

複数人による操作共有が可能な 協調地図システム

松原 理紗¹ 筒井 董平¹ 塩見 和則¹ 高田 秀志²

概要: 近年, スマートフォンやタブレット端末といった携帯端末が普及している. 携帯端末で使用するアプリケーションの代表的なものに地図アプリケーションがある. 複数人で電子地図や紙の地図を利用する場合, 各作業者がそれぞれ別の地図を見ている, あるいは作業者が一つの地図を共有しているという2つのケースが考えられる. 各作業者がそれぞれ別の地図を見ている場合, 個人が自由に操作できる, 環境に左右されずに協調作業が行えるという利便性の反面, 情報共有の不便さがある. 一方, 各作業者が一つの地図を共有している場合, 即時的に情報が共有できる, 他者の閲覧箇所を把握できるという利点がある反面, 個人による操作が制限される, 作業を行うための場所や設備が限られるという欠点がある. 環境に左右されずに, 即時的に情報を共有できれば, 複数人でも効率的に地図を用いた協調作業が行えると考えられる. 本研究では, 上に述べた2つのケース双方の利点をあわせ持つ協調地図システムを構築し, システムの有用性について調査と評価を行った.

A Collaborative Map System Capable of Operation Sharing by Multiple Users

MATSUBARA RISA¹ TSUTSUI KUNPEI¹ SHIOMI KAZUNORI¹ TAKADA HIDEYUKI²

Abstract: Recently, the number of mobile terminals such as smartphones and tablet terminals have been increasing. Map application is one of the most typical examples used on mobile terminals. When a digital map or a paper map is used in a collaborative work, either each user is looking at a different map or all users are looking at one map together. If each worker is looking at a different map, individuals can operate freely and perform cooperative work without being influenced by the environment. However, users may feel inconvenience of sharing information. On the other hand, if users are sharing a map, users can share information immediately and understand other user's browsing history. However, each user's manipulation and work environment will be limited. If we are able to share information instantly without being influenced by the environment, it is considered that we can effectively perform a cooperative work using a map. In this research, we developed a collaborative map system with both advantages mentioned above. Moreover, we carried out experiments in order to investigate and evaluate the usefulness of the developed system.

1. はじめに

近年, スマートフォンやタブレット端末といった携帯端末が普及している. このような携帯端末は, 電話やメールなど基本的な機能が備わっているほか, 用途に応じたアプ

リケーションをインターネット上からダウンロードして使用する. アプリケーションの中には, 携帯端末の普及によって利用機会が増えたものもあり, その代表的なものとして地図アプリケーションが挙げられる. ゼンリンの地図利用実態調査によると, 国内において2015年の一年以内に地図を利用した人は89.8%である[1]. このうち, スマートフォン用のインターネット地図を利用した人の割合は40.1%であり, 2013年の24.4%に比べて15.7ポイント増加している. また, 一年以内に利用した地図の種類の種類につ

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
College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University, Kusatsu, Shiga 525-8577, Japan

いては、PC 用インターネット地図やカーナビは利用が減少しているのに対し、スマートフォン用のインターネット地図は利用が増加している。ユーザは、スマートフォンを利用することで、地図をアプリケーションという形で常に持ち歩き、目的地探索や経路探索を日常的に行っていると考えられる。

複数人で電子地図や紙の地図を利用する場合、各作業者がそれぞれ別の地図を見ている、あるいは作業者が一つの地図を共有しているという2つのケースが考えられる。各作業者がそれぞれ別の地図を見ている場合、見たい場所を好きな時に見ることは容易にできる。また、各作業者がそれぞれ持ち歩いている携帯端末の地図アプリケーションを利用することで、環境に左右されることなく協調作業を行うことが可能である。しかし、各々が探索した目的地や経路などの情報を作業者同士で共有する場合、そのたびに紙の地図や端末上の電子地図を見せ合ったり、電子地図上に立てたピンの位置に関する情報をメールで送信したりする必要がある。一方、作業者が一つの地図を共有している場合、探索した情報を共有したり、他者の閲覧箇所を把握したりすることは容易にできる。複数人での地図を利用した作業の場合、作業者全員で共有できる地図を1つ用意することが望ましい。しかし、作業者全員が閲覧できるような大きな紙の地図や、大画面ディスプレイを備えた装置を用意するのは、場所や設備などに左右されるため難しい。環境に左右されずに地図を共有することができれば、複数人でも効率的に目的地や経路を探索することができると考えられる。

