

1989春
No 5

ISSN 0915-2563

ATR JOURNAL

ATRジャーナル

ATR

Advanced Telecommunications Research Institute International



ATR 本研究所

御挨拶	2	「ATRの開所を迎えて」	日 裏 泰 弘
	3	「研究の更なる発展を誓う」	葉 原 耕 平
御寄稿	4	「高度情報社会における社会基盤の確立に向けて、 ATRの研究開発への期待」	
		郵政事務次官	奥 山 雄 材 氏
	5	「ATRに期待する」	
		(財)関西文化学術研究都市推進機構 理事長	小 林 庄 一 郎 氏
	6	「ATRのこれからの研究活動に期待する」	
		京都大学工学部 教授	長 尾 真 氏
	7	「ATRの研究開発への期待」	
		日本電信電話株式会社 社長	山 口 開 生 氏
研究動向紹介	8	「臨場感通信のためのヒューマン・インタフェースの研究」	
		ATR通信システム研究所	伴 野 明
	14	「端末間の日英対話文翻訳」	
		ATR自動翻訳電話研究所	飯 田 仁
	20	「ニューラルネットワークを用いた手書き文字認識」	
		ATR視聴覚機構研究所	横 澤 一 彦 森 吉 弘
	24	「アクティブアレーアンテナ」	
		ATR光電波通信研究所	岩 崎 久 雄
ATR研究報告	28	外部発表紹介（昭和63年10月～平成元年3月）	
受賞者紹介			

ATRの開所を迎えて

代表取締役社長 日 裏 泰 弘

ATRは、昭和61年春に設立以来約3年間、大阪市内の暫定研究所において、研究活動を推進して参りましたが、このたび漸く関西文化学術研究都市の第一号研究機関として本研究所の開所を迎えられることとなりました。これもひとえに関係各界から寄せられたご支援とご協力の賜であり、ここに厚くお礼を申し上げます。

さて、これからATRにとって特に期待されているのは、独創的な基礎研究の推進であります。これは、ATRが高く掲げた理念でもあり、その道がいかに遠く険しくとも、これを超克し、世界に貢献する研究成果をあげることが本来の使命であります。そのためには、恵まれた自然環境やゆとりある空間と最新鋭の研究設備を備えた建物とともに、更に研究をインカリッジする組織や環境づくりが必要であります。この機会にあらためて研究者の自由奔放かつ大胆な発想や、すぐれた直観力と感性的な考え方をさらに伸ばすための有効なしくみを求めながら、独創性の発揮に相応しい研究風土を築き上げて参ります。

また、異質の文化や価値観から生まれる発想に絶えず触れる機会を持つことが新たな発想に大きな刺激ともなるため、外国の研究者の受け入れや国際会議の開催などをさらに積極的かつ活発に進めて参ります。

ATRでは、多くの企業はじめ各界から研究者が集い、その異なる業種や多彩なキャリアを相互に活かしながら、研究に専念しております。研究所の生命である「人」の確保に重点をおき、これからリスクの大きい冒険的、先駆的な基礎研究に賭ける若い力を結集し、常に活気溢れる研究所づくりをめざして参ります。更に国内外の関係研究機関との協力関係を緊密にしながら、総力をあげて研究活動を推進して参りたいと存じます。今後とも関係各位のご支援とご鞭撻を切にお願い申し上げる次第であります。

研究の更なる発展を誓う

代表取締役副社長

研究企画本部長

葉 原 耕 平

この小論の表題を、はじめは『本格的な研究活動始動の意義』などと考えてみました。それは新研究所社屋が完成し、研究環境の本格的整備が計られるからという単純な発想によるものでした。しかし、そのうちにこれが必ずしも適切な表現ではないことに気付いたのであります。設立後三年間を過ごした大阪のツイン21ビルにおいても研究の大半は既に本格化していたからであります。それはひとえに関係の方々の深いご理解とご支援、そして研究者の努力・熱意によるものであります。研究全体を預かる立場からあらためてお礼申し上げる次第であります。

したがって、新しい研究所が完成したからと言って研究の中身が直ちにドラスティックに変わったり飛躍的に進展したりすることは恐らく有り得ない事と思っております。むしろ暫くのあいだ移転に伴う研究の足踏みが懸念されるところであります。

そうは申しますもののこれまでは暫定研究所なるが故の制約もありましたし、何よりも大変手狭になり限界に近くなっておりました。今回、新研究所が完成したのはまさにそのような時期であります。最も喜ばしい事の一つは暫定研究所では物理的に不可能であった特殊な研究施設も今後は設置できるようになったことであります。一方、これまでは暫定と言うことで研究がやりにくいこともあろうと周りの方々も大目に見ていただいていたところがあったやもしれません。しかし、今日からは違います。こと建物に由来する言い訳の種は無くなりました。

京阪奈丘陵の緑濃い落ち着いた環境の中に完成した立派な建物に負けない、いやむしろそれを上回る研究を進め、建物同様揺るぎないATRとして人類の幸福にいささかなりとも貢献していくことが私たちの使命と心得ております。関係各位の変わらぬご叱責、ご鞭撻をあらためてお願い申し上げます。

高度情報社会における社会基盤の確立に向けて、ATRの研究開発への期待

郵政事務次官 奥 山 雄 材



今日、21世紀の高度情報社会の基盤を担う電気通信の発展のためには、基礎研究を充実し、創造性に富む基礎・先端技術の開発力を強化することが最も必要とされております。このような折、ATR本研究所が完成致しますことは誠に意義深いものがあり、心よりお祝い申し上げます。

電気通信の基礎技術の研究を推進するにあたりましては、産業界・学界・国などの各分野の研究機関が互いに協調するとともに、積極的に交流を進めて行く必要があります。また、電気通信技術は特に国際的な整合性を重視しなければならない分野であり、諸外国の研究機関とも研究情報の交換、研究者の交流などを積極的に行い、あわせて国際社会に貢献していくことが求められています。

ATRは電気通信分野の基礎的・独創的研究の推進により、我が国の自主技術の蓄積と研究開発面での国際的貢献を行うために産業界・学界が中心となり、郵政省の支援の下に設立された研究所であります。これまで、昭和61年3月に(株)国際電気通信基礎技術研究所(ATRI)が、また、同年4月に基盤技術研究促進センターから出資を受けた4つの研究開発会社が設立され、大阪市内にあるツイン21MIDタワーに暫定研究所を構え、研究開発を行ってきたところであります。

現在、ATRで実施している通信システムの高機能化・高信頼化技術等の基礎研究、自動翻訳電話の実現のための基礎研究、人間の視聴覚機構の基礎研究、光電波通信に関する基礎研究は、いずれも21世紀の高度情報社会の基盤となる基礎技術であり、着実に成果をあげていると伺い大変心強く思っている次第であります。

また、この度、緑豊かな自然に恵まれた約12haの敷地に最新鋭の実験設備を備えた本研究所の完成により、基礎的・独創的研究を推進するにふさわしい良好な施設・環境のもとでATRの研究活動がますます発展し我が国のみならず世界の電気通信技術の向上に貢献していくことを期待しているところであります。

日裏社長を始めATRの役・職員の皆様方におかれましては、今後、研究活動の一層の推進を図られるとともに基盤センター、産業界・学界におかれましてもATRに対しまして従来以上の御支援・御協力をたまわりますよう、この場を借りてお願い申し上げます。

ATRに期待する

(財) 関西文化学術研究都市

推進機構

理事長

小 林 庄 一 郎



このたび、(株) 国際電気通信基礎技術研究所が、関西文化学術研究都市における最初の中核施設として、精華・西木津地区の一画に完成をみましたことを心からお祝い申し上げます。本都市建設の推進に携わる者としても、まことに喜ばしい限りに存じておりますが、これもひとえに日裏社長をはじめ関係の皆様方の並々ならぬご努力の賜と深く敬意を表する次第であります。

貴研究所が、人間主体の通信ネットワークや自動翻訳システム、理想的なマン・マシン・インターフェース等をテーマとする、多様な電気通信分野の研究に取り組もうとされておりますことは、21世紀に向けて、いわば技術と文化の融合した、人間味溢れる豊かな高度情報社会を築くうえで、まことに意義深いことであると存じます。また、産・官・学が集う自由な研究環境をつくり、人間科学・情報科学をはじめとする幅広い分野の学際的な基礎研究を踏まえて、新しい発想に基づく独創的な研究を進める試みこそ、まさに名実ともに当関西文化学術研究都市のパイオニア・プロジェクトと称するにふさわしいことと申せましょう。

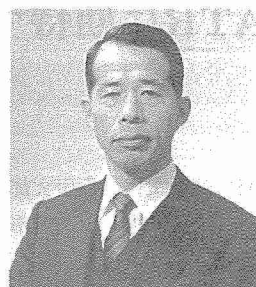
ご承知の通り、本都市は昨年来本格的な建設段階に入っており、とくに精華・西木津地区においては懸案の文化学術交流施設につきまして、近々官・民の共同出資による株式会社を設立し建設準備を進める予定となっておりますし、その周辺に立地する各企業の研究所も計画を固めつつあるほか、国際高等研究所や国立国会図書館関西館なども実現へむけて着実に前進をみております。また隣接する高山地区では、先端科学技術大学院が創設準備中であり、さらに津田地区ではイオン工学センターが着工の運びとなるなど、本都市建設の槌音がいよいよ高まってまいりました。

このうえともナショナルプロジェクトとして、産・官・学の総力を結集して21世紀の国際社会に貢献し、人類の資産ともなりうる諸施設の建設を進めてまいりたいものと存じますが、そうした機運を一段と盛り上げるためにも、パイオニアたる貴研究所への期待は、まことに大なるものがあると思存じます。貴研究所が、優れた成果をあげられ、ATR、ひいては関西文化学術研究都市の名を世界に高からしめられんよう心より祈念いたしまして、私のお祝いのことばとさせていただきます。

ATRのこれからの研究活動に対する期待

京都大学工学部

教授 長尾 真



3年前に創設されたATRは、これまでの大阪での仮住いの間においても非常に活発な研究を行い、多くの研究成果をあげてきたが、ここに新しい研究所の建物と実験設備が完成するにおよんで、ますます研究が進展しようとしていることは大変よろこばしいことで、心よりお慶び申し上げます。

研究者の数も4研究所を合わせて200名をこえ、研究論文の数も既にかなり多く、特許出願数も順調に増えているという。またこの間にATR主催で開催した国際的な研究集會もいくつかあり、有意義な国際交流が行われてきた。その結果、世界各国からATRの研究が注目され、その成果が評価されてき、諸外国からの短期訪問者の数は非常に多く、また長期滞在の研究者の数もかなりの数にのぼっている。このように、これまでの3年間のATRの研究活動はあらゆる点からみても素晴らしい。日本でも良い研究者を集め、よい研究環境を与えれば、このようなことが可能だという見本のようなものであり、我々研究者にとって非常に心強いものである。科学技術を進展させるものは人と研究環境であるということが改めて認識されるのである。

さて、ATRはいよいよ安住の地を得て、これまでの仮住いではやりにくかった種々の実験環境もよく整備され、本格的に腰をすえて研究を行う時期となった。関西文化学術研究都市の第一号の研究所として、ここでこそ研究者本来の使命である独創的な研究ということに再度心をいたし、質の良い研究成果をあげるべく一層の努力をしていただきたい。

この研究所の使命は、大学の基礎研究と民間企業の研究開発の中間という難しい位置づけを与えられて出発した。米国は最近、Common Base-Technology（共通基盤技術）という新しい概念を打ち出し、これを米国の科学技術政策の中で最も力を入れてゆくものとしはじめたが、これは正にATR設立において我々がねらったものなのである。少なくとも、数年前からここに目標を定めて研究所を設立すべきであるとし、それが今日ATRにおいて実質的な展開をしつつあるのを見るにつけ、我々の目指していたものが正しく、また先見性のあったものであることがよくわかる。

ATRの研究がよい環境を得て、これから一層発展し、世界をリードしてゆくことを祈りたい。

ATRの研究開発への期待

日本電信電話株式会社
代表取締役社長

山口 開 生



今年は日本での電話事業創業から数えて99年目、来年には100周年を迎えます。1890年に東京と横浜で200人足らずのお客様を対象に電話交換サービスを開始して以来、この1世紀の電気通信の発展は全く想像を絶するものがあります。19世紀後半に生まれたこれらの技術は、20世紀に入ってエレクトロニクス技術の画期的進歩によって、日々、進歩、改良を繰り返し、私達の生活になくてはならないインフラストラクチャとして今日の社会に定着しています。そして、それは20世紀の社会のあり方にも大きなインパクトを与え、今や、情報化社会と呼ばれる時代を迎えるに至っています。

このような科学技術の進展と社会との係わりは今後一層密なものとなり、21世紀における私達の生活は、いままで以上にこれからの科学技術の行く方に大きく影響されることは明らかであります。それだけに研究開発に従事される人々への期待は大きく、また、責任は重大であります。21世紀の高度情報社会の基盤となる新しい科学技術の創造にむけて、ATRへ期待するところきわめて大なるものがあるゆえんです。

日本の電気通信技術が、世界のトップレベルにあることは、疑いのない事実ですが、よく言われます様にそれは主に応用技術の分野であります。今後は、このような応用技術のみならず、来るべき高度情報社会を支える確固たる基盤となるような基礎技術における貢献が世界から求められています。我々の前には、新素材、エレクトロニクス、ソフトウェアさらにライフサイエンスやバイオテクノロジーなど、挑戦すべき未踏の分野が無限に広がっています。特に、ATRに期待したいのは、この様な革新的な基礎研究への積極果敢なチャレンジと世界への貢献であります。

私共NTTは、ATRの輝かしい成果を期待して、その設立と運営に最大限の協力をしてまいりました。今後も互いに手を携え、また競い合いながら、良きライバルとして、共に世界の基礎研究の振興に努めたいと思います。

関西文化学術研究都市に完成した新しいATR研究所が、21世紀の高度情報社会を支える技術と文化の世界への発進基地としての役割を果たされることを心から期待するものです。

臨場感通信のためのヒューマン・インタフェースの研究

ATR 通信システム研究所

知能処理研究室

伴 野 明

1 ま え が き

私達は、電気通信の究極のねらいを、臨場感通信に置いています。ここでは、例えば距離を隔てた相手と強調しながら複雑な作業を効率良く行なえるように、現実に行われている場面に居るかのような感覚を持てるような架空の“場”(以下「仮想空間」と呼ぶ)をコンピュータによって生成し、利用者の前に表示することを想定しています。

利用者は、この仮想空間において、あたかも一個所に集まっているかのような感覚で、会議や作業が行なえるようになります。

また、この方法は仮想的な場面を体験しながらのシミュレーションや、人が容易に立ち入れない場所等にロボットを送り込みその場に居るかのような作業感覚で遠隔操作する(テレグジスタンスと呼ばれる[1])ような用途にも利用できます。

これらは、電気通信技術の適用域を大幅に拡大するとともに、人の協調性や創造性を助長する大きな力になると考えられ、産業、教育、医療、娯楽などへの応用が期待されます。

このような新しい通信方式のもとでは、利用者と仮想空間を制御する機械(主にコンピュータ)とのインタフェースは従来とは異なったものになり、また、その役割も重要に成ります。利用者が機械を使用していることを意識せず、作り出された仮想空間が自然に感じられるような、人間の生理、心理等に整合したインタフェース(以下、ヒューマン・インタフェース[2]と呼ぶ)を構築することは、臨場感通信方式の要と言えます。

以下では、臨場感通信とこれに必要なインタフェースの考え方について述べ、次にこれを実現する第

一步としてこれまで検討を進めたヒューマン・インタフェースの基礎技術について紹介します。

2 臨場感インタフェースへのアプローチ

図1は、臨場感通信の一例として私たちが考えている臨場感会議の概念とヒューマン・インタフェースの構想です。ここでは、各地に離れて在住する人々が、ある1つの場所に集まったかのような感覚で互いに協調して作業を進める様子を示しています。今までの電気通信が遠隔地にいる人々の意志疎通を図るため、そこに伝送路を設定すると言う主に距離を克服する立場を取っていたのに対して、本方式は、意志疎通を図ろうとしている人々を会議の内容に相応しい仮想空間に集めてコミュニケーションすると言う全く新しい考え方によっています。臨場感会議の究極的なシステムでは、人物の動きや行動が認識・理解され、この結果が伝送され、受信側ではコンピュータグラフィックスによって人物及び会議の場面

