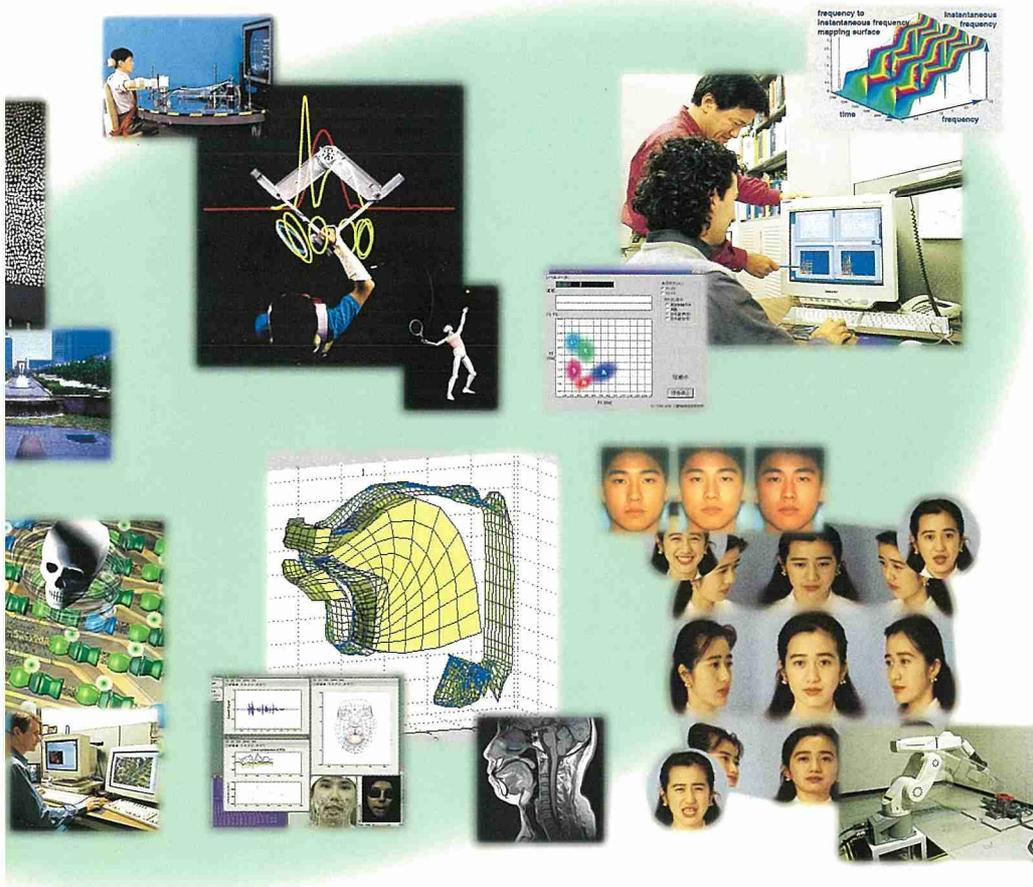


# ATR WINTER 2001 Journal

# 42



〈表紙解説〉

(株) エイ・ティ・アール人間情報通信研究所が、人間の持つ優れた機能に学ぶという視点から取り組んできた分野についての研究成果の一端です。

※本号2～13ページの関連記事をご覧ください。

●巻頭言 Foreword	新世紀を迎えて ～壮大な科学的挑戦の幕開け～	1	東田 正信
●特集 Special report	人間情報通信研究所プロジェクト終了 プロジェクト終了にあたって プロジェクト終了におもう	2 10	
●研究動向紹介 Current research topics at ATR	「ロボビー」：ロボットの社会参加に向けた コミュニケーションテクノロジー Robovie: Communication Technologies for Social Robot マイクロホンアレーを用いた雑音に頑健な音声認識 －音を聞き分ける音声認識を目指して－ Robust Noisy Speech Recognition Using a Microphone Array － Towards Selective Speech Recognition of Sound Signals － フォトニック結晶 －光を自由に操る新しい物質－ Photonic Crystal － for the Purpose of Manipulating the Propagation of Light － あなたはトルシエ監督を超えられるか? －マルチエージェントの相互作用を操作する－ Can You Beyond Troussier Coach? － Controlling Interaction Among Multiple Agents －	14 16 18 20	今井 倫太 小野 哲雄 石黒 浩 西浦 敬信 水町 光徳 中村 哲 田中 智子 高玉 圭樹
●ATR Monologue	ATRに学んだ15年 －新しい文化の創造を期待して－	22	葉原 耕平
●トピックス What's new with ATR	研究成果報告会をATRで開催 第13回研究発表会を好評開催 C-SATR III会合を開催 多言語音声コミュニケーションワークショップ (MSC2000)を開催 ATR量子・レーザカオスワークショップ 特許流通フェアに今年も出展 ROBODEX 2000にロボビーを出展 ATR科学技術セミナーの開催状況	24 24 25 25 26 27 28 28	
●学研都市あれこれ Walking around Kansai science city	参天製薬株式会社	30	
●SHIEN 日記	国境を越えるための準備	32	
●成果展開 Fruits of ATR's research	受賞等	33	
●所員往来 Changes in the staff	平成12年10月～12月	35	
●編集後記 Editor's notes		36	

## 新世紀を迎えて ～壮大な科学的挑戦の幕開け～



(株) 国際電気通信基礎技術研究所  
取締役企画部長 東田 正信

本年2月末をもって人間情報通信研究所が研究活動を終息させる。東倉前所長の「人間に学ぶ」という構想に基づきスタートし、これまでに人間の情報処理、知覚、通信能力などに関して数々の知見、成果を出してきているが、当初の想いと比べていかばかりであろうか。恐らくわかったことよりも、わかったことさらにわからないことが増えたというのが正直な感想ではないだろうか。

考えてみれば、「人間」は地球が誕生して以来、四十数億年の歳月の試行錯誤の集大成である。まず、有機物を生成し、次に生物生成へと道を進めた。細胞という概念を導入し、核を設け、細胞分裂によって増殖できるメカニズムを考案した。次にこれを植物と動物に分化させ、さらに何十億年かをかけて、類人猿と呼ばれる人間の祖先を生み出した。この間に遺伝子を導入して、動物の世代交代とそれによる進化の方策も手に入れてきたのである。最初にプランがあって実行されたとは思えないような偉大な科学の歴史が「自然」(あるいは「神」)の手で刻まれてきたことに畏怖の念を禁じ得ない。

類人猿の出現には諸説があるが、最近ではケニアの400万年前の人骨らしきものが最古ではないかとの報道もある。私が歴史で習ったところはピテカントルプス(ジャワ原人)が100万年前で最古の類人猿と言われていたが、いずれにしても人類の歴史は地球の歴史からみるとほんの一瞬にしかすぎない。その一瞬の中でも我々人類は今日までに数万の世代交代を繰り返している。この間に我々は単に生きるというだけでなく、「知能」を大きく発達させ、他の動物では成し得なかった「文化」や「文明」を築いてきた。そしてこの歴史は僅か1万年のレベルなのである。ATRが拠点を置く「けいはんな地区」が大和朝廷から、奈良・平安時代の中心で、平安貴族が栄華を極めていた時代は遠く昔のようであるが僅か40世代くらいまえの出来事なのである。

前置きが長くなったが、要は人間は40億年のキャリアを持つ「自然」という科学者にこの数世紀果敢に挑戦してきたということを言いたかったのである。ここ何世紀かをかけて、我々は種々の分析のための道具、測定器などを発明して、まず「歴史的遺産」を分析し、「自然」の解明を進めてきた。ようやく、メンデルが現象としてとらえた自然の摂理を遺伝子の操作としてとらえることまでできるようになり、遺伝子を操作することでこれまでになかった性質を持つ動物や植物を人工的に作れるところまで到達した。この結果「肉体を持つロボット」クローン人間の是非が倫理の新たな課題として人間にあたえられることになった。

一方、「自然」に対して挑戦をする「人間の知能」を司る「脳」に関して、いろいろな試みが行われている。fMRI<sup>1</sup>などにより機能的な知見はいろいろと得られているものの、「脳を作る」ということに関してはまだまだと言わざるを得ない。「脳を作る」ということは、究極的には「肉体を持たないロボット」をつくることである。二足歩行、踊り、音声対話などの先端機能を見せる華やかなロボットの展示会でもインタビューに答える技術開発担当者が、「鉄腕アトム」の100分の1の能力も具備できていないと述懐しているように、人間のレベルにはなかなか追いつかない。解明するだけでなく、合成してみることで「自然」の奥深さを知ると同時に次のステップの課題を見つける事もできることから、このような試みはきわめて重要である。

我々の旺盛な好奇心と飽くなき挑戦心は新世紀を迎えて、さらに未来を見据えて、目標をしっかりと頭において研究に邁進していくことになるであろう。この100年の間に我々は、「自然」が創り賜うた「神秘」という名の「精密機械」にどれだけ迫れるであろうか? 22世紀の初めには、「鉄腕アトム」と人間が手に手を携えて、この地球を舞台によりよい生活環境を作り出していることを是非とも願いたいものである。

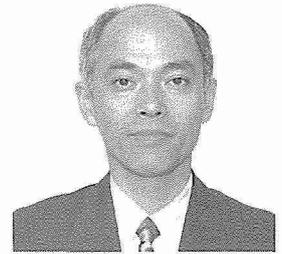
科学を武器に「人間の知能」の21世紀の壮大な「自然への挑戦」の新たな幕が開いた。

<sup>1</sup>機能的磁気共鳴画像法 (functional Magnetic Resonance Imaging)

## ヒューマンコミュニケーションメカニズムの研究

(株) ATR 人間情報通信研究所

代表取締役社長 一ノ瀬 裕



人間の優れた機能に学ぶという視点に立つてその情報生成・処理機構を研究し、豊かなヒューマンコミュニケーション実現のための要素技術を確認することを目的として、1992年3月から「ヒューマンコミュニケーションメカニズムの研究」を行ってきたATR人間情報通信研究所は2001年2月末で研究活動を終了する。本特集では、研究所の概要、研究室（分野）毎の研究成果を紹介し、最後に1分野あたり5件の代表的論文を掲載する。

当研究所では、視覚、聴覚、認知機構と言った主として人間の情報受信機能に着目したATR視聴覚機構研究所での研究を、人間の情報生成・処理機能すべてに拡張するとともに、生物の進化の考え方を情報処理システムに応用するという研究にも取り組んだ。図1に対象とした研究分野を示す。

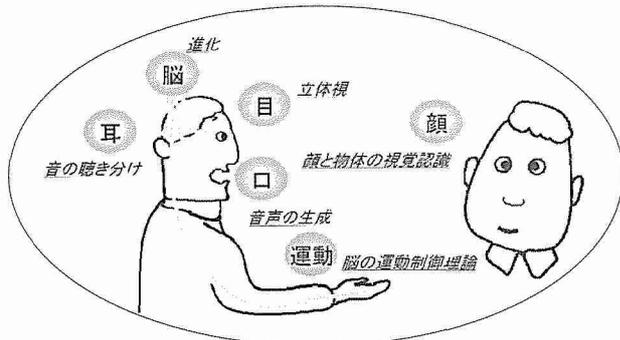


図1 研究分野

研究の実施に際しては、「人に学ぶ」ということを前提にして、a)人の情報生成・情報処理のメカニズムを知り、b)それと同じメカニズムで動く機械を創ったり、c)そのメカニズムを利用した機械を創ったりすることによってa)の結果を検証しさらに研究を深めるという手法によることとした。これを実現するため、工学分野の研究者と心理学・医学・歯学・生理学・数学・生物物理学など多様な分野の研究者とによる「トランスディシプリナリ（超分野的）」な体制を構築した。研究資金は合計で約160億円、研究要員は約60～80名である。

代表的な研究成果を学術的な面と工学的応用の2つの面から整理すると図2のようになる。学術的には、小脳の逆ダイナミクスモデルや多重内部モデルの存在といった脳の運動制御理論に関する研究成果が英国科学誌Natureや米国科学誌Scienceに、また、顔の印象や表情の認知を左右する要因

の研究の一環である性差による顔の形態と魅力との関係の研究成果がNatureに掲載されたり、生物の進化の考え方を取り入れた研究が認められて米国経済誌Business Weekの研究所ランキングの「生物に学ぶ情報技術」部門で世界第4位にランクされるなど、本試験研究の成果は質的にも高く評価されている。工学的応用に関しても、語学教材として出版したCD-ROM付きの書籍が好調な売れ行きを示しているほか、音を聞き分けて警告を発する音響監視装置が通信設備の監視用に試用されるなど、実際の応用にも結びついている。

研究成果の活用分野は、その効用から大きく二つに分けられる。ひとつは、人間の運動・学習のメカニズムを明らかにすることにより、無理・無駄のない外国語学習やリハビリテーションなどが可能になることである。もうひとつは、人間と同じ情報生成・処理のメカニズムを有するロボットやサイバーヒューマンの実現、すなわち、今のコンピュータが賢くなるということ（機械の延長）あるいはコミュニケーションの相手が目の前にいると感じさせてくれること（機械の向こう側にいる人の延長）である。もちろん、今のパソコンが有能な秘書のように働くようになったり、遠くにいる恋人とテニスができるようになったりするまでには、まだまだ時間がかかるだろう。しかし、「人に学ぶ」、「トランスディシプリナリ」といった考え方のもと、ATRでもっとも研究を進めてきた研究者集団は、これからもその世界に広がるヒューマンネットワークを活用して21世紀における世界の脳研究、ヒューマンインタフェース研究をリードし、これらの実現に大いに貢献するものと確信している。

学術的成果	工学的応用
<ul style="list-style-type: none"> <li>• MRIによる発話器官の観測</li> <li>• 声道音響モデルの精密化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 調音モデルによる肉声の合成</li> <li>• 顔と音声の同期アニメーション</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 音声聞き分け能力の包括的分析</li> <li>• 識別的特徴抽出方法</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 語学教材</li> <li>• 音声認識・音響監視システム</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 画枠歪のメカニズム</li> <li>• 視覚刺激と重心動揺</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• バーチャルフレーム</li> <li>• 広視野表示における指針</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 画像からの3次元形状復元の数理モデル</li> <li>• 顔の印象や表情の認知を左右する要因</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 能動的視覚機構にもとづく3次元スキャナ</li> <li>• イメージにもとづく顔画像の認識と生成</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 小脳の逆ダイナミクスモデル</li> <li>• 多重内部モデルの存在</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 見まね学習ロボット</li> <li>• リハビリテーションへの応用</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ソフト進化/ハード進化モデル</li> <li>• ハイパーニックエフェクト</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 超大規模ニューラルネットの自動構築</li> <li>• 自己解性モデル</li> </ul>

図2 分野別の代表的な研究成果

## 音声の生成

### 一人間を模擬する音声情報生成モデル

(株) ATR 人間情報通信研究所

第四研究室長 本多 清志



#### 1. 音声生成機構の研究

音声生成機構の研究は、話し言葉を生成する人間の生体機構の理解に基づいて、音声合成の高品質化等に適用しうる基盤技術を創出することを目的として始まった。これにはまず、単純化されすぎた従来の音声生成モデルを生理と音響の面から見直し、実体に則して精密化する研究から開始した。その成果に基づいてプロジェクトの後半では、人間の話し言葉の生成メカニズムを忠実に模擬して自然な音声を合成する発話機構モデルや、音声の生成に絶えず随伴する顔の動きを動画化して音声と顔を相互に変換することができる顔発話モデルを構築した。

#### 2. 音声生成機構の観測とモデル化

磁気共鳴画像法(MRI)を用いる観測実験を行い、鼻腔や梨状窩などの分岐管の音響効果が音声の自然性や個人性の要因になること<sup>[1]</sup>や、声の高さを調節する複雑な喉頭機構<sup>[2]</sup>を明らかにした。X線マイクロビーム装置を用いる研究では日本語の調音運動データの蓄積をはかりデータベース化した。さらに、舌圧計測システムの開発やMRI動画撮像法の考案により、従来の方法で観測できなかった発声・発話の諸要因を明らかにした。

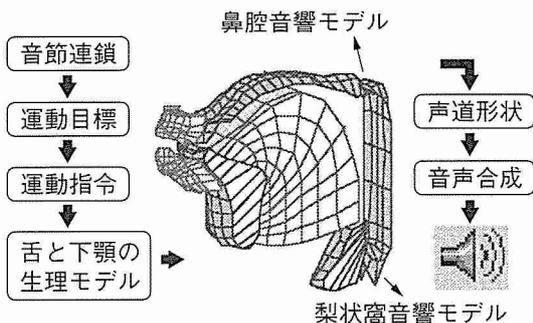


図1 発話機構モデルによる音声合成

これらの豊富な観測データに基づいて人間の発話器官の動きをまねる発話機構モデルを構築し<sup>[3]</sup>、このモデルを用いた音声合成システムを開発した(図1)。これにはまず、計算機上に舌や顎などの発話器官や声道壁の形状モデルを作り、そこに筋肉モデルを取り付け、筋肉の収縮力を与えて発話動作を生成する。その後、モデルの声道に声帯音源を与えると滑らかな音声を合成することができる。音声だけでなく発話器官の形状も合成できるので、マルチメディアによる言語学習や発話訓練に応用

できる。

#### 3. 顔と顔の運動機構

磁氣的調音観測装置および光学的3次元計測装置を用いた研究を進め、発話時の下顎運動特性を評価する<sup>[4]</sup>とともに筋電信号から発話運動を予測する統計モデルを作成した。また、実体感のある顔の3次元モデルを作成して音声と顔の動きが同期した顔アニメーションを合成する技術を開発した。この顔モデルを利用して、顔の動き、声道の変形、音声の音響特性の間に見られる相関関係に基づいて、顔の動きと音声とを相互に変換合成する手法を開発した<sup>[5]</sup>(図2)。この顔音声変換技術は、視聴覚実験用の資料作成法として価値があるが、将来は難聴者の音声理解を補助する読唇補助装置などへの応用も期待できる。

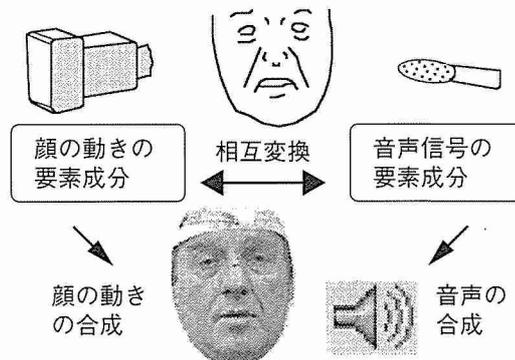


図2 顔と音声との相互変換

#### 4. 発話の中核機構

発話の脳内過程を検証する目的で、発話運動指令の時間的単位を発話潜時を指標とした認知心理的手法により明らかにした。また、脳波計測の実施により母音知覚において左側皮質各部の相関が高いことを確認し、言語音の並列処理を示唆する結果を得た。さらに、脳波の分析において高次元統計解析法の有効性が確認された。

#### 5. 今後に向けて

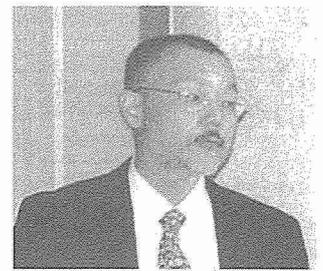
人間の仕組みを理解して人間によく似たレプリカをつくることができれば、マンマシンインターフェースの諸問題を解決することができる。音声を対象とした場合、この方法は音声の合成と認識を一度に完成させる手段として期待されるので、今後も時間と労力を費やさなければならない。

