

# 照明を用いた人の存在感表現手法の検討

## A study on Representation of Presence of People in Distance by Lighting

川向 ひかり†  
Hikari Kawamukai

外村 佳伸‡  
Yoshinobu Tonomura

### 1. はじめに

人は、他の人の気配にさりげなく気づくことからコミュニケーション行動にいたるまでを、ごく自然に行っている。本研究では、離れた場所にいる人に対しても、ある種の“存在感”を表現することで同様の状況を実現することをめざしている。離れていても、わずらわしくない程度に同じ空間にいるように感じられることが目標である。

近年、電話やメール、ビデオ会議システムなど、ネットワークを利用したさまざまなコミュニケーション環境が発展してきた。しかしながら、これらは、相手の存在を前提に明示的にコミュニケーションを行う環境である。これに対して本研究では、遠隔の人であっても、さりげなくその存在を感じ、状況と必要に応じてコミュニケーションにつなげられるような自然でシームレスな環境をめざす。

気づきから始まる人にとっての自然なコミュニケーション環境の実現には、光や音などによる無意識下あるいは、周辺意識でとらえられるような感覚刺激を活用することが重要である。

そこで、今回本論文では、視覚による気づきに焦点を当て、照明の制御によって人の存在感を表す基本的な手法の提案と基本的な実験結果について報告する。

### 2. “存在感”関連研究

本研究では、遠隔にいる人の存在感を作りだし、活用しようとするものである。この存在感に関わる基本的な点に対人との距離感がある。人は他の人と距離感を周辺意識としてとらえながら行動しており、一種のなわばり空間とも言えるパーソナルスペースを持つと言われる[1]。通常はこの空間を保って干渉を受けないように人は行動する一方、意識的なコミュニケーションはこのパーソナルスペースの重なりで行われる。この前提となる、対人距離感に基いて、人の意識の上で変化する他の人の存在、あるいはその感じ方を本論文では存在感と称する。

従来、対人距離感とはコミュニケーション行動に深く関わるため、様々な研究がなされている。特に、通信やロボット技術と絡めて検討・活用する研究が近年みられる。以下では、本研究と関連が深いものについて触れる。

#### 2.1 パーソナルスペースに関する基本研究[2]

渋谷らはパーソナルスペースを個人の身体を直接取り巻く目で見ることでできない空間領域として、この形態を明らかにすることを試みた。この研究では人の持つ目に見えない空間領域における他者の存在の感じ方について検討しており、相手との関係や相手に対する意識によってパーソナルスペースが変化することが示されている。本研究では、これを参考に、存在感は物理的に絶対的に作り出すものではなく、人の意識に応じて解釈できるものであるべきであると考へた。ただし、この研究ではまさに人と人が現実に

接するときの物理的な距離に応じた感じ方について扱われているが、遠隔の人との存在感に関わる本研究では、仮想的な距離感の扱い方が課題となる。

#### 2.2 身体と影の非分離性による存在感の共有[3]

石引らは身体と影の非分離性に着目し、自身と相手の影を送り合う共存存在コミュニケーションシステム(WSCS)を開発し、身体から身体へと直接的に送受信される無意識的領域のコミュニケーションを影の伝達により、空間的に離れた人々の間での存在感の通信を試みた。WSCSでは離れた場所間で互いが同じ「場」に存在し“今、共にここにいる”という共存存在感が生成されるという点で、本研究と共通するものがある。ただし、WSCSが明示的に意識される影を用いるのに対し、本研究では照明制御により存在感の強さに着目している点が異なる。

#### 2.3 アンドロイドによる存在感の共有[4]

坂本らは現存する人間に可能な限り近い外見を持ったアンドロイド型ロボットとして開発された Geminoid HI-1 の話す、お辞儀する、相手を見るときといった明示的な操作と、瞬きをする、息をする、口を動かすなどの無意識的な操作を可能にすることで、「まさに、ここにいる」という存在感の通信を試みた。この研究では、遠隔の人の存在感でありながら、対話を前提にまさに物理的で明確な存在感を演出しているのに対し、本研究では対話以前の仮想的な存在感を扱っている。

