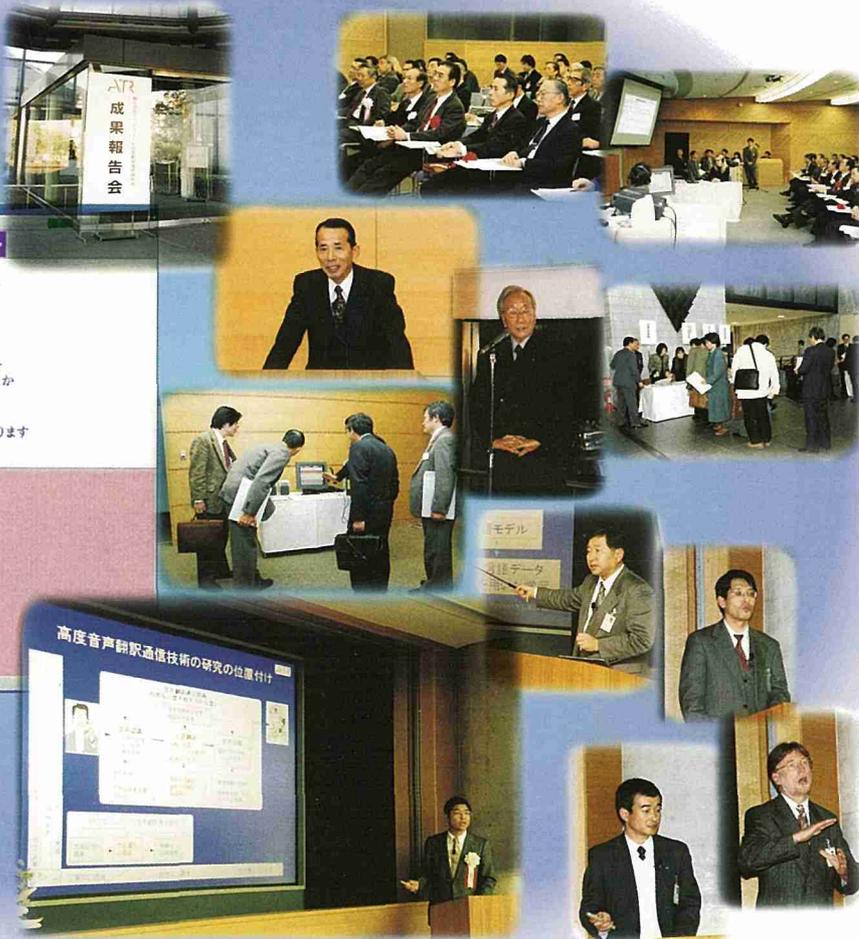


# ATR WINTER 2000 Journal

# 38



<表紙解説>

音声翻訳通信研究所が取り組んできた研究成果を広くアピールした研究成果報告会の模様です。

「21世紀の科学と技術」と題する京都大学 長尾真総長の基調講演や、山本社長を始め各研究室長が報告した成果概要およびシステム展示等は、約200名の参加関係者から好評でした。

※ 本号3～13ページ、26ページの関連記事をご覧ください。

● 巻頭言 Foreword	技術の実用性	2	小宮山牧兒
● 特集 Special report	音声翻訳通信研究所プロジェクト終了 プロジェクトの成果について	3	
	7年間のあゆみ	8	
	プロジェクト終了にあたって	10	
● 研究動向紹介 Current research topics at ATR	実世界指向コミュニティウェアを目指して Towards communityware situated in real-world contexts	14	角 康之 間瀬 健二
	あなたの名前、認識されますか？ Can you make your name recognized?	16	谷垣 宏一
	英語リスニング・スピーキング科学的上達法 Scientific inquiry: How to improve english listening and pronunciation skills	18	山田 玲子
	ミリ波源－光から電波を作る話－ Optical millimeter- wave generator	20	小楠 正大
● ATR Monologue	研究と開発－私の判断指針を明かす－	22	葉原 耕平
● 短信 Letter	世界のATR、文化の壁を超えて	24	曾根 正
● トピックス What's new with ATR	ATR 科学技術セミナーの開催状況	25	
	研究成果報告会をATRで開催	26	
	MBSメディアショーにATR-MATRIXを出展	26	
	アートとテクノロジー国際会議	27	
	第2回レーザカオスワークショップ	28	
	第12回研究発表会を好評開催	29	
	国際電気通信基礎技術研究所に先端情報科学研究部を新設	30	
● 学研都市あれこれ Walking around Kansai science city	日本原子力研究所 光量子科学研究センター	31	
● 成果展開 Fruits of ATR's research	受賞等	33	
● 所員往来 Changes in the staff	平成11年10月～12月	33	
● 編集後記 Editor's notes		34	

## 技術の実用性



(株) ATR 環境適応通信研究所  
代表取締役社長 小宮山 牧兒

日本における携帯電話（PHSを含む）の加入台数が、1999年度末に固定電話の加入台数を上回る見通しとのことです。携帯電話サービスが開始されたのは、わずか十数年前の1987年です。この爆発的普及は、サービスが利用者に受け入れられたことに加えて、低価格化、小形軽量化が進んだことの寄与が大きいとされています。

携帯電話に代表される移動通信は、これからは単に音声だけではなくデータ、画像等の種々のメディアを伝送するマルチメディア移動通信の展開が必須となり、これに向けての研究開発が精力的に行われています。

当所でも関連した研究を行っている「ミリ波」、「アダプティブアレーアンテナ」、「マイクロ波フォトニクス」は、移動通信のマルチメディア化を実現するための基盤技術と目されていますが、実用性という観点からすると、低価格化のハードルが依然として高く、現状では性能が最も重視される軍事応用に留まっているのが大半であるという点が共通の特色として挙げられます。

「ミリ波」を例に取りますと、1970年代半ばまでのミリ波導波管による大容量、長距離伝送を目指した研究開発が終焉してから、1980年代後半に「ミリ波」に対する関心が再び高まり、現在は車載レーダ、室内LAN、WLL（無線アクセスシステム）等への応用で「ミリ波」ルネッサンスの到来という言い方もされています。しかし、未だ多くの「ミリ波」応用では、デバイス、部品の高価格が実利用の主要な阻害要因となっています。最近では、ミリ波回路を集積化したMMIC技術の進展により低価格化も大分進行してきてはいますが。

ATRでは、その基本理念上、技術の先端性、独創性をまず第一に追求するのが通例ですが、最近当所では、「アダプティブアレーアンテナ（アレーアンテナの各アンテナ素子の出力に重み付け等の信号処理を加えることにより、所望波のみを適応的に受信できるアンテナ）」およびマイクロ波と光技術の融合により新機能の発現を目指す「マイクロ波フォトニクス」で、簡略化、低価格化につながるアプローチを取り、面白い成果が出ています。前者の例では、従来は、信号処理を全てデジタル処理で行う研究が主流となっており、多数の高周波回路を必要とするため実用性に欠ける点があったのに対し、信号処理の一部をマイクロ波帯アナログ回路に担わせることにより実用性に富んだ方式を提案しました。現在、シミュレーション実験の段階ですが、特性的にも従来法と同等以上の値が得られており、学界から注目されています。後者では、2台のレーザー光源から安定なミリ波を作る際、従来は2台とも高価で高品質なレーザーを用いていたのに対し、一方を安価な汎用レーザーを用いることにより、従来法よりミリ波の周波数可変範囲が大幅に広い、実用性の高い方式の開発に成功しました（詳細は、本号の「研究動向紹介」20ページに掲載）。

当所のプロジェクトも中間点を過ぎ、まとめのフェーズに入ってきています。実用性も十分意識して、複眼的な視点から研究を進め、収束に向けていきたいと考えています。

## 「高度音声翻訳通信の基礎研究」の成果概要

(株) ATR 音声翻訳通信研究所

代表取締役社長 山本 誠一



ATR 音声翻訳通信研究所は、1993年の設立以来7年間にわたって進めてきた高度音声翻訳通信の基礎研究を、本年2月末で終了する。1980年代に開始されたNECの先駆的な研究やATR自動翻訳電話研究所の基礎研究は、音声翻訳が実現可能であることを実証したが、そこで採用された文法に基づく音声認識技術や言語翻訳技術では、対話に代表される日常の自然な話し言葉を適切に翻訳することは極めて困難であった。

これを受けて開始された高度音声翻訳通信の研究目標は、日常の自然な話し言葉を相手の言語に翻訳するための要素技術を確認することである。すなわち、特別な言語運用知識を持たない一般の方が、特に訓練なしに利用できるような音声翻訳システムを実現するための要素技術を確認することである。このため、日常の対話に関する大規模コーパスを作成し、各要素技術についてコーパスに基づく研究手法を採用した。研究計画としては、発足から当初4年間は自然な話し言葉を認識、翻訳、合成するための要素技術の研究を進め、後半3年間はこれらの要素技術を統合して総合的な評価を進める計画を設定した。各要素技術の研究成果については、以下に各研究室長がその詳細を記述するので、ここでは統合化された音声翻訳技術に関する研究成果について述べる。

異なる言語間での対話を音声翻訳する技術の評価や技術課題の把握には、双方向で動作する音声翻訳システムが必要である。このような考えに基づき、1998年に各要素技術を統合し、旅行予約に関する対話を対象に、語彙数一万語を越える日英双方向音声翻訳システムを開発し、様々な観点から音声翻訳技術の評価を進めた。その結果、旅行予約に関する対話については実時間で音声翻訳可能であり、5段階の主観評価でも3.8点と、「少し不満が残るが用件を満たすことができる」という評価を得る段階に達している。さらに、様々な英語運用能力を有する日本人と音声翻訳結果の質を一对比較した結果、現在の音声翻訳技術の翻訳は、TOEICスコア500点台の日本人による話し言葉の翻訳結果に匹敵することが判明した。TOEIC公

開テストでの大学生の平均は約570点であることから、14年前のATR自動翻訳電話研究所発足時に、「夢の自動翻訳電話」といわれた技術は、翻訳できる対話の対象は旅行の予約に限定されるものの、いよいよ外国語を十年近く学習中の人間とも比較ができる段階に入った訳である。

なお、旅行予約を対象にATR音声翻訳通信研究所で研究開発した技術を、電話料金や市外局番等の質問に答える対話に適用した結果、ほぼ同等の翻訳性能が得られることが確認されており、ATR音声翻訳通信研究所で研究開発した音声翻訳技術は、他の対話にも適用可能であることも実証済みである。ただ、それには対象の対話コーパスの収集が必要であり、様々な対話に全てこの収集作業を実施して利用範囲を広げるのは困難である。既に十分な量が利用可能な新聞等のテキストコーパス等を活用して効率的に音声翻訳システムの利用範囲を広げる手法等は未開拓であり、その開発は今後の課題である。

以上述べたように、ATR音声翻訳通信研究所での7年間の研究の結果、対話を対象とした音声翻訳技術は、対話の対象が限定されている場合、「少し不満が残るが用件を満たすことができる」との評価を得て、TOEICスコア500点台の日本人に匹敵する段階に達するような大幅な進展を見た。しかし、詳細に観察すれば、音声翻訳システムの翻訳結果が、TOEICスコア500点台あるいはそれ以上のスコアの日本人の翻訳結果を上回る評価を得ているのは、主としてエンロピーの小さな比較的単純な発話であり、複雑な発話については評価が下がる。すなわち、抜群の記憶能力により基本問題は好成績を上げるが、組み合わせの複雑な応用問題はまだ一層の努力が必要な状態である。さらに、日本からの積極的な情報の発信が今後ますます重要になることを考えると、途中での聞き返し等が許される日常対話の音声翻訳技術以外に、複雑な発話から構成される講演などでの利用を可能とする、より高度な音声翻訳技術、すなわち同時通訳技術の研究が待たれるところである。

## 自然発話音声の認識

自然発話音声を持つ、発音のくずれや話者による音響特性の違い、語順の自由度、間投詞の挿入等に対処可能な頑健な音声認識技術を研究した。要素技術である音声特徴抽出・パラメータ表現、音響・発音モデル学習法、話者適応・不特定話者モデル、言語情報利用による単語候補の統計的推定、効率的探索法を確立した。また、これらを認識システム作成ソフト ATRSPREC として集大成し、大規模自然音声データと共に提供した。



第一研究室長 匂坂 芳典

### 1. 音声認識用特徴パラメータ表現

音声認識に用いる音声特徴量としては、従来、音声符号化のための音響パラメータが流用されてきた。しかし、各音素の識別という音声認識の目的からすると、これらは必ずしも最適なものではない。このため、人間情報通信研究所と協力して各音素の識別器にあった特徴表現の認識誤り最小化基準に基づいた設計、聴覚マスキング特性を考慮した音響パラメータ表現を考案した。また、使用環境によらないロバストな認識特徴表現として、サブバンド・スペクトル・セントロイド・パラメータを考案した。

### 2. 音響・発音モデル構築技術

音素等の音声単位の同定を行うための統計的音響モデルとして、尤度最大化基準に基づく隠れマルコフモデル (HMM) 構成法 (ML-SSS) を考案し、学習データ量に応じた効率的なモデル作成法を確立した。また、誤認識特性を用いた HMM モデルの発音記述、分布モデルパラメータの再学習法を考案し、ゆれの大きな自然音声に対して頑健な統計的音響モデル作成法を確立した。発音モデルとしては、自然発話中の発音変形を発音記号レベルで吸収するため、言語統計と音声知識を反映した統計的発音辞書の学習法を提案した。

### 3. 話者適応・不特定話者モデル

年齢、性別、出身地など話者個人の違いに起因する音声特徴のばらつきへの対処は、パターン認識としての音声認識の大きな課題である。入力音声を利用して、システムの持つ音響モデル特性を話者の特性に近づけて性能向上を図る。このため、少量学習データの補間と平滑化を行う移動ベクトル場平滑化 (VFS) と大量不特定話者データを有効利用する最大事後確率推定法 (MAP) を統合した MAP-VFS 話者適応法を考案した。また、極少量の学習サンプルだけで適応ができる音声生成機構モデル適応法、発話と共に漸次的に学習を行え、最終的には一括学習したモデルに漸近する動的な話者適応法を考案した。話者適応法に加え、少数のサンプルで学習が可能な話者重み学習法、木状の話者クラスタリングを用いた不特定話者モデルを考案した。認識時にはこれら複数の認識モデルを

同時に起動し、最も音響特性の近い話者モデルを選ぶ。これにより男女声等声質の自動識別が可能となった。

### 4. 言語情報利用による単語候補の統計的推定と効率的探索法

音声認識は探索問題であり、発話内容の同定には言語情報が持つ制約の利用が不可欠である。話し言葉が持つ柔軟な表現を許容する言語制約として単語接続統計量 (単語 N グラム) を用いる。従来の単語 N グラムに比べ省メモリかつ高性能な品詞・単語の可変長 N グラム、活用を持つ言語に有効な前後別多重単語クラス、品詞と単語属性の MAP 補間、タスク毎に異なる接続特性の適応法、未登録単語用言語モデルを考案した。効率的探索法としては、単語仮説の融合、効果的候補削除により候補単語グラフを出力とする時間同期探索法、高速で省メモリの縦型探索法に基づく実時間単語候補探索法を完成した。また、音声翻訳全体を考えた認識部を構成するため、言語翻訳部が受理可能な文を出力するための有限状態トランスジューサ、隠れマルコフモデルや決定木を用いた統計的音声理解系を構築し、音声翻訳システムの一部としての音声認識機能の拡充を図った。

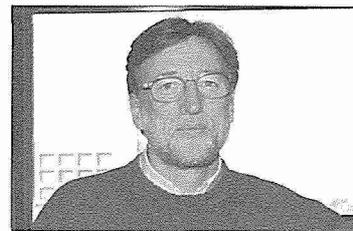
### 5. 音声認識システム化、自然音声データ収集、性能評価

研究の進展にすばやく対応した要素モジュールの組替え、音声言語データのオンデマンド利用、中間データの効率的な受渡しを可能とするため、モジュラー型システム・アーキテクチャを設計した。この設計のもとに、研究成果による各要素技術のソフトモジュールを音声認識研究用ツールキット ATR SPREC としてまとめ上げた。また、認識性能を定量的に評価してゆくため、「旅行に関する会話」自然発話音声対話データ、日本全国にわたる広い年代層からなる大規模日本語不特定話者音声データベースの収録を進めた。これらのデータベースを用いた評価実験を数カ月毎に3年間にわたって行った結果、初期システム作成時と比較して誤認識が約70%削減され、最終的に語彙数27,000語の、旅行に関する対話音声の認識において単語認識率87.7%を達成した。

※略語の表記については巻末の略語一覧を参照ください

## 発話韻律処理の研究とその結果、新音声合成パラダイム

音声翻訳において出力音声が入力音声から単にテキストのみならず、読み上げ情報や発話スタイルの情報を獲得する必要がある。そのために発話韻律情報の抽出、変換、生成の研究と音声合成の研究を進めた。多言語音声出力のため、日本語を始め、英語、韓国語、ドイツ語、中国語などの音声データベースから韻律パターンと発話バリエーションの分析と統計的モデル化を実施した。その結果、CHATR 音声合成方式を開発すると共に、DATR 自動データベース作成技術を確立した。



