

Twitter を用いた COVID-19 ワクチン接種行動に関する分析

北林 遼大[†] 張 翔[†] 豊田 正史^{††} 吉永 直樹^{††}

[†] 東京大学大学院情報理工学系研究科 〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1

^{††} 東京大学生産技術研究所 〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1

E-mail: [†]{kitabaya,cs,toyoda,ynaga}@tkl.iis.u-tokyo.ac.jp

あらまし COVID-19 ワクチンは感染症の予防に有効であると考えられている一方、安全性への懸念など様々な理由から接種を躊躇う人々もいる。感染症収束の目処が立たない中、接種を躊躇う要因を解消しながら接種率を高めることが感染拡大防止のために重要である。2022年12月16日現在、日本では全人口の8割以上が2回目接種を完了した一方、3回目接種率は67.4%にとどまっており、特に若年層では5-6割を下回っている。本研究では、Twitterユーザーのワクチン接種に関するツイートと接種行動の関係について明らかにすることを目指す。具体的には、ユーザのCOVID-19 ワクチン接種に対するスタンスを分類する深層学習モデルを用いることで、実際の日本国内の接種者数とワクチン関連の投稿数との間に高い相関関係があることや、人々の接種行動と関連する語や参照ユーザ、外部リソースなどを明らかにした。

キーワード COVID-19, ワクチン接種, ソーシャルメディア, Twitter

1 はじめに

ワクチン接種は感染症予防に最も有効な対策の一つと考えられており、感染の予防や症状の軽減などの観点から接種が推奨されている。しかし、ワクチンの安全性への懸念や接種自体への恐怖などの理由から、ワクチンを接種できる状況にも関わらず接種を躊躇あるいは拒否する「ワクチン忌避」が以前から問題となっている[1]。COVID-19 ワクチンに関しても例外ではなく、これまでにない新しい仕組みのワクチン(mRNA ワクチン)であること¹や、従来のワクチンと比べ急速に開発が進められていること²などもあり、その安全性や有効性などに関する議論が広く行われている。今日に至るまで新型コロナウイルス感染症の収束の目処が立たない中、接種を躊躇う要因を解消しながら国民全体の接種率を高めることが感染拡大防止のために重要である。

2022年12月16日時点において、日本では全人口のうち8割以上が2回目の接種を完了した一方で、3回目接種率は67.4%にとどまっており、特に若年層では5-6割を下回っている(図1)³。また、2022年には生後6ヶ月から4歳を対象とした乳幼児接種および5歳から11歳を対象とした小児接種も開始されており、これらに関しても予防接種法上の努力義務が適用されるなど接種が推奨されているものの、小児に対する接種率は同時点で2割程度にとどまっており、国民全体の2回目接種率と比較しても大幅に伸び悩んでいる。一方で、第7波などの急激な新型コロナウイルス感染拡大やオミクロン株に対応し

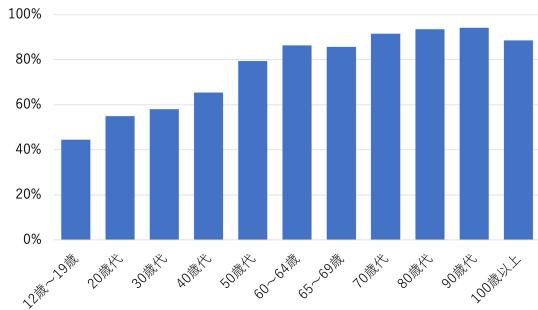


図 1: 2022年12月16日時点での3回目接種の年齢階級別接種率。

たワクチンの出現、全国旅行支援などのワクチン接種者限定のキャンペーンの実施など、人々のワクチン接種行動に影響を与える可能性のある事象が今日まで多く発生している。このように、COVID-19 ワクチンの接種が開始されて以降、今日に至るまで COVID-19 ワクチンを取り巻く状況は絶えず変化している中、新型コロナウイルス感染拡大防止や収束に向けて国民に対し政府などが接種を推奨しワクチン接種率を高めるためには、人々がワクチンの接種に至る、もしくは接種を躊躇う要因や背景など、COVID-19 ワクチンに対する国民の意識について把握することが重要であると考えられる。

そこで本研究では、国内における COVID-19 ワクチンに対する世論や、実際の人々の接種行動と Twitter ユーザの接種スタンスの関係を明らかにすることを目的とする。具体的には、ワクチンに関連した投稿を用いて、Twitter ユーザの接種に対するスタンスについて分析することで、上記を明らかにすることを目指す。この目的を達成するために今回行った具体的な分析の概要についてまとめると以下の通りである。

(1) COVID-19 ワクチンに関連した投稿を接種スタンスに応じて分類した上で、スタンスごとのユーザ数・ツイート数と実際の COVID-19 ワクチン接種者数の関係を分析することに

1 : https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/vaccine_pfizer.html (2022年12月21日参照)

2 : https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000121431_00223.html (2022年12月21日参照)

3 : <https://www.kantei.go.jp/jp/headline/kansensho/vaccine.html> (2022年12月21日参照)

より、実際の人々のワクチン接種行動と Twitter ユーザの接種スタンスの関係を明らかにする。

(2) (1) で明らかとなった、ワクチン接種行動と結びつく投稿の内容を分析し、これと人々の接種行動に影響を与える可能性のある事象を照らし合わせることにより、接種行動と関連する語や参照ユーザ、外部リソース等を明らかにする。

(3) 1,2 回目接種が本格的に進められた 2021 年にワクチンに肯定的な投稿をしたユーザ群について、3 回目接種が本格的に行われた 2022 年にワクチンにも肯定的であったユーザ群と、そうでなくなったユーザ群を特定することで、3 回目接種に対するスタンスと関連のある語や外部リソース等を考察する。

本稿の残りでは、まず 2 章で COVID-19 に関する話題を取り上げたソーシャルメディア分析の関連研究について説明する。次に 3 章で分析に使用したデータおよびワクチン接種スタンス分類器について説明を行い、4 章で実際の人々の COVID-19 ワクチン接種行動に関する分析を行う。最後に 5 章でまとめと今後の展望を述べる。

