

令和 5 年 6 月 16 日現在

機関番号：32657

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2022

課題番号：17K06678

研究課題名(和文) 住空間における視聴覚環境による共在性の構築とその生理心理的效果の検討

研究課題名(英文) Construction of coexistence by the audiovisual environment in living space and its physiological and psychological effects

研究代表者

佐野 奈緒子 (Sano, Naoko)

東京電機大学・未来科学部・研究員

研究者番号：80376508

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：テレプレゼンスやMRの住環境への適用に向け、視聴覚環境上での他者との繋がりが感じられる『共在感覚』の実現が重要であると考えられる。本研究では『共在感覚』の認知的特徴、及びこれを強める視聴覚情報要因を明らかにすることを目的とした。実験の結果、映像・音声による通信コミュニケーションでの『共在感覚』は実空間での対人距離4mに近い印象にあることが明らかになった。また認知的特徴として『共在感覚』が『意識度』と『領域感』から構成されること、『共在性』情報として『コミュニケーション行動の有無』が『意識度』に影響すること、『視聴覚情報の有無』が『近しさ』『領域感』に影響することが明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

集合住宅での独居老人の孤立や家族とのコミュニケーションの機会の減少、在宅勤務による仕事と私的空間の使い分け等、コミュニケーションに関わる住環境問題が現在表面化している。しかし住環境におけるコミュニケーション環境設計のための設計指針はまだみられない。その一方で、遠隔会議システムやMR技術が著しく発展しつつあり、今後それらを包含した住環境デザインの進展が予想される。本研究で扱う『共在感覚』の概念と、それを実現する視聴覚環境における『共在性』情報は、コミュニケーションとプライバシーを適切に保持できるような、住居の新しい視聴覚環境情報設計指針の策定のための有効な知見を呈示するものと考えられる。

研究成果の概要(英文)：For the application of terrestrial presence and MR to the living environment, it is considered important to realize a "sense of coexistence," which is a sense of connection with others in the audiovisual environment. This study aimed to clarify the cognitive characteristics of the "sense of coexistence" and the audiovisual information factors that enhance it. The results of the experiment revealed that the "sense of coexistence" in video/audio communication is similar to the impression of a 4-meter interpersonal distance in real space. The results also revealed the following cognitive characteristics: (1) "sense of coexistence" is composed of "awareness" and "sense of domain," (2) "presence or absence of communication behavior" as "coexistence" information influences "awareness," and "presence or absence of audiovisual information" influences "proximity" and "sense of domain."

研究分野：建築学

キーワード：共在感覚 共在性 コミュニケーション インタラクション 視聴覚 体動 構造方程式モデリング  
引き込み

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

### 1. 研究開始当初の背景

テレグジスタンス技術やMRの住環境への適用に向けて、建築学においても、通信媒体により空間を接続する技術の進展が望まれる。その際他者の存在感・他者との繋がり感である『共在感覚』が他者とのコミュニケーション時の空間の連続性の維持に重要であると考えられる。本研究では『共在感覚』を成立させる視聴覚環境情報を『共在性』と定義し、その視聴覚情報要因について実験により明らかにすることを目指した。また本研究ではモニタ越しのコミュニケーション装置が設置される環境を想定し、共在性を伴う空間の構築を目指しているが、研究期間終盤に至り、COVID-19流行に対する感染対策として、PCによる通信会議が普及した。そのためCOVID-19流行前および流行中の遠隔会議システムによるコミュニケーション行動と共在感覚についての調査により実空間・通信環境下でのコミュニケーションに対する意識の変化を捉えた。さらに住環境での遠隔会議システムを介したコミュニケーションにおける共在感覚の評価実験により、評価傾向の再現性を確認した。

