

# 創価大学におけるワクチン接種率上昇のための要因分析

浅井 学

創価大学 経済学部 教授

安藝優一郎 大田原雄高 横谷 孝一 山中 大介 和泉 憲司

創価大学 経済学部 オナーズプログラム HOPE

## 要旨

ワクチン接種率上昇の要因を調べるために、期待利得の分析、アナウンス効果の分析、アンケート調査による選択型コンジョイント分析という3つの分析を行った。金銭的インセンティブという面から期待利得の分析を行った結果、学生は合理的に行動しているわけではないことがわかった。また、クーポン配布についてアナウンス効果があったことがわかった。選択型コンジョイント分析から、創価大学におけるワクチン接種率上昇のためには、クーポン配布と寄付を選べる形にするほうがよいことがわかった。また、学期中よりも長期休暇の接種にインセンティブをもたせるほうがよいことがわかった。例えば、新学期の職域接種に加えて、地元で接種した人も、接種証明があれば対象とするなどが考えられる。

## 1. はじめに

新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) は、2019年12月初旬に最初の感染者が報告されて以来、世界的なパンデミックとなり猛威を振るっている。日本で最も多い時は1日で10万人以上もの感染者が確認されており、2022年6月25日時点でも1日平均1万4千人もの感染者が出ている。この対策として、効果を発揮してきたのが新型コロナワクチンである。厚生労働省(2022)の調べによると、臨床研究の結果、1回目の接種では、全年齢層で発症予防効果が90%以上であり、特に16歳以上では95%もの発症予防効果が確認されている。また、変異株のコロナウイルスの蔓延により、ワクチンの持続時間などは低下するものの、一定の発症予防効果があることが確認されている。また、重症化予防の効果は低下しないことも確認された。このように、ワクチン接種を促進することは with

\* 本論文の執筆にあたり、小島健先生、近貞美津子先生、金澤伸幸先生、寺田和之先生、2名の査読者から貴重なコメントを頂いた。記して感謝を表す。

コロナ社会を促進していくうえで必要な条件の1つとなっている。

創価大学においては、2022年6月29日に大学事務局より学生に一斉配信されたメールによると3回目接種を済ませた学生が5割を切っていることが判明した。さらに、6月に入ってから陽性者が創価大学内で連日発生していた。このような状況から、創価大学で学生たちがワクチン接種を行うインセンティブをどのように与えられるのかを調べることは重要なことであると考えられる。

創価大学では同年4月に、コロナウイルスのワクチン接種に対するクーポン（図書カード1000円分）が導入されたが、私たちはこの制度を軸として接種率向上のためのインセンティブについて、3つの視点から分析を行った。まず金銭的インセンティブを調べるために、期待利得の面から分析を行った。次にアナウンス効果の影響をみるためにイベント・スタディーによる分析を行った。最後に、アンケート調査による選択型コンジョイント分析である。その際に、クーポンだけではなく寄付に関してもアンケート調査を行った。これは、金銭的インセンティブによる動機付けは利他的な人間の接種インセンティブを減少させる（例えば大竹(2022)）と考えられるためである。

分析結果は次の通りである。(1) 金銭的インセンティブから言えば、ワクチン接種する方が期待利得は大きいことがわかった。この結果と照らし合わせると、学生の接種率の低さは、学生が金銭的インセンティブから合理的な判断をしているわけではないことが明らかになった。(2) クーポン配布のアナウンス効果は、1日限定とはいえ有意な効果があった。(3) 選択型コンジョイント分析により、長期休暇中にクーポン配布か寄付を選べるようにすると接種確率の上昇が見込めることがわかった。

本論文の構成は次の通りである。第2節で金銭的インセンティブについて期待利得の分析を行い、第3節でアナウンス効果を分析する。第

4節では選択型コンジョイント分析を行い、第5節でまとめる。

## 2. 金銭的インセンティブについて

2022年4月13日、創価大学ではコロナウイルスのワクチン接種に対するクーポンを導入したが、ワクチン接種に対する金銭的インセンティブによる動機付けは適切なのであろうか。このことを調べるために、期待利得による分析を行う。

