

# 平成14年度 研究開発成果報告書

## 「超高速知能ネットワーク社会に向けた 新しいインタラクティブ・メディアの研究開発」

### 目 次

1	研究開発課題の背景	3
2	研究開発分野の現状	5
3	研究開発の全体計画	8
3-1	研究開発課題の概要	8
3-1-1	協調メディアの研究開発	10
3-1-2	知育メディアの研究開発	12
3-1-3	五感メディアの研究開発	13
3-1-4	体験共有コミュニケーションの研究開発	14
3-2	研究開発目標	15
3-2-1	最終目標	15
3-2-1-1	協調メディアの研究開発	16
3-2-1-2	知育メディアの研究開発	16
3-2-1-3	五感メディアの研究開発	17
3-2-1-4	体験共有コミュニケーションの研究開発	17
3-2-2	中間目標	17
3-2-2-1	協調メディアの研究開発	18
3-2-2-2	知育メディアの研究開発	18
3-2-2-3	五感メディアの研究開発	19
3-2-2-4	体験共有コミュニケーションの研究開発	19
3-3	研究開発の年度別計画	21
3-4	研究開発体制	22
3-4-1	研究開発管理体制	22
3-4-2	研究開発実施体制	23
4	研究開発の概要（平成14年度まで）	24
4-1	研究開発実施計画	24
4-1-1	研究開発の計画内容	24
4-1-2	研究開発課題実施計画	26
4-2	研究開発の実施内容	27
4-2-1	協調メディアの研究開発	27
4-2-2	知育メディアの研究開発	28
4-2-3	五感メディアの研究開発	29
4-2-4	体験共有コミュニケーションの研究開発	29
5	研究開発実施状況（平成14年度）	31
5-1	協調メディアの研究開発	31
5-1-1	序論	31
5-1-2	インタラクティブ・コーパスの研究	32

5-1-3	コミュニケーション・ロボットの研究	40
5-1-4	体験演出の研究	46
5-1-5	まとめ	53
5-1-6	今後の予定	54
5-2	知育メディアの研究開発	56
5-2-1	序論	56
5-2-2	画像・映像制作に対する知育環境の構築	57
5-2-3	楽曲の創作・演奏に対する知育環境の構築	60
5-2-4	ダンスにおける身体表現に対する知育環境の構築	64
5-2-5	情報授受能力に対する知育環境の構築	66
5-2-6	今後の予定	68
5-3	五感メディアの研究開発	69
5-3-1	序論	69
5-3-2	体験における五感への再現提示の特定	69
5-3-3	五感情報の認識・理解・変換技術	76
5-3-4	五感メディアのまとめ	84
5-3-5	今後の予定	84
5-4	体験共有コミュニケーションの研究開発	86
5-4-1	序論	86
5-4-2	個人認知モデルの研究	86
5-4-3	協調認知モデルの研究	89
5-4-1	今後の予定	92
5-5	総括	94

## 参考資料、参考文献

(添付資料)

### 1 研究発表、講演、文献等一覧

## 1 研究開発課題の背景

政府の e-Japan 重点計画に代表されるように、大量データが送受信できる超高速ネットワークが整備されようとしている。その基本方針によれば、5年以内に3000万世帯に高速インターネットを、また1000万世帯に超高速インターネットを、それぞれ普及させる計画であり、インターネットへの常時接続をもたらし、個人普及率が增大することが見込まれている。デジタル革命は、コンピュータとネットワークの融合をもたらし、地球規模のインターネットの普及へと確実に進んでいる。

こうして、大量の情報や知識が地球規模で入手・共有・発信できるような情報基盤が構築されると、次には、多くの人が多様な情報や知識を流通しあう異分野や異文化のコミュニケーションを可能にするグローバル・メディアが望まれる時代に突入すると予測される。情報革命を通じた政治・経済・文化のグローバル化は、異文化の対立を先鋭化し、デジタル・デバイド、大衆の分衆化、世代間断絶の拡大などさまざまな問題をも引き起こしている。グローバル・メディアの時代には、世代、地域、職業、文化、社会を越えて、情報を入手・共有・発信できるコミュニケーション形態を支えられるような、革新的なメディア技術が必要不可欠である。

この背景には、メディア技術の発展に伴うメディアの利用形態の時代変遷がある。専門家から大衆へ発信するマス・メディアの時代、携帯電話やメールなどの個人が相互に発信するパーソナル・メディアの時代、Webやグループウェアなどの個人がコミュニティへ発信するコミュニティ・メディアの時代へと辿ってきて、その先に、メディアの境界を無くし利用形態の融合を可能とするグローバル・メディアの時代が位置する。こうして、メディアは時代や文化形成の牽引役として重要な働きをしており、本研究が目指す新しいメディアの研究も社会的に重大な責任を負っていると言えよう。我々の生活を豊かにし、平和で文化的な社会を実現することを目標とした情報革命を牽引するという自覚が必要である。

既存のメディア技術を使っても、大規模超高速のインターネットを背景に、多様な分野にまたがったコミュニケーションが進展していくことであろう。しかしながら、分野や文化が異なると、教科書的に文字や写真で知識を表現しただけでは、相手にはなかなか伝わらない。知識の一方向の伝達は表面的な理解をもたらすが、感動や共感にはつながらないからである。コミュニケーションによって相手に伝えたい感動を伝えたり、コミュニケーションを通して育まれる相手との共感が伝達できなければ、異分野のコミュニケーションが十分に成立したとは言いがたい。

知識の流通をつなぐ鍵は、電話や電子メールのやりとりのような気軽な双方向コミュニケーションの上に、経験や体験のような具体例を、感動とともに伝えることである。他者の体験の再現と共有によって、他者の感情や感動の理解がなされ、異なる背景・文化を持つ人々の理解を促進する。ここで、体験を双方向に伝えあうことが可能な「体験コミュニケーション」を実現するメディア技術が重要となってくる。また、体験の共有は教科書レベルの知識の伝達を越えて、「わざ」や「目利き力」の伝承・習得・創出など、深いレベルでのコミュ

ニケーションを通じた人々の協調的な創造力発揮にとっても鍵となる。

このような双方向コミュニケーションを可能とするメディアを実現するにあたって、本提案は、Webに代表されるような蓄積型の非同期コミュニケーションの技術を基盤におく。なぜなら、来たるグローバル・メディアの時代には、同期コミュニケーションを膨大な相手と同時に達成することは不可能だからである。すなわち、Webに載せて体験を伝えられる新しいメディアとして「インタラクション・メディア技術」を研究開発することを提案する。本提案では、インタラクション・メディアを使うことによって体験を入手・共有・発信できる知の流通システムを「体験 Web」と呼ぶ。

たとえば、体験 Web を使えば、子供の時代から、多くの専門家が有する特殊な技能を体験できるようになり、多様な社会において体験的に学習できる環境が整えば、新しい発想・創造力・知性の高い人材を多く育成することができる。このように、新しいメディア技術によって異分野や異文化の人々との、多様性をもった知識・体験・感性などを共有する共同活動により、創造力豊かな社会を創出できると確信し、本研究課題を提案する。

体験 Web の実現につながるインタラクション・メディアを研究開発するにあたっては、グローバル・メディア時代にふさわしい、研究課題の設定が重要である。具体的には、まず、体験に関する情報の爆発的増加と、新たなメディアのインタフェース装置の操作性が課題となる。また、人々が利用したくなるように創造性を支援して流通が活性化する発展性や、社会に受け入れられるような社会性を持たせることも困難な課題である。これらの課題は、Web や携帯電話にみられたような爆発的な普及と経済性効果を見込めば、どうしても乗り越えなければならない。

この困難さを克服するために、本提案は、インターネットのユビキタス情報環境の利点を活かしつつ、現在の人工現実感(VR)に関する研究を発展させ、五感への感覚情報の拡張と、個人が発信できるネットワーク化を進めるアプローチをとる。この研究方針にたつて、ネットワーク環境で体験の登録・再現・共有を可能とするコミュニケーション環境を提供するための、インタラクション・メディアに関する要素技術を確立し、体験 Web のプロトタイプを構築することを目標とする。

## 2 研究開発分野の現状

本研究課題によって生まれる基盤技術の収益可能性を高めるために、類似研究の学術的調査だけでなく、製品を産み出すための産官学の連携体制（アライアンスを含む）、具体的な製品発表調査などを含めた動向調査を実施した。これらの結果を踏まえた各サブテーマの状況を以下に示す。

### ア 協調メディアに関する分野の現状

インタラクション・コーパスについては、音声コーパスや話し言語コーパスの大規模な収集と分析の研究が多く、音声・言語研究機関で行われている。それに対し、最近では、映像コーパス、マルチモーダル対話コーパスの研究も見受けられるようになったが、インタラクション全般についての研究プロジェクトは、まだ見られない。しかし、生理センサや装着型センサ技術の発展により、ウェアラブルコンピュータの研究プロジェクトの一環として類似の研究の芽が見られる。たとえば、米国 MIT メディア研究所や、はこだて未来大学（文部科学省特定領域(B)研究の一部）が実施している研究では、映像、音、加速度データなどを同時に収録し、パターン認識によりセグメンテーションをする手法を研究している。本研究課題は、さらに広い概念であるユビキタス情報環境を想定している。ユビキタス・センサ・ルームに類似する研究は、産業技術総合研究所（産総研）デジタルヒューマンラボなどで構想が提案されており、今後の動向に注意が必要である。

協創パートナーとしてのコミュニケーション・ロボットの研究は、米国 MIT 人工知能研究所のプロジェクトを除けば日本が先行している。国内においては、各メーカーおよび産総研などにおいて「コミュニケーション」や「パートナー」に着目した標語を掲げており、ハードウェアとその制御系については研究開発が競合しつつある。しかし、ロボットのコミュニケーション能力に当初から着目して追究してきた点で、本研究課題は豊かなコミュニケーションを実現するソフトウェアで最先端のテーマを設定し、実現できる環境を有している。今後、優れたハードウェアを提供してくれるメーカーとの協力関係を構築すべく交渉を進めている。

体験演出については、ロボットを使って行動を演出する研究が可能なヒューマノイド型ロボット実験環境を有している研究機関はまだない。キャラクター・エージェントを使った演出は、米国 ExTemp 社で人工知能研究を基礎にした研究開発が進められており、参考になる点は導入しつつ、実世界における演出というユニークなテーマを追究する。人形型ぬいぐるみロボットについては、松下電器による介護を目的とした実験システム、産総研による癒しロボットが開発されており、ぬいぐるみ形状は介護などの用途に発展が期待できる。

### イ 知育メディアに関連する分野の現状

絵画制作や3Dオブジェクト創作の有力なサポートとなるソフトウェア・ツールは、Adobe や Microsoft を代表とするソフトウェア開発企業や、Pixar を代表とするポストプロダクションなど、多くの機関で実用性の高いものが既に開発されている。しかし、本研究課題が目指しているような、制作者の創作過程における個性を把握し、その技能を向上させる技術に関する研究は未だなされ

ていない。

楽曲の創作や演奏を強力にサポートするソフトウェア・ツールは、Steinberg社の「CUBASE」を始めとして、実用性の高いものが既に数多く開発されている。また、作曲者や演奏者の癖や特徴を把握して、その作曲者や演奏者風に楽曲を自動的に創作・演奏しようとする試みも、和歌山大学を始め多くの機関で研究されている。しかし、本研究課題が目指しているような、ユーザの創作・演奏時における個性を把握して、それを尊重しつつ、その技能を向上させようとする知育支援技術の研究は未だなされていない。

ダンスなどの身体動作によるイメージ表現をサポートする環境の構築に関する研究としては、「Dance Dance Revolution」など、単にダンス動作の正確さによって評点をつけるゲームソフトが複数存在し、ダンス動作の物理的パラメータでダンス映像の背景を変化させるシステムもジェノバ大などで開発されている。しかし、本研究課題が目指しているような、ダンス動作者の表現しようとするイメージを充分正確に把握した上で、それを尊重しつつ、その表現技能を向上させようとする知育支援環境の構築は未だなされていない。

インターネット等からの情報収集能力の習得支援環境に関しては、未だ競合する研究する機関が見当たらず、本研究の先進性に関心を示したドイツのFraunhofer 研究所と協力して、同所が有する先進的な人工現実感提示装置上に本研究で開発した制御技術の一部を搭載した新しい情報収集環境の試行が、世界的にも先鞭を付けたものとなっている。また、コミュニケーション・スキル等を習得する過程の研究としては、ロボティクスと発達心理学とを融合させた、米国MIT人工知能研究所の「Kismet」や通信総合研究所の「Infanoid」、自律移動ロボットを用いて言語発達・概念獲得を調べたブリュッセル工科大学の研究などがある。しかし、本研究課題が目指しているような、複数のロボット間の作用を含め、人とロボットとのインタラクションを積極的に演出することで、当該スキルの習得を支援する技術は未だ実現されていない。

#### ウ 五感メディアの状況

五感メディアの研究開発は、カメラから体験を入力できる入力系とデータを体感として出力する出力系から構成される。入力系で検討を進めてきた人物の動きに関しては、大学などの研究機関でも要素技術の研究が進められている。従来の画像による人物の動作認識は、複数のカメラ間で同期を取る手法が採られているが、カメラの数が数 100 以上に対応できる方法は確立されていない。本研究では、非同期で処理を行うことで、この問題に対処できる可能性を有している。また、人物の抽出に関しては、従来の手法では背景差分を利用するため、カメラの位置と背景を固定する必要がある。本研究では、統計的な処理を用いて人物をモデル化することによって、その問題点を解決する方法を検討している。

出力系に関しては、歩行装置では、直線方向の移動が可能なベルト式歩行の研究はあるが、任意方向への歩行可能な方法はまだ検討されていない。直接的に力覚を与える方法としては、視覚障害者の歩行訓練用に、杖に力覚フィードバックをかけるシステムが IEEE-Virtual Reality (VR) 2003 で発表されたが、本研究が目指す感覚変換という観点ではなく、訓練用である。間接刺激としての温湿風空間の再現は、恒温槽の閉じた空間に限られており、オープンな環境

での再現はない。香りについては、成分の研究や香りを噴出する程度のものであるが、特定の人に向けて香りを提供する方法や提供した後の脱臭方法はまだ研究されていない。

#### エ 体験共有コミュニケーションの状況

体験共有コミュニケーションの個人認知モデルの類似研究としては、技術振興調整費による開放的融合研究推進制度の下で、通信総合研究所を中心として進められている『話し言葉の言語的・パラ言語的構造の解明に基づく「話し言葉工学」の構築』がある。これは、もっぱら音声言語を対象として、自然な独話音声のコーパス・データを収集し、それに基づいて実証的な言語コミュニケーションモデルと言語処理技術の開発を目指している。コーパス・データ収集に基づくコミュニケーション研究という点で本研究テーマと類似しているが、本研究は音声言語に限定せず、体験共有コミュニケーションにおける多様なモダリティ情報の統合的利用の分析・モデル化を目指している。

体験共有コミュニケーションの協調認知モデルの類似研究としては、中京大学の諏訪正樹助教授が科学技術振興事業団の若手研究推進事業 PRESTO の下で進めている『感性の開拓のための方法論構築…デザインのパーソナル化に向けて…』がある。これは、建築デザインの過程でデザイナーの描画が果たす機能、および背後の認知メカニズムをデザイン過程の実証的データ収集に基づいて分析することを目指している。描画の果たす機能に着目する点で本研究と類似しているが、本研究では描画がコミュニケーションにおいて果たす機能およびその認知メカニズムを研究対象としている。また、描画インタフェースのコミュニケーション促進機能を対象として、英国のエディンバラ大学やロンドン大学において研究が進められている。この研究グループとは研究協力関係を構築すべく交渉を進めている。

### 3 研究開発の全体計画

#### 3-1 研究開発課題の概要

本研究課題では、超高速ネットワークによるインターネットがもたらす高速データ転送とユビキタス情報環境の利点と、メディア情報処理技術を結合することにより、人々の体験や感動の共有を可能とするインタラクション・メディアの研究開発を行う。その新しいメディアを使った具体的なコミュニケーション環境として、体験 Web の構想を掲げ、それを実現に導く基盤技術の研究開発を行う。体験 Web のもとでは、多くの人々が、新しい知識や感性コンテンツを生み出すような創造活動を営むことが可能となることを目指す。

体験 Web は、人々の体験を観測により取り出す認識、取り出された体験のネットワークへの登録、登録された体験情報から所望の体験情報を選び出す検索、個人の特性に合わせて体験の表現や提示方法への変換、ネットワークに登録された様々な体験を組み合わせた新しい体験の創出、体験を再現することにより追体験や体験の共有を実現する合成、の各機能によって構成される。

前述したとおり、体験 Web の実現につながるインタラクション・メディアを研究開発するにあたっては、これらの多くの機能性を実現しながら、グローバル・メディア時代にふさわしい、操作性、発展性、社会性を備えたメディアを実現する研究課題の設定が重要である。

これらを備えるメディア技術の開発のため、4つの研究課題に着目して、サブテーマに分担して研究開発を実施する。これらを備えるものとして、ユビキタス情報環境の構築を前提にする。すなわち本提案は、インターネットのユビキタス情報環境の利点を活かしつつ、現在の人工現実感に関する研究を発展させて、インターネット上で体験を共有できるコミュニケーション環境を提供することにある。本研究期間では、このような大きな方向性のもと、要素技術を確認し、体験 Web のプロトタイプを提示することを目標とする。

##### (1) 機能性の追究

体験を伝えるインタラクション・メディアの基本的な機能として、体験や体感を、感動や感情とともに観測し、また追体験できる必要がある。体験や体感を合成する技術として、人工現実感がある。先端的な研究が着々と進められているが、これまでは、機器が大掛かりで高価であったため、もっぱら再現に着目されていた。そのため、専門家が仮想的に作り込んで大衆に発信することが可能なレベルにとどまっており、個人が自分の体験として発信するためには、体験を観測して認識する機能が必要である。その手がかりとしては、一対一の体感コミュニケーションを可能にするテレ・イグジスタンス技術がある。

ここで、体験の観測と追体験において、人の体験自体は、体験者の思考や感情などにかかわる内的・個人的な事象であり、それを直接抽出し、他人に伝えることは不可能である。しかし、体験を引き起こす原因となった事象を現実にあるいは仮想的に再現・共有することにより、我々は他人と体験を共有し、追体験を得ることができる。そこでまず、このような体験の外的側面である、動作や身体活動を忠実にとらえるために、人間の豊かな五感の情報を統合的に利用する。

また、体験の内的側面についても、心拍・発汗・脳波などの生理的な指標を



観測することにより、限定的ではあるが、客観的な把握が可能である。このような体験に関わる五感情報の観測と再生、認識と合成による、体験 Web の機能性を特に高める「五感メディア」の研究開発を行う。

体験 Web のそのほかの機能、すなわちネットワークへの登録、検索、新しい体験の創出の各機能は、以下のテーマで実現する。

## (2) 操作性の追究

革新的なメディアを提供するためには操作性が良いことが必須条件である。これまで、グラフィカル・ユーザ・インタフェース (GUI) に続き、音声・画像の認識技術を使ったインタフェースの提案がなされ、さらに自律性をもって反応するエージェント技術が開発されてきた。しかし、これらのインタフェースは、一部のユーザには受け入れられるが、けっして一般の人にとって操作性が良いとは言えない。総務省の通信利用動向調査が示すように、インターネットを利用しない人は「気軽に教えてくれる人がいれば」(41.4%)、「気軽に体験や練習できる場所があれば」(36.6%)という要望が多い。体験という実世界に関わる情報を入手・発信しようとするれば、その機器は一見複雑に見え、なおさら敬遠する人が増えよう。体験コミュニケーションに適したインタラクティブで操作性のよいメディア技術の開発が望まれる。

本サブテーマでは、ロボットに代表される、協創パートナーと呼ぶ、実世界にユビキタスに存在し擬人性のあるインタフェースの開発により、この機能向上に伴う操作性の複雑化という困難な課題の解決をはかる。協創パートナーは、場面を演出して、個人の体験の観測と登録・発信を支援する。そして、操作性をさらに向上させるには、ユーザの反応によって別のアドバイスをするような自律性と、ユーザの特性や習慣にあわせた適応的なインタラクションの制御機能が必要不可欠である。その解決策として、インタラクションのやりとりを観測したデータをインタラクション・コーパスとして登録し、流通させ、学習によってパートナーの性能向上を狙う。このような、ユーザとの協調性やネットワークを越えた協調性を持つ「協調メディア」の研究開発を進める。

## (3) 発展性の追究

メディアの歴史をみれば、文字、紙、印刷技術、電話、写真、映画、ビデオ、コンピュータ・グラフィクス、インターネット、人工現実感などのメディアの発明は、人間の知性や感性など創造性を高めるとともに、人間の社会活動を支援してきた。多くの人に使ってもらい、コンテンツが流通しコミュニケーションのための新しいメディアとなるには、メディアが人の創造性を阻害せず、むしろ他の人の知識をうまく利用でき、自分の創造性を支援できることが必要である。たとえば、インターネットでは Web のページ記述言語の簡易性と再利用性、さらにハイパーリンクによって、人の知識の相互利用を大きく助けた。

このように、体験 Web を発展させる起爆剤は、優れた体験コンテンツの発信と流通性のよい記述形式といってもよい。また、優れたコンテンツを膨大な Web 環境からの的確に見つけるには、体験の感動を比較する評価尺度が必要である。そこで本研究課題では、まず優れたコンテンツを目利きするコツや、体験に関する感性を引き上げる際の評価尺度を明らかにし、専門家の知識を感性・技能辞書として蓄え、技の体験的学習を可能にする。また、感動や技能を伝わりや

すくするように体験を演出する技術を開発する。こうして、相手に感動や技能が伝わりやすくなり、楽しみながら学習できるメディアを提供できる。感性や技能の情報は教科書的知識とともに感性・技能辞書として構成する。このメディアを「知育メディア」と呼び、研究開発を行う。

#### (4) 社会性の追究

体験の共有を可能とする体験 Web の技術が社会的に普及し、受容されるには、老人や障害者などの社会的弱者を含む誰でもが利用可能であり、個人個人のメディア感受性に適応した体験の伝達ができなければならない。また、プライバシーや著作権の問題に象徴されるように、新しいメディア技術の導入は社会的な問題を引き起こす危険性を孕んでいる。ユニバーサルデザイン、人間中心デザインの思想は、インパクトの大きな技術開発にあたっては、技術中心主義に陥らず、技術を利用する人間の立場に立って技術の方向付け・評価を行う必要性を示している。それにもかかわらず、新しいメディアの提案に際して、このような観点での検討は無視されがちである。

本研究課題においては、人間同士のインタラクション・メディアを用いた体験共有コミュニケーションの実証的な分析と、コミュニケーションを支える人間の認知過程の計算モデル構築を通じて個人やグループの特性に適応した体験の変換を可能とするインタラクション・メディア構築の理論的基盤を確立する。さらに、新しいメディアがもたらす社会の変化を予測し、利用する人間の観点に立ったメディア技術の評価技法を確立する。これらを通じて、メディア技術の開発にフィードバックを行うために、「体験共有コミュニケーション」の研究開発を行う。

上記の全体方針のもとで、機能性、操作性、発展性、社会性を追究したインタラクション・メディアの研究開発を行う。以下、研究開発体制にあわせて、「協調メディア」、「知育メディア」、「五感メディア」、「体験共有コミュニケーション」の各研究サブテーマについて、研究開発の計画を述べる。

#### 3-1-1 協調メディアの研究開発

協調メディアは、体験 Web 全体の中で、ユーザの体験観測や追体験提示におけるインタラクションを制御し、さらに観測した体験を登録・管理することを分担するメディアである。

ユーザの体験を観測するといっても、ユーザの広範囲な活動を1つの固定した測定装置で観測することは実質的に不可能である。また、遠隔センサでは、情動などを観測することが非常に困難である。また、一個のセンサをみても、必要十分な部分だけを記録するには効率のよい制御が必要である。これらの課題に対処するため、ユビキタスな環境のもと多数のセンサを協調させて体験を観測することを目指す。しかしながら、全体のシステムが複雑になって、人がそれぞれを直接操作することはほとんど不可能である。

そこで、まず本サブテーマでは、センサやアクチュエータを内部に持っている、ロボット、人形、着衣、家具などの実世界の実体を、マルチエージェント・システムで制御することによって、必要な観測データを協調的に収録するモデルを考える。この実世界の実体を「協創パートナー」と呼ぶ。その各々はパー

トナー・エージェントと呼ぶモジュールを内部に持ち、それがインタラクションの制御を司る。また、ユーザとのインタラクションにより観測されたデータは、協創パートナー内に、インタラクション・コーパスとして保管する。そして、各ユーザには、協調エージェントと呼ぶ個人のエージェントが付き、複数の協創パートナーのパートナー・エージェントと Web など情報世界とのやりとりのゲートウェイの役目を果たし、情報発信や検索を担う。こうして複雑さを感じさせない操作性を確保する。なお、センサやアクチュエータの新しい機能は、後述する五感メディアの研究成果を逐次利用する。

本サブテーマでは、このようなモデルに従って、以下の研究課題を設定した。

## ア 協創パートナーによる体験観測技術

協創パートナーがどのような形態であれば、ユーザと協調的に必要な体験データを観測できるかを初めに検討する。特に人間型ロボットについては、上半身の非言語的な振る舞いや、簡単な音声対話の機能を持たせることによって、従来のコンピュータ・システムと比べ、人間とのコミュニケーションの障壁を低くすることがあることを予備検討で確認している。

このことから、ロボットとの対話のやりとりを工夫すれば、体験観測時のインタラクションの演出（ユーザへの親しみやすい指示方法）などに人間型ロボットが大きな効果をもたらすことが期待できる。そこでまず、人間との協調制御を行いつつ人間型ロボット単体で体験を観測する技術について研究する。その上で、体験データの観測に必要な演出機能をロボットに追加し、関連する制御技術の開発を行う。

なお、人間型ロボットの機械的なメカニズムについては、日本の優れたロボット制御技術を活用することとし、すでに産業用ロボットの製造技術を保有するメーカーと協力関係を築いている。機械的に頑丈で安全な機体を利用して本研究を進められる見通しが立っている。

さらに、プロジェクト後半では、センサからの情報が体験データとして不十分だったときの再試行の演出など、複雑なインタラクションを可能とする制御技術を検討する。インタラクション制御にともない、ユーザの反応によって別のアドバイスをするような自律性を実現するために、インタラクションを複合センサ情報からなるパターン認識問題として解く。そして、後述のようにインタラクションをコーパスとして蓄積し、パターンの解釈時に利用できる仕組みを作ることにする。

## イ 複数協創パートナー制御技術

ユビキタス環境では、ロボットの他に、衣装や椅子などの身体に密着したセンサの利用により、情動などに反応する生体情報の取得が容易になると予想される。複数の協創パートナーを制御し、統合して1つの体験観測データに構築する技術が必要となるので、その課題を研究する。

協創パートナーのセンサやアクチュエータの局所的な制御を行うためには、ロボットやウェアラブル機器、居住空間などのそれぞれまとまった実体の単位で制御メカニズムを実現し、マルチエージェント・システムを前提として設計する。特に、ロボットなど実世界の自律システムは反射に近い振る舞いを実行することで人とのインタラクションがスムーズになることを確認している。そ

ここで、反射・反応の制御は個々の協創パートナーの局所的な制御ソフトウェアにまかせ、そのパートナー・エージェントが相互にコミュニケーションを行って、観測のための系全体の制御を行う。この制御機能を適用して、必要な観測データを効率よく収集するための方法を検討する。

### ウ インタラクション・コーパス構成法

次に、体験データをインタラクション・コーパスとしてネットワーク上に遍在させて蓄積・構築する技術の研究課題について説明する。

本研究では、協創パートナーとのインタラクション時に観測されたデータをインタラクション・コーパスとして登録・流通させる方式を提案する。ある体験に関わるインタラクション・コーパスの集合が体験データとなる。協創パートナーとのインタラクションによって五感メディアのセンサから取得し認識結果を注釈づけされた観測単位を、どのような形式で、どこに保存するかを検討する。

ここでは基本的に、技術開発が進んでいる分散データベースの構築・管理方式にならう。具体的には、ある固有の体験のインタラクション・コーパスを、その体験に関わる協創パートナーが直接保持し、協調エージェントが管理する方式を考える。こうすることで、コーパスがそれぞれの協創パートナーの環境で条件付けられるため、個別の協創パートナーごとに有意なパターン分布が形成される。しかしそれには、自分が行ったインタラクションに関する情報が協創パートナーに分散するため、必要に応じてそれを収集し、統合して利用できるようにする必要がある。

### 3-1-2 知育メディアの研究開発

体験 Web で知育メディアを開発する狙いは、専門家や芸術家の創作過程での感性情報、芸術作品や技を目利きするコツ等の情報を提供することで、追体験できる優れたコンテンツの発信を促し、共感を導く追体験環境を提供することである。感動や技能を伝えやすい体験の演出によって、楽しみながら技能や体験的知識を学習する環境を提供することを目的とする。

知育メディアは、最終段階では、協調メディアが開発を進める協創パートナーや協調エージェントの特殊なインスタンスとして実現することを目指す。すなわち、一般的なコミュニケーションや体験の観測などを行う協創パートナーに、知育という特殊なタスクを与えて実現する。したがって、インタラクション・コーパスは感性や技能の教科書的知識（感性・技能辞書）を含み、協調エージェントは知育に関するメソッドなどを含む知育体験演出プログラムを持ち知育エージェントとして働くモデルを想定する。協調メディアの研究開発と並行して、本サブテーマでは、感性・技能辞書の構成法や知育体験演出プログラムの研究からプロジェクトを始める。

### ア 知育のための感性・技能辞書構成法

まず、専門家の技法や技を体験的に学習できるように、専門家の制作・創作過程を観測し、再現できる形に蓄積することを目指す。その際、専門家の感性や技法の教科書的知識と、個人のコツや目利きの感性を抽出して、感性・技能辞書の項目として登録する。ここで、専門家の感性や、コツといった暗黙的な

知識を計算的に処理可能な形式で抽出することが、基本的かつ重要な研究課題である。

この基盤の上に、一般のユーザが専門家の知識を流用したり参考にしながら、自らの創造性の発揮を支援してくれる体験学習のシステムが構築できる。これを実現するには、一般ユーザの制作・創作過程において、技法やコツだけでなく感動や感性についても専門家のもものと比較しつつ、作業を助言するインタラクション制御技術が必要になる。その実現方法としては、協創パートナーが持つ演出を誘導する機能を使って、知育の専門家の知識をもとに、インタラクションをデザインし、知育エージェントに埋め込むことが想定される。

感性・技能辞書は、当初は種々の感性・技能に関する作品・制作過程のデータを採取し、統計的手法によりオフラインで作成し、辞書化に必要な項目の洗い出しなどを行う。その際、体験 Web の最終形態に即して、ネットワーク上に流通するインタラクション・コーパスと統合しやすいような辞書化の手法を検討する。

## イ 知育体験演出技術

協創パートナーというユビキタスで実体のあるインタフェースを使いこなし、自分の体験を、相手に説明できるように組み立て、コンテンツ化し、発信を可能とするための方法と技術を開発する。

とりわけ、子供が自分の体験日記を発信できるような操作性のよいインタフェースを提供することを前提に、協創パートナーの新しい部品も探究する。空間的に遍在する協創パートナーの部品をうまく使いこなし、体験の場と起こった事象、自分の感想などを試行錯誤しながら表現し、相手に伝えることができるシステムの実現を目指す。

協創パートナーの部品を使って体験を表現する技術、体験のエピソードを並べ替えたり、メディア変換によって別の表現を使い、わかりやすく、あるいは感動的に表現できるように演出するための知育体験演出技術の開発に挑戦する。

### 3-1-3 五感メディアの研究開発

五感メディアの研究では、体験 Web を構築する場合に、相手に感動を伝えるのに効果がある感覚情報として、現在の Web にあるテキスト、映像、音以外のどんなメディアが利用できるかを明らかにしなくてはならない。次に、体験を発信するユーザと、追体験するユーザとの間で、観測または体験できるメディアや環境が異なった場合にできるだけ同じ感動を体験するにはどのようにすればよいかという問題がある。また、両ユーザでメディアが同じでもそれぞれのユーザの身体能力に差がある場合などに、できるだけ同じ感動を追体験できるように、五感表現を忠実に再現する技術も必要になってくる。すなわち、体験データをそのまま追体験側に伝えることは技術的に容易だが、相手に感動を効果的に伝えたことにはならないという問題が起きる。そこで、五感メディアの研究開発でこれらの問題を解決できるように、次のような研究課題を設定する。

#### ア 体験における五感への再現提示の特定

テキスト、映像、音以外に体験を再現するのに、五感情報、生体情報、身体情報という情報が必要となり、扱う情報量が極めて多くなる。したがって、相

手に感動を伝えるのに効果がある感覚情報を特定する。感覚情報の中で、ユーザ自身が動き、肌で感じることによって得られる体験が、最も感動を増す効果がある。そこで、触覚では、手、足、皮膚という対象から研究を進める。それらについて、直接的および間接的に刺激を与える感覚再現を実現する。直接的刺激には、歩行、触、弛緩刺激を用い、間接的刺激には、温湿風の空間再現を用いる。嗅覚、味覚については、未知の部分が多いので、可能性の調査するところから始める。このような追体験に不可欠な装置について開発し、感動を増したかどうかは、視覚、聴覚の再現にこれらの情報を付加し、臨場感、存在感、感動の程度、一体感、躍動感、没入感等の観点からの主観評価で判定する。さらに、生体情報や身体情報の客観的データとの相関についても調べる。主観評価および客観評価の結果によって、体験における感動を増す五感への再現提示を特定する。

### イ 五感情報の認識・理解・変換技術

コミュニケーションとしては、音声、映像でかなりの情報を伝えることができるが、体験を伝える点から考えると、人の動き、表情、触覚、脈拍等の生体情報は不可欠な情報である。これらは、体験の感動を伝える情報であり、これらを意味のある情報に変換することが研究課題である。

人物の動作、行動、表情について、画像認識の向上を図る。環境変化に対するロバスト性の向上に課題を置き、背景・照明条件に適応的に対処するアルゴリズムを構築する。その他の生体情報は、協創パートナーで用いる既存センサを利用する。

次に、得られた認識結果だけでは、ユーザ間でメディア環境が異なる場合には、発信者の感動を思い通りに相手に伝えることができないので、得られた認識結果に意味を持たせることにより、変換を可能とする。そのためのラベル付けを行うことになるが、人手では膨大な手間がかかる。そこで、動画像認識で動きを抽出し、人の行動を解析することから始め、自動的にラベル付けを行うことを試みる。しかし、必ずしも、認識パターンに正しくラベル付けされるものではないので、この誤りを含んだまま、利用できる方法についての学習法を検討する。

このようなラベル付け処理は、協調メディアにおけるインタラクション・コーパスの作成においても重要な処理で、この自動ラベル付けの処理があることで、人手によるラベル付けに比べて非常に膨大な時間と手間を軽減することが可能になる。

