

## 協調 Web 検索におけるグループ内アウェアネス向上のための 検索過程のリアルタイム共有 Real-Time Sharing of Search Process for Enhanced Group Awareness in Collaborative Web Search

塩見 和則<sup>†</sup>  
Kazunori Shiomi

高田 秀志<sup>‡</sup>  
Hideyuki Takada

### 1. はじめに

近年、ラップトップ PC やタブレットといった持ち運び可能な情報端末が普及している。これに伴い、学校や企業で、同じ目的を持った複数のユーザが端末を持ち寄り、端末に搭載されているブラウザで Web 検索を行う協調作業が増えている。本論文では、この協調作業を協調 Web 検索と呼ぶことにする。

Web 上には多くの情報が存在するため、検索スキルが低いユーザは適切な情報に辿りつくことが困難である。協調 Web 検索では、検索スキルが高いユーザが検索クエリを教えるなどの方法により、検索スキルが低いユーザの検索作業を補助することが可能である。また、個人での検索に比べ網羅的な情報探索が可能であるため、グループにとって有益な情報を発見しやすい。さらに協調 Web 検索では、個々の検索活動で得た情報だけでなく、各ユーザが既に持っている知識をグループ内の会話を通して共有することで、新たなアイデアや意見が生まれることが期待される。

このような協調 Web 検索において、相手の検索状況を知ることは検索の質を向上させるために重要である。しかし、標準のブラウザを用いた協調 Web 検索では、各ユーザが検索作業で得た情報をグループ内で十分に共有できていないとも言えない。これは、グループ内で会話が十分に交わされないことや、相手の活動内容を把握できないことに起因すると考えられる。そこで本研究では、相手の検索状況の認識を促進するために、アウェアネスを支援することを目的とする。

本研究では、協調 Web 検索におけるグループ内アウェアネスに着目し、グループ内の他ユーザが行った検索の過程、および、現在の検索状況を容易に把握することが可能な Web 検索システムを構築する。本システムは、グループ内の他ユーザが閲覧しているページのサムネイルを各ユーザに表示する機能と、各ユーザが閲覧したページ群に対して関心度を時系列に帯グラフとしてユーザに表示する機能を合わせ持つ。これらの機能により、ユーザは相手の検索状況を直感的に把握することができる。このようにして、ユーザ間の相互認識を容易にすることで、協調 Web 検索の質を向上させる。

また、本システムを用いた評価実験を実施する。実験におけるユーザの行動を観察することで、本システムが協調 Web 検索に与えた効果を検証する。

以下に本稿の構成を示す。2 節では協調 Web 検索について述べる。3 節では、グループ内アウェアネス支援システムの構成と実装について述べる。4 節では、本シ

テムの評価実験と結果、考察について述べる。最後に、まとめと今後の展望について述べる。

### 2. 研究背景

#### 2.1 アウェアネスの必要性

協調作業において、相手の状況を認識することは重要である。岡田らは、人間同士のかかわりの深さと質を定義し、モデル化を行った [1]。それによると、アウェアネスの有無がコミュニケーションの質に影響し、結果として協調の質に影響する。

協調 Web 検索では、一般的に興味・嗜好は個人差があるため、発見した情報に対して持つ関心の度合いはユーザごとに異なる。ユーザは高い関心を持った情報を発言によって他ユーザと共有することが考えられるが、内向的な性格を持ったユーザは発言をせず、グループ内に情報が共有されないことが考えられる。また、ユーザは検索活動において頻りにページ間を遷移するため、個々の検索状況をグループ内の他ユーザに伝えるのは困難である。一般的に、相手の検索状況を把握するための方法として相手の PC 画面を覗き込むことが考えられるが、一度自分の PC 画面から目を離すため検索作業を中断する必要があり、作業の継続性を低下させることになる。また、この方法は一度に一人のユーザの検索状況しか把握することができないため、グループの全ユーザがこの方法を採ると煩雑になる。

