

あなたは見られている： 分散環境下におけるアウェアネス情報の取得と プライバシー維持の両立

松井 淳¹ 山本 景子¹ 倉本 到¹ 辻野 嘉宏¹

概要：対面環境において、人は誰かに見られているとき、見られて困る行動はせず、プライバシーの侵害が起こらないようにしている。しかし、カメラを通じて人に見られている分散環境では、見られていることを忘れやすく、プライバシーの維持は困難である。そこで、誰かに見られている感覚である「見られている感」を人に与えることでプライバシー侵害感を低減することを目指す。本稿では、この見られている感を与える要因を検討し、実験により評価した。結果、1) 人の存在は見られている感の決定的な要因ではない、2) 見ている人の発生させる音は提示の知覚的な印象を人に近づける、3) カメラからの死角をなくすことは認知的な印象を人に近づけることがそれぞれわかった。また、2) と 3) の効果が相乗することにより、プライバシーの維持に繋がることがわかった。

キーワード：見られている感、アウェアネス、プライバシー、分散環境、テレグジスタンス

You've Been Watched : Acquiring Awareness Information with Privacy Protection in Distributed Environments

JUN MATSUI¹ KEIKO YAMAMOTO¹ ITARU KURAMOTO¹ YOSHIHIRO TSUJINO¹

Abstract: When a person stays together with other people in the same place, he/she usually controls his/her behaviors to guard his/her privacy. However, this is difficult when a person is watched by other people through a camera in distributed environments. We had proposed the concept of “sense of being watched” which solves such a privacy problem without reducing the richness of awareness information in distributed environments. In this paper, in order to give “sense of being watched” as same as a real person gives, we propose the factor of “sense of being watched” such as a realtime video of a watcher’s face, the sound made by a watcher, and making the sight of a camera wide. We then evaluate the level of “sense of being watched” by the combinations of them. In addition, to reveal whether the presence of a watcher is a critical factor of “sense of being watched”, we evaluate the case of watching through the window from the next room. As the result, it is found that the presence of a watcher is not a critical factor of “sense of being watched,” and that the perceptual impression from the watcher’s sound and the cognitive impression from the wide sight of a camera lead to privacy protection.

Keywords: sense of being watched, awareness, privacy, distributed environments, tele-existence

1. はじめに

他者と同じ部屋にいる対面環境では、他者の状態に気づくための情報（アウェアネス情報）が手に入りやすいため、

¹ 京都工芸繊維大学
Kyoto Institute of Technology

それを利用することで他者と円滑にコミュニケーションすることが可能である。しかし、他者と異なる部屋にいる非対面環境では、対面環境と比べてアウェアネス情報が不足するため、他者の状態に気づくことが難しく、他者の状態に合わせてコミュニケーションをとることが難しい。そのため、アウェアネス情報の伝達を支援することが求められている。

非対面環境下において詳細なアウェアネス情報を得る手段としては、カメラから取得した映像や音声などのリッチメディアを利用することがあげられる。伝達されるアウェアネス情報がリッチであるほど、情報の受け取り手は他者の状態により詳細に気づくことができる。そのため、伝達されるアウェアネス情報はリッチであることが望ましい。しかしその一方で、情報を取得されている側は他者に自身の映像や音声を取得されているため、プライバシーを侵害されていると感じやすい。そのため、アウェアネス支援を行う研究の多くは、カメラなどで取得した情報をそのまま伝達するのではなく、取得する情報のリッチさを減らしたり、情報を取得される側が伝達する情報の範囲を調整できるようにするなど、他者に伝える情報を限定することでこのプライバシーの問題に対処している [1][2][3][4]。

ここで、対面環境を考えると、他者に直接情報を取得されている状態であるにも関わらず、同じようにカメラで他者に映像や音声を取得される場合と比べて、プライバシーを侵害されていると感じることは少ない。この理由として、対面環境では、人はいつ誰に自身の情報が伝わっているかを容易に認識できることが挙げられる。誰かに見られていることを認識した状態では、人は他者に見られたくない行動はしないため、結果として、他者に伝えたくない情報が伝わる可能性が減り、プライバシー侵害感を感じにくいと考えられる。

筆者の所属する研究グループでは、取得されるアウェアネス情報を制限することなく、非対面環境下でアウェアネス情報を取得されている環境において、プライバシー侵害感を低減することを目指している。本論文では、対面環境において、人が自身を見ている他者を直接見なくとも他者に「後ろから見られている」と感じる感覚を「見られている感」と定義する。そして、遠隔地にいる他者が人の映像や音声を取得する環境において、実際に人に後ろから見られているときに匹敵する見られている感を見られている人に与える手法を提案し、評価することを本研究の目的とする。

2. 見られている感

これまでに提案・評価した、見られている感を与える手法 [7][8] についてまず述べる。さらに、それらの先行研究で扱っていない見られている感を与える要因を挙げ、分析する。



図 1 何も提示をしない
Fig. 1 No image.

