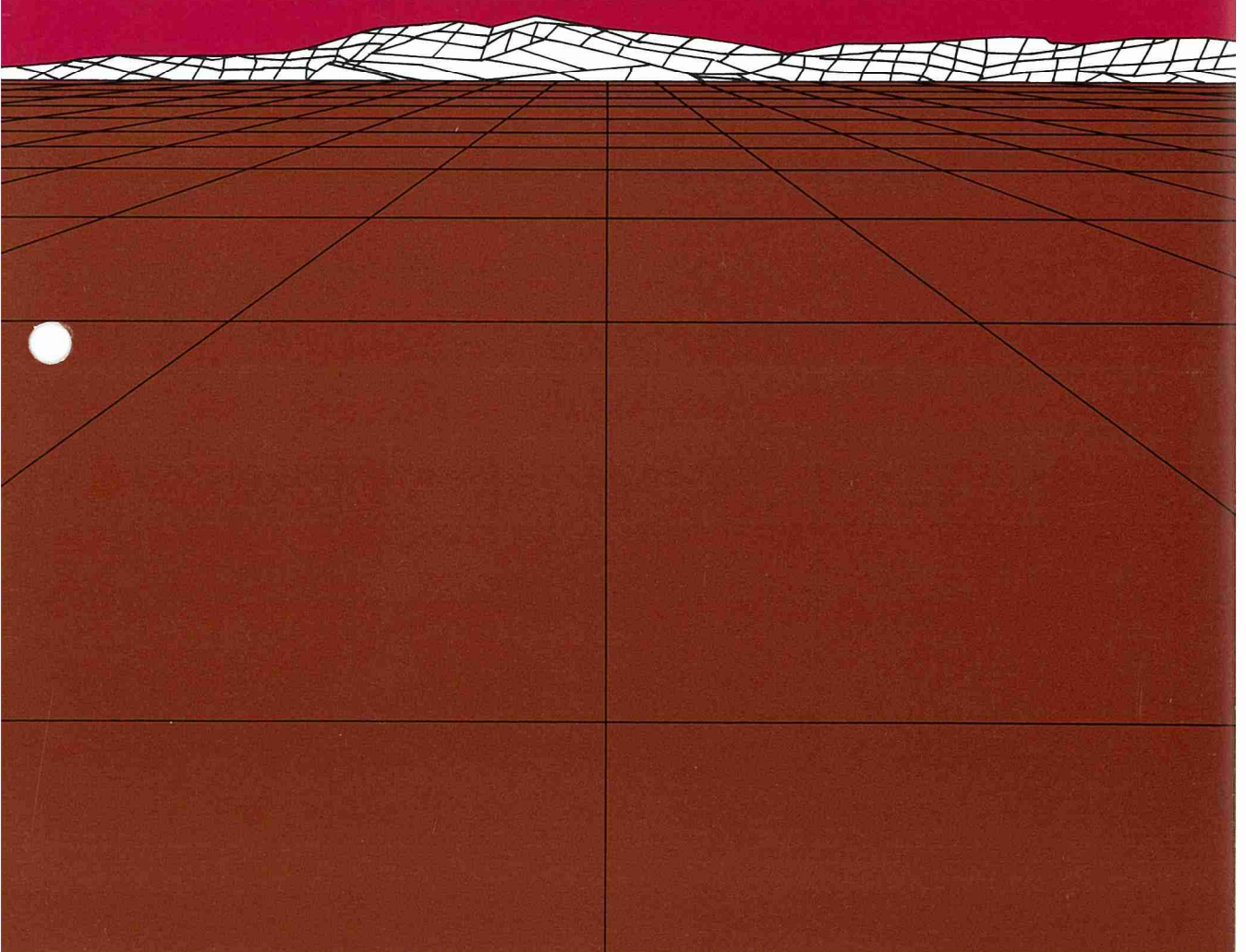


ATRジャーナル

1987 秋
第 2 号

ATR

Advanced Telecommunications Research Institute



巻頭言	1	A T R通信システム研究所	山下 紘一
御寄稿	2	早稲田大学理工学部教授	堀内 和夫 氏
	3	東京大学生産技術研究所教授	安田 靖彦 氏
研究動向紹介	4	「高速で強度の強い暗号の研究について」 A T R通信システム研究所	永瀬 宏
	8	「通訳を介した日英会話の収集と分析」 A T R自動翻訳電話研究所	相沢 輝昭
	12	「音声データベースについて」 A T R自動翻訳電話研究所	桑原 尚夫
	16	「人間の運動視知覚機構」 A T R視聴覚機構研究所	佐藤 隆夫
	20	「A T RにおけるM M I Cの研究」 A T R光電波通信研究所	徳満 恒夫
A T R研究報告	24	外部発表紹介 (62.4～62.10)	
A T Rの動向	28	ソフトウェアの開発	

通信は今……？

ATR通信システム研究所

代表取締役社長 山 下 紘 一



ATRが発足して間もない1986年4月26日、ソ連のキエフ市にほど近いチェルノブイリ原子力発電所で原子炉火災が発生した。壊滅的な事態にはたち至らなかったが、多くの人命が失われ、また重度の放射能汚染が国境を越えて遠く広がる等、深刻な問題が残った。巨大科学技術が否応なく人類を巻き込んでいく中で、その懸念される一面が垣間見たことに強い印象を覚えたが、それはさておくものとする。ここで興味を引くのは、事故の発表の中に、ソ連がスウェーデンや西独に対して、火災を起こした黒鉛炉の鎮火法について緊急助言を求めたとあることである。当然、電気通信によってであろう。

それは、厚い政治の壁を通してか細く交わされた、冷静を装う情報取り引きであったろうか。それとも、現場と助言者を結び、刻々と迫り来るものへの危機感を共有して人類の叡知を結集しようとする、意思疎通への絶対絶命のあがきであったろうか。……………もしそうであったとしたとき、現在の電気通信はどのような力を発揮できたであろうか。

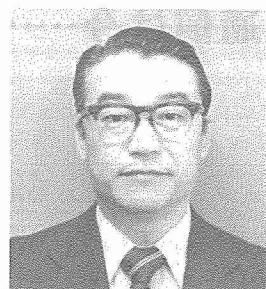
分秒を単位として推移する事態を前に、助言者達は、的確な状況判断のためのどのような情報を得ることができたであろうか。多方面にわたる専門知識を的確に伝えるために、それらはどのように、目に耳に、訴えられたであろうか。慣れない言葉が思わぬ行き違いを生むということはなかったであろうか。対策案を自在に交換し検討するための、多対地・広帯域の通信回線は直ちに確保できたであろうか。……………さぞかし、もどかしい思いをしたことであろう。

「チェルノブイリ」は、二度と起こりようもない、例外的な異常事態であって欲しい。しかし、電気通信の高度化に対する欲求は、日々の身近な活動の必要の中からも、抑えようもなく高まって来るであろう。

先端技術の研究開発に対する期待

早稲田大学 理工学部

教授 堀 内 和 夫



A T R は、その 4 研究開発会社毎に大きな目標を定め、それぞれについて効果的な最先端技術の研究開発を目指している。設立の基本理念および機構、発足後の実績から、それが滞りなく達成されることが期待できることは喜ばしいことである。

ところで、どのような最先端の技術でも、まず初めは、その基となった過去の技術の実績としての果実から採れた種子から生長したものである。その種子が苗床にまかれ、そこで芽生えて育った苗が、あらかじめ十分に耕された肥沃な田畑に植えつけられ、注意深く間引き・剪定の上、肥料を施されることによって良い枝葉や花芽だけが育成され、最良の結実が期待されてきたものに違いない。

高度な先端技術を獲得するためには、最良の種子や苗を入手すること、最良の苗床や田畑を用意すること、最善の育成技術を注ぎ込むこと、が必要不可欠である。良い種子や苗は、過去の実績の果実に直接依存するから、これらを自ら創り出すには、その基となる学問・技術の実績が、既に基礎として備わっていなければならない。また、良い苗床や田畑は、先端技術を育成するのに最も都合のよい場として用意されるべきである。一方、良い育成技術は、必要な新材料の開発、技術的問題に対する反省と改善とを含めて、最も効果的な方法で適用されるべきものである。

これらの実績を最も効果的に挙げるためには、海外産の種子や苗に頼り、育成に必要な新材料を輸入し、育成技術さえも海外技術の模倣・改良に大きな努力を注ぐことも、重要な作業として等閑にはできないと思われる。しかし、基本的には、自らの実績による果実から次の種子を採取せねばならないし、

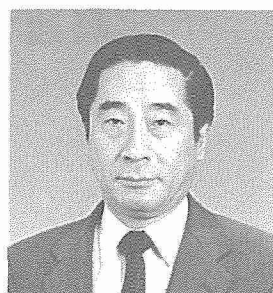
苗も自分で育てねばならない。最良の苗床も田畑も、最善の育成技術も、すべて基本的には、自らの実績の上に構築して行かねばならない、と考えるべきである。この立場では、先端技術の開発の基盤が、自らの創造力・独創力によって身に着いた科学的知識による支援を受けている自分自身の技術力にあることは明らかであろう。

研究開発の業務が、特定な目標に対して効率的な成果を実際に挙げることができたとしたら、それは、これまでに何代にもわたって歴代先進の研究者が営々辛苦の末に作り上げてきた結実を、現在、幸いにも収穫している立場にあるわけで、それがまた、次世代技術への種子になる、という輪廻の一齣の役を果たしているのである。このような学問・技術の系譜の中で、A T R に期待できる研究開発とは、どのようなものであろうか。あまりにも収穫だけにこだわらない体質が、この研究所にも育って欲しい、と心から願っている。

CTRとATR

東京大学 生産技術研究所

教授 安 田 靖 彦



米国は基礎研究が、我国は応用研究が得意であると言われる。それでは、研究に関する限り両国が協力すれば、ほどよい棲み分けあるいは分業体制が出来上がり、世の為人の為に結構なことではないかとも思われるが、事柄はそれ程簡単ではない。

米国では多くの重要産業において、日本を始めとする外国勢に追いつかれたり後れをとりつつある要因の一つは、大学が工学の研究教育に重点を置いてこなかった為ではないかとの認識が生まれている。この為、全米科学財団は最近大学を拠点とする工学研究センターの設立を助成することにした。この工学研究センターは大学と産業界の交流を活発化し、大学の研究者や学生が工学研究を行ったり、工業教育を受けることを促進する目的を持っている。1985年に始まったこの制度で既に14センターが設立されるか準備中である。NSFは各センターへ平均年間200万ドル程度を援助し、これとほぼ同額の援助を企業から期待している。この工学研究センターの一つに、コロンビア大学に設立された通信研究センター(Center for Telecommunications Research:CTR)がある。同センターは通信理論やネットワーク理論で著名なM.シュワルツ教授を所長として、教官20名(既設学科と兼任)、研究員10名、大学院学生40名他のメンバーからなっている。NSFから年間300万ドルの援助を受けているが、数年後には500万ドルとすることを計画しているので、工学研究センターの中では大規模なものと言ってよからう。このセンターは広い意味でのサービス総合デジタル網、ネットワークシステムに関する新しい概念の創出、通信用VLSIのアーキテクチャ、マイクロエレクトロニクス、光デバイス並びに解析手法等を研究対象にか