そこで、本研究では、上に述べた2つのケース双方の利点をあわせ持つ協調地図システムを提供することで、複数人による地図を用いた協調作業を支援することを目的とする。また、実際に本システムを利用した複数人での協調作業を行うことで、構築したシステムの有用性について調査し、評価を行う。

以下、本稿の構成を述べる。2節で既存研究と本研究の関連を述べ、本研究で想定する複数人による地図共有のイメージについて述べる。3節では構築したシステムが持つ機能について述べる。4節でシステムの有用性を検証するために行った評価実験について説明し、その結果と考察について述べる。最後に5節でまとめと今後の課題について述べる。

2. 研究背景

本節では、協調作業における操作の同期・共有に関する既存のシステムと研究を紹介する。また、本研究での複数人による地図利用のイメージを述べる。

2.1 関連研究

ネットワークを通じて端末のデスクトップ画面を共有できる VNC というシステムがある [2]。VNC では、ネットワークを通じて別のコンピュータに接続し、デスクトップ画面および操作を同期することができる。端末を持ち寄って行う協調作業では、端末上で行っている作業の状況を把握するために、操作の共有が重要であると考えられる。

これまでに、複数人による地図を用いた協調作業を対象に、端末間での情報共有に着目した研究が行われている [3]。この研究では、既存の地図アプリケーションは、単独で利用することを前提に設計されているため、地図上の情報を相手に伝えることが困難であると考え、地図アプリケーションを使用した協調作業を支援することを目的としている。各作業者が端末を持ち寄り地図アプリケーションを使用するときには、情報共有が最も重要であると考え、そのために必要な機能を持つ協調地図アプリケーションの有用性を検証している。この協調地図アプリケーションには、作業者のタブレット端末上にブックマークとして登録された地点をアイコンで地図上に表示する、作業者の画面を同期させる、作業者2人の画面を連結させるといった機能が備わっている。実験の結果、複数人で地図を操作する際には、1) 端末間で情報を共有し、それらの情報を自身の端末上で閲覧できること、2) 地理情報を伝えるために端末画面と地図操作を同期・共有することが重要であることを示している。

作業者間で一つの仮想的な作業空間を共有する研究では、コンテンツの比較を可能にしている [4]。この研究では、作業者がそれぞれ端末を持ち寄り協調 Web 検索を行うときに、検索結果であるコンテンツを仮想的な作業空間に並べ、比較が行える。システム上の作業空間にある情報と作業者による操作を同期させることで、作業者間で作業空間を共有しているような状況を作り出している。

これらの研究では、作業者間でスクロール操作を共有することは協調作業支援において有効である一方で、意図しない他人のスクロールによって自身の作業に不都合が生じることが指摘されている。そこで、本稿では、地図を利用した協調作業を対象に、端末上で行う操作を共有しつつ、個人による操作も可能なシステムを構築する。

2.2 複数人による地図の共有

本研究で想定する複数人による地図共有のイメージについて、大きな紙の地図を例にして説明する。机上には一枚の大きな地図が広げられており、作業者は机を囲んでいるとする。地図は机のサイズよりも大きく、地図全体のうち作業者が閲覧できるのは机上に乗っている部分のみである。机上の地図はどこでも自由に閲覧できるが、机上から外れた部分を閲覧するためには、地図を動かして閲覧した

い部分を机上へ移動させなければならない。一人の作業者が地図を動かして閲覧できるようになった部分は、他の作業者も閲覧できるようになり、同様に、閲覧できなくなった部分は他の作業者も閲覧できなくなる。それぞれが別々の地図を閲覧している場合と比べて閲覧可能範囲が制限される一方、全員が同じ範囲を共有していることで、会話や議論が発生したり、協力して作業を行ったりすることができるといった利点もある。また、地図への書き込みや地図につけた目印は、その場にいる他の作業者も見ることができる。さらに、他の作業者が地図のどの辺りを閲覧しているかを感じ取ることもできる。ここでは、大きな紙の地図を例として挙げたが、このイメージは、テーブルトップPC上にGoogle Mapsのような電子地図を表示した場合でも同様である。

