

平成13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 新しいインタラクション・メディアの研究開発

目 次

- 1 研究開発課題の背景
- 2 研究開発分野の現状
- 3 研究開発の全体計画
 - 3-1 研究開発課題の概要
 - 3-1-1 協調メディアの研究開発
 - 3-1-2 知育メディアの研究開発
 - 3-1-3 五感メディアの研究開発
 - 3-1-4 体験共有コミュニケーションの研究開発
 - 3-2 研究開発目標
 - 3-2-1 最終目標
 - 3-2-1-1 協調メディアの研究開発
 - 3-2-1-2 知育メディアの研究開発
 - 3-2-1-3 五感メディアの研究開発
 - 3-2-1-4 体験共有コミュニケーションの研究開発
 - 3-2-2 中間目標
 - 3-2-2-1 協調メディアの研究開発
 - 3-2-2-2 知育メディアの研究開発
 - 3-2-2-3 五感メディアの研究開発
 - 3-2-2-4 体験共有コミュニケーションの研究開発
 - 3-3 研究開発の年度別計画
 - 3-4 研究開発体制（平成13年度）
 - 3-4-1 研究開発管理体制
 - 3-4-2 研究開発実施体制
- 4 研究開発の概要（平成13年度）
 - 4-1 研究開発実施計画
 - 4-1-1 研究開発の計画内容
 - 4-1-2 研究開発課題実施計画
 - 4-2 研究開発の実施内容
 - 4-2-1 協調メディアの研究開発
 - 4-2-2 知育メディアの研究開発
 - 4-2-3 五感メディアの研究開発
 - 4-2-4 体験共有コミュニケーションの研究開発

5 研究開発実施状況（平成13年度）

5-1 協調メディアの研究開発

- 5-1-1 序論
- 5-1-2 インタラクション・コーパスの研究
- 5-1-3 コミュニケーション・ロボットの研究
- 5-1-4 体験演出の研究
- 5-1-5 今後の予定

5-2 知育メディアの研究開発

- 5-2-1 序論
- 5-2-2 画像・映像制作に対する知育環境の構築
- 5-2-3 楽曲の創作・演奏に対する知育環境の構築
- 5-2-4 ダンスによる身体表現に対する知育環境の構築
- 5-2-5 情報授受能力に対する知育環境の構築

5-3 五感メディアの研究開発

- 5-3-1 序論
- 5-3-2 人物行動の認識・理解
- 5-3-3 人物の動き計測
- 5-3-4 歩行感覚提示
- 5-3-5 力覚および温湿風環境構築
- 5-3-6 五感メディアのまとめ

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
- 5-4-2 体験共有コミュニケーションの個人認知モデルの研究
- 5-4-3 体験共有コミュニケーションの協調認知モデルの研究
- 5-4-4 今後の課題

5-5 総括

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、本研究がめざ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を整えば、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。この研究方針にたって、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。これらの結果に基づき、本研究課題に関連する分野の開発状況を以下に示す。

（関連分野については、3章以降で設定したサブテーマごとにまとめて記す。）

（1） 協調メディアに関連する分野の現状

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、生理センサーや装着型センサー技術の発展により、ウェアラブルコンピュータの研究プロジェクトの一貫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。ユビキタスセンサーラ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。

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ExTempo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、実世界における演出という本研究課題のユニークなテーマの追究にとって参考になる点もある。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。

（2） 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

題がめざしているような、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、作曲家や演奏者の癖や特徴を把握して、その作曲家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、本研究課題がめざしているような、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、本研究課題がめざしているような、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。

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、MITのAI研の「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、本研究課題がめざしているような、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。この研究の推進に関しては、学習過程についての知見を多く有する立命館大学等との協力関係を構築すべく交渉を進めている。また、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、先進的な人工現実感提示装置を有するドイツのFraunhofer研究所が、当該装置に本研究で開発している制御技術を搭載することで、より効果的な支援環境を実現できるのではないかと打診してきており、同社と協力関係を構築すべく交渉を進めている。

(3) 五感メディアに関連する分野の現状

体験を採取する入力系において、まず入力対象となる人物の動きに関しては、大学などの研究機関で要素技術の研究が進められている。現状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。本研究課題では、非同期で処理を行うことで、これを実現する可能性を有している。また、人物の抽出に関しては、現在主流となっている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。本研究課題では、その問題点を解決するために、統計的な処理を用いてモデル化する方法の検討を進めている。

データを体感として提示する出力系において、まず歩行装置に関しては、直線方向の移動が可能なベルト式歩行の研究開発がほとんどであり、任意方向への歩行可能な検討はなされていない。また、直接的に力覚を与える方法としては、指示棒、人工筋肉を利用したものがあるが、利用方法に制限があり、新たな取り組みが必要となっている。間接刺激としての温湿風空間の再現に関しては、現状では恒温槽の閉じた空間に限られており、オ

オープンな環境での再現はなされていない。香りに関しては、成分の研究や香りを噴出する程度のものはすでに存在するが、個人に個別に提供する方法および提供後の脱臭方法についての研究はなされていない。

(4) 体験共有コミュニケーションに関連する分野の現状

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めざしている。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課題と類似しているが、本研究課題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・モデル化をめざしている。

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めざしている。描画の果たす機能に着目する点で本研究課題と類似しているが、本研究課題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た。

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めざす。

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、以下に示す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。すなわち本研究課題は、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、要素技術を確立し、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あ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、遠隔センサーでは、情動などを観測することが非常に困難である。また、一個のセンサーをみても、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ーを協調させて体験を観測することをめざす。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、センサー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、センサー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、センサー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ー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とする。

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ーの利用により、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ー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ー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めざす。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めざす。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めざす。

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・生体・身体情報の特定

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、直接の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・生体・身体情報を特定する。

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ーを利用する。

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。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」、「インタラクション・メディアの評価手法」の3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

人間がグループで協調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、その背後にある個人の認知プロセスの計算モデルを構築する。そして、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実時間特性に着目し、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・コーパスからの知識構造抽出手法、協創エージェントの制御技術、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

協調メディア技術における協創パートナーを利用して、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、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。

また、他者に対する親近感・信頼感、集団に対する帰属意識・文化的規範、目標達成への義務感などの社会的感情が、体験共有コミュニケーションにおいて果たす機能を社会心理学的手法によって分析し、その結果に基づいて、体験Web技術に関する要求仕様の定式化を行う。さらに、進化社会心理学的手法を用いて、サイバー社会集団のダイナミクスのシミュレーションを行い、グループ知やグループ感性の創発に關与する社会的インタラクション・パラメータを数学的にモデル化し、サイバー社会設計論を構築する。

3-2 研究開発目標

3-2-1 最終目標（平成18年3月末）

- (1) 五感・生体・身体情報を統合的に用いて、インターネットを介して、ユーザの体験を追体験できるプロトタイプを構築すること。
- (2) 子供が専門家の技能を体験的に習うことができ、また自らの体験を日記として発信することを支援す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

- ・複数の協調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。

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、写真、楽曲、陶芸、工作などの創作過程を、自らの創造性を発揮

しながら追体験できる体験学習システムを試作すること。

イ 知育体験演出技術

- ・体験の場・事象・感想などを試行錯誤しながら日記として組み立て、相手に体験を説明することを支援するシステムを試作すること。

3-2-1-3 五感メディアの研究開発

ア 体験における五感・生体・身体情報の特定

- ・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・生体・身体情報の統合的組合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。

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（平成16年3月末）

- (1) 演出されたインタラクションによって、体験データの観測・発信や追体験の操作を可能にすること。
- (2) インタラクション・コーパスの基本設計仕様を提示すること。

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。

3-2-2-1 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

- ・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を構築すること。
- ・あらかじめ決めた演出によるインタラクション制御を実現すること。

イ 複数協創パートナー制御技術

- ・ロボット以外の他の形態の協創パートナーの基本設計指針を確立すること。

ウ インタラクション・コーパス構成法

- ・映像、音声、接触、位置などのセンサー情報をもとに、ユーザの行動を観測し、インタラクション・コーパスとして登録・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・写真などの美術制作過程、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、感性・技能特徴を明らかにすること。

イ 知育体験演出技術

- ・体験日記に必要な情報を観測できる協創パートナーの部品を試作すること。
- ・体験エピソードを空間に配置する自由度が高い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・生体・身体情報の特定

- ・触覚において、直接刺激としての歩行・触・弛緩刺激の再現および、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。
- ・試作装置を用いて主観評価を行い、その効果および生体情報・身体情報との相関関係を明らかにすること。

イ 五感情報の認識・理解・変換技術

- ・人物の動作・表情・触覚・脈拍などのパターン認識・理解処理法を提案すること。
- ・誤りを含んだラベル付け法について、統計的クラスタリング法とベクトル量子化法を用いて基本仕様を示すこと。

3-2-2-4 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

- ・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・データをもとにした、個人の情報認知過程の分析手法を確立すること。
- ・個人に関するインタラクション・コーパス構築手法を確立すること。

イ 体験共有コミュニケーションの協調認知モデル

- ・複数人によるグループ協調過程のインタラクション要因を同定すること。

3-3 研究開発の年度別計画

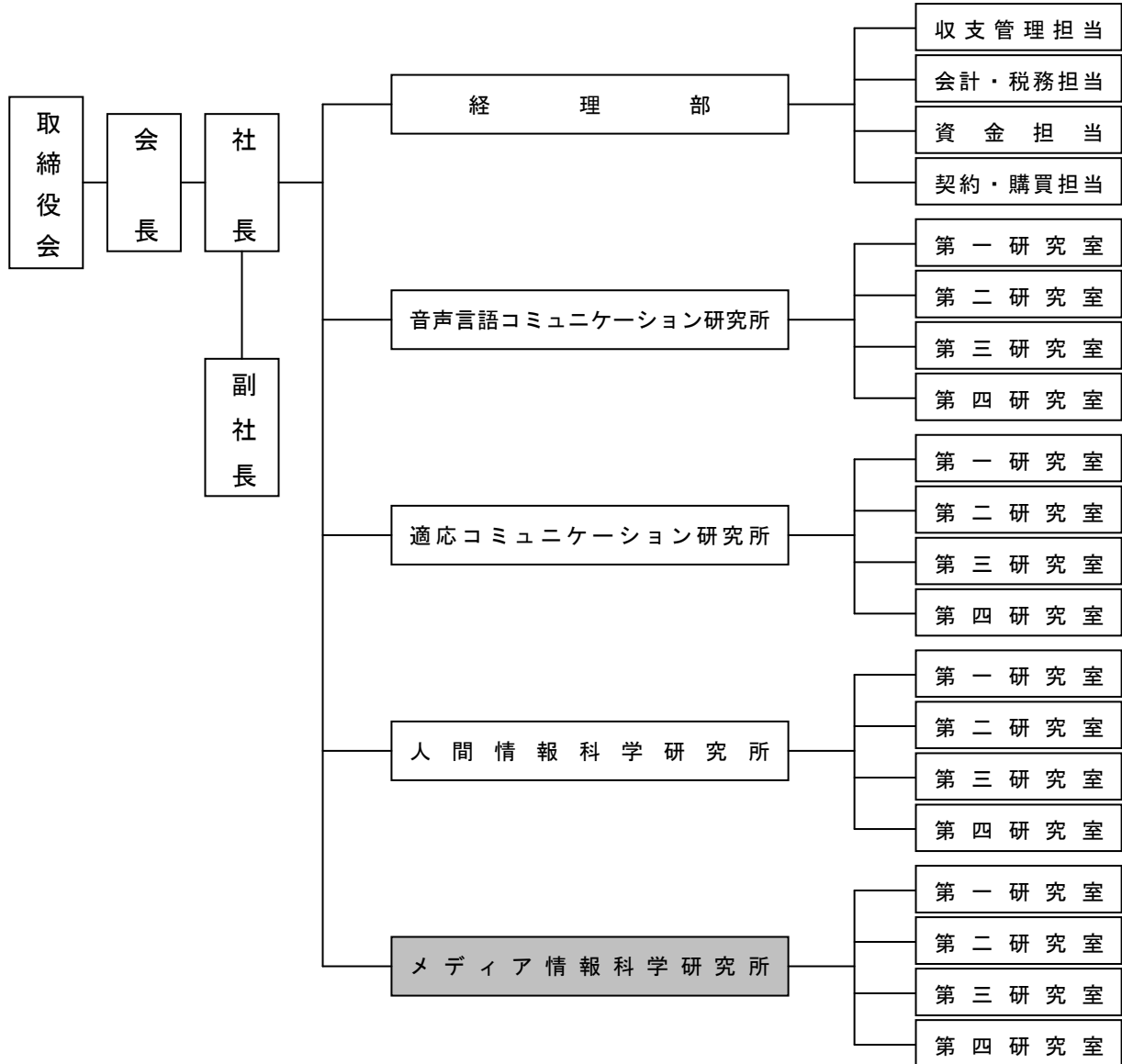
(金額は非公表)

研究開発項目	13年度	14年度	15年度	16年度	17年度	計	備考
(1) 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]		
	→		→	→	→		
(2) 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]		
	→		→	→	→		
(3) 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]		
	→		→	→	→		
(4) 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							

