

Text-Based Nudges Promoting Rubella Antibody Testing and Vaccination: Evidence from Nationwide Online Field Experiment in Japan *

Hiroki Kato [†]

Shusaku Sasaki [‡]

Fumio Ohtake [§]

2022/04/15

Abstract

This study conducted a randomized controlled trial (RCT) in a nationwide online survey to examine which text-based nudges best promote rubella antibody testing and vaccination. The main results are as follows. First, the altruistic message, which emphasizes that the fetus's health could be impaired by infecting women in the early stages of pregnancy with rubella, has a positive effect on the intention and behavior relating to the antibody test among men, who had automatically received a free coupon from the local government in 2019. Second, most people who test negative for antibodies (do not have antibodies), regardless of the type of nudge messages or whether or not they have received the coupon, have since been vaccinated. This result suggests that policies to increase antibody testing of pre-test individuals should be prioritized over those to increase vaccination of post-test negatives. Third, text-based messages have no statistically significant effect among men who had to apply for coupons themselves in 2019.

Key words: Rubella, Vaccination, Antibody Test, Text-Based Nudges

JEL Codes: D90, I12, I18

*This study is conducted as a part of the Project “Implementation of EBPM in Japan” undertaken at the Research Institute of Economy, Trade and Industry (RIETI). In completing this paper, we thank participants of the EBPM Study Group and the Discussion Paper Study Group of RIETI for their insightful comments. This research is financially supported by the Japan Society for the Promotion of Science [JSPS Grant Number: 20H05632 (F., Ohtake)] and the Ministry of Health, Labor, and Welfare. Prior to conducting a randomized controlled trial on an online survey, this study was approved by the Institutional Review Board of the Graduate School of Economics, Osaka University (R020114).

[†]Graduate School of Economics, Osaka University. E-mail: h-kato@econ.osaka-u.ac.jp

[‡]Center for Infectious Disease Education and Research, Osaka University.

[§]Graduate School of Economics, Osaka University. Center for Infectious Disease Education and Research, Osaka University.

1 はじめに

2 日本における風しんワクチンの背景

3 オンライン調査の概要

4 Results

4.1 Effect of Text-Based Nudges on Intentions

はじめに、我々は意向に対するナッジ・メッセージの効果を推定する。ナッジ・メッセージによって行動変容を促したい対象は第1回調査時点で抗体検査やワクチン接種を受けていない男性である。そこで、第1回調査で過去に抗体検査とワクチン接種を受けていないと回答した人に限定したデータを用いる（wave 1 selection data）。さらに、我々の関心はクーポン券の自動送付によってクーポン券を取得するための取引費用が減少したという意味でのインセンティブの有無のもとでのナッジ・メッセージの効果である。そのために、2019年4月時点の年齢が46歳以下であるかどうかでサブサンプルを構築した。自治体は2019年度に40歳から46歳の男性に無料クーポン券を送付し、2020年度以降に47歳から56歳の男性にクーポン券を送付する。二つのサブサンプルにおいて、個人の観察可能な特徴はトリートメント間でバランスされている。

また、検定力80%・有意水準5%を保つために必要な効果の規模を計算したところ、2019年度にクーポン券が自動で送付される男性のサブサンプルを用いる場合、少なくとも6.7%ポイントの差が必要である。2019年度ではクーポン券を受け取るために手続きが必要な男性のサブサンプルを用いる場合、少なくとも5%ポイントの差が必要である。

2019年度にクーポン券が自動で送付される男性のサブサンプルを用いて、我々は各介入群の抗体検査（パネルA）とワクチン接種（パネルB）の意向の比率を図1に示した。その結果、利他強調メッセージは厚労省メッセージより抗体検査の意向を高めている。厚労省メッセージ群の抗体検査の意向の比率は約20.8%であるのに対して、利他強調メッセージ群の抗体検査の意向の比率は約35.1%である。したがって、厚労省メッセージと比較して、利他強調メッセージは抗体検査の意向を約14.3%ポイント高めていて、これは統計的に1%水準で有意である。また、厚労省メッセージと比較して、すべてのナッジ・メッセージはワクチン接種の意向を統計的に有意に高めていない¹。

