

心が通う身体的コミュニケーションシステム E-COSMIC の開発を目指して

Towards E-COSMIC (Embodied Communication System for Mind Connection)

渡辺 富夫 (岡山県立大学 情報工学部)

Tomio WATANABE

Faculty of Computer Science and System Engineering, Okayama Prefectural University

1. はじめに

対面コミュニケーションにおいては、単に言葉によるバーバル情報だけでなく、身振り・手振りや表情あるいは周辺言語といった言葉によらないノンバーバル情報が相互に引き込み、対話者相互に関係を成立させ、コミュニケーションを円滑にしている[1]。また情動変動と密接に関連した心拍間隔変動の引き込みや呼吸の引き込みなど生理的側面での引き込みも、インタラクションに重要な役割を果たしている[2],[3]。これらノンバーバル情報と生体情報をも含めた身体全体を介してのコミュニケーションは、身体的コミュニケーションと呼ばれるもので、お互いの身体を介することで相手との関係を築くコミュニケーションである(図1)。原初的コミュニケーションである乳児と母親(育児者)のインタラクションでは、この身体的コミュニケーションが主体であり、認知・言語発達など、人間コミュニケーションにとって、普遍的であり、本質的重要性をもっていると考えられる[4],[5]。従って、このメカニズムがヒューマンインタフェースに導入されるならば、真に人間に立脚したコミュニケーションシステムが実現できるものと期待される。

著者は、この身体的コミュニケーションの解明とそれに基づく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) の開発を目指して、身体的インタラ

クションロボットシステムや身体的バーチャルコミュニケーションシステムの研究開発を進めている。身体的インタラクションロボットシステムは、電子メディアに対しての実体メディアとしてのロボットに着目し、発話音声に基づいて聞き手及び話し手として身体全体で応答・反応するインタラクションロボットによるコミュニケーションシステムである。また身体的バーチャルコミュニケーションシステムは、自分と相手の分身であるバーチャルアクターを仮想のコミュニケーション環境で観察しながらコミュニケーションできるシステムで、人間のコミュニケーション特性を合成的に解析できるシステムである。これら身体的コミュニケーションシステム E-COSMIC は、対話者が仮想空間あるいは実空間を共有することで、引き込みにより対話者相互の身体性が共有できるシステムであり、各種ヒューマンコミュニケーションの解析・理解は勿論のこと、今後のメディア技術・情報通信技術の基盤になると期待されている[6],[7]。

情報機械を介して人間のインタラクションを円滑にし、コミュニケーションを支援するのがヒューマンインタフェースの主要な目的である。そのシステム開発の目標は、相手との一体感があり、お互いの心が通い合えるコミュニケーションを実現することにあると考えている。本稿では、著者が開発を進めている E-COSMIC のコンセプトを紹介し、心が通うコミュニケーションシステム開発への思いを語らせて頂くものである。

2. 身体的インタラクションロボットシステム

発話音声に基づいて人の思いを伝達する身体的インタラクションロボットシステムのコンセプトを図2に示す。ここで2体のインタラクションロボット(IR)は、各々が話し手と聞き手の両方の機能を備えている。まずは、人(左側の話し手)が聞き手としてのIR1に語りかけると、IR1が熱心な聞き手として頷き・瞬きや身振りなど身体全体で反応することで、その人は自然に、円滑に話すことができる。その音声はネットワークを介して話し手としてのIR2に送信される。話し手としてのIR2は、その音声時系列に基づいて話し手としての身体動作をその音声に関連付けて生成し、音声と身体動作を同時提示することで、音声情報に込められた人の思いを効果的に相手(聞き手)に伝達することができる。

