

Twitter 上における学術論文拡散の分析
-COVID-19 関連論文の言及ユーザに着目して-

筑波大学

人間総合科学学術院人間総合科学研究群

情報学学位プログラム

2023年3月

大森 悠生

Twitter 上における学術論文拡散の分析 -COVID-19 関連論文の言及ユーザに着目して-

Analysis of the diffusion of articles on Twitter -Focusing on users who
share COVID-19 related articles-

氏名：大森 悠生
Omori Yuki

近年, Twitter をはじめとする SNS が普及しており, 様々なトピックに関する投稿がなされている. 投稿の中には学術情報に関わるものも存在し, 研究者と非研究者が同じプラットフォーム上で学術情報を共有したり, 議論を行ったりしている. また, 一部では学術情報に対する SNS 上の言及を学術情報の評価指標に用いる動きが存在する. しかし, どのようなユーザがどのような目的で学術情報を発信し, 発信された情報がどの程度波及したのか分析した研究は未だ少ない.

本研究は, 非研究者が言及ユーザとして多く含まれる学術文献の SNS 上での波及の様子を分析することで, SNS 上での学術コミュニケーションの様相を明らかにする一助となることを目的とする. 具体的には, COVID-19 に関連する文献に対する Twitter 上の言及データを用い, 言及を行ったユーザの属性の分析と, 言及を行ったユーザ同士のフォロー関係の分析を行った.

結果として, COVID-19 に関連する文献に対する言及は非専門家からの言及が多かった他, 先行研究と比較して SNS 上で広く波及したことが明らかになった.

このような結果が得られた要因としては, まず COVID-19 というトピックの特異性が考えられる. 2019 年末に発見された COVID-19 は 2022 年末においても流行を続けており, 社会的な興味が非常に強いトピックである. このことにより, 非専門家が多く言及を行い, 広く言及が波及した可能性がある. ただ, 文献ごとに波及の程度に差が存在したため, 単純に社会的に注目されているトピックの文献であるから言及が広く波及するとは言い難く, 他の要素も波及に関係する可能性が高い.

今回の分析により, 文献の関係するトピックなどによって大きく拡散の傾向が異なることが明らかになった. すなわち, 文献に対する SNS 上での言及数を単純に数えたとしても, それはその文献の社会的な注目度をそのまま示しているとは言い難い. もし文献に対する SNS 上の言及数を何らかの指標において用いる場合には, その文献の関係するトピックや言及ユーザの特徴など, 様々な要素を勘案する必要があると言えるだろう.

主研究指導教員：逸村 裕
副研究指導教員：芳鐘 冬樹

目次

第1章 序章	1
1.1 研究背景	1
1.1.1 SNSと学術コミュニケーション	1
SNSと学術情報の関わり	2
1.1.2 COVID-19の流行と社会的注目	3
COVID-19とSNS	3
1.1.3 学術情報流通の変容	4
オープンアクセスとは	4
オープンアクセスの実現方法	5
オープンアクセスジャーナル	6
リポジトリ	7
世界的なオープンアクセス推進の動き	7
日本におけるオープンアクセス	8
COVID-19に起因する学術情報流通の変容	8
オープンアクセスの問題点	9
非研究者と学術論文の関わり	9
第2章 関連研究	10
2.1 外部イベントに対するSNS上の反応の分析	10
2.2 学術論文を引用する動機の分析	10
2.3 SNS上で学術論文へ言及しているユーザの属性分析	11
2.4 SNSにおける学術論文拡散の分析	12
2.5 COVID-19流行下でのプレプリントに対するSNS上の言及の基礎調査	12
2.6 COVID-19に関連する論文のツイート率と引用率の比較	13
第3章 研究目的・リサーチクエスション	14
3.1 研究目的	14
3.2 リサーチクエスション	14
第4章 研究手法	15
4.1 対象文献	15
4.2 対象ツイート	15

4.3	対象ユーザ	15
第5章	結果	16
5.1	分析対象	16
5.1.1	分析対象の文献	16
5.1.2	RTの多い言及	18
5.1.3	言及期間	19
5.1.4	言及回数の多いユーザ	21
5.2	言及ユーザの属性に関する分析	22
5.2.1	属性ごとの言及回数の平均・中央値	22
5.2.2	言及ユーザの属性と情報発信経験の関係	23
5.2.3	ツイートに対するRTの属性ごとの違い	23
5.2.4	フォローネットワークの分析	23
	フォローネットワークの中心ユーザ	25
5.3	言及の波及に関する分析結果	27
5.3.1	RT元のユーザをフォローしている割合	27
5.3.2	フォローネットワークに接続されているユーザの割合	29
5.3.3	フォローネットワークの密度	31
5.3.4	フォローネットワークのモジュール性	33
5.4	追加調査	36
5.4.1	分析対象	36
	言及期間	37
5.4.2	言及ユーザの属性に関する分析	38
	属性ごとの言及回数の平均・中央値	39
	言及ユーザの属性と情報発信経験の関係	39
	ツイートに対するRTの属性ごとの違い	40
	フォローネットワークの中心ユーザ	40
5.4.3	言及の波及に関する分析	41
5.4.4	RT元のユーザをフォローしている割合	41
	フォローネットワークに接続されているユーザの割合	42
	フォローネットワークの密度	43
	フォローネットワークのモジュール性	44
第6章	考察	46
6.1	どのようなユーザが言及を行っているか	46
6.2	ユーザの属性と情報発信経験の有無に関する関係はあるか	46
6.3	発信された情報はどの程度波及したか	48

第7章 結論	50
7.1 結論	50
7.1.1 非専門家を含んだ SNS 上の学術情報流通	50
7.1.2 SNS 上の言及数を学術情報評価に用いることに対する注意	50
7.2 研究の限界	51
7.2.1 ユーザの属性について	51
7.2.2 分析対象数について	51
7.2.3 調査期間について	51
7.2.4 非公開アカウントや削除されたアカウントについて	52
7.2.5 RT を行った意図について	52
謝辞	53
参考文献	54

目 次

1.1	Twitter の利用率	1
5.1	「新型コロナウイルス COVID-19 のエアロゾル感染の可能性 —微粒子工学 の立場からの考察—」言及ユーザのフォローネットワーク	24
5.2	「-Editorial- 特集『COVID-19 に関する土木計画学研究』」言及ユーザのフォ ローネットワーク	25

目 次

5.1	分析対象の文献一覧	17
5.2	RT 数の多いツイートの一覧	18
5.3	文献ごとのツイート数の半減期・ツイート期間	20
5.4	言及回数の多いユーザの一覧	21
5.5	付与した属性の一覧と属性ごとのユーザ数	22
5.6	属性ごとの言及回数の平均・中央値	22
5.7	言及ユーザの属性と情報発信経験の有無	23
5.8	属性ごとの言及ツイートに対する RT 数の平均・中央値	23
5.9	回数中心性の高いユーザに占める各属性の割合	26
5.10	RT 元のユーザをフォローしている割合	28
5.11	ネットワークに接続されているユーザの割合	30
5.12	文献ごとのフォローネットワークの密度	32
5.13	文献ごとのフォローネットワークのモジュール性	34
5.14	追加調査における分析対象の文献一覧	37
5.15	文献ごとのツイート数の半減期・ツイート期間	38
5.16	付与した属性の一覧と属性ごとのユーザ数	39
5.17	属性ごとの言及ツイートに対する RT 数の平均	39
5.18	言及ユーザの属性と情報発信経験の有無	40
5.19	属性ごとの言及ツイートに対する RT 数の平均	40
5.20	回数中心性の高いユーザに占める各属性の割合	41
5.21	RT 元のユーザをフォローしている割合	42
5.22	ネットワークに接続されているユーザの割合	43
5.23	文献ごとのフォローネットワークの密度	44
5.24	文献ごとのフォローネットワークのモジュール性	45

第1章 序章

1.1 研究背景

1.1.1 SNSと学術コミュニケーション

近年, TwitterをはじめとするSNSが広く普及している. Twitterは2006年7月にサービスを開始した140字でさまざまな話題に関するつぶやきを発信するマイクロブログサービスであり, 他のユーザのアカウントをフォローすることで, そのユーザのつぶやき(ツイート)を見ることができる[1][2]. Twitterのユーザ数は現在でも増加傾向にあり, 2022年11月のmDAU(収益化可能な1日あたりのアクティブユーザ)は2億3,780万ユーザに達したとの情報もある[3]. Twitterは日本国内でも人気があり, 図1.1に示すように利用者は年々増加している. 令和3年度に行われた調査では, 実に日本国民の46.2%が利用しているとの結果が報告されている[4].

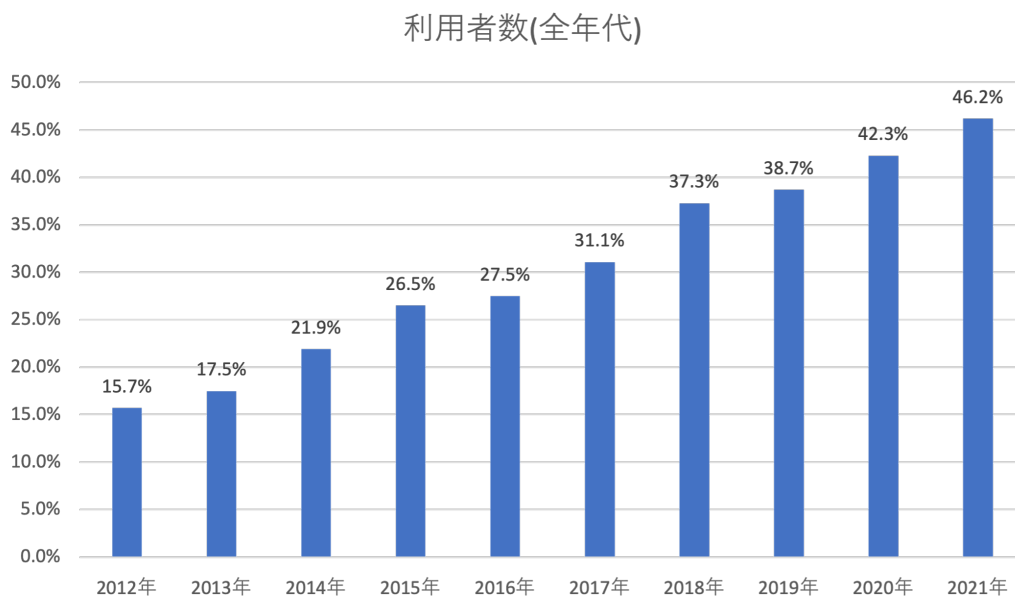


図 1.1: Twitter の利用率

そして現在, SNS の利用者の中には研究者も多く含まれている. 研究者の中には学術コ

コミュニケーションの手段や研究ツールとして SNS を利用するユーザも多く存在しており [5][6], SNS が新たな学術情報の流通手段の一つとして用いられるようになってきている [7].

ソーシャルメディアの特徴として, ユーザ同士が自由に交流可能という点が挙げられる. 元々非研究者が学術情報を得るには壁が存在したが, ソーシャルメディア上では研究者同士だけでなく, 研究者と非研究者間でコミュニケーションを取ることが可能である [8]. このように, ソーシャルメディアは研究者だけでなく, 非研究者に対しても学術情報を届ける役割を担っている. 特に Twitter は研究者によるアウトリーチ活動の一つとして認識されており, 教育活動の一環とも言える [9].

SNS と学術情報の関わり

SNS は研究者と非研究者を繋ぐだけでなく, 学術情報を流通させるという点においても重要な役割を担っている. SNS 上では多くの学術情報が共有されており, 学術情報に対する言及数をその評価に用いる指標も存在する [10]. この指標は Altmetrics と呼ばれている. この指標の利点として, 以下のものが挙げられている. 従来の指標では測れない社会的な影響を測ることができる広域性, 研究データなど学術論文以外の形態も評価可能という多様性, 論文の公開後すぐに計測ができる即時性, 公開されている情報のみから指標が構成されているという公開性などである. ただ, 集計元のデータを持つ Twitter や Facebook をはじめとした企業のサービス方針が指標に影響を与える可能性があるという商業主義や, 集計基準が統一されていない上に SNS の利用者層に偏りがあるというデータの質の問題. そしてそもそも Altmetrics が研究の評価に利用可能というエビデンスが欠如している点などが欠点として挙げられている [11][12].

このように Altmetrics は SNS 上での言及数を論文の評価基準として用いるため, 議論はありつつも社会的な影響力を測る指標としての役割が期待されている. しかし, そもそも SNS 上で学術情報に対して言及を行っているユーザが研究者であった場合, それは学術コミュニケーションの場が SNS 上に移っただけであると言え, その論文の社会的な影響力を測定しているとは言い難い. この状況を踏まえて SNS 上で学術文献に対する言及を行ったユーザの属性を分析した研究は複数存在するが, いずれも 3 割から半数程度の言及ユーザが研究者であると結論づけている. このように, SNS 上で共有された学術文献の多くは研究者から多くの言及を受けていることが明らかになっている [13][14][15].

また, 著者の所属地域 [16] や分野 [17][18], 文献タイプ [19] など様々な要素により, SNS 上での言及回数などに差が見られることも明らかになっている.

学術文献の分野やトピックなどは, 言及数だけでなく言及の波及の程度にも影響を与えることが示されている. Alperin らは生物学分野の文献の Twitter 上における伝播状況を分析したが, この研究の対象文献のほとんどは元々フォロー関係にある SNS 上のコミュニティ内で流通しており, あまり広範囲に波及していないと結論づけた [15].

