

2. 【研究計画】 ※適宜概念図を用いるなどして、わかりやすく記入してください。なお、本項目は1頁に収めてください。様式の変更・追加は不可。

(1) 研究の位置づけ

特別研究員として取り組む研究の位置づけについて、当該分野の状況や課題等の背景、並びに本研究計画の着想に至った経緯も含めて記入してください。

本研究は、フェイクニュースの早期自動検出に向け、ユーザからの情報提供の活用を目指すものである。

当該分野の状況: フェイクニュースの自動検出

SNSの発展で情報を迅速かつ大量に取得・共有が容易になった一方、悪意により他人を騙すために作られた**フェイクニュース**も拡散されやすくなった。特に2020年からCOVID-19の影響による誤情報の拡散であるインフォデミックにより、メタノール飲用による死亡事故[1]といった事象が報告された。以上から騙された人々の命に関わる被害が起きるため、フェイクニュース拡散の早期抑制が必要である[2]。

フェイクニュースの検出方法として有識者が記事内容を調査する**ファクトチェック**があるが、拡散ののち着手されるため**拡散抑制にはならない**。そのため自動でフェイクニュースを検出するべく、図1のようにファクトチェック結果をラベルとして、記事内容や利用者の反応から教師あり深層学習で自動検出する研究がある[3]。

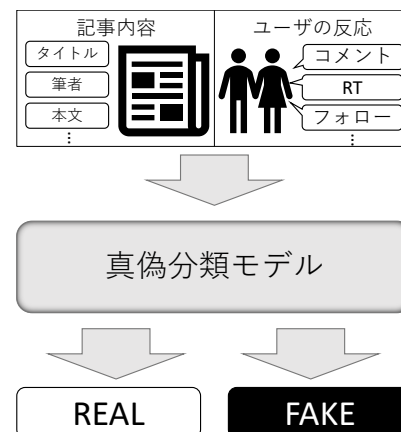


図1: フェイクニュース自動検出の基本的な流れ

課題

フェイクニュース自動検出が抱える課題は以下の通りである。

ニュースのタイムリー性 ニュースという性質上、時間経過で扱われる情報が徐々に古くなりフェイクニュースの傾向変化への対応が難しくなる。先行研究によると学習・検証で入力するニュースの出来事を変えると検出性能が劣化する[3]。よってイベントに左右されない**普遍的な検出モデルが必要**である。

早期検出と正確性の両立 記事内容に加えて利用者の反応(RT, コメント等)を扱うと検出性能が改善する[4] 一方、利用者の反応を十分に得るには時間がかかり、**高い正確性と早期検出を両立できない**。利用者に反応を示すよう自動的に促進する方法はbotによる拡散等が挙げられる一方、フェイクニュース拡散も促進するリスクも伴う。

日本語データセット不足 深層学習による検出は、正解ラベルとして多量のファクトチェック結果を要する。このファクトチェックが活発な地域差の影響でデータセットが英語に集中[5]している。もし日本語を対象とした場合、ラベル不足の影響により**教師あり学習ができない**。この影響により言語を問わない検出を視野に入れた研究も難しくしている。

本研究計画の着想に至った経緯

私は修士課程で**英文フェイクニュース早期検出**の研究を行った。記事に対するコメントが検出に有用とする先行研究[7]をベースに、早期検出を想定し**少量コメントから自動でコメント内容を生成し検出するモデルを実装した**。実験にてコメントを生成した上で分類することでより多くのフェイクニュース検出を実現した(p.7, 成果1: [8]) が、時に判断に不要なコメントが生成された場合は誤判断を誘発していた。それゆえユーザに対し**真偽判断に重要な手がかり**を得る点の重要性に着目した。

また社会変化でニューストピックの変化と同時にフェイクニュースの内容も変わるため、データセット・モデル提供と拡張の仕組みのみでは時代の変化に対応できない。一方トピックや言語に問わず疑わしい記事の特徴は一致しているため、この2者が変化しても**普遍的な特徴から検出するモデルの開発**にも着目した。

