

Title	Altmetrics指標としてのINDIRECT X Mentionsの提案：ウェブニュースおよびブログを介したX上での論文拡散
Author(s)	岸本, 和; 林, 隆之
Citation	年次学術大会講演要旨集, 40: 295-298
Issue Date	2025-11-08
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	<a href="https://hdl.handle.net/10119/20302">https://hdl.handle.net/10119/20302</a>
Rights	本著作物は研究・イノベーション学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Research Policy and Innovation Management.
Description	一般講演要旨



## Altmetrics 指標としての INDIRECT X Mentions の提案： ウェブニュースおよびブログを介した X 上での論文拡散

○岸本 和（政策研究大学院大学/トサオルグ株式会社）、林 隆之（政策研究大学院大学）

### 1. はじめに

学術研究の評価は、これまで主に被引用数や引用ベースの指標に基づいて行われてきた。これらの指標は、学術界のみならず政策決定の場においても広く活用されてきたが、その信頼性、被引用数が蓄積するまでの時間的遅延、および学術コミュニティを超えた社会的インパクトを測定できない点について、従来から懸念が指摘されていた。

2000 年代以降、インターネットの普及に伴い新たな評価指標の必要性が高まりを受け、J. Priem ら (2010a) は「Altmetrics」という概念を提唱した。現在では、Altmetric.com や PlumX といったプラットフォームが、被引用数以外のリアルタイム指標を提供し、研究インパクトの評価に活用されている。オルトメトリクスのデータソースの中でも、X (旧 Twitter) はそのデータ規模や、研究の社会的インパクトを測定する指標としての可能性の高さから特に注目を集めている (Wouters et al., 2019)。実際、X 上での学術的な議論は増加傾向にあり、データソースとしての有用性はさらに高まっている (Yu et al., 2019)。Priem ら (2010b) は、X 上での学術論文の拡散が、学術的リソースへの直接的なハイパーアリンクを含んだ投稿 (一次引用 : first-order citations) と、ニュース記事やブログなどにて学術論文を紹介する中間ウェブページへのハイパーアリンクを含んだ投稿 (二次引用 : second-order citations) によって構成されると指摘した。Priem らの研究では、二次引用は全体の最大 48% を占めることが明らかにした。しかし、既存のオルトメトリクス指標は一次引用のみに焦点を当てており、二次引用の動態は十分に考慮されていないのが現状である。

本研究は、二次引用に着目し、X 上での学術論文の拡散状況をより正確に反映する新たな指標を提案することを目的とする。ここでは、従来の学術論文への直接リンクを通じた研究の拡散を「DIRECT X mentions」、中間ウェブページを介した間接的な研究の拡散を「INDIRECT X mentions」と定義する。本研究では、AI 分野の論文を対象とし、公開後 1.5 年間の DIRECT X mentions および INDIRECT X mentions を収集・分析した。これまで十分に検討されてこなかった二次引用を介した拡散の実態を明らかにすることで、INDIRECT X mentions の新たな指標としての有用性を検証する。

### 2. INDIRECT X mentions の収集方法

既存の指標である DIRECT X mentions は、学術論文のウェブページへ直接リンクしている投稿数および拡散数 (リポストおよび引用投稿) の総数を合算したものである。これに対して、本研究で提案する新しい指標 INDIRECT X mentions は、学術論文に言及している中間ウェブページへのリンクを含んだ投稿数および拡散数 (リポストおよび引用投稿) を合算する。これにより、INDIRECT X mentions は DIRECT X mentions と同様の方法で集計が可能となる。ニュース記事やブログなど、学術論文を紹介・リンクしている中間ウェブページの一覧は、Altmetrics において News および Blogs データとして集約されている。本研究では、これらのウェブページへのリンクを含む二次引用 (second-order citations) を収集することで、INDIRECT X mentions を体系的に定量化することを可能にした。

### 3. データ

複数のデータプロバイダがオルトメトリクスデータを提供しているが、それぞれデータ収集手法やカバレッジの範囲に違いがある。その中でも Altmetric.com は、X (旧 Twitter) データおよび中間ウェブページデータの包括的なカバレッジで知られている (Ortega, J. L., 2018; Ortega, J. L., 2019; Zahedi et al., 2018)。本研究では、Altmetric.com のデータを用いて分析対象となる論文を選定し、既存の X データを “DIRECT X mentions” として使用した。

