

2

身体性メディアによる メディア芸術創造支援

Support for the Creation of Digital Media Art by Embodied Media

渡辺富夫 ■ 岡山県立大学情報工学部情報システム工学科

観客があってこそ成立するメディア芸術の創造支援を対象として、身体性を活かして演者と観客が一体化するメディア場を創出するための基盤研究を紹介する。具体的には、仮想観客を生成して身体的リズムの引き込みにより場を盛り上げる「身体的引き込みメディア技術」、観客を取り込んだ場を統合表現する「身体的空間・映像メディア技術」、身体運動により音響場を生成する「身体的音響メディア技術」であり、これらを統合して人を引き込む身体性メディア場の生成・制御技術の確立を目指す。

身体的引き込み

演劇、演奏、落語、漫才などの演芸や講演など、観客（聴衆）が存在してこそ成立する芸術分野では、観客の反応が演者のパフォーマンスに影響を及ぼし、相互のインタラクションの中で、演者と観客とが織りなす一体感が最高の芸術作品を生み出している。これらの制作支援システム・技術やそのデジタルメディア芸術作品は、放送、ネット配信などの拡大に伴い、今後とも大きな産業分野として発展することが予想される。この演者と観客が一体となり、観客があってこそ成立するメディア芸術の創造支援には、人のインタラクションの本質の解明が不可欠である。

対面コミュニケーションにおいては、単に言葉だけでなく、うなずきや身振り・手振りなど対話者相互の身体的リズムが同調し、互いに引き込むことでインタラクションを円滑に促進している。この身体的引き込みは出生後間もない新生児期にも観察される。乳幼児は語りかけに対して何十万回、何百万回と手足をリズム同調させ、身体的に引き込んで言葉を獲得してゆく。この身体的引き込みによる原初的インタラクションは人間生物学的に本質的重要性を持っていると考えられる。身体的リズムの引き込みによりコンテキストが共有され、一体感や共有感を実感し、相手の思いをしっかりと受け止めることができる。身体を介したインタラクション・コミュニケーションでは、情報のシンボルをやりとりする以前に、この身体的引き込みによる一体感や共有感が大事なのである。

筆者は、人のインタラクションの本質は身体的引き込みにあることを前提に、音声対話におけるうなずきや身振りなどの身体的リズムの引き込みをロボットやCGキ

ャラクタのメディアに導入することで、対話者相互の身体性が共有でき、一体感が実感できる「心が通う身体的コミュニケーションシステム E-COSMIC (Embodied Communication System for Mind Connection)」を研究開発し、身体的コミュニケーション技術を開発してきた¹⁾。さらにこの技術を基に、演者と観客とのインタラクションの場において仮想観客により場を盛り上げ、人を引き込む最高のメディア作品の制作支援を目指して、人を引き込む身体性メディア場の生成・制御技術の開発を推進しているので解説する。

身体的コミュニケーションシステム E-COSMIC

心が通う身体的コミュニケーションシステム E-COSMIC のコンセプトを図-1に示す。本システムは、コミュニケーションの解析・理解のための身体的バーチャルコミュニケーションシステムとコミュニケーション支援のための音声に基づく身体的インタラクションシステムから構成されている。身体的バーチャルコミュニケーションシステムは、自分と相手のアバタである VirtualActor を仮想のコミュニケーション環境でインタラクションを把握しながらコミュニケーションできるシステムで、VirtualActor の身体動作、韻律情報、それらのタイミングのずれによる影響など、各種情報を加工して人間のインタラクション・コミュニケーション特性を合成的に解析することができるシステムである。特に無意識化されている知覚一運動系に矛盾を生起させて明在化させ、その矛盾が解消されていく過程をコンテキストとの生成と関係づけて調べることで、仮想環境ならではの