3. 協調地図システム

本節では、前節で述べた地図共有のイメージを描く作業者が持つタブレット端末を用いて実現するシステムの機能と実装について述べる。

3.1 機能

地図共有のイメージを実現するためには、通常の電子地図に加えて次の機能が必要となる。

- 地図を動かすスクロールを共有する機能
- 地図上への境界線の表示機能
- 他の作業者の閲覧箇所を表示する機能
- ピンを共有する機能

以下で各機能の詳細について述べる。

3.1.1 スクロールの共有

タブレット端末上に表示されている地図の閲覧箇所を自分の端末上のみで移動させるには、通常の地図アプリケーションと同様に、1本指によるスクロール操作を使用する。一方で、作業者全員の地図の閲覧箇所を同時に移動させるには、3本指によるスクロール操作を使用する。このスクロール操作では、移動した距離と方向が、他の作業者に共有される。

前節で述べた地図共有のイメージにおいて、1本指のスクロールは、机上の地図の範囲で視点を移動させることに相当する。また、3本指のスクロールは、地図全体を動かして、机上に乗っている範囲を変更することに相当する。

3.1.2 地図上への境界線の表示

2.2節で述べた地図共有のイメージにおいて、机上に乗っていない範囲の地図は見ることができない。したがって、今回構築したシステムでも、個人で閲覧可能な範囲を制限する。本システムでは、あらかじめ設定された初期位置を中心とし、東西と南北にそれぞれ一定の距離分離したところまでを閲覧可能な範囲としている。この範囲は図1のよ

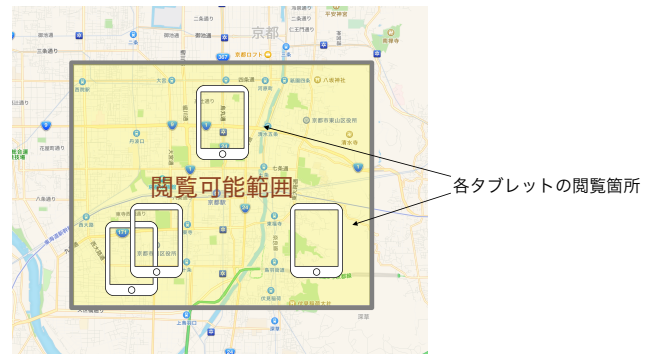


図1 境界線の表示

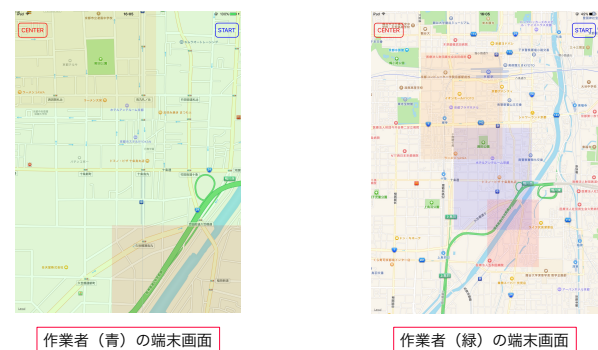


図2 閲覧箇所の共有

うに地図上に境界線を描くことで表現しており、閲覧可能範囲のサイズは南北が約4km、東西が約6kmである。個人による1本指のスクロールで移動できるのはこの内側のみであり、境界線の外側を閲覧するような地図のスクロール操作はできないようにしている。また、慣性スクロールによって一時的に境界線の外側に出た場合、画面がタップされると、閲覧箇所が元の位置に戻るようにしている。この閲覧可能範囲は、前節で述べた3本指による共有スクロールを行うと移動させることが可能であり、共有スクロールした距離と方向が複数の端末間で同期される。

3.1.3 他者の閲覧箇所の表示

図2のように、地図上に他の作業者が閲覧している箇所を可視化して矩形で表示する。矩形は半透明であるため、矩形が表示されていてもその下の地図を閲覧することができる。矩形の色は作業者ごとに異なり、システム起動時に選択した色の矩形が他の作業者の端末に表示される。作業者が地図のスクロールを行うと矩形の位置が移動する。また、パン操作を行って地図の縮尺を変えると、他の作業者の端末に表示される矩形の大きさも変化する。