第二研究室長 Nick Cambell

### 1. 話し言葉の特徴

自然会話の話し言葉は、非文法的な言い回しや省略が多いにもかかわらず、内容は理解しやすい。その理由は、文字の情報に加えて韻律という情報が存在するからである。例えば「そうですね」は、韻律の違いによって肯定と否定のどちらの意味にも取ることができる。また、話題にしたいことの相違によって「田中さんの本」の場合「田中」が強調されたり「本」が強調されたりする。話し言葉においては「明日行きます」のような発話も文末抑揚を変えることによって疑問になったり断定になったりする。

発話韻律処理では、このような汎言語情報の分析、符号化、生成の研究を進めた。後述する2つのプロジェクトPIとPEGASUSにおいて、声の抑揚、発話速度、声の大きさなどを考慮し音声波形の音響的特徴と発話内容の機能的役割のモデル化を進めた。

### 2. PI：発話韻律処理の基本研究

音声翻訳はテキスト翻訳と比べ、同じ意味を伝えるための方法が多数存在する。声に含まれる韻律情報を処理すればより適切な翻訳が可能となる。音声翻訳システムの韻律処理部分を担うPIが、発話韻律情報を伝える。発話行為、強調、韻律境界などを示す韻律情報の抽出アルゴリズムを提供し、発話意図を伝える音声を合成することを可能にした。入力話者の発話情報から符号化を行ない、テキスト情報と共に扱い、翻訳結果の出力情報の上に反映させる手法を考案した。また、PIの研究から、テキストに適切な情報を付加し、文脈による意味の違いや読み上げ情報の予測も可能となった。韻律モデルや韻律情報符号化手法ToBI（トーンと韻律境界）のアルゴリズムを検討し、さらに日本語専用のJ-ToBI、韓国語専用のK-ToBIの開発を進め、多数話者発話音声データベースを構築した。

### 3. PEGASUS：発話韻律処理技術の研究

PEGASUSでは統計的手法によって韻律情報の抽出、予測、生成、信号処理、単位選択などの基本アルゴリズムの研究を行った。大規模音声コーパスを基に学習アルゴリズムを考案し、合成パラメ

ータを決定した。さらに、音響的バリエーションをモデル化し、韻律データベースも構築した。韻律特徴を音声波形として生成する方法と、単位選択手法を考案した。この成果を波形接続型音声合成手法（CHATR）としてまとめた。また多言語知識データベースも同時に構築した。

### 4. 新音声合成システムCHATR

CHATRは自動翻訳電話研究所のコーパスベース音声合成（Nu-talk）を起点に開発された。

これは、単位選択として韻律情報を含む合成手法を提供する日本語を始め英語、韓国語、ドイツ語、中国語といった多言語に対応した音声合成システムである。

テキスト処理や韻律情報の計算は、言語依存性があるが、音響的特徴は言語に依存しないため、新たな言語、声質、発話スタイルへの移植が可能である。

CHATRで用いている波形選択接続方式は、従来合成時に不可欠であった信号処理を不要としたことにより、自然性の高い音質を実現している。この音声合成の品質はデータベースに依存するため、データベース自動作成ツールキットとしてDATRを開発した。これはCHATRと相互補完の関係にある。

### 5. 韻律による音声合成と音声データベース

音声合成研究におけるパラダイム・シフトにより、自然性の高い、個人性の特徴を保持した音声出力を可能にした。この技術により音声認識や翻訳技術と同様、タスクを限定することにより、高品質な合成音声を保証することができる。

今後の課題として、韻律データベースのバランスは重要なテーマである。DATRの一部として、データベース設計およびデータベース削減アルゴリズムは既に組み込んでおり、作業の段階に達している。

将来、音声合成の重要度が増すに伴い、感情を含む発話なども要求されると思われる。多様な音声を表現する実現可能性が見えてきた段階である。

※略語の表記については巻末の略語一覧を参照ください

## 音声翻訳通信の実現に向けた話し言葉翻訳の研究 ～変換主導翻訳の実現～

人間同士の会話には、文法的に誤った表現や断片的な表現が含まれる。このような話し言葉を翻訳可能とする技術を研究した。具体的には、数単語から成る表現パターンを翻訳単位として、漸進的に訳文を生成する変換主導翻訳(TDMT)を実現した。対話翻訳への適用性を高めるため、主語補完や部分翻訳等の技術を実現した。旅行会話の模擬対話例に基づき表現パターンの収集、整備を行ない、多言語の話し言葉翻訳の実現可能性を実証した。



第三研究室長 白井 諭

### 1. 変換主導翻訳 (TDMT)

実際の会話とその同時通訳結果を収集し、その対訳を模倣して翻訳することにより、文法的に間違った表現であっても対応可能な翻訳方法を実現した。対訳例の特徴的な表現を一般化する事前学習を行ない、システムが翻訳可能な表現の被覆性を高めている。例えば、「中国の河」は「XのY」というパターンに一般化する。一般化による元の意味の喪失を防ぐため、このパターンに元の表現「中国の河」と対訳「river in China」も一緒に登録する。翻訳システムに文が入力されるとその表現に当てはまるパターンを検索し、そのパターンに登録されている表現のうち入力された表現と意味的に最も近い表現を選択し、選択された表現をまねて訳文を作成する。

「京都に到着する時間を教えてください」という文が入力された場合、次のように訳文を生成する。まず「京都に到着する」のパターン「XにY」に着目する。このパターンには例えば「大阪に着く」「友人に会う」「ひどい目に会う」などの表現が登録されている。シソーラスにより「京都に到着する」に意味的に近いものとして「大阪に着く」を選択する。その対訳「arrive in Osaka」を模倣して「arrive in Kyoto」を生成する。以下、「到着する時間」を「the time when」、「時間を教えてください」を「tell (me) the time」、「教えてください」を「please tell me」に、順に生成する。これらを文法規則に従って組み合わせ、最終的に「Please tell (me) the time when (I) arrive in Kyoto」と翻訳する。

TDMTでは、翻訳例に基づくパターンの追加により、パターンの相互関係の調整が必要になる場合もあるが、比較的容易にシステムの性能が向上する。

### 2. 省略格要素補完

上記の翻訳において、「Please tell (me) the time when (I) arrive in Kyoto」の括弧内は、入力文「京都に到着する時間を教えてください」には表現されていない。日本語ではこれらを言わないのが普通であるが、英語では必須である。

翻訳例の日英表現を対比すれば、どのような補完が必要であるかがわかる。そこで、機械学習の手法を応用して、対訳文から欠落している要素を推定するための決定木を作成し、それを使って必要な要素を推定する方法を実現した。評価実験によれば、話し手、欠落要素のある動詞、尊敬などの待遇表現などを手がかりとすると、未知の文に對して、文の主語では80%以上を正しく補完できる。

この技術を進め、「そのホテル」が何を指すのかを推定する文脈処理の方法も検討中である。

### 3. 部分翻訳

現在の音声認識技術ではすべての会話を正しく聞き取ることは難しいため、認識結果には誤りが含まれることがある。「ホテルを予約したいんだけど」と発話され、正しく認識されれば、「I'd like to reserve the hotel」と翻訳することができる。しかし「ホテル」を「蛭(ホタル)」と認識を誤り、それをそのまま訳すと、翻訳処理は正しくても意味不明となる。ここで、『旅行会話』の場面という前提があれば、「蛭」が不自然であると判定できるので、不自然な部分を外し「予約したいんだけど」を翻訳し、「I'd like to reserve ...」を生成する。会話であれば聞き返しなどの対応が取れるため、この部分翻訳により会話の継続が可能となる。

また、不自然な表現の箇所に対して、事前に収集した対話例を利用して本来どのような発話が行なわれるか推測し、自動的に誤りを修復する方法についても検討中である。

### 4. 多言語化

日英、英日、日韓、韓日、日独、日中の言語間の翻訳にTDMTを適用し、有効性を確認した。翻訳対象は旅行会話に限定されるが、主要な情報が翻訳される割合は、日韓、韓日では90%以上、日英、英日、日独でも85%以上を達成した。今後は、翻訳例の蓄積とともに、パターン作成の事前学習の効率化や訳質の向上を進めていく必要がある。

※略語の表記については巻末の略語一覧を参照ください

## 音声言語統合処理技術の研究

### ～話し言葉を対象とした音声翻訳システムの構築～

音声認識、言語翻訳、音声合成の要素技術をもとに日英英日双方向の音声翻訳実験システム(ATR-MATRIX)を構築し、13,000語規模の音声翻訳がパソコン上でほぼ実時間で実行可能であることを実証した。また、対話を扱うために発話意図など状況に応じた訳し分けを行なう手法など、発話状況管理技術の研究を進めた。双方向システムを用いた対話実験により、特定の話題で、確認や再発声を含む協調的な対話では利用可能であることを示した。



第四研究室長 横尾 昭男

#### 1. 音声翻訳実験システムの構築

高度音声翻訳統合実験システムの構築を目指し、音声認識、言語翻訳、音声合成の各要素技術および後述の発話分割技術、韻律情報抽出技術、発話状況管理技術を組み込んだ日英英日双方向の統合システムを構築した。音声認識、言語翻訳、音声合成の各サブシステムおよび画面表示サブシステム、通信制御サブシステムと全体を制御するメイン・コントローラとの間にインタフェースを調整するサテライト・コントローラを介して接続する形態とし、各サブシステムの更改を容易にするとともに、多様な形態でのシステム構築を可能にした。日英・英日の各システムはパソコン1台で動作し、ほぼ実時間で処理を行なうことができる。

予備的な対話実験の結果として、音声翻訳システムを介した対話システムにおいて対話をスムーズに進めるためには、応答が速いこと、発話し直せること、相手の発話に割り込みができることが重要であるという知見を得ており、システム構築にあたっては、これらの機能を考慮した制御方式を実現した。

#### 2. 発話単位から言語処理単位への変換技術

自然な会話では、文ごとに区切らず、「ちょっと高いですね。もっと安い部屋はないですか?」のように2つ以上の文をつないで発話することがあり、その場合でも正しく1文ごとに翻訳する必要がある。そのような境界位置には、ある長さ以上のポーズが挿入されることもあるが、そうでないこともある。そこで、境界位置の前2単語と後1単語の合計3単語の範囲の品詞・活用形・活用型を利用して発話を分割する手法を提案した。統計モデルとヒューリスティックスを組み合わせた方式を統合システムに組み込むことにより、その有効性を確認した。

#### 3. 韻律抽出技術

自然な会話では、「部屋空いています?」のように文末を上げることによって疑問文を表すことがある。音の高さの変化(韻律)を検出して疑問文かどうかを判断することができるので、その情報を言語翻訳に渡すことにより"Rooms are available."で

はなく"Are rooms available?"のような翻訳を実現することができる。

#### 4. 発話状況管理技術

対話が行なわれている状況を管理することにより、そこで得られる情報を音声認識や言語翻訳の処理に利用する研究も進めた。

例えば、値段を尋ねる発話の後にはそれに答える発話が続く確率が高いということなど、前発話と現発話の内容語や文末表現の関係を利用して、文脈的に整合性の高い音声認識候補を優先することにより音声認識結果を再順序付けする手法を考案した。

また、同じ発話でも発話意図などの状況に応じて訳し分ける必要があり、例えば、「はい」という肯定表現を"yes"(受理)としたり"uh"(相槌)とする必要がある。このような発話意図を自動的に認識する手法として、発話意図データベースを作成し、これを使用してあらかじめ設定した発話意図の生起確率を学習する手法を開発した。

#### 5. 音声翻訳システムの評価

このようにして構築した日英英日双方向の音声翻訳システムの評価を行なった。評価の観点は、音声翻訳技術は異なる言語間のコミュニケーションをどの程度支援することができるか、個々の発話はどの程度適切に翻訳できるか、の2点である。すでに「成果概要」で述べた通り、特定の話題で、確認や再発声を含む協調的な対話では利用可能であることを示した。ホテル予約タスクに関する評価結果では、利用者の満足度は5段階評価で3.8であり、少し不満が残るが十分タスクを達成できるということ、様々なTOEICスコアで表される英語能力を持つ人間の翻訳結果と比較して、スコアが500点台の人間の能力に相当するということが判明した。

今後の課題としては、発話状況を利用した音声認識、言語翻訳、音声合成のより高度な統合技術の研究、種々の話題に対応する多言語双方向音声翻訳技術の研究、の2点を挙げることができる。

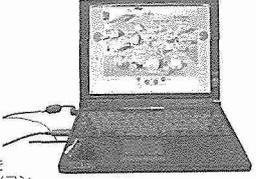
※略語の表記については巻末の略語一覧を参照ください

# 研究の動向

アルゴリズムの確立  
データ分析と基本

機能モデルの構築と  
要素技術の検証

統合実験システムの構築と総合評価

1986	3月 (株)国際電気通信基礎技術研究所 設立 4月 (株)ATR 自動翻訳電話研究所 設立	
1987	11月 ATR第1回研究発表会開催 (以降毎年開催)	
1989	12月 ATR自動翻訳電話研究所基礎研究シンポジウム開催	
1993 (H5)	1月 自動翻訳電話研究所3ヶ国国際共同実験成功 3月 (株)ATR 音声翻訳通信研究所 設立 (ATRジャーナル13号) 11月 ATR音声翻訳国際ワークショップ開催 (ATRジャーナル15号)	 初代表取締役社長 山崎泰弘  ATR音声翻訳国際ワークショップ (93.11)
1994 (H6)	9月 ATR科学技術セミナー「音声言語処理技術 (第2回)」(ATRジャーナル17号)	
1995 (H7)	4月 ATR国際ワークショップ開催 (ATRジャーナル20号) 10月 国際共同研究コンソーシアム (C-STAR II) 開催 (ATRジャーナル22号) 国際実験パートナーメンバー共同実験合意書調印 (ATR, CMU, ETRI, IRST, カールスルーエ大, シーメンス)	 国際共同実験合意書に調印 (95.10)
1996 (H8)	9月 国際共同研究コンソーシアム (C-STAR II) 開催 (ATRジャーナル25号) (中国科学院, CLIPSの参加) 11月 マルチ言語マルチ話者音声合成システム (CHATR) を開発	 C-STAR II会場
1997 (H9)	3月 ATR研究技術会議に「異文化コミュニケーション」を提案 5月 多言語話し言葉翻訳システム (Chat Translation) を開発  9月 中国科学院と音声翻訳等の分野で研究協力に関する覚書を締結 (ATRジャーナル29号) 10月 日英音声翻訳システム (ATR-MATRIX) を開発	 「研究協力覚書」の締結
1998 (H10)	8月 AT&Tと共同研究契約を締結 - 海外の電話番号に関する質問で英語が不要に - (ATRジャーナル33号) 9月 日中音声翻訳システムの試作 10月 日英双方向音声翻訳システム (ATR-MATRIX) を開発	 「ATR-MATRIX」の画面
1999 (H11)	7月 音声翻訳通信国際共同実験の成功 携帯型音声翻訳システムを開発 (ATRジャーナル37号) 7月 ノートパソコン上で、日英双方向音声翻訳技術を開発 (松下電器産業との共同開発) (ATRジャーナル37号)  10月 ネットワーク協調型日英双方向音声翻訳技術を開発 10月 音声翻訳における人間・機械の知恵比べの幕開け 11月 ATR第12回研究発表会に最終成果を発表	 米国と接続しての音声翻訳実験   日英双方向翻訳システムを 組んだノートパソコン
2000 (H12)	2月 音声翻訳通信技術の基礎研究終了	

