

植物になったかのような疑似体験により観察者の共感を向上させる 手法の開発

三上拓哉¹⁾ 藤木淳^{1,2)} (正会員)

1) 札幌市立大学デザイン研究科 2) 札幌市立大学デザイン学部

Development of a method to improve the empathy of observers by virtual experience of becoming a plant.

Takuya Mikami¹⁾ Jun Fujiki^{1,2)}(Member)

1) Graduate School of Design, Sapporo City University

2) Department of Design, Sapporo City University

{ 1965002 } @ st.scu.ac.jp

{ j.fujiki } @ scu.ac.jp

アブストラクト

本研究は、植物になったかのような疑似体験により、観察者の共感を向上させる手法の開発を目的としている。本手法は植物が感じている刺激を視覚、聴覚、触覚情報として観察者にフィードバックするシステムを開発する。本手法の有効性を評価するために実験は2つ行い、実験1では植物の視界を体験する場合としない場合で比較した。その結果、植物の視界を体験する条件では観察者は植物との心理的な距離が接近したと報告した。実験2では、観察者にフィードバックする刺激を視覚、聴覚、触覚刺激を組み合わせた時に共感に与える影響について検証した。その結果、観察者にフィードバックする刺激を増加させることで心理的な距離が改善され、植物への共感が生じやすい状態になっていることが示唆された。

Abstract

The purpose of this research is to develop a method to improve the empathy of the observer by virtual experience of becoming a plant. This method develops a system that feeds back the stimuli felt by the plant to the observer as vision, auditory, and tactile information. Two experiments were conducted to evaluate the effectiveness of this method. In the first experiment, we compared the results with and without experiencing plant vision. As a result, observers reported a closer psychological distance to the plant in the condition where they experienced the plant's vision. In the second experiment, we examined the effect on empathy when the stimuli feed back to the observer were a combination of vision, auditory, and tactile stimuli. The results suggest that increasing the stimulus feedback to the observer improves the psychological distance and facilitates the generation of empathy for the plant.

1. はじめに

本研究は植物への共感を向上させるため、植物が栽培時に受けている刺激を観察者が疑似体験できる手法の開発を目的とする。そのため植物が受けている刺激を観察者にフィードバックするシステムを開発し、評価実験の結果から本手法が観察者の共感に及ぼす影響を検証する。本稿では植物の疑似体験に必要なシステムの概要について述べ、そのシステムを用いた実験結果から本手法の有効性を考察する。

共感とはサルやチンパンジーといった動物にも備わっている心的機能であるが、ヒトの場合は他の動物に比べて高度で複雑かつ大規模な協力社会を構築でき、他者に対しても見返りや報酬を求めない向社会的行動が行える特性がある[1]。共感とは人間が円滑な日常生活を送る上で重要な役割を果たしていることは明白であるが、その原理は未だ明らかになっておらず、詳細なメカニズムや測定方法について心理学、神経科学、医学といった様々な分野で研究が進められている[2,3,4]。

上記のような理論や測定に関する研究の他に、共感とは介入によって向上できることから円滑なコミュニケーションや他者への援助が業務として求められる者を対象に、他者への共感を高める教育プログラムやトレーニング方法について実践的な研究が行われている[5,6]。近年はVirtual Realityの技術を利用し、苦痛を感じている他者のストーリーテリングを体験することで共感を向上させる試みも存在する[7]。

一方、従来研究では観察対象(共感する対象)となるのは主に人間であり、観察者に対してどのような介入を行えば他者への共感を向上できるかについて研究が進められてきたが、近年は他者以外の存在にも共感していることが確認されている。Suzukiらはロボットへ共感できるかを確かめるために、ロボットの手にナイフが刺さりそうになっている写真と、人間の手にナイフが刺さりそうになっている写真を実験参加者に提示し、脳波を計測した[8]。その結果、ロボットの手にナイフが刺さりそうになっている写真を見た時の脳波成分(事象関連電位)は、人間の手にナイフが刺さりそうになっている写真を見た時と基本的に同様であり、ロボットが観察対象であっても共感的な反応を示したことが確認されている。このことから人間は観察対象が人間以外であっても共感できる神経基盤が存在していると考えられる。ただし、実験で使われたロボットの手は人間と類似する形状であり、人間と類似していない場合との比較が今後の課題である。このような先行研究を踏まえ、本研究では言語を介さずとも、観察対象が知覚している刺激を疑似体験することで観察対象への共感が向上すると考えた。また、このアプローチは人間と形状が類似しない対象においても有効であると考えた。

本研究では人間以外の観察対象として、室内で栽培されている観葉植物を用いる(以下、植物と統一する)。日常生活において植物の効果を実感することは少ないが、植物が存在することで室内の空気は浄化される他[9]、植物が存在する環境下で作業する人々にはストレス軽減やメンタルヘルスにポジティブな効果があることが確認されている[10,11]。また、植物の世話を行

うことで交感神経系の活動や血圧が改善され、快適感を与えることもある[12]。このような点から、植物を栽培すると人間の健康に望ましい生活環境へと変化させることができるが、植物を室内に設置したり、世話したりするためには植物自体に関心を持たせる必要がある。

日本人に対して行われた植物栽培に関するアンケートから、植物を室内に設置していない人々はその理由の一部に「植物を枯らしてしまう・手入れの方法が分からない」を挙げている[13]。手入れの方法が分からないといった理由には、植物に関する知識や栽培経験が無いことに加え、植物自体に関心を持つきっかけが無く、日常生活で意識することが少ないことも考えられる。また枯らしてしまうといった理由に、植物は栽培者に自身の状態変化を積極的にアピールすることは無いため、植物に対して関心が低い者は植物の状態を理解しようとしたり、推察したりすることができないため気づかぬうちに枯らしてしまう。

