

# 乳児期のコミュニケーションと音楽 —豊かなコミュニケーションを育むために—

志村洋子  
埼玉大学

音楽のなかでも、とりわけ歌は子どもをリラックスさせる力があるようで、特に小さい子どもとコミュニケーションをはかる上でとても役立つものです。

最近の研究成果では、ヒト以外の類人猿などは音楽的刺激的の弁別の訓練は可能であっても、音楽よりも静寂を選好することがわかっており<sup>1)</sup>、音楽が包含している「感情性」を聴取して楽しむことができるのは人間の優れた特性といえるでしょう。

ここでは、乳児期のコミュニケーションの基盤になる乳児期のことばの獲得について、また音楽や歌唱音声の聴取について概観し、われわれがどのような環境を用意したらよいかを考えたいと思います。

## 1. 音楽や歌声をききわける乳児

これまでも臨床では新生児が、ガッシャーンといった物が落ちた音には驚愕反応を示すものの、看護師の大きな笑い声には驚かないなど、音量に反応するだけでなく音そのものの特性も聴き分けられていることはよく知られています。また2ヶ月齢を過ぎると、周囲からの呼びかけの音声に探索的な反応を示したり、特に人の声への反応が目立ちます。例えば、胎児のときから親しんでいたと思われる母親の声には、初期喃語ともいえる音声の表出や微笑など「快」により反応を示すようになるものの、未知の男女の声には泣き出すなどの不快反応が起きることが分かっています。

乳児の聴く能力に関する研究については、その実験方法の困難さから科学的な evidence が不足していましたが、近年、一般化してきた心理学的実験方法、例えば音刺激に対する乳児の弁別を測るための「首の振向き」の継続時間を調べたり、「注視時間」などにより、どちらを長く聴くかを測定する手法などが定着してきました。つまり、馴化-脱馴化法 (habituate dishabituate paradigm) や、選好振り向き法 (head-turn preference looking paradigm)、選好注視法 (preferential looking paradigm) などの実験手法が一般的になったことで、「楽音」や「歌唱音声」などの刺激についても、乳児の持つ力を再認識できるようになったのです。

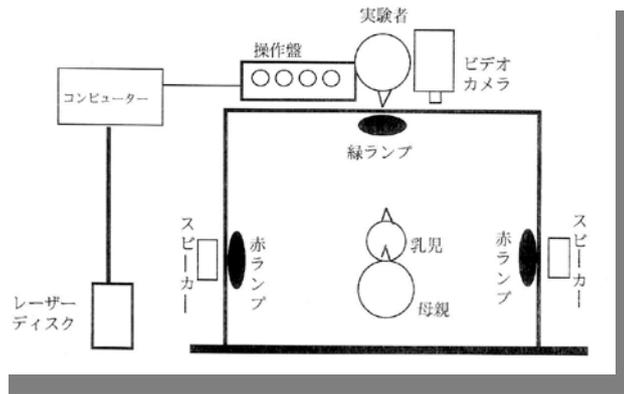


図1 選好注視法で使用される実験ブース内の様子

選好注視法で使用する実験ブースとその実験方法を示した。ブース内で左右のスピーカーからランダムに提示される音に、母親の膝に抱かれた赤ちゃんがどのくらいの間、どちらのスピーカーから提示された音に顔を向けて注聴するかを実験者が計測し、提示音に対する注聴時間を比べるものである。なお、抱いている母親はヘッドフォンを装着して音楽を聞いており、児が聞いている音は聞いていない。

こうした手法により得られた成果の一端を具体的に示してみると、まず新生児や乳児は、対成人向けの通常の歌より対乳児向けの歌を選好すること<sup>2),3)</sup>、また、子守歌や遊び歌を「静けさ」よりも選好すること<sup>4)</sup>、「楽音」については、2~4ヵ月齢の乳児は協和音と不協和音の弁別が可能であること、さらにその協和音への選好は文化間に共通すること<sup>5)</sup>、6ヵ月齢児は絶対的音高の記憶や弁別はできないものの、1/2 オクターブ移調した曲の対的なメロディ輪郭について同じ曲として記憶している可能性があること<sup>6)</sup>が示されています。