#### 2.4 周辺視野を活用する ambientROOM[5]

Ishii らは触れるモノを用いたインターフェース TangibleBits のコンセプト提案の中で、ambientROOM という、人の周辺視野を気づきのインターフェースとして用いることを提案している。何らかの情報の変化を部屋のモノ、たとえば別質のハムスターの動きをマウスの振動や天井への波模様にもッピングして気付かせるものである。この研究は、一種の背景状況によって人の周辺視野を活用する、すなわちアンビエント環境の研究の草分けであり、本研究も強く影響を受けているが、我々は特に遠隔の人の存在感を重視したアンビエント環境をめざしている。

#### 2.5 移動体ロボットに対するヒトの個体距離[6]

中島らは移動体ロボットを用い、正面から近づくロボットに対して不快感を感じ始める最大距離(個体距離)に着目し、移動体ロボットの移動速度と個体距離の測定を試みた。相手がロボット版のパーソナルスペースの検討ともいえ、人以外のモノの距離によって生じる人の感じ方について検証したという点で興味深い。この研究はロボットの近づく速さによる人の感じ方の違いについての検証のため、照明を用いて仮想的な存在感を演出しようとする本研究と状況が全く違うが、変化する距離と人の感じ方の違いに関わる点で、共通点があり、参考になる。

†龍谷大学, Ryukoku University

‡一般社団法人情報処理学会, IPSJ

### 3. “存在感”表現の基本コンセプト

#### 3.1 基本コンセプト

本研究が前提としている状況は、従来のコミュニケーションツールのように、相手とこれから話すといった明示的に行うコミュニケーションではなく、まずは遠隔地にいる人の存在や様子を、周辺意識（本来今行っていることに向けている中心意識の周辺）で感じることで、双方の状況と意識に応じてコミュニケーション行動をとるような環境である。周辺意識に関わる感覚は、単に視覚的なものだけではなく、音や触覚などさまざまな感覚が考えられるが、今回はその中でも大きな影響を持つ視覚的な感覚に焦点を当てた。

具体的には、照明とカメラをセットとしたシステムを、遠隔の人とともに設置し、そのカメラと人との距離に応じて遠隔の人の照明を制御するものである。具体的なコンセプト仕様を次に示す。

##### (1) ワンセット

カメラと照明は本来別々に設置可能であるが、最終的にはコンパクトなワンセットで実現し、ある場所に置くだけで稼働する簡単なシステムとする。

##### (2) 対称設置

双方とも、通常居ると想定する場所に同じシステムを対称的に設置する。このことで共存空間としての意識を醸成する。

##### (3) 周辺視野域への間接照明

通常作業をする机等の上ではなく、前上など、作業上の中心視野ではなくその周辺視野に入る壁などに、照明が照らす間接光を提示する。

##### (4) 照明制御

遠隔地の相手がいらない時には照明はつかないが、相手がシステムのカメラの視野範囲に入ると照明が点灯する。さらにシステムに近づくと（仮想的にこちらの人に近づくと）照明が明るくなる。

#### 3.2 課題とアプローチ

本研究を進めるためのシステムの構築と検討を行う上での課題を以下に挙げる。

##### (1) 照明とカメラの位置設定

相手の人が通常居ると想定する仮想の場所を決め、その方向に間接光が見えるように照明を設置する必要がある。そのため、壁等、照明の投影先が必要となる。一方でカメラは人の近づきを検出するため人側に向ける必要がある。カメラと照明の間に人が入るようにすれば現実の存在と仮想の存在が一致するが、照明により部屋の明るさが変わることによってセンシング環境が変わってしまうため、照明とカメラの向きは逆にする必要があった。また、上記で述べたようにワンセットを意識しているため、カメラと照明を背中合わせで設置することとした。こうすると、壁への投影の場合、相手の仮想位置は、壁の手前ではなく、壁の向こうに居ることになるが、本来の目的上は支障ないと考え、この方式とすることとした（図 3.1）。