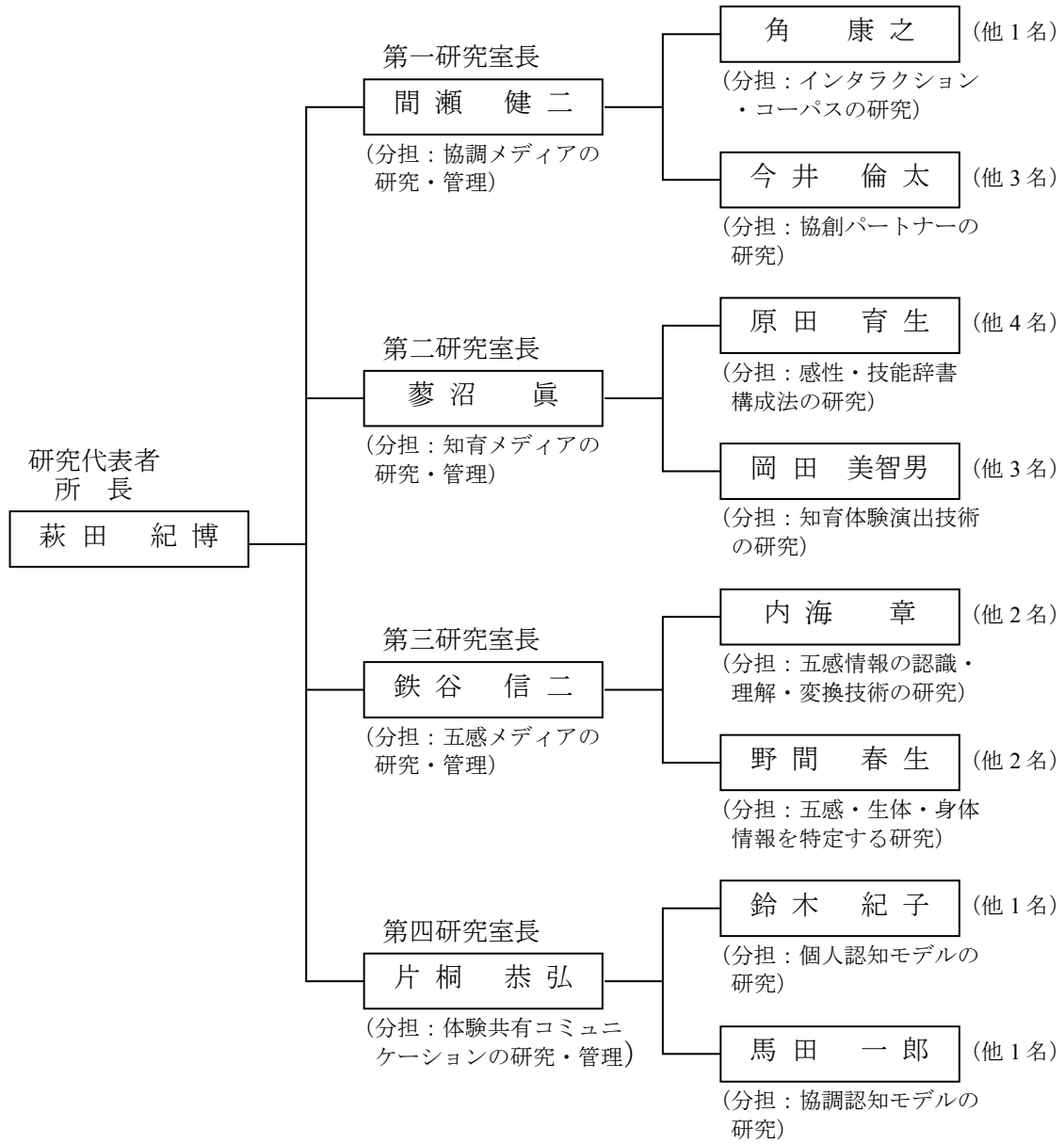
注) 経費は研究開発項目毎に消費税を含めた額で計上。また、間接経費は直接経費の30%を上限として計上(消費税を含む)。

3-4 研究開発体制（平成13年度）

3-4-1 研究開発管理体制



3-4-2 研究開発管理体制



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13年度）

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、大量の情報や知識が地球的規模で入手・共有・発信できるようになる近未来において望まれる、異分野や異文化のコミュニケーションを可能にする「インタラクション・メディア」の1形態として、人の感動そのものや、人と人の間で育まれる共感をも伝達することを可能にするような「体験を共有するWeb（体験Web）」のプロトタイプを構築することを最終目標としている。

平成13年度はその第1段階として、4つのサブテーマについて、それぞれ以下の研究開発を行う。

（1）協調メディアの研究開発

協創パートナーについては、これまで当社で研究してきた知能ロボットおよびセンサーぬいぐるみの改良を行う。そのために、まず基本的な研究開発実験環境を整備する。知能ロボットについては、行動を演出するプログラムを容易に記述できるソフトウェア開発環境を整備した上で、演出実験を行う。センサーぬいぐるみについては、体験情報の収集システムを試作し、ぬいぐるみパートナーによる日記記録システムの予備実験を行う。さらに、ロボットと環境センサーの連携を可能にする制御方法を検討する。

インタラクション・コーパスについては、対話を対象としたコーパス採取の準備検討および分析環境の構築を行う。

（2）知育メディアの研究開発

知育メディアの研究を立ち上げるのに欠かせない機材を整備した上で、要素技術を確立するための基礎検討を行う。

感性・技能辞書の構築については、対象とする各知育メディアにおける様々な感性特徴量の洗い出しを行い、有意な要因を特定する作業に着手する。

知育演出技術については、学習支援インタラクションの違いによる使用感の良否を評価するための予備実験を行う。

（3）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、五感再現における触覚・弛緩制御法、香り発生法、空気制御法、ならびに、人物の認識・処理における要素技術を確立するために、それぞれ、方式の基本検討、方向性の検討および簡易予備実験を進める。

（4）体験共有コミュニケーションの研究開発

体験共有コミュニケーションの個人認知モデルについては、人間同士の自然な体験共有のコミュニケーションの過程を分析するために、音声言語、表情・視線などの視覚的情報、ジェスチャー・身体配置などの情報収集実験環境の整備と認知心理実験の予備実験を行う。

体験共有コミュニケーションの協調認知モデルについては、サイバー社会の模擬的環境構築の予備的検討としてエージェントを含むネットワーク協調型情報社会実験環境の検討およびその分析手法の検討を行う。

4-1-2 研究開発課題実施計画

(金額は非公表)

研究開発項目	第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期	計	備考
(1) 協調メディアの研究開発				[研究基盤の整備 と基礎検討]		初年度は期間が 2ヶ月半と短い ため、全項目とも、 研究基盤の整備 と基礎検討のみ。
(2) 知育メディアの研究開発				[研究基盤の整備 と基礎検討]		
(3) 五感メディアの研究開発				[研究基盤の整備 と基礎検討]		
(4) 体験共有コミュニケーション の研究開発				[研究基盤の整備 と基礎検討]		
小 計						
間接経費						
合 計						

注) 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)。

4-2 研究開発の実施内容

4-2-1 協調メディアの研究開発

協調メディアの研究を速やかに立ち上げるために、基本的な研究開発実験環境の整備を進めた。特に必要な研究機材の選定と調達を行った。これらの機材を用い、以下に示すように、予備実験で方向性の確認などの基礎検討を行う一方、目標に向けた装置の開発を進めた。

ア インタラクション・コーパスの研究

対話を対象としたインタラクション・コーパス採取の準備検討および分析環境の構築を行った。また、日常活動からインタラクションを観察記録するための研究環境として、ユビキタス・センサールームの構築について検討した。ユーザの行動を観察記録する方式の実験やインタラクションの解析、インタラクション要素の抽出ができるような実験室の設計を行った。そして、その構築に向けて実験室の確保、必要機材の選定および調達を進めた。また、体験共有の支援に向けて、コーパスとして採取する情報をもとに、日記化する方法とアノテーション(注釈)をつける方法の検討を開始した。

イ コミュニケーション・ロボットの研究

協創パートナーについては、これまで当社で研究してきた人間型知能ロボットおよびセンサーぬいぐるみ技術をベースとした機械装置を導入し、その機能の改良を進めた。そのために、まず基本的な研究開発実験環境の整備を行った。

知能ロボットについては、コミュニケーション・ロボットとしての位置付けを基礎に、行動を演出するプログラムを容易に記述できるソフトウェア開発環境を構築するために、実験環境の整備を進めた。人間との多彩なコミュニケーション実験が実施できるような開発環境をめざして、エピソードエディタと呼ぶ研究開発環境の基本設計を完了した。

また、コミュニケーション・ロボットの新しい形態として、今後の実験に必要なとなる、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の制御機構の研究開発を進めた。

ウ 体験演出の研究

体験演出の研究に関しては、協創パートナーとなるコミュニケーション・ロボット、ユビキタス・センサールーム、ぬいぐるみ、エージェントなどを準備した上で、それらが協調して動作することで、体験を演出して記録する演出実験が可能となる。今年度は個々の協創パートナーの実現に傾注しつつ、準備研究と基礎検討を行った。具体的にはセンサーを多数持ったぬいぐるみ型協創パートナーの開発を進めた。その上で、体験情報の収集システムを試作し、ぬいぐるみ型協創パートナーによる日記記録システムの予備実験を行った。また、協創パートナー相互間の協調を可能にする制御方法の検討を開始した。

4-2-2 知育メディアの研究開発

知育メディアの研究を立ち上げるのに欠かせない環境として、以下に示す機材を整備するとともに、要素技術を確立するための基礎検討を行った。

ア 画像・映像制作に対する知育環境の構築

絵画制作や3Dオブジェクト創作の過程について、正確に計測することができる装置の検討を進めた。また、この装置を制御するソフトウェアの諸要件の洗い出しを進めた。

これと並行して、導入したデータベースを利用し、この対象についての「感性・技能辞書」における主要因に関する分析を進めた。

イ 楽曲の創作・演奏に対する知育環境の構築

楽曲の創作および演奏に際して、創作者および演奏者の試行錯誤の過程およびその動作を計測し、それに対応したフィードバックをユーザに与えることが可能なインタラクティブ装置の検討を進めた。また、この装置を制御するソフトウェアの諸要件の洗い出しを進めた。

これと並行して、音楽による表現と映像など他の表現手段との相互変換の基盤となる要因について基礎検討を進めた。

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過程において、ダンス動作を正確に計測することが可能な装置の整備を進めた。また、この装置を制御するソフトウェアの諸要件の洗い出しを進めた。

これと並行して、導入したデータベースを利用し、この対象における知育演出の主要因に関する分析を進めた。

エ 情報授受能力に対する知育環境の構築

人工パートナーを用いて、コミュニケーション・スキルや外国語会話能力の習得を促進する方法について検討を進めた。そして、具体的に人工パートナーを制御するソフトウェアの諸要件の洗い出しを進めた。

また、インターネット等から情報収集するスキルを実体験の中から自然に習得することが可能となる環境について検討を進めた。そして、これを実現するための諸要件を満足する環境制御用ソフトウェアについて検討を進めた。

4-2-3 五感メディアの研究開発

五感メディアの研究を立ち上げるのに欠かせない環境として、以下に示す機材を整備するとともに、要素技術を確立するための基礎検討を行った。

ア 人物行動の認識・理解

複数のカメラを用いた人物の動き認識システムにおいて、固定カメラの画像情報をもとに移動する個々のカメラを自動的に較正する手法ならびに、これを用いた人物検出アルゴリズムを検証するために、その諸要件の洗い出しを行った。また、これらを検証するための可搬型画像処理システムの仕様検討を進めた。さらに、多視点高解像度画像による高精度人体動き計測システムの試作に必要な検討を行い、IEEE1394高解像度ビデオカメラ等の機材整備を進めた。これらの検証機材を用いて、今後の実験手法についての基礎検討を行った。これと並行して、人物と背景を切り分ける新たなアルゴリズムの基礎検討を行った。

イ 人物の動き計測

人物の動きの基本となる顔と眼のトラッキング精度を高めるために、諸条件に対してロバストなアルゴリズムの検討を進めた。特に眼の瞬きに注目して基礎検討を進めた。また、

今後の検討に必要となる、高精度に顔を捕えるための機材整備を進めた。

ウ 歩行感覚提示

五感メディアにおける体性感覚について研究を進める上で、従来の装置では再現が困難であった歩行の際の曲がるという動きに関し、これを改善する歩行装置の諸要件の洗い出しを進めた。これに基づいて、任意方向に動けるようにする歩行装置の仕様検討を進めた。

エ 力覚および温湿風環境構築

体験を体感に変えるために、直接的に刺激を与える方法と間接的に与える手法について検討を進めた。直接的に刺激を与える方法については、基本となる構造の考案を行った。その1つとして検討を進めた力覚提示ディスプレイについては、装置としての諸要件の洗い出しを進めた。

間接刺激に関する基礎実験ができる環境構築については、温湿風空間が再現できる基本装置の諸要件の洗い出しを行い、これに沿った関連機材の整備を進めた。また、香りの提示に関する基礎的な実験ができる環境の整備を進めた。

4-2-4 体験共有コミュニケーションの研究開発

体験共有コミュニケーションの研究を速かに立ち上げるために、既存のコミュニケーションデータ・コーパスの入手、および基本的な研究実験環境の整備を進めた。特に、人間同士および人間対メディアのコミュニケーションデータの収集・蓄積実験の遂行に必要な研究機材の選定・調達を行った。また、これらの機材を利用した予備実験を行い、今後の研究方針策定を進め、これに基づいて基礎検討を開始した。

ア 個人認知モデルの研究

人間同士の対面コミュニケーションの時間構造の抽出、および人間と人工的エージェントとの共感的インタラクションの成立要因の分析を通じて、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めざし、基本的なコミュニケーションデータ・コーパスの入手および研究機材の選定・調達を行った。具体的には、アイカメラを用いて対面インタラクションにおける視線情報の動的特性の分析環境を構築し、分析データ収集のための予備的な検討を実施した。

