

# 協調検索方法の形式知化に向けた Web ページの共同アノテーションシステムの開発

檜垣 龍徳<sup>1,a)</sup> 竹原 一駿<sup>1</sup> 北 健志<sup>2</sup> 亀井 仁志<sup>1</sup> 最所 圭三<sup>1</sup> 喜田 弘司<sup>1</sup>

**概要:** 共通の目的の達成に向けて、他者と協力して Web を用いて調査に取り組む協調検索がしばしば日常や業務で行われている。しかし、Web を用いた検索は、他者が何を調べているかわからず集めた情報が重複する、検索方法は暗黙知であり検索能力の移転が難しい、という課題がある。そこで、我々は Web を用いた協調検索における情報共有と検索方法の形式知化を目指したグループウェアを開発した。本稿では、協調検索における課題、それを解決するシステムの開発、評価方法の検討について述べる。

**キーワード:** 協調検索, ナレッジマネジメント, グループウェア

## Development of Collaborative Web Annotation System for Explicit Knowledge and Collaborative Search Method

**Abstract:** Collaborative search, in which people cooperate with others to conduct investigations using the Web, is often used in daily life and work to achieve a common goal. However, searching using the Web has the problems that the collected information is duplicated because we do not know what others are searching, and it is difficult to teach the search ability because the search method is tacit knowledge. Therefore, we have developed a groupware that aims at sharing information and formalizing search methods in collaborative search using the Web. This paper describes the issues in collaborative search, the development of a system to solve them, and the examination of evaluation methods.

**Keywords:** Collaborative Search, Knowledge Management, Groupware

### 1. はじめに

近年は、多くの人々が Web ページを閲覧できる機器を持っている [1]。こういった中で、Morris [2] の調査によると、ある共通の目的を達成するために複数人が協調して Web 検索に取り組む協調検索が、日常的に行われていることがわかってきている。協調検索には、目的に対して各自で Web 検索にて情報を調査し、各々が得た情報を突合するといった作業がある。各自が独立して調査を進める場合は、突合時に情報の重複が判明し、全体として調査量は少なくなることもある。

一方、Web 検索におけるクエリの選択や閲覧した Web

ページから重要箇所を抽出する基準は、検索した人の暗黙知<sup>\*1</sup>となっている。そのため、検索を通して有益な情報を見つけにくい人（検索能力の低い人）は、有益な情報を見つけることができる人（検索能力の高い人）から検索方法を学ぶことが難しい。

本稿では、協調検索における課題を解決するために、協調検索中の情報共有と、情報検索及び閲覧方法の形式知<sup>\*2</sup>化の 2 つを支援するグループウェアシステムの開発と、その評価方法の検討について述べる。

### 2. 協調検索のシナリオ

本稿では、日常や業務における協調検索について想定する。例えば、旅行での訪問先の検討のために多くの候補を挙げることや、セキュリティ対策の策定に向けて確度の高

<sup>1</sup> 香川大学  
Kagawa University

<sup>2</sup> (株) STNet  
STNet, Inc.

a) s21g470@kagawa-u.ac.jp

\*1 はっきり明示化されていない技法

\*2 明確な言語・数字・図法で表現された知識

い情報を集めるといったことを目的とするものである。

協調検索は、一般に以下のステップを通じて実施される。  
STEP1 目的の情報を集めるために、各々が独立して検索。

STEP1-a 必要に応じて、調査内容について他のメンバーと情報共有。

STEP2 各々が集めた情報を突合して、出典や更新日などから有益な情報を抽出。

STEP2-a 必要に応じて、抽出した情報について、追加の情報を検索。

STEP3 抽出した情報をもとに旅行の計画や、対策方法の策定などを実施。

これらの目的を達成するためには、重複なく目的に関連する情報を多く収集することが目標になると考えた。例えば、収集した情報の内容が類似していても、情報源が異なれば情報の確度が高いと考えられる。なお、本稿において重複とは、複数人が集めた情報の内容とその情報源が共に同じであることを指す。