### 2. 研究の目的

住環境において同じ場に一緒に居る、相手とつながっていると感じられる感覚、即ち『共在感覚』を感じさせる視聴覚情報を明らかにすることを本研究の目的とした。『共在感覚』は木村(2003)<sup>1)</sup>による文化人類学研究において示された概念であり、同じ集落コミュニティ内で相手が見えない状態での会話が、あたかも対面して同じ場にいるような感覚で捉えられていることを指している。一方、『共在感覚』の定義は明示されていない。そのため、本研究では「相手と共にいる感覚」、「相手と同じ場にいる感覚」を『共在感覚』として評価させた。この『共在感覚』は単一の感覚ではなく、環境からの複合的な印象により構成されると予想された。そのため主にコミュニケーション時を対象として、コミュニケーションに関わる評価との関係性から『共在感覚』の認知的な特徴を明らかにすることを第一の目的とした。そして、これら『共在感覚』評価の変化に対応する視聴覚環境情報を『共在性』情報とみなし、その要因を抽出することを第二の目的とした。

### 3. 研究の方法

コミュニケーション時の情報伝達は会話による言語情報、動作や表情、声の質などの非言語情報により伝達される。これらの多くは視聴覚情報として伝達される。本研究では有線による映像を介したコミュニケーション実験システム『擬似窓』(図1)を構築し、音・映像、その双方がある場合の3条件を中心に視聴覚情報を制御した状態でのコミュニケーションを行わせた。その際の『共在感覚』を中心とした印象評価傾向の変化から視聴覚情報と『共在感覚』の関係についてモデル化した。

具体的には、比較のために実空間で行った(1)実空間での異なる対人距離でのコミュニケーション実験、主たる実験である『擬似窓』による(2)他者とコミュニケーションした場合の実験室実験、実環境での検証実験である(3)在宅による遠隔会議システムによるコミュニケーション実験を実施した。これらの検討により『共在性』情報とその特徴について検討した。さらに(2)での結果を解析し、(4)環境要因と『共在感覚』やコミュニケーションに関わる印象評価との関係性について、構造方程式モデリングによる因果モデルを構築し、『共在感覚』の認知的な位置づけを明らかにした。また対人コミュニケーションとの比較のため、(5)物の動きに対面した場合の『共在感覚』についても検討した。その際印象評価のほか、動作の相互伝達の円滑性が共在感覚に影響すると仮説を立て、画像・音に対する体動の『引き込み』<sup>2)</sup>状態を相互相関として求めている。(6)(1)~(5)で得られた対人間・対映像・対音間の『引き込み』を比較し、その違いについて検討し、『引き込み』が『共在感覚』評価の変化に対応する『共在性』情報であるかについて考察した。また(7)COVID-19流行前・中の遠隔会議システムの利用とその印象に対するアンケート調査を行い、遠隔会議システム利用に対する『共在感覚』に関わる意識とコミュニケーション行動の変化について検討した。

### 4. 研究成果

3章で示した実験構成の順に得られた知見を示す。

#### (1)実空間での異なる対人距離でのコミュニケーションと『共在感覚』

二者間で実空間において対人距離と相手との向きを変化させ、動作を伴うコミュニケーションとしてじゃんけんを行わせた。その際の『共在感覚』に関わる印象評価を行った(写真1)。その結果相手と「同じ場にいる感覚」

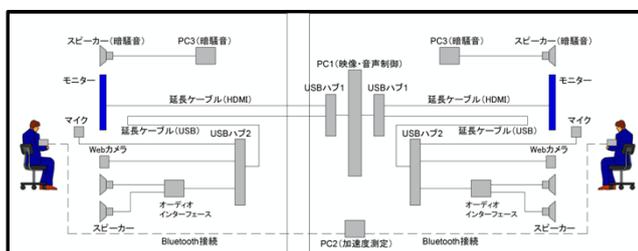


図1 『擬似窓』システム図

は対人距離(0.5, 1, 2, 4m)、相手との向き(対面, 側面)、相手との行動(何もしない, じゃんけん)のいずれの要因においても有意に変化した。対人距離の延長に伴い「同じ場にいる感覚」は弱まり、その傾向は相手と正対して対面する場合よりも相手の視野に入りにくい「側面(互いに同じ方向を向く)」の場合に大きい結果となった。これらの傾向は、相手とコミュニケーションしない「何もしない」場合に、言葉と動作によるインタラクションを含むじゃんけん行動時よりも大きく変化する傾向にあった(図2)。一方、体動の加速度の相互相関はコミュニケーション時に対人距離の違いにかかわらず0.5前後に維持され、二者間の体動に『引き込み』が認められた(4章5節, 図9)。



