

協調作業支援システムへの紙媒体による 作業の特徴の活用に関する考察

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作業を行うことがある。このような協調作業において、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、紙媒体の書籍などを利用することがある。携帯端末の普及に伴い、端末を利用した協調作業が増加する一方で、紙媒体を利用した際のよさについても報告されている。このため、紙媒体を利用した際のよい影響を与える協調作業の特徴的な行動を、端末を利用した協調作業でも発生させることで、協調作業の質を向上させることができる可能性がある。本稿では、紙媒体を利用した協調作業と端末を利用した協調作業を比較し、各々の特徴を調査した結果を報告する。また、調査結果より明らかとなった、紙媒体を利用した際の特徴的な行動をどのように協調作業支援システムに活用できるかについても考察する。

Utilizing Characteristic Behavior in Collaborative Work Using Paper Media for Designing Collaboration Support Systems

Abstract: People often collaborate and work to achieve a common goal. In this collaborative work, 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 work. On the other hand, good effects by using the paper media are also reported. Therefore, it is possible to improve the quality of collaborative work using terminals by generating characteristic behavior on the collaborative work using paper media. In this paper, we compare using paper media with using terminals on collaborative work and we report each characteristic behavior. In addition, we discuss how characteristic behavior in collaborative work using paper media, revealed in the comparison, can be utilized in collaboration support systems.

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。本稿では、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。このような協調作業を行う上で、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利用することがある。携帯端末の普及に伴い、端末を利用した協調作業が増加

する一方で、次節で紹介する紙媒体を利用した際のよさについても報告されている。このため、紙媒体を利用した際により影響を与える特徴的な行動を、端末を利用した協調作業でも発生させることで、協調作業の質を向上させることができる可能性がある。

そこで本稿では、紙媒体を利用した協調作業と端末を利用した協調作業を比較し、各々の特徴を調査した結果を報告する。また、調査結果より明らかとなった、紙媒体を利用した際の特徴的な行動をどのように協調作業支援システムに活用できるかについても考察する。

2. 紙媒体と携帯端末の特徴

これまでに、紙媒体と携帯端末の特徴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、これまでに明らかにされてきた特徴について紹介した

¹ 立命館大学大学院 情報理工学研究科
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

後に、本研究ではどのような特徴に着目するかについて述べる。

小林らの研究 [1] では、紙媒体を利用した際と端末を利用した際の学習能率を対象として実験を行っている。その結果、紙媒体を利用した際の特徴として、文章の記憶や理解が優れていることが明らかにされている。一方で、端末を利用した際の特徴として、読み速度が向上することが示されている。

赤堀の研究 [2] では、学習デバイスとしての紙媒体と端末の特徴を対象として実験を行っている。その結果、紙媒体は文字や文書で記述される知識の理解に有効であることが明らかにされている。一方で、端末は写真などのイメージで表現される内容の理解に有効であることが示されている。

波田野らの研究 [3] 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、紙媒体より端末を利用した方が認知的負荷が高い状態であることが示されている。

Takano らの研究 [4] では、紙媒体を利用した際と端末を利用した際の議論の特徴を対象として実験を行っている。その結果、紙媒体を利用した際の特徴として、会話数や指示代名詞回数、アイコンタクト回数の増加が明らかにされている。

これらの研究では、紙媒体を利用した際と端末を利用した際の学習や議論に関する特徴を明らかにしている。一方で、紙媒体を利用した際と端末を利用した際の協調作業の特徴については明らかにされていない。本研究では、紙媒体を利用した際と端末を利用した際の協調作業の特徴を対象とし、これらの特徴を調査する。また、着目する特徴としては、それぞれの作業で表れた特徴的な行動とユーザが感じた違いに重点を置いて調査する。

3. 調査実験

本実験の目的は、紙媒体を利用した協調作業と携帯端末を利用した協調作業の特徴を調査することである。また、本実験では、携帯端末の一つであるタブレット端末を利用した。

3.1 実験内容

本実験では、情報系学生 8 名に協力してもらい、4 名 1 グループの計 2 グループを形成した。その上で、各グループには、紙媒体を利用した協調作業とタブレット端末を利用した協調作業を一回ずつ行ってもらった。実験時の被験者の配置を図 1 に示す。