#### 3-1-4 体験共有コミュニケーションの研究開発

体験 Web を用いて、人々の体験の共有を可能とするコミュニケーションを実現するには、協調メディア・知育メディア・五感メディアの各インタラクション・メディア技術の統合的研究開発が不可欠である。一方、体験 Web の技術が社会的に普及し受容されるには、老人や障害者などの社会的弱者を含む誰もが利用可能であり、個人個人のメディア感受性に適応した体験の伝達ができなければならない。さらに、プライバシーや著作権の問題に象徴されるように、新しいメディア技術の導入は常に新しい社会的問題を引き起こす危険性を孕んでおり、技術開発と並行して、技術を利用する人間の立場に立って技術の方向

付け・評価を進めることが肝要である。そのためには、人間同士のインタラクション・メディアを用いた体験共有コミュニケーションの実証的な分析と、コミュニケーションを支える人間の認知過程の計算モデル構築を通じて、個人の特性に適応した体験の変換を可能とするインタラクション・メディア構築の理論的基盤を確立する必要がある。また、新しいメディアがもたらす社会を予測し、利用する人間の観点に立ったメディア技術の評価技法の開発を進めることも重要である。このような観点から、本サブテーマでは「体験共有コミュニケーションの個人認知モデル」、「体験共有コミュニケーションの協調認知モデル」の2つの研究開発を行う。

#### **ア 体験共有コミュニケーションの個人認知モデル**

個人同士が多様な情報チャネルを利用して体験共有コミュニケーションを行う過程について、参加者個々人の五感情報の活用に着目して実証的観測・分析を行う。体験共有コミュニケーション過程の観測・分析結果に基づいて、インタラクション・コーパスの情報項目および構築法の提案を行う。また、コミュニケーションの過程での五感情報の統合・変換、インタラクションの時間的特性に着目して個人の認知プロセスの計算モデルを構築し、体験 Web のためのインタラクション・メディア技術の理論基盤とする。

さらに、体験共有コミュニケーションの個人認知モデルに基づいて、インタラクション・コーパスからのインタラクション参与構造抽出手法、個人の特性に適応したメディア変換技術など、インタラクション・メディア設計の基礎技術を開発する。

#### **イ 体験共有コミュニケーションの協調認知モデル**

協調メディア技術・五感メディア技術を利用して、新しいグループ協調環境を実験的に構築し、その下でサイバー社会を模擬的に構成し、そこで生じる社会的・協調的インタラクションの実験的分析を行う。その結果に基づいて、協調に関するインタラクション・コーパスの構築法を確立し、体験 Web 技術の普及・受容を推進するために必要となる協調メディア技術に対する要求仕様の定式化を行う。

さらに、体験共有コミュニケーションの協調認知モデルに基づいて、インタラクション・コーパスからの知識構造抽出手法、協創エージェントの制御技術など、インタラクション・メディア設計の基礎技術を開発する。

### **3-2 研究開発目標**

#### **3-2-1 最終目標**

- (1) 五感・生体・身体情報の中で観測できる情報を用いて、ユーザの体験を他人によって体験共有コミュニケーションが可能となるデータ形式に自動的に変換でき、インターネットを介して、他のユーザがその体験を利用できる再現情報を用いて自動的に共有でき、操作性を向上するインタラクション演出が可能な協創パートナーを含む「体験共有コミュニケー

- ション」のプロトタイプを開発すること。
- (2) 五感・生体・身体情報の中で観測できる情報を用いて、子供でも自らの体験をわかりやすい日記に自動変換する技術と技能を体験学習できる技術を開発すること。

上記を達成するための各サブテーマの具体的な研究開発目標を以下に示す。

### 3-2-1-1 協調メディアの研究開発

- ア 協創パートナーによる体験観測技術
- ・単体の協創パートナーとのインタラクションにより、体験データの観測を可能にすること。
- イ 複数協創パートナー制御技術
- ・複数の協創パートナーを制御する分散型体験観測方式を確立し、ユーザをわずらわせることなく、互いに協調して体験データの観測を可能にすること。
- ウ インタラクション・コーパス構成法
- ・個々の協創パートナーが観測したインタラクション・コーパスを統合した観測データベースを構築すること。

本サブテーマの成果となる協創パートナーは医療、介護、福祉、教育など、人間とのコミュニケーションがサービスに関わる分野に適用可能であり、研究終了後には、基本的な研究成果、ノウハウ、特許を元に、目標を絞った実用化をメーカなどと進めることが可能である。インタラクション・コーパス構築技法に関しても、研究終了後には、基本的な研究成果、ノウハウ、特許を元に、展示会向けのシステムなどのように目標を絞った実用化をメーカなどとともに進めることが可能である。また、この技術は他のサブテーマの成果と組み合わせ、実用化することも可能である。

### 3-2-1-2 知育メディアの研究開発

- ア 知育のための感性・技能辞書構成法
- ・専門家による絵画や映像、楽曲などの創作過程を、自らの創造性を発揮しながら追体験や共有ができる体験学習システムを試作すること。
- イ 知育のための体験演出技術
- ・協創パートナーとのインタラクションを通じて、子供でも、皆で体験したことをわかりやすい日記に半自動的に変換して、他の人々もその体験を共有できるようにする支援システムを試作すること。

本サブテーマの成果となる、絵画作成知育システム、楽曲創作・演奏知育システム、インタラクティブ・ダンス知育システム、体感型情報検索知育システムは、それぞれの対象における基本的かつ実用性の高い知育環境として構築されることが見込まれ、研究終了後には、その研究成果やノウハウ・特許等を元に、社内開発部門とメーカなどが協力して実用化することが可能である。



### 3-2-1-3 五感メディアの研究開発

#### ア 体験における五感への再現提示の特定

- ・五感の中の触覚を中心として再現する装置を実現すること。
- ・体験において感動を増す五感への再現提示の統合的組み合わせ方式を提案すること。

#### イ 五感情報の認識・理解・変換技術

- ・自動ラベル付けのアルゴリズムを提案し、70～80%程度の精度での自動ラベル付けを実現すること。

本サブテーマに関して、医療現場、健康、福祉のサービス分野において、認識技術・再現装置を利用でき、研究終了後には、基本的な研究成果、ノウハウ、特許を元に、ターゲットを絞り、社内開発部門とメーカーが協力して実用化を進める。

### 3-2-1-4 体験共有コミュニケーションの研究開発

#### ア 体験共有コミュニケーションの個人認知モデル

- ・人間同士の対面コミュニケーションにおける音声言語、表情、視線、ジェスチャ、身体情報の五感情報の交換の分析に基づいて、体験共有コミュニケーションのための個人認知モデルを構築すること。
- ・個人の認知特性に適応した情報の変換・提示のためのインタラクション・コーパスの構造化仕様を定式化し、標準化に向けた提案を行うこと。

#### イ 体験共有コミュニケーションの協調認知モデル

- ・サイバー社会の模擬的環境の分析に基づいて、人間がインタラクション・メディアを用いて体験共有による協調活動を行う背後にある、体験共有コミュニケーションの協調認知モデルを構築すること。
- ・体験 Web の技術を用いて、グループの創作支援システムや知育環境システムを構築するためのインタラクション・コーパスの構造化仕様を定式化し、標準化に向けた提案を行うこと。

### 3-2-2 中間目標

- (1) 視覚と音声を中心にした五感・生体・身体情報の中で観測できる情報を用いて体験データを観測・体験共有する場合に、操作性を向上するインタラクション演出が可能な協創パートナー、および体感的な提示が可能な知育メディア環境を開発すること。
- (2) 展示会場という状況設定において、映像、視覚と音声、位置を中心にした情報を用いて表現できる体験データに対して、体験共有コミュニケーションの知見を考慮して、ユーザ ID、行動パターン、インタラクションの相手となる人または物、場所、時間情報のインデキシングが自動的に付与できること。

上記を達成するための各サブテーマの具体的な研究開発目標を以下に示す。

### 3-2-2-1 協調メディアの研究開発

#### ア 協創パートナーによる体験観測技術

- ・展示会場という状況設定において、人間型ロボット単体を対象として、協創パートナーの基本機能（1. 人間型ロボットが自分自身のセンサによりユーザ体験データの一部を観測できること、2. 人間型ロボットがインタラクション演出のために発話・移動・手振り・身振りの行動を自律的に行えること、3. 人間型ロボットがユーザの触れ方の強弱を区別することができること、の3つの機能）を構築すること。
- ・展示会場という状況設定において、ユーザが興味を持つ展示対象が予め分かっている場合に、その対象に注意を向けるようにするインタラクション演出ができること。

#### イ 複数協創パートナー制御技術

- ・展示会場で少なくとも10名程度のユーザがそれぞれ30分滞在するという状況設定において、ネットワーク環境と実環境の両方に存在する環境型の複数の協創パートナーが協調してユーザの体験データの一部を観測するとともに、それらについて、体験日記を構造化するための人、物、時間、場所に関する情報のインデキシングを自動的に付与できるようにすること。

#### ウ インタラクション・コーパス構成法

- ・展示会場で少なくとも10名程度のユーザがそれぞれ30分滞在するという状況設定において、映像、音声、接触、位置などのセンサ情報をもとに、ユーザの行動を観測し、体験日記を構造化するための人、物、時間、場所に関する情報のインデキシングが自動的に付与されたインタラクション・コーパス（小単位ごとに意味づけされたインタラクションのデータ）として登録・管理できるようにすること。

### 3-2-2-2 知育メディアの研究開発

#### ア 知育のための感性・技能辞書の構成法

- ・絵画などの美術的な画像制作過程、楽曲の創作・演奏過程、ダンスによる身体表現過程に対して、専門家(3~5名規模)とそれ以外の人々(3~5名規模)との差を、危険率32%以下(線形な統計尺度上の距離が1σ以上)で大分類でき、知育支援に応用可能な感性・技能特徴を明らかにすること。

#### イ 知育体験演出技術

- ・子供でも体験を日記化できるように、日記化に必要な情報を観測しうる協創パートナーの部品として、映像・音声収集機材を埋め込んだユーザ携帯型「ぬいぐるみ」やユビキタス・センサ・ルーム内での個別ユーザの行動を捉える視覚・聴覚センサおよびIDタグ、心拍等の生体情報を違和感無く採取する接触型センサ、などを試作すること。
- ・2~4名程度の複数ユーザが、要約された自分や他人の体験の内容を共有できるように、体験エピソードを空間的に配置する自由度の高い知育メディア環境を提案すること。

### 3-2-2-3 五感メディアの研究開発

#### ア 体験における五感への再現提示の特定

- ・触覚において、直接刺激としての歩行・触・弛緩／緊張の再現および、間接刺激としての温湿風空間再現の動作確認装置を試作すること。  
**(歩行感覚)** 一方向から 90 度程度の範囲に回った感覚が再現できる装置を試作すること。
- (力覚)** 平面ディスプレイ上で指先のガイドができる 3N(ニュートン)程度の力覚を感じる装置を試作すること。
- (弛緩／緊張)** 振動刺激により、10 種程度の情報提示ができる装置を試作すること。
- (温湿風空間再現)** 2～3名の被験者に異なる温湿風空間を提示できる装置を試作すること。
- ・**(評価)** 試作装置を用いて主観評価を行い、その感覚再現の効果を明らかにする。歩行においては一方向歩行からの改善と実歩行とを評価すること。力覚では指先のガイドが容易な力覚制御方法を見つけ出すために主観評価をすること。弛緩／緊張では、振動子を腕、手、足に装着し、これらの組合せで手足の上げ下げのインタラクシオン演出ができることを示すこと。温湿風空間再現では異なる 3 人が並んだ状態で特定の個人だけに温湿風情報を送れたかを主観評価で確認すること。
- (視覚との相関関係)** 触覚における歩行感覚、力覚、弛緩／緊張、温湿風空間再現について、生体・身体情報に応じた視覚と組み合わせを行い、相関関係とその効果を明らかにすること。

#### イ 五感情報の認識・理解・変換技術

- ・ユーザの体験を観測して、人物の行動および顔／口の動きをパターン認識・理解する方法を提案すること。  
カメラが移動する撮影法でも人物の行動を 80%程度の認識、5 種類（歩く、走る、止まる、立つ、座る）程度の行動を理解できること。また、人間型ロボットのインタラクシオン演出に反映できるために、顔／口の動きの認識において、実時間（30 フレーム／秒）のレスポンスが実現できること。
- ・統計的パターン認識法と ID センサとを併用する自動ラベル付け法を提案すること。

上記の人物の行動のパターン認識・理解が、項目「ア. 協調メディアの研究開発」で行った ID センサとの自動インデキシングと相補関係を示す。

### 3-2-2-4 体験共有コミュニケーションの研究開発

#### ア 個人認知モデルの研究

- ・ユビキタス・センサを用いて得られた音声言語、表情、視線、ジェスチャ、身体情報のマルチモーダル・データ（10 人・時間）をもとにして、体験共有コミュニケーションにおける個人の会話参加状態およびインタラクシオン共感性に関する情報認知過程の分析手法を提案すること。

- ・インタラクション・コーパスの基本仕様として、個人の会話参加状態・インタラクション共感性に関する情報項目を提案し、個人による体験情報を表現するために、ユビキタス・センサを用いて得られた 100 人・時間程度の音声言語・表情・視線・ジェスチャ・身体情報の中でどの要素が優位な情報項目であるかを確認すること。

#### イ 協調認知モデルの研究

- ・人間がインタラクション・メディアを用いて体験共有による協調活動を行うための模擬的環境を開発し、体験共有コミュニケーションにおける集団的情報評価および外的情報資源の共同利用に関する協調認知過程の分析手法を、ユビキタス・センサを用いて得られた音声言語、表情、視線、ジェスチャ、身体情報のマルチモーダル・データ（10 人・時間）をもとにして提案すること。
- ・インタラクション・コーパスの基本仕様として、協調的情報評価・外的情報資源共同利用に関する情報項目を提案し、集団による体験情報を表現するために、100 人・時間程度の音声言語・表情・視線・ジェスチャ・身体情報の中でどの要素が優位な情報項目であるかを確認すること。

### 3-3 研究開発の年度別計画

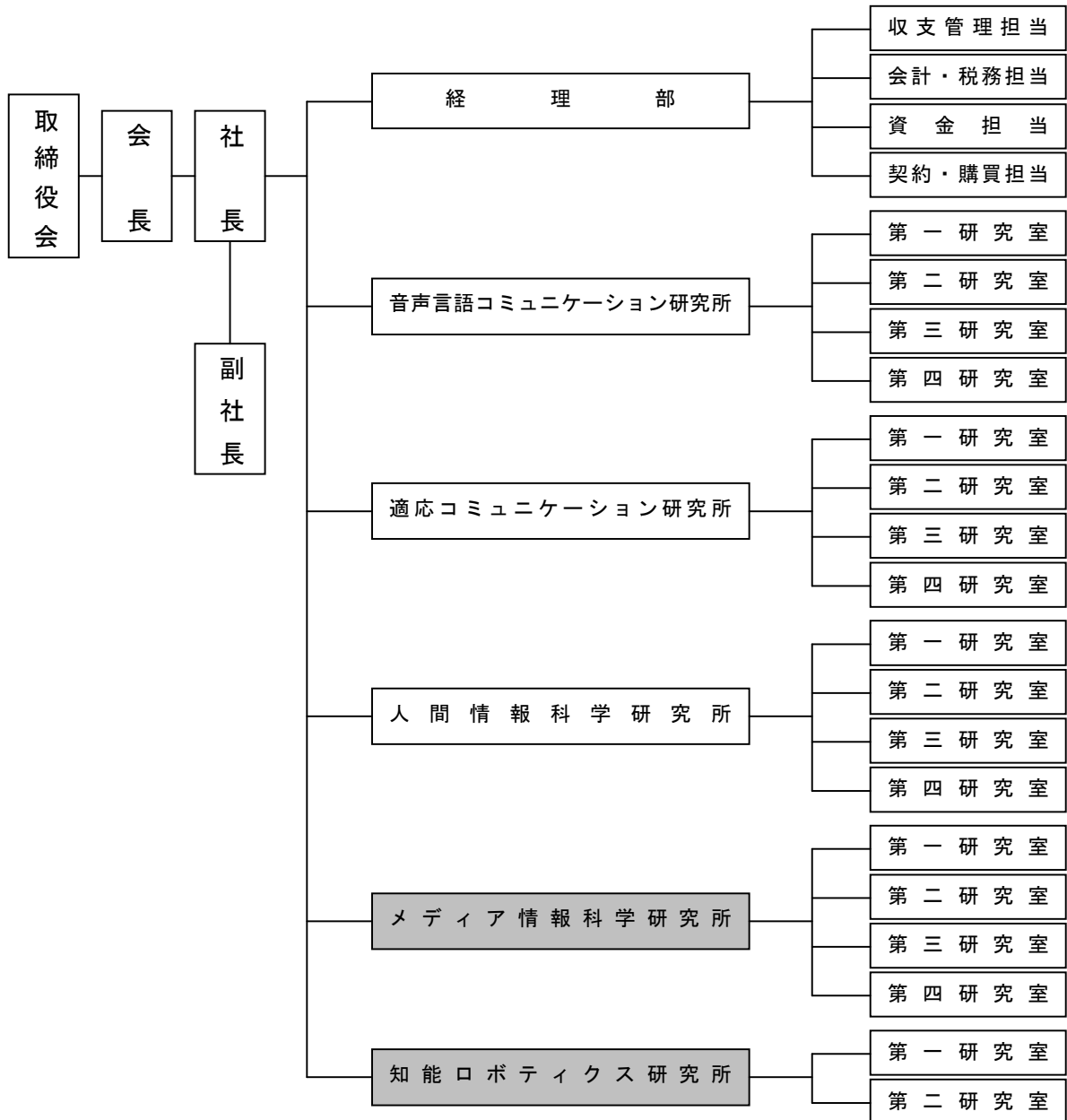
(金額は非公表)

研究開発項目	13年度	14年度	15年度	16年度	17年度	計	備考
(ア) 協調メディアの研究開発	[基礎検討]	[要素技術開発]	中間評価 ▼	[協調試行]	[統合化]		
	→	→	→	→	→		
(イ) 知育メディアの研究開発	[基礎検討]	[要素技術開発]		[知育試行]	[統合化]		
	→	→	→	→	→		
(ウ) 五感メディアの研究開発	[基礎検討]	[要素技術開発]		[体感試行]	[統合化]		
	→	→	→	→	→		
(エ) 体験共有コミュニケーションの研究開発	[基礎検討]	[要素技術開発]		[モデル化]	[統合化]		
	→	→	→	→	→		
小 計							
間接経費							
合 計							

- 注) 1 経費は研究開発項目毎に消費税を含めた額で計上。また、間接経費は直接経費の30%を上限として計上(消費税を含む)。  
 2 備考欄に再委託先機関名を記載  
 3 年度の欄は研究開発期間の当初年度から記載。

### 3-4 研究開発体制

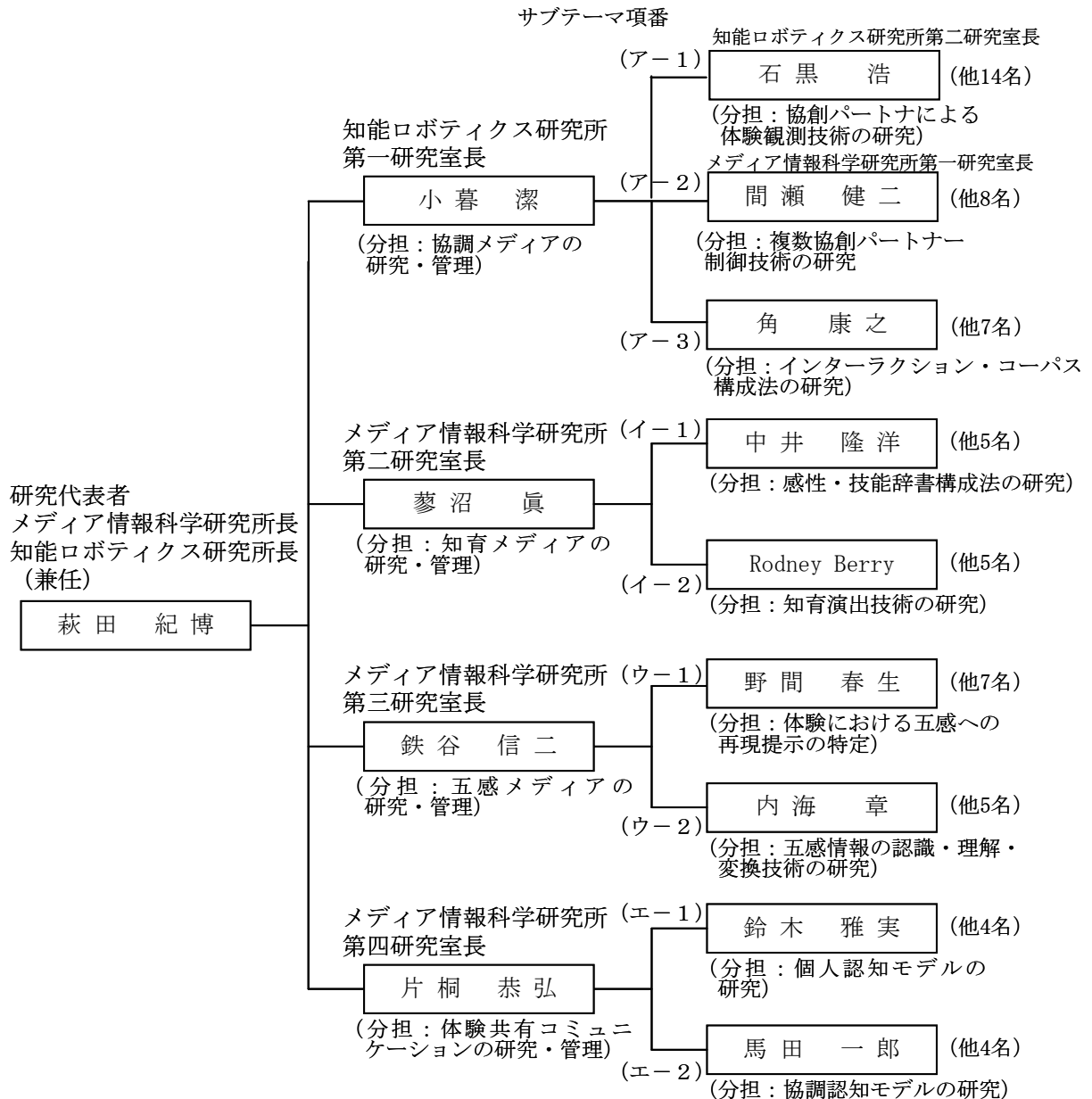
#### 3-4-1 研究開発管理体制(平成 15 年 3 月 31 日時点)



### 3-4-2 研究開発実施体制(平成 15 年 3 月 31 日時点)

以下に研究開発実施体制を示した。各サブテーマ担当者の左には(ア-1)等のサブテーマの項番を付記した。

また、サブテーマ1に関しては、リーダーである間瀬健二の本務が名古屋大学に異動となったため、研究管理体制を維持する目的でリーダーを智能ロボティクス研究所第一研究室室長の小暮潔に変更した。



### 3-4-3 研究実施場所

〒619-0288 京都府相楽郡精華町二丁目2番地2  
株式会社 国際電気通信基礎技術研究所 内

## 4 研究開発の概要（平成 14 年度まで）

### 4-1 研究開発実施計画

#### 4-1-1 研究開発の計画内容

本研究開発課題は、超高速インターネットとユビキタス情報環境の利点を活かし、人々の体験を自動的にデータ形式に変換でき、インターネットを介して、他の人々もその体験を共有できる、新しい「体験共有コミュニケーション」のプロトタイプを開発することを最終目標とする。また、この枠組みの中で、子供らへの知育を目的に、その体験を分かりやすい日記の形に自動変換する技術および技能を体験学習できる技術を開発することも最終目標とする。

そのために、五感・生体・身体情報の中で、現在インターネットで主に使われている文字、音、映像以外にどの情報をデータ形式に付け加えられるかという「機能性」に関する課題、簡易に体験を他人が共有可能なデータ形式に自動変換できるかという「操作性」に関する課題を設定した。また、子供らへの知育を目的に体験データが流通するネットワークの「発展性」に関する課題、体験共有コミュニケーションが社会に受け入れられるかという「社会性」に関する課題も設定した。これら 4 つのサブテーマを設定し、新しいインタラクション・メディアの基盤技術の研究開発を行う。

平成 14 年度は、中間目標（平成 15 年度）の達成にむけて、各サブテーマの研究開発を計画した。特に、体験共有コミュニケーションの実験環境として、全てのサブテーマが関係するユビキタス・センサ・ルームを構築して、各サブテーマの絞込みと相互交流可能な研究推進体制をとった。

#### ア 協調メディアの研究開発

##### ア-1 インタラクション・コーパスの研究

日常活動からインタラクションを観察記録するための実験環境として、ユビキタス・センサ・ルームを構築する。このセンサ・ルームを協創パートナーの一形態として考え、センサ群が協調して、ユーザの行動を観察記録することによって、インタラクションの解析と要素の抽出・記述を自動的に行う方法を検討する。また、観察や記録した情報をもとに日記やアノテーションをつけて、体験を他人と共有可能となるインタラクション・コーパスの記述方法についても検討する。

##### ア-2 コミュニケーション・ロボットの研究

コミュニケーション・ロボットを継続開発し、人間との多彩なコミュニケーション実験を実施できる環境を整備する。日常活動におけるコミュニケーション・タスクを実現できるような、エピソード・エディタと呼ぶソフトウェア開発環境を研究開発する。また、頑丈で安全、しかも機能性に優れたロボットの制御ソフトウェアを開発し、長時間使用に耐えるロボット型協創パートナーの実現を目指す。



### ア-3 体験演出の研究

コミュニケーション・ロボット、ユビキタス・センサ・ルーム、ぬいぐるみ、エージェントなどが協調しながら、体験を演出して記録するための方法を研究する。ぬいぐるみ型協創パートナーについては、日記収集と親密性の実験を行いながら、体験日記に必要なセンサ・データの特徴抽出方法などを開発する。また、シナリオに基づいて状況を認識しながら、ユーザの行動を誘導する手法の基礎検討を行う。

## イ 知育メディアの研究開発

### イ-1 画像・映像制作に対する知育環境の構築

絵画等の画像・映像制作の専門家・非専門家の創作過程を観測し、それぞれを再現できる形に蓄積すること、すなわち「感性・技能辞書」を構築することを目指し、その第1段階として、具体的な創作過程を観測し、好印象を与える主な要因を特定する方法について検討する。

### イ-2 楽曲の創作・演奏に対する知育環境の構築

楽曲の創作や演奏における専門家・非専門家の各々の過程を観測し、それぞれを再現できる形に蓄積すること、すなわち「感性・技能辞書」を構築することを目指し、その第1段階として、具体的な創作・演奏過程を観測し、好印象を与える主な要因を特定する方法について検討する。また、創作・演奏過程への視覚・聴覚・触覚的な知育演出方法の実験とその効果について検討する。

### イ-3 ダンスによる身体表現に対する知育環境の構築

ダンスによる身体表現における専門家・非専門家の表現過程を観測し、それぞれを再現できる形に蓄積すること、すなわち「感性・技能辞書」を構築することを目指し、その第1段階として、具体的な表現過程を観測し、表現の意図が他者に的確に伝わる主な要因を特定する方法について検討する。また、表現過程への視覚・聴覚的な知育演出の実験とその効果について検討する。

### イ-4 情報授受能力に対する知育環境の構築

社会的なコミュニケーション・スキルやインターネット等からの情報収集能力が自然に向上するような知育環境を構築することを目指し、その第1段階として具体的な情報検索過程およびコミュニケーション過程を観測し、各過程において的確な結果を導く主な要因を特定する方法について検討する。各過程への視覚・聴覚的な知育演出の実験とその効果についても検討する。

## ウ 五感メディアの研究開発

体験における五感・生体・身体情報統合技術、および五感情報の認識・理解技術の双方について、現在のWebにあるテキスト・映像・音以外にどんなメディアが利用できるかを明らかにするための要素技術を検討する。出力系では、体験を体感的に触覚

で感じとるための手法について検討する。入力系においては、カメラを利用して人の動きを体験として取り込むための非装着な入力方法について検討する。それぞれ13年度の提案に基づき、14年度は、試作・評価を行い、どれが有効なメディアになるかを検討する。

#### ウー1 体験における五感・生体・身体情報の特定

五感メディア研究での体性感覚に対応するメディア装置として、全方位に自然な歩行感覚を提示可能な歩行感覚提示装置の基本試作を行う。本装置は、基本動作の確認のため試作し、問題点の洗い出し、改善点の検討を進める。力覚に対応するメディア装置として、柔軟な構造ながら直線方向に駆動力を発生できるリニア・アクチュエータを試作し、その原理確認を行う。また、既存の机に装着可能な力覚提示ディスプレイ装置の試作を行い、原理確認を行う。さらに、温湿風感覚をリアルタイムに提示可能とする基本環境の構築を行い、その効果について検討する。

#### ウー2 五感情報の認識・理解・変換技術

多視点システムにおける自動カメラ校正・人物検出の実証実験を中心に進め、新規に提案するアルゴリズムの検証およびその評価を行う。さらに、可搬型のカメラにおける基礎検討を進め、そのアルゴリズムを提案する。人物の動きの基本となる顔と目のトラッキングの精度を高める実験を中心に進める。また、多視点高解像度画像による高精度人体動き計測の手法について基本検討を進め、システムの基本設計に取り組む。自動ラベル付けの実検討として、看護師の行動を題材として研究を進める。

#### エ 体験共有コミュニケーションの研究開発

##### エー1 個人認知モデルの研究

対面対話コーパスの収集・分析を中心に進める。音声対話におけるインタラクションの時間特性の分析に基づいて、インタラクション単位の同定について検討する。また、インタラクションにおける音声言語特徴と視線との相関分析を行い、五感情報の統合によるコミュニケーションの個人認知モデルに関する検討を進める。

##### エー2 協調認知モデルの研究

協創パートナーを利用したグループ協調環境を実験的に構築して、サイバー社会の模擬的構成を行い、その上で生じる社会的インタラクションを分析して、インタラクション・コーパス用知識抽出法を提案する。また、メディア介在型インタラクションにおける情報の統合分析を行い、コミュニケーションの協調認知モデルに関する検討を進める。

#### 4-1-2 研究開発課題実施計画

#### 4-2 研究開発の実施内容

平成13年度は、4つのサブテーマについて、それらの実験環境の整備および予備

実験を行った。この結果を基にして、平成14年度は、中間目標（平成15年度）の達成にむけて、各サブテーマの研究開発を計画通りに進めた。特に、体験共有コミュニケーションの実験環境として、全てのサブテーマが関係するユビキタス・センサ・ルームを構築した。日常活動におけるインタラクションの例として、研究発表会や展示会場などの主催者と来場者との間のインタラクション行動に着目している。これまでなら、こうしたインタラクション活動に対して、主催者側は、来場者のアンケートを基に会の反応を知り、来場者はメモ書きやデジカメなどを基に出張報告を作成するのが一般的であった。これに対して、本研究開発課題は来場者と主催者側とのインタラクション活動を自動的に記録し、体験共有のためのデータ形式に変換する技術を提供することを狙っている。すなわち、来場者一人ひとりがデジカメをとるなどの操作に煩わされることなく、出張報告が自動的にホームページに作成され、主催者側も発表者と来場者のインタラクションで重要な意見、コメント、要望を後で体験共有できるようになる。14年度では、画像、音声情報に限った範囲ではあるが、複数人の体験をデータ形式に自動変換する方法、それらの要約情報をビデオ要約形式で自動的に表示する方法などについて具体的な成果をあげることができた。来場者が体にウェアラブル・センサを装着し、ルーム内の据置カメラやマイクなどのインタラクション・メディアが協調してインタラクション活動を観測することによって、来場者別の体験をホームページに自動的に記録でき、他人がそれらを要約して閲覧できるサービスを将来実現可能であることを示した。

また、これらの個人情報是一方では、プライバシーや守秘の問題を含んでおり、実際の運用では社会に受け容れられるかという、クリアしなくてはならない課題も多い。社会性に関するサブテーマは、この課題にむけた人と人の認知的視点に重点をおいた研究を進めた。特に、他のサブテーマと連携して、ユビキタス・センサ・ルームの構築にも積極的に参加した。

#### 4-2-1 協調メディアの研究開発

##### ア インタラクション・コーパスの研究

日常活動の対象として、研究発表会や展示会場を想定し、環境側センサ群とウェアラブル・センサ群のデータを統合的に記録し、データ間の相互参照が可能なデータベース・アーキテクチャを設計した。この設計に基づいて平成13年度に構築したユビキタス・センサ・ルームを改装し、平成14年11月に開催された弊社研究発表会などでインタラクション・コーパスを作成するための予備実験を行った。その結果、音声や画像データに限ってではあるが、これらのセンサ群が協調しあって、「いつ、どこで、だれが、だれと、どんなインタラクションをしているか」を自動的に抽出・記述する方法を考案できた。

また、蓄積された体験データを他人にわかりやすい形で共有するために、体験データを漫画日記に自動変換し、複数人同士に関する漫画日記を相互参照可能なシステムを開発した。

#### イ コミュニケーション・ロボットの研究

協創パートナーの1つである人間型コミュニケーション・ロボットと人間との多彩なコミュニケーション実験を実施できる環境を整備するために、平成13年度に引き続き、ロボットの首、腕、頭などの動作パターンを生成できる「エピソード・エディタ」と呼ぶソフトウェア環境を開発した。また、ロボットのコミュニケーション動作の機能性を向上するために、平成13年度に開発した同軸二輪倒立振子型のロボットについて、その制御機構を改良した。

また、より高度なスキンシップ・コミュニケーションを実現するために、ロボットの全身を覆う、柔らかい皮膚素材と分布型触覚センサに関して検討した。その結果として、柔らかい皮膚と分布型触覚センサを持つ人間型コミュニケーション・ロボットを試作した。

#### ウ 体験演出の研究

人の体験を演出し、体験データのセグメンテーション（自動切り出し）の効率を上げるために、協創パートナーの研究を行った。具体的には、映像と音声を利用して人とマルチモーダルな対話を行い、会話を楽しみながら写真撮影を行うシステム、ぬいぐるみ型エージェント・インタフェースによるユーザ同士のつながり感を高めるシステム、電話対話に参加するエージェント・システムを開発した。

また、協創パートナーの一形態である人間型コミュニケーション・ロボットが人を同定し、その人に合った演出を行うために、ロボットの音声認識機能だけでなく、人に無線タグを携帯してもらい、この無線タグとロボットとを通信することで、人を同定する方式を検討した。実際に小学校で10名を越える小学生とのコミュニケーションにおいても、この方式が動作することを確認した。この開発によって、長時間コミュニケーションを行わせる実験を行い、この方式が有効であることを示した。

### 4-2-2 知育メディアの研究開発

#### ア 画像・映像制作に対する知育環境の構築

絵画の制作過程の観測については、感性情報の抽出と分析を容易にするために、描画の対象および手法を植物などの静物を対象とした線描画に限定した。その制作過程を精密に計測し、正確な再現および軌跡の太さなどに変動可能な機能を実現するソフトウェアを開発してシステムに実装し、創作過程の変動による印象の違いを調べる評価実験を行った。また、画像内オブジェクトのテクスチャの違いによる印象の変化を調べるために、材質感再現の要因特定について検討した。さらに、自動的にテクスチャの改変を行う技術の検討にも着手し、テクスチャを改変した時の物理パラメータと印象との関係を調べた。

