

ATRジャーナル 第12号

目 次

						- NO NO.	
卷頭言	1	視聴覚機構研究所	淀	Ш	英	司	
研究動向紹介	2	通信システム研究所 「設計の履歴書が延ばすソフトウェアの寿命」	浜	田	雅	樹	
	8	自動翻訳電話研究所 「経験的知識を活用する新しい言語翻訳手法」		日英一郎			
	12	自動翻訳電話研究所 「aka(赤)とaki(秋)の/k/は同じ音?」 一前後の音素を考慮した高精度音声認識―	鷹永	井	淳明	人	
	18	 視聴覚機構研究所 「RとL、あなたはききとれますか?」	嵯山	峨山田	山 茂	樹	
	24	人間情報通信研究所 「ニューラルネットで探る発話のメカニズム」	平	山		シ 亮	
	30	光電波通信研究所 「ガリウム砒素(111)A面が開く新しいデバイス技術」	武	部	敏	彦	
	38	ATR周辺整備進捗状況					
	39	ATR主催のワークショップ等開催状況					
ATR研究報告	40	外部発表紹介(平成4年4月~平成4年9月)					
	51	葉原副社長テレコム功績賞を受賞					
	52	David Rainton電子情報通信学会75周年懸賞論文受賞					
	53	受賞者紹介					
ATRの動向	54	各種データ・ベース、テクニカルレポート等成果販売につ) (v	7	·····	Accessor and	

脳機能の解明を目指して

㈱ATR視聴覚機構研究所 代表取締役社長 淀 川 英 司



「人にやさしいヒューマンインタフェース技術」の必要性がますます高まっている。ヒューマンインタフェースの理想的なひとつの姿は、人と人とが対面して行っているコミュニケーションと同様のコミュニケーションが人と機械との間でもできることであろう。そのためには、機械にも見たり聞いたりしたことが理解できる視聴覚機能を持たせることが必要となる。これはいわゆる「パターン認識」とよばれている問題であり、従来から多彩な研究が行われ、着実に進展しているものの質的な面では依然として壁に突き当たったままである。この壁に突破口を開くことが私どもの研究の目標の一つである。

さて、そこでパターン認識問題に対し、ATRではどのような方針で研究を進めているかに ついて述べてみたい。まず、①「人間の視聴覚機構に学ぶ」ことを基本においている。飛行機を 作るのに何も鳥に学ぶ必要はないという議論がある。「飛ぶこと」の原理の解明では流体力学が 本質的役割を果たし、鳥から学んだことは少なかったかもしれない。しかし、パターン認識の ための「知能情報処理」の原理を解明しようとするとき、「流体力学」に相当するものが確立さ れていない現在では、どうしても人間の視聴覚機構に学ぶ必要があると思われる。②「脳活動 の無侵襲測定技術の利用・開発」を積極的に行っている。これは人間の脳機能に学ぶための新 しい手段を得るためのものである。現在でも、ポジトロン・エミッション・トモグラフィー (PET) やマグネティック・レゾナンス・イメージング (MRI) などの脳内状態を画像化す る新技術が開発され実用に供されている。また、脳波および脳磁界の測定、光を用いるものな どもある。さらに、眼球運動の測定技術も脳活動を計測するための有効な手段である。これら をうまく組み合わせて用いることにより、一層効果をあげるよう努めている。③「最新のコン ピュータ関連技術の駆使」により新知見の獲得を図っている。たとえば、最近の超並列コンピュー タを用いることにより、従来扱うことが出来なかったような複雑なモデルのシミュレーション を比較的短時間で実行し、効果をあげている。また、コンピュータによる図形・画像・音声の 生成技術を駆使して、従来技術では出来なかった心理・生理実験を行っている。④「トランスディ シプリナリー (transdisciplinary) な研究によるアプローチ」を目指している。脳機能の解 明という課題は、本来多くの専門分野にまたがるもので、従来から、学際的(インタディシプ リナリー、interdisciplinary)研究の重要性が指摘されている。しかし、最近、この学際的 という用語では不十分で、意味的にはむしろトランスディシプリナリー(学融的、学超的、学 越的、超分野的、……?)な研究と言うべきではないかとの指摘がある。私も同感である。この ほうが「いろいろな関連分野の人が共通の問題意識を持ち、それぞれの専門分野を乗り越えて 互いに他の専門分野に興味をもって入り込んで協同して研究を進めていく」という境界領域研 究の望ましいあり方を、より適切に表現していると思われる。このようなアプローチで本質的 に重要なことは「各研究者は専門分野で優秀であると同時に隣接分野についても正しく理解で きる程度の十分な知識を持っていなければならない」ということである。

以上述べたことについては目下鋭意努力中であり、現在まだ満足のいく状態にあるわけではない。今後も地道な努力が必要である。トランスディシプリナリーな研究を通して、パターン認識の壁にぜひ突破口を開きたいものである。

設計の履歴書が延ばすソフトウェアの寿命

ATR通信システム研究所 通信ソフトウェア研究室 浜田 雅樹



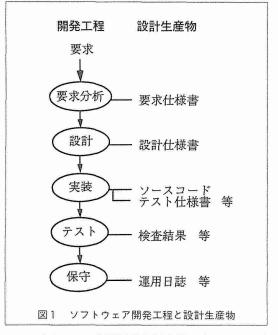
1 はじめに

交換機、銀行のオンラインシステムなど、高度な 通信サービスの実現にソフトウェアは不可欠です。 ハードウェアが各サービス間で共通する機能を提供 するのに対し、ソフトウェアは、個々のサービス毎 に対応して作られます。サービスに対する要求は多 様化していきますので、ソフトウェアはよく修正さ れる運命を持っています。ソフトウェアはその名の 通り柔らかいものですから、修正しやすいと思われ がちです。しかし、ソフトウェアの全開発費の約70% が保守費用であるという調査報告が示すように、現 状ではとても修正しやすいとは言えません。従って、 高度情報社会の実現には、通信ソフトウェアの生産 性とともに、保守性の向上、即ちソフトウェアの寿 命を延ばす技術が不可欠になります。ATR通信シ ステム研究所では、これらのテーマに取り組んでい ます。本稿では、後者の研究について紹介します。

ソフトウェアの修正が困難なのは、ソフトウェアをなぜそのように設計したのかという、設計の理由が残されないためです。本研究では、設計の履歴書を残すことにより、設計の理由に関する情報をソフトウェアの修正時に効率的に参照することを可能にし、ソフトウェアを修正しやすくすることを目指しています。

2 ソフトウェアのドキュメント

ソフトウェアの開発では、ソフトウェアのソース コードと種々のドキュメントが作成されます。ソフトウェアを修正する作業で最も困難なのが、ソース コードとドキュメントにおける変更箇所を限定する 解析です。この解析を以下、影響波及解析と呼びます。



ソフトウェアの影響波及解析を難しくしている原因の1つとして、影響波及解析に必要な情報がドキュメントに記述されていないことが挙げられます。現在、ソフトウェアのドキュメントを大きく分けると、①各開発工程の設計生産物 ②運用マニュアル等の2種類が挙げられます。一般にソフトウェアは、複数の工程に分けて開発されています(図1)。①は、この各工程の設計結果として作成されるドキュメントを指しています。②はソフトウェアの使い方などを説明したものです。②の一部として、保守のためのドキュメントを作成する場合もありますが、記述される内容は①のものとほぼ同じです。①も②も設計の結果のみが記述されており、なぜそのように設計したのかが記述されており、なぜそのように設計したのかが記述されていません。ソフトウェアの影響波及解析では①のドキュメントを参照します。

ソフトウェアの設計では、多くの要因、例えば、要求されている機能、処理のスピード、ソフトウェアが走行するハードウェアの構成、既存ソフトウェアとの互換性etc、が絡んできます。①のドキュメントは、設計者がこれらを考慮しながら設計した結果を記述したものと言うことができます。ソフトウェアの修正は、要因のどれか、例えばハードウェアの構成等、が変った場合、変更後の新しい要因を満足するようにソフトウェアの内容を修正することです。従って、設計生産物に記述されている情報を基に要因変更の影響波及解析を行うには、どのような要因がどのように設計に影響を与えたかを保守者が推測する必要があります。この作業の困難さが、影響波及解析の困難さにつながっています。

では、なぜ現在、設計に影響を与えた要因を記述していないのでしょうか? 原因の1つとして、適切な記述手段が提案されていないことが挙げられます。 例えば、自然言語で記述することはできます。 しかし、自然言語で記述された膨大な量のドキュメントから修正に関連する場所を検索する手段がないため、記録した情報を有効に活用できません。また、記述する設計者の精神的な負担や工数の増加があることも原因となっています。

ATR通信システム研究所では、設計に影響を与えた要因のドキュメント化(「設計の履歴書」)および影響波及解析時での効率的な参照を可能にする方法を研究しています。つまり、設計の履歴書によりソフトウェアの寿命を延ばすことができる訳です。設計に影響を与えた要因に関する情報は、設計の工程の記録、即ち設計において設計者が要因を考慮した記録、を残すことでドキュメント化します。また、設計工程の記録は、構造化(形式化)を行い、支援システムを適用することにより、ドキュメントの文書推敲のための思考が不用となり、記録の負担、工数増加が少なくてすみます。更に、ドキュメント作成段階になって重要な要因を忘れるといった心配も

なくなります。また、影響波及解析において必要な 情報を、設計工程に記録されているインデックスや 関係情報を用いて効率良く検索することを可能にし ています。

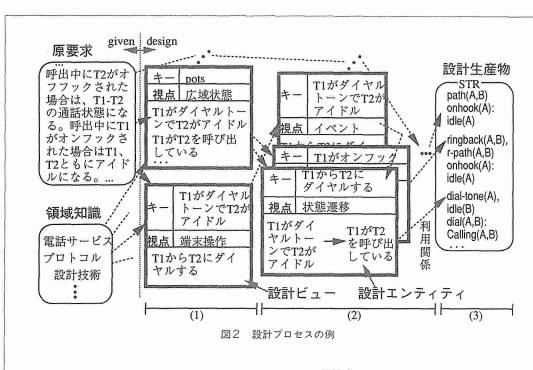
3 設計の履歴書

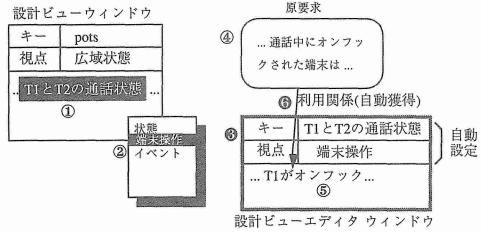
(1) 設計工程のモデル

まず、ソフトウェアを設計する工程のモデルについて説明します。

設計しているソフトウェアで実現すべき機能を設計対象と呼ぶことにします。ソフトウェアの設計ではまず設計対象を設計します。一般に、設計対象は多くの機能が複雑に絡み合っているため、設計者は設計対象の特定の箇所の特定の性質に着目して設計していきます。例えば、ある機能が持つ詳細な機能項目だとか、特定の機能の処理スピードなどです。この設計対象の特定の箇所の特定の性質に着目して設計したものを設計ビューと呼びます。各設計ビュー間には依存性が存在するため、設計ビューは互いに考慮して設計する必要が有ります。設計ビューは、前述の、設計者が設計において考慮した要因に相当します。

設計対象の設計は、以下のように行われます。設計者は、まず、ソフトウェアで実現する通信サービスの概要やソフトウェア開発依頼者の要求(原要求と呼ぶ)に基づき、設計対象に要求される性質を分析します。これは、原要求を利用して設計ビューを設計することに相当します(図2(1))。次に、それらの結果を基に、設計生産物の作成で必要な設計ビューを順次設計し(図2(2))、最後に設計生産物を作成します(図2(3))。設計者は、以上の設計において自身が持っている領域知識を利用します。このように、設計工程は、設計ビュー、設計生産物および(設計ビュー、設計生産物、原要求、領域知識 間の)設計における考慮の関係(以下利用関係と呼ぶ)から構成されています。





- ① 設計を行う設計エンティティを指定する
- ② 設計の視点を指定する
- ❸ キー、視点を設定した設計ビューエディタウィンドウが開かれる
- ④ 参照する設計ビュー, 原要求を開く
- ⑤ 設計結果を記述する
- ❸ 利用関係が記録される

黒丸数字は自動的に行われる 白丸数字は設計者が行う

図3 設計の履歴書の記録手順

設計ビューの内容は、機能やデータなどソフトウェアの設計で用いられる概念(設計エンティティと呼ぶ)と視点より構成されます。設計エンティティのうち、設計された箇所を表すもの(インデックス情報)をキー設計エンティティ(または略してキー)」と呼び、機能項目、処理スピードなど着目した性質を表すものを視点と呼びます。

(2) 設計の履歴書の構造

設計の履歴書は以下の情報から構成されます。

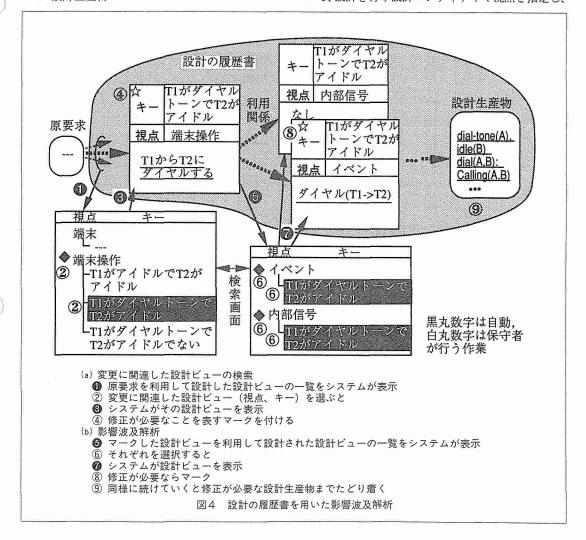
- 設計ビューとそれらの間の利用関係
- 設計生産物

● 設計ビューと設計生産性、原要求、領域知識 間の利用関係

このように、設計者が設計で考慮した要因に関する情報が、設計ビュー(要因に対応)とそれらの間の利用関係として表されます。

(3) 設計の履歴書の記録方法

通信システム研究所では、設計の履歴書を記録、 検索するシステム DIG(Design Information Gathering system)を試作しました。設計者は、 DIGのグラフィカルなユーザインタフェースを用 いて、設計を行う設計エンティティや視点を指定し、



設計ビューエディタに設計ビューの内容を記述しながら設計を進めて行きます。利用関係は、設計者が設計ビューの設計中に参照していた他の設計ビューや原要求をシステムが調べて自動的に記録します

(図3参照)。

4 影響波及解析

影響波及解析では、まず、設計の履歴書から(a)設計対象に要求されていた性質の中で変更されるものを検索します。これは、図2(1)の中から変更に関する設計ビューを選ぶことに相当します。次に、(b)変更された設計ビューを利用して設計されている他の設計ビュー、設計生産物を利用関係を用いて検索していきます。以下、DIGにおいて影響波及解析を行う手順を示します。

(a) 変更に関連した設計ビューの検索

システムは、まず原要求を利用して設計された設 計ビューの一覧を表示します。保守者は変更に関連 した設計ビューをその中から選びます。この選択で は、設計ビューのインデックス情報である視点とキー が役に立ちます。今、基本的な電話サービス (pots) を、端末(電話)の受話器を取りフラッシュするだ けで特定の端末にかかるように変更する例を考えま す (図4)。この変更は、端末操作という性質が変 るので、保守者は表示されている設計ビューの一覧 の中で、視点:「端末操作」を持つものにまず着目 します。次に、この変更は、電話をかける側の端末 T 1 が受話器を取っている状態で行われる端末操作 が変るので、キーとして「T1がダイヤルトーンで T2がアイドル」および「T1がダイヤルトーンで **T2がアイドルでない」をそれぞれ選ぶことにより、** 変更に関連した設計ビューを限定できます。図の4 の②、 ❸は、そのうちキーとして「T1がダイヤル トーンでT2がアイドル」、視点として「端末操作」 をインデックスとして持つ設計ビューを選んでその 内容を表示させた場面です。表示された設計ビュー では、原要求を利用して設計された箇所、本例では「T1からT2にダイヤルする」、がハイライト(図では下線で表示)されます。保守者はこの設計ビューを修正の対象としてマークします(図4中の④)。

(b) 影響波及解析

システムは、先ほどマークした設計ビューを利用して設計された設計ビューのリストを表示します(図4中の60)。保守者は、リストにある設計ビューそれぞれをチェックし、修正が必要ならマークして行きます。同様に続けて行くと、影響を受ける設計生産物までたどり着くことができます。

5 おわりに

通信システム研究所で行っている、通信ソフトウェアの保守性向上のための研究について紹介しました。 現在、さらに設計の履歴書を記録する工数を削減するための方法として、過去に記録した設計の履歴書を別の設計で利用する手法について検討しています。 今後も、通信ソフトウェアの生産性、保守性の向上へむけた研究を積み重ねて行く予定です。

参考文献

- L. Osterweil: Software Processes are Software Too, Proceedings of the Ninth International Conference on Software Engineering (1987).
- [2] J. Conklin, M.Begeman: gIBIS: A Hypertext Tool for Exploratory Policy Discussion, ACM Transactions on Office Information Systems, Vol. 6, No.4, October (1988).
- (3) 安達,浜田:保守支援のための設計プロセス 獲得システム,ソフトウェアシンポジウム '92 (1992).
- 〔4〕浜田,安達:設計プロセスの再利用による設計

- ガイド方式,情報処理学会ソフトウェア再利用 技術シンポジウム(1992).
- (5) D. Knuth:Literate Programming, The Computer Journal, Vol. 27, No.2(1984).
- (6) C. Potts and G. Bruns:Recording the Reasons for Design Decisions, Proceedings of 10th ICSE (1988).
- (7) V. Dhar, M. Jarke: Using Teleological Design Knowledge For Large Systems Development And Maintenance, Proceedings of the International Workshop on Expert Systems & Their Applications (1986).
- (8) R. Guidon: A Model of Cognitive Processes in Software Design, MCC Technical Report STP-283-87(1987).
- (9) M. Lubars: Representing Design Dependencies in an Issue-Based Style, IEEE Software, July (1991).
- (10) R.Fjeldstad, W.Hamlen: Application program maintenance study - report to our respondents, IBM Corporation (1979).
- [11] M. Lehman: Programs, Life Cycles, and Laws of Software Evolution, Proceedings of IEEE, Vol. 68, No. 9, September (1980).
- [12] Guillermo Arango, Laurent Bruneau, Jean-Francois Cloarec, Albert Feroldi: A Tool Shell For Tracking Design Decisions, IEEE Software, March (1991).
- [13] Balasubramaniam Ramesh, Vasant Dhar: Supporting Systems Development by Capturing Deliberations During Requirements Engineering, IEEE Transactions on Software Engineering, Vol. 18, No. 6, June (1992).

経験的知識を活用する新しい言語翻訳手法

ATR自動翻訳電話研究所 言語処理研究室

隅田英一郎 古瀬 蔵



1 はじめに

英会話の得意な人に勉強方法を聞くと、「若い時(中学、高校の時)に、会話の教科書を丸暗記した」という答えが、よく返ってきます。暗記を苦しくて嫌だと思うか、使える英語が増えて楽しいと思うかが運命の分れ道と言えそうです。また、同時通訳の学校では、迷ったり考えている時間的な余裕のない切迫した状況下で大量のドリルをこなすのが、一つの重要な訓練とされています。これらのエピソードは、英語(の通訳や翻訳)の上達のために、用例(ここでは日本語文と英語文の典型的な対応を用例と呼ぶ)を経験的知識として記憶し瞬時に再生できることが必要であることを示唆しています。

英語で手紙を書くときのことを考えてみましょう。 手紙の機能(依頼、許可、督促、感謝など)で分類 された先人達の英知の結晶である例文集から、似た 例文を借りてきて、必要な修正を施すことがよく行 なわれます。この方法で手紙文特有の文体や種々の 社会的な約束事などもうまく訳せます。「英作文は 英借文である」といわれるゆえんです。

私達の日常生活や社会活動でも、経験的知識を活用することは与えられた問題に対処するための常套 手段となっています。例えば、日々の生活で自分と 似た立場の人の行動をまねる、会社で意志決定の際 に前例を重視する、裁判において判例を規範として 同種の事件を裁くなど様々です。

あらかじめ与えた文法に基づき翻訳を行なう従来 手法では日常的な対話表現を十分に扱えない面があ りました。そこで、筆者らは経験的な知識を使って より柔軟な翻訳を実現するため、用例主導型の翻訳 手法の研究を進めています。 本稿では、この研究の「ココロ」と成果と課題に ついて説明します。

2 翻訳における経験的知識の利用

ここでは、用例による翻訳の「ココロ」、言語表現の類似性、「部分」翻訳実験について述べます。

用例主導型の翻訳手法では、用例 (原文とその訳 文の対) のデータベースを用います。データベース に次の用例が含まれているとしましょう。

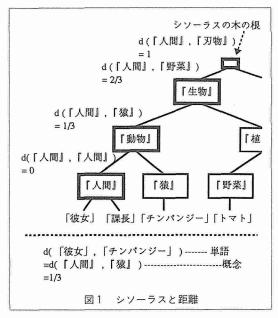
- (1) この包丁は切れる。 → This knife cuts.
- (2) 彼女<u>は切れる。</u> → She <u>is sharp.</u> 翻訳対象文(3)と、用例(1)、(2)の構文は同じです。
 - (3) 課長は切れる。 → ?

