居住地を選択する。一般に、消費者は住みやすく、働きやすいエリアを選択する。例えば、路線数が少ない駅よりも、比較的多くの路線が乗り入れる、利便性の高い駅のある地域が居住地として好まれる。バスで駅にアクセスできる場合、近くに鉄道駅がなくてもその地域を居住地として選択することも考えられる。公共交通機関の利便性が低い地域や利用できない地域では、自動車が必要である。AV の技術進歩と普及に伴い、消費者の居住地の選択に変化が見られるであろう。

このモデルは、AV の特性を交通ネットワークや地域における消費者や企業の行動に組み込むことができるよう構築されている。図 1 は、公共交通機関で結ばれた 19 地域と公共交通ネットワークを示している。19 の地域は、その対称的な性質により A～G の 7 つのグループに分類される。地域グループ A および B は、中央ビジネス地区 (CBD) へのアクセスが良好で、

図1—公共交通のネットワーク網



他の地域への接続も良好である。さらに、道路網がすべての隣接地域を接続しているため、自動車によりすべての地域間を移動できる(Anas and Liu 2007; Baillon and Cominetti 2007)。

2 モデル

2.1 交通部門

出発地から目的地まで移動する異なるタイプの消費者は、非モーター モード（歩行や自転車など）、公共交通機関、自動車、AVD、および SAV の中から交通手段を選択する。交通手段が自動車か AV (AVD および SAV) の場合、道路網が利用される。各道路上の移動時間は交通量に伴う渋滞の程度により変化する。ただし、AV は技術進歩に伴い渋滞を引き起こしにくくなるが、他の自動車が引き起こした渋滞には巻き込まれる。

移動コストは金銭的コストと時間コストから計算される一般化コストとして表される。このうち時間コストは AV の技術進歩に従い、消

費者の余暇や労働者のオフィス労働時間として活用できるようになる。

自動車や AV による移動者は、各道路上の一般化コストを考慮して移動ルートを決定する。移動ルートが決まると、目的地での駐車場代も含めた往復の一般化コストも計算される。その他のモードと公共交通機関による往復の一般化コストは一定とする。

移動者は各モードの往復の一般化コストを比較してモードを選択する。これにより地域間の移動にかかる平均金銭コストや時間コストも決定する。

2.2 消費者

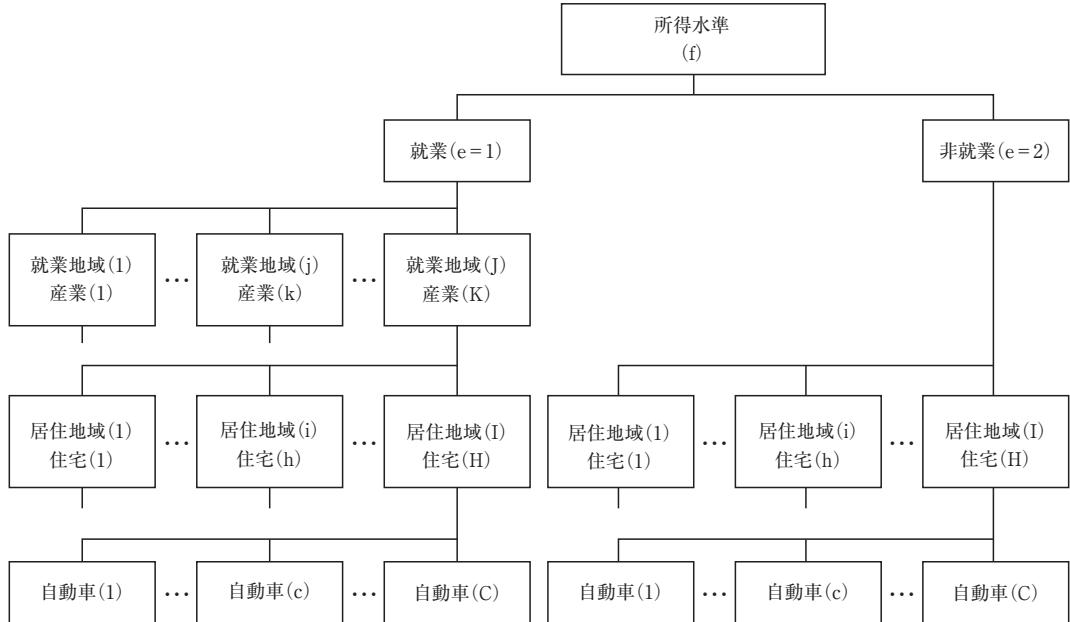
各タイプの消費者は、それぞれの効用を最大化する。消費者のタイプ g は、所得水準 f 、就業状況 e 、勤務地 j 、業種 k 、居住地 i 、住居の種類 h 、および自動車保有のタイプ c の組み合わせで構成される(図2)。自動車保有タイプには、自動車保有なし、自動車保有、AV 保有 (AVD) がある。

消費者は、居住地域で購入する日常消費財、各地域で購入する旅行消費財、住宅の広さ、余暇時間を選ぶことで、コブ・ダグラス型の効用関数を最大化する。消費者が直面する日常消費財と旅行消費財の価格には、移動コストも含まれている。また、消費者は、自動車の維持費や自宅での駐車場代も考慮して予算を決定する。

この問題から得られる消費者の日常消費財需要や旅行消費財需要は、包括的な価格と収入を用いることで、標準的なコブ・ダグラス型効用関数の場合と同じ形に整理できる。

これらの需要から、AV による乗車時間の活用が増加するにつれて、日常消費財や旅行消費財の購入コストが減少し、また、AV での通勤時間活用が増加するにつれて、可処分所得が増加すると解釈できる。時間は労働を通じて金銭と交換できるため、通勤時間を有効活用するこ

図2—消費者タイプgの内訳



注) Hiramatsu (2022) Figure 2.より筆者訳。

とは予算の増加につながる。

[命題1] AV 乗車時間の有効活用は、買い物コストを削減し、可処分所得を増加させる。

余暇需要も同様に整理することで、標準的なコブ・ダグラス型効用関数の場合と同じ形に整理できる。ここから、余暇時間は、買い物、旅行、通勤のための AV による移動時間のうち、有効活用される時間を差し引いたものであると解釈することができる。AV 利用による移動時間の有効活用が余暇の代わりになっているということである。

[命題2] AV 乗車時間の有効活用は、消費者の余暇時間を短縮する。

消費者は、各タイプの間接効用関数を比較し、所与である所得タイプ以外の消費者タイプの組み合わせを選択する（図2）。

地域間の通勤回数は勤務地と居住地の組み合わせから計算され、買い物や旅行の回数は、日常消費財や旅行用品の需要によって決定される。

2.3 生産者

各地域における各産業の生産者は、中間投入財、労働力、床面積、および資本から、コブ・ダグラス型生産関数により財・サービスを生産する。中間投入財には各地域、各産業の財・サービスが含まれ、労働投入には高所得労働者と低所得労働者が含まれる。労働者はオフィス内とオフィス外（出張）で労働する。生産者の費用最小化問題を解くことにより、次の命題が導かれる。

[命題3] AV 乗車時間の有効利用は、オフィス外労働力コストを削減する。

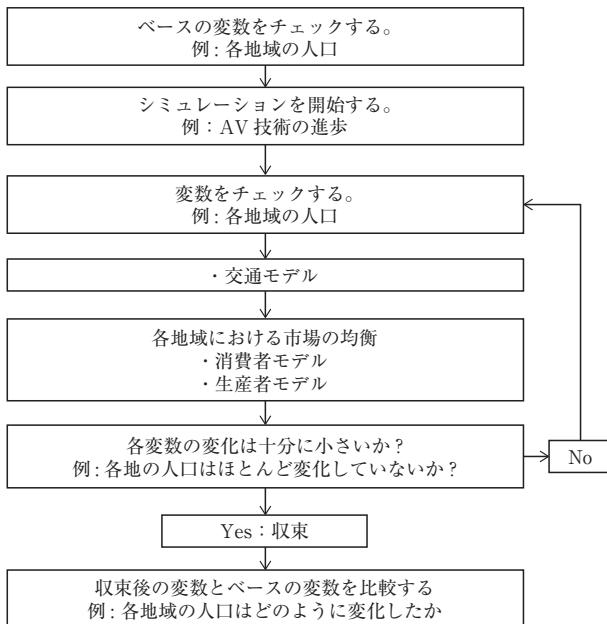
[命題4] AV 乗車時間の有効利用は、オフィス内での労働需要を削減する。

地域間の出張回数はオフィス外で投入される労働力から算出される。財・サービスの価格は、利潤がゼロとなる平均費用として設定される。

2.4 ディベロッパー

消費者や生産者が AV の技術進歩や普及に伴

図3—シミュレーションの手順



注) Hiramatsu (2022) Figure 3. より筆者訳。

い立地を変更するため、土地利用も調整される。土地利用の種類は、空き地、戸建住宅、マンション、農地、製造業、サービス、駐車場とする。開発者は、空き地により価値の高い建物を建設する一方で、需要の低下した建物を取り壊して空き地にする。均衡状態では、各タイプの建設と取り壊しの量が等しくなる。

これらの建物は市場価格で賃貸される。たとえば、車を保有しない、または SAV で移動する消費者が増えると、駐車場の需要が減少し、他の建物を建設するために駐車場が取り壊されるであろう。

2.5 一般均衡

一般均衡では、各地域の各市場において需要と供給は等しくなる。均衡する市場は労働市場（高所得者層と低所得者層）、不動産市場（戸建住宅、マンション、農地、製造業用地、サービス業用地、駐車場）、財・サービス市場（中間投入財、日常消費財、旅行消費財）である。資本市場では金利は一定としている。総移動回数は、通勤、買い物、旅行、出張の回数を合計し

