

NUPRI Working Paper

2020-01

COVID-19 及び ICT 技術の業務プロセスへの導入が
国土構造及び都市構造に及ぼす影響

中川 雅之, 浅田 義久, 行武 憲史, 安田 昌平, 石井 健太郎

November, 2020

COVID-19 及び ICT 技術の業務プロセスへの導入が国土構造及び都市構造に及ぼす影響 *

中川 雅之 **

日本大学経済学部教授

浅田 義久 ***

日本大学経済学部教授

行武 憲史 ****

日本大学経済学部准教授

安田 昌平 *****

日本大学経済学部助教

石井 健太郎 *****

日本大学大学院経済学研究科博士後期課程

*本研究は、一般社団法人 不動産協会の委託調査である。実証分析やデータ収集には慶応義塾大学大学院経済学研究科博士前期課程金井田結香さん，日本大学経済学部 4 年増田航平氏にご協力いただいた。

**日本大学経済学部 nakagawa.masayuki@nihon-u.ac.jp

***日本大学経済学部 asada.yoshihisa@nihon-u.ac.jp

****日本大学経済学部 yukutake.norifumi@nihon-u.ac.jp

*****日本大学経済学部 yasuda.shohei@nihon-u.ac.jp

*****kentaro.02140214@gmail.com

目 次

はじめに.....	3
1. パンデミックのショックは都市にどのような影響を与えているか?	5
1.1. 過去のパンデミックによる都市化の変化.....	5
1.2. 集積(人口密度)が COVID-19 の死亡率に影響を与えているか?	14
1.2.1. 都市の集積と感染拡大	14
1.2.2. Hamidi et al. (2020)の概要.....	15
1.2.3. 推定モデルと使用するデータ	18
1.2.4. 推定結果.....	21
1.2.5. 人口および集積度が感染状況に与える影響のまとめ	22
2. テレワークの普及等が国土構造に与える影響.....	23
2.1. 日本の都市における機能特化.....	23
2.2. Durandon and Puga(2005)のモデル.....	26
2.2.1. 技術.....	26
2.2.2. 都市構造.....	27
2.2.3. 機能分離のタイミング	28
2.3. 都市間のコミュニケーションコストの変化による国土構造の変化(数値例).....	29
2.4. CBD へのアクセスコスト(都市内)の変化による国土構造の変化(数値例).....	33
2.4.1. CBD へのアクセスコスト.....	33
2.4.2. 都市規模、機能別都市の分布への影響	33
2.5. 数値計算のまとめ.....	37
3. テレワークの普及等は都市にどのような影響を与えるのか?	39
3.1. 日本におけるテレワーク	39
3.1.1. 日本のテレワーク者数の推移.....	39
3.1.2. 日本のテレワークの特性.....	40
3.1.3. 日本のテレワークの特性(2002 年調査の個票から).....	43
3.2. 先進国におけるテレワーク普及と経済成長	53
3.3. 東京都市部の産業構造の変化.....	56
3.4. テレワークの普及に伴う東京都心部の産業構造の変化の可能性	58
3.4.1. 東京都心の集積の経済と COVID-19 の集積の不経済	58
3.4.2. COVID-19 の感染による東京都心部の産業構造の変化の可能性	61
4. テレワークの普及等が都市構造に与える影響.....	61
4.1. Safirova(2002)のモデルの構造.....	62
4.1.1. テレワーク導入前の基本モデルの構造	62
4.1.2. テレワーク導入後のモデルの構造	65
4.2. テレワーク導入前後の都市の姿の比較	67

4.2.1. テレワーク技術の漸進的な進展	67
4.2.2 テレワーク技術の急速な進展	69
4.3. テレワークの導入可能性及び生産性への影響のサーベイ	71
おわりに	74

はじめに

COVID-19 のパンデミックにより多くの方の健康が棄損され、命さえも失われている。このウイルスは人の密集によって感染が拡大するため、これまで我々が用いてきた「都市という技術」、つまり人や機能を集積させることで生産性を向上させ、そのことを通じて豊かな生活を手に入れるという方法に、大きな影響をもたらすと考えられている。本稿では COVID-19 のパンデミックがどのような影響を都市に与えるのかを議論したい。

現在、いわゆる三密という環境が COVID-19 の感染リスクを高めることや、それを契機としてテレワークが急速に普及したことを背景に、都市という技術を用い続けること、特に東京大都市圏に巨大な集積が形成された現状に、懐疑的な議論が持ち上がっている。背後にあるメカニズムを考慮せずに個々の事実のみを取り上げた議論や、多くの人々が感じとっている「雰囲気」に引きずられる形で、国土政策や都市政策の在り方が議論されることは必ずしも好ましいものではない。本稿では「現在我々がさらされている危機」のみならず、これからの豊かな社会を支える国土構造や都市構造を見すえた議論を行うことに留意した。

今、そのような議論を行うことには、二つの意味があると考ええる。まず今回のショックに対する向き合い方である。今後の都市のあり方は、

- i パンデミックの影響がどの程度継続すると考えられるのか
- ii パンデミックによって阻害された人と人のコミュニケーションを補完する手段がどの程度機能するのか

という点に大きく依存し、この二つの点については不確実性が高い。

iについては、様々な意見があるが、その中には比較的長期に渡ってこのパンデミックの影響が継続するという見方も説得力をもって唱えられている。iiについても、フェイスツーフェイスコミュニケーションを代替する手段として、ICT 技術の活用やテレワークのような働き方の変更が企業による生産活動の大きな変更をもたらすという意見がある一方で、その影響は限定的だとする見方もある。このため、今後の国土構造や都市構造に与える影響についての検討は、複数のシナリオを考慮して行う必要がある。

第二の点は、国土構造や都市構造に対する関与の仕方に関するものである。もちろん国土構造も都市構造も、「政府がどのような政策をとるか」、「地方自治体をはじめとする様々なプレイヤーが、どれだけのエネルギーを注ぎ、アイデアにあふれた地域活性化活動を行うのか」ということに大きな影響を受けることは間違いない。しかしこの二つの構造は、基本的には、技術的な環境によって決まってくる部分が多いと考えられる。つまり、「日本がどのような技術構造を持つ産業によって付加価値を生み出して行こうとしており、その産業は人々や機能の集積にどれだけ依存しているのか」、「これからの技術的發展やインフラの整備は、様々な主体の移動・コミュニケーションコストをどう規定していくのか」などの要素が、二つの構造の大きな枠組みを決める。このため、それを無視して政府が強い関与を行うことは大きな国民の損失をもたらす可能性がある。

このため本稿ではまず、第1章においてパンデミックを含む都市人口に大きな影響を与えたと思われるショックが、日本のみならず他の主要国の都市化にどのような影響を与えたかを振り返る。さらに集積がCOVID-19の感染、死亡に及ぼす影響を実証的に確認する。第2章ではDuranton and Puga(2005)を参考にしながら、Covid-19及びICT技術、テレワークなどの働き方の普及が国土構造にどのような影響を及ぼすかを議論する。第3章ではテレワークの普及状況及びCOVID-19の地価に与えた影響を評価する。第4章ではテレワークが都市内の構造に及ぼす影響を議論する。

1. パンデミックのショックは都市にどのような影響を与えているか？

1.1. 過去のパンデミックによる都市化の変化

COVID-19 のパンデミックにより、人々の集積には感染リスクが伴うことが分かっている。密閉、密集、密接という3密を避けることが推奨されており、都市への集積リスクが顕在化してきた。しかし、我々はこれまでも様々なパンデミック、大規模な経済ショックを経験してきたが、そのたび都市への集積は解消されているのだろうか。1900年以降では、1918年のスペインインフルエンザ、1957年のアジアインフルエンザ、1968年の香港インフルエンザ、2009年の新型インフルエンザ(H1N1)、世界恐慌や第二次世界大戦など、人口集積に大きく影響すると考えられるショックを経験してきた。これらのショックは人口集積と何らかの関係はあるのだろうか。

以下では、人口集積の推移を世界各国で比較してみる。人口集積の指標はいくつかあるが、ここではハーフィンダール・ハーシュマン指数(以下、HHI)という指標を用いる。HHIは、 P をその国の総人口、 P_i を*i*番目の地域の人口とすると、以下の式で算出される。

$$HHI = \sum_{i=1}^n \left(\frac{P_i}{P} \right)^2$$

これは、人口比率の2乗をすべての都市について合計したものである。この値が高いほど、ある一定の地域に人口が集積していることを意味する。ただし、この指標は地域の数にも依存するため、各国で指標の値を比較することはできないが、各国内で人口集積の推移をみる指標としては適切な指標と考える。

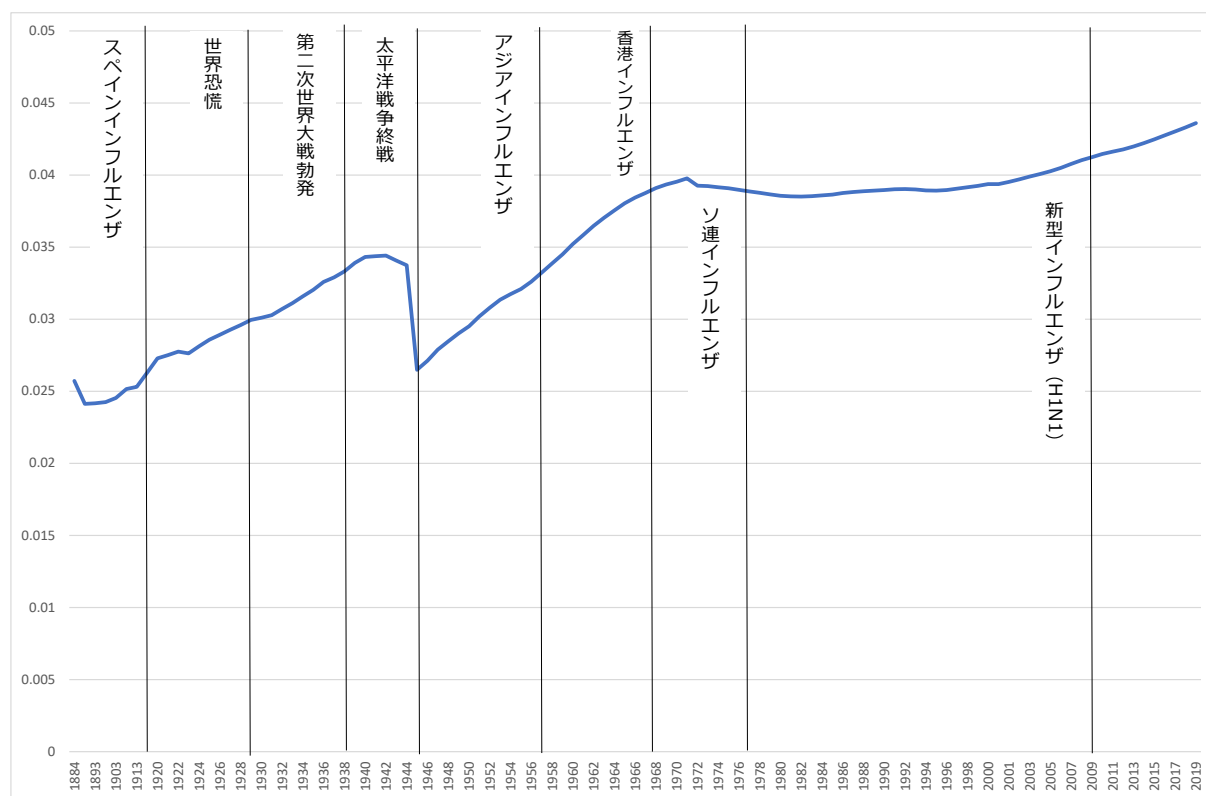
(1) 日本の人口集積推移

まず、日本の人口集積の推移をみていく。

図 1 は、日本の HHI の推移である。全体的に、HHI は右肩上がりの傾向で、近年では 1980 年代から 2000 年代初期の期間が横ばい状態であったが、その後は集積が加速していることが分かる。特に、インフルエンザは、COVID-19 と同様に、人々の密集が感染拡大をもたらすことが分かっているが、各インフルエンザの前後で、HHI を比較すると、集積が低下するどころか増加していることが分かる。当時、日本国内で 45 万人の死者が出たスペインインフルエンザでさえも、流行後の集積が進んでいる。唯一、HHI が低下している時期は、第二次世界大戦末期であるが、これは疎開を通じて人口が分散した結果だと考えられる。

このように、日本においては、人口集積とパンデミック、大規模な経済ショックの間に直接的な関係は見取れない。

図 1 日本の HHI 推移



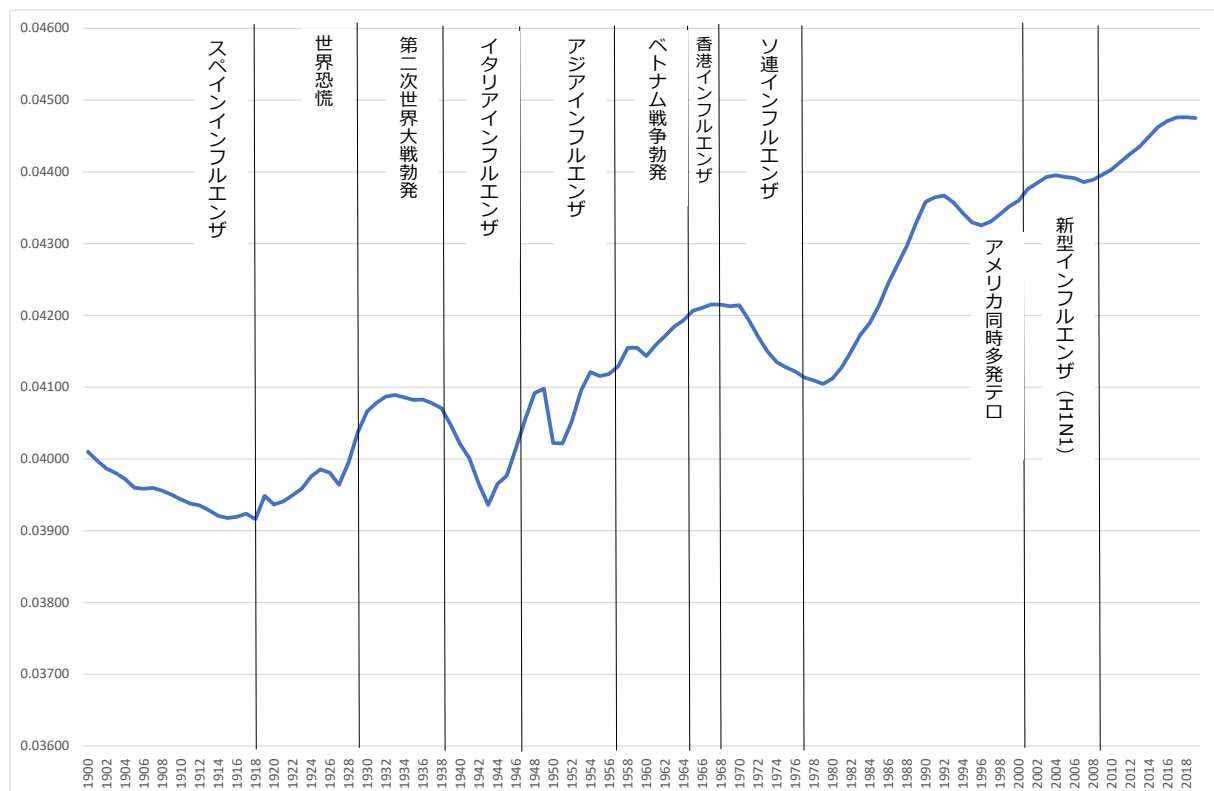
出所)1884 年から 1918 年までは総務省統計局『日本の長期統計系列』, 1920 年から 2000 年までは総務省統計局『我が国の推計人口(大正 9 年～平成 12 年)』, 2001 年から 2015 年までは総務省統計局『長期時系列データ(平成 12 年～27 年)』, 2016 年以降は総務省統計局『各年 10 月 1 日現在人口』

図注)地域単位は都道府県。

(2) アメリカの人口集積推移

図 2 はアメリカの HHI の推移である。アメリカは、変動が大きいものの、全体を通してみると集積が進んでいることが分かる。インフルエンザのパンデミックに注目してみると、パンデミック後には集積が進むか、ほとんど変化がないかのどちらかである。近年では、新型インフルエンザ(H1N1)が猛威をふるい、全米で1万人以上の死者を出したが、その直後であっても人口集積は加速している。HHI が大きく低下しているのは、第二次世界大戦の時期と、経済低迷期の 1970 年代のみである。

図 2 アメリカの HHI 推移



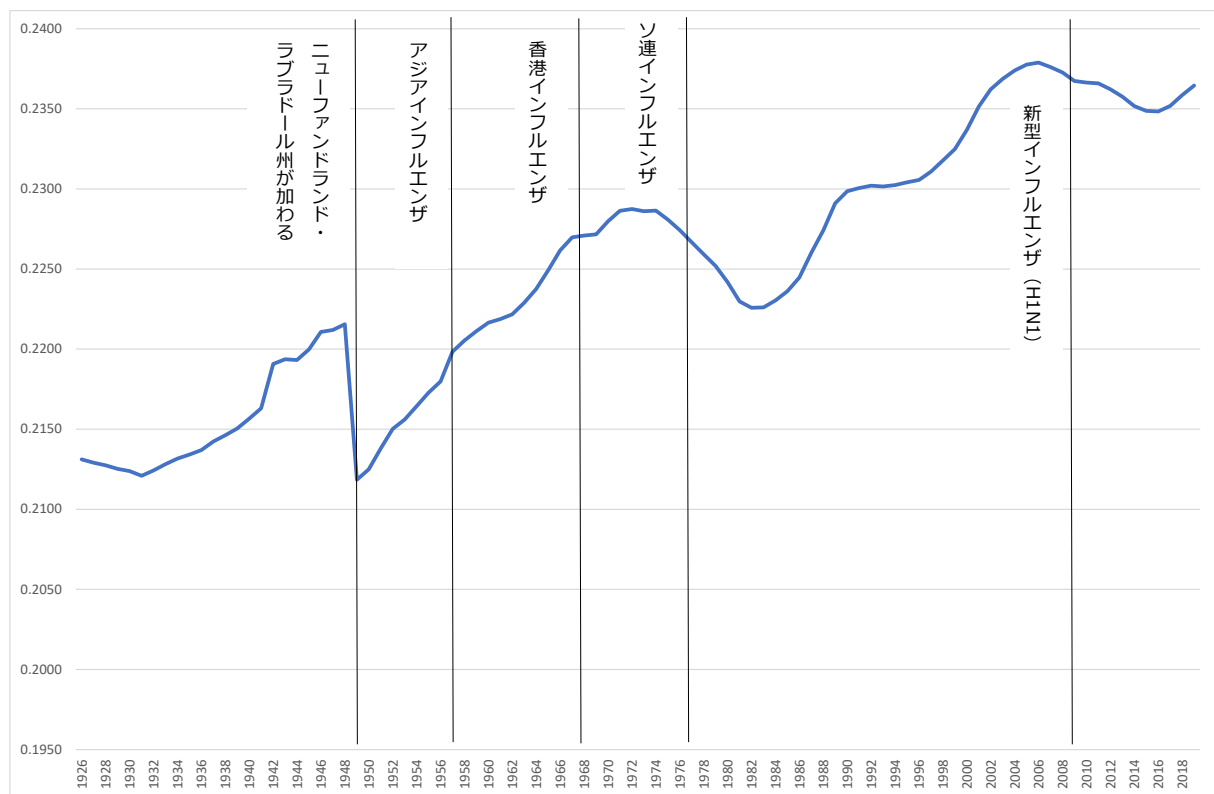
出所)United States Census Bureau, State Intercensal Tables 1900-1990, County Intercensal Tables 1980-1990, State and County Intercensal Tables 1990-2000, State Intercensal Tables 2000-2010, State Population Totals and Components of Change 2010-2019

図注)地域単位は State。

(3) カナダの人口集積推移

図 3 はカナダの HHI の推移である。カナダは、1949 年にニューファンドランド・ラブラドル州が加わったことで、HHI は急降下しているが、その後は上昇傾向である。パンデミックに注目すると、アジアインフルエンザ、香港インフルエンザの前後では集積が進んでいるが、ソ連インフルエンザ、新型インフルエンザ(H1N1)流行後は集積が低下している。この低下はパンデミック後 7 年程度続いているが、その後は上昇する傾向にある。

図 3 カナダの HHI 推移



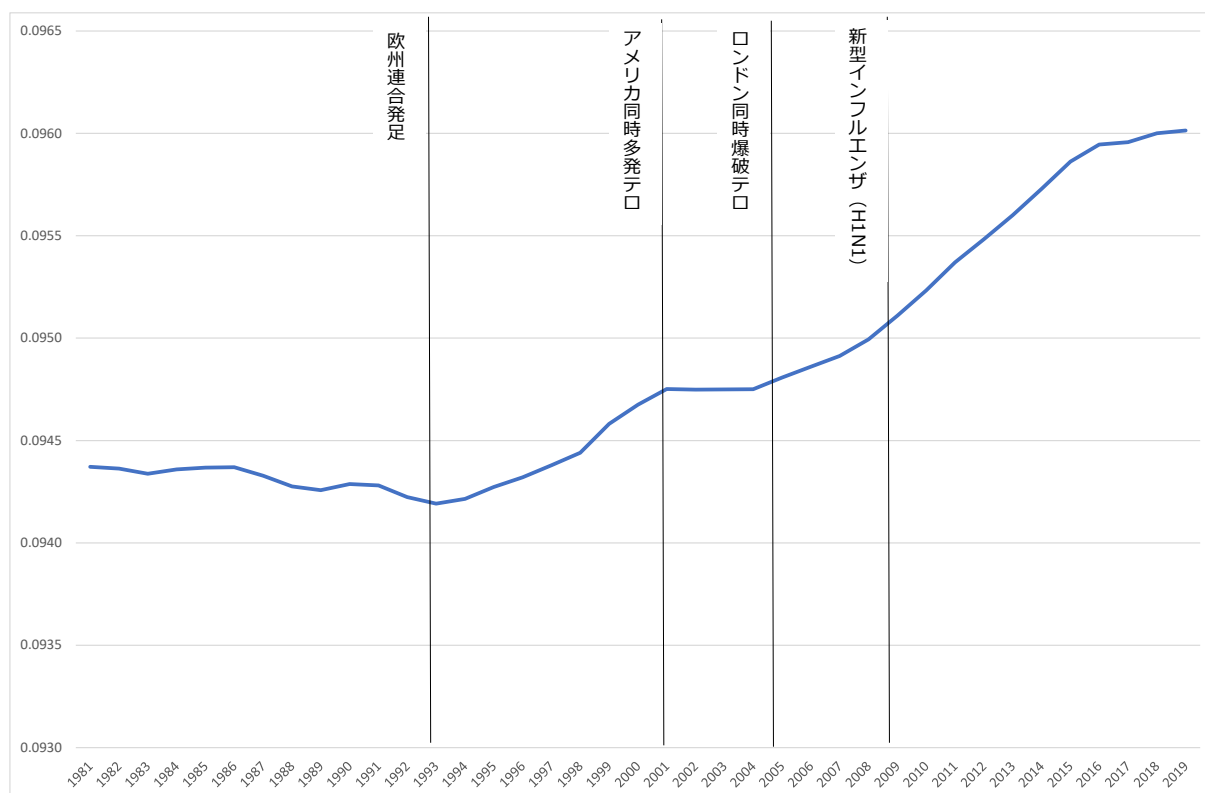
出所)Statistics Canada, Population of Canada and the provinces annual 1926-1960, Population estimates quarterly

図注)地域単位は Province。

(4) イギリスの人口集積推移

図 4はイギリスのHHIの推移である。イギリスに関しては過去40年分のデータしかないため、近年のパンデミック、経済ショックの影響のみ見てみる。この期間の大きなショックとしては、欧州連合発足と大規模なテロであるが、その前後では大きな変動はない。パンデミックについては、新型インフルエンザ(H1N1)流行後に集積は加速しており、2016年まで上昇傾向にある。

図 4 イギリスのHHI推移



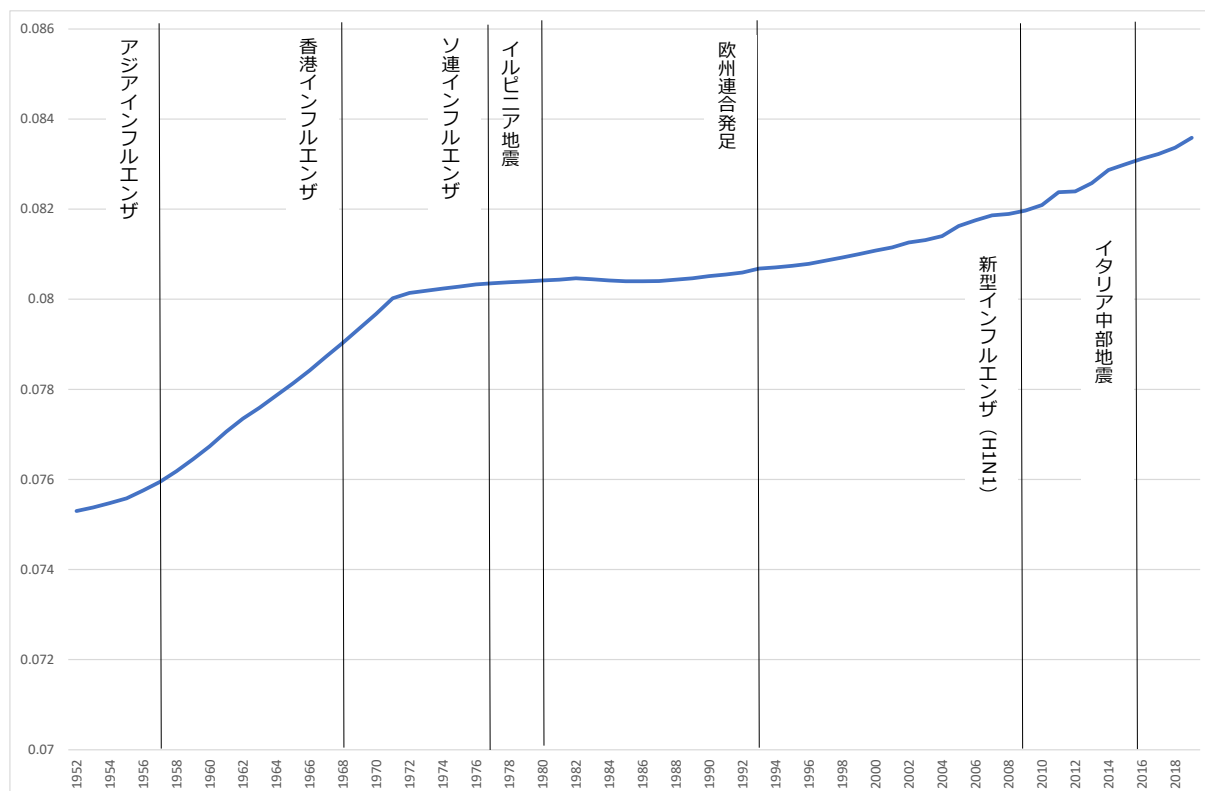
出所)Office for National Statistics (ONS), United Kingdom population mid-year estimate, Population estimates for regions in England and Wales by sex and age; historical time series, Scotland population mid-year estimate, Northern Ireland population mid-year estimate

図注)地域単位は Region。

(5) イタリアの人口集積推移

図 5 はイタリアの HHI の推移である。1952 年から 2018 年のデータであるが、この期間は一貫して上昇傾向にある。イタリアでは、パンデミック、経済ショックに加え、地震被害が多いが、それらの時期と HHI の値を重ねてみても、HHI が低下することはなく、人口集積が進んでいる。