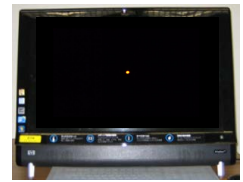


図 2 電源ランプ画像
Fig. 2 Camera lamp image.



図 3 顔写真
Fig. 3 Face image.



図 4 直接人が見る
Fig. 4 Direct watching.

2.1 先行研究

先行研究 [7][8] では、見られている感を人に与える手法として、他者が見ていることを表す提示を見られている人の背後から提示し、その提示の印象の違いによる見られている感の違いを評価した。提示は、見られている人に何も提示をしない (図 1)、カメラの電源ランプ画像 (図 2)、見ている人の顔写真 (図 3)、事前に録画した見ている人の顔の動画を提示した場合、見ている人の発生させる音 (衣擦れ音・呼吸音) を顔写真、または顔動画と合わせて提示した場合、見ている人の顔のリアルタイム映像を提示した場合、カメラの死角をなくした状態で顔動画を提示した場合、直接人が見ている場合 (図 4) の 9 種である。このうち、顔写真、顔の動画、リアルタイム映像は同じアングルで撮影したものを実物大で提示した。リアルタイム映像は、別室で被験者を見ている実験者の顔の映像をカメラで取得している映像であった。また、顔の動画と合わせて提示される衣擦れ音と呼吸音は、予備調査に基づき実験者が事前に録音した衣擦れ音を 90 秒間隔、呼吸音を 120 秒間隔で提示した。カメラの死角をなくす場合では、図 5 に示すようにカメラを配置し、合計 4 台のカメラを用いて実験者は被験者を見た。他の提示の場合では、実験者は被験者の背後のカメラ 1 台のみを用いた。被験者には実験の前に、カメラ 1 台の場合と 4 台の場合それぞれの実験者が見るカメラの映像を確認させた。

実験の結果、何も提示しない場合と電源ランプ画像に比べ、見ている人の顔写真がより見られている感を与えることがわかった。また、顔写真よりも、顔の動画を提示した場合の方がより見られている感を与えることがわかった。さらに、呼吸音・衣擦れ音、リアルタイム映像、カメラの死角をなくす場合のそれぞれの提示は見られている感を向上させた。以上から、これらの要因が見られている感を与えることがわかった。一方で、これらの提示と直接人が見ている場合とを比較した結果、これらの提示のいずれであっ

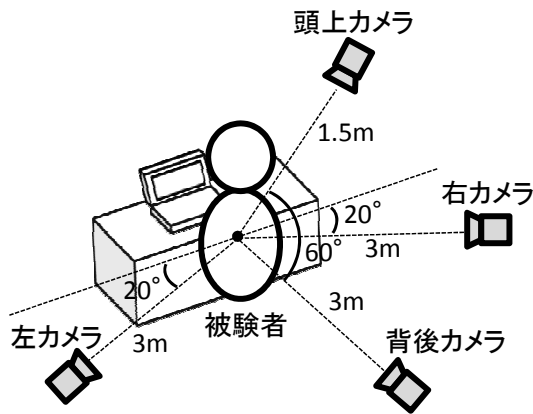


図 5 カメラの配置
Fig. 5 Camera position.

でも、実際に直接人が見ているときほどの見られている感を与えることはできないことも明らかとなった。

2.2 見られている感を与える要因の分析

先行研究 [8] で扱った提示よりも実際に人が見ているときに匹敵する見られている感を与える要因を探るために、(1) リアルタイム映像・音・カメラの死角なしを合わせた場合、また、実際の人が見られている感を与える要因として (2) 人の存在を加える。

(1) リアルタイム映像・音・カメラの死角なしの組み合わせ

先行研究では、見られている感を与える要因として、以下の 3 つを挙げている [8]。

- 見ている人の顔のリアルタイム映像
- 見ている人の発生させる音（呼吸音・衣擦れ音）
- カメラの死角をなくすこと

しかし、各要因単体でどの程度見られている感を与えるかは評価しているものの、これら 3 つの要因を合わせた提示がどの程度の見られている感を与えるかは評価していない。実際に直接見ている人の見られている感が大きい理由として、これら 3 つの要因すべてを含んでいることが挙げられる。このため、3 つの要因をすべて含む、すなわち、リアルタイム映像と音を提示し、かつカメラの死角をなくすことで、これらの要因の相乗効果により見られている感が向上する可能性がある。