たものである。交通費用が合理的になるよう移動者は移動手段と経路の選択を行なう（図3）。

3 シミュレーション分析

Hiramatsu (2022) では AV の特徴をひとつずつ取り上げて分析するために、シミュレーション(a)～(f)が行なわれた。また、シミュレーション(f)においては、移動手段選択、居住地と住宅種類の選択、および建築のそれぞれの弾力性を半分にしたシミュレーションも行なわれた。

シミュレーション(a)では、技術進歩により、AV 乗車時間が他の活動により利用できるようになる。これにより交通の一般化コストが減少する（シミュレーションの結果は Hiramatsu 2022 の Table 2 参照）。交通の一般化コストが低下する

と、人口の郊外化が進む。これは、交通コストが低下することで、より多くの人が郊外に居住することを選ぶという都市経済学の示唆や、Gelauff et al. (2017) の AV に関するシミュレーション結果と一致する。郊外のほうが公共交通機関が発達しておらず、自動車の利用率が高いという仮定も、AV の利便性向上が郊外化を促進させる要因となっている。

一方、CBD の人口も増加する可能性がある。この現象は消費者の所得の違いに注目すると理解しやすい。高所得者層のほうが時間価値が高いため、AV での移動時間が有効活用できるようになることに対して、低所得者層よりも強く反応し、都心から郊外へ移転する。したがって、都心部での住宅需要が減少し、家賃も安くなる。低所得者層では、AV の利便性向上と都心部の家賃低下に反応し、都心化と郊外化が見られ、中間の地域で減少する。その結果、郊外では高所得者層の割合が増加し、都心部では減少する。都心部では、戸建住宅、マンションとともに住宅床面積が増加した。その他の多くの地域での住宅床面積は、戸建住宅で減少し、マンションで

増加する。AVへの支出が増えるにつれて、住居費は減少する結果、マンションが好まれるようになった。

シミュレーション(b)では、技術進歩により、AVは渋滞を引き起こしにくくなる。ただし、他の自動車が引き起こした渋滞には巻き込まれる(シミュレーションの結果は Hiramatsu 2022 の Table 3 参照)。これにより、交通の一般化コストが低下するので、郊外化が促進される。一方で、渋滞緩和効果は、最も渋滞している CBD で効果的で、CBD の利便性が向上する。結果として、高所得者層は郊外化し、低所得者層が都心化して、CBD での人口減少は見られなかった。CBD の周辺地域では人口減少、郊外では人口成長が見られた。住宅床面積は全地域で増加した。渋滞の緩和による移動時間の短縮が、労働時間と収入の増加につながり、住宅需要が増加したと考えられる。

シミュレーション(c)では、AVの保有コストを半分(自動車の保有コストと同じレベルとなる)にする(シミュレーションの結果は Hiramatsu 2022 の Table 4 参照)。より多くの AV が保有されることで渋滞が軽減され、交通の一般化コストが低下し、郊外化につながった。一方、もともと AV を保有していた消費者は予算に余裕が生まれ、より広い住宅を購入する可能性がある。逆に、自動車を保有していないかった消費者が AV を購入する場合には、予算が圧迫され、住宅への支出は減少する。さらに、AV を新規に購入することで、駐車場用の土地需要も増加するが、これは住宅用の土地需要と競合するため、住宅地の面積が減少する。AV が普及すると公共交通機関への依存度が弱まるため、郊外化の力としても作用する。低所得者層のほうが予算に敏感なので、多くの地域で低所得者層のほうが高所得者層よりも強く反応した。住宅床面積は CBD と不便で家賃が安い地域で増加した。

シミュレーション(d)では、AV 普及のシミュレーションを行なった。そのため、自動車保有

者の半数を外生的に AV 保有者に設定した。ベースにおける自動車保有者の割合は郊外地域で高いため、地域に占める AV 保有者のシェアも郊外で増加した(シミュレーションの結果は Hiramatsu 2022 の Table 5 参照)。AV が増加することで渋滞が緩和し、郊外化が導かれる。一方、AV の保有コストは自動車の保有コストよりも高いので、AV 保有者の予算制約は厳しくなる。そのため、高価な AV の保有を避けるために、公共交通機関が充実した都心部へと居住地を変更する消費者も現れる。これらの 2 つの効果は反対方向に働くが、結果として都心化の力が上回った。特に低所得者層にとって高価な AV を保有するコストが強く影響するため、都心に居住地を変更するインセンティブとなる。AV 保有への支出が増加するので、住宅への支出は減少し、住宅床面積は減少した。例外は人口が急増する都心地域である。

シミュレーション(e)では、自動車保有者の半数が自分の自動車を持たず、SAV を利用する(シミュレーションの結果は Hiramatsu 2022 の Table 6 参照)。シミュレーション(d)と同様に、AV の増加は交通渋滞を緩和し、交通コストを削減し、郊外化につながる。一方、シミュレーション(d)とは異なり、自動車への支出がなくなるため、住宅への支出が増加し、住宅需要が増加する。さらに、自動車を保有しなくなるので駐車場が不要となり、土地利用が変化する。これは特に、利用可能な土地が少ない都心部に利益をもたらす。その結果、都心化と郊外化の両方の影響が見られた。駐車場の土地を他の用途に利用できるようになるため、すべての地域で住宅床面積が増加した。多くの地域でマンションのシェアが微増する一方、土地が豊富な郊外地域では戸建住宅のシェアが増加した。

これまで AV のそれぞれの特性を個別に分析してきたが、本来、これらは同時に分析されるべきである。そこでシミュレーション(f)では、シミュレーション(a)～(d)を同時に行なった(シミュレーションの結果は Hiramatsu 2022 の Ta-

ble 7 参照)。AV の複数の特性がもたらす効果は、それぞれ相乗されたり、相殺されたりする。その結果、都心部や郊外では人口が増加し、中間の地域では人口が減少した。低所得者層のほうが高所得者層よりも大きく反応したため、都心部と郊外で低所得者層の割合が増加し、中間の地域で高所得者層の割合が増加した。また、これらの中間地域では住宅床面積が減少した。

さらに、シミュレーション(f)は、移動手段選択、居住地と住宅種類の選択、および建築のそれぞれの弾力性を半分にしたシミュレーションが行なわれた(シミュレーションの結果は Hiramatsu 2022 の Table 8 参照)。移動手段選択の弾力性が半分である場合、消費者は、たとえ AV の技術が進歩したとしても、移動手段をあまり調整しなくなる。したがって、人口と住宅床面積の変化は、シミュレーション(f)における変化よりも小さくなかった。居住地と住宅の選択の弾力性が半分である場合、AV が普及しても消費者は居住地域や住宅の種類を変更しない傾向が強くなる。人口の変化は直感通りであり変化が小さくなつたが、床面積の変化は直感とあまり一致せず、顕著な違いがみられなかつた。建築の弾力性を半分にした場合、住宅床面積の供給が限られているため、人口や床面積の変化が制限される可能性が考えられたが、シミュレーション分析の結果、ほとんど影響は見られなかつた。

4 結論

Hiramatsu (2022) では、AV の技術進歩と普及が都市の人口分布と住宅床面積に及ぼす影響を分析した。まず、既存都市に適用可能な仮想都市におけるシミュレーションモデルを構築した。その主な特徴は、(1)AV での移動時間を消費者の余暇時間、労働者のオフィス労働時間として利用できること。(2)AV は渋滞を引き起こしにくいくことである。ただし、他の自動車による渋滞には巻き込まれる。(3)SAV は駐車場を必要としないこと。AV の最大の利点は、公

共交通機関の整備が不十分な地域での移動に便利なことである。

Hiramatsu (2022) では、モデル分析により AV が利用者にもたらすメリットが示された。具体的には、移動手段として AV を活用すると収入が増加し、買い物の一般化コストが減少すること(命題1)、AV 乗車時間是有効活用することにより余暇時間と代替できるため、余暇時間が減少すること(命題2)、出張費用が減少すること(命題3)、AV 乗車時間が有効活用によりオフィスでの労働と代替できるため、オフィスでの労働力投入が減少すること(命題4)である。

また、住宅地の選択と開発に対する AV の影響についての洞察を得るために、シミュレーション(a)～(f)が実行された。AV の特徴をひとつずつ検証するために、シミュレーション(a)では運転時間をより有効に活用できる、(b)では AV によって渋滞が緩和される、(c)では AV の保有コストが減少する、(d)では AVD シェアが増加する、(e)では SAV シェアが増加する、(f)では複数の技術進歩や普及が同時に進行するという分析を行なつた。さらに(f)においては、移動手段選択、居住地と住宅種類の選択、および建築のそれぞれの弾力性を半分にしたシミュレーションも行なわれた。シミュレーション結果は、おおむね先行研究と一致し、AV の技術進歩や普及は人口の郊外化を促すことが多かつた。一方で、都心で人口が増加するシミュレーション結果もみられた。

公共交通機関の存在や住民の性質など、特定の条件が異なる場合には、都市化と郊外化が逆転する可能性がある(Kellett et al. 2019)。

Hiramatsu (2022) の限界の1つは、シミュレーションが仮想都市で行なわれていることである。したがって多くの先行研究同様、実在する都市のデータを適用する必要がある。そのような場合でも、起こり得る現象について分析し、効果的な政策について検討することが重要である。特定の都市をモデルにした研究からも、他

の都市にも当てはまるような、一般的な問題発見や改善策の提案は可能である。

謝辞

住宅経済研究会では諸先生方より貴重なコメントをいただいた。本稿は Hiramatsu (2022) を泰ライ・アンド・フランシス・グループ (Taylor&Francis Group) の許可を得て和訳し紹介したものである。本稿は科研費 (21K01515) を受けた研究の一部であり、Hiramatsu (2022) は科研費 (17K02150, 21K01515) を受けた研究の一部である。