3.1.4 ピンの共有

地図上のある地点の情報を他の作業者と共有したいとき、その地点で長押しをすると、該当する位置にピンを立てることができる。立てたピンは、図3のように、即時に他の作業者の端末の同じ位置にも立てられる。ピンのヘッドの色は、作業者ごとに異なり、前節で述べた矩形の色と



図3 ピンの共有

同色になる。また、ピンをタップするとピンが立てられた端末の名前が注釈として表示される。この注釈を再度タップすると、そのピンは消去される。消去されたピンは、全ての端末から消去される。この操作は、他の作業者が立てたピンに対しても行うことができる。

3.2 実装

本システムでは、地図として Apple 社の提供する Mapkit フレームワークを使用している。あらかじめ初期位置と表示倍率が指定されており、システムが起動すると初期位置を中心として地図を表示する。

端末間の通信手段としては、iOS 上の P2P 通信フレームワークである MultipeerConnectivity を使用している。端末間で通信が行われるイベントは以下の通りである。

- 1 本指による閲覧箇所の移動
移動後の緯度経度を取得し、他の端末に送信する。受信した端末は、表示されている矩形の中から対応する端末の矩形を描き直す。
- パン操作による閲覧箇所の拡大縮小
拡大・縮小後の表示倍率を取得し、他の端末に送信する。受信端末では、表示されている矩形の表示倍率を送られてきた倍率に変更し、矩形を描き直す。
- 3 本指スクロールによる閲覧可能範囲の移動
移動前と移動後の緯度経度から移動量を取得し、他の端末に送信する。受信端末では、送られてきた移動量に応じて現在の中心座標値を変更する。また、閲覧可能範囲の枠線の座標値もこの移動量に応じて変更し、枠線を描き直す。
- 長押しタップによるピンの生成
立てられたピンの緯度経度を取得し、他の端末に送信する。受信端末では、送られてきた緯度経度の地点にピンを立てる。
- ピンの消去
消去されたピンの情報を他の端末に送信する。受信端末は、送られてきたピンを地図上から消去する。

4. ユーザ評価実験

本節では、ユーザによる評価実験とその結果について述べる。

4.1 実験概要

本システムの有用性を評価するために、ユーザによる評価実験を行った。被験者は 20 代の大学生 6 名である。本実験では、3 名一組で 2 グループを構成した。また、1 人につき 1 台の iPad Air を渡し、グループで地点探索を行ってもらった。今回の評価では、比較システムとして、iOS に標準装備されている地図アプリケーションを利用した。実験中は、全体を俯瞰できる位置に 1 台と、手元を見ることができるところに 1 台のビデオカメラを用意して撮影を行った。また、被験者が使用した 3 台の iPad の画面をそれぞれ動画として記録した。

4.1.1 実験内容

被験者は、ある地点を中心として一定の距離の範囲内で、あらかじめ指定した 6 つの地点を探索した。探索する地点が含まれる地域としては、被験者が馴染みのないと考えられる、木津と豊岡を選定した。制限時間は 30 分とし、6 つの地点を全て発見することができた時点で、探索終了とした。6 つの地点は、図 4 のように、マップ上に示されており、初期位置を中心として 4 分割したどのエリアにあるかわかるようにしている。実験中はこのマップを、各被験者に見えるようスクリーンに表示した。また、本実験では、2 つのグループで提案システムと比較システムの使用順序を入れ替えて実験を行った。今回の実験が対象とする作業は、地図を閲覧しながら地点を探索することである。そのため、被験者には注意事項として、比較システムとして使用した iOS の標準マップについて、ローカル検索欄は一切使わずに探索作業を行うように伝えた。また、提案システムで共有スクロールを行うとき、操作中に他の作業者が端末画面を触るとスクロール操作が競合してしまうため、共有スクロールの操作中に他の作業者は端末画面を触らないように伝えた。

4.1.2 実験手順

本実験では、まず最初に、タスクとして地点探索を行ってもらうことを被験者に告げ、地点探索の内容について説明した。次に、最初に使用するシステムの操作方法および注意事項について説明し、各被験者に実際にシステムを触ってもらい、操作の練習を行った。その後、1 回目の地点探索タスクを行った。タスク終了後、次に使用するシステムの操作方法および注意事項について説明を行った。こちらも 1 回目と同様に、実際にシステムを触って操作の練習をしてもらった後に、2 回目の地点探索タスクを行った。すべてのタスクが終了した後、表 1 に示すアンケートに回