#### 2.2 関連研究

これまでに、協調 Web 検索における、アウェアネスの支援を対象とした研究がいくつか進められてきた。

奥らは、携帯端末を用いて行う協調 Web 検索において、円滑な議論の場を提供することを目的として、ユーザの意見を反映したコンテンツをグループ内のユーザ間で共有することが可能なインタフェースを提案している [2]。このインタフェースでは、ユーザはクリップの生成や、生成されたクリップに対する評価を行う必要があるため、検索作業が断続的になってしまう。

WeSearch [3] では、一台のテーブルトップディスプレイ上で各ユーザが Web 検索を行い、見つけたページをクリップとして保存することができる。保存したクリップをドラッグ&ドロップすることで、直感的にページの情報を含んだクリップを他ユーザに渡すことができる。複数人が一台の端末上で作業するため、一覽性に優れているが、テーブルトップディスプレイは高価で、かつ広い作業領域が必要なため、コストと設置スペースの点で問題が生じると考えられる。

SearchTogether [4] では、自分の検索結果に対してコメントや評価をつけることができ、他ユーザは付加され

<sup>†</sup>立命館大学大学院 理工学研究科  
<sup>‡</sup>立命館大学 情報理工学部

たコメントを参考にしながら検索作業を行うことができる。この情報をもとに、ユーザは情報の有益性を判別することができる。また、各ユーザが入力した検索クエリは検索履歴としてグループで参照することができるため、重複した検索作業を避けることができる。しかし、各ユーザが閲覧したページに対して付加情報を入力する必要があり、検索作業の負荷が増えると考えられる。

Round-Table Browsing [5] では、円卓に座ったユーザのラップトップ PC の背面にタブレットを配置し、タブレット上にそのユーザが現在閲覧している Web ページと閲覧履歴のスクリーンショットを表示する。これにより、各ユーザの互いの検索状況の認識を支援し、コミュニケーションを活性化する場を創っている。しかし、このシステムはグループの人数分のラップトップ PC とタブレットで構成されているため、グループの人数が増えるほど環境の構築が困難になる。

これらに対し、本節で提案するシステムの特長は以下のとおりである。

- 付加的な情報の入力や操作を行う必要がない。
- グループの人数分のラップトップ PC だけで利用可能であるため、環境づくりが容易である。

### 3. グループ内アウェアネス支援システム

#### 3.1 グループ内アウェアネス

本研究では、協調 Web 検索において、ユーザが以下の検索状況を認識することをグループ内アウェアネスとする。

- 検索状態
  - ページを閲覧中であるか、検索中であるか
  - どのようなページを閲覧しているか
- 検索過程
  - 過去にどのような検索クエリを入力して検索し、どのようなページを閲覧したか
  - 閲覧したページに対してどれほど関心を持ったか

グループ内アウェアネスを支援することにより、新たなアイデアや意見の創出が期待され、結果として協調 Web 検索の質が向上すると考えられる。

#### 3.2 機能

本節では、本システムが搭載するグループ内アウェアネスを支援する2つの機能とその利用シーンについて述べる。

##### 3.2.1 閲覧ページのリアルタイム表示機能

検索作業において、ユーザの検索状況は、検索キーワードを入力して Web ページの検索をしている状態と Web ページを閲覧している状態の2つに分けられる。協調 Web 検索ではこれらの状態が頻繁に変化するため、相手