#### イ 楽曲の創作・演奏に対する知育環境の構築

楽曲の創作に際して、創作者の試行錯誤の過程を観測し、それに対応した音と映像のフィードバックを与える演出手法によって創作の支援を図るインタラクティブ楽曲

創作支援システムの開発を進めた。また、時間や場所を問わず不特定の他者と協調的に楽曲の演奏ができるような身体装着型インタラクティブ楽曲演奏システムの開発を進めた。これらのシステムを使用した創作・演奏過程のデータを取得し、各インタラクションの設定が創作・演奏時のユーザの動作や使用感に与える影響を調べる基礎検討に着手した。

#### ウ ダンスによる身体表現に対する知育環境の構築

ダンスによる身体表現でイメージを他者に伝える際の主要因の抽出精度を向上させるために、実際の表現過程の観測結果においてこれまで対象としていた全身のシルエット以外に、手足や頭などの各身体パーツも対象に加えて、印象評価実験を行った。これに際し、身体パーツ分割用ソフトウェアの開発を進めた。また、表現過程に対する視覚・聴覚的なフィードバックの効果について、評価実験結果に基づく客観的な検証を行った。

#### エ 情報授受能力に対する知育環境の構築

インターネット等から体感的に情報を収集する環境のプロトタイプ・システムの開発を進めた。具体的には、このシステムのユーザ・インタラクションの諸要件を満たす制御用ソフトウェアの試作・実装を行うとともに、迅速かつ直感的に所望の情報に辿り着けるようにするために検索プロセスの設定について検討した。

### 4-2-3 五感メディアの研究開発

#### ア 体験における五感への再現提示の特定

五感への再現の取り組みとして、歩行、力覚、温湿風環境の構築に取り組んだ。歩行感覚提示、力覚提示が可能な電子机、二重螺旋構造を用いたアクチュエータ、分布型振動触覚提示、空気砲を用いた温湿風装置の5種類の実験装置を試作した。それぞれを実験および評価を行い、それぞれの有効性を示すことができた。

#### イ 五感情報の認識・理解・変換技術

人物行動の認識・理解、および人物の動き計測の研究を進めた。14年度は複数カメラの設置校正方法、手持ちカメラのような条件下でも人物の認識ができる手法、鼻を実時間トラッキング、看護師の行動認識等のアルゴリズムの検証を中心に進め、実応用のための展開についても検討した。それぞれを実験および評価を行い、それぞれの有効性を示すことができた。

### 4-2-4 体験共有コミュニケーションの研究開発

#### エー1 個人認知モデルの研究

体験共有の元となる臨場感を生み出す認知機構のモデル化を目指して、インタラクション構造分析および共感の認知機構をサブテーマとして実施した。平成14年度は

研究開発の第二年度として、初年度に導入した研究機材を用いて、認知モデルの構築の材料となるコミュニケーション・データの収集を開始するとともにコミュニケーション・データの試験的な分析を行い、分析手法の有効性を確認した。特に、認知モデル構築の材料となるコミュニケーション・データを、ユビキタス・センサ・ルーム環境から収集する方針を定め、協調メディアに関するサブテーマと共同でコミュニケーション・データの収集に必要な研究システム構成の検討・選定を行い、その設置を図るとともに、コミュニケーションデータ取得の方法およびその分析方法の検討を進めた。

## エー 2 協調認知モデルの研究

体験共有に基づく創造的活動や新しい知識の創造を生み出す認知機構のモデル化を目指して、情報の感覚化に基づく協調創造活動支援およびコミュニティ知識の構造化をサブテーマとして実施した。平成14年度は研究開発の第二年度として、初年度に導入した研究機材を用いて、認知モデルの構築の材料となるコミュニケーションデータの収集を具体的に開始するとともにコミュニケーションデータの試験的な分析を行い、分析手法の有効性を確認した。

## 5 研究開発実施状況（平成 14 年度）

### 5-1 協調メディアの研究開発

#### 5-1-1 序論

協調メディアは、本研究開発課題全体の中で、ユーザの体験観測や体験共有におけるインタラクションを制御・演出し、観測した体験をインタラクション・コーパスとして登録・管理する処理を分担する。

ここでは、体験共有コミュニケーションとして広い応用範囲が期待できる、研究発表会や展示会場などでの体験観測・記録を想定して、協調メディアの研究開発を進める。会場を訪れる見学者や発表者などの体験を観測するには、たとえば1つのカメラだけで測定しても、他人が共有できるような十分な体験データを収集することが難しい。そこで、多数のセンサを協調させて体験を観測することになるが、全体のシステムが複雑になって、人がそれぞれを直接操作することはほとんど不可能である。それゆえ、操作性を向上するために協調メディアの技術が必要になってくる。

まず、インタラクション・コーパスを登録・管理する処理方式を検討するために、実験環境を整備する。具体的には、平成 13 年度に構築したユビキタス・センサ・ルームの部屋の天井に 10 セットのセンサ群を設置すると共に、説明員と来客者が身につけることができる装着型のセンサ・セットを設置する。このルームで観測される人々のインタラクション行動に対して、五感メディアとしては音声と画像に限った場合で、「いつ、どこで、だれが、だれと、どんなインタラクションをしたか」が自動的にインデキシングされ、インタラクション・コーパスとして保管する方式を提案する。この方式は個人の見学記録（ビデオ・サマリ）を自動生成することが可能で、中間目標の達成にむけて意義のある成果がでたことを示す。

次に、ユーザにとって操作性を向上するために、ロボット、人形、着衣、家具などの実世界の実体にセンサやアクチュエータを内蔵させた「協創パートナー」をマルチエージェント・システムで制御することによって、必要な観測データを協調的に収録する方式を考える（3-1 参照）。この中で人間型コミュニケーション・ロボットについては、平成 14 年度は日常活動におけるコミュニケーション・タスクを実現するためのソフトウェア開発環境であるエピソード・エディタを平成 13 年度に引き続き開発する。その結果、インタラクション演出に必要な基本機能（ユーザ観測、発話・移動・ジェスチャ、スキンシップなどのコミュニケーション行動）を実現するための環境が整備できることを示す。また、安全で機能性に優れた同軸二輪倒立振子型の人間型移動ロボット「Robovie-III」の制御機構も平成 13 年度に引き続き開発し、人間とのコミュニケーションのための新しいビヘイビアを安定して行うことができることを示す。

さらに、体験観測や体験共有におけるインタラクションを制御・演出する「体験の演出の研究」では、ユビキタス・センサ・ルームを試作する前段階として、(1) 映像と音声を利用して人とマルチモーダルな対話を行い、会話を楽しみながら写真撮影を行うシステム、(2) ぬいぐるみ型エージェント・インタフェースによるユーザ同士の

つながり感を高めるシステム、(3) 電話対話に参加するエージェント・システムなどについて報告する。また、操作性が向上したことが端的に示すことのできる成果として、人間型コミュニケーション・ロボットが相手を同定し、その人合った演出を行うために、ロボットの音声認識機能だけでなく、人に無線タグを携帯してもらい、この無線タグとロボットとを通信することで、人を同定する方式を提案する。実際に小学校で小学生と長時間コミュニケーションを行わせる実験を行い、この機能が有効であることを示す。

これらの成果により、本サブテーマが順調に研究開発が進んでいることを述べる。

## 5-1-2 インタラクシオン・コーパスの研究

### a. はじめに

平成 14 年度は、中間目標達成へ向けて、インタラクシオン・コーパスの登録と管理の基本構成法を実装し、その動作確認を行った。また、記録されたインタラクシオンのデータを体験データとしてユーザ本人、もしくは複数のユーザ同士で閲覧できるような表現方法を研究開発した。以下、それらのシステムについて説明する。

### b. 複数センサ群によるインタラクシオン・コーパスの記録システムの試作

人と人、人と人工物のインタラクシオンを広く捉えるために、開放的な空間における複数人のインタラクシオンを様々なセンサ群で記録することを考えた。そのためのテストベッドとして、弊社で平成 14 年 11 月に開催された研究発表会を題材とし、デモ展示会場における展示者と見学者のインタラクシオンを対象としたインタラクシオン・コーパス収集システムを試作した。

図 5.1.2.1 にインタラクシオン・コーパス収集のためのシステム構成を示す。システムは基本的に、身につける携帯型の記録用クライアント、部屋に埋め込まれる据え置き型の記録用クライアントで構成される。それぞれ、カメラ、マイク、赤外線 LED の ID タグを認識する赤外線センサ（以下、IR トラッカ）からのセンサ・データを記録用サーバに中継する。携帯型クライアントのいくつかについては、生体データを記録するセンサも利用する。

記録データは、基本的にはカメラとマイクによるビデオ・データである。また、これらのビデオデータのインデクスとして、記録開始時刻、記録時間といった基本的データの他に、IR トラッカが検出した LED タグの ID、生体データが刻一刻とデータベースに記録されていく。

また、協創パートナーとしてのコミュニケーション・ロボットも、人とインタラクシオンする度に、自らのビヘイビア（身体動作）実行のログと、人との身体的な接触によるセンシング・データをサーバに記録する。

対象となる展示会場には 5 つの展示ブースが設置され、それぞれについて正面と背面に、つまり合計 10 台の据え置き型の記録用クライアントを設置した。また、展示者と見学者の希望者が身につけるための、携帯用の記録用クライアントを 15 台用意した。これらはすべて Windows パソコンである。



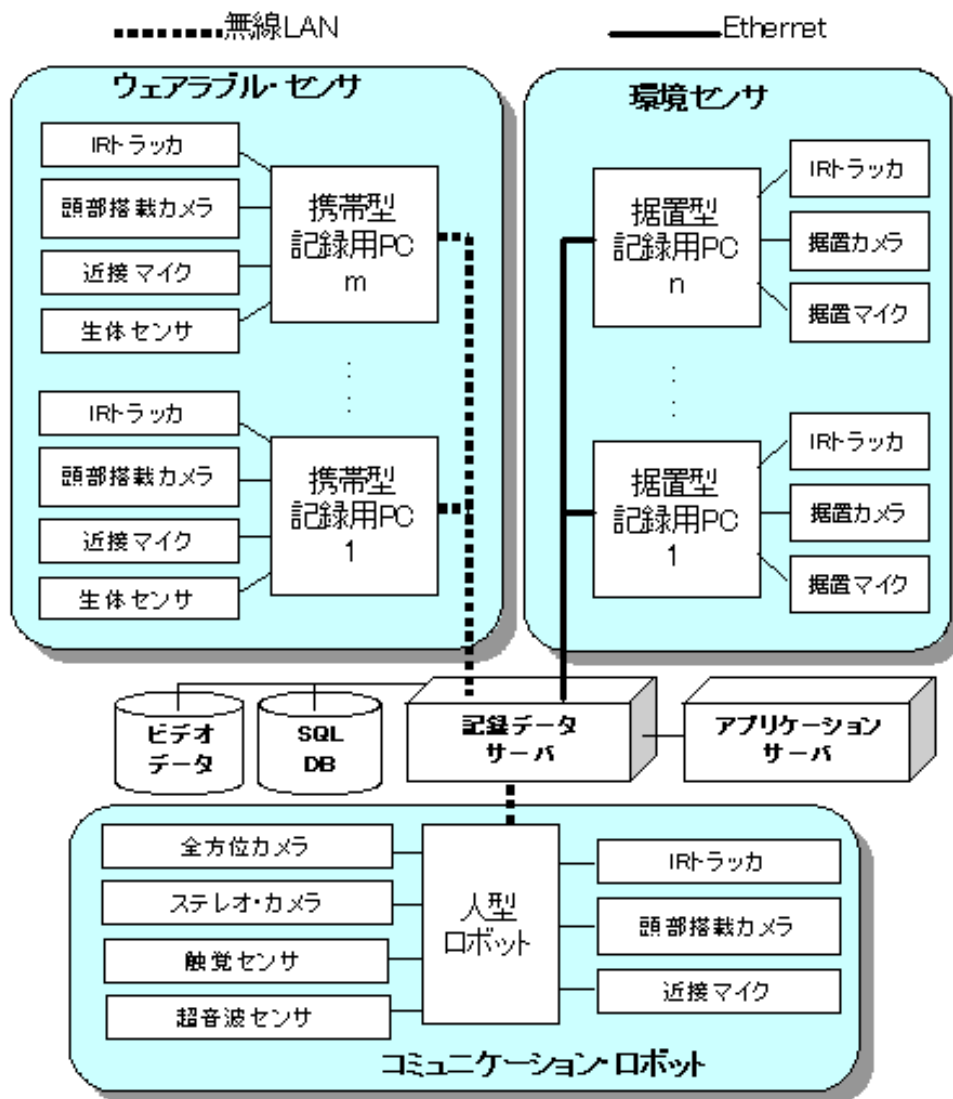


図 5.1.2.1 インタラクション・コーパス収集システムの構成

記録されるビデオ・データは samba サーバを経由して UNIX のファイルサーバに記録される。また、ビデオ・データに対するインデクス情報を記録するために、Linux 上で動作する MySQL サーバを用意した。その他に、ビデオ・サマリを生成するために Linux ベースのアプリケーション・サーバを用意し、そこでは MJPEG Tools を使ってビデオのカット編集プログラムを実行した。

ビデオカメラは、据え置き用には SONY 製 CCD-MC100 (41 万画素 1/4 インチ CCD)、携帯用には KEYENCE 製 CK-200 (25 万画素) を用いた。いずれも NTSC で記録用クライアントにデータを送る。マイクは、据置用クライアントには無指向性のマイク、携帯

用には接話用のヘッドセットマイクを利用した。

ビデオについては、各記録用クライアントで Motion JPEG（解像度 320×240、15 フレーム/秒）をリアルタイム・エンコーディングした。音は PCM 22KHz 16bit モノラルで記録した。これらの値は、ネットワーク負荷と、全体のコーパス・サイズを押さえることと、コンテンツとして再利用する際の品質のトレードオフで決めた。

LED タグは、LED を高速に点滅させ、その点滅パターンで ID を発信し続ける。IR トラッカは、2.5 メートル先程度の LED タグを認識し、認識され次第、その ID と XY 座標を記録用クライアントを通して SQL サーバに書き込み続ける。

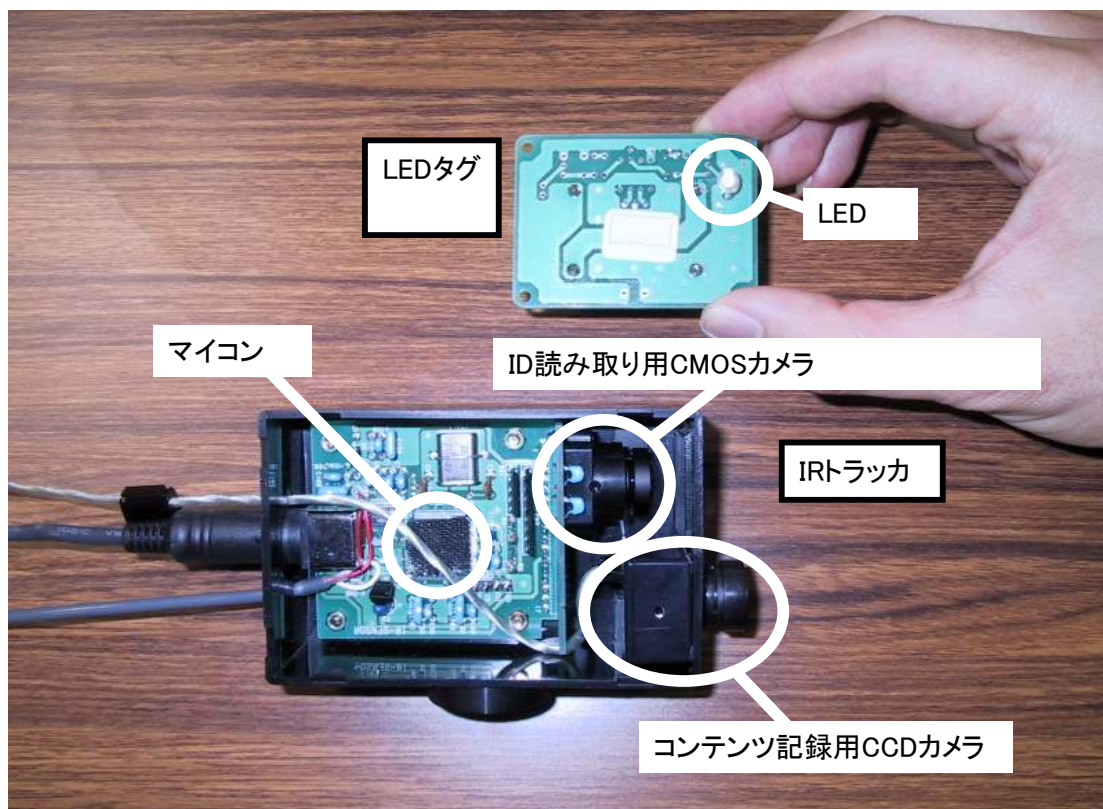


図 5.1.2.2 試作した赤外線 ID システムの外観

図 5.1.2.2 が試作した LED タグと IR トラッカの外観である。IR トラッカは、LED の点滅を読み取る CMOS カメラとそれを制御するマイコンで構成される。見える範囲、LED タグが送るデータビット数、IR トラッカの認識スピードは、互いにトレードオフするが、今回は、6 ビットの ID（つまり、64 個のタグ）を扱い、秒あたり数回程度読み出せるものを試作した。

携帯型記録クライアントのうち 3 台については、生体データ記録用モジュール（Procomp+）を統合した。これは、リアルタイムに生体データを AD 変換してコンピュータに送る機器で、今回は脈拍、手の表面の伝導性（発汗）、温度の 3 つのセンサを使用した。これらのセンサはどれも指に付けることができるので、ちょうど片手が埋ま

った。数秒ごとにそれぞれの平均値を計算し、記録用クライアントを通して、その値を SQL サーバに書き込み続ける。



図 5. 1. 2. 3 センサ類と LED タグの設置

部屋には 10 台の据え置き型記録用クライアントを設置した。図 5. 1. 2. 3 にあるように、カメラ、マイク、IR トラッカを天井と壁に設置し、各展示ブースに正面と背面から捉えた。また、人のインタラクションの焦点となるような点、つまり、ポスタやデモ用のディスプレイなどに、各展示ブースに 5 つ程度の LED タグを設置した。

展示員全員と見学者の希望者が身につけるセンサ用に、ウェアラブルな記録用クライアントを 15 台用意した。接話マイクを持つヘッドセットを利用し、それに、コンテンツ用のカメラ、IR トラッカと LED タグをひとつにまとめたモジュールを固定した。パソコン(と 3 台については Procomp+の本体)はバッグに納めて、背負うこととした。

合計 25 台のクライアントのビデオ・データ(映像と音)がインタラクション・コーパスの基本的なコンテンツとなる。

2 日間の研究発表会の間、1 日あたり約 7 時間ずつシステムを稼働し続け、その間に合計 80 人のユーザが我々のウェアラブル・センサ・システムを利用した。そのうち、説明員が 16 人、ロボットが 1 体含まれるので、来客者は 63 人であった。2 日間の記

録で、合計 300 時間近くのビデオ・データが記録され、ビデオ・データが 480GB、オーディオデータが 57GB に達した。また、IR トラッカによる ID 検出の総数は約 38 万回に及んだ。

#### c. 体験データの表現手法 1：ビデオ・サマリの自動生成

我々のインタラクション・コーパスの主な利点は、計算コストの高い（映像・音声の）信号処理をすること無しに、インタラクションの切り出しやそれに参加している人の特定ができることである。

インタラクション・コーパスの有用性を利用した応用システムとして、ビデオ・サマリの自動生成システムを試作した。ビデオ・サマリは、インタラクション・コーパスを利用して社会的／認知科学的研究を行おうとする研究者の道具として重要であろうし、講演会、授業、普段のミーティングの閲覧や、博物館の来訪者行動の分析など、エンドユーザが利用する道具としても利用価値が高いと考える。

ビデオ・サマリを自動生成する基本的な方針として、赤外線 ID システムによって与えられたインデクスを利用し、ボトムアップ的にインタラクションのシーンを切り出していくこととした。

まず、イベントとシーンを次のように定義する。

- イベント：同一のカメラとマイクの組み合わせによって記録されたビデオから、特定の LED タグが視界に入り続けている部分を切り出したクリップ。
- シーン：例えば、展示ブース滞在シーンとか、会話シーンといったように、ある意味のある単位で、複数のイベントを組み合わせ生成されるビデオ・ストリーム。イベントは、同一のカメラが同一の対象（人やもの）を捕え続けるビデオ・クリップであり、我々が扱うインタラクションの最小単位、つまりインタラクションのプリミティブと捉えることができる。

そこで、図 5.1.2.4 に示したような、基本的なイベントの解釈を定義し、それをインタラクションのプリミティブとして利用することとした。

- IR トラッカが環境側に設置されたものであり、捕えられた LED タグが人に付与されたものである場合は、それはすなわち、その人があるエリアに滞在していることを意味する。また、同一の環境設置 ID センサに、複数の人の LED タグが同時に捕えられた場合は、それはすなわち、それらの人々が同じエリアに共在する状態を意味する。
- 人が身につけている IR トラッカが、あるものに付与された LED タグをとらえている場合は、それはすなわち、その人があるものを注視していることを意味する。また、同一の対象物を複数の人の IR トラッカが同時に捉えている場合は、それらの人々が同じものに対して共同注意を向けている状態であると考えられる。さらに共同注意に参加している人の人数が増えた場合、それはすなわち、注意を向けられている対象物は重要な社会的イベントを担っていると考えられる。
- ある人 A の IR トラッカが他の人 B の LED タグを捕え、同時に、B の IR トラッカが A の LED タグを捕えている場合は、それはすなわち、A と B が対話している状態であると解釈する。

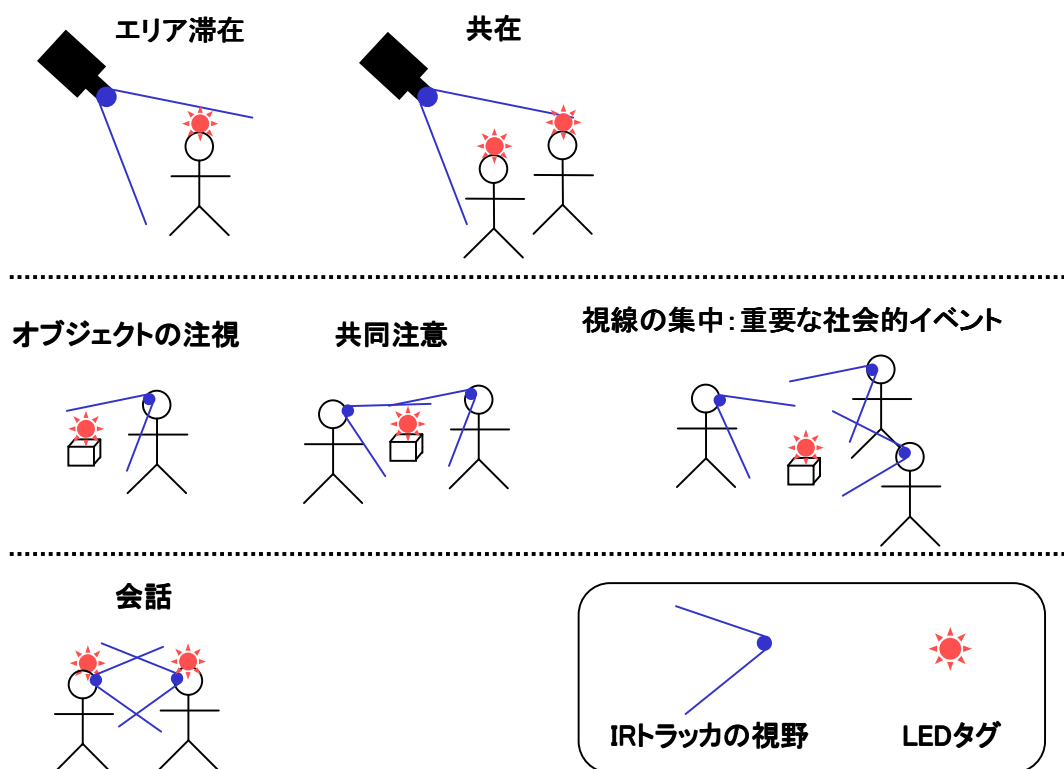


図 5. 1. 2. 4 様々なイベントの解釈

前述した通り、IR トラッカによって出力される生データそのものは、断続的な LED タグの検出結果の羅列に過ぎない。したがって、そこから、特定の LED タグが視野に入り続けていたと判定する期間（インターバル）を特定し、そのときの IR トラッカと LED タグの担い手次第で上記のいずれかの解釈を当てはめて、それをひとつのイベントとする。

上記の通り、イベントはインタラクションのプリミティブであり、それに対応するビデオ・ストリーム自体は短すぎてひとつの意味のあるシーンとは言えない。そこで、複数のイベントをボトムアップ的に連結させることでシーンを構成する戦略をとった。

あるユーザのために生成された複数のシーンを時間順に並べると、そのユーザの展示見学のビデオ・サマリができる。図 5. 1. 2. 5 は、あるユーザ（見学者）のために実際に自動的に切り出されたシーンを時間順に並べてビデオ・サマリを表示したページの例である。

シーンのアイコンは各シーンのサムネイルを利用した。このアイコンをクリックすると MediaPlayer が起動し、対応するシーンのビデオ・クリップを見ることができる。各シーンには、シーンの開始時刻、シーンの説明、シーンの時間を注釈として自動付与した。シーンの説明の生成には、以下の 3 種類のテンプレートを用意した。

- TALK WITH: I talked with [someone].
- WAS WITH: I was with [someone].
- LOOKED AT: I looked at [something].



図 5.1.2.5 ユーザ個人のビデオ・サマリを表示するページの例

さらに、一つ一つのシーンを見ることすら面倒なユーザのために、各シーンを最大15秒ずつ切り出し、それらを fade-in, fade-out で連結して1本のクリップにまとめたサマリビデオも別途提供した。

ビデオ・サマリは、記録されたデータをすぐに処理して出力することができるので、デモ当日に展示会場の最後のデモブースで、実際にユーザ本人のビデオ・サマリを見てもらうことができた。またデモの2ヶ月後（2003年1月）、研究発表会後のアフターサービスとして、自分のビデオ・サマリを閲覧できるWebサービスを開始した。

d. 体験データの表現手法 2：漫画日記による体験データの相互参照の促進

複数の人が体験データを伝え合う、つまり、他人の体験を追体験することを促進することを目的として、よりカジュアルな体験データの表現手法として、漫画表現の利用を検討した。ユーザ個人個人の行動履歴（いつどの展示を見学した、など）やプロフィール（名前、所属、性別、年齢など）といったより抽象度の高い個人データを利用し、そのデータからユーザの興味や行動パターンを類型化し、それに対応した漫画日記を自動生成することを目指した。

具体的には、コミックダイアリと呼ばれるシステムを継続開発し、今年度は特に、ユーザ間の体験データの相互参照機能を実現することに注力した。

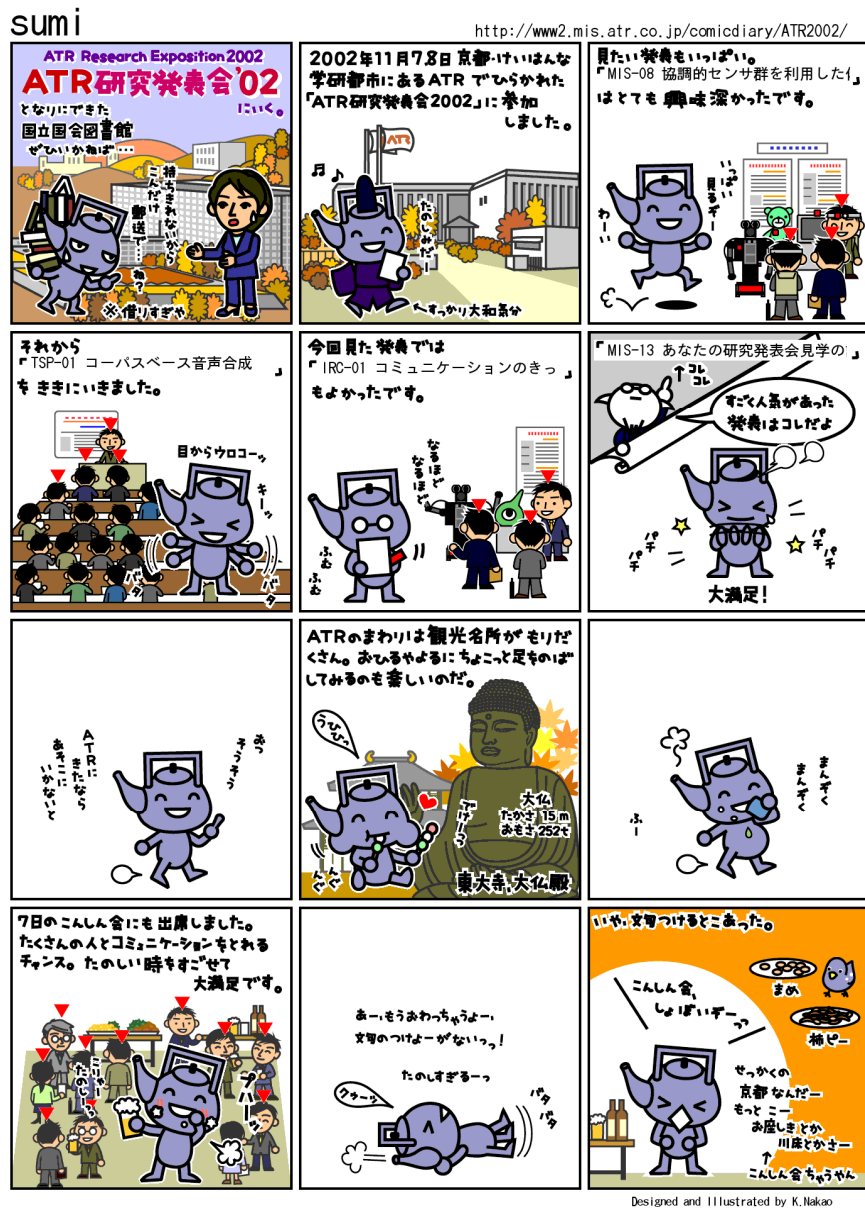


図 5.1.2.6 ユーザ間で体験データの相互参照を促進する漫画日記

図 5.1.2.6 は、平成 14 年 1 1 月の弊社研究発表会のデータを利用してコミックダイアリシステムのデモをした際の利用例である。画面中、逆三角形のアイコンがあるが、そこをクリックすると他のユーザの漫画日記を閲覧することができる。つまり、ある状況を共有した(同じ展示に興味を持った)他のユーザの存在を知ることができ、さらにその人の体験データを閲覧することができる。

体験イベントを共有している複数のユーザ同士が互いに個人個人の視点を交換し合うことは、さらなる体験を創造するには重要なプロセスであり、そのプロセスを促進するカジュアルな手段として、体験データの漫画表現は有効であると考えられる。

#### e. まとめ

平成 14 年 1 1 月に開催された弊社研究発表会の際、特定のデモ展示の部屋を利用して、部屋の天井に 10 セットのセンサ群を設置すると共に、説明員と来客者が身につけることができる装着型のセンサ・セットを用いたユビキタス・センサ・ルームを試作した。2 日間の研究発表会中の説明員と来客者の間のインタラクションを広く収集し、個人の見学記録(ビデオ・サマリ)が自動生成されるシステムを試作した。

### 5-1-3 コミュニケーション・ロボットの研究

#### a. はじめに

協創パートナーによる体験観測技術に関する中間目標を達成するために人間型ロボット単体を対象とした協創パートナーの基本機能である、(a) 人間型ロボットがユーザ体験データの一部を観測できること、(b) 人間型ロボットがインタラクション演出のために発話・移動・手振り・身振りの行動を自律的に行えること、(c) 人間型ロボットがユーザの触れ方の強弱を区別することができることを実現するために、人間型コミュニケーション・ロボットを継続開発し、人間との多彩なコミュニケーションの実験を実施することができる環境を整備した。具体的には、日常活動におけるコミュニケーション・タスクを実現することができるための、「エピソード・エディタ」と呼ぶソフトウェア開発環境を整備するとともに、頑丈で安全、しかも機能性に優れた人間型コミュニケーション・ロボットの制御ソフトウェアを開発した。さらに、人間型ロボットがユーザの触れ方の強弱を区別することができるという、中間目標の一部を前倒し的に行った。

#### b. 人間型コミュニケーション・ロボットのソフトウェア開発環境

協創パートナーとしての人間型コミュニケーション・ロボットの人間との多彩なコミュニケーションの実験環境整備の一環として、人間型コミュニケーション・ロボットが日常活動におけるコミュニケーション・タスクを実現するためのソフトウェア開発環境であるエピソード・エディタを継続開発した。

人間型コミュニケーション・ロボットのソフトウェアは状況依存モジュール(図 5.1.3.1)とその実行順序を制御する実行順序ルールから構成される。各状況モジュールは「握手」、「挨拶」などのようなコミュニケーション行動を記述し、前提条件、ロ



ロボットの行動記述、人間の反応に対する認識結果の部分から構成される。人間型コミュニケーション・ロボットは前述の実行順序ルールに従い、様々な状況依存モジュールを自律的に実行し続ける。エピソード・エディタは、この状況依存モジュール間の実行順序を視覚的に表示し、グラフィカル・ユーザ・インタフェース(GUI)により新しい関係を追加・修正することができる。これによって、人間型コミュニケーション・ロボットの自律コミュニケーション行動に多様性と一貫性を持たせるためのソフトウェアである。

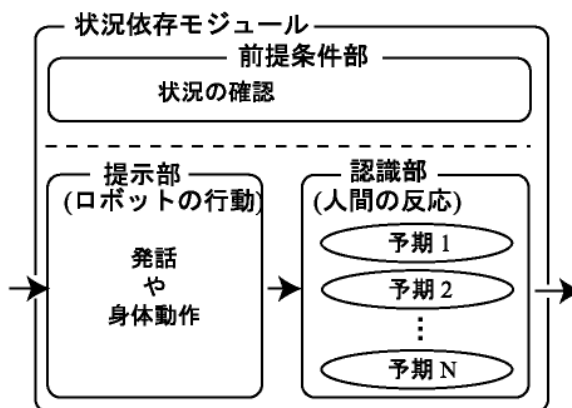


図 5. 1. 3. 1 状況依存モジュール

本年度は、昨年度に試験的に作成した人間型コミュニケーション・ロボットの現在の状態を表示する内部状態可視化プログラム（図 5. 1. 3. 2）に加えて、状況依存モジュール間の実行順序ルールを GUI 画面から入力、修正するプログラムを開発した。また、内部状態可視化プログラムに、実行順序ルールの一覧機能と検索機能を追加し、直感的に実装済みの実行順序ルールを閲覧することができるようにした。これらの機能により両者を統合し、一貫性のあるソフトウェア開発環境とした（図 5. 1. 3. 3）。