さらには2000年にはSaffranら<sup>7)</sup>により、7~8ヵ月児がモーツァルトのソナタの一部を2週間にわたって記憶できることが報告されました。この報告は世界中を驚かせましたが、最近報告された麦谷ら<sup>8)</sup>による新しい知見では、6ヵ月齢児が親和性のあるメロディを2ヵ月間という長い期間、記憶している可能性も示されています。この麦谷らの実験のスタイルは、赤ちゃんに聞かせる「古いイギリス民謡」のメロディに、一方の赤ちゃんたちには通常メロディを、もう一方の赤ちゃんたちには通常メロディの一部分に雑音を混ぜたものを聞かせる、という手法で行われました。家庭に送られたCD音源を、保護者に一日1回赤ちゃんが機嫌のよい時に再生してもらい、7日間聞かせた後で、70日程度経過してから実験ブースに来てもらい、選好注視法により聴取実験が行われました。赤ちゃん達が始めて耳にする新しい曲もともに提示され、その記憶の違いを調べたのです。その結果、これまで知られているよりはるかに長い2ヵ月という間に渡って、赤ちゃんは7日間一日1回聞かせてもらったメロディを覚えていること、しかし、メロディの中の一部分に雑音を入れた不完全なメロディは認知が難しくなるということも合わせて示され、赤ちゃんが持つ音楽に対する聴き取りの力を再確認できる成果でした。

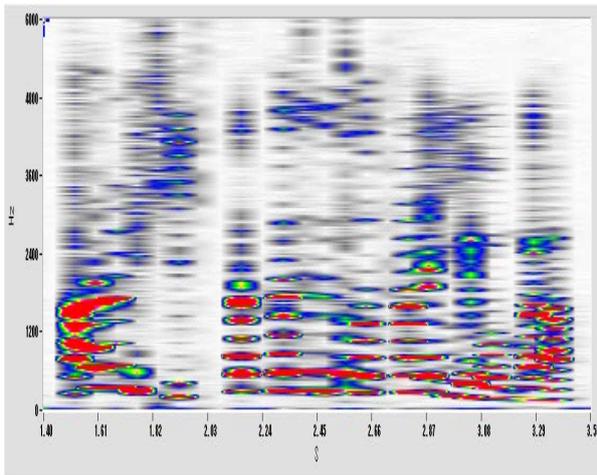
## 2. ことばの獲得の基盤となるもの

ところで、Mampe ら<sup>9)</sup>により新生児の「泣き声」のイントネーションには、胎内で聴取・経験した言語の「訛り」がみられることが報告されています。胎児は胎生 5 ヶ月ごろには聴覚機能を完成させる<sup>10)</sup>ことが分かっていますので、この結果は胎内での母親の音声や外界からの音声の聴取経験がそのメロディ産出に関わっていることを示すものとして、再び体内の音環境についての興味をもたれるようになりました。

胎内の音環境については、わが国でも室岡<sup>11)</sup>の妊娠子宮を使った胎内音研究に代表されるように、例えば子宮に密着している大動脈や子宮内の動脈、静脈の脈拍音が中心で、胎児自身の心拍音なども併せた低い周波数成分からなる環境であることが報告されています。現在では、新生児・早期乳児を泣き止ませる音源として CD や玩具として多く使用されていますが、近年は胎内での録音等の実験は倫理上の規制がなされ、特別な場合を除いて研究の殆どはシミュレーション実験となっています。ここで、われわれがこれまでに実施した「胃」を使用したシミュレーション実験<sup>12)</sup>の一端を紹介し、乳児が胎内で経験したであろう「母親の音声」の特性を説明しましょう。

