

1989秋
No 6

ISSN 0915-2563

ATR JOURNAL

ATRジャーナル

ATR

Advanced Telecommunications Research Institute International



ATRジャーナル 第6号

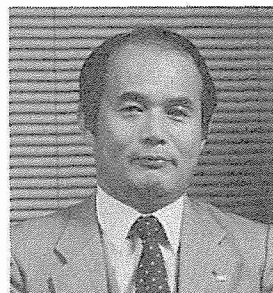
目 次

巻頭言	1	ATR光電波通信研究所	古 濱 洋 治
研究動向紹介	2	ATR通信システム研究所 「通信ソフトウェア作成のための知識獲得の研究」	島 健 一
	6	ATR自動翻訳電話研究所 「音韻モデルと文法を融合した音声認識」	川端 豪・北 研二
	10	ATR視聴覚機構研究所 「聴覚末梢系のモデル化」	平 原 達 也
	16	ATR光電波通信研究所 「光カオスを利用した新機能素子の研究」	ピーター デービス
ATR研究報告	20	外部発表紹介(平成元年4月～9月) 受賞者紹介	
ATRの動向	27	テクニカルレポートの販売	

光宇宙通信に想う

ATR 光電波通信研究所

代表取締役社長 古 濱 洋 治



本年 8 月 25 日、12 年前に打ち上げられた探査機ボイジャー 2 号が、太陽系最外殻に位置する海王星と会合し、海王星の衛星やリングの存在など数々の新しい知識をもたらしたことは記憶に新しい。これらの情報は、44 億キロメートルの彼方から送られてきたものであり、人類が経験した最も遠方からの通信といえることができる。ボイジャー 2 号は、地上との交信を保ちつつ、太陽系を離れて宇宙空間を飛行しており、遠距離通信の記録を時々刻々更新している。

近年の無線通信技術は、非常に機能の高い効率的なものになってきているものの、海王星のような遠距離にある深宇宙探査機との交信では、電波の受信信号強度が極端に弱くなるため、直径 3.7m の搭載アンテナと 64m の地上局アンテナを使って、電話回線 1/3 チャンネル相当の通信容量を確保している。通信システムの大容量化、搭載機器の軽量化あるいは、電力の省力化がここでは大きな課題である。このため光を使った宇宙通信技術が検討されており、今世紀末には実験システムが打ち上げられる予定である。光宇宙通信システムの利点は小型軽量の装置により、省エネルギー型の大容量通信システムが出来ることである。

ATR では、増大する通信需要と通信形態の多様化に対処するため、通信技術の基礎研究を行っている。将来、衛星軌道上の無重力状態を利用して新素材の開発や軌道上に大型構造物の建設を行う際、宇宙通信技術は共通的な基盤技術すなわち技術のインフラストラクチャーとなり、光衛星間通信技術もその一端を担うこととなる。この技術は、開発要素が多いため早くから研究に取り組む必要があり、我が国においても研究が進められている。ATR 光電波通信研究所は、光衛星間通信技術の中心的な技術である、光通信方式と光ビームの指向技術の研究を行っている。

星の光を通じて、光の速達性はよく知られている。今や人類は、光宇宙通信技術を自家薬籠中の物しようとしている。ボイジャー 2 号の成功を祝うと共に、光宇宙通信時代の到来を確信するものである。

通信ソフトウェア作成のための知識獲得の研究

ATR通信システム研究所

通信ソフトウェア研究室

島 健 一

1 はじめに

将来の通信システムは、現在より一層の高機能化、高性能化が実現され、ユーザの要求に対しても柔軟かつ迅速な対応が可能になります。例えば、臨場感通信のような人間相互の意思疎通が円滑に行える場を提供したり、意図に応じて情報内容を変換できる通信が提供されます[1]。こうした通信システムのソフトウェアは、現在よりはるかに大規模で複雑なものとなり、ソフトウェア作成の効率化の一層の推進が必要となります。

従来、ソフトウェア作成の効率化に向けた研究では、抽象化プログラミングやプログラムの部品化などの技法の提案、プログラム開発支援ツールの開発が盛んに行われています。最近ではさらにソフトウェア作成の自動化を目指して、ソフトウェアの設計や要求の理解に研究の目が向けられています。ATR通信システム研究所では、ソフトウェア作成を、人間の要求を計算機内にモデル化し、計算機で実行できる形に構成し直すプロセスと捉え、対象を通信システムに限定し、以下の知的な機能を持つ支援システムについて研究を進めています[2]。すなわち、ユーザ要求の分析支援機能、ユーザ要求を計算機内表現に変換(モデル化)するモデル機能、通信に関する常識や専門知識、ソフトウェア設計に関する知識の蓄積機能を持つ支援システムです。また、通信ソフトウェア作成を容易にするための人間と計算機との知的インタラクション、ソフトウェアの維持管理を容易にする思考過程の分析機能も必要とされます。

ここでは、将来の様々な通信分野のソフトウェア作成の自動化に役立つ通信に関する知識、ソフトウェア設計に関する知識の獲得法について紹介します。

この知識を利用することにより、システムの新規設計時、あるいは機能の追加、変更時に迅速な対応が可能となり、ソフトウェア生産性の向上が図れます。またソフトウェア維持管理における人間の負担を軽減することができます。

2 通信ソフトウェア作成のための知識

通信に関する要求を理解し、通信ソフトウェアの作成を自動化するためには、通信に関する常識、専門知識(通信世界知識と呼ぶ)を計算機内に持つことが必要になります。

通信世界知識には、

(1)通信に関する用語の知識(用語の定義、用語の使い方など)

(2)通信における事象の因果関係の知識(通信プロトコルに関する知識など)

(3)通信システムの構成方法の知識(網構成法、高信頼性構成法など)

(4)通信ソフトウェア、設計方法の知識(プログラム構造、データ定義の知識など)

など様々なものが含まれます。

当研究所では、知識の抽出、蓄積(これらを合せて知識獲得と呼ぶ)方法について以下の研究をしています。

(1)電話機の仕組み、電話のかけ方などの知識を技術文書から獲得する。

(2)設計方法に関する知識を実際の人間の設計プロセスから獲得する。

(1)は、「本は知識の宝庫」と呼ばれるように知識を体系的に集めるのに適しています[3]。人間が本を読んで理解する過程を自動化することにより知識を獲得しようとしています。

(2)は、従来、知職エンジニアが人手で集めていた設計に関する知識を自動的に獲得しようとしています。

3 技術文書の知識体系化

人間がソフトウェアを設計する場合、各種の仕様書、マニュアル、解説書などの技術文書を読んで理解した結果を基に設計を進めています。そこで、本を読んで理解する過程に準じて、専門書、設計文書から知識を体系的に集めるための研究を行っています。知識抽出の観点から、各語彙、重要語句の用語の定義関係などの構造を技術文書などから抽出し、さらに文章の内容の意味を取り出し知識体系を作成するものです。

技術文書の対象として、高度情報社会の基盤技術となるISDNのユーザ網インタフェース(I-INTERFACEと呼ばれる)に関するCCITT(通信分野の世界標準化機関)勧告書[8]を取り上げ検討を始めました。

知識の体系化は以下のステップで行います。

(ステップ1)ハイパーテキスト(Hypertext)システム¹を用いて、章立てや節立て、段落の文書構造の管理をします。また段落や図の間の参照関係も保持します。たとえば、図1はハイパーテキストを用いた文書構造と参照関係を表しています。この例では、段落1は段落2、段落3を参照しています。

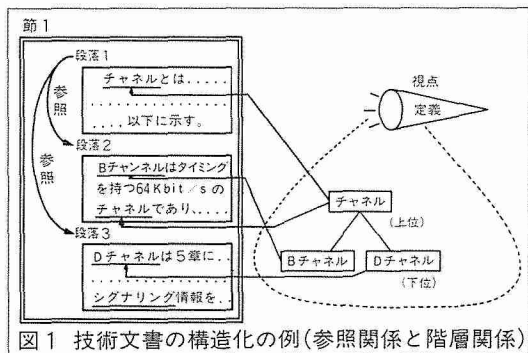


図1 技術文書の構造化の例(参照関係と階層関係)

¹情報の基本単位であるノードとノード間の関連を表すリンクにより構成され、これらがネットワーク状に集まったデータベースシステムをいう。関係する項目間に自由にリンクを張ることができ、これにより、連想機能を持たせることができる。

(ステップ2)文書から重要語句を抽出し、その語句の用い方を示す視点を付けて、上位・下位、全体・部分の関係に従って階層的に整理します。視点の例としては、定義や機能、影響、能力、実行条件などがあります。たとえば、図1では、定義の視点からチャンネルには、BチャンネルとDチャンネルが含まれることを示しています。

(ステップ3)さらに、文書から因果関係や時間順序、役割の関係抽出します。それを重要語句の階層に付け加えることにより、図2に示す意味ネットワークを完成して総合的な知識ベースを構築します。この意味ネットワークは、音声伝達する場合の知識を表わしています。

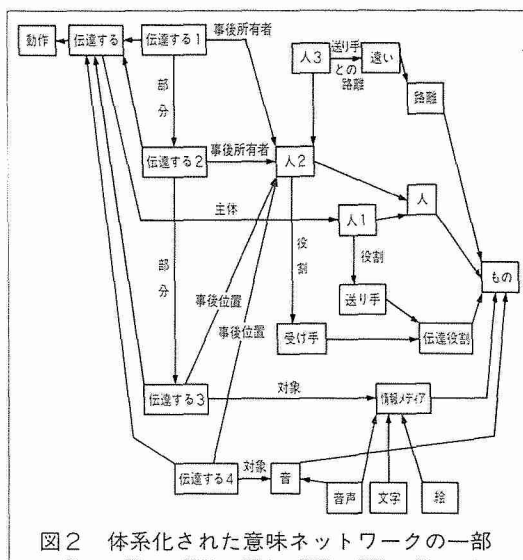


図2 体系化された意味ネットワークの一部

ただし、自然言語で書かれた本は、人間が当然持っている常識を前提にしているため、意味的な解析や文脈処理が必要となります。しかし、この解析技術はまだ未熟であり、現在のところ人間との協同作業により実現しています。

こうした知識体系化の研究に併せて以下の研究を進めています[5]。

(1) 技術文書から知識を得る場合、文書に含まれる知識の他に、人間が積極的に常識を知識ベースに

付加することが必要です。この常識の付加をガイドするためのインタラクティブな支援法を研究しています。

(2) この知識ベースを用いてユーザ要求を知識ベース内の知識と照合し、ユーザ要求を理解するとともに、要求を補完する研究を行っています。

(3) 知識の追加により通信世界知識を順次拡大させた場合、既存の知識が変化、修正されます。その修正法について研究しています。

今後の課題としては例外や矛盾を含む知識の取り扱い方があげられます。特に、ステップ3で述べた時間順序に多くの例外条件があり、これをいかに取り扱うかが問題となっています。

4 設計知識の獲得

文書からの知識獲得は、いうなれば整理された知識が中心でした。しかし、ソフトウェアの設計には、まだ整理が済んでいない知識を扱うことも必要であり、その知識はやはり人間から学ばなければなりません。

このためには、人間によるソフトウェアの設計過程の観察、インタビューによる設計知識の獲得が必要です[4]。その設計知識のうち、特に問題解決過程における判断の知識を獲得することが重要です。

従来の設計では、設計情報（仕様書、プログラムなどのドキュメント）を残すことを主にしていたため、設計者が考え、判断した過程については整理されたものは残っていません。しかし、機能追加、変更を行う場合に必要なのはこの問題解決過程における判断です。

設計時の判断の知識獲得に向けての第1ステップとして、以下の知識について分析を行っています。

(1) 候補案の作成—どのように問題に対する解答

案を作成するか

(2) 問題の分割—与えられた問題をどのように部分問題に分割するか

(3) 作業順序—部分問題をどのような順序で解決したか

当研究所では、相手の名前を言えば、自動的に電話帳を調べ、その相手にダイヤルするインテリフォンのソフトウェアを、曖昧な要求から実際に設計し、その過程の観察実験を行いました。

この観察実験では、設計者と観察者が、二人で一組になり、それぞれの設計者が設計時に何を考えていたかをビデオに取り、後でその設計過程をプロトコルアナリシス法²により分析しました。

その分析により、以下の知見が得られました[6]。

(1) 設計途中での思考の移り变りの図式表現法

(2) 設計時に中断がおきる理由の発見

(3) 設計作業の順序の進み方を制御するメカニズムの発見

その知見をもとに、設計者にあまり負担をかけずに問題解決時の判断の記録をとり、分析するための検討をシステムの試作を通じて行っています[7]。図3に示すように候補案の作成、問題分割、作業順序の判断を理由と関連付けて自動的に記録します。つまり、試行錯誤的に設計を進めていく過程を、計算機が整理しながら記録していきます。

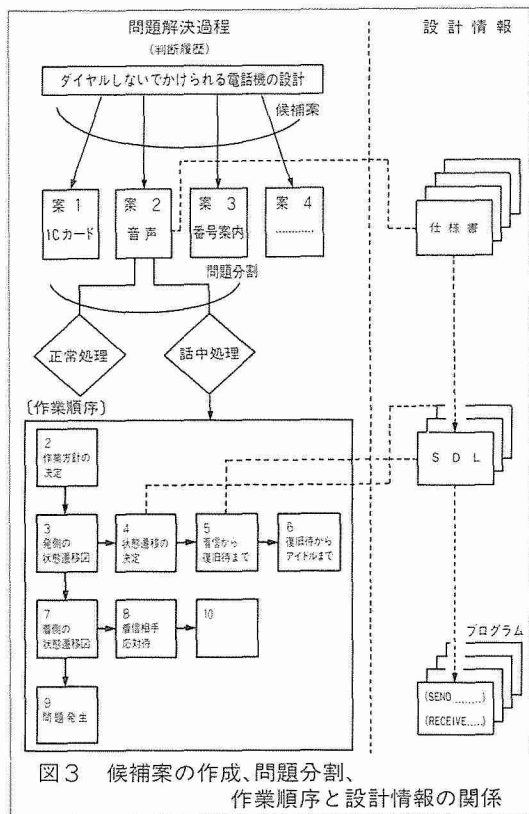
このシステムにより、人間の思考を視覚化することで設計知識の分析を容易にし、さらに以下の知識を取り出すことが可能となります。

