

人口減少と距離摩擦の減少下における
日本の都市の持続可能性

距離摩擦の漸減と人口減少下の都市の未来に関する
研究プロジェクト

2024年12月

公益社団法人日本交通政策研究会

1. “日交研シリーズ”は、公益社団法人 日本交通政策研究会の実施するプロジェクトの研究
成果、本研究会の行う講演、座談会の記録、交通問題に関する内外文献の紹介、等々を印刷
に付して順次刊行するものである。
2. シリーズは A より E に至る 5 つの系列に分かれる。
シリーズ A は、本研究会のプロジェクトの成果である書き下ろし論文を収める。
シリーズ B は、シリーズ A に対比して、より時論的、啓蒙的な視点に立つものであり、折
にふれ、重要な問題を積極的にとりあげ、講演、座談会、討論会、その他の方法によってと
りまとめたものを収める。
シリーズ C は、交通問題に関する内外の資料、文献の翻訳、紹介を内容とする。
シリーズ D は、本研究会会員が他の雑誌等に公けにした論文にして、本研究会の研究調査
活動との関連において復刻の価値ありと認められるもののリプリントシリーズである。
シリーズ E は、本研究会が発表する政策上の諸提言を内容とする。
3. 論文等の内容についての責任はそれぞれの著者に存し、本研究会は責任を負わない。
4. 令和 2 年度以前のシリーズは印刷及び送料実費をもって希望の向きに頒布するものとする。

公益社団法人日本交通政策研究会

代表理事 山 内 弘 隆
同 原 田 昇

令和 2 年度以前のシリーズの入手をご希望の向きは系列番
号を明記の上、下記へお申し込み下さい。

〒102-0073 東京都千代田区九段北 1-12-6

守住ビル 4 階

公益社団法人日本交通政策研究会

電話 (03) 3263-1945 (代表)

Fax (03) 3234-4593

E-Mail:office@nikkoken.or.jp

日交研シリーズ A-905

令和5年度自主研究プロジェクト

「距離摩擦の漸減と人口減少下の都市の未来」

刊行：2024年12月

人口減少と距離摩擦の減少下における日本の都市の持続可能性
Sustainability of cities under declining population and decreasing distance frictions
: The case of Japan

主査：森 知也（京都大学経済研究所）

Tomoya Mori

要 旨

急激な人口減少は、全世界に迫る脅威である。一方、自動運転、物流の自動化、仮想現実などの技術的進歩により、都市間や都市内の距離的摩擦は急速に縮小していくだろう。こうした傾向が相まって、経済地理学を大きく変容させる可能性がある。その変容を定量化するために、本論は経済集積理論に基づく空間統計モデルを開発し、1kmメッシュレベルでの将来の人口地理分布と、人口密度の高い1kmメッシュの連続集合として定義される都市の盛衰を予測する。人口が減少する経済の最前線にあり、また距離摩擦の減少の影響を評価するためのデータを提供する日本に焦点を当てる。本論の予測は、小規模都市ほど人口減少と距離摩擦の減少に脆弱であることを示唆しているが、大都市であっても、より大都市に近すぎる場合は免れない。将来の都市経済は、より少なく、より遠い大都市を中心に構成されるようになるだろう。生き残る都市は、中心市街地周辺の人口密度の急激な低下とともに、内部人口分布の平坦化を経験するだろう。

キーワード：人口減少, 都市, 集積, 持続可能性, 距離摩擦, べき乗則

Keywords: Population decline, Cities, Agglomeration, Sustainability, Distance friction, Power law

目 次

1. 「都市」というレンズを通してみる地域経済	1
1.1 はじめに	1
1.2 「都市」というレンズを通してみる地域の姿	3
1.3 予測のプロローグ	8
2. 経済理論で読み解く日本の都市の過去 50 年	9
2.1 はじめに	9
2.2 高速交通網とインターネットが変えた都市の規模と形	10
2.3 集中と分散が同時に起こるわけ	13
2.4 都市内の人口分布の変化：具体例	16
2.5 都市ができるしくみの理解に向けて	23
3. 都市ができるしくみ	24
3.1 はじめに	24
3.2 人と店や企業が集まって街ができるしくみ	24
3.3 産業が集まる街が束になって都市ができるしくみ	26
3.4 実際の都市の人口・配置と産業構造	28
3.5 産業立地と都市人口の間に生ずる秩序	32
4. 都市に秩序が生まれるしくみ	37
4.1 はじめに	37
4.2 都市人口分布のべき乗則を伴うフラクタル構造	37
4.3 経済理論による秩序の再現	40
4.4 都市の盛衰予測に向けて	49
5. 都市盛衰の予測	51
5.1 はじめに	51
5.2 予測モデルに求められる動きとは	53
5.3 予測モデルの構造	55
5.4 予測モデルのパーツ	57
5.5 都市・1km メッシュ人口の予測の手続き	61
5.6 都市単位で地域を捉える意味	64
6. 100 年後の都市と地域のすがた	67
6.1 大都市への極化と個々の都市の盛衰	67
6.2 都市内の人口分布の平坦化	74
6.3 地方都市の衰退	83
6.4 これから都市・地域で起こること、取るべき対策	87
7. 結び	93

研究メンバー および執筆担当

主査：森 知也 京都大学経済研究所（執筆担当）

メンバー：文 世一 同志社大学

大澤 実 京都大学経済研究所

町北 朋洋 京都大学東南アジア地域研究所

松島 格也 京都大学

高山 雄貴 金沢大学

村上 大輔 統計数理研究所

(2024年8月現在)

1. 「都市」というレンズを通してみる地域経済

1.1 はじめに

100年後の未来に、成長を続ける都市が東京と福岡だけだと聞いたら、みなさんはどう思いますか。そんな先の未来を予測することなどできないと思いますか。あるいは、そんな極端なことなど起こるはずがないと思いますか。

経済の様々な現象の中には、その未来が予測できるものとできないものがあります。例えば、バブルの発生と崩壊という現象は、地震の予測と似ていて、そのメカニズムを明らかにすることができても、それがいつ起こるかまでは容易には予測できません。しかし、都市の生き残りや衰退という現象については、経済理論には珍しく、大筋で予測することが可能なのです。

都市化の傾向は、人口の規模や増減、国としての発展度合いを問わず、世界各国で進み続けています。現在の日本は世界の中でも特に都市化が進む国のひとつです。総面積のたった6%を占める都市に総人口の80%が住んでおり、都市への人口流入は今後もさらに続くと考えられています。つまり、都市の行く末は、そのまま私たちの暮らす地域の未来を示しているのです。

日本の人口は、有史以来、戦争や災害の影響を受けた時期を除いて増加を続けてきましたが、2008年をピークに減少傾向に転じました。出生率と死亡率がいまの水準で保たれる場合、2020年には1億2,700万人であった日本の総人口は、100年後の2120年には3,000万人から5,000万人程度まで減少すると予測されています。3,000万人とは江戸期の人口規模で、現在の東京都市圏よりも小さい人口であり、5,000万人とは、明治期の人口規模で、およそ今の東京と大阪都市圏を合わせた人口です。多くの都市や地域は過疎化し、地方の景色はずいぶん変わることでしょう。このまま日本は東京や大阪にさらに人口が吸い寄せられ、残りの都市が消滅していくのでしょうか。それとも、どの都市の人口も一様に減少していくのでしょうか。

いま、全国の地方自治体が、いかに人口を維持もしくは増加できるかを模索し、試行錯誤しています。しかし、国全体の人口が減り続ける状況下では、ある地域の人口が増加することは、別の地域の人口がそれ以上に減少することを意味します。いわば椅子の減っていく椅子取りゲームで地域同士が競い合っているようなものです。このような現況を考えると、人口の維持や増加ばかりにエネルギーを割いて各地域が競争することは、望ましい未来に繋がりにくくありません。

わたしたちの研究チームによる予測では、都市としての勝者はずいぶん少なくなりそうです。東京のような大都市への集中はこれまで以上に進み、多くの地方は、国の人口の減少よりもさらに速いペースで過疎化していくでしょう。先ほど喩えたようにこれは椅子取りゲームですから、ある地方でひとつの都市を生かすことは、そのかわりにひとつ以上の別の都市の存続を断念することを意味します。だからこそ、持続可能な都市をできるだけ高い精度で言い当てることで、「選択と集中」（経済活動の拠点となる地域を選択し、そのための資源を集中すること）を促すことが重要なのです。近年、国をあげて地方創生¹やコンパクトシティ²といった地域政策が進められていますが、莫大な資本を必要とする以上、実現可能で持続可能な方針で進むべきです。

一方でわたしは、みなさんが暮らす地域で人口が減っていくことは、必ずしも不幸なことではないと考えています。すべての地域が東京・大阪・名古屋・札幌・福岡のような大都会をめざしても、それは実現しえません。それぞれの地域には、それぞれに豊かな自然資源や、歴史が積み重なって育まれてきた文化があります。地域の内側からはあたりまえに見えている環境や文化が、日本の他の地域や外国の人にとっては大きな魅力として映る、ということも少なくないでしょう。戦後以降、経済の中心から外れた「郊外」や「田舎」とされてきた地域に改めて光を当て、都会と田舎が積極的に分業に取り組むことで、どちらもが豊かになれる可能性は大いにあります。例えば、日本には農地に適した土地が多くあります。人口減少により余った土地を、まとまった広い農地に変えて農産物の生産量を上げれば、国の食料自給率が高まり、国全体として豊かになるでしょう。また、これまで都会で狭いアパートに暮らしていた人たちも、都市中心の生活から離れて田舎の広い家に住めるようになれば、窮屈な生活に疲弊したり、子どもを持つことを諦めたりすることなく、より豊かな生活を得られるでしょう。

本論では、「都市」というレンズを通して見た日本の未来の姿について考察します。³ 国全

¹ 「地方創生」とは、2014年に施行された「まち・ひと・しごと創生法」とともに打ち出された、地方の活性化を目指す政策や取り組みで、政府主導の「町おこし」や「村おこし」を指します。それらの多くは、人口減少の抑制を目的としています。

² 「コンパクトシティ」とは、かつてたくさんの方が集まってできた都市で人口が減り、低い人口密度で存続している状態を改善するためにできた概念です。都市機能（商業施設や病院・消防署などの公共施設）を地理的にコンパクトに集め、居住地域もその周辺に配置することで、都市機能に低コストでアクセスを可能にする都市のことです。

³ 「都市というレンズを通して見る」が分かりにくい表現だと感じるかもしれません。都市の人口規模、地図上の範囲、複数の都市間の関係性など、「都市」をキーワードとした様々な視点で（地域を）捉えることを意味しています。「都市を定義したことから生まれるそれらの多様な視点」をまとめて、「都市というレンズ」とひとことで表現しています。「～のレンズを通して」は、英語では“through the lens of”として、よく使う表現です。

体の変化、ひとつひとつの都市の変化、そして、わたしたちが歩いて移動することができる、都市の中の 1km 四方の一面で起こる変化に至るまで、そのしくみを一貫した経済理論で理解し、データを駆使して予測します。いま存在している都市のうち、100 年後にはどこが生き残り、どこが消滅するのか、そして残った都市はどのように姿を変えてゆくのか、いくつかの現実的なシナリオの下で具体的に特定してみせます。

わたしたちの研究チームは、理論とデータに基づいて、科学的に持続可能な都市を特定することを目指しています。ここで理論にこだわるのは、「再現性」を大切にしているからです。再現性とは、同じデータを使い、同じ手続きに沿って計算すれば、誰もが同じ結果を得ることを意味します。予測の背景にあるメカニズムを明確にしておくことで、予測に誤りが生じた場合に、わたしたち以外の人でも、理論や計算のどの部分に問題があったのかを特定することができます。同じ理由で、データに関してもできるだけ誰もがアクセスできるものを選んでいきます。後で様々なデータを追加していきますが、都市盛衰の基本的な予測では、国勢調査結果に含まれる公開データである、日本地図上の 1km 四方単位の人口分布データのみを用いています。このように分析の仕組みをオープンにしておくことは、筋道を立てて考え、常に正しい答えに近づいていくために大切なことで、科学の常套手段です。わたしたちの理論は不完全ですし、そもそも経済理論が完全になることはまずありません。だからこそ、誰でも改善点を見つけられる状態にしておいて、もし問題が見つければ、すぐに気づけるよう準備するのです。

さらに、本論では理論から一步踏み出し、持てる知見を総動員し、各地方での取り組みの事例も参考にしながら、具体的な提言まで行います。残る都市がどうあるべきなのか、都市が消滅し過疎化していく地域をどう活かすのか、大幅な人口減少をチャンスに変えるために何ができるのか。都会と田舎がともに豊かになれる方法を、大胆に提案していきます。

1.2 「都市」というレンズを通してみる地域の姿

それでは、地域とはどのようなものなのかを理解するために、人口が地図上でどのように分布しているのかを見ることから始めましょう。

図 1.1 は、2020 年時点で、人口密度が 1 平方キロメートル当たり 1 千人以上で、合計 1 万

人以上の人口が集まって居住する地域を暖色で示しています。^{4 5} 色が濃い地域ほど人口密度が高い地域です。その他の、都市の条件を満たさない地域で、人口密度が1平方キロメートル当たり100人以上のところをグレーで、残りの、より人口密度が低い地域は白色で表しています。この図から、明らかに、人は集まって暮らすものだということがわかります。この、人が「集まって暮らしている」状態を、経済学では「**人口集積**」と呼びます。これから紹介していく研究成果の中では、暖色で表されたひとつひとつの場所の塊、つまり、ひとつひとつの人口集積のことを「**都市**」と呼びます。このように定義した都市は、2020年時点で、日本に431ありました。これらの都市は、国全体の面積の6%を占めるに過ぎませんが、そこに日本の人口の8割以上が住んでいます。

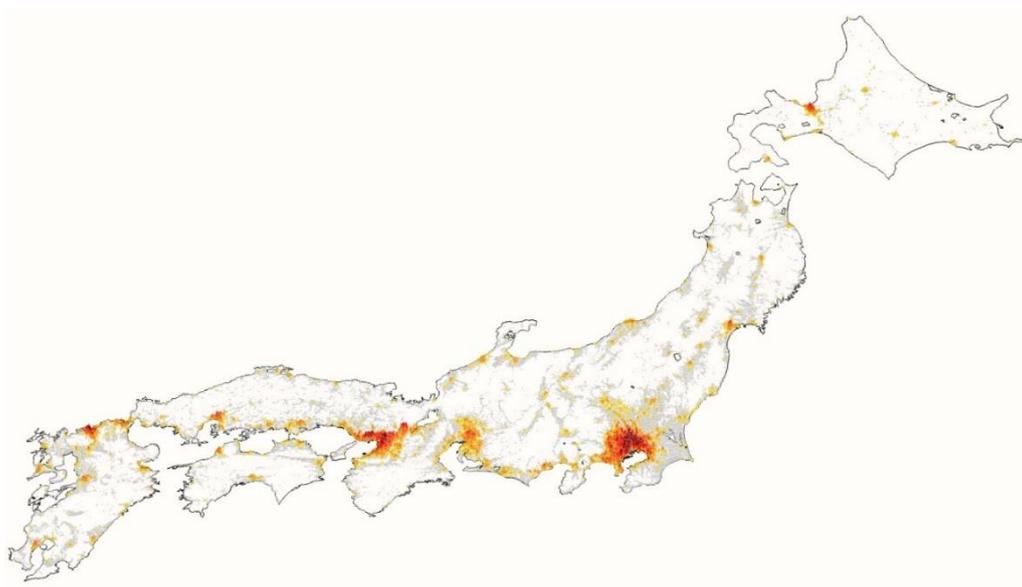


図 1.1 人口集積としての都市

人口集積としての都市は、みなさんに馴染みがある行政区とは異なる姿をしています。例

⁴ [国勢調査地域メッシュ統計](#)から、標準3次メッシュ（約1km四方）単位の人口分布データを使って、この図を作成しています。ただし、今後の分析や議論の単純化のために、北海道あるいは本州と道路で繋がっている地域のみを含んでいます。とくに、沖縄や、佐渡島などの離島をふくんでいません。

⁵ 「都市圏」の定義として、都市経済学で通常用いられるのは「[都市雇用圏](#)」と呼ばれるものです。これは、市区町村単位の人口・昼夜間人口・従業者数および通勤データを用いて、都心とその通勤圏から都市圏を定義するものです。通勤パターンを考慮することは、特に都市内の世帯や事業所の立地を正確に捉えるためには必要ですが、市区町村という地域単位では集計が粗すぎて失うものも大きいです。個々の都市集積を十分正確に検出できず、図 1.1 にみる都市人口分布のべき乗則および第 2.3 章で紹介する都市集積に現れる秩序や、都市間・都市内の人口分布の変化を明確に示すことできません。結果として、第 2.3 章で示す事実と理論の整合性が、筆者が採用する都市の定義を用いる場合のように、明確に確認できなくなります。

えば、一般に「東京」と言えば「東京 23 区（特別区部）」を指します。しかし、人口集積としての「東京」は、千葉市、さいたま市、横浜市、神奈川県秦野市付近まで及ぶ「首都圏」に近い範囲を含んでおり、人口集積としての「大阪」は、京都市南部や神戸市付近までを含みます。

また、人口集積としての都市は刻一刻と領域が変化していきます。過去 50 年（1970-2020 年）の都市数の変化をみると、1970 年の 504 から増加し、高度成長期末の 1975 年の 511 をピークに減少傾向となり、2020 年には 431 まで減りました。ここで注目すべきは、1970 年からの 50 年間で、国の人口は 2 千万人以上増加したにもかかわらず、都市数は 70 以上も減っていることです。1970 年は、戦後の高度経済成長時代の真ただ中にあり、人口は 1 億人を突破して 1 億 466 万人に達していました。その後も人口は増加し続けたものの、増加した人口のほとんどは一部の大都市に吸収され、一方で、人口増加の恩恵を一切受けないまま淘汰された都市が多くありました。地方都市で昭和に生まれた筆者が子供のころに暮らした故郷も（岐阜県大垣市）、当時は活気がありました。しかし、この 50 年で、2 つあった百貨店はいずれもなくなり、駅前の商店街はシャッター街となり、増えたのは空き地ばかりです。日本全体の人口が増え続けていた頃も、多くの方がそんな地方の姿を見てきたのではないのでしょうか。

では、「都市」というレンズを通すことで現れる地域の姿とはどのようなものか、見てみましょう。図 1.2 は、2020 年の都道府県、市区町村、都市の 3 つの地域単位について、地域の人口と人口順位の関係を表したものです。ただし、ここでは、比較のために都市と市区町村が同じような数になるよう、都市の条件として、図 1.1 で示す人口 1 万人以上の条件を緩めて、人口 1 千人以上の人口集積をすべて含んでいます。⁶

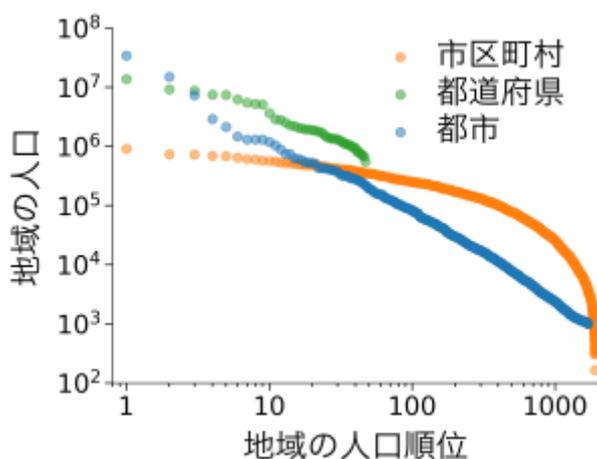


図 1.2 都市、都道府県、市区町村の人口と人口順位との関係

⁶ 図 1.2 のグラフは、図 1.1 で示された範囲に含まれる都道府県、市区町村、都市を含んでいます。

図の縦横軸は対数軸です。「対数」は聞き慣れない言葉かもしれませんが、難しいものではありません。ある数の「対数」とは、そのことばそのものの意味はさておき、同じ比率を同じ量で表す、「数の大きさ」の表現のひとつです。あるふたつの数の大小関係は、それらの対数の間でも保たれます。対数軸は、対数値で数を比較しますので、同じ比率を同じ長さで表す軸です。例えば、横軸では、1位と10位、10位と100位はともに10倍違いますので、1位と10位の間と10位と100位の間は、同じ長さで表されます。縦軸なら、10万人と100万人、100万人と1千万人の間も同様に10倍の違いがあるため、同じ長さで表されます。(縦軸の 10^2 とは10を2回かけ合わせることで、つまり「 $10^2=10\times 10=100$ 」のこと、同様に、 $10^3=10\times 10\times 10=1000$ です。)

では、青色のグラフに注目してください。ひとつひとつの点は、ある都市の人口と人口順位の関係を表しています。例えば、1位は東京で約3,400万人、2位は大阪で約1,500万人です。これらの点の分布は、概ね直線で近似できそうですね。対数軸上で直線であることは、都市の順位によらず、順位が一定「倍」変化したら、人口も一定「倍」変化することを意味します。例えば、1位の東京と2位の大阪、10位の奈良と20位の松山との人口の比率は同じ2.3です。このような関係を「べき乗則」と呼びます。べき乗数は、青のグラフに直線を当てはめたときの、その傾きにあたります。べき乗則とは、そのべき乗数がどの順位でも同じであることを意味しています。このように、べき乗則に従う2つの数量の関係を表すには、対数軸が適しています。

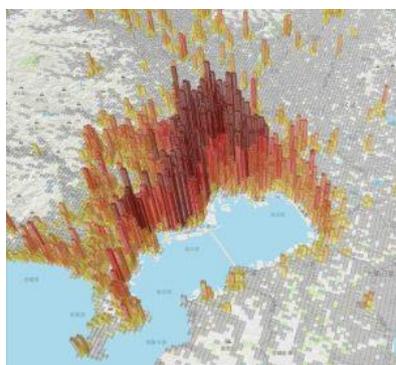
べき乗則は、緑色の都道府県やオレンジ色の市区町村といった行政単位では見るできません。人口集積として定義した都市特有の性質です。都市と都道府県や市区町村など行政区との間でなにが違うのでしょうか。それは、地域の境界が予め決まっているか、結果として決まるかです。行政区の境界は、歴史的な経緯や政治的な配慮の中で人間が決めたものです。都市の境界は、人口が自然に集積した結果として決まります。このように、人の集まりとしての「都市」を地域として捉えると、実は、国全体に限らず、国内部の、東日本や九州のような直感的に「まとまった地域」と感じる範囲でも、都市人口の分布は、ほぼ同じべき乗数をもつべき乗則に従います。⁷ 時間が経ち、経済を取り巻く状況が変われば、直線の傾きや切片は変化しますが、直線であることは変わりません。この性質が、都市の未来を予測する上で、とても大きな手がかりとなるのです。

最後に、今後の話の予告も兼ねて、1970年、2020年、2070年、2120年、そして、2170年の日本の地図上での人口分布を示しておきます。1970年と2020年は実際の分布です。⁸ 2070

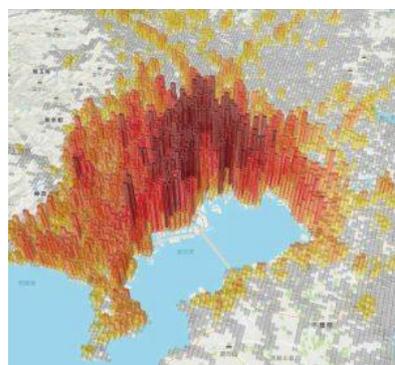
⁷ この法則は、日本、アメリカ、フランス、ドイツ、中国、そしてインドについて実証されています ([Mori, Smith & Hsu, 2020](#))。こちらの[ウェブページ](#)では、結果を視覚的に紹介しています。

⁸ 1970年の1kmメッシュ人口については、秋田周辺にデータの欠損があります。したがって、[1970年](#)

年以降の図は、国立社会保障・人間問題研究所による日本の人口の「中位推計」に基づいて、⁹わたしたちの研究チーム¹⁰が予測した将来の人口分布を示しています。図 1.1 と同様に、暖色系の棒が立っているところは都市で、人口密度が高い場所ほど、赤が濃くなっています。グレーの地域は人口密度が1平方キロメートル当たり100人以上かつ1,000人未満の、都市に含まれない地域です。みなさんが住んでいるところや知っているところを見つけてみてください。今と比べて50年前はどんなふうだったのでしょうか、そして50年後、100年後、150年後はどのように変わっているのでしょうか。どの都市が残り、どこが消えてゆくのでしょうか。残り続ける都市の内部は、どのように変化しているのでしょうか。これらの変化を経済理論はどのように説明するのか、それが次章のテーマです。



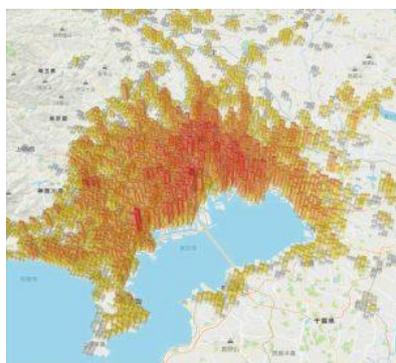
1970年の人口分布



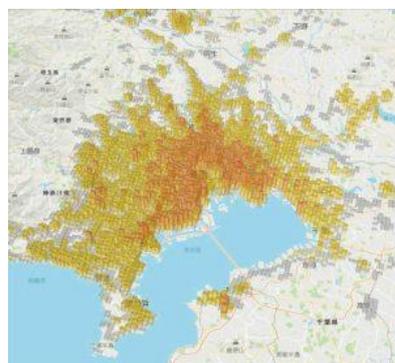
2020年の人口分布



2070年の人口分布



2120年の人口分布



2170年の人口分布

[の地図](#)では秋田の位置に都市が存在しませんが、実際は存在します。残念ながら、このデータの欠損は修正が不可能であることが判明していますが、将来予測には殆ど影響がありません。

⁹ [国立社会保障・人間問題研究所](#)が公開している日本の人口の将来推計です。「中位推計」とは、2020年時の出生率と死亡率が今後も続くと仮定して、日本の総人口の変化を推計したものです。このときの出生率は1.36ですが、2022年にはすでにその値を大きく下回り1.26まで低下しています。2023年11月24日に厚生労働省が発表した人口動態統計によれば、2023年の出生数は前年より5.5%減ると見込まれ、出生率は過去最低を更新すると推測されています。

¹⁰ これらの予測結果は、[Mori & Murakami \(2024\)](#)に基づいています。

1.3 予測のプロローグ

次章では、過去 50 年の日本の都市の変化を振り返り、その変化を経済理論によってどのように説明できるのかを紹介します。未来は過去の延長線上にあります。過去の変化を未来に引き延ばしたとき、将来どのような変化が起こるのか、過去数日・数週間のデータに基づいて明日の天気を予測するように、過去のデータは都市の未来を予測するのに役立ちます。しかし、今後の 50 年、100 年先に、わたしたちは、有史以来、経験したことがないほどの急速な人口減少や高齢化に直面します。わたしたちは、自動運転の導入による交通費用の減少や、仮想現実（AR/VR）などの通信技術の進歩によるコミュニケーション費用の減少によって、やはりこれまでに経験したことがないほどの、距離障壁の崩壊にも直面するでしょう。物流コストはさらに減少し、取引の多くが遠隔で行われるようになるでしょう。人々が集まって住む都市の必要性は、生活やビジネスの多くの局面で減少していくでしょう。それは一体どんな未来なのでしょう。おそらく過去の単純な延長では説明できない未来です。しかし、そのような状況でも、理論は未来の道先を照らしてくれます。次章でまず、わたしたちが頼りにする経済理論が過去の変化をよく説明しているという事実から紹介します。

2. 経済理論で読み解く日本の都市の過去 50 年

2.1 はじめに

第 1 章では、今後日本が直面する急速な人口減少の下で、地方経済が未曾有の縮小と淘汰に直面するであろうこと、その淘汰のなかで個々の都市の未来を見極めるために、人口集積としての都市の視点が大きな手がかりになることを示唆しました。本章と次章は、この先に行う都市の盛衰予測の背景にあるメカニズムについて説明します。

ここで言う過去 50 年とは、これから分析で使うデータが得られる 1970 年から 2020 年を指します。2008 年から始まった人口減少の影響は、2020 年時点ではまだ顕著ではありません。高度成長期、バブル期、そしてその後の低成長期と、様々な変化が起りましたが、たくさんの変化のうち、人口の地理的な分布に最も大きく影響したのは輸送・通信費用の減少だったと考えます。ここで輸送費用とは、モノや人が距離を移動するためにかかる金銭的な費用と時間的な費用を意味します。通信費用とは、実際には移動せずにコミュニケーションするための費用です。例えば、電話しかない時代と比べると、現代は、電子メール、ソーシャル・ネットワーキング・サービス (SNS) やウェブ会議システムを使うことで、同じ量の情報をより短時間で伝えることができるようになりました。このように考えると、通信費用は情報が移動するためにかかる費用であり、輸送費用の一部として捉えられます。

過去 50 年で、新幹線・高速道路網は何もない状態から概ね全国を網羅するまでに整備され、同時に、インターネットが普及し、スマートフォンが当たり前になりました。これらの変化は、輸送・通信費用を大幅に減少させました。¹¹ そして、このような輸送・通信費用の減少は今後も続きます。輸送では自動運転、通信では仮想現実に関わる技術革新が期待されています。隣の中国では、すでに宅配の自動運転化やドローンの利用、梱包・仕分け・倉庫管理など物流の自動化が実用段階に入っています。日本でも、労働時間制限による省人化の必要性を

¹¹ インターネットが普及した 2000 年ごろには、イギリスのエコノミスト誌で編集長を務めていた [Frances Cairncross](#) 氏の著書により「距離の消滅」が大きな議論になりました ([The Death of Distance 2.0: How The Communications Revolution Will Change Our Lives](#), London: TEXERE Publishing Ltd., 2001)。また、インターネットを駆使して職場に縛られない働き方をする「ノマドワーカー」も、この時期から使われ始めた言葉です。ノマドはもともと遊牧民や放浪者を意味する言葉ですが、今日使われている意味での「ノマドワーカー」は、2006 年に、フランスの [Jaques Attali](#) 氏の著書 [Une brève histoire de l'avenir](#) (Paris: Fayard, 2006) (邦訳: [「21 世紀の歴史」](#)林昌宏訳, 作品社, 2008 年) で初めて使われました。

背景にした「物流の2024年問題」¹²をきっかけに、物流や輸送の自動化が一気に進むでしょう。人を介さない輸送は、金銭費用・所要時間の両面で、物理的な輸送費用を大幅に減少させるでしょう。一方で、コロナ禍をきっかけに普及した、Zoom, Google Meets, Webexなどのウェブ会議システムは、さらに洗練されて、商談や会議などで対面でのコミュニケーションが必要になる場面は、今後も減り続けるでしょう。特に、3次元の仮想現実（AR/VRなど）を介した通信が実用水準に達すれば、互いが物理的に離れていながらにして同じ場所を訪れることや、目の前で対話しているように感じるようになります。それは、現在使われている2次元映像を介したウェブ会議システムでは克服できなかった距離の壁が、崩壊してゆくことを意味します。

そもそも、人々が集まり都市を形成するのは、輸送や通信の費用が高いからです。輸送・通信費用の水準が変化すれば、都市間の人口分布や都市内部の人口分布も変化します。ですから、都市の盛衰予測が頼りにする経済理論は、全国の人口が減少する効果だけではなく、今後も続くと予想される輸送・通信費用の減少がもたらす効果も説明できるものでなければなりません。日本の過去50年は、それを検証できる絶好のデータを提供します。

2.2 高速交通網とインターネットが変えた都市の規模と形

日本では、1964年に開催された東京オリンピックに合わせて、新幹線と高速道路が東京・大阪間を結び、続く半世紀で、これらの高速交通網は日本全土に拡大しました（図2.1）。同時に航空網も充実し、物理的な交通・輸送アクセスは大幅に向上しました。特に、現在の新幹線は、東京～大阪間と東京～仙台間を、それぞれ10～20分間隔という高い運行頻度で2時間台で結んでおり、全国の人口の半分以上が日帰りで実際に会ってコミュニケーションができるほど、実質的な距離は縮んでいます。一方で、1990年代にインターネットが導入されると、それは瞬く間に普及し、ソーシャル・メディアやスマートフォンの登場と相まって、距離を隔てたコミュニケーションを格段に容易にしました。とりわけ、インターネットが、双方向コミュニケーションを可能にするWeb2.0に移行した2000年代以降には、リモートワークが実用的に導入され始めました。¹³

¹² 「物流の2024年問題」とは、2024年4月からトラック運転手の時間外労働時間が年間960時間に制限されることで生じる問題の総称です。この制限により、人が物流に関わる業務を続ける以上、これまでより物流に時間がかかるようになります。加えて、労働者人口が減り続けるなかで、この制限に関わらず金銭的費用も増加していきますので、物流の自動化は必然的に進むでしょう。

¹³ 学術研究に関しては、Clarivate社の[Web of Science](#)に含まれる学術雑誌に掲載された国際共著論文

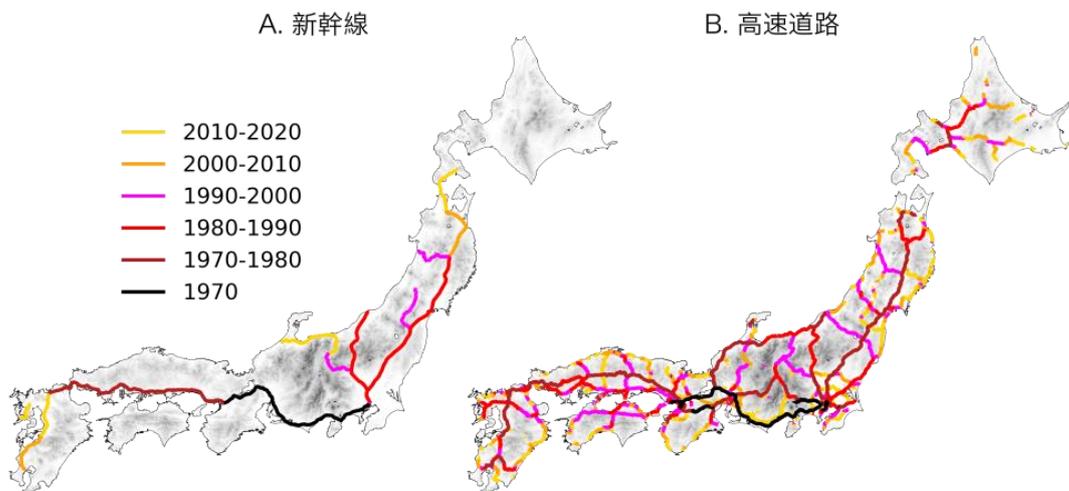


図 2.1 新幹線と高速道路網の整備（1970 年から 2020 年）

では、輸送・通信費用が下がることで、都市はどのように変化するのでしょうか。過去 50 年のデータが示す都市の変化を見てみましょう。この間、全国の人口は 1 億 400 万人から 1 億 2,700 万人へ 22%増加したのに対して、都市人口は 49%増加し、都市化が大きく進みました。図 2.2 は、1970 年から 2020 年までの都市人口分布の変化を示しています。（点線のグラフは都市人口分布に直線を当てはめたものです。図の読み方は、第 1 章の図 1.2 の解説を参照してください）。都市人口分布はべき乗則を保ちつつ傾きが急になっていて、概ね、人口が上位の都市ほど成長しています。これは、都市に流入した人口のほとんどが大都市に吸収されたことを意味します。最大都市である東京の人口は 67%増、第 2 位の大阪は 22%増、第 3 位の名古屋は 64%増です。特に東京の人口は 2,000 万人から 3,400 万人に増え、その増加人口 1,400 万人は、1970 年当時の大阪の人口 1,200 万人を超えています。この東京の突出した成長は、一般的な「一極集中」のイメージに直結しています。

