



京都大学大学院経済学研究科
ディスカッションペーパーシリーズ

ベイズ確率改定と感染予防行動

日本のCOVID-19感染第一波のエビデンス

木下 信 龍谷大学経済学部・准教授
佐藤 真行 神戸大学大学院人間発達環境学研究科・教授
依田 高典 京都大学大学院経済学研究科・教授

No. J-21-003

2021年10月
改訂 2022年8月

〒606-8501
京都市左京区吉田本町
京都大学大学院経済学研究科

ベイズ確率改訂と感染予防行動:

日本の COVID-19 感染第一波のエビデンス

木下信*, 佐藤真行†, 依田高典**

Abstract : 2020年2月から5月にかけての COVID-19 第一波に関する日本でのアンケート調査を元に、PCR 検査結果の統計的解釈のベイズ推論、認知バイアスが感染予防行動に与える影響、および感染予防行動の意図と行動の乖離について定量的に考察する。ベイズ推論として事後確率を問う質問には、確率と頻度を採用し、それぞれ 1,000 人から回答を集めた。回答したベイズ確率が緊急事態宣言の効果に対する評価や感染予防行動、ワクチンの金銭的評価(Willingness to pay, WTP)にどのように影響したかを計量経済分析した。手法として、外出削減と接触人数削減といった関連性が高い 2 つの対応を分析するにあたっては、2変量順序プロビットモデルを採用した。その結果、悲観バイアスを意味する高い確率を回答している人ほど、緊急事態宣言は必要でかつ効果があり、経済を犠牲にしても感染予防行動を徹底する健康重視の傾向にあることが分かった。一方で、現実の行動変容に関しては、本当は外出頻度や接触人数をさらに削減したかったと考えていたにも関わらず、実際には減らせていないことも分かった。また悲観バイアスの影響を受けている人ほどワクチンに対して高い WTP を示していることも分かった。こうした結果を踏まえて、コロナリスク対策としての非対称パターンリズム政策の有効性が検討された。

JEL 分類番号: I1,D9,C3

Key words: COVID-19,ベイズ推論,認知バイアス

謝辞 本論文は、2021年12月11日、日本行動経済学会全国大会で報告された。その際、佐々木周作准教授(東北学院大学)・齊藤誠教授(名古屋大学)・大竹文雄教授(大阪大学)・筒井義郎教授(京都文教大学)から有益なコメントを頂いた。

* 龍谷大学経済学部 skinoshita@econ.ryukoku.ac.jp

† 神戸大学大学院人間発達環境学研究科 msat@port.kobe-u.ac.jp

** 京都大学大学院経済学研究科 ida@econ.kyoto-u.ac.jp

1 はじめに

世界中で感染を広げた新型コロナウイルス感染症 (COVID-19)は、医学上の研究課題のみならず、社会科学上の研究課題でもある。人間は、日常生活において、感染予防行動をする際に感染確率に関する判断を求められ、社会的距離や外出制限、ワクチン接種のような感染予防行為をとらなければならなかった¹。行動経済学研究では、人間は限定合理性のため、認知バイアスを持っていると言われている。認知バイアスには個人によって異なるという異質性が存在し、人によっては楽観的な方向に、あるいは悲観的な方向にリスク認知が偏っている。当然、認知バイアスの偏りと感染予防行動の程度には相関があると思われる。具体的には、楽観的に考える人は感染予防行動を怠り、悲観的に考える人は感染予防行動を徹底する。本研究では、2020年2月下旬から5月にかけて発生したCOVID-19第一波の日本でのアンケート調査を元に、PCR検査の結果に対する確率的判断に影響する認知バイアスと感染予防行動や緊急事態宣言など政策に対する評価との相関関係を明らかにする。

感染リスクの確率判断には、高度な数的処理能力や認知能力が求められる。なぜならば、PCR検査を含め、医学に関するあらゆる検査には、病気に罹っているのに陰性と判断される偽陰性、病気に罹っていないのに陽性と判断される偽陽性が避けられないため確率計算が複雑であるからである。ベイズ定理によれば、事後確率は事前確率と尤度の積に比例するが、人間はベイズ推論の基礎となる全人口のうち感染者が実際どれくらいいるかといった事前確率であるベースレートを無視することが知られている²。例えば、女性の乳がんの事前確率が1%、がんにかかっている者で陽性判定を受ける感度が80%、がんにかかっていない者で陽性判定を受けない特異度が90%であるとしよう。この時、ベイズ定理を使えば、検査が陽性の時に、その人ががんにかかっている確率は8%となる。しかし、この問題に対する正答率は5%以下に留まり、多くの人があるベースレートを無視して誤った回答をする(Eddy 1982)。

ここで指摘すべき注意点が2つある。第一に、ベイズ推論におけるベースレートの無視は、素人のみならず、医師のような専門家にも広く観察される(Brase 2002; Hoffrage and Gigerenzer 1995; Hoffrage et al. 2000; Hertwig and Hoffrage 2002)。つまり、ベースレートの無視は、単なる知識の不足や計算間違いに由来する認知バイアスではないということである。第二に、情報の与え方によって、正答率が変わりえることで

¹ ある人が感染しているかどうか、つまり、その人の体内に新型コロナウイルスがいるかどうかを判定する検査が「ポリメラーゼ連鎖反応」(Polymerase Chain Reaction)検査である。

² このベースレートの無視は、臨床心理学の Meehl and Rosen (1955)、社会心理学の Kahneman and Tversky (1980)等によって指摘された。詳細は Grether (1980)を参照のこと。

ある。確率型のフレーミングでは正答率は低い、頻度型のフレーミングでは正答率は上がることが知られている(Cosmides and Tooby 1996; Gigerenzer and Hoffrage 1995; Sloman et al. 2003; Barbey et al. 2007)³。

感染拡大を防ぐためにも、認知バイアスと感染予防行動の相関関係について、多くのエビデンスが必要である。感染予防行動に関する研究については、先ず、新型コロナウイルスの感染拡大の抑止のために、外出頻度や接触人数を減らす社会的距離の促進策について研究が行われてきた⁴。例えば、社会的距離を促進させる情報提供の種類を論じた実験的研究が行われ、損失回避や社会比較が有効なナッジであることが分かっている。同様に、ワクチンの接種意欲を高めるナッジについても研究されている⁵。しかしながら、認知バイアスと感染予防行動の相関関係について調べた研究はほとんど存在しない。

こうした先行研究について、2点注意したい。第一に、感染リスクの認知バイアスが、感染予防行動に対して体系的に影響することである(Akesson et al. 2021; Alsan et al. 2020; Barrios and Hochberg 2020; Bordalo et al. 2020; Bundorf et al. 2021; Campos-Mercade 2021; Cori et al. 2020; Dryhurst et al. 2020; Fan et al. 2020; Hamano et al. 2020; Manski and Molinari 2020; Plohl and Musil 2021; Wise et al. 2020)。認知バイアスの楽観、悲観的傾向と感染予防行動の間には、期待される関係があるかどうかは現状では明らかでない。したがって、認知バイアスと感染予防行動の関係を定量的に理解する必要がある。第二に、感染予防の意図が必ずしも実際の行動に繋がるとは限らないことである (Falcoy and Zaccagniz 2020; Barari et al. 2020; Everett et al. 2020; Wong et al. 2020; Dai et al. 2021)⁶。感染拡大中でも休業できないエッセンシャルワーカーのように、感染予防行動をとりたくても、実際に外出制限するなど理想的な感染予防をとれると

³ 確率情報を与えた方が、頻度情報を与える場合よりも、ベイズ推論の正答率が高いという研究もある(Evans et al. 2000; Masshi 2000)。

⁴ 社会的距離の参考論文として、Barari et al. (2020), Cato et al. (2020), Everett et al. (2020), Falcoy and Zaccagniz (2020), Heffner et al. (2020), Jordan et al. (2020), Kishishita et al. (2022), Lunn et al. (2020), Luttrell and Petty (2020), Moriwaki et al. (2020), Müller and Rau (2021), Sasaki et al. (2021a), Shoji et al. (2020), Simonov et al. (2020), Stock (2020), Utych and Fowler (2020) 等を参照のこと。

⁵ ワクチン接種の参考論文として、Cerda and Garc (2021), Dai et al. (2021), Daly and Robinson (2021), Garc and Cerda (2020), Harapan et al. (2020), Kadoya et al. (2021), Kawata and Nakabayashi (2021), Latkin et al. (2021), Lin et al. (2021), Moehring et al. (2021), Sasaki et al. (2021b), Sasaki et al. (2022), Saidor et al. (2021), Sallam (2021) 等を参照のこと。

⁶ 少なくとも短期では、情報提供による行動変容の効果ありという研究結果も報告されており、エビデンスの蓄積が求められる(Krpan et al. 2020; Moriwaki et al. 2020; **Sasaki et al. 2021a**)。

は限らない。したがって、意図と行動の乖離 (intention-to-action gaps) を定量的に理解する必要がある。

ベイズ推論として事後確率を問う質問には、確率型と頻度型を採用し、それぞれ 1,000 人から回答を集めた⁷。計量経済分析には、順序プロビットモデルに加え、2変量順序プロビットモデルを採用した。このモデルは見かけ上無関係な回帰としてよく使用される SUR(Seemingly Unrelated Regression)モデルを順序プロビットモデルに拡張したものである。回答したベイズ確率が緊急事態宣言の必要性や効果に対する評価、外出頻度や接触人数削減といった感染予防行動等にどのように影響したかを分析する。同時にこのモデルでは、相関関係が予想される2つの行動、例えば、緊急事態宣言の必要性と効果に対する評価の関係を考慮する。

その結果、高目のベイズ確率を回答している人つまり悲観バイアスの影響を受けている人ほど、緊急事態宣言は必要かつ効果があり、経済を犠牲にしてでも感染予防行動を徹底する健康重視の傾向にあることが分かった。一方で、現実の行動変容に関しては、本当は外出頻度や接触人数をさらに削減したいと考えていたにも関わらず、実際には減らせていないことも分かった。また高目のベイズ確率を回答した人ほどワクチンに対して高い支払い意思額(Willingness to pay, WTP)を示していることも分かった。

その他、本研究において、いくつかの政策的知見が得られた。日本では諸外国のような罰則があり、強制的に外出を制限するロックダウンという手法は取らず、外出や他人との接触の自粛を要請するという罰則もなく法的に強制力のない手段を取った。本当は外出頻度や接触人数を削減したいと考えていたにも関わらず、実際には減らせなかった人に対しては、ロックダウンのようなさらに強い外出抑制策が必要だったとも考えられる。意図と行動の乖離が発生する場合には、行動制限を課すことが当人の厚生を高める方策となる。

本論文では、第2節で調査の内容について解説する。第3節ではベイズ確率改訂の結果を説明し、第4節では、計量経済分析の方法を説明する。第5節では、ベイズ確率改訂が政府の新型コロナ感染蔓延防止対策や効果に対する個人の評価やワクチンの接種意志の推定結果を考察し、第6節では分析結果の考察と結論を述べる。

2 調査概要

本節では、アンケートの集計結果を報告する。我々は、2020年11月に日本全国に

⁷ 実際の調査は2020年11月に実施した。Shibamoto (2020)では、第一波後の2020年6月での感染確率を調査している。本論文と同様にベイズ定理を使用し、新型コロナウイルスに感染しても無症状者がほとんどであることを示唆し、それに基づく対策が必要であると論じている。

住む個人を対象に調査した。調査はマイボイス株式会社の WEB アンケートを利用した。ベイズ確率の計算には確率情報と頻度情報を与えた2つの方法で回答してもらい、それぞれ 1,000 サンプル収集した。アンケート結果の集計には、確率と頻度の総計 2,000 サンプルを使用する。性別は男女 1,000 ずつになるように割りつけた。

表 1 は個人属性の回答結果を掲載している。居住地域については、第一波の緊急事態宣言が最初(2020 年4月7日)に発令された7都府県⁸の居住者が全体の約半数を占める。年齢は平均値が 44.9 歳であり、標準偏差が 13.8 歳である。婚姻については、未婚と既婚が約半数ずつである。職業については有職者(パート・アルバイト含む)が約7割である。学生や定年退職者を含む無職者は約 3 割である。同居家族人数については単身世帯が約 2 割、家族世帯が約 8 割である。最終学歴は大卒以上で約 6 割を占める。世帯年収の平均値は 618 万円、標準偏差は 343 万円である。