かけており、極めて現実的目標に絞っている。

従来、電気通信に関する組織的研究はベル研究所等の民間研究機関で行われ、米国の大学では個々の研究者が主として理論研究を行う例はあっても、このような組織的にプロジェクト研究を推進するのは初めてのことである。

一方、我国では基盤技術促進研究センターの出資を得て、昨年3月に発足した国際電気通信基礎技術研究所ATRは、通信研究センターCTRと比べると、一方は民間組織、他方は大学という相違はあるものの、ともに電気通信に関する将来技術の研究を既存の研究機関だけに任せてはおけないという共通の発想によって生まれたように思う。ATRは設立後1年半程度とまだ日は浅いが、優れた研究環境を整えると共に、広く各方面から優秀な人材を集め、4つの研究会社は既に着々と研究成果を挙げている。

電気通信技術の近年の発展は確かに目覚ましいものがある。これ迄の電話に加えて、ファクシミリ、ビデオテックス、テレテックス、テレライティングあるいはパソコン通信等のテレマティークサービスやビデオコンファレンス等の非音声系メディアが使用できるようになった。また、移動体通信の発達によって車の中から自動車電話で用件を片付けることも可能である。さらにサービス総合デジタル網の建設が始まり、近い将来単一のユーザインタフェースでこれらの各種サービスを利用することができるようになるであろう。

しかしながら、電気通信技術のゴールはまだ誰にも見えていない。これからしなければならない仕事は無限である。ATRがその発展の途上に大きな足跡を残されることを期待して止まない。

高速で強度の強い暗号の研究について

ATR通信システム研究所

通信ソフトウェア研究室

永 瀬 宏

1 ま え が き

情報化が進むと、経済取引情報を始め各種の重要な情報が通信システムを経由して交換されるようになります。通信システム上でこの重要な情報が安全に交換されるためには、情報の漏洩や破壊が防止でき、また何時でも使用できる信頼性が要求されます。このような要求を達成することをセキュリティと呼んでいますが、その中でも暗号は特に重要な技術です。

2 通信セキュリティに影響する要因と対策

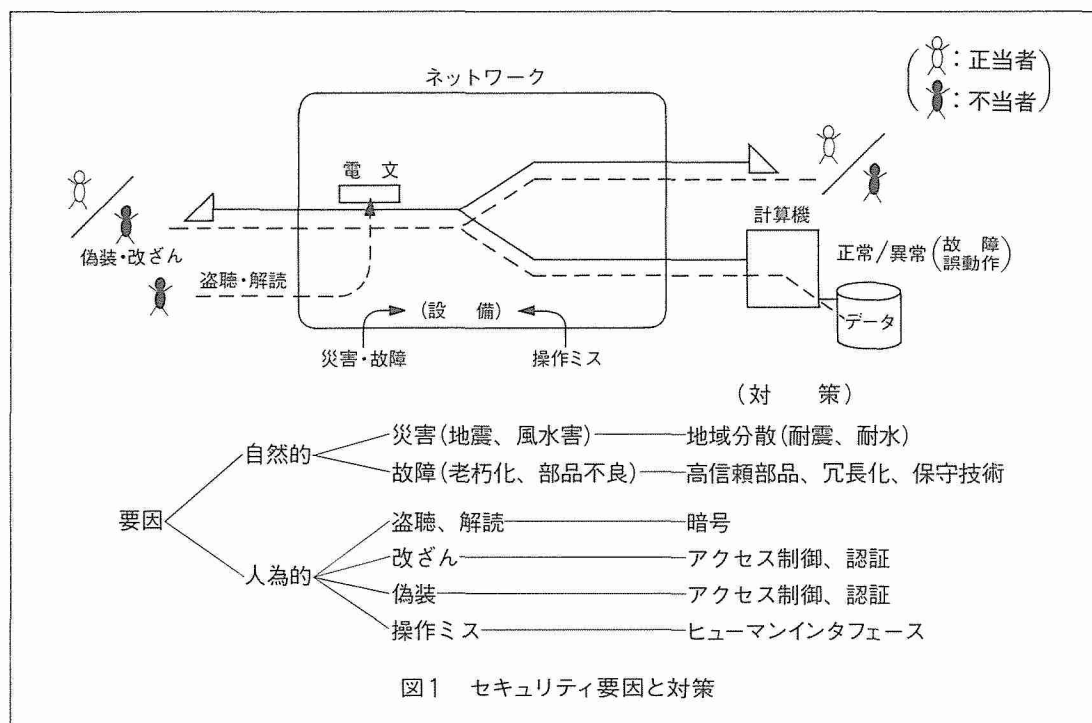
セキュリティを妨げる要因には自然的要因と人為的要因があります。これまでも種々の要因に対応して対処技術が研究されてきました。(図1)

① 自然的要因と対策

自然的要因には地震や風水害等の災害、装置の老朽化等による故障があります。災害に対しては重要装置や回線の地域分散が進められています。故障については部品の高信頼化や装置の冗長化等の対策と保守者の訓練等を含めた故障発生時の対処技術の向上が図られています。

② 人為的要因と対策

人為的要因には、保守者の誤操作による障害の誘発がその一つとして挙げられますが、重要なのは通信内容の漏洩、他人による改ざん、他人の正当な人へのなりすまし(偽装)による情報の不正入手等の情報の中身に関する問題です。



情報の中身の保護は暗号技術が中心に研究されており、多くの暗号方式が提案されています。また最近では暗号の応用として、書類の契約を電子化するデジタル署名・認証技術が研究されています。

人為的要因には、有資格者が正当に入手した情報を不正に使用する場合もあり、倫理意識の強化や法律の整備等技術面以外の対策も検討されています。

以下ではセキュリティの基本技術である暗号方式について、技術動向と研究のねらいを紹介します。

3 共通鍵暗号方式と公開鍵暗号方式

通信で授受する情報の秘密を守るため、暗号は古くから用いられてきました。暗号系の一般的な原理は図2のようなものです。即ち、送信者は通信文Mに鍵Kを用いて暗号をかけ、暗号文Cにして送信します。また受信者は暗号文Cを同じ鍵Kで通信文Mに復元します。この鍵Kは二人の通信者が共有する秘密情報で、第三者に知られない限り、安全に通信することができます。このような暗号系は共通鍵暗号方式と呼ばれ、米国商務省標準局(NBS)のデータ暗号化規格DESがよく知られています。

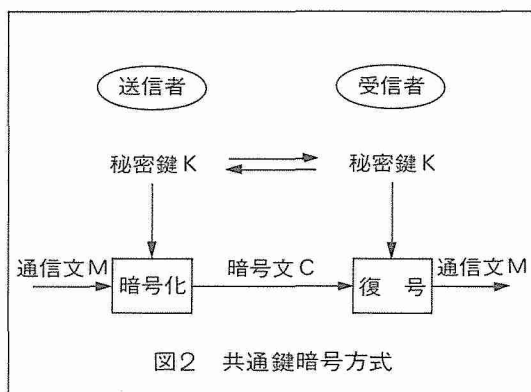


図2 共通鍵暗号方式

共通鍵暗号は比較的容易に装置化できることから広く普及していますが、長期間の同じ鍵の使用は危険なため、適時な鍵の変更が必要です。これは通信回線を通して行いますが、秘密裡に新しい鍵を通知し合う手順に問題があります。

この問題に対してスタンフォード大の Diffie, He-

llmanは一部の情報を公開して鍵情報を通知し合う方法を提案し、一つの解を与えました。この方法は、2者間で鍵の一部の情報を通知し合い、これと各自の持つ残りの鍵情報とを合成し、暗号に用いる秘密の共通鍵を生成するものです。公開された鍵情報だけで鍵を生成することはできません。

また彼らは一方向性落とし戸関数の概念も提案しました。この関数は、順方向の計算と、逆方向の計算があり、順方向の計算が容易なのにに対し、逆方向の計算は鍵を知らないと極端に難しいという特徴もっています。この関数を用いれば二分した一方の鍵を公開しても、解読されることがなく、暗号方式に適用することができます。これが公開鍵暗号方式と呼ばれるものです。原理を図3に示します。送信者は通信文Mに公開鍵Kを用いて暗号化し、暗号文Cにして送信します。また受信者は暗号文Cに秘密鍵K'を用いて通信文Mに復元します。

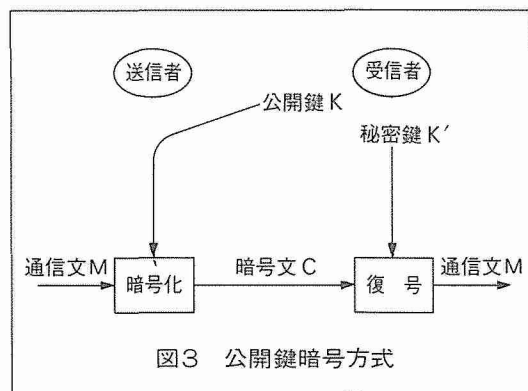


図3 公開鍵暗号方式

公開鍵暗号方式としてはMITのRivest等により提案されたRSAがよく知られており、この方式では、一方向性落とし戸関数は大きな整数の素因数分解が難しいことに着目して設計されています。〔1〕

公開鍵暗号方式では鍵Kは公開であるため、受信者から送信者への鍵の変更通知は簡単にできます。また鍵は共通鍵方式のように通信するペアごとに用意する必要がなく、秘密通信者が多い場合には全体で用意する鍵の数は大幅に削減されます。さらに公

衆網では、鍵 K さえ知っていればだれでも、その受信者と秘密通信を行うことができます。

公開鍵暗号方式の他の特長は応用の広さにあります。その一つが認証です。これは送信者の身元確認と通信文の改ざんの有無の確認を行なう機能です。

送信者 A は自分の秘密鍵 K' を用いて署名文を作成し、受信者は A の公開鍵 K を用いて署名文から通信文を復元します。そして、意味のある通信文が得られればその内容の信憑性と A からの送信であることが確認されます。従来の共通鍵暗号では、秘密鍵を共有する2者間で確かに署名機能は実現できますが、受信者により署名文が改ざんされ得るため、通信文を証拠として残せない問題がありました。しかし、公開鍵の方法では署名文を作成できるのは、秘密鍵 K' を持つ A に限定されますから、その可能性はありません。

4 暗号方式の高速化と高強度化

当研究所では将来の画像等の高速通信の需要拡大を想定して、高速デジタル通信(100Mb/s程度)に適用できる暗号方式の研究を進めています。

共通鍵暗号は認証等には不向きですが、秘密通信に関する限り、高速に処理できる利点があります。例えば現在の技術でLSIを製造すれば、DESが10Mb/s, RSAが50kb/s程度の処理容量が達成可能と言われています。このため実用中の高速秘密通信では専ら、共通鍵暗号が用いられています。このような背景から先ず共通鍵暗号方式の一層の高速化について検討しています。

暗号の強さは、それが送るメディアの冗長性によっても変化するためメディアの種類と冗長性との関係を把握しておくことは、今後の通信の多様化を考えれば重要なことです。図4は冗長度評価のために画像について行った予備実験の例です。図の左は各画素を8bit符号化したデジタル画像、右はその暗号化したものから第0,4bitのみを解読した(0は最上位)画像を示します。絵として見れば右と左はほと



んど差が感じられません。すなわち、画像では一部の解読で、原画像が推定できる場合があることを示しています。この例を始めとして種々の観点からの冗長性も研究していきます。〔2〕

