

# リアル/バーチャル空間でのコミュニケーションの違いと その差を埋める AR 技術の検討

Differences in Real/Virtual Communication and Consideration of AR Technology to Bridge the Gap

石丸 大稀<sup>†</sup>      中村 優吾<sup>‡</sup>      藤本 まなと<sup>†</sup>      諏訪 博彦<sup>†\*</sup>      安本 慶一<sup>†</sup>  
Hiroki Ishimaru   Yugo Nakamura   Manato Fujimoto   Hirohiko Suwa   Keiichi Yasumoto

## 1. はじめに

新型コロナウイルス (COVID-19) の影響により、人と人が互いにオンラインでコミュニケーションを取る機会が増えている。テレワークやオンライン授業などの広がり、これまで移動やその準備に充てていた時間を別の行動に活用することを可能とし、人々の生活は大きく変化した。ある調査 [1] によると、テレワークのメリットとして「通勤がないため時間を有効活用できる」や「自由な服装で仕事ができる」などが挙げられており、また回答者の 80% 以上が今後もテレワークを継続したいと回答している。時間の有効活用は、生活品質向上に大いに貢献していると言え、アフターコロナにおいてもそのトレンドは変わらないと考えられる。

一方、オンライン (バーチャル空間) とオフライン (リアル空間) の間には、あらゆる場面において小さくないギャップが存在している。前述の調査でも報告されている通り、テレワークのデメリットとして「勤務時間とそれ以外の時間を区別しにくい」や「運動不足」、「上司とのコミュニケーション不足」などが挙げられ、そのギャップが生み出す新たな問題が顕になった。本論文では、コミュニケーションの質が下がるという問題に着目した。例えば、我々は人とコミュニケーションを取る際、様々な要因に基づいて相手の印象を決定する。その要因として大きく「視覚情報」、「聴覚情報」、「言語情報」があるが、コミュニケーションのオンライン化に際し様々な情報の欠損が生じている。オンラインミーティングツールを例にとると、肉眼とカメラの違いがもたらす「立体感」の喪失や人間の発声とスピーカ出力の差による「音の方向情報」の喪失など、情報欠損は多岐にわたり、その全貌は明らかにされていない。これらの欠損は、バーチャルとリアルのギャップに起因しており、情報を効率的に伝えられないことによってコミュニケーションの質が低くなっている可能性がある。このギャップを埋めることができればオンラインコミュニケーションによる生活の質 (QoL) の向上に貢献できる。

バーチャル空間におけるコミュニケーションやインタラクションといった経験取得について、その価値を高めるため、これまでに様々な技術やサービスが提案されてきた。例えば、Virbela 社が提供するバーチャルワークツール Virbela [2] は、遠隔環境下での仕事や学習・イベント参加において人々が失ってしまう社会的空間を仮想世界に再現することで補い、より現実に近いコラボレーションやインタラクションを提供している。その他にも、ModiFace 社 [3] が提供する AR を活用したバーチャルメイクの技術では、人々が化粧品を購入する前にその仕上がりを手軽に確認できるようになった。これらの技術やサービスにより、我々の生活や意識に変化がもたらされていることは間違いない。一方、これらのイノベティブな技術が我々の日常生活のシーンをどれだけカバーしているかについてはあまり議論されてこなかった。

本論文では、テレワークに限らず、人のすべての生活行動を対象として既存事例の調査を行い、バーチャル化に伴う欠損情報の考察、その差を埋める技術アイデアの提案を行ったうえで今後の技術開発の方向性を示す。日常生活行動のバーチャル化において、どの領域が未開拓なのか、なぜ開拓できないかを明らかにし、バーチャル化を広げるための示唆を得る。また、今回の調査で得られた知見は、遠隔コミュニケーションやヒューマンコンピュータインタラクションに関する今後の研究の方向性を示すものとして活用できる。

## 2. 関連研究

### 2.1 ビデオ会議に関する研究

COVID-19 の影響により、多くの人々が仕事や社会生活をオンラインで行うようになり、Zoom を始めとしたテレビ会議システムの利用が急激に増加した。Brenda らは、そのようなシステムがもたらす影響について考察している [4]。その影響の一つとしてバーチャルのビデオ会議プラットフォームを使いすぎる事による疲労や不安の誘発が挙げられている。これはいくつかの問題点によるもので、その中でも「ビデオ会議システムは完全に同期していない」という問題について言及し、オンラインでのコミュニケーション時に生じる僅かな遅延が脳に負担をかけている事を示した。また、ビデオ会議でのコ