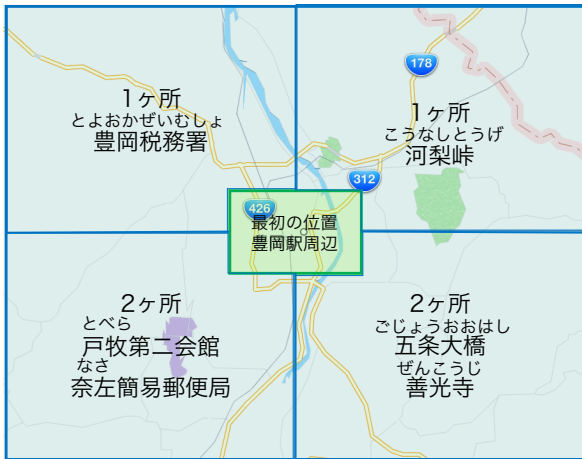


図 4 探索すべき地点を示すマップ

答してもらった。

4.2 実験結果

実験で得られた結果について、作業中の様子と機能ごとのアンケート結果についてそれぞれ述べる。

4.2.1 観察結果

比較システム

比較システムを使用した作業では、最初に探索エリアの役割分担を行っていた。具体的には、スクリーンに映していた表示用マップを3人で見ながら、4分割された内のどのエリアを誰が探索するかを決めていた。探索エリアの決定後、被験者は各自に与えられた端末で自分の担当するエリアの方向に移動し、探索を開始していた。探索中は、被験者同士の会話が少なく、主に探索地点を発見した時に、見つけた旨を他の被験者2人に伝えるための会話が起きた程度であった。

実験前にあらかじめ、AirDrop 機能を使用して位置情報を送信することで、ピンを共有できる旨を伝えていた。しかし、共有を行った場合、情報を受け取った側の閲覧箇所が自動的にピンの位置へと移動してしまうため、この操作を行った作業者はほとんどいなかった。

被験者同士で同じ地点を探索したり、他の被験者と情報を共有するような行動は、1度だけしか見られなかった。被験者は、目印となる地点の名前をいくつか他の被験者に伝え、該当するエリアにたどり着くまで口頭で誘導していた。また、付近の地形なども交えて誘導を行っていたが、目標となるエリアを見つけることに苦労していた。本実験では、時間内にすべての探索地点を発見したグループがあった一方、6つの探索地点の中で4つしか見つけることができなかったグループもあった。

提案システム

提案システムを使用した作業では、最初にスクリーンに

写しているマップを見ながら、探索を行うエリアを相談して決めた後、共有スクロールを行って探索するエリアに移動していた。移動後には、エリア内にあると予想される1つ、もしくは2つの地点を、グループ全員で一緒に探していた。また、閲覧可能範囲の中に探索地点がなかったとわかったとき、被験者同士で相談して閲覧可能範囲の移動を行っていた。さらに、縮小した状態の地図で探索し、探索地点のありそうなエリアを発見すると、他の作業者に伝えるといった行動が見られた。このとき、他の被験者に伝えるために、自分の閲覧箇所の色を口頭で伝えて誘導する、もしくは目印となる地点にピンを立ててピンの色を伝えて誘導するといった方法を取っていた。

共有スクロールについて、開始後に3本指による共有スクロールを行う人を1人選出したグループと、全員が共有スクロールを行えるようにしていたグループがあった。前者は3人が上手くコミュニケーションをとって操作を行っていたが、後者は3人の協力が上手くいかず、操作の失敗が何度も発生した。具体的には、共有スクロール中に、他の作業者がスクロールで閲覧箇所を移動させたことで、スクロールが競合して全員が意図していない位置へと移動した。

また、個人によるスクロールでは、スクロール中に境界線に引っかかり、スクロールが中断されることが何度も見られた。このような場合、少し苛立った様子で境界線とは逆の方向にスクロール操作を行った作業者がいた。

探索中は、「探索地点がどの辺にありそうだ」「どちらへ進む方が良さそうか」「今見ているところにはなさそうだから移動したい」といった協力的な会話が行われていた。提案システムを利用した探索では、どちらのグループも時間内にすべての探索地点を見つけることはできなかった。