※参考文献については9ページを参照ください

## 聴覚・音声言語知覚の研究

(株) ATR 人間情報通信研究所

第一研究室長 片桐 滋



## 1. 「耳」に迫るトランスディシプリナリな試み

聴覚・音声言語知覚のメカニズムを解明するためには、解剖学的な分析に加えて、脳・神経活動としての「耳」の働きの包括的な理解が求められる。心理学や工学をトランスディシプリナリな形で組み合わせた3本の柱、即ち(1)「耳」を探る、(2)「耳」を鍛える、(3)「耳」を創る、から成るアプローチを採用し、「耳」に迫る研究を推進した。

## 2. 「耳」を探る

音信号は周期的な成分信号の集まりである。優れたコミュニケーションメディアである音声信号も例外ではない。

音の周期的情報を知覚するメカニズムに焦点を合わせて、聴覚心理学的に「耳」を探る試みを行った。変換フィードバック法やSTRAIGHT法<sup>1)</sup>などの新しい実験手法の開発も行い、(1)「耳」が「口〔発話能力〕」のサブシステムであること、即ち発話能力が聴覚能力に支配的であることや、(2)従来、ラウドネス〔音の知覚的な大きさ〕そのものに基づいて行われると考えられてきたタイミングの知覚がその変化量に基づくものであること<sup>2)</sup>、さらには(3)重畳音からの成分音声の分離知覚が音声の基本的周期情報に基づいていること等を実証するに至った。

## 3. 「耳」を鍛える

音声は、音信号としての側面に加えてことばとしての側面を持つ。聞き慣れた母国語は容易に聴きとれるが、不慣れた外国語はなかなかわからない。ことばを処理する能力の分析は「耳」を知る重要なステップである。

新たにことばを習得するメカニズムを調べるために、外国語、特に英語の聴き分け能力と発話能力との分析に着目した。

分析実験は大量のデータを必要とする。聞き分け能力を向上させるための学習ソフトやインターネットを用いる学習実験の手法を独自に開発し、多数の学習者の「耳」を鍛え、系統だった大規模実験を実現した。

実験の結果、(1)「耳」と「口」とが相互に影響し合うこと<sup>3)</sup>や(2)高齢者も適切な学習によって「耳」を鍛え得ることなど、ことばを処理する「耳」の性質解明に向けた明確な進展を得るに至った。

また、これらの成果が新しい語学教材の開発につながり得ることも示されつつある(図1)。



図1 「耳」を鍛える研究の成果を用いる語学教材

## 4. 「耳」を創る

心理学等の観測のみを通して「耳」の全容を明らかにすることは困難である。この困難の克服を目指して、機能モデルの構築を通して真相に迫る「耳」を創って学ぶ方法論を採用した。

「創る」試みにおける要点は、採用するモデルの形態とモデルの鍛え方、つまり学習法とにある。

前者の形態として、特に、音信号の周期的情報の利用に基礎を置く聴覚情報の脳内表現モデルである、聴覚イメージモデル(AIM)に着目した。ガンマーチャープ型末梢フィルター<sup>4)</sup>や安定化ウェーブレット-メリン変換等の新たな数値的実装法を導入することによって、AIMモデルの合理性を高め、かつ発話者情報の正規化等への応用の可能性を示した。

モデルを鍛える方法としては、視聴覚機構研究所の成果である「最小誤り学習法」に着目し、「識別的特徴抽出(DFE)法」と呼ぶ、包括的なモデル学習法を考案した。DFE法は、与えられたモデルの全体を最小誤り基準の下で統合的に最適化する。DFE法を中心とする設計法に関する研究成果は、さらに「一般化確率の降下法」としてまとめられ<sup>5)</sup>、その一部はインテリジェント音響監視システムや音声認識ソフトウェアとして利用されるに至っている。

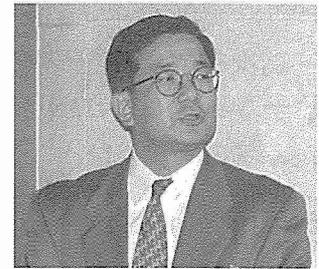
※参考文献については9ページを参照ください

## 自然に見る仕組み

## —快適な人工的視覚環境の実現に向けて—

(株) ATR 人間情報通信研究所

第五研究室長 藤井 真人



自然で高臨場感を創出できる人工的視覚環境や、氾濫する情報をさばくための視覚的インタフェース技術の開発には、ヒトの視覚情報処理の理解が不可欠である。私達は、自然な視覚情報提示の要素技術提案に向け、視野の広がりに対応した情報選択機能、奥行き知覚、および実空間により近い状態である広視野立体視について、主に心理物理的手法によりその解明に取り組んできた(表1)。

表1 視覚情報処理過程の研究テーマ・応用例

	縦横の広がり	奥の広がり	縦横と奥
機能	情報選択	奥行き知覚	広視野立体視
着目点	階層処理過程	両眼統合過程	自己行動モニタ
研究テーマ	視覚的注意 色彩分布知覚	画枠ひずみ 視差ゼロ面	視覚誘導自己運動 垂直視差分布
応用	画像検索 注目点予測	知覚歪解消法 最適スクリーン形状	大画面立体表示

## 1. 情報選択機能

効率的に視野内から情報を抽出する機能に着目した研究を進めた。たとえば、視野内に分布する色彩を瞬時に知覚する過程について、色覚の低次の処理過程では説明できない能力のあることを明らかにし、より高次の機能を取り入れたモデルを提案した。応用として、モデルの効率的色彩情報処理能力を画像検索に適用し、印象の近い画像が検索できることを示した<sup>[1]</sup>。その他、漢字学習者の眼球運動、注視点における集中度が周辺視野の感度に及ぼす影響、眼のレンズ系の特性も考慮した視覚の時空間処理過程、高次の運動知覚過程等について調べ、見やすい画像提示法や人に代わる映像評価手法の要素技術につながる成果を上げた。

## 2. 奥行き知覚

両眼の存在は、優れた奥行き知覚能力をもたらす一方で、片目でしか見えない領域の処理や、異なる左右の網膜像を一つの視知覚像とする機能を必要とする。これらの機能の理解は、自然な立体視を提供する表示システムの確立に欠かすことができない。その好例が立体ディスプレイの画枠付近で生じる奥行き知覚ひずみである。これは画枠による片眼情報の欠落が原因であり、片眼情報欠落が自然界にないパターンの場合に発生すること

を示し、その改善法も提案した<sup>[2]</sup>。また、より良いスクリーン形状の可能性を求め、知覚的に左右の像がほぼ同じとなる3次元空間内の面を調べ、上が奥に傾いた緩やかな凹面であることを明らかにした<sup>[3]</sup>。これらの結果は、視覚心理的手法により明らかにすることのできた表示装置の設計指針である。その他、奥行き知覚に関する錯視の研究、運動知覚と奥行き知覚の関連性に関する研究、視方向の研究などでも基礎的成果を上げた。

## 3. 広視野立体視

自然で臨場感の高い人工的視覚環境の要件を明らかにするため、広視野立体視条件で生じる特有の身体反応や知覚現象を調べた。その結果、視覚情報に誘導される自己運動が広視野立体視条件で顕著に現れること、両眼視差が姿勢制御に強く寄与することなどを明らかにした<sup>[4]</sup>。また、視野内の垂直方向の視差に適切な分布を与えると、幾何学的な考えでは説明できない奥行き知覚を生じる現象について、体系的な研究も進めた<sup>[5]</sup>。この現象は像を見こむ角度(視野角)が30度を越えるような広視野立体視条件ではじめて生じる。上記2例は、視野角を考慮した技術の必要性を示している。

## 4. 自然な視覚情報提示法に向けて

これまでは主に人工的視覚環境における“みえ”に着目した研究を主に進めてきた(図1)。より自然な視覚情報提示法を確立するためには、今後、視覚刺激に対する身体反応、脳内活動についてもより詳細に検討を進める必要があると考えている。

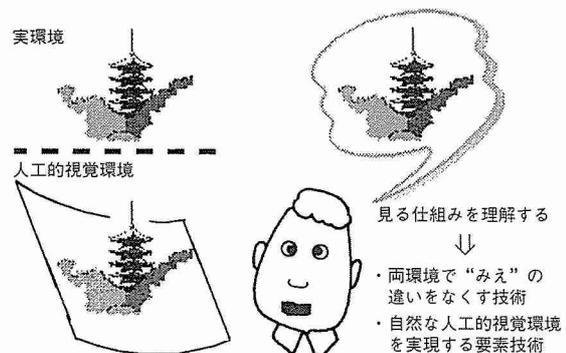


図1 自然な人工的視覚環境の実現に向けて

※参考文献については9ページを参照ください

高次視覚情報処理の研究

— 3次元世界やイメージを認識する視覚の働き —

(株) ATR 人間情報通信研究所

第二研究室長 赤松 茂



1. 脳で創り出される3次元とイメージの世界

人物やそれをとりまく環境について視覚を通じて得られる3次元情報、さらには人間の感性に基づくイメージは、コミュニケーションで重要な役割を果たしている。そこで、目から入力された2次元画像情報から、これらの高次の視覚情報が脳内で生成される過程の工学的モデル化を目指す研究に取り組んだ。前者に関しては人間の視覚の能動的な性質に注目し、「視て動く、動いて見る」という観測行動制御と一体化した能動的視覚システムの実現につながる要素技術の確立を目指した。後者については、イメージの研究対象として「顔」を選び、人間が顔からイメージを認識する特性を探り、その知見をコンピュータで顔のイメージを認識・生成する技術に応用することを目指した。

2. 「視て動く、動いて見る」を目指して

与えられた画像から3次元世界を復元しようとする従来の受動的な方法に代わって、ここでは視覚の能動的な性質に学び、カメラを動かすことで対象の認識に有利な画像を選択していく能動的アプローチでの信頼性の高い3次元情報の獲得を目指した。まず、動画から運動物体の特徴点を自動追跡して3次元形状をほぼ実時間で求める実験システム構築に成功した。また、現在の入力画像と目標の状態期待される画像との差が小さくなるようにカメラの姿勢や特性を変化させる視覚サーボの原理に基づく観測行動の制御技術を開発した。これらの成果により、あたかも人間が手にした物を眺め回しながら認識するように、観測の行動を制御しつつ3次元物体を認識する能動的な視覚認識システムの基本技術が得られた<sup>[1]</sup>。

3. 顔が伝えるイメージを探る

人間は相手の顔からその人物が誰か [個人性]、

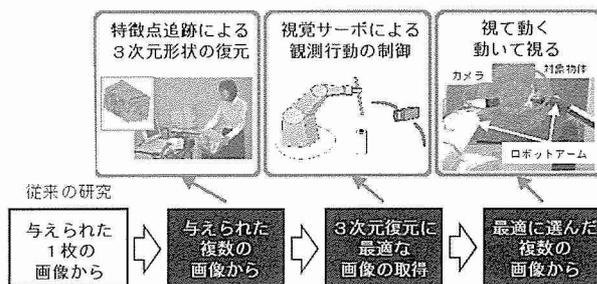


図1 能動視覚による2次元画像からの3次元情報復元の研究展開

どのような人か [属性]、どのような気分か [情動] についての様々な視覚イメージを読みとっている。このような人間による顔のイメージをコンピュータでも取り扱うことを目指して、イメージを左右する特徴要因を明らかにすべく「顔のイメージを探る」研究に取り組んだ。画像生成技術の進展により、顔という対象を2次元から3次元、偶発的事例から相関のあるサンプル集合、そして静的な事象から動的な事象へ拡張し、視覚刺激としての顔パターンを自在に制御できるようになったので、その変化に応じて人間に認知されるイメージとの関係を心理実験を通じて定量的に明らかにした。その結果、3次元物体としての顔認知の基本的性質、顔の形態特徴の分布と印象との関係、表情表出の動的特性と認知される感情との関係など、顔イメージの認知要因に関して学術的に高く評価される知見<sup>[2][3]</sup>が得られた。さらに「顔のイメージをさばく」技術への応用を目指して、人間のイメージ認知特性とよく整合する顔パターンの特徴表現法を検討し、顔画像を人物属性や表情によって分類する実験システムを構築した<sup>[4]</sup>。また、人間によるイメージを効果的に可視化する「イメージを創る」技術にも取り組み、実在する顔画像から視点や表情を変化させた仮想的な顔のイメージを画像として生成する手法を考案した<sup>[5]</sup>。

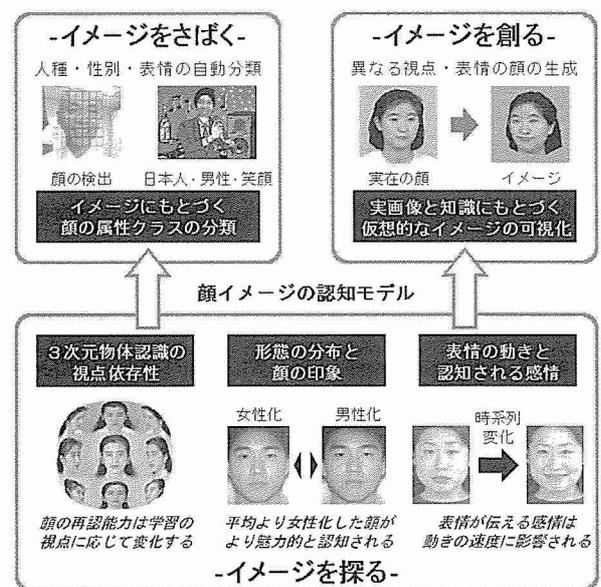


図2 顔のイメージを「探る・さばく・創る」の研究展開

※参考文献については9ページを参照ください

## 脳の運動制御理論

### 一脳の高次機能解明に情報処理の観点から迫る一

(株) ATR 人間情報通信研究所

第三研究室長 川人 光男



#### 1. 計算論的神経科学アプローチ

当研究所が設立された1992年には、コミュニケーション、言語、意識などのヒトの高次認知機能が脳科学、神経科学の重要研究対象になるとは予想できなかった。しかし近年、状況は大きく変わり、例えば、ヒトと動物のコミュニケーションの違いの理解、非言語的なコミュニケーションの理解、言語の獲得過程の理解などが、日本の脳研究の長期戦略目標にあげられるようにすらなつた。

その流れを先取りし、脳の高次機能解明に情報処理の観点から迫る高い達成目標を設定し、計算論的神経科学の手法（脳の機能を、その機能を脳と同じ方法で実現できる計算機のプログラムあるいは人工的な機械を作れる程度に、深く本質的に理解することを目指す）により、次の3つの視点から研究を進めた。(1) 学習と行動の神経計算原理、(2) 情報の生成と分析の統合処理、(3) 異種情報の統合機構、である。

#### 2. 学習と行動の神経計算原理

脳・神経系の情報処理における学習と行動の神経計算原理の解明を目指して研究をすすめた。具体的には、学習において、対象とするモデルの入出力特性を逆にしてモデル化する逆モデルの役割を重視し、逆モデルを学習によって獲得することに焦点をあて、制御対象の逆モデル学習についてフィードバック誤差学習という新しいモデルを提案した<sup>[1]</sup>。小脳の運動制御機構の研究<sup>[2]</sup>や、人の腕の運動制御機構の研究<sup>[3]</sup>などに代表されるように、学習と行動の神経計算原理について、小脳の系統発生的に古い部分から中間部分について基本的な理論提案を行った。また、学習機能を統一的に理解する理論モデルの確立を目指し、ヒト小脳における内部モデル存在の脳非侵襲計測を試み、その存在を確認するに至った<sup>[4]</sup>。

#### 3. 情報の生成と分析の統合処理

(1) 運動軌道計算の最適理論と(2) 順ダイナミクスモデルと逆ダイナミクスモデルを用いた軌道計算とパターン認識、という2つの具体的課題を中心に研究を行った。運動軌道計算の最適理論として、トルク変化最小モデルを提案し、これを検証するため、人がある点から他の点へ多関節腕の運動を行うときの運動軌道規範生成を課題とした研究を進めた。さらに、脳の軌道生成モデルと

してトルク変化最小モデルより確度の高い指令トルク変化最小モデルや運動指令変化最小モデルを提案した。

また、順ダイナミクスモデルと逆ダイナミクスモデルを用いた軌道計算とパターン認識においては、順逆繰り返しによる軌道生成のモデルによる最適化原理に基づく「見まね」学習モデルを提案<sup>[5]</sup>、けん玉学習ロボットによって、モデルの有効性を検証した。実験には人と同じ7自由度を持つ油圧駆動マニピュレータを用い、人のけん玉運動から抽出した小数の経由点を制御変数と見なし、視覚入力装置から得られた試行毎のデータを元に、けん玉タスクが成功するように制御変数を修正した。さらに同一の原理でテニスサーブなどの複数のタスク学習が行えることを明らかにした。

#### 4. 異種情報の統合機構

内部モデル、順逆計算、見まね学習の要素などを統合し、コンピュータグラフィックスで実現した人間型エージェント、及び人型ロボットに複雑な環境と相互作用して適応的な行動を獲得・実行させた。

また、筋電信号の入力による仮想身体運動モデルの構築を目指して研究を進めた。運動指令変化最小モデルを検討するためには、運動指令から運動軌道への順変換のモデルが必須となる。そこで、表面筋電図から腕の運動軌道を予測するダイナミクスモデルを、生理学データを訓練データとする学習によって人工神経回路網モデルとして獲得した。このモデルは、筋電信号入力による仮想身体運動ヒューマンインタフェースの要素技術となる。さらに、この技術をリハビリテーション医学に応用するための研究を進展させた。

#### 5. 今後

人の知性の理解、人のようなロボットに辿り着く道はひどく遠いようにも思えるが、また一方で、視覚や運動制御の研究で明らかになった計算原理が、汎用性や拡張性が最初から保証され、外界との相互作用に根ざした知性を明らかにする期待もある。小脳内で私達が発見し、ロボットによる複数タスクの見まね学習にも用いている、多重の順逆内部モデルが、言語や思考にまで光を当てる可能性もあると期待している。

※参考文献については9ページを参照ください

## 脳コミュニケーションと感性脳機能の研究 —人工脳の創出と感性脳の解明に向けて—

(株) ATR 人間情報通信研究所

第六研究室長 下原 勝憲



### 1. 脳コミュニケーションのための進化システム

コミュニケーションの意義を“お互いの想像力や創造性を喚起しあうこと”にとらえ、コミュニケーションの中核である脳と同様に、自律性と創造性に富む新しい情報処理系の創出を目指した研究を行った。そのために、人工生命の考え方や進化的方法論を導入して、自ら変化・成長・進化する機構をシステムに持たせることにより、自ら情報を生み出す創造性や自ら判断する自律性といった機能の実現を図ることとした。

即ち、進化システムとは、自発的あるいは相互依存的に変化を創り出す機構とそれらの変化をシステムとして調整・統合していく機構に基づき、新しい機能や構造をシステム自らが獲得・形成していく情報処理系のことである。

### 2. ソフトウェア進化

プログラムを進化の媒体とするのがソフトウェア進化である。突然変異と自然淘汰をモデル化した仮想世界において、自己複製プログラムが自律的に多様化・複雑化する。そのようなプログラム進化の可能性を探るため、ネットワークを環境とするソフトウェア進化モデル（ネットワーク・ティエラ）を提案した。具体的には、日・米・英・スイス・ベルギーの5カ国、百数十台のワークステーションをインターネットで結ぶ国際実験系を構築し、進化実験を行った。その結果、センサ機能の組織分化など複雑化に向けた進化を確認できた。

### 3. 人工脳創出に向けたハードウェア進化

再構成可能なハードウェアを用いて、情報に依存してハードウェア構造を進化的に創り出すハードウェア進化のコンセプトを提案した。その具体化として、3次元セルオートマトン空間にニューラルネットをハードウェアとして発生・成長・進化させるセルオートマトン型人工脳モデルを構築した。さらに、そのモデルを汎用のFPGA（Field Programmable Gate Array）を用いて実装したセルオートマトン型人工脳実験装置（CBM:CAM-Brain Machine）を試作した（図1）。その結果、総計でニューロン数が7,500万の超巨大なニューラルネットを構築できることを確認した。

