

リズムを介した感性協調支援実験

仲谷 美江* 吉良 文郷* 西田 正吾*

コミュニケーションの感性的側面については、引き込み現象や共感などが研究されているが、ここでは他者と一体感を感じるような能動的な感性協調の場構築を目指して、一体感についての実験を行った。人が一体感を感じる時、手拍子などリズムを合わせる協調動作をしている点に着目し、リズムが感性協調の一つの要因と考え、主体的にリズムを合わせて音楽を演奏する課題と音楽に受動的に合わせる課題を比較した。結果、相手を意識する度合いや相手に合わせるか音楽に合わせるか、で一体感の感じ方が異なってくるのがわかった。

Experiment of Kansei Interaction from the Viewpoint of Rhythm

Mie Nakatani* Fumisato Kira* Shogo Nishida*

In this paper, Kansei interaction is analyzed focusing an embodied interaction. First we analyze the process of Kansei interaction and propose the method to enhance the interaction. One person has his own rhythm such as biorhythm, life cycle, personal tempo and so on. When he collaborates with other persons and his rhythm is harmonized with other's, he feels the sense of unity. We think keeping the collaborative synchronism like playing music is an important factor for the sense of unity. Two experiments are conducted and it is found that keeping the collaborative synchronism was important for the sense of unity.

1. はじめに

近年、コンピュータで人間の様々な「感性」を扱うようになってきた。多くのコミュニケーション支援研究もまた、感性的側面に着目し、自然で人間らしいコミュニケーション環境を目指している。現在、感性に関する研究には大きく2つの流れがある。一つは、感性工学、感性情報処理と呼ばれる分野で、絵画、音楽、家具のデザイン等、客観的評価が難しい対象の特徴を抽出し、インタフェースや芸術的な活動に役立てようというものである^{[1][2]}。例えば、芸術作品や商品のデータベースを感性語（明るい、優雅な、などの形容詞）で検索できるインタフェース^{[3][4]}などが構築されている。コミュニケーション支援としては、絵画について人間とエージェントが感性語を使って会話するシステム^[5]などがある。標準的な感性の定義はまだ確立していないが、これらの研究では感性評価に

焦点をあて、主観的で多義的で曖昧な人間の評価を構造化し、計算機に対応させるというアプローチをとっている。もう一つの流れは、人間同士の相互作用におけるノンバーバルな側面の特徴と役割を明らかにし、コミュニケーション支援に役立てようというものである。相互作用に関する研究では、会話の「間」の分析や^[6]、母子間の引き込み現象の解明^[7]などがある。コミュニケーション支援としては、頷きエージェントによる会話の支援^[8]などがある。これらの研究では、感性をコミュニケーションに付随するノンバーバルな情報としてとらえている。そして計算機上でその情報を再現することにより、より豊かなコミュニケーション環境が構築できるというアプローチである。

本研究では、複数人間が交流し、感性協調する場の構築を目指している。ここでは計算機に擬似感性を実装するのではなく、人間同士が同じ体験同じ感情を共有し、かつ、それが楽しいと感じられるような状態を支援する。そのために、まず感性と感性協調について考察し、考

* 大阪大学大学院基礎工学研究科
Graduate School of Engineering Science, Osaka
University

察に基づいて感性協調支援実験を行った。

2. 感性協調と一体感

感性協調について明示的に定義されたものは見られないが、引き込み、共感、創発など、感性の相互作用事例についての研究がある。

「引き込み」については、古くは Condon ら^[9]により新生児が母親の動きに同調した動きをすることが観察された。また、音楽を聴いているだけで呼吸周期が音楽と同調してくることも確認されている^[10]。これらは意識的に行なわれる現象ではないが、お互いに引き込まれることで気持ちが伝わりやすくなり、コミュニケーションが円滑になるという点で感性協調と言える。「共感」については心理学的な研究が行われている^[11]。共感とは他者の経験を頭の中で再体験し、同じ感情を抱く現象で、自我の発達とともに芽生えてくる。共感とは他者と感情が一致するという意味で感性の協調に近いが、必ずしも相互作用ではなく、テレビに出てきた人物に共感するなど一方向の共感もありえる。「創発」とは協同作業において異なる感性がぶつかり合うことで感性の創造的側面を刺激し、発想を支援するという相互作用である。芸術家同士が作品を交換して刺激し合い影響し合いながら、新しいイメージの作品を作り出していく創発過程が観察されている^[12]。