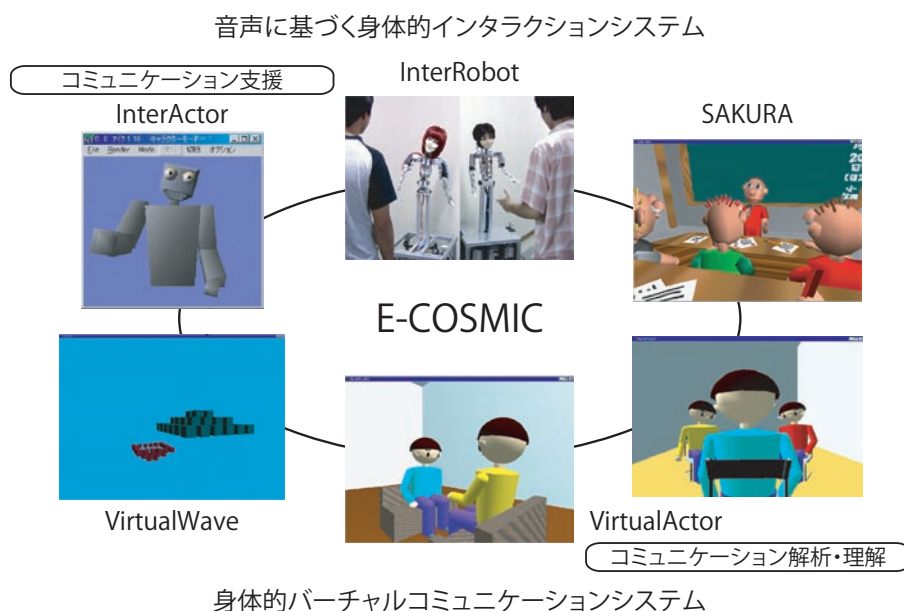


図-1 心が通う身体的コミュニケーションシステム
E-COSMIC のコンセプト

の解析が行える。たとえば、聞き手の VirtualActor の頭部動作を矛盾的に止めた場合のインタラクションにおける頭部動作のコミュニケーション効果を明らかにするなど、本システムの有効性が示されている。セカンドライフのような仮想社会でのアバタのインタラクションの解析にも有効である。

音声に基づく身体的インタラクションシステムは、この身体的バーチャルコミュニケーションシステムの解析結果に基づいて、うなずきや身振りなどの身体的リズムの引き込みに着目し、発話音声から話し手および聞き手としてのコミュニケーションの引き込み動作を自動生成する CG キャラクタ InterActor あるいは物理メディアのロボット InterRobot を用いたコミュニケーション支援システムである。対話者の語りかけに対して InterActor は聞き手としてうなずき動作など身体全体で引き込むように反応し、対話相手の音声が入った時には話し手としてコミュニケーション動作をすることで、InterActor を介して対話者同士のインタラクションを促進させる。さらに InterActor を複数体配置することで、集団での引き込み効果によるインタラクションの場が生成される身体的集団コミュニケーションシステム SAKURA を開発している。SAKURA の名前は場を盛り上げるサクラにちなんでおり、システムの引き込み効果については身体的引き込みメディア技術で後述する。

場の盛り上げ

身体之谜、人の体の素晴らしさを探る番組 NHK「解体新ショー」（2007 年 6 月 23 日放送）で、「なぜうなずくの？」をテーマにコミュニケーションにおける身体的

引き込みの不思議さと重要性を、語りかけにうなずきなどで引き込み反応するロボット（動物型 InterRobot）を実演して紹介した。この番組ではスタジオの 50 人の観客の前で解説者と司会者が質疑応答形式で体の不思議の謎解きをし、それに対する観客の反応が番組作りに重要な役割を果たしている。本番組収録前のスタジオでは、若手芸人が観客に漫才をして場を和ませ、場が盛り上がる雰囲気醸成されて本番を迎えた。このように種々の演芸やトークショーなどテレビの番組収録においては、観客を動員して場を盛り上げ、演者と観客との一体感により演者のパフォーマンスを最大限に引き出すことで、視聴者を引き込むメディア作品の制作が現場での経験に基づいて行われている。観客がいわゆるサクラとしての機能を十分に発揮して場が盛り上がる場合には、演者と観客との音声・音響と手振り・身振り等の身体動作のリズム同調による引き込みなど身体的インタラクションにより、コンテキストが共有され、一体感や共有感が実感されることで、演者は自然に最高のパフォーマンスで演じることができる。

観客をサクラとして用いる盛り上げ手法は、人を意識的に反応させることできわめて有効である反面、欠点として観客を動員する必要があることと、観客のサクラとしての成否がそのまま演者のパフォーマンスに反映され、メディア作品の品質に多大の影響を及ぼすことが挙げられる。したがって、この現場の経験に基づく盛り上げ手法をコンピュータ上で合成・解析・加工・評価するシステムを開発して体系的に解明し、実践的な科学技術として場を盛り上げる身体性メディア技術を確立することで、安定的に最高品質のメディア作品の制作を支援することが可能になると考えられる。たとえば、本技術を仮想観

