

新型コロナウイルス感染症流行下における余暇外出量に 感染状況・政策・心理要因が与える影響の時系列分析

Time series analysis of the effect of infection status, policies, and psychological factors on the amount of leisure outings during the COVID-19 pandemic

東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻 37-216192 滝澤 輝久

The Japanese government has been trying to prevent the spread of COVID-19 by “request for self-restriction”. Although it was effective in the early stages of the outbreak, its effectiveness seems to be decreasing as people are becoming “fatigued.” Therefore, this study analyzed changes in the impact of various factors (infection status, policies, and psychological factors) on the amount of leisure outings. Results show that the impacts of policies gradually decreased. The impacts of infection status also gradually decreased but it increased again in the middle stages. There was little change in the impact of psychological factors. Differences in the amount of leisure outings between regions were highly influenced by policy and infection status in the early stages but were more influenced by city size and habituation in the later stages.

1. 研究の背景と目的

新型コロナウイルス感染症の拡大防止のため諸外国では法律に基づく外出制限を行っていたが、日本では強制力を持たない「自粛要請」で市民の外出抑制を行っていた。しかしながら時間が経過するにつれ、「自粛疲れ」と称されるように、人々の外出が減少しづらくなってきていると考えられる。2022 年 9 月には政府が感染拡大防止と社会経済活動の両立を図る方針（With コロナ）を表明し、行動制限を行うことで感染拡大を防ぐフェーズが終了した。そこでこれまでの取組の総括が必要だと考えられる。

新型コロナウイルス感染症流行下（以下、コロナ禍）の日本でのモビリティについては Arimura et al. (2020) [1]や Wu et al. (2022) [2]、Hara et al. (2020) [3]によって、社会経済属性や地理属性との関係については Muto et al. (2020) [4]や Hanibuchi et al. (2022) [5]によって、心理要因や代替活動との関係については Parady et al. (2020) [6]や Yabe et al. (2020) [7]によって、感染状況との関係については Takahashi et al. (2022) [8]によって、政策との関係については Yoneoka et al. (2022) [9]や Sun et al. (2022) [10]、Okamoto (2022) [11]によってそれぞれ分析されているが、いずれも感染拡大初期、長くても 2021 年 9 月までを対象としており、それらの要因やその影響力がどのように変化してきたかを分析したものはない。また、国内の地域間でモビリティの変化には差があるものの、それがどのような要因によって生じたかについては分析されていない。

そこで本研究ではコロナ禍で感染状況や政策、人々の心理といった要因が余暇外出量に与える影響を時系列分析によって明らかにすることを目的とする。なお、通勤・通学や日常生活に必要な買い物等は勤務先や学校等の判断に大きく影響されること、感染症流行下においても必要不可欠な活動であることから、いずれも各要因の影響が大きくなると考えられるため、本研究では取り扱わないこととした。具体的には以下の 2 つをリサーチクエスションして設定した。

- 1) 時間の経過によって余暇外出量にどの程度変化があり、
 - (i) 感染状況と政策がどのように変化し、また余暇外出量に対する影響力がどのように変化したか

- (ii) 人々の心理がどのように変化し、また余暇外出量に対する影響力がどのように変化したか

- 2) 地域間で余暇外出量の変化に違いがあるのはどのような要因によるものか

2. 時期の区分

本研究では 2020 年 2 月 1 日から 2022 年 6 月 30 日を対象期間として取り扱う。その期間を全国の新規陽性者数 [12] の 7 日間移動平均の谷に当たる日を境として 6 つの期間に分け、それぞれ第 1 波～第 6 波と呼ぶこととする（図 2-1、表 2-1）。



図 2-1 全国の新規陽性者数と時期の区分

表 2-1 時期の区分と期間

時期	期間
第 1 波	2020 年 2 月 1 日 ～2020 年 5 月 26 日
第 2 波	2020 年 5 月 27 日 ～2020 年 9 月 24 日
第 3 波	2020 年 9 月 25 日 ～2021 年 3 月 2 日
第 4 波	2021 年 3 月 3 日 ～2021 年 6 月 21 日
第 5 波	2021 年 6 月 22 日 ～2021 年 11 月 28 日
第 6 波	2021 年 11 月 29 日～2022 年 6 月 30 日