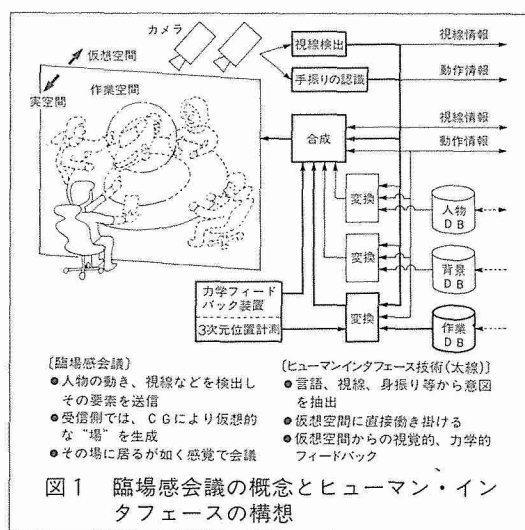


図1 臨場感会議の概念とヒューマン・インタフェースの構想

が合成・出力されます。また、この場面には同図のように議題の対象が必要に応じて立体的に表示され、出席者はこの表示に直接働きかけながら自分のイメージを創造し、理解を深め討論できます。

次に、臨場感会議システムに必要なインタフェースについて述べます。自然な仮想空間を生成するためには、私たちが現実の世界を捉える方法にできるだけ近い方法で再現することが必要です。視覚を例にとると、人間は両眼に写る画像の見え方の差（両眼視差）や頭を動かした時の見え方の差（運動視差）などを利用して立体的な感覚を得ています。また、目を動かして視野を変え興味ある対象を捉え、対象に働きかけます。従って、利用者の頭の動きや視線を常時検出して、その位置、その方向から実際に見えるように画像を変換して表示すれば臨場感は増すはずです。また、現実の世界では、対象への働きかけに対して様々なりアクションがあります。端的な例は、物に触れたときの感触です。そこで、利用者の身振り、手振りを認識してそれを画面の中に表示し、対象との相互作用を検出して、利用者の身体に力学的なフィードバックを与えれば、臨場感は更に向上すると考えられます。また、利用者の言語の理解や、視線、表情、身振り等の認識から意図、意志が抽出できれば、その結果を表現方法にフィードバックすることにより、知りたい情報をよりの確に伝えることが可能です。

以上述べたような利用者が真に主体となったヒューマン・インタフェースを実現するための要素技術として、私たちは、人物の動きを認識するための画像処理技術、仮想空間を利用するための表示画像の操作技術が重要と考え研究しています。

3 人物の動き検出技術

画像処理技術を用いて、利用者の状態、特に顔や視線の動きの検出、及び、手振りを認識する研究を行っています。

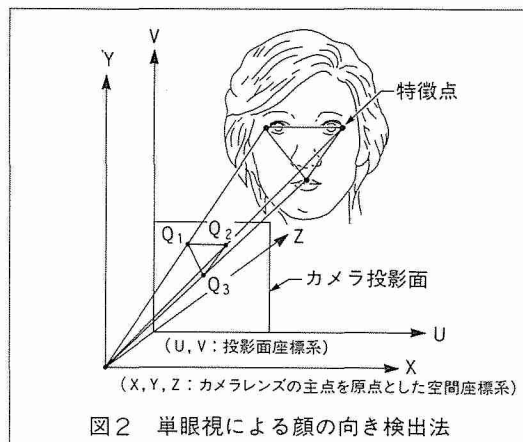


図2 単眼視による顔の向き検出法

(1) 顔の向き及び視線の検出

ここでは、簡単な画像処理により、顔の位置、方向を検出する手法として、1台のカメラ（単眼視）を用いた方法を紹介します[3]。本手法では、顔を3つの特徴点から成る三角形平面としてモデル化し、各辺の長さを予め測定し、既知情報とします。この3点をテレビカメラで撮影すると、投影面の三角形のかたちはモデルとは異なり歪んだものになります（図2）。この歪み量から3点の3次元位置を求めることができます。また、顔の向きは三角形の法線方向として求められます。顔の特徴点は将来的には、顔画像から自動的に抽出する予定ですが、現在は高速化を図るため、顔上にマーカを貼り、抽出処理を容易にしています。マーカには青色の点を使用し、クロマキーの手法によりこの部分を背景に対して強調

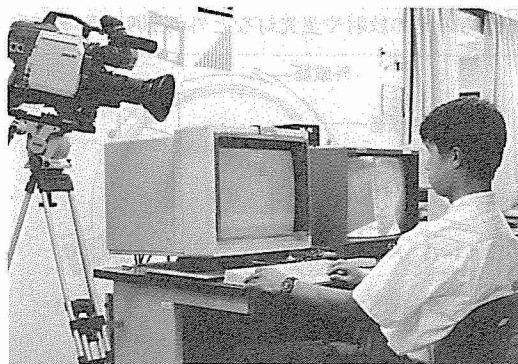


図3 顔の向きによる目標指示実験

します。この画像に対して2値化処理を行ない、特徴点の位置を検出します。

実験システムでは、10回／秒の速度で顔の向きを検出し、その方向のディスプレイ画面上にカーソルを表示することができます(図3)。このシステムを用い、カーソルを顔の向きで制御し、画面に提示された目標を顔の向きで指示する実験を行いました。その結果、顔の向きによる指示は、提示された目標が大きい場合には速く、操作性も良いことが分かってきました。今後、メニュー選択などへの応用を考えて行く予定です。

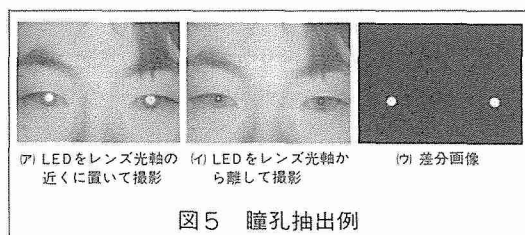
次に、頭に機器等を装着せずに非接触で視線を検出する方法について述べます。視線とは、図4に示す眼球の構造から眼球中心と瞳孔の中心を結ぶ線と考えられます〔4〕。また、眼球中心の動きは頭部骨格の動きとほぼ同じため、視線は頭部骨格の動きと眼球の回転運動の組合せで決まります。従って、視線検出は、これらの動きにより位置が変化する複数の特徴点を抽出すれば可能です。表1に主な特徴点と性質を示します。これらの特徴点の組合せで幾つかの視線検出方式が考えられますが、現在は、顔と瞳孔の位置を用いる方法と、瞳孔と角膜反射像の位置を用いる方法の2方式で検討を進めています〔5〕。

画像処理による視線検出の最初の課題は、カメラで捉えた画像から特徴点を安定に且つ高速に抽出することです。しかし、実際の室内では、ディスプレイからの光の放射や蛍光灯など外部照明の影響で利

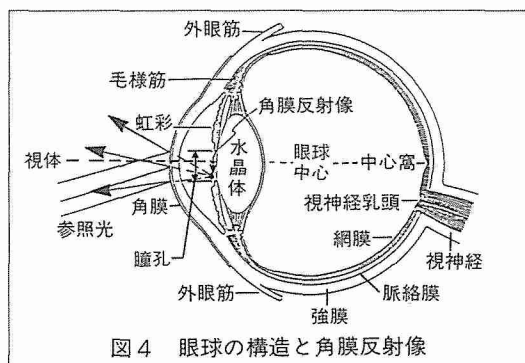
表1 視線検出のための特徴点

特徴点	主 な 性 質
角 膜 反 射 像	角膜で正反射した光が作る虚像、視線の動きにほぼ比例して動く、参照光が必要
黒 目	抽出は容易だが、輪郭がぼける、臉の影響を受け易い等の問題がある。
瞳 孔	虹彩の開口部、視線への変換が容易であるが、室内照明では抽出が難しい
顔 面	眼球中心位置への変換が可能、皮膚の動きの少ない点の抽出が課題

用者の照明条件は変化するため、常に安定な画像が得られるとは限りません。これを解決するため、人に知覚されない近赤外LEDを照明装置とした撮影方式を検討しています。瞳孔の抽出では、カメラレンズの光軸に対してLEDの位置を選ぶことにより瞳孔を虹彩より明るく撮影したり、暗く撮影したりすることができます。これらの画像の差分をとると、瞳孔の部分が背景から強調されます(図5)。この差分画像はS/Nが高いため、2値化処理が容易です。角膜反射像の抽出では、偏光化された光を照明に用いることにより、S/Nの高い2値画像が得られます。



このようにしてカメラの投影面で特徴点の位置が分かると、この結果は、適当な拘束条件と投影幾何学により特徴点の実空間上の位置に変換されます。顔と瞳孔を用いる方式の場合を例にとると、顔の位置と方向が分かると適当な定数を用いて眼球中心の位置が分かるので、これと瞳孔を結ぶ線として視線を得ることができます。ここで、ディスプレイに対するカメラの位置を既知とすると視線はディスプレイ上の視点に変換することができます。



(2) 手振りの認識

画像処理を用いて手の形状を認識する試みとしては、手話認識の分野で幾つかの先例があります〔6〕〔7〕。例えば、カメラで捉えた画像を予め決められた手の典型的なパターンと照合してその形状を幾つかに分類するようなアプローチ、人の体や顔に対する手の相対的な動きを検出、分類しその意味を理解するアプローチなどです。しかし、手の動きを前述のようなヒューマン・インタフェースに利用することを考えると、手話の場合とは異なり手の形状や動きに関する約束事は曖昧になります。つまり、最終的には利用者の無意識な手の動きからその意図を理解するようなことも必要になる訳です。従って、手の形状に関する情報は手話認識等の場合より多く必要と成ります。例えば、手の3次元的な形状認識も必要です。また、表示画面中の対象を指し示したり、更には対象をつかんで移動させたりするような場合には、画面に対する手や指の空間位置や方向を表示画像との相互作用が可能な程度に正確に検出することが必要になります。

一般に物体の3次元位置を検出するには、幾つかの方法が考えられます。例えば、物体が剛体で幾何学的特徴が与えられている場合には、この特徴を拘束条件として単眼視投影像から位置を検出することができます。先の顔の向き検出はこれに相当します。しかし、手の場合は形状が変化するため剛体として扱うことは出来ません。そこで、私たちは複数のカメラで捉えた手の輪郭像から手の形状および位置を3次元的に検出する手法について検討しています〔8〕。この検出は、以下の3段階のステップにより行われます。

- ① 設置条件が明らかな2台のカメラで、上肢を別々に撮影し輪郭像を得る。この輪郭像の線分に沿って凹凸箇所を特徴点として抽出し、これらの特徴点間を直線で近似する。このようにして、図6のように輪郭像を直線の集合として記述します。

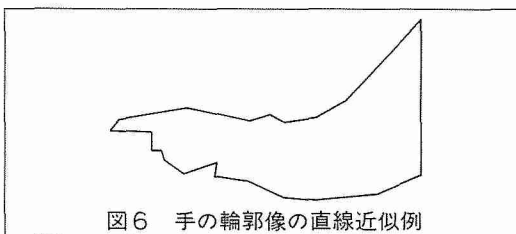


図6 手の輪郭像の直線近似例

- ② 上肢を上腕、前腕、掌、指などの接続によって構成される準剛体であるとし、各要素を図7に示すような楕円底面を持つ円錐体にモデル化する。このモデルを先の画像データと照合し矛盾の無いように変形する。

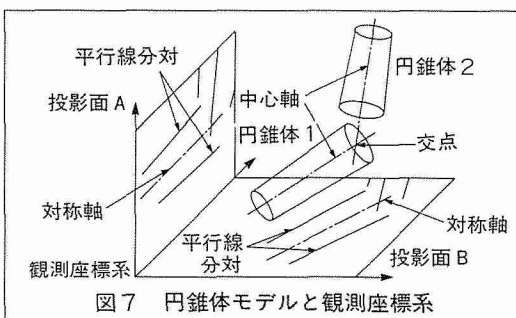


図7 円錐体モデルと観測座標系

- ③ モデル化された円錐体の3次元位置は、2台のカメラの各投影面における円錐体の中心軸の位置から三角測量の方法で求めることができます。この方法の特徴は、手の3次元形状の認識と位置の計測が同時にできること、輪郭像による画像解析であることから画質の影響が少なく撮影条件が厳しくないなどが挙げられます。現在、撮影された画像から輪郭像を抽出し、その輪郭線の凹凸の大きさに応じて直線近似を階層的に行い、直線リストとして記述する手法を明らかにしましたので、今後は円錐体モデルとの照合手法を確立していく予定です。

4 仮想空間の利用技術

仮想空間を利用するためには、この空間を構成する様々な視対象に働き掛けるための入力方法の開発、及び操作性の評価が必要です。入力方法には、前述の顔の向きや視線の検出、手振りの認識などを利用

する方法〔9〕、〔10〕の他入力装置を用いる方法もあります。以下では、主に立体視表示された仮想空間を入力装置を用いて操作する研究について紹介します。

人間が3次元空間を認識する際に利用している情報は、表2に示すように数多くありますが、認識のための各要因の関与度は視対象までの距離等によって異なります〔11〕。実際の会議の“場”では視対象は比較的近くに存在するため、これらの情報は総合的に利用されその空間が認識されと考えられます。従って、臨場感会議の“場”の生成に当たってはできるだけ多くの情報を取り入れて表示することが望まれます。しかし、実際にはディスプレイの制約などでこれらの条件を全て満たす表示方法は有りません。現在の実用化されている立体表示の手法は両眼視差を利用したものが中心です。

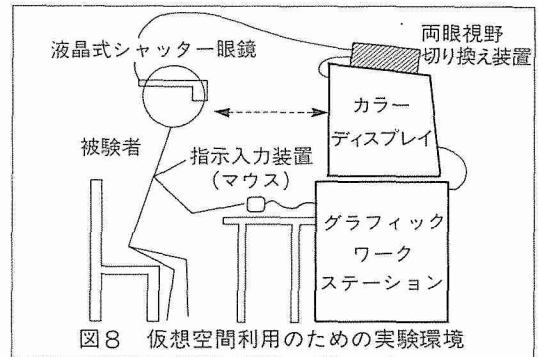
表2 3次元空間の認識に関与する主な要因

要 因	性 質	有 効 距 離	人工的 再現性
単眼視			
・調節機能	眼球内の水晶体レンズの焦点合わせ	2~3m以内	難
・透視変換	物体距離により網膜上にできる像の大きさの変化	500m以内	可能
・運動視差	観測者又は視対象が移動するときに生ずる像の動きの相互関係	200m以内	一部可能
・視 野	観測できる範囲の制限	50m [±]	難
両眼視			
・輻 輳	物体注視時の両眼のよせ	30m以内	一部可能
・視 差	両眼の網膜上にできる像の位置の差	100m以内	可能

この方法は、視差のある2つの画像を生成し、これを時分割など何らかの方法で、左右の眼に別々に提示するものです。なお、画像生成の際、輻輳や透視変換を正しく再現することが可能です。これだけでも臨場感はかなり向上しますので、仮想空間での作業は可能かも知れません。しかし、この方法では、眼の焦点はディスプレイ画面上に固定されるので眼の調節作用は働きません。また、表示装置の大きさ

による視野の制限もあります。従って、現実の世界を見た場合とはやや異なって感じられるため、作業に不都合が生ずることも懸念されます。このように、両眼視差を用いた立体視が3次元仮想空間での作業にどの程度有効かについては、未だ明らかになっていないため、これを調べています〔12〕。

図8は実験環境です。右眼、左眼用の画像がワークステーションでコンピュータグラフィックスにより高速で生成され、時分割でディスプレイに表示されます。この表示に同期して左右が交互に開閉する液晶シャッター式眼鏡を装着して観測すると表示が立体的に感じられます。



この装置を用いて画面操作の基本作業である目標にカーソルを合わせる指示操作実験を行っています。図9に示すように、原点から等距離にある各候補点の中からランダムに点を選択し、その位置に図9(a)の様な目標が認識できるように左右の画像に視差を付けて表示します。また、目標を指示するためのカーソルは指示入力装置に連動して仮想空間を動くように同様な手法で表示します。評価した指示方法を以下に示します。

- ① 従来の2次元マウスを用いボタンで指示操作面を切り換えてカーソルの3次元位置を制御する方法。
- ② 空間の位置を直接検出する磁気センサを用いてカーソルを制御する方法。

実験の結果、何れの方法でもカーソルで目標を正確に指示できることが分かりました。また、指示時

間は指示入力装置の自由度に大きく依存するため、仮想空間の操作には直接空間位置を指示できる3自由度のものが向いていると思われます。また、この場合、手を空間に保持する方法などが問題になることも明らかになりました。