身体性を活かした感性的な合意形成



図-2 人を引き込む身体性メディア場の生成・制御技術の開発コンセプト

客の観点から使用する場合には、演者に対して身体的に引き込む物理メディアとしてのロボットやCGを仮想観客として観客の中に生成することで、観客の身体的引き込みを喚起・促進し、必然的に理想のメディア場を生成することができる。また本技術を演者支援に用いる場合には、インタラクションの中での演者の行動の再生・加工など身体性を取り込んだ演技支援で、本番さながらに演技のシミュレーションが可能で、まさに新しいメディア芸術の創出を支援することができる。

CREST「人を引き込む身体性メディア場の生成・制御技術」

このメディア芸術の創造支援を対象として、科学技術振興機構(JST)戦略的創造研究推進事業(CREST)研究領域「デジタルメディア作品の制作を支援する基盤技術」でCREST「人を引き込む身体性メディア場の生成・制御技術」の研究開発を推進している(図-2)。演者と観客とのかわりの中で人を引き込むインタラクションのメディア場の生成には、身体的な「引き込み」、「空間・映像」、「音響」のメディア技術が重要な役割を果たすので、演者の音声・音響に基づいて引き込み反応するCGやメディアロボットなどの仮想観客を生成して身体的引き込みにより場を盛り上げる「身体的引き込みメディア技術(渡辺富夫)」、観客や演者の存在感を高めるための仮想人影やその空中描画など身体性を取り込んだ空間・映像メディアを統合表現する「身体的空間・映像メディア技術(三輪敬之)」、身体運動により音響場を生成する「身体的音響メディア技術(橋本周司)」の開発が要である。

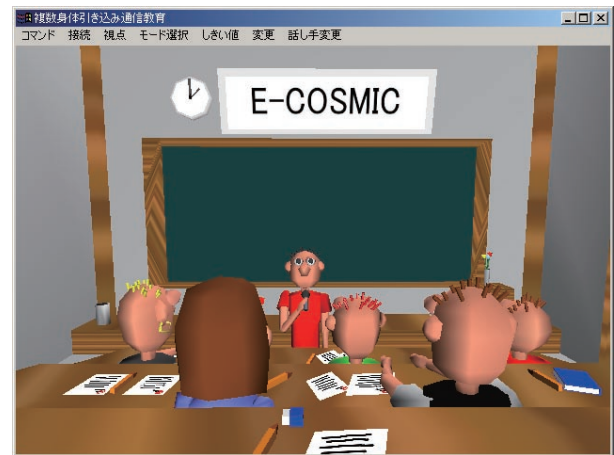


図-3 身体的集団コミュニケーションシステム SAKURA

●身体的引き込みメディア技術

E-COSMICで解説したように、対面コミュニケーションでは理解した上でインタラクションする前に、身体的リズムの引き込みによる一体感・身体性の共有という基盤があってこそ、対話情報の送受信が心の基底の部分でやりとりできるという筆者独自のアプローチを進展させ、身体的引き込みによる「かわり」のメディア場を生成することで、人を引き込むコンテンツ制作を支援できると考えている。具体的には、InterActorやInterRobotを仮想観客として複数体用いて観客との反応に応じて相互引き込みを再構築するなど、集団引き込みによるかわりの身体性メディア場を自動生成する身体的引き込みメディア技術を開発している。