このような問題に関して、近年は日当たりのいい場所に植物を自律的に移動させる機構や、栽培に知識や関心が無い者でも水やりといった日常的な世話を実行しやすいようにするため植物への愛着を向上させる試みも提案されている[14]。これに対し、我々は植物の形態に変更を加えたり、物理的な機構を追加し、植物に状態を表現させたりするのではなく、植物自体の理解を促進させるため、植物に与えている刺激を観察者に疑似体験させる点が異なっている。

本研究では植物が受けている刺激を観察者に疑似体験させるため、フィードバックする刺激の種類には視覚、聴覚、触覚を用いる。使用する植物は一般的に入手できる観葉植物を用いている。この手法により植物への共感が向上した結果、植物の状態を理解、推察できることで植物育成に関わる心理的な障害を低減できると考える。

2. 関連研究

植物を用いた従来インタラクション研究では、植物にペットや人間のような感情表現を行わせる手法がいくつか提案されている。Kawakamiらは植物の世話を支援することを目的に、ペットを飼うような感覚で植物とインタラクションできる植木鉢型ロボットを開発している[14]。このロボットには植木鉢内の状態や周辺環境の情報を取得する各センサーと、移動するためのアクチュエータが搭載されている。また日当たりの悪い場所から良い場所に移動したり、人間の周りに移動し、水やりを促すような振舞いをしたりするシステムが実装されている。ユーザがロボットの振舞いに気づいて水やりを行うとロボットはその場で回転し、喜んでいるかのような動作をする。これによりペットのような印象をユーザに抱かせることを意図している。Kawakamiらに類似する研究として、Angeliniらは植物の状態を把握するために、温度、土壌湿度、照度をセンサーで取得し、生命維持に好ましい状態になっているならば笑顔のような表情をディスプレイに表示するシステムを開発している[15]。

前述した研究は植木鉢に取り付けられた車輪やディスプレイ等を動作させることで生物感の提示を行っているのに対し、

Sawakiらは植物自体を動かすアプローチにより、植物が感情表現しているように見える方法を検討している[16,17]。この方法では植物の枝に糸を括り付け、糸をモーターでコントロールするシステムを実装し、植物が喜怒哀楽といった感情を表出しているように感じるモーションパターンをいくつか提案している。このように植物の状態を人間が理解しやすいように伝達したり、関心を持たせたりする方法として人間のインタラクションに応じて喜怒哀楽といった感情提示する擬人化表現や、動物を想起させる擬動物化表現ともいうような方法が提案されている。

これらの先行研究に対して、本研究では植物の状態についてモニター等を用いて提示したり、葉、枝もしくは植えられている容器にアクチュエータを取り付け、動作させたりすることで観察者の関心を引くのではなく、植物の状態を観察者自身に疑似体験させる手法を検討する。人間は他者以外の存在に共感可能なのかを確かめるため、Suzukiらは自分の視点がロボット視点もしくは人間視点となった際の共感反応について実験している[8]。この実験ではそれぞれの視点から見た写真を実験参加者に提示する。写真には共感が生起するような刺激が含まれており、提示した際の脳波成分の変化を計測している。その結果、実験参加者の視点がロボット視点に帰属した場合でも人間視点の場合と同様の共感反応が見られたと報告している。このことから観察対象の視点を得ることは共感に影響があると考えられる。

また、身体認知に関する運動主体感や身体所有感が共感に影響を与えている場合も考えられる。Ventre-Domineyらはロボットに運動主体感を生起させた際の効果について実験し、その結果、運動主体感が生起されたことで観察対象との親近感や心理的距離が改善されたと報告している[18]。このことから運動主体感を生起させることは観察対象へ共感しやすい状態にする可能性が示唆されている。次に身体所有感も共感に影響していることがMaisterらの実験から示唆されている[25]。この実験はラバーハンド錯覚を利用し、自身の肌色と異なる偽の身体に身体所有感が生じた結果、自身と肌色が異なる集団に対して無意識的な偏見が低減されたと報告している。

これらの報告から、観察対象の視点を得ることや、身体認知に関する運動主体感や身体所有感が共感に影響を与えていることが考えられる。また運動主体感や身体所有感は視覚と体性感覚から得る刺激が統合されて生起することから、観察対象の視点の有無は共感の生起に大きな影響を与えると考えられる。

上記の内容を踏まえると、共感を生起させたい対象が人間以外であっても、視点を共有していることを認識できればその対象への共感が生起しやすい状態になることが推測できる。また、運動主体感や身体所有感が共感に影響を与えていることが示唆されていることから、観察対象が受けている刺激を観察者の視覚や聴覚、触覚といった感覚にフィードバックすると観察対象そのものになったような印象を抱かせられると考える。

本研究では観察対象として先行研究で用いられている人型ロボットではなく植物を用い、植物の受けている刺激を疑似体験させることで植物への共感が向上するか検討する。先行研究で用いられているロボットには人間の目に対応するパーツや5本

の指を持っているものが採用されている。観察対象の形状が人間に類似するほど親近感が増加することは一般的に知られており[21,22]、Suzukiら、Ventre-Domineyらが用いているロボットは共感を持ちやすい形状である可能性がある。一方、植物は生物ではあるが人間とかけ離れた形状をしていることから、先行研究で用いられているようなロボットと同様の共感反応が得られるとは限らず、人間との類似度が低下することで共感反応が低減する可能性もある。そのため人間との類似度が低い植物を対象とした時、その植物が受けている刺激を人間にフィードバックすることは共感に影響を与えるのか実験により明らかにする。