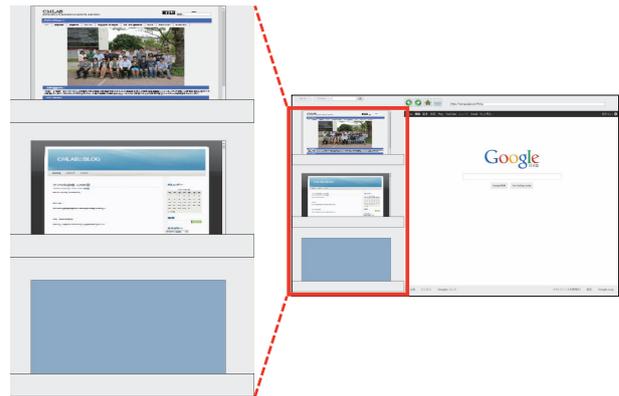


図 1: 閲覧ページのリアルタイム表示

が有益なページを閲覧していたにも関わらず見逃される場面が想定される。そのため、即時的に閲覧ページを各ユーザに提示する必要がある。閲覧ページのリアルタイム表示機能は、図 1 に示すように、ユーザがアクセスしたページのスクリーンショットを縮小した画像をサムネイルとして他ユーザの画面に表示する。さらに、相手が検索中、つまり Google や Yahoo といった検索サイトにアクセスしている状態の時はサムネイルを非表示とする。この機能により、ユーザは相手が上記の2つの状態のどちらにあるのかを直感的に認識することができる。なお、本機能は3台までサムネイル表示が可能である。

ユーザは相手が閲覧しているページに興味を持つと、そのページに関する詳細な情報を得るために、自身の端末でそのページを閲覧することが考えられる。閲覧ページのリアルタイム表示機能では、相手のサムネイル上でクリックすることで、そのページが自分の検索画面に表示される。

##### 3.2.2 検索過程の可視化機能

検索過程の可視化機能は、図 2 で示すように他ユーザが閲覧したページ群についてユーザが抱いた関心の度合いを可視化し、帯グラフとして画面に表示するものである。帯グラフが持つ各要素の幅は、関心度の値が大きくなるほど広がる。帯グラフの要素は左から右に時系列に並んでおり、他ユーザがページを遷移する度に更新される。また、図 3 のように、帯グラフの要素上をクリックすることで、検索クエリ、ページ名、サムネイルといった詳細な情報が表示される。また、ユーザは詳細な情報を閲覧した後に、そのページに遷移することができる。これにより、各ユーザは画面に表示された帯グラフを見ることで、他ユーザがどのようなページに関心を持ったのかを直感的に理解することができる。

関心度の算出

ここで、ユーザの関心度を算出するための計算式について述べる。検索活動において、関心を持ったページの閲覧時間は長くなり、関心を持たなかったページの閲覧時間は短くなることが考えられる。そこで、閲覧時間に



図 2: 関心度の可視化

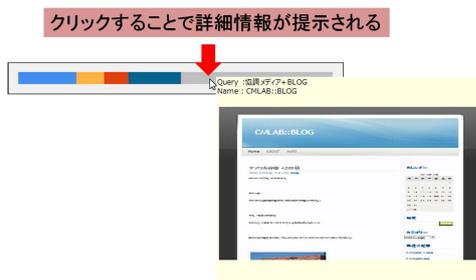


図 3: 詳細情報の提示

着目し、関心度を算出する。

あるユーザ  $u$  が閲覧した  $i$  ページ目 (重複許さない) のページを  $p_{ui}$  ( $i = 1, 2, \dots$ ) とする。また、閲覧ページ  $p_{ui}$  に対する  $j$  回目の閲覧時間を  $t_{p_{ui}j}$  ( $j = 1, 2, \dots$ ) とする。さらに、あるユーザ  $u$  の閲覧ページ  $p_{ui}$  に対する閲覧時間の総和を  $Total_{p_{ui}}$  とし、

$$Total_{p_{ui}} = \sum_j t_{p_{ui}j}$$

と定義する。そして、ユーザ  $u$  が閲覧した全ページに対して  $Total_{p_{ui}}$  が占める割合を関心度  $InterestDeg_{p_{ui}}$  とする。  $InterestDeg_{p_{ui}}$  は、

$$InterestDeg_{p_{ui}} = \frac{Total_{p_{ui}}}{\sum_k Total_{p_{uk}}}$$

と定義する。ここで求めた  $InterestDeg_{p_{ui}}$  の各値を帯グラフとして提示する。

### 3.3 実装

#### 3.3.1 ユーザインタフェース

構築したシステムの概観を、図 4 に示す。ユーザは右側に配置されている Web ブラウザの検索画面を用いて検索活動を行う。左側に配置されている相手画面には、サムネイルをユーザ名と共に表示する。また、可視化領域には他ユーザが閲覧したページ群に対して、前述した計算式で算出された関心度を、帯グラフとして表示する。