### 3. 課題

2章で述べたシナリオにおいて、協調検索の目的を達成する上で以下に示す課題がある。

#### 課題①: 調査した情報の重複

STEP2において、各々の情報を突合する際に情報の重複を排除する必要がある。各々の持つ情報が重複している原因は、STEP1での調査中は他者が調査した内容を確認できず、各々が個別に同じWebページを見つけ重要だと判断することである。

#### 課題②: 検索における暗黙知の移転

STEP1において、知識及び経験不足によって、不要な情報を集めたり調査内容が限定的になったりすることで、有益な情報を多く得られないことが起こりうる。これは、検索方法は各々の持つ知識などに左右される暗黙知であり、身につけることが難しいことにある。

## 4. 提案システム

### 4.1 利用イメージ

我々は、3章で述べた課題を解決するために、協調検索中にWebページに注釈を残すことで、複数人でリアルタイムで調査結果や検索状況を共有するグループウェアシステム“alrescha”を開発している[3]。Webページを閲覧しながら、ページ上への注釈の追加を可能とし、他者はその注釈を反映した状態でのWebページを閲覧できる。

本システムでは、課題解決のために以下の機能を有する。  
注釈追加機能 Webページの任意の箇所に対して、注釈と

してハイライトやモザイクといったマークの追加を可能とする。注釈は、リアルタイムに複数人のブラウザ間で共有し、反映する。

フィードバック機能 追加された注釈に対して、コメントや評価を残すことを可能とする。

リプレイ機能 任意のユーザが追加した注釈を、追加された順に閲覧することを可能とする。

注釈表示機能 全員分の注釈について一覧で表示する。評価の低い注釈は目的に対し重要な情報ではないとし、透過率を低くすることで見えづらく表示する。

図1に、本システムを用いて協調検索中の複数人のユーザ(user1, user2, user3, user4, ...)におけるWebページ閲覧のイメージを示す。

本システムを用いた協調検索の流れを示す。

STEP1' 各々が独立して目的の調査にWeb検索を行う。Webページに他者の注釈がない場合 重要であると考えたページの箇所には、注釈追加機能により注釈を追加する。

Webページに他者の注釈がある場合 フィードバック機能により注釈に対し重要さを評価(高/低)したり、コメントを残す。注釈以外の箇所に重要な箇所があれば、注釈を追加する。

STEP1'-a 注釈の結果はリアルタイムに共有され、他者が閲覧するWebページに反映される。

STEP2' 各々の調査結果を突合された情報として、リプレイ機能や注釈表示機能により全員分の注釈の一覧を確認し、有益な情報を抽出する。

STEP3' 抽出した情報をもとに旅行の計画や、対策方法の策定などを実施する。

### 4.2 課題①の解決

注釈追加機能により、協調検索に取り組む者同士で、互いが調査し重要だと考えた情報をリアルタイムに閲覧できるようになる。その結果、調査結果の重複に気づき、他の情報への検索に変更することができる。重複した箇所が重要であると考えた場合でも、既にその情報は調査されていることがわかるため、より確度を高めるための、類似した情報の調査に変更できる。

従って、協調検索の結果、重複した情報ばかりで、調査結果が少ないという状況を防ぐことができ、課題①を解決できる。

### 4.3 課題②の解決

暗黙知である検索方法を他者に移転することで、暗黙知を持たざる者も検索方法を身につけることができると考えた。暗黙知の移転には、ナレッジマネジメントの基礎理論の1つである、SECIモデル(図2)というフレームワー