<sup>†</sup> 奈良先端科学技術大学院大学, Nara Institute of Science and Technology

<sup>‡</sup> 九州大学, Kyushu University

\* 理化学研究所, RIKEN

コミュニケーションでは相手の身振りや視線といった非言語情報が伝わりづらいことにも言及しており、これにより相手が自分の話を聞いているかどうかや、理解しているかを判断しづらいといった問題を指摘している。

これらの問題を解決する方法についても述べられている。その方法の一つに拡張現実 (AR) や仮想現実 (VR) を駆使することで失われた非言語情報を補うというものが挙げられている。自分が操作するアバターが仮想空間内で他者とコミュニケーションを取ることで、より対面に近い経験を得られることを示している。また、技術的な解決ではないが、カメラの高さを変えて自分の顔と相手の顔が同じ高さになるように調節したり、ディスプレイではなくカメラを見るなど、既存のツールをより楽しく使うためのアイデアが提案されている。

## 2.2 テレワークに関する研究

オンラインでの代表的なコミュニケーションの事例としてテレワークが挙げられる。Allen ら [5] は、テレワークに関する既存研究をレビューし、テレワークがもたらす影響と研究の複雑さを明らかにすることでその利点と欠点を明らかにしている。また、Charalampous ら [6] は、関連研究から遠隔労働者の感情、認識、社会、職業、心身とその関連をレビューし、その中で認知機能や心身状態については比較的明らかになっていないということを示している。

仕事の満足度に関する研究として、Golden らの研究 [7] によると「在宅勤務の頻度が低い場合は満足度に影響は見られないが、在宅勤務の頻度が高くなると満足度は横ばいになる」ことが分かっている。このことから Allen らは、頻繁な在宅勤務が社会的・職業的な孤立を引き起こしてしまう可能性を示唆している。社会的インタラクションの欠如が在宅勤務のメリットを相殺してしまうという懸念を示すとともに、在宅勤務時の心境には仕事と個人のコンテキストが重要であることを示している。また、Sardeshmukh らの研究 [8] では、在宅勤務のポジティブな効果として仕事のプレッシャーの低減や両立できない役割の割り当てが減ることが挙げられ、ネガティブな効果として役割の曖昧さの増加やサポートとフィードバックの減少が挙げられている。コミュニケーションやフィードバックを改善し、ネガティブな要素を取り除くには、職務内容や意思伝達をより明確にすることが効果的であると示している。

テレワークのその他の利点や欠点は Tavares らの研究 [9] が表 1 のようにまとめている。過去に複数の著者が明らかにした利点と欠点を整理したうえで、一つの表として示された。

表 1: テレワークの利点と欠点 [9]

利点	欠点
仕事と家庭の両立	仕事時間と家庭時間の境界が曖昧 オーバーワーク
柔軟性と自律性の向上	Presenteeism
通勤時間の短縮	社会的孤立
生産性向上	サポート不足 機器・機材が劣る
モラル向上	キャリアアップ・昇進
仕事への満足度向上	
社内での駆け引きを避ける	同僚からの恨み

## 2.3 本研究の位置づけ

仕事という生活行動においても様々な研究が行われ、他者とのコミュニケーションを始めとする社会的相互作用の効果について多くの議論が行われてきた。ここで得られた知見は、同じように社会的相互作用を重要視する別の生活行動においても影響を与える可能性がある。そして、これまでの研究ではオンラインとオフラインどちらがいいのかという問への答えは得られていない。これは幸福感を構成する要素が無数に存在し、その一つ一つが複雑な問題を抱えているためであると考えられ、メリットとデメリットを整理する必要がある。本研究では日常生活動作のバーチャル化に関連する留意点をまとめ、問題点を解決するアイデアを提案する。

## 3. インタラクションを伴う生活行動のオンライン化に関する現況調査

### 3.1 目的

本調査の目的は、人の生活行動においてそのオンライン化 (バーチャル化) がどの程度実現されているかを把握することである。また同時に、バーチャル化されたそれぞれの行動でどのような情報が欠損しているかを考察してまとめ、技術開発に向けた問題点解決のアイデアを提案する。

### 3.2 生活行動

調査に使用した生活行動の分類を表に示す。本調査では、統計局令和 3 年社会生活基本調査 [10] において挙げられている 19 種の生活行動を基に、それぞれの行動の調査を行う。なお、各行動の内容例示については統計局平成 13 年社会生活基本調査生活行動の種類と内容例示 [11] を参考にしている。