4.2.2 アンケート結果

スクロール共有機能

共有スクロール操作のしやすさに関するアンケートの結果を表2に示す。半分以上の被験者が、3本指を使用する操作方法はやりにくいと回答した。この理由として、3本指でのスクロール操作が、2本指でのズーム操作を判定され、うまくスクロールできなかったことが挙げられていた。

共有スクロールの利便性に関するアンケートの結果を表3に示す。他人に勝手にスクロールされて困ったかを質問した結果、困った人と困らなかった人が半分に分かれた。理由としては、勝手にスクロールされたことで自分の見ていた場所がわからなくなったことや、他の人が操作している最中は自分が操作しにくかったことなどが挙げられていた。また、スクロールの手間が省けたかどうかを質問した結果、操作の手間が省けたと感じた人は、半分に分かれた。理由としては、全員で同じ範囲に移動したい場合に、一括で動かしてもらえて良かったからという意見が得られた。

表 1 アンケート項目

Q1	共有スクロールの方法として、3 本指での操作はやりやすかったですか？（4 段階）
Q2	スクロールの共有が勝手に行われて困ったことはありましたか？（2 段階） 何回ぐらいありましたか？（数字記入）どんなときに困りましたか？（自由記述）
Q3	自分でスクロールする手間が省けて良かったことはありましたか？（2 段階） 何回ぐらいありましたか？（数字記入）どんなときに良かったですか？（自由記述）
Q4	他にスクロールが共有されることでなにかあれば教えてください。（自由記述）
Q5	自分の見ている位置が他のメンバーに表示されていることは、 タスクを達成するのに役立ちましたか？（5 段階）それはなぜですか？（自由記述）
Q6	ピンや位置の表示に色分けがあったことは、 他のメンバーを見分けるのに役立ちましたか？（5 段階）
Q7	ピンの共有は探索を行うのに役立ちましたか？（自由記述）
Q8	全員が同じ範囲内の地図を共有していることで、タスクを達成しやすかったですか？（5 段階）
Q9	移動範囲を決めている枠のサイズは大きかったですか？小さかったですか？（2 段階） それはなぜですか？（2 段階）
Q10	提案システムと比較システムでは、どちらがタスクを達成しやすかったですか？ それはなぜですか？
Q11	どちらの地図での地理探索が楽しかったですか？それはなぜですか？
Q12	より「協力して」できたと感じたのはどちらの地図でしたか？
Q13	豊岡と木津どちらのタスクが難しいと感じましたか？それはなぜですか？
Q14	本日の地理探索は楽しかったですか？
Q15	それぞれの地図について何かあれば教えてください

表 2 共有スクロール操作のしやすさに関するアンケートの結果

	やりにくかった	少しやりにくかった	少しやりやすかった	やりやすかった
共有スクロールの方法	1	4	0	1

表 3 共有スクロールの利便性に関するアンケートの結果

	なかった	あった
勝手にスクロールされて困った	3	3
スクロールの手間が省けた	3	3

閲覧箇所の表示機能

閲覧箇所の表示に関するアンケートの結果を表 4 に示す。結果から、半数を越える被験者が、他の作業者の閲覧箇所が自分の端末に表示されていたことを、役立ったと感じていたことがわかった。この理由として、自分は他の作業者が見ている場所と違う場所を探索することができたことや、他の作業者が探索地点のありそうな大まかなエリアを発見した際にそのエリアへ移動しやすかったことなどが挙げられた。また、閲覧箇所の表示は地点を探索する上で役に立ったが、複数の被験者が同じ箇所を閲覧した時に矩形が重なって表示されたため地図が見難くなったという意見も挙げられた。

ピンの共有機能

ピンの共有に関するアンケートの結果を表 5 に示す。閲覧箇所やピンの色分けは役に立ったかどうかの質問の結果、すべての被験者が役に立ったと感じていたことがわかった。また、ピンの共有が役に立ったかどうかの質問の結果、ほぼすべての被験者が、探索に役立ったと感じていたことがわかった。

地図上への境界線の表示機能

地図上に境界線を設けたことに関する質問の結果を表 6 に示す。この結果より、閲覧可能範囲を設定したことで、タスクを達成しにくかったと感じた被験者が半数以上いたことがわかった。

