

令和5年度
安全・安心に関するシンクタンク機能育成事業
事業項目④：統合需要分析・政策提言
報告書



令和6年（2024年）2月29日

中央大学

本報告書は、内閣府の科学技術振興調査等委託費による委託業務として、学校法人中央大学が実施した令和5年度「安全・安心に関するシンクタンク機能育成事業（事業項目④：統合需要分析・政策提言）」の成果を取りまとめたものです。

従って、本報告書の著作権は、内閣府に帰属しており、本報告書の全部又は一部の無断複製等の行為は、法律で認められたときを除き、著作権の侵害にあたるので、これらの利用行為を行うときは、内閣府の承認手続きが必要です。

「安全・安心に関するシンクタンク機能育成事業（事業項目④：統合需要分析・政策提言）」実施者一覧

氏名	所属
大貫 裕之	中央大学大学院 法務研究科 教授、常任理事
佐藤 信行	中央大学大学院 法務研究科 教授、副学長
加藤 俊一	中央大学 工学部ビジネスデータサイエンス学科 教授、副学長
庄司 裕子	中央大学 工学部ビジネスデータサイエンス学科 教授
難波 英嗣	中央大学 工学部ビジネスデータサイエンス学科 教授
大倉 典子	中央大学 研究開発機構 機構教授
久徳 康史	中央大学 研究開発機構 機構教授
浜田 百合	中央大学 研究開発機構 機構助教
加藤 徳子	中央大学 研究開発機構 専任研究員

目 次

1	はじめに.....	1
2	重要度評価方法.....	2
(1)	技術シーズの重要度評価の方針.....	2
①	重要度の評価に関する先行研究（SNS を用いた迅速な論文の重要度の評価 DEIM2015[2. 1. 1]より）.....	3
②	技術動向調査について（特許出願技術動向調査報告書の自動更新に向けて JSAI2020[2. 1. 11]）.....	4
③	技術動向調査の自動化について（特許出願技術動向調査報告書の自動更新に向 けて JSAI2020[2. 1. 11]）.....	4
④	特許出願技術動向調査.....	5
(2)	自動分類システムの構築.....	6
①	文献集合からの技術分析軸の自動検出.....	6
②	技術分析軸の重要度評価.....	10
(3)	ポストの分析の方針.....	11
(4)	本事業項目における重要度評価.....	14
3	サイバーセキュリティ.....	16
(1)	技術文書を用いた技術分析軸の重要度評価結果.....	16
①	分析の目的.....	16
②	分析用データ.....	16
③	分析手順.....	16
④	分析結果.....	16
(2)	ポストを用いた技術分析軸の重要度評価結果.....	21
①	分析の目的.....	21
②	分析用データ.....	21
③	分析手順.....	22
④	分析結果.....	22
(3)	考察.....	23
4	食料安全保障.....	25
(1)	技術文書を用いた技術分析軸の重要度評価結果.....	25
①	分析の目的.....	25
②	分析用データ.....	25
③	分析手順.....	25
④	手順1の分析結果.....	25
⑤	ハルシネーション（幻覚）の影響.....	27
⑥	情報源の違いが技術分析軸の生成に与える影響.....	28
⑦	手順2の分析結果.....	30

(2)	ポストを用いた技術分析軸の重要度評価結果.....	34
①	分析の目的.....	34
②	分析用データ.....	34
③	分析手順.....	34
④	分析結果.....	34
(3)	考察.....	36
5	まとめ.....	39
	<参考文献>.....	42

1 はじめに

本報告書は、令和5年度「安全・安心に関するシンクタンク機能育成事業（事業項目④：統合需要分析・政策提言）の成果をまとめたものである。

2 重要度評価方法

ここでは、技術シーズ（学術論文・特許など）の重要度評価の方針及び重要度評価システムの構築とその評価方法について説明し、サイバーセキュリティと食料安全保障を対象とした個別の分析事例については第3章と第4章に記載する。

「安全・安心に関するシンクタンク機能育成事業（事業項目①：国内需要動向調査）」（以下「事業項目①」という。）の報告書では、サイバーセキュリティと食料安全保障を対象として、公開文書のサーベイ、専門家へのヒアリング、利用者へのアンケートを通して技術開発や技術利用に関する政策ニーズを取りまとめた。しかしながら、サーベイやヒアリング、アンケートの実施には概して労力や時間がかかる作業であり、多くの問題を扱う場合には効率化を図ることが課題となる。ここで提案する手法は、サーベイの支援や自動化、ヒアリング・アンケート項目選定の支援の効率化を目的として提案するものである。具体的には、技術に関する情報源から自動的に技術を評価するための観点（技術分析軸）を抽出し、その観点に基づいて技術シーズの優先順位付けを行うシステムを開発する。本章では以下、重要度評価の方法とシステムの概要について記載する。次に、感情抽出技術を用いてSNSデータ（ここではX（旧Twitter）のポスト（旧Twitterにおけるツイートを含む。以下同じ。）のデータ）から不安ポストを抽出し、利用者側から見た潜在ニーズの抽出に利用する方法について述べる。

(1) 技術シーズの重要度評価の方針

重要技術の優先順位付けを行う上で、以下の点を考慮する必要がある。

- 迅速性：各分野の専門家による技術シーズの重要度評価は、時間的にも金額的にも非常にコストがかかる。また、一度重要度評価を行っても、研究・開発スピードが早い分野では、その評価がすぐに古くなる。従って、処理の自動化（あるいは半自動化）が必要。ただし、処理の途中で専門家が介入できる余地を残しておく必要がある。
- 説明可能性：単に重要技術を優先順位付けするだけでなく、なぜその順位になったのか、根拠の提示が必要である。
- 様々な情報源の利用：技術の重要度は、産業界から見た重要度、学术界から見た重要度、一般人から見た重要度など、どの立場から見るかによっても異なる。さらに、技術のリスクについても検討する必要がある。従って、学術論文、特許、新聞、SNS など、様々な情報源の利用が不可欠。さらに、国際的競争力を考慮した上で重要技術の優先順位付けするためには、日本語だけでなく様々な言語で記述された文献を対象にしなければならない。

以下、論文の引用に基づく手法では、論文が引用されるまで一定の期間を要するため、迅速性に欠ける。その問題を解決するために、将来の引用数やダウンロード数を予測する研究が行われてきた。しかし、一論文あたりの平均引用数は分野によって大きく異な

るため、重要技術を優先順位付けするといった目的にはそぐわない。さらに、学術論文以外の例えば特許などの文献への適用が困難という課題もかかえている。

① 重要度の評価に関する先行研究（SNS を用いた迅速な論文の重要度の評価 DEIM2015[2.1.1]より）

論文の重要度を評価するために、これまでも数多くの手法が提案されている。例えば、インパクトファクターは論文誌の重要度評価でしばしば用いられる。この他に Garfield[2.1.2]は引用半減期を提案している。引用半減期は、現在から遡って、学術雑誌に掲載された論文の被引用回数が被引用総数の中央値となるまでの年数により重要度を評価する。しかし、インパクトファクターと引用半減期は、論文の重要度を評価するために長時間を要するという問題点がある。

この問題を解決するために、いくつかの研究が行われている。最も初期の研究プロジェクトとして、KDD Cup 2003 がある。本プロジェクトでは、以下の2つの手法が行われた。

- 被引用数予測:長い期間をかけてよく引用された論文の被引用数の変化を予測する。
- ダウンロード数推定:arXiv にて、論文が出版後2ヶ月間にダウンロードされた数を推定する。

被引用数やダウンロード数を推定することにより、より迅速に論文の重要度を評価することが期待できる。しかし、実験の結果あまりよい結果が得られなかったことが報告されている。Yogatamaら[2.1.3]は、異なるデータセットで同様の予測の実験を行ったが、実験の結果、あまりよい結果が得られなかった。また、Vaughanら[2.1.4]と Koushaら[2.1.5]は、Web上の文献からの引用であるWeb引用を用いる手法を提案した。Vaughanらは、論文についてのWebでのヒット数をもとに、Web引用の分析を行い、Koushaらは、Web引用に加え、Google Scholarを用いた論文の被引用数と論文のタイトルやオープンアクセス論文のURLのGoogle検索におけるヒット数をもとに、分析を行った。分析の結果、共にThe Institute for Scientific Information (ISI)が作成した引用索引データによる分析結果との間に強い相関があることを報告した。しかし、Web引用は、従来の引用関係よりは即時性に優れているものの、数を記録するまでに一定時間を要する。

そこで、近年、SNSを用いた論文の重要度を評価する手法に注目が集まり、いくつかの研究が行われている。Eysenbachら[2.1.6]は、Twitter(現X)に掲載されているポストに基づき、Twitterを用いた引用の予測について分析した。結果、ポストは論文発表後3日以内に高被引用論文を予測できる、Twitterは新しく発表された学術論文を見つけることができる、ポスト数は論文の重要度を測る上で重要な尺度である、という結論を述べている。Wellerら[2.1.7]は、学会中に投稿された発表論文に関す

るポストを収集し、論文への URL を含むポスト数とリポスト数を用いて、論文の引用を分析する手法を提案した。

また、SNS を用いた論文の重要度を評価する手法の中でも、引用関係に変わる新たな研究指標である“Altmetrics ”が近年注目されている。Altmetrics とは、X や Facebook などのソーシャルメディア・プラットフォームでの言及数に基づき、研究成果のインパクトを論文レベルでリアルタイムに計量化する新たな研究評価指標である [2.1.8]。Altmetrics を計測する代表的なサービスとして、Altmetrics.com や ImpactStory がある。また、日本語論文を対象としたサービスとしては、吉田[2.1.9]が開発した Ceek.jp Altmetrics がある。Ceek.jp Altmetrics では、主に2つの機能を提供している。1つ目の機能は、学術文献をランキングする機能であり、これにより、現在旬な学術文献情報を提供することができる。2つ目の機能は、各文献の言及情報の詳細であり、これにより、いつ流行したのか、どれほどの期間流行したのかを容易に知ることができる。Zahedi ら[2.1.10]は、ImpactStory と引用手法との比較を行い、Altmetrics のスコアが高い論文やジャーナルは重要度が高い可能性が大きいと結論付けた。Altmetrics は、ソーシャルメディア・プラットフォームの言及数に基づいて評価しているため、ポストの内容について考慮されていない。

② 技術動向調査について（特許出願技術動向調査報告書の自動更新に向けて JSAI2020[2.1.11]）

特許庁では、市場創出に関する技術分野、国の政策として推進すべき技術分野を中心に、今後の進展が予想される技術テーマを毎年 10 件以上選定し、特許出願技術動向調査を実施し、調査報告書を公開している。この報告書は、各テーマに関する国内外の論文と特許を分析して作成されており、この調査報告書を読むことで、あるテーマについて注力すべき分野を見つけたり、有力企業や共同研究先を探したりするといった目的に利用することができる。しかし、選定される技術テーマは毎年異なるため、これらの報告書は、公開された直後は最新の技術動向を含んだ内容であっても、時間経過とともにその内容が古くなるという問題がある。

③ 技術動向調査の自動化について（特許出願技術動向調査報告書の自動更新に向けて JSAI2020[2.1.11]）

あるトピックに関する複数の論文や特許の内容を要約し、技術動向マップとしてまとめる研究やプロジェクトがこれまでにいくつか行われている。国立情報学研究所主催の評価ワークショップ NTCIR では、学術論文と特許から要素技術(解決手段)とその効果に関する表現を抽出し、技術動向マップを作成する特許マイニングタスクが実施されている [2.1.12]。酒井らは、特許マップの生成を視野に入れ、特許から技術課題情報を抽出する手法を提案している [2.1.13]。これらの試みは、いずれも技術動向マップを作成する上で重要であるが、実際に人間が技術動向マップを作成するには、要素技術や技術課題を詳細に分類する必要がある。

複数の論文をまとめるこの他の試みとして、Hashimoto らと Hou らの研究がある。Hashimoto らは、共通タスクのワークショップに着目し、タスク参加者による投稿論文の集合からレビューマトリックス(参加システムの一覧表)を自動生成する手法を提案している[2.1.14]。Hou らは、学術論文からタスク名、データセット、評価尺度、評価値を抽出し、リーダーボードを自動作成する手法を提案している[2.1.15]。いずれの研究も、共通タスクのデータを用いた論文を対象としているため、論文は要素技術と評価値という観点で比較しやすいという利点がある一方で、共通タスクのデータを用いない論文については、たとえ論文中で扱うタスクが類似していても、比較できないという問題がある。

④ 特許出願技術動向調査

特許庁が平成 29 年度に公開した「自動走行システムの運転制御」に関する報告書を例に説明する。このテーマでは、国内外の特許 8,832 件及び論文 1,826 件から調査報告書が作成されている。また、技術分析軸と呼ばれる技術的な観点で定義され、各特許と論文がどの観点に属するのかを一覧表としてまとめている。「自動走行システムの運転制御」の場合、表 2.1 からわかるとおり、技術分析軸の一つに、運転支援システムという大きな技術課題があり、その中に運転負荷軽減システム、さらにその中に車線維持支援や、駐車支援など、より詳細な技術がある。このトピックには、技術分析軸が 243 個定義されている。