### 3.3 項目

この節では、各生活行動に対して調査・検討のために設定した6つの項目を説明する。

**項目1：意思伝達の対象** この項目では行動において意思伝達の関係者となり得る者を挙げている。行動のうち「食事」を例にとると、食事をする際に意思伝達の対象となり得るのは共に食卓を囲む者や飲食店の店員らなどである。このようにして、現実世界における特定の行動時にその本人と誰がコミュニケーションを取るのか整理した。

**項目2：バーチャル化の事例** この項目では人と人のコミュニケーションのバーチャル化と、人とモノのインタラクションのバーチャル化について、それぞれに関連する研究やサービスの事例を挙げている。ここでバーチャル化とは、遠隔化やオンライン化を含む行動の拡張及び仮想化を指す。なお行動の種類内容例示 [11] に挙げられている行動例を基にしているが、その例のうちの1つについて述べている。

**項目3：ケース** この項目では以降の項目「リアルの欠点」、「バーチャルの欠点」、「欠損」を検討するに当たりその前提として設定した仮定のケース（シチュエーション）を挙げている。基本的に、バーチャル化の事例がある場合はその事例をケースとして設定し、バーチャル化の事例が無い場合は関連するケースを独自に設定した。また、事例がある場合でもその内容が抽象的である場合は、より具体的なケースで置き換えている。

**項目4：欠点** この項目では、「ケース」にて設定した行動について、リアルで行う場合の欠点とバーチャルで行う場合の欠点を挙げている。リアルとバーチャルの欠点を整理し、両者の違いが何なのかを考察するための土台とした。

**項目5：欠損** この項目では前述したケースにおけるバーチャル化に際し、どのような情報が欠損しているかを考察した。欠損情報は「行動」と「臨場感」に大きく分類している。行動では、リアルで問題なく行われてきた行動のうち、バーチャル化に際して行いが難しくなるものを挙げている。例えば「相手の心理状態がわからず場の空気がわからない」といった行動は思考という行動の欠損であると言える。臨場感では、図1に示されている臨場感の構成要素と生起要因図 [12] から、バーチャル化により感じにくくなった要素を抽出し列挙している。

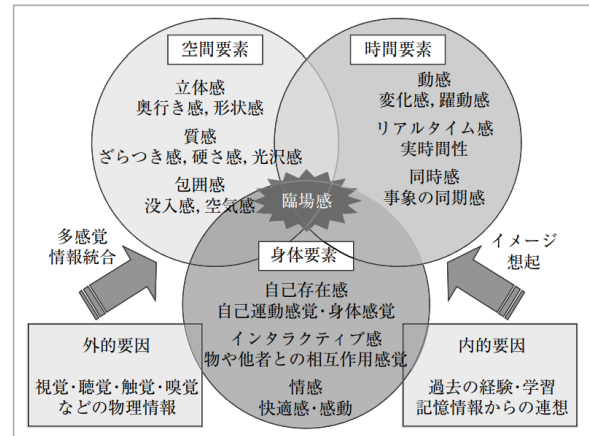


図1: 臨場感の構成要素と生起要因 [12]

**項目6：解決策** この項目では前述したケースにおいて、バーチャルの欠点と、バーチャル化に伴う欠損を補う技術的なアイデアの例を示している。なお本調査では、匂いや触覚などの五感情報を拡張現実で補うアイデアや、ケースごとに最適化されたIoTシステムのアイデアなどを提案している。ARやIoTといった技術の活用は、臨場感の向上や意思伝達の補助に貢献でき、バーチャルとリアルの差を補うために有効であると考えている。

## 4. 調査結果

表2に調査結果を示す。生活行動は3区分にまとめられる [32]。一次活動では睡眠、身の回りの用事、食事のような生理的に必要な活動が含まれ、二次活動では仕事や家事など社会生活を営む上で義務感の強い活動が含まれる。この他の活動は三次活動に含まれる。以下それぞれの区分ごとに結果をまとめている。

### 4.1 一次活動

ここでは睡眠、身の回りの用事、食事についてまとめる。まず「睡眠」について述べる。近年「VR睡眠」というワードが登場している。VR睡眠とは「VRヘッドマウントディスプレイを被ったままVR世界で複数のユーザーが擬似的に一箇所に集まり一緒に眠る行為のこと」 [13] を指し、寝ている間も他者と一緒にいる多幸感を得ることが出来るという。孤独感や社会的孤立が睡眠の質に影響を与えている可能性を示した研究 [33] があるように、睡眠の空間を共有することで孤独感を解消し、生活品質を向上できる可能性がある。なお本結果では睡眠におけるコミュニケーションと既存事例の関連性を考慮し、睡眠に関するケースは設定しなかった。