図 4 のメニューボタン群、設定ボタン群を拡大したものを図 5, 6 に示す。検索画面の上部には「戻るボタン」、



図 4: システム概観



図 5: メニューボタン群

「進むボタン」、「ホームボタン」、「遷移ボタン」、「アドレスバー」が横一列に配置されており、左側上部には「Server ボタン」、「Connect ボタン」、「ユーザ名入力ボックス」が配置されている。

#### 3.3.2 システム構成

本システムを利用する環境は最大 4 台のラップトップ PC で構成される。本環境では、1 台の端末が「Server ボタン」を押すことでサーバ、その他の端末が「Connect ボタン」を押すことでクライアントとなり、サーバ、クライアント間でローカルネットワークを介して通信を行うことが可能となる。端末間で送受信されるデータは、ユーザ名、サムネイル、ページ閲覧時間、閲覧ページ名、検索クエリである。サーバ端末は受信したこれらのデータをコネクションを確立している各クライアント端末に転送する。

各端末は、ページアクセス時、ページ遷移時の各タイミングでそれぞれ異なった処理を行う。

##### ページアクセス時

アクセスしたページのスクリーンショット、アクセスしたページの URL、ユーザ名をひとまとまりのデータとしてサーバ端末に送信する。自身がサーバ端末である場合は、接続している各クライアント端末に送信する。また、タイマーを起動して閲覧時間の計測を開始する。

##### ページ遷移時

タイマーを停止し、計測した時間を閲覧時間として取得する。その後、閲覧時間、検索クエリ、ページ名、スクリーンショット、ユーザ名をまとめたデータをサーバ端末に送信する。ページアクセス時と同様に、自身がサーバ端末である場合は、接続している各クライアント端末に送信する。



図 6: 設定ボタン群

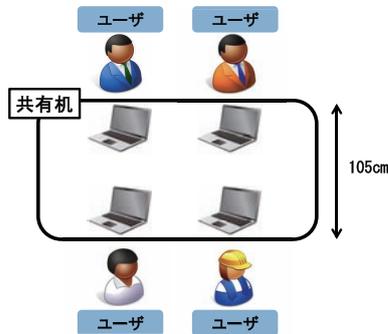


図 7: 被験者の位置関係

また、遷移先が Google や Yahoo 等の検索サイトである場合は、自身の端末が検索中であることを示すデータを送信する。

#### 4. 評価実験

本システムを利用することにより、グループ内アウェアネスを支援することができたか、また、本システムが協調 Web 検索にどのような効果を与えたかを検証するために実験を行った。

##### 4.1 実験内容

本実験では、情報系の学生 8 名を 4 人一組の 2 つのグループに分け、各グループを図 7 に示すように 2 人ずつ対面になるように配置し、各ユーザに提案システムを導入したラップトップ PC を与えた。グループで行ってもらった作業の内容は旅行計画である。各ユーザにはグループのメンバで北海道に旅行することを想定してもらい、提案システムを用いて北海道で行きたい場所（観光地、食事処など）について Web 検索をしてもらった。また、各グループには 1 枚の用紙を与え、その用紙にグループで話し合っただめた場所を書き出してもらうよう指示をした。

