

Title	Commidor:テレワーク状況における インフォーマルコミュニケーションを誘発する仮想廊下
Author(s)	小川, 和也; 高島, 健太郎; 西本, 一志
Citation	情報処理学会研究報告. GN, グループウェアとネットワークサービス, 2021-GN-113(9): 1-7
Issue Date	2021-03-16
Type	Journal Article
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/17741
Rights	<p>社団法人 情報処理学会,小川和也, 高島健太郎, 西本一志, 情報処理学会研究報告. GN, グループウェアとネットワークサービス, 2021-GN-113(9), 2021, pp.1-7. ここに掲載した著作物の利用に関する注意: 本著作物の著作権は(社)情報処理学会に帰属します。本著作物は著作権者である情報処理学会の許可のもとに掲載するものです。ご利用に当たっては「著作権法」ならびに「情報処理学会倫理綱領」に従うことをお願いいたします。 Notice for the use of this material: The copyright of this material is retained by the Information Processing Society of Japan (IPSJ). This material is published on this web site with the agreement of the author (s) and the IPSJ. Please be complied with Copyright Law of Japan and the Code of Ethics of the IPSJ if any users wish to reproduce, make derivative work, distribute or make available to the public any part or whole thereof. All Rights Reserved, Copyright (C) Information Processing Society of Japan.</p>
Description	

Commidor : テレワーク状況における インフォーマルコミュニケーションを誘発する仮想廊下

小川和也^{†1} 高島健太郎^{†1} 西本一志^{†1}

概要: 新型コロナウイルスの影響により、テレワークの導入が多くの企業で行われている。テレワークでは、インフォーマルコミュニケーションが不足するため、意思伝達ができない、孤独感を感じるなどの問題が発生することが指摘されている。そこで、本研究ではインフォーマルコミュニケーションの不足を解消するために、廊下の概念を取り入れたメディア空間 Commidor を考案・開発した。Commidor は PC 上の業務の切り替え時に画面の最前面に表示され、閉じて他の作業を行うためには、一定時間をかけて自分のオブジェクトを出口に向かわせる必要がある。その際に近接した他者とのビデオ通話が可能である。このシステムを用いた手法で実際にインフォーマルコミュニケーションが生じるかどうかを検証するために、筆者らの研究室を対象とした予備の実験と、研究室外の2組のグループに対する実験を行った。その結果、就業時間があり全員が決まった時間帯に作業をこなす労働環境下では、十分にインフォーマルコミュニケーションを誘発することができるが示唆された。

キーワード: テレワーク, インフォーマルコミュニケーション, 廊下, メディア空間

Commidor: A virtual corridor for inducing informal communications in telework situations

KAZUYA OGAWA^{†1} KENTARO TAKASHIMA^{†1} KAZUSHI NISHIMOTO^{†1}

Abstract: Due to the influence of the novel coronavirus, many companies are introducing telework. Telework may lead to a lack of informal communication, which may cause impairment to quality of communication and loneliness. In order to solve the problem, we devised a media space called Commidor, which incorporates the concept of a corridor. Commidor is displayed at the front of the screen when switching between tasks on a PC, and users need to spend a certain amount of time to exit it in order to close Commidor window and perform other tasks. Users can have a video chat with other users near them on Commidor. We conducted preliminary experiment was conducted with students in the authors' laboratory and experiment in two groups in order to verify whether informal communication actually occurs with this system. Results show that our method is useful enough in an environment where everyone works simultaneously at fixed time, such as working hours.

Keywords: Telework, Informal communication, Corridor, Media space

1. はじめに

新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) の世界的な流行により、多くの企業において在宅勤務や様々な場所で働けるモバイルワークなどの、テレワークへの移行が急速に進められている。テレワークに移行することによって社員自身の時間を確保できるようになり、ワークライフバランスを保てるようになるといった利点がある[1]。しかし、その一方で長期的にテレワークを続けていると「勤務者自身がオフィスから離れることによって疎外感や孤立感を感じる」[2], 「従業員同士の意思伝達が難しくなる」[3]といった問題が発生する恐れがある。

これらの問題の原因として、勤務者らが同じ物理空間にいないため、偶発的な出会いと、それに伴う雑談などのインフォーマルなコミュニケーションが生じないことが挙げられる。組織内において、メールや会議などのフォーマルな方法で発信された情報は、インフォーマルコミュニケー

ションの中で共有される傾向にある[4]。それに加えて、スケジュール調整や進捗報告などの、プロジェクト管理に必要な会話も頻繁に行われる[5]。これらから、組織の中で働く上でインフォーマルコミュニケーションは重要な要素だと言える。

