

連れ立ち行動促進システムの提案

田中 宏和¹ 本松 大夢¹ 中村 優吾¹ 荒川 豊¹

概要: 本研究では、コロナ禍によって減少した研究室や職場などの組織内における、人々の偶発的なコミュニケーションや連れ立ち行動を計画的に促進するシステムを提案する。具体的には、(1) ユーザーの登校状況の収集・可視化、(2) ユーザーの内部状態(気分)の収集・可視化、(3) システムによるイベントの提案という3つの機能を備えたシステムを提案する。本稿では、システム全体の設計と、そのシステムを展開した6週間に渡る長期的な基礎実験の結果を述べる。実験結果から、本システムによって、組織内の各ユーザーの勤怠情報や内部状態の緩やかな変化を観測可能であることが明らかとなった。また、研究室のようなある程度の信頼関係が構築されている組織においては、誰が来ているのか? 誰がどんな内部状態なのか? をオープンにすることで、通知に対する反応率の向上のような、システムに対するユーザーの参加モチベーションを高められることが明らかとなった。

1. はじめに

新型コロナウイルスの流行に伴い、人々の働き方やコミュニケーション方法が、オフラインからオンラインへと変化している。オンラインでの授業や会議の増加により、研究室や職場などでの対面コミュニケーションの機会が減り、偶発的な人とのつながりや連れ立ち行動を行う機会が減少している。具体的には、同じ空間にいる人同士でランチに行ったり、仕事に関係のないインフォーマルな会話を楽しむ機会が損なわれている。このような機会は偶発的に発生し、スケジュールされていないことが多い。我々は、このようなスケジュールされていない対面コミュニケーションを、偶発的なコミュニケーションと定義する。また、大人数でのイベントや食事など今まで当たり前に行われてきた連れ立ち行動も制限されている状況である。本研究では、情報技術を媒介として、人々の偶発的なコミュニケーションや連れ立ち行動を計画的に促進することができるシステムの構築を目指す。

新型コロナウイルス流行前と流行後を比較し、研究室や職場などの組織において、偶発的なコミュニケーションや連れ立ち行動が減った理由として、以下の3つの要因が考えられる。まず、オンラインコミュニケーションツールの充実により、研究室に行くといった対面コミュニケーションを選択する人が減り、組織内の仲間同士の行動時間のすれ違いが増え、対面での接触回数が減少している(要因1)。また、同じ空間内にいたとしても、近い距離感での密な会

話が制限されていることから、お互いの内部状態を把握しにくい(要因2)。さらに、互いの内部状態が把握できなくなったことから、一緒にランチに行こうといった行動提案することのハードルが上がり、偶発的なコミュニケーションや連れ立ち行動のきっかけが少なくなった(要因3)。本研究では、これらの要因を提案システムによって緩和することで、コロナ禍においても人々の偶発的なコミュニケーションや連れ立ち行動を促進することを目標とする。

具体的には、(要件1) 登校状況の収集・可視化、(要件2) 内部状態の収集・可視化、(要件3) システムによるイベントの提案という3つの要件を満たす連れ立ち行動促進システムを構築する。ユーザーの登校状況を可視化することによって、ユーザー同士の行動時間のすれ違いを緩和し、ユーザーの内部状態を可視化することによって、ユーザー同士の偶発的なコミュニケーションや行動提案のタイミングを見計らいやすくするという狙いがある。また、システム側からランチに行きませんか? コーヒーを飲みませんか? などのイベントを提案することによって、コロナ禍における失われたきっかけを増加させる狙いがある。要件1に関して、組織内の各ユーザーにBLE (Bluetooth Low Energy) ビーコンタグを所持してもらい、BLE ビーコンタグから得られるBLE信号をシステム側で解析することによって、ユーザーの登校状況を把握する。要件2に関して、チャットボットアプリを介した通知により、ユーザーの内部状態を定期的にお問い合わせすることで、継続的に情報を収集する。また、これらの情報を研究室に設置した複数のサイネージとそれに表示するWebアプリを通じて可視化する。要件3に関して偶発的なコミュニケーションや連

¹ 九州大学, Kyushu University

れ立ち行動のきっかけを創出するため、ユーザーの登校状況と内部状態を入力として、需要可能性の高いイベントをユーザーに対して提案するシステムを構築する。

本稿では、提案する連れ立ち行動促進システムの全体構成と、そのシステムを展開した6週間に渡る長期的な基礎実験の結果について述べる。本システムでは、要件の各要素においてユーザーの自発的な行動が求められる。そのため、ユーザーの参加モチベーションをキープするメカニズムの設計も重要な課題である。そこで基礎実験では、(a) 非表示、(b) 円グラフ:匿名、(c) 名前と内部状態:非匿名の3つの条件下(それぞれ1週間×2回)で、組織内の各ユーザーの登校状況と内部状態のデータを継続的に収集・表示し、ユーザーの回答数やユーザーの行動にどういった変化が起こるか?を長期的に観測した。実験結果から、本システムによって、組織内の各ユーザーの勤怠情報や内部状態の緩やかな変化を観測可能であることが明らかとなった。また、研究室のようなある程度の信頼関係が構築されている組織においては、誰が来ているのか?誰がどんな内部状態なのか?をオープンにすることが、ユーザーの参加モチベーション向上につながり、通知に対する反応率の向上といったシステムに対するユーザーの参加意欲を高められることが明らかとなった。

