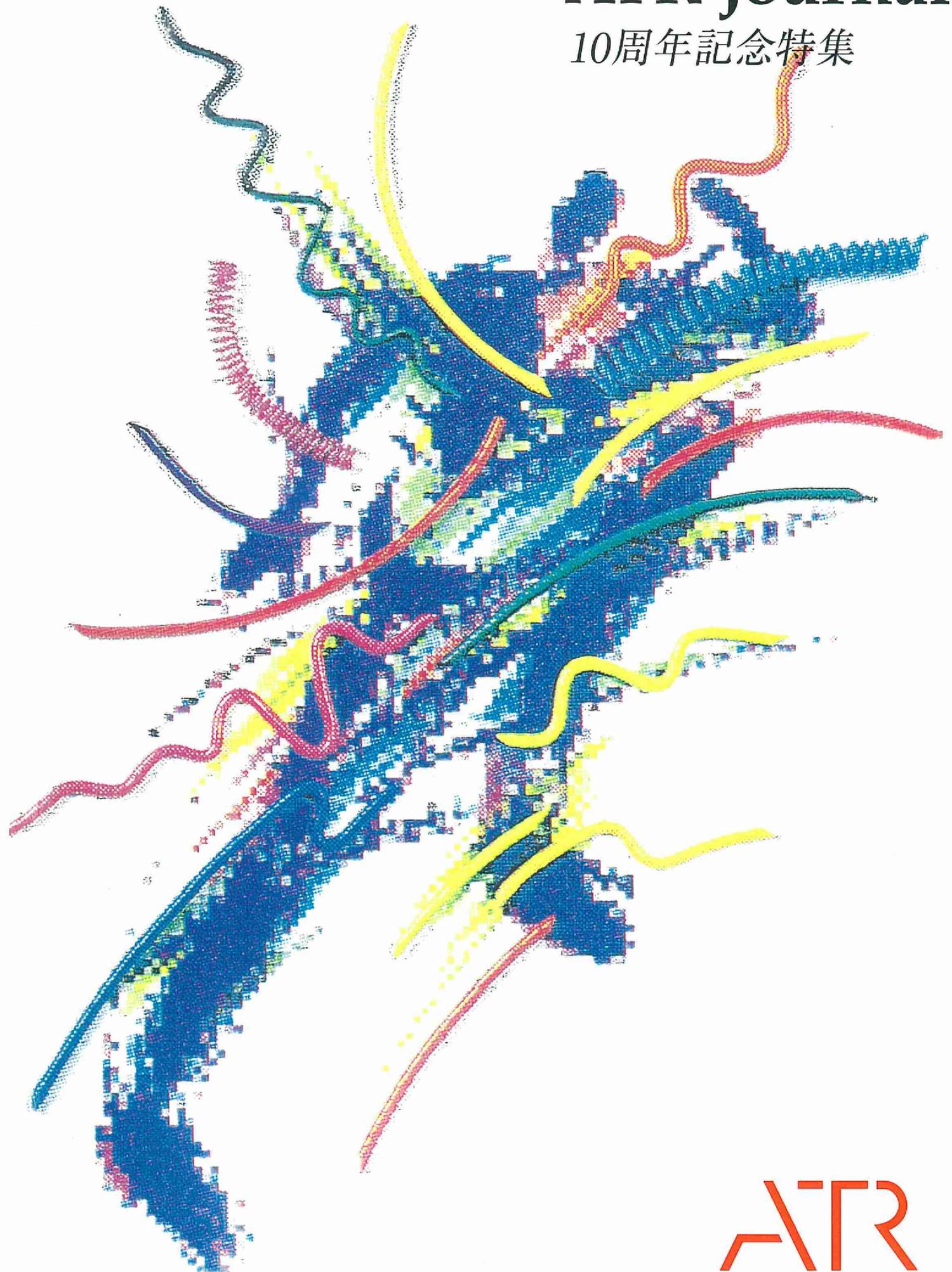


# ATR Journal

10周年記念特集



ATR

〈表紙解説〉

「未来への躍動」

「人に学び」未来へ躍進するATRのイメージを表したもので、それぞれの色で学際的アプローチ、すなわちインタディシプリナリーな研究活動を表した。

目 次

●ご挨拶	・ 創立10周年を迎えて……………	日 裏 泰 弘	1
	— 新世紀への架け橋を目指して—		
●ご祝辞	・ ATRの更なる飛躍を期待する……………	郵政省 通信政策局長 山 口 憲 美	2
	・ ATR創立10周年を祝して……………	基盤技術研究促進センター会長 豊 田 章 一 郎	3
	・ ATR創立10周年を祝して……………	科学技術会議議員 大阪大学名誉教授 熊 谷 信 昭	4
●10年の歩み	・ ATRの10年……………	吉 田 匡 雄	5
	— 関西発ATR便 離陸から水平飛行へ—		
	・ 研究所運営の現場から……………	葉 原 耕 平	15
	— 21世紀への大きな羽ばたきを視野に—		
●研究成果	・ 視聴覚機構の人間科学的研究……………	淀 川 英 司	23
	・ 自動翻訳電話の基礎研究……………	樽 松 明	31
	・ 知的通信システムの基礎研究……………	寺 島 信 義	39
	・ 光電波通信の基礎研究……………	猪 股 英 行	47
	・ ヒューマンコミュニケーションメカニズムの研究……………	東 倉 洋 一	55
	・ 高度音声翻訳通信技術の基礎研究……………	山 崎 泰 弘	63
	・ 新しいコミュニケーションの創造をめざして……………	中 津 良 平	71
	・ 環境適応通信研究所発足に当たって……………	小 宮 山 牧 兒	75
	・ 開発室の3年間を振り返って……………	内 山 公 昭	76
●各種資料	・ 研究成果活用状況……………		1
	・ 学会等発表件数……………		2
	・ 特許出願状況……………		2
	・ 外部団体からの受賞状況……………		3
	・ 共同研究等実施状況……………		5
	・ 研究発表会開催状況……………		6
	・ 研究員の状況……………		6
	・ 科学セミナー開催状況……………		7
	・ ワークショップ・シンポジウム開催状況……………		9
	・ ATRの10年の歴史（年表）……………		10
	・ ATRの人の歴史……………		12

## ●ご挨拶

# 創立10周年を迎えて

— 新世紀へのかけ橋を目指して —

(株)国際電気通信基礎技術研究所

代表取締役社長 日裏 泰弘



1986年、新しい電気通信技術の創造をめざし設立されたATRは、その後、新しい研究所づくりのなかで基礎研究一筋にその道を歩み続け、本年漸く創立10周年を迎えることができました。この10年間は、国の内外ともに新しいパラダイムを模索する激変の時代でありましたが、ATRもまた、基礎研究という未知の世界を模索しながら積極的な研究活動を展開し、今日までに内外から注目される質の高い数多くの研究成果をあげて参りました。また、創立当初の4研究開発会社が順次研究を終了したのに引き続き、新研究開発会社を設立して参りましたが、本年3月、4社全てが出揃い究極の目標達成に向け、研究活動が一層活発化してきたところであります。これも偏に、産・学・官各界をはじめ関係各位の深いご理解と絶大なご支援・ご協力の賜物であり、ここにあらためて衷心より厚く御礼を申し上げます。

さて、この記念すべき年は、ATRがこれまで蓄積した研究エネルギーと研究成果を軸にして、新しい世紀に向けその真価を発揮する第一歩でもあります。ここに私等は、あらためてATR設立の基本理念に深く思いを致し、初心忘るることなく、更に創造的な基礎研究の推進に全力を傾注する決意を新たにいたしましたところであります。顧みますと10年前、ATRの出発にあたり、「研究の自由がある研究所～創造性の発揮」・「自分の顔を持った研究所～ユニークな人材とその研究」・「活気ある明るい研究所～研究の楽しさ」の3目標を掲げ、総力をあげて新しい研究所づくりに取り組んで参りました。今後とも更に、独創的な基礎研究を進めるための幅広い施策と努力を重ね、「魅力あるユニークな研究所～研究の聖地（メッカ）」を目指したいと思っております。

また、21世紀は創造力の時代であり、その成否は国の将来を左右すると言っても過言ではありません。そのため昨年11月には、科学技術創造立国を目指した「科学技術基本法」が成立し、また国の研究開発費が大幅に増額されるなど、わが国の研究環境も大きく変わって参りました。それだけに先駆的役割を担ってきたATRに対する期待も大きく、その時こそ一人一人の研究者が、ATRの研究で生かした創造性で、その力を発揮するものと確信しております。そのためにもATRは、研究者の自由且つ大胆な発想を大切にし、これを大きく伸ばす研究所に徹して参りたいと思っております。更に、最近の科学技術のめざましい進歩は社会を変え、人間の生活を豊かにしてきましたが、その反面、人間的なものへの飢餓感などが増大したことが指摘されております。これを電気通信分野でみても、このところ急速に普及してきたインターネットやマルチメディアは、その操作が極めて難しく、著しい情報格差を生む原因にもなっています。これまでの技術はひたすら光の面を追求してきましたが、これからは、その影の部分をつかいていかなくては求められてきます。この要請に応えるためにもATRでは、人間不在の技術から人間主体の技術を目指し、「人間に学ぶ」研究が進められていますが、その成果を大いに期待しているところであります。

ここに10年の歴史を刻んだATRであります。成熟した研究所にはなお遠く、まだまだ若い研究所であります。これからもこの若さを生かし、リスクの大きい冒険的、先駆的な基礎研究に挑戦して参りたいと思っております。今、世紀末と言われる時代になりましたが、前世紀末の新しい発見や発明が、20世紀の人類と社会に大きく貢献したことを思い、ATRもまた、その研究成果を新しい世紀につなぐため、更に力強く前進を続けて参ります。どうか関係各位におかれましては、この上とも一層のご支援とご鞭撻を賜りますようお願い申し上げます。

●ご祝辞

## ATRの更なる飛躍を期待する

郵政省

通信政策局長 山口 憲美



このたび、ATRがめでたく創立10周年を迎えられたことを心からお祝い申し上げます。

顧みますれば、昭和60年に施行された基盤技術研究円滑化法に基づき、民間の基盤技術研究への取組を支援する基盤技術研究促進センターが設立されました。同センターの出資制度の適用を受けた最初のR&D会社がATR傘下の4研究所であります。

これらの研究所は、電気通信分野における基礎的・独創的研究の推進、産学官共同研究の場の提供、国際社会への貢献、関西文化学術研究都市における中核的役割の4点を基本理念に掲げ、着実な研究を進めてこられました。その結果、IEEEを始め世界的権威のある学会等から毎年10件前後受賞するなど、国内はもとより、国際学会を先導する質の高い研究実績をあげられております。この間にこれらの研究所で研究に励んでこられた研究者の方々、並びに研究を支援していただいた多くの関係者の方々に深く敬意を表する次第であります。

現在、ATRでは、環境適応通信という研究所を設立され、新たな領域の試験研究に挑もうとされています。この上は、継続中の研究共々、さらに活発な研究活動が進められ、優れた成果をあげられますよう期待いたします。

21世紀を目前に控え、情報通信政策は内外ともに重要な時期を迎えております。情報通信技術の開発は、その重要性にもかかわらず、現在の我が国の取組は十分とは言えません。国際社会における情報通信の将来に亘る発展を支えるためにも、国全体として本分野の研究に取り組み、研究開発体制の整備を推進し、基礎的研究開発の充実を図る必要があります。その面で、ATRが担うべき役割は非常に重要であります。今後も、関西文化学術研究都市の中核的役割として、マルチメディアがますます重要性を増す時代をリードする研究活動を進められることを期待します。

終わりに臨み、ATRの限りなき御発展と研究者の皆様方のご多幸をお祈り申し上げましてお祝いの言葉いたします。

## ●ご祝辞

# ATR 創立 10 周年を祝して

基盤技術研究促進センター  
会長 豊田 章一郎



創立10周年を迎えられ、心よりお祝いを申し上げます。

ATRをこれまで支えてこられた関係者の方々のご努力に対し、この場をお借りして深く敬意を表する次第です。おかげさまで、私ども基盤技術研究促進センターも、昨年10月に創立10周年を迎えることができましたが、私どもとほぼ歴史を共にされてきた貴社がここに同じ節目を迎えられたことは、喜びにたえません。

この10年を振り返りますと、旧ソ連、東欧諸国を始めとする共産主義経済の崩壊、中国、ASEAN等アジア諸国の急速な経済発展などにより、世界の市場の枠組みが日々刻々と変化してまいりました。また、他方では、地球環境問題など、世界的な課題が次々と生起してきております。また、電気通信分野に目を転じますと、携帯電話・ポケベル等による移動体通信が人々の生活の一部となり、インターネット等のコンピュータ・ネットワークが爆発的な普及を見せるなど、通信メディアの多様化や融合が全世界的に目覚ましく進行しております。

これまでの既成概念が通用しなくなりつつあるこれらの状況の中で、我が国は経済大国にふさわしい国際貢献を行うことが内外より強く求められております。我が国が安定的で均衡のとれた経済発展を遂げ、豊かでゆとりある国民生活を実現していくとともに、こうした国際社会からの要請に応えていくためには、先端的な技術開発分野においても国際的な貢献を行っていくことが極めて重要であると考えます。

ATRは、この10年の間、電気通信の幅広い分野において、さまざまな角度から研究を進められ、我が国の基盤技術の向上に大きく貢献されるとともに、学術的にも世界的に高く評価される成果を上げてこられました。今後、マルチメディア通信が実現するであろう、さまざまな社会生活の変革において、ATRに期待される役割がますます大きなものとなることは、容易に想像ができるところです。

当センターといたしましては、ATRが我が国の電気通信分野における基盤技術研究の最大の拠点の一つとして、日本のみならず世界の電気通信の発展に更なる貢献をされることを強く期待するとともに、当センターを代表するプロジェクトとして、これらの研究開発を引き続き支援していくことにより、民間の基盤技術研究の促進という当センターの目的の達成に努めてまいり所存であります。

最後に、ATRがますます発展されることを心より祈念いたしまして、お祝いの言葉とさせていただきます。

## ●ご祝辞

# ATR 創立 10 周年を祝して

科学技術会議議員・大阪大学名誉教授  
熊谷 信昭



関西経済連合会が中心となって建設計画が進められていた関西文化学術研究都市を具体的に立ち上げるために、その先導的役割を果たす中核施設として電気通信に関する基礎研究を行う大規模な研究所を関西学研都市内に設立する構想が浮上し、当時大阪大学工学部通信工学科の教授をしていた私のところに、日向方齊関西経連会長や左藤恵郵政大臣から、この研究所の基本構想を検討する設立準備研究会の座長をつとめてもらいたいというお話が持ち込まれたのは昭和59年の秋頃のことであった。

最初に私がうかがった話では、この研究所は、当時の日本電信電話公社を株式会社組織に民営化することにもなって政府が保有することになる株式の配当金を活用して、民間企業では行うことが難しい、リスクが高く、リードタイムの長い独創的・先端的な基礎研究を国の公的支援のもとに行うために設立しようとするものであるということであった。その話を聞いた私は、この設立の主旨に感動した。また、当時、電電公社の研究開発本部顧問をしていた私は、かねがね電電公社の研究所を関西にも作るべきであると主張していたし、国立や民間企業の主だった研究機関がほとんどすべて関東地区に集中しているのも不都合であると思っていたので、このお申し出を喜んでお引受けした。

郵政省や関西経連の事務方の方々をはじめ委員の皆さんの精力的なご審議を経て、約半年後には基本構想がまとまり、その後各方面のご関係の方々の非常なご努力によって、昭和61年3月にATRは目出たく発足の日を迎えた。

しかし、[けいはんな]の現在地でATRの起工式が行われた頃は、まだまともな道路もない山林の真ただ中で、文字通り学研都市の尖兵という感があり、前途の多難を思わずにはいられなかった。

また、この研究所の基本的な形態は、実際にATRが設立されるまでの間に、最初私が聞かされていた準国立研究所的なものから大きく変わり、「企業では行うことのできない基礎研究を行う企業」という、まことに奇妙なものとなってしまっていた。そのために、ATRが背負った責務と、その運営の難しさは並大抵のものではなかったであろうと思う。

しかし、そのような矛盾をはらんだ困難な条件下でATRは実によく頑張ったものだただただ感嘆する他はない。わずか10年間にして、ATRは世界にその名を知られる、日本が誇る大研究所として見事な実績と評価を確立したのである。

この複雑な形態の研究所がこのような成功を収めることができた最大の理由は、大勢の素晴らしい人材を集めることができたことであると思う。発足当初から今日まで、ATRには郵政省やNTTをはじめ関係企業からきわめて優秀な人材が派遣されてきた。これが、短期間に、日本を代表する研究所の一つである今日のATRを作り上げたのである。「すべては人である」ということを如実に示した典型的な成功例であるといえよう。

ATRが創設されるにあたって期待されていたものは、電気通信に関する世界に誇り得るような独創的な基礎研究を国際的な視野のもとに推進するということであった。この10年間に、ATRは見事にこの期待にこたえてこられたわけであるが、今後ともこの研究所創設の崇高な理念を見失うことなくその使命を果たしていただきたいものである。

今日までのATRの皆さんのご努力に改めて心から敬意を表するとともに、10周年を節目に今後益々のご活躍をお祈り申し上げてお祝いの言葉としたいと思う。

## ● 10年の歩み

# ATR 10年の歩み

— 関西発 ATR 便 離陸から水平飛行へ —

(株)国際電気通信基礎技術研究所  
代表取締役副社長 吉田 匡雄



## はじめに

ATR が産声をあげてから既に10年が過ぎました。

ATR が設立され、僅か42名の人員でスタートした時には、正直言って将来どんな姿になるのか、具体的なイメージが頭の中にはっきりと描けなかったというのが、当時を振り返っての私の実感であると言えます。それが今10周年という1つの節目を迎え、設立の時に発足した4つの研究開発会社がそれぞれの研究活動を終了し、新たな4つの研究開発会社が発足して、目標達成に向け立派に研究を開始している姿を目の当たりにして、感慨無量の想いがいたします。これも ATR の研究に携わった方々、またそれらを支えられた方々の真摯な努力に依るものであると同時に、ATR に寄せられた各界からのご支援・ご指導の大きさをひしひしと感じます。

この機会に ATR の10年の歩みを振り返ることは、これからの ATR を引き続きご支援をいただく方々に何かのご参考になればと考え、このジャーナル特集号を皆様にお届けする次第です。

## 1. ATR 設立時の背景

我が国の研究開発の特色は、主として欧米諸国から先端的な科学技術を導入し、その技術を改良・製品化することにより、世界一流の技術水準に到達した応用研究にあったと言われていました。しかし今後とも我が国がその活力を維持し安定的発展を遂げていくためには、創造性に富む基礎・先端技術の研究を強化することが最も必要であり、またそれが経済力が豊かになった我が国の国際社会での責務でもあります。特に電気通信は将来の高度情報通信の根幹を担うものであり、その研究の成否がその実現の重要な鍵を握っていると言えます。

我が国の電気通信分野の研究開発は、これまでも NTT の電気通信研究所、KDD 研究所、NHK 放送技術研究所、郵政省の通信総合研究所等の公的・準公的研究機関、民間企業、大学等で活発に行われ、そのレベルは世界一流の域に達して来ていました。しかしながら基礎・先端研究の更なる強化の為には、産・学・官が協力してその技術力の結集をはかることが、重要であるとの認識が高まっていました。

## 2. 基盤技術研究促進センターの設立

上述のような背景の下で、1984年電電公社の民営化を柱とした新たな電気通信制度が検討された際、民営化に伴い政府に無償譲渡される新会社の株式より生ずる売却益及び配当金の使途が議論されました。

郵政省は将来の電気通信の発展のために活用すべきであるとして、基礎技術の研究推進を図る目的から1985年度予算で、「電気通信振興機構」の設立を要求しました。一方、通産省も同種の研究開発支援組織として、「産業技術センター」の設立を要求しましたが、予算折衝の過程で両者の要求に代えて、郵政省・通産省共管の新法人を設立することで決着を見ました。新法人に対しては、NTT株式の政府保有義務分（全株式の1/3）が所管される産業投資特別会計から、出資・融資が行われることになりました。

この新法人は、政府の特別認可法人「基盤技術研究促進センター（Japan Key Technology Center 略称KTC：以下KTC）」として、「民間企業において行われる基盤技術に関する試験研究の促進に関する業務を行う」

ことを目的に1985年10月設立されました。これにより従来我が国が相対的に手薄であったとされ、且つ大きなリスクを伴う基礎・先端研究の支援制度が民間活力を生かす方向で整備されました。

KTCの出資事業は、「民間において行われる基盤技術に関する試験研究に必要な資金に関し、期間を定めて出資を行う（KTC業務方法書）」もので、出資の相手方は「基盤研究または応用研究段階から実施する試験研究」等を行うことを主たる目的として「2つ以上の企業等が出資する法人」となっています。また、「試験研究に必要な資金の7割を限度として出資（KTC出資細則）」が行われます。KTCからの出資の上限が7割であることから、残りの最低3割は共同で研究する民間企業が出資することになります。出資の期間は「7年以内、ただし、特に必要と認める場合は10年以内（同細則）」となっています。

以上の内容からわかるように、KTCからの出資を受けるこれら研究開発会社は、その原資が政府の産業投資特別会計から出てきて、出資が株式取得の方法で行われるため、株式会社組織で基盤技術の試験研究を実施していくというユニークな形態となっています。

### 3. (株)国際電気通信基礎技術研究所の設立

#### (1) 設立の目的

高度情報社会の実現に向け、将来の技術革新の芽となる創造的基礎研究の重要性が強く認識される状況を踏まえて、『(社)関西経済連合会は、時代の先端を行く大規模な「電気通信基礎技術研究所」を、KTCからの出資を得て関西文化学術研究都市内に設立することを企画し、同研究所設立準備会（後述）を設置し検討』を進めていました。

このような背景をもとにATR設立の目的は、次のように集約されました（1986年1月の設立準備会）。

#### ① 基礎研究の充実

我が国が今後も活力を維持し発展していくためには、技術革新の芽となる基礎研究を充実し、基礎・先端技術の開発力を強化することが必要である。

#### ② 電気通信分野に於ける基礎的・独創的研究の推進

電気通信技術は21世紀の高度情報社会の基盤をなすものであり、人間科学、情報科学、光電波科学、物性科学等電気通信に関する分野について幅広く基礎的・独創的研究を推進する。

ATR (Advanced Telecommunications Research Institute)は、ATRグループ総称であり、(株)国際電気通信基礎技術研究所(通称ATR-I)と4つの研究開発会社（発足当初）

- (株)エイ・ティ・アール 通信システム研究所
  - (株)エイ・ティ・アール 自動翻訳電話研究所
  - (株)エイ・ティ・アール 視聴覚機構研究所
  - (株)エイ・ティ・アール 光電波通信研究所
- で構成される。

#### ③ 産・学・官共同研究の場の提供

産・学・官の共同研究体制を確立し、知的資源の有効活用を図るとともに、開かれた研究所として研究交流を促進する。

#### ④ 国際社会への貢献

電気通信分野の国際性、我が国の国際社会への貢献という観点から、研究開発面における国際協力体制の確立を図る。

その後、より一般的な内容を持つ項目①を②に吸収した3項目に関西文化学術研究都市内への立地の具体化に伴って「関西学術研究都市における中核的役割」を新たに加えた4つが現在のATRの基本理念となっています。

## (2) 設立準備会の発足

関西では、京都・大阪・奈良の3府県に跨がる丘陵地帯に関西文化学術研究都市を建設する構想が進められていましたが、この構想の具体化を促進するための中核施設としてのATRの誘致活動は、前述のように、特に(社)関西経済連合会(以下関経連)を中心として進められました。

関経連ではATRの設立計画を具体的に進めるための臨時・特設組織として、大学、関経連主要会社、NTT、KDD、NHK、郵政省に通信関連メーカー等の参加を得て、1985年3月「電気通信基礎技術研究所設立準備研究会(座長:熊谷信昭大阪大学総長=当時)」を設立しました。

更なる検討結果を踏まえて、会社設立準備、研究所マスタープラン、建設計画等の検討を行いKTCに対して出資申請を行う母体として、「国際電気通信基礎技術研究所設立準備会(会長:稲山嘉寛経団連会長=当時、会長代理:日向方齊関経連会長=当時)」が1985年10月に設置されました。同準備会は学者、経済団体、NTT、KDD、各種団体の代表、地方自治体等からの25名の委員で構成され、準備会の下に技術的事項を検討するための技術委員会(委員長:長尾真京都大学教授)及び事務局が置かれました。

具体的な準備作業は事務局の下に設置された技術事務所・東京事務所・大阪事務所に分担され、特に技術事務所では主として大学助教授と企業の研究指導者層を中心とするワーキンググループを組織し、技術委員会の指導のもとにマスタープランの作成を行いました。

結果...

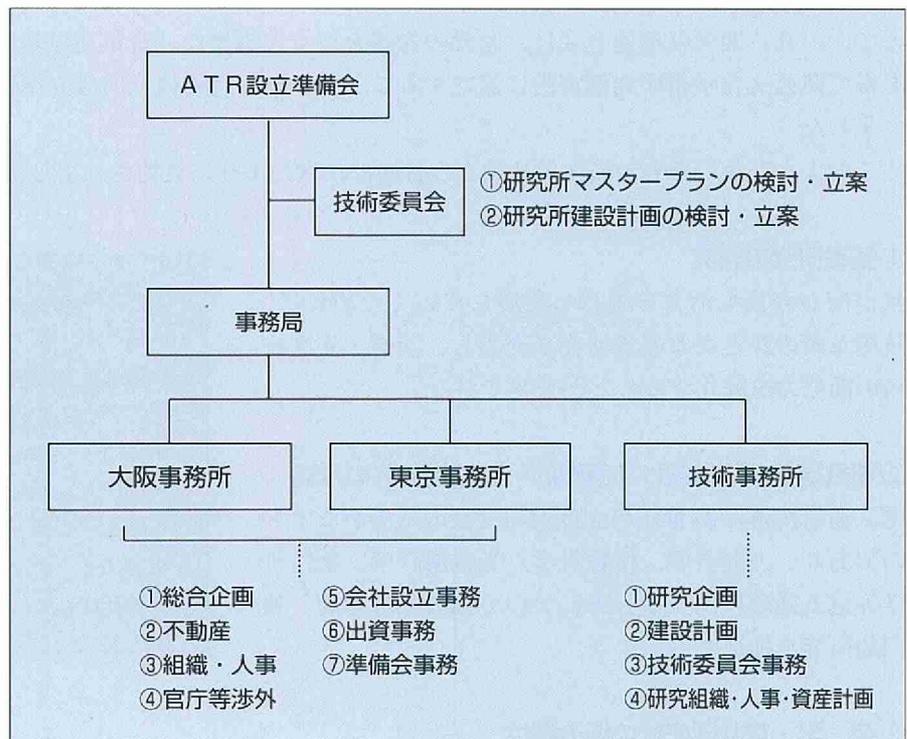
- 知的通信システムの基礎研究
- 自動翻訳電話の基礎研究
- 視聴覚機構の人間科学的研究
- 光電波通信の基礎研究

の4テーマを取り上げるのが適当であるとの結論が得られました。

施設誘致で思い出深いのが、郵政省管轄の国際電気通信基礎技術研究所(ATR)。予算獲得が難航するなか、橋本龍太郎さんに相談すると、「竹下登蔵相に会いに行きなさい。話はしておきましょう。」と言ってくれた。早速、竹下事務所を訪ねると、「大臣折衝にするかなあ。」と呟かれた。

これで決まりだと、その足で左藤恵郵政相に「大丈夫だから、最後までがんばり通して下さい。」と念押しした。

元 取締役相談役 宇野 収  
(現 東洋紡績相談役・関経連相談役)



ATR設立準備会の組織図

## 『7人の侍』 - 銀座版

思い出した。ATR設立準備は花の銀座電話局6階で始まった。

約10年前11月15日初回技術委員会後、出身母体、専門分野、経歴の異なる、長期外国出張帰り、技術試験途中駆けつけた者、関西から赴任が間に合わず後日参加した者達が、正式辞令は2週間後という状況で集まり、技術事務所発足。検討課題膨大、外部条件不明確、基礎・基盤研究、関係者思惑多様に悪戦苦闘、その割には平然を装って業務遂行。各人の深夜に及ぶ活動目覚ましく、研究計画、基本的組織、研究体制、研究棟建設計画を3ヶ月で必死にまとめた。翌年3月全員揃って、ATRに参加。Last but not least、技術事務所の『7人の侍』- 栗倉敏博、木本隆三、小林幸雄、東倉洋一、安川交二、吉川恵昭-の諸氏に感謝します。皆さんに幸多かれ!

元 取締役企画部長 吉田 裕  
(現 法政大学 工学部 電子情報学科 教授)

### (3) 株式会社国際電気通信基礎技術研究所と 4研究開発会社の設立

このような経緯を経て、1986年1月に前述の4つのテーマをKTCの出資募集に応募し、認められるところとなりました。

これらの準備を踏まえて、先ず100%民間資本の株式会社国際電気通信基礎技術研究所（以下ATR-I）が1986年2月の設立発起人会、同3月20日の設立総会で設立されました（実際の設立日は登記の関係で3月22日）。約1ヶ月後の4月26日、ATR-Iを核として、NTT、KDD、NHKはじめ多くの民間企業との共同提案により、KTCからの出資を得て、



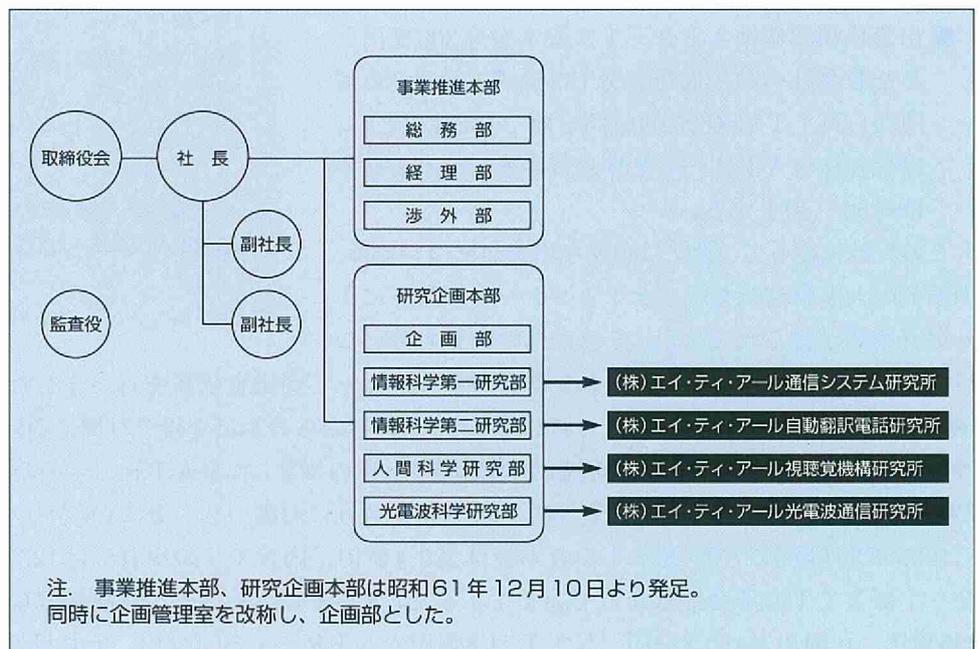
株式会社国際電気通信基礎技術研究所設立総会

- (株) エイ・ティ・アール通信システム研究所（研究費総額167億円 研究期間10年）
- (株) エイ・ティ・アール自動翻訳電話研究所（研究費総額166億円 研究期間7年）
- (株) エイ・ティ・アール視聴覚機構研究所（研究費総額137億円 研究期間7年）
- (株) エイ・ティ・アール光電波通信研究所（研究費総額166億円 研究期間10年）

の4つの研究開発会社（以下R&D）を設立しました。

ATRの設立形態は当初1つの組織体、即ち電気通信基礎技術研究所として計画されましたが、ATR構想とKTC出資制度の具体化が併行して進んだこともあり、出資に限度額が設定されたため、特定プロジェクトの研究を行う4つのR&D会社と、このR&D会社に対し物的・人的・資金的支援を行うと共に、総合的研究推進事業を行うATR-Iの5社体制となりました。ここではこれらの総体をATRと記述します。KTC出資の限度とは、1つのプロジェクトに対し「出資を行うことのできる限度額は、KTCの全残高の1割以内とする（KTC出資細則）」、また、出資対象となる試験研究に必要な資金から「土地取得・造成費を除く」とするものです。

右にあるATRの組織図に示すように、ATR-Iの4つの部がそれぞれ独立して4つのR&D会社を形成しています。これにより、ATRは運営面からは実質的に1つの組織体として機能していると言えるでしょう。



ATRの組織

## 4. 10年の歩み

### (1) 会社のスタート

A T R - I 設立後の1986年4月1日に、大阪城横のツインビルに入居しました。ツインビルの正式オープンが確か4月11日と記憶していますが、A T Rはその前に入居させていただく等何かと便宜を図っていただきました。これも当時の大阪大学総長熊谷先生他関係各位のご盡力によるものと承っています。

その日の入社式は総員42名で、R&D会社はまだ設立されておらず全員A T R - Iの籍でスタートしました。4月末に4つのR&D会社が設立され、株主企業のご理解とご協力により9月頃から順次出向者の受入れが始まり、1年後には約130名の規模（研究員約110名、事務職員約20名）になりました。その後各R&D会社の社長、室長の努力により、株主企業の協力も得て研究員は段々と増加、加えて客員研究員の受入促進もあり、現在の関西化学術研究都市にある新研究所棟に移転する1989年度初めにはプロパー研究員8名、出向研究員約150名、客員研究員約20名の体制となりました。

各出向元企業のご理解とご配慮により、これら初期の研究員として大変優秀な方々に参加していただけたことで、それ以後のR&D会社の研究が順調に滑り出して、今日のこの姿になったものと大いに感謝している次第です。

### (2) 出資協力依頼

A T R 設立に当たって、A T R - Iの資本金及びR&D会社への民間出資分（30%）の確保について、設立準備会で次の如く方針が決められました。

出資依頼方針...

- 依頼先は、発起人、設立準備会技術委員の各社、関連業界の有力会社、関西の主要経済団体の役員会社とする。
- ナショナルプロジェクトとして広く出資協力を求めるため、原則として出資依頼は1社最高3億円、最低1千万円とする。
- 原則として出資はA T R - Iは5年間、R&Dは11年間にそれぞれ分割し、払い込むものとする。
- 出資依頼総額はA T R - Iの資本金分200億円とR&D会社への民間出資分132億円、合計332億円からN T T承諾分200億円を除く132億円とし、出資各社のA T R - IとR&D会社への出資比率は約60：40とする。

この方針に従って、設立に必要な出資額については、準備会の大阪事務所を中心とするメンバーの努力により出資承諾が得られました。それ以外の残りの分につ

いては、関経連の強力なサポートを得ながらA T R - Iが出資依頼を行いました。以上の方針による出資依頼を180社におよぶ会社に対して行い、ほぼ1年で130数社からの承諾を得て目標に到達しました。しかしこの計画ではA T R - IのR&D会社への出資額が60億円以上にのぼり、将来A T R - Iの経営基盤に深刻な影響を与えることを憂慮して、20億円の追加出資協力を新たな10数社にお願いし、更に1年余りを費やして目標額に達しました。

1995年3月現在、A T R - Iの資本金は220.4億円、内N T Tの出資分は125.2億円（56.8%）であり、A T R - IはN T Tの子会社となっています。また、4R&D会社への出資総額は635.8億円、内K T Cからの出資445億円、民間出資190.8億円（N T T 74.8億円、A T R - I 59.4億円、それ以外の民間138社56.6億円）となっています。

#### TWIN21時代の思い出

A T Rは、TWIN21ビルの第1号・最大のテナントとしてスタート。

A T Rは、'86年4月1日、当時、西日本一のノッポビルTWIN21・MIDタワー・11～13階の3フロア（最終的には6.5フロア）を専有して、その産声をあげた。同ビルの竣工は4月11日であり、正に最終仕上げ工事の中で、正真正銘の第1号のテナントと言える。

A T R - IとR&D各社の仕事は違えど、目標は同じ開所を間近に控えたある日のこと、我々A T R - Iの在大阪常駐メンバー4人は、什器類の搬入等の作業で多忙を極めていた。其処へR&Dに着任される研究員が三々五々と見えられたが、なんと我々と一緒に喜々として机等の搬入作業の手助けをしてくれたのである。その時の皆の顔が今もって脳裏に鮮明に焼きついている。今も、開所当初の希望に満ちた明るい顔が、そのベースにあることを信じて、A T Rのさらなる飛躍とご発展を祈念いたしております。

元 総務部 総務課長 顯谷 友幸  
(現 ㈱ エフエム京都取締役)

### (3) 新研究所棟建設

A T R が関西文化学術研究都市の精華・西木津地区に立地するについて、計画の段階では数ヶ所が候補に上がっていましたが、住宅・都市整備公団（以下、住都公団）がこの地区の土地整備事業を行うに当たり、住都公団と郵政省との話し合いが持たれた結果、A T R を公団の整備地区内の具体的な立地施設として大蔵省に予算要求を行い現在の場所に立地することになりました。

設立準備研究会では土地は20万 $\text{m}^2$ の予定でしたが、設立後の諸情勢の変化（土地代の値上がりとA T R - I の資本金の用途

計画から見て、20万 $\text{m}^2$ の取得は過大な資金負担となること等）から、公団との土地代折衝の段階で11.4万 $\text{m}^2$ に縮小し、残余の分については公団からN T T に売却されることになりました。土地の価格交渉は、折からの土地高騰の兆しが見え始めた頃で、今後、進出予定の他の民間研究所の価格交渉に与える影響も懸念され、郵政省の支援を得ながら難行の末、総額67.7億円（59,400円/ $\text{m}^2$ ）で造成に合わせて3期に分けて引渡されることで決着を見ました。

研究所の建設に当たっては会社設立当初より、設計監理をN T T 都市開発(株)、(株)日建設計、(株)日本総合建築事務所の3社に依頼し、学研都市第1号として他の進出予定の研究所のモデルとなるよう、検討を重ねていただきました。研究室以外のコミュニケーションの場、触れ合い空間、パーソナルな研究居室環境、緑豊かな外部空間などがその特徴で、日々快適な研究生活が営まれています。建設は建築工事、電気工事、空調・衛生工事毎にジョイントベンチャー（J V）を組んでもらい競争入札を実施し施工することになりました。

1987年7月7日に起工式を行い、1年8ヶ月後の1989年（平成元年）2月28日に竣工式を行うことが出来ました。このように短期間に無事故・無災害で完成を見ましたのは、周辺住民の皆さまへの配慮から住都公団のご支援で現在の木津川台団地に抜ける仮設道路を開通させていただいたこと、また施工各J V の献身的な努力によるものであったことを特に申し述べ、お礼を申し上げる次第です。



新研究所棟竣工式

「今日、これからある研究所建設のために敷地調査にいくつてくれ、資料は新幹線の中で読むように」。ある日、このように指示を受けたのがA T R と私の出会いの始まりでした。学研都市の敷地も当時は乾川沿いに山のなかへ伸びる山道が一本あるだけで、建設予定地の造成工事も今だ着手されておらず、灌木の生い茂る山のなかに分け入りました。所々天水を溜めておく小さな池があり、20cmはあろうかというカラス貝が幾つか水底に見え、生命の息づく様を感じるとともに、この自然をうまく利用した計画がたてられないものかとの発想が生まれ、結果として、今の敷地の一郭に自然林が残ることとなりました。建物の設計にあたっては、吹き抜けホールから自然林の背景に生駒の山が見えるよう「借景」の技法を取り入れましたが、研究者の方々が心の安らぎを感じる空間として役立っていることを願っています。

元 企画部 主幹研究員 下瀬 敏明  
（現 (株) エヌ・ティ・ティ ファシリティーズ  
都市・建築デザイン部担当部長）

ツインビルからの引越は約1年前からプロジェクトチームを編成、周到な計画と準備を進め、中型トラック延べ350台の約1ヶ月半にわたる大掛かりな作業となりましたが、無事に1989年3月末までに完了、4月1日に開所することができました。5月30日には各界の著名人の出席を得て開所披露式を挙行、5月31日、6月1日の両日一般の方々に公開し約4,000人が見学に訪れました。

#### (4) テレコム・リサーチパークの指定

1987年度補正予算による民活法特定施設整備事業に対する補助金を受けるため、ATR-Iの研究所の整備計画を民活法（民間事業者の能力活用による特定施設の整備の促進に関する臨時措置法）の特定施設であるテレコム・リサーチパーク（電気通信研究開発促進施設）として郵政省に申請していましたが、1987年7月23日に認定を受けることができました。補助金は国（郵政省）から事業費の5%の2/3が交付され、残り1/3は地方公共団体から交付されますが、出資の形をとることも可能で、ATR-Iの場合は京都・大阪・奈良の3府県と協議の結果出資していただくことになりました。補助金の対象は建物建設・建物内据付けの機械設備取得等（土地取得・造成を除く）の経費で、ATR-Iの場合下表のとおりとなっています。