<表 1 挿入>

表 2 は健康状態の回答結果を掲載している。最初に、第一波での新型コロナウイルスの感染状況と健康や取り組みについて質問した。ここで、2020 年 2 月から 5 月の緊急事態宣言解除までの感染拡大期を「第一波」と定義した。第一波の拡大中「体」の健康状態が「非常に良かった」あるいは「どちらかと言うと良かった」と回答している人が 63.1%であるのに対し、「心」の健康状態については、38.5%しかいない。体と心の健康状態に違いが見られる。感染の不安については、「どちらかと言うと不安を感じた」あるいは「非常に不安を感じた」と回答している人が 63.6%にも達する。このように回答に大きな違いが見られる。

<表 2 挿入>

表 3 は身近の感染状況の回答結果を掲載している。回答者が接触する可能性のある身近な範囲で、今までに新型コロナに感染、入院、死亡した人がいるかどうかを質問した。その結果、知り合いも含めて感染している人は少なかった。本人では 91.5%、同居家族では 85.1%、知り合いを含めても 82.8%がまだ感染していないと回答していた。

<表 3 挿入>

表 4 は第一波時の感染予防対策の回答結果を掲載している。第一波での新型コロナの感染予防の対策として、どのような行動を心がけたかを質問した。手洗いやマスク

⁸ 東京都、埼玉県、千葉県、神奈川県、大阪府、兵庫県、福岡県の7都府県である。

着用はそれぞれ90.2%、93.3%が心がけており、社会的距離、外出制限、三密回避についてはそれぞれ63.6%、63.1%、66.6%が心がけていた。体調管理については29.3%しか心がけていない。何もしていない人は3.1%しかいなかった。

<表4挿入>

表5は定期的外出の回答結果を掲載している。質問は、第一波において、回答者の通勤・通学・買い物のような定期的外出の有無、定期的な外出がある場合の1週間当たりの頻度、主な移動手段(複数回答可)についてである。定期的な外出頻度については、64.6%の人が「ある」と回答した。具体的な週あたりの頻度型では、平均が4日であり、ほぼ在宅勤務などせず、出勤や通学をしていたことが分かる。移動手段については、感染を避けるためか52.7%が自家用車を利用していたと回答した。

<表5挿入>

表6は外出頻度・接触人数の削減率を掲載している。緊急事態宣言中、感染拡大予防のために、外出頻度や1回の外出あたりの接触人数を何割程度、本当は減らしたかったかという希望、あるいは実際に何割程度減らせたかを質問した。希望としては外出頻度を8割減らしたかった人が16.7%存在したが、実際には、12.6%に減少した。5割程度実際に減らせた人が最も多く、18.1%であった。接触人数を希望としては、8、9割減らしたかった人がそれぞれ17.7%、13%存在し、政府は8割削減するように求めたが、実際には5割程度が多く、7割以上減らせた人は少なかった。平均値と標準偏差を合わせて掲載したが、外出頻度、接触人数の削減率とも希望率より実現率が下回った。

<表6挿入>

表7は緊急事態宣言に対する評価結果を掲載している。新型コロナの感染拡大防止対策において、一般市民の健康を守る一方で、休業要請や外出自粛により経済活動を制限することになる。つまり健康維持と経済活動のトレードオフが生じる。そこで一般市民の健康と経済活動について、どちらを重視すべきかについても質問した。その結果、どちらかと言うと健康重視も含めて、健康重視と答えた人が48.9%存在し、どちらとも言えないも38.4%と多かった。経済重視は、どちらかといえば経済重視も含めて12.7%しか存在しなかった。72.5%の人が第一波の緊急事態宣言の発令が非常に必要だった、あるいはどちらかと言うと必要だったと答えた。さらに、23.3%の人が緊急事態宣言は感染拡大防止に大いに効果があったと解答し、48%の人が少しは効果があ

ったと回答した。

<表 7 挿入>

表 8 はワクチンの金銭的評価結果を掲載している。新型コロナウイルスに対するワクチンに関する質問も実施した。まず、調査時点における想定として仮にワクチンが開発され、無料で接種可能なら、接種したいかどうか質問した。その結果、73.0%の人が接種したいと回答した。次に、実際は無料で接種できるが、自己負担額がいくらならワクチンを接種したいと思うか質問した。つまりワクチンに対する支払い意思額(WTP)を計測した。回答者には金額を段階的に提示し、それぞれの金額で接種を受けるか、受けないかを答えてもらうことで支払える最大金額を調査した。その結果、61.6%の人が2,000円までなら接種したいと考えていることが分かった。WTPの平均値は4,000円を超えた。標準偏差が7,000円を超えており、WTPには大きなばらつきがあることが伺える。

<表 8 挿入>

3 ベイズ確率改訂の回答結果

新型コロナウイルスに関する感染状況などのデータを与え、回答者に主観的な感染確率、つまりベイズ確率を計算してもらった。本節では、計算過程とその結果を考察する。ベイズ確率では回答者が事前確率を更新し、事後確率を形成する。ベイズ確率には直接10%というような確率を答えてもらう方法と、100人中10人のような頻度を答えてもらう方法がある。本稿ではGigerenzer (1996)の計算方法を参考にした。Gigerenzer (1996)では、乳がんであるという事象をH、乳がんでないという事象はHの余事象-H、検査で陽性となる事象をDとする。そして、乳がんである事前確率p(H)が0.01、同時に乳がんでない事前確率p(-H)が0.99、乳がんがあり検査で陽性となる条件付確率p(D|H)が0.8、乳がんでないが検査で陽性となる条件付確率p(D|-H)が0.1である。そのとき、検査で陽性の人が実際に乳がんである事後確率は、ベイズの公式より、

$$P(H|D) = \frac{P(D|H)P(H)}{P(D|H)P(H)+P(D|-H)P(-H)} = \frac{0.8 \times 0.01}{0.8 \times 0.01 + 0.1 \times 0.99} = 0.07477 \dots$$

として計算される。

一方、頻度で確率を計算すると、次のようになる。1,000人のうち、乳がんである確率は0.1%なので10人、一方乳がんでない人は990人、乳がんのとき検査で陽性にな

る確率が 80%なので 8 人、乳がんでないとき、検査で陽性となる確率が 10%なので、99 人となり、検査で陽性の人が実際に乳がんである事後確率は $8/(8 + 99) = 0.08247$ となる。このような計算過程を考えると、確率型では、計算が複雑になり、正解を導くのが困難な一方、頻度型では計算が容易である。その結果、頻度型の方が、確率が高くなると考えられ、先行研究においても確認されている。

本研究の調査では、PCR 検査で陽性の判定を受けた人が実際に新型コロナウイルスに感染している確率を回答してもらう。その際、医療分野の先行研究を参考にして、感度、特異度を設定した(Chan et al. 2020; Kucirka, et al. 2020; Sethuraman et al. 2020)。確率型の質問では、事前確率として、第一波の日本の感染状況を踏まえて、一般市民の 0.1%(1,000 人に 1 人) が市中感染していること⁹、新型コロナウイルスに感染した人が PCR 検査を受けると、陽性の判定を受ける条件付確率(「感度」)は 80%(1,000 人に 800 人) くらいであること、新型コロナウイルスに感染していない人が PCR 検査を受けると、陽性の判定を受ける条件付確率(1-「特異度」)は 0.1%(1,000 人に 1 人) くらいであることを回答者に情報として与えた。これらの情報を入手した上で、ある人が PCR 検査を受けて、陽性の判定を受けたとき、その人が実際に新型コロナウイルスに感染している確率を回答してもらった。

一方で頻度型の質問では、事前確率として仮に現在、一般市民の 10,000 人中 10 人が市中感染していること、新型コロナウイルスに感染した人が PCR 検査を受けると、陽性の判定を受ける人数は 10 人中 8 人くらいであること、新型コロナウイルスに感染していない人が PCR 検査を受けると、陽性の判定を受ける人数は 9,990 人中 10 人くらいであることといった情報を回答者に与えた。

本調査では、新型コロナウイルスに感染しているという事象を H、感染していないという事象は H の余事象-H、検査で陽性となる事象を D とする。新型コロナウイルスに感染している事前確率 $p(H)$ が 0.001、同時に感染していない事前確率 $p(-H)$ が 0.999、新型コロナウイルスに感染しており、検査で陽性となる条件付確率 $p(D|H)$ が 0.8、感染していないが検査で陽性となる条件付確率 $p(D|-H)$ が 0.001 であるとき、ベイズの公式より、

$$P(H|D) = \frac{P(D|H)P(H)}{P(D|H)P(H)+P(D|-H)P(-H)} = \frac{0.8 \times 0.001}{0.8 \times 0.001 + 0.001 \times 0.999} = 0.44469 \dots$$

⁹ 入院治療を要する者(待機含む)が最も多かったのが、日本の第一波のピーク時の 5 月 5 日で、その数は 1 万 2 千人だった。日本の人口 1 億 2 千 6 百万人あたり 0.01% が感染し、治療を受けたり、自宅待機していたりしたことになる。実際には、PCR 検査体制の不足のために、市中感染率はその 10 倍以上だと考えられているが詳細は不明である。

となる。一方で頻度型の計算は、 $8/(8+10) = 0.44444$ となる。

まず、確率型質問の回答結果を解説する。図1は回答してもらった確率型回答のヒストグラムである。平均値は56%、中央値は75%であることから、回答者は正解44.5%よりかなり高い悲観的確率を回答していることが分かる。ヒストグラムを見ると、80%と回答している人が最も多い一方、5%といった低い確率を回答している人もそれなりに見られる。全体的に正答よりも上方の悲観バイアスが観察される。

<図1挿入>

次に、頻度型質問の結果を見る。図2はそのヒストグラムである。回答の平均値は約43%、中央値は約44%であり、全体として、正解である44.4%に非常に近い。頻度型質問の方が正解を解答し易く、この結果は先行研究であるGigerenzer (1996)と整合的である。ヒストグラムを見ると、確率型の回答と同様、80%台が多い一方、5%台の低い確率を答えている人がもっと多い。そのため、楽観バイアスと悲観バイアスが相殺されて、平均では正答に近い値をとっていると考えられる。

<図2挿入>

以上をまとめると、確率型質問では高目に解答した悲観的な人が多く、正解より低く解答した楽観的な人が少数であるのに対し、頻度型質問では、高目に答えた人も低目に答えた人もほぼ均等であることが分かった。

4. 計量経済モデル

本節では、計量経済モデルを説明する。本節では、基本モデルとして、順序プロビットモデルを採用し、一部の推定式には、トービットモデルを併用する。順序プロビットモデルを採用した理由は、被説明変数にあたる感染予防行動や政策に対する評価に関する回答が離散値の順序性を持つためである。

次のような方程式を考えよう。被説明変数 Y_i は順序のある序数で表される。順序プロビットモデルでは、被説明変数 Y_i が、連続潜在変数 Y_i^* に対応すると考える。 Y_i は観察されるが、 Y_i^* は観察されない。

$$Y_i = j \text{ if } \mu_{j-1} < Y_i^* < \mu_j \quad j = 0, 1, 2, \dots, J$$

上式は閾値メカニズム(threshold mechanism)と呼ばれる。 J 個の選択肢は、実数を J 個の区間に分割して、それらの閾値を $\mu_0 < \mu_1 < \mu_2 < \mu_3 < \dots < \mu_J$ として定める。

$$Y_i = 1, \text{ if } \mu_0 < Y_i^* < \mu_1$$

$$Y_i = 2, \text{ if } \mu_1 < Y_i^* < \mu_2$$

$$Y_i = 3, \text{ if } \mu_2 < Y_i^* < \mu_3$$

...

$$Y_i = J, \text{ if } \mu_{J-1} < Y_i^* < \mu_J$$

例えば、 $J=3$ の場合、決定すべき閾値は μ_1 と μ_2 の2つであり、 $Y_i = 1$ と $Y_i = 2$ の境界として、 μ_1 が決まり、 $Y_i = 2$ と $Y_i = 3$ の境界として、 μ_2 が決まる。

この時、推定式は、以下のように与えられる。

$$Y_i^* = \alpha + \beta X_i + \gamma Z_i + u_i$$

ここで、 X_i がベイズ確率、 Z_i はベイズ確率以外の説明変数である。アルファベットはパラメータを表す。誤差項 u_i の確率分布関数として正規分布を仮定すれば、順序プロビットモデルになる。