の数が、インターネット普及前の 1981 年時点で全論文数の 5%であったのに対して、2019 年には 28%まで増えています（参考資料：[「科学研究のベンチマーキング 2021 - 論文分析でみる世界の研究活動の変化と日本の状況 -」](#), 科学技術・学術政策研究所）。インターネットを介した共同研究が可能になったことが大きな理由であると考えられます。

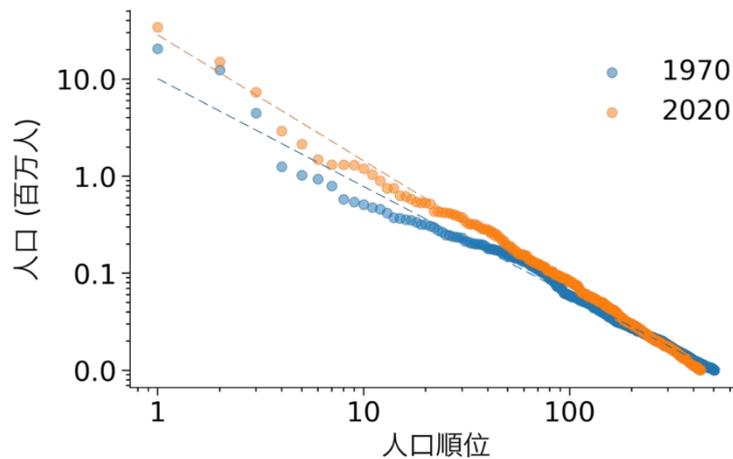


図 2.2 都市人口分布の変化（1970 年と 2020 年）

では次に、都市内部の人口分布の変化を見てみましょう。図 2.3 の青のグラフは都市内部の平均人口密度、¹⁴ 緑のグラフは都市内部の最高人口密度、オレンジのグラフは都市の面積の、それぞれの平均値の変化を示しています。青、緑、オレンジのグラフ周辺の帯は、それぞれ、都市の平均人口密度、最高人口密度、面積のばらつきを表しています。具体的には、これらの帯は、それぞれの平均値に近い値をもつ、すべての都市のうちの 90%を含む範囲です。¹⁵これらのグラフから、都市の内部では人口密度は減少し、面積は増加し続けたことが分かります。つまり、都市内部の人口分布は、どんどん平坦化しています。

¹⁴ 「平均人口密度の平均値」について、「平均の平均」となっていて分かりにくいので、補足します。個々の都市は面積を持っていて、各都市の地図上の範囲は、1km 四方（標準 3 次メッシュあるいは 1km メッシュと呼びます）の地域の集合として捉えています。都市内部の異なるメッシュでは人口密度は異なります。そこで、まず都市の内部の 1km メッシュごとに人口密度を求め、次にそれらの平均をとって、その都市の「平均人口密度」を求めます。この値は、都市ごとに、さらに年ごとに違ってきます。青のグラフは、各年に存在するすべての都市の「平均人口密度」の平均値を描いています。

¹⁵ 値のばらつきを表すには、例外的に大きい値や小さい値を除いて、平均値周辺の 50%、90%、95%などの範囲を使うのが、統計学では一般的です。

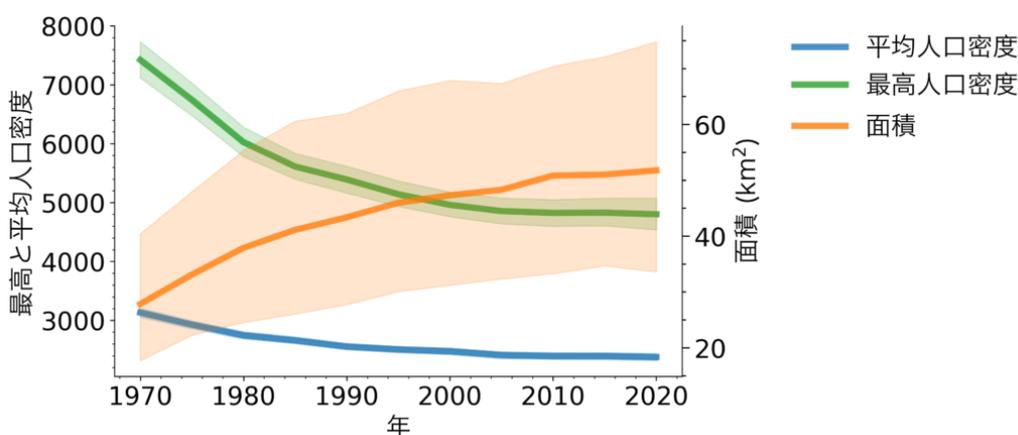


図 2.3 個々の都市の人口密度と面積の変化（1970 年から 2020 年）

これらの変化は、都市と都市の間と個々の都市の内部とで、性質の違った人口移動が起きていることを意味しています。**国レベル**、つまり都市間では、少数の大都市に向かって**集中**が起こり、**都市レベル**、つまり都市内部では、逆に、中心から外側に向かって平坦化する**分散**が起こったのです。

2.3 集中と分散が同時に起こるわけ

都市は様々なメカニズムで形成されますが、国レベルで起こった集中と都市レベルで起こった分散は、輸送・通信費用が減少するときに共通して起こる現象であることが、理論的に分かっています。以下では、輸送・通信費用が変化することで、なぜこのような変化が都市に起こるのか、経済集積理論に基づいて説明します。¹⁶

この節では、話を簡単にするために、輸送・交通費用と通信費用とを区別せずに扱います。輸送・交通費用と通信費用減少の効果は正確には同じではありませんが、いずれも距離障壁を減少させます。特に、通信費用の減少は輸送費用の減少につながる場合が多く、逆に輸送費用を増加させることはほとんどありません。例えば洋服を購入する場合、インターネットショッピングの利用が増えれば、実店舗での購入の機会が減り、全体としては一着当たりの購入に関わる輸送（あるいは交通）費用が低下するでしょう。また、オンライン会議システムの導入で在宅勤務が可能になれば、出勤頻度が下がって、通勤費用が低下するでしょう。

¹⁶ この節の説明は、[Akamatsu, Mori, Osawa & Takayama \(2024\)](#)による理論研究の成果に基づきます。

交通の便が悪く輸送費用が高くなれば、モノやサービスを消費するための調達価格¹⁷は、どの産業でも高くなります。すると、どの産業もより多くの都市に立地して、それらの都市周辺の狭い範囲でモノやサービスを供給するようになります。輸送費用が高くなれば、遠くまで買い物に行ったり取り寄せたりしにくくなるからです。結果として、たくさんの規模の小さい都市が密に存在し、個々の都市が周辺の狭い範囲を後背地¹⁸としてもつようになります（図 2.4 上段）。¹⁹

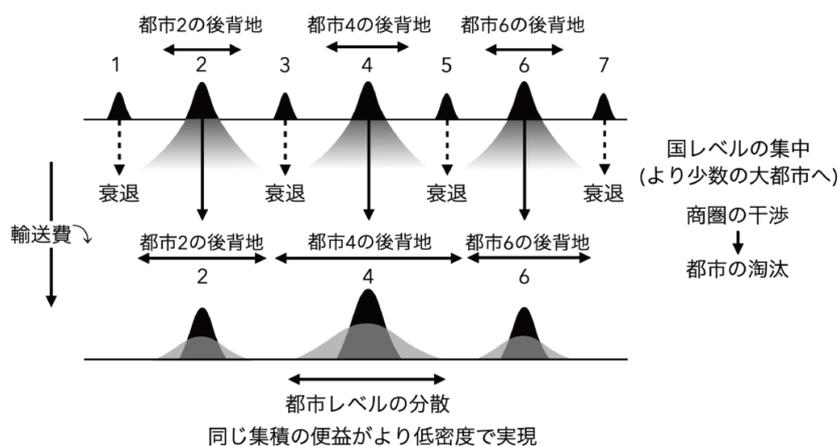


図 2.4 輸送費用の低下と都市間・都市内の人口分布の変化

では、輸送費用が減少したらどうなるのでしょうか。個々の企業は、今までよりも遠く離れた企業との競争に晒されます。すると、近隣の都市間で商圏が重なるようになり、一部の都市は競争によって淘汰されて衰退し、場合によっては消滅します。企業や人口は、より少数の、商圏が重ならない互いに離れた都市に集まるようになります。人口の合計が同じなら、生き残った都市は必然的に大きくなります（図 2.4 下段）。実際には 1970 年から 2020 年で全国の人口は増加していますので、人口が増加した都市では、人口が減少した都市の減少人口の合計を上回る人口増加がありました。これが、図 2.2 で示した、「国レベルで起こった大都市への集中」の背景にあるメカニズムです。

小さい都市ほど競争に対して脆弱で淘汰されやすいですが、大都市も例外ではありません。

¹⁷ 「調達価格」とは、購入するモノやサービスの価格と、輸送・交通費など調達に必要なすべての費用を合わせた費用のことです。正確には、調達に要する時間費用も含まれます。

¹⁸ ある都市の「後背地」とは、その都市が、モノやサービスの大部分を供給する地域のことを指します。

¹⁹ 注意深い読者は、そもそもなぜ産業や人口が都市に集まって立地するのか疑問に思うでしょう。その根本的なメカニズムについては次章にて詳しく述べます。今のところは、ある程度、都市に集まって立地することに何らかのメリットがあると仮定して説明を進めます。

例えば、大阪は1992年の新幹線のぞみ号の運行開始と同時期から衰退し続けています。経済集積理論の観点からは、大阪がその人口規模の割には、東京に近づきすぎたために淘汰の対象となったと解釈できます。²⁰ つまり、これまで多くの産業で重ならなかった東京と大阪の商圏が、これら2つの都市が実質的に近づくにつれて、次第に干渉しあうようになり、競争に耐えられなくなった企業が、大阪から撤退し始めたということです。また、大阪にあった本社機能が東京に移転するといったことも起こりました。このような場合に生き残るのは、都市内の市場が大きい、規模の大きい方の都市であることがほとんどです。

ただ、大阪のような大都市は、利便性が著しく低下しても衰退はゆっくりしか進みません。住環境が悪化して、高所得者が転出したとしても、すでにある住宅や都市インフラは耐久性が高いために家賃が下がり、低所得者の転入が起こるからです。実際に、アメリカのデトロイトなど、ラストベルト²¹と呼ばれる旧工業地帯の大都市では、これに伴って治安の悪化と住民の低所得化が連鎖する悪循環に陥り、大きな社会問題になっています。人口減少が進む今後の日本でも、いま存在する多くの大都市が大幅な人口減少に直面することは避けられません。これらの都市を、デトロイトなどが経験した悪循環を回避しつつ、どのようにうまく縮小させていくのかは、本論でも考えてみたい深刻な問題です。

では次に、都市内の変化について説明します。こちらは「国レベルで起こった大都市への集中」より直感的に理解できます。交通網が発達すれば、移動にかかる金銭・時間費用が下がりより通勤しやすくなります。また、通信技術の進歩により在宅勤務が可能になれば、通勤の頻度が下がります。すると、世帯には、都心から離れた家賃が低い郊外に立地する動機が生まれます。企業も同じで、必要に応じて簡単に都心に出ることができて、かつ、オンラインでも商談が可能になれば、家賃が高い都心から郊外に移転する動機が生まれます。その結果、都心の人口密度は下がり、都市内の人口分布は平坦化します。これが図2.3のグラフの背景にある「都市レベルで起こった分散」のメカニズムです。²²

²⁰ 大都市と小都市の間で交通アクセスが改善されたことによって、小都市から大都市に人口や産業が吸収される現象は、「ストロー効果」と呼ばれています。ジュースなどを飲むときに使うストローのことで、小都市が大都市に吸い取られるイメージが名前の由来です。

²¹ ラストベルトは、「錆びついた工業地帯」という意味で、アメリカのミシガン湖・ヒューロン湖・エリー湖・オンタリオ湖沿岸とその周辺の、かつて鉄鋼業・石炭産業や自動車産業など重工業や製造業で繁栄した地域を指します。1960年代以降、世界的な貿易の自由化とアジア諸国の成長などを背景に、アメリカ経済は脱工業化し、重工業・製造業に特化してきたこの地域は衰退しました。デトロイトは、この地域の代表的な大都市です。

²² 1970年代の自家用車の普及による居住地の郊外化は、都市の平坦化の一部を説明するでしょう。しかし、都市の平坦化は、その後もずっと続きますので、主たる要因は、経済集積理論が示唆するように、輸送・通信費用の減少と考える方が筋が通ります。

このように、経済集積理論は、過去 50 年間に輸送・通信費用が減少する中で起こった、日本の都市間の人口分布と都市内の人口分布の変化をよく説明しています。²³ ですから、この理論を使えば、輸送・通信費用の減少が今後も続くとき、何が起こるのか予測することが可能になります。さらに人口減少の効果を加えることで、予測はより現実的なものになります。輸送費用の効果に比べて人口減少の効果は単純で、個々の都市の人口を概ね一定の比率で減少させます。様々なシナリオの下で予測された個々の都市の盛衰は、地方創生やコンパクトシティなどの地域政策を設計する上で、道先を照らす有益な光となるでしょう。

2.4 都市内の人口分布の変化：具体例

では、いくつかの都市に注目し、過去 50 年間の具体的な人口分布の変化を見てみましょう。²⁴ 図 2.5 から図 2.15 は、大小様々な都市の、1970 年と 2020 年時点の都市内部の人口分布を比べています。暖色系の柱が立っている範囲が都市で、色が濃いほど人口密度が高い地点です。（図の中央に配置されているのが注目している都市です。）

図 2.5 は東京の場合です。全国の人口が 1 億 400 万人から 1 億 2,700 万人へ 22%増加した過去 50 年で、東京の人口は 2,000 万人から 3,400 万人へと 67%増加しました。東京の人口成長は、住民の出生数と死亡数の差し引きによる自然増より、日本の各地から東京への転入（社会増と呼びます）によるところが大きいことが分かります。東京は、「国レベルで起こった集中」が最も多く向かった先です。東京の面積の増加率は 47%で、人口増加率より小さいため、この「一極集中」の結果、東京は、人口だけでなく、都市内部の平均人口密度も上がりました。しかし、最高人口密度（1km²当り）は 40,000 人から 33,000 人へ 20%下がっていて、図からも、人口分布が平坦化したことが分かります。

²³ 経済集積理論の他に、「国レベルの集中」と「都市レベルの分散」を同時に説明する理論は存在するかもしれませんが。しかし、著者の知る限り、ひとつの一貫した理論で、これらを同時に説明できるものは、今のところ経済集積理論の他にはありません。

²⁴ この節で挙げる例は、[Mori & Murakami \(2024\)](#) の研究成果の一部です。

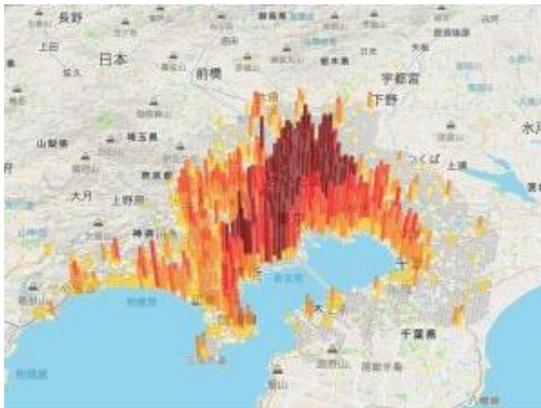


図 2.5A 東京 1970 年

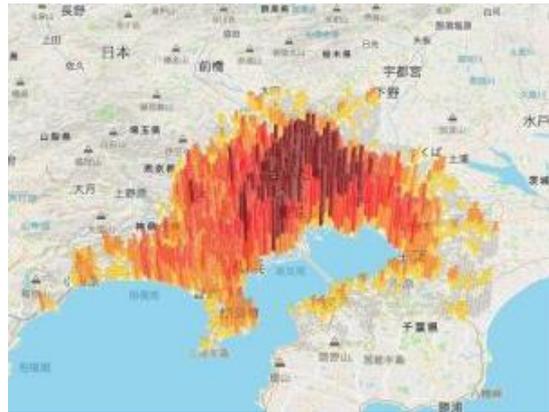


図 2.5B 東京 2020 年

図 2.6 は、日本で 2 番目に大きい都市、大阪の場合です。大阪の人口は 1,200 万人から 1,500 万人へと、全国の人口と同様に 22%増加しました。過去 50 年間で、人口は大都市により集中し、東京は 67%も増加したのに、なぜ大阪は全国の人口と同じだけしか増加していないのでしょうか。実は、大阪の人口は 2000 年以降減少を続けています。これは様々な要因の複合的な結果ではありますが、第 2.3 節で述べたように、経済集積理論の観点からは、高速道路、新幹線、旅客航空機の導入で、実質的な距離がどんどん短くなっていくなかで、大阪は、とうとうその規模の割には東京に近づきすぎ、淘汰の対象となったと考えられます。それでも、全国で増加した人口のほとんどが大都市に向かったことを考えれば、全国と同じ 22%の人口増加があった大阪も、やはり、「国レベルで起こった集中」の向かった先のひとつであることは確かです。

図から明らかなように、大阪内部の人口分布は、東京と同様に平坦化しました。平均人口密度は 7,800 人から 7,400 人へ 6%減少し、最高人口密度は 40,000 人から 29,000 人へ 28%減少しました。

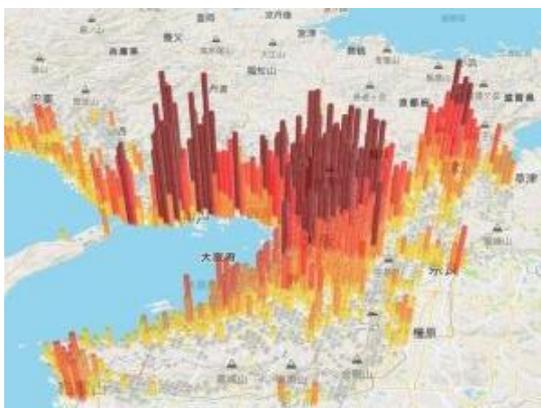


図 2.6A 大阪 1970 年



図 2.6B 大阪 2020 年

日本で3番目に大きい名古屋の人口は、446万人から732万人へ64%増加し、東京と同じく、「国レベルでの人口集中」が向かった大都市のひとつです。また、図2.5と2.7の比較から分かるように、都市内部では、東京より急激に平坦化が進みました。平均人口密度4,000人程度を保ったまま、面積は65%増加しました。最高人口密度は、24,000人から18,000人へと24%減少しています。名古屋は、100メートル道路の整備など、都心の過密を防ぐ独特の区画整理を進めてきた都市で、平均人口密度は東京や大阪の約半分と、もともと人口分布が比較的平坦な都市ですが、さらに平坦化が進んでいます。



図 2.7A 名古屋 1970 年



図 2.7B 名古屋 2020 年

大都市の中でも、福岡は突出して成長した都市です。1975年に運用が始まった山陽新幹線のターミナル駅があり、²⁵ 空路でも全国で最も運行頻度が高い福岡・羽田路線を持っており、九州の玄関口となっています。1980年には北九州を人口規模で抜き、現在は名古屋に続く4番目に大きい都市です。新幹線や高速道路の整備に伴って実質的な距離が減少しても、福岡は、東京から十分離れているために、東京との競争には晒されず、大阪をはじめとする東海道・山陽道沿いの大都市に比べて、立地の優位性を維持しました。また、温暖な気候や中国・韓国への良好なアクセスなど、東京への距離が同程度の盛岡や山形といった東日本の都市と比べても、優位な条件が揃っていました。

福岡の人口は、103万人から292万人へ3倍近く成長し、これまで見てきた東京・大阪・名

²⁵ 鉄道のターミナル駅とは、路線の末端の駅のことです。九州から山陽新幹線で本州へ向かう際には、ほとんどの方が末端であるJR博多駅から乗車します。広大な後背地をもつ鉄道駅の周辺には都市集積が起りやすいです。多くの利用客が駅を通過して地域の内外を行き来することによって、駅周辺にモノやサービスの需要と供給が集中するからです。一方で、駅の後背地が小さい場合は、たとえそれが新幹線のターミナル駅でも、そのような需要と供給の集中は発生しないため、集積は生まれにくいです。例えば、西九州新幹線の端点である長崎駅の先はすぐに海で、交通需要が生まれる後背地はほとんどありません。たとえ博多駅までの全区間が開通しても、博多駅が福岡に及ぼしたものと同様な集積効果は期待できないでしょう。

古屋とは異なり、平均人口密度・最高人口密度・面積ともに増加しました。図 2.8 から分かるように、「国レベルの集中」効果が「都市レベルの分散」効果を上回っている状態です。特に、最大人口密度は 19,000 人から 28,000 人となり、現時点で大阪と並んでいます。

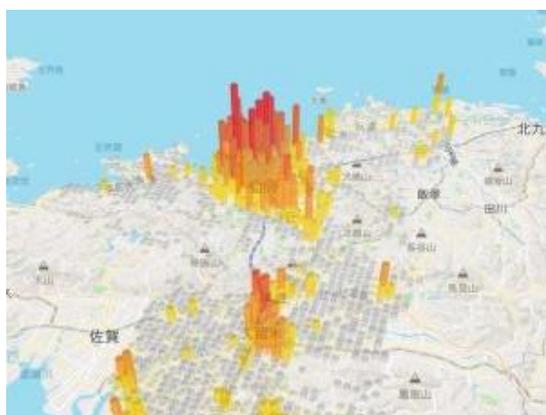


図 2.8A 福岡 1970 年

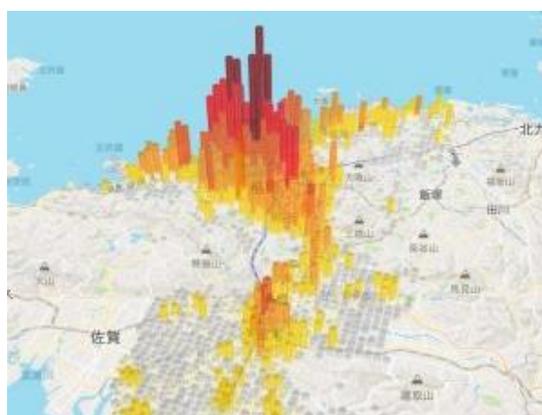


図 2.8B 福岡 2020 年

福岡に似た状況で相対的に成長したのが仙台です。人口は 51 万人から 131 万人へ 2 倍以上増加しました。一方で、面積は 3 倍以上拡大したため、平均人口密度は減少しています。福岡と同様に、仙台は 1982 年の東北新幹線開通をきっかけに成長しました。東北新幹線の主要な乗り換え駅として、東北から東京へ向かう多くの旅客が仙台で乗り換えをすることは、この都市に立地上の優位性を与えています。²⁶ 図 2.8 と 2.9 を比較すると分かるように、程度の違いこそあれ、福岡と仙台の都市内部の人口分布の変化は似ています。

²⁶ 交通網の乗換え/積替え地点は、企業や世帯の立地先として有利です。例えば、西日本から東日本に向かって新幹線で移動する場合、必ず東京駅で乗り換える必要があります。一方で、東京に立地していれば、この乗り換えを行う必要がありません。他の条件が同じならば、乗り換え回数が少ない東京に立地することが最適な選択です。また、乗換え/積替え地点では、人や物資が滞留することによって様々なモノやサービスに対する需要が発生し、様々な産業の拠点も生まれます。それがさらに消費者を惹きつけ、大都市の形成に繋がりがやすくなります。

東京を通過するあらゆる新幹線の路線において、東京が乗換地点になっています。このような輸送網の形は、東京一極集中を極端に強めたひとつの理由です。先進国では、人口 3,000 万を超える都市は東京の他にありません。やや脱線になりますが、「東京一極集中の是正」を目指すなら、そもそもこの辺りから考え直す必要があるでしょう。例えば、リニア新幹線の導入などは、交通網の端点としての東京の利便性を、今以上に高めることとなります。東京への一極集中をより進めることはあっても、それを是正することにはならないでしょう。



図 2.9A 仙台 1970 年



図 2.9B 仙台 2020 年

福岡や仙台のように極端な優位性がなければ、地方の都市では人口分布の平坦化がはっきり起こった場合が多いです。過去 50 年で人口が増えた宮崎、高知、和歌山、新潟の例を、図 2.10-図 2.13 に示しています。

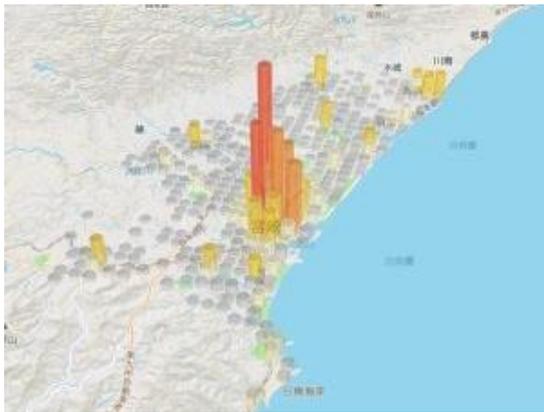


図 2.10A 宮崎 1970 年

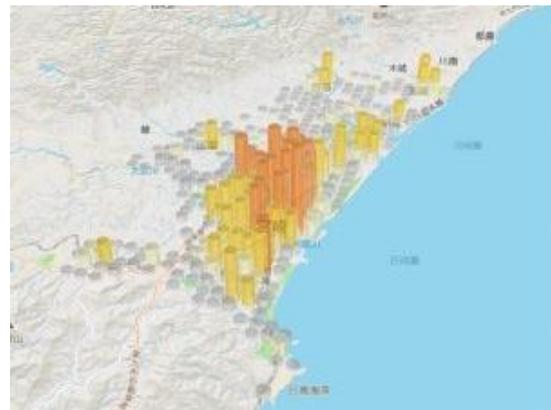


図 2.10B 宮崎 2020 年

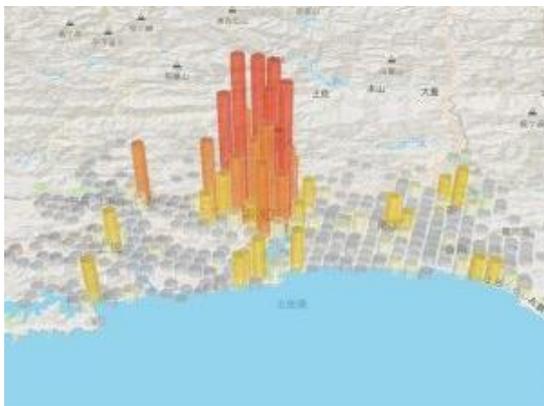


図 2.11A 高知 1970 年



図 2.11B 高知 2020 年



図 2.12A 和歌山 1970 年



図 2.12B 和歌山 2020 年

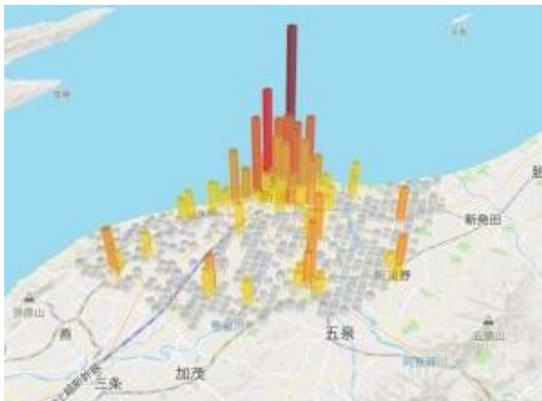


図 2.13A 新潟 1970 年

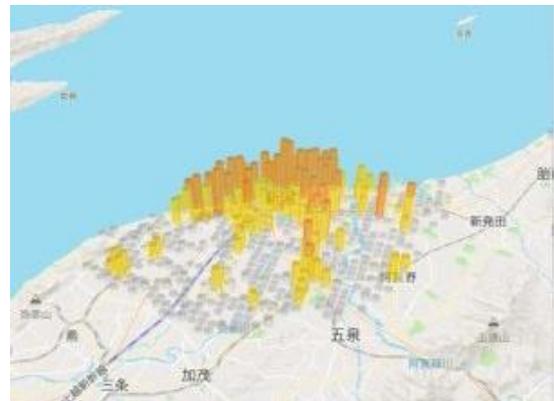


図 2.13B 新潟 2020 年

図 2.14 に示す久慈（岩手県）は、人口は 12,000 人から 13,000 人とほぼ横ばいの小都市です。このように、元々人口密度が低い小都市であっても、都市内部の人口分布は明らかに平坦化しています。1970 年時の小都市には、2020 年には都市の条件を満たさなくなったものも多くあります。財政破綻した夕張（北海道） [[1970 年](#), [2020 年](#)]をはじめ、東北では鹿角（秋田県） [[1970 年](#), [2020 年](#)]、北陸では輪島（石川県） [[1970 年](#), [2020 年](#)]、東海では郡上（岐阜県） [[1970 年](#), [2020 年](#)]などがあります。



図 2.14A 久慈 1970 年



図 2.14B 久慈 2020 年

最後に、大都市周辺の小都市が大都市に吸い込まれる形で消滅していく例として、筆者が育った大垣（岐阜県）の場合を見てみましょう。図 2.15A が示すように、1970 年には、大垣は独立した都市として検出されます。図 2.15A 中央の濃い赤い柱が立っている位置は JR 大垣駅付近の都心で、当時人口密度は 12,000 人ありました。ところが 2020 年になると、大垣は平坦化しながら面積を拡大する名古屋に飲み込まれます。大垣の都心の人口密度は 7,000 人を割り、人口密度が 5,000 人を超える都心地域は、1970 年時の 8 平方キロメートルから 3 平方キロメートルへと、範囲が半分未満に縮小し（図 2.15B）、消滅寸前であることが分かります。

この都心の縮小は、隣の岐阜ではより顕著に起こっています。図 2.15A の右上端に見える人口集積は JR 岐阜駅付近です。1970 年時点で、既に岐阜は都市としての名古屋に含まれていますが、都心の人口密度は 20,000 人を超えており、当時の大垣よりも顕著な人口集積がありました。しかし、2020 年には、大垣と同様に都心はほぼ消滅しています（図 2.15B）。大垣や岐阜は「国レベルの集中」が起こるなかで人口が流出して集積を維持できず、都市としての条件を満たさなくなった地方地域の典型です。同様な変化は、東京など他の大都市周辺でも起こっています。

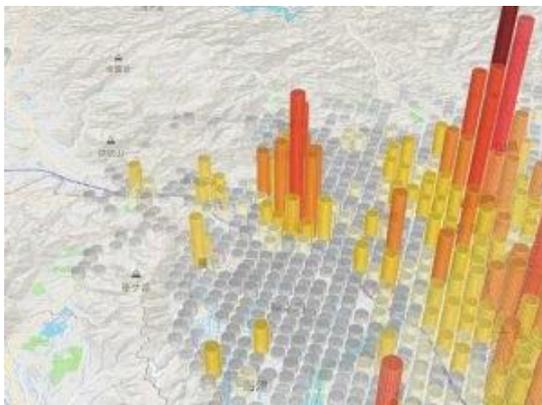


図 2.15A 大垣 1970 年

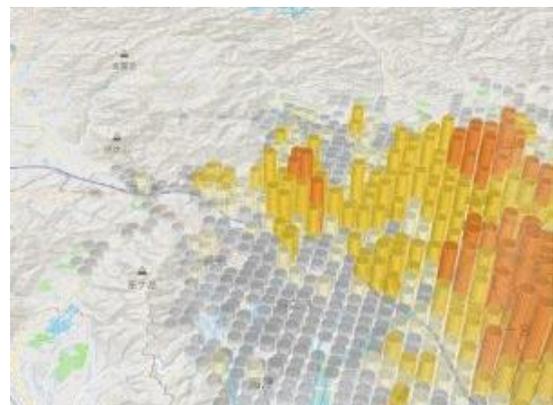


図 2.15B 大垣 2020 年

2.5 都市ができるしくみの理解に向けて

本章では、輸送・通信費用が下がると、国レベルではより少数の互いに離れた大都市に集中が進み、生き残った都市の内部では人口分布が平坦化して分散が起こるメカニズムについて説明しました。しかし、まだ重要な問いが残っています。日本では8割もの人口が総面積のたった6%の土地に集まって都市を作っています。なぜ、このような極端な集積が起こるのでしょうか。なぜ、東京のような人口3,000万人を超える大都市と同時に、岩手県の久慈(図2.14)のように人口が2万人に満たない小都市があり、その間にも様々な規模の都市が存在するのでしょうか。また、東京や大阪のような大都市はたいてい互いに遠く離れて形成されていて、規模が小さい都市は逆に、密に多数存在します。しかも、都市人口分布は、全国でも地方でも、概ね同じべき乗則に従うのですから、とても不思議です。都市盛衰の予測をする前に、次章ではもう少し理論の話をしていきます。地図上に、様々な規模の都市が形成されていくしくみについて説明します。

3. 都市ができるしくみ

3.1 はじめに

第2章では、輸送・通信費用が変化したときに、それに対して都市がどのように反応するのか、過去50年間（1970-2020年）に日本の都市が経験した事実を示し、それを理論に基づいて説明しました。

第3章では、そもそもなぜ人が集まって暮らす都市ができるのか、なぜ様々な人口規模の都市ができるのか、どのように都市の配置が決まるのかを、データと理論を使って説明します。²⁷ 第4章では、国全体と国内の地域が、都市人口分布のべき乗則を伴う相似構造を持つしくみを説明します。

3.2 人と店や企業が集まって街ができるしくみ

都会には様々な料理を提供するレストランが、互いに競争相手であるにも関わらず集まっています。なぜ、そのような集積が生まれるのか、考えてみましょう。²⁸ このような集積は、「消費者の多様性嗜好」、「輸送費用」、「店舗レベルでの規模の経済」という3つの要素の下で、図3.1に示す循環から生まれます。第1の要素「消費者の多様性嗜好」とは、消費者が多様性を好むことです。これは、毎月外食に同じ金額を使うとしても、レストランの選択肢が多いほど、消費者は嬉しいという性質です。第2の要素「輸送費用（あるいは交通費用）」の存在も必要です。移動に全く時間も金銭費用もかからなければ、そもそも集まる理由がないからです。第3の要素「店舗レベルでの規模の経済」とは、販売量（規模）が大きいほどコストが良いという意味です。例えば、店舗には最小限の規模があります。このとき、たくさん売るほど店舗当たりの売上は増え、売上1円当たりの費用は減ります。

²⁷ 本章の説明は、1933年に書籍化された、地理学者 Walter Christaller による「中心地理論」のアイデアを、[Fujita, Krugman & Mori \(1999\)](#), [Tabuchi & Thisse \(2011\)](#), [Hsu \(2012\)](#)などが現代経済学の枠組の中で再構築した、現代版の中心地理論の最新の研究成果、[Mori, Smith & Hsu \(2020\)](#)と [Mori, Akamatsu, Takayama & Osawa \(2023\)](#)に基づきます。

²⁸ 集積のしくみの説明は、消費者向けのモノやサービスを供給する3次産業（小売・サービス産業）を例にすると直感的に分かり易いですので、例では3次産業を多用します。ややしくみは複雑になりますが、同様のしくみは、2次産業（製造業）にもおおよそ当てはまります。