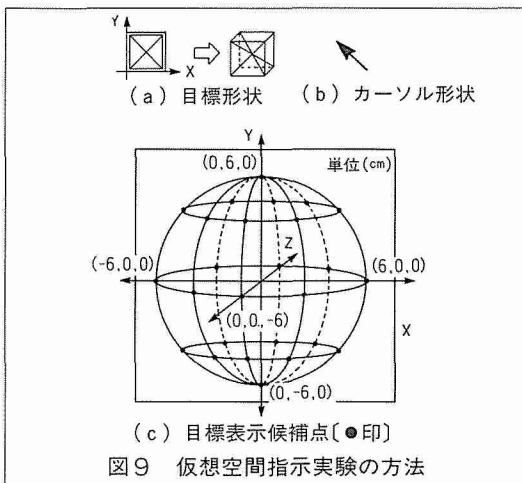


図9 仮想空間指示実験の方法

今後は、安定した3次元指示入力法の確立、表示画像との相互作用の結果を入力装置にフィードバックする方法の開発、更には、仮想空間での直接描画実験、都市の景観設計などをモデルした積木実験、頭部の動きを追跡しその位置から実際に見えるように画像を表示する運動視差モデル実験などを進めて行く予定です。

5 おわりに

以上、臨場感会議の構想とこれを長期的な目標として研究を進めている主に視覚的な分野のヒューマン・インタフェース技術について紹介しました。画像認識のインタフェースへの応用、仮想空間の利用、何れも夢多くまた発展性のある分野と考えますが、解決すべき課題は多く、その意味で研究はまだ緒についたばかりです。また、臨場感会議を進めるためには、本報告で紹介した以外の技術、例えば、3次元データベースの構築技術、コンピュータグラフィックス、言語の認識・理解技術、曖昧な情報から

人の意志を抽出する技術などが必要です。今後、これらの研究との協調を図って行く考えです。

参考文献

- [1] 館 暉：“テレグジスタンス”，日本ロボット学会誌，vol. 3, No.3, pp.295-300 (1986)
- [2] 田村 博編：“ヒューマン・インタフェース”，コロナ社(1987)
- [3] K. Ohmura, A. Tomono and Y. Kobayashi: “Method of detecting face direction using image processing for human interface”, proc. of SPIE, Visual Communication and Image Processing '88, vol.1001 (1988.11)
- [4] K. T. スペアー, S. W. レムクール共著／苧坂直行 他訳：“視覚の情報処理”，サイエンス社
- [5] 伴野、飯田、小林：“非接触視線検出のための特徴点抽出法”，信学技報, PRU88-73 (1988.11)
- [6] 末永、間瀬：“手の動きの映像処理による情報入力法の検討”，30回情報全大，pp.1249-1250
- [7] 田村、川崎：“手話動画認識システム”，情報研資，vol. 86, No. 59 (CV-44) (1986)
- [8] 栄籐、伴野、小林：“手振りの画像認識とヒューマンインタフェースへの応用”，人工知能学会研資，SIG-HICG-8802-3 (1988.10)
- [9] 栄籐、伴野、小林：“指の方向検出を用いたヒューマンインタフェース”，第4回ヒューマン・インタフェース・シンポジウム，No.2123 (1988.11)
- [10] 飯田、伴野、小林：“頭の動きを許容する視線検出装置”，テレビ学技報, IPA88-43 (1988.10)
- [11] 畑田豊彦：“疲れない立体ディスプレイを探る”，日経エレクトロニクス，No.444 (1988.4)
- [12] H. Takemura, A. Tomono and Y. Kobayashi: “AN EVALUATION OF 3-D OBJECT POINTING USING A FIELD SEQUENTIAL STEREOSCOPIC DISPLAY”, proc. Graphics Interface '88, pp.112-118

対話文の日英翻訳

ATR自動翻訳電話研究所

言語処理研究室

飯 田 仁

1 はじめに

自動翻訳電話の実現には、電話における会話の内容を認識する音声認識技術、日本語英語間の会話を翻訳する機械翻訳技術、電話の音声出力を作り出す音声合成技術、さらにそれらの間を融合化する音声言語統合化技術の4つの要素技術研究が不可欠です〔1〕。機械翻訳技術については、計算機の使用説明書や各種ドキュメントを対象として、機械翻訳のためのシステムが開発されつつあります。しかし、会話体の文を文書翻訳用のシステムを使って翻訳しても、内容を伝達するために十分な翻訳結果を得ることができません。なぜなら、従来の機械翻訳技術が対象としてきたものは、文章として正しく書かれた文であって、会話における話し言葉の文を対象にはしていないからです。

そこで、通訳を介した電話の会話の特徴と、個々の発話である話し言葉の特徴を探るため、電話会話の収集と分析を進めています〔2〕。話し言葉の文には、言い換えや言いよどみ、さらに冗長に繰り返される表現などが多数現れます。このため、計算機がその内容を理解し、翻訳することが非常に難しくなっています。話し言葉の翻訳技術を開発するに当たり、もう少し書き下された文に近い会話を対象に設定して、研究を進めることが望まれます。そこで、計算機端末を使って会話のやり取りをする端末間の対話翻訳システムの実現技術を明らかにすることを、当面の機械翻訳技術開発の課題に設定しました〔3〕。その実験システムを作成して、現在は通訳電話開発技術として使えるように、問題点の分析や改良を進めています〔4〕。

2 端末間の対話翻訳システム

収集・分析した端末間対話において多用されている言語的用法の特徴を図1にまとめてみます〔5〕。

図1の例1では、基本的には電話会話と同じように、何を、どこから、どこへというような重要な情報が欠落しています。対話においては、話し手も聞き手も対話の流れの中でそれらが何であるか分かって話を進めています。会話体の日本語の文を翻訳して英語で表現しようとする、省略部分を計算機が補完しなければなりません。例2は、相手に依頼するための表現や、丁寧な表現など会話体の文に多く出現する言い回しの例で、これらの表現は計算機マニュアルなどにはみられません。

例3は習慣化している表現の例で、字面通りの翻訳をしても、適切な表現にはなりません。

①既に述べた事項(旧情報)などの省略

例1: 対話者A「登録用紙は、もうお持ちでしょうか」

対話者B「いいえ、まだです、それでは、(登録用紙を)(そちらから)(こちらに)送ってください」

注) (): 省略部

②相手に行動や返事を求めたりする依頼などのための様々な表現

例2: 対話者A「登録用紙を送って下さい」

対話者B「それでは、ご住所をお聞かせ願えますか」

③社会・習慣的な固定表現

例3: 対話者A「締切りは、十二月二十五日までですので、お急ぎ下さい」

対話者B「はい、分かりました、どうもありがとうございます、宜しくお願いします」

対話者A「こちらこそ、宜しくお願いします」

図1 端末間対話における言語表現の主な特徴

その他にも、対話文の翻訳として扱わなければならない多くの特徴的な表現がありますが、図1の例に現れた特徴を中心に、対話文翻訳技術の説明をしていきます。

また、従来の機械翻訳システムは、解析、変換、生成という三種のモジュールから構成されることが一般的であります。これから紹介する対話文翻訳システムも同様のモジュール構成を取っているため、各モジュール毎に以下順次説明していきます。解析モジュールでは、文中の各語に関する文法的、かつ意味的な係わりを明らかにして、対話文がもつ伝達内容を計算機上に記述します。変換モジュールでは、翻訳する相手言語（英語）の世界にふさわしい伝達内容の記述に置き換えます。生成モジュールは、その記述から対話文として適切な相手言語の表現を作り出します。

3 対話における伝達内容の解析

端末間の対話でも自由な表現を扱わなければならないため、対話文を解析するための文法とその処理手法は、従来より高度な能力を必要とします。

従来の文法の代表的なものは、特定の語列を、文を構成する要素に基づいてまとめ上げるもので、書き換え規則と呼ばれています。その規則は、例えば名詞に格助詞（「ガ」や「ヲ」）が接続した名詞節¹⁾に関する構成要素を次のように記述して、右辺の項から左辺が構成されることと、同時に、右辺に現れる項の順番を表記します。

＜名詞節＞：＝＜名詞＞ ＜格助詞＞

（例：＜わたしは＞：＝＜わたし＞ ＜は＞）

このことは、語順が比較的自由的な日本語において、さらに会話体の語列であればなおさら、文法記述が

1)：複数の語から構成される文法的な要素を節と呼び、名詞を中心に作られるものを名詞節、動詞を中心に作られるものを動詞節と呼びます

大変になることを示しています。つまり、書き換え規則を使うと、その可能な語順に対応するすべての規則を書き上げてやらねばなりません。

そのような規則の増大を克服するために、従来とは別の文法が考えられました。それによると、文法規則は、基本的には語と語とが結合して新たな節を作るという単純なものだけになります。ある語が他の語とどの様に結合して、どの様な節を構成していくことができるかを各語に記しておく方法です。

それらを満たす文法として、単一化文法(unification based grammar)と呼ぶ新しい文法の理論が提唱されています。その中で、結合の条件を各語ごとに最も独立させて記述できる文法として、Pollardが提唱したHPSG(Head-driven Phrase Structure Grammar)という文法理論[6]があります。ATRでは、この方法が話し言葉の言語処理（日本語、英語などの多くの言語）にはとくに有効であると考えました。日本語の会話体の文に対して、文法規則や語の結合規則のあり方を研究し、その理論を具体的に適用することを行いました。

単一化文法は語と語の結合の規則を、それを構成する単位である「素性²⁾」に関する値を指定することによって記述します[7]。素性は大きく分けて、主要部、補語、意味から構成されます。たとえば、「申し込む」という語に関する記述は、図2に示すように、主要部の素性の値の一つとして品詞という素性とその値「V(動詞)」をとります。さらに、補語の値として、品詞が「P(助詞)」であり、かつ助詞に「ガ」をもつ名詞節とか、助詞に「ヲ」をもつ名詞節とかをとるというようにします。節や文が表

2)：事物を他と区別し特徴付ける性質は、属性とその値で記述できるが、さらにその値を同型の複数の性質で記述することを許して、新しい記述体系が定義できます。その体系において、属性を素性と呼び、事物の性質は素性と素性値との複数の組で記述します。

＜申し込む；
 [主要部、 [[品詞、 V].....]]
 [補語、 [主要部、 [[品詞、 P][助詞、 ガ]]
 [[品詞、 P][助詞、 ニ]]
 [[品詞、 P][助詞、 ヲ]]]]]
 [意味、 [[意味関係、 申し込む-1]
 [行為者、 ガ-名詞節の値]
 [空間的場所、 ニ-名詞節の値]
 [対象物、 ヲ-名詞節の値]]]]＞

図2 「申し込む」の語彙記述内容の概略

現する意味内容も素性を使って記述できます。

語の記述をこのようにすると、一般的な文法規則として、ある語(または節)と、ある語(または節)とが結合して新たに節をつくる条件を素性の一致に関する条件として記述することが可能になります。この一致とか矛盾とかという判断が、単一化という操作として明確に定義されています。端的には、同一素性の値が同じならば一致し、その値が異なれば矛盾します。さらに、片方だけで設定されている素性の値は新たな節に追加されていきます。

単一化操作を使って、入力文「わたし は 会議に 申し込み たい のです が」を解析する過程を簡略化して図3に示します。語と語とのつながりを可能とする条件は、補語の素性に記されています。

文が動詞節から構成されるとみなして、まず動詞節のまとめ上げを行います。例として、助動詞の「たい」をみてみますと、補語に「品詞：動詞」と書いてあります。これは、「たい」は動詞につなげてよいことを意味します。また、「のです」、「が」の補語は「品詞：動詞節」と書いてありますから、これらは動詞節につなげてよいことを意味します。したがって、これらはすべて前の動詞「申し込む」につなげることができ、順次に全部が結合できることになります。図3の動詞補語の素性は、動詞節が確定していく際に、同一内容のまま受け継がれていきます。その単一化の結果、それぞれの固有の意味内容から話し手のニュアンスなどを表現した補助表現を含む動詞節「申し込みたいのですが」の意味内容が確定します。意味の素性には、願望とか緩和などのニュアンスを表す内容(図1の第2例)が蓄積されていきます。

さらに、「会議(名詞)」と「に(助詞)」との単一化操作により名詞節(「会議に」)が確定すると、この名詞節と、さきの動詞節「申し込みたいのですが」とが単一化し、「会議に申し込みたいのですが」という大きな動詞節を作ります。そして、さらに名詞節(「わ

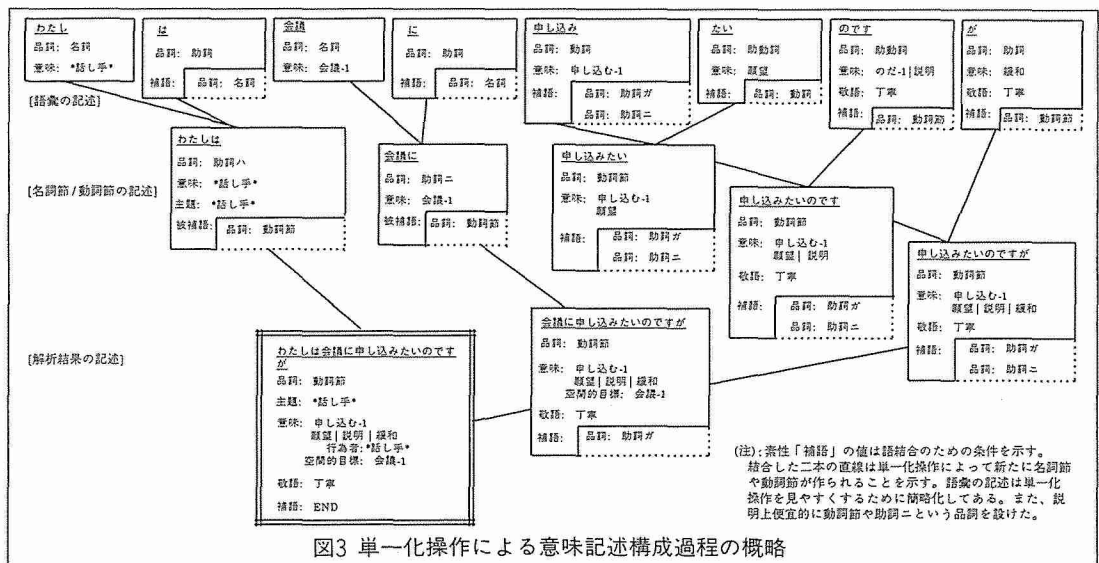


図3 単一化操作による意味記述構成過程の概略

たしは)が構成されれば、その動詞節との単一化操作を繰り返し、最終的に文としてまとまった動詞節ができあがり、解析を終了します。そして、文全体の意味内容が自動的に構成されることになります。

この解析法によると、主語が省略された文に対しても、素性の項を手掛かりとして、その内容の推定を行うことができます。例えば、「会議に申し込みたいのですが」という入力に対しては、助詞がをとる名詞節が満たされないまま、解析を終了します。そして、話し手が行為者であることを推定します。

以上が、新しく実現した単一化操作を使った文解析手法の概要ですが、高速性やメモリ使用量を考慮して具体化を進めています。

4 相手言語にふさわしい解析内容の表現と変換

文解析の結果得られる文の意味内容は、「命題内容」を記述しているものと、「意図内容」を記述しているものとに区別して、その後の処理を進めていきます。

図3の例文に従って説明します。解析結果の記述に示されるように、解析結果の意味内容は、動詞「申し込む」とその行為者、および「会議」との意味的な関係（空間的目標など）を内容にもつ語義「申し込む-1」³⁾、それと願望とか緩和などのニュアンス的な内容とから作られます。前者を命題内容と呼び、後者を意図内容と呼ぶことにします。

命題内容とは、例えば客観的な事実である命題「私が会議に申し込む」についてだけ言及した意味内容です⁴⁾。それに対し、「申し込みたいのですが」とか、「申し込みできますか」となどという表現には話し手の意図が盛り込まれます。

さて、命題内容は、言語が違っても、動詞の意味する内容や、主語や目的語との関係が異なります。このため、日本語と英語との間の変換辞書を使って、命題内容の変換を行います。これには従来から使わ

れている動詞と名詞との格関係⁵⁾の日英対応辞書や日英対応用語辞書を用います。例えば、動詞の「申し込む-1」に対して、「make (a registration)」が対応することがわかります。この場合、日英対応辞書によりそれぞれの格関係の要素も関係付けられます。

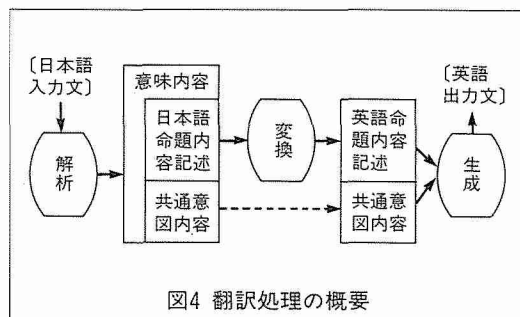


図4 翻訳処理の概要

一方、意図内容は、言語によって内容があまり変わらないと見なせるので、変換の対象とはせず、次節の文生成過程でこれを加味することとします。命題内容を英語で表すと、

I make a registration for the conference.