また3府県からの補助金が出資となったことから、ATR-Iは地方公共団体から出資のある第3セクターとなり、「NTTの株式売却収入の活用による社会資本の整備促進に関する特別措置法」（1987年9月4日公布施行）に基づく日本開発銀行の無利子融資制度が利用できることとなり、借入れを行いました。借入額は事業費の37.5%以内に相当する29.9億円、借入期間15年、3年据置、12年均等償還という条件にてなっており、ATR-Iの経営にとって大いに寄与したことになります。

また、1987年6月に関西文化学術研究都市建設促進法が制定され、ATR-Iもこの法律の適用を受けるべく、1988年12月に国土庁長官宛に同法に規定する研究所用施設であることの証明を申請し、1989年1月27日同長官から証明されました。これにより下表の表のごとく、税制上の優遇措置を受けることができ、これもまたATR-Iの経営に寄与することになりました。

研究所の移転を担当し、当初、事務所移転の大型版程度に気楽に考えていたが、検討を重ねていくに従い、いかに大変なものが判ってきた。すべて環境がそろった中での移転ではなく、各種プロジェクトが平行進捗する中で、すべてを睨みながらの移転遂行。また研究所の特殊性から膨大な研究用機器、それらの重・軽量物、大・小物、粗・精密物等の混在。これらの分解～組立調整作業はほとんどメーカーに依存のためメーカー相互間の作業調整。さらには暫定研究所が他企業との共用建物の関係から、平日のエレベータの使用台数、地下駐車スペースの制限の中で平日は細々と、土休日に主力をおいた長期間に及ぶ息の長い移転。網渡りの日々が続きながら、所員全員の度重なる休日、深夜作業など長期間に及ぶ積極的な協力に支えられたお蔭で期間約1か月半、トラック台数延350台の膨大な移転は事故もなく計画どおり遂行できました。この輸送機関中に「大喪の礼」が行われ、その当日輸送を取りやめにしたことも思い出深いエピソードです。今振り返ってみるに、各種プロジェクトの管理法にPERT管理という手法があると葉原副社長から教えられ、本を購入し猛勉強(?)したことなど限りなく懐かしく、貴重な経験をさせていただいたことに深く感謝しています。

元 総務部 担当課長 梅山 泰男  
 (現 日本電信電話(株) 湊川営業所 所長)

単位：百万円

事業費	7,780
助成金(5%)	389
国(郵政省)の負担	259
地方公共団体の負担	130
内訳(再掲)	
京都府	86.5
大阪府	29.0
奈良県	14.5

補助金明細

特別償却	建物及び建物付属設備 率 15/100
固定資産税 (精華町)	3年間 1/3の減税 不均一税 初年度 0.14% 2年度 0.467% 3年度 0.933% 合計 1.54% (普通税率) 年1.4%

特別税制

### (5) 天皇陛下御一家のご視察

1991年5月26日（日）、天皇・皇后両陛下におかれては、京都府宇治市で開催された第42回全国植樹祭にご出席になられた後、ATRをご視察になられました。概要説明を受けられた後、視聴覚機構研究所で神経回路網による手書き文字認識実験や自動翻訳電話研究所での日本語の話し言葉を自動的に英語の音声に変換する実験を天皇陛下自らご体験になり、先端技術の開発の一端に触れていただくことができました。

秋篠宮、同妃両殿下は関西文化学術研究都市の交流施設として建設された「けいはんなプラザ」の完成記念式典へのご出席に先立ち、1993年4月26日（月）、ATRをご視察、日本人の英語R・L音の聞き取り能力に関する研究成果、臨場感通信会議の実験をご覧になられました。

ITU（国際電気通信連合）全権委員会議が、国立京都国際会議場で1994年9月19日（月）から開催されましたが、会議初日の開会式にご出席された皇太子、同妃殿下はその直後会場で開催されていた電気通信展をご視察になり、ATRブースでは最新のバーチャルリアリティ技術の臨場感通信会議をご体験になられました。

このように3回にわたって、天皇陛下御一家のご視察を賜り、最先端の独創的研究の内容をご体験いただき、研究成果の実用化にも深い関心を寄せられたご様子でありました。私共としてこのことを大変光栄に存じ、今後の研究活動に一層精励しご期待に応えることを肝に銘じている次第です。



天皇・皇后両陛下のご視察

### (6) 新会社設立

1992年はATRがスタートして7年目に当たり、ATRの4つのプロジェクトの内、7年間のプロジェクトの「視聴覚機構の人間科学的研究」と「自動翻訳電話の基礎研究」の2つが最終年度になりました。

基礎研究を続けるATRの次のステップとして、新しいプロジェクトをスタートさせるべく準備を進めてきま

した。引き続き基盤技術研究促進センターの出資制度を利用すべく、1991年より産・学・官が一体となつての技術的検討を重ねた結果、1991年9月にまず最初の「ヒューマンコミュニケーションメカニズムの研究」を行うプロジェクトの出資希望書をセンターに提出、認可を受けて、1992年3月26日に(株) エイ・ティ・アール人間情報通信研究所を設立し研究を開始しました。2001年2月に終了する9年間、研究費総額160億円のプロジェクトで文字通り「21世紀の扉を開く」プロジェクトです。続いて同様の過程を経て、1993年3月25日に「高度音声翻訳通信技術の研究」を行う(株) エイ・ティ・アール音声翻訳通信研究所を設立し、2000年2月に終了する7年間、研究費総額160億円の研究プロジェクトを開始しました。

10年間のプロジェクトとして設立した2つのプロジェクト「知的通信システムの基礎研究」と「光電波通信の基礎研究」は、1995年が最終年度に当たります。引き続き新しい視点から21世紀を睨んだ基礎研究を行うということで、数回にわたって、産・学・官の関係者による研究技術会議を開催し検討を重ねました。

1994年9月に「知能映像情報通信の基礎研究」を行うプロジェクトをセンターに提出、認可を受けて、1995年3月28日に(株) エイ・ティ・アール知能映像通信研究所を設立し研究を開始しました。2002年2月に終了する7年間、研究費総額123億円のプロジェクトです。同様の過程を経て1996年3月27日に、「環境適応通信の基礎研究」を行う(株) エイ・ティ・アール環境適応通信研究所を設立、2003年2月に終了する7年間、研究費総額119億円のプロジェクトがスタートしました。

これによりATRの新しい4つのプロジェクトが揃って、21世紀に向けて力強く羽ばたいてテイクオフしたことになります。これら4つの研究開発会社発足に際し、大変なご協力、ご支援をいただいた関係各方面の皆様、なかならず不況下にもかかわらず、ご趣旨にご賛同いただき出資協力を賜りました株主企業の皆様に、厚くお礼申し上げる次第であります。

試験研究期間を終了した4つのR&Dについては、試験研究成果を管理する会社として存続し、技術情報等の開示、特許権等の実施許諾を業務としています。またこれら研究成果の普及のために、1993年4月にATR-I内に開発室を設置し、積極的な成果普及支援活動を行ってきております。

## (7) 人材育成・交流

ATRの基本理念の中に、産・学・官共同研究の場の提供と国際社会への貢献を謳っています。ATRのこの10年間でこれらの基本理念の展開として、人材育成・交流といった面から眺めてみることにします。

電気通信関係の研究機能は、最近でこそ関西地区に研究所が設立される傾向が出てきていますが、それまでは殆ど関東地区に集中しておりました。当時、関東に次いで大学の集積の多い関西地区に中核的な研究機関を整備することが、人材の育成を目指す上からも、非常に重要であるとの認識から、学研都市にATRを設立することが切望されておりました。また電気通信分野の基礎的研究は、開発リスクが大きく研究開発課題が高度化し、学際的課題が増加している状況を考えますと、産・学・官共同の場に於いて、それらを手掛けることが望ましいと思われまます。

こうした基礎研究を充実させるためには、何と言っても第一に人材の確保であり、それによる人材の育成が必要であります。また電気通信システムの利用は、その特性として国境を超越しており、今後我が国が先端技術によって発展していくためには、各国と協調して研究開発を進める必要があります、人材の国際的交流、例えば「海外の優れた研究者の招聘」「海外の研究機関との共同研究」などは欠かせない要素となってきています。ATRとしてこうした方向で人的な面での研究環境の整備をはかってきており、「各分野の優れた研究者を集め、学際的な交流をはかり、学際的分野の重要性を認識させる」「国内外の研究機関・大学との共同研究の推進」といったことを進めて来ており、これらが人が人を呼び、情報が情報を呼ぶという良い環境を生み出しています。

## (8) 情報発信

前項で述べましたように、ATRは国内外に開かれた研究所として人材交流を積極的に進めている他に、「自由な国内外での論文発表の機会を設ける」「特許取得を支援する」「学位論文として纏めることを支援する」等情報発信についても強力に推進しています。

これらが人材育成・交流と相乗効果を発揮し海外での認知度を高め、延いてはこの分野での我が国の国際的な地位向上に貢献し、情報発信源として、関西文化学術研究都市の知名度の向上に役立っていると考えています。

情報発信として、学術論文、国内外の会議での外部発表は毎年国内が500件前後、国際が200件以上に達しており、それらによる国内外の権威ある学会等からの受賞も毎年10件前後に達しています。1995年10月に10周年を迎えたKTCの資料により、1994年3月末までに採択されたR&D会社64社の学会発表・特許出願件数の累計とATRのそれを比較すると右上表のようになり、学会発表件数は全体の約45.6%、特許出願件数は同じく約20%となっています。これを電気通信関係だけで見ますと、学会発表件数では約81.6%、特許出願件数では約49.1%とずば抜けてハイレベルな情報発信を進めています。

1993年9月より、第一線の研究者を招き、その分野の最新の研究動向等を紹介し、先端研究情報交流の場を提供するATR科学技術セミナーを開催し、関西文化学術研究都市の第1号施設として地域活性化の役割も果たしています。1996年3月末までの開催回数は、延べ40回に及んでいます。また研究員の執筆によるATR先端テクノロジーシリーズとして、「自動翻訳電話」・「視聴覚情報科学」・「光衛星間通信」・「ニューラルネットワーク応用」の4冊を既に出版しており、「臨場感通信」も出版準備中です。

会 社	学会発表等	内ATR分	特許出願	内ATR分
鉱・工業関係	34	4,833	—	1,649
電気通信関係	30	6,125	4,997	559
		—	(内海外1,331)	(内海外72)
合 計	64	10,958	4,997	2,787

学会発表及び特許数（1994年3月末現在）

## 5. 結び—今後への期待—

あと僅か5年で21世紀を迎える今、20世紀から21世紀への大きな転換期にさしかかっています。

私達が生きてきた20世紀は、「科学技術の時代」であったということができましよう。科学技術の発展は人間に大きな福利をもたらす反面、原子力の開放や遺伝子の研究、コンピューターの発達など使い方次第では個人や社会に損害を与え兼ねない面もあり、その反省として本来主人公であるべき人間にとってどうあらねばならないかという原点、即ち人間尊重の立場に立って考えるべき時ではないかと考えます。ATRの基礎研究が人間に学ぶことを基本にしてこの10年間やってきたこと、また新しい研究開発プロジェクトもより一層人間尊重の立場に沿った方向を採っていること等、時代の要請に応えるものと考えています。

昨年11月科学技術基本法が成立し、その第5条には、基礎研究の重要性が書かれており、基礎研究に重点を置いた科学技術の振興の重要性が更に認識されるなど、この分野に追い風が吹いて来ています。こうした中で、ATRの研究開発が引き続き関係各界のご理解とご支援をいただきながら、順調に研究を進展させていくことを心から期待し、結びの言葉とします。

## ● 10年の歩み

# 研究所運営の現場から

— 21世紀への大きな羽ばたきを視野に —

(株)国際電気通信基礎技術研究所  
代表取締役副社長 葉原 耕平



## はじめに

A T R 発足10年の節目としてこのジャーナル特集号を皆様のお手元にお届けできることは、私共にとって誠に喜ばしく光栄なことです。A T R では発足1年後にA T R ジャーナル創刊号を発行しました。それ以降、関西文化学術研究都市での本研究所開所、5周年、新研究開発会社発足などの節目毎に外部から御寄稿を頂戴し、また私自身も小論を述べさせて頂きました。今、10周年を迎えるに当たってこれらの記事を読み返してみますと、A T R に対する各界の御期待の大きさと温かい御支援に改めて感激と感謝の気持ちを強く抱きます。

言うまでもなくA T R の使命は電気通信分野における基礎的先端的研究の遂行で、それ自身大変チャレンジングな事ですが、私にとってはそれと同時に研究所運営そのものが壮大な実験の連続でありました。この機会に記録としての意味も含め、そして多くの私見を交えながら、その考え方を多少物語り風に以下に列記致します。

## 1. 研究所の理念

A T R 発足の日、日裏社長から研究所のあり方について意見を求められました。私は「研究所には顔が必要で」と答えました。それは二つの意味がありました。一つは端的にいえばスター的な傑出した研究者がいること、もう一つは研究所としての特色を持つことです。この二つは実は鶏と卵の関係にあり、傑出した研究者の業績により特色ある研究所に発展するし、また特色ある研究所には優れた研究者が集まり勝ちで、良循環に持ち込むことが重要であるという認識でした。

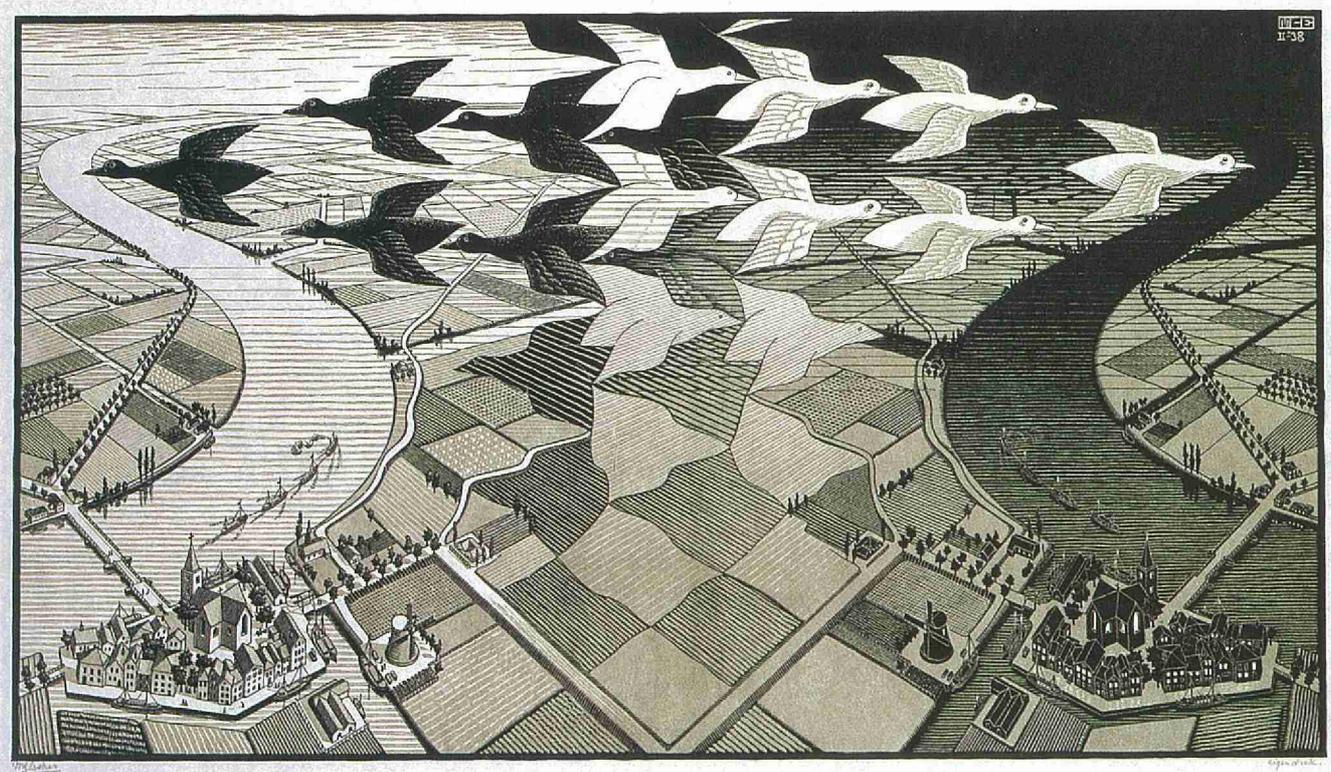
A T R にとって大変幸いであったことは、先ず発足直後から数カ月後にかけて、優れた研究者を結集することができたことです。これはN T T、K D D、N H K、郵政省始め関係機関の絶大な御理解の賜物でありました。ことにN T T は初期にエース級の研究者を大量に投入して下さいました。分野によっては本体の弱体化が懸念される程で、これは大変なインパクトでした。A T R に対するこれら関係機関の姿勢が引き金となって各社がこぞって優秀な人材を出向させて下さったと理解しています。この順調な滑り出しが、その後、企業だけでなく大学などからの極めて優秀な研究者の参集にも大いに寄与したと確信しています。中には派遣先の米国から直接A T R に参加してくれた研究者がいたお蔭で、その異動先であるA T R とは何ぞやということで、電子メールを通してむしろ国内よりも先に米国内でA T R の名が知れ渡り、米国からの研究者の早期の参加に繋がったというおまけまで付きました。

次に研究所としての特色の打ち出しについては、結果として私自身の経歴にかなり左右されたと思っています。私自身はそれまでN T T つまり電気通信のキャリアとしてサービス提供側の立場で通信網などインフラの研究開発に従事して参りました。また、そのような仕事はN T T で引き続き大部隊で強力に行われるでありましょう。そこでA T R の使命としてそれらインフラの大発展を前提に通信網の使い手である〔ユーザ側の視点〕から研究を進めることに重点を置くこととしました。それは必然的に最終のユーザである〔人間の研究〕あるいは〔人に学ぶ〕というキャッチフレーズに繋がりました。今でこそ〔人に学ぶ〕という言葉はよく聞かれますが、当時これらは（われわれが最初に言い出したのではなかったにしても）いずれも比較的新鮮なキャッチフレーズでした。

もうひとつA T R では、将来必須であり、かつ世の中で手掛けられていないテーマにチャレンジすることもそ

の使命として陽に意識しました。古濱洋治初代社長率いる光電波通信研究所でのMMIC（モノリシックマイクロウェーブIC）の研究は、世の中のデジタルICの研究開発の大きなうねりに対していずれその必要性が問われるであろうアナログICを対象に早くから手掛けたものでした。携帯電話に代表される移動体通信の爆発的発展にいつの日にか貢献するものと思います。これはほんの一例で、ATRの各研究所は程度の差はあれ、いずれもそういう側面を強く持っています。よくテーマ選定と言いますが、ATRではテーマ発掘と言う方が似合っていました。

さて、これらのキャッチフレーズの下に具体的に研究を進めること、殊に〔人に学ぶ〕を実行することは口で言う程容易ではありません。それには多角的な研究が必要で、そのため、工学者に加えて心理学、生理学などの分野の研究者も糾合し、いわゆる学際的研究に挑戦してきました。世にいうインターディシプリナリー（学際的）アプローチです。人材の確保にはそれぞれ担当の研究開発会社の社長、室長が懸命な努力を続けてくれました。そしてこの思想は困難な中でも着実に醸成され、その一つの実りは1990年11月のATR視覚・認知ワークショップに表れました。正直に言って、私はその時までインターディシプリナリーという言葉に何か平板さと物足りなさを感じておりました。このワークショップで、ある研究者がプログラムの表紙にM.C.エッシャーのDay and Nightと言う題の有名な絵を使うことを提案し、実際にそれを使用しました。白い鳥と黒い鳥が左右に行き交っている構図です。これを見て私は目の鱗が落ちる思いがしました。「インター」に代えて「トランス」という言葉が頭に浮かんだのです。私だけの解釈かも知れませんが、「インター」が異なる分野同士が境界面で単に接しているイメージであるのに対して「トランス」は一歩進んでお互いに乗り入れ、組合わさっているイメージを与えるからです。それ以降「トランスディシプリナリー」という言葉を使い喧伝することに務めています。7年間のプロジェクト期間を通してATR視聴覚機構研究所社長を勤めた淀川英司博士（現工学院大学教授）は「トランス」と「トランスディシプリナリー」に関する記事や発言を国内外から克明に見付けてきてくれました。ここに来て、ATRのもう一つのキャッチフレーズが確立しました。「トランスディシプリナリー」です。設立後4年余を要しました。そして、キャッチフレーズという面でのATRの顔は一応整いました。



M.C.エッシャーのDay and Night [copyright©1938M.C.Escher  
/Cordon Are-Baarn-Holland /HUIS TEN BOSCH]

余談ですが、これまで述べてきた「顔」とは抽象的なものでした。私自身は、それが本当に「顔そのもの」の研究にまで発展するとは当初は思ってもいませんでした。しかし、担当者の熱意で昨年初頭「顔と物体認識に関するシンポジウム」を開催するまでになりましたが、まさに阪神淡路大震災の当日とぶつかり、内外の参加者には極めて思い出深い出来事となりました。引き続き第2回も今年1月に盛況裏に行われました。

## 2. 自主性の尊重

個々の研究、殊にそれが基礎的であればある程その内容の良否は研究者の資質に大きく依存します。センスの良い研究の芽を摘むこと無くいかに伸ばすかがポイントの一つで、それには研究者の自主性の尊重が重要です。しかし、これが放任に繋がることは厳に戒めねばなりません。私の立場としては個々の研究の細部に亘って逐一指示したりその良否を論評することはなるべく避けてきました。その代わり、自ら研究のフェーズを常に認識し、研究方向の軌道修正を行なう習性を身に付けるよう、自覚を促すように務めてきた積もりです。動物的直観で、スジが良いと思った研究テーマは無条件で持ち上げました。必ずしもそう思えないものにはそれとなくヒントを示しました。出だしで多少方向を誤っても適切な軌道修正を行えば良い成果に繋がる可能性は大きいからです。

研究フェーズとは次のようなことです。例えば同じ石を投げるのでも「霧の中の池らしいところに初めて投げ込んでそれが池であることを確認しようとしているのか、池であることが既に判っていて波紋によってより克明に調べようとしているのか」といった設問です。前者であれば必ずしも精度は問われないが、直観力と大雑把な方向性の善し悪し、つまり経験とセンスの良否が後世論じられるでしょう。二番手の石を投げるのであれば今度は精度を問われます。また、どこまでが既知で（それは自らの過去の仕事であっても他の研究者の仕事であっても）、今回何が分かり何が進歩したのかを峻別していくことも重要です。そして、ATRの研究者にとって（あるいは組織として）望ましいのは未知の池の発見とその概形の把握にチャレンジすることです。今ATRの売り物の一つに成長している『臨場感通信会議』も、映像時代を控えて広範囲に及ぶ研究テーマを効率よく追求するための共通のシステムイメージとして、ATR通信システム研究所の山下紘一初代社長を中心に考えに考え抜いた未到達した概念とそれを表す言葉で、その誕生には2年近い歳月を要しました。

しかし、全ての研究者が一番手の能力を持つとは限らないし学問技術の流れのタイミングもあります。要はそれぞれの研究フェーズにより方法論が自ずと異なることを自覚し、実践してくれることであり、そのように意識付けることに努めてきた積もりです。その具体的手段として、自分の研究の位置付けや内容を非専門家にも理解して貰えるよう平易に表わす努力を続けることだけは口を酸っぱくして強制しました。それは物事の本質を理解・把握していなければ出来ないことで、研究者自身の頭の整理にも極めて有効だと、私は信じているからです。ATRジャーナル創刊号で、私はこのジャーナルを研究者にとっての「平易な表現」のための修練の、そして喜びの場の一つに使わせて頂く旨述べました。この試みはこれまでのところ概ね成功しているように自負しております。

本質の把握という意味ではズバリではないにしてもアナロジーがしばしば有効です。光電波通信研究所の成果の一つである「光ファイバ・ミリ波通信システム」はその好例です。このシステムの骨子は、可能なところまで出来るだけ光ファイバを引き廻し、最後のところでミリ波にしようという移動体通信システムのアイデアですが、あたかも部屋という部屋、街路という街路には電灯線が行き渡り最後にソケットと電球で明かりに変換されているようなイメージであり、研究者が「光の電灯線化」[電波の暗闇の追放]というフレーズを考え出してくれました。一般の方々にはこれでイメージを掴んで頂けます。なお、敢えていえば、担当者にしてみればとかく些細なことまで気になり、つつい木を見て森を見ない危険もあります。そのような時は私も傍目八目でヒントを示すことに心掛けてきました。

### 3. 国際化

まずはや、次元の低い、しかし実際には日常しばしば説明に苦勞する話題から始めます。ATR構想具体化の過程で今後国際化が重要であるとの認識から、それまでの仮の組織名〔電気通信基礎技術研究所〕の頭に〔国際〕を冠することになったと聞いています。それに伴って英文名称は原案のATR (Advanced Telecommunications Research Institute) の後に International をつけて ATR International とし、ATRグループを統括する、いわば中核の親会社を国際電気通信基礎技術研究所 = ATR International と呼ぶことで今日に至っています。

これはこれで、当時として真っ当な考えであったと思います。ただ、一般に “ABC International” というのは “ABC” という本体会社の国際部門とか国際関係子会社を意味することが多く、お客様殊に外国の方から「本体は？」と聞かれたり、日本人のお客様の中には「KDDの子会社かと思ってました」という方も結構多く、またATRグループの中核会社があたかもそのATRの子会社のような、矛盾したような誤解も与え兼ねず、説明やら解説に苦勞しているのも事実です。また「国際電気通信基礎技術研究所？ああ、ATRですか。ATRならよく知ってます」という方も結構いらっしゃいます。ついでに私の持論を述べますと、本当に国際的に名の通った会社や組織には〔国際〕という言葉は余り付いておりません。敢えて言わなくても万人の常識となっているからでしょう。〔国際〕を付けるのは国際化したいという願望の現れで、ATR発足前後のATRを取り巻く日本の状況はまさにそうであったとも言えましょう。それでは、今のATRが胸を張って国際化されているかと問われれば答えは「まだまだ」です。しかし、私はできるだけ早い時期に敢えて〔国際〕と言わなくてもよい日が来ることを願っております。いずれにしても、名称は大きな将来課題の一つでありましょう。

国際化の一環として国際協力も重要です。殊に、自動翻訳電話研究所やその成果の多くを引き継いでいる音声翻訳通信研究所では外国語を研究対象とする関係で、これは必須のことでした。担当の樽松明初代社長を中心とした素早い行動で、極めて早い時期に外国の有力研究機関と密接に連携する枠組みを作ることが出来ました。その折り、私は、お互いに対等の立場 (reciprocal) であることと、ATRが常に主導的、場合によってはボランティアな貢献も厭わないことを陽に意識して貰いました。そして、これらの努力は国際研究コンソーシアム C-STAR の形で国際共同実験に成功するなどの成果に結び付きました。

ともあれ、『国際社会への貢献』はATRの4つの基本理念のうちの一つであり、極力その具現化に努めています。研究所の神髄は研究の質であり、可能な限りレベルの高い国際の場で重点的に発表することを奨励してきました。その際、例えばその国際会議の主催学会に対しては最低限その会員になるなど、礼を尽くす姿勢を半ば強制してきました。これは対等な大人の行動の原点であるとの認識によるものです。また、国際会議、会社訪問は人脈を作る絶好の場でもあります。研究リーダーには国際会議始め種々のチャンネルを通して内外の優秀な研究者の招聘活動の自由度を与えました。ギブ・アンド・テイクということではATRのプレゼンテーションには魅力的な内容が多く、また、ATRが公的性格が強いことも手伝って、会社訪問も敷居は比較的 low、むしろ期待され歓迎される場合もあります。その結果、「あの人がいるなら私も行きたい」という「類が友を呼ぶ」良循環の兆しもみられ、ATRの知名度は国際的に高くなってきていると思っています。今では、限られた予算枠の中で機器を求めると人材を求めるとかで、お断りする事例も発生しています。情報化時代とはいえ、欧州を中心に〔ATRの研究員に採用されるのは大変な難関だ〕という誇大評価が既に一人歩きしている分野さえ出てきております。

ATRにとって幸いしたことの一つに、関西に立地したことが挙げられます。もし、ATR程度の規模の研究所が有名研究所のひしめく関東地区に立地していたとすれば恐らく殆ど話題にもならなかったでしょう。しかし、幸か不幸か関西では〔電気通信〕を標榜する研究所は稀少価値があります。多くの訪問者は関西に足を伸ばさずえすれば（他にないので否応なく）ATRに立ち寄ってくれました。その方々の口コミ効果は絶大です。ATR訪問は関西へ足を伸ばさず恰好の口実にもなったと思われれます。かくして、世界のVIPがATRに関心を持つこととなり、国際的知名度の向上に大いに寄与して頂きました。その仲介役の各国大使館、領事館とは持ちつ持たれつ大変良好な関係を続けさせて頂いております。

また、各国が計画実施している各種の国際交流プログラム、殊に学生の実習なども可能な限り受け入れることとしています。また、できるだけフォーマルなルート（たとえば国レベルの相互協定など）に乗せるよう努めています。これはとかく外国人研究者に対する基礎部門への門戸開放が少ないのではないかと一部の方の批判

への積極的反論の材料も提供している積もりでもあります。また、長期的にみてATRで同じ釜の飯を食った若い研究者集団の世界的な輪が広がるという期待にも繋がっています。

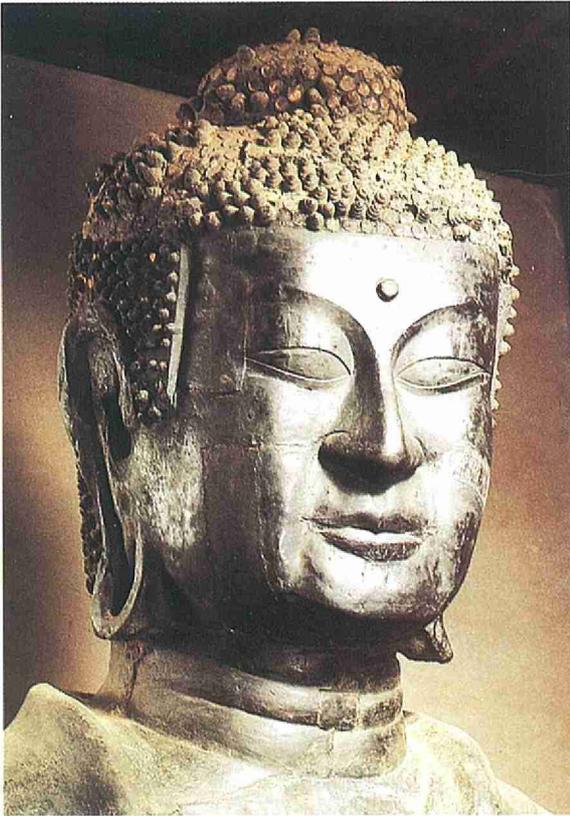
お蔭でATRでは常時2割強の外国人研究者が参画しており、国際色豊かです。そうは言うものの、これだけ大勢の外国人研究者を常時受け入れて行くのは事務的にも決して容易なことではありません。試行錯誤の連続でした。しかし、今では概ね諸手続きを含め定着化してきました。その間、入国管理局始め関係機関の大変な御理解、また、子弟の教育問題、日常生活の面などでは地元自治体、学校の絶大な御理解も忘れる訳には参りません。異文化交流というのも口で言う程簡単ではありません。初期の外国人研究者の一人から「私は何のためにATRに招聘されたのか」という率直な質問が出されたことがあります。ベテランなので全般的な助言を期待していたのですが、そのような阿吽（あうん）の呼吸というのは必ずしも通用しません。「あなたには全般的な助言を期待しています」「あなたはこの期間にこのアルゴリズムを別の言語系で実証して下さい」などと具体的に〔契約〕することが後々の問題を少なくします。プロ野球の契約条件と同じ様なものです。違いはプロ野球ではそのシーズンで即結果が出るのに対して基礎研究ではその評価が難しいことで、それだけに各マネージャーの力量が問われます。いって見れば当たり前のことです。本来は研究施設の整備とでもいった項目を起こして述べるべき事かも知れませんが、ここで国際化という意味で一つだけ付け加えておきたい事があります。今ではあまり目新しい事ではないかも知れませんが、ATRでは発足時に各グループがコンピュータ環境を整備するのに当たって先ず国際性を第一に考えてもらいました。簡単に言うと、内外の研究者がお互いに行き来するとき、自分のフロッピーを持ち歩くだけで、着いたその日から自分のオフィスと同じ環境ですぐに仕事出来るようにしようということです。これは、その後の研究の効率化に大きく寄与したものと思っております。

#### 4. マルチメディアとマルチモーダル

1. で〔人間の研究〕あるいは〔人に学ぶ〕がATRが初期に打ち出したキャッチフレーズの一つであることを述べました。昨今、マルチメディアが声高に叫ばれるようになりました。この事を私なりにもう少し噛み砕いて申しますと、コミュニケーションの究極の姿は、どこにいても、あたかも日常の face-to-face あるいは膝を交えたような自然な形での、更には言語の壁を超えたインタラクションであろうかと思えます。ところが、これまではどちらかと言えば使い手である人の方が通信網や機械の機能に合わせてきました。これからの通信網や機械は、ユーザがその存在を意識しなくてもよいレベルにまで機能が高度化されるのが理想かと思えます。私はこれを「通信網の隠蔽」と呼んでおります。日常の face-to-face のコミュニケーションでは、人々は視覚や聴覚のような五感からゼスチャーまであらゆる機能すなわち「モード」を効果的に動員しております。つまり、face-to-face というのは「マルチモーダル」な世界です。従って、通信網の使い手であるユーザが通信網の存在を意識することなく相互に「マルチモーダル」なコミュニケーションが出来るためには、通信網の方はもっともっと柔軟かつ頑健に発展することが望まれます。これが取りも直さず「マルチメディア」の今後の課題であり、「マルチメディアの飛躍的・多角的発展」によって提供される目には見えない通信網によって、ユーザ相互の「マルチモーダル」な生き生きとしたコミュニケーションが可能になる、というのが私の考えであり、夢でもあります。従って、「ユーザである人」とお互いに鏡像関係にある「通信網」の基本的あり方を探究することは極めて本質的なことと思えます。

#### 5. 技術と文化

ATRの立地している関西文化学術研究都市やその周辺殊に京都・奈良は古い仏像、木造建築などいわゆる文化財の宝庫です。これらの文化財は改めて考えてみるまでもなく、当時の最先端のハイテクの固まりです。優れた鑄造技術無しには仏像は有り得ないし、卓越した建築技術無しには法隆寺も現存しなかったかも知れません。



飛鳥大仏（飛鳥寺提供）

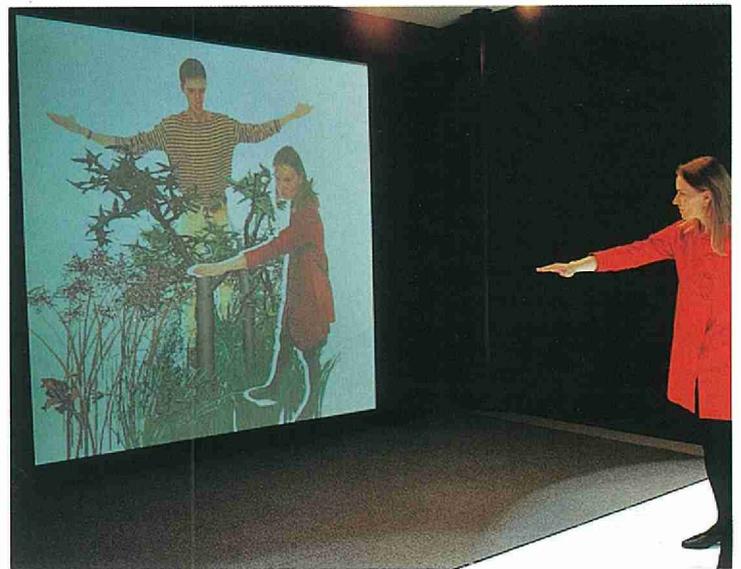
と絵の具と筆は画家にとって重要です。

それでは近未来を展望したとき、かつての鑄造技術や印刷技術や絵の具に相当するハイテクは何でしょうか。その一つは間違いなく通信・情報処理の技術です。ハイテクは新しい文化の創造に繋がる可能性を秘めております。私達はその可能性の一つはアート（あるいは創作活動）との融合だと思っております。たとえば、これまでのアートはどちらかと言えば制作者からの情報を鑑賞するという受け身の形態であるのに対して、鑑賞者も一緒になって制作に加わるという〔インタラクティブアート〕などの誕生が考えられます。ATR通信システム研究所の臨場感通信会議や奈良リサーチセンターの〔電子水族館〕とB-I S D Nの結合実験などにその兆しを見ることができます。

レオナルド・ダ・ヴィンチのような両刀使いの天才なら一人で何もかも出来るかも知れません。しかし、一般には、技術者には技術者の、アーティストにはアーティストの、お互いの得意技があります。「技術者は技術面から種々のシステムを開発提供していこう。これらにアーティストの感性や直観を組み合わせれば、これまでに無かった新しい使いやすいシステムが出来るのではないだろうか。これは、21世紀以降の新しい文化の創造に繋がる可能性がある。それにはお互いに始めから一緒に仕事をするのが手取り早いし、いいものが出来る」。この発想は昨年春ATRの新しい研究開発会社〔知能映像通信研究所〕の発足に結実しました。今ATRには内外から若手の新進アーティストが参集して意欲的に仕事に取り組んでいます。断っておきますが、このような企画・発想は私のもものではありません。若いリーダー達の提言が基になっています。若いパワーの時代です。私は年の功というか動物的直観でその芽を摘むことなく後押しをすることを心掛けただけです。

古代の知識人はこれら最先端のハイテクの開発とその利用に極めて熱心で、これが今に残る文化財を生み出したのでありましょう。もし、技術と文化を異なった概念だと捉えれば、当時はむしろこれらは渾然と融合していたのではないのでしょうか。

この種の例は古今東西を問わずいくらかでも挙げることができます。前大阪大学総長熊谷先生は「印刷技術と製本技術の画期的進歩が文学を広く普及させるのに役立った。いい小説が書かれるようになったから印刷技術や製本技術が発明されたのではない」と喝破しておられます。安価で抗張力の優れた鋼の開発はピアノからフォルテまで強弱差の極めて大きい音が出せる楽器ピアノ（←ピアノフォルテ）を生み、作曲家と演奏家そして聴衆に福音をもたらしました。キャンパス



インタラクティブアートの一例

これら古今の具体例に見るように、文化の中には技術が作り込まれ、また技術の中には国民性や文化が作り込まれるものだと私は思っています。ATRでは、分野や文化背景も異なる研究者が一箇所に集まって切磋琢磨するという優れた環境を作るよう常に努力してきました。このような、国際的且つ（超）学際的な人材と研究環境が、ATRにおける創造的研究の原動力であると思っております。そして、私は、ATRでは技術の中に国際的な文化を作り込んできたと信じております。昨年はATRの若手研究者・アーティストに対して国際的な賞が幾つか与えられました。国内でも、権威ある〔日本文化デザイン大賞〕が与えられました。若手の快拳に快哉を叫びたい気持ちが一杯です。

## 6. 建物を巡って

エピソード的ですが、ここで是非ATRの建物のことに触れておかねばなりません。ATRの建物はお蔭様で評判がよいようです。これをデザインするに当たって、文化学術研究都市の第1号研究施設にふさわしいものでありたいという一般論に加えて、私は御担当頂いたNTT都市開発(株)の関谷社長に予め「キャッチフレーズ」をお考え頂くよう、特にお願ひしました。その結果〔温個知伸〕という素晴らしい言葉をお作り頂きました。これは

〔温かい触れ合い空間〕

〔個性化〕

〔知、情報化〕

〔伸展性〕

の頭文字の集合で、ATRの建物はこれらの思想が具現化されたものです。また、(株)日建設計の葉袋（みない）社長（当時）は直々タイルの色にまで細心の気を配って下さいました。日々の研究生活に雰囲気の影響は無視できません。

また、ATRの建物は研究施設であること、それに何よりも内外のかけがえの無い優秀な頭脳を守るためにも充分な強度を持たせて設計施工して頂きました。仮に阪神淡路大震災級の直撃を受けても恐らく健在であろうと思います。研究者に与える安心感は極めて大きいものと思っております。蛇足ですが薬品を扱う研究室などでの薬品瓶の滑落対策始めロッカーの固定なども、怠りなくやってきました。これは、毎週のように揺さぶられてきた関東からの研究者集団の自営本能でもありました。震災の後、地元消防署などからもお褒めを頂く結果ともなりました。