では図 3.1 を使って、レストランと消費者である住民が集まって街ができるしくみを考えてみましょう。ある街に出店するレストランの種類が増えた（バラエティが増えた）とします（図 3.1A）。「種類が増える」あるいは「バラエティが増える」とは、例えば、同じハンバーガー・チェーンの店舗が複数できるのではなく、「中華」と「イタリアン」など、互いに差別化された料理を提供するレストランが増えることを意味します。すると、住民（消費者）の選択肢が増え、同じ支出額の下でも満足度が上がります（実質的な所得が上昇すると言います）（図 3.1B）。満足度が上がった街には、新たに住民が集まってくるでしょう（図 3.1C）。彼らがわざわざ引っ越してくるのは、レストランを訪れるための交通費用を節約しようとするからです。ドラえものの「どこでもドア」があって、瞬時に離れた地点間を移動できるなら、そもそも誰も引っ越すする必要はありません。新たな住民も多様性を好むので、彼らはどのレストランも満遍なく利用します。²⁹その結果、個々のレストランの売上は一様に増えます（図 3.1D）。街により多くの消費者が集まれば、個々のレストランの売上は増え、利潤も増えます。その利潤が十分に大きく、新たに需要を分け合う店舗がひとつ増えたとしてもなお、個々のレストランの売上が営業費用を上回るとき、この街に新しい出店が起こる余地が生まれます。こうして、この街のレストランのバラエティが増えます（図 3.1A）。この新店の開業にあたり、3 つ目の要素である「規模の経済」が必要条件になります。もし、店舗をいくらかでも小さくできるなら、消費者の分布に合わせて極小の店舗を全国万遍なく展開し、集積することなく、各消費者の目の前で営業することが、立地として最適です。しかし、実際には、レストランの営業にはある程度の規模の店舗が必要なため、どこか一つの場所に立地を決めなければなりません。多数の店舗が同じ場所を選ぶとき、集積が生まれます。こうして、 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$ とループが完結したら、あとは雪だるま式にレストランと人口の集積が進みます。

²⁹ 個々の消費者が多様性を好むのではなく、好みの異なる消費者が多数いると考えることもできます。大勢の消費者が集まれば、様々な好みの消費者が含まれますので、街レベルでレストラン需要を合計すると、個々の消費者が多様性を好む場合と似た結果になります。

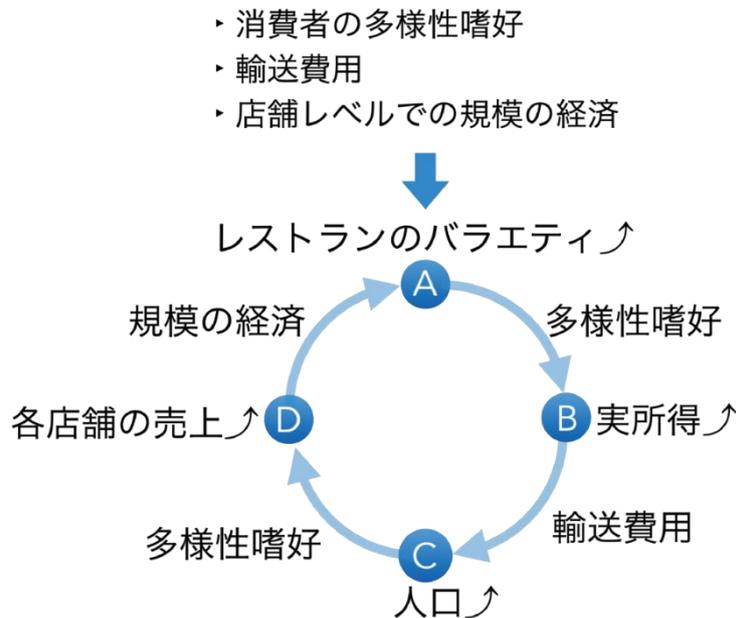


図 3.1 集積形成のしくみ

実際には、街ではレストランだけでなく、様々なモノやサービスが供給され消費されています。異なる業種が集まって街は都市になり、集まる業種によって都市の人口規模に差が生じます。次節では、街から都市ができ、都市間で人口や産業構造に違いが生まれるしくみを説明します。

3.3 産業が集まる街が束になって都市ができるしくみ

レストランの集積はどこまで進むのでしょうか。それは、レストラン間の料理・サービスの差別化の程度や、輸送費用の程度によります。様々なモノ・サービスに対する金銭的・時間的な輸送費用が同じ場合でも、消費者は、モノ・サービスの種類によって、輸送費用を割高に感じたり、逆に割安に感じたりします。レストランの場合は、消費者が自ら店舗に向いて食事をします。このとき、実際に消費者が支払うのは、食事代にレストランまでの交通費を加えた額です（正確には時間費用も含まれます）。価格の変化に対して需要が変化する比率のことを、「需要の価格弾力性」といいます。消費するモノやサービスによって、需要の価格弾力性は異なります。例えば、ランチに利用するレストランを決める場面を想像してみてください。30分歩いたらお気に入りのレストランがあるとしても、日常的なランチなら、つい近場の店舗を選んでしまうのではないのでしょうか。しかし、それが洋服の買い物となると、1時間かけて電車に乗り、少し遠くの街のブティック（衣料品店）まで足を伸ばす気になること

もあるでしょう。さらに、大好きな演劇を観るためなら、新幹線を使って2時間以上かけて劇場に通う人もいるでしょう。このように、「消費にかかる時間」の違いは、モノ・サービスの価格に対する需要の弾力性の違いによって生じます。レストランの需要は価格が少し上がっただけで（あるいは少し距離が離れるだけで）、簡単に下がります。逆に、特定の劇団の舞台のように代わりが簡単に見つからないサービスの場合は、少々価格が上がっても需要はあまり変化しません。ブティックはその中間です。また、需要の価格弾力性が小さい（つまり、価格の変化に対して需要の変化が小さい）業種ほど、その業種が供給するモノ・サービスの差別化の程度が高いと考えられます。

話を単純化して、消費者は、食事ならせいぜい15分まで、洋服を買いに行くなら1時間、演劇を観に行くなら2時間移動することを厭わないとしましょう。すると、レストランなら、半径15分圏内に立地がなく、かつ、その範囲に十分な消費者がいれば、そのレストラン空白地帯に新しいレストランが出店する動機が生まれます。それがブティックなら半径1時間となり、劇場なら2時間になります。別の言い方をすれば、レストラン街は30分間隔にひとつ（図3.2C）、ファッションビルなら2時間間隔にひとつ（図3.2B）、劇場街なら4時間間隔にひとつ（図3.2A）の頻度で形成されます。

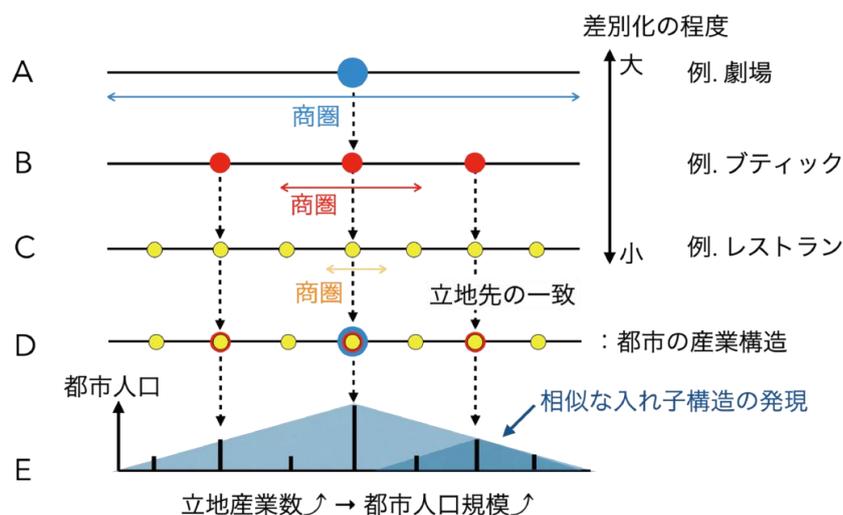


図 3.2 産業立地のコーディネーションと都市形成

では、異なる業種はそれぞれ別の街に立地するのでしょうか。多くの場合はそうではありません。なぜなら、演劇・ブティック・レストランの客は共通だからです。それぞれの業種の集積は人口集積を伴いますから、需要も集積します。ブティックを開く、あるいはファッションビルを建てるならば、レストランが集まる街を選ぶでしょう。同様に、劇場を建てるなら、ブティックやレストランなど様々な業種が集まる街を選ぶでしょう。つまり、共通の消費者を介して異なる業種が同じ街に集積します。業種間で集積間隔が異なるので、図3.2Dに示す

ように、異なる業種の立地に階層的な構造が生まれます。劇場がある街にはブティックもあり、ブティックがある街にはレストランもあります。逆に、レストランがあってもブティックも劇場もない街があり、ブティックがあっても劇場がない街があります。より多くの業種が集まる都市には消費者も多く集積し、大都市になります。東京は、多数の業種の集積が束になって都市ができるイメージをつかみやすい例です。秋葉原は電気屋街のほか、様々なサブカルチャーの集積地です。神保町には古書店が集まり、その隣の御茶ノ水には楽器店が集積しています。それらが束となって東京という大都市を形成しています。

このように、代わりが見つかりやすいモノ・サービスは、大小を含むより多数の都市で供給されます（図 3.2D の黄色の業種）。一方で、代わりが見つかりにくいモノ・サービスは、より少数の大都市でのみ供給されます（図 3.2D の赤・青色の業種）。都市の視点では、小都市に立地する産業は大都市にも立地するという、大小都市間で産業構造の包含関係が成り立ちます。結果として、人口が大きい都市ほど数が少なく、互いに離れて形成され、図 3.2E に示すように、ひとつの大都市とそれを取り囲む小都市群がまとまって、異なる種類のモノ・サービスの商圏が重なる経済圏ができます。一つの経済圏の内部では、個々の小都市がそれを取り囲むさらに小さい都市群とともに小規模な経済圏を作り、地域経済圏の相似的な構造が生まれます。逆から見れば、個々の地域経済圏は、周辺小都市群の上に大都市が立つという「一極構造」を持ち、その大都市は、さらに大きな都市を中心とした経済圏の一部となっています。つまり、地域経済は、「大都市と周辺小都市群」の「一極構造」が入れ子を成しています。

3.4 実際の都市の人口・配置と産業構造

実際の産業立地がどのくらい理論に整合しているのか、NTT タウンページの事業所立地データを使って確認してみましょう。³⁰ このデータは、2020 年 10 月 1 日時点で NTT タウンページに掲載されている全事業所（官公庁を除く）のうち、分析対象地域³¹に含まれる 1,858 業種の事業所立地を含んでいます。2020 年時点で存在する個々の都市について、都市内に少なくとも 1 つ事業所が立地する業種を、その都市の「立地産業」、その都市に立地するすべての業種の集合を、その都市の「産業構造」と呼びましょう。

³⁰ NTT タウンページデータベース（NTT タウンページ株式会社）から提供された、NTT 東日本・NTT 西日本が発行する職業別電話帳（タウンページ）に掲載される事業所の緯度経度情報を利用しています。

³¹ 分析対象地域は、前話と同様に、本州・九州・四国・北海道と、それらと道路で接続した地域です。

大小都市間の産業構造の包含関係

前節の理論の下では（図 3.2D 参照）、大小都市間に図 3.3A に示すような産業構造の包含関係ができます。しかし、現実には全く理論通りというわけではないので、³²全ての大小都市ペアについて産業構造の包含関係が完全な形で成り立つことはありません。理論が現実をよく捉えている場合でも、多くの場合は図 3.3B のように、包含関係がおおよそ成り立っている状態です。ですから、理論を実証するときには、（本章の場合に限らず）少しおおらかに、理論と現実の整合性を定義する必要があります。

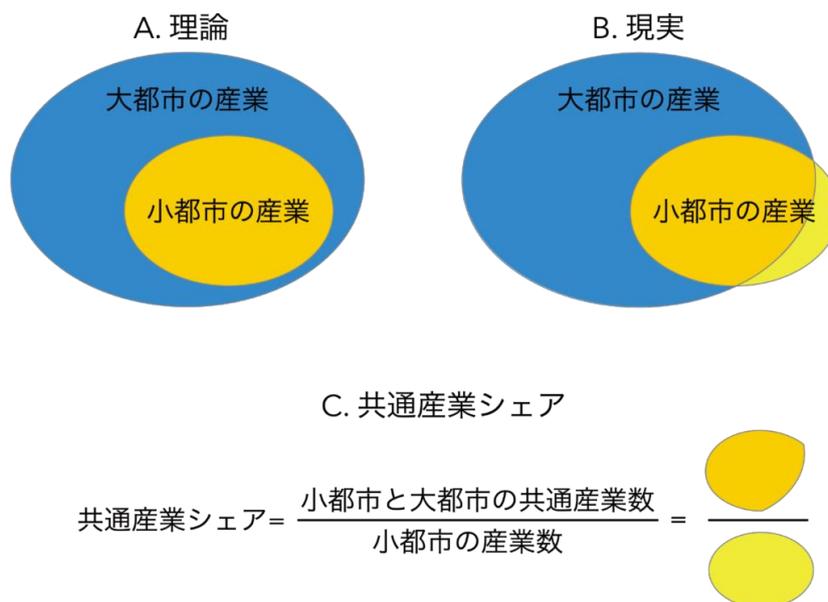


図 3.3 大小都市間の産業構造の包含関係の数量評価

そこで、図 3.3C に示すように、小都市の立地産業が大都市の立地産業に含まれる割合、「共通産業シェア」を計算してみます。共通産業シェアは 0 と 1 の間の値をとり、値が 1 に近いほど理論により整合し、値が 1 のときに理論と完全に整合します。例えば、人口規模が第 1 位の東京について、第 2 位の大阪以下 430 都市のそれぞれとの間で共通産業シェアを計算すると、その 430 個の共通産業シェアの平均値は 99.8% となります。つまり、他の都市にあっ

³² 歴史的な経緯で、特定の産業がある小都市に集中して立地している場合があります。例えば、鯖江（福井県）は、販売額ベースで、日本のメガネフレームの 9 割以上のシェアを持つと言われています。また、データに一貫性が欠けている場合もあります。例えば、同じイタリア料理のフランチャイズに属する異なる店舗が、NTT タウンページに「イタリア料理店」で登録する場合と「ファミリーレストラン」や「ピザハウス」で登録する場合には、これらは異なる業種として認識されるため、各業種の立地パターンに影響を与えます。

て東京にない業種は、平均で 1000 のうち 2 つだけということです。第 8 位（人口 131 万人）の仙台では 97.2%、第 39 位（人口 28 万人）の高知では 92.6%、第 409 位（人口 13,000 人）の久慈では 65.7%と、人口が小さい都市ほど、理論との整合性は低くなります。小都市ほど、自身と自身より小さい都市との間の人口差が小さくなり、産業数が似てきますので、これは自然な結果です。

図 3.4 は、2020 年時点で存在する 431 都市のうち、人口 1 万人以上（全都市）、人口 5 万人以上、人口 10 万人以上の各都市について、各都市ペアについて計算した共通産業シェアの分布を描いています。³³ 破線の位置が、それぞれの都市グループについての分布の平均値です。人口 1 万人以上の都市の場合（青のグラフ）、共通産業シェアは平均 68.3%で、理論との整合性はやや低いですが、人口 5 万人以上の都市では平均 84.5%（オレンジのグラフ）、人口 10 万人以上の都市では平均 90.2%（緑のグラフ）と、大小都市間の産業構造の包含関係が鮮明に表れ、実際の都市の産業構造は前節の理論とよく整合しています。³⁴

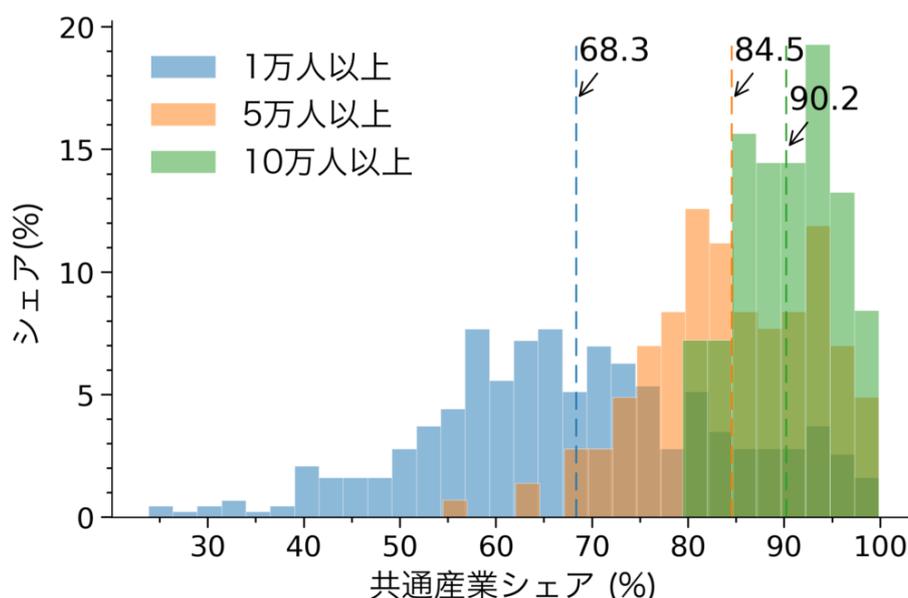


図 3.4 データで見る大小都市間の産業構造の包含関係

³³ 正確には、個々の都市について、その都市より人口が小さいすべての都市との間の共通産業シェアを計算し、その平均値を求めています。図 3.4 は、この共通産業シェアの平均値の分布です。

³⁴ 政府統計の「事業所・企業統計調査」や「経済センサス」を使った分析は、[Mori, Nishikimi & Smith \(2008\)](#), [Mori & Smith \(2011\)](#)で行っています。また、アメリカのデータを用いた分析は、[Mori, Akamatsu, Takayama & Osawa \(2023\)](#)にて行っています。いずれの場合も、NTT タウンページデータを使った場合と同様の結果になります。

都市の人口・配置・産業構造の関係

次に、都市の人口と地図上での配置、そして産業構造の関係を見てみましょう。図 3.5 A, B, C の地図上の黄色の丸印はそれぞれ、2020 年時の人口 10 万人以上の 83 都市、人口 50 万人以上の 21 都市、人口 100 万人以上の 11 都市の位置を示しています。各都市を含む色分けした領域（セルと呼びます）は、地図上の各 1km メッシュを最も距離が近い都市に割り当てて色分けしたもので、近似的に個々の都市の後背地を示しています。³⁵ セルの面積が都市間距離の目安になります。大きい都市ほど数は少なく、互いに離れて形成されていて、³⁶ 都市の人口・数・配置の関係は、おおよそ理論に従っていると考えられます。

都市の人口規模による産業構造の違いはどのようなもののでしょうか。人口 10 万人以上の都市に立地する業種は 348 あります（人口 50 万人以上の都市にしか立地していない業種を除く³⁷）。それらには、例えば、外食では「お好み焼き店」「すし店」「ラーメン店」、小売では「ホームセンター」「めがね店」、医療系では「内科」「外科」「小児科」といった、日常的に消費・利用するモノ・サービスを供給する業種が多く含まれます。

人口 50 万以上の都市にしか立地していない業種は 428 あり、外食では「ふぐ料理」「懐石料理」「韓国料理」、小売では「外車販売」「和楽器」「茶道具」、医療系では「アレルギー科」「呼吸器内科」「心療内科」「脳神経外科」など、より専門的な業種が含まれます。サービス業では、「映画館」「ライブハウス」など、十分な集客が必要な、規模の経済が大きい業種が登場します。さらに、「金属切削加工機械」「自動車部品製造」など機械製造業や、「システムインテグレーター」「事務代行サービス」「人材紹介所」などのビジネスサービス業が含まれることも特徴です。

人口 100 万人以上の都市に固有な業種には、「自動車製造」「化学工業用機械」など大型機器

³⁵ 図 3.5A では、各セルには人口 10 万人以上の都市が一つ含まれていて、セルの範囲は、セル内部のどの地点にとっても、その都市が人口 10 万人以上のすべて都市の中で最も近い都市となるように決めています。このような地域分割のことを、（都市に関する）ボロノイ分割と呼びます。

³⁶ 都市の分布は、東京以西に比較的偏っていますが、それは、東西日本が自然条件や歴史的な経緯において異質だからです。具体的には、まず気候の違いがあります。西日本は、「西」にあるだけでなく、日本の南部でもあります。そのため、気候が温暖で、比較的標高が高い地域でも多く人が居住しています。しかし、東北や北海道はそうではありません。また、歴史的にも、日本の文明は長く西日本中心に発展してきて、街道を始めとする道路網などの交通インフラも、歴史の早い時点で広く存在しています。現代の交通網の構造は、歴史的な街道網の構造を反映しています。このような背景が、現代でも経済の中心が西よりにあることの理由の一部だと考えられます。

³⁷ 人口 10 万人規模の都市と人口 50 万人規模の都市の産業構造を比べるとき、「人口 50 万人以上の都市にのみ立地する業種」は、正確には、人口 50 万人以上の都市のうち 95%以上に立地し、人口 10 万人以上の都市のうち 95%未満にしか立地しない業種を指します。データにノイズがある場合には、このようにある程度曖昧さを許容した場合分けをすることで、かえって本質的な違いを明確にできることがあります。

の製造業、「専門図書出版」「テレビ番組企画・制作」などメディア関係、「機械貿易」「食品貿易」など貿易関係の業種が含まれます。このように、大都市には、小都市に立地している産業に加えて、より特殊な業種が立地していることが分かります。この事実も、第3節の理論に整合します。

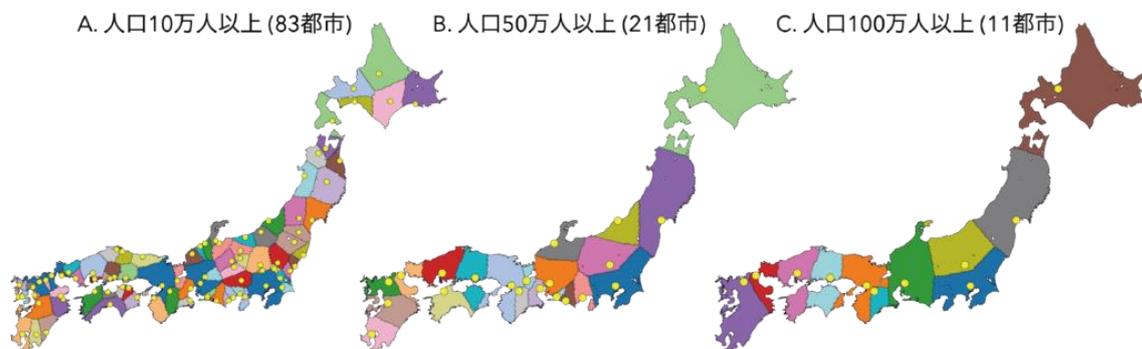


図 3.5 都市の人口規模と地図上の配置

3.5 産業立地と都市人口の間に生ずる秩序

産業立地と都市の人口規模の関係について、より直接的に見てみましょう。図 3.6 は、第4節で使った NTT タウンページに掲載されている 1,858 業種について、それぞれの立地都市数（横軸）と立地都市の平均人口（縦軸）の関係を示しています。縦横軸とも対数軸ですので、どちらも同じ比率が同じ長さで表しています。描かれた青い点のひとつひとつは、ひとつの業種に対応しています。破線は、横軸の各立地都市数に対して、その数の都市の平均人口がとり得る値の上限と下限を示しています。³⁸

注目してほしい点が 2 つあります。1 つは、ほとんどの業種について、立地都市の平均人口がほぼ上限値である点です。図に示している赤い帯は、平均都市人口の下限から上限までの幅の上位 5% の領域です。³⁹ 全 1,858 業種の 94% が、この範囲に含まれています。立地都市数が 5 以上の業種なら 97%、10 以上の業種なら 98%、20 以上なら 99% です。つまり、ほとんどの業種について、おおよそ、最大都市から順に立地しているということです。例えば、その業種の立地都市数が 3 なら、それら 3 個の都市は人口について上位 3 都市、東京・大阪・

³⁸ 2020 年時の全 431 個の都市のうち、例えば、3 個の都市の平均人口の上限値は、人口について上位 3 位まで、つまり、東京・大阪・名古屋の平均人口約 1,880 万人です。同様に、下限値は下位 3 位まで、つまり、杵築（大分県）・大淀（奈良県）・大洲（愛媛県）の平均人口 10,096 人です。

³⁹ 赤い帯の範囲は、正確には「 $0.95 \times (\text{上限} - \text{下限}) + \text{下限}$ 」から上限値までの幅です。

名古屋だということです。この結果は、第3章の理論とよく整合しています。都市数が小さい業種の中には、平均都市人口が上限値から大きく離れるものがありますが、それらは、「養蚕」「博多織」「練炭」など、自然条件や歴史的経緯による特産品であることが特徴で、数は少なく、例外と言えるでしょう。

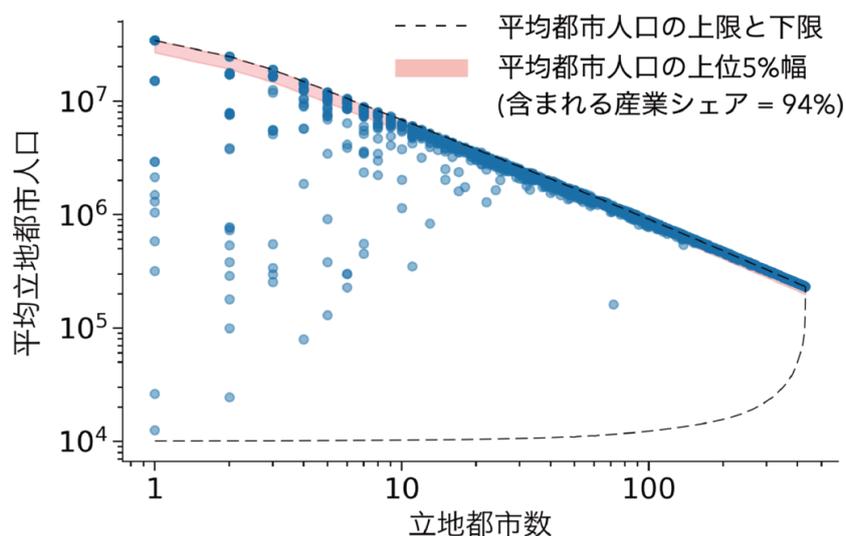


図 3.6 産業の立地都市の数と平均人口

もう1つの点は、都市の平均人口の上限値がおおよそべき乗則に従っていることです。実は、大小都市間に産業構造の包含関係があり、かつ、産業が立地する都市の平均人口がべき乗則に従うとき、⁴⁰都市人口分布もべき乗則に従うことが理論的に分かっています。⁴¹ まさに、個々の産業が集積して街ができ、複数の産業が集積する街が束になって都市ができ、集積する産業の数の違いから都市の人口規模に差が生じ、結果として、べき乗則に従う都市人口分布が形づくられていく様子が、この図に表れているように見えませんか。⁴² つまり、図 3.6 は、図 3.3 で説明した産業間の違いが、都市の人口の違いを決めている可能性を示唆しています。

次に、図 3.6 が示すような秩序は、「都市」という地域単位で産業や人口の立地を捉えて初めて現れる秩序であることを示します。図 3.7 と図 3.8 はそれぞれ、地域単位を都市から都道

⁴⁰ 大小都市間で産業構造の包含関係が成り立つとき、産業の立地都市の平均人口の分布は、立地都市の平均人口の上限値の分布でもあります。

⁴¹ [Mori, Nishikimi & Smith \(2008, p. 192, 196\)](#) の定理 1 および補題 1 で証明しています。

⁴² 同様の結果は、政府統計の経済センサスなどで使われる、[日本標準産業分類](#)でも得られます ([Mori, Nishikimi & Smith, 2008](#); [Mori & Smith, 2011](#), [Mori, Akamatsu, Takayama & Osawa, 2023](#))。また、アメリカの場合なら[北米標準産業分類](#)の下で得られています ([Hsu, 2012](#); [Mori, Akamatsu, Takayama & Osawa, 2023](#))。Schiff (2015) は、アメリカのレストランに限って同様の結果を得ています。

府県と市区町村に変えて、図 3.6 と同様なグラフを描いたものです。⁴³ 「都市」を通して見えた産業立地の秩序は、都道府県や市区町村という地域単位では全く見えません。つまり、地域単位を都市とした場合には、産業の立地都市がおおよそ人口規模の上位都市であった（多くの業種が赤の帯に含まれた）のに対して、地域を行政区とした場合には、そのような明確な関係はありません。

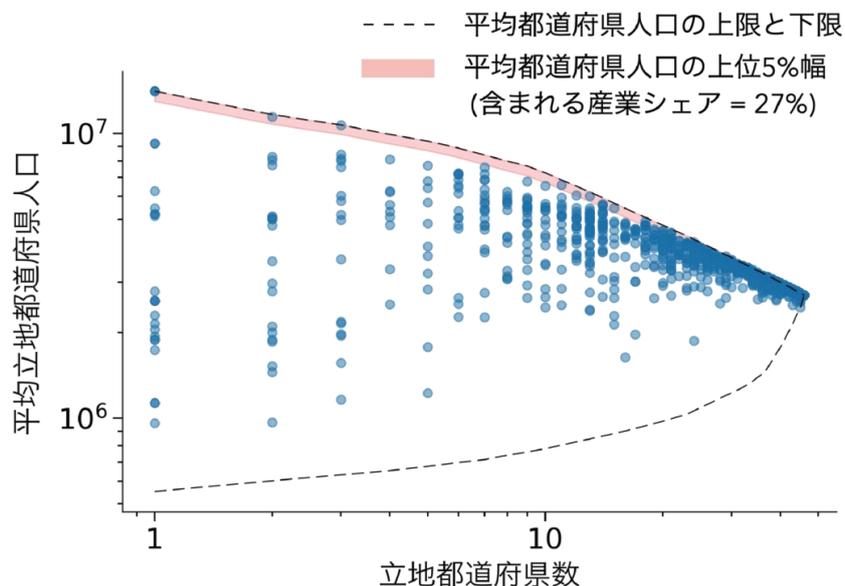


図 3.7 産業の立地都道府県の数と平均人口

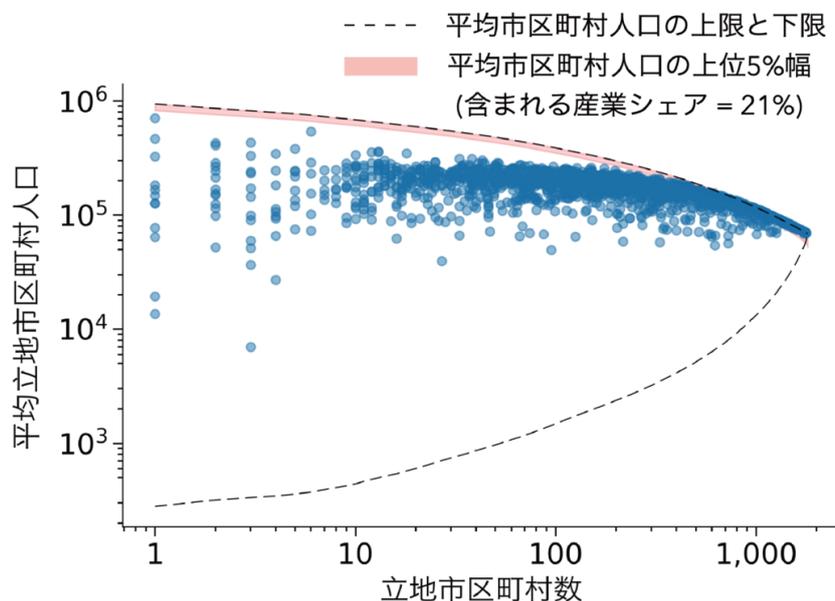


図 3.8 産業の立地市区町村の数と平均人口

⁴³ 分析対象地域には、沖縄を除く 46 都道府県と 2020 年 10 月 1 日時点の 1,863 市区町村が含まれます。

最後に、産業以外の経済活動として、研究開発活動の立地を見てみましょう。2000年から2019年の10年間に日本で出願された特許のうち、2020年時点の都市で出願された約400万件の特許データを使います。産業立地と同様に、特許は技術的な特性を元に分類されています。ここでは、[国際特許分類](#)で定義される「サブクラス」と呼ばれる分類で、出願された特許の種類を区別します。都市に立地する個人あるいは事業所から出願された特許が属するサブクラスは、634あります。図3.9は、図3.6の「産業」を「特許分類（サブクラス）」に、「事業所」の立地都市を「特許出願者」の立地都市と読み替えて描いたグラフです。99%以上の特許分類について、それらの出願者の立地は、図の赤の帯の内部に含まれています。図3.6の産業集積の場合を凌ぐ、とても明確な秩序がここにあります。これだけ明確な秩序が生まれるのは、特許分類数がNTTタウンページの業種数の約3分の1と少ないことも理由のひとつですが、⁴⁴ 第3章で説明した理論は、産業だけではなく、より一般的な経済活動の集積に当てはまることが分かります。

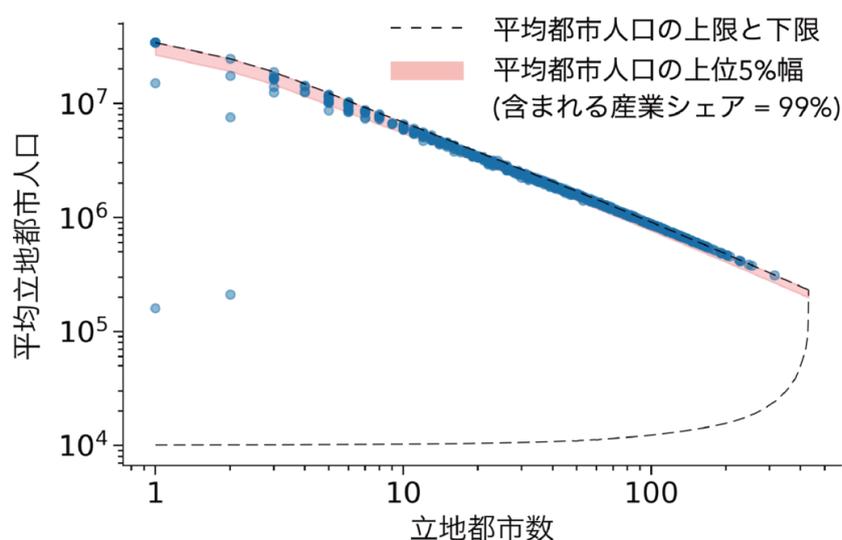


図 3.9 研究開発分野の立地都市の数と平均人口

経済現象でこれだけ明確な秩序が現れるのは極めてめずらしいことです。この事実は純粋に科学的に興味をそそりますが、それだけでなく政策的にも利用価値があります。なぜならこの事実は、産業であれ研究開発であれ、どのような種類の経済活動がどの都市に立地し得るのか、あるいは、個々の都市で維持できる経済活動はどのようなものなのかについて、都

⁴⁴ 特許分類のサブクラスより細かい分類にサブグループがあります。都市に立地するものに限ると、同じ2000年から2019年の間に49,113分類あり、サブクラスの77倍の分類数です。その場合でもその86%が平均都市人口のとり得る値の範囲の上位5%(図3.9の赤帯部分)に含まれます。従って、立地都市の数と平均人口の間には、同様の秩序が存在すると言えます。