図5は高速で強力な暗号を目指して検討した案で画像情報の暗号化に適用した場合の概念を示したものです。入力画像は1画面毎に秘密の鍵画像を加算して暗号化画像に変換します。処理は行列の有限体

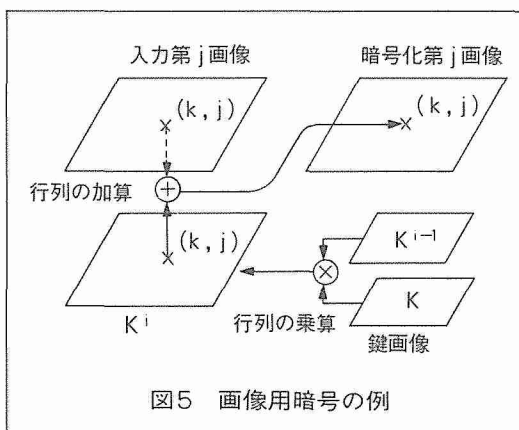


図5 画像用暗号の例

上での乗算と加算とで実行でき、並列処理により高速化できます。また一つの画面相当の情報を単位として暗号化するため、鍵の規模が大きくさらにその鍵が逐次的に変化するため、今後の評価が必要です

が強度も十分に得られると推定されます。

この方式での鍵配送は、鍵を二つに分けて一方を交換するDiffie, Hellmanの方法を行列に拡張すればよく、高速化も図れます。また、交換する鍵行列をある秘密の行列により変換したものを共通鍵とすることにより、自由度が増大し、解読を一層困難にすることができます。

5 ま と め

セキュリティの基本技術である暗号方式について研究の動向とねらいを紹介しました。速度と強度に関する要求はますます厳しくなるものと予想され、当研究所でもこの前進に向け努力します。

また、公開鍵暗号方式は応用性の広さから今後の多様な通信の実現に必須の技術になるものと考えられるため、一方向性落とし戸関数の探索等の基本検討のほか、各種の新しい通信形態を想定しての機能拡張のための考察もしていく予定です。

さらに最初に挙げましたが暗号以外にもセキュリティ影響要因が多数存在し、現在ではそれほど問題にはならないものでも、通信への依存度が高まるとともに大きくなる可能性があります。このような観点から、高度情報社会では通信形態はどのように変化するかのケーススタディを行い、新しいセキュリティ上の問題を追究したいと考えています。

参 考 文 献

- [1] 藤原他、“暗号アルゴリズムと計算量の理論”情報処理、Vol.25 No.6(1984)
- [2] 手塚、“デジタル動画像暗号化方式”昭和62年電子情報通信学会情報・システム部門全国大会。

通訳を介した日英会話の収集と分析 ～ 電話会話とキーボード会話の比較 ～

ATR 自動翻訳電話研究所

言語処理研究室

相 沢 輝 昭

1 はじめに

機械翻訳システムが販売される世の中になりました。しかしその翻訳対象は、単純明快に誤りなく書かれた書き言葉だけ。少し複雑なもの、誤りのあるもの、従って話し言葉は対象外です。

ところが、自動翻訳電話では、まさに話し言葉を相手にしなければならない。おそらく新しい翻訳方式が必要になるでしょう。それを求めて会話文の特徴に関する基礎的分析から研究を始めたところです。

最初に問題になったのが、分析に耐える会話文データをどのように集めるかということでした。電話会話の翻訳が最終目標ですから、現実の電話会話が収集できれば一番よいのですが、これは通信の守秘義務によって難しい。小説の会話部分、映画やテレビドラマのシナリオ等も考えられますが、これらの会話は人工的な含みの多すぎる嫌いがあります。

そこで結局、電話会話のシミュレーション実験を行って、その間に交わされた会話を集めようということになりました。それも、日本人同士の会話ではなく、日本人と外国人とを通訳を介して会話させ、日本語とともにそれに対応する英語も併せて集めることにしました。このような会話形態は、自動翻訳電話の一種の実現状況のシミュレーションとしても参考になるでしょう。

さらに、電話会話のシミュレーション実験と並行して、コンピュータ端末間のキーボード会話シミュレーション実験も行い、その間に交わされた会話データも収集しました。この種のキーボード会話文は、電子メール等に似て、論文のような書き言葉よりはくだけているが電話会話のような話し言葉よりは整っていて、われわれの最初の研究対象とするの

に適當であると考えています。

以下、電話会話とキーボード会話という2種類のシミュレーション実験を通じて得られた会話データとその特徴分析の一端を述べます。

2 通訳を介した電話会話の例とその特徴〔1〕

通訳を介した電話会話データの録音収集のための話者と使用機器の配置状況は図1に示す通りです。

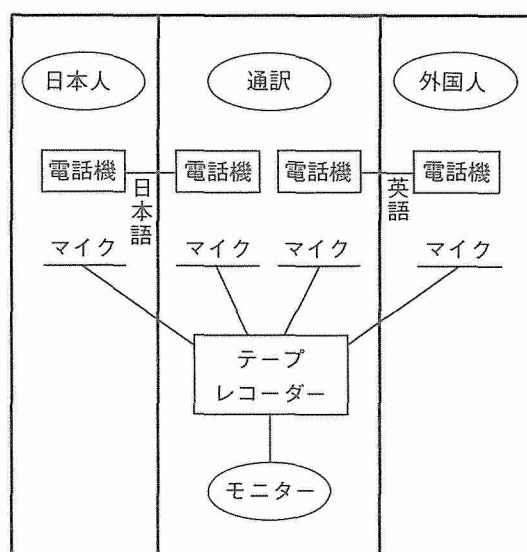


図1 電話会話シミュレーション実験の構成

通訳の前には日本人用と外国人用の2台の電話機を置き、相手に応じてそれらを使い分けてもらいます。

ここでは、若い女性「日本人」、日本語を母国語とする女性「通訳」、英語を母国語とする男性「外国人」の間の会話の一部をできるだけ忠実に紹介しましょう。「外国人」は旅行業者、「日本人」は東京旅行の希望者という想定です。また「通訳」は原則として同時通訳ではなく逐次通訳を行っています。以下、通訳結果はカッコ内に示してあります。

J 1 「あ、もしもし、あのー、恐れ入りますが、東京のホテルの
ことでちょっとお聞きしたいんですけど」
(Hello? I'm.....I'd like to get some in-
formations about hotels in Tokyo.)

E 2 「Yes, May I have your name please? 」
(はい、あの、そちらのお名前どうぞ。……すいません、
失礼ですがお名前お願ひできますか?)

J 3 「あ、はい、はい、田中と申します」
(My name is Tanaka.)

E 4 「Yes, Miss Ta-Tanaka, Uh, do you have and
particular place in Tokyo that you would
like to stay? 」
(田中さん、どこか特に、あのー、東京で、あの、お泊まり
になりたいと思われるとございますでしょうか?)

J 5 「はい、あのー、六本木で、あの、ディスコにちょっと
行きたいんで、その辺でお願いしたいんですが」
(I love to go to discos around Roppongi,
so is there any hotel available around that?
around there?)

この例を見てすぐ目に付く特徴は、日本語での
「あ、あの、あのー」の多用です。試みにそれらを
単純に取り除くだけでも、文としての体裁がかなり
整うことが分かります。

しかし、それらを取り除いてもなお、J 1 文にお
ける「ちょっとお聞きしたいんですけど」、J 5
文における「ディスコにちょっと行きたいんで」な
どの「ちょっと」の使い方、また、J 1 文における
「お聞きしたいんですけど」、J 5 文における「お
願いしたいんですが」などの言い切らない表現、さ
らに、J 5 文における「六本木で、……、その辺で
……」のような冗長な表現など、書き言葉には見ら
れない話し言葉独特の様々な表現が残ります。

また、E 2 文から J 3 文にかけては、通訳が介在
したことによって外国人の質問に対する日本人の返

答のタイミングが見失われ、通訳の重ねての催促に
日本人があわてて返答するという場面が見られます。
これは、自動翻訳電話のシステム構成を考える際の
重要な問題を提起していると思われます。

次に、自動翻訳電話の実現という観点から、この
通訳者の仕事を、機械による代替可能性を考え
ながら眺めてみましょう。

E 6 「With breakfast and tax and service included
it would cost seven thousand two hundred
per person. 」

(えー、朝食、えー、税サービス込みでということになり
ますと 7200円ですが)

J 7 「あ、それ位だったらいいです」
(That will be fine.)

この J 7 文の「いいです」は、「良い、満足であ
る」とも解釈できるし、「要らない、受け入れられ
ない」とも解釈できます。それを一瞬のうちに前者
であると判断して、しかも、「それ位だったら」と
いう表現をこれ以上細かく分析したりしないので、
“That will be fine.” と訳す。どうすれば機械に
このようなことが可能になるでしょうか。

逆に、通訳がひどくもたつく場合があります。

E 6 「And, ah, may I help you with anything else
like tours, restaurants, transportation? 」

(え、その他、何か他に、あの、何かございますでしょうか。
あのー、特別な東京のツアーですとか……えー、
レストラン、その他、あの、交通機関なども……何か。)

この通訳のもたつきの原因は、多分、“tour,
restaurants, transportation” と並べられた情報
を忘れないようにしなければという気持ちと、遅滞
なく翻訳を進めなければという気持ちとの葛藤にあ
ると思われます。もたつきながらも「ツアー、レ

トラン、交通機関」のいずれをも訳し漏らしていないのはさすがです。しかし機械なら、この種の情報の記憶は容易ですから、人間通訳よりもスムーズに翻訳が行える可能性があります。機械による自動翻訳電話が、人間通訳より優る場合も無いとは言いません。

3 電話会話とキーボード会話の比較〔2〕

電話会話の収集と並行して、コンピュータ端末間でのキーボード会話データの収集を行い、両者の日本語部分について言語的な特徴を比較しました。

会話内容は、当面の機械翻訳の対象と考えている「国際会議の問い合わせ」、即ち「日本人」から国際会議事務局の「外国人」に対する種々の問い合わせに絞りました。電話会話の収録方法は上記(2)に述べた通りです。キーボード会話の場合には、電話に向かって話す代わりにコンピュータ端末のキーボードを叩くことになります。但し、送信キーを押すまでは入力訂正を許しています。

分析した会話のうち、日本語部分のデータ量は次の通りです。

	電話会話	キーボード会話
・総会話数	14	12
・総文数	1,115	358
・総語数	11,598	3,092

表1 品詞の相対的出現頻度

品詞	電話会話		キーボード会話	
	出現語数	相対頻度	出現語数	相対頻度
助詞	3,321	32.1	980	32.6
名詞	2,139	20.7	672	22.4
助動詞	1,739	16.8	530	17.6
動詞	1,552	15.0	463	15.4
副詞	442	4.3	96	3.2
代名詞	351	3.4	64	2.1
数詞	252	2.4	90	3.0
連体詞	170	1.6	21	0.7
形容動詞	141	1.4	8	0.3
接続詞	134	1.3	39	1.3
形容词	110	1.1	43	1.4
感動詞	1,247	—	86	—
記号	0	—	77	—

表1に品詞統計を示しました。感動詞(「あの一」といった間投表現を含む)と、記号は、それぞれ電話会話とキーボード会話に極めて偏った形で現れていることが分かります。表中の相対頻度の計算にはそれらを省いてありますが、その結果、品詞の相対的出現頻度は電話会話とキーボード会話でよく一致しています。