教師役として1体、学生役として複数体のInterActorを仮想教室に配置した音声駆動型身体的集団コミュニケーションシステムSAKURAを図-3に示す。本シ

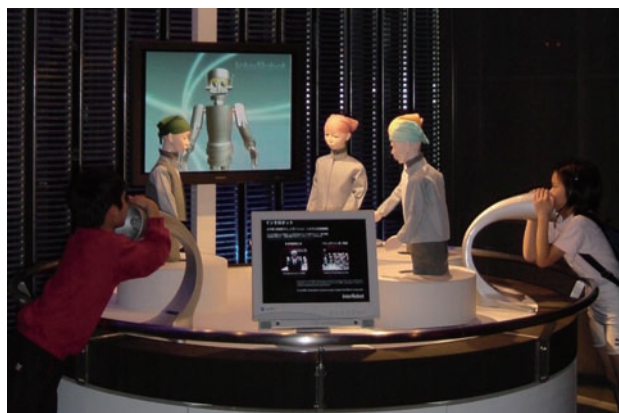


図-4 日本科学未来館での音声駆動型身体的集団コミュニケーションシステムの常設展示

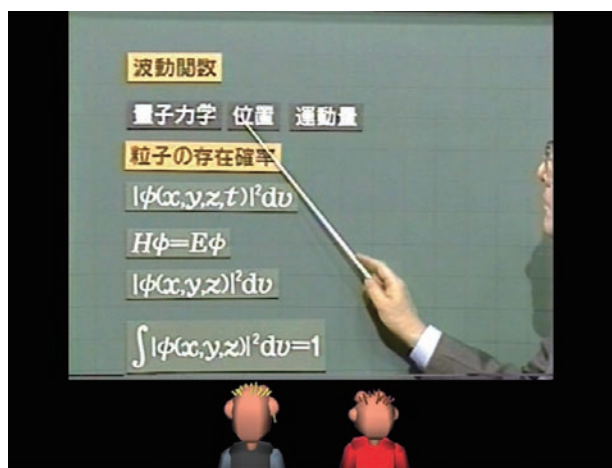


図-5 音声に基づくキャラクタの身体動作により視聴者を引き込む教育支援システム

システムで教師役の人が音声入力すればリアルタイムで教師 InterActor は手振りを交えて話し手として振る舞い、学生 InterActor は熱心な聞き手としてうなずくなど、両者の InterActor の集団引き込みにより臨場感豊かなかわりのコミュニケーション場が入力音声のみから自動生成される。この場の情報伝達効果を実証するために、本システムを用いて消費税率の引き上げを主張した録音音声から先生 InterActor の動きは同一条件にして、学生 InterActor の動きを引き込み反応させた場合と入力音声とは無関係にだらけ反応させた場合の2種類のビデオを作成した。学生被験者 52 名を 26 名ずつの2つのグループに分け、一方は引き込み反応のビデオを視聴させ、他方はだらけ反応のビデオを視聴させた後に、被験者が考える妥当な消費税率を書かせた結果、音声情報と教師 InterActor の振る舞いは同じであるにもかかわらず、引き込み反応のビデオを視聴したグループの消費税率の平均は 6.92% に対してだらけ反応のビデオを視聴したグルー



図-6 語りかけへの集団引き込み反応により場を盛り上げるシステム

プの平均は 5.31% で有意水準 5% の有意差が認められた。前述の「解体新ショー」でも都内の学生 40 名に対して同様の実験を行った結果、同様に有意水準 5% の有意差が認められた。本結果は、身体的引き込みによるかわりの場がいかにか人への情報伝達効果に影響を及ぼすかを示している。実際の講義で前列の学生の反応動作が後列の学生に影響を及ぼすとする、InterActor や InterRobot の仕組みを身体性メディアとして組み込むことで、周りの学生のうなずきを促進させると同時に教師との引き込みも支援できるかもしれない。この場の情報伝達効果の重要性を体験し、身体的引き込みの不思議さを実感してもらうために、複数の InterRobot を用いた実体版 SAKURA を開発し、日本科学未来館に常設展示している(図-4)。

SAKURA の効果を仮想観客として応用した例として、図-5 のように聞き手の InterActor を後ろ向きにして教育番組の映像に重畳合成して教師の音声にうなずくなどの引き込み反応をさせることで学習効果を高める教育支援システムを開発している。仮想観客としての InterActor の有無による学習効果の違いは、ビデオ視聴後に試験で成績評価を行うことで確認している。また人型キャラクタだけでなく、ひまわりなどの 3D オブジェクトが語りかけに対して引き込み反応するシステムを開発している(図-6)。このインタラクション絵画を仮想観客として講義室や宴会場などの壁に掛けることで、人とともに存在して、その場を盛り上げるなどの場の雰囲気作りに一役買うことが期待される。さらに集団引き込み反応によって場を盛り上げる手法として、歌い手の音声に対して複数の手型 3D オブジェクトが身体的引き込み動作を行うことで、歌い手と聴き手が一体となって場が盛り上がり、演者のパフォーマンスを支援する仮想観客システムのプロトタイプを開発し、「かいゆう展」フィナーレコンサートで実演した(図-7)。また音声入力に