参考文献

- | | |
|---|--|
| [1] H. H-M, et al. <i>Critical Care</i> 24.1 2020: 1-3. | [6] Y. Bang, et al. <i>arXiv preprint arXiv:2101.03841</i> 2021. |
| [2] S. Tasnim, et al. <i>JPMMPH</i> 53.3 2020: 171-174. | [7] K. Shu, et al. <i>KDD'19</i> 395 – 405, 2019. |
| [3] Y. Wang, et al. <i>KDD'18</i> , pp. 849-857. 2018. | [8] Y. Yanagi, et al. <i>INES</i> . 2020. |
| [4] L. Wu & H. Liu. <i>WSDM '18</i> pp. 637-645, 2018. | [9] K. Shu, et al. <i>arXiv preprint arXiv:2004.01732</i> 2020. |
| [5] K. Shu, et al. <i>Big Data</i> 8.3 2020: 171-188. | |

【研究計画】（続き） ※適宜概念図を用いるなどして、わかりやすく記入してください。なお、各事項の字数制限はありませんが、全体で2頁に収めてください。様式の変更・追加は不可。

(2) 研究目的・内容等

- ① 特別研究員として取り組む研究計画における研究目的、研究方法、研究内容について記入してください。
- ② どのような計画で、何を、どこまで明らかにしようとするのか、具体的に記入してください。
- ③ 研究の特色・独創的な点（先行研究等との比較、本研究の完成時に予想されるインパクト、将来の見通し等）にも触れて記入してください。
- ④ 研究計画が所属研究室としての研究活動の一部と位置づけられる場合は申請者が担当する部分を明らかにしてください。
- ⑤ 研究計画の期間中に受入研究機関と異なる研究機関（外国の研究機関等を含む。）において研究に従事することも計画している場合は、具体的に記入してください。

①研究計画における研究目的、研究方法、研究内容

研究目的

本研究では、利用者から検出に向けた手がかりを直接取得するシステムを構築する、新たなフェイクニュース早期検出の枠組みを作る。またフェイクニュースの早期自動検出を日本語における実現・研究の促進を目指し、データセットの作成から検出モデルの実装を目的とする。