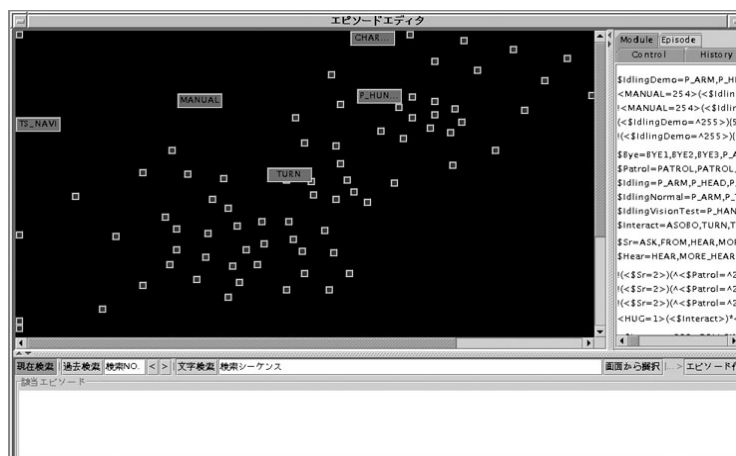
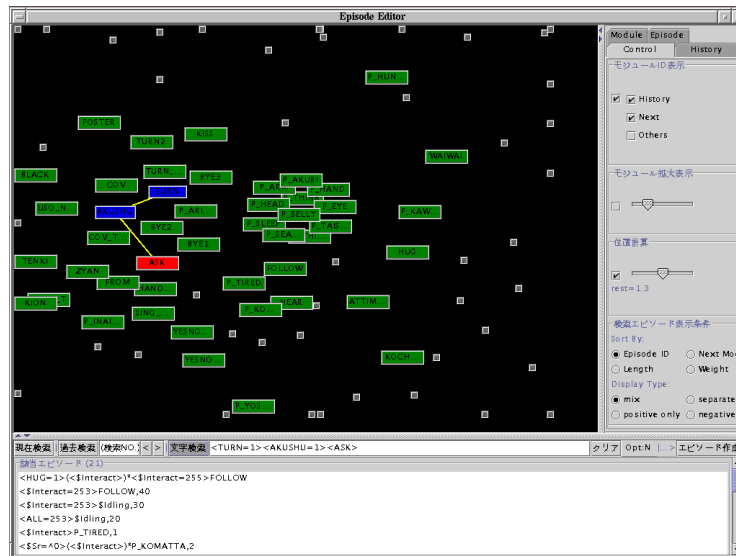


図 5. 1. 3. 2 ロボットの状況依存モジュールの活性状態の可視化



(a) 検索画面



(b) 入力画面

図 5.1.3.3 エピソード・エディタの画面

このエピソード・エディタを使用し、各種実験のための人間型コミュニケーション・ロボット Robovie-II のビヘイビアを開発することにより、その有効性を確認した。

### c. 人間型コミュニケーション・ロボットの制御ソフトウェア

協創パートナーによる体験観測技術を開発するための今後の実験に使用する予定の、安全で機能性に優れた同軸二輪倒立振り子型の人間型コミュニケーション・ロボット Robovie-III (図 5.1.3.4) の制御機構を継続開発した。国内では、人間型ロボットの移動方式として二足歩行が注目を集めているが、二足歩行のためには、モータのトル

クを非常に大きくしなければならず、その結果、万一の場合に危険であるという問題がある。これに対して、本ロボットで使用する同軸二輪倒立振子型の場合、どちらも倒立振子の原理を使用するという点で共通する困難さを有するが、大きなトルクを必要としないという点で安全性が高い。これは人間と近接して動作することが要求されるコミュニケーション・ロボットにおいては非常に重要な点である。



図 5.1.3.4 人間型コミュニケーション・ロボット Robovie-III

具体的には、以下の2点の改善を行った。第1に、倒立振子制御の方式を変更した。平成13年度は、倒立振子制御を角度情報のみのフィードバックで行っていた。しかし、これは釣合いの式から導出される制御系であるために実世界においては不安定であることから、倒立振子の運動方程式から導出される4次の状態フィードバック系に改めた。関連して、低雑音で角度と角速度の情報を獲得することができる光ファイバー・ジャイロスコープを使用するように変更した。構築した倒立振子制御系は外乱特性に優れている。これは、人間とのコミュニケーションの際に人間からの外力に対応しなければならないコミュニケーション・ロボットにおいては非常に重要な特性をもったことになる。

第2に、多自由度制御の方式を変更した。人間型コミュニケーション・ロボット Robovie-III を実稼働させることにより、ロボットの力学モデルの変化を小さくすることが重要であるという知見を得た。また、人間と同様にほとんどの関節を微動させ

続けることがロボットを人間らしく見せるのに貢献するという知見を得た。これらに知見に基づき、少自由度制御の組合せによる多自由度制御の枠組みを考案した。この枠組みに基づき、人間型コミュニケーション・ロボット Robovie III の制御系を構築した（図 5.1.3.5）。この制御系は、重心位置制御とコミュニケーション動作制御を並行に行うことを特徴とする。この制御系により、人間とのコミュニケーションのための新しいビヘイビアを安定して行うことができることを確認した。

#### d. 人間型コミュニケーション・ロボットの柔らかな皮膚素材と分布型触覚センサの試作

協創パートナーによる体験観測技術の中間目標の一部である、人間型ロボットがユーザの触れ方の強弱を区別することができることを達成するための予備検討を前倒し行的に行った。ロボットの表面の大部分を覆うことが可能な柔らかい皮膚素材と、その下で機能する高分解能の分布型触覚センサに関する基礎検討を行った。この検討に基づき、分布型触覚センサ（ピエゾ圧電素子、触刺激の分解能：64 段階）が埋め込まれた柔らかい皮膚素材（シリコンと発泡ウレタンの組合せ）で既存の人間型コミュニケーション・ロボット Robovie-II の全身を覆い、新しいビヘイビアを作成することにより人間型コミュニケーション・ロボット Robovie-IIS を試作した（図 5.1.3.6）。



図 5.1.3.6 人間型コミュニケーション・ロボット Robovie-IIS

本試作の分布型触覚センサは圧力センサとして金属薄膜の間にピエゾ・フィルムが挟まったものを使用する。これはフィルムに加わる圧力速度を電圧として出力する圧電素子であり、出力電圧を積分することにより圧力を計測することができる。このフィルムをシリコン・シートに埋め込む。この際、ロボット本体側のシリコンを厚くし、表面側のシリコンを薄くすることにより、ロボット本体の振動や人間が表面を押したときに生じる高周波の振動をカットできるとともに、フィルムが変形しやすくなるために圧力の計測が容易になる。皮膚素材の柔らかさは前述のようにシリコンと発泡ウレタンの組合せで実現する。シリコンのみでは厚みと柔らかさを出そうとすると重くなりすぎることなどからである。ピエゾ・フィルムから発生する電圧は電流が微弱であるために長いケーブルを使用することができない。そこで、ピエゾ・フィルムの近傍に高インピーダンスの読み取り装置(4チャンネル10bitのAD変換器)を配置し、シリアル信号に変換し、ロボット制御用コンピュータに送る。

このRobovie-IISは例えば、「頭部を叩かれる」と「頭部を撫でられる」の識別や握手の際の「強く握られる」と「弱く握られる」の識別を行うことができる。それらの識別に基づき、行動を生成することができる(図5.1.3.7)。例えば、頭部を撫でられると喜びのしぐさを示し、叩かれるといやがるしぐさを示すことや、握手の際に強く握られるといやがるしぐさを示し、ほどほどの力でやさしく握られると仲良くしようとするしぐさを示すことができる。

なお、Robovie-IISは国内のロボット関係の最大の展示会であるROBODEX2003に学術展示として招待を受け、展示した。これはマス・メディア等に多く取り上げられ、その新規性と将来性への期待が大きいことを確認した。

#### e. まとめ

コミュニケーション・ロボットとしての人間型ロボットが日常活動におけるコミュニケーション・タスクを実現するためのソフトウェア開発環境であるエピソード・エディタを継続開発した。また、今後の実験に使用する予定の、安全で機能性に優れた同軸二輪倒立振子型の人間型移動ロボットRobovie IIIの制御機構を継続開発した。



図 5.1.3.7 人間型コミュニケーション・ロボットと人間の触覚コミュニケーション

#### 5-1-4 体験演出の研究

##### a. はじめに

システムが観測・収集した体験データをインタラクション・コーパスとして利用するためには、データを意味のある単位で分割するセグメント化処理（セグメンテーション）が必須である。しかし一般に音声や画像のメディア処理によるセグメンテーションは困難な処理であり、有効な方法が確立しているとは言えない。本研究課題では、その効率を上げるための一つの方法として、協創パートナーと呼ばれる人工的なシステムによって、インタラクションの場を演出して、メディア処理を容易にする方法を開発することとしている。

とくに協創パートナーが内部的なシナリオに基づき、ユーザの行動を誘導しつつ、体験データを獲得する方法を開発することを目指して、以下の項目に着目している。

- (1) 演出のためのシナリオ記述の手法
- (2) 演出における効果的なインタラクション・メディアの特定
- (3) 演出に対する人の反応の分析と理解
- (4) 演出を実現するシステムの実現

これらは、それぞれが関連しているため、実験システムを作り、ユーザの反応を分析しながら設計する方法をとった。14年度は、4種類の実験システムを試作し、ユーザの反応を調査する予備実験を実施した。以下、それぞれについて詳細に述べる。

#### b. マルチモーダル対話を通して写真撮影をするシステムの試作

協創パートナーが内部的なシナリオをもち演出を行う際のシナリオ記述の手法を検討する一環で、マルチモーダル対話を通して写真撮影をする実験システム（写真撮影エージェント）を試作した。全体のシステムは、ビデオカメラでユーザを撮影し顔の位置を検出しつつマイクを通した音声対話により、ユーザの意図を理解しつつ、その意図に沿ったレイアウトで仲間との写真やビデオを撮影することを狙っている。ここで、写真撮影をするコンピュータ・システムは、我々が目指す、協創パートナーの1形態である。図 5.1.4.1 にシステム構成の様子を示す。

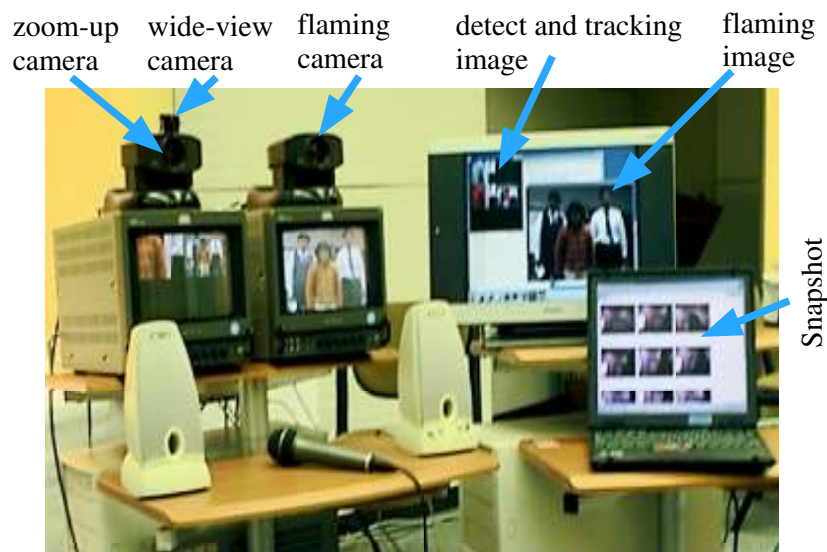


図 5.1.4.1 写真撮影エージェントのシステム構成

本写真撮影エージェントは、社会的かつ合理的なシナリオのもと、環境や人間の状況を把握しながら人間と協調的な相互作用やコミュニケーションを実現する、合理的エージェントのアーキテクチャとマルチモーダルインタフェースに特徴がある。とくに、合理的エージェントのアーキテクチャを実現するために、BDI アーキテクチャの拡張を行い、実験システムを実装した。BDI は、エージェントが何らかの行為をする時の手段を、信念(belief)、願望(desire)、意図(intention)の3つの要素を用いて

推論するシステムである。本研究では拡張 BDI アーキテクチャを写真撮影エージェントに適用して、対話シナリオに拡張性をもたせる記述方法を実現することにある程度成功した。本システムは、限定された範囲の日常会話システムの構築に有効性があるが、任意の状況における対話を前提とした大規模なシステム構築をした場合の有効性については不明であり、今後の課題である。図 5.1.4.2 に本システムのプログラム構成図を示す。

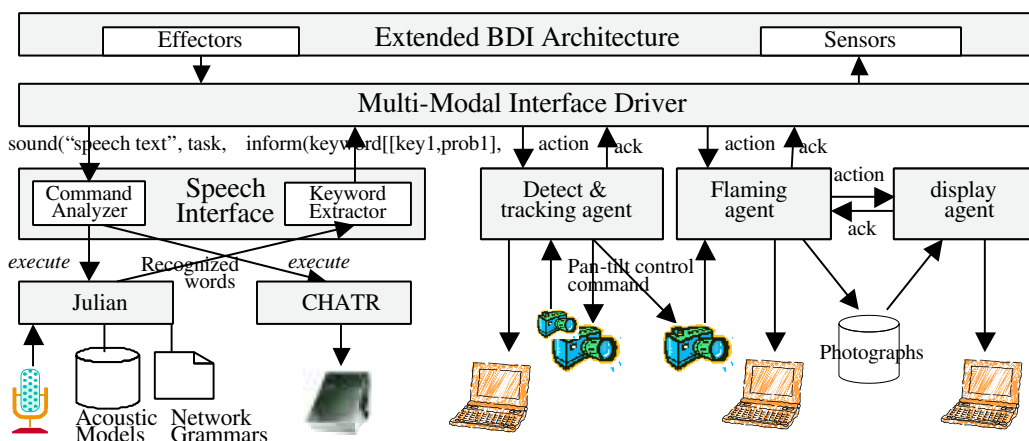


図 5.1.4.2 写真撮影エージェントのプログラム構成

### c. 電話対話に介入するエージェントの評価システムの試作

演出における効果的なインタラクション・メディアを特定するため、まず音声対話において同じメディアである音声による介入と演出が、どのような効果や困難をもたらすかを調査するために、電話対話を対象にした評価システムを試作した。電話対話は、言語のほか、対話のタイミングや音高など周辺言語を含むマルチモーダルな対話ではあるが、その他の視覚などの情報が排除されるため、音声に限定した評価ができる。

本研究では演出しながらインタラクションに介入する方法を評価するため、複数ユーザ間の電話対話に参加する社会性をもった個人秘書エージェントの開発という具体的な問題設定をした。従来この種の研究は取得された音声データを認識し、意味解析を行い、何らかのアクションを起こすシステムの開発が行われている。しかし、日常会話では文法構造は崩れがちであり、正確に解釈することは極めて困難である。それに対して本研究では対話内容の言語的認識には深入りせず、ユーザの置かれた状況から話題の選択を行い、対話の韻律情報からアクションのきっかけをつかむことを目指した。

実験では、図 5.1.4.3 に示す構成で評価システムを構築した。ここで、本システムは既存の公衆電話網を利用し、電話サーバとエージェントサーバの 2 つのサーバで構成されている。電話サーバは電話交換機、音声信号処理、対話音声のモジュールからなる。ユーザはまず電話サーバに電話をかけ、電話サーバを通して相手に電話をかけ



て通話を開始する。エージェントはエージェントサーバを通じてユーザの電話対話を聞いている。そして、何らかの状況に応じてユーザの電話対話に口を挟み、話題を提供する。実験では、ユーザは携帯電話を使うという前提でシステム構築をした。携帯電話は、ユーザである話者を特定でき、時間と場所による状況の変化が顕著であるため、エージェントによる対話の演出による効果が大きいと判断したからである。

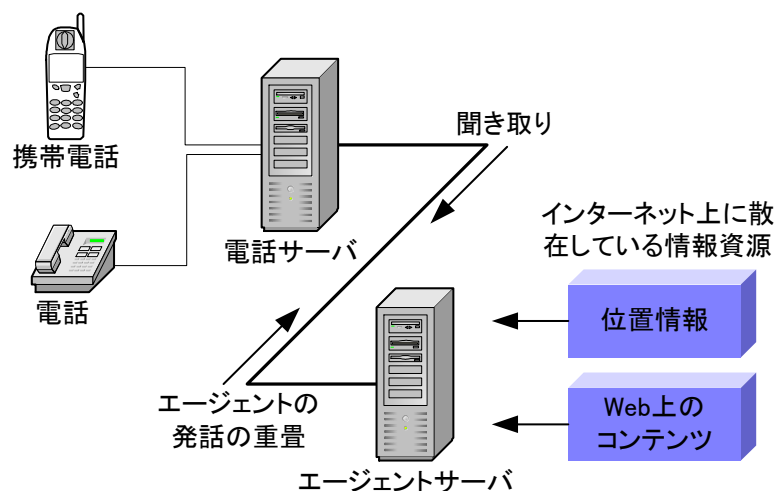


図 5. 1. 4. 3 電話対話エージェントによる音声対話メディアの評価システム

本システムを用いてエージェントが話題提供して対話に介入するときの演出効果を調査した。まず、対話に介入するタイミングを音声パターンから判定する方法を開発した。図 5. 1. 4. 4 は、実際のユーザの対話例から話者 1 の音声パターンを使ってエージェントが発話すべき候補時刻を計算したものである。上段に点線でその発話トリガ候補を示してある。下段は、その対話で話者 2 が実際に領いたタイミングを示している。計算された発話トリガ候補がよく一致していることがわかる。

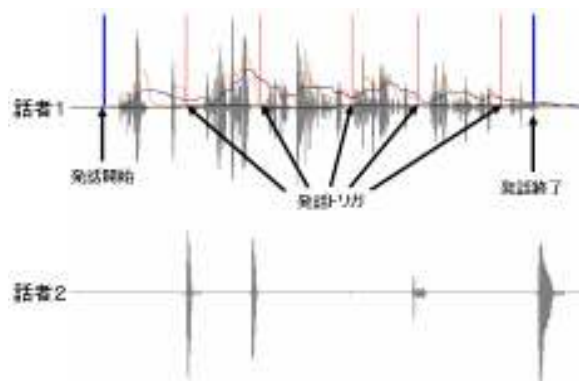


図 5. 1. 4. 4 ユーザの発話例と発話トリガの推定結果

図 5.1.4.4 は、実際のユーザの対話例から話者 1 の音声パターンを使ってエージェントが発話すべき候補時刻を計算したものである。

また、図 5.1.4.5 に、演出のシナリオの 1 例を示す。本システムの特徴は、エージェントがユーザの位置、スケジュール、氏名などの状況情報を使って対話に介入することである。ユーザの位置を検出するために、PHS の電波局の位置を返すサービスを利用している。予備実験によればこのように介入してくるエージェントを、ユーザは比較的気楽に、遊び心で受け入れられることが観察されている。

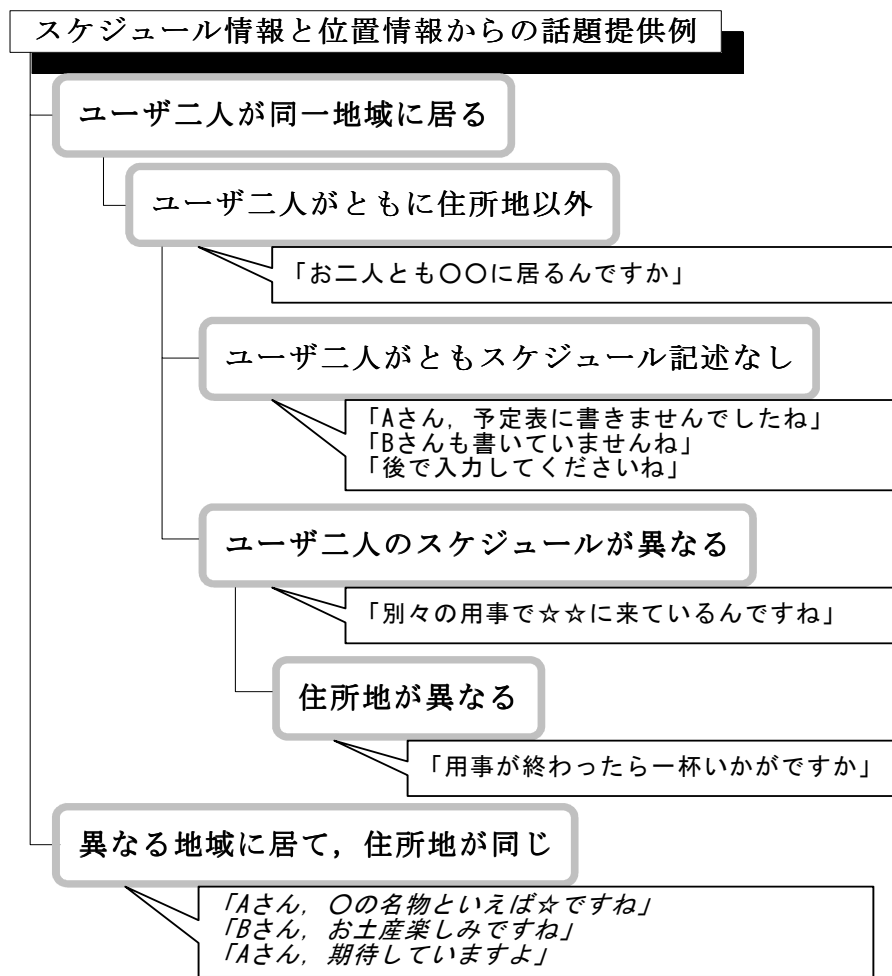


図 5.1.4.5 電話対話エージェントの演出シナリオの 1 例

d. つながり感を高めるぬいぐるみ型エージェント・インタフェースの試作

エージェントが人間のインタラクションを演出する際に、それに対する人の反応を分析し理解することが今後の研究を進める上で重要である。本研究では、協創パートナーの一形態としてぬいぐるみ型ロボットを視野に入れているが、今期はそれを 2 体

使って遠隔コミュニケーションをするシステムを試作し、人の反応を調査した。本ぬいぐるみ型ロボットは、多数の各種センサ（カメラ、マイク、タッチセンサ、曲げセンサなど）を備えて人とのインタラクションを感知し反応する。また、インタラクションによって内部状態が変化し、内部状態に依存してそのインタラクションに反応して音を発するという演出を組み込んである。

今回、この装置を2体使い、遠隔で通信できるように設計した。具体的にはそれぞれの内部状態によって、自分と相手のインタラクションを統合して、音楽を鳴らす機能を開発した。図 5. 1. 4. 6 にその機能を説明するシステム構成図を示す。図においてセンサ入力の特徴ベクトルとそれを使った内部状態であるインタラクション・レベルを遠隔のぬいぐるみ型ロボットに送り、また相手から受け取ったこれらのデータを自分の内部状態によって解釈することが可能である。

このぬいぐるみを使って、2人のユーザ間におけるつながり感の反応を調べたところ、一方のユーザからの働きかけ（ぬいぐるみを触って、遠隔で音を鳴らす）に対して、1度目は反応しないが、2度目の働きかけには、タイミングよくぬいぐるみとインタラクションし、反応している様子が初期実験で得られた（図 5. 1. 4. 7）。演出シナリオを設計する際にこのような人間の特性をよく知ってデザインすることが重要であることがわかった。

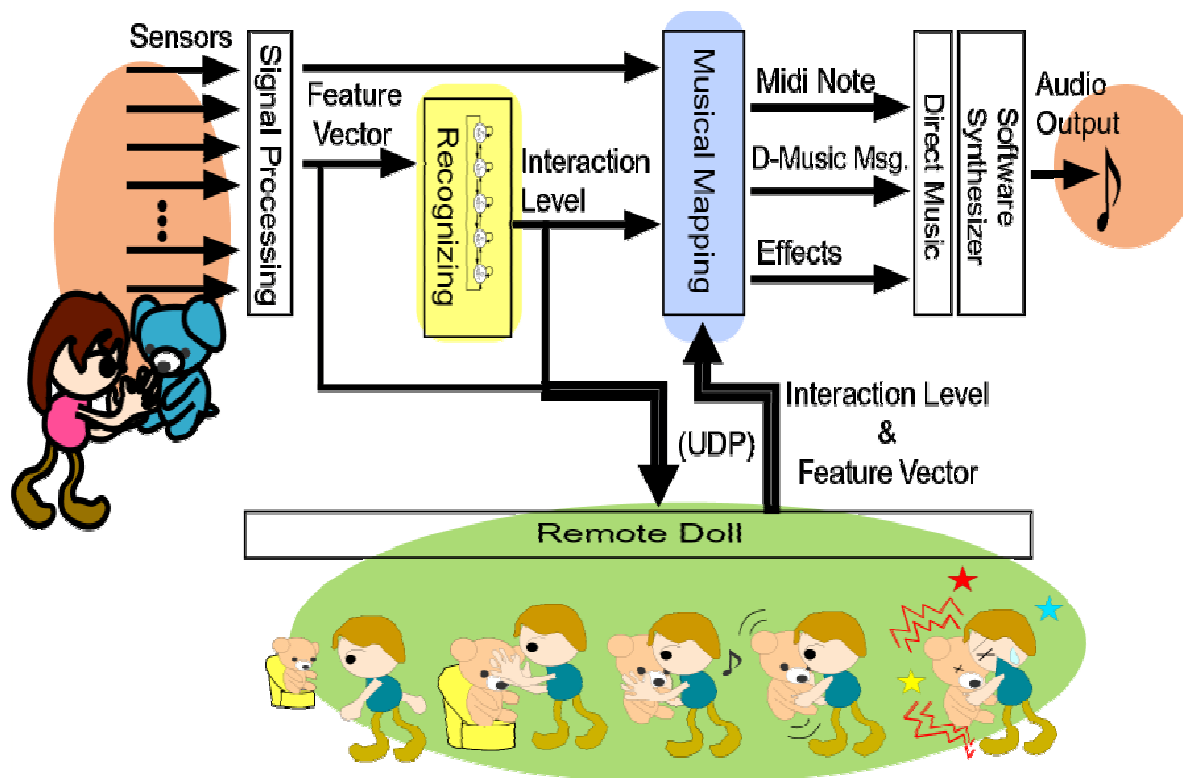


図 5. 1. 4. 6 遠隔でつながり感を提供するぬいぐるみ型ロボットのシステム内部

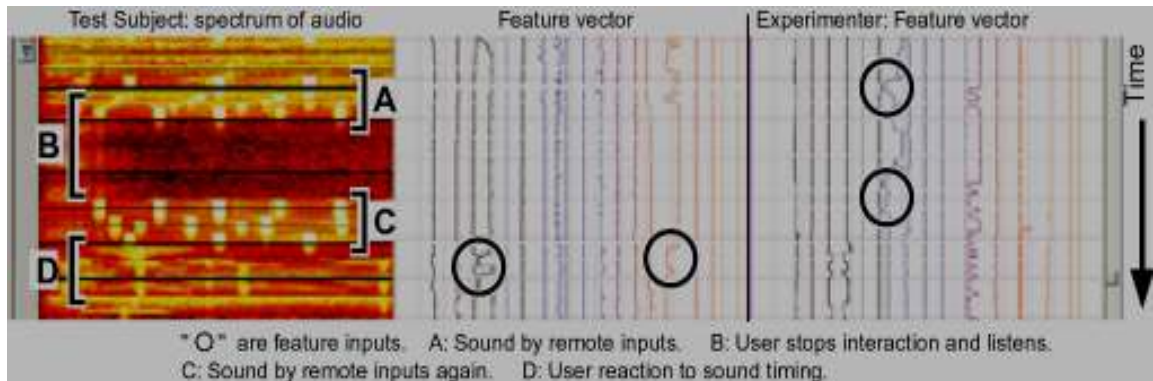


図 5.1.4.7 遠隔のぬいぐるみ型ロボットを使ったインタラクションの反応実験  
 (実験者 1 は、A、C のところで遠隔の実験者 2 に信号をおくっているが、B で実験者 2 は反応せず、D ではよいタイミングで反応している.)

e. 人間型ロボットによるコミュニケーション相手依存の動作決定機構の試作  
 協創パートナーの一形態である人間型コミュニケーション・ロボットがコミュニケーション相手を同定し、その結果に基づく演出を行うために、人間型ロボットのための無線タグとの通信機能と、コミュニケーション相手に依存して動作を決定する機能を開発した。

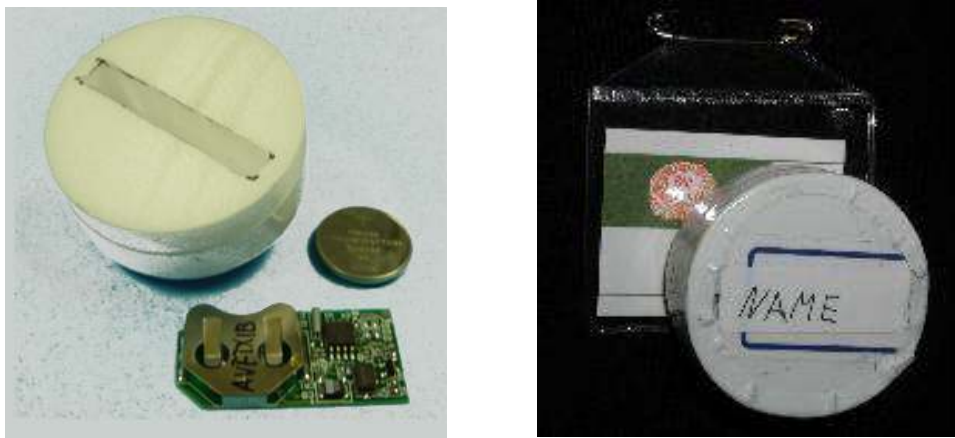


図 5.1.4.8 無線タグ

具体的には、図 5.1.4.8 に示す無線タグを使用する。人間型コミュニケーション・ロボットは各無線タグに関して、それを装着する人間の名前やその人間との過去のインタラクションに関する情報を保持するデータベースを持つ。このデータベースにより、無線タグを検出したときに、それを装着した人間に名前呼びかけること、過去のインタラクションとは異なったことをすることなどを行うことができる。

この機能の人間とのコミュニケーションにおける効果を確認するために、小学校で2週間にわたり生徒とコミュニケーションを行い（図 5.1.4.9）、その有効性を確認した。この機能の開発により、ユビキタス・センサとネットワークで接続されている「ネットワーク・ロボット」の有効性が確認された。



図 5.1.4.9 小学校での長期インタラクション実験の光景

#### f. まとめ

協創パートナーを用いたシナリオに基づく体験演出の具体的システムとして、会話を楽しみながら写真撮影を行うシステム、ユーザ同士のつながり感を高めるためのぬいぐるみ型のエージェント・インタフェース、電話対話に参加するエージェント・システムを開発した。体験演出について、様々なエージェント・インタフェースやロボットを用いて基礎実験を行った。これらの成果から、体験演出において、身体動作を伴う場合の演出法、伴わない場合の演出法について、様々な知見を得ることができた。これらの成果を今後の協創パートナーによる演出方式に反映していく予定である。

#### 5-1-5 まとめ

協調メディアの研究開発に関して、中間目標に向けた進捗状況は以下のように総括することができる。

まず、協創パートナーによる体験観測技術に関しては、人間型ロボットを対象とし

て、協創パートナーの基本機能である自律移動、音声対話、視線一致、上半身の指差し行為といった機能を構築した。また、小学生に対する英語学習や写真撮影といった、あらかじめ設定された演出により、人とロボットの間のインタラクションを制御する手法を開発した。中間目標達成に向けて順調に進んでいる。残された課題として、展示会という状況設定において、ロボットが持つセンサを使用して体験データの一部を観測できるようにすることなどがある。

次に、複数協創パートナー制御技術に関しては、ロボット以外の協創パートナーの形態として、ぬいぐるみ型のエージェント・インタフェースを開発した。また、複数の協創パートナー同士が協調的にインタラクションを演出・記録するためのユビキタス・センサ・ルームを構築した。今後は、複数の協創パートナーの連携に向けて研究資源を集中する。残された課題として、展示会という状況設定において、ユビキタス・センサ・ルームと人間型ロボットを組み合わせ、ユーザの体験データについて人、物、時間、場所に関する情報のインデキシングを自動的に付与できることがある。

最後に、インタラクション・コーパス構成法に関しては、映像、音声を記録する、据え置き型のセンサ・セットと、人が身につけることのできるセンサ・セットを統合した、ユビキタス・センサ・ルームを構築し、インタラクション・コーパスの登録と管理を行うシステムを開発した。それに伴い、いつ、誰が、どこで、何をしているのかを自動インデキシングする手法を開発した。中間目標達成に向けて順調に進んでいる。残された課題として、展示会という状況設定において、インタラクション・コーパスの登録と管理方法の完成度を高めることがあげられる。

#### 5-1-6 今後の予定

協創パートナーによる体験観測技術に関しては、中間目標を達成するために、人間型コミュニケーション・ロボット自身が持つ視覚・聴覚センサを使用してユーザ体験データの一部を観測できるようにすることを目指す。また、ソフトウェア開発環境として、できるだけ多くの演出場面に対応できるように、エピソード・エディタとは別のアプローチとして、演出を示すおおまかなシナリオを与えると、ロボットがこれに沿った行動を自動的に付加できるような枠組みの構築を目指す。さらに、柔らかい皮膚素材で全身の大部分を覆われ、その下にユーザの触れ方の強弱を区別することができる分布型触覚センサを持つ人間型コミュニケーション・ロボットの本格的な試作を行う。以上に加えて、上記のような機能の多様な形式の人間型コミュニケーション・ロボットへの移植を容易にするための制御の枠組みを検討し、人間型コミュニケーション・ロボットに実装する。また、中間目標達成後の最終目標へのアプローチを検討するために、人間型コミュニケーション・ロボットによるインタラクション演出の効果を実験的に検証する。

複数協創パートナー制御技術に関しては、これまでに開発した協創パートナーを含むユビキタス・センサ・ルームと人間型ロボットを組み合わせ、ユーザの体験データについて人、物、時間、場所に関する情報のインデキシングを自動的に付与できることを目指す。これにより、複数の協創パートナーを制御する分散型体験観測方式を確立し、互いに協調して体験データの観測を可能にすることという最終目標達成のため

の問題点を洗い出す。

インタラクション・コーパス構成法に関しては、中間目標の核となる部分は既にユビキタス・センサ・ルームの構築により達成されている。平成 15 年度は、その完成度を高めるとともに、個々の協調パートナーが観測したインタラクション・コーパスを統合した観測データベースを構築することという最終目標に向けた研究開発を前倒し的に進める。すなわち、複数の協調パートナーが観測したインタラクション・コーパスとして収集された複数のユーザの体験データを解釈し、体験を共有したユーザ間の視点の共有によりインタラクション・コーパスを統合する方法の構築を目指す。

## 5-2 知育メディアの研究開発

### 5-2-1 序論

本研究課題の最終目標として構築を目指している体験 Web を、優良なコンテンツがより多く流通し、より多くの人に使ってもらえるようなメディアとして発展させるには、そのメディアが人の創造性を阻害せず、むしろ他の人の技能や知識をうまく利用して、ユーザ個々の創造性の向上を支援できるものとするのが求められる。このような発展をもたらす起爆剤は、優れた体験コンテンツの発信と流通性の良い記述形式であると言える。

優れたコンテンツを膨大な Web 環境からの的確に見つけるには、体験を通じて得られた感動や技能を比較する評価尺度が必要である。また、これらの感動や技能がユーザに伝わりやすくなり、楽しみながら学習できるようになる演出技術も必要である。

