

新型コロナウイルス感染症対策の計量厚生比較分析

高井 彬名¹・武藤 慎一²

¹学生会員 山梨大学 工学部土木環境工学科 (〒400-8511 山梨県甲府市武田4-3-11)

E-mail:t17ceo32@yamanashi.ac.jp

²正会員 山梨大学准教授 大学院総合研究部工学域 (〒400-8511 山梨県甲府市武田4-3-11)

E-mail:smutoh@yamanashi.ac.jp

新型コロナウイルス感染症が拡大し、外出自粛要請やGoToキャンペーンなどの政策が実施された。緊急事態宣言に伴う移動制限と、経済の好循環を創出することを目的としたGoToトラベルは、人の移動を大きく変化させた。これらが、社会に対してどのようなメカニズムで波及的な影響をもたらし、最終的なGDP等の変化につながったのかを明らかにすることが重要である。このような経済への影響が人々の厚生に与えた影響を計測する手法として、空間的応用一般均衡(SCGE)モデルを用いる。まず、新型コロナウイルス感染症対策のための外出自粛と消費を促すことを目的としたGoToトラベルの影響をシミュレーションし、計量的厚生評価を行った。その上で、経済と感染抑制との最適バランスを達成するための移動に対する課徴金政策の有効性について検討した。

Key Words : SCGE analysis, COVID-19, economic loss evaluation, pigovian tax

1. 序章

(1) 研究背景

新型コロナウイルス感染症が世界に拡大し、一年が経過した現在でも感染者の増加がみられる。現在、ワクチンや治療薬の開発が精力的に進められており、それらの開発により新型コロナウイルス感染症は終息に向かうと期待されている。しかし、ワクチンが開発されるまでには、感染症対策に関連して、社会的、経済的な混乱が多くみられた。

わが国では、感染者が増加し始めた2020年3月頃には、水際対策は進められたものの、国内の感染対策としては注意喚起を中心としたものであった。ところが、3月中旬から下旬にかけての国内での感染拡大を受け、4月に入り緊急事態宣言が発出され、外出自粛が厳しく要請された。これは、疫学モデルによる感染拡大の予測結果を受けてのものであった¹⁾。しかし、厳しい外出自粛は、一部リモートワークの導入などにより通常の経済活動を維持するための取り組みはなされたものの、多くの経済活動はかなり制限されることになった。

緊急事態宣言の発出時から、こうした外出自粛は多大な経済損失を発生させると懸念されていた。例えば、宮本を中心とする研究グループは、緊急事態宣言の発出により今後二年間における経済的減少額は63兆円に上るとの結果を発表し²⁾、第一生命経済研究所は、4月～5月の

緊急事態宣言下での経済損失が21.9兆円から45兆円になると公表している。

次に政府は、緊急事態宣言による経済損失の回復を目的に、GoToキャンペーンを実施した。これは、GoToトラベル、GoToイートなどからなり、観光産業や飲食産業など、外出自粛による深刻な影響を受けた産業に係る消費喚起を目的に実施されたものである。関連事業予算として2.7兆円が準備され、旅行代金の割引や地域共通クーポンの費用に充てられた。

ところが、GoToキャンペーンを実施している時期が、気温の低下する時期に重なっていったことにより、再び感染者数が増加していった。政府は、GoToキャンペーンと感染再拡大との因果関係は認められないとの立場であったものの、GoToキャンペーンは中止された。なお、この政府の見解に対し、西浦はGoToトラベルの開始後に旅行に関連する新型コロナウイルス感染者が、最大6～7倍増加したとの分析結果を発表している³⁾。

GoToキャンペーンとの因果関係は不明であったものの、冬になってからの感染の急拡大を受け、2021年1月に1都2府8県に再び緊急事態宣言が発出された。

このように、政府の実施してきた新型コロナウイルス感染症対策によって、社会的、経済的な混乱が多く見られたことは否定できない。無論、2020年4月の時点では、新型コロナウイルスの全体像がはつきりしていなかったため、対策が手探りにならざるを得なかったものと考え

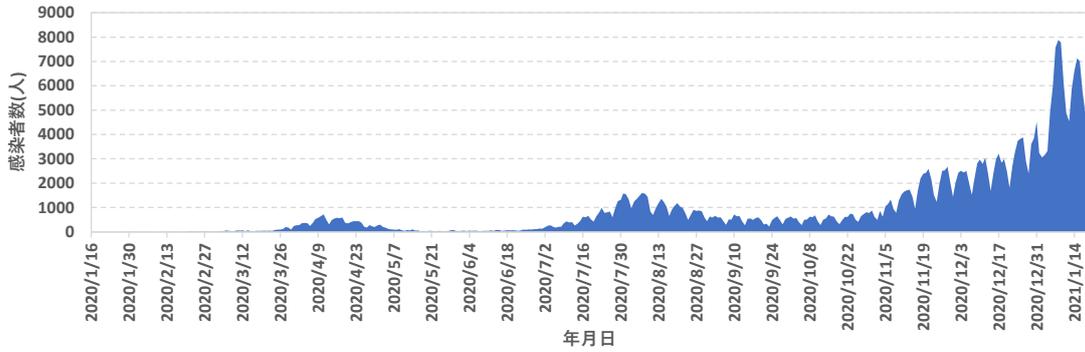


図-2.1 日本国内の感染者数

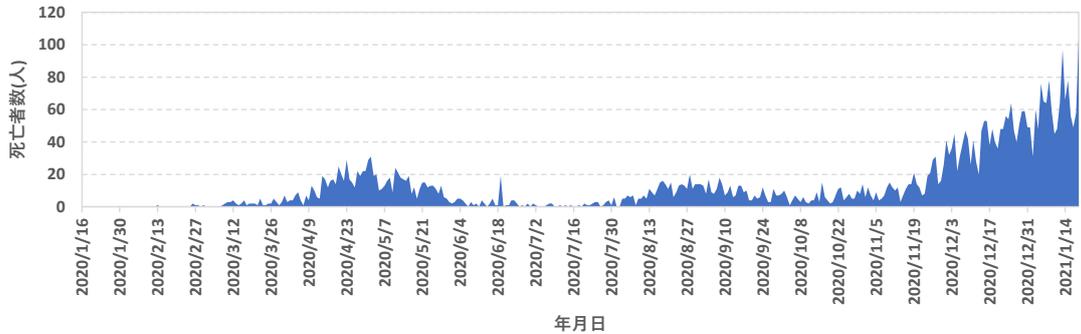


図-2.2 日本国内の死亡者数

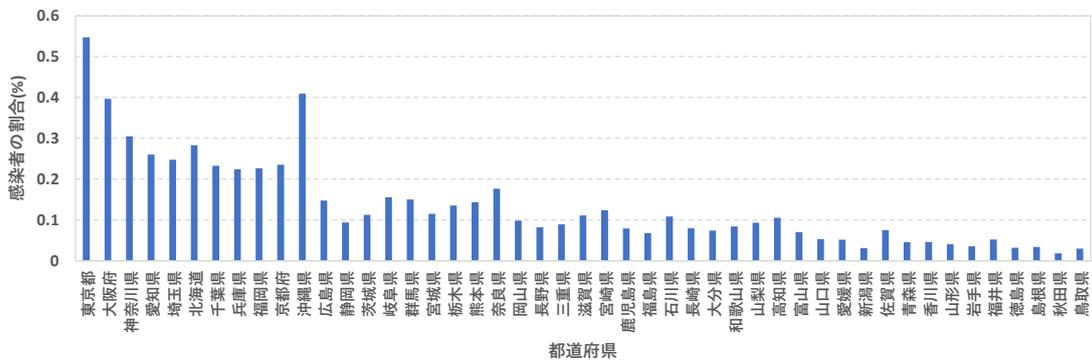


図-2.3 人口に対する感染者の割合

られる。しかし、そうした状況からしばらく経ち、ワクチンが開発され、接種もされ始めたことから、政府の感染症対策についての検証を行う必要があるのではないかと考えた。

そこで本研究では、新型コロナウイルス感染症対策に関連し、その中の外出自粛とGoToキャンペーンの評価をまず実施する。その方法は、森杉によりその研究基盤が構築され、武藤によって適用された計量厚生分析を用いる。すなわち、外出自粛とGoToキャンペーンの実施が人々の厚生に与えた影響を、空間的応用一般均衡 (SCGE : Spatial Computable General Equilibrium) モデルを用いて計量化し、その厚生変化を貨幣換算して便益評価を行う。その便益が経済損失となる。

次に、より望ましい政策というものは存在しなかったのかを検証したい。環境経済学分野では、環境被害対

策の導入が経済的影響をもたらす点に注目し、環境被害対策実施による環境改善と経済的影響の両者を考慮することにより、結果的に人々の厚生が最大化される対策としてピグー税があるとされる。ここでは、このピグー税の概念を利用して、感染症対策による感染症被害の軽減と経済的影響を考慮した場合の人々の厚生が最大化される課徴金水準を明らかにする。そして、各対策に関する比較分析を行うことが目的である。

2. 新型コロナウイルス感染症とその対策および経済的な影響

(1) 新型コロナウイルス感染症

a) 新型コロナウイルス感染症の概要

2019年末に発生した新型コロナウイルス感染症は、急速に世界中に拡大し混乱をもたらした。各国で、迅速な状況把握が求められ、新型コロナウイルスの脅威に対する緊急対応策がとられた。

新型コロナウイルスに関する詳細な情報が求められる中で、感染経路や症状、治療方法、などが徐々に明らかにされた。新型コロナウイルス感染症の主な症状として、発熱や咳、倦怠感の他、嗅覚・味覚障害などがある。重症化すると肺炎を引き起こす。感染した人すべてに症状がみられるとは限らず、無症状の場合もある。厚生労働省によると、重症化する人の割合は約1.6%で、死亡する人の割合は約1.0%である。いずれも60歳以上がほとんどの割合を占める。新型コロナウイルス感染症は高齢者ほど重症化と死亡リスクが高く、また、慢性閉塞性肺疾患、慢性腎臓病、糖尿病、高血圧、心血管疾患、肥満といった基礎疾患のある人は重症化リスクが高まると言われている⁵⁾。

b) 感染状況

2021年1月20日時点で、世界の感染者数は96,158,735人、死亡者数は2,056,996人であり、日本の感染者数は3345,060人、死亡者数は4,749人である⁶⁾。日本の感染者数、死亡者数の推移を図-2.1、図-2.2に示す。

また、都道府県ごとの人口に対する感染者数の割合をに図-2.3示す。横軸が都道府県、縦軸が都道府県人口に対する感染者の割合となっている。なお、横軸に示した都道府県は左から感染者数の多い順となっている。日本国内において、東京近郊や大阪、愛知といった大都市で感染者が多く、人口に対する感染者の割合は、最も高い数値を記録した東京(0.55%)に次いで沖縄(0.41%)となっている。

次に、政府が実施した新型コロナウイルス感染症対策を述べる。

(2) 新型コロナウイルス感染症対策

a) 日本政府により実施された政策

政府の取り組みとして、新型コロナウイルス感染症対策本部が設置され、基本的対処方針や感染対策の基本方針を示すとともに、緊急事態宣言や経済対策、補正予算などの決定が行われてきた。2020年2月13日に、帰国者等への支援、国内感染対策の強化、水際対策の強化、影響を受ける産業等への緊急対応などが主に取りまとめられた緊急対応策が示された⁷⁾。2020年3月10日には緊急対応策の第2弾が示され、国内の感染拡大防止のため、約0.4兆円の財政措置、1.6兆円の金融措置が講じられた。4月7日の閣議決定では、事業規模を117.1兆円まで拡大し、早期の終息と雇用の維持、事業の継続、経済の回復を目指す方針が示された。新型コロナウイルス感染症に伴う各種支援も行われており、世帯や個人への支援として一

律10万円を支給する特別定額給付金や、売り上げが半分以下となった企業への持続化給付金など、中小・小規模事業者等への支援も多く実施されている⁸⁾。緊急事態宣言下では、時短要請の協力金が支払われるなどの取り組みも行われた。

国民への正確な情報提供や呼びかけ、感染状況の把握といった情報収集、外出自粛や施設の使用制限、テレワークの促進といったまん延防止政策、医療の提供体制の確保、経済・雇用対策など、様々な観点から対策が講じられている。本研究では、人の移動に関する政策評価を行うとし、まん延防止対策として2020年4月から5月に実施された緊急事態宣言に伴う外出自粛と、経済・雇用対策として実施されたGoToトラベルキャンペーンに着目した。政策の概要を次に述べる。

b) 緊急事態宣言に伴う外出自粛の概要

2020年4月7日に、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、大阪府、兵庫県、福岡県の7都府県を対象に、緊急事態宣言が発令された。その後、4月16日に40都府県が追加され、全国的に外出自粛が求められた。このうち、北海道、茨城県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、石川県、岐阜県、愛知県、京都府、大阪府、兵庫県、福岡県の13都道府県は重点的に感染拡大防止に取り組む必要があるとされ、特定警戒都道府県に指定された。5月4日に、5月6日までとされた緊急事態宣言が延長された。5月14日に、北海道、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、京都府、大阪府、兵庫県の8都道府県を除き緊急事態宣言が解除され、続いて、5月21日に京都府、大阪府、兵庫県、5月25日にすべての都道府県で解除された。