さて、本論文では、行動や評価に当たる被説明変数 Y_i には次の変数を考えた。

- 1) 健康と経済の重要度: 新型コロナウイルスの感染拡大予防において、経済活動を抑制してでも感染を抑えるという健康重視か、その逆の経済活動を重視するかについて質問した。具体的な項目としては、「5=経済を犠牲にしても、健康を重視すべきと思う」、「4=どちらかと言うと経済を犠牲にしても、健康を重視すべきと思う」、「3=どちらとも言えない」、「2=どちらかと言うと健康を犠牲にしても、経済を重視すべきと思う」、「1=健康を犠牲にしても、経済を重視すべきと思う」のいずれかを選択してもらった。
- 2) 緊急事態宣言の発令の必要性: 「5=非常に必要だったと思う」、「4=どちらかと言うと必要だったと思う」、「3=どちらか分からない」、「2=どちらかと言うと不必要だったと思う」、「1=非常に不必要だったと思う」のいずれかを選択してもらった。
- 3) 緊急事態宣言の効果に対する評価: 「5=感染拡大防止に大いに効果があった」、「4=感染拡大防止に少しは効果があった」、「3=どちらとも言えない」、「2=感染拡大防止にあまり効果がなかった」、「1=感染拡大防止に全く効果がなかった」のうちいずれか1つを選択してもらった。
- 4) 外出頻度削減度合い(希望値): 緊急事態宣言下の行動変容について、外出頻度を希望として何割削減したかかを質問した。1=0割、2=1割、3=2割、4=3割、5=4割、6=5割、7=6割、8=7割、9=8割、10=9割、11=10割と数字を割り当てた。

- 5) 接触人数削減度合い(希望値):外出頻度と同様に、接触人数についても、希望として何割削減したかったかを質問した。数字の割り当ては外出頻度削減度合いと同様である。
- 6) 外出頻度削減度合い(実際値):外出頻度を希望として何割削減したかったかと同時に、実際に何割削減できたかも質問した。数字の割り当ては希望値と同様である。
- 7) 接触人数削減度合い(実際値):接触人数を希望として何割削減したかったかと同時に、実際に何割削減できたかも質問した。数字の割り当ては希望値と同様である。
- 8) ワクチン接種に対する金銭的評価¹⁰

ここで、一つ問題が発生する、上記の被説明変数間で、相関関係が予想されることである。例えば、2)緊急事態宣言の発令の必要性に対する評価と3)その効果の評価の間には、相関があると考えられる。同様に、4)外出頻度削減度合い(希望値)と5)接触人数削減度合い(希望値)、あるいは、6)外出頻度削減度合い(実際値)と7)接触人数削減度合い(実際値)の間にも、相関があると考えられる¹¹。このような相関の可能性も考え、我々は2変量順序プロビットモデルを採用した(Butler and Chatterjee, 1997)。このモデルは見かけ上無関係な回帰としてよく使用されるSUR(Seemingly Unrelated Regression)モデルを順序プロビットモデルに拡張したものである。

2方程式の誤差項の相関 $\text{Cor}(u_1, u_2) = \rho$ を考える。 ρ が有意であれば、2つの行動には関係があると言える。パラメータの推定には完全情報最尤法(full information maximum likelihood estimation, FIML)を用いる。3元以上の連立方程式の相関関係を同時に推定することが難しいため、健康と経済の重要度とワクチン接種に対する金銭的評価に関しては、単独の推定を行う。

Xは説明変数であり、次のものを採用した。

- 1) ベイズ確率:回答してもらったベイズ確率から正解確率を引いた。つまり、正答確率の回答は0、正答確率よりも低い楽観バイアスは負値、正答確率よりも高い悲観バイアスは正值で表される。仮に回答した確率が80%のとき、正答確率が44.5%なので、35.5%となり、回答した確率が5%のとき、-39.5%となる。正答確率を回答した場合、0となるが、0より上と下で、回帰直線の傾きが変化する。つまり、楽観的か悲観的かにより、被説明変数である政策に対する評価

¹⁰ ワクチン接種に対する金銭的評価のみ、0円で切断するトービットモデルを用いた。

¹¹ その他にも、4)と6)、3)と5)のような相関も考えられるので、分析のロバストネスを確認する。

などに対する反応度の違いを見ることになる。

- 2) 体の健康:新型コロナウイルスの第一波の感染拡大の期間中における回答者の「体」の健康状態について回答してもらった。選択肢は、「1=非常に良かった」、「2=どちらかと言うと良かった」、「3=どちらとも言えない」、「4=どちらかと言うと悪かった」、「5=非常に悪かった」である。
- 3) 心の健康:新型コロナウイルスの第一波の感染拡大の期間中における回答者の「心」の健康状態について回答してもらった。選択肢は、「1=非常に良かった」、「2=どちらかと言うと良かった」、「3=どちらとも言えない」、「4=どちらかと言うと悪かった」、「5=非常に悪かった」である。
- 4) 身近な感染者の有無:回答者の接触する可能性のある身近な範囲で、新型コロナウイルスに感染した、入院、死亡した人がいたかを質問した。回答者本人、同居家族、知り合い(職場・学校・近所・近親者など)のいずれかが感染している回答者を1とするダミー変数とした。
- 5) 7都府県ダミー:2020年4月7日に発令された緊急事態宣言において、対象となった7都府県(東京都、神奈川県、埼玉県、千葉県、大阪府、兵庫県、福岡県)に居住する回答者を1とするダミー変数とした。
- 6) 性別ダミー:女性を1、男性を0とするダミー変数を使用した。
- 7) 年齢
- 8) 婚姻ダミー:既婚者を1、未婚者を0とするダミー変数を使用した。
- 9) 有職者ダミー:有職者を1、無職者を0とするダミー変数を使用した。
- 10) 同居家族人数
- 11) 大卒ダミー:大卒と大学院卒を1、その他を0とするダミー変数を使用した。
- 12) 世帯年収:各階級の中央値を用いた。

最後に、正答の上と下で、ベイズ確率の傾きの推定値が異なる可能性を考慮して、ベイズ確率と正解確率より下の確率を回答した人を1とするダミー変数との交差項を説明変数に加えたモデルも検討する。この場合、回帰式は以下のようになる。

$$Y_i^* = \alpha + \beta X_i + \gamma X_i * D_i + \delta Z_i + u_i$$

ここでは、 X_i がベイズ確率、 D_i がダミー変数、 Z_i はベイズ確率以外の説明変数である。正解確率より下の確率を回答した人を1とする場合、交差項の係数が有意であれば、正答確率より低い確率の回答者と高い確率の回答者の間で、ベイズ確率の傾きの係数が異なることを表す。交叉項の分析結果は、本文中で説明し、その推定結果は APPENDIX にまとめて掲載する。

5. 推定結果

本節では、推定結果を考察する。

5.1 「健康と経済の重要性」に対する影響

ベイズ確率が健康と経済の重要性に与える影響について考察する。推定には順序プロビットモデルを用いた。推定結果は表9に示す。説明変数の係数が正であれば、経済より健康を重視する傾向にあると言える。

ベイズ確率は確率型では係数の符号が正で有意であるが、頻度型では有意でなかった。確率型では、高いベイズ確率を回答した人ほど、経済よりも健康を重視する。

その他の説明変数については、確率型では、性別ダミー、年齢、同居家族人数、世帯所得が有意であった。係数の符号から、男性、高齢者、同居家族人数が多い、世帯所得が少ない人ほど、健康を重視する。頻度型では、身近な感染者、7都府県ダミー、年齢、世帯所得が有意であった。係数の符号から、身近な感染者がいない、7都府県に住んでいない、高齢者、世帯所得が少ない人ほど、健康を重視する。

次にベイズ確率と正解より下を回答した人を1とするダミー変数との交差項を加えたモデルの推定結果を、ベイズ確率と交差項の結果のみ考察する。確率型のみ、ベイズ確率の係数が正で有意であった。一方で、交差項は有意でなかった。高いベイズ確率を回答した人ほど、健康重視であるが、交差項は有意でなかったことから、低く答えた人と健康重視度合いに有意な違いがないことが分かる。頻度型については、ベイズ確率、交差項ともに有意でなかった(表 A1 参照)。

<表9挿入>

5.2 緊急事態宣言の「発令」の必要性和「効果」に対する評価の関連

改訂緊急事態宣言の「発令」の必要性和「効果」に対する評価には関連性があると考え、関連性を考慮した2変量順序プロビットモデルで推定した。推定結果は表 10 に示す。説明変数の係数の符号が正であれば、ベイズ確率が高い人ほど、緊急事態宣言は必要で、効果があったと考えていたことが分かる。

まず、緊急事態宣言の「発令」の必要性における推定結果を考察する。ベイズ確率は、確率型と頻度型とも係数の符号は正で、有意である。高い確率を回答する人、つまり高い感染確率を見積もる悲観的な人ほど、緊急事態宣言の発令が必要であったと考えていたことが分かる。

次に、その他の説明変数について考察する。確率型では、身近な感染者の係数の

符号が正、有職者ダミーが負、大卒ダミーが正で、有意である。身近に感染者がいた人、無職者、大卒者は、緊急事態宣言の発令が必要であったと考えていたことが分かる。一方、頻度型では、心の健康、年齢、大卒ダミーが有意である。係数の符号より、心の健康状態が悪かった人、高齢者、大卒者以外の人は緊急事態宣言が必要であったと考えていた。学歴は確率型と頻度型で逆の結果であった。

続いて、緊急事態宣言の効果の評価について、推定結果を考察する。確率型、頻度型ともにベイズ確率は、係数の符号が正で、有意である。高目のベイズ確率を答えた人ほど、緊急事態宣言には効果があったと考えていた。

その他の説明変数についても考察する。確率型では、体の健康、身近な感染者、性別ダミー、年齢、有職者ダミー、同居家族人数、大卒ダミーが有意である。係数の符号から、体の健康状態の悪い人ほど、効果はなかったと考えていた。身近な感染者の係数の符号は正であるため、身近に感染者がいる人ほど、効果があったと考えていた。その他、男性、高齢者、同居家族人数が多い人、大卒者、無職者は効果があったと考えていたことが分かる。一方頻度型では、体の健康、身近に感染者、7都府県ダミー、性別ダミー、年齢、収入が有意である。7都府県ダミー以外は、確率型と同様の結果である。7都府県ダミーの係数の符号が負であることから、7都府県に住んでいる人は効果がなかったと考えていた。

連立方程式の誤差項の相関を表す ρ は正で有意である。緊急事態宣言の発令の必要性と効果の評価は正の相関があり、必要があったと考えている人ほど、効果があったと考えていることが分かる。

交差項を加えたモデルでは、確率型では、緊急事態宣言の発令の必要性に対して、ベイズ確率の係数が正で有意であるのに対し、交差項は有意でない。高いベイズ確率を回答している人ほど、緊急事態宣言の発令が必要であったと考えていたが、正解より低い確率を回答した人と比べて、評価に有意な差がないことが分かる。緊急事態宣言の効果の評価に対しては、ベイズ確率、交差項ともに有意でない。

他方、頻度型では、緊急事態宣言の発令の必要性に対しては、ベイズ確率の係数が正で、有意であり、交差項の係数は負で、有意である。ベイズ確率と交差項の係数の合計が負になるため、正解より下の確率を回答した人は、緊急事態宣言の発令が必要なかったと考えていたことが分かる。緊急事態宣言の効果の評価に対しては、ベイズ確率の係数が正で、有意である一方で、交差項は有意でない。高いベイズ確率を回答した人ほど、緊急事態宣言に効果があったと考えていたが、正解より下の確率を回答した人と比べて有意な差は見られない(表 A2 参照)。

<表 10 挿入>

5.3 緊急事態宣言下での外出頻度と接触人数の削減意志

ベイズ確率改訂が、緊急事態宣言下での外出頻度と接触人数の削減意志に与える影響を論じる。説明変数の係数の符号が正であれば、ベイズ確率が高い人ほど、外出頻度や接触人数を希望として減らしたかったと考えていたことが分かる。外出頻度削減意志と接触人数削減意志についても、2つは関連すると考え、2変量順序プロビットモデルで推定した。表 11 が推定結果である。確率型については、外出削減と接触人数ともに、ベイズ確率は符号が正で、有意であったが、頻度型についてはいずれも有意でなかった。つまり、確率型では、高いベイズ確率を回答した悲観的な人ほど、外出頻度や接触人数を減らしたいと希望していたことが分かる。

次に、その他の説明変数で有意なものを考察する。確率型では、心の健康、身近な感染者、7都府県ダミー、性別ダミー、有職者ダミーが有意である。係数の符号から、心の健康状態が悪い、身近に感染者がいる、7都府県に住んでいる、男性、無職者ほど、希望として、外出頻度や接触人数を削減したいと考えていたことが分かる。頻度型では、心の健康、7都府県ダミー、性別ダミー、有職者ダミーが有意である。係数の符号から、心の健康状態が悪い、7都府県に住んでいる、男性、無職者ほど、希望として、外出頻度や接触人数を削減したいと考えていたことが分かる。身近な感染者が有意でなかった以外は確率型と同じ結果である。