次に、「身の回りの用事」では化粧や美容室・理容室の利用に着目した。バーチャル化の事例としてはスタイリストがオンラインでヘアカットを指導するサービス [14]

表 2: 調査結果と解決策のアイデア

行動の種類	伝達の対象	バーチャル化の事例		ケース	リアルな欠点	バーチャルの欠点	欠損		解決策
		人と人	人とモノ				行動	臨場感	
睡眠			睡眠 [13]						
身の回りの用事	担当者	スタイリスト [14]	メイク [3]	スタイリスト	移動 感染リスク 気を使う 身だしなみ	スキルを伝えづらい 細かな情報伝わらない	知覚 (視覚, 触覚)	立体感 質感 情感 動感	ハサミや櫛の IoT 化
食事	食卓を囲む人 飲食店店員	共食 [15]	食事体験 [16]	共食	移動 感染リスク 身だしなみ	臨場感 知覚の共有	知覚 (嗅覚)	包囲感 インタラクティブ感	匂いの同期 食事状況の可視化
通勤・通学	友人や同僚 交通機関従事者			通勤	移動時間 感染リスク 満員電車 渋滞	気持ちの切り替え 運動不足 社会とのつながり	思考 活動	動感 リアルタイム感 インタラクティブ感	気持ちを切り替えるための タスクに運動要素を加える
仕事	同僚	オフィス [2]	テレワーク	オフィス	移動 身だしなみ 感染リスク	コミュニケーション減 社会的孤立	活動 知覚 (視覚, 聴覚)	自己存在感 包囲感 リアルタイム感	カクテルパーティー効果 移動の概念を取り入れる
学業	同級生 先生	講義	自習室 [17]	講義	移動 感染リスク 限られた環境	孤独 コミュニケーション減 学生の集中度	思考 活動	包囲感 インタラクティブ感	集中度の可視化と フィードバック
家事	同居人		家電操作 [18]	手伝い	移動 感染リスク	貢献しにくい タスクが限られる	知覚 (視覚, 触覚, 運動覚)	インタラクティブ感	感情を表現する IoT 家電 手伝っている事をアピール
介護・看護	患者 介護士 看護師	見守り [19]		遠隔介護	現場への移動 感染リスク	詳しく観察できない 丁寧な介護難しい	思考 活動 知覚 (触覚, 嗅覚)	リアルタイム感 包囲感	手軽に少ステップで 状況を伝えるボタン
育児	親と子	子育て コミュニティ [20]		授業参観	移動 観戦リスク 身だしなみ 日程調整	空気感 子どもの緊張感	活動 知覚 (視覚)	インタラクティブ感 包囲感	保護者エージェント (子に親の存在感を与える)
買い物	店員	商談 [21]	レイアウト [22]	買い物	移動 疲れる 他の客の視線 営業時間 身だしなみ	五感を使えない 店の雰囲気	思考 活動 知覚 (視覚, 触覚)	質感 包囲感 自己存在感	AR・触覚フィードバック
移動 (通勤通学除く)	交通機関従事者		帰宅 [23]	乗車	疲労 交通費 感染リスク	臨場感 空気感 社会感		包囲感 自己存在感 動感	動画キュレーション 短編経路動画
テレビ ラジオ 新聞雑誌	同席者		テレビ視聴 [24]	同時視聴	移動	存在感 雰囲気	思考 知覚 (視覚)	包囲感 動感 自己存在感	遠隔家族交流 空間共有
休養・くつろぎ	家族・知り合い	休憩室 [25]	憩 [26]	休憩	感染リスク 気を使う	空間の共有感	思考 活動 知覚 (視覚, 聴覚)	インタラクティブ感 リアルタイム感	現実の空間を共有 仮想空間に集まる
学習自己啓発訓練 (学業以外)	講師・受講生		遠隔学習 [27]	料理教室	移動 身だしなみ 慣れない環境	臨場感 参加感 一体感のなさ	知覚 (視覚, 触覚, 嗅覚)	インタラクティブ感 リアルタイム感	テラーメイド IoT まな板 IoT 生体センサ 深度センサ
趣味・娯楽	家族・知り合い	スポーツ観戦	映画鑑賞	スポーツ観戦	移動 混雑 疲労	臨場感 一体感 喜びを共有しにくい	思考 知覚 (視覚, 聴覚, 運動覚)	インタラクティブ感 リアルタイム感	ジェスチャーを 他の観戦者と共有
スポーツ	対戦相手 チームメイト		サイクリング [28]	トレーニング	移動 怪我の可能性	臨場感 チームプレイ デバイスの介入 爽快感	思考 知覚 (視覚, 聴覚, 皮膚感覚, 触覚)	包囲感 インタラクティブ感	風でフィードバック
ボランティア活動 社会参加活動	活動者・他人	ボランティア [29]		共同ゴミ拾い	移動 時間 疲労	協調性・共感	活動	自己存在感 包囲感 リアルタイム感	一緒にゴミ拾い
交際・つきあい	知り合い	宴会 [30]		宴会	移動 感染リスク 気を使う 身だしなみ	参加感 距離感 盛り上がり	思考 活動 知覚 (視覚, 聴覚, 味覚, 嗅覚)	インタラクティブ感 包囲感 動感	サラウンドスピーカーで 距離感を再現
受診・療養	医療従事者 患者とその家族	診療 恐怖症治療	リハビリ [31]	診療	移動 感染リスク	コミュニケーション減 疾病の見落としや誤診	思考 知覚 (視覚, 触覚)	質感 立体感	テラーメイド IoT (状況を伝えるためのボタン)

