

# Search as Learning with Chatbot: ウェブ検索におけるトピック理解への 内省を促す問いかけボット

奥瀬 雄哉<sup>1</sup> 山本 祐輔<sup>2</sup>

本稿では、あるテーマについてウェブ検索を行いながら意見形成を行うユーザに、テーマについてのより深い理解を促す問いかけを行うチャットボットを提案する<sup>1</sup>。提案するチャットボット（以下、問いかけボット）は、ウェブ検索エンジンに埋め込む形で利用する。問いかけボットは、ユーザが意見形成に必要な様々な観点のうち、ある観点についてのウェブ検索を行っている判定したタイミングで、その観点について内省を促すための問いかけ文を提示する。意見形成のテーマについて調査が不足している場合、ウェブ検索が不足している観点についての問いかけ文や、ウェブ検索中の観点に対するより深い理解を促すための問いかけ文を提示する。ウェブ検索状況に応じた問いかけ文の提示により、テーマに関する深い理解に基づいた意見形成を支援する。クラウドソーシングを用いたユーザ実験の結果、問いかけボットが埋め込まれた提案システムを使用したユーザは、検索トピックについての理解を深めるために、より時間をかけてウェブ検索を行い、様々なクエリを発行し、より多くのウェブページを閲覧する傾向にあった。

## 1 はじめに

今日、ウェブ検索エンジンは単なる調べ物だけでなく、学習や意見形成のためにも利用されている。ある事柄を理解するために行われる情報検索は、Search as Learning（学習のための情報検索）として概念化されている [17]。学習のための情報検索では、学習テーマに関する深い理解を得るために、探索的かつ反復的に複数の文書にアクセスすることが求められる [18]。

意見形成のための情報検索は、学習のための情報検索の一種と見なせる。説得力のある意見を形成するためには、テーマについての深い理解に加え、妥当な根拠が必要となる。それゆえ、意見形成のためのウェブ検索を行う際には、ウェブページの比較や裏付けとなる情報の確認を行い、意見を支える根拠の質を担保する必要がある [9, 22, 23]。

しかし、説得力の高い意見を形成するために、幅広いかつ批判的な視点でウェブ検索を行うことは容易ではない。一般に、ウェブ検索は単独で行うことがほとんどである。自身の情報探索行動やその結果についてフィードバックをもらう機会はほとんどない。そのため、情報を集めたくても調べるべき観点が分からず、

情報探索を諦めてしまうユーザも少なくない [12]。また、調べるべき観点を見落とし、先入観に基づいた偏った情報検索をしてしまう可能性もある。結果として、テーマとその周辺情報を十分に理解せず、偏った情報や誤った情報に基づく根拠に乏しい意見を形成してしまう恐れがある。

ウェブ検索行動における知識習得を狙った既存研究として、検索トピックの各サブトピックに関するページ閲覧の程度をゲージの増減でフィードバックするウェブ検索インターフェースが提案されている [4, 16]。しかし、上記検索インターフェースを用いた場合、ユーザは様々なサブトピックについて網羅的にウェブ検索を行うがゲージを上げることが目的となってしまう、知識習得に有意な影響を与えないことが明らかになっている。このことから、網羅的なウェブ検索を行うことがユーザの目的となってしまうようなウェブ検索インターフェースは、ユーザのウェブ検索を通した知識習得に貢献するわけではないと考えられる。

本稿では、ウェブ検索を通して意見形成を行う際、ユーザが能動的なウェブ検索を行い意見形成に必要な知識を習得した状態で意見形成を行うための問いかけ文提示インタラクションを提案する。横田らは、学びは問いから始まり、問いかけの解決への希求が学習者の目的となり、学びへの原動力になると述べている [24]。また、学習者は、自身の理解度を過信する傾向があり、ある概念について理解していると感じた場合、学習を怠ってしまうことがある。このようなケースでは、学習者を、学習中のトピックの学習に集中させるような問いかけを行うことで、能動的かつ効果的な学習活動を引き出すことができるとされている [15]。この知見を踏まえて、本研究では、ウェブ検索中のユーザに対して、ウェブ検索中のトピック理解への内省を促し、意見形成に必要な知識を獲得、整理するためのウェブ検索を支援する、問いかけ文の提示を行う問いかけボットを設計する。

提案システムは、ウェブ検索サイト上で動作する問いかけボットとして設計されている。図 1 は、提案システムの振る舞いを示している。提案システムのプロトタイプは、問いかけインタラクションを行うチャットエリアと、ユーザがウェブ検索を通して形成した意見を入力する意見形成エリアから構成される。問いかけボットによる問いかけインタラクションは、検索結果画面右側にてチャット形式で行われる。問いかけの種類とタイミングは 2 種類ある。1 つ目は、ユーザが意見形成のテーマに関してある観点についてのウェブ検索を行っている際の提示である。問いかけボットはその観点についての理解を深めるための問いかけ文を提示する。例えば、「TPP (Trans-Pacific Partnership : 環太平洋パートナーシップ) について賛成か反対か」というトピックについて意見形成を行う場合を考える。この場合、ユーザが TPP のメリットについてウェブ検索を行っているとき、提案システムは、「TPP のメリットとデメリットは何ですか？」という問いかけ文を提示し、デメリットを意識しながら TPP のメリットを考えることを促す。もう 1 つの問いかけタイミングは、ユーザが意見形成エリアにて自身の意見を記述している際の提示である。意見形成に必要な観点のうち、ウェブ検索による調査が不足している観点を推定し、その観点についての問いかけ文の提示を行う。例えば、TPP についてのレポートを書くためにウェブ検索をして

<sup>1</sup> 非会員 株式会社ディー・エヌ・エー

yuya.okuse@dena.co.jp

<sup>2</sup> 正会員 名古屋市立大学 データサイエンス学部

yusuke.yamamoto@acm.org

<sup>1</sup> 本論文は第 1 著者が大学在学時に執筆したものである。



図 1 提案システムの動作例.