・なぜ、設計がうまくいかなかったか、別の発想は無かったか、どんな思考パターンがあったかなどの分析に用いることができます。

・問題の分割過程が実際の設計結果と関連づけて記録されているので、ある案が失敗した時は、次にどの設計案を選んで設計を進めれば良いかわかります。

・設計情報を変更しようとする時は、どういう判

²人間が問題を解決する過程に発した言葉（バーバル・プロトコル、発話内容）を時系列に沿って分析し、その過程で用いた知識を取り出す手法。



断の過程でその情報が作られたかが記録されているので、そのポイントまで戻り、そこから新たに設計を進めることができます。

5 おわりに

知識工学の分野では、知識獲得ボトルネックが久しく言われてきました。ソフトウェアの設計、特に、要求理解、要求分析の過程は、高度な判断が要求され、所要の知識も広い範囲にわたるため、なかなか知識が獲得しづらい分野です。当研究所では、この解消に役立てようと技術文書の知識体系化と設計知識の分析という2種類の方法で研究を進めていますが、現状では、まだ、知識を自動的に獲得できる部分は多くありません。

技術文書からの知識獲得に関しては、将来は、この一連の獲得プロセスを自動化し、計算機内に通信に関する常識、専門知識を蓄積していく予定です。さ

らに、このシステムの中に学習機能を追加し、計算機自らがいろいろな知識を獲得できるような知的なシステムを作成し、便利で使いやすいものにしていきたいと考えています。

設計知識の獲得に関しては、現在までに確立した知識獲得のメカニズムを基に、問題の分割と候補案作成、作業順序に関するソフトウェア設計の知識を集める予定です。将来は、これらの分析から「こういう場合の設計は、こうすればできる。」といった知識を獲得したいと考えています。

参考文献

- [1] 山下紘一：「人間主体の通信システム：HOCSを目指して」ATRジャーナル創刊号 pp.9-10 (1987.4)
- [2] 島、他：「次世代通信を目指したソフトウェア自動作成システムKANTの構想」第35回情報処理学会全国大会7M-3, (1987.10)
- [3] Lenat, D., Prakash, M., Shepherd, M.,: "CYC: Using Common Sense Knowledge to Overcome Brittleness and Knowledge Acquisition Bottlenecks", The AI Magazine, vol.6, no.4 pp.65-85, (1986)
- [4] Guindon R, Curtis B, Krasner H: "A Model of Cognitive Processes in Software Design" MCC Technical Report STP-283-87 (1987)
- [5] 横田、島、他：「通信概念獲得法の一考察・知識の付加による概念関係の拡張法」第37回情報処理学会全国大会 H-1 (1988.10)
- [6] 佐藤、島、他：「ソフトウェア設計過程における思考軸について」情処学会 知識工学と人工知能研究会62-8 (1989.1)
- [7] Ken-ichi Shima, Michihiro Monden: "A Card-based Decision History Storing and Restructuring Method", Proc. HYPER II (1989.6)
- [8] TTC標準：「ISDNユーザ・網インタフェース」vol.2, no.1, (社) 電信電話技術委員会 (1988)

音韻モデルと文法を融合した音声認識

ATR自動翻訳電話研究所

川 端 豪
北 研 二

1 はじめに

自動翻訳電話に代表されるような、自然言語による音声入力システムにおいては、種々の高度な特性が実現されている必要があります。すなわち、

- (1) 不特定話者音声認識：不特定多数の人の音声を認識できること。
- (2) 大語彙音声認識：会話に必要な数千種類以上の単語が認識できること。
- (3) 連続音声認識：個々の単語ではなく、連続して発声された単語を認識できること。

これらの項目のうち(1)については、既に第3号で紹介されているので、本稿では(2)(3)の項目に重点を絞って説明します。

2 大語彙音声認識

まず「大語彙」について考えてみます。私たちの日常使う単語は、辞書の見出し語を数えるならば約7万5千語、そのうち頻繁に用いられる重要語だけで約5千語もあります[1]。実際には会話の、ある局面に用いられる単語の種類はもっと限られているのですが、それでも会話の認識を行うためには数千以上の単語を認識することが必要です。このような大語彙の音声認識を行う場合、従来の音声認識手法では数千の単語を前もって発声し、登録しておくことが必要でした。しかし使用者にこのような大きな負担を課すのは、自動翻訳電話の性質からいって不適切なだけでなく、それでもまだ連続音声の場合には十分とはいえません。

そこでATRでは、これまでに「音韻モデルを用いる音声認識法」を研究してきました[2]。基本的な考え方は、音声を音韻という細かな単位に分割し、音

韻認識の組み合わせで全体の音声を認識します。音韻とはローマ字表記の個々のローマ字に相当し、例えば「朝日」という音声を認識するのには、これを/a/, /s/, /a/, /h/, /i/の各音韻に細分し、その各々を認識するわけです。この方法によれば、たかだか数十個の音韻を認識することで、数千の語彙を容易に取り扱うことができます。また、固有名詞もローマ字表記の登録だけで語彙中に含めることができます。

高精度の音韻認識を実現するために、各音韻をHMM (Hidden Markov Model)と呼ばれる手法によってモデル化します[3]。これは確率モデルの一種で、大量のデータを用いた学習によって、音声の多様な変化に対応することができます。

3 連続音声認識

次に「連続音声」について考えてみます。初期の音声認識システムでは、精度などの点から、孤立して発声された単語を認識するのが精一杯でした。これに対して、私たちが日常使っている音声は、いくつもの単語が連続しています。例えば「行きますか」という表現は、「行き・ます・か」と単語に分解できます。もし音声認識システムの入力として、このように単語ごとに区切った発声を要求するならば、システムの使用感は非常に悪いものになってしまいます。連続して発話された単語を認識する技術は自動翻訳電話の実現に不可欠といえます。

ところで、音声は単語の連続であるといっても、あらゆる単語が無制限に連続するわけではありません。例えば、丁寧語「ます」は「行き・ます」のように動詞に続いて用いられますが、「山・ます」と名詞に続くことはありません。このような、ある単語があ

る単語に連続できるか否かの制限は、「文法」によって規則化されます。ATRでは、この文法の果たす役割に着目した連続音声認識システムを研究してきました。音声認識システムでは、入力された音声を時間順に処理していきますが、その各段階で、次にくる単語・音韻の候補を予測します。このとき、予測される候補の数が小さければ小さいほど認識精度は高くなり、計算時間も少なくて済みます。この「文法に基づく音韻予測」はLRパーザ^{*)}と呼ばれる構文解析機構を改良することによって実現され、音声認識システムの高精度・高効率化に大きく貢献します。

4 音韻モデルと文法を融合した音声認識

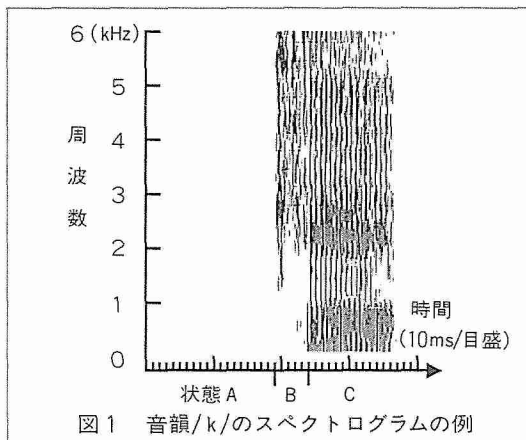
以上述べてきたように、自動翻訳電話に適した特性を備える音声認識システムを「音韻モデルを用いる音声認識」及び「文法に基づく音韻予測」の融合によって実現することを考案しました。この方式を、HMM-LR方式〔4〕と呼ぶことにしました。

4-1 音韻モデルを用いる音声認識

精度よく音韻を認識するために、HMM (Hidden Markov Model) を用いて音韻をモデル化します。

図1に音韻/k/のスペクトログラムを示します。

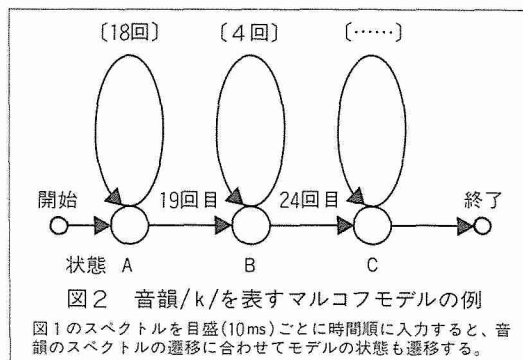
*) LRパーザ (Left to Right Parser): 左から右にあともどりにしに順次処理する効率的な手法



横軸は時間、縦軸は周波数を表しています。このような時間-周波数パターンは、音声の特徴を精密に観察する方法として、一般的によく用いられます。この図から音韻/k/は3種類の異なるスペクトル(A,B,C)の時間的な連結によって構成されているということがわかります。これと同じようにして、それぞれの音韻は各々複数のスペクトルの連結で構成されていると考えられます(母音の場合は1つ)。

このような時間遷移を表すためには、確率モデルの一種であるマルコフモデルを用いるのが、たいへん便利です。図2にマルコフモデルの例を示します。モデルはいくつかの状態とそれを結ぶ遷移からなっています。例えば図1の/k/の音声が入力すると、あるスペクトルが継続する間、マルコフモデル上ではループ状の遷移によって状態(A)が継続し、音声が次のスペクトルに変わると、マルコフモデル上も隣の状態(B)に遷移します。このように、マルコフモデルの3つの状態は、各々スペクトルの3つのパターンに対応づけることができます。

マルコフモデルの状態とスペクトルの対応づけは、前もって収集した音声の色々なバリエーションを用いて、統計的な処理(学習)によって自動的に行われます。この方法によれば、極めて高精度のモデル学習が行える反面、学習結果がモデル中の多数のパラメータ中に分散するため、形成された対応関係を外から観察するのは難しくなります。このため、このモデルは「隠れマルコフモデル(HMM)」と呼ば



れます。

HMM法では音韻モデルの形成に人手を介さない
ので、独断や思い込みによるモデル化の限界がない
反面、学習のために大量の音声データを必要としま
す。HMM音韻認識に基づく高精度の音声認識には、
ATRの大規模音声データベース[5]が大きく貢献
しています。

4-2 文法に基づく音韻の予測

ATRの音声認識システムでは、音韻を一つ認識す
るごとに、予測LRパーザ(Predictive Left to Right
Parser)を用いて、後続音韻の予測を行います。LR
パーザは、もともとは計算機言語などの人為的言語
の構文解析のみに用いられていた手法でしたが、富
田^[6]によって文法の曖昧さを取り扱えるように拡
張され、自然言語への利用の道が開けました。これ
を、さらに発展させ、単語・音韻の予測を行えるよ
うに改良したのが、予測LRパーザです[4]。

図3に簡単な文節文法の例を示します。この例で
は「薪は」「豆を」など非常に限られた文節のみが許
されています。LRパーザは、この文法を図4のよ
うな表形式に展開します。表の縦軸は「パーザの状
態」、横軸は「音韻」です。まず状態0の横一行を
みわたすと/m/の列にs1という記号が見つかります。
これは図3の文法に従う文は必ず/m/で初まるとい
うことを意味しています。記号「s」に後続する数
字は「行先」と呼ばれ、次の状態を指定します。状
態1において同様に次の音韻が必ず/a/であること

- (1) <文節> → <名詞節>
- (2) <名詞節> → m a k i <助詞>
- (3) <名詞節> → m a m e <助詞>
- (4) <名詞節> → m a r i <助詞>
- (5) <助詞> → w a
- (6) <助詞> → o

図3 簡単な文法の例

書換え規則で、矢印の左の記号が右の記号列
で置き換えられる。

がわかり、状態2に進みます。状態2では、/k/、/m/、
/r/の列に項目が見つかり、複数の音韻が予測され
たことになります。音韻が/k/のときは状態3に進み、
次の音韻が/i/であることがわかります。音韻が/m/
のときは状態6に進み、次の音韻は/e/となります。こ
の操作によって次々と音韻を予測し、表中に特殊記
号「acc(accept)」が現われるまで繰り返します。

4-3 音韻モデルと文法を融合した音声認識(4, 7)

このように予測LRパーザでは、LR表の横一行の
探索によって、音韻予測を行うことができます。
HMM-LR法では、この予測結果に基づいて音韻モ
デルを連結し、文章のモデルを合成していきます。
この様子を図5に示します。まず状態0で/m/が予
測され、/m/の音韻モデルを左端に配置します。次に
状態1で/a/が予測され、/a/の音韻モデルを先程の
/m/のモデルに接続します。状態2では、複数の音
韻/k/、/m/、/r/が予測され、モデルが分岐します。
このようにして生成されるモデルの中で、入力音声
に対し最も確率の大きくなるものが選ばれ、認識結
果として出力されます。

この方式の性能を文節認識実験によって評価しま
した。まず、ある特定の男性話者が発声した5240單
語を用いてHMM音韻モデルの学習を行います*)。こ

*) 実際の場合は、このあと話者適応技術との組み
合せで、数十単語の学習で十分な性能が得られ
ます。

状態	a	i	e	o	k	m	r	w
0							s1	
1	s2							
2					s3	s6	s9	
3		s4						
4				acc				s5
5	acc							
6			s7					
7				acc				s8

図4 LR動作表の例(部分)

これは発声のバリエーションの標準の基本データをとるためです。文節認識用の文法は、約1000単語を取り扱えるものを人手によって作成し、実験に用いました。認識対象は同じ話者によって発声された25会話文(279文節)で、国際会議の参加登録に関する問い合わせをタスクに設定しました。認識実験の結果、第一位で認識できた文節が85.3%、第五位までの累積認識率は98.9%という性能が得られました。これは従来の手法では全く考えられなかった優れた結果です。