写真1 実験風景

(2) 通信コミュニケーションシステムで他者とコミュニケーションした場合の共在感覚

実験システム『擬似窓』により、通信システムを介した二者間のコミュニケーションでの『共在感覚』について印象評価実験を行った。空間要因である実空間(1m, 4m)、通信システム(音と映像、音、映像)の5条件において3つの行動(会話、じゃんけん、ルービックキューブ[一人で行う作業])を行わせた。その結果、印象評価の評価傾向は5因子(領域感、意識度、近しさ、共在感覚、コミュニケーション度)に分けられた(表1)。『共在感覚』は会話やじゃんけんによるコミュニケーション時で強く、実空間の対人距離1mで最も強く、音と映像によるコミュニケーションは、実空間4mに近い評価であった(図3)。音のみ、映像のみでは共在感覚は弱い状態にあった。また同じ条件で相手への視聴覚情報伝達を1秒遅延させた場合についても検討した。その結果、遅延した情報を受けとった評価者は教示をされていないにもかかわらず遅延を認識していた一方、『共在感覚』の評価は遅延なしの場合と差は認められなかった。

本実験により、映像・音声による通信コミュニケーションでの『共在感覚』は実空間での対人距離4mに近い印象にあることが明らかになった。

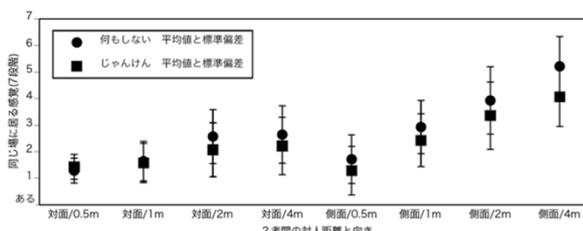


図2 対人距離と向きの違いによる「同じ場にいる感覚」

表1 印象評価による因子分析(最尤法, Promax 回転)

実験1 印象評価項目	領域感	意識度	近しさ	共在感	コミュ度
落ち着きがない(1)-ある(7)	0.95	0.01	-0.13	0.02	-0.10
居心地が悪い(1)-良い(7)	0.85	0.03	0.05	0.00	0.00
不安になる(1)-安心する(7)	0.83	0.04	-0.01	0.02	0.02
行動がしにくい(1)-しやすい(7)	0.66	-0.07	0.15	0.01	-0.10
不自然な(1)-自然な(7)	0.38	-0.10	0.35	-0.06	0.32
気にならない(1)-気になる(7)	0.04	0.88	-0.05	-0.04	-0.03
相手を意識しない(1)-意識する(7)	-0.10	0.78	0.14	0.00	0.05
親しみがない(1)-ある(7)	0.14	0.40	0.28	0.03	0.24
動作が伝わりづらい(1)-伝わりやすい(7)	0.02	0.05	0.76	0.02	0.04
相手との距離が遠い(1)-近い(7)	0.05	0.06	0.74	0.08	-0.05
相手の気配を感じない(1)-感じる(7)	0.00	0.35	0.51	0.19	-0.07
一緒にいる感覚がない(1)-ある(7)	0.01	0.10	0.20	0.74	0.03
相手と同じ場に居る感覚がない(1)-ある(7)	0.00	0.08	0.19	0.72	0.03
コミュニケーションが自然に取りづらい(1)-取りやすい(7)	0.11	0.00	0.17	-0.02	0.72
声につながりを感じない(1)-感じる(7)	0.04	0.29	-0.10	0.14	0.63