「包丁」と「課長」は意味的に近いとは認めがたいですが、「彼女」と「課長」は、両者とも「人間である」という意味で近いとみていいでしょう。全体として、(3)は(2)に類似していますので、この翻訳をまねて、システムは以下の英文を出力します。

(3) 課長は切れる。 → The chief is sharp. さて、言語表現の類似性とは何でしょう。言語表現の基本単位は単語ですから、まず、単語の類似性について考えてみましょう。

化学では物質を、図書館では本を、同類のものを まとめてグループ化する方法で体系化します。言語 でも共通の特徴をもつ単語をまとめてグループ化で きます。例えば、単語「彼女」と単語「課長」は、 グループ『人間』に分類されます。グループ『人間』 は上位のグループ『動物』に、グループ『動物』は 上位のグループ『生物』にというふうに、小分類、 中分類、大分類と体系化でき、全体を「逆さま」の 木で表現できます(図1)。この体系化された単語 の辞書をシソーラス(thesaurus)と呼び、グループのことを概念と呼びます。

我々は、単語の類似性の判定にシソーラス上の距離を利用する方法を提案し、実験を通して有効性を確認しました。単語の距離はシソーラス上の概念の距離によって定義します。概念の距離はシソーラスにおける最小の共通上位概念の位置に従って〇から1までの値にします。値〇は二つの概念が同じであることを意味し、値1は無関係であることを意味します。シソーラスの階層数が(n+1)なら下から、〇、1/n、2/n……、1を距離として割り当てます。



例えば、図1のシーラスは4階層であり、概念『人間』と概念『猿』との最小の共通上位概念は『動物』ですから、距離(図ではdと表示してあります)は 1/3となります。従って、「彼女」と「チンパンジー」の距離も1/3となります。「彼女」と「課長」の距離は0、図にはでてきませんが、「彼女」と「包丁」の距離は1となります。

入力と用例の距離はそれらの構成要素である単語 の距離の重み付き総和として計算します。重みは単 語の訳語選択に関する重要度を表すものですが、詳 細は文献[1]を参照してください。

ATR自動翻訳電話研究所では、まず、英語への翻訳が困難な「AのB」という形の日本語の名詞句を検証実験のため取り上げました(A、Bは名詞、「の」は連体助詞全般を表すこととします)。名詞句「AのB」の翻訳は単純に見え、日本人の初心者は「B'のf A'」で済ましてしまう傾向がありますが、実は英語への翻訳は多様であり、「B' in A'」、「B' for A'」、「B' at A'」など様々な形から最適な表現を選択しなければなりません(A'、B'は名詞A、Bの英訳語を表すこととします)。例えば「京都の会議」は「the conference of Kyoto」ではなく「the conference in Kyoto」と訳さなくてはなりませんが、コンピュータで「AのB」に対する適切な訳を決める良い方法は知られていないといっていいでしょう。

「国際会議申し込み」に関するATR自動翻訳電話研究所が収集した言語資料の中の約2,500件の用例(「AのB」と訳の対)を使った用例主導型の翻訳実験で、平均約80%の高い正解率を得ました。

これだけではなく、用例主導型の翻訳技術は様々な言語現象に幅広く適用可能です[2]。日本語の「名詞」や「動詞」などの内容語、「格助詞」や「接続助詞」などの機能語に関しても、有効性が確認されつつあります。ここでは日英翻訳を例にとりましたが、逆の英日はもちろん他の言語ペアにも適用できます。

用例主導型の翻訳手法が持つ従来手法にはない長 所は以下のようにまとめられます。詳細は文献[1] を参照してください。

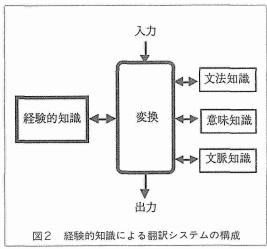
- 用例の追加で翻訳の質を向上できる。
- 翻訳者の技術の結晶である用例を活用できる。
- 距離が結果の信頼度として働く。

3 経験的知識を使って「文全体」を翻訳する方法

次に、用例主導型の翻訳技術の手法を最大限に利 用し、文全体を効率的に翻訳しようとする技術につ いて説明します。

日本語文「会議に申し込みたいのですが。」を例に 考えてみましょう。人間は、この文を英語に翻訳す る際に、文法的に分析する(「たいのですが」がどの ような品詞や意味の単語から成るのか、さらに、そ れらの相互関係は何かなど)ことはなく、「~たいの ですが → I would like to~」のような経験的知 識(用例)を使って反射的に答えを決定することが 多いと思われます。人間は、必要な場合だけ、文法、 意味、前後関係、背景などの知識を絡めて翻訳して いると考えられます。

従来の機械翻訳システムは、まず入力を文法的、 意味的に分析し、それをもとに出力の英語文を作り 上げるという方式を採っています。この方法は一括 処理するバッチ的な翻訳の場合には一定の成果を収 めました。



しかしながら、自動翻訳電話の実現のためには、 日常的な対話文を高速に処理する必要があります。 ATR自動翻訳電話研究所では、用例主導型の考え を発展させて、日本語を英語に変える変換操作と経 験的知識 (用例) を中心にし、必要な場合だけ、文 法、意味、文脈などの知識を絡めて翻訳することに より、無駄な処理を省く効率的な方式 (図2) を提 案しました(3)。 本方式では2節で説明した距離を部分的な経験的 知識 (用例) の選択だけでなく、広く活用します[3、 4]。

部分的な用例を組み合せることによって、文全体を翻訳します。例えば、複雑な入力文、「分らない点がございましたら、いつでもお聞き下さい。」でも入力の各部分との距離に従って選択された「~たら~下さい \rightarrow If \sim please \sim 」、「 \sim がございまし \rightarrow you have \sim 」、「 \rightarrow if you have a question, please ask at anytime.」という英語を作り上げます。

用例の入力文への適用には複数の組み合せが生じることがあります。この場合、距離の総和により最も適切な組み合せを選択します。

用例を適用できるように入力を変形したり、翻訳 に必要な情報を抽出する文法知識を使う必要が生じ ることもあります。文法知識も用例と同様に記述し、 距離によって選択するように実現しています。

「文」翻訳のプロトタイプでは、できるだけ効率的 に処理を行なうために、次のような制御機構を採用 しております。

- (1) できるだけ字面に近い表現の用例から適用を 試みる。すなわち、文字列、単語のパタン、品 詞のパタンの順に適用しようとする。
- (2) 用例の適用だけで翻訳を試み、できないとき 文法知識の適用を試みる。

筆者らは「国際会議申し込み」に関するATR自動翻訳電話研究所が収集した言語資料の約17,000文の日本語文、およびその対訳英語文の頻度調査や分析を行なって、翻訳対象をカバーするための経験的知識(用例)や文法知識を作成しています。

サンプル会話の翻訳でプロトタイプの評価を行ないました。サンプル会話は10対話、225文より成ります。基本対話表現をほぼ網羅し、経験的知識(用例)や文法知識の作成の元となる言語資料とは独立に作

られています。サンプル会話の翻訳は文字列、単語のパタンの経験的知識 (用例) で7割強カバーできました。プロトタイプでは冠詞の問題を除いて、約90%の翻訳率を得ています。

4 おわりに

ATR自動翻訳電話研究所では経験知識として用例を用いる翻訳技術を提案し、その有効性を示しました。これを発展させ様々な知識を有機的に利用する効率的な翻訳方式のプロトタイプを作成し、検証実験を進めています。文脈知識の導入、並列計算機上での分散協調的翻訳の実現、翻訳能力の理論的な検討などが近い将来の課題です。

最後に、自然言語処理分野全体の中で、経験的知識に基づく手法を位置づけてみましょう。コンピュータが発明された直後から探求されている機械翻訳の研究は一つの成熟期を迎え、今、新たな方向へ大きく変わろうとしています。この新しい方向は、1980年初めに提唱された「アナロジーに基づく機械翻訳」[5]のアイデアに始まり、1980年代終わり頃より熱心に取り組まれました。まず、句などの制限された表現に対してその有効性が示され[6、1、2]、現在、文全体の最適な翻訳を求める手法がいくつか提案され、種々の観点から実験・検討されているところです[6、3、4]。

ほぼ同じ時期に、自然言語処理の世界に様々なアイデアが生まれ、研究は活況を帯びてまいりました。言語データベースの作成と利用、確率・統計の適用、ニューラルネットワークの応用、超並列計算機や大規模メモリの実現など、様々な技術が競い合い、発展しつつあります。ATR自動翻訳電話研究所は経験的知識に基づいた手法を研究の一つの核として、特に、大規模対訳言語データベースの構築、規則主導型の自然言語処理の手法などの研究と協調しながら自動翻訳電話実現のための基礎研究を進めていこうとしています。

参考文献

- [1] Sumita, E., and Iida, H.: "Example-Based Transfer of Japanese Adnominal Particles into English," IEICE TRANS. INF. & SYST., VOL. E75-D, No. 4, pp. 585-594, (1992).
- [2] Sumita, E., and Iida, H.: "Example-Based NLP Techniques-A Case Study of Machine Translation-," Statistically-Based NLP Techniques Workshop of the AAAI-92, pp. 90-97, (1992).
- (3) Furuse, O., and Iida, H.: "An Example-Based Method for Transfer-Driven Machine Translation," Proc. of TMI-MT, pp.139-150 (1992).
- [4] Furuse, O. and Iida, H.: "Cooperation Between Transfer and Analysis in Example-Based Framework," Proc. of Coling '92, pp. 645-651, (1992).
- (5) Nagao, M.: "A framework of a mechanical translation between Japanese and English by analogy principle," in Artificial and Human Intelligence, eds. Elithorn, A. and Banerji, R., North-Holland, pp. 173-180, (1984).
- [6] Sato, S.: "Example-Based Machine Translation," Doctorial Thesis, Kyoto University, (1991).

aka(赤)とaki(秋)の/k/は同じ音? 一 前後の音素を考慮した高精度音声認識 一

ATR自動翻訳電話研究所 音声情報処理研究室

> 鷹見 淳一 永井 明人 嵯峨山茂樹

1 「赤」と「秋」の/k/は同じ音?

まず、自分で「あか/aka/」と「あき/aki/」を 発声して見て下さい。どちらも/k/という音素が含 まれていますが、同じ音でしょうか。「あか」の/k/ は、口を広く開けて発声される破裂音です。しかし、 「あき」の/k/の場合は、口を狭くして発声される 摩擦性の音になります。これらの音声波形を図1に 示します。後に続く音素(後続音素)によって、か なり違う音になることに気がつかれると思います。

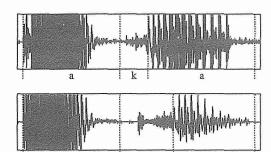


図1:「赤/aka/」と「秋/aki/」の音声波形

他の例を挙げましょう。「湯を売る/yuouru/」を発声してみて下さい。この場合は母音/u/が3つ含まれますが、全部違う音の作り方をしています。最初の/u/は先行音素/y/の影響を受けてやや口を平たくした/u/、次の/u/は先行音素/o/に引かれて唇をやや丸めた/u/、最後の/u/は唇をあまり丸めずに比較的緊張がとれた/u/ではないでしょうか。これは先行音素の影響が大きい例です。

このように、同じ記号で表されている音素でも、 先行音素や後続音素の影響を強く受けて、調音 (口 や喉を動かして発音する仕方) 的にも音響 (発声される物理的な音) 的にもいろいろと変動します。上 の例で示した先行音素や後続音素のように、ある音 素を調音的・音響的に変化させる要因として働くものを、広い意味で「音素環境」と呼んでいます。音素環境には、先行音素や後続音素の他にも、声の高さ(ピッチ)や話者、発話速度、言語、パワー、アクセントの有無、語頭からの位置、感情、発話意図など、多くの要因が考えられ、これらの要因で音素の音響的なパターンはさまざまに変動します。音素のパターンは、人間同様、環境に左右されやすいのです。

2 音素パターン変動への対処

音素環境の違いにより生じる音素パターンの変動 が、音声認識を難しくしているひとつの大きな原因 となっています。

これまでの音声認識では、なぜ音素パターンに変動が生じているのかという原因については特に考慮せず、そのような変動をすべて音素モデルの表現能力で吸収してしまうという方法が多く採用されてきました。この場合の音素モデルとしては、かなり表現能力の高い、複雑なものが要求されます。

しかし、このような音素パターンの変動は、全く 予測できないものでしょうか。そうではありません。 先の例のように、各音素のパターンがどのような音 素環境でどのように変動するのかがわかっていれば、 ある程度予測することができます。そして、その変 動の傾向が同じであるような音素パターンごとにモ デルを作成することにより、簡素で高精度の音素モ デルを実現することができるのです。

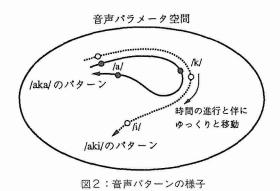
3 これまでの音声認識

本題に入る前に、ATRを始めとする多くの研究 機関でこれまでに研究されてきた音声認識手法に関 するいくつかの基本的な要素技術について説明しま す。

3.1 音声のパターン化

まず始めに、音声のパターンとはどのようなものであるかを考えてみましょう。音声は人間の調音器官によって作り出される空気の波、すなわち波形信号です。しかしこの波形信号には、音声の認識にとってあまり重要ではない、位相成分や声の高さなどの情報も含まれいるために、見かけ上のばらつきが大きく、そのまま扱うことは少々厄介です。そこで、「音響分析」と呼ばれる処理によって、波形信号の中から認識に役立つ情報(主に音声のスペクトルに関する情報)のみが取り出されます。こうして得られる情報は、音声の短時間スペクトルの時系列となります。これが音声のパターンです。

この音声パターンは、音声スペクトル空間上の点 (すなわち音声の短時間スペクトル)が、時間の進 行と共に、比較的ゆっくりと移動しながら描く軌跡 であると考えることができます。この様子を図2に 示します。この場合、音声の特徴が似ているほど、 音声スペクトル空間上の点も似たような軌跡を描き ます。したがって、この軌跡が音声を認識するとき の手がかりとして使えます。



3.2 隠れマルコフモデルの原理

次に、隠れマルコフモデル(Hidden Markov

Model: HMM) [1]を用いた音声パターンのモデル化手法について紹介します。このHMMを用いた音声認識手法は、大語彙・連続・不特定話者音声認識の実現に向けて、現在もっとも有望な手法であると考えられています。HMMは確率理論を基盤とした数学的に厳密な確率モデルですが、ここでは、その原理を直観的にとらえてみましょう。

まず、様々な値の信号を、それぞれある一定の確率分布に従って生成することのできるような確率的な信号源を想定します。そして、音声スペクトル空間上の点の軌跡を、いくつかの異なる出力特性を持つ信号源が、時間の進行と共に切り替わりながら出力した信号であると考えてみます。

この場合、音声パターンの短時間スペクトルのばらつきが大きい区間には、その大きさに見合う程度に広がった確率分布を持つ信号源を使い、そのばらつきが小さい区間には、狭い確率分布を持つ信号源を使えばよいことになります。また、音声パラメータの時間的な変化が激しい区間では、信号源を頻繁に切り替え、それが穏やかな区間では、一つの信号源を繰り返し使えばよいのです。

このように、確率的な信号源という概念を導入することで、音声パターンをうまく表現することができます。そして、これがHMMの原理です。すなわち、HMMは、音声の短時間スペクトルのばらつきおよびその時間変化を、いくつかの確率的な信号源の切り替えにより表現したモデルである、ということができます。この場合、各信号源の出力確率の分布形状が複雑なほど、また信号源の切り替え回数が多いほど、HMM全体としての表現能力は高くなり、複雑な音声パターンが表現できます。

音声認識でよく用いられるHMMは、いくつかの信号源(HMMでは、これを「状態」と呼びます)と、その信号源の出力特性を表す確率分布、および信号源の切り替えタイミングを表す確率値で構成されています。この様子を図3に示します。

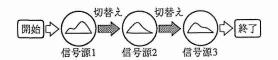


図3:隠れマルコフモデル (HMM) の構造

HMMを用いて音素の認識を行なうためには、まず、「学習」アルゴリズムを用いて、音素カテゴリごとのパターンの特徴を表現した「音素HMM」を、音素カテゴリの数だけ形成します。そして認識時に入力パターンが与えられると、そのパターンがどのHMMから出力される確率が最も高いかが「評価」アルゴリズムにより検証されます。こうして選ばれたHMMで表現されている音素カテゴリが、入力パターンに対する認識結果となります。

3.3 隠れマルコフモデルによる連続音声認識

ATRでは、音素カテゴリごとに学習された「音素HMM」による音声パターンの評価を、「予測LRパーザ」により文法規則に基づいて効率良く行ないながら、連続的に発声された音声を認識するための「HMM-LR」法が考案され、文節区切りで発声された音声に対する高速の認識が実現されています。なお、このHMM-LR法については、参考文献[2]で詳しく説明されていますので、ここでの説明は省略いたします。

4 HMMにおける課題

高性能な音声認識を実現するためには、高精度で 頑健な音素モデルが必要となります。ここで、高精 度なモデルとは音素パターンの本質的な特徴をうま く表現したモデルを、頑健なモデルとは多少のパター ンのばらつきがあってもそれを吸収できるようなモ デルを意味します。このようなモデルを作成するた めには、次のような課題があります。

4.1 高精度なHMMの実現に向けて

高精度なモデルを作成するためには、音素のパターンのばらつきが少ない学習サンプルを用いて学習を行なうことが有効です。

しかし、単純な音素HMMでは、各HMMが、 それぞれ音素環境の違いにより様々に変動した音素 パターンを含んだサンプルで学習されるため、精度 の高いHMMを形成することが難しくなります。

これに対して、最近では、音素カテゴリを音素環境ごとに細かく分類し、それぞれ別々のHMMで表現しようという方法が多く用いられるようになりました。これにより、それぞれのHMMの学習に用いられる音素パターンのばらつきが減少し、精度の高いHMMを形成することができるようになります。このようなHMMは「音素環境依存HMM」、あるいは「異音HMM」と呼ばれています。

しかし、実際にこのような音素環境依存HMMを実現することは、それほど簡単なことではありません。それは、起こり得るすべての音素環境下で得られる音素パターンを含んでいるような膨大な量の学習サンプルを手に入れることが難しいので、異なる音素環境ごとに別々のHMMを学習することができないためです。したがって、音素パターンに与える影響が似ていると思われる音素環境は同じカテゴリとして扱う、といった対策が必要となってきます。

さらに、このような方法では、音素環境の細分化に伴ってHMMの数が増えてしまうため、一つのHMM当たりの学習サンプルの量が少なくなってしまうという問題もあります。したがって、この点についての対策も必要です。

4.2 頑健なHMMの実現に向けて

一方、頑健なモデルを作成するためには、学習サンプル中の音素のパターンの持つ本質的な特徴だけ をうまく表現することが大切です。

音声パターンには常にある程度のばらつきがあり、

全く同一のパターンを持つ音声が再現されることは ありません。しかも私たちが実際に使用することの できる学習サンプルは、量的にも制限があり、また 質的にも統計上の偏りがあったり、ノイズ等の汚れ がある場合が普通です。したがって、そのような学 習サンプルの偏りや汚れなどの「くせ」も含めて必 要以上に忠実に表現したようなモデルでは、音声の 普遍的な特徴を表すことができません。

一般に、学習サンプルの量が少ないほど、あるいはHMMの表現能力が高いほど、普遍性に乏しいモデルが形成されやすくなります。このような現象は「過剰学習」と呼ばれ、未学習の音声パターンに対する認識性能を低下させる大きな原因となります。過剰学習を避けるには、必要最小限の表現能力を持つHMMで、学習サンプルの持つ本質的な情報のみを効率良く表現するための工夫が必要となります。

5 隠れマルコフ網(HMnet)による音声認識

ここまでの説明で、HMMを用いて高精度で頑健な音素モデルを形成する際に問題となるいくつかの点が明らかになりました。これらをまとめると次のようになります。

- 音素環境の分類をどのように行えばよいか?
- 各HMMの表現能力をどの程度に設定すれば よいか?
- HMMの増加に伴う一モデル当たりの学習サンプルの減少をどのように克服すればよいか?

ATRでは、これらの問題を同時に解決し、高精度で頑健なHMMを生成するための手法を考案しました[3]。この手法は、その原理から「逐次状態分割法(Successive State Splitting:SSS)」と名付けられました。この手法により、隠れマルコフ網(Hidden Markov Network:HMnet)と呼ばれる、表現効率の高い音素環境依存HMMが実現されます。

ここでは、このHMnetを用いた音声認識手法に

ついて紹介しましょう。

5.1 隠れマルコフ網(HMnet)

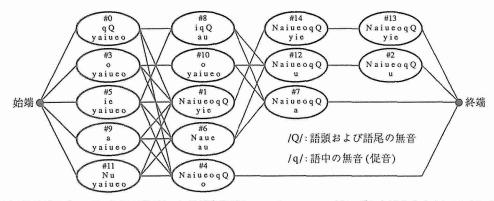
HMMの表現効率を高めるための一案として、部分的に似ているパターンに対しては、たとえそれらが異なる音素環境に属する音素のものであっても同じ状態で表現することを考えます。例えば、音素のパターン変動に最も影響の大きい先行音素や後続音素について考えた場合、先行音素の影響はそのパターンの前半部分ほど強く、後続音素の影響は後半部分ほど強く現れると考えられます。したがって、先行音素が違うためにそれぞれ変動した音素パターンであっても、それの後半部分では似たようなパターンになる可能性があります。このときは、その後半部分は共通の状態で表現できます。

このように考えると、いくつかの状態を特定の音素環境における音素パターンを表現するためだけに用いるよりも、個々の状態を複数のHMMで共通に使用する方が、全体の状態の数が少なくなり、表現効率の高いモデルになることがわかります。これにより、学習サンプルも複数の状態で共通に使用することができるため、限られたサンプルを有効に使った学習が行なわれ、モデルの頑健性も向上します。HMnetは、このような考えに基づいて考案された、高精度で頑健な音素環境依存HMMです。

HMnetは複数の状態を網状に結合したものとして表されます。各状態にはそれぞれ以下の情報が個別に与えられ、その独立性が高められています。

- 状態の番号。
- この状態で表現できる音素環境の集合。
- この状態に先行および後続する状態の集合。
- ●出力確率分布のパラメータ。
- ●後続する状態への切り替えタイミング。

ここで、日本語子音/k/の音素パターンを、先行音素と後続音素の影響を考慮して15個の状態で表現した場合のHMnetの構造を図4に示します。この



例えば状態「 \sharp 9」では、先行音素が/a/、後続音素が/y, a, i, u, e, o/のいずれかであるような/k/のパターンが表現されている。このHMnetでは、「赤/aka/」の/a/は \sharp 9 – \sharp 1 – \sharp 13の順で、それぞれ状態を連結したHMMにより表現される。この例では先行音素はどちらも同じ/a/であるため、先頭の状態「 \sharp 9」を両方のHMMで共有した効率の良い表現となっていることがわかる。

図4:日本語子音/k/を15状態で表現したHMnetの構造

図では、各楕円が一つの状態を表し、その中に記されている情報は上から順に、状態の番号、先行音素の集合、後続音素の集合を示しています。

5.2 逐次状態分割法

HMnetは、逐次状態分割法(SSS)により自動 的に生成することができます。ここでは、このSSS の原理について説明しましょう。

学習によりHMMを形成すると、音素パターンのばらつきが大きい区間を表現している状態ほど、その出力確率の分布は大きく広がったものとなります。したがって、HMMの各状態の出力確率分布の大きさを調べれば、どの状態で表現されている区間で音素パターンが最もばらついているかがわかります。

この最も大きく広がった分布を持つ状態を新たな 二つの状態に分割し、それらの状態を独立した信号 源として形成し直すことによって、それぞれの状態 が表現すべき区間での音素パターンのばらつきを減 らし、表現精度を向上させることができます。つま り、そこでのばらつきが、音素環境の違いにより生 じている場合には、その音素環境を分割してそれぞ れを新たな状態で表現すれば各状態でのパターンの ばらつきは大きく減少します。また、そのばらつきが、その区間における時間的なパターンの変化が大きいために生じている場合には、その区間を新たな二つの状態の連結により表現すればよいのです。この様子を図5に示します。

SSSは、このような考えに基づいて状態の分割を、たった一つの状態から始めて繰り返し行ないながら、モデルの精密化を徐々に進めていくというアルゴリズムです。これにより、音素環境の分類やモデルの構造、各状態の出力確率分布などが、すべて学習サンプルから自動的に最適化されるため、その表現に無駄が少ない効率的なモデル、すなわちHMnetを生成することができます。

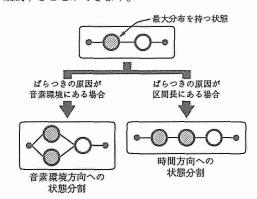


図5:状態分割の様子

5.3 連続音声認識への適用

HMnetを、これと並行してATRで開発された 音素環境依存型の予測LRパーザ[4]と組み合わせ た「SSS-LR」方式を用いて、高性能連続音声認 識システムを構築しました[5]。ここで、このシス テムの連続音声に対する認識性能を紹介します。

このシステムで用いているHMnetは、日本語の 全音素を、先行音素と後続音素の影響を考慮してモ デル化したもので、全体で600個の状態を持ってい ます。そして、このHMnetでは、1,688通りの異 なる音素環境に対応するHMMが表現されています。 評価用音声には、男性話者1名が発声した国際会 議への参加問い合わせに関する会話を用いました。

約1,000単語の語彙を持つ文法を用いて行なった 認識実験の結果、第一位認識率で93.2%、第五位ま での累積認識率で99.6%という、高い認識率を得る ことができました。この認識性能は、これまで ATRで行なわれていた音素環境を考慮しない方法 と比べて、認識誤りを半減するまでに至っています。

HMnetは、現在、ここで紹介した特定話者の音声認識の他にも、話者適応による多数話者の音声認識[6]や、不特定話者の音声認識[7]などに応用され、いずれの場合においてもこれまでの方法を上回る良好な結果が得られています。

6 むすび

ATR自動翻訳電話研究所で行なっている、音素環境を考慮した高精度な音声認識手法について紹介しました。高精度で頑健な音素環境依存型HMMである隠れマルコフ網(HMnet)と、その自動生成アルゴリズムである逐次状態分割法(SSS)の開発により、連続音声に対する認識率を大幅に向上させることができました。

なお、ここで紹介した「SSS-LR」方式は、 ATR自動翻訳電話研究所の連続音声認識システム 「ATREUS」の主要部分に用いられ、今年度で終結 する自動翻訳電話プロジェクトの最終実験システム「ASURA」の音声認識処理部として使用されます。

参考文献

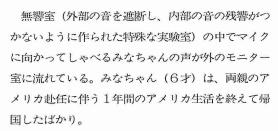
- [1] 中川: "確率モデルによる音声認識," 電子情報 通信学会編(1988).
- [2] 川端, 北: "音韻モデルと文法を融合した音声 認識,"ATRジャーナル, No.6, pp. 6-9(1989).
- [3] 鷹見,嵯峨山:"音素コンテキストと時間に関する逐次状態分割による隠れマルコフ網の自動生成,"信学技報SP91-88(1991).
- [4] 永井,嵯峨山,北:"HMM-LR法における音素文脈依存型パーザの実現アルゴリズム,"信学技報SP91-23(1991).
- [5] 永井,鷹見,嵯峨山: "逐次状態分割法(SSS) と音素コンテキスト依存LRパーザを統合した SSS-LR連続音声認識システム,"信学技報SP 92-33, pp. 69-76 (1992).
- [6] 鷹見,永井,嵯峨山: "逐次状態分割法(SSS) とLRパーザを統合したSSS-LR連続音声認識 手法における話者適応の性能評価,"音講論集, 2-5-5(1992,10).
- [7] 小坂,鷹見,嵯峨山;"話者混合SSSによる不 特定者音声認識,"音講論集,2-5-9(1992.10).