現在、テレワークのためのコミュニケーションメディアとして、Zoom や、Cisco Webex, Skype などの遠隔会議システムが用いられている。これらの遠隔会議システムは、定期報告や会議などのフォーマルなコミュニケーションでの利用には適している。しかし、インフォーマルコミュニケーションの多くは、偶発的な出合いをきっかけとして発生するので、あらかじめ通話の開始時刻を決めておく必要があるこれらのシステムは、インフォーマルコミュニケーション促進には適さない。また、Remo や、Spatial.Chat などの、大部屋内で流動的に形成されるグループによるコミュニケーションを可能にするコミュニケーションメディアも多数登場し、活用されている。これらのメディアは、立食パーティのような形式での、すでに同じ部屋内に居る者同士によるインフォーマルなコミュニケーションには適して

^{†1} 北陸先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科
Graduate School of Advanced Science and Technology, Japan Advanced
Institute of Science and Technology

いるが、廊下でのすれ違いのような偶発的な出会いから生じるコミュニケーションを誘発するには適さない。

本研究では、各作業者がそれぞれ別々の場所において作業を行うような完全分散型のテレワーク状況を対象とした、偶発的な出会いに起因するインフォーマルコミュニケーションのためのメディアを提案し、その有効性を評価する。

2. 関連研究

ネットワークの普及や計算機の処理能力向上を背景として、分散オフィスを対象としたテレワークのためのコミュニケーションメディアに関する研究は、古くから多数行われてきた。その中で、インフォーマルコミュニケーションの重要性に着目し、離れたオフィス間でこれを行えるようにするためのメディアに関する研究も推進されてきた。たとえば Valentine は、作業者の集中度に応じてアウェアネス情報を他者に伝える仮想オフィス環境である[6]。C-WORK は、分散勤務形態で各勤務者が互いのステータス情報を共有するためのウェブベースツールである[7]。これらの取り組みでは、分散勤務環境にいる作業者が互いの作業状況を把握することができるようにすることで、インフォーマルコミュニケーションを開始しやすくすることを狙いとしている。

遠隔オフィス間をビデオリンクによって常時接続して仮想大部屋や仮想廊下を作ることにより、遠隔オフィスに勤務する勤務者同士が偶発的に（あるいは強制的に）出会う場を設ける試みとしては、CRUISER[8]や Portholes[9]などがある。これらの取り組みでは、インフォーマルコミュニケーションを誘発する一定の効果があることが示されたが、一方で個人作業の場に突然他者が入り込んでくるかのような侵入感を与えるなど、プライバシー面での問題が指摘された。これに対し Office Walker [10]では、個人ブースを訪問する際に徐々に接近してくる感覚を提供する機能を実装することにより、また e-office[11]では、物理的なオフィスでの「双方向的な見る・見られる関係」を導入することにより、一方的に覗き込まれたり監視されたりしているような感覚を緩和し、プライバシー面での問題解決を試みている。

このように、遠隔オフィス間でのインフォーマルコミュニケーションを誘発するための取り組みは、従来から多数なされてきた。これらの取り組みの一部では、廊下での偶発的なすれ違いをシミュレートするために、ランダムに選ばれた2人を強制的に接続するような手段も採られている[8]。しかし多くの事例では、仮想的な会場場所としての「メディア空間」[12]を用意し、遠隔オフィスの勤務者らがインフォーマルコミュニケーションを行うためにそこを「意図的に訪問」という設定が採られている。これは、実世界でインフォーマルコミュニケーションが頻繁に生じる喫煙室や、コーヒーメーカーが設置された湯茶室などを模した

空間設定であると言える。

ここで注意すべきは、実世界でインフォーマルコミュニケーションが生じる空間の主たる目的はインフォーマルコミュニケーションではない、という点である。喫煙室の主目的は喫煙であり、コーヒーメーカーが設置された湯茶室の主目的はコーヒーを淹れて飲むことである。もちろん、それらの空間の利用者の本音が、他者との雑談にある可能性は否めない。しかし、たとえそうであっても、「雑談するためだけ」にそういった空間を訪れることを人々は避け、別の「言い訳的目的」を求めたがるのが、我々の研究で明らかになっている[13]。つまり、本当の目的がインフォーマルコミュニケーションの誘発にあったとしても、それを表だって主目的(かつ唯一の目的)として設定した空間は、なかなか利用されない。何か別の、「ひとりきりでそこに行ったとしてもおかしく見えない」ような表向き目的を用意する必要がある。

3. 提案手法

本研究では、インフォーマルコミュニケーションのための空間として、「廊下」を採り上げる。仮想廊下を構築してインフォーマルコミュニケーションを誘発しようとした試みはすでに存在する（たとえば先述の CRUISER[8]など）。しかし、その多くはうまくいっていない。これは、そのような仮想廊下を訪れること的主目的をインフォーマルコミュニケーションにしてしまったことによるものであると考える。実世界で、廊下での偶発的な出会いに起因するインフォーマルコミュニケーションは頻繁に生じている。しかし、だからと言ってインフォーマルコミュニケーションをするために廊下に行く者はいない。廊下に行く主たる目的は、たとえば会議などに出席するために自分のオフィスから会議室へと移動することである。