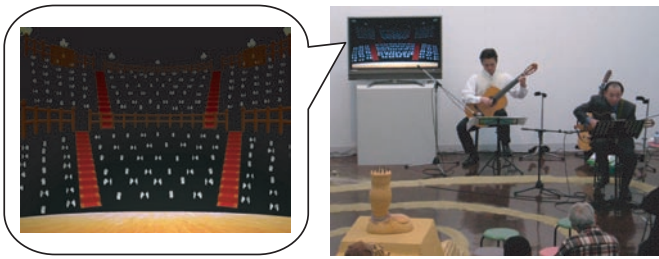


図-7 「かいゆう展」で実演された仮想観客システム

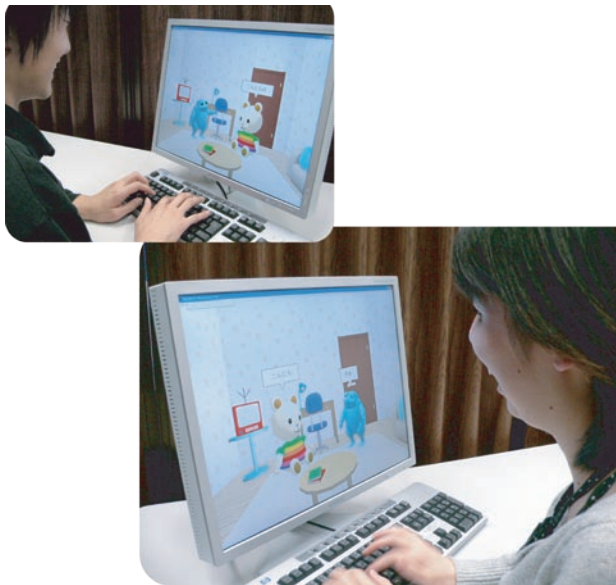


図-8 タイピング駆動型身体引き込みキャラクタチャットシステム InterChat

基づく InterActor に手指動作入力や身体動作入力を併用することで、自然な身体的リズムの引き込みと同時に意図した動作を反映させた、新たな身体性メディアシステムのプロトタイプを開発している。特にタイピングを音声入力と見立てて、タイピングに基づくコミュニケーション動作の生成モデルを構築し、キャラクタチャットへの導入により、タイピング駆動型身体引き込みキャラクタチャットシステム InterChat を開発している（図-8）。本開発は、これまでの音声入力インタフェースをタイピング入力インタフェースへと応用範囲を飛躍的に拡張するもので、実用面でもオンラインゲーム等の場の盛り上がり重視したシステムへの導入も容易である²⁾。

現在、集団引き込み反応による場の盛り上げと身体的引き込みの計測・設計のために、前述した身体的バーチャルコミュニケーションシステムの仮想空間（実空間も含む）やアバタに InterActor（InterRobot）などの引き込み機能や身体的インタラクションシステムを付加した身体

的引き込みシステムを新たに開発して、引き込みによる場の盛り上げ効果を合成的に解析し、システム開発を進めている。

●身体的空間・映像メディア技術

共感できるドラマの即興的創出には、舞台（場）の上の演者の身体的表現のみならず、観客の働きが重要な役割を担う。このようなドラマの舞台を地理的に離れた場所間でリアルタイムに創出するためには、演者と観客が共に同じ場所に存在しているような共存在感が実感できる身体性メディアが必要になる。その手がかりを与えるものとして本研究では「身体の影響」に着目し、身体的空間・映像メディア技術を開発している。影は、身体と非分離で無意識に存在そのものが喚起される存在メディアである。本研究開発グループ代表の三輪はすでに、清水博が先に提唱した「コミュニケーションにおける即興劇モデル」を参考にして、離れた場所にいる人々の人影を互いに別の空間の対応する位置に送り合うことで、共存在の場を創出する影システム（WSCS：Waseda Shadow Communication System）のコンセプトを提案し、設計・開発している（図-9）³⁾。身体の影響は、人物を赤外線熱画像処理により抜き出し、相手の対応する存在位置に一致させてスクリーンに向けて投影される。これにより三輪らは、影の在る空間を身体が「働きのある場」として感じることを発見し、共通の場に各人の存在を位置づけることを可能にした。