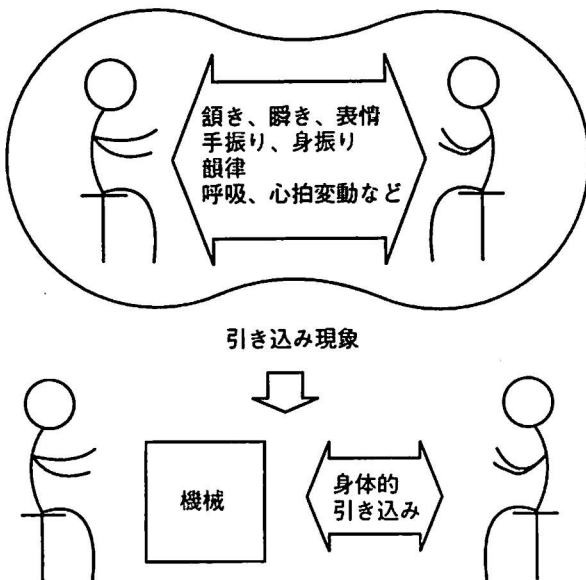


図1 身体的コミュニケーション

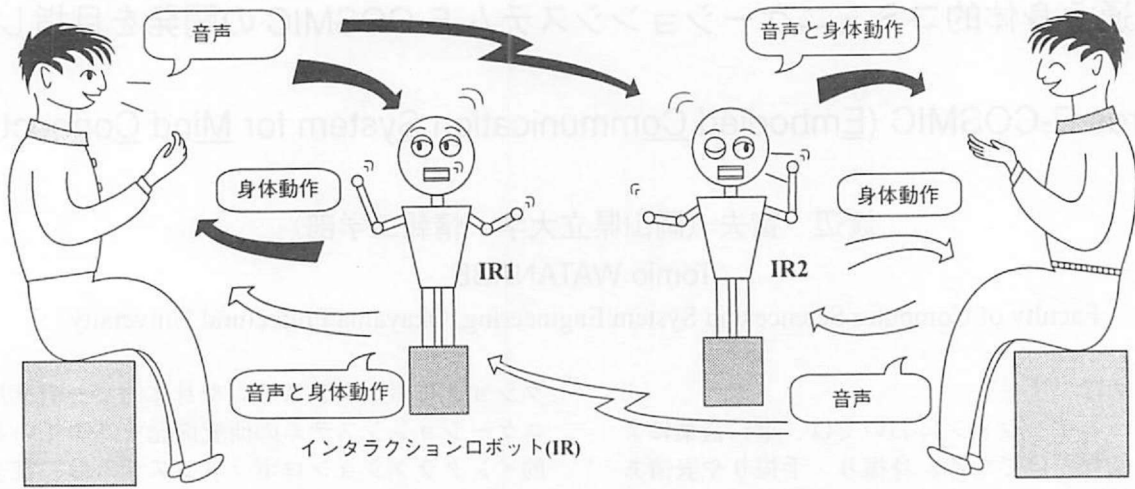


図2 身体的インタラクションロボットシステムのコンセプト

相手はその思いに応じて、今度は話し手としてIR2及びIR1を介して音声情報を発信することになる。本システムでやりとりする情報はあくまでも音声だけである。本システムは、この音声情報に含まれた身体性に対話時の音声と身体動作との関連性から、身体動作を生成し、対話者相互の身体性の共有を支援するものである。

対面コミュニケーションでの話し手と聞き手の音声と身体動作の関係の一例を示したのが図3である[8]。話し手の音声と聞き手の頷きを含む頭部動作とは負の相関が強く、頭部動作と胴体・腕部動作とは正の相関が強いことがわかる。また話し手自身についても音声と頭部・胴体動作が密接に関連している。聞き手としてのIRは、音声時系列の線形予測モデルで頷きを推定し、その頷きと瞬き・頭部・胴体・腕部動作の関連性から身体全体で反応する。また話し手としてのIRは音声時系列の時間構造と振幅構造に基づいて身体動作を生成している(図4)。

人は、単に言葉だけでなく、頷きや身振りなど身体によるリズムを共有して、互いに引き込むことで、コミュニケーションしている。この身体性の共有こそが、

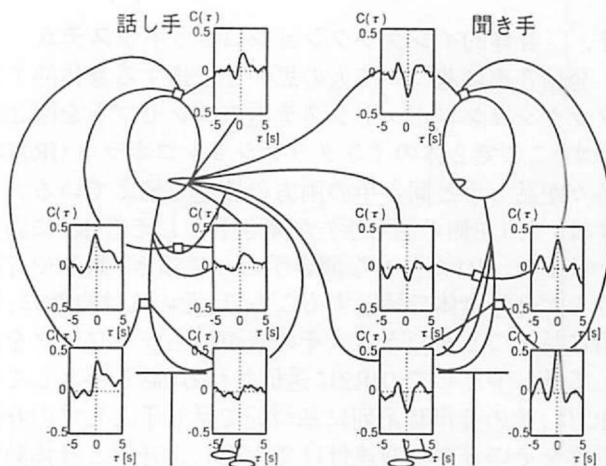
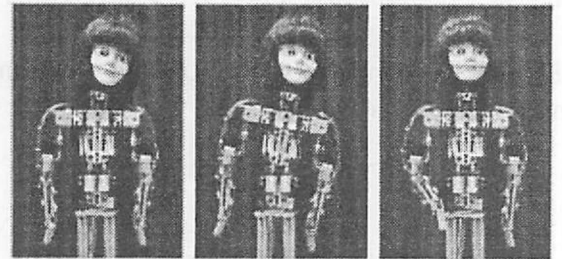


