

滞在履歴データを用いたグループ内の重要な場所の発見

大石 晃平^{1,a)} 角 康之^{1,b)}

概要: 本研究は, グループメンバー全員の滞在履歴データから, グループメンバー間でのコミュニケーションの状況を把握し, グループ内コミュニケーションを促進することが目的である. コミュニケーションを促進させる方法として, 学内での滞在履歴をトラッキングしているサービスである「LATTE」を利用し, グループメンバー一人一人の滞在履歴データを収集する. 収集したデータを, 時間・人・スポットを考慮した形で可視化する. 可視化することによって, グループ内のスポットごとの近さなどを計測できると考える. 結果として, グループメンバーごとの作業場所をおおよそ抽出できたが, 近くのビーコンを複数個認識するような問題があった. また, 偶発的にコミュニケーションを促せるようなスポットを発見することができた. 滞在履歴データからメンバー間のコミュニケーションの状況を確認するための, 第一歩となった.

Extraction of group hotspots using members' movements

KOHEI OISHI^{1,a)} YASUYUKI SUMI^{1,b)}

1. はじめに

本研究は, グループメンバー全員でグループメンバー間の接触状況を把握することで, メンバー同士の行動・コミュニケーションがどのように変化するかを分析し, グループ内の実世界でのコミュニケーションをより活発化させることが目的である. そのために, 学内の滞在履歴データを用いて, グループメンバーの接触状況を可視化するシステムを提案する. 本稿では, その試みの一つとして, グループ内の偶発的なコミュニケーションを引き起こせるようなスポット, ホットスポットを発見することを目的としている.

これまで様々なコミュニケーション支援の研究が行われてきた. 例えば, オフィス内での対面コミュニケーションと体の動きのセンシングデータに着目して, オフィス内の対面コミュニケーション支援を行った研究 [1] がある. グループ内の対面コミュニケーションと個人の行動を結びつけてコミュニケーション支援を行った研究である. また, 本棚前における会話や行為を示すシーンとつながりのある本の持つ情報を本棚に紐づけしてコミュニケーション支援

を行った研究 [2] や, 写真撮影とメモ書きを融合させた行為を複数ユーザで共有することで, 知識共有や体験の現場でのコミュニケーションを支援する研究 [3] といった, 体験を共有することによってコミュニケーション支援を行った研究もある. 以上のような様々なコミュニケーション支援を行った研究があったが, 本研究ではグループメンバーの滞在履歴に着目する. 本研究は, 対面かつ同じ場所でも活動することによって, グループ内コミュニケーションが行われていると仮定する. そして, グループメンバーそれぞれの滞在履歴を可視化・フィードバックすることで, グループ内コミュニケーション状況を見直すきっかけになり, コミュニケーションの促進につながるのではないか, という仮説を立てる. 本研究が解明すべき問いは以下の通りである.

- メンバーそれぞれの周期的な行動を読み取ることができるのか? また, 偶発的なコミュニケーションを誘発できるようなスポットを発見できるか?
- グループ内の滞在履歴を可視化することで, グループ内の関係性や交友関係を把握し, グループ内コミュニケーションの促進に役立つか?

本研究で提案するシステムのイメージ図を図 1 に示す. メンバーの学内での滞在履歴を収集するために, 松原らが開発した「LATTE」 [4] を利用する. 収集したグループメ

¹ 公立はこだて未来大学
Future University Hakodate

a) k-oishi@sumilab.org

b) sumi@acm.org

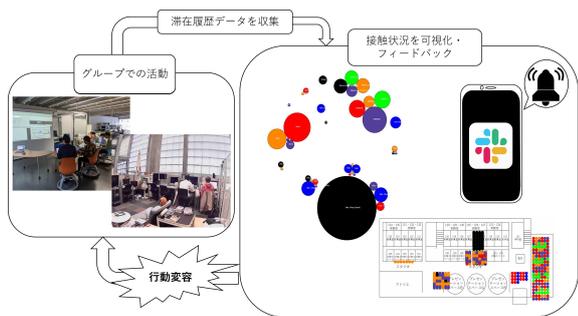


図 1 提案システムのイメージ図

メンバーそれぞれの滞在履歴データを学内の見取り図などを作成し、作成した見取り図を使い可視化する。可視化したものを Web アプリケーションとしてメンバーが確認できるように公開し、グループメンバー全員が閲覧できるようにする。これによって、グループ内の実世界でのコミュニケーションを促進できると考えている。