緊急事態宣言下では、人との接触を7割から8割削減し、密閉・密集・密接の3つの密を避け、感染拡大を防止していくことが求められた。不要不急の外出自粛、イベントの制限、施設の利用制限、テレワークなどが要請された。

また、2021年1月8日から2月7日まで、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県で緊急事態宣言が再び実施され、1月14日には、栃木県、岐阜県、愛知県、京都府、大阪府、兵庫県、福岡県が追加された。

c) GoToトラベル事業の概要

旅行業や宿泊業、飲食業を含む観光産業は、多くの地域の地方経済を支える重要な産業であるが、新型コロナウイルス感染症、特に外出自粛政策に伴い、深刻な影響を受けたと言われている。GoToトラベル事業は、多種多様な旅行、宿泊、商品の割引と、地域共通クーポンの発行により、感染拡大により失われた観光客の流れを地域に取り戻し、観光地全体の消費を促すことで、地域における経済の好循環を創出しようとする事業である⁹⁾。

第1弾では、旅行代金割引のみで7月22日から開始された。旅行代金総額の35%が割引かれるものであった。



図-2.4 移動人口の動向

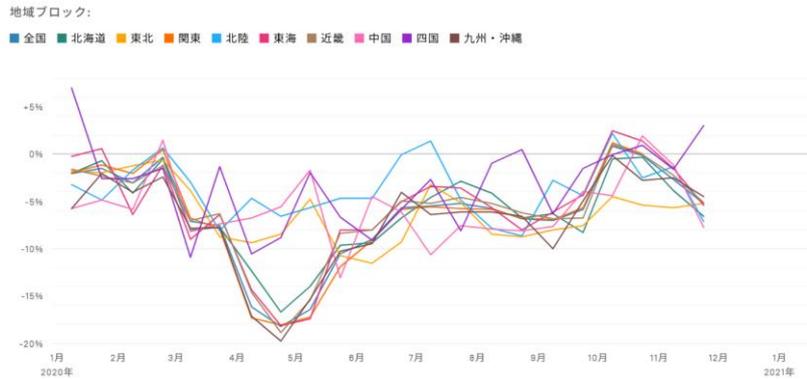


図-2.5 消費動向



図-2.6 ECの消費動向

第2弾では、旅行代金割引に地域共通クーポンが追加され、旅行代金総額の35%割引に加え、総額の15%が地域共通クーポンとして付与される（一人一泊あたり2万円が上限）。第2弾では、10月1日から開始され、同時に、事業の対象に東京都も加わった。

GoToトラベルは、官民一体型で消費喚起を目的に行われており、事業予算として2.7兆円が投じられている。2020年12月28日から2021年2月7日まで、全国での一時停止措置がとられ、2021年6月末までのGoToトラベル延長が決定した。GoToトラベルの事業予算2.7兆円のうち、1兆311億円は、事業延長に伴う予算である。

政府が行った政策として、外出自粛とGoToトラベルに着目し、その概要を述べた。感染拡大の抑制と経済的影響の懸念、それぞれを考慮した政策が行われており、

新型コロナ感染症対策の困難さが表れている。

新型コロナ感染症および感染症対策に伴い、生活様式だけでなく、社会的に多様な変化がもたらされた。そこで、V-RESASに掲載されている人々の移動や消費変化の動向、内閣府、経済産業省が公表する国内総生産、産業活動指数を基に、日本経済の動向を次に述べる。

(3) V-RESAS

外出自粛およびGoToキャンペーンによって、人の動きが大きく変化した、こうした人の動きの変化に関して、様々な側面から調査や研究が進められている。第1章でも述べたように、スマートフォンのGPSデータを用いた調査も行われている。本項では、内閣府地方創生推進室と内閣官房まち・人・仕事創生本部事務局が提供してい

るV-RESASについて述べ、これにより外出自粛の影響も明らかにする。

V-RESASとは、新型コロナウイルス感染症が地域経済に与える影響を可視化し、リアルタイムに近い形で地域経済の健康状態を把握できるようにすることで、地方公共団体の政策立案や金融機関・商工団体の中小企業支援をサポートすることを目的とする新たな地域経済分析システムである¹⁰。人の流れ、消費動向、飲食店情報の閲覧数、宿泊、イベントチケットの販売数などのデータが掲載されている。図-24に2019年同週比での移動人口の動向、図-25にクレジットカード決済をもとに前年同期比で表された消費動向を示す。

図-24に示した移動人口では、2020年に入り、新型コロナウイルス感染症の拡大に伴い、急激に減少したことが分かる。5月に減少のピークを迎えた後、10月まで増加傾向が見られたが、12月以降はやや減少傾向となっている。図-25に示した消費動向では、全体的に移動人口と同様の推移

傾向となっているが、地域ごとにばらつきがみられる。

3月から5月にかけてみられる減少は、営業自粛や外出自粛要請に起因する。感染実態や終息時期が分からないことが、消費行動を慎重にさせ、財・サービス需要を減少させた可能性が考えられる。新型コロナ感染症は、経済活動自体が感染を拡大させるため、感染者数の抑制を目的とした営業・外出制限などの政策が経済活動に影響を与えている。消費動向は全体的に減少傾向であるが、EC（電子商取引）や、コンテンツ配信への消費動向は増加している。図-26にECの消費動向を示す。第三次産業を中心に消費が落ち込んだが、業種によっては、プラスの影響を受けている。

このように、新型コロナウイルス感染症に関する調査やデータ収集、研究が行われており、一年以上が経過した現在において、様々な動向が明らかにされている。今後も徐々に明らかにされる情報から研究や調査がさらに進むことが期待される。



図-27 四半期別GDPの推移

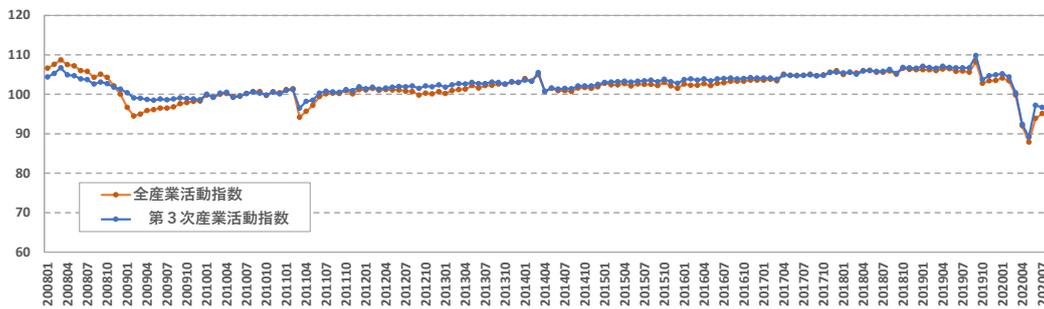


図-28 全産業活動指数および第3次産業

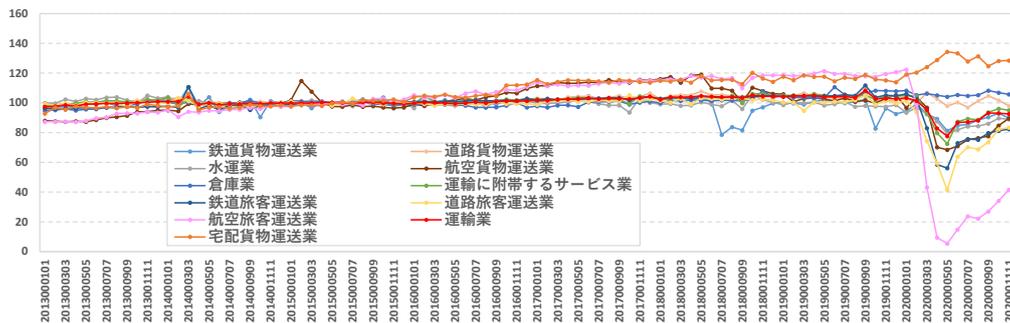


図-29 運輸部門

(4) 国内総生産(GDP)

GDPとは国内総生産のことで、一定期間に国内で新たに生み出されたモノやサービスの付加価値の総額である。GDPは国の経済力の目安としてよく用いられ、日本の名目GDPは米国、中国に次ぐ第三位である。このGDPが前年同期や前期と比べてどのくらい増減したのかを見ることで、国内の景気変動や経済成長を推定することができ、GDPの伸び率が経済成長率となる。内閣府が支出系列および雇用者報酬について四半期ごとに公表する四半期別GDP速報は、カレントな景気判断を行うための基礎資料となることを目的として作成されている¹¹⁾。1次速報は当該四半期終了後から1ヶ月と2週間程度後、2次速報は、1次速報以降新たに利用可能となった資料を用いて、さらに1ヶ月後に公表される。

2020年12月8日に公表された、名目季節調整系列のGDP推移を図-2.7に示す¹²⁾。横軸に四半期ごとの年月、縦軸にGDP値を示す。なお、GDP値の単位は10億円である。

2020年1-3月期には年換算で555兆円であったGDPが2020年4-6月期には年換算で511兆円となり、約44兆円の減少となった。その後、7-9月期には28兆円回復し539兆円となった。4-6月期にもたらされた約44兆円のGDP減少は、555兆円の8%を占める。GDPは国民の総所得を意味し、国民全体で8%の所得減少は、所得が年間で450万だとすると36万減少し、414万円となることを意味する。8%というGDPの減少が与える影響は非常に大きいことが分かる。また、雇用が継続され、給与が変化しなし人もいる。失業した人々や、売上が給与に直結しやすい自営業がGDP8%減少を担うことを考えると、新型コロナウイルス感染症で受けた影響は国民の間で大きな差があったことが伺える。

(5) 全産業活動指数および第3産業活動指数

a) 全産業活動指数および第3次産業活動指数の概要

全産業活動指数¹³⁾とは、建設業活動指数、鉱工業指数、第3次産業活動指数から算出され2010年の生産額を100として指数化されたものである。全産業の活動状況を供給面から捉えることを目的として経済産業省により作成されていたが、2020年9月をもって作成を終了している。

第3次産業活動指数¹⁴⁾は、2015年の生産量を100として指数化されている。第3次産業（非製造業、広義のサービス業）に属する業種の生産活動を総合的に捉えることを目的として作成され、経済産業省により毎月公表されている。全産業活動指数および第3次産業活動指数を図-2.8に示す。2020年1月以降に着目すると、5月の指数値が87.9となっている。2008年9月のリーマンショックでは、指数値が最も低いときで94.5となり、2011年3月の東日本大震災では、指数値が94.2であった。新型コロナウイルス

感染症はそれらを下回る指数値となっており、第3次産業の生産活動に大きな影響が生じたことが分かる。

第3次産業の中でも特に、宿泊業・飲食サービス業、生活関連サービス業・娯楽業、観光関連産業、対個人サービス業が、大きな指数値の低下を記録した。

b) 運輸部門からみる影響

本研究では、2020年4月から5月に現れた経済への影響が、人の移動の減少によりもたらされたと考える。そこで、第3次産業の中で運輸部門に着目した。運輸部門の指数値の推移を図-2.9に示す。航空旅客の指数値が大きく低下し、道路旅客、鉄道旅客も2020年5月をピークに大きく低下している。一方、道路貨物は増加傾向にある。これは、ECの増加からも分かるように、ネットショッピング等を利用し自宅から消費する傾向が高まったことによるものであると考えられる。

本章では、政府が感染症対策の基本方針や公表資料などから新型コロナウイルス感染症の概要および実施された対策を述べるとともに、GDPや産業活動指数の推移、V-RESASの公表データを示すことで、新型コロナウイルス感染症が経済に与えた影響を述べた。

このような状況を踏まえて、本研究では人の移動に着目し、外出自粛とGoToトラベルが経済にどのような影響を与えたのか、そうした政策は今後も続けていくべきであるか明らかにすることを目的とする。また、経済活動が感染拡大に寄与し、感染拡大と経済的影響の両方が懸念されるという困難な状況に対し、新たな政策としてピグー税的課徴金の導入を検討し、外出自粛やGoToトラベルと比較した場合の優位性を明らかにする。

3. 新型コロナウイルス感染症対策の効果と影響

(1) 推計内容

本研究では、①外出自粛、②GoToトラベル、③ピグー税的課徴金導入の三つの感染症対策を対象にSCGEモデルを用いて経済的影響を推計する。SCGEモデルについては4章で詳しく述べる。

