

紙媒体を用いた作業の特長を誘発する協調検索支援システム

今本 恕¹ 高田 秀志²

概要: 複数人が共通の目的を達成するために協調して検索作業を行うことがある。このような協調検索作業においては、情報を収集するためにスマートフォンやタブレット端末といった携帯端末や、書籍などの紙媒体が利用される。携帯端末の普及やそれを利用することによる様々な利点により、端末を利用した作業が増加する一方で、紙媒体を利用した時の良さについても報告されている。このため、紙媒体を利用した作業の特長を、端末を利用した作業でも誘発させることで、作業の質を向上させることができる可能性がある。本研究では、この特長を誘発させる協調検索支援システムを構築した上で、実際の作業に適用し、評価を行う。

A Collaborative Search Support System Generating Advantages with Paper Media

IMAMOTO JO¹ TAKADA HIDEYUKI²

Abstract: People often collaborate and search to achieve a common goal. In this collaborative search task, people use portable terminals such as mobile phones and tablets or paper media such as guidebooks. Portable terminals have been widely used, which provides users the opportunity to use terminals on collaborative search task. On the other hand, good effects by using the paper media are also reported. Therefore, it is possible to improve the quality of collaborative search task using terminals by generating advantages on the collaborative search task with paper media. In this research, we develop a collaboration support system generating advantages and apply it to real collaborative search tasks.

1. はじめに

複数人が共通の目的を達成するために協調して検索作業を行うことがある。例えば、友人と旅行の計画を立てたり、夕食を取るためにお店を探したりといったことである。本研究では、複数人が共通の目的を達成するために、協調して情報の収集や計画の立案などを行う作業を対象とする。この協調検索作業を行う上で、情報を収集するためにスマートフォンやタブレット端末といった携帯端末や、ガイドブックやパンフレットといった紙媒体を用いることがある。

日本における情報通信機器の普及率において、スマート

フォンは72.0%、タブレット端末は33.3%であり [1]、上昇傾向にある。また、これらの端末は、映像や音声などのマルチメディアに対応できることや、ネットワーク上に存在する多様な情報へアクセスすることができるといった、紙媒体が持ち得ない特長を持ち合わせている。協調検索において、これらの特長は重要な役割を持つ。例えば、旅行の計画を立てる上で観光地を決定する時に、その周辺の風景などをマルチメディアを通して具体的に想像できたり、多様な情報にアクセスできたりするため、より満足できる計画を立てることが可能である。このような特長を持った端末の普及により、端末を用いた協調検索を行う機会が増加していると考えられる。しかし、端末を用いることの良さがある一方で、紙媒体を用いるからこそその良さについても明らかにされている。

従来研究において、次節で紹介するように、紙媒体を用いた場合の様々な良さが明らかにされている。しかし、こ

¹ 立命館大学大学院 情報理工学研究所
Graduate School of Information Science and Engineering,
Ritsumeikan University

² 立命館大学 情報理工学部
Faculty of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

これらの研究の多くは、書字行動 [2] やテキストタッチ [3] といった個人での作業を対象としたものであり、協調検索のような複数人が集まって行う作業については対象とされていない。その一方で、複数人での作業を対象とした研究では、作業間での会話数やアイコンタクト回数の向上 [6][7] が示されており、協調作業において紙媒体を用いることの良さが明らかにされている。このため、紙媒体を用いた作業の特長を、端末を用いた作業でも誘発させることで、協調検索の質を向上させることができる可能性がある。

本研究では、紙媒体を用いた協調検索の特長を明らかにし、この特徴を誘発させる協調検索支援システムを構築する。さらに、実際の作業に適用することで、本システムを用いた場合に、紙媒体を用いた作業と同様の長が誘発されたか、また、協調検索の質を向上させたかについて検証を行う。

2. 紙媒体を用いることの良さ

これまでに、紙媒体と携帯端末の良さを明らかにすることを目的とした研究が、様々な視点で行われてきた。本節では、これらの研究を個人での作業を対象とした研究と、複数人での作業を対象とした研究に分類し、それぞれの研究で明らかにされた良さについて紹介する。

2.1 個人での作業を対象とした研究

波田野らの研究 [2] では、紙媒体への書字行動と端末への書字行動が学習時の認知過程に及ぼす影響を対象として実験を行っている。その結果、端末より紙媒体を用いた方が認知的負荷が低い状態であることが示されている。