ρ はともに正で有意であることから、希望として外出頻度削減を望んだ人は、同様に接触人数の削減も望んでいたことが分かる。

正解確率より下を回答した人を1とするダミー変数とベイズ確率の交差項を加えたモデルでは、確率型については、希望の外出頻度削減、接触人数削減ともに、ベイズ確率が係数の符号が正で有意であった。いずれも交差項は有意でなかった。高いベイズ確率を回答した人ほど、希望として外出頻度や接触人数を削減したいと考えていたが、正解より低い確率を回答した人とは有意な差がなかったと言える。頻度型についてはいずれも有意でなかった(表 A3 参照)。

先行研究では、感染予防行動において、外出頻度や接触人数の削減意志が、それらの実際の行動と乖離することが指摘されている(Falcoy and Zaccagniz 2020; Barari et al. 2020; Everett et al. 2020; Wong et al. 2020; Dai et al. 2021)。意図と行動の乖離(intention-to-action gaps) は、第6節で詳細に分析する。

<表 11 挿入>

5.4 ワクチン接種に対する金銭的評価

ベイズ確率改訂が、ワクチンに対する支払い意思額(WTP)に与える影響を計測する。他の行動などとの同時推定はせず、WTP を被説明変数とする1本の回帰式を推定す

る。表 12 はワクチンの WTP に対する推定結果である。回答してもらった金額を被説明変数として、回帰分析するが、その際、0円でも接種したくない人がいるため、0円で切斷するトービットモデルを用いた。確率型、頻度型ともに、ベイズ確率の係数の符号は正で、有意である。高目のベイズ確率を回答している人ほど、ワクチンに対して高い WTP を示している。

他の有意な説明変数は、確率型では、体の健康、大卒ダミー、世帯所得である。一方、頻度型では、7都府県ダミー、婚姻ダミー、大卒ダミー、世帯所得である。体の健康の係数は負である。体の健康状態の悪かった人ほど、ワクチンに対して低い WTP を示している。大卒ダミーと世帯所得の係数はともに正である。大卒、世帯所得の高い人ほど、ワクチンに対して高い WTP を示している。頻度では、7都府県ダミーの係数は負であるため、7都府県に住んでいる人ほど、ワクチンに対して低い WTP を示している。婚姻ダミーの係数は正であるため、既婚者ほどワクチンに対して高い WTP を示していることが分かる。

次に、正解確率より下を回答した人を1とするダミー変数とベイズ確率の交差項を加えたモデルの推定結果を考察する。確率型、頻度型ともに、ベイズ確率の係数の符号が正で有意であるが、交差項はいずれも有意でない。高いベイズ確率を回答している人ほど、ワクチンに対して高い WTP を示しているが、正解より下を回答している人とは有意な差は見られないことが分かる(表 A4 参照)。

<表 12 挿入>

6. 考察と結論

本節では、前節までの分析結果を要約し議論する。本稿の重要な目的は、回答者のベイズ確率改訂が、緊急事態宣言など政策に対する評価、外出頻度や接触人数削減といった行動変容やワクチン接種希望にどのように影響するかを分析することであった。その際、2つの行動や評価が相関すると思われるものについては、2変量順序プロビットモデルを使用した。

表 13 は推定結果の概要である。確率型、頻度型とも、悲観バイアスを持ち、高目のベイズ確率を回答している人ほど緊急事態宣言は必要であり、効果があったと考え、経済を犠牲にしても感染予防行動を徹底する健康重視である。さらに、無料であればワクチンの接種を希望し、有料の場合でも、高い金銭的評価をしていた。2変量順序プロビットモデルを用いた緊急事態宣言の必要性と効果の評価、外出頻度と接触人数の削減意志においては、 ρ が正で有意であることから、取り上げた2つの行動や評価には相関があることが分かった。

<表 13 挿入>

しかしながら、確率型回答と頻度型回答の間で、幾つかの項目について、統計的有意性に大きな違いが見られた。確率型では、全ての項目について、ベイズ確率は符号が正で有意だった。他方で、頻度型においては、緊急事態宣言の発令の必要性、効果の評価、ワクチンの WTP のみ統計的有意であった。なぜそのような非対称性が生まれたのであろうか。確率型では高目に回答する悲観バイアス傾向があった。その悲観バイアスが感染予防の政策評価や行動制限と関連していたと考えられる。他方で、頻度型では確率型よりも回答することが容易であったこともあり、楽観側にも悲観側にも均等に分布し、その平均値は正答に近かった。低目のベイズ確率を回答した者も、高目のベイズ確率を回答した者も、同程度に感染予防の行動制限をしたものと考えられる。

正解より下を1とするダミー変数とベイズ確率との交差項を加えたモデルでは、ベイズ確率は有意な項目が多く見られたが、交差項に関しては有意な項目はなかった。これは、高いベイズ確率を回答する人が、経済より健康を重視し、緊急事態宣言の発令の必要性があったと考え、効果があったと評価しているが、正解より下を回答する人が少ないため、交差項自体は有意にならず、ベイズ確率のみが有意になったと考えられる。

続いて、感染予防の行動制限の意図と現実の乖離について考察したい。外出頻度削減と接触人数削減について、本当は何削減らしたかったかという希望と合わせて、実際に何割削減できたかも質問した。実際の削減と希望の両方を質問することで、結果に差があれば、本当は減らしたかったが実際には減らせなかったという意図と現実の乖離があったかどうかを検証できる。日本では諸外国のような強制的に外出を制限するロックダウンという強い行動制限は取らず、外出や接触の自粛を要請するという弱い行動制限を取った。したがって、外出頻度や接触人数の希望があっても、実際に行動するかどうかは本人の意思次第である。

表 14 は実際の外出頻度と接触人数削減の推定結果である。これも2つの行動には関連があると考え、希望と同様、2変量順序プロビットモデルで推定した。まずベイズ確率については、確率型、頻度型いずれも有意でなかった。しかしながら、 ρ は正で有意であるため、実際に外出削減した人は実際に接触人数も削減したことが分かる。

正解確率より下を回答した人を1とするダミー変数とベイズ確率の交差項を加えたモデルについては、確率型については、実際の接触人数削減に対してのみ、ベイズ確率が係数の符号が正で有意であった。一方で交差項は有意でなかった。高いベイズ確率を回答した人ほど、実際に接触人数を削減したが、正解より低い確率を回答した人とは有意な差がなかったと言える。頻度型についてはいずれも有意でなかった(表 A5 参照)。

この結果より、概して高目のベイズ確率を回答している人は、本当は外出を削減したかったが、私用や仕事など何らかの都合で実際には十分に削減できなかったと考えられる。このような人に対しては、海外で実施されているロックダウンのような強制的な行動制限を課すことで、意思と現実の乖離を抑制し、当人の厚生を向上させられると考えられる¹²。

<表 14 挿入>

以上の知見を踏まえて、政策的含意についても考察しよう。一般に、感染症対策では、政府や専門家が市民の行動制限または自粛要請を決定するパターナリズムに基づいた政策が実施される。我々の研究では、ベイズ確率改訂において、低目のベイズ確率を回答する楽観的バイアスと高目のベイズ確率を回答する悲観的バイアスが観察された。楽観的バイアスと悲観的バイアスをパターナリズムの観点から正すべきであろうか。我々の分析によれば、楽観的バイアスの持ち主は、感染予防の行動変容に対して消極的である一方で、悲観的バイアスの持ち主は、感染予防の行動変容に対して積極的である。感染症は一種の負の外部性であるから、楽観的バイアスは社会的に負の影響を与え、悲観的バイアスは社会的に正の影響を与える。

ここで、参考になるのは、Camerer et al. (2003)が提唱した非対称パターナリズムである¹³。その考えによれば、「ある規制が、完全に合理的な人にはほとんどあるいは全く害を及ぼさないのに、過ちを犯した人には大きな利益をもたらす場合、その規制は非対称的に温情主義的である(A regulation is asymmetrically paternalistic if it creates large benefits for those who make errors while imposing little or no harm on those who are fully rational.)」。

ここで注意したいのは、楽観的バイアスと悲観的バイアスの2種類のバイアスがあることである。楽観的バイアスはコロナ感染拡大のケースでは社会的に負の外部性を持

¹² 参考までに、外出頻度と接触人数の削減について、実際と希望の2変量順序プロビットモデルでの推定も試みた。まず、実際の外出頻度削減と外出頻度削減意志の間の相関係数 ρ は、確率型、頻度型ともに正で有意である。実際の外出頻度削減と希望として外出頻度削減には正の相関があり、実際に外出頻度を削減した人は希望として外出頻度を削減したかったと考えていたと分かる。続いて、実際の接触人数削減と希望としての接触人数削減の間の ρ は正で有意である。接触人数削減の実際と希望とでは正の相関がある。つまり、実際の接触人数を削減した人は、希望としても接触人数を削減したいと考えていたことが分かる。

¹³ 非対称パターナリズムと類似した概念に、Sunstein and Thaler (2003)の提要したリバタリアン・パターナリズム、Lowenstein and Haisley (2008)の提唱したライト・パターナリズムがある。

つので、そのバイアスを情報提供や教育により是正することが望ましい。他方で、悲観バイアスは社会的に正の外部性を持つので、そのバイアスを情報提供や教育により是正する必要はない。このように、感染に対する認知に非対称性がある時に方向の異なるバイアスに対しても、一方では是正することが推薦され、他方で必ずしも是正する必要がないという非対称な結論が得られる。

最後に、本論文の課題を指摘したい。第一に、本論文は、日本を対象にしたケーススタディであるが、新型コロナの感染被害や感染抑制政策は各国で異なる。したがって、日本以外の国を取り上げた国際比較研究が重要である。第二に、本論文は第一波だけを取り上げたが、その後の第二波、第三波と異なる感染拡大の被害をもたらした。その結果、当然、市民の意識や行動は変化していると考えられる。経時的なフォローアップ調査が求められる。第三に、本論文は、過去の意識や行動に対するアンケート調査や感染に対する仮想的なアンケート調査に依存している。実際の行動を直接観察したり、ワクチン接種の有無の情報を入手したりしていく必要がある。以上は、今後の研究課題である。

参考文献

- [1] Akesson, J., S. Ashworth-Hayes, R. Hahn, R.D. Metcalfe, and I. Rasooly (2022) “Fatalism, Beliefs, and Behaviors During the COVID-19 Pandemic,” *Journal of Risk and Uncertainty*, 64, 147–190.
- [2] Alsan, M., S. Stantcheva, D. Yang, and D. Cutler (2020) “Disparities in Coronavirus 2019 Reported Incidence, Knowledge, and Behavior Among US Adults,” *JAMA Network Open* 3.6.
- [3] Barari, S., S. Caria, A. Davola, P. Falco, T. Fetzner, S. Fiorin, L. Hensel, A. Ivchenko, J. Jachimowicz, G. King, et al. (2020) “Evaluating Covid-19 Public Health Messaging in Italy: Self-reported Compliance and Growing Mental Health Concerns,” MedRxiv, 2020.
- [4] Barbey A.K. and S. A. Sloman (2007) “Base-rate respect: From ecological rationality to dual processes,” *Behavioral and brain sciences*, 30, 241–297.
- [5] Bordalo, P., K.B. Coffman, N. Gennaioli, and A. Shleifer (2020) “Older People are Less Pessimistic about the Health Risks of COVID-19,” NBER Working Paper 27494.
- [6] Brase, G.L. (2002) “THEORETICAL NOTE Ecological and Evolutionary Validity: Comments on Johnson-Laird, Legrenzi, Girotto, Legrenzi, and Caverni’s (1999) Mental-Model Theory of Extensional Reasoning Uncertainty,” *Psychological Review*, 109 (4), 722-728.
- [7] Barrios, J.M. and Y. Hochberg (2020) “Risk Perception Through the Lens of Politics in the Time of the COVID-19 Pandemic,” NBER Working Paper 27008.
- [8] Bundorf, M.K., J. DeMatteis, G. Miller, M. Polyakova, J.L. Streeter, J. Wivagg (2021) “Risk Perceptions and Protective Behaviors: Evidence from Covid-19 Pandemic,” NBER Working Paper 28741.
- [9] Butler, J.S. and P. Chatterjee (1997) “Test of the Specification of Univariate and Bivariate Ordered Probit,” *The Review of Economics and Statistics*, 79(2), 343-347
- [10] Camerer, C., S. Issacharoff, G. Loewenstein, T. O'Donoghue and M. Rabin (2003) “Regulation for Conservatives: Behavioral Economics and the Case for ‘Asymmetric Paternalism,’” *University of Pennsylvania Law Review*, 151 (3), 1211-1254.
- [11] Campos-Mercade, P., A. Meier, F. Schneider, and Wengstr M.E. (2021) “Prosociality Predicts Health Behaviors during the COVID-19 Pandemic,” *Journal of Public Economics*, 195, 104367.
- [12] Cato, S., T. Iida, K. Ishida, A. Ito, K. McElwain, M. Shoji (2020) “Social distancing as a public good under the COVID-19 pandemic,” *Public Health*, 188, 51-53.
- [13] Cerda, A.A. and L.Y. Garc (2021) “Willingness to Pay for a COVID-19 Vaccine,”

Applied Health Economics and Health Policy, 19, 343–351.