図 5 イタリアの HHI 推移



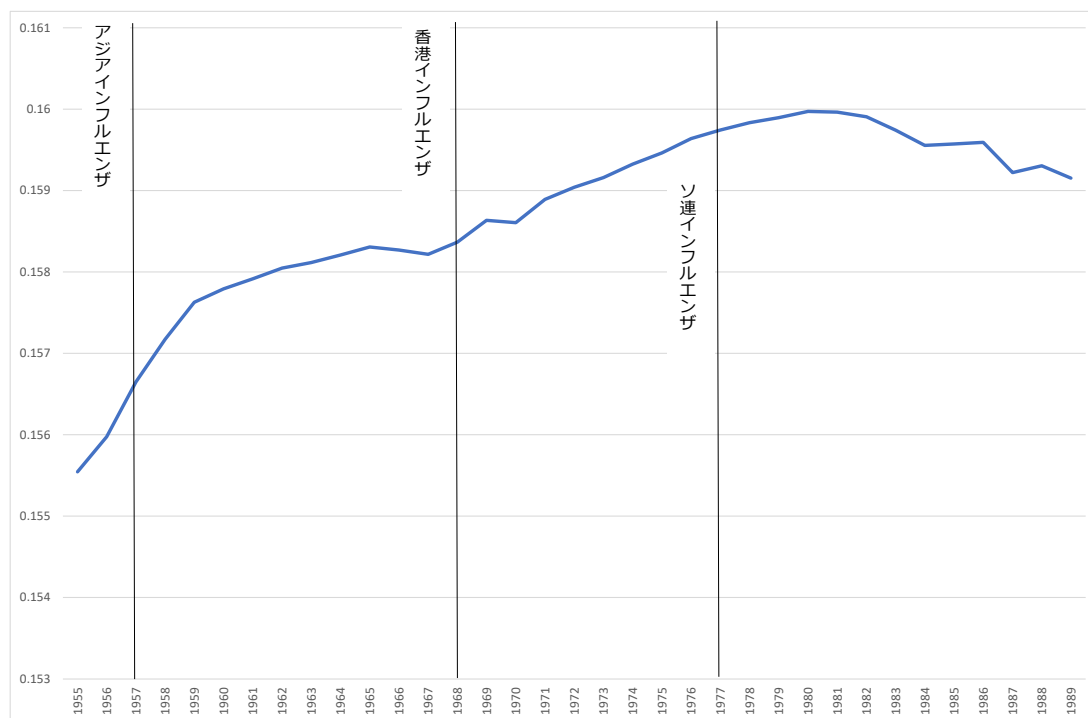
出所) Italian National Institute of Statistics (Istat), Resident population at the 1st of January and average by region and geographical area - Years 1952-2014, Resident population-balance

図注) 地域単位は Region。

(6) ドイツの人口集積推移

図 6 は西ドイツの HHI の推移，図 7 はドイツ統一後の HHI の推移である。HHI の値は，地域の数に依存してしまうので，ドイツ統一前後で分けて HHI を計算している。ドイツに関しても，全体的に集積傾向にある。パンデミックの前後においても，一貫して集積が進んでいることが分かる。

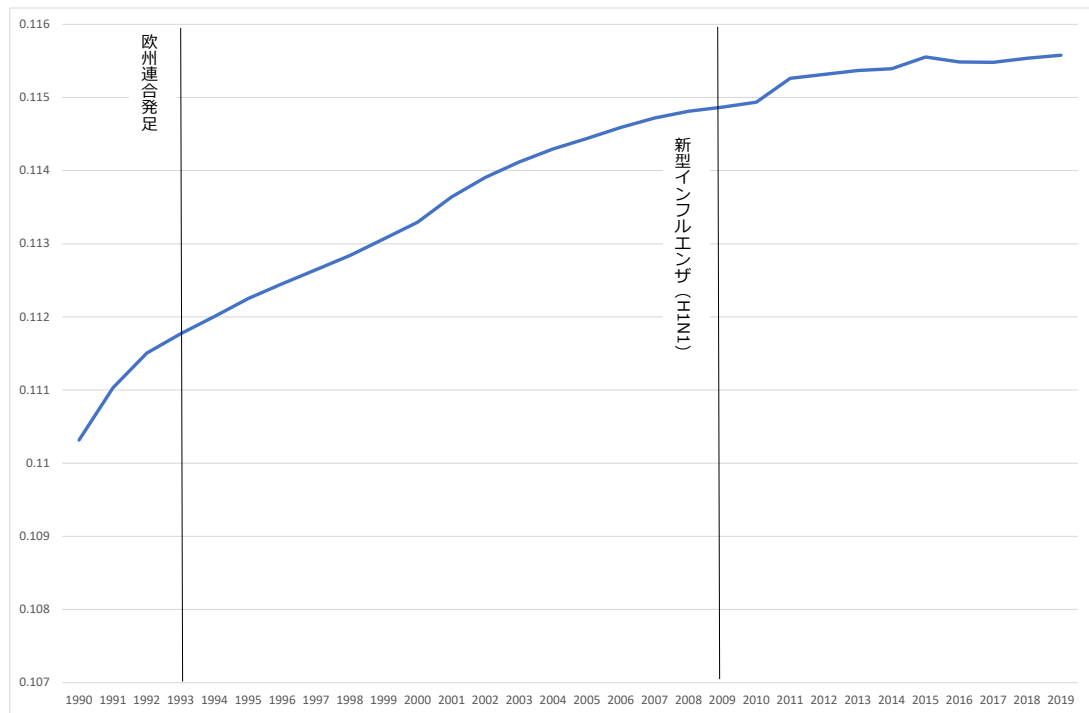
図 6 西ドイツの HHI 推移



出所)Federal Statistical Office

図注)地域単位は Land。

図 7 ドイツ統一後の HHI 推移



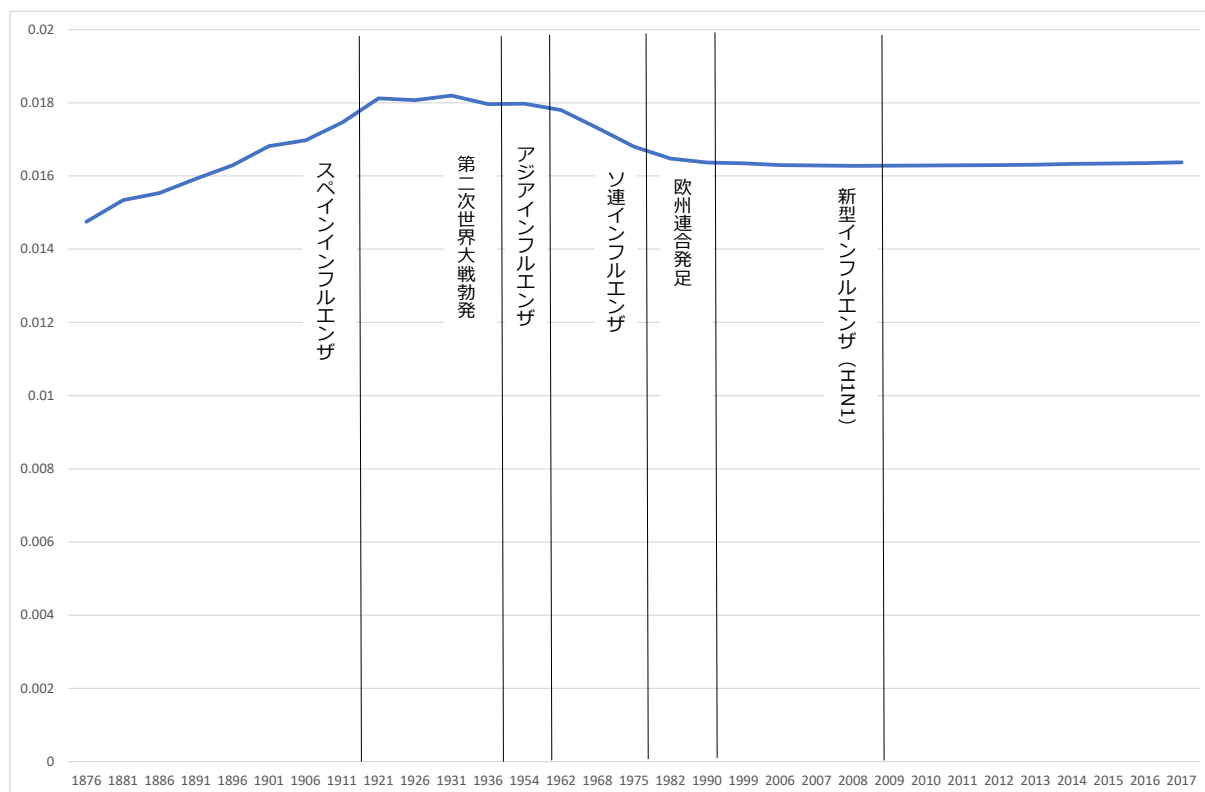
出所)Federal Statistical Office

図注)地域単位は Land。

(7) フランスの人口集積推移

図 8 はフランスの HHI の推移である。フランスは各国と異なり、第二次世界大戦以前は、人口集積が進んでいたが、その後は 1990 年初期まで人口の分散が進んでいる。1990 年以降は、一貫して、横ばい状態である。また、パンデミックとの関係性も見て取ることはできない。

図 8 フランスの HHI 推移



出所)National Institute of Statistics and Economic Studies (INSEE), Recensements de la population, populations communales pour chaque recensement de 1876 à 2017, Estimation de la population au 1^{er} janvier 2020.

図注)地域単位は Department。

1.2. 集積(人口密度)が COVID-19 の死亡率に影響を与えているか？

COVID-19 の感染拡大抑制策として 3 密(密集, 密接, 密閉)を避けることが有効とされているが, 人口が集積する都市部は, 住民間で対面コミュニケーションの機会が多く感染確率が高くなるため, パンデミックを引き起こす可能性が高い地域と考えられる。Hamidi et. al (2020)は, COVID-19 の感染拡大を感染症の拡大と都市の集積の関係を検証する完璧な自然実験としてとらえ, 構造方程式モデル(Structural Equation modeling ; SEM)を用いて, 913 の米国大都市圏における COVID-19 感染と死亡率に対する人口密度の直接的および間接的な影響について検証している。その結果, 人口は, 感染率の最も重要な予測因子の 1 つであり, 大都市圏では感染率と死亡率が高くなる一方で, 人口をコントロールした場合, 人口密度は感染率に影響を与えないことが示されている。これは, 密度の高い郡では医療システムが優れていたり, 予防に対する意識が高いことに起因すると考えられる。

本節では, Hamidi et. al (2020)の研究を紹介するとともに, Hamidi et. al (2020)の研究をもとに日本における人口および集積度が感染状況(陽性者数あるいは死亡者数)に与える影響を分析することを目的としている。

1.2.1. 都市の集積と感染拡大

コンパクトな都市の集積は, 対面によるコミュニケーションの機会の増加を通じて知識のスピルオーバーを促すことによって, より高い経済生産性とイノベーション生成をもたらすことが実証的に確認されている。たとえば, Hamidi et al. (2019)では, 特許数や革新的な中小企業の数といった指標と都市のコンパクトな集積が相関することを示している。

一方で, 都市集積は感染症についてはパンデミックを引き起こす確率を上昇させる。こうしたコストは集積の経済のマイナス面であり, 他の人間に近づくために支払われるコストとなる。対面で意見を交換するのに十分な距離というのは, 同時に互いに病気を感染させるのに十分近い距離である (Glaeser, 2011)。ただし, Hamidi et al. (2020)は, 感染症の拡大の背景が非常に複雑であり都市集積と感染症の拡大の経路を検証するうえで, 都市の集積が感染症拡大をもたらすという単純なストーリーでは不十分であることを指摘している。

例えば, Kao et al. (2012) は, 2009 年の H1N1 の台湾での感染拡大に際し, 人口密度の高い台北と高雄地域で比較的長期間感染が持続することを示した。同様に, Garrett (2010) は, 1918 年のインフルエンザの流行について, 米国における州レベルの人口密度と死亡率の間に正の有意な関係があることを確認している。一方で, Chowell et al. (2008)は英国について, Nishiura and Chowell (2008)では神奈川県について, 1918 年のインフルエンザ流行時に, 都市部で感染率が低く農村部で高いなど, 人口密度および住宅密集を表す指標と感染率や死亡率との間に相関がみられないことを示している。

このような矛盾した結果をもたらす要因として, Hamidi et al. (2020)はデモグラフィックな特性, 社会的経済格差, ツーリズム, そして政策要因を挙げている。すなわち社会人口統計学的特性と社会的不平等は, 貧困世帯が多い地域で, 感染症の拡大をもたらすだけでなく, 医療へのアクセ

スを妨げ、その結果死亡率が大幅に高くなる可能性をもたらすことが示されている(Blumenshine et al., 2008; Quinn et al., 2011)。逆に、大きな集積のある豊かな地域では、高度医療へのアクセスが容易で死亡率は減少する。また、Neiderud (2015)では、ツーリズムが米国内および国際的にパンデミックが発生するもう一つの要因であるとされている。たとえば、2003年に流行した SARS は、中国の野生生物市場から始まりツーリズムを通じて世界中に急速に広まった(WHO, 2007)。

さらに、感染症の流行に影響を及ぼす要因に政策の影響がある。感染拡大を防ぐ最も効果的な方法として、社会的距離をとること(social distancing)がある。社会的距離をとることは、地方自治体レベルで実行可能で、学校、飲食店、社会的イベント、スポーツイベントの閉鎖、病気による出勤停止や、在宅勤務といった政策手段によって行われる。このような政策は、地方自治体ごとにタイミングや内容が異なり、こうした差異が、集積の感染拡大に与える複雑な経路を明らかにすることに役立つ。また、集積が進んだ地域の自治体は社会的距離をとる政策を実施する可能性が高く、住民も脅威に対する認識が高いため政策を順守する可能性が高いため、感染率を低下させるといった違いもある。

こうした感染症の蔓延と重症度における集積の影響について、これまで十分な実証研究が蓄積されてきたとは言えず、Hamidi et al. (2020) は、米国における COVID-19 の密度と広がりおよびその影響の長さについて検証している。次節では、Hamidi et al. (2020) の論文のフレームワークについて紹介する。

1.2.2. Hamidi et al. (2020)の概要

以下、Hamidi et al. (2020)の概要を説明する。彼らのモデルでは、アウトカム変数として、COVID-19 で確認された症例の割合(感染率)と人口 10,000 人あたりの死亡率を用いている。密度と COVID-19 の死亡率の間には、感染率や入院率などの媒介変数と、年齢分布や収入レベルなどの交絡変数が存在する。また、一人当たりの集中治療室(ICU)の病床数といった医療に関する要因は、感染が致命的になる確率に影響する。表 1 は、Hamidi et al. (2020)モデルで使用したすべての変数の定義と記述統計を示している。感染率と死亡率は、発生場所ではなく個人の居住地について郡レベルで記録されている。

密度から COVID-19 死亡率への影響としては、まず直接的な経路が期待される。すなわち、より密集した郡はパンデミックに対応する準備が整ったより良い医療インフラを備えており、パンデミックの重症度と死亡率を低下させるという仮説である。また、密度から COVID-19 死亡率への間接的な因果経路も予想される。これは、密度が高いとウイルスにより晒されることになり、それが高い感染率につながる。その結果、高い死亡率をもたらすという仮説である。

こうした複雑な因果関係を検証するため、ここでは構造方程式モデリング(SEM)を使用して、媒介変数としての COVID-19 感染率を介して、郡密度と COVID-19 死亡率の関係を直接的および間接的に検証している。使用したデータセットは、2020 年 5 月 25 日時点でデータが欠落していない合計 913 の大都市圏である。

表 1 Hamidi (2020)における変数定義

被説明変数	定義	平均値	標準偏差	出典
死亡率	5/25時点の人口1万人あたりの死亡者数	2.12	3.15	Dong et al. (2020)
感染率	5/25時点の人口1万人あたりの感染者数	42.19	77.48	
説明変数				
最初のケースからの日数	感染・死亡第1号が確認された日からの日数	68.94	8.78	Dong et al. (2020)
活動密度	1平方マイルあたりの(人口+労働者数)	907	2387	ACS 5-year estimates (U.S.Census Bureau, 2020a) and LEHD (U.S. Census Bureau,2020b) for 2017
都市人口	MSA人口※	2,027,153	3,481,763	ACS 5-year estimates (U.S.Census Bureau, 2020a)
黒人割合(%)	黒人またはアフリカ系アメリカ人の割合(%)	12.49	14.15	
大卒割合(%)	高卒より優れた学歴を有する成人人口割合(%)	57.44	10.44	
60歳以上人口割合(%)	60歳以上人口割合(%)	21.73	4.69	
かかりつけ医割合(%)	人口1万人あたりのかかりつけ医の数	6.54	3.57	County Health Rankings(University of WisconsinPopulation Health Institute, 2020)
喫煙割合(%)	喫煙割合(%)	16.61	3.13	
大気汚染	1m ³ あたりのPM2.5の平均的な量	9.93	1.66	
ICU病床割合(%)	人口1万人あたりのICU病床数	2.04	2.09	Kaiser Health News (2019)
COVID-19検査割合(%)	人口1万人あたりのCOVID-19検査数(州レベル)	437,345	157.26	The COVID Tracking Project (2020)
旅客輸送割合(%)	1年あたりの都市における1万人あたり旅客輸送量	21,102	25,557	Federal Aviation Administration (2018)
ステイホーム割合(%)	在宅または1マイル以内の移動をする平均的な人口割合	27.23	5.49	Maryland Transportation Institute (2020)

※MSA：アメリカ合衆国大都市統計地域

表 2 Hamidi (2020)の推定結果(直接効果)

感染率（対数値）に対する影響	係数	標準誤差	Z値	p値
ln活動密度	0.005	0.035	0.159	0.874
黒人割合(%)	0.018	0.002	8.716	<.001
60歳以上人口割合(%)	-0.021	0.006	-3.474	<.001
大卒割合(%)	-0.021	0.004	-5.902	<.001
ln都市人口	0.135	0.028	4.81	<.001
COVID-19検査割合(%)	0.002	2 ⁻⁴	8.838	<.001
旅客輸送割合(%)	-3 ⁻⁶	1 ⁻⁶	-2.204	0.028
ステイホーム割合(%)	0.056	0.009	6.276	<.001
死亡率（対数値）に対する影響	係数	標準誤差	Z値	p値
喫煙割合(%)	0.021	0.011	1.847	0.065
黒人割合(%)	0.003	0.002	1.581	0.114
ln感染率	0.974	0.028	35.391	<.001
60歳以上人口割合(%)	0.048	0.005	8.958	<.001
ln都市人口	0.087	0.022	4.033	<.001
ln活動密度	-0.118	0.058	-2.05	0.04
ICU病床割合(%)	-0.029	0.014	-2.043	0.041
ステイホーム割合(%)	0.044	0.018	2.371	0.018

Hamed (2020)における SEM 推定の直接効果についての分析結果を表 2 に示す。まず、最も関心のある集積と都市人口の影響についてみていく。感染率に対しては、集積 (活動密度; activity density)の効果は有意とはならなかった。これは、他人との接触機会が増えることで感染する正の効果と、社会的距離を取ることを実行が容易(集積度が高い地域ほど、市民が予防に対して敏感であることや、宅配サービスのような外出せずに暮らせるサービスが充実している)であるため、感染しにくいという負の効果が相殺しているためと考えられる。都市人口(MSA population)は、有意に正に推定されており、「人の移動」を感染拡大の要因とする COVID-19 にとっては、人口規模の大きい地域は理想的な場所となることが示されている。一方で、集積度が高い地域ほど低い死亡率であることが有意に示されている。これは集積度が高い地域ほど医療システムの充実が図られていることによるものであると考えられる。死亡率に対する都市人口の影響は、係数が正であることから、パンデミックは密というよりも、都市間のコネクティビティによって発生すると考えられる。

60 歳以上人口割合は、感染率には負の影響を与える一方で、死亡率には正の相対的に大きな影響を与えている。死亡率については、高齢者は免疫システムが弱いことが原因である可能性がある。また、人口 10,000 人あたりの ICU 病床数が増えると死亡率は大幅に低下する。ICU 病床数が多い郡では、集中治療を必要とする COVID-19 による医療崩壊が起きる可能性は低くなる。

最後に、PCR 検査率は、郡のウイルス感染率の最も重要な変数となっている。なぜなら、COVID-19 の感染者の多くが無症状であるため、検査をして初めて感染に気付くためである。

こうした結果は、COVID-19 パンデミックの蔓延においてコネクティビティが密度よりも重要であることを示唆している。政策上、重要なことは感染防止のために低密度で郊外型の開発を進めることなく、社会的距離をとる対策をより効果的に実施し、コミュニティに合わせた対策を採用することであるとしている。

1.2.3. 推定モデルと使用するデータ

本章における分析では、Hamidi et al. (2020)をベースに以下のようなモデルを推定する。ただし、Hamidi et al. (2020)が SEM を用いたのに対して、ここでは使用可能な変数の種類等、データの制約もあり、誘導形の推定のみ行っている。

$$y_i = \alpha + \beta_1 POP_i + \beta_2 DEN_i + \sum_{k=3}^K \beta_k x_{ik} + u_i$$

ここで、 y_i は被説明変数であり各都道府県(i)における 10 万人あたりの陽性者数あるいは死亡者数を表し、 POP_i は人口、 DEN_i は人口密度、 x_{ik} はその他の説明変数、 β_j ($j = 1 \dots K$)は係数パラメータ、 α は定数項、 u_i は誤差項を表す。

被説明変数である 10 万人当たり PCR 検査陽性者数と 10 万人当たり死亡者数については、厚生労働省が公表している都道府県レベルの 2020 年 8 月 31 日時点の累積感染データを用いている(<https://www.mhlw.go.jp/content/10906000/000666237.pdf>)。なお、連続変数については 8 月 31 日時点において 10 県で累計死亡者数がゼロであったため、対数値ではなくレベルの値を用いている。当然のことながら、陽性者数および死亡者数は人口の多い都道府県ほど多くなるため、総務省統計局「住民基本台帳」を用いて人口 10 万人当たりの数値に変換している。

本来こうした都道府県単位の分析においては、都道府県固有の影響をコントロールしやすいパネルデータ分析を用いることが望ましい。しかし、今回は分析の対象を 8 月 31 日のクロスセクションデータとした。陽性者数、死亡者数のいずれのデータも、PCR 検査がどの程度誰を対象に行われたかに大きく依存する。例えば、全国を対象に緊急事態宣言が出された 4 月 16 日時点での PCR 検査数は 5325 件であるのに対して、8 月 31 日時点の検査数は 21529 件と 4 倍以上になっており、検査体制の状況も大きく異なっている。こうした状況下では、PCR 検査は人口が多い大都市圏で行われるというセレクションバイアスに加え、検査体制の時系列的変化についても地域間でばらつきが生じると考えられ、パネルデータ分析ではバイアスの発生メカニズムを正確に捉えることが難しいと考えた。

本分析での説明変数は、Hamidi et al. (2020)を踏まえて、社会経済的な変数、健康・医療に関連する指標、密度を表す指標、そして人口を表す指標を用いる(表 3)。このうち、人口については総務省統計局「住民基本台帳」の 2020 年 1 月 1 日時点のデータを用いる。

密度を表す変数として集積度を以下のように定義している。すなわち、単純な人口密度ではなく、人々の交流をより正確に把握するため、総務省統計局「国勢調査」を用いて人口に昼間人口を加えたものを可住面積(国土地理院「全国都道府県市区町村別面積調」)で除した数値を用いている。また、昼間人口については、緊急事態宣言後の人々の外出自粛の状況を考慮するため、株式会社三菱総合研究所「代表交通手段別データ(全国地方別および都道府県別：CC BY 4.0)」データより、平日の鉄道利用率の減少を人流の減少として昼間人口に乗じている。より具体的には、平日における鉄道における都道府県内移動の2020年3月18日～4月7日を100とした場合の2020年6月8日～6月14日の変化を表す指標を用いている。

なお、鉄道利用率の減少データは COVID-19 による人的交流の減少を表す社会経済的変数として別途独立した説明変数としてモデルに加えている(自粛率=1-鉄道利用率の減少)。

健康に関する変数としては、Hamidi et al. (2020)を踏まえ COVID-19 による死亡率が高いとされる高齢化率(65 歳以上人口割合；総務省統計局「住民基本台帳」)と喫煙率(厚生労働省「国民生活基礎調査」)を用いている。

医療に関する変数としては、集積が進んだ地域ほど医療が充実している可能性を直接計測するために、PCR 検査数(厚生労働省公表資料)、ICU 病床数(厚生労働省「医療施設調査」)、人工呼吸器数(公益社団法人日本臨床工学技士会「人工呼吸器および ECMO 装置の取扱台数等に関する緊急調査」といったある程度の説明力のある変数を用いた。なお、これらの変数については、人口10万人あたりの値を用いている。ただし、PCR 検査数については医療充実度を表す変数であると同時に、この時期においては基本的に症状がある患者のみに選択的に検査が行われたことから内生性が疑われる。そのため、これらの推定結果の解釈には十分注意が必要である。

各変数の記述統計については、表 4 に記す。

表 3 変数の定義と出典

変数名	内容	備考	出典	平均	標準偏差
Positive	10万人当たり陽性者数（人）	感染者数(千人)/ 人口(千人)*100000	厚生労働省公表資料、 総務省統計局「人口推計」	31.57	32.39
Death	10万人あたり死亡者数（人）	死亡者数(千人)/ 人口(千人)*100000	厚生労働省公表資料、 総務省統計局「人口推計」	0.62	0.75
Agglomeration	集積度	{人口(千人)+昼間人口(千人) * 人流減少率}/可住面積（ha）	総務省統計局「国勢調査」、 国土地理院「全国都道府県市 区町村別面積調」、 株式会社三菱総合研究所 「人流推定」	1.22	1.71
Population	人口（千人）		総務省統計局「人口推計」	2705.07	2775.86
Over65	65歳以上人口割合(%)	{65歳以上人口（千人） / 人口(千人)} *100	総務省統計局「人口推計」	29.94	3.02
Smoking	喫煙率（%）		厚生労働省 「国民生活基礎調査」	18.40	1.79
StayHome	自粛率（%）	100-(人流減少率)	株式会社三菱総合研究所 「人流推定」	12.87	5.06
ICU	10万人あたりICU病床数	{ICU病床数/人口(千)}*100	厚生労働省「医療施設調査」	4.36	1.52
PCR	10万人あたりPCR検査数	{PCR検査数（千） / 人口(千人)} *100	厚生労働省公表資料	799.05	417.07
Ventilator	10万人あたり人工呼吸器数	{人工呼吸器数/人口(千人)} *100	公共社団法人 日本臨床工学 技士会「人工呼吸器および ECMO装置の取扱台数等に関 する緊急調査」	21.03	9.10

*係数の桁の関係上、被説明変数と説明変数の間で単位が異なる。

*人流減少率は6/8-6/14に対する鉄道による平日の県内移動についてのものでは

表 4 記述統計

変数	平均	標準偏差	最小値	最大値
Positive	31.57	32.39	1.54	150.47
Death	0.62	0.75	0	2.90
Agglomeration	1.22	1.71	0.22	9.95
Population	2705	2776	561	13835
Over65	29.94	3.02	21.84	36.54
Smoking	18.40	1.79	15.28	22.57
StayHome	12.87	5.06	2	24
ICU	4.36	1.52	1.43	8.98
PCR	799.05	417.07	157.79	2399.77
Ventilator	21.03	9.10	8.00	39.74

1.2.4. 推定結果

表 5 の(1), (2)列目は陽性率, (3), (4)列目は死亡率に対する推定結果を示す。そのうち, (1)列目と(3)列目は医療関係の変数を除いた推定結果になっている。(2)列目と(4)列目は医療関係の変数を加え, 医療の充実度を直接的に考慮したモデルとなっている。

まず, 集積度についてみてみると, 10 万人当たり陽性率については, Hamidi et al. (2020)と異なり, 集積度が増加すると感染者数が増加しており, 密度が感染に対して有意な影響をもつことが示されている。医療に関する説明変数である 10 万人当たり PCR 検査数は, 正で有意に推定されており, 医療充実度というより検査が選択的に行われていることを示す結果となった¹。PCR 検査数を考慮した推定モデルでは, 集積度の影響が PCR 検査数を加えないモデルに比べて係数が半分ほどになっており, 集積度の高いところほど PCR 検査が行われていることを示す結果となっている。

次に, 死亡率についてみてみると, 集積の有意性がなくなっている。これは, 集積によって高度医療機関がその地域に存在する可能性が高くなるため, COVID-19 に感染したとしても重篤化が防がれる可能性を示唆するものである。こうした傾向は, PCR 検査数, ICU 病床数, 人工呼吸器数といった医療変数をコントロールしても同様の傾向が見られる。PCR 検査数は 5%水準で有意に, ICU 病床数は有意ではないものの正の推定結果となっている。PCR 検査数については, COVID-19 による死者と認定されるためには PCR 検査で陽性であることが条件になるため, 検査数が多いと死亡者も増える傾向を捉えたものと考えられる。ICU 病床数については, COVID-19 によって死亡する場合かなりの確率で ICU に入院するためと考えられる。人工呼吸器数については, 有意ではないものの死亡率に対しては負の影響がみられている。