この様に, SNS 上で学術文献へ言及したユーザの多くは研究者である上, 元々フォロー関係にあるネットワーク内で拡散したことが明らかになっており, Altmetrics の社会的な影響を測るという目的が達成されているとは言い難い. しかし, 文献の属性によって SNS

上での言及様式は異なることが示されていることから、学術情報の分野やトピックによって波及形式が異なっている可能性が存在する。

1.1.2 COVID-19 の流行と社会的注目

2019 年に中国武漢市で発見された COVID-19 を引き起こす新型コロナウイルス (SARS-CoV-2) は 2022 年 12 月現在でも流行を続けており、これまでに全世界で 6 億人以上の感染者と 600 万人を超える死者を出している [20]。日本国内でも多くの感染者が出ており、これまでに陽性と判定された人数は累計で 2,500 万人を超え、5 万人以上が死亡している [21]。

COVID-19 に対しては世界各国で様々な対策がなされている。日本においては複数回の緊急事態宣言の発令や水際対策の実施、そして新型コロナウイルスに対するワクチン接種を実施している [22]。

COVID-19 は学術的にも注目されており、様々な研究論文が発表されている。COVID-19 に関連する研究をまとめている WHO のデータベースには 2022 年 12 月 3 日時点で 735,815 件の文献が登録されている [23]。こちらのデータベースに登録されているのは主に医学分野の文献であり、COVID-19 の基礎研究に関する文献から、COVID-19 に対応するワクチンに関わる文献まで幅広く登録されている。COVID-19 に関わる研究トピックとしては、2020 年 2 月から 2022 年 1 月の間には COVID-19 の診断や遠隔医療、罹患率、ワクチンなどに関わる医学・疫学的なものが多く見られたことが明らかになっている [24]。また小柴らによると、時期によって発表された文献数の多いトピックは変化しており、その流れは主に一般的な疫学調査の流れに合致していることが明らかにされている [25]。

医学分野以外においても COVID-19 に関連する研究は多くなされている。COVID-19 関連文献に対するトピック分析を行った研究によると、経済学や心理学、生物学など医学に関わらない分野の研究もある程度なされていることが分かる [26][27]。その他、COVID-19 の流行下において Twitter 上でなされた言及内容を分析した研究によると、COVID-19 の流行や COVID-19 に関連する社会的なイベントに合わせて COVID-19 へ言及するツイートに含まれる感情は変化したことが明らかになっている [28][29]。また、主に COVID-19 のパンデミックの緊急性やパンデミックを抑える方法、そしてパンデミックに対するレポートに関連するツイートなどが多く行われていることが明らかになっている。

COVID-19 と SNS

先項で示した様に、SNS 上には COVID-19 に関する様々な投稿が存在している。日本においては厚生労働省や内閣官房が情報発信を行うなど、公式的な情報発信のツールとして Twitter が用いられている [30][31]。

ただ発信される情報の中には科学的な根拠に基づかない情報や、誤った情報、いわゆるデマも多く含まれている。真偽の確かでない情報が氾濫することはインフォデミックと呼ばれており、デマは様々な人物に対する不信感を煽ったり、COVID-19 に対する正しくな

い対処を勧めることもある [33]. 小森はロバート・ナップの示したデマの分類体型に当てはめつつ、日本で実際に発信されたデマの実例を紹介している。人々の願望を反映した願望流言 (wish rumor) に当てはまるものとして、一部の飲料や食品によって新型コロナウイルスが死滅するというデマが存在した。続いて新型コロナウイルス感染症を発症した海外からの観光客が空港で制止を振り切って逃走したという恐怖流言 (bogie rumor) が見られた。そして特定の集団への敵意や憎悪に基づく分裂流言 (aggressive rumor) の実例として、新型コロナウイルスはいずれかの国が発生源であるというデマが存在したとしている [32]. そしてこれらのようなデマを実際に信じた人は少なく、デマを訂正するツイートが多く見られたが、この訂正するツイートを含めて多くのツイートが共有された結果、他人はこの情報を信じてしまうかもしれないという不安に駆られたユーザが多いことを示した。

SNS 上では誤った情報が共有されることもある。しかし、これに対し Twitter 上で誤った情報の訂正を行うユーザも存在している [34]. この様に、専門的な知識を持つ研究者や、信頼できる情報源である学術情報は SNS 上に存在する誤情報の訂正などにも役立つ可能性がある。

1.1.3 学術情報流通の変容

オープンアクセスとは

2002 年の Budapest Open Access Initiative(BOAI) を契機として、オープンアクセス (OA) を推進する動きが世界的に広がっている [35]. オープンアクセスとは査読つき学術雑誌に掲載された論文をインターネット上で無料・無制限に利用可能とすることを指す。BOAI においてオープンアクセスの定義は、

「ピアレビューされた研究文献」への「オープンアクセス」とは、それらの文献が、公衆に開かれたインターネット上において無料で利用可能であり、閲覧、ダウンロード、コピー、配布、印刷、検索、論文フルテキストへのリンク、インデクシングのためのクロール、ソフトウェアヘデータとして取り込み、その他合法的目的のための利用が、インターネット自体へのアクセスと不可分の障壁以外の、財政的、法的また技術的障壁なしに、誰にでも許可されることを意味する。複製と配布に対する唯一の制約、すなわち著作権が持つ唯一の役割は、著者に対して、その著作の同一性保持に対するコントロールと、寄与の事実への承認と引用とが正当になされる権利とを与えることであるべきである。

と定められた [37].

このオープンアクセスが推進される様になった背景を、佐藤はオープンアクセスを推進する運動に参加したグループの思惑と絡めつつ、以下のように紹介している [36].

1. 雑誌価格高騰への対応

学術雑誌の価格高騰は長期的に問題として論じられており、その解決手段の一つとして学術論文を無料で利用可能とするオープンアクセスが注目された。

2. 研究成果の迅速・自由な共有の実現

学術論文は投稿から公開まで時間がかかるため、迅速で自由な共有の実現を目指し、多くの研究者が運動へ参加した。

3. 発展途上国における学術情報流通の改善

発展途上国は学術情報の入手・発信の両者において弱い立場におり、貧困地域においても知識・情報へ自由にアクセスできることを目的としてこの運動を推進する動きがあった。

4. 新たなビジネスチャンスの獲得

オープンアクセスの実現手段の中には出版社へ費用を支払うことで実現されるものが存在する。学術出版者の中には、ここに新たなビジネスチャンスを見出したものも存在した。

5. パブリック・アクセス

研究の中には公的な資金の援助を受けて行われたものが少なからず存在する。その様な研究の成果は一般に公開されるべきという求めを受け、成果の公開が進められている。

これらの背景を受け、オープンアクセスを推進する動きが広まっている。

オープンアクセスの実現方法

オープンアクセスにはいくつかの実現方法が存在する。BOAIで示されたオープンアクセスの手法はセルフ・アーカイビングを主とする Green OA と、利用者は無料で学術論文を利用可能とする Gold OA であるが、それ以外にも多数のオープンアクセスの実現手段が存在する。以下に代表的なオープンアクセスの実現手段を示す [38][39]。

1. ゴールド

オープンアクセスジャーナルで論文を出版することを指す。従来型の雑誌は読者が購読料を支払っていたが、ゴールド OA の論文は基本的に著者が論文の掲載料 (Article Processing Charge: APC) を支払うことで出版される。この場合、読者は購読料を支払うことなく論文を読むことが可能である。

2. ハイブリッド

従来の購読型雑誌に掲載されているが、著者の意志で APC を支払ってその論文のみをオープンアクセスとすることを指す。定義によってはハイブリッド OA もゴールド OA に含まれることがある。

3. グリーン

著者が自ら論文を電子アーカイブに保存することを指し、主に所属機関などのリポジトリなどが代表的なものとして挙げられる。

4. ブロンズ

ゴールド OA やハイブリッド OA に該当しないが、著者の意思に関係なく出版社が web サイトで無料公開しているオープンアクセスライセンスが付与されていない論文のこと。定義によっては遅延 OA も含むことがある。

5. プラチナ・ダイヤモンド

学協会などが出版に関わる費用を負担することで APC が無料となっているオープンアクセスジャーナルによってオープンアクセスとすること。

オープンアクセスジャーナル

オープンアクセスジャーナルとは掲載された論文がインターネット上で無料・無制限に利用可能な学術雑誌のことを指し、BOAI で示されたオープンアクセスの実現手段の一つである Gold OA の根幹を成す。オープンアクセスジャーナルは主に以下の 5 種類に大別される [40]。

1. 完全無料型

著者と読者がともに料金を支払う必要がないモデル。大学・研究機関や助成団体から支援を受けていることが多い。

2. 著者支払い・読者無料型

著者が掲載料金 (APC) を支払うことで読者が無料で閲覧できるようになるモデル。オープンアクセスジャーナルの中では最も一般的な方式。

3. ハイブリッド型

著者が出版者に追加の料金を支払うことで論文を出版社のサイト上などで無料アクセス可能とする方式。追加料金を支払わない論文は通常の購読式の学術雑誌と同じ形式で公開される。

4. 一定期間後無料公開型

学術雑誌の刊行後一定期間 (エンバーゴ) が経過した号を無料で公開する形式。最新号を無料で公開し、一定期間が経過した後に有料とする場合もある。

5. 電子版のみ無料公開型

冊子体は通常の購読型雑誌と同じ形式だが、電子体のみ無料で公開されるモデル。

オープンアクセスジャーナルの中にはオープンアクセスメガジャーナルというものが存在する。オープンアクセスメガジャーナルとは査読を簡略化し、手法と結果の解釈が科学的に妥当であれば採択するオープンアクセスジャーナルのことである。2006年に創刊された PLOS ONE は一時期年間 3 万本以上の論文を掲載するなど、非常に規模が大きい学術雑誌と言える [41]。

リポジトリ

リポジトリとは電子的に構築されたアーカイブのことで、研究成果の公開を役割としている。こちらは BOAI で示されたうちの Green OA の実現手段の一つとされる。

Green OA の実現手段として倉田は、

1. 著者のウェブサイト
2. 物理学分野の ArXiv を代表とする分野別のプレプリント・サーバ
3. NIH の PubMed Central に代表される政府主導の分野別アーカイブ
4. 各大学・研究所が設置している機関リポジトリ (Institutional Repository:IR)

を紹介している [42]。そしてこのうち 2~4 がリポジトリと呼ばれるものである。

リポジトリは主に、

1. 機関リポジトリ

その機関とその機関に所属するメンバーが作成した資料の管理と配布を目的として機関が提供するサービスであり [43]、大学や研究機関が設置することがある。

2. 分野別リポジトリ

特定の分野の論文の投稿を研究者から受け、保存・公開するもの。

3. プレプリントサーバ

学術論文の草稿であるプレプリントを公開するためのサーバ。主に分野ごとに存在しており、物理学や数学などのプレプリントを収録する arXiv などが存在する [44]。

などが存在している。

世界的なオープンアクセス推進の動き

オープンアクセスの推進は世界的な流れであり、各国がそれぞれの施策をとっている。イギリスは Finch Report によってオープンアクセス推進の方針を示した他 [45]、2021 年 8 月には年間 80 億ポンドの予算を持つ英国研究・イノベーション機構 (UKRI) が新たな

オープンアクセスポリシーを定めたことで、今後より一層のオープンアクセスの進展が予想される [46].

オランダは 2024 年までに国産の論文の 100%をオープンアクセスとすることを目標に掲げている [47].

近年特に注目されたオープンアクセスに関わる政策は、米国大統領府科学技術政策局 (OSTP) の示した、連邦政府から助成を受けた研究の成果の即時公開を求める指針である [48]. OSTP は 2023 年半ばまでに各政府機関のパブリックアクセスやデータ共有計画の見直しが行われ、2025 年末までに全ての政府機関が新たなパブリックアクセス方針を適用することが想定されると述べている. OSTP の指針の対象となる学術論文は市場全体の 7.9%とも試算されており、オープンアクセス推進の世界的な潮流において注目を集めている [49].

日本におけるオープンアクセス

日本においても、これまでに示した手段を用いたオープンアクセスが推進されている. 2012 年に学術情報基盤作業部会がオープンアクセスの推進を提言し、2013 年の学位規則の一部改正によって博士論文の公開が義務化されたことから、機関リポジトリを設置する大学が増加した. 2022 年 3 月時点で日本の機関リポジトリの数は 838 であり、現在 40 の機関が構築中である [50]. またリポジトリで公開されている本文ありのコンテンツは 2,694,983 件であり、年々増加している. そして 2015 年以降はオープンアクセスポリシーを定める機関が増加しており、現在は 53 の機関が定めている [51].

近年の動きとしては、Springer Nature 社と研究大学コンソーシアム (RUC) のメンバーである日本の 10 大学がオープンアクセス論文出版の促進を図る合意書に署名したことや [52], 国内 4 大学 (東北大学・東京工業大学・総合研究大学院大学・東京理科大学) が Wiley と電子ジャーナル転換契約の締結を行ったことなどが挙げられる [53].

実際、日本の研究者の約 80%は執筆した論文をオープンアクセスにした経験があるとしている上、この様な研究者の割合は増加傾向にある [54].

COVID-19 に起因する学術情報流通の変容

近年、COVID-19 の流行がオープンアクセスの進展に影響を与えている. COVID-19 という全世界的な問題の解決のため、関連研究の促進を目的に世界各地の 150 以上の研究機関は研究成果の迅速な公開や研究データの公開を推し進めるという声明を発表した [55]. これにより研究が高速で進み、地球規模の課題解決に寄与することができたという側面もあるが、研究成果の誤用・悪用が起こったという負の側面も存在する [56][57].

COVID-19 に関連する研究は従来の学術コミュニケーションの媒体以外からも注目を集めており [58], SNS 上で COVID-19 に関連する議論の中心にある.

オープンアクセスの問題点

この様に世界各地でオープンアクセスは世界各地で推進されているが、問題点も存在する。

一点目に挙げられるのは、APCの問題である。APCとは論文出版加工料や論文掲載加工料、出版処理費用とも呼ばれるもので、論文をオープンアクセスにするために著者が負担する費用である。APCは高騰を続けており、一本の論文をオープンアクセスにするためには平均2,000ユーロ（日本円で25万円以上）が必要との試算も存在する[59]。また、大学図書館コンソーシアム連合（通称JUSTICE）は2020年に日本国内の機関に所属する研究者が責任著者となった論文のAPCの総額は約57億円に上ると試算している[60]。

ハゲタカジャーナル（Predatory Journal）も問題として挙げられている。これは内容の審査や編集・校正などを行わずに論文を公開する雑誌のことを指す。多くはオープンアクセスのジャーナルであり、投稿者からAPCを得ることのみを目的に、査読誌を詐称して投稿を集めている[61]。

非研究者と学術論文の関わり

ここまで近年のオープンアクセスの動向について述べてきたが、オープンアクセスとなった論文は非研究者も当然アクセスすることが可能である。非研究者はある程度特定の分野の学術論文に興味を持っており、オープンアクセス論文は専門的な情報を得るために役立つと考えている者もいる[62][63]。そして特に心理学と医学に強い興味を持つ非研究者が多く、調査を行った酒井らによると、対象者のうち約25%程度は無料の医学分野の学術論文に興味があると答えている[64]。

機関リポジトリへ登録されたコンテンツに対する研究機関外からのアクセスも一定以上存在していることが明らかになっている[65]。

第2章 関連研究

2.1 外部イベントに対する SNS 上の反応の分析

Twitter は利用者が非常に多く、1日のうちに大量のツイートが発信される。そして Twitter を外部のイベントに対する反応を行う大規模な分散型センサーネットワークと見なす動きがあり、このビッグデータに対する分析が多くなされている。

Sakaki らは、日本国内における地震が起こった旨のツイートやユーザ情報の分析を行い、ツイートを監視することで震度 3 以上の地震の 93% を検知するシステムの開発を行った [66]。Bollen らは行動経済学の個人の感情が行動や意思決定に影響するという理論を元に、社会全体に対してもこの理論が当てはまるのか Twitter を用いて分析を行った。結果、Twitter の大規模データに含まれるテキストコンテンツから社会全体の感情の流れを読み取り、ダウ平均株価の終値の間に統計的に有意な相関関係があることを示した [67]。Achrekar らはインフルエンザ感染者のデータを早期に予測することを目的に、Twitter に投稿されたツイートの分析を行った。結果、インフルエンザ関連のツイート量は、CDC によって報告されたインフルエンザ様疾患の罹患者数と相関関係にあることを明らかにした [68]。Andrei らは、気候変動と地球温暖化に関するツイートの分析を行い、Twitter 上で行われた気候変動に関する議論の地理的特徴や、議論を主導するオピニオンリーダーの存在等を明らかにした [69]。

Twitter 上では社会的な興味の強いさまざまなトピックに対するツイートが多くなされており、これらを分析する研究が多数存在している。

2.2 学術論文を引用する動機の分析

学術論文が引用される際、必ずしも肯定的な文脈で引用されるとは限らない。他の論文の提案手法よりも自らの提案手法の方が優れていることを示す際などには、引用した論文に対し否定的な表現をすることは当然である。しかし現在の引用ベースの指標はそのような文脈を考慮せず、論文が他の論文に引用された数を評価指標として用いている。この背景を踏まえ、Jun らは臨床医学分野の論文において、他の論文をどのような文脈で引用しているのか分析を行った。285 の対象文献をランダムに選び、論文内でなされている引用を数え上げたところ、4,182 回の引用がなされていた。そのうち、ポジティブ (肯定的) な引用は 703 件 (16.79%)、ニュートラル (中立的) な引用は 3,172 件 (75.85%)、そしてネガティブ (否定的) な引用は 308 件 (7.36%) であった [70]。