本サブテーマで進める「知育メディア」の研究開発は、このような感性や技能情報をインタラクション・コーパスの一種である「感性・技能辞書」として記述・蓄積するとともに、これらをユーザが自分の個性に合わせて利用できるように提示・誘導する「体験の演出技術」を確立することによって、「体験 Web の発展性」を高めることを目的としている。

知育メディアの研究開発では、まず優れたコンテンツを目利きするコツや、体験に関する感性や技能を引き上げる際の評価尺度を明らかにした上で、専門家の感性および知識や技能を感性・技能辞書として蓄え、技の体験的学習を可能にする基盤の確立を目指している。また、これと並行して、これらの感動や技能がユーザに伝わりやすくするように、ユーザの個性に合わせて体験を演出する技術の確立を目指している。

このような知育の対象には、日常生活における行動に始まり、学校等において学ぶ教養や知識、芸術的な創作活動、スポーツ等の身体技能など、多種多様な（無限とも言える）ものが考えられる。しかし、これらの全てを対象として前述の知育を可能にするメディアを、本委託研究の期間内で開発することは事実上不可能である。そこで、本サブテーマの研究対象には、視覚的・聴覚的・身体動作的・知能的な知育対象の代表例として、

- ・ 画像・映像制作
- ・ 楽曲の創作・演奏
- ・ ダンスによる身体表現
- ・ 情報の収集・交換のスキル

の4つを選び、これらについて効果的な知育を可能にするメディア環境の構築を目指すこととした。

平成 14 年度は上記をふまえ、各研究対象向けに開発を進めて基本システムに対して、それぞれ実効的な機能の付加・拡充を進めるとともに、各要素技術の検討を進め、要素技術の応用が可能な段階となった試作システムについては、その効果検証に着手した。



## 5-2-2 画像・映像制作に対する知育環境の構築

### a. はじめに

数多い画像・映像制作の対象の中から絵画制作を対象として選定し、これについて知育環境を構築するための研究を進めた。一口に「絵画制作」と言っても、水彩画・油彩画・水墨画・切り絵・版画等々、数知れない制作手段が存在する。その最も基本的なものとも言える「線描画」の制作過程を、「感性・技能辞書」構築の対象に選定し、その制作過程の正確な計測と再現が可能な装置の開発と、制作過程の違いによる印象の変化についての分析を進めた。

絵画制作過程の計測・再現の研究と並行して、この対象における「感性・技能辞書」の要素の1つとなる、オブジェクト表面のテクスチャによる「材質感」の再現に関しても検討を行い、新しい解析手法を考案してその有効性の検証を進めた。

また、絵画制作の知育演出に利用できる有力な要素技術として、絵画化されたオブジェクトのテクスチャを自動的に好みのタッチに改変する手法の検討を行い、テクスチャを改変する物理パラメータと印象との関係を調べるための基礎データの収集を進めた。

### b. 線描画の制作過程計測・再現装置の開発および創作過程と印象の分析

前年度導入した絵画・3Dオブジェクトの制作過程計測装置に加えて、描線の状態を目で確認しながら描線することができ、その描線時の筆圧・速度・加速度も測定できる液晶ペンタブレットを制作過程計測装置の一部として組み込んだ。このハードウェアを用いて実際に描画を行った過程の筆圧・速度・加速度データを計測し、そのまま描画を再現するだけでなく、再現時にこれらの物理パラメータに変動を付加して、異なった仕上がり方にもすることができる制御用ソフトウェアを新規に開発した。これらの機能が表現力向上に果たす役割を明らかにするために、植物をモチーフとした線描画作品を4名の制作者（準専門家2名と非専門家2名）で数枚ずつ制作する過程について、筆圧・速度・加速度等の物理量の計測を行い、そのデータを蓄積した。次に、完成した作品の印象を主成分分析したところ、各制作者ごとの筆圧・線の濃さ・線の太さなどの違いによって、同じ対象を描いた作品であっても大きく印象が異なることが確かめられた。そこで、採取したデータを用いて、その線の太さや濃さを変化を付与した線描画結果を作成し、印象がどのように変化するかを調べる評価実験に着手した。予備実験の1例を図5.2.2.1に示すが、2つの異なる線描画の再現結果を比較すると、左の線の細い線描画では「軽快でリラックスした印象」という主成分得点が高かったが、右の太い線の線描画では、逆にその得点がマイナスとなり、「鈍重で緊張感のある印象」の度合いの方が高くなることが確かめられた。これらの予備実験の結果に基づいて、変化させる物理パラメータならびに有意な印象評価語の選定を行い、印象評価実験を実施した。その結果、3大主成分空間上で印象が大きく4つのクラスタに分類できることが判った。このクラスタ（CL1~4、各クラスタ中心：C1~4）の配置を図5.2.2.1(c)に示す。現在、その結果の詳細な分析を行い、「制作結果の良否を大きく左右する要因」の特定を進めている。次年度以降、これらの実験結果を分析して得られる「印象を左右する（感性）要因」とそれを導き出す「制作過程（技

能)」のデータを体系化することで、具体的な「感性・技能辞書」作りを進めることになるが、その基盤が整ったと言える。

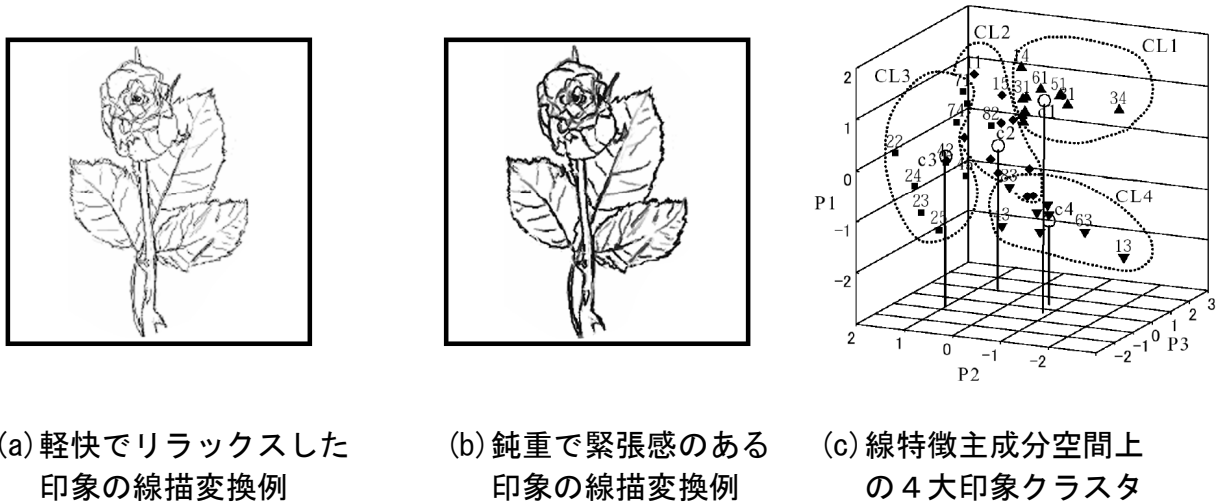


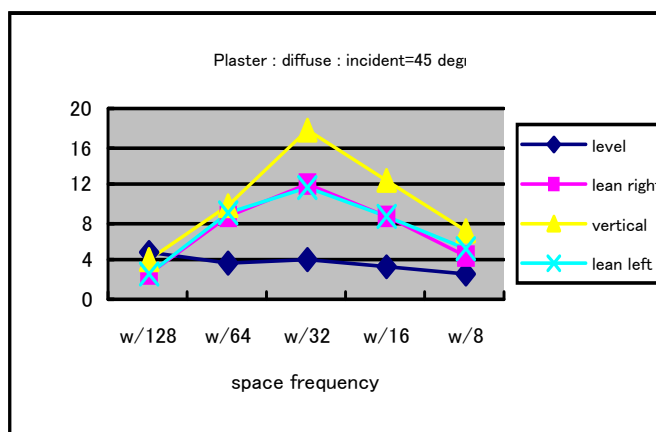
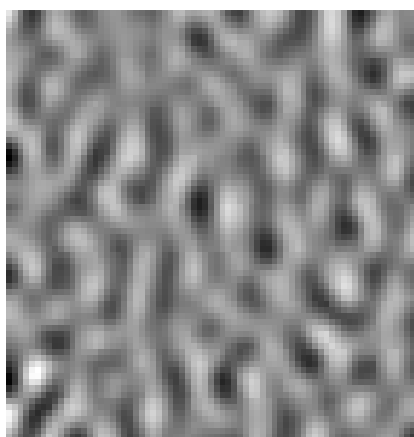
図 5. 2. 2. 1 線の特徴を変化させた時の線画の印象の比較

#### c. テクスチャによる材質感再現の検討

視覚的な感性辞書構築のためには、目に映る各対象の属性を正しく把握することが重要である。視覚的对象の属性では、前年度に行った「画家特有の筆遣い（テクスチャ）」の解析を始めとして、色彩特徴・パターン特徴等が盛んに研究されてきた。一方、工業デザイン等の現場では、最終的にオブジェクトから受ける視覚的印象を決定付けるために「材質調整」が行われている。したがって、オブジェクトのテクスチャがもたらす材質感の再現や変換は、画像全般における感性情報の重要な属性の一つであると言える。そこで、絵画に限らず映像表現全般に対する感性辞書の要素として、自然界における様々な素材における表面特徴から材質感を推定する検討を行った。

物体の材質感を視覚的に得ようとする際、我々は経験的に、視点を移動して様々な角度から見た見え方の変化を利用している。これに基づいて、CGにおける最も進んだ材質感再現法では、各テクスチャ・パッチに対してデータベース化された様々な照明光と視点の方向の組み合わせにおける反射光の値を適用して、レンダリングを行っている。そこで本年度の検討では、この公開データベース（CURET）を利用して、印象を推定することが可能なオブジェクト表面の視覚的な特徴量を見出すことを目標とした。まず初めに、63種の各素材について205通りの照明光と視点の方向の組み合わせがあるCURETの中から、鏡面反射と拡散反射に分けて各相関を調べて、特徴的な58種類の素材に対する3種の入射方向と4種の反射方向の組み合わせを選び出した。次に、表面の凹凸が明暗に対応すると考えて、色成分を除いた輝度成分のみを抽出し、その明暗を5段階の周波数レンジでWavelet変換した各パワーをそれぞれの入射・反射条件について算出した60次元のベクトルを素材の特徴ベクトルとした。図5.2.2.2にWavelet

変換した素材の1例とその特徴ベクトルのグラフを示す。58種類の素材におけるこの特徴ベクトルの近接行列（2つのベクトルの相関の強弱を全組み合わせについて記述した行列で、同一ベクトルに対する値は0としてあり、その固有値行列の次元数が分類可能数に相当する）を求めて、素材の分類能力を調べた結果、材質の分類が可能であるだけでなく、毛皮やスポンジ等の弾力感のある素材を他と分離できることが明らかになった。現在、絵画を始めとする映像の制作時における材質感表現で利用できるように、各素材における上記の物理量と印象との関係の解析を進めている。



(a) ウェーブレット変換した  
拡散反射条件下の材質例

(b) 拡散反射条件下の材質の  
特徴ベクトル成分

図 5. 2. 2. 2 素材の材質感と特徴ベクトルとの対応例

#### d. 画像内テクスチャの自動改変技術の検討

構築を目指す最終的な絵画作成支援システムでは、専門家のタッチを非専門家でも容易に真似ることができ、それを通じて楽しく技能を習得していける機能の実装を考えている。写真や具象的な絵画等を素材として、その画像内のオブジェクトのテクスチャを自動的に改変して、好みのタッチの絵画として仕上げる優良なアルゴリズムとして SIC (Synergistic Image Creator) がある。この技術に基づいて、作成された画像のタッチが望んだ通りの仕上がりとなるように、オブジェクト領域の切り出し方や置き換えるテクスチャの特徴を記述するパラメータを容易に設定できるようなユーザ・インタフェースを実現することを目標とした研究を開始した。その第1段階として、様々なパラメータ設定によって異なった仕上がり の作品を多数制作し、そのパラメータと印象との関係を調べる基礎データの収集を進めた。この自動テクスチャ改変技術を用いて、同じ原画像を油絵風に絵画化した例を図 5. 2. 2. 3 に示す。



図 5.2.2.3 SIC を用いた油絵風の絵画化例

e. まとめ

画像・映像制作における第1の知育対象として選んだ線描画については、その制作過程を正確に計測し再現できる機材および制御用ソフトウェアが揃うとともに、この対象における「感性・技能辞書」の基本要素の1つとなるであろう感性（印象）と描線の特徴との関係についての手がかりが得られた。

画像内テクスチャの印象向上効果を高めるのに欠かせない「材質感の再現」に関しては、その物理特性の解析手法を新たに提案した。本手法を用いることで、おおまかな材質分類と、特定の素材については他からの分離を行えることを確認した。これにより、材質感に関する「感性辞書」の特徴量の1つが明らかになった。

また、絵画化されたオブジェクトのテクスチャを自動的に好みのタッチに改変する技術についても検討を始め、テクスチャを生成するパラメータと仕上がった画像の印象との関係を調べる基礎データの収集を進めた。

以上、今年度計画で目標として設定した項目のうち、「好印象を与える創作過程の主な要因特定のための基礎検討」については、各研究対象において目標とした段階に達し、「創作過程の観測」についても、初期検討を終えた段階にある「材質感の再現」以外の2対象では、次年度に観測結果の解析を進めるのに必要なデータ収集が進んだ。本項目の研究要員も、前年度より2名増強し、装置の拡充および機能拡張用ソフトウェア等の開発により、次年度以降の研究開発をより効率よく進展しうる基盤が整った。

### 5-2-3 楽曲の創作・演奏に対する知育環境の構築

a. はじめに

楽曲の創作および演奏において、ユーザがそれらの技能や曲想に対する感受性を楽しみながら習得していけるような知育環境を構築するには、前年度の予備検討で示さ

れたように、聴覚的な刺激だけではなく、ユーザの操作に連動した視覚的、空間的あるいは触覚的な刺激がフィードバックされるインタラクティブ性や、音楽的な素養が無くても、感性が協調しあえる共同演奏（セッション）に躊躇なく参加・離脱できる利便性を盛り込むことが有効であると考えられる。楽しみながら音楽を学んだり実践するためのツールは数多く存在するが、このような機能を実装して体感的に音楽の知育支援を行う環境は、未だ存在しない。このような環境を実現するインタラクティブ装置の雛形を2種類、13年度に製作したが、14年度は当該装置に必要となる機能をそれぞれ実装するために、機材の拡充と機能を拡張するための制御ソフトウェアの開発を進めるとともに、楽曲の創作や演奏におけるそれぞれの支援効果の検証に着手した。

#### b. 相互コミュニケーションが可能なインタラクティブ楽曲演奏システムの開発

平成14年度に施行された中学校学習指導要領では、西欧音楽にはあまり見られない「コミュニケーションとの連続性」「専門性からの離脱」「匿名性」「共同体型アンサンブル」「楽譜の束縛からの自由」「創作と演奏との一体化」といった特徴を持つアジア・アフリカの伝統音楽に目が向けられている。しかし、この観点で音楽知育を支援するシステムはほとんど存在していない。そこで、これらの音楽的特徴を備えた、これまでに類例のない楽曲演奏環境の構築を本研究の目標として定めた。これを実現するために、本年度は、演奏行為に対する敷居を低くできる身体装着型のインタラクティブ楽器としてこれまで開発を進めてきた「CosTune II」をインタフェースとして利用し、同時に複数の演奏者グループにおいて相互コミュニケーションを実現する演奏コミュニケーション環境のプロトタイプを開発した。そして、実機を用いて収集した演奏過程データに基づいたシミュレーションを行って、本システムに関する以下の検討と問題点の洗い出しを行った。

まず、CosTune II に実装されている無線LANユニットの通信ソフトウェアを改修し、複数台間でリアルタイムにMIDIデータを相互交換できるようにした。この環境には全機器を集中制御するサーバ等の装置は必要なく、街中あるいは電車などの移動体の中でも常時携帯・演奏が可能な真のウェアラブル性が実現されている。本システムを用いた演奏コミュニケーションの実例を図5.2.3.1に示す。本環境では、通信のリアルタイム性と同時接続台数とは相反関係にあり、実機データに基づいたシミュレーションにより、現用機材では10台前後で楽音再生時に認知可能な遅延が生じるであろうと予測されている。現在、その台数制限を緩和する手段の検討を進めている。

無線で交換されるMIDIデータは、そのままでは全ノードで受信可能であるため、全ての楽器演奏の音が重なり合い、混線したかのような状態にある。しかし、上記の「コミュニケーションとの連続性」と「共同体型アンサンブル」を実現するには、複数人による1つの楽曲の演奏（セッション）を同じ空間内で同時に複数実行できるようにする必要がある。そこで、セッションをグループごとにまとめる方法を検討した。まず、「閉鎖型」「条件型」「来る者拒まず型」の3種類の参加形態のグループを定義して、それぞれの聴取・参加・離脱の手順等を設計した。これらを実現する通信パケット構造と内部プロトコルを各装置に実装し、動作を確認した。ただし、複数セッションに

においてそれぞれ複数台による演奏をリアルタイムで実現するには、無線 LAN のコントロールパケットの発信頻度およびその処理の時間を極力低減する必要がある。現在、この適正なバランスと処理手順を見出すために、シミュレーションおよび実機を用いた試行を進めている。

また、楽曲演奏過程の感性・技能特徴を調べるために数多くの演奏事例を様々な場所で収集する際の効率には、装置の軽量性と堅牢性が大きく影響する。そこで、入力センサをより信頼性が高く、着衣への装着もより容易な物に替えるとともに、これに接続する A/D コンバータも処理がより簡素化されるように設計し直し、センサとの接続部位もより堅固にした。



図 5.2.3.1 CosTune II を用いた協奏風景

#### c. インタラクティブ楽曲創作支援システムの開発

13年度に引き続いて、楽音だけではなく、視覚的なフィードバックも併用しつつ、ユーザが楽曲創作の試行錯誤を繰り返すことが可能なインタラクティブ楽曲創作支援システムの開発を進めた。「Augmented Composer」と呼ぶ本システムの構成は、フレーズを表すプレート状のモジュールを専用台の上に置いた位置と向きに従って、音色や音階が提示されると同時に、視覚的にも人工現実空間内の立体CGキャラクタの動きとして提示される。本年度は、前年度に試作した基本ハードウェアを制御するためのソフトウェアを、要求仕様に合わせて開発し実装した。本システムの使用風景を図5.2.3.2に示す。本システムを用いて楽曲創作を行った場合、楽曲構成と協調した立体CG映像を提示する演出手法により、ユーザが表現したいと思う曲のイメージにより容易に到達できるものと考えられる。現在、その楽曲創作時の支援効果がより明確になるような、フレーズや楽曲構成を決定するためのインタラクションの設定、なら

びに曲調に同期した立体CGキャラクターの形状や動きの設定を見出すために、種々の案を試行してデータの収集を行っている。今後は、専門家とそれ以外の人との両方について、このシステムを用いた創作過程な詳細な観測データの収集と解析を行い、優れた創作過程の特徴の把握と、設定の違いによる支援効果の良否の確認を進めていく。



図 5.2.3.2 Augmented Composer を用いた楽曲創作風景

#### d. まとめ

楽曲演奏における知育環境の研究開発については、「CosTune II」を基礎にして、演奏に対する敷居を低くすると同時に相互のコミュニケーションを支援する演奏コミュニケーション環境のプロトタイプを開発した。今後は、無線通信方式の最適化によってこのインフラをより強力なものとすると同時に、演奏意欲を誘発する仕組みを開発することにより、「コミュニケーションとの連続性」「専門性からの離脱」「匿名性」「共同体型アンサンブル」「楽譜の束縛からの自由」「創作と演奏との一体化」を重視した音楽知育を支援するシステムの構築を進めていく。

楽曲創作における知育環境の研究開発については、創作効率を高めるように、楽曲モジュールを空間上で組み合わせていくユーザの動作に対応して、楽音以外に視覚的なフィードバックを与えるインタラクティブ楽曲創作支援システム「Augmented Composer」の基本機能の開発を終えた。現在は、本システムに実装する適切な支援手段を特定すべく、種々のインタラクション設定の試行と、楽曲創作過程の観測を進めている。

以上により、次年度以降、楽曲の創作・演奏過程における感性や技能の特徴を明らかにするための観測・解析と、知育演出効果の検証を効率よく進めうる環境が整った。

#### 5-2-4 ダンスによる身体表現に対する知育環境の構築

##### a. はじめに

自分の思い描くイメージを身体動作によって他者に伝える表現手段の代表例として選んだ「ダンス」について、多くのユーザがダンスによって他人に意図を伝える技能を、それぞれの個性に合わせて習得できる支援環境の構築を目指した研究を進めた。その1手法として検討したのは、技能が不十分なユーザでも、表現しようとするイメージが明瞭になるように、ダンス動作から推定されるイメージに合わせて背景の映像と音楽を変化させるものである。この手法は、的確な動作が続くと背景の映像と音楽は安定して供給され、また動作の違いによって見る人のイメージがどのように変わるのかをユーザが実感できれば、教師に個人指導を受けなくても、自分自身で個性を活かした表現技法を経験的に身につけて行ける、との考えに基づいている。

14年度はまず、13年度までに見出した、ダンス動作を撮影したシルエット映像からそのダンスが与える印象を推定する関数を用いて、ダンス動作に適切に対応した映像・音楽のフィードバック効果を分析するために、表現しようとするイメージが他者により正確に伝わる作用の検証を行った。この印象の推定式において記述される多次元ベクトルが、ダンスにおける感性・技能辞書を記述する上での重要な物理量となる。そこで、この印象の推定精度を向上させるために、体の各部位の動きについても、その物理的特徴量が印象に与える影響度を特定する研究を進めた。

##### b. ダンスによるイメージ表現力向上のための演出効果の検証

13年度に検討したように、ダンスによるイメージ表現力を向上させる演出の有効な要素の1つとして、ダンス動作に連動して背景となる映像および音楽を変化させてダンサー自身にフィードバックする方法がある。それらを合成した映像と音楽が観察者に提示されると、技能が不十分なユーザのダンス動作であっても、表現しようとするイメージが、より明瞭に観察者へ伝達される効果があることも示唆されている。

これらの効果をより客観的に検証するために、これまでに収集してきた、複数のダンサーが様々なパターンのダンスでイメージ表現を試みた映像のデータベースを対象として、合成される背景の映像・音楽の違いによる観察者の印象評価結果について、より掘り下げた解析を行った。具体的には、ダンサーの違い、背景の映像・音楽の違い、さらには観察者の違いによる様々な要因の組合せと、その印象評価結果との関連について、厳密な統計解析を行った。

この解析の結果、代表的な7つの印象語に分類された推定イメージごとに適切な映像・音楽を生成し、ダンサーの映像と合成してダンサー自身および観察者に提示することによって、ダンサー自身と観察者の両者においてイメージの表現がより明瞭になることが、客観的に裏付けられた。このようなイメージ伝達が著しく増強された良好な支援結果の例を、図5.2.4.1に示す。

その一方で、映像・音楽コンテンツの制作者とダンサーとがそれぞれ同じ印象語に基づいた表現をしようとした場合であっても、それらが合成された時に観察者には同じ印象として認められない例が多々生じることも認められた。その原因を調べた結果、コンテンツの群とダンサーの群においては、7つの印象語で表されるイメージに約8



割の共通性が認められたが、群間で印象が一致する割合は、群内での共通性の積にほぼ等しい6割程度しか得られないことが判った。これは、印象語に射影する過程で感性情報の縮退が行われたことによる影響である。これにより、今後ダンスによるイメージ表現に対する支援効果を向上させる研究では、印象の推定精度の向上を図るだけでなく、印象を表す有意な主成分によって張られる多次元空間上の多様なベクトルに即して、適切な映像・音楽コンテンツをそれぞれ準備する必要があることが示された。



(a) 楽しげな印象



(b) 流れるような印象



(c) 躍動的な印象

図 5.2.4.1 インタラクティブダンスシステムによるイメージ増強が顕著な例

#### c. ダンスで表現しようとするイメージの推定精度向上の検討

ユーザが表現しようとしているイメージを推定する技術に関しては、これまで進めてきたダンスをしている全身のシルエット映像における物理量だけでは、7割程度の推定精度に留まっているため、イメージ表現の支援に支障をきたす事例の発生頻度を無視することができない。イメージをより高い精度で推定するためには、手足や頭など身体各部位の動きまで含めたダンス動作の計測と分析を行う必要がある。そのために、センサやマーカを付けずに自然に行ったダンスを撮影した映像中において、身体各部位の抽出と追尾を行うためのソフトウェアの開発を行った。そして、身体各部位の影響も加味した予備検討に基づいて分類したダンス映像に対する印象評価実験を実施した。現在、上記ソフトウェアを用いて抽出した身体各部位の形状と動きを加味した新しい印象推定関数を導出すべく、実験結果の解析を進めている。

#### d. まとめ

ダンスにおける知育環境構築の研究については、ダンスによるイメージ表現過程を計測して表現しようとしているイメージを推定し、これに基づいてダンス環境をインタラクティブに制御することでイメージ表現力を向上させる方法の効果検証を行った。また、この効果を向上させるために、イメージ推定精度を高めることを目指して、身体各部位の動きについても考察対象に加え、その抽出と追尾を行うソフトウェアを開発するとともに、それらの物理的特徴量が印象に与える影響度を特定する研究を進めた。

上記のように、当該対象における感性・技能辞書の構築のために、次年度以降、実

演過程の観測結果に対する解析を効率よく進めるのに必要な基盤が整った。

## 5-2-5 情報授受能力に対する知育環境の構築

### a. はじめに

情報授受能力に対する知育環境を構築する目標の内、協創パートナーを用いて具体的な社会的なコミュニケーション過程を観測したり、協創パートナーがコミュニケーションに関与する演出手法を検討する課題に関しては、5-1-4 の協調メディアにおける「体験演出の研究」で集中的に実施したので、ここではインターネット等からの情報収集スキル習得に役立つ環境の研究開発について述べる。

この環境を構築するために、情報検索効率を向上させる機能を満たすのに必要な機材とその制御制御ソフトウェアを実装した体感型インタラクティブ Web 情報検索システムのプロトタイプを開発した。本システムによる情報検索支援インタラクションの制御を最適化すべく、実際の使用状況における体感性を確認しつつ、情報検索の容易さと効率の改善を図る検討に着手した。

ここでは、インターネット等からの情報収集スキル習得に役立つ環境の研究開発と、協創パートナーを用いたコミュニケーション観測および演出手法の研究開発を進めた。

インターネット等からの情報収集支援環境の構築については、情報検索効率を向上させる機能を満たすのに必要な機材とその制御制御ソフトウェアを実装した体感型インタラクティブ Web 情報検索システムのプロトタイプを開発した。そして、本システムによる情報検索支援インタラクションの制御を最適化すべく、実際の使用状況における体感性を確認しつつ、情報検索の容易さと効率の改善を図る検討に着手した。

### b. インターネット等からの情報収集を体感的に行えるシステムの開発

インターネット等からの情報収集能力を習得する際に役立つ環境として、身体動作および発話によって、視覚化された情報を辿ったりたぐり寄せたりできるインタラクティブなシステムの構築を進めた。

この環境を構築するために前年度は、身体を覆い尽くす大画面を前にして、音声および指さし動作を検知・認識するインタフェース機材と、その検知・認識結果に基づいて、大スクリーン上に情報ストリームを視覚的に提示するインタフェース機材とを導入した。これらを統合したシステムは、単なるキーボードやマウス等の操作では決して得られない、あたかも情報の波の中に身を投じて望んだ情報に到達していく感覚が得られるものである。

「Sense Web」と呼ぶ本システムでは、知育環境としてより高い体感演出効果が得られるものとするために、指さし動作の検出と追尾には、巨大スクリーンでは装着することが非常に困難なタッチパネルを用いていない。背面投写型プロジェクタ用の透過型スクリーンの背面から近赤外線領域の波長にのみ感度を有するカメラを配置して、スクリーン前面からでは体の陰になって検出できなくなる手の位置であっても、スクリーンに近づけた手を画像処理によつて的確に検出できる技術を開発して搭載している。この自由度の高いセンシング技術の他にも、情報ストリームの切替えおよび提示がユーザの嗜好により即したものとなるような制御ソフトウェアを試作して実装した。

本システムを使用した実例を、図 5.2.5.1 に示す。

現在主流であるキーボードやマウスを用いたブラウザでは、同時に数十件以上の検索結果が提示された場合、一覧性が低く、複数の情報を同時に取捨選択することもその場で複数人が同時に検索することもできない。しかし、このシステムを用いた場合、複数のユーザが同時に情報検索しつつ、互いにそれらの情報を見渡しながらかつ取捨選択を行うことができるため、効率的かつ体感的に自然なブレインストーミング環境としても利用することが可能になっている。

また、情報の波の中に身を投じた感覚をより実感できるような環境構築の試行例として、ドイツの Fraunhofer 研究所（旧 GMD）と共同で、先方の保有する空間的な人工現実感提示装置（CAVE）に本研究で開発した技術の一部を組み込んだシステムを国際展示会場で実演して、体感的な情報検索の効率向上効果を多くの来訪者に経験してもらい、その操作印象の良さを確認した。これは、本装置が情報検索を支援するシステムとして、現時点でも充分実用域に達していることを表している。

現在は、本装置を用いて探している情報へ到達することがより直感的かつ容易になるように、インタラクション制御の設定を最適化すべく、実際の検索過程における使用感を確認しつつ、そのインタラクション性を改善する要因を明確にする作業を進めている。



図 5.2.5.1 Sense Web を用いた情報検索風景

### c. まとめ

インターネット等からの情報収集能力を体感的に習得できる環境として、体感型インタラクティブ Web 情報検索システム「Sense Web」の開発を行った。そして、本システムを用いた情報検索過程での支援効果を高めるインタラクション制御の設定を最適

化するために、検索過程におけるインタラクション効果の検証を進めている。以上により、中間目標にあげた知育体験演出技術を平成15年度内に達成しうる基盤が整った。

#### 5-2-6 今後の予定

本研究課題の中間目標を達成するため、各対象について以下の検討を進める。

絵画などの画像制作に関しては、線描画の制作過程を専門家とそれ以外の人々について共に観測し、その制作過程の違いと制作結果の印象との違いを解析することによって、感性や技能を特徴づける要因の特定を行う。また、画像内オブジェクトのテクスチャについては感性特徴の抽出手法をより汎用的なものに改良する。そしてこの感性特徴の抽出手法を、写真などの画像のテクスチャを置き換えて様々な画風の画像に変換するアルゴリズムのパラメータ設定の評価に適用し、容易に自分の望む画風の画像に変換できるインタフェースの開発を進める。

楽曲の創作・演奏に関しては、専門家とそれ以外の人々について、開発した支援システムを用いた試行過程を様々な状況で観測し、その創作・演奏過程における時空間的な観測量と、その創作・演奏結果に対する聴衆（評定者）の印象との対応関係を調べる。専門家とそうでない人々との違いが顕著に表れる事例を選別し、知育支援に応用する感性・技能の特徴として利用する。また、「楽曲創作支援システム」については、初期提示する楽曲のサンプル・フレーズやフレーズの改変手段の違い、楽曲フレーズの特徴に合わせて形状や動きが変化して提示される3D映像オブジェクトの設定の違い、すなわち体験演出手法の違いによって、ユーザの使用感および創作結果の印象がどのように変わるかについて調べる。その結果を定量的に把握し、大半のユーザが有意に良好な印象を抱くような演出手法を見出す。また、複数のユーザが共同で創作する場合についても検討する。

ダンスによる身体表現に関しては、ユーザのイメージ表現を支援するインタラクティブ・ダンス装置において、イメージ推定の誤り発生率を減らして、よりユーザへの支援効果が高まるように、身体各部位の形状と動きの物理量を対象に加えてイメージ推定手法の改善を行う。このイメージ推定技術に基づいて、専門家とそうでない人々についてイメージ表現過程を観測し、イメージ表現に寄与する主要因を感性・技能特徴として示す。

インターネット等からの情報収集に関しては、「体感型Web検索システム」の情報検索インタラクションの設定を複数用意し、それぞれを情報検索に習熟した人々や習熟していない子供達など、様々なユーザに使用してもらう。その際の、探している情報への到達時間や試行錯誤の回数、ならびに使用感の聞き取り結果に基づいて、最も適切なインタラクションの設定を見出す。さらに、協創パートナー等を用いて収集された情報を要約して体験日記用にコンテンツ化したものを、この体感型の情報検索システム上で自由に配置できるような機能を付加する。

## 5-3 五感メディアの研究開発

### 5-3-1 序論

#### a. はじめに

五感メディアの研究開発は、人の体験を観測するための入力系と他人と体験を共有するための体験提示に関する出力系を分担する。そのため、体験 Web を構築する場合に、相手に感動を伝えるのに効果がある感覚情報として、現在の Web にあるテキスト・映像・音以外のどんなメディアが利用できるかを明らかにしていく。平成 14 年度では、それぞれの要素技術を確立する検討を進めた。また、出力系では、体験を体感として感じとるための手法について研究を進めた。歩行感覚提示では任意方向に歩行できるための基礎装置の試作とその評価を進めた。力覚提示においては、力覚と映像とを組み合わせた提示法を提案し、その基本装置を試作してその有効性を確認できた。温湿風環境構築においては、空気の搬送方法に主眼において、香りの提示方法を提案することができ、簡易な装置で動作実験を進めた。

入力系においては、人に関する動きを体験として取り込むためのカメラを利用した非装着な入力方法の研究を進めた。広範囲に人物の行動を取れるための複数カメラの設置較正におけるアルゴリズムの検証を行った。手持ちカメラのような条件下でも人物の認識ができる手法に着手した。顔を追跡するために、鼻を実時間トラッキングすることに成功し、顔だけの文字入力できるインタフェースにも取り組んだ。自動ラベル付けの実検討として、看護師の行動を題材として研究を進めた。いずれも、基本的なアルゴリズムを検証することができ、中間目標を達成できる見込みを得ることができた。

また、関連技術の調査・検討においては、人工現実感 (VR) に関する主要な国際会議である Haptics Symposium および 2003 IEEE-VR に参加する予定であったが、国際情勢により、中止としたが、予稿集の入手により、力覚・触覚提示に関する最先端の研究調査を行った。本研究開発に直接関わる研究はなく、まだ、未開の研究領域ということを確認した。

これらの調査・検討の結果、中間目標を達成する見通しが得られることを示す。また、各研究テーマの今後の進め方について多くの指針を得ることを示す。

### 5-3-2 体験における五感への再現提示の特定

#### a. はじめに

五感への再現の取り組みとして、歩行、力覚、温湿風環境の構築に取り組んだ。14 年度の目標としては、13 年度に提案した方法を具現化することに置き、積極的に装置の試作を進めた。歩行感覚提示、力覚提示が可能な電子机、二重螺旋構造を用いたアクチュエータ、分布型振動触覚提示、空気砲を用いた温湿風装置の 5 種類の実験装置を試作した。それぞれを実験および評価を行い、それぞれの有効性を示すことができた。以下に、具体的な取り組みを示す。

