

他者の「実在感」を伝える音とは？

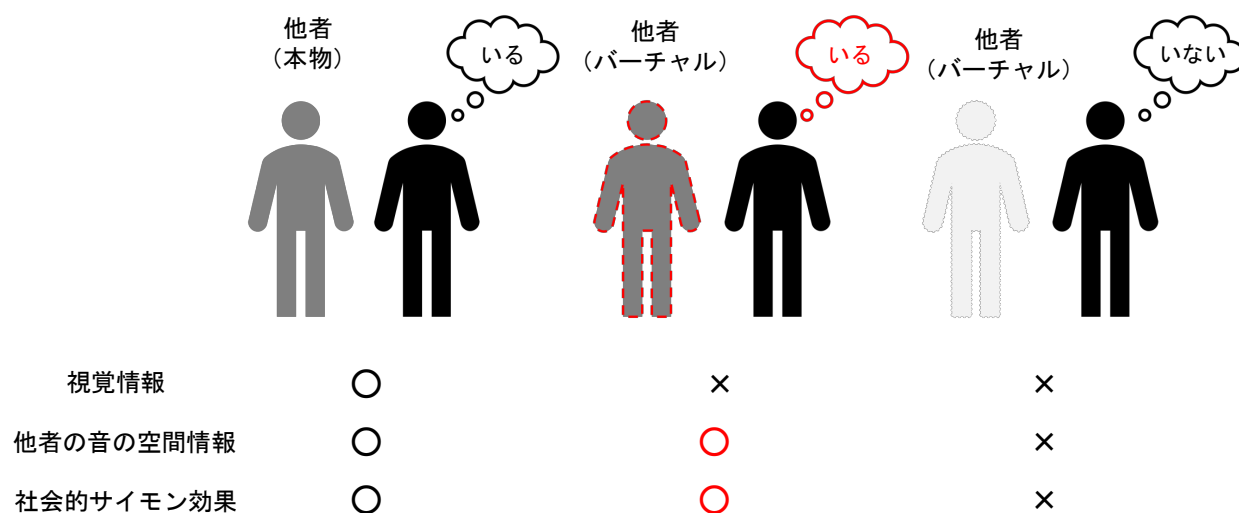
—他者の存在に関わる聴覚空間情報が社会的サイモン効果を誘発—

概要

京都大学大学院工学研究科 大谷 真 准教授、切通在菜 同修士課程学生、熊本大学大学院人文社会科学 研究部 寺本 渉 教授の共同研究チームは、他者が発する動作音や物音の聴覚空間情報が、他者が「そこにいる」感覚（実在感、ソーシャル・プレゼンス）を生み出す上で大きな役割を果たすことを明らかにしました。

実環境や遠隔会議などの仮想（VR）環境において、他者が「そこにいる」と感じるかどうかは重要な要素です。音によって他者が「そこにいる」ことを伝えるためには、他者の存在に関わる空間情報が聴覚によって知覚される必要があると考えられますが、他者の視覚的手がかりがない状況で、聴覚的に表現された他者の空間情報が他者の実在感を生じさせるのに十分な効果を持つかは不明でした。そこで、社会的サイモン効果（SSE）と呼ばれる行動学的指標を用いた心理物理実験によりその効果を検証しました。まず、実際には誰もいないにも関わらず、あたかも隣に人がいるかのような音を提示可能な VR 環境を構築しました。そして、他者の存在に関わる聴覚空間情報の有無により実験参加者を 2 グループに分け SSE が誘発されるかを調べた結果、空間情報有りのグループにのみ SSE が認められ、他者の音がどこから聞こえるかを知覚できる場合に他者が「そこにいる」感覚が得られることを行動学的に明らかにしました。この知見は、人の存在感を伝え円滑なコミュニケーションを実現するための「音」はどうあるべきかを探究するための足掛かりとなることが期待されます。

本成果は、2022 年 4 月 4 日に国際学術誌「Scientific Reports」にオンライン掲載されました。



隣に誰もいず、かつ、視覚的な手がかりがなくても、
他者が発する音が隣から聞こえてくれば、他者が「そこにいる」と感じる

1. 背景

オンラインミーティングなどのバーチャルリアリティ（VR）環境において実環境と同様にユーザ同士の意思疎通や知的共同作業を可能とするための技術開発が行われています。しかし、現状では VR 環境において達成されるコミュニケーションの質は実環境に及ばないのが現状です。その原因のひとつは、他者が「そこにいる」感覚（実在感、ソーシャル・プレゼンス）が十分に得られないことにあると考えられます。音響的・聴覚的な観点から見れば、他者が発する音をユーザが聴取する際に、他者がどこにいるのか、他者の音がどこから聞こえてくるのか、という空間情報が実在感に影響を与えると考えられます。しかし、そのような他者の音の空間情報が、視覚的手がかりがない状況においても他者が「そこにいる」と確信させるのに十分な効果を持つかは不明でした。そこで、本研究では、他者が「そこにいる」感覚を人が認識している場合に生じる行動学的変容である社会的サイモン効果（SSE: social Simon effect）を実在感の行動学的指標として心理物理実験を行うことで、他者の存在に関わる聴覚空間情報の実在感への寄与を明らかにすることを試みました。