2 関連研究

COVID-19 に関するソーシャルメディア上の投稿を用いた分析を行った先行研究として、本章ではまず、COVID-19 の影響下における人々の感情や話題の傾向など、ソーシャルメディア上の投稿を用いて COVID-19 が及ぼす社会的影響に関して分析した先行研究について述べる。その後、COVID-19 ワクチンに関する話題を対象としてソーシャルメディア上のデータの分析を行った先行研究について述べる。

2.1 COVID-19 が及ぼす社会的影響に関する SNS 分析

2020 年前半、ロックダウンや緊急事態宣言など、新型コロナウイルスの感染拡大を防ぐ対策が世界各地で実施されたほか、テレワークやオンライン授業が急速に推進されるなど、新型コロナウイルスにより我々の生活は一変した。世界中で感染の拡大防止に向けて迅速な判断を迫られる中、種々の対策を実施する上で国民の動向を素早く適切に把握することが求められた。

そこで、ソーシャルメディアの投稿を利用することで、COVID-19 の影響下における人々の感情や話題の傾向を分析する研究が国内外問わず広く行われた [2–6]。例えば鳥海ら [2] は、2020 年 1 月 17 日から 4 月 30 日における日本語ツイートを用いて、COVID-19 が社会の中でどのように話題となり、どのような影響を与えたのかに関する分析を行った。分析を通して、北海道が道独自の緊急事態宣言を発表した 2 月 28 日以降はツイートを行ったユーザの偏りがほぼなくなったことを明らかにしたほか、ユーザの感情に大きな影響を与えたイベントの類推を行った。Kwan ら [3] は、2020 年 3 月 12 日から 6 月 10 日における Twitter 上の英語の投稿を用いて、COVID-19 による感情の変化や主な話題を分析した。分析の結果、3 月時点では、“violence” や “assault” など、ネガティブな言葉が投稿中に多く含まれており、ロックダウンや隔離措置に伴う苦悩や不満が示唆される話題が見られた一方、時間の経過とともに、

在宅勤務などの「新しい日常」を実践しようとする投稿が増加し、ポジティブな方向に話題がシフトしたことを明らかにした。

また、COVID-19 の出現以降、度重なる変異株の出現などもあり、今日に至るまで収束の目処は立っておらず、社会的な影響も日に日に蓄積されている。COVID-19 は我々の身体上・精神上の健康を脅かすだけでなく、政治や医療、経済など社会のあらゆる側面に影響を与え続けている。

これに伴い、COVID-19 に関するソーシャルメディアを活用した分析の観点も幅広くなり、例えば COVID-19 が我々のメンタルヘルスに与える影響を推定したもの [7,8] や、経済的な影響を分析したもの [9,10]、コロナ禍におけるデマが社会に与えた影響について具体的に考察したもの [11] などがこれまでに行われている。本研究では、COVID-19 に関する話題の中で現在国内で未だに議論が継続している COVID-19 ワクチンを対象に、ワクチンに対する世論および人々の実際のワクチン接種行動について SNS 上の投稿から明らかにすることを目的とした。

2.2 COVID-19 ワクチンに関する SNS 分析

新型コロナウイルス感染拡大防止の観点から、政府や公衆衛生機関が国民に対し接種を推奨する上で、COVID-19 ワクチンに対する国民の意識や感情を把握することは非常に重要である。こうした状況の中、ソーシャルメディアを活用してこれらを把握しようと試みる研究が国内外問わず行われている [12–16]。

Hisamitsu ら [12] は、日本において COVID-19 ワクチンを接種をするかどうか決めていなかった人が接種の是非を決断するに至った要因となる情報源を明らかにすることを目的として、2021 年 6 月から 10 月の期間の日本語ツイートを用いて、ワクチン接種に対するスタンス分極化の時系列変化と、スタンス変化の要因に関する分析を行った。分析の結果、ユーザのスタンスは時間の経過とともに分極化し、中立的なユーザはワクチン賛成派のユーザと多くのリアクションをとっていることや、中立派から賛成派に変化したユーザはスタンス変化の前後に医師や政府などによる投稿を共有する傾向にある一方で、反対派に変化するユーザは、医師や政府系アカウントではない個人アカウントの投稿を共有する傾向にあることを明らかにした。

Poddar ら [13] は、Twitter 上のユーザのワクチンに対するスタンスに着目し、2018 年 1 月から 2021 年 3 月の間の約 1570 万件の英語ツイートを用いて、COVID-19 前後にワクチン関連の投稿を行ったユーザのツイートにおける話題をスタンスごとに分析するとともに、ワクチンに関するスタンスの変化やその要因について分析を行った。分析の結果、2020 年にワクチン賛成派から反対派に移行したユーザは、主に COVID-19 ワクチンの開発を行う大手製薬会社に対する非難を示していた一方で、2021 年にワクチン賛成派から反対派に移行したユーザは、主にワクチンの強制的な接種に対する非難や有効性への懸念を示していることを明らかにした。

Hisamitsu らや Poddar らの先行研究では、主に COVID-19 ワクチン接種が開始された初期段階を対象に、人々のワクチンに対するスタンスの変化やその要因などについての分析が行われた。一方、COVID-19 ワクチンの接種が開始されて以降、今

日に至るまで COVID-19 ワクチンを取り巻く状況は絶えず変化している。例えば、3回目以降の追加接種や小児に対する接種が本格的に開始されたほか、第7波などの急激な新型コロナウイルス感染拡大やオミクロン株対応ワクチンの出現など、COVID-19 やワクチンに関する多くの新しい事象がこれまでに発生しており、これらの事象は人々のワクチン接種に対するスタンスに影響を与えている可能性がある。

そこで本研究では、日本において COVID-19 ワクチンの接種が本格的に始まった 2021 年 6 月から 2022 年 12 月の期間において、Twitter ユーザのワクチン接種に対するスタンスについて分析することを通して、COVID-19 ワクチンに対する世論や、人々の接種行動と Twitter ユーザの接種スタンスの関係を明らかにする。具体的には、接種行動に強く結びつくツイートの分析に焦点を当てることで、実際の接種状況とワクチンに関連したツイートの間の関係や、人々の接種行動と関連する語や参照ユーザ、外部リソース等に関する分析を行った。