## b. 歩行感覚提示の研究

五感メディアにおける体性感覚についての研究を進めるために、仮想的に合成される空間内を自由に歩き回る歩行体感をディスプレイする装置として歩行感覚提示装置の設計・試作を行った。本計画では特に、従来装置では対応が難しかった進路変更動作への問題を改善するための歩行感覚提示装置の諸要件を洗い出し、特に任意方向に動けるようにするための二次元ベルト機構の設計と試作を進めてきた。特に、本提案での動作が可能かどうかを確認することを目的に第2次試作装置を開発した。

従来 ATR で開発してきた装置は前後方向のみに駆動する一次元ベルトを、ユーザの動作に連動して駆動させるアクティブタイプの歩行面再現方式であった。今回開発した制御方式によって、この装置は前進運動については高い応答性を実現できた。反面、ベルトの運行が前後方向に限定されており、歩行の進路変更動作や並進動作への対応は困難であった。そこで、ベルト制御系の従来装置の技術を継承しつつこの問題を解決するために、二次元ベルトを構成する方式を検討した。

13年度に行ったメカニズムの提案と実現検討のための1軸駆動軸機構の試作モデルでのベルト送り・ベルト受け実験の結果を受け、14年度にはこれを4機用いた試作2号機を製作し、歩行面を形成する布面の2自由度駆動の評価を行った(図5.3.1.1)。その結果、X軸とこれに直交するY軸方向への球状ベルトの独立ベルト受け駆動を行えることが確認された。しかし、現状では長時間駆動を行った場合に、ベルト送り部分でのベルトのスタック現象が発生し、連続して駆動できない。また複数の駆動軸機構のベルト押さえ圧力の均等化が十分には実現されず、ベルト駆動にムラが生じ、これが駆動速度に悪影響を及ぼす。この問題点を鑑み、改良版としてのフットパッド式(足乗せ台連続提示法)を考案する。今後は、前記方式を設計し、有効性を確認するための試作機を製作する。



図 5.3.1.1 2 自由度駆動系実験装置

### c. 力覚提示の研究

#### (1) 力覚提示が可能な電子机“Proactive Desk”の研究

現在の PC の操作環境は、GUI(Graphical User Interface)、すなわち、絵として表現されたボタンをマウスなどで押しながら操作するという方法が主流である。これに対して Digital Desk というシステムでは、コンピュータのデスクトップ画面を机の上に投影し、カメラなどを用いてユーザの手の動きや机上のノート位置などを計測することにより、実世界とコンピュータの世界をシームレスかつより直観的に操作できるような電子的に拡張された机の提案をしている。このような従来の GUI をより直接的に操作する入力手法に主眼を置いた研究はこれまでも多くなされているが、それらのシステムから提示される情報は視覚や聴覚に頼るものがほとんどである。従って、実際の机の上で行われる作業に必要な力覚的な情報（例えば、筆を走らせるときの感触や、物差しを当てるとまっすぐな線が引けるなど）をユーザに与えることはできなかった。本研究は、仮想的な道具からの指先への感触や、コンピュータが積極的に机上にある物体を動かして情報提示するような力覚提示が可能な電子机（Proactive Desk と呼ぶ）の実現を目指すものである。

力覚情報の提示手法として、二次元のリニアモーターによる力の制御方法を提案した。机の下には三相の交流電流を印加することで進行磁界を発生するコイル群直交するように二組配置し、平面の任意方向に進行磁界を発生する仕組みを設けておく。このとき机の上に置かれた導体は、フレミング則に従って進行磁界に誘導されるように移動する。ユーザはこの導体を手に取りすることで机から提示される力を感じることが可能である。従来の機械式リンク構造や糸の張力を用いた手法と比較して、ユーザから見える部分が単純な板だけと異なり構造が簡素化するという利点だけではなく、机上での作業に適した平面方向のシームレスな力情報を提示することが可能になった。

実際に本提案手法の実機を試作し、その特性を計測した。本試作機では、2mm 厚、100mm×200mm のアルミ板で最大 3N（ニュートン）程度の力を計測できた。また、具体的な力覚を伴う操作環境の例として、従来の GUI に力覚情報を付加したアプリケーションを例として作成した。その実行時の様子を図 5.3.1.2 に示す。

ここでは、色により危険なボタンや安全なボタンを表現するだけではなく、危険なボタンには触ることが難しくなるような力を与えてやることにより体感として危険なボタンを表現することが可能になっている。15年度以降ではより具体的なアプリケーションの実装を進めると共に、複数の物体を同時に駆動できるようなシステムに更改する予定である。

#### (2) 二重螺旋構造を用いたアクチュエータの研究

本研究では、衣服や靴、手袋のように人体に装着可能な力覚ディスプレイの開発を目指している。これは運動選手が使用するサポーターの様なものであるが、そこにアクチュエータを組み込むことによって、ダイナミックに体の動きの動作補助や動作制限を実現する。この目的のために、究極的には糸のような構造をとることも念頭に、柔軟なリニア・アクチュエータの開発に着手した。

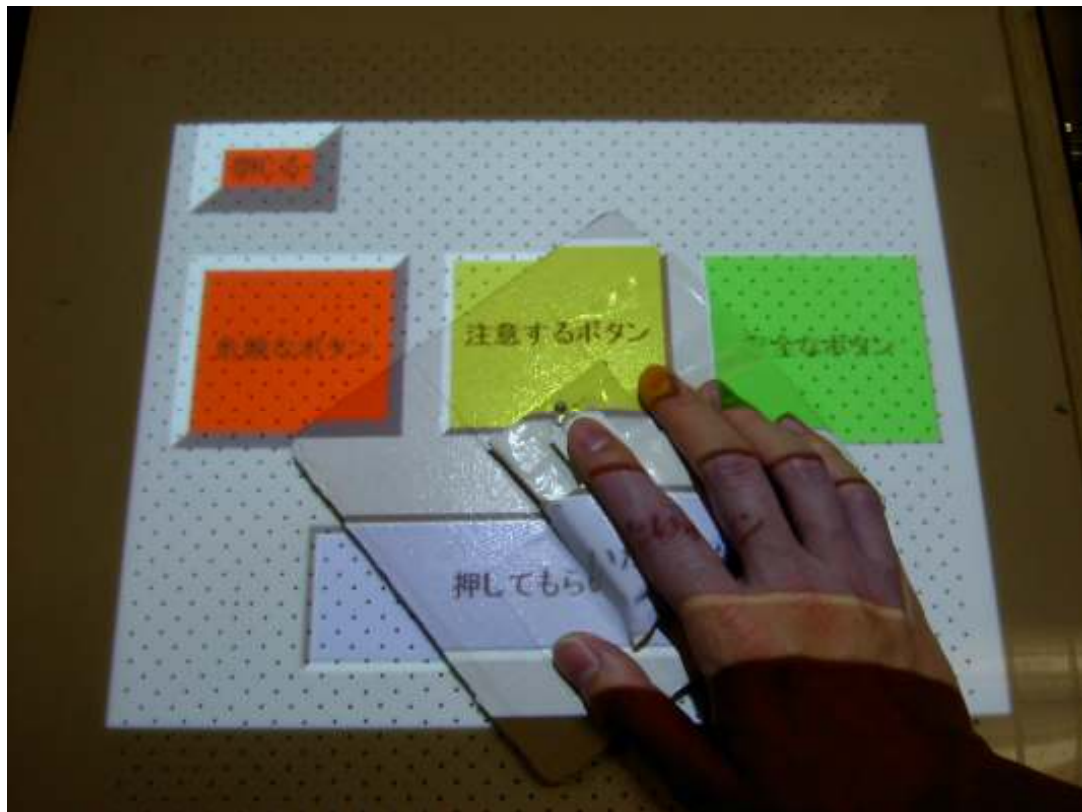


図 5.3.1.2 GUI に力覚を付加したアプリケーションの例

広く用いられるアクチュエータはモータのような回転機構、あるいは、これを開き延ばしたリニアモータの様な構造であるが、これらを糸状に細長く実現することは非常に難しい。DNA は従来のアクチュエータと根本的に異なり、二重螺旋構造に静電気力を用いた駆動力発生機構を有する。図 5.3.1.3 に、このアイデアに基づいた試作器を示す。これはリボン状の銅線を螺旋コイル状に巻き、このコイル 2 本を交互に巻き込んでいる二重螺旋構造である。電極表面は絶縁樹脂によって電気的には絶縁されており、電気的にはコンデンサーと見なせる。この構造に高電圧を印可するとコンデンサーとして両電極には静電荷が蓄積され、同時にこれらの電荷間のクーロン力によって電極が相互に引き合う。コイル全体で見ると電圧に応じてコイルの全長が縮む、あるいは、両端を固定した場合にはバネのように引っ張り力が生じることになる。また、構造上コイルを曲げると曲げた部分は電極間距離が広がりアクチュエータとしての効率は低下するが、他の部分には影響しないために全体として柔軟構造が実現される。また電荷を固定した状態でコイルの全長を外力によって変化させると、それはコンデンサーとしての容量が変化することになり、結果的にコイル間の電圧変化としてその機械的変形の計測も可能となる。また、構造上、原理的には糸状への加工も不可能ではないと期待できる。

14 年度はこのアクチュエータの数値モデルについて検討した。数値モデルでは



5mm 程度の収縮であったが、実験では電圧の印可に伴い機械的な振動が観測された。人に力覚を与えることは困難であるが、マイクロマシンへの応用展開に期待ができ、特許の申請を行った。



図 5.3.1.3 二重螺旋構造を用いた駆動力発生機構

### (3) 分布型振動触覚提示方式の研究

これまで、バーチャリアリティ (VR) の分野における触覚提示は、主に最も敏感な指先を対象として行われてきた。しかしながら、人間にとって指先で何か物体に触ることだけが触覚ではなく、体全体の皮膚を使って周囲の状況を察知している。本研究では、全身を利用した皮膚感覚提示を目指し、その一環として振動触覚を利用した情報提示法の検討を行う。振動触覚提示は、感覚代行などの領域で 1970 年代から 1980 年代にかけて盛んに研究が行われたが、当時の装置は文字や画像などの認識率を高めることを目的とした大がかりなものであり、そのまま全身へ展開することは容易ではない。そこで本研究では、現在安価に入手可能で取り扱いの容易な振動モータを利用して、なるべく簡単な構成でシステムを構築することを試みた。

振動刺激の対象部位として背中を選択し、刺激点数を  $3 \times 3$  のマトリクス状という極めて少ない配置にする。構築したシステムを図 5.3.1.4 に示す。一辺が 3 点という構成は、移動方向と大まかな位置を提示するために最小限の数であると考えられ、この最小限の構成でどの程度の情報提示が可能かという実験的検討から開始する。事務用椅子の背もたれに扁平 (コイン) 型の偏心振動モータを 6cm 間隔で並べ、ワンチップ

マイコン（Microchip 社 PIC16F876-20）を用いた制御回路で駆動した。制御回路自体は1ユニットで16個のモータを駆動することが可能である。

実験課題は、文字パターンの認識とした。現在の視覚ディスプレイのように文字パターンをそのまま刺激点の on/off として提示すると刺激点が少ないこともあって判別は不可能であるが、文字を書く際の縦、横、斜め、ぐるっと回るといったストロークの特徴を提示することにより、少ない刺激点数でも文字の識別が可能になることが期待される。

まず予備実験として、9つの振動子の位置を識別できるかを判定させた。9個のうちどれか1個の振動子を励起し、その位置を判定させた結果、正答率は84%であり、位置識別はほぼ可能であることが示された。同時に、縦方向に誤識別する確率が比較的高いという知見も得られた。この結果を受けて、文字を書くストロークパターンを記録・再生するソフトウェアを作成し、文字識別実験を行った。0から9の数字に関して識別実験を行ったところ、正答率は89%という結果が得られ、少ない刺激点数でもストロークの特徴を捉えることにより識別が可能であることが示された。



図 5.3.1.4 分布型振動触覚提示装置

#### d. 温湿風環境構築の研究

温湿風環境の構築として、顔に温湿風が提示できる手法として、「空気砲」の原理に着目し、搬送する媒体として、香りを扱って実験を行った。

間接刺激の一環として、香りによる環境提示を試みる。これは五感のうち嗅覚の感覚チャンネルを利用するものであるが、嗅覚提示はアロマセラピーなどの分野で芳香を部屋に充満させるような場合に利用されているものの、インタラクティブな情報提示の手段としては世界的に見てもまだ研究の途に着いたばかりである。

香り提示において時空間的な制御を行おうとする場合、単純に香りを空間中に拡散

させる方法では放出した香りを簡単に消すことができず、別の香りを提示しようとしても先に提示した香りが邪魔になってしまうことが最大の問題であった。その一方で、チューブを通して香りのついた空気を鼻先へ運ぶ方式では、人間の頭部運動計測と組み合わせることによって香りの時空間制御が可能であるが、顔面または頭部に何らかの器具を装着する必要がある、煩雑である。本研究では、これらの問題を一挙に解決するため、香りを空気塊に載せて少し離れた場所から人間の顔面へ運ぶ方式を提案した。

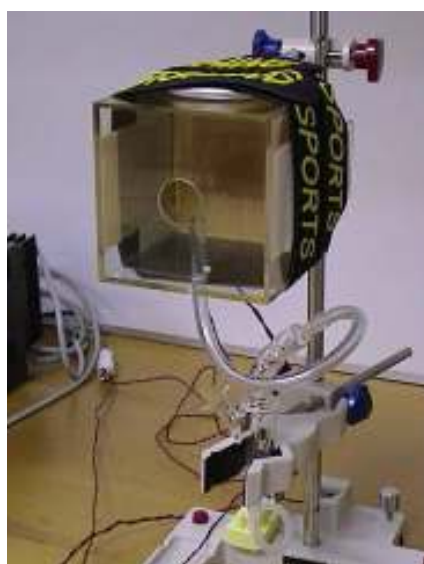
香りの搬送を行うため、本研究では「空気砲」の原理に着目した。空気砲は円形の開口を持ち部分的に変形可能な箱または容器で構成される。空気砲の開口部から押し出された空気はドーナツ状の渦を形成して、粒子が散逸することなく形状を保持したまま空中を移動する（図 5.3.1.5(a), (b)）。空気塊射出の瞬間に開口部付近へ香り物質を充填しておけば、ドーナツ状の空気塊に載って香りが搬送される。人間の鼻の位置を検出して空気砲をそこへ向けるように制御すれば、狙った人間の鼻先へ香りを運ぶことができる。

本原理の適用可能性を調べるため、基礎実験を行った。並んで着座した2人の被験者へ向けて線香の煙を満たした空気砲から空気塊を射出し、煙の匂いを感知した被験者が挙手するよう指示した。59回の試行のうち、煙の輪が設定した距離まで到達した率は86%で、そのうち鼻より上以外の顔面に命中した試行における香り検出率は87%という結果が得られた。また、自分の顔以外の領域に命中して香りを誤検出することは皆無であった。以上の結果により、本方式によって局所的な香り提示が可能であることが明らかになった。

今回は、香りを搬送することにより、嗅覚への取り組みを当初より、早く進めることができた。



(a) 空気塊搬送の様子



(b) 試作装置

図 5.3.1.5 非装着・局所型香り提示方式

#### e. まとめ

体験における五感への再現提示の特定において、14年度は、基本的な仕様に基づいた装置の試作を中心に進め、以下の成果が得られた。

- ・歩行感覚提示の研究：ベルト送り部分でのベルトのスタック状態の発生、複数の駆動軸機構のベルト押しえ圧力の不均等化が生じることが分かった。この問題点を鑑み、改良版としてのフットパッド式（足乗せ台連続提示法）を考案することができた。
- ・力覚提示が可能な電子機の研究：最大3N（ニュートン）程度の力を計測できた。同時に、基本的なアプリケーションを開発した。
- ・二重螺旋構造を用いたアクチュエータの研究：人に力覚を与えることは困難であるが、マイクロマシンへの応用展開に期待ができ、特許の申請を行った。
- ・分布型振動触覚提示方式の研究：人が背中で振動を感じる場合の位置識別はほぼ可能であることが示された。同時に、縦方向に誤識別する確率が比較的高いという知見も得られた。
- ・温湿風環境構築の研究：空気砲は、個人だけのエアコンディションを再現できることを明らかにした。今回は、香りを搬送することにより、嗅覚への取り組みを当初より、早く進めることができた。

これらの成果は、再現提示の特定のための方法として利用できる可能性を示すことができ、15年度に向けて、装置の改良、機能の高度化にするための礎となった。

### 5-3-3 五感情報の認識・理解・変換技術

#### a. はじめに

五感情報の認識・理解・変換技術の取り組みとして、人物行動の認識・理解、人物の動き計測の研究を進めた。14年度の目標としては、13年度に提案した試みを具現化することに置き、積極的にアルゴリズムの検証を中心に進め、実応用のための展開を積極的に進めた。それぞれを実験および評価を行い、それぞれの有効性を示すことができた。以下に、具体的な取り組みを示す。

#### b. 一般環境化における安定動作を目指した人物の検出・追跡手法の検討

手持ちカメラによる撮影や屋外シーンのように背景の変動・照明環境の変化などを含む悪条件下でも安定して動作することを目指して、見え方(appearance)モデルに基づく人物検出・追跡手法を検討した。大量のサンプル画像を用いて画素値分布に基づく人の見え方の統計モデルを構築し、背景の変動の影響を受けやすい動き情報を使わずに、シーン中の人物領域を抽出するシステムを実装した(図5.3.1.6に識別結果)。また、複数の異なる姿勢間の画素値分布の変化をあらかじめモデル化することで、限られた入力画像から様々な姿勢に関する人物の見え方モデルを動的に構築する手法についても検討を進めた(図5.3.1.7)。

本手法によれば、未知の人物に対しても画素値分布特徴に基づく人物領域の検出結果を用いて様々な姿勢に関する見え方(テクスチャ)モデルを容易に推定することができ、

一般環境下における不特定多数の人物の体験・振る舞いの抽出に対して有効に機能すると期待できる。

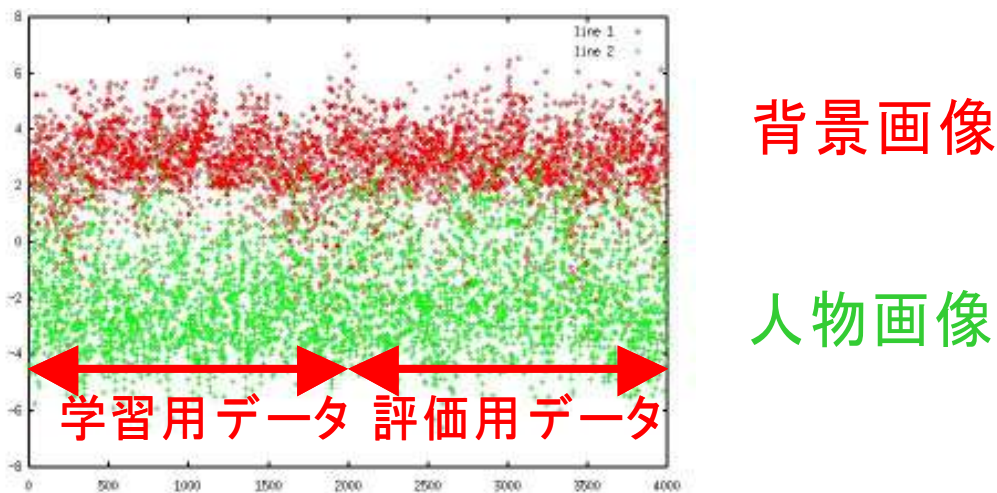


図 5.3.1.6 提案手法による人物と非人物の識別結果



図 5.3.1.7 一姿勢に関するテクスチャ情報を用いた多数の見え方モデルの推定

c. 対象物体の3次元追跡を要しないカメラの自動較正手法の確立

13年度にて引き続き、多数のカメラからなる人物追跡システムにおいて追跡対象の投影像を利用してカメラの位置・姿勢較正を自動化するアルゴリズムについて検討した。従来は、対象物体の3次元運動または対象物体の大きさ情報が不可欠であったが、本年度新たに提案した手法では、最低2台のカメラ間で共有される対象物体上の観測点の各カメラへの投影位置が時系列で与えられれば、対象物体の3次元運動が未知で

あっても多数のカメラの位置・姿勢を推定できることを示した。

実データを用いた実験結果を図 5.3.1.8 に示す。横軸は時間を、縦軸はカメラの位置・姿勢の推定値をそれぞれ示す。カメラ 1、2 は基準となるカメラで実測値を与える。カメラ 3、4 は追加するカメラであり、時間経過に伴って各カメラの位置・姿勢推定が実測値の破線の値に収束しており、自動較正手法の有効性を示すことができた。

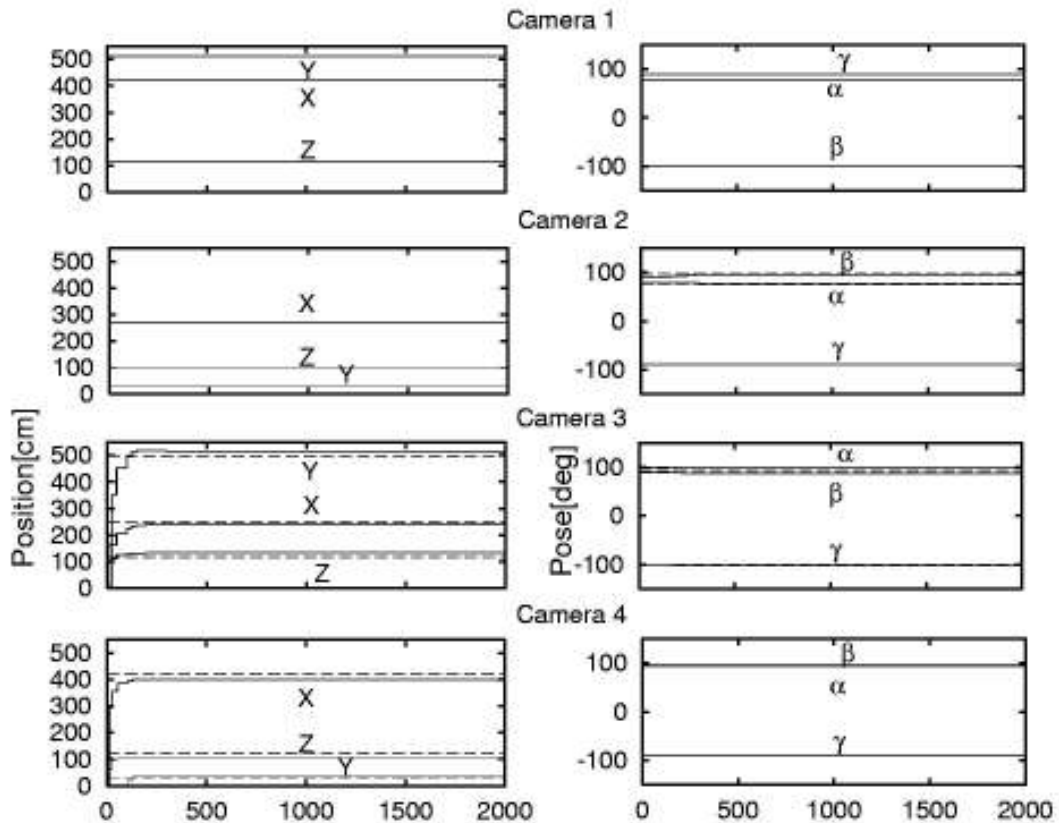


図 5.3.1.8 カメラ較正についてのシミュレーション結果

#### d. 画像を用いた手と物体のインタラクションの検出についての検討

手を使った作業について、人の行動の記録や、過去の作業の検索、さらには進行中の作業の支援を行うことを目指し、手と机上の物体とのインタラクションを画像により非接触で検出するシステムについて基礎的に検討した。人の手は体の他の部位に比べて自由度が大きく、多様な情報を表現するのに適している。また、普段の生活の中でも、物をつかんだり動かしたり、といった作業の中で日常的に使われており、インタフェースとしてごく自然に利用することができる。本研究では、手と物体とのインタラクションを画像処理により非接触で検出し、非接触マンマシン・インタフェース、人の振る舞い・体験情報の抽出などに利用することを目指している。

インタラクションの検出においては、対象物体の3次元形状よりも各物体の同定および位置・姿勢変化の検出がより重要であるため、ここでは用意した見え方モデルに

基づき入力画像から対象物体の位置・姿勢に関する情報を獲得することを検討している。提案手法では、入力画像列から物体の見え方モデルを動的に獲得する。さらに得られたモデルを使って物体の同定および追跡を行う。図 5.3.1.9 には、現在検討している物体モデルの構成例を示す。このように、提案モデルでは、物体の見え方を示すテクスチャ分布のほかに各画素に関するテクスチャ信頼度および物体存在確率を保持する。図 5.3.1.10 には、提案モデルに従い、動的に獲得された物体モデルの一例を示す。構築されたモデルを利用して、物体追跡を行うことにより、ユーザの行動・体験を抽出することができ、ユーザに対する操作指示、作業内容の記録・検索等、手を使った作業についての幅広い支援が可能となると考えられる。

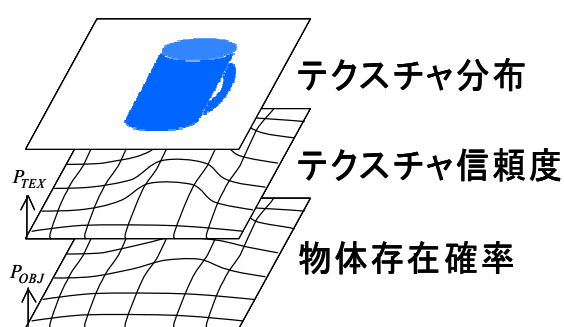


図 5.3.1.9 物体モデルの構成

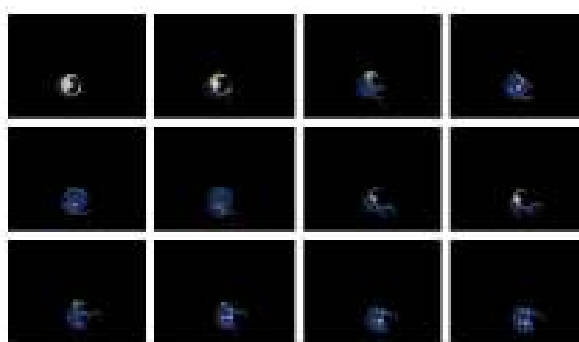


図 5.3.1.10 自動抽出された物体モデルの例（カップ）

#### e. 人物の動き計測

13年度、人物の動きの基本となる顔と目の検出追跡精度を高めるために、瞬きに注目し、フレーム間差分から瞬きを抽出ことによって目の位置を検出するアルゴリズムを開発した。本年度はこの結果を利用して鼻頭を検出し追跡するアルゴリズムを開発した。また追跡した鼻頭の位置情報をマウスのポインター位置として利用するデモシステムで有効性を確認した。また眉間の追跡処理において、従来リング周波数フィルターの出力として得られる特徴点を追跡するアルゴリズムであったが、目の追跡と組み合わせた、よりロバストな更新型テンプレートマッチング方式にアップデートした。実験例を図 5.3.1.11 に示す。

また、肌色情報を必要としない顔検出フィルターとして新しい SSR フィルターを考案し、現在システムに組んで評価中である。



図 5.3.1.11 鼻のトラッキング例

e. 鼻と口による顔ジェスチャを用いたマンマシン・インタフェースの開発と評価

キーボード・マウスといった従来のヒューマン・コンピュータ・インタラクションのパラダイムを超える新しいマンマシン・インタフェースへの関心が高まっている。PUI (Perceptual User Interface)の枠組みのなかで、画像・音声といった複数のセンシング情報を集約した入力手法の構築が議論されている。それらPUIに関する研究の中でも、画像を用いた方法は特に有望である。

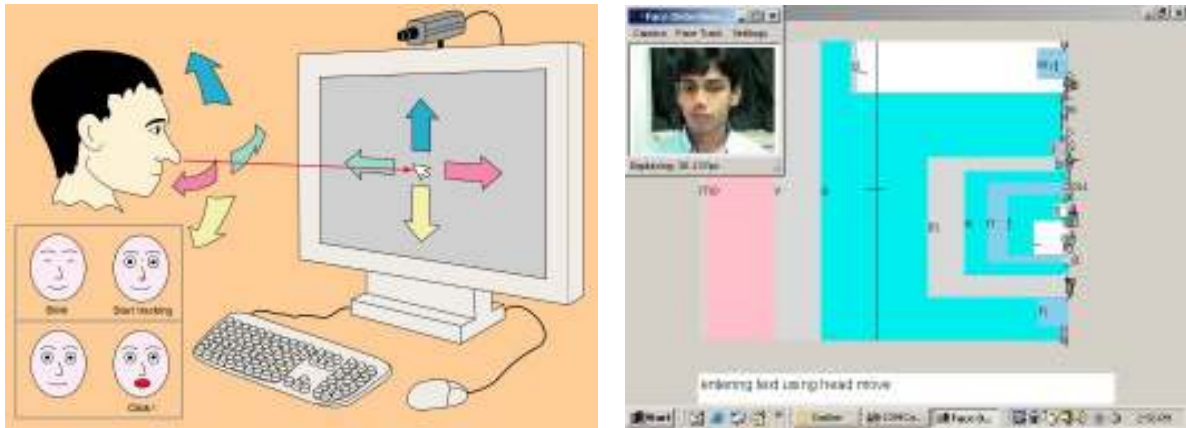
人どうしのコミュニケーションにおける顔・表情の果たす役割の高さからも示唆されるように、顔情報を用いたマンマシン・インタフェースは使いやすさ・表現力の両面から高いポテンシャルを持つと考えられる。

今回は画像処理による顔追跡によって検出される頭部運動を利用し、計算機スクリーン上のカーソルをコントロールするシステムについて検討した。提案システムでは、まずユーザのまばたきを検出することによって追跡モデルを初期化する。続いて、ユーザの鼻先点の追跡により、微少な頭部運動を検出し、スクリーン上のカーソル移動を行う。さらに、ユーザの口の開閉を検出し、マウスクリックに相当するアクションを起動する。

提案システムについて HCI の分野で利用されている一般的な評価手法を用いて評価を行った。ISO 9241-9 国際標準による評価の結果、カーソル移動に関して Fitts の法則に従う 2.0 ビット/秒のスループットが得られた。この結果は、本システムが、マウスよりは低いジョイスティックよりは若干高い入力効率を持つことを示している。実験では、入力効率の評価に加えて、有用性の評価を行った。実験構成例を図 5.3.1.12 に示す。

さらに、提案手法を用いた顔ジェスチャ・インタフェースの実際的なアプリケーションとして、カーソル移動による文字入力を行う”Dasher software” (フリーウェア) と組み合わせたテキスト入力システムを試作し、毎分 7-12words の入力が可能であることを確認した。





左：顔の運動によるカーソル・コントロールを可能にするセンサ・インタフェース  
 右：“Dasher software”を用いたハンズフリーのテキスト入力

図 5.3.1.12 実験構成例

#### f. 看護師の行動自動計測装置の研究開発

本研究開発は、看護師が看護業務を妨げられることなく、その業務の履歴の記録を可能にする「看護師の行動自動計測装置」の実現を目指している。看護師は患者の状態を定期的に観察し、食事や身の回りの世話をし、昼夜を問わず予期せぬ緊急事態に対処している。さらにその一日の最後に心身ともに疲労した状態で看護日誌を記録する。ところが医師、看護師ともに忙しく、この記録を情報共有することが難しいのが実態である。このような看護師の5W1H (When, …, How) の体験を自動的に記録、分析することは、本研究開発課題が狙う体験共有コミュニケーションの重要な応用分野の1つであり、従来の仕事の流れて見落としていた情報を共有できるようになり、看護業務の効率化、危険予知等、医療の質の向上に寄与する。一方、従来法として携帯端末に検査、投薬、点滴などの医師の指示を表示し、また患者の体温、脈拍などを指やペンで入力してデータは院内通信網で送信する方法が知られている。しかし、この従来方法は、携帯端末の携行やその入力操作そのものが看護業務を妨げる可能性があり、また使用できる環境が限られる。そこで看護師が携行するだけで、看護師の動作を妨げずかつ場所を問わずに看護行為を音声で記録し、さらに看護師の歩数、姿勢の傾斜データを計測するウェアラブル・センサを試作した。これによって看護履歴の自動記録が可能になり、ヒヤリハットと呼ばれている危険事例の原因の分析や情報共有が可能になる。

14年度はこのアイデアの提案と検討を行い、さらに試作機を開発して実際の医療現場での実験計測とデータ分析を実施した。実験装置を図5.3.1.13に示す。15年度は装置の小型化、信頼性の向上を進め、長期間にわたるデータの計測を通じ、ヒヤリハット事例と自動生成された看護履歴や歩数、姿勢データとの相関の分析をする。

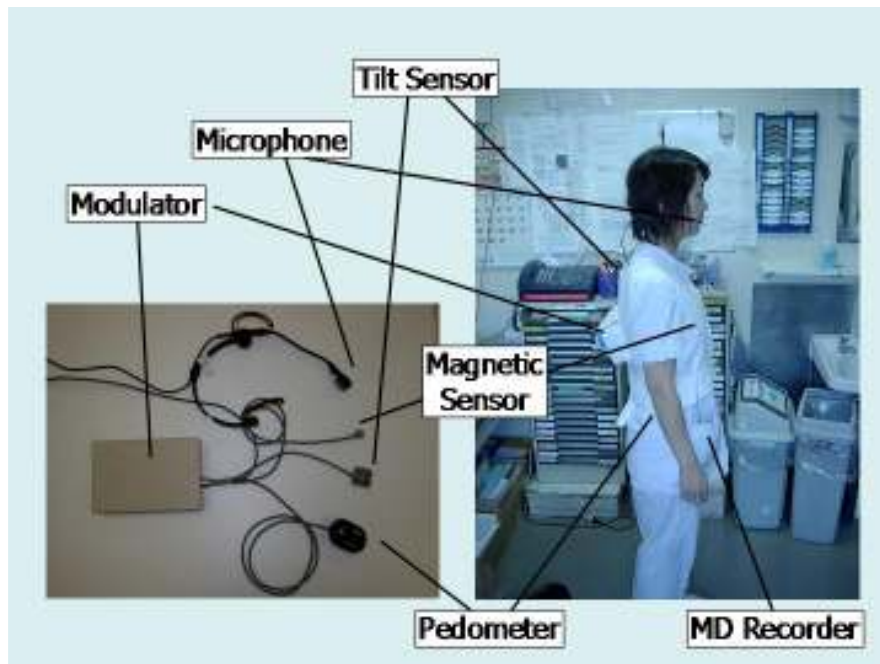
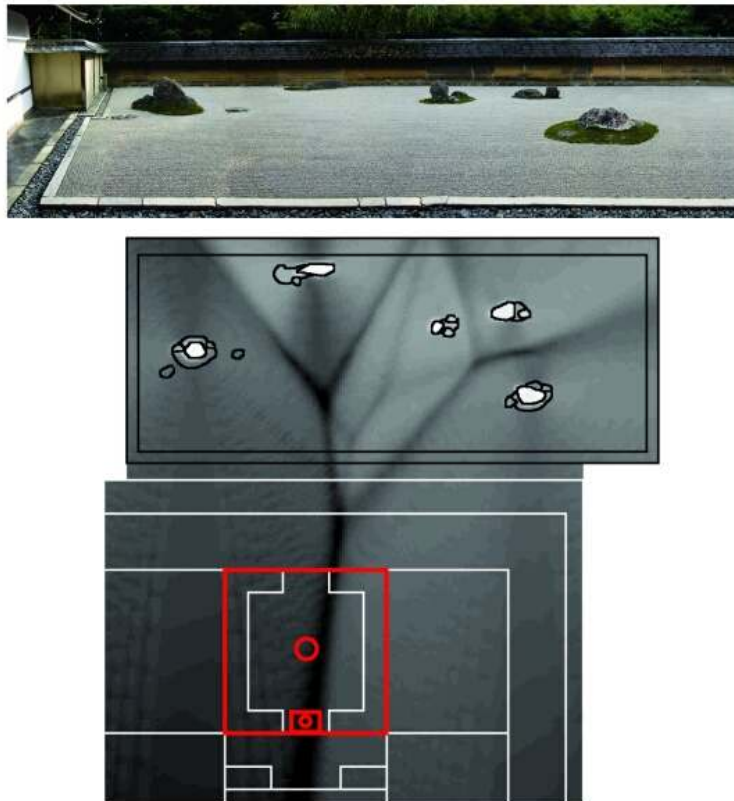