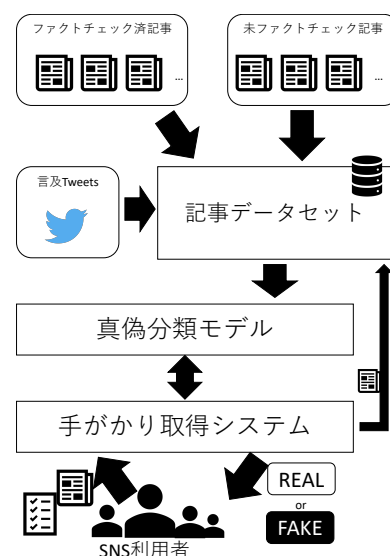
研究方法・研究内容

以下の3目標を目指し研究する。本研究の最終形を図2に記す。

目標Ⅰ 早期検出をするために、SNS利用者から真偽判断の手がかりの提供を促す手がかり取得システムを構築する。

目標Ⅱ 言語やトピックを問わず、普遍的な特徴から高精度な検出を行う真偽分類モデルを開発する。

目標Ⅲ 実験に併せ日本語データセット作成に向け新たにファクトチェックされていない記事や、SNS上で記事に寄せられた既存のコメントや利用者情報等を収集する。



②どのような計画で、何を、どこまで明らかにしようとするのか

目標Ⅰ：手がかり取得システムの構築（採用前 - 1年目）

データセットとモデルの構築のみでは、今後のニュース内容の変化に対応する本研究成果の継続性も社会の潮流の変化に対応するためには、データセットと検出方法及び利用者の反応を得る方法を工夫する必要があります。本研究では、SNS上で利用者から直接真偽判断への手がかりを得て早期検出の性能向上に繋げる新しいモデルを実装する。実現形式として、真偽判定に重要とみられる情報を引き出すためにキュレーターの役割であるリプライを飛ばしたり、利用者に対し簡易的なチェックリスト（文体が感情的か・著者は明記されているか等）を課して回答を得たりする方法などを検討している。最終的には真偽の判断の大きな決め手を得るために利用者に働きかける形の実現を目指す。実験ではSNS利用者を対象とした主観評価実験により、利用者の共有判断への影響度を測定する。

目標Ⅱ：言語やトピックを問わず普遍的な特徴から検出する真偽分類モデルの開発（1年目 - 2年目）

教師あり学習の課題である高精度なラベル付けのコストを補う方法として、不正確な弱いラベル付け付きデータから正確な分類を行う弱教師あり学習がある。利用者の反応を弱いラベル付けとして扱いフェイクニュースを検出する方法があり[10]、全コメントの賛否両論さやコメント者の過去の投稿、そしてフォロー関係から弱いラベル付けを付加している。これら3種の弱いラベル付けも併せて学習することで、推論時は利用者の反応や手がかりを使わずに正確な早期検出を実現した。今回は別言語での早期検出実現に向けて3種の弱いラベル付けに加え、投稿者のプロフィールや使用された絵文字、ハッシュタグといったコメント情報で有用なものがないか模索する。実験では、学習で記事と利用者の反応・手がかりを入力し、テストは記事のみを入力して早期検出時の状況を再現し既存の手法と比較する。既知の手法と比較して学習・テストでデータセットを変更しても正確性が一般的に先行研究で良好とされる80%以上を維持していれば成功とみなす。一方それが難しいならば、要因がイベント由来なのか言語由来なのか追加で検証する。

目標Ⅲ：日本語の記事・真偽を含むデータセットを作成する（1年目 - 2年目）

日本語での検出を実現するためには、まずはデータセットを作成する必要がある。日本語ファクトチェック結果の取得には、特定非営利活動法

図 3: 研究計画の年毎の流れ。

また目標Ⅱに向けファクトチェックが行われておらず、正解ラベルがない記事も追加する。最終的には真偽合わせてラベル付き記事を約 1,200 件、ラベルなし記事を約 5,000 件以上収集を目指す。利用者の反応として、全記事を対象に SNS 上で寄せられたコメントとして Twitter にて記事 URL を含むツイートも収集する。また取得したデータセットは、可能であれば公開し日本語での研究の促進を目指す。

本研究の特色

- ### 独創的な点: 先行研究との比較

また深層学習でフェイクニュースを自動検出する研究対象は英文に集中し、日本語データセットがない。言語に囚われず利用者による拡散された経緯で真偽を判断する研究もあるが [12]、依然として記事の内容を考慮した研究では日本語を対象としたものがない。

総務省によると SNS 利用率は 2019 年で 69% を占め、SNS マーケティング市場規模は 2025 年に 1 兆 1,171 億円まで成長する (出典：サイバー・バズ/デジタルインファクト調べ) とみられる。利用者の増加によって、今後フェイクニュースが更に深刻な社会損害を起し、謂れなき風評被害に悩む事例の増加を懸念する。

本研究の完成で、これまで活発ではなかった日本語のフェイクニュースを早期検出するモデルの開発および提供が可能となる。そのうえ本研究が目指す利用者から手がかりを得る方法は、SNS プラットフォームではなく利用者に依存する形であるため、SNS 利用者からの情報提供がある限り持続可能な方法である。継続した SNS 利用者への注意喚起に活用ができるほか、ファクトチェックの担い手への補助システムへの活用といった様々な形式で、SNS 上で騙される人を減らし社会的損害や風評被害を未然に防ぐ仕組み作りに貢献する可能性がある。