# 発表・出展等

			1986
			1987
			1989
1月	ATR音声言語翻訳実験システム (ASURA)		1993 (H5)
7月	超高速の言語翻訳技術を開発 (米国人工知能会議 AAAI '94に発表)		1994 (H6)
9月	ITU京都全権委員会議メンバーご来訪 (ATRジャーナル17号)		
4月	多言語音声翻訳通信に向け国際研究協力 - 1999年に多言語音声翻訳通信会議の国際実験を実施 -		1995 (H7)
11月	APEC大阪会議「音声翻訳システム」出展 (ATRジャーナル22号)		
4月	第31回日本科学技術情報センター学術賞「類似検索方式とその高速化に関する研究」		1996 (H8)
6月	日常会話調の音声認識技術を開発		
11月	CHATR の開発を発表 - 希望する人の声をつくる多言語音声合成 -		
3月	AT&Tに音声合成ソフト (CHATR) を販売 ◇ CHATR 販売開始 ◇ (ATRジャーナル27号)		1997 (H9)
5月	Chat Translationの開発を発表-日常の話し言葉を日英、日韓双方向に翻訳- (ATRジャーナル28号)		
6月	Chat Translationをパーソナルコミュニケーション・ネットワーク展'97出展		
6月	◇ ATR SPREC 販売開始 ◇		
8月	人工知能国際会議に論文「多言語対話翻訳技術」を発表 ATR SPREC, CHATR, Chat Translationを出展		
10月	CHATR, Chat Translationを国際シンポジウムInfo-Tech'97に出展 (ATRジャーナル30号)		
11月	ATR-MATRIXの開発を発表-双方向同時翻訳へ前進- ◇ TDMT販売開始 ◇		
5月	Chat Translation, CHATR (お話しクラブ) を NTT情報文化センターの展示システムに提供 (ATRジャーナル31号)		1998 (H10)
9月	日中音声翻訳システムの試作を発表 - 中国語への音声翻訳に成功 -		
10月	日英双方向音声翻訳システム (ATR-MATRIX) の開発を発表 - ATR翻訳システム実用化へ大きな一歩 -		
1月	◇ 自然発話音声言語DB販売開始 ◇ (ATRジャーナル34号)		1999 (H11)
3月	自動音声翻訳国際実験の実施時期発表 - 7月に決定 -		
7月	米・独・韓国との翻訳実験 成功 (ATRジャーナル37号)		
8月	ATR-MATRIXの技術をノートパソコン上で動作に成功 (ATRジャーナル37号)		
9月	日英双方向音声翻訳システム (ATR-MATRIX) をMBSメディアショーに出展		
10月	KTC成果報告会に発表		
11月	ネットワーク協調型日英双方向音声翻訳システムの開発を発表 - 携帯電話で通訳付きの会話が可能に -		
11月	音声翻訳 人間・機械の知恵比べ - 第一ラウンドで、短大生の平均を越えるレベルに到達 -		
12月	ATR研究成果報告会を開催		2000 (H12)

アルゴリズムの確立  
データ分析と基本

要素技術の検証  
機能モデルの構築と

統合実験システムの構築と総合評価

## 日本の研究開発に対する期待

京都大学総長  
長尾 真

米国での音声認識研究の歴史は50年に近く、研究を継続的に支えて来たのは国防総省の高等研究計画局（ARPA）であった。数年から10年間続く研究プロジェクトを数件同時並行して行い、その結果を評価してから、次に行うべき研究テーマを設定するという形で、伝統と実力のある幾つかの研究グループを育て上げ、技術を発展させて来た。これは音声研究だけでなく、コンピュータネットワークの研究や、この数年間やっている電子図書館システムの開発などでも同じである。このような競争的であり、かつ長期的な研究プロジェクトを実行できるのはARPAのような特別な機関だけかも知れないが、そういうことがなければ難しい課題については研究成果が上がらず、実用につながってゆかないだろう。

音声認識や音声合成のすばらしい実用装置が米国で発売されると、あわてて日本でも同種の日本語音声システムが作られ売り出されるということが繰り返されて来た。日本は米国に劣らない音声技術を持っているにもかかわらず、なぜ先頭を切ることができずに来たのかをよく考えることが必要であろう。課長や部長、さらには技術担当重役がこれは良い製品になるという判断をする能力を磨き、研究者がすばらしい製品が作れそうだという提案をしたとき、決断のできる体制をうまく作り、ユーザの立場に立った製品開発を短時間でできるようにしなければ、日本の研究開発者がいくら高い技術力を持っていても革新的な製品を世界に先がけて作り出すことは難しいだろう。

機械翻訳については日本は世界をリードしているといつてよいだろう。日本の研究者は欧米の研究者と違って、言語はけっしてきれいな理論的枠組のみによって捉えることはできないという認識の上に立ち、種々の経験的方法を導入することによって、かなり良い日英、英日翻訳システムを作ってきた。私が1981年に提唱したアナロジーによる機械翻訳方式も、その有効性が数年前から世界的にようやく広く認識されるようになり、実用システムにも取り入れられるようになって来ている。こうして具体的な言葉の表現を集めて利用することの重要性が認識されるようになった結果、欧米では大規模なテキストデータベース作成のプロジェクトや辞書についての地道な研究が進んで来た。こういった息の長い一見何も生み出さないような作業は日本ではなかなか認められず、予算がつかず、遅れをとっているのは残念である。

結論的に言えることは、(1) 20年～30年という長期にわたる研究をしなければ音声や言語といった人間にかかわる研究は成果が上がらない、(2) 理論的、形式的なことで論文の書きやすいことでなく、経験的なデータの積み上げをしないと実用になる有効なシステムは作れない、(3) 実用システムは利用者の立場に立って徹底した技術の総合化を集中的に行うことが必要で、これには決断力を伴った統一への意志が必要である、といったことであろう。外国で成功したから日本でも大急ぎで開発するというのでは情けない。音声翻訳通信の研究成果の継承的發展が望まれる。

## 音声翻訳における音声翻訳通信研究所との共同研究

AT&T 研究所 副社長  
ローレンス・ラビナー

1998年初頭にAT&Tと音声翻訳通信研究所（ITL）の間で音声翻訳に関する共同研究が開始されました。1998年中期には、米国と日本におけるオペレータの支援に焦点を絞った、顧客サービス分野における英日双方向翻訳システム作成を目的としたプロジェクトが選定され、それに向けた技術研究が始められました。18カ月のプロジェクト期間、AT&TのHiyan Alshawi博士とITLの中村 篤主任研究員の両名が共同でその運営に当たりました。1999年12月のプロジェクトに関する最終報告をもって、この目的が達成されたことを、ここに報告できることは私の喜びとするところです。

総合的な目的達成のため、一連のバイリンガルデータベースおよび音声認識、音声合成、言語翻訳、システム間通信の各システムを構成する要素を作成することを含め、両研究所はいずれも当初計画された一連の日程に従って作業を遂行しました。その具体的な成果は、プロジェクトにおける、より大きな意味での目的、という観点から捉える必要があります。つまり、これらの成果には、実用的な音声言語システムを構成する要素技術の先端的研究およびこのようなシステムがネットワーク上での相互オペレーションによって広く使われていくための標準的な通信アーキテクチャ構築が含まれていました。

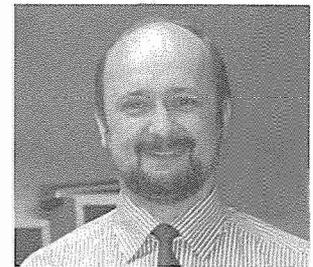
顧客サービスの領域を選択したことで、研究者は、実際の電気通信サービス利用者から収集した数多くの実データに対し、開発された応用可能な方式を実証することが可能になりました。プロジェクトでは、英日翻訳に対するエラー率を半減させる全自動翻訳モデル・トレーニング・アルゴリズムの新規バージョンも AT&T 研究所で開発されました。

システム全体の構築という本来の目的のため、それぞれがそれぞれの言語の認識、翻訳および合成システムの構築に集中するため、互いに開発成果の共有と再利用を可能とすることが必要でした。また、それぞれが各自の（それぞれ固有の）テクノロジーを展開していくため、システム・アーキテクチャ全体の要件として、システム間相互通信手段として IP テクノロジーとの互換性が条件とされました。これらの条件を満たすインタオペレーティング・プロトコル (TIOP) は AT&T が設計したものを、それぞれが実装しました。最終的な結果として、アメリカ・ニュージャージーの AT&T 研究所と京都の ITL、両サイト間で、IP プロトコルを用いた双方向音声言語翻訳システムのデモンストレーションを行い、十分実用になりうることを示しました。総合的に見て、あらゆる目標と計画日程を達成したこの共同研究プロジェクトは、多大な成功を取めたものと評価しています。

---

## 音声翻訳、人々をつなぐもの

カーネギーメロン大学、カールスルーエ大学 教授  
アレックス・ワイベル



新しいミレニアムを迎えようとする今、過去を振り返り、数々の変化に目を向けてみますと、特筆すべきは、この千年に人々、国家、文化が国際化され、その境界が次第に薄れてきたことです。蒸気船からジェット機へ、電報がインターネットにと、技術革新が私達の世界を小さくし、人々間の距離はますます近くなってきています。

私達は幸運にも、究極の科学技術における架け橋が実現するところを目の当たりにしています。自分自身で動いたり、品物を運ばなくてもお互いに考えと心を近づけることができる技術、会話を翻訳するシステムが、まさにそれが必要となる情報のミレニアムの始まり、その時に登場しました。

音声翻訳通信研究所は、将来に対する鋭い洞察と科学的創意をもって、この分野を開拓してきました。ATR はパイオニア精神あふれるアイデア、概念、ビジョンとリーダーシップ、研究チームの才能、努力、忍耐、それから世界の科学研究コミュニティの友情と支援を受け、夢見て、切磋琢磨し、不可能を可能としました。

この素晴らしいプロジェクトの完成を祝福することは私の大きな喜びです。技術は確立されました。それはもはや概念の域を脱し、実用化が手の届く範囲にあります。大語彙の辞書、頑健な翻訳アルゴリズム、自然な話し言葉、自然な音声合成等が、このシステムを構成しています。長年にわたる研究は、音声認識、音声合成、言語翻訳、言語処理、データベース、インターフェース・デザインおよびヒューマン・ファクターにおいて大きく貢献しました。

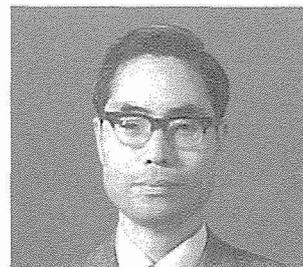
個人的にもお祝いを述べさせていただきたいと思います。私はここ ATR で科学者達と共に研究に専念したことを懐かしく思います。研究機関の緊密な協力は数々の成果を生み、音声翻訳国際研究コンソーシアム (C-STAR) が創設され大きく成長しました。

ATR で多くの革新的なアイデアに触れ、個人的な親交を深め、迅速な発展を肌で感じ、インパクトを与えられたことは実に信じられない胸躍る体験でした。この一連の研究に関わることができたことは大変名誉なことであり、私自身誇りに思っています。

## 第2研究フェーズのマイルストーン

KDD 研究所主席研究員（前 ATR 音声翻訳通信研究所社長）

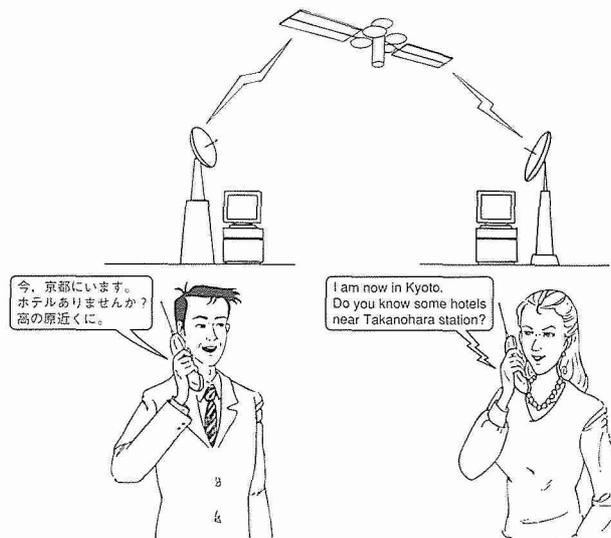
山崎 泰弘



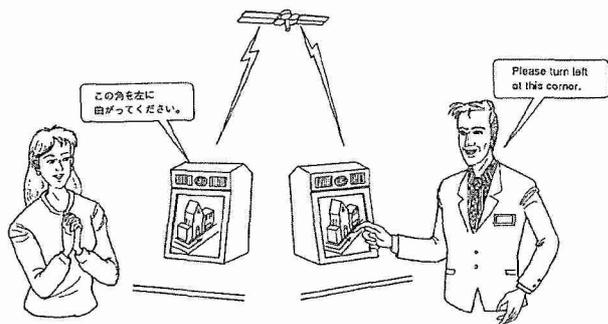
当研究所の研究目標は、日常の会話に現れる自然な話し言葉を翻訳するための要素技術とその統合化技術を確認することでした。本研究は第2フェーズにあたり、マイルストーンとして、具体的なシステムをイメージすることにしました。①マルチメディア翻訳システム、②多言語音声翻訳通信会議システム、③携帯電話音声翻訳システム（下図）です。しかも、それぞれにイラストを1枚ずつ用意し、イメージの鮮明化を図りました。多くの研究者が2～3年で入れ替わる組織において目標を常に同一方向に明示することが必要だったからです。このマイルストーンを1995年、テレコム95（ジュネーブ）で論文“Toward Cross-Language Global Communications”として発表しました。公言したことになり、身の引き締まる思いでした。

その後、私自身はATRを離れ、外部から研究の進展を期待していました。①は1995年、②は1999年7月実験に成功していましたが、③は発表されていませんでした。

1999年11月、ATR研究発表会に参加した時、デモ会場に招き入れられました。私の内ポケットにあった普通の携帯電話で「今、京都にいます。ホテルありませんか。高の原近くに」と話した途端、英語に翻訳されたのです。正にイラストで描いた携帯電話音声翻訳通信のイメージそのものでした。テレコム95で公言した3つのイメージが全て実を結んだことになり感激しました。マイルストーンに向かって、尽力された研究員の方々と技術支援グループの方々に心から「おめでとう」と申し上げたい。



携帯電話音声翻訳システム



マルチメディア翻訳システム



多重語音声翻訳通信会議システム



## 音声翻訳研究所における音声の研究

グリフィス大学教授（前 ATR 音声翻訳通信研究所 第一研究室）

クルディップ・K・パリワル

私は1994～1995年にかけて音声翻訳通信研究所(ATR/ITL)をはじめて訪問しましたが、それより以前からATR/ITLの音声翻訳プロジェクトの存在はすでに

知っていました。この独自の挑戦的プロジェクトに、ATRは他に先駆けて取り組み、ある言語（たとえば日本語）の音声を、別の言語（たとえば英語）の音声に翻訳するシステムの開発を目指していました。これは音声認識、言語翻訳、音声合成およびシステム統合を含む多くの研究分野に関係し、多くの学問領域にわたるプロジェクトです。最近、ATR/ITLは音声翻訳システムのプロトタイプの実演に成功しました。これは現在、音声翻訳の分野をリードしているシステムです。私自身もATRの研究とスタッフの質の高さに強い感銘を持ち、通算5回、短期ながらも毎年欠かさずATRへの訪問を重ねてきました。

ATRは国際的な研究協力に力を入れており、外国人の研究者や科学者がATRに来て研究を行なうよう働きかけています。したがって、ATRでは働く人員のかなりの数を海外から迎えています。これが、非常に協力的でありながら、それでいて互いに競い合って研究する雰囲気を醸し出しています。ATRの研究スタッフは非常に意欲的、勤勉、知的であると共にイメージ豊かです。実際、私にとっても、彼らは非常に協力的で頼れる存在でした。私は、ATRで音声認識分野において多くの研究スタッフと協力し、よい成果を得ることができました。

ATRは、音声認識と合成の分野で、国際的に高く評価されている研究機関です。音声認識の分野では、主に音響モデリング技術、話者適応技術および言語モデリング技術等の発展に貢献してきました。また、データ駆動型の音声合成モデルは、多くの国際的な研究センターで使われています。ATR/ITLの研究者は、国際的に評価される研究論文誌や国際会議でその研究成果を定期的に発表しています。それらの研究の貢献度は国際的なコミュニティで広く認められています。また様々な一流の技術委員会/ボードのメンバーも多く輩出し、国際会議の技術セッションの座長として頻りに招聘されています。ATRは音声研究の分野において、世界の技術水準の向上を担ってきたといえますし、私としては、将来的にもそれが続いていくことを願ってやみません。

---

## 音声翻訳技術の応用研究を通して感じたこと

松下電器産業(株)先端技術研究所主任研究員(前 ATR 音声翻訳通信研究所 第三研究室)

脇田 由実

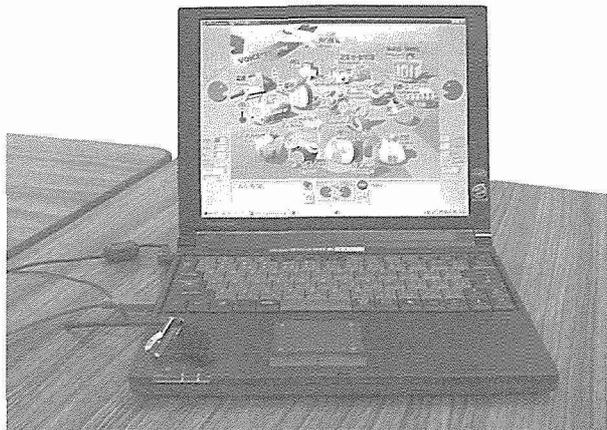


ATR 音声翻訳通信研究所に3年2カ月お世話になり、音声認識および言語翻訳に関する研究に取り組ませていただきました。97年末に出向元である松下電器先端技術研究所に戻りましたが、その後、音声翻訳通信研究所および国際電気通信基礎技術研究所のご協力により、携帯型PC上でリアルタイム動作が可能な日英双方向音声認識システムの開発を行ないました。新聞発表なども行い、多くの方々にご評価いただく機会を得ることができました。

現在、この評価結果をもとに、音声翻訳技術を広く一般のユーザに使用いただく可能性を検討しております。この活動を通して、機械による即時通訳という夢のような世界が目の前で実現されることに対して、多くの人に非常な関心を持っていただきました。音声翻訳技術が新たな文化として日常生活の中に入り込む日が近いことを実感していただけたと思います。特に、「携帯性」「処理の即時性」「あいづちや少々の聞き間違

いに対する処理の柔軟性」などは高い評価をいただけたと感じました。しかし一方で、誰でもどんな環境でも使用できる、最低限必要な内容は正しく伝えてくれるなど、広く使用されるための必要条件を満たすには、基本技術と応用展開の両面から、少し視点を変えた研究開発が必要であることも分かりました。

今後は、基本技術の高性能化に取り組み成功された経験を生かして、さらに性能の確実な保証を念頭に基本技術の確立に寄与していただくことを期待いたします。

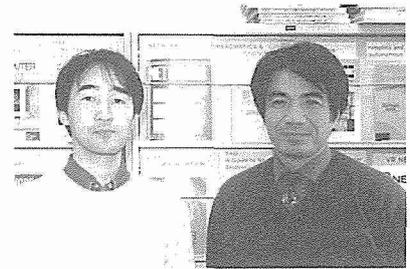


## 実世界指向コミュニティウェアを目指して

### Towards communityware situated in real-world contexts

現在私たちが進めている展示見学ガイドシステム構築のプロジェクトを紹介し、実世界コンテキストに埋め込まれたコミュニティウェアの考えを提案します。私たちの展示見学ガイドシステムの目標は、ユーザの個人的なコンテキストに応じて展示見学に関連する情報を個人化して提示すると同時に、興味を共有するユーザ同士の出会いやコミュニティ生成を支援し、知識共有を促進することです。

We propose a notion of communityware situated in real-world contexts by presenting our ongoing project of a guidance system for exhibition tours. The aims of our system are to provide users with a personal agent which guides in exhibition tours according to their individual contexts, and to facilitate new encounters, community formation, and knowledge sharing among people with shared interests.