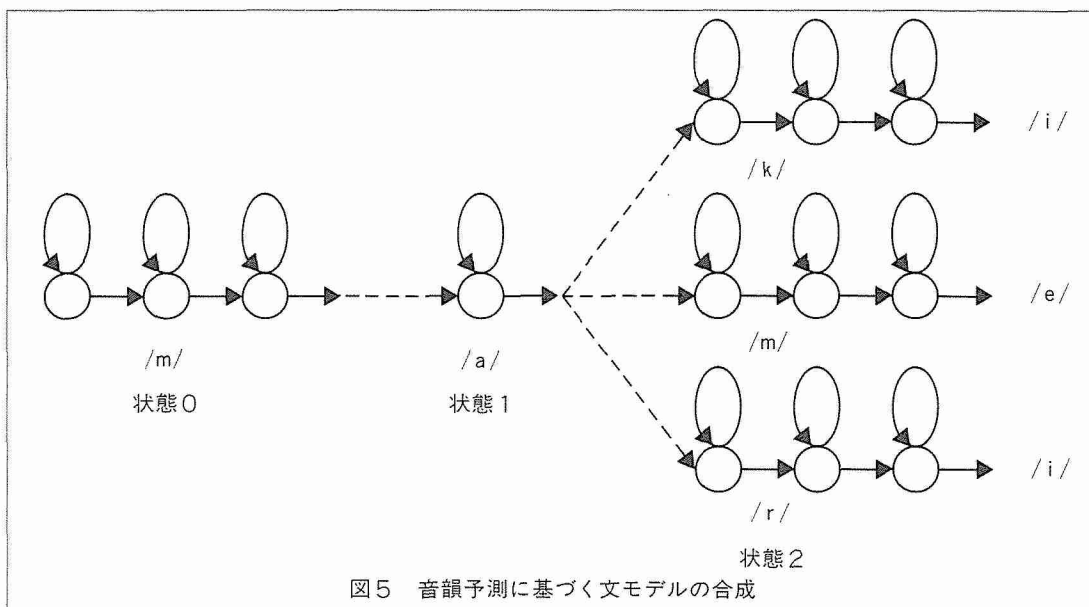
5 むすび

自動翻訳電話に組み込まれる音声認識システムに必要な特性のうち、大語彙及び連続音声認識の2点を取り上げ、これらを「音韻モデルを用いる音声認識」と「文法による音韻予測」との融合によって達成する、新しい手法を提案しました。実際、この考え方を具体的に実現したHMM-LR音声認識システムは、文節認識実験による評価において、従来法とは比較にならないほどの高性能を示します。近い将来、話者適応技術と組み合わせ、また語彙数を拡大

することによって、この技術が自動翻訳電話の実現に役立つことと期待しております。

参考文献

- [1] 新明解国語辞典(第二版)、三省堂
- [2] 川端他:「HMM音韻認識に基づくワードスポッティング」信学技法SP88-23(June1988)
- [3] Levinson et al: "An Introduction to the Application of the Theory of Probabilistic Functions of a Markov Process to Automatic Speech Recognition" BSTJ, Vol.62,4 (Apr.1983)
- [4] 北他:「HMM音韻認識と予測LRパーザを用いた文節認識」信学技法SP88-88(Oct.1988)
- [5] 勾坂他:「多層音韻ラベルを持つ日本語音声データベース」ATRテクニカルレポート TR-I-0003(May.1987)
- [6] Tomita: "Efficient Parsing for Natural Language" Boston, Kluwer (1986)
- [7] 花沢他:「HMM音韻モデルの文節認識による評価」音講論集3-6-6(Mar.1989)



聴覚末梢系のモデル化

ATR 視聴覚機構研究所
聴覚研究室

平 原 達 也

1 はじめに

私達は日常、人々の話し声、ラジオから流れる音楽、犬の遠吠えや虫達の鳴き声、エアコンの風切り音、走り去る車の音などいろいろな音に囲まれて生活しています。そして、それらの音から、言語、感情、情緒、方向感などの多くの情報を受け取っています。

これらの音は五感の一つである聴覚を通じて知覚されていますが、私達は一体どのようなメカニズムで音を聴いているのでしょうか？そして、私達は一体どのようにして、多くの音や雑音の中から必要な音だけを聴き分けることができるのでしょうか？残念ながら、これらの問いに対する完全な答えを用意することはできません。惑星探査機が太陽系の果てまで飛んで行き海王星の素顔を茶の間のテレビに映し出すようなハイテクの時代であるにもかかわらず、私達自身のことについては分かっていないことが意外と多くあるのです。このような人間の機能に対する知識や理解の不足が、例えば、音声媒体としたマンマシンコミュニケーションを実現しようとして

も満足のいく性能を持つものを作ることのできない原因の一つであると考えられます。

聴覚研究室では、人間の聴覚・音声知覚メカニズムを解明し聴覚・音声現象に対する科学的理解を深めるとともに、その結果得られる新しい知見を利用して音声情報処理の分野におけるブレークスルーとなる基礎技術に関する研究を進めています。本稿では、その研究の一端として、聴覚末梢系*における音響信号処理機能のモデル化に関する研究について紹介します。

2 聴覚系内における音のスペクトル表現

私達が外から見ることのできる聴覚器官は、二つの耳介（耳たぶ）と耳の穴だけですが、その奥には図1に示すような末梢系の各器官と大脳皮質の聴覚野と呼ばれる聴覚中枢に至る複雑な神経回路網があります。外耳に到達した音は鼓膜を振動させ、その振動は耳小骨と呼ばれる3つの小さな骨（槌骨、砧骨、あぶみ骨）を通じて内耳（蝸牛）内のリンパ液に伝わります。そして、リンパ液に伝えられた振動

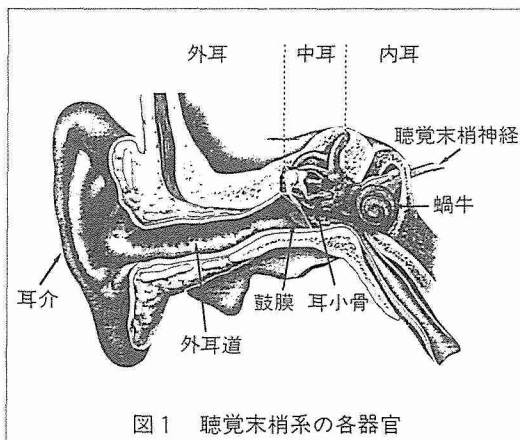


図1 聴覚末梢系の各器官

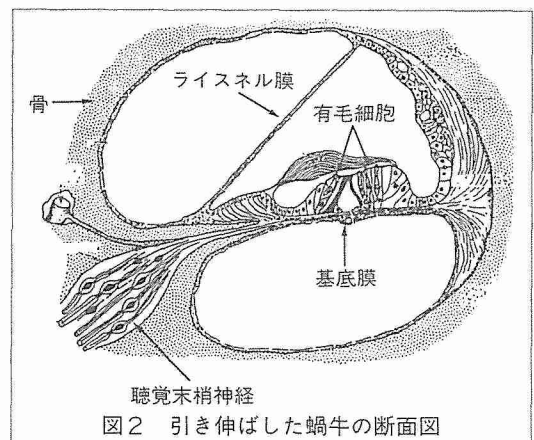


図2 引き伸ばした蝸牛の断面図

*）末梢系とは大脳から遠いところにある末端の各器官のことをいう。

は、カギョウの内にある機械的な周波数分析器である基底膜を振動させます。基底膜の上には約3万個の有毛細胞と呼ばれる振動センサーが載っており、基底膜の振動幅に従って各周波数成分の強さの情報を神経インパルスに変換し末梢神経系を興奮させます。そして、この興奮パターンは、いくつかの神経核と呼ばれる中継点を経る過程で様々な特徴が抽出されながら中枢神経系へ伝搬し、最終的には大脳皮質に至って音の感覚を引き起こします。

このような聴覚系の各段階における信号処理機能については、未だに解明されていない部分が多く残されていますが、比較的良好に調べられている末梢系の各部位の機能をまとめると表1のようになります。これらの処理機能の多くは入力と出力との間に比例関係が成り立たない処理（非線形処理）であり、私達が通常用いている工学的な音響信号処理方法とは異なっています。従って、音響信号に対する聴覚末梢神経系の興奮パターン、即ち、聴覚系内におけるそのスペクトル表現は、声紋（サウンドスペクトログラム）に代表されるような物理的なスペクトル表現とは異なったものとなります。^[1]

音声認識に代表される人間の優れた音知覚能力は、このような入力音に対する聴覚末梢系におけるスペクトル表現を基にして、言語や経験などの様々な大脳情報の助けを借りて実現されていると考えられます。従って、このような人間の能力を模擬したシステムを構築する場合、この聴覚末梢系のスペクトル表現を基本情報として把握することは大切なことであり、それに基づいた後段の処理系を検討することは一つの有効な問題解決のアプローチといえます。しかし、現在のところ、この聴覚系内スペクトル表現を得る手法が確立されていないために、非常に原始的な表現である音の物理的スペクトル表現を用いたシステムしか構築できず、その性能は人間に遠く及びません。

そこで、音響信号入力に対してこのような聴覚系

表1 聴覚末梢系の各器官における信号処理

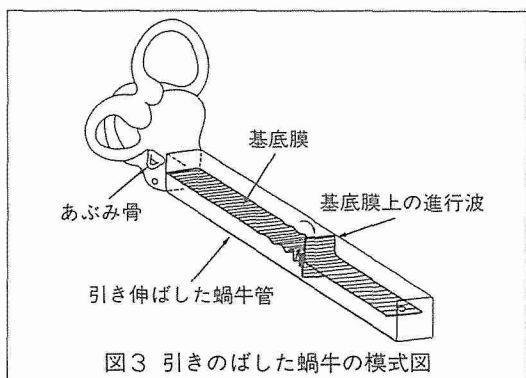
聴覚器官		信号処理機能
外 耳		帯域フィルタ
中 耳		インピーダンス変換 低域通過フィルタ
内耳 (蝸牛)	基 底 膜	周波数軸変換、遅延線路 周波数マスキング 適応Qフィルタ、自動利得制御
	有毛細胞	半波整流、時間軸マスキング 自動利得制御、同期成分抽出 インパルス発火
末梢神経系		側抑制回路 特徴抽出 その他

における信号処理過程を反映した聴覚系内スペクトル表現を高速に算出するモデルがあれば、それを様々な音響信号処理の分野に応用することができます。例えば、音声の自動認識や音声合成の分野では、人間の能力に近い耐雑音性や環境適応能力を持つ音声認識装置を構築することや、より品質の優れた合成音声を作成することの基本技術になると考えられます。また、このようなモデルを用いて、未だによくわからないことが多い人間の音声知覚機構を解明する手がかりを得ることもできると考えられます。

3 カギョウにおける周波数分析機構

前述したように、蝸牛は聴覚系における音響信号の周波数分析器ですが、その機能を模擬したモデルを構築するために、この蝸牛の構造と周波数分析機構について詳しく見てみましょう。

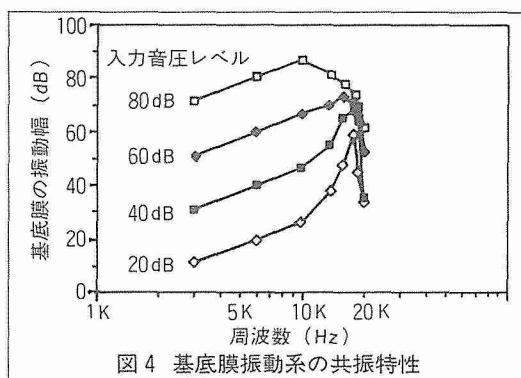
蝸牛は図1に示されるようなカタツムリの殻に似た形をした骨性の管で、長さ35mmの管が螺旋状に2.5回回転しています。その内部は二つの膜によって3層に分けられ（図2）、各層はリンパ液に満たされています。鼓膜の振動は耳小骨の一つであるあぶみ骨を経てこのリンパ液に伝えられ、さらに蝸牛内の膜の一つである基底膜の振動を引き起こします。ところが、蝸牛管は奥へ行くほど細くなり、基底膜は奥へ際くほどその質量と固さが増加しているために基底膜に生じる振動は進行波となり、各周波数成分ごとに基底膜の長さ方向上の異なった場所を最も大



きく振動させます。具体的には、高い音に対しては基底膜の根元の部分が、低い音になるに従ってより先端が振動します(図3)。そこで、基底膜は入力した音響信号を各周波数成分毎にふるい分ける帯域フィルタ(BPF)が多数並んだものとみなすことができます。

von Békésyによって基底膜振動の様子が観察されてからごく最近まで基底膜振動系が構成するフィルタの共振特性はあまり鋭くないと考えられてきました。しかし、最近の生理学的な研究結果は、基底膜振動系は音の大きさによってその共振特性が自動的に変化する能動的な非線形システムで、弱い音に対する共振特性は非常に鋭いことを明らかにしました。図4は、入力信号の周波数を変化させた場合に共振周波数18kHzに対応する場所における基底膜の振動幅を、入力信号の強さをパラメータとして描いたものです。この図に示されるように、弱い音に対しては基底膜振動の共振特性は鋭くなっていますが、大きな音に対しては共振特性はブロードになるとともに、相対的な利得が減少し、共振周波数も低い方へシフトしていきます。

このように、基底膜振動系は、弱い音に対しては系の利得と共振の鋭さを増加させることによって信号のS/N比を上げて周波数分析を行なう合理的なシステムであるといえます。