作業内容は、宮崎県と秋田県への旅行計画である。この地域を選んだ理由として、東京や大阪といった地域よりも被験者にとって馴染みが薄い地域であるため、有名な観光地などの情報を収集しなければ、旅行計画を立てることが

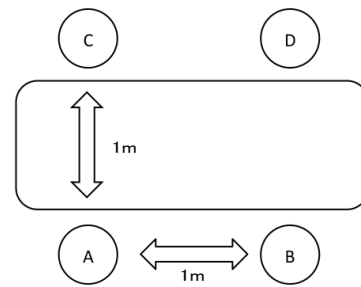


図 1 被験者の座席

困難であると考えたからである。旅行計画の内容としては、訪れる観光地や昼食、夕食、移動経路に関して考えてもらった。また、被験者には実現可能な計画を立ててもらい、旅行計画の内容を計画書としてまとめてもらった。紙媒体を利用した旅行計画では、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てもらい、必要であればペンや付せんといった道具を利用してもらった。タブレット端末を利用した旅行計画では、情報を収集するために Web ブラウザを利用してもらい、必要であれば容易に Web ページの共有が行える AirDrop^{*1} を利用してもらった。

3.2 実験手順

グループ 1 では、はじめに紙媒体を利用した宮崎県への旅行計画を行ってもらい、その後にタブレット端末を利用した秋田県への旅行計画を行ってもらった。グループ 2 では、はじめにタブレット端末を利用した宮崎県への旅行計画を行ってもらい、その後に紙媒体を利用した秋田県への旅行計画を行ってもらった。実験の流れとして、各グループには、紙媒体またはタブレット端末を利用した作業の内容を説明し、納得がいく計画書ができるまで時間制限を設定せず作業を行ってもらった。その後、もう一方の媒体を利用した作業の内容説明し、納得がいく計画書ができるまで時間制限を設定せず作業を行ってもらった。作業終了後、次節で述べるアンケートに回答してもらった。

3.3 調査方法

実験中には、ビデオカメラによる作業風景の録画を行う。実験後には、録画映像より、被験者の特徴的な行動を抽出する。

また、実験後には、紙媒体を利用した際とタブレット端末を利用した際のよかった点や悪かった点、作業の違いについて問う内容と、実験全体について気づいたことを問う内容を自由記述のアンケートで回答してもらった。アンケートの内容を表 1 に示す。アンケートの分析方法としては、Maryam らによる分析方法 [5] を参考に、Grounded Theory Approach を適用する。本研究では、Grounded Theory

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

表 1 アンケート内容

質問 1	紙媒体を使って よかった点・悪かった点を挙げて下さい。
質問 2	タブレット端末を使って よかった点・悪かった点を挙げて下さい。
質問 3	紙媒体とタブレット端末を使った時の違いや本実験に 関するご意見・ご感想があれば、下記にご記入下さい。

Approach の Research Question を「紙媒体を利用した協調作業と携帯端末を利用した協調作業の特徴の違いとは何か」とし、Concept を「紙媒体を利用した際のよい特徴」と「紙媒体を利用した際の悪い特徴」、「携帯端末を利用した際のよい特徴」、「携帯端末を利用した際の悪い特徴」とする。Grounded Theory Approach の 3 つの段階として、Open Coding ではアンケートから得られた回答に対するラベル付け、Theoretical Coding では Concept とラベルの関係性の提示、Selective Coding では Research Question と関連の強いラベルのみを抽出する。

3.4 調査結果

3.4.1 アンケート

紙媒体を使った際によかった点として挙げられた内容を以下に記す。また、回答に対して Grounded Theory Approach の Open Coding におけるラベル付けを行い、その結果を括弧内に記す。

- 紙媒体の方が情報が集約されているので見やすかった (集約性)
- 行き先の名産品や見どころ、宿がまとめられているのでプランを立てやすい (集約性)
- 付せんをつけるなどして注目点を覚えることができた (道具の利点)
- みんなで前のめりに雑誌を見て話すから話は進んだ (会話の促進)