このように感性協調には様々な側面が存在するが、本研究では、一体感を感じる感性協調を目指す。ここで用いる一体感は、他者を意識していながらその他者と一つになっているという感覚をもつこと、一つになっている感覚を楽しいと自覚すること、において引き込みとは異なり、能動的な感性協調を意味する。また、他者の経験の再体験ではなく、同じ体験をしているという自覚が重要であり、共感とは異なる。

一体感という感覚がどのように理解されているかを知るため、大学生 10 名に一体感に対する各人の自由なイメージを回答してもらった。その結果、全員がこれまで一体感を味わった経験があり、その状況は合唱や合奏、チーム

スポーツのプレー中などであった。一体感を感じた状況やその時の気持ちは、「楽しい」「ワクワクする」「興奮する」などが挙げられた。他にも、ライブ会場で立ち上がって踊る観客や、ワールドカップの応援席で一体感を感じていると考えられる。このような一体感は何によって誘発されるのであろうか。ここで注目したのは、他者との一体感体験に共通している要因として、同じ状況にいて動作を共にしているという点である。音楽に合わせて踊る、手拍子をする、サッカーのパスをする、など、タイミングやリズムを合わせて協調動作を行っている。そこで、本研究ではリズムをとる動作に焦点を当て、リズムと一体感の関係を探る実験を行った。実験の前に、リズムがどのように感性に関わってくるかについて考える。

3. 人間のリズムと感性

リズムを一般的に定義するのは難しい。音楽で使われる意味のほかにも複数の実体が含まれていて、時間的秩序、周期といったものから、構成、割合、間、姿勢、といった空間的なものまで幅広く意味している^[13]。「このごろ生活のリズムがくるっている」「やっと投球のリズムをつかんだ」など、自然、文化、社会にわたる生活の中のあらゆる現象に用いられる。人間は、心拍、呼吸のような生理的なリズムから、自然、生活、文化、社会にいたるまで、様々なリズムの重層構造の中に囲まれて暮らしている^[14]が、人間には個々人に固有の自発的テンポというものがあることがわかっている^[15]。テーブルを自分の好きなテンポでたたくと、その間隔はほぼ一定 (380ms~880ms) になるが、この値は個人差が大きく、逆に個人内変動は少ない。自発テンポは、好みのテンポ (もっとも自然に感じられる音や光の継起速度) や歩行のリズム、心拍数と近くなることもわかっている。しかし、心拍数が上昇しても自発的テンポは上昇しない。人間の活動と自発的テンポの間の相関はまだ確認されていないが、身体や生活のリズムと気分や思考のリズムに関連があることは誰で

も経験することである。音楽の好みについて言えば、基本的な嗜好の傾向は変わらなくても、気分によって聞きたい音楽は変わる。テンポの速い賑やかな曲が聴きたいときもあれば、ゆっくりした静かな曲が聴きたいときもある。反対に、曲が聞こえてくると、それが好きな曲でなくても曲に合わせて自然に身体をゆすっていることもある。これらのことから、人間には、個人に特有で変動の少ない基本的な自発的リズムと、内的要因（体調や生活時間）や外的要因（うれしい出来事やストレス）で変動する誘発的リズムが存在するのではないかと考えられる。自分のリズムに合う活動は受け入れやすいが、リズムに合わない活動は、不自然で無理があるように感じるはずである。洋服や絵画にもリズムという概念があてはまるとすれば、その主観的評価、即ち感性にも個人のリズムが影響してくると考えられる。

個人が固有のリズムをもっているとする、個人と個人の相互作用は、ある意味で異なるリズムが同調する過程と考えることができる。会話では、頷く動作によってお互いに引き込まれ、コミュニケーションが円滑になることがわかっている^[8]。相手とリズムが合わないと、かみ合わない会話となる。コミュニケーションにおいて、リズム合わせの媒体となるものがあれば、相互作用は促進され楽しくなるものと予測できる。しかし、単に他者とリズムが合っているだけで、常に一体感を感じるわけではない。音楽は聞いているだけでも身体でリズムを刻んだりするが、複数人で同時に音楽を聞き、引き込みが生じて、他者と一体感を感じるわけではない。相手を意識して積極的に合わせる努力をする、無意識にリズムが合うのではなく、主体的にリズムを合わせようとする、この主体性が一体感を感じるために重要と考えられる。合唱や合奏では各人が音楽に合わせる努力をするため、全体のリズムが一つになりやすい。その上、成果としてきれいなハーモニーの音楽がフィードバックされて、満足度が高まり、一体感が生まれるものと考えられる。