2. 研究手法・成果

本研究では、まず、実験参加者に対して、実際には共行為者が存在しないにも関わらず、共行為者が発する音を、空間情報を含めて提示可能な動的バイノーラル合成^{注1}による仮想環境を構築しました。このような仮想環境は、実際に共行為者が隣に存在する場合に実験参加者の両耳において観測される音響信号を人工的に合成しヘッドホンを通して実験参加者に聴取させる、いわゆるバイノーラル再生^{注1}と呼ばれる聴覚 VR 技術を用いて実現されました。このような仮想環境では、実験参加者に対して、視覚情報を排除した上で、隣にいる共行為者が発する音を共行為者が本当に存在するかのように空間情報を含めて提示することができます。

本研究で実在感を測るための行動学的指標として用いた SSE は、隣り合う 2 人（実験参加者と共行為者）の間に生じる空間的刺激反応適合性効果であり、共行為者が存在していると実験参加者が知覚している場合にのみ生じます。視覚や聴覚による刺激とそれに反応するためのキーの空間位置が一致しているかどうか（空間一貫性）が実験参加者の行動に影響を与える現象をサイモン効果（SE: Simon effect）と呼びます。聴覚刺激による SE では、例えば、実験参加者に対して雑音または純音をランダムに左または右から提示し、雑音が聞こえたら右のキー、純音が聞こえたら左のキーを押させるという課題において、実験参加者がキーを押すまでの反応時間が、音とキーがある方向が異なる空間不一致試行よりも同じ方向にある空間一致試行で短くなる傾向があります。一方、SSE は 2 人のヒトの間に生じる SE であり、例えば、実験参加者は雑音に対して右のキーを押す、隣に座った共行為者は純音に対して左のキーを押す、という課題を行わせます。このとき、共行為者がいない場合（単独条件）には SE は生じませんが、共行為者が隣にいる場合（共同条件）では、空間不一致試行よりも空間一致試行において実験参加者の反応時間が短くなります。本研究では、共行為者が発する音（パートナー音：パソコンのキーボードを押す音、椅子が軋む音、服の衣ずれの音）とキーを押す音（応答音）における空間情報の有無が SSE の誘発に与える影響を調べるために心理実験を行いました。実験参加者は大学生と大学院生 16 名（22～25 歳、女性 7 名男性 9 名）でランダムに 8 名ずつの 2 グループ（グループ A と B）に分けられました。実験では、参加者内要因として課題タイプ（単独／共同）と空間一貫性（一致／不一致）、参加者間要因として聴覚提示（空間情報無し／有り）、の 3 要因を設定しました。パートナー音と応答音は、グループ A に対しては空間情報無しで、グループ B に対しては空間情報有りで提示され、グループ A では実験参加者の頭内にその音像が知覚されますが、グループ B では実験参加者の左隣に音像が知覚され、実際に隣の共行為者と課題に取り組んでいる状況が再現されました。SSE 課題のターゲット音は 300 Hz の純音と白色雑音（いずれも持続時間 300 ms）とし、これらのいずれかが右もしくは左からランダムに提示されまし

た。どちらのグループにおいても、ターゲット音は実験参加者の頭部中心から左右どちらかに 50 cm 離れた位置から鳴っているように提示されました。実験参加者には、純音は無視し、白色雑音を聴取した時に可能な限り早く右手で応答キーを押すように指示し、実験参加者の反応時間を測定しました。

グループ A（空間情報無し）単独条件（図 1 a）ではパートナー音と応答音は提示せず、共同条件（図 1 b）では空間情報無しのパートナー音と応答音を提示して、実験参加者に試行を行わせました。グループ B（空間情報有り）単独条件（図 1 c）ではパートナー音と応答音は提示せず、共同条件（図 1 d）では空間情報ありのパートナー音と応答音を提示して、実験参加者に試行を行わせました。単独条件と共同条件のそれぞれに 1 セッションが割り振られ、各セッションは 240 試行（空間一致性（一致／不一致）×ターゲット音（白色雑音／純音）×繰り返し 60 回）でした。