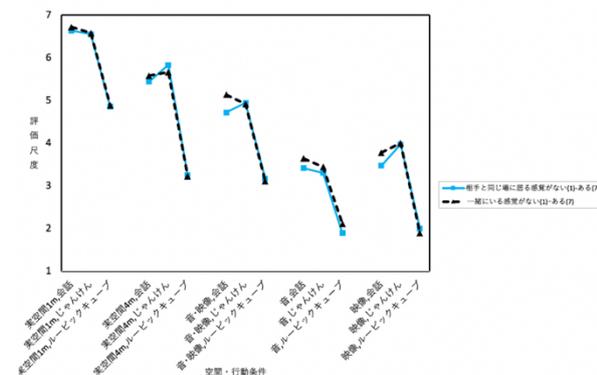


図3 空間・行動条件の違いによる『共在感覚』

(3) 在宅による遠隔会議システムによるコミュニケーションでの共在感覚

一般に広く利用されている遠隔会議システムを用い、(2)と同様に二者間のコミュニケーションでの『共在感覚』について印象評価実験を行った(写真2)。通信システム(音と映像、音、映像)の3条件において3つの行動(会話、じゃんけん、折り紙[一人で行う作業])を行わせた。その結果、居室間を繋いだ遠隔会議システムによるコミュニケーションにおいても、『共在感覚』とそれに関わる印象評価について、実験室実験の場合と同様の評価傾向が確認された。



写真2 実験風景

(4) 環境要因とコミュニケーション行動と『共在感覚』の関係性の構造方程式モデリング

(2)と(3)の印象評価結果を用い、実空間及び通信システムを介したコミュニケーションにおける行動・環境情報と印象評価間の因果関係について構造方程式モデリングによりモデル化した(図4)。パス図では音と映像による通信システムでの評価を基準として変数がよりプラスに作用する場合は黒、マイナスに作用する場合は赤いパスで示している。印象評価は『領域感』『意識度』『共在感覚(図中の共在感)』、心理的な距離感を示す『近しさ』、『コミュニケーション度(図中のコミュ度)』の内生変数により構成され、『共在感覚』は『意識度』と『領域感』に起因し『近しさ』に結果すること、さらに『近しさ』『領域感』が『コミュニケーション度』

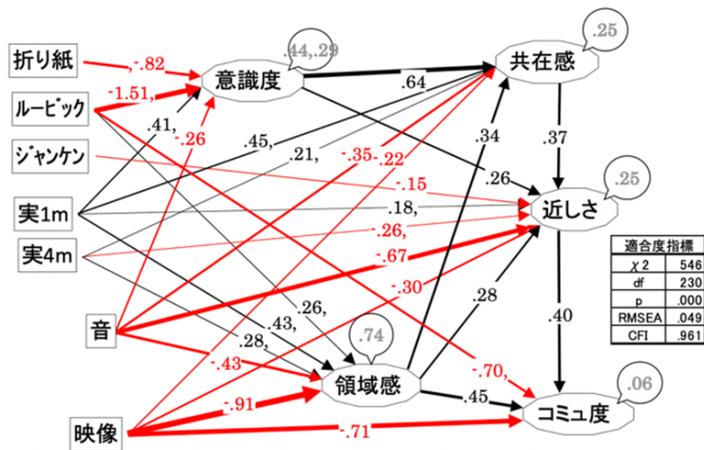


図4 実空間・通信システムを介した環境と『共在感覚』に関わる印象評価の因果モデル

の印象に結果することが明らかになった。その際、コミュニケーションを行わない一人で行う行動は『意識度』に対し、音のみの通信環境は『近しさ』に対し、映像のみの通信環境は『領域感』『コミュニケーション度』に対し、それぞれマイナスに作用している。一方、実空間1mの環境は『共在感覚』『意識度』にプラスに作用しており、実空間での近距離による対面における視聴覚環境は音と映像による通信環境の場合よりも『共在感覚』『意識度』にプラスに作用する『共在性』情報を包含していることが示唆される。

本モデルにより第一に『共在感覚』が『意識度』と『領域感』から構成されること、第二に『共在性』情報として『コミュニケーション行動の有無』が『意識度』に影響すること、『視聴覚情報の有無』が『近しさ』『領域感』に影響することが明らかになった。