¹また、すべての介入群のワクチン接種の意向の比率は抗体検査のそれよりも高い。これはワクチン接種の意向を引き出す質問の刺激によるものだと考えられる。我々はワクチン接種の意向を回答者に尋ねるとき、抗体を保有していないことを条件にしている。この条件がワクチン接種の必要性を強く刺激している可能性がある。

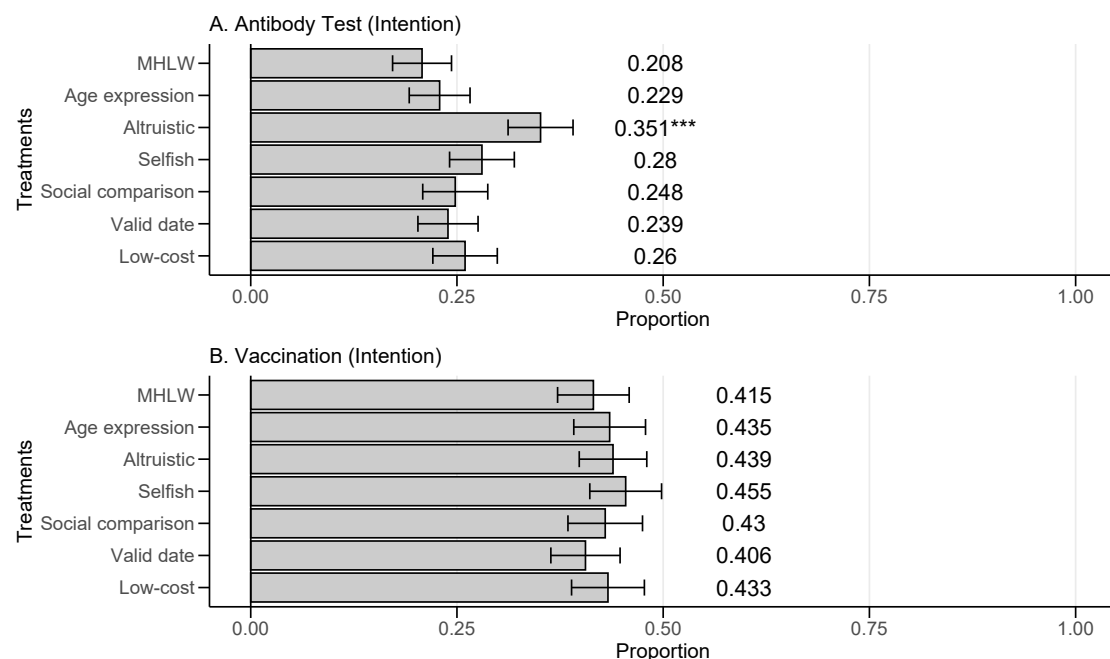


Figure 1: Effect of Text-Based Nudges on Intentions among Men for whom Coupons are Automatically Distributed in FY 2019. Data source: wave 1 selection data. Note: Numbers in the figure indicate the proportion of each group. Error bars indicate standard error of the mean. Asterisks are p-values for t-tests of the difference in means from the MHLW message group: * $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$.

2019 年度にクーポン券を得るためにコストのかかる手続きが必要な男性のサブサンプルを用いて、我々は各介入群の抗体検査（パネル A）とワクチン接種（パネル B）の意向の比率を図2に示した。その結果、厚労省メッセージと比較して、すべてのナッジ・メッセージは抗体検査の意向を統計的に有意に高めていない。対照的に、社会比較メッセージは厚労省メッセージよりもワクチン接種の意向を低めている。厚労省メッセージのワクチン接種の意向比率は約 52.8% であるのに対し、社会比較メッセージのワクチン接種の意向比率は約 44.6% である²。したがって、厚労省メッセージと比較して、社会比較メッセージはワクチン接種の意向を約 8.2% ポイント低めており、これは統計的に 10% 水準で有意である。

この効果の原因の一つとして、ワクチン接種のただのりが挙げられる。社会比較メッセージは「5 人に 1 人が抗体を持っていない」ことを強調している。裏返せば、5 人に 4 人が抗体を持っているということである。このメッセージを読んだ人は、仮に風しんの抗体を保有していないとしても、全体の 80% が抗体を持っているので、自身が感染