Altmetrics の元となる SNS 上での学術文献に対する言及内容についても同様の意見が見られる。SNS 上での学術論文に対する言及の中には、ただ書誌情報を自動的に発信しているのみのもも存在する。Natalie らは、学術論文に対する言及情報の感情分析を行い、インパクトの測定手段としての Twitter の役割を考察した。具体的には、2014 年 6 月 30 日までに Altmetric.com によって捕捉された論文に対する言及の分析を行った。対象の言及は 663,547 件であり、言及された文献は 238,281 本であった。結果として、ツイートのうち 4.3%がポジティブ (肯定的) な感情, 94.8%がニュートラル (中立的) な感情, 0.9%がネガティブ (否定的) な感情を含んでいることが明らかになった。ただ、ツイート内の感情の検出に使用した 2 つのツールの算出した結果は完全には一致しなかった。一方はツイート内に含まれる感情を過大に算出し、別のツールは否定的な感情の抽出が難しいという欠点が存在した。この結果より、今後はツールの改善を行う必要があるとしている [71]。

2.3 SNS 上で学術論文へ言及しているユーザの属性分析

SNS 上で学術文献へ言及を行っているユーザの分析を行った研究は複数存在している。Mohammadi らは、Altmetrics をはじめとする学術的インパクトの指標としてのツイート数が示す意味を解釈することを目的に、Twitter 上で学術論文に対するリンクをツイートしたユーザの属性の分析を行った。期間内に言及を行ったアカウント数は 450 万であり、そのうち 57,125 ユーザに対して質問紙が送付された。うち 1,912 人が回答を行い、回答率は 4%であった。集計の結果、回答者の半数程度 (55%) は学術機関に勤務しており、41%は産業界や専門機関、4%は政府に勤務していることが明らかになった。また、81%のユーザが学術論文を一般の人々に広める目的でツイートしていると回答している。これらの結果から、Twitter の情報を元とした学術論文の評価指標は学術出版物の影響力を測る上で役立つ可能性があるとしている [14]。

また Mohammadi らは、Facebook 上で学術文献へ言及するユーザがどのような目的で文献のリンクを共有しているか明らかにするため、Facebook 上で健康・医療分野の論文を共有しているユーザの属性分析を行った。ランダムにサンプリングされた 500 の健康科学分野の論文を対象とし、それらに対する言及を行った 749 件の Facebook ユーザを分析対象とした。その結果、431 ユーザ (58%) は学術関係者でないことが明らかになった。学術関係者の個人ユーザは全体のうち 31 ユーザ (4%) に過ぎなかった。また、学術・教育機関が 92 ユーザ (12%) であり、108 ユーザ (14%) をジャーナルが占めていた。この結果より、学術界内外の広いユーザが健康・医療科学関連の文献を共有していることが明らかとなり、Facebook が一般市民や専門家のネットワークに学術文献を広報する上で役立つと考察している。個人ユーザが多く論文を共有する Twitter とはユーザの傾向が異なることを明らかにした。以上より、Facebook における言及回数は一般読者の関心を示す指標になる可能性があるとしているが、インパクト指標として用いるには、具体的なインパクトへつながったことを示す必要があるとしている [72]。

2.4 SNSにおける学術論文拡散の分析

Alperinらは、オンラインのコミュニティ上で学術文献がどのように伝播、または一般に広まっているか明らかにすることを目的とし、Twitter上で拡散された生物学分野のオープンアクセス論文11本の伝播経路と、論文が異なるコミュニティに対しても伝播しているかについて、ソーシャルネットワーク分析を行った。BMC Evolutionary BiologyとBMC Biologyに収録された、期間内に50回以上ツイート・リツイート(RT)された文献が選定された。これらの文献に対するツイートは1,590件であり、1,287名のユーザからツイート・RTがなされていた。結果として、文献ごとに言及ユーザのフォロー関係のネットワーク構造を分析したところ、全ての記事の多数のユーザ(平均86.9%)が緩やかに接続されていることが明らかになった。このネットワークの密度は0.01から0.14の範囲であり、モジュール性は0.00から0.59であった。文献ごとにどちらのスコアにもばらつきがあり、拡散パターンが異なっていることを示した。そしてツイートがなされた期間とツイート数の半減期を分析したところ、半減期は0.4日から56.3日であった。11の文献中10件は半減期が10日未満であった。フォロー関係のネットワーク内での情報の移動経路を示す平均最短拡散経路は3.19から5.01となった。ここまでの数値に対する統計的な検定を行ったところ、ネットワークの密度とモジュール性、最短拡散経路長と密度及びモジュール性の間には何らかの関係があることが示唆された。ここまでの結果より、文献ごとに拡散経路や拡散方式は異なっていることが明らかとなった。ただ、多くの文献は既に確立されたコミュニティ内で拡散されており、学術コミュニティの外へと情報が拡散した可能性は低いとしている。これらの考察より、ただ単にSNS上でなされた言及回数を数えるのみでは、学術情報の評価を行うのに不十分であることを示した[15]。

2.5 COVID-19 流行下でのプレプリントに対する SNS 上の言及の基礎調査

研究背景でも示したように、COVID-19に関連する学術情報は注目を集めている。吉田はブログやSNS上での言及等を用いて社会的な影響を測定するAltmetricsの注目を背景とし、COVID-19流行下で主要なプレプリントサーバに収録されているプレプリントへのTwitterにおける言及に関する基礎的な分析を行った。分析対象のプレプリントサーバは2020年以降のTwitterにおける言及数が特に多いarXiv・bioRxiv・medRxivの3つである。Twitter上でこれらのサーバに収録されているプレプリントに対するリンクを含むツイートを収集した。arXivとbioRxivにおいてツイート数の変動は安定しているが、medRxivに収録されているプレプリントは、言及回数が増加するスパイクが複数回発生していることが明らかになった。ただ、COVID-19流行下において、特にプレプリントに対する言及が増えているという結果は得られなかった。medRxivにおいて発生したスパイクの要因としては、COVID-19の感染者数の予測やCOVID-19に効果がある可能性のある薬剤に関連するプレプリント等への言及が一時的に増加したことが考えられる。ただ、いずれにおいて

も特定のツイートのみが大量にリツイート (RT) された訳ではなく、特定のプレプリントに対する複数のツイートが RT されることで言及数が増加していた。medRxiv に収録されたプレプリントへのツイートは他のプレプリントサーバに収録されたプレプリントへの言及ツイートよりも RT されやすい傾向にあり、注目されやすい傾向にあることが明らかになった [73]。

2.6 COVID-19 に関連する論文のツイート率と引用率の比較

Altmetrics が近年注目を集めていることを背景に、Fabiano らは Twitter によって測定された COVID-19 関連文献のインパクトの評価を行った。2020 年 3 月 20 日までに発表された COVID-19 関連文献に対し分析が行われ、1,328 件の論文が対象となった。文献ごとに、ツイート数と 2018 年のジャーナルインパクトファクターとの比較などが行われた。結果として、文献に対するツイート数の中央値は 1 日あたり 1.09 であり、範囲は 0 から 2,652.67 ツイートの間であった。論文が掲載されたジャーナルのインパクトファクターの中央値は 3.73 であり、引用率の 1 日あたりの中央値は 0.00、範囲は 0 から 1.78 であった。ジャーナルインパクトファクターとツイート率、また一部のトピック (診断・流行予測・伝染・治療) とツイート率の間には正の相関が見られた。一部地域 (オーストラリア・アフリカ・南アメリカ) とツイート率の間には負の相関があることも併せて明らかになった。ツイート率と引用率の間に有意な差が見られたことから、Altmetrics は引用ベースの指標とは異なる観点から文献の影響を測定しているとしている。ただ、論文の著者が自己宣伝目的で行ったツイートが Altmetrics に影響を与えることが指摘されている。インパクトファクターの高いジャーナルは多くの読者に公開・注目されることからツイート率が高くなったと考察されている。ツイート率と地域の間には相関については、SNS が普及している、特定のトピックに対する注目度が高い、特定のトピックに対する多くの文献を出している、などの特徴を踏まえる必要性を提示したと考察している [74]。

第3章 研究目的・リサーチクエスチョン

3.1 研究目的

SNS 上における学術情報流通について分析した先行研究では, SNS 上ではある程度非専門家も学術情報を共有している, という言説と SNS 上で学術情報を共有するユーザは専門家が多い, という言説が存在している [14][72][15]. 後者の言説を唱える文献においてはトピックや話題によっては拡散形式が異なるとの考察もなされている. 実際, 前者の文献は医学・健康科学分野の文献が分析対象となっている. 医学分野は非専門家が特に興味を持っていることが明らかになっており [63], この考察を裏付けるものとなっている. ただ, 前者の文献においては非専門家が興味を示すような文献に対する言及を行ったユーザはある程度非専門家が占めている, というを示すのみで, 非専門家を含めた SNS 上での学術情報流通の形態は明らかになっていない.

本研究は, COVID-19 という社会的に注目度の高いトピックに関する学術情報の SNS 上での流通形式を分析することを目的とする. COVID-19 に関する学術情報は非専門家も興味を持ち, 情報を集めていることが予想される. そのため, このトピックに関わる学術情報の SNS 上での流通形式を分析することで, 非専門家を含めた SNS 上での学術情報の流通形式を分析できると考えた.

3.2 リサーチクエスチョン

上記の研究目的を達成するため, 以下の3つのリサーチクエスチョンを立てた.

1. どのようなユーザが言及を行っているか
2. ユーザの属性と情報発信経験の有無に関係はあるか
3. 発信された情報はどの程度波及したか

以上のリサーチクエスチョンへ回答することで, 研究目的の達成を目指す.

第4章 研究手法

Twitterにおいて一定回数以上言及されたCOVID-19に関連する学術文献を探索した。その後、その文献に対して言及を行ったユーザに対する分析と、文献に対する言及の波及の程度について分析を行った。

4.1 対象文献

本研究においては、Twitter上で50回以上言及された学術文献を分析対象とする。言及に対する量的な分析を行うため、言及回数が50回以上の文献を対象とした。文献に対する言及の情報はCeek.jp Altmetricsから提供を受けた。Ceek.jp AltmetricsはJ-StageやCiNiiなどの国内の特定の文献データベースに収録されている文献に対する、SNS等での言及を収集しているサービスである[75]。

Ceek.jp Altmetricsにおいて言及を収集した文献のうち、言及回数が50回以上の文献を抽出した。その中からCOVID-19に関連するとタイトル・抄録・本文より判断したものを対象として選定した。

4.2 対象ツイート

分析対象とした文献に対するTwitter上での言及をCeek.jp Altmetricsより収集し、分析を行った。対象となるツイートは2022年8月2日までになされた公開ツイートとRTとし、非公開のものは含まない。

4.3 対象ユーザ

分析対象とするユーザは、上記の言及を行ったユーザとし、そのユーザの属性や言及ユーザ同士のフォロー関係について分析を行った。ユーザの情報についてはTwitterのAPIを用いて入手した(入手日:2022年10月2日)。

第5章 結果

本章では分析対象の文献・言及・ユーザについて紹介したのち, 分析結果を「ユーザ属性に関する分析結果」と「言及の波及に関する分析結果」に分けて示す.

5.1 分析対象

5.1.1 分析対象の文献

分析対象となる文献は全てで45件であった. 文献の一覧と出版された日時, 言及数を表5.1に示す.

対象のうちNo.3とNo.6の文献, No.26とNo.37は同じ論文の早期公開版と正式公開版である.

表 5.1: 分析対象の文献一覧

No	DOI	出版日	言及数
1	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-1055	2022-02-15	2938
2	jstage:tjem/252/1/252_73	2020-09-09	2929
3	jstage:bst/advpub/0/advpub_2020.01047	2020-02-19	1971
4	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0882	2021-11-27	908
5	jstage:internalmedicine/advpub/0/advpub_9800-22	2022-05-31	762
6	jstage:bst/14/1/14_2020.01047	2020-02-29	736
7	info:ndljp/pid/11512840	2020-07	430
8	jstage:jea/advpub/0/advpub_JE20200625	2021-04-03	351
9	jstage:internalmedicine/61/10/61_9407-22	2022-05-15	242
10	jstage:internalmedicine/advpub/0/advpub_8731-21	2021-11-27	220
11	jstage:jscejpm/78/6/78_II_668	2022-04-20	207
12	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0840	2021-12-04	204
13	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0818	2021-11-06	188
14	jstage:jcam/17/1/17_95	2020-05-26	188
15	jstage:ddt/16/1/16_2022.01017	2022-02-28	177
16	info:ndljp/pid/11499114	2020-06-15	171
17	jstage:sposum/31/3/31_3_307	2021-07-24	130
18	jstage:internalmedicine/advpub/0/advpub_8934-21	2022-03-26	129
19	jstage:ddt/14/1/14_2020.01012	2020-02-29	127
20	jstage:jea/advpub/0/advpub_JE20210324	2021-11-13	125
21	jstage:jsicm/27/6/27_27_509	2020-11-01	108
22	jstage:bst/advpub/0/advpub_2020.03340	2020-12-18	105
23	jstage:jea/advpub/0/advpub_JE20200247	2020-06-20	90
24	oai:tohoku.repo.nii.ac.jp:00133209	2021-03-07	88
25	naid:40022500317	2021-02	88
26	jstage:ddt/15/1/15_2021.01005	2021-02-28	85
27	jstage:ejgeo/15/2/15_397	2020-12-25	80
28	jstage:ghm/advpub/0/advpub_2020.01038	2020-04-29	77
29	jstage:iken/32/1/32_32-59	2022-04-28	76
30	jstage:sptj/57/10/57_57.526	2020-10-10	75
31	jstage:tjsai/35/4/35_F-K45	2020-07-01	69
32	jstage:ghm/advpub/0/advpub_2020.01056	2020-07-20	65
33	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0219	2021-05-15	64
34	jstage:jjce/59/1/59_1_1	2022-02-15	63
35	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-20-0302	2020-04-29	61
36	jstage:jar/36/1/36_65	2021-03-20	60
37	jstage:ddt/advpub/0/advpub_2021.01005	2021-02-19	59
38	jstage:rinketsu/62/12/62_1684	2022-01-13	59
39	jstage:endocrj/advpub/0/advpub_EJ22-0093	2022-04-28	59
40	jstage:jscejpm/77/2/77_110	2021-06-20	57
41	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-20-0518	2020-09-25	55
42	jstage:ehpm/27/0/27_22-00013	2022-05-03	54
43	jstage:jcam/17/1/17_73	2020-05-26	54
44	info:ndljp/pid/11555721	2020-10-20	54
45	info:ndljp/pid/11480097	2020-04	51

一部文献について、出版された日付まで公開されていないものが存在したため、公開月までの記載となっているものが存在する。

対象文献が出版された期間については、最も早いものは2020年2月19日であり、最も遅いものは2022年の5月31日であった。言及数が最大2,938件から最少51件のものまでが分析対象となった。言及数の平均は330.87件であり、中央値は97.5件であった。

分析対象の文献に対する言及は15,076件（うちRTは12,978件）であり、これらの言及を行ったユーザは全てで12,841ユーザであった。

また、対象文献は全てCOVID-19に関わるものであるが、様々な分野の文献が存在している。具体的には、世界各国のCOVID-19に対する社会的な対応について調査を行った社会科学系統の文献や、COVID-19の流行状況を予測するモデルを提唱した文献などが挙げられる。また、その中でも当然医学系統の文献が多く含まれているが、同じ分野内でも文献の扱うトピックは異なっている。COVID-19に対する治療例を報告する文献やCOVID-19に対応するワクチン接種予後に関する文献など、COVID-19に関連する医学分野の文献内でも様々なトピックの文献が対象として含まれている。

5.1.2 RTの多い言及

対象文献に対する言及の中でRT数が特に多いものを抽出した。今回はRT数が100を超えるものを表5.2に示す。

表 5.2: RT 数の多いツイートの一覧

No.	ID	言及先文献の DOI	RT 数
1	1305382345944555521	jstage:tjem/252/1/252_73	3385
2	1495368377875206144	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-1055	1538
3	1466050093199474695	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0882	946
4	1241782254235455488	jstage:bst/advpub/0/advpub_2020.01047	691
5	1237093736510885889	jstage:bst/advpub/0/advpub_2020.01047	455
6	1287156620045119488	info:ndljp/pid/11512840	436
7	1241166304247271427	jstage:bst/advpub/0/advpub_2020.01047	366
8	1378923766894370817	jstage:jea/advpub/0/advpub_JE20200625	348
9	1531807059246989312	jstage:jscejipm/78/6/78_II_668	218
10	1348637401212571648	jstage:jcam/17/1/17_95	216
11	1504427655973810179	jstage:ddt/16/1/16_2022.01017	184
12	1425279416142155782	jstage:sposun/31/3/31_3_307	108
13	1274138595880812545	jstage:jea/advpub/0/advpub_JE20200247	103

計13件のツイートについて、RT数が100を超えていた。

特定の文献 (jstage:tjem/252/1/252_73) は一つの言及が大量の RT を集めていたが, 別の文献 (jstage:bst/advpub/0/advpub_2020.01047) は複数の言及が RT を集めているなど, 文献ごとに RT の集め方が異なっていることが明らかになった.