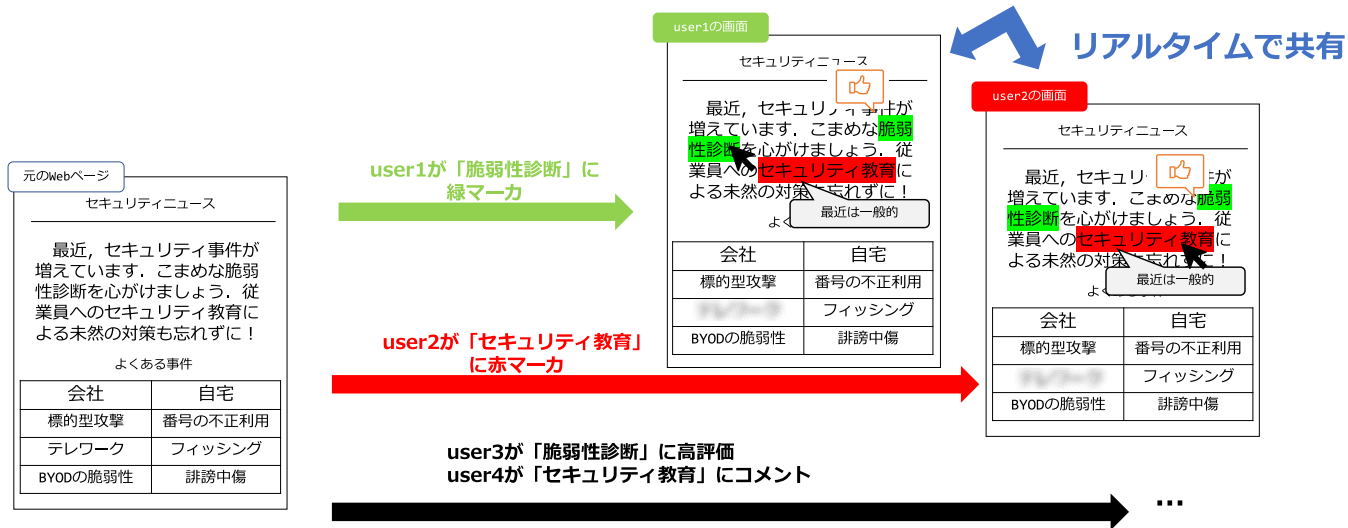


図 1 利用イメージ

Fig. 1 Usage Example

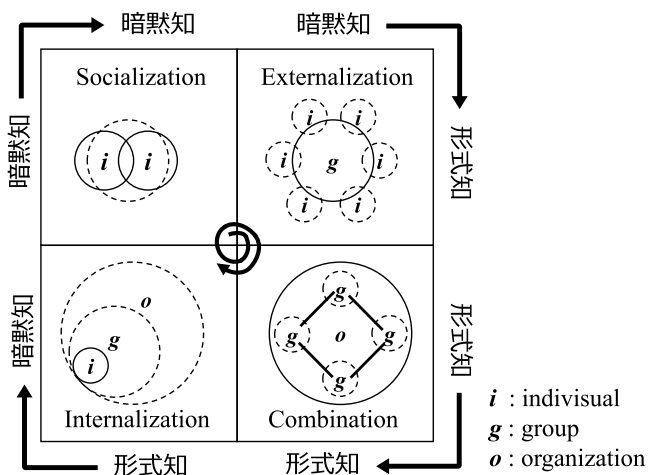


図 2 SECI モデルのイメージ (文献 [4] 図 1)

Fig. 2 SECI Model (Ref. [4] Fig. 1)

表 1 SECI モデルのプロセスの詳細

Table 1 Detail of SECI Model's Process

共同化 (Socialization)	個々人の暗黙知を共通の体験を通じて共感し合う。
表出化 (Externalization)	共通の暗黙知から明示的な言葉や図で表現された形式知としてのコンセプトを創造する。
連結化 (Combination)	既存の形式知と新しい形式知を組み合わせて体系的な形式知を創造する。
内面化 (Internalization)	体系的な形式知を実際に体験することで身につけ暗黙知として体化する。