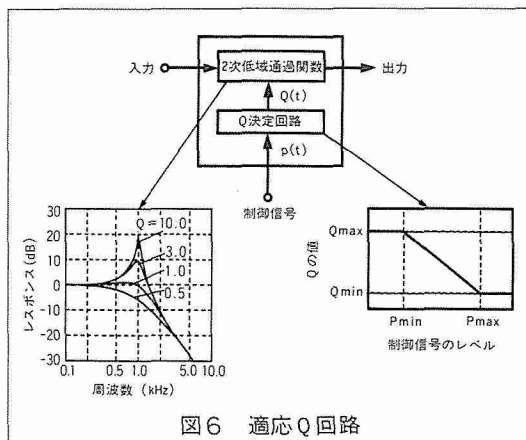
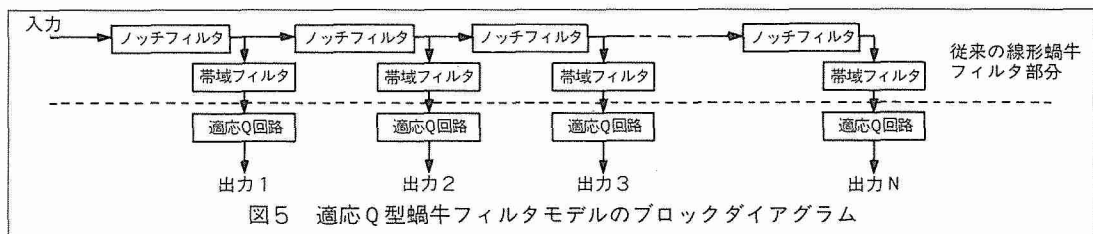


4 適応Q型蝸牛フィルタモデル

聴覚モデルを構築する第一歩として、私達はこの基底膜における周波数分析機構をシミュレートする適応Q型蝸牛フィルタモデルを開発しました。Qというのは共振回路の共振特性の鋭さを表わす指標であるQuality Factorの頭文字をとったもので、Qの値が大きいほど共振特性が鋭いことを表わします。従来の蝸牛フィルタモデルの多くが単純に帯域フィルタを並べたもの[2],[3]であるのに対し、このモデルでは前述した入力レベルに依存した基底膜の適応フィルタリング特性を実現しています。

モデルの構成は図5に示すようなもので、帯域フィルタを多数並べた線形蝸牛フィルタ部分とそのフィルタの各チャンネル出力に接続された適応Q回路とから構成されています。適応Q回路は図6に示すようなもので、Qの変化にともなう2次の低域通過関数の周波数特性の変化を利用して入力レベルに依存した基底膜のフィルタリング特性を実現しています。[5][6]

さて、現在私達が実現している蝸牛フィルタモデルは汎用計算機上に実現した61チャンネルのものですが、実際の基底膜振動系では何チャンネルのフィルタが存在するのでしょうか？この答えを得るために、少しずつ中心周波数をずらした二つの帯域雑音を被験者に聴かせた場合それらの中心周波数のずれがどの程度の値に達すれば二つの帯域雑音の音の高



さの違いが分かるかを、心理物理実験によって測定しました。その結果、人間の基底膜振動系には100 Hz～8,700 Hzの周波数範囲で、少なくとも400チャンネル以上のフィルタが存在することが分かりました^[7]。しかし、このような多チャンネルの適応Q型蝸牛フィルタモデルを実現するためには、莫大な演算量とデータ量を扱える専用のハードウェアシステムの構築が超高速並列計算機の利用を検討する必要があり、今後の課題として残されています^{[4][8]}。

5 適応Q型蝸牛フィルタによる音声分析

図7は同じ音声を二つの異なった方法で分析した結果得られるスペクトルパターンを比較したものです。上段は短区間フーリエ分析によって得られた物理的スペクトルパターン（いわゆる声紋）で、下段は私達が開発した適応Q型蝸牛フィルタによる分析で得られた聴覚系内スペクトルパターンです。入力音声は男声が発話した「3月9日（サンガツコノ

〔カ〕）」という文で、各図とも縦軸は周波数軸、横軸は時間軸で、各時刻・各周波数における信号の強さが濃淡で表現されています。

両者を比較すると、まず、適応Q型蝸牛フィルタによって得られるスペクトログラムの方が、周波数軸の方向にスペクトルパターンが広がって分布し、有効に周波数軸が利用されています。これは、短区間フーリエ分析ではHzで表わされる周波数軸を用いているのに対して、蝸牛フィルタ分析では基底膜上の等しい距離を基準にしたBark周波数という対数的な周波数軸を用いているからです。

次に、短区間フーリエ分析の結果では、文頭の/s/、無声音化した/tsu/ 子音/k/といった音圧レベルの低い部分がスペクトログラム上にはっきりと表れていないのに対して、適応Q型蝸牛フィルタによって得られたスペクトログラム上ではこれらの部分が鮮明に表現されています。これは、適応Q回路の利得変化がもたらした自動利得制御の結果です。

さらに、フーリエ分析の結果では基本周波数の逆数に対応した縦縞とフォルマント軌跡に対応する太い横縞がスペクトル上に認められるのに対して、適応Q型蝸牛フィルタでは、基本周波数の調波構造を表わす細い横縞もスペクトログラム上に現れています。例えば、母音/a/や/o/の低域周波数部分では基本周波数の調波構造が現れているのに対して、高域周波数では基本周波数の逆数に同期した縦縞が現れています。また、高域周波数のフォルマントパターンもより明瞭に表れています。これらは、各時刻・各周波数のスペクトルレベルに応じて適応Q型蝸牛フィルタにおける各チャンネルのフィルタリング特

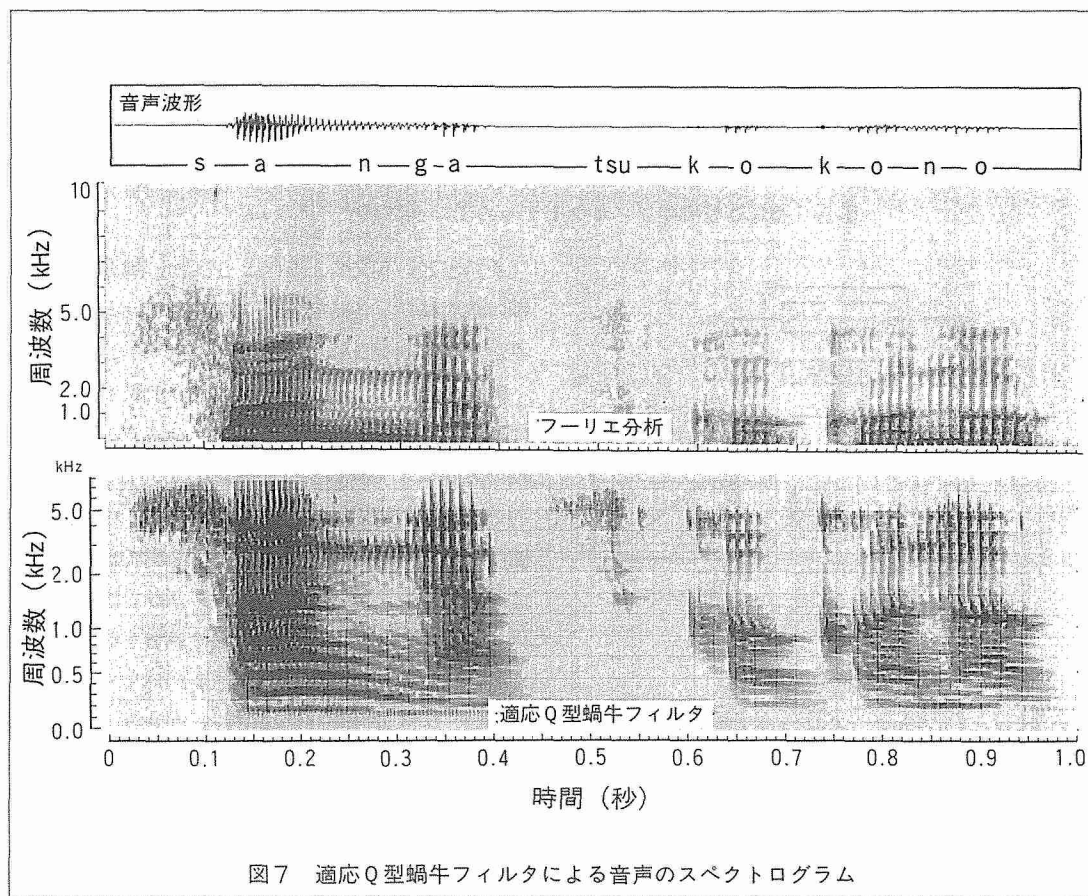


図7 適応Q型蝸牛フィルタによる音声のスペクトログラム

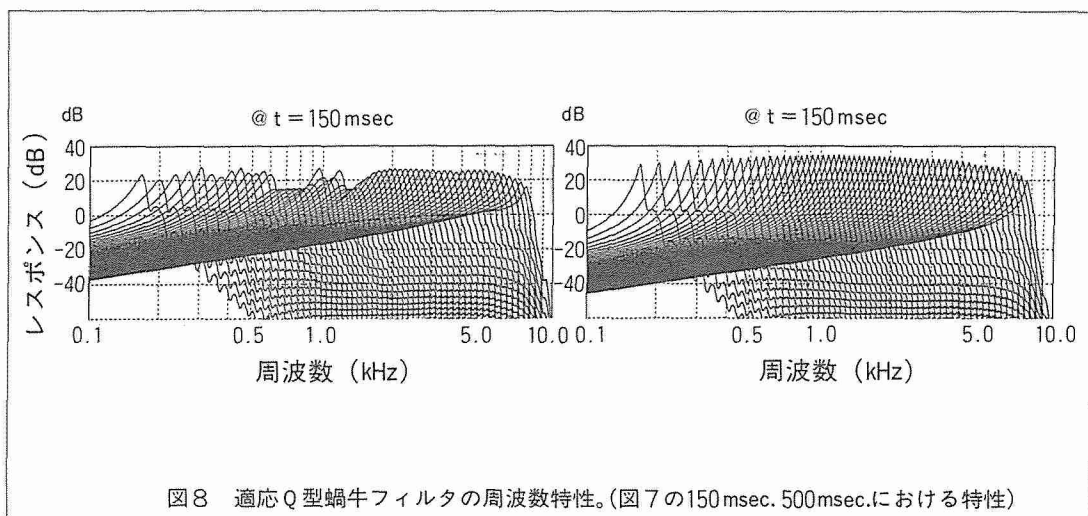


図8 適応Q型蝸牛フィルタの周波数特性。(図7の150 msec, 500 msec.における特性)

性が変化した結果です。一例として、 $t=150\text{msec}$. および $t=500\text{msec}$. における各チャンネルの周波数特性を図8に示します。

このように、適応Q型蝸牛フィルタを用いて得られるスペクトログラムは、声紋や従来の蝸牛フィルタの分析結果よりも音声の特徴をはっきりと表わしていることがわかります。

5 む す び

本稿では、聴覚末梢系における重要な情報処理機能の一つである蝸牛の基底膜振動系における周波数分析機能を模擬した適応Q型蝸牛フィルタモデルについて紹介しました。

このモデルは聴覚末梢系のモデルを構築する第一歩として位置づけられます。今後は、聴覚末梢系における振動センサーである有毛細胞における情報処理機能のモデル化を進め、適応Q型蝸牛フィルタモデルと結合するとともに、末梢神経系から中枢神経系に至るシステムのモデル化についても研究を進めていく予定です。そして、このような聴覚モデルを用いた音声認識実験^[9]や音声合成実験を行い、モデルの有効性を評価するとともに、聴覚モデルに基づいた新しい音声処理の基礎技術を確立することが重要であると考えています。さらに、このような聴覚モデルは人間の音声知覚メカニズムの研究にも大いに役立つと考えられ、従来の音声の物理的スペクトル表現に基づいた研究とは異なった観点から、音声現象についての科学的理解を深めることができるのではないかと考えています。

参 考 文 献

- [1] T.Hirahara: "Inter-aural Speech Spectrum Representation by Spatio-Temporal Masking Pattern", Proceedings of the 11th International Conference of Phonetic Science, Vol.1, pp. 92-95, (1987.08)
- [2] 平原: 「非巡回型臨界帯域幅ディジタルフィルタ群の設計」日本音響学会講演論文集 pp.277-278(1987.10)
- [3] 駒木根、平原: 「蝸牛の周波数分析機能を模擬するフィルターバンクの一構成法」信学技報, SP87-45, pp.65-72, (1987.7)
- [4] T.Komakine and T.Hirahara: "An auditory filter and its hardware implementation with DSP", J.Acoust.Soc. Am., Suppl. 1, Vol.83, p.S18(1988.05)
- [5] 平原、駒木根: 「適応Q機能を持つ蝸牛フィルタモデル」日本音響学会聴覚研究会資料H88-33 (1988.09)
- [6] T.Hirahara and T.Komakine: "A Computational Cochlear Nonlinear Preprocessing Model with Adaptive Q Circuits", Proceedings of ICASSP, pp. 496-499, (1989.05)
- [7] 平原、王: 「臨界帯域雑音の弁別限について」日本音響学会講演論文集 pp. 347-348 (1989.03)
- [8] 平原: 「蝸牛フィルタの多チャンネル化について」日本音響学会講演論文集 (1989.10)
- [9] 浜田、平原、今村: 「臨界帯域幅フィルタによる子音認識」信学全大, pp.A-1-115-A-1-116, (1988.09)

光カオスを利用した新機能素子の研究

ATR光電波通信研究所

ピーター デービス

1 はじめに

通信の信号処理や情報処理において、より大容量より知的、かつより人間自身の処理にうまくインタフェースできるものが要求され、「複雑さ」を「簡単」に扱うための新しい概念や原理を取り入れた処理が必要となっている。その一つは、生物の神経系の幾つかの性質を利用した並列分散処理を目指すニューロコンピュータである。もう一つの重要な新しい方向は、「カオス」というダイナミカルな現象を利用することである。他方、複雑さの発生機構を捕らえようとする物理学では、「カオス」というパラダイム^(*)がめざましく発展している。通信デバイス研究室では、光カオスを利用した新機能素子に注目し、計算物理の新しい光情報処理原理、および新しい光素子の実験、という二つの観点から基礎研究を進めている。