3. 余暇外出量と感染状況・政策の時系列変化

3.1. 余暇外出量データについて

本章では Google コミュニティモビリティレポートを使用し、リサーチクエスションの 1) (i) および 2) について検討する。このデータは全世界のコロナ禍における毎日の外出量、具体的には感染拡大前（2020 年 1 月 3 日～2 月 6 日）の曜日別中央値で基準化された各日の訪問者数が都道

府県ごとに提供されている。訪問先の場所は retail & recreation, grocery & pharmacy, parks, transit stations, workplaces, residential⁶ つのカテゴリに分類されている。本研究では余暇外出量の分析を目的としているため、以降は retail & recreation（レストラン、カフェ、ショッピングセンター、テーマパーク、博物館、図書館、映画館など）のデータを取り上げ、これを余暇外出量と呼ぶ。

3.2. 政策の定量評価

政府・地方自治体は感染拡大状況に応じてそれぞれ異なる政策をとってきたが、それらの影響を評価する際には、その政策の強度を評価する必要がある。本研究では Oxford COVID-19 Government Response Tracker [13] を参考に表 3-1 のように基準を定めた。この基準をもとに各都道府県の新型コロナウイルス対策本部会議の資料等を参照し、各都道府県の政策を評価した。また、各指標の数値から式 3-1 によって厳格度 (stringency) を算出した。例として岩手・東京・香川・沖縄の 4 都県の stringency の推移を図 3-1 に示す。

$$stringency = \frac{1}{7} \sum_{j=1}^7 100 \frac{C_j - 0.5 * (Flag = 0)}{\max(C_j)} \quad (3-1)$$

(C_j は表 3-1 の項目を表す)

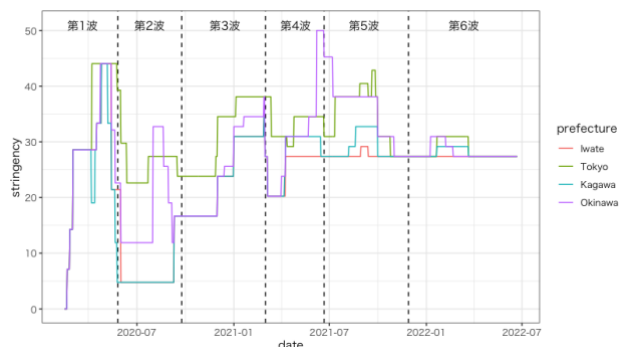


図 3-1 4 都県の stringency の推移

3.3. 感染状況と政策が余暇外出量に与える影響

3.3.1. 余暇外出量モデルについて

余暇外出量と政策や感染状況の影響力を推定する。本研究では全 47 都道府県の毎日のデータを利用してモデル化を行う。具体的には都道府県 i の日にち t の余暇外出量 $y_{i,t}$ を式 3-2 で推定する。ただし $x_{k,i,t}$ は説明変数、 β_k はそのパラメータ、 ar_1 は $y_{i,t-1}$ のパラメータ、 $\varepsilon_{i,t}$ はホワイトノイズを表す。

$$y_{i,t} = \sum_k \beta_k x_{k,i,t} + ar_1 y_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t} \quad (3-2)$$

表 3-1 各項目の基準

ID	項目	基準
C1	Restaurant closing	0- 対策なし 1- 時短要請 2- 時短要請（酒類提供禁止） 3- 休業要請
C2	School closing	0- 対策なし 1- 休校を推奨、または全校開校（ただし COVID-19 がない場合と比較して明確な変更あり） 2- 休校を要求（一部のレベルまたはカテゴリのみ、たとえば高校だけ、または公立学校だけ） 3- 全レベルの休校を要求
C3	Cancel public events	0- 対策なし 1- キャンセル推奨 2- キャンセルを要求
C4	Restrictions on gatherings	0- 制限なし 1- 超大型集会（1000 人以上） 2- 101～1000 人の集会の制限 3- 11～100 人の集会の制限 4- 10 人以下の集会の制限
C5	Close public transport	0- 対策なし 1- 閉鎖を推奨（または利用できる量・ルート・手段を大幅に削減） 2- 閉鎖を要求（またはほとんどの市民の利用を禁止）
C6	Stay at home requirements	0- 対策なし 1- 外出しないことを推奨する 2- 毎日の運動、食料品の買い物、「必要な」外出は例外として、外出しないことを要求 3- 最小限の例外（例えば、週に 1 回外出できる、一度に外出できるのは一人だけ、など）を除いて外出しないことを要求
C7	Restrictions on internal movement	0- 対策なし 1- 地域・都市間の移動をしないことを推奨 2- 内部移動の制限を実施中
	Flag	0- 一部地域 1- 全域