RとL、あなたはききとれますか?

ATR視聴覚機構研究所 聴覚研究室

山田 玲子

現ATR人間通信情報通信研究所



「1から10まで数えてください (実験者)。」 「ワン、ツー、スリー……」

かなり日本人的な発音だ。やはり、1年程度の滞在では、英語の音を獲得するには不十分なのだろうか。

「今度は曜日の名前を言って下さい(実験者)。」 「Sunday, Monday, Tuesday……」

これは全く日本人離れした流暢な発音である。日本人が苦手とするRとLの聞き取りテストの結果もほとんどアメリカ人と同じ結果であった。1年間のアメリカ滞在経験と日本語化された英語の経験がともにみなちゃんの英語の発音、知覚に影響を及ぼしているようだ。

1 はじめに

行動や心的機能の発現について、それが遺伝による生得的なものか環境による獲得的なものかという 2分法的な問題設定は、繰り返し用いられてきました。しかし、いうまでもなくどちらか一方の要因によって発現する形質や機能は少なく、多くのものは両者の交互作用により形成されます。したがって、両者それぞれの役割や相互の関係を理解していかなければなりません。

鳥に例をとってみましょう。アメリカにミヤマシトドという鳥がいます。この鳥は地域によってさえ



ずりに特徴がある、つまり方言があるということで 有名です。種を特徴づけるさえずりが可能となるか、 それがどの方言であったかは、ひなの時の環境(ま わりの成鳥のさえずり)によります。これは明らか に環境の影響です。だからといって同じ地域に棲む 他種のさえずりを覚えるわけではないし、学習可能 な時期(敏感期)も限定されています。これは、生 得的に決定された特徴です。さえずりの種類はその ときどきの環境から取り込まれますが、学習能力そ のものは生得的なものです。

ところで、一般に私達は人間である以上みんな同じように見たり聴いたりするという前提に立っていないでしょうか。しかし、言語環境の違いにより、言語音の知覚すら異なります。この言語音の知覚の違いは、本格的な国際化時代を迎えた日本人にとって、異なる言語を使用する人々とのコミュニケーションを図る上で非常に切実な問題のひとつとなっています。例えば、多くの言語にあって日本語にはないRとLの区別がそうです。日本人がRとLの区別ができないというのは音声について研究する者の間では世界的に有名で、興味ある研究対象と考えられています。我々日本人にとっては、何故アメリカ人がRとLの区別ができるのか不思議であるし、アメリカ人にとってみれば何故日本人はそれらが区別でき



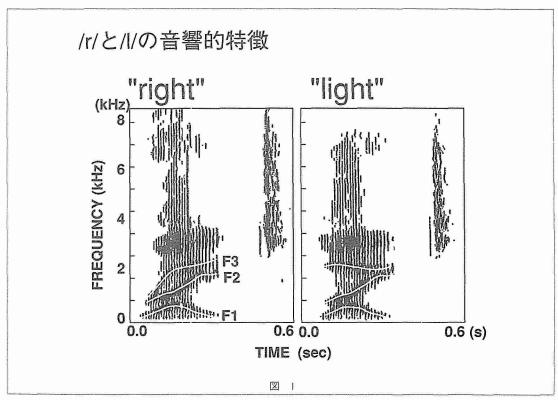
ないのか不思議でしょう。

日本人はR、L音をどのように知覚しており、アメリカ人とどう違っているのでしょうか。また、アメリカに滞在する、つまり、米語環境にさらされることによって、どのように変化するのでしょうか。これらは大変興味ある問題です。

2 RとLの音響的差異

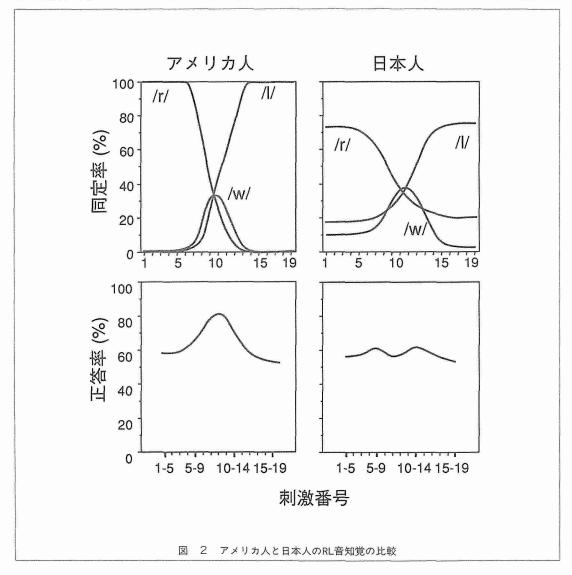
図1はアメリカ人が発話した "right" "light" という音を音響分析した結果です。これは、サウンドスペクトログラムと呼ばれる図で、たて軸は周波数(単位はKHz)横軸は時間(秒)を示し、スペクトルの強度が濃淡で表されています。よく見ると、何本かの濃い帯が観察できますがこれはホルマントと呼ばれ、周波数の低いものから順にF1(第1ホルマント)、F2(第2ホルマント)、F3(第3ホルマント)・・・・・と呼びます。図1では、"rai"および"lai"

の部分のF1、F2、F3を白抜きの線で示しまし た。母音や一部の子音では、このホルマントのうち 低い方の3つ、つまりF1、F2、F3の高さ及び その時間的な推移が、音韻を決定します。ところで、 RとLの比較ですが、"right", "light"という単語で はそれらの音が語の先頭にあるので、先頭の部分F F2、F3に着目してみましょう。すると、非 常に大きい違いがあることがわかります。F3の周 波数がRでは約1KHzと低いところから始まり、 Lでは約2.8KHzと高いところから始まっています。 また、F2周波数もRの方がLに比べて多少低いと ころから始まります。 F1は、次の "ai" という音 に向けて、RではLに比べてゆっくりと変化してい ます。これらの特徴には個人差もありますし、個人 内でも変動があります。しかし、それらの変動を越 えて、アメリカ人は共通の手掛かりを用いてR、L を聞き取っています。

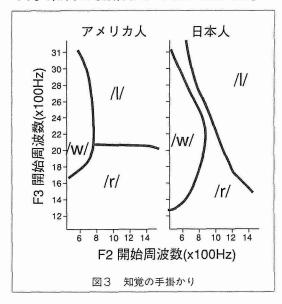


そこで計算機を用いて、"right"、"light"という単語を合成してみました。その際上述の分析結果をもとに3つの特徴をRからLまで19段階に分けて変化させた音を合成してみました。つまり、Rらしい音、Lらしい音、そして物理的にはそれらの中間的な性質を持つ音を19個作りました。このような物理的には連続した性質をもつ刺激群を刺激連続体と呼びますが、このように物理的には等間隔につくられた子音の刺激系列を同定させる(何という音か答えさせ

る)とあるところを境に急に答えが変化します。しかも、刺激連続体上数ステップ離れた音同志の弁別能力(違いがわかるかどうか)を調べると、同定の答えにおける境界をまたがない刺激音同志(つまり同定結果が同じ音同志)よりも境界を横断する刺激同志(つまり違う音と同定した音同志)の方が違いが良くわかります。このような知覚は範疇的知覚と呼ばれています。本実験で用いた刺激連続体を約3分の2のアメリカ人はR、Lふたつの音の範疇に分



けて知覚し、残りのアメリカ人は同じ連続体上の中間あたりの音をW (つまり "wite") と聴いたため、結果は図2左のようになりました。しかし、RとL、またはR、L、Wの境界付近で弁別率が上昇しており、総じてアメリカ人はRとLを範疇的に知覚するといえます。それに対して、日本人はRとL刺激連続体を範疇的に知覚しません(図2参照)。日本人では、R側の刺激からL側の刺激に向かうにつれて、Rという答えはだんだん減り、Lの答えが増加してきます。しかも、その途中にW (つまり "wite")という音がきこえます。また、最もRらしい音でも100%Rと答えることはないし、Lについても同様です。弁別率にも顕著なピークはみられません。



3 知覚の手掛かり

前々項でRとLを区別する3つの音響的特徴について述べました。アメリカ人はこれら複数の特徴をどのように用いてRとLを聴き分けているのでしょうか。日本人はどうでしょう。前項の実験では、3つの音響パラメータは同時にRからLまで変化させた刺激連続体を用いましたが、ここでは、F2周波数とF3周波数の種々の組み合せの音を合成し、F

2~F3平面上での音をアメリカ人と日本人がどのように同定するかを調べました。すると、アメリカ人はF2周波数の値にかかわらず、F3が2KHz以下の刺激をR、2KHz以上の刺激をLと同定します(図3参照)。言い替えれば、F3を手掛かりにRとLを同定しているといえます。それに対し、日本人では、F2~F3平面上でのRとLの境界が軸に平行とならず、F2周波数、F3周波数をともに手掛かりとして用いており、しかもF2周波数に強く依存していることが明らかになりました。さらに、日本人の場合、F2周波数が低い領域にWが聴こえます。

5 米国滞在経験と年齢

日本語に存在しないR、L音知覚については、アメリカ人と日本人のそれは大変異なっていました。それでは、日本人でアメリカに滞在経験を持つ人は、どのようにR、L音を知覚するのでしょうか。家族でアメリカに赴任し、数年過ごした結果、子供だけが流暢に英語でコミュニケーションを行なうことができるようになった、しかも兄弟のうち年齢の若い方が早かったという話をよく耳にします。そこで、帰国子女を含む滞米経験のある日本人のR、L音知覚について調べました。

研究の対象としたのはアメリカに1年以上の滞在 経験を持ち、しかも滞米期間中、週に5日以上通勤 または通学(現地校のみ、日本人学校は除外)し、 そこで英語を用いていた日本人約150名です。知覚 実験の結果、滞在経験者のなかには、アメリカ人同 様の知覚を獲得した被験者がいる一方、滞米経験が 数年あっても日本人型の知覚を示した被験者もいま した。ここで重要なのは滞米年齢との関係です。実 験の結果は、滞米開始年齢が7才以上になると獲得 できなくなる人が増えてきます。同程度の滞米年数 をもつ被験者について結果をまとめると、知覚実験 のスコアが滞在開始年齢が7才をこえるとだんだん 低下します。

冒頭で例に挙げたみなちゃんは5才から1年間滞 米、帰国直後に実験に参加してくれました。成績は、 アメリカ人の同年齢の子供の結果と全く同じでした。 そしてさらに1年半後、再び実験をしてくれました。 1回目の実験と2回目の実験の間は特別な英語教育 は何もしていないということですが、聞き取りの成 績は全く落ちることはありませんでした。みなちゃんとは対照的なのが中学、高校生時代に1年間米国 に留学経験をもつ方達の結果です。150名中、このケースの方が30名とたくさんいました。しかし、そのう ちのほとんどの人が滞米経験をもたない日本人と変 わらない成績を示し、米人に近い成績をしましたの はわずか2名でした。

これらの結果はあたかも、音声を獲得するための 臨界期があることを示唆するかのようにみえます。 しかし、このような結果から性急に、人間の言語獲 得には学習可能な臨界期がると結論すべきではあり ません。臨界期とはそれ自体そのメカニズムを分析 すべき現象であって説明に用いられる概念ではあり ません。この現象には、音声知覚に関する学習能力 の低下以外に種々の要因が関与していると考えられ ます。例えば、12才から始まる日本での英語教育を 受けることより、英語に関する言語学的な知識を獲 得しますが、このことは音の獲得には阻害的要因と して働くかもしれません。我々大人は、アメリカ人 が目の前で話しはじめた時、RとLを聴き分けよう とどれほど努力しているでしょうか。多くの人は、 Rかしらしき音はとりあえず"日本語のラ行音"と いうひとつのカテゴリーに放り込み、文脈に頼って RかLかを判断しているのではないでしょうか。例 えば、日本人は"rook"という語を聴くと非常に高 い確率で"look"と聴こえたと答えます。 逆に"led" という語は "red" と答えてしまいます。この現象 は "ru" や "le" の部分だけを聴かせた場合には起 こりません。これは日本人がRとLをききとるプロ

セスに単語の意味、親密度という文脈が影響してい る証拠です。つまり、知識が大きく関与していると いえます。日常会話においてRとLを聞き分けられ ない者が文脈を手掛かかりに聞き分けること自体は R、Lの聞き分けを助けているのですから問題はな いともいえますが、長い目でみた場合には文脈ばか りに依存することによって音声知覚そのものの学習 を阻害している可能性は充分あります。また、第一 言語との干渉や言語の機能の年齢にともなう変化等 も学習結果を左右するひとつの要因であると思われ ます。もちろん生成 (発音) との関係も重要な要因 でしょう。単に学習能力の限界と考えず、これらの 要因をさらに分析することにより、年齢の影響を打 ち破る効果的な訓練方法が導かれるかもしれません。 実際、滞米開始年齢が12才以降であっても滞在年数 が長期に及ぶと獲得する可能性は増します。

6 今後の研究の展開

ATR視聴覚機構研究所では、人間の視聴覚のメカニズムに学んで優れたマンマシンインタフェース技術の開発に向けた要素技術の研究にとりくんでいますが、このうち本研究は人間が発達の過程において音声言語をいかに自然にかつ巧みに学習し、身につけていくかという課題にせまり、「音声を聞き取る」メカニズムを解明する糸口を与える重要な研究テーマと考えています。

人間がどのように各言語環境に適した音声知覚能力を学習するかという問題にアプローチする際、実験室で音声知覚の訓練を行ない、どのような訓練がどのように知覚に影響を及ぼしたかを調べる方法があります。将来、このようなアプローチをとることにより、さらにもう1歩学習のメカニズムの解明に近付くことができると考えられます。例えば前項では年齢の影響を滞米経験者の知覚を測定することによって調べましたが、滞米経験中にどのような生活をしていたかとか、英語でコミュニケーションして

いた頻度等は当然統制しきれません。さらに詳細に 学習の達成度と年齢の関係について調べるためには、 研究室内での訓練成果を比べるより他に方法があり ません。訓練の実験にあたって、まず訓練音声とし てのどのような音声の集合が適当かという訓練音声 の最適構造の解明の問題があります。また、この訓 練音声の構造化の要因とは別に、音声学習にはもう 1つの要因があります。それは「やる気」です。い くら教材がよくてもやる気がなくては学習の効果は 期待できません。このやる気は、心理学では動機づけ(motivation)と呼ばれ、学習における重要な 要因のひとつとして研究されてきました。特に年少 者の訓練において動機づけの問題は、重要な位置を 占めることになると思われます。

このような言語音の訓練の結果は、外国語音の獲得メカニズムを知るきっかけとなる他、外国語教育にも役立つと思われます。ここ当分、日本人のR、Lの出番が続くかも知れません。筆者自身もこの分野で力を尽くしたいと考えています。

フ おわりに

英語に対するコンプレックスを抱えている我々大人の悩みとは裏腹に、情報の国際化が進むにつれ、言語という環境の相違はどんどん薄れていくようです。正しい日本語がくずれていくのではという心配がある一方、コミュニケーションの円滑化ということでは喜ぶべきことでしょう。子供向けのテレビ番組をみていても、随分英語が取り入れられています。言語の違いをメシのタネにしている者としては、少々あせってしまう今日この頃です。

本稿でご紹介させていただきました研究概要のデモがMacintosh、Hyper Cardのスタックとして作成されています。このスタックでは、研究概要をご覧いただくとともに、みなさんのR、L音知覚のテストや訓練も行なえるようになっています。ご興味のある方は企画部までご連絡下さい。

* 辩辞*

本研究をすすめるにあたりご協力いただきました 学校法人千里国際学園、同志社国際中高等学校、同 志社大学、同志社女子大学の諸先生方並びにスタッ フの皆様、被験者としてご協力いただきました皆様 に心より感謝いたします。

研究上の討論や大規模な実験の遂行に関しても多くの方々の支援を受けました。ここに記し、心より 感謝いたします。

ニューラルネットで探る発話のメカニズム

㈱ATR人間情報通信研究所 第三研究室

平山 亮



1 はじめに

より使いやすい情報処理システムや通信システム のヒューマンインタフェースを実現するためには、 人間の情報処理メカニズムを研究していくことが重 要です。情報処理システムや通信システムの最終の 使用者は人間であり、また、人間は現在のコンピュー タでは出来ない優れた情報処理及びコミュニケーショ ン能力を持っているからです。ATR人間情報通信 研究所では、人間の優れた機能に学んだ情報生成・ 処理技術の確立を目指してヒューマンコミュニケー ションメカニズムの総合的な研究を行なっています [1]。人間の優れた機能のひとつに音声によるコミュ ニケーションがあります。音声によるコミュニケー ションは人間の聴覚・知覚、音声生成運動の機構、 ひいては脳の情報処理機構に依存したものであり、 これらの解明は、より良いヒューマンインタフェー スの実現にとって重要な課題です。本稿では、これ らの課題のうち、私が担当している発話運動のニュー ラルネットワークモデルについて紹介します。この 課題を解明するために必要なことは、まず、人間を よく見ること、すなわち、発話運動実験を行ない生 理学的データを収集すること、次に、人間をよく知 ること、すなわち、実験データをもとに発話運動を モデル化すること、最後に、それを使うこと、すな わち、得られたモデルをヒューマンインタフェース 技術に応用していくことです。人間を、目・耳など 感覚器官から得た入力情報 (Input) を、脳で処理 (Process) し、脳から出される運動指令で筋肉を動 かし行動 (Output) する、情報処理装置とみなし、 人工的なモデルで模擬することにより、人間のメカ ニズムを解明していこうとするアプローチです。川 人光男第三研究室長の指導の下、視聴覚機構研究所 エリック・ベイツン客員研究員と共同で研究を進め ています。生体計測については、視聴覚機構研究所 本多清志主幹研究員の協力も得ています。また、 ATR内の研究所間ばかりでなく、ハスキンス研究 所(米国)、マサチューセッツ工科大学(米国)、 CNRS(仏国)、ウィスコンシン大学(米国)、早 稲田大学など国内外の研究機関とも、共同で計測、 ディスカッションを行なったり、あるいは、客員研 究員や学外実習生を受け入れるなどして、ATRの 学際性、国際性を最大限に発揮した研究プロジェク トになっています。

2 発話運動のモデル

人間が言葉を話す、すなわち、音声言語の生成は どのように行なわれているのでしょうか。人間が自 分の意図を話し言葉として表現しようとするとき、 まず、脳内において意識が情報源になり、意図した 言語が形成され、音素系列などの音声学的特徴を経 て必要な音声器官の位置や形状に関する運動神経へ の指令が生成され、音声器官の運動によって目標と する音が口唇より発せられる訳です。 図1に人間の 音声器官[2]を示します。音声器官は呼吸器官(肺)、 発声器官(声帯)、調音器官(唇、顎、舌など)に 分類できますが、呼吸器官運動及び発声器官運動で 音源が生成され、調音器官運動による声道形の変化 により、種々の共振特性が作られ、音声として放射 されるのです。音声器官の内、調音器官は個々の母 音や子音の特徴を生成するのに大きな役割を果たし ます。図2は、音声生成というタスクを実行するた めに必要な情報の流れと処理を示したものです。こ

の図でのそれぞれの情報を計測し、それらを入出力とする処理を記述できれば、人工的に人間の音声生成を模擬できることになります。運動指令、運動軌道、音声を各種計測装置を用いて同時に記録し、それらの関係をニューラルネットによりモデル化することにより、発話運動のモデルを作成しています。脳で作られた運動指令は、最終的には運動ニューロンから筋肉へ伝えられ、それにより筋肉が収縮し音声器官が運動しますが、その時の筋活動は筋電図に現われるので、これを計測し運動指令として使用しています。なおこのモデルでは、聴覚や体性感覚によるフィードバック情報は考慮せず、制御の主体で

ある、内部モデルを使ったフィードフォワード制御 だけを取り入れています。また、発話意図情報から 運動の目標情報への変換については、現状の技術で は定量的な計測ができない、いわゆる高次機能であ るため、言語学的、生理学的な事実などから、より 詳細なモデルを今後作っていくことが必要です。