3 分析手法

3.1 データの収集

日本では、2021 年 6 月 17 日から 18 歳以上への COVID-19 ワクチン接種が本格的に開始⁴され、2022 年 12 月末時点では 8 割以上の人々が 2 回目の接種を完了した。これを踏まえて本研究では、2021 年 6 月から 2022 年 12 月までの合計 19 ヶ月の期間の日本語の全量ツイート⁵から、「ワクチン」を含むツイートデータ、ユーザ間アクションデータ（リツイート、引用リツイート、メンション）、その他のデータ（フォロー数、フォロワー数、プロフィール、シェアした URL など）の 3 種類のデータを取得した。その後、先行研究 [12] と同様に、外部サイトからの単なるシェア投稿の削除などのクレンジングを行った。その結果、5,684,911 人のユニークなユーザによる 30,150,061 件のワクチン関連ツイートを取得した。

3.2 ワクチン接種スタンスに基づいたツイートの分類

本研究では、Twitter ユーザの各ツイートにおけるスタンスとその時系列変化を分析することを通して、人々の COVID-19 ワクチン接種行動と関連する語や外部リソース等について分析することを目的とするが、そもそも全ての Twitter 上の投稿をスタンスに応じて人手で分類を行うことは現実的ではない。そこで、接種スタンスに応じてツイートを分類する分類器を用いることにより、前節において収集したワクチン関連投稿をスタンスに応じて自動的に分類した。今回の分析では、Hisamitsu ら [12] が構築した、少量のワクチン関連ツイートに人手でアノテーションを行ったデータを用いて学習させた、BERT [17] をベースとした接種スタンス分類器を使用した。

本研究でも Hisamitsu らと同様に、自身の接種報告など COVID-19 ワクチン接種の拡大に寄与するようなツイートを

表 1: ツイートのアノテーション基準の概要 [12].

クラス名	基準（概要）
親ワクチン派	自己の接種報告・他者への接種推奨
Pro-vaccine	および反ワクチン派に対する批判
反ワクチン派	打たない意思の表明・他者が打たないよう注意喚起
Anti-vaccine	および親ワクチン派に対する批判
中立派	客観的事実（接種者数など）・公的機関の報道のシェア
Neutral	およびワクチン接種の是非が直接的な話題の中心にないもの

表 2: ワクチン接種スタンス分類器の性能 [12].

macro F_1	F_1 for Pro-vaccine	F_1 for Neutral	F_1 for Anti-vaccine
0.665	0.893	0.695	0.406

「親ワクチン (Pro-vaccine)」、他者のワクチン接種を非難するなど接種の拡大の妨げになるようなツイートを「反ワクチン (Anti-vaccine)」、接種状況などの事実を共有するなど接種の拡大に直接関係しないようなツイートを「中立 (Neutral)」として設定し、COVID-19 ワクチンに関連した投稿を以上の 3 種類に分類した。表 1 にアノテーションの際の基準について示す。分類器の構築にあたり、各クラスの割合が等しくなるように学習データ 64%，検証データ 16%，テストデータ 20%となるようにデータセットの分割が行われており、親ワクチンツイート 2,903 件、反ワクチンツイート 186 件、中立ツイート 1,100 件からなる 4,189 件のツイートが学習データとして用いられた。

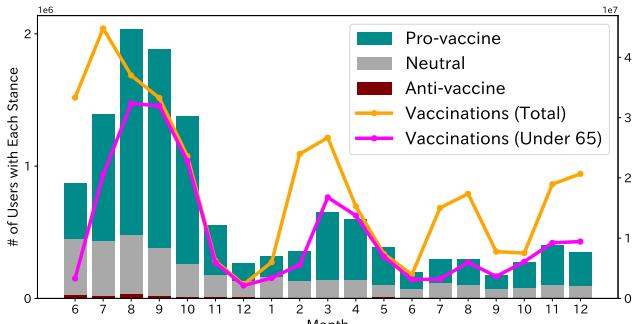
また、分類器に関しては、国立研究開発法人情報通信研究機構 (NICT) の公開する日本語テキストで事前学習済み BERT⁶ を転移学習して得られた言語特徴量をベースとして、性能向上のためにツイートをユーザの直近のリツイート情報を表すベクトル（以下 RA ベクトルと呼ぶ）から得られる特徴量を併用した深層学習モデルとなっている。まず、ツイートから URL やハッシュタグを除去したあとのテキストを BERT に対する入力として与える。次に、ツイートの投稿日の直近 30 日間に被リツイート数の多いユーザのツイートをリツイートした、もしくはリツイート数の多いユーザにリツイートされた回数を表す RA ベクトルを作成し、これを全結合層に入力することでそのユーザの直近のリツイート情報を表す特徴量を抽出する。そして、これら 2 つの特徴量を連結したベクトルを完全連結層に入力し、その出力を softmax 関数を用いて処理することでツイートが属するスタンスの予測を行う。テストデータに対する分類結果の macro F_1 スコアおよび各クラスの F_1 スコアを表 2 に示す。なお、データセット内の反ワクチン派の投稿数が少なく予測性能が低いため、より信頼性の高いラベルを得るために [12] と同様に確率の閾値を設定した。softmax 関数の出力が最大となったクラスが反ワクチン派であった場合、その確率が 0.7 を超えた時の反ワクチン派に分類した。その結果、反ワクチンクラスの precision は 0.41 から 0.60 へ高まった。

以上に述べた接種スタンス分類器を用いて、前節において収集したワクチンに関連した全てのツイートにラベルを付与した

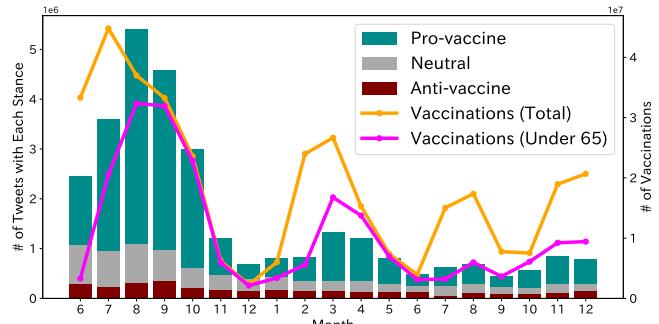
4 : <https://www.niid.go.jp/niid/ja/diseases/ka/corona-virus/2019-ncov/>
2484-idsc/10569-covid19-53.html (2022 年 12 月 21 日取得)

5 : Twitter データは NTT データより提供を受けたものである

6 : <https://alaginrc.nict.go.jp/nict-bert/index.html>
(2022 年 12 月 21 日取得)



(a) COVID-19 ワクチンに関する投稿を行ったユーザ数.