- [14] Chan, J.F.-W., C.C.-Y. Yip, K. K.-W. To, T.H.-C. Tang, S.C.-Y. Wong, K.-H. Leung, A. Y.-F. Fung, A. C.-K. Ng, Z. Zou., H.-W. Tsoi, G. K.-Y. Choi, A. R. Tam, V. C.-C. Cheng, K.-H. Chan, O. T.-Y. Tsang, and K.-Y. Yuen, “Improved Molecular Diagnosis of COVID-19 by the Novel, Highly Sensitive and Specific COVID-19-RdRp/Hel Real-Time Reverse Transcription-PCR Assay Validated *In Vitro* and with Clinical Specimens,” *Journal of Clinical Microbiology*, 58 (5), e00310-20.
- [15] Cori, L., F. Bianchi, E. Cadum, and C. Anthonj (2020) “Risk Perception and COVID-19,” *Int. J. Environ. Res. Public Health* 17.9.
- [16] Cosmides, L. and J. Tooby (1996) “Are humans good intuitive statisticians after all? Rethinking some conclusions from the literature on judgment under uncertainty,” *Cognition*, 58, 1-73.
- [17] Dai, H., S. Saccardo, M.A. Han, L. Roh, N. Raja, S. Vangala, H. Modi, S. Pandya, D.M. Croymans (2021) “Behavioral Nudges Increase COVID-19 Vaccinations: Two Randomized Controlled Trials,” medRxiv.
- [18] Daly, M. and E. Robinson (2021) “Willingness to Vaccinate Against COVID-19 in the U.S.: Representative Longitudinal Evidence from April to October 2020,” *American Journal Preventive Medicine*, 60 (6), 766–773.
- [19] Dryhurst, S., C.R. Schneider, J. Kerr, A.L.J. Freeman, G. Recchia, A.M. van der Bles, D. Spiegelhalter, and S. van der Linden (2020) “Risk Perceptions of COVID-19 Around the World,” *Journal of Risk Research*, 23 (7-8), 994-1006.
- [20] Evans, J. St. B.T., S. J. Handley, N. Perham, D. E. Over, V. A. Thompson (2000), “Frequency versus probability formats in statistical word problems,” *Cognition*, 77, 197-213.
- [21] Everett, J. A., C. Colombatto, V. Chituc, W. J. Brady, and M. Crockett. (2020) “The Effectiveness of Moral Messages on Public Health Behavioral Intentions during the Covid-19 Pandemic,” COVID19 PsyArXiv.
- [22] Fan, Y., A.Y.S. Orhun, and D. Turjeman (2020) “Heterogeneous Actions, Beliefs, Constraints and Risk Tolerance During the COVID-19 Pandemic,” NBER Working Paper, 27211.
- [23] Garc, L.Y. and A.A. Cerda (2020) “Contingent Assessment of the COVID-19 Vaccine,” *Vaccine*, 38: 5424–5429.
- [24] Gigerenzer, G. and U. Hoffrage (1995) “How to Improve Bayesian Reasoning Without Instruction: Frequency Formats,” *Psychological Review*, 102 (4), 684-704.
- [25] Gigerenzer, G. (1996) “The Psychology of Good Judgment: Frequency Formats and Simple Algorithms,” *Symposium- New Directions in Judgment and Decision Making*,

273-280.

- [26] Grether, D. M. (1980) "Bayes Rule as a Descriptive Model: The Representativeness Heuristic," *The Quarterly Journal of Economics*, 95 (3), 537-557.
- [27] Harapan, H., A.L. Wagner, and A. Yufika et al. (2020) "Willingness-to-pay for a COVID19 Vaccine and its Associated Determinants in Indonesia," *Human Vaccines & Immunotherapeutics*, 16.12: 3074-3080.
- [28] Hertwig, R. and U. Hoffrage (2002) "Technology needs psychology: How natural frequencies foster insight in medical and legal experts," *Frequency processing and cognition*, Chapter 18, 285-302.
- [29] Hoffrage, U., R. Hertwig, and G. Gigerenzer (2000) "Hindsight Bias: A By-Product of Knowledge Updating?" *Journal of experimental psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 26 (3), 566-581.
- [30] Jordan, J., E. Yoeli, and D. Rand (2020) "Don't Get It or Don't Spread It? Comparing Self-interested versus Prosocially Framed Covid-19 Prevention Messaging," *Nature, Scientific Report*, 11, 20222.
- [31] Kadoya, Y., S. Watanapongvanich, P. Yuktadatta, P. Putthinun, S.T. Lartey, M. Saidur, and R. Khan (2021) "Willing or Hesitant? A Socioeconomic Study on the Potential Acceptance of COVID-19 Vaccine in Japan," *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(9): 4864.
- [32] Kahneman, D. and A. Tversky (1980) "The Framing of Decisions and the Rationality of Choice," Technical rept, Stanford Univ Ca Dept of Psychology, 1-28.
- [33] Kawata, K. and M. Nakabayashi (2021) "Determinants of COVID-19 vaccine preference: A survey study in Japan," *SSM - Population Health*, 15.
- [34] Kishishita, D., H. Tung, and C. Wang (2022) "Ambiguity and Self-Protection: Evidence from Social Distancing under the COVID-19 Pandemic," SSRN, 3778645.
- [35] Krpan, D., F. Makki, N. Saleh, S.I. Brink, and H.V. Klauznicer (2020) "When Behavioral Science Can Make a Difference in Times of COVID-19," *Behavioral Public Policy*, 5.2, 153–179.
- [36] Kucirka, LM., S. A. Lauer, O. Laeyendecker, D. Boon and J. Lessler (2020) "Variation in false-negative rate of reverse transcriptase polymerase chain reaction–based SARS-CoV-2 tests by time since exposure, " *Annals of Internal Medicine*, 173(4), 262-267.
- [37] Latkin, C.A., L. Dayton, G. Yi, A. Konstantopoulos, and B. Boodram (2021) "Trust in a COVID-19 Vaccine in the US: A Social-ecological Perspective," *Social Science Medicine*, 270, 113684.
- [38] Lin, C., P. Tu, and L.M. Beitsch (2021) "Confidence and Receptivity for COVID-19

- Vaccines: A Rapid Systematic Review,” *Vaccines* 9 (1).16.
- [39]Lowenstein, G. and E. Haisley (2008) “The Economist as Therapist: Methodological Issues Raised by Light Paternalism,” In: A. Caplin and A. Schotter (eds.) *The Foundations of Positive and Normative Economics*. Oxford University Press.
- [40]Luttrell, A., and R.E. Petty (2020) “Evaluations of self-focused versus other-focused arguments for social distancing: An extension of moral matching effects,” *Social Psychological and Personality Science*, 12 (6), 946–954.
- [41]Macchi, L. (2000) “Partitive Formulation of Information in Probabilistic Problems: Beyond Heuristics and Frequency Format Explanations,” *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 82 (2), 217–236
- [42]Manski, C. F. and F. Molinari (2020) “Estimating the COVID-19 Infection Rate: Anatomy of an Inference Problem,” *Journal of Econometrics*, 220 (1), 181-192.
- [43]Meehl, P. E. and A. Rosen (1955) “Antecedent Probability and the Efficiency of Psychometrics Signs, Patterns, or Cutting Scores,” *Psychological Bulletin*, 52 (3), 194-216.
- [44]Moehring, A., A. Collis, K. Garimella et al. (2021) “Surfacing Norms to Increase Vaccine Acceptance,” SSRN Working Paper.
- [45]Moriwaki, D., S. Harada, J. Schneider, and T. Hoshino (2020) “Nudging Preventive Behaviors in COVID-19 Crisis: A Large Scale RCT using Smartphone Advertising,” Keio-IES Discussion Paper Series, DP2020-021
- [46]Müller, S. and H.A. Rau, (2021) “Economic Preferences and Compliance in the Social Stress Test of the Covid-19 Crisis,” *Journal of Public Economics*, 194, 104322.
- [47]Plohl, N. and B. Musil (2021) “Modeling Compliance with COVID-19 Prevention Guidelines: The Critical Role of Trust in Science,” *Psychology, Health & Medicine* 26.1: 1-12.
- [48]Saidur, M., R. Khan, S. Watanapongvanich, Y. Kadoya (2021) “COVID-19 Vaccine Hesitancy among the Younger Generation in Japan,” *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(21): 11702.
- [49]Sallam, M. (2021) “COVID-19 Vaccine Hesitancy Worldwide: A Concise Systematic Review of Vaccine Acceptance Rates,” *Vaccines* 9.160.
- [50]Sasaki, S., H. Kurokawa, and F. Ohtake (2021a) “Effective but Fragile? Responses to Repeated Nudge-based Messages for Preventing the Spread of COVID-19 Infection,” *Japanese Economic Review*, 72, 371-408.
- [51]Sasaki, S., T. Saito, and F. Otake (2021b) 「ワクチン接種意向の状況依存性:新型コロナウイルス感染症ワクチンに対する支払意思額の特徴とその政策的含意」, RIETI ディスカッション・ペーパー, 21-J-007

- [52] Sasaki, S., T. Saito, and F. Ohtake (2022) “Nudges for COVID-19 Voluntary Vaccination: How to Explain Peer Information?” *Social Science & Medicine*, 292, 114561.
- [53] Sethuraman, N., S. S. Jeremiah, and A. Ryo (2020) “Interpreting Diagnostic Test for SARS-CoV-2,” *JAMA*, 323(22), 2249-2251.
- [54] Shibamoto, M. (2020) 「日本の新型コロナウイルス感染症拡大との現状と感染リスク」、RIEB Discussion Paper Series, 2020-J11
- [55] Shoji, M., S. Cato, T. Iida, K. Ishida, A. Ito, and K. McElwain (2020) “COVID-19 and Social Distancing in the Absence of Legal Enforcement: Survey Evidence from Japan,” MPRA Paper, 100723.
- [56] Simonov, A., S. K. Sacher, J.-P. H. Dube, and S. Biswas (2020) “The Persuasive Effect of Fox News: Non-compliance with Social Distancing during the Covid-19 Pandemic,” Tech. rep., NBER Working Paper, 27237.
- [57] Sloman, S. A., D. Over, L. Slovak, and J. M. Stibel (2003) “Frequency illusions and other fallacies,” *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 91, 296-309.
- [58] Sunstein, C.R. and R.H. Thaler (2003) “Libertarian Paternalism Is Not an Oxymoron,” *University of Chicago Law Review* 70: 1159-1202.
- [59] Stock, J. H. (2020) “Data Gaps and the Policy Response to the Novel Coronavirus,” NBER Working Paper, 26902.
- [60] Utych, S.M. and L. Fowler (2020) “Age-based Messaging Strategies for Communication about Covid-19,” *Journal of Behavioral Public Administration* 3.1.
- [61] Wise, T., T.D. Zbozinek, G. Michelini, C.C. Hagan, and D. Mobbs (2020) “Changes in Risk Perception and Self-Reported Protective Behaviour During the First Week of the COVID-19 Pandemic in the United States,” *Royal Society open science* 7.9.
- [62] Wong, L.P., H. Alias, P.F. Wong, H.Y. Lee, and S. Abubakar (2020) “The Use of The Health Belief Model to Assess Predictors of Intent to Receive The COVID-19 Vaccine and Willingness to Pay,” *Human Vaccines & Immunotherapeutics* 16.9: 2204–2214.