### 4. 感性脳機能としてのハイパーソニック

こころよさ、おもしろさなどポジティブな情動を必須の属性とする脳のはたらきを「感性」とと

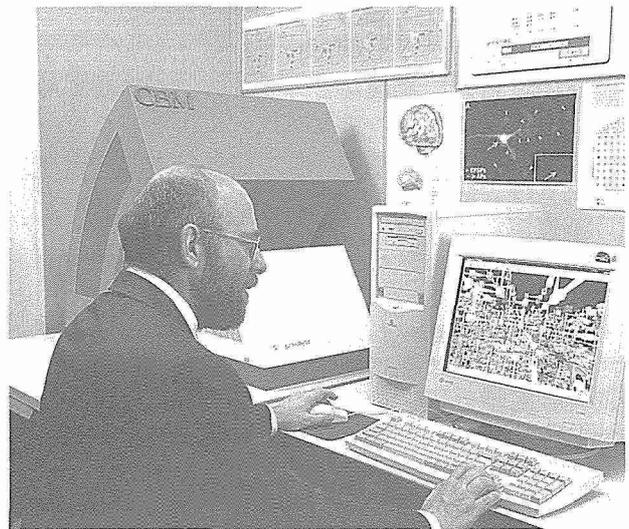
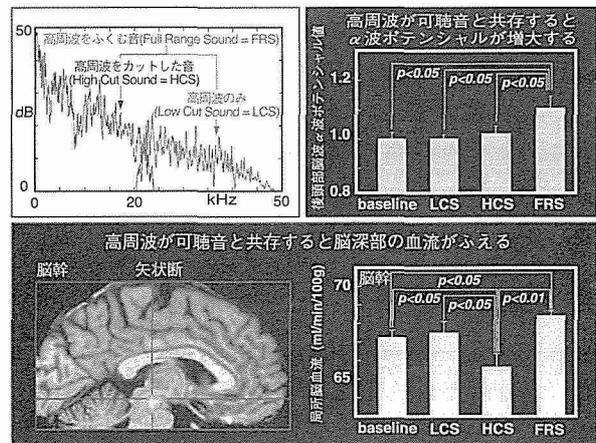


図1 セルオートマトン型人工脳実験装置

らえ、感性のすみかである脳の機能に科学的にアプローチする感性脳機能の研究を行った。人間の脳・神経系に訴える感性情報（音響・映像）を合理的に生産する手法を創出することを目指して、メディアから供給される電子的な視聴覚情報が脳におよぼす影響を生理学的に評価する手法を研究した。大きな成果として、自然音に含まれる可聴域上限（20kHz）をこえる高周波成分が、脳深部の血流と脳波α波パワーを増大させ、共存する可聴音をより快適に知覚させるはたらき（ハイパーソニック効果）を持つことを見いだした（図2）。



(Ohashi et al., Journal of Neurophysiology, 83: 3548-3558, 2000 から改変)

図2 ハイパーソニック効果

※参考文献については9ページを参照ください

## 参考文献リスト

## 音声の生成

一人間を模擬する音声情報生成モデル

- [1] J.Dang, K. Honda: Acoustic characteristics of the piriform fossa in models and humans; *J. Acoust. Soc. Am.*, Vol.101 No.1 (97.1)
- [2] K. Honda, H. Hirai, S. Masaki, Y. Shimada: Role of vertical larynx movement and cervical lordosis in F0 control; *Language & Speech*, Vol.42, No.4 (99.12)
- [3] K. Dang, K. Honda: A physiological articulatory model for simulating speech production process; *J. Acoust. Soc. Jpn (E)* (to be published)
- [4] E. Vatikiotis-Bateson, D. J. Ostry: An analysis of the dimensionality of jaw motion in speech; *Journal of Phonetics*, Vol.23, No.1 (95.1)
- [5] H. C. Yehia, P. E. Rubin, E. Vatikiotis-Bateson: Quantitative association of vocal-tract and facial behavior. *Speech Communication*, Vol.26, No.1-2 (98.10)

## 聴覚・音声言語知覚の研究

- [1] H. Kawahara, I. Masuda-Katsuse, A. de Cheveigne: Restructuring Speech Representations Using a Pitch-Adaptive Time-Frequency Smoothing and an Instantaneous-Frequency Based F0 Extraction; Possible Role of a Repetitive Structure in Sounds, *Speech Communication*, Vol. 27 (99.4)
- [2] H. Kato, M. Tsuzaki, Y. Sagisaka: Acceptability for temporal modification of consecutive segments in isolated words; *J. Acoust. Soc. Am.* Vol. 101 No.4 (97.4)
- [3] R. Akahane-Yamada, Y. Tohkura, A. R. Bradlow, D. B. Pisoni: Does training in speech perception modify speech production?; *Proc. ICSLP96* (96.10)
- [4] T. Irino, M. Unoki: An analysis/synthesis auditory filterbank based on an IIR implementation of the gammachirp; *J. Acoust. Soc. Jpn.(E)*, Vol. 20, No. 6 (99 11)
- [5] S. Katagiri, B.-H. Juang, C.-H. Lee: Pattern Recognition Using a Family of Design Algorithms Based Upon the Generalized Probabilistic Descent Method; *Proc. IEEE*, Vol. 86, No. 11 (98.11)

## 自然に見る仕組み

一快適な人工的視覚環境の実現に向けて一

- [1] 郷田 直一, 山賀 陸夫, 藤井 真人, 伊藤 崇之: 視覚の多重色相表現モデルと画像検索への応用; *映像情報メディア学会年次大会講演予稿集* (00.8)
- [2] 石樽 康雄, 大塚 作一, 金次 保明, 吉田 辰夫, 臼井 支朗: ステレオ表示における奥行き知覚ひずみとその防止法; *TV誌*, Vol.50, No.9 (96.10)
- [3] Philip GROVE, Hirohiko KANEKO, Hiroshi ONO: The shape and distance of a surface with zero binocular disparity; *Proc.IDW '99* (99.12)
- [4] 宇和 伸明, 金子 寛彦, 金次 保明: 視差・視角変化刺激観察時の重心動揺と奥行き運動知覚; *映像情報メディア学会誌*, Vol.53, No.9 (99.9)
- [5] 金子 寛彦: 垂直視差処理過程の性質と機能; *光学*, Vol.27, No.8 (98.8)

## 高次視覚情報処理の研究

一3次元世界やイメージを認識する視覚の働き一

- [1] K. Kinoshita, M. Lindenbaum: Robotic Control with Partial Visual Information; *International Journal of Computer Vision*, Vol.37, No.1 (00.8)
- [2] H.Hill, P.Schyns, S.Akamatsu: Information and Viewpoint Dependence in Face Recognition; *Cognition*, Vol.62, No.2 (97.5)
- [3] D. I. Perrett, K. J. Lee, I. Penton-Voak, D. Rowland, S. Yoshikawa, D. M. Burt, S. P. Henzi, D. Castles, S. Akamatsu: Effects of sexual dimorphism on facial attractiveness; *Nature*, Vol.394, No.6696 (98.8)
- [4] M. J. Lyons, J. Budynek, S. Akamatsu: Automatic Classification of Single Facial Images; *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 21, No.12 (99.12)
- [5] 磯野勝宣, 赤松茂: 任意表情の顔の3次元構造の生成 - 3D及び画像サンプルにおける表情差分ベクトルの利用 - ; *信学論*, Vol.J82-D-II, No.10 (99.10)

## 脳の運動制御理論

一脳の高次機能解明に情報処理の観点から迫る一

- [1] M. Kawato, H. Gomi: A computational model of four regions of the cerebellum based on feedback-error-learning; *Biological Cybernetics* Vol.68, No.2 (92.12)
- [2] M. Shidara, K. Kawano, H. Gomi, M. Kawato: Inverse-dynamics model eye movement control by Purkinje cells in the cerebellum; *Nature* Vol.365, No.6441 (93.9)
- [3] H. Gomi, M. Kawato: Equilibrium-point control hypothesis examined by measured arm-stiffness during multi-joint movement; *Science* Vol.272, No. 5258 (96.4)
- [4] H. Imamizu, S. Miyauchi, T. Tamada, Y. Sasaki, R. Takino, B. Puetz, T. Yoshioka, M. Kawato: Human cerebellar activity reflecting an acquired internal model of a novel tool; *Nature*, Vol.403, No. 6766 (00.1)
- [5] H. Miyamoto, S. Schaal, F. Gandolfo, H. Gomi, Y. Koike, R. Osu, E. Nakano, Y. Wada, M. Kawato: A Kendama learning robot based on bi-directional theory; *Neural Networks* Vol.9, No.8 (96.11)

## 脳コミュニケーションと感性脳機能の研究

一人工脳の創出と感性脳の解明に向けて一

- [1] T. Ray, J. Hart, K. Shimohara: Evolution of Differentiated Multi-threaded Digital Organisms; *J. of Artificial Life* (submitted)
- [2] T. Maekawa, O. Ueno, E. Nishina, N. Kawai, K. Shimohara, T. Oohashi: Evolutionary Advantage of Self-Decomposition Mechanism; *Proc. 5th Int. Sympo. on Artificial Life and Robotics*, Vol.1 (00.1)
- [3] H. de Garis, M. Korkin, F. Gers, N. E. Nawa, M. Hough: Building and artificial brain using an FPGA based CAM-Brain Machine; *Applied Mathematics and Computation*, III (00.6)
- [4] M. Sato, S. Ishii: On-line EM Algorithm for the Normalized Gaussian Network; *Neural Computation*, Vol.12, No.2 (00.3)
- [5] T. Oohashi, E. Nishina, M. Honda, Y. Yonekura, Y. Fuwamoto, N. Kawai, T. Maekawa, S. Nakamura, H. Fukuyama, H. Shibasaki: Inaudible High-Frequency Sounds Affect Brain Activity: Hypersonic Effect; *J. of Neurophysiology*, Vol.83, No.6 (00.1)

これから旅立つ若い研究者へ……

東京大学大学院 情報学環 教授  
原島 博



ATRの研究所も一つの区切りを迎えようとしている。筆者も昨年55歳になった。昔であったら定年の年である。だからと言うわけではないが、折角の機会でもあるので、筆者が日頃自分に言い聞かせていることを述べてみたい。一部は過去に某冊子に記したものであるが、ATRから旅立つ若い研究者へのはなむけとしてまとめ直してみた。多少なりともご参考になれば幸いである。

まずは、研究者としての心得から。研究をおこなう上で、最も大切なことは新鮮な刺激を受け続けることである。そのためには、まず

(1) 一流の研究者と接すること

が重要である。一流の研究者には、必ず学ぶべきことがある。研究内容だけでなく、研究態度、人との接し方、さらには人生観や世界観に至るまで、すべてが対象となる。

このような機会はどうにすれば得られるのであろうか。答えは簡単である。学会のシンポジウムや研究会などに積極的に出席して、

(2) 他流試合をやること

である。発表すべき研究があればもちろんのこと、なくても質問や討論、さらに懇親会などに参加して相手に顔を覚えてもらうことが重要である。学会の雑用も、一流の研究者と接する好機であると考えれば、励みになる。

もちろん他流試合は、自分の研究をアピールする好機である。その際に大切なことは、

(3) 研究発表にコストと時間をかけること

である。研究は世界中の研究者に知ってもらわなければ意味がない。例えば一億円かけた研究も、最後の段階で、研究発表に費やす時間とコスト（海外発表の旅費も含めて）を節約しては、もともとの研究そのものが無駄になってしまう。

当たり前のことであるが、研究テーマの選び方も重要である。これは、研究のフェーズによって異なり一概には言えないが、筆者はまず

(4) 自分しかできない研究をやる

ことを心掛けている。自分の研究室しかできない研究と言った方が厳密かも知れない。原島研“も”やっている研究ではなく、原島研“が”やっている研究をやりたいと思っている。これは言い換えると

(5) 競争がシンドイ研究はやらない

ことであり、もう少しはっきり言えば「アメリカがやっている研究はやらない」ことにもなる。正直言って、アメリカがリードしている情報通信分野では、これはかなり難しい。しかし考えようによっては、世界中の優秀な研究者と競争するよりは、まだ荒らされていない新しい研究分野の方がずっと楽であり、研究テーマも豊富である。そして、

(6) 新しいテーマは5年は頑張る

ことも重要である。何事も本気にならなければ結果はでない。もし、5年間感動が続けば、そのテーマは本物である。逆に5年やって感動がなくなったらやめたほうがよい。

まだまだ言いたいことはあるが、この位にしておこう。なお、ここで述べたことは筆者が自分に言い聞かせていることであって、実行していることではない。なかなか実行できないから、自分に言い聞かせているのである。

## Seven Years at ATR-HIP

オクラホマ大学 教授  
 (前 ATR 人間情報通信研究所 第6 研究室)  
 トマス・レイ



ATR 人間情報通信研究所 (HIP) での7年は、私にとって公私ともに非常に貴重な経験でした。私は1993年8月から1998年8月までHIPで常勤として働き、そのあとATRに夏場だけ勤務しています。

私は5年間、日本で暮らす機会を得たこと、そうしてとりわけこんなに子供に優しい文化のもとで娘を育てることができたことをとても幸運だったと思っています。日本の各都市は、都市のあるべき可能性を世界に示すお手本です。そうは言っても、私がそうであったように、予備知識も何の準備もなしにやってきた外国人にとって日本の生活に適應するのはやはり難しいことです。私は、海外からの研究員をあれやこれやと支援してくれるATRの優秀なスタッフに深く感謝しています。ATRに着いたときにはいつもスタッフがすでに私の身の回りの手配(アパートや家具調度、光熱関係等々)をすっかり整えていてくれるため、すぐ研究に取りかけられるというわけです。

HIPの中心的課題は人間が情報を処理する方法に類似したやり方で情報を処理する人工的なシステムを構築することです。HIPはまた私の所属していた第6研究室、すなわち進化システム室(ESD)の支援もしてきました。ESDは直接的には人間の情報処理問題を取り扱いませんが、人間の心を創り出した過程、すなわち進化に焦点をあてた研究に取り組んでいます。

HIPにとって、ESDはどちらかといえばやや投機的な研究分野ですが、それはATR経営陣の応用と基礎の両面の研究に対するその支持・支援を例証するものではありません。

最大規模のソフトウェアシステム、例えば電話交換システムは今やプログラムサイズが数千万コードに膨れ上がり、これ以上の発展はもちろん管理さえ困難になってきています。こういったソフトウェアを単に複雑性の度合を増すだけで成長させていけるのかどうか疑わしいところです。ところが進化は数十億コードに基づく「ウエットウェア」システムを創り出しており、これらは頑丈で適應性があり、その性能は人間が作り出したすべてのシステムを遥かに上回るものです。従って複雑なソフトウェアの作成に進化を利用する可能性を探る必要があります。ATRのESDはこの先端分野を探求しているわけです。

米国の流儀から見てユニークに見えるATRの一つの側面は、研究業務と経営業務を合理的に分離していることです。米国の研究機関では研究者が研究資金を調達する重荷の全部ないしは大半を負うことになっています。さらに、研究者各人が調達した資金のうち大きな部分が経営を支えるために使われるのです。これとは対照的に、ATRでは一切の資金繰は経営陣の責任であり、研究者は研究だけに責任を負っています。まさに研究者にとっては天国です。

ATRの研究所は7年から10年の期限つきプロジェクトとして運営されます。

これは長期に亙る研究を支援するには十分な長さであり、しかも研究目的を不断に見直す契機を与えることにもなります。米国では、大概、研究資金の調達は2~3年単位です。この結果、研究者は次の研究の補助金探しに多くの時間を割かなければなりません。対照的にATRでは、(資金調達に責任のある)経営陣までが資金確保に奔走するよりもプロジェクトの指揮を取るのに大半の時間を使っているのです。

ATRは客員研究者を積極的に受け入れ外国人研究者の割合が高い点で日本ではかなりユニークです。すべての大陸から相当数の研究者が集まって来ていますがとくに欧州と北米が多いようです。ATRで働く研究者の立場から見れば、ATRで恒久的な地位を得られる方が望ましいわけですが、そのような長期在職制度は徐々にATRの活力を蝕むことになりかねません。

ATRで身分保証がないから最高水準のシニア研究者が育たないという議論にも一理あるかも知れません。しかし、ATRが成熟するにつれ優秀なシニア研究者の「外部教授団」を発展させていくことになる私は信じています。若くしてATRを去った研究者たちは、やがて世界各地の研究施設で恒久的な地位につくシニア研究者に育っていくことでしょう。これらの研究者たちは、ちょうどサンタフェ研究所(SFI)の「外部教授団」と同様な役割をATRに対してもつこととなります。

私はついつい、ATRをSFIと対比してしまいます。違いもありますが類似点が多々あるからです。両者とも研究者に恒久的地位を与えない客員研究者施設です。両者とも最先端の研究を行っており、それによって国際的な名声を得ています。(しかし)ATRの方が研究者の数は多く、資金源も大きく安定度も高いのです。ATRでの研究の方が応用よりの度合いが高く、圧倒的に電気通信関連のものです。にも拘わらず、共通な研究課題があり、例えば両施設とも複雑で適應性のあるシステムに関心を持っています。SFIがこうしたシステムについて純粋に研究だけを行なうのに対して、ATRはその構築を試みます。

## プロジェクト終了におもう

ATRの資金調達制度が変わったり、実用化研究を勧める圧力が強まる可能性があることは理解できます。しかし、私はやはり、ATRが基礎研究と応用研究のバランスを保ってほしいと思っています。ATRは現在、世界でも数少ない基礎研究重視型の偉大な研究所の一つです。仮にATRが製品開発に奉仕する研究だけを支援することになれば、それは世界の研究界にとって重大な損失となるでしょう。

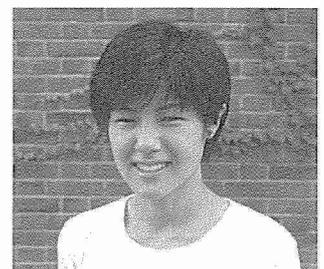
ATR経営陣に課せられた今後数年間の大きな課題は、成果展開の有効な枠組みづくりとともに、基礎研究と応用研究の適正なバランスを見出すことであると考えます。もしATRが製品化につながるような基礎研究上の大きな前進をとげることができれば、それは人類にとってもATRにとっても大きな利益となるでしょう。

最後に、ATRでの数年間は私の職歴にとって有益であったことを申し添えたいと思います。ATRに入ったとき、私は給料も低い準教授でしたが、ATRを去るときは給料も上がって正教授になっていました。大半の研究者は良い就職先を得てATRを去っていくようです。これはATR研究者の質とATRの国際的名声に対する賛辞を示すものです。 [翻訳 ATR ジャーナル事務局]

## ATRでの4年間、そして今…

経済産業省 産業技術総合研究所 生命工学工業技術研究所 研究員  
(前 ATR 人間情報通信研究所 第2研究室)

金子 利佳 (旧姓 神崎)