いるユーザが、知的財産権についての調査が不足していると推定された場合、“TPP における知的財産権の扱いについてどう思いますか？”という問いかけ文を提示する。

## 2 関連研究

### 2.1 Search as Learning

情報検索における学習過程の理解や、学習を促進させるためのシステムや機能を対象とした研究分野は Search as Learning (SAL) と称され、近年注目を集めている [6]. Roy らは、ハイライトやメモを残すことで、探索的情報検索におけるユーザの学習を支援するアクティブラーニングツールを提案している。提案システムを使うことで、検索ユーザの検索行動が多くの指標において有意に変化することが確認されている [14]. Câmara らは、ウェブ検索プロセスにおける学習者の知識習得を支援するウェブ検索システムを提案した。提案システムは検索行動に影響を与えることが確認されたが、学習者の知識習得を向上させる効果は確認されなかったと報告している [4]. Kalyani らは、ユーザの学習過程における認知レベルの違いによって、ユーザの検索行動や知識獲得がどのように異なるかを調査した。調査の結果、認知レベルの高いウェブ検索タスクになるにつれて、検索インタラクションは増加し、クエリ発行回数やウェブページ回数が増えることが明らかになった [7]. Yamamoto らは、ウェブ検索プロセスにおける批判的思考態度を喚起するために、認知心理学の知見に基づくクエリ推薦手法、クエリプライミングを提案している [21].

本研究では、意見形成のためのウェブ検索という、認知レベルの高い検索タスクを対象とし、ウェブ検索中のトピックについての理解を深めるような問いかけ文を提示することで、ウェブ検索ユーザの意見形成時に必要となる学習を支援するシステムの提案を行う。

### 2.2 問いかけによるユーザ支援

Alliannejadi らは、ウェブ検索システムがユーザの意図に合致した検索結果を返すために、クエリの背後にあるユーザの検索意図を把握するための問いかけシステムを提案した [1]. Ren らは、会話型推薦システムにおいて、構造化された知識グラフを用いてユーザの嗜好をモデル化し、ユーザの詳細な嗜好情報を把握するための質問を生成するフレームワークを提案している [13]. Yamamoto は、クエリに関するトピックのうち、ウェブ上で反証が存在するトピックに関する文（例：アトキンスダイエットは効果がないと言われている）をウェブ検索時に見せることで、ウェブ検索時における信憑性検証の意識を向上させるシステムを提案している [20, 25]. 本研究では、ウェブ検索中のユーザに対して、ウェブ検索中のトピックについての理解を深めるような問いかけ文を提示することにより、ユーザのウェブ検索を通じた意見形成の支援を行う。

### 2.3 協調検索

情報検索の分野では、目的を共有し複数人が協力し合いながら行う検索行動は協調検索と呼ばれている [5]. Morris は、協調検索の普及率や動機となる情報ニーズ、協調検索についての満足度などの調査を行った。調査の結果、多くのユーザが協調検索を行った経験があり、一般的な情報探索体験になってきていることが明らかになった。また、情報検索を単独で行う場合に比べ、協調検索を行ったユーザは得られた情報の質や検索体験の点で高い満足感を感じていることが明らかになっている [10]. Ringel らは、協調ウェブ検索をサポートするために、テーブル型ディスプレイである WeSEARCH というウェブ検索インタフェースを提案した。WeSEARCH を用いた協調検索実験の結果、WeSEARCH はメンバー間で共通の認識を持つことを促し、意思決定を効果的に支援できることを明らかにした [11]. Luyan らは、PAIRSEARCH という協調検索用インタフェースを提案し、ウェブ検索中の検索行動やコミュニケーションが、ユーザの知識習得にどのように影



図2 提案システムの機能

響するのかを調査した [19]。調査の結果、メッセージのやり取りを行うグループほど、知識習得割合が高く、ウェブ検索中に発見した情報を共有するためのコミュニケーションが多いほど、知識習得割合が高くなることを明らかにした。本研究では、チャットボットとの問かけインタラクションによる擬似的な協調検索体験を通して、ユーザのウェブ検索を通して知識習得と意見形成を支援する。

### 3 提案システム

本稿では、ユーザがあるテーマについて意見形成を行い、その内容を文章化するシナリオを想定し、ウェブ検索中のトピック理解への内省を促し、意見形成に必要な知識習得のための能動的ウェブ検索を促す問かけ文を定期的に提示するウェブ検索システムを提案する。

提案システムは、図2のように3つのエリアから構成される。①は検索画面エリアである。検索窓に入力されたクエリに対して、ウェブ検索結果を取得し表示する。②は提案システムが問かけを行うエリアである。ウェブ検索中のユーザに対して、トピック理解を促すための問かけ文をボットが提示する。ユーザは、提示された問かけ文に対して返答を行うことができる。問かけボットは、意見形成に必要な観点についての網羅的なウェブ検索を促すための問かけ文と、ウェブ検索を行う対象の観点の理解を深めるための問かけ文を提示する。③は意見形成エリアである。ユーザがウェブ検索を通して形成した意見を入力することができる。