やARを活用したバーチャルメイクのサービス [3][34] があり、美容分野の技術革新を見据えた研究 [35] から少なくとも美容分野での仮想化に向けた動きを確認することができた。一方で仮想メイクによる自尊心や自己価値の喪失といった新たな問題が提起されている [36]。

ここで、スタイリストによる遠隔でのヘアカット指導をケースとし、欠点を補う解決策として考えられるのは、ヘアカットに使用するハサミや櫛といったツールにセンサを取り付けたり、生体センサを活用して不安感を推定したりすることでユーザの行動を細かく共有するというアプローチである。言葉での説明が難しい情報をセンサを介して自動で共有することができれば、よりシームレスなコミュニケーションを実現できる可能性がある。

次に、「食事」に関するバーチャル化の事例としては、架空のキャラクタと共に食事を取ることで得られる効果を考察した研究 [15] があり、共食が人の社会性を育むという知見 [37] をバーチャル世界に応用している。また、食品の見かけ上の大きさを変化させることで満腹感をコントロールすることができる」と示されている [16]。

共食のバーチャル化における欠点を補うには、匂いの同期や食事状況の可視化による臨場感・同時感を改善するアプローチが考えられる。共食により得られる効果を高めることで、バーチャル環境でも社会性の維持・向上に貢献できる可能性がある。

#### 4.2 二次活動

ここでは通勤・通学、仕事、学業、家事、介護・看護、育児、買い物の中から「通勤・通学」「仕事」「買い物」について述べる。

まず「通勤・通学」「仕事」についてまとめる。Microsoft社は自社のコラボレーションプラットフォーム「Teams」の新機能として、バーチャル通勤を発表している [38]。この機能では始業時・終業時に気持ちを落ち着かせるタスクを提案することで、物理的な通勤で得られていた仕事と家庭の境界線をバーチャルで作り出すことができるとしている。これにより欠点のうちの「気持ちの切り替え」は改善が期待できる。一方でテレワークの問題でも挙げられていたように運動不足やコミュニケーション不足は依然として課題である。運動不足の解決策としては前述したタスク提案の中に運動要素を追加したり、人が自ら体を動かすよう行動誘導するなどが考えられる。

次に「買い物」についてのバーチャル化事例として、ライブ相談サービス [21] やARを活用した商品試し置きサービス [22] など、他にも様々なアイデアが提案されている [39]。それでもなお残る欠点を解決するには、触覚のフィードバックによる質感の伝達やAR・VRを活用した包囲感の再現などが考えられる。

#### 4.3 三次活動

ここでは移動（通勤通学を除く）、テレビ・ラジオ・新聞・雑誌、休養・くつろぎ、学習・研究（学業以外）、趣味・娯楽、スポーツ、ボランティア活動・社会参加活動、交際・付き合い、受診・療養の中から「休養・くつろぎ」「ボランティア活動・社会参加活動」について述べる。

まず「休養・くつろぎ」について、既存事例としてはバーチャル休憩室 [25] やデジタルウィンドウ [26] がある。前者はリモートワークでの孤立問題やコミュニケーション不足の解決のために、コミュニケーションツール上で休憩室の雰囲気やたまたま廊下ですれ違って話すようなセレンディピティを再現している。また後者は自宅から見える窓の景色をデジタル化することで、自宅にいたながらも旅行感覚を創出し、心をより開放的にしてくれるような効果を与えている。