WSCS を用いて離れた場所の集団における自律的な間合いの生成過程を図-10に示す。人物が実在する空間に別空間にいる人物が人影として入ってくると、自然に間合いを取り合って即興的にリアルタイムに互いの存在位置が決まる。これは、離れた場所に居ながら身体の影響という存在メディアを介することで、互いの場が統合された共存在の場が暗的に生成されることを示している。図-11は、別室間での複数人で共同描画する様子を示している。ペン先の移動経路を検出して描画するシス

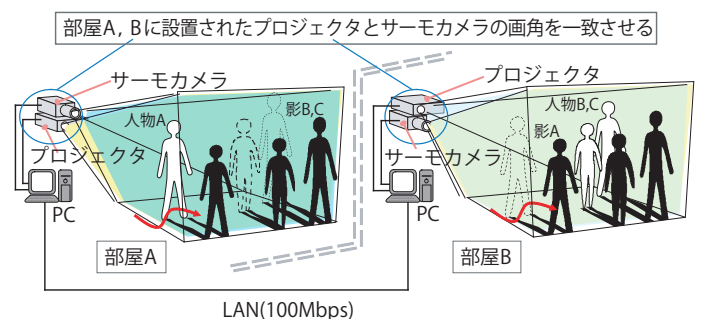


図-9 共存在の場を創出する共存在コミュニケーションシステム

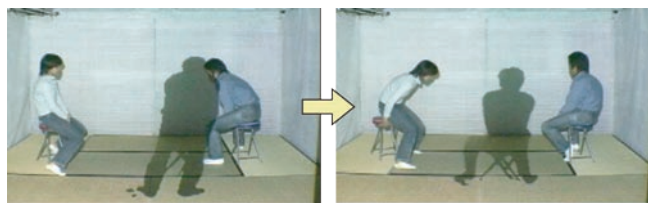


図-10 参加者銘々が互いに間合いを取り合って着席する様子

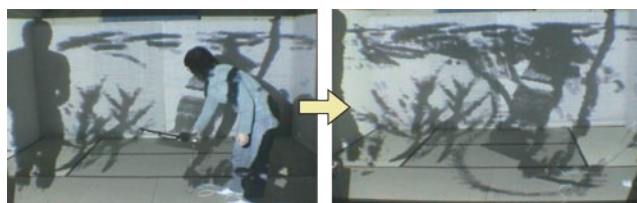


図-11 即興的に描かれる共同描画



図-12 場のアーツコミュニケーションでの公開デモンストレーション

テムを用いて、主題を定めずに描き出しても、人影の描画行為によるインタラクションによって各人が役割分担し、まとまりのある絵が即興的に描き出されていく。まさに場のコンテキストが同一空間にいるかのように自然に生成されていることを示している。さらに、ワークショップ「場のアーツコミュニケーション」のWSCS 公開デモンストレーションで、面識のない異なる集団間の出会いの場づくりに本システムを活用するため、仮想影ボールを導入した身体的インタラクションの有効性やドラマづくりにおける観客の存在の必要性などについて検討している(図-12)⁴⁾。

このように、離れた場所にいる人々(演者)の存在を1つの共通の舞台(場)に位置づけ、演者の間で空間的、時間的な間(ま)の合った多様な演技(行為)の即興的創出を支援するための「身体的表現メディア技術」、観客の動きを表現しそれを舞台に反映させることにより、舞台における共感性を高めて、コンテキスト(ドラマの筋)の共創出を支援するための「場の統合的表現メディア技術」について、描画システムなどの舞台道具も取り入れて研究している。さらに、舞台における演者の多様な表現を記録、保存し、その場を再現することで、時空を超えて文化や技術を共同体験できる「場のアーカイブ技術」の開発を目指している。

● 身体的音響メディア技術

舞踏などに見られるように音響・音楽は身体運動を誘

発する。また逆に、楽器は身体運動を音響に変換する装置である。このような意味で、我々の身体と音楽・音響の関係は、人を引き込むメディア場の生成・制御技術を考える上で重要な要素となる。本研究開発グループ代表の橋本は、すでに画像処理技術により舞踏のような身体全体の運動を自動抽出し、身体運動からその一連のリズム・テンポ等に応じた音響・音楽をリアルタイムで自動生成するシステム・技術を開発している⁵⁾。たとえば、身体運動から音響が生成され、また生成された音響が身体運動に影響を及ぼして次の運動を誘発し、相互のインタラクションの中で表現したい音響や舞踏が生成されるシステムがある。図-13は、複数の人の舞踏の動きから音楽とロボットの動作が生成され、その音響とロボット動きが舞踏に影響を与えて、さらに音楽とロボットの振り付けを変化させるという、インタラクティブな音楽空間を構成した例である。