より概念的に「廊下の目的」を定義すれば、「ある用務から別の用務へ移行すること」である。ここでの「用務」には業務の他にも、喫煙しに行ったりお手洗いにしたりするような業務以外の行為も含まれる。テレワークでは、ほぼ全ての業務が一台の PC 上で実行される。PC 上で行われる業務でも、「ある業務から別の業務への移行」は行われる。この移行のタイミングが、実世界での「廊下の移動」に相当するはずである。ただし通常の PC 上での作業では、この移行は瞬間的に行われてしまい、実世界のような「廊下を移動するための時間」が生じない。そこで本研究では、PC 上での業務移行の際に、廊下をメタファとするメディア空間に作業者を強制的に遷移させ、ここを一定の時間をかけて通過することを求める手段を提案する。

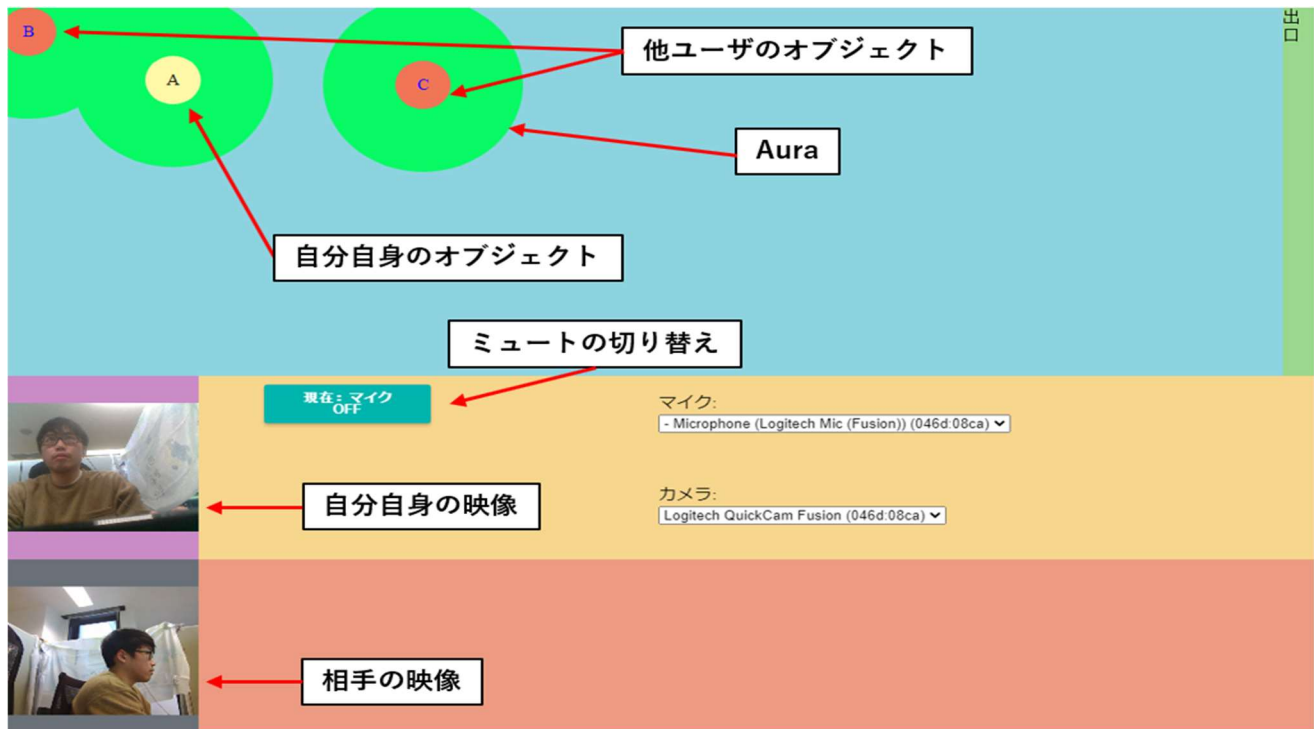


図 1 Commidor のユーザインタフェース

Figure 1 Commidor User Interface

4. Commidor

前章で提案した手法に基づき実装したメディア空間 Commidor について説明する。図 1 に、実装した Commidor のユーザインタフェースを示す。図 1 に示すように、Commidor の UI は 3 つの層に分かれている。UI の中央の層には、一般的なテレカンファレンスシステムと同様に、マイクとカメラの選択用のプルダウンメニューと、マイクのオン・オフ切り替えスイッチ、およびカメラで撮影されている自分自身の映像が表示されている。