休憩のバーチャル化は、依然として空間の共有感の欠如が欠点である。複数人で1つの仮想空間に集まる方法や、一人の現実空間を他の人と仮想的に共有する方法など空間共有の形態は様々なものが考えられる。現実空間を仮想的に共有する際は、現実空間のデータ化とその表現方法が人の臨場感に与える影響を左右する。ここでの欠点解決のアイデアとしては温度や匂いといった五感情報の共有・同期などが考えられる。熱のフィードバックによって方向感覚をコントロールし、没入感を向上させる研究 [40] があるように、空間共有の感覚を向上させる可能性がある。

次に「ボランティア活動・社会参加活動」について述べる。既存事例としては「何か力になりたい人」と「力を必要とする非営利組織」を結びつけるサービスがある。その活動内容はオンラインで可能なものに限られ、ビデオ会議で他者サポートを行うといった形式が多く見られる。

ここで地域一斉清掃のバーチャル化を考える。Covid-19の影響により一つの空間に集まるのが難しくなったが、集団行動をバーチャル化することで協調性・モチベーションの維持が期待できる。一斉清掃のバーチャル化に関する既存事例は見当たらなかったが、実現するためにはまずゴミ拾いという行動をセンシングする方法が考えられる。拾ったゴミの種類・場所を自動的に推定するシステム [41] を活用することでバーチャル化を実現できる可能性がある。

### 5. 考察

人の日常生活行動において、様々な分野で行動のバーチャル化が検討され、多くのサービス・製品が提供されている。オンラインコミュニケーションにおいては、ビデオを媒介する形態のものが多く見られた。生活行動のり

アル世界での欠点では、移動やそれに伴う感染リスクへの懸念が全ての生活行動に考えられ、その他にも環境の変化による影響が多く挙げられた。その一方でバーチャル化による欠点では、コミュニケーション不足や臨場感の不足が多く挙げられた。

今回の調査から得られた知見を図2にまとめる。既存の事例や研究から、バーチャル化においても実時間性や同期感に対する懸念は比較的小さく考えられる一方で、自分がその場にいる感覚や他者との相互作用感などは現実世界と比較して大きな差異が感じられた。しかしながら、既存のツールに機能を加えることで気持ちの切り替えを支援したり、様々なハードウェアで知覚を再現するといった事例があるように、既存技術を応用することでその差を小さくできる可能性がある。

また、表2に空欄があるように、バーチャル化のイメージが難しいものも存在した。さらに、今回の調査では行動の内容例示全てを網羅しているわけではない。より正確にバーチャル化の需要を把握し、その意義を見出すためにはさらなる調査が必要である。無数に存在する人々の生活行動を全てカバーするのは不可能かもしれないが、大枠ながらもバーチャル化の欠点や欠損情報を概括することができたのは、少なからず価値があるのではと考えている。今後はこの調査を踏まえ、研究開発の対象とする生活行動を決定し、人々の生活の質を向上させるために様々なアプローチを検討していく。

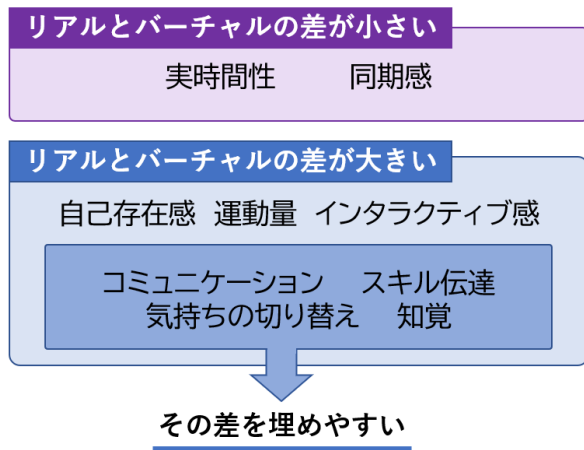


図2: バーチャルとリアルの差

## 6. おわりに

本論文では、リアルとバーチャル空間におけるコミュニケーションの違いを小さくするという目的のもと、日常生活行動のバーチャル化がどの程度達成されているかを調査し、それぞれの欠点やバーチャル化に伴う情報の欠損について考察した。また、調査結果を基に人々の生