本稿の構成は以下の通りである。第2章で、関連研究について述べ、第3章で、想定する行動変容シナリオとそれに伴うシステム要件について詳しく述べる。また、4章では提案する連れ立ち行動促進システムの設計及び実装手法について説明する。第5章では、6週間に渡る提案システムの評価実験について述べ、最後に第6章で本稿の結論および今後の課題について述べる。

2. 関連研究

本章では、対面コミュニケーションの心理的効果や参加型システムがユーザーに与える影響、通知方式による反応率の変化に関する関連研究について述べる。

2.1 対面コミュニケーションに関する研究

新型コロナウイルスの蔓延により、ソーシャルディスタンスが推奨され対面コミュニケーションは減少している。それにより、メンタルヘルスに影響を与える可能性がある[1]。また、従業員の職場におけるオンラインとオフラインのコミュニケーションネットワークは相互に影響し合い補完的であることがわかっている[2]。対面コミュニケーションの減少は職場での労働パフォーマンスにも影響を与える。さらに、対面コミュニケーションで生まれやすい偶発的なコミュニケーションのような、不確実な条件で生まれるイベントでは人々のポジティブな気分がより長く持続することもわかっている[3]。

2.2 参加型システムに関する研究

情報技術を用いた様々なシステムが日々開発されている。その中から多くのユーザーに選択され、継続的に利用してもらうためには他のシステムに比べて優位性が必要である。また、比較的簡単に操作でき、ユーザーのニーズやスキル、リソースに沿ったものであることが好ましい[4][5]。そうした特性を持った職場でのユーザー間のコミュニケーション促進を目的としたシステム[6][7]や、ユーザーの職場での休憩行動を改善するためのシステムがある[8][9]。これらのシステムの導入により新たなコミュニケーションや行動変容に効果があったことが示された。

2.3 通知に関する研究

様々なアプリから行われる通知が人々の行動を中断させる原因となっている[10][11]。この問題を解決するために、通知のタイミングに関する研究[12][13]や通知の内容に関する研究[14]が行われた。これらの研究からユーザーの行動が切り替わるタイミングの通知や通知の内容を考慮した通知が、ユーザーの通知への反応率を向上させる上で重要であることが示された。また、通常のアプリアからの通知に用いられる視覚や聴覚、触覚以外を用いた通知の方法として嗅覚を用いた通知方法がある[15]。新たな刺激を用いることはユーザーが通知の緊急度を判断する際に有効であることが示された。

通知は、タイミングだけではなく、誰を対象として通知するかが重要となる。最も簡単なのは、常に一斉通知することであるが、家において、連れ立ち行動の対象とならないにも関わらず通知が届くのは邪魔に感じる。また、それが続くとシステムから離脱する可能性も高くなる。そこで、連れ立ち行動の対象者だけを識別して、通知する必要がある。我々は、過去にスマートフォンのアプリとして相互にBLE信号を送受信することでグループを検知する手法[16](現在の接触確認アプリと同様のシステム)や、BLEビーコンタグを用いる手法[17]、椅子にセンサを導入する手法[18]などを提案しているが、現在はバックグラウンドで常時動作するアプリの作成が難しくなっていること、フリーデスク化が進んでいて椅子のセンサでは誰が登校しているかわからない可能性があることから、本研究ではBLEビーコンタグを用いて連れ立ち行動の対象になるユーザーに対してのみ通知する手法を採用する。

3. 行動変容シナリオとシステム要件

我々の想定するシナリオを図1に示す。連れ立ち行動を行う主な動機の一つは、組織の結束を強くしたいという心理である。近年はチャットアプリやオンラインコミュニケーションツールなど様々なCMC(Computer Mediated Communication)が存在しており、物理的な距離が離れていても、常にコミュニケーションを取ることが可能となっ