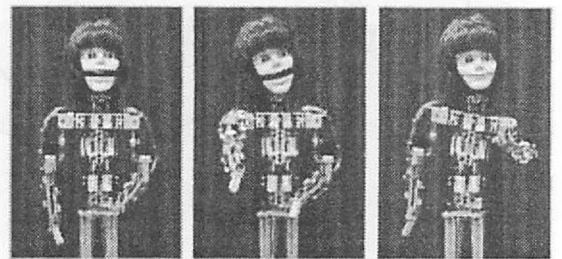
図3 対面コミュニケーションにおける音声と身体動作の相互相関関数 $C(\tau)$



(a)



(b)



(c)

図4 インタラクションロボット(IR)
(a)表情 (b)聞き手としてのIR
(c)話し手としてのIR

一体感を生み、人との関わりを実感させている。乳児期から母親（育児者）からの語りかけに対して身体動作との引き込みにより言語という文化を修得してきた以上、音声に伴う身体動作のリズミック同調である身体性の共有なくしては、人は心の奥の基底の部分で情報を送受信することはできないのではないかと著者は考えている。身体的インタラクションロボットシステムは、音声情報を発信するのも受信するのも人間である。この情報の送受信があくまでも人間であることが大事である。IRには音声と身体動作との引き込み原理が導入されているだけで、ほんの少し人間のコミュニケーション支援を手助けするだけである。しかしこのほんの少しの手助けが、人の思いを伝え、人の心が通うコミュニケーションには不可欠なのである。

本システムは、人の心を癒す看護ロボットへの応用も期待されている。IRは、飲み物を運んでくれるわけでも体を支えてくれるわけでもないが、人と関わり、円滑なインタラクションがとれる心温まるロボットである。入院中の祖父と孫の会話の時間帯が合わなくとも、本システムを用いれば、「おじいちゃん、お元気ですか?・・・」という音声情報に含まれる身体性から身体動作を再生成して、孫の思いを祖父に伝えることができる。祖父はその思いに応じて音声情報を発信することで、両者の心が通じ合い、本当の出会いの場をつくる手助けになると考えられる。また聞き手としてのIRを茶飲み相手とすることで、心が癒されることもあるであろう。それでもそのときの音声情報も実はロボットに向けてではなく、後ほど話し手としてのIRがその人と関わる人々へのメッセージとして、その人のお思いを伝えるものでありたいと願っている。

3. 身体的バーチャルコミュニケーションシステム

インタラクションロボットの自然なコミュニケーション応答や身体動作の生成には、身体的コミュニケーションを解析・理解する必要がある。この身体的コミュニケーションを合成的に解析できる身体的バーチャルコミュニケーションシステムのコンセプトを図5に示す[9]。また本システム上での対話画面の例を図6に示す。ここでバーチャルアクター（VA）は、頷き・身振り等のノンバーバル情報と呼吸等の生体情報を仮想環境上で表現する代役である。対話者はVAを介することで、仮想環境での対面コミュニケーションが実現される。対話者は視点が自由に設定でき、対話中の自分の振舞いを含むコミュニケーション場の情報を得ることができる。VAの動きは、対話者の頭頂部、背中、両腕の4個の磁気センサーの角度と位置で計測して、表現している。また呼吸情報をVAに付加したり、心拍変動や顔面皮膚温から対話者の情動を推定し、顔色や表情に反映することができる。頷きの重要性を調べるのに実際の対話では身体を全く動かさずに頷くのは極めて不自然であるが、本システムでの対話であれば実際には身体動作を伴った頷きでも、VAでは頷きだけを