2. 関連研究

社会グループの周期性を観測した関連研究として、Nunes らの研究 [5] がある。Nunes らは、近接接触の痕跡をもとに、時間を通じて社会グループの進化、周期性、ミーティングの継続時間など、グループの移動特性の特徴を明らかにした。また、人間の移動グループを検出・追跡するための体系的な方法を提案した。結果として、社会グループの特徴は、日中の時間に大きく依存していることがわかった。それだけでなく、グループ内での接触は周期期に行われ、日単位だけでなく、週単位でも周期性があることがわかった。また、グループ内での再開確率が時間とともに減少することもわかった。さらに、グループミーティングの期間は、グループメンバー間の仲の良さや社会的結合の強さに中程度の相関関係があることがわかった。このことから、本研究は、日単位ではなく週単位での滞在履歴を可視化することで、週単位のグループ内コミュニケーションの周期性を観測する。その周期性をグループ全体で共有することで、自身のグループ内の関係性を把握することができ、行動変容を誘発できると考える。

また、社会グループの行動や特徴などを分析した関連研究として、Dong らの研究 [6] がある。Dong らは、グループ全体の日常生活（滞在情報や SNS のログなど）を携帯電話で詳細に追跡し、グループ内の行動パターンや社会関係の共進化を分析することによって、グループ内の個人の特性をモデル化を行った。結果として、携帯電話を使って収集したデータと毎月行っていたグループ内の交友関係などに関する調査するアンケートを使用し、移動経路などをシミュレートすることができた。この研究によって、グループ内の交友関係はグループの滞在情報に関係しており、詳細に分析することによって把握できることがわかった。この研究では、分析した情報を用いて、グループ内の個人の

特徴をパターン化し、行動などをシミュレートするという部分に着目していたが、本研究では滞在情報などを被験者自身に与えた場合、どのように交友関係に変化が出るのかに着目している。

位置推定からユーザそれぞれの重要な場所の抽出をした関連研究として、King らの研究 [7] がある。King らは、座標をトレースし、位置情報を推定するだけでなく、その場所がユーザにとってどのような場所なのかを抽出した。「ユーザにとってどのような場所」は、位置情報のみで表されるものではなく、「仕事場」や「住んでいる場所」などの、ユーザにとって重要な意味を持つ場所のことを指す。座標ベースの位置情報システムを用いて、700 時間のデータを収集した。その結果、ユーザにとって最も重要な場所をうまく抽出できた。抽出したデータをユーザのカレンダーなどの追加情報と合わせることで、自動的にラベリングを行うことにも取り組んでいた。将来的には、ユーザの現在地と過去の行動履歴から、ユーザの目的地を予測することもできるのではないかと述べられていた。本研究でも、長期間にわたってグループメンバーの学内での滞在履歴を収集することによって、メンバーごとの重要な場所を理解することができる。それを共有することで、グループメンバー間の重要な場所が変化し、行動変容を誘発できると考える。

さらに、位置推定から社会グループの動きのダイナミクスを測定した関連研究として Cho らの研究 [8] がある。Cho らは、携帯電話の位置情報と、Gowalla と Brightkite という 2 つのロケーションベースのソーシャルネットワークサービスのデータを利用し、人間の動きとダイナミクスを支配する基本的な法則を理解するというを試みた。結果として、短距離の移動は空間的にも時間的にも周期的な行動であるが、社会的ネットワークからの影響は受けないことがわかった。一方で、長距離の移動は、社会的ネットワークの結びつきに影響を受けていることがわかった。また、長距離の移動をする場合は、友人関係のある人が近くで移動している可能性が高いことがわかった。これは、新たな友人関係を構築することに与える影響よりも 2 倍強いことがわかった。また、全移動の中で、社会的な関係のものが約 10~30%で、周期的な行動が 50~70%であることがわかった。このことから、本研究では、詳細な滞在履歴を長期間収集することで、グループメンバーそれぞれの行動の周期性を確認できることを想定する。また、学内の長距離・長時間の移動が計測できた時、その近くで同じ移動をしていたメンバーとは、交友関係が強いと推測できる。

3. 提案システム

本研究で提案するシステムの流れを図 2 に示す。まず、「LATTE」を用いて、学内での滞在履歴データを記録する。本研究で使用する滞在履歴データは、公立はこだて未来大学内の同意のとれた角康之研究室のメンバー 6 名から収集

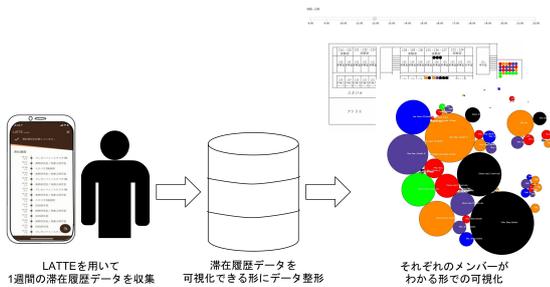


図 2 提案システムの流れ

する。「LATTE」で記録した滞在履歴データを Nunes らの研究 [5] を参考に Slack で週に 1 度収集する。その滞在履歴データを可視化できるような形に整形し、可視化を行う。そのため、提案システムには、2 つの主要な機能が存在する。滞在履歴データの整形、滞在履歴データの可視化である。