次に、紙媒体を使った際に悪かった点として挙げられた内容を以下に記す。

- 電子端末に比べて情報の共有が難しい (共有の困難性)
- ひとりひとり見ているパンフレットが違うため、離れている人の情報が確認しづらい (共有の困難性)
- 情報が限られていた (限られた情報)
- 欲しい情報が本にないときに情報をどうやって探すかが困った。(限られた情報)
- 雑誌の量と質によって計画が大きく変わる (実験環境依存)

端末を使った際によかった点として挙げられた内容を以下に記す。

- 食べログ、GoogleMap が使えた。(多様性)
- 情報がほぼ無限にあるし、具体的な店の情報とかも見れるから計画する上で参考になる (多様性)

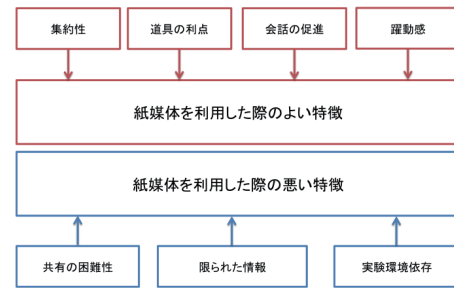


図 2 紙媒体の特徴についての Theoretical Coding

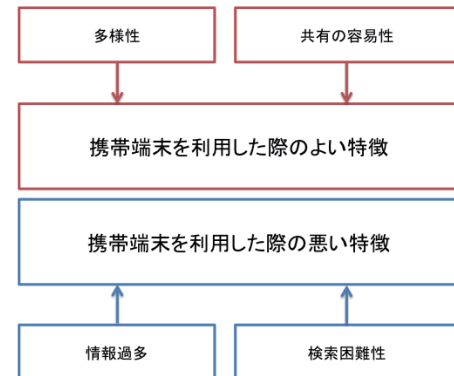


図 3 携帯端末の特徴についての Theoretical Coding

- 検索して見つけた場所をすぐに他者と共有することができた (共有の容易性)
- ページの共有も簡単 (共有の容易性)

次に、端末を使った際に悪かった点として挙げられた内容を以下に記す。

- 関係のないページに気を取られたり、余計な情報が多い (情報過多)
- モデルプランや、観光名所がどこにあるかわかりにくい。(情報過多)
- 各市町村レベルのホームページまでいかないと観光地の詳細がわからない (情報過多)
- クエリ入力がめんどろ (検索困難性)

実験全体について気づいたことに対する回答を以下に記す。

- 紙媒体の資料が少ない (実験環境依存)
- 紙媒体の方が計画する上で良いと思った。計画しやすさ、ワクワク感がある (躍動感)
- 紙だと付せんや書き込みができるのでいいなと思いました (道具の利点)

3.4.2 Grounded Theory Approach

以上に示したアンケート結果に対して、Theoretical Coding を行い、その結果を図 2 と図 3 に示す。

さらに、Theoretical Coding の結果より、「紙媒体を利用した協調作業と携帯端末を利用した協調作業の特徴の違いとは何か」という Research Question と関連の強いラベルのみを抽出し、Selective Coding を行う。その結果を図 4 と図 5 に示す。今回、「実験環境依存」と「検索困難性」