本研究では、リズムを合わせる共同作業によって一体感を誘発する場を試作し、実験を行う。課題として、パソコン上でリズムを合わせて音楽を演奏するゲームを用い、リズム協調動作と一体感のかかわりを探る。

4. リズムを合わせる実験

4.1 実験1

二人でリズムを合わせる共同作業を行う場を用意し、能動的にリズムを合わせる共同作業が一体感を生むことを確かめる。具体的には、計算機が指定したテンポでリズムを刻む課題と、被験者が自ら決めたテンポで協力してリズムを合わせていく課題を比較した。（ここで、テンポとは一定リズムを刻む時の速度とみなしている。）自らテンポを決める課題は、主体的である、相手を意識する、という点で、より一体感が高いと推測できる。

実験課題：二人で交互にリズムを刻むことによって、音楽を上手に進めていくゲーム。二人で曲を聞きながらテンポを自由に合わせられるテンポ無指定型課題と、計算機がテンポを指定し、被験者はその指示に従うだけのテンポ指定型課題の2種類を製作した。テンポ無指定型課題は、二人が四分音符のテンポで交互にボタンを押し合うことによって、TFP(Two Finger Piano)^[16]のようにボタンを押すスピードに合わせた音楽が流れてくるゲームである。曲によって適切なテンポがあり、速すぎても遅すぎてもきれいに聞こえない。また、二人のテンポが合わないと速くなったり遅くなったりしてちぐはぐに聞こえる。パソコン画面上では、画面下部のマーカが左右に交互に出現し、現在どちらの押す順番かということを示している（図1左）。一方、テンポ指定型課題は、コナミのビートマニア^[17]のように曲に合わせて画面右端から流れてくるマーカの指示に従ってボタンを押すゲームである（図1右）。指定された位置に来たところでタイミングよく打鍵するとパーカッション音が聞こえ、曲を盛り上げるが、タイミングをはずすと不自然な伴奏になって

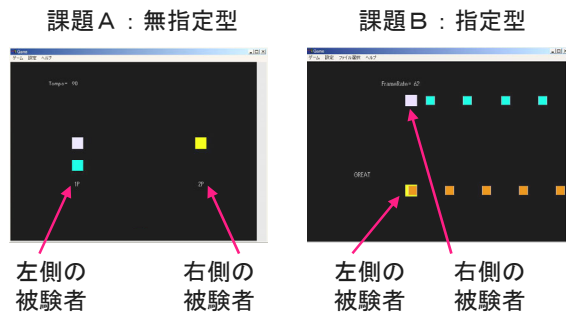


図1 ゲーム画面

しまう。どちらの課題の場合も、用いた曲はオリジナルの1分程度の曲1曲である。実験環境は、ノートパソコンにMIDIキーボードをつなぎ、打鍵操作はMIDIキーボード上で行い、画面にマーカを表示した。

一体感の評価：一体感の評価は、アンケート形式による主観評価で行う。評価は8項目(図2参照)で、「課題は易しい(0)ー非常に難しい(6)」「リズムはまったくバラバラだった(0)ーリズムは常に合っていた(6)」など各質問項目に相応しい選択肢を用意し7段階で評価する。

手続き：始めに練習として各課題で2~3回ずつ練習する。その後、無指定型課題と指定型課題を1回ずつ実施する。被験者のうち3組は無指定型→指定型の順で行い、3組は指定型→無指定型の順で行う。1回ごとにアンケート評価をしてもらう。被験者は大学生6組12名である。