2 「カオス」とは……

「カオス」は「混沌」と訳されているが、物理学では自然の中の混沌を理解するため、「カオス」を二つの意味で使っている。一つは古くから知られているthermal chaos、もう一つは新しいパラダイムになっているdeterministic chaosである。前者は、系のたくさんの構成部分(自由度)がバラバラ(独立)に動いていることにより、全体の動きが「混沌」に見える現象を意味する。後者は、構成部分がお互いに強く影響し合うような「非線形性」を持つため、少数でしかも簡単な決定論的なルールに従っているにもかかわらず、全体の動きが「混沌」に見えるよ

うな現象を意味する。近年「カオス」はもっぱらこの意味に使われている。このカオスにはなんらかの「秩序」があり、波の動きから土星の輪に至るまで、様々な「混沌」現象を理解するのに役立っている。最近、生物の神経系などにおけるカオスらしい現象の観測も話題になっている。その機能的な意味はまだ明らかではないが、カオスの構造をなんらかの方法でうまく利用しているのではないかと思われる。このような抽象的説明では、仲々ぴんとこないと思われるが、後の事例でよく理解して頂けると思う。

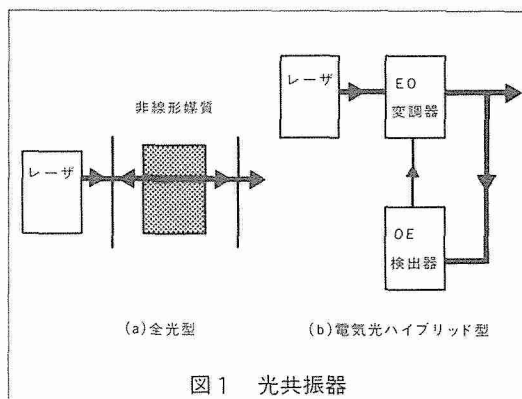


図1 光共振器

3 光カオス

光素子にもカオスはよく現れる。レーザーの非線形モード競合による複雑な発振現象は、レーザーの発明の初期から知られている。しかし、満足の行く一般理論はなく、最近カオスとして再び注目されている。

1979年、光素子として注目されていた光共振器(図1)に、光カオスの存在が予測された。共振器の中の往復(一周)時間 T_r が非線形帰還の応答時間 T_m より長い場合、レーザー強度を上げると共振器出力光強度は図2のように複雑に振る舞う。そのダイナミカル

* 1 考え方の枠組

な性質は流体の乱流に共通なところが多く、光乱流とも呼ばれている。その性質の二つは、励起パラメータに対応するレーザ光強度を上げて系の状態がカオスに近づくと、モード発生のカスケードが起きることである(図3参照)。一つの振動モードが不安定になり、複数の新しい振動モードを生み出す「分岐」が繰り返して起き、多数に枝分かれした複雑な分岐構造を作っていく。最初に生じるカオスは、これらの枝が詰まったことによる枝間のわたり歩きとして発生する。レーザ光強度をさらに上げると、カオスは次第に発達し徐々に激しくなっていく。

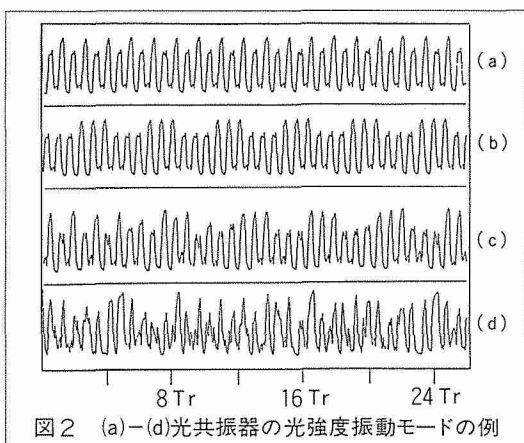


図2 (a)–(d)光共振器の光強度振動モードの例

4 単純な構成から複雑な機能

カオスは上のような豊かな構造を持った複雑な振る舞いであるのにも拘わらず、簡単な発生機構から生まれる。この現象を利用すると複雑な機能を単純な素子で実現することができる。この背景には、生物のカオス、情報処理における乱雑さ(乱数)の利用、von Neumannにさかのぼるセルオートマタ機械の自己組織化の研究がある。しかし、カオスにはカオス自身の構造をうまく利用するための制御原理がないという大きな難点がある。これはカオスに構造の豊かさがある反面、不安定性とコード化の複雑さがあるためである。

我々は上のような分岐構造、特にカオス発生の際

目付近(edge of chaos)に面白い可能性があると考え、光共振器の制御問題を取り上げた。カオスの一歩手前の「プリカオス」には多数の安定モードがあ

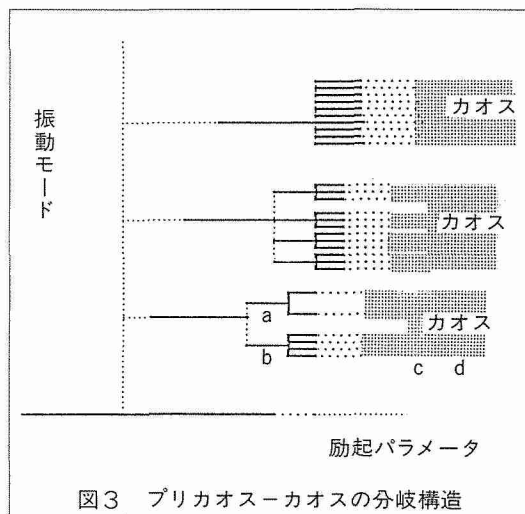
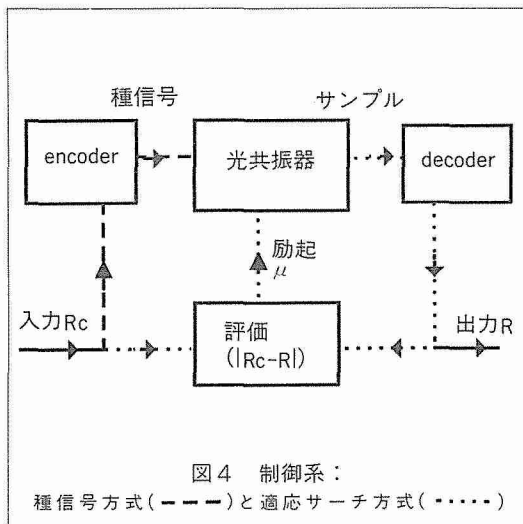


図3 プリカオスーカオスの分岐構造

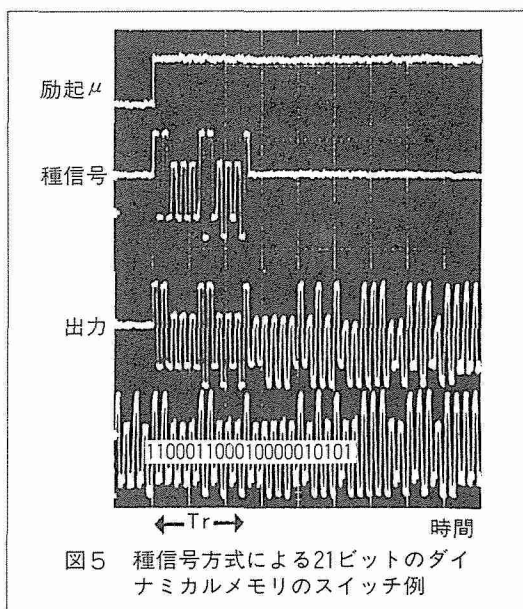
り、これに注目する。励起パラメータ(レーザ光強度)を上げると、カオスを通じて、モード間に自発的遷移が起きる。プリカオスとカオスに対して、“種信号方式”と“サーチ方式”と呼ばれる二つの相補的な制御法が考えられ、これらの制御系の構成を図4に示す。我々は種信号を使ってプリカオスを大容量のダイナミカル記憶に利用する研究、およびサーチを使ってカオス自身をモードの適応検索と合成に利用するという研究を行ってきた。

5 プリカオスとダイナミカルメモリ

我々は、光共振器に生じるプリカオスの多数の振動モードを系統的にコード化し、このコードによって選択的にスイッチできる事を示した。それには、コードに対応した「種」信号を入力すればよい(図5)。この制御原理によって、プリカオスをメモリや他の情報処理機能に利用できる。従来は1ビット処理にしか利用されなかった素子が、有効遅延 Tr/Tm を長くするだけで、原理的に無限ビットも扱えることを示した。半導体レーザ、電気光学効果光変調器、お



よび光ファイバ遅延線で構成された図1bの装置の実験では、今のところ、21ビットまで扱えることを示した。扱えるビット数を増やすためには光遅延時間を長くしなければならないが、必要とされる信号処理速度が電氣的処理の能力を超えつつある光通信と光コンピュータの分野において、このように大容量で多機能、しかも構造的にシンプルな素子が重要となるだろう。



6 カオスとサーチ

励起パラメータ μ (レーザ光強度)を増加させると、カオスによりモード間の遷移が現れ、種信号に対応した振動モード(メモリ内容)が破壊されるが、すこし見方を変えてみると実はこの不安定性には応用性がある。カオスは多数の振動モードおよびそれらの中間状態をサンプリングするので、出力を適当な方法で評価できれば(図4参照)、カオスを振動モードのサーチに利用できる。これを証明するため、光共振器の動作の計算機シミュレーションを行った。光出力が入力で指定したコードか特徴 R を持てば励起パラメータ μ は下がるという適応ルールを用いて、入力と一致性のよいプリカオスの振動モードにサーチが収束することを示した。

この適応サーチ方式は、サーチの候補が非常に多い場合に、拘束条件を満足する出力を見つける従来の統計的な緩和処理方法と共通するところもある。サンプリングやサーチにおいて、外部から注入される乱雑さの代わりに系の内部で発生されるカオス特有のダイナミカルな性質や分岐構造を用いると、簡単な素子と制御機構によって、より適応性の高い緩和処理が期待できる。

図4の制御方式は多数の光共振器がお互い結合したアレイにも利用できる。図6は光共振器素子が64個結合したアレイの発光パターンの時間変化を示す。64個は縦一列に並び、時間間隔 T_r 毎にそれぞれの素子の出力がある閾値を超えているかどうかを黒点のありなしで示されている。励起パラメータ μ (レーザ光強度)がゆっくりと増減すると、アレイの発光パターンがプリカオスとカオスの間をゆっくり往復する。カオスの「波」がないと、プリカオスのパターンのどれか一つに行き着くだけであるが、カオスが来るとプリカオスのパターンの周囲に集中したサーチが行なわれる。

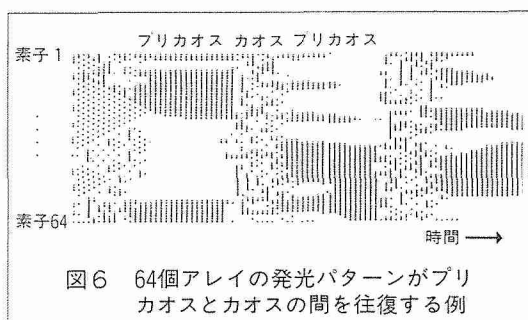


図6 64個アレイの発光パターンがプリカオスとカオスの間を往復する例

7 カオスと学習

カオス発生の境目付近 (edge of chaos) におけるカオスの「波」は多次元空間パターンの「発見」だけでなく、学習過程における系の「発展」にも役立つ。

図6の場合において、プリカオスのどのパターンが安定かは、素子間の結合の強さ (結合係数) に依存する。ニューロネットワークで使われるような簡単な自己相関型学習ルールに従って素子結合を変化させると、カオスで現れる新しいパターンがプリカオスで安定しうるパターンの一つになるといった内容の学習をさせることができる。パターンの外部評価を学習ルールに取り入れると、評価の高いパターンだけが学習され、カオスの「波」が続くかぎり、系が「発見」を重ねて徐々に評価の高いパターンを学習して行く。

多次元情報処理では、このような光共振器アレイ、あるいはこの発展型である実時間ホログラフィック共振器、これらにおける空間的および時間的光カオスを用いた光イメージの自己組織化は、今後の重要な課題となるであろう。上記のサーチや学習の他に、拘束条件の下で記憶空間のダイナミカルなサンプリングを行っているカオスを、ファジーあるいは柔軟かい記憶状態として使用するという機能も興味深い。

8 おわりに

光カオスを利用して単純な素子から複雑な機能を引き出す可能性を示した。非線形素子が持つ豊かな

ダイナミックスの構造は、簡単な制御原理により利用できる。その機能を適用して多数ビットのダイナミカルメモリ、適応サーチ、学習といった大容量で知的な処理を実現した。こうした「機能的カオス」の実例は、新しい情報処理方式を確立するための重要な踏み台になるとと思われる。

参考文献

- [1] 富田和久「カオスの意義」日本物理学会誌・第40巻第2号、99(1986)
- [2] J.S.Nicolis : "Chaotic dynamics and information processing", Rep.Prog.Phys.49、1109(1986)
- [3] H.Haken(ed.): Complex systems-Operational approaches in neurobiology, physics and computers, Springer-Verlag(1985)
- [4] P.Davis, K.Ikeda : "Switching of multistable periodic oscillations and application to signal generator and memory", IQEC '88 Th C-3
- [5] 會田田人, P.Davis : 「光遅延帰還回路を用いたダイナミカルメモリ」日本応用物理学会 (1989秋)
- [6] P. Davis : "Chaotic switch and information processing", 物性研究51 ,No6(1989)
- [7] 奔良重俊, P.Davis : 「非線形動力学と情報処理」数理科学,311, 70(1989)
- [8] 池田研介 : 「光カオスは応用可能か？」光学, 17, 508(1988)
- [9] 合原一幸 : 「カオスニューラルネットワーク」『ニューロコンピュータ』、東京電気通信大学、第5章(1988)
- [10] D.Z.Anderson, M.C.Erie : "Resonator memories and optical novelty filters", Opt. Eng., 26, 434 (1987)

ATR研究報告

(平成元年4月～平成元年9月末における学術論文・学会発表等一覧。但し、一部前号記載ものを含む)