さて、われわれの分析は、電話会話とキーボード会話を特徴づける基本要素の包含関係として、図2のようにまとめることができます。

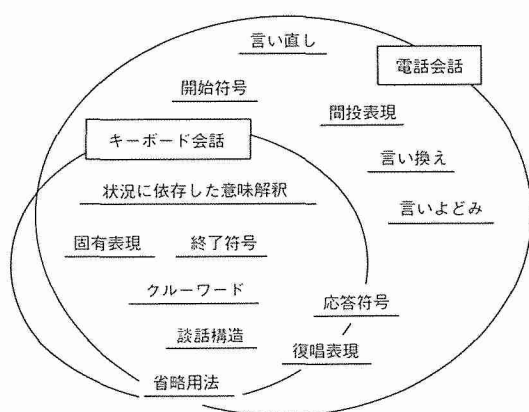


図2 電話会話とキーボード会話の基本要素の包含関係

これについて次のようなことが言えるでしょう。

① 電話会話のみにあってキーボード会話にない要素として、言いよどみ、言い換え、言い直し、間投表現、開始符号があります。

言いよどみの例として「いただく……だくのは」、言い換えの例として「こういったプログラム、観光プログラムは」、言い直しの例として「それともう一人なん……もう一人ね」等があります。いずれも機械翻訳に対する難問を突きつけています。これらがキーボード会話に現れないのは、送信前の訂正を許しているからです。

「えー、あの一」といった間投表現も電話会話の特徴的な要素ですが、これらの中には、発話の開始符号として聞き手の注意を促すために使われている

ものもあります。

② 電話会話もキーボード会話も、会話としての多くの基本要素を共有しています。例えば、詳しい説明は省きますが、状況に依存した意味表現、固有表現、終了符号、談話構造、キーワードは、両会話で同じように使われています。このことから、キーボード会話は、文字で表現されているが話し言葉に近い性格を持つと言えるでしょう。

③ 電話会話とキーボード会話の両方に現れているが、その現れ方がかなり違う要素として、省略用法、復唱表現、応答符号があります。

電話会話ではしばしば、格助詞が省略されるのに対して、キーボード会話ではトピックが省略される傾向が見られました。例えば、

(電話会話)

A: 登録料はおいくらですか。

B: 登録料は16,000円です。

(キーボード会話)

A: 登録料はおいくらですか。

B: () アメリカドルで 100ドルです。

復唱表現については、電話会話では聞き間違いを避けるための単純な復唱確認が行われるのに対して、キーボード会話では予期に反したことを言われた時に新たな条件を付加して再確認のための復唱が行われることが多いようです。

応答符合についての差は、電話会話で多用される「はい」がキーボード会話には現れないためです。

④ キーボード会話のみにあって電話会話にない要素として、特殊記号の使用、表形式を用いた情報の過剰表現等の傾向が見られます。

以上のことから、キーボード会話は電話会話における言いよどみ、言い換え、言い直し、間投表現等が除去された会話の基本的性質を備えたものである、と一先ず結論できましょう。このことは、キーボード会話の機械翻訳の研究が、最終目標である電話会話の機械翻訳に向けての有効な第一歩になり得るこ

とを示していると考えられます。それを信じて、われわれはすでにその方向に踏み出したところです。[3]

4 おわりに

今後進めなければならないことは、当面の研究対象としたキーボード会話の機械翻訳に向けての分析を深めることです。そのためには、会話の内容や進め方、話者などの種類を増やして、さらにデータを収集する必要があります。現在、日英を合わせて約数万語のデータを収集していますが、当面、ほぼ倍の10万語を目標としています。

このようなデータの分析を通してキーボード会話に対する翻訳手法の手掛かりをつかみ、まず、キーボード会話翻訳実験システムのようなものを作りたいと考えています。次にそれを足場にして、最終目標である電話会話の機械翻訳に進むというのが、現在考えているシナリオです。

参 考 文 献

[1] 飯田、野垣内、相沢：「通訳を介した電話会話の特徴分析」電子情報通信学会技術研究報告NLC 86-11(1986)

[2] 有田、小暮、野垣内、前田、飯田：「メディアに依存する会話の様式～電話会話とキーボード会話の比較～」情報処理学会研究報告NL-61-5(1987)

[3] 小暮、有田、野垣内、飯田：「端末間対話における言語理解方式」情報処理学会研究報告NL-62-11(1987)

音声データベースについて

A T R 自動翻訳電話研究所

音声情報処理研究室

桑 原 尚 夫

1 はじめに

実用的な音声認識では、現在、認識できる語彙数が少なくしかも対象とする話者が限られています。今後の音声認識の目標は、大語彙でしかも不特定多数の話者が発声した音声で認識できることであります。このためには、多数の語彙でかつ多数の人の発声した音声データを用意する必要があります。また、音声認識に限らず、音声合成、音声分析、音声知覚や個人性など、音声の基礎的研究を進めるためにも多数の話者が発声した多種類の音声データが必要です。A T R 自動翻訳電話研究所およびA T R 視聴覚機構研究所では、昨年度より、研究開発用の音声データベースの作成を進めており、既に一部の音声データが研究目的に使用され始めています。この共同で進めている音声データベースは単に音声データの収集だけでなく、連続的な音声を音素と呼ばれる単位に分割し、ローマ字表記したときのアルファベットその他の記号を付与します。これらの記号を総称して音譜ラベルと呼びますが、ラベルを付与することにより研究の効率を飛躍的に向上させることができます。

以下に、その目的および概要について述べます。

2 データベースの目的

音声認識や音声合成アルゴリズムの開発、音声分析や音声知覚などの基礎研究に用いる目的でデータベースの作成を行っています。特に、当研究所で進めている音素認識を基にした連続音声認識システムを構成するには、音声現象が正確に記述されたラベルデータを用いる必要があります、それによって極めて効率の良い研究を行うことができます。また、データベースの条件として、

- ① 語数が大きいこと
- ② すべての発音を含んでいること（音韻バランスがとれていること）
- ③ 話者が多いこと
- ④ すべての研究目的に使い、しかも使い易いこと

これらが必要条件です。A T R の音声データベースは③を除けばこの条件にすべて適っています。③に関しては、今後も除々に増やして行く予定です。

3 音声データ

1) 発声内容

現在までに収集したデータの発声内容を表1に示します。重要語は三省堂新明解国語辞典から抽出し、文章データは当研究所で行った電話模擬実験の会話をもとに作成しました。

表1 音声データベースの内容

項目	語数
重要語	5229語
会話文	115文 各々につき3種類の区切り方で発声
英数字 音韻バランス単語 等	386語

2) 発声方法

音声データベース作成の第一歩として、話者は発声のしっかりしたアナウンサーまたはナレーターとしました。また、発声方法は、原則としてNHKアナウンサーの発声基準に従っています。

3) 音声収録とラベリング方法

収録条件としては、防音室や録音スタジオなどの

出来るだけ静かな環境で、単語の場合、一語毎に区切って明瞭に発声し、一旦PCMテープに録音します。次に、計算機ワークステーションを介して、デジタル信号に変換し、磁気ディスクに収納します。収納された音声データを単語ごとに切り出し、周波数スペクトル分析して、レーザープリンターに出力します。

会話文の場合、①普通の読みかたで普通の速さで発声、②文節毎に区切って発声、および③文節毎に区切り、さらに複合語を単語に分割して発声、の三種類の発声方法で収録しました。これらの音声は、一文をひとまとめにして周波数スペクトル分析し、レーザープリンターに出力します。

出力された周波数スペクトルをもとにして、訓練された人間のラベラーにより、各単語は母音、子音等の単位に区分され各部分にラベルが付けられます。

このラベルデータはキーボードにより再び計算機に入力されます。第1図は、ワークステーションを中心とした音声収録から、ラベルデータ入力までのシステム図です。

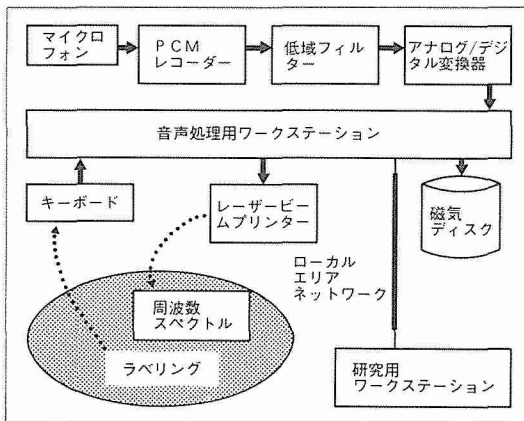


図1 音声収集およびラベリングシステムのブロック図

4 ラベリング

1) ラベルの構成

各音声区間を複数のラベルを用いて効率良く記述するため、以下の5階層に分けてラベリングを行っ

ています。このような多層構造を持つラベリングは、当研究所、匂坂芳典、武田一哉らの検討により行われたものです(参考文献1)。

- ① 音声記号層：単語のローマ字表記を母音部、子音部に分割し、対応する音声区間に記述します。
- ② イベント層：実際の音声現象を忠実に反映するように、表2に示すような音声の特徴を表わす記号を記述します。

表2 イベント記号

表記記号	音声事象
<	無声子音から母音への入り渡り
>	無声子音から母音への出渡り
*>	有声子音から母音への出渡り
tr	スペクトルパターンの乱れ
cl, *cl	破裂(破擦)音内閉鎖区間(*は有声)
/p, t, k, b, d, g/	破裂音内破裂・気音区間
pau	休止区間 (pause)
/s, h, sh, z, dj, f/	摩擦音区間
/w, y/	半母音区間
/r/	流音区間
/a, i, u, e, o/	母音区間
/mm/	鼻音区間
/j/	拗音区間
N	撥音区間
ts, ch	破擦音内摩擦区間

ラベリングの際、イベント層で記述する32種類の記号を示す。周波数スペクトルの観察により、対応する箇所に付与する。

- ③ 異音化層：母音の無声化が見られる区間、ならびに母音末尾で摩擦性の子音スペクトルが重畳している区間、を記述します。
- ④ 融合化層：周波数スペクトログラム上で区分化が不可能な部分を記述します。
- ⑤ 母音中心層：母音区間中で、最も安定した箇所でのその中心的な位置を明示します。

2) ラベリングの例

実際にラベリングを行った例を図2に示します。

語尾に生じている無声化は、異音化層及び融合化層において、図のように記述されます。また、ラベル付けは複数のラベラーによって行われていますが、片桐滋(視聴覚機構研究所)らの研究の結果、ラベラー間のバラツキは小さく、極めて精度が高いことが分かりました(参考文献2)。