(b) COVID-19 ワクチンに関するツイート数.

図 2: 2021 年 6 月から 2022 年 12 月における、月ごとの COVID-19 ワクチン接種に対するスタンスの分布と、COVID-19 ワクチン接種者数の推移。ただし、Pro-vaccine は親ワクチン派、Neutral は中立派、Anti-vaccine は反ワクチン派の各月におけるユーザ数/ツイート数を、Vaccinations (Total) は各月におけるワクチン接種者数、Vaccinations (Under 65) はそのうち 65 歳未満の接種者数を示している。

後、ユーザごとにラベルを集計することによりそれぞれのユーザのスタンスを決定した。具体的には、それぞれのユーザによるワクチン関連ツイートを 1ヶ月ごとに集計し、該当する月において中立派に分類された投稿しか行っていない場合、もしくは親ワクチン派の投稿数と反ワクチン派の投稿数が同数であった場合には中立派に、それ以外の場合には、該当する月における親ワクチン派の投稿数と反ワクチン派の投稿数の大小に応じてそれぞれ親ワクチン派および反ワクチン派として、該当する月の各ユーザのスタンスを決定した。

4 分析

前章で構築したワクチン接種スタンス分類器を用いてワクチン関連ツイートにラベルを付与することにより、COVID-19 ワクチンに対する世論および人々の接種行動と Twitter ユーザの接種スタンスの関係を分析することを試みた。本章では、その分析結果として、Twitter 上のワクチン関連投稿と実際の COVID-19 ワクチン接種者数との関係や、人々の接種行動と関連する語や外部リソース等に関する分析の結果を示す。

4.1 COVID-19 ワクチン関連投稿と接種者数との関係

COVID-19 ワクチンの接種に対するスタンス分類器を用いて、2021 年 6 月から 2022 年 12 月の期間を対象に、それぞれのスタンスに属するユーザ数やツイート数の推移、および各月における COVID-19 ワクチン接種者数（総数および 65 歳未満）との関係について分析した。

図 2 に、ワクチンに関する投稿を行ったユーザ数とツイート数、および COVID-19 ワクチン接種者数⁷の推移を示している。親ワクチン派のユーザ数およびその投稿数は 2021 年 8 月や 2022 年 3 月に大きく増加している。これは、上記の時期に 1,2 回目や 3 回目のワクチンを接種した人が多く、これに伴い自身などの接種を報告する旨の投稿が増加したためであると考えられる。また、2022 年 9 月から 11 月にかけては接種者数の増加とともに親ワクチン派のユーザ数およびその投稿数も増

7 : <https://info.vrs.digital.go.jp/dashboard/>
(2023 年 2 月 22 日参照)

表 3: 2021 年 6 月から 2022 年 12 月における、各月のそれぞれのスタンスごとのユーザ数およびツイート数と、65 歳未満のワクチン接種者数との間の相関係数。

	Pro-vaccine	Neutral	Anti-vaccine
ユーザ数	0.967	0.668	0.641
ツイート数	0.931	0.634	0.709

加する傾向にあり、人々の COVID-19 ワクチンに対する関心が高まっていると考えられる。一方、反ワクチン派のユーザ数は他のスタンスのユーザに比べると低い水準で推移しているものの、1 アカウントあたりのツイート数自体は他のスタンスのユーザに比べると多いことがわかる。

表 3 に、それぞれの接種スタンスに属する月ごとのユーザ数およびツイート数と、各月の 65 歳未満のワクチン接種者数との間の相関係数を示す。これと図 2 を見ると、実際に COVID-19 ワクチン接種回数が多い月にワクチン関連投稿数が増加していること、特に、親ワクチン派による投稿と 65 歳未満のワクチン接種者数の相関が非常に高いことがわかる。これは、自身のワクチン接種報告が親ワクチン派のツイートとして分類されること、および、Twitter の利用年代が若年層に比較的偏っている⁸ことを考慮すると妥当な結果であると考えられる。以上の結果は、日本国内の人々の実際の接種行動と Twitter 上での COVID-19 ワクチンに肯定的な投稿の間に大きな関係が存在するということを意味している。

4.2 ワクチン接種行動と関連する語に関する分析

前節において、日本国内の人々の接種行動と Twitter 上でのワクチンに関する投稿の間に大きな関係が存在することが確認されたことを踏まえると、親ワクチン派へとスタンスが変化したユーザ群による投稿に焦点を当てることで、実際にワクチン接種行動に至る背景や要因について分析することができると言えられる。実際、スタンス分類器の構築のために全てのワクチン関連ツイートからランダムにサンプルされた親ワクチン派

8 : https://www.soumu.go.jp/main_content/000831290.pdf
(2023 年 1 月 11 日参照)



図 3: 親ワクチン派へと接種スタンスが変化したユーザ群の直近 20 日間のワクチン関連ツイート内容の推移.

のアノテーションデータ 4,537 件のうち、接種報告が 4,191 件と大多数であったことを確認した。これらを踏まえて本節では、親ワクチン派へとスタンスが変化したユーザ群による投稿を用いることにより、接種行動と関連する語や外部リソース等に関する分析を行う。

分析を行うにあたり、まず親ワクチン派へと接種スタンスが変化したユーザ群を抽出し、スタンスが変化した前後 20 日間において投稿されたワクチン関連ツイートを取得した。これらの投稿を月ごとに集計し、ワードクラウドを用いることで投稿内容の推移について分析した。加えて、上記で取得したスタンス変化の前後 20 日間のワクチン関連投稿において、前月と比較して出現頻度が増加した単語（名詞のみ）のうち、各月の出現頻度の上位 10 単語に含まれるものを探出した。なお、「コロナ」、「ワクチン」、「接種」など COVID-19 ワクチンに直接関係する単語や、「今日」、「副作用」、「○日経過」など自身の接種について報告する投稿に多く含まれている単語など、全期間において共通して多く出現していることが確認された単語に関してはストップワードとして除去している。スタンス変化の前後 20 日間のワクチン関連投稿を基にワードクラウドを作成した結果を図 3 に示す。また、前月に対して頻度が増加した主な単語を表 4 に示す。

以下では、分析対象期間における親ワクチン派へとスタンスが変化したユーザ群による投稿内容を比較する。まず、全国民に対するワクチン接種が始まった 2021 年 6 月から 8 月の期間など、実際に COVID-19 ワクチン接種者数が比較的多かった期間（図 2 参照）において「予約」という単語が目立っている。これは、ワクチン接種券が届いたことで実際に接種予約を行う人々が多かったことや、ワクチン接種の予約開始以降に予約自

表 4: 前月に対して投稿頻度が増加した主な単語.