となります。それに対し、意図内容(ニュアンス)を加味しますと、

I would like to make a registration for the conference.

とか、

Can I make a registration for the conference?
というようにすることができます。

したがって、翻訳全体の処理は、図4に示すように命題内容の記述だけを変換処理します。

ただし、意図内容は、現在、言語間で共通のものと捕らえていますが、日英言語間で文化・社会的に微³⁾：「申し込む」には「出願する」、「提議する」、「予約する」などの複数の語義があり、この場合は第一の語義が選ばれています。

⁴⁾：断言するなどの意図を無視して考えておきます。

⁵⁾：動詞が表す動作に対する行為者、対象物、道具、場所などの関係を表すもの。

妙な差がありますから、翻訳実験を通して、この仮定の適切性や問題点を検討することになっています。

5 相手言語による対話文の生成

最終段階では、相手言語である英語で対話文が生成されます。例えば、図3の例文に対し、変換の結果は、行為者が話し手で、空間的目標が英語における会議の語義に相当する‘conference’で記述された意味内容になっています。そこで、それぞれを‘I’と‘the conference’で表現できるようにします。さらに、「申し込む-1」という動詞の語義が‘make-a-registration’という語義に対応することが変換辞書により分かっていますから、命題内容の荒い生成の結果として、「I make-a-registration for the conference」という文を作り出します。ただし、この場合の動詞語義に対して、空間的目標は前置詞‘for’をとることが辞書に指定されているので、それに従ってconferenceの前置詞を決めます。

命題内容において格関係にある対象は、名詞句や副詞句などの形態をとりますから、それぞれの対象を構成する規則を適用して、語の記述を決めていきます。

解析の結果をそのまま受け継いだ意図の表現に対しては、英語表現を対応付けて、前記の命題内容の記述と融合させた記述を作り出します。図3の例文「……参加したいのですが」についてみると、意図の表現として、願望、説明、緩和、そして丁寧な口調であることから、‘would-like-to’という補助動詞相当句が選ばれます。

意図の表現の記述によっては、疑問形や命令形の文型で記述したり、さらには日本語の解析結果における丁寧さの素性値を使って丁寧な質問文を作り出すこともあります。

ここまでで、どの語を使って、どのような形の文を作り出せば良いかが分かってきます。そこで、文法的に正しい文にするために、さらに各語句のつ

ながりから、適切な語の活用をした語列にするための仕上げが施されます。

6 実験例

対話文日英翻訳の簡単な実験システムを作成し、今後の研究に役立てています。システムは、LISP言語で書かれ、現在ワークステーション上で実現しています。

日本語の対話文を英語に翻訳した例の一部を図5に示します。これまで述べたもの以外の主な処理内容を次に列挙します。

①冠詞の確定：

冠詞の確定は人間でも難しい問題ですが、対話の内容中で確定されているもの(特定の会議など)に対しては、定冠詞を付け、その他は不定冠詞を付けるなどの便宜的な方法をとっています。

②社会的な慣用句の生成：

第3文については、現時点では、熟語的に扱い、その意味を十分解析することはしていません。図1の第3例に示した慣用句なども熟語的に扱って、それに相当する相手言語の句を割当てます。このような扱いは、実用的なシステムを考えると、より実際的な方法とも考えられます。なぜなら、人間の対話においておうむ返しの返答や挨拶も多くみられるからです。

ところで、第5文では、主題となっている語「登録用紙」を省略することが可能です。しかし、主題となっているこのような語は、一定の話題の中で一様に省略されるので、主題の情報を使った省略の補完方法を確立する必要があります。

7 むすび

電話会話の翻訳を目指し、当面の目標として設定した対話文の日英翻訳について述べました。対話文における言語的な単位の設定などについて、処理時間を短縮するという効果も考慮して、今後十分検討

していく予定です。それと並行して、発話がもつ意味を十分把握する研究も進めていかねばなりません。例えば、丁寧な表現が話し相手との関係でどのように決っていくかを計算機で処理する研究〔8〕や、もっと正確に意図の表現がもつ意味を捕らえる方法の研究〔9〕、〔10〕などがその例です。

さらに、音声による入力を実現するためには、例えば文節音声認識モジュールからの出力である、複数の文節列を入力として扱わなければなりません。このことは、文節候補が飛躍的に多くなることを示しています。そこで、各文節ごとに候補の数を絞るための技法の開発や、複数の文節候補を入力として受け付ける解析手法の開発も進めています。

参考文献

- 〔1〕 樽松：「自動翻訳電話の研究動向」電子情報通信学会誌、Vol.71, No.8, pp.803-805 (1988.8)
- 〔2〕 相沢：「通訳を介した日英会話の収集と分析」ATRジャーナル第2号 (1987秋)
- 〔3〕 飯田：「異言語間対話を目指す端末間通訳モデル」認知科学の発展 (日本認知科学会編)，講談社 (1988.12)
- 〔4〕 飯田、小暮、野垣内、有田、相沢：「端末間対話通訳の実験システム構成」情報処理学会第36回全国大会 (1988.3)
- 〔5〕 飯田：「自然言語対話の言語運用特性と対話処理の研究課題」人工知能学会誌、Vol.3, No.4 (1988.7)
- 〔6〕 C. Pollard & I. Sag：「An Information-Based Syntax and Semantics」, CSLI Lecture Notes, Stanford University (1987)
- 〔7〕 吉本、小暮：「日本語端末間対話解析のための句構造文法」情報処理学会第37回全国大会 (1988.9)
- 〔8〕 Maeda, Kato, Kogure, Iida：「Parsing Japanese Honorifics in Unification-Based Grammar」, The 26th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (1988.6)
- 〔9〕 Kogure, Iida, Yoshimoto, Maeda, Kume, Kato：「A method of Analyzing Japanese Speech Act Types」, the 2nd International Conference on Theoretical and Methodological Issues in Machine Translation of Natural Language (1988.6)
- 〔10〕 小暮：「解析過程の制御を考慮した句構造文法解析機構」電子情報通信学会技術研究報告 NLC88-10 (1988.10)

〔日本語の対話文〕

1. 会議に申し込みたいのですが？
2. 登録用紙は、すでにお持ちでしょうか？
3. いいえ。まだです。
4. わかりました。
5. それでは、こちらから、登録用紙をお送りいたします。

〔英語の翻訳例〕

1. I would like to make a registration for the conference.
2. Do you already have a registration form ?
3. No, not yet.
4. I see.
5. Then I will send you a registration form.

図5 端末間対話の日本語の翻訳例の一部

ニューラルネットワークを用いた手書き文字認識

ATR 視聴覚機構研究所
視覚研究室

横 澤 一 彦
森 吉 弘

1 はじめに

郵便番号読取り装置は、文字認識システムとして最もよく知られ、利用されています。更に最近では、パソコンを用いた文字認識システムが製品化され、一般の人々でも手軽に利用できるようになっています。これらの認識システムは、これまでの文字認識研究の成果によるものです。しかしながら、印刷文字ならともかく、変形に富んだ手書き文字に対して高い認識率をあげることは、どのような認識システムを用いても現在のところ依然として困難です。

いうまでもなく、高認識率が得られる文字認識機械が実現できたならば、人間と機械のもっと自由なコミュニケーションが生れると思います。そのためには、どんな変形文字でも人間の判定基準に近い判断が下せなければなりません。しかしながら、すべての変形を予測し、それに対処しておくことは事実上不可能です。なぜなら、たとえば認識対象パターンが 32×32 画素の2値パターンとすると、 2^{1024} 種類という天文学的数のパターンに対して、それが何という文字であるのか、または文字でないのかを決めておく必要があるからです。

そこで、できるだけ大量の文字データを使い、変形に不変な特徴を抽出し、人間の判定基準に沿った識別ができる認識アルゴリズムを開発しなければなりません。これまでの一般的な文字認識研究では、この変形に不変な特徴の探索や、人間の判定基準に沿う識別関数の探索は研究者の発見的な手法（すなわち、経験的知識に基づく勘）に頼ってきました。従って、研究の積み上げが非常に難しかった訳です。

ところが、逆伝播学習則という階層型ニューラルネットワーク（神経回路網モデル）に対する学習ア

ルゴリズムが発見された結果、変形に不変な特徴や、人間の判定基準に沿う識別関数を、ネットワークの学習を通じて探索することができるようになりました。従って、学習が進めば、認識能力が飛躍的に向上する可能性があります。そこで視覚研究室では、手書き文字を認識させる階層型ニューラルネットワークの研究を進めています。

2 類似漢字認識

漢字は、階層的な構造を持ち、形状類似文字も多いので、階層型ネットワークのパターン認識能力を検証する為には格好の対象です。そこでまず、形状類似漢字を認識するネットワークについて紹介します。

入力層、中間層、出力層の3層からなるネットワークを用い、ネットワークへの入力情報や中間層のユニット数などを変化させた実験を行ないました。認識対象としたのは、例えば論、輸、輪、論の4文字で、文字サンプルとして通産省電子技術総合研究所によって作成された手書き文字データベース(ETL9)を用いました。使用した手書き文字の一部を図1に示します。



図1 識別対象とした手書き文字の例

説明を簡単にするため、図2のような、入力層8×8個、中間層2個、出力層4個のユニットからなるネットワークの例を示します。入力層には、64×63画素の2値パターンを8×8画素で平均化した8×8多値パターンを入力情報とします。出力層の各ユニットは、論、輸、輪、論の4文字それぞれに当てます。学習パターンとしては、各文字100パターンの計400パターンを用いました。

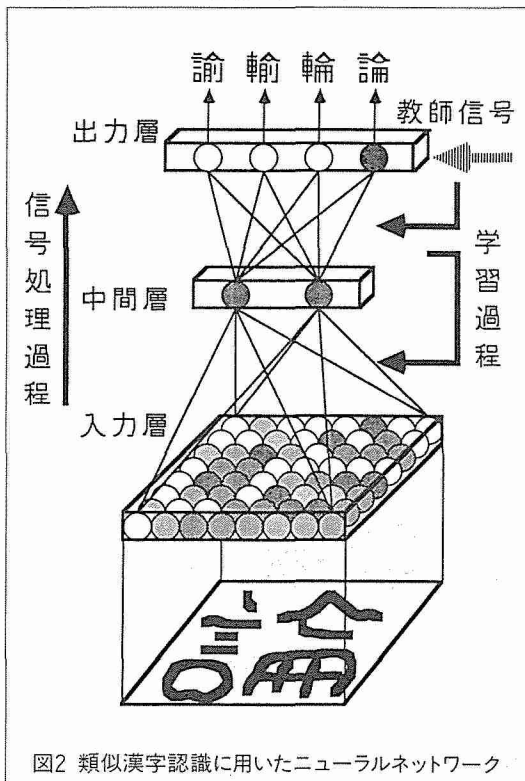


図2 類似漢字認識に用いたニューラルネットワーク

逆伝播学習則は、学習段階で常に局所的な極小値に陥る可能性があり、それを防ぎ効率よく学習を進める為に幾らかの工夫が必要です。通常は、重み係数の変更量を変えてそれに対処します。それに加えて、学習パターン数を徐々に増加させ、その時々には誤差総和を計測して過剰学習を防ぎ、認識率の低いカテゴリに対してのみ学習回数を増加させました。

学習の結果、このネットワークは学習パターンに対しては95%、未知パターンに対しては81%の認識

率を得ました。この認識率は、同じ特徴を基に、標準パターンを作成し、標準パターンとの単純類似度によって識別した認識率より、学習パターンと未知パターン双方に対して高くなりました。

更に、入力パターンに対する、学習し終ったネットワークの中間層の各ユニットの振舞いを調べた結果、中間層の2つのユニットがそれぞれ偏と旁を担当していることが分かりました。すなわち、中間層の一方は旁にかかわらず言偏と車偏を識別しました。中間層のもう一方は旁に対して同様の機能を果していました。これは、認識対象とした4文字が、2種類の偏と2種類の旁から構成されていますので、中間層2個の場合はそれぞれが機能分化し、偏と旁という構造を学習したことになります。それを確認するため、2つの偏共通平均パターン（論論と輸輸）の差分パターン（各画素毎に減算して得たパターン）と、偏を担当している中間層のユニットと入力層の各ユニット間の重み係数との相関係数を求めたところ、0.79という比較的高い相関が得られました。同様に、2つの旁共通平均パターン（論輸と輪論）の差分パターンと、旁を担当している中間層のユニットと入力層の各ユニット間の重み係数との相関係数を求めたところ、0.71という相関係数が得られました。このようにして、ネットワークが偏と旁という構造を学習したことを定量的に確認できました。このような結果は、認識対象文字集合を詰、結、紹、詔や渴、掲、湯、揚に変えても同様でした。

中間層のユニットが8個の場合には、学習パターンに対して99%、未知パターンに対して82%の認識率が得られました。中間層のユニットが2個の場合に比べ、学習パターンに対する認識率が向上したのは、中間層のユニット数が増えるにつれて、学習パターン中の変形の大きなパターンに対応する認識能力が備わるためと考えられます。

入力として、8×8多値パターンではなく、局所方向寄与度密度特徴を用いた場合、更に高い認識率

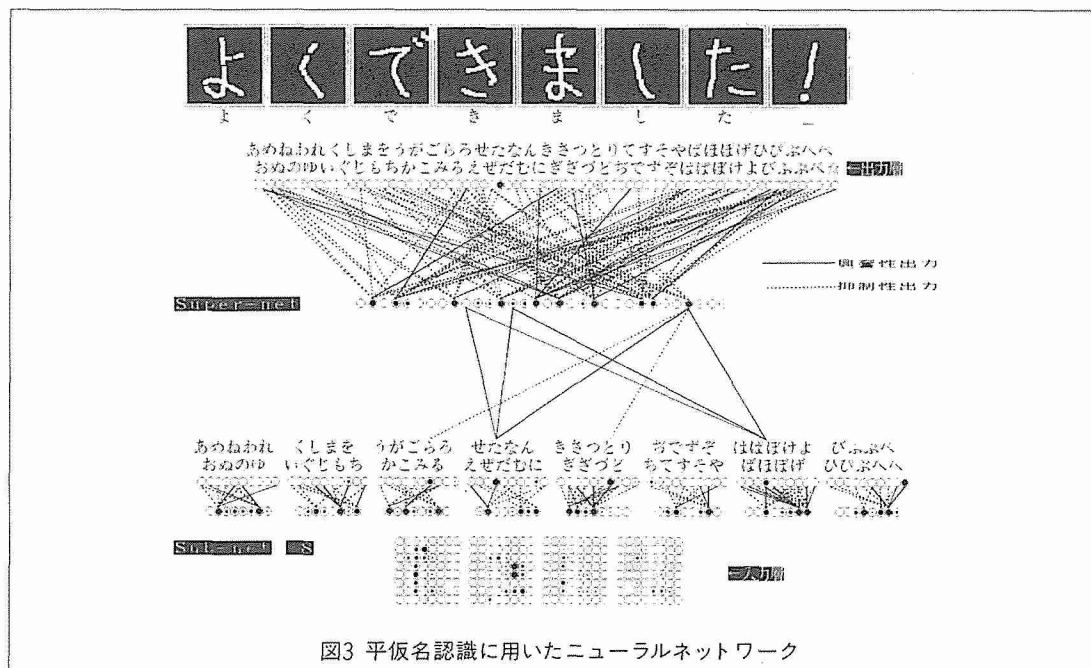
が得られました。ここで局所方向寄与度密度特徴というのは、 64×63 画素の2値パターンを 8×8 画素に分割し、その分割領域の縦、横、左上がり、右上がりの4方向成分を抽出した256次元の特徴のことで、輸、論、輪、論の4文字の識別に関して中間層のユニットが2個の場合、学習パターン99%、未知パターン85%の認識率を得ました。