建物といえば、ATR創立直後は完成したばかりの大阪のツインビルの一郭に入れて頂きました。オープンのセレモニーを待たずに入居させて頂いたり、更には暫定研究所にも拘らず実験設備のためにビル施設に特別の改造をして下さるなどの御配慮のお蔭で、順調なスタートを切ることができました。ただ、実験用の遮音ブースを幾つか用意しましたが、オフィスビルの階高では収まらず、寸詰まりの特注品になったのはお愛嬌でした。その一部は今でも現役で使われています。

いずれにしても、これら多くの関係の方々の御尽力がこれまでのATRの成果に大いに寄与していることは疑う余地がありません。改めてお礼を申し上げます。

## 7. 研究の進化論－結びに代えて－

この小論もこの辺りで終わりにさせていただきます。

1. でATRのキャッチフレーズの一つが「トランスディシプリナリー」であることを述べました。しかし、この言葉自身既存の領域 (discipline) が前提です。異領域が本当に融合すればそれ自身が新しい領域 (discipline) を生

み出す筈です。とすれば「トランスディシプリナリー」はそこに到る過渡状態であって究極の姿ではありません。〔個別のディシプリン群〕⇒〔インターディシプリナリー〕⇒〔トランスディシプリナリー〕そして〔フュージョン〕を経て〔新パラダイム（=新ディシプリン）〕というのが進歩の道筋でしょうか。ATRでは〔新パラダイム〕の一つとして〔進化〕をテーマとしています。ATRにおける研究内容の変遷、そして組織・マネジメント自身さえ進化の研究の具体的対象かもしれません。

4. で通信網の基本的あり方の探究が今後重要だという考えを述べました。これからの通信網を取り巻く環境は想像がつかない程目まぐるしく変化するでしょう。その様相は複雑多岐にわたります。そして人類は否応なくそれに対処していかなければなりません。〔複雑多岐にわたる環境への適応的対処〕これは途轍も無い厚い壁かもしれませんが、今後を展望するならば極めて重要かつチャレンジングな魅力的課題のように思われます。ATRでの研究の次の柱の一つと心得ています。10年を経た今、ATRのキャッチフレーズの一つは〔次々に新しい（キャッチフレーズ）を創出していくこと〕かも知れません。

この10年を一言で総括しますと、言わば新しい鉱脈探しと遮二無二原石を掘り出す努力をしてきたと言えます。これからも更にその努力が必要です。と同時に原石の中から光り輝く宝石を研ぎ出すことも併せて重要となります。それにはこれまでの手法とは異なった、新しいチャレンジの要素が多々ありましょう。研究現場を統括する立場で、これまでの私の石の投げ方が良かったかどうかは私自身には判りません。間違いも多々あったと思います。しかし今ATRは改めて設立の精神に立ち戻り、次の飛躍に向けて心を新たにすべき時期であることは間違いありません。

あと5年で21世紀を迎えます。いや、その1年前に時計の針は1000年代から2000年代に変わります。たまたまとはいえ、千年に一度しか起こらないことです。千年とは気の遠くなる時間かも知れませんが、ここ〔京阪奈〕にはそれを超える歴史があります。今は次の千年に思いを馳せる絶好の時です。千年後の池の様子は私には想像もつきませんが、だからといって諦めることはありません。千年後までも視野に入れるという姿勢がまず大切でありましょう。ますます複雑化する社会で、この地球の未来と更には人類の幸福を願う時、情報通信技術の発展への期待は極めて大でありましょう。

次の千年である third millennium (millennium: ときに千年紀という文字を目にするが残念ながら百年に相当する世紀のような一語の日本語はない) を念頭に置きながら直近の百年である21世紀を展望し、その中で具体的に今後の10年、20年を模索するのに、これまでの10年はそれなりに重みと価値があろうかと思えます。一口に10年と言っても、それは一日一日、一年一年の絶え間無い積み上げです。1991年5月に、ATR生みの親の一人であらっしゃる真藤恒前NTT会長がお見えの折り、芳名録に〔創立以来五年光が見えて来た〕と書いて下さいました。その3ヶ月後に竜谷大学の山口昌哉先生からも〔葆光〕（自己の智を覆い隠す）という含蓄のある言葉を頂戴しました。5年という時を経て外部の方々にも漸くそのように映るようになったものと思います。

積み上げと言え、ATRでは研究者の多数を占める出向研究者は平均3年で出向元に復帰します。ATRの研究成果はこれら大勢の研究者の努力の積み上げです。プロジェクト終了報告会で前記の淀川社長はこれを駅伝に譬えました。「最後にテープを切るのはひとりだけれど、その前には何人ものランナーがたすきを繋いできた」と。これを敷衍しますと、これからはプロジェクトからプロジェクトへと更に一回り大きいたすきを繋いで行かなくてはなりません。まさに〔継続は力なり〕を痛感します。

ATR初期10年間の研究の具体的動きは本ジャーナルでプロジェクト別に紹介します。その際、裏に流れている考え方の理解にこの小論が少しでも役立てば望外の幸いです。

引き続き関係各位の大所高所からのご理解、ご支援の程お願い申し上げます。

## ●研究成果

# 視聴覚機構の人間科学的研究

(株)エイ・ティ・アール視聴覚機構研究所  
元 代表取締役社長 淀川 英司  
(現 工学院大学大学院情報学専攻 教授)



## 1. 研究成果総括

### (1) 試験研究の目的

機械と人間の融合がさらに増大する今後の高度情報社会では、初心者・熟練者の区別無く、誰でも容易に使うことができる情報通信機器が求められます。このためには、機械に人間と同様の情報入出力機能をもたせることが必要であり、人間中心のマンマシン・インタフェースを開発することが必須の要件となります。

本試験研究では、人間中心のマンマシン・インタフェースを開発するための基礎研究として、人間の情報通信機構として最も重要な視聴覚をとりあげ、その情報通信と処理のメカニズムを解明することを目的に研究を進めました。

### (2) 試験研究の概要

人間の視聴覚情報処理の仕組みに学ぶということを基本方針として、「視覚機構の研究」、「認知・行動の研究」、「聴覚機構の研究」の3つのサブテーマのもとに3研究室（発足当初は2研究室）体制で進めました。

紙面の都合上、得られた結果の中から主要なものを4つだけ選び、概要を述べたいと思います。

まず、第一は「新しい眼球運動計測・解析技術の構築とその応用」です。これは、眼球運動を頭部運動と独立に計測することによって、視線の動きを精度良く求めることを可能としたものです。この技術は眼球運動特性についての新しい知見を得るのに貢献しただけでなく、アルツハイマー病の早期診断にも応用され、その波及性が期待されています。この研究の成果により取得した特許に対し、科学技術庁より、注目発明賞を受賞しました。

第二は「ニューラルネットを用いた手書きひらがな文字認識法の考察」です。これは、ニューラルネットの構成法に独創性があり、90%を越える高い認識率を達成し、注目を集めました。この成果はニューラルネットを用いた文字認識の研究分野で先導的役割を果たしたものです。

第三は「視覚認知系の計算理論と神経計算モデルの構築」です。これは、視覚系全体の処理を統一的に説明できる計算理論と神経回路を世界で初めて提案したもので、この成果に対し、関連学会から最優秀論文賞を受賞するなど、きわめて高い評価をいただきました。

第四は「最小分類誤りを与える統計的パターン認識・学習理論の提案とその音声認識への応用」です。パターン認識に本質的である「分類の誤り確率を最小にする」という基準を満たす新しいパターン認識理論としての最小分類誤り／一般化確率的降下法（MCE/GPD）の構築に成功したものです。この成果に対し、IEEEから論文賞を受賞しています。

## 2. プロジェクトをふりかえって

1986年4月、大阪城に近いツイン21ビルMIDタワー内にスタッフ6名という小グループでATR視聴覚機構研究所の研究活動がスタートしました。発足間もない時、大阪大学総長（当時）の熊谷信昭先生より「成功するかどうかは人で決まる」というお言葉を頂きました。幸いにもプロジェクト期間を通して、NTT始め多くの企業や他の機関から優秀な研究員を派遣していただいた結果、多くの成果を生み1993年3月にプロジェクトを終了することができました。研究者を派遣していただいた各企業や機関におかれましては、大所高所からのご理解・

ご支援をいただきましてありがとうございます。ここに改めてお礼を申し上げます。

研究所開設から2～3年は、研究計画の遂行に必要な研究員を増員すべく奔走いたしました。視聴覚機構研究所の研究テーマは基礎的すぎて研究員を集め難いのではないかとのご心配をいただきましたが、プロジェクトの重点課題として取り上げたニューラルネットワークの研究に対して世界的なニューロコンピュータブームが追い風となり、研究員をうまく集めることができました。NHK放送技術研究所からの三宅誠氏（現同ヒューマンサイエンス研究部長）、京都大学から乾敏郎氏（現京都大学大学院文学研究科教授）、大阪大学から川人光男氏（現ATR人間情報通信研究所第三研究室長）等のこの時期におけるプロジェクト参加が、その後の若手研究員の確保に非常にプラスとなりました。

基礎研究は、国際交流が特に必要とされる分野であります。そこで、外国にも開かれた国際的な研究所にしていかなければならないと考えました。まずは、研究スタッフの持つ国際的な人脈により、積極的に外国人研究員の招聘・採用を進めました。また、フランスの電気通信関係の大学であるENSTやINTからの実習生の受け入れも進め、プロジェクト期間（7年間）における外国からの研究員は延べ約30名（研究員の総数は延べ約120名）に達し、この数からも、国際的に開かれた研究所をめざしての基礎は作ることができたのではないかと考えております。

研究成果の概要につきましては、研究成果総括のところで述べさせていただきましたので、ここでは研究成果を基に、現在、国際電気通信基礎技術研究所（ATR-I）により商品化され、販売されているものについて触れたいと思います。

まず、一つは「日本人における英語 / r, l / 音の知覚特性の解明の研究」の具体的課題の一つとして行った / r, l / 音の聞き取りに関する音声特徴の学習と訓練についての成果です。この成果は、現在「ATR Hearing School」という品名で販売されております。二つめは、「新しい眼球運動計測・解析技術に関する研究」に対して、アルツハイマー病の早期診断法の観点から札幌医科大学神経精神科の高畑直彦教授のグループが強い関心を示され、共同研究に近い形で効果的に進めたための成果です。この成果は「頭部・眼球運動分析システム」として販売の準備を進めております。

これらの他に、プロジェクトの研究成果を、ATR先端テクノロジーシリーズ、「視聴覚情報科学－人間の認知の本質にせまる－」および「ニューラルネットワーク応用」の2冊にまとめて出版いたしました。

ATRが発足した1986年は、その後の世界的なニューロブームのまさに前夜にあたる。視聴覚機構の研究では脳の神経回路（ニューラルネット）のモデルを計算機で検証することが重要になるが、スーパーコンピュータでも能力が不足するほど計算量が膨大なのが悩みの種であった。そこで、世界で唯一の、最大で6万5千個もの多数のプロセッサを連結した超並列計算機であるコネクションマシンの導入を計画した（購入は1万6千個版）。値段も大変高価なものであり、関係者の理解を得ることはもちろんのこと、米国側の輸出許可、日本における輸入や保守などの受け入れ体制、使用法のトレーニングなど幾つもの高いハードルがあった。研究者の情熱と、研究を大きく促進するためには絶対必要であるという視聴覚機構研究所の判断が一致して大決断をしたのである。これは結果的にも大成功であった。

元 認知機構研究室 室長 中根 一成

（現 日本電信電話株 マルチメディア総合研究所 主幹研究員）

ATR設立翌年の1月1日付けで第1期プロパー研究員として入社しました。右も左もわからぬまま「目をつぶって飛び込んだ」という感じで、すべてが私にとって初めての経験でした。職場も老朽化した大学の建物から高層のインテリジェントビル（ツイン21）へ。研究室長の梅田さんから研究計画の線表を書けと言われて2重のショックを受けました。まず線表とはどんな表なのかがわからなかったこと。大学では1年以上のスケジュールでしか考えないのに何月に何がわかるか。そんなことわかったら解けたも同然と思ったものでした。予算も大学とは桁違いでした。私にとっては今まで書いたこともない高額書類を恐る恐る出したところが、まだ1桁勘違いしたり。でもツインではよかったです。NHKから出向の三宅さんを先頭に地下タクシー乗場から南へよく飲み連れに連れてってもらいました。いろいろな会社から出向されている人たちとおつきあいで、ともかくいろいろなことを学ばせてもらった4年間でした。

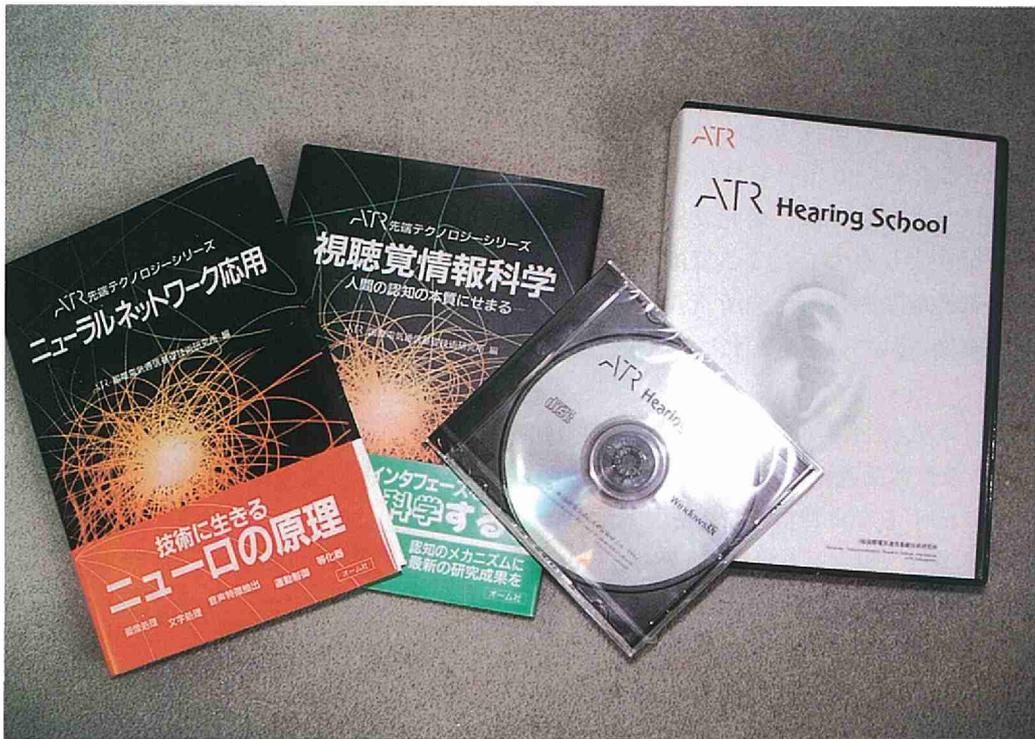
元 認知機構研究室 主幹研究員 乾 敏郎

（現 京都大学大学院 文学研究科 教授）

プロジェクト終了間近の1993年2月、1985年につくばで開催された科学万博の政府テーマ館に一本で一万個以上の実をつけたトマトの木を出展された協和株式会社の野澤重雄会長の訪問を受けました。「ハイポニカ水気耕栽培により、トマトの生命力を大きく引き出すことに成功しましたが、今の科学では説明できないのです。ぜひ、ATR研究所で心や意識の研究を行って下さい」と野澤さんは言われました。ご本人から直接お話を伺い、ハイポニカ栽培法は、21世紀に向けての新しい生命思想を中心とした科学の誕生を明確に示していること、そして、「組織における理想的マネジメントのありかた」を教えてくれていることを直感いたしました。

このところ、「インターネット」はマスコミがエクサイトするトピックになりました。実は、このインターネットが「私のATRで働く幸運」を運んでくれたのです。私は10年以上前から電子メールの愛用者でした。大学内の電子ニュースグループで知ったATRに興味を持ち、研究室長の東倉さんと連絡を取ることが出来ました。電子メールで「日本では、私の体のサイズに合う自転車は買えますか」と質問したのをおぼえています。当時の私の身長は193センチでしたから（ATRに来た後も少し伸びた気がします）。答えは確か「No problem」でした。しかし、ATRに勤めて8年以上たった今、私の乗っているのはアメリカで買ってきた自転車です。笑ってください。

元 聴覚研究室 研修研究員 エリック マクダーモット  
 (現 人間情報通信研究所 滞在研究員)



### 3. 主要な研究成果

## 視覚機構の研究

人間の優れた視覚メカニズム、情報理解能力に学び、柔軟な適応力をもつ視覚情報処理の原理の解明とモデルの構築を図り、新しい眼球運動計測・解析技術とその医療診断への応用、ニューラルネットを用いた手書きひらがな文字認識法の考案、図形概念認識特性の解明とそれを利用した画像検索システムの開発などの成果を得た。

#### ●新しい眼球運動計測・解析技術とその医療診断への応用（目を見て脳を知る）

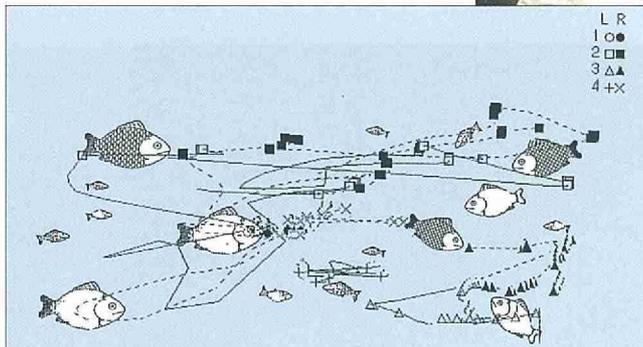
自然な状態で様々な視覚行動および脳機能の分析を行うため、眼球と頭の動きを同時に独立に計測・解析できる新しい計測技術を開発、アルツハイマー病などの脳疾患の診断に応用。



眼球運動検出部



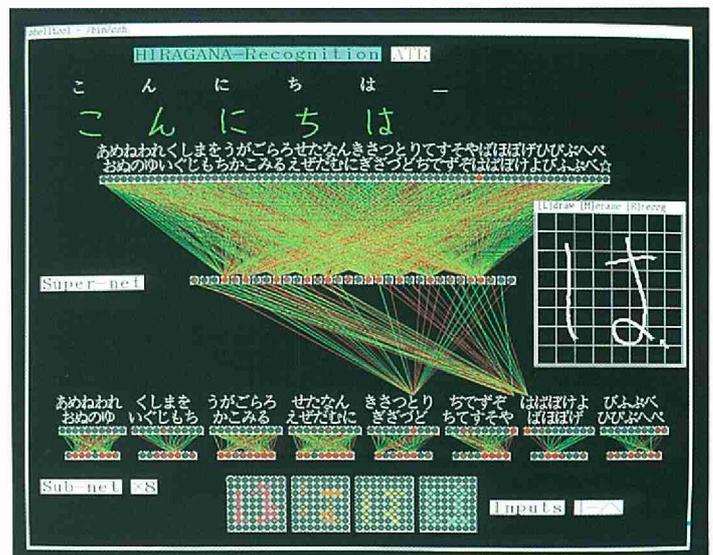
眼球運動計測実験



注視点の動きのパターン

#### ●ニューラルネットを用いた手書きひらがな文字認識法の考案

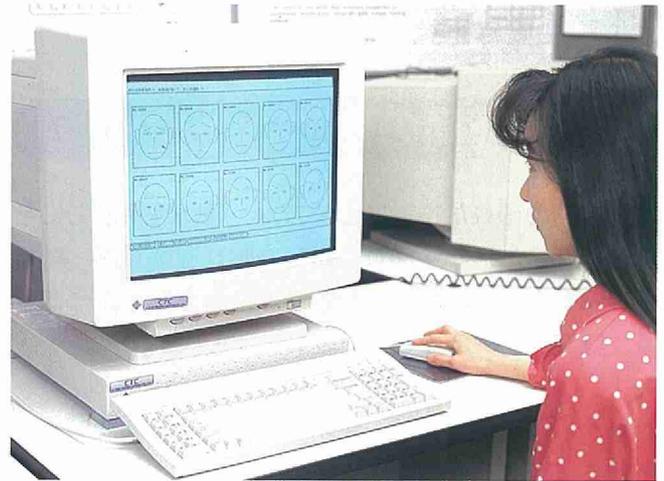
多様な変形のため認識が難しい手書き文字に関して、ニューラルネットワークの学習能力に着目した手書き類似漢字、手書きひらがなの高性能認識モデル、さらには手書き漢字を対象とした大規模モデルを提案し、有効性を実証。



ニューラルネットによる文字認識過程のシミュレーション

● 図形概念認識特性の解明とそれを利用した画像検索手法の提案

図形を思い浮かべる、すなわち、脳内の図形概念形成の特性を利用し、気に入った顔を選ぶ課題を具体例にとった画像検索手法を提案、その有効性を実験的に検証。



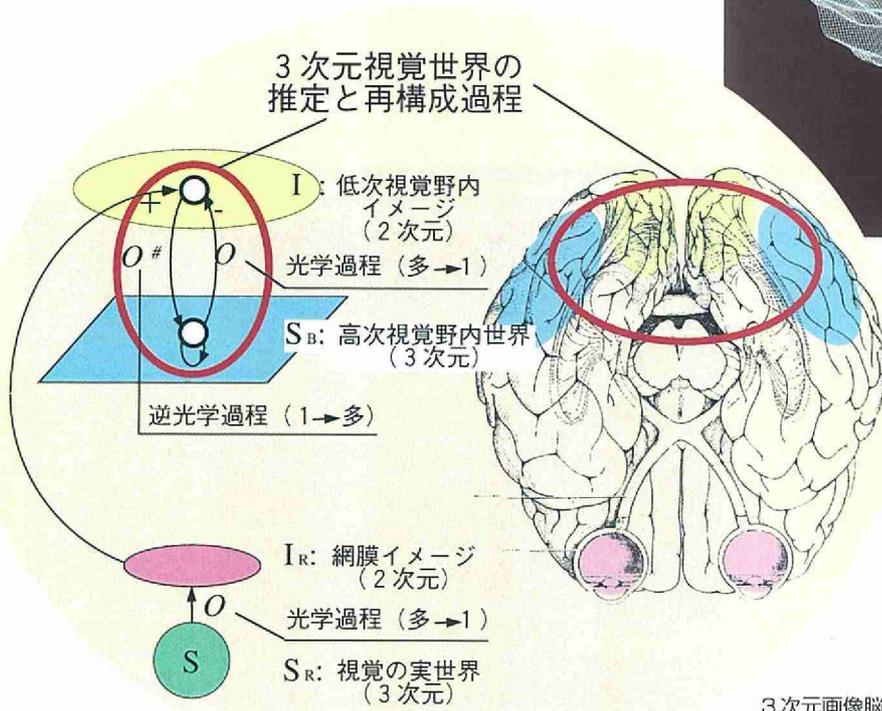
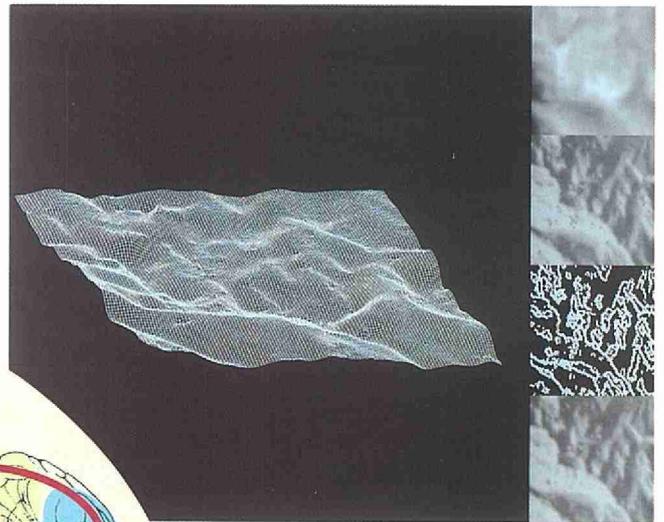
画像検索によって好みの顔のイメージを明らかにする  
認知科学実験風景

認知・行動の研究

人間の持つ優れた認知・学習・行動に関する情報処理メカニズムの原理解明とそれらのモデル化を進め、視覚認知系の計算理論と神経計算モデルの構築、ニューラルネットワークによる画像処理モデルの構築、運動制御メカニズムの神経計算モデルの構築などの成果を得た。

● 視覚認知系の計算理論と神経計算モデルの構築

外界からの視覚情報である2次元網膜画像から物の形、動き、記憶像などの3次元画像を脳内に復元する神経計算機構のモデル化に成功。



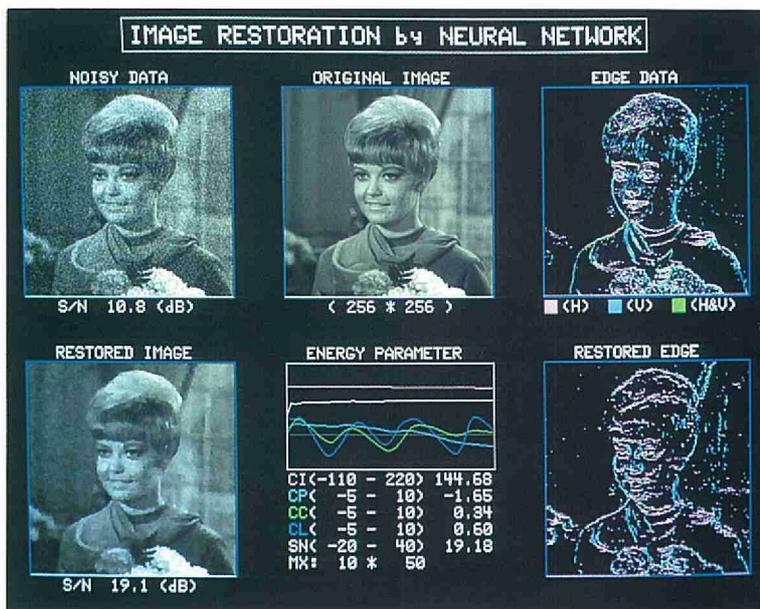
3次元画像脳内復元のモデルとシミュレーション



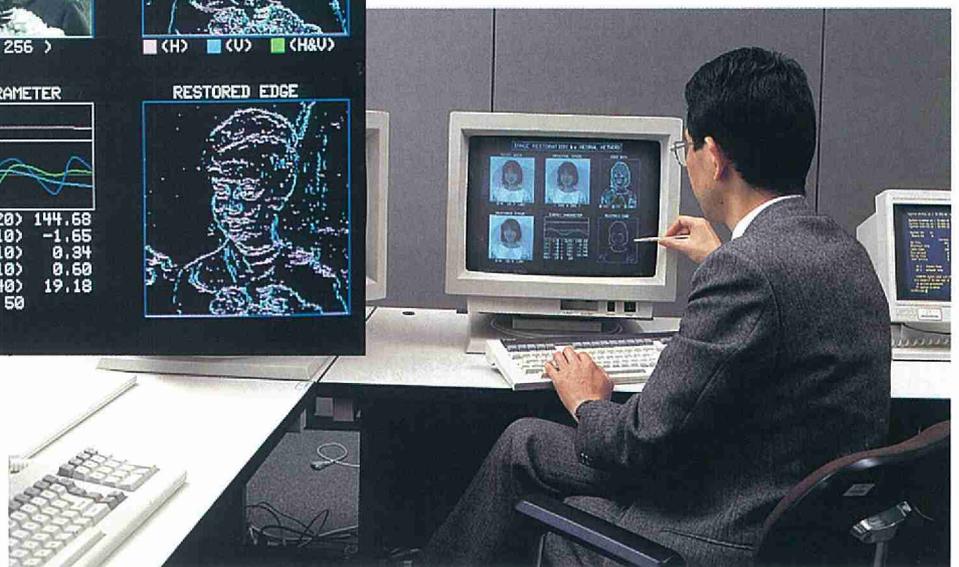
3次元画像脳内復元における知識の働きを示す陰影パターン：写真の陰影パターンは、中央が凸に見える。しかし、上下を逆転させると中央が凹に見える。これは、「光は上から」という知識の働きによる。

### ●ニューラルネットワークによる画像処理モデル

濃淡画像の特徴抽出、情報圧縮、復元などの処理をニューラルネットワークを用いた並列処理モデルと並列計算アルゴリズムで行う手法を提案、その有効性を検証。



画像情報圧縮・復元のシミュレーション



ニューラルネットワークによる画像情報圧縮・復元のシミュレーション実験

## ●運動制御メカニズムの神経計算モデルの構築

人の腕などの運動軌道生成や運動制御における神経計算の解法をニューラルネットワークを用いて行う学習モデルを提案。



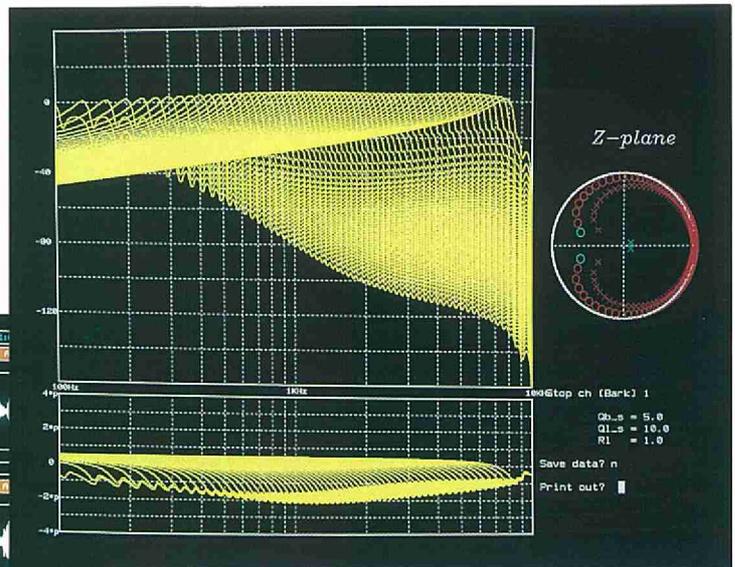
腕の動きの柔らかさの計測

## 聴覚機構の研究

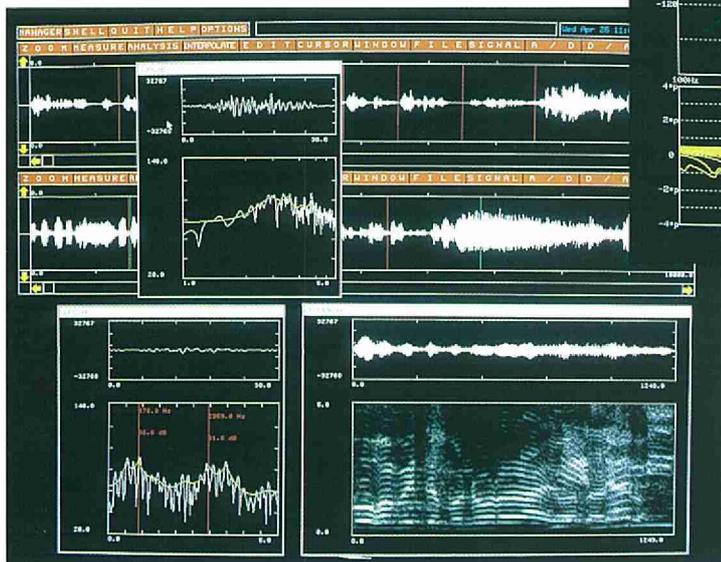
聴覚・音声知覚機構を解明し、人間の優れた機能に学んだ音声自動認識、合成などの新手法を開発することを目的とし、聴覚末梢系における周波数分析機能のモデル化と音声認識への応用、日本人による英語 /r, l/ 音の知覚に関する基本特性の解明、音声特徴の学習法、最小分類誤りを与える統計的パターン認識・学習理論の提案などの成果を得た。

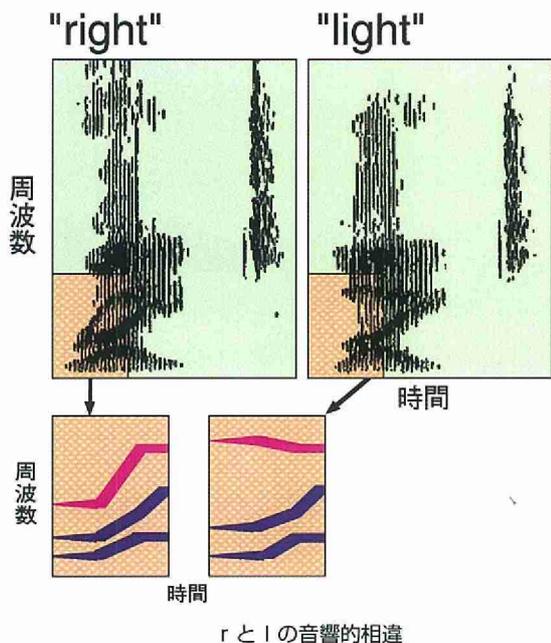
### ●聴覚末梢系における周波数分析機能のモデル化と音声認識への応用

聴覚の音声信号分析機能として重要と考えられる内耳の周波数分析機能である適応Q型聴覚フィルタモデルを提案、音声認識への応用における有効性を実証。



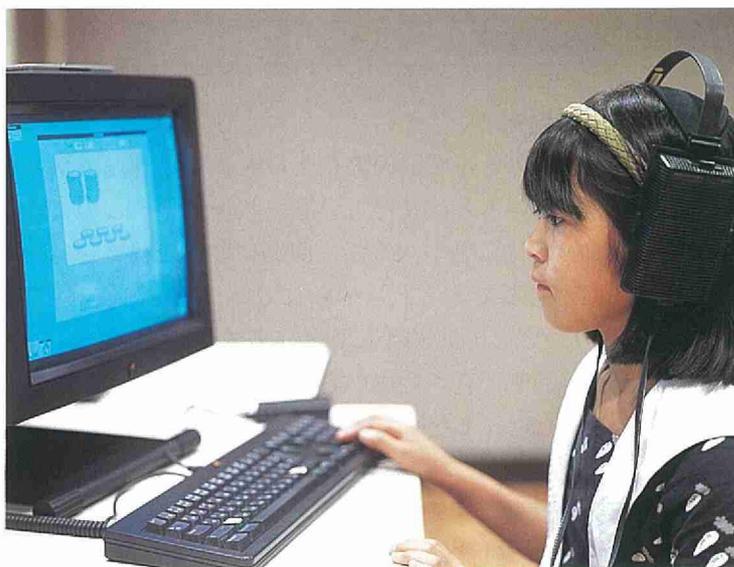
聴覚フィルタの計算機シミュレーションと音声分析





### ●日本人による英語 /r, l/ 音の知覚に関する基本特性の解明

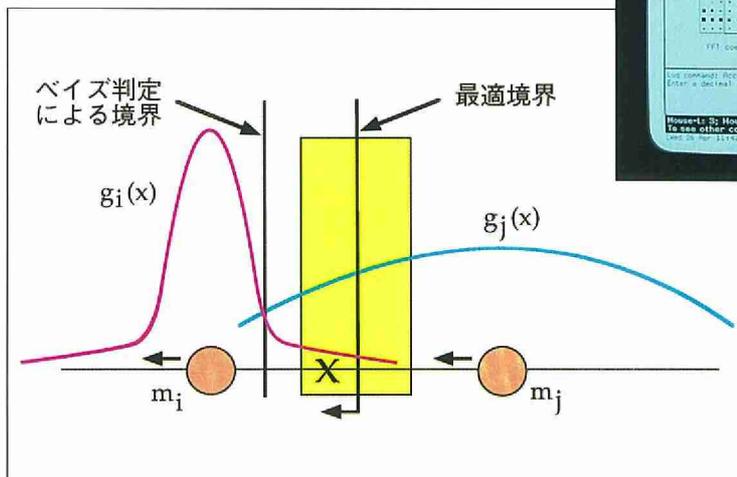
日本語と外国語の知覚を比較するクロスランゲージ的な研究手法により、音素知覚の手がかり、知覚能力獲得訓練などの視点から研究を進め、日本人の英語 /r, l/ 音の聞き取り訓練を効果的に行うための基本戦略を明示。



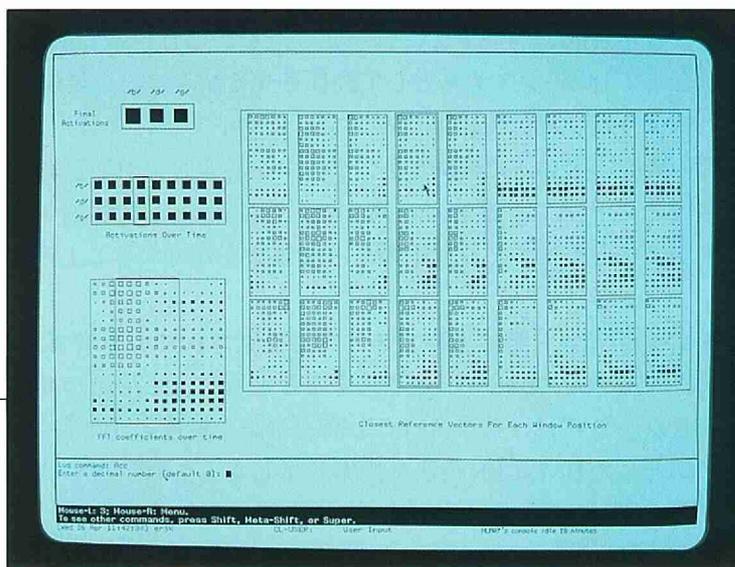
/r, l/ 音の聞き取り訓練

### ●音声特徴の学習法、最小分類誤りを与える統計的パターン認識・学習理論の提案

パターン認識・学習における新しい理論展開を行い、パターン分類に関する最適解を与える理論として、最小分類誤り／一般化確率的降下法 (MCE/GPD) を確立、音声認識への応用における有効性を確認。



分類誤りを最小にするパターン分類の原理



音韻の音響的特徴の学習パターン

#### プロジェクト概要

試験研究期間：1986年4月  
～1993年3月  
(7年間)

試験研究費総額：137億円  
研究員：延べ120名

## ●研究成果

# 自動翻訳電話の基礎研究

(株)エイ・ティ・アール自動翻訳電話研究所  
元 代表取締役社長 樽松 明  
(現 電気通信大学 教授)



## 1. 研究成果総括

### (1) 試験研究の目的

これからの日本にとって、国際化が最も重要な課題であると言われてはいますが、外国人とのコミュニケーションが十分にできているとはまだ言い難い状況です。このような背景から、郵政省自動翻訳電話システム開発推進協議会が、1985年に自動翻訳電話の開発に関する提案を行いました。その提案によれば、自動翻訳電話の開発には15年の期間が必要であると述べられていました。「自動翻訳電話の基礎研究」プロジェクトは、ATRの発足時のテーマの1つとして1985年に開始されました。プロジェクトの研究目標としては、「自動翻訳電話を構成する音声認識、言語翻訳、音声合成の各要素技術を高度化し、これにより自動翻訳電話の実現性について見通しを得ること」としました。また研究期間は7年に設定しました。

### (2) 試験研究の概要

研究開始当時、一般に実現されていた要素技術はまだ充分なものとは言えませんでした。音声認識については、単語を連続して発声した音声の認識が可能になりつつありましたが、単語数は数百語程度の小規模なものに止まっていた。言語翻訳は、マニュアルや新聞記事などの書き言葉を対象にしたものが開発されていました。しかし、日本語では、話し言葉は書き言葉と大きく表現が異なるため、そのままの技術を用いることは出来ませんでした。音声合成についても、まだ充分滑らかな音声の合成は出来ていませんでした。さらに、これらの要素技術を統合して1つのシステムとして動作させる試みは、小規模のものを除いてほとんどありませんでした。

このような状況において、本プロジェクトでは、①音声情報処理の研究、②言語処理の研究、③システム統合処理の研究、といった3つのサブテーマを設定し、3研究室体制で研究を進めました。この結果、多くの研究成果を挙げることができました。個々の研究成果の具体的な内容は、各サブテーマごとに分類して後で述べますが、大まかにまとめますと、以下のような成果を達成することができました。

- プロジェクト開始当時アメリカで提案されていた音素のHMM(隠れマルコフモデル)をいち早く導入するとともに、このモデルの精密化を進めました。さらに、このHMMと高速単語予測解析手法であるLR解析方式を結合したHMM-LR手法を提案しました。これにより、数千語規模の連続音声認識が可能になりました。
- 可変長の音声単位を用いた音声合成方式(ATR v-Talk方式)を提案しました。これにより、滑らかな音声の合成が可能になりました。
- 話し言葉に適した語彙主導型の日本語解析手法を具体化しました。また、文末の意図表現などを適切に翻訳できる意図伝達翻訳方式を提案しました。これにより、省略や複雑な敬語表現などを含む日本語話し言葉の表現を、適切な相手言語の表現に翻訳することが可能になりました。
- 以上のような要素技術を組合せ、入力された音声を翻訳し、相手言語の音声で合成して出力することのできるシステムを構築しました。またこのシステムを用いて自動翻訳電話の国際実験を行い、成功することができました。