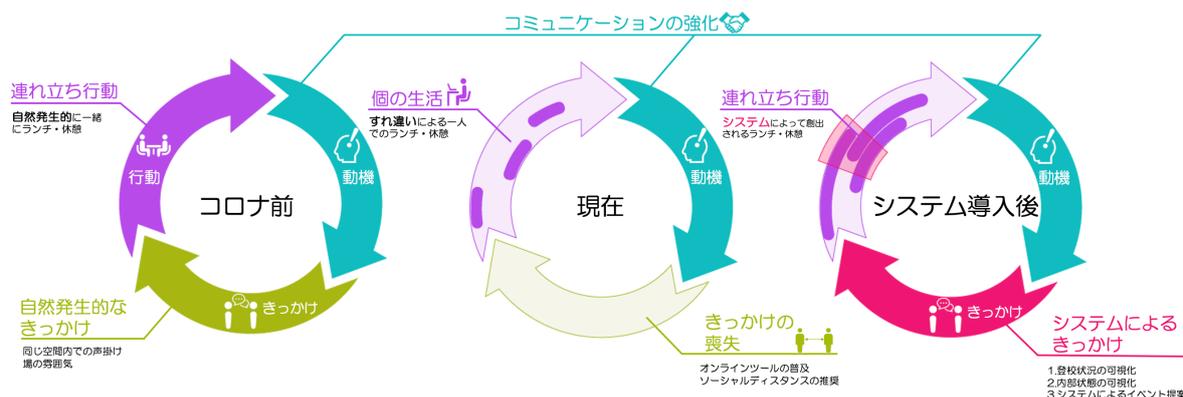


図 1 想定する行動変容シナリオ

ている。しかし、これらの CMC は対面のコミュニケーションを不要にするわけではなく、逆に対面のコミュニケーションの重要性を再認識させている。例えば、グループジニアスの研究では、組織内での対面コミュニケーションの強化は、組織全体の知識に貢献することが明らかにされている [19]。また、対面コミュニケーションが組織の意思決定に影響があることも明らかにされている [20]。

新型コロナウイルス流行前は同じ空間内での作業や授業を実施していたため、声掛けや場の雰囲気共有など同じ空間にいることによる自然発生的なきっかけが生まれやすい環境であった。そのため、一緒にランチや休憩を取る等の連れ立ち行動が自然発生的に行われていた。これにより組織のコミュニケーションを強化したいという動機やきっかけが増加し、連れ立ち行動が自然発生的に行われるといった良循環が起りやすい環境であった。

しかし、コロナ禍に伴い、オンラインコミュニケーションツールの普及やソーシャルディスタンスが推奨され、オンラインでの授業や会議を行う機会が増加した。そのため、組織内の雰囲気共有や行動の可視化が困難となり、連れ立ち行動を行うためのきっかけが喪失した。きっかけの喪失により、個での生活が増加し、組織内での行動のすれ違いが発生しやすい環境となり、その結果として組織内の結束が弱まる。そしてコミュニケーションが減った組織ではさらにコミュニケーションが取りにくいといった悪循環が生じやすい。そのため、コロナ禍に伴い、全面的な在宅勤務に移行していた Apple*1, Google*2, Amazon*3は、非対面のデメリットの大きさから、今年から最低週3日の出社を義務付けるように一斉に方針転換している。

*1 アップル CEO、9月から週3日出社を要請
「ビデオ会議では再現できない」 — Business Insider Japan
<https://www.businessinsider.jp/post-236125>
*2 グーグル、コロナ後は週3日以上をオフィス勤務に
— 再開は9月に延期 - CNET Japan
<https://japan.cnet.com/article/35163848/>
*3 アマゾン、9月以降は週3日以上オフィスで勤務を
— 従業員宛て文書 - Bloomberg
<https://www.bloomberg.co.jp/news/articles/2021-06-11/QUI46LDWRGG701>

本研究では、新型コロナウイルス流行により変化した組織内コミュニケーションに焦点を当て、コミュニケーションのきっかけから連れ立ち行動を行うための導線をシステムによって創出することを目指す。具体的には、以下3つの要件を満たすシステムを設計する。

要件1：登校状況の収集・可視化

オンラインコミュニケーションツールの充実により、対面コミュニケーションを選択する人が減り、組織内の仲間同士の行動時間のすれ違いが増え、対面での接触回数が減少している。対面コミュニケーションは、いつでもどこでもつながることができる非対面コミュニケーションとは異なり、同じタイミングで同じ空間にいるという条件が必要である。そのため、今まですれ違いが起きていた対面コミュニケーションに対して、登校状況を収集することにより、ユーザー同士の行動時間のすれ違いを緩和させることを目指す。

要件2：内部状態の収集・可視化

現在、近い距離感での密な会話が制限されていることから、お互いの内部状態を把握することが困難となっている。さらに、互いの内部状態を把握できないことが、連れ立ち行動提案へのきっかけの減少を引き起こしている。そのため、ユーザー同士の内部状態を把握することが対面コミュニケーションにおいて重要であると考えた。また、内部状態を収集し、可視化を行うことで、ユーザー同士の偶発的なコミュニケーションや行動提案のタイミングを見計らいやすくするという狙いがある。

要件3：システムによるイベントの提案

対面コミュニケーションが減少し、個人での行動が増えた状況では、ランチや休憩に誘うなどのイベントの提案はハードルが高くなっている。ハードルが高くなったことで、コミュニケーションが減少しさらに話しくくなるという悪循環が生じている。そのため、ユーザーの登校状況の収集や内部状態の収集によって得られたデータを用いて、システム側からイベントの提案を行い、対面コミュニケーションを行うきっかけを設計する必要がある。

4. 連れ立ち行動促進システム

本章では、上記の要件を満たす提案システムの具体的な設計と実装について述べる。

4.1 システム設計

提案システムは、図2に示すように、3つのステップで構成されている。



図2 連れ立ち行動促進システムの概要

初めに、BLE ビーコンタグと BLE 電波受信機を用いたユーザーの登校状況の検知と可視化（ステップ1）。次に、コミュニケーションツールの Slack を用いた、ユーザーの内部状態の収集と可視化（ステップ2）。最後に、ステップ1, 2 で得られたユーザーの登校状況と内部状態を用いた、システムによる連れ立ち行動イベントの提案（ステップ3）。この3つのステップを通じて、システムは、連れ立ち行動のきっかけを提供する。