(2) 人の存在

先行研究では、直接人が見る場合よりも、比較した提示の見られている感が小さい理由として、カメラは人に見られているという印象にすぐに繋がらないことを挙げている [8]。その理由として、実験では、見ている人の映像をディスプレイを通して提示しているため、見られている人の意識が見ている人よりも先にディスプレイに向けられてしまい、遠隔地から見ている人の存在感が低下したことが考えられる。このことから、ディスプレイなどのメディ

アを介した見ている人の映像を提示している限り、見られている感はずり低下するという可能性がある。つまり、メディアを介さず、実際に人がその場で見えていること、すなわち、人の存在が見られている感を与える要因であることが考えられる。

しかし、人の存在そのものが見られている感の決定的な要因である場合、遠隔地にいる人に実際に人が存在しているときに匹敵する見られている感を与えることは困難である。このため、実際に人が後ろから見ているときほどの見られている感の実現可能かを知るために、人の存在が見られている感の決定的な要因であるかどうかを明らかにする必要がある。

そこで、人の存在によって見られている感がどの程度変わるかを明らかにするため、実際に見ている人の側に制限を加える。その方法として、本研究では窓越しに人が見えている場合を評価する。窓越しに人が見えている状況では、人の視野が制限されるためカメラから人を見ているときと同様に死角が生じ、また、人の発生させる音も見られている人には伝わらない。このため、人の存在を除けば、見ている人のリアルタイム映像を提示し、1 台のカメラで人を見る場合と同様の状況となると考えられる。この状況であるリアルタイム映像を提示した場合と窓越しに人が見る場合を比較することで、人の存在によって見られている感がどのように変わるかを評価する。

3. 評価実験

リアルタイム映像と音を提示しカメラの死角をなくした場合と、窓越しに直接人が見る場合が、それぞれどの程度の見られている感を与えることができるかを明らかにする実験を行う。

3.1 評価対象

実験では、以下の 4 種の提示をそれぞれ一対比較し、その差を評価する。

R: 顔のリアルタイム映像

SV: 顔のリアルタイム映像＋音＋カメラの死角なし

W: 窓越しに人が見る

Z: 直接人が見る

R・SV のリアルタイム映像、SV で被験者に提示する音は 2.1. で述べたものと、SV のカメラの配置は図 5 に示したものと同一である。SV で提示する音の大きさは、被験者が作業する位置にいる人に、実験者が出す実際の音を背後から聞かせ、そのときの被験者に充分聞こえる大きさに合わせる。

W では実験室に隣接している部屋から窓越しに実験者が被験者を見る。W の様子を図 6 に示す。Z では被験者と同じ部屋で実験者が直接被験者を見る。

R では、被験者の背後にあるカメラのみを使用すること



図 6 窓越しに人が見る

Fig. 6 Direct watching through a window.

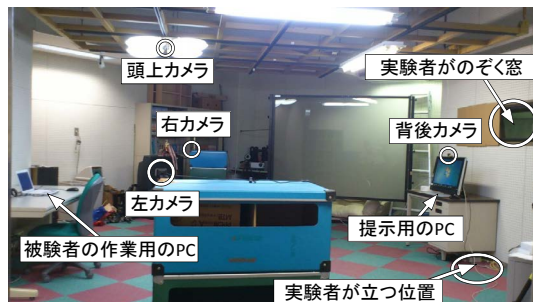


図 7 実験室の様子

Fig. 7 Experiment setting.

を、W・Z ではカメラを使用しないことを被験者に伝えた。使用しないカメラには蓋をすることで、見ることができない状態になっていることを被験者に確認させる。

3.2 実験環境

実験室の様子を図 7 に示す。映像・音声の取得と各種提示を行うための PC を被験者の背後に設置する。この PC のディスプレイサイズは 23 インチであり、解像度は 1920 × 1080 ピクセルである。

3.3 方法

被験者は情報工学を専攻する大学生・大学院生 10 人である。順序効果を考慮し、被験者 1 人ごとに、R・SV・W・Z のすべての組み合わせである 12 通りを行う。被験者には以下を事前に伝える。

- 被験者を見るのは実験者であること
- 映像はリアルタイムの実験者の映像であること
- 実験中、背後の PC から音が提示される場合があること
- 実験中は提示の確認時（下記の手順（3））を除いて、背後を振り返らないこと

これらの教示により、見る人の違いにより、各提示での印象に差が出ることや、R・SV を事前に録画した映像だと被験者が誤って認識することを防ぐ。また、振り返りを禁止することで、提示の再確認の有無や回数により各提示の印象に差が出ることを防ぐ。