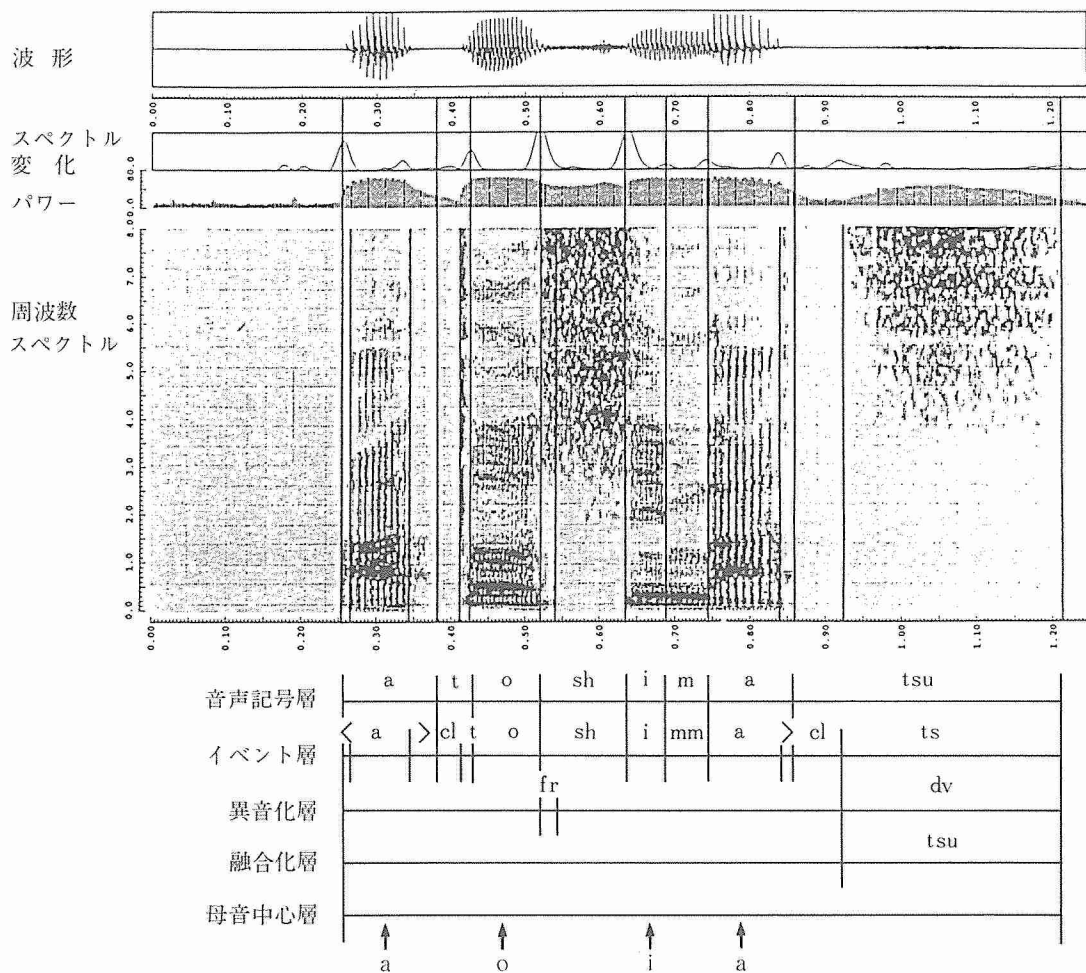


図2 ラベリングの一例：【あとしまつ】

スペクトログラムとは、音声信号に含まれる周波数成分を目で見えるように白黒の濃淡パターンで表示する方法です。周波数成分が強い部分は濃く表示され、弱い部分は薄く表示されます。一種のバンドパスフィルター分析であり、横が時間、縦が周波数で表示されます。母音の部分には通常太い縞模様がいくつか現れ（これをホルマント周波数と呼びます）、子音は、その種類によって様々な濃淡パターンを示します。

5 将来計画

今の所、発声者はアナウンサーに限られています。将来は一般の人を含めた不特定多数の話者に拡張を図ります。また、現在のデータベースは単語が主体ですが、さらに連続音声テキストの作成も進め、通常の文章あるいは会話文まで音声データの範囲を拡張する予定です。さらに、外国語(英語)に関しても、外国の研究機関との共同も含めて、将来、データの収集を計画しています。

6 海外に於けるデータベースの動向

海外においても、最近では音声データベースの収集や、それに関する研究が盛んです。特に、アメリカでは、数年前にスタートした DARPA (Defence Advanced Research Project Agency) による音声認識研究に用いるため、このプロジェクトに参加している各研究機関で音声データを収集しており、中には、当研究所で行っているようなラベル付けのされたデータも含まれています。これらの音声データベースはアメリカ連邦標準局(NBS)が一括管理し、アメリカ国内での普及を図っています。

フランスには、GRECO のプロジェクトの一つとして BDLEX と呼ばれるデータベースの構築が進められています。但し、これは音声データのみではなく、言語解析用のテキスト(書き言葉)のデータも含まれているため、規模としてはかなり大きなものです。ここでも、当研究所で進めているような詳細なラベル付けを試みており、GRECO グループだけでなく、国内で共通に使えるデータベースの構成を目指しています。

イギリスには ALVEY 計画というマン・マシンインターフェースに関する国家プロジェクトが進行しており、音声研究はエジンバラ大学を中心に進められています。ここでも、主として研究開発用の音声データベースが作られており、200個の文章を選定して音声を収集しています。また、オーストラリアでも、多数話者を目的にしたオーストラリア英語の

収集が国立大学を中心に進められています。

現在、これら諸外国のプロジェクトと ATR とは直接関連はありませんが、近い将来には、DARPA のデータベースの入手あるいはエジンバラ大学との共同研究を通して当研究所における英語データベースの作成を考慮します。

7 むすび

ATR で現在構築している音声データベースは、子音や母音のローマ字表記による単なる表層的なラベルのみでなく、実際の発声現象を詳細に記述した多層のラベル構造を持つため、音声の様々な研究目的に用いることができます。

また同時に、現在、この音韻ラベルを基に、関係データ表現によるデータベース管理システムの構築を行っており、より一層使い易いデータベースを目指して整備を進めています。なお、このデータベース管理システムの構成は、武田一哉らによって進められています。(参考文献3)

参考文献

- [1] 武田一哉、匂坂芳典、片桐 滋：“音声データベース構築のための音韻ラベリング”、音響学会講演論文集、2-5-10(1987年3月)
- [2] 片桐 滋、匂坂芳典、武田一哉：“視察に基づく音韻ラベルの性質”、音響学会講演論文集、2-5-9(1987年3月)
- [3] 武田一哉、森川省吾、桑原尚夫：“音声データベース管理システムの構築”、情報処理学会講演論文集、2H-4(1987年9月)

人間の運動視知覚機構

ATR 視聴覚機構研究所

視覚研究室

佐 藤 隆 夫

1 はじめに

視聴覚機構研究所では、人間の視聴覚のメカニズムの解明を目的として研究を行っています。このような研究に取り組む大きな理由は2つあります。

第一に、電気通信において、人間に使いやすいシステムを作るためには、人間の見たり、聴いたり、考えたりする仕組みを理解しておく必要があるからです。

第二の理由は、文字や顔、音声の認識など人間がたやすくやってしまうことでも、機械（コンピュータ）にはまだ不十分にしかできないことが多くあるからです。高度な知的機能を持つ通信手段を実現するためには、人間の優れた視聴覚機構を解明し、モデル化し、機械として実現して行くというアプローチが有効なものとなります。

こうした努力の一環として、視覚研究室では人間が運動する物体を見るメカニズムを明らかにするための研究を、視覚心理実験、コンピュータによるモデルの構成の2つのアプローチから行っています。今回は、ランダム・ドット・パターンの仮現運動に関する視覚心理研究の一部を紹介します。

2 運動視知覚の3段階

我々が見る物はすべて動いています。静止した物でも、我々の体や、眼球がつねに動いているので、結局は運動していると言えます。また、人間の歴史の中で視覚の第一の意義は獲物や敵をすばやく発見することにあったことは言うまでもありません。このように考えると、運動の視知覚は視知覚機能全体のなかで最も基本的なものとも言えます。運動の視知覚には3つの段階があります。第一は運動の検出、

つまり止まっているものと動いているものを区別し、動いているものを見つけ出す段階です。我々が見るものは、すべて動いているわけですが、我々はあるものは動いていると見なし、あるものは静止していると見なします。第二の段階は、運動の方向、速度などの知覚、つまり運動の性質の知覚です。第三は、運動している物体の認識、つまり動いているものが何かという知覚です。運動している物体を背景から切り出すという仕事もこのステップの一部です。

3 ランダム・ドット・パターンの仮現運動

動くネオンサインをよく見かけます。この場合、ネオンランプが実際に動いているわけではなく、多くのランプを適当な時間間隔で点けたり消したりすることを繰り返すことによって、まるで動いているかのような視覚印象を作りだしているわけです。

この様に、実際には動いていないものが動いて見える現象を視覚心理学では仮現運動と呼び、実際の運動と区別しています。踏切の赤い警告灯が往復運動して見えるのも仮現運動の一種ですし、映画やテレビも1コマ単位で見れば動いていないものを仮現運動の原理で動くものとして見せているわけです。

一方、太陽や月の動きはゆっくりすぎて運動としては見えません。しかし、位置の変化から運動があったことを推測することができます。このような、間接的な運動の推測と踏切の警報灯や映画のような直接的な運動の知覚とを区別するために、我々の研究室では図1にあるようなランダム・ドット・パターンと呼ばれる。図形的な特徴が少ないパターンを用いて仮現運動の研究を行っています。

図1のパターンはパターン全体を細かいマスに区

切り、それぞれのマスにランダムに白黒を割り当てて作ったものです。

このパターンを、ごくわずかずらしたものを2枚、100～300ミリ秒ずつ交互に提示すると、パターン全体のきれいな往復運動が見られます。

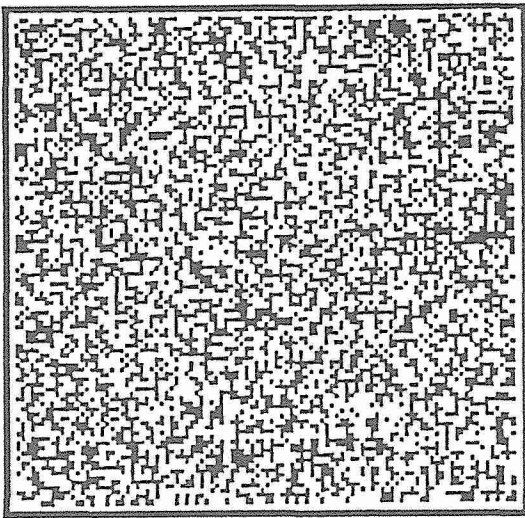


図1 ランダム・ドット・パターン

4 運動の知覚と運動による形の知覚

図2のパターン対は、T1とT2(ターゲット)が全く同一の、またB1とB2(背景)が相互に全く相関のないランダム・ドット・パターンからできています。ただし、T1とT2は位置を多少ずらしてあります。このような対を継続的に提示するとターゲットの滑らかな運動が見られます。それだけでなくまとめて動くターゲットが、無秩序に運動をする背景からくっきりと分離して見えます。もちろん、一枚のパターンを長時間、静止したものとして提示しても何も見えません。2枚のパターンを継続的に提示し、運動を作り出すことによってはじめてターゲットの輪郭が鮮明に浮き上がってきます。これは、ジャングルの中でじっとしている間は全く見えな

った豹が、ちょっと動いたとたんにはっきりと見えってしまうという自然界の状況を実験室で再現したものということもできます。

この事態では、運動することによって運動対象の認識が可能になっているわけですが、運動が認められればつねにターゲット認識が可能だというわけでもありません。

図2の刺激のような場合、ターゲットの水平移動距離、つまり運動の振幅(D)が視角で十数分程度まで運動の方向がほぼ正確に判断できます。しかし、ターゲットの形が鮮明に知覚できるのは6～7分程度の振幅までです。つまり、中間に運動方向は確実に分かるがターゲットの形ははっきりしないという領域が存在する訳です。