Commidor のユーザは全員、業務移行の際に Commidor にいったん遷移させられる。Commidor の画面は、常に最前面に表示されるため、PC 上で次の作業を開始するためには、Commidor を終了させる必要がある（終了方法は後述）。これは、次の作業空間へ移動するためには、廊下を通過ししなければならないという実世界での行動上の制約に対応している。Commidor の中に入ったユーザは、UI の最上層に同心円状のオブジェクトとして提示される。内側の円の中には、ユーザの氏名やイニシャルが表示される。遷移直後には、自分自身を表す同心円オブジェクトは、左上端に表示される。PC のキーボードの上下左右キーを使って、自分のオブジェクトを移動させることができる。最上層の右端には「出口」が設定されている。自分のオブジェクトを出口まで移動させることで、Commidor から抜け出す（終了する）ことができる。この結果、Commidor を通過するには一定の時間を要することになる。その間、たまたま同時に Commidor に遷移している他ユーザの存在を知ることがで

きる。

他ユーザと会話するためには、自分のオブジェクトの外側の円を、会話したい相手のオブジェクトの外側の円に重ね合わせればよい。つまりこの外側の円は Benford[14]が提唱している「Aura」に相当する。Aura とは、オブジェクトの周囲に広がる一定範囲の空間のことであり、Aura 同士が重なった時のみ、オブジェクト間のインタラクションが可能になるといった抽象概念である。小幡ら[10]は、ランダムに選んだ 2 人を強制的にビデオリンクで接続するような手法が侵入感などの強い違和感を生み出す大きな理由として、距離の概念の欠如を指摘した。すなわち、特に会話したいと思っていない相手と、会話の開始を避けることが難しい会話域[15]に相当する距離感にいきなり置かれてしまうことが違和感の要因であるという指摘である。本研究では、この問題を避けるために、Commidor に遷移した瞬間には、居合わせる全ユーザの顔がいきなり見えてしまわない仕様とした。誰かと会話したい場合は、まずそのユーザに自分のオブジェクトを接近させる。この接近の様子は、居合わせる全ユーザに見えているので、誰が自分に接近しつつあるかがわかる。その後、Aura が重なった時点で初めて、相手の映像が UI の最下層に表示され、音声もやりとりできるようになり、コミュニケーションを開始できるようにデザインした。これにより、距離の概念に起因する問題をある程度解決できるものと考えた。なお、会話は 1 対 1 に限定されず、Aura が重なりさえすれば複数人で同時に会話することも可能である。また、誰かと会話する必要がなけ

れば、即座に出口から退出することもできる。その際、誰とも Aura を重ねなければ、遠い距離感を保ったまま違和感なく退出できると思われる。

なお、Commidor に遷移するタイミングとして、今回の実装ではユーザが PC 操作を一定時間以上行っていないタイミングを採用した。業務の遷移タイミングを厳密に取得するには、どこからどこまでがひとまとまりの業務であるかを知る必要があるが、これは容易ではない。1 つの業務で複数のアプリケーションを使用することは一般的に行われているので、アプリケーションの切り替えタイミングを業務の遷移タイミングとすることも適切ではない。このため、今回の実装では便宜的に一時的な PC 操作の停止タイミングに遷移する仕様とした。

5. 予備的実験

5.1 概要

本研究の提案手法でインフォーマルコミュニケーションが実際に発生するのかを検証するための予備的な実験を行った。この実験は、本稿の著者ら自身に加えて、著者らが所属する研究室の学生 8 名を実験協力者として実施した。各実験協力者が日常の作業に使用している PC に、操作を一定時間検知しなければ Commidor に遷移するアプリを導入した。このアプリは、常時バックグラウンドで稼働しており、2 分間操作が行われなければ Commidor に遷移するように設定した。実験中は、通常通り資料の検索や、文書作成などの PC を使った作業に取り組むように指示し、ど

うしても PC の作業から離れてしまう時にはアプリを閉じてもらうように教示をした。

実験期間は 5 日間とし、実験協力者が普段作業している時間帯に作業してもらうようにした。Commidor 内で会話が発生したのかを確認するために、ユーザ同士の Aura が重なりお互いに会話できるようになったユーザを検出し、会話可能なユーザ名と時間を記録する機能を用意した。さらに、印象に残った会話内容と、システムの改善点についてのアンケートを行った。

5.2 結果・考察

取得したデータの内、会話可能になっている時間が 5 秒以下のユーザは移動している際に偶然 Aura が重なってしまっただけで会話をしていないと判断し、会話回数にはカウントしないようにした。Commidor 内で起きた会話回数