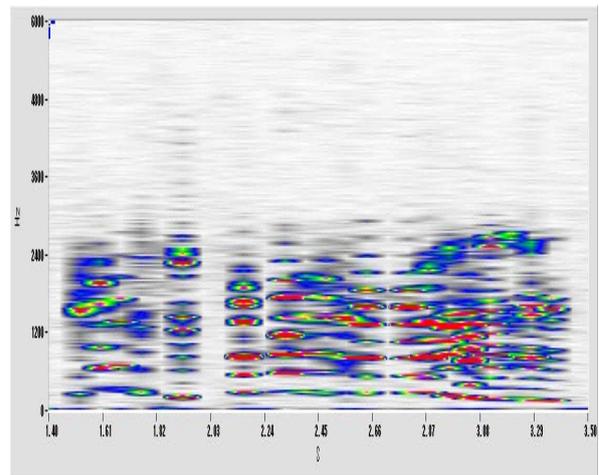
この実験方法としては、まず、羊水とほぼ同量の水 300 cc を満たした胃を子宮に見立て、同一特性を持つ 2 本の小型防水マイクロフォンの 1 本を胃内に挿入し、もう 1 本は体外腹壁近傍に置き、腹壁から 1m にスピーカーを置いて、条件を統一した「ピンクノイズ」(オクターブバンドとよばれる帯域ごとのエネルギーが一様になる雑音で、さまざまな音響測定に使用されている音源)と、「発話音声」を再生して体内での録音を実施しました。さらにマイクロフォンを挿入された被験者自身の胃内(これを母親の体内状況と考える)で被験者の発話音声も収録し、録音データは音響解析を行い、体内と体外との相違を抽出しました。

図 2 には体内にマイクロフォンを挿入された被験者の発話音声を胃内で収録した結果、図 3 には同時に体外腹壁正面で収録した結果を示しました。横軸は時間 (min)、縦軸は周波数 (Hz) を示しています。図 2 の「ある日北風と太陽が」/aruhi k (i) takazeto taiyoga/ の発話は、0~6KHz の周波数帯域で縞模様(スペクトル)が明瞭であったものの、図 3 では、3KHz 以上のスペクトルは全くみられない結果でした。このことは、胃内では「子音」を伝搬する高周波部分が大きく減少し、「子音が不明瞭な発話音声」が伝播されることが示されたこととなります。一方、音量などの条件を統一した「発話音声」をスピーカーから胃に向けて放射した実験では、周波数帯域によって微細に異なるものの、胃内への伝搬は音量 (dB) が 15~20dB 程度減衰するものの、子音はかなり明瞭に伝播される結果がえられました。



／ある ひ きた か ぜ と た い よ— が ／  
縦軸：周波数 (Hz) 横軸：時間 (min)

**図2 体外で録音した自己発話音声のサウンドスペクトログラム**



／ある ひ きた か ぜ と た い よ— が ／  
縦軸：周波数 (Hz) 横軸：時間 (min)

**図3 胃中で録音した自己発話音の音声のサウンドスペクトログラム**

このように、体内（胃内）には外部からの騒音は低周波数帯域では音量は減衰せずに伝わるものの、高周波数帯域では大幅にカットされる特殊な環境であるとともに、直接体内に伝搬される母親の音声は「子音が不明瞭」な特殊な音声となる環境であることがわかりました。この声は声道壁や骨、筋肉などの多くの組織に音波が反射して胃内に到達することで、くぐもった音色になっており、実際に聞いてみると、おんぶをしてもらったとき、おぶった人の背に耳を付けて声を聴くような音色に酷似していました。一方、外部からの「発話音声」は、腹壁に1 m程度までごく近づけば子音も伝播されるものの、音声の音量としては、15～20dB程度（例えば、ふすまを1枚隔てて1メートルずつ離れて声を聴く程度）減少することも明らかになりました。なお、音声を持つリズムについては全く変容しなかったことも重要な結果と考えます。

胎児はここに示したような音環境の中で、母親の日々の体調やホルモン分泌の変化による胎内環境の変化と共に、主に子音が殆ど伝わらない母音を中心の発話を聴き、イントネーションやメロディが優位の音声パターンに親しんでいることとなります。そして、小さい音量ながらも体外からの子音も伴った音声も併せて聞いていると考えることができるのです。このように見てくると、前述した Mampe ら<sup>9)</sup>の結果、泣き声には胎内で聴取・経験した言語の「訛り」がメロディ産出に関わっていることもうなずけます。