### 研究成果の概要

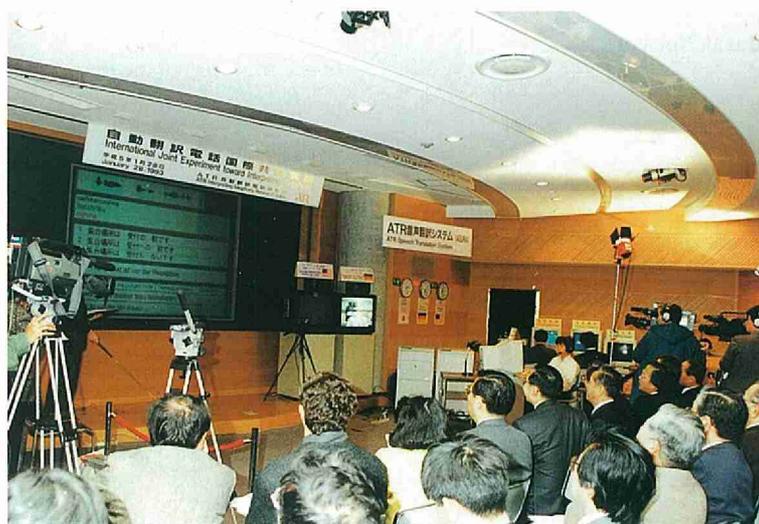
論文等	970件
国際会議	263件
学会誌・学会論文誌	74件
国内学会大会・研究会	550件
その他	83件
特許	82件
国内	75件
国外	7件
受賞	14件

- 研究の過程で作成した音声データベース、言語データベースを外部にも公開し、多くの研究機関で利用して頂きました。

## 2. プロジェクトをふりかえって

プロジェクト開始当時は、「自動翻訳電話」という概念自身かなり目新しいものでした。このため、ATRが「自動翻訳電話の基礎研究」プロジェクトを発足させたことは、世界の多くの研究者の注目を集め、その成果が期待されることとなりました。また、それまで音声処理技術と言語処理技術は異なる研究分野とみなされ、独立に研究が行われている状況でしたから、ATRで双方の研究者が同一の目的に向かって研究を行うことについても大きな関心が寄せられました。といっても、プロジェクトの開始当時は、全く異なる研究背景を持つ研究者が互いに相手を理解することはかなり困難であり、毎日カンカンガクガクの議論が行われました。しかし、プロジェクトの進行に伴い、音声処理と言語処理を統合的に行うという問題への意識が高まっていき、これが最終段階における音声翻訳実験システムの構築を円滑に遂行するのに大いに役立ちました。

研究の推進に当たっては、出資企業から出向して頂いた研究員の大きな努力があったのは言うまでもありませんが、この他に国際的な研究協力が大きな力になりました。自動翻訳電話の要素技術には、言語によらない共通的な技術と、言語に依存した技術に分けることができます。まず、海外から多くの研究員に客員研究員としてプロジェクトに参加して貰い、前者の技術開発に寄与して貰うことができました。これと同時に、米国のカーネギー・メロン大学、ドイツのシーメンス社研究所／カールスルーエ大学と、後者、すなわち言語に依存した技術に関して研究協力を行うことにしました。具体的には、各研究機関は、自国語の音声認識、自国語から相手言語への翻訳、自国語の音声合成について技術開発を行うこと、これらを相互に接続することにより、双方向のシステムを開発すること、にしました。この結果、プロジェクトの最終年度には、日米独の3ヶ国間で、世界で初めての「自動翻訳電話国際実験」を行うことが出来ました。この実験は多くの関係者や報道機関の方に集まって頂いて、公開で行いましたが、実験は無事成功に終わり、大きな反響を得ることができました。



自動翻訳電話の日米独三ヶ国国際共同実験

### 3. 主要な研究成果

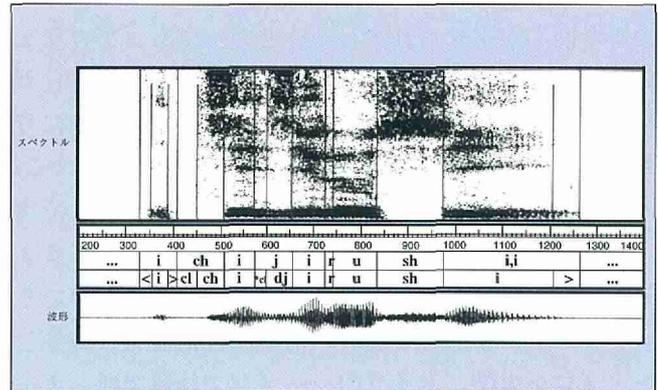
## 音声認識

音声認識技術としては、音声スペクトログラムの特徴を利用したエキスパートシステム、高い判別能力を有するニューラルネットを用いたTDNN、統計的な音声のモデルとして主流となったHMMの3つの異なった研究を進めた。エキスパートシステム、ニューラルネットの考え方は各々音声特徴パラメータの探求、認識モデルの判別学習へと発展し、HMMは話者適応法、SSSアルゴリズムを用いたモデル作成法といった多くのオリジナルな技術を生み出しながら、最終システムに用いられた。

#### ●音声スペクトログラム上の音響

##### 特徴知識を用いた音声認識

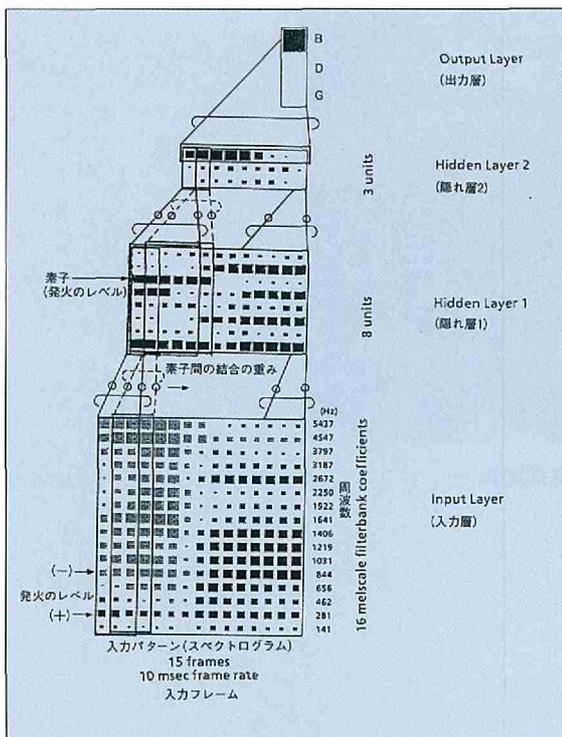
音声スペクトログラム（時間軸、周波数軸の2次元上に音声エネルギーの大きさを濃淡によって表現）上に視覚的に表現される音響特徴の知識を基にエキスパートシステムを構築した。この認識アプローチは言語制約なしでの認識実験で有効性が調べられた。スペクトログラムに現れる特徴知識の利用は、認識に有効な特徴パラメータを探求する上で現在でも重要な指針となっている。



#### ●時間遅れ神経回路網(TDNN)による音声認識

ニューラルネットを音声認識に利用する世界初の試みとして、頑健なニューラルネット (TDNN) を考案した。ニューラルネットにみられる判別能力の学習は他の統計的認識モデルにも取り入れられ、これ以降の認識技術に大きな影響を与えた。

TDNN : Time-Delay Neural Network



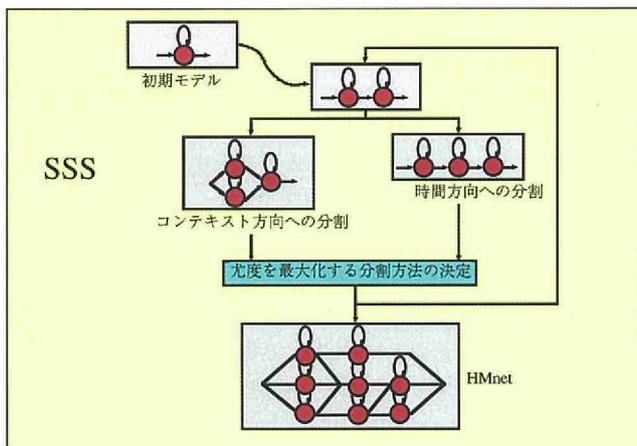
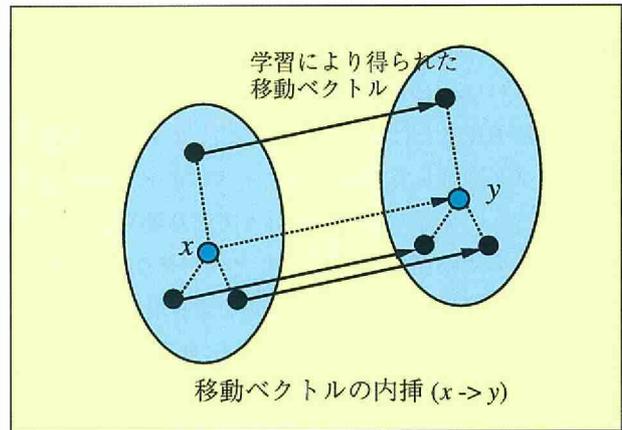
I remember my stay at ATR as one of the most productive and happy times in my working life as a scientist. As one of the O.O.B.'s(old, old boy), I joined, when ATR was still in the Twin Tower, on the invitation of K. Shikano, who had just previously been with us at Carnegie Mellon. The stay at ATR exceeded my expectations. In today's world of ever shorter R&D cycles, it is becoming increasingly rare to find an environment that makes it its mission to promote science with a long-term horizon, a place to create, a place to discuss, brainstorm, and to play. It is fertile ground for innovation and for future industries. ATR has provided me this window of opportunity, leading to our original work on the Time-Delay Neural Network(TDNN), a technique by which Neural Networks could first be applied to time varying signals. The method was later awarded the IEEE senior best paper award, and still is being used for a number of real-world applications. Since those days, I now direct the Interactive Systems Laboratories at both Carnegie Mellon University and at University of Karlsruhe, from where we continue to maintain a strong collaboration with ATR. Our joint project also grew into C-STAR, which now involves many laboratories from all over the world. It gives me great pleasure and satisfaction to look back on almost 10 years of joint explorations, brainstorming, exchange of ideas and joint demonstrations; 10 years of sharing of resources and visions, by which we all were enabled and inspired to do greater thing.

元 音声情報処理研究室 客員研究員 Alexander Waibel  
(現 カーネギー・メロン大学 教授) (アメリカ)

### ●少量データでの高速な話者適応

いろいろな人の声を認識するために、発声者の少量のデータで適応するベクトル量子化符号帳マッピング法による話者適応法を提案した。またこれに引き続き、音響モデルの高度化にあわせ、移動ベクトルの内挿と平滑化による移動ベクトル場平滑化法(VFS)を開発した。これらの手法によって高速な話者適応が可能になった。

VFS : Vector Field Smoothing



### ●逐次状態分割法(SSS)による高精度音響モデルの作成

高精度で頑健なHMM音素認識モデルを生成するために、逐次状態分割法(SSS)を開発した。この方法では、学習サンプルに音響的な広がりに応じてモデルの精密化を進めていく。この手法により、隠れマルコフ網(HMnet)と呼ぶ表現効率の高い音素環境依存HMMが実現される。

HMM : Hidden Markov Model

SSS : Successive State Splitting

## 音声合成

音声合成では客観尺度に基づいたシステム構築、合成規則の最適化を追求し、ATR  $\nu$ -Talk 合成システム、ベクトル量子化を用いた話者変換といった種々の合成技術を開発した。これらによって音声コーパスに基づく音声合成手法を確立した。

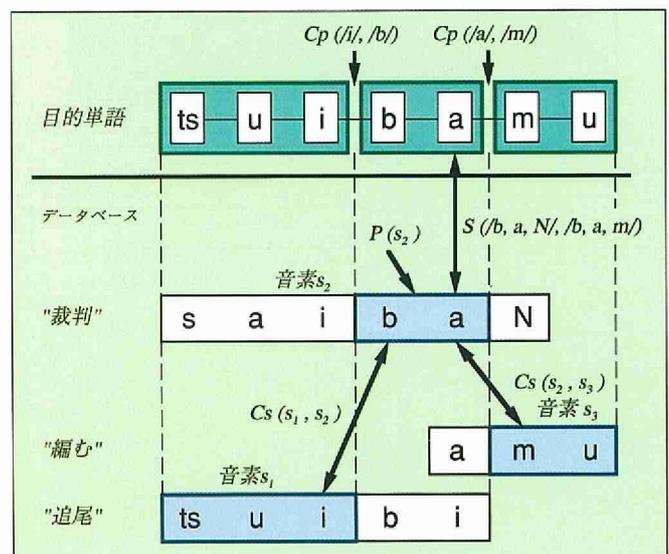
### ●非均一音声単位接続型音声合成システム

#### ATR $\nu$ -Talk

接続歪み、接続点コストなどの客観尺度に基づいて、目的の音素系列に最も適する音声単位を音声データベースから自動的に選択する手法を確立し、自然性の高い音声を合成できるATR  $\nu$ -Talkシステムを開発した。音声データベースから選択される単位は、単一の音素から長い音素系列までの種々の大きさの単位が使われる。上記手法の確立により、異なる音声データベース（例えば、異なる話者や異なるデータベース・サイズ）を用いた場合にも自動的に自然な合成音声が得られるようになった。

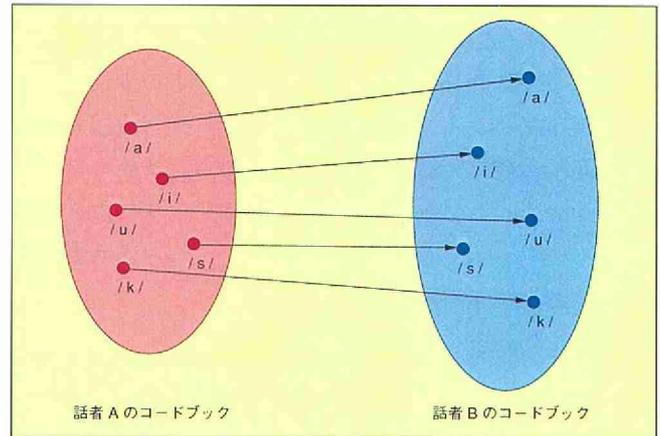
ATR : Automatic Tuning of Prosodic Rules

$\nu$  (NUU) : Non-Uniform Unit



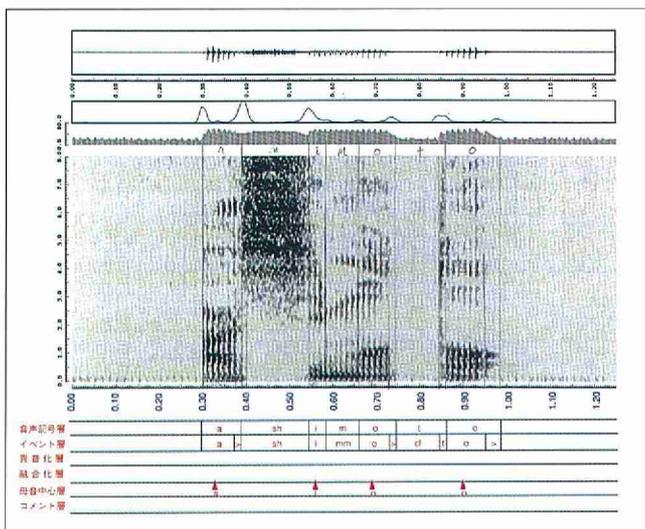
### ●ベクトル量子化を用いた声質変換

スペクトル、パワーおよび音声基本周波数をそれぞれ独立にベクトル量子化またはスカラー量子化しておき、異話者のコードブックに対してすべてのコードベクトルの対応関係を求めることにより声質変換を行う方法を開発した。コードベクトルの対応関係は学習音声データをDPマッチングして求め、合成時には話者Aの音声を量子化し、コードに対応する話者Bの音声データを復号化することにより、話者Aから話者Bへの声質の変換を行う。



### ●音声データベース

音声認識および音声合成の研究には正確に音韻ラベルが付けられた音声データが極めて重要である。このため、男女両方の多数の話し手による重要単語（約5,000語）や音韻バランス文（約500文）などの音声を録音し、音韻ラベリングを行うとともに、音声基本周波数分析結果やアクセント位置、係り受け解析結果などのデータを整備した。本データベースは現在、日本語の標準的な音声データベースとして広く国内外で研究に利用されている。



私にとって、ATRでの3年2ヵ月間は疾風怒涛のような、しかしまことに充実した日々でした。先代室長が前半約4年で音声認識技術を立ち上げられた後を受けて、後半3年間で独自の高度技術を確立し、7年間のプロジェクトを国際公開実験の成功で飾るという役割は大きなプレッシャーでした。20人以上の研究員がほぼ全員入れ替わる中で、3人しかいない管理職は200%働くことなく、150%働いても50%分は叱られ通し。研究員もよく頑張ってくれ、本当に感謝しています。3ヵ国間自動翻訳電話公開実験では、技術内容とともに記者説明から司会まで担当し、大変好意的に報道されたことが、うれしく印象に残っています。

元 音声情報処理研究室 室長 嵯峨山 茂樹  
 (現 日本電信電話株式会社 ヒューマンインタフェース研究所 音声情報研究部 音声処理方式研究グループリーダー)

設立当時、メインの計算機はDEC社のVAX8600でした。この当時最高速ミニコンの性能も、現在ではエントリクラスのパソコンにも劣っています。計算機の進歩がまさに飛躍的であったこの時代に、7年間を通じて常に最先端かつ良質の研究用計算環境が維持されたことは、プロジェクト成功の大きな要因だと思います。研究所幹部の先見性・決断力と、サポート部隊の地道な努力に深く感謝しています。

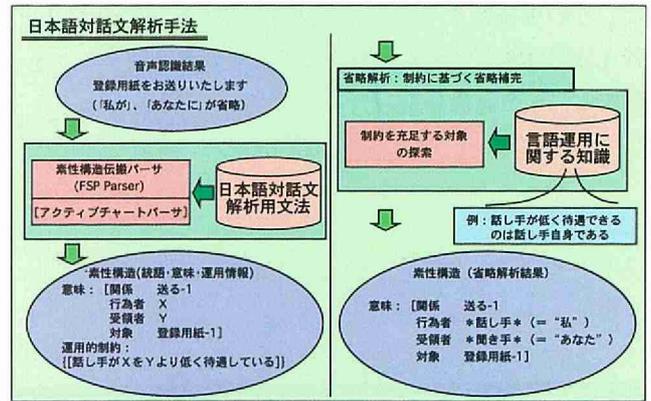
元 音声情報処理研究室 研究員 武田 一哉  
 (現 名古屋大学工学部 電子情報専攻 助教授)

# 言語翻訳

日本語の話し言葉を解析し翻訳する技術を開発することを目標として、希望や依頼などを表す意図表現や主語・目的語を省略する表現などを適切に翻訳する手法を実証的に示した。特に、語彙主導型の文解析手法と日本語対話文翻訳手法は音声翻訳実験システムの翻訳処理部を構成した。

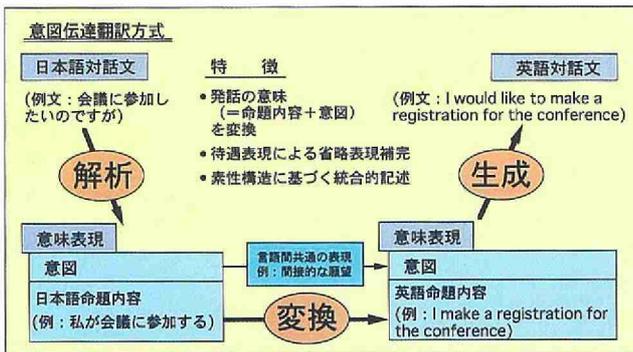
## ●日本語対話文解析手法の開発

書き言葉と違って、話し言葉特有の文法規則を捉え、話し手の意図に関する様々な表現を扱うことが不可欠である。そのために、新しい日本語対話文解析手法を提唱し、具体化した。その手法では、語から句や文を自動的に構成できる語彙主導型の文法モデルを採用して、日本語対話文の解析を可能とした。さらに、日本語に良く見られる「わたし」や「あなた」などの語を省略する表現に対しては、文末に現れる待遇表現などの使われ方を解析し、省略語を補完する方式を開発した。



## ●日本語対話文翻訳手法の開発

発話内容を適切に翻訳するために、発話の命題内容と発話の意図を分離する新しい対話文翻訳の手法「意図伝達翻訳方式」を提案し、従来技術では取り扱いにくかった発話の意図に関する助詞や助動詞の複合部分の翻訳を見通し良く翻訳できるようにした。

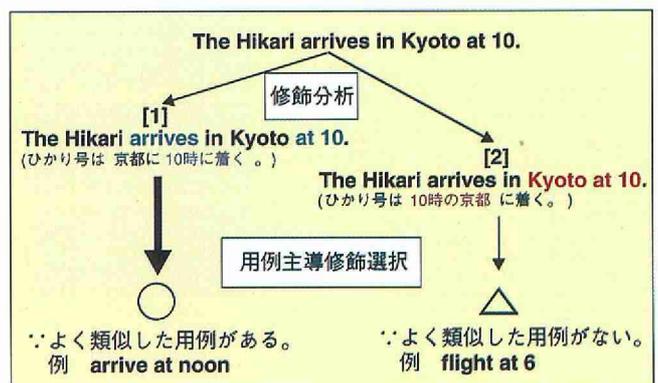


「もしもし」と入れて"Hello"と出てくるまでに10秒はかかったでしょうか。初めて動いた翻訳実験システムです。これには、やはり初めてのフランスからの研究生、才色兼備のナディンさんに因んでNADINEという愛称をつけ、かなり長い間使いました。その彼女も今は3児の母。音声グループとのカンカンガクも今となってはなつかしい。

元 言語処理研究室 室長 相沢 輝昭  
(現 広島市立大学 情報科学部 教授)

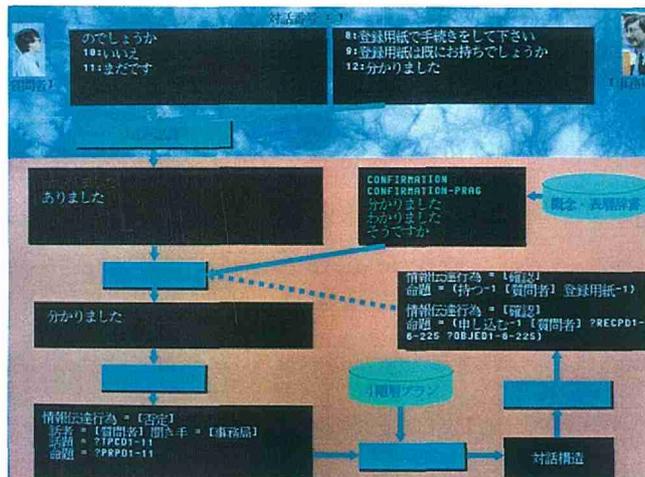
## ●用例利用型翻訳手法の研究

音声対話を翻訳対象とすることから、言語表現のゆれや多様な言い回しの表現、ならびに断片的もしくは不完全な文にも対処できる柔軟な翻訳処理技術が益々必要になる。そのために、翻訳処理の高速化と柔軟な能力を実現する新しい翻訳技術の探究を進め、人間の言語活動を反映する連想メモリなどを利用した新しい用例利用型翻訳手法についてその有効性と将来性を示した。



### ●対話理解型翻訳手法の研究

話し手の意図の表現は、質問・応答などの発話のやり取りを明示し、円滑な対話進行を司っている。その意図を把握することにより、発話間の関係付けが可能になり、対話全体に渡る話の流れを捉えることができることを示した。プラン認識技術を拡張して、そのための具体化技術を実現した。その手法により得られる文脈情報を使うことにより、音声言語翻訳システムにおいて次に現れる発話タイプを予測する手法を実現した。



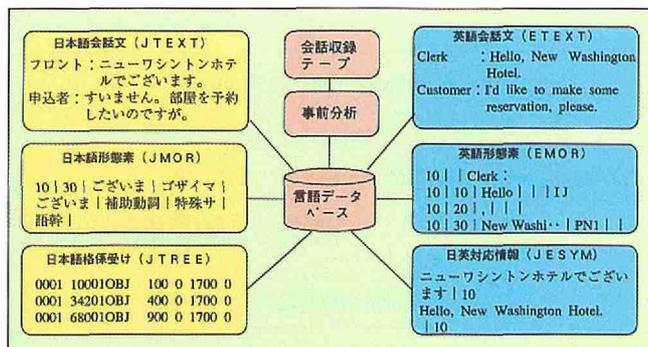
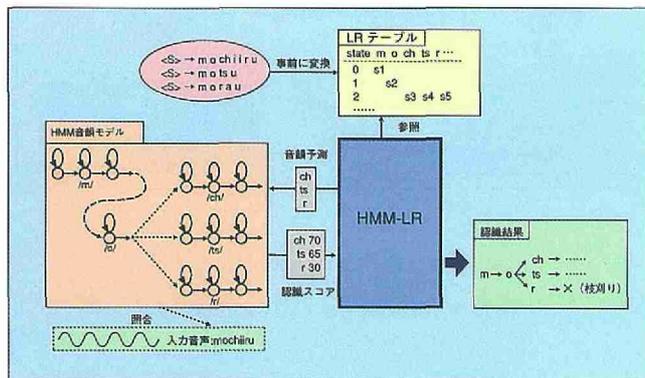
## 音声言語処理

各要素技術である音声認識、言語翻訳、音声合成を1つのシステムとして統合するための技術について研究を進めた。HMM-LR連続音声認識手法の考案や、意図伝達翻訳方式に基づく翻訳システムの開発を進め、最終的には約1,500語の語彙を取り扱える音声翻訳実験システムASURAを構築した。

### ●HMM-LR連続音声認識手法の開発

音声認識では、母音や子音などの音素モデルと、日本語の構造を定義した言語モデルを用いる。ATRでは、音素モデルとしてHMMを、言語モデルとして文脈自由文法(CFG)を用いた新しい連続音声認識手法であるHMM-LR法を開発した。この方法では、LR構文解析手法という方法により、文脈自由文法の情報を用いて次の音素を予測しながら音声認識を行う。このため、高い精度で認識することができる。

CFG: Context Free Grammar



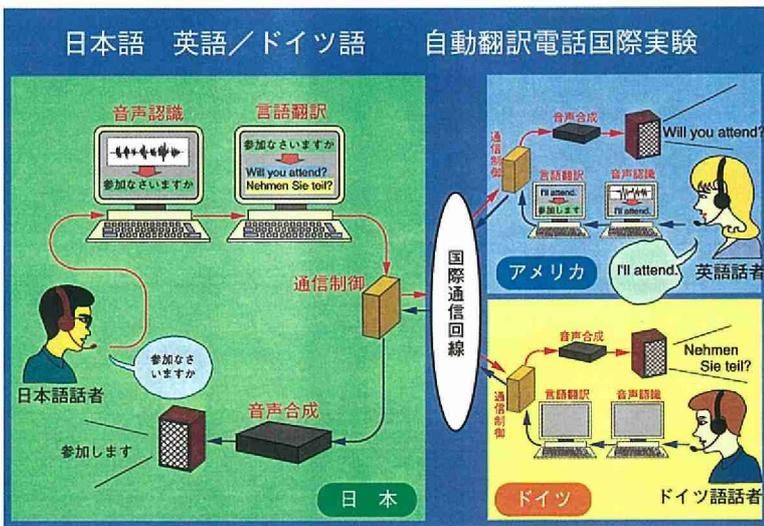
### ●言語データベースの構築

自動翻訳電話の研究においては、実際の会話にはどのような表現が現れているかを十分に把握しておくことが重要である。このため、模擬的な電話会話をを行い、その内容をデータベース化した。このデータベースには、会話の内容そのものの以外に、各単語の品詞や、対応する英訳などが付加されている。

### ●音声翻訳実験システム ASURA の構築

日本語の音声認識し、英語、ドイツ語へ翻訳し、相手言語の音声を合成して出力する音声翻訳実験システム ASURA を構築した。ATR で開発した HMM-LR 連続音声認識手法や、意図伝達翻訳方式などの技術が用いられている。「国際会議への参加問い合わせ」の会話をサンプルとして、約 1,500 語の語彙数を取り扱い、80% ほどの高い精度で相手言語まで翻訳することができる。

ASURA : Advanced Speech Understanding and Rendering System at ATR



### ●自動翻訳電話の国際共同実験

アメリカのカーネギー・メロン大学、ドイツのシーメンス社研究所 / カールスルーエ大学と共同で、1993年1月に自動翻訳電話の国際共同実験を行った。各研究機関が開発したシステムを相互に接続することになり、ATRはASURAを用いて日本語音声の認識と、相手言語への翻訳を行い、またATRで開発したATR v-Talkを用いて日本語の音声合成を行った。実験は成功裏に終わり、多くの関係者や報道機関の方から、将来の自動翻訳電話の実現に向け、明るい展望を開いたという賛辞を頂いた。

ATRには3年間お世話になりましたが、最も印象に残っているのは、日米独三カ国を結ぶ自動翻訳電話の共同実験です。この実験では実施責任者として準備にあたりましたが、直前までトラブル続きでほとんどパニック状態でした。しかし、担当者の必死の努力と、奈良の神仏の御加護!?!により、当日の実験は予想以上の大成功を収めることが出来ました。

元 データ処理研究室 主幹研究員 谷戸 文廣  
(現 国際電信電話(株) 研究所 音声言語処理グループ グループリーダー)

## 4. まとめ・今後の展望

7年間のプロジェクトを実施し、音声認識、言語翻訳、音声合成の各分野で大きな成果を挙げる事が出来ました。また、これらの技術を統合した音声翻訳システムを構築しました。本プロジェクトの成功は、将来の自動翻訳電話の実現に向け、大きな一歩となったと考えています。また、本プロジェクトは内外にも大きなインパクトを与え、その結果、近年、各国で類似の研究が開始されています。しかし、誰でもが手軽に利用できる自動翻訳電話を開発するには、まだまだ多くの問題を解決する必要があります。本プロジェクトの成果をバネに、新たに発足した「音声翻訳通信研究所」では自然な話し言葉を対象に、さらに発展的な研究が進められています。

#### プロジェクト概要

試験研究期間：1986年4月  
～1993年3月  
(7年間)  
試験研究費総額：166億円  
研究員：延べ147名

## ●研究成果

# 知的通信システムの基礎研究

(株)エイ・ティ・アール通信システム研究所  
代表取締役社長 寺島 信義



## 1. 試験研究の概要

### (1) 研究の目的

21世紀の高度情報社会を展望したとき、私達にとって情報通信サービスが、益々重要な役割を果たすことが予想されます。情報通信サービスが、私達にとってなくてはならない物になればなるほど、誰にでも使い易いヒューマンフレンドリーなサービスが求められます。そこで本試験研究では、各種通信システムにおいて、ソフトウェアに重点を置いた基礎研究を行い、通信システムの高度化、知能化を図ることを目的としました。

### (2) 研究の概要

研究期間10年を前期（4年）、中期（3年）、後期（3年）に分け、前期では、関連要素技術について幅広い研究を展開するとともに、研究目標イメージの具体化を図りました。中期では、研究目標イメージに沿って重点化したテーマに展開を行い、後期では、これらを集大成し、基礎技術の評価と確立を行うこととしました。

この間、基盤技術研究促進センターより1990年、1993年の2回にわたる中間時技術評価において、高い評価を頂いたところであります。

研究の目的を達成するため、①通信ソフトウェアの生産性向上、サービス間の競合検証、ソフトウェア改造時の波及範囲の抽出等をねらいとしたソフトウェアの自動作成、②受け手主体の次世代テレビ会議システムの構築をねらいとした臨場感通信会議への知能処理応用、③臨場感通信会議のための画像処理等の信号処理、④ネットワークやデータベースでの情報漏洩を事前に検出するセキュリティの4つのサブテーマに分けて研究を行い、これらの研究テーマについて、10年間精力的に研究を進め、種々の成果を得ることができました。

## 2. プロジェクトを振り返って

### (1) 具体的な目標イメージの創造

2～3年毎に変る出向研究員が研究の中心を占めること、しかもいろいろな機関、会社から出向してくること、外国からの研究員も多いこと、研究が時限研究であること等を考慮すると、研究目標のイメージが明瞭で具体性があることが望ましいことは言うまでもありません。そこで、この試験研究では、つぎのような目標設定を行うこととしました。

まずソフトウェアの自動作成に関する目標設定についてであります。今後、通信の高速化、高機能化により通信サービスの多様化が予想されます。そこで本研究では通信の専門家でなくともサービス仕様を記述し、サービスをシステムに導入できることを目的に「誰でもがサービスを定義し、その動作を確認できる」仕様記述、動作確認の研究を目標に設定しました。また、同時に「新規にサービスが導入された時の既存サービスとの競合検証が自動的に行える」ことなどを目標に置き、このような目標に向かって研究者がそれぞれの創意工夫を行い、研究を行える環境を整えました。

また、もう一方の研究の柱として「3次元画像の認識、記述、再構成」を目標として設定しました。私達は「臨場感通信会議システム」という新概念を世の中に先駆けて提案し、この具体イメージの下に画像の認識、記述、再構成、表示の研究を行うことにしました。このような具体的なイメージを各研究者が念頭において、それぞれのテーマを研究することで、最終的に同じベクトルに収束することが期待できるからです。

そして、具体的イメージを持つことにより、「ソフトウェアの自動作成」にしても「臨場感通信会議システム」にしても、要素技術を統合してプロトタイプが容易に構築でき、要素技術の評価に役立てることができたものと思われまます。さらに、このような基本概念が各自の脳裏にあるために効率的な研究のブレークダウンが行われたものと評価しています。

## (2) 目に見える研究所

基礎研究というのは、息の長い、目立たない研究の積み重ねであります。しかし研究所が国を始め多くの民間の企業からの出資をいただいて成り立つ以上、研究活動が目に見える形になっていることが望ましいことも確かです。研究が目に見える形になれば、外部の方にもご理解いただくことができようというものです。そこで、前節に述べた具体イメージの明確化による効率的な研究推進と相まって、この具体イメージを具現化することで研究所の顔が見えてくるわけで、その1つが「ソフトウェア自動作成システム」であり、その1つが「臨場感通信会議システム」であります。「臨場感通信会議システム」は1994年9月に京都で開催されたITU（国際電気通信連合）の全権委員会議の展示会に出展し、大変好評を頂いたところであります。こればかりではなく新聞取材、雑誌取材、見学等で取り上げられ、わが研究所の顔としての役割を果たすところまで来たといっても過言ではないと思えます。

研究成果があがるにつれ、研究成果の普及も大切になってきます。世界的に成果が知れわたるにつれて学術的国際学会から招待講演の依頼も舞い込んできます。このような機会を積極的に活用して、講演やデモを行うことで成果の世界的な普及に役立つのであります。研究者、マネージャと色々なレベルで対応することで、われわれの成果の普及がきめ細かい世界的な拡がりを見せることになりました。

## (3) 出向期間に見合ったテーマ設定

研究を実際に行うのは出資企業から派遣される研究者であり、外国からの研究員であり、プロパーの研究員です。これらの研究員が十分に力を発揮できる環境作りが極めて重要であり、そのために研究所にきた時に問題意識を持たせることが大切です。出向研究員であれば出向期間中（2～3年）に何を目標に研究を行うかを意識づけ、最低限の目標として論文、特許、国際会議、それぞれに少なくとも1件投稿することとしました。このような問題提起を行い、あとは研究者が自分なりに計画をたて研究を実現して行く訳で、概ねこの目標は達成されたものと評価されます。そしてこのようなノルマを具体的に設定することで、研究者のやる気もでてくるのであります。

## (4) 柔軟なチャレンジ精神

研究にあらかじめ答は用意されていません。答が判っていることは研究をする価値はないと言えます。テーマによっては難しくて打開の糸口が見い出せないものもあるし、研究を進める中で別な視点から研究した方が良いものなどが判ってきます。しかし、これはやってみなければ判らない、ある程度やってみて初めてそのテーマの難しさ妥当性が見えてくるものです。また、その時点で別なアプローチが良ければ果敢に方針変更する勇気も必要です。そして、それまでの成果をまとめ、より目標設定に近いテーマにチャレンジする、研究にはこのようにダイナミックな取組みが要求されます。勿論、研究によってはどんなに難しくてもチャレンジすべきテーマもあります。この判断は研究者のセンス、研究マネージャのマインドによる所が大きく、まさに試練の繰り返しです。

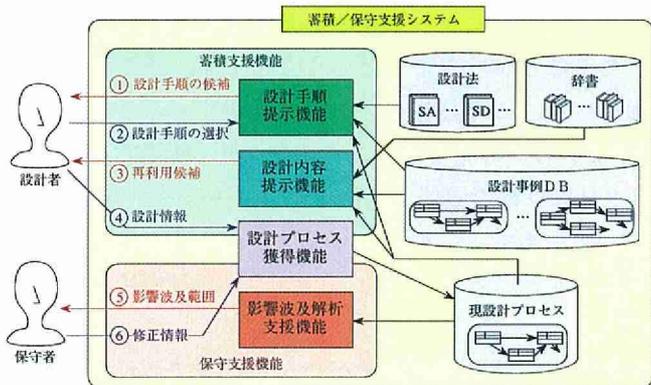
## (5) 国際的な研究交流の推進

国際的なレベルで研究交流を行うと研究活動に役立つことが多く、文化、言語や慣習などの違いが研究の進め方、知見などにバラエティをもたらす、これがわれわれの研究に良いインパクトを与えることとなります。交流の仕方としては、分野の相互補助的な研究分担やポストドク、大学院学生などの受入などがあります。

たとえば画像認識技術を取りあげて見ます。私達は人物像の認識を対象としています。しかし自然界や別の対象の認識技術の研究を行っている研究者と研究分担をすることで、人物像とは別の対象の認識技術の知見が私達の手元に入り、これが研究に大いに役立ちます。また、受け入れた外国の大学院生を交えた研究でも、テーマ討論などで、別の視点からの見解が示されることが多く、このことが大いに刺激材料となります。このように国際的な研究交流の促進が、研究所の人間を刺激するだけでなく、研究成果の構築にも大いに役立つことになりました。

## 通信ソフトウェアの自動作成

ソフトウェアの開発においては、仕様が不正確なまま下流工程に進み、下流工程で膨大な手戻を生じている。開発の初期段階でできるだけ正確な仕様に仕上げることを狙いとし、さらに非専門家とのインタフェースまで考慮した上流工程における正確な仕様の獲得のテーマに世界に先駆けてチャレンジした。

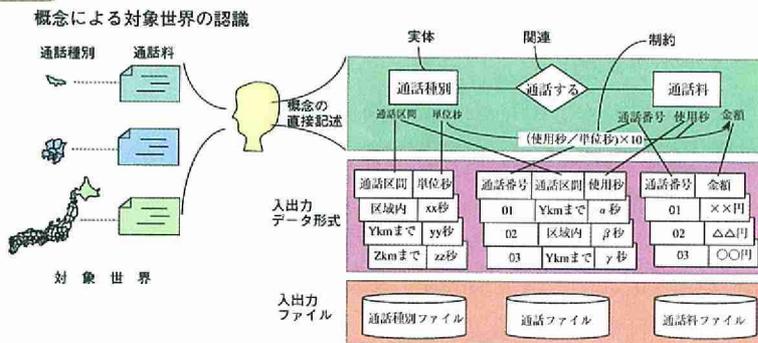


### ●設計情報の蓄積と再利用

ソフトウェアの保守に必要となる、設計時のノウハウを蓄積し、再利用するための支援システムを開発し有用性を確認した。

### ●E-Rモデルにもとづくプログラム生成

対象とする世界の概念を直接記述し、それからプログラムを生成するシステムを開発し、従来手法に比べて4倍の生産性があることを確認した。

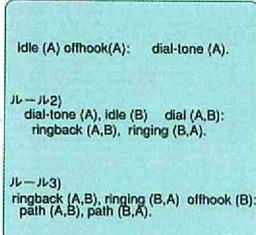


通信料金計算の仕様記述例

### ●端末の状況



### ●STR記述



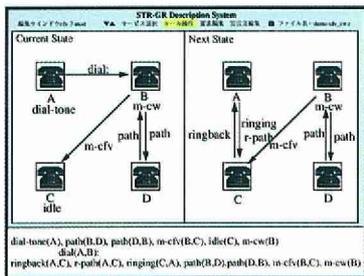
サービス仕様記述例

### ●通信サービス仕様記述言語

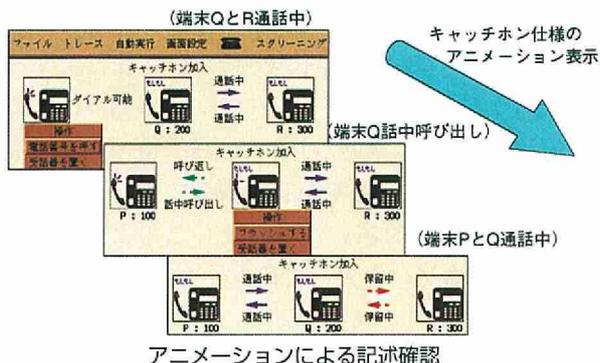
要求仕様記述の内部表現として、通信サービス仕様記述に親和性のあるプロダクションルールに基づく仕様記述言語STRを開発し、その有用性を確認した。