1 回の比較は 30 分であり、15 分ずつ前半と後半に分け、以下の手順で行う。

- (1) 被験者を実験室に 1 人にして作業を開始させる。このときは誰も実験室の様子を見ておらず、また、被験者の背後の PC には何も提示されていない。
- (2) 作業開始から 5 分後、被験者の背後の PC から音を鳴らし、実験室の観察を開始することを被験者に知らせる。
- (3) 被験者に背後の PC の画面に表示されるボタンをマウスでクリックさせる。R・SV の提示の場合は、被験者の背後の PC のディスプレイにリアルタイム映像を表示する。W の場合は、実験者が実験室に隣接する部屋に入り、被験者のいる部屋の様子を見ることのできる窓際に立つ。Z の場合は、実験者が実験室に入り、被験者の背後に立つ。被験者には PC のディスプレイに表示されている映像、または、後ろで実験者が見ていることを目視で確認させる。
- (4) 確認後、被験者に 10 分間作業を続けさせる。このとき、R・SV の場合は提示を続け、実験者はカメラを通して被験者の様子を見続ける。W・Z の場合は、実験者は被験者の様子を背後から窓越しに、または、直接見続ける。
- (5) 10 分後、同じように（1）～（4）の手順を、（3）で提示するものを変えて、もう一度行う。
- (6) 最後に実験の前半の提示と後半の提示の違いについてアンケートに回答させる。

実験中に被験者が行う作業内容の違いによって、各提示における被験者の集中度に差が生じ、提示に向かう意識にも差が生じることが考えられる。このため、本実験では、被験者の集中度に差が出ないようにするために、作業内容は英語論文を和訳するタスクに統一する。

評価は一対比較法による。見られている感に含まれる自身の行動を制御しようとする感覚を、以降「可制御感」と呼ぶ。本実験では、見られている感を、この可制御感の他に、見ている人の姿・存在から受ける存在感や視線などの「知覚的な印象」、見ている人の知覚的な印象から受ける圧迫感や嫌悪感などの「認知的な印象」、見られていることの「忘れやすさ」を加えた 4 要素に分け、分析する。評価に用いるアンケートは、どちらの提示がより強い見られている感を与えることができるかを知るため、その要素である可制御感 (Q1, Q2), 知覚的な印象 (Q3~Q5), 認知的な印象 (Q6~Q8), 忘れやすさ (Q9) を問う以下の項目で構成する。

- 可制御感
 - Q1. どちらの方が自分の行動に気をつけますか？
 - Q2. どちらの方が行動時に抵抗を感じますか？
- 知覚的な印象
 - Q3. どちらの方が積極的に見ているように感じま

すか？

Q4. どちらの方が相手の存在感がありますか？

Q5. どちらの方が相手の視線を感じますか？

● 認知的な印象

Q6. どちらの方が嫌ですか？

Q7. どちらの方が監視されているように感じますか？

Q8. どちらの方が圧迫感がありますか？

● 忘れやすさ

Q9. どちらの方が見られていることを忘れやすいですか？

各質問における選択肢は、前半、どちらかといえば前半、どちらかといえば後半、後半の4段階である。ただし、どうしても差がないと感じた場合には、その箇所の白紙回答を許した。また、アンケート用紙には自由記述欄を設け、被験者が何か気づいたことがあればそれを自由に書かせた。

3.4 結果

アンケート結果は、シェッフェの一対比較法（浦の変法）を用いて解析した。この結果を図8に示す。分散分析の結果、すべての質問で提示の主効果、提示×被験者の交互作用が1%水準で有意であった。図8には、ヤードスティック法による提示に対する多重比較の結果を併せて示している。

3.5 考察

図8より、リアルタイム映像を提示した場合（R）と窓越しに人が見る場合（W）を比較すると、Q8の圧迫感を除くすべての項目において、Wの方が、Rよりも直接人が見る場合（Z）に近い結果となった。このことから、人の存在は見られている感を与える要因であると考えられる。

リアルタイム映像・音・死角なしの場合（SV）と直接人が見る場合（Z）を比較すると、Q6の嫌さ、Q7の監視感を除くすべての項目において有意差が見られた、このことから、SVは直接人が見る場合に匹敵する見られている感を与えることはできなかったことがわかる。

しかし、知覚的な印象以外のすべての項目において、リアルタイム映像・音・死角なしの場合（SV）の方が、窓越しに人が見る場合（W）よりも、直接人が見る場合（Z）に近い結果となった。このことは、人の存在は見られている感の要因ではあるが、決定的な要因ではない可能性を示唆している。