本研究はケーススタディとして、AI 関連論文を対象とした。これは、AI 研究が研究者のみならず一般

社会からも高い関心を集めているためである。対象論文は Altmetric.com のカテゴリコード（4602, 4611）およびタイトルに対してキーワード検索（AI, Artificial Intelligence, Deep Learning, GPT, LLM, Large Language Model）を用いて特定した。選定対象となった論文の発行期間は 2022 年 11 月 1 日から 2023 年 4 月 30 日までであり、arXiv に掲載された論文については arXiv 上の公開日を正式な発行日として扱った。重複データを除去した後、公開から 1.5 年後の DIRECT X mentions の数に基づき、上位 100 本の論文を選定した。次に、選定された 100 本の論文に関する News および Blogs データを収集した。その結果、4,473 件の中間ウェブページが分析対象として抽出された。中間ウェブページの集約リストに基づき、二次引用データを収集した。その結果、28,926 件の投稿が抽出された。INDIRECT X mentions は、投稿数・リポスト数・引用投稿数を合計することで算出した。

時系列分析のため、INDIRECT X mentions については投稿日を基準にした累積データを作成し、DIRECT X mentions については Altmetric.com のタイムラインデータを利用した。

詳細なネットワーク分析では、先に選定した 100 本の論文のうち 17 本を対象とし、ハイパーリンクを含む投稿のみを分析に用いた。INDIRECT X mentions のネットワークデータセットには 17,131 件の投稿が含まれていた。DIRECT X mentions については、Altmetric API および X API からデータを取得したが、プライバシー設定やアカウント削除の影響により一部のデータが欠落していた。20,328 件の tweet\_id のうち、詳細な投稿データが取得可能だったのは 20,107 件であり、日付フィルタリング後の分析対象は 5,090 件となった。さらに、ネットワーク分析の精度を高めるため、DIRECT X mentions のデータについても INDIRECT X mentions と同様の方法論で再計算を行った。

#### 4. スコア分布による論文の分類

本研究ではまず、DIRECT X mentions および INDIRECT X mentions のスコア分布を比較分析し、それぞれの特徴と両者の関係性を明らかにした。DIRECT X mentions の最小値は 252 であったのに対し、INDIRECT X mentions の最小値は 0 であり、24 本の論文が一切の言及を受けていなかった。INDIRECT X mentions の第 1 四分位数は 1、中央値は 90 であり、多くの論文が低い言及数にとどまっていることが示された。

両指標の分布形状は類似しており、最大値はそれぞれ 7,308 (DIRECT X) および 8,625 (INDIRECT X)、四分位範囲 (IQR) は 615 と 628.5 であった。スピアマンの順位相関係数は 0.53 であり、中程度の正の相関が認められたが、厳密な比例関係ではないことが示唆された。

DIRECT X mentions と INDIRECT X mentions の平均値を基準として、論文を 4 つの象限に分類した結果（図 1）、Q1 に 11 本、Q2 に 13 本、Q3 に 64 本、Q4 に 12 本が分類された。Q1 の論文数は比較的少なかったが、外れ値 25 本は Q2 および Q4 に均等に分布していた。一方で、64 本が Q3 に分類されており、分布の偏りが適切であることが確認された。

散布図では  $y=x$  を中心として対照的なパターンが観察され、スピアマンの順位相関係数 0.53 に対応するような弱い比例関係が示された。しかし、バランスのとれた分布は INDIRECT X mentions が独立した指標として有用であることを示唆している。

さらに、分析の結果、二次引用 (second-order citations) を通じて、既存の指標では評価されてこなかった社会的インパクトが同程度の規模で存在することが示唆された。特に、Q4 に位置する 12 本の論文は、従来の指標では適切に評価されていなかった可能性がある。

#### 5. 時系列分析

##### 即時性の検証

本研究では、DIRECT X mentions および INDIRECT X mentions の時系列分析を行い、それぞれの即時性 (immediacy) および長期的影響 (long-term influence) の特徴を明らかにした。

オルトメトリクス指標の大きな特徴の一つは、その「即時性の高さ」にあるとされている。Priem ら (2010b) によれば、X 上での一次引用 (first-order citations) のうち 15% は論文公開当日に発生し、40% は 1 週間以内に発生すると報告されている。