イ 協調認知モデルの研究

メディアを介在した人間同士の社会的・協調的コミュニケーション過程の分析に基づいて、体験共有コミュニケーションの社会的グループレベルでの協調認知モデルの構築を進めることをめざし、基本的なコミュニケーションデータ・コーパスの入手および研究機材・環境の整備・調達を行った。具体的には、描画情報の共有を電子的に可能とする共有白板を利用したメディア介在型のコミュニケーション環境を整備し、データ収集およびモデル化の予備的検討を実施した。また、サイバー社会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の過程のモデル化を行うために、人工的エージェントを人間の代理アバターとして用いるサイバーコミュニケーション環境の整備を進めた。

5 研究開発実施状況（平成13年度）

5-1 協調メディアの研究開発

5-1-1 序論

a. はじめに

平成13年度は、研究開発の初年度として、基本的な研究開発実験環境の整備を進めた。特に必要な研究機材の選定と調達を行った。これらの機材を用い、下記の各項目について、予備実験で方向性の確認などの基礎検討を行う一方、目標に向けた装置およびソフトウェアの開発を進めた。

b. 目標と平成13年度の概要

本サブテーマでは、ロボットに代表されるような、協創パートナーと呼ぶ、擬人性と協調的な機能をもつインタフェースの開発により、ユビキタス情報環境における情報機器に対し優れた操作性を提供することを目的としている。すなわち体験Webシステムにおける優れた操作インタフェースを提供することを目標としている。（文献5.1.1.1）

そこで、平成13年度は、まずユーザインタフェースの実体である協創パートナーの具体例として、人間型知能ロボットとセンサーぬいぐるみに着目して研究をスタートした。そして、個々の協創パートナーの実現に傾注しつつ、体験場面の演出技術の基礎検討を行い、センサーぬいぐるみによる体験日記記録システムの予備実験を行った。さらに操作性向上の鍵となるインタラクションのやりとりに意味づけをおこなう、インタラクション・コーパスの検討を開始した。

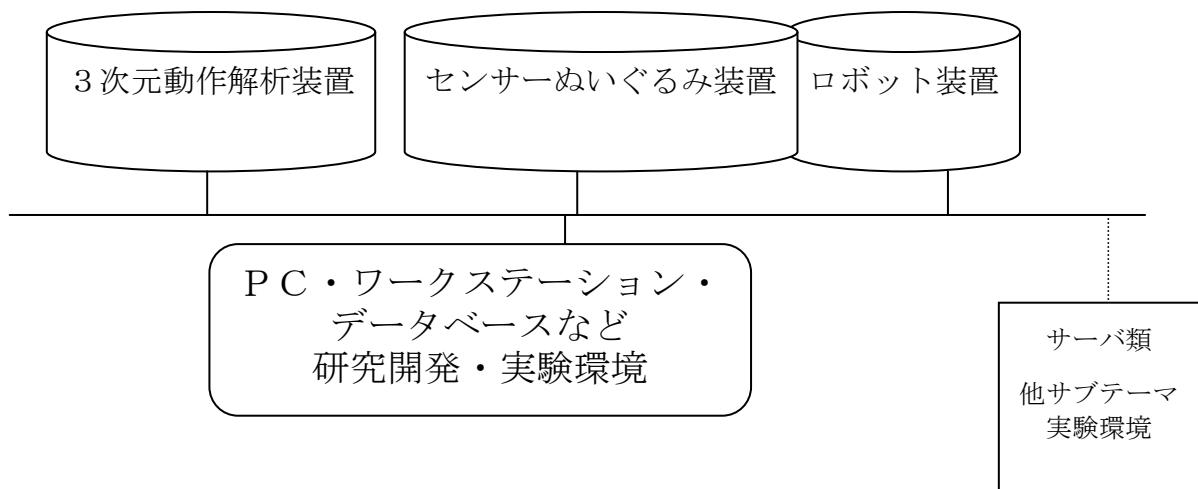


図5.1.1.1 協調メディアの研究開発のための装置構成図

c. 研究開発機材の導入・整備

平成13年度は本研究開発の初年度であり、以降の研究開発に必要な基本システムとして、主に下記の機材を導入した。これらは無線・有線の形態でネットワークに接続され、他サブテーマの実験環境とのデータ交換・共有が容易にできるようになっている。

- ・研究開発・実験環境用のPC・ワークステーション・データベースなど
- ・3次元動作解析装置
- ・センサーぬいぐるみ装置
- ・ロボット装置

導入した主要な装置の構成を図5.1.1.1に示す。

5-1-2 インタラクシオン・コーパスの研究

a. はじめに

日常的環境における対話を対象としたインタラクシオン・コーパス採取の準備検討および分析環境の構築を行った。また、日常活動からインタラクシオンを観察記録するための研究環境として、ユビキタス・センサールームの構築について検討した。それに基づいて、ユーザの行動を観察記録する方式の実験やインタラクシオンの解析、インタラクシオン要素の抽出ができるような実験室の設計を行った。そして、その構築に向けて実験室の確保、必要機材の選定および調達を進めた。また、体験共有の支援に向けて、コーパスとして採取する情報をもとに、日記化する方法とアノテーション(注釈)をつける方法の検討を開始した。

b. ユビキタス・センサールームの整備

まず、日常活動からインタラクシオンを観察記録するための研究環境として、ユビキタス・センサールームの場所を確保した。そして、その基本設計をもとに、人物の全身や人工物の動作を高速(最高250ヘルツ)かつ高精細(1000×1000画素カメラ使用)で計測できる3次元動作解析装置を導入した。また、各種センサーとの協調動作計測および実験ができるように、64chのAD変換器を備え、同期してデータを採取できる構成とし、協調メディア研究の基本的な研究環境を整備できた。本装置は身体等につけた反射マーカに赤外光を当てて反射してくる光点画像からマーカ3次元位置を計測できる。自動キャリブレーション機能をそなえており、簡単な操作でカメラ座標の調整ができる。これにより、次年度以降これらの装置を核として、ユビキタス・センサールームの整備を進めることが可能となった。また、これら初期導入の装置を使った最小限のインタラクシオンの観察記録実験が開始可能となった。

c. 日記生成システム技術

次に、ユーザがユビキタスな環境とインタラクシオンしながら体験データを残す行動を利用して、記録した情報からの日記生成システムを試作し、研究発表した(文献5.1.2.1)。

観察記録したデータをそのまま再現するのではなく、ユーザの好みや状況に合わせて漫画的な表現に変換することにより、ユーザに親しみの湧く体験共有支援の基本システムが構築できた。これは、より表現力の高い体験共有支援システムへ発展させるための基本システムとなる。これによって、インタラクシオン・コーパスの記述方法を検討する実験環境の一部が整ったと考える。

5-1-3 コミュニケーション・ロボットの研究

a. はじめに

協創パートナーについては、人間型知能ロボットおよびセンサーぬいぐるみ技術をベー

スとした機械装置を導入し、本プロジェクトの目的にそって、新機能の開発を進めた。また、ワークステーション、パーソナルコンピュータなどの基本的な研究開発実験環境の整備を行った。また、コミュニケーション・ロボットの新しい形態として、今後の実験に必要となる、安全で機能性に優れた同軸二輪倒立振り子型の人間型移動ロボットを導入し、制御機構の研究開発を進めた。

b. コミュニケーション・ロボットの研究動向と位置づけ

まず、人間型知能ロボットについて、本研究開発では、コミュニケーション・ロボットとしての位置付けを明確にして研究を進めることとした。近年、人間型ロボットの研究開発が非常に盛んで、経済界・産業界の注目を集めている。ロボットを用途別に分類すると、従来から発展してきた産業用機械工作ロボットに対して、人間型にすることで、人間とコミュニケーションできる機械の実現（コミュニケーション・ロボット）、新しい移動機構の確保（モビリティ・ロボット）、娯楽への利用（エンターテイメント・ロボット）などの新しい分野の可能性が開けている。我々は、将来のユビキタス情報社会においては情報環境とのコミュニケーション能力の支援と強化が不可欠であり、その際に、コミュニケーション・ロボットが非常に有用かつ不可欠な存在になると考え、この研究を遂行している。

c. 同軸二輪倒立振り子による人間型ロボットの制御機構

平成13年度は、今後の実験を進める上で早期に必要な、安全で機能性に優れたロボットの一つの解を追究した。すなわち、同軸二輪倒立振り子型の人間型移動ロボットの制御機構に着目し研究開発を率先して進め、基本的機能である二輪バランスの完成をみた。今期は、人間が支えないでも、約60kgの機体をロボットが自律的に制御し二輪でバランスを取りながら静止または移動できることを確認した（図5.1.3.1）。本成果は『日常活動型コミュニケーション・ロボット「Robovie-III」を開発。二輪バランスで、様々なコミュニケーション動作を実現するロボット』（資料5.1.3.1）として報道発表するとともに、人間型ロボットの展示会（ROBODEX2002, 参加者6万人以上）に学術展示として招待を受け、展示した（文献5.1.3.1）。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。



図5.1.3.1 二輪でバランスを取るRobovie III

本ロボットの特徴は、腰に3自由度を持たせていることで、いろいろな姿勢を取ることができるようになり、コミュニケーション、特に背をかがめて子供とコミュニケーション

をするなどの機能が追加された点である。これを安全に実現するために、自律バランスを取る二輪倒立振子機構は重要な役割を果たしている。これにより、上半身の多様な動作を用いて、体験データ収集のためのインタラクション演出が可能な協創パートナーのハードウェア部分が開発され、ロボットの上半身の動作と連携したバランス制御の研究と、コミュニケーションおよび体験演出の実験が可能な環境の一部が整った。なお、国内では2足歩行型のロボットの開発が注目されている。どちらも倒立振子の原理を使う点で技術的には共通する困難さがある。しかし、2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ないため、万一の時に危険であるという問題があるのに比べて、二輪式の本ロボットは安全性が高い。

d. ロボットのソフトウェア開発環境

次に、ロボットのソフトウェア開発環境として、行動パターンを記述・編集する「エピソードエディタ」の基本設計を行った。振る舞いを簡便に編集できるツールとして、グラフィカルユーザインタフェースを用いた開発環境を設計し、詳細設計とプログラム開発に進める段階となった。また、基本設計の段階で試作した内部状態の可視化プログラムを用いると、ロボットが保有するモジュールの活性状態を、視覚的に概観できることが示された(図5.1.3.2)。これは「ロボットの脳内表現」の一手法として利用できる可能性がある。

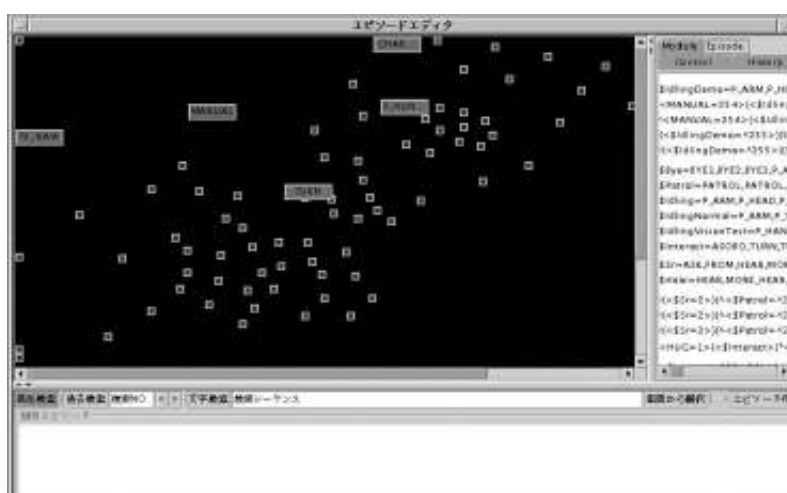


図5.1.3.2 ロボットの行動モジュール活性状態の可視化

5-1-4 体験演出の研究

a. はじめに

体験演出の研究に関しては、協創パートナーとなるコミュニケーション・ロボット、ユビキタス・センサールーム、ぬいぐるみ、エージェントなどを準備した上で、それらが協調して動作することで、体験を演出して記録する演出実験が可能となる。今年度は前述した個々の協創パートナーの実現に傾注しつつ、準備研究と基礎検討を行った。具体的にはセンサを多数持ったぬいぐるみ型協創パートナーの開発を進めた。その上で、体験情報の収集システムを試作し、ぬいぐるみ型協創パートナーによる日記記録システムの予備実験を行った。また、協創パートナー相互間の協調を可能にする制御方法の検討を開始した。

b. 予備検討

まず、体験演出のために用いる協創パートナーとして、コミュニケーション・ロボットとぬいぐるみを対象に研究を始めた。コミュニケーション・ロボットは、前述のとおり既存のモジュールでは表現できない複雑な振る舞いが可能なプログラムを一部実現した。旧型の機体「Robovie II」にこれらプログラムを搭載し、コミュニケーション能力向上の試験を開始した。

c. マルチメディア日記記録システムの検討

次に、体験情報の収集システムとして、ぬいぐるみ型協創パートナーによるマルチメディア日記記録システムを実験試作した。体長60cm、体重約2kgの、カメラ、マイクロフォン、各種接触センサー、加速度センサーなどを多数組み込み、コンピュータを内蔵して、これらのセンサーデータを記録する実験用システムを構築した。そして、屋外に持ち出してどのようなデータが採取できるか予備実験を行った（文献5.1.4.1）。これにより、次年度以降、このデータパターンの信号処理、セグメンテーション手法、日記化するためのブラウザなどの研究開発により、マルチメディア日記化が可能な体験情報収集システムを構築できる見通しを得た。図5.1.4.1に、ぬいぐるみの内部構造の様子と予備実験で得られたデータ例を示す。