柴田らの研究 [3] では、紙媒体へのテキストタッチと端末へのテキストタッチがアクティブリーディングに与える影響を対象として実験を行っている。その結果、紙媒体を用いた方が、文書の誤り検出率が高いことやテキストタッチの回数が多いことが示している。

磯野らの研究 [4] では、紙媒体での読書と、紙媒体により近い電子ペーパーでの読書が視覚疲労に与える影響を対象として実験を行っている。その結果、電子ペーパーを用いた場合、軽微な疲労が観察されたことが示されている。

小林らの研究 [5] では、紙媒体を用いた場合と端末を用いた場合の学習能率を対象として実験を行っている。その結果、紙媒体を用いた場合には、文章の記憶や理解が優れていることが、端末を用いた場合には、読み速度が向上することが示されている。

これらの研究では、書字行動やテキストタッチといった個人での作業における紙媒体の良さを明らかにしている。これに対して、本研究では、協調検索といった複数人での作業を対象とする。

2.2 複数人での作業を対象とした研究

Takano らの研究 [6] では、二人の作業による協調作業において、紙媒体を用いた場合と端末を用いた場合の議論の違いを対象として実験を行っている。その結果、紙媒体を用いた場合、会話数や指示代名詞使用回数、アイコンタクト回数の増加が明らかにされている。

Haberr らの研究 [7] では、二人以上の作業による協調作業において、紙媒体を用いた場合と端末を用いた場合の議論やインタラクションを対象として実験を行っている。その結果、紙媒体を用いた作業の方が、作業間で互いの様子を確認していることや、議論が促進されていることが示されている。

これらの研究では、協調作業において紙媒体を用いた場合の良さを明らかにしており、紙媒体を用いることが有効であることを示している。そこで本研究では、協調作業の一つである協調検索における紙媒体の良さを調査し、調査した結果明らかとなった良さを端末を用いた協調検索において誘発させるシステムを構築する。さらに、本システムを実際の作業に適用した時に、「紙媒体を用いた場合と同様の長が誘発されたか」「協調検索の質が向上するか」について着目した評価を行う。

3. 調査実験

本節では、協調検索において、紙媒体を用いた作業と携帯端末を用いた作業を比較することで、紙媒体の特長を明らかにすることを目的とした実験(以降、実験1)について述べる。さらに、実験1の結果を踏まえて、紙媒体と端末といった媒体の違いや、紙媒体が表示するコンテンツと端末が表示するコンテンツの違いを明らかにするために行った実験(以降、実験2)についても述べる。

3.1 実験1 概要

本実験の目的は、紙媒体を用いた協調検索の良さを調査することである。本実験の被験者は情報系学生8名であり、4名1グループの計2グループを形成した。その上で、各グループは、紙媒体を用いた作業とタブレット端末を用いた作業を一回ずつ行った。作業内容は、宮崎県と秋田県での旅行計画を立てるものである。被験者は、実現可能な計画を立て、旅行計画の内容を計画書としてまとめることとした。

紙媒体を用いた旅行計画では、情報を収集するためにガイドブックやパンフレットを利用し、必要であればペンや付せんといった道具を利用できるようにした。タブレット端末を用いた旅行計画では、情報を収集するためにWebブラウザを利用し、必要であれば容易にWebページの共有が行えるAirDrop^{*1}を利用することとした。

調査方法としては、作業風景の録画より観察を行う。観察においては、作業間で行われたインタラクションに着

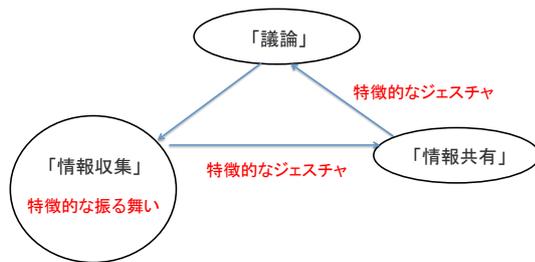


図 1 協調検索中の被験者の状態

目する。

3.2 観察の結果

協調検索中の被験者の作業状態を図 1 に示す。被験者の作業状態としては、議論・情報収集・情報共有状態の 3 つの状態が見られた。作業間でのインタラクションとして、図 1 に示すように、各状態に遷移する場合に特徴的なジェスチャが行われることと、各状態の中でも情報収集時においては、利用する媒体が異なることによって作業形態も異なることを確認した。