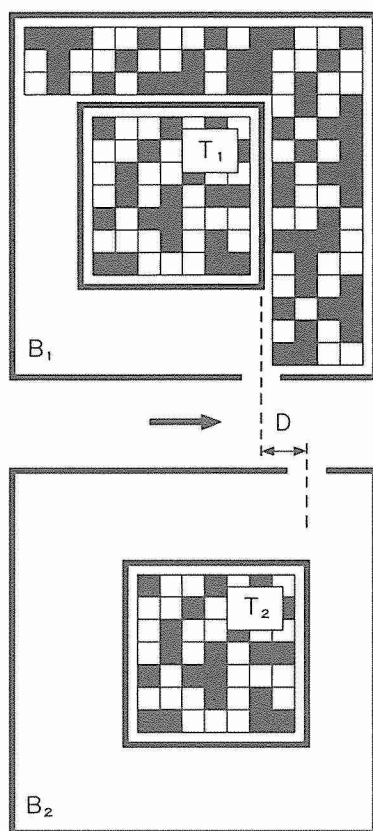
運動の振幅をだんだん大きくして行くと、はじめ、背景から鮮明に分離したターゲットの滑らかな運動が認められていたものが、やがてターゲットの輪郭が不鮮明になり、次に角が無くなり形態が不鮮明になり、最後にはぼんやりとした霧か霞のようなものが運動しているという状態を経て、ついに運動方向の判断もできなくなっていってしまう訳です。

ここで重要なことは、運動が知覚されていても必ずしもターゲットの形態知覚が成立する訳ではないということです。上の実験結果は、運動方向が正しく知覚されていても、ターゲットの形態、輪郭が鮮明に知覚されない場合もあることを示しています。

同様の結果は、明るさと、色に関する情報の運動知覚において果たす役割を検討するための実験においても見いだされました。この実験では、図1のようなランダムドット・パターンを白黒ではなく、赤と緑のドットで作り、赤と緑の明るさの比を様々に変化させて運動方向、ターゲット形態の判断を行ってみました。その結果、赤と緑の明るさが等しい時運動方向の判断はできるが、ターゲットの形態、輪郭の知覚はほとんど成立しないことが判りました。

この様な結果から、運動する物体の背景からの分

図2 ランダム・ドット・パターンの仮現運動



離のためのメカニズムは、運動方向や速度など、運動そのものの属性に関する知覚のメカニズムとは異なったものであることが明らかになってきました。今後、その2つのメカニズムの関係、明るさ、色情報の関係などを、より詳細に検討し、モデル化していく必要があります。

5 む す び

ここでは視覚研究室で行っている運動知覚に関する視覚心理研究の一部を紹介しましたが、このような必理実験に基づく研究の結果、運動の方向や速度

を検出するための機構と、運動による対象の分離を行う機構とは互いにかなり独立して働いているということが分かってきました。

我々は、こうした事実に基づいた人間の運動視覚機構のコンピュータ・モデルを構成することも進めています。また、誘発脳波を指標とする、人間の運動視覚に関する生理学的な研究にも着手しています。

このような基礎研究の成果は、これからの、動画理解システムや動画像の提示システムをより優れたものにしていくことに生かされて行きます。

参考文献

- [1] Braddick, O.J.(1974) A short range process in apparent motion. Vision Research, 14, 519.
- [2] Sato, T (1986) Displacement Limits for Reversed Random-dot Cinematograms. The Optical Society of America, Annual Meeting, Seattle.
- [3] 佐藤 隆夫 (1987) ランダムドット仮現運動の解析。TV学会技術報告, Vol. No. 48.
- [4] Sato, T. (1987) Temporal characteristics of motion discrimination and pattern segregation in random-dot cinematograms (RDC). ARVO Annual meeting, Sarasota, Florida.

ATRにおけるMMICの研究

ATR光電波通信研究所

無線通信第二研究室

徳 満 恒 雄

1 はじめに

ATR光電波通信研究所では、将来の無線通信用の超小型移動機や高機能アンテナの実現などを主な目的としてモノリシックマイクロ波集積回路(MMIC)の研究を行っています。MMICとはガリウム砒素などの半絶縁性半導体基板上に、トランジスタ・ダイオードなどの能動素子と、抵抗・容量・インダクタなどから成る受動回路を半導体プロセス技術によって一括製作するマイクロ波ICの総称です。MMICは、薄膜受動回路に個別のトランジスタ・容量などを実装した従来の混成マイクロ波集積回路(MIC)に比べて小型・高信頼化が容易であり、かつ電気的特性や量産性にも優れています。

ここ10年間程、多くの企業、研究機関において、MMICの研究開発が盛んに行われており、現在、その動作周波数はミリ波帯まで及んでいます。このような状況下において、米国では各メーカー独自の研究開発に加えて、国防省が1986年から各種軍用システムの低コスト化を主な目的として「MMIC計画」を推進し、国家的なリーダーシップによる研究開発を進めています[1]。これは、MMIC研究開発の強力な推進プランとして世界的に注目されています。

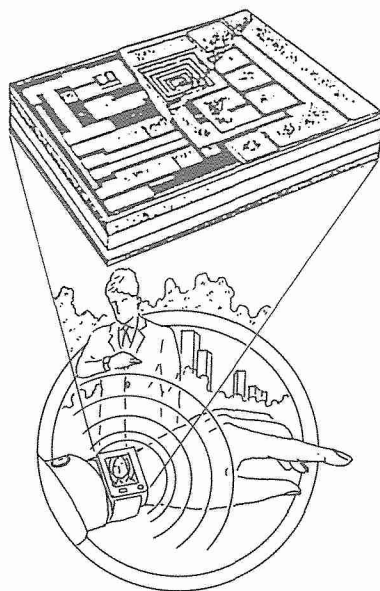
ところでMMIC技術は、これまで半導体プロセスの進展を主な牽引力として発展してきました。しかし、回路設計においては、MICで行われていた設計を高精度化するための研究開発が主で、FET（電解効果トランジスタ）などの能動デバイスと受動回路は、依然として別個のものとして扱われてきました。すなわち、回路設計においてまず、半導体デバイスを選定し、次にこれに接続するマイクロ波伝送線路を選定します。続いて伝送線路・抵抗・容量などで構成した受動回路を半導体デバイスと接続し、計算

機を用いた回路設計技術(CAD)によって所望の特性が得られるように最適化します。この場合、受動回路は半導体デバイスに比べて一般に形状が大変大きくなります。

最近、MMICの小型・高機能化を指向した研究開発も検討されるようになってきましたが、低周波回路技術をそのまま応用したものが多く高周波化には限界があります。また、半導体基板上に平面的に回路を配置する点は従来と同じであり、回路の小型化にも限界があります。

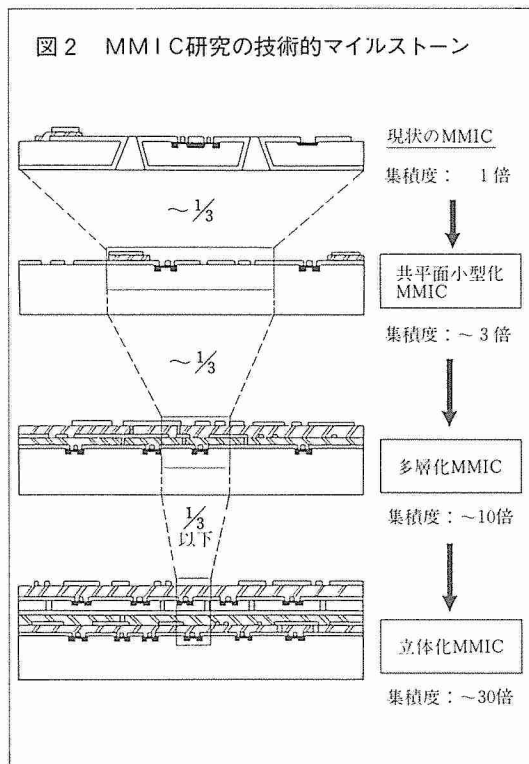
当研究所ではこのような技術状況を踏まえ、MMICの大幅な小型・高機能化および高周波化を目指した新しい設計コンセプトの提案を行い、その実現のためのCAD技術の拡充を目指して研究を進めています。

図1 超小型移動無線機とMMIC



2 ATRにおけるMMIC研究のねらい

未来の移動通信用無線送受信機をカードないし腕時計ほどに超小型化することは、この分野の研究者の夢の一つです(図1)。この場合、回路は現在のMMICの集積度を大幅に高める必要があります。また、サービスの向上および多様化も要望され、装置機能の大幅な向上が必要です。周波数帯もマイクロ波からミリ波までサービスに応じて使い分けられることになると考えられます。それを実現するための基盤技術の1つとして、当研究所ではマイクロ波・ミリ波帯の送受信系と高速高機能な信号処理系を1ないし2チップに集積化することを技術的最終ターゲットとしてMMICの研究を推進しています。図2は、ATRにおける今後10年間にわたるMMIC研究の技術的マイルストーンを示したものです。各マイルストーンを、①共平面小型化MMIC、②多層化MMIC、③立体化MMICと呼んでいます。



現在は共平面小型化MMICおよび多層化MMICの基礎研究のフェーズにあります。ここで、「共平面MMIC」とは接地導体を含む全ての回路要素を基板の同一平面上に配置して構成したMMICを意味し、これに用いるマイクロ波伝送線路は共平面線路と呼ばれています。共平面線路にはコプレナ線路やスロット線路等があります(注)。

共平面小型化MMICにおいて、回路を共平面化すると共に、能動デバイスの電極構造を高周波回路に適した共平面線路と一体的に構成する「線路一体化FET: LUFET (Line Unified FET)と呼ぶ」の考え方を導入した新しい設計コンセプトに基づいて回路機能の向上および小型化を図っています。この設計コンセプトにより、新たな回路機能を実現するとともに、能動デバイスの機能・性能を最大限に引き出すことが可能になります。

次の多層化MMICの段階では、この技術に加えてマイクロ波受動回路を多層化し、さらに小型化・高機能化を図ります。多層化とは、誘電体絶縁膜を積み重ね、かつ、これらの層間・層上に金層配線や接地導体を配置することによってマイクロ波受動回路を効率良くコンパクトに構成することを特徴としています。多層化にあたってはマイクロ波伝送線路を性能良く形成するための比較的厚い絶縁膜を形成する技術、および、それらの受動回路の正確な高周波特性解析が重要です。MMICについては、絶縁膜の形成法、その基本回路および多層膜を用いて初めて実現できる新しい伝送線路の検討、更にはそれらの設計のための電磁界解析などを進めています。

共平面小型化MMIC技術と融合することにより現在のMMICの約10倍の集積化が可能になると考えています。

最終段階である立体化MMICは、一層の高集積・高機能化を目指して、複数の半導体層を有するMMICの完成を目指します。MMICの立体化のためには多層膜上に半導体層を形成する技術の進展が必須条

件です。現在、LSI の分野で三次元IC 化の研究が進んでいます。その技術も参考にして立体化MMIC の実現を図って行く予定です。この立体化MMIC 技術を用いて高周波受信・送信部および高速信号処理部を積層し、さらに波動信号処理などの新しいアルゴリズムに基づいてMMIC を構成することにより、将来の超小型・高機能な移動通信装置が実現できると考えています。