3.1 滞在履歴データの収集



図 3 LATTE における滞在履歴表示 (松原らの研究 [4] から引用)

本研究では、松原らが開発した「LATTE」[4] を用いて、学内の滞在履歴の収集を行っている。「LATTE」は、キャ

ンパス内に約 100 個設置されたビーコンを使用して、学内での滞在していた場所や時間を記録するスマートフォン向け接触確認アプリである。図 3 は、「LATTE」で収集した滞在履歴を表示した画面である。一定時間以上滞在していた場所にビーコンが設置してあると、その場所を自動推定してスマートフォンにのみ記録される。それを図のように、場所に滞在し始めた時間・滞在していた時間・滞在していた場所が表示される。また、直近 2 週間の滞在履歴をいつでも確認することができる。「LATTE」を被験者それぞれのスマートフォンにインストールし、記録された滞在履歴データを、週ごとに Slack で収集する。

3.2 滞在履歴データの整形

「LATTE」から出力した滞在履歴データは text ファイルで出力され、左から検出した日時、使用しているスマートフォンの OS、レイジングの状態を表す type がわかるようになっている。また、ビーコンを検出した場合、ビーコンの項目の中にその時検出したビーコンの数だけ UUID, major 値, minor 値, rssi, distance が表示される。UUID と major 値・minor 値は、ビーコン固有を識別するための識別子である。rssi は、受信した際の電波強度である。distance は、ビーコンとの距離である。今回は、長時間での滞在履歴を元にグループ内の周期性、学内でのグループメンバーの作業場所、偶発的なコミュニケーションを促せるような、メンバーが何気なく通りかかるスポットの計測を行う。そのため、「LATTE」から出力されたデータの中で、日時やスポットについての情報である、検出された日時、UUID, major 値, minor 値を抽出し、メンバーを識別できる要素を加えて、整形を行う。

3.3 滞在履歴データの可視化

滞在履歴データの可視化は、Web で公開し、グループメンバーがアクセスすることで、確認できるような形にしている。これにより、グループメンバーの滞在履歴データを見るだけでは読み取れなかった、グループメンバー間の接触状況やメンバーの移動・周期的な行動などを把握できる。

4. システムの実装

4.1 滞在履歴データの整形

整形した滞在履歴データを、図 4 に示す。図 4 の左から、日時、UUID, major 値, minor 値, 日付、時間、メンバー名となっている。一定時間内にビーコンを取得していなかった場合、UUID の項目に「Out of range of beacon」とした。データ整形の際、元データのようなミリ秒単位での滞在履歴データでは、長時間の可視化を行った際にノイズが多く入ってしまうと考えたため、1 分ごとの滞在履歴データに整形をした。そのため、ある時間の滞在履歴を取得する際に、前後 30 秒間の中で最も多く取得していたビー