3 筋電図と調音器官運動の計測

発話運動のモデルを作るに当たってまず必要なのは、発話運動を計測することです。人間が言葉を話している時の調音器官(上唇、下唇、下顎、及び舌)の運動軌道、筋電図、音声を、各種計測装置を用いて、

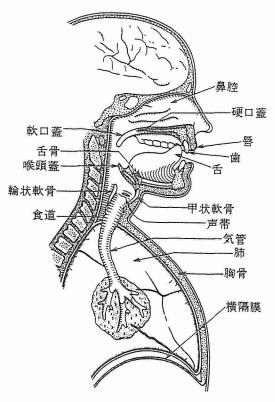


図1 音声器官

呼吸器官(肺)・発声器官(声帯)で音源が生成され、調音器官(唇、顎、舌など)運動による声道形の変化により、種々の共振特性が作られ、音声として放射される。

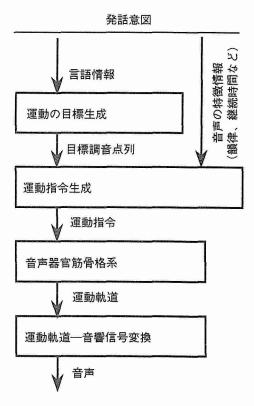


図2 音声生成過程の情報処理モデル

音声生成における情報の流れ(矢印)と処理(四角) を示している。

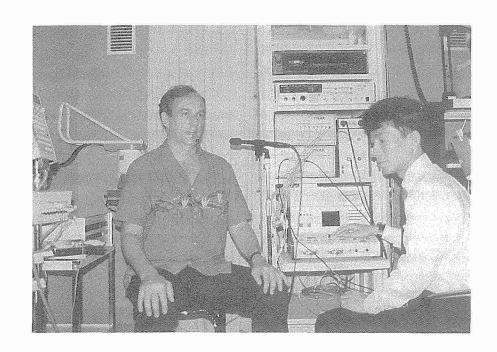


図3 筋電図と調音器官運動の計測実験風景

被験者は共同研究者のベイツン客員研究員。英語の例文を発話中の唇・顎の運動を、筋電図、音声とともに計測している。

同時に記録する実験を、英語と日本語について行なっ ています。唇・顎の運動軌道の計測には、唇・顎な どに貼り付けた発光LEDマーカーの動きを3台の CCDカメラで追跡し、運動軌道を計測する3次元 運動計測装置を使用しています。筋電図は、調音運 動に関連する筋肉上の皮膚に表面電極を貼り付け、 筋肉に発生した電位を生体アンプで増幅し記録しま す。音声はマイクロフォンからの信号をA/D変換 して記録します。図3に実験の様子を示します。そ の他に、パラトグラフによる舌と口蓋の接触の計測、 舌上に貼り付けた磁気マーカーの動きを追跡するマ グネトメータシステムによる舌運動の計測、MRI による調音器官形状の計測、X線マイクロビームに よる舌運動の計測、金属線電極を使用した筋電図計 測など、様々な計測方法を用いて、高精度かつ多次元 的な発話運動データの収集を行なっています[3]。

4 ニューラルネットによる発話運動のモデル化

次の段階は、収集したデータをニューラルネットによりモデル化することです。ニューラルネットは、 人間の神経回路を参考にした情報処理メカニズムであり、学習によって、任意の入出力関係を近似出来ることから、従来の解析方法だけではモデル化か難しかった複雑な生体システムをモデル化するのに適していると言えます。

運動指令と運動軌道の関係、すなわち図2における音声器官筋骨格系を図4の様なニューラルネットワークで実現しています。運動指令として、筋電図を一定区間毎に積分した積分筋電信号を使用しています。図4で筋骨格系モデルの部分は、3層ニューラルネットで、各調音器官の位置・速度及び関連した筋肉の積分筋電信号を入力とし、単位時間後の各調音器官の位置・速度の変化を出力します。計測に

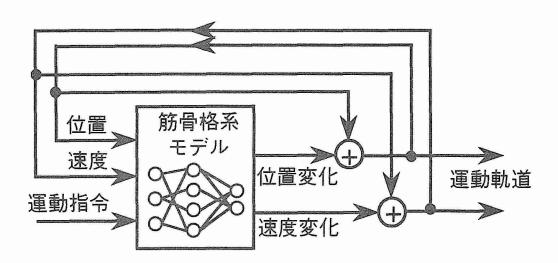


図4 筋電図から調音器官運動軌道を生成するニューラルネットワーク

筋骨格系モデルを学習後、運動指令として積分筋電信号を入力することにより、調音器官運動軌 道を出力する。

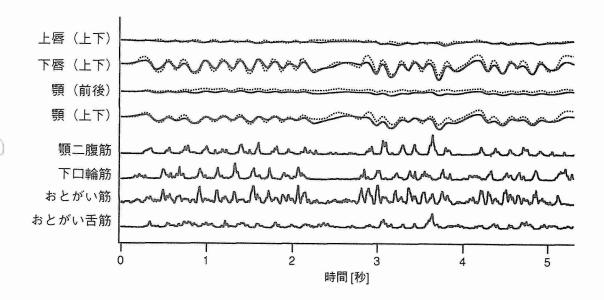


図5 ニューラルネットワークにより生成された調音器官運動軌道

グラフ上部は調音器官運動軌道で、実線はニューラルネットの出力、破線は計測データ。グラフ 下部はニューラルネットに入力した積分筋電信号。 よって得られた位置・速度及び積分筋電信号を入力 とし、運動軌道から計算された位置変化・速度変化 を教師データとして与えて学習しました。学習が終 了した後、このニューラルネットに、調音器官の初 期位置と計測した全発話時間の積分筋電信号を順次 入力した場合の、運動軌道出力を、実験で計測され た運動軌道とあわせて、図5に示します。この図か ら、筋電信号で駆動される人間の調音運動を、人工 的なニューラルネットによって再現できた、すなわ ち人間の筋骨格系のモデルをニューラルネットに獲 得させることが出来たと言えます。

次に、運動指令生成のニューラルネットについて 説明します。意図した音声を実現するために、調音 器官は運動し、声道形状が連続的に変化しますが、 ここでは、個々の音素に対応する離散的な声道形状 の列を運動の目標とし、目標を通過する調音運動を 実現するための連続的な運動指令を生成するニュー ラルネットを構築しています。このニューラルネッ トは、筋骨格系のモデルを内部に持ち、この内部モ デルの出力が運動の目標を満たす様に運動指令を調 節するというものです。また、運動の目標だけでは、 それを満たす運動指令は一意には決まらないので、 運動指令の変化を最小[4]にするという動的最適化 の基準を使用し、滑らかな運動を生成しています。 これらのメカニズムは、視聴覚機構研究所で行なわ れている運動を制御する脳の情報処理メカニズムの 研究[5]の成果を活用して行なわれ、そこで検討さ れたカスケードニューラルネット[6]により、口を 開く・閉じるという2つの運動目標の列から、連続 的な運動指令が生成できることが確認出来ました。

5 ヒューマンインタフェース技術への応用

本研究の最終段階は、計測とニューラルネットに よって得られた人間の発話運動のモデルをヒューマ ンインタフェース技術へ応用していくことです。現 状では、人間の発話運動メカニズムを明らかにして いくことが研究の中心でありますが、将来の応用技 術まで研究のスコープに入れ、今までに得られてい るモデルを使っての検討を始めています。

まず挙げられるのは音声合成です。近年音声合成 技術は、めざましい発展をとげ、すでに実用段階に 入っていますが、肉声と同等の品質を満足するまで には至っておらず、合成音であることがわかってし まいます。本研究における発話運動のモデルは、生 理学的データの計測に基づき、人間の発話運動を模 擬した形で音声合成を行なうので、人間の発話の持 つ多様性を備えた自然な音が得られる可能性があり ます。唇・顎の運動軌道から、音響のパラメータへ の変換を3層のニューラルネットで学習し、音声合 成を行なうシミュレーションなどを行なっています。 また、音声からの運動指令、さらに発話文字列の推 定に使用すれば、音声認識にも応用可能です。

また、発話時の唇や顎運動の表示も応用として考えられます。例えば、テレビ電話のような通信システムで、人が話しているときの顔の情報を送信するとき、画像情報として送ればデータ量は大きくなり、実時間での表示は難しいですが、筋肉への運動指令やさらに上のレベルの発話文字列と抑揚などの情報として送信すれば、少ないデータ量で人が話している口の動きを表現出来るわけです。また、唇・顎の動きからの発話文字列の推定を行なえば、読唇や、雑音下での音声認識の補助としても有用でしょう。

6 おわりに

発話運動についての、生体計測、ニューラルネットによるモデル化、ヒューマンインタフェース技術への応用について紹介しました。本稿では、細部までは紹介出来ませんでしたが、計測やモデル化の詳細についてさらに興味のある方は、文献の[7]を参照してください。今後は、調音器官のモデルをより充実させていくと共に、運動指令生成のニューラルネットワークについてさらに詳細な検討していく子

定です。本研究は、人間の筋肉運動や脳機能をもとにモデルを作っていくというアプローチをとっているので、通信システムへの応用に至るまでには、多くの解決すべき問題がありますが、本研究が人間の優れた機能に学んだ新しい情報処理通信技術の開発につながっていくものと信じています。

参考文献

- (1) 東倉洋一: 人間情報通信研究所の設立にあたって, ATRジャーナル, No.11 (1992春), 23-26 (1992).
- [2] 東倉洋一:音声生成機構とそのモデル,甘利俊 一監修,中川聖一,鹿野清宏,東倉洋一共著, 音声・聴覚と神経回路モデル,3章,オーム社 (1990).
- (3) 本多清志:音声生成の生理学的背景,日本音響 学会誌,48,1,9-14(1992).
- (4) Y. Uno, Y. Kawato, & R. Suzuki: Formation and control of optimal trajectory in human multijoint arm movement. *Biological Cybernetics*, 61, 89-101 (1989).
- [5] 川人光男:運動を制御する脳の情報処理メカニ ズム, ATRジャーナル, No.10(1991秋), 21-26 (1991).
- [6] M. Kawato, Y. Maeda, Y. Uno, & R. Suzuki: Trajectory formation of arm movement by cascade neural network model based on minimum torque-change criterion. *Biological Cybernetics*, 62, 275–288 (1990).
- [7] 平山亮, エリック・ベイツン, 川人光男, マイケル・ジョーダン: 筋電信号を用いた調音器官筋骨格系ダイナミクスモデル,電子情報通信学会論文誌, J 75-D-II, 8, 1430-1439 (1992).

ガリウム砒素(111)A面が開く 新しいデバイス技術

(株)ATR光電波通信研究所 通信デバイス研究室 武部 敏彦

1 はじめに

情報通信技術は、光ファイバ伝送技術、ディジタ ル通信技術、そして大規模集積回路(LSI)技術等 に支えられ飛躍的な発展を遂げてきました。しかし、 21世紀の高度情報社会においては、大容量伝送技術 や知的通信情報技術等の新しい技術が必要であり、 このための新しい高性能・高機能なデバイスの出現 が望まれています。当所通信デバイス研究室・材料 物性研究グループは、新しい材料、材料構造、材料 特性の発見・創造を通じて将来の新しい高機能通信 デバイスの構築に寄与することを目的としており、 ソフトウェアの研究が主流のATRにおいては異色 でハード中のハードの部分を担っていると言えます。 研究対象としている材料はガリウム砒素(GaAs)、 アルミニウムガリウム砒素(AlGaAs)、インジウ ムガリウム砒素 (InGaAs) 等のIII族とV族の元素 から成る化合物(III-V族化合物半導体と呼ぶ)です。 これらの薄膜結晶を分子線エピタキシー(molecular beam epitaxy; MBE) という方法でGaAs基板 上に原子レベルの制御性で成長させています。これ は、図1に示すように加熱されたるつぼから出てき た各原料元素のビーム (分子線) をコンピュータ制 御したシャッタの開閉で精密にon-offし、超高真 空中に加熱されて置かれてあるGaAs基板上に1原 子層ずつ結晶を堆積させていく方法です。さて、上 述の半導体はシリコン(Si)半導体に比べ電子の 速さが約5倍、光も発生できることから、高速の電 子デバイスや高効率の光デバイスに既に実用化され ています。また、30年以上の研究の歴史があり、な にを今更と思われるかも知れません。ところが、こ れらのIII-V族化合物半導体には、結晶を切り出す

面方位によって結晶の性質大きく異なるという特徴 (異方性という)があり、最近その研究が注目を集めているのです。私達は、異方性を利用することにより、複雑な構造のデバイスを比較的簡単に作製したり、新しいデバイス構造を実現できるのではないかと考え、特にユニークな特徴を持つGaAs(111) A面に注目し、異方性を積極的にデバイスに応用して行こうと研究を進めています。ただ、(111) A面の研究はこれまでほとんど行われていなかったので、基礎的研究からスタートする必要がありました。最近、漸く(111) A面上にデバイスの作製が可能となってきました。ここでは、(111) A面上の結晶成長とその評価、そして(111) A面特有の性質を利用した新しい構造の試作とそれを利用した面発光レーザの提案について紹介します。

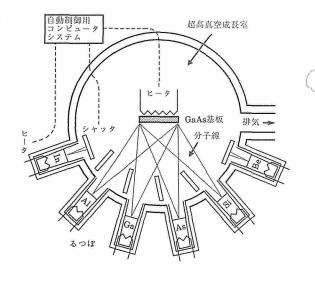
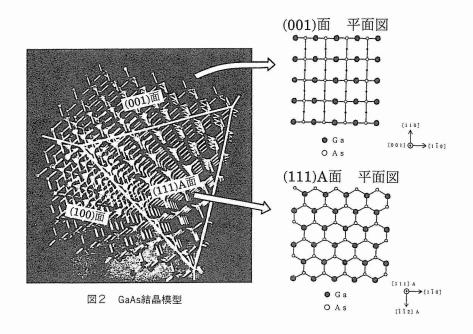


図1 分子線エピタキシー装置原理図



2 GaAs(111)A面とは?

GaAsは、結晶学的にはSi結晶と同じ原子配列を とり、Ga原子とAs原子が交互に規則正しく並んだ 結晶です[1]。図2にGa原子とAs原子の並び方を 示した結晶模型を示します。前述のGaAs系材料を 用いたデバイスは、全てGaAsの(001)面という面 を切り出した基板上に薄膜を成長させることにより 作製されてきました。(001) 面が伝統的に利用され てきた理由として、容易に良質の薄膜が得られるこ とと、互いに垂直な2つの劈開面 (結晶が切断され 易い面)が存在するので、デバイスのチップ化がし 易く、また、レーザダイオードの共振反射面として 都合よく利用できる、といったことが挙げられます。 他の理由としては、他の面での成長層の質が悪く、 とてもデバイス応用に耐えられなかったことが挙げ られます。(111) A面も良質の成長層がなかなかで きませんでしたが、最近、私達はデバイス応用に耐 える成長層を再現性良く得る技術を初めて確立しま した。それは、この面の性質が(001)面と異なって いるので、良質の成長層が得られる条件が(当然と

いえば当然ですが) (001) 面と大きく異なっていることが分ってきたからです。それでは、GaAs(111) A面は(001) 面と比べどのように違っているのでしょう?

図2にそれぞれの面でのGa原子とAs原子の並び 方を模式的に示してあります。一見して、同じ結晶 とは思えないくらい違って見えます。実際、特性も 表1にまとめたように違っています。半導体の伝導

項目		(111)A面	(001)面			
表面原子		Gaのみ	Ga と As			
結合手(bond)の数		1	2			
対称性		3回回転対称性	2回回転対称性			
不純物	^{II族元素} Be, Zn, Cd	p型				
ド S, Se, Te リ IV族元素 ン C		n型				
		p型				
グ特性	Si	p型 / n型	n型			
性	Sn	n型				
圧電効果		あり	なし			

表1 GaAs(111) A面と(001)面との比較

型(n型かp型か)は不純物の種と量を制御して結晶内に添加(ドープ)することにより制御します。 先ず私達が注目した性質は(001)面にないSiの両性不純物性、すなわち条件によってn型にもp型にもなる性質です。これについて、どのような基板及び成長条件のもとでn型不純物になったりp型不純物になったりするのか、どの位までドープできるか、また、デバイス応用において重要な高温での安定性を調べました。

3 Siのユニークなドーピング特性

図3は、(111) A面及び(111) Aから(001) 方向に傾けて切り出した面上に、成長温度 $Tg=600^\circ$ Cで成長させたSiドープGaAsの伝導型を、傾斜角 ϕ 及びAs分子線強度(単位時間当たり単位面積に入射するAsの数)のGa分子線強度に対する比 γ に対してプロットしたものです(2)。図に示されるように、 γ が低いほど、 $X\phi$ が小さいほどSiが p型不純物として働き、逆の場合にはSiが n型不純物として働くことが分ります。Tgが高いほど p型領域が広がり、逆にTgが低いほど n 型領域が広がることも

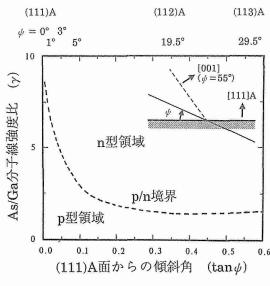


図3 伝導型の成長条件依存性

図4は、(111) A、(001)、及び(111) B面((111) A面の裏面)上でのSiドーピング特性を比較したものです($Tg=600^{\circ}$ C、 $\gamma=1.4$)[4]。Siドープ量に対して発生したキャリア濃度をプロットしてあります。(001)及び(111) B面ではn型伝導が得られますが、いくらドープしても 6×10^{18} cm⁻³の電子濃度で飽和してしまうのに対し、(111) A面ではp型伝導を示し、 6×10^{19} cm⁻³に至る高い正孔濃度が得られることが分かります。

多層薄膜構造を利用した近年の高性能デバイスでは、高濃度の不純物を非常に狭い領域に閉じ込めてドープするいわゆる原子層ドーピングの技術が用いられています。それが効果的であるためには、その不純物が高温でも動きにくく安定していることが必要です。(001)面では、n型不純物として働くSiが安定していることが知られており、急峻な原子層ドーピングが実現しています[5]。一方、p型不純物として働くBe、Zn、Cdは熱による拡散が著しく、

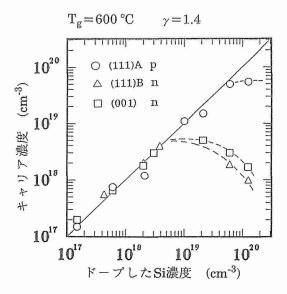


図4 3種類の面方位に対するSiドーピング特性

すぐに広がってしまいます。そこで、(111) A面上 でのSiアクセプターの原子層ドーピングを試みた ところ優れた熱安定性を持っていることが証明され ました(6)。

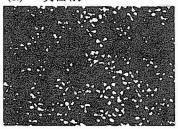
このように、(111) A面とSiの組合せは、1種類の不純物で伝導型が制御できること、広い範囲で補償なくドープできること、そして優れた熱安定性を示すことから、デバイス応用上極めて魅力的であります。

4 良質な(111) A GaAs層およびヘテロ界面の成 長に成功

(111) A面は、第2、3節で示したような他の面方位にはないユニークな特徴がありながら、表面が凸凹していて使えるような良質の成長層がなかなかできませんでした。最近、私達はデバイス応用に耐える成長層を再現性良く得る技術を初めて確立しま

 $T_g = 600 \,^{\circ}\text{C}$ $\gamma = 7$

(a) 改善前



(b) 改善後



図5 成長条件改善前後の(111) A 成長層表面の差異

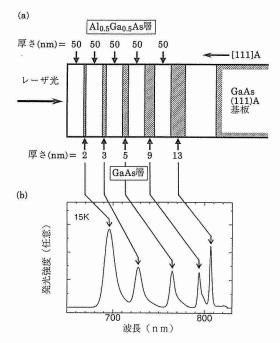


図6 GaAs/AlGaAs界面急峻性のPLによる評価

した。そのポイントは、(001)面と(111) A面の差異 により、基板の前処理方法や結晶成長の最適条件が 両者で違うことです。

先ず、基板の化学的前処理方法については、(001) 面で用いられている酸系エッチング液は不適当で、唯一のアルカリ系エッチング液NH4OH+H2O2+H2Oのみ平坦な成長面をもたらすこと〔7〕、次に基板導入時のMBE装置内の残留Asを極力低く抑えた上で、成長直前の基板熱処理時のAs圧は(001)面の場合よりも高くすることが重要であることが分かりました〔8〕。そのようなプロセスを踏んで初めて、非常に滑らかで鏡面のGaAs成長層が得られることが分かったのです。図5に条件見直しの前と後での表面状態の比較結果を示します。表面が良くなると成長層の電気的・光学的特性も向上しました。

さて、(111) A面のデバイス応用を考えると、Siドー ピング制御、表面状態の改善のみならず、異なる種類 の薄膜を積み重ねて成長させたときに急峻なヘテロ

ipo

界面が形成されることが不可欠です。前述のプロセスを踏んで、 $Tg=600^\circ$ Cで(111) A基板上に50nm厚の $Al_{0.5}Ga_{0.5}As$ 層で隔てられた2、3、5、9及V13nm厚の極薄いGaAs層を連続成長させ(図G(a))、レーザ光を照射したときの各GaAs層からの発光(フォトルミネンス(PL)と言う)の波長とシャープさを観測することでGaAs/AlGaAs界面の急峻性を評価しました(図G(b))[9]。その結果、界面のゆらぎがあるとしてもせいぜい 1 原子層(約3 Å)程度の急峻な界面が実現していることが明らかになりました。

5 3回対称性を利用したキャリア閉じ込め構造

良質の(111) A成長層が実現しましたので、次に私達は、(111) A面の3回回転対称性(表1)をSiの両性不純物性とうまく組み合わせると、以下のような面白い構造が作れることを提案し実証しました[10]。

先ず、半絶縁性GaAs(111) A基板に感光剤を塗布し、写真技術で正三角形のパターンを形成します。 三角形のコーナーを結晶のある方位に合わせておく と、適当なエッチング液で、(111) A基板面から約 30°の等価な3つの(001)関連の斜面((113)A面と 呼ぶ)で構成される台状に突き出た構造を形成する ことができます(図7(a))。この上にMBEでSiを1 $\times 10^{18}$ cm⁻³F- 7° ltGaAs $\approx 1 \mu$ m, Tg=620°C, $\gamma = 6.8$ で成長させます。この条件では、(111) A面 上ではp型、3つの斜面上ではn型となります(図 3及び図7(b))ので、ちょうど三角形のp型領域 が横方向p-n接合で周囲をぐるっと囲まれ、その ポテンシャル障壁で正孔が中央の三角形領域に閉じ 込められた構造が作れたことになります。ここで強 調したいことは、このような複雑な機能をもつ構造 が、上記の(111) A面の特徴を用いてSiドープした GaAsを成長するだけで形成できる、ということで す。(001)基板でも、同様のプロセスで(001)基板面 から55°の角度を持つ(111) A面を斜面に持つストラ イプで横方向p-n接合(この場合は斜面がp型) を作れますが、2回回転対称性しかない(表1)の で、閉じ込め構造はできません。