このテーマでは、技術分析軸には技術課題に関するものと解決手段に関するものがある。技術課題に関するものは、表 2.1 に示すように、ある技術を用いることでどのような改善が行われるかについてまとめたものである。一方、解決手段に関するものは、自動走行システムを実現するための要素技術についてまとめたものである。

表 2.1 自動走行システムの運転制御に関する技術分析軸の一部

運 転 支 援 シ ス テ ム	運 転 負 荷 軽 減 シ ス テ ム	車線維持支援(LKAS)		D11
		定速走行・車間距離制御 (ACC)	先行車軌跡追従	D121
			その他	D12X
		駐車支援	自動バレー パーキング	D131
			その他	D13X
		車線変更支援		D14
		合分流支援		D15
		右左折支援		D16
自動発進/自動停止支援(信 号機、停止線)		D17		

文献リストには、特許の出願番号や論文の書誌情報に加え、どの技術分析軸の属す

るのかの情報も記載されている。表 2. 2 はその一部を示したものである。表 2. 2 において、JP から始まるコードは日本国特許を表している。また、JP-A-2011-141747 には D16 の技術分析軸が該当している。これは、表 2. 1 と合わせると、この特許が右左折シーンにおける支援機能に関するものであることがわかる。同様に、JP-A-2011-141802 は、先行車両の移動軌跡に追従して走行する技術や、信号や停止線といった交通法規に従っての発進・停止を行うための支援機能に関するものであることがわかる（表 2. 2）。

表 2. 2 技術動向調査報告書の例

文献(特許)	D121	D16	D17
JP-A-2011-141747		1	
JP-A-2011-141802	1		1

これらの文献を元に、709 ページからなる報告書が作成されている。

しかし、選定される技術テーマは毎年異なるため、これらの報告書は、公開された直後は最新の技術動向を含んだ内容であっても、時間経過とともにその内容が古くなるという問題がある。そこで、ある分野の学術論文や特許をシステムに入力すると、表 2. 1 や表 2. 2 を自動的に作成するシステムを開発する。さらに、表 2. 1 の技術分析軸の中から、特に注目すべき重要なものを自動選定する手法を提案する。

(2) 自動分類システムの構築

技術シーズ（学術論文・特許・新聞など）の重要度評価を目的として、技術テーマ間で共通なキー階層について技術分析軸を自動検出し、さらにそれを用いて文献を自動分類するシステムを構築する。

① 文献集合からの技術分析軸の自動検出

各技術テーマの調査ごとに技術分析軸の構成は大きく異なる。表 2. 3 と 2. 4 に例を示す。

表 2. 3 自動走行システムの運転制御の技術分析軸の例

大分類	中分類	小分類
自動運転車	単独走行	ドライバーあり
自動運転車	単独走行	ドライバーなし
通信制御	隊列走行	ドライバーあり
車両タイプ	乗用車	電気自動車

表 2. 4 ストレージクラスメモリの技術分析軸の例

大分類	中分類	小分類
用途・応用産業	機器識別	データセンタ
用途・応用産業	機器識別	産業機器
用途・応用産業	置き換え対象	ワーキングメモリ
メモリ性能	アクセス時間	消去時間

表 2. 3 の自動走行システムの運転制御の技術分析軸は大分類に具体性があるが、表 2. 4 のストレージクラスメモリの大分類は抽象的である。そこで、技術分析軸の基準を定めて技術分析軸の構築を行う。

まず、基準となる階層をキー階層として定める。キー階層には技術テーマ間で共通なもの、テーマ特有なものが存在する。テーマ間で共通なものには「課題」、「用途」、「解決手段」が挙げられる。一方、テーマ特有なものは、有機 EL 装置であれば「素子用装置」、CO2 固定化・有効利用技術であれば「排出源」などがある。そこで、テーマ間で共通なキー階層である課題、用途、解決手段について技術分析軸の検出を行う。

図 2. 1 を用いて技術分析軸の検出方法について説明する。技術分析軸の検出方法は、以下の 2 つの手順から構成される。

- (手順 1) 各文書 (学術論文、特許、新聞) から、課題、用途、解決手段に関連する文を抽出する。
- (手順 2) 複数の文献から抽出された課題に関する文集合、用途に関する文集合、解決手段に関する文集合から、それぞれ技術分析軸を検出する。

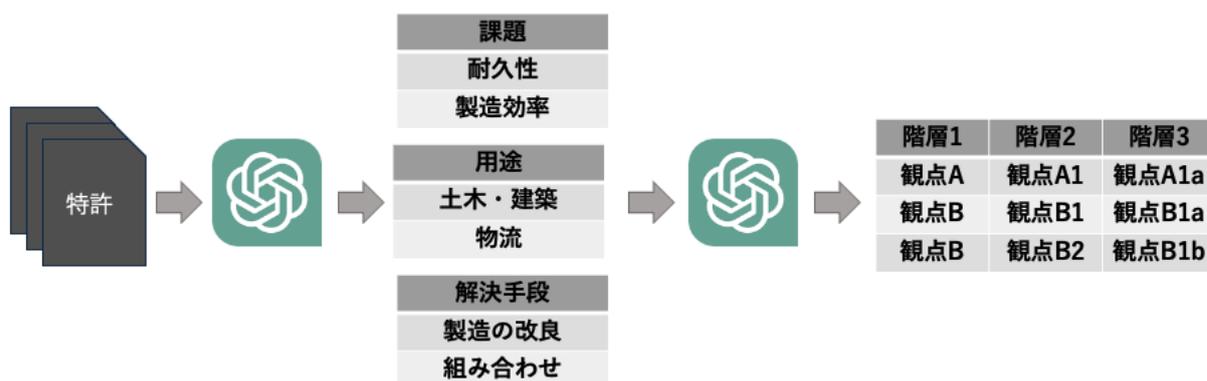


図 2. 1 ChatGPT を用いた技術分析軸の自動検出手順

手順 1 に関して、課題、用途、解決手段の抽出手法は、文書の種類によって異なる。日本国特許の場合、課題、用途、解決手段を記述する項目があるため、各項目の記述を抽出すれば良い。一方、米国特許など他国の特許では、これらの項目が明示的に記載されないことが多いため、別途抽出技術が必要となる。学術論文に関して、構造化抄録 (Structured Abstracts) を採用している医療分野などの論文は、Objectives (目

的)、Methods (方法)、Results (結果)、Conclusions (結論)などの項目に分けて抄録が記載されるため、課題や解決手段に関する情報は容易に抽出できる。一方、他のほとんどの分野の学術論文は構造化抄録を採用していないため、課題、解決手段を抽出する必要がある。さらに、多くの学術論文では、実験などから得られた知見は記載されても、技術の用途が記載されないことが多い。例えば、図2.2に示す論文において、「熱ゆらぎによる位相スリップ (TAPS) と量子ゆらぎによる位相スリップ (QPS) のモデルによりフィッティングを行った結果、高温領域は TAPS が、低温領域では QPS がそれぞれ支配的となって抵抗の発生に寄与していることが示唆された」という記述がこの論文で得られた知見として記述されているが、一般人にとって、この知見が何の役に立つのかについては理解できない。

ナノワイヤの超伝導転移は薄膜と比較して緩やかになっていることが確認できる。この原因としては、ナノワイヤ上を磁束量子が横切る、位相スリップ (PS) と呼ばれる現象が考えられる。特に 10 nm のナノワイヤでは低温領域で抵抗の降下が緩やかとなり、3 K においても残留抵抗がみられた。そこで熱ゆらぎによる位相スリップ (TAPS) と量子ゆらぎによる位相スリップ (QPS) のモデルによりフィッティングを行った結果、高温領域は TAPS が、低温領域では QPS がそれぞれ支配的となって抵抗の発生に寄与していることが示唆された。

図2.2 論文の例[2.2.1]

一方、図2.2の研究は、新聞記事で図2.3のように紹介されている。図2.3において、下線部は、この技術がどのような用途に利用可能であるのかを説明している。

慶応義塾大学の牧英之准教授と物質・材料研究機構の森山悟士主任研究員、群馬大学の守田佳史准教授らの研究グループは、幅10ナノメートル(ナノは10億分の1)の超電導ナノワイヤを作成し、特殊な超電導現象を起こすことに成功した。ナノサイズでなければ現れない物理現象で、超高感度光検出器など超電導量子デバイスの開発につながる。

図2.3 図2.2の研究を紹介する新聞記事の例[2.2.2]

筆者らは、技術名を入力すると、日刊工業新聞からその技術を含む記事を検索し、その用途について記載された個所を自動抽出するシステムを構築している[2.2.3]。図2.4は、「カーボンナノチューブ」で検索をした例である。赤字が検索クエリ、緑字が自動抽出された用途情報を示している。

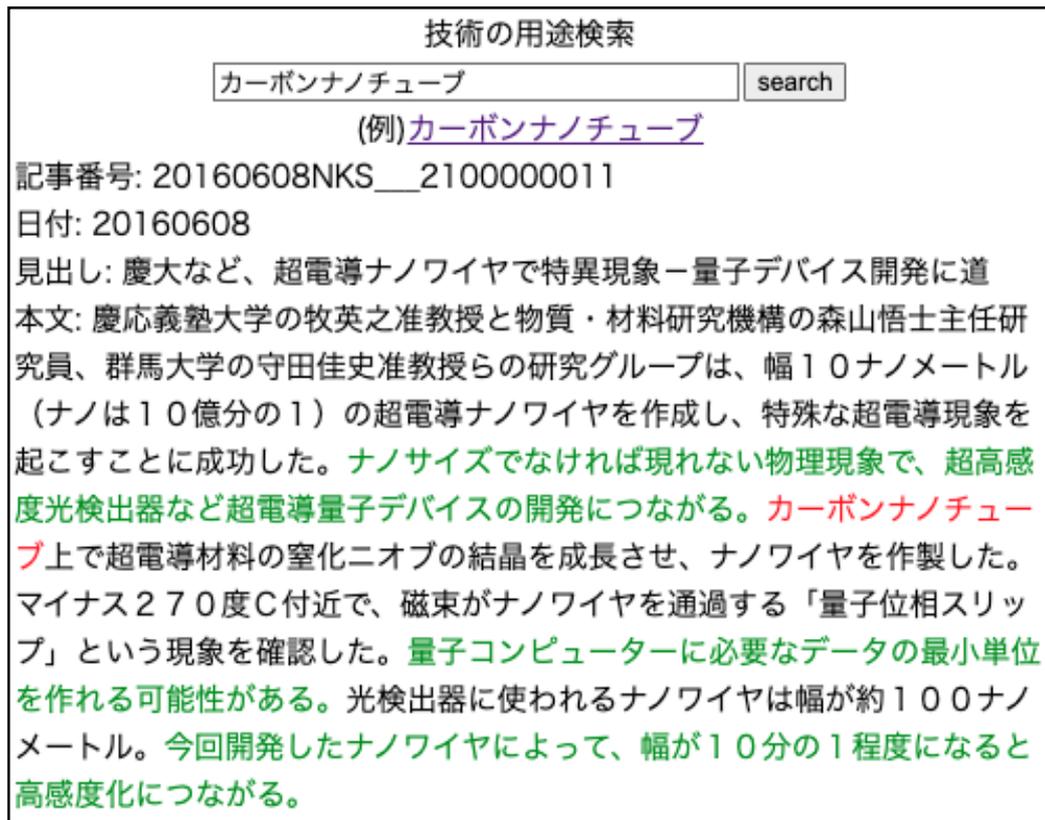


図 2. 4 新聞記事を用いた用途情報抽出システム

そこで、学術論文の用途情報は、新聞記事から抽出する。なお、課題、用途、解決手段の抽出は、ChatGPT を用いる方法と、機械学習を用いた方法の2種類を検討する。

次に手順2に従い、自動検出された技術分析軸ごとに文献を自動分類する(図2.5)。分類には、以下の2種類の手法を検討する。

- 第一の方法は、ChatGPT に技術分析軸と分類対象となる文献をプロンプトとして与え、各文献のカテゴリを ChatGPT に出力させる。
- 第二の方法は、ChatGPT に技術分析軸のみを与え、技術分析軸に文献を自動分類するためのプログラムを ChatGPT に自動生成させ、さらに各文献のカテゴリを ChatGPT に出力させる。

第一の方法の利点は、文献がどのような言語で記述されていても、ChatGPT を用いれば分類可能ということである。一方で、時間的にも ChatGPT API 使用料的にも非常にコストがかかるという欠点がある。さらに、ChatGPT に分類のすべてを委ねているため、分類誤りがあった時に改良の余地がない。

第二の方法の利点は、ChatGPT を用いて分類プログラムを生成してしまえば、その後の処理でコストがかからない点である。また、分類に誤りがあった場合に、分類プログラムの修正に人間が介入できる余地がある。ただし、技術分析軸の数によって分類が複雑な処理が必要となり、十分な分類精度が得られない可能性がある。