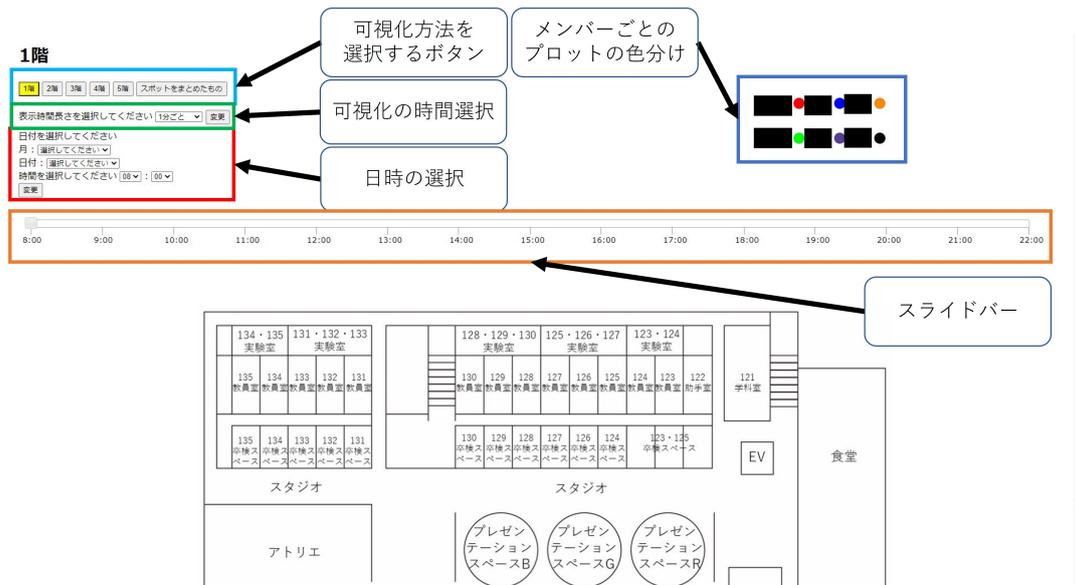


図 5 可視化方法と可視化したい時間軸の選択画面

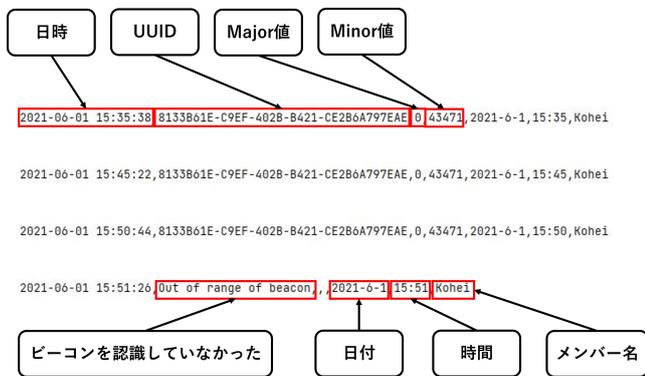


図 4 整形した滞在履歴データ

コンをその 1 分間での滞在履歴としている。このようにして、1 分ごとの滞在履歴データに整形し、日時、UUID、major 値、minor 値、日付、時間、メンバー名の順に csv ファイルに書き込んだ。

4.2 滞在履歴データの可視化

滞在履歴データの可視化方法は 2 つの方法で行った。1 つは、学内の見取り図を作成し、そこに時間内で滞在していた場所をプロットしていくもの。しかし、それだけでは学内での物理的なスポットの距離は測れても、作業場所やミーティングの場所などのスポットごとの役割までは観測することが困難だと考えた。そのため、スポットをバルーンのような円で表示するような形での可視化も行った。可視化方法と可視化したい時間軸の選択の選択画面は、図 5 で示す。図 5 の上部にある、6 つのボタンの中から 1 つ選択することで、可視化方法を選択することができる。可視化の時間選択では、可視化したい時間軸の長さを選択することができる。時間軸の長さは、1 分、1 時間、1 日、1 週間の中から、1 つを選択する。日時の選択では、可視化し

たい時間を選択することができる。時間は時間軸によって変化し、1 分ごとなら「月」「日」「時刻」「分数」を選択することができる。1 時間ごとなら、「月」「日」「時刻」。1 日ごとなら、「月」「日」。1 週間ごとなら、「週」を選択することができる。これらを選択し、「変更」ボタンを押すことで、任意の時間での滞在していた場所が可視化される。また、選択する以外にも、スライドバーを動かすことで、可視化したい時間を変更することができる。1 分ごとであれば、スライドバーの 1 メモリが 1 分単位になっている。1 時間ごとなら、1 メモリが 1 時間、1 日ごとなら 1 メモリが 1 日単位になっている。

実際に可視化されたものが、図 6、図 7 で示す。図 6 が見取り図で可視化されたものである。見取り図での可視化は、同じ場所に滞在している場合、その場所に滞在していた分数の長さだけ滞在していた場所にプロットしていつている。そのため、図 6 のように、時間が長くなるほどプロットの数が増えている。図 7 がスポットごとにされたものである。スポットごとの可視化は、同じ場所に滞在している場合、円の大きさが大きくなっていく。そのため、大きいほどその時間軸内でその場所に滞在していた時間が長いことがわかる。また、同じ場所に滞在していた場合、円が密集する。そのため、複数人で一定の場所に長く滞在していた場合、円が大きく密集するようになる。

5. システムの評価と考察

見取り図での可視化では、その時々での滞在場所とスポットごとの物理的な近さは観測できるがそれ以上のことまでは観測することができなかった。一方で、スポットごとの可視化から、長時間の滞在履歴データを見ることによって、それぞれのメンバーの作業場所を抽出できた。作