#### (5) 物の動きに対面した場合の『共在感覚』

対人コミュニケーションとの比較のために、物の動きに対面した場合の『共在感覚』について検討した。『擬似窓』上で示された、振り子のように周期的に動く円を見る場合[映像](図5)、周期的に発生するタップ音を聴く場合[音]、それらが同時に提示された場合[音と映像]を音映像要因とした。その際、映像と音の周期要因を400ms, 800ms, 1600ms, 3200ms, 及び100-6400ms間ランダムな5条件とした。行動要因として「何もしない」「自由なペースで腕を振る」(写真3)の2課題を行わせ、その際の印象評価を行った。また、腕の振りとの間の「引き込み」を体動の加速度と音、映像の変動との相互相関により検討した。

その結果、同じ場にいる『共在感覚』は音条件で有意に映像条件よりも高い傾向が認められた。視聴覚刺激の提示周期では、『共在感覚』評価が低い傾向が認められた(図6)。以上により周期性を伴う視聴覚刺激が実空間にある場合、1秒前後の周期性のある音情報がある場合に『共在感覚』が意識される傾向にあることが本研究から示された。

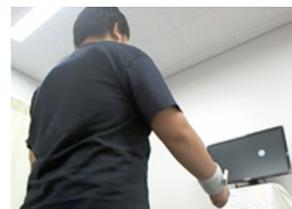


写真3 実験風景

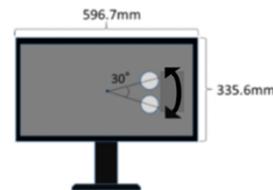


図5 モニタ画像上の円の動き

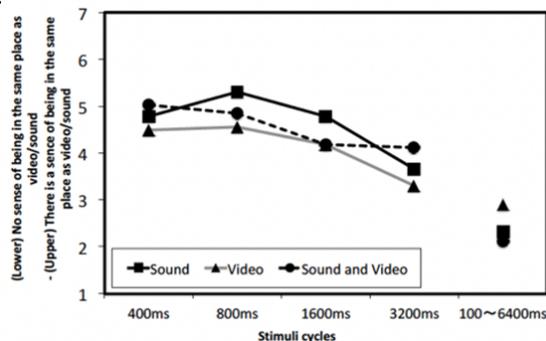


図6 音・映像提示とその周期の違いによる『共在感覚』

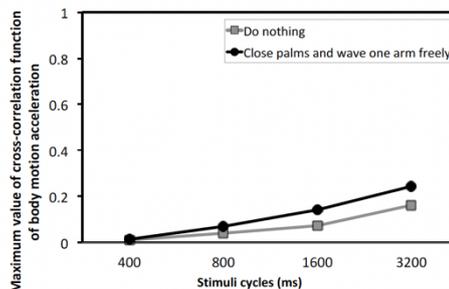


図7 音・映像の提示周期の違いによる体動との相互相関関数(最大値の平均)

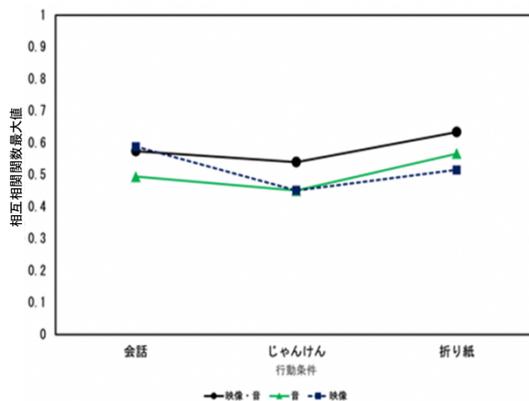


図8 遠隔会議システムを介した二者間の体動の相互相関関数(最大値の平均)

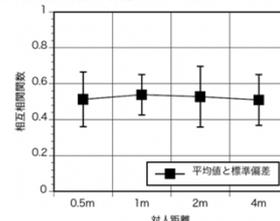


図9 対人距離の違いによる体動の相互相関関数(最大値の平均)

