

平成 21 年 5 月 30 日現在

研究種目： 基盤研究（B）
 研究期間：2006～2008
 課題番号： 18300044
 研究課題名（和文） 影を用いた場の創出的メディア表現と
 コミュニティ・コミュニケーションへの活用
 研究課題名（英文） Emergent media expression of "Ba" with an aid of body shadow and
 its application to community communications
 研究代表者
 三輪 敬之（MIWA, Yoshiyuki）
 早稲田大学・理工学術院・教授
 研究者番号：10103615

研究成果の概要：居場所づくりの支援には、無意識の領域にまでコミュニケーションを拡大する技術が必要になる。そこで、身体と存在的に非分離な影が、場の創出的メディアとして働くことを示すとともに、影を使った二領域的通信原理を基に、人々の間に存在的なつながりが生まれる居場所のコミュニケーション支援とそのネットワーク化に必要な基盤的技術の開発を行い、場のコンテクストや間合いの創出に着目して、その有用性を確認した。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	8,500,000	2,550,000	11,050,000
2007年度	3,700,000	1,110,000	4,810,000
2008年度	2,100,000	630,000	2,730,000
年度			
年度			
総計	14,300,000	4,290,000	18,590,000

研究分野：総合領域（ヒューマンインターフェイス）

科研費の分科・細目：情報学 ・ メディア情報学・データベース

キーワード：ヒューマンインターフェイス, コミュニケーション支援, 共創, 場, 身体性, 影

1. 研究開始当初の背景

我々は、現場に存在することで、身体そのものの働きによって直接的、無意識的に現場の状況（現場性）をセンシングしている。しかし、現行の通信システムは基本的にはシャノンの通信理論により設計されているため、意識にのぼらない暗在的な情報は切り捨てられてしまい、記号化が可能な明在の情報のみが扱われている。そのため、自身が存在する現場の状況の意味（場のコンテクスト）を伝え合うことは原理的に不可能である。そしてこのことが出合いの場に必要で、「我」から「我われ」へといった共存在感や共同体意識の創出支援を困難なものにしている。これを解決するためには、同じ現場で対面コミュ

ニケーションしている時と同様に、互いの身体を介して暗在的な場を伝え合う必要がある。そこで先に、筆者らは、「身体の影」を自己のエージェントとした通信システム（以下、影システム）のプロトタイプを考案、製作し、「人間の身体が、他者の身体の影に、他者の身体に感じるのとほとんど同様な存在感を感じる能力を持っている」ことを見出すことによって、身体から身体へと直接的に送受信される暗在的（無意識）領域のコミュニケーションを、空間的に離れた場所にいる人々の間で技術的に実現できる見通しを示した。このような背景の基に本課題では、場の創出メディアとしての影の特性や、共存在感を強めるための影の表現手法を研究する

ことによって、例えば一人暮らしの高齢者に安心感を与えるような共存在の居場所づくりに向けたコミュニケーション支援の基盤技術について検討することにした。

2. 研究の目的

地理的に離れた場所にいる人々が互いに空間的、時間的な間合いをとりながら一緒に会話したり、学習したりするためには「出会いの場」が必要になる。またこれによって、「場のコンテキスト」を共有した即興的かつ持続的な共創活動の展開がはじめて可能になると考えられる。そこで本研究では、「身体影」が場の創出的メディアとして働く可能性に着目し、場の表現・再現さらには身体性の拡張メディアとしての影の働きとその有効な表現手法について、間合いの生成と関連づけて実験的に研究するとともに、複数の離れた現場（生活空間）を統合して多様な人々の間で出会いの場を創出することが可能な共存在コミュニケーションシステムを開発する。さらにコミュニティ支援に向け、出会いから生まれる様々な「場のコンテキスト」によって共創のドラマが即興的に展開される「共存在の場（居場所）」の設計手法について検討する。