##### (2) 存在感の表現法

伝えたい情報は、相手の存在の有無と、存在時には動きなどの変化である。照明は色と明るさを用いて様々な表現が可能だが、本研究では周辺視野をシンプルかつ本来の背景を邪魔しないことを重要視して、単色で柔らかい拡散系の照明を行うこととした。

また、人の動きと連動してリアルタイムに変動する表現を行う。このことでお互いの様子をさりげなく伺い知ることを可能にすることを考えた。

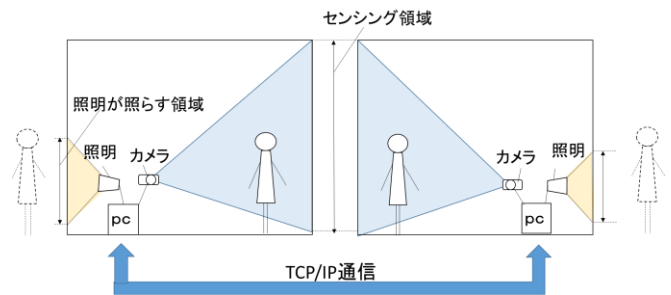


図 3.1 コンセプト図

### 4. プロトタイプシステム

本章では第3章で提案したシステムの基本機能を実装したプロトタイプシステムについて述べる。

#### 4.1 システム構成

本システムの構成は、非常にシンプルで、web カメラ、コントロール照明、制御用 PC からなる（図 4.1）。コントロール照明は LAN につながるブリッジ経由で無線で PC から制御し、1600 万色を明るさも含めて出すことができる。

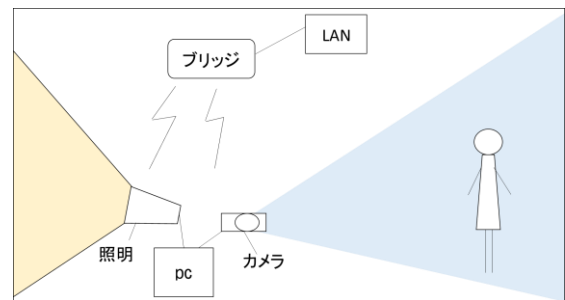


図 4.1 実験システムの構成

- ・web カメラ:Logicool c910
- ・照明:philips hue E26

#### 4.2 ソフトウェア構成

プロトタイプシステムのソフトウェア構成図を図 4.2 に示す。web カメラから得られる刻々の画像から変化部分を抽出し、その面積が大きいほど人がシステムに近いとみなし、明るさ情報としてブリッジを介して照明へ送る。

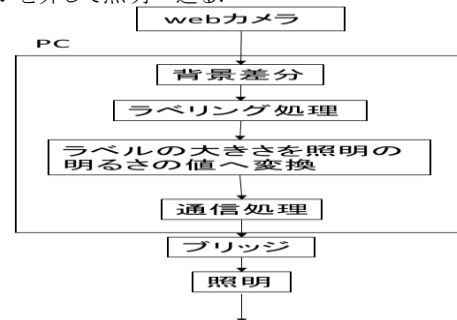


図 4.2 ソフトウェア構成

システムの開発には Java (Java SE Development Kit1.8)を使用し、開発環境には Eclipse(NEON 4.6)を使用した。また web カメラから入力された画像を処理するためにオープンソースライブラリーである OpenCV3.2を使用した。

## 5. 実験

本章ではコンセプト環境を検証するために、前章のプロタイプシステムを用いて行った実験とその結果について述べる。

### 5.1 存在に気付くライティングの調査実験

#### (1) 被験者

大学生（男女を含む）10名

#### (2) 実験条件

図 5.1 に示すように、机を介して遠隔地の人が仮想的に机の向かいにいることを想定した。被験者は、一般的な壁や机の状況を想定して配置した結果、被験者位置として壁から 2.35m に座ってもらった。