本研究は所属研究室内でも萌芽的な取り組みで、環境・技術面の支援を除き申請者が中心部分を担当する。データセットの生成では、正確なニュースの取得へ大手マスメディアへ協力を求める可能性がある。

申請者は1年間タリン工科大学の言語技術研究所 (Tanel Alumäe 所長) で活動予定である。当該分野は北米と欧州の研究が活発であることから、最前線の研究に従事するために必要である。

[12] T. Hamdi, *et al.* *ICDCIT 2020*

3. 人権の保護及び法令等の遵守への対応 ※本項目は1頁に収めてください。様式の変更・追加は不可。

本欄には、「2. 研究計画」を遂行するにあたって、相手方の同意・協力を必要とする研究、個人情報の取り扱いの配慮を必要とする研究、生命倫理・安全対策に対する取組を必要とする研究など法令等に基づく手続が必要な研究が含まれている場合に、どのような対策と措置を講じるのか記入してください。例えば、個人情報を伴うアンケート調査・インタビュー調査、国内外の文化遺産の調査等、提供を受けた試料の使用、侵襲性を伴う研究、ヒト遺伝子解析研究、遺伝子組換え実験、動物実験など、研究機関内外の情報委員会や倫理委員会等における承認手続が必要となる調査・研究・実験などが対象となりますので手続の状況も具体的に記入してください。

なお、該当しない場合には、その旨記入してください。

コメント取得を予定してしている SNS は Twitter である。Twitter 社は 2020 年 3 月より学術目的で Twitter API の利用を自由化しているほか、取得したツイート ID を含む情報をデータセットとして公開することも学術目的であれば認められている [13]。

また、先行研究が提供したデータセットを使用する場合は、提供者が示しているライセンスやポリシーを遵守する。

なお、学習済みモデルの公表は平成 30 年 (2018 年) 改正著作権法第 30 条 4 号により認められている。

ただし、本研究では主観評価実験として SNS 利用者を対象としたアンケート調査を予定している。この調査により収集したデータは、個人の特定につながる情報を匿名化した上で解析を行い、解析結果の公表に際しては、匿名化を行ったデータを用い、個人情報の漏洩防止に配慮する。

参考文献

- [13] Twitter 開発者ポリシーを分かりやすくアップデート, 2020 年 3 月 11 日. (最終閲覧日 2020 年 4 月 19 日) https://blog.twitter.com/developer/ja_jp/topics/tools/2020/DevPolicyUpdate.html

4. 【研究遂行力の自己分析】 ※各事項の字数制限はありませんが、全体で2頁に収めてください。様式の変更・追加は不可。

本申請書記載の研究計画を含め、当該分野における(1)「研究に関する自身の強み」及び(2)「今後研究者として更なる発展のため必要と考えている要素」のそれぞれについて、これまで携わった研究活動における経験などを踏まえ、具体的に記入してください。

(1) 研究に関する自身の強み

自分の問題意識から研究を発展させる主体性

私は高校3年次にバイオインフォマティクス(生命情報学)分野の研究活動として初めてプログラミングを行いWebクローラーを開発した(成果5)。その後大学でコンピュータサイエンスの経験を積む中で、社会情勢の変化から自動で誤った情報を検出できないか考えるようになった。学部～修士課程でこの問題意識からフェイクニュース自動検出をテーマに据え、指導教員を始め多くの研究者から助言を受けつつ主体的に研究を進めてきた。英文記事が対象のため、積極的に海外学会を中心に成果を発表し、研究内容や今後の発展について議論を交わした。既に1回査読付き海外IEEE学会で口頭発表し(成果1)、国内研究会でも3回口頭発表を行った(成果2～4)。