初めに、特徴的なジェスチャについて述べる。特徴的なジェスチャとしては、以下のようなものが見られた。

- 指差しジェスチャ：あるページにおいて、注目して欲しい一部分を指で差し示す動作
- 付せん貼りジェスチャ：保持しておきたいページに付せんを貼り、メモ書きを追加する動作
- 差し出しジェスチャ：他者に見て欲しいページがある時に、媒体ごと他者に見せる動作

紙媒体を用いた場合は、上記の全てのジェスチャが見られた。端末を用いた場合は、指差し、および、差し出しジェスチャが見られた。

次に、情報収集時の作業形態について述べる。利用する媒体と、それを利用した場合の作業形態には以下のようなものが見られた。

- 紙媒体：他者と一緒に作業をする振る舞い
- 端末：自身の端末に集中する振る舞い

紙媒体を用いた場合は、地図を閲覧する被験者やガイドブックを閲覧する被験者といったように、作業が分担された。このため、自身の持っていない情報を収集・閲覧したい場合に、作業間でも身を寄せ合い、「他者と一緒に作業をする振る舞い」が見られた。端末を用いた場合は、自身の端末のみで地図や観光地といったあらゆる種類の情報を収集・閲覧できるため、紙媒体を用いた場合のような作業の分担が見られなかった。このため、他者と一緒に作業することが少なく、「自身の端末に集中する振る舞い」が見られた。

3.3 考察

観察の結果より明らかとなった特徴的なジェスチャと振る舞いについて考察する。紙媒体を用いた作業と端末を用いた作業において、共通のジェスチャとして見られたのは「指差しジェスチャ」「差し出しジェスチャ」である。これらのジェスチャについては、紙媒体を用いた作業と端末を用いた作業で、大きな違いは見られなかった。

紙媒体を用いた作業のみにおいて見られたジェスチャは、「付せん貼りジェスチャ」である。付せん貼りジェスチャは、紙媒体の良さである、自由に情報を付け加えることができることが反映されたと考えられる。しかし、このジェスチャは、自身が後で見返したいページに対して行われており、複数人で行う協調検索ならではの良さというわけではない。

紙媒体を用いた作業と端末を用いた作業において、被験者の振る舞いに大きな違いが見られた。紙媒体を用いた場合は、作業間でも身を寄せ合い、他者と一緒に作業をする振る舞いが見られた。例えば、録画映像では、ある被験者が他者に情報を共有したい時に、「ここどうですか?」と発言し、ガイドブックを差し出したことに対して、グループメンバー全員が差し出されたガイドブックを閲覧し、「え、どこ? 遠い。」や「高速に乗ればよくない?」といった会話が行われた。このように、紙媒体を用いた場合では、一つの情報に対してグループメンバー全員が閲覧し、その情報に対して議論が行われることが多かった。この要因としては、それぞれの被験者が異なる情報を持っていたことが影響したと考えられる。一方で、端末を用いた場合は、自身の端末に集中する振る舞いが見られた。この要因としては、被験者間で作業の分担が行われず、一人の被験者があらゆる種類の情報を収集・閲覧できたことが影響したと考えられる。また、この振る舞いは、Haberr らの結果 [7] と同様のものである。彼らの結果は、紙媒体を用いた場合、紙媒体を頻繁にやりとりしている一方で、端末を用いた場合、それが起こらなかったと述べている。さらに、今回行った観察では、先述したように、紙媒体を用いた場合、他者と一緒に作業を行うからこそその議論が行なわれていたため、Takano らの結果 [6] も支持することとなる。

これらの結果より、本調査により明らかとなった協調検索における紙媒体の良さとは、「他者と一緒に作業をする振る舞い」であることが分かる。しかし、本実験では、この良さが誘発された要因として、媒体の違い以外にも、紙媒体が掲載するコンテンツと Web 上のコンテンツといったコンテンツの違いが影響を与えた可能性がある。そこで、この新たな知見をもとに、「媒体の特長」と「コンテンツの特長」について調査を行う。