ここで紹介したニューラルネットワークは四つの類似漢字を識別対象とするものであり、従来の文字認識法で大分類した後に、このような類似漢字識別ネットワークで詳細認識させれば、実用上かなり有効であると思います。しかしながら、このネットワークの対象とする4文字以外の文字に対しては、それらを学習していないのですから、認識結果が不定となります。それを回避するためには、出力層にユニットをもう1つ加え、それを4文字以外を入力パターンに反応させるユニット（その他セル）として学習させることが有効であることが分りました。

3 平仮名認識

類似漢字認識ネットワークの研究によって、ニューラルネットワークが文字認識に有望であることが分りました。同時に、ネットワーク規模を単純に拡大しただけでは極端に学習速度が遅くなるため、多数の文字を認識させるネットワークを効率よく学習させることができないことも分りました。

そこで、多字種を認識させるために、小規模ネットワークの階層化を検討し、それを平仮名認識に適用してみました。小規模なネットワークならば比較的簡単に学習させることができますし、認識対象の拡張も容易です。すなわち、複数の小規模ネットワーク（サブネット）の出力を入力情報とする更に上位のネットワーク（スーパーネット）を構成することにより、多数の文字を識別できるようにしました。サブネットとスーパーネットは、それぞれ3層のニューラルネットワークであり、逆伝播学習則によって学習させます。図3に、このような階層型ネットワーク構成を示します。



1個のスーパーネットと8個のサブネットで構成される階層型ニューラルネットワークによって、一般に文字変形が大きく、高い認識率をあげることが困難な文字集合である手書き平仮名71字種の認識を試みました。従って、サブネットは9文字の認識を担当することになります。スーパーネットとサブネットの出力層には、それぞれ“その他セル”を持たせました。サブネットへの入力特徴は、256次元の局所方向寄与度密度特徴を用いました。

その結果、学習パターンに対して98.6%、未知パターンに対して83.0%の認識率が得られました。ここで用いたのと同じ特徴を基に、標準パターンを作成し、その標準パターンとの単純類似度によって識別する従来の方法を試みたところ、74.0%の認識率しか得られませんでした。この認識率を、ここで構成した階層型ネットワークを用いたときの認識率83.0%と比較すると9%の認識率の向上が分ります。このような結果などから、更に認識対象を拡大した場合でも同じようなネットワーク構造で対処できる見通しが得られました。

4 おわりに

ニューラルネットワークの1つの有望な応用分野として、当研究室で現在進めている手書き文字認識研究について紹介しました。特に、これまでの手書き文字認識研究で難しいとされていた、類似漢字認識や平仮名認識を試みた結果、比較的高い認識率を得ることができました。

ニューラルネットワークを用いた文字認識法が実用上有効であるためには、我々が日常使用している約2000から3000文字が認識できるネットワークを構成し、従来の認識法よりも高認識率を達成する必要があります。今後、そのような多字種を認識できるニューラルネットワークの構築へ研究を発展させて行く予定です。

用語解説

*逆伝播学習則 (Back Propagation Network Learning Algorithm)

多層ニューラルネットワークの学習則。入力層へある信号を入れたとき、実際の出力が目標値になるようにユニット間の重み係数を変える方法。出力層の誤差を、信号伝播の方向とは逆に伝播していき、すべての重み係数の変化に使うのが特徴。

参考文献

- [1] D. E. Rumelhart and J. L. McClelland :
“Parallel Distributed Processing”, Volume
1 & 2, MIT Press, Cambridge, MA, (1986)
- [2] 森、横澤、梅田 : 「PDPモデルの類似漢字識別
への応用」 信全大, D-436, (1988.03)
- [3] 森、横澤、梅田 : 「PDPモデルのよる手書き漢
字認識」 信学技報, MBE87-156, pp.407-414,
(1988.03)
- [4] Y. Mori and K. Yokosawa : “Neural Net
works that Learn to Discriminate Similar
Kanji Characters”, IEEE Conference on
Neural Information Processing Systems,
(1988.11)
- [5] 森 : 「大規模ニューラルネットワークの構築に
向けて」 信学技報, PRU88-59, pp.87-94,
(1988.09)
- [6] 横澤 : 「文字・図形認識への応用」 信学会ニュー
ラルネットワークとその応用専門講習会講
演論文集, pp.53-65, (1988.09)

アクティブアレーアンテナ

ATR光電波通信研究所
無線通信第一研究室

岩 崎 久 雄

1 はじめに

自動車、船舶、飛行機などの移動体には、通信のほか、自分の位置を知ることのできる測位、衝突防止といったさまざまな機能・サービスが導入されようとしています。このような機能やサービスに対応するには、所望の方向にビームを向ける（ビーム走査）、利用する形態に応じ放射するアンテナの指向性を変える（ビーム形成）など、従来にない高い能力をもつアンテナの実現が望まれます。更に、このようなアンテナは、移動体に適合した形状をしていることも重要な要件です。また、サービスごとに、異なる周波数や帯域幅に応じて、別々のアンテナを用いるのではなく、一つのアンテナで対応できることが理想です。

ATR光電波通信研究所では、このような高い能力をもったアンテナとして、増幅器などのアクティブ素子（*1）を接続したアンテナ素子を複数配列し、これらの素子を個々に制御することで、より高度な機能を実現するアクティブアレーアンテナ（*2）が最も有望であると考え、移動体用アクティブアレーアンテナの研究を行っています。ここでは、このようなアンテナの実現に必要なアレーアンテナのビーム形成技術を中心に、この研究を効率的に進めるための高精度な近傍電磁界測定、および知識データベースを用いたアンテナ設計支援システムに関する研究の概要について紹介します。

*1 アクティブ素子とは、増幅や変換等の能動的な機能を有する素子。

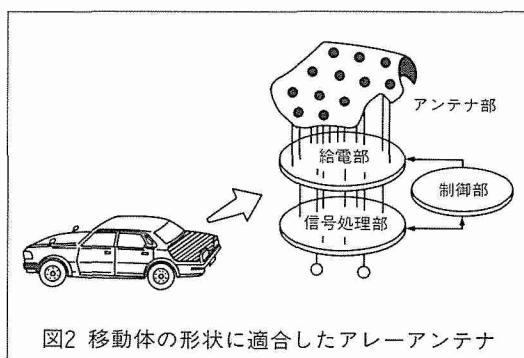
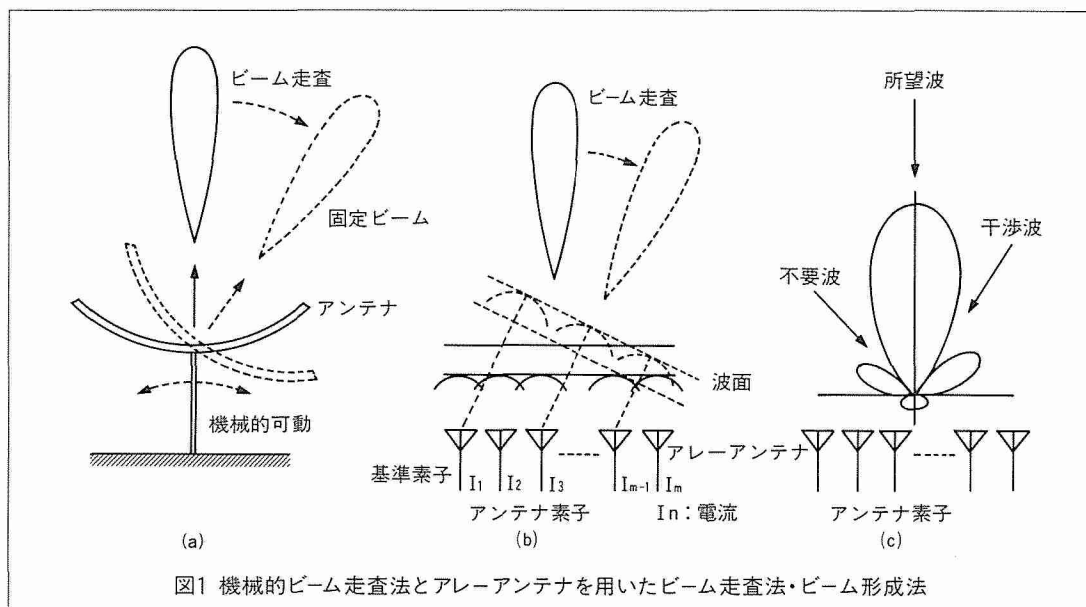
*2 アレーアンテナとは、複数の放射素子を配列してできたアンテナであって、その配列方法や励振の仕方によって、単一の放射素子にはない機能を実現できる。

2 高機能移動体用アレーアンテナ

所望の方向にビームを向けるには、図1（a）に示す固定ビームを放射するアンテナ自体を機械的に動かす方法がありますが、アレーアンテナでは、図1（b）に示すように、原理的に基準のアンテナ素子から放射される電波に対し、各アンテナ素子から放射される電波を、進めるかまたは遅らせる（各素子に流れる電流の位相を変える）ことで、電子的に所望の方向の感度を高めるビーム走査が行えます。更に、位相だけでなく振幅も同時に制御することで図1（c）に示すように、干渉波などの不要波の方向に対し感度をなくしたり、また、所望の角度以外の放射レベルを低く抑えるようなビーム形成ができます。しかしながら、アンテナからの放射ビームはアンテナ素子の配列のしかたとアンテナの形状に大きく依存します。

移動体の形状に適合したアレーアンテナを実現するには、図2のような複雑な曲面上に配列されたアレーアンテナであっても、目的とするビーム形状を得られるように、アンテナ素子間やアンテナ素子と移動体との相互干渉を考慮し、振幅と位相を制御しなければなりません。

このような困難な課題を克服するため、第一段階として、半球面上にアンテナ素子が配列されたアクティブアレーアンテナのビーム形成方法の研究を進めています〔1〕。半球面配列アレーアンテナでは、平面アレーと異なりビーム方向に応じて放射や受信に寄与しない素子が生じてくる問題があり、移相器などを用いた従来の振幅・位相の制御方法ではビーム形成ができなくなります。このような球面アレーアンテナを実現するには、新しいビーム形成技術



が重要となります。そこで、放射に寄与する素子の信号のみを用いて、高速・高精度なビーム走査と最適なビーム形成を実現するため、デジタルビーム形成に関する検討を行っています。また、このような機能を移動体上で実現するには、アンテナ素子のみならず給電部と信号処理・制御部の小型化・一体化を図り、移動体での使用を可能とするように構成しなければなりません。

高周波部については、(1)技術の進歩が著しいモノリシックマイクロ波集積回路技術〔2〕を用いGa-As等の誘電率の高い基板に給電回路素子を集積化すること、また(2)マイクロストリップアンテナ〔*3〕

を電磁結合方式で給電することにより多層化を図ること、等で薄型・小型化が実現できると考えています。現在、この電磁結合方式を用いて、アンテナを立体的に構成し、送信アンテナと受信アンテナの一体化を図った2周波共用アンテナの研究を進めています〔3〕。

上に述べたアンテナのビーム走査・形成機能は、アンテナ素子の振幅と位相を別々に、また、それをアンテナ素子ごとに制御するものですが、同時にすべてのアンテナ素子の振幅と位相を制御する方法も考えられます。光信号伝送・信号処理を用いてこれらを制御する方法は、有力な候補です。光伝送、光信号処理では、高速で広帯域な信号を取り扱うことができ、回路そのものの小型・軽量化も可能です。また、給電回路素子間の干渉や相互結合、また外来からの電磁的な干渉に対する非干性に優れているという利点もあります。そこで、アンテナの給電系に光制御技術を用いることについて検討を進めています。

*3 マイクロストリップアンテナとは、誘電体基板の片面上に形成した方形や円形状の薄膜導体からなるアンテナ。

3 高精度電磁界測定技術

曲面に配列されたアンテナを用いビームの走査と形成を行うためには、前述のような各アンテナ素子ごとの給電電流の振幅と位相の高精度な制御が必要です。しかし、アクティブアレーアンテナでは、アンテナ素子間の干渉のみならずアンテナ素子とアクティブ素子間の干渉やアンテナが取り付けられた移動体が、アンテナの特性に影響を与えます。このため、アクティブアレーアンテナの設計と評価に際して、放射指向性などのアンテナ特性に加えて、個々のアンテナ素子の状態を知ることが要求されます。

近傍電磁界測定法は、測定環境をコントロールした電波暗室内において、アンテナ近傍の電界をプローブで測定し、その測定値に厳密な電磁界理論に基づいた計算機処理を行うことで、アンテナの遠方における放射指向性だけでなく、アレーを構成するアンテナ素子ごとの電流を高精度に求める測定法です。図3に示すように、アンテナを取りつけた移動体を囲む球面上の電界を測定することで、全方向における放射指向性と同時にアンテナ素子の電流と移動体などがアンテナの特性に与える影響が明らかになります。また、この測定法で得られた値と設計値とを比較検討することによって、問題点の把握とその対処法が容易になります。このように、この測定法は広角及び高速ビーム走査機能などをもつ移動体用アレーアンテナの測定と評価に適した方法であります。

この測定法では、球面上の電界（振幅と位相）を

使用周波数における波長の1/2ごとの間隔で測定します。このとき波長の数十分の1の精度で、測定点のプローブの位置を制御することが要求されます。例えば、周波数10 GHzで直径が1mの球面の測定を考えると、要求される位置精度は数十 μm となり全データ数は約4万となります。このような μm オーダーでのプローブの位置制御と膨大な数のデータを収集するために、測定装置の導入・整備を図り、プローブの位置を高精度に制御するソフトウェアと自動データ収集ソフトウェアを開発してきました。また、球面上の測定値から、アンテナの遠方における放射指向性とアンテナ素子上の電流を、プローブの指向性の影響も考慮して、厳密に求めるための解析式の導出とプログラムの開発を行っています。更に、この測定法で求められるアンテナ特性の精度と球面上でのプローブの位置精度等との関係を、解析的に明らかにするための研究に取り組んでいます。

新しい研究所の電波暗室に、移動体の影響をも含めたアンテナ特性測定と評価を行うために、球面走査型の近傍電磁界測定装置を導入します。この電波暗室のクワイアットゾーン（QZ）と呼ばれる最も理想的な測定領域の大きさは、直径4mの球状の内部であり、電波の送信部と受信部の2ヵ所に設けられています。この電波暗室において、使用周波数が低いアンテナ素子数が少ない場合には、遠方電磁界測定も行えます。

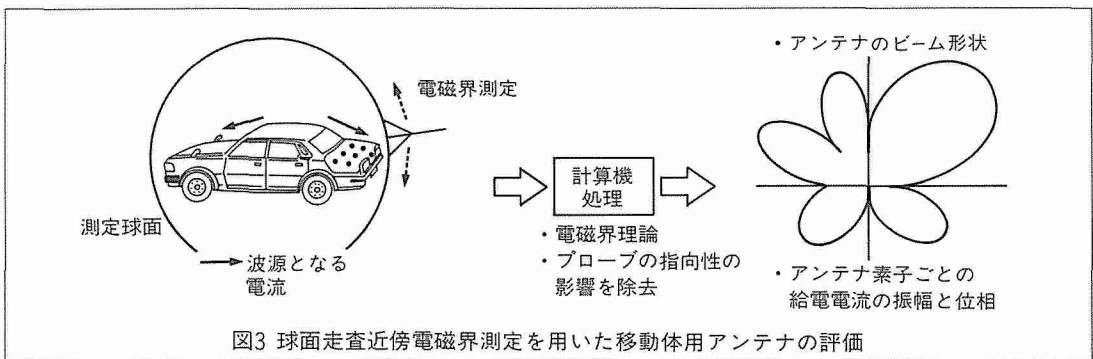


図3 球面走査近傍電磁界測定を用いた移動体用アンテナの評価

4 アンテナ設計支援システム

高度な機能が付加されたアンテナを設計するには、単に、解析プログラムを用いるのみでなく、多くの文献に記載されている様々なアンテナの特性、設計法、用途等の知識と専門家のもつ経験則などアンテナに関する知識からなる知識データベースと適用領域や計算精度などが明確な体系化された解析プログラムを、対話的に使用できる環境が望まれます。

このような環境を実現するものとして、(1)各種アンテナに関するデータベースの検索、(2)対話的な、アンテナ形状の生成、形状に応じた解析手法の選択、解析プログラムに適した入力データの生成、(3)設計者が要求する計算結果の図表示、等が行なえる設計支援システムの構築を考えています(図4参照)。これを実現するため、手始めに理論が明確で解析手法と実験結果が数多く報告されている線状アンテナを対象として、研究に着手しました。検索が容易である知識の表現法、アンテナ形状と給電方法に応じた解析法の体系化、効率的な解析を行うための入力データの生成法、得られた解析結果の図表示方法に関する研究を進めています[4]。