3 新しい設計コンセプト「LUFET」MMIC

ここでは、線路一体化 FEE (LUFET) の概念について少し詳しく述べます。LUFET は、能動デバイスである FET の電極パタンの形状・配置を共平面線路として積極的に活用して FET の電気的機能を向上し、これによって MMIC を小型・高機能化することを目的としたものです。FET は、3 種の電極（ドレイン、ゲート、ソース）を有し、それぞれの電極は半導体基板の片面上に互いに並行する形で配置されています。このような電極配置は共平面線路と構造的に非常に良く整合しているので、共平面線路を FET と一体化することは自然の理にかなった設計法と言えます。FET の電極をどのように配置するとどのような共平面線路が形成できるか、あるいは、どのような回路機能が実現できるかという思考手順を踏むことによって、線路変換や電力分配・合成等の基本回路機能を従来の FET 寸法で実現することができます〔2〕～〔5〕。

従来の MMIC 設計コンセプト、および LUFET を用いた共平面小型化 MMIC の設計コンセプトの比較を図 3 に示します。従来の設計では、使用する FET に対して、幾つかの基本回路機能を組み合わせた受動回路を設計します。この時、FET については電気的特性たとえばインピーダンス特性のみが考慮されます。その設計された受動回路について、使用する IC 線路特性に基づいて受動回路のパターン化を行った後、FET と回路パターン上で接続されます。これに

図 3 MMIC 設計コンセプトの変革

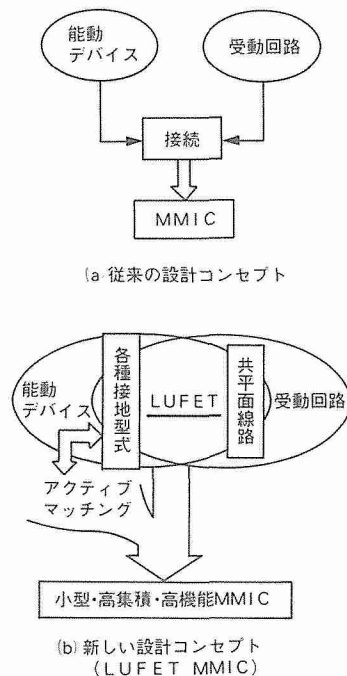
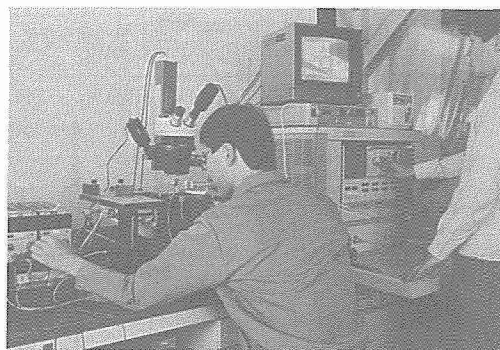


図 4 モノリシックマイクロ波集積回路 (MMIC) の評価測定



対し、LUFET を用いた新しい設計コンセプトにおいては、予め共平面線路と一体的に設計し、ライブラリとして用意された種々の回路機能を持つ LUFET

Tを互いに組み合わせてMMICが構築されます。LUFETにおいてはどの電極も容易に接地でき、その結果、ゲート接地FETおよびドレイン接地FETのインピーダンス整合機能を利用することにより、従来受動回路で構成してきたインピーダンス整合回路を削減することもできます（この整合法はアクティブマッチングと呼ばれています）。図4はこのようにして設計・試作したMMICを測定・評価しているところです。LUFETを用いたMMIC設計技術は各種回路の小型化・高機能化に大変有効です。これに多層化受動回路を融合させれば、より一層の小型化・高機能化が可能になると考えられます。

4 おわりに

以上、ATRにおけるMMICの研究のねらい、その研究方針およびLUFETという新しい設計コンセプトについて述べました。研究はまだ緒についたばかりで、今後克服すべき多くの課題および問題点が山積しています。それらを一つ一つ解決して行くことによって革新的な未来のMMIC技術を開拓できるものと確信しています。

(注)

コブレナ線路、スロット線路は、それぞれ共平面線路の一種で、次のような構造をもっています。

コブレナ線路：広義には半導体（または誘電体）基板の片面上に、金属導体を有する共平面線路。狭義には基板の片面上にストリップ状の中心導体とその両側に一定幅の間隙を介して面状接地導体を配置して構成されるマイクロ波伝送線路。ここでは、狭義の意味。

スロット線路：半導体（または誘電体）基板の片面上に、狭い間隙（スロット）を介して2つの面状導体を配置して構成されるマイクロ波伝送線路。

これらのマイクロ波伝送線路は、互いに組み合わせて適材適所に使用することにより回路設計の自由

度向上、さらには回路の小型化を容易にする利点を有する。

参考文献

- [1] 米国防総省のマイクロ波モノシック IC (MMIC) 計画が始まる、
NIKKEI ELECTRONICS 1986. 7. 14
(No.399) PP. 227~234
- [2] 徳満、原、田中、相川：線路一体化FET (LUFET) の提案および MMIC 小型化への応用、
昭和62年度電子情報通信学会半導体・材料部門全国大会、大会講演予稿集、S10-1
- [3] 中本、徳満、原、田中：LUFETを用いたMMIC電力合成回路、同上、222
- [4] 竹中、徳満、原、田中：LUFET、MMIC による広帯域ミキサの検討、同上、223
- [5] 平岡、徳満、田中：MMIC化可変減衰器の設計と特性、同上、224

ATR研究報告

(昭和62年4月～同年9月末における学術論文、学会発表等一覧)

ATR通信システム研究所

1. 小林 幸雄：“グループ紹介 ATR通信システム研究所”，画像電子学会誌 Vol.16 No.5(1987.5)
2. 秋山 健二、肥塚 隆、小林 幸雄：“3次元画像通信に関する一考察”，テレビジョン学会視覚情報研究会(1987. 5)
3. 小林 幸雄：“CGとAI（通信の立場から）”，CG大阪87シンポジウム(1987. 6)
4. 肥塚 隆：“Application of Fuzzy Set Theory to Continuous Casting Process Diagnosis”，Preprints of Second IFSA Congress (1987.7)
5. 小林 幸雄：“TV伝送系の雑音・歪みに対する総合画質の検討”，電子情報通信学会論文誌(B)Vol. J70-B, No.9 (1987.9)
6. 木下 茂行、高橋 友一、小林 幸雄、山下 紘一：“ユーザモデルを導入した知的情報検索システムの一構成法”，情報処理学会第35回全国大会(1987.9)
7. 島 則之、高橋 友一、小林 幸雄、山下 紘一：“知識処理を用いたオフィスレイアウト・システムの考察”，情報処理学会第35回全国大会(1987.9)
8. 島 健一、佐藤 隆、林 潔、中島 俊介、芝本 尚樹、横田 政憲、内田 修市、門田 充弘、山下 紘一：“次世代通信を目指したソフトウェア自動作成システムKANTの構想”，情報処理学会第35回全国大会(1987.9)
9. 佐藤 隆、島 健一、門田 充弘、山下 紘一：“KANTにおけるソフトウェア要求分析・定義に関する一考察”，情報処理学会第35回全国大会(1987.9)
10. 林 潔、島 健一、門田 充弘、山下 紘一：“KANTにおける設計の自動化を目指した要求モデルの枠組み”，情報処理学会第35回全国大会(1987.9)
11. 中島 俊介、島 健一、門田 充弘、山下 紘一：“KANTにおける日本語仕様の理解”，情報処理学会第35回全国大会(1987.9)
12. 芝本 尚樹、島 健一、門田 充弘、山下 紘一：“KANTにおけるプロセス間相互作用に着目した要求モデルの記述”，情報処理学会第35回全国大会(1987.9)
13. 横田 政憲、島 健一、門田 充弘、山下 紘一：“KANTにおける通信世界モデル”，情報処理学会第35回全国大会(1987.9)
14. 内田 修市、島 健一、門田 充弘、山下 紘一：“KANTにおけるヒューマンインタラクション機能の考察”，情報処理学会第35回全国大会(1987.9)
15. 田中 一敏、佐藤 亮一、門田 充弘、山下 紘一：“図の意図と図表現に関する知識について”，情報処理学会第35回全国大会(1987.9)
16. 佐藤 亮一、田中 一敏、門田 充弘、山下 紘一：“図のコンセプト記述法および図形情報記述との結合”，情報処理学会第35回全国大会(1987.9)
17. 永瀬 宏：“データフロー制御方式におけるテーブル展開処理”，情報処理学会第35回全国大会(1987.9)
18. 大村 和典、秋山 健二、小林 幸雄：“顔の向きを利用した非接触マンマシンインタフェースに関する一検討”，テレビジョン学会視覚情報研究会(1987.9)

19. 西野 治彦、秋山 健二、小林 幸雄：“光切断法による3次元立体形状自動入力に関する一考察” テレビジョン学会視覚情報研究会(1987.9)

ATR自動翻訳電話研究所

1. 鹿野 清宏：“Improvement of Word Recognition Results by Trigram Model”, 1987 International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (1987.4)
2. 川端 豪、好田 正紀(NTT)：“Word Spotting Method Based on Top-down Phoneme Verification”, 1987 International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (1987.4)
3. 博松 明：“自動翻訳電話のための研究課題-音声を主体として-”, 電子情報通信学会音声研究会(1987.4)
4. 桑原 尚夫：“声の個人性に関する諸問題”, 電子情報通信学会誌 Vol.70 No.4(1987.4)
5. 匂坂 芳典、武田 一哉、片桐 滋(視聴覚機構研究所)：“Phonetic Labeling and Acoustic Correlates for Building Japanese Speech Database”, Meeting of the Acoustical Society of America (1987.5)
6. 相沢 輝昭、土屋 俊(千葉大学)：“シンポジウム「通信と談話における意図とプラン」の概要報告”, 情報処理学会自然言語処理研究会(1987.5)
7. 有田 英一、小暮 潔、野垣内 出、前田 広幸、飯田 仁：“メディアに依存する会話の様式—電話会話とキーボード会話の比較—”, 情報処理学会自然言語処理研究会(1987.5)
8. 鹿野 清宏：“Trigram Modelによる単語音声認識結果の改善”, 電子情報通信学会音声研究会(1987.6)
9. 武田 一哉、匂坂 芳典、片桐 滋(視聴覚機構研究所)、桑原 尚夫：“音韻ラベルを持つ日本語データベースの構築”, 電子情報通信学会音声研究会(1987.6)
10. 中村 哲、鹿野 清宏：“ベクトル量子化を用いたスペクトログラムの正規化”, 電子情報通信学会音声研究会(1987.6)
11. 飯田 仁、辻井 潤一(京都大学)、石崎 俊(電総研)：“TINLAP 3 に出席して”, 人工知能学会誌 Vol.2 No.4(1987.6)
12. 小暮 潔、有田 英一、野垣内 出、飯田 仁：“端末間対話における言語理解方式”, 情報処理学会自然言語処理研究会(1987.7)
13. 桑原 尚夫、都木 徹(NHK技研)：“Quality Control of Speech by Modifying Frequencies and Bandwidths”, 第11回国際音声科学会議(1987.8)
14. 武田 一哉、匂坂 芳典、片桐 滋(視聴覚機構研究所)：“Acoustic-Phonetic Labels in a Japanese Speech Database”, European Conference on Speech Technology(1987.9)
15. 畑崎 香一郎、田村 震一、川端 豪、鹿野 清宏：“連続音声中の音韻認識エキスパートシステムの検討”, 情報処理学会第35回全国大会(1987.9)
16. 武田 一哉、桑原 尚夫、森川 省吾(TIS)：“音声データベース管理システムの構築”, 情報処理学会第35回全国大会(1987.9)
17. 宮武 正典、匂坂 芳典：“会話文音声生成のための音声合成”, 情報処理学会第35回全国大会(1987.9)
18. 小暮 潔、前田 広幸、飯田 仁：“端末間対話における発話の解析”, 情報処理学会第35回全国大会(1987.7)
19. 野垣内 出：“対話理解における発話の同等性”, 情報処理学会第35回全国大会(1987.9)