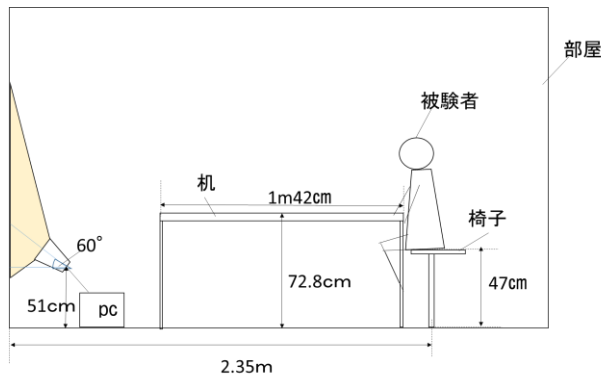


図 5.1 実験条件

#### (3) 実験手順

- ① 照明から投影される光の強さが、図に示すような遠隔地にいる人の仮想的な接近度合いであることを被験者に説明する。
- ② 明るさを 0~255 まで変化させたときに、壁がどのように変化するかを、被験者に一通り見てもらう。
- ③ 次に明るさを 0 から 255 へと少しずつ変化させ、明かりが点灯したと感じたら手を挙げてもらう。

#### (4) 実験結果

##### 軸ラベル

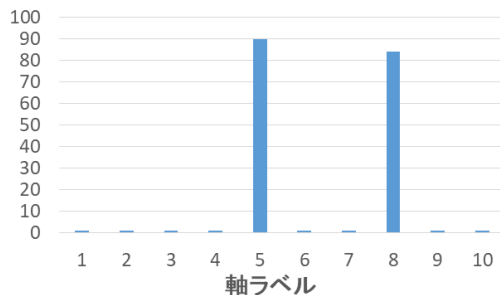


図 5.2 実験結果

実験結果から、照明が付いた瞬間に被験者の 10 人中 8 人が照明の点灯に気が付いたことから、今回の条件では照明により存在の有無を表現した場合、暗くてもほとんどの人が

気付くことができることがわかった。ある程度明るくならないと照明が付いたことに気が付かなかった 2 人はどちらも女性であった。

### 5.2 そこに居ると感じる明るさの調査実験

#### (1) 被験者

実験 5.1 と同じ。

#### (2) 実験条件

実験 5.1 と同じ。

#### (3) 実験手順

- ① 照明から投影される光の強さが、図 5.1 に示すような遠隔地にいる人の仮想的な接近度合いであることを説明する。
- ② 明るさを 0~255 まで変化させたときに、壁がどのように変化するかを、被験者に一通り見てもらう。
- ③ 明るさを 0 から 255 へと少しずつ変化させ、ちょうど机の対面した側の距離に人がいると仮定した時に、人がそこに居ると感じるところで手を挙げてもらう。

#### (4) 実験結果

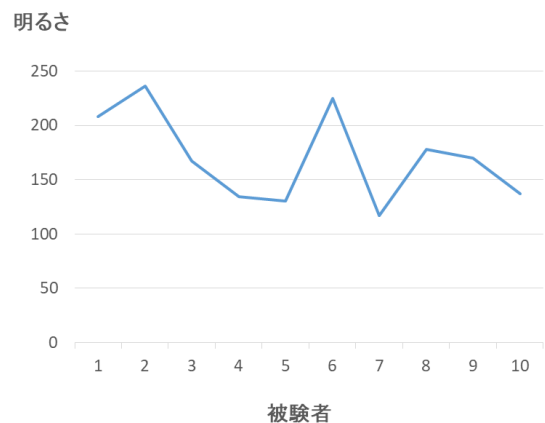


図 5.3 実験結果

実験結果からちょうど人が机の対面した側の距離にいると感じるよう照明の明るさに関しては、照明の明るさの範囲が 0~255 であるのに対して被験者が選んだ明るさの強さは 117~236 の間に収まった、このことから、人と対面していることを想定した場合には、人の存在として表すのに適切な明るさは明るすぎず暗すぎない明るさが好まれることがわかった。

### 5.3 人の存在を表すのに適切な光の色の調査実験

#### (1) 被験者

実験 5.1 と同じ。

#### (2) 実験条件

実験 5.1 と同じ。

#### (3) 実験手順

- ① 照明の明るさを実験 5.2 で被験者が選んだ明るさに設定する。

- ② 色相を，ソフトで指定できる 0～65535 までの範囲で変化させ見てもらう。
- ③ 次に色相を少しずつ変化させ，最も人の存在を表すのに適切な色を選んでもらう。