表 1 個人属性

都道府県(%)	緊急事態宣言発令7都道府県	53.8
	それ以外の都道府県	46.2
性別(%)	男性	50.0
	女性	50.0
年齢(歳)	平均値	44.9
	標準偏差	13.8
婚姻率(%)	未婚(離死別含む)	50.9
	既婚	49.1
有職率(%)	有職者(パート・アルバイト含む)	69.7
	学生・無職・その他	30.3
同居有無(%)	単身世帯	21.4
	家族世帯	78.6
最終学歴(%)	大卒(短大・高専含む)	62.1
	非大卒	37.9
世帯年収(万円)	平均値	617.8
	標準偏差	342.9

N=2,000

表 2 「第一波」での健康状態

Q 新型コロナの第一波の感染拡大の期間中、あなたの「体」の健康状態について回答下さい。	%
非常に良かった	20.7
どちらかと言うと良かった	42.4
どちらとも言えない	27.6
どちらかと言うと悪かった	7.3
非常に悪かった	2.2
Q 新型コロナの第一波の感染拡大の期間中、あなたの「心」の健康状態について回答下さい。	%
非常に良かった	10.1
どちらかと言うと良かった	28.4
どちらとも言えない	37.0
どちらかと言うと悪かった	18.2
非常に悪かった	6.4
Q 緊急事態宣言の「発令中(4月7日～5月25日)」、感染に関して、あなたほどの程度の不安を感じましたか。	%
全く不安を感じなかった	5.6
どちらかと言うと不安を感じなかった	12.5
どちらとも言えない	18.4
どちらかと言うと不安を感じた	43.9
非常に不安を感じた	19.7

N=2,000

表 3 身近な感染者、入院者、死亡者の有無

Q あなたの接触する可能性のある身近な範囲で、今までに新型コロナに感染された方はいましたか。また、入院された方、お亡くなりになられた方はいましたか。					
	感染していない	感染	入院	死亡	いない・分からない
本人	91.5	0.1	0.0	0.0	8.4
同居家族	85.1	0.2	0.05	0.0	14.7
知り合い(職場・学校・近所・近親者など)	82.8	4.5	1.4	0.2	12.8

N=2,000

表 4 第一波の新型コロナの感染予防対策

Q あなたは、第一波の新型コロナの感染予防の対策として、どのような行動を心がけましたか。あてはまるものに全てチェックして下さい。	%
手洗い	90.2
マスク着用	93.3
社会的距離	63.6
外出制限	63.1
三密回避	66.6
体調管理(禁煙・禁酒など)	29.3
何もしていない	3.1

N=2,000

表 5 定期的外出の有無、頻度、移動手段

定期的外出の有無	%
定期的外出 あり	64.6
定期的外出 なし	35.4
週あたりの頻度(日)	
平均値	4.19
標準偏差	1.75
移動手段	%
電車(地下鉄含む)	33.1
バス・タクシー	10.5
自家用車	52.7
自転車・バイク	25.6
徒歩	39.6

N=2,000

表 6 外出頻度・接触人数の削減率

	外出頻度削減率		接触人数削減率	
	希望率(%)	実現率(%)	希望率(%)	実現率(%)
0 割	8.6	8.9	8.4	10.2
1 割	3.8	6.3	2.5	5.0
2 割	5.8	11.0	4.5	9.2
3 割	8.2	13.3	7.4	11.7
4 割	4.1	4.9	3.9	4.8
5 割	21.0	18.1	20.8	19.9
6 割	4.8	5.2	5.2	5.6
7 割	7.6	9.1	7.3	8.6
8 割	16.7	12.6	17.7	12.5
9 割	10.7	8.2	13.0	9.2
10 割	8.9	2.7	9.6	3.6
平均値	6.6	5.7	6.9	5.9
標準偏差	3.0	2.9	3.0	2.9

N=2,000

表 7 第一波の緊急事態宣言に対する評価

Q あなたは、新型コロナの感染拡大予防において、一般市民の健康と経済の両立で、どちらを重視すべきだと思いますか。	%
経済を犠牲にしても、健康を重視すべきと思う	13.7
どちらかと言うと経済を犠牲にしても、健康を重視すべきと思う	35.2
どちらとも言えない	38.4
どちらかと言うと健康を犠牲にしても、経済を重視すべきと思う	9.7
健康を犠牲にしても、経済を重視すべきと思う	3.0
Q あなたは、第一波の緊急事態宣言の「発令」が必要だったと思いますか。	%
非常に必要だったと思う	34.5
どちらかと言うと必要だったと思う	38.0
どちらか分からない	19.5
どちらかと言うと不必要だったと思う	5.4
非常に不必要だったと思う	2.7
Q あなたは、緊急事態宣言の「効果」をどう評価しますか。	%
感染拡大防止に大いに効果があった	23.3
感染拡大防止に少しは効果があった	48.0
どちらとも言えない	19.1
感染拡大防止にあまり効果がなかった	6.2
感染拡大防止に全く効果がなかった	3.5

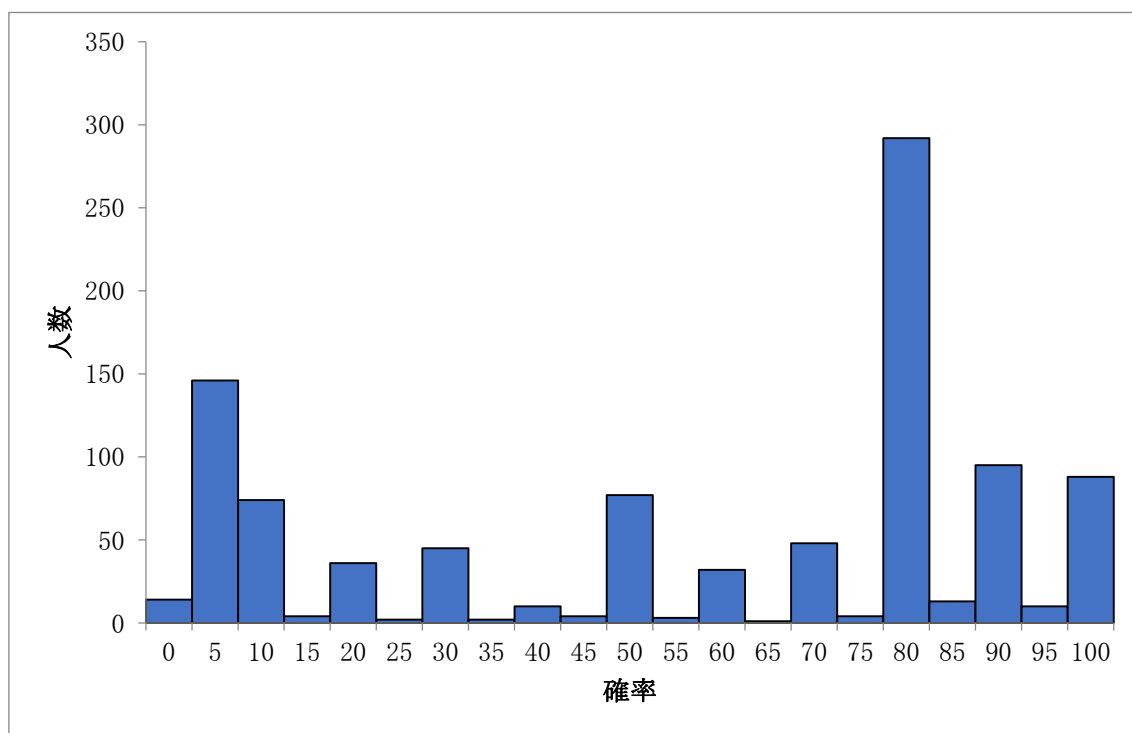
N=2,000

表 8 ワクチンの金銭的評価結果

Q 仮にワクチンが開発され、無料で接種可能なら、接種したいですか。	%	
	接種したい	接種したくない
	73.1	27.0
Q 自己負担額がいくらならワクチンを接種したいと思いますか。	%	
	接種する	接種しない
0 円	72.6	27.4
2, 000 円	61.6	38.4
4, 000 円	46.6	53.4
6, 000 円	28.7	71.3
8, 000 円	19.0	79.0
1 万円	13.0	87.0
1 万 5, 000 円	5.2	94.8
2 万円	3.7	96.3
2 万 5, 000 円	2.7	97.3
3 万円	2.1	97.9
4 万円	1.5	98.5
5 万円	1.4	98.6
平均値	4349.5	
標準偏差	7259.4	

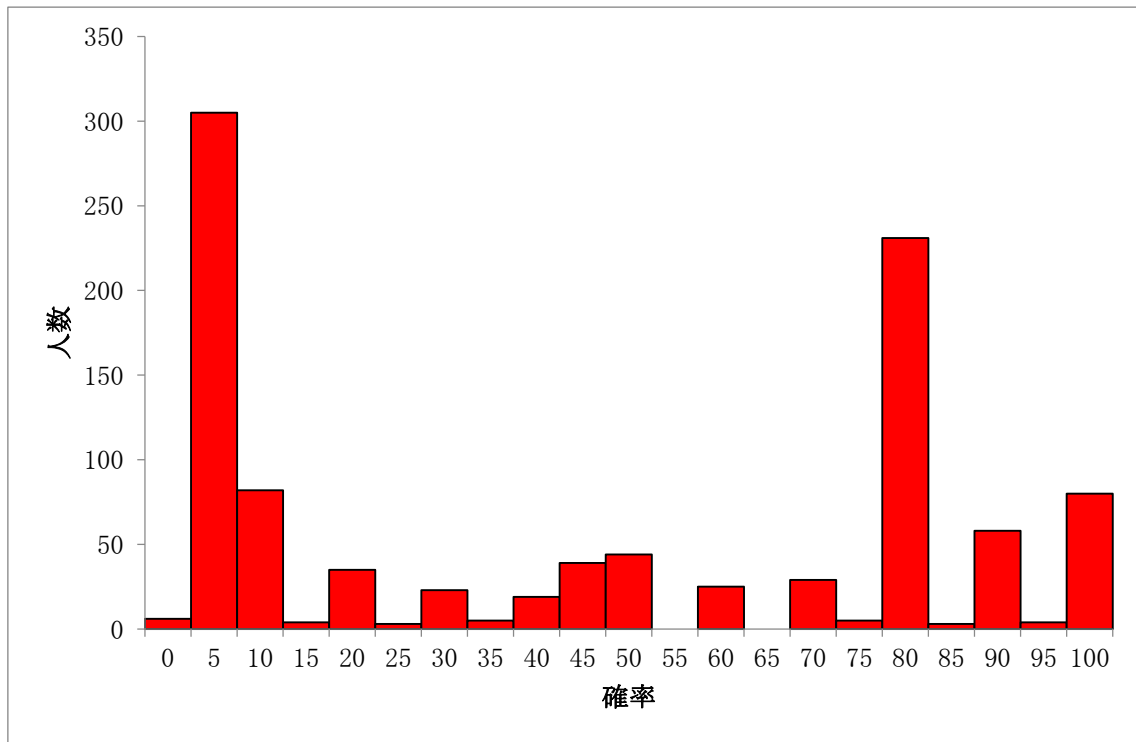
注: N=2,000

図1 確率型の回答結果



注: 平均値 56.168 中央値 75 標準偏差 34.682

図2 頻度型の回答結果



注: 平均値 43.562 中央値 44.444 標準偏差 37.778

表9 推定結果：「健康重視か経済重視か」に対する影響

変数名	確率型			頻度型		
	係数	標準誤差		係数	標準誤差	
定数項	1.4269	0.2080	***	1.5393	0.2027	***
ベイズ確率	0.0028	0.001	***	0.0004	0.0009	
体の健康	0.0486	0.0432		-0.0035	0.0455	
心の健康	-0.0204	0.0398		0.0205	0.0403	
身近な感染者	-0.0745	0.1432		-0.3395	0.1914	*
7都府県ダミー	-0.0981	0.0683		-0.1379	0.069	**
性別ダミー	-0.1403	0.0728	*	-0.1138	0.0719	
年齢	0.0111	0.0028	***	0.0126	0.0028	***
婚姻ダミー	0.0177	0.082		-0.0275	0.0828	
有職者ダミー	-0.1253	0.0785		0.0102	0.0768	
同居家族人数	0.0705	0.0311	**	0.0134	0.031	
大卒ダミー	0.0898	0.0737		0.0731	0.0725	
世帯所得	-0.0002	0.0001	**	-0.0002	0.0001	*
閾値1	0.8112	0.0459	***	0.7248	0.0486	***
閾値2	1.9007	0.0410	***	2.0484	0.0423	***
閾値3	2.9871	0.0514	***	3.1355	0.0525	***
マクファデン R2	0.0185			0.0139		
対数尤度	-1347.42			-1281.24		