²2019 年度にクーポン券が自動で送付される男性のサブサンプルを用いた結果と同様に、すべての介入群のワクチン接種の意向比率は抗体検査のそれよりも高い。これはワクチン接種の意向を引き出す質問の刺激によるものだと考えられる。

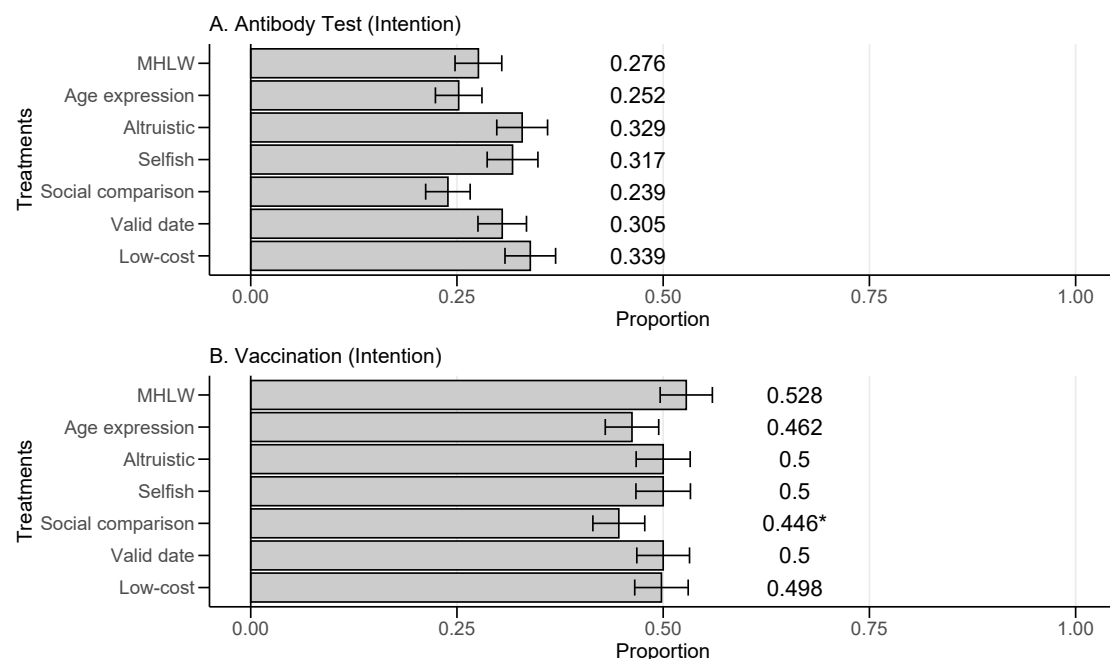


Figure 2: Effect of Text-Based Nudges on Intentions among Men Who Needed Costly Procedures to Receive Coupons in FY 2019. Data source: wave 1 selection data. Note: Numbers in the figure indicate the proportion of each group. Error bars indicate standard error of the mean. Asterisks are p-values for t-tests of the difference in means from the MHLW message group: * $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$.

する機会は少ないと考えたのかもしれない。クーポン券を受け取るために手続きが必要
なとき、この信念がワクチンを接種することの価値を低め、ワクチン接種の意向の比率
を厚労省メッセージよりも下げた可能性がある。

クーポン券が自動的に送付されるかどうかは年齢で決まるので、サブサンプルを用
いたナッジ・メッセージの効果はクーポン券が自動的に送付されるかどうかだけでなく、
二つのサブサンプルの年齢の違いの影響を受けている。この問題を排除するために、
意向の線形確率モデルを推定した。説明変数はナッジ・メッセージのダミー変数、ナッ
ジ・メッセージのダミー変数とクーポン券が自動的に送付されることを示すダミー変数
の交差項、そして年齢を含んだ共変量である。意向の線形確率モデルは上述の結果と同
じ結果を得られた（詳細は補論を参照せよ）。