### ●図形による仕様記述とアニメーションによる確認

非専門家が要求を記述し、結果を確認できるよう図形による仕様記述とアニメーションによる結果の確認手法を確立し、28個のサービスについて記述実験を行い有用性を確認した。



図形による記述支援

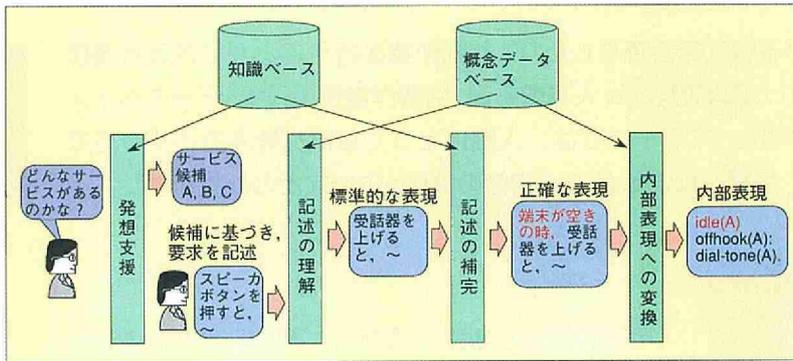
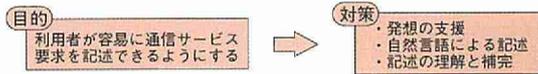


アニメーションによる記述確認

### 設計上流工程を攻める

テーマの絞り込みには大変苦労しました。あれこれと思い悩んだ末、ソフトウェア開発に当たっては、仕様に誤りが発見された場合の手戻りが非常に高価なものになる。即ち、上流工程における正確な仕様獲得がキーであることを考慮して、ATR在籍中は設計上流工程を支援する技術の検討的を絞ることにしました。非専門家でも簡単にソフトウェア作成ができるのでは...。そんな夢を追いかけあつという間に過ぎてしまった4年間でした。

元 通信ソフトウェア研究室 主任研究員 平川 豊  
 (現 日本電信電話株式会社 ソフトウェア研究所 ソフトウェア技術研究部 主幹研究員)



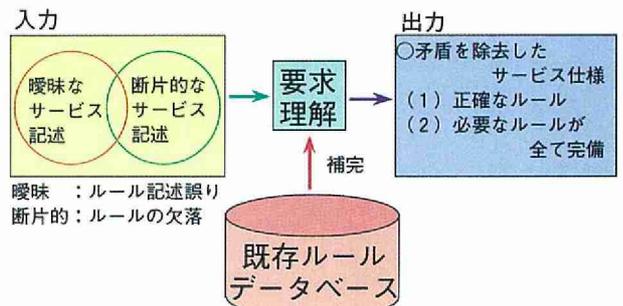
日本語から内部表現への変換例

### ●日本語による仕様記述

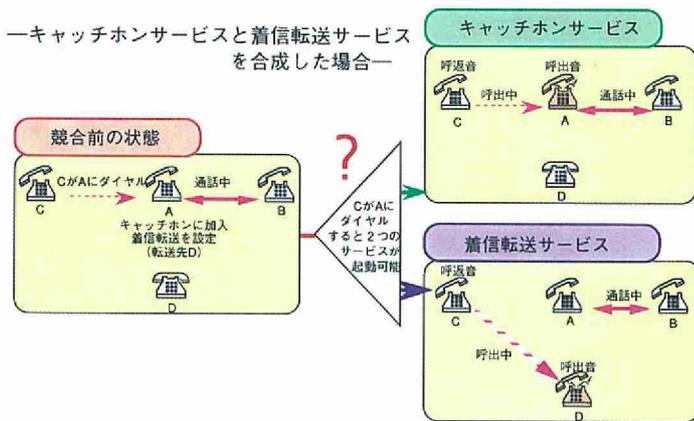
非専門家が記述し易い日本語による仕様記述を可能とするため、自然言語で記述された要求仕様をコンピュータが処理できる内部表現（形式言語）に変換する手法を開発し、有用性を確認した。

### ●要求理解

曖昧・断片的な要求仕様から完全な仕様を獲得するための、誤り検出・修正手法として、既存ルールとの照合、抽象モデルを用いたモデル推論、ペトリネットを用いた高速推論手法等を確立した。



既存ルールを用いたルールの入れ替え、挿入

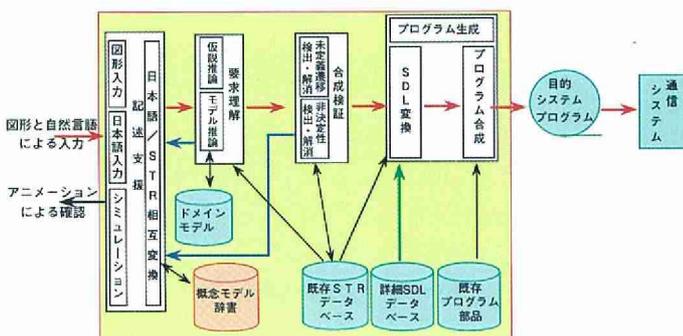


### ●サービス競合検証

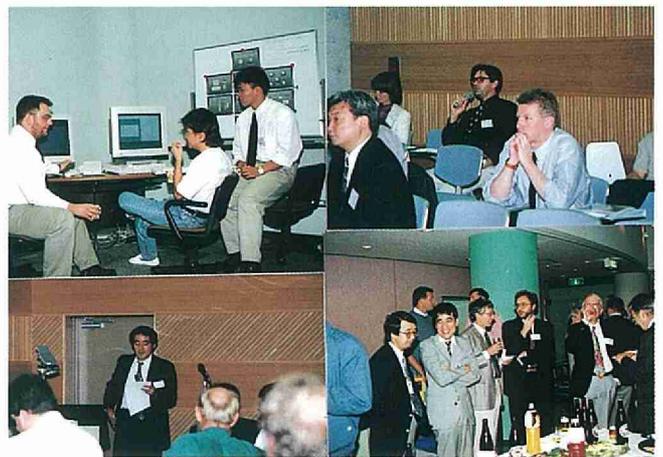
単独でサービスを提供する場合には問題がなくとも、他のサービスと同時に提供する場合には異常な振る舞いをする場合がある。このため、異なるサービス間の仕様の不整合を検出し、修正を支援する手法を確立するとともに、国際会議に本手法を提案し高い評価を得た。

### ●プロトタイプシステム概要

自然言語と図形を用いて記述された要求仕様からC言語のプログラムを生成するプロトタイプシステムを構築し、要素技術の有用性を検証するとともに従来の手法に比べて、生産性が4倍になる事を確認した。



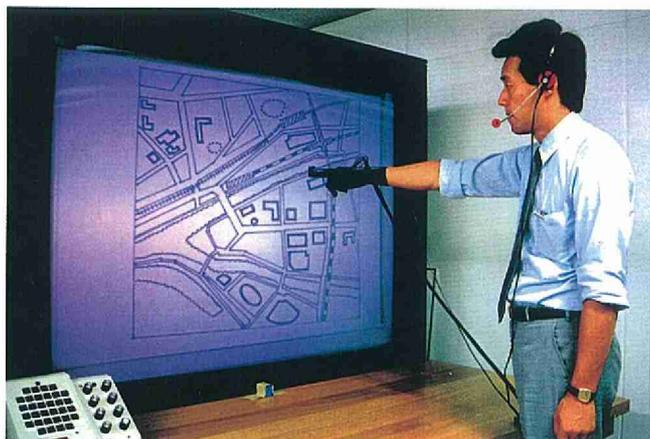
### ●国際会議



1995年10月、国際会議（IEEE第3回フィーチャインタラクティブワークショップ）をATRに誘致し、研究成果をアピールして高い評価を得た。

## 臨場感通信会議への知能処理応用

遠隔地にいる会議参加者が一堂に会している感覚で会議をしたり、共同作業を行うことができる会議環境である「臨場感通信会議」の実現を目指し、臨場感表示、人物像処理、協調作業環境、画面データベース等の要素技術の研究を進め、所期の成果を得た。本テーマでは、人間にとって自然な考え方、やり方でシステムを利用できることを目指し、言葉、手振りによる3次元物体の操作、生成などの成果を得た。



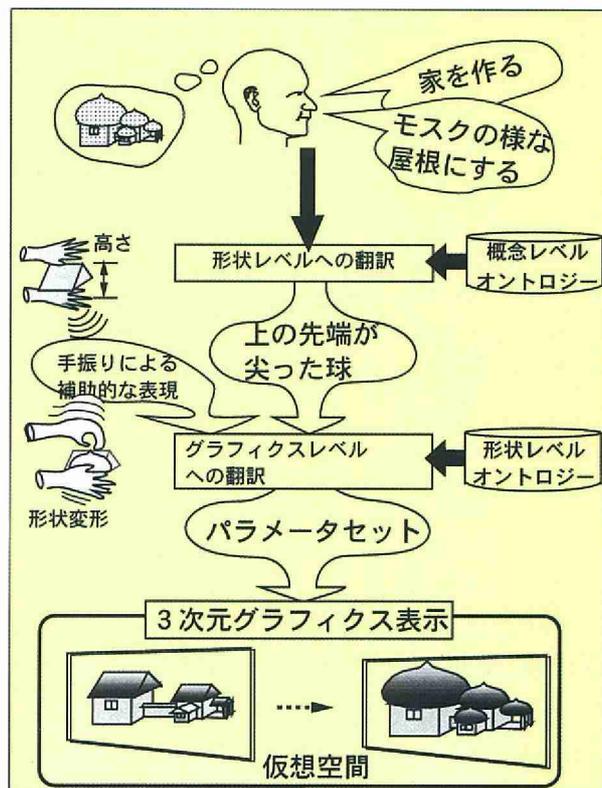
言語と指差しによる地図案内の例

### ●マルチレベルオントロジーによるイメージの可視化

本研究は、人間が頭のなかで思い描くメンタルイメージを、日常の表現手段である自然言語や手振りを利用して可視化する手法に関するものである。自然言語による表現を2レベルオントロジーと呼ぶ概念と形状に関する2つの知識体系を利用して解釈する手法を提案し、一般的な基本形状の組み合わせで表現することにより、最終的にはそれら基本形状に対応するグラフィックスコマンドのレベルまで翻訳するメカニズムの有用性を確認した。更に、手振りによる補助的な表現を可能とした。

### ●言語指示と指差し動作による地図案内システム

位置関係の指示語を対象に、人間にとって使いやすい自然言語の指示語における曖昧性を考慮し、たとえば「右」という指示語に対応する位置を数値に変換する技術を考案した。この技術により、言語による位置指示に基づいて、画像上の指示された対象を同定し、地図画像が対象に関して持っている情報を表示出力できることを確認した。



メンタルイメージを言語と手振りで可視化する概念図

### 研究室の立ち上げ

A T R発足と同時に外向したが、オフィスには最初の仕事である物品調達で手に入れた机、椅子、電話、書棚しかなく、A T Rの研究は、実に紙と鉛筆からスタートした。特許出願を出すことになっても何の決まりもなく、明細書作成、特許事務所の選定・契約、事務処理要項の作成、そして出願と言う一連の作業を進めることによりA T R第1号（から第4号）の荣誉を得た。また研究テーマの発掘を目的に毎日、毎日ハイレベルの議論をし、その中から臨場感通信システムの研究テーマの骨格が出来たように記憶している。今後もA T R発足の時のような、自由な発想、夢を追って仕事に取組みたい。

元 知能処理研究室 主任研究員 秋山 健二

(現 日本電信電話株 マルチメディア推進本部 マルチメディアサービス部アプリケーション開発プロジェクト 担当部長)

## 臨場感通信会議のための画像処理等の信号処理

「臨場感通信会議」実現のため3次元画像を対象に要素技術の研究を進め、眼鏡無し立体表示、画像処理による手振り認識、実時間人物像の認識・合成などの成果を得た。

### ●非接触視線検出

顔と瞳孔の3次元空間位置をアクティブカメラで計測し、眼球の回転中心と瞳孔から視線を検出するアルゴリズムを考案し、機器非装着の高速、高精度な視点・視線検出技術を確立した。



非接触の視線検出例

### ●実時間手振り認識

手の重心等、画像から安定して得られる特徴による手の位置・姿勢および各指の曲げ認識アルゴリズムを提案した。

3台のカメラによりオクルージョンなく、パイプライン型の画像処理装置を用いて、毎秒約10回の手振り検出を実現した。



非接触の仮想物体操作例

### ●実時間衝突検出

効率的な階層的空間分割法を考案することによって、3次元空間内の衝突面を実時間で検出する技術を確立した。複数の複雑な一般形状の物体が変形しながら自由に運動する環境で、物体の衝突する面の組を特定でき、4000ポリゴン程度の物体同士の衝突面を約70ミリ秒程度で、検出できることを確認した。

この結果を、仮想空間の物体操作の高度な支援などに利用することができる。



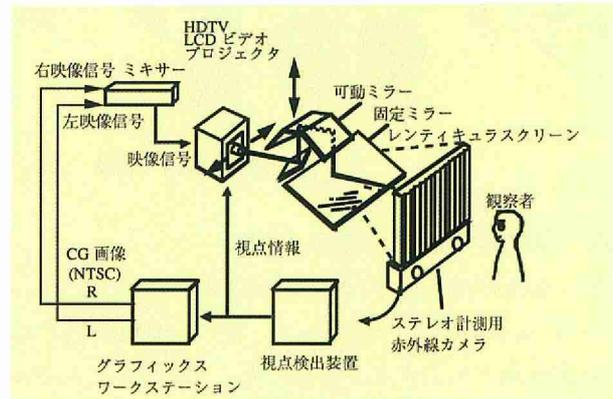
衝突面の色変化による提示例

### ●視点追従眼鏡無し立体表示

従来の観察位置が固定されていたレンティキュラ方式に対し、観察者の視点検出機構と投影画像の拡大・縮小および左右移動機構を設けた視点追従眼鏡無し立体表示を考案した。75インチ大画面スクリーンおよび高精細投影光学系を設計・試作して等身大の人物表示を実現した。



レンティキュラスクリーンの表示例



視点追従眼鏡無し立体表示構成図

### ヒューマンインタフェースへのVRの導入

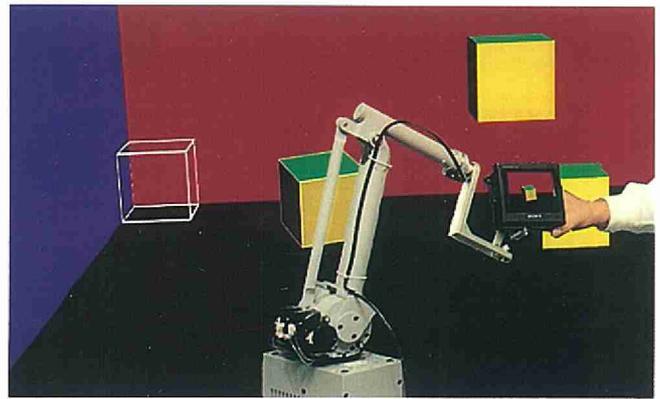
私が入社した設立後1年のATRには様々な刺激を受けた。今でも思い出すのは、社長から研究員まで参加して定時後会社でビールを飲みながらの議論を(ほぼ毎日)したこと(当時は研究所は大阪の京橋にあった)。もちろん自由な雰囲気で自身の三次元ユーザインタフェースの研究に打ち込めたことも忘れられない。このような環境の中で小林室長の「面白そうだから買おう!」の二つ返事の許可で東大の廣瀬先生に紹介されて日本で3番目に購入したDataGloveが、いろいろのアイデアのネタとなり仮想物体操作の研究に役立ったのは間違いない。VR技術の進展はめざましく、今後の10年でどうなるかまた楽しみである。

元 知能処理研究室 主任研究員 竹村 治雄

(現 奈良先端科学技術大学院大学 情報処理学専攻 助教授)

## ●力覚フィードバックと小型ディスプレイによる 仮想物体操作

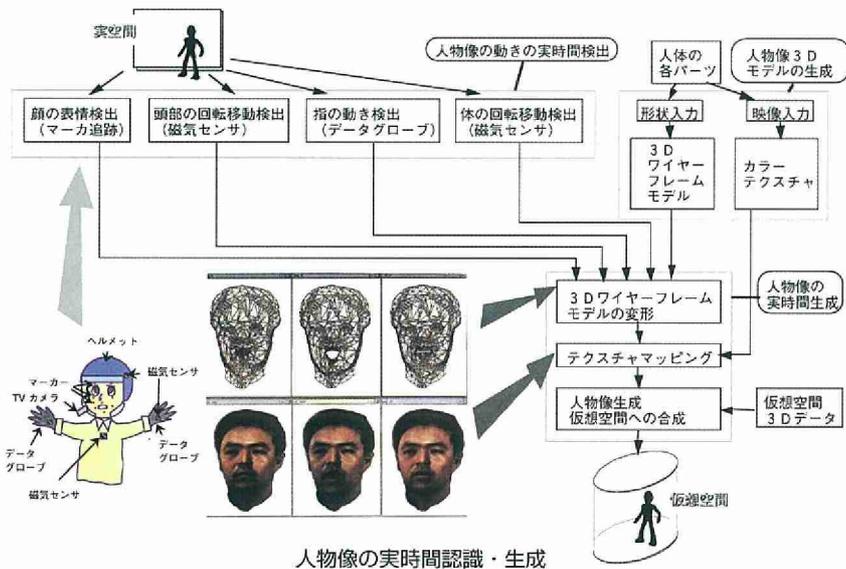
超音波モータを用いた力覚フィードバック装置を開発するとともに、小型ディスプレイと組み合わせ、仮想世界での高精度作業インターフェースを実現した。本装置により、ユーザーは遠方にある物体をあたかも面前にあるかのように操作できる。力覚フィードバックによる操作反力は、重量や材質、衝突といった不可視情報を提示し、操作性の向上に寄与している。



力覚フィードバックと  
小型ディスプレイによる操作例

## ●人物像実時間生成

会議参加者の表情と体の動きを検出して、顔だけでなく、上半身も含めた3次元人物モデルにおいて、高速の汎用グラフィックワークステーション上で、約6フレーム/秒の速度で検出された表情と動きを再現するシステムを実現した。

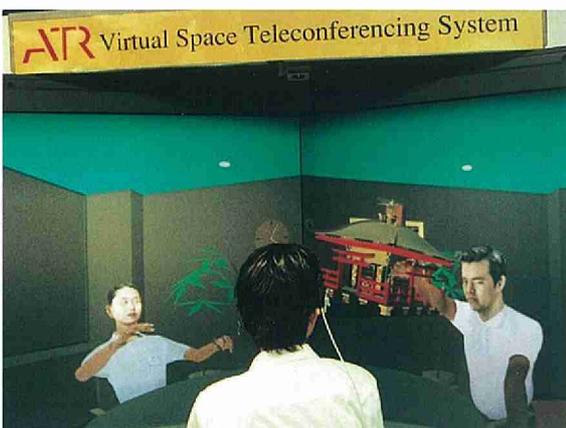


## ●マーカ不要の顔表情検出・再現

従来、実時間表情検出のために顔に貼付していたマーカを不要とする表情検出法として、DCT (Discrete Cosine Transform)を利用する手法を開発し、24フレーム/秒の処理速度での正確な表情検出を実現した。また、リアルな表情再現のために種々の表情表出時の顔の3次元形状計測結果に基づく新たな再現法を開発し、任意の表情を20フレーム/秒の速度で再現できることを確認した。



CG顔画像の再現例



3地点間会議の実現例

## ●3地点間実験システム

要素技術の研究成果を組み合わせ、「臨場感通信会議」の総合評価を行うとともに、提案システムを多くの人が体験できる場を提供するため、3地点を結んだ実験システムを構築した。

本システムは、人工現実感による仮想空間を複数の人間が共有して協調作業を行える例としては、世界初である。なお、本システムは、1994年9月に京都国際会館の展示会場と会場から約40km離れたATR研究所内の2つの部屋の計3カ所を1.5Mbps 1回線で結んでの実演が行われ、その有効性が確認された。

# セキュリティ

通信網のオープン化により、企業や個人の大量のデータが通信システムを介して伝達・蓄積・処理されるようになってきた事に鑑み、企業機密やプライバシーの漏洩・改ざんを防止する手法について研究し、暗号化アルゴリズム、データベースへのセキュリティ設計支援システムを開発し、その有用性を確認した。

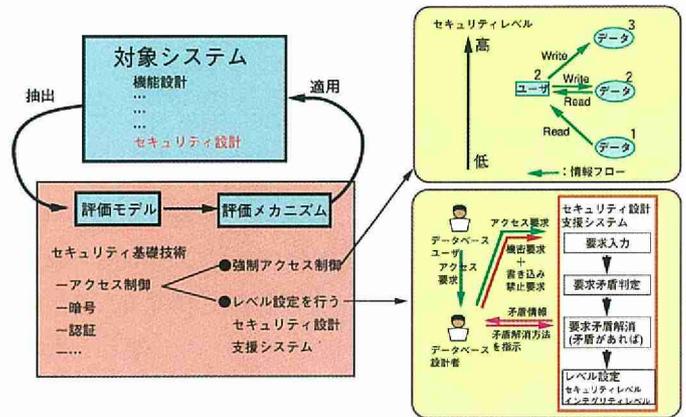
## ●セキュリティ設計支援

データベースのセキュリティ設計支援システムとして、アクセス要求と機密要求が与えられた時に両者を満足するアクセス制御データを自動生成する手法を確立した。

### 「問題点は？」

「で、問題点は何？」とATR出向中によくつっこまれました。担当テーマはシステムのセキュリティ評価。初めての分野で、どこから手を着けて良いかわからず、いろいろ文献を調べ、あれこれ思い悩んで研究方向を決めたつもりでも、大抵この言葉でつき返されるのでした。しかし、やはり対象分野の問題点をしっかり把握しないことには良い研究は始まらないんですよね。問題点を自ら発見することの重要性、難しさを認識させられたATRでの3年間でした。

元 通信ソフトウェア研究室 研究員 荒木 禎史  
 (現 株式会社リコー 研究開発本部 情報通信研究所  
 マルチメディア研究センタ 651研究室 主任)

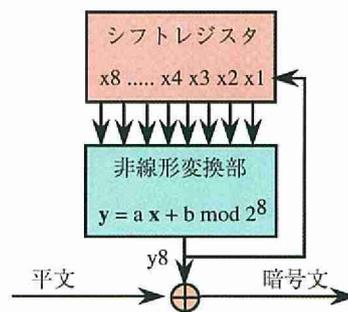


セキュリティレベル設定支援

## 非線形シフトレジスタを用いたストリーム暗号方式

## ●ストリーム暗号方式

画像情報の特質を考慮した、安全で効率の良い暗号アルゴリズムとして、非線形シフトレジスタ形のストリーム暗号方式を確立し、従来に比べて、非常に効率が良い事を確認した。



## 4. 研究のまとめと今後への期待

この試験研究も関係各位のご協力により、数々の成果を挙げ予定通り終了することができました。この研究では、試験研究の当初は、未開発であった技術が開発され、具体的な姿を現してきました。これらの最先端の技術が生み出された結果、学術的にも大きな役割を果たすことができました。

たとえば、ソフトウェアの自動作成の先進的研究が契機となり、1993年1月に電子情報通信学会に「通信ソフトウェアの新しい方法論」に関する時限研究会が発足し、わが研究所はこの中で大きな役割を果たすことができました。また臨場感通信会議システムのプロジェクトについては、IEEEのRO-MAN（ロボットと人間のコミュニケーションに関する国際会議）、ACCV（アジア地域のコンピュータビジョン国際会議）などで主導的役割を果たしました。皇太子殿下ご夫妻のご来臨をいただいたITU全権委員会（京都開催）の電気通信展での臨場感通信会議実験システムの展示もエポック・メイキングな出来事でした。本研究で得られた新しい概念や、それを実現する要素技術は今後、学術的にも産業応用的にも大きな役割を果たしてゆくものと思います。これらの数々の要素技術は、将来の高度情報社会の構築に貢献するものと期待しております。

さらに本研究を発展的に展開し、新分野を開拓することを目的に、1995年3月に設立された(株)エイ・ティ・アール知能映像通信研究所に対しても、引き続きご指導ご鞭撻たまわるようお願いいたします。

最後に、この10年間変わらぬご支援をいただいた基礎技術研究促進センター及び出資企業の関係者の皆さん、ご指導いただいた内外の諸先生方をはじめプロジェクトの関係各位のみなさんに深甚の謝意を表し、ご挨拶といたします。

### プロジェクト概要

試験研究期間：1986年4月  
 ～1996年3月  
 (10年間)  
 試験研究費総額：167億円  
 研究員：延べ190名

## ●研究成果

# 光電波通信の基礎研究

(株)エイ・ティ・アール光電波通信研究所  
代表取締役社長 猪股 英行



## 1. 試験研究の目的と概要

本プロジェクトは、将来、無線通信が最も重要な役割を果たす移動通信、衛星・宇宙通信の分野に重点を置き、これらに共通に必要な高機能伝送系及び小型・軽量化通信系のための基礎技術の確立を目的に、研究期間10年、研究費総額165億7,300万円の計画で1986年4月26日に開始され、1996年3月末日をもって終了しました。将来の高度な通信インフラストラクチャーの一端とともに、その実現に必要な種々の研究テーマを図1に示します。それらを整理して以下の五つのサブテーマのもとに研究を進めました。それらは、将来の高度な通信インフラストラクチャーが備えるべき、グローバル、パーソナル、大容量の情報伝送を高速で可能とするための要素技術の研究であり、①小型・軽量、高効率、大容量の通信が期待できる「光衛星間通信」、②複雑な電波環境におけるインテリジェントな機能の発揮が期待できる「アクティブアンテナ」、③移動通信に特有の厳しい電波伝搬条件を克服するための「信号処理・干渉除去」、④携帯型端末の小型化等に必須な、無線周波数帯における（アナログ）「回路小型化」、⑤新しい物性や物理現象を利用し、従来に無い新しい電子デバイスや光デバイスの実現を目指す「通信用デバイス」、の研究です。

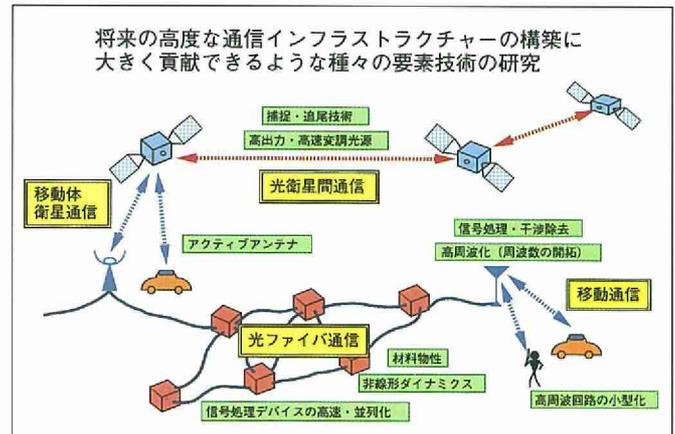


図1 研究テーマ

## 2. 研究テーマ発掘のポイント

研究内容の具体化にあたっては以下のことに留意しました。それは、短いタイムスケールで或る程度の進展が見込めるような従来技術の延長線上に位置する研究（これも実用化に際しては重要）では無く、新しい観点からの段階を一步一步積み上げるような（その過程が研究であり、センス、時間、努力、忍耐を要する）、そして、一步一步積み上げることがうまくできた暁には、結果として大きなブレークスルーが得られるかもしれないような研究とすることです。

具体例として通信用デバイスの研究を考えてみます。現在幅広く実用化されているGaAs半導体デバイスはGaAs結晶を垂直に切り出した面（(1,0,0)面）を用いており、また、今なお、この面が有する物性を高度に利用するための研究に多くの研究機関がしのぎを削っていますが、本プロジェクトではGaAs結晶を斜めに切り出した面（(1,1,1)面等）、いわゆる高指数面の研究を取り上げることにしました。その当時、高指数面の研究はまさしく基礎研究段階で、(1,0,0)面に比べて発光効率などの物性値が優れているとの指摘がなされているに過ぎませんでした。しかし、高指数面は優れた物性を有するという点でポテンシャルの高い材料であり、このポテンシャルの高さを徹底的に追求してデバイスに利用することができれば、従来のデバイスがやがて突き当たるであろう技術的な壁に対するブレークスルーに成り得るものと判断しました。

さて、GaAs高指数面の優れた物性を利用できるようにしてやろうという信念のもとにMBE装置等を導入して実験的な研究を開始しましたが、その第一段階となる、「きれいな膜面」が得られるようになるまでにも大変な試

行錯誤と年月（約4年）を必要としました。そして第二段階として、GaAs高指数面にSiを不純物に用いてできる伝導型（p型かn型）を、膜を生成する際の諸条件によって精密に制御する技術を確認できたのは大変大きな成果でした（(1,0,0)面半導体では伝導型の制御に異なる不純物を必要とするので、p型とn型の接合を得ようとする場合の工程が複雑となる）。これらの成果の積み上げが幸いにもうまくできたことによって、簡単な構造と工程による横型トンネル接合トランジスタを実現でき、エサキダイオードの発明以来の長期にわたる懸案であった、トンネルデバイスの三端子化に大きなブレークスルーとなり得る答を出せたものと考えています。GaAs高指数面の研究を第一歩から始めたことによって新たな知見やノウハウを多々得ることができ、また、それらの成果を国際会議等で積極的に発表したことにより、現在では本分野における世界をリードする力量がATRに在ると広く認められています。

以上、テーマ発掘のポイントをGaAs高指数面の研究にあてはめてご紹介しましたが、次頁以降で述べる主要な研究テーマにおいても、このポイントを強く意識して取り組みを進めました。

### 3. プロジェクトをふりかえって

本プロジェクトを実施した1986年度から1995年度までの研究者数、研究発表件数、特許出願・登録件数の推移を図2～4に示します。これらの結果には以下のような運営方針が反映しているものと思います。

- (1) 発足当初の研究員の確保に大変な努力を払いましたが、その甲斐が早くも2年目の1987年には現れ、研究者の数はほぼ40人の定常状態に達し（図2）、直ちに活発な研究が開始され、新たなアイデアが生み出されました（図4）。
- (2) 研究の1サイクルとして、或る程度の見通しが得られた段階で可能なものは特許出願し、国内学会で発表し、さらに深めて研究会で討議し、国際会議発表で自信をつけ、論文にまとめて投稿するというステップを踏むように指導してきましたが、ほぼ達成されていることがわかります（図3）。
- (3) 研究者の約8割を占める出向研究員の滞在期間が約3年であるため、対外発表の件数には3年周期の傾向が見られます。出向の初期にアイデアが多く出（図4）、出向期間の後半以降に研究発表が多くなっており（図3）、上記の研究サイクルが順調に進んだことを示しています。
- (4) 特に、国際会議での発表にしりごみしないように注意しており、年に1回の国際会議での発表は、“義務に近い権利である”と位置づけて指導してきたことが徐々に実っています（図3）。また、その機会を利用して代表的な研究機関を訪問し、交流を深め、見聞を広めることを奨励してきました。その結果、1回の外国出張の平均は10日を越しています（但し、最長でも2週間）。
- (5) 1989年度に研究発表件数が微減し、特許出願件数の減少が見られますが、これは、日々の研究の舞台を発足当初のツイン21ビル（大阪）から、現在の関西文化学術研究都市の本舞台に移行した際の諸々の制約が現れたものです。

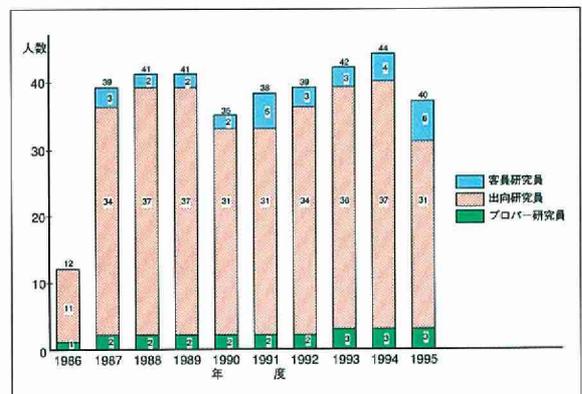


図2 研究者数

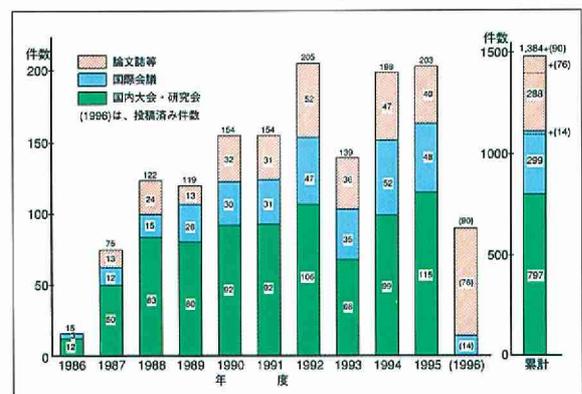


図3 研究発表件数

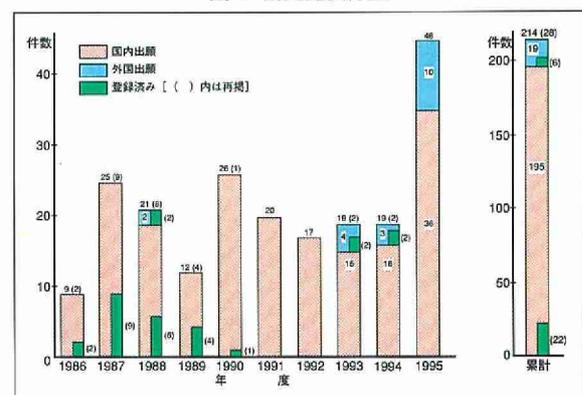


図4 特許出願・登録件数

## 4. 主要な研究成果

### 光衛星間通信

レーザのビーム幅が極めて狭いことを利用して衛星間の通信を高効率に行うために必須となる、 $1\ \mu\text{rad}$ 以下の捕捉・追尾精度を有する高性能光アンテナ、高速信号の高出力・高感度送受信の技術確立に重点を置き、装置の試作開発を行った。また、これら装置の性能を地上実験室内において評価するための「自由空間レーザ伝送シミュレータ」を開発し、実環境を模擬した総合実験を通じて、光衛星間通信方式の基礎技術を確認した。さらに、光衛星間通信が重要な役割を果たす2層構成衛星通信ネットワークを提案し、その有効性を示した。

#### ●小型捕捉追尾系

高精度非球面鏡を開発するとともに、独自のジンバル軸配置により20kgという小型軽量化を達成した。



#### ●レーザ伝送シミュレータ

光コンパクトレンズ法により、姿勢変動のある衛星間での狭ビーム伝送を短い距離(17.5m)で正確に模擬できる。

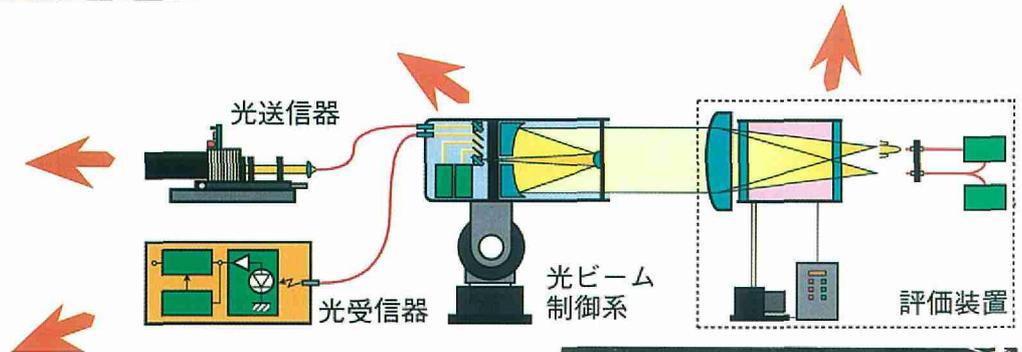


#### ●高速高出力光送信器

波長 $0.8\ \mu\text{m}$ 帯のLDにより2.5Gbpsの高速動作と60mWの高出力を達成。

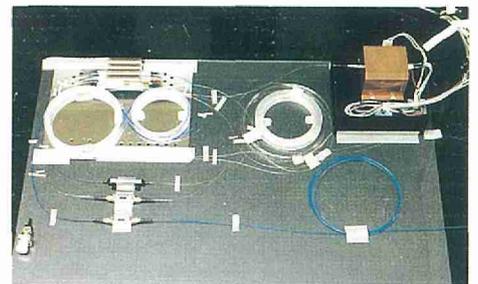
#### ●高速高感度光受信器

Si-APDとGaAsプリアンプを一体実装し、2.5Gbpsの高速、 $-27\text{dBm}$  (BER:  $10^{-6}$ )の高感度動作を実現した。



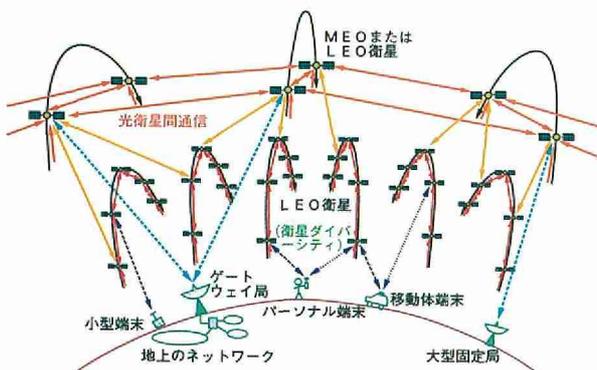
#### ●ネオジウム添加ファイバ型光増幅器

LD励起Nd:YAGレーザの高い安定度を有する $1.06\ \mu\text{m}$ 光を30dB以上増幅でき、光送受信器の特性を大幅に改善できる [レーザー学会優秀発表賞受賞]。



#### ●2層構成グローバル衛星通信網構想

マルチメディアの通信に適した2層軌道構成によるグローバル衛星通信システムを提案し、この中で重要な役割を果たす光衛星間リンクの基本特性の検討を行った。



#### 研究立ち上げ時の思い出

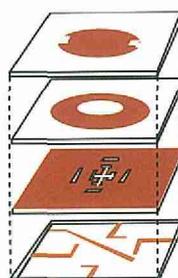
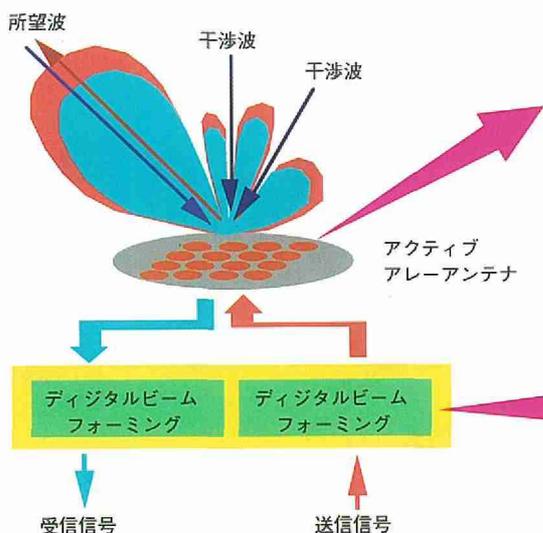
10年前「光電波通信の基礎研究」のサブテーマとして選ばれた「光衛星間通信」の研究に着手した時、参考文献も(特に日本には)ほとんどなく、最終的なシステムのイメージは比較的是っきりしているものの何から手を付けるべきか、手探りの状態が続いたことは今でもよく覚えています。とりあえず、半導体光源の調査結果と回線設計をまとめヨーロッパの国際会議で発表した論文が(まったく)意外にも好評であったため少し自信を持ち、その後は通信総合研究所から来られた荒木さん(現同所宇宙技術研究室長)を始めとする文字どおり産・官・学の優秀な研究者に恵まれて何とか研究を軌道に乗せることができたと考えています。

元 無線通信第一研究室 室長 安川 交二  
(現 国際電信電話(株) グローバルマルチメディア推進室 担当次長)

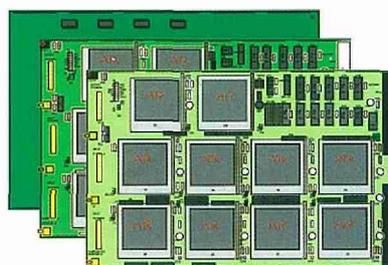
# アクティブアンテナ

移動体搭載を想定し、送受信信号分離度の良いアンテナ素子、干渉波除去アルゴリズム、信号処理部のASIC（専用LSI）による小型実装法等の技術の確立に力を置き、次世代のアンテナとして期待されるデジタルビームフォーミング（DBF）アンテナの有効性を実証した。また、超広帯域信号のビーム形成機能を有する光制御アンテナ（光の空間並列信号処理機能を利用したマイクロ波アンテナ）の基礎技術を確認した。