3. 研究の方法

研究を始めるにあたり、筆者らは、身体影をメディアとして、地理的に離れた場所にいる人々が存在的につながり、多様な表現を即興的、相補的に共に紡ぎだしていく「共存在の場（居場所）」と、共存在の場のネットワーク化によるコミュニティ・コミュニケーションを構想した（図5中央のポンチ絵）。そしてその実現に向けて、本研究では主に、1)場の創出メディアとしての影の特性に関する実験的研究と、2)共存在コミュニケーション支援のための基盤技術に関する研究を行うことにした。前者1)では、身体とその影との間に時空間的なズレを設定したときの身体行為（感覚）や間積りの仕方などを調べることにより、影メディアの主客非分離性について検討した。後者2)では、共存在感を強化し、間(ま)のあった共創的な表現を支援するための「身体影の二方向投影システム」や「音声定位システム」、さらには、居場所のネットワーク化に向けた「3箇所間通信システム」や、多様な環境条件下での使用を可能にする「フィールド対応型影生成システム」を製作した。その他に、出会いの場を支援するための「仮想影による個物表現（仮想影ボール）」や、過去の現場の出来事を当事者に替わって追体験できる「場のアーカイブシステム」などのコンテンツについてもあわせて研究し、「共存在の居場所」創出支援のための技術的な設計指針を得ることにした。

4. 研究成果

(1) 場の創出メディアとしての影の特性に関する実験的研究

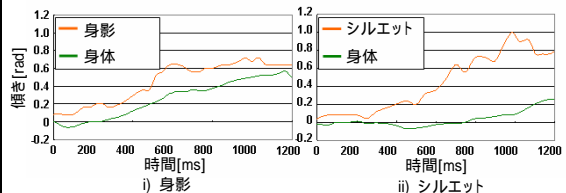
離れた場所に存在する人々の間に共存在感が生まれるためには、身体が無意識的な働きによって現場性（場）が共有され、そこに各人の存在が位置づけられることが必要である。一方、筆者らは、他者の影に他者の身体に感じるのと同様の存在感を感じることで、対面型と同様の共存在コミュニケーションに近づくことを先に示した。しかし、暗在的な場が影のいかなる特性によって創出されるのか、その設計要件についてはこれまでほとんど明らかにされていない。そこで身体と身体影（以下、身影）の非分離性に着目した実験をいくつか行った。そのなかで以下のような実験において興味深い知見が得られた。

すなわち、被験者が自分のペースで、スクリーン（長さ3.6[m]）と平行な方向に歩行する際に、歩行速度に比例して、足元からスクリーンに向かって伸びる自身の影（身影）が進行方向に傾斜するとき、身影と身体をそれぞれ同時計測した。また、比較のため、スクリーンにのみ全身の映像を提示した条件（以下、シルエット）でも同様の実験を行った（図1）。その結果、いずれの場合も、歩行速度の増大にともなって傾きを増す影（身影・シルエット）に引っ張られるようにして、意識することなしに身体そのものも傾くことが認められた。しかし、身体が傾き始めるまでの時間は、身影のほうがシルエットに比べて100[ms]程度早いことが分かった

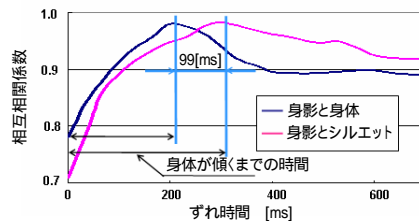


影の傾斜角の算出式: $\theta = k \cdot V$
 (θ : 身体に対する影の傾き V : 身体の移動速度 k : 比例係数)

図1 歩行時の影の傾き実験の様子



(a) 身影(シルエット)の傾きと身体の傾きの関係



(b) 身体と身影(シルエット)の傾きの相互相関解析

図2 実験結果

(図 2(b)). この違いは、シルエットと身影では身体の感じ方が異なることを意味している。つまり、シルエットは身体と分離しているため、もはや通常の影としてではなく、自己とアバタとの関係にみられるように、自身との行為的なズレとして身体に働きかけてくるのに対して、身影は身体と非分離であることから、自身の存在的なズレとして身体に無意識的に働きかけてくるものと考えられる。また、この存在的なズレを身体は場の変化として感じるのではないと思われる。言い換えれば、シルエットの場合はそこに自己投影され、没入することで身体が傾くのに対して、身影の場合は、現場における存在を位置づけの仕方が変わることによって身体が傾くのである。その際、100[ms]程度の違いがシルエットと身影で生じるのは、場の創出が身体的な行為に対して時間的に先行して起こるためと推察される。