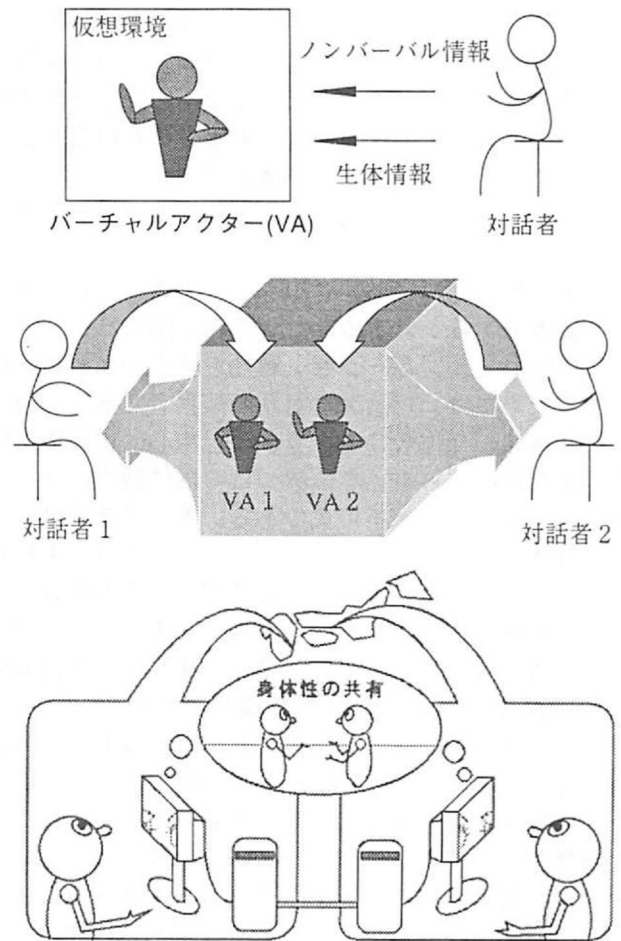


図5 身体的バーチャルコミュニケーションシステムのコンセプト

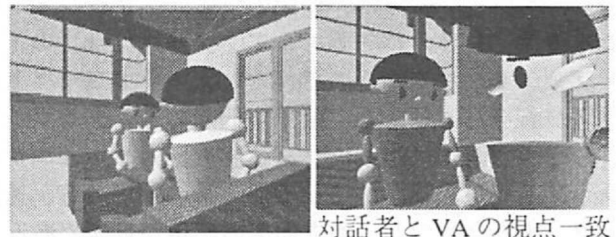


図6 対話画面の例

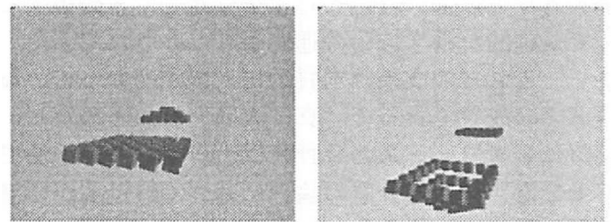


図7 抽象化された波

生成することが可能で、頷きそのもののコミュニケーション効果が調べられる。このように仮想のコミュニケーション環境で、相手の空間的配置、位置、背景を自由に変化させて、身体動作、韻律情報、表情・顔色による情動表現の有無、それらのタイミングのずれによる影響など、VAのノンバーバル行動の各種情報を除

去、追加、加工してコミュニケーションを解析することが可能である。また生体情報計測は、表情・顔色による情動表現に利用されるだけでなく、コミュニケーションそのものを定量的に評価するのに有効である。

一方で図7に示すように、VAのコミュニケーション機能をできるだけ簡略化した立方体の波（バーチャルウェーブ）に抽象化することで、コミュニケーション特性を解析し、コミュニケーションを支えている決定的な要因を明らかにすることができる[10]。

身体的コミュニケーション特性を体系的に解析・理解するためには、対話者は対話の観察者であると同時に対話情報の操作者にもなり、自己中心的に場所を捉え、また場所から自己を位置づける内的観点に立った実験系を組むことが不可欠である。本システムは、初めて身体性の共有を考慮したシステムであり、実験対話中の自己の振舞いを含む場の情報、すなわち対話者相互の身体的関係を得ることが可能である。とくに実験と同時に各種ノンバーバル情報や生体情報が計算機の記憶媒体に収集され、仮想環境でのコミュニケーションの各種パラメータを制御してシミュレーション実験する合成的解析により、体系的にコミュニケーション特性を解析することができる。