4.2 Effect of Text-Based Nudges on Behaviors

次に、我々は第1回調査以降の行動に対するナッジ・メッセージの効果を推定する。第
1回調査時点で抗体検査やワクチン接種を受けていない男性に焦点を当てるために、第
1回調査もしくは第2回調査で第1回調査以前に抗体検査とワクチン接種を受けたと回

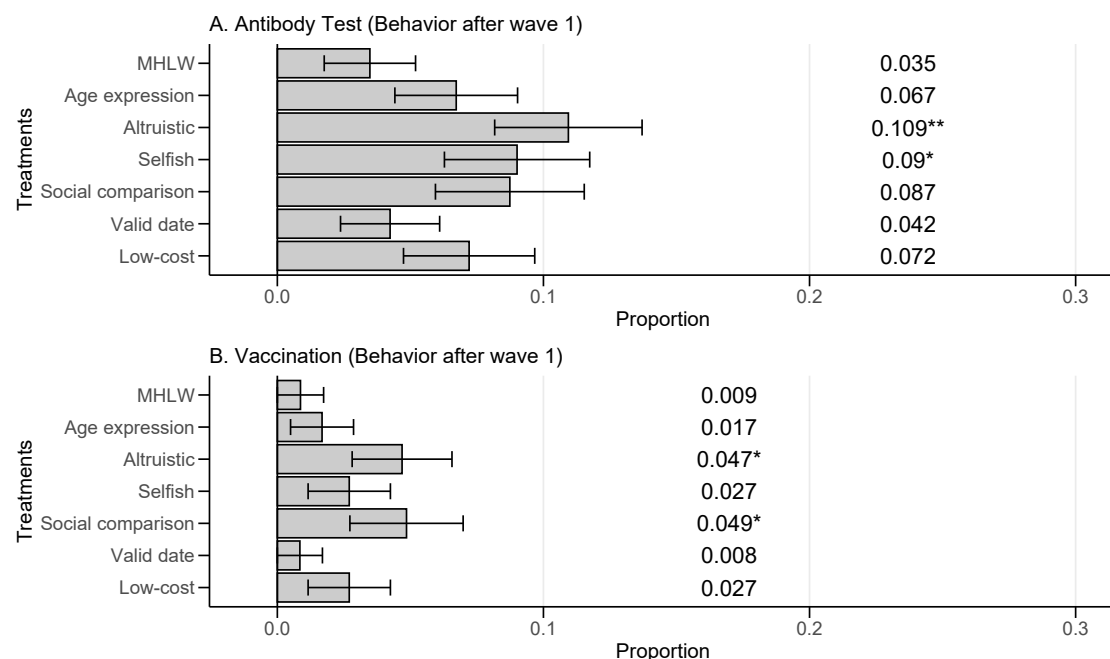


Figure 3: Effect of Text-Based Nudges on Behavior among Men for whom Coupons are Automatically Distributed in FY 2019. Data source: wave 2 selection data. Note: Numbers in the figure indicate the proportion of each group. Error bars indicate standard error of the mean. Asterisks are p-values for t-tests of the difference in means from the MHLW message group: * $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$.

答した人を排除した（wave 2 selection data）³。さらに、取引費用の減少の有無のもとでのナッジ・メッセージの効果を推定するために、我々は2019年4月時点の年齢が46歳以下であるかどうかでサブサンプルを構築した。二つのサブサンプルにおいて、個人の観察可能な特徴はトリートメント間でバランスされている。

また、検定力80%・有意水準5%を保つために必要な効果の規模を計算したところ、2019年度にクーポン券が自動で送付される男性のサブサンプルを用いる場合、少なくとも7.2%ポイントの差が必要である。2019年度ではクーポン券を受け取るために手続きが必要な男性のサブサンプルを用いる場合、少なくとも5.3%ポイントの差が必要である。

2019年度にクーポン券が自動で送付される男性のサブサンプルを用いて、我々は各介入群の抗体検査の受検率（パネルA）とワクチン接種率（パネルB）を図3に示した⁴。その結果、利他強調メッセージと利己強調メッセージの抗体検査の受検率は厚労省メッ

³第1回調査以降に自身の接種歴を調べ直すなどによって、第1回調査と第2回調査の回答に違いが生じる可能性がある。そのため、どちらかの調査で第1回調査以前に抗体検査を受検したもしくはワクチンを接種したと回答した人を除いた。

