

日常空間で常時利用するためのカーテンメタファを用いたビデオコミュニケーションシステム

神原 啓介*¹ 半田 智子*² 塚田 浩二*¹*³ 椎尾 一郎*⁴

A video communication system using a curtain metaphor suited for continuous use in daily environment

Keisuke Kambara*¹, Tomoko Handa*², Koji Tsukada*¹*³ and Itiro Siio*⁴

Abstract – We propose a new interface called SmoothCurtain that is suitable for constant use of a remote video communication system in living environment. To enable switching between conscious and ambient modes of communication smoothly and intuitively, we have adopted a metaphor of a curtain.

SmoothCurtain is a video communication system through which people can remotely talk and see each other. The system mainly consists of two communication terminals installed in remote places. Each terminal has curtains for controlling their privacy and changing the communication style flexibly. When curtains on both sides are opened completely, users can see and talk to each other clearly. When one user closes the curtains, his/her image becomes blurred and voice volume is reduced on the other terminal, depending on the opening states of the curtains.

We have installed SmoothCurtain in two rooms of our university for about 14 months. In result, We have got considerable positive feedback from the users.

Keywords : 遠隔コミュニケーション, ビデオコミュニケーション, プライバシー制御

1. 背景と目的

遠隔地間でのリアルタイムコミュニケーションの需要は多く、古くは電話を始めとして、現在ではコンピュータやインターネットを活用したビデオチャットなども広く普及している。そして、より便利で快適に遠隔コミュニケーションをするための研究やシステム開発も多くなされてきた。

既存の遠隔コミュニケーションシステムは「直接的なコミュニケーション」と「アンビエントなコミュニケーション」という大きく2つの手法に分けられる。

ひとつめの直接的なコミュニケーションとは、電話やビデオ会議システムのように音声や映像を用いて会話をする手法^[1]である。この手法では、音声や映像によって相手と直接的にコミュニケーションを取ることができるが、利用場所や時間が制限され、常時利用が難しい^[12]。電話やビデオ会議などは一般に時間的、意識的に集中して利用することが多く、日常生活のタスクとの並列性が低い。さらに、自分の格好や部屋の

状況などの周辺状況が遠隔地の相手に伝わる可能性が高いため、日常生活で常時利用するにはプライバシーが問題になる。

ふたつめのアンビエントなコミュニケーションはこれと反対の性質を持ち、音や光の変化によって、日常生活の中でさりげない形でコミュニケーションをする。例えば、ambientROOM^[2]では、光や風などの周辺空間で捉えられる情報を用いて、適度に相手と同期している感覚を得ることができる。しかしこうしたアンビエントなコミュニケーション方法は一度に伝達できる情報量が少ないため、相手と直接的なコミュニケーションをとることは難しい。

このように、両コミュニケーション手法はそれぞれメリット・デメリットがあり、どちらか一方のコミュニケーション手法だけで遠隔地の生活空間同士を常時つなぐとするとプライバシーや情報量が問題になる。

そこで本研究では、直感的な操作でプライバシーレベルを制御し、「直接的」「アンビエント」という2つのコミュニケーション形態をなめらかに移行することで、生活空間での常時利用に適したビデオコミュニケーションを行う「なめらカーテン」を提案、試作し、その有効性を検証する。

2. 関連研究

本章では、本研究に関連の深い研究を「直接的なコミュニケーション」「アンビエントなコミュニケーション

*1: お茶の水女子大学 お茶大アカデミックプロダクション

*2: 本田技研工業株式会社

*3: 科学技術振興機構 さきがけ

*4: お茶の水女子大学 人間文化創成科学研究科

*1: Ochanomizu University, Academic Production

*2: Honda Motor Co., Ltd.

*3: JST PRESTO

*4: Ochanomizu University, Graduate School of Humanities and Sciences

ン」「プライバシーの制御」という3分野から取り上げる。

2.1 直接的なコミュニケーション

Xerox の Video Wall^[15] は、遠隔の2つの場所を大きなディスプレイで繋ぎ、常時接続することで二つの空間が相互に交わる感覚を得ることができる。VideoWindow System^[1] は大規模なビデオ会議システムであり、壁に高画質のテレビを設置し、原寸大に相手の映像を表示する。さらにスピーカーも複数設置し、相手の立ち位置に応じて音声の聞こえる方向も変換する。t-room^[3] は、巨大な6枚のディスプレイを8角形型(うち2辺にはディスプレイはない)に並べ、天井から8台のWebカメラで撮影した映像を相手側のディスプレイに表示するシステムである。遠隔で同じ部屋にいる感覚を共有し、実世界でのやりとりが遠隔地においてもシームレスに通用する環境を目指している。HyperMirror^[4] は、お互いの等身大の映像を大型スクリーンで共有することで、あたかも一緒にいるような感覚を与える。遠距離の2箇所間で撮影/合成した映像をスクリーンに投影し、対話者の片方が相手の所に向いているような映像を実現する。

これらの研究は、遠隔地間で高い臨場感を共有することを主眼としており、ミーティングルームなどの環境には適しているが、日常生活空間で常時利用することはあまり想定されておらずプライバシー制御が問題になる。

2.2 アンビエントコミュニケーション

SyncDecor^[5] は、相手の状態をさりげなく知らせるために、遠隔地に置かれた日用品(e.g. ゴミ箱、ランプなど)が同期して動作するシステムである。影電話 - Teleshadow plus^[6] は、影を使う事でプライベートな状況においても同じ空間にいるようなやりとりができる行灯型の遠隔コミュニケーションシステムである。つながり感通信^[7] は、人の存在やそれに伴う様々な手がかり情報(動き方、気配など)を用いた、親しい関係にある人と人との間での遠隔コミュニケーションを支援するシステムである。

これらのコミュニケーションシステムは日常空間において常時利用できるが、直接的なコミュニケーション機能を備えないため、単体で具体的な意思伝達をすることは困難である。

2.3 プライバシーの制御

Greenberg ら^[13] はメディア空間におけるプライバシーレベルの柔軟な調節を行なうため、人形などの物理的な「代替品」を用い、直接的なコミュニケーションとアンビエントなコミュニケーション形態を柔軟に移行する手法を提案している。また、その応用として物理的なつまみを回すことでWebカメラの映像をぼかしてプライバシー保護を行なう手法を提案してい