説明変数と算出方法・単位を表 3-2 にまとめた。

表 3-2 余暇外出量モデルの変数

説明変数	算出方法・単位
stringency	前述。第 1 波～第 6 波ごとの個別パラメータ。
GoTo ダミー	GoTo トラベル実施期間に 1 をとるダミー変数。
感染者数	前日の感染者数を都道府県の人口 10 万人あたりに換算し、対数をとった値。第 1 波～第 6 波ごとの個別パラメータ。
感染者数前週比	前日の感染者数の前週同曜日比増減 (%)
気温 (差分)	当該都道府県の 2020 年 1 月 3 日～2 月 6 日の平均気温との差分 (°C)
降雨量 (差分)	当該都道府県の 2020 年 1 月 3 日～2 月 6 日の平均降水量との差分 (mm)
降雪量 (差分)	当該都道府県の 2020 年 1 月 3 日～2 月 6 日の平均降雪量との差分 (mm)
週末ダミー	土曜日・日曜日に 1 をとるダミー変数。
祝日ダミー	祝日に 1 をとるダミー変数。
人口密度	当該都道府県の 2020 年人口密度 (人/km ²)

3.3.2. 推定結果

推定結果を表 3-3 にまとめた。

表 3-3 余暇外出量モデル推定結果

	パラメータ	t 値	
定数項	3.54	18.22	***
stringency (第 1 波)	-0.30	-43.33	***
stringency (第 2 波)	-0.34	-27.06	***
stringency (第 3 波)	-0.25	-26.94	***
stringency (第 4 波)	-0.20	-15.91	***
stringency (第 5 波)	-0.12	-13.41	***
stringency (第 6 波)	-0.03	-3.22	**
GoTo ダミー	1.11	8.94	***
感染者数 (第 1 波)	-2.44	-16.37	***
感染者数 (第 2 波)	-1.54	-14.47	***
感染者数 (第 3 波)	-0.79	-8.28	***
感染者数 (第 4 波)	-0.88	-6.60	***
感染者数 (第 5 波)	-1.26	-14.28	***
感染者数 (第 6 波)	-1.52	-25.34	***
感染者数前週比	<0.00	-0.45	
気温 (差分)	<0.00	0.77	
降雨量 (差分)	-0.11	-48.51	***
降雪量 (差分)	-0.44	-21.30	***
週末ダミー	-1.73	-23.65	***
祝日ダミー	11.43	73.36	***
人口密度 (人/km ²)	<0.00	-26.41	***
ar1	0.55	152.98	***
サンプル数	39993		
決定係数	0.67		
調整済み決定係数	0.67		

*:5%有意 **:1%有意 ***:0.1%有意

stringency のパラメータの変化に着目すると、第 1 波から第 2 波にかけて政策の影響力が増加し、それ以降は減少している。第 1 波では全国ほぼ一律の対応がなされたため、影響の差がそこまで見られなかったためと考えられる。一

方で第 2 波は東京など一部の地域のみ政策が強くとられたため、その影響の差が生じた結果だと考えられる。第 3 波以降は stringency の効果が低減しており、人々が政策に慣れてしまった、または反発する人が出てきたことの影響が考えられる。