身体的バーチャルコミュニケーションシステムは、対話者が仮想空間を共有することで、引き込みにより相互の身体性が共有できるシステムである。相手しか画面に映らないテレビ電話等のシステムでは、その相手との距離感が掴めず、ネットワーク上の遅延の影響を受けて、相手と自分との空間が分離されてしまう。しかし、本システムでは、仮想のコミュニケーション環境で相手と自分のバーチャルアクター（分身）のインタラクションがみれるので、たとえネットワーク上の遅延があったとしても、仮想空間でのインタラクションの時間的關係は不変で、一体感のあるコミュニケーション環境が実現されている。今後の遠隔教育、遠隔医療、遠隔会議など、多方面での応用が可能である。

4. おわりに

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、これらの成果は本質的に人間が関わっていない領域での成果であって、真に人間を対象としたヒューマンインタフェースの分野では、自他分離的手法では不十分で、自他非分離の論理に基づく設計論が切望されている。ここで紹介したE-COSMICプロジェクトでの身体的インタラクションロボットシステムや身体的バーチャルコミュニケーションシステムは、自他非分離の萌芽的研究手法・システムとして提案したもので、清水博教授の「場の論理」を工学的観点から実証されている三輪敬之教授との度重なる議論の中で啓発されたものである[11]。

身体的コミュニケーション技術は、身振り等のノンバーバル情報、呼吸等の生体情報、それら生体リズム

の引き込みによる身体性の共有など、身体を介してのコミュニケーションの解析理解と創出支援技術であり、今後のコミュニケーション支援の基盤技術になると期待される。現在のインターネットには身体性が抑制されているが故に種々の問題点が生じているが、今後の健全な発展に身体的コミュニケーション技術の導入が大きな鍵になると考えられる。まずは、インターネットを介してコミュニケーションを広げる一方、井戸端から家庭、学校、会社まで場を共有し、身体性を共有して深いコミュニケーションを図ることが大切である。心が通うコミュニケーションには、相手を全身で感じる一体感、身体性の共有が不可欠なのである[12]。

参考文献

- [1] 渡辺富夫：ノンバーバルインタラクション；ヒューマンインタフェース（田村博編）、オーム社、pp.263-267（1998）。
- [2] Watanabe, T., Okubo, M., Kuroda, T.: Analysis of Entrainment in Face-to-Face Interaction Using Heart Rate Variability, Proc. IEEE International Workshop on Robot and Human Communication, pp.141-145（1996）。
- [3] 渡辺富夫、大久保雅史：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）。
- [4] Kobayashi, N., Ishii, T., Watanabe, T.: Quantitative Evaluation of Infant Behavior and Mother- Infant Interaction, Early Development and Parenting, Vol.1, No.1, pp.23-31（1992）。
- [5] 渡辺富夫：情報工学者ユメを語る、発達、Vol.18, No.71, pp.60-61（1997）。
- [6] 渡辺富夫：身体的コミュニケーションにおける引き込み、日本新生児学会雑誌、Vol.34, No.4, pp.734-738（1998）。
- [7] 渡辺富夫：コミュニケーションにおける引き込みと身体性、Neonatal Care、Vol.12, No.2, pp.122-128（1999）。
- [8] 渡辺富夫、大久保雅史、小川浩基、中茂陸裕：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、ヒューマンインタフェース学会研究報告集、Vol.1, No.3, pp.73-78（1999）。
- [9] 渡辺富夫、大久保雅史：身体的コミュニケーション解析のためのバーチャルコミュニケーションシステム、情報処理学会論文誌、Vol.40, No.2, pp.670-676（1999）。
- [10] Watanabe, T., Okubo, M.: Virtual Face-to-Face Communication System for Human Interaction Analysis by Synthesis, HCI International '99, in press（1999）。
- [11] 清水博：（新版）生命と場所、NTT出版（1999）。
- [12] 渡辺富夫：コミュニケーションにおける身体性、ヒューマンインタフェース学会誌、Vol.1, No.2, pp.14-18（1999）。

本記事は文献[12]より修正転載した。