る^{[8][9]}。Buxton の Door Mouse^[14] では、プライバシーを保護する行為として、ドアを閉める動作を検出することで、メディア空間におけるプライバシー保護を実現している。同じく児玉ら^[10] は、ドアの開き具合を計測し、Webカメラの映像の透明度や音声の音量を変化させる、プライバシー制御手法を提案している。また、ノートPCのディスプレイの開閉状況を取得して、デスクトップアイコンやWebブラウザの表示状況などのプライバシー制御を行う事例^[11]も存在する。

これらの研究から、プライバシーを制御するために物理的な代理品を利用することや、実世界におけるプライバシー保護行為のメタファを活用することが有効と考えられる。遠隔地間を常時つなぐ場合は、このようなプライバシー制御に加えて、どちらかが一方的に覗き込むことを防ぐ「公平さ」が求められる。また、Door Mouse や児玉らのシステムではプライバシーを制御するためのメタファおよび物理デバイスとして室内のドアを用いているが、プライバシー制御の対象となるビデオチャットの画面と物理デバイスが離れているためやや操作の直接性に欠ける。物理デバイスとプライバシー制御対象との関連性を分かりやすくするために、両者を一体化することが望ましい。

3. カーテンメタファを用いたコミュニケーションシステム

本研究では、カーテンメタファを用いることで「直接的」「アンビエント」という2種類コミュニケーション形態を直感的な操作でなめらかに移行する手法を提案し、その試作として「なめらカーテン」を開発した。

なめらカーテンでは、図2のような「なめらカーテン端末」を2箇所に設置し、両者間を常時ビデオチャットでつないだ状態にする。そして端末のディスプレイの前についたカーテンの開け閉めに応じてプライバシーレベルを調節し、コミュニケーション形態を変える。

本章では、なめらカーテンのコンセプト、カーテンメタファの活用、デバイス構成、そして利用方法について述べる。

3.1 コンセプト

なめらカーテンのコンセプトは「カーテンメタファを用いたコミュニケーション形態のなめらかな移行」である。日常生活で我々が何気なく行なう「カーテンを開けたり閉めたりする」行為に着目し、直接的・アンビエントという2つのコミュニケーション形態をなめらかに移行する手段として利用した。そして、このカーテンメタファを用いることで、以下のような遠隔コミュニケーションにおける課題を解決する。



図1 なめらカーテンの利用風景
Fig. 1 Basic usage of SmoothCurtain.

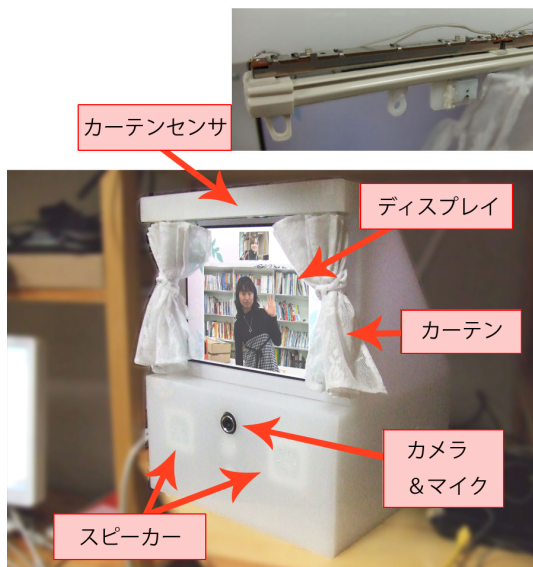


図2 なめらカーテンの外観
Fig. 2 SmoothCurtain terminal.

- 日常空間での常時連続利用
- 柔軟なプライバシー制御
- シンプルで分かりやすい操作
- 生活空間に馴染むデザイン

次にカーテンメタファと、コミュニケーションシステムへの適用方法について詳しく述べる。

3.1.1 カーテンメタファ

カーテンの主な機能や特徴としては「アンビエント性」「プライバシー保護」「使い方の分かりやすさ」「家への馴染みの良さ」などがある。

日常生活において、カーテン（特にレースのカーテン）は家庭のプライバシーを守る役割を持っている。例えば、人々は外部の視線が気になるとき、カーテンを閉めて家の中の様子を隠す。カーテンを閉めると、家の中の詳細な様子は外部から見られることはなくなるが、時間によって変化する明るさや、窓の前を通り過ぎていく人の影などのアンビエントな情報は感じることができる。すなわち、カーテンを閉めることでプ

ライバシーを保持しつつ、外部からの情報を完全には遮断せず、穏やかに情報を共有することができる。

そして、カーテンは多くの家で利用されており、布地の柔らかな質感もあって、日常空間に馴染みやすい。使い方も「開け閉めするだけ」とシンプルで分かりやすく、大人から子供まで多くの人が日々利用して、その機能や使い方をよく知っているのも特徴である。

3.1.2 コミュニケーションシステムへの適用

本研究ではまず、カーテンのプライバシー面での特性を利用し、カーテンの開いた状態と閉じた状態をそれぞれ「ビデオチャット型の直接的なコミュニケーション」「アンビエントなコミュニケーション」に対応づけた。ユーザはカーテンの開閉量を変えることで、映像や音といったコミュニケーションチャンネルの情報量を調節する。

また、カーテンをある程度閉じて相手から覗かれにくくした場合、自分側のなめらカーテン端末のディスプレイもカーテンに隠れ、相手の様子を覗きにくくなる。こうすることで相手から一方的に覗き見られるという状態を和らげ、一定の公平感を与える。ただし、あくまで一方的な覗き見を「緩く」防ぐためのものであり、一瞬だけ相手の様子を見たい時などはカーテンをめくって見るといった使い方も可能である。

さらに、カーテンの開閉状態がコミュニケーションの意思を示すことにもつながる。相手がカーテンを開いている時はビデオチャットが可能な状態であり、反対に閉じている場合はアンビエントなコミュニケーションを望んでいるというように、お互いの意思や状況を推測することもできる。

3.2 機能

次に、なめらカーテンの具体的な機能として「ぼかしフィルタと音量調整」「チャイム機能」について紹介する。

3.2.1 ぼかしフィルタと音量調整

寝起きや着替え中、化粧中など、他人に見せたくない映像を隠す方法として、前章で述べた Greenberg らの研究^{[8][9]}と同様に、映像にぼかしフィルタをかけるようにした。カーテンを完全に開いた状態（図3上）では映像と音声をそのまま相手側の端末で表示・再生する。反対に完全に閉じた状態（図3下）ではほとんど様子が分からない程度にぼかした映像を表示し、音声は遮断する。そしてカーテンを開き具合によって、映像のぼかしや音声の大きさが連続的に変化する。