以下、問かけインタラクションの設計、問かけ文の生成手順、および提案システムに関する仮説の詳細を述べる。

#### 3.1 問かけインタラクション

提案システムは、ウェブ検索中の検索トピックについての理解を深めるための問かけ文提示を行う。問かけボットは、以下の2種類の問かけを行う。

- ウェブ探索中の観点について深い理解を促すための問かけ
- 情報探索が不足している観点についてのウェブ検索を促すための問かけ

図3は、ウェブ検索中のトピックと観点的構造、および問かけ

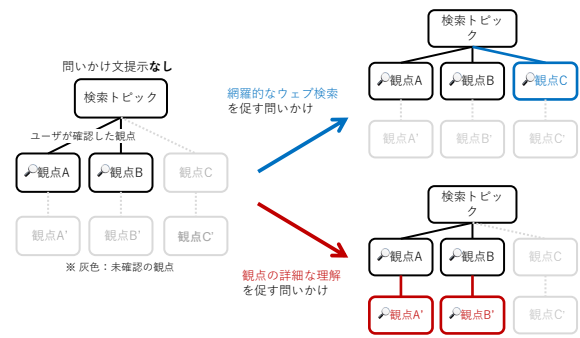


図3 2種類の問かけ文提示を行うことによって期待されるウェブ検索ユーザの行動。

けボットによる問かけ文提示により期待されるウェブ検索ユーザの行動の関係を示したものである。ある検索トピックについて意見形成を行う場合に必要となる観点として、観点A、観点B、観点Cがあり、各観点についてのより深い理解を行うためのより下位の観点として、観点A'、観点B'、観点C'があるとすると。問かけ文を提示しない場合、ウェブ検索すべき観点が分からずに情報探索を諦めてしまうユーザもいる [12]。そのため、調査すべき観点についてのウェブ検索が不足したり、観点について理解が不十分な状態で最終的な意見形成を行ってしまう可能性が考えられる。そこで、問かけボットでは、情報探索が不足している観点についてのウェブ検索を促す問かけと、ウェブ検索中の観点についての深い理解を促す問かけの2種類の問かけ文提示を行う。

図4は、問かけインタラクションの流れを示している。①ではウェブ探索中の観点について深い理解を促すための問かけインタラクションを行い、②では網羅的な観点についてのウェブ検索を促すための問かけインタラクションを行う。

2種類の問かけ文提示により、ユーザの調査すべき観点についてのウェブ検索を促したり、調査した観点についてのより深い理解を促すための問かけ文を提示することで、ユーザが意見形成に必要なトピックの構造を理解した上で最終的な意見形成を行うことができるようになることが期待される。

はじめに、①の問かけインタラクションについて説明する。このインタラクションでは、ユーザがウェブ探索している観点を推定し、その観点の内容についての理解を深めるような問かけ文の提示を行う。

本稿では、以下の方法でユーザが閲覧しているウェブページの観点を推定する。検索トピックを  $t$ 、観点キーワード集合を  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$  とする。  $t$  と観点キーワード集合  $A$  のすべての組み合わせについて、検索トピックと観点キーワードを入力クエリとし、Bing Web Search API<sup>\*2</sup>を使用し、上位30件の検索結果を取得する。任意のウェブページについて、そのウェブページが最も上位の検索結果として表示される場合の入力クエリに含

\*2 <https://learn.microsoft.com/en-us/rest/api/cognitiveservices-bingsearch/bing-web-api-v7-reference?source=recommendations>

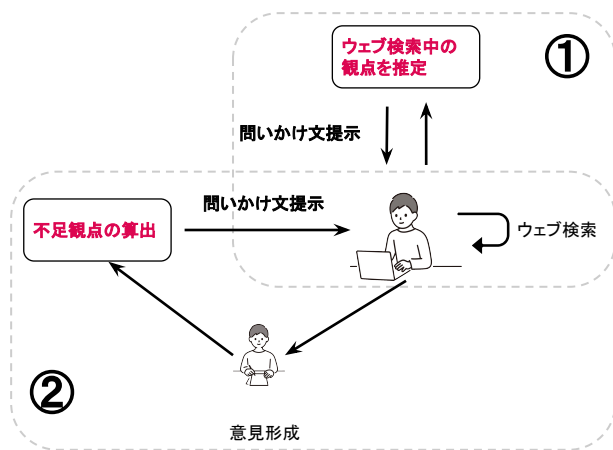


図4 問いかけインタラクションの流れ

まれる観点キーワードを、そのウェブページの観点とする。例えば、クエリ“ $t_{a_1}$ ”, “ $t_{a_2}$ ”, “ $t_{a_3}$ ”でウェブ検索した際に、ウェブページ  $w$  は各検索結果の 1 位, 3 位, 5 位に表示されたとする。この時,  $w$  が最も検索結果の上位になる場合のクエリは“ $t_{a_1}$ ”であるため,  $w$  は観点  $a_1$  についてのウェブページであるとみなす。

提案システムは、ユーザが閲覧しているウェブページの観点が  $a$  のとき、そのユーザは観点  $a$  でウェブ検索をしていると見なす。提案システムは、観点  $a$  に関するウェブページをユーザがはじめて閲覧したとき、観点  $a$  に関するウェブ検索が始まったとみなし、観点  $a$  についての理解を深める問いかけ文を提示する。提案システムはウェブ検索中のユーザの行動をモニタリングすることで、ユーザがウェブ検索中の観点を推定し、その観点についての理解を深めるための問いかけ文の提示を定期的に行う。

図 5 は、“TPP について賛成か反対か”について意見形成を行うために提案システムを利用した例である。この例では、提案システムはユーザがメリットについてウェブ探索を行っているとは推定したため、“TPP のメリットとデメリットは何ですか?”という問いかけ文の提示を行っている。

次に、②の問いかけインタラクションについて説明する。このインタラクションでは、情報探索が不足している観点についてのウェブ検索を促すための問いかけ文の提示を行う。提案システムは、意見形成エリアに入力された意見文章の文字数が 100 文字増加する度に問いかけ文の提示を行う。この際、提案システムは意見形成に必要な観点のうち、ウェブ検索による情報探索が不足している観点に関する問いかけ文を提示する。あらかじめ定義された意見形成に必要な観点のうち、ユーザがまだウェブ検索を行っていないと推定された観点を情報探索が不足している観点とし、その観点についての問いかけ文を提示する。なお、ユーザがすでに情報探索した観点は、①の問いかけインタラクションで説明した方法で同定する。