5.1.3 言及期間

文献ごとに初めて言及を受けてから調査期間内で最後の言及を受けるまでの期間と, 言及数の半減期を算出した (表 5.3).

表 5.3: 文献ごとのツイート数の半減期・ツイート期間

No.	DOI	ツイートの半減期 (日)	ツイート期間 (日)
1	info:ndljp/pid/11499114	338	438
2	jstage:jar/36/1/36_65	249	402
3	jstage:jcam/17/1/17_73	188	191
4	jstage:rinketsu/62/12/62_1684	116	117
5	jstage:sptj/57/10/57_57.526	86	528
6	jstage:jjce/59/1/59_1_1	61	164
7	jstage:jcam/17/1/17_95	47	255
8	oai:tohoku.repo.nii.ac.jp:00133209	47	116
9	jstage:ejgeo/15/2/15_397	27	568
10	jstage:bst/advpub/0/advpub_2020.01047	26	692
11	info:ndljp/pid/11480097	22	432
12	info:ndljp/pid/11512840	16	344
13	jstage:internalmedicine/61/10/61_9407-22	16	52
14	jstage:ddt/14/1/14_2020.01012	9	762
15	jstage:bst/14/1/14_2020.01047	8	815
16	jstage:jea/advpub/0/advpub_JE20210324	8	51
17	jstage:ghm/advpub/0/advpub_2020.01038	6	98
18	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0818	5	87
19	jstage:ddt/advpub/0/advpub_2021.01005	4	391
20	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0882	3	242
21	jstage:tjsai/35/4/35_F-K45	2	751
22	jstage:bst/advpub/0/advpub_2020.03340	2	211
23	jstage:jea/advpub/0/advpub_JE20200625	2	204
24	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-20-0302	1	7
25	jstage:tjem/252/1/252_73	1	570
26	info:ndljp/pid/11555721	1	253
27	jstage:jsicm/27/6/27_27_509	1	281
28	jstage:ddt/15/1/15_2021.01005	1	165
29	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-1055	1	153
30	jstage:internalmedicine/advpub/0/advpub_8934-21	1	84
31	jstage:endocrj/advpub/0/advpub_EJ22-0093	1	49
32	jstage:ehpm/27/0/27_22-00013	1	80
33	jstage:internalmedicine/advpub/0/advpub_9800-22	1	61
34	jstage:jea/advpub/0/advpub_JE20200247	0	15
35	jstage:ghm/advpub/0/advpub_2020.01056	0	1
36	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-20-0518	0	7
37	naid:40022500317	0	34
38	jstage:jscejipm/77/2/77_110	0	6
39	jstage:sposun/31/3/31_3_307	0	347
40	jstage:internalmedicine/advpub/0/advpub_8731-21	0	158
41	jstage:ddt/16/1/16_2022.01017	0	87
42	jstage:iken/32/1/32_32-59	0	53
43	jstage:jscejipm/78/6/78_II_668	0	8
44	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0840	0	154
45	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0219	0	237

結果として、半減期として最も長いものは338日であり、最も短いものは0日(初めて言及された当日中)であった。文献に対する初めてのツイートから最後のツイートまでの最も長い期間は815日であり、最も短いものは1日であった。半減期の平均期間は28.84日であり、全ての言及の平均期間は238.24日であった。

ツイートの半減期とツイート期間の間に相関関係は見られなかった($r=0.19, p=.27$)。

5.1.4 言及回数の多いユーザ

今回の分析対象となったユーザは全てで12,841ユーザであったが、その中には複数回言及を行ったユーザが存在する。今回は10回以上言及を行ったユーザを示す(表5.4)。

表 5.4: 言及回数の多いユーザの一覧

No.	ユーザ ID	スクリーンネーム	言及回数
1	2602032726	Scientista_Data	61
2	1267121558067326977	Dover63A	19
3	947695524634943489	ddhcme	15
4	1138581355523186688	MiaCarlaNY	13
5	4182380774	Eliz_Hightower	13
6	15956640	_noescape_	13
7	1397418564	twremcat	13
8	996571436474163200	thewholetruth87	12
9	127283816	NACREspirale	11
10	35233106	camillebesse	11
11	833654763380232200	USARegulations	11
12	1250748654543089665	C48H74O14	11
13	1297010191146262533	tomtomtomy3	11
14	351992409	SpaceTales	10
15	596782911	ohchaosparadox	10
16	468986786	CraigGordon8	10

16のユーザが10回以上の言及を行っていた。特に1ユーザ(Scientista_Data)が多く言及を行っているが、このユーザはさまざまな学術情報を発信することを目的としているユーザであったが、研究者などをはじめとする専門家ではなかった。その他のユーザも、多くがこのような学術情報を発信する専門家ではないユーザが多く、Twitter上の情報のみで専門家であることが分かるユーザは2ユーザ(twremcat, NACREspirale)のみであった。

5.2 言及ユーザの属性に関する分析

対象文献に対して言及を行ったユーザの傾向を確認するため、言及ユーザに対して属性を付与した。属性は Twitter の API を用いてユーザの情報を取得した後に、その情報を参考として著者がユーザに属性を付与した。属性の付与においては、Twitter のプロフィールやツイート内容の関連性などを参考とした。ただ、対象文献に対して言及した 12,841 のユーザ全てに属性を付与することは困難であるため、ユーザ全体のうち約 10% となる 1,284 ユーザをランダムに抽出し、属性を付与した。

付与した属性とその詳細、各属性ごとの付与したユーザ数を表 5.5 に示す。

表 5.5: 付与した属性の一覧と属性ごとのユーザ数

属性	説明	付与ユーザ数
研究者	学術関連の仕事に従事する個人・教授・講師・研究者・教員	40(3.12%)
非専門家	医療関係を除く何らかの職業の専門家と職業の記載がない人	946(93.24%)
医療関係者	臨床・医療など健康関係の仕事についているユーザ	45(3.50%)
学術機関	学術出版者等の学術関連の組織	1(0.001%)
報道機関	新聞社等の報道機関	1(0.001%)

属性を付与した結果、非専門家が言及ユーザ全体の 9 割以上を占める結果となった。医療関係者・研究者が次いで多く、続いて学術機関と報道機関が同数で並んだ。非専門家が言及ユーザのほとんど全てを占めていることが明らかになった。

5.2.1 属性ごとの言及回数の平均・中央値

属性ごとに 1 ユーザあたりの言及を行った回数の平均と中央値を算出した。この時、研究者・医療関係者・学術機関・報道機関のユーザを"専門家", それ以外のユーザを"非専門家"として扱うこととした。この結果を表 5.6 に示す。

表 5.6: 属性ごとの言及回数の平均・中央値

属性	平均言及数	言及数中央値
全体	1.1394	1
専門家	1.1839	1
非専門家	1.1362	1

表 5.6 のように、ほとんどのユーザの言及回数は 1 回程度であることが示された。

5.2.2 言及ユーザの属性と情報発信経験の関係

Twitter 上で COVID-19 関連文献の発信経験と、言及ユーザの属性の関係について分析を行った。この結果を表 5.7 に示す。

表 5.7: 言及ユーザの属性と情報発信経験の有無

属性		ユーザ数 (%)
専門家	発信経験あり	17(19.54%)
専門家	発信経験なし	70(80.46%)
非専門家	発信経験あり	95(7.94%)
非専門家	発信経験なし	1,102(92.06%)
全体	発信経験あり	112(8.72%)
全体	発信経験なし	1,172(91.28%)

専門家は全体・非専門家に比べて発信経験のあるユーザの割合が高いことが明らかになった。

5.2.3 ツイートに対する RT の属性ごとの違い

言及ツイートに対する RT のつき方を、そのツイートをを行ったユーザの属性ごとに分析した (表 5.8)。

表 5.8: 属性ごとの言及ツイートに対する RT 数の平均・中央値

属性	ツイート数	平均 RT 数	RT 数中央値
全体	518	18.46	0
専門家	141	57.84	1
非専門家	377	3.72	0

平均的には専門家のツイートの方が RT を多く集めていることが分かるが、中央値は専門家・非専門家の両者の間に大きな違いはない。

5.2.4 フォローネットワークの分析

ユーザ同士のフォロー関係の分析を行うため、文献ごとの言及ユーザのフォロー関係を図示したフォローネットワークを作成した。フォローネットワークを作成するには、言及ユーザをノード、フォロー関係をエッジとした。ネットワークはフォロー元のユーザからフォロー先のユーザへとエッジが伸びる有向ネットワークとした。フォローネットワークの作成には NetworkX を用いた [76]。実際にフォローネットワークを作成した例を図 5.1 に示す。

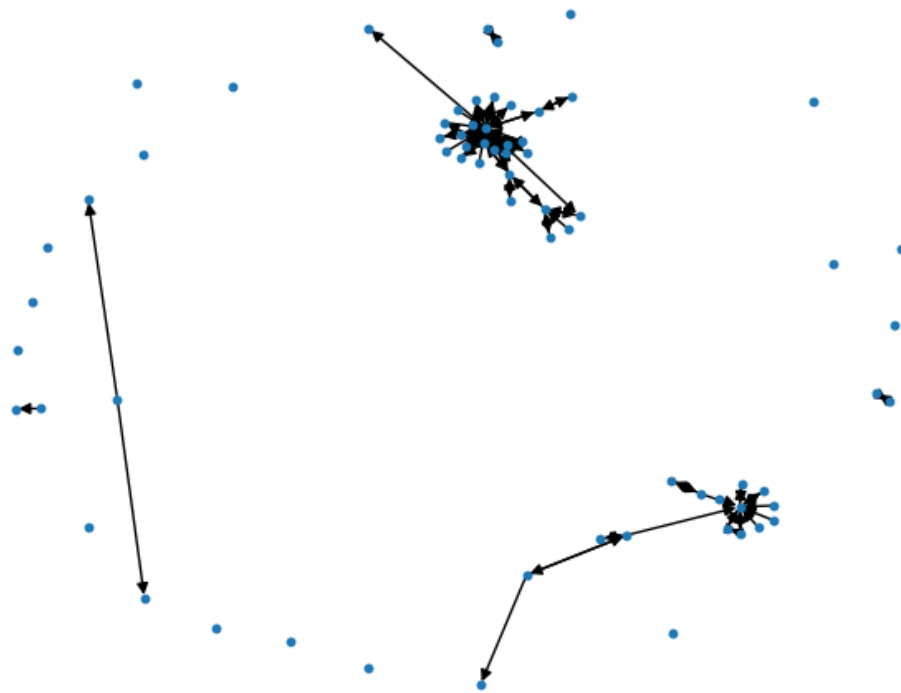


図 5.1: 「新型コロナウイルス COVID-19 のエアロゾル感染の可能性 —微粒子工学の立場からの考察—」言及ユーザのフォローネットワーク

互いにフォロー関係にあるネットワークが複数形成されつつ、他のユーザとフォロー関係にないユーザがある程度独立して存在するようなフォローネットワークが形成されることがある。

こちらの文献においては、ほとんどのユーザがフォロー関係にあり、1ユーザのみが他のどのユーザとのフォロー関係にないことを示すネットワークが形成された(図 5.2).

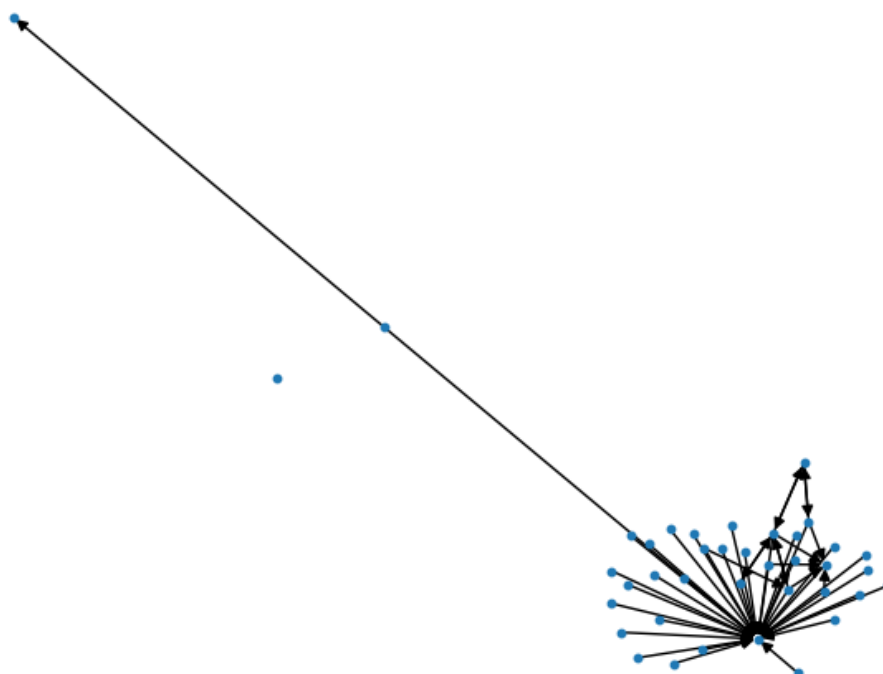


図 5.2: 「-Editorial- 特集『COVID-19 に関する土木計画学研究』」言及ユーザのフォローネットワーク

フォローネットワークの中心ユーザ

先項で各文献ごとの言及ユーザのフォローネットワークを作成した。ネットワークを構成するノードのうち、中心的な役割を持つユーザの属性を明らかにした。次数中心性とは、ネットワーク内で多くのノードと隣接しているノードは中心的とする指標であり、そのノードが持つエッジの数によって算出される。分析は文献ごとの言及ユーザの次数中心性を算出し、次数中心性が上位 5% のユーザの属性を分析した。今回は次数中心性の中でも、有向グラフにおいてそのノードに対して伸びているエッジのみを数える入次数中心性を用いた。そのノードから伸びるエッジは別のユーザをフォローしていることを示すものであり、今回の分析において他のノードへ伸びるエッジを数えることは馴染まないと考え、入次数中心性を算出した。属性の分析においては、研究者・医療関係者・学術機関・報道

機関のユーザを"専門家", それ以外のユーザを"非専門家"として扱った. 分析結果を表 5.9 に示す.