月	単語
2021 年 7 月	予約, ファイザー, モデルナ, 感染
8 月	モデルナ, 会場, 予約, 病院, ファイザー
9 月	接種証明, 薬
10 月	マスク, 病院
11 月	接種証明, 検査
12 月	接種証明, アプリ, オミクロン株
2022 年 1 月	予約, 重症, 感染
2 月	モデルナ, ファイザー, 接種券, 予約, 会場
3 月	病院, 薬, ファイザー, モデルナ
4 月	マスク
5 月	開始, ウイルス, マスク
6 月	厚労省, 後遺症
7 月	感染, 重症, 医療, 効果
8 月	ファイザー, 対応, オミクロン株
9 月	対応, オミクロン株
10 月	予約, BA, 接種券, ファイザー
11 月	感染, 会場
12 月	中国, 後遺症, 検査, 効果, 感染

体が困難な時期が続いたためであると考えられる。

また、2022 年 1 月や 7・8 月に注目すると、「感染」という単語が他の期間と比べて目立っているが、これらの時期は日本国内で新型コロナウイルス感染者が急激に増加した時期（第 6 波や第 7 波）と重なっている。2022 年 1 月以降の第 6 波では、年末年始を経て感染者の増加のペースが大幅に増加し、全国的にまん延防止等重点措置が実施された⁹。7 月以降の第 7 波では、7 月 24 日までの 1 週間あたりの全国の新規感染者数が約 97 万人となった¹⁰ほか、7 月 28 日には東京都内の 1 日あたり

9 : <https://www3.nhk.or.jp/news/html/20220125/k10013449331000.html> (2023 年 1 月 7 日参照)

10 : <https://www3.nhk.or.jp/news/html/20220728/k10013739871000.html>

の新規感染者数が4万人を超えるなど、過去にないほどの感染爆発となった。また、図2において第7波の期間に着目すると、2022年7月の65歳未満のワクチン接種回数は前月と比べて大きくは増加していない一方で、COVID-19ワクチンに関連した投稿を行った親ワクチン派のユーザ数および投稿数が増加しており、さらに翌月には65歳未満のワクチン接種回数が約1.9倍に増加していることがわかる。以上の結果は、感染者が急激に増加している時期には感染や重症化の予防に有効なワクチンに対する関心が高まることを示しており、国内における急激な新型コロナウイルス感染拡大が人々のCOVID-19ワクチン接種の大きな動機となることを示唆している。

2021年12月および2022年1月には「オミクロン株」という単語が出現しているほか、2022年9月以降に注目すると「オミクロン株」に加えて「オミクロン対応」という単語が目立っている。前者は、オミクロン株による感染例が日本国内で確認されたほか、第6波においてオミクロン株による感染例が急増した時期と重なる。後者は、9月20日にオミクロン株に対応したワクチンの接種が開始された¹¹ことによるものであると考えられる。また、図2を見ると、オミクロン株対応ワクチンの接種が開始された9月以降、親ワクチン派のユーザ数・投稿数および65歳未満のワクチン接種回数がともに増加していることがわかる。第6波以降においてオミクロン株が主流となった現在、従来型のワクチンよりも感染の予防や症状の軽減などに効果が期待できるオミクロン株対応ワクチンに対する関心は高いことがこの分析結果にも表れている。2022年12月21日には全国で20万人以上が新規感染者となるなど、年末年始にかけて感染者の増加傾向が続いていることもあり、オミクロン株に対応したワクチンの接種を受けられることがワクチン接種行動に至る主な動機の一つとなっていたと考えられる。

4.3 3回目接種に至らないユーザの特徴に関する分析

1章で先述した通り、日本では全人口のうち8割以上が2回目接種を完了した一方で、3回目の接種率は7割未満にとどまっており、2回目までの接種を受けたにも関わらず3回目の接種に至っていない人々が一定数存在する。本節では、2021年にCOVID-19ワクチンを接種した可能性が高いユーザ群について、3回目接種が本格的に始まった2022年に親ワクチン派として観測されたユーザ群とそうでないユーザ群を特定することで、3回目接種に対するスタンスと関連のある語や外部リソース等について考察を行う。

具体的にはまず、2021年に親ワクチン派として観測されたユーザ群のうち、2022年の間にワクチンの話題に限らず少なくとも1件以上の投稿を行ったユーザ3,142,880件を抽出した。実際、2021年には自身の接種を報告する旨の投稿が多くなされていること、および、国内の人々の接種行動と親ワクチン派の投稿の間に大きな関係があること(4.1節)を踏まえると、上記のように2021年に親ワクチン派として観測されたユーザ群を抽出

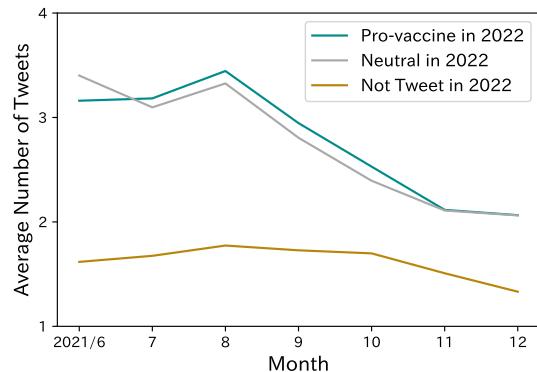


図4: 2021年に親ワクチン派として観測されたユーザ群による、2021年の各月における1アカウントあたりのワクチン関連投稿数の推移。ただし、“Pro-vaccine”は2022年も親ワクチン派として観測されたユーザ群，“Neutral”は2022年に完全に中立派となったユーザ群，“Not Tweet”は2022年に1度もワクチン関連投稿を行わなかったユーザ群の推移を表す。