次に、このように形成した構造に実際にキャリア 閉じ込め効果があるかどうかを光学的な方法と電気 的な方法で評価しました。光学的には、走査型電子

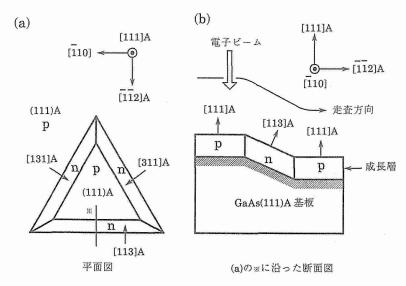


図7 Siの両性不純物性と3回回転対称性を利用したキャリア閉じ込め構造

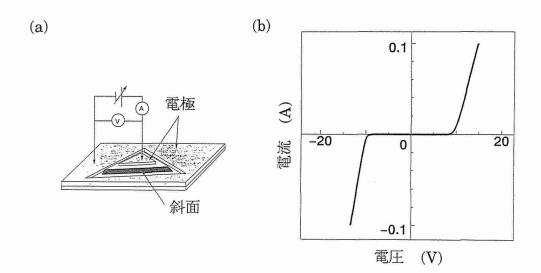


図8 キャリア閉じ込め構造の電気的評価

顕微鏡(SEM)内で、絞った電子ビームを試料に照射し(図 7(b))、照射部分から発する光(これをカソードルミネセンス(CL)と言う)の波長 λ と強度を測定し、(111) A領域と斜面とで比べてみました(10)。(111) A領域からはp型を示す λ =835nmの、3つの等価な斜面からはn型を示す λ =806nmの均一な発光が観測され、意図した横方向p-n接合ができていることを確認しました。電気的評価として、図 8(a)の様に中央とパターン周辺の(111) A領域にp型のオーム性電極を形成し、その間の電流一電圧特性を測定しました。結果を図 8(b)に示します。±10Vまで電流が流れない良好な閉じ込め効果が確認できました(11)。

その他、この特長ある三角形構造の最適化に関して様々な検討を加えましたが、その過程で新しい知見が得られ、プロセス技術の開発・蓄積ができたことを付記しておきます[12-15]。

6 (111) A面のデバイス応用

金属と半導体の接合は、ショットキー障壁と呼ばれ、整流作用があることは古くから知られており、

集積回路の基本デバイスである電界効果トランジスタ(FET)のゲートに用いられています。前述のような良好な表面が実現しましたので、Siドープの n型、p型(111) AGaAs層上に金属を真空蒸着し、その整流特性を調べました。その結果、(001)面に比べ金属の種類による整流特性の変化が大きく、表面準位密度が低いという結果が得られました。また、p型では(001)面より整流特性の向上が見られました(16)。このような表面の性質の違いも新たな応用分野を見出せると期待しています。

第3節で示したように、微傾斜基板上でTgと γ を変えることによりSiドープでp型とn型を容易に作り分けることができることを利用して、発光ダイオード(LED)を試作しました(17)。 $\phi=5$ *微傾斜させたn型(111) A基板上に、Siドーピングのみで先ずTg=540°C/ $\gamma=7$ でn層を 1μ m成長し、続いてTg=620°C/ $\gamma=2$ でp層を 1μ m成長しました。Siドーピング量は 1×10^{18} cm⁻³です。電極を付けて電流を流すことにより、電流量に伴って強くなる $\lambda=860$ n mの発光が確認されました。これは、(111) Δ 面上で、そして、Siドーピングのみで作製

した初めてのLEDです。現在のところは、上記の 単純な構造のデバイスしか試作できていませんが、 先ずプロセス技術を固めてゆきながらデバイス構造 を複雑化していこうと考えています。

将来の(111) A面利用デバイスとしては、図9の摸 式図に示すように、前節のキャリア閉じ込め構造を 活かした面発光レーザを考えています。動作層は(111) AアンドープGaAs層で、上下のp型とn型AlGaAs 層で縦方向に注入キャリアを閉じ込めます。更に、そ れらを上下のp型とn型GaAs/AlGaAs超格子ブ ラッグ反射鏡 (DBR) で挟んでレーザ発振させ、上 側からレーザ光を取り出すというものです。電流は上下 の電極間に流しますが、上側のGaAs/AlGaAs DBR の斜面n型層がブロックして斜面には電流が流れず、 注入電流は動作層に集中するという仕組みです。ま だ検討中の段階ですが、結晶成長、構造設計、デバ イス作製プロセスを一歩一歩具体化してゆきたいと 思います。最終的には、図10に示すように、構造を 微細化しアレイ状に配列させることによって、例え ば画像情報などの高速・並列処理機能を有する要素 として発展できる可能性を含んでいると考えていま す。その他、横方向p-n接合と縦方向の多層構造 を組み合せた新しいトランジスタや発光デバイスも

模索しています。

また最近、格子定数(原子間距離)が異なるInGa AsとGaAsの積層構造を形成すると、格子歪みが [111] 方向に大きな電界 (~2×10⁵V/cm) を発生する圧電効果[18](表1)に注目しています。この効果により、光学的・電気的に面白い現象が引き起こされます。(001)面上では得られないこの効果も(111) 面のユニークな特徴と言え、今後研究すべきテーマと考えています。

7 おわりに

当グループのGaAs(111) A面の研究は、基礎的な結晶成長と評価のレベルから、ようやく(111) A面の特徴を活かした新しいデバイス — キャリア閉じ込め構造、面発光レーザ、LED等 — を提案・試作できるレベルに上がってきたと自負しています。このため、最近、当グループの研究成果が国内外で注目されるようになってきました。更に、これまで説明してきた、Siの両性不純物性と熱安定性、縦横の p — n 接合、キャリア閉じ込め構造、ヘテロ接合、超薄膜多層構造、そして圧電効果をうまく組み合せると、(001)面では不可能な(111) A面ならではの構造や機能を持つ複雑多様なデバイスが簡単なプ

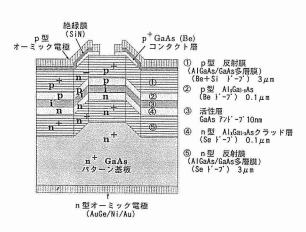


図9 (111) A 面上の面発光レーザ模式

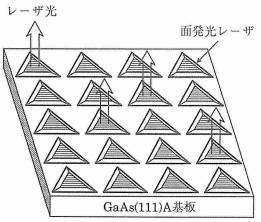


図10 面発光レーザアレイ

ロセスで集積化されて1枚のウエハ上に実現できる可能性があります。図10の面発光レーザアレイはその1つのプロトタイプです。とは言え、まだまだ(111) A面はわからない部分が多いので、基礎研究も引続き進めながら、(111) A面でなくてはできない!という新しいデバイスを追い続けたいと思います。

参考文献

- GaAs 結晶の諸特性については、例えば、J. S. Blakemore, J. Appl. Phys. 53, R123-R181(1982).
- [2] M. Shigeta, Y. Okano, H. Seto, H. Katahama, S. Nishine, K. Kobayashi, and I. Fujimoto, J. Cryst. Growth 111, 284-287 (1991).
- (3) Y. Okano, M. Shigeta, H. Seto, H. Katahama, S. Nishine, and I. Fujimoto, Jpn. J. Appl. Phys. 29, L1357-L1359(1990).
- [4] I. Fujimoto, Y. Okano, H. Seto, K. Nakanishi, S. Tsuji, H. Katahama, S. Nishine, and T. Suzuki, in Defect Control in Semiconductors (ed. K. Sumino; Elsevier Science Publishers), 1015-1020(1990).
- (5) 例えば、E. F. Schubert, J. B. Stark, T. H. Chiu, and B. Tell, Appl. Phys. Lett. 53, 293-295(1988).
- [6] A.Shinoda, T. Yamamoto, M. Inai, T. Takebe, M. Fujii, and K. Kobayashi, presented at the 19th International Symposium on Gallium Arsenide and Related Compounds (28 September-2 October 1992; Karuizawa).
- (7) T. Yamamoto, M. Inai T. Takebe, and T. Watanabe, submitted to J. Appl. Phys..
- (8) T. Yamamoto, M. Inai, T. Takebe, and T. Watanabe, to be submitted to J. Appl. Phys..
- [9] T. Yamamoto, M. Fujii, T. Takebe, D. Lovell, and K. Kobayashi, Inst. Phys. Conf. Ser. No. 120, 31-36(1992).

- (10) M. Fujii, T. Yamamoto, M. Shigeta, T. Takebe, K. Kobayashi, S. Hiyamizu, and I. Fujimoto, Surface Science 267, 26-28 (1992).
- (11) 稲井誠,山本悌二,藤井元忠,D. Lovell, 武部敏彦,小林規矩男,冷水佐壽,藤本勲, 第52回応用物理学会学術講演会(1991年10月9日~12日;岡山市),講演予稿集 No.1,p. 196, 9p-W-6.
- (12) T. Takebe, M. Fujii, T. Yamamoto, K. Fujita, and K. Kobayashi, presented at the 7th International Conference on Molecular Beam Epitaxiy (24-28 August 1992; Schwäbisch Gmund).
- (13) M. Fujii, T. Takebe, T. Yamamoto, M. Inai, and K. Kobayashi, presented at the 6th International Conference on Superlattices, Microstructures and Microdevices (4-7 August 1992; Xi'an).
- [14] 稲井誠,山本悌二,藤井元忠,D. Lovell, 武部敏彦,小林規矩男,斉藤信男,藤本勲, 第39回応用物理学関係連合講演会(1992年3月 28日~31日;船橋市),講演予稿集No.1,p. 297, 30p-ZA-7.
- (15) T. Takebe, T. Yamamoto, M. Fujii, and K. Kobayashi, submitted to J. Electrochem. Soc..
- (16) D. R. Lovell, T. Yamamoto, M. Inai, T. Takebe, and K. Kobayashi, Jpn. J. Appl. Phys. 31, L924-L927(1992).
- (17) K. Fujita, M. Inai, T. Yamamoto, M. Fujii, D. Lovell, T. Takebe, A. Shinoda, and K. Kobayashi, presented at the 7th International Conference on Molecular Beam Epitaxiy (24-28 August 1992; Schwäbisch Gmünd).
- (18) 例えば, D. L. Smith, Solid State Commun. 57, 919-921 (1986).

ATR周辺整備進捗状況

ATRが大阪ビジネスパークの仮研究所から、自 然豊かな学研都市内の本研究所に来て既に3年半。 最初は造成用のブルドーザーが砂煙りを立てて往来 する中での孤立した研究環境でしたが、今日ようや く他の研究施設が姿を現しつつあります。

ATRは関西文化学術研究都市の中核、精華・西 木地区に位置しており、この地区の進捗状況は右表 及び下図の通りです。光台の一般住宅も分譲が開始 され、既に100世帯程入居しています。特に、交流 施設の「けいはんな」がATRの向かいで来春オー プンを目指して工事のピッチが上がっています。完 成すると研究ラボの他、千人収容のホール、ホテ ル、銀行、郵便局等サービス部門の充実も期待され ます。また、隣の木津川台でも高等研や地球環境研 も着工しました。

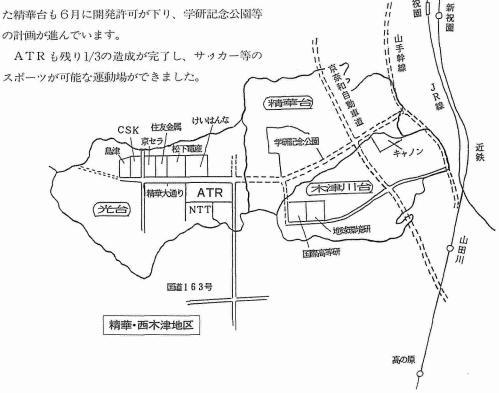
最後に、大タカの生息調査により開発が遅れてい た精華台も6月に開発許可が下り、学研記念公園等

の計画が進んでいます。

精華・西木津地区進捗状況

株島津製作所「けいはんな研究所」	
キヤノン㈱「関西研究所」 '93年	4月開所 7月開所 0月開所
财地球環境産業技術研究機構 '93年	序完工予定 李完工予定 夏完工予定 夏完工予定 夏完工予定
)火着工子定 度着工子定

NTTコミュニケーション科学研究所 ('91年7月 ATR内に暫定設置) オムロン(株)、関西電力(株)、大阪ガス(株) (計画中) 国立国会図書館関西館 (調査中)



ATR主催のワークショップ等開催状況

○通信ソフトウェアのための新しい方法論ワークショップ

(主催:ATR通信システム研究所)

目 的:通信ソフトウェアの研究に関心を持つ研究者が一堂に会し、最新の研究成果を発表す ると共に、忌憚のない意見交換を行うことにより研究の促進を図り、「通信ソフトウェ アのための新しい方法論」の確立を目指す。

講演内容:本ワークショップの発起人を代表して、大阪大学工学部の寺田浩韶教授からワークショップの主旨と通信ソフトウェアの課題についての基調講演が行われた。また、コミュニケーション、ソフトウェア工学、AIの観点から、将来の通信ソフトウェアの研究方向に関して、東北大学工学部の白鳥則郎教授の特別講演があった。一般講演では、通信ソフトウェアの開発支援法、通信ソフトウェアの仕様記述法、通信ソフトウェア検証・試験法、等に関して大学、企業の各研究機関の第一線の研究者からの研究発表があり、本質的な問題点を探るための活発で熱心な討論を行うことができた。尚、今後も本ワークショップは継続して活動することとなった。

講演回数:19件(基調講演1件、特別講演1件、一般講演17件)

参加者:大学及び企業の研究機関から約70名の参加者があった。

期 日:平成4年6月4日(水)~5日(金)

場所:ATR大会議室

ATR研究報告

(平成4年4月~平成4年9月末における学術論文・学会発表等一覧。但し、一部前号記載漏れを含む)

ATR通信システム研究所

- 1. 平川, 河田, 竹中:'Rule Description for Telecommunication Services and Their Transformation into Standardized Specification Descriptions',8th Int.Conf. on SETSS'92(92.3)
- 2. 岸野, 寺島:'臨場感通信会議',「KIIS」(92. 4)
- 力石, 荒木, T. Hardjono, 竹中(NTT): 閉域通信におけるセキュリティ問題の解析, 1992年電子情報通信学会暗号と情報セキュリティシンホシウム(92.4)
- 4. T. Hardjono, 竹中(NTT): Application of the Bayer-Metzger Scheme for the Encipherment of B+ trees', 1992年電子情報通信学会暗号と情報セキュリティシンボジウム(92.4)
- 荒木、力石、T. Hardjono、竹中(NTT): オブジェクト指向データベースのアクセス制御機構、1992年電子情報通信学会暗号と情報セキュリティシンボジウム(92. 4)
- 6. 伴野, 岸野: 顔と瞳孔の3次元位置計測に基づく注 視点検出アルコリスム',信学論DII(92.5)
- 7. 岡本(住友金属工業),橋本:'入出力テータの構造不 一致検出解決法に関する実験',情報処理学会論文誌 (92,5)
- 8. 石井, 望月, 岸野:'An Image Synthesizing Method based on Human Motion Recognition from Stereo Images',1992 ACM Conference on Human Factors and Computer Systems(92. 5)
- 9. 岸野, 森井, 佐藤, 鉄谷: '眼の三次元アニメーション表示 と視線一致',第20回ヒューマン・インタフュース研究会(92.5)
- 10. 石淵, 竹村, 岸野: 'パイフライン型画像処理装置を用いた 実時間手形状認識',信学会・ヒューマンコミュニカーション研究会 SICE・HI 研究会(共催)(92. 5)
- 11. 志沢:'On Visual Ambiguities due to transparency in motion and stereo',2nd European Conference on Computer Vision(ECCV'92)(92.5)
- 12. 望月, 岸野: '自然言語インタフェースによる3次元対象物 モテルの配置手法の提案',第16回ヒューマンインタフェースと認知 モテル研究会(人工知能学会)(92. 5)
- 13. 井上, 中村, 高見: 通信サービス記述における動作競合の解消支援法',交換システム研究会(SSE)(92.5)
- 14. 横田,橋本,佐藤:'An Experiment on Reusing Program Specifications Described with Conceptual Data Model-and Dependency constraint-base Language', ICCI'92(Int. Conference on Computing and Information) (92.5)
- 15. 原田, 平川(NTT), 竹中(NTT): 通信サービス競合検出 システムの試作と評価',交換システム研究会(SSE)(92. 5)

- 望月: インテリジェントDB , 日経バイト「今後のコンピューティング」特集 (92. 6)
- 17. 柴田, 田倉, 太田: サービス仕様記述における要求理解 ',「通信ツフトウェアのための新しい方法論」ワークショップ(92 . 6)
- 18. 浜田, 安達: 'ソフトウェア設計フロセスの獲得と修正支援への利用法', 通信ソフトウェアのための新しい方法論ワークショッフ (92. 6)
- 19. 安達, 浜田, 竹中: 保守支援のための設計プロセス獲得 システム', ソフトウェアシンホシウム' 92(92. 6)
- 20. 鄭, 岸野:'Verifying and Combining Different Visual Cues into a Complete 3D Face Model', IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition(92. 6)
- 21. 佐藤,橋本:'A Constraint Satisfaction System on The Entity and Relationship Model',4th Int. Conf. on Software Engineering and Knowledge Engineering(92. 6)
- 22. 岩崎,望月,岸野: 3次元多重空間フィルクリンクに基づく部分形状の同定',電子情報通信学会技術研究報告(92.6)
- 23. 柴田, 田倉, 太田: 通信サービスにおける状態の到達可能性解析',電子情報通信学会交換システム研究会(92.6)
- 24. 田中,岸野:'Recovering and Visualizing Complex Shapes from Range Data', Visual Computing"Integrating CG with CV"(92. 6)
- 25. 竹村, 岸野:'Cooperative Work Environment Using Virtual Workspace', CG International'92(92, 6)
- 26. 望月, 岸野, 寺島: 抽象的な自然言語指示・操作に よる3次元モテル世界生成',1992年度人工知能学会全 国大会(アクストラクト)(92. 6)
- 27. 望月, 岸野, 寺島: 抽象的な自然言語指示・操作に よる3次元モテル世界生成',1992年度人工知能学会全 国大会(92. 6)
- 高見: 通信サービス記述・検証支援システム', JTT技術移転(92.6)
- 浜田,安達: 設計がせるの再利用による設計が下方式
 、ソフトウェア再利用技術シンポジウム(92.6)
- 30. 横田, 橋本, 佐藤:'A Heuristic Analysis Method in a Nonprocedural Language Compiler',電子情報 通信学会 知能ソフトウュア工学研究会(92. 7)
- 31. 中村,太田:'フロクラミンク仕様の構造表現の枠組みについて',電子情報通信学会知能ソフトウェア工学研究会(92. 7)

- 32. 岸野: '臨場感通信と人工現実感', 第7回産業における画像センシング技術シンボジウム(92.7)
- 33. T. Hardjono, 力石, 荒木, 太田: Secure Database Transaction Processing: An Introductory Survey ',電子情報通信学会情報を持まり行る研究会(ISEC)(92.7)
- 34. 河田, 平川: Efficient Process Generation from State Translation Based Telecommunication Service Specifications',5th JC-CNSS(日韓合同研究会)(92. 7)
- 35. 高見,太田:'A Design Method for Telecommunication Service Software and its Support System Using Specification Knowledge',5th JC-CNSS(日 韓合同研究会)(92.7)
- 36. 橋本,横田,佐藤:'An Empirical Study of Describing Communication Service Specifications with a Conceptual Data Model-Based Language', 5th JC-CNSS (日韓合同研究会)(92.7)
- 37. 和田, 鳥山, 田中, 岸野: 凸包を用いた複数レンシテータ の統合', 画像の認識・理解シンボシウム(MIRU'92)(92. 7)
- 鄭, 岸野: 'シッエットを用いた3次元モテルの復元とオクルー ションの検出',画像の認識・理解シンポシウム(MIRU' 92) CV
 •PRU・MIRU研究会(92. 7)
- 田中,岸野: '3D曲率を用いた適応的形状復元',画像の認識・理解シンポシウム(MIRU'92)(92,7)
- 石井,望月,岸野: ステレオ画像中の人物の3次元動作の認識,画像の認識・理解シンボシウム(MIRU 92) (92.7)
- 41. 竹村: 仮想作業空間を用いた協調作業', PIXBL 8月号(92.7)
- 42. 横田, 橋本, 佐藤: 視念テークモテルに基づく仕様記述言 語コンハイラの処理ネック解決', ソフトウェア工学研究会(92. 7)
- 43. 境野, 鉄谷, 岸野: 画像特徴量に起因する眼球運動 の時系列解析', テレヒション学会全国大会(92.7)
- 44. J.Y.Zheng,岸野:'3D Face Model from Rotation',11th ICPR Int. Conf. Pattern Recognition(92.8)
- 45. 北村, 大谷, 岸野: 'Shape from Shadingを用いた表情変化抽出の検討', IIP' 92情報・知能・精密機器部門講演会(92.8)
- 46. 元治,高見,竹中:'Telecommunication Service Design Support System Using Message Sequence Rules', IEICE Transaction on Communications(92.8)
- 47. 荒木, 力石, T. Hardjono, 太田: 'セキュリティ評価モテル', 電子情報通信学会情報ネットワーク・安全信頼性研究合同 シンポシゥム(92. 8)
- 48. 田中,岸野:'Visual Reconstruction of Invariant Surfaces with Adaptive and Arbitrarily Oriented Meshes', IEBB'92 Computer and Pattern Recognition(92. 8)