高齢者が多い地域では, 感染者数が減少することが有意に示されている。この結果は, Hamidi et al. (2020) と同様の結果であり, 高齢者が必ずしも感染しやすいわけではないことを示すと同時に, 高齢者が少ない地域で活動が活発である影響, すなわちコンネクティビティの感染に与える影響の重要性を示唆すると考えられる。一方で, 死亡率については, 有意性に推定されておらず, これは陽性率の結果からそもそも高齢者の多い地域での感染者数が少ないことに起因すると考えられる。

その他, 喫煙率および自粛率については, いずれのモデルにおいても有意な結果が得られていない。

¹ 医療に関する変数として, ICU 病床数や, 人工呼吸器数を導入したモデルについても推定を行ったが, 陽性率に対する影響が極めて小さかったため, これらの変数を除外したモデルを示している。

表 5 推定結果

	(1) Positive	(2) Positive	(3) Death	(4) Death
Agglomeration	12.583*** (2.888)	6.962*** (2.570)	0.100 (0.107)	-0.021 (0.119)
Population	-0.004 (0.004)	-0.002 (0.003)	0.00005 (0.0001)	0.00007 (0.0001)
Over65	-6.000** (2.697)	-4.438** (1.939)	-0.068 (0.048)	0.018 (0.045)
Smoking	1.578 (1.894)	1.508 (1.542)	0.0004 (0.058)	-0.0123 (0.058)
StayHome	-0.409 (0.586)	-0.359 (0.538)	0.015 (0.027)	0.024 (0.027)
PCR		0.028** (0.010)		0.00077** (0.0003)
ICU				0.102 (0.064)
Ventilator				-0.026 (0.018)
Constant term	181.729** (77.482)	115.405** (54.641)	2.182 (1.853)	-0.679 (1.888)
Adjusted r2	0.667	0.719	0.274	0.383
N	47	47	47	47

1.2.5. 人口および集積度が感染状況に与える影響のまとめ

本節の分析結果から、人口の集積は感染者数の増加を招く一方で、高度医療の集積を通じて症状の重症化を防ぐ、すなわち死亡率を下げるという相反する効果を持つ可能性が示唆された。この結果は、Hamidi et al. (2020)の分析結果ほど直接的な効果は観測されていないものの、都市の集積が必ずしも感染症による犠牲を大きくするものではなく、パンデミックへの対処として短絡的に低密度で郊外型の開発を推奨すべきでないことを示すものといえる。

ただし、ここでの分析は都道府県単位の大まかな分析であることに注意が必要である。本来ならば市区町村単位の分析の方が好ましいが、データ収集時点ではPCR検査数や陽性者数の集計が市区町村単位でなく保健所の管轄単位であり、さらに居住地による集計なのか、検査地での集計なのかが不明確であった。また、特に興味のある説明変数である集積度や自粛率に関連する人流減少率においても、入手可能なデータは都道府県単位のデータのみであった。死亡者についても、死亡者数がゼロの地域が大部分であったため、市区町村単位での分析は今回見送ることにした。

現時点(2020 年 10 月 24 日)では、陽性者数の居住地による市区町村単位でのデータが存在するので、首都圏における市区町村単位での推計が喫緊の課題となる。

さらに、現段階で公表されている陽性者数や死亡者数については、PCR 検査が症状のある患者とその濃厚接触者に対して重点的におこなわれる選択的なサンプリングに基づくデータであり、PCR 検査数との内生性が疑われる。そのため、本節における分析結果の解釈は慎重に行われるべきであり、より信頼性の高いデータセットの構築と分析手法の精査が今後の大きな課題である。

2. テレワークの普及等が国土構造に与える影響

本章では、テレワークの進展が国土構造に及ぼす影響を、Duranton and Puga(2005)において示されたモデルを用いて議論する。この論文は、都市間のコミュニケーションコストが ICT 技術の採用などによって低下した場合に、どのような都市システムへの変更がもたらされるかを論じたものである。今回の COVID-19 の直接的な影響及び ICT 技術の採用に基づく間接的な影響は、Duranton and Puga(2005)が検討の対象とした都市間のコミュニケーションコストのみならず、都市内における中心業務地区 (Central Business district) (以下 CBD という)へのアクセスコストにも影響を与える。本章では Duranton and Puga(2005)において示されたモデルを基本的に用いながら、必要なアレンジを行い、複数のシナリオの下で日本の国土構造にもたらされる影響について検討を行う。

2.1. 日本の都市における機能特化

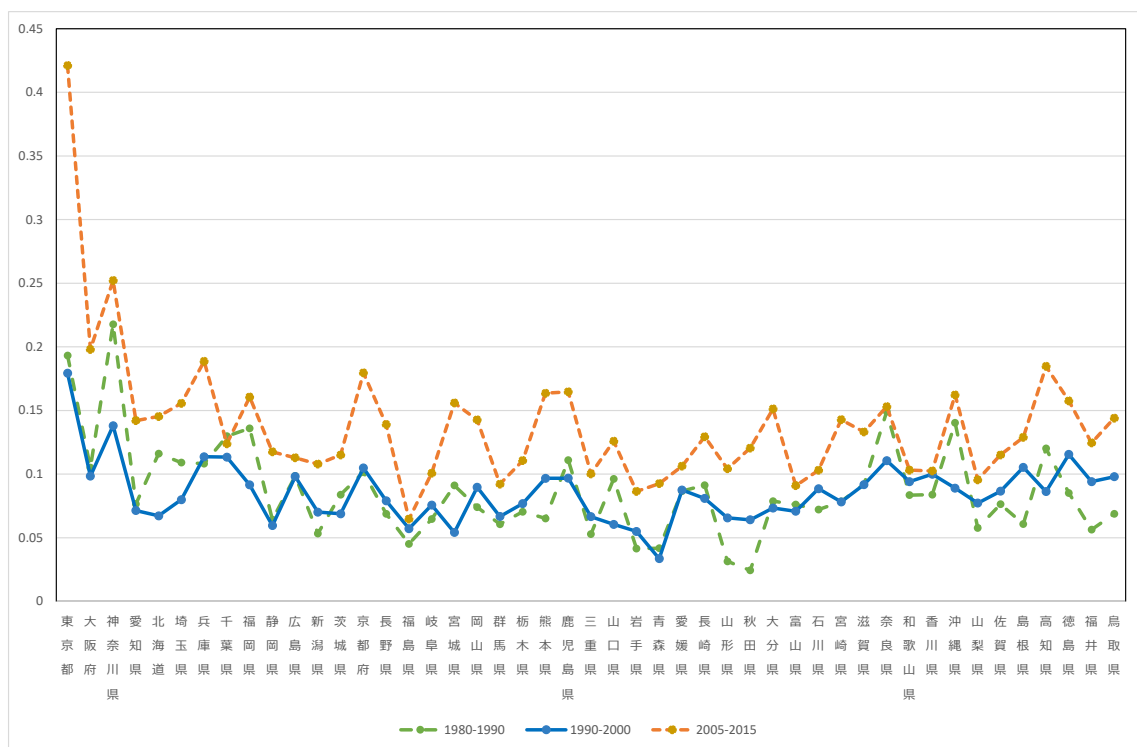
Duranton and Puga(2005)では、米国における都市形成が、本社と生産プラントが同一都市に立地する企業行動と整合的な業種特化型都市(sectoral specialization)から、本社と生産プラントを異なる都市に分けて立地する機能特化型都市(functional specialization)に移行してきたことを示した上で、それが都市間のコミュニケーションコストの低下によるものであることを論じている。日本ではこのような機能特化型の都市形成が生じているのだろうか。Duranton and Puga(2005)では Metro Area とそれに属さないカウンティのデータを用いて、”the number of executives and managers per production worker”の値が、大規模の都市で上昇していることをもって、都市の機能特化が実際に進展しているとする。

このデータに最も近いのは、都市雇用圏(Urban Employment Area)²を単位とした職業別のデータであるが、時系列で整合的なデータが整理されていない。このため国勢調査の職業大分類のうち、管理的職業従事者／生産工程・労務作業者の比率の動きを、都道府県ごとにみることとする。

ただし、職業分類(大分類)は 2005 年に大きな改定が行われている。2005 年において、新職業分類における管理的職業従事者数は旧職業分類に基づく数値から 1.7%多くなっているが、これはそのまま使用することとする。ただし、新職業分類による「生産工程従事者」は、旧分類における「生産工程・労務作業者」の 55.2%に過ぎない。このため、新分類における「生産工程従事者」に、

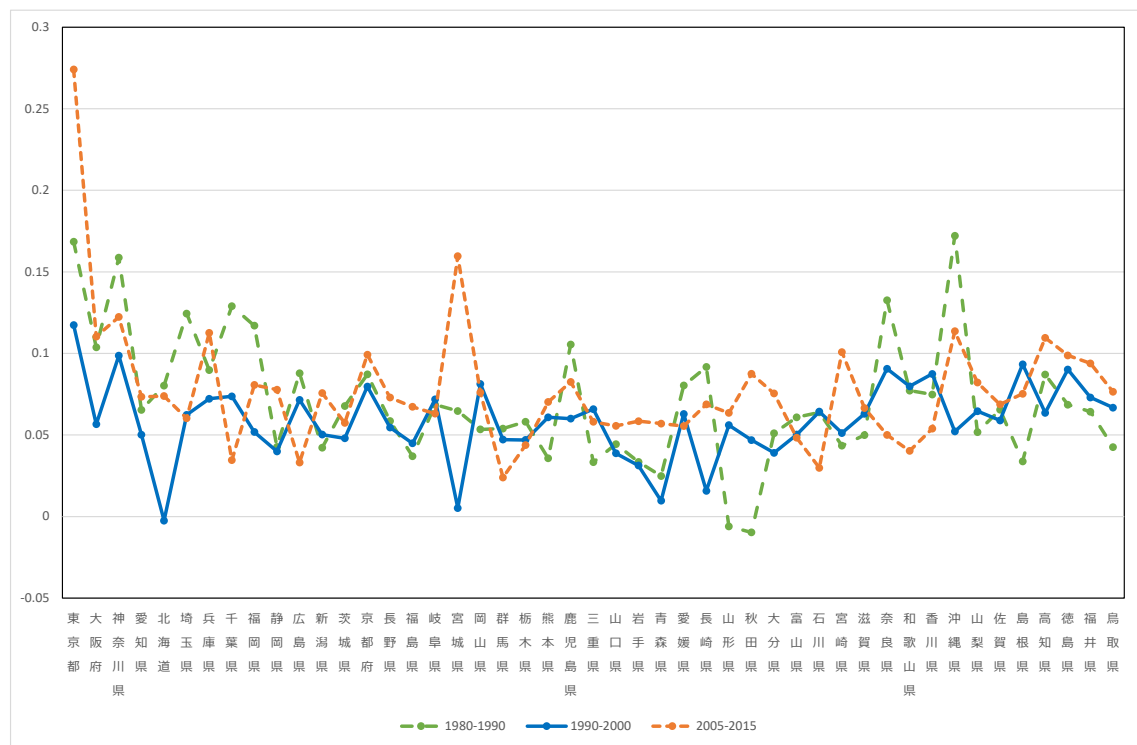
² 詳細は <http://www.csis.u-tokyo.ac.jp/UEA/>参照

図 10 都道府県ごとの専門的・技術的職業従事者／生産工程・労務作業者の推移



出所)総務省『国勢調査』

図 11 都道府県ごとの事務従事者／生産工程・労務作業者の推移



出所)総務省『国勢調査』

2.2. Duranton and Puga(2005)のモデル

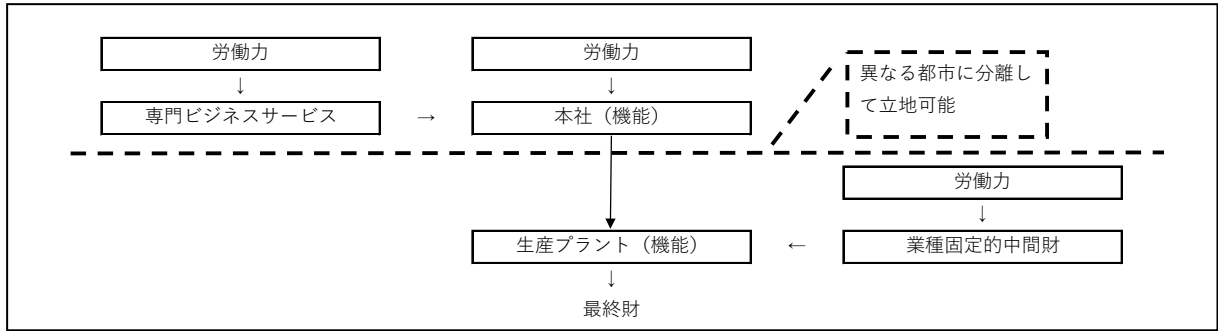
以下において Duranton and Puga(2005)で用いられているモデルの概要を説明する。

2.2.1. 技術

都市は、「付加価値を生産する企業が立地し」、「その生産活動に必要な雇用者、あるいはその生産活動に必要な専門ビジネスサービスの供給者や中間財の供給者がその場所に居住する」ことによって形成される。その決定にあたって重要な役割を果たすのは、企業の生産活動において用いられる技術である。

業種 h (m 種類存在とする)の企業は、専門ビジネスサービス(以下では業種 0 とする)と自社の雇用者から本社サービスを生み出し、それを生産プラントに提供し、本社サービスと(業種ごとに異なるため、 $m+h$ というインデックスがふられる)中間財を結合させて最終財を生産している(図 12)。

図 12 Duranton and Puga(2005)が想定している生産体制の概念図



出所) Duranton and Puga(2005)により作成。

その際の費用関数は以下のように書ける。

$$C_{i,j}^h = c_{i,j}^h x_{i,j}^h \quad (1)$$

$x_{i,j}^h$ は i に本社を j に生産プラントを置いている (i と j は一致していてもいい) 業種 h の企業の最終財の生産量であり、単位費用 $c_{i,j}^h$ は以下のように書ける。

$$c_{i,j}^h = (H_{i,j}^h)^\eta (Q_j^{m+h})^{1-\eta} \quad (2)$$

ここで、 $H_{i,j}^h$ は本社のサブコスト、 Q_j^{m+h} は生産プラントのサブコストである。このうち、本社と生産プラントが同一都市に立地している企業の本社サービスのサブコストは以下のように描ける。

$$H_{i,j}^h = H_i^h = (w_i^h)^\mu (Q_i^0)^{1-\mu} \quad (3)$$

w_i^h は本社の労働者の単位労働賃金、 Q_i^0 は都市 i における専門ビジネスサービスの価格インデックスであり、以下のように表すことができる。ここで $q_i^0(k)$ は都市 i の専門ビジネスサービスのヴァリエティ k の価格である。

$$Q_i^0 = \left\{ \int_0^{s_i^0} [q_i^0(k)]^{-1/\theta} dk \right\}^{-\theta} \quad (4)$$

一方、本社が都市 i に生産プラントが都市 j に分離している場合、この本社サービスのサブコストは、本社と生産プラントの間でコミュニケーションコストが発生するために以下のように増加するものとする($\rho > 1$)。

$$H_{i,j}^h = \rho H_i^h \quad (5)$$

また生産プラントのサブコスト Q_i^{m+h} は以下のように表すことができる。ここで $q_i^{m+h}(k)$ は、都市 i における h 産業に特有の中間財 k の価格である。

$$Q_i^{m+h} = \left\{ \int_0^{s_i^{m+h}} [q_i^{m+h}(k)]^{-1/\epsilon} dk \right\}^{-\epsilon} \quad (6)$$

2.2.2. 都市構造

これまでに説明したような技術で生産活動を行う企業の立地に伴って、都市が形成される。CBD から両側に $L_i/2$ (L_i は都市 i の総人口) の距離に広がっている都市は、デベロッパーが管理しており、デベロッパーは CBD から z の距離の居住者から $R_i(z)$ の地代を受け取っている。

CBD に通うために τ の単位距離当たりのコストがかかるために、 h 産業に務めている消費者は $w_i^h(1 - 2\tau z) - R_i(z)$ を最大化する行動をとっている。都市において提供される h 産業の労働力を l_i^h だとすれば、この交通費の存在は、以下の関係が成立することを意味する。

$$\sum_{h=0}^{2m} l_i^h = L_i(1 - \tau L_i) \quad (7)$$

(都市政府である)デベロッパーは h 産業の労働者に対して T_i^h の補助金を交付することができる。とすれば、その行動は以下になることが論文では示されている。 $\bar{e}$ は全ての都市間、都市内の全ての場所で一定の留保効用である。

$$\max \Pi_i \quad \Pi_i = R_i - \sum_{h=0}^{2m} T_i^h L_i^h = \sum_{h=0}^{2m} w_i^h l_i^h - L_i \bar{e}$$

このような設定の下では、

- i 企業の本社とそれを支える専門ビジネスサービスのみが立地している都市(機能分化した後の本社機能都市)
- ii 特定業種の企業の生産プラントとその中間財供給者が立地している都市(機能分化した後の生産機能都市)
- iii 特定業種の本社、生産プラントとそれを支える専門ビジネスサービス、中間財の供給者が立地している都市(機能分化する前の融合機能都市)

のいずれかしか存在しないことと、それぞれの都市の規模 L_H , L_M , L_I が以下のように表されることが論文では示される。

$$L_H = \frac{\sigma}{\tau(1 + 2\sigma)} \quad (8)$$

$$L_M = \frac{\epsilon}{\tau(1 + 2\epsilon)} \quad (9)$$

$$L_I = \frac{\gamma}{\tau(1 + 2\gamma)} \quad (10)$$

ただし $\sigma = \theta(1 - \mu)$, $\gamma = \eta\theta(1 - \mu) + (1 - \eta)\epsilon$ である。2.2.1 で示したような技術関係の下では、 σ は本社機能都市における都市レベルでの規模の経済、 ϵ は生産機能都市における規模の経済、 γ は融合機能都市における規模の経済を表すことになる。

2.2.3. 機能分離のタイミング

前の小節で都市が3つのタイプしか存在しないことが示されたが、最初の二つのタイプの都市、つまり本社機能のみが立地している都市(本社機能都市(H というインデックスで表す))と、生産機能のみが立地している都市(生産機能都市(M というインデックスで表す))は、企業が二つの機能を分離して立地する戦略(以下分離立地戦略という)を選択していることを前提としている。一方、企業が本社と生産プラントを同じ都市に立地するという戦略をとった場合(以下、融合立地戦略という)には、その都市は業種が特定化された融合機能都市となる。企業は、どのような場合に分離立地戦略を選択し、どのような場合に融合立地政策を選択するのだろうか。分離立地企業にとっての最終財単位当たり費用は以下のように描ける。

$$C_M^h = \rho^\eta (w_H^h)^{\eta\mu} (w_H^0)^{\eta(1-\mu)} (w_M^{m+h})^{1-\eta} (l_H^0)^{-\eta\sigma} (l_M^{m+h})^{-(1-\eta)\epsilon} \quad (11)$$

これを融合立地企業にとっての最終財単位当たり費用と比較すると以下のように描ける。

$$\frac{c_M^h}{c_I^h} = \left(\frac{\rho}{\hat{\rho}}\right)^\eta \quad (12)$$

ここで、 $\hat{\rho} = \left[\left(\frac{w_I^h}{w_H^h}\right)^{\eta\mu} \left(\frac{w_I^0}{w_H^0}\right)^{\eta(1-\mu)} \left(\frac{w_I^{m+h}}{w_M^{m+h}}\right)^{1-\eta} \left(\frac{l_I^0}{l_H^0}\right)^{-\eta\sigma} \left(\frac{l_I^{m+h}}{l_M^{m+h}}\right)^{-(1-\eta)\epsilon} \right]^{\frac{1}{\eta}}$ である。これを整理することで、全て技術的なパラメータによって、 $\hat{\rho}$ は以下のように表現することができる。

$$\hat{\rho} = \left(\frac{(1+2\gamma)^{1+2\gamma} \sigma^{\eta\sigma} \epsilon^{(1-\eta)\epsilon}}{\gamma^\gamma [\eta^\sigma ((1+2\sigma)^{1+2\sigma})^\eta [(1-\eta)^\epsilon (1+2\epsilon)^{1+2\epsilon}]^{1-\eta}]^{\frac{1}{\eta}}} \right)^{\frac{1}{\eta}} \quad (13)$$

同様にして、本社、生産プラントの分離立地を選択した場合には、本社機能が立地する都市の数を N_H 、生産プラントが立地する都市の数を N_M とすれば、本社機能が立地する都市の割合も技術的なパラメータで以下のように表すことができる。

$$\frac{N_H}{N_H + N_M} = \frac{\eta(1+2\sigma)\epsilon}{\eta(1+2\sigma)\epsilon + (1-\eta)(1+2\epsilon)\sigma} \quad (14)$$

2.3. 都市間のコミュニケーションコストの変化による国土構造の変化(数値例)

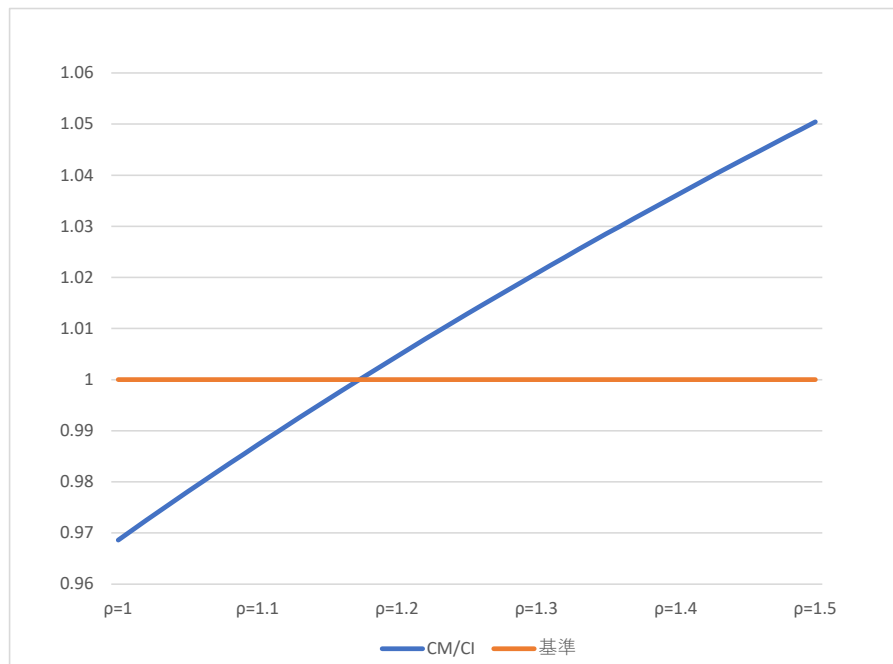
次に、本社と生産プラントを異なる都市に立地した場合のコミュニケーションコスト ρ の値によって、企業のとる立地戦略が変化する様子を、Duranton and Puga(2005)の数値例と同じパラメータを与えることで再現する。つまり(12)及び(14)式において、 $\sigma = 0.07$ 、 $\epsilon = 0.05$ 、 $\eta = 0.2$ を与えて、 ρ の値の変化による c_M/c_I の動きをみると図13のようになる。

この場合 $\hat{\rho} = 1.173$ となり、本社と生産プラントのコミュニケーションコストが、両者が同一都市にいる場合に比べて17.3%以上増えないのであれば、全ての企業が本社と生産プラントの分離立地を選ぶことになる。

以下において国土構造を、「どのような規模の都市が」、「どのくらいの割合で」分布しているのかによって記述できるものとしよう。その上で、100の都市で構成されている仮想的な国土の構造が³、都市間のコミュニケーションコスト ρ と都市内におけるCBDへのアクセスコスト τ に応じて、どのように変化するかを見ていこう。

³ 例えば、歴史的な経緯から地域ごとの経済圏、労働市場が決定されており、短期的には固定されているものとする。

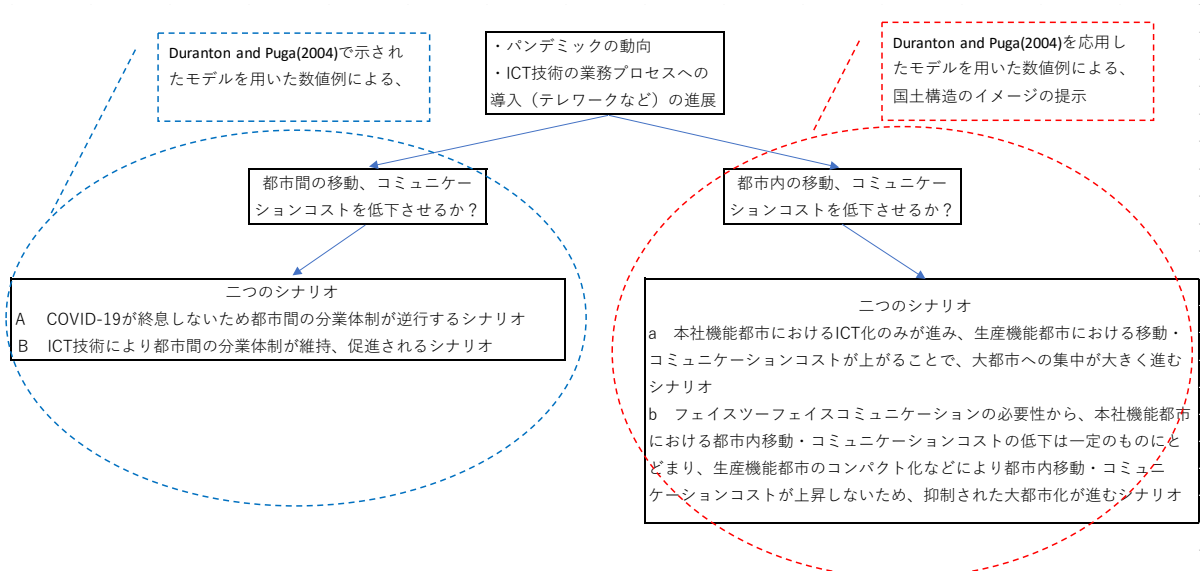
図 13 機能分離のタイミング(数値例)



出所) Duranton and Puga(2005)により作成。

図 14 において、本小節及び次の小節で行っている作業を概説している。図 14 の左側で述べているように都市間のコミュニケーションコストについて、二つの異なるシナリオを設定することで、仮想的な国土のイメージについてどのような変化がもたらされるかについてこの小節で議論を行う。同じように都市内の移動・コミュニケーションコストについて異なるシナリオを設定することで、仮想的な国土のイメージにもたらされる変化を次の小節で議論することとする。

図 14 都市間・都市内のコミュニケーションコストの想定で異なるシナリオ



まず τ についても $\tau = 0.2$ というパラメータを与えて、 ρ を変化させることで、機能分離前後の国土構造のイメージを示す。この場合、 ρ が閾値に達する前には全ての都市は $L_I = 0.244$ という規模の都市となる。しかし、 ρ が閾値を超えて低下すると、 $L_H = 0.307$ という本社機能都市と、 $L_M = 0.227$ という規模の生産機能都市に分離することになる。この時の本社機能都市の割合は、 $\frac{N_H}{N_H + N_M} = 0.156$ となる。

図 15 及び図 16 に示されているように、都市間の移動・コミュニケーションコストを示す ρ が低下することで、複数業種の本社機能とそれを支える専門ビジネスサービスからなる比較的大規模な本社機能都市と、特定業種の生産プラントとそれを支える中間財供給者からなる比較的小規模な生産機能都市に機能分離することが示された。

2.1 で示された記述データは、都市の機能分離が既に進行していることを示唆している。ここで将来に目を向けてみよう。COVID-19 によるパンデミックは都市間の移動を妨げているため、直接的には ρ を引き上げる方向で作用しているものと考えることができよう。一方、パンデミックを契機とした業務への ICT 技術の適用は、 ρ のさらなる低下をもたらすと考えられる。このため都市間のコミュニケーションコストに関しては以下の二つのシナリオを想定することができよう。