表 5.9: 回数中心性の高いユーザに占める各属性の割合

属性	ユーザ数 (割合)
専門家	142(22.98%)
研究者	82(13.27%)
医療関係者	54(8.74%)
研究機関	4(0.65%)
報道機関	2(0.32%)
非専門家	476(77.02%)

分析結果を言及ユーザ全体の属性の分布と比較を行ったところ, 有意な差は認められなかった ($t(6)=0.40$, $p=.700$). しかし, 文献ごとのフォローネットワークにおいて回数中心性の高いユーザに占める専門家の割合は, 言及ユーザ全体に占める専門家の割合よりも高いことが分かる.

5.3 言及の波及に関する分析結果

Twitter 上で言及された文献の波及の程度に関する分析を行った。

5.3.1 RT 元のユーザをフォローしている割合

今回分析対象とした文献に対する言及の多くは他ユーザのツイートをリツイート (RT) したものである。文献ごとの RT を全て収集し、RT をおこなったユーザが、RT 元のツイートをおこなったユーザをフォローしている割合を算出した (表 5.10)。

表 5.10: RT 元のユーザをフォローしている割合

No	DOI	フォローしている割合 (%)
1	jstage:ddt/advpub/0/advpub_2021.01005	100.00
2	jstage:jcam/17/1/17_95	92.90
3	jstage:jscejipm/77/2/77_110	92.11
4	jstage:ehpm/27/0/27_22-00013	87.88
5	jstage:tjem/252/1/252_73	85.55
6	jstage:jcam/17/1/17_73	84.00
7	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-20-0302	78.57
8	jstage:internalmedicine/advpub/0/advpub_8731-21	77.50
9	jstage:ddt/14/1/14_2020.01012	75.86
10	jstage:ddt/16/1/16_2022.01017	75.29
11	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0840	71.43
12	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0818	70.37
13	naid:40022500317	68.24
14	jstage:jsicm/27/6/27_27_509	67.71
15	jstage:tjsai/35/4/35_F-K45	64.44
16	jstage:internalmedicine/61/10/61_9407-22	63.08
17	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-20-0518	62.00
18	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0219	61.29
19	info:ndljp/pid/11555721	60.00
20	jstage:rinketsu/62/12/62_1684	60.00
21	info:ndljp/pid/11480097	57.14
22	oai:tohoku.repo.nii.ac.jp:00133209	55.93
23	jstage:sptj/57/10/57_57.526	55.77
24	jstage:ghm/advpub/0/advpub_2020.01056	54.69
25	jstage:jar/36/1/36_65	53.57
26	jstage:bst/advpub/0/advpub_2020.03340	50.00
27	jstage:internalmedicine/advpub/0/advpub_8934-21	50.00
28	jstage:endocrj/advpub/0/advpub_EJ22-0093	49.02
29	info:ndljp/pid/11499114	47.22
30	jstage:iken/32/1/32_32-59	46.97
31	jstage:jscejipm/78/6/78_II_668	39.32
32	jstage:bst/14/1/14_2020.01047	39.20
33	jstage:jea/advpub/0/advpub_JE20210324	38.32
34	jstage:bst/advpub/0/advpub_2020.01047	37.76
35	jstage:jjce/59/1/59_1_1	35.71
36	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0882	35.49
37	jstage:sposun/31/3/31_3_307	35.00
38	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-1055	30.44
39	jstage:ghm/advpub/0/advpub_2020.01038	29.09
40	jstage:ejgeo/15/2/15_397	28.57
41	info:ndljp/pid/11512840	25.94
42	jstage:jea/advpub/0/advpub_JE20200625	23.44
43	jstage:jea/advpub/0/advpub_JE20200247	21.84
44	jstage:ddt/15/1/15_2021.01005	16.00
45	jstage:internalmedicine/advpub/0/advpub_9800-22	10.31

文献ごとに RT をしたユーザが RT 元のツイートをおこなったユーザをフォローしている割合は異なっていることが分かった。文献によっては全てのユーザが RT 元のユーザをフォローしていたが、最も割合の低い文献においては全体の 1 割程度しかフォロー関係にない。RT 元のユーザをフォローしている割合の平均は 54.78%であった。

5.3.2 フォローネットワークに接続されているユーザの割合

文献ごとに、ネットワークに接続されているユーザの割合を分析した。分析においては一定以上の大きさのネットワークに属しているか否かを考慮し、dyad(ダイアド)や triad(トライアド)に属するユーザは除いた(表 5.11)。

結果を以下に示す。

表 5.11: ネットワークに接続されているユーザの割合

No	DOI	接続されている割合 (%)
1	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-20-0302	97.83
2	jstage:jscejipm/77/2/77_110	97.44
3	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0219	96.88
4	jstage:tjem/252/1/252_73	96.48
5	info:ndljp/pid/11512840	95.33
6	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-20-0518	95.12
7	jstage:jcam/17/1/17_95	94.15
8	jstage:ehpm/27/0/27_22-00013	91.89
9	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0882	91.59
10	jstage:jjce/59/1/59_1_1	90.00
11	jstage:jea/advpub/0/advpub_JE20210324	89.08
12	oai:tohoku.repo.nii.ac.jp:00133209	88.89
13	info:ndljp/pid/11480097	88.64
14	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-1055	87.61
15	jstage:jea/advpub/0/advpub_JE20200625	86.79
16	info:ndljp/pid/11555721	86.54
17	jstage:jsicm/27/6/27_27_509	85.85
18	jstage:rinketsu/62/12/62_1684	84.75
19	jstage:sposun/31/3/31_3_307	83.47
20	jstage:jcam/17/1/17_73	83.33
21	naid:40022500317	80.23
22	jstage:ddt/16/1/16_2022.01017	79.65
23	jstage:internalmedicine/61/10/61_9407-22	76.27
24	jstage:iken/32/1/32_32-59	74.29
25	jstage:jea/advpub/0/advpub_JE20200247	73.33
26	jstage:ejgeo/15/2/15_397	73.13
27	info:ndljp/pid/11499114	71.25
28	jstage:tjsai/35/4/35_F-K45	70.97
29	jstage:endocrj/advpub/0/advpub_EJ22-0093	69.09
30	jstage:jar/36/1/36_65	67.39
31	jstage:bst/advpub/0/advpub_2020.01047	65.34
32	jstage:ghm/advpub/0/advpub_2020.01056	64.62
33	jstage:sptj/57/10/57_57.526	63.24
34	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0818	56.83
35	jstage:ghm/advpub/0/advpub_2020.01038	56.58
36	jstage:bst/14/1/14_2020.01047	53.66
37	jstage:ddt/advpub/0/advpub_2021.01005	50.00
38	jstage:internalmedicine/advpub/0/advpub_9800-22	48.60
39	jstage:ddt/15/1/15_2021.01005 30	48.15
40	jstage:jscejipm/78/6/78_II_668	45.41
41	jstage:internalmedicine/advpub/0/advpub_8731-21	44.86
42	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0840	42.71
43	jstage:ddt/14/1/14_2020.01012	35.40
44	jstage:bst/advpub/0/advpub_2020.03340	30.34
45	jstage:internalmedicine/advpub/0/advpub_8934-21	25.41

言及ユーザの90%以上がネットワークに接続されている文献も存在するが、言及ユーザのうち25%のみがネットワークに接続されていた文献も存在する。対象文献全体の、ネットワークに接続されている言及ユーザの割合の平均は72.85%であった。

8割以上のユーザが他の言及ユーザとフォロー関係にある文献は全体の半数弱であった。先行研究 [15] においては分析対象である11文献中10の文献において8割以上のユーザが他の言及ユーザとフォロー関係にあったことと比較すると、今回の対象文献は他のユーザとフォロー関係にないユーザも多く言及していると言える。

5.3.3 フォローネットワークの密度

続言及ユーザ同士がどの程度フォロー関係にあるか明らかにするため、言及ユーザ同士のフォローネットワークの密度を文献ごとに算出した。ネットワークの密度とは、そのネットワーク内でノード同士が結ぶことが可能な関係(エッジ)がどの程度存在するかを示したものであり、今回の調査においては、密度が高いほど言及ユーザ同士がフォロー関係にあることを表す。文献ごとのフォローネットワークの密度を算出した結果を表5.12に示す。

表 5.12: 文献ごとのフォローネットワークの密度

No	DOI	フォローネットワークの密度
1	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-20-0518	0.2561
2	jstage:ehpm/27/0/27_22-00013	0.2402
3	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-20-0302	0.1507
4	oai:tohoku.repo.nii.ac.jp:00133209	0.1295
5	jstage:jjce/59/1/59_1_1	0.0904
6	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0219	0.0863
7	info:ndljp/pid/11480097	0.0772
8	jstage:jea/advpub/0/advpub_JE20210324	0.0691
9	info:ndljp/pid/11555721	0.0664
10	jstage:rinketsu/62/12/62_1684	0.066
11	jstage:jscejipm/77/2/77_110	0.0621
12	jstage:sposun/31/3/31_3_307	0.0574
13	jstage:tjsai/35/4/35_F-K45	0.0561
14	jstage:ddt/15/1/15_2021.01005	0.0513
15	jstage:iken/32/1/32_32-59	0.0505
16	jstage:jea/advpub/0/advpub_JE20200247	0.0454
17	jstage:jar/36/1/36_65	0.0406
18	jstage:endocrj/advpub/0/advpub_EJ22-0093	0.0384
19	jstage:jcam/17/1/17_73	0.037
20	jstage:jcam/17/1/17_95	0.0369
21	jstage:jsicm/27/6/27_27_509	0.0325
22	jstage:internalmedicine/61/10/61_9407-22	0.03
23	jstage:ghm/advpub/0/advpub_2020.01038	0.0291
24	jstage:sptj/57/10/57_57.526	0.0281
25	jstage:ejgeo/15/2/15_397	0.0271
26	jstage:ddt/advpub/0/advpub_2021.01005	0.0266
27	info:ndljp/pid/11499114	0.0254
28	naid:40022500317	0.0235
29	jstage:ghm/advpub/0/advpub_2020.01056	0.0212
30	jstage:tjem/252/1/252_73	0.0163
31	jstage:jea/advpub/0/advpub_JE20200625	0.0162
32	info:ndljp/pid/11512840	0.0147
33	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0882	0.0136
34	jstage:bst/advpub/0/advpub_2020.03340	0.0107
35	jstage:ddt/16/1/16_2022.01017	0.0097
36	jstage:ddt/14/1/14_2020.01012	0.0096
37	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0818	0.0091
38	jstage:internalmedicine/advpub/0/advpub_8731-21	0.0068
39	jstage:jscejipm/78/6/78_II_668	0.0065
40	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0840	0.0057
41	jstage:internalmedicine/advpub/0/advpub_8934-21	0.0053
42	jstage:internalmedicine/advpub/0/advpub_9800-22	0.0044
43	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-1055	0.0039
44	jstage:bst/14/1/14_2020.01047	0.0039
45	jstage:bst/advpub/0/advpub_2020.01047	0.0024

このように、フォローネットワークの密度は文献ごとに差が見られる。最も密度の低い文献は 0.2561 であり、最も密度の高い文献の密度は 0.0024 であった。また、密度の平均は 0.04644 であった。先行研究においては密度は 0.01 から 0.14 の範囲であり、密度の平均は 0.06 であった [15]。このように文献ごとに差はあるが、対象文献のフォローネットワークの密度の平均値は先行研究と比較して低いということが明らかになった。

5.3.4 フォローネットワークのモジュール性

文献ごとの言及ユーザのフォローネットワークのモジュール性を算出した (表 5.13)。モジュール性とはネットワークに対してコミュニティ検出アルゴリズムを使用し、その結果として実行されたクラスタリングのモジュール性を測定したものを指す [78]。この尺度はネットワークをサブグラフに分割可能か否かを示す。モジュール性が低いほど密なネットワークであり、高いほど疎なネットワークであることを示す。

文献ごとに言及ユーザ同士のフォローネットワークを作成し、モジュール性を算出した結果を示す。

表 5.13: 文献ごとのフォローネットワークのモジュール性

No	DOI	フォローネットワークのモジュール性
1	jstage:internalmedicine/advpub/0/advpub_8731-21	0.8167
2	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0840	0.7864
3	jstage:internalmedicine/advpub/0/advpub_8934-21	0.7748
4	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0818	0.7431
5	jstage:ddt/14/1/14_2020.01012	0.7362
6	jstage:bst/14/1/14_2020.01047	0.7093
7	jstage:bst/advpub/0/advpub_2020.01047	0.6749
8	jstage:ejgeo/15/2/15_397	0.6265
9	jstage:jar/36/1/36_65	0.6125
10	jstage:bst/advpub/0/advpub_2020.03340	0.5612
11	jstage:sptj/57/10/57_57.526	0.5576
12	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-1055	0.4835
13	jstage:jsicm/27/6/27_27_509	0.4802
14	jstage:ddt/advpub/0/advpub_2021.01005	0.4711
15	jstage:ddt/15/1/15_2021.01005	0.4568
16	jstage:ghm/advpub/0/advpub_2020.01038	0.4535
17	info:ndljp/pid/11499114	0.4511
18	jstage:internalmedicine/advpub/0/advpub_9800-22	0.4299
19	info:ndljp/pid/11480097	0.4291
20	info:ndljp/pid/11555721	0.4239
21	jstage:endocrj/advpub/0/advpub_EJ22-0093	0.4061
22	jstage:jea/advpub/0/advpub_JE20200625	0.3889
23	naid:40022500317	0.3854
24	jstage:jcam/17/1/17_95	0.3755
25	jstage:tjsai/35/4/35_F-K45	0.3458
26	jstage:iken/32/1/32_32-59	0.3431
27	jstage:jscejipm/78/6/78_II_668	0.3342
28	jstage:jea/advpub/0/advpub_JE20200247	0.3244
29	jstage:ghm/advpub/0/advpub_2020.01056	0.3221
30	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0219	0.3189
31	info:ndljp/pid/11512840	0.3047
32	jstage:jjce/59/1/59_1_1	0.3045
33	jstage:rinketsu/62/12/62_1684	0.2932
34	jstage:internalmedicine/61/10/61_9407-22	0.2931
35	jstage:tjem/252/1/252_73	0.2859
36	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0882	0.278
37	jstage:jscejipm/77/2/77_110	0.271
38	jstage:sposun/31/3/31_3_307	0.2427
39	jstage:jcam/17/1/17_73	0.2369
40	jstage:jea/advpub/0/advpub_JE20210324	0.2045
41	oai:tohoku.repo.nii.ac.jp:00133209	0.1931
42	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-20-0302	0.1911
43	jstage:ddt/16/1/16_2022.01017	0.1591
44	jstage:ehpm/27/0/27_22-00013	0.152
45	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-20-0518	0.1493

以上のように、今回の対象文献のモジュール性の範囲は 0.8167 から 0.1493 と文献ごとの差が大きい結果となった。文献全てのモジュール性の平均は 0.4202 であった。先行研究における対象文献のモジュール性は 0.59 から 0.00 の範囲であり、平均のモジュール性は 0.23 であった。文献ごとに差はあるが、平均的に先行研究と比較して疎なネットワークが形成されたと言える。

5.4 追加調査

ここまでの調査で対象とした文献は, Twitter 上で一定回数以上言及された文献のうち, COVID-19 に関連すると著者が判断したものを対象として選定しており, 医学分野・社会科学分野・計算機科学分野など幅広い分野の文献を含んでいる.

ここからは調査対象の文献を, WHO が作成した COVID-19 に関連する論文を収集したデータベースに登録されている文献に絞った追加調査の結果を報告する [23].

このデータベースに登録されている文献はほとんどが医学分野の文献であり, 今回の対象文献においては全ての文献が医学分野に分類される. 本調査では, 対象文献全てに対する言及を行ったユーザの属性や波及の状況と, こちらのデータベースに収録されている文献に対する言及を行ったユーザの属性や波及の状況の比較を行う. 様々な分野の文献を含む対象群と医学分野の文献のみを含む対象群の比較を行うことで, 文献の属する分野が波及に与える影響を明らかにすることを目的とする.