市の人口規模によって、かなりの部分が決定されていることを示唆しているからです。つまり、都市の人口さえ分かれば、個々の都市がどのような産業や研究開発投資で成功し得るのか、およそ特定できるということです。大小都市間の産業構造がおおよそ包含関係にあるということは、個々の産業にとって、ちょうどそれ以上の人口の都市ならば立地できるという、都市の人口規模について、しきい値⁴⁵があることを意味します（図 3.10）。

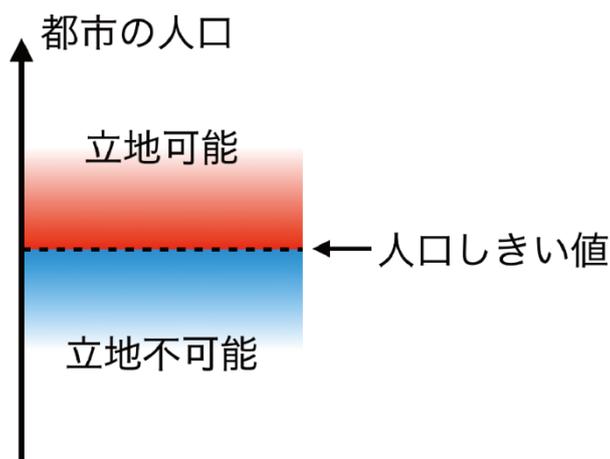


図 3.10 産業の立地可能都市の人口しきい値

⁴⁵ 「しきい値」とは、ある性質が満たされるか満たされないかを分ける境界の値を意味します。

4. 都市に秩序が生まれるしくみ

4.1 はじめに

第3章では、都市という地域単位に注目することで、都道府県や市区町村などの行政区単位では見えなかった地域経済の構造を浮き彫りにしました。特に、大都市と小都市の間に産業構造に明確な包含関係があり、都市の人口規模が分かれば、その都市の産業構造もおおよそ特定できることを示しました。第4章では、第3章の理論の示唆通り、日本の地域経済が、国以下の各地域レベルでひとつの大都市を中心とした相似な「一極構造」を持ちながら、大小地域間で入れ子を成していることを示します。さらに、「大都市とその周辺の小都市群」から成るひとつひとつの地域では、都市人口分布がおおよそ同じべき乗則に従うことも示します。本章の最後に、これらの秩序の発現を第3章の理論を使って再現します。⁴⁶

4.2 都市人口分布のべき乗則を伴うフラクタル構造

大都市とそれを取り囲む小都市群がひとつの経済圏を作るのは、「大都市」が東京の場合だけでなく、大阪を中心とした西日本の都市群、福岡を中心とした九州周辺の都市群でも同様です。日本のように、国が突出したひとつの最大都市を中心とした一極構造を持っている場合、都市人口分布のべき乗則や産業立地と都市人口の関係など、国レベルで成り立つ秩序は、国内の「まとまった」地域レベルでも、およそ相似形で成り立つことが分かっています。⁴⁷

⁴⁶ 本章の説明は、[Mori, Smith & Hsu \(2020\)](#) と [Mori, Akamatsu, Takayama & Osawa \(2023\)](#) による研究に基づきます。

⁴⁷ すべての国が、国レベルで一極構造としてまとまっているとは限りません。例えば、アメリカは一極構造よりも二極構造として捉える方が自然でしょう。2020年時点で、最大都市ニューヨークは約1,500万人、第2位のロサンゼルスは約1,400万人と、いずれも大阪とほぼ同じ人口規模で、アメリカには日本の東京のように突出した大都市はありません。しかし、ニューヨークとロサンゼルスを中心としたそれぞれの一極構造が、日本と同じく入れ子の相似的な地域構造を持っています。他に、インドでは、最大都市ニューデリーが人口約2,650万人、第2位のコルカタが約2,600万人、第3位のムンバイが約2,470万人で、上位3都市がほぼ同規模です。インドの場合も、同じく、それぞれの大都市を中心とする一極構造が、入れ子の相似的な地域構造を持っています。アメリカやインドのように、人口も面積も大きな国は、このように多極構造を持つことが多いです。なお、アメリカやインドの都市は、アメリカ Oak Ridge National Laboratory による [LandScan Global 2020](#) を用いて検出しています。LandScan は、世界の約1kmメッシュレベルの人口分布データを提供しています。

このように、全体と部分が相似な構造を「フラクタル構造」といいます。

日本のように細長い国土を持つ国の場合、東西や南北方向に 2 分割・3 分割するなどして「地方」が定義されることが一般的です（例えば、東日本と西日本、東日本・中部日本・西日本など）。全国を東西に 2 分割したひとつ分、あるいは、3 分割したひとつ分の地域の内部は、他の地域よりも距離が近いので、経済的にも文化的にも近接した「まとまった」地域として認識され易いからでしょう。どのような分割が最適なのかはさておき、単純な方法で日本を繰り返し 2 分割して、どんどん小さい地域を作ってみましょう。ただし、個々の地域は、理論上の地域と同様に「大都市とその周辺の小都市群」となるように作ります。

まず、全国の都市を、2 大都市（東京と大阪）のうち、近い方に割り当てます。すると、図 4.1A に示すように、全国が、東京と大阪のそれぞれを中心とした赤と青の領域に分割されます。次に、いま得られた図 4.1A の赤の領域内にある都市を、この領域内の 2 大都市である東京と札幌のうち、近い方に割り当てます。同様に、青の領域内にある都市を、この領域内の 2 大都市である大阪と名古屋のうち、近い方に割り当てます。すると、図 4.1B に示すように、全国を大阪・名古屋・東京・札幌を中心に 4 分割した地域が得られます。同じ要領で、入れ子状に地域を繰り返し 2 分割していき、階層的な地域構造を作ります。地域階層の第 1 層目は全国で、すべての都市を含み、中心都市は東京です。第 2 層目は、東京と大阪を中心とする 2 地域、第 3 層目は、大阪・名古屋・東京・札幌を中心とする 4 地域、第 4 層目以降も同様に、階層を 1 層下るごとに地域数が倍になります。

このように「大都市+周辺小都市群」から成る入れ子状の地域では、同じ都市が繰り返し中心都市として、異なる階層に登場します（図 4.2 参照）。例えば、東京はすべての階層で中心都市で、大阪は第 2 層目以下すべての階層で中心都市です。そこで、ある都市を中心都市とする最大の地域を、その都市の「経済圏」として捉えると、図 4.2 のように、実際の経済の階層的な地域構造を近似できます。具体的には、東京圏として全国、大阪圏として西日本、名古屋圏として中部地方、札幌圏として北海道から東北の北部を含む地域ができます。

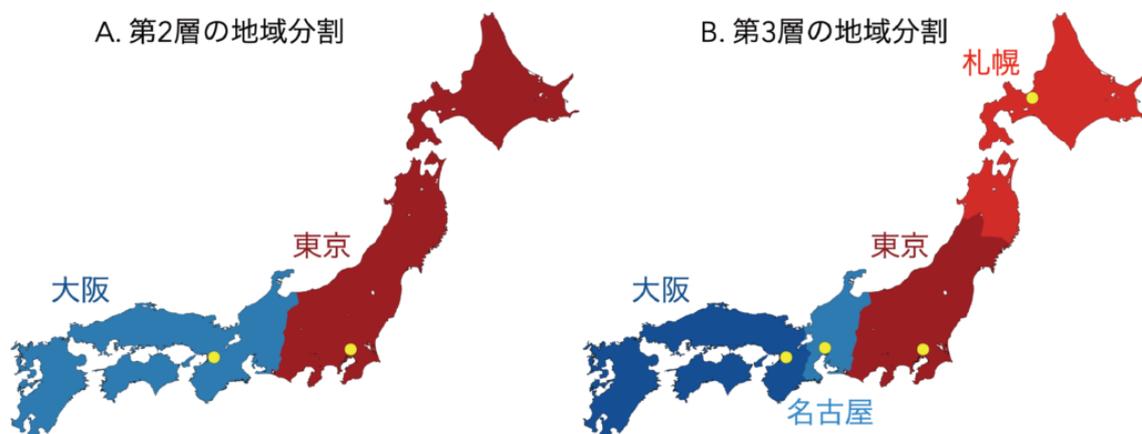


図 4.1 大都市と周辺小都市群からなる日本の地域

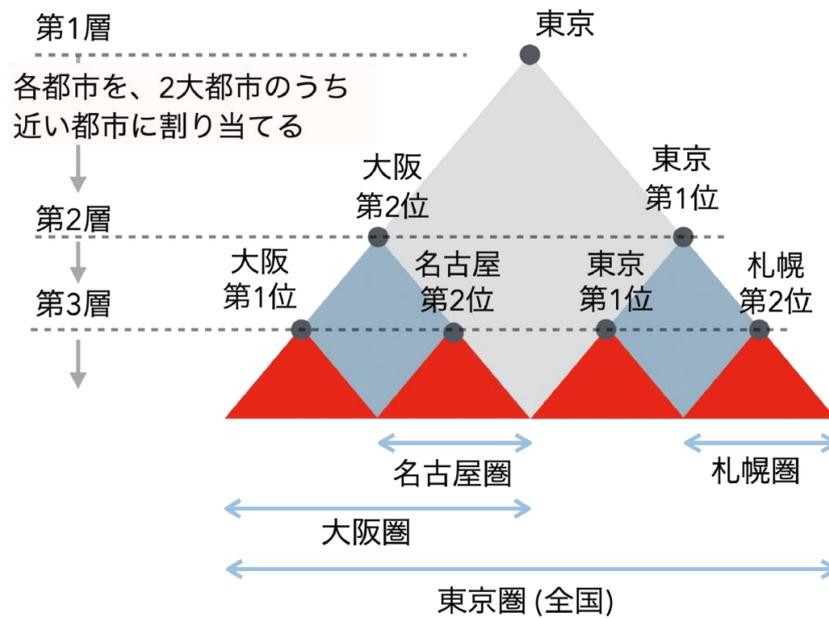


図 4.2 階層的な地域構造

図 4.3 は、このようにして得られた地域ごとの都市人口分布を描いています。横軸は、各地域に含まれる都市の人口順位です。例えば、大阪は全国（東京圏）のなかでは第2位ですが、大阪圏内では第1位です。このように、同じ都市が、階層の異なる複数の地域に属する場合、属する地域によって人口順位が異なります。これらの都市人口分布は、完全な相似形ではありませんが、相似的です。⁴⁸ つまり、国内の地域経済は、おおよそ都市人口分布のべき乗則を伴うフラクタル構造で特徴づけられます。日本だけでなく、アメリカ・フランス・ドイツ・中国・インドでも同様な結果が得られますので、ここで紹介している都市の秩序は日本特有の性質ではなく、ある程度一般的な性質だと考えられます。⁴⁹

⁴⁸ 筆者の研究チームによる論文(Mori, Smith & Hsu, 2020)では、図 4.3 が示す地域間の都市人口分布の相似性が、個々の地域の「大都市+周辺小都市群」という地域構造の中で、「地域が距離が近い都市のグループで作られている」という条件を外すととたんに成立しなくなることを、統計的に示しています。つまり、大都市とその近くにある「周辺都市」をまとめて地域とすることで、初めて地域間の相似構造が現れるのです。

⁴⁹ Mori, Smith & Hsu (2020)では、地域分割を、2分割だけでなく3~6分割に変えても、都市人口分布がべき乗則を伴う相似構造をもつことが示されています。

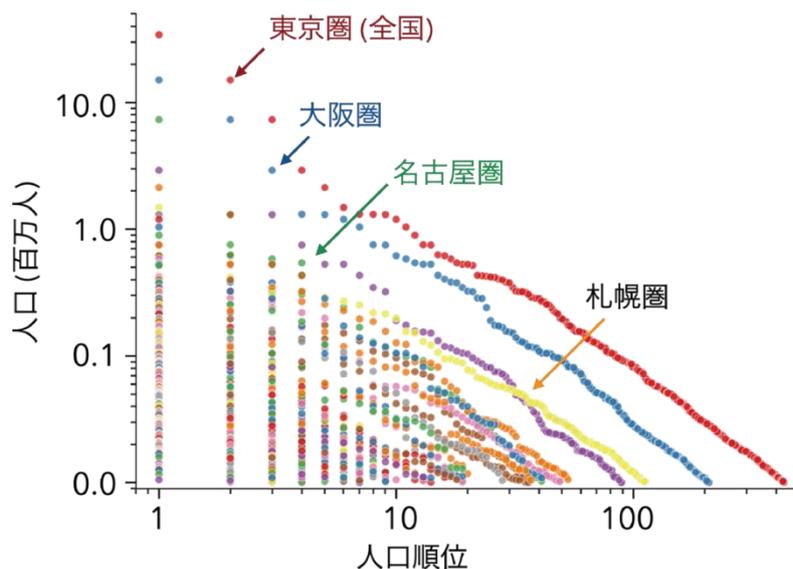


図 4.3 都市人口分布のべき乗則を伴うフラクタル構造

どのような都市のグループが最も意味があるのか（例えば、何分割が適切なのかな）を特定することは難しいですが、それは重要ではありません。大事なことは、国内の地域が、「大都市+周辺小都市群」の単位でまとまった地域を作り、それがおおよそ、都市人口分布のべき乗則を伴う相似的な階層構造を持っているという事実です。この事実は、都市の人口と配置の関係にはそれほど自由度はないということを示しています。第 3.5 節で説明した通り、都市の産業構造は、人口規模が決まれば、おおよそ特定できます。国土政策、地域政策を設計するうえでは、この抗いがたい秩序の存在を念頭におく必要があります。なぜなら、これを覆すことは、相当な費用を伴うか、そもそも実現できないはずだからです。

4.3 経済理論による秩序の再現

将来の地域経済の姿について信用に足る予測をするには、予測した経済の変化がもっともらしいものかを判断するための理論的な拠り所が必要です。その理論は、現在の経済の状況や、その過去から現在に至る変化を十分再現できるものでなくてはなりません。この節では、都市人口分布のべき乗則を伴う地域経済のフラクタル構造を理論で再現します。理論の中で仮想経済を構築する際には、分析するにあたり、その構造を十分にシンプルにしておく必要があります。そのために、必要な要素だけを含み、様々な仮定をおいたりします。経済学の知識を持たない読者には、その一連の手続きを理解し、その正当性について吟味することは難しいでしょう。しかし、ここでは、適切な手続きを踏めば、求める理論を構築できること

を実感してもらうことに主眼を置いています。それでは、具体的に理論モデルを説明します。⁵⁰

仮想的な国土

図 4.4 に示す円周上に均等に並んだ均質な地点を国土として考え、⁵¹ 輸送は円周に沿って行われるとします。円周空間を使うのは何よりそのシンプルさが理由です。しかし、実際、凹凸だらけの国土で観察される秩序が、この真っ平らで端っこすらない国土でも再現されます。それは、わたしたちが現実の国土の上に見る秩序が、地形や気候の地域差も交通網の構造も関係なく現れる秩序だということを意味しています。自然条件や交通網などインフラの地域差がこの秩序を作り出しているのではないことは、日本以外の様々な国で同じ秩序が観察されることから推察できます。

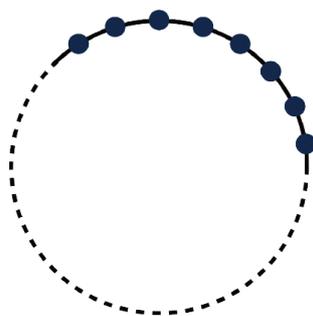


図 4.4 仮想的な国土

仮想経済

図 4.5 に示すような仮想的な経済を考えます。この経済には、「企業」と「消費者」の 2 種類の主体⁵²がいるとします。産業は多数あり、個々の産業内で、企業がそれぞれ差別化されたモノ・サービスを供給します。図 3.1 で説明した通り、企業によるモノ・サービスの供給には固定費用がかかるとします。企業は、モノ・サービスの生産に労働力だけを使うとして、理論を単純化します。

⁵⁰ 経済学において「理論モデル」とは、実際の経済の振る舞いを経済理論に基づいて数式で表現した「模型」のことを意味します。

⁵¹ 円周ではなく、球面上に均等に地点が並んだ国土でも、本質的には結果は同じです。ここで円周を採用しているのは、2次元の球面より1次元の円周を使った方が、計算時間が圧倒的に短くて済むからです。

⁵² 「主体」とは意思決定を行う個人や組織のことを意味します。

「消費者」の総人口は決まっています。「消費者」は「労働者」でもあり、企業に労働力を供給し、その対価として賃金を得ます。彼らの収入は賃金所得のみで、そのすべてをモノ・サービスの消費に使います。⁵³ 図 3.1 で説明した通り、消費者はモノ・サービスの多様性を好むとします。消費者は、例えば、支出額は同じでも、外食するならたくさんのレストランの中から選びたいし、洋服はたくさんのブティックから選びたいと思っています。

消費者は満足度を最大化すべく立地・職・モノ・サービスの消費量を決め、企業は利潤を最大化すべく参加する市場・立地・価格・生産量を決めます。その結果、皆がそれぞれの利得を最大化していて、かつ、モノ・サービスと労働市場で需要と供給が一致するように価格が決まっている状態を、経済学では「均衡」と呼びます。⁵⁴

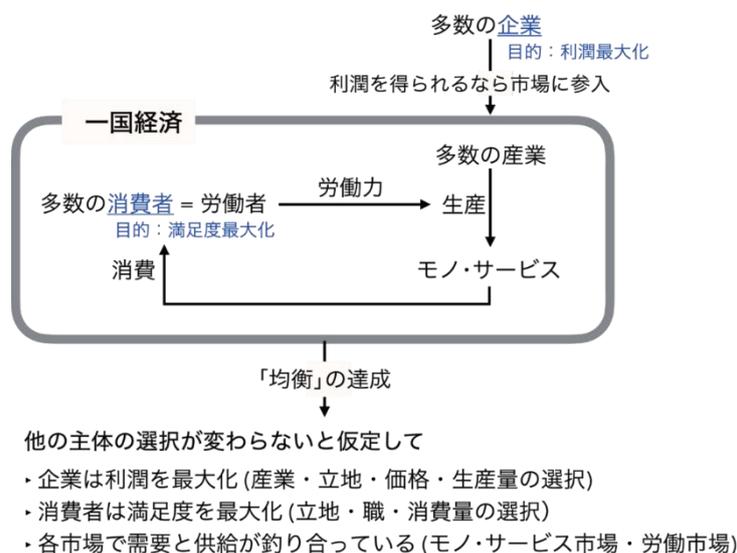


図 4.5 仮想経済

仮想経済では実際の経済の様々な性質が単純化されていますが、とりわけ大胆な単純化がひとつあります。消費者や企業が住宅やオフィスを必要としない点です。この節の理論では、個々の都市が面積を持つしくみを意図的に省いています。なぜなら、いま説明しようとして

⁵³ より正確には、消費者・労働者が均質であると仮定します。実際には、世帯構成は様々で、かつ、個人は年齢・性別・能力が様々ですが、理論では全て単身世帯で性別もない均質な「労働者」が多数いると考えます。世帯の違いや、世帯を構成する個人の違いが、いま説明しようとしている秩序に不可欠な要素ではないと考えられるからです。

⁵⁴ 実際の経済では、在庫が残ったり失業があったりして、需給が合っていないことがあります。ここでは常に需給が合っている状況を考えています。需給が合っていない状況、例えば失業がある状況は、いま説明しようとしている秩序形成にはあまり関係がないと考えられるからです。

いる「都市間の関係に秩序が生まれるしくみ」と「各都市が面積を持ち、内部の構造が決まるしくみ」は、分けて考えることができるからです。このような単純化は、現実のある特定の性質を説明するために理論を構築するときに、しばしば用いられます。住宅やオフィスの需要を取り除くと、都市は面積を持たない点の上に形成されます。⁵⁵ これは現実では起こり得ないことですが、国土上の都市の分布を説明するためには特に問題になりません（図 4.1 や図 3.5 でも都市の位置を点で表しています）。このように、それぞれの効果が生じるしくみを理解していれば、目的のために必要なしくみだけを理論に残して単純化することで、因果関係の見通しを良くすることができます。この節で使っている理論は、経済活動の集中と分散が、ひとや企業の立地が少数の大都市に向かって起こったり、多数の小都市に分散して起こったりすることを通してのみ現れ、個々の都市の面積は常にゼロとなるように作ってあります。

モノ・サービスの代替可能性

産業間の代替可能性の違いが生まれるしくみは、都市人口分布に現れるべき乗則を説明するための一番根本的な要素です。しかしながら、このしくみについて、実は既存の理論がほとんどありません。その意味で、経済学のフロンティアのひとつでもあります。筆者の研究チームでは、産業間の代替可能性の違いが生まれるしくみ自体を理論化することはひとまず諦め、今できる最善の方法として、現実のデータから得られる代替可能性の分布を用いています。

具体的には、[Broda & Weinstein \(2006\)](#) によって、アメリカの輸入品、約 14,000 品目について推定された代替可能性の値を用います。⁵⁶ 国内の話をしているのに、なぜ輸入品のデータを用いるのか、不思議に思うかも知れません。それは、輸入品は税関を通るので、詳細な品目分類について価格と取引数量のデータが揃っているからです。貿易データは、モノとモノの間の代替可能性など、価格と需要の関係を調べる上でとても重宝します。このデータに含まれるのはモノだけで、サービスは含まれていませんが、モノとモノの間の代替可能性の分布ですら、手に入るデータは限られています。その中で、アメリカという大市場で実際に取引された網羅的な品目について推定された代替可能性の分布は、平均的な消費者が示す

⁵⁵ 第 2 章で説明した「都市レベルで起こる平坦化」の理由の一つは住宅・オフィスの需要があることです。住宅やオフィスは混み合っていない場所の方が賃料は低いので、消費者も企業も、できれば混み合った都心から離れて立地したいと考えます。例えば、リモートワークが簡単にできるようになると、都心の近くに立地する必要性が下がり、郊外へ移住・移転する動機が生まれます。

⁵⁶ 正確には、[Broda & Weinstein \(2006\)](#) が 1990-2001 年のアメリカの税関データを用いて、米国関税率表 (Harmonized Tariff Schedule, HTS) によって定められた 13,972 の輸入品目について、品目ごとに「代替弾力性」と呼ばれる代替可能性の指標を推定した結果を用いています。「代替弾力性」とは、2 種類のモノの価格比の変化に対する需要量比の変化率のことで、

モノとモノの間の代替可能性を表すと解釈できます。⁵⁷

図 4.6 は、[Broda & Weinstein \(2006\)](#) による推定結果を使って、代替可能性の指標の一つである「価格マークアップ率」を計算し、その分布を描いたものです。⁵⁸ 価格マークアップ率とは、モノの価格と原価の比率のことです。価格マークアップ率の値が 1 のとき、価格と原価は一致し利潤はありません。値が大きいほど、販売量当たりの利潤が大きくなります。例えば、原価 200 円のラーメンを 1,000 円で売れば、価格マークアップ率は $1,000 \div 200 = 5$ です。同じ品目内のモノ同士がより差別化されていて、代替されにくい品目ほど、価格を上げても需要は減りにくいので、企業はより高く価格を設定します。つまり、価格マークアップ率が高いほど、より差別化されていて、代替可能性が低いと考えられます。図 4.6 が示すように、推定された価格マークアップ率は 1 から 30 以上と幅広い範囲で密に分布しています。⁵⁹

価格マークアップ率の大きさは、企業が直面する「規模の経済」の程度の指標として解釈することができます。生産には固定費用がかかるので、売上が大きいほど利潤が大きくなります。価格マークアップ率が大きければ、利潤はさらに大きくなります。第 3.3 節の理論に基づけば、規模の経済が大きい産業ほど、より少数の大都市に集積することになります。⁶⁰

⁵⁷ 同様の税関データはもちろん各国にあります。日本の輸入データを含めてそれらは簡単に入手できるものではなく、筆者らが現状で入手しているのはアメリカのものだけです。

⁵⁸ 同じ価格マークアップ率の推定値を持つ品目は同じ順位としています。例えば、第 11 位から第 35 位までの価格マークアップ率は同じ推定値なので、全て 35 位としています。

⁵⁹ 価格マークアップ率が最大 (33.8) の品目は、ベルトサンダーと呼ばれる木材研磨用の工作機械で、特にベルト幅が 60cm を超える幅広タイプ、第 2 位 (21.0) の品目は薔薇の精油と、特殊な品目です。他は、第 38 位のガラス (ボディ着色あり、不透明化、フラッシング、または吸収層、反射層、非反射層あり) が 10.1、第 1,468 位のギター (100 米ドル以上) が 2.79、第 12,226 位のコーヒー豆 (非焙煎) が 1.07 などです。

⁶⁰ 筆者の理論では、産業ごとの「規模の経済」の違いは、モノ・サービスの代替可能性の違いにより生じますが、原因は他にもあります。例えば、[Hsu \(2012\)](#) では、同じく多数の産業が存在する経済を考えていますが、各産業は一種類の同質のモノ・サービスを供給し、消費者は必ず全種類のモノ・サービスを決まった量だけ消費すると仮定しています。産業間の違いは、生産において必要な固定費用の大きさです。例えば、ディズニーランドやユニバーサル・スタジオ・ジャパンのような大規模なテーマパーク市場に参入するならば、莫大な固定費用が発生しますし、ラーメン店ならば、少なくともそれらに比べれば小さい固定費用で済みます。このとき、前者は、多数の都市で営業することは難しいので、少数の都市に立地しますが、後者は、消費者の立地に合わせて、多数の都市で営業することができます。結果として、第 3.3 節の図 3.2 で示したものと同様の、都市の人口・配置・産業構造が得られます。彼の理論では、図 4.6 の価格マークアップ率の分布に対応するものが、企業の固定費用の規模の分布になります。

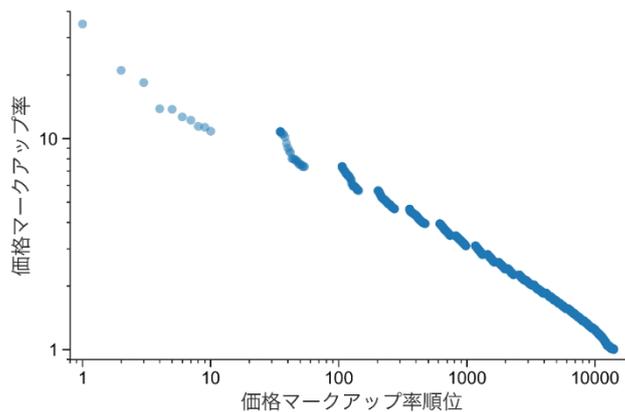


図 4.6 アメリカの輸入品約 14,000 品目の価格マークアップ率の分布

都市の人口規模と配置を決める集積の経済と不経済

仮想経済では、国土上の地点に優劣がなく、他の場所と比べて、特に都市ができやすい場所はありません。人や企業がある場所に集積することによって、その場所が消費者・企業の双方にとって好ましい場所に変化し、結果としてその場所に地の利が発生します。消費者にとっての好ましさは満足度であり、企業にとっての好ましさは利潤です。ただ、個々の企業の利潤は競争によって消滅します。なぜなら、多数の企業が参加する市場では、ある企業に余分な利潤が発生していたら、別の企業がその企業よりも価格を下げて、市場シェアを奪おうとするからです。結果として、個々の企業が得る余分な利潤は消滅します。⁶¹ しかし、消費者の集積によって需要が増えれば、新たな企業に参入のチャンスが生じるため、産業としては集積が進み、供給されるモノの多様性が増えます。この仮想経済では、企業が生産に使うのは労働力のみであり、労働者は消費者でもあるので、集積によるメリットは、企業の利潤やモノ・サービスの多様性の増加を通して消費者の満足度に集約されます。このように集積することによりメリットが生じることを、経済学では「集積の経済」と呼びます。

集積には不経済もあります。この仮想経済での集積の不経済は「競争効果」です。企業が集

⁶¹ それぞれ差別化したモノ・サービスを供給する企業（あるいは店舗）が多数あるような市場を想定しています。経済学ではこのような市場を独占的競争市場といいます。供給するモノ・サービスは、ある程度差別化されているので、少々価格が高くても需要は簡単にはなりません。そのような状況では、個々の企業は価格を独自に最適化できます。このことを「独占力がある」と表現します。しかし、潜在的な参入企業が無数にあるとき、利潤が出ているうちは次々に新規参入が起こるでしょう。参入した企業間の競争によって、均衡では、売上が生産費用をちょうどカバーする状態に落ち着きます。つまり、余分な利潤がなくなります。これが「競争的市場」の特徴です。この均衡で成り立つ「ゼロ利潤」の条件について、儲けがないのにビジネスになるのか不思議に思われるかも知れません。しかし、これは、売上から、材料費や賃料など諸々の生産費用を支払った後、企業で働く労働者に支払われる賃金が、ちょうど労働市場で決まる賃金水準に等しくなっている状態です。

まれば、個々の企業の市場シェアは小さくなり、競争により価格が下がります。営業には固定費用がかかるので、シェアの縮小と価格の低下により、企業の利潤は減少します。価格マークアップ率が低い産業ほど、競争の激化による集積の不経済は大きく、比較的人口が小さいうちに、集積の不経済が集積の経済を上回ります。結果として、レストランなど代替可能性が高い産業ほど、より多数の都市に分散して立地することになります。⁶² 逆に、劇場など代替可能性のより低い産業は、より少数の大都市に集中して立地します。産業固有の集積の経済と不経済のバランスによって、個々の産業は、おおよそ一定の間隔で集積を形成します。多数の産業が存在するとき、それらの立地には前節図 4.2 に示した調和が生じ、地域経済の相似的な構造が現れます。

均衡の探索

消費者と企業が集積することで地の利が発生し都市ができる経済では、都市の数・人口・位置・産業構造が少しずつ異なる均衡が多数存在します。例えば、最大都市の位置ひとつをとっても、もともと優劣がないどの地点にできても不思議ではありません。多数ある均衡のすべてを見つけ出すことは現実的に不可能です。このようなときには、すべての均衡から十分に多数の、例えば 1,000 個の均衡をランダムに選んで、それらに共通な性質を調べます。(このような方法を「(均衡の) モンテカルロサンプリング」と呼びます。) 以下では、これらの無作為に選ばれた 1,000 個の均衡が求めている秩序を共通に持つ事実を示すことにより、「秩序を再現できた」と結論づけます。

ただ、今考えているような複雑な仮想経済の下で均衡を「ランダムに選ぶ」には、少々工夫がいります。例えば、地点の数を 1,000 としましょう。図 4.6 の分布に含まれる約 14,000 品目すべてを含む、つまり 14,000 産業を含む仮想経済を考えると、均衡を求めるために解く必要のある問題の次元(つまり、解くべき連立方程式に含まれる式の数)は $14,000 \times 1,000 = 1,400$ 万と、スーパーコンピューターをもってしても手に負えないサイズの問題になります。そこで、現実的な計算時間で均衡を求められるよう、以下のような工夫をします。

工夫 1: 一部の産業のみを使う 計算可能な程度に小さい産業数、例えば、産業数=100 と設定

⁶² 集積の不経済で重要なものとして、他に「混雑費用」があります。これは、各地点に存在する土地の量が限られていることによる不経済で、本章にて省いている住宅・オフィス需要がある場合に生じます。あるいは、大都市で一般的な通勤ラッシュにより生じる費用も混雑費用です。このタイプの集積の不経済は、都市の面積や都市内部の人口密度を説明するときには必要になります。第 2 章で説明した、輸送・通信費用の減少に伴う「各都市内で起こる平坦化」は、このタイプの集積の不経済が原因で起こります。

し、これら 100 産業の価格マークアップ率を、図 4.6 の分布からランダムに選びます。仮想経済に含める産業数を増やしていけば、これらのランダムに選んだ価格マークアップ率の分布は、元の図 4.6 の分布に近づいていきます。筆者らは、14,000 産業すべてを使わなくても、それよりもかなり少ない、しかし十分な産業数の下で求める秩序は再現できると予想しました。

工夫 2: 仮想経済の主体に均衡を探させる 均衡での都市の数・位置・人口・産業構造は、事前には分かりませんので、それを探す工夫も必要です。ここで筆者らは次の方法をとっています。まず、消費者 (=労働者) と企業を、すべての地点と産業に対してランダムに割り当てます。例えば、1,000 地点と 100 産業が含まれる仮想経済なら、可能な地点と産業の組み合わせは $1,000 \times 100 = 100,000$ あります。そこで、各消費者・企業を、これら 100,000 組からランダムに選んだひとつに割り当てます。このようにランダムに決めた消費者・企業の立地の下では、ほとんどの場合、消費者の誰か、あるいは企業のどれかが、現状に不満を持っています。つまり、消費者なら移住や転職の動機を持ち、企業なら市場から退出したり、別の都市の市場に参入する動機を持っています。そこで、個々の主体にそれぞれの利得を最大化すべく、好き勝手に行動してもらいます。その結果落ち着いた先、つまり、誰も現状の各自による選択を変更する動機を持たない状況に到達したところが均衡です。このように、仮想経済の消費者と企業に、現実の消費者と企業を模して行動させ、その結果として実現する地域経済の構造を分析する方法は、シミュレーションと呼ばれます。⁶³

これらの工夫の下で、様々な産業数について、それぞれ 1,000 ずつの均衡を求めます (実際のシミュレーションでは、地点数は $1,024 = 2^{10}$ としています)。⁶⁴ 図 4.7A-D は、それぞれ、産業数が 4, 16 ($=4^2$), 64 ($=4^3$), 256 ($=4^4$) の下で求めた 1,000 の均衡からランダムに選んだひとつについての都市人口分布を描いたものです。⁶⁵ 一番上の赤色のグラフが全国の都市人口分布です。それ以下に描かれているのは、図 4.2 と同様に、国土を繰り返し 2 分割して得られた地域ごとの都市人口分布です。産業数が増加するに従って、各地域レベルの都市

⁶³ 実際の均衡探索の方法はもっと数学的に込み入ったもので、ここでは詳細を大幅に省いてエッセンスを伝えています。完全な説明は (英語ですが)、[Mori, Akamatsu, Takayama & Osawa \(2023\)](#) にて行っています。

⁶⁴ 地点数は、都市形成の間隔の違いを柔軟に表現できる程度大きければよいです。2¹⁰ という値は、先進国の都市数をおおよそカバーできる値で、かつ、計算に時間がかかりすぎない程度の大きさという事で選んでいます。

⁶⁵ 均衡では国全体で一極構造になるように輸送費用を調整してあります。現状より輸送費用を高くすると二極構造となり、もっと高くすると三極構造になります。

人口分布がべき乗則に近づき、かつ、より明確な相似性を示すことが分かります。⁶⁶ とても興味深いことに、産業数が同じなら、生成した 1,000 の均衡のほとんどで、図 4.7A-D と同様の都市人口分布になります。特に、産業数が 100 を超すと、ほとんどの均衡で、地域経済に都市人口分布のべき乗則を伴うフラクタル構造が現れます。筆者らの予想通り、14,000 産業すべてを用いなくても、無作為に選んだ十分多数を含めれば、現実と同様の秩序が現れました。