3.4 実験 2 概要

本実験の目的は、媒体の特長とコンテンツの特長を調査

*1 AirDrop
<https://support.apple.com/ja-jp/HT5887>

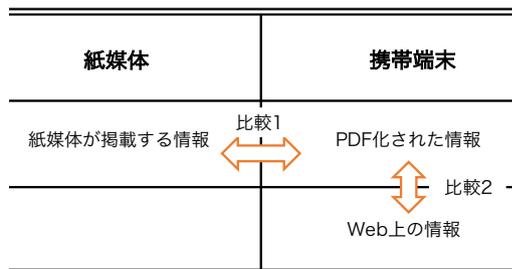


図2 実験2における比較対象

することである。本実験の被験者は、情報系学生9名であり、3名1グループの計3グループを形成した。その上で各グループは、紙媒体を用いた作業と、紙媒体が掲載する内容がPDF化されたものを格納する端末を用いた作業、Webアクセス可能な端末を用いた作業をの3つの作業を一回づつ行った。作業内容は、ミラノとヴェネツィア、パリでの実現可能な1日観光プランを立てるものである。本実験では、3.1節とは異なり、ペンや付せんといった道具やAirDropの利用を不可とした。

本実験にて行う比較の組み合わせを図2に示す。図中に示す比較1では、コンテンツを表示する媒体の違いを調査するために、紙媒体を用いた作業とPDF情報を格納した端末を用いた作業を比較する。一方で、比較2では、媒体が表示するコンテンツの違いを調査するために、PDF情報を格納した端末を用いた作業とWebアクセス可能な端末を用いた作業を比較する。本調査では、3.2節で明らかとなった「特徴的な振る舞い」と「特徴的なジェスチャ」に着目し、観察を行う。

3.5 媒体の特長とコンテンツの特長の比較結果

初めに、コンテンツが同一という条件において、媒体の違いについて比較した結果について述べる。被験者の作業状態としては、3.2節で述べた状態と同様の状態が見られた。特徴的なジェスチャには、媒体による違いは見られなかった。特徴的な振る舞いとしては、紙媒体を用いた方が、作業間で身を寄せ合い、他者と一緒に作業をする振る舞いが多く見られた。この要因としては、端末を用いた場合とは異なり、紙媒体を用いた場合は、他者の閲覧している情報を容易に確認できることが影響したと考えられる。

次に、媒体が同一という条件において、コンテンツの違いについて比較した結果について述べる。特徴的なジェスチャには、媒体の違いの比較と同様に、コンテンツによる違いは見られなかった。特徴的な振る舞いとしては、PDF情報を格納した端末を用いた場合、作業間で身を寄せ合い、他者と一緒に作業をする振る舞いが見られた。この要因としては、グループ内で収集する情報の分担が行われたことが影響したと考えられる。Webアクセス可能な端末を用いた場合、自身の端末に集中している振る舞いが見られた。この要因としては、被験者間で作業の分担が行われ

ず、一人の被験者があらゆる種類の情報を収集、閲覧できたことが影響したと考えられる。

これらの結果より、紙媒体の良い特長は「他者と一緒に作業をする振る舞い」であることが分かった。また、この特長を発生させる要因としては、媒体の特長である「他者の閲覧している情報を容易に確認できる」と、コンテンツの与える特長である「グループ内で収集する情報の分担が行われる」ことであることが分かった。そこで、本研究では、これらの要因が現出する協調検索支援システムを構築することで、端末を用いた作業においても、紙媒体の特長を誘発させる。

4. 協調検索支援システム

本節では、紙媒体の特長である「他者と一緒に作業をする振る舞い」を誘発させるための機能を持つ協調検索支援システムについて述べる。

4.1 機能要求

3.5節の要因より、本システムに求められる要求は以下の通りである。

媒体の特長

他者の閲覧している情報が可視化されていること
コンテンツの特長

各作業者の閲覧している情報が相違していること
このような要求を満たすための機能として、Glance機能、および、Filtering機能を実現する。

また、本システムは上記の機能に加え、紙媒体を用いた作業において他者と同一の情報を閲覧することがあることから、Webページ共有機能を持つ。

4.2 Glance機能

Glance機能使用時の画面を図3に示す。ブラウザ画面下部に、他者の名前が表示されたボタンが配置されており、ボタンをタップすることで、他者の閲覧しているWebページのスクリーンショット画像を閲覧することができる。また、このスクリーンショット画像は10秒単位で更新される。さらに、他者が検索中、つまりGoogleにアクセスしている時は、スクリーンショット画像を非表示にし、情報検索中であることが示される。

次に、Webページ共有機能について述べる。図3に示すように、他者の閲覧しているWebページのスクリーンショット画像の下にWebページ共有ボタンが配置されており、ボタンをタップすることで、他者の閲覧しているWebページのURLが共有される。