豊富な海外論文調査による状況把握能力

私が学部～修士で行ってきたテーマ(成果1～4)は、特に海外で盛んに行われている研究である。このため積極的に英語論文の調査を行い、その研究内容を研究室内部のみならずときに他大学の学生へ共有することで、フェイクニュースの自動検出を行う研究における現在の状況を仔細に把握できるようになった。実際に学部論文(内容は成果2に近い)で引用した文献26件のうち24件が英語論文や記事であり、修士論文(内容は成果4に近い)で引用した文献76件のうち74件が英語論文や記事であった。このように私は貪欲な海外論文調査に裏打ちされた状況把握能力があると考えている。

産学問わない活動から培われた実装能力

私は産学問わずプログラミング活動を行ってきた。最初のプログラミング開発(成果5)では、実装に適した言語の選定から、独習～実装、そしてポスター作成まで一貫して大学合格発表直後から発表会までの2週間で独力で行った。このプログラミング能力は大学入学直後も発揮し続け、産業界ではこれまで2社で3ヶ月以上継続したエンジニア活動を行っている(成果7, 8)ほか、1～2ヶ月に及ぶ短期エンジニアインターンシップも2社で行った(成果9, 10)。一方学部研究(成果2)では3カテゴリ分類モデルの実装を独力で行った。また修士研究(成果1, 3, 4)では、既存のフェイクニュース生成モデルGrover[14]のソースコードを改変する形で記事ではなくコメントを生成するシステムを構築した。よって私には豊富な開発経験がもたらす実装能力があると確信する。

プレゼン・コミュニケーション能力

研究会に限らずリモート開催された海外学会にも積極的に参加し、研究者達とのコミュニケーションを積極的に行った。また他大学との合同ゼミにも参加し、別分野の研究に対する理解を深めている。

私は大学入りしてから小中高校生を対象としたプログラミング教室の立ち上げから関与を続け、講師としても2年半かけて活動を続けた(成果6)。具体的には教える言語(Python)の習得を目的とした輪講に参加し、講師として開講から2年間にわたり毎週受講生の学習のメンタリングを行った。受講生が分からないと申告した部分は実際にその部分が不明なのか、それとも前提とする部分から既に不明なのか、丁寧な聞き込みから特定を行い指導することで自学自習が進みやすくなるよう意識し、また受講生が自主制作したいプログラムが現在の技量に対して高度過ぎる場合は、段階となりそうな例を示して開発するよう指導した。こういった経験で、他者の視点に立った説明が必要だと強く認識した。

以上から相手が小学生でも物事を分かりやすく伝えられるプレゼン能力があると考えている。

成果: 国際会議における発表

(以下1件 査読あり・論文及び口頭発表)

1. o Yuta Yanagi, Ryouhei Orihara, Yuichi Sei, Yasuyuki Tahara, and Akihiko Ohsuga.
“Fake news detection with generated comments for news articles”.
The 24th IEEE International Conference on Intelligent Engineering Systems 2020,
(Reykjavík, Iceland) Virtual event due to COVID-19, July 2020.

成果：国内学会やシンポジウムにおける発表

(以下 3 件 査読なし・口頭発表)

2. ○ 柳裕太、田原康之、清雄一、大須賀昭彦

「画像付きフェイクニュースとジョークニュースの検出・分類に向けた機械学習モデルの検討」、
日本ソフトウェア科学会 2018 年度 MACC 研究発表会、大分、2019 年 3 月

3. ○ 柳裕太、折原良平、清雄一、田原康之、大須賀昭彦

「記事へのコメント生成によるフェイクニュースの早期検出」

Symposium on Multi Agent Systems for Harmonization 2020 (SMASH20), Online, 2020 年 8 月

4. ○ 柳裕太、折原良平、清雄一、田原康之、大須賀昭彦

「フェイクニュースの早期自動検出に向けたニュース記事コメント生成モデルの提案」、

言語理解とコミュニケーション研究会 (NLC) 第 17 回テキストアナリティクス・シンポジウム、
Online, 2021 年 2 月

(以下 1 件 査読なし・ポスター発表)