### 3. 音声に内包された感情情報が果たす役割

さて、乳児の行動を詳細に観察すると、早期乳児期から既に母親の音声への選好性を顕著に見ることができます。音声で話し手が誰であるかを特定する「話者特性の同定」は、早期から可能であることは明確です。しかし、音声には言葉の意味と共に、発話者自身の感情も含まれています。この音声の「感情」に関わる情報の多くは、プロソディ（韻律）と呼ばれる要素から成り立っており、発話のリズムや音声の長短、子音と母音の組み合わせのパターンや、アクセントの配列といった

様々な要素が担っています。

例えば、母親がイライラしたりして声の調子が変わると、不思議なことに乳児も急に機嫌が悪くなり、ぐずり始めてしまうような場面に遭遇することがあります。このことは、母親の発話のプロソディから、乳児が「優しさ」や「穏やかさ」などの感情情報の変化も聴き取っていることを示しているといえましょう。

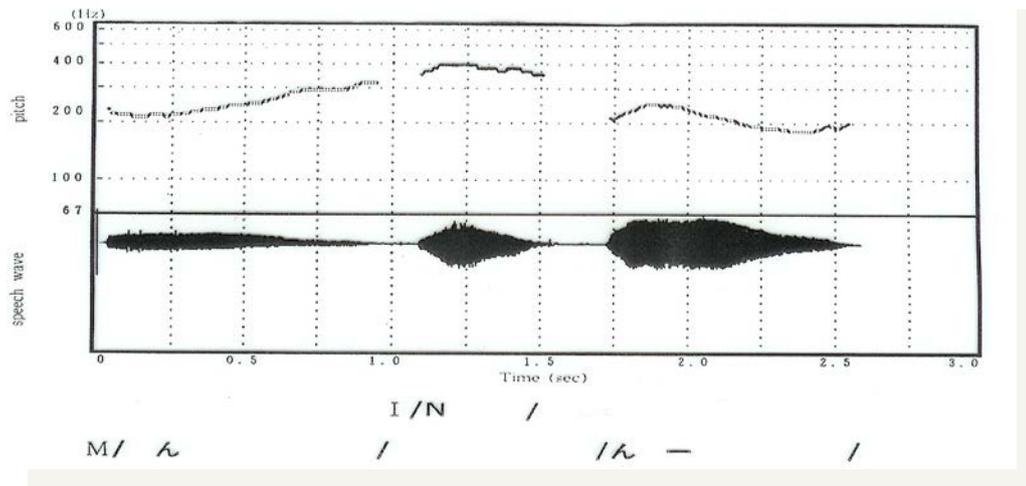
一般的に乳児に向けた発話音声は、マザリーズ（Motherese）や対乳児発話音声（Infant-Directed-Speech）として知られるようになりました。表 1 には、その音響特性についてまとめて示しました。意味や内容を中心とした「メッセージを伝えよう」とする音声の対成人発話音声（Adult-Directed Speech）に比べ、対乳児発話音声（Infant-Directed Speech）はこうした顕著な音響的特徴を持っています。乳児の声の高さに合わせるように、発話全体のピッチを高くし、やや大げさな抑揚で、相手の反応を見るようなタイミングの取り方をしながら、繰り返しの言葉が多いゆっくりした話しかけをすることが知られています。

**表 1 Motherese / IDS の音響特性**

- 
1. 発話の声全体が高くなり、ピッチが上昇
  2. 抑揚が大きくなり、変化範囲が拡大
  3. 発話速度の低下
  4. 間をとり相手の反応を待つように、潜時が変化
  5. 同じ言葉の繰り返し
- 

図 4 には、2 ヶ月齢の乳児と母親のやり取りの録音から抽出した部分をピッチパターンとして示しました。横軸は時間経過を、縦軸はピッチ、すなわち音の高さを示しています。まず、母親が M/ んー / と発話し、乳児の I/ Nー / という発声の直後に、母親が再度 M/ んー / と発話していますが、図からもわかるように母親の声の高さは、乳児の I/ Nー / の高さに見合った高さになっており、「んー」という発話は大人同士のそれに比べより長く、抑揚も大きく、乳児の発声後の発話のタイミングも絶妙で、聴覚印象として会話のやり取りに聞き取れるものになっていました。こうしたお互いの「快」を共有したような親密なコミュニケーションの姿は、実際の母親達の言葉を借りると、「赤ちゃんを胸に抱き取った瞬間からなんだか話し方が変わった気がする」、「赤ちゃんが声を出すと、嬉しくなつてたくさん話しかけてしまう」、「つい、うろ覚えの童謡を歌いかけている」といった感想に現われているといえましょう。