(4) 実験結果

表 5.1 実験結果

被験者	性別	色
1	男	オレンジ
2	男	紫
3	男	赤
4	男	黄緑
5	女	オレンジ
6	男	黄
7	男	オレンジ
8	女	オレンジ
9	男	ピンク
10	男	緑

赤、オレンジ、赤紫や黄緑なども暖色系の色、緑を寒色系の色であるとする、被験者のうち 10 人中 9 人が暖色系の色を選んだ。

## 6. 実験に関する考察

### 6.1 実験 5.1 存在に気付くライティングの調査実験

最も暗い明るさで点灯したことに気が付いた人は 10 人中 8 人で、全員男性であった。一方で明るさが一定の明るさになるまで照明が点灯したことに気が付かなかった 2 名は女性であった。このように男女で違いが出たのは、座高の違いにより壁に投影された光の見える範囲が異なったためである可能性が考えられ、実験条件を再度調整しての実験が必要である。いずれにしても暗い明るさでも点灯すれば気づくことが分かったことから、存在の有無はほぼ点灯の有無で表せることがわかった。

### 6.2 実験 5.2 そこに居ると感じる明るさの調査実験

最も明るい条件に関してまぶしいという意見があった。従って、強すぎる明るさを避けるべきであると考えられる。また、明るさの強さがある程度強い方が安心感を得られるという意見もあった。ちょうど人と対面しているのに適切な距離感を表す明るさとして、強すぎずまた弱すぎない明るさが好まれたのは、照明の物理的な明るさと絡めて、人とのちょうどいい関わり加減を感じたためと推察される。

### 6.3 実験 5.3 人の存在を表すのに適切な光の色の調査実験

10 人中 9 人が暖色系の色を選んだが、これは人らしいと感じる色を選んでもらったため人の色として肌色や赤などの人の身体の色に似たものを選んだために暖色系が選ばれたと考えられる。

## 7. おわりに

本研究では、離れた場所にいる人に対して、ある種の“存在感”を表現することで、離れていても、わずらわしくない程度に同じ空間にいるように感じられることを目標

に、今回視覚による気づきに焦点を当て、照明の制御によって人の存在感を表す基本的な手法を提案し、プロトタイプシステムを構築し、それをを用いた基本的な実験を行った。

その結果、照明の明るさの強さが遠隔地の人との距離感であることを説明した場合、暗い明るさでも点灯時に存在に気づくことが多いことと、机を介した対面に人がいると仮定したときに人がいると感じられる明るさとして、強すぎずかつ弱すぎない条件があることがわかった。

今回は、手法の可能性を検討する段階の基本的な実験にとどまっており、今後距離感の段階的な変化に応じて、すなわち段階的な存在感を感じるができるか、あるいは色の機能的な使い方ができるかどうかを検証していきたい。

## 参考文献

- [1] 渋谷昌三：人と人との快適距離—パーソナル・スペースとは何か、NHK ブックス，2002 年。
- [2] 渋谷昌三：パーソナル・スペースの形態に関する一考察，山梨医大紀要，第 2 巻，41-49（1985）。
- [3] 石引 力，三輪敬之：身体の影を活用した集団の共存コミュニケーション，ヒューマンインターフェース学会論文誌，Vol. 1 No.4 pp.497-505（2005）。
- [4] 坂本大輔，神田宗行，小野哲雄，石黒 浩，萩田紀博：遠隔存在感メディアとしてのアンドロイド・ロボットの可能性，情報処理学会論文誌，Vol. 48，No. 12，pp.3729-3737(2007)。
- [5] Hiroshi Ishii, Brygg Ullmer：Tangible Bits: Towards Seamless Interfaces between People, Bits and Atoms; Proc. of CHI 97, pp.234-240（1997）
- [6] 中島浩二，佐藤陽彦：移動体ロボットに対するヒトの個体距離，人間工学，Vol. 35. No. 2, pp87-95（1999）