なめらカーテン端末の画面は図4のようになっており、上部に自分の姿が表示され、下部に相手の姿が大きく表示される。カーテンを閉めると自分の姿が映った映像にぼかしがかかり（図3左）、相手からどのように見えているか、すなわちどの程度ぼかしがかかっ

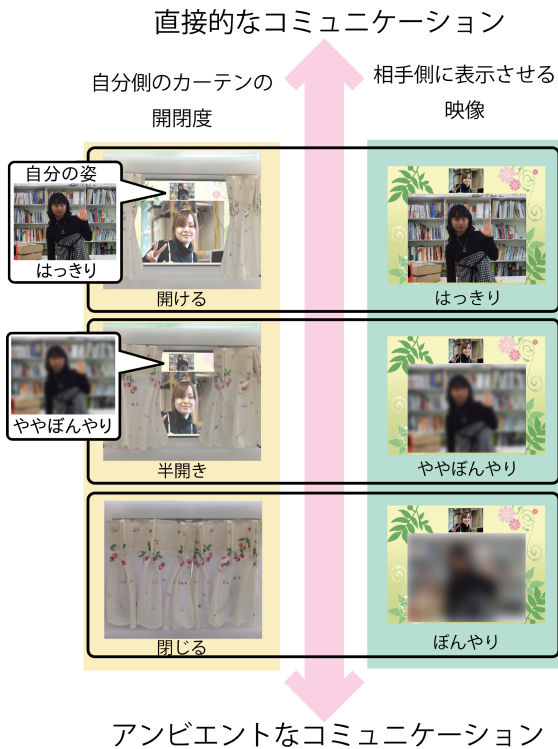


図3 カーテンの開閉に応じたコミュニケーション形態の変化
Fig.3 Controlling the communication style by opening/closing the curtain.

ているかを確認することができる。

音声に関して、カーテンは両方向の音を遮断する。すなわち、カーテンを閉めると自分の声が相手に届かなくなり、同時に相手の声も聞こえなくなる。逆に相手がカーテンを閉めると相手の声が聞こえなくなり、同時に自分の声も相手に届かなくなる。

3.2.2 チャイム機能

前述のように、カーテンが閉じられている場合は相互に音声が伝わらなくなるため、なめらカーテン越しに呼びかけて話をしたい場合に明示的なコミュニケーションの開始が困難になる。このような場合に、家の玄関チャイムのように音を鳴らすことで「コミュニケーションを取りたい」という合図を送り、カーテンを開けてもらう「チャイム機能」を用意した。相手呼びたい時は「カーテンを素早く¹²回以上開閉する」という操作をすると、相手側の端末でチャイム音を鳴らすことができる。

なお、チャイム音を鳴らす操作方法としては「物理的なスイッチを付ける」「カーテンの前に一定時間立つ」といった方法も検討した。「カーテンを素早く2回開閉する」という方法を採用した理由としては、急いでコミュニケーションを取りたいという意思をカー



図4 なめらカーテン端末の画面例。
Fig.4 Screenshot of SmoothCurtain terminal.

テンを用いたジェスチャで表現できることや、なめらカーテンの通常の操作とほぼ重複せず、誤認識も少ないこと、新たに入力デバイスを増やすことなくカーテンだけで全ての操作ができることなどが挙げられる。

3.3 利用の流れ

互いに遠隔地にいるユーザAとユーザBの2人がシステムを使用すると仮定し、基本的な利用方法を説明する。

まず双方のカーテンが開かれていると、Aの端末にはB側の映像、Bの端末にはA側の映像が映る。Aが端末の前に立って話しかけると、B側の端末にはAの姿が表示され、Aの音が再生される。両者が話しているときは、それぞれ図4のような画面になり、画面上部に小さく自分の映像が表示され、下部に大きく相手の映像が表示される。

ここでAが着替えのためにカーテンを閉めると、B側端末の映像にはぼかしフィルタがかかってAの姿が見えにくくなり、Aの話す声の音量が小さくなる。また、同時にA側のディスプレイでもBの姿はカーテンに隠れて見えにくくなる。

そしてAが完全にカーテンを閉めると、B側の画面には強くぼかしがかかってAの姿が見えなくなり、Aの声も聞こえなくなる。またA側のディスプレイも完全にカーテンに隠れるためBの姿はほとんど見えなくなり、Bの音声も聞こえなくなる。そのためAが一方向的にBの様子を覗き見ることはできない。

その後しばらくして、BがAに話しかけたいと思ったとき、Aの部屋の明かりは点いているようなのでなめらカーテンで聞こうとする。しかしAはカーテンを閉じているため声で呼び出すことはできない。そこでAを呼ぶためカーテンを2回素早く開閉すると、A側の端末でチャイム音が鳴る。それに気づいたAがカーテンを開け、BはAと会話をした。

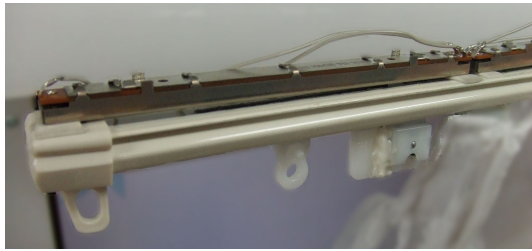


図5 カーテンセンサ: カーテンレールにスライダセンサを組み込んでいる

Fig. 5 Curtain sensor: Two linear variable resistors are embedded in a curtain rail.

3.4 実装

本章では、なめらカーテンの実装について、ハードウェア/ソフトウェアの観点から述べる。

3.4.1 ハードウェア

なめらカーテンのハードウェアは、カーテンとその開閉状況を取得するカーテンセンサ、液晶ディスプレイ、Webカメラ、マイク、スピーカー、およびこれらのデバイスを制御する小型パソコンから構成される。

カーテンセンサは図5のように、市販のカーテンレールにスライダ型可変抵抗（以下、スライダ）を組み込んだものである。スライダは、Phidget InterfaceKit²を介して小型パソコンに接続してされ、カーテンの開閉度を検出できるようになっている。

カメラとマイクは、多様な利用場面（1対1, 1対多, 多対多）に対応するため、広角のWebカメラ（Logitech Qcam Pro for Notebooks）と無指向性のマイク（Panasonic RP-VC151）を使用した。