4.2 システム実装

本システムの構成図を図3に示す。本システムでは BLE 電波受信機として obniz、登校データや内部状態データを保存するデータサーバーと登校状況と内部状態の可視化を行う Web アプリサーバーとして Firebase、チャットボットアプリサーバーとして Heroku、ユーザーへの通知や内部状態入力インターフェースとして Slack を用いている。

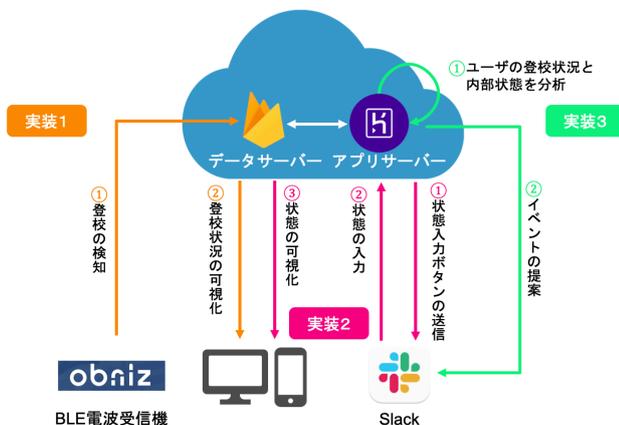


図3 システム構成図

実装1：登校状況の収集・可視化

本システムでは、登校状況の収集に BLE ビーコンタグと obniz を用いる。研究室内に設置した obniz が5分間隔で BLE 信号のスキャンを行い、各ユーザーに配布した BLE ビーコンタグを検知するとそのユーザーを登校とし、登校状況をデータベースに保存する。また、BLE 信号が30分間検知できなかった場合はそのユーザーを欠席とする。この登校状況を Web アプリ上で可視化する。この表示は研究室内のモニターや Slack 上でユーザーに送信した URL からアクセスすることで確認できる。

実装2：内部状態の収集・可視化

本研究では、ユーザーが入力できる内部状態として9つの状態を定義した。まず、ユーザーが感じる身体の状態として Free, Hungry, Tired, Sleepy, Concentrate, Normal の6つを定義した。また、ユーザーの状態に影響を与える外部要因として気温が存在する [21]。そこで、ユーザーが感じる環境の状態として Hot, Cold, Comfortable の3つを定義し身体状態と環境状態の中からそれぞれ1つずつの入力を可能とした。本システムでは、実装1で登校を検知したユーザーに対して図4に示すような内部状態を入力するためのボタンを Slack で送信する。Slack 上でのボタン入力を採用した理由として、ワンクリックでの入力を可能にすることで、内部状態を入力することへのハードルを下げることが挙げられる。ユーザーから内部状態の入力を受け取ると、その内部状態をデータベースに保存し Web アプリ上で可視化する。また、ユーザーへの定期的な内部状態の入力を促すために、授業終了のタイミングで内部状態の入力を促す通知をする。さらに、不要な通知による心理的負担を減らす目的として欠席状態のユーザーにはボタンを送信しないように設計をした。



図4 内部状態入力ボタン

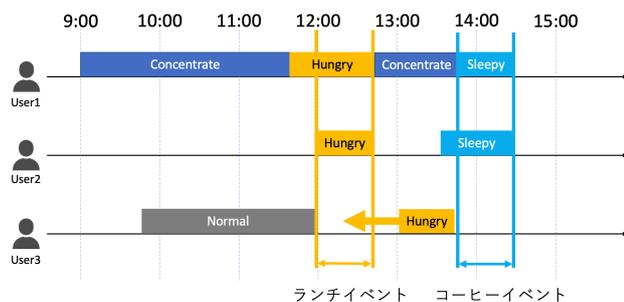


図 5 システムによるイベント提案の例

実装 3：システムによるイベントの提案

実装 1 と実装 2 から得られたユーザーの登校状況と内部状態を用いて、ユーザーに対して内部状態に対応したイベントの提案をする。図 5 に、システムによって連れ立ち行動が提案されるシナリオの例を示す。お昼休みの時間帯である 12 時に Hungry 状態のユーザー (User1, User2) に対してランチイベントの提案を行う。またこの提案は、システムの参加者全員が見ることができる Slack のチャンネルで行う。提案の可視化を行うことで、Hungry 状態の人同士に連れ立ち行動を促すと同時にこのメッセージを見たユーザー (User3) に対して行動を促すことができると考えた。