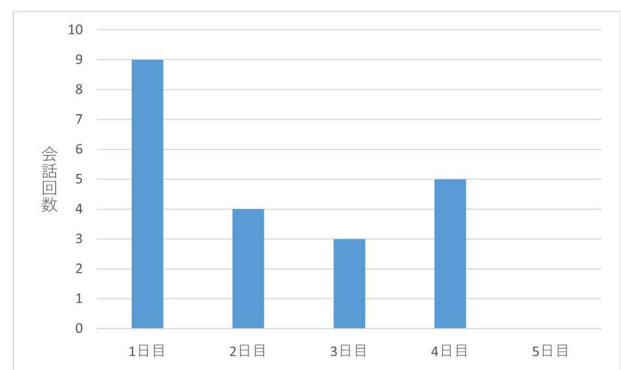


図 2 Commidor 内での会話回数

Figure 2 Number of conversations in Commidor

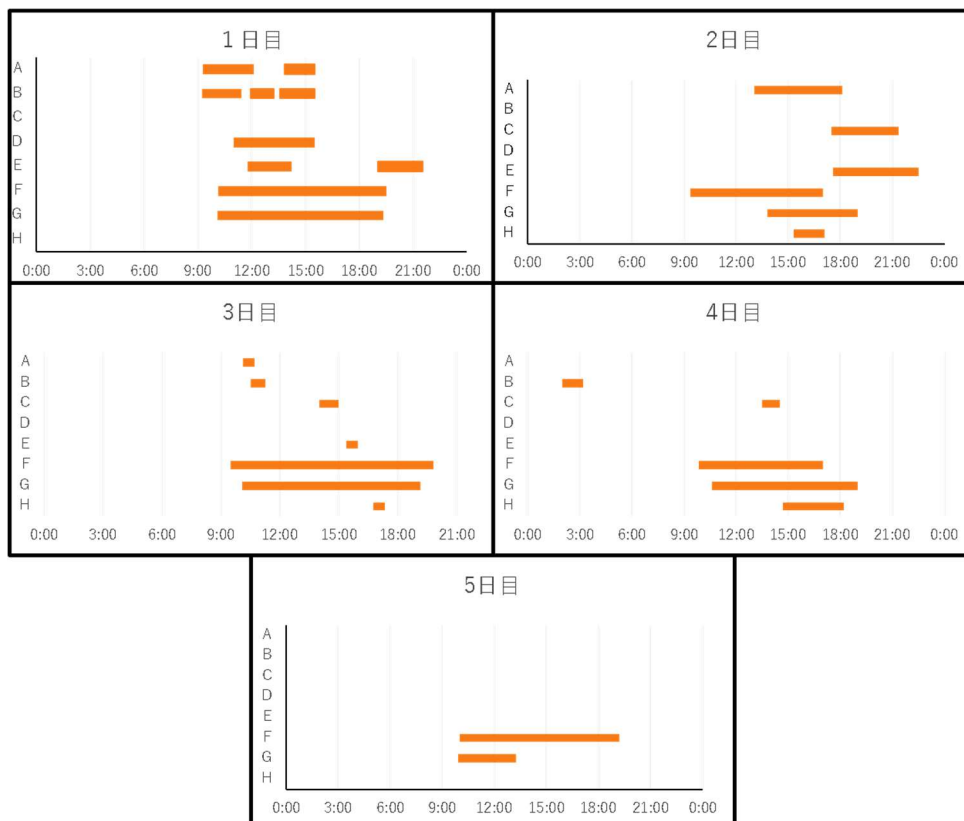


図 3 各実験協力者の作業時間

Figure 3 Work time of each experimental collaborator

を図 2 に、各実験日における各実験協力者の作業時間を図 3 に示す。結果として、一日平均で 4.2 回、最大で 9 回の会話が発生したことを確認できた。

今回の実験では、一般的な会社のようなコアタイムを設けなかったため、実験協力者毎に作業を行う時間帯に差が見られた。そのため、Commidor に遷移して他の実験協力者と遭遇する機会が減少し、会話発生回数がやや少なくなりましたが、それでもある程度の会話が生じることが確認できた。なお、最終日の 5 日目に Commidor 内での会話が発生することがなかったのは、本稿筆者らが所属する研究室でゼミ発表があり、PC 作業に取り組む時間が極端に少なくなったためである。アンケートでは「Commidor 内に先に相手がいると話しかけていいのか躊躇する」という意見が得られた。特に「先輩と後輩」や「教員と生徒」の組み合わせだと、話しかけてもいいのか迷ってしまい、会話をせずに出口に移動してしまったと考えられる。

6. 本実験

第 5 章にて、Commidor を導入し PC での作業を行うことによって偶発的な会話が発生することが確認できた。しかし、予備の実験では著者らが所属する研究室内での実施だったため、客観的なデータが取れているとは言い難い。そこで、本実験では研究室外で実験協力者を募り、2 つのグループで実験を行った。

6.1 実験協力者について

本研究ではテレワークのような状況を対象としている

ため、実験協力者は同じ企業に属している社員同士のような、互いに既知の関係が好ましい。そのため、本実験の実験協力者は、初対面同士ではなく「普段から会話をしているもしくは、連絡を取りあっているような関係」かつ、「普段から PC で作業を行っている」ことを条件とした。実験は 2 つのグループで行い、実験協力者は 1 つのグループに 5 人ずつで合計 10 人である。