結果と考察：アンケートの平均値を図2に示す。*の付いた項目については符号検定で有意差がみられた。「一体感」については、平均値は無指定型の方が高いが二つの課題の間に統計的有意差は見られなかった。評価の分散をみると、無指定型は総じて評価が高く、無指定型では2と3が各一人、あとは4以上だったのに対し、指定型は分散が大きく、0~2が4人で、4~5が8人と、一体感を感じる派とまったく感じない派に二分していた。そこで、各課題別に高一体感群と低一体感群に分けて集計結果を比較したが、条件による有意差は見られなかった。無指定型課題においては、高一体感群低一

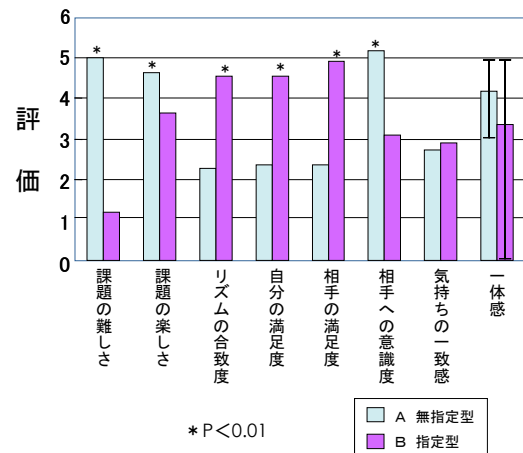


図2 実験1アンケート結果

体感群共に作業が難しく、お互いのリズムは合わず満足度は低いにもかかわらず、楽しさが高くなっている。また相手を意識する度合いも高い。この課題の低一体感群二人には、相手との気持ちの一致が感じられないという評価に差が見られた。実験後の聞き取りでは、画面のマーカに集中していて相手を意識していなかったという意見が得られた。指定型課題においては、無指定型とは逆に作業は簡単でお互いのリズムは合っていて満足度も高いが、楽しさ、気持ちの一致度は高一体感群と低一体感群での差が大きい。この要因を探るために、一体感と各項目の相関係数を計算したところ、無指定型課題では課題の難しさ(0.638)、気持ちの一致度(0.492)と相関が見られ、指定型課題では気持ちの一致度(0.725)、楽しさ(0.672)との相関が見られた。

テンポを自ら決める課題は、主体的であり、相手への意識度が高くなるために、一体感が高いと予測していた。一体感、相手への意識度、楽しさは予想通り高かったが、一体感には統計的有意差が得られなかった。が、主体的ではない指定型課題でも、一体感が高い群では楽しさ、相手への意識度、気持ちの一致度が高いことから、これらの項目が一体感を高めることに関わっていることが推測される。課題の難しさやリズムの合致度は一体感そのものの評価には大きく影響していないことがわかる。課題曲は短いですが、リズムを合わせることが非常に難しく、テンポ無指定型課題ではほとんどリズムがあ

っていなかったにもかかわらず、面白い、もっと違う曲でやってみたいという意見が聞かれた。一方、テンポ指定型課題では、計算機の指定するテンポに合わせて見なければいけないため、相手の手許を集中して見るができず、無指定型に比べ相手を意識しないと予測していた。が、実験では発話を禁止していなかったため、「あー」「失敗した」「ちょっとそっちは遅い」など独り言や話しかけの言葉が散見された。また、隣にいて相手を見るともなく見て協同作業の意識が強くなったものと考えられる。反対に、無指定型でも、画面のマークに集中してしまうと相手を意識しなくなる。相手を意識する度合いは、課題の内容だけではなく、相手の存在（発話、目に入る動作、画面状況）に大きく左右されていると考えられる。相手の意識度が一体感にかかわっているとすれば、相手を強く意識させるインタフェースを提供することで一体感を高める支援が可能になる。

そこで、次に、相手を意識する手がかりとして何が効果的かを調べる実験を行う。新しい手がかりとして、振動を導入する。コンサート会場などでは、耳だけでなく身体全体から空気の振動を感じられる。音の大きさを振動の強さに変換し、刺激として与えることで、音楽の印象が変化することが報告されている^[18]。打鍵動作のタイミングと強さを振動にして伝えることで、相手の存在感を増し、より共同作業の場を演出し、一体感を向上させられると予測できる。実験2では、振動が相手を意識する手がかりとなるかどうかを確かめる実験を行った。