3. 植物疑似体験システムについて

3.1 システムの概要

本研究では植物が受けている刺激を観察者に疑似体験をさせるシステムを開発する。人間と植物では刺激を知覚するメカニズムが全く異なるため、植物が感じている刺激をそのまま再現することは難しい。一方、人間以外の観察対象であっても共感できることが示唆されている。このことから観察対象と同一の感覚器を持っていることは共感する上で必ずしも必要ではないと考えられる。すなわち植物と感覚を共有しているという認識を持つことができれば、植物の感覚器が知覚している刺激を再現できずとも、あたかも自身が植物になったような体験を創出できると考える。

植物と感覚を共有していると推測させるため、人間のどの感覚にどのような刺激を提示すれば良いのかについて、人間の五感に対応する感覚が植物に存在するかという点から検討する。植物学者のMancusoは、植物には知性があり、20の感覚を持つと主張している[26]。この主張が正しいかは未だ検証段階であるが、植物には人間の五感のような機能や特性が備わっていると見做せることがいくつかの研究から明らかになっている。

植物に視覚のような感覚が存在すると考えられる現象として、光の方向を検知し、その方向に向かって成長する屈光性がある[27]。このことから、光を感じる受容体が植物には存在し、検知した刺激に応じて自身の成長をコントロールしていると考えられる。聴覚も同様に、音によって空気が振動することを刺激として感じ取っていることが確認されている[28]。この研究結果から昆虫の羽音を聞くことで分泌される蜜の糖度をコントロールし、その蜜に寄って来る昆虫とコミュニケーションしていることが示唆されている。触覚や温冷感覚を感じ取っていることも確認されている[29,30]。味覚、嗅覚も同様のことが考えられる[31,32]。

これらの研究から、植物には人間と同じように刺激を検知する受容器が存在し、その情報を基に自身の成長や振舞いを制御していると考えられる。これは人間が刺激を認識する機序と類似しており、植物が受けている刺激をフィードバックすることで自身が植物になっているような印象を与えることが可能であると考える。味覚と嗅覚に関して、人間にフィードバックするには粘膜に刺激を提示する必要があり、侵襲性が高くなってしまふ恐れがある。そのため本手法では視覚、触覚、聴覚刺激を

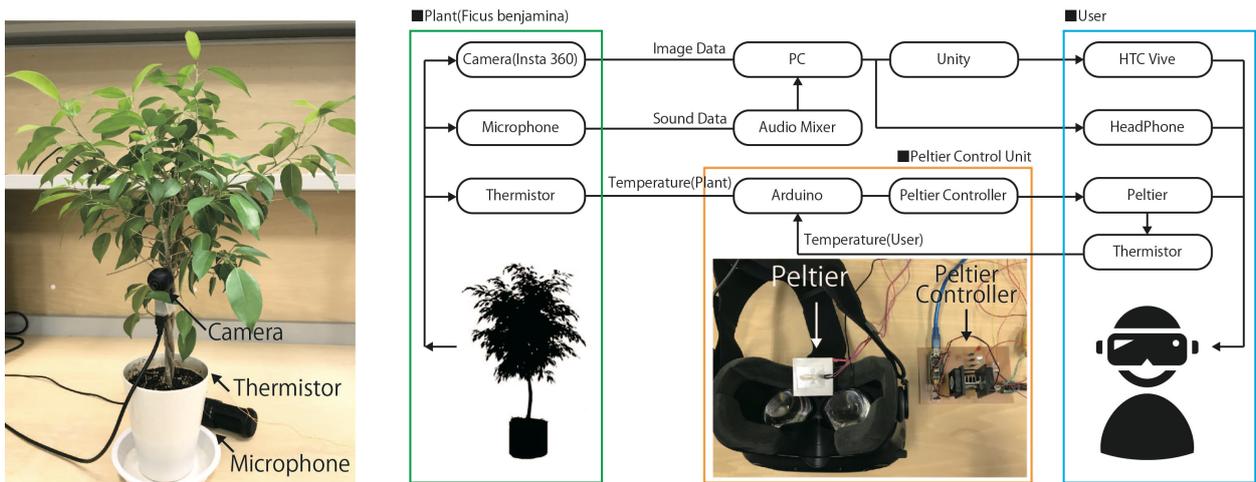


図1. システムの構成

フィードバックする方法を実装する。

本システムと類似するコンセプトを持つ作品として、八谷が制作した視聴覚交換マシンが存在する[23]。この作品は体験者2名にヘッドマウントディスプレイ(HMD)を装着し、それぞれのHMDに搭載されているカメラやマイクから取得した情報を、2人の体験者の間で入れ替えて体験できる。この作品は人間を対象としたものであるが、観察対象の感覚を体験するという点は本研究のコンセプトと類似している。

本システムは植物の疑似体験をさせることから、植物側から見えている、感じていると思われる視覚・聴覚・触覚情報をセンサーで取得し、観察者に提示する方法を実装する(図1)。

3.2 システムの構成

本システムは植物側の視覚・聴覚・触覚情報を得るために、植物の主軸に360度カメラ(Insta 360 Air)を設置し、聴覚情報を取得するため植木鉢の近傍にマイク(Audio-Technica AT2020)、植木鉢の外周部にサーミスタを設置している。観察者にはHMDを装着させ、360度カメラから得た情報をHMD内のディスプレイに視覚情報として描画する(Unity 2020.3.5fl)。聴覚情報はマイクで取得した音をヘッドセット(Audio-Technica ATH-AR3BT)で聴くことができる。触覚情報は観察者の額に密着するように取り付けられたペルチェ素子を用いて提示する。

ペルチェ素子を額に装着した理由は、額は比較的温冷覚の感度が高く装着もしやすいためである。また植木鉢に設置したサーミスタで取得した情報を基に、リアルタイムで温度情報を取得している。この温度情報を基に一定の温度変化があった場合にはペルチェ素子を駆動し、触覚刺激として提示する方法を実装している。