さらに、体験を演出するための予備実験として、顔を追跡するプログラムと音声対話を制御するプログラムを結合して、対話的にポートレート撮影時のカメラ制御を行うシステムを試作し、公開実験した。今後は、これを発展させてシナリオを記述できる音声対話システムの有効性を確認し、さらにユビキタス環境における対話制御、シナリオ演出の方式を検討する。

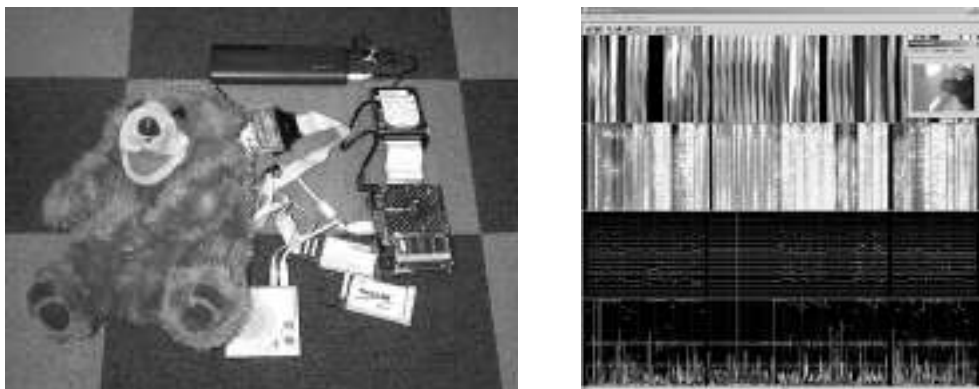


図5.1.4.1 センサーぬいぐるみの中身と日記データの例

5-1-5 今後の予定

今後は、インタラクション・コーパスに関しては、日常活動からインタラクションを観察記録するための研究環境としてのユビキタス・センサールームを構築する。このセンサールームを使ってユーザの行動を観察記録する方式を検討し、インタラクションの解析と要素の抽出・記述方法を検討する。また、センサールームを協創パートナーの一形態として考え、他のぬいぐるみやロボット、エージェントとの情報交換、協調動作の手法を研究開発する。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、体験共有を支援

する応用研究も検討する。

また、コミュニケーション・ロボットについては、継続的に開発し、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、頑丈で安全で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めざす。

さらに、体験を演出して記録するための方法について研究を進める。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ー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。

5-2 知育メディアの研究開発

5-2-1 序論

a. はじめに

本研究課題の最終目標として構築をめざしている体験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あ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を確立を図る。また、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開発を図る。

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めざすこととした。当初、体験演出の1形態として知育メディアの研究対象に加えていた体験の自動日記化技術については、先の協調メディアの研究開発の説明において記述したように、協創パートナーの1機能として、協調メディアの研究開発に組み込んで研究を立ち上げている。

平成13年度は本研究開発の初年度に当たるため、上記をふまえて、全研究開発期間を通じて必要となる根幹的なシステム・実験機器・ソフトウェア等の導入・整備を進めるとともに、基礎的な検討に着手した。

b. 関連技術の調査・検討

2章で記したように、各知育対象に関して、類似研究や複数の研究機関による連携体制、具体的な製品発表などについて調査を実施した。この調査結果では、いずれの知育対象についても、工程をサポートするようなツールやシステムの研究開発ならびに個別の要素に関する基礎研究は活発に進められているものの、本サブテーマがめざすような、

- ・体験における感性や技能の客観的な評価尺度に基づいた辞書化
- ・ユーザの個性に合わせた体験演出技術の開発

にまで踏み込んだものは見当たらない。すなわち、本サブテーマの目標は非常にチャレンジングなものであることが明らかになった。また、この調査で得られた情報によって、目標とする知育環境の構築に寄与すると思われる外部の要素技術や実用装置について、それらの研究開発機関との協力関係や技術導入を視野に入れつつ、各知育対象に関する今後の研究開発の指針を得ることができた。

表5.2.1.1 導入・整備した主要な装置・機器

画像・映像制作知育環境用 ・制作過程観測部 ・制作結果分析部	・高時空間解像度・指先トレース装置 ・テクスチャ等・画像データベース ・要因分析用ワークステーション
楽曲創作・演奏知育環境用 ・制作過程観測部 ・制作過程支援部	・空間内・音階モジュール認識装置 ・着衣式・演奏インタフェース ・音楽連動型・立体映像コンテンツ提示装置 ・適応型・楽音シンセサイズ装置
身体表現知育環境用 ・表現過程観測部 ・表現過程分析部 ・制作過程支援部	・動作キャプチャ装置（高・時空間解像度） ・要因別ダンス映像データベース ・表現連動型・映像音楽コンテンツ生成装置
情報授受能力向上環境用 ・授受過程観測部 ・授受過程支援部	・コミュニケーション・ロボット実装観測部 ・空間内・指さし方向センシング装置 ・コミュニケーション・ロボット動作制御部 ・情報インデクス映像・空間内・例示装置

c. 研究開発機材の導入・整備

平成13年度は本研究開発の初年度であり、以降の研究開発を通じて必要となる根幹的なシステム・実験機器・ソフトウェア等の導入・整備を進めた。最終的に構築をめざしている知育メディア環境全体における、今回導入・整備した主要機材の位置づけを表5.2.1.1に示す。

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、絵画や3Dオブジェクトの創作を知育対象として選定し、これらについて知育環境を構築するための研究を進めた。

まず、これらの創作過程を正確に計測するのに必要な装置の開発に着手した。この装置の開発は、創作過程を解析する際に十分有効なデータを取得することが可能となるような基本仕様を規定し、それを満たす機材の導入を行うとともに、その制御ソフトウェアを設計することによって進めた。

また、この対象における「感性・技能辞書」の要素の1つになると考えられる、制作したオブジェクト表面のテクスチャの特徴に関し、制作者の個性を物理的なデータとして把握するための基礎技術について検討を進めた。

b. 絵画・3Dオブジェクトの創作過程計測装置の開発

絵画や3Dオブジェクトの創作過程を正確に計測するために、制作者の指先の動きを高い時空間解像度で計測することのできる装置の開発に着手した。創作過程を解析する際に十分有効なデータを、この装置を用いて計測することが可能となるように、その諸要件の洗い出しを行い、以下に示す基本仕様を決定した。

- ・計測範囲：数十cm四方の2次元平面および数十cmの奥行き
- ・空間解像度：量子化ステップ1mm以下（2次元平面限定では0.1mm以下）
- ・時間解像度：サンプリング間隔十数ms

この仕様を満たすペン・タブレットおよび高解像度な複数のカメラによる立体位置計測装置を構成機材として導入し、創作過程計測装置のハードウェア部として構築した。

また、このハードウェアを用いて実際に所要のスペックが得られる制御ソフトウェアの開発に着手した。

c. オブジェクト表面のテクスチャにおける制作者の個性の解析

創作過程の計測装置の開発と並行して、この対象における「感性・技能辞書」の要素の1つとなる、制作したオブジェクト表面のテクスチャの特徴に関し、本研究開発の素材として導入した古今東西の名画200点に関する当該データベースを用いて、制作者ごとの違いおよび制作者自身の使い分けについて解析を行った。

まず、予備検討によって、

- ・テクスチャの主たる空間周期
- ・空間周期の揺らぎの大きさ
- ・揺らぎの集中度（揺らぎが一方向に集中しているか否か）

が、テクスチャの観察者に与える印象に大きく関わっていることが推定されたため、それぞれを表す物理量として1cm四方前後の微小領域における、

- ・ 2次元周波数の原点から右半平面における交流成分の強度の絶対値の重心位置
- ・ 重心位置まわりの分散
- ・ 分散において第1主成分の分散が占める割合

を選んだ。そして、ゴッホ・ドガ・ルノアールなど良く知られた名画数点について、それぞれ代表的なテクスチャを十数個ずつ抜き出して、その物理量を調べた。

その結果、テクスチャの印象とこれらの物理量で示される3次元空間上の位置との対応関係が極めて強く示されるとともに、制作者に特有なテクスチャがそれぞれ3～6個のクラスタとして分類できるという知見が得られた。図5.2.2.1に、ゴッホとルノアールの各2作品における代表的な18テクスチャの上記物理量空間内の分布を、また図5.2.2.2に、それらのクラスタ数とクラスタ誤差（クラスタ内分散の総和）との関係を示す。

現在、これらが一般的な事例に対しても当てはまるかどうかを、より多くの絵画について、その絵画全面のテクスチャについて解析範囲を広げ、検証を進めている。

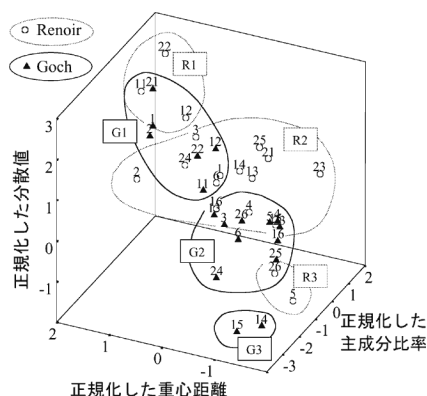


図5.2.2.1 テクスチャの物理量分布

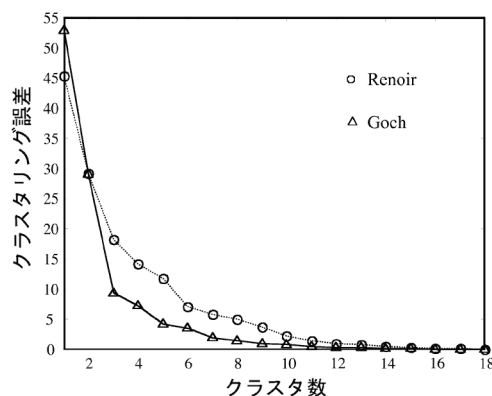


図5.2.2.2 クラスタ数と誤差の関係

d. まとめ

上記のように、画像・映像制作における知育対象として選んだ、絵画や3Dオブジェクトの創作に関しては、これらの創作過程を正確に計測する装置を構築するための機材が揃うとともに、この対象における「感性・技能辞書」の基本要素の1つとなるであろうオブジェクト表面のテクスチャの物理的特徴量について、重要な知見が得られた。これにより、当該対象について、次年度以降の研究開発を効率よく進める基盤が整った。

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、ユーザの動作に対して聴覚的な刺激だけでなく、それと連動した視覚的、空間的あるいは接触感覚による刺激が連動してフィードバックされるような、インタラクティブな環境とすることが非常に有効であると考えられる。このような環境を実現しうるインタラクティブ装置の開発を進めた。この開発と並行して、聴覚的な演出環境（資料5.2.3.1）や、音楽による表現と映像表現など他の表現手段との間の相乗・相反効果について予備検討を進めた。

b. インタラクティブ楽曲創作・演奏装置の開発

楽曲の創作および演奏に際して、創作者および演奏者の試行錯誤の過程およびその動作を計測しつつ、それに対応した映像・音楽情報をフィードバックすることが可能なインタラクティブ装置の開発を進めた。

まず、これらの演奏および創作の過程をインタラクティブに観測するのに必要な装置の開発に着手した。この装置は、身体による動作やフレーズを表すモジュールを空間上に配置することによってインタラクティブに創作を進めるものとして開発を進めた。この創作過程から、知育環境において十分有効に利用できるようなデータを取得することが可能となるように、装置の基本仕様を規定し、それを満たす機材の導入を行った。そして、その制御ソフトウェアの設計を進めた。

この装置については以下の2つの形態について検討を進めた。

1つは、フレーズを表すモジュールを空間上に配置することによって、音階が提示されると同時に、視覚による人工現実空間内での立体オブジェクトが提示される、インタラクティブ・システム「Augmented Composer」である。試作した本装置の使用風景を図5.2.3.1に示す。この装置を的確に制御するソフトウェアは現在開発途中であるが、この装置を用いた楽曲創作過程をシミュレートして、音楽による表現と映像表現など他の表現手段との間の相乗・相反効果について予備検討を行った結果、的確な映像と音楽のコンテンツや表現形態を対応させることによって、印象がより強調される相乗効果が確認された。これに基づいて、より有効なインタラクティブ楽曲創作支援プロセスを実現しうるソフトウェアの実装を進めている。



図5.2.3.1 Augmented Composer 使用風景



図5.2.3.2 CosTune 使用風景

もう1つの装置は、身体上のわずか十数個のパッドを触る動作によって、さまざまな音色や音階を表現できる音楽インタフェースを利用して、身体感覚と即した楽曲の創作および演奏を可能にするインタラクティブ装置「CosTune II」である。これは当研究所における先行研究の成果として得られた上記の音楽インタフェース「CosTune」(図5.2.3.2)に、表現力向上効果をもたらす数々の要因に基づいて創作・演奏過程を誘導する機能を付加することにより、有効な音楽知育装置として完成させることめざして開発を進めているもの

である。現在、この装置を用いる際に表現力の向上効果をもたらす要因について、特定とその利用手段の検討を進めている。

c. まとめ

上記のように、楽曲の創作や演奏において、これらの過程を観測するとともに、その動作に対応して聴覚的な刺激に他の刺激を加えてフィードバックすることによって、知育効率を高められるようなインタラクティブ装置を構築するのに必要な機材を整備した。これにより、当該対象について、次年度以降の研究開発を効率よく進める基盤が整った。

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

身体動作によって自分の思い描くイメージを他者に伝える表現手段の代表例として、ダンスを対象に選び、これに対する知育環境を構築するための研究を進めた。

まず、ダンスによるイメージ表現過程を正確に計測するのに必要な装置の整備を図った。そのために、この装置を用いて身体動作によって表現されるイメージを解析する際に十分なデータを取得することが可能となるような基本仕様を規定し、それを満たす機材の導入を行うとともに、その制御ソフトウェアの設計を進めた。