参考文献

- Anas, A., and Y. Liu (2007) "A Regional Economy, Land Use, and Transportation Model (RELU-TRAN ©) : Formulation, Algorithm Design, and Testing," *Journal of Regional Science*, Vol.47(3), pp.415-455. doi:10.1111/j.1467-9787.2007.00515.x.
- Baillon, J.B., and R. Cominetti (2007) "Markovian Traffic Equilibrium," *Mathematical Programming*, Vol. 111 (1-2), pp.33-56. doi:10.1007/s10107-006-0076-2.
- Bansal, P., and K. M. Kockelman (2018) "Are We Ready to Embrace Connected and Self-Driving Vehicles? A Case Study of Texans," *Transportation*, Vol.45(2), pp. 641-675. doi: 10.1007/s11116-016-9745-z.
- Cervero, R. (2017) "Mobility Niches: Jitneys to Robo-Taxis," *Journal of the American Planning Association*, Vol. 83(4), pp.404-412. doi:10.1080/01944363.2017.1353433.
- Duarte, F., and C. Ratti (2018) "The Impact of Autonomous Vehicles on Cities: A Review," *Journal of Urban Technology*, Vol. 25 (4), pp.3-18. doi:10.1080/10630732.2018.1493883.
- Faisal, A., T. Yigitcanlar, M. Kamruzzaman, and G. Currie (2019) "Understanding Autonomous Vehicles: A Systematic Literature Review on Capability, Impact, Planning and Policy," *Journal of Transport and Land Use*, Vol. 12(1), pp.45-72. doi:10.5198/jtlu.2019.1405.
- Gelauff, G., I. Ossokina, and C. Teulings (2017) "Spatial Effects of Automated Driving: Dispersion, Concentration or Both," <https://english.kimnet.nl/publications/documents-research-publications/2017/09/25/spatial-effects-of-automated-driving-dispersion-concentration-or-both>. *The Hague: Kim-Netherlands Institute for Transport Policy Analysis*.
- Heinrichs, D. (2016) "Autonomous Driving and Urban Land Use," *Autonomous Driving*, pp.213-231. doi: 10.1007/978-3-662-48847-8_11. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Hiramatsu, T. (2022) "Impact of Autonomous Vehicles on the Choice of Residential Locality," *Transportation Planning and Technology*, Vol. 45(3), pp.13-26.
- Kellett, J., R. Barreto, A. V. D. Hengel, and N. Vogiatzis (2019) "How Might Autonomous Vehicles Impact the City? The Case of Commuting to Central Adelaide," *Urban Policy and Research*, Vol.37(4), pp.442-457. doi:10.1080/08111146.2019.1674646.
- Kim, S. H., P. L. Mokhtarian, and G. Circella (2020) "Will Autonomous Vehicles Change Residential Location and Vehicle Ownership? Glimpses from Georgia," *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Vol.82. doi:10.1016/j.trd.2020.102291, 102291.
- Krueger, R., T. H. Rashidi, and V. V. Dixit (2019) "Autonomous Driving and Residential Location Preferences: Evidence from a Stated Choice Survey," *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Vol.108, pp.255-268. doi:10.1016/j.trc.2019.09.018.
- Meyer, J., H. Becker, P. M. Bösch, and K. W. Axhausen (2017) "Autonomous Vehicles: The Next Jump in Accessibilities?" *Research in Transportation Economics*, Vol.62, pp.80-91. doi:10.1016/j.retrec.2017.03.005.
- Milakis, D., M. Kroesen, and B. van Wee (2018) "Implications of Automated Vehicles for Accessibility and Location Choices: Evidence from an Expert-Based Experiment," *Journal of Transport Geography*, Vol. 68, pp.142-148. doi:10.1016/j.jtrangeo.2018.03.010.
- Milakis, D., B. Van Arem, and B. Van Wee (2017) "Policy and Society Related Implications of Automated Driving: A Review of Literature and Directions for Future Research," *Journal of Intelligent Transportation Systems*, Vol.21(4), pp.324-348. doi:10.1080/15472450.2017.1291351.
- Teulings, C. N., I. V. Ossokina, and H. L. F. de Groot (2018) "Land Use, Worker Heterogeneity and Welfare Benefits of Public Goods," *Journal of Urban Economics*, Vol.103, pp.67-82. doi:10.1016/j.jue.2017.10.004.
- Wellik, T., and K. Kockelman (2020) "Anticipating Land-Use Impacts of Self-Driving Vehicles in the Austin, Texas, Region," *Journal of Transport and Land Use*, Vol.13(1), pp.185-205. doi:10.5198/jtlu.2020.1717.
- Zakharenko, R. (2016) "Self-Driving Cars Will Change Cities," *Regional Science and Urban Economics*, Vol. 61, pp.26-37. doi:10.1016/j.regsciurbeco.2016.09.003.
- Zhang, W., and S. Guhathakurta (2017) "Parking Spaces in the Age of Shared Autonomous Vehicles: How Much Parking Will We Need and Where?" *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, Vol.2651(1), pp.80-91. doi: 10.3141/2651-09.

災害リスク情報と地域間人口移動

直井道生

はじめに

わが国は、世界的にみても地震・津波災害の発生頻度が高く、かつその被害も大きくなりやすい地理的・社会経済的特質がある。地理的にみると、4つのプレートの境界部に位置するわが国は、歴史上、巨大な地震をたびたび経験してきた。社会経済的には、沿岸大都市部への人口や経済活動の空間的な集中により、ひとたび大規模な地震に見舞われると、その被害が甚大になりうるという特徴がある。また、地震・津波災害は、その被害規模の大きさもさることながら、特に津波を伴う場合には被害が広域にわたるため、発生時には公的な災害応急対応が機能しなくなる可能性が高い。そのため、事後的な災害対応に加えて、地域住民による事前防災の取組がきわめて重要であるとされる。

効果的な事前防災対策を進めるには、予想される地震災害の危険性や被害規模についての情報提供が不可欠である。なかでも、発生頻度が低い巨大地震については、被害の規模や広がりが不確実であるため、こうした情報提供は重要である。そのうえで、予想される被害が実際に軽減されるか否かは、こうした災害リスク情報の提供に応じて、地域住民の防災行動がどのように変化するかにかかっている。

ここで、地域住民による防災対策としては、避難計画の策定や住宅耐震化の促進などの対策が重視されてきたが、より根本的な対策として、危険度に応じた居住地の選択がありうる。いま、

地域住民が災害リスクに応じた立地選択を行なっているのであれば、災害リスク情報の公表は、危険性の高い地域からの転出の増加と、そうした地域への転入の減少を通じて、社会全体でみた被害の絶対量を軽減する可能性がある。

このような問題意識に基づき、いくつかの先行研究では、立地選択ないしは地域間移動に焦点を当てて、災害リスクとの関連を検討している。例えば、Boustan et al.(2012)では、1920年代から1930年代に発生した米国における大規模な自然災害が、被災地における人口移動に及ぼした影響を検討している。Fan and Davlasheridze (2016)は、米国の連邦緊急事態管理局による洪水危険度に関する指標を用いて、ハリケーンおよび洪水リスクが立地選択に及ぼす影響を検討している。また、Xu and Wang(2019)では、阪神淡路大震災の発生が、被災地域の人口水準と域内における人口分布に与えた長期的な影響を検証している。

これらの研究は、いずれも実際の大規模災害発生後の地域間人口移動に焦点を当てたものであり、全体として被災地からの人口流出の増加と、被災地への流入の減少が示されている。こうした人口移動パターンの変化の背景には、将来発生する同様の災害に対するリスク認知の変化があるものと考えられるが、大規模な自然災害発生後には防災インフラへの大規模な投資、被災地に対する災害救助やその他の財政支援、復旧・復興による労働市場の変化など、人口移動に影響を与えるさまざまな条件が変化して

いる。そのため、これらの結果から災害に対するリスク認知の変化と地域間人口移動の関係を直接読み解くことは難しい。

一方で、数は比較的少ないものの、将来発生が予測される災害に対する「予期的な」移住に焦点を当てた研究事例もある。こうした研究の多くは、主に気候変動の文脈における災害リスクの指標として、気温や降水量の地域的な変動と移住の関連を検討している (Dillon et al. 2011; Dallmann and Millock 2017; Bohra-Mishra et al. 2017)。ただし、こうした気候変動の指標は時間を通じて徐々に変化が生じるものであり、予期的な移住との因果関係を解明することは容易ではない。

本研究でも着目する災害リスク情報の提供の効果をみた最近の研究としては、Fairweather et al. (2023) や Lee (2024) などがある。Fairweather et al. (2023) では、米国における代表的な不動産情報サイトである Redfin で一部のサイト訪問者に洪水ハザード情報を提供するフィールド実験を行ない、こうした情報提供がサイト上での物件探索行動や物件の購入決定に及ぼす影響を検証している。また、Lee (2024) は1994年の全米洪水保険制度 (National Flood Insurance Program) の改正によって、洪水危険区域内の住宅購入者に対するハザード情報の提供が義務付けられたことに着目し、ハザード情報の提供が洪水危険区域内の選択確率を低下させることを示している。

これらに加え、いくつかの研究では不動産価格への影響が検討されている。例えば、Singh (2019) は、カリフォルニア州における活断層地図の公表が不動産の取引価格と賃料の双方に及ぼす影響を検討している。また、Nakanishi (2017) は本研究でも対象とする想定津波高の改訂が地価に及ぼす影響を検討している。いずれの研究でも、不動産価格は情報提供によってリスクを反映した形で変化することを示している。ただし、これらいずれの研究も対象は不動産価格であり、本研究が対象とする居住地選択