***:有意水準1%で有意、**:有意水準5%で有意、*:有意水準10%で有意

表 10 推定結果：緊急事態宣言の「発令の必要性」と「効果に対する評価」との関連性

変数名	確率型			頻度型		
	係数	標準誤差		係数	標準誤差	
(a) 緊急事態宣言の発令の必要性						
定数項	1.8314	0.2188	***	1.4857	0.2238	***
ベイズ確率	0.0025	0.0010	**	0.0022	0.0010	**
体の健康	-0.0621	0.0441		-0.0606	0.0425	
心の健康	0.0188	0.0400		0.1266	0.0381	***
身近な感染者	0.3415	0.1543	**	0.1832	0.2231	
7都府県ダミー	-0.0971	0.0723		-0.0898	0.0708	
性別ダミー	-0.0710	0.0760		-0.0591	0.0764	
年齢	0.0042	0.0029		0.0082	0.0030	***
婚姻ダミー	0.0536	0.0849		-0.0192	0.0868	
有職者ダミー	-0.1516	0.0812	*	-0.0373	0.0813	
同居家族人数	0.0384	0.0335		0.0135	0.0317	
大卒ダミー	0.1389	0.0773	*	-0.1372	0.0756	*
世帯所得	0.0000	0.0001		0.0001	0.0001	
閾値1	0.5880	0.0785	***	0.5345	0.0795	***
閾値2	1.4263	0.0930	***	1.3578	0.0944	***
閾値3	2.4042	0.0983	***	2.3895	0.0996	***
(b) 緊急事態宣言の効果に対する評価						
定数項	1.8399	0.2246	***	1.7810	0.2125	***
ベイズ確率	0.0030	0.0010	***	0.0033	0.0009	***
体の健康	-0.1294	0.0415	***	-0.0840	0.0436	*
心の健康	-0.0255	0.0390		-0.0119	0.0386	
身近な感染者	0.3486	0.1529	**	0.3818	0.1873	**
7都府県ダミー	-0.0250	0.0721		-0.1288	0.0704	*
性別ダミー	-0.1746	0.0768	**	-0.1628	0.0771	**
年齢	0.0054	0.0029	*	0.0059	0.0031	*
婚姻ダミー	0.0980	0.0868		0.1416	0.0871	
有職者ダミー	-0.1584	0.0852	*	0.0271	0.0832	
同居家族人数	0.0523	0.0309	*	-0.0314	0.0313	

大卒ダミー	0.1642	0.0753	**	-0.0470	0.0762	
世帯所得	0.0002	0.0001		0.0002	0.0001	**
閾値1	0.5027	0.0678	***	0.4926	0.0634	***
閾値2	1.2899	0.0866	***	1.2125	0.0785	***
閾値3	2.6335	0.0952	***	2.5760	0.0896	***
ρ	0.5712	0.0227	***	0.6322	0.0201	***

***:有意水準1%で有意、**:有意水準5%で有意、*:有意水準10%で有意

表 11 推定結果： 外出頻度削減意志と接触人数削減意志の関連性

変数名	確率型			頻度型		
	係数	標準誤差		係数	標準誤差	
(a) 外出頻度削減の希望						
定数項	1.03343	0.21022	***	1.34653	0.19924	***
ベイズ確率	0.00291	0.00096	***	0.00092	0.00088	
体の健康	0.00037	0.03968		-0.05188	0.04284	
心の健康	0.13594	0.03845	***	0.15511	0.03820	***
身近な感染者	0.31704	0.15148	**	0.26119	0.19897	
7都府県ダミー	0.15785	0.06817	**	0.11495	0.06632	*
性別ダミー	-0.26980	0.07118	***	-0.28748	0.07062	***
年齢	-0.00412	0.00277		-0.00201	0.00271	
婚姻ダミー	0.05401	0.08439		-0.02435	0.08214	
有職者ダミー	-0.18861	0.07469	**	-0.16672	0.07351	**
同居家族人数	0.03511	0.02925		0.02876	0.02990	
大卒ダミー	0.07253	0.07483		0.08544	0.07125	
世帯所得	0.00013	0.00010		-0.00002	0.00010	
閾値1	0.21249	0.03764	***	0.22297	0.03757	***
閾値2	0.46263	0.04551	***	0.48908	0.04590	***
閾値3	0.71537	0.05124	***	0.80741	0.05289	***
閾値4	0.84579	0.05320	***	0.93016	0.05500	***
閾値5	1.41729	0.05834	***	1.47809	0.06025	***
閾値6	1.53877	0.06011	***	1.60532	0.06250	***
閾値7	1.72125	0.06255	***	1.82947	0.06512	***
閾値8	2.27376	0.07074	***	2.31745	0.07384	***
閾値9	2.71675	0.08102	***	2.87159	0.08150	***
(b) 接触人数削減の希望						
定数項	0.89310	0.21162	***	1.39764	0.20268	***
ベイズ確率	0.00523	0.00096	***	0.00105	0.00089	
体の健康	-0.01388	0.04008		-0.06580	0.04476	
心の健康	0.11041	0.03791	***	0.13984	0.03942	***
身近な感染者	0.32431	0.17079	*	0.23151	0.21520	
7都府県ダミー	0.21772	0.06820	***	0.08448	0.06682	

性別ダミー	-0.28363	0.07160	***	-0.32781	0.07123	***
年齢	0.00059	0.00284		-0.00087	0.00277	
婚姻ダミー	0.12087	0.08473		-0.04082	0.08220	
有職者ダミー	-0.22806	0.07459	***	-0.12512	0.07377	*
同居家族人数	0.03425	0.02958		0.02937	0.02943	
大卒ダミー	0.13510	0.07453	*	0.11137	0.07194	
世帯所得	0.00010	0.00011		0.00006	0.00010	
閾値1	0.15396	0.03269	***	0.17275	0.03800	***
閾値2	0.34716	0.04134	***	0.44387	0.05035	***
閾値3	0.59492	0.04893	***	0.77706	0.05773	***
閾値4	0.73188	0.05141	***	0.90588	0.06003	***
閾値5	1.33361	0.05894	***	1.47711	0.06387	***
閾値6	1.46456	0.06023	***	1.61526	0.06506	***
閾値7	1.64435	0.06227	***	1.82083	0.06721	***
閾値8	2.20573	0.06910	***	2.30834	0.07430	***
閾値9	2.76247	0.07924	***	2.83435	0.08278	***
ρ	0.74723	0.01212	***	0.78832	0.01090	***

***:有意水準1%で有意、**:有意水準5%で有意、*:有意水準10%で有意

表 12 推定結果：ワクチン接種の金銭的評価に対する影響

変数名	確率型			頻度型		
	係数	標準誤差		係数	標準誤差	
ベイズ確率	22.5505	10.2175	**	18.6320	8.9026	**
体の健康	-808.6608	447.1545	*	-99.3027	450.7902	
心の健康	565.3929	411.7579		100.9622	398.5159	
身近な感染者	-269.4187	1468.3600		2091.0190	1892.7850	
7都府県ダミー	217.7167	707.1799		-1585.6620	680.3894	**
性別ダミー	775.9474	755.7790		441.9409	710.1480	
年齢	-19.0001	28.5801		2.6678	27.8088	
婚姻ダミー	609.5035	848.6996		1640.3220	820.1941	**
有職者ダミー	437.0141	819.8568		184.6203	762.5505	
同居家族人数	-67.5000	317.7940		-360.6974	308.6277	
大卒ダミー	1628.4400	763.0223	**	1639.4570	715.3422	**
世帯所得	5.6644	1.0733	***	3.2504	0.9812	***
定数項	-2641.2160	2139.1180		-1070.5080	2008.3590	
マクファデン R ²	0.0047			0.0032		
対数尤度	-6867.9030			-6784.0939		

***:有意水準1%で有意、**:有意水準5%で有意、*:有意水準10%で有意

表 13 ベイズ確率推定と感染予防行動の推定結果まとめ

(a)交差項なしモデル

	確率型				頻度型			
	ベイズ確率		ρ		ベイズ確率		ρ	
	符号	有意性	符号	有意性	符号	有意性	符号	有意性
健康重視か経済重視か	+	○				×		
発令必要性	+	○	+	○	+	○	+	○
効果評価	+	○			+	○		
外出削減希望	+	○	+	○		×	+	○
接触削減希望	+	○				×		
ワクチン WTP	+	○			+	○		

(b)交差項ありモデル

	確率型						頻度型					
	ベイズ確率		交差項		ρ		ベイズ確率		交差項		ρ	
	符号	有意性	符号	有意性	符号	有意性	符号	有意性	符号	有意性	符号	有意性
健康重視か経済重視か	+	○		×				×		×		
発令必要性	+	○		×	+	○	+	○	-	○	+	○
効果評価		×		×			+	○		×		
外出削減希望	+	○		×	+	○		×		×	+	○
接触削減希望	+	○		×				×		×		
ワクチン WTP	+	○		×			+	○		×		

表 14 実際の外出頻度削減と実際の接触人数削減の関連性

変数名	確率型			頻度型		
	係数	標準誤差		係数	標準誤差	
(a) 実際の外出頻度削減						
定数項	1.2180	0.1963	***	1.6319	0.1987	***
ベイズ確率	0.0005	0.0010		0.0006	0.0009	
体の健康	-0.0170	0.0416		-0.0845	0.0449	*
心の健康	0.1355	0.0401	***	0.1161	0.0391	***
身近な感染者	0.2807	0.1507	*	0.4587	0.2744	*
7都府県ダミー	0.1571	0.0684	**	0.0602	0.0661	
性別ダミー	-0.1898	0.0700	***	-0.3004	0.0718	***
年齢	-0.0033	0.0027		-0.0025	0.0027	
婚姻ダミー	0.0541	0.0834		-0.0548	0.0842	
有職者ダミー	-0.3162	0.0773	***	-0.3205	0.0738	***
同居家族人数	0.0048	0.0283		0.0214	0.0302	
大卒ダミー	0.0790	0.0745		0.0462	0.0716	
世帯所得	0.0001	0.0001		0.0001	0.0001	
閾値1	0.3278	0.0423	***	0.3425	0.0418	***
閾値2	0.7611	0.0543	***	0.7109	0.0528	***
閾値3	1.1389	0.0592	***	1.1075	0.0596	***
閾値4	1.2518	0.0609	***	1.2584	0.0613	***
閾値5	1.7196	0.0641	***	1.7529	0.0661	***
閾値6	1.8550	0.0655	***	1.9108	0.0681	***
閾値7	2.1128	0.0686	***	2.2014	0.0713	***
閾値8	2.6091	0.0785	***	2.7113	0.0792	***
閾値9	3.2772	0.1078	***	3.3939	0.1052	***
(b) 実際の接触人数削減						
定数項	0.9502	0.2039	***	1.5786	0.1992	***
ベイズ確率	0.0015	0.0010		0.0002	0.0009	
体の健康	-0.0410	0.0414		-0.0478	0.0441	
心の健康	0.1364	0.0372	***	0.0495	0.0400	
身近な感染者	0.3328	0.1686	**	0.3476	0.2145	
7都府県ダミー	0.1859	0.0689	***	0.0767	0.0671	

性別ダミー	-0.1894	0.0714	***	-0.3366	0.0713	***
年齢	-0.0013	0.0028		-0.0020	0.0028	
婚姻ダミー	0.0735	0.0812		-0.0429	0.0835	
有職者ダミー	-0.3232	0.0753	***	-0.2844	0.0721	***
同居家族人数	0.0141	0.0285		0.0337	0.0293	
大卒ダミー	0.1423	0.0744	*	0.0913	0.0712	
世帯所得	0.0001	0.0001		0.0002	0.0001	*
閾値1	0.2087	0.0317	***	0.3191	0.0422	***
閾値2	0.5635	0.0456	***	0.6631	0.0520	***
閾値3	0.8878	0.0516	***	1.0372	0.0577	***
閾値4	1.0051	0.0533	***	1.1832	0.0592	***
閾値5	1.5180	0.0585	***	1.7109	0.0630	***
閾値6	1.6742	0.0604	***	1.8591	0.0648	***
閾値7	1.9363	0.0644	***	2.1111	0.0674	***
閾値8	2.4469	0.0733	***	2.5551	0.0748	***
閾値9	3.0842	0.0961	***	3.2000	0.0930	***
ρ	0.7291	0.0132	***	0.7507	0.0125	***

***:有意水準1%で有意、**:有意水準5%で有意、*:有意水準10%で有意

APPENDIX 推定結果(交差項ありモデル)

表 A1 「健康重視か経済重視か」に対する影響(交差項ありモデル)