こうした日々の親によるマザリーズは、乳児の音声言語獲得の基盤となると共に、コミュニケーションの発達にも、さらには健やかな心の成長にも大きな意味を持つことになると思われます。乳児ばかりでなく幼児期の子どもにも心地よさや安心感をもたらすことが理解され、またこうした特徴を持つ発話は、音声行動をも活発化させることも報告されています<sup>13)</sup>。



縦軸：pitch(Hz) 横軸：time (sec)

図4 2ヵ月齢乳児の発声と母親の Motherese 音声のピッチパターン

#### 4. 豊かなコミュニケーションを育む音楽の力

乳児は出生後直ぐから音声や音・音楽に囲まれ、生活の中で耳にする様々な音声や音の中からある特定の音の集まりを特定の人と結びつけたり、さらには楽音としてメロディを認識したり、乳児自身も多様な音声表現や音楽的表現行動を示しながら発達していきます。また、母親等の養育者との「快」感情を顕著に示す音声経験が基盤になり、周囲からの言葉かけの意味や内容を伝える言語情報と共に、話者自身が表現する非言語の感情情報も聞き取ることができるようになっていきます。

こうした音声や音楽による赤ちゃんとのやり取りについて、新しい視点の研究がなされるようになってきました。前述したように親や養育者は取り立てて気づかないまま、赤ちゃんが出す声の高さや息づかいにあわせるように積極的に応答し、また、赤ちゃんの体の動きにあわせてリズムをとったり、お互いに触りあいその反応を確かめるような間の取り方でかかわり、実に多様なやりとりを繰り返しています。こうした相互作用をコミュニケーションミュージカルティ (communicative musicality) と捉える新しい概念<sup>14)</sup>が提示されています。つまり、歌唱や楽音に限定した狭い意味での「音楽性」ではなく、親子間、そして赤ちゃんと大人の相互作用の中で生起する触覚、視覚、聴覚を通したやりとりを「音楽性」と捉え、そのやりとりのタイミングや声音(こわね; 声の音色)、ジェスチャーのパターンなどを観点とした、マルチモダルで客観的な新しい概念です。この概念は、乳児と親などの養育にかかわる人との多様な相互の関係性構築の進展に、新しい知見をもたらすことが期待されています。

#### 引用文献

1. McDermott, J., & Hauser, M. (2006). Are consonant intervals music to their ears? Spontaneous acoustic preferences in a nonhuman primate. *Cognition*, 94, B11-B21.
2. Trainor, L. J. (1996). Infant preferences for infant-directed versus noninfant -directed playsongs and lullabies. *Infant Behavior & Development*, 19, 83-92.

3. Trehub, S. E., Unyk, A. M., Kamenetsky, S. B., Hill, D. S., Trainor, L. J., Henderson, J. L., & Saraza, M. (1997). Mothers' and fathers' singing to infants. *Developmental Psychology*, 33, 500-507.
4. Nakata, T., & Trehub, S. E. (2004). Infants' responsiveness to maternal speech and singing. *Infant Behavior & Development*, 27, 455-464.
5. Trainor, L. J., Tsang, C. D. & Cheung, V. H. W. (2002). Preference for sensory consonance in 2-and 4-month-old infants. *Music Perception*, 20, 187-194.
6. Plantinga J., & Trainor, L. J. (2005). Memory for melody: Infants use a relative pitch code. *Cognition*, 98, 1-11.
7. Saffran, J. R., Loman, M. M., & Robertson, R. R. W. (2000). Infant memory for musical experiences. *Cognition*, 77, B15-B23.
8. 麦谷綾子, 林安紀子, 柏野牧夫 (2013). 6 ヶ月齢児のメロディの記憶保持能力の検討. 日本赤ちゃん学会. 第13回学術集会抄録集, 42.
9. Mampe, B., Friederici, A. D., Cristophe, A., & Wermke, K. (2009). Newborns' cry melody is shaped by their native language. *Current Biology*. 19-23, 1994-1997.
10. 呉東進 (2009). 赤ちゃんは何を聴いている. 北大路書房.
11. 室岡一 (1982). 音の環境をめぐる親子の関係づけ. *臨床婦人科産科*, 36, 500-504.
12. Yamanouchi, I., Fukuhara, H., & Shimura, Y. (1990). The transmission of ambient noise and self-generated sound into the human body. *Acta Paediatrica Japonica*. 32. 615-624.
13. Shimura, Y., & Yamanouchi, I. (1992). Sound spectrographic studies on relation between motherese and pleasure vocalization in early infancy. *Acta Paediatrica Japonica*. 34. 259-266.
14. Malloch, S., & Trevarthen, C. (2009). *Communicative musicality. Exploring the basis of human companionship.* Oxford University Press.