直井道生（なおい・みちお）
1978年東京都生まれ。慶應義塾大学経済学部卒。慶應義塾大学大学院経済学研究科後期博士課程単位取得退学。博士（経済学、慶應義塾大学）。東京海洋大学海洋工学部助教、慶應義塾大学経済学部准教授などを経て、現在、慶應義塾大学経済学部教授。著書：『自然災害リスクの経済分析』（三菱経済研究所）など。

や人口移動への影響は必ずしも明らかでない。

これらの研究に対し、筆者らの研究 (Naoyi et al. 2020) は、発生頻度は極めて低い一方で、ひとたび発生した場合には甚大な被害が予想される巨大地震を対象に、リスク情報の提供が予期的移住に及ぼす実証的証拠を提示した初めての論文である。具体的に対象とする事例は、2012年に公表された南海トラフ巨大地震の被害想定であり、従前の被害想定からの情報の更新が、市区町村レベルでの地域間人口移動にもたらした影響を検討している。いま、こうした被害想定は、自然災害の潜在的リスクを国民に周知するための手段であり、人々がそのようなリスク情報にどのように反応するかは、自然災害に関するリスクコミュニケーションのあり方や、情報提供を通じた自発的な防災行動の促進といった点で、重要な政策的示唆を持つものと考えられる。

以下では、第1節で2012年に公表された南海トラフ巨大地震の被害想定についてごく簡潔に説明する。第2節では分析に用いたデータと変数を説明する。そのうえで、第3節で Naoyi et al. (2020) の分析方法のエッセンスを紹介し、主要な分析結果を提示する。第4節では、分析結果が示す政策的含意について議論する。

1 南海トラフ巨大地震の被害想定

南海トラフ巨大地震は、フィリピン海プレートとユーラシアプレートのプレート境界域にある海底の溝状の地形（南海トラフ）を震源域とする巨大地震である。南海トラフは、駿河湾か

表1—想定津波高の変化

△津波高	市町村数 (%)	△津波高	市町村数 (%)
0 m	195 (45.3)	7 m	14 (3.3)
1 m	46 (10.7)	8 m	12 (2.8)
2 m	32 (7.4)	9 m	11 (2.6)
3 m	23 (5.3)	10m	11 (2.6)
4 m	28 (6.5)	11～14m	16 (3.7)
5 m	14 (3.3)	15m以上	11 (2.6)
6 m	17 (4.0)	総数	430 (100.0)

注)「△津波高」は、従来の想定からの津波高の変化を示す。
「0m」には想定津波高の引き下げ(1m)があった1市を含む。

ら遠州灘、熊野灘、紀伊半島の南側の海域を経て日向灘沖まで連なっており、想定される被害は東日本から西日本にかけての太平洋側の広大な地域に及ぶ。歴史的な記録によれば、南海トラフ沿いを震源とする巨大地震は7世紀頃から繰り返し発生しており、その間隔は約100～200年であるとされる。直近の発生は1944年の昭和東南海地震および1946年の昭和南海地震であり、現時点では約80年が経過している。

南海トラフ沿いを震源域とする地震の被害想定としては、従来、2003年に公表された「東南海・南海地震等に関する専門調査会」による結果が存在した。東日本大震災の発生を受け、これまでの科学的知見の整理・分析が不可欠であるとの認識が生じ、政府は2011年8月に「南海トラフの巨大地震モデル検討会」を設置し、2012年3月に第1次報告が、同年8月に第2次報告が公表されている。2012年の被害想定は、利用可能な科学的知見に基づき、発生しうる最大クラスの地震・津波を推計することを基本的な考え方としており、その結果として、従来の想定から範囲・規模ともに大幅な見直しがなされている。なお、2012年8月の想定では、人的被害・建物被害・経済的被害等の推計結果(全国および都道府県別)があわせて公表されているが、市区町村別の推計結果の利用可能性という観点から、本稿ではこうした推計の前提となる津波高の想定に焦点を当てて分析を行なう。想定される津波高の推計は、厳密には被害想定には含まれないが、以下では広義の被害想定として、想定津波高や地震動などを含めて被害想定とい

う語を用いている。

表1は、2003年に公表された従前の想定と比較した想定津波高の変化を市区町村別に集計したものである。それによれば、2012年の被害想定の対象地域に存在する430自治体のうち、半数以上で従来の津波高に関する想定が引き上げられていることがわかる。このうち、内陸部に位置する179の自治体では、1つを除いて2003年と2012年の被害想定のいずれでも津波による浸水は想定されていない。したがって、沿岸部の251自治体に限定すると、そのほとんどで想定津波高が引き上げられたことになる。具体的に、想定津波高が変化しなかった自治体は17にとどまり、残りの234自治体では少なくとも1m以上の想定津波高の引き上げが公表されている。また、その変化の幅も大きく、全体の約1/4(24.7%)で5m以上、10%弱で10m以上の想定津波高の引き上げが報告されている。

2 データと変数

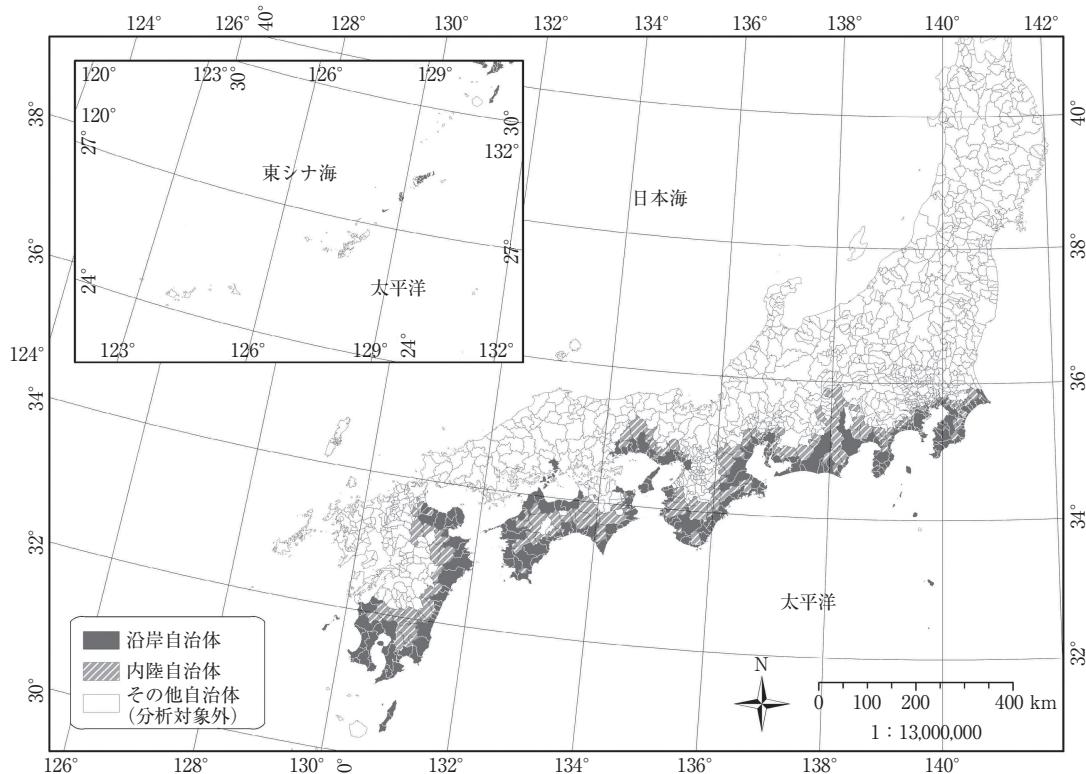
2.1 市区町村別人口移動

分析の対象となる地域間人口移動の指標としては、「住民基本台帳人口移動報告」(総務省統計局)による市区町村別の転入および転出の情報を使いた¹⁾。具体的には、1年間の転入数から転出数を差し引いた転入超過数を、同じ年の1月1日時点の人口で除した社会増減率を用いている。また、同様の方法で転入および転出の自治体人口に対する比率を計算し、転入率・転出率も分析に用いた。

2.2 被害想定

2012年の南海トラフ巨大地震の被害想定では、日本全国を対象として10mメッシュによる津波高の推計がなされたが、報道等によって広く知られることになったのは、これを市区町村単位で集計した想定津波高の情報である²⁾。また、第1節でも述べた通り、本論文の分析対象地域では、2003年の東南海・南海地震に係る被害想定によって、想定される津波高の情報がすでに

図1—分析対象の自治体



注) Naoi et al.(2020) の Figure 2 より作成。

公表されていた。こうした状況を踏まえ、分析に当たっては市区町村別の想定津波高の、従前の公表値からの変化（引き上げ幅）を説明変数として採用した。従前からの変化を説明変数とするのは、被害が想定される地域の住民にとっては、2012年に公表された津波高の水準よりも、従前からの変化が移動を決定する際の要因になると考えられるからである。

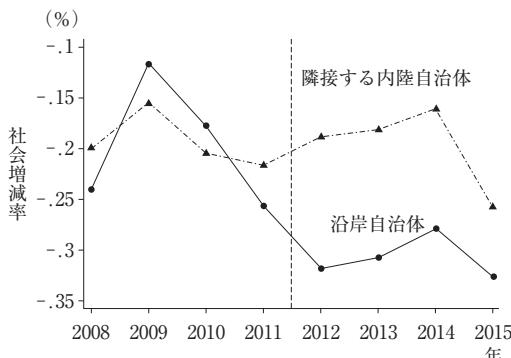
2012年の被害想定では、津波高の情報に加えて、想定される地震動の大きさ（震度）も公表されている。これについても、津波高のケースと同様に各市区町村で予想される最大震度の形で集計したうえで、2003年の被害想定で震度6弱以下とされた自治体のうち、2012年の想定で震度6強以上とされた自治体について1を取るダミー変数を定義した。