私は大学院修了直後の1995年から4年間、ATR人間情報通信研究所（以下HIP）で発話情報の処理をテーマに「顔」の研究をさせていただきました。特に、人が顔の動きから視覚的に得ている発話情報を探り、さらに視覚情報と聴覚情報を統合する過程を明らかにすることを研究の目的としていました。この研究テーマは、人間の本質であるマルチモーダル情報処理の解明を目指すという点で興味深く、またテレビ電話など、顔情報と音声情報が同時に提示される通信機器などでより自然なコミュニケーションを実現するための基礎研究としてもたいへん意義のあるものであったと思っています。現在は新しい職場に移り、高齢者にも使いやすい情報機器の開発のため、高齢者の認知機能の解明に取り組んでいます。今は高齢者の眼球運動と認知過程の関係など視覚機能の研究が中心ですが、将来的には高齢者のマルチモーダルな情報処理過程を解明し、多くの人が使いやすい情報機器の開発に貢献したいと考えています。

HIPでの4年間は研究の内容だけでなく、研究を進めていくスタイルにおいてもたいへん刺激的で楽しいものでした。私はHIPに来る前は大学院の心理学研究室で教官の指導のもと、同じ研究室の院生や学生など比較的限られた人々の中で研究を進めていました。そのためATRで実践されていた、さまざまな専門分野や国籍の研究者が議論を重ねながら既成の枠を越えて研究を生み出していくというスタイルは、私が全く経験したことのないものでした。HIPはいつもどこからか話声が聞こえていました。居室はもちろん、コーヒールームのこともありましたし、廊下で立ち話をする研究者の姿もよく見られました。人と人とのコミュニケーションの中から研究が生まれていたように思います。

私自身は当初、HIPにいる人々の専門分野や国籍の違いに戸惑いました。しかし、次第に自分の研究を中心に情報を取捨選択することによって、研究のしやすい環境を作っていくことができました。例えば、私の研究テーマであった視覚情報と聴覚情報の統合に関する研究を行うにあたって、専門分野が違い、国籍が違う人々から実に多くのことを学びました。顔刺激の作成については、私の所属していた研究室が「顔」の研究に重点を置いていましたので、さまざまなテクニックがありました。音声刺激については聴覚の研究室の方に教えていただきながら、装置もお借りして刺激を作りました。また、実験は発話の研究をしている方の防音室の一部をお借りして行いました。研究手法については、心理実験を中心に視覚研究を行っている研究室のミーティングに参加できたことがたいへん有益でした。また、議論の進め方については、外国からの研究者のやり方がたいへん参考になりました。

新しい職場に来て、もうすぐ2年になります。研究の内容はだいぶ変わりましたが、HIPで学んだ、バックグラウンドが違う人々のやり方を取り入れて自分の研究に活かしていくという研究スタイルは、今の仕事にずいぶん役立っています。またHIPで多くの人々と出会ったことは、私の大きな財産であり、交流は今でも続いています。企業からHIPに来ていた研究者とのやりとりは、高齢者にも使いやすい情報機器の開発や評価にどのような基礎研究が必要かを考える上でたいへん参考になります。HIPで始まったコミュニケーションのネットワークを今後ますます拡大させ、将来の新たな研究に繋げていきたいと思っています。

## ATR、それは魔法の言葉ではない

NTT先端技術総合研究所 所長  
 (前 ATR 人間情報通信研究所 社長)

東倉 洋一



私は、研究者としてもマネージャーとしても、幸運な人間である。ATRに企画・設立段階から参加できただけでなく、ATR 人間情報通信研究所（愛称 HIP）を構想し、これを運営する機会を得たのだから。

ATRとの出会いは、まさに青天の霹靂だった。「関西に設立予定の研究所にNTTが協力することになった。準備チームの一員として、明後日付で新しい任務を命ずる」という人事命令によって、まったく気乗りのしない仕事に強制的に追いやられたのである。時は1985年の秋、新しい研究テーマを開始した矢先だった。しかし、新研究所設立の持つ大きな可能性を直感するのに時間はかからなかった。ゼロからのスタートには、更地に家を建てるような楽しみがあった。

半年の準備期間があつという間に過ぎて86年春の設立を迎えたが、この研究所が目論み通りに歩み出すかどうか、正直に言って自信はなかった。どうなるか心配している時間などなく、走りながら考える毎日が始まった。全てが手探り状態ではあったが、まず「何をやりたいか（やるべきか）」が第一で、これを実現するために全ての可能性を追求する環境があった。こういう環境では、個性と能力を最大限に伸ばすことができる。ATRが設立後数年を待たずに世界から存在を知られるようになったのは、参加者全員がその持ち味を力いっぱい発揮することを可能にしたからだと思っている。これこそがATRがATRたる精神風土である。

HIPは、いわゆる第二フェーズで最初の研究所であったため、その設立はATR全体にとっても重要な意味を持った。新研究所の継続的な設立によって、旧研究所の成果を引き継ぎこれをさらに発展させ、永続的な研究活動を意図したATR設立の構想の具体的な実行が試されたからである。このような背景の中で、HIPへの各方面からの大きな期待を感じながらの準備が始まったのは、ATR設立後5年目のことだった。

ATRのミッションの中で、最も重要なのは「電気通信分野における基礎的・独創的研究の推進」である。視聴覚機構研究所の後継研究所を検討する時期を迎えたとき、これを「独創的研究」の象徴的存在にしたいと考えた。これがHIPである。視聴覚研の経験と実績を基盤として、「人に学ぶ」「異分野の壁を超えて（トランスディシプリナリー）」を基本コンセプトとした。そして、「研究は人なり」という信念に基づいて、人材への投資を最重要課題とした。ATRに持つ人材の獲得と維持に関する競争力を駆使するとともに、個々の研究者の個性と能力を活かす体制造りに心を砕いたつもりだ。出向元企業のマネージャーから寄せられた「研究者をATRに出向させたら見違えるようになった」という感想は、何にもまさる励ましとなった。

人間の情報処理の解明という極めて高い目標を設定し、数々の未踏分野への挑戦と開拓を成し遂げてきた研究所が、9年間の研究期間の終了を迎えた。世はまさにIT時代である。しかし、IT社会の健全な成熟は、人間のより深い理解なくしては起こりえない。視聴覚研からHIPに互る約15年間の研究は、時代を先取りした研究として、ますます意義深いものになろうとしている。

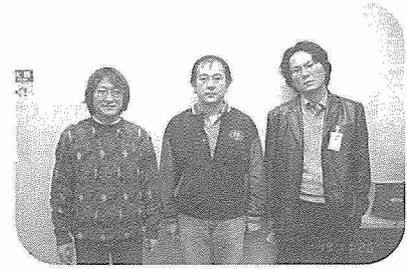
今、HIPの終了と期を同じくして、ATRは自己変革を求められている。International Treasureと言われるほどの国際的な評価に、自信を持って変革の第一歩を踏み出して欲しい。しかし、忘れてはならないのは、これらの評価は基礎的・独創的研究への弛まぬ挑戦に対して与えられたものであり、決して目先のリターンに対してではない。ATRには、視察に訪れた郵政大臣とアイスクリームを食べながら短パンとサンダル姿で歩く研究者が廊下ですれちがう光景が似合う。HIPは終了するが、ATRは永遠である。しかし、名声を維持するには、これを築くための何倍もの努力が必要だ。ATR、それは魔法の言葉ではない。

## 「ロボビー」：ロボットの社会参加に向けたコミュニケーションテクノロジー

Robovie: Communication Technologies for Social Robot

本稿では、日常活動型ロボット「ロボビー」について紹介する。ロボビーは、今後でてくるであろう人間社会で働くロボットをコミュニケーションの側面から研究/検討するために開発した。

We has developed a humanoid-type robot named Robovie that can work in our daily life and naturally attend to human society. This robot will be a platform to develop a new type of robot which works and communicates with human in living spaces of humans.



(株) ATR 知能映像通信研究所  
第五研究室、第四研究室、A&Tプロジェクト\*  
今井 倫太、小野 哲雄、石黒 浩

### 1. はじめに

現在、工業用ロボットと違った観点でロボットが開発され、中には、商品として売られているものまである。今まさにロボットは、工場から飛び出し、人間の生活の場に登場しつつあるといえる。我々は、ロボットが人間社会に参加した際にどのようなコミュニケーションの能力が要求されるのかを研究するため、日常活動型ロボット「ロボビー」を開発した。本稿では、人とロボットのコミュニケーションの問題点を、ロボビーの紹介を通して説明する。

### 2. ロボットからの依頼

ロボットが人間社会に参加し人とコミュニケーションしている状況を考えると、人がロボットに命令するだけでなく、ロボットも人に何かを依頼するといった双方向のコミュニケーションの必要性が出てくることが予想される。しかし、現状のロボットは、人から頼まれた作業を淡々とこなす道具としての存在である。

我々は、ロボビーの開発にあたり、ロボットが人に依頼する際に起る現象について、心理実験を行った<sup>1)</sup>。結果を先に述べると、ロボットが人に依頼するためには、お互いの間に何らかの関係が成立している必要があるということが分かった。

以下、簡単にこの実験について述べる。実験は、被験者の前に現れた移動ロボットが、「ゴミ箱をどけてください。」と合成音声で被験者に依頼するものである(図2)。

実験では、人とロボットの関係のあるなしが、ロボットから人への依頼に影響を与えるか調べた。人とロボットの関係の構築には、CGエージェントの移動を用いた。CGエージェントは、図1の左上の携帯端末上のCGキャラクターである。また、ロボットも、図1の右下に示すディスプレイを持ち、CGエージェントを表示できる。実験は、被験者が、携帯端末上のCGエージェントとインタラクションしている状態(関係を持った状態)から始まる。実験では、携帯端末からロボットへCGエージェン

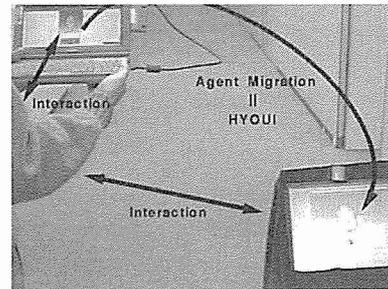


図1 エージェントの移動による関係の移動

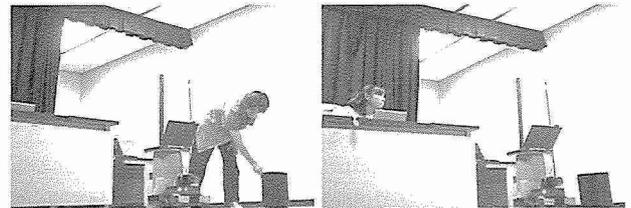


図2 ロボットの発話を理解できた被験者

図3 ロボットの発話を理解できない被験者

トが移動することによって、人と関わるきっかけをロボットに与える。

図2および図3に結果を示す。CGエージェントがロボット上に移動した場合の被験者は、「ゴミ箱をどけてください。」とのロボットの依頼に素直に従い、ゴミ箱をどけた(図2)。CGエージェントがロボット上に移動しない場合の被験者は、突然現れた見ず知らずのロボットを無視した(図3)。

以上の結果を踏まえると、ロボットから人に依頼をする場合には、前もって、なんらかの関係が人との間に成立している必要があることが分かる。

### 3. ロボビー

ロボビーは、人と関係を築きながらコミュニケーションするロボットを実現するために開発された。基本的には、頭と腕といった、人と似た身体を持ち、上半身の振舞いによって、人との関係を築く。下半身は、移動台車となっており、自由に

\*アート&テクノロジープロジェクト

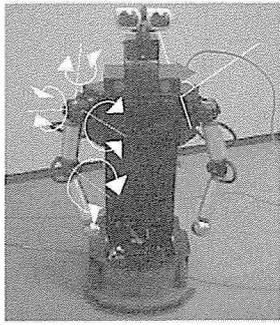


図4 日常活動型ロボット「ロボビー」

移動することができる。

図4にロボビーの全身写真を示す。ロボビーは、片腕に4つの軸を持ち、人の腕に近い動きができる設計となっている。また、腕の付根自体が、前方へオフセットされており、ロボビーの体の前面に腕を容易に伸ばすことができる。よって、より自然なジェスチャーを作り出すことができるようになっている。頭部は、3つの軸をもったカメラ台となっている。

その他の基本仕様は表1に示す。

表1 ロボビーの基本仕様

寸法	高さ114cm×幅52cm×奥行き50cm
重量	39kg
移動速度	1.6m/sec(最大)
腕の運動速度	200度/sec(最大)
バッテリー	DC12V 21Ah
駆動時間	平均3.5時間
台車駆動方式	2輪独立駆動, 1キャスター
最低地上高	3cm
TVカメラ	視線が動くCCDカメラ×2
超音波距離センサ	24
全方位センサ	1
指先センサ	スイッチタイプ×2
皮膚センサ	感圧導電性ゴムタイプ×16
腕用モーター	ハーモニックドライブDCモータ×8
首用モーター	ハーモニックドライブDCモータ×3
コンピュータ	K-6-II 400MHz以上 HDD 6GB以上 SDRAM 128MB以上
画像入力装置	4画面混合装置, 画像処理ボード
通信装置	無線LAN

#### 4. 関係性に基づくコミュニケーション

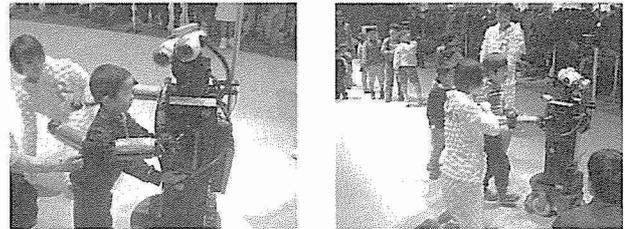
ロボビーは、上記のハードウェアを用いて人とロボットの関係性に基づくコミュニケーションの実現を狙っている。

人とロボビーの関係を作る上で、最も重要となるのがロボビーの視線の動きである。特に、人とロボビーがお互いの目を合わせるといったアイコンタクトが人と関係を結ぶ上で重要になってくる(図5左)。

さらに、ロボビーは、視線を、コミュニケーションにおける他の機能にも使っている。この機能とは、実世界の情報に対して、ロボビーがどこに注意を向けているかといったことを、人に表出す



図5 視線によるコミュニケーション



子供をだく

子供と握手

図6 ROBODEXでの展示

ることである。図5中央では、箱への注意を表出している。

ロボビーでは、アイコンタクトによる人との関係構築および、実世界の物に対する注意の表出によって、「箱を退けてください」と言ったことを人に依頼することが可能になっている(図5右)。

#### 5. まとめ

本稿では、我々が開発した日常活動型ロボット「ロボビー」を紹介した。一般的に、ロボットは、音声入出力やセンサの技術が成熟すれば、人となんの障壁もなくコミュニケーションできると思われる。しかし、我々の行った実験は、ロボットが人とコミュニケーションする際に、ロボットが人と関係を作り出していくといったインタフェースが必要であることを示していた。そこで、人と関係を作り出すために必要なハードウェアを盛り込み、ロボットの人間社会への参加といった研究を促進するためのプラットフォームとしてロボビーを開発した。

現在、ロボビーは各種の展示会に出展され、ロボットとのコミュニケーションの可能性を示したことで高く評価された(図6)。また、当研究所では日常活動型ロボットコンソーシアムを定期的に開催し、ロボビーの研究を大学機関と共同で展開している。

ホームページ <http://www.mic.atr.co.jp/~michita/everyday/>

#### 参考文献

- [1] T. Ono, M. Imai: Reading a robot's mind: A model of utterance understanding based on the theory of mind mechanism; In Proceedings of AAI-2000 (00.8)
- [2] ROBODEX2000世界初パートナー型ロボット博覧会、於パシフィコ横浜 (00.11.24~26)

マイクロホンアレーを用いた雑音に頑健な音声認識  
一音を聞き分ける音声認識を目指して一

Robust Noisy Speech Recognition Using a Microphone Array  
-Towards Selective Speech Recognition of Sound Signals -

音声翻訳を実際の海外旅行などの音響環境で使用するために、種々の音の中から音声を取り出す手法を検討しています。これは、複数のマイクロホン素子を使って、任意の指向性を構成して対象となる音を抽出するマイクロホンアレーと音の種類を区別する確率モデルを用いることで実現しています。ここでは、その方法と今後の展開を紹介いたします。

We have proposed a speech recognition method which extracts speech signals of a target speaker among various kinds of environment sounds in order to use the speech translation system in real acoustic environments like overseas travels. The method is composed of a microphone array with multiple microphone elements for super directivity and statistical models of sounds for sound discrimination. This paper introduces the proposed method.

1. はじめに

従来、音声翻訳システムの研究で対象とされていた音響環境は、非常に静寂な環境か、あるいは接話マイクロホンを使用した受音系でした。しかしながら、実際に利用されると想定される場面は、海外旅行中などのFace-to-Faceの場面です。このような場合には、頭から装着するタイプの接話マイクロホンによる受音は利用者にとって大変わずらわしく、より使用者に負荷の少ない受音形態が望まれます。このためには、口元から離れた位置での実際の利用場面の環境騒音に頑健な受音技術が不可欠になります。本稿では、遠隔発話の音声認識の問題点と手法および今後の研究のアプローチについて紹介します。

2. マイクロホンアレーを用いた遠隔発話音声認識

マイクロホンアレーとは図1に示すように複数個のマイクロホン素子を利用したもので環境騒音に頑健な遠隔発話音声受音を実現できる受音技術の1つとして注目されています。

図2の写真のように複数の話者が存在する環境下において、マイクロホンアレーを用いて雑音に頑健な音声認識を実現するためには、発話者の方向を推定（発話者方向推定）して、その方向にマイクロホンアレーの指向性を形成して（指向性制御：音に聞き耳を立てる）雑音の影響を削減した後、発話者の音声を認識（音声認識）することが必要となります。図3にそのブロック図を示します。

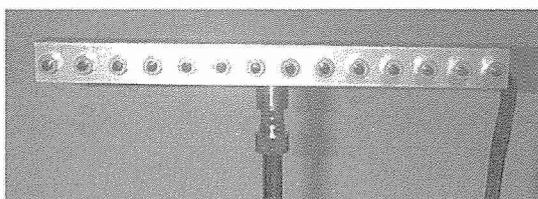
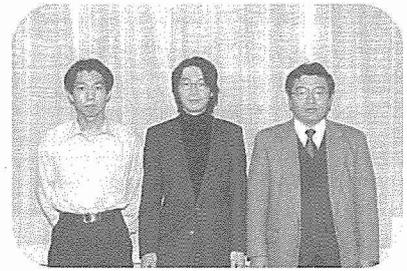


図1 マイクロホンアレー



(株) ATR 音声言語通信研究所  
第一研究室

西浦 敬信、水町 光徳、中村 哲

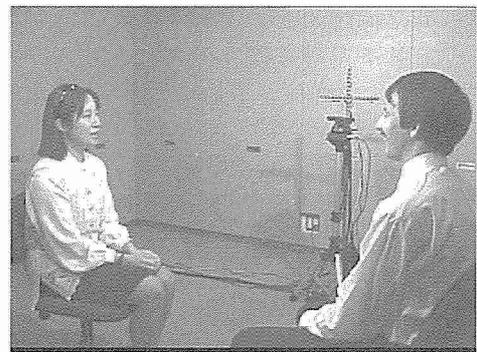


図2 遠隔発話音声受音の様子

発話者方向推定：音源方向推定は古くから研究されており、マイクロホンアレー受音信号の位相差などを用いて音源方向を推定することができます。しかし、現状では音源方向を推定することは比較的容易ですが、数ある音源の中から発話者の方向を推定することは非常に困難であり、現在の研究課題の1つです。これまでの研究から、CSP係数加算法を用いた複数音源の方向推定法<sup>1)</sup>により複数の音源が存在する環境下においても音源の方向を高精度に推定可能となりました。また、推定した音源方向の中から発話者の方向を推定するために、音声と非音声の統計的なモデルを用いて発話者の方向を推定<sup>2)</sup>すること検討しています。