(株) ATR 知能映像通信研究所  
第二研究室  
角 康之、間瀬 健二

#### 1. はじめに

オフィスや学校でのコンピュータネットワークの普及は、目標を共有するグループの共同作業を支援するシステム、つまりグループウェアの研究のきっかけとなりました。最近の世界規模のコンピュータネットワーク（インターネット）の広がりやモバイルコンピューティング技術の発展により、(時間的、空間的、心的に) もっと広く分散した人々の中でのコミュニティ形成、興味や知識の共有、社会的活動等を支援するためのシステム、つまり、コミュニティウェアの研究が盛んになりつつあります<sup>1)</sup>。

そこで私たちは、人々が知識交流するために実際に行き来する場としての博物館や研究所公開に着目し、そこでの利用を想定した展示ガイドシステムの試作 (Context-aware Mobile Assistant Project; C-MAP) を行っています。ここでは、私たちが開発している展示ガイドシステムを紹介し、興味を共有する人の集まり (コミュニティ) の中での出会いや知識コミュニケーションを促進するための私たちの試みを紹介します。

#### 2. C-MAP 展示ガイドシステム

プロジェクト C-MAP の目標は、1) 展示会場において、見学者一人一人のコンテキスト (場所や時間といった状況や、個人的興味) に応じた個人ガイドを提供し、2) 展示見学をきっかけとした、興味を共有する人々の中での出会いや情報共有を支援するシステムを構築することです。

図1に現在の C-MAP 展示ガイドシステムの概観を示します。システムは基本的に、展示の背後で展示情報やユーザ (見学者/展示者) の情報を蓄積・伝達している情報ネットワークと、各ユーザが携帯するガイドシステムで構成されます。展示会場には複数の展示ディスプレイと情報キオスクが設置され、ユーザは手元のガイドシステムとそれらを赤外線リンクで接続することでネットワーク上の情報にアクセスします。以下、個別のシ

テムの概要を説明します。

#### 2.1. 携帯ガイドシステムによる個人ガイド

私たちの最初のプロトタイプ<sup>2)</sup>では、無線で LAN につながった携帯パソコンを見学者に貸し出し、その上でパーソナルなガイドシステムを提供しました。またユーザのコンテキスト情報の獲得には、赤外線を用いた位置検出デバイスや、システム上でのユーザによるキーワード選択、ユーザの見学履歴等のデータを利用しました。

現在私たちは、より実用的な携帯ガイドの試作を目指して、PDA(Personal Digital Assistant)型の端末と据え置き型の展示ディスプレイ/情報キオスクを利用した構成で実装を進めています (図2参照)。ユーザの個人情報 (ユーザ ID、見学履歴、興味の対象等) は PDA 内に管理され逐次更新されます。展示ディスプレイの前に PDA を向けると両者の間に赤外線リンクが確立し、ユーザの個人情報が選択的に PDA から展示ディスプレイに渡され、展示ディスプレイはその情報に応じて展示情報を加工し表示します。例えば、ユーザの興味や理解度を推定して展示情報の提示内容を変えたり、それまでに見学した他の展示との関連を説明することが可能になります。

PDA が展示ディスプレイと赤外線リンクするたびにユーザの見学履歴は更新され、それにともない、PDA 上のガイド情報 (次に見学すべき展示の推薦等) が更新されます。現在は、各展示ディスプレイがガイド情報のためのシナリオデータベースを持ち、ユーザの現在の見学履歴に応じて加工し直したガイド情報を PDA に返送する、という方法で実装しています。

#### 2.2. 参加型展示の個人化

ガイドシステムが蓄積したユーザのコンテキスト情報を利用することで、見学者参加型の展示を個人化することができます。例えば、ユーザの興味に合わせて展示デモの内容を自動的に切り替え

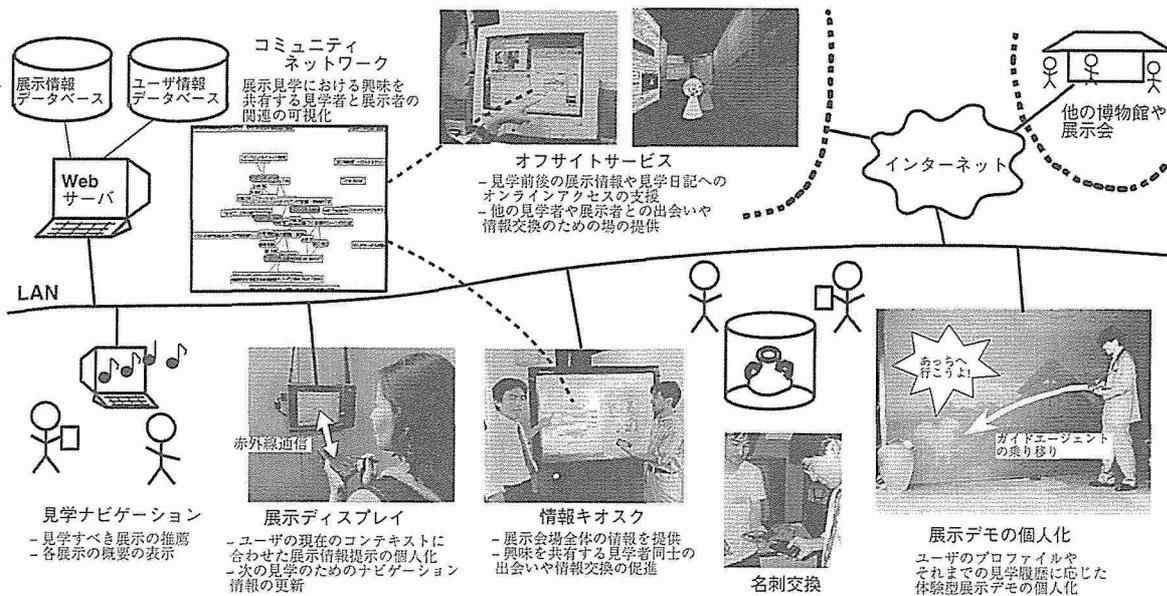


図1 C-MAP展示ガイドシステムの概観

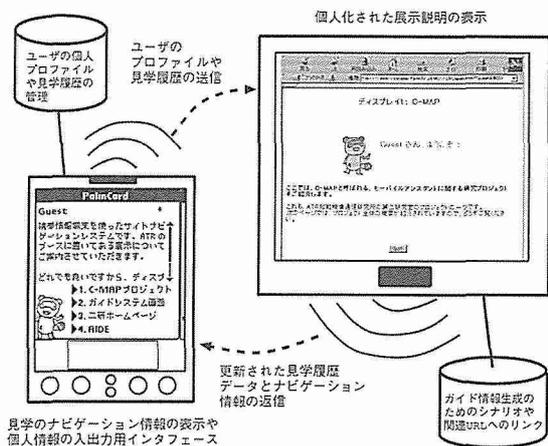


図2 PDAと展示ディスプレイによる個人ガイド

たり、PDA上のガイドキャラクタが展示デモの画面に乗り移って説明をすることができます<sup>1)</sup>。

### 2.3. コミュニティネットワークの可視化

展示会場やオンラインによるシステム利用によって獲得・蓄積されたユーザのコンテキスト情報を構造化することでコミュニティネットワークを構成し、興味を共有するユーザの間の出会いを支援することができると思っています<sup>14)</sup>。ここで言うコミュニティネットワークとは、展示への関わりに応じて結び付けられた人の集まりを表す概念です。ここで「展示に関わる」とは、その展示の展示者であるとか、その展示を見学して深い興味を持つことなどを意味します。

具体的には、展示、見学者、展示者の三者をノードとし、展示と見学者／展示者の間の関連度に応じてそれらのノードを結合したネットワークを構成・可視化し、コミュニティへ公開します。各

ノードには展示や展示者に関するホームページや、自動生成された見学者の見学日記ページがリンクされます。

コミュニティネットワークは、オンラインによるアフターサービスとして提供することに向いていますし、会場におかれた情報キオスクで時々刻々成長していくコミュニティネットワークを提供することで会場での見学者同士の情報共有を促進することも可能だと考えます。

### 3. おわりに

私たちの展示ガイドシステムは、「展示」という知識空間の中での人と知識の間のダイナミクスを創出することを意図しています。その目標を実現するために、実空間としての展示会場における見学行動と情報空間における情報探索が互いを強化し合うような仕組み作りを試みています。今後は実際の博物館や展示会を対象としたシステムの試作を続けるとともに、もっと日常的な場面（例えば、オフィスや街）へ開発対象を展開していく予定です。

### 参考文献

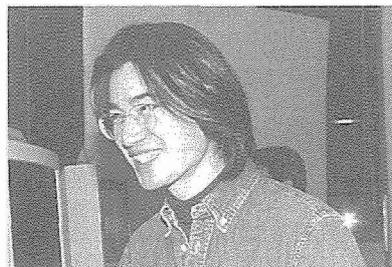
- [1] Ishida, Nishida, Hattori: Overview of community computing; In Ishida (ed.), Community Computing: Collaboration over Global Information Networks, chapter 1, John Wiley & Sons, 1998
- [2] 角, 江谷, フェルス, シモネ, 小林, 間瀬: C-MAP context-awareな展示ガイドシステムの試作; 情報処理学会論文誌 Vol.39, No.10, 1998
- [3] 門林, 間瀬: 実空間でのコンテキストを利用して仮想空間内をガイドするマルチモーダルなパーソナルエージェント; マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム論文集, 情報処理学会, 1998
- [4] 角, 角, 間瀬: 出会いを支援するエージェント; bit. Vol.31, No.6, 1999

## あなたの名前、認識されますか？

## Can you make your name recognized?

コンピュータに人間が発声した文を上手に聞き取らせるためには、音に関する知識に加え、単語並びの規則（文法）と各単語の発音（単語辞書）を覚えておく必要があります。では、コンピュータの知らない単語を発声してしまったら、どうなるのでしょうか？ここでは、単語辞書に載っていない単語を認識するための新しい手法を紹介します。

To make a computer to recognize well what we say, we have to teach the computer not only the phonic knowledge but also the rules of word order (grammar) and the pronunciation of individual words (word dictionary). What will happen if we say words that the computer does not know? Here, we will introduce a new method to make a computer recognize words that do not appear on the word dictionary.



(株) ATR 音声翻訳通信研究所  
第一研究室  
谷垣 宏一

## 1. 辞書にない名前は認識できない

音声認識が使われたことがおありでしょうか？近頃は、テレビなどで目にする機会も多くなりました。CMなどにも使われているように「あなたに頂いたべつたら漬け、とてもおいしかった。」とマイクに向かって話すと、コンピュータの画面にかな漢字混じりの文が表示される連続音声認識技術は、最近身近な生活にも入り込んできました。目新しさや物珍しさが先行し、アミューズメント的なユーザインタフェースとして急速に広まった感もある音声認識ですが、実用化に際しては、解決しなければならない課題も数多く残されています。そうした課題の一つに未登録語の問題があります。

未登録語とは、文字どおり、辞書に登録されていない単語のことです。音声認識では通常、単語をその読みとともに「単語辞書」に格納し、単語に基づく処理を行っています。普段目にする音声認識結果は、かな漢字混じりの「文字」列ですが、実際には「単語」列として得られる認識結果を並べて表示したものです。音声認識が、文字ではなく単語を単位として行われる、という点が肝要です。つまり、音声認識とは、単語辞書に含まれる単語を並べて、音声との照合を行う処理に他なりません。この結果、1) 単語並びの文法的な適切さと、2) 並べた単語列の読みと入力音声との音響的な近さ、とを総合的に判断して、最適な単語並びを選んでいるのです。このことから、未登録語は決して認識結果として得られないことがわかります。試しに認識させてみましょう。「名前はカトリシンゴです」。幸か不幸か、私たちの認識システムでは、カトリもシンゴも単語辞書に登録されていません。認識結果は、「名前はカトウ氏です」となってしまいました。

もちろん、未登録語では困る単語なら、辞書に登録すれば済む話です。カトリやシンゴが認識されずに困るのなら、マウスをクリックしてキーボードを少し叩くだけで、苦もなく設定が終わるかもしれません。パーソナルユースの音声認識なら、さして問題とはならないでしょう。しかし、音声認識を実タスク上で運用し、サービスの自動提供を図るとなると話は違ってきます。特に、人名を

始めとする固有名詞の類は、全てを網羅して辞書に登録しておくことは本質的に困難です。一方で、そうした固有名詞は、タスク達成上重要な情報であることが多く、未登録語の問題は深刻です。さらに悪いことには、音声認識では、未登録語が発声されたのか、それともたまたま発音の仕方が悪かっただけなのか、を識別することすら至難の業なのです。では、どうしたら未登録語の問題を解決できるのでしょうか？

こうした未登録語の問題は、単語が静的なリストとして格納されていることに起因すると考えられます。つまり、認識処理中に「適切な位置」に「適切な読み」を持つ単語を動的に生成することができれば、問題は解決されます。先ほどの認識失敗例「名前はカトウ氏です」では、本来単語辞書にあるべきカトリとシンゴが登録されていなかったため正しく認識されなかったものでした。そこで、日本人姓でカトリという読みを持つ単語と、日本人名でシンゴという読みを持つ単語をそれぞれ生成して文中に埋め込んでみましょう。

「名前はカトリ（日本人姓）シンゴ（日本人名）です」埋め込んだ「位置の適切さ」は、「名前は（日本人姓）（日本人名）です」という並びが適切かどうかを、既存の認識文法で評価することができます。では、カトリやシンゴが日本人姓や名として「適切な読み」であるかを評価するにはどうしたらよいのでしょうか。どんな読みが日本人の姓らしい、あるいは名らしい、といえるのでしょうか？

## 2. 「名前らしさ」を特徴付ける要素

私たちが普段見聞きする日本人の姓や名は、その読み（振り仮名）に関して、次のような特徴を持つことが経験的に予測できます。

1. 長さに関する特徴：姓ではスズキ、サトウ、タカハシなど、名では、タケシ、トオル、イチロウなど、振り仮名にして3～4文字程度が一般的と思われます。
2. 読みの構成単位に関する特徴：日本人の姓・名は基本的に漢字の並びで構成されるため、振り仮名にしたときにも、姓ではヤマ、ムラ、

ナカなど、名ではロウ、イチ、ヒロといった単位が高頻度で見受けられると思われます。

これらの予測を統計的に裏付ける分析結果を以下に挙げておきます。いずれも、市販の人名辞典に掲載されている日本人姓・名、30万人分の読みと我々が収集した旅行会話中の延べ115万単語（日本人姓・名は除去）の読みとを比較したものです。

図1は単語の長さの分布を示しています。ここでは、長さの単位として「モーラ」数を使っています。モーラとは、概ね仮名書きしたときの一字相当の単位です（ただし拗音ヒャ、ビャ、ピャなどは1モーラと数えます）。このグラフから、日本人姓・名の長さは、3、4モーラを中心に非常に偏った分布を取ることがわかります。3モーラと4モーラを合わせると、姓、名、ともに約9割の人名が該当することになります。