5. 実験

本章では、実装したシステムを用いた 6 週間に及ぶ長期的な基礎実験の概要と、実験結果及びその考察を述べる。

5.1 実験概要

本システムのシステム要件を成立させるためには、ユーザーの自発的な行動が求められる。そのため、ユーザーの参加モチベーションをキープするメカニズムの設計は重要な課題である。仮説として、我々は、お互いに名前や顔を知っている組織内では組織全体レベルでの内部状態表示よりも個人レベルでの内部状態表示の方がユーザーへのボタン入力促進のために効果的であると考えた。そこで本実験では、(a) 非表示、(b) 円グラフ:匿名、(c) 名前と内部状態:非匿名の 3 つの条件下 (それぞれ 1 週間× 2 回) で、組織内の各ユーザーの登校状況と内部状態 (気分) のデータを継続的に収集・表示し、ユーザーの回答数やユーザーの行動にどういった変化が起こるか? を計 6 週間に渡って調査した。各条件におけるシステムに対するユーザーの参加モチベーションを比較するための評価指標として、Slack からのボタン送信回数に対するボタンのクリックの回数を反応率として採用する。

Slack からのボタン送信はユーザーが登校したタイミングと、授業終了時刻の 10:10, 12:00, 14:30, 16:20, 18:10 のタイミングで登校しているユーザーに対して行った。また、各表示方式の終了後にユーザーに対してアンケートを

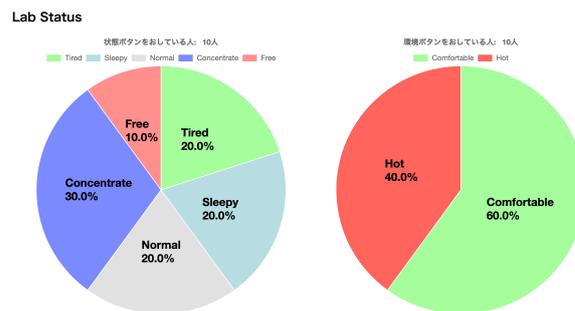


図 6 円グラフを用いた表示方式

Figure 7 is a screenshot of the 'Lab Status App'. It displays a table with three columns: '名前' (Name), '状態' (Status), and '環境' (Environment). The table lists several users with their corresponding internal states (e.g., Free, Normal, Concentrate, Sleepy) and environmental states (e.g., Hot, Comfortable).

名前	状態	環境
...	Free	Hot
...	Normal	Hot
...
...	Normal	Comfortable
...	Concentrate	Comfortable
...	Normal	Comfortable
...	Free	Comfortable
...	Concentrate	Comfortable
...	Sleepy	Comfortable
...	Normal	Comfortable
...

図 7 ユーザーの名前と内部状態を表示する方式

実施した。条件 b の可視化を図 6 に示す。この可視化では、内部状態を入力している人数と円グラフによる各内部状態の割合が表示される。条件 c の可視化を図 7 に示す。この可視化では、ユーザーの名前と内部状態が表示される。

5.2 実験結果

5.2.1 反応率

表 1, 表 2 にそれぞれの表示方式における反応率の結果を示す。反応率の定義は、式 (1) に示す。

$$\text{反応率} = \frac{\text{クリック回数}}{\text{通知回数}} \quad (1)$$

結果は 1 回目, 2 回目ともに (c) 名前と内部状態, (b) 円グラフ, (a) 非表示の順に反応率が高かった。この結果から、表示方式はある程度の信頼関係が構築されている組織においては、誰が来ているのか? 誰がどんな内部状態なのか? をオープンにすることが、ユーザーの参加モチベーション向上につながるということがわかり我々の仮説通りの結果となった。また、身体状態と環境状態ボタンの間での反応率においては、わずかながら環境状態ボタンの方が高い結果になった。理由の 1 つとして、環境状態の場合は空調管理を行い、暑いと感じている人が一度快適な状態になると、その状態を維持しようと行動変容が起きるため、環境ボタンを押す回数が減ったと考察できる。

表 1 身体状態ボタンクリックデータ

表示方式	通知回数	クリック回数	反応率 (%)
非表示 (1 回目)	301	146	48.5
円グラフ (1 回目)	362	224	61.9
名前と内部状態 (1 回目)	363	266	73.3
非表示 (2 回目)	336	201	59.8
円グラフ (2 回目)	244	151	61.9
名前と内部状態 (2 回目)	310	209	67.4

表 2 環境状態ボタンクリックデータ

表示方式	通知回数	クリック回数	反応率 (%)
非表示 (1 回目)	301	145	48.2
円グラフ (1 回目)	362	211	58.3
名前と内部状態 (1 回目)	363	244	67.2
非表示 (2 回目)	336	189	56.3
円グラフ (2 回目)	244	146	59.8
名前と内部状態 (2 回目)	310	201	64.8

5.3 アンケート結果

それぞれの表示方式の1回目終了後にアンケートを実施した。アンケートの内容は、「研究室に来た際モニターの表示を1度は見たか。」と「この表示方式によって行動または気持ちに変化があったか。」についてである。また、行動や気持ちに変化があると回答した人に対して具体的な変化のアンケートを行った。非表示を除く実験に対して、モニターの表示を見たとき回答した人は100%であり、ユーザーは研究室に来た際には必ず1度はモニターでの表示を見ていたことがわかった。また、表3に示すように非表示方式が行動または気持ちに変化があったと回答した人の割合が高かった。具体的な行動や気持ちの変化として、「モニターが非表示になったことにより内部状態の入力を行わなくなった。」や「モニターへの内部状態の反映を楽しみで押していた部分もあるため、少し寂しかった。」などがあった。このように、非表示方式は、表示を行う方式と比較してネガティブな行動の変容があることがわかった。この結果から、内部状態や名前の可視化が、ユーザーの状態入力に対するモチベーションを高める要因になっていることが考察できる。

また、円グラフ、名前と内部状態表示方式に共通して「他者の環境が可視化されたことで空気に気を使うようになった。」という回答が得られた。名前と内部状態表示方式については、「集中している人の名前が見えたことで周り大きな声で話さず静かに作業しようと気遣うようになった。」という意見や「個人を特定されても心理的な変化はなかった」という意見が得られた。

この結果から内部状態を可視化することは内部状態入力へのモチベーションを創出し、行動や気持ちの変容も促す

表 3 アンケート結果

“この表示方式によって行動または気持ちに変化はありましたか?”