本章では、各対策の効果と影響を簡便な経済理論に基づき明らかにする。①では、外出自粛により減少した旅客運輸生産量が経済に与える影響を推計する。②では、GoToトラベルの事業予算2.7兆円を、旅客運輸に対して補助すると仮定し、旅客運輸の需要増加が経済に与える影響を推計する。③では、課徴金導入に伴う旅客運輸の需要減少がもたらす経済への影響を明らかにした上で、厚生が最大となる課徴金水準を導出する。①、②、③の経済的な側面から捉えた影響を図-3.1に示す。

(2) 外出自粛

a) 政策評価方法

2020年4月から5月に実施された緊急事態宣言による外出自粛要請を基に評価する。2章で述べたように、外出自粛に伴い人の移動が抑制された。鉄道や自家用車、バス等の旅客運輸生産量が4月から5月にかけて減少したことは、外出自粛要請に伴う人の移動の制限によるものである。そこで、外出自粛とは旅客運輸生産量の減少であるとし、旅客運輸生産量の減少が経済に与える影響を推計することで、外出自粛の評価とする。図-2.10に示した運輸部門の生産量推移から、鉄道旅客、道路旅客、航空旅客の生産量は、それぞれ43.7%、58.5%、94.6%減少したとされる。また、自家旅客は経済産業省が公表する第3次産業活動指数に含まれていないことから、NEXCO東日本の高速道路の交通量データ¹⁵⁾より29.6%の減少とした。

b) 外出自粛の経済理論的な解釈

外出自粛を経済理論的に分析すると、図-3.1 (左) のように表される。外出自粛の経済的な解釈を以下に述べる。図-3.1は、運輸サービスの市場を表す。外出自粛が要請された際、運輸サービスの供給曲線が急激に上昇すると考える。これにより運輸サービス需要が急激に減少し、均衡点は左上へと移動する。これは、元の社会的余剰より大きく減少することになるが、その分感染被害は減少していることから、その分を余剰減少分から差し引いた残りが青い部分の経済損失となる。これより、外出自粛は感染被害の減少効果以上に大きな経済損失をもたらすことがわかる。

(3) GoToトラベル

a) 政策評価方法

GoToトラベルは、GoToトラベル利用者が割引として国からの補助金を享受する。ここでは、宿泊や飲食等に充てられる補助金をすべて旅客運輸の運賃減少として享受すると仮定する。運賃減少は、旅客運輸の需要を増加させ、その結果、供給も増加する。この需要増加がGoToトラベルによってもたらされた旅客運輸生産量の増加となる。旅客運輸利用者が支払う旅客運賃を減少させ、減少総額がGoToトラベル事業予算である2.7兆円と一致するように推計を行う。2.7兆円という運賃減少は、旅客運輸企業の利益の減少になるものの、GoToトラベルの事業予算2.7兆円が旅客運輸企業へ補助金として支給されることにより補填される。

b) GoToトラベルの経済理論的な解釈

GoToトラベルを経済理論的に分析すると、図-3.1 (中央) のように表される。補助により社会的余剰は増加する。ところが、補助の分は何らかの税でまかなう必要がある。それによる損失が図-3.1 (中央) の黄色で示した三角形の面積となり、GoToトラベルも結果的には経済損失をもたらすことがわかる。

(4) ピグー税

a) ピグー税の概要

ピグー税とはPigou¹⁶⁾¹⁷⁾¹⁸⁾が提唱した外部不経済を内部化するための手段である。図-3.2にピグー税の概要を示す。水色の部分がピグー税導入前の外部不経済である。ピグー税を導入することで、均衡点が左上方へ移動し、外部不経済を減少させる。外部不経済をもたらす財・サービスに対して課徴金を賦課することで、生産量が抑制

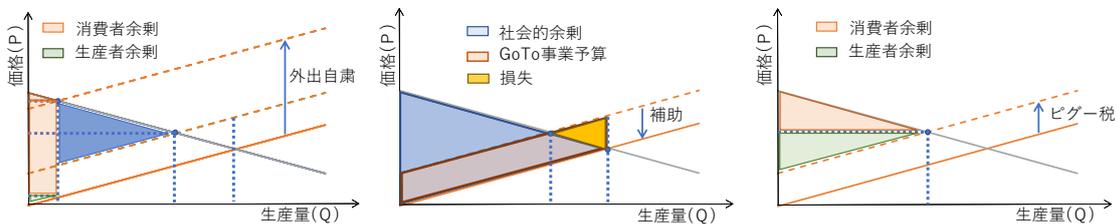


図-3.1 感染症対策の経済的影響

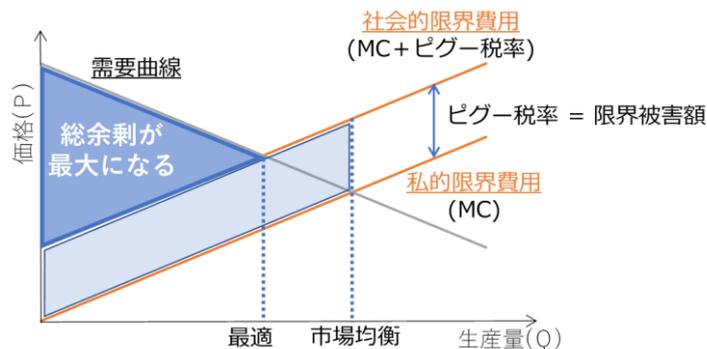


図-3.2 ピグー税の概要

され、消費者余剰と生産者余剰を合わせた社会的余剰が最大化される。ただし、環境税(ピグー税)を導入する際、環境被害である外部不経済がもたらす限界費用を把握し、その限界費用分を課徴金水準とする必要がある。その正確な限界費用の把握に課題がある。

ピグー税は、実際に環境税として導入されており、2001年に導入された自動車税のグリーン化や、地方自治体における産業廃棄物税が実例として挙げられる。産業廃棄物税を導入している三重県や鳥取県では、1トンの産業廃棄物に1,000円を課税し、その税収は産業廃棄物の発生抑制と、廃棄物の再生やその他適正な処理に関する施策に要する費用に充てられる。

b) 移動に対する課徴金政策の有効性

経済と被害のバランスという観点では、Pigouの提唱したピグー税が有効とされる。市場に任せておくと、生産時に環境悪化を招く財・サービスがもたらす環境被害費用が市場では評価されないため、過大な生産や消費がなされる。これに対し、生産費用に外部不経済費用を付加し、市場価格を引き上げることで生産量が抑制できる。そのとき、外部不経済的費用も考慮した純社会的余剰が最大化されるという意味で、経済と被害との最適バランスを達成できるとされる。

ピグー税は、環境負荷を低減させるために環境に悪影響を与える財・サービスなどに対して課税するという手法である。今回の新型コロナウイルス感染症は、必ずしも環境被害ではないものの、人が移動して第三者に被害をもたらす構造は外部不経済の問題と考えることができる。そこで本研究では、人々の移動と感染拡大防止の最適バランスを達成するための課徴金水準を明らかにする。

c) 政策評価方法

前の項で、ピグー税が感染被害と経済的影響の最適バランスを達成する効果的な政策であることを説明した。しかし、そのためには外部不経済を抑制するような課徴金水準を求める必要があることを述べた。新型コロナ感染症では、外部不経済がもたらした費用が明らかになっていない。本研究では、それを新型コロナ感染者にかかる医療費とすることで求めることとする。一人あたりの医療費が50万円であると仮定し、2021年1月12日の日本国内の累計感染者数が298,172人であったことから、新型コロナ感染症がもたらした外部不経済は1490億8600万円となる。人々が鉄道、道路、自家、航空旅客で移動することによってのみ感染が拡大するものと想定し、外部不経済を生み出す旅客利用者に対して税を課すものとして課徴金水準を導出し、ピグー税的課徴金が経済にもたらす影響を推計する。

4. 空間的一般均衡(SCGE)モデル

(1) SCGEモデルの概要

SCGEモデル¹⁹⁾は、複数の地域から構成される社会経済を対象とする。各地域には代表家計、 m 財を生産する m 企業、財や人を輸送する運輸企業が存在する。代表家計とは、その地域全体の家計消費を決定する仮想主体のことである。家計は、生産要素である労働と資本を企業に提供することで所得を得て、財・サービスを消費する。企業は、生産要素(労働・資本)、中間財を投入して財・サービスを生産する。図4.1に企業の生産行動モデルのツリーを、図4.2に家計の消費行動モデルのツリーを示す。運輸企業の生産行動モデルツリーは図4.1に示した企業と基本的には同様の生産行動モデルとなる。

本SCGEモデルでは、運輸を旅客運輸と貨物運輸に分割しており、旅客運輸を鉄道旅客、道路旅客(バス、タクシーなど)、自家旅客、航空に分割し、貨物運輸を鉄道貨物、道路貨物、自家貨物、水運に分割している。

企業と家計の他に、政府、投資、海外部門が考慮される。政府と投資部門は各地域に存在し、海外部門は地域外に存在する。政府は、企業と家計から税を徴収し、公共サービスを提供する。投資部門は、公的投資部門と民間投資部門からなる。海外部門との貿易は、企業の生産した財が輸出財と国内財に分けられ、その国内財と輸入財を合わせた国内供給財を域内の経済主体が需要するとして考慮される。

SCGEモデルは応用一般均衡(CGE)モデルを空間的(Spatial)に拡張したものであり、地域間の交通整備評価に適用されてきた。災害による交通寸断の物流等への影響評価をSCGEモデルを用いて行っている研究もある²⁰⁾。外出自粛が人々の移動を制限し、GoToトラベルが人々の移動を活発化させる点を、地域間の交通の問題であると捉え、本研究では、新型コロナ感染対策の経済的影響を評価するにあたり、SCGEモデルを用いた推計を行う。

(2) SCGEモデル

a) 企業の生産行動モデル

地域 j で m 財を生産する企業の生産行動モデルは、図4.1に示した通りである。 m 企業は、まず合成中間財と合成生産要素を投入して m 財を生産する。このうち合成中間財に対しては、どの地域から、どの n 財を投入するか決定する。合成中間財 n には交通サービスが含まれており、この合成中間財 n に対し中間財 n と交通サービスの投入量を決定する。一方、合成生産要素に対しては、労働と資本の投入量を決定する。また、企業に対し間接税が導入され、合成生産要素投入額に対して税率 τ が賦課されるとする。本SCGEモデルの合成生産要素投入額

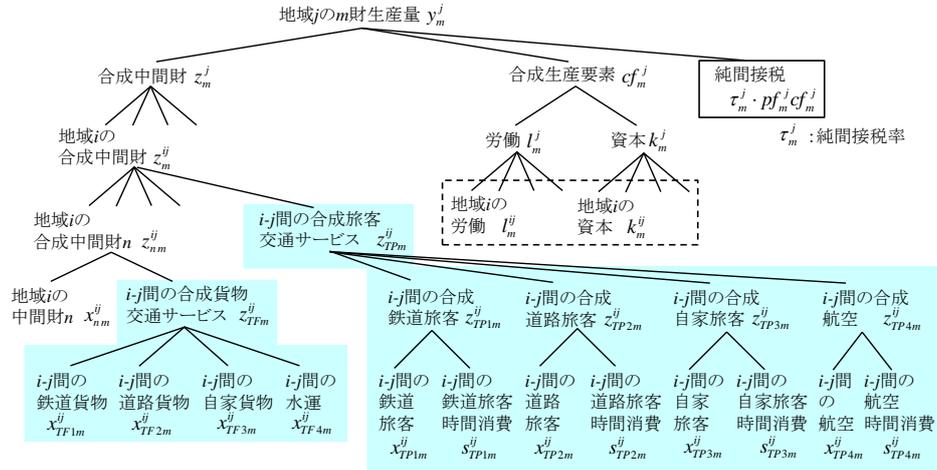


図-4.1 企業の生産行動モデルツリー

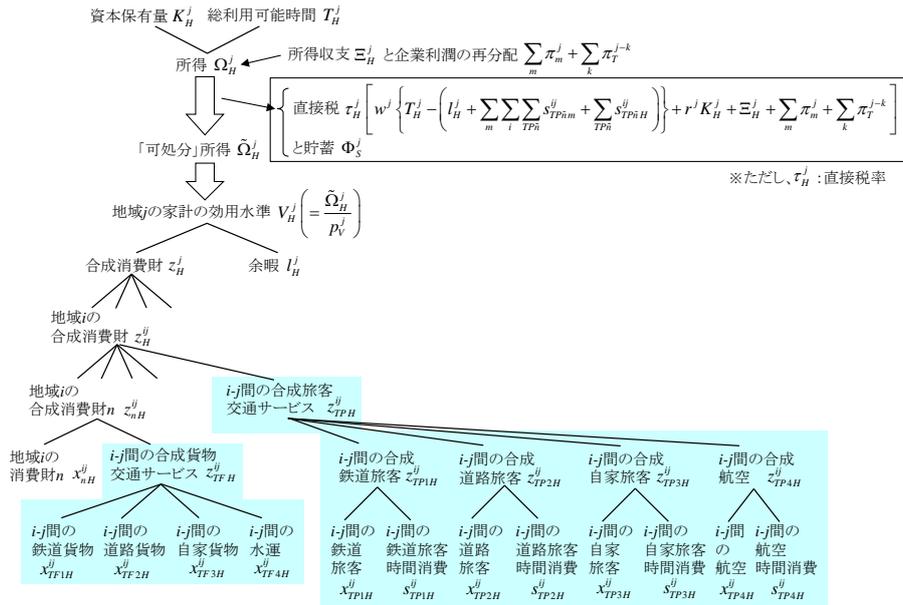


図-4.2 家計の消費行動モデルツリー

は付加価値額のことであり、間接税は付加価値額に対して賦課される。補助金もマイナスの間接税として考慮する。

これらは、生産関数を Barro 型 CES 関数で特定化し、一定の生産水準に保つことを制約条件とした費用最小化問題により定式化される。

第一段階として、合成中間財と合成生産要素の投入に係る費用最小化問題を定式化すると以下ようになる。

$$C_m^j = \min_{z_m^j, cf_m^j} [q_{2m}^j z_m^j + \{1 + \sum_i \tau_m^i\} p f_m^i c f_m^i] \quad (1a)$$