また、この対象における知育演出の大きな要素として考えられる、ダンス動作に連動した映像・音楽のフィードバック効果に関し、ダンサーごとの違いおよびダンサー自身の表現の変化について分析を行い、表現されるイメージの明瞭度の向上作用の検証を進めた。

b. ダンスによるイメージ表現過程計測装置の整備

ダンスによるイメージ表現過程を正確に計測する技術については、先行研究において、人物の動作のシルエット映像から抽出された様々な物理特徴量を結合することによって、約70%の精度でイメージを推定することが可能となる手法が開発されている。しかし、本研究課題がめざす「より多くのユーザに対し、それぞれの個性に合わせた知育環境」を構築するには、この精度は十分であるとは言えない。そこで、表現しようとしているイメージをより高い精度で推定するために、ダンス動作における体の部位の動きまで含め、正確に計測することが可能な装置として、他のサブテーマと共用のモーションキャプチャ装置を新たに導入した。この新たに導入した装置の基本仕様を以下に示す。

- ・計測範囲：約5m四方の床面および約2.5mの高さ
- ・空間解像度：量子化ステップ1cm程度
- ・時間解像度：サンプリング間隔30ms程度

この装置を用いてダンス動作を解析する際に、これまでに確立した解析手段と融合させて所要の仕様が得られるようにするための、制御ソフトウェアの設計に着手した。

c. 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

ダンスによるイメージ表現力を向上させるための知育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考えられる。また、それらが合成された映像と音楽を観察者に提示することによって、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も期待される。

これらの効果を検証するために、本研究開発の素材として導入した、3名の創作ダンスの専門家が先行研究において開発された装置を用いて様々なパターンのダンスによるイメージ表現を試みた映像・音楽のデータベースを対象として解析を行った。具体的には、合成される背景の映像・音楽の違いによる表現過程の変化と、ダンサーごとの違いおよびダンサー自身の表現の多様性との関係について解析を行った。さらに、その合成結果に対する20名の観察者（被験者）の印象評価結果についても解析を行った。この合成映像の例を図5.2.4.1に示す。

当該データベース作成時のシステムは、今回新たに導入したモーションキャプチャ装置は組み込まれていないため、表現されるイメージの推定精度は前述のとおり、約70%と十分なものではない。しかし、本解析の結果、各ダンサーが表現しようとしていると推定されるイメージごとの的確な映像・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効果が統計学的に有意に表れるという知見が得られた。

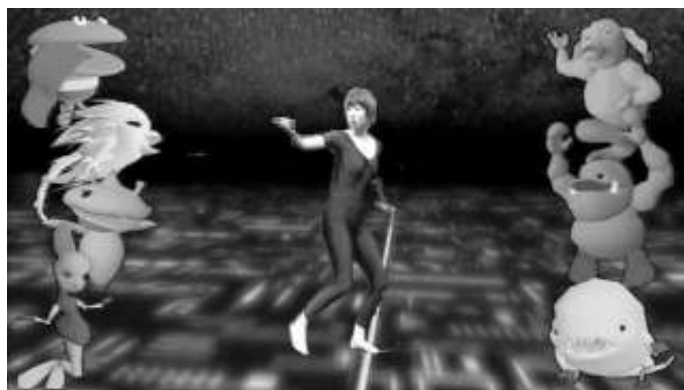


図5.2.4.1 ダンスによるイメージを強調した合成映像例

d. まとめ

ダンスにおける知育演出技術については、イメージ表現力を向上させる1手法として、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方法を検討し、このシステム構築に必要な機材を整備するとともに、具体的な演出効果の初期検証を行った。これにより、当該対象について、次年度以降の研究開発を効率よく進める基盤が整った。

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

コミュニケーション・スキルや外国語会話能力を習得する際に介助・協調することが可能な人工パートナー（コミュニケーション・ロボット）をベースとするプラットフォームの整備を進めた。また、この装置を用いて所要の演出効果を得るための制御ソフトウェアを開発するために、その諸要件を洗い出して基本仕様を決定した。

また、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、音声および指さし動作によって視覚的に情報ストリームを制御することが可能なインタフェース

装置を構築した。また、この装置を用いて所要の体感効果を得るための制御ソフトウェアの開発を行い、初期試行が可能な環境を整えた。

b. コミュニケーション・スキルや外国語会話能力に関する知育環境の検討

平成13年度は研究開発の初年度として、協調的学習環境のデザインに関する理論的基盤や、その応用領域として言語学習支援環境、コミュニケーション障害児に対する療育支援環境について、多方面から総合的に調査・検討を進めた。また、コミュニケーションロボットをベースとするプラットフォームについて検討・設計し、基本動作等の確認を進めた。

本研究開発では、子供たちと複数のコミュニケーションロボットで構成される協調的学習環境（ここでは「仮想学習共同体(Virtual Learning Communities)」と呼ぶ）の実現をめざしている。これは、複数の子供たちとロボットたちが協同的な遊びや学習を進める過程で、社会的なスキルやコミュニケーションスキルの発達を促すことを狙うもので、ロボットとの間で身体配置や姿勢、視線など、身体的な調整や、役割交代、価値観・行為基準などの相互行為的な調整を含む、高度なインタラクションを実現していく必要がある。また、子供たちの学習や発達と並行して、ロボットたちの発達、学習を促すような双対性を備えた協調的学習環境であることを特徴としており、協同的な遊びや学習の場において立ち現れるコミュニケーション能力を個々のロボットたちがスキルとして獲得していく機構などについて検討を進める必要がある。

この協調的学習環境はネットワークを介すことで、高度な言語学習支援環境やコミュニケーション障害児に対する補償技術、療育応用などに展開していくことが考えられる。そのための具体的な応用場面に即した基礎的な調査・検討を以下のように進めた。

(1) 子供たちの学習・発達に関する理論的基盤

近年、子供たちの言語発達や学習観について大きな見直しが行われている。その一つは、言語発達をより広い社会的文脈でのコミュニケーション発達に位置付けるもので、コミュニケーション能力を子供たちに一方的に帰属させるのではなく、むしろ社会的な文脈や他者との関わりの中で立ち現れる「能力」に着目している。すなわち、ひとりでは十分に表現できない子供たちも、養育者や母親の豊かな意味づけやアシストの下では、コミュニケーションを遂行することができる。その意味で、コミュニケーションとは他者との共同体の中で営まれる社会的な実践であり、そのスキルの習得とは、その共同体への参加の過程で立ち現れる自己の発話の意味や役割をその個体に内化させていく過程として定式化される。

これまでの議論の中で明らかにしたことは、「自分の行為の意味でありながら、自分の中に閉じていては知りえない」という、我々の身体に内在する「不定さ(indeterminacy)」についての基本概念である。対面的な相互行為においても、自分が話し手になろうとしても、相手が聞き手になってくれなければ話し手にはなれない。会話の中での自分の役割は自分の中に閉じていては知りえないものであり、相手との相互行為的な調整の中で組織化される。同様に、自分の身体配置や姿勢、発話の意味までも、他者との相互行為の中で明らかにされる。この「不定さ」は、我々の知覚行為を引き出すドライビングフォースであり、発達や学習を議論する上でも中心的な概念となることを明らかにした。

また、この発話の意味における「不定さ」の概念を、視覚的な領域やモノのデザインに展開できることを明らかにした。すべての情報を伝えることが必ずしも「伝わる」ことに反映しない。むしろ、一部の情報を隠すことが積極的な意味を持つことがある。「伝達内容」

を隠すことで、コミュニケーションの優位性を「実体」から「関係性」にシフトさせることができる。また、相手に解釈の余地を残すことで、聞き手側、解釈者側の身体による意味づけを積極的に引き出すことにつながる。これらの知見は、知育メディアに研究開発において、子供たちの想像力や共感的な理解を引き出す上で重要な役割を果たすと考えられる。

(2) 協調的学習環境のプラットフォームの設計

本研究開発でめざす協調的学習環境の実現に向けて、先行研究の成果として基本的機構が製作されているコミュニケーション・ロボット「Muu」を対象として、知育に適した機構と制御ソフトウェアを組み込むことによってその機能の向上を図るとともに、これらを複数台協調させて動作させるプラットフォームの設計を進めた。この外観を図5.2.5.1に示す。



図5.2.5.1 コミュニケーション・ロボット「Muu」の外観

このロボットの設計にあたっては、特に子供たちとの対面的な相互行為に留意し、以下のような基本仕様を検討し、その試作を進めた。

- ・机やテーブルの上で基本的に3台のロボットが動作する。また、子供たちが椅子に腰をおろしたときに、同じ高さの目線で社会的な相互行為を展開することを想定したデザイン、形、サイズを選択した。
- ・社会的な相互行為においては、その社会的な表示行為が重要なモダリティとなる。うなずき、否定的な表現、何かを探索する、対象物や相手に注意を向けるなどの社会的表示を行うために2自由度のアクチュエータで実装した。
- ・同様に、学習者との間でのロボットの身体配置や姿勢の調整などは、社会的な相互行為において重要なモダリティとなることから、基礎定位や位置取り(positioning)、姿勢(addressing)のために2軸が独立して稼動するホイールを実装した。
- ・これらの位置取りや障害物回避のために8方向の測距センサーを実装した。また、学習者の発話など音源方向を探索するために2chのマイクロフォンとその音声の位相差から方向を探るプログラムを実装した。
- ・音声認識および音声合成、動画像処理を実現する専用ハードウェアを実装した。
- ・複数のロボット同士の通信、およびパソコン等からの制御を行うための無線モジュールを実装した。

これらのプログラミングは、パソコン(Linux)上でCおよびC++を用いて行われ、シリアルケーブルを介してロボット側のフラッシュメモリにダウンロードされる。プログラミング環境の汎用性を高めることで、様々な協調的学習環境のプラットフォームでの使用を可能とした。

また、積み木などの協同的な遊び場面を想定した協調的学習環境のプラットフォームの設計を進めた。学習者と複数のロボットとの間に積み木などのオブジェクトを置くことで、発達心理学等で言及されている三項関係や社会的参照、ピアジェの「三山問題」などを議論することができる。また、積み木は人工的な色彩を持つことからロボットの視覚システムで扱いやすく、構成された形に対して様々な意味づけなどを与えることができるなどの特徴を備える。

(3) 言語学習支援環境および療育支援環境についての調査研究

本研究開発で実現される協調的学習環境は、子供たちと複数のロボットで仮想学習環境を構成するもので、これまでの議論の過程で次のようなユニークな特徴を備えることを明らかにした。

- ・ 多人数会話への参加に基づく学習環境：多人数会話の場においては、聞き手、話し手、傍観者などで構成される参与フレームが参与者間の相互行為的な調整に基づいて組織化される。参与者に対しては参加への自由度が与えられる反面、その参加にあたってはタイミングや発話の適切さなど、高度なスキルを要求する。
- ・ 協調的学習環境：参与者の不適切な発話やタイミングではその会話の場に参加できない。その意味で他の参与者による暗黙の評価やアシストなどがリアルタイムにフィードバックされる。また、傍観者として参加する場合でも、模倣学習や観察学習の場などを与える。
- ・ 正統的な周辺参加：学習者のスキルに合わせて、様々な参加のスタイルを取れる。はじめは傍観者として眺めながら、そのコツを観察学習により習得する。また、積極的な聞き手として、うなずきなどで周辺的に関与し、スキルの習熟にあわせ、積極的な話し手として会話の場の中心に至る。これは正統的な周辺参加と呼ばれる社会的学習の環境を提供する。
- ・ ピア学習：これらの協調的学習環境においては、「教える-教えられる」といった非対称性は存在しない。学習者相互が学習のパートナーとして機能するようなピア学習の場を与える。また、学習者のスキルに合わせ、様々な関わり方が可能で学習者の混在を許す環境である。
- ・ プログラム可能性：この仮想学習共同体を構成するロボットはプログラム可能であることから、教師の指導方針に合わせ協調的学習環境の振る舞いそのものをプログラムすることが可能になる。

これらの特徴は様々な学習環境に展開可能であると考えている。一つの具体的な応用としては、英会話等の言語学習支援環境などが想定される。平成13年度から初等教育に導入された英語活動では、言語的な知識ではなく、生活の中で楽しみながら外国語に親しむことをめざしており、本研究開発でめざす言語学習支援環境は、英語活動を高度に補完・支援するものとして期待される。本研究を効率的に進めるために、英語教育やCALL (Computer-assisted Language Learning) の研究者との共同研究体制の構築を進めた。

また、人との関係に障害を持つ子供たちに対する療育環境への応用に関する調査・検討を進めた。広汎性発達遅滞児などの対人的なコミュニケーションに障害を持つ子供たちは、パソコン等の機械的な反応を返すモノに対する執着が強い。ヒトとモノとの中間的な存在であるロボットとの親和性に関する基礎的な実験や、行動評価などのアセスメント、療育支援など可能性を探るために、発達心理学、発達臨床学の専門家との共同研究体制を構築した。

c. インターネット等からの情報収集能力に関する知育環境の検討

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図った。具体的には、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統合することによって構築を進めた。このシステムは、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、情報の波の中に身を投じて望んだ情報を検索する過程の体感効果を導出しようとするものである。

「Sense Web」と名付けた本システムは、先行研究の成果として得られた「Riding the Net」を基本部分として用いている（図5.2.5.2）。本研究では、このシステムを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、指さし動作をタッチパネルへの接触動作ではなく、指さし位置の3次元的なセンシング結果によって検知する機構へと改修を図るとともに、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に、制御ソフトウェアの改良を進めた。