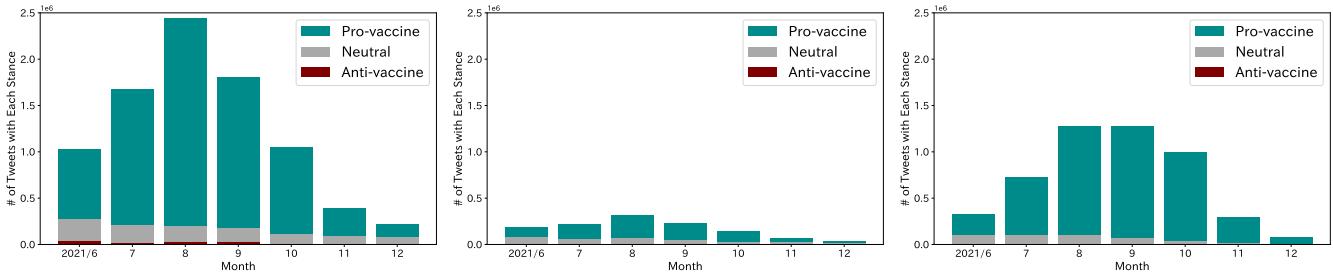
することで1,2回目の接種に至ったユーザ群をある程度特定することが可能であると考えられる。続いて、2022年のツイート内容に従い、抽出したユーザ群を「Pro-vaccine in 2022: 2022年にも親ワクチン派として観測されたユーザ群(1,174,324件)」「Neutral in 2022: 2022年に完全に中立派となったユーザ群(154,445件)」「Not Tweet in 2022: 2022年に1度もワクチン関連投稿を行わなかったユーザ群(1,795,135件)」の3グループに分類した。これらのグループ間で2021年内のワクチン関連投稿を比較することで、3回目接種に対するスタンスと関連のある語や外部リソース等について考察した。

図4および図5に、以上の方針で分類したユーザ群の、2021年内におけるワクチン関連ツイートの頻度および内容の概要についてそれぞれ示している。まず、図4において2022年に1度もワクチン関連投稿を行わなかったユーザ群のツイート頻度に着目すると、COVID-19ワクチン接種が始まった当初から他のグループと比較してワクチン関連投稿の頻度が低いことがわかる。また、図5において彼らのツイート内容の内訳を見ると、客観的事実や公的機関の報道のシェアなどが含まれる中立的な投稿の割合が一貫して低く、自身の接種報告が多く含まれる親ワクチン派の投稿が大部分を占めていること、および、他のグループよりも2021年内のワクチン関連投稿数のピークが一月ほど遅いことがわかる。以上より、2022年に1度もワクチン関連投稿を行わなかったユーザ群は、接種が開始された当初からCOVID-19ワクチンに対する関心が薄く、また、他の接種者と比べて1,2回目の接種時期が比較的遅かったと考えられ、これらのユーザ群は2022年以降に本格的に始まった3回目接種に対しても同様に関心が低い可能性があると考えられる。

次に、図4において2022年に完全に中立派となったユーザ群の2021年内のワクチン関連投稿頻度を見ると、2022年にも親ワクチン派として観測されたユーザ群とほぼ同程度であった。一方で、図5において両グループのツイートの内容の内訳を比較すると、客観的事実や公的機関の報道のシェアなどの中立的なツイートの割合に大きな違いが見られることがわかる。

(2023年1月7日参照)

11: <https://www3.nhk.or.jp/news/html/20220920/k10013826921000.html>
(2023年1月7日参照)



(a) 2022 年も親ワクチン派として観測されたユーザ群 (b) 2022 年に完全に中立派となったユーザ群 (c) 2022 年にワクチン関連投稿をしなかったユーザ群
図 5: 2021 年に親ワクチン派として観測されたユーザ群が投稿した、2021 年内の各月におけるワクチン関連ツイートの内容の内訳の推移。ただし、Pro-vaccine は親ワクチン派、Neutral は中立派、Anti-vaccine は反ワクチン派の各月におけるツイート数を示している。

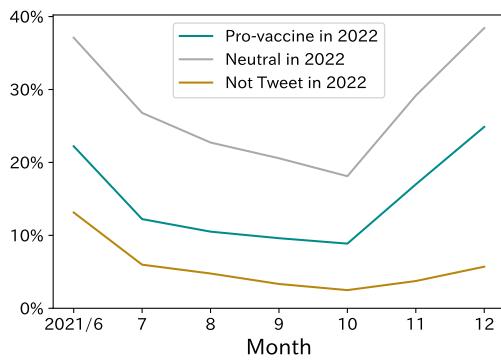


図 6: 2021 年に親ワクチン派として観測されたユーザ群による 2021 年のワクチン関連投稿のうち、URL を含むものの割合の推移。

こうした中立的なツイートを実際に確認すると、外部サイトの URL が含まれているものも多い。実際、2021 年内の親ワクチン派に分類された投稿のうち、URL を含むものの割合は 3.5% であったのに対し、中立派の投稿では 36.7% であった。また、2021 年内のワクチン関連投稿のうち、URL を含むものの割合（図 6）を確認すると、2022 年に 1 度もワクチン関連投稿を行わなかったユーザ群ではその割合が最も低く、2022 年に完全に中立派となったユーザ群では一貫して高い割合であった。以上を踏まえると、2022 年に完全に中立派となったユーザ群は外部サイトから COVID-19 ワクチンに関する情報を獲得する機会が比較的多かったと考えられる。そこで、2021 年内のワクチン関連投稿に含まれていた URL の参照先および参照した外部サイトのタイトルから、その特徴についてさらに分析を行った。

各ユーザ群が 2021 年内のワクチン関連投稿においてシェアした外部サイトの推移を図 7 に示す。まず、2022 年に 1 度もワクチン関連投稿を行わなかったユーザ群が参照した外部サイトでは、SNS や動画投稿サイトの参照が多い一方で、テレビや web ニュースなどの報道の参照は他のグループと比較して一貫して少なく、接種が開始された当初から COVID-19 ワクチンの報道に対する関心が薄かったことがわかる。次に、2022 年に完全に中立派となったユーザ群が参照した外部サイトでは、病院や公的機関は比較的少なかったことがわかる。一方で、web ニュースやテレビ・新聞などに対する参照の割合は一貫して高い水準であり、COVID-19 ワクチンの接種が始まった当初から、web ニュースなどの報道を参照する回数は他のグループのユー