2.3 分析データ

分析に当たっては、2015年1月1日時点の行

政界を基準とした市区町村別パネルデータを構築した³⁾。分析期間は2008年～2015年であり、これは2012年の被害想定の公表の前後4年間を含む。分析対象となる市区町村は、次のような方法で選択した。まず、「南海トラフ地震対策特別措置法」に基づく「推進地域」あるいは「特別強化地域」に指定された自治体のうち、沿岸部に位置する251の自治体を選択した。これらの自治体は、いずれも2012年の被害想定において地震・津波による被害が想定されており、この追加的な情報による直接的な影響が予想される自治体である。対して、これらの沿岸自治体に対する隣接する179の内陸自治体は、同様に地震による被害は想定される一方、津波による被害は想定されていない。分析では、これらの沿岸自治体と内陸自治体における人口の社会移動を比較することで、2012年の想定津波高の影響を検討する。図1は、分析の対象となる沿岸自治体と、隣接する内陸自治体を示した地図

図2—社会増減率の推移



注) 沿岸自治体は、津波高の想定対象となった沿岸部の251自治体。内陸自治体は、沿岸自治体に隣接する内陸部の179自治体。

である。

図2は、沿岸自治体と内陸自治体のそれぞれについて、分析期間である2008年～2015年の社会増減率の推移を示したものである。これによれば、沿岸自治体と内陸自治体の社会増減率は、2012年の被害想定の公表前にはおおむね似たような水準で推移してきたが、公表後には沿岸自治体の社会増減率が相対的に低下し、結果として両グループ間の社会増減率に格差が生じていることがわかる。次節以降の分析では、図2で見られた変化をより詳細に検討する。

3 津波高に関する情報公開と人口移動

3.1 差分の差分法による分析モデル

Naoy et al. (2020)では、差分の差分(Difference-in-Differences, DID)法の枠組みで、公表された被害想定が人口移動に及ぼす影響を検証している。DID法は、何らかの「介入」が成果変数に及ぼす因果的効果を検証するために、介入の有無のみが異なると考えられる2グループ(介入群および比較対照群)に着目し、介入の前後での成果変数の変動を比較するものである。ここでの分析では、介入変数は公表された被害想定(従前の想定からの津波高の引き上げ)、成果変数は地域間人口移動に相当する。

いま、分析の被説明変数を y_{pmt} 、被害想定に

かかる変数を Δs_{pm} とすると、基本的な推定式は以下のようになる。

$$y_{pmt} = \alpha_m + \tau \Delta s_{pm} \times d_t + x'_{pmt} \beta + \phi_{pt} + \varepsilon_{pmt} \quad (1)$$

ここで、添え字の p は都道府県、 m は市区町村、 t は時点を表す。分析の被説明変数である y_{pmt} としては、社会増減率・転入率・転出率の3つを用いた。一方、被害想定に関する変数 Δs_{pm} は、市区町村 m における従前の想定津波高からの引き上げ幅を表している⁴⁾。また、 d_t は被害想定公表後(2012年以降)であれば1をとるダミー変数、 x_{pmt} は被害想定以外の説明変数、 α_m は市区町村固有の効果、 ϕ_{pt} は都道府県と時点の組み合わせに対して固有の効果、 ε_{pmt} は誤差項、 τ および β は推定される係数である⁵⁾。いま、 Δs_{pm} と d_t の交差項は、被害想定の公表後($d_t = 1$)にのみ生じる想定津波高の引き上げ(Δs_m)の影響を計測するためのものであり、その係数 τ は、公表された津波高の引き上げが人口変化に及ぼす影響を示している。

DID法によって介入の因果効果を推定するには、介入群と比較対照群の同質性が担保されている必要がある。図1に示した通り、津波被害が予想される介入群の自治体は、東日本から西日本にかけての太平洋沿岸に位置している。津波被害の影響を検証するためには、これらの介入自治体以外から比較対照群となる自治体を選択することになる。ところが、地域間人口移動には大きな地域差が存在することが考えられ、単純に津波想定の対象外となるすべての自治体を比較対照群に選ぶことは、介入群との同質性という点で問題がある。そのため、すでに述べた通り、Naoy et al (2020)では介入群の自治体とできるだけ類似した人口変化のトレンドを持つつ、津波被害は予想されない自治体として、介入群の沿岸自治体と隣接する内陸自治体を比較対照群として選択している。

3.2 主要な分析結果

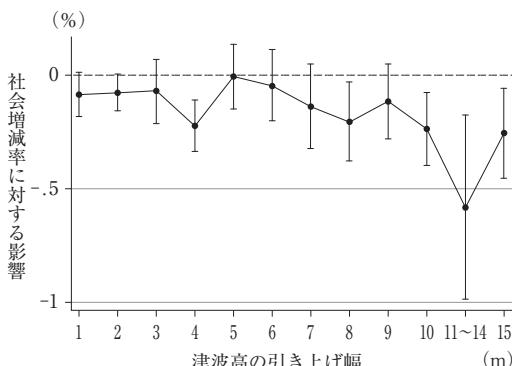
表2に、(1)式に基づく想定津波高の影響(τ)

表2—想定津波高の変化と地域間人口移動

	社会増減率	転入率	転出率
(A) 全年齢層 津波高の引き上げ幅(m) ×想定公表後ダミー(2012年以降=1) サンプルサイズ	-0.0258 *** (0.0052) 3,440	-0.0133 *** (0.0040) 3,440	0.0126 *** (0.0033) 3,440
(B) 15~64歳 津波高の引き上げ幅(m) ×想定公表後ダミー(2012年以降=1) サンプルサイズ	-0.0201 *** (0.0064) 3,008	-0.0117 ** (0.0052) 3,008	0.0084 (0.0054) 3,008
(C) 65歳以上 津波高の引き上げ幅(m) ×想定公表後ダミー(2012年以降=1) サンプルサイズ	-0.0056 (0.0044) 3,008	0.0003 (0.0025) 3,008	0.0060 (0.0037) 3,008

注) ***および**は、それぞれ推定された係数が1%および5%水準で統計的に有意であることを示す。カッコ内は市区町村レベルでクラスター化された頑健な標準誤差を示す。推定に当たっては、注5に示した説明変数と市区町村固定効果および都道府県固有の時間効果をコントロールしている。

図3—津波高の引き上げ幅と社会増減率の変化



注) グラフの高さは引き上げ幅に変化がなかった場合と比較した社会増減率に対する影響の大きさを、ひげ(縦棒)は95%信頼区間を示している。

に関する推定結果をまとめている。パネル(A)では、市区町村の全人口を対象にした社会増減率、転入率、転出率を被説明変数に用いた場合の推定結果を示している。それによれば、想定津波高が1m引き上げられることで、社会増減率が約0.026%ポイント低下する。この影響は一見非常に小さいように見えるが、分析対象地域における期間中の社会増減率の平均値は-0.227%であり、1mの引き上げは社会増減率を約11.4% (= 0.026/0.227) 低下させることになる。

社会増減率の低下は、転入の減少と転出の増加の双方によって生じるが、これらを区別して

議論するために、表2の2列目および3列目では、転入率と転出率をそれぞれ被説明変数として用いた場合の結果を示している。これによると、想定津波高の引き上げは転入を減少させ、転出を増加させる方向に働いており、その影響の大きさはほぼ同程度であった⁶⁾。ただし、本稿では結果は割愛しているが、公表後の影響の推移をみると、転出への影響は公表後の3年間のみで見られていたのに対し、転入への影響は分析期間中継続して見られている。

パネル(B)および(C)では、年齢別の人口移動への影響を確認するため、15~64歳人口における移動率(パネル(B))および65歳以上人口における移動率(パネル(C))を被説明変数とした結果をそれぞれ示している⁷⁾。結果として、想定津波高の引き上げは15~64歳人口の移動には影響した一方、65歳以上人口の移動に対しては有意な影響を持たず、かつ推定された影響の大きさも非常に小さかったことがわかる。加えて、年齢別の転入率と転出率を被説明変数に用いた結果からは、想定津波高の引き上げは、特に生産年齢人口の転入を抑制していたことが示唆される。

図3は、社会増減率に対する影響が、想定津波高の引き上げ幅によってどのように変化するのかを確認したものである。グラフの縦軸は、想定津波高に変化がなかった場合と比較した、社会増減率に対する影響の大きさを示している。これによれば、社会増減率に対する影響は、想定津波高の引き上げ幅が大きくなるにつれて比例的に増大するのではなく、8~10m以上の大きな引き上げがあった場合にのみ、統計的に有意に負の影響がみられることがわかる。

表2に示した分析結果では、既存住民にとっ

表3—想定津波高の変化と水準の影響の比較

	社会増減率	転入率	転出率
津波高の引き上げ幅(m)	-0.0221 *** (0.0070)	-0.0075 (0.0054)	0.0146 *** (0.0054)
×想定公表後ダミー(2012年以降=1)			
津波高の公表値(m)	-0.0047 (0.0075)	-0.0072 (0.0057)	-0.0025 (0.0052)
×想定公表後ダミー(2012年以降=1)			
サンプルサイズ	3,440	3,440	3,440

注) ***は、推定された係数が1%水準で統計的に有意であることを示す。カッコ内は市区町村レベルでクラスター化された頑健な標準誤差を示す。推定に当たっては、脚注5に示した説明変数と市区町村固定効果および都道府県固有の時間効果をコントロールしている。