- A 「パンデミックが非常に長期にわたって終息しない、あるいは新たな感染症により同様の事態がもたらされ」、または「都市間の情報交換に関する ICT 技術の導入が進まず」、都市間コミュニケーションコストが大きく上昇する。このため、都市の機能分化は逆戻りして、画一的な融合機能都市によって構成される国土構造が形成される。
- B 「COVID-19 やその後の現れるかもしれない新たな感染症が、何等かの手段によって克服され」、または「都市間の(比較的長距離の)情報交換に関する ICT 技術の導入が進み」、都市間コミュニケーションコストに関する大きな上昇が起こらない。このため、現在進んでいる都市の機能分化を前提とする国土構造は、現状のまま維持される。

図 15 $\tau=0.2$ の場合の機能分離前の国土構造のイメージ

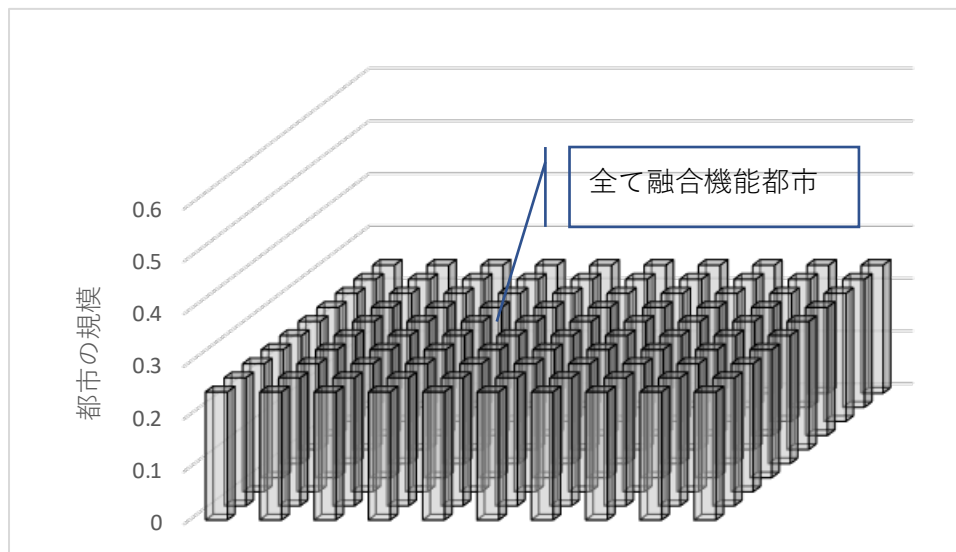
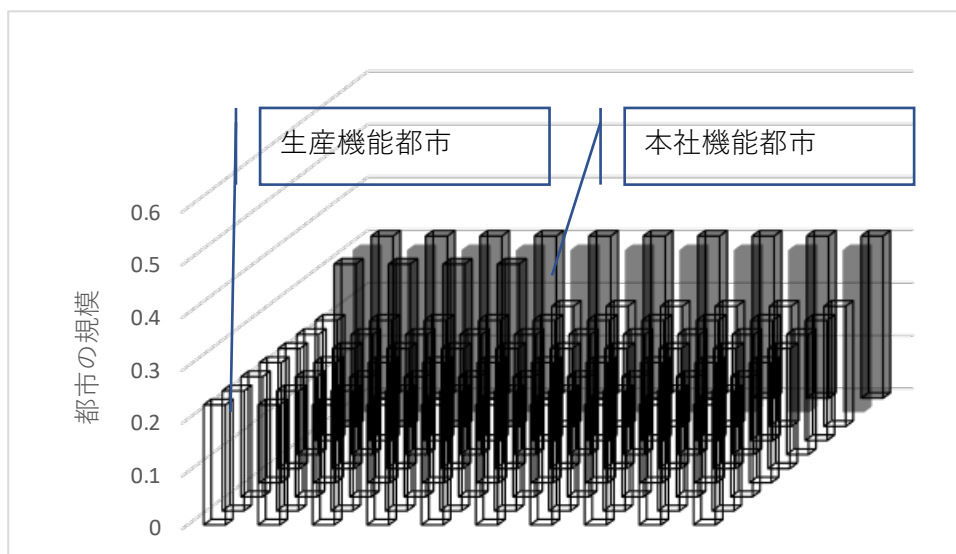


図 16 $\tau=0.2$ の場合の機能分離後の国土構造のイメージ



2.4. CBD へのアクセスコスト(都市内)の変化による国土構造の変化(数値例)

2.4.1. CBD へのアクセスコスト

今回のパンデミックは都市間の移動、コミュニケーションのみならず、都市内の移動、コミュニケーション技術にも影響を与えるだろうと予想されるため、その影響を検討してみよう(図 14 の右側)。

Duranton and Puga(2005)においては、本社機能都市と生産機能都市において、労働者が CBD にアクセスする際の単位当たりコスト τ は共通のものとして扱われている。しかし、COVID-19 の蔓延に伴って急速に普及したテレワークなどの技術、それに伴う働き方の変更は、本社機能都市と生産機能都市で用いられる移動、コミュニケーション技術に異なる影響を与える可能性がある。

つまり、本社機能において求められる、管理業務、専門的・技術的業務、事務業務のうち、特にルーティン化された事務業務についてはテレワークという働き方と親和性が高いと考えられる。このため、これまでの「郊外から、長い時間と混雑した公共交通機関を使って通勤していた本社機能への参加形態」は、大きく変わる可能性がある。つまり「日常的には、自宅、あるいは自宅周辺のサテライトオフィスなどで業務を行い、週に何度か CBD に通って他の者とのフェイスツーフェイスコミュニケーションをとる」という働き方が定着するかもしれない。今回図らずも実施されたテレワークの自然実験で大きなトラブルがなかったことは、企業や労働者の働き方に関する再考を促している。また COVID-19 の終息には相応の時間がかかるという予測も示されていることや、COVID-19 に限らず他の感染症に対するリスクが高まっているという指摘を踏まえれば、上記のようなライフスタイルがある程度定着する可能性は十分にある。その場合、本社機能都市における CBD へのアクセス費用を τ_H とすれば、それが低下する可能性は十分考えられる。

一方、生産機能都市で行われる業務は、労働者が生産現場に集まって行われることが必然的に求められる。つまりテレワークのような ICT 技術を用いた働き方とはなじみにくいとされている。実際に生産現場においては密集を回避するために、公共交通機関を回避した通勤、時差通勤、時短や従業員の交代制などの対応がとられている。このことは、最適な交通機関の選択ができなくなることや、CBD において従前と同じ勤務時間を確保するためには、より頻繁な CBD へのアクセスが求められる可能性さえ示唆される。このため、今後の生産機能都市における CBD へのアクセスコスト τ_M は本社機能都市と比べて、相対的に上昇する可能性がある。

2.4.2. 都市規模、機能別都市の分布への影響

ρ が十分に低下しており、都市の機能分離が行われていることを前提に、前述のとおり本社機能都市のアクセスコストを τ_H 、生産機能都市のアクセスコストを τ_M として別々に扱った場合、それぞれの都市の規模は以下のように変更される。

$$L_H = \frac{\sigma}{\tau_H(1+2\sigma)} \quad (8)'$$

$$L_M = \frac{\epsilon}{\tau_M(1+2\epsilon)} \quad (9)'$$

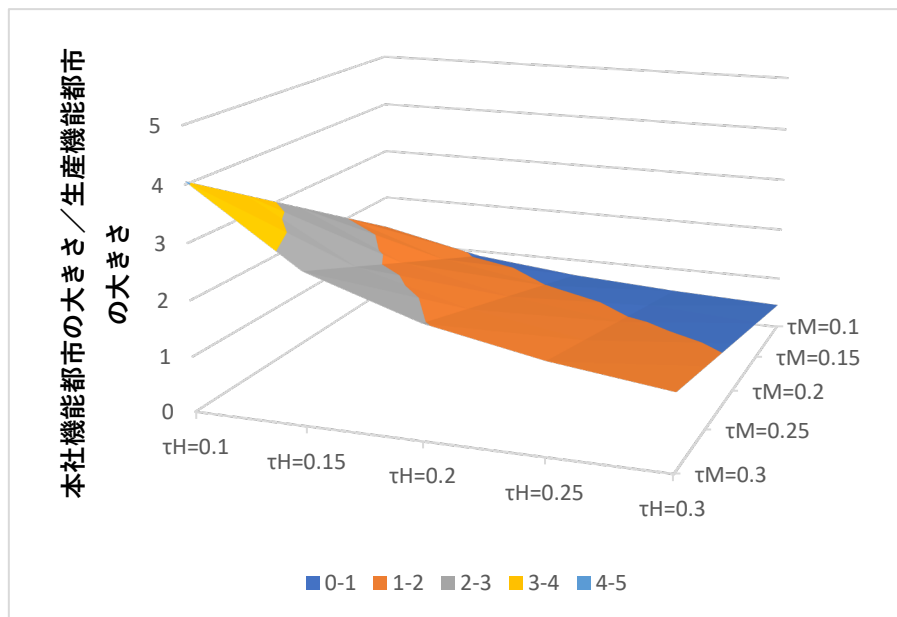
またこの場合に、本社機能都市の数 N_H のシェアも以下のように変更される。

$$\frac{N_H}{N_H + N_M} = \frac{\eta(1+2\sigma)\epsilon\tau_H}{\eta(1+2\sigma)\epsilon\tau_H + (1-\eta)(1+2\epsilon)\sigma\tau_M} \quad (14)'$$

以上を踏まえて、前小節では全ての都市において $\tau=0.2$ とにおいて国土構造のイメージを提示していたが、ここでは本社機能都市のアクセスコストを τ_H 、生産機能都市のアクセスコスト τ_M を、0.1から0.3まで変化させることで、本社機能都市の規模／生産機能都市の規模(L_H/L_M)と、本社機能都市の数のシェア $N_H/(N_H + N_M)$ への影響をみることにする。

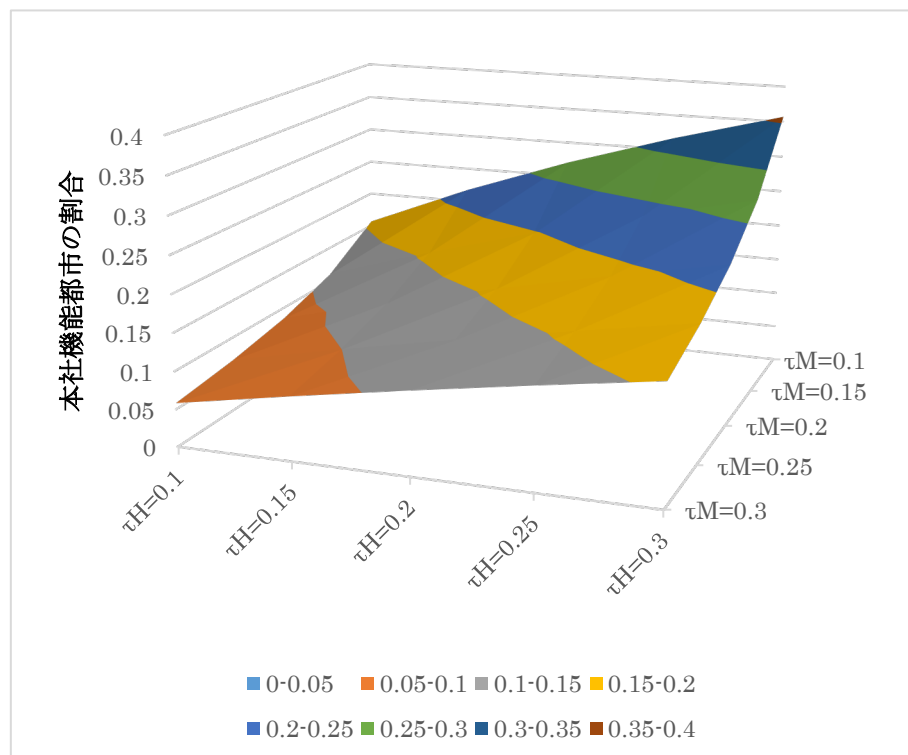
(8)'及び(9)'から明らかなように、本社機能都市のアクセスコスト τ_H が低下するほど本社機能都市の規模は大きくなり、生産機能都市についても τ_M が低下するほど都市規模は大きくなる。このため、両都市のCBDへのアクセスコストが双方とも0.2の場合は、本社機能都市は生産機能都市の1.35倍程度にすぎない。しかし、本社機能都市においてテレワークの進展などを踏まえて $\tau_H=0.1$ まで低下する一方で、生産機能都市のアクセスコストが $\tau_M=0.3$ まで増加した場合に、本社機能都市は生産機能都市の4.05倍の規模まで大きくなる(図17)。

図17 CBDへのアクセスコストの変化による本社機能都市の規模／生産機能都市の規模への影響



また(14)'から明らかなように、本社機能都市のアクセスコスト τ_H が低下するほど本社機能都市の割合は低下し、生産機能都市のアクセスコスト τ_M が低下するほど本社機能都市の割合は上昇する。このため図 18 に示されているように、両都市の CBD へのアクセスコストが 0.2 の場合は、本社機能都市の割合は全都市の 15.6%程度である。しかし、本社機能都市の CBD へのアクセスコストがテレワークの進展などを踏まえて $\tau_H = 0.1$ まで低下する一方で、生産機能都市のアクセスコストが $\tau_M = 0.3$ まで増加した場合には、本社機能都市の割合は全都市の 5.8%まで低下する。

図 18 CBD へのアクセスコストの変化による本社機能都市の割合への影響



これまでに述べたことを、都市規模やその分布によって表される国土構造のイメージとして表現してみよう。本社機能都市においてテレワークの進展などを踏まえて $\tau_H = 0.1$ まで低下する一方で、生産機能都市のアクセスコストが $\tau_M = 0.3$ まで増加した場合には、図 19 にあるように非常に大規模で少数の本社機能都市と、非常に小規模で多くの生産機能都市で構成される国土構造が実現することとなる。

一方、本社機能都市におけるアクセスコストの低下が比較的穏やかなものにとどまり(0.15)、生産機能都市におけるアクセスコストの悪化を回避して、0.2 で維持した場合には少数の大都市への集中はある程度緩和されることとなる(図 20)。

図 19 $\tau_H=0.1$, $\tau_M=0.3$ の場合の機能分離後の国土構造のイメージ

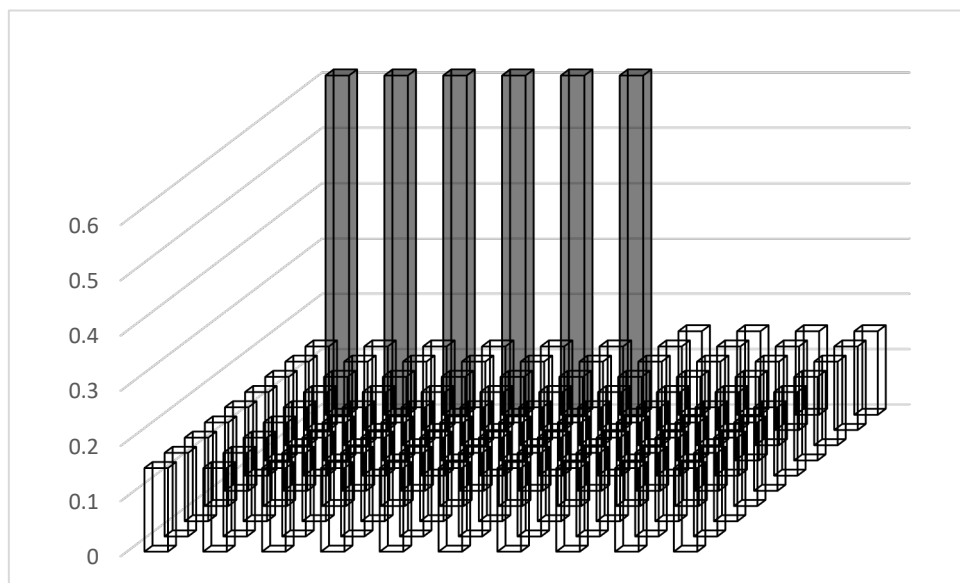
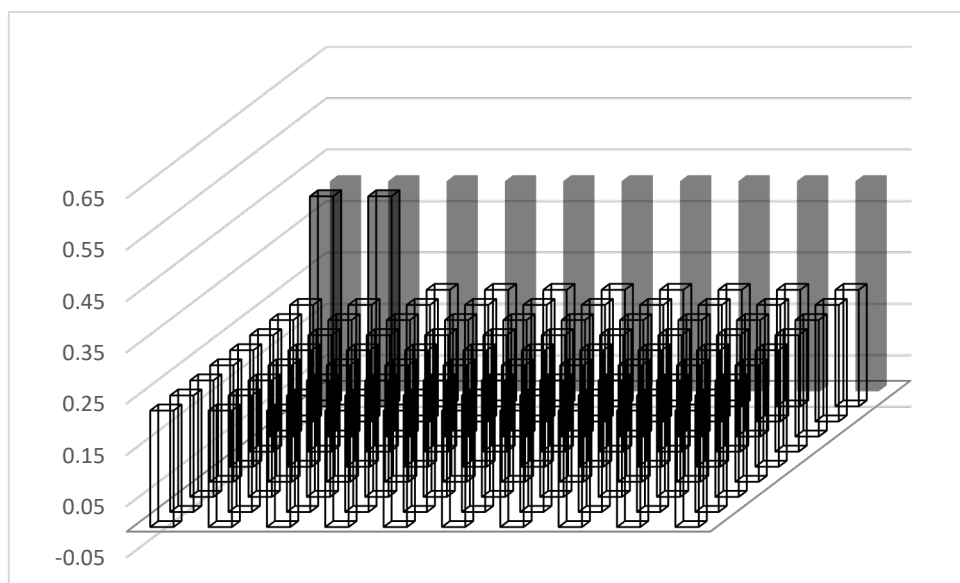


図 20 $\tau_H=0.15$, $\tau_M=0.2$ の場合の機能分離後の国土構造のイメージ



以上を勘案すれば、都市内の CBD へのアクセスコストに関連して二つのシナリオを想定することができよう。

- a 本社機能都市においてテレワークなど ICT 技術の業務への導入が全面的に進む一方で、生産機能都市においてはコロナウィルス及び新しい感染症の影響から、CBD へのアクセスコストが大きく増加する(τ_H が大きく低下する一方で、 τ_M が増加する)。この場合、非常に大規模で少数の本社機能都市と非常に小規模で多数の生産機能によって構成される国土構造が実現する。
- b テレワークなど ICT 技術の業務への導入は、本社機能に必要な業務のうちフェイスツーフェイスコミュニケーションが必要な業務を除くものに留まり、生産機能都市においては都市のコン

パクト化などから、CBD へのアクセスコストの増加が抑制される(τ_H の低下及び τ_M の増加が緩やかなものに留まる)。この場合、本社機能の大都市への集中は進展するものの、その度合いは比較的緩やかなものに留まる国土構造が実現する。

2.5. 数値計算のまとめ

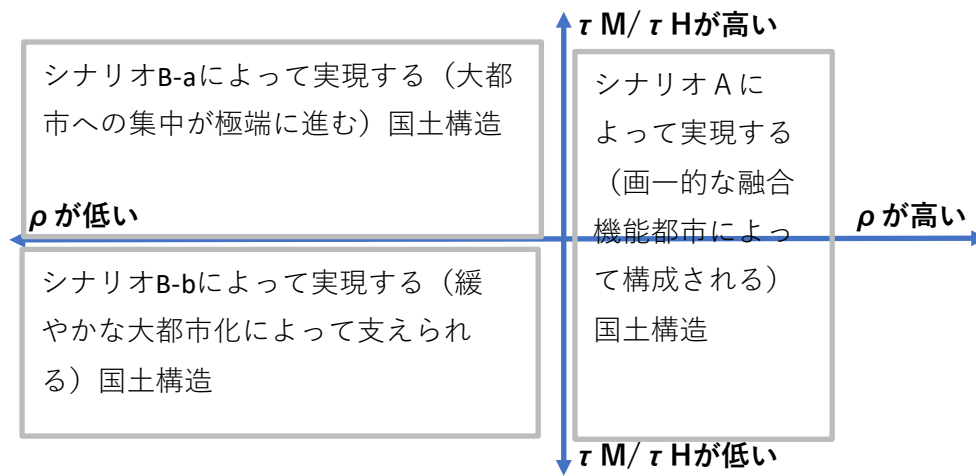
本稿では Duranton and Puga(2005)のモデルを参照しながら、COVID-19 及び業務への ICT 技術の導入が都市システムとしての国土構造に与える影響を検討してきた。その結果、都市間のコミュニケーションコスト(ρ)に関して大きく二つのシナリオが想定しうること、都市内の CBD へのアクセスコスト(τ_H と τ_M)に関して二つのシナリオが想定しうることを指摘した。

この二つのシナリオによって実現すると考えられる国土構造を概念的に整理したものが、図 21 に示されている。 ρ が高い場合は、都市内のアクセスコストの状況如何に拘わらず、画一的な融合機能都市で構成される国土構造が実現する(図 15)。しかし、このような状況は既に進展している都市の機能分離を逆戻りさせるような極端なケースとして認識されるべきものであろう。このシナリオは、 ρ という社会にとってのコストが大きく上昇するため、社会厚生上の損失も大きくなることが予想される。このような観点からも、社会全体としてこのようなシナリオを回避する努力が続けられるべきものであろう。

都市間のコミュニケーションコストの極端な上昇を回避できた場合には、テレワークなど ICT 技術の業務への導入の度合いによって2つのシナリオを想定することができる。図の左上のシナリオ B-a とは、本社機能都市においてアクセスコストが極端に低下する一方で、労働者が生産現場に集まって生産活動を行わなければならない生産機能都市におけるアクセスコストが大きく上昇するシナリオである。この場合、非常に大規模で少数の本社機能都市への集中が進むことになる。しかし、テレワークなどの技術は、第4章で紹介される先行研究で明らかにされているようにフェイスツーフェイスコミュニケーションの不完全な代替サービスと考えられていることや、生産機能都市におけるアクセスコストの上昇は都市のコンパクト化によってある程度抑制できることを勘案すれば、このような極端な集中が急速に進む可能性は低いと考えられよう。

このため、今後の国土政策、都市政策はシナリオ B-b が実現する蓋然性が高いこと、つまり緩やかな大都市化がこれからも継続することを前提に、大都市郊外における業務環境の整備、地域内移動の促進、コミュニティ形成の促進などを図るとともに、地方部の生産機能都市におけるコンパクト化を一層進めることを目指すことが求められる。

図 21 シナリオ別の国土構造の整理



3. テレワークの普及等は都市にどのような影響を与えるのか？

本章では、COVID-19 感染症対策として普及したといわれているテレワークが都市の構造を変えるかを検討していく。ここで、テレワークを国交省が行っている『テレワーク人口実態調査』での定義である「ICT(Information and Communication Technology；情報通信技術)を活用し、場所や時間を有効に活用できる柔軟な働き方をする人」として検討していく。

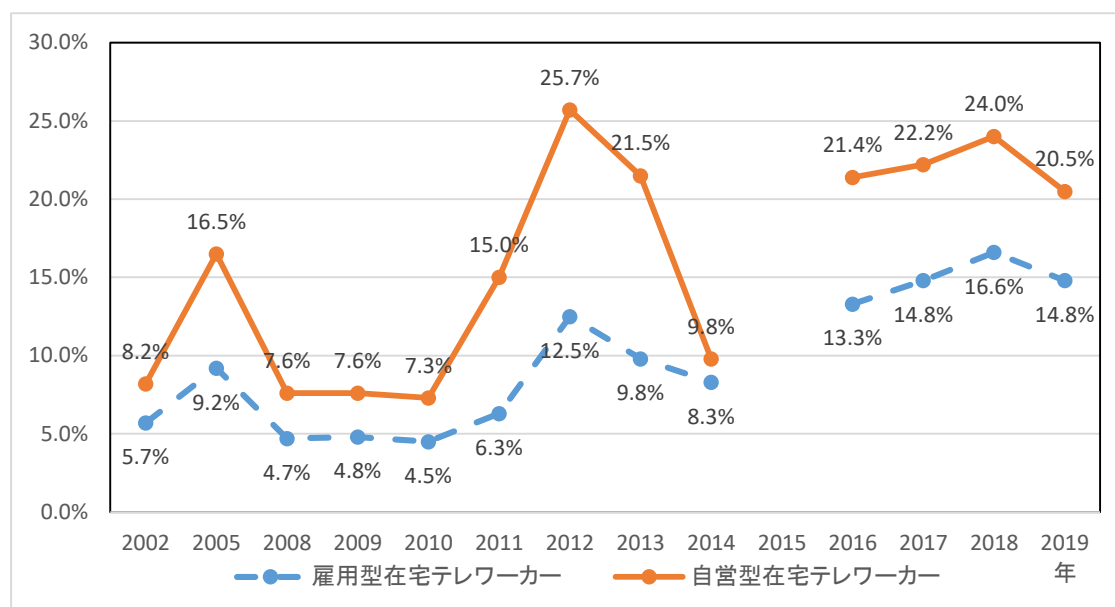
3.1. 日本におけるテレワーク

本節では、COVID-19 感染症対策として普及したといわれているテレワークが都市の構造を変えるかを検討していく。ここで、テレワークを国土交通省（以下、国交省という）が行っている『テレワーク人口実態調査』⁴での定義である「ICT(Information and Communication Technology；情報通信技術)を活用し、場所や時間を有効に活用できる柔軟な働き方をする人」として検討していく。

3.1.1. 日本のテレワーク者数の推移

日本のテレワーク者数を公式に推計しているのは国交省の『テレワーク人口実態調査』があり、この調査で公表されているテレワーカー割合の推移は図 22 の通りで、それほど伸びていない。推計方法は図 23 のように記載されているが、この推計方法自体も変化しているようである。

図 22 雇用型就業者・自営型就業者におけるテレワーカーの割合



出所)国交省都市局『テレワーク人口実態調査－調査結果の概要－』各年報道資料より

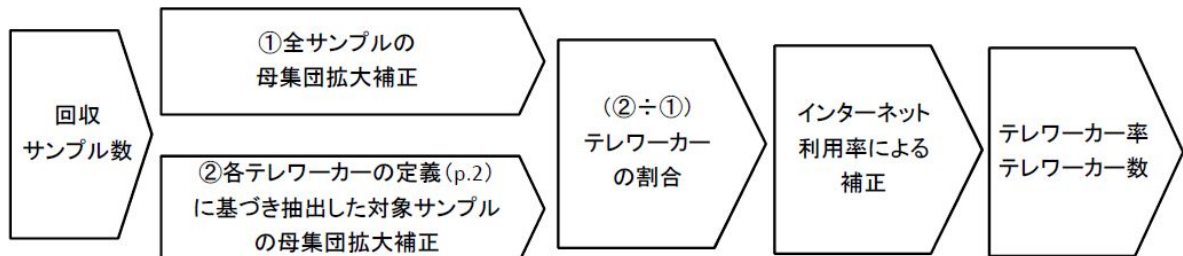
図注)国交省は 2002 年から上記調査を行っているが、2008 年までは 3 年ごと、それ以降は毎年調査を行っている。

2005 年まではテレワークの定義を週 8 時間以上として(8 時間未満も推定している)扱い、2008 年以降は図 23

⁴ 国交省の WEB サイト <https://www.mlit.go.jp/crd/daisei/telework/p2.html> を参照。

図注 3) に記した現在の定義となり公表している。また、2015 年は推定値の公表を行っておらず、2016 年以降は推定方法が変わってようである。

図 23 テレワーク数等の推計方法



出所)国土交通省都市局『平成 26 年度テレワーク人口実態調査－調査結果の概要－』

図注 1)最新の「就業構造基本調査」(総務省)をベースとし、毎年の就業人口の変動へ対応するため「労働力調査」(総務省)を活用して時点修正(平成 26 年 10 月時点)を行う。

図注 2)雇用型のテレワーカー率は全雇用者、自営型のテレワーカー率は全自営業主それぞれに占めるテレワーカーの割合であり、これらをまとめた全体のテレワーカー率は、全就業者に占めるテレワーカーの割合である。