## 人を引き込む身体的コミュニケーション技術

渡辺富夫

岡山県立大学

人は、単に言葉だけでなく、うなずきや身振りなど身体的リズムを共有して互いに引き込むことで円滑にコミュニケーションしている。この身体性の共有が一体感を生み、人とのつながりを実感させている。そのコミュニケーション研究の基盤として、まず母子間の原初的インタラクション・コミュニケーションに着目し、母親の語りかけに対して乳児の手足の動きの引き込みを音声・画像解析して、そのインタラクションのメカニズムをマン・マシン・インタフェースに応用しようと試みたのが1978年であるから、この身体的コミュニケーションの魅力に取り憑かれて早36年になる[1]。この間、母子間インタラクションから成人間インタラクション、集団インタラクションの引き込みを合成的に解析して、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キャラクター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、人を引き込む身体的コミュニケーション技術(身体的引き込み技術)を開発してきた(図1)。本技術は、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、高度メディア社会の生活情報技術として期待されている。とくに音声から豊かなコミュニケーション動作を自動生成する技術は、iRT(インタロボット技術)と呼ばれ、人とかかわるロボット・玩具、メディアコンテンツ、e-Learningやゲームソフト等に導入・実用化されており、教育・福祉・エンタテインメントなど広範囲な応用が容易に可能である[2]。さらに対話者や演者の音声・音響に基づいて引き込み反応する観客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、場の雰囲気をつくるシステム・技術を研究開発している[3],[4]。

本研究開発の一例として、語りかけに対して絶妙のタイミングでうなずき反応する身体的引き込みシステムPekoPeko(「ペコッぱ」、「花っぱ」)が「ドラえもんの科学みらい展」で日本科学未来館(2010年6月～9月開催)を皮切りに2013年9月まで日本全国を巡回し、人気を集めた(図2)。のび太の話をウンウンとうなずいて聞いてくれるドラえもんの大切な聞き手機能を実現したものだ。何故、うなずくだけで場が和み、会話(おしゃべり)が弾むのだろうか。

人はつながるためにコミュニケーションをする。それにはコミュニケーションすることが身体の歓びであり、身体が歓ぶ仕組みになっていなければならないであろう。語り掛けに対して思わずうなずくことで対話者相互の身体的リズムが引き込まれ、一体感や共有感が実感される。人は話せば必ず引き込みが生起され、思いが通じ合えるのだ。確かに会話は楽しいものである。リズムを合わせてくれるのは快感であり、それが身体的引き込みで、コミュニケーションのエッセンスである。身体的引き込みの重要性と不思議さを体験してもらうために、PekoPekoだけでなく、音声からコミュニケーション動作を自動生成するロボットInterRobotを開発した。このInterRobotを用いたコミュニケーションロボットシステムが日本科学未来館に常設展示されている(図3)。マイクスタンドを通して語り掛けると、その音声に基づいて1体のInterRobotが話し手として動作し、他の3体のInterRobotが熱心な聞き手として身体全体でうなずき反応をする。まさにロボット同士が手振り・

身振りとともにうなずき合い、あたかも会話しているような盛り上がる場が形成される。

身体的引き込みによる一体感や共有感は、理解に基づいた共感ではなく、情動共有に基づいた感情移入である。PekoPekoやInterRobotを介してコミュニケーションを楽しみ、身体的コミュニケーションの素晴らしさ・可能性を体感いただければ幸いである。