図 5.3.1.13 看護師用のウェアラブル・センサ装置

g. 枯山水庭園の視知覚についての研究

日本の枯山水庭園は少ない要素からなる洗練された視覚的デザインにより、穏やかで瞑想的な空間を構成している。体験の視覚情報を提示する場合にもこのようなデザイン的な表現方法は重要な指針を与えてくれる。ここでは知覚レベルの情報がどのように心を落ち着かせる効果を生むのかについて検討した。庭園を見たときに境界やテクスチャといった視覚要素の組合せがどのように形として感じられるのかをシーン解釈モデルにより明らかにする。ゲシュタルト理論を援用し、シーンの一部と全体との関係を解釈する発見的な手がかりの集合を、類似度、滑らかさといったゲシュタルト理論における特徴に求める。

枯山水庭園ではいくつかの視覚的なルールにより、風景の混乱を避けて静けさを表現している。例えば三角形のフラクタル的な繰り返しにより庭園は調和して自然に見える。枯山水庭園では“間”が重要な役割を果たしている。最も有名な例は京都の龍安寺にある「無庭」で、15個の岩と白砂からなる庭園である。コンピュータ・ビジョンの技術を適用することで、無庭の“間”の持つ視覚的構造を分析し、木構造に似たシンプルな構造を引き出した(図 5.3.1.14)。この構造は最初から意図して作られたものであり、この構造の存在が庭園に視覚的な強い魅力を与えていると考えられる。本研究は Nature 誌および国際会議等で発表した。



京都龍安寺の石庭(上) 石庭内の石組みの配置(中) 抽出されたレイアウトの中心軸(下)

図 5.3.1.14 抽出構造例

#### h. まとめ

五感情報の認識・理解・変換技術において、14年度は、基本的なアルゴリズムの検証を中心に進め、以下の成果が得られた。

- 一般環境化における安定動作を目指した人物の検出・追跡手法の検討：未知の人物に対しても画素値分布特徴に基づく人物領域の検出結果を用いて様々な姿勢に関する見え方(テクスチャ)モデルを容易に推定することができ、一般環境下における不特定多数の人物の体験・振る舞いの抽出に対して有効に機能する可能性を見出した。
- 対象物体の3次元追跡を要しないカメラの自動較正手法の確立：最低2台のカメラ間で共有される対象物体上の観測点の各カメラへの投影位置が時系列で与えられれば、対象物体の3次元運動が未知であっても多数のカメラの位置・姿勢を推定できることを得た。
- 画像を用いた手と物体のインタラクションの検出についての検討：手と物体とのインタラクションを画像処理により非接触で検出し、非接触マンマシン・インタフェース、人の振る舞い・体験情報の抽出などに利用できる可能性を示した。
- 人物の動き計測の検討：肌色情報を必要としない顔検出フィルターとして新しいSSR

フィルターを考案し、

- ・ マンマシン・インタフェース：顔と口の動き認識だけで、毎分7-12wordsの入力が可能であることを確認した。
- ・ 看護師の行動自動計測装置の開発：基本的なウェアラブルの計測装置の試作を行い、実際のデータ収集を得ることを確認した。
- ・ 枯山水庭園の視知覚についての研究：認識系の基礎研究として進め、Nature誌に掲載された。

これらの成果は、体験の入力のための方法として利用できる可能性を示すことができ、15年度に向けて、アルゴリズムの改良、機能の高度化にするための礎となった。

#### 5-3-4 五感メディアのまとめ

五感メディアの研究開発について、多方面から調査・検討を進めると同時に、出力系の基礎実験環境を構築、入力系のアルゴリズムの提案・基礎検証を行った。これらの結果、今後の研究開発に向け以下の指針が得られた。

- ・ 体験における五感への再現提示の特定

五感への再現の取り組みとして、歩行、力覚、温湿風環境の構築に取り組んだ。

14年度の目標としては、13年度に提案した試みを具現化することに置き、積極的に装置の試作を進めた。歩行感覚提示、力覚提示が可能な電子機、二重螺旋構造を用いたアクチュエータ、分布型振動触覚提示、空気砲を用いた温湿風装置の5種類の実験装置を試作した。それぞれを実験および評価を行い、それぞれの有効性を示すことができた。次年度への基本装置への礎を構築することができた。

- ・ 五感情報の認識・理解・変換技術

五感情報の認識・理解・変換技術の取り組みとして、人物行動の認識・理解、人物の動き計測の研究を進めた。積極的にアルゴリズムの検証を中心に進め、実応用のための展開を積極的に進めた。それぞれについて実験および評価を行い、有効性を示すことができた。次年度への高機能化への礎を構築することができた。全体としては、平成14年度は、五感メディアの研究開発を実行する上での必要な要素技術を整えることができ、中間目標を達成する見込みである。

#### 5-3-5 今後の予定

体験における五感への再現提示の特定では、歩行感覚提示の14年度試作に基づいた改良版の試作、力覚提示が可能な電子機では熱対策と2箇所同時の力覚提示、分布型振動触覚提示では全身への提示のための基礎検討、空気砲を用いた温湿風装置では、香りの提示制御方法の検討を進める。中間目標(1)(3-2-2)に述べた体感的な提示方法、および最終目標(1)(3-2-1)に述べた「体験共有コミュニケーション」のプロトタイプの開発までに、体感効果の高い方式を絞り込んでいく予定である。

五感情報の認識・理解・変換技術では、人物の検出・追跡手法の検討では14年度検討したものの適用範囲を特定すること、人の顔の追跡では、複数の人物の実時間のトラッキング手法およびズームによる画角の変化にも対応できる手法の検討、看護師の行動自動計測装置の開発では、装着負担を軽減するための装置の小型を進め、安定

にデータを得られるようにする等を進める。これらの成果をユビキタス・センサ・ルームのセンサ群による観測に反映していきたい。

## 5-4 体験共有コミュニケーションの研究開発

### 5-4-1 序論

体験共有コミュニケーションの研究サブテーマでは、本研究開発において開発する新しいインタラクション・メディアを、人間の特性に合致し、社会に受容されるものとするために、他の研究サブテーマと連携して、人間のメディアを利用した体験共有コミュニケーションの認知特性の実証的分析・モデル化を行い、体験 Web システムの構成要素となるインタラクション・メディア技術の設計法を確立する。研究活動の有効かつ迅速な推進を図るために、現実のデータ収集に基づく実証的モデル構築研究のためのコミュニケーションデータの収集を中心に業務を進めた。特に、協調メディアのサブテーマと協力して、多数の据え付け、およびウェアラブル・センサによる体験データの記録を可能とするユビキタス・センサ・ルーム実験環境を構築し、そこで人間同士のコミュニケーション活動データの収集を進めた。また、協創パートナー対話環境、メディア介在型コミュニケーション環境、サイバー社会模擬環境など各種のインタラクション・メディア環境を設定し、人間同士および人間対メディアの体験共有コミュニケーションデータの収集・蓄積実験を行った。

### 5-4-2 個人認知モデルの研究

#### a. はじめに

インタラクション・メディアを利用した体験共有コミュニケーションの個人レベルでの認知モデルを開発するために、ユビキタス・センサ・ルーム環境を利用したインタラクション構造分析、および協創パートナー対話環境を用いた共感の認知機構の実験的分析を進めた。

#### b. インタラクション構造分析

人間同士の対面コミュニケーションは体験共有の基本的な形態である。対面コミュニケーションにおける臨場感は、ことばの情報だけでなく、音声の韻律特徴、顔表情、ジェスチャ、身体動作、視線など多様なモダリティの情報の交換によって実現される。体験共有の個人レベルでの認知モデルを構築するには、以下の2つの課題を解決する必要がある。

- ・マルチモーダル・コミュニケーション対話コーパスの作成・収集

人間同士の対面対話コミュニケーション場面における多様なマルチモーダル情報の交換の過程を実証的に分析するための材料としてマルチモーダル・コミュニケーション対話コーパスを作成・収集する。

- ・マルチモーダル情報交換の実証的分析に基づくインタラクション構造分析

マルチモーダル・コミュニケーション対話コーパスに基づいて対面対話コミュニケーションの持つ体験共有の臨場感を構成する要因を分析・抽出する。

これらの課題に対して、これまで試みられている方法は、基本的には、旅行会話のような特定の状況・課題を設定して二人の人間に会話を演じてもらい、その結果を音声対話コーパスとして収録し、それに基づいて音声対話の構造を分析するというものである。このような手法は、音声対話に限定し、電話自動応答システムや自動翻訳システムなどの予め決められた範囲の課題遂行を対象とした応用システムの構築には有用であった。しかしながら、これらの方法は、音声言語に情報交換の範囲を限定することにより、豊かな非言語情報の交換によって実現されるインタラクション構造を考察の対象外としたため、対面コミュニケーションによる体験共有の持つ臨場感をとらえるためには不十分であった。

本研究課題では、人間同士の対面コミュニケーションにおける多様なマルチモーダル情報交換のデータ収集を目的として、装着型のビデオカメラ、マイクロフォン、IDマーカ/トラッカ、据え置き型のビデオカメラ、IDマーカ/トラッカを備えたユビキタス・センサ・ルーム環境を設定して、人間同士の対面対話における音声言語情報だけでなく、表情、ジェスチャ、身体動作、視線など多様なマルチモーダル情報を統合的に収集・蓄積し、体験共有コミュニケーションの総合的な個人認知モデルの構築に必要なインタラクションモデル実験環境を構築した。収集したマルチモーダル対話コーパス・データに基づいて対話コミュニケーションにおける個人認知モデル構築の基礎となる分析を実施した。まずポスター展示発表という開放的環境における複数人数会話のデータに基づいて、音声データと装着カメラ映像との人手による分析を実施し、複数人数会話状況での会話への動的な参与構造の抽出が可能であるという見通しを得た。ポスター展示会場におけるインタラクション場面において、参加者が特定のポスター発表に外から加わり、対話の主導権をとる過程を、参加者の視線方向や発話の有無によって状態変化として捉えることができる。そのような分析の一例を図 5.4.2.1 に示す。

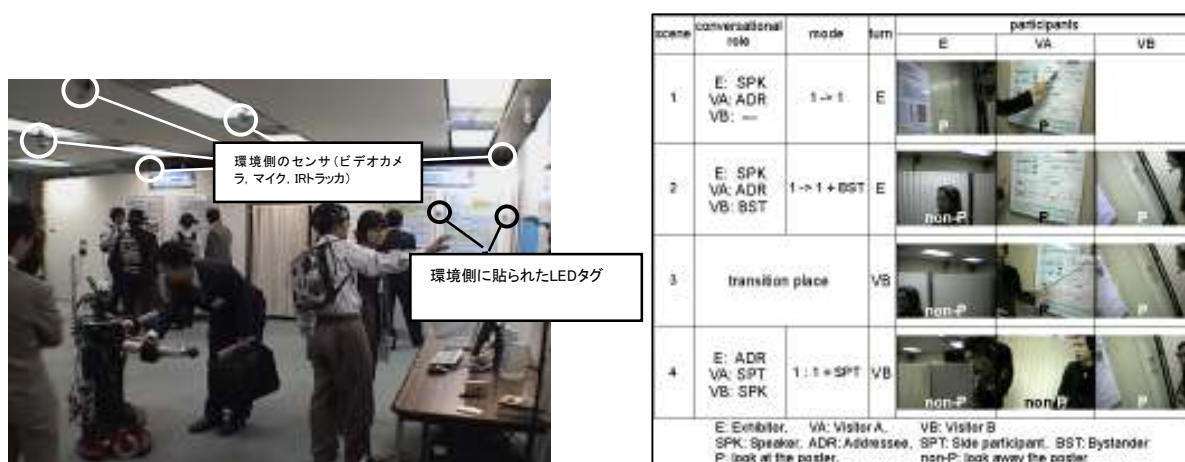


図 5.4.2.1 インタラクション構造分析の例

さらに、対話の音声に着目したインタラクション構造分析として、音声対話コーパスを用いてあいづち生起の分析を行い、インタラクション単位同定の手がかりとしてあいづち生起可能箇所を提案し、その有効性を確認した。体験共有コミュニケーションのインタラクション構造分析に関するこれらの研究成果について国内外の学会において発表した。

#### c. 共感の認知機構

ロボットやキャラクタ・エージェントなどの自律性を備えた協創パートナーは、メディアとのインタラクションを通じた新たな形の体験共有を可能とするインタラクション・メディア技術である。そのようなメディアとのインタラクションを利用した体験共有コミュニケーションを実現するためには、人間と協創パートナーとの間で共感的インタラクションを成立させることが必須となる。共感的インタラクションを実現するには、以下の2つの課題を解決する必要がある。

##### ・共感的インタラクションの実験的分析

インタラクションを規定する要因をパラメータとして制御可能な協創パートナーを構築し、共感的インタラクションの成立に関して人間とのインタラクションの実験的分析を行う。

##### ・共感的インタラクションパラメータの同定

人間と協創パートナーとのインタラクションの実験的分析を繰り返し、高い共感的インタラクションをもたらす要因を同定する。

これらの課題に対してこれまで試みられている方法は、基本的には、ひとつの協創パートナーシステムを試作し、その評価を行うというものであった。このような方法は、試作された協創パートナーシステム全体としての評価を行うため、協創パートナーのどの特徴が共感的インタラクションを引き起こすために寄与するのか同定するのが困難であった。

本研究課題では、人間と協創パートナーとの共感的インタラクションの成立要因の実験的分析を通じて、体験共有コミュニケーションの個人レベルの認知モデルの構築を進めることを目指し、人間と協創パートナーとの音声対話実験データを収集し、協創パートナーの音声韻律パラメータが人間の行動選択に影響を与える要因となることを明らかにする。実験的分析を遂行するために音声特徴および動作特徴を制御して提示するための研究機材を整備し、それらの機材を用いて、音声の韻律特徴を制御パラメータとして共感的インタラクションの予備的分析を実施し、その結果を学会発表した。図5.4.2.2に音声対話実験データ収集の状況を示す。

#### d. まとめ

体験共有コミュニケーションの個人認知モデルの研究項目においては、主に協調メディアの研究サブテーマと連携し、インタラクション・メディアを利用したコミュニ



ケーションデータの収集・蓄積を中心として研究開発を進めた。さらに収集したデータを用いて人間のコミュニケーション特性に関する予備的な分析を実施し、その有効性が確認できた。中間目標の達成に向けて研究開発は順調に進展している。今後もデータ収集・蓄積・分析を継続してデータの充実を図るとともに、分析結果を利用したモデル構築、およびインタラクション・メディア技術の基礎となるインタラクション・コーパスの仕様検討を進める。



図 5.4.2.2 共感の認知機構の音声対話実験

### 5-4-3 協調認知モデルの研究

#### a. はじめに

インタラクション・メディアを利用した体験共有コミュニケーションの個人レベルでの認知モデルを開発するために、ユビキタス・センサ・ルーム環境を利用したインタラクション構造分析、および協創パートナー対話環境を用いた共感の認知機構の実験的分析を進めた。

メディアを利用した体験の共有は、ネットワークを介したグループでの協調的活動やコミュニティの自発的創成・運用を通じて新しい社会的インタラクションの形態・文化を生み出す可能性を備えている。その一方で強力なメディア技術は悪用されると、一部の人々の搾取、操作、侵害につながる危険性をも秘めている。新しいインタラクション・メディアの導入が社会的インタラクションを通じた新しい知識・文化の創造へと結びつくようにするには、メディアを利用した人間のコミュニケーション行動のグループレベルでのダイナミクス・認知モデルを解明し、それに基づいてメディア技術の開発を進める必要がある。

体験共有コミュニケーションの協調認知モデルの研究では、インタラクション・メディアを利用した体験共有コミュニケーションの協調レベルに着目した認知モデルを開発するために、情報の感覚化に基づく協調創造活動支援およびコミュニティ知識の

構造化の研究開発を行う。

平成14年度は研究開発の第二年度として、初年度に導入した研究機材を用いて、認知モデルの構築の材料となるコミュニケーションデータの収集を具体的に開始するとともにコミュニケーションデータの試験的な分析を行い、分析手法の有効性の確認を進めた。

#### b. 情報の感覚化に基づく協調創造活動支援

メディアを利用した体験共有コミュニケーションでは、多様な感覚モダリティを利用した情報提示により、新しい協調創造活動が可能となる。そのためには以下の3つの課題を解決する必要がある。

- ・ 情報の感覚化提示インタフェースの構築  
視覚、聴覚あるいはその他の五感を利用した情報の感覚化提示に基づくインタフェースを提案する。
- ・ 情報の感覚化提示インタフェースを用いた協調創造活動の分析および評価  
インタフェースを協調創造活動支援ツールとして用いた人間の協調創造活動の過程の体系的分析を行い、それに基づいてツールの有効性を評価する。
- ・ 情報の感覚化提示インタフェースの備えるべき要件の明示化  
協調創造活動支援ツールの有効性を保証する情報の感覚化提示インタフェースの特徴を体系的に把握する。

これらの課題に対してこれまで試みられている方法は、基本的には芸術的表現を対象範囲とした新しいメディアアートの創作という形をとっていた。このような方法は、大半がそれぞれ完結したパフォーマンスの提示であり、協調創造活動の支援という観点は乏しかった。また、異なる作品間の体系的な比較が困難であり、そのため、協調創造活動の体系的な分析やインタフェースとしての要件の明示化は不可能であった。

本研究課題では、情報の感覚化に基づく協調創造活動支援ツールとして、昨今のタブレット PC や携帯電話における写真・地図情報利用の普及を考慮して、描画インタフェースを用いた図的コミュニケーションを領域として取り上げ、初年度に導入した共有電子白板実験環境を整備し、協調問題解決における図的コミュニケーションデータの収集を開始した。図 5.4.3.1 に図的コミュニケーションデータ収集実験環境を示す。さらに収集した図的コミュニケーションデータの分析を行い、即時的なフィードバックが円滑な協調に重要であること、図的情報と言語的情報との統合には並列統合の他に直列統合が存在するという新しい知見を得た。また、これらの分析結果に基づいて図的情報と言語的情報との統合の新しいコミュニケーションモデルの提案を行った。これらの研究成果について国内外で学会発表を行った。



図 5.4.3.1 体験共有コミュニケーションの図的コミュニケーションデータ  
収集実験環境

#### c. コミュニティ知識の構造化

インタラクション・メディア技術を利用した体験の共有は、ネットワークを介したコミュニティにおける社会的インタラクションを活性化し、あたらしい知識や文化の創造をもたらす可能性を持つ。そのような体験共有ネットワークコミュニティを実現するには、以下の3つの課題を解決する必要がある。

- コミュニティコミュニケーション支援インタラクション・メディアの構築  
ネットワークコミュニティにおけるコミュニケーションを支援するインタラクション・メディアを提案する。
- インタラクション・メディアを利用したコミュニティ活動の分析  
コミュニティコミュニケーション支援インタラクション・メディアを利用したコミュニティ活動を記録、分析し、評価する。
- 分析結果に基づくインタラクション・メディアの要件の明示化  
社会的インタラクションを活性化し新しいコミュニティ知識・文化の創造をもたらすために有効となるインタラクション・メディア技術の特徴を体系的に把握する。

これらの課題に対してこれまで試みられている方法は、基本的には上記課題の1番目のメディアに関する提案にとどまり、コミュニティ活動の分析やインタラクション・メディアの要件の明示化には至っていなかった。

本研究課題では、ネットワークコミュニティにおける人々のコミュニケーションを通じた知識の構造化過程の分析とモデル化を行うために、協創パートナーを人間のAvatar(分身)として用いるサイバーコミュニケーション環境 TelMeA(テルミア)の開発を進めた。さらに、グループ環境での社会的インタラクションの実践的分析を行う

ために、国立情報学研究所との協力の下で、遠隔教育を実践している NPO 団体の e-教室 における TelMeA の運用を開始した。図 5.4.3.2 に e-教室で運用中の TelMeA コミュニティシステムを示す。このような実践的な実験環境の整備により、現実のネットワーク教育の場でのメディア介在型の社会的・協調的コミュニケーション行動データの取得および分析が可能となる。これは、単なる実験室環境での知見にとどまらず現実的实践を踏まえたインタラクション・メディアの要件の明示化の推進という点で極めて重要である。将来、子供向けの体験共有システムや知育メディアシステムが導入される場合もこれらの運用経験が社会に受け入れられるシステム設計指針を与えるものと期待している。



図 5.4.3.2 e-教室で運用を開始した TelMeA コミュニティシステム

d. まとめ

体験共有コミュニケーションの協調認知モデルの研究項目においては、描画メディア、協創パートナー等のインタラクション・メディアを介在した人々の協調行動に関するコミュニケーションデータの収集・蓄積を中心として研究開発を進めた。収集したデータを用いて人間のコミュニケーション特性に関する予備的な分析を実施し、その有効性を確認した。中間目標の達成に向けて研究開発は順調に進展している。今後

もデータ収集・蓄積・分析を継続してデータの充実を図るとともに、インタラクション・メディア技術の基盤として、分析結果を利用したモデル構築・インタラクション・コーパスの仕様検討を進める。

#### 5-4-4 今後の予定

個人認知モデルの研究開発については、ユビキタス・センサ・ルーム環境を利用した開放環境における対面コミュニケーションの分析の基礎が確立できたので、今後は、協調メディアサブグループにおいて研究開発を進めている体験の自動要約技術と対面コミュニケーション分析との統合化を行い、ユビキタス環境における体験を表現するインタラクション・コーパスの仕様および抽出技術の研究開発に注力し、中間目標の達成を目指す。

協調認知モデルの研究開発については、描画メディアおよび協創パートナー等のインタラクション・メディアを介在した人間同士の協調行動のデータ収集・分析を発展させると同時に、デザイン・教育などの実際的応用場面でのインタラクション・メディア利用を想定した実験を実施し、体験共有コミュニケーションにおける協調認知過程の分析手法の提案、およびインタラクション・メディアの中核となるインタラクション・コーパスの基本仕様の検討を進め、中間目標の達成を目指す。

## 5-5 総括

以上説明してきたように、平成14年度は、中間目標の達成にむけて、各サブテーマの当初計画に基づいて、研究開発を計画通りに進めた。特に、体験共有コミュニケーションの実験環境として、全てのサブテーマが関係するユビキタス・センサ・ルームに環境センサ群、ウェアラブル・センサ群、ロボットなどの協創パートナーを設置した。画像、音声情報に限った範囲ではあるが、複数人の体験をデータ形式に自動変換すること、それらの要約情報をビデオ要約形式で自動的に表示することなどが可能であることを実験で確かめ、本研究課題の最終目標を達成するための第一歩を踏めた。また、これらの実験を通じて、各サブテーマについて、いくつかの課題とその対策も明らかになり、中間目標（平成15年度）達成する目処が立ってきた。

まず、3-2-2 に述べた中間目標（1）については、協創パートナーの基本機能はほぼ構築できた。今後は複数の協創パートナー同士が協調的にインタラク션을演出できることを確認し、中間目標を達成する。また、知育メディア環境についてはインターネット等から画像・音情報を対象に体感的な提示可能な Web 検索システム「SenseWeb」を開発した。今後はこれを発展させて、協創パートナーを用いて観測した体験データに対しても体感的に提示可能な知育メディア環境を構築して中間目標を達成する予定である。

また、中間目標（2）については、映像、視覚と音声を中心にした情報を用いて、展示会会場においてユーザの体験データを観測し、ユーザ ID、簡単な行動パターン、時間を自動的にインデキシングできる方法について、最初の成果が出た。今後は、人間の認知特性を考慮する体験共有コミュニケーションの知見や場所センサをとりいれて、この体験データについて、人、物、時間、場所に関する情報を自動的にインデキシングする方法を提案し、中間目標を達成する予定である。

ユビキタス・センサ・ルームについては、現段階でもイベント企画会社、各種機器製造メーカーなどから関心をもってもらっている。ユビキタス・ネットワーク技術は e-Japan、U-Japan 計画に盛り込まれ、ユビキタス・センサの超小型化、低廉化を目指す研究開発が急速に進んでいる。本研究開発課題でもこれらの動向を睨みながら、できるだけ早い時期にウェアラブル・センサなどの小型化を実現し、実用化を加速したい。

また、コミュニケーション・ロボットについても、幾つかの企業、大学から今回開発した、ビヘイビア（身体を伴うコミュニケーション動作）に関するソフトウェア環境「エピソード・エディタ」（5-1-3）に興味をもってもらっている。これらについても、早期に成果展開を実行したいと計画している。

最終的には収益見込みのあるシステムがいくつか見えてきているので、早期に成果展開できるものから、弊社技術リエゾンセンタを利用して次年度以降販売していきたい。

## 参考資料、参考文献

サブテーマの内容を詳細に知るために適当と思われる資料、文献を記載した。

### サブテーマ 1 (協調メディアの研究開発) 関連

- 坂本 竜基, 角 康之, 中尾 恵子, 間瀬 健二, 國藤 進: コミックダイアリ: 漫画表現を利用した経験や興味の伝達支援, 情報処理学会論文誌, Vol. 43, No. 12, pp. 3582-3595, 2002 年 12 月
- 松口 哲也, 角 康之, 間瀬 健二: Deciphering Interactions from LED ID Tracking Data, インタラクシオン 2003, 2003 年 2 月
- 伊藤 禎宣, 角 康之, 間瀬 健二: 赤外線 ID センサを用いた設置・着用型インタラクシオン記録装置, インタラクシオン 2003, 2003 年 2 月
- 角 康之, 伊藤 禎宣, 松口 哲也, Sidney FELS, 内海 章, 鈴木 紀子, 中原 淳, 岩澤 昭一郎, 小暮 潔, 間瀬 健二, 萩田 紀博: 複数センサ群による協調的なインタラクシオンの記録, インタラクシオン 2003, 2003 年 2 月
- 神田 崇行, 石黒 浩, 小野 哲雄, 今井 倫太, 間瀬 健二: Multi-robot Cooperation for Human-Robot Communication, IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication (ROMAN2002), 2002 年 9 月
- 今井 倫太, 神田 崇行, 小野 哲雄, 石黒 浩, 間瀬 健二: Robot Mediated Round Table: Analysis of the Effect of Robot's Gaze, IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication (ROMAN2002), 2002 年 9 月
- 神田 崇行, 石黒 浩, 小野 哲雄, 今井 倫太, 間瀬 健二: A constructive approach for developing interactive humanoid robots, IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, 2002 年 9 月
- 神田 崇行, 石黒 浩, 今井 倫太, 小野 哲雄: 人-ロボット相互作用における身体動作の数値解析- 協調的動作の重要性 -, インタラクシオン 2003, 2003 年 2 月
- 齊藤 応志 (金沢工業大), 米澤 朋子 (NTT), 間瀬 健二: Awareness Communications by Entertaining Toy Doll Agents, International Workshop on Entertainment Computing 2002, 2002 年 5 月
- 米澤 朋子 (NTT), 間瀬 健二: Musically Expressive Doll in Face-to-face Communication, The Fourth IEEE International Conference on MULTIMODAL INTERFACES, 2002 年 10 月
- 高田 司郎, 川戸 慎二郎, 間瀬 健二: Conversational Agent Who Achieves Tasks While Interacting with Humans Based on Scenarios, The 11th IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication, 2002 年 9 月
- 坂本 竜基, 角 康之, 中尾 恵子, 間瀬 健二, 國藤 進 (北陸先端大): コミックダイアリ: 漫画表現を利用した経験や興味の伝達支援, 情報処理学会論文誌, Vol. 43, No. 12, pp. 3582-3595, 2002 年 12 月
- 出山 敦祥, 中原 淳, 角 康之, 間瀬 健二: Chatty Agent - 電話対話に参加する社会的エージェント -, 情報処理学会 第 65 回全国大会, 2003 年 3 月

## サブテーマ2 (知育メディアの研究開発) 関連

- 中井 隆洋, 蓼沼 眞: 植物の線描画に対する印象分析, 映像情報メディア学会技術報告, HIR2003-80, 2003年3月
- 小林 裕一, 大谷 淳 (早大), 蓼沼 眞: Material Analysis for Texture Images Based on Frequency Analysis, International Workshop on Advanced Image Technology (IWAIT) 2003, 4-10, 2003年1月
- 前川 督雄, 西本 一志, 間瀬 健二, 蓼沼 眞: A Wireless, Networked Musical Environment Consisting of Wearable MIDI Instruments, IEEE 10th International Conference on Telecommunications (ICT2003), ISBN: 0-7803-7661-7, 2003年2月
- Rodney Berry, 蓼沼 眞: Augmented Reality for Music, International Computer Music Conference (ICMC) 2002, 2002年9月
- 蓼沼 眞, 前川 督雄, 井上 正之, 原田 育生 (NTT), 岩舘 祐一 (NHK), 柴 眞理子 (神大): 感性に適合したインタラクティブ・ダンスシステムの開発とそのイメージ伝達支援効果の検証, 日本 VR 学会論文誌, Vol.7, No.4, 2002年12月
- Roberto Lopez, Christa Sommerer, Laurent Mignonneau: Interfacing the Web: Multi-modal and Immersive Interaction with the Internet, International Society on Virtual Systems and Multimedia (VSMM) 2002, 2002年9月

## サブテーマ3 (五感メディアの研究開発) 関連

- Robert W. LINDEMAN, 柳田 康幸: Empirical Studies for Effective Near-Field Haptics in Virtual Environments, IEEE Virtual Reality 2003, 2003年3月
- 野間 春生, 柳田 康幸, 鉄谷 信二: ダブルコイル機構を用いたリニアアクチュエータ, 電子情報通信学会 MVE 研究会, 2002年11月
- 柿田 充弘, 柳田 康幸, 鉄谷 信二: 背中への分布型振動触覚を用いた文字情報の提示, 2003年電子情報通信学会総合大会, 2003年3月
- 柳田 康幸, 野間 春生, 伴野 明, 鉄谷 信二: 非装着かつ局所的な香り提示手法に関する検討, 電子情報通信学会 マルチメディア・仮想環境基礎研究会, 2002年11月
- 内海 章, 鉄谷 信二: Human Detection using Geometrical Pixel Value Structures, The 5th International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, 2002年5月
- 山添 大丈, 内海 章, 鉄谷 信二, 谷内田 正彦 (大阪大): 分散型人物追跡システムにおける多数カメラの位置・姿勢推定, 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2002), 2002年7月
- 内海 章, 鉄谷 信二, 猪木 誠二 (通信総研): 画像を用いた手と物体のインタラクションの検出, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2002, 2002年9月
- 川戸 慎二郎, 鉄谷 信二: Detection and Tracking of Eyes for Gaze-camera Control, International Conference on Vision Interface, 2002年5月



- Gert J. VAN TONDER (京都大), Michael J. LYONS, Yoshimichi EJIMA (京都大) : Multi-scale structure of visual figure and ground in Japanese dry landscape gardens, 25th European Conference on Visual Perception, 2002年8月

#### サブテーマ4 (体験共有コミュニケーションの研究開発) 関連

- 鈴木 紀子, 笥 一彦 (名古屋大), 竹内 勇剛, 岡田 美智男 : 非分節音を用いた人間-コンピュータ間の相互作用における発話速度の変化とその影響, ヒューマンインタフェース学会論文誌, 2003年2月
- 高橋 徹, 武田 英明 (国立情報学研究所) : Proposal of a Script Language for Embodied Conversational Agents as Asynchronous Conversational Media, The First International Joint Conference on Autonomous Agents & Multiagent Systems, 2002年7月
- 馬田 一郎, 片桐 恭弘, 下嶋 篤 : Graphically Speaking: Do Graphics Affect the Perspectives of Event Conceptualization?, The 24th Annual Meeting of the Cognitive Science Society, 2002年8月

(添付資料)

## 1 研究発表、講演、文献等一覧

研究発表は以下の階層での分類方法による。

- ・ 査読有、無
- ・ 国内・国際
- ・ 発表種別（学術論文、会議等）

査読有（国際）

発表種別	誌名、会議名	発表・著者名	タイトル	発表日 from	発表日 to
学術論文	Interacting with Computers	角 康之, 間瀬 健二	Conference Assistant System for Supporting Knowledge Sharing in Academic Communities	2002.5.1	
学術論文	LEONARDO Journal, MIT Press	Christa SOMMERER, Laurent MIGNONNEAU	Modeling the Emergence of Complexity: Complex Systems, the Origin of Life and Interactive On-Line Art	2002.6.1	
学術論文	Nature	Gert VAN TONDER (京都大), Michael J. LYONS, Yoshimichi EJIMA (京都大)	Visual Structure of a Japanese Zen garden	2002.9.26	
学術論文	PERVASIVE Computing	Seon-Woo LEE (Hallym Univ.), 間瀬 健二	Activity and Location Recognition Using Wearable Sensors	2002.9.30	
学術論文	International Journal of Human Computer Interaction	今井 倫太, 開 一夫, 宮里 勉, 中津 良平, 安西 祐一郎 (慶應義塾大)	Interaction with Robots: Physical Constraints on the Interpretation of Demonstrative Pronouns	2003.1.1	
本・雑誌	Web Intelligence Editors: Ning Zhong, Jiming Liu, Yiyu Yao Publisher: Springer	角 康之, 間瀬 健二	Communityware that facilitates knowledge interaction	2002.8.1	
会議	International Workshop on Graph Transformation and Visual Modeling Techniques	Nik SWOBODA, Gerard ALLWEIN (Indiana Univ.)	Using DAG Transformations to Verify Euler/Venn Homogeneous and Euler/Venn FOL Heterogeneous Rules of Inference	2002.10.11	2002.10.12
会議	The 16th British HCI Group Annual Conference, incorporating European Usability Professionals' Association Conference	Patrick GT HEALEY (Univ. London), Nik SWOBODA, James KING (Univ. London)	A Tool for Performing and Analysing Experiments on Graphical Communication	2002.9.2	2002.9.6
会議	The First European Workshop on "Diagrammatics and Design" (D&D 2002)	Nik SWOBODA, Gerard ALLWEIN (Indiana Univ.)	A Heterogeneous Euler/Venn and FOL Proof Writing and Verification System	2002.9.23	2002.9.24
会議	International Workshop on Entertainment Computing 2002.	齊藤 応志 (金沢工業大), 米澤 朋子 (NTT), 間瀬 健二	Awareness Communications by Entertaining Toy Doll Agents	2002.5.14	2002.5.17