$$s.t. y_m^j = \gamma_m^j \left[\alpha_{2m}^j \{\beta_{2m}^j z_m^j\}^{\frac{\sigma_m^j - 1}{\sigma_m^j}} + (1 - \alpha_{2m}^j) \{ (1 - \beta_{2m}^j) c f_m^i \}^{\frac{\sigma_m^j - 1}{\sigma_m^j}} \right]^{\frac{\sigma_m^j}{\sigma_m^j - 1}} \quad (1b)$$

ただし、 C_m^j : 費用関数、 z_m^j, q_{2m}^j : 合成中間財投入量とその価格、 τ_m^i : 地域 i の政府に対して支払われる純間接税率、 $c f_m^i, p f_m^i$: 合成生産要素投入量とその価格、

y_m^j : 生産関数、 $\alpha_{2m}^j, \beta_{2m}^j$: 合成中間財に係る分配パラメータ、 γ_m^j : 効率パラメータ、 σ_m^j : 代替弾力性パラメータ。

ラグランジュ法により最適化問題を解くと、以下の需要関数が得られる。

$$z_m^j = \frac{1}{\gamma_m^j (\beta_{2m}^j)^{1 - \sigma_m^j}} \left(\frac{\alpha_{2m}^j}{q_{2m}^j} \right)^{\sigma_m^j} \psi_m^j \frac{\sigma_m^j}{1 - \sigma_m^j} y_m^j \quad (1c)$$

$$c f_m^j = \frac{1}{\gamma_m^j (1 - \beta_{2m}^j)^{1 - \sigma_m^j}} \left(\frac{1 - \alpha_{2m}^j}{(1 + \sum_i \tau_m^i) p f_m^i} \right)^{\sigma_m^j} \psi_m^j \frac{\sigma_m^j}{1 - \sigma_m^j} y_m^j \quad (1d)$$

ただし、

$$\psi_m^j = (\alpha_{2m}^j)^{\sigma_m^j} \left(\frac{q_{2m}^j}{\beta_{2m}^j} \right)^{1 - \sigma_m^j} + (1 - \alpha_{2m}^j)^{\sigma_m^j} \left(\frac{1 + \sum_i \tau_m^i}{1 - \beta_{2m}^j} p f_m^i \right)^{1 - \sigma_m^j}$$

これらを(1a)に代入すると、以下の費用関数が得られる。

$$c_m^j = \frac{1}{\gamma_m^j} \Psi_m^j \frac{1}{y_m^j} \quad (1e)$$

この費用関数は、生産量 y_m^j に対して線形関数である。したがって、完全競争を仮定すれば、本 SCGE モデルはゼロ利潤においてのみ財の均衡価格が存在することになる。企業の利潤は、収入と費用の差として以下のように表される。

$$\pi_m^j = p_m^j y_m^j - C_m^j \quad (1f)$$

ただし、 π_m^j ：企業利潤。

これに(1e)の費用関数を代入し、ゼロ利潤条件を適用すると m 財価格が以下のように求められる。

$$p_m^j = \frac{1}{\gamma_m^j} \Psi_m^j \frac{1}{y_m^j} \quad (1g)$$

(1a)から(1g)に、合成中間財と合成生産要素の投入に係る定式化を示した。費用最小化問題を定式化し、最適化問題を解くことで、需要関数および価格が導出される。この一連の流れが、企業の生産行動の第一段階となる。次に合成中間財に関しては、第二段階、第三段階、第四段階として中間財投入が繰り返されるため、同様の流れが繰り返されることになる。合成生産要素に関しては、労働と資本投入が行われる。

まず、合成中間財における第二段階として、地域 i の合成中間財投入に関する需要関数および価格を導出する。地域 i の合成中間財投入に係る費用最小化問題は以下のように定式化される。

$$q_{Zm}^j z_m^j = \min_{z_m^j} \sum_i \alpha_m^{ij} q_m^{ij} z_m^{ij} \quad (2a)$$

$$s.t. z_m^j = \gamma_m^j \left[\sum_i \alpha_m^{ij} \{\beta_m^{ij} z_m^{ij}\} \frac{\sigma_m^{ij}-1}{\sigma_m^{ij}} \right]^{\frac{\sigma_m^{ij}}{\sigma_m^{ij}-1}} \quad (2b)$$

z_m^j, q_m^j ：地域 i の合成中間財投入量とその価格、
 $\alpha_m^{ij}, \beta_m^{ij}$ ：地域 i の合成中間財に係る分配パラメータ
 $(\sum_i \alpha_m^{ij} = 1, \sum_i \beta_m^{ik} = 1)$ 、 γ_m^j ：効率パラメータ、
 σ_m^j ：代替弾力性パラメータ。

ラグランジュ法により最適化問題を解くと、以下の需要関数が得られる。

$$z_m^j = \frac{1}{\gamma_m^j (\beta_m^{ij})^{1-\sigma_m^j} (q_m^{ij})^{\sigma_m^j}} \Psi_m^j \frac{\sigma_m^j}{1-\sigma_m^j} \cdot z_m^j \quad (2c)$$

ただし $\Psi_m^j = \sum_i (\alpha_m^{ij})^{\sigma_m^j} \left(\frac{q_m^{ij}}{\beta_m^{ij}} \right)^{1-\sigma_m^j}$ 。

これらを(2a)に代入すると、価格 q_{Zm}^j が以下のとおり得られる。

$$q_{Zm}^j = \frac{1}{\gamma_m^j} \Psi_m^j \frac{1}{y_m^j} \quad (2d)$$

(1c)の z_m^j 、(1d)の c_m^j は、この q_{Zm}^j を代入することにより計算できる。

次に第三段階である。地域 i の合成中間財 n の投入に係る費用最小化問題は、以下のように定式化される。

$$q_m^{ij} z_m^{ij} = \min_{z_m^{ij}} \sum_n q_{nm}^{ij} z_{nm}^{ij} \quad (3a)$$

$$s.t. z_m^{ij} = \gamma_m^{ij} \left[\sum_n \alpha_{nm}^{ij} \{\beta_{nm}^{ij} z_{nm}^{ij}\} \frac{\sigma_m^{ij}-1}{\sigma_m^{ij}} \right]^{\frac{\sigma_m^{ij}}{\sigma_m^{ij}-1}} \quad (3b)$$

z_{nm}^{ij}, q_{nm}^{ij} ：地域 i の合成中間財 n の投入量とその価格、
 $\alpha_{nm}^{ij}, \beta_{nm}^{ij}$ ：地域 i の合成中間財 n に係る分配パラメータ
 $(\sum_i \alpha_m^{ij} = 1, \sum_i \beta_m^{ik} = 1)$ 、 γ_m^{ij} ：効率パラメータ、
 σ_m^{ij} ：代替弾力性パラメータ。

ラグランジュ法により最適化問題を解くと、以下の需要関数が得られる。

$$z_{nm}^{ij} = \frac{1}{\gamma_m^{ij} (\beta_{nm}^{ij})^{1-\sigma_m^{ij}} \left(\frac{q_{nm}^{ij}}{q_m^{ij}} \right)^{\sigma_m^{ij}}} \Psi_m^{ij} \frac{\sigma_m^{ij}}{1-\sigma_m^{ij}} \cdot z_m^{ij} \quad (3c)$$

ただし、 $\Psi_m^{ij} = \sum_n (\alpha_{nm}^{ij})^{\sigma_m^{ij}} \left(\frac{q_{nm}^{ij}}{\beta_{nm}^{ij}} \right)^{1-\sigma_m^{ij}}$ 。

これらを(3a)に代入すると、価格 q_m^{ij} が以下のとおり得られる。

$$q_m^{ij} = \frac{1}{\gamma_m^{ij}} \Psi_m^{ij} \frac{1}{y_m^{ij}} \quad (3d)$$

(2c)の z_m^{ij} は、この q_m^{ij} を代入することにより計算できる。

次に第四段階である。中間財 n と交通サービスの投入に係る費用最小化問題は、以下のように定式化される。

$$q_{nm}^{ij} z_{nm}^{ij} = \min_{x_{nm}^{ij}, z_{Tm}^{ij}} [p_n^i x_{nm}^{ij} + p_T^i x_{Tm}^{ij}] \quad (4a)$$

$$s.t. z_{nm}^{ij} = \gamma_{nm}^{ij} \left[(1 - \alpha_{Tm}^{ij}) \{(1 - \beta_{Tm}^{ij}) x_{nm}^{ij}\} \frac{\sigma_{nm}^{ij}-1}{\sigma_{nm}^{ij}} + \alpha_{Tm}^{ij} \{\beta_{Tm}^{ij} x_{Tm}^{ij}\} \frac{\sigma_{nm}^{ij}-1}{\sigma_{nm}^{ij}} \right]^{\frac{\sigma_{nm}^{ij}}{\sigma_{nm}^{ij}-1}} \quad (4b)$$

x_{nm}^{ij}, p_n^i ：地域 i の中間財 n の投入量と地域 i の n 財価格、

x_{Tm}^{ij}, p_T^i ：地域 ij 間の交通サービス投入量と地域 ij 間の運輸価格、
 $\alpha_{Tm}^{ij}, \beta_{Tm}^{ij}$ ：交通サービスに係る分配パラメータ、
 σ_{nm}^{ij} ：代替弾力性パラメータ。

ラグランジュ法により最適化問題を解くと、以下の需要関数が得られる。

$$x_{nm}^{ij} = \frac{1}{\gamma_{nm}^{ij} (1 - \beta_{Tm}^{ij})^{1 - \sigma_{nm}^{ij}}} \left(\frac{1 - \alpha_{Tm}^{ij}}{p_n^i} \right)^{\sigma_{nm}^{ij}} \Psi_{nm}^{ij} \frac{\sigma_{nm}^{ij}}{1 - \sigma_{nm}^{ij}} z_{nm}^{ij} \quad (4c)$$

$$z_{Tm}^{ij} = \frac{1}{\gamma_{nm}^{ij} (\beta_{Tm}^{ij})^{1 - \sigma_{nm}^{ij}}} \left(\frac{\alpha_{Tm}^{ij}}{q_{Tm}^{ij}} \right) \Psi_{nm}^{ij} \frac{\sigma_{nm}^{ij}}{1 - \sigma_{nm}^{ij}} z_{nm}^{ij} \quad (4d)$$

ただし、

$$\Psi_{nm}^{ij} = (1 - \alpha_{Tm}^{ij})^{\sigma_{nm}^{ij}} \left(\frac{p_n^i}{1 - \beta_{Tm}^{ij}} \right)^{1 - \sigma_{nm}^{ij}} + (\alpha_{Tm}^{ij})^{\sigma_{nm}^{ij}} \left(\frac{q_{Tm}^{ij}}{\beta_{Tm}^{ij}} \right)^{1 - \sigma_{nm}^{ij}}$$

これらを(4a)に代入すると、価格 q_{nm}^{ij} が以下のとおり得られる。

$$q_{nm}^{ij} = \frac{1}{\gamma_{nm}^{ij}} \Psi_{nm}^{ij} \frac{1}{1 - \sigma_{nm}^{ij}} \quad (4e)$$