ク [4] を参考にする。各プロセスの詳細を、表 1 に示す。

我々は、協調検索そのものが、共通の目的を達成するための、複数人で協力して検索作業をする行為であることから共同化にあたるプロセスと考えた。以下のように、本シ

ステムにおける協調検索は、SECI モデルの各プロセスに当てはめることができる。

共同化 協調検索そのものである。

表出化 注釈追加機能によって注釈を追加及び共有することで、閲覧した Web ページの中で各々が重要視した点が可視化される。フィードバック機能によって、注釈に対して評価やコメントなどを残せるようにして、集められた情報のグループ (協調検索に関わった人の間での重要度) としての重要度を可視化できる。

連結化 表出化の結果の Web ページや注釈を突合することで、注釈が追加された対象の類似性や、Web ページの中でよく注釈を追加される場所といった新たな情報を発見できる。

内面化 表出化された結果だけでなく、リプレイ機能によって注釈が追加された過程も閲覧することで、Web ページ閲覧中の思考を追体験できる。

このように本システムを利用して協調検索に取り組むことで、SECI モデルのプロセスを通すことができるため、情報検索及び閲覧における暗黙知を体得することができ、課題②を解決できる。

## 5. 機能詳細

### 5.1 システム構成

本システムの構成を図 3 に示す。本システムは、4.1 節で述べた機能を実現する Google Chrome 拡張機能のプラグインと、注釈情報を利用ユーザ毎に保存する注釈情報データベースで構成する。

### 5.2 注釈追加機能

注釈追加機能では、Web ページ上の任意の箇所に注釈を追加できる。追加した注釈は、ユーザと関連付けてデー

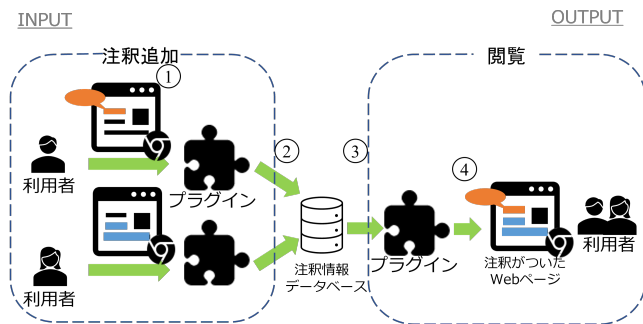


図 3 システム構成  
Fig. 3 System Architecture

データベースに記録する．ユーザが Web ページを訪れたとき，データベースから他者の注釈箇所を取得し，Web ページに反映する．複数のユーザが同じページを閲覧しているときに注釈を追加すると，Web ページを更新せずともリアルタイムに注釈が反映される．

4.1 節の STEP2' にて，注釈を追加した人に説明を求める事も考えられる．各注釈がどのユーザによって追加されたものであるか，一目で判別できるようになっている必要がある．そこで，ユーザ毎に一意なカラーコードを割り当てることとした．注釈を描画する際にユーザに対応したカラーコードを指定することで，ユーザ毎に一意な色の注釈を表示できる．

加えて，注釈はショートカットによって追加することが出来る．注釈は Web ページの閲覧中に追加するため，ショートカットを利用することで，注釈の追加の利便性が向上すると考えている．Web ページ中の文字列を選択して，Ctrl+B を押下することでハイライト，Ctrl+M を押下することでモザイクが描画される（図 4）．

### 5.3 フィードバック機能

フィードバック機能では，Web ページ上のフィードバックを残したい注釈を右クリックして，フィードバックとしてコメントを送信するためのメッセージフォームを開くことができる（図 5）．これにより，フィードバックしたい注釈に対し，マウスカーソルで直感的に指定できる．