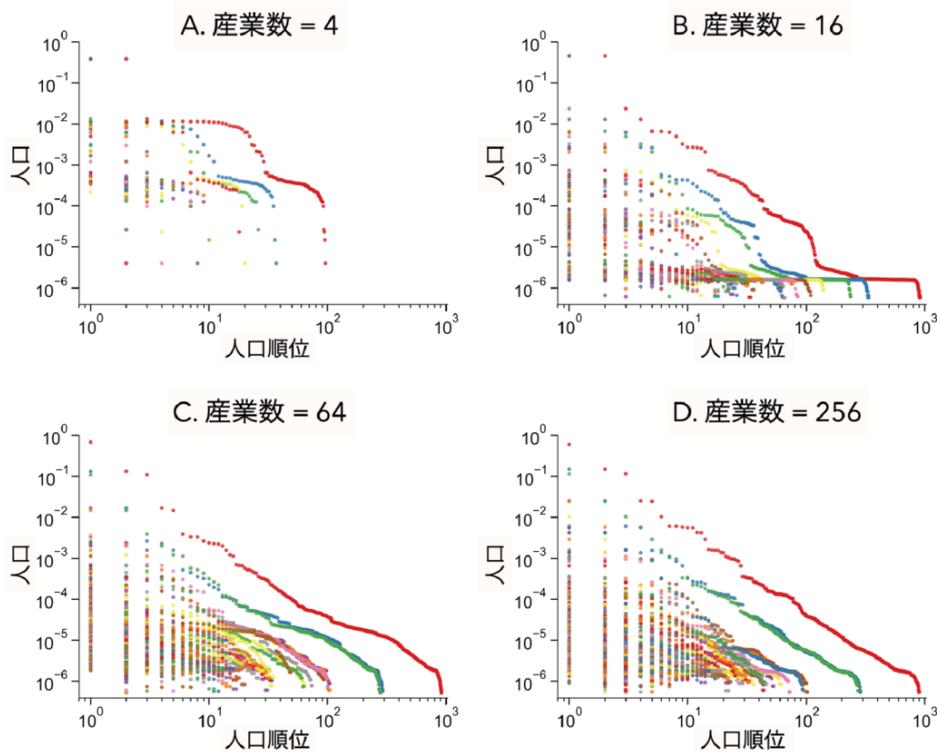


図 4.7 仮想経済での秩序形成

このように、凹凸も端っこもない円周上に、実際の経済と同じ、都市人口分布のべき乗則を伴うフラクタル構造を再現できます。この結果は、これらの秩序が生じる要因が、現実の国土が持つ、地形や交通網構造の地域差など、インフラを含めた国土の凹凸ではなく、人口や産業の集積によって生じるメリットとデメリット、つまり、集積の経済と不経済のバランスで決まることを示唆しています。

⁶⁶ 2 分割だけでなく 3~6 分割でも、同様な相似的な構造が現れることが分かっています。

4.4 都市の盛衰予測に向けて

第2・3章の内容が、これから行う都市盛衰予測の背景にある理論です。この理論に基づけば、例えば、輸送・通信費用が減少したときに「国レベルでの大都市への集中」や「都市内での平坦化」が起こるなど、変化の種類や方向、つまり「質的な変化」について予測することができます。ここまでの理論でできないことは「量的な変化」についての予測です。つまり、どの都市の人口がどれだけ増えるのか、あるいは減るのか、都市の数がいくつ減るのか、都市内部の人口密度や都市の領域がどれだけ変化するのか、など「量」についての予測です。

それを行うには2つの方法があります。一つは、本章で説明した、消費者や企業といったミクロな主体の行動から積み上げた理論に、日本の国土の上で実際の都市形成を再現するために必要な拡張を施すことです。具体的には、土地・住宅の需要に加えて、地形や交通網の構造など、実際の国土に見られる地域差を含めます。例えば、本章の仮想経済で仮定した凹凸のない円周空間では、どの地点も最大都市になり得ました。しかし、現実の日本で、最大都市が東京の位置にできたことの大きな理由の一つは、関東平野の存在です。本章で紹介した理論では、消費者も企業も住宅やオフィスが必要としないと仮定したので、大都市の形成には平野の存在は不要でした。しかし、実際には、住宅・オフィスの需要があり、東京のような大都市は広い平地がある場所にできやすくなります。さらに言えば、関東平野のような広大な平地があっても、人口3,000万人を超える都市はそう簡単にはできません。実際、人口3,000万人を超える大都市は、先進国のどこにもありません。東京がここまで大きくなった理由の一つは、日本の高速交通網が、東京の利便性を極端に向上させる構造を持っていたことです。⁶⁷ 都市の配置まで再現できる理論を作るために、このような試行錯誤をして必要な要素を決めていきます。

現在、筆者らの研究チームは、日本の国土の上に仮想経済を築き、そこで、実際の日本の都市の配置を再現するプロジェクトも進めています。精巧な仮想経済を作って実経済を再現する方法の利点は、大規模な変化の影響を、仮想経済の中で実験できることです。人口や輸送費用の単調な減少に対する地域経済の反応だけでなく、例えば、新幹線の各路線の整備順序が違ったら、どのような地域構造になっていたのか、あるいは、現在延伸が進んでいる北陸新幹線を、東京からではなく、大阪から作り始めたらどうなっていたのか、リニア新幹線が開通したらどうなるのかなど、実経済では不可能な大規模な実験を行うことができます。

⁶⁷ 第1章でも触れましたが、本気で一極集中を「是正」する気があるならば、そこから考え直さないと状況は変わらないでしょう。現在進んでいる北陸新幹線の延伸についても、東京から徐々に伸ばしていけば、ただ東京の利便性を増加させるだけです。リニア新幹線も東京を強くするだけでしょう。一方で、筆者は、一極集中を「是正」することが良いとは限らないとも考えています。

このような実験は「反実仮想実験」と呼ばれます。このような試みが可能なのは、消費者・企業といったミクロな主体の行動原理を含む理論ならば、経済の様々な前提の変化に対して、ミクロレベルの行動原理に基づいた実際の経済の反応を模擬できるからです。このように、実経済を精密に模した理論上の仮想経済を、「構造モデル」と呼びます。

構造モデルには不利な点もあります。仮想経済では、多くの大都市について人口と配置をおおよそ再現できるかもしれませんが、小都市については、おおよその地理的分布を再現できても、ひとつひとつの都市の人口や配置まで再現することは、ほぼ不可能です。なぜ難しいかというと、消費者・企業レベルから積み上げて理論を作るためには、焦点を当てた現象（例えば、秩序の発現）の再現を優先して多くの現実的な要素を省き、理論の複雑さを手に負える範囲に留める必要があるからです。理論は、現実のしくみを省くたびに、そのしくみに関わる現実の側面についての説明力を失います。そこでまず諦めるのは、多数の小都市の人口や配置までを詳細に再現することです。代わりに、比較的大きな都市についてはおおよそ再現し、小都市群については、個別の人口や位置ではなく、人口分布や地理的分布をおおよそ再現することを目標にします。

都市数や都市内部の人口を予測するための、もう一つの方法は、消費者や企業などのミクロな主体の行動を直接は表現せず、今回説明した理論から導かれる、都市レベルの変化や、国レベルで成り立つ都市人口分布のべき乗則など、都市や国といった地域レベル（ミクロレベルに対してマクロレベルと呼びます）の挙動のみを表現するモデルを用いる方法です。このようなモデルを、その基礎となる理論の「誘導系モデル」と呼びます。過去のデータを学習することで、モデルが都市や国レベルの挙動を再現できるようにチューニングし、それを使って将来を予測します。誘導系モデルを使う場合、構造モデルを使う場合に比べて、ミクロレベルのしくみを省いている分、可能な実験は限られます。しかし他方で、人口減少や輸送・通信費用の減少といった単調な変化に対してなら、いま存在するすべての都市についてそれらの反応を具体的に予測することができます。また、ミクロな行動原理を組み込まない分、数学的な構造は単純で、計算が簡単なことも利点です。

いま、わたしたち国民に必要なのは、日本が直面している急速な人口減少の下でどのような変化が起こるのか、**現実の再現性が高い経済理論に基づいて**具体的なイメージを持つことです。⁶⁸ それには誘導系モデルが役に立ちます。次章は、その誘導系モデルを用いた将来予測の方法について説明します。

⁶⁸ 実経済の再現性が高い経済理論に基づくことは、構造モデルを使う場合でも誘導系モデルを使う場合でも大変重要です。実際は、ほとんど実経済を再現できないモデルを使った予測や仮想的な実験が頻繁に行われています。

5. 都市盛衰の予測

5.1 はじめに

第1章の冒頭でも述べたように、日本は今、未曾有の人口減少に直面しています。図5.1は、社会保障・人口問題研究所（社人研）が、2023年に発表した、日本の人口の将来推計です。⁶⁹ この図には、出生率と死亡率の推計値に応じて、日本が歩みうる3パターンのシナリオが示されています。オレンジ色のグラフは中位推計で、出生率・死亡率が2020年の水準で維持された場合の予測です。社人研では、この推計が最も自然なベースラインのシナリオとしています。それに対して、青色のグラフは低位推計で、出生率が低く死亡率が高い、悲観的なシナリオ、緑色のグラフは高位推計で、出生率が高く死亡率が低い、楽観的なシナリオです。出生率は中位推計で1.36、低位・高位推計では、それぞれ1.13と1.64です。

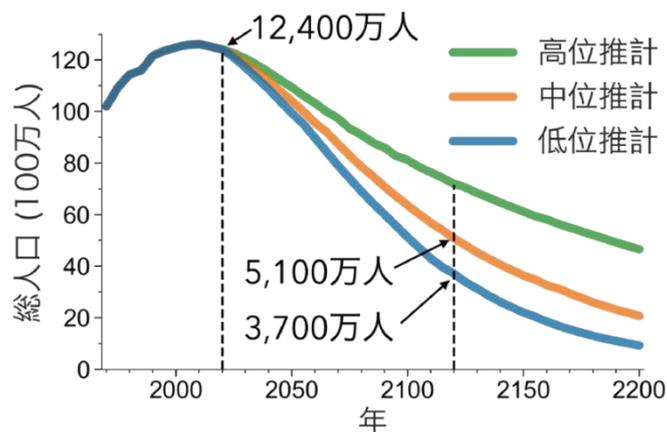


図 5.1 全国人口の将来推計

2022年の出生率は1.26まで低下し、今も下がり続けています。現行の少子化対策ではこの数字が回復する見込みはほぼありません。そのため、将来の人口減少に関しては、中位推計（オレンジ色のシナリオ）でさえも楽観的であり、実際の状況をより正確に反映しているのは低位推計（青色のシナリオ）と見るべきです。低位推計に基づくと、100年後の日本の人口は江戸時代に近い約3,700万人にまで減少します。仮に中位推計が実現したとしても、人

⁶⁹ 図5.1の全国人口の推計では、2025年から2120年までは社人研による推計値を用い、2125年から2200年までは、独自に将来に向けて外挿しています。

口は明治時代の水準である約 5,100 万人まで減少します。どちらの場合も、日本は大幅で急速な人口減少に直面することになります。

急速な人口減少が及ぼす負の影響については、10 年前に増田寛也氏らが公表した「増田レポート」が、896 の市区町村を「消滅可能性都市」としてリストアップし、大きな議論を引き起こしました。⁷⁰ 2024 年 1 月、人口戦略会議は「人口ビジョン 2100」を発表して、2100 年に「8000 万人国家」を実現する戦略を提案し、警鐘を鳴らしています。⁷¹ しかし、現状では、一般の国民や行政に危機感が十分に共有されていません。この理由は 2 つあると考えられます。まず 1 つ目の理由は、人口減少は目の前ではゆっくりとしか進まず、顕著な危機に至るまでには 100 年ほどかかることです。その時点で、現在生きている多くの人はすでに亡くなっており、自分自身の問題として捉える動機が湧かないのです。もう 1 つの理由は、人口減少の効果の程度が具体的、かつ、説得力のある形で示されていないことです。具体的な未来像が描けない限り、たとえ 100 年先を考えることができる人であっても、それを我が事として捉えるのは難しいでしょう。

1 つ目の、問題の現れ方が長期的である点では、温室効果ガスの問題と共通しています。注目すべき違いは 2 点目の、具体的なイメージが持たれていないことです。現在、2050 年までに温室効果ガスの排出量をゼロにするという「カーボンニュートラル」に向けた取り組みが話題になっています。温室ガスについても、人口減少と同様に、今すぐに危機が訪れるわけではありませんが、既に様々な試算が行われ、今のまま放置すれば 100 年先にどうなるのか、人々が具体的なイメージを持つことができるようになったことで、多くの人が我が事として問題を捉えるようになりました。温暖化を 100 年放置することの費用と、人口減少を放置することの費用のどちらが大きいかは明確ではありませんが、少なくとも同程度に重大だと考えます。本論では、都市経済学の視点から人口減少の影響を具体的かつ説得力のある方法で

⁷⁰ 「増田レポート」とは、2011 年に、東日本大震災を機に日本のエネルギー問題や人口問題について政策提言を行うために設置された民間の研究会である日本創成会議の、増田寛也氏を中心として構成された人口減少問題検討分科会が公表してきた 3 本の論文の総称です：(1) 増田寛也・人口減少問題研究会「旋律のシミュレーション 2040 年、地方消滅。『極点社会』が到来する」（中央公論, 2013 年 12 月号, pp. 18-31）、(2) 日本創成会議・人口減少問題検討分科会「成長を続ける 21 世紀のために『ストップ少子化・地方元気戦略』」（2014 年）、(3) 増田寛也・本創成会議・人口減少問題検討分科会「提言 ストップ『人口急減社会』：国民の『希望出生率』の実現、地方中核拠点都市圏の創成」（中央公論, 2014 年 6 月号, pp. 18-31）。「消滅可能性都市」のリストは(3)に含まれます。なお、これらを増補した内容は、増田寛也編著「地方消滅：東京一極集中が招く人口急減」（中公新書, 2014 年）にまとめられています。

⁷¹ 「人口ビジョン 2100」以降では、人口戦略会議のメンバーである、白川方明・元日銀総裁による「人口減少問題の深刻さが認識されない 5 つの理由」（中央公論, 2024 年 3 月号）などがあります。

評価することを目指しています。

以下では、まず、未来の個々の都市の盛衰を予測する方法を説明し、わたしたちが行っている予測の中でも、第1章で紹介した1kmメッシュ単位の人口データを使って得た、最もシンプルな予測の結果を紹介します。国の総人口の変化は、中位推計をベースラインとしつつ、より悲観的な、そしておそらくより現実的な、低位推計の下での結果も示していきます。

第2・3章では、都市を通してみることで、一見捉えどころのない地図上の人口分布が、都市人口分布の「べき乗則を伴うフラクタル構造」を維持しながら、状況の変化に反応して明確な傾向をもって形を変えることを示しました。

人口減少により、人口分布はほぼ均一に下降します、つまり、各都市の人口がほぼ一様に減少します。⁷² 一方、輸送・通信費の低下は、「国レベルでの大都市への集中」を促進します。各地域レベルでの都市人口分布がおおよそ同じべき乗則に従うことを考えると、「大都市への集中」は東京だけでなく、各地域の中心都市にも起こることが理解できます。つまり、第2章図2.2で示された全国の都市人口分布の変化と同様に、各地域レベルでの都市人口分布の傾きもほぼ等しく急になります。この結果、どの地域でも、大都市ほど人口成長率が高くなる傾向にあり、国内で最大の都市である東京が最も高い成長率を示します。これが過去50年にわたる「東京一極集中」の背景にあるしくみです。一方で、各都市内部では中心部の人口密度が下がり、人口分布が郊外に向けて平坦化します。

これらの傾向は今後も続きます。以下の節では、このような変化を表現できるシンプルな予測モデルを紹介し、将来の個々の都市の盛衰を具体的に予測します。

5.2 予測モデルに求められる動きとは

まず、将来の都市の盛衰を予測するモデルに求められる動きについて説明します。このモデルでは、国の総人口の変化と都市化率（後述）の変化を与えられた下で、各都市が経験する変化が第2・3章で説明した理論に沿った種類と方向である必要があります。その上で、予測モデルの役割は、これらの変化の具体的な量を特定することです。

⁷² 厳密には、人口減少は都市人口分布を一様に沈下させるわけではありません。人口が徐々に減少するとき、ある時点から大都市への集中が加速します。直感的な説明はつぎのようにできます。全国の人口が十分に小さいとき、都市集積は一つしかできません。総人口が小さいときは、すべて集まっても、混雑などの集積の不経済が集積の経済を上回る状況にならないからです。このとき、経済は完全に一極集中で、最も極化が進んだ状況です。つまり、現在の状況から人口が減少していくと、少なくとも、長期的には極化が進んでいくことが分かります。

都市を通して見たとき、地域経済は今後どのように変化すると想定されるか、振り返ってみます。第2・3章で説明した事実と理論から、この変化は「国レベルで起こること」と「都市レベルで起こること」に分けられます。国レベルでは、図5.2Aに示される通り、(1) 都市人口分布のべき乗則が概ね保たれ、(2) 国全体の人口減少に伴い都市人口分布が下降し、(3) 輸送・通信費用の減少により、都市間人口分布が大都市に偏り、その傾きが急になります。一方で、図5.2Bに示されるように、都市レベルでは、(1) 都心の人口密度が低下し、(2) 人口分布が平坦化し、都市の範囲は郊外へ向けて広がります。

将来の都市の盛衰を予測するモデルは、これらの変化を表現できるものでなければなりません。

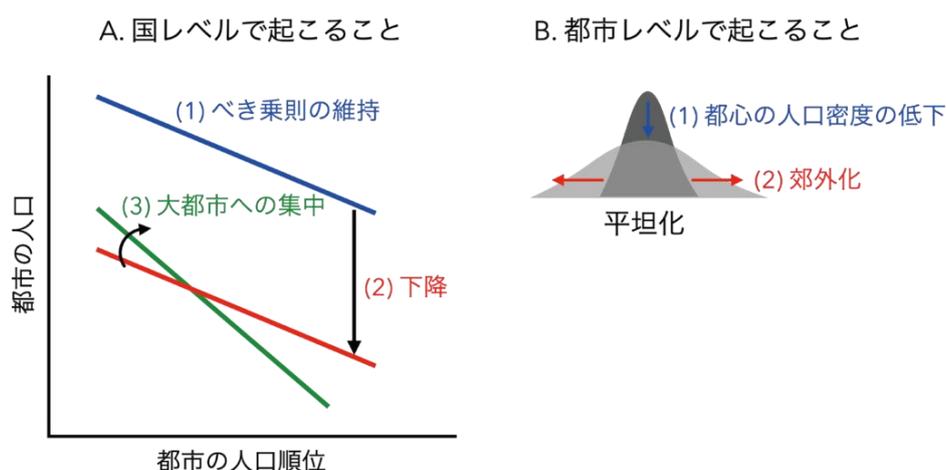


図 5.2 予測モデルに求められる動き

将来の都市の盛衰は、図5.1に示した総人口の変化だけでなく、都市化率の変化にも影響を受けます。都市化率とは、全国人口に占める都市居住者のシェアを指します。1970年から2020年にかけての都市化率は、図5.3が示すように、一貫して増加しています。将来もこの増加傾向が継続すると仮定し、図に示した過去(1970年~2020年)の傾向を基に、将来(2025年以降)の都市化率をあらかじめ予測しておきます。例えば、現在の都市化率は80%ですが、100年後には90%に達すると見込まれます。図5.3に示すように将来に亘り予測された都市化率の下で、個々の都市の盛衰を予測します。

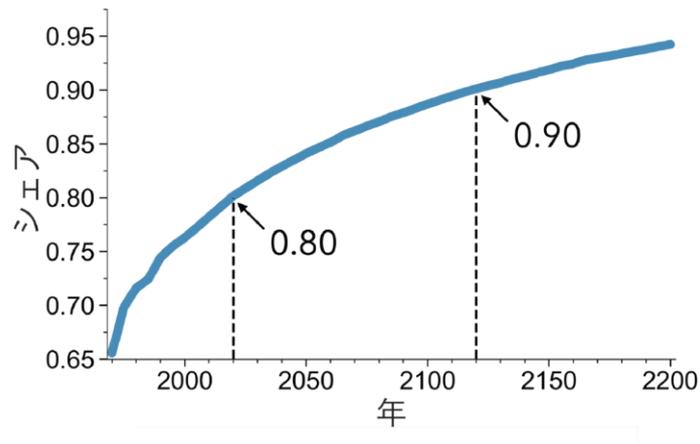


図 5.3 都市化率の推計

5.3 予測モデルの構造

では、いよいよ予測モデルの構造について説明します。

予測モデルとは統計モデルの複合体です。これから説明する予測において、統計モデルとは、ある年の人口とその5年先の人口の、データから推測される関係を数式で表したものです。⁷³ わたしたちの予測モデルは、図 5.4 に示すように、予測の対象となる地域範囲によって、国・都市・1km メッシュレベルの3階建ての統計モデルを複合したものであり、国レベルでは1つ、都市レベルでは4つ、1km メッシュレベルでは8つの統計モデルを使っています。なぜ、3階建ての構造が必要なのでしょう。それは、各地域レベルで、制御したいものが異なるからです。

国レベルでは、都市人口分布が、おおよそべき乗則に従う必要があります。また、人口減少下での都市の盛衰を予測するにあたって、国の総人口を社人研が推計した値に合せます。さらに、都市化率は過去の傾向に従うと仮定します。国レベルでは、予測モデルにこれらの制約を課します。

都市レベルと1km メッシュレベルでは、個々の都市・メッシュ固有の成長過程を表現します。都市レベルのモデルでは、都市間で人口分布にべき乗則が成り立つことは考慮に入れず、あたかも個々の都市が独自の成長過程を持つかのように、都市の盛衰を表現します。個々の1km メッシュについても同様に、メッシュ独自の成長過程を表現します。

予測モデルは、これらの各階層の結果が整合するように調整する手続きも含みます。将来

⁷³ 「5年先」を予測するのは、本章で使う国勢調査が5年毎のデータだからです。

に向けて予測を進める過程で、個々の都市の領域は変化します。新しい都市が生まれたり、既存の都市が消滅したり、分裂したり、合併したりします。将来の各時点で都市を検出し直ししながら、予測を進めます。

ところで、なぜ「統計」モデルなのでしょう。それは、モデルが導く5年先の人口は必ずしも正確ではないからです。モデルで想定していない要因によって生じる変化（例えば、ある時点にある地域で災害が起こるなどによって生じる変化）があると考えます。そのような誤差も考慮に入れて、統計的に最も妥当な関係を導くように設計します。

統計モデルを妥当なものにすることを「モデルの推定」と呼びます。「妥当」とは、ある年の人口と、その5年先の人口の関係式が過去のデータに最も当てはまるように設定されていることです。モデルの推定は、1970年～2020年のデータを用いて行います。⁷⁴ モデルの推定に使うデータを「学習データ」と呼びます。推定されたモデルを使って行う予測は、2025年以降、国の総人口の将来推計と都市化率の変化を与えられたものとして、輸送・通信費用の減少が、過去50年と同様に続くという仮定の下で行われます。⁷⁵ 個々の都市・1kmメッシュレベルの将来の人口を、5年毎に逐次的に計算していきます。

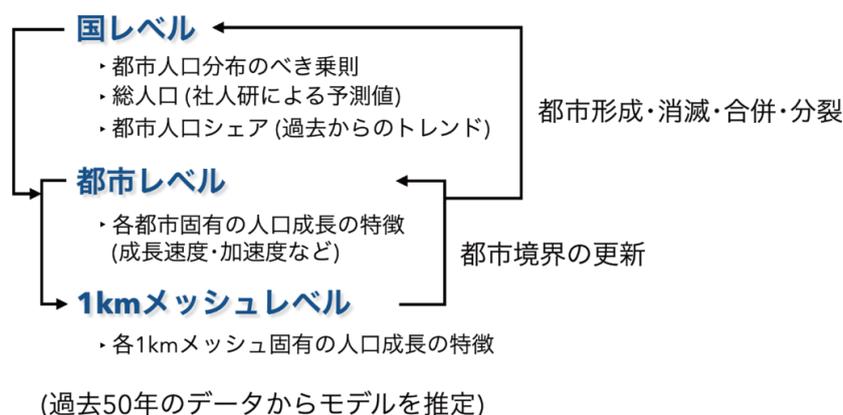


図 5.4 統計予測モデルの構造

⁷⁴ 市町村単位のデータは1920年まで遡って得ることができますので、学習データのサイズは、1970年～2020年のデータを使う場合の2倍になります。しかし、戦前から戦中、戦後の復興期、高度成長期、および、それ以降では、人口成長の傾向は大きく異なります。特に、今後の都市の盛衰と同じ傾向は、人口減少が始まる2008年以降、国勢調査が実施されるタイミングでは2010年以降に現れません。筆者らは、1kmメッシュという解像度の高いデータが存在すること、人口成長の傾向が直近10年で大きく変わったことなどを総合的に考慮に入れて、モデル推定に使うデータ期間として、過去50年を選択しました。

⁷⁵ つまり、自動運転・物流の自動化、および、仮想現実の実用化によってもたらされる今後の輸送・通信費用の減少は、高速交通網の整備やインターネットの普及によってもたらされた過去50年の輸送・通信費用の減少の効果とおおよそ同等であると想定しています。

これらの変化を表現するために、国レベルでは「べき乗則モデル」、都市レベルと 1km メッシュレベルでは「時系列モデル」という 2 種類の統計モデルを使います。それらの統計モデルを最終的にどう複合させるかは第 5 節で説明するとして、以下では「べき乗則モデル」と「時系列モデル」について順に説明します。

5.4 予測モデルのパーツ

べき乗則モデルを使った国レベルの予測

国レベルでは、「べき乗則モデル」と呼ばれる統計モデルを使います。これは、都市人口分布がべき乗則に従うように、個々の都市の成長をモデル化するものです。べき乗則に従う各都市の成長がどのようなものなのか知るために、都市人口分布が過去 50 年でどのように変化したのか、振り返ります。

輸送・通信費用が減少するにつれて、国レベルでは人口が大都市に集中します。図 5.5 は、1970 年と 2020 年の都市人口分布です（第 2 章図 2.2 と同じグラフです）。この 50 年の間、都市人口分布のべき乗則は維持されつつ、大都市ほど人口が増加し、小都市ほど人口が減少しました。つまり、図中の矢印が示すように、都市人口分布は時計回りに回転し、分布の「傾き」はより急になりました。都市人口分布に関しては、それがべき乗則に従うことを前提にすれば、その変化は、図 5.5 の青色の点線からオレンジ色の点線の、傾きと切片の変化によって表現できます。⁷⁶

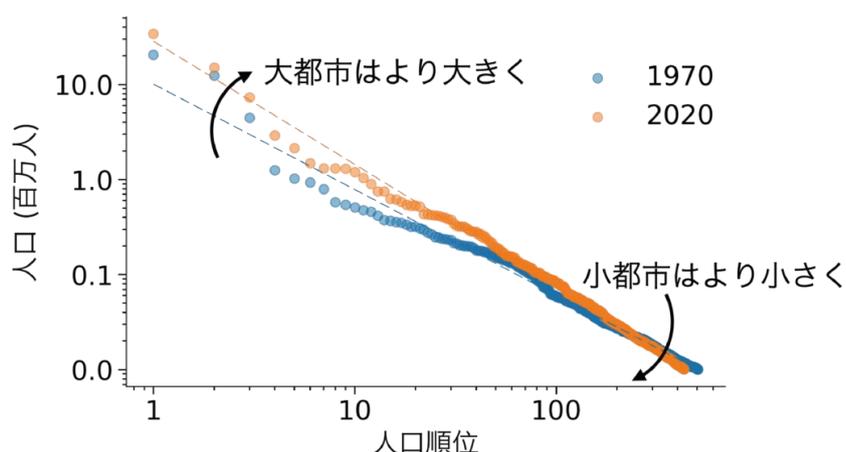


図 5.5 国レベルでの大都市への極化

⁷⁶ 図中の点線は、都市人口分布に直線を当てはめて得たものです。

図 5.6 は、人口および輸送・通信費用が減少し、都市人口分布が国レベルでべき乗則に従うときに、 t 年から $t+5$ 年の間に、各人口順位の都市の成長がどのように決まるかを表しています。

図に示すように、都市人口分布の t 年時の縦軸切片を A_t 、傾きを B_t と表すと、都市人口分布の縦軸の切片の値は、人口減少下では、 t 年の A_t から、5 年後には A_{t+5} に減少します。一方で、都市人口分布の傾きは急になり、傾きの値は B_t から、5 年後には B_{t+5} に減少します (B_t も B_{t+5} も負の値であることを注意してください)。人口順位が i の都市の、 $t+5$ 年と t 年の人口比率は、赤色の矢印の長さで表されます (対数軸では同じ比率が同じ長さで表されることを思い出してください)。

都市人口分布の切片と傾きの変化が分かれば、各人口順位の都市の人口の変化も分かります。具体的には、 t 年の人口順位 i の都市の人口を $P_{i,t}$ と表すと、都市人口分布がべき乗則に従うとき、第 i 位の都市の t 年から $t+5$ 年の間の人口増加 $\Delta P_{i,t}$ ($= P_{i,t+5} - P_{i,t}$) は、⁷⁷都市人口分布の縦軸切片の変化 $\Delta A_t = A_{t+5} - A_t$ と、傾きの変化 $\Delta B_t = B_{t+5} - B_t$ が分かれば、ひとつの値 (図中の赤色の矢印の長さ) に決めることができます。特に、人口順位が上位の都市ほど、人口成長率が高く、つまり、人口減少率が低くなる (図中の矢印の長さ短くなる) ことが分かります。

べき乗則モデルにおける「モデルの推定」とは、都市人口分布の実際の変化に対して最も当てはまりが良くなるように、切片 A_t と傾き B_t の変化の速度を決めることです。

予測にあたって、1970 年～2020 年のデータから A_t と B_t の時間 t に対する変化を学習し、同様の変化が将来も維持されると仮定します。すると、各順位の都市の人口の変化も特定できます。べき乗則モデルを使えば、1970 年～2020 年のデータから決まった A_t と B_t の時間に対する変化の下で、予測期間 2025 年から 2200 年の全期間に亘り、べき乗則が維持される各順位の都市の成長過程を計算できます。

⁷⁷ Δ 記号は、値の増減の幅を表すときに使われる記号です。

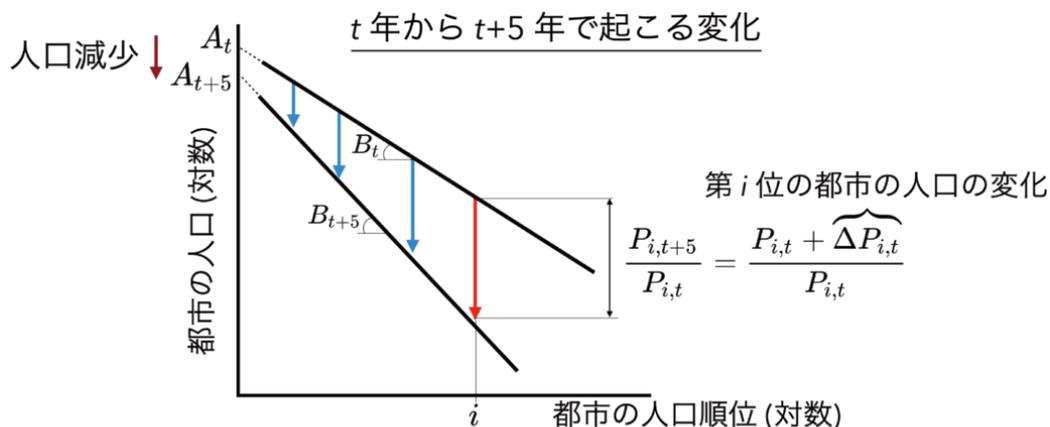


図 5.6 べき乗則モデル

ただし、べき乗則モデルが予測するのは、各 t 年における、個々の人口順位の都市の成長であり、具体的な都市の成長ではありません。都市の人口順位は、入れ替わることがあるからです。どの都市がどの人口順位になるかは、都市固有の様々な要因によって変化します。順位が変われば、成長の程度も変わります。都市の人口順位の入れ替わりの背景にある、都市固有の要因を捉えるのが、次に説明する、都市レベルや 1km メッシュレベルの時系列モデルです。

時系列モデルを使った都市・1km メッシュレベルの予測

都市レベルと 1km メッシュレベルでは、「時系列モデル」と呼ばれるモデルを使って、個々の都市・メッシュの成長過程を表現します。ある都市の「時系列モデル」とは、経過時間に対してその都市の人口がどう変化するかを数式で表したものです。個々の 1km メッシュについても同様な時系列モデルを考えます。1km メッシュでは、さらに、近隣のメッシュ間で成長あるいは衰退傾向が連動する可能性も考慮します。

人口と輸送・通信費用が減少する中で、個々の都市の人口は、図 5.7 に示すように、おおよそ単調に増加あるいは減少すると考えられます。⁷⁸ 国や地域レベルで、都市人口分布が概ねべき乗則に従うとしても、個々の都市の人口は、立地や年齢構成、立地している産業の状況など、様々な理由で、図 5.6 で示したべき乗則モデルに厳密に従わず、その都市固有の揺らぎを持ちながら変化していきます。そのような都市固有の成長・衰退傾向を捉えるのが、都市レベルの時系列モデルです。ここでは具体的な数式の形まで紹介しませんが、実際の予測で

⁷⁸ もし浮き沈みが激しい成長過程ならば、その浮き沈みを経済主体の行動原理の結果として再現できる理論がない限り、予測は困難です。日本が今直面している人口減少の下では、2010 年以降、都市や 1km メッシュ人口の変化は、おおよそ単調ですし、今後もおおよそ単調な変化を想定できます。

は、4種類の異なるモデルを使っています。⁷⁹

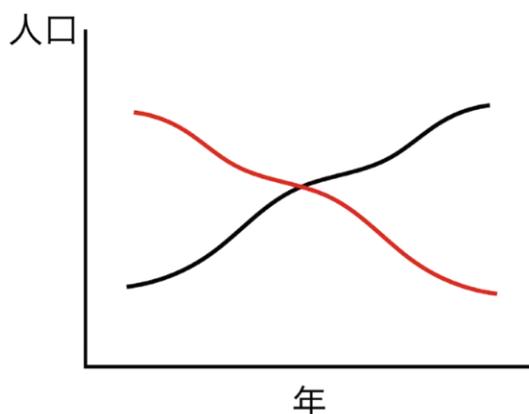


図 5.7 時系列モデルで捉える挙動

1km メッシュレベルでも、都市レベルと同様の4種類の時系列モデルを使って人口の予測をします。この手続きによって、各1km メッシュ（メッシュ i ）に対して、各年に4つの予測値が得られます。ただし、1km メッシュの場合には、明らかに隣接メッシュ間で成長が相関しますので、それも考慮します。⁸⁰ 具体的には、図 5.8 に示すように、ひとまず、個々の1km メッシュ i と隣接8メッシュを合わせた9メッシュの合計人口 $q_{i,t}$ （図中の青枠部分）の成長を、都市レベルと同じ4種類の時系列モデルを使って予測します。その上で、その近隣9メッシュの人口とメッシュ i の人口との関係を、学習データから統計的に推定します（ b_i の値を決めます）。⁸¹ これにより、メッシュ i に対して、さらに4つの予測値が得られます。つまり、1km メッシュレベルでは、合計8種類の時系列モデルから得られる8つの予測値から、将来の人口を予測します。

⁷⁹ 具体的には、(1)今後5年間の人口増加が過去5年間の人口増加に比例する、あるいは、(2)今後5年間の人口増加が、10年前からの5年間で過去5年間の人口増加に比例するとする、自己回帰和分移動平均 (ARIMA) モデルと呼ばれるもの、(3)人口が一定水準を維持するという定数モデル、(4)人口が時間の対数に比例するという、対数線形モデルの4種類を使っています。