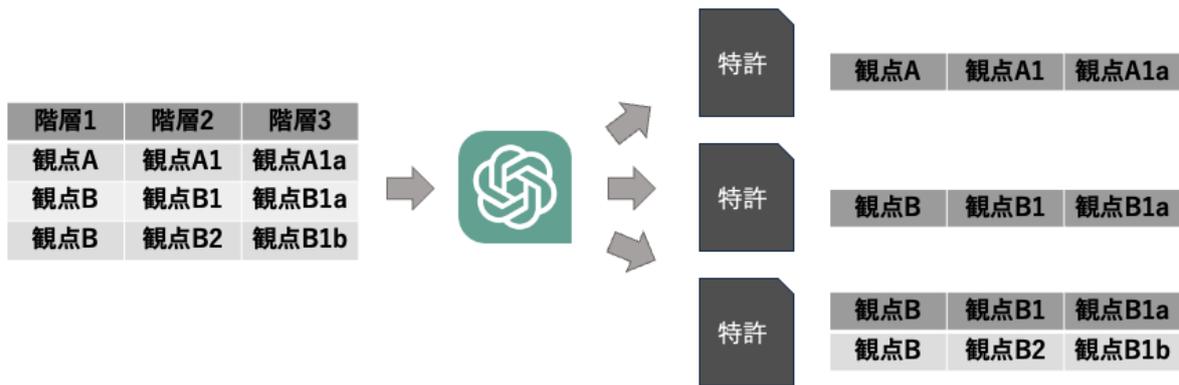


図 2. 5 技術分析軸への文献の自動分類

② 技術分析軸の重要度評価

①の分類結果を用いて技術分析軸の重要度評価（優先順位付け）を行う。図 2. 6 は自動運転に関する 4 つの技術分析軸「車線変更支援」、「右左折支援」、「車線維持支援」、「駐車支援」に関する特許及び論文の年ごとの発表/出願件数の推移を示したものである。技術分析軸の重要度を評価するために、以下の 3 つの指標を用いる。また、図 2. 6 に示すデータを用いたこの 3 指標の算出結果を表 2. 5 に示す。3 指標それぞれの重要度評価による優先順位付けについて、以下に述べる。

- 平均年：技術分析軸に属する学術論文や特許の発表/出願年の平均値。平均年が新しいほど、新しい技術分析軸であると考えられる。図 2. 6 の例の場合、「車線変更支援」の平均年が最も新しく 1 位であり、2 位が「車線維持支援」、3 位が「駐車支援」、4 位が「右左折支援」となる。
- 最古文献年：技術分析軸に属する学術論文や特許の中で最も古い発表/出願年。当該分析軸がいつから着目されているのかを示す。他の技術分析軸と比べ、最古文献年が新しい技術分析軸は、最近注目を集めるようになったものであると考えられる。図 2. 6 の例の場合、最古文献年が最も新しい技術分析軸は「右左折支援」であり、ついで、2 位が「車線維持支援」、3 位が「駐車支援」及び「車線変更支援」となる。
- 活発度：技術分析軸に属する学術論文や特許の発表/出願年と年毎の分件数との相関係数。新たに発表/出願される文献数が増えれば多いほど、相関係数は大きくなり、逆に発表/出願される文献数が減少し続ける技術分析軸は相関係数が負の値となる。この相関係数を用いて次年度の文献の発表/出願件数を予測することが可能である。図 2. 6 において、発表/出願件数が増加しつつある「駐車支援」は相関係数すなわち活発度が 0.75 と、4 つの技術分析軸の中で最も値が大きくなる。「右左折支援」は値がマイナスとなっており、収束傾向にある技術分野と判断される。

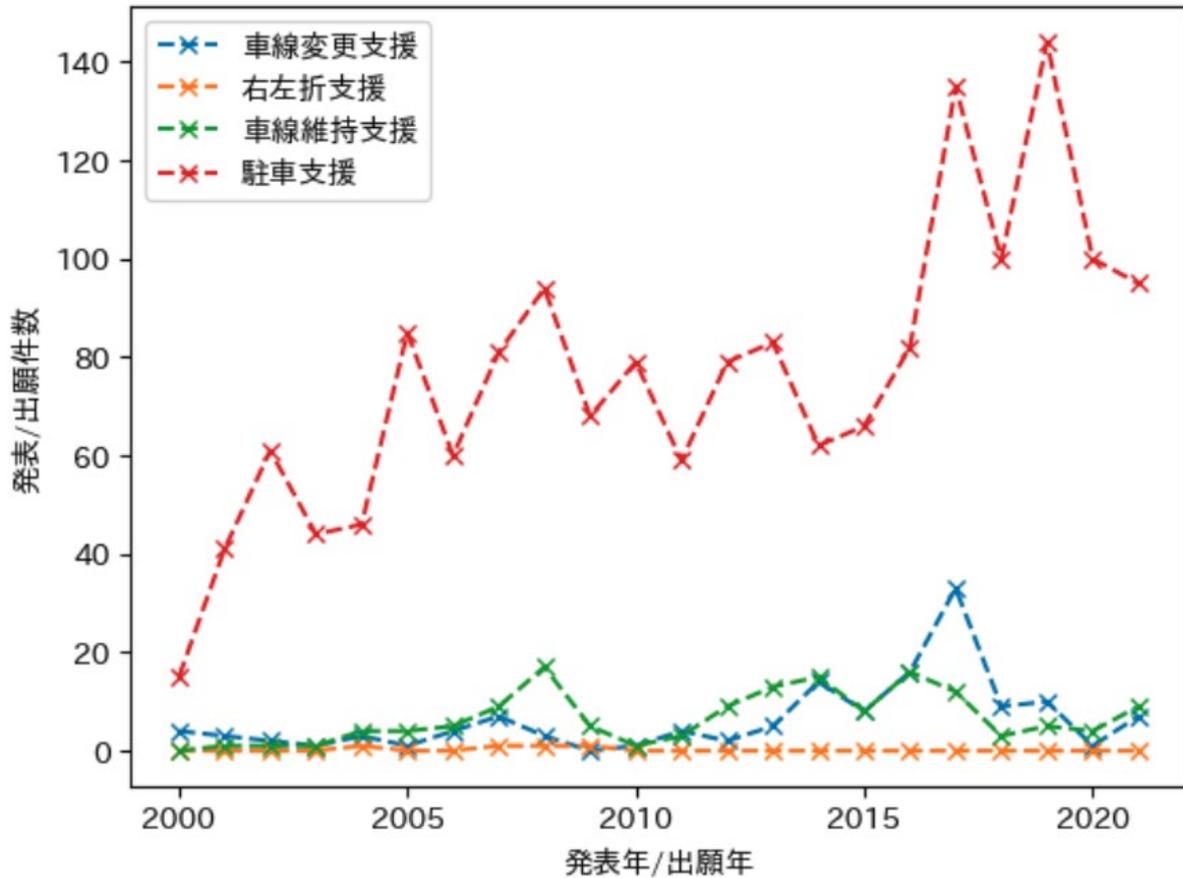


図 2.6 自動運転に関する4つの技術分析軸ごとの発表/出願件数

表 2.5 自動運転に関する4つの技術分析軸の新しさ及び活発度による比較

技術分析軸名	平均年	最古文献年	活発度
車線維持支援	2012.9	2001	0.45
駐車支援	2012.6	2000	0.75
車線変更支援	2014.2	2000	0.47
右左折支援	2007.0	2004	-0.26

(3) ポストの分析の方針

学術論文や特許を用いた技術分析軸の重要度評価は、国内外の様々な技術の研究・開発状況から、今後の発展が見込まれる領域をいち早く検出することを目的としている。一方で、学術論文や特許といった技術シーズ側の発信する情報だけを使うのではなく、ニーズ側の情報を元に、現在、市場ではどのような技術の開発が期待されているのかを予測し、その予測に基づいて重要技術の優先順位付けを行うことも必要である。そこで、ニーズ側の情報を得るための情報源として SNS に着目する。SNS は、2000 年代初頭にインターネット上に出現して以来、コミュニケーションツールとして広く普及している。そこには SNS ユーザの様々な意見が投稿されるため、マーケティングの際の情報源としても活用されてきた。本調査においても、潜在ニーズ発掘のための情報源として SNS を

利用する。

本調査では、SNS として X を情報源として、技術ニーズの観点から重要技術の優先度付けに利用する。自動運転に関するポストを実際に検索すると、駐車が苦手な人や、駐車場で起きた事故のニュースを見た人が、駐車支援技術が必要だと述べている。駐車支援に関する同様のポストは、2023 年だけで 72 件存在しており、駐車支援に関するニーズの高いことが窺える。

また、車線変更に関するポストでは、X 投稿者自身の運転の体験から感じる車線変更技術の必要性について投稿している。車線変更に関する同様のポストは 13 件あり、こちらも一定のニーズのあることがわかる。

自動運転に関する様々な意見、要望を、前節で示した技術分析軸に分類すれば、「どのような技術が世の中で求められているのか？」というニーズ側の観点から重要技術の優先順位付けが実現可能になると思われる。

さらに、日本語だけでなく、他の言語で記述されたポストを分析すれば、国内のニーズだけにとどまらず、海外のニーズも把握することができる。従って、X の言語ごとに重要技術の優先順位付けを行えば、ヨーロッパ圏、北米圏、アジア圏ごとに地域のニーズに合わせて重要技術の海外展開の戦略を変えるといった活用も期待できる。例えば、英文ポストは日本語よりも非常に多く、車線変更に関するポストは 2023 年だけで 114 件あり、日本語ポストの約 8.7 倍である。投稿内容も多様であり、専門性が高いものも少なくない。

なお、本報告書におけるポスト分析では、感情推定して不安に関するものだけを抽出して分析対象とする。技術に対する受容度合を判断するには不安感情が含まれるポストを情報源にするのが適していると考えたためである。感情推定の方法を以下に説明する。

感情推定とは、テキストを入力すると、そのテキストに表出する感情を自動検出する技術である。例えば、「それ同感です。自動運転、やってみたんですけどどうにも怖かったです。交通量の少な目の広い高速道路ならなんとか…耐えられる程度でした。」というテキストをシステムに入力すると、「恐れ」という感情を検出する。このような感情推定は、表 2. 6 に示すような感情語リストを準備しておき、入力されたテキストに手がかり語が含まれていれば、対応する感情を出力するという方法が感情推定研究の最初期では一般的であった。

表 2. 6 感情語リストの例

手がかり語	感情
怖い/怖かった	恐れ
嬉しい	喜び
残念/悲しい	悲しみ

しかし、感情語は含まれていないが、文あるいはテキスト全体を見ると特定の感情カテゴリに分類できるケースや、テキスト中に含まれる単語が同じでも語順によって、感

情が変わるといったケースなどもあり、テキスト中の手がかり語の有無で感情を推定する単純な手法では、十分な感情推定精度が得られないということが次第にわかってきた。そこで、大量の感情ラベル付きテキストを準備しておき、機械学習により感情推定するアプローチが主流になってきた。今回の分析でも、Kajiwaraら[2.2.4]が構築した感情分析データセットWRIMEを用いて、機械学習による感情推定を行っている。WRIMEの一部を表2.7に示す。

表2.7 感情分析データセットWRIMEの一例

「投稿：車のタイヤがパンクしてた。。いたずらの可能性が高いんだって。。」

	喜び	悲しみ	期待	驚き	怒り	恐れ	嫌悪	信頼
主観	0	3	0	1	3	0	0	0
客観A	0	3	0	3	1	2	1	0
客観B	0	2	0	2	0	0	0	0
客観C	0	2	0	2	0	1	1	0

表2.7において、主観とはテキストの筆者が付与した感情ラベルであり、客観A、客観B、客観Cは、筆者以外の3名が付与した感情ラベルである。WRIMEでは、感情の種類として、Plutchikの基本8感情(喜び、悲しみ、期待、驚き、怒り、恐れ、嫌悪、信頼)[2.2.5]を扱っており、各感情の強度を4段階(0:無、1:弱、2:中、3:強)でラベル付けされている。今回の分析では、テキストを入力すると、感情ごとに、客観A、B、Cの感情強度の平均値を出力するシステムを機械学習により構築する。

ここで、WRIMEは日本語テキストのみを対象としているため、従来手法と同様のアプローチでは、日本語以外のテキストの感情を推定できないという問題があった。これに対し、E5 (EmbEddings from bidirEctional EncodEr rEpresentations) [2.2.6]と呼ばれる手法を用いることで、100以上の言語で感情推定を可能にするシステムを構築した。E5とは、テキストを入力すると、その内容を深層学習に基づくモデルを用いて解釈し、1024次元のベクトルとして出力する手法である。内容が類似する2つのテキストは出力されるベクトルが類似するように、対照学習という手法が利用されている。ここで、E5では対訳コーパスも学習の際に利用しているため、言語が異なっても内容が類似している2つのテキストのベクトルは類似する。そこで、WRIMEの入力テキストをE5でベクトル化し、各感情の強度をGBDT(勾配ブースティング木)により学習することで、多言語対応の感情推定器を構築した。図2.7にシステムの動作例を示す。入力は、日本語テキスト「車のタイヤがパンクしてた。。いたずらの可能性が高いんだって。。」を、Google翻訳を用いて英語、中国語(簡体字)、スペイン語、アラビア語に翻訳した結果を用いている。

[日本語]

入力：車のタイヤがパンクしてた。。いたずらの可能性が高いんだって。。

出力：喜び：0、悲しみ：2、期待：0、驚き：2、怒り：1、恐れ：1、嫌悪：2、信頼：0

[英語]

入力：The car's tire was flat. . There's a high possibility it was a prank. .