これらのデバイスを、アクリル板製のケースに格納した。設置や運用がしやすいようにケースの内部は上下2段に仕切られており、上段にはディスプレイと制御基板、Phidget InterfaceKitを収納し、下段にはカメラ/マイク/スピーカーと小型パソコンを収納する。

3.4.2 ソフトウェア

ソフトウェアは、画面表示/デバイス制御などを行う端末側のプログラムと、両端末の間で映像や音声、カーテン開閉度を中継するサーバーから構成される。端末側のプログラムはAdobe Flex³、サーバーはFlash Media Server⁴を用いて開発した。

端末側ではカメラ・マイクおよびカーテンセンサからそれぞれ映像・音声・カーテンの開閉値（以下、カーテンデータ）を取得し、サーバーを介して他方の端末に送信する。相手の端末に直接データを送らず、サーバーを中継したのは、端末の設置のしやすさと実装のしやすさを考慮したためである。端末は基本的に遠隔地に

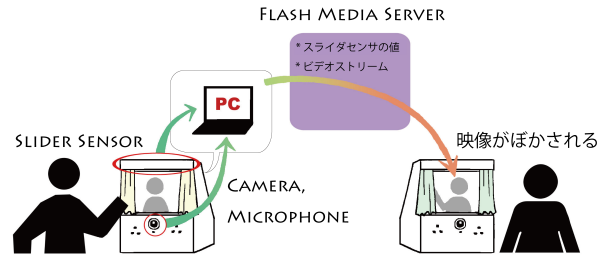


図6 システム構成: サーバ経由で映像と音およびスライダセンサの値が送られる

Fig. 6 System structure: Each client sends the live video/audio and values of the curtain sensor to the other client via the server.

置くため、それぞれ異なる NAT (Network Address Translation) 環境下に端末を設置することが多く、そのままでは端末間で直接通信することができない。そこで、それぞれの端末から NAT 外のサーバに接続することで、ルータなどを設定する手間を省き、家などでの設置をしやすくした。また、Flash Media Serverを用いることで、映像や音声のストリーミングを使ったプログラムを比較的容易に実装できることも理由の一つである。

そして、サーバーを経由して受信したカーテンデータに応じて、映像のぼかし具合や音声の音量を調整して、ディスプレイ/スピーカーに出力する（図6）。

4. 実証実験

なめらカーテンの効果を調査するため、実証実験を行った。遠隔地の親しいグループ間でなめらカーテンを日常的に利用してもらい、その様子を記録、観察することで提案方法の有効性と課題を検証した。

4.1 実験内容

大学内の離れた2つの部屋（以下、S研究室とT研究室）になめらカーテン端末をひとつずつ設置した（図7）。両部屋のレイアウトと端末の置き場所は図8のようにになっている。想定利用環境である生活空間に近づけるため、S研究室ではなめらカーテンをソファのある部屋中央の休憩スペースに向け、T研究室ではソファやテーブルのすぐ側に設置した。

S研究室とT研究室では、同じ研究グループに所属する学生と教員が常駐しており、S研究室には基本的に学生のみが、T研究室には教員と学生の双方が常駐している。両研究室は約60m離れた別々のビルにあり、歩いて約5分程度かかる。こうしたことから、従来は電話やSkypeなどがコミュニケーション手段として頻繁に使用されていた。

実験期間は約14ヶ月間⁵で、合計15人以上の学生

2: <http://www.phidgets.com/>

3: <http://www.adobe.com/jp/products/flex/>

4: <http://www.adobe.com/jp/products/flashmediaserver/>

5: 本論文執筆時までの期間であり、現在も継続的に利用して



図7 実証実験の設置風景．左: S 研究室, 右: T 研究室
 Fig.7 Installed SmoothCurtain terminals. Left: S laboratory. Right: T laboratory.

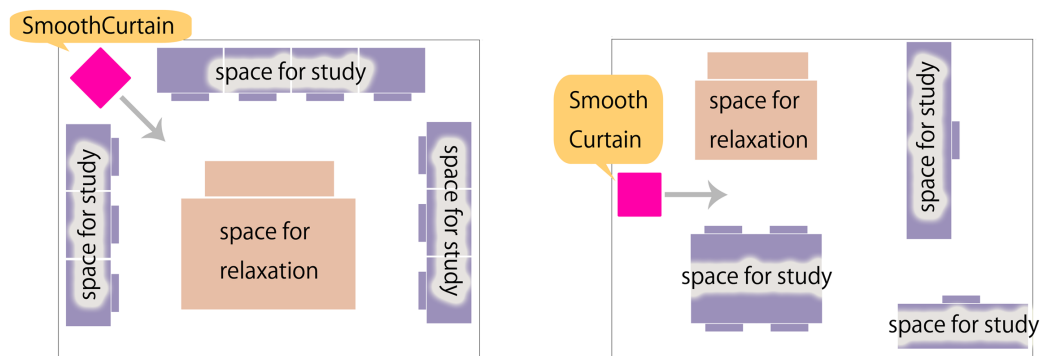


図8 実証実験における各部屋のレイアウト．左: S 研究室, 右: T 研究室
 Fig.8 Room layouts around the terminals. Left: S laboratory. Right: T laboratory

と教員が使用した。

実験期間の途中、一時的に T 研究室に設置した端末のカーテン丈を図 7 右上のように Web カメラが隠れる程度の長さに変更し、2 週間程度運用した。これは、なめらカーテン端末ではカーテンを閉じた際にもカメラが物理的に見えているため、プライバシー面での不安を与えるのではないかと考えたためである。

4.2 結果

なめらカーテンの利用状況のデータと様々な利用事例を記す。

4.2.1 利用状況のデータ

実験期間のうち 2010 年 12 月に約 1ヶ月ほど⁶、カーテンの操作を記録した。運用当初はシステムの改良を重視していたため利用状況を記録しておらず、大学の休暇期間中のデータなどを省略したため、利用状況を記録・分析した期間は運用期間に比べて短くなっている。

それぞれの部屋のカーテンの開閉状況は図 9, 10 のようになっている。T 研究室ではカーテンを閉じていることが多く、中間状態が少なかったのに対し、S 研究室では中間状態となっていることが比較的多かった。この利用状況の違いについては、T 研究室側にいる教員が集中して作業したい時にカーテンを閉じるケースが多かったことや、S 研究室側にいる学生の話し声や笑い声などが漏れ過ぎないように、学生自らカーテンをやや閉めた状態にしていたことが関係している。