4.2 実験2

実験2では、リズムを合わせる協同作業において、相手を意識する手がかりを調べる。手がかりとしては、音楽、画面、相手の手許、振動を提供する。音楽と画面は隠すとゲームが遂行できないため常時提供する。相手の手許を隠す条件では、二人の間に衝立を設けてお互いの動作を隠し、ヘッドホンで曲を流して相手の打鍵音や発話を遮断する。振動は、相手の打鍵タイミングをゴムボールの振動に変えて掌と腹部に与える。腹部には大きなゴムボールを抱える

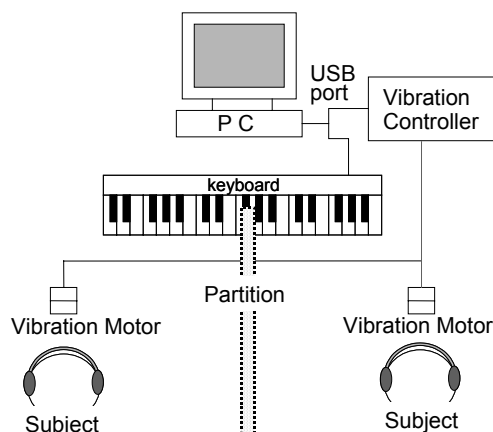


図3 実験2システム構成

ことによって振動を与え、掌にはモータを取り付けた小さなボールを持ってもらった。掌に振動を与えるのは腹部の振動と比較するためであるが、感覚の鋭敏な掌ならば面積は小さくても腹部と同等の効果が得られると推測されるからである。

実験では、衝立のある場合とない場合において振動3種類（なし・掌・腹部）を与えた計6種類の条件を比較した。衝立がない方がある場合よりも一体感が高く、また振動は腹部、掌、なしの順に一体感が高いと推測できる。

実験課題: 実験1で使用したテンポ無指定型課題に振動フィードバックを加えたシステムを作成した。実験1で使用したテンポ無指定型課題のみを用いる。使用した曲は「キラキラ星変奏曲」をアレンジしたもので1分程度の長さで、全条件で同じ曲である。これは、実験1ではリズムを合わせる事が難しすぎたため、より合



図4 実験2場面

わせやすい曲のみとした。実験システムは図3に示すように、二つの振動用モータとゲーム操作のためのMIDIキーボード、画面の表示や処理を行うPC1台で構成される。それぞれのデバイスとPC間にはUSBポートを用いて接続した。モータの振動を体に伝えるためのデバイスとしては、掌サイズのボールの中にモータを入れたものと、直径40cmのゴム製ボールの表面にモータを貼り付けたものとの2握ってもらい、後者は打鍵しない方の手で腹部に抱きかかえてもらう(図4)。同じモータを使用したままでは、大きなボールの方の振動は微弱になってしまうため、40cmボールに付けたモータには、先に錘をつけて振動を増幅させた。モータは、自分の打鍵と相手の打鍵のどちらにも対応して振動する。振動の強さは、打鍵時のペロシティをキーボードから取得できるペロシティ値のMAXで割り、モータのMAX値をかけたものとする。振動の強さは打鍵の強さに応じて変化するが、実験前の試使用では、強い弱い程度の判別しかできなかった。

るが、実験前の試使用では、強い弱い程度の判別しかできなかった。

評価: 実験1と同様のアンケート形式による主観評価を行った。評価は10項目(図5参照)で、それぞれ実験1と同様に各質問項目に相応しい選択肢を用意し7段階で評価する。また、相手とリズムを合わせる手がかりとして何を参考にしたかを自由回答で記入してもらう。

手続き: 始めに練習として各課題で2~3回ずつ練習する。その後、衝立(あり・なし)×振動(なし・掌・腹部)の6条件について1回ずつ実施し、1回ごとに計6回アンケート評価してもらう。条件の施行順序はランダムに行い、まったく同じ順序の組がないように設定する。被験者は大学生10組20名である。

結果と考察: 衝立がない場合、つまり相手が目の前にいる状態では、振動を導入しても一体感の評価には効果が現れなかった。しかし、表1を見ると、振動がある場合は手許を見ずにリズムを合わせている。つまり振動は相手のタイミングを見るのと同じ効果があると考えられる。衝立がある場合は、相手が見えないため、画面や音楽を手がかりにしているリズムを合わせるのは難しくなり、気持ちが一致している感覚も低い。しかし、振動が導入されると、相手が見えず、動作音や相手の発話が聞こえないにもかかわらず、衝立がない場合と同等かそれ以上に一体感や気持ちの一致感を感じている。振動は相手の存在感、リズム情報を伝えるのに効果があると言える。これらのことから、仮説では相手を見て同時に振動も感じることで一体