変数名	確率型			頻度型		
	係数	標準誤差		係数	標準誤差	
定数項	1.3119	0.2213	***	1.5305	0.2173	
ベイズ確率	0.0065	0.0026	**	0.0007	0.0026	
交差項	-0.008	0.0052		-0.0006	0.0048	
体の健康	0.0483	0.0432		-0.0036	0.0455	
心の健康	-0.0215	0.0398		0.0206	0.0403	
身近な感染者	-0.0699	0.1432		-0.3394	0.1914	*
7都府県ダミー	-0.0927	0.0684		-0.1379	0.069	**
性別ダミー	-0.1359	0.0729	*	-0.1137	0.0719	
年齢	0.0108	0.0028	***	0.0126	0.0028	***
婚姻ダミー	0.0219	0.0821		-0.0273	0.0828	
有職者ダミー	-0.1185	0.0787		0.0104	0.0768	
同居家族人数	0.0702	0.0311	**	0.0133	0.031	
大卒ダミー	0.0821	0.0739		0.0733	0.0725	
世帯所得	-0.0002	0.0001	**	-0.0002	0.0001	*
閾値1	0.8119	0.0460	***	0.7248	0.0486	***
閾値2	1.9020	0.0410	***	2.0486	0.0424	***
閾値3	2.9903	0.0515	***	3.1356	0.0525	***
マクファデン R2	0.0193			0.0139		
対数尤度	-1346.23			-1281.23		

***:有意水準1%で有意、**:有意水準5%で有意、*:有意水準10%で有意

表 A2 緊急事態宣言の「発令の必要性」と「効果に対する評価」の関連性(交差項ありモデル)

変数名	確率型			頻度型		
	係数	標準誤差		係数	標準誤差	
(a) 緊急事態宣言の発令の必要性						
定数項	1.71330	0.23516	***	1.32396	0.23951	***
ベイズ確率	0.00639	0.00257	**	0.00720	0.00263	***
交差項	-0.00837	0.00523		-0.01005	0.00496	**
体の健康	-0.06274	0.04425		-0.06304	0.04267	
心の健康	0.01705	0.04013		0.12936	0.03844	***
身近な感染者	0.34575	0.15528	**	0.17768	0.21711	
7都府県ダミー	-0.09128	0.07245		-0.08984	0.07106	
性別ダミー	-0.06635	0.07626		-0.05644	0.07649	
年齢	0.00390	0.00286		0.00771	0.00302	**
婚姻ダミー	0.05809	0.08507		-0.01717	0.08694	
有職者ダミー	-0.14335	0.08126	*	-0.03567	0.08159	
同居家族人数	0.03825	0.03348		0.01259	0.03165	
大卒ダミー	0.13102	0.07775	*	-0.13466	0.07576	*
世帯所得	0.00002	0.00011		0.00012	0.00010	
閾値1	0.58787	0.07867	***	0.53533	0.08012	***
閾値2	1.42673	0.09295	***	1.36057	0.09534	***
閾値3	2.40679	0.09828	***	2.39511	0.10065	***
(b) 緊急事態宣言の効果の評価						
定数項	1.82987	0.23962	***	1.66831	0.23111	***
ベイズ確率	0.00330	0.00256		0.00673	0.00263	**
交差項	-0.00069	0.00519		-0.00696	0.00502	
体の健康	-0.12949	0.04156	***	-0.08560	0.04365	**
心の健康	-0.02540	0.03910		-0.01022	0.03884	
身近な感染者	0.34887	0.15324	**	0.38062	0.18470	**
7都府県ダミー	-0.02457	0.07237		-0.12894	0.07060	*
性別ダミー	-0.17422	0.07692	**	-0.16138	0.07731	**

年齢	0.00533	0.00289	*	0.00557	0.00309	*
婚姻ダミー	0.09841	0.08677		0.14345	0.08739	
有職者ダミー	-0.15794	0.08536	*	0.02852	0.08341	
同居家族人数	0.05223	0.03096	*	-0.03200	0.03134	
大卒ダミー	0.16350	0.07580	**	-0.04495	0.07662	
世帯所得	0.00015	0.00010		0.00022	0.00010	**
閾値1	0.50297	0.06793	***	0.49302	0.06394	***
閾値2	1.29009	0.08685	***	1.21369	0.07908	***
閾値3	2.63374	0.09534	***	2.57893	0.09037	***
ρ	0.57185	0.02278	***	0.63108	0.02015	***

***:有意水準1%で有意、**:有意水準5%で有意、*:有意水準10%で有意

表 A3 希望の外出頻度削減と希望の接触人数削減(交差項ありモデル)

変数名	確率型			頻度型		
	係数	標準誤差		係数	標準誤差	
(a) 外出頻度削減の希望						
定数項	0.97660	0.22241	***	1.33559	0.22270	***
ベイズ確率	0.00473	0.00255	*	0.00124	0.00245	
交差項	-0.00395	0.00511		-0.00065	0.00463	
体の健康	0.00021	0.03983		-0.05204	0.04298	
心の健康	0.13538	0.03868	***	0.15516	0.03826	***
身近な感染者	0.31969	0.15144	**	0.26040	0.19974	
7都府県ダミー	0.16081	0.06834	**	0.11505	0.06635	*
性別ダミー	-0.26752	0.07133	***	-0.28747	0.07084	***
年齢	-0.00428	0.00278		-0.00203	0.00271	
婚姻ダミー	0.05638	0.08436		-0.02403	0.08240	
有職者ダミー	-0.18529	0.07523	**	-0.16633	0.07373	**
同居家族人数	0.03497	0.02929		0.02875	0.02995	
大卒ダミー	0.06856	0.07517		0.08600	0.07163	
世帯所得	0.00013	0.00010		0.00010	-0.22000	
閾値1	0.21250	0.03767	***	0.22329	0.03763	***
閾値2	0.46269	0.04570	***	0.48981	0.04595	***
閾値3	0.71546	0.05151	***	0.80852	0.05293	***
閾値4	0.84589	0.05345	***	0.93128	0.05503	***
閾値5	1.41775	0.05871	***	1.47891	0.06030	***
閾値6	1.53934	0.06046	***	1.60588	0.06252	***
閾値7	1.72194	0.06295	***	1.82945	0.06519	***
閾値8	2.27470	0.07106	***	2.31722	0.07399	***
閾値9	2.71781	0.08124	***	2.87154	0.08185	***
(b) 接触人数削減の希望						
定数項	0.83279	0.22138	***	1.31425	0.22315	***
ベイズ確率	0.00715	0.00247	***	0.00368	0.00245	

交差項	-0.00419	0.00499		-0.00530	0.00458	
体の健康	-0.01403	0.04019		-0.06703	0.04483	
心の健康	0.10979	0.03810	***	0.14137	0.03954	***
身近な感染者	0.32710	0.17178	*	0.23361	0.21746	
7都府県ダミー	0.22093	0.06828	***	0.08468	0.06675	
性別ダミー	-0.28116	0.07188	***	-0.32671	0.07129	***
年齢	0.00042	0.00286		-0.00117	0.00277	
婚姻ダミー	0.12343	0.08466		-0.03947	0.08222	
有職者ダミー	-0.22462	0.07502	***	-0.12458	0.07392	*
同居家族人数	0.03412	0.02962		0.02880	0.02953	
大卒ダミー	0.13092	0.07557	*	0.11258	0.07229	
世帯所得	0.00009	0.00011		0.00007	0.00010	
閾値1	0.15397	0.03274	***	0.17277	0.03802	***
閾値2	0.34722	0.04155	***	0.44438	0.05067	***
閾値3	0.59510	0.04943	***	0.77818	0.05828	***
閾値4	0.73214	0.05188	***	0.90716	0.06058	***
閾値5	1.33427	0.05949	***	1.47874	0.06431	***
閾値6	1.46528	0.06070	***	1.61696	0.06551	***
閾値7	1.64514	0.06281	***	1.82283	0.06770	***
閾値8	2.20659	0.06937	***	2.31096	0.07473	***
閾値9	2.76367	0.07974	***	2.83786	0.08368	***
ρ	0.74701	0.01215	***	0.78858	0.01091	***

***:有意水準1%で有意、**:有意水準5%で有意、*:有意水準10%で有意

表 A4 ワクチン接種の金銭的評価(交差項ありモデル)

変数名	確率型			頻度型		
	係数	標準誤差		係数	標準誤差	
ベイズ確率	51.1618	26.7956	*	42.7357	25.3006	*
交差項	-62.5424	54.1319		-48.6785	47.8263	
体の健康	-811.7358	446.7702	**	-107.6084	450.8178	
心の健康	554.9867	411.5154		114.9018	398.7339	
身近な感染者	-229.6242	1467.8230		2104.8130	1891.8400	
7都府県ダミー	265.4183	707.9140		-1593.0180	680.3027	**
性別ダミー	797.0216	755.5308		462.3735	710.2816	
年齢	-21.4813	28.6362		0.2107	27.9043	
婚姻ダミー	637.6731	848.4728		1650.2890	820.1212	**
有職者ダミー	500.0757	821.2251		192.0869	762.4226	
同居家族人数	-70.2815	317.6175		-364.2332	308.6136	
大卒ダミー	1571.8060	764.0530	**	1654.1960	715.2844	**
世帯所得	5.5802	1.0751	***	3.2990	0.9822	***
定数項	-3538.2690	2276.5600		-1879.2480	2161.4320	
マクファデン R ²	0.0048			0.0032		
対数尤度	-6867.2348			-6783.5751		

***:有意水準1%で有意、**:有意水準5%で有意、*:有意水準10%で有意

表 A5 実際の外出頻度削減と実際の接触人数削減(交差項ありモデル)

変数名	確率型			頻度型		
	係数	標準誤差		係数	標準誤差	
(a) 実際の外出頻度削減						
定数項	1.19043	0.20746	***	1.73271	0.22087	***
ベイズ確率	0.00137	0.00250		-0.00248	0.00237	
交差項	-0.00192	0.00504		0.00611	0.00451	
体の健康	-0.01720	0.04180		-0.08307	0.04488	*
心の健康	0.13538	0.04023	***	0.11466	0.03915	***
身近な感染者	0.28138	0.15059	*	0.45866	0.26645	*
7都府県ダミー	0.15852	0.06849	**	0.06024	0.06621	
性別ダミー	-0.18882	0.07006	***	-0.30234	0.07200	***
年齢	-0.00337	0.00271		-0.00213	0.00272	
婚姻ダミー	0.05510	0.08347		-0.05666	0.08409	
有職者ダミー	-0.31451	0.07756	***	-0.32207	0.07373	***
同居家族人数	0.00464	0.02834		0.02195	0.03023	
大卒ダミー	0.07712	0.07497		0.04477	0.07212	
世帯所得	0.00011	0.00011		0.00009	0.00011	
閾値1	0.32786	0.04242	***	0.34329	0.04189	***
閾値2	0.76157	0.05439	***	0.71256	0.05297	***
閾値3	1.13950	0.05927	***	1.11015	0.05972	***
閾値4	1.25229	0.06095	***	1.26126	0.06148	***
閾値5	1.71992	0.06412	***	1.75536	0.06620	***
閾値6	1.85535	0.06558	***	1.91291	0.06828	***
閾値7	2.11309	0.06876	***	2.20298	0.07148	***
閾値8	2.60940	0.07877	***	2.71274	0.07957	***
閾値9	3.27734	0.10830	***	3.39635	0.10581	***
(b) 実際の接触人数削減						
定数項	0.85856	0.21531	***	1.57335	0.21933	***
ベイズ確率	0.00436	0.00246	*	0.00037	0.00246	

交差項	-0.00630	0.00500		-0.00042	0.00463	
体の健康	-0.04127	0.04168		-0.04804	0.04411	
心の健康	0.13564	0.03734	***	0.04959	0.04007	
身近な感染者	0.33642	0.16868	**	0.34856	0.21444	
7都府県ダミー	0.19041	0.06902	***	0.07678	0.06712	
性別ダミー	-0.18541	0.07149	***	-0.33592	0.07153	***
年齢	-0.00158	0.00279		-0.00205	0.00279	
婚姻ダミー	0.07744	0.08119		-0.04273	0.08349	
有職者ダミー	-0.31826	0.07553	***	-0.28461	0.07212	***
同居家族人数	0.01396	0.02844		0.03358	0.02935	
大卒ダミー	0.13632	0.07486	*	0.09092	0.07181	
世帯所得	0.00012	0.00011		0.00019	0.00010	*
閾値1	0.20879	0.03190	***	0.31894	0.04222	***
閾値2	0.56314	0.04577	***	0.66310	0.05207	***
閾値3	0.88761	0.05173	***	1.03697	0.05778	***
閾値4	1.00508	0.05343	***	1.18302	0.05925	***
閾値5	1.51859	0.05865	***	1.71097	0.06304	***
閾値6	1.67475	0.06064	***	1.85922	0.06488	***
閾値7	1.93732	0.06463	***	2.11154	0.06748	***
閾値8	2.44909	0.07373	***	2.55572	0.07489	***
閾値9	3.08708	0.09653	***	3.20091	0.09322	***
ρ	0.72923	0.01316	***	0.75153	0.01252	***

***:有意水準1%で有意、**:有意水準5%で有意、*:有意水準10%で有意