リアルタイム映像・音・カメラの死角をなくすの3つの要因を合わせた提示（SV）は、窓越しに人が見る場合（W）よりも見られている感を与えている。このことから、3つの要因の任意の組み合わせと窓越しに人が見る場合とを比較することで、人の存在を加えた4要因のいずれが、または、どの要因の組み合わせが見られている感に重要なかを明らかにできると考えられる。

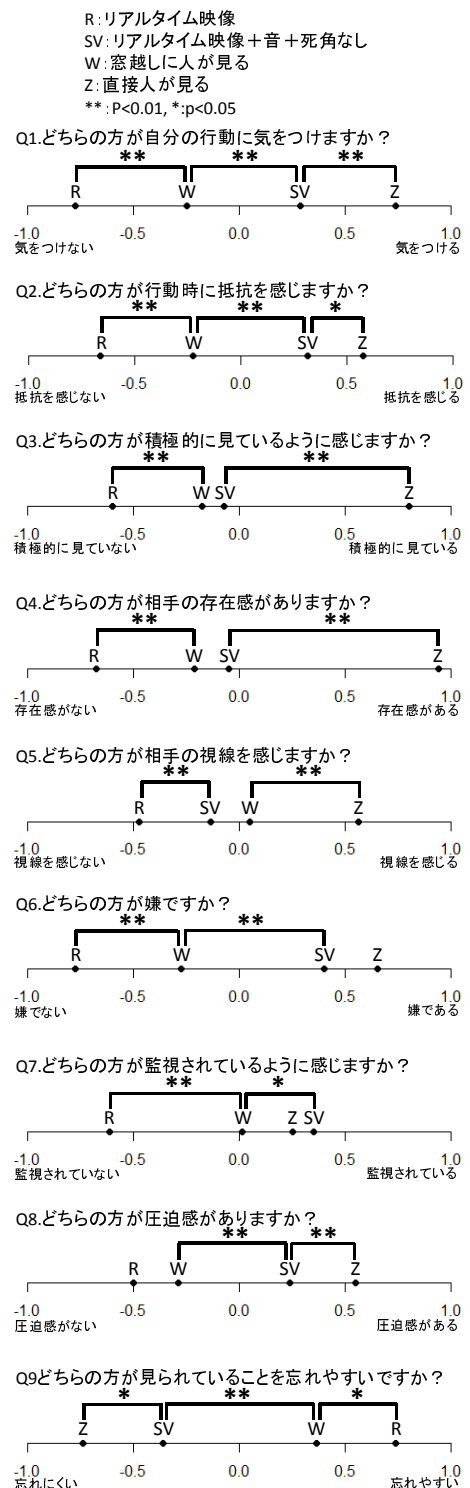


図8 アンケート結果

Fig. 8 Result of questionnaire.

そこで、リアルタイム映像・音・死角なしの全組み合わせパターンと窓越しに人が見る場合とを比較し、音・死角なしの組み合わせや人の存在によって見られている感がどのように変わるかを評価する。

4. 追加実験

本追加実験では、見られている感の要因であるリアルタ

リアルタイム映像・音・カメラの死角をなくすの3つそれぞれの組み合わせと、窓越しに人が見る場合を比較する。それにより、見られている感において、音・カメラの死角をなくす・人の存在のうちの要因が重要なかを明らかにする。

4.1 評価対象

本実験では、以下の5種の提示をそれぞれ一対比較し、その差を評価する。音・カメラの死角をなくす場合の効果を検証するため、リアルタイム映像のみを提示する場合を比較対象に加えた。

R: リアルタイム映像

S: リアルタイム映像+音

V: リアルタイム映像+カメラの死角をなくす

SV: リアルタイム映像+音+カメラの死角をなくす

W: 窓越しに人が見る

事前に録画したリアルタイムでない動画と音を提示する場合、事前に録画した動画とカメラの死角をなくす場合は、先行研究 [8] ですでに評価しているため、比較対象から除く。R・S・V・SV で被験者に提示する映像やカメラの配置、S・SV で提示する音は3.と同様である。

4.2 方法

被験者は情報工学を専攻する大学生・大学院生10人である。実験は3.と同様の手順で被験者1人ごとにR・S・V・SV・Wのすべての組み合わせである20通りの実験を行う。1回の比較が終わるたびに被験者に3.と同一のアンケートに回答させる。

4.3 結果

アンケート結果は、シェッフェの一対比較法（浦の変法）を用いて解析した。この結果を図9に示す。分散分析の結果、すべての質問で提示の主効果、提示×被験者の交互作用が1%水準で有意であった。図9には、ヤードスティック法による提示に対する多重比較の結果を併せて示している。