次に、図2は単語のモーラ並びに関する統計を示しています。ヤマ、ムラといった、高頻度の2モーラ連鎖を姓・名・旅行会話それぞれからN種類抽出したとき、それが、姓・名・旅行会話それぞれの単語で使われるモーラ並び全体に対し、どの程度の割合を占めているか調べたものです。例えば、日本人姓・名ともに、高頻度1000種類のモーラ2連鎖だけで、姓・名モーラ並び全体の8割以上を占めていることがわかります。

以上の結果から、日本人の姓・名の読みが、その長さ構成単位において、特徴的な傾向を持つことがわかりました。これらの特徴に基づいた読みのモデルを構築することで、読みの「日本人姓らしさ」「日本人名らしさ」を評価することが可能になります。

### 3. 「名前らしさ」を評価するモデル

それでは、単語の読みの「日本人姓らしさ」「日本人名らしさ」を評価するモデルを作ってみましょう。それぞれ、姓の読みモデル、名の読みモデル、と呼ぶことにします。モデルの構築には、先ほど分析に用いた30万人の日本人姓・名リストを用います。このリストを用いるのは、30万人の統計を求めるためではなく、そこに無い姓・名に対しても一般化できそうな読みの統計的傾向を知識として抽出するためです。30万人集めても無い姓・名はたくさんあるのですから！

名の読みモデルは、ある単語が日本人名であったとき、その読みが、例えばシゴとなる確率を評価するモデルです（姓の読みモデルも同様）。この確率は、次の二つの確率の積で求めることができます。1) 日本人名の読みが3モーラとなる確率、2) 3モーラの日本人名の読みが、実際にシゴという並びになる確率。

1) の確率を推定するには、図1の頻度分布を直接用いることも可能ですが、ガンマ分布という確率分布に置き直すことで、データ量に対する信頼性を高くすることができます。ガンマ分布は、正規分布に代表される連続分布の一種です。正規分布の定義域が $(-\infty, \infty)$ であるのに対し、ガン

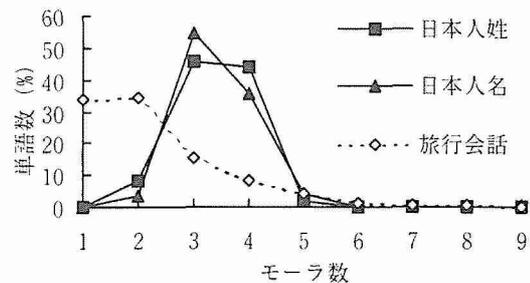


図1 姓・名の単語長分布の偏り

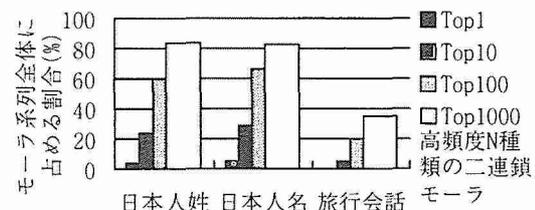


図2 姓・名のモーラ並びの偏り

マ分布の定義域は $(0, \infty)$ となります。

一方、2) の確率の推定には、N-gramと呼ばれる確率モデルを用いることで、少ないデータからも比較的良い近似値を得ることができます。N-gramでは、系列中でシンボルが生起する確率を、直前のN-1個のシンボル系列から推定します。系列全体としての生起確率は、各シンボルに対するN-gram確率の積で求められます。ところで、日本人姓・名の読みには、それぞれに典型的な構成単位があることは前述のとおりです。そこで、シゴの場合は「シ、ン、ゴ」とせず、「シン、ゴ」のようなシンボル系列としてN-gram化することで優れたモデルを構築できることが実験からもわかっています<sup>1)</sup>。

実際にこの方法で構築した姓・名の読みモデルを用いて音声認識実験を行ったところ、単語辞書に登録して認識した場合とほぼ同じ精度で、未登録語である日本人姓・名の読み、姓・名の区別、位置、を正しく同定できることがわかりました<sup>2)</sup>。さらに、この方法で同定された未登録語は、読みとカテゴリ（姓、名）がわかるため、登録語と同等に翻訳を行うことが可能になりました。もはや、コンピュータがカトリシゴ君を知っているか心配する必要はなくなりそうです。

### 4. おわりに

音声認識において、辞書に無い単語を認識するための手法を紹介しました。この方法は、事前に全てを列挙することが困難な固有名詞に対して有効と考えられます。今後、姓・名以外の未登録語を始め、略語、造語なども認識できるよう、さらなる研究を進めていく予定です。

### 参考文献

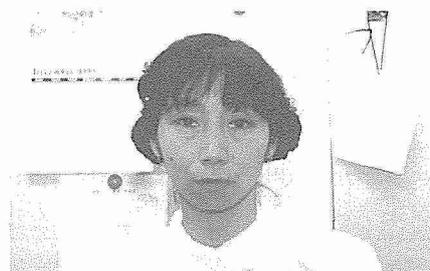
- [1] 政瀧, 松永, 匂坂: 連続音声認識のための可変長連鎖統計言語モデル; 信学技報, 1995
- [2] 谷垣, 山本, 匂坂: 未登録語のクラス依存サブワードモデルを用いた音声認識; 信学技報, 1999

## 英語リスニング・スピーキング科学的上達法

### Scientific inquiry: How to improve english listening and pronunciation skills

日本人が英語を学習する際のききとりや発音の学習の様子を、最新の音声情報処理技術を用いて、多角的に研究しています。そして、人間の音声学習の仕組みを明らかにするだけでなく、得られた研究成果から、マルチメディアを利用した外国語学習方法への実践的な応用を試みました。

To better understand how humans process spoken language, our research group is studying how language learners develop listening and pronunciation skills in a foreign language. For the past several years, we have been conducting extensive research on native Japanese speakers' acquisition of English sounds, using state-of-the-art technology. Our research findings not only advance our understanding of human speech processing, but they also help develop better technology for human-computer interaction and effective instructional tools for second-language education.



(株) ATR 人間情報通信研究所  
第一研究室  
山田 玲子

#### 1. はじめに

日本人の英語コンプレックスを何とか解消できないもののでしょうか。私たちの研究室では人間がどのように言語音の聞き取りや発音を学習するかということを研究しています。その成果の一つとして、人間の情報処理の仕組みを考慮し、最新の音声技術を取り入れた訓練方法を用いることにより、従来は無理だと考えられていた成人による英語音声のききとりや発音学習が可能であることが明らかになりました。また、ききとりと発音の相互作用、年齢効果など、学習に関連する重要な要因も明らかになりつつあります。そこで、これらの研究成果を「日本人の英語コンプレックス」の解決に役立てていただけるのではないかと考え、過去2年間に標題と同じタイトルの実用書を3冊出版しました(図1)川・四。ここでは、これらの書籍で取り上げた学習方法に関連した研究についてご紹介いたします。



図1 出版したCD-ROM付き実用書

#### 2. リスニング学習

日本語話者が特に苦手とする/r/と/l/のききとりを中心に、成人(大学生)を対象として学習実験を行いました。たとえば/r/と/l/の学習では、判断する際に、/r/または/l/の音だけしか手がかりに出来ない、"red"- "led"のような単語の組み合わせを何通りも用意し、音を呈示、どちらの単語か回答、正誤のフィードバックを呈示、ということを繰り返しました。また、1人の話者の声だけで訓練するのではな

く、複数の話者の声を用いました。その結果、訓練で使わなかった話者の発音や、訓練で出現しなかった単語内の/r/と/l/でも聞き取れるようになり、その訓練効果は6カ月後のテスト時でも保持されていることが分かりました。「新しい音の学習は子供のうちでないと駄目だ」という常識をくつがえす結果が出たのです。

また、ききとりの訓練しか行わなかったにもかかわらず、訓練前後の/r/と/l/の発音の明瞭度(どの程度ネイティブに正しくききとってもらえるか)を測定したところ、発音能力も向上しており、ききとりと発音との間に相互作用があることを具体的に示すことができました。

#### 3. 発音学習

発音に関しても、/r/と/l/を取り上げ、パソコンを用いた個別学習方式の訓練で効果が上がるか実験しました。発音の訓練では、発音に関係する舌などの器官の動きを外からモニターするのが困難なため、学習者への情報呈示方法が問題になってきます。そこで、わたしたちは3つの工夫を取り入れました。

学習の最初の段階で、/r/や/l/の舌の形をわかりやすい方法で教示しましたが、その際、一つめの工夫として、三次元CGの動画を用い、頬を半透明にすることによって、学習者に舌などの調音器官の



図2 三次元CGによる舌の形の説明例

動きを可視化して表示しました(図2)。このように示すことにより、/r/または/l/だけの音(つまり、r一、またはl一と伸ばす音です)は、意外なくらいすぐに発音できるようになります。

次の段階では、正しく発音できたかどうかチェックしながら単語の発音を重ねる練習を行いました。この時に、2番目の工夫として、声紋表示をフィードバックして練習する方法を取り入れました。また、発音の良し悪しが定量的にはっきりわかるように、3番目の工夫として、音声認識システムの出力する評価値を用いました。

このような方法を行った学習実験を行い、訓練前後で発音の明瞭度を比較したところ、/r/と/l/の発音が飛躍的に上達することが明らかになりました。また、発音訓練の前後で、ききとり能力も測定したのですが、発音訓練の効果は、ききとり能力向上にもつながっていました。

#### 4. 学習と年齢

以上の実験はすべて大学生を対象にしたものです。より若年あるいは高齢の学習者の場合、訓練効果はどうでしょうか。これに答えるため、現在、小学生から中高年の方まで幅広い年齢層の方々に、大学生と全く同じ学習を体験していただいています。実験は継続中ですが、今までのところ、高校生では大学生と同程度の訓練効果が得られることが明らかになりました。また、50歳代、60歳代の方々についても訓練効果が十分にあることが明らかになってきました。語学学習において「若いから」という言い訳は通用しなくなりそうです。

#### 5. 遠隔学習に向けて

遠隔学習の可能性を模索することと、いろいろな方のデータを収集するという2つの目的のため、1998年4月に、「インターネットを利用した英語音ききとり・発音に関する公開実験」を開始しました(URL: <http://bluebacks.hip.atr.co.jp/>)。まだ、日本人を対象として試験的に運用している段階ですが、1年半で、3000件以上もの示唆に富んだ実験データが送られてきています。これは、離れた場所の人同士を結ぶネットワークの利用が、語学学習の一つの形態として有効であることを示しています。

#### 6. 母語との関係

「何故日本人は英語が苦手なのか」ということをよく尋ねられます。教育方法や生活レベルでの必要性など種々の要因がありますが、音声情報処理の立場から答えるなら、第一言語である日本語システムとの違いが大きな要因として考えられます。実際、韓国の大学生と日本の大学生では/r/と/l/を全く異なるききとり方をすることがわかりました。母語との干渉効果をつきつめることによって、より根本的な解決方法が見つかる可能性があります。

#### 7. 音韻学習と英語学習

「音韻(母音や子音)を学習することが英語コミュニケーション能力にどう影響するのか」と問われることもあります。音韻がききとれたからといってそれだけで英語が出来るわけではないことは言うまでもありません。

しかし、人間の音声情報処理の過程を考えると、音韻の学習が重要であることが示唆されるのです。耳から入ってきた音声は、処理の初期過程で、音韻の列として解読され、後に、単語、文法の解読、知識を利用した意味内容の理解、つまり情報処理の後期過程へと処理がすすんでいきます。これまでの英語学習は、どちらかという後期過程に重点がおかれており、初期過程の学習は軽んじられてきたといえます。しかし、初期過程の音韻の学習が出来ていないため、後期過程に過度の負担がかかっている可能性は大いにあります。わたしたちは、音韻の学習に焦点をあて、一定の成果を出すことができました。今後、音韻の学習を、情報処理の後期過程に有機的につなげていくことにより、英語コミュニケーション能力を飛躍的に向上させることが出来るのではないかと考えています。

#### 8. おわりに

わたしたちが考える英語リスニング・スピーキング科学的上達法とは、①人間の情報処理の仕組みに基づいた方法であり、②訓練効果が学習実験で証明された方法であり、③音声認識やマルチメディアなど先端技術を効果的に取り入れた方法であり、④情報インフラを高度に活用した方法です。

冒頭に挙げた書籍の中で呈示した学習方法は、英語のコミュニケーション能力を包括的に高めるには至っていないにもかかわらず、一般の方から大変な好評をいただいています。書籍も増刷を重ね、発行部数は3冊で合計8万部を突破しました。これは、外国語学習の情報化に関して新たなあり方を示せた結果ではないかと自負しています。目前に迫る21世紀に向け、わたしたちの研究成果が語学教育の情報化、そして、効果的な遠隔学習につながっていくことを期待しています。

#### 参考文献

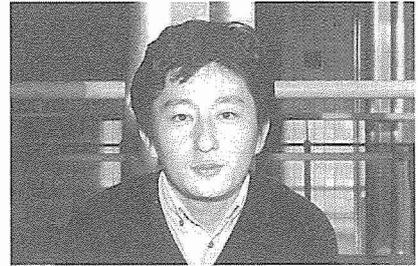
- [1] ブルーバックス「英語リスニング科学的上達法」山田、足立、ATR人間情報通信研究所、講談社、1998.3初版
- [2] ATR CALL「完全版 英語リスニング科学的上達法 音韻篇」ATR人間情報通信研究所、講談社、1999.3初版
- [3] ブルーバックス「英語スピーキング科学的上達法」山田、足立、ATR人間情報通信研究所、講談社、1999.8初版

## ミリ波光源 —光から電波を作る話—

### Optical millimeter-wave generator

ミリ波のような非常に周波数の高い電波を用いると、大容量の無線通信が可能となります。このミリ波を長距離伝送しうる手法として、送り側でミリ波信号を光波に重畳したものを光ファイバ伝送し、受け側に置かれた光検出器によりミリ波成分を生成する Radio on Fiber システム(ROF)があります。ここでは、ROFの送り側に注目し、構造が単純な Fabry-Perot レーザを用いたこととミリ波周波数が可変であることを特長としたミリ波光源の研究に関し紹介します。

High-speed wireless transmission can be achieved when a millimeter-wave is used as the carrier wave. Radio on Fiber (ROF) systems, which are based on electrooptic modulation of light waves by RF signals and fiber transmission of the light signals, may be suitable for the long transmission of the millimeter-wave carriers. We present recent our research into optical millimeter-wave generator with wide tunability for ROF.



(株) ATR 環境適応通信研究所  
第三研究室  
小楠 正大

#### 1. はじめに

周波数の高い電波（搬送波）を使った通信では、大容量の情報が重畳（変調）可能なことはどなたでもご存知のことだと思います。現状の通信システムで搬送波周波数が極度に高いものの代表例といえば、近赤外線（およそ192THz）による光ファイバ通信でしょう。これからご紹介するお話は、近赤外線ほど周波数は高くありませんが、ミリ波と呼ばれる周波数の高い電波（30～110GHz くらい）を利用した無線通信のための光源に関するものです。

#### 2. Radio on Fiber システム

原理的には、ミリ波を使えば比較的容量の大きな情報を扱えるはずですが、ミリ波は空気中での伝搬損失が大きく、直進性の強い（言い換えれば広がらない、回り込まない）電波であるので、送受信のアンテナが遠方に配置されるような通常の無線通信には用いにくいという難点があります。しかし、将来的に短時間で特定の対象に対し情報伝送・収集が可能な無線通信の要求がますます高まってくることも予想されます。そこで、Radio on Fiber システム(ROF)<sup>1)</sup>と呼ばれるミリ波の伝送方式が注目されております。

このROFは、マイクロ波やミリ波の無線信号で変調された光信号を各アンテナ基地局までファイバ伝送させ、基地局内で無線信号を取り出してア

ンテナから信号伝送するシステムです。現在のところ、電波の届かないトンネルや地下などの一部にもROFが利用され始めています。ROFによるミリ波信号伝送の大きなメリットとしては、ミリ波を光信号の形で光ファイバ内に閉じ込めるため、極めて低損失に長距離伝送可能なことが挙げられます。また、アンテナ基地局ごとにミリ波発振器を置かなくてすむようにできるという利点もあります。当研究室では、このようなROFで必要不可欠なミリ波信号を発生させるための光源（ミリ波光源）の研究を行っております。

#### 3. ミリ波光源

ミリ波光源に関しては、ミリ波周波数で駆動可能な超高速変調器を用いた方式、2つのレーザの発振周波数を厳密に制御した方式、レーザ内に変調器と光フィルタを集積化した光源によるものなど興味深い多数の方式が学会報告されています。一方、ROFではユーザが直接的にアクセスして使用できることが一般に望ましく、個々の部品や装置などはなるべく単純で、将来的に安価になる見込みがなくてはなりません。

そこで当研究室では、①なるべく低廉な部品で光源を構成できること、②ミリ波の中心周波数が可変であること、の2点をターゲットとし、構造が最も簡単なファブリペロレーザを用いた光源の研究に着手しました。ファブリペロレーザは、レーザ媒質の両端に鏡面を形成しただけのもので、CDプレーヤーなどにも使われている最も身近なレーザの1つでしょう。ファブリペロレーザの媒質内部で光波が鏡面での反射を受け媒質内を何周も往復していくと、媒質長の整数分の1の波長に相当した光波だけが増幅されて外部に出てきます。ここで、媒質長をうまく選んでやると所望のミリ波周波数に相当した周波数間隔の多周波数発振