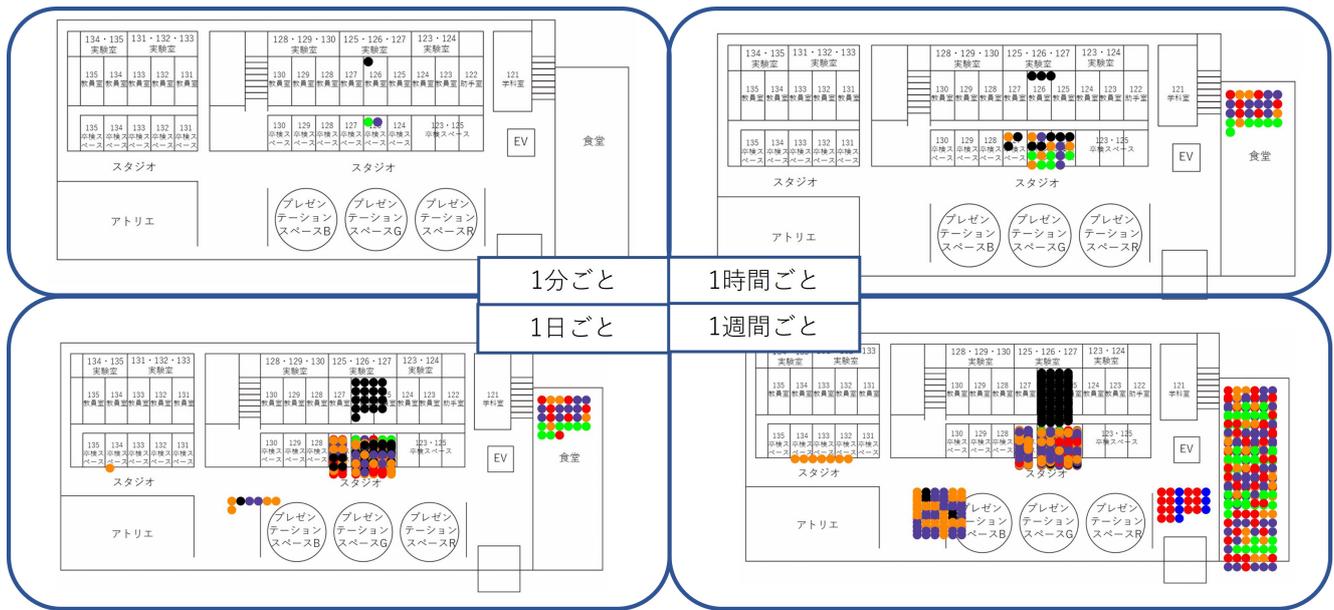


図 6 見取り図での可視化

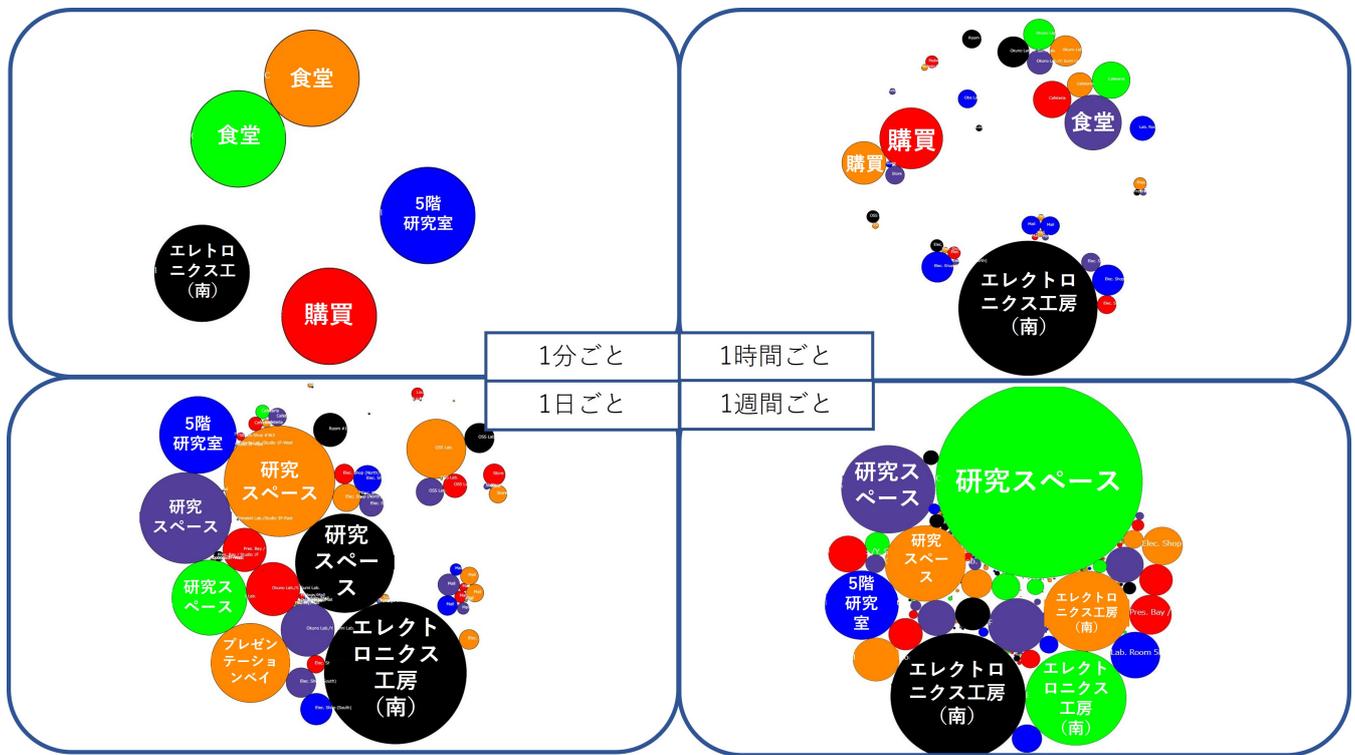


図 7 スポットごとの可視化

業場所の抽出は、1週間の滞在履歴データから最も多く滞在していた場所が、学内での作業場所だと考えた。図8は、それぞれの作業場所を記した図である。図8から、作業場所は、赤、オレンジ、黄緑、紫のメンバーは同一のスポットで作業をしていることが観測できた。また、青と黒のメンバーは作業場所もお互い違うスポットであることが観測できた。しかし、それと同時に、物理的に近くのスポットを多く取得していることもわかった。このことから、データ

整形の際の、スムージングの精度があまり高くなく、誤ったスポットを滞在していた場所としてしまっているという問題点もみえた。

システムによって、作業場所の抽出ができたため、メンバー間の交友関係もある程度見えてくると考えられる。普段ともに作業するという事は、交友関係が深い関係であることが考えられるため、赤、オレンジ、黄緑、紫のメンバーは交友関係がほかのメンバーと比べて深いと考えられ