(3c)の z_{nm}^{ij} は、この q_{nm}^{ij} を代入することにより計算できる。

以上が企業の間接財投入に関する定式化となる。最後に企業の合成生産要素投入における定式化を行う。合成生産要素に対する労働と資本の投入に係る費用最小化問題は以下のように定式化される。

$$pf_m^j cf_m^j = \min_{l_m^j, k_m^j} [w^j l_m^j + r^j k_m^j] \quad (5a)$$

$$\text{s.t. } cf_m^j = \gamma_{CFm}^j \left[\alpha_{Lm}^j \{\beta_{Lm}^j l_m^j\}^{\frac{\sigma_{CFm}^j - 1}{\sigma_{CFm}^j}} + (1 - \alpha_{Lm}^j) \{(1 - \beta_{Lm}^j) k_m^j\}^{\frac{\sigma_{CFm}^j - 1}{\sigma_{CFm}^j}} \right]^{\frac{\sigma_{CFm}^j}{\sigma_{CFm}^j - 1}}$$

(5b)

l_m^j, w^j : 労働投入量と地域 j の賃金率, k_m^j, r^j : 資本投入量と地域 j の利子率, $\alpha_{Lm}^j, \beta_{Lm}^j$: 労働に係る分配パラメータ, γ_{CFm}^j : 効率パラメータ, σ_{CFm}^j : 代替弾力性パラメータ。

ラグランジュ法により最適化問題を解くと、以下の需要関数が得られる。

$$l_m^j = \frac{1}{\gamma_{CFm}^j (\beta_{Lm}^j)^{1 - \sigma_{CFm}^j}} \left(\frac{\alpha_{Lm}^j}{w^j} \right)^{\sigma_{CFm}^j} \Psi_{CFm}^j \frac{\sigma_{CFm}^j}{1 - \sigma_{CFm}^j} cf_m^j \quad (5c)$$

$$k_m^j = \frac{1}{\gamma_{CFm}^j (1 - \beta_{Lm}^j)^{1 - \sigma_{CFm}^j}} \left(\frac{1 - \alpha_{Lm}^j}{r^j} \right)^{\sigma_{CFm}^j} \Psi_{CFm}^j \frac{\sigma_{CFm}^j}{1 - \sigma_{CFm}^j} cf_m^j \quad (5d)$$

ただし、

$$\Psi_{CFm}^j = (\alpha_{Lm}^j)^{\sigma_{CFm}^j} \left(\frac{w^j}{\beta_{Lm}^j} \right)^{1 - \sigma_{CFm}^j} + (1 - \alpha_{Lm}^j)^{\sigma_{CFm}^j} \left(\frac{r^j}{1 - \beta_{Lm}^j} \right)^{1 - \sigma_{CFm}^j}$$

これらを(5a)に代入すると、合成生産要素価格 pf_m^j が以下のとおり得られる。

$$pf_m^j = \frac{1}{\gamma_{CFm}^j} \Psi_{CFm}^j \frac{1}{1 - \sigma_{CFm}^j} \quad (5e)$$

(1d)はこの pf_m^j を代入することにより計算できる。

b) 家計の消費行動モデル

地域 j に居住する家計の消費行動モデルは図4.2に示

した通りである。家計は、まず総利用可能時間に賃金率を乗じて得られる時間所得、企業に資本を提供して得られる資本所得、域際収支に係る恒等式から得られる所得収支、企業利潤の家計への分配から得られる分配所得によって構成される総所得を得る。ここから直接税と貯蓄が差し引かれ、家計所得となる。その結果、家計の所得は以下ようになる。

$$\Omega_H^j = [w^j T_H^j + r^j K_H^j + \Xi_H^j + \Sigma_m \pi_m^j + \Sigma_k \pi_k^{j-k}] - \tau_H^j [w^j \{T_H^j - (I_H^j + \Sigma_m \Sigma_i \Sigma_{TPn} s_{TPnm}^{ij} + \Sigma_{TPn} s_{TPnH}^{ij})\} + r^j \{K_H^j + \Xi_H^j + \Sigma_m \pi_m^j + \Sigma_k \pi_k^{j-k}\}] - \Phi_S^j \quad (6a)$$

H : 家計を表す添字, k : 運輸企業の輸送する財の目的

地を表す添字, Ω_H^j : 家計の可処分所得, T_H^j, w^j : 家計

の総利用可能時間と地域 j の賃金率, K_H^j, r^j : 家計の資本

保有量と地域 j の利子率, Ξ_H^j : 所得収支, π_m^j, π_k^{j-k} :

企業、運輸企業の利潤, τ_H^j : 直接税率, $s_{TPnm}^{ij}, s_{TPnH}^{ij}$:

地域 ij 間の交通機関 TPn の旅客交通時間消費, Φ_S^j : 貯

蓄額(固定値とする)。

所得収支 Ξ_H^j は以下のように求められる。

$$\Xi_H^j = \Sigma_i \Sigma_n p_n^i [\Sigma_m x_{nm}^{ji} + \Sigma_k x_{nT}^{ji-k} + x_{nH}^{ji}] - \Sigma_i \Sigma_n p_n^i [\Sigma_m x_{nm}^{ij} + \Sigma_k x_{nT}^{ij-k} + x_{nH}^{ij}] \quad (6b)$$

次に家計では、家計所得から決定される効用水準に対し、合成消費財と余暇の消費量を決定する。このうち合成消費財に対しては、どの地域からどの n 財を消費するか決定する。なお、この合成消費財 n は交通サービスが含まれており、この合成消費財 n に対し消費財 n と交通サービスの消費量を決定する。効用関数 U_H^j をBarro型CES関数で特定化し、それを一定の効用水準 V_H^j に保つことを制約条件とした支出最小化問題により定式化される。まず家計の第一段階である。合成消費財と余暇に係る支出最小化問題は、直接効用関数を U_H^j 、効用水準を V_H^j とすると以下のように定式化される。

$$e_H^j = \min_{z_H^j, q_{ZH}^j} [q_{ZH}^j z_H^j + w^j l_H^j] \quad (7a)$$

$$\text{s.t. } U_H^j = \gamma_H^j \left[\alpha_{ZH}^j \{\beta_{ZH}^j z_H^j\}^{\frac{\sigma_H^j - 1}{\sigma_H^j}} + (1 - \alpha_{ZH}^j) \{(1 - \beta_{ZH}^j) l_H^j\}^{\frac{\sigma_H^j - 1}{\sigma_H^j}} \right]^{\frac{\sigma_H^j}{\sigma_H^j - 1}} = V_H^j \quad (7b)$$

e_H^j : 支出水準, z_H^j, q_{ZH}^j : 合成消費財消費量とその価格,

l_H^j, w^j : 余暇消費量と賃金率, U_H^j : 直接効用関数,

V_H^j : 効用水準, $\alpha_{ZH}^j, \beta_{ZH}^j$: 合成中間消費財に係る分配

パラメータ, γ_H^j : 効率パラメータ, σ_H^j : 代替弾力性パラメータ。

ラグランジュ法により最適化問題を解くと、以下の需

要関数が得られる。

$$z_H^j = \frac{1}{\gamma_H^j (\beta_{ZH}^j)^{1-\sigma_H^j}} \left(\frac{\alpha_{ZH}^j}{\beta_{ZH}^j} \right)^{\sigma_H^j} \Psi_H^j \Psi_H^{j1-\sigma_H^j} \cdot V_H^j \quad (7c)$$

$$l_H^j = \frac{1}{\gamma_H^j (1-\beta_{ZH}^j)^{1-\sigma_H^j}} \left(\frac{1-\alpha_{ZH}^j}{w^j} \right)^{\sigma_H^j} \Psi_H^j \Psi_H^{j1-\sigma_H^j} \cdot V_H^j \quad (7d)$$

ただし、 $\Psi_H^j = (\alpha_{ZH}^j)^{\sigma_H^j} \left(\frac{\alpha_{ZH}^j}{\beta_{ZH}^j} \right)^{1-\sigma_H^j} + (1-\alpha_{ZH}^j)^{\sigma_H^j} \left(\frac{w^j}{1-\beta_{ZH}^j} \right)^{1-\sigma_H^j}$ 。

これらを(7a)に代入すると、以下の支出水準が得られる。

$$e_H^j = \frac{1}{\gamma_H^j} \Psi_H^j \Psi_H^{j1-\sigma_H^j} \cdot V_H^j \quad (7e)$$

支出水準とは、価格が与えられた下で、ある効用水準を達成するために必要な所得のことである。支出水準に所得を代入することにより、効用水準が導入できる。家計所得は(6a)のとおり求められていることから、(7e)の e_H^j を Ω_H^j で置き換えると効用水準は以下のように表される。

$$V_H^j = \frac{\Omega_H^j}{p_V^j} \quad (7f)$$

ただし $p_V^j \equiv \frac{1}{\gamma_H^j} \Psi_H^j \Psi_H^{j1-\sigma_H^j}$ とし、支出水準・効用水準変換係数と呼ぶ。

$$e_H^j = p_V^j V_H^j \quad (7g)$$

また、 V_H^j を(7c)、(7d)に代入すれば合成消費財と余暇時間の各消費量が求められる。

続いて、第二段階、第三段階、第四段階の定式化を行う。これらは企業の生産行動モデルの合成中間財に関する投入モデルにおいて、添字mを家計の添字Hに置き換えたものと同じである。したがって、その定式化は省略する。

c) 運輸企業の生産行動モデル

運輸企業の行動モデルは、細部で違いがあるものの、大枠では、企業の生産行動モデルと同じである。したがって、その定式化は省略する。

d) その他経済主体の行動モデル

最後に、政府、公的投資部門、民間投資部門の行動について説明する。まず、政府は家計の所得税支払いと企業の純間接税支払いからなる税収を得る。その一部を公的投資に回し、残りを政府消費に充てて公共サービスを提供する。政府の消費部門が決定するn財消費量は、政府消費に充てられる税収に対し、一定比率で支出されるものとする。次に公的投資部門は、公的投資に回された財源を公的投資需要に充てることにより、公共事業を実行する。公的投資部門のn財消費量も公的投資の財源に

対して一定比率で支出されるものとする。民間投資部門は、家計貯蓄と移輸入出の差から求められる域外貯蓄を財源として、それらを民間投資需要に充てることにより民間投資を実行する。民間投資部門のn財投資需要量も、投資額に対して一定比率で支出されるものとする。

e) 市場均衡条件

市場均衡条件式は以下ようになる。

地域iの財市場：

$$y_n^i = \sum_j [\sum_m x_{nm}^{ij} + \sum_{TFm} \sum_k x_{nTFm}^{ij-k} + \sum_{TPm} \sum_k x_{nTPm}^{ij-k} + x_{nH}^{ij} + x_{nGC}^{ij} + x_{nGI}^{ij} + x_{nI}^{ij}] \quad (8a)$$

地域j：財、サービスの投入先地域、添字 H,GC,GI：それぞれ家計、政府、公的投資、民間投資の各部門を表す。

交通機関 TFn の貨物交通サービス市場：

$$y_{TFn}^i = \sum_j [\sum_m x_{TFnm}^{ij} + \sum_{TFm} \sum_k x_{TFnTFm}^{ij-k} + \sum_{TPm} \sum_k x_{TFnTPm}^{ij-k} + x_{TFnH}^{ij} + x_{TFnGC}^{ij} + x_{TFnGI}^{ij} + x_{TFnI}^{ij}] \quad (8b)$$

交通機関 TPn の旅客交通サービス市場：

$$y_{TPn}^i = \sum_j [\sum_m x_{TPnm}^{ij} + \sum_{TFm} \sum_k x_{TPnTFm}^{ij-k} + \sum_{TPm} \sum_k x_{TPnTPm}^{ij-k} + x_{TPnH}^{ij} + x_{TPnGC}^{ij} + x_{TPnGI}^{ij} + x_{TPnI}^{ij}] \quad (8c)$$

労働市場：

$$T_H^i - l_H^i - \sum_{TPn} \sum_k s_{TPnH}^{ik} = \sum_m \sum_j l_m^{ji} + \sum_{TFn} \sum_j \sum_k (l_{gTFn}^{ji-k} + l_{hTFn}^{ji-k}) + \sum_{TPn} \sum_j \sum_k (l_{gTPn}^{ji-k} + l_{hTPn}^{ji-k}) \quad (8d)$$

資本市場：

$$K_H^i = \sum_m \sum_j k_m^{ji} + \sum_{TFn} \sum_j \sum_k (k_{gTFn}^{ji-k} + k_{hTFn}^{ji-k}) + \sum_{TPn} \sum_j \sum_k (k_{gTPn}^{ji-k} + k_{hTPn}^{ji-k}) \quad (8e)$$