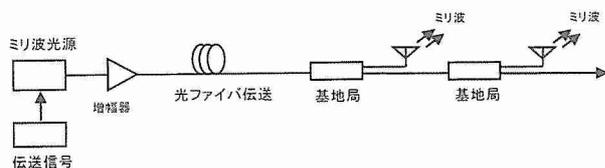


図1 ROFシステムの送り側の例

(多モード) 光が得られることとなります。もし、ファブリペロレーザの各モード間の周波数差が一定であれば、任意の隣接した2モードの光波をフィルタなどで選び出し、高速フォトダイオード(PD)で光電変換すれば2光波の周波数差の電気信号(うなり)を取り出せ、これをミリ波信号として使えばよいこととなります。しかし、現実には各モードの周波数の揺らぎは極めて大きく、それらのうなりの成分は、無線通信の搬送波としては到底使えるものではありません。

そこで、2モードの周波数間隔を一定に制御することが必要となります。このため外部から光波注入をして2モード光波の周波数間隔を一定にする手法をとることにしました。具体的には、無変調時には発振モードが単一の分布帰還形レーザ光に対し正弦波信号で変調をかけ、これをファブリペロレーザに注入します。変調光波は、変調周波数ごとにピークをもっており、そのうちの任意の2ピークがファブリペロレーザの隣接2モードと各々ほぼ等しい周波数であれば、図3のようにファブリペロレーザの2モードをそれぞれ注入された変調光波の2ピークの周波数に引き込めます<sup>[2]</sup>。この周波数が引き込まれる現象を注入同期と呼び

ます。注入同期の結果、図4に示すようなとてもクリアなミリ波信号を得ることができます<sup>[3]</sup>。

ミリ波周波数の設定範囲が広いということは、実はミリ波周波数の設定精度の面でも有利です。先ほど、「ファブリペロレーザのモード周波数間隔はレーザ媒質長によって決められる」ことを述べましたが、一般に媒質長には誤差があります。例えば、60GHz間隔のファブリペロレーザの場合には媒質長はおよそ800 $\mu\text{m}$ ですが、現実には少なくとも $\pm 10\mu\text{m}$ 程度のばらつきは覚悟しなくてはならず、これはモード周波数間隔の精度としておよそ $60 \pm 1\text{GHz}$ になります。一方、実験的には5GHzの可変周波数範囲が得られていますから、媒質長のばらつきがあっても所望のミリ波周波数を設定可能なことが判ります。また、ファブリペロレーザの発振周波数域はおよそ3THzと広いため、注入用の分布帰還形レーザの発振周波数をほとんど気にすることなく使える点も利点です。

一般に、分布帰還形レーザはファブリペロレーザに比べるとまだまだ高価ですが、本光源内では発振周波数の制限が緩いので比較的使いやすいのではないかと考えています。さらに、参照周波数を6GHzにまで落としても60GHzのミリ波が得られることも確認しておりますので、光源内から高価なミリ波部品を追放できそうです。

#### 4. おわりに

これまでは、ミリ波搬送波を光波に重畳する光源について研究してまいりました。幸いなことに前述した①、②のターゲットは何とか達成(構造が単純なファブリペロレーザを使って可変範囲5GHzの60GHz帯ミリ波を発生)出来たように思います。現在、デジタル信号をミリ波光源に入力し、そのファイバ伝送と復調の実験をしております。近年、ようやくミリ波変調光波からミリ波を容易に検出できるような高速応答のPDが入手可能になったのですが、さらに周波数が高い場合でも本構成は有効であるはずで、他のアプリケーションなども検討できればと思います。

#### 参考文献

- [1] H. Ogawa: Microwave and Millimeter-Wave Fiber Optic Technologies for Subcarrier Transmission Systems; IEICE Trans. Commun., vol. E76-B, 1993
- [2] L. Goldberg, et al.: Microwave signal generation with injection-locked laser diodes; Electronics Letters, vol. 19, no. 13, 1983
- [3] M. Ogusu, et al.: Tunability for 60GHz-Band Millimeter-Wave Generation Using Two-mode Injection Locking of a Fabry-Perot Slave Laser; 25th ECOC'99

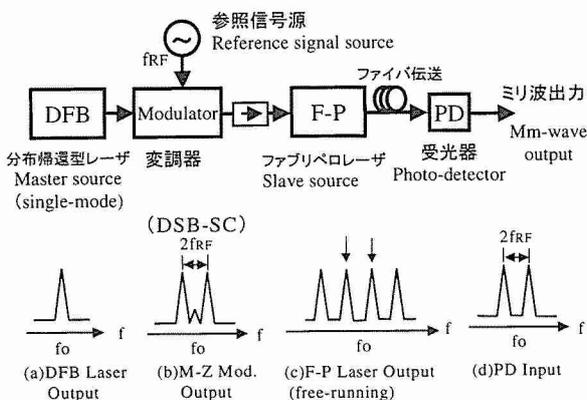


図2 ミリ波光源と光スペクトルの関係

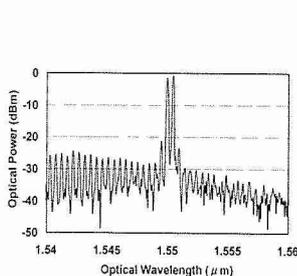


図3 同期光スペクトル

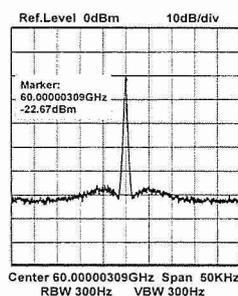


図4 ミリ光スペクトル

## 研究と開発 —私の判断指針を明かす—

(株) 国際電気通信基礎技術研究所

顧問 葉原 耕平



私はこのシリーズの一回目（ATRジャーナル26号）で基礎研究の定義は不可能に近い、またそのマネージの常道も考えにくい、と述べました。とはいうものの研究は日々進みますし、場合によっては私の立場からの助言や方向付けも必要でした。そういうときに私なりの規範、判断基準がなかったわけではありません。なかなか奥深く難しい問題ですから私の意図が思うように表現できるかどうか自信はありませんが、今回はそういう事柄のごく一部について述べてみます。言い古された硬い表題で恐縮ですが・・・。

## ① 研究と開発・実用化の違いの一側面 — 「研究は展開」「実用化は収束」

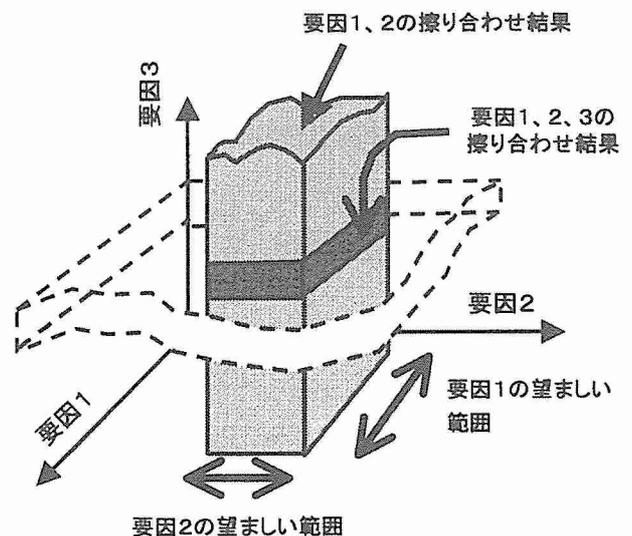
私には研究と開発・実用化の違いという大きな課題に真正面から取り組む能力はありませんので、側面からいくつかの考えを述べてみます。私の考えでは研究と実用化は「一つの路線の延長上にある」場合と「研究は展開、実用化（あるいは開発）は収束」という対極的性質を持つ場合に大別され、現実にはそれらが複雑に絡み合っているように思います。以下、それを少しブレイクダウンして述べてみます。

## ② 「研究実用化は連続線上」の立場

これは常識的に比較的分かり易い考え方かと思えます。研究の結果がうまく行けばそれを製品（広い意味で）に結び付けよう、というものです。しかし、それは口で言うほど簡単なことではありません。私はよく「基礎研究としては、まずは小さくてもいいから千枚通しで孔を穿けて先が見えるようにするように。むこうから光が見えればまずは万歳だ」と言いました。次はその孔を広げる作業です。この辺りからが研究から実用化へのつなぎです。前者はどれくらい突き通せば孔が貫通するのか、未知故に予測し難い困難性を抱えており、それはそれなりに大変で苦労が伴いますが、ここでは触れないでおきます。

問題はその孔を広げる作業です。その孔は十分実用に耐えるよう大きくなければ意味がありません。千枚通しで穿いた1ミリほどの孔を何センチにも何十センチにもしなければならぬかも知れません。しかも、その過程は直ぐ後で述べるように普通は生易しいものではありません。もう一つ、孔が穿いたからと言ってとんでもないところに穿けてしまった場合は却って後で孔を広げるのが極めて困難となる場合があります。これが後々基礎研究のセンスのよさ、筋のよさを問われる所以（ゆえん）でもあり、別な孔を穿け直す方が筋がよくて早い場合さえあります。

実用化に当たっての作業は時として想像もつかないくらい膨大な労力を要することもあります。原理が解ることと、それを基にした製品なりサービスが実現されることは月とスッポンほどの大きな隔たりがある、と思う方が普通です。例えば秒速8kmで物を水平に投げれば地上に落下することなく地球を周る、ということはニュートン力学から自明です。しかし、それが実際に人工衛星に結実するまでいかに多くの労力と時間を要したことか。これは極端な例ですが、基礎研究者はしばしばこれに類した「原理が解ったからあとはモノにすればいいだけだ」という短絡的な考えに陥る危険を孕んでいます。この辺の事情が実はアカデミックな基礎分野の研究者にはあまり理解されないことでもあります。しかし、原理が分かってなければ人工衛星が実現しなかったのも恐らく確かでしょう。この両者の隔たりに日本に対する「基礎研究ただ乗り論」の相互無理解の要因があるのかも知れません。



### ③「実用化は妥協と収束」

実用化というのは、私の考えではそれに先立つ研究で展開された諸要因について妥協し収束させていくことです。実用化は「世の中での使用に耐え、有用で具体的」な製品やサービスに結実しなければなりません。その目的に向けて多くの設計要因について個々に値が決められ、それらが総合されて製品になります。その過程で要因1と要因2が矛盾する性格の場合もありますが、それでもどこかにそれらの妥協点を見い出さねば製品にはつながりません。こうして妥協点を見い出しても別な要因3と突き合わせるとまた相容れない、そこでまた少しずつ揺さぶって妥協点を探る、ということが次々に起こり得ます。俗に言う「擦り合わせ」です。こうして妥協を重ねながら製品に収束させていくのです。

さらに現実に事情を難しくするのは、設計に当たって拠り所とすべき基礎データが必ずしも十分ではないという場合がある、いやむしろこういう場合の方が多い、ということです。また、とくに大きなシステムの場合、個々の要素技術、例えば部品類はそれこそ日進月歩で進歩する場合がありますが、だからと言って常に最新のものを採り入れようとすると全体に齟齬をきたして期限に間に合わなくなる、ということも起こります。したがって、ある時期に部品技術について凍結することが必要で、それらは指揮官の最大の判断事項の一つでもあります。さらに、拠り所とするデータがないという理由で止める訳にはいきません。何らかの値を決め、何らかの方策を採らねばなりません。典型的なのは将来の消費者ニーズが分からないままとめ上げねばならない、などです。これはリーダーや設計者の経験や勘などのセンスが問われる部分でもあり、また後世の批判の対象ともなり得る実にシンドイことでもあります。実用化とは期限に合わせて何が何でもとめ上げる、つまり収束が最大の課題と言っても過言ではありません。

### ④ 基礎研究の局面 — ブレークスルーとは

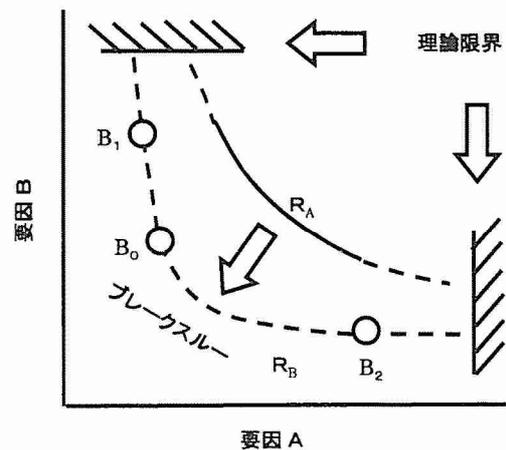
なぜ実用化のことをくどく述べたか、それは基礎研究はある意味でその対極にあるからです。実用化には上述のように様々な制約があります。呪縛といってもいいかも知れません。その中で血みどろの努力が傾注されるわけで、それだけ大きなハンディキャップを背負っているとも言えます。それに対して研究、ことに基礎研究はおよそそういう意味でのハンディキャップがありません。したがって、そのような相対的な利点をいかに自覚して効果的に活用するか、それが問われることになります。

その一つは、最初から収束を考えることは必要がない、むしろどんどんと展開していかねばならない、ということです。しかしそれは後で実用化に際して有益な科学技術的な根拠を提供するものでなければなりません。それには大別してブレークスルーを求めると汎用性を求めることの二つの側面があるように思います。

単純化したモデルで考えてみます。例えば要因Aと要因Bはお互いに相反関係（あるいは反比例）にあるとします。 $R_A$ はすでに達成されている両者の関係です。基礎研究に求められる一番大きい目的の一つは図で言えば曲線 $R_B$ を実現する新しい方法を見い出すことで、これがブレークスルーに相当します。最初はワンポイント $B_0$ だけでも十分です。これは千枚通しで孔を穿けることに相当します。こうしていったん曲線 $R_B$ の実現可能性が示されれば、次にはそれを点線上の $B_1$ 、 $B_2$ のように汎化できる可能性が明るくなり、多くの有用な知見が望めるかも知れません。

ここで、基礎研究の立場では自ら曲線 $R_B$ 上に多くの点を求めても悪くはありませんが、それ以上に重要なことは、世の中の現象は多かれ少なかれ何らかの限界がありますから、それらの限界とその理由を先回りして指し示すことです。これによってその現象なり理屈に汎用性が出てきて、例えば装置設計者はその許された範囲で要因Aと要因Bのトレード・オフを利用して設計値を $B_1$ にするか $B_2$ にするかを定めることができます。設計者の腕の見せ所で、開発担当者としては現実には大切なことです。

以上を簡単にまとめますと基礎研究に大切なことは、まずはブレークスルー、そして限界の解明、汎化です。これらのどの思想に沿っているのか、それが私が個々の研究の中身を見るとき判断・評価の一つの重要な要素でした。時にはどっちつかずで意図不明なものも正直ないではありませんでしたが。



## 世界のATR、文化の壁を超えて

日本電信電話株式会社 サイバースペース研究所 主幹研究員  
 (前 国際電気通信基礎技術研究所 経営企画部 次長)

曾根 正



Semwal 親子と (中央が筆者)

先日、ATRに電話をして「NTTの曾根ですが」と言ったところ、対応していただいた方に「あっ、次長さんですね」と答えていただきました。何か、とても嬉しく感じました。私は、1996年4月から3年4カ月の間、国際電気通信基礎技術研究所 経営企画部の次長をさせていただきました。

着任した時のATRの第一印象は、多くの国から外国人研究者が集まり、懇親会の時には彼らの奥さんや子供らが気軽に参加し、それが自然、当たり前環境ができていたことでした。さらに、研究面でのATRの活躍はすばらしく、「人間に学ぶ、人間にやさしい情報通信技術の研究」に関するさまざまな情報を世界に発信しているところと実感しました。

このような、世界のATRで仕事ができただけは、私にとってすばらしい1ページを人生日記に書き込むことができました。一緒に仕事をさせていただいた皆様に、この場を借りて厚くお礼を申し上げます。

ATRに在職中の私は、せっかく、すばらしい所、ATRに来たのだから、多くの人とコミュニケーションを取らせていただこうという気持ちで活動しました。音声翻訳通信研究所の次に設立する新しい研究所の企画にあたっては、現在の京都大学の長尾真総長に何回かご意見をいただく機会があり、「これからの音声翻訳はどうあるべきか」などについてご指導をいただきました。

また、右上に掲載した写真は、当時、知能映像通信研究所に客員研究員として来ていた米国・コロラド大学のセムワル・スダッシュ博士一家との京都でインド料理を一緒に食べに行ったときの写真です。異なった文化を持った人と交流することの好きな私にとって、とても楽しい一時をもつことができました。また、コロラド・スプリングスでのお寿司も手ごろの値段でおいしかったのを今でも思い出します。温かいセムワル一家に囲まれていたので特別に美味しく感じたのかも知れません。もちろん、ATRの国際会議などの研究分野での世界とのコミュニケーションは、実績が物語っていますので省略します。