出力：喜び：0、悲しみ：0、期待：0、驚き：1、怒り：1、恐れ：0、嫌悪：2、信頼：1

[中国語(簡体字)]

入力：汽车的轮胎瘪了。。这很有可能是恶作剧。。

出力：喜び：0、悲しみ：2、期待：0、驚き：1、怒り：1、恐れ：2、嫌悪：1、信頼：0

[スペイン語]

入力：La llanta del auto estaba desinflada. . Existe una alta posibilidad de que haya sido una broma.

出力：喜び：0、悲しみ：0、期待：0、驚き：2、怒り：0、恐れ：1、嫌悪：1、信頼：1

[アラビア語]

入力：كان إطار السيارة مسطحًا . هناك احتمال كبير أنها كانت مزحة .

出力：喜び：0、悲しみ：1、期待：0、驚き：2、怒り：0、恐れ：1、嫌悪：1、信頼：0

[ウクライナ語]

入力：В автомобіля лопнуло колесо. . Є велика ймовірність, що це була витівка. .

出力：喜び：0、悲しみ：3、期待：0、驚き：3、怒り：1、恐れ：3、嫌悪：1、信頼：0

図 2. 7 100 言語以上に対応した感情推定器の推定結果の例

なお、今回構築したシステムを用いてポストを感情推定し、「恐れ」または「嫌悪」の感情強度が2以上のものを不安ポストとして扱い、分析対象とする。

(4) 本事業項目における重要度評価

本章ではここまで、学術論文や特許、新聞記事などの情報源から評価の観点となる技術分析軸を自動抽出し、抽出した技術分析軸の重要度を評価するための手法を提案し、構築したシステムについて説明した。情報源としては、論文など客観性の高いものだけでなく、SNS 上の主観的な情報源も利用可能である。今回の分析では SNS の一例として X 情報を対象とし、感情推定技術により不安ポストを抽出して分析に利用する。

本事業項目における、技術課題に関する重要度評価の内容と手順を以下にまとめる。

- 客観的な情報源（日米特許、学術論文、新聞記事）から、課題、用途、解決手段に関する文を抽出する。
- 抽出された課題、用途、解決手段に関する文集合から、それぞれ技術分析軸を抽出する。
- 抽出された技術分析軸を自動分類し、平均年、最古文献年、活発度を指標として優先順位付けを行う。

- 主観的な情報源 (X) から感情推定技術を用いて不安に関するポストを抽出する。
- 抽出された不安ポスト集合から、課題、用途、解決手段に関する技術分析軸に分類し、平均年、最古文献年、活発度を指標として優先順位付けする。

以上を簡略化して図示したのが図 2. 8 である。

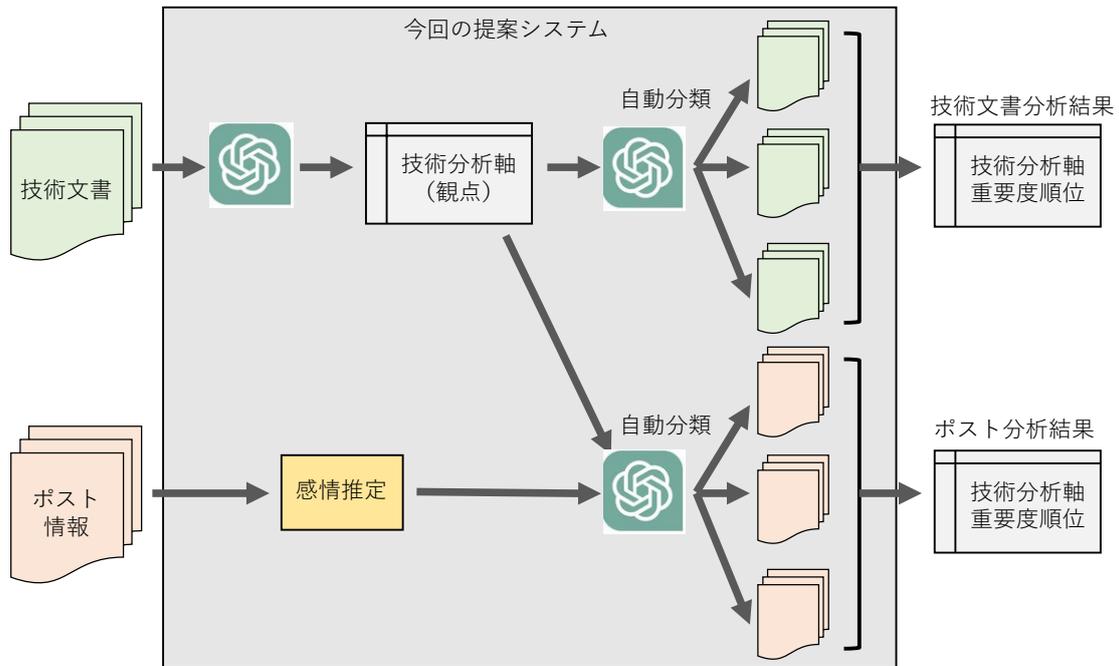


図 2. 8 本報告の重要度評価手法の概要

本事業では今年度、サイバーセキュリティと食料安全保障を例題として取り上げる。本報告書では以下、サイバーセキュリティについては第 3 章、食料安全保障については第 4 章に重要度評価の結果についてまとめる。

3 サイバーセキュリティ

本章では、第2章で記述した重要度評価の方法に基づいてサイバーセキュリティを対象に行った結果について記載し、その結果から考察する。

(1) 技術文書を用いた技術分析軸の重要度評価結果

① 分析の目的

サイバーセキュリティに関して、特に電子マネーに着目し、学術論文、特許、新聞記事を情報源として、電子マネーに関する技術分野(技術分析軸)を明らかにし、技術分析軸の重要度評価(優先順位付け)を行う。

② 分析用データ

表3.1に、分析に用いたデータの収集方法及び分析に用いた文書数を示す。

表3.1 電子マネーに関する分析用データ

文書名	期間	検索クエリ	文書数
日本国特許公開公報	1993～2023	電子マネー	1902
米国特許	1993～2021	electronic money	186
JSTPlus(学術論文)	2001～2022	電子マネー	735
日刊工業新聞	2016～2020	電子マネー	4

③ 分析手順

手順は以下のとおりである。

- (手順1) 日本国特許、米国特許、学術論文、新聞記事を用い、電子マネーに関する技術分析軸を抽出する。
- (手順2) 手順1で抽出された技術分析軸に、日本国特許、米国特許、学術論文を分類し、平均年、最古文献年、活発度により、技術分析軸の重要度評価を行う。

④ 分析結果

手順1の結果として、表3.2～3.4に、用途、解決手段、課題それぞれに関して抽出された技術分析軸を示す。概ね、人間が見て理解ができる技術分析軸が得られた。ただし、用途、解決手段、課題の間で重複するもの、技術分析軸として不適切と考えられるものも含まれていた。そこで、それらは除外し、残った技術分析軸を用いて手順2を実施した。除外した技術分析軸は、表3.2～3.4のIDを網掛けで表示している。

表 3. 2 ChatGPT を用いた用途に関する文からの技術分析軸の抽出結果(電子マネー)

ID	階層 1	階層 2	階層 3
1	決済システムの効率化	少額決済の促進	
2	利便性の向上	専用端末の不要化	モバイル決済の普及
3	サービス拡充	ポイントサービス	クレジットカード連携
4	コスト削減	決済処理コストの低下	
5	セキュリティ強化	不正利用の防止	生体認証技術の活用
6	ユーザ体験の改善	迅速な決済処理	直感的な操作性
7	経済的効果	新たなビジネスモデルの創出	
8	社会インフラとしての機能	公共交通の利便性向上	地域活性化への貢献

表 3. 3 ChatGPT を用いた解決手段に関する文からの技術分析軸の抽出結果(電子マネー)

ID	階層 1	階層 2	階層 3	階層 4
9	決済手法	電子送金	国際送金サービス	フィリピンの事例
10	認証手法	生体認証	電子マネー媒体の所有者確認	
11	技術開発	AI 活用	送風機運転の最適化	焼却炉制御
12	POS システム	自己認証取引記録	電子小銭口座の記録	
13	IC カード決済	決済可能状態の判断		
14	利便性向上	チケットレス戦略	Suica サービスエリア拡大	
15	セキュリティ強化	FeliCa チップの活用	非接触データ交換	

表 3. 4 ChatGPT を用いた課題に関する文からの技術分析軸の抽出結果(電子マネー)

ID	階層 1	階層 2
16	システム統合の難しさ	異なるプラットフォーム間の互換性
17	セキュリティの課題	不正利用とデータ保護
18	利便性の問題	ユーザインタフェースの複雑さ
19	プライバシー保護	個人情報の安全な管理
20	法的規制の遵守	多様な規制環境への対応
21	普及に向けた課題	ユーザと加盟店の受け入れ
22	金融システムとの相互運用性	既存金融システムとの統合
23	技術的制限	新しい技術の導入と適応

なお、ハルシネーション（幻覚）の影響や情報源の違いが技術分析軸の生成に与える影響については、第 4 章で検討している。

次に手順 2 として、表 3. 2～3. 4 の技術分析軸に日本国特許、米国特許、学術論文を自動分類する手法を前述のとおり 2 種類検討した。第一の方法において、ChatGPT に技術分析軸と分類対象となる文献をプロンプトとして与え、各文献のカテゴリを ChatGPT に出力させるが、時間をかけてプロンプトを試行錯誤したにもかかわらず、満足のいく分類結果が得られなかった。そこで、第二の方法として、ChatGPT に技術分析軸のみを与え、技術分析軸に文献を自動分類するためのプログラムを自動生成させ、その結果を見て修正した。図 3. 1 に Perl で作成した分類プログラムの一部を示す。

```

if($sent=~/(少額|小口決済)/) {$viewpoint_each[0]=1;}
if($sent=~/(モバイル決済)/) {$viewpoint_each[1]=1;}
if($sent=~/(クレジットカード(.*)連携)/) {$viewpoint_each[2]=1;}
if($sent=~/(コスト(.*)低下)/) {$viewpoint_each[3]=1;}
if($sent=~/(生体認証)/) {$viewpoint_each[4]=1;}
if($sent=~/(操作性)/) {$viewpoint_each[5]=1;}
if($sent=~/(ビジネスモデル)/) {$viewpoint_each[6]=1;}
if($sent=~/(公共交通/ || $sent=~/(地域.*?活性化)/) {$viewpoint_each[7]=1;}
if($sent=~/(国際送金/ || $sent=~/(フィリピン)/) {$viewpoint_each[8]=1;}
if($sent=~/(IC カード/ || $sent=~/(決済.*?状態)/) {$viewpoint_each[12]=1;}
if($sent=~/(Suica/ && $sent=~/(エリア)/) {$viewpoint_each[13]=1;}
if($sent=~/(Felica/ && $sent=~/(非接触)/) {$viewpoint_each[14]=1;}
if($sent=~/(互換性/ && $sent=~/(非接触)/) {$viewpoint_each[15]=1;}
if($sent=~/(不正利用)/) {$viewpoint_each[16]=1;}
if($sent=~/( イン タ ー フ ェ ー ス | イン タ ー フ ェ イ ス | イン タ フ ェ イ
ス)/) {$viewpoint_each[17]=1;}
if($sent=~/(プライバシー|個人情報)/) {$viewpoint_each[18]=1;}
if($sent=~/(規制)/) {$viewpoint_each[19]=1;}
if($sent=~/(普及/ && $sent=~/(加盟)/) {$viewpoint_each[20]=1;}
if($sent=~/(金融システム)/) {$viewpoint_each[21]=1;}

```

図 3. 1 ChatGPT により生成した文書分類プログラム(人手による修正有り)
(電子マネー)

図 3. 1 のプログラムを用いて、学術論文、日本国特許、米国特許を分類した。この分類結果を用いて、平均年、最古文献年、活発度により技術分析軸の重要度を評価した。表 3. 5 ~ 3. 8 に全種類の文献を使った重要度(優先順位)、学術論文のみ、日本国特許のみ、米国特許のみを使った場合の結果を示す。

日本国特許(表 3. 7)の活発度で最も高い技術分析軸「5 生体認証技術の活用」は学術論文(表 3. 6)において 4 位になっており、比較的高い順位である。「5 生体認証技術の活用」の最古文献年は表には記載がないが学術論文は 2001 年、日本国特許は 2002 年であり、どちらも 20 年以上前から取組がある。一方で、平均年で比較すると、これも表に記載はないが、学術論文では 2008. 4 年であるのに対し、日本国特許では 2015. 7 年と、両者に大きな開きがある。つまり、生体認証技術への関心が学术界では失われるのが早かったのに対し、産業界では学术界よりも長期間開発が継続されていたことを意味する。実際、活発度の値は、表 3. 6 には 4 位までしか記載していないが、これは活発度が正の値であったものが 4 位までしか存在しなかったためである。言い換えれば、学术界では技術の流行り廃りが産業界よりも非常に早いと言える。