また，フィードバック結果は，各注釈につけられた高評価の割合に応じて，注釈の透明度が変化する．低評価が多い注釈ほど，Web ページ上で薄く描画される（図 6）．こ

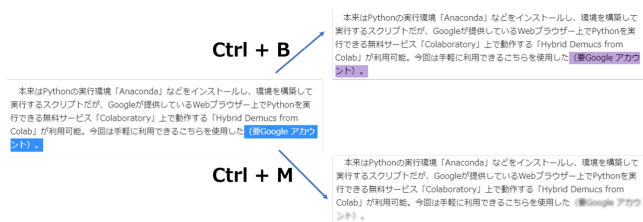


図 4 ショートカットによる注釈追加  
Fig. 4 Add Annotation by Shortcut

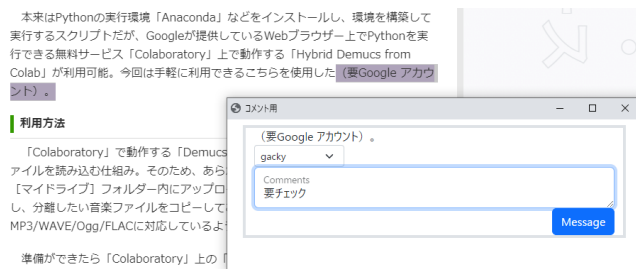


図 5 メッセージフォーム  
Fig. 5 Message Form

「情報セキュリティ10大脅威 2022」は，2021年に発生した社会的に影響が大きかったと考えられる情報セキュリティにおける事業から，IPAが脅威候補を退出し，情報セキュリティ分野の研究者，企業の実務担当者など約150名のメンバーからなる「10大脅威選考会」が脅威候補に対して審議・投票を行い，決定したものです。

図 6 注釈の透明度の違い  
Fig. 6 Difference of Annotation's Transparency

れにより，フィードバック結果を Web ページ上で視覚的に理解することで，Web ページの注釈の理解を助け，内面化を強化できる．注釈への評価は，後述する注釈表示機能にて，行うことができる．

### 5.4 注釈リプレイ機能

注釈リプレイ機能では，フィードバック機能の評価にかかわらず，注釈を追加した順番に，全て閲覧できる．閲覧したいユーザを指定して実行すると，そのユーザが追加した注釈をデータベースから追加時間順に取得する．取得した注釈の反映位置まで自動で画面をスクロールした上で，注釈追加機能と同様に注釈を描画する．注釈やその前後を読み解くための一定のインターバルを置いて，取得した注釈分，繰り返す．

### 5.5 注釈表示機能

注釈表示機能は，Chrome の開発者ツールのタブから利用できる．注釈を追加した人や時間，注釈へのコメントが一覧で確認できる他，注釈への評価を残すことができる．ここで低く評価された注釈は Web ページ上で薄く表示されるようになり，直感的に注釈の評価を把握できるようになる．注釈への評価は開発者ツールのタブから閲覧できる注釈の一覧からつけることができる（図 7）．

## 6. 評価手法の検討

今後，本システムを利用した協調検索を行うことで，課題①と②が解決できていることを確認するために，評価実験の実施を検討している．ここでは，検討した評価実験の方針について述べる．

### 6.1 課題①の評価方針

本システムを利用した協調検索において，情報の重複が排除されていることを評価する．複数人での，各々の検索



図 7 注釈の一覧表示  
Fig. 7 List of Annotations

結果における重複率を評価指標として求める。

評価方法として、システム利用の有無以外の条件を揃えた対照実験を実施する必要がある。そこで、まずは本システムを利用せずに協調検索を実施して、調査の重複率を求める。次に、本システムを利用して協調検索を実施し、調査の重複率を求める。

システム利用前の重複率と比較し、本システムの利用により重複率が下がっていれば、課題①が解決できたと考えられる。

## 6.2 課題②の評価方針

協調検索における検索方法の暗黙知が移転したことを確認することで、検索方法の形式知化が達成しているか評価する。協調検索を通して暗黙知を移転できた場合、協調検索の目的に対して重要な Web ページを検索でき、更にその Web ページ中の重要な箇所に、注釈を追加できるようになると考えられる。そのため、本システムの利用の前後での追加した注釈への評価率の変動を評価指標とする。