指向性制御：マイクロホンアレーを用いて雑音に頑健な音声受音を実現するためには、雑音を抑圧しつつ、発話者の方向に聞き耳を立てることが

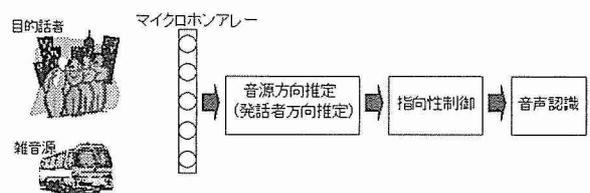


図3 遠隔発話音声認識のブロック図

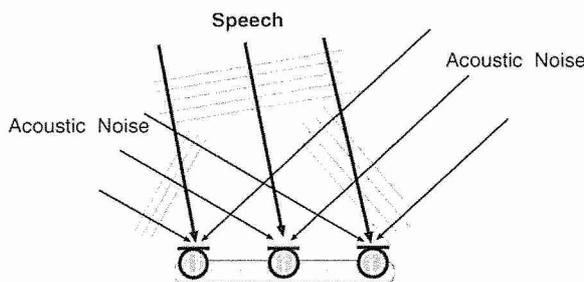
必要です。そのためにマイクロホンアレーの指向性を発話者方向に制御することにより、雑音に頑健な音声受音を実現します。14素子のマイクロホンアレーを用いて指向性を目的方向に制御することにより、雑音が10dB以上削減できることが明らかとなっています。

音声認識：マイクロホンアレーを用いて指向性を制御することにより、受信信号はマイクロホンから離れて発話しているにも拘わらず、雑音の影響が大きく軽減されています。そこでマイクロホンアレー信号処理を従来の音声認識器の前処理として利用することにより、雑音に頑健な音声認識を実現することが可能です。これまでの研究により、雑音・残響下においてもマイクロホンアレーを用いることにより、SNR（信号対雑音比）が0dBの環境において、音声認識率は約45%向上し、SNRが10dBの環境においては、音声認識率は約30%向上することが明らかとなっています<sup>13)</sup>。さらにこれまで音声認識において雑音と考えられてきた反射音に対しても、抑圧するのではなく有効に利用することにより音声認識性能の向上に役立つこともわかってきました<sup>14)</sup>。

### 3. 携帯型音声翻訳システムの実現に向けて

音声翻訳システムを実現するためには、遠隔発話音声認識が必要不可欠であり、2.で説明したようにマイクロホンアレーの利用は非常に有効です。しかしながら、PDAなどの小型情報機器へマイクロホンアレーを装着する場合、素子数およびマイクロホンアレーのサイズへ制約が生じます。すなわち、従来の研究で用いられてきたマイクロホンアレーよりも小規模なマイクロホンアレーを用いることが必要となります。我々のグループでは、図4に示すような小規模マイクロホンアレーを用いた雑音除去技術を提案しております<sup>14)</sup>。本手法の原理を簡単に説明します。

- 1: 受信信号の位相差に基づいて目的信号および雑音の到来方向を推定します。
- 2: 方向情報を手掛かりに目的信号を完全に抑圧して雑音成分を推定します。



Equally-spaced Linear Microphone Array

図4 3chマイクロホンアレーの概念図

- 3: 受信信号から雑音成分を減算することにより目的信号を抽出します。

小規模マイクロホンアレーを用いる場合、大規模マイクロホンアレーのように特定の方向へ聞き耳を立てることは非常に困難です。しかし、たとえ2素子しか用いなくても、受信信号の差分信号を利用することによって特定方向へ指向特性の死角を形成することは可能です。これは、空間的なノッチフィルタに相当します。本手法では、方向推定および雑音推定において、指向特性の死角を積極的に利用しています。

小規模マイクロホンアレーを用いた雑音除去法の多くは、適応フィルタを用いて指向性制御を行っております。本手法は、以上の処理を短時間フレームごとに繰り返すことにより、適応フィルタでは扱うことが困難であった非定常雑音も除去することが可能です。今後は、様々な環境を想定し、素子数に関する検討および素子配置の問題について研究を行う予定です。

### 4. おわりに

実際の環境の中にある音源の中から、マイクロホンアレーと音の確率モデルを用いて、対象となる発話者を見つけてその音声を高音質に抽出し認識を行う技術とその小型化への実現に向けた技術について紹介いたしました。これらの技術は、非常に複雑な実際の音環境の中で、聞き耳を立て、選択的に音声の検出、音声の認識を行うために必要不可欠な技術です。今後、実際の利用を考え、少数素子で実現できるマイクロホンアレーの実現や、音のデータベースの拡充による音の確率モデルの高精度化、変化する環境に適應できる方法などの研究をさらに行っていく予定です。

### 参考文献

- [1] 西浦 敬信, 山田 武志, 中村 哲, 鹿野 清宏: マイクロホンアレーを用いたCSP法による複数音源位置推定; 信学論 (D-II), Vol. J83-D-II, No. 8 (00.8)
- [2] 西浦 敬信, 中村 哲, 鹿野 清宏: マイクロホンアレーを用いたHMMに基づく音源識別の評価; 信学技報, SP2000-80 (00.12)
- [3] 西浦 敬信, 中村 哲, 鹿野 清宏: 反射音を利用したマルチビームフォーミングによる音声認識; 信学論(D-II), Vol. J83-D-II, No. 11 (00.11)
- [4] 水町 光徳, 赤木 正人: マイクロホン対を用いたスペクトルサブトラクションによる雑音除去法; 信学論 (A), Vol. J82-A, No. 4 (99.4)

フォトニック結晶 —光を自由に操る新しい物質—  
Photonic Crystal

— for the purpose of manipulating the propagation of light —

かつて日の目を見なかった物が、時代の要請や、技術の進歩により再認識される事があります。ここで紹介するフォトニック結晶もその1つかも知れません。13年前に見い出された時には非常に多くの研究者が夢中になりました。その後、応用の見通しが立たないなどの理由だと思つてのですが研究は下火になってしまいました。しかし、ここ数年の半導体プロセス技術の発展と情報化社会の要請とから再び多くの研究者の注目を集めるようになって来ています。このフォトニック結晶に関するATRでの研究について紹介します。

What have been ignored before, are sometimes realized again later due to the progress of technology and the demands of the times. The photonic crystal may be one example. The idea of photonic crystals was presented more than ten years ago and many researchers were interested in it at first. But that research had been not popular. Recently, due to the progress of semiconductor processing technology and the demands of the IT society, the photonic crystals have been attracted attention again. We will introduce the research of photonic crystals at ATR.

1. はじめに

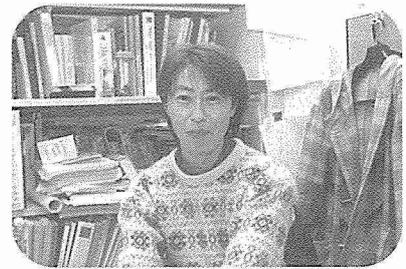
電子技術の驚異的な発展のおかげで、今日の日常生活から宇宙開発まで様々なところで電子技術が使われていないところはないくらいです。半導体の発見とその様々な物理的性質の研究により、半導体の電子集積回路ができ電子（電気）製品の機能が飛躍的に向上しました。特に近年の情報機器、コンピューターや携帯電話などの爆発的な発展は半導体集積回路技術による物だと私は思います。

しかし、この情報化社会において、将来（すでに現在かも知れません）人と人、人と機械、機械と機械の間でやり取りされる情報量がますます増えることが予想されます。そうなってくると現在用いている電子回路ではその情報処理能力が限界となり、新しい技術なり方法が必要になって来ます。コンピューターの分野ではもうかなり前から期待されていますが、光を用いた情報処理の技術です。コンピューターも電子回路の集積度をどんどん向上させてその性能を上げています。しかしこれもだんだんと飽和状態に近づきつつあり、その次には光コンピューターや量子コンピューターという新しい概念に基づいたコンピューターの出現が予想されています。これらは様々なところで研究されていますがまだ実用化されるのには時間がかかるようです。

この例のように次の技術として電子の代わりに光を用いた技術が将来の社会を支える技術として期待されています。ここで紹介するフォトニック結晶も光技術社会を支える新しい物質として期待されているものです。

2. フォトニック結晶とは？

13年前にYablonovitch（米）<sup>1)</sup>がフォトニック結晶という言葉始めて使って、その特性についての論文を書きました。フォトニック結晶について簡単に説明すると、誘電率の異なる2種類の物質



(株) ATR 環境適応通信研究所  
第三研究室  
田中 智子

が波長オーダーの周期で規則正しく並べられた人工的な構造物と思って下さい。

1次元の場合は光学素子の誘電体多層膜フィルターがフォトニック結晶に当たります。誘電体多層膜フィルターは $\lambda/4$ 周期で誘電率の異なる2種類の膜を重ねていく事により、光が各層の境界で反射する時の位相条件が半周期の整数倍異なる波長は波が打ち消し合う事によって反射する波がなくなり、透過波だけが存在すると言う事を利用したフィルターです。これはフォトニック結晶の概念の1次元版と考える事ができます。この概念を2次元、3次元に拡張すると、2次元、3次元空間でのフォトニックバンド構造ができ、光の伝播を制御する事ができます。実際、自然界には2次元、3次元のフォトニック結晶構造によりきれいな色を実現している物が存在します（図1）。人工的な2次元、3次元のフォトニック結晶が実現すれば、単なるフィルター機能だけでなくフォトニック結晶に囲まれた空間に光を閉じ込めたり、光の伝播速度を伝播方向や周波数によって変えたりする事が可能になると期待されています。またこのフォトニックバンド構造の由来から結晶内で伝播速度が波長により変わる事により超短パルスのパルス整形に応用できる可能性も有ります<sup>2)</sup>。光を使う事によって従来の電子回路では出来なかったような超高速の信号処理などが可能になると考えられます。

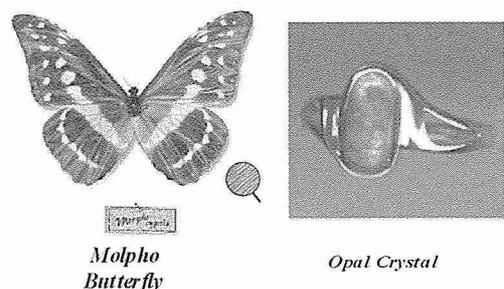


図1 自然界に存在するフォトニック結晶

このような制御に必要な結晶サイズは光の波長のせいぜい10倍程度と考えられ、このような結晶ができると、これまでの光の部品に使われている物のサイズを1/10以下に小さくする事が出来ます。

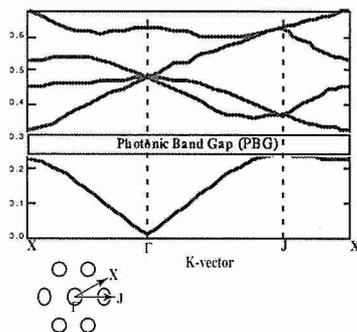
また、半導体レーザーの場合にはレーザーの周りをフォトニック結晶で囲むと自然放出による発振のロスがなくなり、閾値の大変低いレーザーが実現します。これは、レーザーの消費電力を格段に減らす事ができます。

このようにフォトニック結晶に対する期待は大きく、特にここ数年の間に半導体プロセスにおける微細加工技術が光の波長オーダーのサイズになり、フォトニック結晶の実現が夢でなくなって来た為、現在ホットに研究されている分野の一つです。

### 3. 2次元フォトニック結晶導波路

ここでは私達が研究している2次元フォトニック結晶の応用例として光導波路を紹介します<sup>[1]</sup>。

現在研究している2次元フォトニック結晶の構造は、将来電子集積回路との集積化も想定して、基本的には半導体と空気から成る三角格子の周期構造をしています。この結晶構造に対する光の伝播を決める分散関係（波数ベクトルと周波数の関係：フォトニックバンド構造と言う）は半導体における電子のバンド構造との類似で計算する事ができ、特定の周波数で平面内での伝播が禁止されるフォトニックバンドギャップが存在する事が分かります。図2に平面波展開法という計算方法で求めたこの結晶に対するフォトニックバンド構造を示します。影を付けた部分が光の伝播が禁止されたフォトニックバンドギャップです。この結晶で挟まれた線状の部分が導波路となります。導波路のそばに結晶の周期性を乱す欠陥を導入すると、その欠陥に共鳴する周波数の光のみを欠陥から取り出す事ができ、欠陥サイズにより光の周波数が変わることを実験的に確認しました。図3にフォトニック結晶内の欠陥から取り出される光（ドロップ光）のスペクトルを示します。



The light wave with the frequency in the photonic band gap (PBG) is inhibited to propagate in the crystal!!

図2 2次元三角格子フォトニックバンド構造

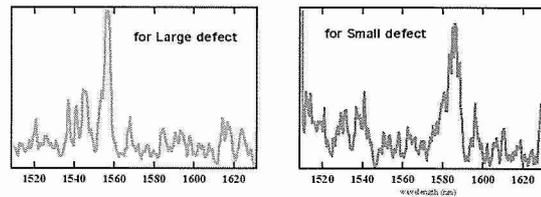


図3 欠陥からのドロップ光のスペクトル

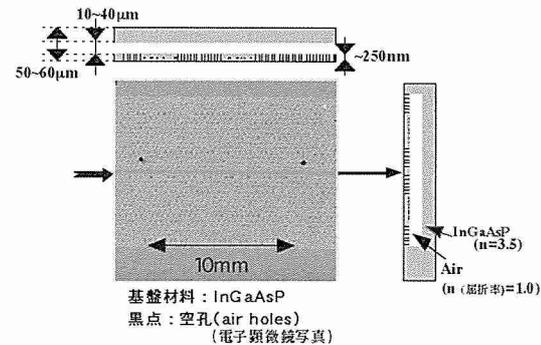


図4 2次元フォトニック結晶導波路

実際の試料のサイズを見てもらうと分かるように（図4）従来の光学素子とは比較にならないくらい小さなドロップフィルターが実現している事がわかんと思います。

フォトニック結晶内の欠陥を制御、設計する事により様々な機能が発現すると考えています。

### 4. おわりに

フォトニック結晶の応用に向けての研究は始まったばかりですが、日々大きく進歩しています。技術的な問題が克服され、私達が日常使う物の中に使われるようになるのもそう遠くないと思います。

フォトニック結晶を用いれば電子の集積回路と同じような、とても小さな光の集積回路が実現できるかも知れません。

私達はこれまでに無かった機能、用途をフォトニック結晶で実現出来るよう研究を行っています。

### 参考文献

- [1] E.Yablonovitch: Inhibited spontaneous emission in solid state physics and electronics; Phys.Rev.Lett., 58, 2059 (87)
- [2] T. Tanaka, et al.: Ultra-short Pulse Propagation in 3D GaAs Photonic Crystal; International Workshop on Photonic and Electromagnetic Crystal Structures, W4-14(00.3)
- [3] 今田, 望月, 野田, 田中: 2次元フォトニック結晶の単一欠陥を用いた面出力型波長分波器の作製; 第61回応用物理学学会学術講演会講演予稿集, 5p-Q-5 (00.9)

あなたはトルシエ監督を超えられるか？  
—マルチエージェントの相互作用を操作する—  
Can You Beyond Troussier Coach?  
- Controlling Interaction Among Multiple Agents -

私たちは、マルチエージェント設計論の構築という大きな山に立ち向かうために、マルチエージェントシステムのさまざまな側面を調査しました。その結果、エージェントをインプリメント(実装)するときは、(1)集団レベル、(2)個体レベル、そして(3)知識レベルの3レベルの設計をすべて考慮することが重要であるところが分かりました。

This paper reports the outline of my research which explores methods for designing multiple agents through an investigation of several aspects of multiagent systems. Specifically, our research suggests that it is important to consider the following all three design levels when implementing agents: (1) collective, (2) individual, and (3) knowledge levels.

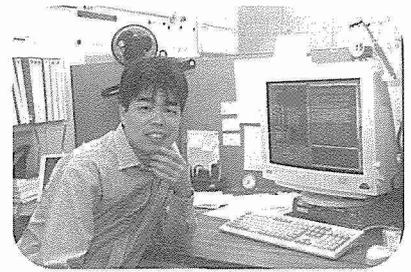
1. もし、あなたが監督になったら？

最近、「日本のサッカーは強くなった」という声を耳にするようになりました。確かに、シドニーオリンピックでベスト8までいったり、アジアカップで優勝したことを考えると強くなったような気がします。でも、日本代表選手のメンバは以前と比べて大幅に変わっていません。だとすると、トルシエ監督は日本代表選手に何を吹き込んだのでしょうか？

ある程度の答えは予測できますが、正確な答えはトルシエ監督自身に聞かなければ分かりませんので、ここでは、あなたが監督になったことを想像してみることにしましょう。あなたなら試合で勝つためにどうしますか？ ちょっと考えてみて下さい。ある人は「フォーメーションの戦略を練る」と言うでしょう。また、「試合の戦略よりも、試合に至るまでの各選手の目標設定や個別評価が大事だ」と指摘する人もいるかもしれません。はたまた、「スルーパスの効果など、もっとダイレクトに選手に有用な知識をたたき込むことが一番!!」と力説する人もいます。



図1 監督はシステムデザイナー!?



(株) 国際電気通信基礎技術研究所  
先端情報科学研究部

高玉 圭樹

どれも一理あって、一番良いものを選ぶことはできそうにありません。でも、それはそれでいいのです。何も一番を決めることはありません。試合に勝つための指揮として何が必要であるかの項目を考え、適材適所にそれらを採用する方が大切なのです。その意味で考えると、フォーメーションは集団レベルの指揮、各選手の目標設定や個別評価は個体レベルの指揮、そして、知識に関する教育は知識レベルの指揮と分けることができ、それぞれ必要不可欠であると言えます。

2. 監督はシステムデザイナー!!