ATR通信システム研究所

1. 伯田, 高橋, 小林: "Object Identification by Language in a User Interface Using Language and Image Information", CHI'89(1989.4)
2. 伴野, 小林, 山下: "臨場感通信のためのヒューマンインタフェースへのアプローチ", 情報処理学会ヒューマンインタフェース研究会(1989.5)
3. 山口, 立平, 秋山, 小林: "Stereoscopic Images Disparity for Predictive Coding", IEEE, Int. config-ing Acoustics, Speech and Signal Processing(1989.5)
4. 高橋, 小林: "指文字を例にした手振り認識実験について", 人工知能学会 HIと認知モデル研究会(1989.5)
5. 平川, 内田, 門田: "Hypermedia as a Communication Software Design Support System", Hypertext II(1989.6)
6. 島 (健), 門田: "A card-based decision history structuring and restructuring method", Hypertext II(1989.6)
7. 高橋: "言語と画像を統合した知識処理", CG OSAKA '89シンポジウム(1989.6)
8. 伴野, 飯田, 小林: "The Method of Feature Point Extraction for Non-contact Eye Movement Detection", The 6th Scandinavian Conference on Image Analysis(1989.6)
9. 飯田, 伴野, 小林: "視線検出を利用したヒューマンインタフェースの一検討", 計測自動制御学会ヒューマンインタフェース研究会(1989.7)
10. 柴藤, 伴野, 小林(NTT): "ステレオ輪郭像を用いた円錐体モデルの再構成", 電子情報通信学会研究会パターン認識(1989.7)
11. 西村, 高橋, 小林(NTT): "木構造モデルによる文書画像からの検索情報抽出", 電子情報通信学会パターン認識と理解研究会(1989.7)
12. Lee, 西田, 田中: "Object Representation in 3-D Visual Communication Systems", '89テレビジョン学会全国大会(1989.7)
13. 田中(弘), Lee, Olivier: "等距離輪郭線図における表面曲率算出法", 情報処理学会CV研究会(1989.7)
14. 門田, 平川, 内田: "通信ソフトウェア設計支援環境—設計行為からの履歴情報獲得と修正支援機能—", 第67回ソフトウェア工学研究会情報処理学会研究報告(1989.7)
15. 高橋, 伯田, 小林(NTT): "2次元世界の位置関係作成とシーンの記述について", 人工知能学会第3回全国大会(1989.7)
16. 林, 西園: "「制約指向の考え方をを用いた動作重量型仕様記述法における制約評価機構」", 人工知能学会第3回全国大会(1989.7)
17. 木下, 加納, 高橋, 小林: "文献データベースの知的インターフェースとその性能評価", 情報処理学会データベースシステム研究会(1989.7)
18. 原田, 平川, 竹中, 門田: "サービス仕様自動生成のための知識に関する考察", 人工知能学会知的ソフトウェア開発研究部会・知的ソフトウェア開発ワークショップ(1989.8)
19. 徐, 辻(阪大): "Three-Dimensional Interpretation of Quadri laterals", 11th International Joint Conference on Artificial Intelligence(1989.8)
20. 永瀬: "素因数分解における総当たり探索の効果", WCIS'89(1989.8)
21. 徐, 近藤(阪大), 辻(阪大): "A Region-Based Stereo Algorithm", 11th International Joint Conference on Artificial Intelligence(1989.8)
22. 橋本, 岡本: "ソフトウェア化対象世界の認識の仕方", 人工知能学会知的ソフトウェア開発研究部会(1989.8)
23. 島(健): "ソフトウェア開発における意思決定支援について", 人工知能学会知的ソフトウェア開発研究部会(1989.8)
24. 山口, 立平, 秋山, 小林: "2眼式立体画像の情報圧縮と奥行き形状の再現性", 電子情報通信学会論文誌(1989.8)
25. 山口, 伴野, 小林(NTT): "中心視部分を選択的に高精度にした広視野表示方法の提案", 電子情報通信学会秋期全国大会(1989.9)
26. 伴野, 飯田, 山口, 小林: "受信者の視線情報をフィードバックする画像通信方式の提案", 電子情報通信学会秋期全国大会(1989.9)
27. 柴藤, 伴野, 小林: "Direct Finger Pointing as a Man-Machine Interface", 4th IFAC/IFIP/IFORS/IEA(1989.9)
28. 竹村, 伴野, 小林: "A Study of Human-Computer Interaction via Stereoscopic Display", HCI International'89(1989.9)
29. 飯田, 伴野, 小林: "A Study of Human Interface Using Eye-Movement Detection System", HCI International '89(1989.9)

30. 西村, 高橋, 小林: "Document Image Analysis by Tree Structure Model", HCl International' 89 (1989. 9)
 31. 高橋, 伯田, 小林, 山下: "IMAGE: Voice-Gesture Interface and Spatial Reference", HCl International' 89 (1989. 9)
 32. 加納, 木下, 高橋, 小林: "Query Understandings Using User-modeling in a Document Retrieval System", ICCS Symposium' 89 (1989. 9)
 33. 山口, 伴野, 岸野: "臨場感通信のための広視野表示方法", 電子情報通信学会画像工学研究会 (1989. 9)
 34. 岸野, 山下: "臨場感通信のテレコンファレンスへの適用", 電子情報通信学会画像工学研究会 (1989. 9)
 35. 石橋, 宮脇, 岸野: "仮想空間を用いる通信会議のための人物像入力・合成手法—色彩情報の入力・合成—", 電子情報通信学会画像工学研究会 (1989. 9)
 36. 宮脇, 石橋, 岸野: "色彩情報を用いたカラー画像の領域分割", 電子情報通信学会画像工学研究会 (1989. 9)
 37. 島(則), 伯田, 高橋: "「位置指示言語を用いた知的インターフェースの一実現法」", SILE関西支部シンポジウム「知的システム構築の实践と将来」(1989. 9)
 38. 石橋, 宮脇, 岸野: "人物画像中の色彩情報の入力・記法", テレビジョン学会誌・画像情報工学と放送技術 (1989. 9)
 39. 大村, 伴野, 小林: "単眼視画像による顔の向き検出法指示入力への応用", 電子情報通信学会論文誌 (1989. 9)
 40. 森住: "セキュリティ・チェック技法", 情報セキュリティ研究会 (1989. 9)
 41. 永瀬, 手塚: "Approximate Decryption of RSA Ciphered Images", ICCS Symposium' 89 (1989. 9)
 42. 竹村, 伴野, 小林: "仮想空間操作における力学的フィードバック手法の提案", 電子情報通信学会秋期全国大会 (1989. 9)
 43. 伴野, 岸野, 石井(阪大): "視線検出のための瞳孔抽出学系の設計法", 電子情報通信学会画像工学研究会 (1989. 9)
- A T R 自動翻訳電話研究所
1. 鹿野: "音声認識におけるHMM/ニューラルネット/特徴ベース", '88電気情報関連学会連合大会シンポジウム (1988. 10)
 2. 武田, 匂坂, 片桐, 桑原: "研究用日本語音声データベースの構築", 日本音響学会誌 Vol. 44, No. 10 (1988. 10)
 3. 樽松, 鹿野: "ATR Approach to Interpreting Telephony", 第2回日米音響学会ジョイントミーティング (1988. 11)
 4. 沢井, Waibel, 宮武, 鹿野: "モジュール構成ニューラルネットワークのスケールアップによる音韻認識", 日本音響学会音声研究会 (1988. 12)
 5. Poser: "日本語音調パターンの句レベルにおける下降現象", 近畿音声言語研究会大阪樟蔭女子大会 (1989. 1)
 6. 中村(哲), 鹿野: "ファジイベクトル量子化を用いたスペクトログラムの正規化", 日本音響学会誌, Vol. 45 No. 2 (1989. 2)
 7. 久米, 吉本: "意図を表わす言語形式の語用論的制約について", 情報処理学会第38回全国大会 (1989. 3)
 8. Waibel, 花沢, Hinton, 鹿野, Lang: "Phoneme Recognition Using Time-Delay Neural Networks", IEEE Tr. ASSP Vol. 37, No. 3 (1989. 3)
 9. 久米, 佐藤(G), 吉本(NTT): "A Descriptive Framework for Translating Speaker's Meaning", ACL European Chapter UMIST' 89 (1989. 4)
 10. 田村: "An Analysis of A Noise Reduction Neural Network", ICASSP' 89 (1989. 4)
 11. 北, 川端, 斎藤: "HMM Continuous Speech Recognition Using Predictive LR Parsing", ICASSP' 89 (1989. 5)
 12. 中村(哲), 鹿野: "Speaker Adaptation applied to HMM and Neural Networks", ICASSP' 89 (1989. 5)
 13. 阿部, 田村, 桑原: "A New Speech Modification Method by Signal Reconstruction", ICASSP' 89 (1989. 5)
 14. 匂坂: "The Integration of Rules and Data in a Speech Synthesis System", Speech Tech' 89 (1989. 5)
 15. 野垣内, 飯田: "キーボード会話における名詞句の同一性の理解", 自然言語研究会情報処理学会 (1989. 5)
 16. 桑原, 武田, 匂坂, 片桐, 森川(TIS), 渡辺(NEC): "Construction of a Large-Scale Japanese Speech Database and Its Management System", ICASSP' 89 (1989. 5)
 17. 川端, 鹿野: "Island-driven Continuous Speech Recognition Using Phone-based HMM Word Spotting", ICASSP' 89 (1989. 5)
 18. 畑崎, 小森, 川端, 鹿野: "PHONEME SEGMENTATION USING SPECTROGRAM READING KNOWLEDGE", ICASSP' 89 (1989. 5)

19. 沢井, Waibel, 宮武, 鹿野: "Spotting Japanese CV-Syllables and Phonemes Using Time-Delay Neural Networks", ICASSP' 89 (1989. 5)
20. 中村 (雅), 鹿野: "A Study of English Word Category Prediction Based on Neural Networks", ICASSP' 89 (1989. 5)
21. Waibel, 沢井, 鹿野: "Consonant Recognition by Modular Construction of Large Phonemic Time-Delay Neural Networks", ICASSP' 89 (1989. 5)
22. Haffner, Waibel, 沢井, 鹿野: "Fast Back-Propagation Learning of Large Phonemic Database", European Conference on Speech Communication and Technology (1989. 5)
23. 服部: "「ない」による否定の作用について", 日本言語学会大会 (1989. 6)
24. 宮武, 沢井, 鹿野: "連続音声中の音韻スポッティングのためのTDNN構成法", 電子情報通信学会音声研究会 (1989. 6)
25. 沢井, 宮武, Waibel, 鹿野, P. Haffner: "Parallelism, Hierarchy and Scaling in Time-Delay Neural Networks for Spotting Japanese Phonemes /CV-Syllables", IJCNN' 89, IEEE/INNS, (1989. 6)
26. 田村: "ON INTERPRETATIONS OF A FEED-FORWARD NEURAL NETWORK", IJCNN' 89, IEEE/INNS, (1989. 6)
27. 小森, 畑崎, 田中, 川端, 鹿野: "スペクトログラムリーディング知識とニューラル・ネットワークを用いた音韻認識エキスパートシステム", 電子情報通信学会音声研究会 (1989. 6)
28. Zajac: "A Transfer Model Using a Typed Feature Structure Rewriting System with Inheritance", 27th Annual Meeting of the Association for Computation Linguistics (1989. 6)
29. 中村 (哲), 鹿野: "時間遅れ回路網 (TDNN) における入力パラメータの評価と話者適応化", 電子通信学会音声研究会 (1989. 6)
30. Myers: "An Assumption-Based Plan Inference System for Conversation Understanding", 情報処理学自然言語処理研究会 (1989. 6)
31. 樽松: "Research on Automatic Telephone Interpretation", MTサミットII (1989. 8)
32. 樽松, 上田: "Generation in Dialogue Translation" Machine Translation Workshop (1989. 8)
33. 北, 川端, 斎藤 (CMU): "Parsing Continuous Speech by HMM-LR Method", International Workshop on Parsing' 89 (1989. 8)
34. 小暮: "Parsing Japanese Spoken Sentences Based on HPSG", International Workshop on Parsing' 89 (1989. 8)
35. 沢井, 宮武, Waibel, 鹿野: "連続音声認識のための時間遅れ神経回路網を用いた音韻/音節スポッティング", 電子情報通信学会誌D-II, Vol. J72-D-II, No. 8 (1989. 8)
36. 阿部, 田村, 桑原: "FFTスペクトルからの信号再生法による音声変換手法", 電子情報通信学会論文誌D-II, Vol. J72-D-II, No. 8 (1989. 8)
37. 鹿野, 畑崎, 小森: "音韻認識エキスパートシステム", 電子情報通信学会秋期全国大会 (1989. 9)
38. 武田, 安部, 勾坂, 桑原: "Adaptive Manipulation of Non-Uniform Synthesis Units Using Multilevel Unit Transcription", ESCA Meeting Eurospeech '89 (1989. 9)
39. 樽松, 桑原, 武田, 鹿野: "ATR Japanese speech data-base as a tool of speech recognition and synthesis", ESCA (1989. 9)
40. 井ノ上, 森元, 小倉: "A Linguistic Knowledge Base for Applying Semantic Information to a Speech Understanding System", ESCA Meeting Eurospeech '89 (1989. 9)
41. Haffner, Waibel, 沢井, 鹿野: "Fast Back-Propagation Learning Methods for Large Phonemic Neural Networks", ESCA Meeting Eurospeech' 89 (1989. 9)
42. 小暮, 飯田, 吉本 (NTT), 相沢 (NHK): "対話の自動翻訳手法", コンピュータワールド' 89 (1989. 9)
43. 小森, 畑崎, 田中 (考), 川端, 鹿野: "PHONEME RECOGNITION EXPERT SYSTEM USING SPECTROGRAM READING KNOWLEDGE AND NEURAL NETWORKS", ESCA Meeting Eurospeech' 89 (1989. 9)
44. 飯田, 小暮, 相沢, 吉本 (NTT): "An Experimental Spoken Natural Dialogue Translation System Using a Lexicon-Driven Grammar", ESCA Meeting Eurospeech' 89 (1989. 9)
45. 田村, 沢井, 中村 (雅), 鹿野: "ニューラルネットを用いた音声処理", テレビジョン学会誌 (1989. 9)