続いて感染者数のパラメータの変化に着目すると、第 1 波から第 3 波にかけては影響力が減少し、第 4 波以降で再び増加している。減少の傾向については、治療法の確立や感染しやすい環境の明確化により、適切な感染対策を行うようになり、影響力が低減したことが考えられる。一方、第 4 波以降では変異株の流行により、それまでの治療法や感染対策の有効性が低下し、感染状況の影響力が増加した可能性が考えられる。また、第 6 波については、変異株は弱毒化するも感染力は強くなり、感染者数はそれまでより大幅に増加した。そのため、感染拡大時は感染した人の数や濃厚接触者に認定された人の数が多く、隔離政策によって外出できなくなってしまう、あるいはそのようなリスクを恐れて外出しないといった影響があった可能性が考えられる。

3.3.3. 影響力の評価・分析

推定されたパラメータ β_k に変数 $x_{k,i,t}$ を乗じた値 $\beta_k x_{k,i,t}$ は変数 k が都道府県 i の日にち t の余暇外出量増減に与える影響を表す。東京都の各日の余暇外出量の予測値をそれぞれの要因ごとに分けて図示したものが図 3-2 である。横軸には日にちが、縦軸には予測値が表されており、各日の余暇外出量の増減にどの要因がどの程度影響を与えているかを表している。stringency の影響力の推移について見ると、時期を追うごとに影響力が減少し第 6 波ではほとんど影響力がなくなっている。一方で感染者数の影響力は第 1 波～第 4 波までは非常に小さかったが、第 5 波、第 6 波と次第に増加している。しかしながら第 5 波、第 6 波では stringency、感染者数の影響はいずれも全体の割合としては小さく、人口密度といった都市規模や前日の余暇外出量、つまり習慣化の影響が大きくなっている。これは、今後ポストコロナにおいて感染者数や政策がなくなってもこれまでの習慣によって余暇外出量は元には戻らず、減少した水準で推移する可能性を示唆している。

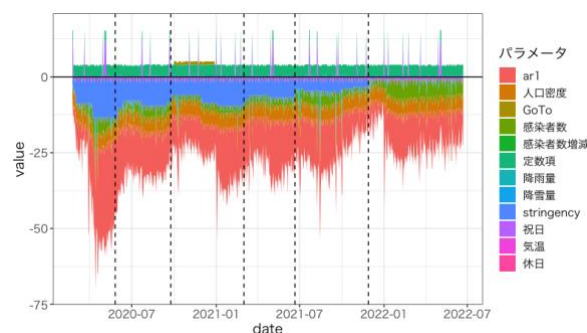


図 3-2 東京の余暇外出量の効果量の推移

続いて時期別 (第 2 波・第 6 波)・都道府県別の推定値の平均を同様にそれぞれの要因ごとに分けて図示したものが図 3-3 である。横軸には都道府県が、縦軸には予測値が表

されており、第2波と第6波の各都道府県の余暇外出量の増減にどの要因がどの程度影響を与えているかを表している。第2波では都道府県間で stringency や感染者数による影響差が大きくみられるが、第6波になるとそれらの影響差は小さく、人口密度の差や前日の余暇外出量による影響差が大きいことが読み取れる。