- 49. 佐藤, 伴野(NTT), 岸野: 運動視における表示遅れ の影響と高速画像生成表示方法',テレビション学会(92.9)
- 50. 石井, 望月, 岸野:'An Image Synthesizing Method based on Human Motion Recognition from Stereo Images', RO-MAN'92(Int. Workshop on Robot and Human Communication)(92. 9)
- 51. 佐藤, 檀山 (情報処理振興事業協会): 4th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering(SEKE'92) 参加報告, 電子情報通信学会 知能ソフト工学研究会(92.9)
- 52. 橋本, 佐藤, 横田: 仕様の再利用によるプログラム作成の一研究, 電子情報通信学会 知能リフトウェア工学研究会(92.9)
- 53. 安達, 浜田, 太田: 設計プロセスの再利用支援方式,電子情報通信学会 知能ソフトウェア工学研究会(92.9)
- 54. 望月, 岸野: '臨場感通信会議のための知的画像検索', 第129回画像電子学会研究会(92. 9)
- 55. 河田, 田倉, 太田: '通信ソフトウュア生成システムにおけるネッ トワーク制御タスクの生成機構',交換システム,情報ネットワーク研 究会(92. 9)
- 56. 河田, 田倉, 太田: '宣言型通信サービス仕様記述言語からプロセス仕様を生成する手法',「人工知能と知識処理」 研究会(92.9)
- 57. 原田, 高見, 太田: 通信サービス課金処理競合検出方式 の検討',「人工知能と知識処理」研究会(テーマ:通信 とAI)(92. 9)
- 58. 森井, 鉄谷, 岸野: 'CGによる眼のアニメーション表示を用いた視線一致に関する一検討',1992年電子情報通信学会秋季全国大会(92.9)
- 59. 境野, 北村, 大谷, 岸野:'顔画像における任意自動 メッシュ生成に関する一検討',1992年電子情報通信学会 秋季全国大会(92.9)
- 60. 井上, 高見, 太田: '処理の実行順序に着目したサービス 競合解消法',1992年電子情報通信学会秋季全国大会 (92. 9)
- 61. 和田, 高見, 太田: '通信サービス動作知識を用いた例外 シーケンスの絞り込み', 1992年電子情報通信学会秋季全 国大会(92. 9)
- 62. 石淵, 竹村, 岸野: 両手操作のための実時間手形状 認識',1992年電子情報通信学会秋季全国大会(92.9)
- 63. 北村,大谷,岸野:'動画像を用いた顔画像の表情特 微点抽出法の検討',1992年電子情報通信学会秋季全 国大会(92.9)
- 64. 中村, 高見, 太田: プロダクションシステムによる通信サービス仕様記述法に関する一考察7,1992年電子情報通信学会 秋季全国大会(92. 9)
- 65. 鉄谷, 岸野, 永嶋(NTT): 視点追跡形広視域立体表示装置の試作',1992年電子情報通信学会秋季全国大会(92.9)

- 66. 河田,田倉,太田: 通信 サービス仕様カスタマイズ 言語の 提案',1992年電子情報通信学会秋季全国大会(92.9)
- 67. T. Hardjono, 荒木, 力石, 太田:'An Alternative Replicated Architecture for Secure Database Transaction Processing', 1992 年電子情報通信学 会秋季全国大会(92. 9)
- 68. 高見, 原田, 太田: 道信サービス動作知識検証のための 試験系列生成法',1992年電子情報通信学会秋季全国 大会(92. 9)
- 69. 田倉, 柴田, 太田: 通信サービスに対する段階的要求理解に関する一検討',1992年電子情報通信学会秋季全国大会(92.9)
- 70. 太田, 力石, 荒木, T. Hardjono: '高信頼性ソフトウェア の設計コンセフト', 1992年電子情報通信学会秋季全国大会(92, 9)
- 71. 荒木、力石、T. Hardjono 、太田: オブジェクト指向デーケベースにおける処理・精密要求記述と評価法, 1992年電子情報通信学会秋季全国大会(92. 9)
- 72. 大谷: '物体認識・姿勢推定法RANCHMANの回転パラメータ検出精度向上の検討',1992年電子情報通信学会秋季全国大会(92.9)

ATR自動翻訳電話研究所

- 1. H. Singer, 嵯峨山: ピッチとスヘウトルの相関を用いたHM M音素認識',電子情報通信学会音声研究会(91.9)
- D. Rainton, 嵯峨山: Class Specific Observation Vector Orthogonalisation and Its Interpretation as a Form of Tied Continuous Mixture HMM', 電子情報通信学会音声研究会(91.9)
- 3. D. Rainton , 嵯峨山: Minimum Error Classification Training of HMMs-Implementation Details and Experimental Results', 電子情報通信学会音声研究会(92. 1)
- 4. 加藤, 杉山: 多入出力素子をもつニューラルネットワークを用いた連続音声認識',電子情報通信学会「マルコフモデル・ニューラルネットワークを包含する新しい音声認識手法」研究会(92. 2)
- 5. 加藤, 杉山: '多入出力素子をもつニューラルネットワークを用いた連続音声認識',日本音響学会平成4年度春季研究発表会(92.3)
- 6. 保坂, 竹澤, 江原(NHK): 'ATR 対話コーバンを利用した 音声認識のための構文規則', 文部省科研費総合研 究(A)「音声対話」研究成果報告書(92.3)
- 7. 田本 (東工大), 村上, 嵯峨山: HMMを利用した言語 でいて、人工知能学会「言語・音声理解と対話処理」研究会(92.4)

- 8. 飯田: 言語処理と音声処理の統合に向けて',人工知 能学会「言語・音声理解と対話処理」研究会(92.4)
- 9. 北, 森元: 音声認識における言語モテルについて, 人 工知能学会「言語・音声理解と対話処理」研究会(9 2. 4)
- 10. 工藤, 森元: 対訳付き対話コーバス作成のためのキーボード 会話収録システム',電子情報通信学会論文誌Vol. J75-D-II, No4(92.4)
- 11. 江原, 小倉, 篠崎, 森元, 榑松: 電話またはキーホート を介した対話に基づく対話テータヘースADDの構築',情報 処理学会論文誌Vol. J75-D-II, No. 4(92.4)
- 12. 伝: 認知モテルにおける情報の粒度',日本認知科学会第9回大会(92.5)
- 13. 伝: 対話における情報伝達機構について-効率性と 適切性の観点から-',日本認知科学会学習と対話研 究分科会(SIGLAL92-1)(92. 5)
- 14. 海木, 匂坂: 局所的句構造に基づく Fo制御',電子情報通信学会音声研究会(92.5)
- 15. 飯田, 有田:'Natural Language Dialogue Understanding on a Four-typed Plan Recognition Model Recognition Model', Journal of Information Processing Vol. 15, No. 1(92.5)
- 16. 加藤, 杉山: ファライハーティションモテルを用いた連続音声認識 ',電子情報通信学会音声研究会(92. 6)
- 17. 服部, 嵯峨山: 移動ペケル平滑化話者適応の原理と7ル ゴない,電子情報通信学会音声研究会(92.6)
- 18. 大倉, 杉山, 嵯峨山: 混合連続分布HMMを用いた移動やN場平滑化話者適応方式',電子情報通信学会音声研究会(92.6)
- 19. 永井, 鷹見, 嵯峨山: '遂次状態分割法(SSS)と音素 コンテキスト依存LRバーザを統合したSSS-LR連続音声認識シス テム',電子情報通信学会音声研究会(92. 6)
- 20. 海木, 武田, 匂坂:'The Control of Segmental Duration in Speech Synthesis Using Linguistic Properties', Talking Machines:Theories, Models, and Applications(92. 6)
- 21. 武田,安部,匂坂:'On the Basic Scheme and Algorithms in Non-Uniform Unit Speech Synthesis', Talking Machines:Theories, Models, and Application(92, 6)
- N. Campbell: Syllable-based Segmental Duration

 , Talking Machines: Theories, Models, and Applications (92. 6)
- 23. 嵯峨山: 音声認識/音声合成: 本格的な実用期は目前、21世紀には小型・安価な装置に, 日経州ト(92.6)
- 24. J. K. Myers: 'An Introduction to Planning and Meta-Decision-Making with Uncertain Nondeterministic Actions Using Second-Order Probabili-

- ties', The First International Conference on AI Planning Systems(92. 6)
- 25. 菊井:'Tree Configurator for Natural Language Generation', TAG Workshop'92(92. 6)
- 26. 古瀬. 飯田:'An Example-based Method for Transfer-Driven Machine Translation',4th Int.Conf. on Theoretical and Methodological Issues in Machine Translation(92. 6)
- 27. 阿部,嵯峨山:'A Voice Conversion Based on Phoneme Segment Mapping', The Journal of the Acoustical Society of Japan Vol. 13, No. 3(92. 6)
- 28. 杉山:'Language Recognition Using Spectral Features', Speech Research Symposium(92. 6)
- 29. 永田(昌): 統計的な対話行いの試みとその音声認識への応用',人工知能学会「言語・音声理解と対話処理」研究会(92.7)
- 30. 保坂,竹澤:'Construction of Corpus-Based Syntactic Rules for Accurate Speech Recognition', COLING'92(14th Int.Conference on Computational Linguistics)(92.7)
- 31. 菊井:'Feature Structure Based Semantic Head Driven Generation', COLING'92(14th Int. Conference on Computational Linguistics)(92. 7)
- 32. 古瀬、飯田:'Cooperation between Transfer and Analysis in Example-Based Framework', COLING'92 (14th Int. Conference on Computational Linguistics(92, 7)
- 33. 森元, 鈴木, 竹澤, 菊井, 永田, 友清:'A Spoken Language Translation System:SL-TRANS2', COLING' 92(14th Int. Conference on Computational Linguistics) (92. 7)
- 34. 永田(昌): 'An Empirical Study on Rule Granularity and Unification Interleaving toward an Efficient Unification-Based Parsing System', COLING'92(14th Int. Conference on Computational Linguistics)(92.7)
- 35. 山岡,飯田,有田(三菱電機):'Predicting Nounphrase Surface Forms Using Contextual Information', COLING' 92(14th Int. Conference on Computational Linguistics)(92.7)
- J.K. Myers: B-SURE: A Believed Situation and Uncertain-Action Representation Environment, COLING 92(14th Int. Conference on Computational Linguistics) (92. 7)
- 37. 鈴木:'A Method of Utilizing Domain and Language Specific Constraints in Dialogue Translation', COLING' 92(14th Int. Conference on Computational Linguistics) (92. 7)
- 38. 苫米地:'Quasi-Destructive Graph Unification

- with Structure-Sharing', COLING' 92(14th Int. Conference on Computational Linguistics) (92.7)
- 39. 古瀬, 飯田:'Transfer-Driven Machine Translation', Workshop on the Future Generation of NLP (FGNLP)(92. 7)
- 40. J.K.Myers:'An Agent-Based Approach to Natural -Language Understanding of Conversations for an Interpreting Telephone',自然言語理解と人工 知能国際シンポラウム(92.7)
- 41. 浦谷, 鈴木, 永田, 森元, 田窪(九大), 定延(神戸大), 成田(大阪大): 目的指向型会話文解析システムの機能評価法',電子情報通信学会「言語理解とコミュニケーション」研究会(92. 7)
- 42. 鈴木: 対話翻訳日英構造変換における関連知識の利用-基礎検討一,電子情報通信学会「言語理解とコミュニケーション」研究会(92. 7)
- 43. 北,森元,嵯峨山: 到達可能性照合機構を用いた2 段階予測型LRバーザと音声認識への応用',電子情報通信学会「言語理解とコミュニケーション」研究会(92. 7)
- 44. 隅田, 飯田: 'Example-Based Transfer of Japanese Adnominal Particles into English', 電子情報通信学会英文論文誌Vol. E75-D, No. 4(92. 7)
- 45. 小森、A.H. Waibel, 嵯峨山:'ニューラルファシィ学習法による音声認識の性能向上 A Neural Fuzzy Training Approach for Improving Speech Recognition',電子情報通信学会論文誌Vol. J75-D-IINo. 7(92.7)
- 46. 隅田, 飯田:'Example-Based NLP Techniques -A Case Study of Machine Translation-', AAAI-92 Workshop on Statistically-based NLP Techniques (92. 7)
- 47. 渡辺(北海道大),村上,杉山: 未知・複数信号源 クラスタリンク問題-未知話者クラスタリンクへの応用-',電子 情報通信学会音声研究会(92.7)
- 48. D. Rainton, 嵯峨山:'A New Minimum Error Classification Training Technique For HMM Based Speech Recognition', ISSPA'92(The Third International Symposium on Signal Processing and Its Applications)(92. 8)
- 49. 藤原,小森,杉山:'An Integrated System for Automatic Labelling Based on HMM and Spectrogram Reading Knowledge', ISSPA'92(3rd Int.Sympo .on Signal Processing and Its Applications (92. 8)
- 50. 杉山,栗並:'Minimal Classification Error Optimization for Speaker Mapping Neural Network', IEEE Workshop on Neural Networks for Signal Processing(92. 8)
- 51. 加藤,杉山,:'Fuzzy Partition Models and Their Effect in Continuous Speech Recognition', IEEE

- Workshop on Neural Networks for Signal Processing (92. 8)
- 52. 竹澤: 話しことばとコンピュータ', WELCOM NEWS(早稲田大学)(92. 8)
- N. Campbell: Acoustic-prosodic Segmentation of Natural Speech', Workshop on Prosody in Neural Speech(92. 8
- 54. 福沢, 杉山: 階層的クラスタリンク゚とNeural Networkを用いた教師なし話者適応法',電子情報通信学会秋季大会(92. 9)
- 55. 杉山,渡辺(北海道大),村上: 事前登録なしの話 者識別問題',電子情報通信学会秋季大会(92.9)
- 56. 北, 森元, 大倉, 嵯峨山: 統計的言語情報を用いた HMM-LR文章発声音声認識の評価', 電子情報通信学会 音声研究会(92.9)
- 57. 小坂, 鷹見, 嵯峨山: 話者混合SSSによる不特定話 者音声認識と話者適応', 電子情報通信学会音声研究 会(92.9)
- 58. 岩橋, 匂坂:'音声素片ネットワーク最適化による合成素片 セットの構成法',情報処理学会ヒューマンインターフェース研究会 (92. 9)
- 59. 伝: '情報の効率性', 人工知能学会誌(用語解説)(92 . 9)
- 60. 加藤,杉山:'Fuzzy Partition Models and Their Incremental Training for Continuous Speech Recognition', The Journal of the Acoustical Society of Japan(92, 9)
- 61. 伝: 'チャート型構文解析・生成の統一的構造',日本ソフトウ ェ7科学会第9回大会(92. 9)
- 62. J.K. Myers:'A Theory of Intentional Action under Uncertainty as Applied to Physical and Communicative Actions', IEEE International Workshop on Robot and Human Communication (92. 9)
- 63. Y. Lepage, 古瀬, 飯田:'Relation between a Pattern-Matching Operation and a Distance:On the Path to Conciliate Two Approaches in Natural Language Processing',1st Int. Conf. on Intelligent Systems(SPICIS)(92. 9)

ATR視聴覚機構研究所

- 1. 加藤: Bvaluation System for Hand-written Characters', SPIE/IS&T Electronic Imaging Science and Technology' 92(92. 2)
- 2. 曽根原: 'ニューラルネットワークと画像処理(その4) ー ア ナログ VLS1による視覚チップの実現', 画像ラボ(92. 4)

- 3. 小池, 本多, 平山, 五味, E.V-Bateson, 川人:'
 Dynamical Model of Arm Using Physiological
 Data', Neural Networks for Computing(92, 4)
- 4. 山田: 二次元平面上の指標を注視させたときの頭部 運動と眼球運動の協調関係の分析',電子情報通信学 会論文誌DII (92. 5)
- 5. 平原, C. Muller, 東倉: ATR 可変残響室の構造と音響特性',日本音響学会誌 Val. 48. No. 5(92. 5)
- 6. 有村, 西田:'Simultaneous Detection of Second-Order Motions in two Regions', 92 Annual Meeting of ARVO(92. 5)
- 7. 本多,吉田,垣田:'Interactive coordination of articulation and prosody in Japanese:a chronotopographic observation of laryngeal EMG'. The 123rd meeting of the Acoustical Society of America(92. 5)
- 8. 小椋, 曽根原:'IFS(Iterated Function System)
 Estimation Using Wavelet Transform', SID'92
 (Society for Information Display)(92. 5)
- 9. 曽根原: ※経和型神経回路網モテルに基づいた局所並列 計算による画像の2値表現と復元, 画像電子学会論 文誌(92. 6)
- 10. 和田, 川人:'A New Information Criterion Combined with Cross-Validation Method to Estimate Genelization Capability', Systems and Computers in Japan(92. 6)
- 五十嵐:'An Estimation of Parameters in an Energy Function Used in a Simulated Annealing Method', IJCNN'92 Baltimore(Int. Joint Conf. of Neural Networks'92 Baltimore(92. 6)
- 12. 林:'Learning of Continuously Transformed Pattern Cycles by an Oscillatory Neural Network', Int. Joint Conf. on Neural Networks' 92, Baltimore (92. 6)
- 13. 川人: 認知と運動の計算論的理解, 医学のあゆみ (92. 6)
- 14. A. Beim, 片桐:'Cepstrum Liftering Based on Minimum Misclassification Error', ASJ Speech Study Group Meeting(92. 6)
- 15. 五十嵐: 'シミュレーテット・アニーリンク法におけるエネルキー関数中のハラメーター値の決定法',電子情報通信学会論文誌D-Ⅱ(92. 7)
- 16. 藤井(札幌医大),村上(札幌医大),深津(札幌 医大),緑川(札幌医大),中野(札幌医大),高 畑(札幌医大),山田,本郷,魚森,上野:'眼球運 動からみたアルツハイマー 病患者の高次局在脳機能の検討 ',第4 回非侵襲脳機能局在研究会(92.7)
- 17. 塚本, 東倉:'The Effects of Tempo and Pitch on Infant Cry Judgement', Int. Conf. and Workshop on

- Infant Cry Research (92. 7)
- 18. 小椋: 'SID' 92技術報告 画像処理と応用', SID' 92技 術報告会(92.7)
- 19. 山田, 本郷, 魚森, 吉松, 上野, 内海(札幌医大), 藤井(札幌医大), 村上(札幌医大), 深津(札幌 医大), 高畑(札幌医大), 林(旭川赤十字病院) :'Disorganized Eye and Head Coordination System in the Patients with Alzheimer's disease', The 3rd Int.Conf.on Alzheimer's Disease and Related Disorders(92.7)
- 20. 山田, 魚森, 本郷, 吉松, 上野, 村上(札幌医大), 藤井(札幌医大), 深津(札幌医大), 宮沢(札幌 医大), 中野(札幌医大), 内海(札幌医大), 林(札幌医大),高畑(札幌医大), 福田(慶応大): Disorganized Bye Movement During Copying in Alzheimer's Diseases Related to nead Position ', The 3rd Int. Conf. on Alzheimer's Disease and Related Disorders(92. 7)
- 21. 山田,藤井(札幌医大),中野(札幌医大),深津(札幌医大),村上(札幌医大),宫沢(札幌医大),高畑(札幌医大),福田(慶応大):'Visvo-Spatial-Language Function in the Patients with Alzheimer's Disease', The 3rd Int. Conf. on Alzheimer's Disease and Related Disorders(92. 7)
- 22. 志沢: 運動立体視におけるトランスヘアレンシー:基本拘束方程式と線形解析解',画像の認識・理解シンボシウム(MIRU'92)(92.7)
- 23. 磯, 志沢: 演算子形式を用いたウューアレット 表現からの 多重方向検出の統一的方法', 画像の認識・理解シンボシ ウム(MIRU'92)(92. 7)
- 24. 尾田:'The effect of context dependency on image concept formation', XXV Int. Congress of Psychology(92. 7)
- 25. 青木:'Semantic Processing of Kanji in the Right Hemisphere', XXV Int. Congress of Psychology(92, 7)
- 26. 山田,本郷,魚森,吉松,上野,内海(札幌医大),村上(札幌医大),藤井(札幌医大),中野(札幌医大),流畑(札幌医大):'
 Bye Head Coordination in the Patients with
 Alzheimer's Disease', XXV Int. Congress of Psychology(92. 7)
- 27. M. Dornay, 川人, 宇野(東大), 鈴木:'Minimummuscle-tension-change arm movements', SICE'92 Annual Conf.(92. 7)
- 28. 相川, 河原, 東倉: '時間周波数マスキンク 特性に基づく 動的ケナストラムとその音声認識への応用', 音声研究会 (92. 7)
- 29. 長石: 自由手書き文字データベース作成条件の検討', 1992

- 年テレビション学会年次大会(92.7)
- 30. 工藤, 魚森, 山田, 大西, 杉江: オカルージョンによる両 眼の注視位置の変化', 1992年テレビション学会年次大会 (92. 7)
- 31. 山田: '頭部・眼球協調関係の加齢効果',1992年テレビシ ョン学会年次大会(92. 7)
- 32. 吉松, 山田, 魚森, 本郷, 上野, 他機関6 名: ア アルッハ イマー 病患者両眼固視微動 ドリフト成分のフラクタル 次元解析 ',1992年テレヒション学会年次大会(92. 7)
- 33. 本郷, 山田: '注視点マスキング実験における図形探索時の注視時間の分析',1992年テレヒション学会年次大会(92. 7)
- 34. 魚森, 山田: '奥行き方向の視線移動の加齢効果', 19 92年テンビション学会年次大会(92.7)
- 35. 加藤, 山田: 高精度指標提示機能付き眼底像撮影装置',1992年テレヒション学会年次大会(92. 7)
- 36. 山田, 本郷, 上野, 他機関5 名: 'アルツハイマー 病の視覚情報処理過程と視空間機能の解析',1992年テレヒション学会年次大会(92. 7)
- 37. 魚森, 西田(NTT): 'ステレオ 手がかりと競合したKDB 知 覚の時間変化',1992年テレヒション学会視聴覚技術研究会 (92. 7)
- 38. 魚森, 山田: '時分割立体画像融合時の片眼運動刺激 に対する両眼眼球運動測定', テレヒション学会誌(92. 8)
- 39. 平山, E. V-Bateson, 川人, M. Jordan: 筋電を用いた調音器官筋骨格系タイナミクスモテル゙, 電子情報通信学会論文誌(92.8)
- 40. 長石:'Analysis of Individual Variation in Hand written Chinese Characters in Documents', The Third Int. Conf. on Visual Search(92. 8)
- 41. 本郷,山田:'Masking of the Central Vision during Fixations in Visual Search', The Third Int. Conf. on Visual Search(92. 8)
- 42. 鎌田:'A Proposal for an Artificial Neural Network that Optimizes Reference Vectors: FMNET', 11th IAPR Int. Conf. on Pattern Recognition(92.8)
- 43. Ed. Gamble :'Displacement Errors in Surface Property Data', 11th IAPR Int. Conf. on Pattern Recognition(92, 8)
- 44. 林:'A Computational Model of Spatial Recognition Process', BCVP' 92(15th Buropean Conf. on Visual Perception)(92. 8)
- 45. 早川, 西田, 川人:'Shape and Contour from Image', 15th European Conf. on Visual Perception(92.8)
- 46. 小森, 片桐:'GPD Training of Dynamic Programming-Based Speech Recognition', 日本音響学会英文誌Vol.13, No.5(92.9)
- 47. 和田, 川人:'A Neural Network Model for Trajec-