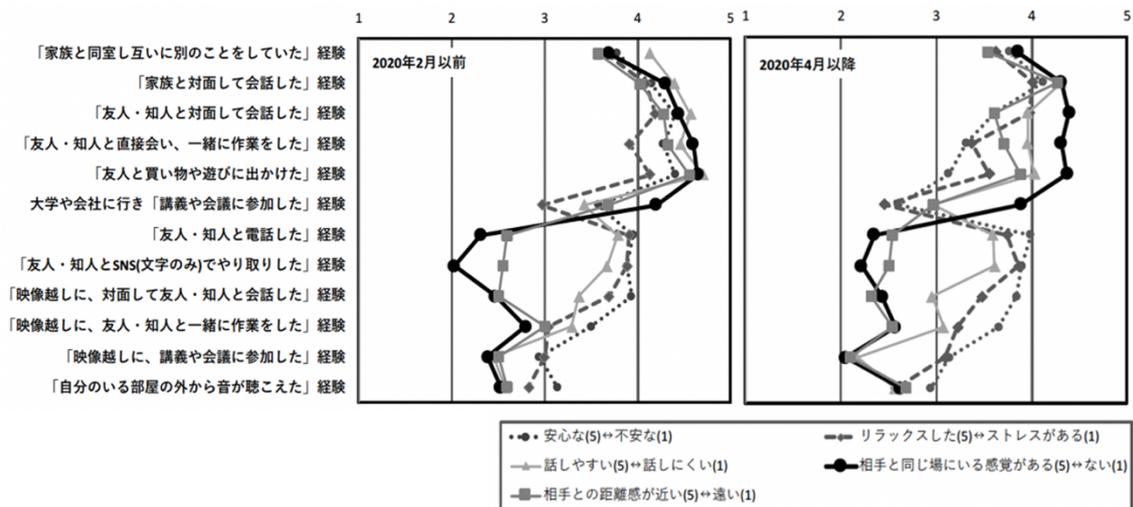


図 10 COVID-19 流行前(2020年2月以前)・中(2020年4月以降)における  
実空間・通信環境によるコミュニケーション経験に対する意識(2020年8月調査)

(6) 『共在性』情報としての体動間の『引き込み』

本研究では仮説として、『共在感覚』はコミュニケーションによる言語情報、ノンバーバル情報という情報の2つの層から得られ、そのうちノンバーバル情報は、さらに行動の意味を示す動作と、相手の行動との関係性の強さを示す『引き込み』という二つの層を持つと予想した。今回の研究では、ノンバーバル情報としての『引き込み』にも注目して検討した。(1)～(5)はそれぞれ異なる対象に対して独立に実験を行っている。そのため単純な比較はできないが、環境下にある視聴覚刺激の周期的変動に対する『引き込み』は、(5)の実験で相互相関関数が最大0.2と低く(前頁図7)、『共在感覚』評価も低かった。一方、対人コミュニケーションの場合には(3)の実験での遠隔会議システム越し(前頁図8)や(1)の実験での実空間での対面時(前頁図9)でいずれも0.5～0.6と、中程度の引き込みが安定して維持されていた。これはコミュニケーション時のインタラクションが、安定した周期性を持ちながら行われていたことを示している。その際の『共在感覚』も、(5)の環境下で周期性のある視聴覚刺激を視聴する場合よりも大きい傾向にあった。対人コミュニケーションでの言語情報交換と、ノンバーバル情報交換、その背景にあるコミュニケーション時の体動周期の安定性が、『共在性』情報として存在する可能性が本研究から推察される。

(7) COVID-19 流行前・中の遠隔会議システムの利用とその印象に対するアンケート調査

関東地方の建築学系の大学学生・教員を対象にオンラインによるアンケート調査を2020年8月に行ない、118名の回答を得た。2020年2月以前(COVID-19流行前)と、2020年4月以降(COVID-19流行中)[以下、時期と呼称]について同内容の質問に回答させた。アンケートは家族、友人知人の関係性の違い、買い物等個人的な行動と公的な学業・仕事の行動場面の違いにおけるコミュニケーション経験が、対面して行われた場合、電話・SNS・遠隔会議システムによる映像越しに行われた場合について、その印象を想起させ評価させたものである。