仮にそうであるならば、影の形態を人工的に変形、加工することによって、その存在的、行為的なズレから場を変化させることが可能になるはずである。実際、身影を線状や多角形状に変形加工して提示すると、身体感覚が変化し、新たな身体表現が自己創出される。このことは影システムに投影される身影が場の創出のメディアとして働いていることを示唆するものである。以上より、影システムでは身体と影との存在的非分離性に支えられて、暗在的な場のコミュニケーションが実現されていると筆者らは考えている。

なお、本研究では、身体と仮想ツールとの一体感への影の影響についても調べた。具体的には把持した実体のグリップから、三次元的に連続して接合した仮想ツールにおいて、身体の影響から連続的に提示される影の有無の影響を、仮想ツールを操作する際の主観調査や、仮想ツール先端における視触覚の Cross-modal Interference により評価した。その結果、仮想道具だけではなく、仮想影を組み合わせて表現したほうが、身体と仮想道具が一体となる感覚を強めるのにより有効であることが見出された。この知見は影の働きによって道具と身体をつながりや、道具による身体の影響が強化されることを意味するものである。

(2) 共存コミュニケーション支援のための基盤的技術に関する研究

出会いの場と間積りの創出支援

他者の存在を感じ、適切な間合いが生まれる出会いの場の創出を支援するためには、他者の存在位置に他者の行為を提示する必要がある。これにより他者の存在を自身の身体の影響を介して、感じ取ることができる。そこで、存在位置の表現を強化するための身体影の二方向投影システムや、各人の存在位置や

その変化に対応して音声を発生させる音声定位システムの開発を行うとともに、それに必要となる存在位置計測システムの開発もあわせて行った。以下に開発したシステムの概要とそれらを統合したシステムの構成を図 3 に示す。

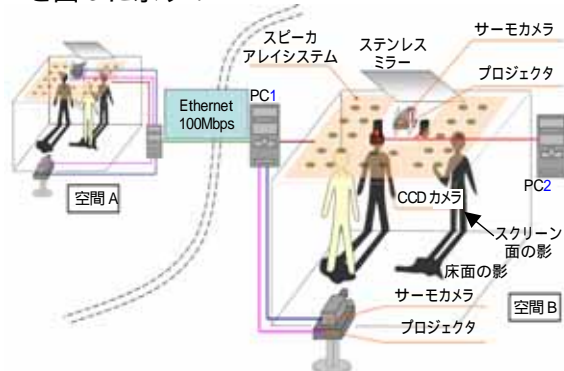


図 3 各機能を統合したシステム構成

「存在位置（立ち位置）計測システム」の計測原理は、天井に設置した二台のカメラから得られる画像を用いるステレオ法を採用した。二台のカメラ画像における特徴点の抽出は赤外 LED を球状に配置したものをマーカーとして頭部に装着し、近赤外線透過フィルタを介した撮影により行った。また、天井の高さに制約（2.4[m]）があるため、視野角 160[deg] の魚眼レンズを装着し計測可能範囲を広げた。以上により、最大計測誤差 10[cm]、サンプリングレート 25[Hz] で、一部屋（2.7×3.6[m]）で 3 名までの同時計測が可能となった。

「身体影の二方向投影システム」は参加者の立ち位置や身体の向きに関する情報を強化するために、従来の影システムのように空間の後方に光源を設定した際に生じる影に加え、上方に光源を置いた際に生じる影を提示するものである。このために、上方からの人物像の取得と影の投影を行う装置を新たに開発し実装した。本システムを用いた遠隔インタラクション実験の結果、影システムのコミュニケーション空間を身体の向きを変えながら自在に移動し、互いに間積りする様子が数多く観察された。また、複数人で椅子を自由にとりあって対話するという設定では、スクリーン面を背にして相手と向き合うことで、円状の車座が集団的に創出されることが認められた（図 5）。これらの結果は一方投影から二方向投影にすることによって、より対面型のコミュニケーションに近い間積りが行われることを示すものである。