⁴ワクチン接種は抗体検査を受検し、ワクチンを接種したら1を取るダミー変数である。よって、ワクチン接種率はワクチン接種を通じて新規に抗体を獲得した人の比率とみなすこともできる。

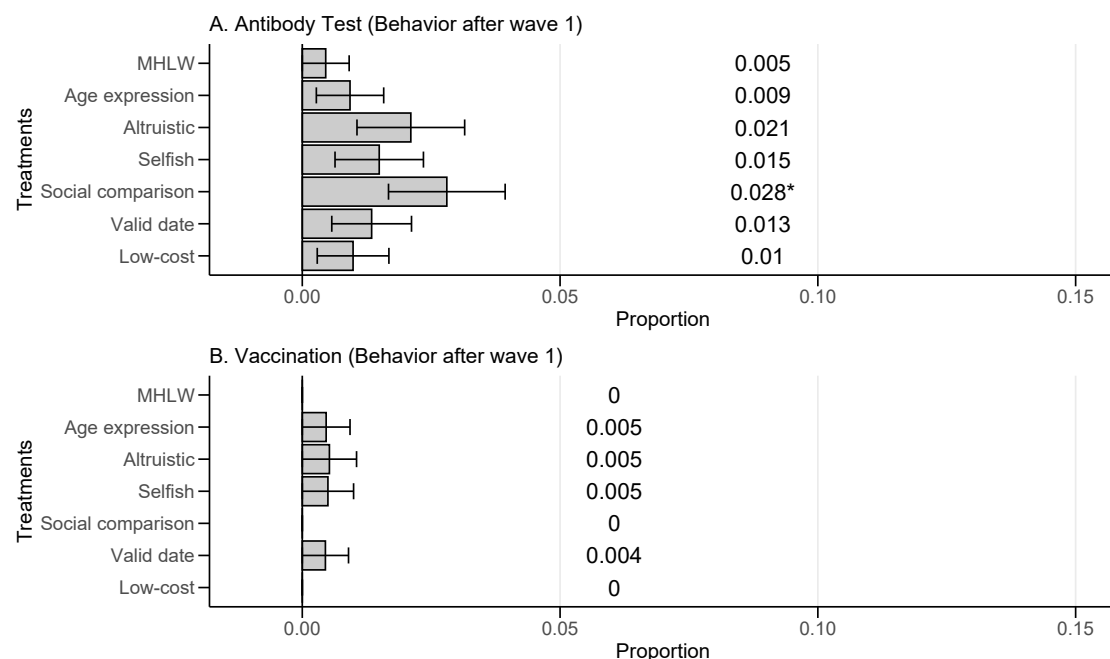


Figure 4: Effect of Text-Based Nudges on Behaviors among Men Who Needed Costly Procedures to Receive Coupons in FY 2019. Data source: wave 1 selection data. Note: Numbers in the figure indicate the proportion of each group. Error bars indicate standard error of the mean. Asterisks are p-values for t-tests of the difference in means from the MHLW message group: * $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$.

セージよりも高い。厚労省メッセージ群の抗体検査の受検率は約 3.5% である。対して、利他強調メッセージ群と利己強調メッセージ群の抗体検査の受検率はそれぞれ約 10.9% と約 9% である。したがって、厚労省メッセージと比較して、利他強調メッセージは抗体検査の受検率を約 7.4% ポイント引き上げていて、これは統計的に 5% 水準で有意である。また、利己強調メッセージは抗体検査の受検率を約 5.5% ポイント引き上げており、これは統計的に 10% 水準で有意である。

さらに、利他強調メッセージと社会比較メッセージのワクチン接種率は厚労省メッセージよりも高い。厚労省メッセージ群のワクチン接種率は約 0.9% である。対して、利他強調メッセージと社会比較メッセージのワクチン接種率はそれぞれ 4.7% と約 4.9% である。したがって、厚労省メッセージと比較して、利他強調メッセージと社会比較メッセージはワクチン接種率をそれぞれ約 3.8% ポイントと 4% ポイント引き上げていて、これらは統計的に 10% 水準で有意である。