3.3 温度変化の検出・提示方法について

本手法は植物の状態を認識させるため、水やりという行為に着目した。多くの植物の場合、水やりを定期的に行う必要があり、植物の温度が急激に変化する瞬間である。水やりは植物の世話の中でも最も基本的な行為であり、水やりによって温度が低下したことがフィードバックされると植物になったように感

じやすくなるのではないかと考えた。そのため水やりによって生じる温度変化を観察者にペルチェ素子を用いて触覚(冷覚)刺激として提示する。

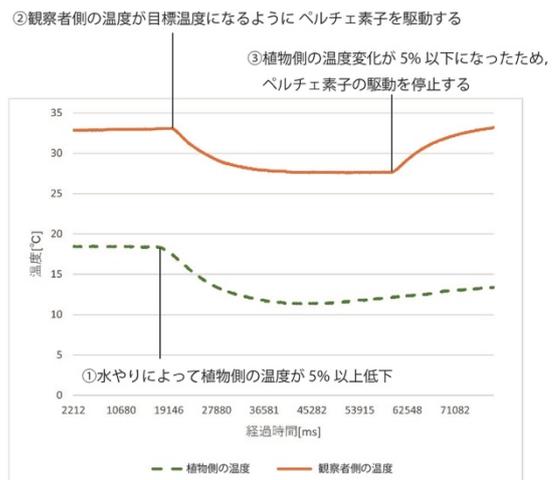


図2. 植物側の温度変化とペルチェ素子を駆動した時の観察者側の温度変化

開発するシステムは、植木鉢とペルチェ素子に取り付けているサーミスタ(103JT-025)から温度情報を取得し、ペルチェ素子(TEC1-12708)をモータドライバ(TA7291P)で制御する回路を実装している(図1:Peltier Control Unit)。冷覚刺激として提示する温度は、植物側の温度として植木鉢に取り付けられたサーミスタと、観察者側の温度としてペルチェ素子に取り付けられ、人間の額に密着するサーミスタからの温度情報を基に決定する。

植物側と観察者側のサーミスタから送られてくる温度情報は10フレーム分の平均値としており、実行速度は約13FPSである。制御のトリガーとなるのは植物側の温度である。直前の10フレームで計測された温度から5%以上低下した時、観察者側の目標温度を計算し、設定した目標温度までペルチェ素子を駆動する。観察者側のサーミスタから取得する温度が目標温度まで低下後、再度植物側の温度を計測し、温度低下が5%以下になるまで同様の処理を続ける。

観察者側の目標温度とは、人間の額に取り付けられたサーミスタをペルチェ素子により何度まで冷却するかを示す温度である。目標温度は植物側の温度が5%低下したとき、観察者側の目標温度を5%低下させた温度とし、この目標温度になるまでペルチェ素子は駆動する。水やりが行われ、植物側の温度が変化したとき、ペルチェ素子が駆動させ、観察者側の温度を変化させた結果を図2に示す。

4. 植物の疑似体験により共感が向上したか評価する実験について

4.1 実験概要

開発したシステムを用い、植物の疑似体験を行った結果、植物への共感が向上したかを評価する。本研究で検証する仮説は、仮説①植物の視点(視覚情報のみ)を体感した場合、植物への共感が生起する、仮説②フィードバックする刺激が多いほど共感が向上するの2つを設定した。

仮説①は、先行研究においてロボットの視界を体感することで共感が生起することが示唆されているが、植物においても同様に共感が生起するのか確認するためである。仮説②は観察対象の視点の動きが観察者と同期することで心理的距離が接近することを踏まえ、観察対象の視界以外にもフィードバックすると心理的距離が近くなり、共感が向上するかを確認するためである。この2つの仮説を検証するために実験は2つ行い、本手法が植物への共感に与えた影響について考察する。

4.2 実験条件

実験1では、仮説①を検証するため、HMDを装着し、視覚情報のみをフィードバックする条件(Vision feedback: VF)、裸眼で植物を見る条件(no Vision feedback: n-VF)の2つを設定し、被験者内計画によって実施した。

実験2では、仮説②を検証するため、開発したシステムを装着し、視覚情報のみをフィードバックする(Vision feedback: VF)、VFに聴覚情報を付加してフィードバックする(Vision and Auditory Feedback: VAF)、VAFに触覚情報を付加してフィードバックする(Vision, Auditory and Tactile Feedback: VATF)の3条件を被験者内計画によって実施した。

実験1と実験2では別の実験参加者を募集し、実験1は実験参加者8名(男性4名、女性4名、平均年齢33.5歳)、実験2では実験参加者12名(男性4名、女性8名、平均年齢34.8歳)を対象に実施した。

VF、VAF、VATF条件は植物側から見る内容となっており、実験参加者自身が見える状態で実施した。これは実験参加者と植物の位置関係を固定するためである。実験参加者を見えなくするために身体を認識して画像処理でマスクをかけることや、事前に録画した映像を使用する、実験参加者を別の場所に移動させる等が考えられる。これらの方法により実験参加者を移動させたり、見えなくしたりすることは実験参加者が開始時に認識している植物との距離感を変化させる恐れがあり、後述する心理的重なり尺度や多次元共感性尺度に影響を及ぼすと考えた。

そのため実験参加者と植物の物理的な距離は変更せず、植物側の視点で行う条件の場合では実験参加者自身が見える状態で実施した。

4.3 実験手続き

実験1では2つの条件(VF,n-VF)、実験2では3つの条件(VF、VAF、VATF)についてカウンターバランスを行った上で実験を実施した。はじめに実験実施者が実験参加者を部屋に案内し、用意された椅子に座る様に指示する。その後、植物になったかのような疑似体験してもらうため、実験実施者が水やりを行う様子を見てもらう実験であることを説明する。

HMDや開発したシステムを装着する実験を実施する場合は、装着することに同意が得られた者のみに装着し、視界が正常に見えていること、装着に痛み等の違和感がないこと、植物が設置された植木鉢と実験参加者の身体との距離が50cmとなっているか確認する(図3)。実験1および実験2に参加した実験参加者のうち、同意が得られなかった実験参加者は0名だった。