表 3. 5 技術分析軸の重要度評価の結果(学術論文、日本国特許、米国特許)

順位	平均年	最古文献年	活発度
1	2 モバイル決済の普及 (2018. 0)	9 国際送金サービス(2012)	5 地域活性化への貢献
2	5 地域活性化への貢献 2012. 8	16 異なるプラットフォーム 間の互換性(2007)	3 クレジットカード連携
3	3 クレジットカード連携 (2012. 2)	2 モバイル決済の普及 (2006)	2 モバイル決済の普及
4	9 国際送金サービス (2012. 0)	3 クレジットカード連携 (2006)	4 決済処理コストの低下
5	22 既存金融システムとの統 合(2011. 4)	5 生体認証技術の活用 (2005)	6 直感的な操作性

表 3. 6 技術分析軸の重要度評価の結果(学術論文)

順位	平均年	最古文献年	活発度
1	4 決済処理コストの低下 (2018. 0)	4 決済処理コストの低下 (2018)	2 モバイル決済の普及 (0. 616)
2	2 モバイル決済の普及 (2017. 7)	9 国際送金サービス(2012)	22 既存金融システムとの統 合(0. 342)
3	22 既存金融システムとの統 合(2014. 1)	6 直感的な操作性(2009)	4 決済処理コストの低下 (0. 258)
4	9 国際送金サービス (2012. 0)	3 クレジットカード連携 (2007)	9 国際送金サービス(0. 037)
5	20 多様な規制環境への対応 (2010. 7)	16 異なるプラットフォーム 間の互換性(2007)	

表 3. 7 技術分析軸の重要度評価の結果(日本国特許)

順位	平均年	最古文献年	活発度
1	2 モバイル決済の普及 (2020. 5)	2 モバイル決済の普及 (2020)	2 モバイル決済の普及 (0. 378)
2	5 生体認証技術の活用 (2015. 7)	14 Suica サービスエリア拡 大(2010)	5 生体認証技術の活用 (0. 303)
3	15 非接触データ交換 (2015. 5)	15 非接触データ交換(2007)	3 クレジットカード連携 (0. 244)
4	3 クレジットカード連携 (2014. 0)	16 異なるプラットフォーム 間の互換性(2006)	8 国際送金サービス(0. 215)
5	8 国際送金サービス (2012. 3)	3 クレジットカード連携 (2006)	15 非接触データ交換 (0. 206)

表 3. 8 技術分析軸の重要度評価の結果(米国特許)

順位	平均年	最古文献年	活発度
1	4 決済処理コストの低下 (2021. 0)	4 決済処理コストの低下 (2021)	4 決済処理コストの低下 (0. 548)
2	18 ユーザインタフェースの 複雑さ(2017. 1)	18 ユーザインタフェースの 複雑さ(2014)	18 ユーザインタフェースの 複雑さ(0. 055)
3	19 個人情報の安全な管理 (2013. 0)	19 個人情報の安全な管理 (2013)	

(2) ポストを用いた技術分析軸の重要度評価結果

① 分析の目的

サイバーセキュリティに関して、特に電子マネーに着目し、X を情報源として、電子マネーに関する各ポストを技術分野(技術分析軸)に自動分類し、ニーズ側から見た技術分析軸の重要度の評価を行う。

② 分析用データ

表 3. 9 に、分析に用いたデータの収集方法及び分析に用いた文書数を示す。

表 3. 9 電子マネーに関する分析用データ(X)

言語	期間	検索クエリ	ポスト数
日本語	2007~2023	電子マネー OR キャッシュレス決済 OR おサイフケータイ OR スマホ決済 OR スマートフォン決済 OR QR 決済 OR コード決済 OR バーコード決済 OR 非接触型決済 OR タッチ決済 OR モバイルウォレット OR デジタルウォレット OR 交通系 IC	23, 555, 456

ポストを収集する際に指定したクエリを以下に示す。

- 電子マネー：電子マネー、キャッシュレス決済、おサイフケータイ、スマホ決済、スマートフォン決済、QR 決済、コード決済、バーコード決済、非接触型決済、タッチ決済、モバイルウォレット、デジタルウォレット、交通系 IC
- ドローン：ドローン

また、分類器にかける際には全技術に対して URL 付きのポストを除き、電子マネーのポストに関して、キャンペーン系のポストが多かったため、「応募」「キャンペーン」をストップワードにし、ストップワードを含むポストを除外した。

③ 分析手順

ポストを感情推定して不安に関するものだけを抽出した後、図 3. 1 のプログラムを用いて技術分析軸(表 3. 2～3. 4)に分類し、平均年、最古文献年、活発度により、技術分析軸の重要度評価を行う。

④ 分析結果

X を用いて、平均年、最古文献年、活発度により技術分析軸の重要度を評価した結果を表 3. 10 に示す。

表 3. 10 技術分析軸の重要度評価の結果(X)

順位	平均年	最古文献年	活発度
1	22 既存金融システムとの統合(2020. 7)	22 既存金融システムとの統合(2020)	13 決済可能状態の判断(0. 879)
2	15 非接触データ交換(2019. 7)	15 非接触データ交換(2019)	8 地域活性化への貢献(0. 859)
3	2 モバイル決済の普及(2019. 4)	2 モバイル決済の普及(2017)	20 多様な規制環境への対応(0. 835)
4	3 クレジットカード連携(2019. 3)	21 ユーザと加盟店の受け入れ(2017)	9 国際送金サービス(0. 757)
5	9 国際送金サービス(2019. 3)	7 新たなビジネスモデルの創出(2016)	1 少額決済の促進(0. 723)

活発度で最も高い「13 決済可能状態の判断」「20 多様な規制環境への対応」は、表 3. 5～3. 8 には出現していない技術分析軸である。この分析軸に分類されたポストを確認したところ、使ったことがないモバイル決済アプリが公共の場で勝手に起動したというアプリの安全性に関する不安について投稿されていた。

(3) 考察

本章ではここまで、サイバーセキュリティを対象として行った評価・分析結果について記載した。具体的には、まず、関連技術の一例として電子マネーを取り上げ、学術論文、特許、新聞を情報源として技術分析軸を抽出し、重要度の評価を行った。次に、SNSを情報源とした分析と重要度の評価を行った。その結果について以下に考察する。

① 技術文書から抽出された技術分析軸について

技術文書から（手順1）で抽出された技術分析軸（表3.2～3.4）を見ると、上位階層では比較的粒度の高い観点が、下位階層では具体的なことが抽出されているが、全体としては概ね、電子マネーに関して重要な観点が抽出されていると思われる。抽出された項目の中には、「セキュリティ強化」のように**事業項目①**のサーベイで顕在ニーズとして指摘されている項目が含まれる。また、「直感的な感性」「金融システムとの相互運用性」のようにヒアリングで潜在ニーズとして指摘された項目も散見される。このことから、電子マネーに関して本手法は**事業項目①**のサーベイやヒアリングの代替的な役割を果たしていると考えられる。一方で、分析に利用したデータは1990年代の情報も含まれ、最新の技術動向のみを分析したものではない。より正確な動向把握を期待するのであれば、最新データを迅速に集めて分析に利用することが望ましい。

② 技術文書を用いた技術分析軸の重要度評価について

技術文書から抽出された技術分析軸の（手順2）による重要度評価の結果（表3.5～3.8）を見ると、3つの指標（平均年、最古文献年、活発度）による順位差は少なく、いずれの指標を用いても傾向把握は可能であると考えられる。ただし、この順位は約20年間の中で重要度が高かったことを示すものであり、最新の重要課題を示すとは限らない点は注意が必要である。日米の特許について比較すると、日本国特許では具体的な技術やサービスに関する項目が上位になっているのに対し、米国特許では抽象度の高い項目が挙げられている。また、米国特許では「ユーザインタフェースの複雑さ」が3指標いずれでも2位となっているが、日本国特許ではユーザインタフェース関連の項目は含まれていない。**事業項目①**ヒアリングで潜在ニーズとして指摘された事項が米国では既に顕在的な課題として取り組まれていることが示唆される。

③ ポストを用いた技術分析軸の重要度評価について

ポストを用いた技術分析軸の重要度評価の結果（表3.10）を見ると、3つの指標（平均年、最古文献年、活発度）によって順位が異なっている。特に活発度は他の2つの指標と比べて差が顕著である。技術文書を用いた重要度評価結果では特許や論文など客観性の高い情報源を用いたため指標による差が少ないが、ポストのように主観的な意見が情報源の場合、特に活発度に利用者の主観的な意見が反映されると考えられる。

活発度で1位となった「決済可能状態の判断」に関するポスト例から、利用者が一旦電子マネーを利用するようになると、システムトラブルで決済できない場合の不安

は大きく、トラブルの予防や代替手段の確保に対するニーズの高いことがわかる。このことから、X へのポストをはじめとする SNS データを情報源とした分析により、利用者目線からのニーズを抽出できることが示唆される。

以上から、電子マネーに関して本手法は**事業項目①**におけるアンケート調査の代替的な役割を果たしていると考えられる。また、**事業項目①**のヒアリングで聞くべき潜在ニーズに関する話題を選定するのにも使用できると考えられる。

4 食料安全保障

本章では、第2章で記述した重要度評価の方法に基づいて食料安全保障を対象に行った結果について記載し、その結果から考察する。

(1) 技術文書を用いた技術分析軸の重要度評価結果

① 分析の目的

食料安全保障に関して、特に遺伝子組換え食品に着目し、学術論文、特許、新聞記事を情報源として、遺伝子組換え食品に関する技術分野(技術分析軸)を明らかにし、技術分析軸の重要度評価(優先順位付け)を行う。

② 分析用データ

表4.1に、分析に用いたデータの収集方法及び分析に用いた文書数を示す。

表4.1 遺伝子組換え食品に関する分析用データ

文書名	期間	検索クエリ	文書数
日本国特許公開公報	1993～2023	遺伝子組	1220
米国特許	1993～2021	“genetically modified”	1724
JSTPlus(学術論文)	2001～2022	遺伝子組	24889
日刊工業新聞	2016～2020	遺伝子組	2

③ 分析手順

手順は以下のとおりである。

- (手順1) 日本国特許、米国特許、学術論文、新聞記事を用い、遺伝子組換え食品に関する技術分析軸を抽出する。
- (手順2) 手順1で抽出された技術分析軸に、日本国特許、米国特許、学術論文を分類し、平均年、最古文献年、活発度により、技術分析軸の重要度評価を行う。

④ 手順1の分析結果

手順1の結果として、表4.2～4.4に、用途、解決手段、課題それぞれに関して抽出された技術分析軸を示す。概ね、人間が見て理解ができる技術分析軸が得られた。ただし、用途、解決手段、課題の間で重複するもの、技術分析軸として不適切と考えられるものも含まれていた。そこで、それらは除外し、残った技術分析軸を用いて手順2を実施した。除外した技術分析軸は、表4.2～4.4のIDを網掛けで表示している。

表 4. 2 ChatGPT を用いた用途に関する文からの技術分析軸の抽出結果
(遺伝子組換え食品)

ID	階層 1	階層 2	階層 3	階層 4
1	農業効率性	作物の収量増加		
2	栄養価と健康	栄養強化食品	ビタミンやミネラルの強化	
3	環境持続性	農薬使用の削減	土壌と水資源の保護	
4	経済的影響	生産コストの削減	小規模農家の収入向上	
5	社会・倫理的課題	消費者の選択権	表示と透明性の必要性	

表 4. 3 ChatGPT を用いた解決手段に関する文からの技術分析軸の抽出結果
(遺伝子組換え食品)

ID	階層 1	階層 2	階層 3
6	遺伝子組換え技術	植物への応用	病害抵抗性
7	遺伝子組換え技術	動物への応用	栄養価向上
8	安全性評価	アレルギー性評価	
9	安全性評価	環境影響評価	
10	DNA 抽出・検出手法	PCR 法	定量的分析
11	DNA 抽出・検出手法	リアルタイム PCR	定性的分析
12	製品開発	加工食品向け	DNA 断片化の評価
13	規制・標準化	表示規制	遺伝子組換え表示制度
14	バイオテクノロジーの利用	食品加工	酵素活用

表 4. 4 ChatGPT を用いた課題に関する文からの技術分析軸の抽出結果
(遺伝子組換え食品)

ID	階層 1	階層 2
15	安全性	アレルギー性
16	安全性	長期的な健康影響
17	環境影響	生態系への影響
18	表示・ラベリング	消費者認識・誤解
19	表示・ラベリング	国際的な表示基準
20	規制・法規	国際貿易での衝突
21	技術的課題	遺伝子伝播のリスク
22	消費者の受容性	倫理的・社会的懸念
23	経済的影響	市場支配と特許権

⑤ ハルシネーション（幻覚）の影響

ここでハルシネーション（幻覚）の影響に関して、ChatGPT は、与えられたテキストを解析して技術分析軸を生成しているのか、テキスト情報を与えなくても、ChatGPT 自身が持っている知識だけで技術分析軸がある程度生成できてしまうのではないかと、という可能性が考えられる。そこで、テキスト情報を与えず、遺伝子組換え食品の課題について ChatGPT に技術分析軸を生成させた。結果を表 4. 5 に示す。表 4. 4 と表 4. 5 を比較すると、「環境影響(階層 1)-生態系への影響(階層 2)」は共通しているが、その他は共通点が見られなかった。なお、表 4. 5 を生成する際に用いたプロンプトで再度、技術分析軸を生成したが、表 4. 5 と同じ結果となった。