私たちはまず、人々は金銭的インセンティブに基づいてワクチンの接種に関する意思決定をしているという仮説を立て、以下の仮定のもとにモデルを組み立てた。

仮定1：コロナワクチンを接種して得られる効果は1期間の間持続する。

仮定2：コロナワクチンを接種するか否かは0日目（1期間が始まる前日）に判断し、接種する場合はその日に接種する。

仮定3：1期間で2回以上コロナウイルスに感染することはない。

仮定4：人々の割引率は指数型である。

仮定5：割引率の分布は正規分布に従う。

仮定6：コロナウイルスまたは副反応の症状による1日当たりの損失は一定である。

我々のモデルでは、2種類の期待利得を考える。

$F_1(\delta, Q)$ ：ワクチンを接種した場合の期待利得

$F_2(\delta)$ ：ワクチンを接種しなかった場合の期待利得

ただし、 $Q$ はクーポン価格で、 $\delta$ は1日後の価値に対する割引因子である。この利得の差がプラスとなるように、すなわち

$$F_1(\delta, Q) - F_2(\delta) \geq 0$$

となるようにクーポン価格  $Q$  を設定するものとする。

このとき、ワクチンを接種した場合の期待利得は、

$$F_1(\delta, Q) := Q - p_1 c \sum_{i=1}^n \delta^i - p_2 c \sum_{l=1}^N (q_2^{l-1} \sum_{i=l}^{l+m-1} \delta^i) + p_1 p_2 c \sum_{l=1}^n (q_2^{l-1} \sum_{i=l}^n \delta^i) + p_2 c \sum_{l=N-m+2}^N (q_2^{l-1} \sum_{i=N+1}^n \delta^i)$$

で与えられる。ただし、 $c$  は 1 日休むコスト、 $p_1$  は副反応が起こる確率、 $p_2$  はワクチンを接種してコロナにかかる確率、 $q_i = 1 - p_i$  である。また、 $n$  は副反応で休む日数、 $m$  はコロナで休む日数、 $N$  は 1 期間の日数であり、 $N > m > n$  としている。 $F_1(\delta, Q)$  の第 2 項は副反応を発症した場合の期待損失を表している。また第 3 項は、コロナに感染した場合の期待損失を表している。第 4 項は副反応を発症している期間中にコロナに感染した場合に、二重に計上されてしまう損失を差し引くための調整項である。第 5 項も調整項で、これは 1 期間の終盤でコロナに感染し、期間終了後も症状が続く場合に計上されてしまう損失を差し引いたものである。

次に、ワクチンを接種しなかった場合の期待利得については

$$F_2(\delta) := -p_3 c \sum_{l=1}^N (q_3^{l-1} \sum_{i=l}^{l+m-1} \delta^i) + p_3 c \sum_{l=N-m+2}^N (q_3^{l-1} \sum_{i=N+1}^{l+m-1} \delta^i)$$

で与えられる。ただし、 $p_3$  はワクチンを接種せずにコロナにかかる確率である。 $F_2(\delta)$  の第 1 項は期待損失を表している。第 2 項は調整項で、1 期間の終盤でコロナに感染し、期間終了後も症状が続く場合に計上されてしまう損失を差し引いたものである。

このモデルに具体的な数値をあてはめて分析を行う。確率  $p_1$ ,  $p_2$ ,  $p_3$  は Bar-On 他 (2021) によるイスラエルでの調査結果を参考にして、 $p_1 = 0.5$ ,  $p_2 = 0.001057018$ ,  $p_3 = 0.010256025$  とした。副反応で授業休む日数は  $n = 2$  (日)、コロナにかかって休む日数は  $n = 10$  (日)、1 期間の日数は  $N = 100$  (日) とする。このモデル

ではクーポンを含めることができるが、ここでは  $Q = 0$  とする。さらに一般に私立大学では 1 回の授業料が 4000 円～5000 円と言われていることと、学生の学期あたり履修上限が 20 単位 (1 日あたり 2 コマ履修) であることから、1 日当たりの期待損失は高々  $c = 1$  (万円) と設定した。割引率については、池田・大竹・筒井 (2005) が経済実験とアンケート調査により求めたいくつかの数値をもとに、幾何平均により計算した。求めた割引因子の値は、 $\delta = 0.9841$  であった。なお、晝間 (2012) のアンケート調査からも 1 日当たりの割引因子の値を求めたところ  $\delta = 0.9820$  であり、同様の数値が得られた。

このとき、ワクチンを接種した場合の期待利得は  $F_1(\delta, Q) = -1.4358$  (万円) で、ワクチンを接種しなかった場合の期待利得  $F_2(\delta) = -3.3268$  (万円) である。いずれも損失であるが、ワクチンを接種する方が損失は少ない。また差額  $F_1(\delta, 0) - F_2(\delta)$  をみると 1.8910 (万円) である。仮に 15,000 円を自費で払ってワクチンを接種したとしても、ワクチン接種の期待利得は 3,910 円だけ大きいことがわかる。