グループ 1 は普段から PC での作業を行っており、現在新型コロナウイルス感染症の影響でテレワークを行っている社会人 5 名である。この 5 名が所属している会社は別々であるが、学生時代から交友関係が続いており、今でも頻りに連絡を取り合っている関係であるため、実験協力者の条件を満たしている。しかし、セキュリティの問題で会社から配布された PC での作業中には、実験に使用するアプ

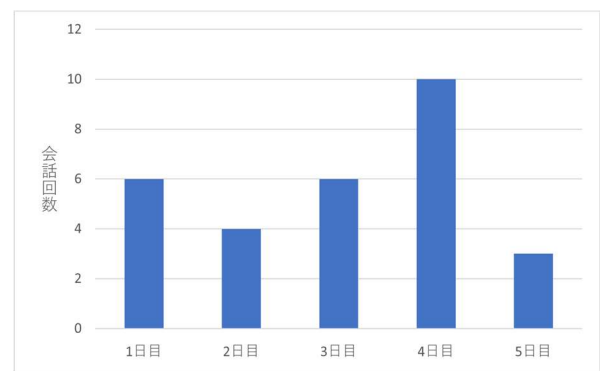


図 4 Commidor 内での会話回数 - グループ 1
 Figure 4 Number of conversations in Commidor - Group 1

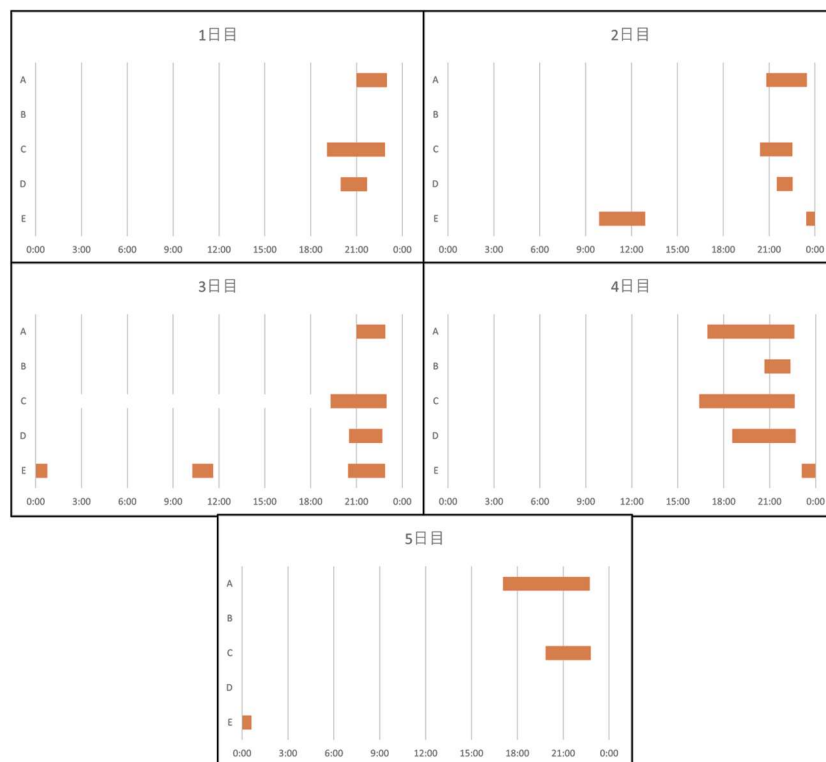


図 5 各実験協力者の作業時間 - グループ 1

Figure 5 Work time of each experimental collaborator - Group 1

リを使用することができないため、個人用の PC でできる作業や個人的な作業をする際に本実験に参加してもらうこととした。

グループ 2 は、著者らが所属している大学院内の学生 5 名であり、全員同じ研究室に属している。また、普段から PC で作業を行っているため、実験協力者の条件を満たしている。実験中は普段から使用している PC にアプリを導入し、本実験に参加してもらった。アプリの設定、実験協力者への教示、実験期間と条件は予備の実験と同じである。

6.2 グループ 1 結果・考察

グループ 1 において Commidor 内で起きた会話回数を図 4 に示す。一日平均で 5.8 回、最大 10 回会話が発生したことを確認できた。

グループ 1 での実験では、普段行っている作業の一部もしくは、個人的な作業でのアプリ利用となったため、図 5 に示す通り、同じ時間帯での作業は必ずしも多くはない。しかし、予備の実験と比べると実験参加人数が少なかったにもかかわらず、一日の会話回数の平均値と最大値が高くなった。これは、実験協力者同士が上下関係なく気兼ねなく話しかけられるような関係だったため、「Commidor 内に先に相手がいると話しかけていいのか躊躇する」といった状況にならなかったためだと考えられる。