表 4. 5 テキスト情報を与えずに ChatGPT を用いて課題に関する技術分析軸を生成させた結果(遺伝子組換え食品)

階層 1	階層 2	階層 3	階層 4
健康影響	アレルギー性	長期影響	短期影響
環境影響	生態系への影響	遺伝子汚染	生物多様性
ラベリング	表示基準	消費者の理解	透明性
規制	国際基準	国内基準	適用範囲

一方で、表 4. 4 の生成に用いたプロンプトで再度、技術分析軸を生成したところ、

表 4. 6 の結果が得られた。ChatGPT には temperature (温度) というパラメータがあり、temperature=0 に設定すると、同じプロンプトを入力すれば、必ず同じ結果が得られる。一方で、temperature を指定しなければ、生成の際にランダム性が加わり、同じプロンプトを入力しても異なる結果が得られる。表 4. 6 を見ると、確かに表 4. 4 とは異なっているものの、共通項は多く、表 4. 5 よりも表 4. 4 に近い。これらの結果から、ハルシネーションの影響は全くないと断定はできないものの、ChatGPT はテキストの内容を解釈した上で技術分析軸を生成していると考えerのほうが自然である。むしろ、テキスト情報を全く与えなくても表 4. 5 に示すように、妥当と思われる技術分析軸を出力できることから、ChatGPT はある程度の常識を備えており、その上で与えられたテキストを解釈して技術分析軸を生成するので、「人間の目から見て、極端に的外れな技術分析軸が出力される可能性は低い」と好意的に捉えることができる。

表 4. 6 ChatGPT を用いた課題に関する文からの技術分析軸の抽出結果(2回目)
(遺伝子組換え食品)

階層 1	階層 2	階層 3
安全性	アレルギー性	
安全性	毒性	
環境影響	生態系への影響	
表示・ラベリング	表示義務	国際基準
表示・ラベリング	消費者の理解	
生産性	収量	
生産性	コスト	
倫理的側面	自然への介入	
技術進歩	検出・分析技術	

⑥ 情報源の違いが技術分析軸の生成に与える影響

表 4. 2～4. 4 では、学術論文、日本国特許、米国特許、新聞記事(用途のみ)をすべて用いて技術分析軸の抽出を行った結果を示している。ここでは、情報源によって、生成される技術分析軸にどのような影響があるか考察する。

表 4. 7～4. 9 は、日本国特許、米国特許、学術論文をそれぞれ単独で用いて技術分析軸を抽出した結果を示している。今回は米国特許を検索する際の検索クエリが限定的で十分な数の特許が検索できなかったため、米国特許が扱う範囲が限定的あることは否定できないが、表 4. 7 と 4. 8 を比べると、同じ特許でも日本国と米国では、技術分析軸がかなり異なることがわかる。この理由のひとつは、日本は稲作が農業の

中心であるのに対し、米国は大豆、小麦、とうもろこしなどの生産及び輸出が多いという違いによるものであると思われる。

表 4. 7、4. 8 と 4. 9 を比べると、さらに大きな違いがある。表 4. 9 を見ると、「表示と規制(階層 1)-法規制と表示義務(階層 2)」や「消費者認知(階層 1)-消費者意識調査(階層 2)」のように、特許ではまず見られないようなトピックが技術分析軸に出現している。今回の分析に用いた学術論文は国立研究開発法人科学技術振興機構から提供を受けたものであり、基本的には科学技術系の論文が中心であるが、それでも特許と論文から生成される技術分析軸の間に顕著な違いがある。このようにジャンル(特許/学術論文)や国(言語)の違いの影響は非常に大きいため、今後は、例えば Google Patents Public Datasets や Web of Science のような網羅的なデータベースの利用が不可欠になると考えられる。

表 4. 7 ChatGPT を用いた解決手段に関する文からの技術分析軸の抽出結果
(日本国特許)(遺伝子組換え食品)

階層 1	階層 2	階層 3	階層 4
遺伝子工学技術	遺伝子導入方法	アグロバクテリウム法	植物細胞への導入
遺伝子工学技術	遺伝子編集技術	CRISPR/Cas9	ゲノム編集
検出方法	PCR 法	定量 PCR	遺伝子発現量測定
検出方法	マーカー検出	特異的マーカー	遺伝子組換え判定
応用分野	食品加工	耐熱性向上	レトルト食品
安全性評価	毒性試験	長期毒性	動物試験

表 4. 8 ChatGPT を用いた解決手段に関する文からの技術分析軸の抽出結果(米国特許)
(遺伝子組換え食品)

階層 1	階層 2	階層 3	階層 4
食品組成	牛肉と鶏肉の組み合わせ	組成物の比率	5-95% 牛肉, 95%-5% 鶏肉
栄養価向上と病气予防	機械的プロセスによる栄養保存	低温度処理	栄養と薬効成分の保持
核酸抽出・分析方法	生物学的サンプルからの抽出	PCR による分析	GMO・アレルゲン・病原体の検出

表 4. 9 ChatGPT を用いた解決手段に関する文からの技術分析軸の抽出結果(学術論文)
(遺伝子組換え食品)

階層 1	階層 2	階層 3	階層 4
栄養価向上	健康食品開発	機能性食品	イソフラボン含有食品
食品加工技術	加工技術の革新	非熱加工法	エキス抽出
安全性評価	毒性とアレルギー性評価	in vitro 試験	アレルギー性試験
表示と規制	法規制と表示義務	JAS 法等による表示	遺伝子組換え表示
抽出と検出方法	DNA 抽出技術	PCR 法	多重 PCR 法
消費者認知	消費者意識調査	世論調査	消費者意識の変化

⑦ 手順 2 の分析結果

手順 2 として、表 4. 2～4. 4 の技術分析軸に日本国特許、米国特許、学術論文を自動分類する手法を前述のとおり 2 種類検討した。第一の方法において、ChatGPT に技術分析軸と分類対象となる文献をプロンプトとして与え、各文献のカテゴリを ChatGPT に出力させたが、時間をかけてプロンプトを試行錯誤したにもかかわらず、電子マネーの分析と同様、満足のいく分類結果が得られなかった。そこで、第二の方法として、ChatGPT に技術分析軸のみを与え、技術分析軸に文献を自動分類するためのプログラムを自動生成させ、その結果を見て修正した。図 4. 1 及び図 4. 2 に Perl で作成した分類プログラムの一部を示す。

```

if($sent=~/(収量|収穫).?*増加/) {$viewpoint_each[0]=1;}
if($sent=~/(栄養|ビタミン|ミネラル)/) {$viewpoint_each[1]=1;}
if($sent=~/(農薬.*?(削|減)/) {$viewpoint_each[2]=1;}
if($sent=~/(生産コスト.*?(削|減)/ || $sent=~/(農家|生産者|農業).?*収
入.*?(上)/) {$viewpoint_each[3]=1;}
if($sent=~/(病害)/) {$viewpoint_each[5]=1;}
if($sent=~/(アレルギー|アレルゲン)/ && $sent=~/(試験|評価|検
査)/) {$viewpoint_each[7]=1;}
if($sent=~/(環境/ && $sent=~/(安全|影響)/) {$viewpoint_each[8]=1;}
if($sent=~/(PCR/ && $sent=~/(分析|検出)/) {$viewpoint_each[9]=1;}
if($sent=~/(表示|ラベリング)/ && $sent=~/(規制|制度|基準)/) {$viewpoint_each[12]=1;}
if($sent=~/(酵素)/) {$viewpoint_each[13]=1;}
if($sent=~/(安全/ && $sent=~/(健康)/) {$viewpoint_each[15]=1;}
if($sent=~/(生態.*?影響)/) {$viewpoint_each[16]=1;}
if($sent=~/(規制|法)/ && $sent=~/(貿易)/) {$viewpoint_each[19]=1;}
if($sent=~/(伝搬|拡散)/) {$viewpoint_each[20]=1;}
if($sent=~/(受容性|倫理)/) {$viewpoint_each[21]=1;}
if($sent=~/(市場.*?支配)/) {$viewpoint_each[22]=1;}

```

図4.1 ChatGPTにより生成した文書分類プログラム
(人手による修正有り) (遺伝子組換え食品)

```

if ($sent =~ /(micro-payment|small transaction)/i) {$viewpoint_each[0] = 1;}
if ($sent =~ /mobile payment/i) {$viewpoint_each[1] = 1;}
if ($sent =~ /credit card.*integration/i) {$viewpoint_each[2] = 1;}
if ($sent =~ /cost.*reduction/i) {$viewpoint_each[3] = 1;}
if ($sent =~ /biometric authentication/i) {$viewpoint_each[4] = 1;}
if ($sent =~ /usability/i) {$viewpoint_each[5] = 1;}
if ($sent =~ /business model/i) {$viewpoint_each[6] = 1;}
if ($sent =~ /public transport/i || $sent =~ /regional.*revitalization/i)
    {$viewpoint_each[7] = 1;}
if ($sent =~ /international remittance/i || $sent =~ /Philippines/i)
    {$viewpoint_each[8] = 1;}

if ($sent =~ /IC card/i || $sent =~ /payment.*status/i) {$viewpoint_each[12] = 1;}
if ($sent =~ /Suica/ && $sent =~ /area/i) {$viewpoint_each[13] = 1;}
if ($sent =~ /Felica/ && $sent =~ /contactless/i) {$viewpoint_each[14] = 1;}
if ($sent =~ /compatibility/ && $sent =~ /contactless/i) {$viewpoint_each[15] = 1;}
if ($sent =~ /fraudulent use/i) {$viewpoint_each[16] = 1;}
if ($sent =~ /interface/i) {$viewpoint_each[17] = 1;}
if ($sent =~ /(privacy|personal information)/i) {$viewpoint_each[18] = 1;}
if ($sent =~ /regulation/i) {$viewpoint_each[19] = 1;}
if ($sent =~ /adoption/i && $sent =~ /membership/i) {$viewpoint_each[20] = 1;}
if ($sent =~ /financial system/i) {$viewpoint_each[21] = 1;}

```

図 4. 2 ChatGPT により生成した英語テキスト用文書分類プログラム
(人手による修正有り) (遺伝子組換え食品)

図 4. 1 のプログラムを用いて、学術論文、日本国特許を、図 4. 2 のプログラムを用いて米国特許を分類した。この分類結果を用いて、平均年、最古文献年、活発度により技術分析軸の重要度を評価した。表 4. 10～4. 13 に全種類の文献を使った重要度（優先順位）、学術論文のみ、日本国特許のみ、米国特許のみを使った場合の結果を示す。

表 4.10 技術分析軸の重要度評価の結果(学術論文、日本国特許、米国特許)

順位	平均年	最古文献年	活発度
1	1 作物の収量増加(2013.9)	4 小規模農家の収入向上(2002)	1 作物の収量増加(0.594)
2	4 小規模農家の収入向上(2013.8)	3 土壌と水資源の保護 2001	2 ビタミンやミネラルの強化(0.051)
3	22 倫理・社会的懸念(2012.4)	10 定量的分析(2002)	3 土壌と水資源の保護(0.036)
4	3 土壌と水資源の保護(2011.7)	13 表示制度(2001)	4 小規模農家の収入向上(0.033)
5	2 ビタミンやミネラルの強化(2011.5)	16 長期的な健康影響(2001)	6 病害抵抗性(0.001)

表 4.11 技術分析軸の重要度評価の結果(学術論文)

順位	平均年	最古文献年	活発度
1	1 作物の収量増加(2013.8)	4 小規模農家の収入向上(2002)	1 作物の収量増加(0.597)
2	4 小規模農家の収入向上(2013.5)	1 作物の収量増加(2001)	4 小規模農家の収入向上(0.411)
3	22 倫理・社会的懸念(2012.4)	2 ビタミンやミネラルの強化(2001)	22 倫理・社会的懸念(0.268)
4	3 土壌と水資源の保護(2011.8)	3 土壌と水資源の保護(2001)	3 土壌と水資源の保護(0.088)
5	17 生態系への影響(2011.5)	6 病害抵抗性(2001)	17 生態系への影響(0.000)

表 4.12 技術分析軸の重要度評価の結果(日本国特許)

順位	平均年	最古文献年	活発度
1	20 国際貿易での衝突(2023.0)	20 国際貿易での衝突(2023)	2 ビタミンやミネラルの強化(0.452)
2	4 小規模農家の収入向上(2018.3)	4 小規模農家の収入向上(2015)	9 環境影響評価(0.417)
3	16 長期的な健康影響(2013.6)	22 倫理・社会的懸念(2011)	16 長期的な健康影響(0.336)
4	13 表示制度(2012.5)	10 定量的分析(2003)	21 遺伝子伝搬のリスク(0.320)
5	9 環境影響評価(2012.4)	13 表示制度(2002)	20 国際貿易での衝突(0.306)

表 4.13 技術分析軸の重要度評価の結果(米国特許)