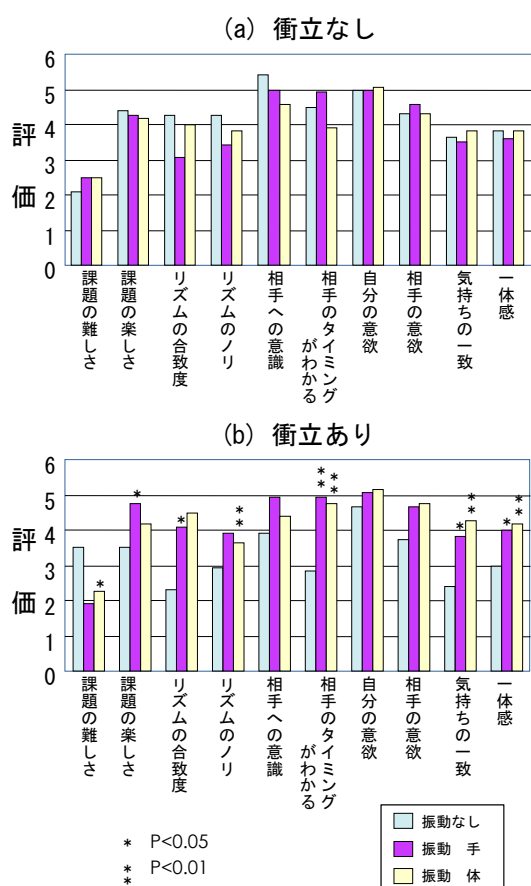


図5 実験2アンケート結果

表1 リズムを合わせる手がかり集計

衝立	振動	協同作業の手がかり			
		画面	音楽	振動	相手の動き
なし	なし	12	18	-	8
	掌	11	17	16	1
	腹部	9	15	15	0
あり	なし	12	18	-	-
	掌	9	17	17	-
	腹部	9	14	17	-

感がさらに増すと考えていたが、実際は振動を感じることは相手を見ることの代わりになっており、結果的に一体感評価が変わらなかったのではないかと考えられる。振動の場所による効果は見られなかった。今回使用した振動用モーターが小さく、衣服を通して振動を伝えるほど大きな振動をボールに与えることができなかった。腹部に当てた振動も、ほとんどは抱えた腕と手から振動を感じていたものと考えられる。また、錘を揺らして振動を増幅しているため、打鍵してからボールが揺れるまでの間にわずかな時差ができ、それが気になって作業の妨げになると回答した被験者もいた。

以上から、振動はリズム協調作業において、相手が見えない状態でも相手の動作タイミングを伝えるのに効果的であることがわかった。実験中の観察では、4割の被験者は指でキーボードを打ちながら脚や上半身など身体の一部を揺らしてリズムをとっていた。相手の打鍵タイミングを振動で感じることは、相手の身体の揺れを観察することと同じ役割を果たしているのではないかと推測できる。近年、インタフェースに触覚デバイスを導入する研究が増えている。遠隔地にいる相手の微妙な感情を3本のローラの回転で伝え合う Media Lab の inTouch^[19]、ゴムやスポンジなどの素材の弾力で感情を伝達する生田ら^[20]の研究がある。本実験では、リズムを刻むという動作を振動に変換して伝達することで、相手の動作情報を伝達していた。遠隔地コミュニケーション研究では、電話やネットを介したコミュニケーションでは引き込みが生じにくいと言われている^[22]が、振動情報を適用することで相手の存在感を増幅させる可能性が示されたと言える。

今回は非対面といっても衝立の向こう側に相手がいることがわかっている実験であり、本来の意味での遠隔共同作業ではなかった。複数の人間やエージェントのインタラクション支援を考える時、目の前にいない相手とも感性協調できれば望ましい。今後、完全に隔離された状態や人間と計算機との協同作業における振