上記の市場均衡条件式は、左辺が供給量、右辺が需要量である。需要量は各経済主体の行動モデルにおいて導出された需要関数から求められる。

f) 等価的偏差による便益定義

便益を等価的偏差EVにより定義する。Aは政策なし、Bは政策ありを表す添字である。EVは以下ようになる。

$$V_H^j(p_V^{jA}, \Omega_H^{jA}, EV^j) = V_H^{jB} \quad (9a)$$

効用水準 V_H^j が(7f)のとおり $V_H^j = \frac{\Omega_H^j}{p_V^j}$ であることから、

EVは以下のように導出される。

$$EV^j = p_V^{jA} \left(\frac{\Omega_H^{jB}}{p_V^{jB}} - \frac{\Omega_H^{jA}}{p_V^{jA}} \right) = p_V^{jA} (V_H^{jB} - V_H^{jA}) \quad (9b)$$

(9b)右辺第二項は、整備有無に対する効用差

$(V_H^{jB} - V_H^{jA})$ に、整備無し (V_H^{jA}) の支出水準・効用水準変換係

数 p_v^{jA} を乗じたものである。

以上、本章では、SCGEモデルの概要および、企業、家計、運輸企業、その他経済主体の行動モデルを示した。また、市場均衡条件とEVによる便益定義を示した。次章では、SCGEモデルを用いて推計した、新型コロナウイルス感染症対策の経済的影響評価の結果を示す。

5. 分析結果

(1) 外出自粛の影響評価

3章で述べたように、緊急事態宣言に伴う外出自粛により、鉄道旅客、道路旅客、自家旅客、航空旅客の生産量はそれぞれ、43.7%、58.5%、29.6%、94.6%減少した。SCGEモデルを用いて各旅客運輸の生産減が結果として計算されるように間接税水準を決定することで、経済的影響を評価する。これは、外出自粛という政府からの強い要請を、かなり高率な税が賦課されたとして表現したものである。SCGEモデルを用いた推計の結果、便益はマイナスとなり、年間で25.23兆円の経済損失となった。内、商業における影響は3.4兆円/年、対個人サービスにおける影響は2.3兆円/年となった。25.23兆円の損失のうち、22.6%を商業と対個人サービスが占めていることから、第3次産業へ大きな影響をもたらしたことが分か

る。

それぞれの旅客生産量の減少に伴う、地域別の旅客運輸生産量の変化と、それによる地域別の産業生産量変化を次のa)～d)に示す。

a) 鉄道旅客減少による影響評価

はじめに、旅客生産量の減少による影響を述べる。鉄道旅客が43.7%減少したことによる、旅客生産量の変化を図-5.1に示す。横軸は発地であり、凡例に記した地域が着地となる。縦軸は実質生産額であり、単位は百万円である。政策ありの場合に、政策なしに対してどの程度変化したかを示す。なお、図-5.1は目的地別の旅客運輸生産量の変化で、OD別にまとめられたものである。しかし、航空旅客は、SCGEモデルにODが組み込まれていないため、図-5.1に示した結果には含んでいない。そのため、鉄道、道路、自家旅客の三つの旅客生産量変化の合計が図-5.1となっている。後述する図-5.3、図-5.5、図-5.7、図-5.9、図-5.11、図-5.13も同様である。

図-5.1より、関東(東京・埼玉・千葉・神奈川)から北海道・東北・北関東に移動する人の運輸消費額が実質的に600億円減少したことが分かる。関東から他の地域への交通量も減少していることから、鉄道旅客運輸の減少により、関東から他の地域への移動に大きな影響を与えることが分かる。山梨では、鉄道旅客の減少にもかかわらず、関東への移動が増加している。これは、鉄道旅客が減少しても、道路旅客、自家旅客による移動が増える

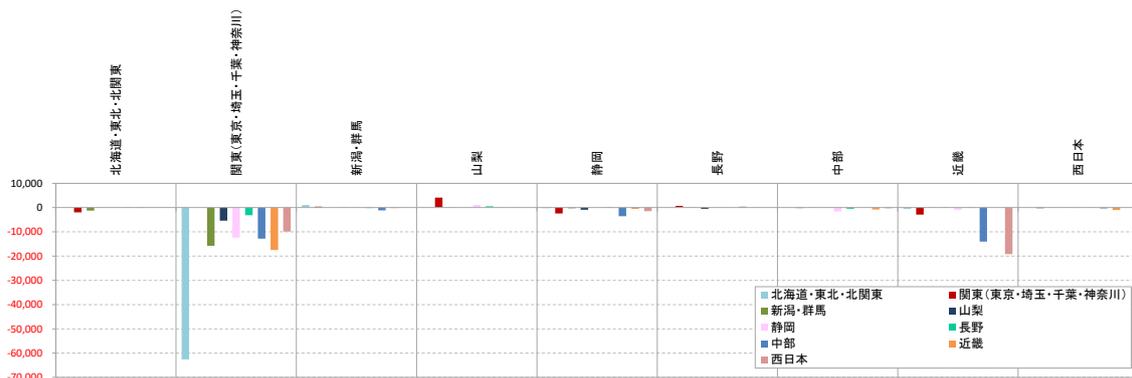


図-5.1 鉄道旅客減少による地域別の旅客生産変化量

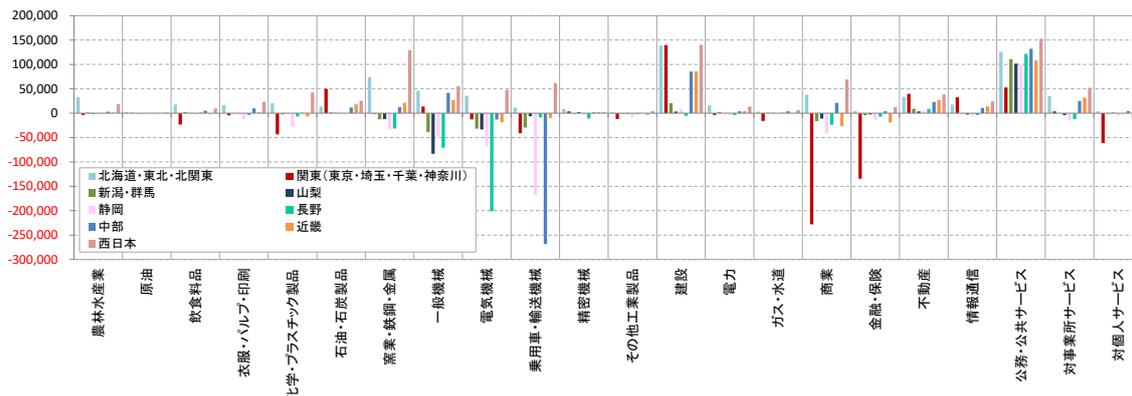


図-5.2 鉄道旅客減少による地域別の生産変化量

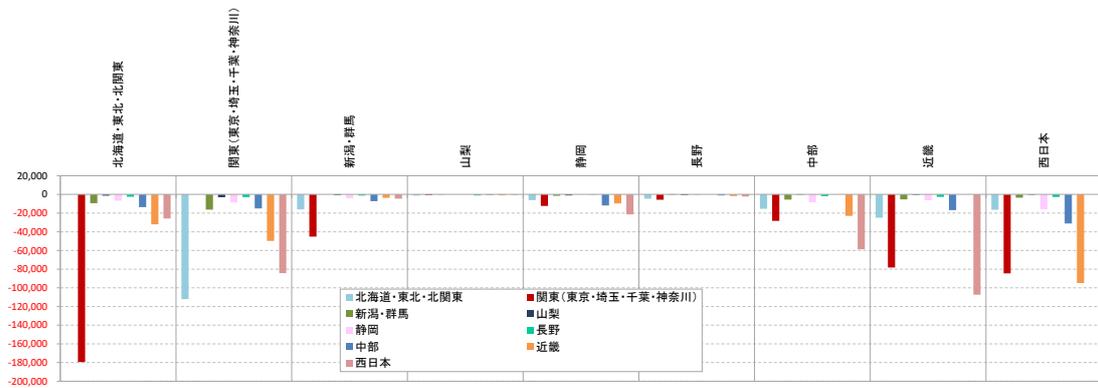


図-5.3 道路旅客減少による地域別の旅客生産変化量

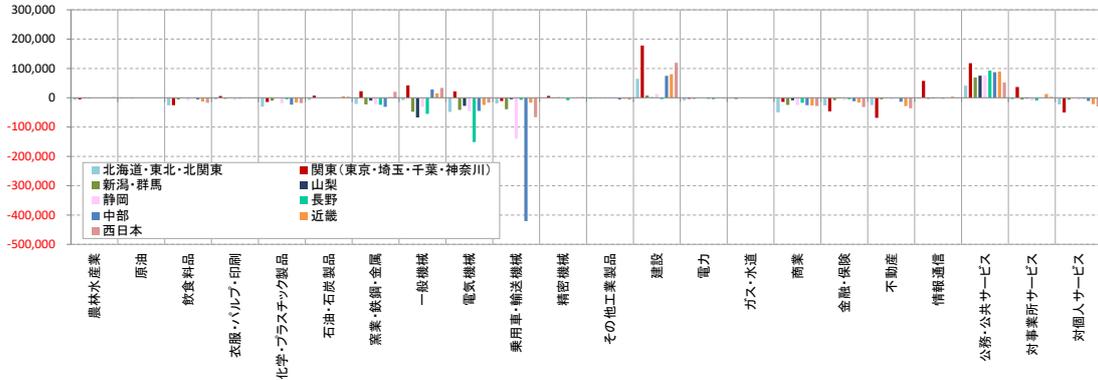


図-5.4 道路旅客減少による地域別の生産変化量

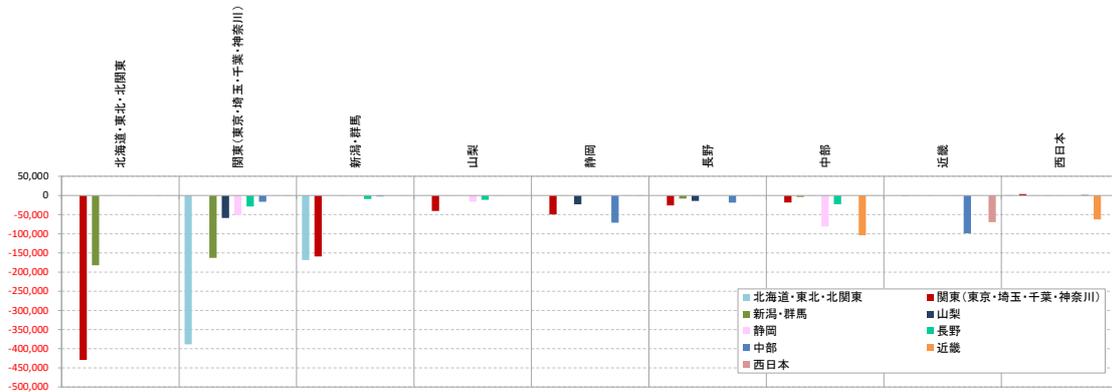


図-5.5 自家旅客減少による地域別の旅客生産変化量

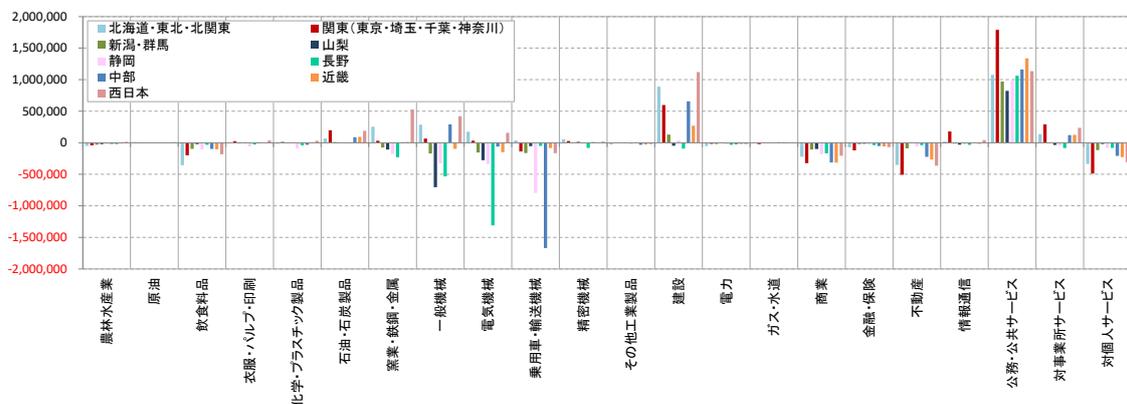


図-5.6 自家旅客減少による地域別の生産変化量

からだと考えられる。これらの旅客生産量の変化が、産業にどのような影響を与えるのか、図-5.2 に示す。横軸

は地域別、産業部門であり、縦軸は実質的な生産額の変化を示している。単位は百万円である。

図-5.2から、建設と公務・公共サービスが大幅に増加しているが、これは SCGE モデルの入力方法によるものである。3章で述べたように、本 SCGE モデルでは、供給曲線を急激に増加させることで運輸サービス需要を減少させている。経済モデルで表現すると、運輸サービスの利用者に高い税がかかっている状態となる。それによりもたらされる税金により、建設、公務・公共サービスは増加する。実際の鉄道旅客運輸サービスの生産量減少は、税がかかったことによるものではないため、建設と公務・公共サービスの生産量の増加は正確な推計ではないことに留意いただきたい。