表示方式	はい (%)	いいえ (%)
非表示	44.4	55.6
円グラフ	28.6	71.4
名前と内部状態	30.8	69.2

ことができると言える。しかしながら、行動や気持ちに変化があったという人の割合が低いことからより適切な表示方式についてさらに研究を行う必要があると考える。

5.4 ユーザーの行動パターン

今回のシステムでは、BLE ビーコンタグと BLE 電波受信機を用いた新しい登校管理手法を実装し、ユーザーの行動を5分単位で収集することが可能となった。そのため、BLE ビーコンタグからの BLE 信号を受信していない時刻は研究室にいないということが推測される。ある日のユーザーの登校情報と内部状態の履歴から図8に示すようにユーザーの行動を以下の4パターンに分類した。

- 行動パターン1 (A-E): 研究室の外に出て行動
- 行動パターン2 (F-I): 昼過ぎに来て夕方に帰宅をする
- 行動パターン3 (J-O): 内部状態の入力をほとんど行わない
- 行動パターン4 (P, Q): 朝早くから研究室にくる

行動パターン1の観察から、内部状態を Hungry にした後のユーザー同士の食堂でのランチや、コンビニへの買い物といった一時的に研究室を離れたユーザーの連れ立ち行動をシステム側で認識することが可能であることがわかる。図9は研究室内の四人がけテーブルに設置された受信機で読み取ったユーザー毎の BLE ビーコンタグの電波強度 (RSSI: Received signal strength indication) のグラフである。このグラフから 12:10 に電波を検知していない4人が食堂にランチを取りに行ったこと (A-D) や 12:10 から 12:20 の間に電波強度が大きくなっている2人 (F, N) が研究室内で一緒にランチを取ったことを推測することができる。また、研究室や研究室外で1人でランチをとっている人 (Q, E) がいることがデータとして収集できた。今後の展望として、1人でランチをとっている人とグループでランチをとっている人をシステム側でマッチングさせる仕組みの導入を目指す。

6. おわりに

本研究では情報技術を媒介として、人々の偶発的なコミュニケーションや連れ立ち行動を計画的に促進するシステムを開発した。本システムにおける新しい提案は、誰がいる、いた、という情報やどういった内部状態の人がいるかを可視化し、状況に応じてシステムがユーザーに対してイ