人間の感性的な意思や反応は身体を動かす力に現れることが多い。力は身体運動の加速度として検出できることから、身体的音響メディア技術の基盤要素として、身体の加速度データを実時間で送信するワイヤレスデバイスを製作し、身体運動により音響を生成・制御するシステムの構築を試みている。従来の楽器ではその物理的な構造が身体運動と生成音響の関係を規定するのに対して、コンピュータを用いた仮想的なシステムでは、演奏者の嗜好とスキルに応じて身体運動と生成される音響の関係を適応的に決定することができることが大きな特徴であ



図-13 ダンサーとロボットによる共創的音楽空間

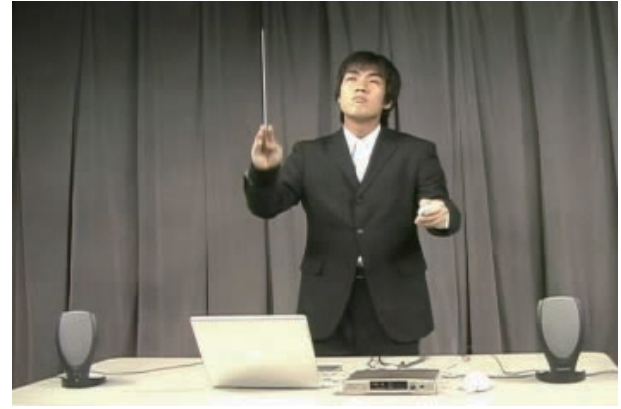


図-15 加速度センサを用いた音楽音響指揮システム

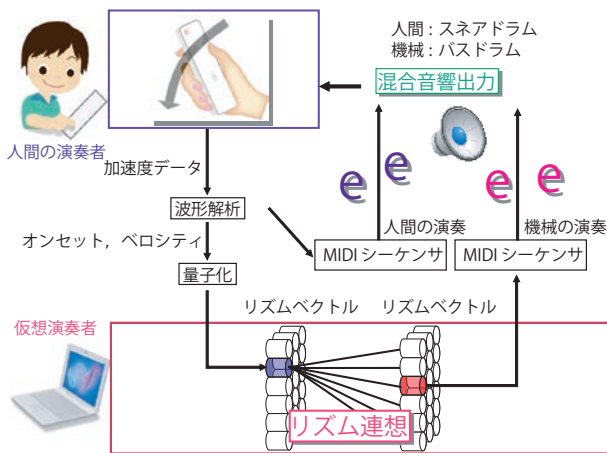


図-14 加速度センサを用いたリズムインタラクションシステム

る。また、音楽の要素のうちでも最も身体性の強いリズムに注目し、階層的な概念に基づくリズムパターンの自動抽出とリズム類似度に基づく連想によるリズム生成を行うシステムを製作して、加速度を検出する身体的インタフェースと結合した⁶⁾。図-14は、手振り動作により生成されたリズムに応じてシステムが適切なリズムで応答することによりインタラクティブなリズムセッションを実現するリアルタイムシステムの処理フロー図である。

また、指揮者の気分で演奏が楽しめる演奏制御システムはすでに実現しているが、現在は、MIDI音源ではなく、CDなどからの音響信号を身体動作によって直接制御する演奏制御システムを開発している。図-15は、指揮棒を振る右手の加速度変化から検出したテンポに合わせて音響を再生すると同時に、左手のコントロールパッドによりその他の演奏制御を行うシステムである。拍点の位相を動作と合わせるために、あらかじめ音響データから拍点位置を特定しておく必要がある。また、音響の質が音楽的に十分とは言えないが、これにより歌声を含

む音楽の制御が可能となった。

さらに、演奏会の聴衆全体の身体的反応(乗り)を画像と音響により実時間解析して、これを増幅してその場全体に提示するシステムを開発するなど、演奏者、指揮者、聴衆、それぞれの立場から身体的音響メディアの新しい技術の創出を図っている。

研究のインパクトと展望

デカルト以来、自己と対象を分離して客観視することで飛躍的な科学技術の進展がもたらされてきた。しかし、真に人間のかかわりを対象としたメディア芸術の創造支援では、自他分離的手法では明らかに不十分で、場を共につくるかかわりの設計論が切望されている。