また、情報の波の中に身を投じた感覚をより体感できるような環境構築を試行する目的で、CAVEのような空間的な人工現実感提示装置を既に有する研究機関との共同研究体制の設立の機会を探った。その最も有力な協力先の候補として、ドイツのFraunhofer研究所（旧GMD）が上がっており、先方が保有するCAVE装置に本研究で開発した技術を組み込んで、上記効果を検証すべく交渉を進めた。



図5.2.5.2 Sense Web 基本部の使用風景

d. まとめ

上記のように、コミュニケーション・スキルや外国語会話能力を習得する環境構築を検討するのに必要なハードウェア環境の整備と、それを用いて所要の効果をj得るための制御

手法の諸要件の洗い出しを行った。また、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のシステム構築を進め、その基幹部分を確立した。これらにより、当該対象について、次年度以降の研究開発を効率よく進める基盤が整った。

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ていく。五感メディアの研究開発においては、入出力を一体として取り組む方向であるが、平成13年度では、それぞれの要素技術を個別に進めた。入力系においては、人物行動の認識・理解、人物の動き計測の研究課題において、基本的アルゴリズム提案、初期検証を進めた。出力系では、歩行感覚提示、力覚および温湿風環境構築の研究課題において、次年度に、検証できる実験機材、試作装置の整備を行った。

全体としては、平成13年度は本研究開発の初年度として、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について、その現状、動向を調査し、研究開発の具体的な指針を得ることと、必要な研究開発用機材の導入・整備を図ることを中心に進めた。

b. 関連技術の調査・検討

2章で記したように、五感メディアに関連する分野について、類似研究や複数の研究機関による連携体制、具体的な製品発表などの調査を実施した。具体的に調査・検討した項目を以下に示す。

- ・関連する学術論文の収集
 - メディア変換再現、仮想現実関連
 - 五感情報等認識、コーパス関連
 - 力覚、触覚、嗅覚等センサー
 - 五感情報統合関連
- ・五感メディアに関連する製品調査
 - 59件の製品情報を取得
- ・VRに関する主要な国際会議である Haptics Symposium および 2002 IEEE-VR に参加し、力覚・触覚提示に関する最先端の研究調査を行った。指先への触覚、ペンを用いた力覚フィードバックが中心であり、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、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ができた。

c. 研究開発機材の導入・整備

平成13年度は、本研究開発の初年度であり、研究開発に必要なシステム、実験装置、ソフトウェアを導入・整備した。その主要なものを、表5.3.1.1に示す。また、五感メディアの研究開発における構成の位置づけを図5.3.1.1に示す。図中で2重線の枠は、平成13年度に基本検討・機器導入・実験環境整備を進めたものを表している。

表5.3.1.1 導入・整備した主要な装置・機器

入力系	<ul style="list-style-type: none"> ・IEEE1394カラーCCDカメラ ・高速大容量RAIDディスク ・PCクラスタ ・ステレオカメラ ・「人物・手振り認識」, 「歩行環境」データベース
出力系	<ul style="list-style-type: none"> ・全方向対応歩行感覚提示装置試作 ・デスクトップ型フォースディスプレイ試作 ・装着型フォースディスプレイ駆動装置 ・画像情報生成用ワークステーション ・パーソナル気流実験用エアーカーテン式実験室設備一式 ・香りシステム用パーソナルエアチャンバー一式

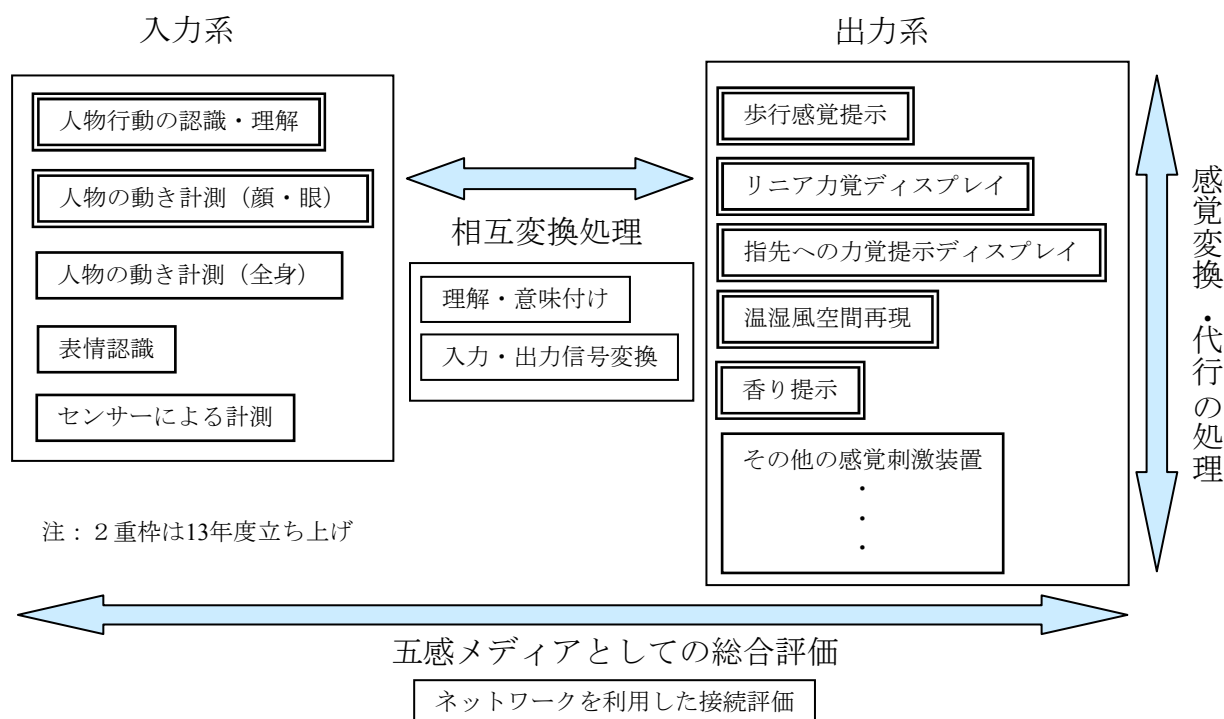


図5.3.1.1 五感メディアの構成

5-3-2 人物行動の認識・理解

a. はじめに

平成13年度は、人物行動の認識・理解に関する研究開発についての基礎的な知見を得るため、以下の項目について検討を行った。まず、複数のカメラを用いた人物の動き認識システムにおける固定カメラの自動較正および較正結果を用いた人物検出手法を検証するためシミュレーションシステムを実装し、アルゴリズムの頑健性についての基礎的な評価を

行った。また、動き認識を含む人物の行動の認識・理解システムの実装上の問題点を整理し手法の有効性を検証するための可搬型画像処理システムについて仕様検討を進めた。さらに多視点高解像度画像による高精度人体動き計測システムの試作に必要な検討を行い、IEEE1394高解像度ビデオカメラ等の機材整備を進め、これらの機材を用いて行う今後の実験手法についての基礎検討を行った。これと並行して、人物と背景を切り分ける新たなアルゴリズムの基礎検討を行った。

b. カメラの自動較正・人物検出手法の検証

多数のカメラからなる人物追跡システムにおいて、追跡対象を利用して位置・姿勢較正を自動的に行うアルゴリズム、これを用いて人物検出を行うアルゴリズムの検証に必要な検討作業を行った。提案するカメラの自動較正手法では、カメラ間の位置・姿勢に関する事前情報を必要とせず、システム構成の変化に対し柔軟に対応できる。各カメラは自己に関係した情報のみを保持すればよく、分散処理に適している。これらの点を検証するため、数値シミュレーションシステムの実装を行い、基礎的な知見を得た。図5.3.2.1に実験結果の一部を示す。ここで横軸は時間を、縦軸はカメラの位置・姿勢の推定値をそれぞれ表している。(文献5.3.2.1, 5.3.2.2)

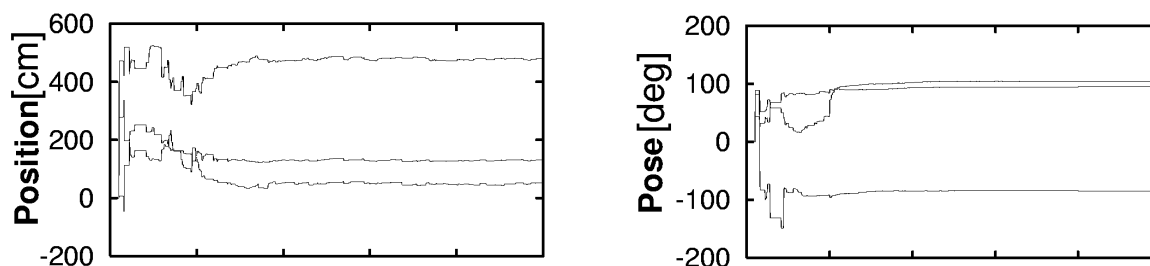


図5.3.2.1 カメラ較正についてのシミュレーション結果

加えて可搬型画像処理システムの仕様検討を行った。検討した可搬型画像処理システムの概要は以下の通りである。

- ・ CCDカメラ (感度、シャッター速度等が計算機制御可能なもの)
- ・ 画像処理用小型PC (大容量メモリ、Intel系CPU、小型フォームファクタ採用)
- ・ 無停電電源装置 (カメラおよびPCの短期間自律運転のため)
- ・ 無線通信装置 (IEEE802.11a または IEEE802.11b)

次年度以降、本仕様に沿った実装を進め、自由なカメラ配置による人物の行動の認識・理解システムの有効性検証を行う。

c. 高精度人体動き計測システムの検討

画像による高精度の人体動き計測を実現するため、高解像度画像を利用した実験システムを構築する。平成13年度は、システム構築に必要な実験機材として以下の装置の整備を行った。

- ・ IEEE1394高解像度ビデオカメラ (図5.3.2.2)
1280×960画素、7フレーム毎秒の取り込みが可能なカラーCCDカメラ及びPC用インタフェースボードにより、高解像度のカラー画像取り込みを実現する。

- ・ 並列分散計算用高速P Cクラスタ

8台の高速計算機（Pentium4, 2.2GHz, 1GB RD-RAM）を1Gbpsの高速ネットワークで連結し、並列計算を可能とする。

以上の機材により、高速の画像取り込み及び並列処理が可能であることをそれぞれ確認した。



図5.3.2.2 IEEE1394高解像度ビデオカメラ

- d. 高精度人体動き計測システムの検討

画像による物体認識では、通常カメラから得られる画素値そのものに着目してモデルを作成し、作成したモデルと入力との類似度に基づいて認識処理を行う。しかし、この方法では対象となる物体が不特定の画素値を持つ場合に正しく認識処理を行うことができない。そこで、画素値そのものではなく画像内の各領域(部分)の画素値分布の違いに着目してモデル化および認識処理を行う人物・背景分離アルゴリズムについて検討を行った。本手法では、物体の持つ画素値が大きくことなる場合(例えば服装の異なる人物像など)でも少数のモデルにより効率よく認識処理を行うことができる。アルゴリズムの基礎的検討を行い、さらにアルゴリズム検証に利用するための大規模画像データベースを作成した。

5-3-3 人物の動き計測

- a. はじめに

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。

人間は無意識のうちに瞬きをしており、自然の瞬きを待てば、意識させずに目位置を検出できる。

- b. 瞬きを利用した目位置検出

瞬きを利用した目位置抽出については、すでに幾つかの例がある。共通しているのは、上瞼が下がっているときと上がっている時の画像の差、つまり、フレーム間差分を利用した。本研究では、瞬きの検出時に顔を停止させるという条件をつけずに、自然な状況で目を検出する方法を再検討した。

c. 顔の動きキャンセル

平成13年度は基本的なアルゴリズムの提案と検証を行った。

フレーム間差分で瞬きを検出しようとするとき、顔が動いている場合には瞼部分以外にも明度変化の大きい画素が多くの部分で生じる。そのために、瞼の動きによる明度変化と、顔全体の動きによる明度変化を区別する必要がある。口形状の変化や眉の動きなどによっても問題が生じる可能性があるが、それは目候補点抽出後、条件検定によって棄却することを考えた。(資料5.3.3.1)

この顔動きキャンセル処理に基づいた目の検出手法の検証例を図5.3.3.1に示す。顔が少し動いているにも関わらず、目が正しく検出されている。図の左は最後に入力された原画像で、右は目が検出されたときのフレーム間差分画像である。グレーの画素が顔動きキャンセル処理によってキャンセルされた画素で、残った画素を解析して目（白い同心円）と判定している。なお、図の中央上部は瞬き検出時の目付近のパターンで、目をつむった瞬間に検出されたことがわかる。中央下部は、このあとの追跡処理のために切り出した目と目の間のパターンである。以上から、顔動きキャンセル処理が有効であることが示された。



図5.3.3.1 目の検出手法の検証例

5-3-4 歩行感覚提示

a. はじめに

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検討・設計を行った。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た。平成13年度は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開発を視野に入れて、その動きが可能かどうか有効性を確認できる歩行装置の基本仕様を決定し、試作装置を開発した。

b. 計画

これまで当研究所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。本研究の制御方式によって、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、歩行の際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、ここでは二次元ベルトを構成する方式を検討した。