5. ○ 柳裕太、葛西透磨、森谷薫平、神谷岳洋、藤原徹、木村健太、榎本裕介

「CaD428 の変異遺伝子の機能解析ツールの汎用化」、

広尾学園高校医進・サイエンスコース研究成果報告会、東京、2015 年 3 月

成果：学外活動歴

6. UEC プログラミング教室講師、2016 年 5 月～2018 年 3 月 [15]
7. アメリエフ株式会社におけるエンジニア活動、2016 年 8 月～2018 年 3 月 [16]
8. 株式会社 justInCase Technologies におけるエンジニア活動、2018 年 10 月～活動中 [17]
9. 株式会社フィックスターズにおける短期エンジニアインターンシップ活動、2019 年 7～8 月
10. 株式会社アカツキにおける短期バックエンドエンジニアインターンシップ活動、2020 年 7 月

(2) 今後研究者として更なる発展のため必要と考えている要素

要素Ⅰ：学術的成果と社会問題の最前線の間にあるギャップを埋めるための発想力

フェイクニュースの自動検出を行う研究は世界的に広く行われており、それぞれが独自の発想を追加している。この付加する独自の発想は、ときに他分野から得た知見がもたらす。よって技術面では自然言語処理に限らず、利用者の拡散を考慮するためのグラフネットワークや、既知の情報を利用するためのナレッジグラフ技術など、幅広い分野の研究に論文を通して触れる必要がある。具体的にはフェイクニュースの自動検出に限らず、自然言語処理や画像処理、そしてナレッジグラフなど、関連のありそうな分野全体に広げることで実現できると考えている。

要素Ⅱ：多彩な分野や言語・地域圏の研究者らと活発な議論を交わす能力

要素Ⅰの実現には、論文のみならず実際に議論を交わすことで更に深い理解を得ることが重要である。また海外で研究が活発に行われていることから、知見のアップデートも頻繁に行うことも必要である。よって分野・言語問わず多くの研究者達と場を問わない深い議論が研究の発展をもたらすと考える。

要素Ⅲ：研究で得られた成果をどんな聞き手でも分かりやすく伝えられる表現力

新型コロナウイルス感染症蔓延の影響もあり、発表の機会や形式が大きく制限されたまま修士研究を終えた。オンライン形式での発表での経験を積めた一方、人前で発表する機会はまだ多くの経験を積みられないままである。それゆえ、誰が相手でも研究を分かりやすく伝える経験を積む必要が例年以上に必要と考える。

参考文献

[14] R. Zellers, et al. *NeurIPS* 2019

[15] 安部博文, 【第 1 期子供のためのプログラミング教室 (4) 記録】, 国立大学法人電気通信大学インキュベーション施設, 2016 年 5 月 29 日 (最終閲覧日 2021 年 5 月 3 日) http://www.uecincu.com/programming/programming_160529.html

[16] アメリエフ株式会社「4 月 21 日 (金) 「医療ビッグデータを活用して世界を変える! 学生インターン Meetup 2017 春」開催のお知らせ」, 2017 年 4 月 7 日 (最終閲覧日 2021 年 5 月 3 日) <https://amelieff.jp/170407/>

[17] 「株式会社 justInCaseTechnologies — 保険を変える保険テック会社」, 2020 年 12 月 1 日 (最終閲覧日 2021 年 5 月 3 日) <https://justincase-tech.com/>

5. 【目指す研究者像等】 ※各事項の字数制限はありませんが、全体で1頁に収めてください。様式の変更・追加は不可

日本学術振興会特別研究員制度は、我が国の学術研究の将来を担う創造性に富んだ研究者の養成・確保に資することを目的としています。この目的に鑑み、(1)「目指す研究者像」、(2)「目指す研究者像に向けて特別研究員の採用期間中に行う研究活動の位置づけ」を記入してください。