ザ群と比べて多かったと考えられる。

2021 年内のワクチン関連投稿に含まれていた外部サイトのタイトルの推移を図 8 に示す。8 月の異物混入に関するニュース¹²など、両グループにおいて共通して注目された報道も多い一方で、例えば 9 月の結果に注目すると、中立派となったユーザ群の方では「反応」など、副反応に関する単語が比較的目立っていることがわかる。実際にこの時期には、ワクチン副反応の傾向¹³ や接種と死亡例の因果関係¹⁴ など、ワクチンの副反応に関する報道が多くなされており、2022 年に完全に中立派となったユーザ群の間でこれらの報道に言及する者が多かったと考えられる。これらの報道がなされた時期は 1,2 回目のワクチン接種者が多かった時期とも重なっており、こうした副反応に関する報道が COVID-19 ワクチン副反応に対する懸念を高める一因となり、3 回目以降のワクチン接種に対するスタンスに影響を与えた可能性があることを以上の結果は示唆している。

また、11 月の結果に着目すると、2022 年も親ワクチン派として観測されたユーザ群では「厚生労働省」が含まれている。これは、3 回目接種に関する報道¹⁵に注目が集まったためであると考えられ、3 回目接種に対しても高い関心が示された。一方で、2022 年に完全に中立派となったユーザ群ではこれらの報道への言及は比較的少なく、主に接種者限定の旅行キャンペーンに対して関心を示していたことがわかる。以上の結果を踏まえると、この時点までに両グループの間で 3 回目接種に対するスタンスに既に差が生じていた可能性があると考えられる。

5 おわりに

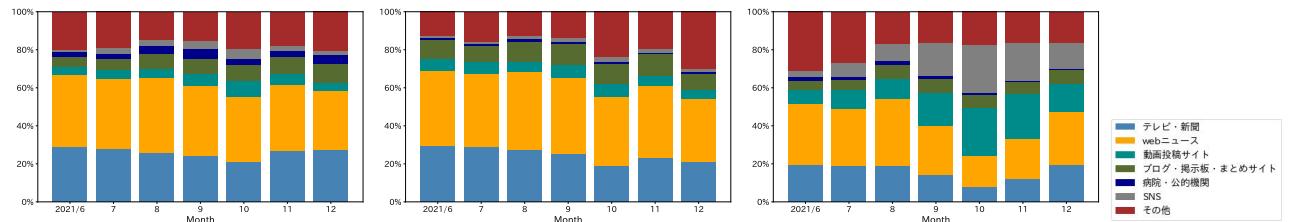
本研究の目的は、COVID-19 ワクチンに関する世論および人々の接種行動と Twitter ユーザの接種スタンスの関係を分析することである。この目的を達成するために、Twitter ユーザの COVID-19

12 : <https://www3.nhk.or.jp/news/html/20210826/k10013223821000.html>
(2023 年 2 月 20 日参照)

13 : https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi2/0000208910_00030.html
(2023 年 2 月 20 日参照)

14 : <https://www3.nhk.or.jp/news/html/20210922/k10013271601000.html>
(2023 年 2 月 20 日参照)

15 : <https://www3.nhk.or.jp/news/html/20211111/k10013343621000.html>
(2023 年 2 月 20 日参照)



(a) 2022 年も親ワクチン派として観測された
たユーザ群 (b) 2022 年に完全に中立派となっ
たユーザ群 (c) 2022 年にワクチン関連投稿をしなかつ
たユーザ群

図 7: 2021 年に親ワクチン派として観測されたユーザ群がシェアした外部サイトの推移.



図 8: 2021 年に親ワクチン派として観測されたユーザ群からシェアされた外部サイトのタイトルの推移 (上段: 2022 年にも親ワクチン派として観測されたユーザ群, 下段: 2022 年に完全に中立派となったユーザ群).

ワクチンの接種に対するスタンスに着目し, 接種スタンス応じて投稿の分類を行うことを通して, ワクチン関連投稿と接種者数との関係や, 人々の接種行動と関連する語や参照ユーザ, 外部リソース等に関する分析や考察を行った.

Twitter 上の COVID-19 ワクチン関連投稿と接種者数との関係についての分析 (4.1 節) では, 実際に COVID-19 ワクチン接種回数が多い月にワクチン関連投稿数が増加していることや, 親ワクチン派による投稿と 65 歳未満のワクチン接種者数の相関が特に高く, 国内の人々の接種行動とワクチンに肯定的な投稿の間に大きな関係が存在することを明らかにした. また, 2022 年 9 月以降, ワクチン接種者数の増加とともに親ワクチン派のユーザ数およびその投稿数も増加し, 人々の COVID-19 ワクチンに対する関心が高まっている傾向にあることを示した.

接種行動と関連する語や外部リソース等に関する分析 (4.2 節) では, 親ワクチン派へとスタンスが変化したユーザ群の直近の投稿内容を用いて, 人々の接種行動と関連する語や参照ユーザ, 外部リソース等を分析した. その結果, 国内における新型コロナウイルスの急激な感染拡大やオミクロン株対応ワクチンの出現などの事象が COVID-19 ワクチン接種の主な動機になった可能性があることを示した.

一方, 3 回目接種に対するスタンスと関連のある語や外部リソース等についての考察 (4.3 節) では, 2021 年にワクチンを接種した可能性が高いユーザ群を, 2022 年におけるワクチン関連投稿の内容に応じてグループ分けし, 2021 年内に投稿されたワクチン関連投稿内容などをこれらのグループ間で比較することにより, 3 回目接種に対するスタンスと関連のある語や外

部リソース等を考察した. その結果, 接種が開始された当初から一貫して COVID-19 ワクチンに関する客観的事実や報道にほとんど関心を示さなかった場合や, 1,2 回目の接種時期が遅れた場合, および, 副反応に関する情報を報じた web ニュースやテレビなどの報道を接種開始当初から多く参照していた場合に, 3 回目のワクチン接種に至らない傾向にあることを示した.