アクティブな二次元ベルトによって歩行感覚提示装置を実現した研究例はこれまでに筑波大学岩田研究室、米海軍研究所での実現例がある。前者は小型の一次元トレッドミル多数をリング状に連結する構造で、個々のトレッドミルと連結機構を連動させることで二次元歩行面を実現する。この方式では、移動部分の重量が非常に重く、通常の歩行速度への追従が難しい。一方、米海軍研究所での実施は、そろばんの珠のような駒を数珠状に連結し、これを多数並べる。この駒を連結方向に回転させるとともに、さらに駒部分を独立に連結方向を軸として回転させて、二次元歩行面を実現する。駆動部分は前者に比べると軽量であるが、多数の駒の上を歩くために歩行感が非常に悪く、また騒音の面でも問題が残る。

我々は全く新しい歩行感覚提示装置として、図5.3.4.1に示すような巨大な布製のボールを全方向ローラーを用いて二次元方向に動かす方式の基礎検討を行った。歩行面はボール内部の円盤によって支えられており、その上の布面を駆動させる機構は、周囲のドーナツ状リング部分に配置する。さらに、機構全体をモーションプラットフォームに接続し、傾斜や加速感覚をも再現する。現状の設計段階での検討では、他の方式に比べ、コスト、設置面積、騒音のいずれの面においても優位であると期待される。



図5.3.4.1 Omni ATLAS 全体構成



図5.3.4.2 動作検証試作機

c. 実施結果

平成13年度には、まずメカニズムの提案と実現の可能性の検討を他の実施例を参考に進めた。その結果を受けて、機構の期待する動作を確認するために歩行装置の基本仕様を決定し、これに沿ってテスト機を設計・試作した（図5.3.4.2）。次年度以降には、この試作機を用いて、歩行面を形成する布面の動作制御について実験を進め、さらに複数の布送りユニットを実装した試作2号機を実現する。

d. まとめ

五感メディアにおける体性感覚、特に歩行感覚の再現装置を実現するために、バーチャルリアリティ装置である歩行感覚提示装置について多方面から総合的に調査を進めるとともに、新たな装置の検討・設計を行った。本計画では特に任意方向に動けるようにするために、自由歩行に回転できるアクティブタイプの二次元ベルトを設計し、有効性を確認するための試作機を製作した。

5-3-5 力覚および温湿風環境構築

a. はじめに

体験を体感に変えるため、直接的に刺激を与える方法と間接的に与える手法について検討を行った。

体に直接的に刺激を与える方法に関しては、2種類の力覚提示ディスプレイの基本構造の設計と動作検証のための試作を進めた。まず、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について提案し、これに関する技術検討と予備試作を進めた。さらに、指先へ操作反力として力覚を提示するディスプレイについても検討を行い、装置としての諸要件を洗い出し仕様を明確にした。

間接刺激に関する基礎実験を行うための環境構築については、温湿風空間が再現できる基本装置として、外界の環境から遮断するためのエアーカーテンを用いた装置の諸要件を洗い出した。そして、風及び熱を与える方法を検討し、これに必要な関連機材を整えた。また、香りを提示するために、香りに関する基礎的な実験ができる環境を整えた。

b. リニア力覚ディスプレイの開発

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めざしている。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、我々は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。

広く用いられるアクチュエータはモーターのような回転機構、あるいは、これを開き延ばしたリニアモーター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。リニア力覚ディスプレイ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5.3.5.1 リニア力覚ディスプレイ

図5.3.5.1に、このアイデアに基づいた第一次試作器を示す。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。コイル全体でみると電圧に応

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。

平成13年度はこのアイデアの提案と検討を行い、さらに実験的に検証するために試作器の設計を行った。次年度以降に実機での動作検証と効率の向上、小型化の検討を進める。

c. 指先への力覚提示ディスプレイの開発

PCの画面に透明のタッチパネルを組み込み、マウスの代わりに直接指先で触れることによって、操作を入力するシステムは数多く提案されている。しかしこれらはGUI環境での操作を入力するのみの機構を実現するに留まり、現実の机上でなされるような、例えば消しゴムを使って字を消す時のような、操作に応じた反力までも再現するGUI環境はこれまでに提案されていない。そこで、本研究では、指先へ操作反力として力覚を提示するディスプレイとして、2自由度のリニア型誘導モーターを応用したデスクトップ用の力覚提示環境（Desktop Force Display）の実現をめざしている。

図5.3.5.2に示すように、ここでは机の下に三相のコイルを配置し、さらにこの上に机に相当する板を置く（図では内部機構を示すために外している）。さらに、この机上にコイン程度の導体を貼り付けた任意の物体（指先、文鎮、マウス、ペン等）を置く。この状態で各コイルへ流す電流と位相を制御すれば各物体は誘導モーターの二次側導体として机上を任意に動かせる。ここに机上にPC画面を投影すると、実物体、CG物体、手先の間で力覚、あるいは、動きがシームレスに再現できる。この手法の特徴として、従来のロボットアームや糸の張力を使った方法に比べて、基本的なハードウェアは机の中と天井内部に実装しており、手先や机上物体へは単純に導電物を張り付けるのみの簡便な構造となる。

平成13年度はDesktop Force Displayの基本アイデアの提案と検討を行い、さらに実験的に検証するために試作器の設計を行った。平成14年度以降に実機での動作検証とアプリケーションの実装を進める。



図5.3.5.2 Desktop Force Display

d. 温湿風空間再現のための環境実験装置

人間に対する触・力覚提示のうち、物体に直接接触れることにより物体形状や触感を提示するアプローチの他に、新たな試みとして間接的な刺激、すなわち物体に触れていなくても周囲の環境や雰囲気再現することにより、ユーザに対して良質な臨場感を提供することをめざしている。すなわち空気による環境提示の可能性を探る。空気は明示的に触れることがないといっても実際に人間の肌と接触しており、関連する皮膚の表面積としては明示的物体と接触する部分と比較してもむしろ大きい。本研究では従来見過ごされてきた、物体と接触していない部位での皮膚感覚による環境提示をめざすものである。

本研究における技術的なポイントは、人間の周囲における温熱および湿潤環境、さらには空気流を制御することにより、空気を媒質としたパーソナルな環境提示を行うことにある。その第一歩として、まずは部屋などの大きな単位でなく、人間のごく近傍において温熱・湿潤状態をシールドする可能性について検討した。平成13年度は、エアーカーテンにより外部および隣接する領域との間のシールドを行うための予備実験装置を試作した。本装置は大人2人が並んで立てる大きさのシールド空間を有し、装置外周部および2人の間にエアーカーテンを設けることにより、壁や膜などを用いることなくそれぞれの人間が立つ空間を隔離するようになっている。

次年度以降、本装置を用いてシールド効果の検証を行うとともに、その結果をフィードバックしてパーソナルな温熱・湿潤環境提示の高度化を行う予定である。

e. 香り提示のための基礎実験環境の整備

本研究では、間接刺激に関して、さらに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緒に就いたばかりである。香りを発生する装置としても、一般には単一の芳香物質を単純on/offで空気中に拡散させる制御を行っているものが存在する程度である。このため、香りの提示については香り発生デバイスの基礎検討などから開始する必要がある。



図5.3.5.3 香り提示実験環境用装置

平成13年度は、こうした香り提示実験のための環境構築を行った。すなわち、香りを通常の実験室内に拡散させてしまうと、濃度の制御の問題や一旦拡散した香りがなかなか消

えないなどの問題が存在するため、香り提示空間をローカルな範囲に限定し、かつ発生した香りを速やかに消失させることができる実験環境が必要である。試作した実験環境用装置を図5.3.5.3に示す。本装置は幅80cm、奥行き・高さ50cmの亚克力製容器であり、設置する実験室から脱臭フィルタを通して空気を吸入し、容器内の空気をファンによりダクトを通して強制的に建物外へ排気する仕組みになっている。前面パネルは全体が開閉し容器内へ芳香発生装置などの機器を出し入れ可能であるとともに、前面パネルの一部だけ穴を開けており、人間がそこに顔面を密着させることにより、容器内外の密閉を確保したまま容器内の香りを確認することが可能な構造となっている。

f. まとめ

人間の触・力覚を広い観点から見直し、物体との直接接触による触・力覚提示と、物体に直接接触しないという意味で間接的であるが皮膚感覚としては重要な位置を占める空気による皮膚感覚提示という、2通りのアプローチから研究開発を行うこととした。直接接触型力覚提示においては、2種類の具体的開発目標を設定し、検討と初期試作を行った。

- ・全く新しい柔構造リニアアクチュエータの検討を行い、試作設計した。本アクチュエータの適用範囲は直接接触型力覚提示に属するが、従来の固い機械構造物による力覚提示と異なり衣服などの柔軟な物質における使用を目標としており、固い力触覚提示と本研究で提案する間接的皮膚感覚提示とのギャップを埋める存在として期待される。
- ・力覚提示可能なGUI環境として Desktop Force Display を提案し、その試作装置を実現した。

また、空気による間接的な環境提示のコンセプトを提案し、その第一歩として実験環境整備を行った。

- ・パーソナルな温熱・湿潤環境提示をめざし、壁や膜を用いることなく人間の近傍の空気をシールドする方法としてエアーカーテンによる手法を検討し、予備実験用装置を試作した。
- ・空気を媒体とした場合のもう一つの重要な感覚である嗅覚に着目し、香り提示のための基礎実験用環境を構築した。

5-3-6 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、入力系のアルゴリズムの提案・基礎検証、出力系の基礎実験環境を構築した。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。

- ・人物と背景を切り分ける新たなアルゴリズムおよび自由なカメラ配置による人物の行動の認識・理解システムの有効性の可能性を得た。今後、有効性を具体的に明らかにする。
- ・瞬きを利用した目位置検出および顔の動きキャンセルのアルゴリズムの提案と有効性の可能性を得た。今後、有効性を具体的に明らかにする。
- ・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開発を視野に入れて、その動きが可能かどうか有効性を確認できる歩行装置の基本仕様を決定し、試作装置を開発した。今後、試作装置を元に、問題点、改善を明らかにしていく。
- ・力覚および温湿風環境構築では、基礎実験用環境を構築した。それぞれの実験装置の問題点、改善を明らかにしていき、刺激への影響を明らかにしていく。

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

a. はじめに

体験共有コミュニケーションの研究開発は、メディアを利用した人間のコミュニケーション行動の実証的分析・モデル化を通じて体験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・評価法を確立することを目的としている。人間のコミュニケーション行動を個人のレベルで分析・モデル化を行う体験共有コミュニケーションの個人認知モデルの研究と、グループのレベルで分析・モデル化を行う体験共有コミュニケーションの協調認知モデルの研究の2テーマを設定した。

平成13年度は本研究開発の初年度として、体験共有コミュニケーションの研究を速かに立ち上げるために、現実のデータ収集に基づく実証的モデル構築研究を進めるための基本的な研究実験環境の整備を行った。特に、人間同士および人間対メディアのコミュニケーションデータの収集・蓄積実験の遂行に必要な研究機材の選定・調達、既存のコミュニケーションデータ・コーパスの調査・入手、これらの機材を利用した予備実験、データ収集およびモデル提案の予備的な検討を行い、これらに基づいて今後の研究方針策定を図ることを中心に業務を進めた。

b. 関連技術の調査・検討

2章で記したように、体験共有コミュニケーションの個人認知モデルおよび協調認知モデルに関して、類似研究や複数の研究機関による連携体制などについて調査を実施した。この調査結果によると、いずれの対象についても、コーパスデータ収集に基づくコミュニケーションの分析したり、デザイン過程における描画の果たす機能を実証的データ収集に基づいて分析することをめざしている類似研究が、いくつかの研究機関で進められている。しかし、本研究課題がめざすような、

- ・音声言語に限定しない多様なモダリティ情報の統合的利用の分析・モデル化
- ・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の解明

にまで踏み込んだものは見当たらない。すなわち、本研究課題の目標は非常にチャレンジングなものであることが明らかになった。また、この調査で得られた情報によって、目標とする体験共有コミュニケーションの個人認知モデルおよび協調認知モデルの確立に、寄与すると思われる外部の要素技術について、それらの研究開発機関との協力関係や技術導入を視野に入れつつ、各対象に関する今後の研究開発の指針を得ることができた。

c. 研究開発機材の導入・整備

平成13年度は本研究開発の初年度であり、研究開発に必要なシステム、実験装置、ソフトウェアとして主に以下の機材を導入・整備した。

- ・インタラクションモデル開発用作業プラットフォーム
- ・音声対話コーパスデータベース

このうち、インタラクションモデル開発用作業プラットフォームについては、全体として、人間のコミュニケーション行動の実証的分析・モデル化のためのマルチモーダルデータの統合的収集が可能になるシステムとした。主な装置・機器を表5.4.1.1に示す。

表5.4.1.1 インタラクションモデル開発用作業プラットフォームの装置構成

メディア環境提示部	課題提示装置（映像／音声）
コミュニケーションデータ記録部	対話収録・解析装置（映像／音声） マウントカメラ等撮像装置 カメラ制御装置 HSマイク等收音機器 ミキサ等音声制御装置
コミュニケーションデータ蓄積部	データベース用記憶装置
コミュニケーションデータ分析部	ワークステーション パーソナルコンピュータ ローカルネットワーク制御装置

5-4-2 体験共有コミュニケーションの個人認知モデルの研究

a. はじめに

人間同士の体験の共有は、同じ状況、同じ場を共有し、その中で生起する出来事とともに立ち会うことによって生じる。そのような現場の臨場感は、人間の持つ多様な感覚の統合、行為に対する即時的な応答、情報交換に基づく参加者間の共感の創成等によって実現される。体験Webの実現のためには、このような体験共有の元となる臨場感を生み出す認知機構を解明し、それに基づいてメディア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個人認知モデルの研究では、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めざして、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設定した。