存在位置を反映した「音声定位システム」は、影システムのコミュニケーション空間（3.6×2.7[m]）の天井部に 0.3[m] 間隔に 66 個のスピーカを格子状に並べて配置し、離れた場所にいる相手の立ち位置に近いスピーカから、その人物の音声を提示するものであ

る．これにより，身体の影に媒介される遠隔の他者の存在位置と音声の発生位置とをほぼ一致させることに成功し，他者との間積りが容易になることを実験により明らかにした．さらに，本システムにより，他者との距離と方向に見合った声量での会話を実現できる可能性が見出された．これにより，例えば，立食パーティ時にみられるような同一空間における即興的な複数の会話グループの創出を遠隔地間で実現できる見通しを得た（図5）．

影システムの拡張と汎用化

共存の居場所を多地点に拡張し，場のネットワークを実現するための基礎として，「3箇所間通信システム」を開発した．通信箇所が増えると，従来システムでは受信データ量が莫大になるため，システムが対応しきれなくなる．そこでランレングス法を応用した独自の画像データの圧縮技術を開発し，画像一枚あたり最大で3.5[kB]（従来比0.5[%]）までデータ量を圧縮することに成功した．以上により，3箇所間における影画像の送受信を実現し，3箇所間で間積りをしあって，同時的，相補的に進行することを会話や，ボール遊び，共同描画実験を通じて確認した（図5）．

次に，コミュニケーション空間（広さ，形状）に制約を受ける現場や，光・温度などの外部環境が異なる様々な現場においても影の取得と提示が可能な「フィールド対応型影生成システム」を開発した．具体的には，床のみを投影媒体としたシステムの簡素化，赤外光がほぼ減衰せずに反射するアルミ

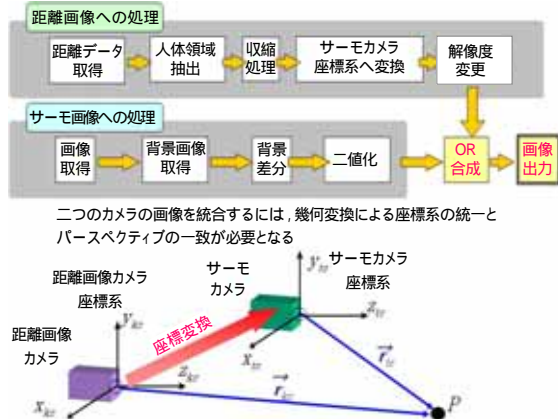


図4 2種類のカメラによる人物像抽出手法

ミラーを用いたサーモカメラの光路長の確保，サーモカメラを2台組み合わせた画角の拡大の三つを実現した．また，三次元的な人物形状を取得可能な距離画像カメラと解像度が高いサーモカメラとを組み合わせた人物像取得技術を開発した（図4）．これにより外部温度環境の変化に左右されない人物像抽出や個物の影の生成がはじめて可能になった．屋外フィールドでのシステムの運用試験の様子を図5に示す．

共存の居場所における他者とのつながり支援の一つとして，ボールを仮想影として互いの現場に共通に表現し，ボールとの身体的インタラクションを双方で可能にする仮想影ボールソフトを開発した．具体的には，仮想影ボールと，離れた空間にいる人物の影を含めた，空間内に表現される全ての人物の影との当たり判定を行い，衝突した場合には，ボールを跳ね返すアルゴリズムをソフトウ



図5 居場所としての「共存の家」に向けた本研究の取り組み

エアに実装した。実験の結果、初対面同士の出会いにおいて、ボールを使った即興的な遊びによって身体リズムの同調的現象が観察され、仮想個物（遊び道具など）の導入が出会いの場の創出支援に有効であることが示唆された。

最後に、影システムは過去の現場を再現することが可能であることに着目し、その現場の当事者に替わって、過去の現場に入り込み、過去の出来事を体験することを目指した「場のアーカイブシステム」の開発を試みた。そのために、影の保存機能や、各人の存在位置の記録、さらに、複数の影の人物の中から任意の一人を選択し、その影を消したり薄く表示したりするソフトを開発した。実験の結果、時空を越えて、その場のコンテキストや当事者の感情が伝わってくるといったコメントが得られるなど、当事者との共体験がある程度成立する見通しが得られた（図5）。