⁸⁰ 個々の1km メッシュの人口は、近隣で人口が増加していれば、より増加しやすく、逆に近隣で人口が減少していれば、より減少しやすくなるなど、周辺地域で起こる人口増減との連動を捉えることができます。

⁸¹ 個々の1km メッシュと隣接メッシュの人口との関係については、様々なモデル化が可能ですが、ここではシンプルに、個々のメッシュ i について、それ自身と隣接メッシュの合計人口 $q_{i,t}$ に対して、メッシュ i の人口が、比例倍 $b_i \times q_{i,t}$ で与えられるとして、統計的に推定しています。

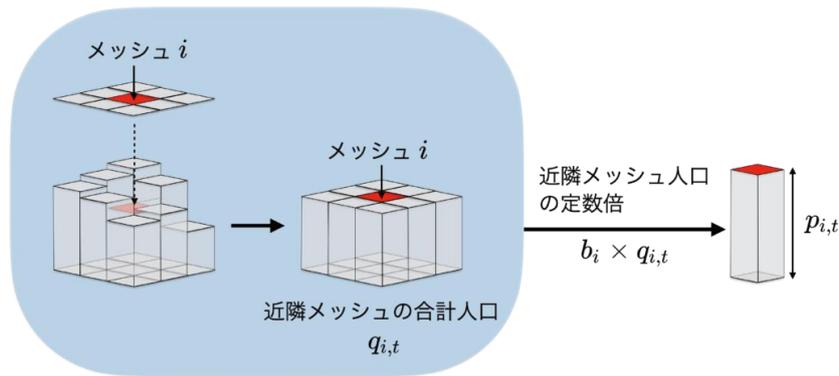


図 5.8 近隣地域の盛衰傾向の反映

5.5 都市・1km メッシュ人口の予測の手続き

以下では、個々の都市および個々の 1km メッシュの将来の人口を予測する手続きを説明します。

2020 年以降の、ある t 年の 1km メッシュの人口が与えられたら、図 5.9 に示す手続きに従って、5 年先の都市・1km メッシュの人口を求めます。そのために、まず、1km メッシュレベルの各時系列モデルを用いて、個々の 1km メッシュの 5 年後の人口を求めます（図中①）。各時系列モデルによって予測人口は異なりますので、各モデルの予測値に重み付けをした上で平均して、各メッシュに対して 1 つの人口値を算出します（このような操作を「加重平均をとる」と言います）⁸²。このときの各モデルの重みは、1970～2015 年のデータを用いて 2020 年の人口を予測した場合の、そのモデルの当てはまりの良さに基づいています⁸³。精度のよ

⁸² 「加重平均」の意味を説明します。ある数 A と B があるとします。これらの平均値は、 $0.5 \times A + 0.5 \times B$ で、これは、 A も B も等しく 0.5 という重みを与えられた場合の、 A と B の加重平均です。ただし、重みの合計は $1 (=0.5+0.5)$ です。次に、 A の重みを 0.75 、 B の重みを 0.25 としたとき（重みの合計は $0.75+0.25=1$ です）、 A と B の「加重平均」は $0.75 \times A + 0.25 \times B$ となり、 A の値をより強調した平均となります。 A や B は、異なるモデルによる 1km メッシュ人口の予測値に対応します。重みは、モデルの予測精度が高いほど大きくなるように決めます。

⁸³ 2015 年までのデータを使って、2020 年の人口を予測した場合の精度に基づいてモデルの重みを計算するのは、1970 年～2020 年の学習期間の中でも、特に 2020 年付近の人口の変化が、将来の変化に最も近いと考えているためです。より正確には、個々のモデルの重みは、そのモデルで、1970 年から 2015 年までのデータを用いて 2020 年の人口を予測した場合の、人口予測値の分散の逆数を用いています。「分散」とはばらつき、つまり、当てはまりの悪さの指標です。予測値のばらつきが小さいモデルほど予測精度が高いため、重みは大きくなります。

いモデルほど重みが大きくなるように設定します。

このように、複数の異なるモデルを重みづけして組み合わせ、あたかも1つのモデルのように扱うことを「モデル・アンサンブル」と呼びます。モデル・アンサンブルは、個々の都市、個々の1kmメッシュについて行いますので、最適化された予測モデル、つまり、異なるモデルの混ぜ具合は、個々の都市、個々の1kmメッシュ毎に異なります。

予測の結果、1kmメッシュの人口が変われば、個々の都市の領域も変わりますので、都市検出をし直して、都市の人口順位を更新します（図中②）。⁸⁴

次に、更新された都市の順位の下で、べき乗則モデルを使って、各順位の都市の5年後の人口を予測します（図中③）。べき乗則モデルを用いれば、各順位の都市の人口については、最終年の2200年まで一度に計算できますが、各時点で、どの都市がどの順位になるかまでは予測できません。

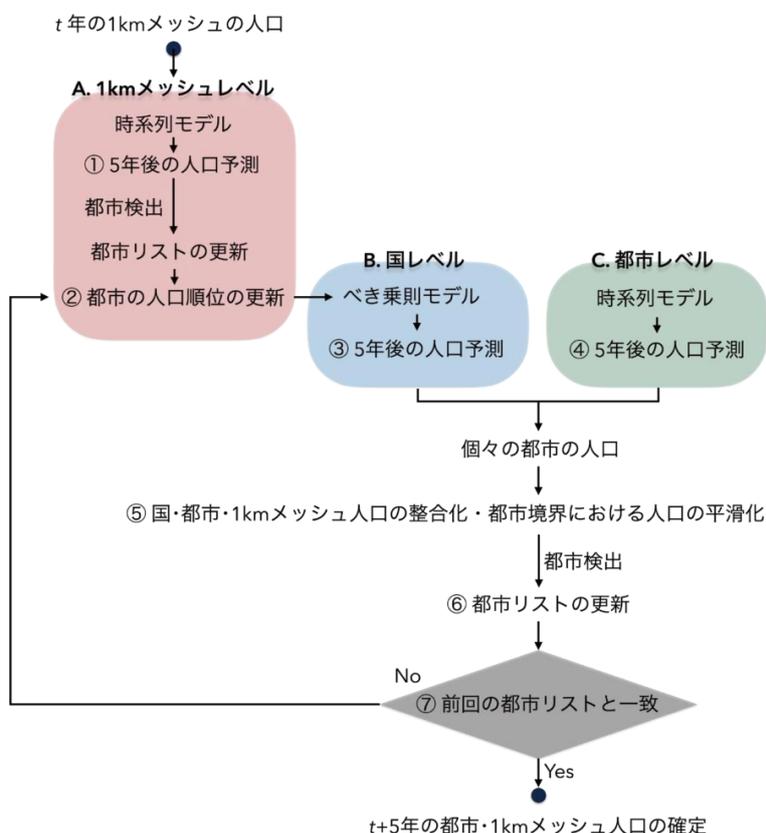


図 5.9 5 年先を予測する手続き

⁸⁴ 都市は刻一刻とその領域を変化します。1つの都市が複数に分裂したり、近隣の大都市に飲み込まれた後、何年か後に、その大都市から分裂して復活する都市もあります（例えば、奈良は1980年に大阪に飲み込まれ、2005年に分裂し、単独の都市に戻ります）。都市検出では、異時点間で同じ都市が同じ都市として認識されるように、都市領域の重複部分の人口や人口密度に基づいて、1970年から2200年までの通年で、個々の都市について一貫したIDを割り当てています。

同様に、都市レベルの時系列モデルを用いて、個々の都市の5年後の人口を予測します(図中④)。⁸⁵ ただし、2025年以降に新しく都市ができた場合には、都市レベルの時系列モデルを使って、その人口を将来予測することができません。時系列モデルは過去のデータから都市の人口の変化を学習するため、データに存在しない都市については学習ができないからです。べき乗則モデルは、都市の人口順位さえ分かれば将来の人口を予測できるので、新しくできた都市については、べき乗則モデルのみを用いて将来の人口を算出します。過去に存在した都市については、べき乗則モデルによる予測値と都市レベルの時系列モデルをアンサンブルして、個々の都市の5年後の人口を算出します。モデル・アンサンブルの方法は、1kmメッシュレベルの時系列モデルの場合と同様です。⁸⁶

その後、1kmメッシュ・都市・国レベルの人口が整合するように調整し、⁸⁷かつ、1kmメッシュ上の人口分布が、都市の境界で滑らかになるように平滑化します(図中⑤)。⁸⁸ その上で、もう一度都市検出をやり直します(図中⑥)。この段階での都市のリストに変化があれば(図中⑦)、都市の順位を更新して(図中②)、繰り返し計算します。都市のリストに変化がなくなれば、 $t+5$ 年の都市および1kmメッシュ人口の予測が完了します。⁸⁹ この手続きを繰り返すことにより、逐次的に2200年までの予測を行います。⁹⁰

⁸⁵ べき乗則モデルと同じく、時系列モデルの場合も、5年先だけでなく、2200年まで一度に予測できます(緑枠部分)。一方で、1kmメッシュレベルの時系列モデルは5年先の予測のみが可能です。それは、1kmメッシュの人口と全国の人口や都市人口との整合性をとりつつ、予測をすすめる必要があるためです。

⁸⁶ ただし、都市レベルの予測は1kmメッシュレベルと異なり、国レベル(べき乗則モデル)と都市レベル(時系列モデル)という階層構造を持っていますので、2段階で行います。まず、都市レベルの4つの時系列モデルの予測値の加重平均をとって、時系列モデル全体の予測値を求めます。その後、時系列モデルとべき乗則モデルの間で加重平均をとります。

⁸⁷ 全国人口・都市人口と個々の都市の人口の間の整合性は、個々の都市の人口を比例倍して行います。個々の都市の人口とその都市を構成する1kmメッシュの人口との間の整合性は、都市を構成する1kmメッシュの人口を等しく比例倍することで行い、さらに、都市の外の人口を調整して、全国人口と整合をとります。

⁸⁸ ここでの平滑化は、都市境界の内側と外側で人口分布が滑らかに接続するように、人口密度を調整することを意味します。

⁸⁹ 手続き⑦の段階で残る都市が、都市の条件を厳密に満たしていない場合があります。それは数値計算上の誤差で、ある程度やむを得ません。この段階で人口が10,000人を下回る都市については、都市のリストの更新時に除外しています。ここで、想定している都市化率と、若干の乖離が生じますが、その部分は無視します。

⁹⁰ この繰り返し計算は、都市のリストがひとつに収束することを前提としています。収束する確証はありませんが、事実上収束しています。このような繰り返し計算が収束しない場合、いくつかの可能性が考えられます。1つは手続きに問題がある場合。その他には、そもそも事実再現性がない理論を用いていれば、解が存在することを想定する明確な論理がありません。本章では、まず事実再現

5.6 都市単位で地域を捉える意味

前節の予測の手続きで、都市レベルの予測に本当に意味があるのか、疑問に思う読者もいるでしょう。例えば、1km メッシュの人口データだけを使って、時系列モデルで 2200 年まで予測した後に、各時点の都市を検出することが手続きとしては可能です。そして、その方が前節の手続きに比べると圧倒的に簡単です。しかし、それにも関わらず、都市という、「1km メッシュの束」の単位での成長過程を捉えることで、結果が変わります。この節では、そのことを端的に示しておきます。

1970 年～2015 年のデータから予測した 2020 年の都市の人口と、実際の都市の人口を比較します。本当は 50 年や 100 年先の予測精度を確認したいところですが、残念ながら、それを行えるデータがありません。そこで、このような短期予測に頼らざるを得ないのですが、その場合の予測精度の評価には注意が必要です。なぜなら、5 年程度では都市の人口は大きくは変わらないため、都市レベルのモデルを使っても使わなくても、人口予測の精度は必然的に高いからです。そこで注目するのは、人口成長率の予測精度です。あくまで都市の人口を正しく予測するようにモデルを推定をしますが、推定されたモデルが、(人口の変化が小さいために) 人口を上手く予測できていても、その成長率もうまく予測できているとは限らないからです。

例えば、2015 年に人口が 100 万人の都市の、2020 年の実際の人口が 101 万人で、1970 年～2015 年のデータから予測した 2020 年のこの都市の人口が、99 万人だったとします(図 5.10 参照)。このとき、人口の予測エラーを、5 年後の実際の人口 (101 万人) と予測値 (99 万人) の差 (2 万人) が、5 年後の実際の人口 (101 万人) に占める割合とすると、 $(101-99) \div 101 \times 100 = 2\%$ で (図中の枠内では計算とグラフを対応づけています)、人口の予測としては精度が良いといえるでしょう。一方で、5 年間の人口成長は、 $(101 \text{ 万人} - 100 \text{ 万人}) \div 100 \text{ 万人} \times 100 = 1\%$ 増ですが、予測では、 $(99 \text{ 万人} - 100 \text{ 万人}) \div 100 \text{ 万人} = -1\%$ (つまり 1% 減) ですので、予測エラーは、実際の成長率 (1%) と予測値 (-1%) の差が、実際の成長率 (1%) に占める割合、 $(1 - (-1)) \div 1 \times 100 = 200\%$ です (図中の枠内では計算とグラフを対応づけています)。実際の成長が 1% 増、予測値は 1% 減で、同じ 1% ですが、符号が逆なので、予測エラーは実際の成長率の 2 倍 (200%) と大きくなります。

性が高い理論に基づいて、予測モデルを組み立てていることがうまくいく理由の一つだと考えています。中でも、都市単位で地域を捉えることが、最も重要な要素であると考えています。

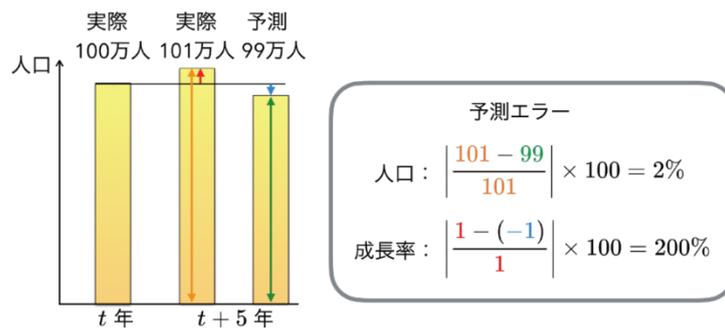


図 5.10 予測精度の検証

個々の都市の人口についての長期予測は短期予測の蓄積ですので、予測モデルは、個々の都市の5年先の成長率も正しく予測できるべきです。本章のように11時点という短い時系列(1970, 1975, ..., 2015, 2020年)のために、直近の未来の予測(2015年から2020年)しか試せない場合は、成長率の予測精度を検証することで、予測モデルの妥当性について一定の検証ができます。⁹¹

図 5.11 は、2015 年から 2020 年間の個々の都市の人口成長率の再現性を示しています。図 5.11A, B, C は、それぞれ異なるモデルを使って 2020 年の都市の人口を予測した場合、個々の都市の人口の実際の成長率と予測モデルに基づく成長率の関係を描いています。青色の点の一つ一つの都市に対応しています。点線は、この関係に直線を当てはめたものです。

図 5.11A は、1km メッシュレベルの時系列モデルのみを使って予測した場合、⁹² 図 5.11B は、1km メッシュレベルと都市レベルの時系列モデルをアンサンブルして予測した場合、図 5.11C は、1km メッシュ・都市レベルの時系列モデル、さらにべき乗則モデルをアンサンブルして予測した場合の結果です。

図 5.11A には、各都市の成長率について実際の値と予測値の符号の関係を、合わせて示しています。グレーの直線で4分割されたグラフの各領域について、(+,+) は実際と予測値がともに正、(+,-) は実際が正・予測が負、(-,+) は実際が負・予測が正、(-,-) は実際・予測値ともに負です。

⁹¹ ただし、本章の予測でなにより重要なモデルの検証は、実際に予測した変化の種類と方向が、過去の変化を説明できる理論と整合することです。

⁹² 1km メッシュレベルの時系列モデルを用いて都市の人口の予測をする場合、都市の領域に含まれる 1km メッシュの予測人口を合計した値を都市の予測人口とします。

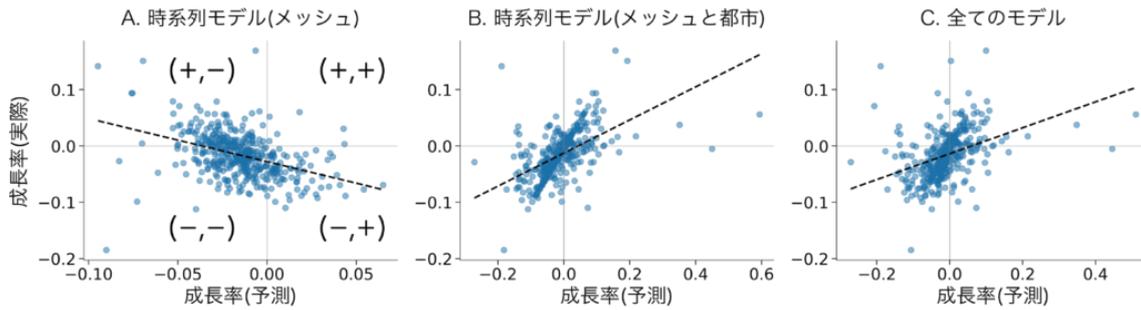


図 5.11 個々の都市の人口成長率の予測

注目してほしいのは、結果 A と B の違いです。図 5.11A の 1km メッシュレベルのモデルだけを使った場合には、都市単位での人口成長率が、実際と予測で、平均的には符号が逆になっています。つまり、実際には人口が増加している都市について、多くの場合、人口が減少すると予測されています。このことは、点線が (+,-) から (-,+) の領域を貫いていることから分かります。1km メッシュレベルの時系列モデルは、都市の人口自体の再現性は高くても、その変化の方向については再現できていないということです。

一方で、図 5.11B が示すように、1km メッシュレベルに加えて都市レベルの時系列モデルを含むと、都市の人口成長率の符号は実際と予測でおおよそ一致し、都市の成衰の傾向は正しく予測されています。このことは、点線が (-,-) から (+,+) の領域を貫いていることから分かります。さらに、べき乗則モデルを加えた図 5.11C の場合も同様に、成長の方向は正しく予測されます。ただし、5 年先という短期の予測では、べき乗則モデルの有無は、予測精度にあまり影響しません。

以上により、1km メッシュ単位で予測しておいて、後で都市単位の変化を見ると、予測段階から都市単位で捉えるのでは、結果が全く異なることが分かります。

6. 100年後の都市と地域のすがた

6.1 大都市への極化と個々の都市の盛衰

第5章のモデルによる、日本の都市の盛衰を予測した結果について説明します。まず、国全体を見渡したときに、各地の都市がどのように成長、あるいは衰退していくのかを俯瞰します。

都市数の変化

図6.1は、1970年～2020年の都市数の実現値に加えて、全国の人口について3つのシナリオの下で、2025年～2200年までの都市数の予測値を描いています。楽観的な高位推計の下では、都市は多く残り、低位推計の下では、より少数の都市が残る予測になっています。100年後の都市の数は、2020年時点の431に対して、中位推計の下で約2/3の269、低位推計の下で約半分の224まで減少する見込みです。

1970年～2020年の都市数の減少の中には、大都市の平坦化によって、周辺小都市が飲み込まれることで都市の数が減る場合を含んでいます。⁹³ この場合は、小都市のあった場所から人口が消滅するわけではありませんでした。しかし、今後の急速な人口減少の下では、大都市の平坦化は、これまでほど面積の拡大を伴いません。従って、将来に起こる都市数の減少のほとんどは、都市の消滅を意味します。

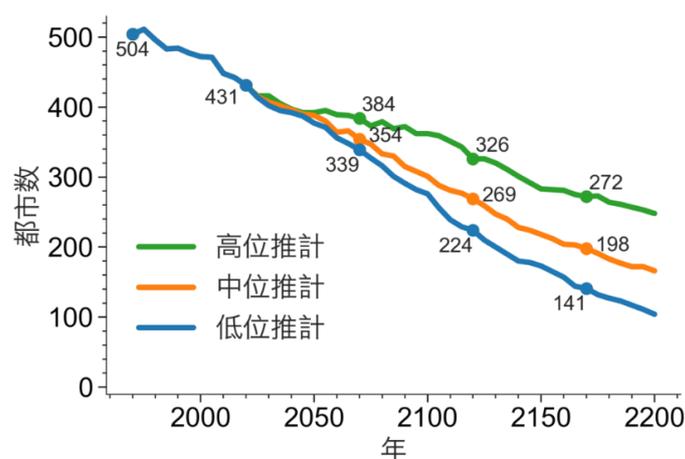


図6.1 都市数の予測

⁹³ 第2章で紹介した岐阜県の大垣が、小都市が大都市の平坦化により飲み込まれる例です。

都市人口分布の変化

図 6.2 は、国の総人口が社人研の中位推計に従う場合の、2170 年までの都市人口分布の予測です。おおよそべき乗則を維持しながら、分布が沈下していく様子がはっきりと分かります。都市の人口の予測では、べき乗則モデルと時系列モデルをアンサンブルしますが、中位推計の場合は前者の重みの平均値は 0.37 です（つまり、時系列モデルは平均で 0.63）。⁹⁴ 国全体の都市人口分布に直線を当てはめた場合の傾きはおおよそ一定ですが、将来に向かうほど、上位 4 都市への集中、とりわけ、最大都市である東京と第 4 位の福岡への人口が集中が明らかです。

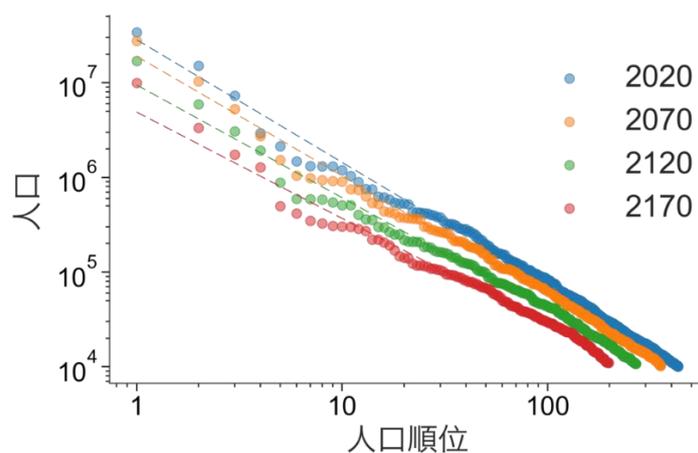


図 6.2 将来の都市人口分布（中位推計）

図 6.3 は、全国の人口が低位推計に従う場合の、2170 年までの都市人口分布の予測です。中位推計の場合との違いは、より多数の小都市が消滅することと、存続する個々の都市の人口も減少することです。

⁹⁴ ただし、個々の都市の時系列モデルも、都市がべき乗則の影響下にあることを反映していますので、この 0.37 という値が、べき乗則の影響のすべてを表しているわけではなく、実際はより大きなシェアになるはずで、時系列モデルのみを用いても、将来の都市人口分布が大きくべき乗則から逸脱することはありません。それにも関わらず、べき乗則モデルを用いるメリットは、べき乗則モデルが、個々の都市の人口の成長過程を、具体的な時系列モデルに依存しない秩序により制約することができる点です。これにより、特定の時系列モデルを採用することに拠って生じる、モデル特有の予測バイアスを、緩和する効果を期待できます。

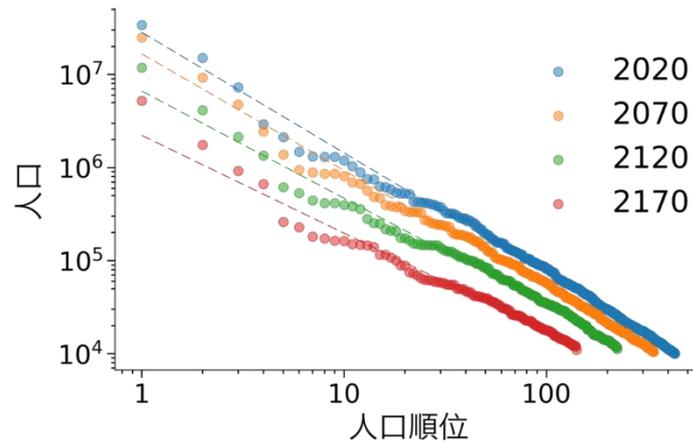


図 6.3 将来の都市人口分布（低位推計）

個々の都市の盛衰

では、過去の個々の都市の盛衰（図 6.4 と図 6.5）と、国の総人口が中位推計に従って減少する場合の、将来の個々の都市の盛衰（図 6.6～図 6.8）について見てみます。⁹⁵

図 6.4 は 1970 年～2000 年の 30 年間に実際に起こった変化を示しています。カラー色の部分が都市で、色分けは、都市の人口シェアの成長率に従っています。赤味が強いほど成長が大きく、青が衰退です。×印は 1970 年に存在した都市のうち、2000 年までに消滅したものです。この 30 年間は、日本が最も活気があった高度成長期とバブル期を含み、それらに伴って、急速に都市化が進んだ時期です（都市化率は 66%から 76%に上がりました）。結果として、多くの都市の人口シェアが増加しました。⁹⁶

⁹⁵ 低位推計の下での地図も図 6.6～図 6.8 と似たものになります。大きな違いは、より多くの小都市が消滅することです。

⁹⁶ この 30 年は、高度成長期より脱工業化の時期を長く含みますので、脱工業化に適応しなかった（すればよいわけでもありませんが）、北九州や静岡は衰退に転じています。

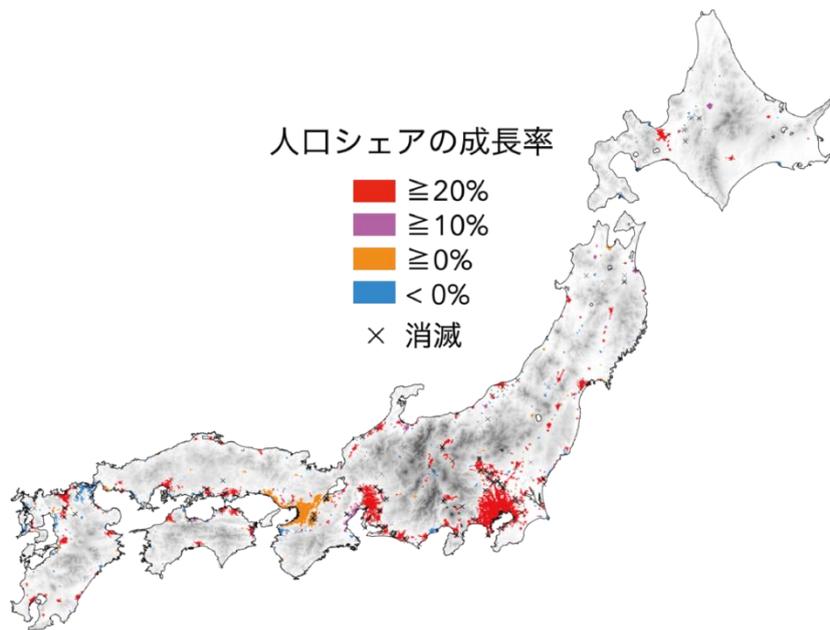


図 6.4 都市の盛衰 (1970 年～2000 年)

図 6.5 は、2000 年～2020 年、つまり直近の 20 年の実際の変化を示しています。図 6.4 とは異なり、成長する都市と衰退する都市の違いが鮮明になります。東京より東では、東北新幹線沿いと札幌付近を除くと、殆どの都市が衰退傾向に転じます。これは多分に、この地域で先行する高齢化を反映しています。(×印は、2000 年に存在した都市のうち、2020 年までに消滅したものを示しています。)

一方、東京の西では、大阪が衰退に転じました。新幹線のぞみ号の運行開始が、大阪衰退の引き金になったと考えられます。「大都市（東京）への交通アクセスを改善すれば地方が活性化する」という考えは、多くの場合、誤解です。大阪は人口規模の割に東京に近づきすぎました。かつては競争相手ではなかった東京の企業との競争にさらされたことで、大阪の多くの企業が市場からの退出・移転を余儀なくされました。交通アクセスが改善することで起こるこのような効果は、「ストロー効果」と呼ばれたり、大阪が東京の「集積の陰」に入った、と表現されたりします。⁹⁷ 同様の現象が、中央リニア新幹線の開通後にも起こると思われま。ただし、リニア新幹線の場合は、集積の陰以前に、運行を支える需要を生むだけの人口が残されるかどうか、先に問題になりそうです。

東海道沿いの東京・名古屋間も、浜松を除いて衰退傾向に転じており、東京の陰に入ったと言えるでしょう。名古屋は、大阪よりもさらに東京に接近していますが、歴史的な経緯で、

⁹⁷ 大阪の衰退の背景では、第 2.3 節で述べた、国レベルでの大都市への集中のしくみが作動していると解釈できます。

製造業が極めて強いことが、この都市が例外的に人口規模を維持できている要因だと考えられます。

広島や岡山など中国地方の都市が若干成長傾向にあるのは、都市自身の成長傾向というより、むしろ周辺で消滅した小都市の人口を吸収する効果を反映していると思われます。一方で、福岡の人口シェアの成長は、自身の推進力があることを示唆しています。東京から十分離れつつ、九州という小さくない後背地を持ち、かつ、韓国や中国といった近隣の国へのアクセスも良いなど、いくつかの利点が重なるのが福岡です。特に、博多駅が山陽新幹線のターミナル（終点）であることの利点は大きいでしょう。交通網の終点であるメリットは、十分な後背地があつてこそです。逆の例で見ると、長崎は西九州新幹線のターミナルを持ちながらも、後背地がすぐ海であるため、福岡のようなメリットは殆ど見込めません。

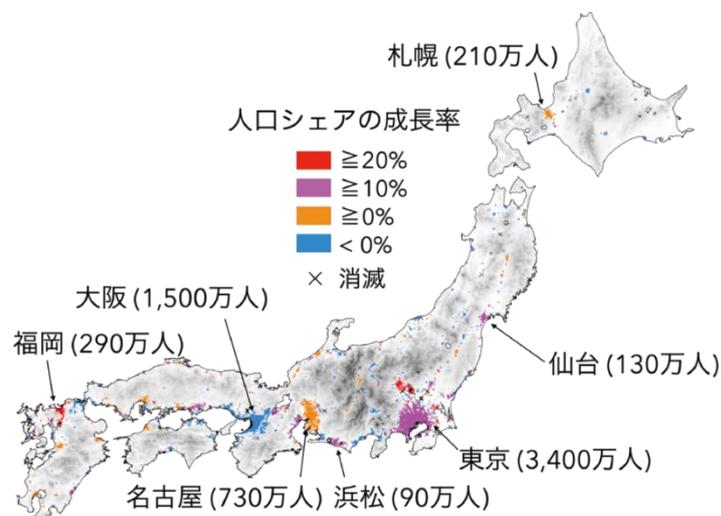


図 6.5 都市の盛衰 (2000年～2020年)

さて、ここからが予測された都市の盛衰です。

図 6.6 は 2020 年～2070 年の変化を予測したものです。(×印は、2020 年に存在した都市のうち、2070 年までに消滅したものを示しています。) 東京の東では、新幹線沿いでも衰退に転じる都市が目立ってきます。東京の西では、浜松が衰退に転じ、東名間はほぼすっぽり東京の陰に含まれます。

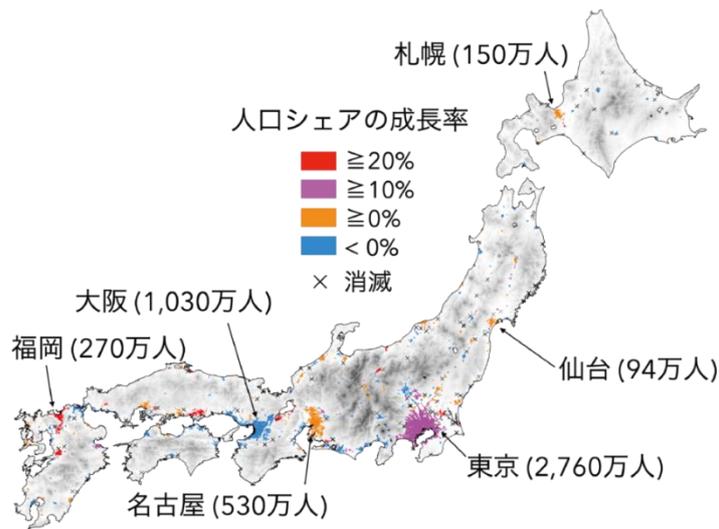


図 6.6 都市の盛衰 (2020 年～2070 年)

図 6.7 は、2070 年～2120 年の変化を予測したものです。都市の消滅は、東海道・山陽道沿いを外れた地域に集中していることが分かります。(×印は、2020 年に存在した都市のうち、2120 年までに消滅したものを示しています。) 新幹線網から外れ、かつ、東海道・山陽道を外れた地域の多くでは、10 万人規模の都市はほぼ消滅します。東京の東では、新幹線沿いでも都市が消滅し、成長傾向を維持する大都市は、仙台のみとなります。東京の西では、名古屋が衰退に転じ、東京・大阪間が東京の陰に含まれます。一方で、福岡は引き続き人口シェアを大きく伸ばします。

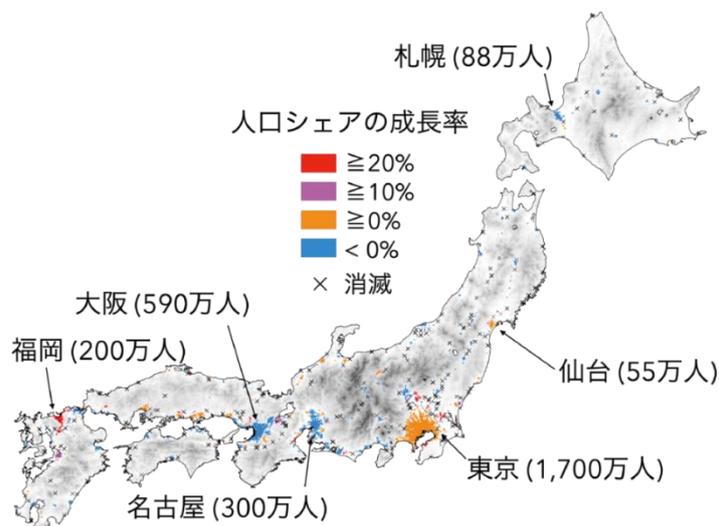


図 6.7 都市の盛衰 (2070 年～2120 年)

図 6.8 は、2120 年～2170 年の変化を予測したものです。東京の東では、仙台が衰退に転じ、成長傾向を示す都市はほぼ無くなります。東海道・山陽道沿いでは、おおよそ東京・福岡間全

体が衰退に転じます。これは東京の陰だけでなく、「東京と福岡の陰」と呼ぶべき状況です。

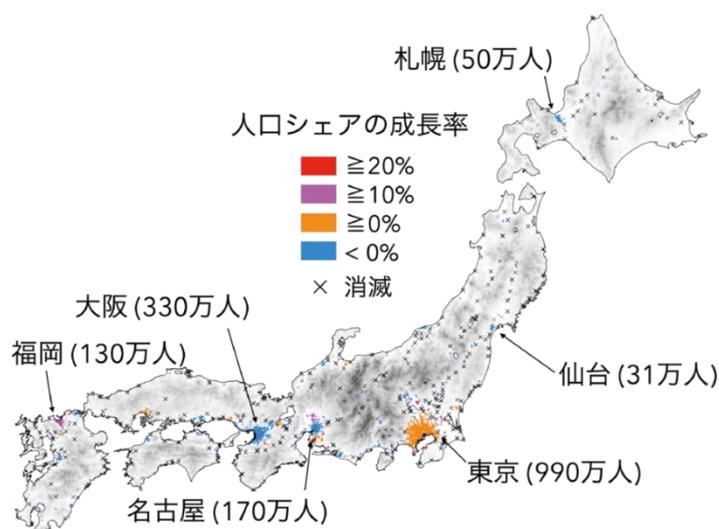


図 6.8 都市の盛衰 (2120 年～2170 年)