本研究の分析結果においても同様の傾向が確認され、DIRECT X mentions の約 30% が公開当日に反応を示し、約 90% が 1 週間以内に出現していた。一方、INDIRECT X mentions は反応がやや遅れる傾向を示したもの、その分布は Priem らの報告値と比較しても大きな差は見られず、オルトメトリクス指標として妥当な即時性を有しているといえる。

より詳細な比較分析の結果、77% の論文で DIRECT X mentions の方が INDIRECT X mentions よりも

早く反応しており、その平均差は 64 日であった。この結果は、INDIRECT X mentions が即時性の観点ではわずかに劣る可能性を示唆している。

#### 長期的な影響の検証

次に、両指標が最終スコアへと到達する過程の特徴を明らかにするため、各論文のデータを時系列的に追跡し、最終累積値に対して 50%～100% の閾値に到達するまでに要する中央値および平均日数を算出した。

その結果、両指標はいずれも従来の引用指標に比べて著しく速い収束傾向を示した一方で、INDIRECT X mentions は DIRECT X mentions よりも反応の蓄積が遅いことが確認された。このことは、間接的なメンションが社会的な反応を集めるまでにより長い時間的スパンを必要とする可能性を示している。さらに、個別の論文ごとにデータの推移を詳細に検討した結果、INDIRECT X mentions は、そのスコアの大きさに関わらず、長期にわたって独立的な増加傾向を示すことが明らかとなった。これは、DIRECT X mentions が一定期間内で急速に収束するのとは対照的な特徴である。

このことは、一次引用 (first-order citations) が初期段階で収束した後であっても、二次引用 (second-order citations) が引き続き論文の社会的インパクトの維持に寄与し得ることを示唆している。すなわち、間接的な情報伝播は、時間の経過とともに論文の影響力を「再活性化」または「持続」させる役割を果たしている可能性が高いと考えられる。

## 6. ネットワーク分析

DIRECT X mentions および INDIRECT X mentions が誰によって投稿され、どのようなネットワーク構造を形成しているのかを把握するために、両者を対象としたネットワーク分析を実施した。DIRECT X mentions に基づく Group 1 は、X API から取得した投稿データを用いて再計算された値に基づいて構築され、INDIRECT X mentions に基づく Group 2 と比較分析を行った。

分析対象としては、4 象限の分布を反映するため、ランダムに選定した 17 本の論文を用いた。具体的には、Q1 から 3 本 (全 11 本中)、Q2 から 3 本 (全 13 本中)、Q3 から 3 本 (全 64 本中)、および Q4 から 8 本 (全 12 本中) を抽出した。

まず、両グループ間のネットワークの重なりを評価するために Jaccard 指数を算出した。その結果、投稿ユーザーの平均 Jaccard 指数は 0.012、宛先ユーザー (メンション、返信、引用内で宛先とされたユーザー) の平均値は 0.031 であり、両ネットワークの重複は極めて小さいことが確認された。

この結果は、学術論文への直接リンクを投稿するユーザー群 (Group 1) と、中間ウェブページへのリンクを投稿するユーザー群 (Group 2) が、独立したネットワーク構造を形成していることを示唆している。

#### ユーザーの特徴

次に、全論文のデータを統合し、両ネットワークの特徴を詳細に分析した。まず投稿ユーザーに着目すると、Group 1 では @arxivabs が 801 件 (全投稿の 20%) を投稿しており、ネットワーク内で突出した存在であることが明らかになった。

さらに、影響力の大きいユーザーを特定するため、上位 20 名のユーザーの X mentions スコアを分析した。Group 2 において、上位 20 名のユーザーは 全投稿の 2.25% を占め、INDIRECT X mentions 全体の 24.05% を生成していた。一方、Group 1 においては、@arxivabs を除く上位 19 名のユーザーが全投稿の 1.44% に過ぎなかったものの、DIRECT X mentions 全体の 45.45% を占めており、投稿数は少ないが影響力の大きいユーザーの存在が確認された。

一方、宛先ユーザーの分析では、Group 1 および Group 2 の両方で多くの投稿が共通のユーザーを宛先にしていたものの、最も頻繁に言及されたユーザーの構成は大きく異なっていた。