前節ではサッカーの話の題材に、監督としての指揮について考えてもらいましたが、これは何もサッカーの研究をするためにして頂いたわけではありません。実は、マルチエージェントのシステム設計と大きな関係があるのです。一体どのような関係があるのでしょうか？

まず、サッカーは選手が11人まとまって一つのチームが構成されることを考えて下さい。ここで、一人一人の選手が自律したエージェントと捉えると、チームはマルチエージェントシステムと見ることができると気づくかと思います。このように捉えると図1に示すサッカーでの「監督」はマルチエージェントシステムでの「システムデザイナー」に相当するわけです。そして、試合に勝つために「監督の良い指揮」が必要であるように、人間に役に立つシステムを構築するために「システムデザイナーの良い設計」が必要になります。

3. システムデザイナーは何を考えるべきか？

それでは、良い設計をするにはどうすれば良いのでしょうか？ これは「良いシステムを作るためには、何を考えるべきでしょうか？」という質問に言い替えることもできます。この答えは誰もが求めているわけですが、残念ながら現状では適切な

ものはありません。ましては、エージェント間の相互作用が入り組んでいるマルチエージェントシステムではなおさらのことです。別の言い方をすれば、マルチエージェント環境ではちょっとしたエージェントの相互作用の変化がシステム全体に大きな影響を与えますので、何を考えれば良いシステムができるだろうという指針すら立てることが難しい状況なわけです。

しかし、電話回線網や信号器に代表されるように、世の中には複数のシステムから構成させるマルチエージェントシステムが多数あり、それらを効果的なシステムとして構築したい要求は昔からあります。そこで、我々はサッカーの例で出てきました3レベルの指揮(システムデザインでは設計)の重要性に着目し、その影響を模索することにしました。つまり、集団レベル、個体レベル、そして知識レベルの3レベルの設計がシステム全体にどんな影響を与えるかをシミュレーションを通してさまざまな角度から調べました。

その結果、集団レベルでは社会科学の組織論における“組織学習”という概念がパフォーマンス向上に大きく貢献することを発見し、その組合せから集団レベルで考慮すべき要素を見出しました<sup>[1]</sup>。また、個体レベルでは各エージェントに与えた種々の目的と評価が集団全体にどのような影響を与えるかを調査し、集団の特性を大きく変化させる目的と評価を突き止めました<sup>[2]</sup>。そして、知識レベルではスケジューリング問題を例題にさまざまなルールを設計することによって、良い解を早く見つけるルール(一般的に“解”と“計算量”はトレードオフの関係にあります)を見出しました<sup>[3]</sup>。

これらの知見はそれぞれのレベルで重要な役割を果たしており、工学的な観点から見て有効であると言えます。特に、マルチエージェントシステムでは、エージェント間の相互作用が複雑なため、どのような要素がどのような結果を導いているかの因果関係が明確でないことを考えてみると、その有効性が分かるでしょう。厳密に言えば、上記の知見は、各エージェント間のミクロの相互作用がマクロ現象に影響を与え、再び、その影響がエージェント間の相互作用に影響を与えるというミクロマクロダイナミクスを操作するうまい切口を見出していると言えます。しかし、各レベルの知見はお互いに独立しているものの、あるレベルの悪い設定が他のレベルに悪い影響を与えないとも限りません。かと言って、あるレベルだけを考慮しただけでは良いシステムの構築には限界があります。その意味で、3レベルの全てを適切に考慮することが重要になります<sup>[4]</sup>。

#### 4. トルシエ監督を超えられるか?

以上より、良いシステムを構築するためには、マルチエージェントの相互作用をうまく操作する必要があり、その操作を可能にする鍵のいくつかは3レベルの設計の中に存在することが分かりました。もちろん、これらの3レベルの設計だけでマルチエージェントシステムとして考慮すべき項目を網羅し尽くしたわけではありませんが、これらの設計から得られた知見は、複雑に影響しあう世の中に対処できるシステム構築に役立つ設計指針に成り得るのではないかと考えております。そして、日本のサッカーがトルシエ監督によって強くなったように、提案した設計指針によって良いシステムが構築されることを期待しつつ、トルシエ監督を超える設計指針を打ち出したいと考えております。

最後に、上記のようなマルチエージェント設計指針はマルチエージェントで構成される社会や組織の解析や理解にもつながります。例えば、組織のパフォーマンスを向上させるためにはどのような要素を考慮しなければならないのか、あるいは、動的な環境に強いロバスタな会社に構築するにはどうすればよいかなどがあげられます。我々は、その立場でも研究を進めており、組織のダイナミクスの特性理解に力を注いでおります。また、これら以外にも、真の意味での自律したエージェントを構築するための要素も模索しており、評価と目的の自己生成、価値観、自他との境界設定の三つの観点から研究を進めております。御興味ある方はお気軽にお尋ね下さい。

#### 参考文献

- [1] K. Takadama, T. Terano, K. Shimohara, K. Hori, S. Nakasuka: Making Organizational Learning Operational: Implication from Learning Classifier System; Computational and Mathematical Organization Theory (CMOT), Kluwer Academic Publishers, Vol. 5, No. 3 (99.10)
- [2] K. Takadama, T. Terano, K. Shimohara: Role of Individual Evaluation in Multiagent Organization; The 2000 JAFEE (Japan Association for Evolutionary Economics) Annual Meeting (00.3)
- [3] K. Takadama, M. Watabe, K. Shimohara, S. Nakasuka: How to design good rules for multiple learning agents in scheduling problems?; in Nakashima, H. and Zhang, C. (Eds.), Lecture Notes in Artificial Intelligence, Vol. 1733, Springer-Verlag (99.12)
- [4] K. Takadama, T. Terano, K. Shimohara: Designing Multiple Agents using Learning Classifier Systems; The 4th Japan-Australia Joint Workshop on Intelligent and Evolutionary Systems (JA2000) (00.11)

## ATRに学んだ15年

## — 新しい文化の創造を期待して —

(株) 国際電気通信基礎技術研究所  
研究開発本部 顧問 葉原 耕平



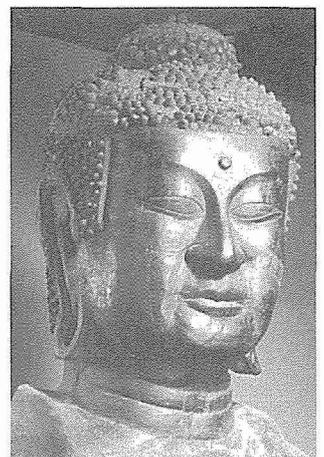
「ATR Monologue」シリーズをお引受けしてからいつの間にか4年、ATR草創期から15年が経ちました。この間、一見普遍性を持つかのような科学技術も深い文化的歴史的背景抜きには論じられない、という主旨のさわりを何度か述べてきました。それはこれからの科学技術が「人」にかかわる問題をより多く扱う機会が増え、この種の背景の違いが問題意識や手法の違いにも及ぶ可能性があり、それらを見無視すると無用な誤解や間違いを引き起こすことにもなりかねないと思っているからです。

## ①あるフォーラムのあとで

平成12年6月10日、フランス大使館科学技術部主催で「科学における創造性と芸術的創造 (CRÉATIVITÉ SCIENTIFIQUE & CRÉATION ARTISTIQUE)」というフォーラムが開催されました。前東大総長、元文部大臣の有馬 朗人先生が基調講演で大変興味深い話をされた上に、最後はパネラーとしても含蓄のある発言をなさっておられました。私はテーマの冒頭の「科学」という文字から全体を通して思想的に深い話が聞けるかもしれないと思って参加しましたが、実際は「科学」を「技術」に置き換えてもよく、ATRで「アートと技術の融合」を意図してとくに知能映像通信研究所を中心に取り組んできた分野と近い内容で、親近感を持って一日を終えました。多くの日仏講師からは、これまで数世紀に亘って離れ離れになってきた「科学 (私の感覚では技術も同じ)」と「芸術」がもっと歩み寄ることが今後重要だ、という意見が聞かれました。そこで私は、あとのパーティの折、直接有馬先生に私の個人的な考えをお話ししてご意見を伺いました。以下は私が先生に申し上げた内容の骨子です。

今日のフォーラムは日・仏の通訳を通して進められたが、フランス人の思っている“SCIENCE”、“ART”とわれわれの「科学」、「芸術」は同義語だろうか。私は多分に違うように思う。“SCIENCE” ⇔ 「科学」、 “ART” ⇔ 「芸術」と通訳するだけでは (やむをえないことだが) お互いに異なるイメージで議論を進める危険があるように思う。日本の「科学」は文字通り[科]の学で、[科]は際限なく分けていく (専門化していく) 思想を表わしている。“SCIENCE”にもそのようなニュアンスはあるだろうか。一方、内外を問わず学問分野は「科学」と「工学」さらにはもっと広く各大学の学部・学科名に示されるように分化に分化を重ねてきて、「科学 (技術)」と「芸術」はお互い遠い存在になってきた。それは私の考えでは16世紀ごろからの西欧でのいわゆる「科学」の発達に起因する。科学は客観性、再現性を重んじるがゆえにその観測対象を観測者である人間の外、つまり対極に置いた。こうして人間的要素の多い「芸術」とは否応なく離れていく方向を指向したのではあるまいか。さらにその源は旧約聖書創世記第一章26節にあるように、神が「海の魚、空の鳥、家畜、地のすべてのもの、地をはうすべてのものを支配させよう」と、自然の支配者として人間を作ったことにまで遡るのかも知れない (実は有馬先生は講演の中で一神教と多神教にも触れられた)。それに対して東洋系の科学技術は一見西欧に遅れを取ったかに見えるが、技術と芸術とはもともとさして分かれていなかった。古代の日本人は当時の最先端のハイテクを文化に結び付けていたように思われる。優れた建築技術なしには法隆寺も現存しなかったであろうし、飛鳥寺のあの素朴な顔の仏像も鑄造技術の賜物だ (これらの話はATR Journal 10周年記念特集号に述べてあります)。そしてATRでは大分前から「アートと技術の融合」を標榜して研究を進めている。いまさら、ことに西欧系の各講師が両者の歩み寄りの重要性を指摘するのは千年遅れているのではないか。そう言う文脈からも東洋的視点もより重要になるのではないか。

とまあ大略こんな話を申し上げたところ、有馬先生はお世辞でしょうがおおむね私の意見に賛同して下さいました。上に述べたのは極めて個人的な考えに過ぎませんが、皆さんはどうお思いでしょうか。



飛鳥大仏 (飛鳥寺)

## ②一方向型の文明と回帰型の文明

大変差し障りのある話ですが、ATRで人間情報通信研究所 感性情報処理特別研究室長をお願いした大橋力先生が数年前、あらかじめ「自己解体」のメカニズムを内蔵した進化モデルを提案され、実に見事なシミュレーション結果を示されたことがあります。このモデルは平たく言えば生物は自らを解体してまたもとの自然（土、あるいは栄養素）に戻り、次の世代の（異種）生物のかてとなる、というものです。ところが、このアプローチは中々西欧系の研究者の理解が得られなかったようです。その根底には西欧人には自然現象は一方向に進む一方だ、という思い込みがあるのかも知れない、と私には思えました。それは、一神教文明の「神がすべてを創った。時間も例外ではない。したがって、神はいつかは時間を終わらせる。それは今日かもしれないし、明日かもしれない」という終末論的思想に遠因があるのかも知れません。それに対して日本人を含む東洋系諸民族が大きな影響を受けているインドの時間概念の基本はよく知られているように周期的・回帰的な「輪廻」です\*。

## ③「人に学ぶ」「自然に学ぶ」そして「ATRに学ぶ」

私は「人に学ぶ」をATR初期のキャッチフレーズのひとつとして喧伝してきました。その後、ATRの研究者の努力でさまざまな現象が見出されあるいは解明されてきました。これらの知見は私に大きな驚きを与えてくれました。たとえば視覚と聴覚が密接に関係していることを示したマガーク効果はその一例です（ATR Journal 40号 ATR Monologue (15)）。私はこの現象が「自然界に存在しない人工の事象は人の脳を混乱させる危険を孕む」ことを気付かせてくれたことに大きなショックを受けました。これはほんの一例に過ぎません。こうして私は「何十億年の進化の歴史を持つ自然に対して、人間は謙虚であらねばならない。自然界に存在しない状況を作り出し、人々がそれらにさらされることにはよほど慎重であらねばならない。」と強く思うようになりました。そして仏教の「自然（じねん）：あるがままに」の意味もそういうことであろうか、とほんの少し分かったような気もしました。これまで数世紀に亘って科学技術を先導する源となったとも思われるデカルトの二元論とあらゆる意味で対極といってもいい「西田哲学」などの思想の持つ意味がいまさらのように身に迫ってくるようにさえ思えます。

私自身振り返って見るとATRに身を置くことがなければ、ここに述べたようなことは恐らく考えもしなかったと思います。こうして、この15年の間に、大げさに言えばATRは私の人生観を変えたと言っても過言ではありません。加えて、これが奈良・京都の歴史の地でなければまた違った展開であったことと思います。出身地（国）のいかに問わずATRに籍を置いた方々、ATRらしい文化に根ざした新しい科学技術の創造にご精進頂きたいと願う次第です。それが「関西文化学術研究都市」に立地したATRの使命でもありましょう。ATR Journal 10周年記念特集号にはこのことを「ATRでは技術の中に国際的文化を作りこんできた」（p.21）と書いておきました。実は、これは一部の識者が「関西文化学術研究都市は単なるテクノポリスで文化がない」と言われたと仄聞したことへの、確な道路さえない時期から落下傘降下したようにして学研都市第一号の研究施設建設にチャレンジしてきたATRを代弁した私のささやかな反抗でもありました。こうしてATR立ち上げの時から「人に学ぶ」をひとつのキャッチフレーズにATRカルチャーの醸成に多少なりとも貢献してきた自負もありますが、ひるがえってみれば私自身がその「ATRカルチャーに学ぶ」ことになったことに今更ながら感慨を覚えます。

ATRも15年を経て、ATR Journalも装いを新たにすると聞きました。このシリーズもこれを機会に終わらせて頂きます。毎回、こ難しい話で2ページを独占させて頂いたこと、それにもまして貴重な時間を割いてお読み下さった読者の皆様にあたためてお礼申し上げて、筆をおくこととします。長期間、ありがとうございました。



\* 古代インドの宗教も神による宇宙の創造と終末を説いています。しかし、決定的違いは一神教のそれが1回限りであるのに対し、インド（典型はヒन्दゥー）のそれは宇宙は創造・存続・破壊（帰滅）を周期的に（無限に）繰り返す。そして創造神ブラフマーの夜明けとともに宇宙が創造され、日没とともに宇宙は破壊され、夜明けとともに再び宇宙は創造される、という思想です。そしてその周期（ブラフマーの1日）が「1劫」で、これは人間の世界の43億2000万年に相当するとされています。インド思想ではこれが永遠に繰り返されるとされています。宇宙は誕生から100億年のオーダーだそうですから、これまでに2~3回くらい入れ代ったことになるのでしょうか。ちなみにこんな長い時間「劫」のさらに1億倍ともなればとても人間には想像もできません。実はこれが「億劫」です。何とも気が遠くなるわけです。

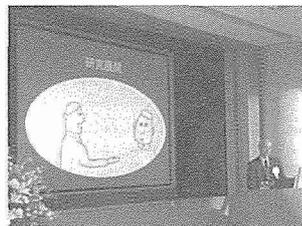
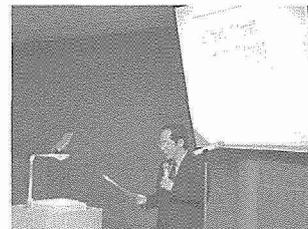
## 研究成果報告会を ATR で開催

12月6日、(株)エイ・ティ・アール人間情報通信研究所は、研究プロジェクトの終了時期を迎え、これまでご支援頂いた方々に9年間の研究成果を報告しました。当日の参加者は、出資企業様をはじめ産学官の関係の深い方々200名近くを数えました。

本成果報告会は、この2月末で9年間の研究プロジェクトの終了を迎える、ATR 人間情報通信研究所の研究成果についての理解をさらに深めていただくため開催致しました。

今回は、東京大学大学院 情報学環 原島教授に「20世紀、21世紀、そして22世紀」と題して、基調講演をいただきました。講演では、技術の背景にある大きな歴史の流れをふまえ、これからの進むべき方向として、多くの専門家によるコラボレーションが重要になるとのお話をいただき、21世紀を目前に意義深い成果報告会となりました。

基調講演に引き続き「人の優れた機能に学ぶ視点から、その情報生成・処理機構を研究し、豊かなヒューマンコミュニケーション実現のための要素技術の確立」を目指し、ATR 人間情報通信研究所が研究を進めてまいりました成果について、企業・大学等、日頃からお世話になっている関係機関の方々に報告しました。



## 第13回 研究発表会を好評開催

11月1、2日の両日、第13回研究発表会を開催し、ATRグループ各研究所の最新の研究動向および成果を紹介しました。当日は多数のお客様のご来場を賜りご好評を頂きました。

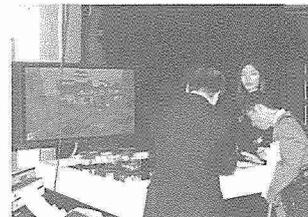
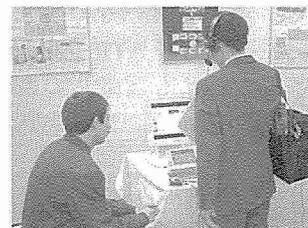
ATR 研究発表会は、グループ各社の最新の研究成果及び動向をご紹介する場、並びに研究成果のご活用をお考え頂く契機として毎年開催致しております。

今回は、音声翻訳通信研究所の後継プロジェクトである音声言語通信研究所を新たに加え、より一層充実した内容でお客様をお迎え致しました。

会場は日頃からお世話になっている企業、大学、行政及び各種団体等の関係機関から、2日間にわたって延約1,600名の方々のご来場を頂き終日賑わいました。

今回は、総括講演6件、技術講演6件、ポスターセッション81件と最大級の規模で、研究発表会を開催することができました。今回は両日共、大学等の研究機関に広く公開し、多数のご来場を頂きました。

当日は朝早くからお客様が来訪され、いずれの会場も議論の花が咲き、熱気に包まれた2日間でした。



また、研究発表会の内容をより良くするため皆様にアンケートにご協力頂いておりますが、今回も多数の方々からご回答を頂戴致しました。ご協力頂き心から御礼申し上げます。

その結果としましては大半の皆様方から概ね良好とのご意見をいただきました。しかし、改善案等貴重なご意見も頂戴いたしておりますので、参考とさせて頂き、一層の改善を検討していきたいと考えております。

## C-SATR III 会合を開催

実用的な音声翻訳システムの実現を目指す国際研究協力コンソーシアム C-STAR III\* を立ち上げる会議が 2000 年 10 月 10 日、11 日に ATR で開催されました。

C-STAR はこれまで二つの共同研究プロジェクトを成功させてきています。まず第 1 期では国際会議の予約をタスクとした共同研究を 1991 年から 1993 年まで実施し、その最後、1993 年には参加各国を電話回線で結んだ自動翻訳電話の国際実験に世界で初めて成功し、いわゆる音声翻訳システムの実現可能性を実証しました。続く第 2 期では旅行会話をタスクとして 1994 年から 2000 年までの共同研究を行い、1999 年には自然なことばで音声翻訳システムに話しかけて旅行会話を行う国際実験に成功し、音声翻訳システムの実用可能性が大きく前進したことを実証しました。

今回開始する第 3 期では、近年の IT 技術の著しい発展、また急速に進む国際化の中、音声翻訳システム実用化への期待が高まっていることを受けて、実際の環境で使用できる音声翻訳システムを目指した研究を推進することとしています。本会合ではこの目標に向けた国際研究協力体制を確立しました。

今期の共同研究では実用化に不可欠な実環境での発話データ収集や実環境でのシステム評価を中心に行うことになっています。このため、各国の音声翻訳システムを接続して多言語の音声翻訳システムを実現するためのプラットフォームの作成を急ぎ、2001 年秋にはこれを用いてデータ収集を始めたいと考えています。

C-STAR の組織は、中核として活動するパートナーメンバーとワークショップに参加する一般メンバーからなっています。第 3 期では、第 2 期に引き続き ATR(日本)、グルノーブル大学の言語研究機関 CLIPS(フランス)、カーネギーメロン大学(アメリカ)、韓国電子通信研究所(韓国)、トレント州立科学技術研究センター(イタリア)、カールスルーエ大学(ドイツ)がパートナーメンバーとして参加するとともに第 2 期では一般メンバーであった中国科学院(中国)がパートナーメンバーとして参加することとなりました。

ATR 音声言語通信研究所は、中国を迎えていっそう強力になった C-STAR メンバーと共同研究を行うことで、音声翻訳システムの実用化に向けた研究をいっそう加速させたいと考えています。



## 多言語音声コミュニケーションワークショップ(MSC2000)を開催

ATR 音声言語通信研究所では 10 月 11 日から 13 日まで、多言語間にわたる音声言語通信技術に関するワークショップを主催しました。

本ワークショップでは、音声翻訳をはじめとする多言語音声対話システムの実現を目指して、多言語にわたる音声認識、言語翻訳、音声合成といった要素技術から音声言語対話、音声理解システムにわたった研究成果が発表されました。初日の米国・欧州合同プロジェクト NESPOLE、C-STAR コンソーシアム、ATR 音声言語通信研究所の 3 件からなる音声翻訳研究状況の総括講演を皮切りに、29 件の講演が行われました。本ワークショップは、翌週に北京で開催された ICSLP2000 のサテライト・ワークショップともなっており、MIT コンピュータ科学研究所ビクター・ズー副所長、カーネギーメロン大学・カールスルーエ大学アレックス・ワイベル教授、藤崎 博也理科大教授をはじめとして計 11 カ国から 83 名の研究者が参加し、熱心な討論を持つことができました。