順位	平均年	最古文献年	活発度
1	9 環境影響評価(2021.0)	9 環境影響評価(2021)	6 病害抵抗性(0.761)
2	6 病害抵抗性(2018.0)	10 定量的分析(2015)	9 環境影響評価(0.548)
3	1 作物の収量増加(2017.5)	1 作物の収量増加(2014)	1 作物の収量増加(0.274)
4	2 ビタミンやミネラルの強化(2017.3)	2 ビタミンやミネラルの強化(2014)	2 ビタミンやミネラルの強化(0.158)
5	3 土壌と水資源の保護(2016.8)	6 病害抵抗性(2013)	

(2) ポストを用いた技術分析軸の重要度評価結果

① 分析の目的

食料安全保障に関して、特に遺伝子組換え食品に着目し、X を情報源として、遺伝子組換え食品に関する各ポストを技術分野(技術分析軸)に自動分類し、ニーズ側から見た技術分析軸の重要度評価を行う。

② 分析用データ

表 4.14 に、分析に用いたデータの収集方法及び分析に用いた文書数を示す。

表 4.14 遺伝子組換えに関する分析用データ(X)

言語	期間	検索クエリ	ポスト数
日本語	2007~2023	遺伝子組	92,297
英語	2007~2023	"gene recombination" OR "genetic transformation" OR "genetically modified"	2,091,850

③ 分析手順

ポストを感情推定して不安に関するものだけを抽出した後、図 4.1 のプログラムを用いて技術分析軸(表 4.2~4.4)に分類し、平均年、最古文献年、活発度により、技術分析軸の重要度評価を行う。

④ 分析結果

日本語及び英語で記述されたポストを用いて、平均年、最古文献年、活発度により技術分析軸の重要度を評価した結果を表 4.15 と表 4.16 にそれぞれ示す。

表 4. 15 技術分析軸の重要度評価の結果(X) (日本語)

順位	平均年	最古文献年	活発度
1	8 アレルゲン性評価 (2023. 0)	8 アレルゲン性評価 (2023)	9 環境影響評価 (0. 579)
2	20 国際貿易での衝突 (2023. 0)	20 国際貿易での衝突 (2023)	16 長期的な健康影響 (0. 477)
3	17 生態系への影響 (2023. 0)	17 生態系への影響 (2021)	13 表示制度 (0. 467)
4	13 表示制度 (2022. 9)	16 長期的な健康影響 (2019)	17 生態系への影響 (0. 466)
5	21 遺伝子伝搬のリスク (2021. 7)	13 表示制度 (2017)	14 酵素活用 (0. 464)

表 4. 16 技術分析軸の重要度評価の結果(X) (英語)

順位	平均年	最古文献年	活発度
1	10 定量的分析 (2021. 0)	10 定量的分析 (2021)	6 病害抵抗性 (0. 885)
2	3 土壌と水資源の保護 (2019. 7)	3 土壌と水資源の保護 (2015)	21 遺伝子伝搬のリスク (0. 761)
3	6 病害抵抗性 (2019. 3)	8 アレルゲン性評価 (2013)	3 土壌と水資源の保護 (0. 485)
4	21 遺伝子伝搬のリスク (2018. 4)	20 国際貿易での衝突 (2013)	13 表示制度 (0. 418)
5	13 表示制度 (20182)	14 酵素活用 (2012)	8 アレルゲン性評価 (0. 314)

遺伝子組換え食品について、社会情勢の側面から考察する。日本では、遺伝子組換え食品の表示ルールに基づく措置について、様々な議論を経て2001年4月からJAS法及び食品衛生法により実施されている。この法律によれば、表示義務の対象となる農作物は大豆、とうもろこし、ばれいしょ、菜種、綿実、アルファルファ、てん菜の7品目であり、これらを原材料として使う場合には「大豆(遺伝子組換え)」のように表示しなければならない。一方、かつて、アメリカにはこのような表示義務はなかった。2010年からアメリカはTPPに参加しており、2011年以降、TPP関連の日本語ポスト数が急増した(図4. 3)。この中には、アメリカのTPP参加により、日本国内で遺伝子組換えの表示がない食品が増えるのではないかと食の不安に関するポストも数多く含まれていた。このような事情もあり、「13. 表示制度」に関する日本国民の関心は高く、表4. 15の活発度を見てもわかるように、第3位に入っている。

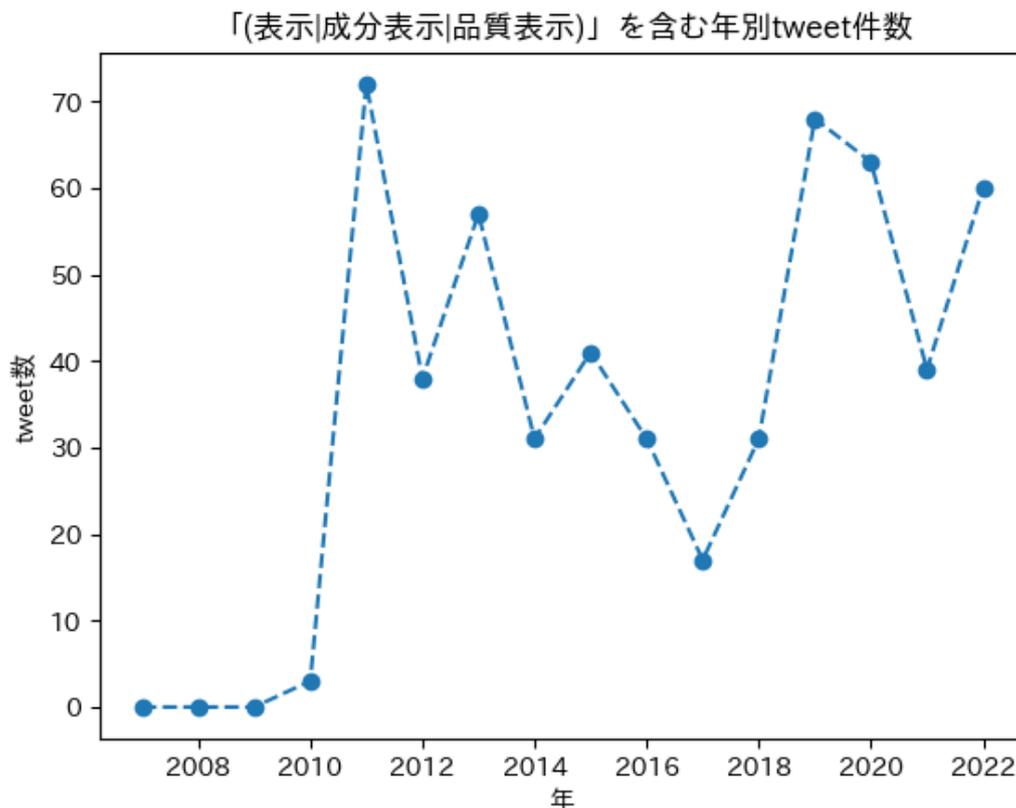


図 4. 3 食品表示に関する日本語の不安 tweet（現ポスト）数の推移
（遺伝子組換え食品）

一方で、アメリカでは、2016年7月に「全米遺伝子工学食品情報開示法」が成立し、2022年1月より遺伝子組換え食品の表示が義務付けられており、2022年1月以降の英文で記述されたポストを見ると、投稿内容が変化していることが確認できる。

このように、ポストを分析すると、特許や論文などを対象として分析するだけでは見えない社会情勢などが技術分析軸の重要度評価に影響を与えることがわかる。技術の重要度を測る上で、リスクマネジメントは重要であり、ポストの利用により、少なくとも遺伝子組換え食品に関してはリスクを自動検出できることが今回の分析から確認された。

(3) 考察

本章ではここまで、食料安全保障を対象として行った評価・分析結果について記載した。具体的には、まず、食料安全保障に資する関連技術の一例として遺伝子組換え食品を取り上げ、学術論文、特許、新聞を情報源として技術分析軸を抽出し、重要度の評価を行った。次に、SNSを情報源とした分析と重要度の評価を行った。その結果について以下に考察する。

① 技術文書から抽出された技術分析軸について

技術文書から（手順1）で抽出された技術分析軸（表4.2～4.4）を見ると、概ね、人が見て理解できる観点が抽出されていると思われる。上位階層では「農業効率性」や「安全性」といった粒度の粗い観点が、下位階層では「ビタミンやミネラルの強化」「DNA断片化の評価」といった粒度の小さな観点が抽出されている。上位階層では用途、解決手段、課題の結果で重複するものが多いが、下位階層では具体的な項目が多いため3つの表で異なるものが多くなっている。

用途に関する技術分析軸の抽出結果の中には、「土壌と水資源の保護」が含まれている。事業項目①のサーベイで顕在ニーズとして指摘された項目には「水問題」が含まれているように、食料生産においては水資源の確保は重要な顕在ニーズである。用途の技術分析軸抽出結果には、顕在ニーズとして指摘された項目が散見される。また、解決手段、課題に関する技術分析軸抽出では「安全性」に関する項目が多く抽出されている。課題についての下位階層では「アレルギー性」「倫理的・社会的懸念」など不安や拒否感を示唆する観点も抽出されている。安全性やアレルギーの解明については事業項目①のヒアリングで指摘された潜在ニーズや、アンケート調査結果で食品技術に関して消費者は拒否感を示す傾向にあった点と合致している。このことから、遺伝子組換え食品について本手法は、事業項目①のサーベイやヒアリング、アンケートの代替的な役割を果たしていると考えられる。

② 情報源の違いが技術分析軸抽出に与える影響について

日本国特許、米国特許、学術論文という情報源ごとに単独で技術分析軸を抽出した結果（表4.7～4.9）を見ると、遺伝子組換え食品では日米で傾向が大きくことなっている。一方、前章で扱った電子マネーでは情報源による違いはそれほど大きくなかった。農業生産の状況や自給率、食品に関する安全基準や考え方は国によって差が大きく、情報技術は比較的国際的な差が少ないためであると考えられる。したがって、遺伝子組換え食品のように国による差異が大きな対象を分析する場合には、情報源についても留意する必要がある。

③ 技術文書を用いた技術分析軸の重要度評価について

技術文書から抽出された技術分析軸の（手順2）による重要度評価の結果（表4.10～4.13）を見ると、米国特許では3つの指標（平均年、最古文献年、活発度）による順位差はほとんどないのに対し、学術論文及び日本国特許では順位や項目が異なる傾向にある。日本国内の情報源に関する分析結果の活発度の欄を見ると、「倫理・社会的懸念」「長期的な健康影響」「遺伝子伝搬のリスク」といった人々の不安感情に関係する項目が多く抽出されている。一方、米国特許ではそれらの項目は見当たらない。このことから、遺伝子組換え食品について日本国内ではまだ不安感や拒否感が大きく、特許や論文でもそれに対する記載が活発であると示唆される。

④ ポストを用いた技術分析軸の重要度評価について

ポストを用いた技術分析軸の重要度評価の結果（表 4.15～4.16）を見ると、日本語・英語ともにポスト分析では3つの指標（平均年、最古文献年、活発度）によって順位が異なっている。また、日本語と英語による差も大きい。特に活発度は他の2つの指標と比べて差が顕著であり、日本語・英語で項目が全く異なる。ポストのように主観的な意見が情報源の場合、特に活発度に利用者の主観的な意見が反映される傾向にある。日本では 2000 年代になって食品衛生法遺伝子組換え食品の表示ルールに関する法整備が進んだため SNS でも話題が活発になったと考えられる。表示が話題になるのは食品に対する不安感の表れと推察され、ポストの重要度評価結果からも活発度は人々の心理的な側面からの評価指標として利用できる可能性が示唆される。

以上のことから、遺伝子組換え食品に関して本手法は**事業項目①**におけるアンケート調査の代替的な役割を果たしていると考えられる。また、**事業項目①**のヒアリングで聞くべき潜在ニーズに関する話題を選定するのに使用できると考えられる。

5 まとめ

本報告書では、自然言語処理技術を用いて経済安全保障に関する技術・政策のサーベイ、ヒアリングやアンケートを効率化するための手法を提案した。具体的には、技術に関する情報源から自動的に技術を評価するための観点（技術分析軸）を抽出し、その観点に基づいて技術ニーズの優先順位付けを行うシステムを開発した。そして、サイバーセキュリティに関する技術例として電子マネー、食料安全保障に関する技術例として遺伝子組換え食品を取り上げて技術分析軸の抽出や重要度評価（優先順位付け）を行った。

● 抽出された技術分析軸・重要度評価結果について

技術分析軸として抽出された項目を見ると、サイバーセキュリティ、食料安全保障ともに事業項目①の顕在ニーズや潜在ニーズとオーバーラップしていることが見出された。特に、X へのポスト分析や、遺伝子組換え食品に関する日本国特許分析では、活発度を指標として潜在ニーズや人々の心理（特に不安感や拒否感）に関する項目が抽出された。これらの結果から、本提案手法を用いて顕在ニーズや潜在ニーズを抽出できる可能性があること、特に活発度を指標とした優先順位付けでは、潜在ニーズや利用者の社会受容性に関する感情を把握できる可能性があることが見出された。