今後、この研究をアクティブアレーアンテナなどのより高機能なアンテナに適用発展させていき、前項の研究成果などが容易に使えようシステムを作り上げていきたいと考えています。

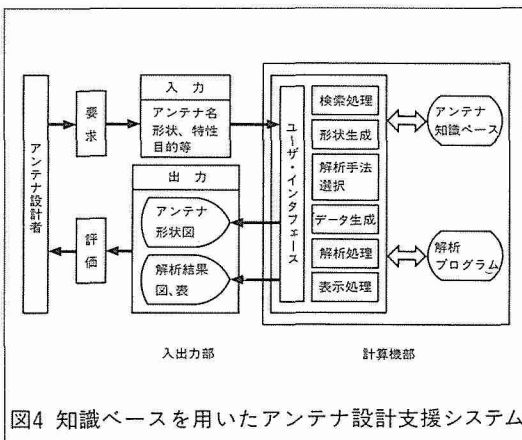


図4 知識ベースを用いたアンテナ設計支援システム

5 おわりに

アンテナ技術は近年のマイクロ波回路技術や信号処理技術の発展と共に変貌しつつあります。本文で述べたアンテナ、給電部、信号処理・制御部を一体化したアクティブアレーアンテナは、外見は従来の平面的なアレーアンテナと同じでも、これまでにない高い能力をもったアンテナになります。本研究所では、有限な資源である電波が最も有効に利用される移動体通信の分野に重点をおき、球面走査近傍電磁界測定や知識データベースを用いた設計支援システムを活用して、如何なる移動体にも適用できる高機能アクティブアレーアンテナの研究を進めていく計画です。

参考文献

- [1] 中條、岩崎、安川：「受信信号の振幅情報を利用した球面配列アレーのビーム形成方式に関する検討」電子情報通信学会アンテナ・伝播研究会(1988.12)
- [2] 徳満：「ATRにおけるMMICの研究」ATRジャーナル第2号(1987.秋)
- [3] H.Iwasaki, M.Shigihara, K.Yasukawa: "A Slot-Coupled Circularly Polarized Microstrip Antenna for Dual-Frequency Use", ANTEM'88, Conference Proceedings, Symposium on Antenna Technology and Applied Electromagnetics, Winnipeg, Canada, August, 1988.
- [4] 山内、岩崎、安川、古濱、新井、後藤：「知識ベースを用いた線状アンテナ設計支援システム」電子情報通信学会アンテナ・伝播研究会(1988.10)

ATR研究報告

(昭和63年10月～平成元年3月末における学術論文・学会発表等一覧)

ATR通信システム研究所

1. 立平、山口、秋山、小林：“テレビジョンを用いた2眼式立体画像と両眼視差再現性に関する一検討”，三次元映像のフォーラム研究会(1988.10)
2. 栄藤、伴野、小林：“手振りの画像認識とヒューマンインタフェースへの応用”，人工知能学会ヒューマンインタフェースと認知モデル研究会(1988.10)
3. 高橋、伯田、小林、山下：“言語と画像を統合した知識処理”，国際シンポジウム「コンピュータワールド88」(1988.10)
4. 飯田、伴野、小林：“頭の動きを許容した視線検出装置”，TV学会画像処理・画像応用合同研究会(1988.10)
5. 西園、芝本、門田：“A Process Interaction Specification Method for Communication Software”，通信学会・大韓電子工学会ジョイント交換システム研究会(1988.11)
6. 内田、平川、門田：“Communication Software Design Support Environment Based on the Information Growth Model”，通信学会・大韓電子工学会ジョイント交換システム研究会(1988.11)
7. 大村、伴野、小林：“顔の向きを利用した指示操作に関する一検討”，第4回ヒューマンインタフェースシンポジウム(1988.11)
8. 栄藤、伴野、小林：“指の方向検出を用いたヒューマンインタフェース”，第4回ヒューマンインタフェースシンポジウム(1988.11)
9. 永瀬、森住、門田：“複数者同時通信について”，昭和63年電気関係学会関西支部連合大会(1988.11)
10. 大村、伴野、小林：“Method of Detecting Face Direction Using Image Processing for Human Interface”，Visual Communications and Image Processing '88(1988.11)
11. 橋本：“データ中心のプログラム仕様記述法”，情処学会情報システム研究会(1988.11)
12. 伴野、飯田、小林：“非接触視線検出のための特徴点抽出法”，通信学会パターン認識・理解研究会(1988.11)
13. 伴野：“臨場感通信のためのヒューマンインタフェース”，文部省科研費昭和63年度第3回アドバンスト・ネットワーク研究会(1988.11)
14. 竹村、伴野、小林：“運動視差を有する両眼立体視表示について”，札幌国際コンピュータグラフィックスシンポジウム(1988.11)
15. 永瀬：“シフトレジスタ系列の複雑度について”，第11回情報理論とその応用シンポジウム(1988.12)
16. 島、高橋、小林、山下：“ヒューマンインタフェースにおける図形指示言語の評価実験”，TV学会視覚情報研究会(1988.12)
17. 木下、加納、高橋、小林：“知的文献検索システムにおける問合せ理解とその評価について”，情処学会知識工学と人工知能研究会(1989.1)
18. 田中、門田、山下：“概念図作成における概念指示語と図との対応法”，情処学会知識工学と人工知能研究会(1989.1)
19. 佐藤、島(健)、門田：“ソフトウェア設計過程における思考軸”，情処学会知識処理と人工知能研究会(1989.1)
20. 立平、山口、秋山、小林：“人間の立体視知覚特性に整合した2眼式立体画像TVの諸元について”，SPIE/SPSE Symposium on Electronic Imaging(1989.1)
21. 山口、立平、秋山、小林：“Statistical Characteristics of Stereoscopic Images for Image Coding”，SPIE/SPSE Symposium on Electronic Imaging(1989.1)

22. 小林：“通信とヒューマンインタラクション”，情処学会関西支部AIとヒューマンインタフェース(1989.1)
23. 西野、肥塚、秋山：“光切断法による3次元立体形状入力と形状合成”，TV学会画像処理・画像応用研究会(1989.1)
24. 林、西園：“通信ソフトウェア仕様における制約指向記述の適用法”，情処学会ソフトウェア工学研究会(1989.2)
25. 岡本、橋本：“リアルタイム・ソフトウェアにおけるプログラム仕様記述法に関する一考察”，情処学会ソフトウェア工学研究会(1989.2)
26. 石橋、秋山、小林：“仮想空間を用いる通信会議システムとその人物像処理に関する一検討”，通信学会画像工学研究会(1989.2)
27. 木下、加納、高橋、小林：“知的文献検索システムにおける問合せ理解の評価について”，情処学会第38回全国大会(1989.3)
28. 西野、秋山、小林：“3次元Hough変換による直線集合からの平面抽出”，情処学会第38回全国大会(1989.3)
29. 門田、平川、内田：“設計修正時の思考支援に関する考察”，情処学会第38回全国大会(1989.3)
30. 佐藤、島、門田：“思考軸によるソフトウェア設計過程の分析について”，情処学会第38回全国大会(1989.3)
31. 横田、島(健)、門田：“知識ベースとの照合による情報補完法”，情処学会第38回全国大会(1989.3)
32. 岡本、橋本、門田：“リアルタイム・ソフトウェア仕様の時間に関する一考察”，情処学会第38回全国大会(1989.3)
33. 中島、橋本、門田：“Partialな状態による仕様記述”，情処学会第38回全国大会(1989.3)
34. 田中(弘)、Lee、小林：“構造線による曲面分割”，通信学会春季全国大会シンポジウム(1989.3)
35. 伯田、高橋、小林：“視点情報を考慮した同定処理について”，通信学会春季全国大会(1989.3)
36. 西野、肥塚、秋山、小林：“3次元立体形状の入力と再編成に関する一検討”，通信学会春季全国大会(1989.3)
37. 竹村、伴野、小林：“3次元指示操作についての一考察”，通信学会春季全国大会(1989.3)
38. 飯田、伴野、小林：“随従運動を利用した視線検出装置の注視点校正法”，通信学会春季全国大会(1989.3)
39. 肥塚、秋山、小林：“顔画像の入力と生成に関する一検討”，通信学会春季全国大会(1989.3)
40. 林、西園、門田：“制約指向による通信システムの動作重畳型仕様記述法”，通信学会春季全国大会(1989.3)
41. 石橋、秋山、小林：“両眼立体視による任意背景からの人物像抽出”，通信学会春季全国大会(1989.3)
42. 島(則)、高橋、小林：“位置を指示する定性的言葉の主観評価実験”，通信学会春季全国大会(1989.3)
43. 西村、高橋、小林：“木構造モデルによる文書画像からの検索情報抽出”，通信学会春季全国大会(1989.3)
44. 西田、Lee、小林：“3次元距離画像入力に対するサーフェイスモデルの一検討”，通信学会春季全国大会(1989.3)
45. 宮脇、石橋、秋山、小林：“色情報を用いた人物像抽出に関する一検討”，通信学会春季全国大会(1989.3)
46. 栄藤、伴野、小林：“人物輪郭像からの円錐体モデル再構成に関する一検討”，通信学会春季全国大会(1989.3)
47. 橋本：“プログラム構造設計の自動化について”，CASE環境シンポジウム(1989.3)
48. 中島、橋本、門田：“要求仕様における動作制約の部分性”，情処学会知識工学と人工知能研究会(1989.3)
49. 田中(弘)、Lee、小林：“Surface Structure Descriptors: Toward Sinath Surface Representation”，コンピュータビジョン研究会(1989.3)

ATR自動翻訳電話研究所

1. 田村：“波形入出力による雑音抑圧ニューラルネットワークの解析”，音響学会秋季研究発表会(1988.10)
2. 中村(雅)、鹿野：“ニューラルネットによるN-gram単語列予測モデルと検討”，音響学会秋季研究発表会(1988.10)
3. 川端、鹿野：“HMM音韻認識を用いた日本語名詞節の認識”，音響学会秋季研究発表会(1988.10)
4. 阿部、田村、桑原：“FFTスペクトルからのSignal Reconstructionによる音声変換手法”，音響学会秋季研究発表会(1988.10)
5. 花沢、川端、鹿野：“HMM音韻認識におけるセパレートベクトル量子化の検討”，音響学会秋季研究発表会(1988.10)
6. Waibel、沢井、鹿野：“Phoneme Recognition by Modular Construction of Time-Delay Neural Networks”，音響学会秋季研究発表会(1988.10)
7. 沢井、Waibel、鹿野：“時間遅れ神経回路網による音節スポットティングの検討”，音響学会秋季研究発表会(1988.10)
8. Haffner、Waibel、鹿野：“Fast Back-Propagation Learning Methods for Neural Networks in Speech”，音響学会秋季研究発表会(1988.10)
9. 北、川端、斎藤：“HMM音韻認識とLRパーザを用いた文節認識”，音響学会秋季研究発表会(1988.10)
10. 畑崎、田村、川端、鹿野：“スペクトログラム・リーディング知識に基づく無声摩擦音の検出”，音響学会秋季研究発表会(1988.10)
11. 武田、匂坂、安部、桑原：“入力音韻系列に応じた音声合成素片選択法の改良”，音響学会秋季研究発表会(1988.10)
12. 中村(哲)、花沢、鹿野：“ファジィベクトル量子化に基づく話者適応化のHMM音素認識による評価”，音響学会秋季研究発表会(1988.10)
13. 鹿野：“音声認識におけるHMM/ニューラルネット/特徴ベース”，電気・情報関連学会連合大会シンポジウム(1988.10)
14. 鹿野、中村、田村、Waibel：“ニューラルネットワークの音声情報処理への応用”，音響学会誌解説S63.10月号(1988.10)
15. Yves、Nicolas：“Pragmatic Extensions to unification-based parsing”，通信学会言語処理とコミュニケーション研究会(1988.10)
16. 小暮：“解析過程の制御を考慮した句構造文法解析機構”，通信学会言語処理とコミュニケーション研究会(1988.10)
17. 北、川端、斎藤：“HMM音韻認識と予測LRパーザを用いた文節認識”，通信学会音声研究会(1988.10)
18. 花沢、川端、鹿野：“Duration control methods for HMM phoneme recognition”，日米音響学会(1988.11)
19. 中村(雅)、鹿野：“A Study of English Word Category Prediction Based on Neural Networks”，日米音響学会(1988.11)
20. 安部、匂坂：“On the Unit Selection Measure for Speech Synthesis by Rule Using Multiple Synthesis Units”，日米音響学会(1988.11)
21. 川端、花沢、鹿野：“Word spotting method based on HMM phoneme recognition”，日米音響学会(1988.11)
22. 樽松、鹿野：“Overview of Telephone Interpretation Research at ATR”，日米音響学会(1988.11)
23. 武田、匂坂、桑原：“On Sentential Effects in Segmental Duration Control of Japanese”，日米音響学会(1988.11)
24. Waibel：“Incremental Learning of Large Phonetic Neural Networks from Smaller Subsets”，日米音響学会(1988.11)

25. 鹿野、川端、Waibel、畑崎、沢井、中村、花沢、北、樽松：“Speech Recognition research at ATR”，文部省重点研究第2回国際シンポジウム（1988.11）
26. 桑原、匂坂、田村、宮武、安部、武田、鹿野、樽松：“Speech Synthesis, Voice Conversion and Noise Reduction Research at ATR”，文部省重点研究第2回国際シンポジウム研究委員会（1988.11）
27. Waibel：“Modularity in Neural Networks for Speech Recognition”，IEEE Conference on NIPS（1988.11）
28. 鹿野、川端：“音声情報の認識と理解”，通信学会解説S63.11月号（1988.11）
29. 鹿野、川端、新美：“タスクの複雑さを評価する尺度”，文部省重点研究「音声言語」'62（1988.11）
30. 小暮、野垣内、前田：“第26回計算言語学会年次大会報告”，自然言語処理研究会（1988.12）
31. 小倉、橋本、森元：“言語データベース統合管理システム”，自然言語処理研究会（1988.12）
32. 沢井、Waibel、宮武、鹿野：“Phoneme Recognition by scaling up modular Time-delay Neural Networks”，音響学会音声研究会（1988.12）
33. 中村（哲）、花沢、鹿野：“ベクトル量子化話者適応化アルゴリズムのHMM音韻認識による評価”，通信学会音声研究会（1988.12）
34. 井ノ上、森元、小倉：“連想型知識ベースの構造とその音声・言語統合処理への応用”，通信学会言語処理とコミュニケーション研究会（1988.12）
35. 服部、吉本：“Disambiguating Japanese Negative Sentences”，Annual Meeting of Linguistic Society of America（1988.12）
36. 飯田：“異言語間対話を目指す端末間通訳モデル”，認知科学の発展（日本認知科学会編）、講談社（1988.12）
37. 丸山、鹿野、花沢、川端：“HMM音韻連結学習を用いた英単語音声の認識”，通信学会音声研究会（1989.1）
38. 相沢、松永（NTT）：“第12回計算言語学国際会議（COLING'88）報告”，通信学会音声研究会（1989.1）
39. 飯田：“対話における文脈知識とその蓄積利用”，通信学会「文法的知識と意味的知識の蓄積管理」シンポジウム、言語処理とコミュニケーション研究会主催（1989.1）
40. 荻谷（京大）、太田（東工大）、大谷（アステック）、神田（富士通）、垂水（日本電気）、小暮（潔）：“SSEパネル討論会「正しいウインドの使い方」”，Bit 1989年2月号（1989.1）
41. 隅田：“用例検索による教育支援システム”，情処学会第4回コンピュータと教育研究会（1989.2）
42. Zajac：“A Typed Feature Structure Unification-Based Approach to Transfer”，通信学会言語処理とコミュニケーション研究会（1989.3）
43. Emele：“A Typed Feature Structure Unification-Based Approach to Generation”，通信学会言語処理とコミュニケーション研究会（1989.3）
44. 堂坂：“対話参加者の心的状態に関する制約を用いた文脈処理手法”，「ディスクコースと形式意味論」ワークショップソフトウェア科学会・ICOT共催（1989.3）
45. 橋本、小倉、森元：“言語データベース統合管理システムのデータ管理方式”，情処学会第38回全国大会（1989.3）
46. 堂坂、小暮、飯田：“対話参加者の心的状態に関する制約を用いた文脈処理手法”，情処学会第38回全国大会（1989.3）
47. 柿ヶ原、森元：“係り受け関係を用いた文節候補選択についての一考察”，情処学会第38回全国大会（1989.3）