1ヶ月のカーテンの開け閉めの遷移を示した図 11 から分かるように、S 研究室に比べ、T 研究室ではカーテンを開閉する頻度が高かった。これは、T 研究室の教員側から S 研究室の学生に対して話しかける（カーテンを開く・チャイム機能を使用する）ケースが多かったことや、上述したように T 研究室側の教員が集中して作業する際に閉める機会が多かったことが関係している。

4.2.2 直接的なコミュニケーションの事例

両端末のカーテンが開いた状態では、「特定の人（の在室状況を聞く）」「探し物について何か知らないか聞く」といったちょっとした質問をするという使い方が多く

いる。

6: 運用当初はシステムの改良を重視していたため利用状況を記録しておらず、大学の休暇期間中のデータなどを省略したため、利用状況を記録・分析した期間は運用期間に比べて短くなっている。

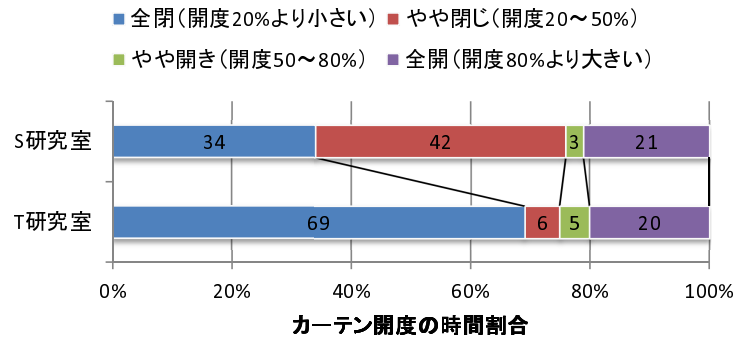


図9 各部屋のカーテン開度の時間割合
Fig.9 Curtain state in the evaluation.

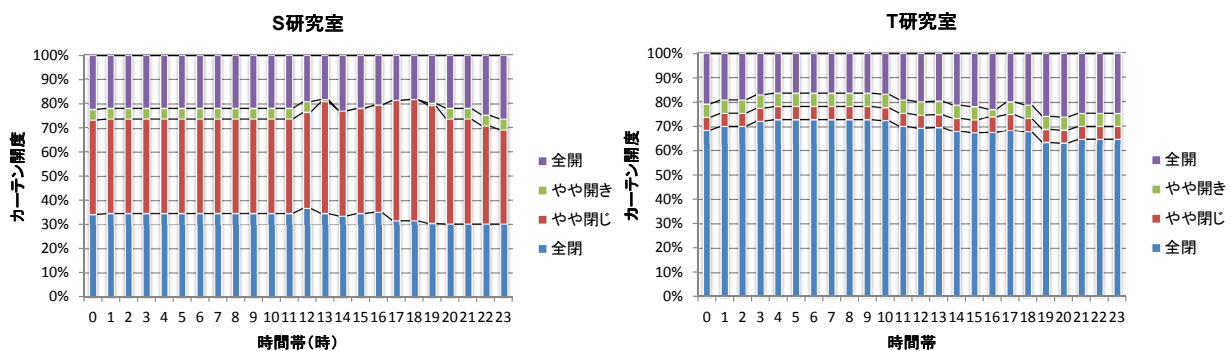


図10 時間帯別のカーテン開度
Fig.10 Hourly curtain states in the evaluation.

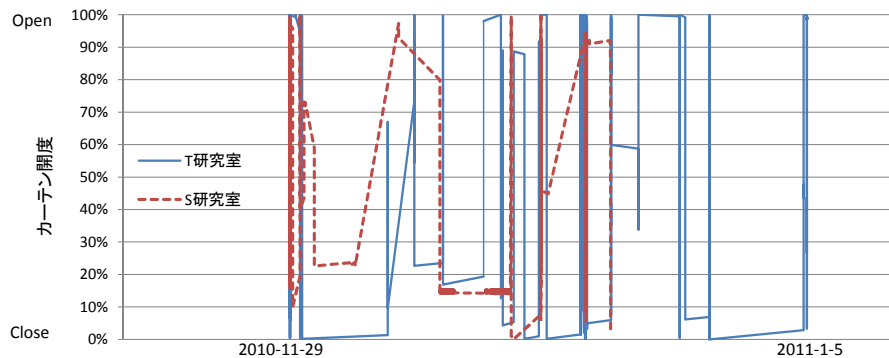


図11 各部屋のカーテンの開け閉めの遷移
Fig.11 Transition diagram of curtain states in the evaluation.

見られた。利用者へのインタビューでも、両方のカーテンが完全に開いた状態の時は「手軽に相手に話しかけることができる」「違和感なく使用することができた」という声が多く得られた。

やや特殊な使い方としては、別の部屋にいる学生の誕生日祝いをするという事例も見られた。

4.2.3 アンビエントなコミュニケーションの事例

なめらカーテンを半開きの状態で使う場合、カーテン越しに見える画面の明るさや、少しだけ聞こえてくる音を頼りにしたアンビエントなコミュニケーション

が見られた。

例えば、カーテン越しに部屋の明かりが点いているかどうかを見て(図12)、教員や学生が部屋にどうかを知り、相手の部屋に移動するといった場面が度々見られた。また、両研究室同士でのイベント(ミーティングや飲み会)の時間が近づいた時、S研究室の明かりが消えたことで人が移動したことを知り、T研究室の人も急いで移動を始めるといったことがあった。

一方、音を頼りにした事例としては、S研究室に一

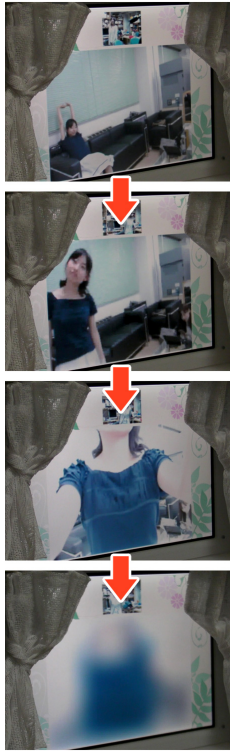


図 13 部屋の中のソファで寝ようとした時に、相手にその姿を見られないようカーテンを閉めた。

Fig.13 A woman closes the curtain before she goes to sleep.