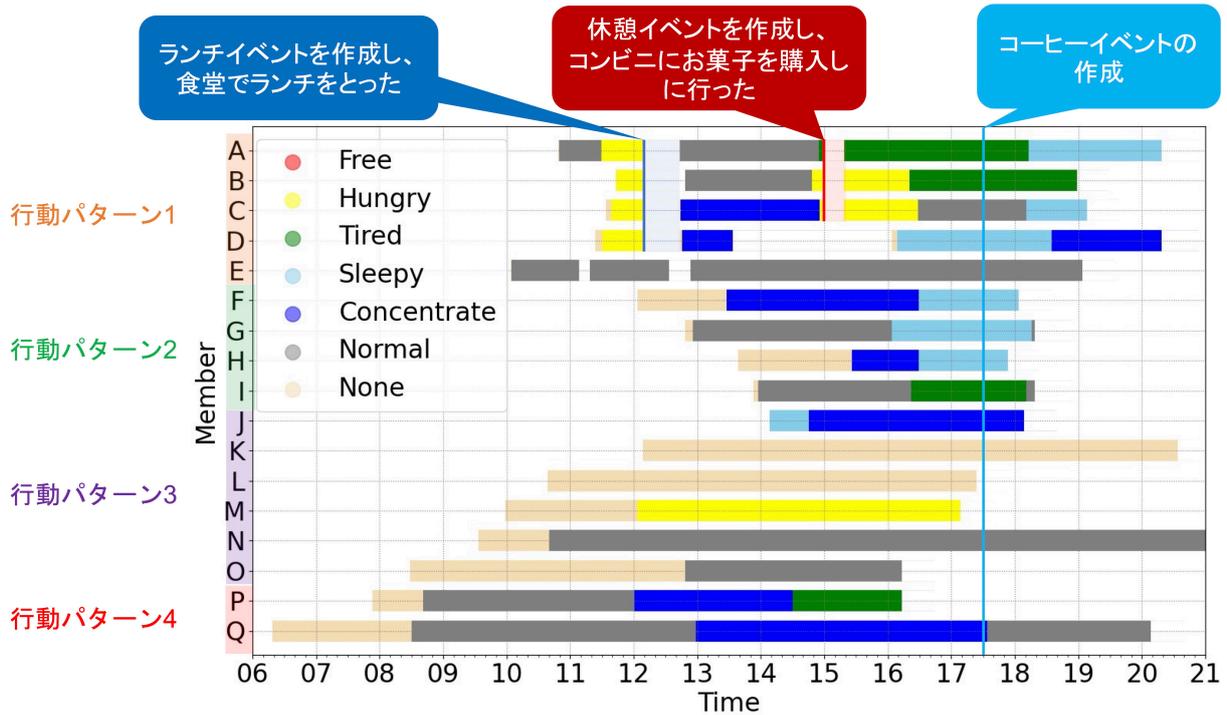


図 8 ユーザーの行動パターンの分類

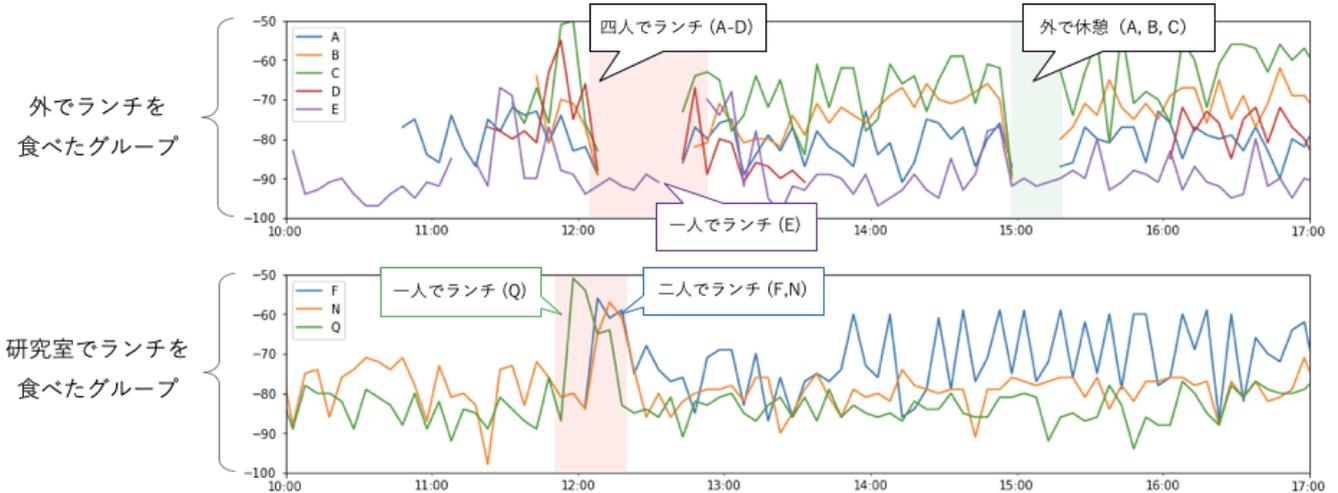


図 9 電波強度によるユーザーの行動推定

イベントを提案することである。このシステムはユーザーからの能動的な操作を必要とするため、ユーザーの参加モチベーションを維持する必要がある。

本提案システムを展開した6週間に渡る長期的な基礎実験の結果から、研究室のようなある程度の信頼関係が構築されている組織においては、誰が来ているのか？誰がどんな内部状態なのか？をオープンにすることによって、通知に対する反応率の向上といったユーザーの参加モチベーションに良い効果を与えることが明らかとなった。また、他者の内部状態が可視化されたことによって、空調に気を使うことができたり、周りの集中度によって話し声を調整したりなど、ユーザーの行動変容に対しても一定の効果が

あることが明らかとなった。

今後の展望として、本研究で明らかとなった、通知に対する反応率の向上の結果を踏まえた上で、Slack上ではなく匂いや、振動、音などを用いた新たな通知手法の開発と、それによるユーザーの参加モチベーションへの影響について調査していく計画である。また、今回はデジタルな入力インターフェイスを採用したが、物理的な入力インターフェイスを採用した場合のユーザーの入力に対する心理的影響についても調査していく計画である。その上で、ユーザーから得られた登校状況や内部状態の情報を収集し、より自然に対面コミュニケーションを促進するためのイベント提案を行う機械学習モデルの構築を目指す。

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 JP18H03233 および、内閣府が進める「戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) 第2期/フィジカル空間デジタルデータ処理基盤」(管理法人: NEDO, JPNP18014) の支援のもと実施された。