\* C-STAR : Consortium for Speech Translation Advanced Research の略。

## ATR 量子・レーザカオスワークショップ

2000年11月7日～10日の4日間開かれた2000年ATR量子・レーザカオスワークショップは電子やレーザデバイスにおけるカオスの応用を念頭に置いて、最近の実験を中心に基礎から応用まで議論する目的で開かれました。

マイクロ電子デバイスやレーザにおけるダイナミック現象は、様々な機能を実現する上で重要である。とくに、多様な信号を発生するために、細胞や脳に学んでカオスを積極的に利用する方法の研究が進み、未来の夢のデバイスへの応用や、現在の実用デバイスへの応用も注目されている。ATR環境適応通信研究所主催で開かれたこのワークショップは電子やレーザデバイスにおけるカオスの応用を念頭に置いて、最近の実験を中心に基礎から応用まで議論する目的で開かれた。世界的にも珍しいワークショップであり、充実した内容であったと大変好評であった。

ワークショップは量子カオスとレーザカオスの二つのセッションで構成され、各々のセッションにおいてテーマを絞った招待講演と一般参加者によるポスター発表が行われた。

量子カオスはカオスが量子現象に及ぼす影響として知られ、量子細線やカーボンナノチューブなどナノスケールの導線を用いた複雑な配線には必然的に現われる現象である。この量子カオス現象を積極的に応用する道を探るために量子カオスのセッションを設けた。一般に量子カオスは様々な分野で研究されているが、本ワークショップでは、電気伝導との関連に注目し、磁気コンダクタンスのWeiss振動の発見で有名なドイツRegensburg大学のDieter Weiss教授やマイクロカオスの観測で有名なベルギー自由大学のPierre Gaspard教授等、最先端の実験を精力的に進めている国内外の実験家を中心に講演を構成した。

レーザーカオスに関するATRワークショップは過去2回行なっている。昨年度、レーザーカオスを利用した通信方式に利用できると提案されているカオス同期現象の基礎的な部分について徹底した議論をした。本年度は、レーザー理論の大家であるベルギー自由大学のPaul Mandel教授や米国でカオスを用いた通信の国家プロジェクトの1つ(MURI)を推進しているUCLAのJia-Ming Liu教授などが参加され、基礎的な部分に加え、さらにより実用レベルの通信技術として確立するための手法について議論した。

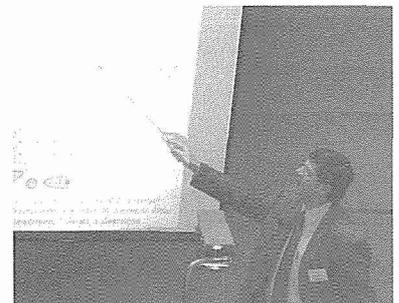
招待講演者(海外9名、国内9名)を含め、4日間の参加者の総数は70人であった。参加者のほぼ全員が発表をするというスタイルをとり、今後の具体的な研究の起爆材を積極的に求めるために、活発な議論の場を実現することが目標であった。世界の最先端研究を行っている内外の大学研究グループ、NECやNORTELなどの企業の研究所の研究者も参加し、複雑系のサイエンス、基礎工学から実用応用まで幅広い議論と意見交換が行われた。

主な講演者は、以下のとおり

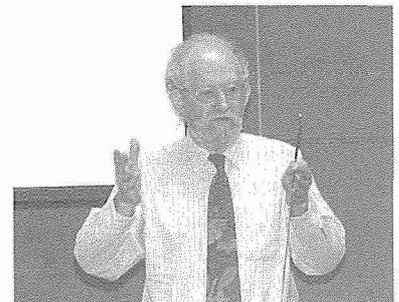
量子カオスセッション(11月7、8日): J. Bird (アリゾナ州立大)、P. Gaspard (ベルギー自由大)、A. Micolich (オレゴン大)、D. Weiss (レーゲンスブルグ大、マックスプランク研究所)、石橋 幸治 (理研)、川畑 史郎 (電総研)、中村 勝弘 (大阪市大)、二瓶 史行 (NEC基礎研)、落合 勇一 (千葉大)、原山 高久 (ATR)

レーザーカオスセッション(11月9、10日): I. Fischer (ダルムシュタット大)、Hai-Feng Liu (メルボルン大)、Jia-Ming Liu (UCLA)、P. Mandel (ベルギー自由大)、J. K. White (ノーテルネットワークス)、福嶋 丈浩 (岡山県立大)、大坪 順次 (静岡大)、大塚 建樹 (東海大)、内田 淳 (拓殖大)、劉 雲 (ATR)

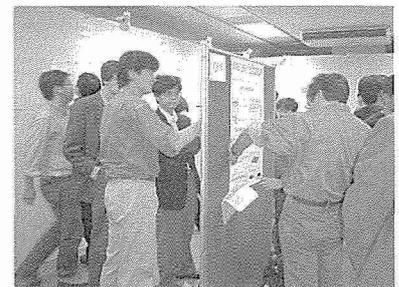
プログラム、参加者などの詳細は、<http://www.acr.atr.co.jp/dept4/qlew2000> をご覧下さい。



Dieter Weiss 教授



Paul Mandel 教授



ポスターセッション模様

## 特許流通フェアに今年も出展

ATRグループとして昨年に引き続き、今年も特許流通フェアに出展しました。この特許流通フェアは特許庁、通産局が主催者となって、特許の流通を促進しようとする催しで、今年で4回目です。ATRにとって昨年度は初の試みであったために、大阪地区のみの出展に留めましたが、マーケットの大きさや、ATRの東京地区でのPRなどを考慮し、今年は東京地区にも出展しました。

東京地区でのフェアは9月26日から28日までの3日間、東京国際展示場（東京ビッグサイト）で「2000秋 特許流通フェア in 東京」が、また大阪地区は11月28日、29日の2日間、マイドーム大阪で「近畿特許流通フェア」が、それぞれ開催されました。

展示テーマとしましては、今年は次の4つに絞り、また展示方法についても、パネル展示とパンフレット配布に加えて実演デモなど工夫を凝らしました。

- (1) 仮想空間内での歩行訓練装置 ……ビデオ展示
- (2) イメージリコンポーザ ………………実演デモ
- (3) エスパアンテナ ………………機器展示
- (4) CHATR ………………実演デモ

東京地区では比較的来場者が少なく、余裕を持った対応ができました。ちなみに、東京地区の3日間でATRブースに立ち寄られた方は約250名、そのうち技術内容に関する問い合わせを受けた件数は40件程度、更に本来の目的である特許流通に結び付くようなライセンスに関する話をしたのは10件程度でした。

一方、大阪での2日間は、説明員の昼食もままならないほどの多数の来場者を得ました。東京、大阪両地区での配布用に800部のパンフレットを用意しましたが、大阪地区での2日目の午後にはパンフレットがなくなってしまうほど盛況でした。また大阪地区での来場者はおしなべて知識吸収意欲が旺盛で、説明員では対応しきれないような展示技術に対する技術的質問や開発状況、更には共同研究の可能性の有無とかライセンスの形態や条件まで突っ込んだ質問をする人までおられました。

大阪地区での2日間のATRブースへの来場者数はおおよそ600名、技術説明をした数は200件以上、特許流通や共同研究などの具体的な問い合わせを受けた件数も20件程度ありました。更にその後、電子メールを通じて技術的な引き合いを受けるケースもあり、それらのフォローとしてそれぞれ担当研究部署との橋渡しを行っている状況です。

昨年、今年とこの特許流通フェアに出展しましたが、今のところ具体的な成約に結びついた案件はありません。しかしこのフェア出展が近い将来、大きな成果に結びつくことを確信しております。



ATRブース（東京会場）



ATRブース（大阪会場）



近畿特許流通フェア会場模様



特許流通フェア in 東京会場模様

## ROBODEX 2000 にロボビーを出展

世界初で、世界最大といわれるパートナー型ロボットの博覧会「ROBODEX 2000」が、11月24日～26日の3日間、パシフィコ横浜で開催されました。ATRでは、知能映像通信研究所で開発した「ロボビー」を出展し、好評を博しました。

ROBODEX 2000は、近年注目を浴びつつあるパートナー型ロボットを一堂に展示し、科学技術の進展と普及をはかる目的で開催されました。ATRでも、これまでの研究成果を広く社会一般に発表するため、日常活動型ロボット「ロボビー」をこの博覧会に出展しました。ATRの他には、ソニーやホンダの2足歩行ロボット、バンダイやタカラのトイロボット、大学で研究開発中のロボットなどが出展されました。

会期中、5万人を越える人々が来場し、入場までの待ち時間が4～5時間となる日もあり、大盛況のうちに終了しました。また、テレビや新聞などのメディアで様子が取り上げられることも多く、ロボビーも全国紙や全国ネットのテレビで多数報道されました。入場者のアンケートを見ても、2足歩行ロボットのデモが1時間に1～2度だけだったのに対して、ロボビーは常時動きながら人とインタラクションすることができたため、子どもを始め大人にも大変好評だったようです。これは我々の開発コンセプトが高く評価されたものと考えます。

今後は、今回の出展で得られたコメントなどを研究に反映させ、「日常活動型ロボット」という我々のコンセプトを実現していきたいと考えています。



子供と握手するロボビー



子供を抱きしめるロボビー

## ATR 科学技術セミナーの開催状況

第82回 2000年9月29日（先端情報科学シリーズ 第2回）

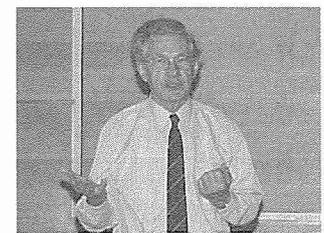
楽器の芸術と科学

ネビル・H・フレッチャー(Australian National University)

楽器音響学の世界的権威であるフレッチャー博士をお招きし、先端情報科学シリーズ第2回目のセミナーを開催いたしました。博士は長年にわたり数多くの研究成果を発表され、それらを700ページを超える著作としてまとめられています。また現在でも、オーストラリア科学アカデミーやアメリカ音響学会等のフェローとして活発な研究活動を続けられています。セミナーでは管楽器の発音機構に関して、さまざまな楽器の実例をもとにご講演いただきました。

管楽器本体は、十分良い近似で線形系として取り扱うことができます。しかし、演奏者をふくめた発音システム全体は本質的に非線形です。この非線形性により楽器の音色が決まります。講演では、この機構がいかに物理的に実現されているかが実演を交えて紹介されました。パンフルートなどのエアリード楽器では歌口におけるジェット気流の運動が、クラリネット等のリード楽器ではリードの衝突とリードの間隙を通過する呼気流の振舞いが、音色決定のかぎを握っているようです。また、オーストラリアアボリジニの楽器であるディドゥルドゥでは演奏者の口腔内の共鳴が音色に影響を及ぼしており、口の形を積極的に変えて演奏されることも紹介されました。

講演の後には数多くの質問が寄せられ、楽器音響学に対する関心の高さがうかがえました。「フルート演奏家は、純金やプラチナといった大変高価な材質の楽器を好む傾向があるが、材質が良いと音質も良いのか？」という質問に対し、「材質による音色の違いは、人間には感知できないほどのレベルである。高価な材質の楽器が好まれるのは、それが高く売れるゆえ、楽器製作者が細心の注意を払って完成させるからであろう」との回答がありました。博士の楽器に対する真摯な科学的態度が現れた一面でした。



Neville H. Fletcher 教授

## 第83回 2000年11月13日（人間情報科学シリーズ第69回）

顔イメージの検出、分析、そしてそれを感じとらせる

金出 武雄（Carnegie Mellon University）

「顔イメージの検出、分析、そしてそれを感じとらせる」と題し、カーネギーメロン大学 ロボティクス研究所の所長である金出 武雄先生にご講演頂きました。

前半は、写真からの顔イメージの検出手法、あるいはあいまいな画像からの顔イメージの復元についてご報告頂きました。任意の大きさ、配置、背景の中からの顔の抽出、表情の認識、先生が“hallucination”（幻覚、妄想？）と命名した低解像度のイメージから顔を復元するという研究について、その手法、問題点について膨大な画像データとともに成果を披露頂きました。

後半は、同研究所が取り組んでいる様々なプロジェクトについてご紹介頂きました。Virtualized Reality（仮想化現実プロジェクト）と名付けられたプロジェクトは、約50台のカメラを備えた3Dルームで、人の動作や運動する様子を録画し、コンピューターでリアルタイムでデジタル化するというものです。これにより、立体的にその動作や運動を再現することが可能になります。つまり、上からも下からも横からも、あるいは時間軸の中でその運動をコンピュータグラフィックスとして見ることができのです。

また、大学内の各所に取り付けられている数台のカメラが送ってくる映像を、コンピューターを通じて、動いている物体が自動車か人間か等を認識し追跡するプロジェクト、360度光レーダーで3次元のデータを作るロボットについてもご紹介頂きました。

上記の技術を活用し、スーパーボールに多数のカメラを設置し、ゲームを多数のカメラで録画するという計画が実際あるそうです。

長時間にもかかわらず熱気にあふれた活発な討論が繰り広げられました。



金出 武雄 教授

## 第84回 2000年11月29日（先端情報科学シリーズ第3回）

脳はどのように学習するか

ジェームス・マクレランド（カーネギーメロン大学）

第84回 ATR 科学技術セミナーは、カーネギーメロン大学のマクレランド教授をお迎えし、「脳はどのように学習するか」という興味深いタイトルでご講演をいただきました。マクレランド教授は、1986年にラメルハートと共に有名な「Parallel Distributed Processing」という本を著されました。この本で集大成された並列分散処理モデル（PDPモデル）というのは、脳の処理回路を並列的かつ分散的に処理が進むニューラルネットでモデル化したものです。この考え方は認知科学を志す者に大きな影響を与え、今日の認知科学の基礎を固めたといっても過言ではありません。余談になりますが、1986年というとATRが設立された年です。当時、そこかしこでPDPモデルに基づく議論が行われていたことが懐かしく思い出されます。

今回のご講演では、ヘブのモデルに基づいた第二言語音の学習研究についてお話くださいました。このモデルでは、ひとつの神経細胞の発火が別の神経細胞の発火を引き起こした際にこれら二つの神経細胞の結合が強くなることによって脳の学習がすすむと考えられています。マクレランド教授は最近この問題に着手され、日本人の/l/と/r/の聞き取り学習実験を行っておられ、その最新データをご紹介いただきました。モデルに基づいたシミュレーションから導かれた学習手法によって、日本人を被験者として“rock” - “lock”などの聞き分けを学習させたところ、ごく短期間で学習効果が生じることがわかりました。その一方、実験結果を詳細に観察すると、モデルの予測とは一致しない部分もあることもわかりました。そして、言語音の学習は複雑なスキルの学習であり、長期の訓練が必要であることを示唆すると論ぜられました。

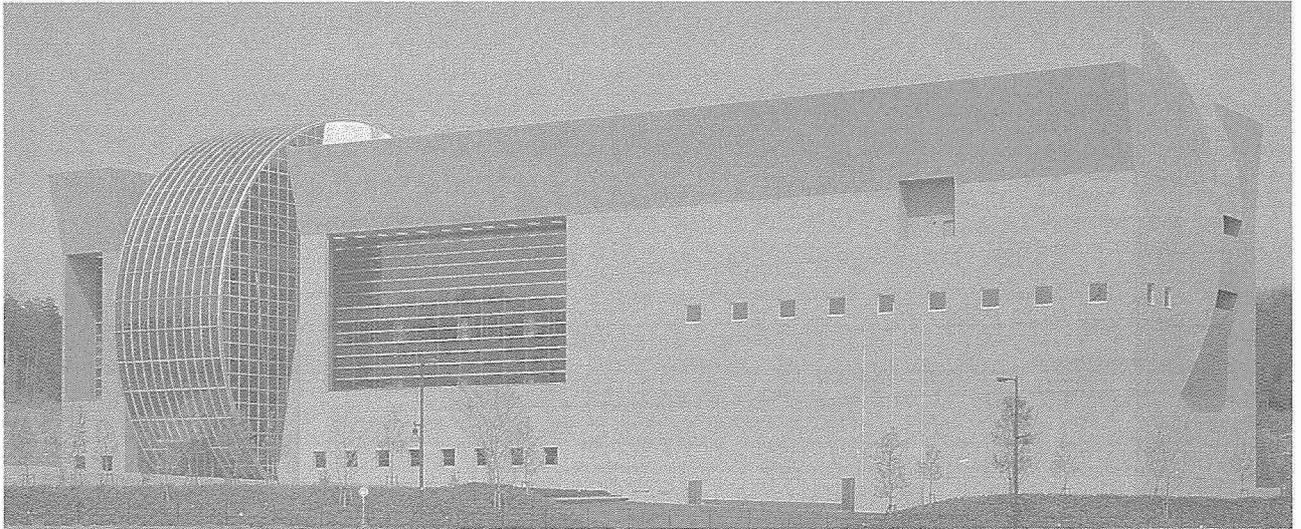
先端情報科学研究部でも音声言語学習の研究を行っており、マクレランド教授のお仕事には着目しておりました。今回は直接お話しいただき討論ができる貴重な機会となりました。



James L. McClelland 教授

## 参天製薬株式会社

参天製薬株式会社の奈良 RD センター眼科研究所は、日本で唯一の眼科専門研究所です。関西文化学術研究都市の高山地区に位置し、世界最先端のテクノロジーを駆使した研究が行われているそうです。副所長の白澤さんにお話を伺いました。



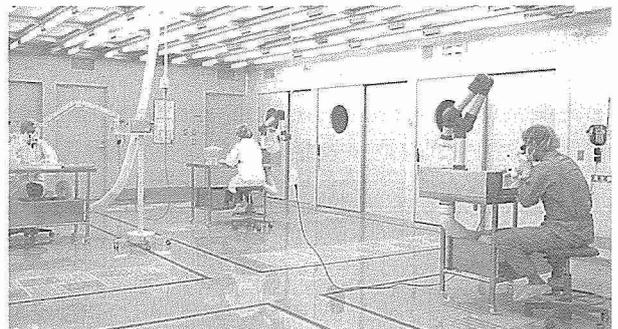
### ◆参天製薬 奈良 RD センター眼科研究所について教えてください。

参天製薬の名前の由来となる「参天」とは「天機に参与する」、すなわち天意に従った行動をとることを意味しています。眼科をはじめもっとも得意とする分野で、世界の人々の「目」と「健康」のためにできることはなにかと考えた結果、日本では類を見ない眼科に特化した研究所を設立しました。

奈良 RD センター眼科研究所は、1996年5月に開所をし、現在100名で研究活動を行っています。「探索研究力のアップ」、「開発研究の質、量、スピードアップ」、そして「探索研究から臨床へのつながりの強化」という3つの目標を軸に、眼科医療に寄与する新製品の開発と眼の生理・眼科疾患の原因探究を行っています。今は、研究所の一部分が完成していますが、第2期工事部分も2002年開所予定です。その際には、人数も大幅に増える予定です。

### ◆こういった設備が備わっているのでしょうか。

日本国内唯一の眼科基礎研究をしている施設ですから、研究棟の実験室では眼科研究に特化した実験設備をすべて取りそろえていると言っても過言ではありません。薬理・製剤・分析・代謝実験を行う標準規格の実験室に加え、眼科研究のために特別に設計した特殊規格実験室を設置しています。点眼薬の調剤研究設備や保存試験設備、ラジオアイソトープ設備や各種分析機器、眼科検査に必須の調光可能な