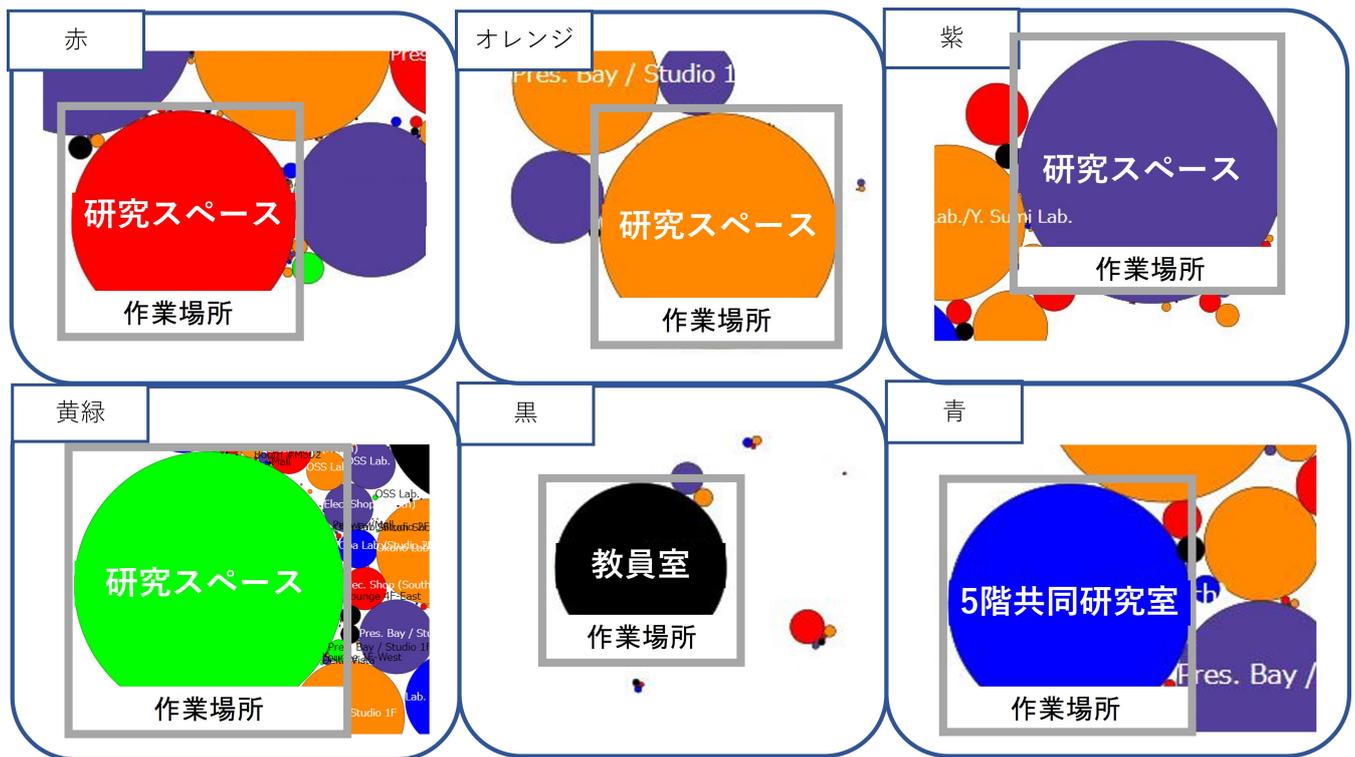


図 8 作業場所の抽出

る。一方で、作業していたスポットが違った青のメンバーに関しては、他のメンバーの作業場所とは、物理的距離遠いスポットが作業場所となっているためか、あまり接触がなく、交友関係が浅いメンバーだといえる。黒のメンバーに関しては、赤、オレンジ、黄緑、紫のメンバーが作業している時間に、作業場所によく立ち寄っている傾向があった。そのため、同一の場所で作業をする中ではないが、青のメンバーほど交友関係が遠くはないと考えられる。

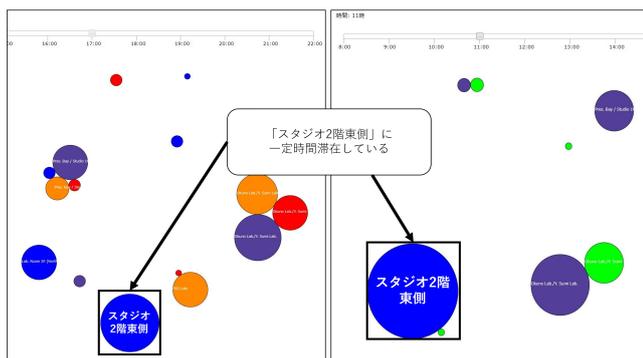


図 9 青のメンバーが長時間「スタジオ 2 階東側」に滞在している様子

上記のような交友関係から、グループ内での偶発的なコミュニケーションを引き起こすのホットスポットとして、「スタジオ 2 階東側」が重要ではないかと考える。このスポットは、ほとんど同じ時間にメンバー同士が滞在していることが見られなかったスポットである。また、このスポットは交友関係が一番遠いと考えられる青のメンバーが

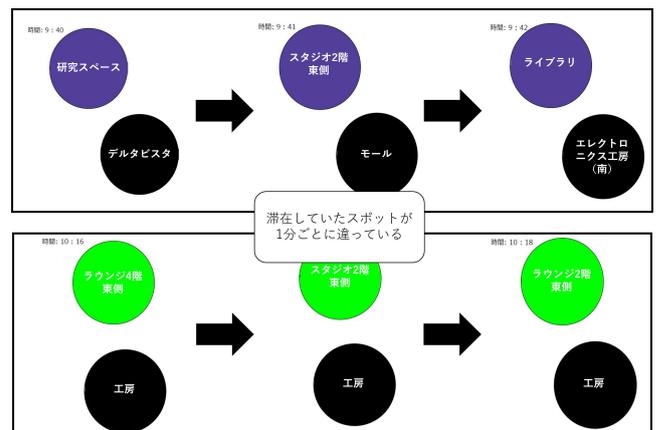


図 10 「スタジオ 2 階東側」が移動経路に含まれていると考えられる様子

作業場所周辺のスポットのほかに一定時間滞在していたスポットであった。図 9 は、1 時間ごとの滞在履歴を可視化したもので、青のメンバーが一定時間「スタジオ 2 階東側」のスポットに滞在していることがわかる。青のメンバー以外では、このスポットに滞在する前には他の場所に滞在しているため、移動中に滞在履歴データを取得した可能性が高いと考えられる。図 10 は、1 分ごとの滞在履歴を可視化したもので、1 分ごとに滞在場所が移動していることがわかる。そのため、このスポットはメンバー内の移動経路として、よく立ち寄られるのではないかと考えられる。したがって、このスポットをメンバー内で共有することで、このスポットでのコミュニケーションを促すことができるの