今後の主な展望としては二つ考えらえる. まず, 接種に至らない要因に関する分析をより細かく行うことである. 4.3 節において, 3 回目接種に対するスタンスに影響を与えた可能性のある語や外部リソース等をいくつか示したが, 「ワクチンの効果に懐疑的であるから」, 「感染しても自分は重症化しないと思うから」など, 3 回目接種に至らない要因は複数考えられ¹⁶, また, これらの事象の中で, どの事象がワクチン接種に至らない要因として大きく寄与しているかという部分については解明できていない. 今後, 接種に至らない要因に関してより詳細に分析を進めることで, これらの事象が人々のワクチン接種行動に對してどの程度寄与しているのかということについても明らかにしていきたいと考えている. 次に, 子どものワクチン接種が進まない要因に特化した分析を行うことである. 1 章において先述した通り, 日本では乳幼児接種や小児接種の接種率が低いことも大きな課題の一つとなっている. そこで, 子どもをもつユーザ群のワクチン関連投稿に焦点を当てた分析を行うことで, 子どもに対する COVID-19 ワクチン接種が進まない背景についても今後明らかにしていきたいと考えている.

16 : <https://www.metro.tokyo.lg.jp/tosei/hodohappyo/press/2022/10/27-24.html> (2023 年 2 月 20 日参照)

謝　　辞

本研究は、三菱総合研究所が内閣官房の委託を受けて推進している「ポストコロナ時代の実現に向けた主要技術の実証・導入に向けた調査研究業務」の一環として、実施したものです。本研究で使用している分析手法は、JST CREST JPMJCR19A4、および、JSPS 科研費 JP21H03445 の支援を受けて開発したもののです。

文　　献

- [1] P. Ball. Anti-vaccine movement could undermine efforts to end coronavirus pandemic, researchers warn. *Nature*, Vol. 581, No. 7808, pp. 251–252, 2020.
- [2] 烏海不二夫, 楠剛史, 吉田光男. ソーシャルメディアを用いた新型コロナ禍における感情変化の分析. 人工知能学会論文誌, Vol. 35, No. 4, pp. F-K45_1–7, 2020.
- [3] J. Shaynn-Ly Kwan and K. Hui Lim. Understanding public sentiments, opinions and topics about covid-19 using twitter. In *Proceedings of the IEEE/ACM International Conference on Advances in Social Networks Analysis and Mining*, pp. 623–626, 2020.
- [4] M. O. Lwin, J. Lu, A. Sheldenkar, P. J. Schulz, W. Shin, R. Gupta, and Y. Yang. Global sentiments surrounding the covid-19 pandemic on twitter: Analysis of twitter trends. *JMIR Public Health Surveill*, Vol. 6, No. 2, p. e19447, 2020.
- [5] A. Kruspe, M. Häberle, I. Kuhn, and X. X. Zhu. Cross-language sentiment analysis of European Twitter messages during the COVID-19 pandemic. In *Proceedings of the Workshop on NLP for COVID-19 at ACL*, 2020.
- [6] J. Xue, J. Chen, C. Chen, C. Zheng, S. Li, and T. Zhu. Public discourse and sentiment during the covid 19 pandemic: Using latent dirichlet allocation for topic modeling on twitter. *PLOS ONE*, Vol. 15, No. 9, pp. 1–12, 2020.
- [7] J. Wolohan. Estimating the effect of COVID-19 on mental health: Linguistic indicators of depression during a global pandemic. In *Proceedings of the Workshop on NLP for COVID-19 at ACL*, 2020.
- [8] A. Fine, P. Crutchley, J. Blase, J. Carroll, and G. Coppersmith. Assessing population-level symptoms of anxiety, depression, and suicide risk in real time using NLP applied to social media data. In *Proceedings of the Workshop on Natural Language Processing and Computational Social Science*, pp. 50–54, 2020.
- [9] D. Valle-Cruz, V. Fernandez-Cortez, A. López-Chau, and R. Sandoval-Almazán. Does twitter affect stock market decisions? financial sentiment analysis during pandemics: A comparative study of the h1n1 and the covid-19 periods. *Cognitive Computation*, Vol. 14, No. 1, pp. 372–387, 2022.
- [10] 笹原和俊, 奥田慎平, 五十嵐祐. テキストマイニングによるコロナ禍の消費者心理・行動の定量化. 人工知能学会全国大会, 2021.
- [11] R. Iizuka, F. Toriumi, M. Nishiguchi, M. Takano, and M. Yoshida. Impact of correcting misinformation on social disruption. *PLOS ONE*, Vol. 17, No. 4, pp. 1–21, 2022.
- [12] S. Hisamitsu, S. Cho, H. Jin, M. Toyoda, and N. Yoshinaga. Diachronic analysis of users' stances on covid-19 vaccination in japan using twitter. In *Proceedings of the IEEE/ACM International Conference on Advances in Social Networks Analysis and Mining*, 2022.
- [13] S. Poddar, M. Mondal, J. Misra, N. Ganguly, and S. Ghosh. Winds of change: Impact of covid-19 on vaccine-related opinions of twitter users. In *Proceedings of the International AAAI Conference on Web and Social Media*, Vol. 16, pp. 782–793, 2022.
- [14] J. C. Lyu, E. L. Han, and G. K. Luli. Covid-19 vaccine-related discussion on twitter: Topic modeling and sentiment analysis. *Journal of Medical Internet Research*, Vol. 23, No. 6, p. e24435, 2021.
- [15] Q. Niu, J. Liu, M. Kato, Y. Shinohara, N. Matsumura, T. Aoyama, and M. Nagai-Tanima. Public opinion and sentiment before and at the beginning of covid-19 vaccinations in japan: Twitter analysis. *JMIR Infodemiology*, Vol. 2, No. 1, p. e32335, 2022.
- [16] F. Eibensteiner, V. Ritschl, F. A. Nawaz, S. S. Fazel, C. Tsagkaris, S. T. Kulnik, R. Crutzen, E. Klager, S. Völkli-Kernstock, E. Schaden, M. Kletecka-Pulker, H. Willschke, and A. G. Atanasov. People's willingness to vaccinate against covid-19 despite their safety concerns: Twitter poll analysis. *Journal of Medical Internet Research*, Vol. 23, No. 4, p. e28973, 2021.
- [17] J. Devlin, M.-W. Chang, K. Lee, and K. Toutanova. BERT: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. In *Proceedings of the Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics*, pp. 4171–4186, 2019.