A T R視聴覚機構研究所

1. McDermott, 片桐: "学習の量子化を用いた時間窓位置変動に強い音韻認識", 信学会音声研究会(1988. 10)
2. 三宅: "ニューラルネット研究の欧州における動向", 第3回生体・生理工学シンポジウム(1988. 11)
3. 岡本, 川人, 三宅: "確率的並列アルゴリズムによる画像圧縮・復元方式", テレビジョン学会視覚情報研究会(1989. 3)
4. 佐藤 (隆): "両眼分離-継時刺激による運動視の検討", テレビジョン学会視覚情報研究会(1989. 3)
5. 佐藤 (隆): "両眼交互刺激による立体視の検討", 電子情報通信学会MEとハイサイバティクス研究会 (1989. 3)
6. 大山: "難聴者の受聴明瞭度改善を目的としたスペクトルシフトとスペクトル圧縮法との比較検討", 日本音響学会春季発表会(1989. 3)
7. 川人, 前田(阪大), 宇野(東大), 鈴木(東大): "Repetitively Structured Cascade Neural Network Model Which Learns and Minimizes Energy for Arm Trajectory Formation", Neural Networks for Computing(1989. 4)
8. 三宅, 本郷, 川人, 乾, 曾根原: "Neural Computation Research -Applications in Image Processing and Pattern Recognition", BIRA(ベルギー-自動制御学会)ニューラルネットワークセミナー(1989. 4)
9. 宇野(東大), 川人, 前田(阪大), 鈴木(東大): "ニューラルネットによるシステム制御", 平成元年電気学会全国大会(1989. 4)
10. 三宅: "ニューラルネットと画像の並列処理", NHK技研R&D(1989. 5)
11. 佐藤(隆): "Motion and depth perception with dichoptic-sequential presentation of random-dot patterns.", ARVO' 89米国視覚眼科研究協会大会(1989. 5)
12. 大山, 広瀬(東大), 渡辺(東大), 藤原(東大): "麻痺性構音障害の定量的評価の試み(第1報)", 第90回日本耳鼻咽喉科学会学術講演会(1989. 5)
13. 三宅: "ニューロコンピュータと並列コンピュータ", 情報処理学会関西支部セミナー(1989. 5)
14. 塚本(甲南女子大), 東倉: "Perceptual units of the infant cry", 米国音響学会春季大会(1989. 5)
15. 津崎: "Effects of Preceding Scale on Melodic Pitch Interval Judgment", 米国音響学会春季大会(1989. 5)
16. 佐藤(隆): "両眼分離・継時提示刺激に対する運動知覚と奥行知覚", 日本基礎心理学会第8回大会(1989. 5)
17. 藤井, 乾: "探索による空間知覚基本特性の検討", 日本基礎心理学会第8回大会(1989. 5)
18. 積山, 東倉: "Effects of lip-read information on auditory perception of Japanese syllables", 米国音響学会春季大会(1989. 5)
19. 赤木: "Modeling of contextual effect based on spectral peak interaction", 米国音響学会春季大会(1989. 5)
20. 川人: "A Neural Network Model for Resolving Ill-posedness in Formation and Control of Arm Movement", MIT workshop on Motor Learning in Artificial and Biological Systems(1989. 5)
21. 平原, 駒木根: "A Computational Cochlear Nonlinear Preprocessing Model with Adaptive Q Circuits", ICASSP' 89(1989. 5)
22. 片桐, McDermott, 横田: "A New Algorithm for Representing Acoustic Feature Dynamics", ICASSP' 89(1989. 5)
23. 桑原(自動), 武田(自動), 勾坂(自動), 片桐, 森川(TIS), 渡辺(NBC): "Construction of a Large-Scale Japanese Speech Database and Its Management System", ICASSP' 89(1989. 5)
24. McDermott, 片桐: "Shift-Invariant Multi-Category Phoneme Recognition using Kohonen's LVQ2", ICASSP' 89(1989. 5)
25. 山田(玲), 東倉: "合成音を用いた日本人の英語/r/, /l/音知覚に関する検討", 日本基礎心理学会第8回大会(1989. 5)
26. 横澤: "文字検索課題における単語優位性", 日本基礎心理学会第8回大会 (1989. 5)
27. 川津, 横澤: "ブロックパターンにおける対称性及び非対称性の探索時間", 日本基礎心理学会第8回大会(1989. 5)
28. 大山, 鈴木(東大), 桐谷(東大): "日本人が発話した英語のプロソディに関する一検討", 音声言語Ⅲ, 近畿音声言語研究会(1989. 5)
29. 松下, 森, 乾: "Multi-Resolution Shape Description and Recognition From 2-D Silhouette Based on Tree Representations of Skeletons", IEEE Pacific Rim Conference on Communication, Computer and Signal Processing(1989. 6)
30. 小林, 新美(東大), 青山(東大): "Traditional and non-traditional singing in Japan", シンポジウム「Care of the Professional voice」(1989. 6)
31. 曾根原, 川人, 三宅, 中根: "Image Data Compression Using a Neural Network Model", International Joint Conference on Neural Networks(1989. 6)
32. 三宅: "ニューロコンピュータの視覚認知への応用と最新技術動向", CG OSAKA' 89 シンポジウム(1989. 6)

33. 本郷, 三宅, 川人, 乾: "Contour Extraction of Images on Parallel Computer-Local, Parallel and Stochastic Algorithm which Learns Energy Parameters", International Joint Conference on Neural Networks (1989. 6)
34. 東倉: "関西学研都市の「ATR新研究所」紹介", 日本音響学会誌第45巻6号 (1989. 6)
35. 乾: "A Model of Human Visual Memory: data Compression with Multi-resolution", 6th Scandinavian Conference on Image Analysis (1989. 6)
36. 深田: "3-D Configuration Recovery using a Pair of L Corners in a Perspective Image", 6th Scandinavian Conference on Image Analysis (1989. 6)
37. 城: "ミニスーパーコンピュータの視聴覚情報処理への応用", 第73回情報通信システム分科会 (システム総合研究所) (1989. 6)
38. 岩見田, 片桐, McDermott: "LVQコードブックを用いたHMMによる音韻認識", 電子情報通信学会音声研究会 (1989. 6)
39. 新美(東大), 堀口(東大), 小林, 山田(武蔵野音大), "Electromyographic Study of Vibrato and Tremolo in Singing", Vocal Physiology: Voice Production Mechanisms and Functions, Ed. Osamu Fujimura, Raven Press Ltd., New York (1989. 6)
40. 船橋: "On the Approximate Realization of Continuous Mappings by Neural Networks" Neural Networks, Vol. 2, pp. 183-192 (1989. 6)
41. 川人: "MULTI-OSCILLATOR MODEL OF THE CIRCADIAN PACEMAKER BASED ON EXPERIMENTAL DATA", The 21th International Congress of Physiological Science (1989. 7)
42. 藤井, 乾: "コンピュータ・グラフィックスを用いた探索実験による空間認知モデルの構築", 人工知能学会全国大会 (1989. 7)
43. 塩入, Cavanagh (モントリオール大), Favreau (モントリオール大), "仮現運動を用いて測定された色空間の非線形性", 応用物理学会視覚研究会 (1989. 7)
44. 入江, 川人: "ニューラルネットによる内部表現の獲得", 電子情報通信学会NC研究会 (1989. 7)
45. 緒形: "運動領域の形状知覚: フィルタリングとマッチングによるモデル化", 応用物理学会視覚研究会 (1989. 7)
46. 佐藤(隆): "運動情報による形の知覚", 応用物理学会視覚研究会 (1989. 7)
47. 塩入, Cavanagh (モントリオール大): "動き知覚のサッケード抑制", 応用物理学会視覚研究会 (1989. 7)
48. 塚本(甲南女子大), 東倉: "Perceptual Units of the Infant Cry", 2nd Annual Workshop on Infant Cry Research (1989. 7)
49. 乾, 小山: "図形の特徴点検出と構造化のアルゴリズム", 第11回神経情報科学研究会 (1989. 8)
50. 松下, 森, 乾: "神経回路網モデルを用いた動物形状の階層的分類", 第11回神経情報科学研究会 (1989. 8)
51. 岡本, 三宅, 川人, 乾: "確率モデルにもとづく画像圧縮と動的空間フィルタリング", 第11回神経情報科学研究会 (1989. 8)
52. 本郷, 三宅, 川人, 乾: "多層局所並列アルゴリズムによる輪郭線抽出の試み", 第11回神経情報科学研究会 (1989. 8)
53. 片山, 川人: "フィードバック誤差学習による冗長自由度マニピュレータの学習制御", 第11回神経情報科学研究会 (1989. 8)
54. 入江, 川人: "多層パーセプトロンによる内部表現の獲得", 第11回神経情報科学研究会 (1989. 8)
55. 藤井, 乾: "コンピュータ・グラフィックスを用いた実験システムによる方向評定モデル", 第11回神経情報科学研究会 (1989. 8)
56. 川人, 前田(阪大), 宇野(東大), 鈴木(東大): "Trajectory Formation of Arm Movement by Cascade Neural Network Model Based on Minimum Torque-change Criterion", 東京大学シンポジウム (1989. 8)
57. 乾: "パターン表現に関する研究", 富士通国際研夏期シンポジウム (1989. 8)
58. 松下, 森, 乾: "神経回路網モデルを用いた階層的形状分類", 電子情報通信学会秋季全国大会 (1989. 9)
59. 緒形, 佐藤(隆): "局所運動情報に基づく運動領域の抽出法", 電子情報通信学会秋季全国大会 (1989. 9)
60. 横澤: "人間の文字探索特性に基づいた文書画像中の文字列検索", 信学会秋季全国大会 (1989. 9)
61. 塩入, Cavanagh (モントリオール大): "ISIによる仮現運動の逆転", 応用物理学会学術講演会 (1989. 9)
62. 川人: "運動軌道生成の神経回路モデルと音声知覚の運動説", AVIRG-SMCサマーセミナー (1989. 9)
63. 森, 城: "大規模ニューラルネットによる手書き漢字認識", 電子情報通信学会秋季全国大会 (1989. 9)
64. 藤井, 乾: "CGを用いた実験システムによる空間認知モデルの構築", 信学会秋季全国大会 (1989. 9)
65. 中内(豊橋技科大), 臼井(豊橋技科大), 三宅: "ニューラルネットによる色空間写像の実現", 電子情報通信学会秋季全国大会 (1989. 9)
66. 緒形, 佐藤(隆): "2段階処理による運動物体の形状知覚モデル", 信学会秋季全国大会 (1989. 9)
67. 城, 森: "階層型ニューラルネットの統合", 電子情報通信学会秋季全国大会 (1989. 9)
68. 塩入, Williams (CAE electronics): "注視開始直後の視覚情報処理", 応用物理学会学術講演会 (1989. 9)
69. 積山(金沢大), 東倉: "読唇情報が音声知覚に果たす役割", テレビジョン学会視聴覚技術研究会 (1989. 9)