2019 年度にクーポン券を得るためにコストのかかる手続きが必要な男性のサブサンプルを用いて、我々は各介入群の抗体検査の受検率（パネル A）とワクチン接種率（パネル B）を図4に示した。その結果、厚労省メッセージと比較して、社会比較メッセー

Table 1: Movement of Antibody Test Takers

Text-based nudge	w/ receiving coupon automatically			w/o receiving coupon automatically		
	Antibody test	Negative test result	Vaccination	Antibody test	Negative test result	Vaccination
MHLW	4	1	1	1	0	0
Age expression	8	2	2	2	2	1
Altruistic	14	7	6	4	1	1
Selfish	10	3	3	3	1	1
Social comparison	9	5	5	6	1	0
Valid date	5	1	1	3	1	1
Low-cost	8	5	3	2	0	0
Fisher's exact test (p-value)		0.54	0.67		0.47	1.00

Note: Limiting our sample to antibody test takers, we tested the null hypothesis that the number of negative antibody tests does not differ between intervention groups with Fisher's exact test. Also, restricting the sample to negative individuals, we tested the null hypothesis that the number of vaccinations would not differ between intervention groups with a Fisher's exact test.

ジは抗体検査の受検率を高めているが、ワクチン接種率を高めていない。厚労省メッセージを読んだ人の 0.5% が抗体検査を受検しているが、誰もワクチン接種をしていない。同様に、社会比較メッセージを読んだ人の 2.8% が抗体検査を受検しているが、誰もワクチン接種をしていない。したがって、厚労省メッセージと比較して、社会比較メッセージは抗体検査の受検率を約 2.3% ポイント引き上げていて、これは統計的に 10% 水準で有意である。しかしながら、ワクチン接種率に対する効果はゼロである。

サブサンプルで推定されたナッジ・メッセージの効果はクーポン券が自動的に送付されるかどうかだけでなく、年齢の違いの影響を受けるので、我々はこの問題を排除するために線形確率モデルを推定した。行動の線形確率モデルは上述の結果と同じ結果を得られた。それに加えて、2019 年度にクーポン券が自動的に送付される男性において、社会比較メッセージの抗体検査の受検率は厚労省メッセージよりも 5.7% ポイント高く、これは統計的に 10% 水準で有意である。

抗体検査受検率に対する効果とワクチン接種率に対する効果の違いは二つの可能性に起因する。第一の可能性は、抗体検査の結果が陰性である人、すなわちワクチンを接種する必要のある人の数が二群間で異なる。第二の可能性は、陰性であるにも関わらずワクチンを接種していない人の数が二群間で異なる。この点を明らかにするために、我々は抗体検査の受検者数・抗体検査が陰性であった人の数・ワクチンを接種した人数を介入群ごとに計算し、表1に示した。

表1より、介入群に関わらず抗体検査の結果が陰性である人のほとんどがワクチンを接種している。2019 年度にクーポン券を自動的に受け取った男性に限定すると、利他強調メッセージ・低コストメッセージを除くすべての群で陰性者はワクチンを接種してい

る。また、利他強調メッセージ・低コストメッセージ群においてもワクチンを接種していない陰性者は少数である。同様に、2019 年度にクーポン券を受け取るためにはコストのかかる手続きが必要な男性に限定すると、年齢表現メッセージ・社会比較メッセージを除くすべての群で陰性者はワクチンを接種している。これらの結果は、抗体検査受検率に対する効果とワクチン接種率に対する効果の違いが先に述べた第一の可能性を強く反映しているとは言えないことを示唆している⁵。