6.3 グループ 2 結果・考察

グループ 2 において Commidor 内で起きた会話回数を図 6 に示す。2 日目に 2 回のみ確認することができた。

会話がほとんど発生することがなかったのは、図 7 に示す通り、各実験協力者同士の作業時間がほとんど重複することがなかったためであると考えられる。このグループで

は、グループ 1 のような社会人ではなく、学生のみでの実施だったため、実験協力者毎の生活リズムの違いが非常に大きく、これが作業時間に影響を与えている。それに加え、本システムを起動することを忘れて作業を行っていた実験協力者がいたため、各実験協力者の本システムを起動した状態での作業時間が少なくなってしまった。

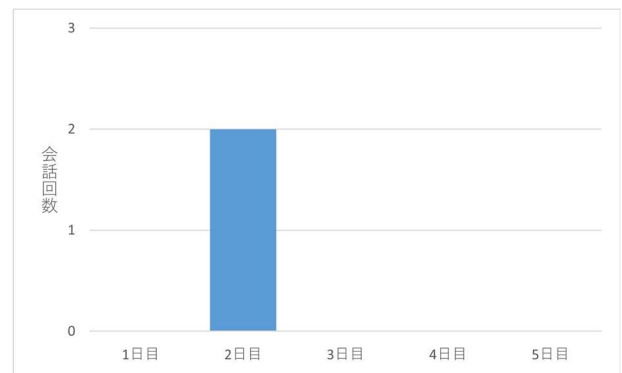


図 6 Commidor 内での会話回数 - グループ 2

Figure 6 Number of conversations in Commidor - Group 2

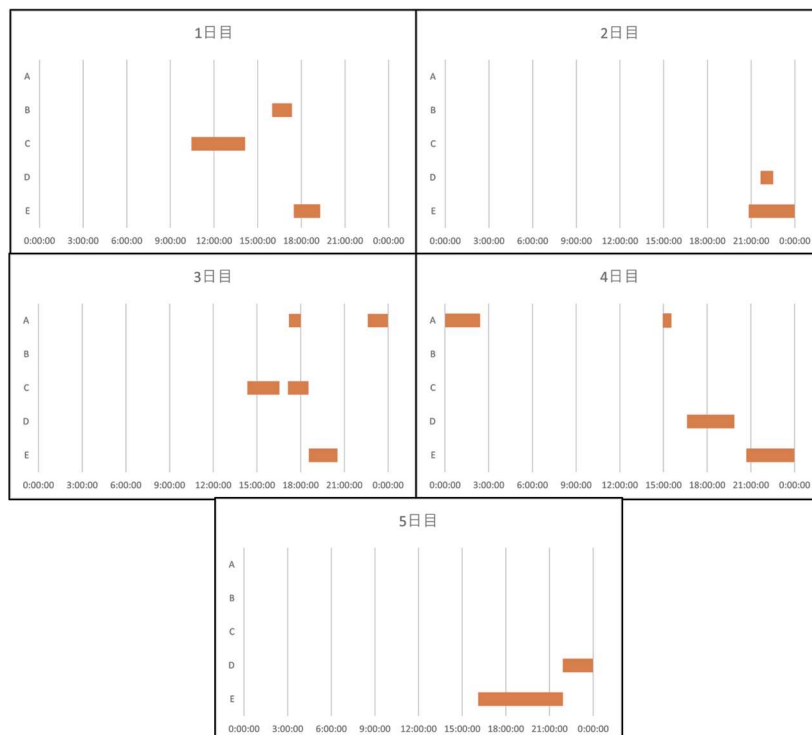


図 7 各実験協力者の作業時間 - グループ 2

Figure 7 Work time of each experimental collaborator - Group 2

7. 総合考察

予備的実験では、同じ時間で作業が行われていれば本研究の提案手法でインフォーマルコミュニケーションが発生することが確認できた。さらに、2つのグループで本実験を行ったところ、予備的実験と同様に、作業時間が同じであればインフォーマルコミュニケーションが発生することが確認できた。これらの結果により、同じ時間帯にグループ内の全員が作業を行うような環境であれば、本研究の提案手法が有効であることが示唆された。特にグループ1のように対等な関係性にある友人同士の方が、より多く会話が発生する傾向にあった。さらに、アンケートの結果によれば、Commidor内で起きた会話では、グループ内での意見交換や個人的な相談などが行われており、在宅勤務によって感じる疎外感や孤立感の解消ができると考えられる。

しかし、アンケートで「Commidor内に先に相手がいると話しかけていいのか躊躇する」という意見があるように、相手がCommidor内にいても話しかけづらい場合があるということがわかった。そのため、話しかけても良い状態かどうかを相手のAuraの色で判別できる方法を考え、今後システムを改善する必要がある。