4.4 考察

図9より、リアルタイム映像・音・死角なしの場合（SV）はQ4の存在感、Q9の忘れやすさを除くすべての項目において、リアルタイム映像・音の場合（S）とリアルタイム映像・死角なしの場合（V）とに有意差が見られた。このことから、見られている感にはリアルタイム映像・音・死角をなくすの3つの要因全てに価値があることがわかる。

リアルタイム映像・音の場合（S）とリアルタイム映像・死角なしの場合（V）を比較すると、知覚的な印象はSが強く、認知的な印象はVが強いことがわかる。一方、窓越しに人が見る場合（W）は音がなく、視野が制限されている。それにも関わらず、Q4の存在感を除く知覚的な印象

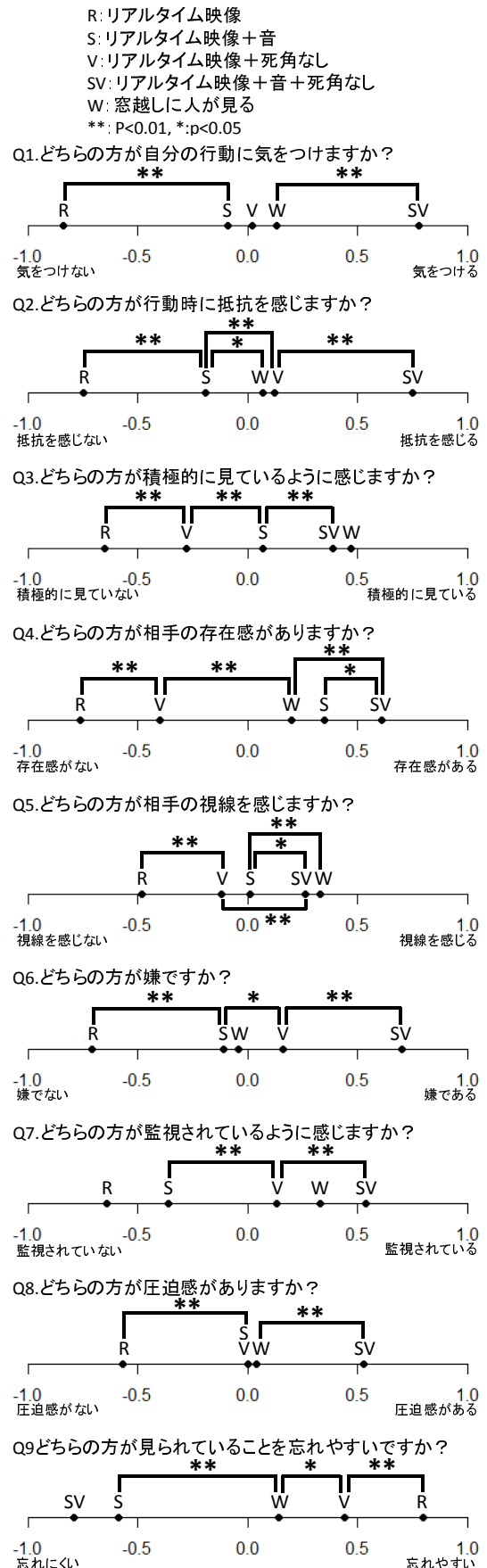


図9 追加実験のアンケート結果

Fig. 9 Result of questionnaire of additional evaluation.

はSよりも強い。しかし、認知的な印象ではVとの間に有意差は見られなかった。また、1人の被験者の自由記述欄には、「窓越しで直接人が見る場合に物音が聞こえ、人が発生させた音だと感じ見られていると感じた」という記述があった。実験者が窓越しに見ている場合、被験者には実験者が発生させる音は聞こえない。しかし、この場合では見ている人が発生させていない音であっても、人の存在により見ている人と音が関連付けられたと考えられる。これらのことから、人の存在は知覚的な印象と認知的な印象を十分に与えないまでも、補完する効果があることを示唆している。

可制御感については、リアルタイム映像・死角なしの場合(V)と窓越しに人が見る場合(W)よりも、リアルタイム映像・音の場合(S)がQ2の抵抗感において劣るものの、Q1の行動に気をつけるかではそれぞれの間に有意差は見られなかった。このことから、可制御感には見ている人の知覚的な印象と認知的な印象の双方が重要であると考えられる。そして、音による知覚的な印象とカメラの死角をなくすことによる認知的な印象をリアルタイム映像・音・カメラの死角をなくす場合(SV)は十分に含んでいる。そのため、SVが最も強い可制御感を発生させたと考えられる。

以上の結果を踏まえると、提示では人が直接見る場合に匹敵する見られている感を与えることはできていないが、窓越しに人が見る場合などの人の存在がただある場合よりも見られている感を与えることができることがわかった。このため、非対面環境下においては、カメラから見ている人のリアルタイム映像と見ている人の発生させる音を合わせて見られている人に提示し、さらに、死角ができないようにカメラを配置することでアウェアネス情報の取得とプライバシーの維持の両立が実現できる可能性がある。