鉄道旅客の減少により、東京都における商業、金融・保険、対個人サービスの生産額が、それぞれ実質的に2200億円、1300億円、600億円減少している。このことから、第3次産業に影響を与えていることがわかる。第3次産業産業で、関東が大きく影響を受けている一方で、静岡や北海道・東北・北関東では、生産量が増加している。北関東や静岡から関東に鉄道で移動した人が減少することで、静岡や北海道・東北・北関東では地域内の消費が増加した可能性がある。また、中部や西日本で乗用車・輸送機器の生産量が大きく減少し、長野では電気機器の生産量が大きく減少した。これは、第2次産業でも出張などで旅客運輸消費を行っており、出張の自粛が生産を低下させたからであると考えられる。このことから、

第3次産業だけでなく、第2次産業でも影響を受けているといえる。

なお、鉄道旅客生産量が43.7%減少した際に、道路旅客は1.2%増加し、自家旅客は1.3%増加する。そのため、図-5.2に示した生産量の変化が必ずしも鉄道旅客の減少のみによりもたらされるわけではなく、道路旅客と鉄道旅客のわずかな増加の影響も含む。

b) 道路旅客減少による影響評価

次に、道路旅客生産量の減少がもたらした影響について述べる。図-5.3に道路旅客が58.4%減少したことによる地域別の旅客生産変化量を示す。北海道・東北・北関東から関東(東京・埼玉・千葉・神奈川)への旅客運輸消費が実質的に1800億円減少している。これは、北関東でバスやタクシー等の道路旅客運輸サービスを用いて東京へ移動する人が減るからだと考えられる。また、近畿から西日本、関東への移動と、西日本から近畿、関東への道路旅客が減少している。これらの旅客運輸生産量の変化が産業の生産にどの程度の影響を与えたか、図-5.4に示す。道路旅客の減少では、中部における乗用車・輸送機械が大きく低下し、商業や対個人サービスといった第3次産業は全ての地域で減少している。

c) 自家旅客の減少による影響評価

次に、自家旅客の減少がもたらした影響について述べる。自家旅客が29.6%減少したときの旅客生産の変化量

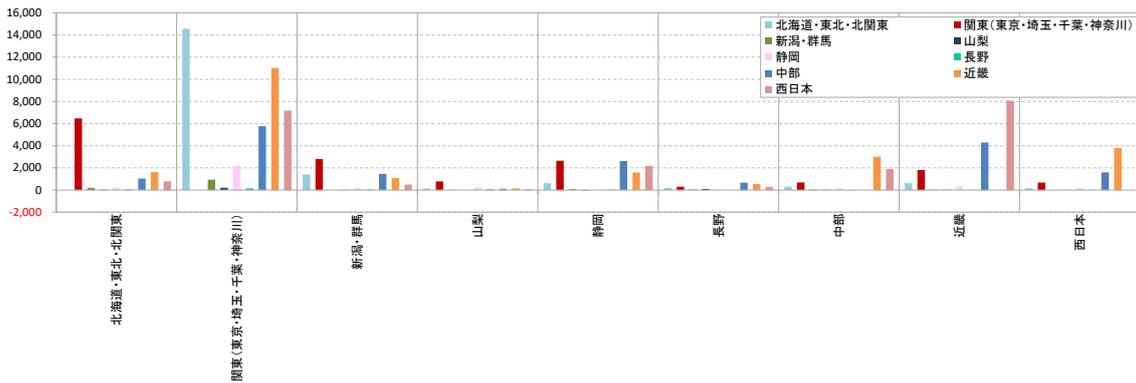


図-5.7 航空旅客減少による地域別の旅客生産変化量

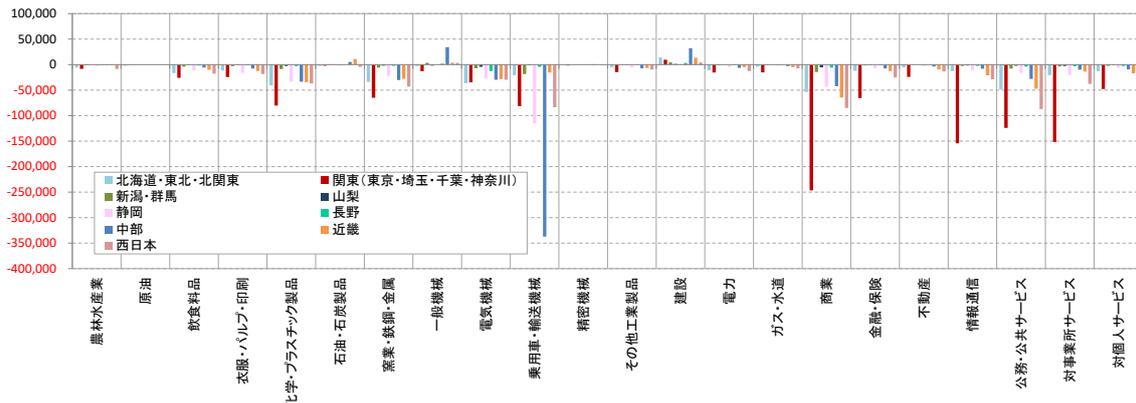


図-5.8 航空旅客減少による地域別の生産変化量

を図-5.5に示す。自家旅客の減少により、北海道・東北・北関東から関東(東京・埼玉・千葉・神奈川)への旅客が実質的に4200億円減少している。また、関東から北海道・東北・北関東への移動も実質的に4000億円近く減少している。自家旅客は他の旅客と比べて生産量が大きいいため、貨幣換算された生産量の値は大きくなる。自家旅客29.6%の減少は、他の旅客運輸サービスの減少幅と比べて小さいが、経済に与える影響は大きいと言える。

これらの自家旅客減少に伴う旅客生産量の変化が産業の生産量に与える影響を図-5.6に示す。全体的に道路旅客減少による影響と似た傾向を示す。しかし、商業に関して関東では実質的に3000億円、対個人サービスは実質的に5000億円の減少となっている。他の地域でも商業や対個人サービスに関して実質的に1000億円~3000億円減少している。そのため、自家旅客の生産量減少が第3次産業に与える影響は、他の旅客生産量の減少のときと比較して大きいと考えられる。

d) 航空旅客の減少による影響評価

最後に航空旅客の減少による影響を述べる。航空旅客は94.6%減少したが、SCGEモデルでは、航空旅客生産量の減少が63%となる値までしか計算することができなかった。そのため航空旅客に関しては、63%減少した際の推計結果を示す。航空旅客減少が旅客生産量に与えた影

響を図-5.7に示す。航空旅客の減少で、鉄道旅客、道路旅客、自家旅客が増加することがわかる。特に、関東から北海道・東北・北関東へ向かう旅客運輸サービスが増加する。最も増加する関東から北海道・東北・北関東の値は実質的に140億円の増加である。

航空旅客の減少が産業に与えた影響を図-5.8に示す。航空旅客の減少により、関東を中心に、商業、情報通信、対個人サービスなどで減少がみられる。関東での商業に関しては、実質的に2500億円の減少となっている。千葉県に成田国際空港が、東京都に東京国際空港(羽田空港)があり、航空旅客の減少で、関東を中心に観光客が減少する影響だと考えられる。

(2) GoToトラベルの政策評価

GoToトラベル政策に対するSCGEモデルの推計結果を以下に述べる。GoToトラベルでは、2.7兆円の補助が旅客運輸に対しなされるものとし、それが旅客運輸の価格を低下させる。他の企業は旅客運輸サービスの中間投入を行うため、運輸企業の価格低下の影響を受けて財価格も低下する。これらの波及的影響によってもたらされる純便益が2.24兆円となる。しかし、事業予算の2.7兆円が別途、税にて国民から徴収されるとしている。そのため年間で4923億円の経済損失となる。GoToトラベルにより、鉄道、道路、自家旅客生産量はそれぞれ4.1%、

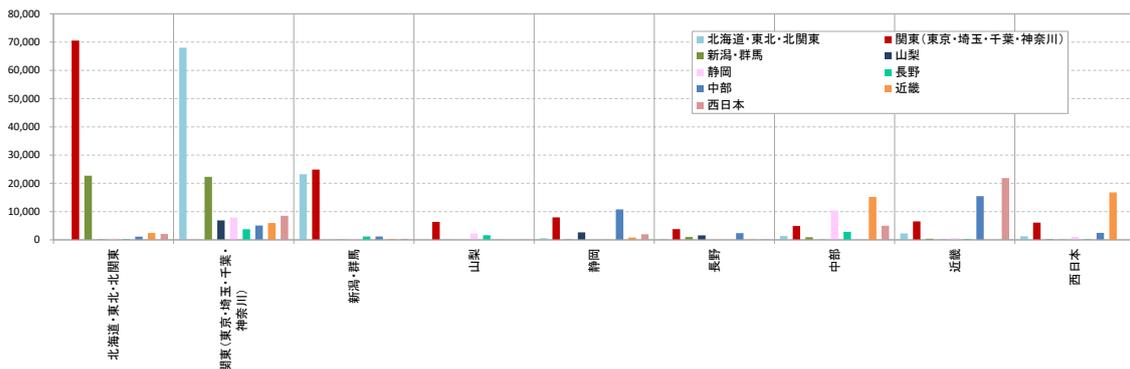


図-5.9 目的地別旅客交通の変化量

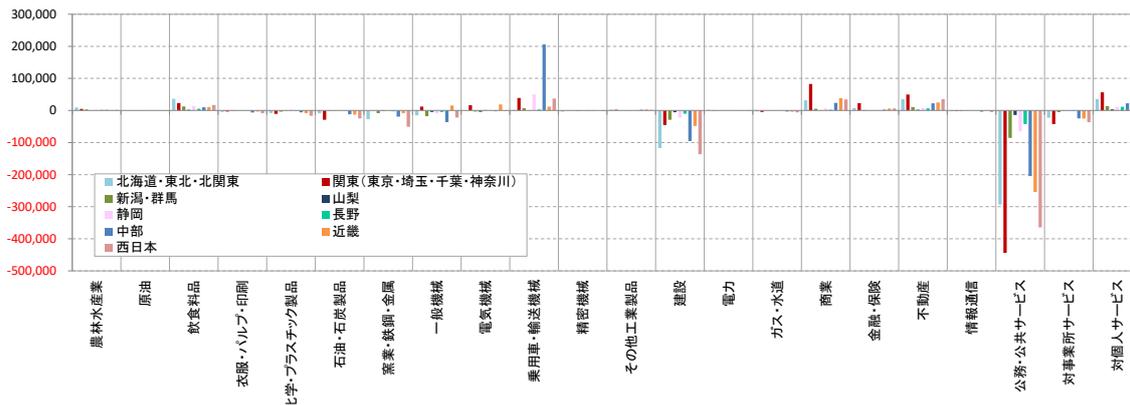


図-5.10 地域別産業別変化量

3.8%, 3.4%増加し、航空旅客生産量は0.03%減少する結果になった。4923億円の経済損失が生じるものの、旅客生産量が増加し、人の移動が活発化する。商業生産量