実験中は、ユーザの後方に設置したビデオカメラと共有機の中央に設置したボイスレコーダーで、ユーザ間で生じた会話と、実験中の各ユーザのふるまいを記録した。また、各ユーザが閲覧したページのページ名、URL、閲覧時間、検索クエリと各ユーザが本システムを利用した回数を記録するようにした。さらに、実験後に全ユーザにアンケート用紙を配り、回答してもらった。アンケートの内容を、表 1 に示す。

##### 4.2 実験結果

###### 4.2.1 アンケート結果

本システムが相手の検索状況の認識に与えた影響に関するアンケート結果を表 2 に示す。閲覧ページのリアル

表 1: アンケート内容

	質問内容
質問 1	閲覧ページのリアルタイム表示機能は相手の作業状況を把握するのに役立ちましたか?
質問 2	検索過程の可視化機能は相手の作業状況を把握するのに役立ちましたか?
質問 3	サムネイルをクリックして相手が閲覧しているページに遷移した理由は何ですか?
質問 4	使用したシステムは使いやすかったですか?

タイム表示機能は半数以上が役立った、あるいは少し役立ったと回答したのに対し、検索過程の可視化機能は半数以上があまり役立たなかった、あるいはまったく役立たなかったと回答した。

次に、サムネイルを利用した理由に関するアンケート結果を表 3 に示す。サムネイルをクリックした根拠は相手のサムネイルに関する発言だった、と回答したユーザが最も多かった。

さらに、本システムのユーザビリティに関する結果を表 4 に示す。ユーザによって本システムに感じた使用性に偏りは出なかった。

最後に、被験者による各機能に関するコメントを抜粋し、以下に示す。

##### 閲覧ページのリアルタイム表示機能

- サムネイルに地名が載っている場合があり、どの場所について調べているか分かった。そのため、ページを重複して検索せずに済んだ。
- 口頭でやり取りする上で、視覚情報が共有できるので役立った。
- 自分の作業に没頭していてサムネイルが気にならなかった。
- サムネイルは相手の調べているページに遷移するために使った。

##### 検索過程の可視化機能

- 過去に調べた情報に興味を抱かなかった。
- 帯グラフは相手の履歴を見るために利用した。
- 帯グラフの各要素の幅が領域が小さくクリックしづらかった。

###### 4.2.2 本システムを利用したユーザのふるまい

録画した映像から実験中に観察できた本システムを利用したユーザのふるまいについて述べる。グループ内のあるユーザが「お土産買うところ見つけた!」や「このお店の料理美味しそう!」といった見つけたページに対する

表 2: 質問 1, 2 のアンケート結果

	閲覧ページのリアルタイム表示機能	検索過程の可視化機能
役立った	4	1
少し役立った	3	2
あまり役立たなかった	1	4
まったく役立たなかった	0	1

表 3: 質問 3 のアンケート結果

	回答人数
相手が閲覧しているページについて発言していた	7
サムネイルを見て気になった	4
複数人が同一のページを見ていた	1

表 4: 質問 4 のアンケート結果

使いやすかった	どちらかと言えば 使いやすかった	どちらかと言えば 使いにくかった	使いにくかった
1	4	3	0

感想や、見つけたページを勧める旨の発言があると、発言したユーザが閲覧しているページに他ユーザが興味を抱き、そのページを現在閲覧中であるかを確認した後にサムネイルをクリックするという場面が複数回見受けられた。また、3人のユーザが同一のページについて話をしており、1人のユーザだけが話に参加できていない時に、話に参加できていないユーザが他ユーザのサムネイルをクリックして話に参加する場面が見受けられた。30分間の作業の中で、ユーザ同士が検索クエリを教え合うような会話や、画面を覗き込むといった動作はほとんど見受けられなかった。帯グラフは作業の終盤に各ユーザがどのような検索作業を行ったかを確認するために利用されていた。