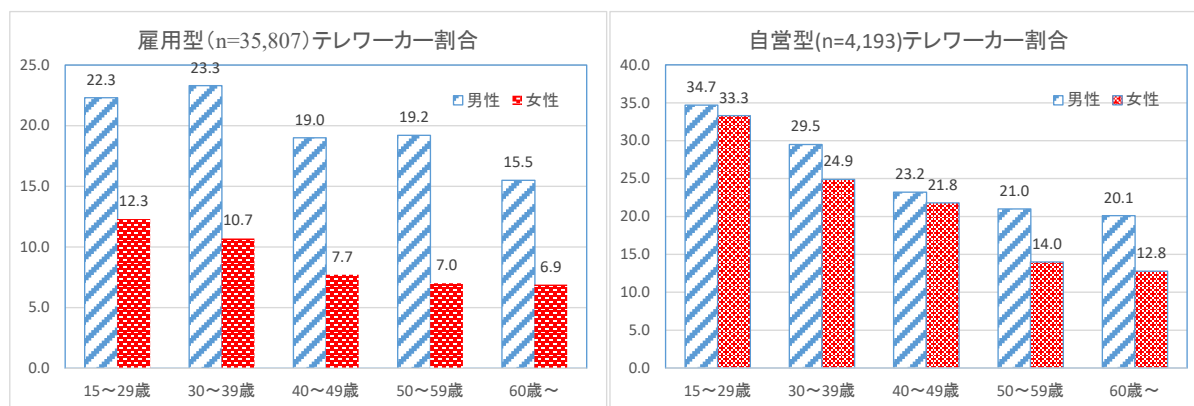
図注 3)テレワーカー分類は、広義テレワーカーを雇用者は、ふだん収入を伴う仕事を行っている人の中で、仕事で I C Tを利用している人かつ、自分の所属する部署のある場所以外で、I C Tを利用できる環境において仕事を行っている人としている。また、狭義のテレワーカーをふだん収入を伴う仕事を行っている人の中で、仕事で I C Tを利用している人かつ、自分の所属する部署のある場所以外で、I C Tを利用できる環境において仕事を行う時間が 1 週間あたり 8 時間以上である人としている。また、在宅型テレワーカーを狭義テレワーカーのうち、自宅(自宅兼事務所を除く)で I C Tを利用できる環境において仕事を少しでも行っている(週 1 分以上)人としている。また、雇用型、自営型は『国勢調査』の「従業上の地位」に基づいている。

3.1.2. 日本のテレワークの特性⁵

最新のテレワーク人口実態調査によると、図 24 のように雇用型テレワークは男性の若年層ではテレワーク割合が高いが、女性はそれほど普及してない。対して、自営型テレワークは、テレワークの割合自体も高いが、男女比にもそれほど差異が無い。これは、産業構造や家族構造によるところが大きいと考えられる。

⁵ 『平成 31 年度(令和元年度)テレワーク人口実態調査－調査結果の概要』をもとに議論する。

図 24 性年齢別テレワーカーの割合



出所)国交省都市局(2020)『平成 31 年度テレワーク人口実態調査－調査結果の概要－』

その、業種別にみたテレワーカー割合が図 25 である。業種別にはかなり差異があり、情報通信業では自営型で 50%を超えている。業種によってはテレワーク導入の可能性が異なっていることが分かる。そして、既に導入ができる業種ではある程度テレワークを導入している可能性がある。

COVID-19 の影響による在宅勤務の適用については、労働政策研究・研修機構が 2020 年 8 月に緊急事態宣言中に在宅勤務の適用に関するアンケート調査を行っている (N=1,785)。図 26 はその調査と国交省(2020)年の雇用型テレワーク割合を重ねて図示したものである。今回の COVID-19 感染のような緊急時にどのような業種でテレワークが可能かがわかる⁶。通常からテレワーク割合が高い情報通信業では緊急事態宣言中はより高くなっているが、従来はテレワークが少なかった教育、学習支援、金融・保険業、不動産業、製造業なのでもテレワークが活用されている。一方、建設業、飲食店、宿泊業、医療、福祉などは活用されていない。なお、労働政策研究・研修機構(2020)では 7 月最終週のテレワーク比率もでているが、ほぼ 4 月頭水準まで戻っている。また、地域別のテレワークの割合をみても、上記の業種別導入割合に応じて首都圏での普及率が高く、地方圏は低くなっており、ここでも導入できる地域では既に導入が進んでいることを示唆している(図 27 参照)。

⁶労働政策研究・研修機構(2020)は在宅勤務と記しているが、ここではテレワークに統一している。

図 25 業種別テレワーカーの割合

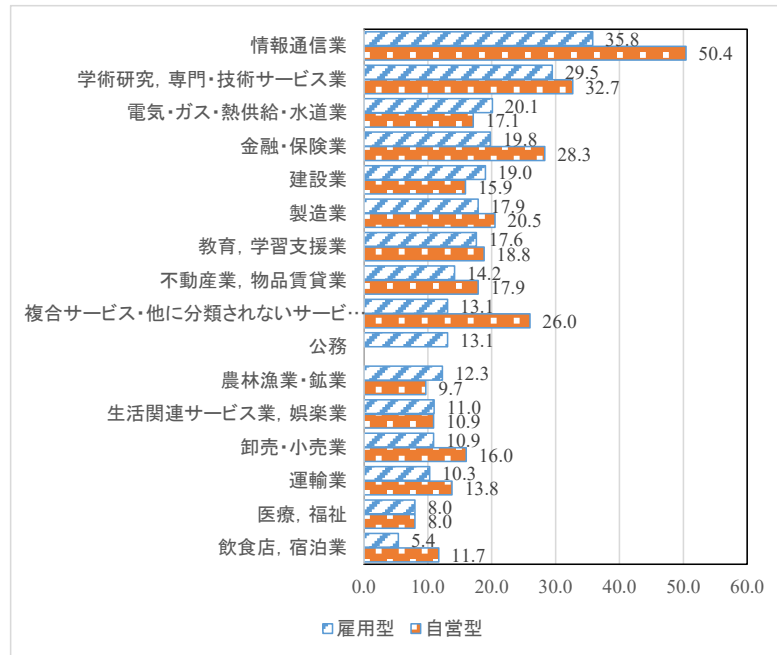
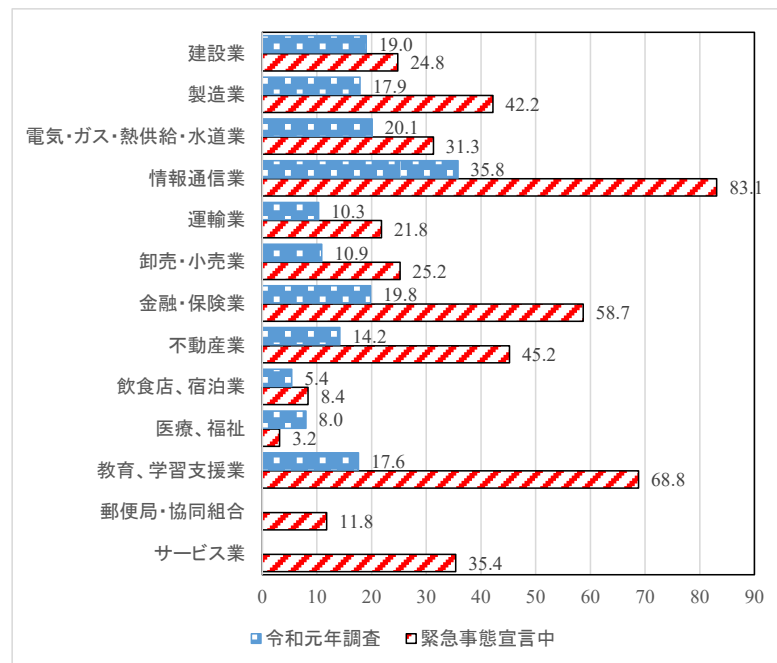
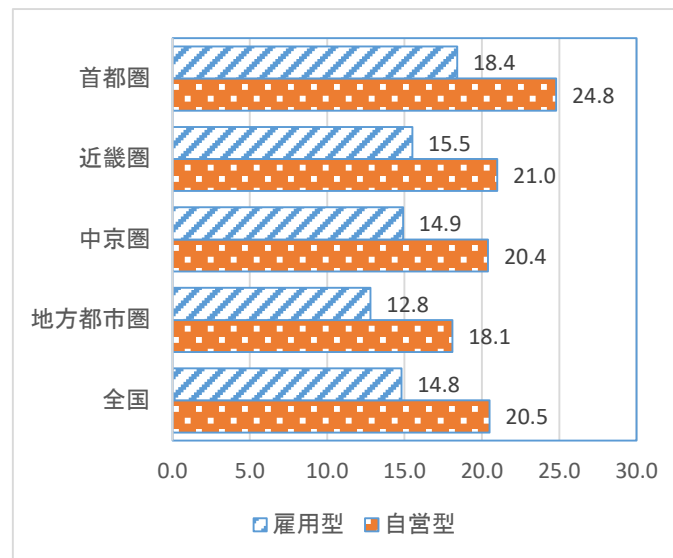


図 26 在宅勤務の実施状況と業種別テレワーカーの割合



出所)独立行政法人労働政策研究・研修機構(2020)『JILP リサーチアイ第 46 回在宅勤務は誰に定着しているのかー緊急時を経た変化を読む』, 国交省都市局(2020)『平成 31 年度テレワーク人口実態調査ー調査結果の概要ー』
 図注)郵便・協同組合とサービス業は国交省の調査で区分されていないため, 空白にしてある。また, 両アンケートではテレワーク, 在宅勤務の定義が異なっていることに留意する必要がある。

図 27 地域別テレワーカーの割合



3.1.3. 日本のテレワークの特性(2002 年調査の個票から)⁷

脚注の調査は『テレワーク人口実態調査』の第一回目の調査に付随して、実態調査で得た個票に基づいて、有業者がテレワークを選好する需要構造を分析し、テレワーク人口の将来予測について検討したものである。

(1) 分析手法

ここではテレワーカーを選好する確率(テレワーカー数/就業者数)を被説明変数とし、それを説明しうる変数からなるプロビット・モデルを構築することによって、テレワーカーの需要構造を分析することとする。

実際には実態調査結果によるテレワーク人口を、自営型や雇用型などの区分に分けて、それぞれのプロビット分析を行っている。これはこうしたテレワーカーを選好する要因が、就業形態によってかなり異なると考えられたからである。

プロビット分析では、就業者がテレワーカーとなるかならないかが、各々の就業者の属性によって決まるものであると考え、そのテレワーク選好度を確率によって表現する。

具体的には、テレワークの実施(あり・なし)という被説明変数を、本人の属性(学歴、現在の職業の経験年数、IT技能の習熟度、本人の時間当たり所得)、世帯の属性(本人以外の世帯所得、子供数、末子年齢、育児等の状況、ネットへのアクセス環境)などの説明変数によってプロビット回帰することになる(最終的に採用した説明変数については後述の推定結果を参照)。

⁷ 本節は筆者(浅田)が分析を行った国土交通省(2002)『テレワーク・SOHOの推進による地域活性化のための総合的支援方策検討調査』の分析を基にしている。調査の利用は国土交通省と調査受託会社である株式会社ニッセイ基礎研究所から利用の許可を頂いた。ここに感謝する。本節は当該調査のテレワークに関する分析箇所の抜粋である。

テレワークを選好する確率 $=\Phi(\text{本人属性, 世帯属性等})$

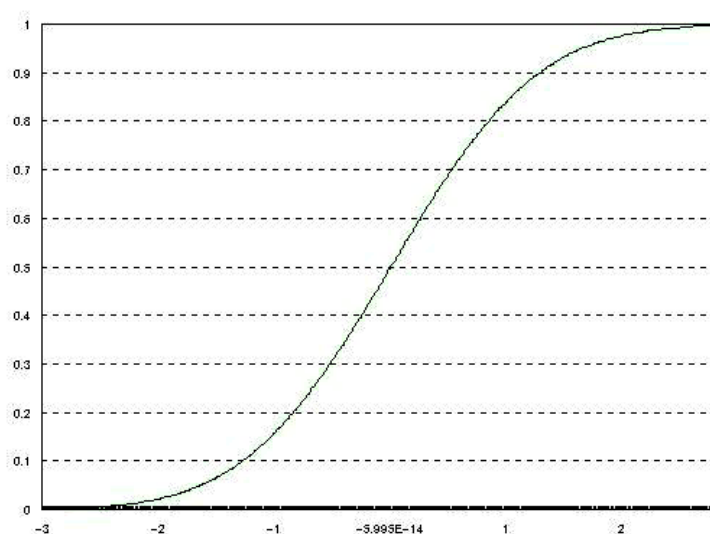
$$\begin{aligned} \text{テレワーク選好確率} = & \Phi(\beta_1 \text{教育年数} + \beta_2 \text{現職の経験年数} + \beta_3 \text{年齢} + \beta_4 \text{IT技能の習熟度} \\ & + \beta_5 \text{本人の所得} + \beta_6 \text{本人以外の世帯所得} + \beta_7 \text{子供数} + \beta_8 \text{末子年齢} + \beta_9 \text{育児状況}) \end{aligned} \quad (15)$$

※ただし、 $\Phi(\cdot)$ は標準正規分布関数である。

これにより、本人の属性(教育、職業経験、技能など)や世帯属性などがテレワークの選択行動に与える影響が定量化できる。例えば、教育年数が長くなり、学歴構成が変化すると、テレワーク選好確率がどの程度高まるのか推計できる。具体的には、あるサンプルで教育年数が1年増すと、テレワーク選好確率は $\widehat{\beta}_3 \Phi(\mathbf{x}'\widehat{\boldsymbol{\beta}})$ (ただし、 $\mathbf{x}$ はそのサンプルの説明変数ベクトル、 $\boldsymbol{\beta}$ は係数ベクトル)だけ上昇することになる。テレワークの選択はこうした本人の属性に強く依存すると予想され、この定量的な関係を把握することは、今後の課題である将来予測にとっては不可欠である。

推定したテレワーク労働関数(15)に、各回答者の説明変数の値を代入すると、各回答者がテレワークを選好する確率が0から1の間の数値として算出できる。例えば、テレワーク選好確率は0.21などと数値で推定できる。この確率を有業者数に乘じれば、テレワーク人口が推計できる。

図 28 累積標準正規分布関数



②被説明変数

テレワーク選好確率(選好した就業者を1、選好しない就業者を0)とする。ここでは、週8時間以上テレワーカーの選好確率を被説明変数としている。なお、参考までに、テレワーク時間が就業者の総労働時間に占める割合についても、被説明変数として試算している。

③説明変数

年齢、教育・就業歴などの個人属性、世帯属性の他に、地域環境(PC普及率等)なども含めている。実際にはモデルの推定作業と共に、より説明力の高い変数を選んでいる。

(2) 推定結果

全個票サンプルを構造的な要因が異なるものと判断される自営業者と雇用者に分け、各々男女の4つに分割して分析し、自営業者については仕事を主とする職業とそれ以外に分けて分析した。ここで、職業はテレワーカーの分析に適するように自営業の中でも仕事を主とする場合を「主事営業」、それ以外を「副自営業」とする。

最終的には、自営業、雇用、男女などに分けたモデルはそれぞれフィットの高いものとなったため、これらを使って以下のように、テレワーカーの選好確率を左右する要因について分析を行うことができた。

なお、前述の(15)式で重要な説明変数として考えた本人以外の世帯所得は、回答件数が少なく、回答サンプルで分析してもほとんど説明力がないため採用しないことにした。

①自営業テレワーカーの選好確率

- 男性自営業者－一般的にIT化を除いて各変数の影響は特徴付けにくい

表 6 テレワーカー確率プロビット分析推計結果(自営業・男性)

説明変数	全変数			有効変数のみ			
	推定量	t値	p値	推定量	t値	p値	弾力性
年齢*	1.05596	1.3928	[.164]	1.421700	2.0665	[.039]	4.50%
教育歴*	0.99508	0.9284	[.353]				
本人所得*	0.24917	1.6190	[.105]	0.243501	1.7493	[.080]	0.70%
企業規模*	0.07613	0.6023	[.547]				
勤続年数	-0.02514	-1.4681	[.142]	-0.027953	-1.7576	[.079]	-1.40%
eメール歴	0.03130	0.6911	[.489]				
自宅pc	0.42849	1.0337	[.301]	0.604090	1.6334	[.102]	17.10%
専門職	0.40954	1.1046	[.269]				
製造業比率	-6.83462	-2.0392	[.041]	-5.354870	-1.896	[.058]	-4.40%
地域pc普及率	-0.03549	-1.1068	[.268]				
GDP／人	0.00803	1.7600	[.078]				
地域携帯普及率	0.08826	1.6492	[.099]	0.058597	1.6167	[.106]	15.80%
東京ダミー	-3.99349	-2.2100	[.027]	-1.148960	-1.8108	[.070]	-21.80%
定数項	-13.17330	-2.8239	[.005]	-8.586760	-2.6285	[.009]	
サンプル数	107	テレワーカー数 27(25.2%)		サンプル数 109	テレワーカー数 28(25.7%)		
Log likelihood	-48.8782			-53.6486			
R-squared	0.1937			0.1313			
的中率	0.7477			0.7339			

表注)*は対数、製造業比率以下は都道府県別データ。弾力性は平均的なサンプル(ここでは自営業・男性)の各説明変数が10%上昇したときに増減するテレワーカー比率(%ポイント)を示す。ダミー変数、例えば自宅PCの場合はダミーが0と1でのテレワーカー比率の差異(%ポイント)を示す。なお、主要な都道府県のダミーを用いた地域ダミーで推計したが、東京ダミーが一部の推計で有意になるだけであった。以下では有意となった東京ダミーのみ表記する。以下本節の推定結果表は同様。

男性に関しては特に有意な説明変数は少ないが、年齢、本人所得、自宅PC所有、地域別携帯電話普及率がプラスに、勤続年数、地域別製造業比率がマイナスに効いている。勤続年数がマイ

ナスに効いているのは、歴史の新しい起業家のテレワーカー比率が高いためと考えられる。

企業規模が有意に効かないのは自営業者の場合、その規模自体が総じて小さく、サンプル間に相対的な違いが少ないためと考えられる。

自宅PC所有は各層でプラスに効き、地域別製造業比率はマイナスに効き、その他の変数は層によって有意になる場合とならない場合がある。

年齢や所得等の弾力性は小さいが、自宅PC所有や地域別の携帯普及率の弾力値は高く、これらに代表されるIT化によって、自営業・男性のテレワーカーになる確率が高まることを示唆している。なお、弾力性とは、年齢等が10%上昇したときに、テレワーカーになる確率が何%増減するかを意味する。

●既婚者、専門職でテレワーカー比率が高くなる女性自営業者

女性に関しては、既婚者と専門職のテレワーカー確率が有意に高くなっている。後述の雇用者では既婚ダミーが効かない結果となっており、この点は全く対称的である。勤続年数はプラスであり男性自営業とは対称的である(表7参照)。

表7 テレワーカー確率プロビット分析推計結果(自営業・女性)

説明変数	全変数			有効変数のみ			
	推定量	t値	p値	推定量	t値	p値	弾力性
子供有	0.92270	1.1843	[.236]				
既婚	1.65640	1.7188	[.086]	1.5583	2.050	[.040]	11.6%
年齢*	0.50670	0.2692	[.788]				
教育歴*	0.69100	0.3063	[.759]				
本人所得*	0.23990	0.8858	[.376]				
企業規模*	0.38350	1.8096	[.070]	0.1882	1.4022	[.161]	0.2%
勤続年数	0.03730	0.9730	[.331]				
eメール歴	0.02300	0.2187	[.827]				
自宅pc	1.92160	1.7831	[.075]	1.3616	1.6759	[.094]	13.5%
専門職	0.69920	0.9979	[.318]	1.0852	2.1668	[.030]	17.9%
製造業比率	-5.86680	-1.0227	[.306]				
地域pc普及率	0.19200	1.8214	[.069]	0.0854	1.7301	[.084]	6.0%
GDP／人	-0.00320	-1.1510	[.250]				
地域携帯普及率	-0.22740	-1.8916	[.059]	-0.1442	-2.0066	[.045]	-5.6%
定数項	3.11810	0.3615	[.718]	4.1238	1.1749	[.240]	
サンプル数	68	テレワーカー数	11 (16.2%)	サンプル数	68	テレワーカー数	11 (16.2%)
Log likelihood	-18.4199			-20.4554			
R-squared	0.3229			0.2887			
的中率	0.8676			0.8971			

弾力性をみると、平均的にみて既婚では12%ほど未婚者よりテレワーカー確率が高くなり、その他、自宅PC所有や専門職かどうかといった個人属性による影響が大きいことが分かる。このことから、将来的には女性の専門職化によってテレワーカーを選好する確率が高まることが予想される。

なお、地域携帯別普及率がマイナスである点については、地域PC普及率や自宅PC所有と相関が強い点ため解釈が難しい。しかし、ここでも地域PC普及率や自宅PC所有がプラスの要因であ

ることから、IT化によってテレワーカー比率が高まることが示唆される。

②雇用者テレワーカー選好確率

●男性自営業と要因が類似する男性雇用者

男性雇用者は、男性自営業と異なり年齢の影響はマイナス(=若い方がテレワーカーになりやすい)となっているが、その他の個人属性ではeメール歴がプラスに効いているほかは自営業者と似ている。また、職種別に見ると販売・営業と運輸・通信職が有意に高くなっている。地域別要因としても有意な変数は男性自営業と全く同じである(表8参照)。

弾力性をみると、職種による違いの弾力性の違いは大きいですが、自宅PC所有は自営業ほど大きくないことが分かる。また、製造業比率や地域PC普及率もある程度弾力性があり、非製造業化やIC化によって雇用者・男性のテレワーカーになる確率が高まるが、弾力性は自営業より小さい。

表8 テレワーカー確率プロビット分析推計結果(雇用者・男性)

説明変数	全変数			有効変数のみ			
	推定量	t値	p値	推定量	t値	p値	弾力性
年齢*	-0.44140	-1.4918	[.136]	-0.290200	-1.2767	[.202]	-0.40%
教育歴*	0.07680	0.1923	[.848]				
本人所得*	0.07690	0.9000	[.368]	0.105800	1.328	[.184]	0.20%
企業規模*	-0.00744	-0.2230	[.824]				
勤続年数	0.00539	0.7100	[.478]				
eメール歴	0.05300	2.8928	[.004]	0.046400	2.672	[.008]	0.40%
自宅pc	0.36230	2.4344	[.015]	0.368600	2.5368	[.011]	5.80%
専門的・技術的職業	0.08890	0.5095	[.610]	0.217100	1.721	[.085]	4.10%
管理職	-0.04220	-0.1750	[.861]				
事務職	-0.17090	-0.8827	[.377]				
販売・営業	0.32420	1.8429	[.065]	0.413900	3.0547	[.002]	8.70%
サービス職	-0.07430	-0.1951	[.845]				
運輸・通信職	0.59350	1.5051	[.132]	0.607100	1.615	[.106]	15.00%
製造業比率*	-0.45800	-1.5847	[.113]	-0.594200	-2.3446	[.019]	-1.00%
地域pc普及率*	0.62900	1.1402	[.254]				
GDP/人*	0.02320	0.1057	[.916]				
地域携帯普及率*	1.52101	1.0534	[.292]	2.785800	2.728	[.006]	5.60%
定数項	-10.04610	-1.8204	[.069]	-13.495400	-2.8885	[.004]	
サンプル数	1019	テレワーカー数 21(11.9%)		サンプル数 1057	テレワーカー数 24(11.7%)		
Log likelihood	-347.962			-358.601			
R-squared	0.0458			0.0461			
的中率	0.8812			0.8827			

●説明要因が他とは異なる女性雇用者

女性雇用者を、子供の有無、未婚既婚を込みで推計したものが表9である。

子供の数、子供の面倒等を説明変数に入れると、未婚者がサンプルからはずれるため、先に全サンプルで推計した。結果として、子供の有無、未婚・既婚者ではあまり有意な差がない。

女性雇用者は女性自営業とも、男性雇用者ともかなり異なった要因となっている。年齢よりも

教育歴が有意に効き、本人所得がマイナス(=所得が低い方がテレワーカーになりやすい。男性とは逆)となり、企業規模が唯一有意に効いている。専門的・技術的職業がプラスとなっていることや地域別要因はおおよそ男性雇用者と同じである。

表 9 テレワーカー確率プロビット分析推計結果(雇用者・女性 1)

説明変数	全変数			有効変数のみ			
	推定量	t値	p値	推定量	t値	p値	弾力性
子供有	0.33950	0.7707	[.441]	0.308000	0.7200	[.472]	0.40%
既婚	-0.36060	-0.7823	[.434]	-0.371900	-0.8564	[.392]	0.00%
年齢*	0.43460	0.6954	[.487]				
教育歴*	5.37940	3.4709	[.001]	5.399100	3.5293	[.000]	1.20%
本人所得*	-0.22400	-1.0151	[.310]	-0.263700	-1.3705	[.171]	0.00%
企業規模*	-0.16350	-1.8188	[.069]	-0.177800	-2.0730	[.038]	0.00%
勤続年数	-0.12510	-0.6789	[.497]				
eメール歴	-0.01850	-0.2389	[.811]				
専門的・技術的職業	0.83930	2.6852	[.007]	0.850000	2.8280	[.005]	1.90%
製造業比率*	-2.14900	-2.6587	[.008]	-2.049300	-2.7974	[.005]	-0.20%
地域pc普及率*	0.66330	0.4992	[.618]				
GDP／人*	-0.38550	-0.6503	[.516]				
地域携帯普及率*	4.98000	1.2794	[.201]	5.6876	1.9683	[.049]	1.70%
定数項	-42.75690	-2.5656	[.010]	-44.214100	-3.0729	[.002]	
サンプル数	477	テレワーカー数 16(3.4%)		477	テレワーカー数 16(3.4%)		
Log likelihood	-48.6836			-49.2323			
R-squared	0.1606			0.1514			
的中率	0.9665			0.9665			

子供の数や世話によってテレワーカー比率が異なっているかを検討したものが表 10 であるが、予想に反し子供の数や末子年齢、子供の世話の状況等はあまり有意に効いていない。

表 10 テレワーカー確率プロビット分析推計結果(雇用者・女性 2)

説明変数	全変数			有効変数のみ		
	推定量	t値	p値	推定量	t値	p値
子供数	-0.20570	-0.6573	[.511]	-0.186300	-0.6012	[.548]
末子年齢	-0.01750	-0.0956	[.924]			
教育歴*	3.69690	1.8617	[.063]	3.286200	1.8590	[.063]
子供世話				0.047300	0.3632	[.716]
本人所得*	-0.12870	-0.4647	[.642]			
企業規模*	-0.24240	-1.7647	[.078]	-0.240400	-1.7371	[.082]
専門的職業	0.91360	2.0146	[.044]	0.873	2.0069	[.045]
製造業比率*	-3.06910	-2.6971	[.007]	-2.9841	-2.7101	[.007]
定数項	-64.74760	-2.7178	[.007]	-64.544300	-2.6904	[.007]
地域携帯普及率*	11.44570	2.2494	[.024]	11.687100	2.2199	[.026]
サンプル数	248	テレワーカー数 8(3.2%)		248	テレワーカー数 8(3.2%)	
Log likelihood	-22.9845			-49.2323		
R-squared	0.3111			0.1514		

弾力性をみると、元々テレワーカー比率が低いいため、自営業・女性や雇用者・男性と比較すると各変数の弾力性は総じて小さくなっている。やや弾力的なものは専門的・技術的職業である。これは自営業・女性と同じで、女性の専門職化が進むとテレワーカー比率が高まることが予想さ