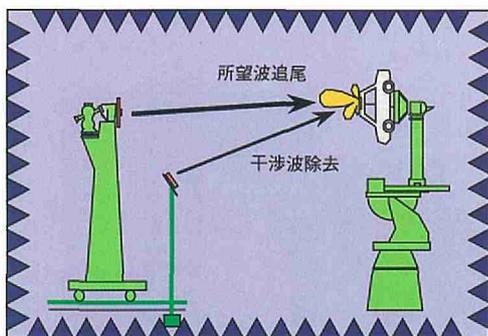
## ●移動体衛生通信用L帯DBFアンテナ



MMIC一体化に適したスロット結合で、送受信分離度の高いセルフダイプレクシングアンテナ（単体性能で分離度40dB）を開発した [電子情報通信学会学術奨励賞受賞]。



マルチビーム形成やアダプティブビーム形成のための信号処理部を小型に実現するASIC実装技術を確認した。インテリジェントアンテナとしてのDBFアンテナの移動通信への導入可能性を実証した。



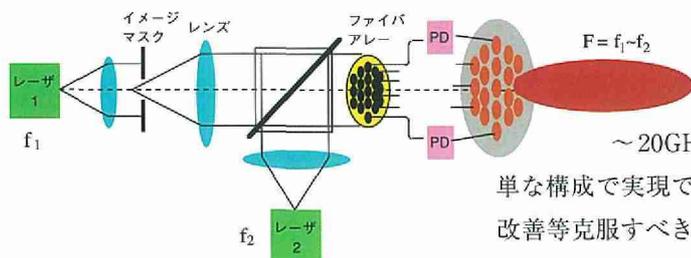
電波暗室でのDBFアンテナ評価実験や衛星電波の移動受信実験によりDBFアンテナの高機能性（移動体がその進行につれてどのように向きを変えようとも、衛星等基地局の位置情報を必要とせずに自動的に所望波を捕らえ、干渉波を除去できる）を実証した。

## 通信用デジタルビームフォーミングアンテナの実用化

DBFアンテナの研究開始当時は、学会のアンテナ研究会で発表すると「デジタルビームって電波がデジタルで出ていくんですか？」などと質問を受けたが、DSPを用いた通信用の16素子フェーズドアレーの開発までこぎつけ、東京工業大学の後藤尚久教授からも「DBFはものになりそうだね」と言われるまでに成長した。その後の研究員のみなさんの努力により、適応化アルゴリズム、さらにASICを用いた小形も実現し、通信用として実利用の道が開けた。実用化に向けた今後の課題としては、数の多いAD変換器の小形・低消費電力化やLO信号の分配方法、それからコストも含めた適用システムの問題が挙げられる。

元 無線通信第一研究室 主任研究員 中條 渉  
 (現 郵政省通信総合研究所 企画部 主任研究員)

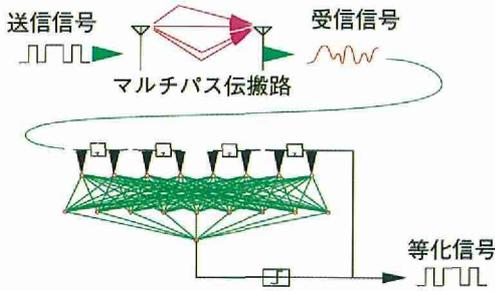
## ●光制御アレーアンテナ



光の空間並列信号処理機能に着目した新しいタイプのマイクロ波アンテナ。光給電部は周波数依存性が無い（1.5～20GHzで実験的に確認）ので、超広帯域の複雑形状ビームが簡単な構成で実現できる可能性を有する。実用までには、光・電気変換効率の改善等克服すべき課題はあるが、基本的機能は実証された。

# 信号処理・干渉除去

移動通信で問題となる多重波干渉による劣化をデジタル信号処理により改善することを目的に、ニューラルネット等化器やアダプティブアレー基地局アンテナを提案し、優れた特性を明らかにした。また、高性能干渉除去方式を提案し、干渉除去と波形等化の両機能に優れた効果が得られることを示した。さらに、これらの手法を応用してレーザマイクロビジョンの実用化技術を確立した。

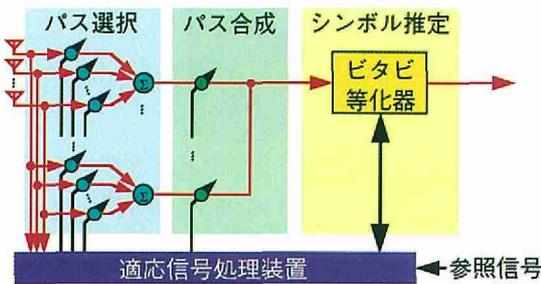
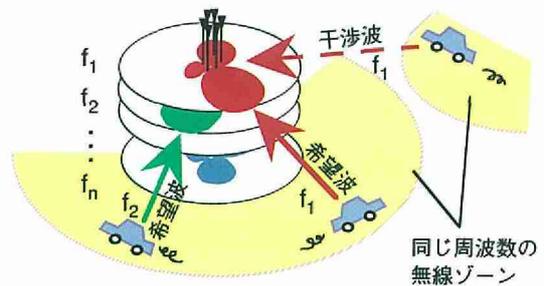


## ●ニューラルネット等化器

並列処理による高速化が有望なニューラルネット技術を適用した波形歪等化器を提案した。シミュレータによるリアルタイム等化実験で、高速な収束性を確認した。

## ●アダプティブアレー基地局アンテナ

セルラー基地局にアダプティブアレーアンテナを適用し、干渉除去に非常に有効なことを明らかにした。隣接したセルでも同じ周波数が使え、周波数利用効率が16倍程度改善できる。

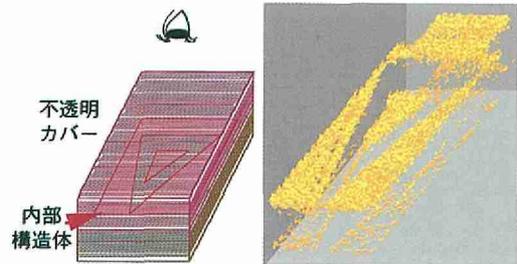


## ●高性能干渉除去方式

アダプティブアレーアンテナと等化器を有機的に結合した干渉除去方式を提案した。干渉除去と波形歪等化の両者に大きな効果があり、現行の100倍程度の高速化が可能になる。

## ●レーザマイクロビジョン

半導体や光学部品に含まれる10 μm オーダの微細な3次元内部構造を、数分以内で非接触・非破壊に診断し、表示する装置の実用化技術を確立した。さらに数10分の信号処理により1 μm オーダの分解能で3次元像が得られる見通しを得た。



## ハマチの目！?

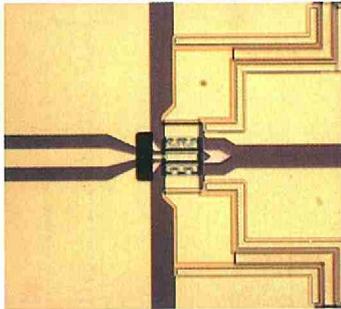
「東京の人は生き馬の目を抜く様な事をするから気を付けなさいよ」、との母の忠言を振り切って駆け落ちした東京の女性が現在の女房である。今も苦労が絶えない。さて、生き馬の目ではないが、我々はハマチの目を抜いて実験台に固定し、3Dレーザマイクロビジョンの医療機具への応用を考えてみた。最近、近視の治療法として、角膜の表面をエキシマーレーザで削って矯正する手術がある。500ミクロンある角膜を100ミクロン程度削る。しかし、エキシマーレーザは女心と秋の空どころでない。非常なお天気屋で、経験的データから照射時間を定めている現在、レーザがヒステリーを起している日に出喰したら正しく目もあてられない。そこで、3Dレーザーマイクロビジョンのプロープ光をレーザメス光の中に忍び込ませ、削り量を測定しながら手術する方法を思い付き、ハマチの目をくり抜いて実験台に使った次第である。やっている内に、図のような構造が浮かび上がった。屈折率が周期30ミクロン程度の鋸の刃状になっている。表面反射を防ぐための神の造形、もしくは自然の神秘をマイクロビジョンが暴いたのか、それとも既知の事実か。眼科の専門医に尋ねてもハッキリとした答が頂けない。結論が出ないうちが花なのかもしれない。



招聘研究員 トロント大学教授 飯塚 啓吾

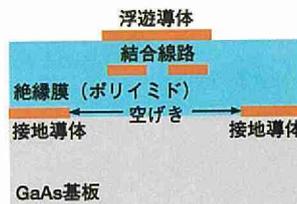
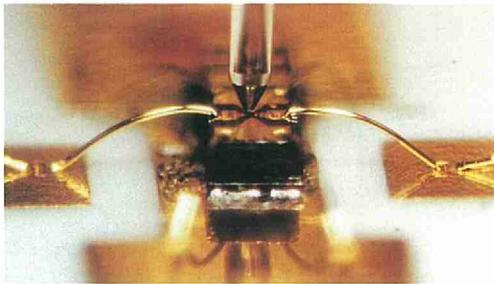
## 回路小型化

アナログ回路の小型化に必須なMMIC（モノリシック・マイクロ波集積回路）の高集積化、高周波化を目指して、線路一体化FETや多層化等の新たな構造を提案し、小型化と共にミリ波帯への高周波化を達成した。さらに、光と電波を融合した光ファイバ・ミリ波パーソナル通信の伝送実験により、移動通信でもマルチメディア化が可能なことを明らかにした。

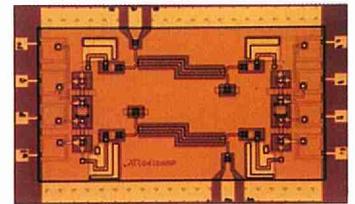


### ●線路一体化FET (LUFET)

線路とFETの電極を一体化する構造を提案し、小型化（集積度：約3倍）を達成した [IEEE Microwave Prize受賞]。この構造により各種回路の広帯域化も実現した。



方向性結合器の構造



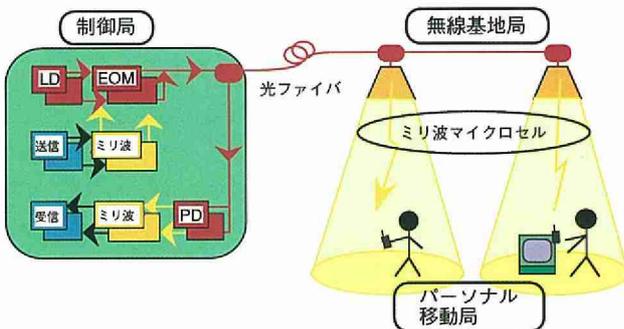
平衡型増幅器  
(縦1.2mm、横2.3mm)

### ●多層化MMIC

半導体基板上に誘電体層を設け、その上に受動回路を積層する多層化MMICを提案し、さらなる小型化（集積度：約10倍）と設計自由度の増大を達成した [電子情報通信学会論文賞受賞]。また、多層化構造を活かした高性能な方向性結合器の開発により、各種機能回路を実現した。これらのMMICは50GHzまで高周波化できた。

### ●光/ミリ波変換器

今後の光ミリ波集積回路などの重要性を捉え、光電波融合技術の検討を進めた。HEMTやHBTの光応答性を利用した光/ミリ波変換器を開発し、ミリ波信号を光に乗せて光ファイバで伝送する基礎技術を確立した。



### ●光ファイバ・ミリ波パーソナル通信

ミリ波無線通信と光ファイバ通信を融合して両者の特徴を活かしたシステムを提案した。モデルシステムの構築・伝送実験（40GHz帯、伝送速度100Mbps以上）により、動画伝送など大容量パーソナル移動通信の可能性を示した [電波功績賞受賞]。制御局からミリ波電波を光ファイバで直接伝送することにより、無線基地局を小型化・経済化できる。

### 高周波回路小型化技術の研究

「次世代移動体通信基盤技術」の要素技術として、腕時計レベルの超小型携帯機等の実現に向けたMMICの研究を発足時からスタートした。その具体的な研究企画の段階では、他に類のない獨創性、高い効用のある将来性、および学術的ならびに産業界への大きなインパクト、の三つの視点から当時の限られた数人で検討を重ねて、「3次元MMIC」を世界に先駆けて取り上げた。これと並行して考案した「線路一体化FET (LUFET)」は、その斬新なコンセプトが認められて「IEEE Microwave Prize」を受賞したことは大変幸運であった。現在、LUFETは応用が着実に進みつつあると共に、3次元MMICは1チップ送・受信機の実現ができるレベルまで、さらにはミリ波フォトニクス技術へと大きく展開しつつある。研究所発足時の関係者の一人として大変喜ばしい限りである。

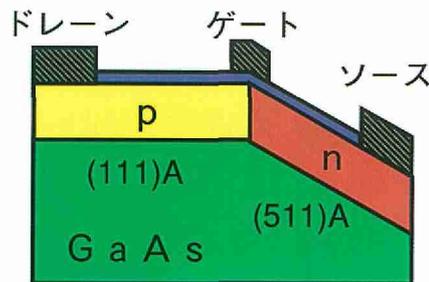
元 無線通信第二研究室 室長 相川 正義  
(現 日本電信電話㈱ ワイヤレスシステム研究所  
主席研究員)

## 通信用デバイス

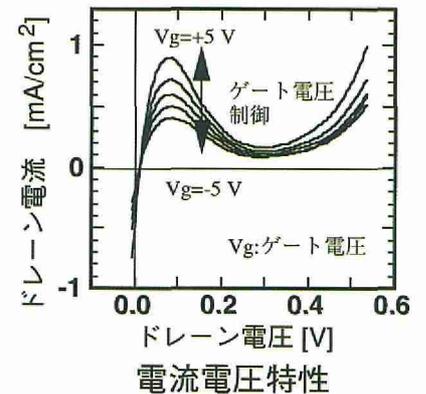
新しい物性や物理現象の解明およびその利用に重点を置いて、これまでに無い新しい通信デバイスを実現することにより通信デバイスの高機能化、高性能化への新しい道を開くことを狙いに研究を進めてきた。具体的には、新物性を示す材料の探索、高機能光デバイスに繋がるデバイス構造の開発、更には計算物理の手法のもとに非線形（複雑系）ダイナミックスを利用した新デバイス概念の創出という課題に取り組んだ。

### ●横型トンネル接合トランジスタ

GaAs高指数A面の特性である、シリコン不純物の伝導型をp型またはn型に制御できることを利用して、横型のバンド間トンネル接合を実現した。更に、簡便な方法でゲート電極を形成し、集積化に適し、高速動作、多機能性が期待できる横型トンネル接合トランジスタを実現した。

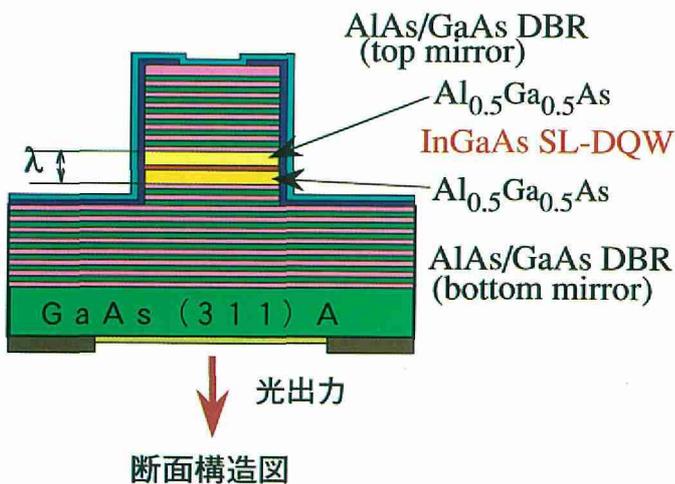


断面構造図



### ●面発光レーザー

GaAs高指数面（(311) A面）が持つ優れた光学特性とその異方性を利用して、世界最小レベルのしきい値電流密度（160 A/cm<sup>2</sup>）とレーザー光の偏波制御性を有する高性能面発光レーザー（波長：～950nm）を実現した。



断面構造図

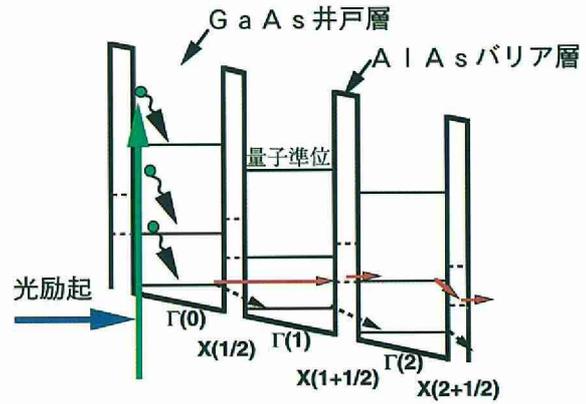
### 幻の研究所—ATRツイン21

私がATRに赴任したのは10年前の1986年3月、まだツインビルもオープン前の時で、研究所とはいえオフィスビルの部屋に机と電話があるのみ、ここでどんなデバイス・材料の研究をされるのかと不安でした。通信デバイス研究室は最初私一人で、光素子と計算物理のテーマで人集めから研究計画立案、役所対応など目の回る忙しさでした。そのうち研究者も増えてきましたが、ハードの研究には測定機器や材料処理のための実験設備が欠かせません。西日本一の最新のオフィスビルのなかにドラフトなどの特殊設備を入れるという一見無理なこともビル側の理解により可能になり、実験室の整備が進んで実質的に研究を始められたのですが、これらの具体的研究の実績が新研究所の設計に役立ち、また現在のATRに受け継がれていることを思うと皆の努力も報いられるのではないのでしょうか。このほか計算物理の立ち上げや新研究所の建設など思い出は山のようにありますが、きつい仕事も、少人数の家族的繋がりと（当時はATR全体で週1回夜に社長などと一緒にテニスを楽しんだりしました）、何ごとも初めてで自分たちが途をつけるというやりがいと支えられ、結構楽しい日々を送ることができました。ツインビルからの引っ越しの日に、光電波全員で寄せ書きをしました。私は「燃えつきた青春」と書き、皆からひやかされましたが、今から考えてもその思いがします。今はそのツインビルに跡形もない「幻の研究所」、それは間違いなく現在のATRのなかに生き続けています。ATRのますますの発展をお祈り致します。

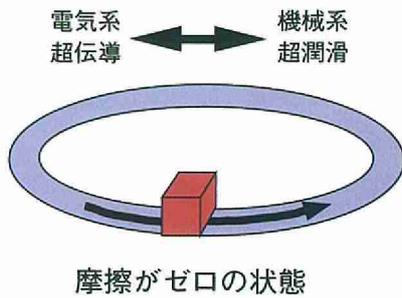
元 通信デバイス研究室 室長 藤本 勲  
 (現 日本放送協会 放送技術研究所 研究主幹)

●超格子キャリア輸送の新しい素過程の解明

超格子内の光励起キャリア輸送において、従来不明であったバリア中のX量子準位（破線の準位）の働きを、新たに発見したX準位を経由した輸送機構（赤の実線で示した経路）をもとに解明し、キャリアの捕捉、輸送遅延に影響を及ぼすこととともにX準位が関与する発振現象の存在を明らかにした。



GaAs/AlAs超格子のバンド図

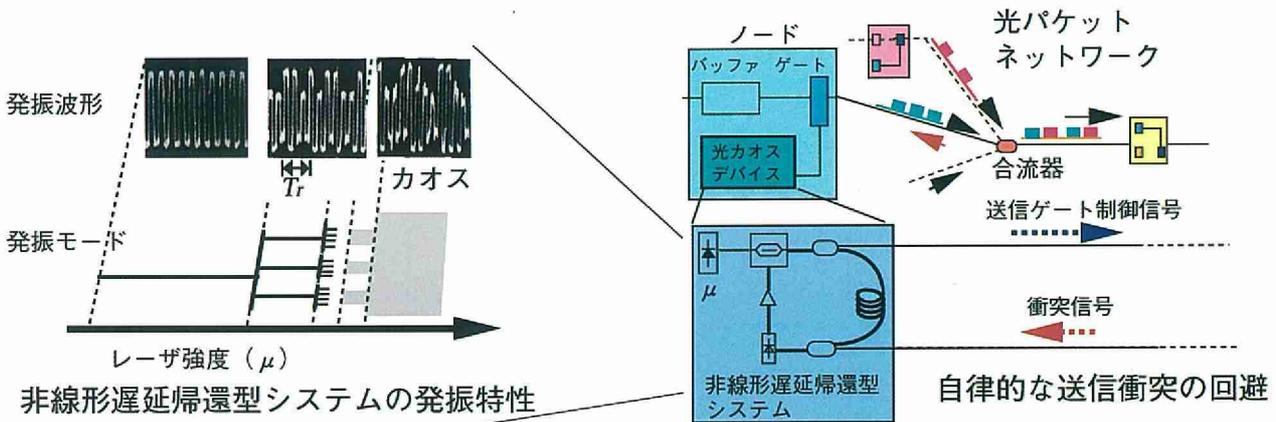


●超潤滑

電気抵抗がゼロとなる超伝導状態と類似した、物質が接触する面内での運動摩擦がゼロとなる超潤滑状態が存在することを理論的に予測するとともに、その存在を実証した。

●光カオスデバイス

カオスが有する変化の多様性、自律性を利用したカオスデバイスを提案した。非線形遅延帰還型システムにおける光カオスの発生機構、制御法を明らかにし、光カオス利用の自律的信号発生、記憶、検索機能を実現した [科学技術庁第53回注目発明]。更に、高速光カオスデバイスのプロトタイプ回路を試作し、通信系への適用を図り、光ネットワークの合流器における光パケット信号の衝突の自律的回避をデモし、その有効性を実証した。



5. まとめ

光電波通信の基礎研究として10年間にわたって取り組んだ五つのサブテーマの概要と主要な研究成果をご紹介します。それぞれ当初目標を達成するとともに世界の注目を集める成果をあげるなど、学術的、工学的に大きく貢献することができました。また、これらの成果の中には早期の実用性が期待できるものもあり、それらについては実用化に向けた展開を図っております。世界の技術開発動向、社会・経済動向等を踏まえ、本研究分野は今後ますます重要性を増し、さらに発展させる必要があります。

最後に、10年間にわたり多大なご支援・御協力をいただいた内外の関係機関の皆様に厚く御礼申し上げます。

プロジェクト概要

試験研究期間：1986年4月  
～1996年3月  
(10年間)  
試験研究費総額：166億円  
研究員：延べ154名

●研究成果

# ヒューマンコミュニケーションメカニズムの研究

(株)エイ・ティ・アール人間情報通信研究所  
代表取締役社長 東倉 洋一



【©日経サイエンス】

## 1. 研究成果総括

### (1) 試験研究の目的

コミュニケーションの理想は、情報や環境の「共有」による場所、時間、言語、文化、メディアの壁を超えたインタラクションです。その具体的な姿は、ユーザがネットワークやコンピュータの存在を意識することなく、視覚、聴覚、触覚のような五感から表情、ジェスチャーまであらゆる機能（モード）を効果的に動員したマルチモーダルなコミュニケーションの実現にあります。このような前提のもとに、ユーザである人間の優れた機能・行動に学び、人間の情報生成・処理機構と十分な整合性をもつヒューマンコミュニケーションの要素技術を確立することが本試験研究の目的です（図1）。

### (2) 試験研究の概要

言語やイメージなどの情報は、どのようにして頭の中に創り出されるのでしょうか。これらの情報は、どのような形で神経を伝わり、どんな仕組みで音声やジェスチャーなどとして表現されるのでしょうか。また、目、耳などの感覚器官からの情報が理解されるためには、どのような形で神経を伝わり、頭の中にどんな情報を創り出すのでしょうか。本試験研究では、これらの問題を解明し、その研究成果を利用したヒューマンコミュニケーション要素技術の確立を目的として、(1) 音声言語情報生成機構の研究、(2) 視覚情報生成機構の研究、(3) 情報生成統合機構の研究、の3つのサブテーマを設定しました。初年度は3研究室、二年目からは6研究室体制で研究を進め、4年が経過しました。本試験研究の研究フェーズは図2に、これまでの成果の具体例は表1に示すとおりです。

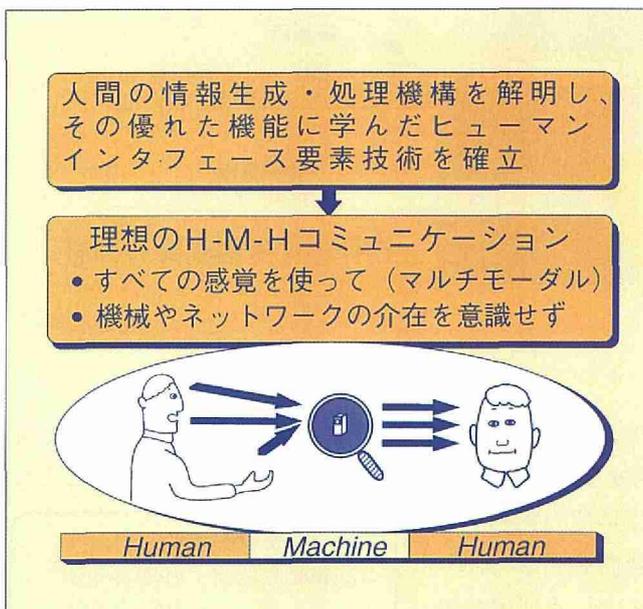


図1 試験研究の目的

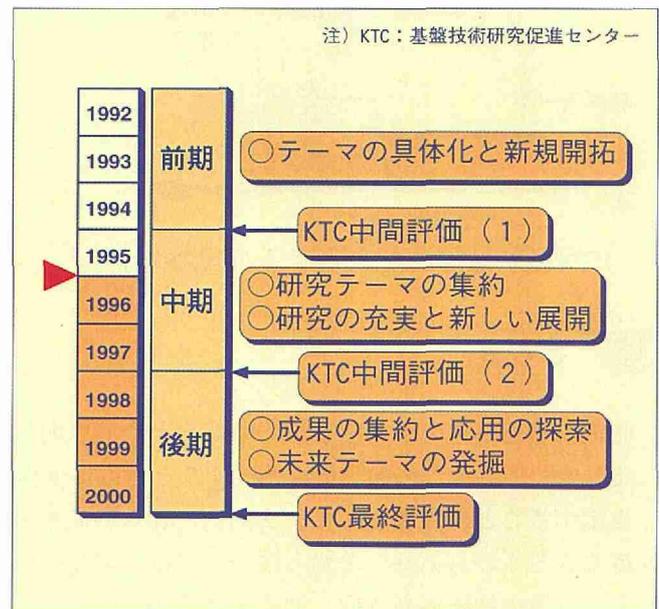


図2 試験研究の研究フェーズ

## 2. プロジェクト前期をふりかえって

ATR人間情報通信研究所を設立し、ATRの5つ目のプロジェクトとして本試験研究「ヒューマンコミュニケーションメカニズムの研究」を実質的に開始したのは1992年度です。研究期間は2001年までの9年間であり、文字通り「21世紀の扉を開く」研究プロジェクトとしてのスタートでした。

本試験研究の内容は、1993年3月末で研究活動を終了した視聴覚機構研究所が積み上げてきた成果を充分に利用しつつ、さらに発展的な新規分野を開拓することを基本としています。工学、心理学、生理学などの異分野間の壁を乗り越えたトランスディシプリナリ（超分野的）な手法による本試験研究の遂行は、視聴覚機構研究所が行った基礎研究の壮なる実験の結果、産み出された重要な研究理念です。

本試験研究では、ユーザである「人の機能・行動に学ぶ」研究の具体的な展開に当って、新しい視点の導入を図りました。第一は、1の(1)で述べたように「人のコミュニケーションは本質的にマルチモーダルである」とする視点です。第二は、「情報の生成と知覚の密接な係り」を重視する視点です。例えば、話すことと聞くこととの関係が具体例です。第三は、「脳コミュニケーション」として、人の脳の構造や機能に迫る新しい研究アプローチの採用です。進化システムや人工生命を具体的な切り口としています。

本試験研究では、前述の3つのサブテーマを設定し（1の(2)参照）、研究を実施してきました。1995年5月には、基盤技術研究促進センター（KTC）の規定に基づき、研究内容と進捗状況などをまとめた中間時試験研究報告を提出しました。この報告に対する技術評価結果によれば、研究の進捗、プロジェクト運営共に高い評価が与えられ、今後の研究の一層の進展への強い期待が示されました。本試験研究開始以来4年間の主な研究成果は表1のとおりです。

表1 研究成果の具体例

<b>音声言語情報生成機構</b>
肉声の品質を持つ音声合成技術に向けて
・ 鼻腔の精密3Dモデル
・ 声の高さ制御の生成/知覚相互作用モデル
<b>視覚情報生成機構</b>
目に優しい自然な立体視技術に向けて
・ 奥行き運動知覚機構の解析
・ 立体視の知覚ひずみの定量的把握
視覚イメージの認知・生成システムに向けて
・ 顔認識の視点依存性の基本的性質の発見
<b>情報生成統合機構</b>
マルチモーダル情報統合システムに向けて
・ 学習と行動の神経計算原理の検証
・ 「見まね」学習モデル
進化する情報系の創出に向けて
・ セルオートマトンを用いたCAM-Brainモデル

先輩の「ATR視聴覚機構研究所」との一年間の同居生活。所帯は別々であったが同じ屋根の下で、姑、小姑もおり当初は苦勞の連続であった。また、「ネクタイ・カバン・日本人・サラリーマン」の世界から、「ノーネクタイ・ナップザック・外国人・研究者」の世界へと異国に來たような、一種のカルチャーショックがあったが、いずれも月日が経つにつれ徐々に解消された。慣れたところで、企画課のカウンターの中から研究者を見ていると、なぜかシルクロードの交易の町を、異情報、異文化という宝物を携え往き來する旅人のように思えた。

元 企画課長 川畑 芳彦

(現 日本電信電話㈱ 大阪研修センター エンジニアリング  
研修部門 担当部長)

## 3. 研究所の運営

### (1) 人材への重点投資

研究の具体化にあたり、研究期間の前期3年間を新しい研究の視点やアプローチによる研究計画具体化の期間と位置付け、「研究は人なり」の考え方のもとに研究費の人材への重点投資政策を採りました。研究員の流動性を維持しつつ重要テーマおよび研究方針の継承を十分に行うためには、研究室長を含む研究指導層によるプロジェクト期間中の一貫した指導体制が必要です。このため、プロジェクト初期における研究指導層のプロパー研究員としての確保に努めました。また、歴史が浅く研究成果の蓄積が少ない新規開拓分野の効率的な立ち上げを狙い、世界からの適材の確保を積極的に進めました。これが「進化システムと人工生命」の国際的研究チームの結成として実ったわけです。この結果、トランスディシプリナリな研究アプローチに必要なバランスのとれた研究者構成を実現できたこと

が、その後の活発な研究活動と質の高い成果を生むための原動力となりました。研究者の国際化も一段と進み、海外研究者の比率は通年で約30%に達しています。しかし、これら異質性と流動性に富む研究環境の定着には今後の継続的努力が必要と考えています。3研究室体制、約20名の研究員でスタートした体制は、2年目からは6研究室、研究員60～70名の定常規模で推移しています。

## (2) 情報発信基地として

情報発信基地としての役割を強く意識した運営を行っています(図3)。学会、国際会議、学術誌への積極的な研究発表は、4年間(1996年2月末まで)で総計819件に達しています。しかも、発表数だけでなく、工技院電総研との研究交流による小脳の運動制御機構の研究における理論と生理実験を融合したトランスディシプリナリな成果が英国科学誌ネイチャーに掲載されるなど、質の面でも高い評価を受けています。

主たる研究テーマに関連するワークショップやシンポジウムなどを積極的に開催することによって、研究の成果を世界に問うとともに広く国内外に研究協力ネットワークの構築を行い、このネットワークを活用した研究の加速的推進に努めてきました。

「顔と物体認識」に関するシンポジウムを3回に渡って企画・実施しました。視覚の計算理論、認知心理学、神経生理学などの分野で世界的に活躍している第一線の研究者の参加を得て、顔の認知に関する国際的な研究ネットワーク作りに重要な役割を果たしています。また、「音声知覚・生成における生物学的基礎」に関するワークショップを企画・実施しました。本試験研究の研究視点の一つである「人間の音声コミュニケーションを支える音声の知覚・生成能力は様々な感覚と密接に結び付いており、人間の総合的環境把握能力の上に構築されている」という考え方を国内外にアピールし、音声の知覚・生成研究に新しい流れを生み出すことに成功しました。更に、「進化的計算論に関する国際会議」及び「第4回人工生命ワークショップ(Artificial Life IV)」への積極的成果発表が国際的な関心と注目を集め、当研究所が進化システム・人工生命研究の世界的拠点の一つであることが国際的に認められた結果、「第5回人工生命ワークショップ(Artificial Life V)」を奈良に誘致することに成功しました(1996年5月開催予定)。

## (3) 研究活動の評価

本章で述べた研究所運営上の積極的な施策が、「人が人を呼び、情報が情報を呼ぶ」好循環な環境を実現すると共に、研究員の雇用に関しても買手市場を形成し、プロジェクト前期における研究の進捗に結び付いたものと考えています。結果として、当研究所の研究活動と成果に関する新聞、放送などマスメディアの報道も研究進捗に伴って増加し、1992年3月末から1996年2月末に到る約4年間の新聞報道は231件、TV放送は20件を数えました。また、本試験研究の成果等に対して受けた学会等外部団体からの表彰も、すでに16件(22名)に達しています。主な賞に、平成5年度科学技術庁長官賞(研究功績者賞)、第11回大阪科学賞、1995年度日本文化デザイン大賞などがあります。

古都とハイテクは相性が良いようだ。1992年2月に新プロジェクトの準備のためにATRに異動し、奈良に引越して、まず家族が喜んだ。ちょっと散歩に出れば、教科書でしか知らなかった史跡にすぐに出会う。家内は早速奈良の歴史教室に通いだし、専門家のガイドつきで寺社めぐりを始めた。私の方は、家族が古都を楽しんでいるのを幸いに、家庭サービスを放り出して研究プロジェクトの具体化に頭を絞ることができた。数千年の歴史を昨日のように感じることでできる環境の中では、「人間は、進化、発達、適応等の様々な時間スケールの環境との相互作用を通じて動的に変化するシステムである」という言葉が自然に響く。この4年間の様々な研究成果は、この言葉に科学的な裏付けを与え、この言葉は、プロジェクトの成果を将来の社会に還元するための座標を与える。やはり、ハイテクは古都に限る。

第一研究室 室長 河原 英紀

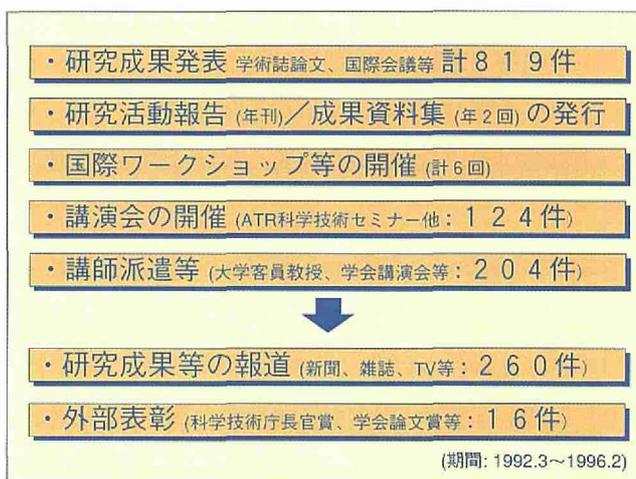


図3 戦略的な情報発信

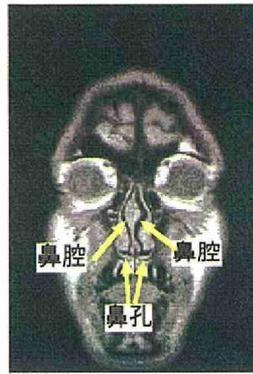
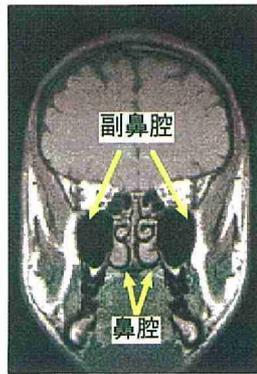
## 4. 主要な研究成果

### 音声言語情報生成機構の研究

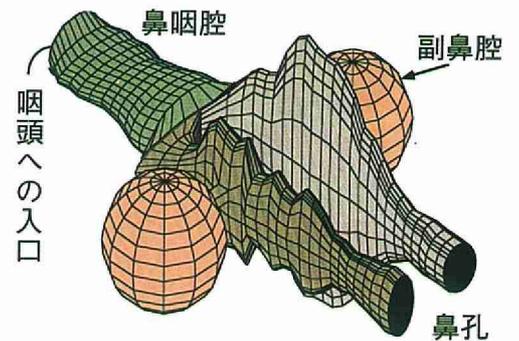
音声言語情報生成機構の研究では、肉声の響を作り出す音声合成技術、人の音声言語認知能力に迫る音声認識技術に向け、鼻腔の精密3Dモデル、「変換聴覚フィードバック」を利用した音声の基本周波数制御における知覚・生成相互作用の基本特性の定量的解明などの成果を得た。

#### ●鼻腔の精密3Dモデル

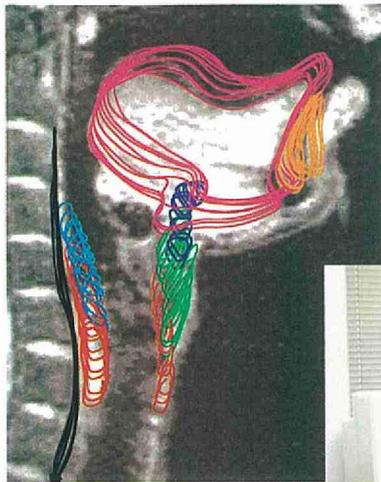
MRI（磁気共鳴画像法）を用いることにより、未知領域であった生体の鼻腔の3次元形状の精密計測を可能とした。これによって、従来の死体解剖データによる知見を塗り替え、肉声の持つ鼻音の音響特徴再現の可能性を明示。



(a) 咽頭後壁面から5.4cm前方 (b) 咽頭後壁面から8.4cm前方  
MRIデータによる鼻腔の3次元計測



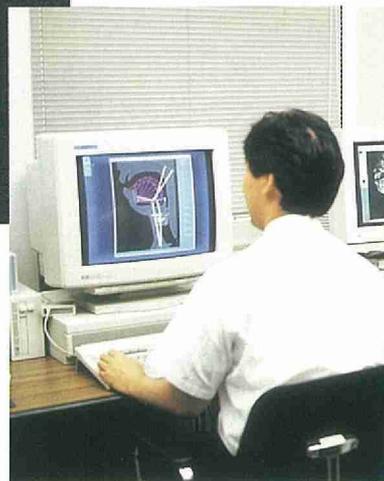
MRIデータによる鼻腔の精密3Dモデル



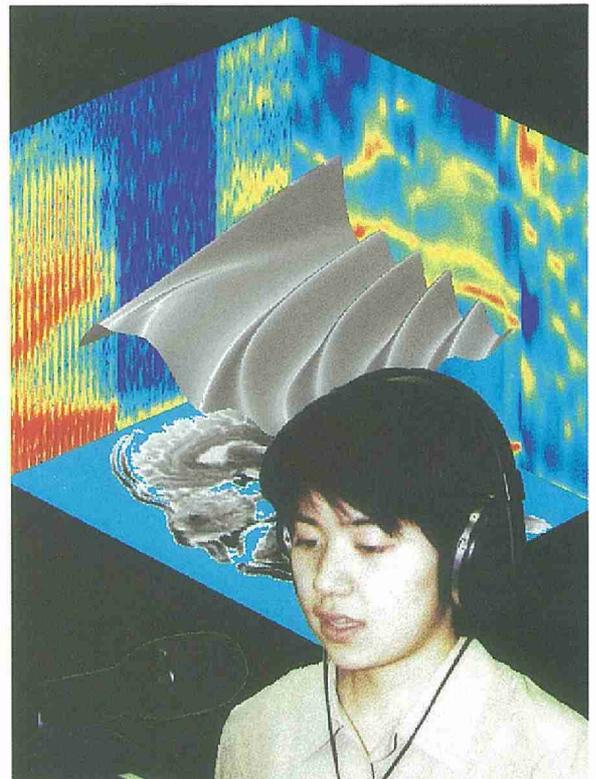
声の高さに伴う声道の変化

#### ●声の高さと音色が調和した母音生成モデル

人の発声発話器官で行われる声の高さの変化とこれに伴う声道（舌、咽、口蓋で囲まれた声の通り道）の形状の相互作用の基本特性をモデル化し、声の高さに調和した自然な音色をもつ母音を生成できるコンピュータモデルを実現。