48. 小暮：“タイプ付き素性構造単一化の一手法”，情処学会第38回全国大会(1989.3)
49. 野垣内、飯田：“名詞句の同一性の理解と応用”，情処学会第38回全国大会(1989.3)
50. 久米、吉本：“意図を表す言語形式の語用論的制約について”，情処学会第38回全国大会(1989.3)
51. 長谷川、小暮：“日英対話翻訳における意味構造変換手法”，情処学会第38回全国大会(1989.3)
52. 上田、小暮：“素性構造を入力とする英文生成”，情処学会第38回全国大会(1989.3)
53. 小倉、篠崎、森元：“言語データベース収集支援システム”，情処学会第38回全国大会(1989.3)
54. 井ノ上、森元、小倉：“単語間の共起関係を定義した知識ベースの構成”，情処学会第38回全国大会(1989.3)
55. 北、川端、森元：“HMM-LR連続音声認識システムにおける計算量削減のための一検討”，音響学会(1989.3)
56. Poser、匂坂：“Implementation of an FQ Model for Japanese Incorporating Downstep”，音響学会(1989.3)
57. 花沢、北、川端、鹿野：“HMM音韻モデル分節認識による評価”，音響学会(1989.3)
58. 阿部、中村、鹿野、桑原：“入力スペクトル情報の利用による声質変換法の高度化”，音響学会(1989.3)
59. Patrick、Haffner、沢井、Waibel、鹿野：“Fast Back-Propagation Learning Methods for Large Phonemic Neural Networks”，音響学会(1989.3)
60. 宮武、沢井、鹿野：“全音韻を統合した時間遅れ神経回路網(TDNN)による音韻スポッティング”，音響学会(1989.3)
61. 中村(哲)、花沢、鹿野：“ベクトル量子化話者適応化アルゴリズムのHMM音韻認識による評価”，音響学会(1989.3)
62. 安部、匂坂、桑原：“波形重ね合わせ法による合成音の品質について”，音響学会(1989.3)
63. 沢井、宮武、鹿野：“時間遅れ神経回路網(TDNN)による階層的な音韻スポッティング”，音響学会(1989.3)
64. 丸山、花沢、川端、鹿野：“HMM音韻連結学習を用いた英単語音声の認識”，音響学会(1989.3)
65. 川端、鹿野、北：“音韻パープレキシティの提案”，音響学会(1989.3)
66. 小森、田中、畑崎、川端：“スペクトログラム・リーディング知識に基づく音韻認識エキスパートシステムの構築”，音響学会(1989.3)
67. 畑崎、小森：“スペクトログラム・リーディング知識による音韻セグメンテーションの評価”，音響学会(1989.3)
68. 匂坂：“情報量尺度を用いた音声単位セットの構成法”，音響学会(1989.3)
69. 森元：“音声言語の意味理解”，通信学会春季全国大会(1989.3)
70. 坂野、北、森元：“音声認識候補の統計処理による絞りこみ”，通信学会春季全国大会(1989.3)
71. Patrick、Haffner、沢井、Waibel、鹿野：“Fast Back-Propagation Learning Methods for Neural Networks in Speech Recognition”，通信学会春季全国大会(1989.3)
72. 宮武、沢井、鹿野：“時間遅れニューラルネットワークを用いた音韻スポッティング法”，通信学会春季全国大会(1989.3)
73. 飯田：“対話およびテキスト理解”，通信学会春季全国大会(1989.3)
74. Poser、匂坂：“Modelling Phrasal Level FO Phenomena in Japanese”，通信学会音声研究会(1989.3)

ATR視覚聴機構研究所

1. 本郷、入江、森、岡本、片山：“適応フィルタと適応的パターン認識のためのニューラルネット”，日経エレクトロニクスNEセミナー(1988.9)

2. 西村、佐藤：“等輝度ランダムドットステレオグラムにおける立体視特性—神覚誘発電位による検討—”, 心理学会第52回大会(1988.10)
3. 佐藤、西村：“等輝度ランダムドットステレオグラムに欠ける立体視特性—奥行ターゲットの検出、弁別—”, 心理学会第52回大会(1988.10)
4. 松下、乾：“階層的構造記述による形状分類の試み”, 心理学会第52回大会(1988.10)
5. 積山、城、梅田(NTT)：“読唇における日本語単音節の心理空間”, 心理学会第52回大会(1988.10)
6. 乾、森：“逆伝播学習による方位決定回路の自己組織化”, 心理学会第52回大会(1988.10)
7. 本郷、乾：“図記号の認知容易性に関する検討”, 心理学会第52回大会(1988.10)
8. 津崎：“変移複合音におけるLOW PITCHの明瞭性”, 心理学会第52回大会(1989.10)
9. 塚本(甲南女子大)、片桐：“泣き声の音響特徴の定量的分析”, 心理学会第52回大会(1988.10)
10. 本郷、乾：“アイコンの認知容易性に及ぼす諸要因”, 人工知能学会ヒューマンインタフェースと認知モデル研究会(1988.10)
11. 大山、廣瀬(東大)、渡辺(東大)、藤原(東大)：“麻痺性(運動障害性)構音障害の話し言葉の定量的評価の試み”, 第33回音声言語医学会(1988.10)
12. 小林、新美(東大)、角田(東大)：“食道音声の呼吸パターンと口腔の気流に関する観測”, 第33回音声言語医学会(1988.10)
13. 大山：“音声分析変換合成系を用いた難聴者に聞きやすい音声と聞きづらい音声との比較”, 第33回オーディオロジ学会(1988.10)
14. McDermott、片桐：“Shift-invariant Phoneme Recognition Using Kohonen Networks”, 通信学会音声研究会(1988.10)
15. 片桐：“学習ベクトル量子化と多層パーセプトロンとの統一的扱い”, 通信学会MBEとバイオサイバネティックス研究会(1988.10)
16. 川人：“腕多関節軌道生成の計算論と神経回路モデル”, Mathematical Topics in Biology”(1988.10)
17. 乾：“時空間ガウスパターンを用いた視覚特性の検討”, TV学会視覚情報研究会(1988.10)
18. 東倉：“ATR Neural Network Research on Speech Processing”, 第1回アライアントニューラルネットワークコロキウム(1988.10)
19. 津崎、大山(日大)：“A Mathematical Model of the Perceived Paths of Moving Lights in Frameless Space”, 日本大学心理学研究(1988.10)
20. 上田、赤木：“振幅包絡のピーク位置と鋭さ”, 音響学会昭和63年度秋季研究発表会(1988.10)
21. 平原、駒木根：“適応Q型非線形蝸牛フィルタの特性”, 音響学会昭和63年度秋季研究発表会(1988.10)
22. 横田、片桐、McDermott：“LVQに基づくスペクトル空間の音響的性質”, 音響学会昭和63年度秋期研究発表会(1988.10)
23. McDermott、片桐：“コホネンのネットワークに基づいたシフトインバリエントな音韻認識”, 音響学会昭和63年度秋季研究発表会(1988.10)
24. 北原、東倉：“音声の情緒表現に関与する韻律成分”, 音響学会昭和63年度秋季研究発表会(1988.10)
25. 東倉：“音声スペクトルの非線形平滑化とその性質”, 音響学会昭和63年度秋季研究発表会(1988.10)
26. 平原、加藤：“母音知覚における基本周波数の役割”, 音響学会昭和63年度秋季研究発表会(1988.10)
27. 世木(職訓大)、出口(東京学芸大)、新美(東大)、大山：“食道音声の了解度改善に関する一検討”, 音響学会昭和63年度秋季研究発表会(1988.10)
28. 小林：“喉頭摘出後の音声訓練”, 聴覚言語障害研究Vol.17, No.2(1988.10)
29. 小林：“音声障害の評価”, 聴覚言語障害研究Vol.17, No.2(1988.10)

30. 武田(ATR自動翻訳)、匂坂(ATR自動翻訳)、片桐、桑原(ATR自動翻訳):“研究用日本語音声データベースの構築”,音響学会誌Vol.44,No.10(1988.10)
31. 北原、東倉:“Prosodic Components of Speech in the Expression of Emotions”,第2回日米音響学会(1988.11)
32. 小林:“Control of Japanese Pitch Accent by Electrolarynx Talkers”,第2回日米音響学会(1988.11)
33. 片桐:“A Relaxation Based Speech Labeling”,第2回日米音響学会(1988.11)
34. 平原:“On the Role of Fundamental Frequency in Vowel Perception”,第2回日米音響学会(1988.11)
35. 東倉、北原:“Nonlinear Time-scale Modification of Speech Signal with Varied Segmental Duration Characteristics”,第2回日米音響学会(1988.11)
36. McDermott、片桐:“Phoneme Recognition Using Kohonen’s LVQ”,第2回日本音響学会(1988.11)
37. 鈴木(東大)、大山、桐谷(東大):“A Comparison of Evaluations by American and Japanese Listeners of English Spoken by Japanese Speakers”,第2回日米音響学会(1988.11)
38. 入江:“米国におけるニューラルネット研究動向”,第3回生体・生理シンポジウム(1988.11)
39. 三宅:“欧州におけるニューラルネット研究動向”,第3回生体・生理工学シンポジウム(1988.11)
40. 乾:“INNS’88報告”,第3回生体・生理工学シンポジウム(1988.11)
41. 佐藤、大沢、西村:“誘発電位による両眼視機能の検討ー運動情報の両眼加算ー”,第3回生体・生理工学シンポジウム(1988.11)
42. 積山、梅田(NTT)、城:“読屋における単音節の知覚的特徴”,教育心理学会第30回総会(1988.11)
43. 城:“Alliant, Ncube, Convexの視聴覚情報処理への利用”,情処学会第1回ソフトウェア研究会講習会(1988.11)
44. 大山:“声をよく使う人とあまり使わない人の正常発声における相違”,第40回気管食道学会学術講演会(1988.11)
45. 乾:“図形の脳内表現と記憶を考える”,基礎心理学フォーラム(1988.11)
46. 山田:“日本人における米語/r,l,w/音の知覚様式とその手掛かり-F1の遷移時間、およびF2,F3の開始周波数-”,関西心理学会第100回大会(1988.11)
47. 積山、東倉:“単音節の受聴に及ぼす唇の動きの影響ー日本語におけるMcGurk効果ー”,関西心理学会第100回大会(1988.11)
48. 大山、廣瀬(東大)、渡辺(東大)、藤原(都神経研):“麻痺性構音障害の定量的評価に関する検討”,通信学会音声研究会(1988.11)
49. 乾:“ニューラルネットによるパターン認識”,北大心理学研究会(1988.11)
50. 淀川:“知覚と認知”,信学会誌(1988.11)
51. 川人、前田(阪大)、宇野(東大)、鈴木:“人の手の運動軌道と神経回路モデル”,計測と制御(1988.11)
52. 淀川:“ニューラルネットワークと視聴覚情報処理”,電気関係学会関西支部連合大会(1988.11)
53. 東倉:“聴覚と音声知覚”,電気関係学会関西支部連合大会(1988.11)
54. 森、横澤:“Neural Networks that Learn to Discriminate Similar Kanji Characters”,IEEE Conference on Neural Information Processing Systems(1988.11)
55. 中根:“ニューラルネットと視覚情報処理”,通信学会北陸支部主催講演会(1988.11)
56. 川人:“Neural Network Models for Formation and Control of Multi-joint Arm Trajectory”,谷口シンポジウム(1988.11)

57. 川人、瀬戸山(阪大)、鈴木(東大):“腕の軌道を制御する神経回路モデル”, 神経科学学術集会(1988.12)
58. 乾:“視覚記憶における形状表現”, 認知科学会パターン認識と知覚モデル研究会(1988.12)
59. 塚本(甲南女子大)、東倉:“乳児の泣き声に対する知覚判断における単位”, 音響学会聴覚研究会(1988.12)
60. 上田、岡田、東倉:“単音節のダイコティック・リスニング、耳の優位性における個人差”, 音響学会聴覚研究会(1988.12)
61. 横山、東倉:“単音節知覚における唇の運動情報の役割”, 音響学会聴覚研究会(1988.12)
62. 津崎:“音程判断課題における音階と音階枠組の交互作用”, 音響学会聴覚研究会(1988.12)
63. 乾:“AIの今日的課題—ニューラルネット研究を中心に—”, 情処学会関西支部設立25周年記念支部大会(1988.12)
64. 伊藤(NHK)、福島(NHK)、三宅:“Pattern Recognition and Parallel Processing: NEO COGNITRON on NCUBE”, 第2回生体・分子素子国際シンポジウム(1988.12)
65. 横田、片桐、McDermott:“LVQ音韻認識システムに於ける学習について”, 通信学会音声研究会(1988.12)
66. 城、森:“ニューラルネットの学習における新しいタイプの教師”, PRU(1988.12)
67. 乾:“視覚計算論における最近の諸問題”, MBEとバイオサイバネティクス研究会(1988.12)
68. 藤井、本郷、乾:“認知地図形成過程のモデル化とCGを用いた実験システム”, TV学会視覚情報研究会(1988.12)
69. 緒形、佐藤:“Motion Perception Model with Interactions between Spatial Frequency Channels”, 2nd International Conference on Computer Vision(1988.12)
70. 本郷、川人、乾、三宅:“エネルギー学習をする局所並列確率アルゴリズムを用いた輪郭線抽出”, 通信学会MBEとバイオサイバネティクス研究会(1989.3)
71. 岡本、川人、三宅:“確率的並列処理による画像圧縮・復元方式について”, TV学会(視覚情報研究会)(1988.12)
72. 淀川:“ATRにおける視聴覚機構の研究”, TV学会視覚情報研究会(1989.3)
73. 神山(豊橋技科大)、豊本(豊橋技科大)、臼井(豊橋技科大)、三宅:“イオン電流モデルによる網膜水平細胞層の空間特性解析”, TV学会視覚情報研究会(1988.12)
74. 曾根原、川人、三宅、中根:“ニューラルネットによる画像データ圧縮の検討”, 第3回ディジタル信号処理シンポジウム(1988.12)
75. 川人:“運動軌道を生成する神経回路モデルとその連続音声認識への応用の可能性”, 特定研究(1)「計算論的神経科学による脳機能の解析」班会議(1989.1)
76. 佐藤:“両眼継時提示による運動視と奥行視”, 応用物理学会視覚研究会(1989.1)
77. 平原、加藤:“定常母音の知覚における基本周波数の役割”, 通信学会音声研究会(1989.1)
78. 山田、東倉:“日本人の/r/, /l/, /w/音知覚に関する再検討”, 通信学会音声研究会(1989.1)
79. 乾、三宅:“図形の構造記述と視覚短期記憶のモデル(1)”, 通信学会MBE研究会(1989.1)
80. 川人:“Computational Schemes and Neural Network Models for Formation and Control of Multijoint arm Trajectory”, MIT Press, NSF Workshop on Application of Neural Networks to Robotics and Control”(1989.1)
81. 緒形、佐藤:“Motion Perception Model with Interactions Between Spatial Frequency Channels”, SPIE/SPSE Symposium on Electronic Imaging(1989.1)
82. 三宅:“ニューロコンピュータと並列処理コンピュータ”, NHKエンジニアリングサービス技術セミナー(1989.2)