図 6 は、TPP のメリットについてウェブ検索を行ったユーザが意見文を書いた直後、提案システムが②の問いかけを提示した例である。提案システムは、ユーザが“知的財産権”について

のウェブ検索を行っていないと推定したため、提案システムは“TPP における知的財産権についてどう思いますか?”という問いかけを行い、“メリット”とは別の観点からもウェブ検索を行い意見形成を行うよう促している。

## 4 ユーザ実験

ウェブ検索中の問いかけインタラクションが説得力の高い意見形成に寄与するかを検証するために、オンラインユーザ実験を行った。本ユーザ実験は検索インタフェースを要因とする 1 要因被験者間計画で設計した。実験は 2023 年 1 月に実施した。クラウドソーシングサービス Lancers.jp<sup>\*3</sup>を用いて、実験協力者を 200 名募集した。各実験協力者には、実験参加の報酬として、250 円を支払った。

### 4.1 タスク

実験協力者には、指定したテーマについてウェブ検索を行い、意見形成を行うタスクに取り組んでもらった。意見は 200 文字以上の文章で回答させた。

今回のユーザ実験での意見形成のトピックは、NTCIR INTENT-1, IMine-1<sup>\*4</sup>タスクにおいて、サブトピックマイニングに関するサブタスクで提供されたトピックを利用し、以下の 2 つを用意した。

- **大気汚染トピック**：大気汚染を防ぐための最善の方法を、理由とともに記述してください。
- **ベトナム旅行トピック**：あなたにとって、最高のベトナム旅行の計画を、その選択理由とともに記述してください。

### 4.2 実験システム

本実験では、3 種類の検索 UI を用意した。3 つの検索 UI は Google や Yahoo などの一般的なウェブ検索エンジンを模したのになっており、ウェブ検索結果リストの右エリアに表示される情報が UI によって異なる。

1 つ目は、ウェブ検索中に問いかけインタラクションを行う **QuestionUI** である。**QuestionUI** は本稿における提案システムに該当する。検索タスク中に問いかけボットが提示する問いかけ文の生成、およびウェブ検索中の実験協力者の検索観定の判定には、NTCIR INTENT-1, IMine-1 タスクにおいて“大気汚染”トピックおよび“ベトナム旅行”トピックに対して定義された観点をを用いた。実験を滞りなく行うために、各観点に対する問いかけ文はユーザ実験が始まる前にあらかじめ生成しておいた。

2 つ目は、問いかけインタラクションは行わず、検索トピックの観点の一覧を提示する **PerspectiveUI** である。図 7 に示すとおり、**PerspectiveUI** は検索トピックの観点の一覧をウェブ検索結果エリアの右に提示する。

3 つ目は、問いかけインタラクション、観点の一覧提示のどちらも行わない **ControlUI** である。**ControlUI** は一般的なウェブ検索エンジンの検索 UI に対応する。

上記 3 つの検索 UI は背後で Bing Search API を利用しており、

<sup>\*3</sup> <https://www.lancers.jp/>

<sup>\*4</sup> <https://www.nii.ac.jp/dsc/ldr/ntcir/ntcir-taskdata.html>

テーマ: TPPに賛成ですか? 反対ですか? 理由とともに回答してください。 経過時間 00:20 タスクを終了する

TPP メリット

https://say-g.com/trans-pacific-partnership-agreement-3566  
**TPPとは? メリットやデメリット | 国内産業への影響について ...**  
 TPPの最大のメリットと言われるのが、世界最大の貿易圏の誕生とも高い、その「経済規模の大きさ」です。アメリカの離脱により規模は少し縮小しましたが、それでもASEANの約4倍にあたる巨大な貿易圏です。

https://www.frc.or.jp/kids/kids\_news/japan/kyotei04.html  
**日本貿易の課題 | JFTC キュウニュース**  
 3 TPP参加のメリット・デメリット TPPに参加するようになるのでしょうか。まず、加盟国の間でより自由な貿易が実現すれば、経済が活性化し拡大するという大きなメリットがあります。例えば日本からの輸出では、輸出先国の関税が ...

www.tohu-search.com/keizai/tp.html  
**TPPとは? TPPのメリット・デメリットをわかりやすく解説 - 【と ...**  
 TPPとは、日本・米国を中心とした環太平洋地域による経済連携協定の意味です。TPPにはメリット・デメリットがあり、賛成派・反対派に分かれて活発な意見交換が行われています。しかし、ISDS条項・ラチェット規定などの問題点も指摘されており、TPP参加には慎重な議論が求められます。

https://secondwork.jp/column/trend/tp-kaisetu.html  
**誰でもわかる! TPPのメリットとデメリットを簡単に解説 | SecondWork**  
 ここでは、TPP導入によって日本が得られると考えられているメリットについて、まず簡単に述べていきます。関税を撤廃することによって、農産・農産物(肉・果物・乳製品)などの輸入食品価格が安くなる。関税を大きく引き下げることによって貿易の自由 ...

https://vovier.jp/articles/kaisetu\_04\_07976  
**5分でわかるTPP | 内容や加盟国、メリット、アメリカの動きなど ...**  
 TPPの最大のメリットは、TPPを締結する最大のメリットは、「超規模」と呼ばれています。アメリカを含めた12ヶ国で考えると、人口は約8億人となり、GDPは世界の約40%を占め、EU・PNAFTAを超える世界最大の貿易圏が誕生すると考えられていました。

https://say-kurabe.jp/23488  
**TPPって? 日本にとってどういうメリット、デメリットがあるの ...**  
 TPP(環太平洋パートナーシップ協定)の導入が各国間で協議されており、大きな話題になっています。導入を進めるべきか否か、進めるのであれば加盟国はどうかという対応を取るべきなのか、TPP導入のメリットとデメリットから、導入に対する判断まで幅広く解説していきます。

https://kathalo.com/kathalo/import-business/1406  
**現在のTPPの特徴とは? 加盟国・経緯と、輸出・輸入での使い方 ...**  
 TPPの賛成派へのメリット TPP加盟国を相手に輸出・輸入をする際には、TPPで安くなった関税率を享受できる大きなメリットです。特