- tory Formation of Arm Movement by Using Forward and Inverse Dynamics Models', ICANN'92, Int. Conf. on Artificial Neural Networks (92. 9)
- 48. M. Dornay, 川人, 宇野(東大), 鈴木(東大):'
 Minimum-motor-command-change trajectories predicted by cascade neural network using a 17muscle arm model', ICANN'92, Int. Conf. on Artificial Neural Networks(92. 9)
- 49. 尾田: 人間の認知特性を利用した画像検索システム',情報処理学会ヒューマンインタフェース研究会(92. 9)
- 50. 塩入(千葉大学), 魚森, 佐藤(NTT): 両眼視差と 両眼視差図形の空間解像度, 第53回応用物理学会学 術講演会(92. 9)
- 51. 内海(札幌医大),山田,藤井(札幌医大),本郷,村上(札幌医大),上野,中野(札幌医大),深津(札幌医大),高畑(札幌医大):'アルツハイマー病患者の眼球、頭部協調運動の検討',日本神経心理学会16回総会(92.9)
- 52. 緑川(札幌医大), 魚森, 山田, 村上(札幌医大), 藤井(札幌医大), 本郷, 吉松, 上野, 中野(札幌医大), 深津, (札幌医大), 高畑(札幌医大): アルツルイマー 病の視覚情報処理における奥行知覚について',日本神経心理学会16回総会(92.9)
- 53. 林: 発振ニューラルネットの結合パラメータ に対する周期/ 準周期軌道の分岐',信学技報NC92(92, 9)
- 54. 早川, 西田(NTT), 川人(人間): エッジ情報と濃淡情報による3次元形状推定',電子情報通信学会ニューロンピューティング研究会(92. 9)
- 55. 鎌田: 'ハフ変換による手書文字の回転補正',1992年電子情報通信学会秋季大会(92. 9)
- 56. 尾田:'平仮名斜書き文字列の読み易さについて',19 92年電子情報通信学会秋季大会(92. 9)
- 57. 山田, 魚森: '奥行方向の頭部運動と輻輳眼球運動の 協調関係の分析', 1992年電子情報通信学会秋季大会 (92. 9)
- 58. 吉松, 山田: ビジュアル・フィードバック を制御した両眼固視微動 削71ト成分のフラクタル次元解析',1992年電子情報通信学会秋季大会(92. 9)
- 59. 高畠: '不公平な遺伝的アルウリスム',1992年電子情報通信 学会秋季大会(92. 9)
- 60. 磯, 志沢: 重ね合わせの原理に基づく多重方向同時 検出演算子',1992年電子情報通信学会秋季大会(92. 9)

ATR人間情報通信研究所

- 1. 字野,福村(東大),鈴木(東大),川人:'A Neural Network Model which Acquires the Internal Representation of Grasped Objects:'Int. Symposia on Information Sciences(92, 7)
- 2. 川人,片山(視聴覚),五味,小池:'Coordinated Arm Movements:Virtual Trajectory Control Hypothesis and Learning Inverse Models', Int. Symposia on Information Sciences(92. 7)
- 3. 字野,福村(東大),鈴木(東大),川人:'A Neural Network Model for Recognizing Objects and Plannig hand Shapes in Gras ping Movements', Int. Sessions in SICE'92 in Kumamoto(92, 7)
- 4. 五味, 川人: 運動制御による操作対象物の認識と制御のための内部表現の獲得',第31回計測自動制御学会学術講演会(92.7)
- 5. M. Dornay, 川人、宇野(東大), 鈴木(東大): 'Minimum-Muscle-Tension-Change Arm Movements', SICE'92 Annual Conf.(92.7)
- 6. 相川(視聴覚),河原,東倉: 時間周波数マスキンク 特性に基づく動的ケプストラムとその音声認識への応用',音声研究会(92, 7)
- 川人: '逆タイナミクス',重点領域研究「脳の高次機能」第3回夏のワークショップ(92.8)
- 8. 赤松、佐々木(NTT), 深町(NTT), 増井(NTT), 末 松(NTT): 'An Accurate and Robust Face Identification Scheme', 11th IAPR Int. Conf. on Pattern Recognition(92, 8)
- 9. 和田, 川人:'A Neural Network Model for Trajectory Formation of Arm Movement by Using Forward and Inverse Dynamics Models', ICANN'92 (Int. Conf. on Artificial Neural Networks)(92.9)
- 10. M. Dornay, 川人, 宇野 (東大), 鈴木 (東大):
 'Minimum-motor-Command-Change Trajectories
 Predicted by Cascade Neural Network Using a 17
 -Muscle Arm Model', ICANN'92(Int. Conf. on Artificial Neural Networks)(92.9)
- 11. 字野: '内部モテル に基づいた運動制御', セミナー:ニューラル/ファシィ/GAの新しい展開を探る(92. 9)
- P. J. Giblin (Liverpool Univ.), J. E. Rycroft (Califo rnia Univ.), F. Pollick: Moving Surfaces', Mathematics of Surfaces V(92, 9)
- 13. 川戸: 2 回逆投影法による複数画像からの3 次元情報の抽出',情報処理学会コンピューウピション研究会(92. 9)
- 和田,川人: '順・逆サイナミウスモテル に基づく文字の生成と認識',電子情報通信学会ニューロコンピューティンサ 研究会(92.9)
- 15. 川人: 教師あり運動学習制御',電子情報通信学会非

- 線形問題研究会(92.9)
- 16. 足立: 'トライオン 神経回路網が生成する音楽のスヘウトル 分析', 電子情報通信学会非線形問題研究会(92. 9)
- 17. 津崎: '音韻知覚におけるカデラリー 成員の典型度と知覚 表象: カデラリー知覚再考',日本音響学会聴覚研究会(92. 9)

ATR光電波通信研究所

- 1. 平野(NTT), 新上, 金子(NTT), 村田(東大):'
 Frictional Anisotropy and Superlubricity:
 Anisotropy of Frictional Force in Muscovite
 Mica', Sympo. on New Tools and Materials of
 Tribology, National American Chemical Society
 Meeting(92.4)
- 2. 川島,藤原(三菱),山本,小林:'Dual wavelengh optical bistability and multistability in a sy symmetric self-electro-optic effect deviced on base Wannier-Stark localization', Applied Physics Letters(92. 4)
- 3. 上綱, 小川: 受光素子の光・マイクロ液周波数混合特性 の光ファイハ無線通信リンクへの適用',電子情報通信学会 マイクロ波研究会(92. 4)
- 4. 竹内, 中條, 藤瀬: 高誘電率給電基板を有するスロット 結合マイクロストリックアンテナの入力インピータンス特性',電子情報 通信学会アンテナ・伝播研究会(92. 4)
- 5. 小西,中條,藤瀬:'Beam Scanning Characteristics in an Array Antenna with BFN Using Fourier Optics and Photomixing', SPIE OE/AEROSP ACE SENSING'92(92. 4)
- 6. 新上,平野(NTT):'Atomistic origin of friction: Superlubric State', Symposium Proceeding of DPS S(92, 4)
- 7. 新上, 平野(NTT): Dynamics in Friction: Superlubric State',第3回東大物性研究所国際シンポシウム (92. 4)
- 8. 真鍋,高井:'Superresolution of Multipath Delay Profiles Measured by PN Corre-lation Method', IEEE Transactions on Antennas and Propagation (92. 5)
- 9. 川島,藤原,山本,小林:'Tunable Multistability in a Dual Wavelengh Optical Switch based on Wannier-Stark Localization', Conf. on Lasers and Electro-Optics(92. 5)
- P. Davis: Optical Chaotic Memory', 1992 IEEE Int. Sympo. on Circuits and Systems (92. 5)
- 11. 平野(NTT), 新上: 摩擦力の異法性と超潤滑性, 第

- 36期通常総会特別講演会トライホロシー会議(92.5)
- 12. 藤瀬, 野原, 有本, 中條:'A Study of a Broadband Mobile Satellite Communication System by LEO-SAT and Optical ISL', 18th Int. Sympo. on Space Technology and Science(92. 5)
- 13. 大滝, 中條, 上原, 藤瀬: 移動体衛星通信用DBF7ン テナの試作',電子情報通信学会7ンテナ伝播研究会(92.5)
- 14. 上綱: 超小型MMIC用ゲルクロスタイ遅波線路,電子情報通信学会マイクロ波研究会(92.5)
- 15. 小川, D. Polifko, 馬場: ミリ波サブキャリア伝送用光ファイバリンクの検討',電子情報通信学会マイクロ波研究会(92, 5)
- 16. /JJI, D. Polifko: Fiber Optic Millimeter-Wave Subcarrier Transmission Links for Personal Radio Communication Systems', 1992 IEEE MTT-S Int. Microwave Sympo. (92. 6)
- 17. 馬場, 長谷川(シャーフ), 小川:'Novel MMIC Transmission Lines Using Thin Dielectric Layers', IEICE Transactions on Electronics (92. 6)
- 18. P. Davis: '光カオス', 数理科学(92. 6)
- 19. P. Davis, 会田:'Properties of chaos needed for adaptive mode selection in a nonlinear optical resonator', International Conference Quantum Blectronics, 1992(92. 6)
- 20. 馬場, 上綱, 小川: 'マイクロ波・ミリ波テハイスによる光検出 の検討', マイクロ波, 光・量子エレクトロニクス波研究会(合同) (92. 6)
- 21. 野原,藤瀬:'A High-power Optical Intersatellite Link Transmitter Using a Broad-area Semiconductore Amplifier', OAA' 92(92. 6)
- 22. 小林, 武部, 山本, 稲井, D. Lovell:'Novel Carrier Confinement(p-n-p Junctions) on (111)A GaAs Substrates Patterned with Equilateral Triangles', J. of Electronic Materials(92. 6)
- 23. 古濱: 光衛星間通信,日本赤外線学会誌(92.6)
- 24. 有本:'Space Debris Observations:Needs for New Technology', Adverse Environmental Impacts on Astronomy:an Exposition(92. 6)
- 25. 藤田, 篠田, 山本, 武部, 小林:'GaAs Homojunction Light-Emitting Diodes on GaAs(111)A Substrates',第11回混晶エレクトロニクス・シンポジウム(92.7)
- 26. 藤瀬: 光測定器の標準化', オフトロニクス(92. 7)
- 27. 奈良(岡山大), P. Davis: 'Constraining Chaos in a Neural Network with Learning', Int. Sympo. on Information Sciences(ISKIT'92)(92.7)
- 28. D. Polifko, 小川, 北沢 (茨城大):'Millimeterwave Optical Transmission with Combination Narrowband EOM and Laser Modulation', OEC'92 4th Optoelectronics Conference(92, 7)
- 29. 野原, 有本, 藤瀬:'A Coherent Transceiver De-

- sign for Optical Intersatellite Link Communications', 4th Optoelectronics Conference (OEC'92) (92.7)
- 30. D. Lovell, 山本, 稲井:'Titanium/Gold Schottky Contacts on p-Type GaAs Grown on (111)A and (1 00)GaAs Substrates Using Molecular Beam Epitax ', Japanese Journal of Applied Physics(92. 7)
- 31. 小川,馬場,上綱,D.Polifko:'Ka-Band FM Video Subcarrier Transmission Using Monolithic Integrated HEMT Photodetector',4th Optoelectronic Conference(OBC'92)(92. 7)
- C. Baumer: Analys is of Slot Conpled, Circular Microstrip Patch Antennas', Analysis of Slot Coupled, Circular Microstrip Patch Antennas (92. 7)
- P. Davis: Functional Chaotic Devices', 2nd Int. Conf. on Fuzzy Logic and Neural Networks (IIZUKA'92) (92. 7)
- 34. P. Davis, 會田:'Constraining Chaos in an Optical Ring Memory Device', 2nd Int. Conf. on Fuzzy Logic and Neural Networks(IIZUKA'92)(92. 7)
- 35. 千葉,大塚(三菱),片木(三菱):'Statistical analysis for null shift by random phase Errors in thinned monopulse phased array antennas', 1992 IEEE-APS Int. Sympo. (92. 7)
- 36. 松井:'Directinal Dependence of Indoor Multipath Propagation Characteristics', IEEE-APS Int . Sympo. (92. 7)
- 37. 有本,澤田(通信・放送),廣本(通信総研),有 賀(通信総研): 大型望遠鏡による静止衛星の相対 位置の精密観測:画像解析,電子情報通信学会宇宙 ・航行エレクトロニクス研究会(92.7)
- 38. 上綱:'A Very Small, Low-Loss Rat-Race Hybrid Using Elevated Coplanar Waveguides', IEEE Microwave and Guided Wave Letters(92. 8)
- 39. 野原: '衛星間の光伝送', 月刊「光アライアンス」(92. 8)
- 40. 藤井, 武部, 山本, 稲井, 小林:'Optical and Blectrical Characterization of Lateral P-N Junctions on GaAs(111)A Patterned Substrates', 6th Int.Conf.on Superlattices, Microstructures and Microdevices(ICSMM-6)
- 41. 古濱:'光衛星間通信技術の開発動向',日本赤外線学 会第3回定例研究会(92.8)
- 42. 野原, 稲垣, 下津(住友セメント):' アレイ 状導波路を用いたビーム追尾センザ, 電子情報通信学会光・量子エレクトロニクス研究会(92. 8)
- 43. 竹内,中條,藤瀬:'Fundamental Characteristics of a Slot-Coupled Microstrip Antenna Using High Permittivity Feed Substrate', 22nd Buro-

- pean Microwave Conference (92. 8)
- 44. 藤田, 稲井, 山本, 藤井, D. Lovell, 武部, 篠田, 小林:'MBE Growth of GaAs P-N Junction LEDs on (111)A GaAs Substres Using Only Silicon Dopant',7th International Conference on Molecular Beam Bpitaxy(92. 8)
- 45. 武部,藤井,山本,藤田,小林:'Study of Facet Generation during MBE of GaAs on (111)A Substrates Patterned with Ridge-Type Triangles', 7th International Conference on Molecular Beam Epitaxy(92, 8)
- 46. 山本,稲井,武部,小林:'Periodic Lateral
 Structures of Al Content Modulations of AlGaAs
 grown on Vicinal (111)A GaAs by Molecular Beam
 Epitaxy', 7th International Conference on
 Molecular Beam Epitaxy(92. 8)
- 47. 中條, 小西, 大滝, 藤瀬: 移動体衛星通信用コンフォーマルアレーの設計と特性', 移動体衛星通信用コンフォーマルアレーアンテナの設計と試作(92. 8)
- 48. 稲井, 山本, 武部, 藤井, D.Lovell, 篠田, 藤田, 小林: Electrical Characterization and Analysis of Lateral p-n Interfaces on (111)A GaAs Nonplanar substrates by Molecular Beam Epitaxy ',1992年国際固体素子・材料コンファレンス(92.8)
- 49. 金田, 真鍋(CRL), 藤井:'Adaptive Decision-Feedback Equalizer Using Forward-Only Counterpropagation Networks for Rayleigh Fading Channels', 1992 IEEE Workshop on Neural Networks for Signal Processing(92. 8)
- 50. 小川,馬場,赤池:'Millimeter-Wave Subcarrier Transmission Using Optoelectronic Mixing and Optical Heterodyne Techniques', 1992 Int. Sympo. on Signal, Systems and Electronics(ISSE'92) (92 . 9)
- 51. P. Davis: 'Optical Chaotic Memory', IEEE Proceedings of 1992 Int. Sympo. on Circuits and Systems(92. 9)
- 52. 會田, P. Davis: 北線形リング共振器におけるカオティックスイッチ(2), 第53回応用物理学会学術講演会(92. 9)
- 53、川島、細田、藤原(九工大): パルス 光によるワニエ・シュ タルク 型SEED素子の3 安定状態間スイッチング,第53回応用 物理学会学術講演会(92.9)
- 54. 川島,山本,小林(NHK),藤原:'GaAs/AlAs 超格子のシュウルク 階段準位による光吸収振動子強度のミニハント 幅依存性',第53回応用物理学会学術講演会(92. 9)
- 55. 細田,川島,稲井,山本,小林(NHK),藤原(九工大): 'S-SEEDによる光微分回路',第53回応用物理学会学術講演会(92.9)
- 56. 藤田, 藤井, 山本, 武部, 小林(NHK): 'GaAs(111)A

- 基板上AlGaAs成長におけるSiド-ピッグ特性',第53回応 用物理学会学術講演会(92.9)
- 57. 稲井, 斎藤(NHK), 山賀(NHK), 藤本(NHK), 小林 (NHK): 'GaAs(111)A /ヴーン基板上の横方向p-n 接合か らの電流注入発光',第53回応用物理学会学術講演会 (92. 9)
- 58. 山本, 藤井, 小林, 下村(阪大), 分島(阪大), 冷水(阪大), 佐野(関学), 安立(日新):'(411)A面GaAs基板上のGaAsMBE 成長',第53回応用物理学 会学術講演会(92. 9)
- 59. 山本,藤井,小林,山本(阪大),冷水(阪大), 下村(阪大),佐野(関学),安立(日新):'V 溝 状GaAs基板上のGaAs/A1AsMBE成長',第53回応用物理 学会学術講演会(92. 9)
- 60. 山本,藤井,小林,劉(阪大),冷水(阪大),下村(阪大),蒲生(阪大),安立(日新),佐野(関学):、微細加工したGaAs基板上へのGaAsのMBB 成長,1992年第53回応用物理学会学術(92.9)
- 61. 藤井,山本,小林,分島(阪大),井上(阪大),下村(阪大),冷水(阪大),弓場(阪大),蒲生(阪大),佐野(関学),岡本(クホタ):'段差基板上のInGaAs/AlAs QWのCL発光',1992年第53回応用物理学会学術講演会(92.9)
- D. Polifko , JVII: Millimeter-wave Fiber Optic Technologies for Cellular Personal Communications', 1992 Microwave Workshop and Exhibition (MWE' 92) (92. 9)
- 63. 小川,上綱,馬場,末松:'Optical/Microwave Monolithic Integrated Circuits',1992 Microwave Workshop & Exhibition(MWE'92)(92. 9)
- 64. 中條, 小西, 大滝, 藤瀬:'Theoretical and Experimental Study of Conformal Array Antennas for Mobile Satellite Communications', 1992 Int.
 Sympo. on Antennas and Proopagation(ISAP'92)
 (92. 9)
- 65. 大滝,中條,上原,藤瀬:'Implementation of a Digital Beamforming Antenna for Mobile Satellite Communications Utilizing Multi-Digital Signal Processors', 1992 Int. Sympo. on Antennas and Propagation(ISAP'92)(92. 9)
- 66. 千葉, 大塚 (三菱), 片木 (三菱):'A Study of Granularity in Thinned Monopulse Phased Array Antennas',1992 Int. Sympo. on Antennas and Propagation(ISAP'92)(92. 9)
- 67. 小川,馬場,上綱,D.Polifko,竹中:'Optical/ Microwave Circuit Technologies for Microwave and Millimeter-Wave Fiber Optic Links', 1992 Int.Sympo.on Antennas and Propagation(ISAP'92) (92. 9)

- 68. 稲垣,荒木,古濱:'Optical Antenna Measurement System Using the Compact Range Approach',1992 Int.Sympo.on Antennas and Propagation(ISAP'92) (92, 9)
- 69. 平野(NTT), 新上:'The State of Superlubricity', CAME'92(92. 9)
- 70. 新上, 平野(NTT): 動摩擦のエネルギー 散逸(Dynamics in friction), 日本物理学会1992年秋の分科会(92.9)
- 71. 新上, P. Davis: 光非線形格子上の大域的光接続 (Global linking in optical nonlinear lattices) ,日本物理学会1992年秋の分科会(92. 9)
- 72. P. Davis, 池田(京大): 'フォトレフラクティフ結晶における 光ビームの経路タイナミックス', 日本物理学会1992年秋の分 科会(92. 9)
- 73. 奈良(岡山大), P. Davis, 東辻(岡山大), '神経回路網のComplex dynamicsを用いた合成機能',日本物理学会1992年秋の分科会(92.9)
- 74. 千葉, 中條, 藤瀬: 'ヒームヘースCMA アサクティクアレー', 1992年 電子情報通信学会秋季大会(92. 9)
- 75. 末松, 馬場, 上綱, 小川:'マイクロ波HBT 光検波器',19 92年電子情報通信学会秋季大会(92. 9)
- 76. 上綱, 馬場, 小川: HBMTの光・マイクロ波周波数混合に 関する一検討',1992年電子情報通信学会秋季大会 (92. 9)
- 77. 野原、稲垣、石灰(HOYA)、佐藤(旭テータ): 光ISL 用LD送信機の開発',1992年電子情報通信学会秋季大 会(92. 9)
- 78. 竹内, 中條, 藤瀬: '電気的に厚みをもつ接地導体板を有するスロット結合マイクロストリックアンテナ', 1992年電子情報 通信学会秋季大会(92. 9)
- 79. 馬場, 上綱, 小川: HEMT光応答を用いたMMIC光受信器', 1992年電子情報通信学会秋季大会(92.9)
- 80. 小川, 上綱: 'レーザダイオードの非線型特性を用いた光ファイバリンクの検討', 1992年電子情報通信学会秋季大会(92.9)
- 81. 中條, 藤瀬, 祖川(TIS), 山内(TIS): 線状アンテナ開発支援システムーEWS版の開発-', 1992年電子情報通信学会秋季大会(92. 9)
- 82. 中條, 藤瀬, 荒井(横浜国大), 後藤(東工大): セルフザイブルケングアレーアンデナの試作',1992年電子情報通信学 会秋季大会(92. 9)
- 83. 村上, 中條, 藤瀬: オフセット 給電スロット結合型マイクロストリッ カフンテナ の高次モード 特性',1992年電子情報通信学会秋 季大会(92.9)
- 84. 山田, 大滝, 中條, 千葉, 藤瀬, 堀(CRL): '球面走 査近傍界測定を用いたアレーアンテナヒーム走査時の開口分布 測定',1992年電子情報通信学会秋季大会(92.9)
- 85. 大滝, 中條, 千葉, 藤瀬: 'マルチヒームを用いた移動体衛

- 星通信用DBF アンテナにおける初期捕捉方式',1992年電子情報通信学会秋季大会(92. 9)
- 86. 上原, 藤瀬: 多段ファシィ推論と多層ハーセウトロン に於ける 機能素子上の関係',1992年電子情報通信学会秋季大 会(92. 9)
- 87. 松井: '誤り率を与える瞬時多重波伝搬/ウメータ',1992 年電子情報通信学会秋季大会(92.9)
- 88. D. Polifko, 小川: Design and Characterization of High-Speed External Optical Modulators for Millimeter-wave Optical Communication, 1992 年電子情報通信学会秋季大会(92.9)
- 89. H. Thomas, 小川:'Indoor Millimeter Wave Distribution over Fiber Optic Links', 1992 年電子情報 通信学会秋季大会(92. 9)
- 90. 北沢 (茨城大), D. Polifko, 小川: 光変調器用共 平面型導波路の解析',1992年電子情報通信学会秋季 大会(92.9)
- 91. 稲井, 山本, 武部, 藤井, 小林:'Effect of Ga Adatom Migration on Electrical Characteristics of Lateral p-n Interfaces on (111)A GaAs Nonplanar Substrates',19th Int. Sympo. on Gallium Arsenide and Related Compounds(92.9)
- 92. 篠田, 山本, 稲井, 小林, 武部, 藤井:'Low Diffusivity of Acceptor Si Delta-Doped GaAs Layer on GaAs(111)A',19th Int. Sympo.on Gallium Arsenide and Related Compounds(92, 9)

葉原副社長 テレコム功績賞を受賞

去る6月1日、電波の日・テレコム旬間記念式典が全国各地で開催されましたが、㈱国際電気通信基礎技 術研究所の葉原耕平副社長(研究開発本部長)は、東京の帝国ホテルで行われた中央式典においてテレコム 旬間推進協議会会長からテレコム功績賞を授与されました。