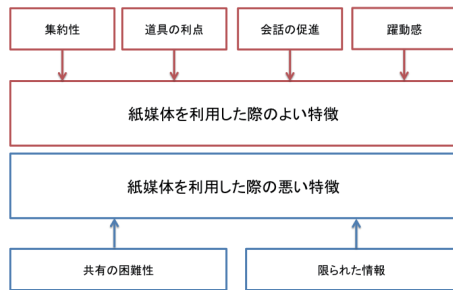


図 4 紙媒体の特徴についての Selective Coding

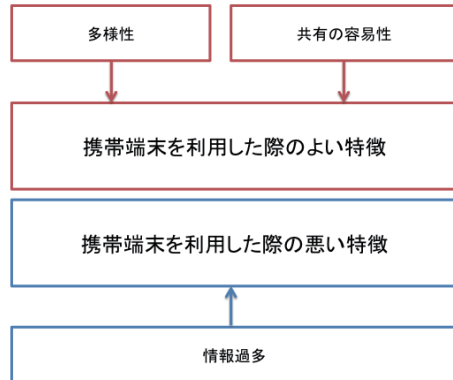


図 5 携帯端末の特徴についての Selective Coding

については取り除いた。その理由として、「実験環境依存」は本実験の環境が影響したと考えられ、「検索困難性」は被験者の情報検索スキルにより左右されるからである。

3.4.3 特徴的な行動

被験者の作業状態としては、議論状態と情報収集状態、情報共有状態が見られた。また、被験者が特徴的なジェスチャを行うことで、各状態に遷移することが分かった。紙媒体を利用した際の特徴的なジェスチャとしては、以下の内容が見られた。

- 指差し動作
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
- 付せん動作
他者と議論した上で、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
- 差し出し動作
他者に見て欲しいページがある際に、紙媒体ごと他者に見せる動作

タブレット端末を利用した際の特徴的なジェスチャとしては、以下の内容が見られた。

- 差し出し動作
他者に見て欲しい Web ページがある際に、タブレット端末ごと他者に見せる動作

利用する媒体が異なることによって、情報収集時の各被験者の作業形態も異なることが分かった。紙媒体を利用した際には、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、閲覧したい際には、他者と一緒に作業をする振る舞いが見られた。端末を利用した際には、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、紙媒体を利用した際のような作業の分担が見られなかった。このため、他者と一緒に作業をすることが少なく、自身の端末に集中している振る舞いが見られた。

3.5 考察

3.5.1 アンケート

本節では、Grounded Theory Approach の結果より明らかとなった紙媒体と端末それぞれの性質に関する特徴について考察した後に、紙媒体と端末を利用した際にどのような作業の特徴が表れるのかについて考察する。

紙媒体の性質のよい特徴を与えた要因としては、「集約性」「道具の利点」が抽出された。一方で、紙媒体の性質の悪い特徴を与えた要因としては、「限られた情報」が挙げられた。よい特徴からは、要点が絞られており、被験者が自由に情報を付け加えることができる紙媒体は協調作業を円滑にすることが考えられる。悪い特徴からは、必ずしも被験者が欲した情報を取得できないことを示している。端末の性質のよい特徴を与えた要因としては、「多様性」が抽出された。一方で、端末の性質の悪い特徴を与えた要因としては、「情報過多」が挙げられた。よい特徴からは、様々な情報量に富んだ成果物を作成する上で有用に働くことが考えられる。悪い特徴からは、被験者の欲した情報を探索する際に時間を要することが示されている。

紙媒体を利用した作業のよい特徴を与えた要因としては、「会話の促進」「躍動感」が抽出された。一方で、紙媒体を利用した作業の悪い特徴を与えた要因としては、「共有の困難性」が挙げられた。よい特徴からは、より深い議論に発展させることや作業の集中を促すため、協調作業の質の向上に繋がることが考えられる。悪い特徴からは、図 1 の被験者 A, D 間のような物理的距離が離れた被験者間では、共通の情報を閲覧することが困難であることを示している。端末を利用した作業のよい特徴を与えた要因としては、「共有の容易性」が抽出された。この特徴からは、より多くの情報を他者と共有するようになることが考えられる。

3.5.2 特徴的な行動

本節では、特徴的な行動を分析した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。

紙媒体を利用した協調作業と端末を利用した協調作業において、共通のジェスチャとして見られたのは差し出し動作である。このジェスチャは、他者と情報共有を行う際に見られた動作である。また、このジェスチャについては、紙媒体を利用した際と端末を利用した際で、他者に情報を共有するという点での大きな違いは見られなかった。