実験参加者が可能な行為として、座ったままの状態を維持し、首を動かし、周りを見たりすることは可能であると伝えた。一方、制限されている行為として、立ち上がったり、歩いたりすることは出来ないとして指示した。実験参加者は可能であると伝えた行為から逸脱した行為を行った者は居なかった。実験参加者に用意ができたなら「始めてください」と発言するように伝え、発言が確認されたのち、実験実施者が植物へ水やりを行い、約2分間自由に体験してもらう。実験実施者から終了の合図が出された後は装着物を全て外し、アンケートの記入してもらう。



図3. 実験中の様子(上段：実験装置を装着した実験参加者、下段：HMD内のディスプレイに描画された植物側の視界)

4.4 評価方法

本手法によって観察対象への共感が向上したかを評価するために、共感を多面的に評価できる多次元共感性尺度(MES)を参考に作成した設問を用いる[24]。共感が生起する詳細なメカニズムが未だ明らかになっていないことから、生成する過程の違いに着目し、情動的な側面から生起する共感と、認知的な側面から生起する共感に分けて議論されることが多い。前者は情動的共感と呼ばれ、情動伝染のような身体反応を伴って生起する共感であり、後者は認知的共感と呼ばれ、他者視点を想像したりする結果、他者の心的状態を推察し、理解する共感である[33]。

近年の研究では情動的共感と認知的共感は互いに影響していると考えられており[34,35]、MESは両方の側面を評価するために作成されている。本実験の評価として用いる際には、実験参加者が感じている植物への同情や配慮について評価する他者指向的反応に関する設問と、植物の視点を取得しているか評価する視点取得に関する設問を参考に、元の設問文から主語を人間から植物へと変更したものを使用している。本研究ではMESとして表記する(表1)。

MESの設問は4つ設定し、他者指向的反応に関する設問は設問1, 2, 視点取得に関する設問は設問3, 4である。実験参加者は1試行毎に設問1から設問4のすべてに回答する。設問は7件法により回答させ、全く当てはまらない場合は1, とてもよく当てはまる場合は7のように回答させた。また、観察対象に感じる心理的距離は共感反応に正の相関があることから[20]、観察対象と実験参加者の心理的な距離を測定する心理的重なり尺度(IOS)[19]を利用し、実験条件間での心理的な距離の変化と共感との関連について調査する。IOSは図4に示す(1)～(7)の選択肢から構成されており、何も書かれていない白い丸は植物を表している。MESと同様に7件法で回答させ、自身と植物との距離を表しているものとして最もふさわしいもの1つを回答させた。MES, IOSは試行毎に回答させ、すべての試行が終わった後、本実験について気づいた点を自由記述にて回答させた。

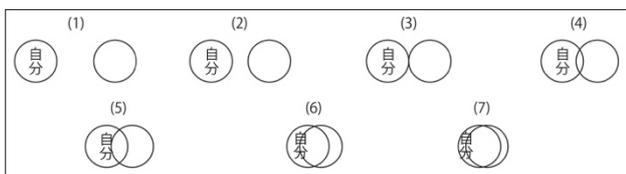


図4. 本実験で用いたIOSの選択肢

表1. MESを参考に本実験で作成した設問

設問1:枯れそうな植物を見ると、手助けしたいと思う。
 設問2:植物が成長しているのを見ると、自分には関係なくても応援したくなる。
 設問3:常に植物の立場に立って、植物を理解したいと思う。
 設問4:植物の世話をするときは、植物が何を求めているかを考えながら世話をしたいと思う。

4.5 実験結果

4.5.1 実験1:植物の視点のみを体感した場合の共感への影響について

実験1の結果(VF,n-VF)について、MESとIOSの回答結果をそれぞれ図5,6に示す(エラーバーは標準誤差)。MESに関して、他者指向的反応は2設問の回答結果の平均を取り、得点としている。視点取得に関する結果も同様の処理を行っている。

MESの視点取得の得点と標準誤差について、VF条件とn-VF条件の結果はそれぞれ4.81±0.51, 4.31±0.63となっている。同様に他者指向的反応について、VF条件とn-VF条件の結果は5.75±0.35, 5.438±0.64となっている。IOSの得点と標準誤差は、VF条件, n-VF条件で3.63±0.42, 2.23±0.41となっている。

MESの他者指向的反応と視点取得の結果と、IOSの結果について、Wilcoxonの符号付き順位検定を行った。その結果、他者指向的反応、視点取得に関しては条件間に有意差は認められなかった。IOSの結果は条件間に有意差が認められた(*:p<.05)。

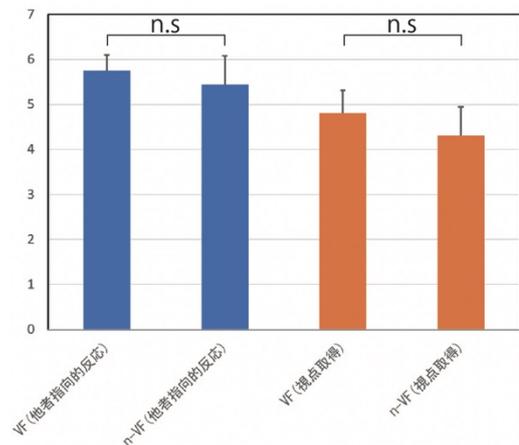


図5. 実験1の回答結果(MES)