テレコム功績賞は、情報通信の技術、サービス等の発展に貢献した個人に贈られるものです。葉原副社長の受賞は、「情報通信技術の研究開発に尽力するとともに、他電信電話技術委員会標準化会議議長として標準化に尽力するなど、情報通信の発展に多大の貢献をした」ことによるもので、多年にわたる研究活動やTTCでの標準化活動の功績が認められたものです。



那須翔テレコム旬間推進協議会会長から賞状を受ける葉原副社長

David Rainton 滞在研究員 電子情報通信学会 75周年懸賞論文 佳作入選

ATR自動翻訳電話研究所の David Rainton 滞在研究員は、電子情報通信学会75周年懸賞論文に応募しましたが、佳作入選を果たし、去る9月28日、京王プラザホテル(東京・新宿)で行われた電子情報通信学会75周年記念式典にて表彰されました。

応募した論文は、"Spacial Sound Localization and Orthogonal Sensory Synergism for More Natural Human Interaction" (「より自然な人間・計算機間対話を目指す空間的音源定位と異種知覚協調」) と題する科学技術エッセイで、21世紀を想定した短いフィクションを含み、より自然な人間と計算機の対話を目指す空間的選択獲得機能をもつ計算機の可能性を論じたものです。この中では、動的に制御できる高い性能の指向性ディジタルマイクロフォンアレイによる音声入力や会話、そのヒューマンインターフェースへの応用とその重要性、さらに複数の異種の知覚情報(聴覚や視覚など)を組み合せて処理することによるロバストな情報処理について書いています。



受 賞 者 紹介 (平成4年4月~平成4年9月末における外部団体からの受賞者。一部前号記載洩れ含む)

○社団法人 電子情報通信学会

·学術奨励賞

受賞者 ATR自動翻訳電話研究所

研 究 員

井上 直己

受賞対象 1991年

1991年電子情報通信学会春季研究発表会

「相手言語を考慮した概念抽出効果」

受賞日 平成4年3月26日

○社団法人 システム制御情報学会

· 椹木記念賞 論文賞

受 賞 者 ATR人間情報通信研究所

研 究 員

五味 裕章

室長

川人 光男

受賞対象

システム制御情報学会 論文誌, Vol. 4, No. 1, pp. 37 ~47(1991)

「フィードバック誤差学習による閉ループシステムの学習制御」

受賞日 平成4年5月20日

○社団法人 国際神経回路学会

·研究功績賞

受賞者

室 長

川人 光男

受賞対象 過去の「小脳の運動制御モデル」研究に対して

受賞日 平成4年6月7日

各種データベース、テクニカル レポート等成果販売について

○研究用データベース

ATRでは、音声認識、音声合成および音声知覚等の研究に用いる、大語彙の高品質な研究用日本語音声データベースを構築しており、単語音声データ(8,500語/話者)20話者、文章音声データ(10,000語/話者)2話者について、全国の多くの大学、企業の研究所等に販売を行って、ご利用をして頂いております。更に、単語・文章音声データ(751語及び孤立文章音声 150文章)15~20話者を1セットに格納した多数話者音声データベース、自然言語処理等の研究を目的として、模擬対話実験を基に構築した対話データベースを整備しており、この度、ご利用頂くべく販売を開始しました。

以下に、音声データベースおよび対話データベースの内容についてご案内いたします。

研究用日本語音声データベース

(セットA) 〔単一話者〕

NO	話者	内容	種類	標準規格	備考
1	MAU	(男性アナウンサー)			
2	MHT	(男性ナレータ)	The state of the s		
3	FKN	(女性ナレータ)			
4	FSU	(女性アナウンサー)			
5	FKS	(女性アナウンサー)	単語音声データ	• unixシステムの	話者毎に販売
6	FYN	(女性アナウンサー)	(8,500語)	tar コマントで 格納	します。
7	MTK	(男性ナレータ)			
8	MMY	(男性アナウンサー)			
9	MMS	(男性アナウンサー)	12kHz 1 回発声のみ	1ブロック 512バイト	
10	MNM	(男性アナウンサー)	thu	20ブロックで ブロックイヒ	
11	MXM	(男性アナウンサー)	20kHz 1 回発声		
12	FFS	(女性アナウンサー)			
13	FYM	(女性ナレータ))	·MT記録密度	サンプリング周波数
14	FMS	(女性アナウンサー)		6250bp i	
15	FKM	(女性アナウンサー)		オープンリール	12kHz 又は
16	FAF	(女性アナウンサー)		または	20kHz の、
17	FTK	(女性アナウンサー)		12,500ftpi	どちらかを
18	MTT	(男性アナウンサー)		150Mデータカートリッジ	ご指定下さい
19	MTM	(男性アナウンサー)			
20	MSH	(男性アナウンサー)			
1 1					

(セットB) 〔単一話者〕

51	MYI	連続:ラベル付 基本周波・ 言語韻律情報付	文章音声データ 503文(10,000 語)		
131	(男性アナウンサー)	文節:		,,	"
-0	MTK	連続:ラベル付	または 20kHz 連続発声	<i>"</i>	"
52	(男性ナレータ)	文節:	なび文節区切発声		

		5155.00		The second secon	10000	
53	MHO (男性ナ レ-タ)	連続:ラベル付文節:		文章音声データ 503文(10,000 語)		
54	MHT (男性ナ レータ)	連続: ラベル付 文節: ラベル付	基本周波	12kHz 連続発声のみ または 20kHz 連続発声	"	"
55	MMY (男性アナウンサー)	連続: ラベル付 文節: ラベル付		→ および 文節区切発声 		
56	M S H (男性アナウンサー)	連続:ラベル付 文節:ラベル付				
57	F K N (女性ナ レ-タ)	連続: ラベル付 文節: ラベル付	基本周波			
58	F K S (女性ナ レ-タ)	連続:ラベル付 文節:				
59	F T K (女性アナウンサー)	連続: ラベル付 文節: ラベル付				
60	F Y M (女性ナ レ-タ)	連続:ラベル付文節:	基本周波			

(セットC) [多数話者]

セットCは6種類のデータセット(C1 ~ C6)からなり、内容については以下のとおりです。

NO.	話者	内 容	標準規格	備考
C 1 - M 0 1	男性20話者	多数話者データ		
C1-F01	女性20話者	最重要語(520)		
C 2 - M 0 1	男性20話者	多数話者データ パランスリスト(216) +	· unixyzālo	話者が一が毎に
C 2 - F 0 1	女性20話者	かたがた(216) + 数字A(15) + 連続発声A 50	tar コマンドで 格納	販売します。
C 3 - M 0 1	男性20話者	多数話者データ 連続発声B(50) +	1-fah E10:(/)	100 mm
C 3 - F 0 1	女性20話者	連続発声C(50)	・1ブロック 512バト 20ブロックで ブロックイヒ	45. 常见,是国际状态
C 4 - M 0 1	男性20話者	多数話者データ		サンプリング周波数 20kHz
C 4 - F 0 1	女性20話者	文節発声A(50)	・MT記録密度	
C 5 - M 0 1	男性20話者	多数話者データ	6250bpi	
C 5 - F 0 1	女性20話者	文節発声B(50)	オープンリール または	
C 6 - M 0 1	男性20話者	多数話者データ	12,500ftpi 150Mデータカートリッジ	
C 6 - F 0 1	女性20話者	文節発声C(50)		

対話テキストデータベース

- 1 対話の内容
 - ・国際会議の申込に関する参加者と事務局の対話。
 - ・旅行に関する旅行会社と客との対話。
- 2. 対話のメディア
 - ・対話が行われるメディアは電話またはキーボード。

3. 使用言語

・対話は日本語話者同士、または、日本語話者と英語話者との間で行っています。 後者の対話は、通訳を介して行っています。

4. 事前分析

- ・対話データには以下に示す事前分析を加えています。
- ◎英語対訳の付与
- ◎各種言語単位(単語、文節、文など)への分割
- ◎単語の各種属性の付与
- ◎単語間の係り受け関係の付与
- ◎日英対応関係の付与

5. データベースの種類

・データは会話単位(対話の開始から終了までが1単位)に収容されており、セット 1~4に分けて提供いたします。

セット	タスク	メディア	標準規格
1 2 3	国際会議 国際会議 旅 行	電 話 キーボード (準備中) 電 話	・unixシステムの tar コマントで格納
4	旅 行	キーボード	・12,500ftpi 150M データカートリッジ

[参考文献] 江原暉将ほか: ATR対話データベースの内容、ATRテクニカルレポート TR-I-0186、1990年10月

音声データベース等の販売に関するお問い合わせは下記までお願いたします。

〒619-02 京都府相楽郡精華町乾谷・三平谷 5 (㈱国際電気通信基礎技術研究所

○テクニカルレポートの公開

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) 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の各研究所窓口へお問い合わせ下さい。

ATR自動翻訳電話研究所 5619-02 京都府相楽郡精華町光台 1m07749-5-1311

No.	タイトル	No.	タイトル
I-01	自動翻訳電話の基礎研究(*)		性質について
I-02	通訳を介した電話会話の特徴分析	I-25	種々の発生様式における日本語音声の韻律の
I-03	多層音韻ラベルをもつ日本語音声データベー		特徴とその制御について(*)
	ス(*)	I-26	日本語発話行為タイプの解析 (I)(*)
I-05	連続音声認識	I-27	テキスト・データベースからの慣用表現の自
I-06	時間遅れ神経回路網による音韻認識(*)	T 00	動抽出
1-07	通訳を介した電話会話収集データ	I-28	研究用日本語音声データベースの利用解説書
I-08	日本語品詞の分類	I-29	言語データベース用格・係り受け意味体系
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-30	日本語孤立発声単語における母音無声化の分
I-16	ステム 電話対話と端末間対話の比較(*)	I-32	析と予測 素性構造とその単一化アルゴリズムに関する
I-10	自然言語対話理解ワークショップ講演要録	1-32	検討
1 11	(1987. 12. 27-28)(*)	1-34	Modularity and Scaling in Large Phonemic
I-18	Hidden Markov Model を用いた日本語有声破	1 04	Neural Networks(*)
1 10	裂音の識別	I-35	会話テキストの機械通訳のための翻訳単位の
I-19	音韻データベース構築のための視察に基づく	1 00	表現と計算(*)
- 10	音韻ラベリング	1-36	言語データベース統合管理システム(*)
I-23	ホルマン周波数、バンド幅の変形による声質	1-38	動詞敬語の相互承接について一句構造文法理
	制御(*)		論を用いた構文論的説明-
I-24	種々の発生様式における韻律パラメーターの	1-39	解析用辞書開発作業に関する一考察

No.	タイトル	No.	タイトル
1-42	目標指向型対話における次発話の予測	I-62	対話文翻訳における英文生成システムの検討
1-43	言語データベース作成のための日英対訳対応 付け	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-45	タイプ付き素性構造に対する操作:動機およ	I-64	解析過程の制御を考慮した句構造文法解析機
I-47	び諸定義(*) Hidden Markov Model を用いた英単語認識	I-67	構の検討 対話翻訳のための階層型プラン認識モデル
I-49	句構造文法にもとづく日本語文の解析	I-71	RETIF: A Rewriting System for Typed
I-50	HMM音韻認識におけるモデル継続時間長の		Feature Structurers(*)
I-51	制御手法(*) 日本語音韻継続長における文発声固有の性質	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
1-31	口本語自眼性が及におりる文光戸回目の圧員 について(*)		ステム(*)
1-52	ニューラルネットによる英文単語列予測モデ	I-75	米語電話会話におけるていねいさの表現(*)
1.59	ルの検討(*)	I-86	研究用ATR日本語音声データベースの作成
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(*)	1-86	│(別冊Ⅰ連続音声テキスト) │研究用ATR日本語音声データベースの作成
I-55	Typed Feature Structures: The Language	1 00	(別冊Ⅱ不特定話者音声テキスト)
	and its Implementation(*)	I-166	研究用日本語音声データベース利用解説書
I-56 I-57	合成用日本語音声データベースの概要 HMM音韻認識に基づくワードスポッティン	I-184	(連続音声データ編) ATRにおける自動翻訳電話の概要(*)
1-91	竹MM自由総融に基づくケードスポッティン グ(*)	I-186	ATRにおりる自動画が電品の似安(*) ATR対話データベースの内容
I-61	Speech Research at ATR Interpreting Tele	I-210	ニューラルネツトワークによる音声認識の研
	phony Research Laboratories		究(発表論文集)

ATR視聴覚機構研究所 - 〒619-02 京都府相楽郡精華町光台 - Tex.07749-5-1411

,			Y
No.	タイトル	No.	タイトル
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-46	A Compuational Cochlear Nonlinear Prepro- cessing Model with Adaptive 9 Circuits(*)
A-03	時空間的なマスキングパターンから見た聴覚	A-47	視覚・認知機構研究における並列処理計算機
	系内における音声スペクトル表現(*)		NCUBEの利用について
A-05	スペクトログラムリーディング	A-50	音の高さの知覚-「音響心理と聴知覚」より-
A-06	音声知覚におけるスペクトルターゲット予測	A-56	Trajectoty Formation of Arm Movement by
	モデルの評価(*)		Cascade Neural Network Model Based on
A-12	Properties of visual memory for block		Minimum Torque-change Criterion(*)
	patterns(*)	A-60	Objective Functions for Improve Pattern
A-14	逆転ランダム・ドット・シネマトグラムの移		Classification with Back-propagation
	動限界(*)		Networks (BPネットワークにおける誤差測
A-16	STAX SR A Proの周波数特性		度の改良)(*)
	-人工耳及びダミーヘッドによる測定-	A-63	DFTと聴覚スペクトログラムを用いたHM
A-17	コネクショニストモデルと認知心理学	56	M音声認識(*)
A-20	テクスチャー識別の心理学的研究の展望(*)	A-69	神経回路モテル による画像の情報処理について
A-21	誘発電位による両眼視機構の研究	A-71	ニューラルネットワークを用いた手書き文字
A-22	音の鋭さと振幅包絡		認識
A-23	時空間フィルタを用いた運動視知覚モデルの	A-72	CGを用いた心理実験に基づく空間認知モデル
1-000 10-00-0	検討	A-73	CGを用いた心理実験に基づく方向評定モデル
A-24	On the Approximate Realization of Contin-	A-75	DFTと聴覚スペクトログラムを用いたHM
	uous Mappings by Neural Networks		M音声認識(PART 2)(*)
A-27	色度ランダムドットパターンにおける運動弁	A-76	可変残響室の残響時間測定
	別と領域分離(*)	A-77	スケルトンを用いた階層的形状記述および二
A-28	誘発電位記録解析システム		ューラルネットによる階層的形状識別
A-29	VMS版SASの使い方	A-81	UNIX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	A-82	聴覚実験用ヘッドホンの歪率の測定
17	-SPIRE, synthesizer, PEF 入門-	A-83	3次元知覚における手がかり間の相互作用
A-31	認知地図形成過程のモデル化に関する一考察	A-86	Optimization and Learning in Neural Net-
A-34	聴覚実験用ヘッドフォンアンプシステム		works for Formation and Control of Co-
A-37	ATR Neural Network Research on Speech		ordinated Movement(*)
	Processing(*)	A-94	Extraction of the Nonlinear Global Coor-
A-38	パターンの良さ判断に対するシンメトロピー	01	dinate System of a Manifold by a Five
55	尺度の有効性		Lavered Hour-Glass Network(*)
A-45	Alliant, Convex, Ncubeのアーキテクチャとパ	A-95	音声録音系の諸特性
11 10	フォーマンス	A-96	A glottal waveform model for high qual-
		L	January and Audi

	ity speech synthesis(*)		の主観評価に準じた品質決定要因による客観
A-98	UNIX上の音声研究用ツール(*)		的定量評価-
A-99	Acoustic and Physiological Characteris-	A-125	Equilibrium Point Control of a Monkey
	tics of Traditional Singing in Japan(*)		Arm Simulator by a Fast Learning Artifi-
A-101	視覚認知用語集		cal Neural Network(*)
A-102	陰影による形状知覚と単眼立体視モデル	A-128	Feedforward Neural Network Modeling of
A-103	多重解像度による点パターンの構造化モデル		Target-Accuracy Trade-off(*)
A-105	Computational Theory and Neural Network	A-129	Enhanced Discontinvity Detection from
	Models of Interaction Between Visual Cor		Postulated Discontinvities Ed Gamble(*)
	tical Areas (*)	A-130	GPD Training of Dynamic Programming-
A-106	運動視と両眼立体視の相互関係~運動視、立		Based Speech Recognizers(*)
	体視の成立と両眼入力画像の時間関係~(*)	A-131	Auditory Front-end in DTW Word Recognit-
A-108	神経回路モデルを用いた重なったパターンの		ion Under Noisy, Reverberant and Multi-
	分離		Speaker Conditions(*)
A-109	Static Analysis of Posture and Movement,	A-133	Stability Constraints for the Equilibri-
	Using a 17-muscle Model of the Monkey's		um-Point Hypothesis(*)
Í	Arm (*)	A-134	Applicability of Oriented Filters to Ed-
A-111	帯域制限ランダムドットに誘導される正方向		ge Detection of Motion Analysis(*)
	の運動残効	A-135	Recognition of Manipulated Objects by
A-112	Mathematical Connections between the		Motor Learning with Modular Architecture
	probability, Fuzzy set, Possibility and		Networks(*)
	Dempster-Shafer theories(*)	A-136	UNIX上の音声研究用ツール
A-113	Simplifying Discontinuity Detection with	A-137	Speech Tools Manual Pages
	an Eye on Recognition Ed Gamble(*)	A-140	Spatioemporal properties of motion per-
A-114	Neural-Network Control for a Closed-Loop		ception for random-check contrast modula-
86	System using Feedback-Error-Learning(*)		tions(*)
A-115	Recurrent LVQ for Phoneme Recognition(*)	A-144	Virtual Trajectory and Stiffness Ellipse
A-116	視聴覚特殊実験室の音響特性		During Multi-Joint Arm Movement Predict-
A-117	Investigation of headphones suitable for		ed by Neural Inverse Model(*)
	psychophysical experiments(*)	A-147	Rhythm Type and Articulatory Dynamics in
A-120	Acoustical analysis of whispered vowels		English, French, and Japanese(*)
	in different notes(音程を変えて発話した	A-148	画像の不連続を利用した陰影からの形状推定
	囁き声の音響分析)(*)	A-149	Error Tolerant Method for Invariance
A-122	A Computational Model of Four Regions of		Based Feature Correspondence(*)
	the Cerebellum Based on Feedback-Error-	A-150	Unsupervised Learning of Receptive Field
	Learning(*)		Families on Regular Frids(*)
A-124	文字構造抽出の研究-手書き文字品質の人間		
			<u> </u>

ATR通信システム研究所 〒619-02 京都府相楽郡精華町光台 Im07749-5-1211

No. タイトル	No.	タイトル
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」 C-48 要求理解プログラムの類似サービス検索部の一部についてのARTによる実現 C-50 JOKERシステム Symbolics 側ソフトウェア解説書 C-51 Symbolics 用 日本語ターミナル・エミュレー	C-52 C-58 C-65 C-66 C-67 C-69 C-70 C-73 C-74	Symbolics 用 dvi ファイル プレビュアーシステム PV-WAVE 拡張プロシジャーマニュアル 通信ソフトウェアの非手続的手法と解析手法 の研究 通信ソフトウェアの自動作成実験 C G による枝ぶり生成法 Software Design and its Automation Final Report(*) 視点及び視線検出のための特徴点実時間抽出 処理と高精度化の検討 S T R (State Transition Rule(STR)Description(*)

ATR光電波通信研究所 電619-02 京都府相楽郡精華町光台 ™07749-5-1511

No.	タイトル	No.	タイトル
0-02	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	0-07	の計算 Si選択ドープGaAs/AlGaAs量子
0-04	衛星間通信に際して地球大気分子による吸収	0 01	井戸構造の発光応答

A LANGE TRANSPORTER	The second control of		THE STATE OF THE S
0-10 0-11	有機高分子の非線形光学効果に関する調査 選択ドープ量子井戸のサブバンド構造とサブ	0-37	Superresolution of Multipath Delay Pro- files Measured by PN Correlation Method
0-13	バンド間吸収の解析 Electronic structures of GaAs/AlAs super		and Its Application to Indoor Propagation Analyses(*)
0 13	lattices(*)	0-38	BER Performance of Anti-Multipath Modula
0-14	トランスポリアセチレン・ソリトン付近の振	0 00	tion Scheme PSK-VP and its Optimum Phase
	動モードの研究(*)		-Waveform(*)
0-15	非線形動力学の立場から見た神経回路網とそ	0-39	In-Room Transmission BER Performance of
	の情報処理機能		Anti-Multipath Modulation PSK-VP(*)
0-18	リミットサイクルを詰め込んだ、非対称な結	0-40	偏光変調/コヒーレント検波方式に関する実
0.01	合行列を持つ、神経回路網の記憶想起特性	0.41	験的検討
0-21	G a A s ∕ A l G a A s および I n G a A s ∕ A l G a A s 量子井戸構造におけるサブバ	0-41	光空間制御アレーアンテナの励振分布と放射 特性
	ノ K I GaKS里丁升戸 傳足にわりるリノハ ンド間遷移	0-43	MMICの超小型化・高機能化技術の研究
0-22	SIMSによる化合物半導体中の不純物分析	0-45	Modelling of Slot Coupled, Circular
0-26	GaAs (111) MBE成長とSiドーピ	0 40	Microstrip Patch Antenna Elements
0 20	ング	0-47	MM I C回路構成法の研究
0-27	高濃度SiドープGaAsのラマン散乱と量	0-48	球面走査アンテナ近傍界測定におけるアライ
	子井戸サブバンド間吸収の外部光制御		メント誤差の影響
0-29	GaAs表面・界面の制御	0-49	4mφ大型球面走査アンテナ近傍界測定システ
0-35	スロット結合マイクロストリップアンテナ		ムの開発とその評価

ATR人間情報通信研究所 1619-02 京都府相楽郡精華町光台 16107749-5-1011

No.	タイトル	No.	タイトル
H-01	A Neural Network Model for Arm Trajectory Formation Using Forward and Inverse Dynamics Models(*) Supervised Learning for Coordinative	H-03	A New Information Criterion Combined with Cross-Validation Method to Estimate Generalization Capability(*)
	Motor Control(*)		

編集後記

ATR周辺地域の関西文化学術研究都市内に島津製作所、住友金属工業の各研究所がオープンし、研究活動を開始しました。また、来春のオープンを目指し(株)けいはんな(文化学術研究交流施設)、キャノン、国際高等研究所、松下電器産業等の建設の槌音が響いております。

本号では研究活動の報告とともに、周辺地域の開発状況のご紹介をさせて頂きました。

視聴覚機構研究所、自動翻訳電話研究所の各プロジェクトも残すところ半年となり、皆様にご利用頂ける具体的成果のご紹介もできる様になろうかと考えておりますので、今後ともご愛読の程宜しくお願い申し上げます。

ATRジャーナル

第12号

1992.11.1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光台2丁目2番地

編集

企画部

(07749) 5 1111 (大代表)

定価

600円 (税込·送料别)

本紙掲載記事の無断転載を禁じます。

© 1992 (株国際電気通信基礎技術研究所