共存在の居場所づくりに向けて

本研究で行った共存在のコミュニケーション技術は、地理的に離れた場所にいる人々が、あたかも一つの舞台のなかに存在しているように、間(ま)を合わせて一緒に一つのドラマをつくり出すように表現を共創していくことをはじめて可能にするものである。したがって、本研究で得られた成果は近年、人々の生活の営みを支えてきたコミュニティの弱体化を抑制し、かつ人々の間に共存在感や安心感を創出し、相互理解と相互信頼性を産み出すような「共存在の居場所づくり」を支援する新技術の開発につながる事が期待できる。今後は、教育、ケア、アートなどの現場において開発した装置、システムの有用性を評価するとともに、出会いの場の統合過程における無意識的領域の働きを「気づき」と関連づけて解明していく予定である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 6 件)

渡辺貴文、上杉繁、三輪敬之、影に着目した仮想道具と身体との一体感創出に関する研究、ヒューマンインタフェース学会論文誌、Vol.10、No.4、pp.103-111、(2008)、(査読有)

Koji Iida、Shiroh Itai、Takabumi Watanabe、and Yoshiyuki Miwa、Public Viewing with Shadows: Design of theater-type space where remote actors and audiences can coexist using the shadow as their own agents, Proceedings of The 17th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication, pp.677-682, (2008)、(査読有)

渡辺貴文、上杉繁、三輪敬之、異なる空間への指示行為が可能な仮想の影による道具インタフェースの開発、情報処理学会論文誌、Vol.48、No.12、pp.3919-3930、(2007)、(査読有)

板井志郎、三輪敬之、共存在感の創出とリズム表現による間合いの生成について、情報処理学会論文誌、Vol.48 No.12、pp.3907-3918、(2007)、(査読有)

Yoshiyuki Miwa、Shiroh Itai、Shoichi Hasegawa、Daisuke Sakurai : Shadow Arts-Communication: System Supporting. Communicability for Encounter Among Remote Groups, Human Interface, PartII, HCI2007, LNCS 4558, pp.84-94, (2007)、(査読有)

Takabumi Watanabe、Shigeru Wesugi、Yoshiyuki Miwa、Virtual Extensible Tool Interface for Three-dimensional Interaction with Remote Objects, Proceedings of The 15th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication. pp.787-792 (2006)、(査読有)

〔学会発表〕(計 20 件)

三輪敬之、板井志郎、渡辺貴文、西洋子、コミュニケーションと共創表現～影の存在的非分離性に着目したイメージ創出支援手法の検討～、第9回計測自動制御学会システムインテグレーション部門学術講演会、(2008.12.5)、長良川国際会議場

三輪敬之、西洋子、出会いの場におけるコミュニケーション支援 - 身体表現の機能的関係性と存在的関係性に関する試論、ヒューマンインタフェースシンポジウム2008、(2008.9.4)、大阪大学

河合聡宏、桜井大地、板井志郎、西洋子、三輪敬之、Shadow communication system - つながり感に着目した仮想遊具の影による3次元的運動表現、ヒューマンインタフェースシンポジウム2008、(2008.9.2)、大阪大学

飯田公司、田部井保朋、西島宏輔、三輪敬之、Shadow Communication System - 影による仮想人物の表現とそのドラマのコミュニケーション空間への活用、ヒューマンインタフェースシンポジウム2008、(2008.9.2)、大阪大学

河合聡宏、芳賀公一郎、板井志郎、三輪敬之、つながり感を強めあう遠隔玉転がしシステムの開発、日本機械学会2008年度年次大会、(2008.8.6)、横浜国立大学

西島宏輔、飯田公司、板井志郎、三輪敬之、Shadow communication system - 存在感強化のためのグリッドを用いた影の表現手法に関する研究、日本機械学会2008年度年次大会、(2008.8.6)、横浜国立大学

小川拓樹、板井志郎、三輪敬之、協調ゲー

ム時のエンタテインメント生成挙動に関する研究、第8回計測自動制御学会システムインテグレーション部門学術講演会、(2007.12.22)、広島国際大学

三輪敬之、場の身体的メディア表現と統合 - 影システムによる存在のコミュニケーションについて -、第8回計測自動制御学会システムインテグレーション部門学術講演会、(2007.12.21)、広島国際大学