では従前の想定から変化が重要なリスク情報であるという前提のもとで、想定津波高の引き上げに着目した分析を行なっている。これに対して、新たに対象となる地域に転入する個人にとっては、従前からの変化よりも、2012年に公表された想定津波高の水準自体が重要なリスク情報になっている可能性がある。表3では、このような可能性を検討するために、被害想定にかかる変数として、従前からの想定津波高の変化に加え、公表された津波高の水準そのものも説明変数に加えている。

表2の結果と比較して、想定津波高の変化は、転出に対してはほぼ同様の影響を示す一方で、転入への影響は小さくなり、かつ統計的な有意性も失われる。一方で、想定津波高の水準は、(引き上げ幅を所与とすると)転出にはほとんど影響を与えない。また、転入に対しては、統計的に有意ではないものの一定程度の負の影響を示した。これら結果は、既存住民にとっては従前からの変化が、新規転入者にとっては新たに公表された想定津波高の水準が、それぞれ重要なリスク情報になっているという想定と整合的であり、ここで得られた想定津波高の影響が人々の地域間移動を通じたリスク回避行動を反映したものであるということを裏付けている。

4 結論

本稿では、南海トラフ巨大地震に関する被害想定の公表と地域間人口移動の関連を検証したNaoi et al.(2020)による分析結果を紹介した。

それによれば、2012年に公表された被害想定における津波高の引き上げは対象地域における社会増減率を引き下げており、かつその影響は転入の減少と転出の増加の双方に起因していることが示されている。一方で、年齢別の分析結果からは、65歳以上の高齢層の転入・転出行動に対する影響は限定的であることも示されている。

これらの分析結果からは、いくつかの政策的な含意が導かれる。第1に、想定津波高が地域間人口移動と関連するという事実は、津波のような大規模・広域的な災害に対して、リスク情報の開示というソフト面の対策が有効であるということを示唆する。災害対策に充てられる資源に限りがある以上、その配分は科学的根拠に基づいてなされる必要がある。一般に、防波堤や防潮堤の建設によるハード面での津波対策には限界があり、かつその建設には膨大な費用が必要とされる。そのため、被害想定やハザードマップによる危険性の周知とそれに基づく居住地の選択というソフト面の対策は、費用便益の観点から有力な政策オプションとなりうる。

第2に、65歳以上の高齢層に関しては、必ずしも想定津波高の引き上げが転入・転出行動の変化につながっていないという事実は、上記のソフト面での対策の課題も浮き彫りにしている。一般に、高齢者は若年の人口グループと比較して自然災害に対して脆弱であると考えられる。実際、東日本大震災における犠牲者の約65%は60歳以上の高齢者であり、この割合は被災地域における高齢者人口割合を大きく上回る(内閣府2011)。そのため、災害リスク情報の開示に当たっては、居住地の選択を通じたリスク回避が困難な人口グループに対して、適切な対策を講じる必要がある。

これまで、わが国の津波防災は海岸堤防や防波堤、避難ビルの建設など、ハード面での対策

が重点的に行なわれてきた。本研究の研究結果は、潜在的なリスク情報の提供という施策が、住民の自発的な居住地選択を通じて予想される被害を低減する可能性を示しており、地域の防災訓練や津波教育の拡充、自治体による避難計画の策定などと合わせて、ソフト面での対策の重要性を示唆するものであるといえる。

注

- 1) データの制約から、分析では日本人人口に限定した社会増減率および転入・転出率を利用している。
- 2) より具体的に、2012年の想定では、破壊される断層域が異なる11のケースについて推計がなされている。分析では、これらの11のケースの中で津波高および震度が最大になるものを各市区町村の値として用いている。これは、実際に報道がなされたものと対応している（『日本経済新聞』2012年8月30日付朝刊）。
- 3) 政令指定都市については行政区単位での転入・転出数が利用可能だが、分析に利用する一部の変数について、行政区単位での情報が得られなかつたため、ここでは政令指定都市については市単位での集計を行なった。一方で、東京都特別区については、区単位で集計を行なっている。また、分析期間中に、分析期間中に市町村合併が起こった自治体については、合併前の期間のデータを、2015年1月1日時点の行政区に基づいて集計している。
- 4) 実際の分析に当たっては、第2節で説明した想定震度の引き上げに関するダミー変数についても、被害想定の公表後ダミーとの交差項を説明変数に含めている。これにより、沿岸自治体、内陸自治体の双方に対する想定震度の引き上げの影響をコントロールしている。
- 5) 実際の推定に当たっては、地域間人口移動に影響を与える市区町村ごとの特性として、以下の変数をxに含めている。年齢別の人団構成比（14歳未満および65歳以上）、人口密度、一人当たり課税対象所得、面積当たり鉄道駅数および空港数、道路総延長、面積当たり製造業事業所数、今後30年間の震度6弱以上の地震の発生確率（超過確率）。また、東日本大震災による影響を考慮するために、対人口比の死傷者数、津波浸水地域の居住者数、住宅の全半壊・一部損壊数、災害救助法の適用の有無、福島第一原子力発電所までの距離についても併せて考慮している。これらの変数の詳細については、Naoi et al.(2020)を参照のこと。
- 6) 社会増減率の定義より、転入率に対する影響から転出率に対する影響を差し引いたものが、想定津波高の社会増減率に対する影響に一致する。
- 7) 住民基本台帳人口移動報告による市区町村別・年齢別の人団移動に関するデータは、2009年以降のみ

利用可能であったため、分析に用いたサンプルサイズがパネル(A)と比べて減少している。

参考文献

- Boustan, L. P., M. E. Kahn, and P. W. Rhode (2012) “Moving to Higher Ground: Migration Response to Natural Disasters in the Early Twentieth Century,” *American Economic Review*, Vol.102, pp.238-244.
- Bohra-Mishra, P., M. Oppenheimer, R. Cai, S. Feng, and R. Licker (2017) “Climate Variability and Migration in the Philippines,” *Population and Environment*, Vol. 38, pp.286-308.
- Dallmann, I. and K. Millock (2017) “Climate Variability and Inter-State Migration in India,” *CESifo Economic Studies*, Vol. 63, pp.560-594.
- Dillon, A., V. Mueller, and S. Salau (2011) “Migratory Responses to Agricultural Risk in Northern Nigeria,” *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 93, pp.1048-1061.
- Fairweather, D., M. E. Kahn, R. D. Metcalfe, and S. Sandoval-Olascoaga (2023) “The Impact of Climate Risk Disclosure on Housing Search and Buying Dynamics: Evidence from a Nationwide Field Experiment with Redfin,” mimeo.
- Fan, Q. and M. Davlasheridze (2016) “Flood Risk, Flood Mitigation, and Location Choice: Evaluating the National Flood Insurance Program’s Community Rating System,” *Risk Analysis*, Vol.36, pp.1125-1147.
- Lee, S. (2024) “Adapting to Natural Disasters through Better Information: Evidence from the Home Seller Disclosure Requirement,” mimeo.
- Nakanishi, H. (2017) “Quasi-Experimental Evidence for the Importance of Accounting for Fear When Evaluating Catastrophic Events,” *Empirical Economics*, Vol.52, pp.869-894.
- Naoi, M., K. Sato, Y. Tanaka, H. Matsuura, and S. Nagamatsu (2020) “Natural Hazard Information and Migration across Cities: Evidence from the Anticipated Nankai Trough Earthquake,” *Population and Environment*, Vol.41, pp.452-479.
- Singh, R. (2019) “Seismic Risk and House Prices: Evidence from Earthquake Fault Zoning,” *Regional Science and Urban Economics*, Vol.75, pp.187-209.
- Xu, H. and S. Wang (2019) “Urban Redevelopment and Residential Location Choice: Evidence from a Major Earthquake in Japan,” *Journal of Regional Science*, Vol.59(5), pp.850-882.
- 内閣府 (2011) 『平成23年度防災白書』。

木造住宅のサプライチェーンにおけるCO₂排出ホットスポット分析

Imada, S., K. Maeno, and S. Kagawa (2024) "CO₂ Emission Hotspots Analysis on Supply Chains for Wooden Houses in Japan," *Journal of Environmental Management*, Vol.353, 120151.

はじめに

住宅建築部門由来の世界のCO₂排出量は、エネルギー消費由来の総CO₂排出量の約4.3%を占めており (IEA 2023)、気候変動対策として当該部門からのCO₂排出量を削減することは重要である。政策の多くは、家庭が住宅で使用するエネルギー由来のCO₂排出量削減に焦点を当ててきたが、最近の研究では、建築段階のCO₂排出量削減の重要性を強調するものが増えている。このような背景を受け、EUでは、建築物に使用された材料のエンボディドarbonに関する情報開示の義務化を検討している (European Commission 2021)。一部の国では建築段階の重要性に注目しているが、日本政府が掲げる政策は、より断熱性の高い住宅（外壁、窓）や太陽光パネルを設置する家庭に対する経済的な支援である。

先行研究は建設活動に必要な製品の製造時に発生するサプライチェーン由来のCO₂排出量（建設活動に伴う間接CO₂排出量）を推計している。Huang et al.(2018) は、2009年における世界の建設部門由来のCO₂排出量は57億t-CO₂であり、この値は世界のCO₂排出量の23%を占めることを明らかにした。また、建設部門の間接CO₂排出量は、建設部門由来のCO₂排出量の94%を占めていることも明らかにした。この結果から、建設サプライチェーン由来のCO₂排出量削減が重要であるといえる。

サプライチェーン由来のCO₂排出に関する研究としては、プロセスベースのライフサイクルアセスメント (LCA) と産業連関表を活用した産業連関分析の2種類が主に存在する。プロセスLCAは、建築物の情報（例えば、建設時に必要な材料の使用量など）をもとに、建設時に発生するCO₂排出量を分析することができる。しかしプロセスベースの手法