ATR光電波通信研究所

1. 安川: "光衛星間通信における光ビーム制御・光変復調技術", 電子情報通信学会光スイッチング研究会 (1988. 10)
2. 後藤, 荒木, 安川: "Etalon Filter Applicable to Optical Intersatellite Communications", OSA ANNUAL MEETING' 88 (1988. 10)
3. 古濱: "JEM「光衛星間通信」に関するコメント", 第9宇宙ステーション利用計画ワークショップ (1989. 2)
4. 赤池, 平岡, 西川 (村田製作所), 水野 (東北大), 志垣 (富士通): "第18回ヨーロッパマイクロ波会議報告" 電気学会 (1989. 3)
5. 尺田, 土屋, 片浜: "量子井戸サブバンド間吸収の温度依存性", 第36回応用物理学関係連合講演会 (1989. 4)
6. 岡野, 瀬戸, 中西, 辻, 西根, 藤本, 鈴木: "MBE (111) Al成長GaAs:Si-成長条件による伝導型の制御", 第36回応用物理学関係連合講演会 (1989. 4)
7. 小林, 山賀, 鈴木, 藤本: "AlGaAs:InにおけるDXセンター濃度の低減", 第36回応用物理学関係連合講演会 '89 (1989. 4)
8. 多賀, 角田, 今堀: "Correlation Properties of Antenna Diversity in Indoor Mobile Communication Environments", IEEE' 89 (1989. 4)
9. 中條, 手代木 (通信総研): "A Microstrip Antenna of Wide Angle Circular Polarization Using Quarter Wave-length Short-Circuit Patches", ICAP' 89 (1989. 4)
10. 安川: "光衛星間通信の研究", 電子情報通信学会北陸支部講演会 (1989. 4)
11. 徳満, 平岡, 中本, 竹中, 相川: "薄膜マイクロストリップ線路を用いた超小型マイクロ波回路", 電子情報通信学会マイクロ波研究会 (1989. 5)
12. 徳満, 原, 相川: "線路一体化FET (LUFET) マジック-Tとその応用", 電子情報通信学会マイクロ波研究会 (1989. 5)
13. 原, 徳満, 相川: "低損失アクティブインダクタの構成と特性", 電子情報通信学会マイクロ波研究会 (1989. 5)
14. 赤池: "GaAs MESFETのパラメトリック効果とミキサの動作解析", 電子情報通信学会マイクロ波研究会ATR (1989. 5. 18~19)
15. 奈良, Davis: "非線形動力学と情報処理", 数理科学特集カオスー最近の展開ーサイエンス社 (1989. 5月号)
16. 徳満, 原, 相川: "Very Small, Ultra-Wideband MMIC Magic-T and Applications to Combiners and Dividers", IEEE' 89 (1989. 6)
17. 鳴原, 岩崎, 安川: "クロススロット結合マイクロストリップアンテナの円偏波特性", 電子情報通信学会アンテナ伝播研究会 (1989. 6)
18. 原, 徳満, 相川: "Lossless, Broadband Monolithic Microwave Active Inductors.", IEEE' 89 (1989. 6)
19. 藤本: "放射光を用いた新しい結晶評価技術", ニュー・フロンティア材料研究会 (1989. 6)
20. 安川: "アレーアンテナと光技術", 電子情報通信学会集積光エレクトロニクス研究会 (1989. 6)
21. 神谷, 岩崎, 安川, 川中 (阪大), 井筒 (阪大), 末田 (阪大), : "光集積回路型マイクロ波移相器", 電子情報通信学会, 光・量子エレクトロニクス研究会 (1989. 6)
22. 安川: "光制御アンテナ", 電子情報通信学会誌Vol. 72 No. 6 (1989. 6)
23. 岩崎, 中條, 小西, 安川, 折目 (三菱電機), 西岡, 比嘉, 永田: "移動体衛星通信用DBFアンテナに関するシステム検討", 電子情報通信学会アンテナ伝播研究会 (1989. 7)
24. 土屋, 尺田, 片浜: "Inter-subband Absorption Changes in GaAs/AlGaAs MQW Induced by External Light", MSS4 (1989. 7)
25. 神谷, 岩崎, 安川, 川中, 井筒, 末田: "RF Phase Shifter using Optical Waveguide Structure", IOOC' 89 (1989. 7)
26. 安達, 中野, 堀 (NTT), 中條: "特別講演ー1989 ICAP出席報告ー", 電子情報通信学会アンテナ伝播研究会 (1989. 7)
27. 小西, 中條, 岩崎, 安川: "空間制御型光制御アレーアンテナの放射特性", 電子情報通信学会アンテナ伝播研究会 (1989. 7)
28. 鎌田, 山田, 土屋, 尺田, 片浜: "Hot Carrier Photoluminescence in a Heavily Si-Doped GaAs/AlGaAs Quantum Well", Hot Carrier in Semiconductors (1989. 7)
29. 岩崎, 鳴原, 安川: "CHARACTERISTICS OF A SLOT-COUPLED MICROSTRIP ANTENNA USING A TRIPLATE FEED METHOD", ISAP' 89 (1989. 8)
30. 小西, 中條, 岩崎, 安川: "A STUDY OF RADIATION CHARACTERISTICS IN AN OPTICALLY CONTROLLED ARRAY ANTENNA", ISAP' 89 (1989. 8)
31. 庄木 (東芝), 川端 (東芝), 岩崎, 安川: "A MULTI-LAYERED MICROSTRIP ARRAY ANTENNA", ISAP' 89 (1989. 8)
32. 中條, 檜木, 岩崎, 安川: "SPHERICAL ARRAY ANTENNA USING DIGITAL BEAM FORMING TECHNIQUES FOR MOBILE SATELLITE COMMUNICATIONS", ISAP' 89 (1989. 8)
33. Davis: "光カオスを利用した新機能素子の研究", 光技術高度化フォーラム (1989. 8)
34. 赤池: "An Analysis of Idler-Feedback M/N Analog Frequency Dividers", EMC' 89 (1989. 9)
35. 中本, 徳満, 相川: "A MONOLITHIC, PORT-INTERCHANGED RAT-RACE HYBRID USING A THIN FILM MICROSTRIP LINE CROSSOVER", EMC' 89 (1989. 9)

36. 後藤, 荒木, 安川: "ヘテロダイン光 I S L に関する検討(その3)-アンテナ指向誤差によるバースト誤り-電子情報通信学会(1989. 9)
37. 平岡, 徳満, 赤池: "超小型MMIC周波数通倍器の検討", 電子情報通信学会(1989. 9)
38. 竹中, 平岡, 徳満: "薄膜マイクロストリップ(TFMS)線路を用いた超小型MMIC分布型増幅器", 電子情報通信学会(1989. 9)
39. 原, 徳満, 相川: "MMICアクティブサーキュレータ", 電子情報通信学会(1989. 9)
40. 荒木, 榎木, 安川: "光衛星間通信における最適光ビーム幅について", 電子情報通信学会(1989. 9)
41. 徳満, 竹中, 中本: "多層化MMICによる高アイソレーション・超小型多端子ウィルキンソン", 電子情報通信学会(1989. 9)
42. 小西, 中條, 岩崎, 安川: "空間制御型光制御アレーアンテナのレーザ光出力とアンテナ放射信号C/N₀の関係", 電子情報通信学会(1989. 9)
43. 岩崎, 中條, 小西, 安川, 永田(三菱電機), 比嘉(三菱電機), 折目(三菱電機), : "A/D変換器の量子化誤差がデジタルビームフォーミングに与える影響", 電子情報通信学会(1989. 9)
44. 岩崎, 角田, 鳴原, 安川: "トリプート型スロット結合マイクロストリップアンテナの励振電界分布", 電子情報通信学会(1989. 9)
45. 中本, 平岡, 竹中, 徳満: "多層化MMICによる超小型ハイブリッド回路", 電子情報通信学会(1989. 9)
46. 会田, Davis: "光遅延帰還回路を用いたダイナミカルメモリ", 第50回応用物理学会(秋季)(1989. 9)
47. 中條, 岩崎, 安川: "ビーム形成部と復調部を一体化した移動体衛星通信用DBFアンテナに関する検討", 電子情報通信学会(1989. 9)
48. 藤本, 岡野, 瀬戸, 中西, 辻, 片浜, 西根, 鈴木: "Microscopic structure and compensation mechanism of heavily Si-doped GaAs grown on (111)A, B and (100) substrates by Molecular beam epitaxy", Int. conf. on the Science and Technology of Defect Control in semiconductors(1989. 9)
49. 小林, 山賀, 藤本, 鈴木: "DX Center Free Hetero-structure Al_{0.3}Ga_{0.7}As:In/GaAs:In", 16th Int. Symp on GaAs and Related Compound(1989. 9)
50. 尺田, 片浜, 土屋: "InGaAs/AlGaAs量子井戸のサブバンド間遷移", 第50回応用物理学会学術講演会(1989. 9)
51. 辻: "Cs⁺とAr⁺照射下のGaAs基板からのダイマー, トリマー二次イオン生成について", 第50回応用物理学会学術講演会(1989. 9)
52. 瀬戸, 藤本, 前橋(阪大), 長谷川(阪大), 中島(阪大): "GaAs表面酸化の面方位依存性", 第50回応用物理学会学術講演会(1989. 9)
53. 繁田, 岡野, 瀬戸, 西根, 藤本, 鈴木(NHK): "電子線外部励起によるGaAs(111)A面上のMBE成長", 第50回応用物理学会学術講演会(1989. 9)
54. 原田, 榎木, 荒木, 安川: "背景光雑音に強い光ISLビーム追尾方式の比較検討", 信学技報, 衛星通信研究会(1989. 9)
55. 安川: "光衛星間通信", レーザ学会機関誌「レーザ研究」Vol. 17, No.9(1989. 9)

受賞者紹介 (平成元年4月～平成元年9月末における外部団体からの受賞者)

○人工知能学会

優秀論文賞

受賞者

A T R 視聴覚機構研究所

研究員 藤井 秀夫

主幹研究員 乾 敏 郎

受賞対象

1989年度人工知能学会全国大会(第3回)

「コンピュータ・グラフィックスを用いた探索実験による空間認知モデルの構築」

受賞日

平成元年7月25日

テクニカルレポートの販売

ATRグループでは、社内研究資料としてテクニカルレポートを作成しておりますが、下記のレポートにつきましては、有料にて公開しておりますのでご紹介します。(*は英文レポートを示す)

No.	タイトル
I-01	自動翻訳電話の基礎研究(*)
I-02	通訳を介した電話会話の特徴分析
I-03	多層音韻ラベルをもつ日本語音声データベース(*)
I-05	連続音声認識
I-06	時間遅れ神経回路網による音韻認識(*)
I-07	通訳を介した電話会話収集データ
I-08	日本語品詞の分類
I-09	簡易検索言語をもつ音声データベース管理システム
I-16	電話対話と端末間対話の比較(*)
I-17	自然言語対話理解ワークショップ講演要録(1987. 12. 27-28) (*)
I-18	Hidden Markov Model を用いた日本語有声破裂音の識別
I-19	音韻データベース構築のための視察に基づく音韻ラベリング
I-23	ホルマン周波数、バンド幅の変形による声質制御(*)
I-24	種々の発生様式における韻律パラメーターの性質について
I-25	種々の発生様式における日本語音声の韻律の特徴とその制御について(*)
I-26	日本語発生行為タイプの解析 (I) (*)
I-27	テキスト・データベースからの慣用表現の自動抽出
I-28	研究用日本語音声データベースの利用解説書
I-29	言語データベース用格・係り受け意味体系
I-30	日本語孤立発声単語における母音無声化の分析と予測
I-32	素性構造とその単一化アルゴリズムに関する検討
I-34	Modular and Scaling in Large Phonemic Neural Networks(*)
I-35	会話テキストの機械通訳のための翻訳単位の表現と計算(*)
I-36	言語データベース統合管理システム(*)
I-38	動詞敬語の相互承接について－句構造文法理論を用いた構文論的説明－
I-39	解析用辞書開発作業に関する一考察
I-42	目標指向型対話における次発話の予測
I-43	言語データベース作成のための日英対訳対応付け
I-45	タイプ付き素性構造に対する操作：動機および諸定義(*)
I-47	Hidden Markov Model を用いた英単語認識
I-49	句構造文法にもとづく日本語文の解析
I-50	HMM音韻認識におけるモデル継続時間長の制御手法(*)
I-51	日本語音韻継続長における文発声固有の性質について(*)
I-52	ニューラルネットによる英文単語列予測モデルの検討(*)
I-53	複合合成単位を用いる規則音声合成における単位選択尺度について(*)
I-55	Typed Feature Structures: The Language and its Implementation(*)
I-56	合成用日本語音声データベースの概要
I-57	HMM音韻認識に基づくワードスポッティング(*)
I-61	Speech Research at ATR Interpreting telephony Laboratories
I-62	対話文翻訳における英文生成システムの検討
I-63	ニューラルネットワークの音声情報処理への応用
I-64	解析過程の制御を考慮した句構造文法解析機構の検討
I-67	対話翻訳のための階層型プラン認識モデル

No	タ イ ト ル
I-71	RETIF: A Rewriting System for Typed Feature Structurers(*)
I-72	スペクトログラム・リーディング知識を用いた音韻セグメンテーション・エキスパートシステム(*)
I-75	米語電話会話におけるていねいさの表現(*)
A-01	音声認識のための重み付きケプストラム距離尺度(*)
A-03	時空間的なマスクングパターンから見た聴覚系内における音声スペクトル表現(*)
A-05	スペクトログラムリーディング
A-06	音声知覚におけるスペクトルターゲット予測モデルの評価(*)
A-12	Properties of visual memory for block patterns(*)
A-14	逆転ランダム・ドット・シネマトグラムの移動限界(*)
A-16	—人工耳及びダミーヘッドによる測定—
A-17	コネクショニストモデルと認知心理学
A-20	テクスチャー認識の心理学的研究の展望(*)
A-21	誘発電位による両眼視機構の研究
A-22	音の鋭さと振幅包絡
A-23	時空間フィルタを用いた運動視知覚モデルの検討
A-24	On the Approximate Realization of Continuous Mappings by Neural Networks
A-27	色度ランダムドットパターンにおける運動弁別と領域分離(*)
A-28	誘発電位記録解析システム
A-29	VMS版SASの使い方
A-30	リスプマシン上の音声処理ユーティリティ—SPIRE, synthesizer, PEF 入門—
A-31	認知地図形成過程のモデル化に関する一考察
A-34	聴覚実験用ヘッドフォンアンプシステム
A-37	ATR Neural Network Research on Speech Processing(*)
A-38	パターンの良さ判断に対するシンメトロピー尺度の有効性
A-45	アーキテクチャとパフォーマンス
A-46	A Computational Cochlear Nonlinear Preprocessing Model with Adaptive Q Circuits(*)
A-47	視覚・認知機構研究における並列処理計算機NCUBEの利用について
A-50	音の高さの知覚—「音響心理と聴知覚」より—
A-56	Trajectory Formation of Arm Movement by Cascade Neural Network Model Based on Minimum Torque-change Criterion(*)
A-60	Objective Functions for Improve Pattern Classification with Back-propagation Networks (BPネットワークにおける誤差制度の改良) (*)
C-14	概念図作成支援システム試作
C-16	出版業におけるレイアウトに関する専門知識の調査
C-17	通信ソフトウェアの仕様記述法について
C-18	暗号研究の現状
C-22	セキュリティ研究の現状
C-27	Symbolics 用日本語入力フロントエンド・キーボードエミュレーター「JOKER」
O-02	光衛星間通信に適用可能な光デバイス、通信方式に関する調査報告書
O-04	衛星間通信に際して地球大気分子による吸収の計算
O-07	Si選択ドーピングGaAs/AlGaAs量子井戸構造の発光応答

なお、レポートに関するご質問、ならびにご希望がございましたら、下記へお問い合わせ下さい。

〒619-02 京都府相楽郡精華町乾谷・三平谷

(株) 国際電気通信基礎技術研究所 企画部 担当/津路 TEL 07749-5-1177

編集後記

今号は初秋の夕日に映える若草山のイメージを表現した表紙に致しました。本研究所が自然に恵まれた当地に完成したのは、木々の小枝によりやく緑の見えはじめた春3月、季節の移り変わりの早さをしみじみと感じさせられます。

この間、お陰様で多数の関係者の方々に本研究所をご覧頂く事ができました。各職員は研究の合間毎の来客対応に嬉しい悲鳴をあげるとともに、自分達の置かれた立場の重要性をしみじみと実感しております。

今後も、各方面に我々の研究をご理解頂く努力を続けていく所存でございます。
本誌がその一助になればと、編集担当者も張り切っております。

(O)

ATRジャーナル

第6号
1989.11.1 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