人でいた学生が、T 研究室での賑やかな声を聞いてカーテンを開けたところ、他の学生が T 研究室に集まっていることを知り、その学生も T 研究室に足を運んでみるということがあった。

4.2.4 プライバシー制御の事例

プライバシー保護のためカーテンを操作した事例としては、部屋の中のソファで寝ようとした時にその姿を見られないようにカーテンを閉める(図 13)ということがあった。また、部屋の中でプライベートな会話や電話をする時、会話の内容を聞かれないようにカーテンを閉めた、という利用者もいた。

実験内容で述べたように、カーテンを閉じた場合でもカメラが見えていることが、プライバシー面での不安を与えるのではないかと考え、一時的にカーテン丈を伸ばしてカメラが隠れるようにした。その後、数人の利用者に意見を聞いたところ、以下のようなコメントが得られた。

- カーテンの丈が変わっていたことに気がつかなかった。
- カメラが物理的に露出していることは元から気にならなかったため、カーテン丈が長くなっても特に使用感に変化はない。
- いつもディスプレイに注目して利用していたので、

実際に相手の姿が見えるディスプレイの高さよりもカーテンが長いことには、逆に違和感を感じる。

4.2.5 音量を制御する事例

カーテン操作によって、スピーカー音量やマイク音量を制御する場面が度々見られた。

スピーカー音量を制御する事例としては、T 研究室にいた教員が集中して作業したい時、端末のスピーカーから聞こえる S 研究室の賑やかな話し声が気になり、カーテンの開き具合を小さくして音量を下げる場面が週 2~3 回程度観察された。

また、マイク音量を制御する事例として、T 研究室の教員が大きな音の出る工作機械を使うとき、機械の動作音が相手に迷惑であると考え、S 研究室に騒音が聞こえないようにカーテンを閉めるといったことがあった。

カーテンを半開きにするものの多かった利用者へのインタビューでは、その理由として以下のようなコメントを得た。

- 自分の声が相手側に聞こえすぎるのを防ぎたかった。
- 相手側から突然笑い声が聞こえて驚くことがあり、作業の集中力が切れてしまうため若干閉めた状態にしていた。
- 用事のないときは、相手側からの音声が小さく聞こえる状態が良かった。

また、カーテンの開閉で映像と同時に音量も変化することに違和感があったかとインタビューしたところ、特に違和感なく使用できたという意見が多く得られた。

4.2.6 チャイム機能の利用事例

チャイム機能を利用した事例としては以下のようなものがあった。

S 研究室にいた学生が T 研究室の教員に相談をしようとしていたが、T 研究室のカーテンは完全に閉じられていた。しかし部屋の明かりが点いていたことから教員が在室していると考え、チャイム音を鳴らしたところ、教員が気づいて T 研究室のカーテンを開け、ビデオチャットで相談をした。

また別の事例としては、夜中、T 研究室にいた教員が出前を頼む際、S 研究室側のカーテンは半開き状態で、明かりがついており人影が動いているのが見えた。そこで S 研究室でも誰か一緒に出前を頼みたい人がいないかどうか聞いてみるため、大きな声を出して呼ぶ代わりにチャイムを鳴らしたところ、S 研究室の一人が気づいてカーテンを開け、ビデオチャットで即座に聞いた。

4.3 考察

実験結果を踏まえて、3.1 コンセプトで挙げた「日常空間での常時利用」「プライバシーの制御」「操作の

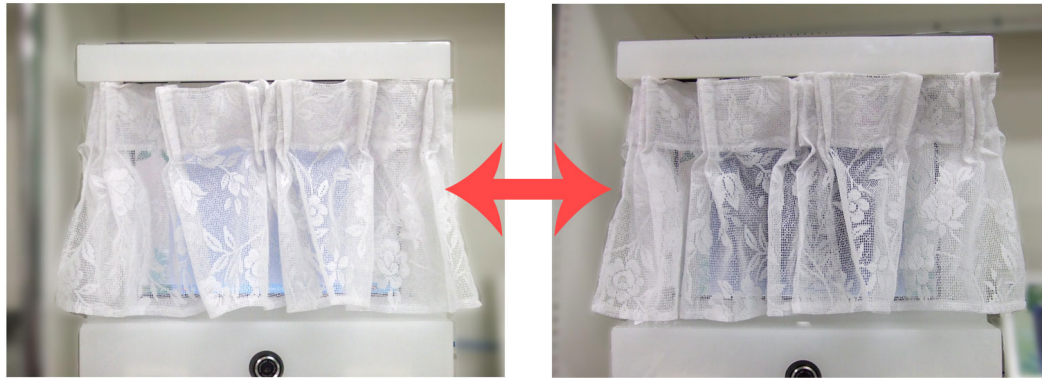


図 12 カーテン越しに部屋の照明の状態を知る
Fig. 12 Example usage in the evaluation (1) The users noticed the states of room lights through the curtain.

分かりやすさ」「日常空間に馴染むデザイン」という4つの課題について考察する。

4.3.1 日常空間での常時利用

本研究の目的の1つは、日常空間で常時利用できるコミュニケーション手法の実現である。それも、単にアンビエントなコミュニケーション手法として常時利用するだけでなく、直接的なコミュニケーションをすることもでき、状況に応じて両者の間を移行できることがポイントとなる。

まず直接的なコミュニケーションが行われたかどうかに関しては、4.2.2の事例で述べたように、カーテンが完全に開いた状態で多くのユーザが手軽に相手に話しかけることができていた。特に、わざわざ電話をかけて聞くほどでもない些細な話題、質問に多く使われていた点が特徴的である。これは常時接続によって会話を始めるための敷居が下がったことが理由として考えられる。常時接続ではない一般的なビデオ会議システムや電話では会話のきっかけを掴みづらいのに対し、なめらカーテンでは常時接続されていることでお互いの相手の様子を見て相手に話しかけるタイミングが取りやすい。

次に、コミュニケーション形態の移行に関しては、4.2.4のプライバシー保護や4.2.5の音量調節の事例のように、直接的なコミュニケーションからアンビエントなコミュニケーションへの移行が行われていた。逆方向への移行として、4.2.6で述べたようにチャイム機能を利用することで、直接的なコミュニケーションへ移行することができた。また、4.2.3のアンビエントなコミュニケーションの事例で挙げたような、アンビエントな情報から相手の様子を知り、直接会いに行くという行動も一種のコミュニケーション形態の移行と言える。