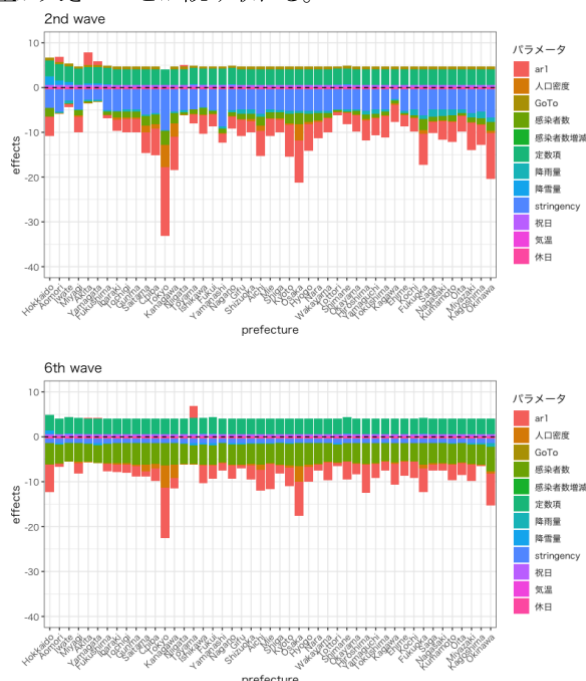


図 3-3 時期別・都道府県別の効果量

4. 余暇外出頻度と心理要因の時系列変化

4.1. 調査の概要

本章ではリサーチクエスションの1)(ii)について検討する。2020年4月から2021年7月にかけて Web アンケート調査により計5回追跡調査を行った。対象者は関東1都6県在住の20代以上である。地域を南関東(埼玉県・千葉県・東京都・神奈川県)と北関東(茨城県・栃木県・群馬県)の2地域、年齢層を20代・30代・40代・50代・60代以上の5区分、性別を男性・女性の2区分にわけ、それぞれの組み合わせの20グループを定めた。1回目の調査において各グループで40人ずつ、計800人となるようにサンプリングを行った。第2回以降は前回調査の回答者を対象として実施し、ある回で回答しなかったサンプルに対してはそれ以降の調査は行っていない。

調査実施時期の詳細やサンプル数、調査項目の概要を表4-1にまとめた。なお、1回目の調査の際に感染拡大前(2020年1月以前)の各種行動の頻度を聴取した。本章ではこの感染拡大前の時点をも、各調査を行った時点をそれぞれ t_1, t_2, t_3, t_4, t_5 と呼ぶ。

表 4-1 調査の概要

調査対象	関東1都6県在住の20歳以上男女
実施方法	Web アンケート(クロスマーケティング(株)へ委託)
実施時期	① 第1波・2020年4月7日～4月11日 ② 第1波・2020年4月23日～4月30日 ③ 第2波・2020年9月10日～9月17日 ④ 第3波・2021年2月2日～2月16日 ⑤ 第4波・2021年7月2日～7月9日
有効回答数	① 800 サンプル ② 722 サンプル ③ 586 サンプル ④ 521 サンプル ⑤ 425 サンプル
主な調査項目	個人属性、外出頻度、心理要因

4.2. 心理要因が余暇外出頻度に与える影響

4.2.1. 自粛選択モデルについて

外出自粛を目的変数、心理要因を説明変数とする自粛選択モデルを推定し、心理要因による影響を評価する。外出活動の頻度について「全く行っていない・該当なし」を回答した場合は外出を「自粛した」、それ以外の回答の場合は「自粛していない」と定義し、自粛の有無を目的変数とするロジスティック回帰分析を行う。

モデルは「外食(ひとりで)」「外食(他人と)」「余暇・レジャー(ひとりで)」「余暇・レジャー(他人と)」の4つの目的で推定を行う。目的変数ごとに、5回の調査すべてに回答しており感染拡大前にその目的の活動を行っていたサンプルを抽出し、データとして使用した。説明変数の一覧を表4-2に示す。

4.2.2. 推定結果と効果量

前項で定式化したモデルの推定結果を表4-3に示す。なお、推定はRの離散選択モデル推定パッケージ *apollo*(Version 0.2.8)[14]を用いた。また、時点ダミー・コロナ恐怖の限界効果、他者の自粛認知の弾力性の値と95%信頼区間を図4-1に示す。

コロナ恐怖の限界効果については、時間を通して変化が大きいわけではないが、推定誤差が大きいものの、いずれの目的も t_1, t_2 の値は比較的小さく、 t_3 で増加し、以降は概ね大きな変化なく推移している。 t_1, t_2 では宣言や宣言前の要請などの要因が支配的であったが、制限が緩んだ t_3 以降では恐怖の影響が比較的大きくなったものと考えられる。

他者の自粛認知の効果量について見ると、いずれも誤差が大きく確定的なことは言えないが、細かく見ると、どの目的でも t_1, t_2 では大きな違いは見られないが、 t_3 以降のトレンドが外食と余暇・レジャーで異なっている。外食は t_3, t_4 で大きくなっており、他者の自粛認知が外食をするかどうかに影響を与えていたと考えられる。一方余暇・レジャーについては t_3 以降も概ね変化がなく、あまり影響を与えたことは確認できなかった。