ここで、記録した作業内容のログから、ユーザが本システムを利用した回数と経過時間との関係について述べる。表 5 に作業時間の中で各ユーザが閲覧した Web ページ数と、各機能を利用した回数を被験者ごとに示す。Web ページ閲覧数にはユーザごとの差異は見られなかったが、詳細情報閲覧数はユーザ 3 が突出しており、ユーザごとに偏りが出た。さらに、複数のユーザが遷移ボタンを押下しない、または、1度しか押下しないという結果になった。図 8、図 9 に経過時間に対するシステムの利用回数をグループごとに示す。グループ 1 では経過時間 25 分から 30 分にかけて検索過程の可視化機能の利用回数が大きく増加していることが分かる。それに対し、グループ 2 では利用回数が大きく増加することはなかった。また、閲覧ページのリアルタイム表示機能では、グループ 1、グループ 2 とともに利用回数の大きな増加は見られなかった。

#### 4.3 考察

上記した実験の結果から、以下のような知見が得られた。

- ユーザが閲覧している情報をリアルタイムに共有する機能は有用性が高い。

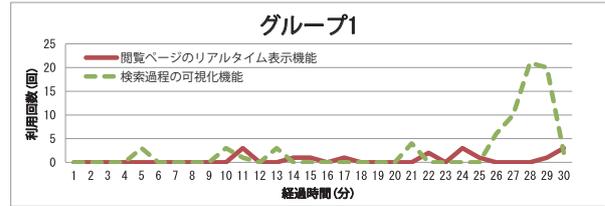


図 8: 経過時間と各機能の利用回数 (グループ 1)

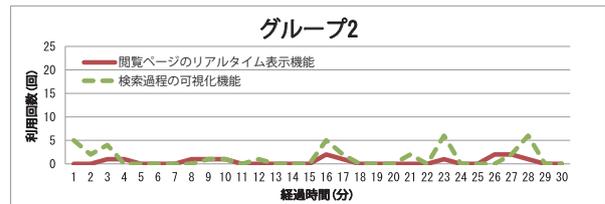


図 9: 経過時間と各機能の利用回数 (グループ 2)

- 相手の過去の検索過程を共有する機能は有用性が低い。

さらに、機能ごとの詳細な考察を以下に述べる。  
閲覧ページのリアルタイム表示機能に関する考察

アンケートに関して、表 1 の質問 1 に対して役立った、あるいは少し役立ったと回答した被験者が過半数であったことから、閲覧ページのリアルタイム表示機能は相手の検索状況の認識を促進したと考えられる。また、「サムネイルを見て相手がどの場所について調べているか分かった」というコメントがあったことから、検索行動の重複をなくし、より網羅的な検索を可能にしたと考えられる。表 1 の質問 3 で「相手の閲覧しているページについて発言していた」と回答した被験者が最も多かった。これより、ユーザの興味を引き出す要因となったのは主に相手の発言であったと予想されるが、「サムネイルを見て気になった」と回答した被験者が複数人いることから、サムネイルのリアルタイム表示もユーザの興味を引き出したと考えられる。

実験中にビデオカメラで撮影した映像で観察できたユーザのふるまいと、「相手の調べているページに遷移するために使った」というコメントから、ページ共有の手段として機能していたことが分かる。映像からは、ユーザ同士で検索クエリを教え合うような会話や、相手の PC 画面を覗き込むといった動作が見られなかった。また、一方で、3人のユーザが同一のページに関する会話をしており、1人のユーザだけが会話に参加していない状況で、会話に参加できていないユーザが他ユーザのサムネイルをクリックして会話に参加する場面が見られた。このことから、相手が閲覧しているページへの即時的な遷移を可能にしたことで、相手の検索状態の認識を促進できたと考えられる。