は2300億円/年、対個人サービス生産量は、2100億円/年増加するため、第3次産業を活性化させる効果がみられる。

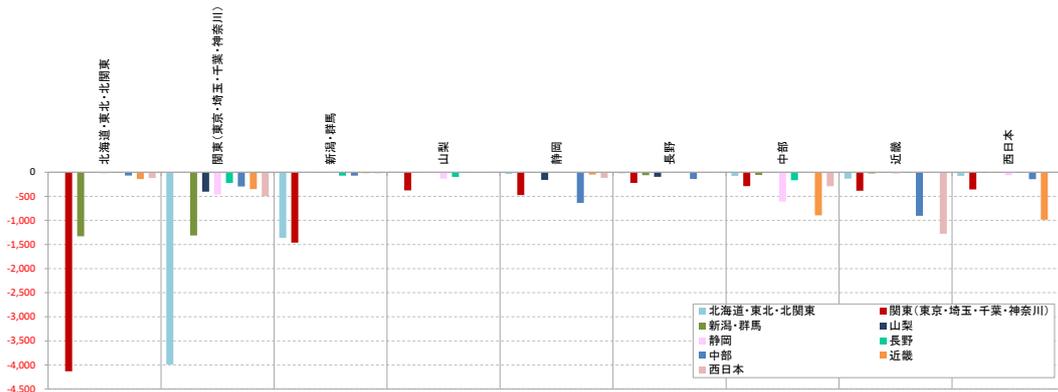


図-5.11 全国に対する課徴金による旅客生産変化量

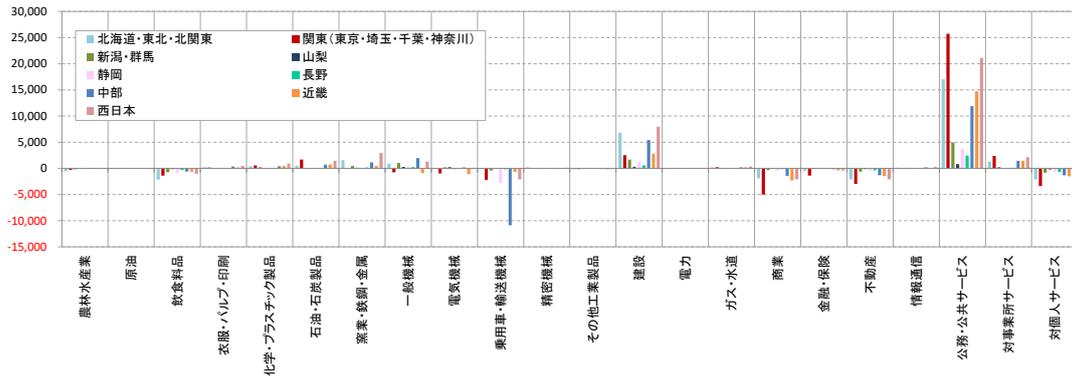


図-5.12 全国に対する課徴金による生産変化量



図-5.13 東京都に対する課徴金による旅客生産変化量

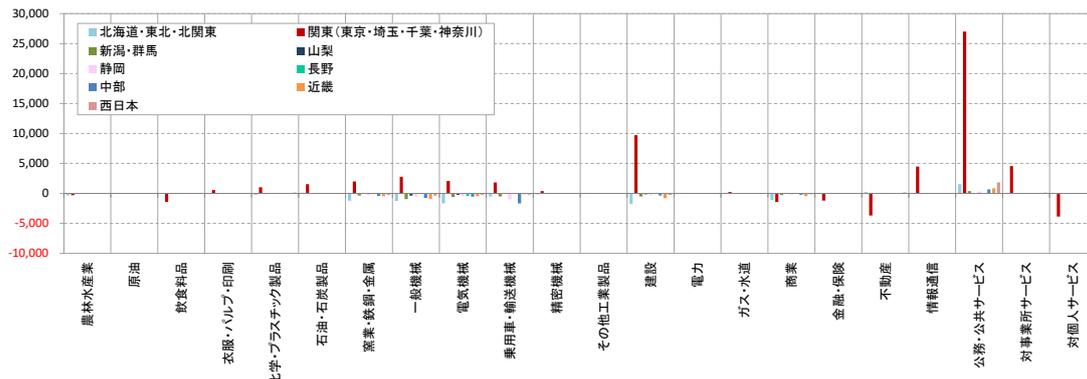


図-5.14 東京都に対する課徴金による生産変化量

図-5.9にGoToトラベルによる旅客生産量の変化を示す。山梨では、関東への移動が実質的に約 80 億円増加する。静岡や長野への移動の増加がみられるが、その他の地域への移動は増加していない。北海道・東北・北関東から関東への移動が実質的に 700 億円増加となる。GoToトラベルがもたらす産業生産量の変化を図-5.10に示す。商業と対個人サービスに着目すると、すべての地域で増加していることから、GoToトラベルでは、第3次産業に対し、消費を促す効果があったと言える。

(3) ピグー税的課徴金導入の政策評価

a) 全国を対象とした推計

SCGEモデルを用いて、新型コロナウイルス感染者の治療費を旅客運輸サービスの利用者が負担するとして推計を行った。外部不経済を緩和させるための課徴金水準は 0.00285 となった。これは、たとえば鉄道旅客運賃が 15 円/kmであった場合、10%の税率を想定して 1.5 円/kmの税額に対し 0.00285 を上乘せし、1.504275 円/kmになることを意味する。これらの徴収された税は新型コロナウイルス感染者の治療費に対して用いられる。また、経済損失は年間で 937 億円と推計された。鉄道旅客の生産量は 0.24%、道路旅客は 0.22%、自家旅客は 0.20%の減少となり、航空旅客は変化しないという結果になった。これらの交通量の減少が人の動きを抑制し、感染者数の減少となる。交通生産量が減少し感染者が減少すると同時に、商業生産量は 113 億円/年の減少、対個人サービスは 140 億円/年の減少となる。外出自粛政策では、商業への影響が 3.4 兆円/年、対個人サービスへの影響が 2.3 兆円/年であった。商業や対個人サービスへの影響は、外出自粛政策と比べるとはるかに小さくなっている。

外出自粛政策では鉄道旅客が 43.7%減少したのに対し、ピグー税的課徴金政策では 0.22%の減少であり、外出自粛政策と比べ感染者が抑制できるわけではない。しかし、課徴金収入は、感染被害に相当する補償に充てられることにより、実質的な被害はゼロになっているといえる。

ピグー税的課徴金を導入した際の旅客生産量の変化を図-5.11に示す。課徴金を導入したため、旅客の生産量は減少する。北海道・東北・北関東から関東(東京・埼玉・千葉・神奈川)への旅客が最も大きく変動し、実質的に 40 億円の減少となる。

各産業の生産量にもたらす影響を図-5.12に示す。建設と公務・公共サービスが増加しているが、これはピグー税的課徴金を導入したことで、税収が増加したためである。ピグー税的課徴金を導入するにあたり、旅客運輸サービスに課した税から得られる税収は、新型コロナウイルス感染者の治療費であるとしている。図-5.12をみると、全体的に大きな変化は見られず、関東において、商業で実質

50 億円の減少となる。

b) 東京都を対象とした推計

図-2.3に示したように、東京都での感染者数が多いことから、東京都の旅客運輸に対してのみ課徴金を設定した場合の推計を行う。東京都の感染者数は 2021 年 1 月 11 日時点で 76,163 人であり、外部不経済が 381 億円となる。東京都において旅客運輸サービスを利用する人が感染拡大を助長させるため、旅客運輸サービス利用者がこの外部不経済を課徴金として負担する。そのときの課徴金水準は 0.00355 となる。これは、たとえば鉄道旅客運賃が 15 円/kmだとすると、間接税が 10%のときに 1.5 円であった税が 1.5053 円となる。すなわち、0.0053 円/kmの旅客運賃の増加である。5.章で全国を対象とした推計結果の際に述べた 0.004275 円/kmの増加と比較して 0.001025 円/km高く負担する必要があることを意味する。感染者数および感染率が各都道府県で異なり、大都市や観光地では感染が拡大しやすいことから、地域ごとに負担額を変える必要があることを示した。また、東京都の旅客運輸に対する課徴金導入が旅客生産に与える変化を図-5.13に示す。各地域からの関東への移動が減少していることが分かる。図-5.14に各産業の生産量変化を示す。対個人サービスが東京都で実質的に 40 億円減少している。また、商業、金融・保険、不動産、飲食料品で生産量の減少がみられる。第2次産業は関東以外で減少が見られるが、関東は増加傾向にある。これは、他地域で減少した生産量が関東の増加へ代替されていることが可能性として考えられる。

以上に、外出自粛、GoToトラベル、ピグー税的課徴金導入の三つの政策に関して分析結果を示した。次章に本研究の成果と課題を述べる。

6. 結論

(1) 研究の成果

本研究では、外出自粛、GoToトラベル、ピグー税的課徴金の三つの政策の比較分析を行った。外出自粛の経済損失が 25.23 兆円/年と最も大きな値となったことから、外出自粛が社会に与える影響は大きいといえる。商業は 3.4 兆円/年、対個人サービスは 2.3 兆円/年の減少となっており、第3次産業に影響を与えている。また、GoToトラベルでは年間で 492.3 億円の経済損失となった。この損失は、GoToトラベルによる補助が移動等の費用を下げることにより 2.24 兆円の便益をもたらす一方で、事業費用 2.7 兆円は国民の税により徴収されるからである。しかし、商業は 2300 億円/年、対個人サービスは 2100 億円/年増加するため、外出自粛で減少した第3次産業に対して、有効な救済措置であるといえる。

外出自粛は、感染拡大防止を目的としており、GoTo トラベルでは経済活動の促進を目的としている。SCGE モデルの推計結果をみると、それぞれの政策による効果はあったものと考えられる。

次に、感染拡大防止と経済活動促進、両方を考慮するための政策提案としてピグー税的課徴金の導入を検討した。SCGEモデルによる推計の結果、課徴金水準は0.0028 となり、便益は6億円となった。旅客運輸サービスの利用者に対し、0.0028の課徴金水準を間接税に上乗せすることにより、商業の生産量が113億円/年、対個人サービスの生産量が140億円/年減少するという結果となった。第3次産業活動に影響を与えるものの、外出自粛と比較して経済への影響を小さくすることができる。また、GoToトラベルと比較して交通生産量が減少するため人の移動の抑制につながる。以上より、感染拡大防止と経済活動の抑制緩和の両方を考慮した政策としては有効であるといえる。感染者の治療費は現在、公費で支払われているが、ピグー税的課徴金を導入した際は、徴収した税をあてることができる。ピグー税的課徴金政策では、外出自粛ほど感染者数を抑制することはできない。人命と経済活動を天秤にかけて評価することはできないが、経済モデルを用いて社会厚生が最大となることが最適であるという観点から述べると、ピグー税の導入は効果的である。

(2) 課題

課題として、5章で示した旅客交通量変化のグラフは、航空旅客が含まれていない点や、生産変化量のグラフで、建設や公務・公共サービスが大きく変動しているのも、モデルの入力方法に影響されている点が挙げられる。外出自粛の評価で用いた各旅客生産量の減少は全国で一律に減少するとしているが、地域によって、交通量の変動幅は異なるはずである。それらも考慮されていないため、旅客交通量や各産業の生産量の変化を地域ごとにグラフ化しているが、現実を正確に示せていないことが課題として挙げられる。このように、本研究の推計は、各地域の産業分野、産業の生産量、交流や交易をふまえてモデル化されたSCGEモデルを用いているため、推計された値は目安にはなるものの、考慮できていない部分も多く、現実を正確に反映できていないとは言えない。また、ピグー税的課徴金の推計で、外部不経済を一人50万円としている。正確な外部不経済を特定することも課題となる。東京都のみに焦点をあてて課徴金水準の導出を行ったものの、地域ごとの感染者数を考慮できていないことも課

題である。東京都や大阪府などの大都市や観光地では、人の移動が多く感染が拡大しやすいため、それらも考慮した政策提案をする必要がある

参考文献

- 1) 文部科学省：新型コロナウイルスに関連した研究機関・研究者，2020.
- 2) 宮本勝浩：緊急事態宣言による経済的減少額，関西大学プレリリース，2020.
- 3) 第一生命経済研究所：経済分析レポート，2020，2021.
- 4) Asami Anzai and Hiroshi Nishiura：”Go To Travel” Campaign and Travel-Associated Coronavirus Disease 2019 Cases：A description Analysis, July-August 2020, *Journal of Clinical Medicine*, 2021.
- 5) 厚生労働省：新型コロナウイルス感染症について，2020.
- 6) NHK：特設サイト新型コロナウイルス，2020.
- 7) 首相官邸：新型コロナウイルス感染症対策本部，2020.
- 8) 経済産業省：新型コロナウイルス感染症関連，経済産業省の支援策，2020.
- 9) 観光庁：GoTo トラベル事業公式サイト，2020.
- 10) 内閣府地方創生推進室：V-RESAS，新型コロナウイルス感染症が地域経済に与える影響の可視化，2020.
- 11) SMBC 日興証券：GDP，初めてでもわかりやすい用語集
- 12) 内閣府：四半期 GDP 速報，2020.
- 13) 経済産業省：全産業活動指数，2020.
- 14) 経済産業省：第 3 次産業活動指数，最新結果の概要，2020.
- 15) NEXCO 東日本：高速道路の交通量，2020.
- 16) Pigou, A.C：The Economics of Welfare, Macmillan, 4th edition, 1932(永田清監修，気賀健三，千種義人，鈴木諒一，福岡正夫，大熊一郎訳：厚生経済学，東洋経済新聞社，1953).
- 17) 石弘光：環境税，東洋経済，1997.
- 18) 神取道宏：ミクロ経済学の力，日本評論社，pp257-267，2014.
- 19) 武藤慎一，東山洋平，河野達仁，福田敦：交通内生型 SCGE モデルの開発，土木学会論文集，Vol.75，No.3，2019.
- 20) 土屋哲，多々野裕一：SCGE モデルを用いた基幹交通網に関する地震リスクのパブリックマネジメント，社会技術研究論文集，Vol.2，pp.228-237，2004.
- 21) 森川正之：新型コロナ危機と経済政策，経済産業研究所，2020.

(2021.?? 受付)