研究室の中で従来から使われていた内線電話やSkypeなど他のコミュニケーション手段との関係に

ついて述べる。まず、なめらカーテンを使い始めてから内線電話を使う頻度は減った。話しかける前に相手の様子を見ることのできるなめらカーテンの方が、電話に比べてより話しかけやすいためと考えられる。一方、Skypeのようなインスタントメッセージ（以下、Skype）はなめらカーテン導入後も利用されていた。両者の利用頻度は「会話内容」「作業状態」「即時性」「Skypeの利用経験」によって変化する傾向が見られた。以下、具体的な事例について述べる。まず、会話内容が周りの人にあまり聞かれないような個人的な内容である場合、なめらカーテンよりSkypeが利用される傾向があった。次に、ユーザの事前の作業状態に近いメディアが優先的に利用される傾向にあった。すなわち、一方の研究室で複数人で会話が行われている状況では、多くの場合なめらカーテンが利用され、逆に個人でPCで作業していて、かつ話しかけたい人がSkypeにいる場合は、Skypeが優先的に利用された。さらに、他研究室にいる特定の人にすぐにコミュニケーションを取りたい場合は、Skypeと比べて割り込み能力が高く即時性に優れる点から、なめらカーテンが優先的に利用された。最後に、Skypeの利用経験も利用頻度に影響を与えた。学生の半数程度はSkypeを日常的には利用しておらず、特に雑談/議論している時はSkypeに気づかないことも多かった。よって、なめらカーテンの方が（お互い研究室にいる場合は）信頼できるコミュニケーションチャンネルとして機能した。このようにSkypeとなめらカーテンはお互い有用なメディアとして使い分けられる傾向にあった。

4.3.2 プライバシーの制御

生活空間で利用する上での課題の一つが「柔軟なプライバシーの制御」であった。本実験では、4.2.4のプライバシー制御の事例で挙げたように、仮眠をとるときや私的な会話をするときカーテンの操作が行われていたことから、有効に機能が利用されていたと言

える。

常時連続利用するコミュニケーションシステムを室内に置くということに対して、特にプライバシー面での不安や抵抗を感じることも懸念された。しかし、今回の実験ではそのような不安や抵抗感などを訴えるといった人は無く、肯定的に受け入れられていたと言える。肯定的に受け入れられた理由としては、まず第一になめらカーテンが日常的なコミュニケーション手段として実際に活用されており、十分な実用性や利便性があったという点大きい。そして、上記の柔軟なプライバシー制御ができるということも不安の解消につながっていたと言える。ただし、本実験環境が大学の研究室という、家に比べてプライバシー的な問題が起こりにくい環境であることも関係している。家ではよりプライベートな時間・空間が増えるため、カーテンを閉じる機会も増えると考えられるが、そのような状況でも有効に機能するかについては、さらなる検証が必要である。

4.3.3 操作方法の分かりやすさ

プライバシー制御の操作方法に関しては4.2.3で述べたように、ほとんどの利用者が「カーテンを閉めることでこちらの様子を隠す」という使い方をすぐに理解していた。これは「プライバシーを守るためにカーテンを閉める」というカーテンのメタファが有効に働いたためと考えられる。

「カーテンの開閉によってマイクやスピーカーの音量が変化する」という点に関しても多くのユーザーは違和感なく使用していた。カーテンによって音が伝わりにくくなるのは、カーテンメタファとの対応付けはやや弱い⁷⁾ものの、単純な機能のため、一度カーテンを開閉して使ってみることですぐに理解できる機能であると言える。

「カーテンを素早く開閉する」というチャイム機能のジェスチャ操作は、カーテンのメタファには無いものであり、操作方法を知らないと使えない機能である。しかしながら、利用者にチャイム機能と操作方法の説明をするとすぐに使い方を覚えた。何らかの操作方法の提示が必要であるが、ジェスチャ操作自体はシンプルで分かりやすいものだと考えられる。ただし、チャイム機能の操作方法としては、3.2.2で挙げたように「物理的なスイッチ」や「カーテンの前に一定時間立つ」といった他の方法も考えられる。これらの操作方法と比較することで、より分かりやすい操作方法を検討したい。

カーテンを閉めた際に、相手側では「画面にぼかしがかかる」ことで見えにくくなるのに対し、自分側は

「カーテンによって画面が隠される」ことによって見えにくくなるという違いがあり、お互いに見えにくくなる仕組みが非対称となっている。この非対称性は実世界では起こらない事象ではあるものの、利用者からは非対称性についての疑問やコメントなどは特に無く、違和感なく受け入れられていた。その理由として、カーテンを閉める際に、自分側の画面上部に表示されている「自分の映った映像」にぼかしがかかるため、相手側に表示されている「自分の映った映像」にもぼかしがかかることをユーザーが推測・理解できた、ということが挙げられる。すなわち、お互いに見えにくくなる仕組みは非対称であるものの、その仕組みをユーザーが容易に理解できたことで、非対称性が実用上の問題にはならなかったと言える。

3.1.2で述べたように、「カーテンによって画面が隠される」ことで一方的な覗き見を「緩く」防ぐようになっているが、閉めたカーテンをめくって覗くという使い方も可能である。しかし、実際にはそのような使い方はあまりされていなかった。その理由として、まず、なめらカーテンに取り付けられたカーテンが小さく、さらに波状になってため、布をめくりにくかったことが挙げられる。さらに、カーテンが少し開いていれば相手の様子（カーテンを開けているかなど）は大体分かるため、わざわざカーテンをめくって相手を見る必要性があまり無かった。また、カーテンをめくって見るのは相手を「覗き見」をするのは周囲の目を気にしてやりにくい、という心理的な抵抗感も理由として考えられる。

4.3.4 生活空間に馴染むデザイン

実験内容でも述べたようになめらカーテンは生活空間での利用を主に想定している。そのため本実験環境である大学の研究室の中でも、特にリビングのような生活空間に近い環境を選んで設置・運用をした。結果、カーテン端末のデザインに関しては特に不満などは聞かれず、違和感なく受け入れられていた。今後は家庭環境へ導入し、様々な生活空間で運用することで、より生活空間に馴染むデザインについて検証していきたい。

端末のカーテンを閉じた際にカメラが見えている点に関しては、一時的にカーテン丈を変更して調査したものの、4.3.3で述べたように利用者は特に気にしていなかった。利用者のコメントにもあるように、端末を見るときの意識は主にディスプレイに向けており、カメラが見えているかどうかは端末をデザインする上でそれほど大きな問題にはならないようである。もちろん、寝室などのプライバシー保護が強く求められる空間では、さらに配慮したデザインが必要になる可能性がある。例えば「物理的にカメラにふたをできるよう