また、閲覧可能範囲のサイズに関する質問の結果を 7 に示す。この結果より、全ての被験者が、閲覧可能範囲のサイズは小さかったと感じていたことがわかった。この理由としては、各作業者が別々のところを見ようとしても閲覧箇所が被ってしまったことが挙げられており、また、これに関連して、閲覧可能範囲全体が想像しづらかったという意見もあった。

提案システムと比較システムの比較

提案システムと比較システムを比較した質問の結果を、表 8 に示す。タスク達成のしやすさについての質問の結果、すべての被験者が比較システムのほうがタスクを達成しやすかったと回答した。この理由としては、比較システムは各作業者が探索地点を分担することができたことが挙げられた。

また、タスクを行ったときの楽しさについて質問した結果、比較システムの方がより楽しく探索を行えた被験者が多かったことがわかった。この理由として、提案システムは閲覧できる範囲に制限があり自由に移動できなかったことや、スクロール中の動作が安定しなかったことがストレスになったことを挙げていた。一方で、提案システムを選

表 4 閲覧箇所の表示に関する質問の結果

	役立たなかった	あまり役立たなかった	変わらない	少し役立った	役立った
閲覧箇所の表示	0	0	2	2	2

表 5 ピンの共有に関する質問の結果

	役立たなかった	あまり役立たなかった	変わらない	少し役立った	役立った
ピンの色分け	0	0	0	3	3
ピンの共有	0	1	0	2	3

択した理由として、閲覧可能範囲を動かす際に会話が発生したので楽しかったことを挙げていた。

さらに、タスク中に協力できたかどうかについての質問の結果、提案システムの方がより協力して探索を行えたと感じた被験者が多かったことがわかった。この理由として、他の作業者の閲覧箇所が見えたため、みんなで一緒に協力してやっているように感じられたことを挙げていた。一方で、比較システムを選択した理由として、作業者間で役割分担をしたことで、協力してできたと感じたことを挙げていた。

4.3 考察

本節では、実験で得た結果から、本協調地図システムを用いた作業において、一枚の地図を共有している場合と同じ効果を得ることができたかどうかについて考察する。また、今回の協調地図システムで提供した、スクロール共有機能・閲覧箇所の表示機能・ピンの共有機能・地図上への境界線の表示機能という4つの機能について、本システムが探索作業に有効であったかどうかを機能ごと考察する。さらに、提案システムと比較システムを比較した考察を述べる。

スクロール共有機能

比較システムでは、各被験者がそれぞれ別の地点を探索したことによって、目立った会話や協力的行動は見られなかった。一方で、提案システムでは、共有スクロールを行うときに、探索する地点に関する会話が発生していた。この結果より、スクロールの共有機能は、個々が端末を持って複数人で地理探索を行う場合において、グループ内での会話を促進させたり、作業者に協力感を持たせたりすることができたと考えられる。

しかし、共有スクロールの方法としては、操作が競合したり、操作が上手くいかなかったりといった場面があった。また、共有スクロールの操作はすべての被験者がやりづらいつと感じていた。そのため、別の操作方法を使用する、あるいはボタン操作によってスクロールを使い分けるようにするなど、検討が必要であると考えられる。

閲覧箇所の表示機能

提案システムでは、閲覧可能範囲の中で他の2人の矩形を見ながら探索エリアを決めていたことと、これに該当するアンケート結果より、閲覧箇所の表示機能は概ね探索作

業に有効であったと考えられる。一方で、矩形の色が重なり地図が見難くなったことで目が疲れたという意見があったため、矩形の色の透明度を上げる、枠線のみを表示する、矩形の表示・非表示を切り替えられるようにするといったように、表示方法について考慮する必要がある。

ピンの共有機能

比較システムによる探索では、AirDropによるピンの共有はほとんど使用されなかったのに対し、提案システムでは、ある地点を他の作業者に見て欲しいときに、該当する地点にピンを立てていた。これに加えてアンケートでも、ピンの共有機能について探索の役に立ったと感じていた被験者が多かったことから、ピンの共有機能は探索に有効であったと考えられる。