暗室、網膜電位図測定室、最新眼科臨床機器を備えています。複数の実験を同時に行っても互いの影響を最小にする特殊空調設備（ラミナーフロー）のある動物実験室も設置しています。

また中央棟には、日本屈指の眼科文献・データを備えるライブラリーを設置しています。ここでは欧米を中心とする海外のジャーナル、日本のジャーナルが数多く取り揃えられ、世界の先端情報の収集が可能です。また排水処理設備や、排気処理施設の完備など、環境へも配慮し、研究開発を安全にまた効率的に行えるようにしています。

◆なぜ関西文化学術研究都市なのでしょう。

関西文化学術研究都市に設立したのは、近くにバイオサイエンスで関西一の設備を持つ奈良先端科学技術大学院大学などがあり、コラボレーションなどを模索できる可能性を感じたからです。また関西文化学術研究都市の特徴として、地域の人々と研究者がふれあう街というコンセプトがあります。豊かな自然や歴史と共存することによって、研究もフレッシュなものになるのではないかと考えました。一步研究所を出れば、近隣の研究所や大学との間がオープンスペースになっていて、木々や水路があり、家族連れや犬の散歩をしている人たちをみかけるところがあります。こういったほっとする空間があるということも、研究には大切なことなのです。

◆これからの展望はいかがですが。

玄関の吹き抜けの大空間に浮かぶ芸術作品があります。これは、京都の造形家によるDNAをモチーフにした作品で、和紙や竹といった歴史の長い材料を使っていますが、その斬新なデザインはこれから将来に抜がっていく研究の可能性を表現しています。私たちは、これからも患者さんのQuality of Lifeの向上を生き甲斐に、研究を発展させていくつもりです。

◇参天製薬RDセンター眼科研究所

〒630-0101 奈良県生駒市高山町9816-16  
TEL:(0743) 79 4501、FAX:(0743) 79 4521



## 国境を越えるための準備

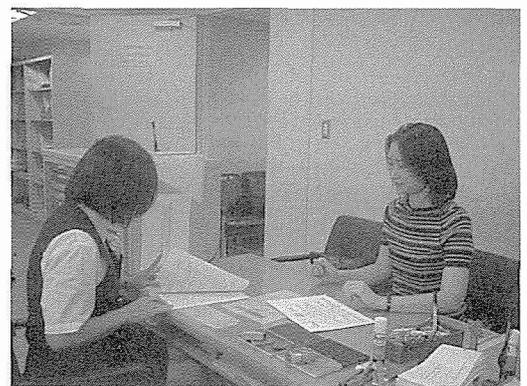
この仕事を任されてまだ日が浅い頃、予期していないことが起こった。それは外国人研究員の国境を越えて日本にやってくるための準備が、どれだけ大変なことを初めて実感した出来事だった……。

外がいつの間にか暗くなり、一日の仕事もまとめにはいついた頃、デスクの電話が鳴りだした。「Hello?」、いきなりの国際電話だった。海外とのやりとりは殆どE-mailを使っていただけに、妙に新鮮だったのを覚えている。電話の内容は、「3時間後のフライトで日本に向かおうと思っているのだが、どうも妻が誤ってCE (Certificate of Eligibility:在留資格認定証明書) を捨ててしまったらしい、どうしたらいいのか?」というものだった。後に詳しく解説するが、このCEとは、簡単に言うとビザ (入国査証) の発給や実際に入国するときに必要とされる書類である。本人にとってパスポートの次に大切なものと言っても過言ではない。さらにこの研究員とその家族はCEを受け取ったことに安心してしまい、入国前に日本領事館で行うビザの申請すらしていなかった。このような状況に陥っても、本人は飛行機をキャンセルすることをどうしても避けたいというのだ。多分自分が同じ立場であっても、なんとか予定通りのフライトで入国したいと願っただろう。折り返し連絡をしようと言い残して一旦電話を切り、壁にかかった時計を見上げる。「あっ、あと5分で入国管理局と連絡が取れなくなる。電話回線が込み合っていないといいのだが……」と祈る思いでダイアルする。幸い電話はつながり、適切なアドバイスによって本人の希望どおりの入国が果たせた。後の処理は大変だったが。

このようなやりとりがSHIENの行う研究員の入国に際する業務である。ATRの平成12年度のCE申請件数は11月22日現在で55件、過去に申請した研究員の国籍は30数カ国に上る。このCEは日本に滞在する目的が、入管法 (出入国管理及び難民認定法の略称) に定める滞在目的 (研究のためとか家族滞在のため等) に該当することを入国以前に法務大臣に対し申請し、認定されたことを証明するものだ。この交付を受けた者は最寄りの日本領事館などの在外公館でビザ申請を行う際、審査が簡素化され、さらに入国の際にも審査が済んでいるとして容易に入国ができる。これだけの効力をもつCEの申請は一日や二日でできるものではない。一件の申請には2カ月半はかかる。まず、申請書の各項目についてE-mailで問い合わせ、大学の卒業証明書や在職証明書、証明写真にパスポートの写しといった書類を郵送してもらう。また、家族同伴の人は結婚証明書や出生証明書を送ってもらう。これらの書類は全て日本語でないと受け付けてもらえないので、それぞれ日本語訳を付ける。その間、毎日のようにE-mailが研究員とSHIENスタッフの間で取り交わされる。申請方法にはある程度のアウトラインがあるものの、個人の事情や雇用形態がそれぞれ異なるため、手続きが微妙に違ってくる。例えば、本人が世界を飛び回っているため本国に戻っておらず、子供の出生手続きができていない。そのためにその子は無国籍となっているが国籍記入欄はどうしたらいいのか?あるいは、氏名欄は通常パスポート表記と同じにするのだが、そのアルファベットで記入した名前を見た入国管理局の審査官に漢字名があるはずだから漢字で記入するようにとコメントされ、後から研究員に漢字名をファックスしてもらうとか、証明写真を3cm×4cmでお願いしていたら、縦3cm×横4cmのものが送られてきたり等々。ただの『申請書の作成業務』と片づけるには惜しいほどの新鮮さとおもしろさがそこにある。悪戦苦闘をしながらもなんとか無事書類が整うと、申請のため入国管理局に出向く。数週間から1カ月半の審査の後、認定され発行されたCEを送ると、研究員がビザの手続きをし、フライトを予約して、晴れて入国日が確定する。

さあ待ちに待った来日の日、本人たちに会えた時の嬉しさといったら何年も離別していた家族にやっと会えたような気持ちである。これまでの苦労が一気に吹き飛んでしまう。そして海の向こうからやってくる笑顔が見たくて今日もまたデスクに向かう。

SHIEN 三神 恵



入国管理局にて

【参考】山田 録一・黒木 忠正: [第4版]わかりやすい入管法; 有斐閣, 1998

●受賞等

★日本神経回路学会 平成12年度日本神経回路学会 研究賞 (2000年9月4日)

受賞対象	受賞者	所属	内容
オンラインEM法の高 速収束性について	佐藤 雅昭	国際電気通信基礎技術研究所 先端情報科学研究部客員研究員 /CREST (ATR人間情報通信研究所 第6研究室主任研究員)	本論文では隠れ変数を持つ確率モデルに 対するオンラインEM法を導いた。また、 本学習法の収束性を理論的に照明した。 シミュレーションにより本オンライン EM法がバッチEM法や最急勾配法に比べ て高速に収束することを示した。

★ EURASIP: Best Paper Award for Speech Communication (2000年9月7日)

受賞論文	受賞者	所属	内容
Restructuring Speech Representation using a Pitch-Adaptive Time- Frequency Smoothing and an Instantaneous- Frequency-Based of Extraction: Possible Role of a Repetitive Structure in Sounds	河原 英紀  勝瀬 郁代  Alain de CHEVEIGNÉ	和歌山大学 / ATR人間情報通信研究所 第1研究室客員研究員/CREST 九州システム情報技術研究所 (ATR人間情報通信研究所 第1研究室)  CNRS/IRCAM (ATR人間情報通信研究所 第1研究室)	音声分析変換合成方式STRAIGHTの全体 像を提案した。基本的には1939年の channel VOCODERの発想に立脚しなが ら、周期性に着目して新しい信号処理技 術を統合することにより、原音声に匹敵 する自然性を有する合成音声の作成を可 能にした。

★日本バーチャルリアリティ学会 論文賞 (2000年9月19日)

受賞論文	受賞者	所属	内容
能動的歩行動作に対応 した歩行感覚提示装置 の開発	野間 春生  宮里 勉  中津 良平	ATR知能映像通信研究所 第五研究室主任研究員 ATR知能映像通信研究所 第五研究室室長 ATR知能映像通信研究所 代表取締役社長	広大な仮想空間、あるいは遠隔地を実際 に歩行しているかのような感覚を提示す る装置ATLASの開発に関して、背景と 先行研究、設計、実証実験についてまと めた論文である。

★慶応義塾大学 SFC 研究所 Digital Media Competition 審査委員会 佳作 (2000年9月22日)

受賞対象	受賞者	所属	内容
ビデオ Tangible Sound#2: Musical Instrument using Fluid Water	米澤 朋子  間瀬 健二	慶応大学 /ATR知能映像通信研究所 第二研究室研究員  ATR知能映像通信研究所 第二研究室長	本作品は、水をインターフェースに用い た楽器Tangible Sound#2に於ける、新た な概念Source & Drainの導入と実装方法 について説明するものである。制作意図 とシステムの構成、また演奏風景などを 収め、どのように水とインタラクション しながら音を楽しむかを表している。

★中山科学振興財団 平成12年度中山賞大賞 (2000年9月23日)

受賞功績	受賞者	所属	内容
情報環境学の体系化・ メディア情報環境と脳 との適合性の研究	大橋 力	ATR人間情報通信研究所 感性脳機能特別研究室室長 /千葉工業大学工学部教授	いま重要視され始めたメディアエコロジ ーを1980年代に「情報環境学」として先 駆的に体系化した。この知的体系の有効 性を可聴域上限をこえる高周波による脳 活性化効果(Hypersonic Effect)の発見によ って実証し、利便性・効率性優先から人 間尊重へというメディア技術・思想の変 革を先導した。

★ American Speech-Language-Hearing Association: Editor's Award in the area of speech  
(2000年11月17日)

受賞論文	受賞者	所属	内容
Self-Organizing Map for the Classification of Normal and Disordered Female Voices	Daniel E. Callan	国際電気通信基礎技術研究所 先端情報科学研究部客員研究員 (ATR人間情報通信研究所 第四研究室客員研究員)	ニューラルネットの学習アルゴリズムの一つであるSelf Organizin Map(SOM)を用いて、音声障害の分類を試みた。音声障害者と健常者の音声を経験的な音響分析手法により計測し、それらの値を用いてSOMに学習をさせた。SOMの分類性能は従来の統計学的手法によるものより優れたものであり、SOMが音声機能の評価に適していることを示した。
	Ray D. Kent	University of Wisconsin-Madison: Professor	
	Nelson Roy	University of Utah: Assistant Professor (Minot State University : Assistant- Professor)	
	Stephen M. Tasko	University of Wisconsin-Madison: Researcher (Army Audiology & Speech Center: Research)	

★ 芸術科学会 第16回 NICOGRAPH/MULTIMEDIA 論文コンテスト 最優秀論文賞 (2000年11月24日)

受賞論文	受賞者	所属	内容
Hyper Mask: 3次元顔モデルを用いた仮面の表現技法	四倉 達夫	ATR知能映像通信研究所 第1研究室研修研究員/成蹊大学 (株)i-chara	Hyper Maskとは従来単一の顔を表現する仮面の概念を進化させ、一つの仮面からあらゆる口形状、感情そして演出したい人物を自由に生成可能なシステムである。このシステムを用いることで、その仮面を装着した役者の表現の幅や新しい演出方法が生み出されていくと考えられる。
	Kim BINSED		
	Frank NIELSEN	ソニーコンピュータ サイエンス研究所	
	Claudio Pinhanez	IBM T.J. Watson Research	
	鉄谷 信二	ATR知能映像通信研究所 第1研究室長	
森島 繁生	ATR知能映像通信研究所 第1研究室客員研究員/成蹊大学		

★ IEEE Fellow (2001年1月1日)

受賞功績	受賞者	所属	内容
音声認識およびマルチメディアシステムの開発における指導的役割に対する功績	中津 良平	ATR知能映像通信研究所 代表取締役社長	自ら開発した音声認識技術に基づいて世界で最初の商用音声認識システムを開発しサービスに導入し成功させた功績およびATRにおいてマルチメディアコミュニケーション研究を立ち上げ、アートと工学の融合というコンセプトの基に種々の斬新なマルチメディアシステムを開発した。
識別学習理論とその音声認識への応用に関する貢献	片桐 滋	ATR人間情報通信研究所 第一研究室長	学習ベクトル量子化法を用いる音声認識の研究に端する一般化確率的降下法の開発研究において中心的な役割を果たした。成果は、パターン認識の基礎理論の充実に貢献し、また最近の音声認識技術の進展にも大きな影響を及ぼした。受賞はこれらの功績を評価したものである。

## ●所員往来

平成12年10月1日より、12月31日までの間の採用および退職の方々は以下のとおりです。  
(ただし、6ヵ月以上滞在の方のみ掲載)

採用年月日	ATR所属	氏名	出向元等
H12.10.1	(映) 第一研究室 研究員	高橋 和彦	山口大学
H12.10.1	(映) 第三研究室 研究員	中井 隆洋	三菱電機
H12.10.1	(映) 第四研究室 研究員	伝 康晴	千葉大学
H12.10.1	(言) 第三研究室 研究員	秋葉 泰弘	NTT
H12.10.1	(言) 第三研究室 研究員	Ook Chung	カナダ
H12.10.1	(言) 第四研究室 研究員	陸 金林	奈良先端科学技術大学院大学
H12.10.1	(環) 第一研究室 研究員	田中 淳介	富士通関西
H12.10.5	(環) 第三研究室 研究員	Shishkov Blagovest	ブルガリア
H12.10.16	(映) 第五研究室 研究技術員	神田 崇行	
H12.11.1	(国) 企画部 次長	泉田 浩志	NTT西日本
H12.11.13	(言) 第一研究室 研究員	Kuldip Paliwal	オーストラリア
H12.12.1	(言) 第三研究室 研究員	Kyonghee Paik	アメリカ
H12.12.1	(環) 第一研究室 研究員	昌山 一成	NTT-AT
H12.12.1	(環) 第三研究室 研究員	韓 青	日本

退職年月日	転出先	氏名	ATR所属
H12.10.31	NTT西日本	辻 隆啓	(国) 企画部
H12.10.31	ソニー	Ivan Poupyrev	(映) 第一研究室
H12.11.30	科学技術振興事業団	Gianni di Caro	(人) 第六研究室
H12.12.31	NTTソフトウェア	茂木 祐治	(国) 経営企画部
H12.12.31	ヤマハ	多田 幸生	(映) 第五研究室
H12.12.31	富士通関西	小菅 昌克	(環) 第一研究室
H12.12.31	CSK	北川 美宏	(環) 第二研究室
H12.12.31	三菱電機	秋山 智浩	(環) 第三研究室
H12.12.31	奈良先端科学技術大学院大学	松野 陽一郎	(環) 第一研究室

## 編集後記

ATR 人間情報通信研究所は平成4年3月の研究プロジェクト発足から9年間にわたる研究活動を今年2月で終了します。今号は、ATR 人間情報通信研究所のプロジェクト終了に伴う特集を組んでおります。研究成果の一端を読者の皆様にお伝えできれば幸いと考えております。

ATRの研究活動を支えてきた基礎研究支援体制の見直しが行われておりますが、私どもといたしましても皆様方により多くの成果をご利用いただき、広く社会に還元されることを願うものです。

(ATR 人間情報通信研究所 企画課長 永野 清)



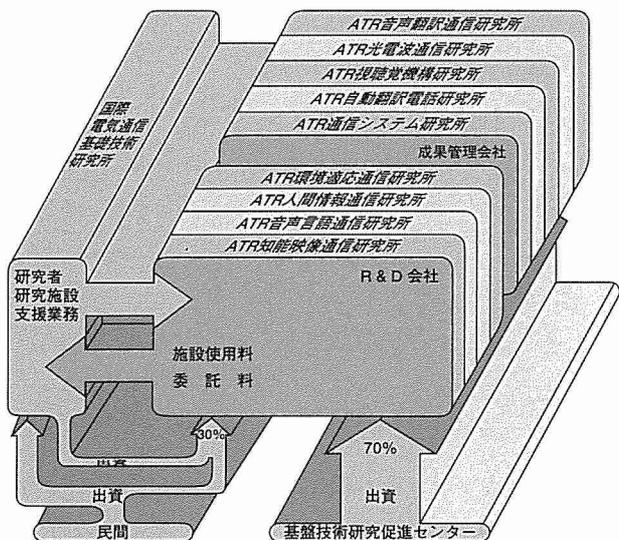
---

**ATR Journal 第42号**

**2001年2月1日発行**

- 
- 発行・編集 株式会社 国際電気通信基礎技術研究所  
〒619-0288  
京都府相楽郡精華町光台2丁目2番地2  
(0774) 95 1111 (大代表)
  - 製作 学会センター関西

# ATRグループのご紹介



ATRグループは電気通信分野における基礎的・独創的研究の一大拠点として内外に開かれた研究所を設立する構想のもとに産・学・官の幅広いご支援をいただき1986年3月に設立しました。

ATRグループは研究活動を行っている4つの研究会社(R&D会社)と、既に研究を終了し成果の普及活動などを行っている5つの成果管理会社、およびこれらを支援する国際電気通信基礎技術研究所の10の株式会社の子会社です。

R&Dの研究費は基盤技術研究促進センターからの出資70%、民間からの出資30%で構成されています。

国際電気通信基礎技術研究所はR&D会社に対し、建物スペース・研究施設の貸与・研究者の確保・派遣、研究資金の出資、研究企画の支援、各種事務の援助など、総合的な支援を行うとともに成果管理会社に対する研究成果の管理・販売などの各種の支援を行っています。

ATR ホームページ  
<http://www.atr.co.jp>

役に立つ様々な情報を公開しています。  
 今後も随時拡充予定です。皆様のアクセスをお待ちしております。  
 ATR知能映像通信研究所 <http://www.mic.atr.co.jp>  
 ATR音声言語通信研究所 <http://www.slt.atr.co.jp>  
 ATR人間情報通信研究所 <http://www.hip.atr.co.jp>  
 ATR環境適応通信研究所 <http://www.acr.atr.co.jp>  
 特許と成果物 <http://results.atr.co.jp>

## ATR ジャーナル担当宛

TEL : (0774) 95 1177  
 FAX : (0774) 95 1178  
 E-mail : [editor@ctr.atr.co.jp](mailto:editor@ctr.atr.co.jp)

ご連絡内容 (いずれかに印をお願いします。)

- ATR Journal 新規購読申込  送付先変更連絡  
 テクニカルレポート購入申込  研究用ソフトウェア購入申込  
 【テクニカルレポート 番号: TR - - - - -】 【ソフトウェア名整理番号: - - - - -】  
 ご意見、ご要望等

		変 更 後	変 更 前	変更事由
送 付 先	フリガナ お名前			<input type="checkbox"/> 人事異動 <input type="checkbox"/> 住所変更 <input type="checkbox"/> その他
	送り先			
	会社名			
	部署名			
	役職名			
	Tel/Fax			
	E-mail			
ご意見ご要望				

●ATR ジャーナルのご購入希望、送付先変更等をお寄せ下さる場合には、上記にご記入の上、FAX 等でご送付下さい。  
 ●送付先変更以外については、変更後の欄に必要事項をご記入願います。