このような、世界に開かれたATRを築かれた諸先輩に敬意を表するとともに、すばらしいATRの環境を種々の面から維持、さらに発展させていくことの大変さをつくづく感じる今日この頃です。

また、世界のATRだからこそ味わえる言語の壁は、単なる言葉の表現の違いだけでなく、文化の違いを時々痛感させられました。その事例は、言われれば当たり前のことですが、だいたいが、無意識のうちにやっけてしまい、失敗してから「ああ、そうか、この国ではそうなんだ」という反省が多かったと思います。それだけに、世界に開かれたATRの環境は、自然にできたのではなく、そのような研究環境や社会環境を良しとした信念と、ATRで現在活躍中の皆さんの日頃の努力で作られていると思います。その努力を怠ると、何も言わないのが美德の日本文化?に戻ってしまったりすると思います。

今後とも、世界に開かれたATRが維持され、活躍されることを心から願っております。

## — ATR 科学技術セミナーの開催状況 —

第76回 99年10月22日 (人間情報科学シリーズ 第64回)

アルバート・ブレグマン (マッギール大学)  
ピエール・ディヴァンニ (VAMC)

第76回科学技術セミナーは、聴覚による情景分析の第一人者であるカナダ マッギール大学のアルバート・ブレグマン名誉教授、ならびに米国 Veterans Affairs Medical Center(VAMC)のピエール・ディヴァンニ研究室長を講演者として迎えて行われました。

両氏の講演とも、当人間情報通信研究所にとっての重要課題のひとつである「聴覚による情景分析」の重要性を再認識させてくれるものとなりました。聴覚情景分析の核として、音を聞くという行為を、単なる音響的エネルギーの検出としてではなく、その信号を通して外界に何が起きているかを認識するという行為として捉える考え方があります。すなわち、音が何故生じたかの原因を推量することが聴覚にとって重要な課題となります。この音の認識という問題を考えるに当たって、様々な音源から到来する音が絡み合った音の塊の中から人間の聴覚系がどのような規則に基づいて巧みにそれぞれの音の流れ(音脈)を解きほぐしていくかに関する解説が、興味深いデモンストレーションや心理実験の結果も混えながら行われました。両氏の議論の共通点として、人間にとってはビッチの次元と時間的変動の次元の2つの次元が音脈の分離にとって重要な手がかりを与えること、音源分離の場合にまず考慮される音源の空間位置の違いは、むしろ二次的な手がかりとしてしか機能しないという2点が指摘できます。この知見は、近年主流になりつつあるマイクロフォン・アレー技術による音源分離のアプローチが主に音源の位置情報を活用していることと非常に対照的です。

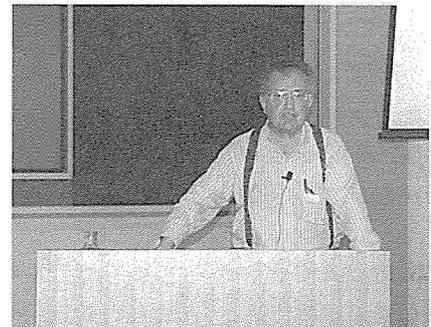
現在の機械音声認識技術にとって、自然環境の中で集音した音に対する認識率の向上は重要課題のひとつであり、工学的にはマイクロフォン・アレーを用いた手法等により、ある程度の成果を上げつつあります。しかしながら、その一方で適用できる状況は依然として限定されており、人間の聴覚の適応度の高さにはまだまだ及んでいません。さらなる技術革新を目指すためにも、音源の位置情報にはあまり依存しない人間の聴覚能力に対する知見を深め、さらに議論を深めていく必要性とその有効性を理解する上で貴重な機会が得られたと考えております。

第77回 99年11月29日 (人間情報科学シリーズ 第65回)

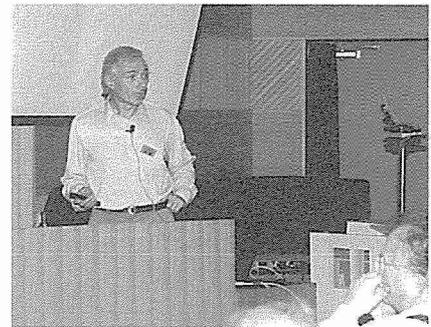
リン・グァン (シドニー大学)

インターネットやマルチメディア技術の急速な普及によって、社会の情報化が大変な勢いで進みつつあります。しかし、洪水のようにあふれかえる情報への的確なアクセスは必ずしも容易ではなく、多様な情報源から効果的に情報を抽出するための技術の実現が強く望まれています。こうした情勢の中、画像情報処理や人工神経回路網のアプローチから情報抽出の問題に取り組んでおられる、オーストラリア・シドニー大学のリン・グァン教授をお迎えして、上記タイトルのセミナーを開催いたしました。ご講演では、インターネット用の探索エンジン SOLO の開発プロジェクトと画像の復元・理解技術の研究プロジェクトとに関する極めてホットな最近の話題をご紹介します。

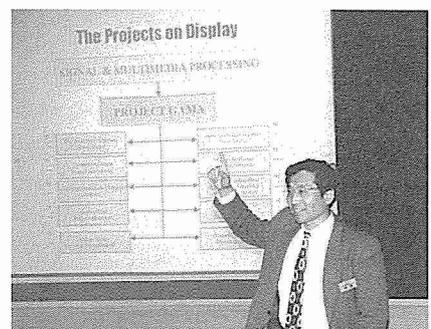
当研究所における情報処理の研究は、人間の処理能力の基礎的解明やその数理モデル化、工学的なプロトタイピングに軸足を置いています。本セミナーは、こうした基盤研究の成果がインターネット等の現在の技術にどのように活かされ、また何を期待されているのかなどを学ぶ有益な機会となりました。



Albert Bregman 名誉教授



Pierre Divenyi 室長



Ling Guan 教授

## 研究成果報告会をATRで開催

12月16日、(株)エイ・ティ・アール音声翻訳通信研究所は、研究プロジェクトの終了時期を迎え、これまで支援していただいた方々に7年間の研究成果を報告するとともに、その活用の促進をアピールするため成果報告会を開催しました。当日、参加者は出資企業様はじめ関係の深かった方々200名あまりを数えました。

ATR研究成果報告会は、研究活動を終了した研究所の成果を紹介し、ご活用の足掛りとしていただく場として従来は東京にて開催してまいりました。今回の成果報告会は、研究期間の終了年度に開催し、研究システムを用いたプレゼンテーションを実施するなど、研究成果への理解をさらに深めていただくために、ATRにて開催致しました。

特に今回は、「21世紀の科学と技術」と題して、京都大学 長尾眞総長に基調講演をいただきました。講演の中で「20世紀は自然を対象にした分析の段階から、それらの規則性を用いて新しいものを創造するシンセシスの段階へと進んできたが、21世紀においては、20世紀の人類が創り出した自然（害悪も含む）を研究対象とする新しい局面を迎える時代になる」と力説されたことが印象的で、2000年を目前に開催する意義深い成果報告会となりました。



京都大学 長尾総長



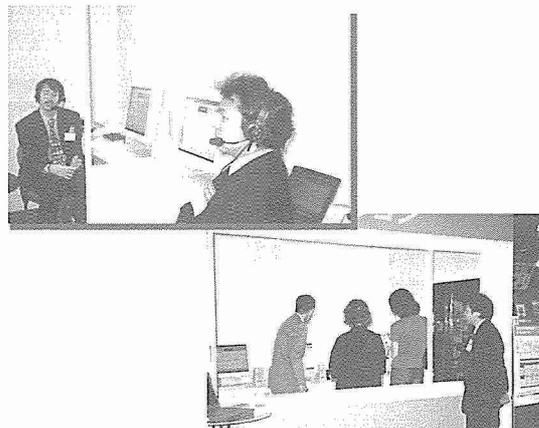
成果報告模様

当日の会場は日頃からお世話になっている企業・大学等の関係機関から多数のご来場をいただき、成果概要を報告するとともに、日英双方向音声翻訳システム（ATR-MATRIX）を用いた技術紹介や、隣接会場における4カ国音声翻訳システムおよび音声合成システムの展示や、携帯型（ウェアラブル）およびネットワーク接続型音声翻訳システムのビデオによる紹介等を行い、ご来場いただいた方にご好評をいただきました。

## MBSメディアショーにATR-MATRIXを出展

音声翻訳通信研究所では、9月27日（月）から29日（水）までMBS毎日放送本社で開催された「MBSメディアショー」に日英双方向音声翻訳システムATR-MATRIXを出展しました。

本展示会は「放送とデジタル化」をテーマとしており、利用者側のデジタル化技術の一環とした未来型パソコンのコーナー（家庭のデジタル化、モバイルなどと併設）にATR-MATRIXを展示しました。会場はかなりの騒音が予想されたため、アクリル板の窓のある囲われたブースを設置し、その中にシステムを置いて会話を行ないました。最初の2日間は、系列局、スポンサー、製作プロダクションなどの特別招待日、最終日は一般招待日となっており、全来場者数は約4,500名、ATRブースの見学者は1,000名強でした。来場者のうち、移動通信業、旅行業、一般来訪者の方は音声翻訳システムに、放送関係の方は音声認識に興味を持たれました。何を展示しているかが分かりやすいこともあり、来場者の反応は全般的に良好でした。当研究所の研究成果を多くの方々にアピールすることができました。



展示会模様

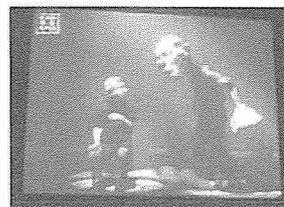
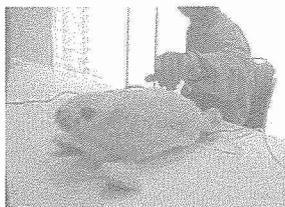
## アートとテクノロジー国際会議 “デジタル・ルネッサンス in けいはんな”

(株)ATR 知能映像通信研究所

国内に数ある学術研究都市の中で、唯一「文化」を名前に冠する「関西文化学術研究都市」において、アートとテクノロジーの融合をテーマにした国際会議“デジタル・ルネッサンス in けいはんな”が、11月10日、11日の両日、“けいはんなプラザ”を会場にして開催された。(財)関西文化学術研究都市推進機構と(社)関西経済連合会が主催し、(株)ATR 知能映像通信研究所との共催によって実現した。企画／総合ディレクターをATR 土佐尚子客員研究員が務め、この分野で世界の第一人者である工学系、アート系の講師を招聘し、インタラクティブアート作品とペットロボットの展示を行った。マサチューセッツ工科大学高等視聴覚研究所(MIT's Center for Advanced Visual Studies=CAVS)のステファン・A・ベントン所長による講演はCAVSの位置に関するもので、科学、技術、芸術、製造に加えてデザインといった分野の掛け橋となるCAVSの役割について話した。続いて、ATR 土佐尚子客員研究員が、“先端技術で甦る共振感覚”と題した講演を行ない、アートとテクノロジーの具体的な融合事例として、感情を認識し表現する作品の中から、観客の分身が深層心理を表現する作品について紹介した。MIT 人工知能研究所のロドニー・ブルックス所長による講演では、“人間とロボットの相互作用と未来のロボットの社会における地位”というタイトルからも分かるように、ロボットを人間とのインタラクションによって成長させるというところがユニークな点である。ATR 知能映像研究所 中津良平社長による講演では、“感性コミュニケーションから悟りコミュニケーションへ”が行なわれた。ヨーロッパ最大の規模を誇るシーグラフと並んで有名なデジタル映像の国際会議『イマジナ』を主催するNA 国立視聴覚技術研究所のジルベール・デュテルトル氏は、来年で20回目を迎える“イマジナ2000”について紹介した。11日には、サイバネティクス、テレマティクス、インタラクティブメディアを芸術の分野に活用した草分け的存在の英国・ウエルズ大学のロイ・アスコット教授の講演を始め、ATR クリスタ、ソムラー客員研究員は、人工生命と芸術作品におけるインタラクションと進化についての研究を講演し、事例として作品を展示した。ニューヨーク近代美術館の主任学芸員であるバーバラ・ロンドン氏は、ビデオとインタラクティブ・アートの今後の方向性や、電子作品収集の可能性について論議された。東京大学先端科学技術研究センターの廣瀬通孝教授は、“バーチャルリアリティ・テクノロジーとコンテンツ”という講演で、技術者にもクリエイティビティが重要であるということを強調された。最後にこの分野で約50年間の経験がある岐阜県立国際情報芸術アカデミー 坂根巖夫学長により20世紀におけるアート&テクノロジーの歴史という観点から総括的講演が行われた。聴衆は、定員200名のところ、400名という多数の参加となり、その内訳は、工学系6割、芸術系2割、一般2割という状況であり、工学系の関心の高さが伺われた。



会場風景

ステファン・ベントン所長  
(MIT)中津良平社長  
(知能映像研究所)ロドニー・ブルックス所長  
(MIT)「無意識の流れ」  
土佐尚子「ピンゴ」  
イマジナ'99ペットロボットアザラシ「ごま」と猫「たま」  
柴田 宗徳 (工業技術院機械技術研究所)「ピコ・スキャン」  
クリスタ&ミニョーノ

## 第2回 レーザカオスワークショップ — '99 ATR Workshop on Laser Chaos —

1999年10月5日、6日にATRでレーザカオスに関するワークショップが開催された。このワークショップの主な趣旨はレーザ物理と通信工学の新しい接点を求めることであり、内外からレーザ物理、レーザ工学の分野の研究者を中心に、約25名が参加した。海外からは英国、米国、ドイツの参加もあった。1998年に続きこのテーマで2回目のワークショップであった。

ATR環境適応通信研究所ではより柔軟で適応性の高い通信技術をハードウェアレベルで実現する目的で研究を進めています。その一貫としてレーザカオスに関する研究を行っており、この研究は複雑系に関する先端的な科学や、多重通信技術の工学等、複数の分野にまたがる新領域として内外から注目されている。その研究活動の一貫としてレーザカオスワークショップを行っています。

ワークショップは招待講演を中心に行われ、外部からの招待講演者としてラジャシ・ロイ教授（米国・メーリランド大学）、インゴ・フィシャー助教授（ドイツ・ダルムシュタット工科大学）、大塚 建樹教授（東海大学）、大坪 順次教授（静岡大学）、松井 康弘研究員（フェムト秒テクノロジー研究機構）、アラン・ショー教授（英国・ウェールズ大学バンゴー校）、ジアミン・リュウ教授（米国・カリフォルニア大学ロサンゼルス校）の7名が参加しました。招待講演の他にも、参加者全員によるポスター発表のセッションと、ATRで行われている実験の見学も企画され、参加者が十分、最近の研究成果と研究動向についての情報交換を行い、活発な議論ができるように工夫されていました。

今回のワークショップで注目されたのは、レーザカオスの同期技術です。レーザ自身の非線形な自己変調で疑似ランダムな信号の発生と、その同期も可能であることから、拡散スペクトル方式の光通信に利用できる新しいレーザ光源として注目が集まっています。最近、米国では、「非線形ダイナミクスを利用したデジタル通信デバイス」の共同プロジェクトが設立され、ヨーロッパでも類似したテーマで新しいプロジェクトが計画されています。今回のATRワークショップは、特にレーザカオス同期の基礎的な問題点に関する理解が深まり、今後の進歩に必要な研究戦略が明確になったと参加者から評価されています。

ワークショップの詳細は、<http://www.acr.atr.co.jp/dept4/lcw99> をご覧ください。



Rajarshi Roy 教授



ポスターセッション模様

## 第12回 研究発表会を好評開催

11月4日、5日の両日に第12回研究発表会を開催し、ATRグループ各研究所の最新の研究動向および成果を総括講演、技術講演、ポスターセッションにより紹介しました。当日は多数のお客様のご来場を賜り意見交換等も活発に行われ、ご好評をいただきました。



ポスターセッション風景



酒井副社長総括講演模様

ATR研究発表会は、グループ各社の最新の研究成果および動向をご紹介する場、ならびに研究成果のご活用をお考えいただく契機として毎年開催致しております。

今年は第2世代の研究所が揃ってから4年目であり、より一層充実した内容でお客様をお迎え致しました。

会場内は日頃からお世話になっている企業、大学、行政および各種団体等の関係機関から、2日間にわたって延べ約1,500名の方々のご来場をいただき終日賑わいました。

今回は、総括講演6件、技術講演7件、ポスターセッション79件とこれまでの最大級の規模で、研究発表会を開催することができました。また、今回は両日共、大学等の研究機関に広く公開し、多数のご来場をいただきました。

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

また、研究発表会の内容をより良くするため皆様にアンケートにご協力いただいておりますが、今回は半数近い方々からご回答を頂戴致しました。ご協力いただき心から御礼申し上げます。