紙媒体を利用した協調作業のみにおいて見られたジェスチャは以下の二点である。

- 指差し動作
- 付せん動作

指差し動作においては、自身が他者に閲覧して欲しい部分を指し示すものであり、自身の考えを他者に伝える上で有用であると考えられる。付せん動作においては、紙媒体の性質の特徴である、自由に情報を付け加えることが出来る「道具の利点」が反映されたと考えられる。

紙媒体を利用した協調作業と端末を利用した協調作業において、被験者の振る舞いに大きな違いが見られた。紙媒体を利用した協調作業においては、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際に、「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、紙媒体を利用した協調作業では、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った情報を持っていたことが影響したと考えられる。一方で、端末を利用した協調作業においては、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。

4. 協調作業システムへの考察

3.5.2 節で述べた分析の結果より、紙媒体を利用した協調作業の特徴的な行動としては、以下の三点が挙げられる。

- 指差し動作
- 付せん動作
- 他者と一緒に作業をする振る舞い

これらの特徴により、携帯端末を利用した協調作業と比較した際に、紙媒体を利用した協調作業の方がより質の高い協調作業が行われたと考える。また、これらの特徴により、3.5.1 節で抽出された「会話の促進」「躍動感」を被験者に与えたと考える。本研究では、「他者と一緒に作業をする振る舞い」によって他者と議論をする機会が増えることで、自身の考えを他者に伝える「指差し動作」や、他者と議論した上で情報を保持する「付せん動作」といったジェスチャを行う機会も増えたと考える。そこで、本研究では、「他者と一緒に作業をする振る舞い」が一番重要な特徴であると考え、この特徴を端末を利用した協調作業にも発生させる協調作業支援システムについて考察する。

3.5.2 節の結果より、「他者と一緒に作業をする振る舞い」が発生した要因としては、「それぞれの被験者が異なった情報を持っていた」ことが示されている。そこで、「それぞ

れの被験者が異なった情報を持っていた」ことを協調作業支援システムで実現する。

端末を利用した協調作業では、Web ブラウザを利用した情報収集が一般的であり、収集方法としては検索クエリを利用することが多い。本研究では、この検索クエリに制限を加える事で、「それぞれの被験者が異なった情報を持っていた」ことを実現できると考える。制限の内容は以下のものを考えている。

- 他者が利用中のキーワードと同じキーワードが含まれる検索クエリの場合、検索結果を表示せず、他者が検索中であることを通知する。
- 他者が利用中のキーワードと類似した語が含まれる検索クエリの場合、検索結果を表示せず、他者が検索中であることを通知する。

上記の制限を加える事で、地図を閲覧するユーザや観光地を閲覧するユーザといった作業の分担が行われると考えられる。このため、地図を閲覧するユーザが、観光地の情報を閲覧したい際には、他者の端末と一緒に閲覧し、他者と一緒に作業を行うようになると考えられる。

5. おわりに

本稿では、紙媒体を利用した協調作業と携帯端末を利用した協調作業を比較し、それぞれの特徴を調査した結果を報告した。調査結果として、紙媒体を利用した協調作業のよい特徴では、「指差し動作」や「付せん動作」、「他者と一緒に作業をする振る舞い」が抽出された。これらの特徴により、被験者は「会話の促進」「躍動感」を感じたと考えられる。また、「他者と一緒に作業をする振る舞い」を活用する協調作業支援システムについて考察を行った。

今後は、「他者と一緒に作業をする振る舞い」を活用する協調作業支援システムについてより深く考察し、システムの構築を行う。

謝辞 本研究は JSPS 科研費 25330249 の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 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).
- [2] 赤堀 侃司: インターフェイスの比較による紙・PC・タブレット型端末の認知的効果, 白鷗大学教育学部論集, Vol.7, No.2, pp.261-279, (2013).
- [3] 波田野 文, 関根 崇泰, 籠伊 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).
- [4] 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 In-

teraction Conference, pp.562-571, (2012).

- [5] Maryam N.Razavi, Lee Iverson: A grounded theory of information sharing behavior in a personal learning space, CSCW '06 Proceedings of the 2006 20th conference on Computer supported cooperative work, pp.459-468, (2006).