以上の結果から、金銭的なインセンティブから言えば、ワクチンを接種する方が期待損失は少ないことがわかる。その差は 18,910 円であることから、学生はワクチンの接種費用を仮に 15,000 円まで自費で払うことになったとしても、ワクチン接種を受ける方が金銭的損失は少ないことがわかった。なお、接種率が 5 割を下回っていることから、学生はこの差額を非常に低く見積もっているという解釈も可能である。

### 3. アナウンスの効果

次に、ワクチン接種に対して図書カード 1000 円分を配布するというアナウンスに対して、接種率が上昇したのかどうか、イベント・スタディーの手法を用いて分析を行う。

図 1 は、2022 年 3 月 30 日から 4 月 26 日までの大学職域接種の予約推移を表している。特に図

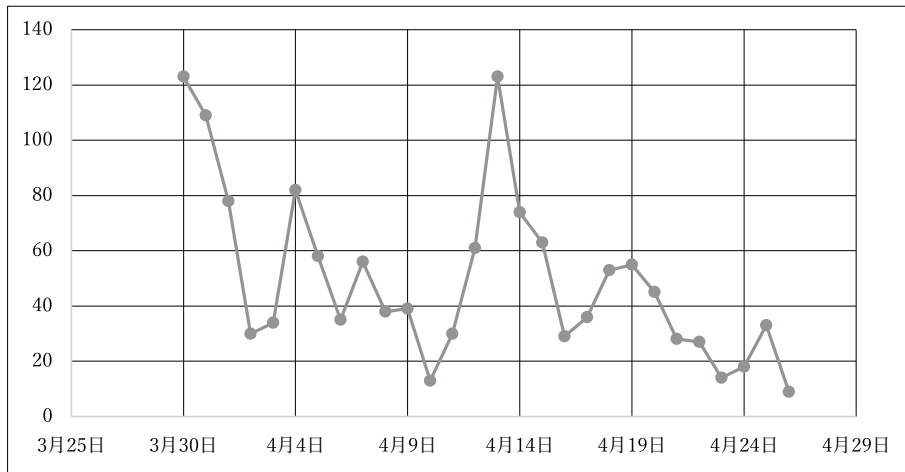


図1 大学職域接種予約者推移

書カード配布のアナウンスのあった4月13日は、前日の約2倍の予約数となっている。このような変化が統計的に有意であったのかどうかを調べる。この分析は正規性の仮定に依存するため、予備的な分析としてジャック/ペラ検定により正規性の仮定が満たされているか確認した。ジャック/ペラ検定の有意水準5%の臨界値は、5.991である。検定統計量の値は5.149であったので、正規分布に従うという帰無仮説は棄却されなかった。なお3月30日と4月13日の予約数はともに123であるが、両日とも予約が埋まってしまったわけではないことを付け加えておく。

以下ではデータが正規分布に従うという仮定の下で分析をおこなう。まず4月12日までの予約者数の標本平均は56.14で、標準偏差は31.90であった。次に4月13日と14日の値を使って標準化する。このとき、13日では (t 統計量)

$=2.09609 > 1.64$  より有意水準5%でアナウンスの効果があったことが示された。しかし、次の日(4/14)には (t 統計量)  $=0.55985 < 1.64$  よりアナウンス効果がなかったことが示された。この日以降も人数が減っていることから、このアナウンスは1日限定でのみ、効果があることが判明した。

なお図1からは、3月30日以降の減衰状況と、4月13日以降の減衰状況は似通っていることが読み取れる。このことから、新学期を前にした「大学における接種開始」のアナウンスの効果と、4月13日のアナウンス効果は同様の規模であったと解釈することが可能である。