また、時点ダミーの効果量に着目すると、コロナ恐怖の限界効果に比べ、誤差が小さく、影響力も大きい。また、時点間での変動も大きく、1回目の宣言期間である t_2, t_3

表 4-2 自粛選択モデルの変数一覧

変数	定義
自粛したか否か（目的変数）	各行動を週に全く行っていない場合に 1、それ以外の場合に 0
時点ダミー	回答時期ごとのダミー変数
緊急事態宣言ダミー	緊急事態宣言が発出されている時期・都道府県に 1、それ以外に 0
男性ダミー	性別が男性の場合に 1、女性の場合に 0
若者（20 代）ダミー	年齢が 20 代の場合に 1、それ以外の場合に 0
単身者ダミー	世帯人員が 1 人の場合に 1、2 人以上の場合に 0
高齢者ダミー	年齢が 65 歳以上の場合に 1、それ以外の場合に 0
高齢者同居ダミー	65 歳以上の同居者がいる場合に 1、それ以外の場合に 0
自動車保有ダミー	自動車を保有している場合に 1、それ以外の場合に 0
コロナ恐怖ダミー	「新型コロナウイルスは恐ろしいと思いますか」という設問に「非常にそう思う」「そう思う」と回答した場合に 1、「どちらともいえない」「あまりそう思わない」「全くそう思わない」と回答した場合に 0。t ₁ から t ₅ までの個別パラメータ。
他者の自粛認知（主成分得点）	「あなたは、あなたを含む人々がどれくらい外出を自粛していると思いますか」という設問での「親戚」「職場・学校の人」「近所の人」「それ以外の人」「世間一般の人」の各項目の回答結果から計算した第 1 主成分得点。t ₁ から t ₅ までの個別パラメータ。
状態不安（主成分得点）	状態不安を問う 3 つの設問の回答結果から計算した第 1 主成分得点
感染者数（人/10 万人日）	各時期における居住都道府県の 10 万人あたりの新規感染者数（7 日間平均）
通勤頻度（回/週）	1 週間の通勤日数
人口密度（人/km ² ）	居住都道府県の人口密度

表 4-1 自粛選択モデル推定結果

	外食（ひとり）		外食（他人と）		余暇・レジャー（ひとり）		余暇・レジャー（他人と）	
	パラメータ	t 値	パラメータ	t 値	パラメータ	t 値	パラメータ	t 値
定数項	-16.33	-46.60***	-17.79	-51.82***	-17.56	-47.08***	-17.21	-49.27***
t ₁ ダミー	16.40	37.96***	17.16	38.31***	17.51	34.60***	17.11	34.99***
t ₂ ダミー	17.27	28.11***	18.60	30.46***	18.41	27.23***	18.81	26.28***
t ₃ ダミー	15.54	38.86***	16.70	40.96***	17.08	39.22***	16.56	35.75***
t ₄ ダミー	16.21	28.16***	17.50	28.86***	18.49	27.88***	17.70	27.18***
t ₅ ダミー	16.09	31.92***	17.76	33.28***	17.75	30.85***	16.92	29.57***
緊急事態宣言ダミー	0.11	0.30	-0.36	-0.94	0.42	0.94	0.24	0.61
男性ダミー	-0.52	-2.44*	-0.03	-0.17	-0.69	-3.46***	-0.53	-2.67*
若者（20 代）ダミー	0.05	0.16	-0.68	-2.69*	-0.51	-2.21*	-0.31	-1.35
高齢者ダミー	0.06	0.15	0.53	1.52	0.16	0.39	0.25	0.58
単身者ダミー	-0.19	-0.69	0.07	0.24	0.03	0.11	0.17	0.67
高齢者同居ダミー	0.39	1.40	0.01	0.02	-0.24	-0.86	0.22	0.94
自動車保有ダミー	0.03	0.14	-0.28	-1.29	-0.09	-0.43	-0.35	-1.56
t ₁ コロナ恐怖ダミー	0.07	0.17	0.31	0.75	0.39	0.90	0.67	1.60
t ₂ コロナ恐怖ダミー	-0.16	-0.31	0.46	0.92	-0.05	-0.09	-0.04	-0.06
t ₃ コロナ恐怖ダミー	0.81	2.24*	0.54	1.59	0.87	2.38*	0.86	2.46*
t ₄ コロナ恐怖ダミー	0.42	1.16	0.76	2.16*	0.14	0.39	0.68	1.97*
t ₅ コロナ恐怖ダミー	0.30	0.84	0.09	0.27	0.47	1.30	0.91	2.70*
t ₁ 他者の外出自粛認知（主成分得点）	1.16	1.34	0.78	0.96	0.64	0.68	0.30	0.33
t ₂ 他者の外出自粛認知（主成分得点）	0.85	0.98	1.45	1.18	1.65	1.60	3.65	2.65*
t ₃ 他者の外出自粛認知（主成分得点）	1.66	2.10*	0.68	0.92	0.43	0.59	1.04	1.40
t ₄ 他者の外出自粛認知（主成分得点）	1.80	2.28*	3.09	3.78***	0.36	0.45	0.91	1.15
t ₅ 他者の外出自粛認知（主成分得点）	1.77	1.68	1.28	1.37	0.42	0.42	1.29	1.38
状態不安（主成分得点）	-0.33	-0.83	0.49	1.37	1.02	2.81**	0.07	0.17
感染者数（人/10 万人日）	-0.09	-0.60	-0.11	-0.69	-0.29	-1.55	-0.18	-1.05
通勤頻度（回/週）	-0.09	-2.13*	0.00	-0.08	-0.07	-1.90	-0.02	-0.57
人口密度（人/km ² ）	0.00	-0.20	0.00	1.36	0.00	1.89	0.00	0.96
個人数	205		226		200		237	
サンプル数	1230		1356		1200		1422	
尤度比	0.24		0.31		0.28		0.33	
調整済み尤度比	0.21		0.29		0.26		0.31	