5. まとめ：見られている感を与える要因

筆者が所属する研究グループがこれまで実施してきた見られている感の評価実験の結果を総括する。先行研究[7][8]および、本研究で比較した提示を表1にまとめる。

先行研究[7]では、何も提示をしない場合よりも、見ていることだけを表す提示(電源ランプ画像)が見られている感を与えることを示した。さらに、見ていることだけを表す提示よりも、見ている人の顔写真が見られている感を与えることを示した。先行研究[8]では、見ている人の顔写真のみを提示するよりも、見ている人の顔を映した動画を提示する場合や、人の発生させる音を合わせて提示することがより見られている感を与えることを示した。また、事前に録画した動画ではなく、見ている人のリアルタイム映像提示すること、カメラの死角をなくすことがより見られている感を与えることを示した。

本研究の実験の結果、リアルタイム映像・音・死角なしの場合が、人の存在を含む状況である窓越しに人が見る場

表 1 これまでの実験で比較した提示一覧
Table 1 Summary of representation of experiment.

提示	先行研究 [7]	先行研究 [8]	本研究
何も提示なし	✓	—	—
電源ランプ画像	✓	—	—
顔写真	✓	✓	—
顔動画	—	✓	—
顔写真+音	—	✓	—
顔動画+音	—	✓	—
顔動画+死角なし	—	✓	—
リアルタイム映像	—	✓	✓
リアルタイム映像+音	—	—	✓
リアルタイム映像+死角なし	—	—	✓
リアルタイム映像+音+死角なし	—	—	✓
窓越しに人が見る	—	—	✓
直接人が見る	—	✓	✓

合よりも、見られている感を与えることを示した。そして、見ている人の発生させる音は知覚的な印象を、見ている人の死角をなくすことで認知的な印象を人に近づけることがわかった。

6. 関連研究

アウェアネス支援を行う研究ではプライバシーを考慮し、情報量を落として映像や音声などを伝達するものが多い。例えば、Fogartyらの研究[1]では、遠隔地にいる人の忙しさをユーザに装着させたセンサが取得する情報から推定し、その推定した忙しさのみを他者に伝達している。中利らの研究[2]では、部屋の明かりのON/OFF情報と個人が身に付けている私物が部屋にあるかの情報のみを他者に伝達し、部屋の主が在室しているかどうかをユーザに推測させる。また、個人が日常生活において、よくいる地域を「生活空間」と定義し、生活空間内に現在その個人がいるかどうかだけを家族に提示するシステム[3]がある。これは、家族の今いる位置情報をそのまま伝達するのではなく、家族が普段と同じ地域内にいる/いないの情報のみを提示することで、個人のプライバシーを維持しつつ、家族が安否を推測することを支援するシステムである。ユーザのスケジュールと位置情報から、職場内でのユーザの活動内容を自動的に推測し、他者に提示をする手法[4]では、情報の閲覧者とユーザとの関係に応じて提示する情報の詳細さをユーザ自身が調整できるようにしている。

映像と音声を通じ、離れている人同士でも互いに同じ部屋にいるという感覚を与えることで、離れている相手との協調作業を支援する研究[5]がある。また、Kimらの研究[6]では、円筒状のディスプレイ上に遠隔地の人の等身大のリアルタイム映像を提示し、見ている人の位置によって提示する映像を変化させることで運動視差を再現している。これにより対面環境に近い遠隔地間でのコミュニケー

ションを支援している。これらの研究では、離れた場所にいる相手に映像や音声を取得されるが、プライバシーの問題は議論されていない。この理由として、伝達するアウェアネス情報を増やし、離れた相手と同じ部屋にいる感覚を相互に与えることで、対面環境に近づけ、お互いに映像と音声を取得し合うことのできる公平感があるため、プライバシーが問題にならないことが挙げられる。

ここまで述べた研究と異なり、本研究では、片方のユーザのみが相手の映像や音声を取得する場合のように非対称に情報をやりとりする状況下においても、アウェアネス情報を制限することなく、プライバシーの侵害感を低減することを目的としている。この点で上述の研究とは異なる。

遠隔地にいる人の存在感を伝達する研究としては、遠隔地にいる人と外見を酷似させた遠隔操作型アンドロイド・ロボットジェミノイド [9] を用いたものがある。また、田中らの研究 [10] では、遠隔地間の対話における対話者の移動方法の表現方法が、遠隔地間の対話において、対面でのインタラクションとの近さを示す度合いである社会的テレプレゼンスに与える影響を評価している。これらの研究で評価されている存在感は、ロボットの姿や動きを見たり、対話者とやりとりをする中で生じる感覚を対象としている。一方、本研究で対象としている「見られている感」は、提示を見ていない状態でも発生する、見られていることを表す提示の印象が人に対して与える感覚である点で上述の研究とは異なる。