検索過程の可視化機能に関する考察

表 1 の質問 1 に対してあまり役立たなかった、あるいはまったく役立たなかったと回答した被験者が過半数で

表 5: Web ページ閲覧数と各機能の利用回数

被験者	Web ページ閲覧数	サムネイル押下数	詳細情報閲覧数	遷移ボタン押下数
ユーザ 1	19	7	0	0
ユーザ 2	40	10	1	1
ユーザ 3	26	2	45	0
ユーザ 4	27	3	19	4
ユーザ 5	35	5	1	1
ユーザ 6	30	5	24	5
ユーザ 7	21	3	2	0
ユーザ 8	24	0	9	5
平均	27.75	3.75	12.65	2.00
標準偏差	6.59	2.05	14.90	2.12

あったことから、検索過程の可視化機能は相手の検索状況の認識を促進できなかったと考えられる。また、「過去に調べた情報に興味を抱かなかった」、「相手の履歴を見るために利用した」というコメントと、図 9 で作業終盤に利用回数が増加していることから、検索過程の可視化機能は振り返り作業の有無に影響しており、作業に行き詰まったときに他ユーザが閲覧したページを把握する目的で利用されたと考えられる。本実験では、グループで北海道への旅行計画を立ててもらったが、北海道の観光サイトやまとめサイトなど北海道に関する情報がある程度まとまったページを閲覧することで、個人作業でも十分な情報が得られた。そのため、個々の検索活動において、行き詰まりが発生せず検索過程の可視化機能の利用に至らなかったと考えられる。

ユーザビリティに関して、表 1 の質問 4 では、3 名のユーザがどちらかと言えば使いにくいと回答しており、また帯グラフの各要素を逐一クリックする操作に煩雑さを感じるというコメントがあった。この結果から、順位づけをするなどの方法で提示する情報を絞り込み、ユーザの能動的な操作を最小限におさえたインタフェースを提供する必要があると考えられる。

## 5. おわりに

本論文では、協調 Web 検索において、グループ内のアウェアネスを支援するシステムを提案した。本システムは、閲覧ページのリアルタイム表示機能と検索過程の可視化機能を持つ。閲覧ページのリアルタイム表示機能は、相手が現在閲覧しているページのサムネイルを表示する。また、検索過程の可視化機能は、各ユーザが閲覧したページ群に対する関心の度合いを可視化する。

これらの機能によりグループ内のアウェアネスを支援できたか、また、ユーザの検索活動にどのような効果を与えたのかを検証するための実験を行った結果、閲覧ページのリアルタイム表示機能はユーザがどのようなページを閲覧しているのかを各ユーザに認識させることができた。一方で、検索過程の可視化機能は、一部のユーザのみに他ユーザが過去に閲覧したページを参照するツールとして利用されたが、大半のユーザは自身の作業のみで必要な情報を取得することができたので、利用されること

がなかった。このことから、より効果的にアウェアネスを支援できるように、グループで行う作業の内容や、個人の作業の流れを考慮する必要がある。

今後は、他ユーザが過去に閲覧したページを提示する方法の改善について検討していく。

## 参考文献

- [1] 岡田 謙一, 松下 温: 人間のかかわりをいかにモデル化するか 情報処理学会研究報告, 95(103), 25-30, 1995
- [2] 奥 梓, 小牧 大治郎, 荒瀬 由紀, 原 隆浩, 上向 俊晃, 服部 元, 西尾章治郎: 携帯端末を用いた協調 Web 検索におけるコンテンツ比較支援インタフェース DEIM-Forum, 2010, D9-4, 2010
- [3] Meredith Ringel Morris, Jarrod Lombardo, Daniel Wigdor: WeSearch: Supporting Collaborative Search and Sensemaking on a Tabletop Display, Proceedings of the 2010 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work, pp.401-410, 2010.
- [4] Meredith Ringel Morris, Eric Horvitz: SearchTogether: An Interface for Collaborative Web Search, UIST 2007, pp.3-12, 2007.
- [5] 上田 健太郎, 苗村 健: Round-Table Browsing: 対面共有ウェブ検索を支援する場の創出-回転寿司メタファによる履歴共有-, 情報処理学会インタラクシオン 2013, 1EXB-40, 2013.