活の質を向上させる技術アイデアの提案を行った。テクノロジーの進歩により、日常生活行動はその形態を常に変化させられている。そういった変化は新たな価値経験を生み出すことができるといったメリットがある一方で、時に複雑な問題を引き起こしてしまう事がある。リアルとバーチャルの違いやそれぞれの問題点を認識することは、社会生活の本質を捉え続けるために重要であり、今後も検討を続ける必要がある。

## 謝辞

本研究の成果はNICT 課題222「ウイルス等感染症対策に資する情報通信技術の研究開発」の支援によるものです。

## 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. Available online:<https://www.jtuc-rengo.or.jp/info/chousa/data/20200630.pdf>. Accessed: 2021-07-05.
- [2] Virbela: A virtual world for work, education & events. Available online:<https://www.virbela.com/>. Accessed: 2021-07-12.
- [3] Modiface - augmented reality. Available online:<https://modiface.com/>. Accessed: 2021-07-13.
- [4] Brenda K Wiederhold. Connecting through technology during the coronavirus disease 2019 pandemic: Avoiding “zoom fatigue”, 2020.
- [5] Tammy D Allen, Timothy D Golden, and Kristen M Shockley. How effective is telecommuting? assessing the status of our scientific findings. *Psychological science in the public interest*, Vol. 16, No. 2, pp. 40–68, 2015.
- [6] Maria Charalampous, Christine A Grant, Carlo Tramontano, and Evie Michailidis. Systematically reviewing remote e-workers’ well-being at work: A multidimensional approach. *European Journal of Work and Organizational Psychology*, Vol. 28, No. 1, pp. 51–73, 2019.
- [7] Timothy D Golden and John F Veiga. The impact of extent of telecommuting on job satisfaction: Resolving inconsistent findings. *Journal of management*, Vol. 31, No. 2, pp. 301–318, 2005.

- [8] Shruti R Sardeshmukh, Dheeraj Sharma, and Timothy D Golden. Impact of telework on exhaustion and job engagement: A job demands and job resources model. *New Technology, Work and Employment*, Vol. 27, No. 3, pp. 193–207, 2012.
- [9] Aida Isabel Tavares. Telework and health effects review. *International Journal of Healthcare*, Vol. 3, No. 2, p. 30, 2017.
- [10] 統計局ホームページ/令和3年社会生活基本調査の概要. Available online:<http://www.stat.go.jp/data/shakai/2021/gaiyou.html>. Accessed: 2021-07-14.
- [11] 統計局ホームページ/平成13年社会生活基本調査 生活行動の種類と内容例示. Available online:<https://www.stat.go.jp/data/shakai/2001/kodobua.html>. Accessed: 2021-07-14.
- [12] 安藤広志. 2. 人が感じる臨場感の知覚認知メカニズムと評価技術. 映像情報メディア学会誌, Vol. 63, No. 12, pp. 1727–1730, 2009.
- [13] Vr 睡眠ライブ 史上初! バーチャル美少女達が8.5時間寝るだけの長時間配信!? | バーチャル美少女ねむ【人類美少女計画】|note. Available online:[https://note.com/nemchan\\_nel/n/n015079b385a5](https://note.com/nemchan_nel/n/n015079b385a5). Accessed: 2021-07-14.
- [14] Virtual haircut: Hair stylist offers diy guidance via zoom for those who desperately need a trim. Available online:<https://www.fox2detroit.com/news/virtual-haircut-hair-stylist-offers-diy-guidance-via-zoom-for-those-who-desperately-need-a-trim>. Accessed: 2021-07-13.
- [15] Monami Takahashi, Hiroki Tanaka, Hayato Yamana, and Tatsuo Nakajima. Virtual co-eating: making solitary eating experience more enjoyable. In *International Conference on Entertainment Computing*, pp. 460–464. Springer, 2017.
- [16] Takuji Narumi, Yuki Ban, Takashi Kajinami, Tomohiro Tanikawa, and Michitaka Hirose. *Augmented Perception of Satiety: Controlling Food Consumption by Changing Apparent Size of Food with Augmented Reality*, p. 109–118. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 2012.
- [17] 無料のオンライン自習室 - 自宅を自習室に、医進館に. Available online:<https://www.my-room-study.com/>. Accessed: 2021-07-20.
- [18] Switchbot (スイッチボット) — スマートホームにらくらくスイッチ. Available online:<https://www.switchbot.jp/>. Accessed: 2021-07-20.
- [19] 高齢者みまもりサービス | ホームセキュリティのalsok. Available online:<https://www.alsok.co.jp/person/senior/>. Accessed: 2021-07-15.
- [20] オンライン子育てひろば ママこべる. Available online:<https://mamacopel.org/>. Accessed: 2021-07-20.
- [21] Gucci goes virtual. Available online:<https://www.gartner.com/en/marketing/insights/daily-insights/gucci-goes-virtual>. Accessed: 2021-07-12.
- [22] Ikea app page - ikea. Available online:<https://www.ikea.com/au/en/customer-service/mobile-apps/say-hej-to-ikea-place-pub1f8af050>. Accessed: 2021-07-12.
- [23] Vr 帰宅—ディチャーム株式会社. Available online:<https://www.dignitycharm.co.jp/service/2>. Accessed: 2021-07-12.
- [24] Ar を活用したテレビ視聴スタイル | 技研公開 2019. Available online:<https://www.nhk.or.jp/str1/open2019/tenji/e3.html>. Accessed: 2021-07-14.
- [25] Hallway. Available online:<https://hallway.chat/>. Accessed: 2021-07-20.
- [26] Atmoph window — 世界とつながる窓. Available online:<https://atmoph.com/>. Accessed: 2021-07-12.
- [27] Online courses - learn anything, on your schedule — udemy. Available online:<https://www.udemy.com/>. Accessed: 2021-07-20.
- [28] The indoor cycling & running reality app for training & racing — rouvy. Available online:<https://rouvy.com/>. Accessed: 2021-07-20.
- [29] 新型コロナウイルスに伴うオンラインボランティア募集一覧 — activo (アクティボ). Available online:[https://activo.jp/covid\\_19\\_online\\_volunteer/#onlineVolunteers](https://activo.jp/covid_19_online_volunteer/#onlineVolunteers). Accessed: 2021-07-20.