ここまでの予測された個々の都市の盛衰のパターンをまとめると、以下のようになります。

日本の人口分布の重心は西日本に移り、西日本の中では、理論通り、大都市に向けた極化が進みます。大阪・名古屋は引き続き第2位、第3位の大都市ですが、衰退傾向にあります。代わって福岡が大きく成長する可能性が示されました。東京は最大都市であり続けますが、その100年後の人口規模は現在の半分になる見込みで、既存の住宅やインフラの維持・縮小などに適応する費用は小さくないでしょう。

図 6.5～図 6.8 が示すように、単純に小さい都市から消滅するというわけではなく、地域によって、都市の盛衰は異なります。特に、東京の東での都市の衰退は明らかに他の地域よりも速いと予測されています。先に述べたように、これはこの地域で急速に進む高齢化を反映しています。

図 6.9 は、2015 年～2195 年の各 5 年について、個々の都市の 5 年先の人口成長率と 65 歳以上人口のシェア (A)、14 歳以下人口のシェア (B) の関係を描いています。⁹⁸ 高齢者のシ

⁹⁸ 社人研により、「[日本の地域別将来推計人口](#)」(2023 年推計)として公表されている、市町村の年齢層別人口推計データに基づきます。このデータは、各市町村の年齢層別人口(14 歳以下, 15～64 歳, 65 歳以上)について、2015 年と 2020 年の実績値と、2025 年～2050 年の予測値を含みます。筆者らは、まず、このデータを 2200 年まで外挿しました。次に、各 1km メッシュ人口の年齢層別シェアが、そのメッシュが含まれる市町村における年齢層別シェアと等しいと仮定して、2015 年～2200 年について(5 年毎)、各 1km メッシュについて年齢層別人口シェアを求め、中位推計の下で予測した 1km メッシュおよび都市レベルの人口を合わせて、各 1km メッシュ・都市の年齢層別人口を算出しました。

シェアが高いほど都市の衰退は速く、高齢者シェアが 25%を超えると、人口は減少傾向になります。同様に、14 歳以下の人口シェアが高いほど、都市の人口成長率は高く、そのシェアが 13%を超えると、人口は増加傾向となります。⁹⁹

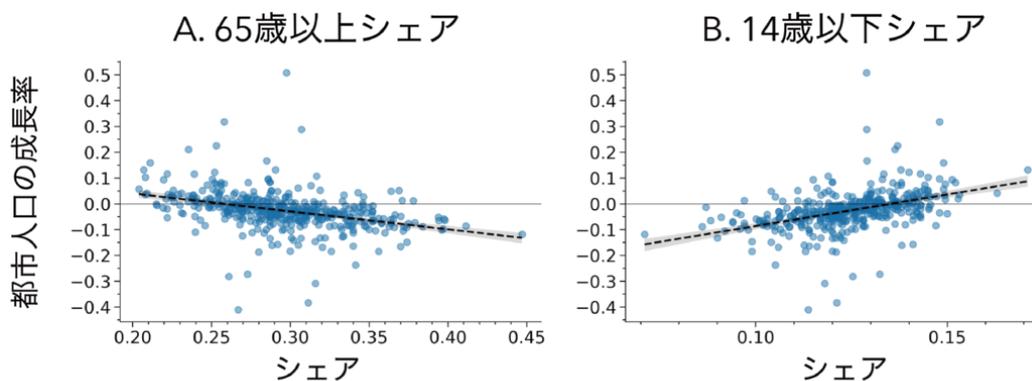


図 6.9 都市の年齢構成と成長

6.2 都市内の人口分布の平坦化

都市内の人口分布の変化を見てみましょう。

平均的な変化

図 6.10 では、1970 年から 2020 年にかけての都市内の人口分布の実際の変化と、2025 年以降、社人研の中位推計に従った国の総人口の減少下での変化が示されています。このグラフの 1970 年から 2020 年までのデータは第 2 章図 2.3 と同じです。2025 年以降、都市内部の人口分布は過去 50 年と同様に平坦化する傾向が見られます。具体的には、2120 年には 2020 年比で最高人口密度（つまり都心の人口密度）が平均で 23%減少し、平均人口密度が 12%減少すると予測されています。一方、全国の人口が減少する中でも、都市の面積は平均で 5%増加すると予測されており、¹⁰⁰ 都市内部の人口分布の明らかな平坦化が起こる見込みです。

⁹⁹ 社人研による市町村単位の年齢層別人口予測データの背景にある市町村間の人口移動の仮定は、筆者らの理論と整合しません。また、事実再現性のある理論に依拠した予測でもありません。

¹⁰⁰ 都市の面積の平均値の増加は、平坦化による面積の拡大というより、国レベルの大都市への集中を反映しています。大都市が残り小都市が減ることで、面積が平均的に増加している部分があります。

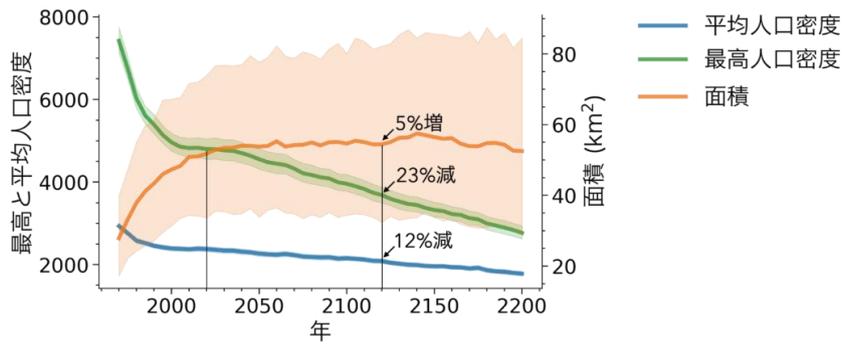


図 6.10 都市内の人口分布の平坦化（中位推計）

図 6.11 は、低位推計に従った国の総人口の減少下での、都市内の人口分布の変化についての予測結果を示しています。平坦化の傾向は中位推計の場合と同様ですが、より大きな人口減少が反映され、人口密度の減少幅も増大しています。

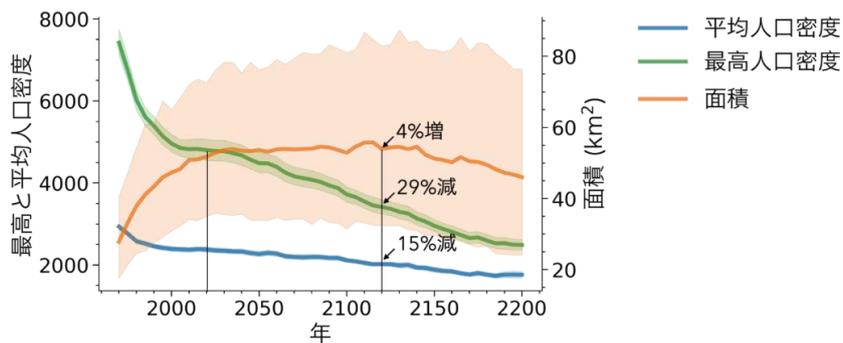


図 6.11 都市内の人口分布の平坦化（低位推計）

大都市の場合

中位推計・低位推計のどちらの場合も、大都市での人口分布の平坦化が特に顕著です。以下では、5大都市（東京・大阪・名古屋・福岡・札幌）と、仙台の場合について示します。

図 6.12 では、東京内部の人口分布を 1970 年と 2020 年の実績（A と B）、そして中位推計に基づく 2070 年と 2120 年の予測（C と D）、低位推計に基づく 2070 年と 2120 年の予測（E と F）を示しています。カラーの部分には都市としての東京を表します。1970 年から 2020 年にかけて、全国の人口が 22% 増加する一方で、東京の人口は 67% 増と全国平均を大きく上回りながらも、都心の人口密度は約 41,000 人/km² から約 33,000 人/km² と 20% 減少しています。筆者らの予測では、2120 年には、中位推計では、東京の人口および都心の人口密度が現在の約半分に、低位推計では約 1/3 にまで減少すると見られています。

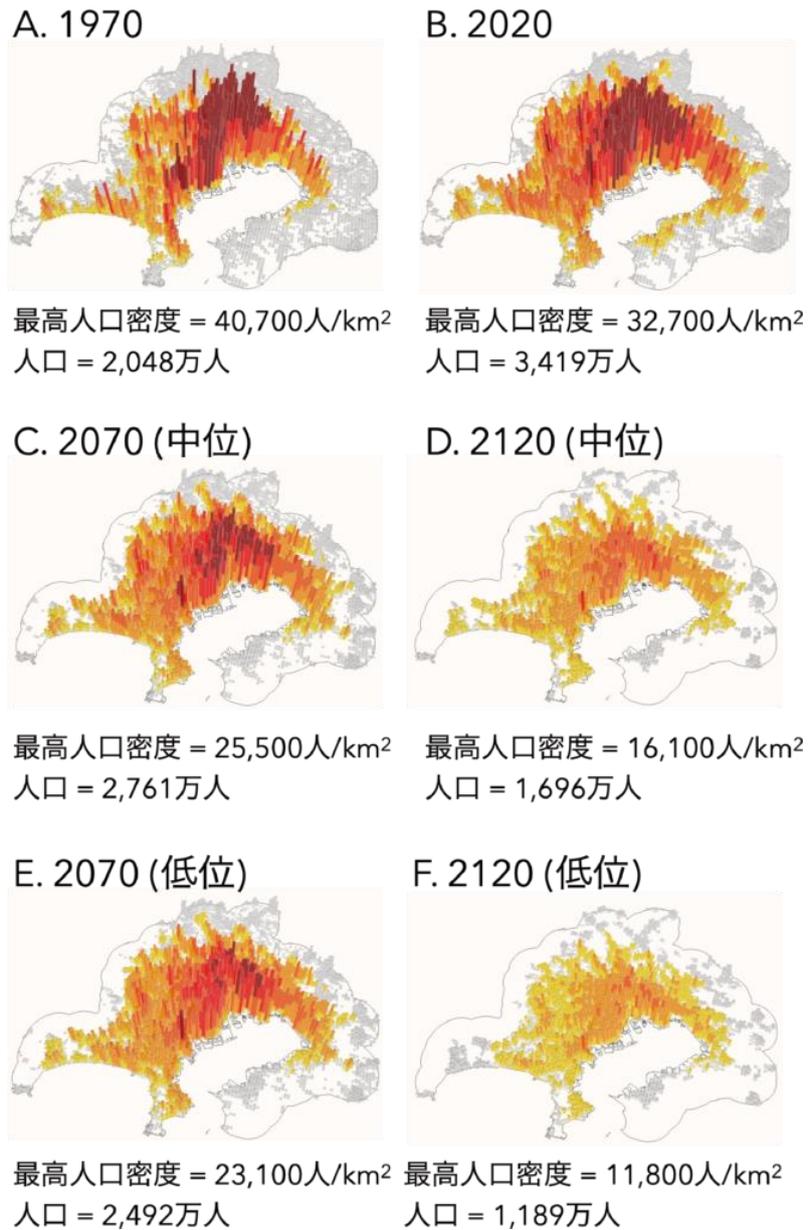


図 6.12 都市内人口分布の平坦化 (東京の場合)

図 6.13 は大阪の場合を示しています。東京と同様に、平坦化は 1970 年から 2020 年で既に始まっています。国の総人口が中位推計に従う場合、100 年後には、大阪の人口は現在の 39% まで、都心の人口密度は 43% まで減少、低位推計の下では、人口が 27% まで、都心の人口密度が 36% まで減少する見込みです。大阪では、東京よりさらに大幅な人口および人口密度の減少が見込まれます。

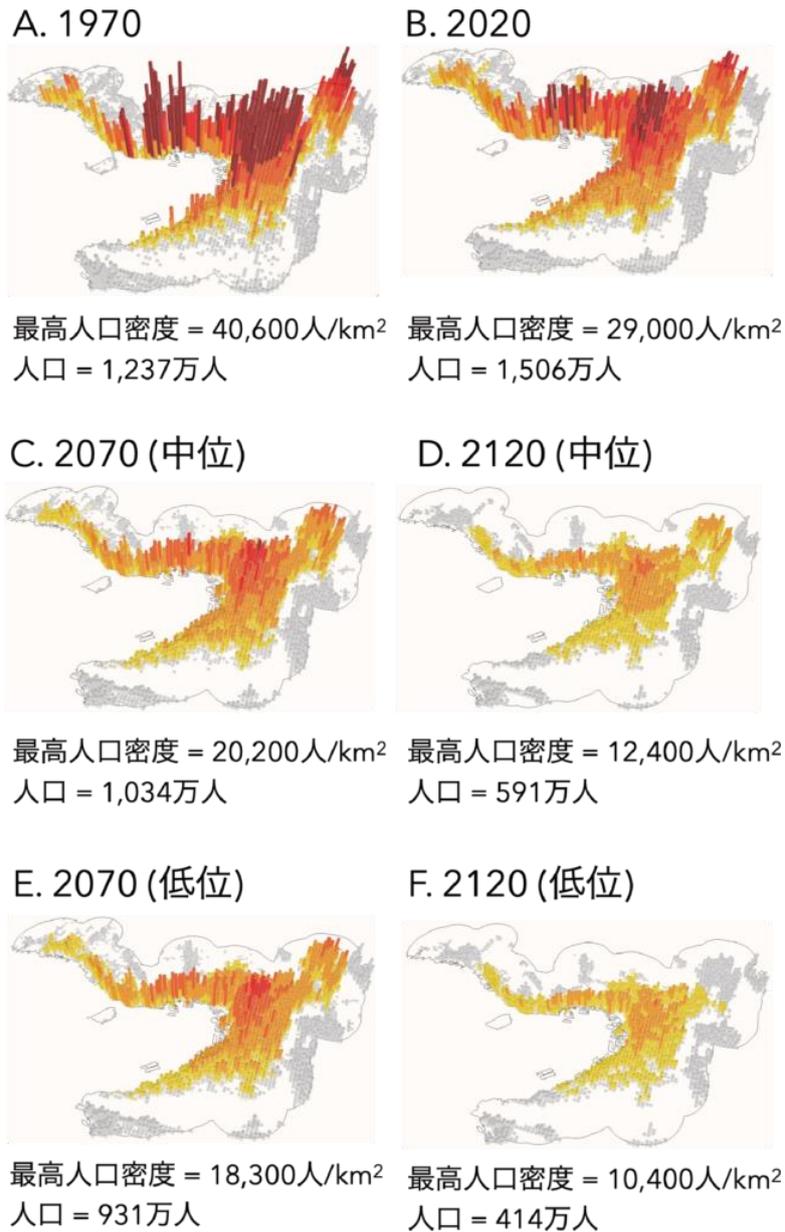


図 6.13 都市内人口分布の平坦化 (大阪の場合)

図 6.14 は名古屋の場合を示しています。平坦化の傾向は東京や大阪と同様です。100 年後には、中位推計の下では、名古屋の人口は現在の 42%まで、都心の人口密度は 45%まで減少、低位推計の下では、人口は 29%まで、都心の人口密度は 41%まで減少する見込みです。大阪に比べて、縮小の傾向は若干緩やかですが、名古屋でも、東京よりさらに大幅な人口および人口密度の減少が見込まれます。

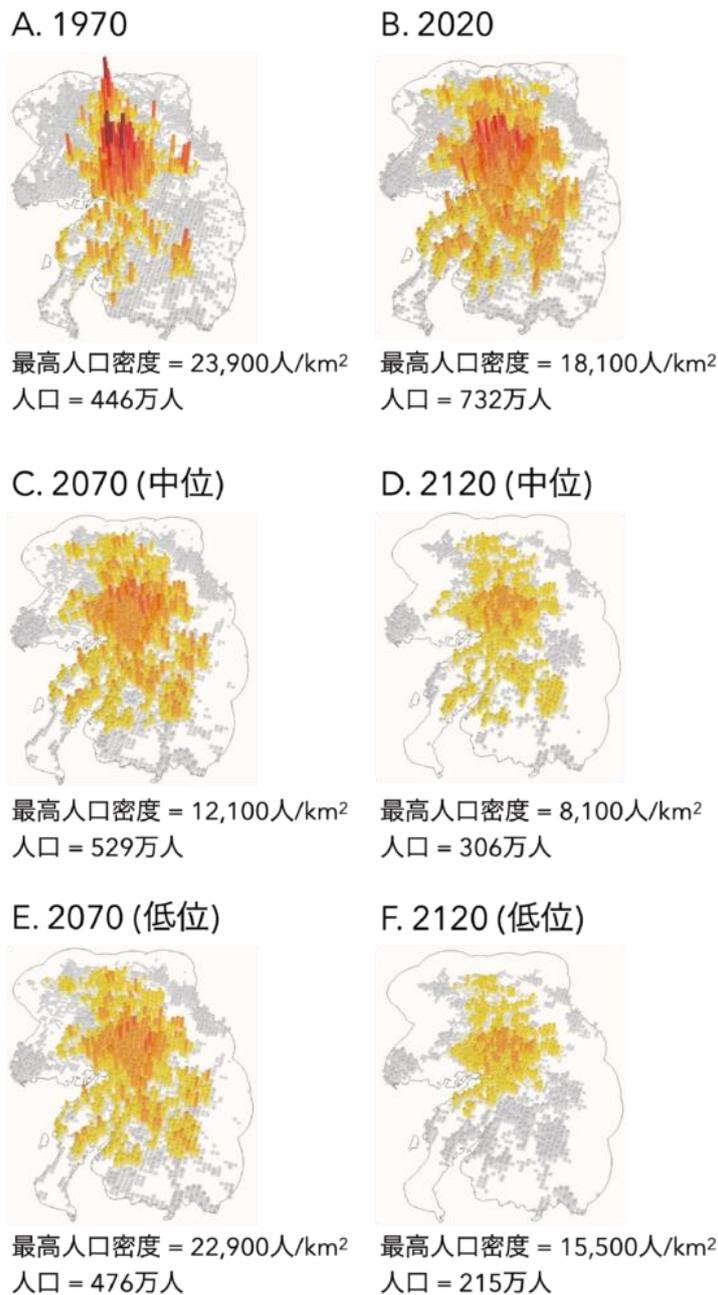


図 6.14 都市内人口分布の平坦化（名古屋の場合）

図 6.15 は福岡の場合を示しています。平坦化の傾向は全都市の平均と比べるとより急速ですが、上位 3 都市と比べると緩やかです。2120 年には、中位推計の下では、人口・都心の人口密度ともに現在の 66%まで減少、低位推計の下では、人口は 46%まで、都心の人口密度は 55%まで減少する見込みです。特に、2120 年の都心の人口密度は、いずれの推計の下でも、東京よりも高く予測されています。福岡は、大都市の中でも比較的都心の集積が維持されると見込まれる、例外的な都市です。

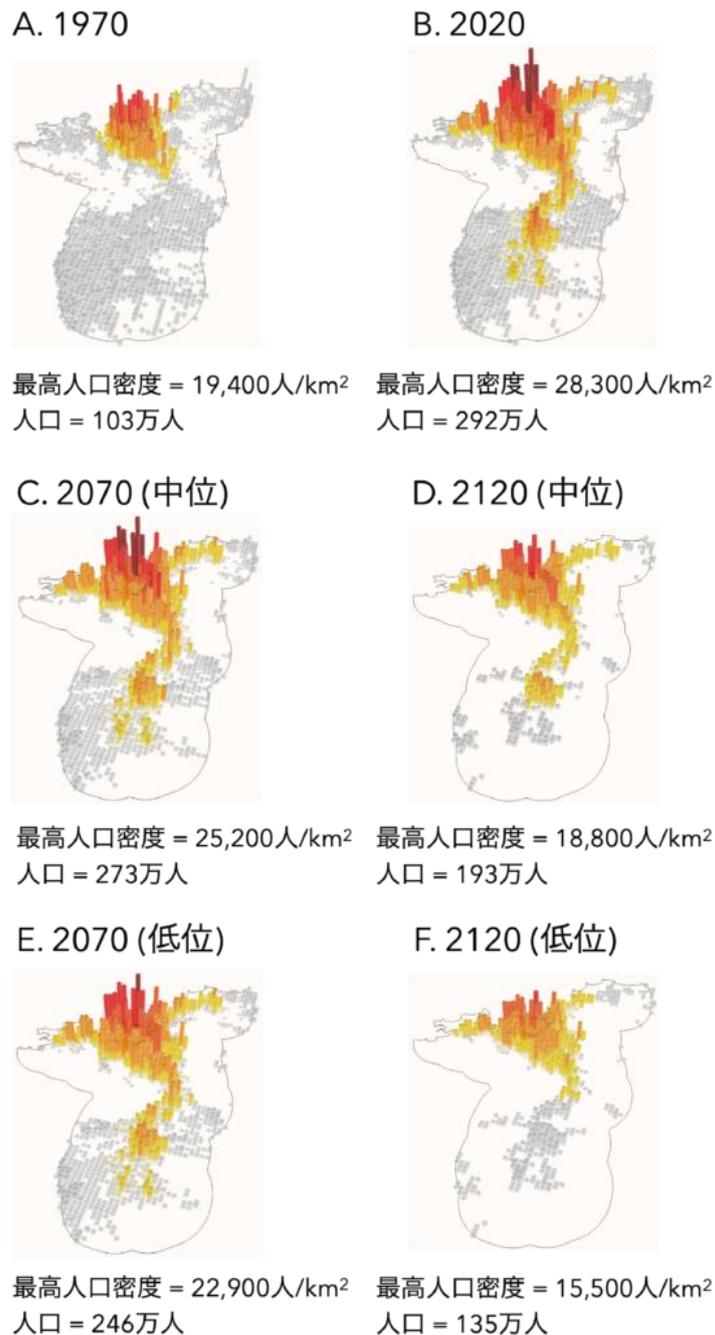
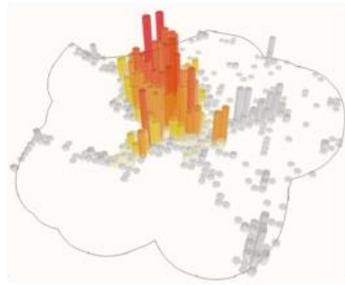


図 6.15 都市内人口分布の平坦化 (福岡の場合)

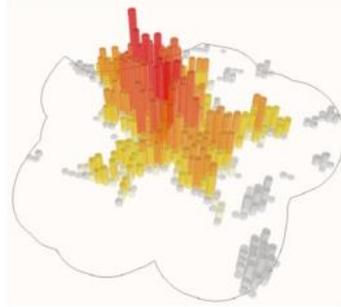
図 6.16 は札幌の場合を示しています。2120 年には、中位推計の下では、人口は現在の 41% まで、都心の人口密度は 44% まで減少、低位推計の下では、人口は 29% まで、都心の人口密度は 33% まで減少する見込みです。人口減少と低密度化は大幅ですが、低位推定の下でも、東京の東で人口 50 万人を維持する唯一の都市として、北海道の拠点であり続けると考えられます。

A. 1970



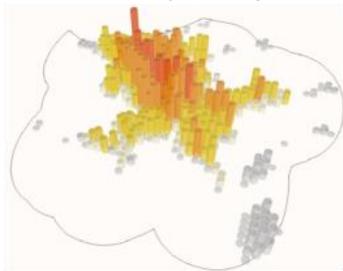
最高人口密度 = 18,100人/km²
人口 = 94万人

B. 2020



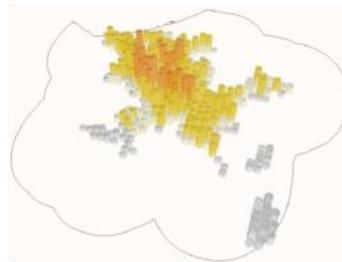
最高人口密度 = 18,900人/km²
人口 = 213万人

C. 2070 (中位)



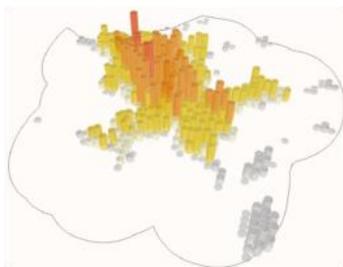
最高人口密度 = 13,700人/km²
人口 = 153万人

D. 2120 (中位)



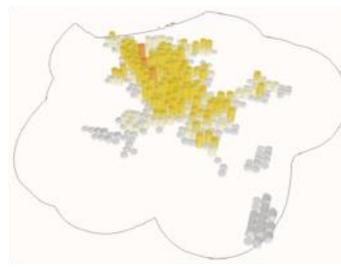
最高人口密度 = 8,300人/km²
人口 = 88万人

E. 2070 (低位)



最高人口密度 = 12,500人/km²
人口 = 138万人

F. 2120 (低位)

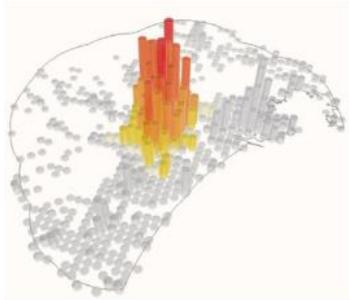


最高人口密度 = 6,200人/km²
人口 = 62万人

図 6.16 都市内人口分布の平坦化（札幌の場合）

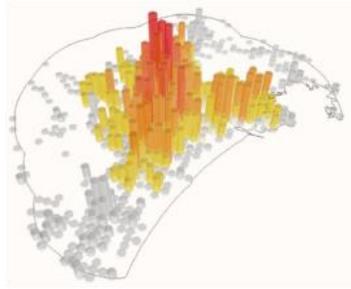
図 6.17 は仙台の場合です。2120 年には、中位推計の下では、人口は現在の 42%まで、都心の人口密度は 41%まで減少、低位推計の下では、人口は 29%まで、都心の人口密度は 31%まで減少する見込みです。減少率では札幌と同様です。仙台は 30 万～50 万人規模を維持するという予測結果ですが、今日の東北新幹線の利便性を維持することが難しくなれば、人口減少はさらに進むでしょう。

A. 1970



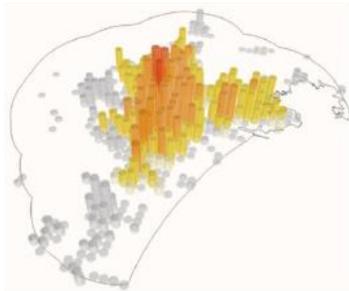
最高人口密度 = 16,600人/km²
人口 = 51万人

B. 2020



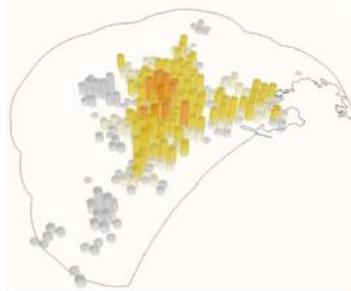
最高人口密度 = 15,900人/km²
人口 = 131万人

C. 2070 (中位)



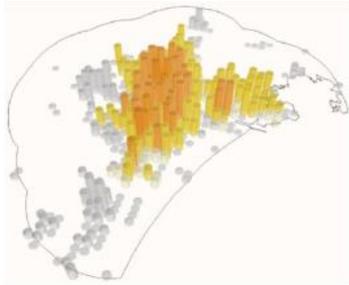
最高人口密度 = 10,600人/km²
人口 = 94万人

D. 2120 (中位)



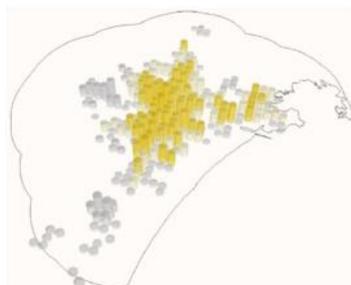
最高人口密度 = 6,500人/km²
人口 = 55万人

E. 2070 (低位)



最高人口密度 = 9,800人/km²
人口 = 86万人

F. 2120 (低位)



最高人口密度 = 5,000人/km²
人口 = 38万人

図 6.17 都市内人口分布の平坦化 (仙台の場合)

地価の変化

都市内部の人口分布が平坦化すれば、当然地価は下がります。人口密度が高いほど、限られた土地への需要が高まるので、地価と人口の地理的分布は高い相関を持ちます。従って、人口分布が分かれば、地価分布の予測が可能です。筆者らは、1985年～2020年間の1年ごと

の公示地価のデータを用いて、¹⁰¹ 地価評価地点の公示地価と、評価地点を含む 1km メッシュの人口、および、隣接メッシュの平均人口密度に加え、評価地点の標高と緯度経度情報の関係を統計モデルによって推定しました。緯度経度情報は、直接観察できない地点固有のばらつきの要因を捉えるために導入しています（例えば気候など）。推定されたモデルに、各 1km メッシュの予測された将来の人口と、その隣接メッシュの平均人口を使って、そのメッシュの将来の地価の予測値を得ました。

図 6.18 は、全国、全都市、大阪と名古屋、東京に分けて、それぞれの総地価額の変化の予測を示しています。ただし、都市内の総地価額を異時点間で比較するために、個々の都市の地理的範囲は 2020 年時点で固定しています。また、2020 年の総地価額を 1 としてグラフを描いています。

国の総人口の中位推計の予測下では、100 年後の総地価額は、全国で 75%まで、全都市で 65%まで減少します。全国より全都市での減少幅が大きいのは、都市内の人口分布が平坦化するためです。平坦化は大都市ほど顕著に起こるため、予測では、大阪と名古屋では 63%、東京では 61%まで地価が下がります。

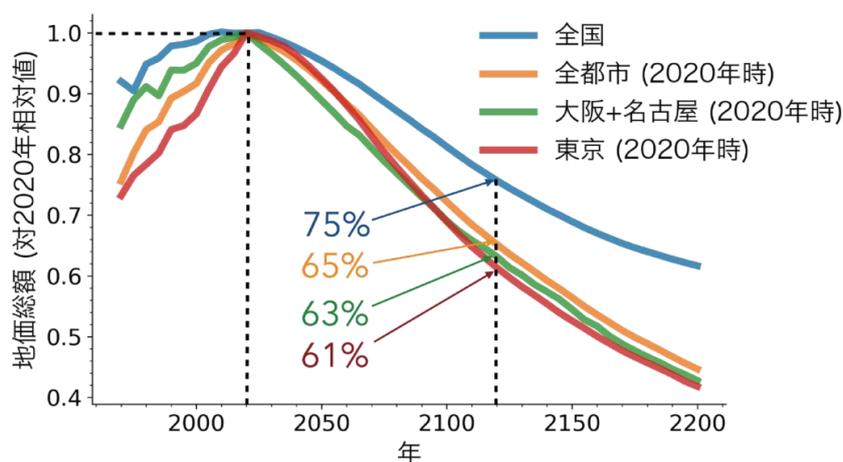


図 6.18 地価の変化（中位推計）

図 6.19 に示すように、国の総人口の低位推計の予測下では、都市での地価下落幅はさらに大きくなる見込みです。

¹⁰¹ 公示地価のデータは、国土交通省より、[国土数値情報ダウンロード](#)のウェブサイトから入手できます。

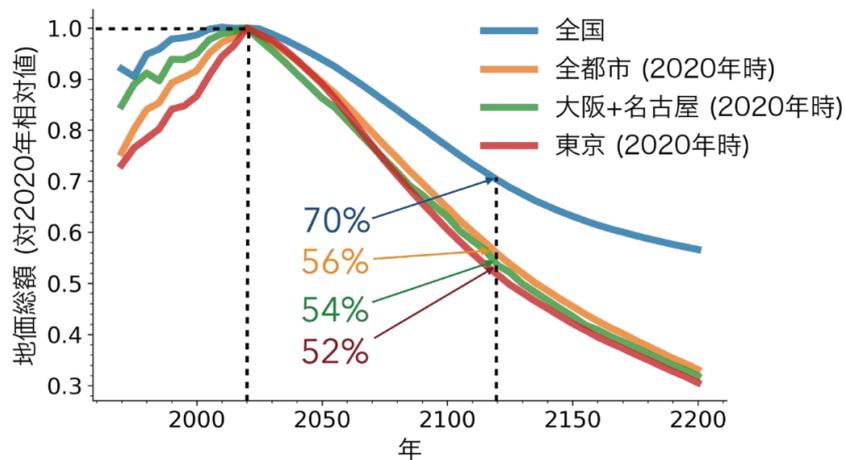


図 6.19 地価の変化（低位推計）

6.3 地方都市の衰退

東海道・山陽道から外れた地方では、顕著に都市が消滅していくことが予測されています。図 6.20 は秋田県内に存在する都市について、1970 年と 2020 年の実績（A と B）と、2070 年と 2120 年の予測（C～F）を示しています。1970 年から 2020 年の秋田の成長の背景には、秋田新幹線の開通があります。¹⁰² 福岡ほどではありませんが、ターミナル効果が働いたと解釈できます。しかし、最近では衰退傾向にあり、人口の中位推計の下では、2120 年に県内に残る都市は 3 都市まで減少し（D）、最大の秋田の人口は 10 万人を下回ると予測されています。さらに、低位推計では、2120 年に県内に残る都市は秋田のみとなる見込みです（F）。

¹⁰² 秋田付近の 1970 年の 1km メッシュ人口については、総務省の元データに欠損があったことが判明しました。図 6.10A に、都市としての秋田が存在していないのはこの欠損によります。2025 年以降の予測には大きな影響はありません。