筆者らは、演者と観客が一体となるインタラクションの場を創出するために、新たに身体性を取り込んだ空間・映像や音響の表現メディアを研究し、この身体性メディア場に乳幼児からの言語獲得に不可欠な身体的リズムの引き込みを導入して、場を盛り上げ、演者と観客のパフォーマンスを最大限に引き出し、人を引き込むデジタルメディア場を生成・制御する技術を研究開発している。これは、現場の経験に基づく盛り上げ手法をコンピュータ上で合成的に解析することで体系的に解明し、実践的な科学技術として場を盛り上げる身体性メディア技術の確立である。演者と観客が共有する時空間は、明らかに各々で生成されるもので、その時空間を共有する仕組みが身体的引き込みであり、思いを伝え合い、最高の芸術作品を生み出すメディア場の創出には、相手を全身で感じる一体感、身体性の共有が不可欠である。本技術革新により本格的に人とかわる身体性メディアの基盤技術・システムが提供されることになる。

これまでに開発したシステムは、日本科学未来館の常設展示をはじめ各種イベント等の多くの場で公開、テストを繰り返しており、身体的インタラクション効果を理

論としてだけでなく、デモンストレーションシステムとして体験できる形で実証している。本研究開発の成果も体感できることが大事で、身体性を取り込んでメディア芸術の創出現場を再現し、演者あるいは観客となって舞台上がってメディア芸術を体験する創出的体験ミュージアムを創り、独創的なメディア芸術の創出を支援するとともに、一般の人々が気楽にメディア芸術の創出に関与し、楽しみ親しむことで、技術革新の手掛かりが実感できると確信する。

本システム・技術を利用し市場に投入される商品は、本来のメディア芸術の創出支援や本格的に人を引き込むCM制作などコンテンツ制作支援ばかりでなく、アート、エンタテインメント、教育まで、人とかかわるあらゆるシステムに応用可能である。またこれによって過去に存在しなかった付加価値と魅力を持ったコンテンツが生み出され、この新たに創出される身体性メディア産業によって、大きな新規市場が開拓できる。

何事にも光と影があるように、本技術開発は、身体的リズムの引き込みによりサブリミナル効果とは遙かに次元を異にする情報伝達効果が得られるだけに、一歩間違えれば煽動の技術としての危険性をはらんでいる。これらを十分に見分けて、世界に成果を早く公開して周知させることで、身体性メディア・身体的インタラクション

の不思議さ・素晴らしさに感動し、メディア芸術を楽しむ、夢のある研究開発を進めたい。

参考文献

- 1) 渡辺富夫：身体的コミュニケーション技術とその応用，システム／制御／情報，Vol.49, No.11, pp.431-436 (2005)。
- 2) Watanabe, T.: Human-Entrained Embodied Interaction and Communication Technology for Advanced Media Society, Proceedings of 16th IEEE International Symposium on Robot & Human Interactive Communication (IEEE RO-MAN 2007), pp.31-36 (2007)。
- 3) 三輪敬之：場の統合による共存在のコミュニケーション技術，電子情報通信学会誌，Vol.89, No.3, pp.218-225 (2006)。
- 4) Miwa, Y., Itai, S., Hasegawa, S. and Sakurai, D.: Shadow Arts-Communication: System Supporting Communicability for Encounter Among Remote Groups, Human Interface and the Management of Information, LNCS4558, pp.84-94 (2007)。
- 5) Hashimoto, S.: Interface Devices and Software Tools for Expressive Music Creation, Proceedings of IEEE RO-MAN 2006, pp.704-709 (2006)。
- 6) Kasahara, S., Yamaguchi, T., Saegusa, R. and Hashimoto, S.: Rhythm Interaction System based on Rhythm Association, Proceedings of the 2007 International Computer Music Conference (ICMC 2007), Vol.1, pp.13-16 (2007)。

(平成 19 年 11 月 1 日受付)

渡辺富夫(正会員) watanabe@cse.oka-pu.ac.jp

1983 年東京大学大学院工学系研究科博士課程修了。工学博士。同年山形大学工学部情報工学科助手。1984 年同専任講師。1989 年同助教授。1993 年岡山県立大学情報工学部情報システム工学科教授。ヒューマンインタフェース学会会長、日本機械学会フェロー。