現在の文字数: 0/200

図 5 TPP のメリットについての理解を深めるための問いかけ文提示

テーマ: TPPに賛成ですか? 反対ですか? 理由とともに回答してください。 経過時間 04:50 タスクを終了する

TPP メリット

https://say-g.com/trans-pacific-partnership-agreement-3566  
**TPPとは? メリットやデメリット | 国内産業への影響について ...**  
 TPPの最大のメリットと言われるのが、世界最大の貿易圏の誕生とも高い、その「経済規模の大きさ」です。アメリカの離脱により規模は少し縮小しましたが、それでもASEANの約4倍にあたる巨大な貿易圏です。

www.tohu-search.com/keizai/tp.html  
**TPPとは? TPPのメリット・デメリットをわかりやすく解説 - 【と ...**  
 TPPとは、日本・米国を中心とした環太平洋地域による経済連携協定の意味です。TPPにはメリット・デメリットがあり、賛成派・反対派に分かれて活発な意見交換が行われています。しかし、ISDS条項・ラチェット規定などの問題点も指摘されており、TPP参加には慎重な議論が求められます。

https://say-kurabe.jp/23488  
**TPPって? 日本にとってどういうメリット、デメリットがあるの ...**  
 TPP(環太平洋パートナーシップ協定)の導入が各国間で協議されており、大きな話題になっています。導入を進めるべきか否か、進めるのであれば加盟国はどうかという対応を取るべきなのか、TPP導入のメリットとデメリットから、導入に対する判断まで幅広く解説していきます。

https://www.frc.or.jp/kids/kids\_blog/100454427.html  
**中国TPP加入申請～その狙いと実現性 NHK解説委員会**  
 中国が、TPP＝環太平洋パートナーシップ協定への加入を申請しました。世界最大の経済大国がTPPに加われば、日本をはじめ各国の経済に大きな ...

https://secondwork.jp/column/trend/tp-kaisetu.html  
**誰でもわかる! TPPのメリットとデメリットを簡単に解説 | SecondWork**  
 ここでは、TPP導入によって日本が得られると考えられているメリットについて、まず簡単に述べていきます。関税を撤廃することによって、農産・農産物(肉・果物・乳製品)などの輸入食品価格が安くなる。関税を大きく引き下げることによって貿易の自由 ...

https://kathalo.com/kathalo/import-business/1406  
**現在のTPPの特徴とは? 加盟国・経緯と、輸出・輸入での使い方 ...**  
 TPP (環太平洋パートナーシップ協定) の特徴と、2021年現在の加盟国と経緯を解説します。TPPの賛成派へのメリット、輸出・輸入の特恵税率を使う方法も紹介。今後の加盟国の変化にも注目です。

https://www.frc.or.jp/kids/kids\_news/japan/kyotei04.html  
**日本貿易の課題 | JFTC キュウニュース**  
 3 TPP参加のメリット・デメリット TPPに参加するようになるのでしょうか。まず、加盟国の間でより自由な貿易が実現すれば、経済が

現在の文字数: 127/200

TPPのメリットとデメリットは何ですか?

TPPのメリットは、TPP協定加盟国間で互いの関税をなくしていくことで、貿易が盛んになることです。

TPPにおける知的財産権の扱いについてどう思いますか?

私はTPPに賛成です。理由はTPP協定により多くのメリットがあると考えるからです。メリットの1つは、協定加盟国間でお互いの関税をなくしていくことで、貿易が盛んになることが挙げられます。日本の製品がTPP協定参加国の製品と差別されないようになります。

図 6 TPP における知的財産権についての問いかけ文提示

実験協力者は任意のクエリでウェブ検索を行うことができる。また、すべての UI に共通して、検索結果リスト右側下エリアに実験協力者が形成した意見を入力するためのテキストボックスが設けられている。

### 4.3 実験手順

各実験協力者は、(1) ユーザ登録、(2) ウェブ検索タスク、(3) 事後アンケートの手順でタスクを実施した。

はじめに、実験協力者は Lancers.jp にてユーザ登録を行い、ユーザ実験用ウェブサイトへ移動してもらった。ユーザ実験用ウェブサイトにてユーザ登録を行う際、実験協力者に意見形成を行うトピックと UI 条件をランダムに振り分けた。

タスク開始前には、タスクの流れに関する説明文を提示した。QuestionUI と PerspectiveUI を用いる実験協力者に対して、そ

れぞれ問いかけボット機能と観点一覧提示機能の説明を行った。

タスクの説明後、実験協力者には、割り当てられた検索 UI を使用して、提示されたトピックについての意見形成を行ってもらった。なお、検索タスク開始時にはあらかじめ筆者らが指定したクエリに関するウェブ検索結果が表示された状態にしておいた(大気汚染トピック＝“大気汚染”，ベトナム旅行トピック＝“ベトナム旅行”)。タスクの制限時間は設けず、実験協力者が納得のできる意見形成をすることができたと思った時点で、タスクを終了してもらった。意見文章の文字数については、字数制限として 200 文字以上を設定し、入力された意見文章が 200 文字未満の場合、タスクを終了することができないようにした。