会議	The Fourth IEEE International Conference on MULTIMODAL INTERFACES	米澤 朋子 (NTT), 間瀬 健二	Musically Expressive Doll in Face-to-face Communication	2002.10.14	2002.10.16
会議	International Symposium on Electronic Art	Rodney BERRY, 蓼沼 真, 牧野 真緒, 樋川 直人	Metaphors in the Mix	2002.10.27	2002.10.31
会議	5th Asia-Pacific Conference on Computer-Human Interaction (APCHI2002)	鈴木 紀子, 笈 一彦 (名古屋大), 竹内 勇剛, 岡田 美智男	Effects of speech-like sound speeds on computer-human interaction	2002.11.1	2002.11.4
会議	Diagrams 2002	馬田 一郎, 片桐 恭弘, 下嶋 篤	Movement Conceptualizations in Graphical Communication	2002.4.18	2002.4.20
会議	International Workshop on Entertainment Computing - Special Session on Mixed Reality	Rodney BERRY, Ivan POUPYREV (SONY CSL), Makoto TADENUMA, Nobuji TETSUTANI, Shigeo IMURA	Inside the Score - Music and Augmented Reality	2002.5.14	2002.5.17
会議	The 5th International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition	内海 章, 鉄谷 信二	Human Detection using Geometrical Pixel Value Structures	2002.5.20	2002.5.21
会議	International Conference on Vision Interface	川戸 慎二郎, 鉄谷 信二	Detection and Tracking of Eyes for Gaze-camera Control	2002.5.27	2002.5.29
会議	NICOGRAPH International 2002	Rodney BERRY, Makoto TADENUMA	The Augmented Composer- Manipulating Musical Space -	2002.5.29	2002.5.30
会議	The First International Joint Conference on Autonomous Agents & Multiagent Systems	高橋 徹, 武田 英明 (国立情報学研究所)	Proposal of a Script Language for Embodied Conversational Agents as Asynchronous Conversational Media	2002.7.15	2002.7.19
会議	AAMAS (Autonomous Agent & Multiagent System) 2002	新出 尚之 (奈良女子大), 高田 司郎	Deduction Systems for BDI Logics Using Sequent Calculus	2002.7.15	2002.7.19
会議	International Workshop on Embodied Agents: Let's Specify and Compare Them!	高橋 徹, 武田 英明 (国立情報学研究所), 片桐 恭弘	Script Language for Embodied Agents as Personal Conversational Media in Online Communities	2002.7.16	
会議	The eighth International Conference on Auditory Display	大橋 力 (千葉工業大), 河合 徳枝 (FAIS), 仁科 エミ (NIME), 八木 玲子 (総合研究大学院大学), 本田 学 (岡崎国立共同研究機構), 前川 督雄, 中村 聡 (PRESTO), 森本 雅子 (日本学術振興会), Keisho Sanada (Bosch Automotive Systems Corp.), Masami Toyoshima (四日市大)	Auditory Display for Deep Brain Activation: Hypersonic Effect	2002.7.2	2002.7.5
会議	SIGGRAPH 2002, ART PAPAERS	Rodney BERRY, Makoto TADENUMA	From Artificial Life to Augmented Reality "It's not about technology, it's about what technology is about"	2002.7.21	2002.7.26
会議	SIGGRAPH 2002, Sketches & Applications	Michael J. LYONS, Gert J. VAN TONDER (京都大), 鉄谷 信二, Ian SHORTREED	Calming Visual Spaces: Learning from Kyoto Zen Gardens	2002.7.21	2002.7.26
会議	Computational Logic in Multi-Agent Systems Workshop (CLIMA2002) affiliated with the International Conference on Logic Programming (ICLP2002)	新出 尚之 (奈良女子大学), 高田 司郎, 櫛 肅之 (NTT)	Deduction Systems for BDI Logics with Mental State Consistency	2002.8.1	

会議	Computational Logic in Multi-Agent Systems Workshop (CLIMA2002) affiliated with the International Conference on Logic Programming (ICLP2002)	樺 肅之 (NTT), 高田 司郎, 新出 尚之 (奈良女子大)	A Verification Method for a Commitment Strategy of the BDI Architecture	2002.8.1	
会議	International Conference on Pattern Recognition 2002	内海 章, 鉄谷 信二	Texture Adaptation for Human Tracking using Statistical Shape Mode	2002.8.11	2002.8.15
会議	25th European Conference on Visual Perception	Gert J. VAN TONDER (京都大), Michael J. LYONS, Yoshimichi EJIMA (京都大)	Multi-scale structure of visual figure and ground in Japanese dry landscape gardens	2002.8.25	2002.8.29
会議	The 24th Annual Meeting of the Cognitive Science Society	馬田 一郎, 片桐 恭弘, 下嶋 篤	Graphically Speaking: Do Graphics Affect the Perspectives of Event Conceptualization?	2002.8.8	2002.8.10
会議	Proc. Sixth International Conference on Knowledge-based Intelligent Information Engineering Systems and Allied Technologies (KES 2002)	伊藤 禎宣, 角 康之, 間瀬 健二, 國藤 進 (北陸先端大)	SmartCourier: Annotation Management Tool for Research Labs	2002.9.16	2002.9.18
会議	International Computer Music Conference	Rodney BERRY, Makoto TADENUMA	Augmented Reality for Music	2002.9.16	2002.9.21
会議	The 11th IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication	高田 司郎, 川戸 慎二郎, 間瀬 健二	Conversational Agent Who Achieves Tasks While Interacting with Humans Based on Scenarios	2002.9.25	2002.9.27
会議	VSMM 2002 International Society on Virtual Systems and Multimedia	Roberto LOPEZ-GULLIVER, Christa SOMMERER, Laurent MIGNONNEAU	"Interfacing the Web: Multi-modal and Immersive Interaction with the Internet"	2002.9.25	2002.9.27
会議	IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication (ROMAN2002)	神田 崇行, 石黒 浩, 小野 哲雄, 今井 倫太, 間瀬 健二	Multi-robot Cooperation for Human-Robot Communication	2002.9.25	2002.9.27
会議	IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication (ROMAN2002)	今井 倫太, 神田 崇行, 小野 哲雄, 石黒 浩, 間瀬 健二	Robot Mediated Round Table: Analysis of the Effect of Robot's Gaze	2002.9.25	2002.9.27
会議	UBICOMP 2002	角 康之, 坂本 竜基 (北陸先端大), 中尾 恵子, 間瀬 健二	ComicDiary: Representing Individual Experiences in a Comic	2002.9.29	2002.10.1
会議	International Workshop on Advanced Image Technology (IWAIT) 2003	中井 隆洋, 蓼沼 眞	Relationship between Impressions and Physical Quantities for Texture in Paintings	2003.1.21	2003.1.22
会議	International Workshop on Advanced Image Technology (IWAIT) 2003	山添 大文, 内海 章, 鉄谷 信二, 谷内田 正彦 (大阪大)	Appearance-Based Detection of Human Behavior using Texture Model Adaptation	2003.1.21	2003.1.22
会議	International Workshop on Advanced Image Technology (IWAIT) 2003	小林 裕一, 大谷 淳 (早稲田大), 蓼沼 眞	Material Analysis for Texture Images Based on Frequency Analysis	2003.1.21	2003.1.22
会議	ICT2003 IEEE 10th International Conference on Telecommunications	前川 督雄, 西本 一志, 間瀬 健二, 蓼沼 眞	A Wireless, Networked Musical Environment Consisting of Wearable MIDI Instruments	2003.2.23	2003.3.1
会議	IEEE Virtual Reality 2003	Robert W. LINDEMAN, 柳田 康幸	Empirical Studies for Effective Near-Field Haptics in Virtual Environments	2003.3.22	2003.3.26
会議	The 11th symposium on Haptic Interfaces for Virtual Environment and Teleoperator Systems (HAPTICS'03)	John M. Hollerbach (Utah Univ.), Damaso Checcacci (Sant'Anna School of Advanced Studies), 野間 春生, 柳田 康幸, 鉄谷 信二	Simulating Side Slopes on Locomotion Interface using Torso Forces	2003.3.22	2003.3.26

会議	IEEE Virtual Reality 2003	野間 春生, 柳田 康幸, 鉄谷 信二	The proactive Desk:A New Force Syetem for a Digital Dsk Usung a 2-DOF Linear Induction Motor	2003.3.22	2003.3.26
会議	IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems	神田 崇行, 石黒 浩, 小野 哲雄, 今井 倫太, 間瀬 健二	A constructive approach for developing interactive humanoid robots	2002.9.30	2002.10.4
会議	ICAT2002	前川 督雄, 西本 一志, 間瀬 健二, 夢沼 眞	A wireless-networked wearable musical instrument with which we can go to town	2002.12.4	2002.12.6
会議	WECOL 2002	原田なをみ	The State of Statives after Spell-Out	2002.11.1	2002.11.3
会議	LSA Annual Meeting	原田なをみ	Raising-to-Object is NOT an edge phenomenon	2003.1.2	2003.1.5
シンポジウム	Le Destillerie	Christa SOMMERER, Laurent MIGNONNEAU, Roberto LOPEZ-GULLIVER	Riding the Net	2002.9.19	2002.11.3

査読有 (国内)

発表種別	誌名、会議名	発表・著者名	タイトル	発表日 from	発表日 to
学術論文	情報処理学会論文誌	坂本 竜基 (北陸先端大), 角 康之, 中尾 恵子, 間瀬 健二, 國藤 進 (北陸先端大)	コミックダイアリ:漫画表現を利用した経験や興味の伝達支援	2002.12.1	
学術論文	人工知能学会論文誌	伊藤 禎宣, 角 康之, 間瀬 健二, 國藤 進 (北陸先端大)	SmartCourier:アノテーションを介した適応的情報共有環境	2002.5.1	
学術論文	人工知能学会誌	竹内 勇剛, 片桐 恭弘	Web 空間におけるエージェント間インタラクションによる社会ダイナミクス	2002.7.1	
学術論文	日本ロボット工業会機関誌「ロボット」	石黒 浩, 神田 崇行, 宮下 敬宏, 間瀬 健二	日常生活型ロボット Robovie	2002.7.1	
学術論文	情報処理学会論文誌:数理モデル化と応用	大音 真由美 (奈良女子大), 中條 拓伯 (東京農工大), 高田 司郎, 城 和貴 (奈良女子大)	量子コンピュータ実現に向けた量子命令セットについて	2002.9.1	
学術論文	コンピュータソフトウェア(日本ソフトウェア科学会)	新出 尚之 (奈良女子大), 高田 司郎, 攆 肅之 (NTT)	BDI Logic の sequent calculus による演繹体系	2002.9.1	
学術論文	日本ロボット学会誌	石黒 浩, 日浦 良太	コミュニケーション支援ロボットビジネス	2002.10.1	
学術論文	ヒューマンインタフェース学会論文誌	鈴木 紀子, 筧 一彦 (名古屋大), 竹内 勇剛, 岡田 美智男	非分節音を用いた人間-コンピュータ間の相互作用における発話速度の変化とその影響	2003.2.28	
学術論文	日本バーチャルリアリティ学会論文誌	夢沼 眞, 前川 督雄, 井上 正之(ATR/広島工業大), 原田 育生 (NTT), 岩館 裕一 (NHK), 柴真理子 (神戸大)	感性に適合したインタラクティブ・ダンスシステムの開発とそのイメージ伝達支援効果の検証	2002/12/31	
学術速報	映像情報メディア学会誌	中井 隆洋, 夢沼 眞	絵画におけるテキストの物理特性およびクラスタリング	2002.4.1	
会議	エージェント合同シンポジウム(JAWS2002)	高橋 徹, 片桐 恭弘	擬人化メディアを用いた非同期型オンラインコミュニティにおける社会的コミュニケーションの構造化	2002.11.13	2002.11.15
会議	エージェント合同シンポジウム(JAWS2002)	角 康之, 出山 敦祥, 間瀬 健二	電話対話に参加するパーソナルエージェント	2002.11.13	2002.11.15

会議	画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2002)	山添 大丈, 内海 章, 鉄谷 信二, 谷内田 正彦 (大阪大)	分散型人物追跡システムにおける多数カメラの位置・姿勢推定	2002.7.30	2002.8.1
会議	第10回社会言語科学会年次研究大会	野口 広彰, 片桐 恭弘	あいづちが生起する環境に見られる聞き手の振舞い	2002.9.21	2002.9.22
会議	FIT(情報科学技術フォーラム)2002	小林 裕一, 大谷 淳 (早稲田大学), 蓼沼 眞	3D テクスチャ画像の材質感解析	2002.9.25	2002.9.28
会議	Entertainment Computing 2003 (EC2003)	西本 一志, 前川 督雄, 辻 晴, 間瀬 健二, 蓼沼 眞	装着型楽器 CosTune による「行きずりセッション」の実現	2003.1.13	2003.1.15
会議	インタラクショナル 2003	松口 哲也, 角 康之, 間瀬 健二	Deciphering Interactions from LED ID Tracking Data	2003.2.27	2003.2.28
会議	インタラクショナル 2003	吉田 俊介, 柿田 充弘, 野間 春生, 鉄谷 信二	Proactive Desk: 力覚提示が可能なデスクトップ操作環境	2003.2.27	2003.2.28
会議	インタラクショナル 2003	伊藤 禎宣, 角 康之, 間瀬 健二	赤外線 ID センサを用いた設置・着用型インタラクショナル記録装置	2003.2.27	2003.2.28
会議	インタラクショナル 2003	角 康之, 伊藤 禎宣, 松口 哲也, Sidney FELLS, 内海 章, 鈴木 紀子, 中原 淳, 岩澤 昭一郎, 小暮 潔, 間瀬 健二, 萩田 紀博	複数センサ群による協調的なインタラクショナルの記録	2003.2.27	2003.2.28
会議	インタラクショナル 2003	神田 崇行, 石黒 浩, 今井 倫太, 小野 哲雄	人-ロボット相互作用における身体動作の数値解析 - 協調的動作の重要性 -	2003.2.27	2003.2.28
会議	情報処理学会第65回全国大会	高橋 徹, 片桐 恭弘	TelMeA2002: 擬人化メディアを用いた非同期型オンラインコミュニティシステム	2003.3.25	2003.3.27

査読無 (国際)

発表種別	誌名、会議名	発表・著者名	タイトル	発表日 from	発表日 to
学術論文	CIA2002, LNAI2446 (Editors: M. Klush, et. al.)	間瀬 健二	Intelligent Interfaces for Information Agents: Systems, Experiences, Future Challenges	2002.9.18	2002.9.20
学術論文	Systems and Computers in Japan	角 康之, 間瀬 健二	AgentSalon: Facilitating face-to-face knowledge exchange by conversations of personal agents	2003.3.31	
本・雑誌	Pour La Science	Michael LYONS, Gert VAN TONDER (京都大)	Le squelette du jardin	2002.12.1	
本・雑誌	Pour La Science	Michael LYONS, Ruth CAMPBELL (Univ. College London)	Les Masques No	2003.1.1	
本・雑誌	Chance Discovery - Foundation and Applications -	角 康之, 間瀬 健二	Enhancing Daily Conversations	2003.3.1	
本・雑誌	ATR UpDate	萩田 紀博	Creating Media for Co-Experience via the Internet	2002.4.1	
会議	International Symposium on the Socio-Cultural Foundations of Cognition	Michael LYONS, Gert VAN TONDER (京都大), Yoshimichi EJIMA (京都大)	Visual structure of karesansui gardens	2002.12.14	2002.12.15

会議	Conference on Creating, Connecting and Collaborating through Computing (C 5)	野間 春生, 佐々本 博和 (大阪大), 伊藤 雄一 (大阪大), 北村 喜文(大阪大), 岸野 文郎 (大阪大), 鉄谷 信二	Computer learning system for pre-school-age children based on a haptized model railway	2003.1.31	
講演	第2回日米先端工学シンポジウム(JEFoE)	間瀬 健二	社会情報基盤を支えるユビキタスインタフェース	2002.10.24	2002.10.26
講演	Future of AI Workshop	角 康之	Capturing, Processing, and Exchanging Interactions Situated in the Real-World	2002.12.13	
シンポジウム	"The Art of Immersion" (Cave Festival)	Christa SOMMERER, Laurent MIGNONNEAU, Roberto LOPEZ-GULLIVER	The Living Web	2002.6.1	2006.6.21

査読無 (国内)

発表種別	誌名、会議名	発表・著者名	タイトル	発表日 from	発表日 to
レビュー等	映像情報メディア学会誌	岡田 美智男	ペットエージェント	2002.5.15	
レビュー等	日本バーチャルリアリティ学会誌	鉄谷 信二	ATR メディア情報科学研究所における五感メディアの研究	2002.9.1	
レビュー等	ヒューマンインタフェース学会誌	岡田 美智男, 田淵 仁浩 (NEC), 西田 正吾 (大阪大学), 矢島 敬士 (日立製作所)	CSCW とコミュニティウェア研究開発の視点から	2002.9.15	
レビュー等	ヒューマンインタフェース学会誌	岡田美智男	創造活動支援のためのヒューマンインタフェース	2002/11/15	
レビュー等	システム／制御／情報	柳田 康幸	テレイグジスタンス視覚系の最近の研究動向	2002.12.1	
レビュー等	画像電子学会誌	柳田 康幸	バーチャルリアリティのインターフェース	2002.12.1	
レビュー等	映像情報メディア学会誌	神田 崇行, 石黒 浩, 小暮 潔	人とロボットとのコミュニケーション技術	2003/1/1	2003/1/31
本・雑誌	モバイル総覧／(株) シーメディア	間瀬 健二	4. ヒューマンインタフェース	2002.12.1	
本・雑誌	西田豊明編「エージェントと創るインタラクティブネットワーク」	間瀬 健二, 角 康之	インタフェースエージェントとは; インタフェースエージェントの適用例; 社会性と行動記録の知識を使ったコミュニケーションの仲介	2002.12.1	
本・雑誌	「発達」ミネルバ書房	岡田 美智男	ロボットの内なる視点から「発達」を考える	2002.5.15	
本・雑誌	山田 誠二, 北村 泰彦 (編)「情報社会とデジタルコミュニティ」東京電機大学出版局	角 康之	インターネットとデジタルミュージアム	2002.7.20	
本・雑誌	「メディア心理学入門」学文社	岡田 美智男	ロボットのデザイン	2002.8.30	
研究会	画像電子学会大 198 回研究会	千田 康隆, 川戸 慎二郎, 鉄谷 信二, 山内 寛紀 (立命館大)	2 段階のテンプレートを用いた顔検出手法の検討	2002.11.22	
研究会	画像電子学会第 198 回研究会	内海 章, 鉄谷 信二, 猪木 誠二 (CRL)	見え方モデルに基づく人の行動認識	2002.11.22	

研究会	システム制御情報学会 システムインテグレーション部門講演会 (SI2002)	内海 章, 鉄谷 信二, 猪木 誠二 (CRL)	手を使ったインタラクション検出のための3次元ビジョンシステム	2002.12.19	2002.12.21
研究会	2002年日本音響学会関西支部若手研究者交流研究発表会	坊農真弓	話し言葉におけるアクセントとイントネーションの関係ー応答詞「うん」と「そう」の観察から	2002.12.9	
研究会	電子情報通信学会画像工学研究会 信学技報	内海 章, 鉄谷 信二, 猪木 誠二 (CRL)	画素値分布特徴を用いた手の検出処理	2002.4.18	2002.4.19
研究会	情報処理学会 第98回ヒューマンインタフェース研究会	鉄谷 信二, 野間 春生, 柳田 康幸, 杉原 敏昭, 内海 章, 川戸 慎二郎, 萩田 紀博	体験 Web と五感メディア	2002.5.17	2002.5.17
研究会	情報処理学会 音声言語情報処理研究会	高田 司郎, 山口 毅 (ATR 開発センタ), 河原 達也 (京都大学), 間瀬 健二	シナリオ記述を状況に依存して実行する対話エージェントのアーキテクチャ	2002.5.23	2002.5.24
研究会	ヒューマンインタフェースシンポジウム 2002	内海 章, 鉄谷 信二, 猪木 誠二 (通信総研)	画像を用いた手と物体のインタラクションの検出	2002.9.1	2002.9.3
研究会	情報処理学会 第100回ヒューマンインタフェース研究会	角 康之	実世界コンテキストに埋めこまれたコミュニティウェア	2002.9.20	2002.9.21
研究会	人工知能学会 第49回人工知能基礎論研究会	角 康之, 間瀬 健二	協創パートナーとインタラクションコーパスの研究	2002.9.5	
研究会	情報処理学会 第102回ヒューマンインタフェース研究会	松口 哲也, 角 康之, 間瀬 健二	Deciphering Interactions from Spatio-Temporal Data	2003.1.30	2003.1.31
研究会	電子情報通信学会 PRMU 研究会	川戸 慎二郎, 千田 康隆, 鉄谷 信二	SSR フィルターを用いた眉間の検出	2003.2.20	2003.2.21
研究会	情報処理学会音楽情報科学研究会/日本音響学会音楽音響研究会	前川 督雄, 蓼沼 眞, 萩田 紀博	非西欧音楽スタイルに学ぶ音楽知育メディアの試み	2003.2.21	2003.2.22
研究会	電子情報通信学会 思考と言語研究会/言語理解とコミュニケーション研究会	鈴木 雅実, 小林 裕一, 中井 隆洋, 萩田 紀博	マルチメディア俳句による共感度の増幅効果についてー印象評価実験に基づく予備検討ー	2003.3.6	2003.3.7
研究会	電子情報通信学会 2003年3月研究会	萩田 紀博	インタラクション・メディアとしての文字・文書に対する認識・理解研究とは	2003.3.13	
研究会	電子情報通信学会 画像工学研究会 信学技報	川戸 慎二郎, 鉄谷 信二	鼻位置の検出とリアルタイム追跡	2003.3.14	
研究会	情報処理学会関西支部大会環境知能研究会	小暮 潔, 石黒 浩, 萩田 紀博	ATR 知能ロボティクス研究所におけるロボット研究	2002/11/1	2002/11/1
研究会	情報処理学会関西支部大会環境知能研究会	神田 崇行, 石黒 浩, 今井 倫太, 小野 哲雄	人ーロボット相互作用における協調的動作の分析	2002/11/1	2002/11/1
研究会	情報処理学会関西支部大会・環境知能研究会	平野 貴幸, 神田 崇行, 石黒 浩, 小暮 潔	無線タグを用いた個人識別に基づく人ーロボット相互作用の実現	2002/11/1	2002/11/1
研究会	電子情報通信学会 マルチメディア・仮想環境基礎研究会	柳田 康幸, 野間 春生, 伴野 明, 鉄谷 信二	非装着かつ局所的な香り提示手法に関する検討	2002.11.14	2002.11.15
研究会	電子情報通信学会 MVE 研究会	野間 春生, 柳田 康幸, 鉄谷 信二	ダブルコイル機構を用いたリニアアクチュエータ	2002.11.14	2002.11.15
研究会	情報処理学会「人文科学とコンピュータ」研究会	鈴木 雅実, 片桐 恭弘, 萩田 紀博	コミュニケーション・メディアとしての俳句を通じた共感形成に関する一検討	2002.11.15	2002.11.15



研究会	AI チャレンジ研究会	神田 崇行, 石黒 浩, 今井 倫太, 小野 哲雄	身体動作に基づく人ロボット対話の解析 -主観的評価・性格との関係-	2002/11/22	2002/11/22
研究会	音響学会関西支部若手研究者交流研究発表会	藤井 洋之, 岡田 美智雄	韻律的インタラクションにおける関係形成	2002/12/9	研究会
研究会	映像情報メディア学会 メディア工学研究会	小林 裕一, 大谷 淳 (早稲田大学), 蓼沼 眞	周波数解析に基づいたテクスチャ画像の材質感解析手法の検討	2002.10.31	2002.11.1
研究会	映像情報メディア学会 メディア工学・映像表現合同研究会	中井 隆洋, 蓼沼 眞	絵画におけるテクスチャの物理量と印象との関係	2002.5.24	
研究会	言語研究会	馬田 一郎, 片桐 恭弘, 下嶋 篤	図形コミュニケーションにおける言語使用について	2002.6.28	
研究会	映像情報メディア学会技術報告 メディア工学研究会/電子情報通信学会 コミュニケーションクオリティ研究会	蓼沼 眞, 井上 正之, 樋川 直人, 牧野 真緒, 原田 育生 (NTT), 岩館 祐一 (NHK), 柴 眞理子 (神戸大)	ダンスにおける背景映像・音楽のイメージ伝達支援効果	2002.7.11	2002.7.12
研究会	電子情報通信学会研究会	藪田 洋平 (静岡大), 鈴木 紀子, 竹内 勇剛 (静岡大), 片桐 恭弘	人間の行動に作用するメディアを介した音声の韻律	2003.1.24	2003.1.25
研究会	ヒューマンインターフェース研究会 (SIG-HI)	平野 貴幸, 神田 崇行, 石黒 浩	日常社会で活動するコミュニケーションロボットを目指して	2003/1/30	2003/1/31
研究会	第 37 回人工知能学会 音声・言語理解と対話処理研究会 (JSAI SIG-SLUD)	坊農 真弓, 鈴木 紀子, 片桐 恭弘	視野画像を用いた参与構造の解析	2003.3.7	2003.3.8
研究会	画像電子学会 第 200 回研究会	小林 裕一, 鈴木 雅実, 中井 隆洋, 萩田 紀博	俳画 CG 作品の印象評価と色彩分布特徴の比較 -印象評価実験に基づいた予備的検討-	2003.3.10	2003.3.11
研究会	ことば工学研究会	鈴木 雅実	俳句のコミュニケーション・メディアとしての可能性について	2003.3.14	2003.3.15
研究会	映像情報メディア学会ヒューマンインフォメーション研究会	中井 隆洋, 蓼沼 眞	植物の線描画に対する印象分析	2003.3.19	2003.3.20
会議	日本ロボット学会創立 20 周年記念学術講演会	宮下 敬宏, 石黒 浩 (和歌山大)	同軸2輪倒立振り型ヒューマノイドの多自由度制御	2002.10.12	2002.10.14
会議	高臨場感ディスプレイフォーラム	鉄谷 信二, 萩田 紀博	体験 Web のための五感メディア技術	2002.11.13	2002.11.13
会議	計測自動制御学会 第3回システムインテグレーション部門講演会 (SI2002)	桑原 教彰, 野間 春生, 鉄谷 信二, 萩田 紀博, 小暮 潔, 伊関 洋 (東京女子医大)	ウェアラブルセンサによる看護業務の自動行動計測の提案	2002.12.19	2002.12.21
会議	計測自動制御学会 第3回システムインテグレーション部門講演会 (SI2002)	柳田 康幸, 野間 春生, Robert W. Lindeman, 鉄谷 信二	背中への分布型振動触覚を利用した情報伝達	2002.12.19	2002.12.21
会議	計測自動制御学会 第3回システムインテグレーション部門講演会 (SI2002)	神田 崇行, 石黒 浩, 今井 倫太, 小野 哲雄	人間とコミュニケーションできるロボットを目指して -身体動作の数値解析アプローチ-	2002/12/19	2002/12/21
会議	計測自動制御学会 第3回システムインテグレーション部門講演会	宮下 敬宏, 石黒 浩	人間との相互作用を考慮した同軸2輪型ヒューマノイドの行動生成	2002/12/19	2002/12/21
会議	第 16 回人工知能学会全国大会	角 康之, 間瀬 健二, 萩田 紀博	人と人工物の共生を実現するためのインタラクション・コーパス	2002.5.28	2002.5.31
会議	第 16 回人工知能学会全国大会	高田 司郎, 川戸 慎二郎, 間瀬 健二	利用者と協調して写真を撮る対話エージェント	2002.5.29	2002.5.31

会議	第 16 回人工知能学会全国大会	高田 司郎, 原田 育生, 山口 毅 (ATR 開発センタ), 河原 達也 (京都大学), 古城戸 新吾 (ATR 開発センタ), 中津 良平 (ATR 企画部)	ブランチ記述を用いた音声対話エージェントのアーキテクチャ	2002.5.29	2002.5.31
会議	第 16 回人工知能学会全国大会	高橋 徹, 武田 英明 (国立情報学研究所), 片桐 恭弘	オンラインコミュニティによる知識構造化のためのスクリプト言語の提案	2002.5.29	2002.5.31
会議	日本機械学会 ロボティクスメカトロニクス部門 ロボティクス・メカトロニクス講演会 2002	上坂 純一 (筑波大), 小山 慎 (筑波大), 葛岡 英明 (筑波大), 野間 春生, 鉄谷 信二	コミュニケーションメディアとしてのロボットに関する研究	2002.6.7	2002.6.9
会議	日本認知科学会 第 19 回大会	馬田 一郎・片桐 恭弘・下嶋 篤	図形コミュニケーションにおける移動の概念化について	2002.6.14	2002.6.16
会議	3 次元画像コンファレンス 2002	柳田 康幸, 鉄谷 信二	テレイグジスタンス望遠鏡の提案	2002.7.4	2002.7.5
会議	ヒューマンインタフェースシンポジウム 2002	鈴木 紀子, 竹内 勇剛, 片桐 恭弘	音声の韻律が人間の行動と印象形成に及ぼす影響	2002.9.1	2002.9.3
会議	ヒューマンインタフェースシンポジウム 2002	角 康之, 間瀬 健二	インタラクション・コーパス構築の試みとしてのミーティング・キャプチャ	2002.9.1	2002.9.3
会議	ヒューマンインタフェースシンポジウム 2002	山添 大丈, 内海 章, 鉄谷 信二, 谷内田 正彦 (大阪大)	ユーザの見え方モデルに基づく能動型インタフェースの検討	2002.9.1	2002.9.3
会議	日本ソフトウェア科学会第 19 回大会(2002 年度)	新出 尚之 (奈良女子大), 高田 司郎, 櫛 肅之 (NTT)	相互信念と協調行為を扱うための演繹体系	2002.9.11	2002.9.13
会議	日本バーチャルリアリティ学会 第7回大会	野間 春生, 柳田 康幸, 鉄谷 信二	二次元リアモータによるバーチャルデスクトップ用の力覚提示装置の開発	2002.9.18	2002.9.20
会議	社会言語科学会 第 10 回年次研究大会	坊農 真弓・片桐 恭弘	コミュニケーションチャネルと談話構造	2002.9.21	2002.9.22
会議	2002 言語コミュニケーション研究ワークショップ	野口 広彰	あいづちが生起する環境に見られる聞き手の振舞い	2002.12.6	2002.12.7
会議	第 7 回若手研究者交流会	宮下 敬宏	多自由度ロボットの動かし方 -- 実例に基づくロボット制御手法の紹介 --	2003/1/23	2003/1/23
会議	2003 年電子情報通信学会総合大会	吉田 俊介, 野間 春生, 鉄谷 信二	Proactive Desk: リニア誘導モータを用いた力覚提示が可能な電子机	2003.3.19	2003.3.22
会議	2003 年電子情報通信学会総合大会	山添 大丈, 内海 章, 鉄谷 信二, 谷内田 正彦 (大阪大)	多視点システムのための分散型カメラ位置・姿勢推定手法の検討	2003.3.19	2003.3.22
会議	2003 年電子情報通信学会総合大会	角 康之	ユビキタス環境による実世界インタラクションの記録	2003.3.19	2003.3.22
会議	2003 年電子情報通信学会総合大会	柿田 充弘, 柳田 康幸, 鉄谷 信二	背中への分布型振動触覚を用いた文字情報の提示	2003.3.19	2003.3.22
会議	阪大 FRC 「ロボカップ・ヒューマノイドリーグへの挑戦」シンポジウム	神田 崇行	日常活動型ロボット Robovie	2003/3/14	
会議	情報処理学会 第 65 回全国大会	出山 敦祥, 中原 淳, 角 康之, 間瀬 健二	Chatty Agent - 電話対話に参加する社会的エージェント -	2003.3.25	2003.3.27
会議	情報処理学会 第 65 回全国大会 特別トラック(T7)「バーチャルヒューマン」	坊農 真弓, 鈴木 紀子, 片桐 恭弘	ユビキタスセンサによるインタラクション・コーパスの収集とインタラクション分析への応用	2003.3.25	2003.3.27

講演	NICOGRAPH2002	間瀬 健二	創造性支援とインタラクティブ・アート	2002.10.25	
講演	日本学会議 科学教育研究連絡委員会および獣医学研究連絡委員会主催シンポジウム	岡田 美智男	発達の関係論的な視点から見たロボットと子どもたちとの関わり	2002/10/29	
講演	追手門大学ビジネスセミナー	藤井 洋之	モノ作りにおける関係論的な視点	2002/10/30	
講演	第43回人工知能セミナー	角 康之	コミュニティの知識創造支援	2002.11.11	
講演	JEITA	間瀬 健二	社会情報基盤を支えるユビキタスインタフェース	2002.11.18	
講演	文部科学省メディア教育開発センター主催「デジタル情報テクノロジーの教育応用研究開発」研究会	岡田 美智男	パーソナルロボットの教育応用について		
講演	平成14年度 情報処理学会東海支部	間瀬 健二	社会情報基盤を支えるユビキタスインタフェース	2002.11.26	
講演	自動車技術会エレクトロニクス部門委員会講演	岡田 美智男	人とロボットとの関わりにおける関係論的アプローチ	2002/11/29	
講演	ITS 情報通信システムシンポジウム	萩田 紀博	コミュニケーションロボットとITS	2002.6.11	2002.6.11
講演	第1回産学官連携推進会議 ワークショップ	萩田 紀博	超高速知能ネットワーク社会に向けた新しいインタラクション・メディアの研究開発の最新成果	2002.6.15	2002.6.15
講演	平成14年度東海情報通信懇談会 情報通信部会講演会	萩田 紀博	ATRにおけるネットワークロボット研究の最前線	2003/2/28	
講演	2002年度龍谷大学ハイテクリサーチセンター第2プロジェクト研究成果報告・講演会	萩田 紀博	ATRにおけるパートナー・メディアによる体験共有コミュニケーション研究の最前線	2003.3.7	
講演	話し言葉コーパス研究会	坊農 真弓	プロソディからみた「うん」と「そう」	2003.3.17	
講演	関西次世代ロボットフォーラム	萩田 紀博	ATRにおけるコミュニケーション・ロボットの研究開発	2003/3/24	
シンポジウム	ATR 研究発表会 2002	萩田 紀博	体験共有コミュニケーションの研究開発 -新しいインタラクション・メディアを求めて-	2002.11.7	
シンポジウム	ROBOTREX 2002	石黒 浩, 宮下 敬宏, 神田 崇行	「ロボビー」	2002.6.20	2002.6.23
シンポジウム	Keihanna Media Festival	Rodney Berry, 蓼沼 眞, 樋川 直人, 牧野 真緒	The Elements - from The Book of Mirrors	2002.8.29	2002.8.31
シンポジウム	公開シンポジウム「ヒトとロボット: 共同性とその発達の起源を探る」	神田 崇行, 石黒 浩	構成的アプローチによる社会的ロボット: Robovie と小学生との長期的相互作用	2003/3/15	