その結果、『共在感覚』を示す「相手と同じ場にいる感覚がある-ない」評価では時期の違いによる有意差は認められなかった。COVID-19流行中では、COVID-19流行前よりも実空間でのコミュニケーションで有意に安心感、リラックス感が低下し、また相手との距離感が遠く感じられ、話しにくいと評価されている。COVID-19流行中の実空間での安心感は同時期の映像越しの場合よりも低い。距離をとる新しい生活様式によるコミュニケーションのしにくさや他者との接触への懸念が、実空間でのストレスを高めていると考えられる。また時期の違いにかかわらず、SNSや映像越しのコミュニケーションでは実空間の場合よりも「相手との距離感」が遠く、「同じ場にいる感覚」が低く、実験の場合と同傾向にある(図10)。今後はCOVID-19流行後との比較検討を行い、通信環境によるコミュニケーション時の対人・対環境についての意識や行動についてその評価の安定性から、『共在感覚』と環境・行動上の『共在性』要因について検討していく。

<参考文献>

- ①木村大治, 共在感覚 アフリカの二つの社会における言語的相互行為から, 京都大学出版会, 2003
- ②蔵本由紀, 非線形科学, 集英社, 2007

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計8件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 染谷翼, 小池凌雅, 秋田剛, 佐野奈緒子, 兪八二
2. 発表標題 交流促進型の視聴覚環境設計のための基礎的研究 その1 -視聴覚システムによる情報共有の形態の違いが共在感覚と体動の引き込みにもたらす影響について-
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小池凌雅, 染谷翼, 秋田剛, 佐野奈緒子, 兪八二
2. 発表標題 交流促進型の視聴覚環境設計のための基礎的研究 その2 - 視聴覚システムを介したインタラクションの違いが共在感覚と体動の引き込みにもたらす影響について-
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐野奈緒子, 秋田剛, 山崎春菜, 根岸和正, 土田義郎, 宗方淳, 古賀誉章, 小島隆矢
2. 発表標題 新型コロナウイルス流行前後におけるコミュニケーション行動と『同じ場にいる感覚』の変化について
3. 学会等名 人間・環境学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Naoko SANO, Yoshio TSUCHIDA, Takeshi AKITA, Jun MUNAKATA, Takaaki KOGA and Takaya Kojima
2. 発表標題 Examination of the Relationship between Coexistence Recognition and Body Movement Entrainment with Cyclic Audio-Visual Environmental Stimuli
3. 学会等名 JSKE 第15回日本感性工学会春季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 染谷翼, 小池凌雅, 秋田剛, 佐野奈緒子, 兪八二
2. 発表標題 交流促進型の視聴覚環境設計のための基礎的研究 その1 - 視聴覚システムによる情報共有の形態の違いが共在感覚と体動の引き込みにもたらす影響について -
3. 学会等名 日本建築学会大会 (採用決定済)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小池凌雅, 染谷翼, 秋田剛, 佐野奈緒子, 兪八二
2. 発表標題 交流促進型の視聴覚環境設計のための基礎的研究 その2 - 視聴覚システムを介したインタラクションの違いが共在感覚と体動の引き込みにもたらす影響について-
3. 学会等名 日本建築学会大会 (採用決定済)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐野奈緒子, 秋田剛, 土田義郎, 宗方淳, 古賀誉章
2. 発表標題 同じ場に居る感覚に関わる視聴覚環境情報についての検討 -周期性を伴う音・映像のある環境に対する印象評価-
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集(東北), 147-148, 2018-09.
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐野奈緒子, 秋田剛, 土田義郎, 古賀誉章, 宗方淳
2. 発表標題 同じ場に居る感覚に対するインタラクションの影響
3. 学会等名 人間・環境学会 (MERA)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

日本認知科学会研究分科会 問合いー時空間インタラクション 第13回研究会  
<https://sites.google.com/site/jccsmaai/history/13th>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	秋田 剛  (Akita Takeshi)  (40318168)	東京電機大学・未来科学部・教授    (32657)	
研究分担者	土田 義郎  (Tsuchida Yoshio)  (20227424)	金沢工業大学・建築学部・教授    (33302)	
研究分担者	古賀 誉章  (Koga Takaaki)  (40514328)	宇都宮大学・地域デザイン科学部・准教授    (12201)	
研究分担者	宗方 淳  (Munakata Jun)  (80323517)	千葉大学・大学院工学研究院・教授    (12501)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------