ウェブ検索タスク終了後、実験協力者には事後アンケートを課した。事後アンケートでは、実験協力者に年齢や性別、学歴と



図 7 検索トピックの観点一覧を表示する PerspectiveUI

いったデモグラフィック属性や、ウェブ検索タスク中のウェブ検索行動について関する質問を行った。

## 5 結果

ユーザ実験の結果、合計 188 名の実験協力者から行動ログ、事後アンケートのデータを収集した。このうち 12 名の実験協力者は、ウェブ検索タスクにてタスク内容を誤解していた、またはタスクの実行に異常に時間がかかっていたため、外れ値として分析対象から除外した<sup>\*5</sup>。最終的に、176 名の実験協力者のデータを収集した。

本稿では、提案 UI が及ぼす影響について調べるための指標として、95% および 90% 最高密度区間 (High Density Interval: HDI) に着目した。95%HDI はパラメータが確信度 95% で取りうる範囲を表したものであり、この区間にゼロを含まない場合、パラメータが有効であることを意味する (頻度主義統計において有意水準 5% で帰無仮説を棄却することに相当)。

本稿では、ユーザのウェブ検索タスク中の行動指標として、“タスク所要時間”、“SERP 閲覧時間”、“クエリ発行回数”、“詳細ページ閲覧回数”、“最大クリック深度”を測定し、一般線形混合モデル (GLMM) を用いて分析を行った [3]。その上で、提案 UI が及ぼす影響について調べるための指標として、95% および 90% 最高密度区間 (High Density Interval: HDI) に着目した。95%HDI はパラメータが確信度 95% で取りうる範囲を表したものであり、この区間にゼロを含まない場合、パラメータが有効であることを意味する (頻度主義統計において有意水準 5% で帰無仮説を棄却することに相当)。

### 5.1 タスク所要時間

表 1 に、各 UI 群における実験協力者の行動指標測定値および意見文の質の平均値と標準偏差を示す。

実験協力者が、ウェブ検索タスクにどれほどの時間を費やしたかを調べるために、ウェブ検索タスクに費やした時間 (タスク所要時間) を分析した。表 2 には、ControlUI 群に対する QuestionUI 群、PerspectiveUI 群の GLMM の分析結果として、UI 要因の係数の平均値と 95%HDI 区間が記されている。表 2 が

示すとおり、タスク所要時間について ControlUI 群と比較した場合、QuestionUI 群の結果は、95%HDI にゼロが含まれていない。また、表 1 が示しているように、タスク所要時間の平均値は ControlUI 群よりも QuestionUI 群のほうが大きい (1423 秒 vs. 1171 秒)。このことは、QuestionUI を用いた実験協力者は ControlUI を用いた者よりもタスク所要時間が有意に長くなったことを示唆している。

### 5.2 クエリ発行回数

実験協力者が、意見形成のためのウェブ検索を行う上で、どの程度クエリを発行したかを調べるためにクエリ発行回数を分析した。表 2 が示すとおり、クエリ発行回数について ControlUI 群と比較した場合、QuestionUI 群の結果は、95%HDI にゼロが含まれていない。また、表 1 が示しているように、クエリ修正回数の平均値は ControlUI 群よりも QuestionUI 群のほうが大きい (2.37 回 vs. 1.25 回)。このことは、QuestionUI を用いた実験協力者は ControlUI を用いた者よりも追加のウェブ検索 (クエリ修正) を頻繁に行ったことを示唆している。

### 5.3 詳細ページ閲覧回数

実験協力者が、意見形成のためのウェブ検索を行う上で、どの程度の情報源にアクセスしているかどうかを調べるために、検索結果に含まれるウェブページ (詳細ページ) の閲覧回数を分析した。表 2 が示すとおり、詳細ページ閲覧回数について ControlUI 群と比較した場合、QuestionUI 群の結果は、95%HDI にゼロが含まれていない。また、表 1 が示しているように、詳細ページ閲覧回数の平均値は ControlUI 群よりも QuestionUI 群のほうが大きい (5.84 回 vs. 4.12)。このことは、QuestionUI を用いた実験協力者は ControlUI を用いた者よりも様々なウェブページを閲覧したことを示唆している。

## 6 考察

行動指標についての分析結果から、ウェブ検索中にポットが問いかけを行う QuestionUI を使用した実験協力者は、既存のウェブ検索 UI を模した ControlUI を使用した実験協力者と比較して、ウェブ検索タスク所要時間、詳細ページ閲覧回数、クエリ発行回数が有意に増加することが明らかになった。クエリ発行回数が増加したことから、提案システムを用いた実験協力者は、より多くの観点についてウェブ検索を行った、またはある観点について理解を深めるために複数のクエリからウェブ検索を行ったと考えられる。また、詳細ページの閲覧回数が増加したことから、提案システムを用いた実験協力者は、検索トピックについての理解を深めるために複数の情報源にアクセスを行ったと考えられる。加えて、提案システムを用いた実験協力者は検索トピック理解のための能動的なウェブ検索を行った結果、タスク所要時間が長くなったと考えられる。

今回のユーザ実験の結果を踏まえて、ウェブ検索中のトピック理解への内省を促し意見形成に必要となる知識を獲得、整理するためのウェブ検索を促進する問いかけインタラクションの設計について考察する。事後アンケートの自由記述から、問いかけインタラクションについてのポジティブな評価として以下の回答が得られた。

\*5 1.5 倍の四分位範囲 (IQR) ルールを用いて、タスク所要時間が外れ値となる実験協力者を特定した

表 1 実験協力者の行動指標測定値および意見文の質。括弧内の数値は標準偏差を表す。

行動指標	UI 要因		
	QuestionUI	PerspectiveUI	ControlUI
タスク所要時間 (秒)	1423.6 (715.5)	1060.9 (583.5)	1171.4 (620.2)
SERP 閲覧時間 (秒)	787.9 (299.4)	700.2 (316.9)	697.9 (338.4)
クエリ発行回数	2.37 (1.87)	1.34 (0.61)	1.25 (0.63)
詳細ページ閲覧回数	5.84 (3.32)	4.50 (2.49)	4.12 (2.97)
最大クリック深度	6.80 (4.45)	4.96 (3.33)	5.42 (3.85)
意見文の質	3.50 (0.84)	2.96 (1.08)	3.20 (1.07)