本機能は、紙媒体を用いた作業において、他者の閲覧している媒体を覗き込み、他者の閲覧している情報を確認することに相当する。また、Googleにアクセスしている時は、収集したい情報を保持している紙媒体を探している状



図 3 媒体の特長を現出させる Glance 機能



図 4 コンテンツの特長を現出させる Filtering 機能

態と考え、他者が検索中のスクリーンショット画像を非表示にしている。

4.3 Filtering 機能

Filtering 機能使用時の画面を図 4 に示す。Google による検索結果が表示される時に、他者が閲覧している Web ページが含まれるドメインが除外された状態で結果が表示される。ただし、他者の閲覧している Web ページが Google のドメインであった場合には除外しない。

本機能は、紙媒体を用いた作業において、各作業間で紙媒体を分担し、異なる情報を収集することに相当する。

4.4 実装

本研究では、実装を行う端末として、Apple 社の iPad を利用する。また、Glance・Filtering 機能を実現するにあたり、iOS 上のソフトウェア開発において P2P 通信を実現するために提供されている MultipeerConnectivity フレームワークを利用する。

本システムにおけるデータのやりとりを図 5 に示す。また、以下に詳細な説明を記す。

- (1) Web ページの読み込みが終了すると、自身が閲覧している Web ページのスクリーンショット画像と URL、Web ページのタイトルといったデータを取得する。また、読み込み終了時から 10 秒単位で、これらのデータの取得を繰り返す。
- (2) (1) で取得したデータと Web ページのタイトルを他端

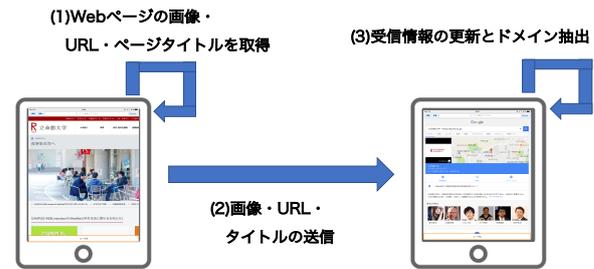


図 5 データのやりとり

末へ送信する。

- (3) データを受信した場合、送られてきたデータを他者の Web ページ情報として格納する。また、このデータに含まれる URL からドメインを抽出する。

ブラウザ画面より、他者の名前が表示されたボタンがタップされた場合、(3) で格納された情報を表示する。また、Google にて検索が行われた場合、結果が返ってきた後に、「クエリ」-「(3) で抽出したドメイン」として再検索を行う。

本実装では、Filtering 機能が実行される前に、検索クエリによる結果が表示されてしまう。しかし、結果が表示されてから数秒以内に Filtering 機能が実行されるため、コンテンツの特長を誘発させることへ支障をきたすものではないと考える。

5. 検証実験

本節では、4 節で構築した協調検索支援システムを実際の作業に適用した実験の結果と考察について述べる。

5.1 実験目的と仮説

本実験の目的は、4 節で構築したシステムを実際の作業に適用した時に、「紙媒体を用いた場合と同様の特長が誘発されたか」「協調検索の質が向上するか」を評価することである。そこで、以下の仮説を検証する。

仮説 1 : 他者と一緒に作業をする振る舞いが誘発される

調査実験において見られた特長である「他者と一緒に作業をする振る舞い」の要因である、媒体の特長とコンテンツの特長が見られる、もしくは似通った特長が誘発されると仮定する。

仮説 2 : Web ページの共有回数が増加する

他者と一緒に作業をする振る舞いが誘発された場合、同一の情報を複数人で閲覧することが考えられる。このため、Web ページの共有回数が増えると仮定する。

仮説 3 : 発話量が増加する

Haberr ら [7] の研究結果、Takano ら [6] の研究結果より、紙媒体を用いた作業の場合、発話量が増加することが示されている。本システムは、紙媒体を用いた作業の特長を誘発することを目的としているため、本システムを用いた作業でも発話量が増加すると仮定する。