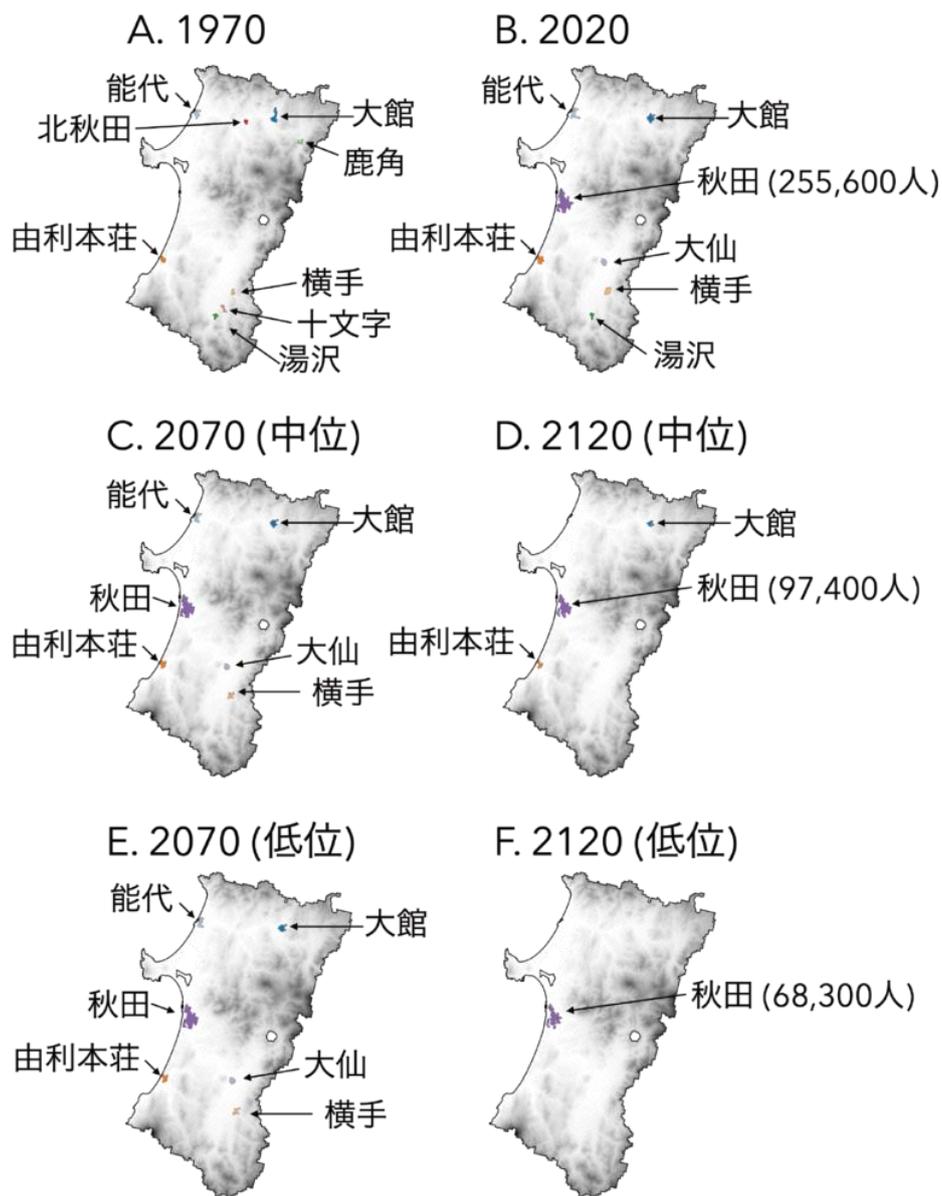


図 6.20 地方都市の消滅（秋田県）

図 6.21 に示す岩手県の場合、2020 年までは旧奥羽街道沿いと海岸線に都市が集中していました（A と B）。今後は、まず海岸線の都市が消滅し、次に街道沿い、つまり東北新幹線沿いの都市も数を減らしていく見込みです（C～F）。人口の中位・低位推計の下での予測では、2120 年時点の盛岡は 10 万人前後の規模を保っています。しかしこれは、2120 年の人口で、東北新幹線が維持される前提です。少なくとも現在の運行頻度を維持することは困難と思われるので、筆者らの予測が、盛岡の人口減少を過小評価している可能性があります。実際には、より厳しい状況となるでしょう。同様のことは秋田にも言えます。

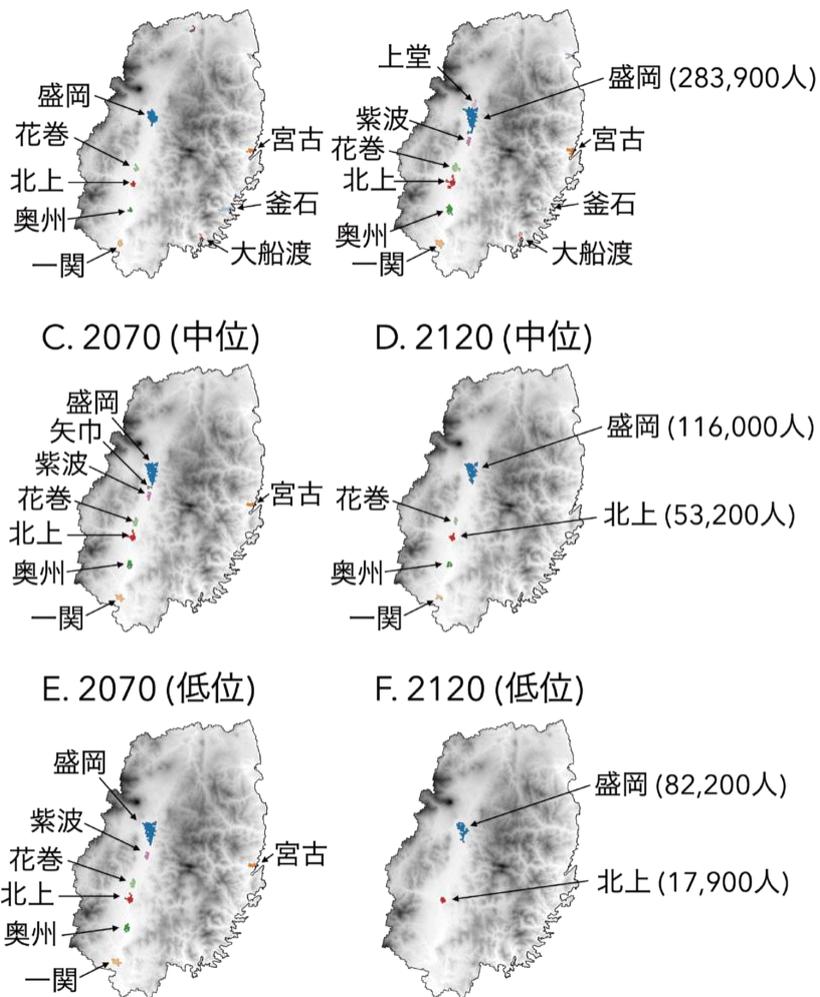


図 6.21 地方都市の消滅（岩手県）

交通網の幹線から離れた地方で 100 年後にも存続する都市は、歴史的な遺産を持つ特殊な例や、県庁所在地としての都市が主です。島根県（図 6.22）や高知県（図 6.23）がその代表例です。ただし、これら県庁所在地に位置する都市の人口は公務関係者が多く、自律的な集積とは言い難い状況です。そのため、筆者らの予測は、これらの都市について人口減少を過小評価している可能性があります。

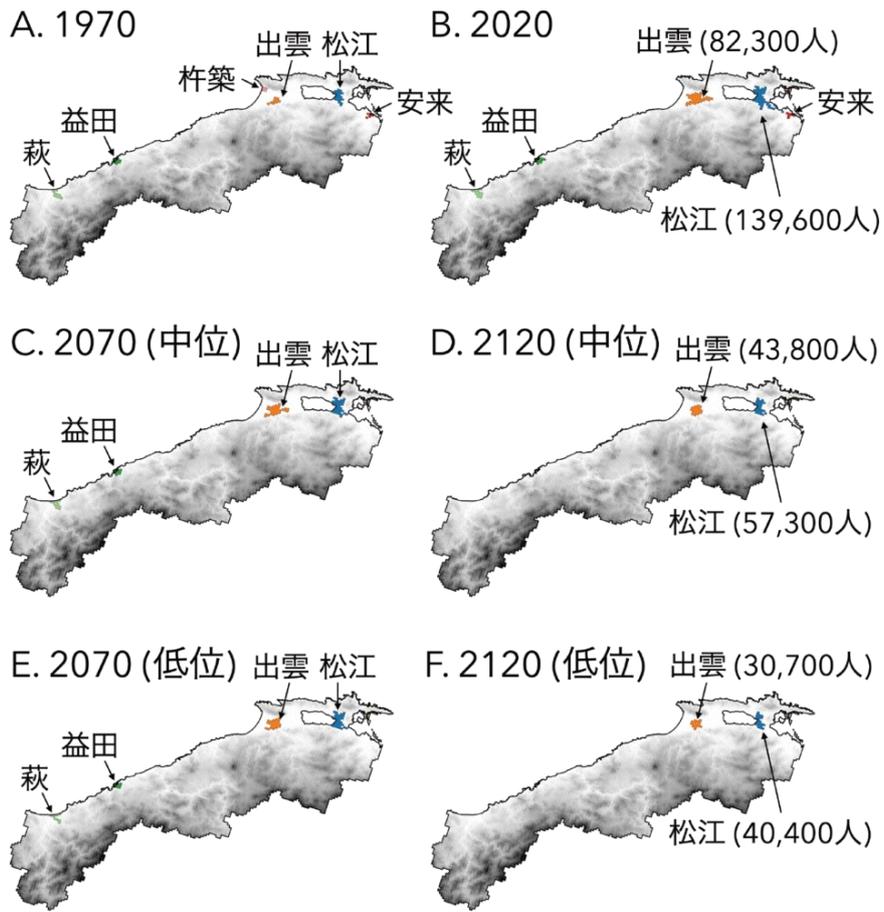


図 6.22 地方都市の消滅（島根県）

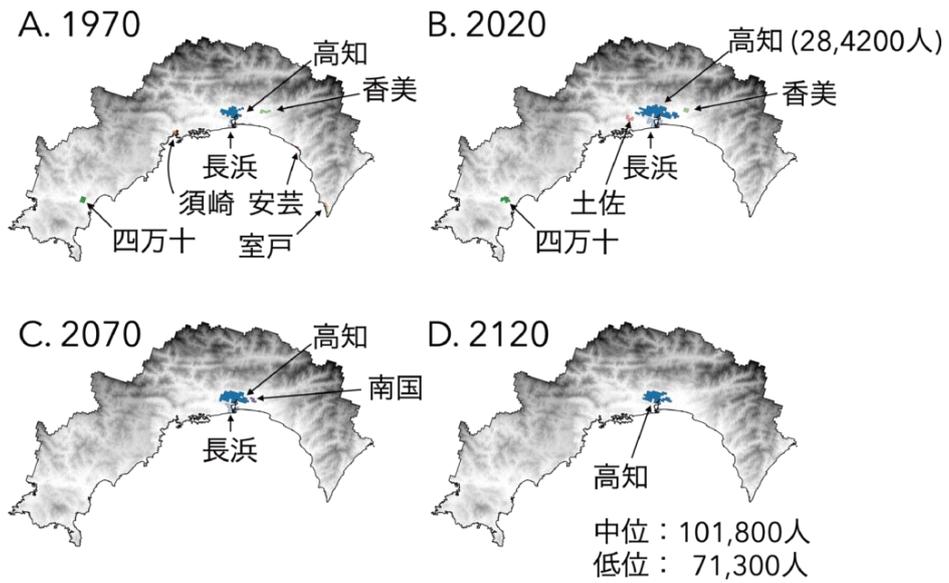


図 6.23 地方都市の消滅（高知県）

6.4 これから都市・地域で起こること、取るべき対策

以上の予測結果は、100年後にどのようなことが都市・地域で起こると示唆しているでしょうか。3つの大きな傾向が考えられます。

- (1) 東海道・山陽道から外れた地方で、都市の殆どが消滅する。
- (2) 大都市の内部で、都心の人口密度が半減以上になる大幅な人口分布の平坦化が起こる。
- (3) 人口分布の重心が西日本に移り、東京と福岡を中心とした経済に移行する。特に、東京と福岡以外は大都市でも人口が急速に縮小する。

以下では、それぞれの点について、政策的な示唆を述べます。

(1) 地方の「衰退」とその対策

地域の「拠点都市」として、10万人以上と50万人以上の都市の分布を見てみましょう。図6.24は、2020年時点の分布です。黄色の丸が拠点都市の位置を示していて、色分けされた地域は、拠点都市についてのボロノイ分割、つまり、各地点を最も距離が近い拠点都市に割り当てて得た地域分割です。拠点都市を含む領域が、その拠点都市の後背地を近似していると考えられます。

2020年には、10万都市は83あり、50万都市は21あります（図中括弧内の数字が各規模の拠点都市の数です）。拠点都市は、東海道・山陽道沿いに比較的集中しているものの、特に10万都市は、それ以外の地域を含む比較的広範囲に分布しています。

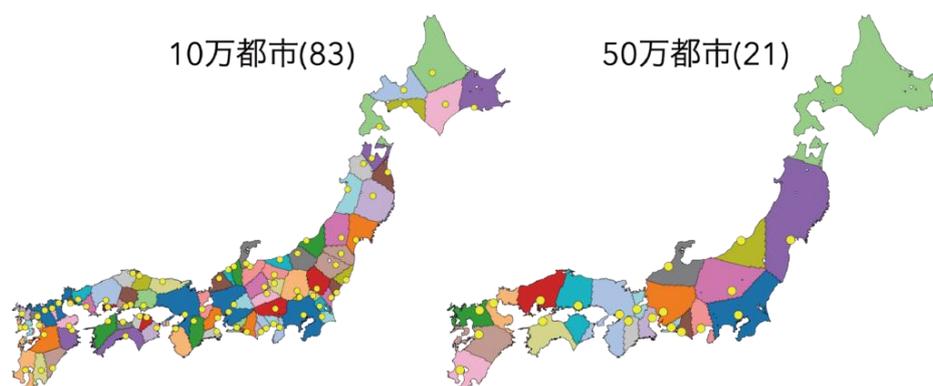


図 6.24 拠点都市の分布（2020年）

国の総人口の中位推計の下では、2120年には、10万都市は49に、50万都市は11に減ると予測されています。図6.25が示すように、拠点都市は、東海道・山陽道沿いにより集中します。特に、山陰には10万都市は残らず、東北・北海道でも大幅に減少する見込みです。

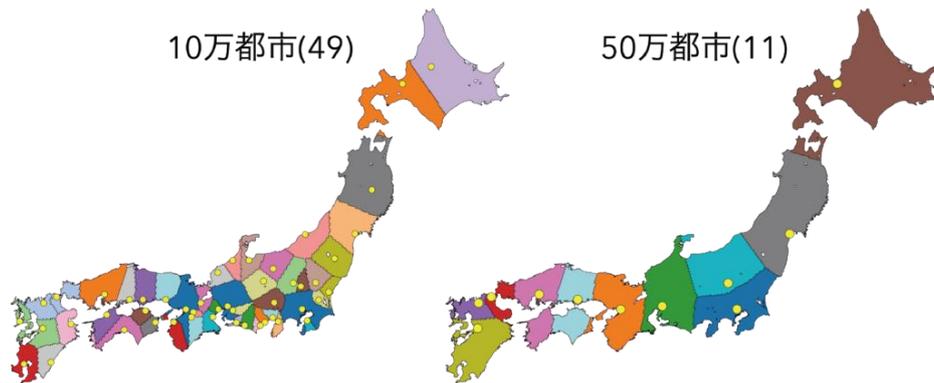


図 6.25 拠点都市の分布 (2120 年, 中位推計)

図 6.26 が示すように、低位推計の下では、拠点都市は、より鮮明に東海道・山陽道沿いに集中することが予測されています。中位推計・低位推計のいずれの場合でも、2120 年時点で、東北・上越・北陸新幹線を、現状に近い利便性で維持することは困難でしょう。学習データには、そこまでインフラの維持が困難になる状況が含まれていませんので、それは予測にも反映されません。従って、東海道・山陽道を外れた地域で、特に、現在、新幹線などの公共高速交通網の利便性を享受している地域において、実際に起こる都市の衰退は、筆者らの予測が示すよりも顕著なものになる可能性が大きいと思われる。

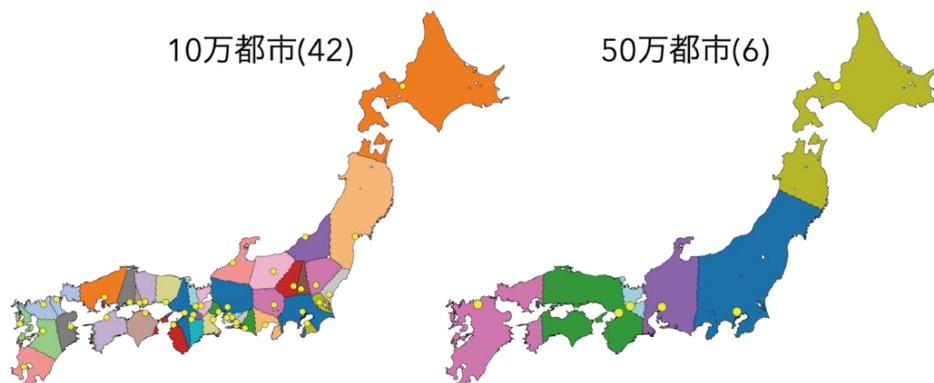


図 6.26 拠点都市の分布 (2120 年, 低位推計)

このような地方の人口減少に抗う政策として大きいものが 2 つあります。コンパクトシティ政策と地方創生政策です。以下、順に考察します。

コンパクトシティ政策

コンパクトシティ政策は、人口減少が進み過疎化した市街地を、都心周辺にまとめることにより、集積による利便性を高め、都市としての持続可能性を維持することを目的としています。現在、コンパクトシティ政策は、全国 703 の市町村 (2023 年 12 月 31 日現在) で具体

的な取り組みが進められています。¹⁰³ 市町村の存続可能性の人口しきい値として、10万人がしばしば目安とされます。¹⁰⁴ しかし、人口集積単位で見れば、10万都市は現時点ですでに83しかなく、2120年には約半数近くまで減る見込みです。とても703の都市集積を残すことは不可能でしょう。都市として残す地域と縮小を支援する地域を明確に分け、実現可能な政策を設計する必要があります。その場合には、個別の都市や地域だけを見るのではなく、図6.24～図6.26のように、国レベルで、持続可能な拠点都市を、系統的に検出する必要があります。図6.25・6.26は、今後持続し得る拠点都市の候補を示しています。

コンパクトシティ政策に対して、経済集積理論からのもう1つ重要な示唆があります。個々の都市機能や世帯・企業などの経済主体の立地をコンパクトに集めるというこの政策は、世帯や企業の動機とは逆の方向に立地を促す政策である点で、実現しにくいことです。経済主体は、集積による利便性を求めて都市に集まりますが、輸送・通信費用が低下すると、都市の内部では近接して立地する必要性も低下し、郊外に向かって分散する傾向があります。だからこそ、コンパクトシティ政策が機能するためには、総花的ではなく、将来の持続可能性が期待できる都市を選択し、強い意志を持って政策を実施する必要があります。どの程度のコンパクト化が最善なのか、厳密には分かりませんが、ある程度の都市機能を集中・集約させることには、メリットがあると思われま

地方創生政策

現状の地方創生政策の多くは、地域の人口を維持することを目標にしています。しかし、世帯や企業は、これまでの傾向を踏まえれば、今後も都市集積を志向します。人口が減少し、輸送・通信費用が減少する中では、予測が示すように、より少数の大都市に人口は集中していきます。特に東海道・山陽道から外れた地域では、10万規模の都市を維持することすら困難になるでしょう。では、そのような地方に希望はないでしょうか。わたしは十分にあると考えています。都市が消滅するという意味では、地方は「衰退」するでしょう。しかし、見方を変えれば、「都市の衰退」は「地域の衰退」を意味しているわけではありません。

特に自然資源が豊かな地方では、都市や都会を志向する強い理由はないと考えます。地方の1次産業では、労働者の高齢化と人手不足が問題になっていますが、十分に利潤が得られ

¹⁰³ コンパクトシティ政策の実施市町村とは、「[立地適正化計画](#)」について具体的な取り組みを行っている市町村のことを意味します。[国土交通省のウェブサイト](#)にて情報が公開されています。

¹⁰⁴ 例えば、[国土交通白書\(2012年\)](#)にて、2017年から2022年の市町村の人口の増減の傾向について、人口が10万人以上30万人未満の市町村の平均人口が横ばいであるのに対して、人口が10万人を下回る市町村の平均人口は減少傾向にあるとしています。これらの分析を根拠として、市町村の生活インフラの維持に必要な最小人口規模が約10万人と認識されています。

れば、自然に人気ができるでしょう。日本は、自然資源に恵まれ、農業に適した地域を多く持っています。今こそ、大規模化やスマート化を国を上げて支援して、利潤を上げられる1次産業を志向するべきではないでしょうか。すでに、[窪田新之助氏](#)と[山口亮子氏](#)が、その方向性で様々な成功事例を紹介し、残された問題を明らかにしています。¹⁰⁵

地域が1次産業に特化した場合でも、物流や人流の拠点としての都市は必要でしょう。しかしそれは、「増田レポート」で提案されたような、「若者に魅力のある地域拠点都市を中心とした集積構造」ではなく、あくまで物流・人流のための機能的な拠点都市であるべきでしょう。都市自体の魅力を高めるより、その背後にある地域の伝統・文化や自然資源を活かすための、拠点としての都市を志向するべきだと考えます。若者に魅力のある、都会的で多様なモノやサービスを提供する都市を作るには、それなりの規模が必要で、地方ではそれは不可能に近いです。若者がそれを求めるならば、迷わず、東京や福岡などの都市を選んで住むでしょう。地方では、それとは違う魅力を志向すべきでしょう。大勢を惹きつける必要はありませんし、地方に定住するのではなく、都会と田舎を行き来するライフスタイルもあり得ます。

東海道・山陽道沿いの小都市を始め、比較的大都市にアクセスがよい地方では、市街化が進み、1次産業に適さない地域も多くあります。その場合は、高度成長期にそうであったように、交通の利便性と余裕が出た広大な土地を活かした、製造業の復活もあり得ます。熊本のTSMCや仙台のPSMCなどの半導体工場の立地が典型的です。また、大胆な発想の転換で、北九州のように、交通・運輸の要衝でありながら衰退傾向にある都市に、光を見出すことは可能だと考えます。

(2) 都市の低密度化とその対策

都市内の人口密度が大幅に下がる点については、将来を見据えた住宅・オフィス供給の規制が必要と思われます。東京や大阪では今もタワーマンションが次々に建設され、地方の小都市の駅前でもタワーマンションの建設が続いています。しかし、急速な人口減少の下で、しかも、集積の経済を享受するために、かつてほど高い人口密度を必要としないであろう今後、本当に高層化しないと収容できないほどの集積が続くでしょうか。筆者らの予測では、比較的楽観的な中位推計の下でさえ、東京の都心の人口密度は半減しますし、大阪では4割

¹⁰⁵ 例えば、二人による共著「[人口減少時代の農業と食](#)」(ちくま新書, 2023年)では、大規模化、AI・ロボットを用いたスマート化や経営方法の工夫など、最近の様々な成功事例を紹介しています。また、大規模化が不可能で、経営効率面で不利であっても、地域の伝統文化と不可分な小規模農村の存続には一定の価値を見出すことができます(参考文献としては、例えば、[小田切徳美「農山村は消滅しない」](#)岩波新書, 2014年)。都市が消滅する地方のあり方については様々な課題がありますが、希望はあると考えています。

近くまで減少します。高層マンションやオフィスビルは、人や企業が去っても残ります。それらが負の遺産にならないよう、低密度化に沿った、低層住宅へのシフトが必要であると考えます。

特に東京は、これまで、その集積の魅力が故に過密な状態が続き、災害に脆弱な地域でも企業や世帯の立地が進みました。しかし、今後土地に余裕が出れば、防災・減災を意図したゾーニングを行い、災害に対して頑健な都市を目指すべきでしょう。

(3) 大都市の衰退とその対策

東京と福岡に対して、他の大都市は相対的に縮小する傾向について、本章の予測モデルに組み込まれていないしくみが作動する可能性があります。都市の住宅やインフラは耐久性があるので、住民が都市から転出しても残り続けます。筆者らの予測モデルは、住宅やインフラの耐久性がもたらす効果を考慮に入れていません。図 6.27 は、アメリカの旧重工業地帯（通称ラストベルト）の大都市デトロイトなどの衰退に伴って起こり、社会問題化した悪循環を示しています。

大都市で産業が衰退し、企業が退出を始め、住民が転出しても、住宅・オフィスやインフラは残るため、地価・地代は下落します。そこに低所得層が転入するため、人口はゆっくりとしか減少しません。住民に占める低所得層のシェアが大きくなるにつれて治安が悪化すれば、高所得層を中心に退出が進み、住民の低所得化と治安の悪化を繰り返す悪循環が生まれます。このような悪循環は、日本の大都市でも、起こり得ます。

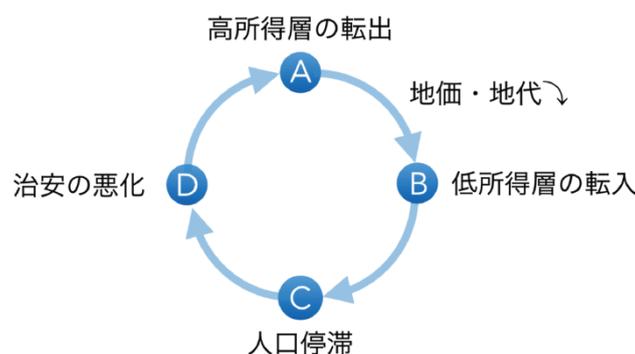


図 6.27 衰退する大都市で生じる悪循環

東京や大阪で進む鉄道の延伸や都心の再開発は、多分に、根拠のない将来の人口増加の希望を反映したものではないでしょうか。それはあくまで希望であり、明らかな人口減少の傾向を踏まえれば、東京を含めて、今後の大都市に必要なのは、拡張ではなく、「スムーズな縮小」でしょう。100年後、東京は人口シェアを伸ばすと予測されていますが、既に述べたよう

に、大都市の人口や人口密度は半減する見込みです。大阪ではさらに厳しい状況です。住宅・オフィスビルの供給や、鉄道などの都市インフラの整備は、将来の縮小を見据えて、過剰供給にならないよう制御していく必要があります。都市の縮小に応じて、身の丈にあった住宅・オフィススペースの供給と都市インフラの水準を維持することが、都市の持続可能性の鍵となるでしょう。現在、東京のような大きな都市は世界にありませんし、大阪はニューヨークと同じ規模です。筆者らが予測する 100 年後も、世界的には十分に大都市です。今は、これらの巨大都市を上手に縮小して、住みよく仕事をしやすい、よい街に変えるチャンスです。

7. 結び

本章の分析では、1970年から2020年までの国勢調査地域メッシュ統計と、社人研による国の総人口の将来推計（2025年～2120年）を使って、将来の都市毎の人口および都市内部の人口分布の予測を行いました。この予測結果は、第3.4節で説明した事実再現性の高い経済集積理論に基づく変化の種類と方向を示しており、一定の信頼性を持っています。ただし、量的な予測には大きな誤差が生じる可能性も考慮する必要があります。

都市間の人口分布の変化

本章の予測では、国レベルでの極化現象を過小評価している可能性があります。その背景には2つの要因が考えられます。

その1つは、都市レベルのモデル推定において、国レベルの秩序を反映するべき乗則モデルと、個々の都市の成長の要因を捉える時系列モデルを、各都市の人口の予測精度に基づいて対等に評価していることです。この場合、べき乗則モデルが過小評価される傾向が生じます。図6.2・6.3が示す2020年～2170年の都市人口分布の傾きの変化（大都市への極化）は、1970年～2020年の変化と比べてかなり緩やかであることが、それを示唆しています。つまり、本章の予測は、大都市への極化を過小評価している可能性があります。べき乗則モデルの重みの設定については、さらに検討する余地があります。

もう1つ、国レベルの極化を過小評価している可能性が疑われる理由は、100年後の東京の人口と都心の人口密度が、現在に比べて50%減、地価も東京全体で40%下がると大幅な下落が予想されていることです。そこまで東京が縮小すれば、その時点で、東京には十分なスペースが生まれ、大阪や名古屋など、地方の大都市から東京に人を集めれば、かつての東京のように、膨大な集積の経済を実現できる可能性が出てきます。特に、地価が40%も下がるような顕著な変化を前にして、人々や企業がそれをただ傍観するとは考えにくく、よって、東京へは予測より大規模な転入が起こる可能性があります。これが実際に起これば、他の大都市はさらなる縮小を余儀なくされ、予測よりも大幅に東京一極集中が進むこととなります。本章の予測モデルでは、専門的な言葉遣いをすれば、世帯や企業などミクロな経済主体の意思決定は省いて、都市や国レベルの挙動を過去のデータから学習し、将来を予測しています。ミクロな経済主体の意思決定を含まないこのようなモデルでは、学習データにはない大きな変化が起こった場合の変化を正確に予測できない可能性があります。このような可能性の検討には、世帯や企業レベルの意思決定を積み上げた仮想経済の下での構造モデル分析が必要になります。

都市内の人口分布の変化

都市内の人口分布の変化についても留意すべき点があります。都市レベルでは、ベキ乗則という、都市よりも上位の地域レベル（つまり国レベル）で成り立つ秩序があります。一方で、1km メッシュレベルでは、その上位の都市レベルで満たされるべき明確な制約がありません。そのため、ベキ乗則に基づいて、個々の都市の人口変化を制約するように、1km メッシュの人口変化を明示的に制約する方法がありません。そのため、1km メッシュ人口の変化の量については、過去 50 年のデータだけが頼りです。この場合、予測された変化の量は、選択するモデルや、予測の手続き上の仮定に強く依存します。予測結果を解釈する際には、その点を考慮する必要があります。採用するモデルの選択や予測に関わる仮定を変更した場合に、結果がどの程度変化するか、検証を行う必要があります。

大震災の可能性

近い将来、南海トラフ地震が高い確率で起こると予測されています。本章の都市盛衰の予測にその影響は含んでいません。しかし、結論から言えば、100 年単位の予測では、基本的な都市盛衰の傾向が地震によって大きく変化することはないと考えます。特に、東京が大きな被害を受けたとして、最大都市が別の位置に移るようなことは考えにくいです。1923 年の関東大震災や、1945 年の東京大空襲のあと、当時の東京市が、震災前、空襲前の人口を回復するまでに約 10 年かかっていますが、逆に 10 年しかかかっていません。¹⁰⁶ しかも、いずれの場合も、東京は以前より強靱で巨大な都市として蘇っています。それは、今後の人口減少下でも同様でしょう。広大な平野、これまでに築いた超大なインフラは、無かったことにはならないし、土地の所有権も残りますので、復興は急速に行われるでしょう。一方で、地方が被災する場合は、震災をきっかけに人口減少に拍車がかかる可能性は大きいと思われます。ただ、その場合にも言えることは、都市間の人口分布や、大小都市の地理的な分布の変化の傾向は、大きくは変わらないということです。都市を椅子取りゲームの椅子と捉えるならば、震災など大きな外的要因で変わるのは、椅子の数ではなく、それらの位置です。そして、歴史は、東京のような「大きな椅子」は、一旦位置が決まるとそう簡単には動かないし、そう簡単には無くならないことを示唆しています。¹⁰⁷

¹⁰⁶ 東京都政策企画室の資料参照。

¹⁰⁷ 大都市の位置が変わる例はめずらしいのですが、[Michaels & Rauch \(2018\)](#) による論文では、中世のイギリスでそのようなことが起こったことを実証しています。彼らの研究によれば、今日のイギリスとフランスの、それぞれの最大 20 都市のうちローマ帝国時代から残る都市は、イギリスで 2 つ（ロンドンとレスター）、フランスで 16 だそうです。イギリスは、5 世紀末に西ローマ帝国の支配下から外れたあと戦国期に突入し、ローマ帝国時代に形成された都市が壊滅状態になりました。この

予測の精緻化に向けて

本章で紹介した都市盛衰の予測は、1km メッシュ毎の総人口を用いたシンプルなものでした。第 6.5 節で議論したように、予測精度については課題があります。しかし、変化の種類や方向については、事実再現性が高い理論に沿った予測結果が得られていることから、将来の都市・地域の姿を予見する上で一定の指針になると考えます。また、予測は明確な手続きに従って行われていますので、必要に応じて手続きを改良していくことが可能です。

間に水運技術が進歩し、道路網上の交通の要衝として形成されたローマ帝国時代の都市は消え、河岸・海岸に新しい都市（リバプールやブリストルなど）が形成されました。一方で、フランスでは、ローマ帝国消滅前後でイギリスで起こったような混乱期はありませんでした。そのため、輸送の技術の変化によってかつての交通の利便性を失ったにも関わらず、ローマ帝国時代に形成された多くの都市が存続しました。このように、一度集積が形成されると、自身の集積の経済により、形成当初の地の利が消滅した後も集積を維持し得るしくみのことを、集積の「ロックイン効果」と呼びます。イギリスの場合のように、震災や戦災によって都市が壊滅状態になったときに、都市形成の決め手になる地の利が変化するようなことがあれば、大都市の位置は変化し得るのです。しかし、今日の東京に関しては、そのような状況は考えにくいと考えます。

参考文献

- 1) Akamatsu, T., Mori, T., Osawa, M. and Takayama, Y. (2024) . Spatial scale of agglomeration and dispersion: Number, spacing, and the spatial extent of cities, arXiv:191205113.
- 2) Attali, J. (2006) . *Une brève histoire de l'avenir*, Paris: Fayard. (邦訳：林昌宏訳 (2008) 「21 世紀の歴史」, 作品社.)
- 3) Broda, C. and Weinstein, D.E. (2006) . Globalization and the gains from variety, *The Quarterly Journal of Economics*, 121 (2) : 541-585.
- 4) Cairncross, F. (2001) . *The Death of Distance 2.0: How the Communications Revolution Will Change Our Lives*, London: TEXERE Publishing Ltd.
- 5) Fujita, M., Krugman, P. and Mori, T. (1999) . On the evolution of hierarchical urban systems, *European Economic Review*, 43 (2) : 209-251.
- 6) Hsu, W.-T. (2012) . Central place theory and city size distribution, *The Economic Journal*, 122 (563) : 903-932.
- 7) Michaels, G. and Rauch, F. (2018) . Resetting the urban network: 117–2012, *The Economics Journal*, 128 (608) : 378-412.
- 8) Mori, T., Akamatsu, T., Takayama, Y. and Osawa, M. (2023) . Origin of power laws and their spatial fractal structure for city-size distributions, arXiv:2207.05346.
- 9) Mori, T. and Murakami, D. (2024) . The rise and fall of cities under declining population and diminishing distance frictions: The case of Japan, *RIETI Discussion Paper Series*, 24-E-028.
- 10) Mori, T., Nishikimi, K. and Smith, T.E. (2008) . The number-average size rule: A new empirical relationship between industrial location and city size. *Journal of Regional Science* 48 (1) : 165-211.
- 11) Mori, T. and Smith, T.E. (2011) . An industrial agglomeration approach to central place and city size regularities, *Journal of Regional Science*, 51 (4) : 694-731.
- 12) Mori, T., Smith, T.E. and Hsu, W.-T. (2020) . Common power laws for cities and spatial fractal structures, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 117 (12) : 6469-6475.
- 13) Schiff, N. (2015) . Cities and product variety: evidence from restaurants, *Journal of Economic Geography*, 15 (6) : 1085-1123.
- 14) Tabuchi, T. and Thisse, J.-F. (2011) . A new economic geography model of central places, *Journal of Urban Economics*, 69 (2) : 240-252.
- 15) 小田切徳美 (2014) . 「農山村は消滅しない」, 岩波新書
- 16) 窪田新之助・山口亮子 (2023) . 「人口減少時代の農業と食」, ちくま新書
- 17) 国土交通省 (2012) . 「国土交通白書 2012」
- 18) 白川方明 「人口減少問題の深刻さが認識されない 5 つの理由」 (中央公論, 2024 年 3 月号)
- 19) 増田寛也 (2014) . 「地方消滅：東京一極集中が招く人口急減」, 中公新書
- 20) 増田寛也・人口減少問題研究会 「旋律のシミュレーション 2040 年、地方消滅。『極点社会』が到来する」 (中央公論, 2013 年 12 月号, pp. 18-31)
- 21) 増田寛也・本創成会議・人口減少問題検討分科会 「提言 ストップ『人口急減社会』：国民の『希望出生率』の実現, 地方中核拠点都市圏の創成」 (中央公論, 2014 年 6 月号, pp. 18-31)

日交研シリーズ目録は、日交研ホームページ

http://www.nikkoken.or.jp/publication_A.html を参照してください

A-905 人口減少と距離摩擦の減少下における
日本の都市の持続可能性

距離摩擦の漸減と人口減少下の都市の未来に関する
研究プロジェクト

2024年12月 発行

公益社団法人日本交通政策研究会