表 2 ControlUI と比較したときの QuestionUI と PerspectiveUI の GLMM の結果。表内の数値は、平均値および 95%HDI を表している。95%HDI 区間にゼロが含まれない数値は太字で示す。

行動指標	UI 要因	
	QuestionUI	PerspectiveUI
タスク所要時間	<b>0.19</b> [0.01, 0.38]	-0.04 [-0.24, 0.15]
SERP 閲覧時間	0.11 [-0.07, 0.28]	-0.01 [-0.19, 0.17]
クエリ発行回数	<b>0.59</b> [0.26, 0.90]	0.07 [-0.29, 0.42]
詳細ページ閲覧回数	<b>0.36</b> [0.11, 0.62]	0.12 [-0.14, 0.38]
最大クリック深度	0.23 [-0.05, 0.51]	-0.06 [-0.35, 0.23]

問いかけに表示されるキーワードをポイントに考えを深めることができると感じました

検索ワードに応じて、その内容を、別の観点から深掘りしようとしてくれるシステムの存在は新鮮で、いいアイデアだと思う

上記の回答結果から、検索トピック理解への内省を促すことを狙った問いかけ文インタラクションは、ユーザのトピック理解を深める効果や、ウェブ検索が不足している点についてウェブ検索を促す効果があると考えられる。

問いかけインタラクションについての評価として、以下の回答が得られた。

とても画期的だし、面白いと思いました。何か学びたいと思って、検索によって知識を得る時は普通孤独なものなのですが、問いかけ機能があると相手が存在するような感覚になって、少し楽しい気分になりました。

このことから、一般的に単独で行うウェブ検索において、問いかけインタラクションを行う提案システムを使用することで、ユーザのウェブ検索のモチベーションを高め、能動的なウェブ検索を促す可能性があると考えられる。

しかし、問いかけポットについて改善すべき点は 2 つある。1 つ目は、問いかけポットの返答内容である。今回の提案インタフェースでは、問いかけポットが提示した問いかけ文に対して実験協力者が返答を行った際、それに対する問いかけポットの返答は、一律で“いいね”を表現する親指をあげた手の絵文字とした。しかし、この返答ではウェブ検索ユーザの知識習得を支援するには不十分であると考えられる。事後アンケートの自由記述にて、以下の回答が得られた。

文章、言葉の返答があればよいと思いました。

以上を踏まえると、ユーザの返答内容を分析しユーザの理解が不足している観点を推定し、ユーザのトピック理解をより深めるための返答を行うことができると、ユーザの意見形成のための知識習得をより効果的に支援できると考えられる。

2 つ目は、問いかけ文の提示タイミングである。今回の QuestionUI では、意見形成エリアに入力された意見文章の文字数の増加量に応じて、網羅的な観点的ウェブ検索を促すための問いかけ文の提示を行った。文字数の増加量に応じた問いかけ文の提示は、問いかけ文の提示タイミングとして適当ではないと考えられる。事後アンケートの自由記述から、問いかけポットの評価について以下の回答が得られた。

良さそうな機能だとは思いましたが、実現には更なるブラッシュアップを要するやに思います。文章を作成して、まとめる作業をしながら問いかけにも対応した場合には更に労力を必要としました。

上記の回答から、今回の問いかけ文の提示タイミングでは、問いかけ文の提示がユーザの意見文章の入力の妨げになる場合があると考えられる。ユーザの意見文章入力を妨げないタイミングで、意見形成に必要な観点的のうち、ウェブ検索が不足している観点についての問いかけ文の提示を行うことが必要である。また、ウェブ検索中の観点についての理解を深める目的で提示を行った問いかけ文について本稿では、事前に各ウェブページと観点を対応させることで、閲覧したウェブページからユーザのウェブ検索中の観点的の推定を行った。しかし、上記の方法では適切にユーザのウェブ検索中の観点的の推定することは難しいと考える。ウェブ検索中のユーザの検索意図の推定 [2, 8] などを行い、ユーザがウェブ検索を行っている観点的の推定精度を高める必要がある。

## 7 おわりに

本稿では、ウェブ検索中のユーザに対して、ウェブ検索中のトピック理解への内省を促し意見形成に必要となる知識を獲得、整理するためのウェブ検索を促進する問いかけインタラクショナルな設計した。また、問いかけインタラクショナルで提示するための問いかけ文を自動生成するための問いかけ文自動生成モデルの構築も行った。問いかけインタラクショナルを行う提案インタフェースの効果を検証するために、クラウドソーシングを用いてオンラインユーザ実験を実施した。ユーザ実験の結果、提案インタフェースを使用したユーザは、使用しないユーザと比べ、意見形成のためのウェブ検索により多くの時間をかけ、様々なクエリからウェブ検索を行い、より多くのウェブページを閲覧するといった能動的なウェブ検索を行うことが明らかになった。今後は、問いかけインタラクショナルにおいて、提示する問いかけ文の内容やタイミングの精度を高め、ユーザのウェブ検索体験を損なうことなく、検索トピックの知識習得を促進するための改善が必要である。