- [30] ovice 宴会 - ovice. Available online:<https://ovice.in/ja/ovice-party/index.html>. Accessed: 2021-07-20.
- [31] バーチャル・リハビリテーションの世界— 奈良学園大学 教授 辻下 守弘 先生 — 夢ナビ talk. Available online:<https://talk.yumenavi.info/archives/2275>. Accessed: 2021-07-13.
- [32] 統計局ホームページ/3. 1 日の生活時間に関する事項（生活時間編）（調査票 a）. Available online:<https://www.stat.go.jp/data/shakai/2001/yogo3.html>. Accessed: 2021-07-14.
- [33] L. McLay, H. Jamieson, K. France, and P. Schluter. Loneliness and social isolation is associated with sleep problems among older community dwelling women and men with complex needs. *Scientific Reports*, Vol. 11, , 2021.
- [34] Ana Javornik, Yvonne Rogers, Ana Maria Moutinho, and Russell Freeman. Revealing the shopper experience of using a” magic mirror” augmented reality make-up application. In *Conference on designing interactive systems*, Vol. 2016, pp. 871–882. Association for Computing Machinery (ACM), 2016.
- [35] Norberto Almeida Andrade, Giuliano Carlo Rainatto, Denis Gustavo E Paschoal, Fernando Rodrigues da Silva, and Genésio Renovato. Computational vision and business intelligence in the beauty segment-an analysis through instagram. *Journal of Marketing Management*, Vol. 7, No. 2, pp. 11–17, 2019.
- [36] Virtual make up: Good for the industry, bad for the ego? Available online:<https://www.buzzworthy.com/virtual-make-good-industry-bad-ego-2/>. Accessed: 2021-07-13.
- [37] 徳永弘子, 武川直樹, 木村敦. 孤食と共食における食事動作のメカニズム. 日本食生活学会誌, Vol. 27, No. 3, pp. 167–174, 2016.
- [38] New tools can help boost wellbeing and soothe unexpected stresses of working from home - stories. Available online:<https://news.microsoft.com/features/new-tools-can-help-boost-wellbeing-soothe-unexpected-stresses-working-from-home/>. Accessed: 2021-07-13.
- [39] Online virtual store: Made possible with 3d, ar and vr technologies. Available online:<https://www.scnsoft.com/ecommerce/virtual-store>. Accessed: 2021-07-12.
- [40] Roshan Lalintha Peiris, Wei Peng, Zikun Chen, Liwei Chan, and Kouta Minamizawa. Thermovr: Exploring integrated thermal haptic feedback with head mounted displays. In *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 5452–5456, 2017.
- [41] 松田 裕貴 諏訪 博彦 安本 慶一 立花 巧樹. スマートウォッチの音響センサを用いたポイ捨てごみの種別認識手法の提案と評価. 情報処理学会 DICO ンポジウム, 2021.