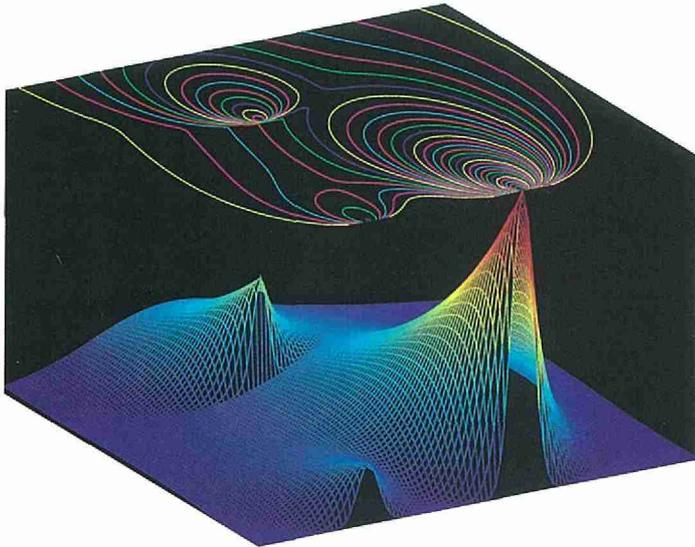
母音生成のコンピュータモデル



変換聴覚フィードバックの実験イメージと得られた相互作用特性

#### ●「変換聴覚フィードバック」の開発と声の高さ制御の生成／知覚相互作用モデル

音声の生成と知覚（話すことと聞くこと）に関して、新しい実験とデータ解析の手法「変換聴覚フィードバック」を開発。この手法を使った音声の基本周波数制御における知覚・生成相互作用現象の発見と基本特性の定量的解析に成功。



び、ぼ、ば、といった3つの音を聞いたときにできる音のマスクングパターン

### ●音声スペクトル情報の聴覚的表現法

音声に対する聴覚の性質の中で最も重要なマスクング特性の時間周波数的な適応機能を効率良く表現する新しいパラメータを提案し、音声認識性能向上における有効性を検証。

## 視覚情報生成機構の研究

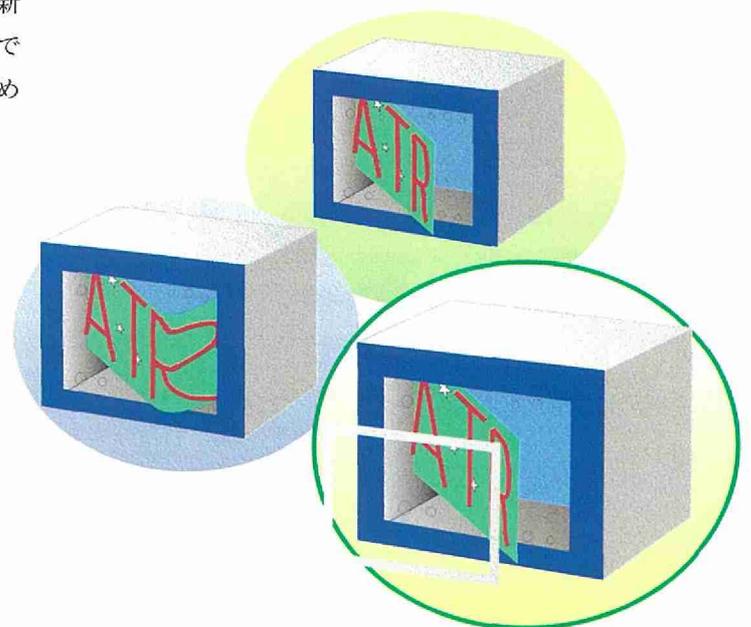
視覚情報インタフェースにおいて重要な「自然な立体視」のための要素技術の確立、環境の認識・理解のための視覚基本情報の抽出などを目的とし、運動残効現象を利用した奥行き運動知覚機構の解明、複数の物体の形やその動きが重なり合った多重・多義的視覚情報抽出の統一的な数学理論の提案・体系化、顔認知に関する基本的諸性質の発見などの成果を得た。

### ●「自然な立体視」に必要な視覚特性の解明

視覚パターンの生成過程では、運動残効現象を利用した新しい実験による奥行き運動知覚機構の解明、両眼融合視での知覚ひずみの定量的把握など、「自然な立体視」のための要素技術に向けた基本モデルの構築と検証。



大画面スクリーンを用いた奥行き運動知覚の実験



人工的な画枠（バーチャルフレーム）によって奥行き知覚ひずみを除去した自然な立体視

●顔認知に関する基本的諸性質の発見

顔イメージの形成要因となる顔の形態的特徴に関する実験的検証。顔を見る角度によって同定能力が変化する顔認識の視点依存性に関する基本的性質を発見。

同一人物の顔の視点による見え方の変化



優しい



明るい



怖い



暗い

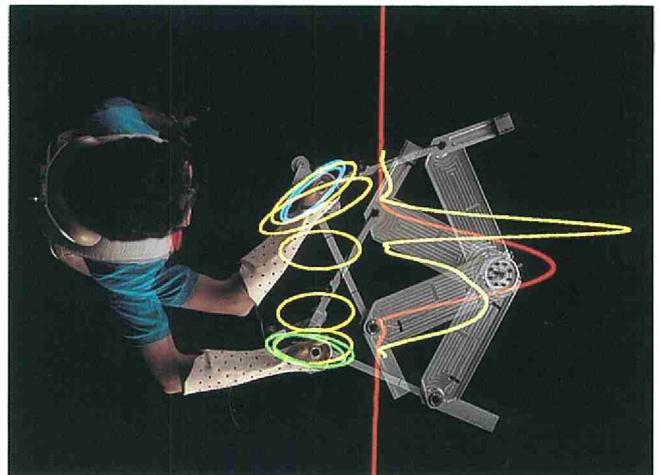
顔の印象を左右する形態的特徴の計算機による合成

情報生成統合機構の研究

運動制御の学習の本質に迫る基本モデルの提案とモデルの有効性に関する生理学的、実験的検証、運動制御と学習に関して「見まね」学習（人の動作を見てまねる）モデルの提案とけん玉学習ロボットによるモデルの有効性検証、さらには、進化システムや人工生命などの未開拓分野への挑戦によるソフトウェア進化とハードウェア進化に関する具体的な可能性を示すことに成功した。

●学習と行動の神経計算モデルの生理学的・実験的検証

未熟な運動と望みの運動との誤差を減少させる学習機能によって逆モデルを習得し、俊敏な運動も望み通りに達成できる逆ダイナミクスモデルの提案とその生理学的検証に成功（通産省電総研との研究協力）。



多関節運動における制御原理の解明



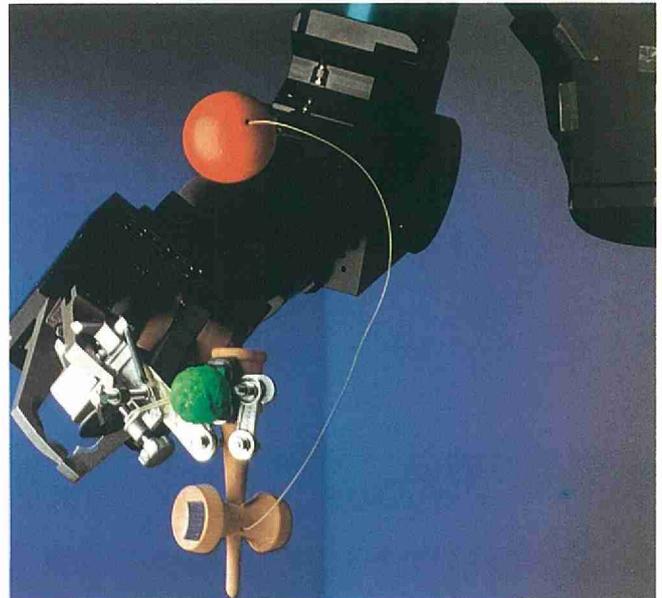
表面筋電位入力による腕の運動軌道予測の計算機シミュレーション

### ●筋電位入力による仮想身体運動モデル

表面筋電図から腕の運動軌道を予測する身体運動モデルをニューラルネットワークで構築し、筋電位データを訓練データとして使用する学習によってヒューマンインタフェース要素技術としての有効性を確認。

### ●「見まね」学習モデルを提案

順モデル（運動神経情報から腕の動きを推定する）と逆モデルの繰り返しによる運動軌道生成のモデルに基づく「見まね」学習（人の動作を見てまねる）の原理をけん玉学習ロボットによって検証。



「見まね」学習モデルを使ったけん玉ロボット  
© 安友康博/Newton

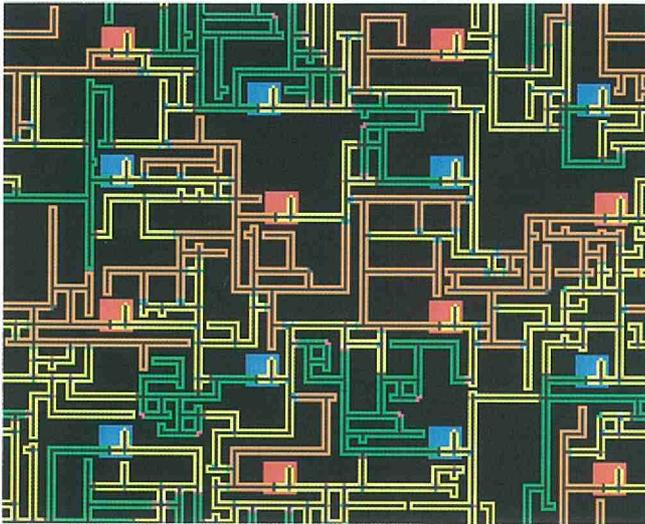
この夏、私の住んでいるジョージア州アトランタで開催されるオリンピックから「けいはんな」での未来オリンピックがひらめいた。それはロボットオリンピックであり、最初の競技ロボットを作るのはATRである。様々な人の動きが可能で、「見まね」や実際の練習から学習するのは勿論、コーチや熟練者からのアドバイスを活用できるヒューマノイドロボットである。はたして我々は人間より利口なATRロボットを作れるだろうか。答えは多分イエス。では人間より優雅で軽快な動きをするロボットはどうか。これは非常に難しい。なぜなら筋肉のように柔軟で、軽いモータがないからだ。しかし、人や生物に学べば、重いモータでも大丈夫な制御理論を作れるだろう。

けいはんなオリンピックのルールはどうなるだろう。ロボットと人間が競い合うのだろうか。答えは多分ノー。競技ロボットの大きさやパワーへの制限はどうか。ヨット設計の革新を競うアメリカズカップのように、どんな設計でも許すことがよいロボット作りのキーポイントだ。ロボットは競技に向けてどんな学習をするのだろうか。練習も必要ないほど完璧なプログラムが開発されるのか、人間の技術者チームの手助けを借りるのか、はたまたロボット自身の練習によって学習するのか、興味津々である。いずれにせよ、我々がここATRで、人の学習のメカニズムを理解し、利口な学習理論を開発できることを期待する。

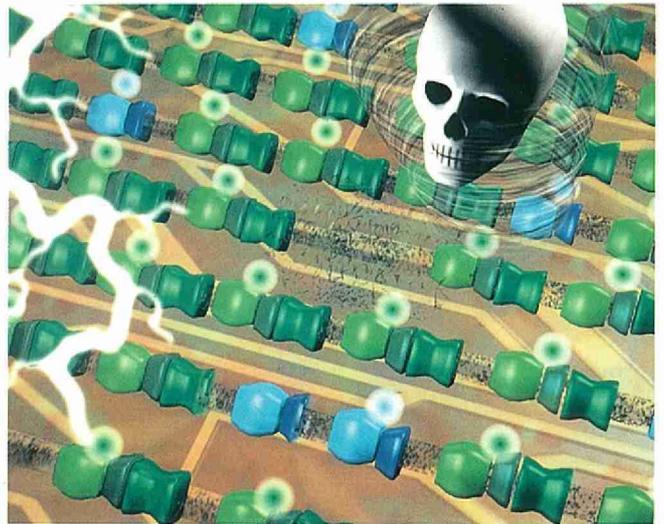
米国ジョージア工科大学 教授 Christopher Atkeson [ATR研究滞在歴4回]

### ●ソフトウェア進化の実験的検証

自己複製機能を基に新しい機能を自律的に生成・獲得するソフトウェア進化の可能性を検討するため、突然変異と自然淘汰をモデル化した仮想環境を超並列計算機上に構築し、計算機シミュレーションによって、新しい機能を自ら生成・獲得するプログラムの進化が、自然淘汰によって可能であることを実証。



ニューラルネットの発生・成長シミュレーション



突然変異と自然淘汰をモデル化した仮想環境ティエラのイメージ図  
(Images by Anti Gravity Workshop; courtesy of the Santa Fe Institute)

### ●ハードウェア進化の実験的検証

セルオートマトンをベースに、任意のニューラルネットをハードウェアとして発生・成長・進化させる画期的なアイデアCAM-Brainを提案し、動作シミュレーション実験により、原理的な有効性を確認。

## 5. 今後の展望

本試験研究で積極的に採用してきたトランスディシプリナリ（超分野的）な研究手法が効果的に働き、研究期間前期の研究成果に結び付いたことを評価し、今後のより一層の充実を目指します。

プロジェクト中期以降の課題である脳・神経系の高次機能の解明に向けて、非侵襲性脳活動計測技術等の研究遂行に必要な技術が成熟に達してきました。したがって、総合的な情報処理過程の神経計算論的アプローチによる大胆な仮説と非侵襲性脳活動計測技術による仮説検証を併用する研究手法が有力と考えています。また、人間の情報生成・処理機構の解明への具体的アプローチにおいて重視してきた3つの視点（マルチモーダル処理、生成と知覚の相互作用、脳コミュニケーション機構）とともに、一見受動的と思われがちな聴覚や視覚の能動的な働き、人間と機械（コンピュータ）と自然（環境）の共生といった視点を重視する考えです（図4）。

21世紀には、マルチメディア社会のインフラ整備はより一層進展し、コンピュータのハードウェアが人間の頭脳に迫ることが予測されます。インフラ整備の完了とハードウェア技術の成熟に調和するソフトウェア技術、インフラの性能を十二分に発揮させ、人間の感性に訴えるヒューマンコミュニケーション要素技術として、本試験研究の成果を活用することに照準をあわせた研究の遂行に尽力する所存です。

1. 複数感覚による(マルチモーダル) コミュニケーション
2. 生成と知覚の相互作用
3. 脳コミュニケーション機構 (進化システム、人工生命)
4. 聴覚・視覚などの能動的な働き
5. 人と機械と自然(環境)の共生

図4 今後の研究視点

#### プロジェクト概要（予定）

試験研究期間：1992年3月  
～2001年2月  
(9年間)  
試験研究費総額：160億円

●研究成果

# 高度音声翻訳通信技術の基礎研究

(株)エイ・ティ・アール音声翻訳通信研究所  
代表取締役社長 山崎 泰弘



## 1. 研究成果総括

### (1) 試験研究の目的

A T R 音声翻訳通信研究所は「高度音声翻訳通信技術の基礎研究」をテーマに、2000年までの7年間の研究活動を予定しています。前身のA T R 自動翻訳電話研究所は、朗読調の話し言葉を対象に自動翻訳電話技術の研究を遂行しました。当研究所の目標は、この先駆的技術レベルをバネに、日常の会話に現れる自然な話し言葉を対象として、音声翻訳通信の基礎技術を確立することです。すなわち、連続的に喋られた音声認識し、相手方の言語に翻訳し、個性豊かな合成音声を生成するための要素技術とそれらを統合化する技術の確立を目指しています。

### (2) 試験研究の概要

日常の話し言葉には特有のくだけた発声があり、時には言葉が省略されたり、順序が倒置されたりします。また、話し手と聞き手の常識、習慣に基づき、敢えて言葉で表現されない意図もあります。もう少し詳しく見てみますと、図1に示すように認識を難しくする音声現象として、話者によって異なる声色、抑揚・強調のある発音などがあげられます。また、翻訳を難しくする言語現象として、会話の状況に依存した多様な表現、省略、倒置などのくだけた表現などがあります。これらを解決するために次のような視点で研究を進め、音声翻訳通信の基礎技術の確立を図っています。

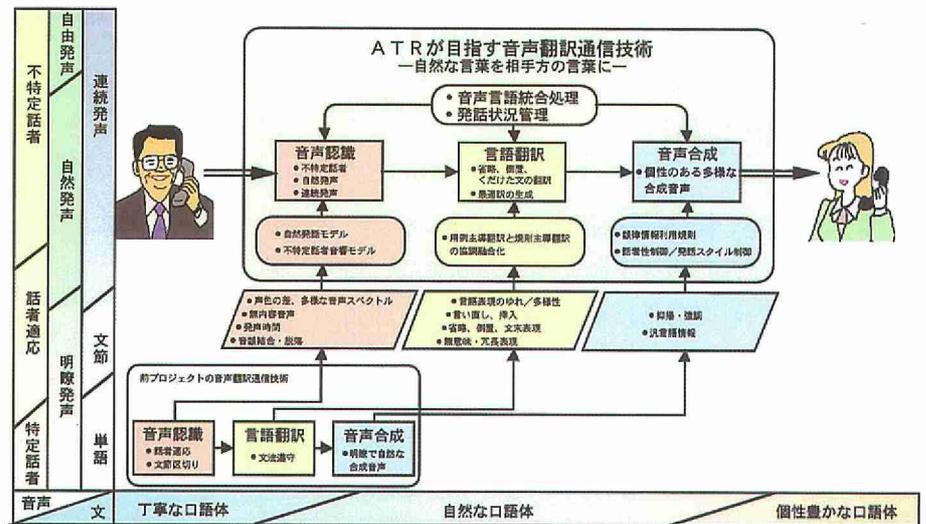


図1 プロジェクト「高度音声翻訳通信技術の基礎研究」の目標

### ●自然音声認識

通常の会話では、話す速さ、音の大きさ、スペクトルなどに音響的変形が生じたり、会話の途中に「えー」、「んー」・・・といった間投詞や無意味な音が挿入されたりします。このため、認識精度を上げるためには話し手や話し方のバリエーションにすばやく対処できる音響モデルや発話状況にあわせて自由な話し言葉を受け入れられる言語モデルを確立することが必要です。具体的には、話者の違いを系統的にモデル化した認識方法、入力される音声の性質に基づいて認識システムを時々刻々動的に変えながら認識を進めていく手法、話し言葉のデータから音声認識に有効な統計言語情報を自動的に抽出する手法等の研究を進め、不特定話者の自然な話し言葉の認識を目指しています。

### ●発話韻律処理

人間が喋る音声には、文字で表記できる狭義の言語情報以外にアクセントやイントネーションのような韻律情報

が含まれています。自然な会話では、このような韻律情報が意味や意図を伝える重要な役割を果たしています。そこで入力音声に含まれる韻律情報を抽出し、それから意図を推定する方法、また音声合成時に適切な韻律を付加する方法について、研究を進めています。更に、話し手の声の特徴になるべく近い音声で合成音声を生成する手法についても研究しています。

●**協調・融合翻訳**

自然な会話では発話の状況や相手の知識を想定した断片的な表現、挿入句、更には倒置、言い直しの表現などが現れます。このため規則に基づく規則主導翻訳だけでは限界があります。そこで、句や節の対訳用例を収集しておき、入力された表現を句や節のパターンに分解し、最も似た用例を手がかりに翻訳する用例主導翻訳が有効です。翻訳しようとする表現とぴったりの表現例がなくても似通った表現例を選び出し、それに対応する訳文を手がかりにこなれた表現で翻訳します。翻訳を行う対象言語として、日本語と言語構造が大きく異なる英語と独語を、さらに類似の言語である韓国語を選び、本手法が多言語翻訳においても有効であることを実証します。

●**音声・言語統合処理**

自然な話し言葉を正しく理解するためには音声処理と言語処理の情報を互いに利用し、その相乗効果により精度を高めることが有効です。例えば、不用語とみられがちな間投詞や副詞の言語的機能から後続の音声表現を予測し、音声認識率を高めることが期待できます。また逆に、音声の抑揚や強調などの韻律情報を用いることにより、言語処理での構文や意味の曖昧さを解消したり、特別な意図を抽出することが可能となります。また会話の流れを把握し、局部的には意味が取りにくい表現でも、前段からの係り関係により意味、意図を抽出し、正しく翻訳することも可能になります。

**2. プロジェクトを振り返って**

(1) 要素技術の研究成果

本プロジェクトはスタートして3年経過したところですが、既に、いくつかの先駆的且つ有望なアイデアや方式を実証的に確認することができました。例えば、①話し始めてから4～5秒で話者の特性を把握し、不特定話者認識への適用が期待できる話者クラスタリング方式、②ポーズ情報を利用し、連続発声の音声認識を可能とした音声翻訳システム、③基本周波数、音韻の長さ、パワーを制御することによる個性的声質の音声合成法、④用例主導翻訳の中核技術である高速類似検索法、等です。全体の研究成果を件数でまとめると論文発表456件、特許申請57件となります。このような研究活動は国内外で高く評価され、科学技術庁長官賞、情報処理学会論文賞などを受賞しました。

(2) 国際研究協力

音声翻訳通信の研究には、その性格上、国際協力が必要です。当研究所はC-STAR II（音声翻訳国際研究コンソーシアム）に設立段階から中核メンバーとして参画し、組織、活動の拡充を図り、議長として取りまとめにも努めています。現在、図2に示すように十数の研究機関が参加しています。日本語、英語、独語、韓国語などを対象に、1996年に要素技術の検証、1999年に国際翻訳通信実験を予定しています。

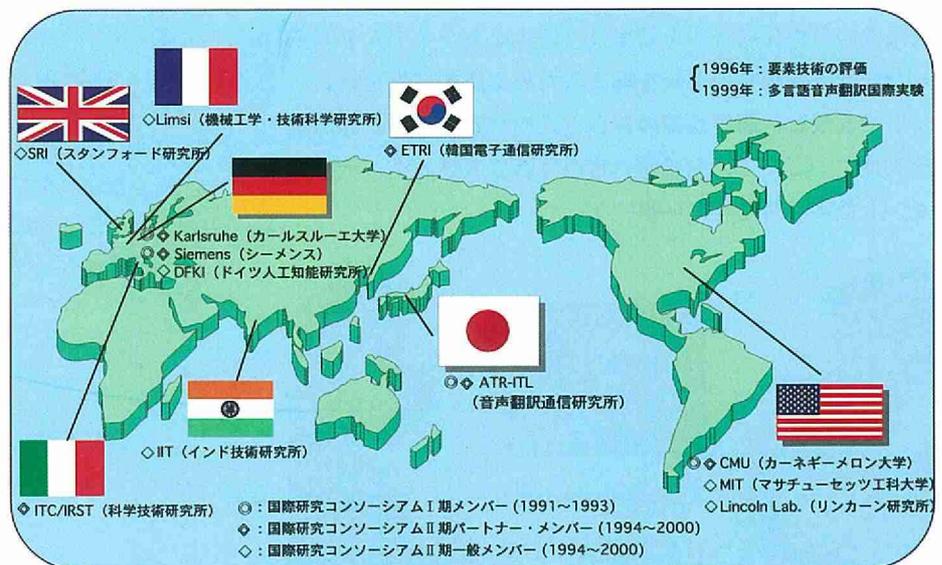


図2 音声翻訳国際研究コンソーシアム

### 3. 主要な研究成果

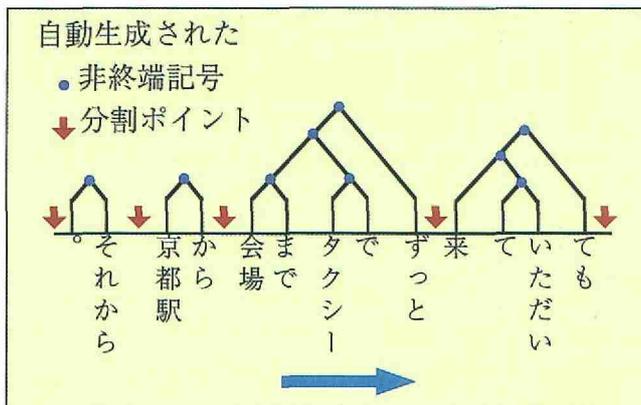
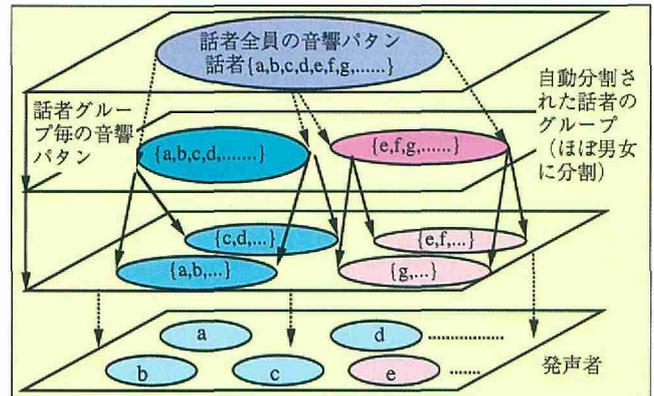
## 自然音声認識

日常会話での多様な口語体表現を含む音声の認識精度を高めるため、不特定話者に対処する話者適応法、話し言葉に潜在する言語規則の自動抽出法、単語グラフを用いた大語彙音声の実時間認識技術を考案した。また各手法を用いる上で、リアルタイム性を失わずに種々の実験を行えるように、個々の機能をモジュール化した音声認識システムを構築した。

#### ●木構造話者クラスタリングを用いた MAP-VFS 話者適応

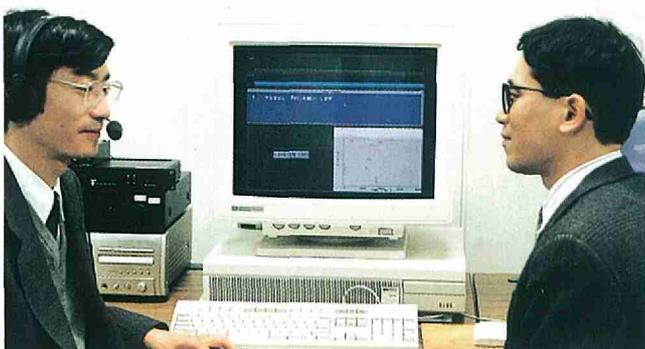
階層的にグループ化した複数人の音響統計モデルを開発した。さらに、最大事後確率推定法と移動ベクトル平滑化を統合した話者適応方式（MAP-VFS法）を考案し、既存の話者の情報を利用して、話し手の音声データは少量でも安定して効率的に話者適応を行うことが可能であることを実証した。

MAP-VFS : Maximum a Posteriori-Vector Field Smoothing



#### ●単語グラフを用いた音声認識

大語彙の自由発話音声を効率良く認識するシステムを開発した。認識候補数の爆発を抑えるために認識結果を単語グラフで表現し、認識候補の併合方式や言語スコアの導出法を改良することで、大語彙の自由発話でもワークステーション上で実時間処理が可能になった。



#### ●BLIアルゴリズムによる言語モデル

文脈自由文法の規則を例文から自動的に見つけ出す方法（BLIアルゴリズム）を考案した。この方法では、文法規則を全く知らないところから出発し、データベースから例文を読み込みながらその木構造を解析し、徐々に規則を学習して、音声認識候補の絞り込みを行う手段として用いられる。

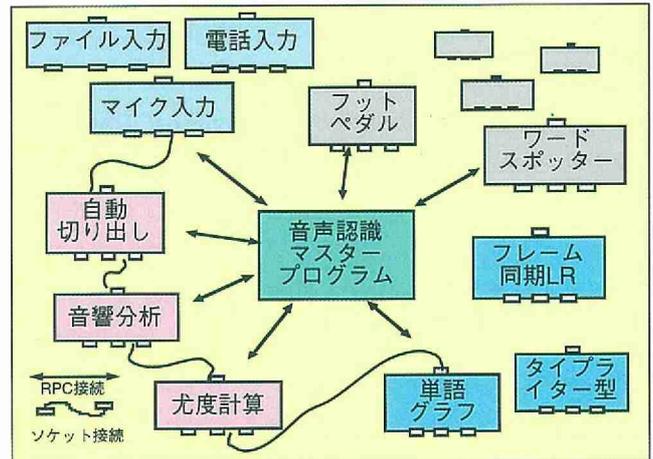
BLI : Bayesian Language Inference

我々の日常生活の中で、新しい会社の発足に立ち合うことのできる機会など、めったにありません。私にとって、1993年のATR音声翻訳通信研究所の発足は、出向期間を一年間延長して臨んだ、正に一大イベントでした。発足前は、人的環境が替わることに對して多少の不安もありましたが、実際には良き指導者や仲間恵まれ、とても有意義な時を過ごすことができました。日々の研究を進める中、研究所紹介のためのパンフレットやビデオの製作委員の一人として、その製作現場に立ち合い、その出来栄に一喜一憂したことなども今ではとても良い思い出です。ATRに在籍できたことを誇りに思っている一人のOBとして、ATRの更なる躍進を心より願っています。

元 第一研究室 研究員 鷹見 淳一  
(現 日本ビクター(株) 技術開発本部 中央研究所 第一研究部 第一研究室 研究員)

### ●モジュール化による音声認識

実際の使用環境下で容易に実験や研究を実施できることを目指して、サーバ・クライアント方式のモジュール化による音声認識システムを構築した。この方式により、新しい知識源の追加等を、従来よりはるかに容易にリアルタイムで実現できるようになった。



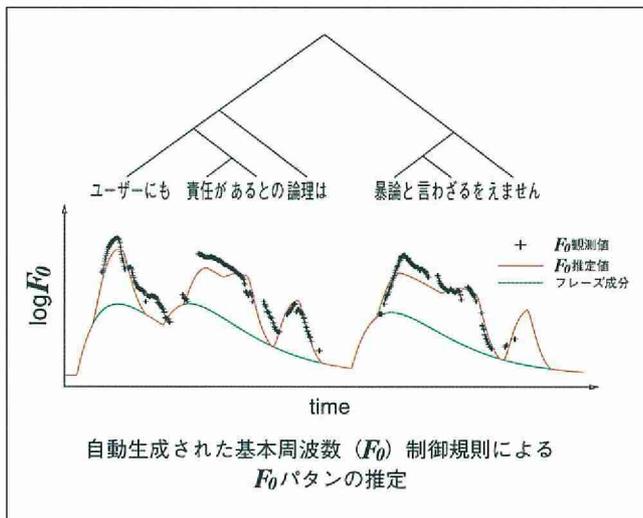
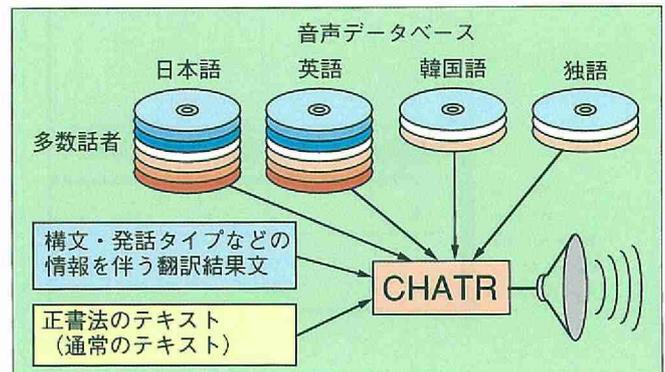
## 発話韻律処理

発話韻律処理では、多様な合成音声の生成と、談話管理及び言語翻訳への韻律の利用について研究を進めている。多様な合成音声の生成では、個人性の伝達、再現、意図（強調箇所や発話タイプ、感情など）の伝達が主たるテーマとなる。一方、韻律の利用は、文字列で表現すると同一でも言い方によってまったく異なる意味・意図を有する発話を的確に識別し、訳し分けようとするものである。

### ●汎用音声合成ワークベンチ CHATR

音声翻訳システムにおいては、入力発話から抽出した韻律情報や構文情報、さらには会話の流れなどの情報が利用できるため、従来のテキストからの音声合成に比べて豊富な情報を利用し、より自然な音声を合成することができる。そこで、いろいろな入力形式に対応できる汎用音声合成ワークベンチCHATRを開発した。本ワークベンチでは、発話タイプ、文中の強調箇所などの情報を用いて自然な韻律を生成するとともに、前後の音の並びや韻律に基づいて、自然音声データベースの中から最も適した音素系列を選び、それらをつなぎ合わせて、人間の声に近い音声を合成することも可能となる。

CHATR : CHatterとATRの結合語



### ●統計的手法を用いた韻律制御モデル

音声基本周波数パターン制御と、ポーズ位置などの韻律句境界位置の決定は、合成音声品質に大きな影響を与える。自然音声の分析結果から自動的に制御規則を抽出するために、基本周波数パターン制御に対してはMSRを、韻律句境界の制御についてはSCFGを用いた方法を提案し、合成音声品質の向上を目指している。

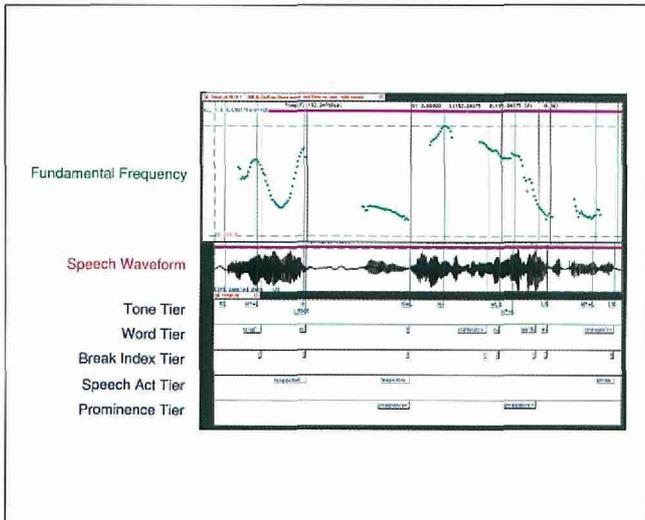
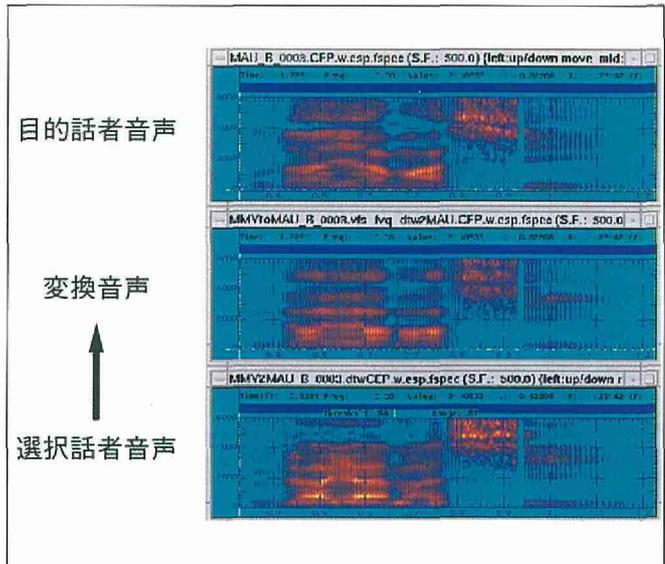
MSR : 空間多重分割型数量化法

SCFG : 確率文脈自由文法

### ●話者選択と VFS を用いた発話特徴模擬システム

複数の話し手が参加する会議形式の音声翻訳システムにおいては、発話者の識別が重要となる。発話者の音響特徴を反映させた合成音声で翻訳結果を出力するために、発話特徴模擬システムを開発した。発話特徴は、話す速さや声の高さ、スペクトルなどに現われる。そこで、発話者の声をスペクトル分析し、あらかじめ用意した標準話者の音声の中で発話者に最も近いものを選択し、さらに合成音声と発話者の音声の音響特徴の差を移動ベクトル場平滑化(VFS)で求める。また、話す速さや声の高さも入力された音声と合成音声を比較し、修正する。

VFS : Vector Field Smoothing



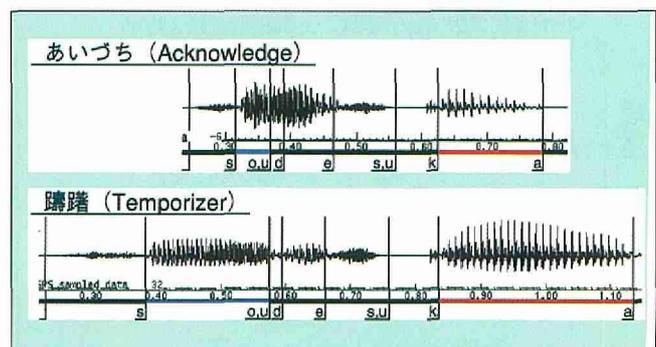
### ●韻律構造の記述

より自然な音声の合成には韻律情報の利用が必須である。そこで、韻律情報を付与した音声データベースの構築を行っている。韻律情報の付与は、世界的に利用され始めている ToBI の日本語版 J\_ToBI を用いる方法と、藤崎型音声基本周波数制御モデルを用いるものを併用した。前者を用いて大規模な音声データベースを構築するとともに、後者を用いて精密な制御方式の開発を行っている。

ToBI : Tones and Break Indices

### ●韻律に基づく発話タイプの識別

自然発話では、文字で書くと同一の表記でも韻律によって意味の異なる発話がしばしばあり、これを的確に識別することが必要となる。そこで、通常の叙述発話に比べて、部分的に音の長さが伸びたり、語尾が上がったりする箇所を検出し、入力された発話が「躊躇」であったり、「疑問」であったりすることを自動的に検出する方法を考案した。



自分と違うパラダイムを持っている研究者らとの議論は、時にはなかなかハードでしたが、それだけにとても貴重なものでした。出向元企業内ではあまり経験できないことです。議論を通して良質な問題に容易に出会えることはとてもありがたいことで、それらの問題に正面からチャレンジできたことが、自分の可能性を信じる機会を与えてくれました。

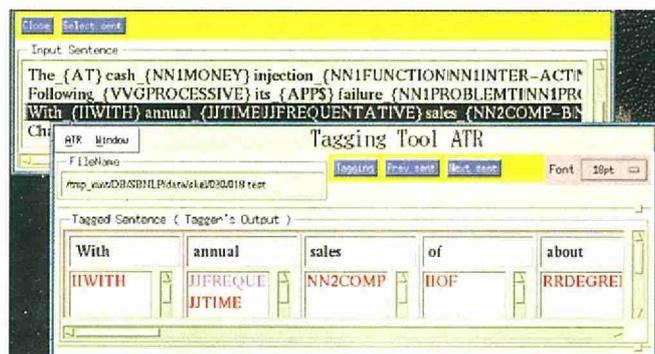
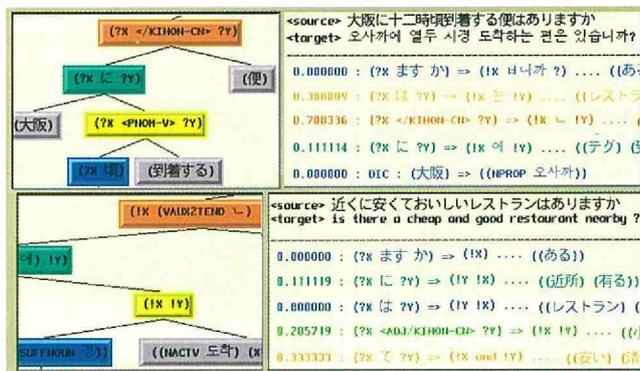
元 第二研究室 研究員 岩橋 直人  
(現 ソニー (株) 中央研究所 第二基盤研究部 研究員)

## 協調・融合翻訳

自然な話し言葉を翻訳するためには、規範文法上正しい表現だけが翻訳できても不十分であり、一方、自然な話し言葉を捉える文法規則を予め用意することも困難であることから、与えられた文法や表現例から最もふさわしい表現を創作する技術を追究している。用例主導の翻訳手法や大規模言語データからの語法の特徴抽出法などの研究を積極的に進めている。

### ●対訳例を利用した多言語話し言葉翻訳手法の開発

計算機に日本語と対応する英語や韓国語の対訳例を覚えさせ、それをうまく活用して話し言葉を翻訳する用例主導の翻訳方式の研究を進め、文法に基づく解析法との組み合わせにより柔軟かつ適切に自動翻訳を行う協調・融合翻訳方式を提唱した。また、これを用いて旅行会話を対象とする5,000語規模のプロトタイプシステムを実現した。

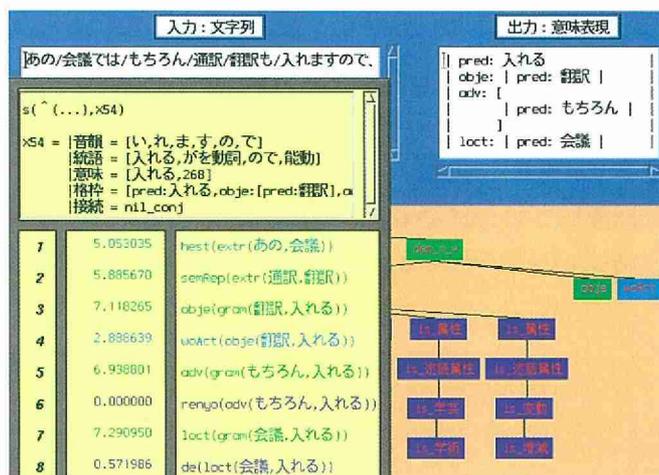


### ●決定木学習を使った文中単語への品詞自動付与の実現

辞書を使わずに、テキスト上の単語の品詞を自動決定し、付与する手法を実現した。部分的な綴りや前後の単語などの情報を使って、品詞決定を行う。決定木学習法という手法を用いて、英語を対象にして2,000種以上の詳細な品詞体系を取り扱うことにより、同音異義語の曖昧さが無くなるなどの効果的な品詞付与を実現した。

### ●論理と統計に基づく自然発話の解析法の提唱

冗長語、言い直し、助詞の欠落などを含む自然な発話を解析するために、確率的仮説推論法を提唱した。入力文中の不完全な部分は、規則を参照しながら様々な仮説を設けることによって補完する。それぞれの仮説の確からしさはコーパスの統計情報を基に評価するため、多面的な情報を使った精度の高い解析が可能となった。



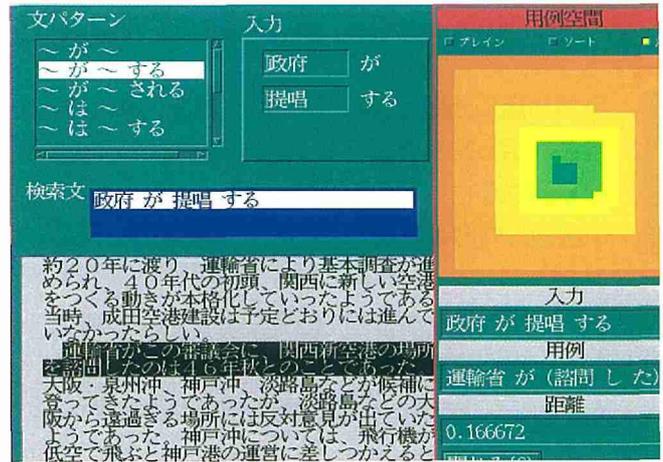
I came to ATR in the spring of 1992 after finishing my doctorate at Cambridge University. It was therefore my first step in my professional life and I was unsure of what I could expect. Fortunately, settling in was made very easy by the friendly, casual and international atmosphere at ATR. The working environment too, was a nice surprise. Coming from a place where I always had to watch my disk space and carefully time my processes, I found that the resources at ATR gave me some much appreciated freedom. Not only that, also my supervisors allowed me to pursue the research that I liked, which eventually lead to some theoretical discoveries in the theory of stochastic modeling.