は、使用しているデータや仮定（例えば、製品のシステム境界）に大きなばらつきがあり、研究によつて異なる計算方法を採用している (Suh 2009)。そのため、国内の建設部門を対象とした研究であつても、その結果を比較することは難しい (Dixit et al. 2013)。加えて、プロセスLCAはサプライチェーン由来の直接間接CO₂排出量を過小評価する可能性があることが指摘されている (Zhang and Wang 2016a)。これらを考慮して、本稿で紹介する Imada, Maeno, and Kagawa (2024) (以下、本論文) では建設サプライチェーンからの直接間接CO₂排出量を評価するために、“完全な”製品システム境界を考慮した産業連関分析を用いている。

産業連関表を用いて建設サプライチェーン内のCO₂排出集約的な産業間取引 (CO₂排出ホットスポット) を特定した先行研究は多く存在する。しかし、それらの先行研究は道路やダム、住宅建設など多種多様な建設活動を含む集約された部門を対象としている。機能単位は、すべての投入と产出を関連付ける基準となるため、建設物の環境負荷の評価をする際に機能単位の決定は重要である。しかし、建築物の機能単位は対象物によって大きく異なる（例えば、道路の機能単位は道路総延長であるのに対し、住宅の機能単位は延床面積）ことに注意する必要がある。政策立案者などの意思決定者は、同じ機能単位を持つ特定の建物（すなわち、住宅）のサプライチェーン由来のCO₂排出量を削減するための効果的な政策を打ち出す必要がある。そのため、本論文は、住宅の機能単位をm²と定義し、木造住宅に焦点を当て、機能単位を考慮することで、より詳細な建築サプライチェーンを明らかにし、当該サプライチェーンにおけるCO₂排出ホットスポットを明らかにした。

本論文では、以下の3つの手法が用いられている。
(1)環境拡張型産業連関分析を用いた、2015年における

- る日本の“平均的”な木造住宅建築時に発生するサプライチェーン由来のCO₂排出の推計法。
- (2)単位構造モデルを用いた、平均的な木造住宅のサプライチェーン構造の推計法。
- (3)クラスター分析を用いた平均的な木造住宅の建築サプライチェーンにおけるCO₂排出ホットスポットの特定法。

なお、本稿は、*Journal of Environmental Management*誌に掲載された英語論文であるImada, Maeno, and Kagawa (2024)の日本語訳と複製された上記論文の数式が中心となっている点に注意されたい。

研究手法

カーボンフットプリントの推計

消費ベースのCO₂排出量を推計するために以下の(1)式を用いる。

$$\mathbf{q} = \mathbf{\bar{e}}(\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \mathbf{f} = \mathbf{\bar{e}} \mathbf{L} \mathbf{f} \quad (1)$$

ここで、 \mathbf{q} は最終需要に伴い発生する直接間接CO₂排出量を表したベクトルである。また、 $\mathbf{\bar{e}}$ は、直接CO₂排出係数ベクトルである $\mathbf{e} = (e_i)$ を対角化したものと表している。また、 e_i はi部門の生産1単位(本研究では、100万円)に伴う直接CO₂排出量(t-CO₂)を表している。 \mathbf{I} は単位行列を表しており、 $\mathbf{A} = (a_{ij})$ は投入係数行列を表しており、 a_{ij} はj部門の生産1単位当たりに必要なi部門の中間投入を表している。 $\mathbf{f} = (f_i)$ は最終需要ベクトルを表している。また f_i は、i部門の最終需要額を表している。 $\mathbf{L} = (l_{ij})$ はレオンチエフ逆行列を表している。また l_{ij} はj部門の最終需要1単位を満たすために直接間接的に必要とされるi部門の生産量を表している。

単位構造モデル

本論文では、戸建て木造住宅の最終需要を満たすために直接間接的に必要な中間財のサプライチェーン構造を明らかにするために以下の(2)式を用いている。

$$\mathbf{Q} = \mathbf{\bar{e}} \mathbf{A} \mathbf{L} \widehat{\mathbf{f}} \quad (2)$$

ここで、行列 \mathbf{Q} の要素である $e_i a_{ik} l_{kj} f_j$ は、部門jに対する最終需要を満たすために直接間接的に必要となる部門iから部門kへの中間投入に付随するCO₂

排出量(すなわち、部門jの単位構造)を示している。

サプライチェーン構造におけるクラスター分析

本論文では、CO₂排出に寄与しているつながりの強い部門群を特定するためにクラスター分析を用いている。

$$\mathbf{G} = \begin{cases} g_{ij} = q_{ij} + q_{ji} (i \neq j) \\ g_{ij} = 0 (i = j) \end{cases} \quad (3)$$

(3)式より推計した木造住宅の単位構造行列に基づく隣接行列 \mathbf{G} に対してクラスター分析を適用している。Newman and Girvan(2004)とNewman(2006)に従い、最適なクラスター数はモジュラリティ最大化問題を解くことで決定している。このクラスター分析により、n個の産業部門数が{C₁, C₂, ..., C_m}とm個のクラスター(すなわち、産業グループ)として分割される。

データ

本論文は、国立環境研究所によって推計および公表された直接CO₂排出係数のデータと総務省が公表している2015年の産業連関表を用いている。本論文の特徴の一つである“平均的”な木造住宅は、国土交通省が公表している2018年から2021年の新設着工住宅1軒の平均延床面積である119m²の家として定義されている。本論文は、2015年に建てられた戸建て住宅の総床面積4200万m²を戸建て住宅1軒の平均延床面積119m²で除することで、当該年に建てられた平均的な木造住宅の数を35万2941軒と推計している。また、産業連関表に記載されている2015年の木造住宅部門の国内生産額(8.8兆円)を、新設木造住宅軒数(35万2941軒)で割ることで、平均的な木造住宅一戸当たりの建設費を2514万2857円と推定している。よって、本論文の用いた最終需要ベクトルは住宅部門(木造)にその木造住宅1戸の建設費を割り当て、当該部門を除くすべての部門が0の列ベクトルである。

分析結果・議論

図1は、平均的な木造住宅1戸のカーボンフットプリントと各部門の寄与度を表している。この図から、平均的な木造住宅1戸のカーボンフットプリント

図1—平均的な木造住宅1軒のカーボンフットプリント

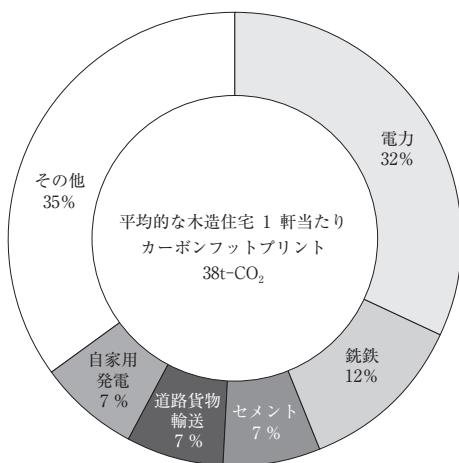
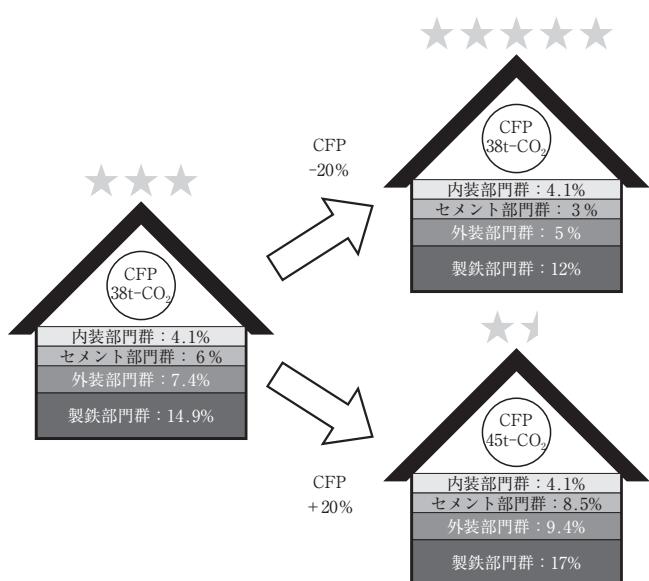


表1—平均的な木造住宅のサプライチェーン構造におけるCO₂排出量上位3位の産業間クラスター

順位	クラスターコード	CO ₂ 排出量(t-CO ₂)	クラスター由来のCO ₂ 排出量が平均的な木造住宅のカーボンフットプリントに占める割合
1	C1	5.68	14.9%
2	C4	2.81	7.4%
3	C2	2.27	6.0%

図2—新築住宅のカーボンフットプリントラベリング



トは38t-CO₂であることがわかる。加えて、電力、鉄鋼、セメント、道路貨物輸送、自家発電部門がCO₂排出に最も大きく寄与しており、カーボンフットプリントの65%を占めていた。

表1は、木造住宅の建築サプライチェーンにおけるCO₂排出集約的なクラスター（すなわち、CO₂排出ホットスポット）のうち、CO₂排出に寄与している上位3つのクラスターを表している。この表から、クラスター#1（クラスターコード：C1）が最も寄与しており、5.68t-CO₂であり、2番目がクラスター#4（クラスターコード：C4）で2.81t-CO₂、3番目がクラスター#2（クラスターコード：C2）の2.27t-CO₂であることがわかる。これら3つのクラスターだけで、カーボンフットプリントの約28%占めている。C1は、鉄鋼部門や粗鋼（転炉）部門のような製鉄にかかる部門群で構成されている。C4は、タイルや瓦が含まれる陶器部門や建設用土石製品部門、木造住宅建築部門などの木造住宅の外壁等に関係する部門群で構成されている。C2は、セメント部門や生コンクリート部門のようなセメント製品にかかる部門群で構成されている。