#### 4. 選択型コンジョイント分析

創価大学におけるワクチン接種対象者の接種意向を決定する要因を調査するために、創価大

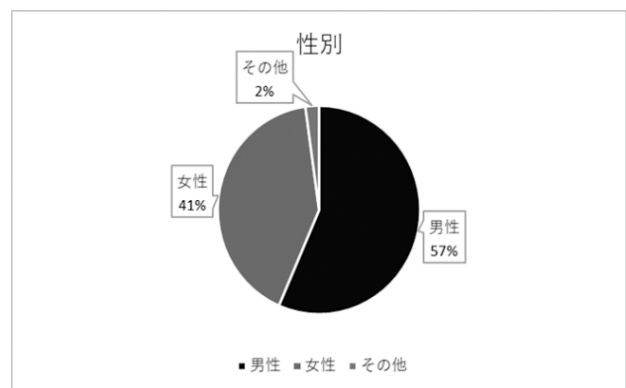
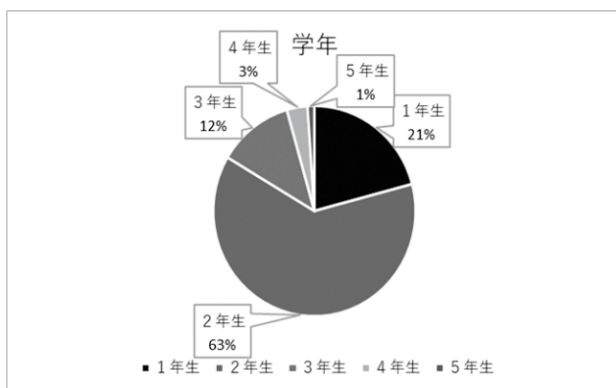


図2 アンケート調査における回答者の学年と性別

学の大学生を対象に Google フォームを使用してアンケート調査を実施した。2022年6月1日から2022年6月11日の期間で、92件の回答を得た。回答者の学年と性別は図2の通りである。

アンケート調査では、選択型コンジョイント分析を用いる。選択型コンジョイント分析は、回答者に複数のプロフィール（選択肢）から好ましいものを1つ選択してもらう方法を採用している。本研究ではプロフィールを作成するにあたって、ワクチン接種により受け取るクーポン額、ワクチン接種の時期、ワクチン接種による寄付額の3つを属性に設定しそれぞれに3つずつ水準を作成した。

つぎに表1の直交表のように8個のプロファ

表1 アンケート調査の選択肢の直行表

No	クーポン価格	時期	寄付金
1	1000	テスト前	0
2	2000	テスト後	0
3	0	長期休暇	0
4	2000	テスト前	1000
5	0	テスト後	1000
6	1000	長期休暇	1000
7	0	テスト前	2000
8	2000	長期休暇	2000

イルを作成、2つずつプロフィールを提示し、回答者にはどちらの条件でワクチンを接種したか、またはどちらの条件でも接種したくないかを選択してもらうことを28回繰り返した。どれも選ばない選択肢を含めることで、どの選択肢も望ましくないといった意見を表明することも可能になる。またアンケートの質問の表示はランダムになるようにして、選択にバイアスが生じないようにしている。アンケートの例は図3の通りである。

アンケートで得られた結果は条件付きロジットモデルを用いて分析できる。ロジットモデルとは、0と1という選択肢が存在した際に選択者が1を選択する確率を推定するのに使用されるモデルである。定数項以外の説明変数を3つもつロジットモデルは、ロジスティック関数を応用して、

$$P(y = 1 | x_1, \dots, x_k) = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k)}$$

で与えられる。ここでは接種する確率を被説明変数とし、説明変数に接種時期、クーポン価格、寄付の3つを設定した。接種時期については、学生であるため副反応による勉強への支障を考慮して接種したがるのではないかと考えら

...

値段：あなたがワクチンを接種した際に得られるお金、接種時期：接種する期間、募金：あなたがワクチンを接種した際に大学が募金する値段を表します。

選択肢 A

値段	1000
接種時期	テスト前
募金	0

選択肢 B

値段	0
接種時期	休暇中
募金	0

接種しない

図3 アンケートの例

れる。また、クーポン価格は1日だけだが効果があったことから一部の学生には効果があると考えられる。しかし、大竹（2022）の指摘のように、金銭による動機づけは利他的な人の行動を抑制する働きがあることから、寄付を説明変数に含めている。

条件付ロジットモデルを推定するには最尤法を用いる。推定には、合崎・西村（2007）によるR言語のコードを参考にした。条件付きロジットモデルの推定結果は、表2に示されている。表2には、左から全体のデータ、男性だけのデータ、女性だけのデータで推定した結果が示されている。

条件付ロジットモデルの推定結果から、女性のデータの定数項以外は、すべて有意であった。また定数項を除く、説明変数の係数の推定値はすべて正であった。平均限界効果は表3に与えられている。

表3よりテスト前に比べて、長期休暇であれ

ば限界効果は20%以上も上昇することがわかった。男性はクーポン配布の限界効果の方が高いが、女性は寄付の方が限界効果は高くなることがわかった。このことから、創価大学は長期休暇の時期に、クーポン配布と寄付を選択できる形で接種の推進を行うべきである。例えば、新学期の職域接種に加えて、地元で接種した人も、接種証明があれば対象とするなどが考えられる。