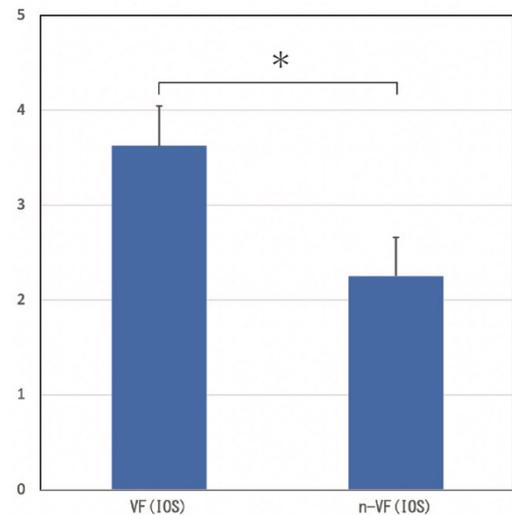


図6. 実験1の回答結果(IOS)

4.5.2 実験2:フィードバックする刺激が増加する時、共感に与える影響について

実験2の結果(VF, VAF, VATF)について、MESとIOSの結果を図7,8に示す(エラーバーは標準誤差)。MESに関して、他者指向的

反応は2設問の回答結果の平均を取り、得点としている。視点取得に関する結果も同様の処理を行っている。

MESの視点取得の得点と標準誤差について、VF条件、VAF条件、VATF条件の結果はそれぞれ、 4.12 ± 0.37 , 4.54 ± 0.40 , 4.50 ± 0.39 となっている。同様に他者指向的反応について、VF条件、VAF条件、VATF条件の結果は 5.29 ± 0.36 , 5.33 ± 0.31 , 5.46 ± 0.29 となっている。IOSの得点と標準誤差は、VF条件、VAF条件、VATF条件のそれぞれについて、 2.08 ± 0.43 , 2.25 ± 0.25 , 3.00 ± 0.41 となっている。

この結果に対して、一元配置分散分析とHolm法による多重比較を行った。分析結果はMESの他者指向性、視点取得について3つの条件間で有意差は認められなかった。IOSに関しては、VFとVATFで有意差が認められ(*:p<.05), VAFとVATF(†:p<.10)では有意傾向となっている。

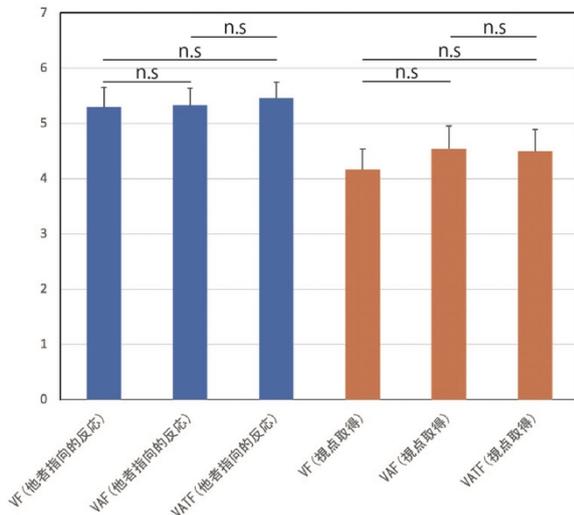


図7. 実験2の回答結果(MES)

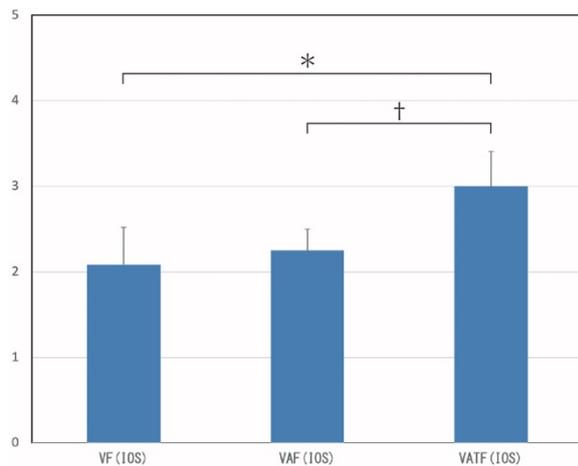


図8. 実験2の回答結果(IOS)

5. 考察

5.1 仮説①(植物の視点を体感した場合、植物への共感が生起する)についての考察

4.5.1の結果から、植物側から見えているような視界をHMDで

フィードバックするVF条件と、HMDを装着せずにそのまま植物を見るn-VF条件を比較すると、MESの他者指向的反応、視点取得に関しては条件間で有意差は認められず、平均値は視点取得、他者指向的反応共にVF条件の方が高い結果となっている。

IOSに関してはVF条件の場合に有意な差があると認められた。このことから植物の視界を体感することで観察者と植物との心理的な距離が接近したことが確認できる。心理的な距離が接近すると共感反応に正の影響があることから[20], VF条件は植物に対して共感が生じやすい状態になっていると考える。

実験1ではMESにより共感のどの要素に影響があったかどうかを確認するため、他者指向的反応、視点取得に関する調査を行った。その結果、他者指向的反応、視点取得に影響があったかについて明らかにできなかった。一方、他者指向的反応、視点取得に関する回答の平均値はVF条件の方が高く、IOSの結果ではVF条件で有意差が見られたことを踏まえ、植物側の視点を体験することによって共感が生じやすい状態になっていることが推測できる。

5.2 仮説②フィードバックする刺激を増やすことで心理的な距離が改善され、共感が向上させられるかについての考察

4.5.2の結果から、視覚情報のみをフィードバックするVF条件、視覚+聴覚情報をフィードバックするVAF条件、視覚+聴覚+触覚情報をフィードバックするVATF条件を比較すると、MESの他者指向的反応、視点取得に関しては条件間で有意差は認められず、視点取得の平均値はVAF条件が一番高く、その次に高いのがVATF条件であった。他者指向的反応に関してはVATF条件が一番高く、その次に高いのがVAF条件であった。