ただし、事業項目①では顕在ニーズとして挙げられた「人材育成」や、潜在ニーズとして指摘された「全体のシステム連携」といった、技術に直接関係するというよりむしろ社会全体に関係するようなことは抽出できなかった。今回の分析では論文や特許など対象技術に直接関係することだけが書かれた文書を情報源としたため、ある意味当然の結果であると考えられる。本提案手法による技術分析軸の抽出と重要度評価を直接政策決定の判断材料とするよりも、人が判断する際の材料として用いることが望ましい。

● 調査・分析を効率化する手法としての適用可能性

事業項目①では国内需要動向調査を実施したが、サーベイ、ヒアリング、アンケートによる調査方法は労力と時間を要するのが一般的である。技術の進展は日進月歩であり、時間をかけて調査・分析してニーズを抽出した頃には、別の新たな課題が生じてしまうことになりかねない。そのため、迅速に調査・分析して優先度の高いニーズや課題を抽出する手法が求められる。本提案手法はそのための一つの手段になりえる。もちろん完璧でなく不適切な項目が抽出される場合や、逆に重要な項目が抽出できない場合も往々にして考えられる。しかしながら、広範な領域のサーベイを行わずにある程度の領域把握が行え、抽出された項目を専門家に見せれば潜在ニーズへの気づきにつながる可能性もある。また、アンケートで調査すべき項目選定への参考材料としても利用可能である。調査分析に間をかけて完璧な答えを求めるのは現実的でなく、いかにスピード化するかが重要である。本提案手法はサーベイの代替手段として、あるいはヒアリングやアンケートの効率化を図る手段として利用すると有意義であると期待される。

- 提案手法を用いた新たな調査・分析フレームワーク

政策ニーズや技術シーズの調査・分析は労力と時間のかかる仕事であり、技術革新や環境変化のスピードが速い現在では、調査し終わった頃には陳腐化してしまう可能性も否定できない。

また、調査・分析によって得られた観点をもとに本提案手法で優先順位付けをすることも可能であるが、自然言語処理技術による本提案手法はビッグデータを解析するのに適した手法であり、人手によって整理された少量のリッチなデータを解析するのは向いていない。上述のように、提案手法を用いて分析した結果をもとに専門家にレビューしてもらう利用法の方が妥当である。したがって、図5.1に示すように、本提案手法による情報源分析と重要度の高い技術分析軸の抽出から出発し、その後ヒアリングやアンケート、補足サーベイなどを効率よく行う調査・分析フレームワークが好適だと考えられる。なお参考のため、今回の提案システムの概要（図2.8）を再掲する。

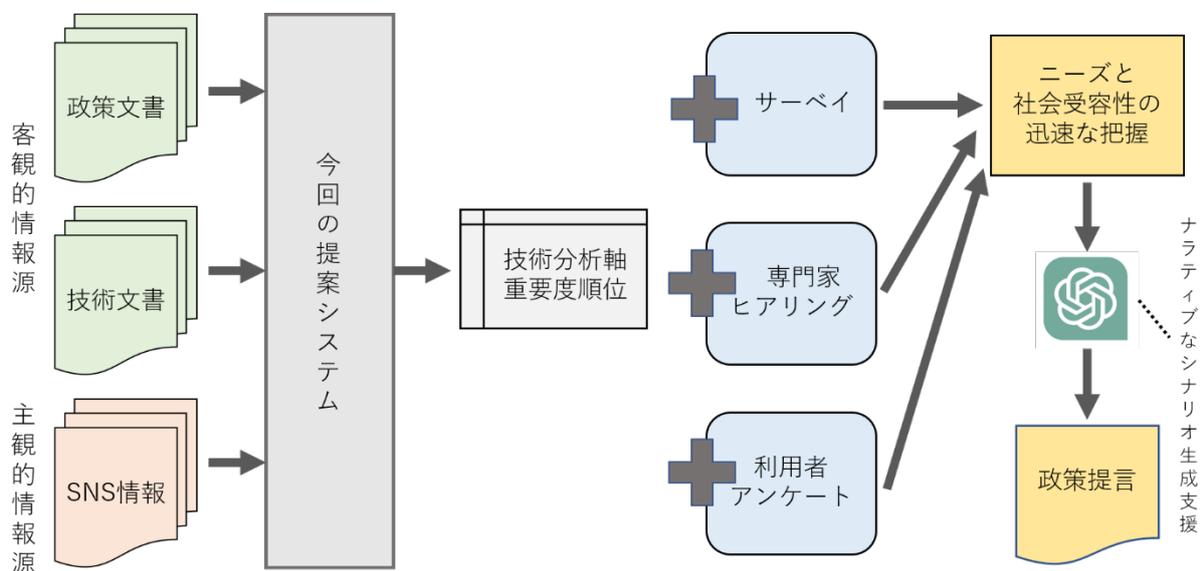


図5.1 本提案手法を用いた調査・分析フレームワークの効率化

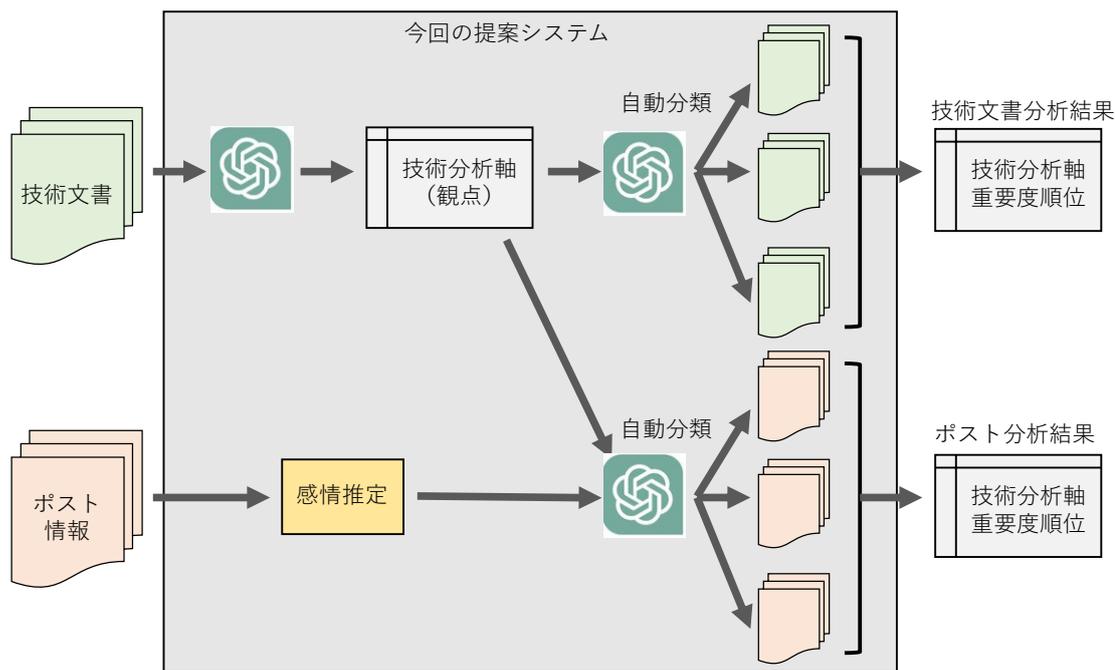


図 2. 8 本報告の重要度評価手法の概要（再掲）

● 今後の課題

本報告書では、論文や特許といった既出情報を主たる情報源として分析を試みた。既出情報は過去のデータであり、自然言語処理を含む AI 技術は一般的に内挿的な推測は得意だが外挿すなわち予測は苦手である。技術の進展スピードの速さを考えると、将来起こりうる予測の観点を含めて分析する必要がある。SNS のように玉石混交だが新奇な情報や人々の本音が含まれている情報源を分析対象とすることにより、予測的な観点をいち早く発見できる可能性もあるが、適切な検出方法については今後の課題である。

また、本提案手法では、分析結果は単語レベルであり、解釈する側に知識やノウハウを要する。データ分析者が利用するには適用可能であるが、実際の利用を考えると、政策ニーズをわかりやすくナラティブな形で表現することが望ましい。最新の自然言語処理技術を用いてナラティブな説明文を生成することも、今後検討すべき課題である。

<参考文献>

- [2.1.1] 中橋光, 難波英嗣, 竹澤寿幸: SNS を用いた迅速な論文の重要度の評価, 第7回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム(DEIM Forum 2015), 2015.
- [2.1.2] Garfield, E.: Citation Indexes for Science: A New Dimension in Documentation Thought the Association of Ideas”, Science, No.122, pp.108-111, 1955.
- [2.1.3] Yogatama, D., Heilman, M., O’Connor, B. and Dyer, C.: Predicting a Scientific Community’s Response to an Article, Proceedings of the 2011 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing, pp.594-604, 2011.
- [2.1.4] Vaughan, L. and Shaw, D.: Web Citation Data for Impact Assessment: A Comparison of Four Science Disciplines, Journal of the American Society for Information Science and Technology, Vol.56, Issue 10, pp.1075-1087, 2005.
- [2.1.5] Kousha, K. and Thelwall M.: Google Scholar Citations and Google Web/URL Citations: A Multi-Discipline Exploratory Analysis, Journal of the American Society for Information Science and Technology, Vol. 58, Issue 7, pp. 1055-1065, 2007.
- [2.1.6] Eysenbach, G.: Can Tweets Predict Citations? Metrics of Social Impact Based on Twitter and Correlation with Traditional Metrics of Scientific Impact, Journal of Medical Internet Research, Vol.13, No.4, 2011.
- [2.1.7] Weller, K., Dröge, E. and Puschmann, C.: Citation Analysis in Twitter: Approaches for Defining and Measuring Information Flows within Tweets during Scientific Conferences, Proceedings of the ESW2011 Workshop on Making Sense of Microposts, pp.1-12, 2011.
- [2.1.8] 坂東慶太: Altmetrics の可能性: ソーシャルメディアを活用した研究評価指標, 情報管理, Vol.55, No.9, pp.638-646, 2012.
- [2.1.9] 吉田光男: 計量書誌学の新たな挑戦 —国産オルトメトリクス計測サービスの開発—, 情報の科学と技術, Vol.64, No.12, pp.501-507, 2014.
- [2.1.10] Zahedi, Z., Costas, R. and Wouters, P.: How well Developed are Altmetrics? A Cross-Disciplinary Analysis of the Presence of ‘Alternative Metrics’ in Scientific Publications, Journal of the American Society for Information Science and Technology, Vol.58, Issue7, pp.1055-1065, 2007.
- [2.1.11] 難波英嗣: 特許出願技術動向調査報告書の自動更新に向けて, 2020年度人工知能学会全国大会, 2020.
- [2.1.12] Nanba, H., Fujii, A., Iwayama, M., and Hashimoto, T.: Overview of the Patent Mining Task at the NTCIR-8 Workshop, Proceedings of the 8th NTCIR Workshop Meeting on Evaluation of Information Access Technologies: Information Retrieval, Question Answering and Cross-lingual Information Access, pp.293-

302, 2010.

- [2.1.13] 酒井浩之, 野中尋史, 増山繁: 特許明細書からの技術課題情報の抽出, 人工知能学会論文誌, Vol. 24, No. 6, pp. 531-540, 2009.
- [2.1.14] Hashimoto, H., Shinoda, K., Yokono, H., and Aizawa, A.: Automatic Generation of Review Matrices as Multi-document Summarization of Scientific Papers, Proceedings of BIRNDL'17: Bibliometric-enhanced IR and NLP for Digital Libraries, Workshop at SIGIR 2017, 2017.
- [2.1.15] Hou, Y., Jochim, C., Gleize, M., Bonin, F., and Ganguly, D.: Identification of Tasks, Datasets, Evaluation Metrics, and Numeric Scores for Scientific Leaderboards Construction, Proceedings of the 57th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics, pp. 5203-5213, 2019.
- [2.2.1] 増田考平, 橋本孝幸, 森山悟士, 守田佳史, 小松克伊, 三木則尚: 架橋カーボンナノチューブ上の超伝導 NbN ナノワイヤにおける位相スリップ, 日本物理学会第 70 回年次大会, pp. 1389, 2015.
- [2.2.2] 日刊工業新聞: 慶大など、超電導ナノワイヤで特異現象 - 量子デバイス開発に道(2016年6月8日), 2016.
- [2.2.3] 加藤裕太, 福田悟志, 難波英嗣: 新聞記事からの新技術の用途情報の抽出, 情報処理学会第 86 回全国大会, 2024.
- [2.2.4] Kajiwar, T. Chu, C., Takemura, N., Nakashima, Y., and Nagahara, H.: WRIME: A New Dataset for Emotional Intensity Estimation with Subjective and Objective Annotations, Proceedings of the 2021 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies, 2021.
- [2.2.5] Plutchik, R.: A General Psychoevolutionary Theory of Emotion, Theories of Emotion, Vol. 1, pp. 3-31, 1980.
- [2.2.6] Wang, L., Yang, N., Huang, X., Jiao, B., Yang, L., Jiang, D., Majumder, R., and Wei, R.: Text Embeddings by Weakly-Supervised Contrastive Pre-training, arXiv:2212.03533 [cs.CL], 2022.