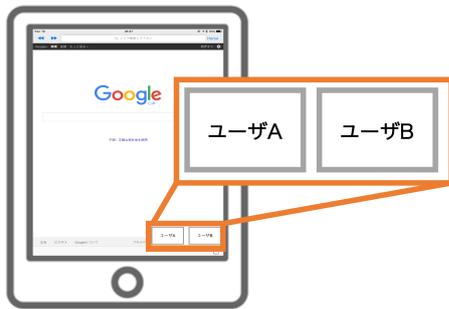


図 6 比較システムの Web ページ共有機能

表 1 作業に関するアンケート内容

協力行動	他者と協力しながら作業を行えましたか？
作業分担	他者と作業を分担することが出来ましたか？
様子	他者の作業の様子を確認することが出来ましたか？
満足	作成した成果物 (プラン) へ満足していますか？
楽しさ	作業を楽しく行えましたか？

仮説 4 : 作業者が成果物に満足を感じ、作業が楽しくなる
本システムを用いた場合、他者と一緒に作業を行いつつ、成果物を作成することが考えられる。このため、自身の考えをより成果物に反映し易く、より満足を感じる・作業を楽しんでいると思われる。そこで、満足の度合いと楽しさの度合いが増加すると仮定する。

5.2 検証方法

本節では、本システムと比較するために構築した比較システムと、5.1 節で述べた仮説に対する検証方法について述べる。

初めに、比較システムについて述べる。このシステムは、自身が閲覧している Web ページを、他者に共有することができるものである。Web ページ共有機能使用時の画面を図 6 に示す。画面下部にあるボタンをタップすることで他者の名前が表示されたボタンが表示され、名前をタップすることで対象となる他者の端末に情報が共有される。

次に、仮説に対する検証方法について述べる。仮説 1 の検証では、協調検索中のグループを対象に観察を行う。また、本観察においては、紙媒体の特長・媒体の特長・コンテンツの特長が現出しているかに重きを置く。さらに、表 1 に記すように、協力行動・作業分担・様子といった作業に関する 20 段階の Visual Analogue Scale アンケートを実施する。仮説 2 の検証では、協調検索で行われた Web ページ共有回数を取得する。仮説 3 の検証では、グループ全体で発生した発話時間を取得する。取得方法は、実験中に録画された映像より、Adobe 社の Audition*2 を使用する。仮説 4 の検証では、表 1 に記すように、満足・楽しさといった 20 段階の Visual Analogue Scale アンケートを実施する。

*2 Audition
<http://www.adobe.com/jp/products/audition.html>

表 2 実験に関するアンケート内容

質問 1	Glance 機能は、他者の様子を確認することに役立ちましたか？ (四択形式)
質問 2	Filtering 機能は、作業の分担に繋がりましたか？ (四択形式)
質問 3	Filtering 機能が作業に支障をきたすことがありましたか？ (二択形式)
質問 4	実験全体としてご意見・ご感想があればお書き下さい。(自由記述)

5.3 実験内容

本実験の被験者は、情報系学生 6 名であり、3 名 1 グループの計 2 グループを形成した。その上で各グループには、紙媒体の特長を誘発させる本システム用いた作業と、比較システムを用いた作業を一回づつ行った。作業内容は、ニューヨークとロンドンでの実現可能な 1 日観光プランを立てるものである。

手順としては、グループ 1 では、はじめに比較システムを用いてロンドンでの観光計画を立て、表 1 に記すアンケートに回答する。次に、提案システムを用いてニューヨークでの観光計画を立て、表 1 に示すアンケートに回答する。最後に、表 2 に示す実験全体に関するアンケートに回答する。グループ 2 では、はじめに本システムを用いたロンドンでの観光計画を立て、次に比較システムを用いたニューヨークでの観光計画を立てる。実験の流れは、グループ 1 の内容と同様である。

5.4 結果

5.4.1 観察の結果

本システムを用いた作業の観察結果を述べる。被験者の作業状態としては、3.2 節で記した状態と同様の 3 つの状態が見られた。本システムを用いた場合、録画映像より、情報を収集する時に、Glance 機能を利用していることが確認された。また、情報を共有する時には、Web ページ共有機能の利用と差出しジェスチャが行われていた。

次に、比較システムを用いた作業の観察の結果を述べる。被験者の作業状態としては、3.2 節で記した状態と同様の 3 つの状態が見られた。比較システムを用いた場合、情報を収集する時に、自身の端末に集中する振る舞いが見られた。これは、調査実験の結果と同様である。また、情報を共有する時には、Web ページ共有機能に加えて、差出しジェスチャが多く行なわれていた。

5.4.2 アンケートの結果

本システム、および、比較システムを用いた作業に関するアンケートの結果を図 7 に示す。図中の棒グラフは各評価項目の平均値を表す。各評価項目の平均値を見ると、全体的に本システムを用いた場合の方が値が高くなっている。