さらに、表1より、抗体検査の陰性比率の介入群間のばらつきは陰性者のワクチン接種率のそれと比較して大きい。2019 年度にクーポン券を自動的に受け取った男性に限定したとき、厚労省メッセージの抗体検査の陰性比率は 25%(= 1/4) である。これに対して、ワクチン接種率に対して効果のある利他強調メッセージ・社会比較メッセージの抗体検査の陰性比率はそれぞれ 50% (= 7/14)・55% (= 5/9) である。逆に、抗体検査受検率のみに効果のある利己強調メッセージの抗体検査の陰性比率は 30%(= 3/10) であり、厚労省メッセージのそれと近い値を取る。2019 年度にクーポン券を受け取るためにはコストのかかる手続きが必要な男性に限定するとき、抗体検査受検率のみに効果のある社会比較メッセージの抗体検査の陰性比率は 16% (= 1/6) である。したがって、ワクチン接種率に対して効果のあるナッジ・メッセージの抗体検査の陰性比率は厚労省メッセージ群の抗体検査の陰性比率より高い。これらの結果は、抗体検査受検率に対する効果とワクチン接種率に対する効果の違いが先に述べた第二の可能性を強く反映していることを示唆している。

ただし、抗体検査の陰性比率の介入群間のばらつきは統計的な誤差による可能性が高い。我々は抗体検査受検者にサンプルを絞り、抗体検査の陰性件数が介入群間で異ならないという帰無仮説をフィッシャーの正確検定で検証した。その結果、p 値は 0.53 であり、帰無仮説を棄却できない。よって、我々のデータの抗体検査の陰性比率は介入群間で異なっているが、母集団のそれは介入群間で異ならないかもしれない⁶。

⁵2019 年度にクーポン券を自動的に受け取った男性に限定すると、陰性者のワクチン接種率は 87.5%(= 21/24) であり、1000 個のブートストラップ標本を用いて構築した 95% 信頼区間は [75.0%, 100.0%] である。2019 年度にクーポン券を受け取るためにはコストのかかる手続きが必要な男性に限定すると、陰性者のワクチン接種率は 66.7%(= 4/6) であり、1000 個のブートストラップ標本を用いて構築した 95% 信頼区間は [33.3%, 100.0%] である。

⁶これと対立する仮説として、利他強調メッセージや社会比較メッセージを読んで抗体検査を受検した人は自身に抗体を保有していないと信じているということが考えられる。そこで、陰性者の抗体検査受検率を推定することを試みる。しかしながら、陰性であるにも関わらず抗体検査を受検していない人がいるはずなので、陰性者の抗体検査受検率をデータから直接復元することはできない。ベイズ定理を用いて、我々は間接的に推定した。陰性という事象 A と抗体検査の受検という事象 B の二つの事象を考える。このとき、抗体検査の受検比率は $P(B)$ 、抗体検査受検者の陰性比率は $P(A|B)$ で表すことができ、これらの値はデータから直接推定できる。ベイズの定理より、抗体検査受検者の陰性比率は

$$P(A|B) = \frac{P(B|A) \cdot P(A)}{P(B)}$$

と定義できる。ここで、 $P(A)$ は陰性比率であり、これは NIID の抗体保有率のデータより 0.2 となる。確

5 議論と結論

率 $P(B|A)$ は陰性者で条件づけた抗体検査の受検比率であり、我々の関心のあるパラメータである。よって、陰性者の抗体検査の受検比率は

$$\hat{P}(B|A) = \frac{\hat{P}(A|B) \cdot \hat{P}(B)}{0.2}$$

で計算できる。利他強調メッセージ群において、 $\hat{P}(A|B) = 0.5$ と $\hat{P}(B) = 0.109$ なので、 $\hat{P}(B|A) = 0.273$ となる（1000 個のブートストラップ標本で構築した 95% 信頼区間は $[0.117, 0.469]$ ）さらに、陰性であるかどうかによって抗体検査の受検にセレクションが生じているかどうかを検証するために、陰性という事象と抗体検査の受検という事象が独立であるという帰無仮説を検定した。 $\hat{P}(B|A) - \hat{P}(B)$ の 95% 信頼区間にゼロが含まれていないとき、我々は帰無仮説を 5% 有意水準で棄却できる。その結果、 $\hat{P}(B|A) - \hat{P}(B)$ の 95% 信頼区間は $[0.016, 0.336]$ なので、我々は帰無仮説を棄却できる。同様に、社会比較メッセージ群の $\hat{P}(B|A) - \hat{P}(B)$ の 95% 信頼区間は $[0.000, 0.350]$ である。したがって、利他強調メッセージ群と社会比較メッセージ群では、陰性者が抗体検査を積極的に受検している傾向があるかもしれない。

参考文献