れる。その他で平均的には既婚では 12%ほど未婚者よりテレワーカー比率が高くなり、その他、地域携帯普及率がやや弾力性を持っている。

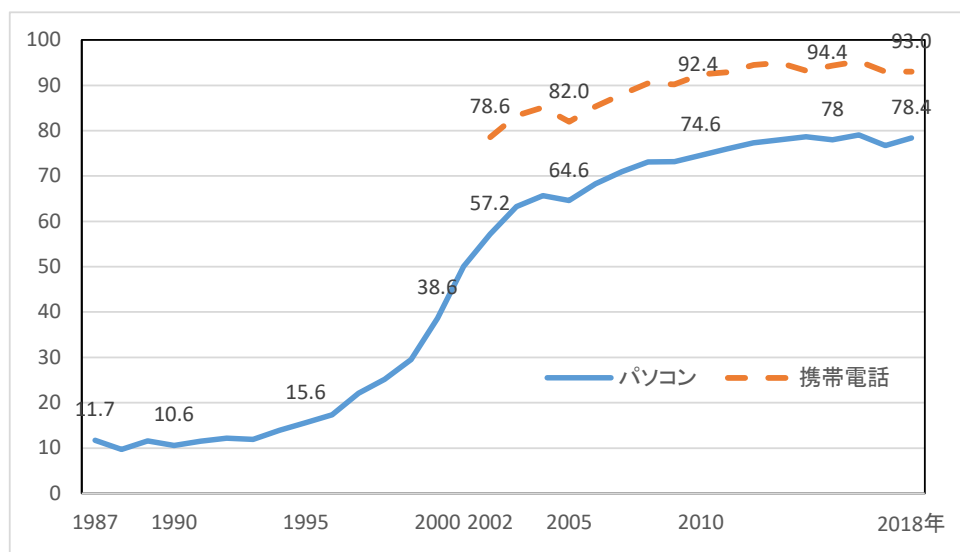
(3) IT 化の進展

次に、(2)の分析でテレワーカー比率に大きな影響を及ぼす PC 普及率、専門的職業比率の 2001 年以降の進展をみていこう。

①PC 普及率等

テレワーク比率に大きな影響を及ぼす PC の普及率をみると、図 29 のように 3.1.3 で用いているアンケートを実施した 2002 年より 36.4%(上昇幅は約 20%)上昇している。2002 年時点の予測では、PC 普及率が 63%になるとテレワーク比率は 5%程度程度上昇すると試算していた。同様に、試算するとテレワーク比率は 25%前後になるという結果になる。ただし、図 29 から 2010 年以降普及率はそれほど上昇していない。その影響からか図 22 では、2010 年以降のテレワーク普及率もそれほど上昇していない。

図 29 日本における PC、携帯電話(スマホ)の普及率



出所)内閣府『消費動向調査』

図注)図は 2 人以上の世帯に占める普及率であり、大学生など単身世帯は含まれていない。

PC の普及率自体は上がっており、世界的に見ても低くはないが、問題は若年層の PC 離れ、あるいは教育の場での普及が進んでいないことかもしれない。今回の COVID-19 感染期でも教育現場での遠隔授業の困難さが指摘されていた。表 11 は OECD の PISA 調査からみた 15 歳生徒のノート PC 使用率の国別比較である⁸。統計が明らかになっている国の中では使用率が最低で、しか

⁸ PISA 調査ではデスクトップ型を含めているようである。

もこの10年程度で使用率が低下している。学校での使用率もほぼ同じ結果になっている。

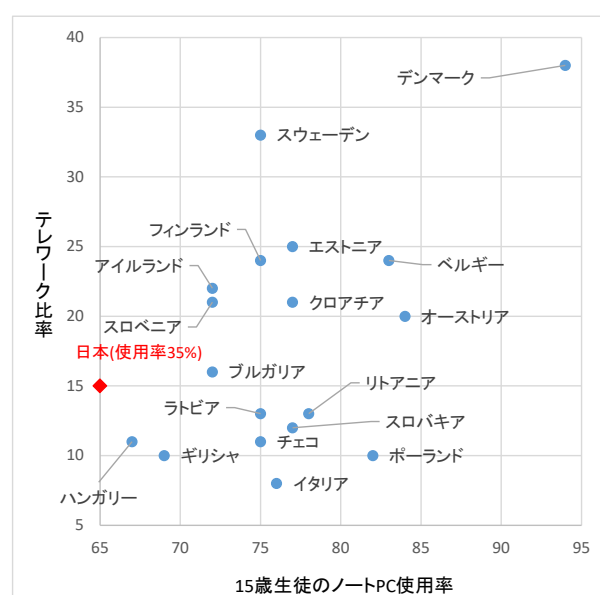
この15歳生徒のノートPC使用率は各国のIT化の代理指標になっている可能性があり、後述(3.2節)の国別テレワーク比率と15歳生徒のノートPC使用率の関係をみたものが図30である。後述のように因果関係の判断は難しいが、正の相関がみられる。テレワークをしやすい環境や制度、政策が15歳生徒のノートPC使用率を上げる影響もあると考えた方が良いかもしれない。ただし、3.2節で述べるように国別テレワーク比率が成長率を高める可能性があるならより詳細な検討が必要である。

表 11 15 歳生徒のノート PC 使用率

	2009年	2018年		2009年	2018年
デンマーク	87	94	フィンランド	61	75
オーストラリア	65	86	スウェーデン	63	75
オーストリア	66	84	ロシア	25	73
ベルギー	60	83	ブルガリア	37	72
ポーランド	38	82	スロベニア	46	72
スイス	63	81	アイルランド	62	72
ニュージーランド	54	80	イスラエル	33	71
アイスランド	76	79	チリ	25	69
リトアニア	33	78	ギリシャ	41	69
クロアチア	38	77	ハンガリー	38	67
スロバキア	40	77	ウルグアイ	20	66
エストニア	62	77	韓国	23	63
イタリア	50	76	香港	23	62
シンガポール	59	76	トルコ	17	48
ラトビア	34	75	タイ	17	45
チェコ	39	75	日本	48	35

出所)OECD PISA(Programme for International Student Assessment)調査サイト

図 30 15 歳生徒のノート PC 使用率(2018 年)とテレワーク比率の関係(2015 年)



出所)OECD PISA(Programme for International Student Assessment)調査サイト

②専門的職業比率

(2)の推定結果から職業では専門的・技術的職業従事者のテレワーカー比率への影響が高いことが分かった。そこで、ここでは地域別に専門的・技術的職業従事者数の推移を検討してみる。表 12 は 3.1.3 で行ったテレワーカー人口推定作業で用いた 2000 年の職業構成である⁹。表 13 は最新の 2015 年の職業比率である。

全国的には専門的・技術的職業従事者比率はこの 15 年間で 2.5%程度増加しているが、東京都内では 3%増加した。特に、都心 4 区(千代田区、港区、中央区、新宿区)では 4%以上高くなっている。

表 12 就業地別職業率(2000 年)

	管理的職業従事者	専門的・技術的職業従事者	事務従事者	販売従事者	サービス職業従事者	保安職業従事者	農林漁業従事者	運輸・通信従事者	生産工程・労務作業従事者
全国	2.9%	13.5%	19.2%	15.1%	8.8%	1.6%	5.0%	3.6%	29.3%
東京都	3.9%	16.8%	26.1%	19.0%	8.6%	1.6%	0.3%	3.0%	18.4%
都心4区	5.0%	16.9%	35.7%	22.2%	6.6%	1.5%	0.0%	1.3%	9.3%
その他19区	3.7%	16.2%	22.5%	18.4%	9.2%	1.5%	0.2%	4.1%	21.4%
他都下	2.4%	18.3%	19.5%	15.0%	10.6%	1.8%	1.3%	3.1%	25.7%

出所)総務省『国勢調査』

表 13 就業地別職業率(2015 年)

	A 管理的職業従事者	B 専門的・技術的職業従事者	C 事務従事者	D 販売従事者	E サービス職業従事者	F 保安職業従事者	G 農林漁業従事者	H 生産工程従事者	I 輸送・機械運転従事者	J 建設・探掘従事者	K 運搬・清掃・包装等従事者
全国	2.4%	15.9%	19.0%	12.6%	11.6%	1.8%	3.6%	13.5%	3.4%	4.4%	6.6%
東京都	3.0%	19.8%	27.0%	14.6%	9.5%	1.8%	0.3%	5.6%	2.5%	2.8%	4.4%
都心4区	3.5%	21.2%	38.8%	17.5%	6.1%	1.6%	0.0%	2.6%	1.1%	1.5%	2.3%
その他19区	3.0%	18.9%	22.8%	13.7%	10.3%	1.7%	0.2%	6.5%	3.3%	3.1%	5.0%
他都下	2.0%	20.0%	18.2%	12.1%	13.3%	2.2%	1.1%	8.6%	2.9%	4.0%	6.4%

出所)総務省『国勢調査』

3.4 節では東京都内の都市構造の変化を検討するので、ここでは都内の職業別特化、拡大傾向を概観してみる。図 31 は都内の就業地職業別の特化・拡大傾向をみたものである。都心 4 区と他 13 区では明らかに構造が異なっており、都心 4 区は事務従業者、販売従業者、専門的・技術的職業従事者が特化、拡大している。その他 19 区ではサービス職業従事者に特化している。これら、都心 4 区で特化が進んだ職業でテレワークが進み、就業地は都心 4 区だが毎日通うことはない可能性が考えられる。

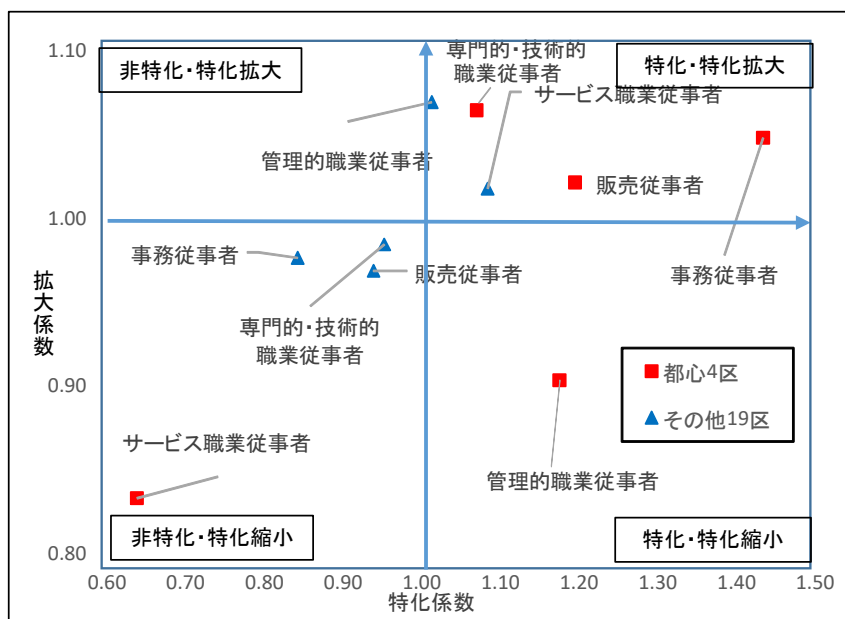
そこで、就業地・職業別に居住地をみたものが図 32 である。都心 4 区とその他 19 区は明らかに異なっており、都心 4 区ではどの職業でも自区内に居住する人は少ない。これは都心 4 区では地価が高いため、自区外に居住する比率が高くなったと考えられるが、都心 4 区就業者が都外に居住する比率も高くなっている。これは、通常の居住地選択理論と異なっている。賃金は都心 4 区の方が高いはずであり、都内居住が高くなるはずであるが、その他 19 区より遠隔から通勤していることになる。テレワークやフレックスタイム制の導入など、勤務体系と就業地、居住地選択を

⁹ エラー! 参照元が見つかりません。章で用いた国勢調査は居住地別であるが、ここでの東京都以下は就業地別の職業率である。

検討する実証分析が望まれる。

2002 年時点の予測では、専門業比率 5 %ポイント上昇するとケーステレワーク比率は 0.1%程度程度上昇すると試算していた。表 12 表 13 のように全国で 1.6%ポイント、都心 4 区で 4.3%ポイント上昇しており、全国ではほとんどテレワーク比率が上昇せず、都心 4 区で 0.8%上昇することになる。

図 31 東京都内就業地職業別の特化・拡大傾向(2015 年)



出所)総務省『国勢調査』

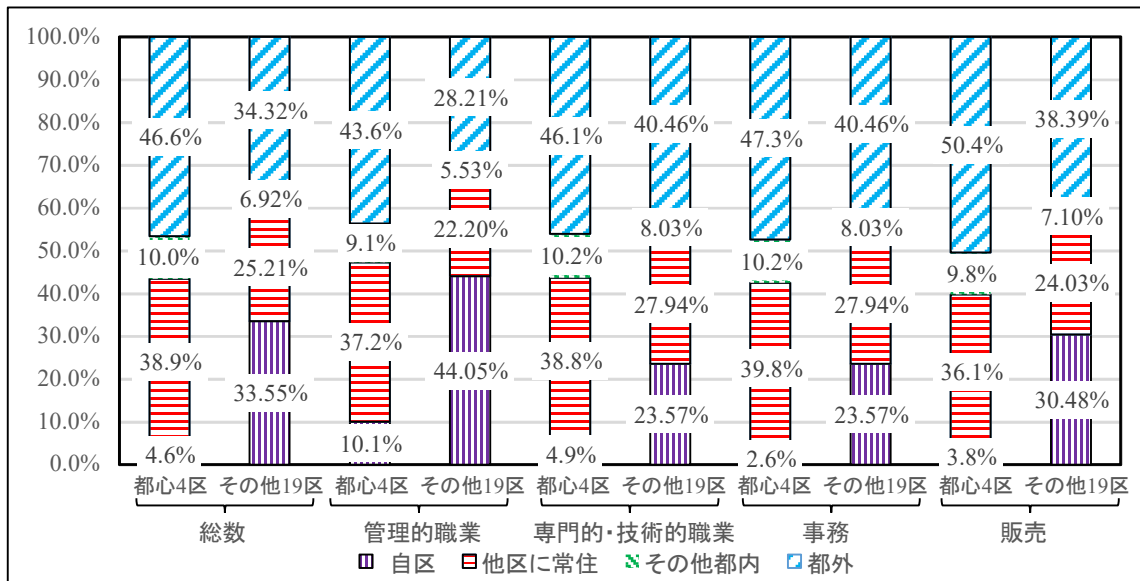
図注)「特化係数」はある時点での k 地域における j 産業がどの程度特化しているかを示す指標で以下の式から求

めている $S_{kj} = \left(\frac{R_{kj}}{\sum R_{kj}} \right) / \left(\frac{\sum R_j}{\sum \sum R} \right)$, R_{kj} は k 地域における j 職種の従業者数。なお、ここ

では都内の構成比を基準にしている。「拡大係数」は t 時点から t+1 時点で k 地域における j 職種の特化係数

の変化を示す指標で以下の式から求めている $E_{kj} = S_{kj}^t / S_{kj}^{t-1}$, ここでは 2000 年から 2015 年への変化を示している。

図 32 東京都内就業地職業別居住者分布(2015 年)



出所)総務省『国勢調査』

3.2. 先進国におけるテレワーク普及と経済成長

欧州のテレワークに関する調査としては Eurofound and the ILO(2017)による EU 加盟国の TICTM 率調査がある。

Eurofound and the ILO(2017)では、TICTM(Telework/ICT-Mobile work)を、ICT を用いて複数の場所から働くことを特徴とした柔軟な働き方のことを言い、2017 年に Eurofound および ILO(International Labor Office)によって定義された。調査によってテレワークの定義は異なるが、Eurofound and the ILO(2017)では

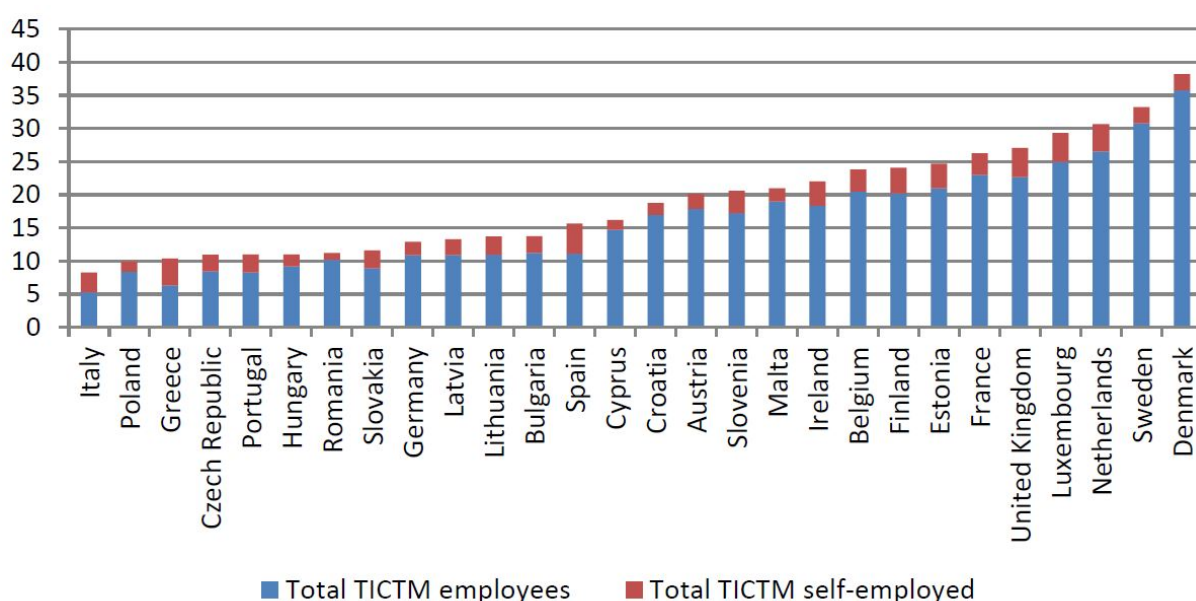
- ・ ICT を使ってよく自宅から仕事をしている場合、
 - ・ ICT を使って会社以外の場所で働くことのある場合、
 - ・ 自営業の場合は、日常的に複数の場所で働いている場合
- を TICTM に定義している。

2015 年に行われた Sixth European Working Conditions Survey 2015 によると、28 の EU 加盟国で平均約 18%の労働者が TICTM を実施していた。役職ごとでみると、管理職や専門職のように、仕事に一定の自立性が認められている労働者などの間で TICTM がよく採用されている傾向にある。TICTM 率を国ごとで比較すると(図 33, 図 34 参照), デンマーク(約 38%), スウェーデン(約 33%)など、スカンジナビアの国々は EU 加盟国の中で実施率が高い傾向がみられる。次いで、オランダ(約 31%), ルクセンブルグ(約 29%), イギリス(約 27%), フランス(約 26%)などが高く、全体的にはヨーロッパ北部や西部の国が多い結果となった。しかし、中央ヨーロッパ西部に位置するドイツは EU 平均以下の 13%であるなど、例外もある。自営業の TICTM 率はヨーロッパ南部の国で高く、イタリアでは被雇用者のうちの TICTM 率が 7%であったのに対し、自営業のうちの TICTM は 36%である。

Eurofound and the ILO(2017)は、このような国ごとの違いは、ICT の普及具合や ICT のスキルをはじめ、GDP や労働分化、法制度など様々な要因によるものだと指摘しており、それらの要因は多面的でかつ相互に関連しているため、単にデジタル化の程度などで説明できることではないと考えている。例えば、EU 加盟国のデジタルパフォーマンスを表す EU's Digital Economy and Society Index(DESI)との関連を見てみると、デンマークやエストニアは指標が高く、両国ともに TICTM のレベルが高いことと関連している可能性がある。しかし、フランスは TICTM のレベルが高いにもかかわらず DESI は平均的であり、またスペインの DESI はフランスと同程度なのにもかかわらず TICTM 率はフランスに比べてはるかに低いことなどを考えると、デジタルパフォーマンス以外の別の重要な要因も TICTM の普及率に影響を与えている可能性があるとしている。

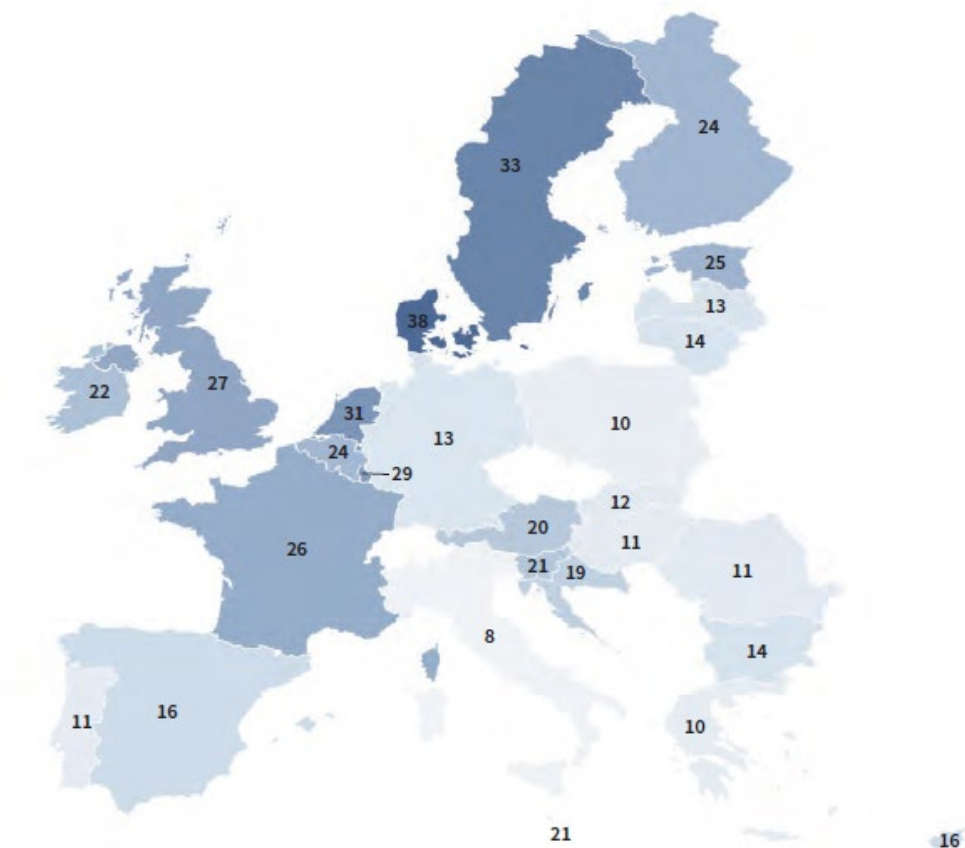
全 EU 加盟国の TICTM 率を追った包括的なデータはないものの、EU 全体としては ICT を活用した柔軟な働き方をしている労働者の割合は増えてきており、この傾向は自営業者ではさらに顕著にみられるとされている。また、デジタル化や柔軟な雇用、柔軟な労働機関などが今後もより増えていけば、この増加は続くことが期待されていると報告書では結論づけている。

図 33 EU 加盟国の TICTM を採用している労働者の割合(2015 年調査, %)



出所)European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions (2017)

図 34 地図で見る EU 加盟国の TICTM を採用している労働者の割合(2015 年調査, %)



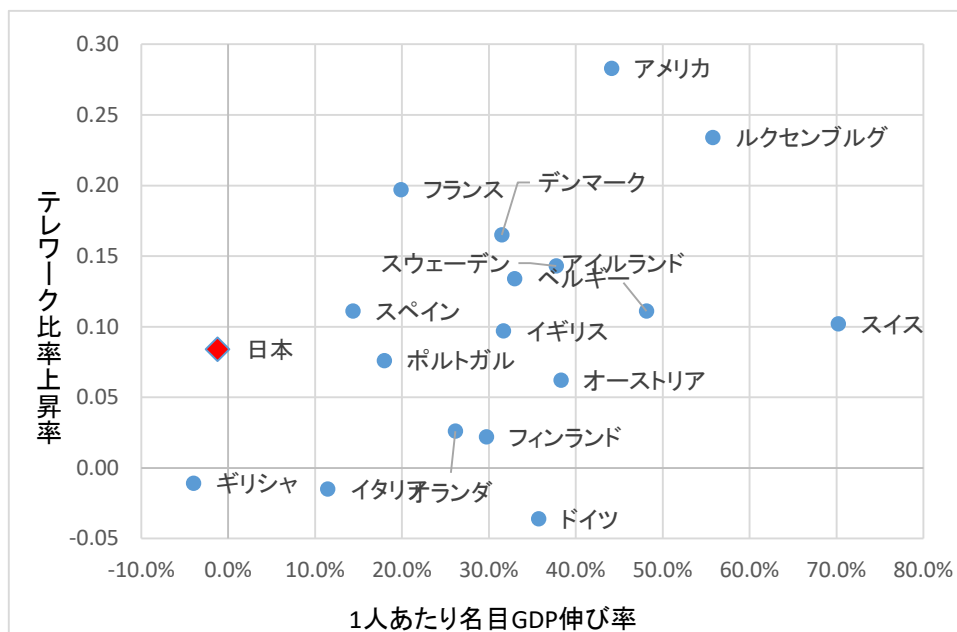
出所)European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions (2017)

これら欧州のテレワーク比率¹⁰を基に、経済成長との関係を見ていく。図 35 は縦軸に 2003 年から 2015 年までのテレワーク比率の上昇率(2015 年テレワーク比率－2003 年テレワーク比率)を、横軸に 1 人あたりの名目 GDP(ドル)の成長率(2015 年 1 人あたり GDP／2003 年 1 人あたり GDP－1)を採ったものである。これをみると、テレワーク比率の上昇率が高い国の 1 人あたり名目 GDP の伸び率が高いことが分かる。

これは因果関係の分析は難しく、経済成長が進み、1 人あたりの所得が増加したため、余暇時間の価値が増えテレワークに移った可能性もある。また、ドイツのようにキャッシュレス化も進まず、テレワーク比率も低く、しかもテレワーク比率の上昇も見られないドイツが高い成長率を維持する国も見られる。ただし、何らかの理由でテレワーク比率が上がると生産性が向上するならばその要因を十分に検討し、施策を打つ必要がある。

¹⁰ 2015 年は TICTM を採っているが、2003 年は Statistical Indicators Benchmarking the Information Society の Handbook を用いている。同じ調査と思われるが、定義が異なっていることに留意する必要がある。

図 35 2003～2015 年の 1 人あたり名目 GDP 伸び率とテレワーク比率の上昇率



出所)テレワーク比率は、2003 年は Statistical Indicators Benchmarking the Information Society, 2018 年は European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions, 人口及び GDP は OECD サイト ; <http://www.oecd.org>

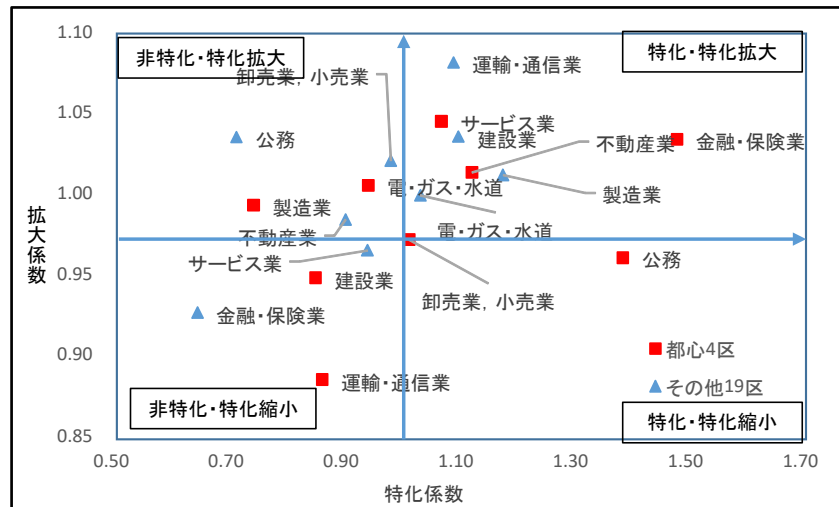
図注)日本のテレワーク比率は国交省都市局『テレワーク人口実態調査ー調査結果の概要ー』, スイスはスイス連邦統計局を採用。

3.3. 東京都市部の産業構造の変化

いわゆるバブル期に東京都心(都心 4 区)に金融業の集積が進み、地価高騰にもつながったといわれている。図 36 は 1981 年から 1986 年にかけての都内業種別特化・拡大傾向をみたものである。たしかに、この時期に都心 4 区に金融・保険業の従業者の集積が進んだことが分かる。

その後、バブルの崩壊や東京が金融センターとしての地位が下がったことなどから構造変化があったと見られていたが、直近の 2009 年から 2014 年までもみても都心 4 区では金融業の集積が進んでいる。その結果、都心 4 区の金融・保険業の特化係数は 1981 年の 1.44 から 2014 年には 1.69 まで上昇し、2014 年でも拡大係数は 1.07 となっている。情報通信業の特化係数も 1986 年(当時の大分類は運輸・通信業)の 0.88 から 2014 年の 1.35 に上昇している。