質問 1 に関するアンケートの結果を表 3 に、質問 2 に関

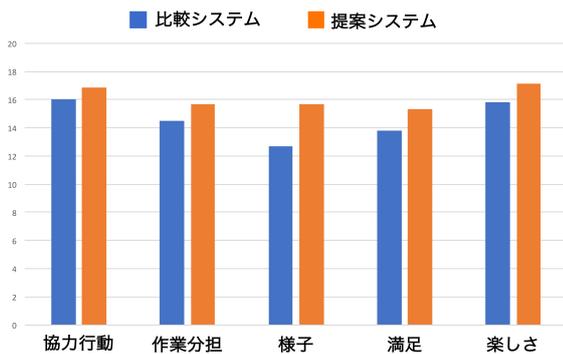


図 7 作業に関するアンケートの結果

表 3 質問 1 に関する結果

役立たなかった	少し役立った	まあまあ役立った	役立った
0	2	0	6

表 4 質問 2 に関する結果

繋がらなかった	少し繋がった	まあまあ繋がった	繋がった
2	2	3	0

表 5 質問 3 の結果

支障があった	支障はなかった
0	6

表 6 Web ページ共有回数の結果

	比較システム	提案システム
平均	1.5	1.5
分散	5.56	1.56

表 7 発話量の時間

	比較システム	本システム
グループ 1	9:15.920	11:20.110
グループ 2	8:06.620	10:31.471

するアンケートの結果を表 4 に、質問 3 に関するアンケートの結果を表 5 に記す。Glance 機能に関しては、役立ったと感じる被験者が多くなった。その一方で、Filtering 機能に関しては、作業に支障をきたさないが、作業の分担にはあまり繋がらなかったと感じる被験者が多かった。

5.4.3 Web ページ共有回数の結果

本システム、および、比較システムの Web ページ共有回数の結果を表 6 に記す。平均値より、両システムにおいて共有回数における差はなかった。分散値については、本システムと比較システムに差があった。

5.4.4 発話時間の結果

協調検索において、本システム、および、比較システムを用いた場合の発話時間の結果を表 7 に記す。発話時間の結果より、両グループにおいて、本システムを用いた方が発話時間が長いことが分かった。

5.5 検証

実験から得られた結果をもとに、5.1 節で述べた仮説について検証する。

5.5.1 仮説 1

観察の結果、本システムを用いた作業において、調査実験で見られた「他者と一緒に作業をする振る舞い」と同じ振る舞いは見られなかった。しかし、Glance 機能を持つからこそその行動が見られた。例えば、録画映像より、ある被験者 A がアクセスしている Web ページに対して、被験者 B が Glance 機能を通してその Web ページを閲覧している時に、A「真ん中にあるやろ?」、B「あるけど」、A「その上にタイムズスクエアあるやろ?」、B「あー、はいはい」といったような会話が行われた。紙媒体を用いた作業では、同一の媒体を見ながら、複数人で情報の収集を行うため、作業員間で身を寄せ合い、他者と一緒に作業をする振る舞いが観察されたが、本システムでは、各作業員が保有する個々の端末を見ながら、複数人で情報の収集を行っていた。このため、調査実験で見られた紙媒体の特長とは、作業員間で身を寄せ合うという点において異なるが、「他者と一緒に作業をする振る舞い」という点において、に似通った特長が誘発されたと考えられる。また、図 7 や表 3 の結果より、被験者にとって Glance 機能が有効であることが示されている。このため、「他者の閲覧している情報が容易に確認できる」といった媒体の特長を現出できたと思われる。

Filtering 機能に関しては有効に働いたとは言えない。なぜなら、観察の結果においては作業員間で作業を分担している様子がなく、また、表 3 の結果において、被験者に制約を与える機能であるにも関わらず、支障をきたさないと全ての被験者が回答しているからである。

これらより、本システムは、媒体の特長を現出させることで紙媒体の特長を誘発することができたと考えられるため、仮説 1 は支持される。その一方で、「グループ内で収集する情報の分担が行なわれる」といったコンテンツの特長を反映させることができていないと考えられる。