サプライチェーン由来のCO₂排出量を効果的に削減するためには、政府は建設会社に対し、自社製品（新築住宅）のカーボンフットプリントをカーボンラベリングとして報告し、購入者に開示することを義務付ける必要があることを述べている。このような措置をとることで、建設会社は、ある会社が建築した新築住宅の実際のカーボンフットプリントが、本論文で提示したベンチマークのフットプリントを上回っているかどうかを評価することができるためである。さらに、建設会社はカーボンフットプリントの表示において、環境的に重要なクラスターごとの排出量の一部を明らかにすることを提案し

ている。例えば、新築住宅のカーボンフットプリント表示は以下のようにすることが提案されている(図2)。

先行研究との相違点

本研究の結果と同様に、先行研究でも建設部門全体のCO₂排出量に電力、非金属製品(セメント部門を含む)、鉄鋼部門が大きく寄与している結果となっている。例えば、Man et al. (2017)は、2013年におけるオーストラリアの建設部門由来のCO₂排出量の32.9%はセメントやコンクリート、レンガ部門が占めていることを明らかにしている。この結果は、木造住宅建築部門と建設部門の2つの部門のCO₂排出に大きく寄与している主要部門に大きな違いがないことを示唆している。

本論文で推計された木造住宅の1m²当たりのCO₂排出量は320 kg-CO₂/m²であるのに対し、スウェーデンの2階建て木造住宅の材料生産、輸送段階、建築段階における1m²当たりのCO₂排出量は195.3 kg-CO₂/m²であった(Petrovic et al. 2019)。これは本論文が産業連関分析を用いているのに対して、Petrovic et al. (2019)はプロセスLCAを用いているという、システム境界の違いによるものである。他にも、中国の商業施設(コンクリート躯体)、住宅(せん断壁構造のアパート)、建築全体(せん断壁構造)の1m²当たりの排出量は、それぞれ400.95 kg-CO₂/m²、415.92 kg-CO₂/m²、499.85 kg-CO₂/m²であった(Zhang and Wang, 2016a,b)。これらの結果の違いから、住宅建築と土木建設(例えば、ダムや橋)を分けずに分析を行なった場合、住宅部門からのCO₂排出量が過大評価される可能性があり、逆に土木建設からのCO₂排出量を過小評価する可能性があることがわかる。

結論

本論文によって推計された平均的な木造住宅のカーボンフットプリントやそれに占めるクラスターの排出量は、今後、住宅建築会社が新築住宅を建てるときの環境負荷のベンチマークとなる。近年、Net Zero Energy House (ZEH)と呼ばれる太陽光発電による電力創出や省エネルギー設備の導入によって、

家庭のエネルギー消費によるCO₂排出量削減を目指した住宅の普及が進んでいる。これらの住宅は使用段階ではCO₂排出は減少するが、建築段階では増加するため、これらの設備を追加した場合、ライフサイクルで環境にどのような影響が発生するのかについて、今後の分析が期待される。

参考文献

- Dixit, M.K., C.H.Culp, and J.L. Fernandez-Solis (2013) "System Boundary for Embodied Energy in Buildings: A Conceptual Model for Definition," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol.21, pp. 153-164
- European Commission (2021) Impact Assessment Report. <https://x.gd/OI5uy>
- Huang, L., G. Krigsvoll, F. Johansen, Y. Liu, and X. Zhang (2018) "Carbon Emission of Global Construction Sector," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 81, pp. 1906-1916.
- IEA (2023) The Energy Efficiency Policy Package: Key Catalyst for Building Decarbonisation and Climate Action. <https://x.gd/kR9Lw>
- Imada, S., K. Maeno, and S. Kagawa (2024) "CO₂ Emission Hotspots Analysis on Supply Chains for Wooden Houses in Japan," *Journal of Environmental Management*, Vol.353, 120151.
- Man, Y., W. Thomas, C. Robert, and T. Catriona (2017) "The Carbon Footprint of Australia's Construction Sector," *Procedia Engineering*, Vol. 180, pp. 211-220.
- Newman, M.E.J., and M. Girvan (2004) "Finding and Evaluating Community Structure in Networks," *Physical Review E*, Vol. 69, 026113.
- Newman, M.E.J. (2006) "Modularity and Community Structure in Networks," *Proceedings of National Academy of Sciences*, Vol.103, 8577-8582.
- Petrovic, B., A. J. Myhren, X. Zhang, M. Wallhagen, and O. Eriksson (2019) "Life Cycle Assessment of a Wooden Single-family House in Sweden," *Applied Energy*, 113253.
- Suh, S. (ed.) (2009) *Handbook of Input-Output Economics in Industrial Ecology*, Springer.
- Zhang, X., and F. Wang (2016a) "Hybrid Input-output Analysis for Life-cycle Energy Consumption and Carbon Emissions of China's Building Sector," *Building and Environment*, Vol. 104, pp. 188-197.
- Zhang, X., and F. Wang (2016b) "Assessment of Embodied Carbon Emissions for Building Construction in China: Comparative Case Studies Using Alternative Methods," *Energy and Buildings*, Vol.130, pp. 330-340.

今田青治
九州大学経済学府博士課程2年

●調査研究成果のご案内

「定期借地権事例調査」

<http://www.hrf.or.jp/webreport/>

公益財団法人日本住宅総合センターでは、1994年以降、自主研究の継続調査として、定期借地権付住宅の分譲事例についてデータの収集と集積を行ない、データベースを構築・更新するとともに、事例データの系統的分析を遂行してきた。

2009年度調査より、データ利用の利便性と速報性を重視して年2回（前期、通年）、これまで報告書に掲載してきた図表類および集約表などを日本住宅総合センターのホームページ（<http://www.hrf.or.jp/>）上で紹介しており、2024年5月現在、最新の調査成果として2023年度における事例集を掲載している。

なお、本調査研究においては、定期借地権制度と個人・世帯の住宅取得ニーズとの関連性を追究する視点から、調査開始以来一貫して分譲事例の動向把握を主眼とし

ているため、近年急増している定期借地権付住宅の賃貸事例については調査対象外となっている。

1993年2月の定期借地権付住宅第1号の発売から、2024年3月31日までの間に収集した事例数は、戸建て住宅とマンションを合わせた総数で6947件、6万921区画（戸）にのぼる（戸建て住宅6137件、3万2686区画、マンション810件、2万8235戸）。

以下、最新年度である2023年度（2023年4月～2024年3月）に収集された物件の特徴を簡単に紹介する。

2023年度における戸建て住宅の収集事例数は、49件80区画で、前年度同期（80件131区画）と比べ51区画の減少となっている。都道府県別の戸建て住宅発売区画数は、第1位は愛知県の55区画、第2位は京都府の8区画、次いで第3位は埼玉県の5区画で、収集された事例の約69%が愛知県となっている。前年度までの傾向同様、愛知県での収集事例が過半数を占めている。また土地面積については、最大面積が200m²を超える事例は

49件中23件と全体の約47%であり、2011年以降比較的小規模な物件のシェアが大きい傾向が続いている。マンションの収集事例数は28件595戸である。前年度同期の24件1148戸と比較すると、1件当たり戸数は約48戸から約34戸となり、1件当たりの販売戸数は減少している。1件当たり戸数は2016年度に約85戸であったが、翌年度以降は20～50戸の間で推移しており、定期借地権付新築マンションの小規模傾向は継続している。都道府県別マンション発売戸数は、第1位が大阪府の565戸、第2位が東京都の263戸、次いで第3位が愛知県の46戸であった。また今回収集した28件について、マンション別の最大専有面積の平均は85.49m²であった。

本調査は調査方法の特性により、定期借地権活用動向の全体像を把握するための資料としては制約が伴うものの、分譲住宅事例の地域分布および建物の種別や規模等の実態を検証するうえで有用なデータセグメントであると考えられる。

編集後記

先日読んだ学術論文では、震災後の長期的な復興に地域の社会関係資本（social capital）が影響したというイタリアの事例について検証していた。社会関係資本の質は汚職や政治家のスキャンダル数の他に、選挙の投票率や新聞購読数で測られていた。

大きな災害を経験した地域には財政援助が行なわれるが、社会関係資本の水準が低い地域では、これが汚職に使われ、有効に作用しないとのことだ。一方で、社会関係資本の質が高い地域では住民の関心が監視の役割を果たすことで汚職が抑制され、

生産性の上昇を通じて1人当たりGDPが回復していたという。総括として、日頃から汚職が多いなど社会関係資本の質が低い地域が被災した際には、援助された公的資金の管理について外部からのルールづけが必要とされていた。

災害を多く経験する日本では、減災、防災に限らず、効率的な復興を促進することも重要な課題と思う。災害に強い地域づくりに、私たちの日々の関心や意識が影響することを再認識し、背筋が伸びる思いがした。

（T・S）

編集委員

委員長——行武憲史

委員——鈴木雅智

宅間文夫

田島夏与

季刊 住宅土地経済

2024年夏季号（第133号）

2024年7月1日 発行

定価 786円 [本体715円] 送料別

年間購読料 3146円 [本体2860円] 送料込

編集・発行——公益財団法人

日本住宅総合センター

東京都千代田区二番町6-3

二番町三協ビル5階

〒102-0084

電話：03-3264-5901

<http://www.hrf.or.jp>

編集協力——堀岡編集事務所

印刷——精文堂印刷株

本誌掲載記事の無断複写・転載を禁じます。