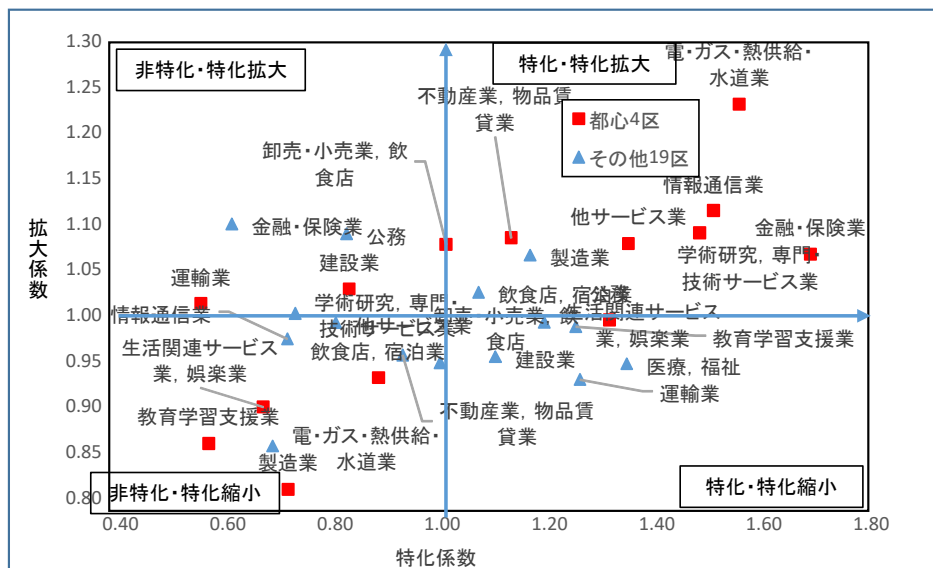
図 36 東京都内業種別の特化・拡大傾向(1986 年)



出所)総務省『事業所統計』

図注)特化係数と拡大係数の算出は図 31 と同じ。ここでは 1981 年から 1986 年への変化を示している。ここでは、東京都区部の構成を基準としている。

図 37 東京都内業種別の特化・拡大傾向(2014 年)



出所)総務省『事業所統計』

図注)特化係数と拡大係数の算出は図 31 と同じ。ここでは 2009 年から 2014 年への変化を示している。

3.4. テレワークの普及に伴う東京都心部の産業構造の変化の可能性

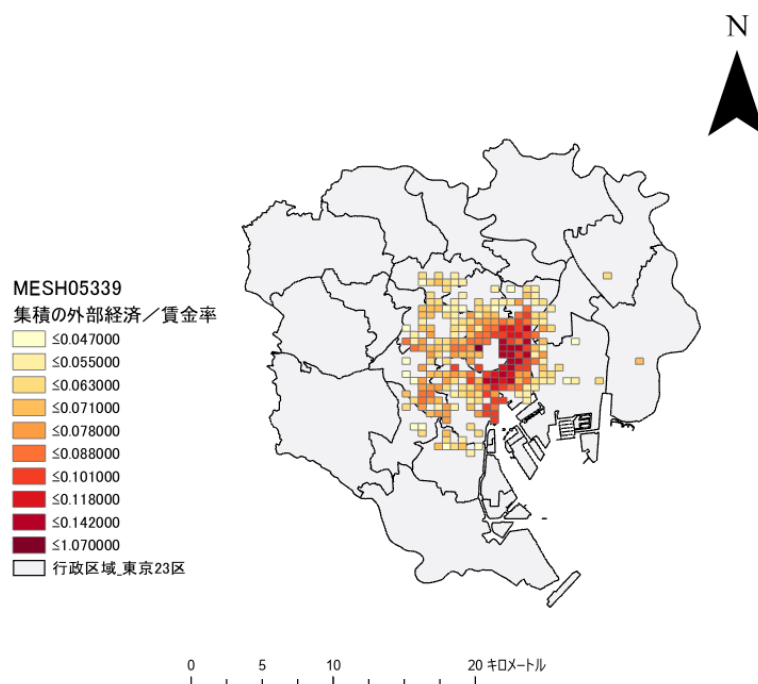
本節では、3.1 から 3.3 の分析を踏まえてテレワークの普及で東京都心部、特に都心 4 区の産業構造が変化するかを検討する。

3.4.1. 東京都心の集積の経済と COVID-19 の集積の不経済

(1) 東京都心部の集積の経済

東京都心部の集積の経済の実証分析としては唐渡(2002)、小谷・浅田(2020)が上げられる。両論文とも商業床の賃料を基に、集積の経済を求めている。図 38 は唐渡(2002)による集積の外部経済を小ゾーンで表したものである。2002 年の調査ではあるが、都心では非常に高い外部経済がみられ、賃金率を 14%以上高めている地域もあり、集積の経済の高さがうかがわれ、集積の経済をもとめて、都心への一層の集中が考えられる。

図 38 東京都心の集積の経済



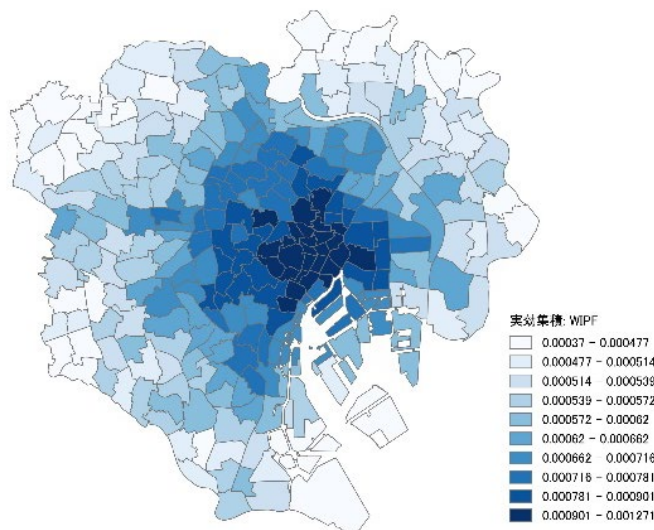
出所)唐渡広志(2002)

小谷・浅田(2020)は 2018 年のデータを用い、鉄道や道路によるワイドーインパクトを考慮した集積の経済の実証を行っている。この論文では、産業別に集積度がどのように地価に影響するかをヘッドニックアプローチで分析している。その結果、特に金融業の集積による集積の経済が高くなっていることも明らかにしている。また、鉄道網の整備により地区間の交通費用¹¹が低下すると実効集積が変化し、図 39 のように鉄道交通網が発達している地域の集積の経済が強まること

¹¹ 一般化費用化して交通費としている。

も明らかにした。虎ノ門ヒルズや高輪ゲートウェイ駅などの新設によって都心の集積の経済はより大きくなると考えられる。

図 39 公共交通による金融業の実効集積



出所)小谷・浅田(2020)

(2) COVID-19 の感染による短期的地価下落

COVID-19 の感染後に既に地価調査が 2020 年 9 月 30 日に公開された。このデータを用いて、地価下落と集積の関係を検討してみる。

ここでは、東京都内の個別基準地を町丁目別に対前年変動率の平均を被説明変数として、説明変数に人口密度等を用いた(表 14 参照)。また、これらの記述統計量は表 15 表 16 の通りである。

表 17 は個別基準地全てを用いた推定結果で、表 18 は商業地のみを用いた推定結果である。表 17 をみると、人口密度が高い地域の下落率が低く、卸売小売業就業者割合が高い地域で有意に地価下落が大きいことが分かる。複合サービス業就業者比率は有意になっているが、その平均値は 0.4%であり、この業種は郵便局と協同組合であり、何かの他の要因と相関が強い可能性がある。

商業地のみを用いた表 18 ではより鮮明に影響が出ており、人口密度が高い地域では下落率が低く、宿泊飲食サービス事業所割合が高い地域で下落率が高くなっている。これから宿泊飲食業の需要低下から土地に対する支払い意思額が低下し、地価を大きく下げていることが統計からも明らかになった。

表 14 推計に用いた変数概要

変数名	説明
町丁目別対前年変動率(被説明変数)	町丁目別に対前年変動率を平均で集計
人口密度	町丁目別の人口÷町丁目面積
卸売小売業就業者割合	町丁目別の卸売小売業従業者÷町丁目別総就業者数
複合サービス業就業者割合	町丁目別の複合サービス業従業者÷町丁目別総就業者数
宿泊飲食サービス業就業者割合	町丁目別の宿泊飲食サービス業従業者÷町丁目別総就業者数
宿泊飲食サービス業事業所割合	町丁目別の宿泊飲食サービス業事業所数÷町丁目別総事業所数
住居系	住居系なら1をとるダミー変数
商業系	商業系なら1をとるダミー変数

表 15 東京都すべての個別基準地の記述統計量

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
町丁目別対前年変動率	1067	0.67	1.81	-18.40	7.60
人口密度	1067	15022.87	13535.58	13.40	336583.80
卸売小売業就業者割合	1067	0.14	0.03	0.00	0.32
複合サービス業就業者割合	1067	0.00	0.00	0.00	0.05
宿泊飲食サービス業就業者割合	1067	0.06	0.02	0.00	0.30
宿泊飲食サービス業事業所割合	1067	0.12	0.08	0.00	0.80
住居系	1067	0.62	0.49	0.00	1.00
商業系	1067	0.37	0.48	0.00	1.00

表 16 東京都商業系のみの個別基準地の記述統計量

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
町丁目別対前年変動率	391	1.40	1.75	-5.00	7.60
人口密度	391	16971.00	8372.17	106.84	39997.15
卸売小売業就業者割合	391	0.14	0.03	0.00	0.32
宿泊飲食サービス業就業者割合	391	0.06	0.03	0.00	0.30
宿泊飲食サービス業事業所割合	391	0.16	0.09	0.00	0.63

表 17 東京都すべての個別基準地による推定結果

説明変数	推定量	t値
人口密度	0.00002	1.95 *
卸売小売業就業者割合	-4.32499	-1.94 *
複合サービス業就業者割合	-79.27303	-5.38 ***
宿泊飲食サービス業就業者割合	-5.03466	-1.87 *
宿泊飲食サービス業事業所割合	-0.15760	-0.22
住居系	0.59372	0.63
商業系	0.50819	0.52
定数項	0.16861	0.16
駅ダミー	yes	
用途区分ダミー	yes	
R-squared	0.402	
Sample size	1,066	

表 18 東京都商業系のみ個別基準地による推定結果

説明変数	推定量	t値
人口密度	0.00005	4.12 ***
卸売小売業就業者割合	-2.30485	-0.72
宿泊飲食サービス業就業者割合	-4.17864	-1.15
宿泊飲食サービス業事業所割合	-3.57378	-2.89 ***
定数項	-1.68249	-5.77 ***
駅ダミー	yes	
用途区分ダミー	yes	
R-squared	0.36018898	
Sample size	385	

3.4.2. COVID-19 の感染による東京都心部の産業構造の変化の可能性

2章で指摘したように、人口の集積は感染者数の増加を招くが、高度医療の集積を通じて症状の重症化を防ぎ死亡率を下げるという効果もある。また、3.4.1(2)で明らかにしたように、短期的にも地価低下は人口密度が高い地域で下落率が低いことから集積の不経済を高める影響は大きくないことが分かる。

また、3.3 節、3.4.1(1)で示したように、東京都心の集積の経済は金融業の集積が増えることによって益している。また、3.1 節で示したように日本でも徐々にではあるがテレワークは普及しており、それによって就業地、居住地選択が変わってきている可能性もある。

ただし、上記のように集積の経済が大きいことから集積を促進する施策が必要であるが、テレワーク促進の必要が無いということではない。もし、図 35 で示したテレワーク比率の上昇が成長率を高めるのであれば、外部性があることになりテレワーク普及政策が必要になる。その場合は、テレワークが進んでいる国において都市集中が小さくなっているかを検討する必要がある

4. テレワークの普及等が都市構造に与える影響

ワクチンや治療薬の開発、集団免疫の獲得が決定的であるというのは、今回のパンデミックと世界がかつて経験したスペイン風邪の間に違いはない。しかし、両者が異なるのは、今回は「都市という技術」を用いなくても、生産活動を持続できるという選択肢が与えられているように見えることだろう。都市のロックダウンという自然実験により、テレワークなどの働き方が大規模に導入された。そして多くの経営者、働き手は「それほど悪くない」という感想を持ったのではないだろうか。また第3章ではテレワークの普及可能性について詳細に議論した。都市システムや都市構造を長期的に規定するのは、新型コロナウイルスというショックよりも、自然実験を経たテレワークなどの本格的な導入だと考えることが適切だろう。

テレワークの普及が都市間の関係にもたらす影響については、第2章において、テクノロジーの導入が企業の本社機能と生産機能間のコミュニケーションコストを大きく引き下げるため、企業の機能分離を促進すると考えられることについて触れた。しかし、都市の開発、不動産流通に携わる民間業者、どこに住んでどこで働くかを決定しなければならない居住者、実際にどのよう

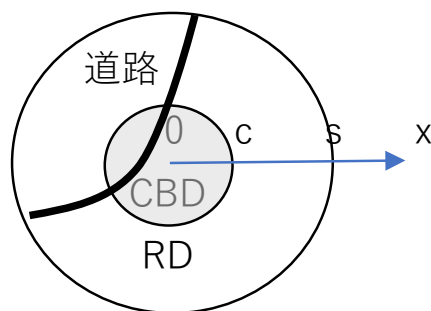
なまちを作り上げていくのかを決定する行政担当者にとって、より重要なのは、そのような大きな「国土構造」よりも、個々の都市がどの程度の大きさであり、業務地区と居住地区はどのように形成されるのかという点にむしろ関心があるのではないか。この章においては、テレワークの導入の都市構造に対する影響を分析した Safirova(2002)で用いられているモデルの概要を 4.1 で紹介し、4.2 ではテレワーク技術の導入に関するシナリオによって、想定される都市構造が大きく変化することを示す。4.3 では先行研究をサーベイすることで、シナリオの蓋然性と政策インプリケーションを整理することとする。

4.1. Safirova(2002)のモデルの構造

4.1.1. テレワーク導入前の基本モデルの構造

Safirova(2002)においては、テレワークが進展した場合の①都市規模、及び②都市内部の中心業務地区（CBD）と居住地区（RD）の配分などの都市構造の議論が行われている。以下では、Safirova(2002)が基本モデルと呼んでいるテレワークが導入される前の都市構造を決定するモデルのエッセンスを紹介する。

図 40 テレワーク導入前の基本モデルの都市



出所) Safirova(2002)から作成

人口 P の閉鎖都市モデルが採用されている。図 40 に示されているように、中心に CBD、その周りに RD を抱える、中心部からの距離が半径 s の規模の都市が想定されている。企業は CBD で合成財の生産活動に従事しており、テレワーク導入前の基本モデルにおいては、その企業に勤める通勤雇用者は全て RD に居住することとなっている。都市政府は、農地所有者から農業地代 RA で土地を借りて、それをさらに最も高い地代（付値地代）を支払う者にまた貸しをする。ただし都市居住者に対して、付値地代と農業地代の差額から生じる収益を分配する(RI)。さらに都市政府は、 x 地点で限界便益（道路整備に伴う時間節約分）が限界費用である地代と一致する量の道路を整備する。

企業は以下のような生産関数に従って生産を行う。

$$Z_i(x) = L_t^\sigma A L_i(x)^\alpha E_i(x)^\beta, \quad \alpha + \beta = 1 \quad (1)$$

ここで $Z_i(x)$ は x 地点に立地する企業 i の生産量であり、 $L_i(x)$ は生産に用いる労働力、 $E_i(x)$ は土地の投入量である。個々の企業の生産技術においては規模の経済はないものの、都市全体では規模の経済が存在することが仮定されている。つまり、 $0 < \sigma < 1$ であるため、都市全体の労働者数 L_t の増加に応じて生産量が逡増する。また、企業は労働者の CBD 内での（つまり用途境界 c と企業の立地点 x の間の）移動コスト、 $\tau_{c1}(c-x)L_i(x)$ と、管理的職業従事者の CBD 中心への移動コスト $C_i(x)$ を負担する。企業は自由に参入退出できるため、ゼロ利潤条件が成立して、企業の付値地代 $R(x)$ は以下を満たす。なお w は通勤雇用者に対する賃金である。

$$Z_i(x) - (w + \tau_{c1}(c-x))L_i(x) - C_i(x) - R(x)E_i(x) = 0 \quad (2)$$

居住者は以下のような効用関数を持っている。

$$u(x) = z(x)^\lambda h(x)^\mu b(x)^\nu, \quad \lambda + \mu + \nu = 1 \quad (3)$$

ここで $z(x)$ は合成財の消費量、 $h(x)$ は土地（住宅）の消費量、 $b(x)$ はレジャーによる時間消費を指す。消費者は与えられている時間 H を仕事に $l(x)$ 、レジャーに $b(x)$ 、移動に $T(x)$ 費やすとすると、彼の予算制約式は以下のように表すことができる。 $r(x)$ は居住者の支払う地代である。

$$w(H - T(x) - b(x)) + RI = M(x) + z(x) + r(x)h(x) \quad (4)$$

ここで $M(x)$ は移動費用であり、単位当たり移動コストを τ_s とすれば、居住者が住んでいる x から用途境界 c までの移動費用は $M(x) = \tau_s(x-c)$ を満たす。

また都市政府は、前述のとおり徴収できた地代と農業地代の差額による収益を居住者に RI として配分するほか、CBDにおいてもRDにおいても、 x 地点におけるその整備による便益がコスト（ここでは x における地代）に等しいまで道路を整備する。

このような行動原理に従って企業、居住者、都市政府が行動する結果、以下のような条件を満たす場合にその都市は均衡状態に達する。

用途境界 c (図 40)においては、企業の付値地代と居住者の付値地代が一致する。

$$R(c) = r(c) \quad (5)$$

都市境界 s においては居住者の付値地代と農業地代が一致する。

$$r(s) = RA \quad (6)$$

CBD において企業に割り当てられる土地を $g_1(x)$ ，道路に割り当てられる土地を $g_2(x)$ とすると以下の制約条件を満たす。

$$g_1(x) + g_2(x) = g(x) = 2\pi x \quad (7)$$

同様に RD において居住者に割り当てられる土地を $G_1(x)$ ，道路に割り当てられる土地を $G_2(x)$ とすると以下の制約条件を満たす。

$$G_1(x) + G_2(x) = G(x) = 2\pi x \quad (8)$$

$N(x)$ を x の人口総数だとすれば，以下のように労働市場は均衡している。

$$\int_c^s l(x)N(x)dx = \int_0^c L(x)dx \quad (9)$$

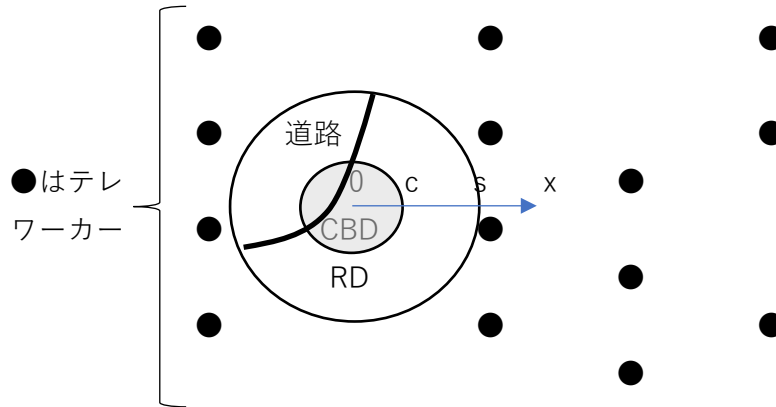
また，以下のように財市場も均衡している。

$$\begin{aligned} & \int_0^c [Z(x) - \tau_{c1}(c-x)L(x)]dx \\ &= \int_c^s N(x)[z(x) + \tau_s(x-c)]dx + R_A \left[\int_0^c g(x)dx + \int_c^s G(x)dx \right] \end{aligned} \quad (10)$$

4.1.2. テレワーク導入後のモデルの構造

次に業務プロセスに通勤する必要が全くない（完全）テレワークを導入した場合を考える。

図 41 テレワーク導入後の都市



出所) Safirova(2002)から作成

ここでテレワーカーは CBD に通って生産活動を行う必要がないため、都市境界外で安価な農業地代 RA を支払って生産活動に従事しているものとする。ただし、CBD にある本社とテレワーカーの間でコミュニケーションをとるために、通勤雇用者には不必要な C_c という余計なコストが発生するものとしよう。

この場合の企業の生産関数は以下のように表される。

$$Z_i(x) = L_i^\alpha A((L_i^e)^\rho + aD_i^\rho)^{\alpha/\rho} E_i^\beta, \quad \alpha + \beta = 1 \quad (1)'$$

上記のうち、 L_i^e は企業 i の通勤雇用者（実効ベース）、 D_i はテレワーカーの労働時間である。上式で通勤雇用者とテレワーカーの代替弾力性は $1/(1-\rho)$ ($0 < \rho < 1$) となり、これが低いほど企業は多様な労働力を使用することで生産性を上げることができる。 a はテレワークの生産性を示す。例えば $a=0$ の場合には、上記の生産関数は通勤雇用者のみを想定した(1)式と同様になる。

このような設定の下で企業がテレワークを導入するメリットは以下のように整理することができる。

- CBD 内での雇用者の移動コストを企業は負担する必要がない。オフィスに要する土地を節約することができるかもしれない。
- CES 生産関数の特徴から、テレワーカーが仮に通勤雇用者よりも生産性が低くても、多様な労働者、例えばコミュニケーションをとる必要はあまりないが、集中力が非常に重要な職務

に合った労働者を雇用することで、生産性を上げることができる
一方、デメリットとしては、

- ・通勤雇用者には不必要な C_c という余計なコストが発生する
- ・さらに通勤雇用者が減少した場合には、CBDにおいて享受できた集積の経済が低下する可能性がある。これは個々の企業にとっては外部経済であるため、均衡状態において集積は過少なものとどまる。

この場合の企業の利潤は下記のようになり、参入退出が自由であるためゼロ利潤条件が成立する。ここで w_d はテレワーカーの賃金である。

$$Z_i(x) - (w + \tau_{c1}(c - x))L_i(x) - C_i(x) - D_i(x)(w_d + C_c) - R(x)E_i(x) = 0 \quad (2)'$$

テレワーカーの効用関数は通勤雇用者の(3)式と同様である。しかし、テレワーカーは通勤する必要がないため、全ての時間を労働及びレジャー消費に使うことができる。 d はテレワーカーのインデックスで、レジャー消費、合成財消費、土地（住宅）消費が場所 x に拠らない。このため、テレワーカーの予算制約式は(18)式と異なり、以下のようになる。

$$w_d(H - b_d) + RI = z_d + RAh_d \quad (4)'$$

都市政府の行動は業務プロセスの変更によって影響を受けない。

この場合に達成される都市の均衡条件は以下を満たす。

まず(5)式、(6)式に表されている用途境界と都市境界における付値地代が一致するという条件は変わらない。(7)式と(8)式に表されている CBD と RD における、業務用地及び道路と住宅地と道路への配分条件も変わらない。

労働市場の均衡条件は、通勤雇用者とテレワーカーというタイプの異なる雇用者の市場が同時に均衡している必要があるため、以下が成立している必要がある。 N_d はテレワーカーの総数である。

$$\int_c^s l(x)N(x)dx = \int_0^c L(x)dx \quad (9)'$$

$$N_d(H - b_d) = \int_0^c D(x)dx \quad (9)''$$

合成財の消費は、土地所有者への農業地代の支払いを差し引いた部分について行われるため、財市場の均衡として以下の条件が成立する。

$$\begin{aligned} & \int_0^c [Z(x) - \tau_{c1}(c-x)L(x) - C_c D(x)] dx \\ & = \int_c^s N(x)[z(x) + \tau_s(x-c)] dx + R_A \left[\int_0^c g(x) dx + \int_c^s G(x) dx \right] \end{aligned} \quad (10)'$$

4.2. テレワーク導入前後の都市の姿の比較

4.2.1. テレワーク技術の漸進的な進展

このようにして得られた都市の姿とテレワークを導入した後の都市のイメージを比較してみよう。まずテレワーク導入前の生産技術や消費者の選好についても仮定であるが、基本モデルにおいて与えられたパラメータは、(1)式の生産関数における規模の経済については $\sigma = 0.2$ 、スケールファクターは $A = 2$ 、労働のシェアは $\alpha = 0.9$ 、土地のシェアは $\beta = 0.1$ としている。また(3)式の効用関数においては、 $\lambda = 0.32$ 、 $\mu = 0.03$ 、 $v = 0.65$ としている。Safilova(2002)はこの設定を先行研究に基づく現実的なものとしている。

テレワーク導入後の都市の姿を描写する際に重要なのは、通勤雇用者とテレワーカーの代替弾力性を規定する ρ 、テレワークの相対的な生産性を規定する a 、テレワーカーとのコミュニケーションコストを規定する C_c である。三つのパラメータについて $(\rho, a, C_c) = (0.8, 0.8, 4)$ という値を与えた場合の都市の姿を、テレワーク導入前の都市の姿を基準として比較してみよう。

図 42 においては、太い点線でテレワーク導入前の CBD の大きさを半径 1 の円で基準化し、基本モデルから導出される RD を含む都市の大きさを、その外側の太い点線の円で示している。同様に、その際の RD の居住者数を、右上方向に重ねてある 0.5 の半径の細い点線の円で基準化して描写している。 $(\rho, a, C_c) = (0.8, 0.8, 4)$ という値を与えた場合の通勤雇用者、テレワーカーの数は、それぞれに対応する実線によって描写されている。

その結果、CBD の規模はテレワークの導入に伴うオフィス面積の節減等によって約 2%程度縮小し、都市全体の規模も 4.4%縮小している。これは RD に居住していた通勤雇用者が 14.1%だけ、テレワーカーに転換したことを背景としている。これは閉鎖都市モデルを採用し、都市の人口を一定としていることからもたらされた結果である。

しかし、ここで SCCE(Superior Closed City Equilibrium)というより長期の都市の姿を描写するのに、よりふさわしいアプローチを採用してみよう。これは、ある生産条件、選好などの下で最も都市住民の効用水準の高い都市が長期的には実現すると考えるアプローチである。ここでは CBD における企業は、多様な労働力による生産性の向上を享受できるため、企業の参入や労働力の増大に伴って図 42 に描かれた都市よりも、大きな都市が長期的には実現するかもしれない。