7. おわりに

本研究では、非対面環境において、実際に人に後ろから見られているときに匹敵する見られている感を見られている人に与えるために、見ている人の顔のリアルタイム映像・音・カメラの死角をなくす場合が実際の人にどの程度見られている感を与えるかを実験により評価した。また、人の存在が見られている感の決定的な要因であるかを窓越しに人が見る方法と比較することで実験により評価した。

実験の結果、リアルタイム映像・音・カメラの死角をなくす場合でも実際の人ほどの見られている感を与えることはできないことがわかった。一方、人の存在は見られている感の決定的な要因ではないこともわかった。さらに、見ている人の発生させる音は提示の知覚的な印象を、見ている人の死角がないことは認知的な印象を向上させることがわかった。そして、この知覚的な印象と認知的な印象が可制御感の発生要因であり、見ている人のリアルタイム映像・音を合わせて見られている人に提示し、かつ、カメラの死角ができないようにカメラを配置することで、アウェアネス情報の取得とプライバシーの維持が両立できる可能性を示した。

今後の課題として、実環境にこの提示法を用いたアウェアネス情報伝達システムを導入し、提示が与える見られて

いる感によりプライバシーの侵害感を低減することができるとの評価を行うことが挙げられる。これまでの実験環境では、被験者が提示を再確認できない状況での見られている感を評価した。しかし、実環境では見られている人が提示を再確認できない状況は現実的ではなく、また、提示が見られている人の視界内にある場合も考えられる。そのような場合に、提示の与える見られている感がどのように変化するかを検証が必要である。

展望として、この見られている感は見られている人の行動の自制を促すことから、プライバシー維持の目的以外にも、防犯システムにおけるカメラの配置や掲示への応用が考えられる。防犯カメラを死角ができないように配置するだけではなく、人の映像や音を提示することで人に強い見られている感を与え、犯罪を防止する、新しい防犯システムの実現が期待できる。

参考文献

- [1] J. Fogarty, S.E. Hudson, C.G. Atkeson, D. Avrahami, J. Forlizzi, S.Kiesler, J.C. Lee, and J. Yang: Predicting human interruptibility with sensors; Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI), **Vol.12**, No.1, Issue1, pp.119-146 (2005).
- [2] 中利和弘, 倉本 到, 渋谷 雄, 辻野嘉宏: 家庭環境におけるアウェアネス情報の応用—情報の種別とその効果に関する一考察—; HIS2008 論文集, pp.1063-1068 (2008).
- [3] 池本梨紗, 倉本 到, 辻野嘉宏, 水口 充: 家族間でのプライバシーを考慮した位置情報に基づく安心感の提示法; HIS2009 論文集, pp.835-842 (2009).
- [4] 土持幸久, 高橋 伸, 田中二郎: プライバシーを考慮しつつユーザの状況・状態を推定と提示を行うシステム; DICOMO2006 論文集, pp.497-500 (2006).
- [5] N. Yamashita, K. Hirata, T. Takada, Y. Harada, Y. Shirai, and S. Aoyagi: Effects of Room-sized Sharing on Remote Collaboration on Physical Tasks; IPSJ Digital Courier, **Vol.3**, pp.788-799 (2007).
- [6] K. Kim, J. Bolton, A. Girouard, J. Cooperstock, and R. Vertegaal: TeleHuman: Effects of 3D Perspective on Gaze and Pose Estimation with a Life-size Cylindrical Telepresence Pod; CHI2012, pp.2531-2542 (2012).
- [7] 中利和弘, 倉本 到, 辻野嘉宏, 水口 充: 分散環境におけるプライバシー侵害感低減のための「見られている感」提示手法; HIS2009 論文集, pp.167-172 (2009).
- [8] 松井 淳, 山本景子, 倉本 到, 辻野嘉宏: 分散環境下におけるアウェアネス情報提示とプライバシーの両立のための「見られている感」の向上の検討; 信学技報 112(45), pp.75-80 (2012).
- [9] 坂本大介, 神田崇行, 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.3729-3738 (2007).
- [10] 田中一品, 加藤 慶, 中西英之, 石黒 浩: 人の移動の表現方法: ズームカメラと移動ディスプレイによる社会的テレプレゼンスの向上; 情報処理学会論文誌, **Vol.53**, No.4, pp.1393-1400 (2012).