平成13年度は研究開発の初年度として、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分析手法について、どのような情報をどのように取得するかを中心に多方面から総合的に調査・検討を進めた。また、コミュニケーションデータの収集に必要な研究機材の検討・選定を行い、その導入を図った。

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、ビデオカメラ、マイクロフォン、アイカメラを組み合わせることにより、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することができた。その概要を図5.4.2.1に示す。



図5.4.2.1 インタラクションモデル実験装置

c. 共感の認知機構

ロボットやキャラクターエージェントなどの自律性を備えた人工的エージェントは、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、人間と人工的エージェント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人工的エージェントを構築し、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

人間と人工的エージェント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、ひとつの人工的エージェントシステムを試作し、その評価を行うというものであった。このような方法は、試作された人工的エージェントシステムの全体としての評価を行うため、人工的エージェント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、人間と人工的エージェント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めざし、既存の人工的エージェントとのインタラクションを記録したコミュニケーションデータ・コーパスを入手し、共感的インタラクション要因の候補の基本検討を行った。さらに、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の選定・調達を行った。こ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。(文献5.4.2.1)

5-4-3 体験共有コミュニケーションの協調認知モデルの研究

a. はじめに

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、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めざして、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設定した。

平成13年度は研究開発の初年度として、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分析手法について、どのような情報をどのように取得するかを中心に多方面から総合的に調査・検討を進めた。また、コミュニケーションデータの収集に必要な研究機材の検討・選定を行い、その導入を図った。

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描画情報の共有を電子的に可能とする共有白板を取り上げ、共有白板を利用したメディア介在型のコミュニケーション環境を整備し、データ収集およびモデル化の予備的検討を実施した。既存のコミュニケーションデータ・コーパスに基づいた協調認知モデルの検討を進め、メディアと現実世界に対する利用者の視点がコミュニケーション過程に与える影響のモデルの検討を行った。

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番目のメディアの提案にとどまり、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の過程の分析とモデル化を行うために、人工的エージェントを人間のアバター（分身）として用いるサイバーコミュニケーション環境の整備を進めた。図5.4.3.1に試作したコミュニティ知識構造化環境を示す。このように、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の分析を行うための実験環境の整備を進めることにより、予備的な実験が可能となった。

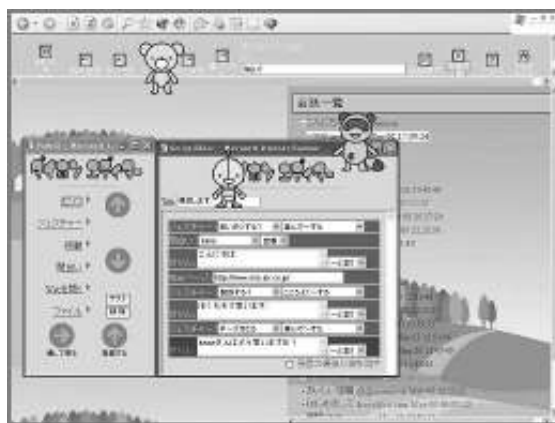


図5.4.3.1 コミュニティ知識構造化システム

5-4-4 今後の課題

体験共有コミュニケーションの個人認知モデルおよび協調認知モデルに関して、研究遂行に必要となる基本的なコミュニケーションデータ・コーパスおよび研究機材の検討・導入を進め、研究環境の整備を図り、予備的な検討を開始した。その結果、今後の研究開発に向け以下の指針などが得られた。

- (1) インタラクション構造分析においては、対面対話コミュニケーションの時間的構造の抽出を進め、インタラクションの時間単位同定の手法を求める必要がある。その手法は、体験共有コミュニケーションの個人認知モデルを構築するための基礎を与えると同時に、インタラクション・コーパス構築技術への応用も見込める。
- (2) 共感の認知機構では、音声とジェスチャなどコミュニケーション・モダリティを越えた同調現象の共感的インタラクションに果たす役割の分析を行い、人工的エージェントの設計手法への応用を検討することが重要である。
- (3) 情報の感覚化に基づく協調創造活動支援では、共有白板を利用したメディア介在型のコミュニケーション環境によるデータ収集を進め、共有白板の機能とコミュニケーションの有効性との相関分析を進める必要がある。
- (4) コミュニティ知識の構造化では、試作したサイバーコミュニケーション環境を充実させ、実際のネットワークコミュニティに試験的に導入し、コミュニティ活動の分析を行う必要がある。

5-5 総括

研究開発課題全体について平成13年度の進捗状況を総括すれば、各サブテーマの立上げを順調に進めることができた。具体的に体験Web実現のための要素技術を確立するために、各サブテーマの実験環境を整備すること、研究の新規性、独創性、先導性、収益可能性を念頭に、効率的な研究費と人的リソースを配分すること、研究開発全体の考え方を世の中にアピールしていくこと、などに注意を払い、正攻法的な研究推進を心がけた。

サブテーマ個別の進捗について、上記の5-1～5-4で詳しく述べた通り、各サブテーマの実験装置・ソフトウェア環境を整備して、初期の予備検討を開始し、それらの性能と

研究の方向性を確認することができ、来年度以降にむけて研究を進める目途をつけた。中には、早くも一部のテーマで新規性や独創性、社会的関心の高い成果が出始めた。

以下に、今年度の研究実施状況について、特徴的な内容だけを簡潔に述べる。

まず、第1に、研究開発課題全体の基本部分について、特許出願を行い、知的財産を確保することに最大限、注意を払った。

第2に、研究開発課題の基本方針と今後の研究計画をまとめて学会等で発表し、研究の方向性について関連研究者から好意的なアドバイスとコメントをもらった（文献5.5.1.1）。

第3に、全サブテーマで共有できるユビキタス・センサー・ルームのスペースを確保し、このルームの基本設計を進めた。これは、研究開発の成果を各サブテーマの研究者や外部の方に統合的に可視化できるという利点だけでなく、実験スペースの効率を高め、かつ共有利用による装置費の節減を狙っている。

第4に、各サブテーマが満たすべき仕様に合う最新装置を選定・調達するとともに、出来る限りサブテーマ間で共有できる装置／ソフトウェアは共有化するように調整した。その結果、予算範囲の中で、今後の研究に必要となる機器を効率的に整備することができ、各機器の基本性能を検証し、それぞれの研究の方向性を確認した。その中でも、5-1-2で述べた、人物の全身や人工物の動作を高速かつ高精細で計測できる三次元動作解析装置は、上記のユビキタス・センサー・ルームに設置して体験データを取得する際に、時間的・空間的分解能の高いインタラクションデータとして計測が可能であることを確認した。

第5に、平成13年度は全研究期間を通して必要となる研究開発機材を選定・調達することに重点おいたため、要員については人的パワーの投入を控え、次年度以降、積極的な要員確保を進めていくことにした。

第6に、本研究課題に対する情報発信についても、いくつかの施策を実施した。社内誌ATR Journal 2月号（文献5.5.1.2）に研究課題全体に関わる研究紹介を掲載するとともに、2月14, 15両日に開催したATR研究発表会（約1,100名参加）において、研究課題全体および協調メディアに関連するテーマについて講演会で、全サブテーマについての概要をポスター展示で紹介した（図5.5.1）。また、5-1-3で述べたように、協調メディアの研究開発における人間型ロボットとして、様々なコミュニケーション動作を実現できる機能をハードウェアで実現した日常活動型ロボット「Robovie III」を開発し、特許出願を行った後に、3月末に報道発表した。併せて人間型ロボットの展示会 ROBODEX2002（3月28～31日 パシフィック横浜で開催、参加者6万人以上）に学術展示として招待を受けて展示し、新聞8紙およびテレビ放送で報道され、新規性と将来性への期待が大きいことを確認した。



図5.5.1 ATR研究発表会でのポスター展示会場風景

参考資料、参考文献

- 資料5.1.3.1 「ロボビー・スリー」, ROBODEX2002出展品紹介記事, 産経新聞朝刊, 6面, 2002年3月20日
- 資料5.2.3.1 Rodney Berry, Makoto Tadenuma, Norihiro Hagita : ["Excuse me but you elevator isn't talking..." The making and consuming of Japan's soundscape], Journees Design Sonore a Paris (CD-ROM), 2002年3月
- 資料5.3.3.1 川戸 慎二郎 : 「目の実時間検出と追跡」, デジタルイメージング技術実利用化研究会当日配付資料, 2002年1月18日
- 文献5.1.1.1 間瀬 健二, 角 康之, 萩田 紀博 : 「体験Webにおける情報処理基盤としての協創パートナーとインタラクション・コーパスの提案」, 情報処理学会第64回全国大会予稿集, 4-551~4-552, 2002年3月
- 文献5.1.2.1 角 康之, 坂本 竜基, 中尾 恵子, 間瀬 健二 : 「コミックダイアリ : 経験や興味を伝え合うための漫画日記」, インタラクション2002予稿集, pp.101~108, 2002年3月
- 文献5.1.3.1 石黒 浩 : 「ROBOVIE III」, ROBODEX2002 Official Guide Book, pp.31, 2002年3月
- 文献5.1.4.1 齊藤 応志, 間瀬 健二 : 「人形型エージェントを用いた日記システムの考察」, インタラクション2002予稿集, pp.151~152, 2002年3月
- 文献5.3.2.1 内海 章, 鉄谷 信二 : 「非同期多視点画像を用いた物体追跡」, 情報処理学会CVIM研究会予稿集, 2002-CVIM-131-3, pp.17~24, 2002年1月
- 文献5.3.2.2 山添 大丈, 内海 章, 鉄谷 信二, 谷内田 正彦 : 「追跡対象の動きを利用した多数カメラの位置・姿勢推定」, 情報処理学会CVIM研究会予稿集, 2002-CVIM-131-17, pp.117~124, 2002年1月
- 文献5.4.2.1 鈴木 紀子, 笥 一彦, 竹内 勇剛, 岡田 美智男 : 「非分節音による反響的な模倣とその社会的効果 -発話速度の変化に関する検討-」, 日本音響学会2002年春季研究発表会, pp.411~412, 2002年3月
- 文献5.5.1.1 萩田 紀博 : 「ダイバシティ・メディアとしての体験Web構想 -新たな感動や体験を生み出すメディアの創出をめざして-」, 情報処理学会第64回全国大会予稿集, 4-411~4-414, 2002年3月
- 文献5.5.1.2 萩田 紀博 : 「新たな感動や体験を生み出すメディアの創出をめざして」, ATR Journal, No.46, pp.14~17, 2002年3月

(添付資料) 研究発表、講演、文献等一覧

決済番号	発表方法	雑誌名・国際会議名	発表者	タイトル	発表(予定)日	状況
2001メ-発036	国内研究会	情報処理学会CVIM研究会	内海 章、鉄谷 信二	非同期多視点画像を用いた物体追跡	2002.01.17～ 2002.01.18	発表済み
2001メ-発037	国内研究会	情報処理学会CVIM研究会	山添 大丈、内海 章、鉄谷 信二、 谷内田 正彦(大阪大)	追跡対象の動きを利用した多数カメラの位置・姿勢推定	2002.01.17～ 2002.01.18	発表済み
2001メ-発038	国内講演	デジタルイメージング実利用化研究会	川戸 慎二郎	目の実時間検出と追跡	2002.01.18	発表済み
2001メ-発072	雑誌掲載	ATR Journal	萩田 紀博	新たな感動や体験を生み出すメディアの創出をめざして	2002.02.08	発表済み
2001メ-発034	雑誌掲載	情報処理学会誌「仮想と現実の融合」特集	間瀬 健二	インタラクティブアートにおける仮想と現実	2002.02.15	発表済み
2001メ-発055	国内会議	インタラクシオン2002	角 康之、坂本 竜基、中尾 恵子、 間瀬 健二	コミックダイアリ：経験や興味を伝え合うための漫画日記	2002.03.06～ 2002.03.07	発表済み
2001メ-発047	国内会議	インタラクシオン2002	齋藤 応志、間瀬 健二	人形型エージェントを用いた日記システムの考察	2002.03.06～ 2002.03.07	発表済み
2001メ-発064	国内会議	情報処理学会第64回全国大会	萩田 紀博	ダイバシティ・メディアとしての体験Web構想 -新たな感動や体験を生み出すメディアの創出をめざして-	2002.03.12～ 2002.03.14	発表済み
2001メ-発065	国内会議	情報処理学会第64回全国大会	間瀬 健二、角 康之、萩田 紀博	体験Webにおける情報処理基盤としての協創パートナーとインタラクシオン・コーパスの提案	2002.03.12～ 2002.03.14	発表済み
2001メ-発067	国内会議	日本音響学会2002年春季研究発表会	鈴木 紀子、笈 一彦(名古屋大)、 竹内 勇剛(静岡大)、岡田 美智男	非分節音による反響的な模倣とその社会的効果 -発話速度の変化に関する検討-	2002.03.18～ 2002.03.20	発表済み
2001メ-発071	報道発表	日本経済新聞 他 新聞7紙 TV東京系 "World Business Satellite"	萩田 紀博、間瀬 健二、今井 倫太、 神田 崇行、石黒 浩	日常活動型コミュニケーション・ロボット「ROBOVIE-III」を開発 世界初！二輪バランスで、様々なコミュニケーション動作を実現するロボット	2002.03.19	発表済み
2001メ-発040	国際会議	Journees Design Sonore a Paris	Rodney Berry、蓼沼 眞、萩田 紀博	"Excuse me but you elevator isn't talking..." The making and consuming of Japan's soundscape.	2002.03.20～ 2002.03.21	発表済み
2001メ-発068	展示会	ROBODEx2002	神田 崇行、石黒 浩、間瀬 健二	ROBOVIE III	2002.03.28～ 2002.03.31	発表済み