## 謝辞

本研究は JSPS 科研費 21H03554, 21H03775, 22H03905, および大幸財団の助成を受けたものです。ここに記して謝意を表します。

## 参考文献

- [1] Mohammad Aliannejadi, Hamed Zamani, Fabio Crestani, and W Bruce Croft. Asking clarifying questions in open-domain information-seeking conversations. In *Proceedings of the 42nd international acm sigir conference on research and development in information retrieval*, pages 475–484, 2019.
- [2] Azin Ashkan, Charles LA Clarke, Eugene Agichtein, and Qi Guo. Classifying and characterizing query intent. In *European conference on information retrieval*, pages 578–586. Springer, 2009.
- [3] Dale J Barr, Roger Levy, Christoph Scheepers, and Harry J Tily. Random effects structure for confirmatory hypothesis testing: Keep it maximal. *Journal of memory and language*, 68(3):255–278, 2013.
- [4] Arthur Câmara, Nirmal Roy, David Maxwell, and Claudia Hauff. Searching to learn with instructional scaffolding. In *Proceedings of the 2021 Conference on Human Information Interaction and Retrieval*, pages 209–218, 2021.
- [5] Robert Capra, Jaime Arguello, Annie Chen, Katie Hawthorne, Gary Marchionini, and Lee Shaw. The resultsspace collaborative search environment. In *Proceedings of the 12th ACM/IEEE-CS joint conference on Digital Libraries*, pages 435–436, 2012.
- [6] Jacek Gwizdka, Preben Hansen, Claudia Hauff, Jiyin He, and Noriko Kando. Search as learning (sal) workshop 2016. In *Proceedings of the 39th International ACM SIGIR conference on Research and Development in Information Retrieval*, pages 1249–1250, 2016.
- [7] Rishita Kalyani and Ujwal Gadiraju. Understanding user search behavior across varying cognitive levels. In *Proceedings of the 30th ACM conference on hypertext and social media*, pages 123–132, 2019.
- [8] Weize Kong, Rui Li, Jie Luo, Aston Zhang, Yi Chang, and James Allan. Predicting search intent based on pre-search context. In *Proceedings of the 38th International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval*, pages 503–512, 2015.
- [9] Marc Meola. Chucking the checklist: A contextual approach to teaching undergraduates web-site evaluation. *portal: Libraries and the Academy*, 4(3):331–344, 2004.
- [10] Meredith Ringel Morris. Collaborative search revisited. In *Proceedings of the 2013 conference on Computer supported cooperative work*, pages 1181–1192, 2013.
- [11] Meredith Ringel Morris, Jarrod Lombardo, and Daniel Wigdor. We-search: supporting collaborative search and sensemaking on a tabletop display. In *Proceedings of the 2010 ACM conference on Computer supported cooperative work*, pages 401–410, 2010.
- [12] Daan Odijk, Ryen W White, Ahmed Hassan Awadallah, and Susan T Dumais. Struggling and success in web search. In *Proceedings of the 24th ACM International on Conference on Information and Knowledge Management*, pages 1551–1560, 2015.
- [13] Xuhui Ren, Hongzhi Yin, Tong Chen, Hao Wang, Zi Huang, and Kai Zheng. Learning to ask appropriate questions in conversational recommendation. In *Proceedings of the 44th International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval*, pages 808–817, 2021.
- [14] Nirmal Roy, Manuel Valle Torre, Ujwal Gadiraju, David Maxwell, and Claudia Hauff. Note the highlight: incorporating active reading tools in a search as learning environment. In *Proceedings of the 2021 Conference on Human Information Interaction and Retrieval*, pages 229–238, 2021.
- [15] Will Thalheimer. The learning benefits of questions. *Work Learning Research*, 2003.
- [16] Kazutoshi Umemoto, Takehiro Yamamoto, and Katsumi Tanaka. Scentbar: A query suggestion interface visualizing the amount of missed relevant information for intrinsically diverse search. In *Proceedings of the 39th International ACM SIGIR conference on Research and Development in Information Retrieval*, pages 405–414, 2016.
- [17] Johannes Von Hoyer, Anett Hoppe, Yvonne Kammerer, Christian Otto, Georg Pardi, Markus Rokicki, Ran Yu, Stefan Dietze, Ralph Ewerth, and Peter Holtz. The search as learning spaceship: Toward a comprehensive model of psychological and technological facets of search as learning. *Frontiers in Psychology*, 13, 2022.
- [18] Barbara M Wildemuth and Luanne Freund. Assigning search tasks designed to elicit exploratory search behaviors. In *Proceedings of the symposium on human-computer interaction and information retrieval*, pages 1–10, 2012.
- [19] Luyan Xu, Xuan Zhou, and Ujwal Gadiraju. How does team composition affect knowledge gain of users in collaborative web search? In *Proceedings of the 31st ACM Conference on Hypertext and Social Media*, pages 91–100, 2020.
- [20] Yusuke Yamamoto. Disputed Sentence Suggestion towards Credibility-Oriented Web Search. In *Proceedings of the 2012 Asia-Pacific Web Conference*, APWeb 2012, pages 34–45. Springer, 2012.
- [21] Yusuke Yamamoto and Takehiro Yamamoto. Query Priming for Promoting Critical Thinking in Web Search. In *Proceedings of the 3rd ACM Conference on Human Information Interaction & Retrieval*, CHIIR 2018, pages 12–21. Association for Computing Machinery, 2018.
- [22] Yusuke Yamamoto, Takehiro Yamamoto, Hiroaki Ohshima, and Hiroshi Kawakami. Web access literacy scale to evaluate how critically users can browse and search for web information. In *Proceedings of the 10th ACM Conference on Web Science*, pages 97–106, 2018.
- [23] 山本祐輔, 山本岳洋, 大島裕明, 川上浩司, et al. ウェブアクセスリテラシー尺度の開発. *情報処理学会論文誌データベース (TOD)*, 12(1):24–37, 2019.
- [24] 寺井正憲, 伊崎一夫, 功刀道子, and 日本国語教育学会. 発問考える授業、言語活動の授業における効果的な発問. 東洋館出版社, 2015.
- [25] 山本 祐輔 and 田中 克己. 反証センテンスの提示による信憑性指向のウェブ検索支援. *情報処理学会論文誌データベース (TOD)*, 6(2):42–50, mar 2013.