(1) 目指す研究者像 ※目指す研究者像に向けて身に付けるべき資質も含め記入してください。

私は幼少期からコンピュータに触れる機会が多かった影響で、コンピュータサイエンスやプログラミングに興味を持った。その後広尾学園高校で初めてプログラミングを含む研究活動を通し、自分で問題解決へ調査から発表まで行う楽しさを知った。この2つの経験から、興味のある分野を研ぎ究めると同時に社会問題を解決して人々の生活を幸せにしたいと考えようになった。

大学入学から研究活動を開始するまでの間、熊本地震や米国大統領選挙でフェイクニュース問題が頻繁に取り沙汰された。誤った情報が広まることで騙された人々によって多くの社会的損害が発生しており、中には故意に作られたものも含まれていた。あまりに速く拡散されるある種“広め得”な状況を、私はフェアではないと感じるようになった。誤った情報が広まって風評被害が出る事例は古今東西起きているものの、ことSNSが普及した現代社会では共有によって拡散のスピードが速く広くなる点に危機感を抱いた。事実と異なる情報が訂正が入る前に広く拡散され、騙されて誤った風評が残り不幸になる人を0にしたいという考えがテーマ選定の大きな動機である。

修士研究を終えるまでの3年もの間、このテーマで研究を進めていくなかでフェイクニュースを自動で検出し利用者の拡散を抑制する難しさを認識した。フェイクニュースは読者を騙すため精巧なものも多く、真偽ラベルを付加するアノテーションを専門家以外に任せにくい上に、判断結果をただ見せるだけでは読者を納得させる説得力を持たせにくい。これらに対処するため、先行研究ではその解決に向けて自然言語処理に限らず幅広い分野の知見を取り入れている。多くのアプローチが試されている中で、大きな新規性をもたらすための新たな発想をいかに取り入れるかが重要である点を修士研究までの3年間で痛感した。その実現に向けて、他分野にも広く精通するためには国内外の研究者達と活発な議論を通して理解を深める必要性も認識している。

また自動検出を利用者によるフェイクニュース拡散の抑止に繋げるためには、利用者に納得できる形で提供する重要性も同時に認識している。判断結果に説得力がないと、利用者による信頼を得られず拡散抑止への効果が薄れるためである。研究そのものも同じく、社会に対してわかりやすい説明を行うことで更に提供モデルの効果も強くなる。このように自己完結のみならず成果を他人に伝えるまでが研究と考える。

最終的にはフェイクニュースの自動検出を発展させ、ニュースやSNS上での拡散現象から利用者による拡散活動を解き明かし、誤った情報で被害を受ける人を0にすることを目指す。さらに今後はアカデミックポストとしてアウトリーチ活動も積極的に行うことで、研究と同時に後輩学生・研究者・SNS利用者へ分かりやすい説明を通して持続可能な社会の発展へ成果を還元できる研究者を目指す。

(2) 上記の「目指す研究者像」に向けて、特別研究員の採用期間中に行う研究活動の位置づけ

特別研究員の採用期間中に行う研究活動のなか、4(2)で挙げた今後研究者としてさらなる発展のため必要と考えている要素の習得を通して、学術研究で得た知見を直接SNS利用者を含む日本社会に還元する研究者を目指す。

その実現に向け、査読付き国際会議ないしは国際論文誌への論文発表をはじめ、国内・国際会議での口頭発表も積極的に行う。また、自然言語処理コミュニティに限らず国内ニュースメディアと積極的に連携を行い、フェイクニュースの自動検出に関連した共同研究の実現が理想である。

特別研究員として研鑽を重ねていき、現状の研究への新たな発想を追加し、実現に向けて幅広い人々と議論を重ね、得られた成果を端的に説明することが、能動的に一貫して社会課題を解決へ自ら導く研究者として大成へと導く。その実現の大きな足がかりが本研究計画である。