IOSに関しては条件間で比較したとき、VAF条件で有意傾向、VATF条件で有意な差があると認められた。このことからフィードバックする刺激を増やすと植物との心理的な距離が接近することが確認できる。また心理的に接近したと最も感じているVATF条件では他の条件と比較して植物に対して共感が生じやすい状態であることが推測できる。実験で得られた自由記述には「音や温度が加わることで、より植物になれている感じがした」、「冷たさを感じた後はなんだか嬉しい気持ちになった」、「今後は植物の目線になって世話をしたい」等のコメントが得られた。

他者指向的反応、視点取得に関する回答の平均値はVF条件よりVAF条件、VATF条件の方が高く、IOSの結果ではVAF条件で有意傾向、VATF条件で有意な差が認められたこと、植物に対してのポジティブなコメントが自由記述で得られたことから、フィードバックする刺激を増やすと心理的な距離が近くなり、共感が向上できたと考える。

実験1と同様に、他者指向的反応、視点取得に影響があったかどうかについて明らかにできなかった。その原因に、MESは個人個人の態度に関係する尺度であり、短期間の体験での変化を測定することが難しいことが考えられる。一方、IOSはフィードバックする刺激を増加させることで結果に差があると確認されたことから、実験条件間の変化を鋭敏に評価できる尺度であ

ることが考えられる。

MESを利用し、具体的な変化が確認されたと報告している研究では[36,37]、数十分あるいは数日という期間で介入していることが多い。介入方法が異なるため前述した研究との直接的な比較はできないが、本研究もある程度の長い実験期間を設定し、複数回の体験を経ることでMESの回答に差が生じる可能性があると考えられる。その際は観察対象との接触回数が増加することから、単純接触効果[38]といった繰り返し観察対象と接した結果、好感度や印象が高まる可能性について考慮した実験計画が必要であると考えられる。

6. まとめ

本研究は、植物への共感を向上させるため、植物が受けている刺激を疑似体験できる手法の開発が目的である。今回開発したシステムを用い、植物になったかのような疑似体験が植物への共感に影響を与えたかどうかを評価するため、仮説①：植物の視点を体験した場合、植物への共感を向上させられるかどうか、仮説②：フィードバックする刺激を増やすことで心理的な距離が改善され、共感が向上させられるかどうかの2点を設定し、評価実験を行った。

実験1でn-VF条件とVF条件を比較した結果、IOSの回答からVF条件で有意な差が認められた。このことから植物側の視点を体験することで共感が生じやすい状態になっていることが考えられる。実験2ではVF条件、VAF条件、VATF条件で比較した結果、IOSの回答からVAF条件で有意傾向、VATF条件で有意な差が認められた。また自由記述で得られたコメントから植物に対してのポジティブなコメントが得られたことから、フィードバックされる刺激が増えることで植物との心理的な距離が接近し、植物への共感が生じやすい状態であると考えられる。

これらの点から、本手法により植物になったかのような疑似体験をした結果、植物への共感を生じやすい状態にできると考えられる。今回の実験では植物になったかのような疑似体験を可能とする手法を開発し、その手法の有効性を評価することが目的であるため、視覚、聴覚、触覚のどの感覚が共感の生起に効果があったのか、単一の感覚のみで共感が生起するのか、感覚毎の効果量の差異はあるのか等の検証はしていない。次の段階として、この手法の有効性を向上させるためにそれぞれの感覚の効果を検証し、適切な効果を与える感覚や刺激の詳細について明らかにする必要があると考えられる。

参考文献

[1] 長谷川, 共感性研究の意義と課題, 心理学評論, Vol. 58, No. 3, pp.411-420, 2015.
 [2] Neumann, D. L., Westbury, H. R., The psychophysiological measurement of empathy, *Psychology of empathy*, pp. 119-142, 2011.
 [3] Zaki, J., Ochsner, K. N., The neuroscience of empathy: progress, pitfalls and promise, *Nature neuroscience*, Vol. 15, No. 5, pp. 675-680, 2012.

[4] Hojat, M., Mangione, S., Nasca, T. J., et al., The Jefferson Scale of Physician Empathy: development and preliminary psychometric data, *Educational and psychological measurement*, Vol. 61, No. 2, pp. 349-365, 2001.
 [5] Ançel, G., Developing empathy in nurses: An inservice training program, *Archives of psychiatric nursing*, Vol. 20, No. 6, pp. 249-257, 2006.
 [6] DasGupta, S., Charon, R., Personal illness narratives: using reflective writing to teach empathy, *Academic Medicine*, Vol. 79, No. 4, pp. 351-356, 2004.
 [7] Shin, D., Empathy and embodied experience in virtual environment: To what extent can virtual reality stimulate empathy and embodied experience?, *Computers in Human Behavior*, Vol. 78, pp. 64-73, 2018.
 [8] Suzuki, Y., Galli, L., Ikeda, A., et al., Measuring empathy for human and robot hand pain using electroencephalography, *Scientific reports*, Vol. 5, No. 1, pp. 1-9, 2015.
 [9] Wolverton, B. C., Johnson, A., Bounds, K., Interior landscape plants for indoor air pollution abatement, NASA, Final report, 1989.
 [10] Dijkstra, K., Pieterse, M. E., Pruyn, A., Stress-reducing effects of indoor plants in the built healthcare environment: The mediating role of perceived attractiveness, *Preventive medicine*, Vol. 47, No. 3, pp. 279-283, 2008.
 [11] Raanaas, R. K., Patil, G. G., Hartig, T., Effects of an indoor foliage plant intervention on patient well-being during a residential rehabilitation program, *HortScience*, Vol. 45, No. 3, pp. 387-392, 2010.
 [12] Lee, M. S., Lee, J., Park, B. J., et al., Interaction with indoor plants may reduce psychological and physiological stress by suppressing autonomic nervous system activity in young adults: a randomized crossover study, *Journal of physiological anthropology*, Vol. 34, No. 1, pp. 1-6, 2015.
 [13] 下村, 黒宮, 上町, 家庭における室内緑化植物の利用実態と利用者の意識, *人間・植物関係学会雑誌*, Vol. 6, No. 2, pp. 31-39, 2007.
 [14] Kawakami, A., Tsukada, K., Kambara, K., Potpet: pet-like flowerpot robot, In *Proceedings of the TEI'11: Fifth international conference on Tangible, embedded, and embodied interaction*, pp. 263-264, 2011.
 [15] Angelini, L., Caparrotta, S., Khaled, O. A., et al., Emotiplant: Human-plant interaction for older adults, In *Proceedings of the TEI'16: Tenth International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction*, pp. 373-379, 2016.
 [16] Sawaki, F., Yasu, K., Inami, M., Flona: Development of an interface that implements lifelike behaviors to a plant, *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, vol. 7624 LNCS, pp. 557- 560, 2012.
 [17] 佐脇, 安, 稲見, 喜怒哀楽表現のための植物に特化したアクチュエーション手法, *情報処理学会 インタラクシオン*, 2012.