-
20. 柿ヶ原 康二、相沢 輝昭：“対話文における誤り訂正処理の一考察”，情報処理学会第35回全国大会 (1987.9)
 21. 有田 英一、飯田 仁：“日本語対話の構造とその解析法”，情報処理学会第35回全国大会 (1987.9)
 22. 飯田 仁、小暮 潔、吉本 啓：“端末間対話翻訳の発話変換手法”，情報処理学会第35回全国大会 (1987.9)
 23. 吉本 啓：“日本語の談話における主題の扱い”，情報処理学会第35回全国大会 (1987.9)
 24. 前田 広幸、小暮 潔、飯田 仁：“対話文生成における待遇性の扱い”，情報処理学会第35回全国大会 (1987.9)
 25. Nadine Lerat、相沢 輝昭：“Redefining Unification in Semantic Networks towards Natural Language Understanding”，情報処理学会第35回全国大会 (1987.7.9)
 26. 森元 逞：“文書意味検索システムとその日本語解析機能”，情報処理学会第35回全国大会 (1987.9)
 27. 工藤 育男、越野 英哉 (CSK総研)、丁 文卿 (CSK総研)：“機械翻訳による英語CAIのモニターについて”，情報処理学会第35回全国大会 (1987.9)

ATR視聴覚機構研究所

1. 乾 敏郎：“3次元形状の復元と構造表現に関する計算論的研究”，通産省「高度生体情報処理システムに関する調査研究」報告書 (1987.4)
 2. 三宅 誠、福島 邦彦 (NHK技研)：“Self-organizing Neural Network with the Mechanism of Feedback Information Processing”，3rd Meeting on miner on Neural Networks for Computing (1987.4)
 3. 東倉 洋一：“音声知覚と音声認識”，電子情報通信学会論文誌音声特集号 (1987.4)
 4. 佐藤 隆夫：“Temporal Characteristics of Motion Discrimination and Pattern Segregation in Random-Dot Cinematograms”，The Association for Research in Vision and Ophthalmology (ARVO) Annual Meeting (1987.5)
 5. 赤木 正人：“Evolution of a Spectrum Target Prediction Model in Speech Perception”，米国音響学会春期大会 (1987.5)
 6. 乾 敏郎：“視覚短期記憶のモデルとその検討”，日本基礎心理学会大会 (1987.5)
 7. 横沢 一彦、行場 次郎 (信州大学)：“持続的注視によるテクスチャーの消失”，日本基礎心理学会大会 (1987.5)
 8. 佐藤 隆夫：“等輝度RDCの時間特性”，日本基礎心理学会大会 (1987.5)
 9. 横田 まなみ、片桐 滋：“音声スペクトログラム上の視覚的音韻特徴の抽出”，日本認知学会第4回大会 (1987.6)
 10. 三宅 誠、福島 邦彦 (NHK技研)：“Self-organizing Neural Network with the Mechanism of Feedback Information Processing”，9nd US-Japan Seminar on Competition in Neural Nets (1987.5)
 11. 三宅 誠：“ニューロコンピュータ”，電子情報通信学会東海支部講演会 (1987.6)
 12. 横沢 一彦、森 吉弘、梅田 三千雄：“漢字認識過程における文脈効果”，テレビジョン学会視覚情報研究会 (1987.6)
 13. 積山 薫：“メンタルローテーションにおける運動感覚的处理”，テレビジョン学会視覚情報研究会 (1987.6)
 14. 駒木根 隆士、平原 達也：“蝸牛の周波数分析機能を模擬するフィルターバンクの一構成法”，電子情報通信学会音声研究会 (1987.7)
-

15. 三宅 誠：“第3回Neural Networks for Computing, 第2回日米セミナーの報告”, 第9回神経情報科学研究会(1987.7)
16. 三宅 誠：“ニューロコンピュータ”, 関西電子工業振興センター情報処理研究会(1987.7)
17. 佐藤 隆夫：“クロマチック・ランダム・ドットによる仮現運動”, 夏期視覚生理光学研究会(1987.7)
18. 乾 敏郎、近江 栄美子(近江眼科):“Visual Sensitivity Degradation for Non-Fixating Ete in Alternating Fixation” 6th International Orthoptic Congress (1987.7)
19. 横沢 一彦、萩田 紀博(NTT基礎研):“外形からの推定実験に基づく人間と機械認識法の漢字認識特性の比較検討”, 電子情報通信学会論文誌 Vol. J70-D No.7 (1987.7)
20. 平原 達也:“Interaural Speech Spectrum Representation by Spatio-temporal Masking Pattern”, 11th International Congress of Phonetic Science (1987.8)
21. 乾 敏郎、淀川 英司:“マジックナンバー7をめぐって”, 数理科学 No.290(1987.8)
22. 片桐 滋、横田 まなみ:“Poneme Recognition Using Visual Features on Speech Spectrogram” European Conference on Speech Technology (1987.9)
23. 三宅 誠:“並列分散処理システム開発の動向”, 電気・情報関連学会連合大会シンポジウム(1987.9)
24. 城 和貴、梅田 三千雄:“ACB (アレイ・キャッシュ・バッファ)による高速アレイアクセス”, 情報処理学会第35回全国大会(1987.9)
25. 三宅 誠:“超並列コンピュータ”, AVIRG—SMCサマーセミナー(1987.9)

ATR光電波通信研究所

1. 安川 交二:“光衛星間通信技術の研究開発動向”, 電子情報通信学会衛星通信研究会・電気学会通信研究会(1987.5)
2. 真鍋 武嗣(電波研)、井原 俊夫(電波研)、阿波加 純(電波研)、古濱 洋治:“Millimeter-Wave Propagation Experiment at Radio Research Laboratory”, IGARSS '87 and USNC URSI Commission F Meeting (1987.5)
3. 安川 交二:“第4回光エレクトロニクス応用科学・技術国際会議報告”, 電子情報通信学会光通信理論研究会(1987.6)
4. 相川 正義:“Double-Sided Microwave Integrated Circuits”, MTT-S, Workshop(1987.6)
5. 古濱 洋治:“ATRと光衛星間通信”, 第1回インテリジェントFAシンポジウム(1987.7)
6. 鎌田 憲彦、土屋 博、小林 規矩男(NHK技研)、鈴木 健夫(NHK技研):“Effect of Selective Doping on the luminescence Response of a Heavily Si-doped GaAs/AlGaAs Quantum Well”, 3rd Int. Conf. on Modulated Semiconductor Structures (1987.7)
7. 大平 孝(NTT通研)、加藤 治彦(NTT通研)、平岡 孝啓:“MMIC 14GHz VCO and Miller Frequency Divider for Low Noise Local Oscillator”, IEEE Trons, MTT, Vol. MTT-35 No.7(1987.7)
8. 奈良 重俊:“An Improved Tight Binding Band Structure Calculation of III-V Semiconductor Superlattices”, Third International Conference on Superlattices Microstr. & Microdev. (1987.8)
9. 藤本 勲、鎌田 憲彦、中西 健司、片浜 久、尺田 幸男、小林 規矩男(NHK技研)、鈴木 健夫(NHK技研):“Behaviour of Heavily Doped Si Atoms in MBE Grown GaAs Revealed by X-Ray Quasi-forbidden Reflection (XFR) Method and Photoluminescence Measurement”, 14th Int. Symp.

on GaAs and Related Compounds (1987.9)

10. 森 裕平、栗原 進 (NTT茨城通研):“ポリアセチレンのソリトン付近の振動モード計算”, 日本物理学会秋の分科会(1987.9)
11. 奈良 重俊:“(GaAs)_m/(AlAs)_n超格子のT. B. バンド計算”, 日本物理学会秋の分科会(1987.9)
12. Peter Davis、上江洸 達也(奈良女子大学):“Locking and Chaos on Three-Torus II”, 日本物理学会秋の分科会(1987.9)
13. 荒木 賢一、檜木 勘四郎、稲垣 恵三、安川 交二、古濱 洋治:“光LSI追尾・指向システムの2局間相互作用”, 電子情報通信学会宇宙航行エレクトロニクス研究会(1987.7)
14. 後藤 光司、荒木 賢一、安川 交二:“光衛星間通信(光ISL)用エタロワ光フィルタの検討”, 電子情報通信学会宇宙航行エレクトロニクス研究会(1987.9)
15. 鎌田 憲彦、土屋 博、小林 規矩男(NHK技研)、鈴木 健夫(NHK技研):“Effect of Selective Doping on the Emission Characteristics of a Heavily Si-doped GaAs/AlGaAs Quantum Well”, 日本応用物理学会論文誌 Vol. 26 No.7(1987.7)
16. 鎌田 憲彦、小林 規矩男(NHK技研)、遠藤 幸一(東京理科大学)、鈴木 健夫(NHK技研)、三須 明(東京理科大学):“Growth Temperature Dependence of Disorderings in a Be-Doped GaAs/AlAs Multilayered Structure”, 日本応用物理学会論文誌 Vol.26 No.7(1987.7)

ATRの動向

当社が開発致しましたソフトウェアをご紹介します。

	ソフト名	概 要	適 用 機 種
1	イメージスキャナ 接続プログラム 「KAORU」	安価なNECパソコン用イメージスキャナを接続するシンボリックス専用の画像入力用インターフェイスプログラムです。 階調の指定、読み取り速度の変更、読み取り領域の指定が可能です。	シンボリックス
2	文字フォントエディタ 「Fable」	マウス、イメージスキャナ入力等をサポートした文字フォントの作成、編集文字と参照文字の文字評価、ペリフェラル、線密度、メッシュ特徴を利用した文字認識を行うプログラムです。 フォントエディタと文字認識の組合せにより文字のデザイン評価、文字認識の開発に利用が可能です。	PC-9800

なお、上記ソフトウェアの内容等につきましては下記へお問い合わせ下さい。

〒540 大阪市東区城見2-1-61 ツイン21MIDタワー13階

(株)国際電気通信基礎技術研究所 企画部 担当 木本 TEL 06-949-1820

編集後記

ATRジャーナル創刊号をご覧戴きました皆様から、貴重なご意見、ご感想をお寄せ戴きました。誠に有り難うございました。皆様からのご意見を参考に、より良いジャーナルにして参りたいと思います。
今後とも、ご愛読賜りますよう宜しくお願い致します。

ATRジャーナル

第2号
1987.10.発行

発行

株式会社
国際電気通信基礎技術研究所
〒540
大阪市東区城見2-1-61
ツイン21MIDタワー13階

編集

企画部
06(949)1820

定価

500円(送料別)

本紙掲載記事の無断転載を禁じます
© (株)国際電気通信基礎技術研究所