地図上への境界線の表示機能

提案システムでの探索において、被験者は閲覧可能範囲が設定されていることで、思うようにスクロール操作による移動ができていなかった。また、スクロール中に境界線と接触した場合、スクロール操作が中断されることに対して、多くの被験者がストレスを感じていたと考えられる。閲覧可能範囲のサイズについては、全体を想像しづらく探索に支障が出たと感じたり、閲覧箇所が他の作業者と被ってしまい非効率だったと感じた被験者がいたため、今回の実験では、探索が行いやすい閲覧可能範囲のサイズを設定できていなかったと判断できる。これらより、境界線と接触した場合のインタフェースや適切な閲覧可能範囲のサイズについて、検討する必要があると考えられる。

提案システムと比較システムの比較

比較システムとした既存の地図アプリケーションを使用した作業では、各作業者がそれぞれ別の地点を探索できたのに対し、提案システムでは同じエリア内にある地点しか探索できなかった。また、制限時間内に発見できた探索地点についても、比較システムの方が多い結果となり、これによって全ての被験者が比較システムを選択したことが考えられる。

今回行った地点探索タスクでは、比較システムを用いた場合、各被験者でそれぞれ役割を分担することが可能であった。そのため、提案システムは比較システムと比べて、探索作業の効率が低い結果となったと考えられる。今回の実験のように、探索地点をすべて一度に示すのではなく、一つずつ順に示していくようにするなど、探索タスクの内

表 6 閲覧可能範囲の境界線に関する質問の結果

	達成しにくかった	少し達成しにくかった	変わらない	少し達成しやすかった	達成しやすかった
同じ範囲の地図を共有	1	4	0	0	1

表 7 閲覧可能範囲の大きさに関する質問の結果

	小さかった	大きかった
閲覧可能範囲のサイズ	6	0

表 8 提案システムと比較システムの比較に関する質問の結果

	提案システム	比較システム
タスク達成のしやすさ	0	6
タスクの楽しさ	2	4
タスク中に協力できたか	4	2

容を検討し直した上で、再度評価する必要があると考えられる。

以上より、提案システムは、他の作業者が閲覧している箇所や地図への目印を、その場にいる他の作業者と共有することが可能であり、共有したときの効果を十分に得ることができたと考えられる。また、全員が同じ範囲を閲覧しながら操作を共有することで、作業員間の協力行動や会話を増やすことができたと考えられる。しかし、閲覧可能範囲のサイズが小さかったことで、作業員各々が端末を操作できる利点を活かすことができなかった。また、スクロール操作がやり辛かったことから、既存のアプリケーションと比べて作業者に使いづらいと感じさせてしまった。これらの4項目における欠点について改善と工夫を加え、使いやすいシステムに近づける必要がある。

5. おわりに

本稿では、複数人による地図を用いた協調作業を支援することを目的に、各作業者が地図を持っている場合と、作業者が一つの地図を共有している場合の双方の利点をあわせ持つ協調地図システムを構築した。本協調地図システムでは、地図に対するスクロール操作や、地図上に立てたピンが他の作業者に共有される。また、他の作業者が閲覧している箇所が矩形として可視化して表示される。

一度に複数の地点を探索する実験において、既存の地図アプリケーションよりも、作業員同士の会話や協力行動を促進させることができたと考えられる。また、他の作業者が閲覧している箇所や地図への目印を共有することで、地図を共有した時の効果を得ることができた。一方で、地理探索を完了するのに必要な時間は既存の地図アプリケーションよりも長くなり、作業効率は低下した。また、閲覧可能範囲のサイズが小さかったことから、作業員各々が端末を持っている場合の利点を活かすことができなかった。さらに、スクロール操作がやり辛かったことで作業員に使いづらいという印象を与えていた。

今後は、共有スクロールの操作方法および閲覧可能範囲

のサイズを再検討し、また探索タスクの条件を変更した上で、再度評価を行う予定である。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 25330249 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] 株式会社ゼンリン：地図利用実態調査 2015 (2015).
- [2] Richardson, T. and al., et : Virtual network computing, *IEEE Internet Computing*, Vol. 2, No. 1, pp. 33-38 (1998).
- [3] 足利えりか, 西尾章治郎：複数の携帯端末を用いた協調作業における地図操作に関する一考察, *DICOMO2011*, pp. 587-594 (2011).
- [4] 奥梓, 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 (2010).