動の効果を明らかにする課題が残されている。

6. おわりに

本研究では感性協調の場構築を目指している。今回は感性協調の一つの側面として一体感について考察し、リズムを介した感性協調実験を行った。人間は各人に固有のリズムを持っており、他者とリズムを合わせることで一体感が得られると考えられる。実験から、主体的にテンポを決めてリズムを合わせるプロセスや相手を意識する度合いで楽しさや一体感が高まることがわかった。また、相手の動作を振動に変換して提供する方法では、相手が見えなくても動作タイミングを伝達するのに効果的であることがわかった。今後は、複数の人と複数のエージェントが参加できる感性協調の場を目指して、対面状況と非対面状況が混在している場合の一体感支援機能の開発が課題である。

7. 謝辞

本研究の一部は、日本学術振興会未来開拓学術研究推進事業「インタラクションによる相乗効果を用いた感性創発世界の構築」(JSPS-RFTF99P01404)による支援を受けている。

《参考文献》

- [1] 井口：感性情報処理；オーム社（1994）。
- [2] 鈴木監修，大澤編：感性工学と情報社会；森北出版（2000）。
- [3] 加藤：感性の工学的モデル化と感性情報システムへの応用；日本感性工学会感性工房部会研究報告，KF-1，pp. 1-16（2001）。
- [4] 國分，倉橋，古西，向江，井口，川澄：個人感性情報を用いた住空間設計支援システム；ヒューマンインタフェース学会誌，Vol. 3，No. 4，pp. 239-248，（2001）。
- [5] N. Bianchi-Berthouze， T. Kato： A Dynamic Interactive Kansei User Model； the proceeding of IEEE SMC1999 Oct. 13-15 Tokyo， pp. 358-363（1999）。
- [6] 中村：「間」の感性情報；日本ファジィ学会誌，Vol. 14，No. 1，pp. 15-21，（2002）。
- [7] 渡辺，大久保：コミュニケーションにおける引き込み現象の生理的側面からの分析評価；情報処理学会論文誌，Vol. 39，No. 5，pp. 1225-1231，（1998）。
- [8] 渡辺，大久保，小川：発話音声に基づく身体的インタラクションロボットシステム；日本機械学会論文集

- (C編), Vol. 66, No. 648, pp. 251-258, (2000).
- [9] W. S. Condon and L. W. Sander : Neonate Movement is Synchronized with Adult Speech ; Science, Vol. 183, pp. 99-101 (1974).
- [10] 山本, 三宅 : 音楽を介したコミュニケーションにおける聴取者と演奏者の相互作用の解析とメディアプレーヤーへの応用 ; ヒューマンインタフェースシンポジウム 2000 論文集, pp. 207-210 (2000).
- [11] 澤田 : 共感の心理学 ; 世界思想社 (1996).
- [12] 草原 : 視覚と触覚におけるイメージの共有と触発 ; 情報処理学会 C V I M 研究会研究報告, Vol. 2000, No. 106, pp. 81-84 (2000).
- [13] 藤巻 : リズム ; 風濤社 (1988).
- [14] 中村 : 哲学的断章 ; 青土社 (1986).
- [15] Fraisse, P. (津崎実訳) : リズムとテンポ (ドイツ編 : 音楽の心理学 (上) 第 6 章) ; 西村書店 (1999).
- [16] 上田, 平井, 片寄, 井口 : Two Finger Piano の改良 ; インタラクシオン 2000, pp. 49-50 (2000).
- [17] <http://www.konami.co.jp/am/bm/7th/>
- [18] 井手口, 難波, 古賀 : 音楽聴取時に振動触覚を付与することにより音楽の印象を強調する方法に関する検討 ; 電子情報通信学会論文誌, Vol. J83-A, No. 7, pp. 924-927 (2000).
- [19] Brave, S. and Dahley A: inTouch: A Medium for Haptic Interpersonal Communication; Extended Abstracts of CHI' 97 (Atlanta GA, March 1997), ACM Press, pp. 363-364 (1997).
- [20] 生田, 岡田, 西岡, 山下 : 触覚を用いたコミュニケーションにおける感情伝達効果に関する研究 ; ヒューマンインタフェースシンポジウム 2002 論文集, pp. 413-416 (2002).
- [21] 三輪 : 共創における生命的コミュニケーション (清水編 : 場と共創 第三章 pp. 294 より引用) ; N T T 出版 (2002).