図 42 テレワーク導入前後の都市の姿（短期）（テレワーク技術の漸進的進展）

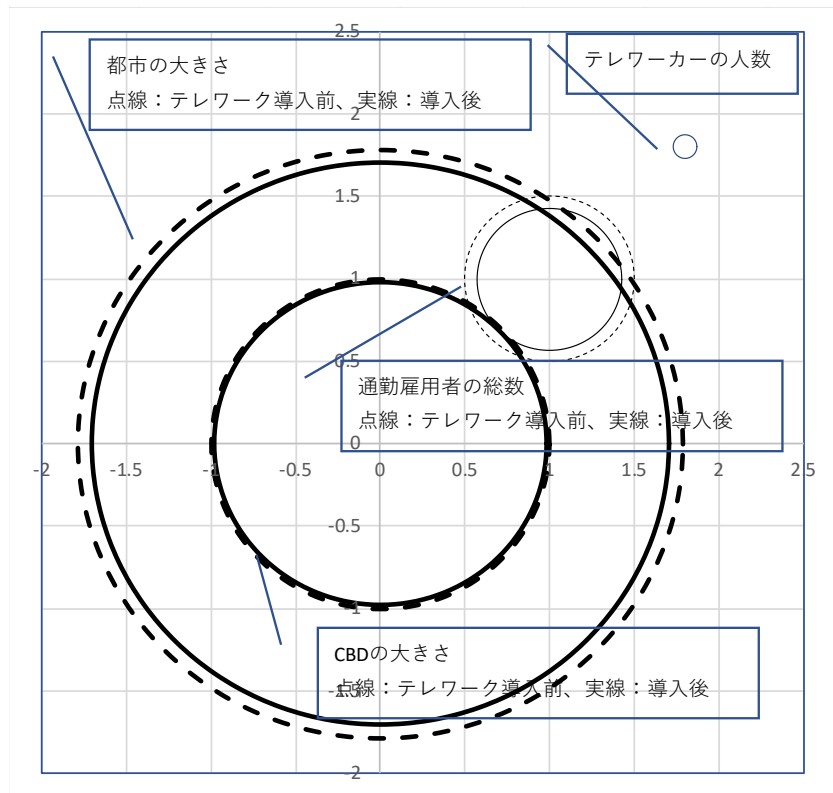
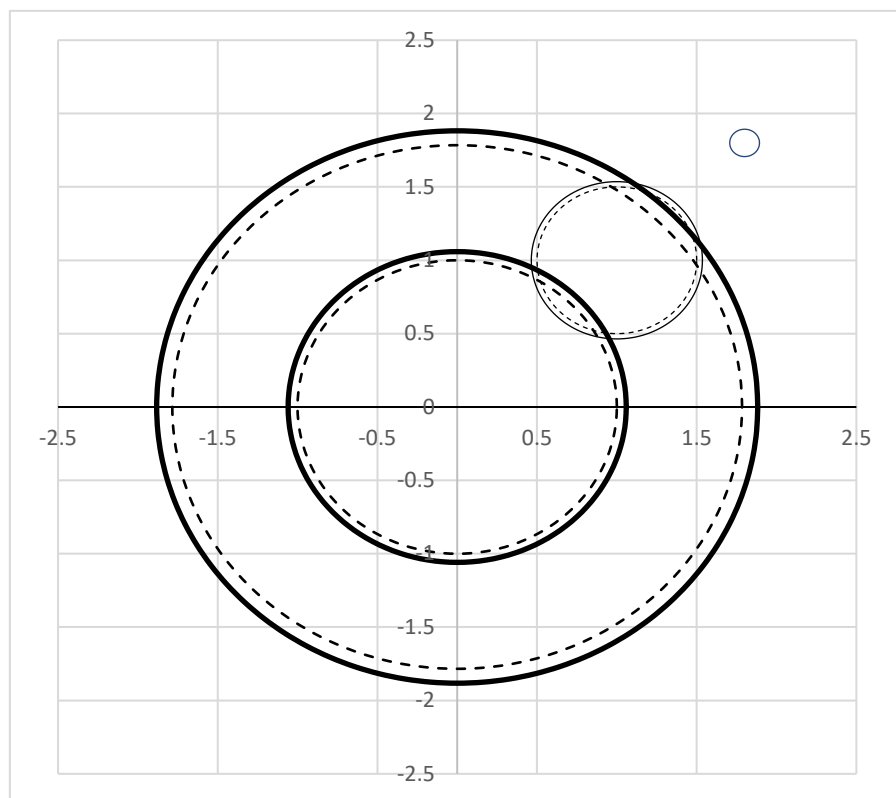


図 43 テレワーク導入前後の都市の姿（長期(SCCE)）（テレワーク技術の漸進的進展）



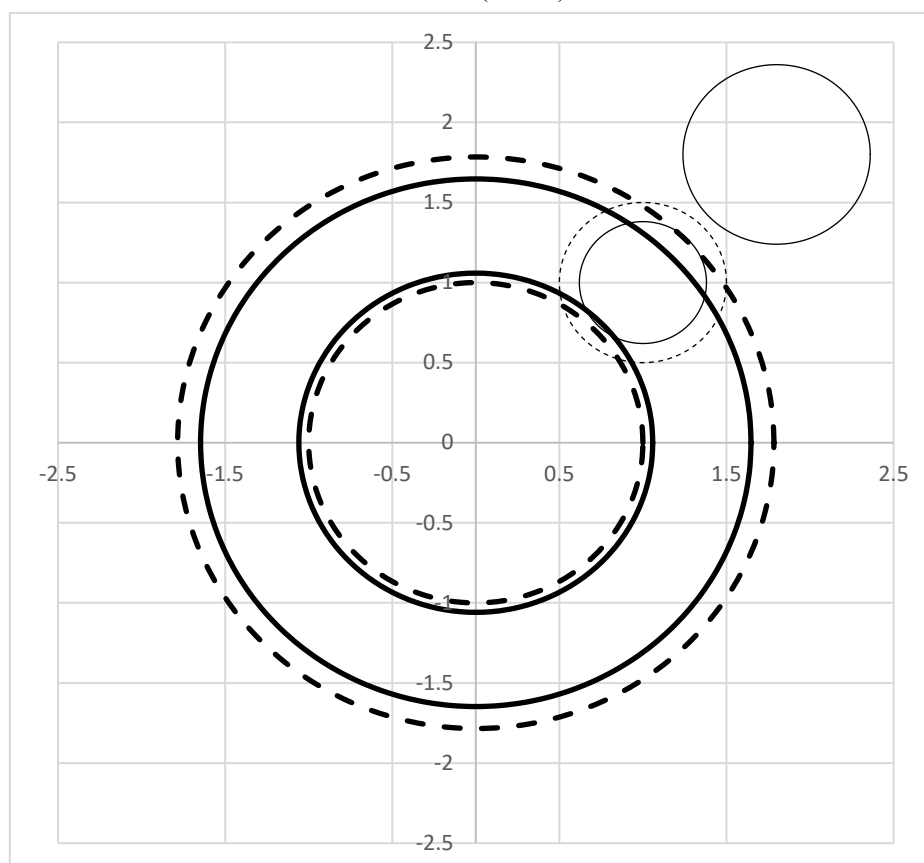
出所) Safirova(2002)から作成

図 42 で設定された $(\rho, a, C_c) = (0.8, 0.8, 4)$ というパラメータは、通勤雇用者とテレワーカーは代替性が低く、テレワーカーは通勤雇用者よりも 20%も生産性が低く、テレワーカーとのコミュニケーションコストが高いというものである。以下この設定をモデル A と呼ぼう。このような状況の下では、テレワークの導入は限定されたものにとどまっているが、通勤雇用者とテレワーカーの代替性が低いため、企業は労働の多様性から生じる生産性の向上を享受することが可能である。

このような環境の下、企業の生産性があがるため企業参入が起こり、通勤雇用者も増加するため、長期的な都市の姿を描写する図 43 においては、都市の CBD はテレワークの導入前と比較して 5.9%、都市全体の規模は 5.4%、図 42 とは逆に拡大している。この背景には、RD に居住する通勤雇用者が 7.2%拡大していることがある。このように通勤雇用者がむしろ拡大することで、企業は多様な労働力の活用を行えるだけでなく、都市全体の規模の経済も享受している。その場合のテレワーカーは、導入前の通勤雇用者の 18.6%程度が、都市外に居住している。

4.2.2 テレワーク技術の急速な進展

図 44 テレワーク導入前後の都市の姿（長期(SCCE)）（テレワーク技術の漸急速な進展）



注) Safirova(2002)から作成

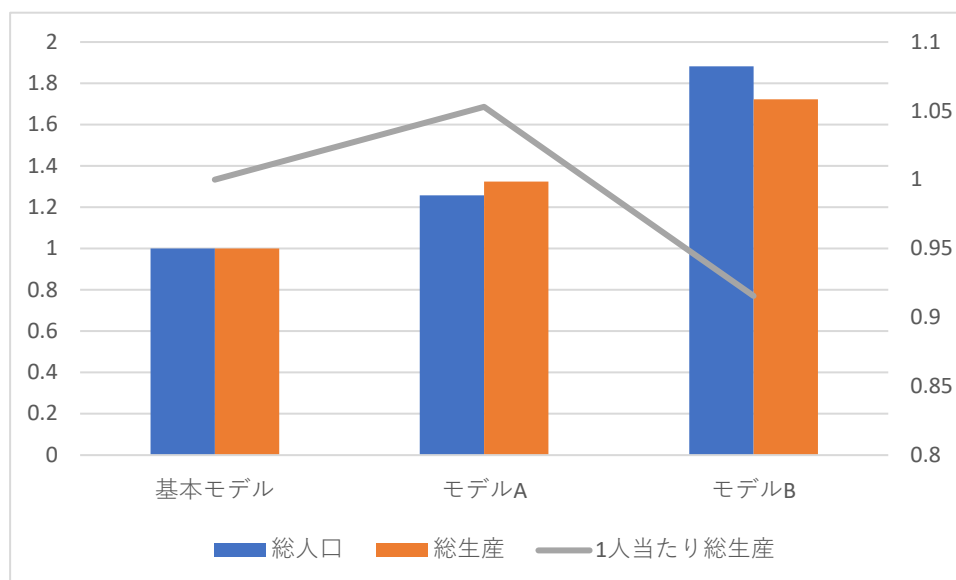
次に異なるパラメータを与えて、テレワークをめぐる技術構造が変化した場合の都市の姿を描写してみよう。モデル B として $(\rho, a, C_c) = (0.95, 0.9, 0.01)$ という設定を行う。モデル A と比較し

て、通勤雇用者とテレワーカーの代替弾力性、テレワーカーの生産性も高く、テレワーカーとのコミュニケーションコストも非常に低い環境が設定されている。

モデル B においては CBD が導入前に比べて 5.9%拡大し、都市全体の規模は 7.7%縮小している姿が図 44 に描かれている。これは通勤雇用者がテレワーク導入前に比べて 23.9%減少しているものの、都市外にテレワーク導入前の通勤雇用者の 112.1%に相当するテレワーカーが居住していることに伴うものである。このような非常に大きな都市の姿の変更は、モデル B におけるかなり極端なテレワーク技術の進展という設定を背景としている。

以上述べた基本モデル、モデル A、モデル B の比較を行う。図 45 においては、(テレワーカーを含む) 総人口、総生産、一人当たり生産額を、基本モデルを基準とした指数が描写されている。

図 45 テレワークの導入の有無、程度による人口、総生産の変化



注) Safirova(2002)から作成

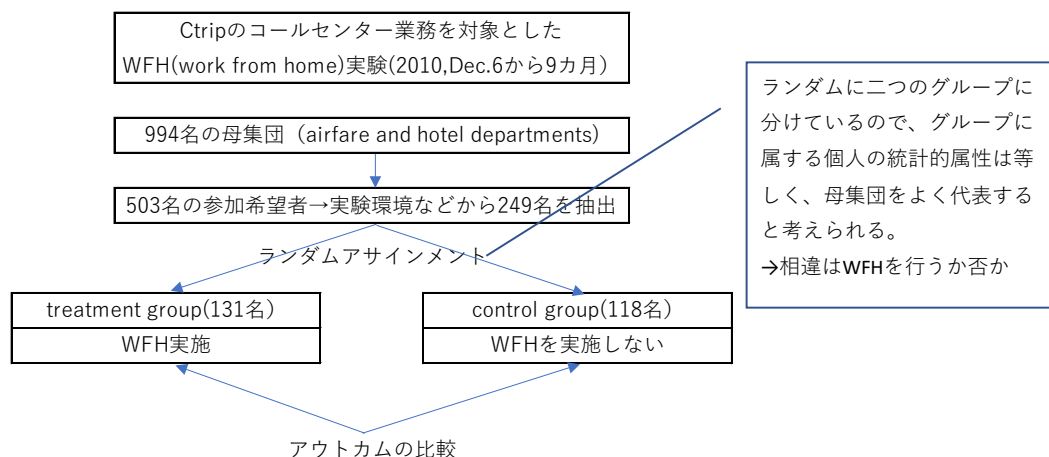
モデル A では総人口は 25.8%、総生産は 32.8%増加している。その結果、一人当たり生産額は 5.3%上昇している。一方モデル B では、総人口は 88.3%、総生産は 72.3%増加している。地理的には近接していないものの、経済的にはある CBD に依拠した非常に巨大な都市が形成されている。しかし一方で、一人当たり生産額は 8.4%程度減少している。これは各企業にとっては多様な労働力を用いる効果を認識することはできても、集積の経済を認識することができないため、この都市では集積の経済が不十分な形でしか活かせない状況にあることを反映している。

4.3. テレワークの導入可能性及び生産性への影響のサーベイ

これまでに述べたようにテレワーク導入後の都市の姿は、テレワーカーと通勤勤務者の代替性、テレワーカーの生産性とそのコストによって大きく異なる。これらの動向は技術の進展のみならず、雇用形態や働き方のように社会的な定着した習慣や組織の在り方に大きな影響を受ける。このため、明確に将来の姿を予想することは困難である。ここでは、先行研究のサーベイに基づき、どのような見通しを持つことがリスクが少ないかを議論してみよう。

テレワークに関する代表的な研究として、Bloom, et.al.(2014)がある。Bloom らは、Ctrip という観光関連企業のコールセンター部門を対象に、2010 年 11 月から 9 カ月間ランダム化実験により、テレワークの生産性に代表される様々なアウトカムに関する影響を調査した。具体的には図 46 にあるように、まず航空機、宿泊施設の予約部門の 994 名を対象に、テレワークの実験（Work from Home）への参加者を募った。参加希望者から自宅の IT 環境などから 249 名の被験者を選び、それをランダムアサインメントによって、テレワークを実施する措置グループ（treatment group）と実施しないコントロールグループに分けている。ランダムにグループ化しているために、観察できる属性もやる気などの観察できない属性も、母集団が同じ属性を持つ二つのグループが形成されたと解釈することができよう。このため、実験によって生じたアウトカムの差は、二つのグループで唯一異なる、テレワークの有無に帰することができるという設計の下、この実験は実施された。

図 46 Bloom, et. al(2014)の実験のスキーム



この実験によって判明した代表的なアウトカムの差は、以下のように整理することができる。

- ・ 1 週間当たりの電話回答件数は、措置グループの方が 40 件多い回答件数
- ・ 1 分間当たりの電話回答件数は、措置グループの方が 3.3 %多い処理
- ・ 1 日当たりの仕事時間は、措置グループの方が 9.2%多い仕事時間
- ・ Ctrip の給与は固定給に加えてボーナスが支給されるが、措置グループで 9.9%上昇
- ・ 実験期間中の離職率は措置グループが 17%である一方、コントロールグループで 35%

- ・実験後のアンケート調査でも措置グループにおいて満足度向上、心理的状态の改善が観察
 - ・Ctrip 全体として、企業の TFP(Total Factor Productivity)は 21%上昇
- という結果がもたらされたとされている。

これらの結果を受けて Ctrip ではテレワークの全面的な解禁に踏み切った。しかし、テレワークの実験によって生産性があがったはずの措置グループの 50%が、(テレワークを行う意思があるにもかかわらず) この実験でテレワークを行うことのできなかったコントロールグループの 63%が、解禁後の業務形態としてオフィスでの勤務を選択している。その理由は、テレワークによって感じる孤独感、昇進に対する不安感などが主な理由として挙げられている。

コールセンター業務という単純で、業務の成果も客観的に測りやすいと考えられる業務について、これまでに説明したような一定の生産性の上昇が観察されたものの、実際にテレワークを継続的な勤務形態として選択する者は限定的であったことや、そもそもこの実験では週に何度かの対面でのコミュニケーションが設けられていたことを勘案すれば、テレワークがフェイスツーフェイスコミュニケーションを伴う勤務形態の不完全な代替であると位置づけることが適当だと考えられよう。

また、Battiston, et. al.(2017)においては、Greater Manchester 警察の Operational Communication Branch における自然実験環境を利用した分析が行われている。何等かの事象、事件の発生の連絡を call handler が受けて、それを警察官の配置を手配する radio operator につなげる際のコミュニケーションが、フェイスツーフェイスコミュニケーションが可能な環境下にあるほど、迅速で的確な配置を行えるという結果を得ている。このように単純作業ではあるが、切迫した状況下で緊密なチームワークが必要な状況では、フェイスツーフェイスコミュニケーションが重要な役割を果たすという議論が展開されている。

さらに、Boudreau et. al. (2017)においては、Harvard Medical School における共同研究への助成プロジェクトへの応募というフィールド実験環境を利用して、対面接触の機会が確保されたグループとそれが確保されなかったグループの間では、共同研究グループの結成に成功する確率が異なることを見出している。知的創造、アイディアのすり合わせなどの作業においては、フェイスツーフェイスコミュニケーションがやはり大きな役割を果たす。

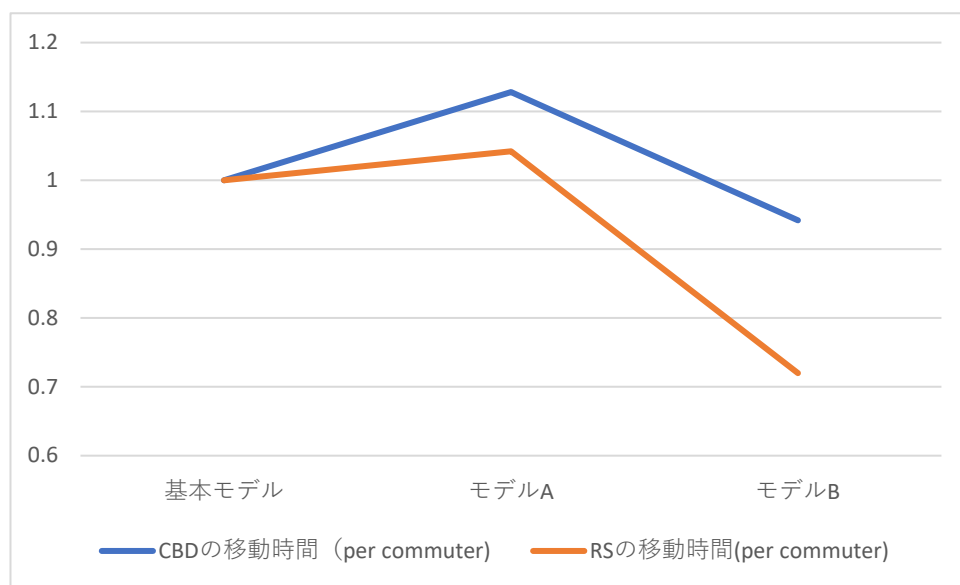
これらの先行研究を踏まえれば、テレワークのような非対面接触は前小節で設定したモデル B のような、代替性が高く、効率性も高く、コストも低いという環境を実現するには至っていないと考えることが適当であろう。このため、テレワークがもたらす都市の姿は前小節のモデル A のような、限定的な導入に伴って必ずしも都市の縮小を伴わない姿を想定することが現実的ではないだろうか。

ただし、モデル A のような都市を「今後実現する蓋然性の高い」都市として想定する場合には留保すべき点がある。モデル A の都市においては CBD における生産性の向上に伴って、都市がやや拡大している。その一方でテレワーカーの出現は限定的なものにとどまっている。このため、テレワーク導入前の CBD 及び RD における通勤雇用者当たりの移動時間を基準とすれば、モデル A の都市においては、CBD で 13%、RD で 4.2%増加している (図 47)。このような交通混雑の増

加は感染症対策という観点からも大きな問題として認識すべきであろう。一方、モデルBにおいてはテレワーカーの大幅な増加にともなって、CBD においては 5.8%，RD においては 28%減少している。

これは完全テレワークという業務形態しか想定していないために、このような結果がもたらされたものだが、4.1.1 で述べたように、部分的なテレワークの導入や、RD におけるサテライトオフィスの整備などを通じて、CBD, RD における交通負担の軽減が図られることが重要であろう。

図 47 テレワークの導入の有無，程度による移動時間の変化



注) Safirova(2002)から作成

おわりに

これまでに、COVID-19 とそれに伴うテレワークなどの業務プロセスの変容が都市構造、国土構造に与える影響を様々な角度から分析してきた。

まず、パンデミックに代表されるショックが各国の都市化に与えてきた影響がないこと、COVID-19 の感染は人口密度に代表される高い都市集積のある地域で高いレベルで発生しているものの、死亡者についてはその関係が観察されなくなることがわかった。

また、「はじめに」で述べたように、国土構造、都市構造はその国の主要産業の技術構造や移動・コミュニケーションコストによって規定される部分が大きいため、日本の現状のおさらいを行っている。例えば東京大都市圏においては、本社機能と関係の深い管理的職業従事者、専門的・技術的職業従事者、事務従事者の集積が 2000 年以降進んでいることがわかった。また、都市内の構造に着目するとテレワークなどのニーズと導入可能性が高い、女性の専門的・技術的職業従事者の都心における集積が高まっていることもわかった。

これらの現状を踏まえながら、テレワークの導入と国土構造、都市構造への影響に関する議論を先行研究を踏まえながら議論した。

それらの議論を踏まえながら、二つの点を強調しておきたい。日本で人々がこれからも豊かな暮らしを維持していくためには、集積の重要性を軽視すべきではないだろう。先進国では共通の現象となっているが、第三次産業、中でも知識集約産業によって付加価値を生んでいくことが、日本においても求められている。第二次産業においても、生み出される財にいかにか他の財にはない機能やデザインをつけることができるかが、企業の運命を分けるようになって久しい。集積が可能とするフェイスツーフェイスコミュニケーションが、そのような付加価値生産に大きくかかわっていることは、多くの先行研究で指摘されている。

また日本は今回のパンデミックを乗り切ったとしても、人口減少、少子高齢化には引き続き立ち向かっていく必要がある。そのような中で、行政サービスのみならず、介護等の社会的サービスを持続可能な状態で提供するためには、一定の集積が必要だろう。COVID-19 は三密という環境で感染が広がることはよく知られているが、COVID-19 による重症化を防ぐ高度な医療サービスは一定の集積があるところでしか提供できない。

そのような観点から、東京対地方のようなゼロサムゲームとして集積をとらえるのではなく、東京に代表される大都市圏のみならず、全ての地方においても集積を進めることは避けられないことではないだろうか。その中でも、過度な密集状態をモニタリングして管理するスマートな技術を社会が身に着けていくことに期待したい。

都市の重要性はこのように変わらないが、その姿は変化する可能性がある。今回のパンデミックをきっかけにテレワークという働き方が大きく普及しようとしている。しかし、テレワークなどで用いられる技術は、フェイスツーフェイスコミュニケーションの不完全な代替物だと考えられている。管理的職務や、専門・技術的職務においては、フェイスツーフェイスコミュニケーション

ョンによる精密なすり合わせや日常的接触から生まれるアイディアの創発が不可欠だと考えられている。また、テレワークと親和性の高い業務についても、週何日かのフェイスツーフェイスコミュニケーションによる補完が必要だという意見も多い。

その場合都市は、日常的なフェイスツーフェイスコミュニケーションを行う本社機能とそれをサポートする専門的サービス機能が立地する都心部と、職住一致あるいは職住近接した郊外部によって成立する。その二つは緩やかなアクセシビリティしか求められないため、通勤・通学の混雑は緩和されるかもしれない。そのような新しい郊外、都心関係を前提とした豊かな都市生活を実現するためには、民間企業が開発、流通させる不動産のかたちも変容していくことが求められる。また、そのような不動産の変容を許容するフレキシブルな規制制度が求められる。

参考文献

- Battiston, D., J.B. Vidal and T. Kirchmaier(2017),”Is Distance Dead? Face to Face Communication and Productivity in Teams”, CEP Discussion Paper, No.1473
- Bloom, N., J. Liang, J. Rberts and Z.J.Ying(2015), “Does Working from Home Work?: Evidence from a Chinese Experiment, vol130-1, pp165-218
- Blumenshine, P., Reingold, A., Egerter, S., Mockenhaupt, R., Braveman, P., & Marks, J. (2008). “Pandemic influenza planning in the United States from a health disparities perspective.” *Emerging Infectious Diseases*, 14(5), 709–715.
- Boudreau, K.J., T. Bready, I. Ganguli, P. Gaule, E. Ginan, A. Hollengerg and K. R. Lakehani(2017), “A Fieled Experiment on Search Costs and the Formation of Scientific Collaborations”, *The Review of Economics and Statistics*, vol.99-4, pp565-576
- Duranton, G.and D.Puga. (2005). “From sectoral to functional urban specialization”, *Journal of Urban Economics*, vol52-2, pp343-370
- Duranton, G, and D. Puga. (2004). “Micro-Foundations of Urban Agglomeration Economies”. J. V. Henderson & J. F. Thisse (ed.), *Handbook of Regional and Urban Economics, edition 1*, volume 4, chapter 48, pages 2063-2117 Elsevier..
- European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions (2017)”Further exploring the working conditions of ICT-based mobile workers and home-based teleworkers”
- Chowell, G., Bettencourt, L. M., Johnson, N., Alonso, W. J., & Viboud, C. (2008). “The 1918–1919 influenza pandemic in England and Wales: Spatial patterns in transmissibility and mortality impact.” *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 275(1634), 501–509.
- Eurofound(2017)“Sixth European Working Conditions Survey,” *Publications Office of the European Union*
- Eurofound (2019)“Further exploring the working conditions of ICT-based mobile workers and home-based teleworkers,” *Eurofound Working Paper*
- Eurofound(2020)“ Telework and ICT-based mobile work: Flexible working in the digital age, New forms of employment series,” *Publications Office of the European*
- Eurofound and the International Labour Office(2017)“Working anytime, anywhere: The effects on the world of work,” *Publications Office of the European Union*
- European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions (2017) “Further exploring the working conditions of ICT-based mobile workers and home-based teleworkers”
- Garrett, T. A. (2010). “Economic effects of the 1918 influenza pandemic: Implications for a modern-day pandemic.” *Working paper CA0721.2007*. Federal Reserve Bank of St. Louis.
- Glaeser, E. L. (2011). “Cities, productivity, and quality of life.” *Science*, 333(6042), 592–594.
- Hamidi, S., Zandiataashbar, A., & Bonakdar, A. (2019). “The relationship between regional compactness and regional innovation capacity (RIC): Empirical evidence from a national study.” *Technological Forecasting and Social Change*, 142, 394–402.

- Hamidi, S., Sabouri, S., & Ewing, R. (2020). "Does density aggravate the COVID-19 pandemic? Early findings and lessons for planners." *Journal of the American Planning Association*, 1-15.
- Kao, C.-L., Chan, T.-C., Tsai, C.-H., Chu, K.-Y., Chuang, S.-F., Lee, C.-C., Li, Z.-R T., Wu, K.-W., Chang, L.-Y., Shen, Y.-H., Huang, L.-M., Lee, P.-I., Yang, C., Compans, R., Rouse, B. T., & King, C.-C. (2012). "Emerged HA and NA mutants of the pandemic influenza H1N1 viruses with increasing epidemiological significance in Taipei and Kaohsiung, Taiwan." *PLoS One*, 7(2), e31162.
- Neiderud, C. J. (2015). "How urbanization affects the epidemiology of emerging infectious diseases." *Infection Ecology & Epidemiology*, 5(1), 27060.
- Nishiura, H., and Chowell, G. (2008). "Rurality and pandemic influenza: Geographic heterogeneity in the risks of infection and death in Kanagawa, Japan (1918–1919)." *The New Zealand Medical Journal*, 121, 18–27.
- Quinn, S. C., Kumar, S., Freimuth, V. S., Musa, D., Casteneda-Angarita, N., & Kidwell, K. (2011). "Racial disparities in exposure, susceptibility, and access to health care in the US H1N1 influenza pandemic." *American Journal of Public Health*, 101(2), 285–293.
- Safilova, E.(2002)"Telecommuting, traffic congestion, and agglomeration: a general equilibrium model", *Journal of Urban Economics*, vol.52, pp26-52
- World Health Organization (WHO). (2007). "The world health report 2007: A safer future: Global public health security in the 21st century."
- 唐渡広志(2002)「ヘドニック・アプローチによる集積の外部経済の計測－東京都賃貸オフィス市場の実証分析」,日本経済研究, NO.45, pp. 41-67.
- 国土交通省(2002)『テレワーク・SOHO の推進による地域活性化のための総合的支援方策検討調査』
- 小谷将之・浅田義久(2020)「鉄道・道路整備の広域的効果分析」 mimeo
- 独立行政法人労働政策研究・研修機構(2020)『JILP リサーチアイ第46回在宅勤務は誰に定着しているのかー緊急時を経た変化を読む』
- 中川雅之(2018)「東京一極集中の功罪(上)生産性に与える影響重視をー「閉じた都心の形成」避けよ」『経済教室』,日本経済新聞,2018年6月6日朝刊
- 中川雅之(2020)「テレワーク, 都市の未来左右 人口集積と感染症リスク」『経済教室』,日本経済新聞,2020年7月9日朝刊
- 中川雅之・山崎福寿編著(2020)『アジアの国際不動産投資』,慶應義塾大学出版会
- 山崎福寿・中川雅之(2020)『経済学で考える人口減少時代の住宅土地問題』 東洋経済新報社

Nihon University Population Research Institute

1-3-2 Kandamisaki-cho, Chiyoda-ku, Tokyo 101-8360 JAPAN

Phone: 03-3219-3309 Fax: 03-3219-3329