ではないかと考えられる。

6. システムの課題

6.1 滞在履歴データの整形

5節で述べたように、滞在履歴データの位置情報の精度向上をする必要がある。そのために、今回の方法では整形の際に使用しなかった rssi や distance の値から、最も近いものを1分間で滞在していた場所として、データ整形を行う。また、今回の研究では、個人のスマートフォンに「LATTE」をインストールし、滞在履歴データを記録した。しかし、個人の使用しているスマートフォンのOSに違いがあり、滞在履歴データを出力したとき、取れるデータの量に違いが生じてしまっていた。この問題点をふまえて、メンバーに統一したOSのスマートフォンを使用して、滞在履歴データの取得を行いたいと考えている。

6.2 滞在履歴データの可視化

現在のシステムでは、グループメンバーに説明なしで見ただけでは、理解しにくいようなシステムになっており、普段から気にして見てないと気付かないような要素が多くある。特に、スポットごとの可視化では、作業場所やホットスポットの発見の手がかりにはなかったが、時間が長くなると、円の密集によって見にくくなってしまいう問題などもある。この状態では、初見の人が理解するのが難しい仕様になっている。そのため、メンバーの中でも重要なホットスポットを発見・確認できるような形での可視化方法の検討をする必要がある。また、現状、時間を変化させても、ただプロットが移動したり、スポットが表示されたりするだけになっているため、簡素なシステムになっている。そのため、プロットの移動やスポットが変化する際にアニメーションをつけることを検討している。

7. おわりに

本研究では、グループメンバーの滞在履歴を収集し、グループメンバー全員でグループメンバー間でのコミュニケーション状況を把握する。それにより、メンバー同士の行動・コミュニケーションを見直すきっかけを与え、グループ内の実世界コミュニケーションをより活発化させることを目的としている。その試みの一つとして、グループ内の偶発的なコミュニケーションを引き起こせるようなスポット、ホットスポットを発見することを試みた。そこで、学内での滞在履歴を記録しているサービス、「LATTE」を用いて、グループメンバーの滞在履歴を収集し、可視化する手法を提案した。可視化の方法として、学内の見取り図を作成し、任意の時間軸ごとの滞在履歴を元にプロットした。また、見取り図での可視化では、グループ内のスポットごとの役割などはわかりづらいと考えた。そのため、バルーンのような円にメンバーが滞在していたスポットを

表示し、メンバーを色ごとで分け、同じスポットにいるときに集まるような形でも可視化を行った。結果として、スポットごとの可視化によって、メンバーの普段作業しているおおよその場所の観測に成功した。また、グループ内の偶発的なコミュニケーションを引き起こすきっかけになるようなホットスポットの観測にも成功した。今後は、このホットスポットをメンバーにフィードバックするシステムを提案・開発し、グループ内のコミュニケーションを支援することを目標としている。

謝辞 学内行動履歴データ収集のためのスマホアプリLATTEの利用に関する議論やご支援を頂戴した松原克弥准教授をはじめとするLATTE開発チームに深く感謝します。

参考文献

- [1] 辻聡美, 佐藤信夫, 大塚理恵子ほか: ビジネス顕微鏡ディスプレイ: オフィスでのコミュニケーションを促進する行動ログ表示アプリケーションの開発, 情報科学技術フォーラム講演論文集, Vol.11, No.4, pp.69-76(2012).
- [2] 三木可奈子, 角康之, 西田豊明: 本棚を通じた体験共有コミュニケーション支援, 情報処理学会研究報告. HCI, ヒューマンコンピュータインタラクション研究会報告, Vol.125, No.9, pp.55-62(2007).
- [3] 角康之, 伊藤惇, 西田豊明: PhotoChat: 写真と書き込みの共有によるコミュニケーション支援システム, 情報処理学会論文誌, Vol.49, No.6, pp.1993-2003(2008).
- [4] 松原克弥, 雫石卓耶, 倉茂雄人ほか: 大学における COVID-19 対策としての IT を用いた行動履歴記録支援, 研究報告情報システムと社会環境 (IS), Vol.2021, No.2, pp.1-6(2021).
- [5] Nunes, I. O., de Melo, P. O. V., & Loureiro, A. A. : Group mobility: Detection, tracking and characterization, In 2016 IEEE international conference on communications (ICC), pp.1-6(2016).
- [6] Dong, W., Lepri, B., & Pentland, A.: Modeling the co-evolution of behaviors and social relationships using mobile phone data, In Proceedings of the 10th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia, pp.134-143(2011).
- [7] Kang, J. H., Welbourne, W., Stewart, B., & Borriello, G. : Extracting places from traces of locations, ACM SIGMOBILE Mobile Computing and Communications Review, Volume.9, No.3, pp.58-68(2005).
- [8] Cho, E., Myers, S. A., & Leskovec, J. : Friendship and mobility: user movement in location-based social networks, In Proceedings of the 17th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining, pp.1082-1090(2011).