5.4.1 分析対象

分析対象の文献は全てで 22 件であった. 分析対象の文献を表 5.14 に示す.

表 5.14: 追加調査における分析対象の文献一覧

No	DOI	出版日	言及数
1	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-1055	2022-02-15	2938
2	jstage:tjem/252/1/252_73	2020-09-09	2929
3	jstage:bst/advpub/0/advpub_2020.01047	2020-02-19	1971
4	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0882	2021-11-27	908
5	jstage:bst/14/1/14_2020.01047	2020-02-29	736
6	jstage:jea/advpub/0/advpub_JE20200625	2021-04-03	351
7	jstage:internalmedicine/61/10/61_9407-22	2022-05-15	242
8	jstage:internalmedicine/advpub/0/advpub_8731-21	2021-11-27	220
9	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0840	2021-12-04	204
10	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0818	2021-11-06	188
11	jstage:ddt/16/1/16_2022.01017	2022-02-28	177
12	jstage:ddt/14/1/14_2020.01012	2020-02-29	127
13	jstage:jea/advpub/0/advpub_JE20210324	2021-11-13	125
14	jstage:bst/advpub/0/advpub_2020.03340	2020-12-18	105
15	jstage:ddt/15/1/15_2021.01005	2021-02-28	85
16	jstage:ghm/advpub/0/advpub_2020.01038	2020-04-29	77
17	jstage:ghm/advpub/0/advpub_2020.01056	2020-07-20	65
18	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0219	2021-05-15	64
19	jstage:ddt/advpub/0/advpub_2021.01005	2021-02-19	59
20	jstage:endocrj/advpub/0/advpub_EJ22-0093	2022-04-28	59
21	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-20-0518	2020-09-25	55
22	jstage:ehpm/27/0/27_22-00013	2022-05-03	54

言及ユーザ数は 10,306 であり, 言及数は 11,739 件 (うち RT は 9,947 件) であった.

言及期間

文献ごとの言及を受けた期間と言及の半減期の分析を行った. 結果を表 5.15 に示す.

表 5.15: 文献ごとのツイート数の半減期・ツイート期間

No.	DOI	ツイートの半減期 (日)	ツイート期間 (日)
1	jstage:bst/advpub/0/advpub_2020.01047	26	692
2	jstage:internalmedicine/61/10/61_9407-22	16	52
3	jstage:ddt/14/1/14_2020.01012	9	762
4	jstage:bst/14/1/14_2020.01047	8	815
5	jstage:jea/advpub/0/advpub_JE20210324	8	51
6	jstage:ghm/advpub/0/advpub_2020.01038	6	98
7	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0818	5	87
8	jstage:ddt/advpub/0/advpub_2021.01005	4	391
9	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0882	3	242
10	jstage:bst/advpub/0/advpub_2020.03340	2	211
11	jstage:jea/advpub/0/advpub_JE20200625	2	204
12	jstage:tjem/252/1/252_73	1	570
13	jstage:ddt/15/1/15_2021.01005	1	165
14	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-1055	1	153
15	jstage:endocrj/advpub/0/advpub_EJ22-0093	1	49
16	jstage:ehpm/27/0/27_22-00013	1	80
17	jstage:ghm/advpub/0/advpub_2020.01056	0	1
18	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-20-0518	0	7
19	jstage:internalmedicine/advpub/0/advpub_8731-21	0	158
20	jstage:ddt/16/1/16_2022.01017	0	87
21	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0840	0	154
22	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0219	0	237

初めての言及がなされた日付から期間内で最後の言及がなされた期間の平均は 239.36 日であり、半減期の平均は 4.27 日であった。

5.1.3 の結果と比較すると、言及期間も半減期も短いという結果になった。

5.4.2 言及ユーザの属性に関する分析

5.2 と同様に、対象文献に対する言及ユーザのうち、約 10% に対して属性を付与した。付与したユーザの総数は 1,031 ユーザであった。付与した結果を表 5.16 に示す。

表 5.16: 付与した属性の一覧と属性ごとのユーザ数

属性	説明	付与ユーザ数
研究者	学術関連の仕事に従事する個人・教授・講師・研究者・教員	29(2.81%)
非専門家	医療関係を除く何らかの職業の専門家と職業の記載がないユーザ	962(93.31%)
医療関係者	臨床・医療など健康関係の仕事についているユーザ	36(3.49%)
学術機関	学術出版者等の学術関連の組織	3(0.0029%)
報道機関	新聞社等の報道機関	1(0.001%)

5.2 における分析結果と同様に、非専門家が全体の 90% を占め、研究者と医療関係者が続く結果となった。5.2 における分析結果と検定を行ったところ、有意差は認められなかった ($t(8) = .002, p = .99$)。

属性ごとの言及回数の平均・中央値

5.2.1 と同様に、属性ごとの 1 ユーザ辺りの言及回数の平均値と中央値を算出した (表 5.17)。

表 5.17: 属性ごとの言及ツイートに対する RT 数の平均

属性	平均ツイート数	ツイート数中央値
全体	1.1232	1
専門家	1.0870	1
非専門家	1.1258	1

言及ユーザの属性と情報発信経験の関係

5.2.2 と同様に Twitter 上で対象文献に対する直接の言及を行った経験の有無と、言及ユーザの属性の関係について分析を行った。結果を表 5.18 に示す。

表 5.18: 言及ユーザの属性と情報発信経験の有無

属性		ユーザ数 (%)
専門家	発信経験あり	22(31.88%)
専門家	発信経験なし	47(68.12%)
非専門家	発信経験あり	70(7.28%)
非専門家	発信経験なし	892(92.72%)
全体	発信経験あり	69(6.69%)
全体	発信経験なし	962(93.31%)

5.2.2 と同様に専門家は非専門家・全体と比較して発信経験のあるユーザが多いことが明らかになった。また、全体・非専門家と比較して、専門家に占める発信経験のあるユーザの割合が高いことが示された。

ツイートに対する RT の属性ごとの違い

5.2.3 と同様に言及ツイートに対する RT のつき方を、そのツイートを行ったユーザの属性ごとに分析した (表 5.19)。

表 5.19: 属性ごとの言及ツイートに対する RT 数の平均

属性	ツイート数	平均 RT 数	RT 数中央値
全体	476	18.89	0
専門家	128	61.35	1
非専門家	348	3.27	0

5.2.3 と同様に平均的に専門家の方が RT を多く集めているが、中央値においては大きな違いは見られない。

フォローネットワークの中心ユーザ

ユーザ同士のフォロー関係の分析を行うため、5.2.4 の様に文献ごとの言及ユーザのフォロー関係を図示したフォローネットワークを作成した。そして、作成したネットワークを構成するノードのうち、次数中心性の高いユーザをそのネットワークの中心ユーザと仮定した。そしてその言及ユーザの属性の分析を行った。分析結果を表 5.20 に示す。

表 5.20: 回数中心性の高いユーザに占める各属性の割合

属性	ユーザ数 (割合)
専門家	100(20.04%)
研究者	53(10.62%)
医療関係者	45(9.01%)
研究機関	0(0.00%)
報道機関	2(0.4%)
非専門家	399(79.96%)

ユーザ全体の属性分布と比較を行ったところ、有意な差は見られなかった ($t(5) = .53$, $p=.62$)。ただ、5.2.4 の結果と同様に全体のうちに非専門家の占める割合は高いが、対象ユーザ全体に占める非専門家の割合と比較すると低く、専門家の占める割合が高いことが分かる。

また、5.2.4 の結果と比較を行ったところ、有意な差は認められなかった ($t(8) = .20$, $p=.84$)。

5.4.3 言及の波及に関する分析

言及された文献の波及に関する分析を行った。

5.4.4 RT 元のユーザをフォローしている割合

5.3.2 と同様に、RT を行ったユーザが RT 元のユーザをフォローしている割合を算出した (表 5.21)。

表 5.21: RT 元のユーザをフォローしている割合

No	DOI	フォローしている割合 (%)
1	jstage:ddt/advpub/0/advpub_2021.01005	100.00
2	jstage:ehpm/27/0/27_22-00013	87.88
3	jstage:tjem/252/1/252_73	85.55
4	jstage:internalmedicine/advpub/0/advpub_8731-21	77.50
5	jstage:ddt/14/1/14_2020.01012	75.86
6	jstage:ddt/16/1/16_2022.01017	75.29
7	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0840	71.43
8	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0818	70.37
9	jstage:internalmedicine/61/10/61_9407-22	63.08
10	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-20-0518	62.00
11	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0219	61.29
12	jstage:ghm/advpub/0/advpub_2020.01056	54.69
13	jstage:bst/advpub/0/advpub_2020.03340	50.00
14	jstage:endocrj/advpub/0/advpub_EJ22-0093	49.02
15	jstage:bst/14/1/14_2020.01047	39.20
16	jstage:jea/advpub/0/advpub_JE20210324	38.32
17	jstage:bst/advpub/0/advpub_2020.01047	37.76
18	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0882	35.49
19	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-1055	30.44
20	jstage:ghm/advpub/0/advpub_2020.01038	29.09
21	jstage:jea/advpub/0/advpub_JE20200625	23.44
22	jstage:ddt/15/1/15_2021.01005	16.00

5.3.1 と同様に文献ごとの差が大きくなるという結果になった。平均は 56.08%であり、5.3.1 とほとんど同じという結果になった。

フォローネットワークに接続されているユーザの割合

文献ごとにネットワークへ接続されているユーザの割合を分析した。分析においては 5.3.2 と同様に、一定以上の大きさのネットワークに属しているか否かを考慮した。結果を表 5.22 に示す。

表 5.22: ネットワークに接続されているユーザの割合

No	DOI	接続されている割合 (%)
1	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0219	96.88
2	jstage:tjem/252/1/252_73	96.48
3	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-20-0518	95.12
4	jstage:ehpm/27/0/27_22-00013	91.89
5	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0882	91.59
6	jstage:jea/advpub/0/advpub_JE20210324	89.08
7	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-1055	87.61
8	jstage:jea/advpub/0/advpub_JE20200625	86.79
9	jstage:ddt/16/1/16_2022.01017	79.65
10	jstage:internalmedicine/61/10/61_9407-22	76.27
11	jstage:endocrj/advpub/0/advpub_EJ22-0093	69.09
12	jstage:bst/advpub/0/advpub_2020.01047	65.34
13	jstage:ghm/advpub/0/advpub_2020.01056	64.62
14	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0818	56.8
15	jstage:ghm/advpub/0/advpub_2020.01038	56.58
16	jstage:bst/14/1/14_2020.01047	53.66
17	jstage:ddt/advpub/0/advpub_2021.01005	50.00
18	jstage:ddt/15/1/15_2021.01005	48.15
19	jstage:internalmedicine/advpub/0/advpub_8731-21	44.86
20	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0840	42.71
21	jstage:ddt/14/1/14_2020.01012	35.40
22	jstage:bst/advpub/0/advpub_2020.03340	30.34

5.3.2 と同様に、文献ごとにネットワークへ接続されているユーザの割合は異なっている。対象文献全体における、ネットワークに接続されているユーザの割合の平均は 68.59% であった。

こちらにおいても、先行研究と比較するとネットワークに接続されているユーザの割合は低い傾向にあると言える。

フォロネットワークの密度

文献ごとの言及ユーザ同士のフォロネットワークの密度を算出した。結果を表 5.23 に示す。

表 5.23: 文献ごとのフォローネットワークの密度

No	DOI	フォローネットワークの密度
1	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-20-0518	0.2561
2	jstage:ehpm/27/0/27_22-00013	0.2402
3	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0219	0.0863
4	jstage:jea/advpub/0/advpub_JE20210324	0.0691
5	jstage:ddt/15/1/15_2021.01005	0.0513
6	jstage:endocrj/advpub/0/advpub_EJ22-0093	0.0384
7	jstage:internalmedicine/61/10/61_9407-22	0.03
8	jstage:ghm/advpub/0/advpub_2020.01038	0.0291
9	jstage:ddt/advpub/0/advpub_2021.01005	0.0266
10	jstage:ghm/advpub/0/advpub_2020.01056	0.0212
11	jstage:tjem/252/1/252_73	0.0163
12	jstage:jea/advpub/0/advpub_JE20200625	0.0162
13	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0882	0.0136
14	jstage:bst/advpub/0/advpub_2020.03340	0.0107
15	jstage:ddt/16/1/16_2022.01017	0.0097
16	jstage:ddt/14/1/14_2020.01012	0.0096
17	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0818	0.0091
18	jstage:internalmedicine/advpub/0/advpub_8731-21	0.0068
19	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0840	0.0057
20	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-1055	0.0039
21	jstage:bst/14/1/14_2020.01047	0.0039
22	jstage:bst/advpub/0/advpub_2020.01047	0.0024

5.3.3と同様に、フォローネットワークの密度は文献ごとに差が見られた。全ての文献の密度の平均は0.043であった。追加の調査における対象文献においても、先行研究と比較してフォローネットワークの密度は低いと言える。

フォローネットワークのモジュール性

文献ごとの言及ユーザのフォローネットワークのモジュール性を算出した。モジュール性の算出においては、5.3.4と同様の手順を取った。表 5.24 に結果を示す。

表 5.24: 文献ごとのフォローネットワークのモジュール性

No	DOI	フォローネットワークのモジュール性
1	jstage:internalmedicine/advpub/0/advpub_8731-21	0.8167
2	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0840	0.7864
3	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0818	0.7431
4	jstage:ddt/14/1/14_2020.01012	0.7362
5	jstage:bst/14/1/14_2020.01047	0.7093
6	jstage:bst/advpub/0/advpub_2020.01047	0.6749
7	jstage:bst/advpub/0/advpub_2020.03340	0.5612
8	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-1055	0.4835
9	jstage:ddt/advpub/0/advpub_2021.01005	0.4711
10	jstage:ddt/15/1/15_2021.01005	0.4568
11	jstage:ghm/advpub/0/advpub_2020.01038	0.4535
12	jstage:endocrj/advpub/0/advpub_EJ22-0093	0.4061
13	jstage:jea/advpub/0/advpub_JE20200625	0.3889
14	jstage:ghm/advpub/0/advpub_2020.01056	0.3221
15	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0219	0.3189
16	jstage:internalmedicine/61/10/61_9407-22	0.2931
17	jstage:tjem/252/1/252_73	0.2859
18	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-21-0882	0.278
19	jstage:jea/advpub/0/advpub_JE20210324	0.2045
20	jstage:ddt/16/1/16_2022.01017	0.1591
21	jstage:ehpm/27/0/27_22-00013	0.152
22	jstage:circj/advpub/0/advpub_CJ-20-0518	0.1493

対象文献のモジュール性の範囲は 0.8167 から 0.1493 であり、平均は 0.4477 であった。5.3.4 と同様に、文献ごとに大きく差が存在したが、先行研究と比較して平均的に疎なネットワークが形成されたと言える。

第6章 考察

リサーチクエスチョンに対応する形で考察を行う。今回挙げたリサーチクエスチョンは、以下の3つである。

1. どのようなユーザが言及を行っているか
2. ユーザの属性と情報発信経験の有無に関係はあるか
3. 発信された情報はどの程度波及したか

6.1 どのようなユーザが言及を行っているか

今回の対象文献は非専門家からの言及が多いことが明らかになった。言及ユーザ全体からランダム抽出した1,284ユーザのうち、90%を超えるユーザは非専門家であった。先行研究と比較しても、非常に高い割合であることが分かる [14][72]。この要因としては、今回の対象文献がCOVID-19に関係するものであることが考えられる。今回扱ったCOVID-19というトピックは社会的な注目度が高く、専門家でなくとも関連する学術情報に興味を持つ可能性がある。COVID-19に関わる学術情報は従来の学術コミュニケーションの枠組みの外部からの注目を集めていることが分かっている [58]。これに対し、先行研究は特定の社会的な注目度の高いトピックのみを対象として取ってはいないため、非専門家が興味を持ちづらいトピックを含んでいたことが、言及ユーザに占める専門家の割合が高くなった要因として考えられる。

今回言及を行ったユーザはあまり日常的にSNS上で学術文献に言及していないユーザである可能性がある。専門家・非専門家のどちらにおいてもユーザごとの言及回数はほとんどが1回のみであり、偶然気になった情報を発信・RTしただけという可能性は否定できない。

すなわち、今回の対象文献に言及したユーザの多くは普段あまり学術情報を共有することはない非専門家である可能性がある。

6.2 ユーザの属性と情報発信経験の有無に関係はあるか

学術情報をツイートした経験があるか否かを専門家と非専門家の間で比較したところ、専門家の方が発信経験のある割合が高いことが明らかになった。Kimらは、研究者のTwitter

の利用方法は非研究者とは異なっていることを示した [77]. 文献ごとの言及ユーザのフォローネットワークを作成し、ネットワーク内で次数中心性の高いユーザの属性を分析した. 結果, 次数中心性の高いユーザ群に占める専門家の割合も, 言及ユーザ全体に占める専門家の割合より高いことが明らかになった.