*:5%有意 **:1%有意 ***:0.1%有意

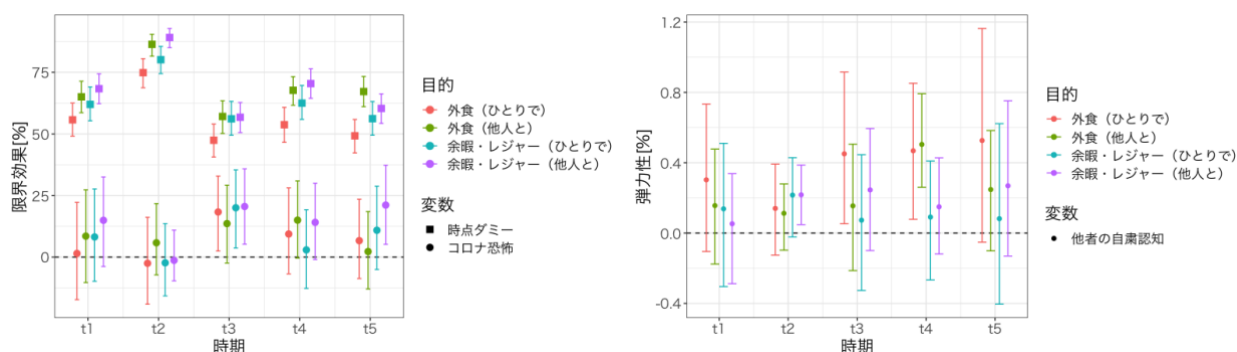


図 4-1 自粛選択モデルの効果量 (左：限界効果 右：弾力性)

回目の宣言期間である t_4, t_5 の順に大きくなっており、コロナ恐怖や自粛認知で説明しきれない要因の影響力の大きさが窺える結果となった。

5. 本研究の結論と課題

5.1. 本研究の結論

1 つ目のリサーチクエストションである余暇外出量への影響力について、政策の影響力は時期を追うごとに効果が減少していることが明らかになった。感染状況の影響力については、第 1 波から次第に減少していたが、変異株が流行し始めた第 4 波から再び増加していたことが明らかになった。心理要因の影響力については、余暇外出量に与える影響力も外出目的や規制が緩和されていたかどうかにもよるが、ほとんどは変化がないという結果になった。