7: あまり一般的ではないが、遮音カーテンのメタファに近いと言える

にする」「カメラの向きを変えられるようにする」といった方法で安心感を与えるデザインが考えられる。このようなデザインについても様々な生活空間での検証をしていきたい。

5. 結論

本研究では、カーテンメタファを用いたコミュニケーションシステム「なめらカーテン」を提案、試作した。なめらカーテンは、日常生活で我々が何気なく行なう「カーテンを開けたり閉めたりする」行為に着目し、直感的な操作でプライバシーレベルを制御する手段として利用した。カーテンメタファによって直接的/アンビエントという2つのコミュニケーション形態をなめらかに移行できるさらに、なめらカーテンを用いた14ヶ月以上の期間実証実験を行ない、「日常空間での常時利用」「プライバシーの制御」「操作の分かりやすさ」「日常空間に馴染むデザイン」といった観点から本研究の有効性を確認した。

今後は、本システムを継続して運用し、さらなる改良を続けると共に、家庭のリビング/寝室などより多様な環境への導入/運用を進めていきたい。

- [9] Boyle,M., Edwards,C., Greenberg,S.: The Effects of Filtered Video on Awareness and Privacy; In Proceedings of CSCW 2000, Vol.1, No.1, pp.1-10 (2000).
- [10] 児玉哲彦, 渡邊恵太, 安村通晃: 遮蔽行為による情報機器のプライバシー制御: ヒューマンインタフェースシンポジウム 2005 論文集, Vol.1, No.1, pp.541-546 (2005).
- [11] 増井俊之: インターフェイスの街角 (74) - PC でセンサを活用する; Unix Magazine, 第 19 巻 (2004).
- [12] Ames,M.,G., Go,J., Kaye,J.,J., Spasojevic,M.: Making Love in the Network Closet:The Benefits and Work of Family Videochat; In Proceedings of the 2010 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work, Vol.1, No.1, pp.145-154 (2010).
- [13] Greenberg,S., Kuzuoka,H.: Using Digital but Physical Surrogates to Mediate Awareness, Communication and Privacy in Media Spaces; Personal Technologies, Vol.4, No.1, pp1-20 (2000).
- [14] Button,W.: Living in Augmented Reality: Ubiquitous Media and Reactive Environments; In Proceedings of Imagina, Vol.4, No.1, pp215-229 (1995).
- [15] Root,R.,W.: Design of a multi-media vehicle for social browsing; In Proceedings of the 1988 ACM Conference on Computer - Supported Cooperative Work, Vol.1, No.1, pp25-38 (1988).

(2011年5月9日受付, 8月23日再受付)

参考文献

- [1] Fish,S.,R., Kraut,E.,R., Chalfonte,L.,B.: The Effects of Filtered Video on Awareness and Privacy; In Proceedings of CSCW 2000, Vol.1, No.1, pp.1-10 (2000).
- [2] Isii,H., Ullmer.B.: Tangible Bits: Towards Seamless Interfaces between People, Bits and Atoms; In Proceedings of ACM CHI 97, Vol.1, No.1, pp.1-11 (1997).
- [3] Yamashita,N., Hirata,K., Takada,T., Harada,Y., Shirai,Y., Aoyagi,S.: Effects of Room-sized Sharing on Remote Collaboration on Physical Tasks; IPSJ Digital Courier, Vol.3, No.1, pp.788-799 (2007).
- [4] Morikawa,O., Maesako,T.: HyperMirror: Toward Pleasant-to-use Video Mediated Communication System; In Proceedings of CSCW98, Vol.1, No.1, pp.149-158 (1998).
- [5] 辻田眸, 塚田浩二, 椎尾一郎: 遠距離恋愛者間のコミュニケーションを支援する日用品 "SyncDecor" の提案; 日本ソフトウェア科学会論文誌 (コンピュータソフトウェア), Vol.26, No.1, pp.25-37 (2009).
- [6] 橋本翔, 安田俊平, 小泉麻理子: 影電話- Teleshadow plus; <http://www.ipa.go.jp/about/jigyoseika/07fy-pro/youth/2007-0362d.pdf> (2007).
- [7] 宮島麻美, 伊藤良浩, 伊東昌子, 渡邊琢美: つながり感通信: 人間関係の維持・構築を目的としたコミュニケーション環境の設計と家族成員間における検証; ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.5, No.2, pp.171-180 (2003).
- [8] Neustaedter,C., Greenberg,S., Boyle,M.: The design of a context-aware home media space for balancing privacy and awareness; In Proceedings of Ubicomp 2003, Vol.1, No.1, pp.297-314 (2003).

著者紹介

神原 啓介



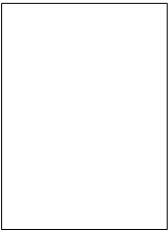
2004年慶應義塾大学環境情報学部卒業。2006年同大学大学院政策・メディア研究科修士課程修了。同年、株式会社はてな入社。現在、お茶の水女子大学お茶大アカデミックプロダクション特任リサーチフェロー。ヒューマンコンピュータインタラクションの研究に従事。コラボレーションを促すWebアプリケーション開発に興味を持つ。

半田 智子



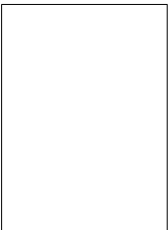
2008年日本女子大学理学部数物科学科卒業。2010年お茶の水女子大学院人間文化創成科学研究科理学専攻情報科学コース修士課程修了。同年本田技研工業株式会社入社。

塚田 浩二



2000年慶應義塾大学環境情報学部卒業。
2005年同大学大学院政策・メディア研究科博士課程修了。同年、独立行政法人産業技術総合研究所 研究員。2008年4月より、お茶の水女子大学 特任助教。2010年10月より、科学技術振興機構 さきがけ研究員（兼任）。ユビキタス・インタフェースの研究・開発に従事。プロトタイピング、ガジェット収集・発明に興味を持つ。博士（政策・メディア）。

椎尾 一郎 （正会員）



1979年3月名古屋大学理学部物理学科卒業。1984年3月東京工業大学大学院総合理工学研究科博士課程修了。同年4月、日本アイ・ビー・エム株式会社東京基礎研究所に入社。1997年4月玉川大学工学部助教授をへて2002年4月教授。2001年4月～2002年3月ジョージア工科大学客員研究員。2005年4月よりお茶の水女子大学理学部情報科学科教授。実世界指向インタフェース、ユビキタスコンピューティングを中心に研究。情報処理学会、ソフトウェア科学会、ヒューマンインタフェース学会、ACM 各会員。工学博士。