5.5.2 仮説 2

表 6 の結果より、Web ページの共有回数の平均値が等しいことが分かる。その一方で、分散値には差がある。比較システムの分散値が大きい理由は、本システムを用いた場合は、一人の被験者を除く全ての被験者が一回以上、Web ページの共有を行っているのに対して、比較システムを用いた場合は、二人の被験者を除く全ての被験者が Web ページの共有を行っていないためである。本システムを用いた場合、Glance 機能によって他者が閲覧している情報を確認できるため、自身がその情報を欲した場合に情報が共有されたが、比較システムを用いた場合、他者の閲覧している情報が確認しづらいため、情報の共有を行わない被験者がいたと考えられる。

これらより、本仮説は支持されない。しかし、Glance 機能によって積極的に Web ページの共有を行おうとしない被験者に対して、共有を誘発している可能性がある。

5.5.3 仮説 3

表 7 の結果より、本システムを用いた作業の方が発話量が多いことが分かる。これは、仮説 1 でも述べたように、Glance 機能により、他者の閲覧している情報が確認できることや、Glance 機能を通して他者と議論を行っていることが影響したと考えられる。このため、本仮説は支持される。

5.5.4 仮説 4

図 7 の結果より、評価項目の満足・楽しさに関して、比較システムより本システムの方が平均値が高い。本システムを用いて作業を行った場合、成果物を作成するにあたり、他者の閲覧している情報を確認しながら作業を行えるため、グループにとってより成果物に対しての満足度が高いものを作成できていたと感じていると考えられる。また、比較システムでは、他者の閲覧している情報を確認しながら作業を行うことができないが、本システムの場合、それを確認しながら作業を行えることが、被験者にとって楽しかったものであると考えられる。以上より、本仮説は支持される。

6. おわりに

本研究では、紙媒体を用いた協調検索と携帯端末を用いた協調検索を比較し、紙媒体の特長を調査した。さらに、調査した結果明らかとなった、「他者と一緒に作業をする振る舞い」といった紙媒体の特長が誘発される要因を調査する実験を行った。その結果、この特長は、媒体の特長である「他者の閲覧している情報が容易に確認できる」と、コンテンツの特長である「グループ内で収集する情報の分担が行われる」であることが分かった。そこで、端末を用いた作業において、媒体の特長とコンテンツの特長を現出させる、Glance 機能と Filtering 機能を持つ協調検索支援システムを構築した。本システムを実際の作業に適用した結果、紙媒体の特長に似通った特長が現れることや発話量が増加していること、作業者の成果物に対する満足感や楽しさが得られることが明らかとなった。

今後は、先の実験で得られた成果物に対する第三者アンケートで、成果物の質に関する評価を行う。

参考文献

- [1] 総務省: 情報通信統計データベース, 入手先 < <http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/statistics/statistics05.html> >, (2016.11.30).
- [2] 波田野 文, 関根 崇泰, 笹伊 智充, 井原 なみは, 田中 裕子, 村上 智子, 衣川 忍, 入野 宏: 紙ノートとタブレット端末の使用が学習時の認知負荷に及ぼす影響 -脳波を用いた検討-, 信学技報, Vol.115, No.185, pp.39-44, (2015).
- [3] 柴田 博仁, 高野 健太郎, 田野 俊一: テキストタッチが

- 読みに与える影響: タブレット端末の利用がアクティブリーディングにもたらす影響の分析, 情報処理学会論文誌, Vol.57, No.9, pp.1-11, (2016).
- [4] 磯野 春雄, 高橋 茂寿, 滝口 雄介, 山田 千彦: 電子ペーパーで読書した場合の視覚疲労の測定, 映像情報メディア学会誌, Vol.59, No.3, (2005).
- [5] 小林亮太, 池内 淳: 表示媒体が文章理解と記憶に及ぼす影響 -電子書籍端末と紙媒体の比較-, 情報処理学会研究報告, Vol.2012-HCI-147, No.29, pp.1-7, (2012).
- [6] Kentaro Takano, Hiroto Shibata, Kengo Omura, Junko Ichino, Tomori Hashiyama, Sunichi Tano, Do tablets really support discussion?: comparison between paper, tablet, and laptop PC used as discussion tools, OzCHI'12 Proceedings of the 24th Australian Computer-Human Interaction Conference, pp.562-571, (2012).
- [7] Jonathan Haberr, Miguel A. Naceta, Sheelagh Carpendate, Paper vs tablets: the effect of document media in co-located collaborative work, AVI '14 Proceedings of the 2014 International Working Conference on Advanced Virtual Interface, pp.89-96, (2014).