専門家の学術情報の発信経験についての考察を行う. この結果が得られた要因は2点考えられる. 1点目に, 研究者や医療関係者は専門情報を収集する場面が多いことが要因として考えられる. 専門的な学術情報はそもそも専門家でなければ触れる機会が少ないと予想され, 結果的に専門家が発信した割合が高くなった可能性がある. 2点目には, 研究者のSNSの利用方法の特性が考えられる. 先行研究において, 研究者の中にはSNSを学術論文に対するコメントを発信したり, 議論を行う場として認識している者が存在することが示されており [6], このSNSの利用特性が今回の結果に繋がった可能性がある.

続いて, 次数中心性の高いユーザに占める専門家の割合について考察を行う. 有意な結果は得られなかったものの, ユーザ全体と比較すると次数中心性の高いユーザのうちの専門家の割合が高いことが明らかになった. この要因も複数考えられ, 1点目としてはTwitter上で専門家としての立場を明らかにして発信したこと自体が関わっている可能性がある. 今回対象となったトピックは主に医学分野のトピックであり, 非専門家が元々興味を持っていることが示されている. 日常的な情報収集のために医学分野の専門家をフォローしているユーザが多く, 専門家が発信した情報をフォローしているユーザが伝播させている可能性が考えられる. 専門家がCOVID-19の関連情報を発信し, そのツイートを見てフォローしたユーザが存在する可能性もある. 今回の分析ではユーザが別のユーザをフォローしたタイミングについては分析していないため, フォローしたのが先か, 情報を発信したのが先かを明らかにすることはできない.

専門家と比較して割合は低いが, 非専門家の中にも発信を行なったユーザは存在する上, ネットワークの中心に位置するユーザも存在している. 前者の要因としては, 今回のトピックであるCOVID-19の社会的興味の強さが考えられる. 先項でも述べたが, COVID-19は様々なユーザが興味を持っており, 非専門家の中にも発信経験のあるユーザが存在する要因になった可能性がある. 自分がTwitterなどで見かけた情報を再発信した可能性も否定できない.

後者の理由は主に2点考えられる. 1点目は, 非専門家ではあるが, 学術情報や今回の様なトピックに興味のあるユーザが言及したということが考えられる. 5.1.4で示した言及回数が多いユーザ16ユーザのうち専門家は2ユーザのみであったことから, 非専門家であっても学術情報を発信するユーザの存在は明らかになっている. 元々学術情報とは関係なくフォロワーを集めていたユーザが, 今回のトピックに関する情報を発信したことで, そのネットワーク内に波及した可能性も存在する.

すなわち, 専門家においてはその属性の特性が情報行動に影響を与えたと言える. ただ, 今回対象としたトピックは非専門家も興味を持っており, 普段あまり学術情報に触れることのないユーザであっても情報収集・発信を行なった可能性がある.

6.3 発信された情報はどの程度波及したか

学術情報をツイート・RTしたユーザ同士のフォロー関係等を分析した結果、文献ごとに差はあるが、ツイートしたユーザをフォローしていないユーザも多く言及をRTしていたことが明らかになった。先行研究と比較しても言及ユーザ同士はあまりフォロー関係にないことが示された。

以上より、元々フォロー関係にないユーザへも言及が波及している他、互いにフォロー関係にないような様々なユーザやコミュニティが言及している。すなわち、今回対象とした文献を含むツイートは平均的に広範囲に波及したと言える。

この要因としては、今回対象とした COVID-19 に関するトピックが社会的な興味が強かったことが波及の要因になっている可能性がある。COVID-19 は非専門家からの注目度も高い話題であり、多くの情報を収集・そして発信していると考えられる。このことから、COVID-19 関連文献が広く波及した可能性が存在する。

ただ、文献ごとに波及の程度は異なっている。ネットワークに接続されているユーザの割合においては、最も高いものは 97.83% とほぼ全てのユーザが言及ユーザのフォローネットワークに接続されている。しかし、最も割合の低い論文においては 25% しか接続されていない。フォローネットワークの密度やモジュール性においても文献によって大きな差が存在する。

この要因はいくつか考えられる。1つ目は、その文献の分野やトピックに関わるものである。今回の対象文献は全て COVID-19 に関するものであるが、扱っている分野・トピックは異なっており、これによって波及の程度が異なる可能性がある。非研究者は心理学や医学分野の論文に興味があるという調査がなされており [63]、文献の分野によって言及の傾向が異なる可能性がある。今回の対象文献は全て COVID-19 に関わるものではあるが、医学分野の他に社会科学分野や計算機科学分野の文献も含まれている。これに対し、追加調査で扱った文献は全て医学分野に関わる文献である。しかし、2者の対象群の言及ユーザの属性や言及の波及に関わる指標の比較を行ったところ、有意な差は見られなかった。このことから、単純な分野の違いのみが言及ユーザの特徴や言及の波及に影響を及ぼすとは考えづらい。

そして、同じ分野内でも扱っているトピックは異なっており、これによって波及の様子が異なる可能性が存在する。例えば追加調査で扱った文献は医学分野のみであるが、その中には COVID-19 の治療に関わる文献や感染の拡大に関わる文献、ワクチンの接種に関する文献などさまざまなトピックの文献が存在する。対象文献全体のうち、波及した範囲が比較的広い(密度が下位 10 位以内・モジュール性が上位 10 位以内) 文献には、COVID-19 の治療や COVID-19 のワクチンを摂取した後の影響に関する文献が多く見られた。波及した範囲が比較的狭い(密度が上位 10 位以内・モジュール性が下位 10 以内) 文献は COVID-19 に対する政策などのトピックに関係する文献が多く見られた。このように文献のトピックが波及に関係している可能性は否めないが、対象となる文献があまり多くないため、今回の分析内での量的な分析は難しい。

言及を行ったユーザも言及の波及の程度に関わる可能性が高い。著名なユーザによって

発信された情報は広範囲に波及することが考えられる。今回の分析においては言及を行ったユーザの属性以上の情報は収集しておらず、コミュニティにおけるそのユーザの立ち位置や特徴についての分析は行っていないことから、推測の域は出ない。

すなわち、今回の対象文献は平均的に広範囲に波及していると言える。ただ、文献ごとに波及の様相は異なっており、その要因は特定できていない。

第7章 結論

ここまでの考察を元に、本研究の結論と限界を述べる。

7.1 結論

7.1.1 非専門家を含んだ SNS 上の学術情報流通

本研究の目的は非専門家を含んだ SNS 上の学術情報流通の様子を明らかにすることであった。ここまでの結果から、COVID-19 に関連する文献は非専門家が SNS 上で多く言及を行っている上、広範囲に波及したことが明らかになった。対象文献の流通においては専門家が中心的な役割を果たしていたが、普段学術情報に触れることの少ないユーザも今回のトピックに関しては興味をもち、波及に関わった可能性がある。そしてこの様なユーザが波及に関わったことで、元々フォロー関係にないようなユーザにまで情報が届いたと言える。

7.1.2 SNS 上の言及数を学術情報評価に用いることに対する注意

SNS 上での学術文献に対する言及数をそのまま学術文献の評価とするには注意が必要であると言える。今回の対象文献は先行研究で扱っていた文献と比較して非常に言及数や言及ユーザが多い。これは今回対象とした文献のトピックが COVID-19 に関連するものであることが要因として考えられる。COVID-19 は非常に社会的な興味が強いトピックであるといえ、そのため学術文献に対して多くの言及がなされている可能性が高い。今回の対象文献に対して言及したユーザの属性は、先行研究と比較しても非専門家の割合が非常に高くなっている。そのため今回の対象文献に対する言及の多さは、その文献が優れたものであることを示すというより、その文献が扱っているトピックが社会的に注目されているということを示している可能性がある。SNS 上での学術文献に対する言及数を扱う際には、その文献の関わっているトピックの内容や言及ユーザの属性等を勘案し、その文献自体が評価されているのか、その文献が扱っているトピックが注目されているのか等も含めて精査する必要があると言える。

文献ごとに波及の程度も大きく異なっていたため、注目を集めているトピックに関連する文献だからと言って必ずしも広く波及するとは言えない。その文献を発信したユーザの発信力なども波及の程度に関わっている可能性があり、文献の波及の程度をそのまま文献

の評価に結びつけることは得策ではないと言える。言及数を文献の評価に用いる場合は、他の様々な要素を勘案した指標を考案する必要があるだろう。

ただ、今回の文献に対する言及数や言及ユーザの属性より、今回対象とした文献の扱うトピックが社会的に注目を集めていることは裏付けられている。そのため、SNS 上での学術文献に対する言及数は文献評価だけでなく、そのトピックの社会的な評価やそのトピックに関連して注目されている文献を探索する上で役立つ可能性がある。

7.2 研究の限界

7.2.1 ユーザの属性について

本研究の限界の一つとして、言及ユーザの属性を Twitter に記載されている以上のことで判断できないという点が挙げられる。そのため、本研究で対象としたユーザの中には自らを専門家と偽っているユーザや、専門家であることを SNS 上では公にしていなかったユーザも存在していると考えられる。そのため、専門家ではないのに専門家であると判断した例や、非専門家と判断したのにも関わらず実際は専門家であった例が存在する可能性がある。

7.2.2 分析対象数について

今回分析対象となった文献数や言及数についても課題が存在する。特定の文献に対する言及数や言及の波及について分析した先行研究と比較すると文献数や言及数は多いが、SNS に関する分析としては対象の文献数や言及数等が不足している。これによって言及が広く波及した文献の特徴を分析できていないことから、この点が課題であると言える。また、対象の言及に占める RT の割合が高かったことから言及内容についての分析も不足している。これについても、対象を増やすことによって対応が可能となる。

7.2.3 調査期間について

今回は出版された日時に関わらず文献を収集し、全ての文献に対し同じタイミングで言及等の収集を行った。そのため、文献ごとに言及を収集した期間が異なっており、収集期間の後により言及が波及した文献が存在する可能性は否めない。ただ今回は可能な限り文献や言及を収集することを目指した他、文献ごとの言及の波及を比較することはしなかったため、文献ごとの言及を収集する期間を統一しなかった。ただ、文献ごとの言及の波及の特徴を比較する場合、これを統一する必要がある。

7.2.4 非公開アカウントや削除されたアカウントについて

今回は Twitter の API を用いてツイートやユーザの情報を収集した。ただ、これは Twitter の非公開アカウントや削除されたアカウントの情報や言及を収集できていない可能性がある。本来非公開アカウントのツイートを RT することはできないが、一時的にアカウントが公開状態になっていた場合、その最中であれば RT が可能である。また、ツイートを行ったアカウントが削除された場合、そのアカウントの情報を収集することは不可能である。このように、文献に対する言及を全て収集できていない可能性がある。

7.2.5 RT を行った意図について

Twitter における RT が全て肯定的な意図を持って行われる訳ではない。そのため、今回収集したツイートに対する RT が全て対象文献に対する肯定的な言及とは限らず、そのようなツイートが話題となって波及している可能性もある。しかし、未だ解析ツールの改善が必要としつつも Natalie らは Twitter 上での学術文献に対する言及ツイートのほとんどは中立的なものであるという分析を行っている [71]。また、そもそも今回の調査は言及の内容ではなく波及の程度を分析するものであり、RT の動機はどうかであれ、その文献は広く波及したという事実を明らかにすることを目的としている。

謝辞

本研究を進めるにあたり、日頃からご指導並びにご支援いただきました逸村裕教授に深く感謝申し上げます。また、データをご提供いただきました吉田光男准教授、そして本研究を進めるにあたり助言並びに校正へのご協力をいただいた研究室の皆様と、お忙しい中コメントをいただきました同志社大学の佐藤翔准教授にも感謝申し上げます。

参考文献

- [1] Twitter. Twitter. <https://twitter.com>, (参照 2022-12-02).
- [2] Haewoon Kwak et al. What is Twitter, a Social Network or a News Media?. Proceedings of the 19th international conference on World wide web. 2010, p.591-600. <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/1772690.1772751>, (accessed 2022-12-02).
- [3] Alex Heath. "Twitter tells advertisers that user growth is at 'all-time highs' under Elon Musk". The Verge. 2022-11-07. <https://www.theverge.com/2022/11/7/23445476/elon-musk-twitter-user-growth-all-time-high-advertisers>, (accessed 2022-12-02).
- [4] 総務省. 情報通信メディアの利用時間と情報行動に関する調査. 総務省. https://www.soumu.go.jp/main_content/000831290.pdf, (参照 2022-12-18).
- [5] Ian ROWLANDS. Social media use in the research workflow. Learned Publishing. 2011, 24(3), p.183-195. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1087/20110306>, (accessed 2022-12-02).
- [6] Richard Van Noorden. Online collaboration: Scientists and the social network. nature. 2014, 512(7513). <https://www.nature.com/news/online-collaboration-scientists-and-the-social-network-1.15711>, (accessed 2022-12-02).
- [7] Moritz Büchi. Microblogging as an extension of science reporting. Public Understanding of Science. 2016, 26(8). (accessed 2022-12-02).
- [8] Holly M et al. An Introduction to Social Media for Scientists. PLOS BIOLOGY. 2013. <https://journals.plos.org/plosbiology/article?id=10.1371/journal.pbio.1001535>, (accessed 2022-12-02).
- [9] JIA YOU. "The top 50 science stars of Twitter". Science. 2014-09-17. <https://www.science.org/content/article/top-50-science-stars-twitter-rev2>, (accessed 2022-12-02).
- [10] Jason Priem et al. "altmetrics: a manifesto". altmetrics. 2010-10-26. (accessed 2022-12-02).