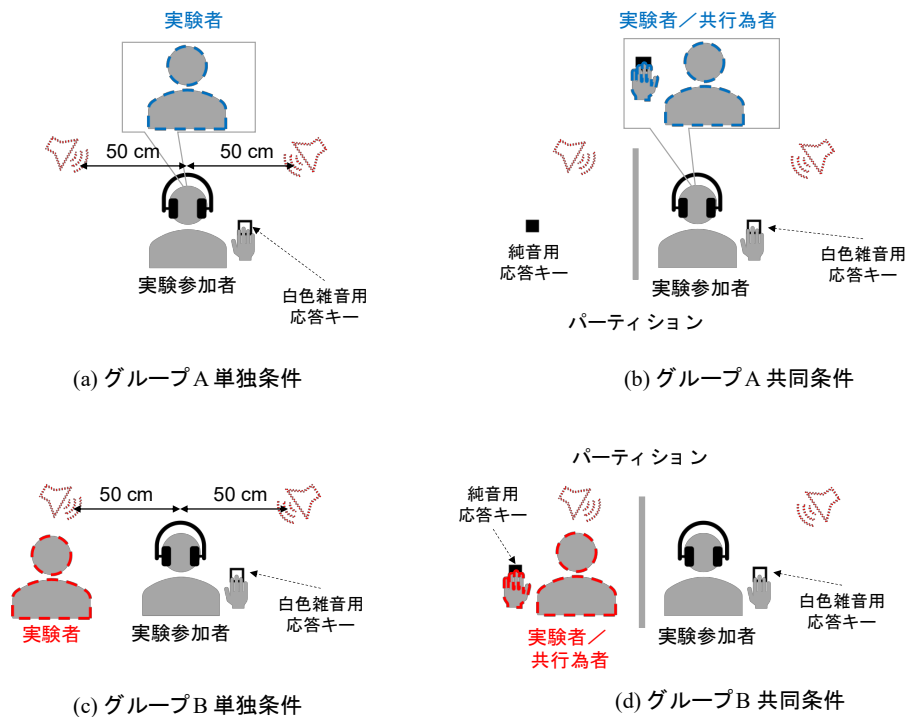


図 1：実験条件。図中の青色は空間情報無し、赤色は空間情報有りの聴覚手がかりを表す

実験の結果得られた反応時間を分析した結果、グループ B 共同条件（図 1 d）のみで、空間一致試行で空間不一致試行よりも応答時間の平均値が有意に短いことが分かりました。つまり、パートナー音と応答音を空間情報無しで提示しても SSE は誘発されず、空間情報有りで提示した場合に SSE が誘発されました。したがって、他者の存在に関わる音の空間情報が SSE の誘発、すなわち、他者の実在感を感じる上で必要不可欠な役割を果たしていることが示されました。本研究の結果は、VR 環境での他者の実在感を含めたユーザの体験に対して聴覚空間情報が行動学的レベルにおける影響の証拠を示すものであり、聴覚情報のみでヒトに他者が「そこにいる」と感じさせるために空間情報が必要不可欠であることを示唆しています。

3. 波及効果、今後の予定

本研究の結果は、モノラルやステレオ再生を採用する遠隔コミュニケーションシステムではユーザ同士が互いを「そこにいる」と感じる事ができないことを示唆しています。しかし、本研究で構築した実験システム

のように空間的な聴覚情報を提示可能なバイノーラル再生技術やその他の技術を利用して空間情報を含めて他者の存在に関わる聴覚情報を提示することで、VR 環境や遠隔コミュニケーションシステムにおいてユーザー同士が互いに「そこにいる」と感じさせることが可能となり、VR 環境における体験をより実環境での体験に近いものにできると考えられます。また、本研究では VR 環境での「音」に焦点を当てましたが、本研究で採用した実験手法は、建築空間などの実際の場において人々がより良いコミュニケーションを行うためにその音環境はどうあるべきか、という疑問への取り組みへの応用も可能だと考えられます。

4. 研究プロジェクトについて

本研究は、日本学術振興会 科学研究費助成事業（17KT0137, 19H04153, 19H04145）の支援を受けて実施されました。

<用語解説>

注1 バイノーラル合成、バイノーラル再生：ある音場において両耳で観測される音響信号を、ヘッドホンなどを用いて聴取者の両耳で再生することで、聴取者があたかもその音場内にいるかのような聴覚的体験を再現する技術。

<研究者のコメント>

コロナ禍以前に開始したプロジェクトですが、コロナ禍によってテレワークや遠隔授業の機会が激増し、遠隔でのコミュニケーションの在り方に注目が集まったことで、偶然にもタイムリーな研究テーマとなりました。いわゆる「オンライン疲れ」の一因はオンラインにおける他者の実在感の欠如にあるのかもしれません。
(大谷 真)

<論文タイトルと著者>

タイトル：Spatial auditory presentation of a partner's presence induces the social Simon effect
(共行為者の存在の空間的聴覚表現が社会的サイモン効果を誘発)

著 者：Arina Kiridoshi, Makoto Otani, Wataru Teramoto

掲 載 誌：Scientific Reports DOI：https://doi.org/10.1038/s41598-022-09628-5