[18] Ventre-Dominey, J., Gibert, G., Bosse-Platiere, M., et al., Embodiment into a robot increases its acceptability, *Scientific reports*, Vol. 9, No. 1, pp. 1-10, 2019.

[19] Aron, A., Aron, E. N., Smollan, D., Inclusion of other in the self scale and the structure of interpersonal closeness, *Journal of personality and social psychology*, Vol. 63, No. 4, pp. 596-612, 1992.

[20] Cialdini, R. B., Brown, S. L., Lewis, B. P., et al., Reinterpreting the empathy- altruism relationship: When one into one equals oneness, *Journal of personality and social psychology*, Vol. 73, No. 3, pp. 481-494, 1997.

[21] 森, 不気味の谷, *Energy*, Vol. 7, No. 4, pp. 33-35, 1970.

[22] MacDorman, K. F., Ishiguro, H., The uncanny advantage of using androids in cognitive and social science research, *Interaction Studies*, Vol. 7, No. 3, pp. 297-337, 2006.

[23] 八谷, 視聴覚交換マシン, 日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, Vol. 1, pp. 117-118, 1996.

[24] 鈴木, 木野, 多次元共感性尺度 (MES) の作成 自己指向・他者指向の弁別に焦点を当てて, *教育心理学研究*, Vol. 56, No. 4, pp. 487-497, 2008.

[25] Maister, L., Sebanz, N., Knoblich, G., et al., Experiencing ownership over a dark-skinned body reduces implicit racial bias, *Cognition*, Vol. 128, No. 2, pp. 170-178, 2013.

[26] ステファノ マンクーズ, アレッサンドラ ヴィオラ, 久保, 植物は知性をもっている: 20 の感覚で思考する生命システム, NHK 出版, 2015.

[27] Goyal, A., Szarzynska, B., Fankhauser, C., Phototropism: at the crossroads of light-signaling pathways, *Trends in plant science*, Vol. 18, No.7, pp.393-401,2013.

[28] Veits, M., Khait, I., Obolski, U., Zinger, E., et al, Flowers respond to pollinator sound within minutes by increasing nectar sugar concentration, *Ecology letters*, Vol. 22, No. 9, pp. 1483-1492, 2019.

[29] Buri, J. T., Saikia, E., Läubli, N. F., Vogler, et al, A single touch can provide sufficient mechanical stimulation to trigger Venus flytrap closure. *PLoS biology*, Vol. 18, No. 7, e3000740, 2020.

[30] Fujii, Y., Tanaka, H., Konno, N., Ogasawara, et al., Phototropin perceives temperature based on the lifetime of its photoactivated state, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 114, No. 34, pp. 9206-9211, 2017.

[31] Nagashima, A., Higaki, T., Koeduka, T., et al., Transcriptional regulators involved in responses to volatile organic compounds in plants, *Journal of Biological Chemistry*, Vol. 294, No. 7, pp. 2256-2266, 2019.

[32] Fukano, Y., Vine tendrils use contact chemoreception to avoid conspecific leaves, *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, Vol. 284, No. 1850, 20162650, 2017.

[33] Davis, M. H., Measuring individual differences in empathy : evidence for a multidimensional approach, *Journal of personality and social psychology*, Vol. 44, No. 1, pp. 113-126, 1983.

[34] Davis, M. H., *Empathy : A social psychological approach*, Madison, WI : Brown & Benchmark Publishers, 1994.

[35] Smith, A., Cognitive empathy and emotional empathy in human behavior and evolution, *Psychological Record*, Vol. 56, pp. 3-21, 2006.

[36] 藤木, 小清水, 倉田, 共感性が VR 平和コンテンツ視聴に与える影響の国際比較. *日本教育工学会論文誌*, Vol. 44, Suppl, pp. 157-160, 2020

[37] 安達, 安達(奈), 大学新入生に対するアサーション・トレーニングの効果—適応感とアイデンティティ, 自己受容に注目して—, *教育心理学研究*, Vol. 67, No. 4, pp. 317-329, 2019.

[38] Zajonc, R. B., Attitudinal effects of mere exposure. *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol 9, No.2, Pt.2, pp. 1 - 27, 1968.

三上 拓哉



2019年 札幌市立大学大学院デザイン研究科博士前期課程修了。現在、同大学院博士後期課程に在籍。ヒューマンインターフェースに関して興味を持つ。

藤木 淳



2007年九州大学大学院芸術工学府芸術工学専攻博士課程後期修了 博士(芸術工学)。日本学術振興会特別研究員(PD), 国際メディア研究財団研究員, 科学技術振興機構さきかけ研究者を経て, 現在, 公立大学法人札幌市立大学デザイン学部教授。