2 つ目のリサーチクエストションである地域間で余暇外出量の違いについては、序盤は政策や感染者数による影響が大きかったが、終盤は都市規模（人口密度）や習慣化による影響が大きいのことが明らかになった。

5.2. 本研究の限界と課題

本研究では感染状況や政策が心理要因に与える影響について評価できていない。感染状況や政策が余暇外出量に与える影響は、目的地となる店が時短営業・休業していることにより活動を控えるという直接的な効果もあるが、感染への恐怖や周囲からの目を意識して活動を控えるという間接的な効果も含有している。本研究ではその 2 つの効果をまとめて推定しており、コロナ禍の余暇外出量の深い理解のためには間接的な影響力を評価する必要があると考えられる。

他にも余暇外出量モデルでは残差の自己相関や都道府県間を越える移動に対する影響の未評価、自粛選択モデルではリスク認知の測り方が適切に評価できていない可能性があること、パネルデータの摩擦に偏りがある可能性があることなど限界と課題が残っている。

謝辞

本研究は科研費（20H02266・17K18947）の助成を受けたものです。筑波大学の谷口綾子先生には科研費のほか本研究にご助言いただきました。心より感謝申し上げます。

参考文献

- 1) M. Arimura, T. V. Ha, K. Okumura, T. Asada, "Changes in urban mobility in Sapporo city, Japan due to the Covid-19 emergency declarations," *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 2020.
- 2) L. Wu, T. Shimizu, "Analysis of the impact of non-compulsory measures on human mobility in Japan during the COVID-19 pandemic," *Cities*, 2022.
- 3) Y. Hara, H. Yamaguchi, "Japanese travel behavior trends and change under COVID-19 state-of-emergency declaration: Nationwide observation by mobile phone location data," *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 2021.
- 4) K. Muto, I. Yamamoto, M. Nagasu, M. Tanaka, K. Wada, "Japanese citizens' behavioral changes and preparedness against COVID-19: An online survey during the early phase of the pandemic," *PLoS ONE*, 2020.
- 5) T. Hanibuchi, N. Yabe, T. Nakaya, "Who is staying home and who is not? Demographic, socioeconomic, and geographic differences in time spent outside the home during the COVID-19 outbreak in Japan," *Preventive Medicine Reports*, 2021.
- 6) G. Parady, A. Taniguchi and K. Takami, "Travel behavior changes during the COVID-19 pandemic in Japan: Analyzing the effects of risk perception and social influence on going-out self-restriction," *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 2020.
- 7) N. Yabe, A. H. M, S. Nagata, T. Nakaya, "Relationship between Internet use and out-of-home activities during the first wave of the COVID-19 outbreak in Japan," *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 2021.
- 8) H. Takahashi, I. Terada, T. Higuchi, D. Takeda, J. H. Shin, S. Kunisawa, Y. Imanaka, "The relationship between new PCR positive cases and going out in public during the COVID-19 epidemic in Japan," *PLoS ONE*, 2022.
- 9) D. Yoneoka, T. Kawashima, Y. Tanoue, S. Nomura, A. Eguchi, "Distributed lag interrupted time series model for unclear intervention timing: effect of a statement of emergency during COVID-19 pandemic," *BMC Medical Research Methodology*, 2022.
- 10) W. Sun, J. D. Schmock, S. Nakao, "Restrictive and stimulative impacts of COVID-19 policies on activity trends: A case study of Kyoto," *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 2022.
- 11) S. Okamoto, "State of emergency and human mobility during the COVID-19 pandemic in Japan," *Journal of Transport and Health*, 2022.
- 12) 厚生労働省, "オープンデータ, <https://www.mhlw.go.jp/stf/covid-19/open-data.html>. (最終閲覧：2022-08-31) .
- 13) University of Oxford, "COVID-19 Government Response Tracker," <https://www.bsg.ox.ac.uk/research/covid-19-government-response-tracker>. (最終閲覧：2023-02-22)
- 14) H. Stephane and P. Cavid, "Apollo: A flexible, powerful and customisable freeware package for choice model estimation and application," *Journal of Choice Modelling*, 2019.