なお、アンケートの最後では、「接種しない」を選択された方に理由についても質問している。24件の回答の内、16件の回答でワクチンの副反応を警戒して接種しないことが判明した。他には体質の関係や、ワクチンに対する懐疑的な意見や手続きの面倒くささなどが挙げられた。また、副反応を嫌う理由として授業内容についていけなくなってしまうことや課題の遅れが挙げられた。

表2 条件付ロジットモデルの推定結果

推定結果	全体	男性	女性
定数項	-0.300 ( $2.39 \times 10^{-3}$ )	-0.635 ( $1.40 \times 10^{-6}$ )	0.224 (0.155)
長期休暇	1.347 ( $-2.00 \times 10^{-16}$ )	1.44 ( $2.00 \times 10^{-16}$ )	1.208 ( $< 2 \times 10^{-16}$ )
テスト後	1.141 ( $2.00 \times 10^{-16}$ )	1.351 ( $2.00 \times 10^{-16}$ )	0.904 ( $5.52 \times 10^{-13}$ )
クーポン価格	$4.44 \times 10^{-4}$ ( $2.00 \times 10^{-16}$ )	$5.30 \times 10^{-4}$ ( $2.00 \times 10^{-16}$ )	$3.33 \times 10^{-4}$ ( $2.64 \times 10^{-10}$ )
寄付	$4.43 \times 10^{-4}$ ( $2.00 \times 10^{-16}$ )	$4.41 \times 10^{-4}$ ( $1.78 \times 10^{-14}$ )	$4.36 \times 10^{-4}$ ( $5.08 \times 10^{-12}$ )

(注) 括弧内はP値を示す。

表3 条件付ロジットモデルによる平均限界効果（単位：%）

変数名	全体	男性	女性
長期休暇	26.11	27.92	23.42
テスト後	22.12	26.19	17.53
クーポン価格（千円）	8.61	10.3	6.46
寄付（千円）	8.59	8.55	8.46

## 5. まとめ

この論文では、創価大学の学生の接種確率向上のための要因分析を行った。まず金銭的インセンティブから言えば、ワクチン接種する方が期待損失は少ないことがわかった。学生の接種率の低さから、学生が金銭的インセンティブから合理的な判断をしているわけではないと言える。次にクーポン配布のアナウンス効果は、1日限定とはいえ有意な効果が認められた。最後に、選択型コンジョイント分析により、接種を促進するための重要な要因は接種時期ということがわかった。特に創価大学生は副反応による授業の公欠や課題の遅れを嫌う傾向があることから、長期休暇に接種を促し、クーポン配布また寄付のいずれかを選択できる形の施策が望ましいと言える。そのために、例えば、新学期の職域接種に加えて、地元で接種した人も、接種証明があれば対象とするなどが考えられる。

## 参考文献

- 合崎英男・西村和志 (2007). 「データ解析環境 R による選択型コンジョイント分析入門」. 『農工研技法』 206, 151-173.  
[https://www.naro.go.jp/publicity\\_report/publication/archive/files/206-11.pdf](https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/archive/files/206-11.pdf)
- 池田新介・大竹文雄・筒井義郎 (2005). 「時間割引率：経済実験とアンケートによる分析」. 『ISER Discussion Paper』 No. 638.  
<https://www.iser.osaka-u.ac.jp/library/dp/2005/DP0638.pdf>
- 大竹文雄 (2022). 「新型コロナにも効く行動経済学の使い方」. 『国際文化研修2022春』 115, 40-45.  
<https://www.jiam.jp/journal/pdf/115-04-02.pdf>
- 厚生労働省 (2022). 「新型コロナワクチン Q&A」

<https://www.cov19-vaccine.mhlw.go.jp/qa/>  
(2022年12月10日閲覧)

創価大学総務課「大学職域摂取予約者推移」  
2022年6月8日提供.

晝間文彦 (2012). 「アンケートによる時間割引率の背景要因に関する研究」『早稲田商学』 432, 1-34.

<https://core.ac.uk/download/pdf/286930929.pdf>

Bar-On, Y. M., Goldberg, Y., Mandel, M., Bodenheimer, O., Freedman, L., Kalkstein, N., Mizrahi, B., Alroy-Preis, S., Ash, N., Milo, R., & Huppert, A. (2021). Protection of BNT162b 2 Vaccine Booster against Covid-19 in Israel. *New England Journal of Medicine*, 385 (15), 1393-1400.

<https://doi.org/10.1056/nejmoa2114255>