83. 藤井、本郷、乾：“認知地図形成過程のモデル化とCGを用いた検証実験”，人工知能学会人工知能基礎論研究会(1989.2)
84. 山田、東倉：“日本人の英語/r, l, w/音知覚における特徴”，音響学会聴覚研究会(1989.2)
85. McDermott、片桐：“LVQ2 for Multi-Phoneme Recognition”，音響学会春季研究発表会(1989.3)
86. 塚本(甲南女子大)、東倉：“泣き声のカテゴリー判断における知覚単位”，音響学会春季研究発表会(1989.3)
87. 横田、片桐、McDermott：“LVQ音韻認識システムにおける学習の最適化”，音響学会春季研究発表会(1989.3)
88. 片桐、McDermott、横田：“自己組織化特徴写像を用いた動的特徴の表現”，音響学会春季研究発表会(1989.3)
89. 平原、王(名大)：“臨界帯域幅雑音の弁別限について”，音響学会春季研究発表会(1989.3)
90. 加藤、平原：“母音生成と母音知覚の関係について”，音響学会春季研究発表会(1989.3)
91. 赤木：“スペクトルピークの相互作用による文脈効果のモデル化”，音響学会春季研究発表会(1989.3)
92. 積山、東倉：“単音知覚における聴覚情報と読唇情報の相互作用”，音響学会春季研究発表会(1989.3)
93. 山田、東倉：“日本人の英語/r/l/w/音知覚における手掛かり”，音響学会春季研究発表会(1989.3)
94. 北原、東倉：“音声における韻律情報と感情表現”，音響学会春季研究発表会(1989.3)
95. 上田、岡田、東倉：“明瞭性のバランスされた単音節のダイコティック・リスニング”，音響学会春季研究発表会(1989.3)
96. 藤井、本郷、乾：“CGを用いた実験システムによる空間把握基本特性の検討”，通信学会春季全国大会(1989.3)
97. 横澤：“文書画像中の文字列検索に関する検討”，通信学会春季全国大会(1989.3)
98. 片山、川人：“視覚情報と体性感覚情報を用いた対象物の3次元内部表現の学習”，通信学会春季全国大会(1989.3)
99. 岡本、川人、三宅：“確率的並列処理による画像圧縮・復元方式について”，通信学会春季全国大会(1989.3)
100. 緒形、佐藤：“時空間フィルタを用いた運動領域の抽出”，通信学会春季全国大会(1989.3)
101. 本郷、川人、乾、三宅：“輪郭線抽出をする局所並列確率アルゴリズムのエネルギー学習”，通信学会春季全国大会(1989.3)
102. 伊藤(NHK)、福島(NHK)、三宅：“並列計算機によるネオコグニトロン型数字認識システムの実現—その2—”，通信学会春季全国大会(1989.3)
103. 乾：“視覚認知と並列分散処理”，認知心理学研究会(1989.3)
104. 川人、池田、曾根原、乾、三宅：“画像情報処理と神経回路モデル”，人工知能学会誌(1989.3)
105. 前田(阪大)、川人、宇野(東大)、鈴木(東大)：“カスケード構造の神経回路モデルによるヒト上肢多関節運動軌道の生成”，通信学会MBE研究会(1989.3)
106. 瀬戸山(阪大)、川人、鈴木(東大)：“多層神経回路モデルの新学習アルゴリズムと運動制御への応用”，通信学会MBE研究会(1989.3)
107. 加納(阪大)、川人、鈴木(東大)：“フィードバック誤差学習によるマニピレータの逆キネマティクス・逆ダイナミクス学習シュミレーション”，通信学会MBE研究会(1989.3)
108. 北野(阪大)、川人、宇野(東大)、鈴木(東大)：“PUMA型ロボットの神経回路モデルによる学習と軌道生成”，通信学会MBE研究会(1989.3)
109. 城、森、三宅：“Simulation of a Large-Scale Neural Network on a Parallel Computer”，4th Hypercube Concurrent Computers & Applications (1989.3)

110. 船橋：“On the Approximate Realization of Continuous Mappings by Neural Network,” Neural Networks (1988.2)
111. 北原、東倉：“音声の韻律情報と感情表現”，通信学会音声研究会(1989.3)
112. 船橋：“三層ニューラルネットワークによる恒等写像の近似的表現についての理論的考察”，通信学会MBEとバイオサイバネティックス研究会(1989.3)
113. 川人：“神経回路網の新しい学習モデル”，ブレインサイエンス'88(朝倉書店)(1988.5)
114. 川人：“随意運動制御神経回路モデルとそのロボボックスへの応用”，アドバンスド・テクノロジー・シリーズ丸善(1988.6)
115. 三宅、森：“パターン認識”，日本規格協会図説エルゴノミクス(1988.8)
116. 乾：“International Neural Network Society (INNS) First Annual Meeting”，電子情報通信学会誌—国際会議—(1988.9)
117. 渡辺(東大)、佐藤：“Effects of Luminance Contrast on Color Spreading and Illusory Contour in the Neon Color Spreading Effect”，Perception and Psychophysics”，Psychonomic Society(1988.9)
118. 横澤：“視覚情報処理とニューラルネットワーク”，O Plus E(1989.1)
119. 川人：“神経回路モデル”，朝倉書店刊「ブレインサイエンス」(1989.1)
5. 吉田(東京理大)、小林(NHK)、辻、鈴木(NHK) 三須(NHK)：“MBE-GaAsにおける高ドーパBeの深さプロファイル”，応用物理学会学術講演会(1988.10)
6. 尺田、片浜、土屋、鎌田：“外部光による量子井戸サブバンド間吸収変化”，応用物理学会学術講演会(1988.10)
7. 中西、西根、藤本、鈴木(NHK)：“Si 高濃度ドーピングによるMBE成長GaAsの格子歪み”，応用物理学会学術講演会(1988.10)
8. 岡野、瀬戸、中西、辻、西根、藤本、佐藤(NHK)、鈴木(NHK)：“MBE成長GaAs：Siの面方位依存性”，応用物理学会学術講演会(1988.10)
9. 辻：“SIMS：GaAs二次イオンによるスパッタGaAs/SiO₂界面の決定”，応用物理学会学術講演会(1988.10)
10. 山内、岩崎、安川、古濱、新井(東工大)、後藤(東工大)：“知識ベースを用いた線状アンテナ設計支援システム”，通信学会アンテナ伝播研究会(1988.10)
11. 片浜、岡野、瀬戸、西根、藤本：“ラマン散乱によるMBE成長高濃度GaAs：Si中の不純物位置の評価”，応用物理学会学術講演会(1988.10)
12. 徳満、原、相川：“Active Isolator, Combiner, Divider, and Magic-T as Miniaturized Function Blocks”，IEEE Gallium Arsenide Intergrated Circuit Symposium(1988.11)
13. 多賀、角田、今堀、相川：“移動通信におけるアンテナダイバーシチ相関特性評価法”，衛星通信研究会(1988.11)

ATR光電波通信研究所

1. 奈良：“GaAs-AlAs系(111)超格子のバンド構造”，物理学会(1988.10)
2. 森、Davis、奈良：“リミットサイクル型神経回路類似モデルの特性”，物理学会(1988.10)
3. Davis：“Chaotic Switching”，物理学会(1988.10)
4. 鎌田、土屋、尺田、片浜、小林(NHK)、鈴木(NHK)：“選択ドーパ量子井戸発光応答の励起強度依存性”，応用物理学会学術講演会(1988.10)
14. 高井、原田(松下電器)、田中(松下電器)：“耐マルチパス変調方式SPSKの一般化の検討—PSK-VFの特性改善機構”，電気関係学会関西支部連合大会(1988.11)
15. 藤井、相川：“電磁波到来方向推定の高精度化の検討”，電気関係学会関西支部連合大会(1988.11)

16. 多賀：“3次元的到来波分布を考慮したアンテナダイバシティ相関特性評価法”，電気関係学会関西支部連合大会(1988.11)
17. Davis：“Chaotic Switch and Information Processing”，「カオスとその周辺」研究会(1988.11)
18. 奈良、Davis、森：“Limit Cycle型メモリにおけるMemory Dynamics”，「カオスとその周辺」研究会(1988.11)
19. 森：“ポリアセチレン上のソリトン”，有機エレクトロニクス材料第26回研究会、CBI第52回講演会(1988.11)
20. 古濱：“III応用編 第2章リモートセンシング，電波技術ハンドブック，日刊工業新聞社刊(1988.11)
21. 角田、田中、相川：“New Slot-Coupled Directional Couplers Between Doublesided Substrate Microstrip Lines, and Their Applications”，IEEE. Trans. MTT(1988.12)
22. 真鍋、古濱、井原(CRL)、阿波加(CRL)：“Millimeter Wave Atmospheric Propagation Study at CRL”，13th International Conference on Infrared and Millimeter Waves(1988.12)
23. 高井：“耐マルチパス変調方式PSK-VPの特性改善機構と最適位相波形条件の検討”，第11回情報理論とその応用シンポジウム(1988.12)
24. 平岡：“1988年ヨーロッパマイクロ波国際会議報告”，通信学会マイクロ波研究会(1988.12)
25. 原、徳満、田中、相川：“Broad Band Monolithic Microwave Active Inductor and Application to Miniaturized Wide Band Amplifiers”，MTT Transactions(1988.12)
26. 桑野、塚本(阪大)、森永(阪大)、榎木、安川：“位相雑音不感応性を有する偏光変調/コヒーレント検波方式について”，第11回情報理論とその応用シンポジウム(1988.12)
27. 中條、岩崎、安川：“受信信号の振幅情報を利用した球面配列アレーのビーム形成方式に関する検討”，通信学会アンテナ・伝播研究会(1988.12)
28. Davis：“Chaotic Switching in Delayed Feedback Model”，Dynamic Days International Workshop(1989.1)
29. 古濱：“衛星通信とリモートセンシング”，通信学会本部・九州支部専門講習会(1989.1)
30. 藤本：“X線回折による新しい結晶評価技術ーライトボグラフィーー”禁制反射法他ー”，小型SR利用調査委員会(1989.1)
31. 後藤、荒木、安川：“ヘテロダイン光ISLに関する検討(その2)ー光ビーム指向・追尾誤差の影響ー”，通信学会宇宙・航行エレクトロニクス研究会(1989.1)
32. 榎木：“衛星通信ネットワーク”，大阪高等技術研修所講習会(1989.1)
33. 中條、榎木、岩崎、安川：“球面配列アレーを用いた移動体通信用DBFアンテナについて”，通信学会アンテナ・伝播研究会(1989.2)
34. 岡野、瀬戸、片浜、辻、中西、西根、藤本：“GaAs(111)MBE成長とSiドーピング”，電気学会、電子材料研究会(1989.2)
35. 岡野、瀬戸、片浜、西根、藤本、鈴木(NHK)：“Characteristics of Heavily Si-Doped GaAs Grown on(111)A Orientated Substrate by Molecular Beam Epitaxy”，Japanes J. Appl.Phys Vol.28, No.2(1989.2)
36. 水島、稲垣：“Radiative Relaxation of Nitric Oxide Molecule in its Electric Ground State(X^2II)”，Japanes J. Appl. Phys. Vol.28, No.2(1989.2)
37. 榎木、中條、岩崎、安川：“移動体通信用DBFアンテナにおける位相検出方式”，通信学会アンテナ・伝播研究会(1989.2)
38. 奈良、Davis、森：“リミットサイクル型神経回路網でのメモリ間遷移”，物理学会春季大会(1989.3)

39. 森、Davis、奈良：“リミットサイクル型神経回路網における記憶想起プロセス”，物理学会春季大会(1989.3)
40. 神谷、岩崎、安川：“光導波型マイクロ波移相器に関する基礎実験”，通信学会春季全国大会(1989.3)
41. 高井：“耐マルチパス変調方式PSK-VPの誤り率特性改善機構”，通信学会春季全国大会(1989.3)
42. 角田、多賀、相川：“板状逆Fアンテナの特性解析”，通信学会春季全国大会(1989.3)
43. 多賀、相川：“移動通信環境における交差偏波電力比(XPR)測定法の検討”，通信学会春季全国大会(1989.3)
44. 藤井、相川：“電磁波到来方向推定への存否スペクトル推定法の適用”，通信学会春季全国大会(1989.3)
45. 小西、中條、岩崎、安川：“空間制御型制御アレーアンテナのレーザ出力光強度の検討”，通信学会春季全国大会(1989.3)
46. 原、徳満、相川：“MMICアクティブインダクタの低損失化”，通信学会春季全国大会(1989.3)
47. 徳満、原、相川：“LUFETを用いたMMIC多端子分配回路”，通信学会春季全国大会(1989.3)
48. 中本、徳満、相川：“多層化MMICによる超小型端子入替型ラットレースハイブリッド回路”，通信学会春季全国大会(1989.3)
49. 豊田、徳満、相川：“多層化MMIC用低損失伝送線路の一構成と特性”，通信学会春季全国大会(1989.3)
50. 竹中、原、徳満、相川：“信号合成LUFETを用いた小型・広帯域MMICミキサ”，通信学会春季全国大会(1989.3)
51. 西村、吉川、相川：“ニューラルネットワークによる周波数検波機能の検討”，通信学会春季全国大会(1989.3)
52. 荒木、稲垣、安川：“光衛星間通信用ビーム制御系に関する基礎的検討”，通信学会春季全国大会(1989.3)
53. 中條、檜木、岩崎、安川：“移動体衛星通信に適用可能なデジタルビームフォーミングアンテナの提案”，通信学会春季全国大会(1989.3)
54. 多賀、今堀、角田、相川：“屋内伝搬環境における低相関ダイバーシチ枝の実験的検討”，通信学会春季全国大会(1989.3)
55. 岩崎、安川、庄木(東芝)、川端(東芝)：“2段構成したスロット結合給電円形マイクロストリップアンテナ”，通信学会春季全国大会(1989.3)
56. 岩崎、安川、渡辺(東芝)、宮内(東芝)、立松(東芝)：“L帯アクティブアレーアンテナ用MMIC低雑音増幅器”，通信学会春季全国大会(1989.3)
57. 嶋原、岩崎、安川：“クロススロット結合円偏波マイクロストリップアンテナ”，通信学会春季全国大会(1989.3)
58. 原田、檜木、荒木、安川：“タイミング成分を用いた光ISLビーム追尾方式”，通信学会春季全国大会(1989.3)
59. 後藤、荒木、安川：“エタロンフィルタの光衛星間通信への適用について”，通信学会春季全国大会(1989.3)
60. 檜木、安川、桑野(阪大)、塚本(阪大)、森永(阪大)：“偏光変調/自己ホモダイン検波方式のレーザダイオード位相雑音除去効果に関する実験”，通信学会春季全国大会(1989.3)
61. 岩崎、嶋原、安川：“トリプレート給電スロット結合マイクロストリップアンテナ”，通信学会春季全国大会(1989.3)
62. 古濱：“光電波通信の基礎研究—宇宙から個人までのネットワーク化—”，「テレメディア」3月号(1989.3)
63. 鎌田、片浜：“光ゲート素子(MQW素子)及び光IC技術への期待調査”，光材料開発調査委員会昭和62年度活動報告書(1989.3)
64. 檜木、荒木、安川、長井(NEC)：“光衛星間通信実験用光変復調器の構成と特性”通信学会光通信システム研究会(1989.3)

65. 中條、檉木、岩崎、安川：“デジタルビームフォーミングアンテナを用いた移動体用通信システムの提案”，通信学会情報伝送と信号処理ワークショップ(1989.3)

66. 森：“Localized Vibrational Modes and Phonon Dispersions Curves of Polyacetylene with a Charged Soliton”，Synthetic Metals Vol.30 (1989.3)

67. 森田、小林、鈴木(NHK)、岡野：“Photoluminescence from highly Be-doped AlGaAs grown by MBE”，Japanese J.Appl.Phys. Vol.28 No.3(1989.3)

受賞者紹介

(昭和63年10月～平成元年3月末における外部団体からの受賞者)

○社団法人 日本音響学会

第6回 栗屋 潔 学術奨励賞

受賞者 ATR自動翻訳電話研究所
主任研究員 川端 豪

受賞対象 日本音響学会 昭和63年度秋季研究発表会
講演発表「HMM音韻認識に基づくワードスポッティング」

受賞日 平成元年3月15日

○社団法人 日本音響学会

第6回 栗屋 潔 学術奨励賞

受賞者 ATR視聴覚機構研究所
主任研究員 平原 達也

受賞対象 日本音響学会 昭和63年度秋季研究発表会
講演発表「適応Q型非線形蝸牛フィルタの特性」

受賞日 平成元年3月15日

○社団法人 電子情報通信学会

昭和63年度篠原記念学術奨励賞

受賞者 ATR光電波通信研究所
研究員 後藤 光司

受賞対象 論文「ヘテロダイン光ISLに関する検討(その1)
—整合誤差によるヘテロダイン効率の劣化—」

受賞日 平成元年3月30日

編集後記

- 今号は本研究所完成記念特集として、奥山郵政事務次官を始め4人の方からの御寄稿を戴きました。
- 本研究所建物の特徴を一言で表現して「温個知伸」と言っています。それは“温”かい触れ合いの場、研究居室の“個”室化への対応、“知”的研究環境、“伸”展性に優れた建物構造ということによるものです。
- 本研究所への移転を契機に、本誌も表紙のデザインを、いままでのツインビルからの生駒山遠望をイメージしたものから本研究所より若草山を望む山並みを表現したものに更新しました。

(F)

ATRジャーナル

第5号
1989.5.1 発行

発行

株式会社
国際電気通信基礎技術研究所
〒619-02
京都府相楽郡精華町乾谷・三平谷

編集

企画部
07749(5)1111 (大代表)

定価

700円 (税込・送料別)

本紙掲載記事の無断転載を禁じます
© 1989 株国際電気通信基礎技術研究所