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

## 国際電気通信基礎技術研究所に先端情報科学研究部を新設

国際電気通信基礎技術研究所(ATR-I)では研究開発本部に「先端情報科学研究部」を新設（平成12年1月1日）いたしましたので、その概要を紹介します。

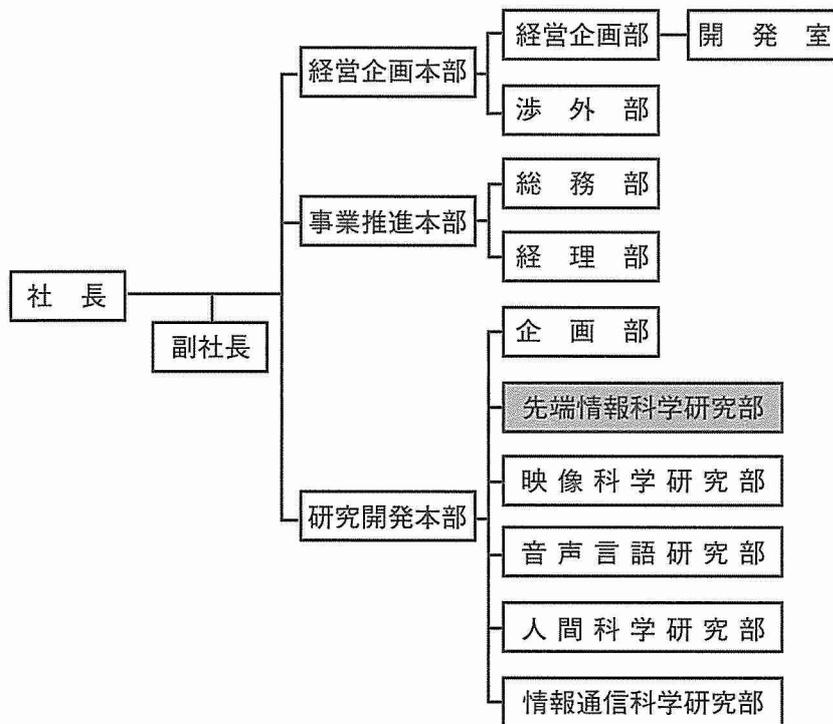
本研究部は、21世紀における人間を主導とするコミュニケーションの高度化を図り、計算機を介した人間同士または人間と計算機の間の情報通信を豊かにするために、情報通信処理の基幹未踏技術と先端的な情報科学に関する基礎研究開発を推進することを目的とします。

また、本研究部は研究を推進するにあたりさまざまな性格を持つ研究資金に応じて柔軟な体制で行うことを特徴として、ATR-I独自の基礎研究開発業務、共同研究開発業務、受託研究開発業務、公募型研究開発業務、ATR脳活動イメージングセンタ業務を行います。

本研究部で実施するプロジェクトとしては、以下のものがあります。

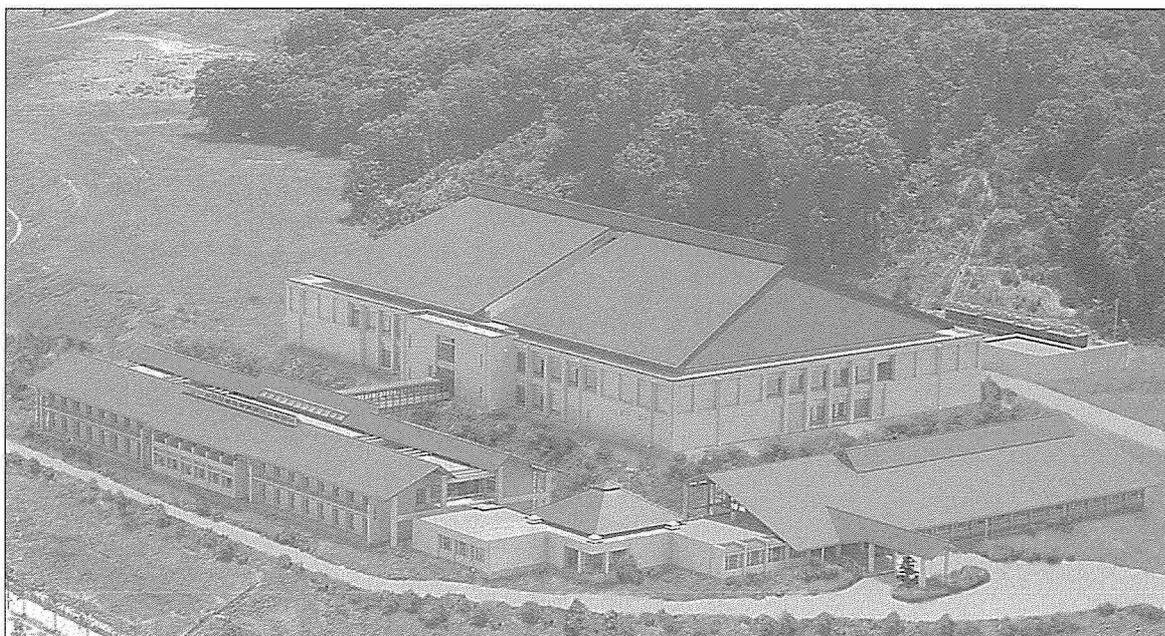
- 計算論的脳神経科学プロジェクト
- 三次元形状イメージ認知プロジェクト
- 神経情報科学プロジェクト
- 視覚適応統合機構プロジェクト
- 脳活動イメージセンタプロジェクト
- 音声言語学習機構プロジェクト(仮称)
- コミュニケーション創発機構プロジェクト(仮称)
- コミュニケーションダイナミクスプロジェクトなど

なお、ATR-I組織における先端情報科学研究部の位置づけを下に示します。



## 日本原子力研究所 光量子科学研究センター

今回は昨年6月にオープンしたばかりの、光量子科学研究センターを訪問しました。関西文化学術研究都市の自然と調和する木材を基調とした建物が印象的な光量子科学研究センターにて、その設備と最先端のレーザ研究についてお話を聞かせていただきました。



### ○光量子科学研究センターの特徴について教えてください

光量子科学研究センターは日本原子力研究所の関西研究所に属しています。すでに開所している大型放射光施設「SPring-8」に続く関西の主要研究施設として、平成11年6月にオープンし9月に完成記念式を開催しました。

光量子科学研究センターは関西文化学術研究都市にふさわしい里山景観を尊重し、環境に適応した外観の建築物にしています。大きな屋根は奈良の大仏殿を彷彿させ、内部の吹き抜けに使われている木や天窓は自然との調和を考えています。同じ日本原子力研究所の研究施設でも、このように周辺環境や自然との関わりにこだわっているのはこのセンターだけではないでしょうか。

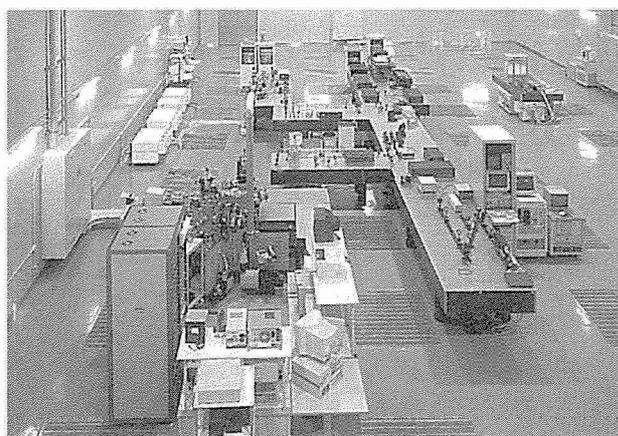
センターの研究棟には研究員が落ち着いて仕事ができる個室もありますが、共用のミーティングスペース、図書館、中庭などを設け、働く人同士のコミュニケーションが広がるようなつくりをしています。また敷地内に食堂、宿泊施設と多目的ホールが12年3月に完成予定です。13年3月には科学館も完成予定ですので、小中学生が科学への理解を深める場になることを期待しています。また、光量子科学研究センターには、最先端のレーザ実験室を兼ね備えた実験棟があります。

光量子科学研究センターの実験棟は地上2階、延床面積約7,500平方メートルの建物です。この中には4つの大実験室があります。4大実験室は強風などの外部の影響を防ぐために周りの実験室とは別の基礎の上に建てられています。実験棟では、核燃料物質は保有していませんが、X線レーザやレーザ加速の実験をする際に発生するX線の外部への漏れを防ぐため実験室の周りに厚さ50cm、1mのコンクリート壁を設けています。4大実験室は全室クリーンルームとして利用することが可能な上、大変珍しい天井クレーン付となっています。また新しい偏光シャッターなども導入し、他の研究施設などで将来参考になるような管理システムを採用しています。

○ 光量子科学研究センターの研究内容を教えてください。

主にレーザーを中心とする新しい光源の開発とその利用が主な研究テーマです。レーザーは、コンパクトディスクや講演などの時に利用するレーザーポインタのように、日常生活ですでに広く利用されています。光量子科学研究センターでは、すでに実用化されているレーザーに比べ、非常に短い時間に非常に大きな出力を出すレーザーや波長の短いX線レーザーの開発を進めています。そして、これらの新しいレーザーを使って基礎科学の研究や産業の発展に役立つ研究開発を進めています。

具体的には、約50兆分の1秒という非常に短い時間に、集光すれば太陽のコロナフレアに匹敵する非常に大きなエネルギーの光を発生できる小型のレーザー（Tキューブレーザ）と、高品質で波長の短いX線領域の光を発生するレーザーの開発を進めています。また、波長を自由に換えられる自由電子レーザーの開発、電子加速器の大きさを従来の100分の1以下にできると期待されるレーザー加速技術の研究、光学素子や計測技術などレーザーの開発と利用の基盤となる技術の開発、実験や観測が困難な現象を解明するための光量子シミュレーションの研究にも取り組んでいます。



Tキューブレーザとは、Table Top Terawatt Laserの略です。テーブル（Table）の上（Top）に乗る程度の大きさで、テラ（Tera=1兆）ワット級の強い光が出るレーザーという意味で、頭文字の3つのTをとってTキューブレーザと呼んでいます。

光量子科学研究センターではすでに世界最高性能のTキューブレーザの開発に成功していますが、これら新しい光を用いて、画期的な新展開が期待される技術の開発や、今まで知られていなかった現象を観測することにより、未知の科学分野の開拓に挑戦しています。

例えば、Tキューブレーザが非常に短い時間だけ発光するという特徴を利用すれば、速い反応や運動をあたかも静止しているかのように「見る」ことができますし、X線レーザーを利用すれば、細胞を遺伝子レベルの精密さで生きたまま「見る」ことが可能となります。さらに、光によって原子核を制御して新たな物質を「創る」ことも期待できます。このようにTキューブレーザやX線レーザーは技術革新の大きな可能性を持っており、これらをX線レーザー顕微鏡、極微細加工、医学診断、治療等多方面に利用するための研究を進めていく予定です。

一何う前には、原子力研究所でレーザーを研究しているということしか知らなかったのですが、漠然と核融合の基礎研究をしているように思っていたのですが、原子力にこだわらず生命科学から素材の加工までの広範囲を視野に入れた研究をされているのに少し驚きました。

関西文化学術研究都市の東端に位置するこの広々とした研究所から大きな研究成果が生み出される日もそう遠くないのではないかと感じました。

◇ 日本原子力研究所 関西研究所 光量子科学センター (<http://www.apr.jaeri.go.jp/>)

〒619-0215 京都府相楽郡木津町梅美台8-1

見学については、Tel. (0774) 71 3000 にお問い合わせください。

## ●受賞等

### ★人工知能学会全国大会 優秀論文賞 (1999年12月17日)

受賞功績	受賞者	所属	内容
ヒューマンロボットインタラクションにおける関係性の創出	小野 哲雄	ATR知能映像通信研究所 第四研究室 客員研究員	人とロボットの間に円滑なインタラクションを成立させるためのインターフェースモデルを提案し、心理実験により、その有効性を示した。具体的には、携帯端末上でユーザと対話していた擬人化エージェントが物理的な支援が必要な場ではロボットに乗り移ることにより、一貫性を持ってユーザの支援を行うことができる。
	今井 倫太	ATR知能映像通信研究所 第四研究室 研究員	
	江谷 為之	富士通関西通信システム (前 ATR知能映像通信研究所 第四研究室 研究員)	

### ★人工知能学会全国大会 ベストプレゼンテーション賞 (1999年12月17日)

受賞功績	受賞者	所属	内容
実用AI体験ラボ発表 「展示見学を対象としたコミュニティ支援システム」	角 康之	ATR知能映像通信研究所 第二研究室 研究員	全国大会参加者間の情報共有を促進することを目的として、我々が開発しているガイドエージェントシステムを試用公開し、日頃の研究成果を体験してもらった。具体的には、携帯ガイド端末を貸し出してデジタルポスター会場の個人ガイドを提供したり、オンラインによるコミュニティ情報探索ツールを提供した。
	間瀬 健二	ATR知能映像通信研究所 第二研究室 室長	

## ●所員往来

平成11年10月1日より、12月31日までの間の採用および退職の方々は以下のとおりです。  
(ただし、6ヵ月以上滞在の方のみ掲載)

採用年月日	ATR所属	氏名	出向元等
H11.10.12	(国) 経営企画部 開発室	中嶋 毅	NTT
H11.12.1	(映) 第二研究室 研究員	Yang-Hee Nam	KAIST

退職年月日	転出先	氏名	ATR所属
H11.10.29	Essential	Srinivas Desirazu	(音) 第二研究室
H11.11.5	九州大学大学院	箱田 祐司	(人) 第二研究室
H11.12.22	IBM	Alain Biem	(人) 第一研究室
H11.12.31	Deutsche Bank AG	Martin Tonko	(人) 第二研究室
H11.12.31	工業技術院 電子技術総合研究所	山本 憲司	(人) 第三研究室

## 略語一覧

ATR-MATRIX	: ATR Multilingual Automatic Translation system for Information EXchange
ATR Nu-talk	: Automatic Tuning of prosody control Rules and Non-Uniform unit TALK
ATR SPREC	: ATR SPeech RECOgnition system
CHATR	: CHat と ATR の合成語
DATR	: Database Acoustic Treatment Resources
HMM	: Hidden Markov Model
MAP	: Maximum A posteriori Probability estimation
ML-SSS	: Maximum Likelihood Successive State Splitting
PEGASUS	: Prosody Extraction & Generation, And Signal-processing for Unit Selection
PI	: Prosody Interpretation
TDMT	: Transfer Driven Machine Translation
ToBI	: TOnes and Break Index
VFS	: Vector Field Smoothing

## 編集後記

今号は1月遅れでお届けします。

「EXPO85 科学万博」(つくば研究学園都市で開催)は15年前に開催された当時の科学の粋を集めた国際博覧会で、思い出される方もいらっしゃるのではないのでしょうか。その翌年、自動翻訳電話プロジェクトの研究がスタートし、それを引継いだ音声翻訳通信プロジェクトが今年終了します。さらに付け加えれば、その翌年には、携帯電話がサービスを開始しています。

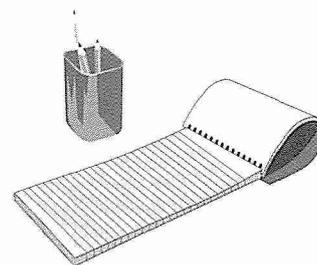
「遠く離れた人と、話したい」から、電話機を発明し、そして100年。さらに「いつでも、どこでも、今すぐ話したい」から、携帯電話の商品化へ。それが10年余りで電話を追い抜く勢いで普及してしまいました。

これから先のことは誰にもわかりませんが、夢が実現し、さらに願望(利用形態)が普及の歳月を急加速して伸びて行くものの例えです。

今ほど、明るい話題が喜ばれるご時世はありません。

ATRにて音声翻訳通信技術の研究に携われた皆様、これを支援して下さった方々にあらためて御礼を申し上げます。

(ATR 音声翻訳通信研究所 企画課長 岡田 実)



ATR Journal 第38号

2000年3月1日発行

●発行・編集 株式会社 国際電気通信基礎技術研究所

〒619-0288

京都府相楽郡精華町光台2丁目2番地

(0774) 95 1111 (大代表)

●製作 学会センター関西

本誌記事の無断転載を禁じます。

©1999 (株)国際電気通信基礎技術研究所



1.5 10/10/2009  
[Ok Mode Ready]

J003:ええ  
J004:はい。ニューワシ  
J005:あのう宿泊の手数  
J006:はいいつがご希望  
J007:ええ十月の十日か  
J008:かしこまりました  
J009:たいまお調べ  
J010:お待たせいたしま  
J011:大変申し訳ござい  
J012:ツインルームのえ  
J013:ツインルームはま  
J014:はいツインルー  
J015:ええちょっと高い  
J016:申し訳ございませ  
J017:じゃあしょうがな

J003:是  
J004:好。您好，这里  
J005:要预订我住宿  
J006:好。 希望哪天？  
J007:从十月十日至十三  
J008:好的。  
J009:我现在检查一下，请  
J010:让您久等了。  
J011:实在抱歉，现在  
J012:如果是双人房一个  
J013:多少双人房？  
J014:好。 双人房一天  
J015:稍微贵了一点。  
J016:实在抱歉 我们饭店  
J017:那，没有办法。：