Group 1 では、論文著者 11 名、研究機関アカウント 2 件、学術誌アカウント 2 件、一般ユーザー 5 件が主要な宛先であった。これに対し、Group 2 では、ニュースサイトアカウント 14 件、論文著者 4 名、企業アカウント 2 件が主要な宛先となっていた。

この結果は、Group 1 が主として学術コミュニティ内部を対象とするネットワークを形成しているのに対し、Group 2 はニュースメディアやビジネス領域と強く結びついたネットワークを形成していることを示している。すなわち、直接引用と間接引用では、情報を共有・拡散する主体および対象が大きく異なり、両者が異なる社会的文脈の中で機能していることが明確に示唆された。

## 7. 結論

DIRECT X mentions および INDIRECT X mentions が誰によって投稿され、どのようなネットワーク構造を形本研究は、INDIRECT X mentions を用いて、二次引用 (second-order citations) を通じた学術論文の拡散を定量化する試みを行い、これが従来の DIRECT X mentions では捉えきれない社会的インパクトを補完する新たな指標として有用であるかを検討した。

分析の結果、INDIRECT X mentions は、DIRECT X mentions では把握されなかつたにもかかわらず、二次引用を通じて大きく拡散している論文を特定できることが明らかとなった。これは、従来の一次引用ベースの指標だけでは十分に評価できなかつた研究成果の社会的影響を可視化するものである。

また、時系列分析 の結果、INDIRECT X mentions は中間ウェブページを経由して拡散される性質上、即時性には欠けるものの、初期の引用が発生した後も長期的に議論を喚起し続ける傾向が確認された。これは、間接的な拡散が時間をかけて研究への関心を持続させるメカニズムとして機能していることを示唆している。

さらに、ネットワーク分析 では、二次引用ネットワークが一次引用ネットワークとごくわずかしか重複しない独立した構造を形成していることが明らかとなった。これは、論文の拡散が、X 上の「フォロー／フォロワー」関係といった既存の社会的ネットワーク構造とは異なる、より広範で多様な経路を通じて行われている可能性を示している。また、一次引用が主に学術コミュニティ内部のユーザーによって生成されているのに対し、二次引用はニュース産業やメディア領域のユーザーによって発信されていることも確認され、二次引用が社会的インパクトを測定するための有用な指標となり得ることが示唆された。

総じて、INDIRECT X mentions は、論文の影響力をより包括的に評価する指標であり、研究者や政策立案者にとって、学術研究が社会にどのように受容されているかを測定する有効な手段となる可能性を有している。

## 参考文献

- Priem, J., et al. (2010<sup>a</sup>) Altmetrics: A manifesto. <http://altmetrics.org/manifesto>.
- Priem, J. and Costello, K. L. (2010<sup>b</sup>) How and why scholars cite on Twitter. ASIS&T, Volume47, Issue1, November/December, Pages 1-4. <https://doi.org/10.1002/meet.14504701201>
- Wouters, P., Zahedi, Z., Costas, R. (2019). Social Media Metrics for New Research Evaluation. In: Glänzel, W., Moed, H.F., Schmoch, U., Thelwall, M. (eds) Springer Handbook of Science and Technology Indicators. Springer Handbooks. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-02511-3\\_26](https://doi.org/10.1007/978-3-030-02511-3_26)
- Yu, H., et al. 2019. Who posts scientific tweets? An investigation into the productivity, locations, and identities of scientific tweeters. s.l. : Journal of Informetrics, Volume 13, Issue 3 (2019) 841-855. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2019.08.001>
- Ortega, J. L. (2018) Reliability and accuracy of altmetric providers: a comparison among Altmetric.com, PlumX and Crossref Event Data. Scientometrics 116, 2123–2138 (2018). <https://doi.org/10.1007/s11192-018-2838-z>
- Ortega, J. L. (2019) The coverage of blogs and news in the three major altmetric data providers. s.l. : In 17th International conference of the international society for scientometrics and informetrics, Rome, Italy. <https://osf.io/pd27h/>
- Zahedi, Z. and Costas, R. (2018) General discussion of data quality challenges in social media metrics: Extensive comparison of four major altmetric data aggregators. PLoS ONE,13(5), e0197326. 2018. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197326>.