飯田公司、板井志郎、三輪敬之、MRI環境下で使用可能な身体的インタフェースに関する研究、つながり感に着目した呼吸表現デバイスの開発、日本機械学会2007年度年次大会、(2007.9.11)、関西大学

三輪敬之、共創の場をデザインする、日本機械学会2007年度年次大会、(2007.9.11)、関西大学

三輪敬之、船戸峰洋、板井志郎、石引力、場のアーツ・コミュニケーション - 影システム (WSCS) による出会いの場づくり支援の実践的研究 -、ヒューマンインタフェースシンポジウム2007 論文集、(2007.9.6)、工学院大学

佐藤大樹、渡辺貴文、上杉繁、三輪敬之、非線形性を考慮した伸縮型仮想道具との身体的インタラクションに関する研究、ヒューマンインタフェースシンポジウム2007、(2007.9.6)、工学院大学

中俊介、安田純也、三輪敬之、Shadow Communication System - 離れた複数話者の立ち位置変化を考慮した音声提示装置の開発 -、ヒューマンインタフェースシンポジウム2007、(2007.9.5)、工学院大学

芳賀公一郎、三輪敬之、Shadow Communication System - 影の3箇所間通信による共存在空間のネットワーク化に関する研究 -、ヒューマンインタフェースシンポジウム2007、(2007.9.5)、工学院大学

桜井大地、三輪敬之、長谷川昌一、板井志郎、Shadow Communication System - 遊びツールの仮想影表現による集団間コミュニケーション支援 -、情報処理学会/第69回全国大会、(2007.3.8)、早稲田大学

桜井大地、櫻出陽介、石引力、渡辺貴文、三輪敬之、様々な個物の影表現を可能とした共存在コミュニケーションシステムの開発、計測自動制御学会第7回SI部門講演会論文集、pp.1098-1099、(2006.12.16)、札幌コンベンションセンター

渡辺貴文、石引力、吉山一史、三輪敬之、Shadow Communication System - 身体センサとしての影の暗在的働きに関する二三の実験、ヒューマンインタフェースシンポジウム2006、(2006.9.26)、倉敷アイビースクエア

石引力、飯田公司、伊藤勇人、三輪敬之、Shadow Communication System - 自己の影の複数表現システムによる共存在感と間合いの創出支援 -、ヒューマンインタフェースシンポジウム2006、pp.25-28、(2006.9.26)、倉敷アイビースクエア

長谷川昌一、松本大典、石引力、三輪敬之、Shadow Communication System - 集団の位置センシングを活用した影表現による共体験型アーカイブ技術の提案 -、ヒューマンインタフェースシンポジウム2006、pp.21-24、(2006.9.26)、倉敷アイビースクエア

渡辺貴文、小川拓樹、三輪敬之、影に着目した仮想道具表現による身体性拡張に関する研究、第38回ヒューマンインタフェース学会研究会、Vol.8、No.2、pp.61-66、(2006.5.29)、サンポートホール高松

〔図書〕(計 1 件)

三輪敬之、「統合学」へのすすめ (分担：影システム・共存在のコミュニケーションを目指して)、晃洋書房、pp.237-260(全385ページ)、2007年

6. 研究組織

(1) 研究代表者

三輪 敬之 (MIWA YOSHIYUKI)

早稲田大学・理工学術院・教授

研究者番号：10103615

(2) 研究分担者

上杉 繁 (UESUGI SHIGERU)

早稲田大学・理工学術院・准教授

研究者番号：80350461

大崎 章弘 (OSAKI AKIHIRO)

早稲田大学・WABOTHOUSE 研究所・研究助手

研究者番号：70386639

板井 志郎 (ITAI SHIRO)

早稲田大学・理工学術院・助手

研究者番号：00398934

渡辺 貴文 (WATANABE TAKABUMI)

早稲田大学・理工学術院・助手

研究者番号：20449341

石引 力 (ISHIBIKI CHIKARA)

早稲田大学・WABOTHOUSE 研究所・客員講師

研究者番号：80367036