参考文献

- [1] Ashwin Venkatesh and Shantal Edirappuli. Social distancing in covid-19: what are the mental health implications? *Bmj*, Vol. 369, , 2020.
- [2] Xiaojun Zhang and Viswanath Venkatesh. Explaining employee job performance: The role of online and offline workplace communication networks. *Mis Quarterly*, pp. 695–722, 2013.
- [3] Timothy D Wilson, David B Centerbar, Deborah A Kermer, and Daniel T Gilbert. The pleasures of uncertainty: prolonging positive moods in ways people do not anticipate. *Journal of personality and social psychology*, Vol. 88, No. 1, p. 5, 2005.
- [4] Samantha L Connolly, Timothy P Hogan, Stephanie L Shimada, and Christopher J Miller. Leveraging implementation science to understand factors influencing sustained use of mental health apps: a narrative review. *Journal of technology in behavioral science*, Vol. 6, No. 2, pp. 184–196, 2021.
- [5] Guiying Du, Christian Kray, and Auriol Degbelo. Interactive immersive public displays as facilitators for deeper participation in urban planning. *International Journal of Human-Computer Interaction*, Vol. 36, No. 1, pp. 67–81, 2020.
- [6] 辻聡美, 佐藤信夫, 大塚理恵子, 紅山史子, 矢野和男ほか. Ro-007 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 (ビジネスモデリング, o 分野: 情報システム). 情報科学技術フォーラム講演論文集, Vol. 11, No. 4, pp. 69–76, 2012.
- [7] 井関晃広, 萩原卓也. 屋内位置情報測定システムを利用した r&d 組織のコミュニケーション分析と活性化の検討. 経営情報学会 全国研究発表大会要旨集 2018 年春季全国研究発表大会, pp. 142–145. 一般社団法人 経営情報学会, 2018.
- [8] Vincent W.-S. Tseng, Matthew L. Lee, Laurent Denoue, and Daniel Avrahami. *Overcoming Distractions during Transitions from Break to Work Using a Conversational Website-Blocking System*, p. 1–13. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 2019.
- [9] Scott A. Cambo, Daniel Avrahami, and Matthew L. Lee. Breaksense: Combining physiological and location sensing to promote mobility during work-breaks. In *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '17, p. 3595–3607, New York, NY, USA, 2017. Association for Computing Machinery.
- [10] Edward Cutrell Mary Czerwinski Eric Horvitz. Notification, disruption, and memory: Effects of messaging interruptions on memory and performance. In *Human-Computer Interaction: INTERACT*, Vol. 1, p. 263, 2001.
- [11] Edward B Cutrell, Mary Czerwinski, and Eric Horvitz. Effects of instant messaging interruptions on computing tasks. In *CHI'00 extended abstracts on Human factors in computing systems*, pp. 99–100, 2000.
- [12] Tadashi Okoshi, Kota Tsubouchi, and Hideyuki Tokuda. Real-world large-scale study on adaptive notification scheduling on smartphones. *Pervasive and Mobile Computing*, Vol. 50, pp. 1–24, 2018.
- [13] Thivya Kandappu, Abhinav Mehrotra, Archan Misra, Mirco Musolesi, Shih-Fen Cheng, and Lakmal Meeghapola. Pokeme: Applying context-driven notifications to increase worker engagement in mobile crowd-sourcing. In *Proceedings of the 2020 Conference on Human Information Interaction and Retrieval*, pp. 3–12, 2020.
- [14] 土井祐介, 井上創造. 行動への集中と通知内容の重要度に基づくスマートフォン通知手法の研究. マルチメディア, 分散協調とモバイルシンポジウム 2018 論文集, 第 2018 巻, pp. 1439–1446, jun 2018.
- [15] Emanuela Maggioni, Robert Cobden, Dmitrijs Dmitrenko, and Marianna Obrist. Smell-o-message: integration of olfactory notifications into a messaging application to improve users' performance. In *Proceedings of the 20th ACM International Conference on Multimodal Interaction*, pp. 45–54, 2018.
- [16] 小芝涼太, 平部裕子, 藤本まなと, 諏訪博彦, 荒川豊, 長沢忠郎, 岡本昌和, 奥田真也, 瀧塚清孝, 安本慶一. 社内ランチグループ推薦のための日常生活におけるユーザ間距離に基づいたグループ検出. マルチメディア, 分散協調とモバイルシンポジウム 2016 論文集, Vol. 2016, pp. 1537–1543, 2016.
- [17] Kiyooki Komai, Manato Fujimoto, Yutaka Arakawa, Hirohiko Suwa, Yukitoshi Kashimoto, and Keiichi Yasumoto. Elderly person monitoring in day care center using bluetooth low energy. In *2016 10th International Symposium on Medical Information and Communication Technology (ISMICT)*, pp. 1–5. IEEE, 2016.
- [18] Yasuhiro Otda, Teruhiro Mizumoto, Yutaka Arakawa, Chihiro Nakajima, Mitsuhiro Kohana, Motohiro Uenishi, and Keiichi Yasumoto. Census: Continuous posture sensing chair for office workers. In *2018 IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE)*, pp. 1–2. IEEE, 2018.
- [19] Keith Sawyer. *Group genius: The creative power of collaboration*. Basic books, 2017.
- [20] Boris B Baltes, Marcus W Dickson, Michael P Sherman, Cara C Bauer, and Jacqueline S LaGanke. Computer-mediated communication and group decision making: A meta-analysis. *Organizational behavior and human decision processes*, Vol. 87, No. 1, pp. 156–179, 2002.
- [21] Steve Lamb and Kenny CS Kwok. A longitudinal investigation of work environment stressors on the performance and wellbeing of office workers. *Applied Ergonomics*, Vol. 52, pp. 104–111, 2016.