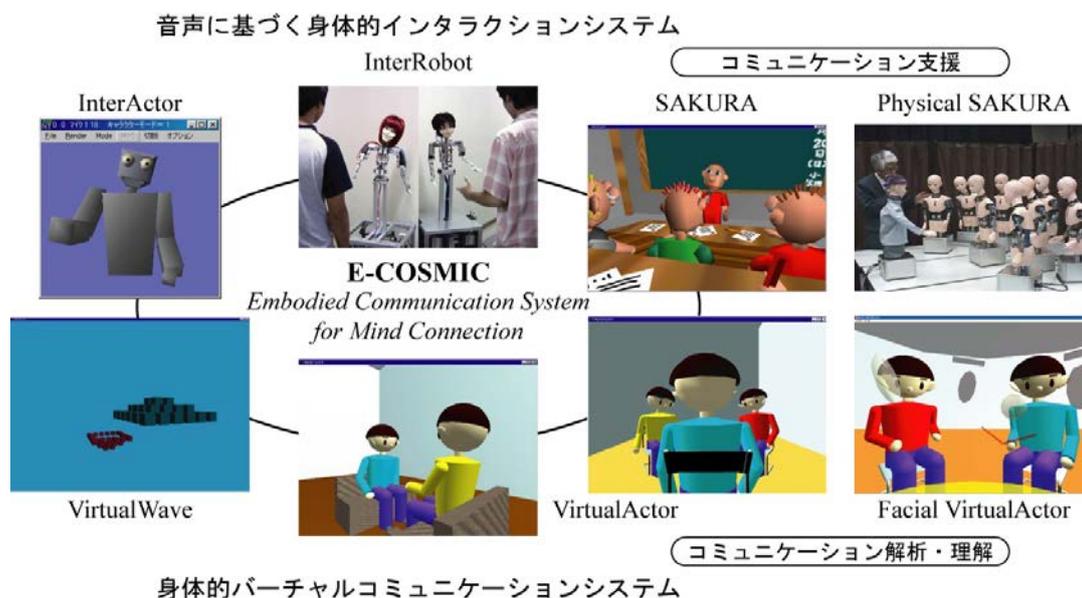


図1 心が通う身体的コミュニケーションシステム E-COSMIC



図2 「ドラえものの科学みらい展」でのPekoPeko展示

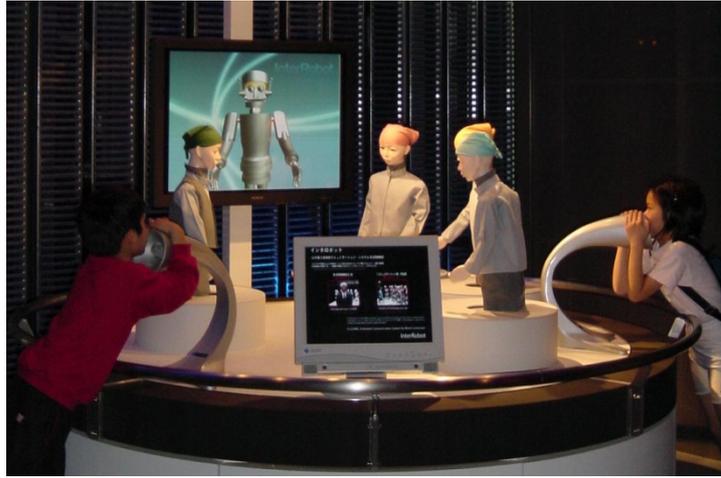


図3 日本科学未来館でのコミュニケーションロボット常設展示

#### 参考文献

1. 渡辺富夫：人がつながる技術 - コミュニケーションのエッセンス - , チャイルドサイエンス, Vol.9, pp.26-30, 2013.
2. 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.
3. 渡辺富夫：身体性メディアによるメディア芸術創造支援, 情報処理. Vol.48,No.12, pp.1327-1334, 2007.
4. Watanabe, T.: Human-entrained Embodied Interaction and Communication Technology, Emotional Engineering, Springer. pp.161-177, 2011.