8. まとめ

本研究では、完全分散型のテレワーク状況を対象として、偶発的な出会いに起因するインフォーマルコミュニケーションを支援することを目的とした、廊下の概念を導入したメディア空間であるCommidorを考案・開発し、PC上の業務移行の際にこのメディア空間に強制的に遷移する手法を提案した。

複数回の実験により、本手法で実際に偶発的な出会いによるインフォーマルコミュニケーションが発生するかどうかを検証した。予備的実験では、著者らが所属する研究室の学生に使用してもらったところCommidor内でのインフォーマルコミュニケーションの発生を確認することができた。さらに、客観的なデータを取得するために、研究室外部で実験協力者を募り、2グループで本実験を行った。その結果、作業時間が被っているタイミングで会話が発生したことを確認できた。

以上により、本手法は就業時間のように全員が決まった時間帯に作業をこなすような環境下では、十分に有用であることが示唆された。今後は、Commidor内で相手に話しかけやすくする機能を開発していく必要がある。

謝辞 実験に参加して頂いた実験協力者の皆様に感謝申し上げます。本研究はJSPS 科研費 JPI18H03483 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] 日本労働組合総連合会：テレワークに関する調査 2020，2020年6月30日，
<https://www.jtuc-rengo.or.jp/info/chousa/data/20200630.pdf> (2020年12月17日確認)
- [2] 古川靖洋：テレワークによる生産性向上戦略（関西学院大学研究叢書 第181編），千倉書房（2015）
- [3] 原泰史，今川智美，大塚英美，岡嶋裕子，神吉直人，工藤秀雄，高永才，佐々木将人，塩谷剛，武部理花，寺畑正英，中園宏幸，服部泰宏，藤本昌代，三崎秀央，宮尾学，谷田貝考，中川功一：新型コロナウイルス感染症への組織対応に関する緊急調査：第一報，IIR Working Paper 20-10, Institute of Innovation Research, Hitotsubashi University (2020)
- [4] Ellen A. Isaacs, John C. Tang, and Trevor Morris: Piazza: A Desktop Environment Supporting Impromptu and Planned Interactions, Proc. ACM CSCW'96, pp.315-324 (1996)
- [5] Kraut, R., Carmen, E., and Galegher, J.: Patterns of Contact and Communication in Scientific Research Collaboration. Proc. of the 1988 ACM Conference on Computer-Supported Cooperative Work (ACM CSCW '98), pp.1-12 (1988)
- [6] 本田新九郎，富岡展也，木村尚亮，大澤隆治，岡田謙一，松下温：作業者の集中度に応じた在宅勤務環境の提供—仮想オフィスシステム Valentine，情報処理学会論文誌，Vol. 39, No. 5, pp.1472-1483 (1998)
- [7] 沼田剛明，比嘉邦彦：分散勤務者のコミュニケーション支援ウェブベースツール「C-WORK」，日本テレワーク学会研究発表大会予稿集，Vol.16, pp.41-pp.45 (2014)
- [8] Robert, W. R.: Design of a multi-media vehicle for social browsing, Proc. of the 1988 ACM Conference on Computer-Supported Cooperative Work (ACM CSCW '98), pp.25-38 (1988)
- [9] Dourish, P., and Bly, S.: Portholes: Supporting Awareness in a Distributed Work Group, Proc. ACM Conf. on Human Factors in Computer Systems CHI '92, pp.541-547 (1992).
- [10] 小幡明彦，佐々木和雄：OfficeWalker：分散オフィスにおける偶発的な会話を支援するビデオ通信システム，情報処理学会論文誌，Vol. 40, No. 2, pp.642-651 (1999)
- [11] 榊原憲，加藤政美，田處善久，宮崎貴誠：メディア空間による分散勤務者のコミュニケーション支援システム「e-office」，情報処理学会論文誌，Vol. 43, No.8, pp.2821-2831 (2002)
- [12] Angiolillo, J.S., and Blanchard, H. E.: Technology Constraints of Video Mediated Communication, in Finn, K. E., Sellen, A. J., and Wilber, S. B. eds. Video Mediated Communication, pp.51-73 (1997)
- [13] 松原孝志，臼杵正郎，杉山公造，西本一志：言い訳オブジェクトとサイバー囲炉裏：共有インフォーマル空間におけるコミュニケーションを触発するメディアの提案，情報処理学会論文誌，Vol.44, No.12, pp.3174-3187 (2003)
- [14] Benford, S., and Fahlen, L.: A Spatial Model of Interaction in Large Virtual Environments, In: de Michelis G., Simone C., Schmidt K. (eds) Proc. of the Third European Conference on Computer-Supported Cooperative Work (ECSCW '93), pp.109-124 (1993)
- [15] 西出和彦：人と人との間の距離（人間の心理・生態からの建築計画(1)），建築と実務 5, pp.95-99 (1985)