- [11] Lutz Bornmann. Do altmetrics point to the broader impact of research? An overview of benefits and disadvantages of altmetrics. *Journal of Informetrics*. 2014, 8(4), p.895-903. (accessed 2022-12-02).
- [12] 佐藤 翔, 吉田 光男. オルトメトリクスは論文評価を変えるか. *化学*. 2016, 71(2), p.23-28. <https://core.ac.uk/download/pdf/291368039.pdf>, (参照 2022-12-02).
- [13] Andrew Tsou et al. Who Tweets about Science?. *International Conference on Scientometrics and Informetrics*. 2015. https://www.issi-society.org/proceedings/issi_2015/0095.pdf, (accessed 2022-12-11).
- [14] Mohammadi, E., Thelwall, M., Kwasny, M., & Holmes, K. L. (2018). Academic information on Twitter: A user survey. *PloS one*, 13(5), e0197265.<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0197265>, (accessed 2022-12-04).
- [15] Juan Pablo Alperin, Charles J Gomez, Stefane Haustein. Identifying diffusion patterns of research articles on Twitter: A case study of online engagement with open access articles. *Public Understanding of Science*. 2018, 28(1). <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0963662518761733>, (accessed 2022-12-02).
- [16] Juan Pablo Alperin. Geographic variation in social media metrics: an analysis of Latin American journal articles. *Aslib Journal of Information Management*. 2015, 67(3). <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/AJIM-12-2014-0176/full/html>, (accessed 2022-12-04).
- [17] Rodrigo Costas, Zohreh Zahedi, Paul Wouters. Do “altmetrics” correlate with citations? Extensive comparison of altmetric indicators with citations from a multidisciplinary perspective. 2014, 66(10), p.2003-2019. (accessed 2022-12-04).
- [18] Rodrigo Costas, Zohreh Zahedi, Paul Wouters. The thematic orientation of publications mentioned on social media: Large-scale disciplinary comparison of social media metrics with citations. *Aslib Journal of Information Management*. 2015, 67(3). <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/AJIM-12-2014-0173/full/html>, (accessed 2022-12-04).
- [19] Björn Hammarfelt. Using altmetrics for assessing research impact in the humanities. *Scientometrics*. 2014, 101, p.1419-1430. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11192-014-1261-3>, (accessed 2022-12-04).
- [20] 日本経済新聞. “新型コロナウイルス感染世界マップ”. 日本経済新聞. 2022-12-02. <https://vdata.nikkei.com/newsgraphics/coronavirus-world-map/>, (参照 2022-12-03).

- [21] 厚生労働省. “データからわかる-新型コロナウイルス感染症情報-”. 厚生労働省. 2022-12-02. <https://covid19.mhlw.go.jp/>, (参照 2022-12-03).
- [22] 首相官邸. “新型コロナウイルス感染症対策について”. 首相官邸. 2022-11-25. <https://www.kantei.go.jp/jp/headline/kansensho/coronavirus.html>, (参照 2022-12-03).
- [23] World Health Organization. "WHO COVID-19 Research Database". World Health Organization. 2022-12-02. (accessed 2022-12-03).
- [24] Javier De La Hoz-M et al. Capturing the Complexity of COVID-19 Research: Trend Analysis in the First Two Years of the Pandemic Using a Bayesian Probabilistic Model and Machine Learning Tools. *Computation*. 2022, 10(9). <https://www.mdpi.com/2079-3197/10/9/156>, (accessed 2022-12-03).
- [25] 小柴 等, 伊神 正貫, 伊藤 裕子, 林 和弘, 重茂 浩美 「COVID-19 / SARS-CoV-2 に関する研究の概況 — 2020 年 4 月時点の論文出版等の国際的なデータからの考察」, NISTEPDISCUSSION PAPER, No.181, 文部科学省科学技術・学術政策研究所. DOI: <http://doi.org/10.15108/dp181>
- [26] Sara Urru, Veronica Sciannameo, Paola Berchialla. A topic trend analysis on COVID-19 literature. *DIGITAL HEALTH*. 2022. <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/20552076221133696>, (accessed 2022-12-03).
- [27] Jea Woog Lee, YoungBin Kim, Doug Hyun Han. LDA-based topic modeling for COVID-19-related sports research trends. *Frontiers in Psychology*. 2022. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2022.1033872/full>, (accessed 2022-12-03).
- [28] Sakun Boon-Itt, Yukolpat Skunkan. Public Perception of the COVID-19 Pandemic on Twitter: Sentiment Analysis and Topic Modeling Study. *JMIR Public Health Surveill*. 2020, 6(4). <https://publichealth.jmir.org/2020/4/e21978>, (accessed 2022-12-03).
- [29] 鳥海 不二夫, 榎 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*. 2020, 35(4), p.1-7. https://www.jstage.jst.go.jp/article/tjsai/35/4/35_F-K45/_article/-char/ja/, (参照 2022-12-03).
- [30] Twitter. “厚生労働省”. Twitter. <https://twitter.com/mhlwtwitter>, (参照 2022-12-09).
- [31] Twitter. “新型コロナウイルス等感染症対策推進室（内閣官房）”. Twitter. <https://twitter.com/Kanboukansen>, (参照 2022-12-09).
- [32] 小森 政嗣. 特集, 新型コロナウイルスで変わる生活様式と消費者トラブル: SNS がきっかけとなったトイレトペーパー騒動. *国民生活*. 2020, 99, p.4-5. https://www.kokusen.go.jp/wko/pdf/wko-202011_02.pdf, (参照 2022-12-09).

- [33] 近藤 誠司. COVID-19 インフォデミックの諸相. 社会安全学研究. 2020, 11, p.85-95. https://www.kansai-u.ac.jp/Fc_ss/center/study/pdf/bulletin011_1.pdf, (参照 2022-12-03).
- [34] Erik Klemetti. "Follow All of These Earth Scientists on Twitter Right Now". WIRED. 2017-01-31. (accessed 2022-12-03).
- [35] Budapest Open Access Initiative, "Budapest Open Access Initiative". <http://www.soros.org/openaccess/>, (accessed 2021-09-23).
- [36] 佐藤 翔. オープンアクセスの広がり と現在の争点. 情報管理. 2013, 56(7), p.414-424. https://www.jstage.jst.go.jp/article/johokanri/56/7/56_414/_html/-char/ja, (参照 2022-12-03).
- [37] Budapest Open Access Initiative. "Japanese Translation ブダペスト・オープンアクセス・イニシアティブから 10 年:デフォルト値を「オープン」に". Budapest Open Access Initiative.<https://www.budapestopenaccessinitiative.org/boai-10-translations/japanese-translation-1>, (参照 2022-12-04).
- [38] 学術情報基盤作業部会科学技術・学術審議会 学術分科会 研究環境基盤部会. 学術情報の国際発信・流通力強化に向けた基盤整備の充実について. 2012. (参照 2022-12-03).
- [39] 西岡 千文, 佐藤 翔. Unpaywall を利用した日本におけるオープンアクセス状況の調査. 情報知識学会誌. 2021, 31(1), p.31-50. https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsik/31/1/31_2021_016/_article/-char/ja/, (参照 2022-12-03).
- [40] 三根 慎二. オープンアクセスジャーナルの現状. 大学図書館研究. 2007, 80, p.54-64. https://www.jstage.jst.go.jp/article/jcul/80/0/80_1257/_pdf/-char/ja, (参照 2022-12-11).
- [41] 佐藤 翔. 特集, オープンサイエンスのいま: オープンアクセスメガジャーナルの興隆, と, 停滞. 情報の科学と技術. 2018, 68(4), p.187-188. https://www.jstage.jst.go.jp/article/jkg/68/4/68_187/_article/-char/ja/, (参照 2022-12-11).
- [42] 倉田 敬子. 特集, オープンアクセス: オープンアクセスとは何か. 情報の科学と技術. 2010, 60(4), p.132-137. https://www.jstage.jst.go.jp/article/jkg/60/4/60_KJ00006203182/_pdf/-char/ja, (参照 2022-12-11).
- [43] Clifford A. Lynch. Institutional Repositories: Essential Infrastructure For Scholarship In The Digital Age. Johns Hopkins University Press. 2003, p.327-336. <https://muse.jhu.edu/article/42865/pdf>, (accessed 2022-12-11).
- [44] 尾城 孝一. 特集, オープンサイエンスのいま: 進化するプレプリントの風景. 情報の科学と技術. 2020, 70(2), p.83-86. https://www.jstage.jst.go.jp/article/jkg/70/2/70_83/_pdf/-char/ja, (参照 2022-12-11).

- [45] D Willetts. “Letter to Dame Janet Finch on the Government Response to the Finch Group Report: “Accessibility, sustainability, excellence: how to expand access to research publications””. 2012-07-16. (参照 2022-12-03).
- [46] 脇谷史織. “E2448 - 英・UKRIの新オープンアクセス(OA)ポリシー公開について”. カレントアウェアネス. 2021-11-25. <https://current.ndl.go.jp/e2448>, (参照 2022-12-03).
- [47] 山形知実. ゴールドオープンアクセスの動向. 2020.
- [48] The White House. "OSTP Issues Guidance to Make Federally Funded Research Freely Available Without Delay". THE WHITE HOUSE. 2022-08-25. <https://www.whitehouse.gov/ostp/news-updates/2022/08/25/ostp-issues-guidance-to-make-federally-funded-research-freely-available-without-delay/>, (accessed 2022-12-11).
- [49] Delta Think. "News & Views: OSTP Memo: Modeling Market Impact". Delta Think. 2022-09. <https://deltathink.com/news-views-ostp-memo-modeling-market-impact/>, (accessed 2022-12-11).
- [50] NII. “機関リポジトリ統計”. 学術機関リポジトリ構築連携支援事業. 2022-03-31. <https://www.nii.ac.jp/irp/archive/statistic/>, (参照 2022-12-03).
- [51] JPCOAR. “オープンアクセス方針・実施要領 リンク集”. JPCOAR. 2021-08-04. <https://jpcoar.repo.nii.ac.jp/page/53>, (参照 2022-12-04).
- [52] カレントアウェアネス. “日本国内の10大学とSpringer Nature社、オープンアクセス論文出版の促進に関する合意書に署名”. カレントアウェアネス. 2022-12-02. <https://current.ndl.go.jp/car/167343>, (参照 2022-12-03).
- [53] 小陣左和子. “E2505 - 国内 4大学とWiley社との電子ジャーナル転換契約の締結”. カレントアウェアネス. 2022-06-23. <https://current.ndl.go.jp/e2505>, (参照 2022-12-03).
- [54] 池内有為・林和弘「研究データ公開と論文のオープンアクセスに関する実態調査2020」, NISTEP RESEARCH MATERIAL, No. 316,
- [55] Welcome. “Sharing research data and findings relevant to the novel coronavirus (COVID-19) outbreak”. Welcome. (参照 2022-12-4).
- [56] 山形 知実. 特集, 災害に備える: 非常時における出版社によるコンテンツの無償公開とオープンアクセス. 情報の科学と技術. 2020, 70(9), p.464-469. https://doi.org/10.18919/jkg.70.9_464, (参照 2022-12-04).
- [57] 池内 有為. 特集, オープンサイエンスのいま: オープンサイエンスの効果と課題, 新型コロナウイルス及びCOVID-19に関する学術界の動向. 情報の化学と技術. 2020, 70(3), p.140-143. https://doi.org/10.18919/jkg.70.3_140, (参照 2022-12-04).

- [58] Erik Boetto et al. Using altmetrics for detecting impactful research in quasi-zero-day time-windows: the case of COVID-19. *Scientometrics*. 2021. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11192-020-03809-7/#Sec21>, (accessed 2022-12-03).
- [59] Bielefeld University Library. “OPENAPC” . OPENAPC. <https://treemaps.intact-project.org/apcdata/openapc/#journal>, (参照 2022-12-4).
- [60] 大学図書館コンソーシアム連合. 2021 年度 論文公表実態調査報告. 大学図書館コンソーシアム連合 (JUSTICE). 2022-03-29. https://contents.nii.ac.jp/sites/default/files/justice/2022-03/2021_ronbunchosa_0.pdf
- [61] 佐藤翔. “ハゲタカ OA にどう向き合うか” . 学術論文発表を取り巻く最新動向: オープンアクセス の現在. 2020. https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/73726/libraryworkshop_202001_02.pdf.
- [62] Zuccala Alesia. Chapter 8 The lay person and open access. *Annual Review of Information Science and Technology*. 2009, 43, p.8_1-8_62.
- [63] 佐藤 翔, 数間 裕紀, 逸村 裕. 学術論文の OA 化に対する市民の需要. 2011 年日本図書館情報学会春季研究集会予稿集. 2010, p.55-58. https://tsukuba.repo.nii.ac.jp/record/24430/files/JSLIS2011spring_proceeding.pdf, (参照 2022-12-04).
- [64] 酒井由紀子「オープンアクセス化の進む医学論文が一般市民に読まれる可能性はあるのか」『オープンアクセス、イバースカラシップ下での学術コミュニケーションの総合的研究 研究成果報告会発表要綱』2011, p.25-28.
- [65] 佐藤翔ほか「機関リポジトリ収録コンテンツにおける利用数とアクセス元、アクセス方法、コンテンツ属性の関係」『三田図書館・情報学会研究大会発表論文集』2009 年度, 2009, p.9-12.<http://hdl.handle.net/2241/103921>, (参照 2022-12-04).
- [66] Takeshi Sakaki, Makoto Okazaki, Yutaka Matsuo. Tweet Analysis for Real-Time Event Detection and Earthquake Reporting System Development. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*. 2014, 25(4). <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6152108>, (accessed 2022-12-11).
- [67] Johan Bollen, Huina Mao, Xiaojun Zeng. Twitter mood predicts the stock market. *Journal of Computational Science*. 2011, 2(1), p.1-8. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187775031100007X>, (accessed 2022-12-11).
- [68] Harshavardhan Achrekar et al. Predicting Flu Trends using Twitter data. *IEEE Conference on Computer Communications Workshops, INFOCOM Wksp.* 2011. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5928903>, (accessed 2022-12-11).

- [69] Andrei P. Kirilenko, Svetlana O.Stepchenkova. Public microblogging on climate change: One year of Twitter worldwide. *Global Environmental Change*. 2014, 26, p.171-182. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.02.008>, (accessed 2022-12-11).
- [70] Jun Xu et al. Citation Sentiment Analysis in Clinical Trial Papers. *AMIA Annual Symposium Proceedings*. 2015, p.1334-1341. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4765697/>, (accessed 2022-12-09).
- [71] Natalie Friedrich et al. Adapting sentiment analysis for tweets linking to scientific papers. *arXiv*. 2015. <https://arxiv.org/abs/1507.01967>, (accessed 2022-12-09).
- [72] Ehsan Mohammadi, Nilofar Barahmand, Mike Thelwall. Who shares health and medical scholarly articles on Facebook?. *Learned Publishing*. 2019, 33(2), p.111-118. <https://doi.org/10.1002/leap.1271>, (accessed 2022-12-04).
- [73] 吉田 光男. COVID-19 流行下でのプレプリントツイートに関する基礎調査. The 35th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence. 2021. https://www.jstage.jst.go.jp/article/pjsai/JSAI2021/0/JSAI2021_1I4GS4c02/_pdf/-char/ja, (参照 2022-12-11).
- [74] Nicholas Fabiano et al. "An analysis of COVID-19 article dissemination by Twitter compared to citation rates". *medRxiv*. 2020-06-25. <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.06.22.20137505v1.full-text#ref-24>, (accessed 2022-12-11).
- [75] TechTexh Inc. "Ceek.jp Altmetrics (α ver.)". *Ceek.jp Altmetrics (α ver.)*. 2022-12-11. <http://altmetrics.ceek.jp/>, (参照 2022-12-11).
- [76] NetworkX developers. "NetworkX: Network Analysis in Python". *NetworkX*. 2022-11. <https://networkx.org/>, (accessed 2022-12-11).
- [77] Kim Holmberg, Mike Thelwall. Disciplinary differences in Twitter scholarly communication. *Scientometrics*. 2014, 101. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11192-014-1229-3>, (参照 2022-12-08).
- [78] M. E. J. Newman, M. Girvan. Finding and evaluating community structure in networks. *PHYSICAL REVIEW E*. 2004, 69(2). <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.69.026113>, (参照 2022-12-08).