評価方法として、協調検索を通して移転させる暗黙知を持っている検索能力の高い被験者と低い被験者を混ぜたグループで、本システムを利用した協調検索に取り組む。その後、本システムによる協調検索の経験を踏まえ、リアルタイムで注釈を共有せずに個別に調査を実施する。

この結果、検索能力の低かった人の注釈の重複率が上昇する、あるいは注釈への評価が高くなる場合、検索方法の移転に貢献できたといえ、課題②が解決できたと考えられる。

## 6.3 利便性の評価

本システムは、日常や業務での恒久的な利用を想定している。そこで、ハイライトの視認性や、注釈の追加などの操作性といった、システムの使用感についてのアンケート評価も実施する。

## 7. 関連研究

協調検索における支援は、以下に示す研究がある。

武田ら [5] は、グループのメンバーの検索履歴をもとに、メンバーが試行錯誤の中で利用した検索クエリと発見した有用なページを紐付けることで、グループとしての検索の効率化を目している。一度誰かが検索したことがある対象を他のメンバーが調査する際に、先に調査したメンバーが利用したクエリを入力した場合、その時点で他のメンバーが発見した有用なページを提示するといったシステムを提案している。

小谷ら [6] は、モバイル端末を利用した協調検索において、端末の画面が小さいことから情報共有のために複数人が画面を覗き込む必要があり、情報共有が円滑に実施できないことに対して、グループの他のメンバーが閲覧した Web ページを検索結果に割り込ませて共有することで、各自の端末で共有された情報の閲覧を可能とするシステムを開発している。

これらは、協調検索における情報共有に主眼を置いて効率化を図っている。本稿の目指す所は、共有した情報を通して、情報閲覧における暗黙知を移転することを含めて取り組んでいる。

## 8. おわりに

本稿では、複数人での協調検索において、調査した情報の重複と暗黙知である情報検索方法が課題であると考えた。これを解決するためには、調査した情報の複数人でのリアルタイム共有と、SECI モデルに従った情報検索方法の形式知化が必要であると考え、それらを実現するグループウェアシステムを開発した。また、本システムを用いた課題解決の評価方法を検討した。

今後は、日常と業務での評価の実践が求められる。

謝辞 本研究は、(株)STNet との共同研究により実現した。多大なる感謝をこの場に述べる。

## 参考文献

- [1] 総務省: 令和 2 年版 情報通信白書 | 情報通信機器の保有状況, 入手先 <<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r02/html/nd252110.html>> (2022.10.19).
- [2] Morris, Meredith Ringel: A survey of collaborative web search practices, Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems, 1657–1660, 2008
- [3] 檜垣 龍徳, 竹原 一駿, 本部 建大, 西山 賢, 出石 大志, 亀

- 井 仁志, 最所 圭三, 喜田 弘司: 知識形成の形式知化に向けた Web ページの共同アノテーションシステムの開発, 第 84 回情報処理学会全国大会講演論文集, 4ZG-05, pp.4-315-4-316, 2022
- [4] 野中 郁次郎, 梅本 勝博: 知識管理から知識経営へ: ナレッジマネジメントの最新動向 (< 特集 > 「ナレッジマネジメントとその支援技術」), 人工知能, 2001, 16 巻, 1 号, pp. 4-14, 公開日 2020/09/29
- [5] 武田, 達弥, 五十嵐, 健夫: グループでウェブの探索を効率化する検索共有インタフェース, 2008, pp. 93-98 11(2008-HCI-127)
- [6] 小谷大祐, 中村聡史, 田中克己: モバイル協調検索におけるユーザ間の情報共有支援, DEIM Forum 2011, 6, 2011