I left ATR to take up my assignment at Philips GmbH in Germany, because after spending 10 years abroad (7 years in Cambridge, 3 years at ATR) I felt that the time was right to return to my home country. Nevertheless I often warmly remember the friendly academic environment at ATR and I look forward to visit ATR again some time in the future.

元 第一研究室 奨励研究員 Helmut Lucke  
 (現 フィリップス社 研究員) (ドイツ)

### ●意味的類似度を使った「類似検索」技術の実現

予め蓄積しておいた大量の文や句で作られる言語データの中から、指定した表現に最も類似する表現を検索する手法を実現した。超並列計算機上に、並列処理技術とシソーラス（意味分類辞書）の構成を利用した索引利用技術とを考案し、大規模なデータに対しても十分高速に実行できる技術とした。この手法は、同時に、メモリ効率、データ追加の容易性などの点で優れている。試作したシステムは10万件のデータに対して、最適な表現を1ミリ秒程度で検索できる能力をもっている。

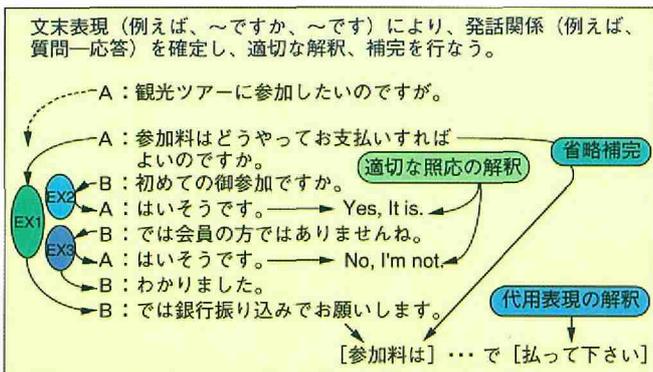
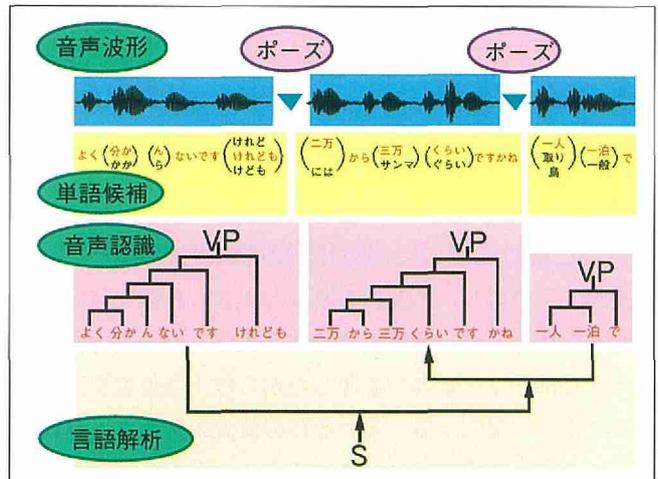


## 音声・言語統合処理

自然な話し言葉の認識や翻訳を実現するためには、音声認識や言語翻訳などの要素技術を高度化するとともに、それらを有機的に統合する技術を確認する必要がある。このような音声・言語統合処理技術として、音声認識と言語解析の統合処理、発話状況管理、マルチモーダル通信の研究を進めている。また、音声翻訳通信の各研究に用いる共通的な基礎資料として、音声言語データベースの構築を進めている。

### ●音声認識と言語解析の統合処理

音声処理と言語処理を統合的に処理する方法として、音声認識と言語解析を有機的に統合する手法の研究を進めている。従来の方法では、音声認識からは文字列だけが出力されていたが、この方法では、構文構造に関する情報までも出力される。一方、崩れのある話し言葉を認識し、理解するため、音声認識では句単位の認識を行い、言語解析で各句に対応する部分的な意味を取り出し、それらを結合することにより全体の意味を求める。

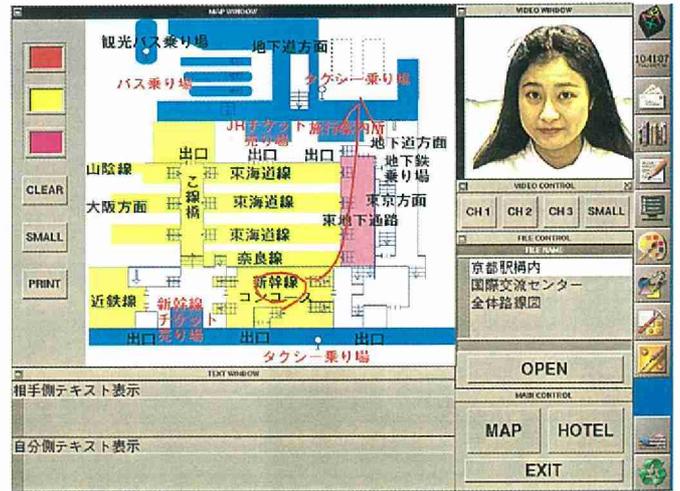


### ●発話状況管理

自然な音声を認識したり、正しく相手言語に翻訳するには、会話が行われている状況を的確に把握しておく必要がある。このため、ある時点における話題や、発話同士の関係を認識したり、またこれらの情報を使って省略された語句を補ったり、次の発話を予測する手法の研究を進めている。

### ●マルチモーダル通信

音声だけでなく、話題となっている事柄に関する図形・画像情報（例えば、道案内の会話では、地図情報）を用いて会話できれば、話し手同士の情報伝達が容易になる。このような通信形態はマルチモーダル通信と呼ばれている。このような通信手法の効果的な利用方法や、その実現方法の研究を進めている。



### ●音声言語データベース

自然な話し言葉の認識や翻訳の研究を行うための基礎資料として、実際に人が話した会話を多量に集めた音声言語データベースの構築を進めている。現在、旅行に関する600の会話（延べ語数で、約30万語）を収録し、データベース化している。このデータベースには音声データと言語データの双方が格納されているので、自然な発話における音響的な特性、言語的な特性、およびそれらの相互関係などを調べることができる。これに加え、音響、言語の各特性をさらに詳細に調べるため、600会話の音声データベース、1,300会話の言語データベースを収録した。

A T Rの良さはいろいろな機関からの出向者の集まりという点にあります。同じ釜の飯を食う仲間ですから研究員同士は自然と親しくなれます。「たばこ部屋」で様々な研究員と激論を交わしたことが懐かしく思い出されます。その上、国内外との交流も多いわけですから色々な人と出会えました。私が得た最大の蓄財はこうした人的ネットワークです。私の感想を一言で述べるなら、「A T Rで助けよう友達の輪」です。

元 第四研究室 主幹研究員 浦谷 則好  
(現 日本放送協会 放送技術研究所 先端制作技術研究部 主幹研究員)

## 4. まとめ・今後の展望

本研究プロジェクトは、研究期間7年のうち3年を終了し、中期に入っています。前期（2年）には、自然な話し言葉の音声的、言語的特徴をデータ分析し、基本アルゴリズムの確立を図りました。現在の中期（2年）では機能モデルを構築し、各要素技術の検証を行い、中間評価に備えることとしています。後期（3年）では総合実験システムを構築し、C - S T A R II 国際共同実験を含め、総合評価を行います。本研究プロジェクトの最終目標は音声翻訳通信の基礎技術を確立することですが、上記研究期間において得られる要素技術の研究成果及びデータベース、ソフトウェア等はその都度、需要に応じて外部への普及を図っていきます。

また音声翻訳技術が一般の人々に身近に感じられるよう機会をとらえ説明に努めています。例えば実験システムをけいはんなフェスティバル（1994年10月）やA P E C ' 9 5 大阪会議に併設された展示会（1995年11月）に出展しました。マイクから入力された日本語が英語や独語の合成音声となって出力されると見学者は頷いたり、にっこりするなど好評で、音声翻訳システムへの興味と期待をうかがい知ることができました。来る21世紀においては、経済・社会・文化活動の国際化がますます促進され、「異なる言語間のグローバルコミュニケーション」が現実的な要求になるものと思われます。本研究プロジェクトの高度音声翻訳通信技術がこのグローバルコミュニケーションを支える中核技術となるよう全研究員が一丸となって研究にチャレンジしています。

#### プロジェクト概要（予定）

試験研究期間：1993年3月  
～2000年2月  
(7年間)  
試験研究費総額：160億円

## ●研究成果

# 知能映像情報通信の基礎研究

(株)エイ・ティ・アール知能映像通信研究所  
代表取締役社長 中津 良平



## 1. 研究の狙い

本来のコミュニケーションは、人間同士が向かい合って、音声・身振り・手振りなどを用いて自分の感情・意思を相手に伝えるインタラクティブで全感覚的なものです。通信の歴史は、空間と時間をこえて相手とあたかも膝を突き合わせて話し合っているかのような臨場感あふれるコミュニケーションを可能にしようとしてきたものであるといえます。印刷術の発明は空間・時間をこえたコミュニケーションをある意味で実現しました。しかしながら、本来のコミュニケーションの持つインタラクティブ性が失われ、一方向的なものとなりました。また、用いられるメディアが文字に限定され、本来の全感覚的なコミュニケーションからすると大きい制限を受けることとなりました。電話の発明により、距離を超えたインタラクティブなコミュニケーションが可能になりました。しかしながら、用いられるメディアが音声に限定されているという制限があると共に、時間の克服に関しては不十分です。このように、従来の通信は、用いられるメディアの種類が限定されていると共に、距離・時間の克服が不十分であるという2つの制限を持っていました。

近年の電気通信技術・コンピュータ技術の急速な発展により、従来の文字・音声を対象とした通信に加え、大量の映像情報の蓄積・伝達が可能になりつつあります。このことは、文字・音声に加え映像・音などのメディアをふんだんに利用することにより、距離・時間さらには言語・文化の壁をこえた全感覚的なコミュニケーションを可能にするという通信の究極の目標を実現できる可能性が生じてきたことを意味しています。マルチメディアに対する期待が急速に高まりつつあるのはこのような状況を反映したものと いえます。

## 2. 研究計画

上のような状況のもとで、1995年3月に7年間の研究プロジェクトとして設立されたATR知能映像通信研究所では、マルチメディアを駆使して従来なかった新しいコミュニケーションの方式を創出することを狙った、マルチメディア通信技術の研究を行っています。

研究の狙いは2つあります。1つは、距離が離れた場所相互でface-to-faceに代表される自然なコミュニケーションを実現しようとするものです。従来の通信では相手側の情報を正確に伝達・再現することのみをめざしてきました。これに対し、人間同士の相互理解がコミュニケーションの本来の目的であるとの認識に立ち、コンピュータが積極的にコミュニケーションにかかわり、相互理解を援助することをめざします。これは、距離・時間をこえた相互理解の達成という通信の究極の目標に向けた研究を行なうことを意味します。もう1つは、現実のコミュニケーションの限界を超えた新しいコミュニケーションの創出につながる技術を追及することです。映像・音やその他のさまざまなメディアを駆使することにより、現実にはない環境を作り出したり、現実の環境では考えられなかった新しい通信の可能性を開くことが期待されます。

具体的な研究内容、および、これらの研究の成果として得られる通信方式のイメージについて説明します。

### (1) コミュニケーション環境生成技術

コミュニケーション環境生成は、臨場感あふれるコミュニケーションの場を生成したり、現実にはないようなコミュニケーションの場を生成する技術を研究します。従来の臨場感研究では、遠隔地間のコミュニケーションを対面型のコミュニケーションに近づけるため、通信相手の姿形・声や背景の映像・音などを正確に伝送・再現

することをめざしていました。現状の技術はまだ十分とはいえないため、眼鏡なしで3次元映像を生成したり、人物像のみならず、背景の複雑な物体をCGで生成・制御する研究等を行う必要があります。それと共に、現実世界におけるコミュニケーションを超えるために、従来なかった新しいコミュニケーションの環境を生成することも試みます。具体的には、現実とは異なるが人間の感覚・感性に強く訴える環境の生成を試み、このような超リアルな環境によって現実世界では不可能な新しいコミュニケーションの可能性を探ります。

図にコミュニケーション環境生成技術の適用例を示します。ここでは、リアルな3次元の人物像や背景映像の生成、映像と同期した3次元の音場の生成、さらには、おとぎ話の世界や現実にはない世界などの超リアルな環境の生成とそれらとリアルな環境の自然な融合などが実現されており、このような仮想的なコミュニケーションの場において遠隔地の通信相手との意志疎通・相互理解が図られます。

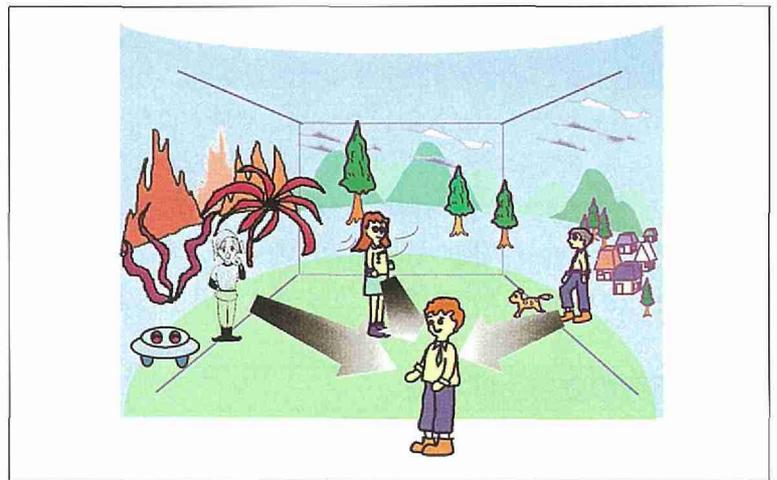
## (2) エージェントインタフェース技術

人間同士のコミュニケーションのプロセスをコンピュータが支援することによって、コミュニケーションを促進・活性化し、相互理解の促進を図ります。具体的には、コンピュータの作り出した仮想的な人物（エージェント）を介在させることによりコミュニケーションの支援をさせることを狙っています。このためには、人間の姿・形をしたエージェントを生成すると共にその動作を制御する技術、エージェントが人間の会話を理解する技術、およびその結果に基づいてコミュニケーションを活性化する技術、を研究する必要があります。たとえば、専門家の議論の際、少し違った観点からの意見が出ると議論が活発化することは私たちが日常しばしば経験することです。人間と同様の機能を持つエージェントを作るとは極めて困難ですが、このように人間の機能の一部の代行によってもコミュニケーションの促進・活性化を図ることは可能であり、そのような立場から具体的なエージェントの機能実現を狙っています。

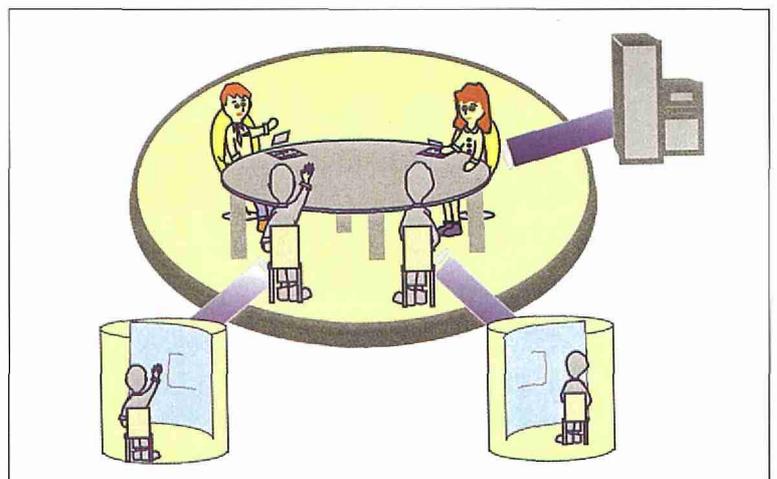
図にエージェントインタフェース技術の適用例を示します。ここでは、コンピュータの作り出したエージェントが遠隔地間のミーティングを支援する様子を示しています。

## (3) イメージ表現技術

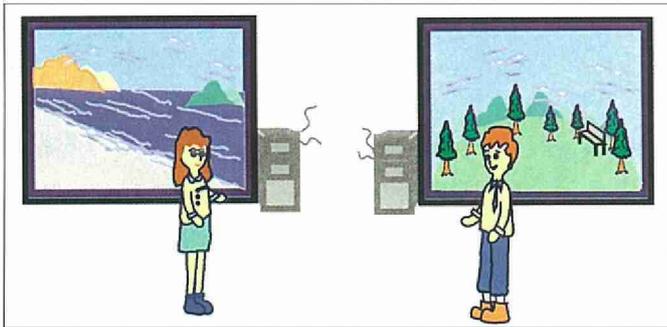
イメージ表現は、私たちの持つ「イメージ」を言語を介さずにダイレクトに映像や音などのメディアを用いて表現し、相手に伝えようとするものです。日常生活では、言葉で言い表しにくい考えを図などを使って相手に伝えようとするものがしばしばあります。また、感情・色彩などは言葉では伝達が困難である場合がよくあります。これに対しアーティストは、音楽・絵画などの手段を用いてイメージ・概念などを相手に伝える能力に優れています。このような能力を一般の人が使えるようになるとコミュニケーションはより豊かになると考えられます。そのためにはまず、イメージを表現するための種々の映像・音のデータベースが必要です。さらに、これらを自由に変形・合成する技術を開発することにより、頭の中にあるイメージを容易に表現出来る方法を開発します。



コミュニケーション環境生成技術の適用例  
(仮想的な環境におけるコミュニケーション)



エージェントインタフェース技術の適用例  
(エージェントミーティング)



イメージ表現技術の適用例（イメージコミュニケーション）

図にイメージ表現技術を用いたアプリケーションの例を示します。これは、コミュニケーションを行う者同士が相互の持つイメージを言葉に加え映像や音などのメディアを積極的に用いて表現・伝達しようとしている様子をあらわしています。

#### （4）コミュニケーションの人間科学

以上述べた研究を進めるにあたっては、人間がコミュニケーションをどのように行なっているかを理解することが必要です。

まず、イメージの伝達が重要な研究テーマになっていることから、映像・音と人間のイメージの関連を研究することが必要です。種々の映像・音メディアを被験者に提示し、それらが被験者に与えたイメージを心理学的手法により測定することにより、メディアとイメージの関係を明らかにすることをめざします。

次に、コミュニケーションの行なわれる環境が人間に及ぼす影響を明らかにすることをめざします。また、コミュニケーションにおける人間の行動原理を明らかにすることも必要です。社会学や心理学の分野では、現実の環境のもとでの人間の行動を観察・分析する研究が行われていますが、ここではむしろ従来なかった環境や超リアルな環境のもとでの人間の行動原理を明らかにすることをねらっています。コンピュータの作り出した非現実が近い将来我々の生活に入ってくることを考えるとこのような研究の必要性は高いと考えています。

### 3. 研究の立ち上げ状況

1995年3月の研究所設立以来、上記の狙い・研究計画のもとで、具体的な研究の立ち上げを行ってきました。その際、重点項目の1つとして、芸術、心理学、社会学など異分野とのcollaborationにより新しい研究領域を立ち上げることに力を入れてきました。以下では、具体的な取り組みの例として、アートと工学の共同研究の状況について述べます。

#### （1）基本的な考え方

現代ではアートと工学は正反対のものという見方が強いですが、本来は一体のものでした。種々のメディアが自在に扱えるマルチメディア時代において再びアートと工学が統合できる可能性がでてきました。

1つの動きは工学からアートへの接近です。人工知能研究の主たる目的は人間の知的活動をモデル化し、計算機で代行することです。しかしながら、知的活動を論理的な処理のみで置き換えることは困難であると考えられます。人間の代表的な知的活動であるコミュニケーションを例にとると、従来の音声認識や画像認識などの研究は、言語を用いたコミュニケーションの仕組みを解明し、それを工学モデルで実現することに精力を注いできました。しかしながら、コミュニケーションにおいては、言語の使用の他に、インタラクション、リアクションのようなより基本的な行為が重要な働きをしています。インタラクションは、うなずいたり適切なタイミングで相槌をいれたりというコミュニケーションにおける基本機能です。リアクションは、音の来る方へ振り向くといったより基本的な機能です。工学者はこれまでこのような機能に注意を払ってこなかったきらいがありますが、人間らしい振る舞いをするエージェントを作ろうとした場合、これを取り入れることは不可欠です。しかも、これらの機能が感性・感情と密接に結び付いているため、それらを主として扱ってきたアートとの協力が必要になってきます。

一方で、アートの世界でも新しい動きが出つつあります。それは作品と観客のインタラクションが可能なインタラクティブアートの出現です。古典的なアートでは作者から観客へ作品という媒体を介して一方的にメッセージが流れていたのに対し、インタラクティブアートでは観客の動きや声によって作品が変化することにより、作家と観客の間の双方向のコミュニケーションを実現しようとしています。これは、コミュニケーション工学とアートが同じ問題意識のもとで仕事を進めていることを示しています。しかも、工学の取り組みが論理的なコミュニケーションを主たる対象としているのに対し、アートは主として感情・感性的コミュニケーションを扱うという互いに相補的な関係にあり、相互に協力しあうことにより従来なかった新しいコミュニケーションの方式を

生み出す可能性が大きいと考えます。このような考え方に基づいて、CGアーティストを客員研究員として採用し、具体的な取り組みを開始しました。

具体的な研究の例を述べます。

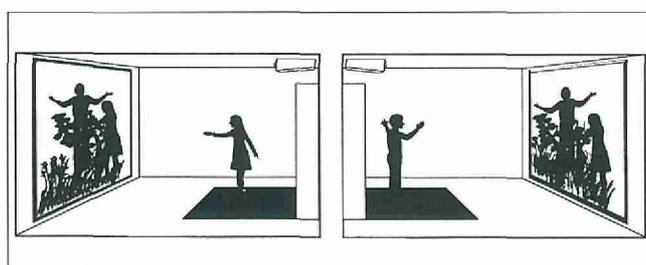
## (2) インタラクティブエージェント

人間とインタラクション可能なエージェントの構築を目標としています。従来の研究では、音声やジェスチャーを理解する機能を付与することが研究の目標でしたが、ここではより基本的な機能と考えられる感情の認識機能を持ったエージェントの開発をめざします。これは、人間が意味内容の認識以前に感情の認識を行っており、この基本的なコミュニケーション機能の上に意味内容を理解する機能が付加されて

いると考え、自然なアプローチであるといえます。また、抽出された感情に応じてエージェントが人間的な反応をすることにも重点をおきます。感情抽出の部分は音声の分析・処理技術を活用し、エージェントの反応・ふるまいの部分はアーティストがCGの設計・制作を行うことにより、アーティストの感覚・感性が反映されることを狙っています。でき上がったエージェントの例を図に示します。このエージェントは、喜怒哀楽などの7つの感情を認識しそれに反応して人間らしい種々のふるまいを行うように設計されています。

## (3) インタラクティブ環境

私たちは、ビジネスに関連する話は会議室で、友達との会話は喫茶店で、家族とのだんらん居間でというようにコミュニケーションの内容に応じて環境を選んでいきます。これは、私たちがコミュニケーションに環境が大きな影響をもつことを無意識に知っており、コミュニケーションの内容に応じて環境を選択していることを意味しています。この考え方を発展させ、マルチメディア技術を用いてコミュニケーションの内容に応じてリアルタイムで変化する環境を実現することにより、より豊かなコミュニケーションが可能になると考えられます。



MIC Exploration Space

インタラクティブ環境の一例として「MIC Exploration Space」を構築中です。図にあるように離れた場所にいる人達がそれぞれのスクリーンの前に立っています。スクリーンには2人の3次元の映像が映し出されています。お互いが身振り手ぶりを交えてコミュニケーションをすると、それにに応じてスクリーンの中で3次元の仮想植物や仮想生物が成長し、姿を変えます。これによってあたかも3次元の仮想環境の中で環境と一体となって相手とコミュニケーションをしているかのような感覚を味わうことができます。これは、従来のテレビ会議が、言葉の内容を伝達することのみを重視した、いわばビジネスに使われることのみを考えたものであったのに対し、コミュニケーションによる感情の共有、相互理解の面に着目してこれをサポートすることをめざした新しいテレビ会議の姿を示したものであるといえます。



インタラクティブエージェントの例 (MIC)

## 4. おわりに

マルチメディア技術は私たちの生活に大きな影響を与えていると考えられています。これは一方で負の影響を及ぼす恐れもあります。例えば、ゲームやバーチャルリアリティの技術動向からすると、コンピュータの作り出した非現実が今後私たちの生活に必然的に入ってくる機会が増加すると予想されます。それらを野放しにしておくのではなく、現実を超えた新しいコミュニケーションの形態や、それが私たちの生活にいかにかかわるかを検討しておくことの意義は大きいと考えています。ATR知能映像通信研究所では、そのような観点も踏まえながら新しいコミュニケーションの創出をめざした研究を進めていきます。

### プロジェクト概要 (予定)

試験研究期間：1995年3月

～2002年2月

(7年間)

試験研究費総額：123億円

●研究成果

# 環境適応通信研究所発足に当たって



(株)エイ・ティ・アール環境適応通信研究所  
代表取締役社長 小宮山 牧兒

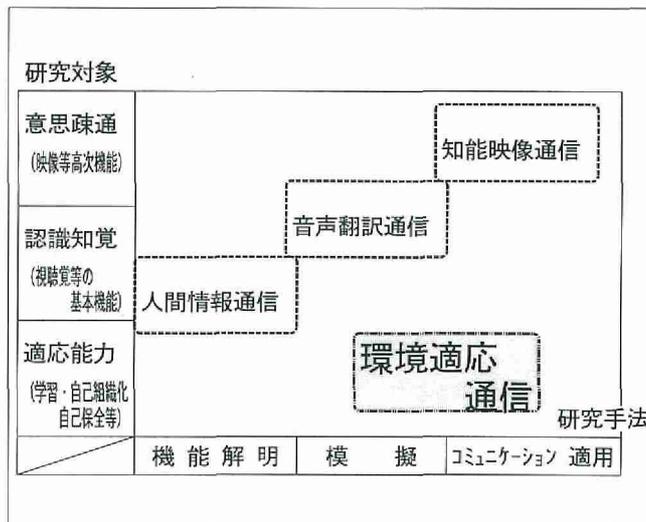
環境適応通信研究所は、「環境適応通信の基礎研究」をテーマに1996年3月発足し、試験研究期間7年、研究費総額119億円が予定されています。環境という言葉から、地球環境などのエコロジーを思い浮かべる方も多いと思いますが、ここでの環境はenvironmentを意味し、通信環境の変化に柔軟に適応できるマルチメディア情報通信システムの基盤要素技術の確立をその目的としています。

インターネットの出現や、情報・通信機器の急速な進歩に伴い、私達の日常生活に類似した生活空間（いわゆるバーチャル空間）がネットワーク上に準備されつつあるなど、情報通信システムを取り巻く通信環境は近年複雑化し激しく変化しています。今後、情報通信システムに対しネットワークの有効利用や輻輳の回避、新しいサービスや機能の追加・変更のし易さ、大量のマルチメディア情報をどこからでも利用者の好む形態で伝送することなどが益々要求されてくるものと思われます。このため、将来の情報通信システムの基本特性として、環境の変化に対し自らの機能・構造を自律的に再構成し適応する能力が重要な概念になると指摘されています。

本プロジェクトでは情報通信システムにこのような機能を実現するため、4つの課題に的を絞り研究を実施します。第1の課題は情報通信システムの構成・評価技術に関するもので、ここでは人間や生体の恒常性維持、自己変革、学習等に代表される環境適応機能を学びまねると共に複雑システムの問題・解析手法を用いるというかなり大胆な研究アプローチ法により、適応性を持つネットワーク構成法の解明を目指します。第2の課題はネットワーク制御技術に関するもので、ここでは適応性のあるネットワークの端末、ノードに必要な制御機能・アルゴリズムの研究及び大容量情報の高速信号処理法を開発するため、量子通信処理などの新しい信号処理法の研究を行います。

情報通信システムの環境適応性の観点から、ネットワークへのアクセスが空間に拘束されないという特性は重要な課題となります。第3の課題は無線通信の空間接続構成技術に関するもので、ここでは電波、光を用いた無線通信の高機能化を目的として、移動端末と基地局の関係が多対多にある空間を自由自在に接続できる無線通信システム構成法、信号処理技術、アンテナ等について研究します。第4の課題は通信デバイス技術の研究で、ここでは前記3課題を基盤で支える新しいデバイスの実現を目的として、量子ナノ構造を用いた光非線形素子、量子ナノ構造間の相互作用を利用した信号処理素子、カオスを利用したダイナミック機能デバイス等の研究に取り組みます。

「人に学ぶ」は、ATRのキャッチフレーズの一つになっていますが、図に本研究課題とATR他3社の研究対象、手法の位置付けを示します。当研究所は、ソフトとハードの両方の研究分野からなっており、この特徴をいかした研究成果をあげるように努力する所存です。今後ともご指導、ご支援をよろしくお願い致します。



人・生物に学ぶATRプロジェクト

**プロジェクト概要 (予定)**  
 試験研究期間：1996年3月  
 ～2003年2月  
 (7年間)  
 試験研究費総額：119億円

## ●研究成果

# 開発室の3年間を振り返って

(株)国際電気通信基礎技術研究所  
企画部開発室長 内山 公昭



## 1. 設立経緯

研究開発支援と研究成果販売の2つの事業を目的に1992年2月に事業企画を開始しました。当初はATRの子会社としての設立を考えましたが、最終的には、ATRの新組織として生まれることになり、企画部の中の専担組織とし、「開発室」と名付けました。準備期間中に、ATRグループ会社間の契約ルール作り、ソフトウェア開発要員の採用を行い、プロパー1名、出向者8名、客員1名の計10名で、1993年4月1日から業務を開始しました。ご協力頂いた出資企業をはじめ関係各位の皆様にお礼を申し上げます。

## 2. 業務展開

開発室のスタート時点での業務の柱を、(1) 研究成果の世の中への展開・橋渡し、(2) 研究ソフトウェア開発支援、(3) 研究インフラネットワーク管理、としました。以下、これら3点を中心に振り返ってみます。

### (1) 研究成果展開

ATRでは、音声・対話データベースを開発室発足以前から販売して、外部から高い評価をいただいております。開発室がこの業務を引き継ぎました。他に開発室で取り上げた以下の2つの成果展開があります。

#### (a) ATR Hearing School

パソコン用の英語学習ソフトの商品化にあたって、楽しく継続してもらおう学習方法の実現に一番苦労しました。点数をつけて能力向上が数値でわかるようにすればどうだろうということで、ストーリーを考えました。学校に入学して、だんだんに難しい問題へと学習を行い、最後に卒業試験を行って合格点以上で卒業ということにして、「ATR Hearing School」を商標登録申請しました。試作品完成後、60名ほどの方のご協力をいただき、モニター試験を実施し改良を行いました。改良版に対しモニターの方から「これなら人に勧められる」との評価をいただき、1994年7月販売にこぎ着けました。

何度か新聞等にも取り上げられ、70歳くらいと思われる東京のご婦人から、「どこへ行けば試聴できるか？」の電話があるなど、世の中へのATRの知名度向上に貢献できていると実感しました。

#### (b) 頭部・眼球運動分析システム

視覚機構研究の過程で得られた「眼球運動によるアルツハイマー病等の脳疾患診断への応用」という全く新しい知見を活用して、我が国の今後の高齢化社会の進展に対応し社会福祉の向上に貢献するとの観点からアルツハイマー病等の早期診断を可能とするシステムの製品化を行うことにしました。現在、医療分野での使用に対応した開発・検討をメーカーの協力を得て進めているところです。

### (2) 研究ソフトウェア開発支援

設立直後、ATR各R&Dに対し開発室の業務紹介と研究ソフトウェア開発のニーズ把握及び商品発掘を行いました。「基礎研究にとっても研究業務と研究ソフトウェア開発支援は車の両輪」、「ATRグループとしてのソフトウェア・ノウハウの蓄積が大事」と各研究所からの手応えが有り、まず地道に実績作りから着手しました。

1995年度からは、システム開発的業務も開始しました。我々の業務は、要素技術をソフトウェアで具現化するのが仕事であり、色々な研究・事業に技術が再利用できることを目指して、質・量ともに拡大を図っていきます。

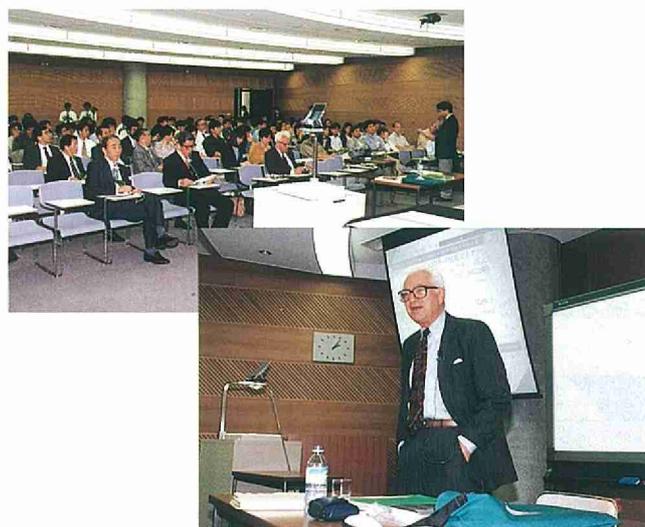
### (3) ネットワーク管理

ATR設立当初から、ネットワーク知識の豊富な研究者の多大な尽力の下に、ネットワークの運用管理が進め

られておりました。開発室設立当時、ATRでは、常時40名以上の外国の研究者が滞在しており、研究者が共同研究等で外国研究機関にアクセスする機会も多い状況でありました。まず、この内外接続におけるアクセスの高速化と容易さを目指し、各研究所にゲートウェイサーバを置き、負荷を分散させ、研究所にあった接続形態とセキュリティを確保しました。当初、WIDE (Widely Integnated Distributed Environments) ネットワークに64Kbpsで接続していましたが、その後、光加入者回線増設を経て1995年1月から384Kbpsへ高速化しました。この高速化を機に、WWW (World Wide Web) サーバを設置して、4月から情報発信を始めました。

#### (4) 科学技術セミナー開催

1993年9月、ATR科学技術セミナーをスタートさせました。セミナー開催の目的は①ATRを中心とする当該分野の研究者の討論・意見交換の場の提供、②関西文化学術研究都市でのATR先導のネットワーク作り、③ATR支援に対する大学や出資企業への還元、です。当初、人間情報科学シリーズから開始し、1994年から光電波科学、音声言語処理技術、1995年からメディア科学のシリーズもそれぞれ追加して、1996年1月で、40回になりました。参加者も平均90名程度あり定着してきており、セミナー開催目的が達成されつつあるものと考えています。



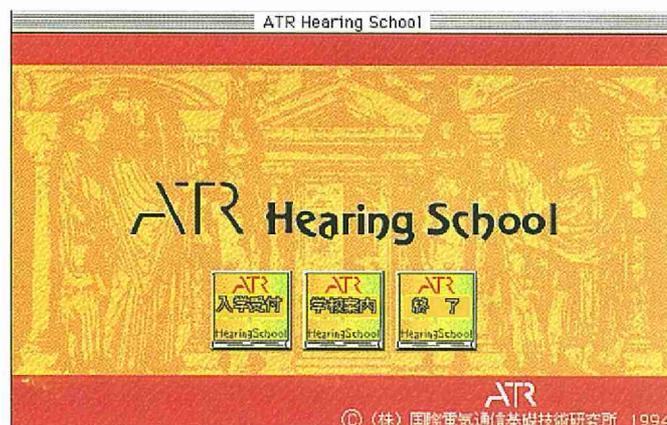
ノーベル賞受賞のマレー・ゲルマン教授 (第26回セミナー)

### 3. 主な開発室商品

#### [ATR Hearing School]

ATR視聴覚機構研究所の「外国語音声知覚学習」の研究成果に基づいた科学的英語学習プログラム。

日本人の不得意な [r, l] [b, v] [s, th] [z, th] [母音] の聞き取りを徹底強化。自然に英語の音韻の聞き取り能力が向上する。MacintoshとWindowsに対応。最近のATRの研究では、聞き取りの学習により発音も向上することが確かめられている。

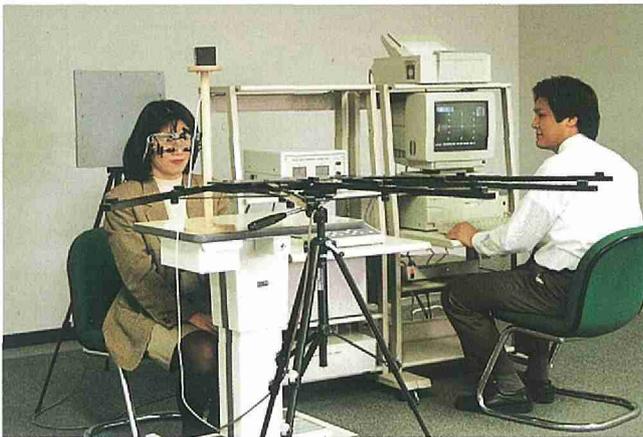


ATR Hearing School オープニング画面・学習画面

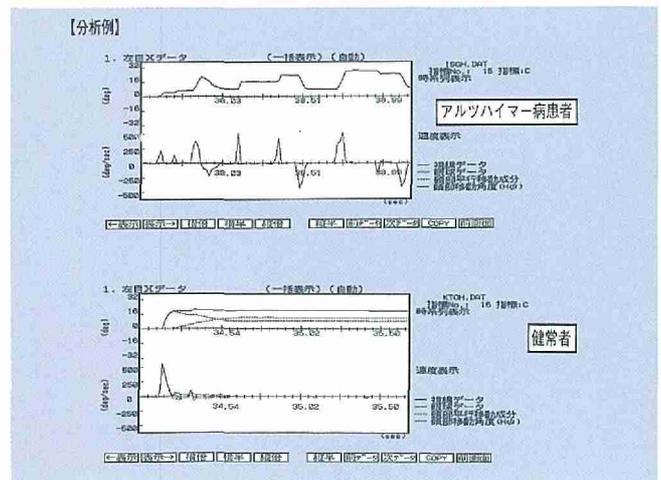
## [頭部・眼球運動分析システム]

頭部運動と眼球運動を同時に計測し、頭部・眼球の個々の動き、並びに両運動から計算により視線を求めることが可能なシステム。

①移動指標を追跡する視線の解析、②固視微動のドリフト成分のフラクタル解析を行うことができる。頭部・眼球・視線の運動から、その特徴的な動きを解析することにより、アルツハイマー型痴呆症など、頭部・眼球運動の制御に関連する脳機能研究への応用が可能。



頭部・眼球運動分析システムによる計測状況

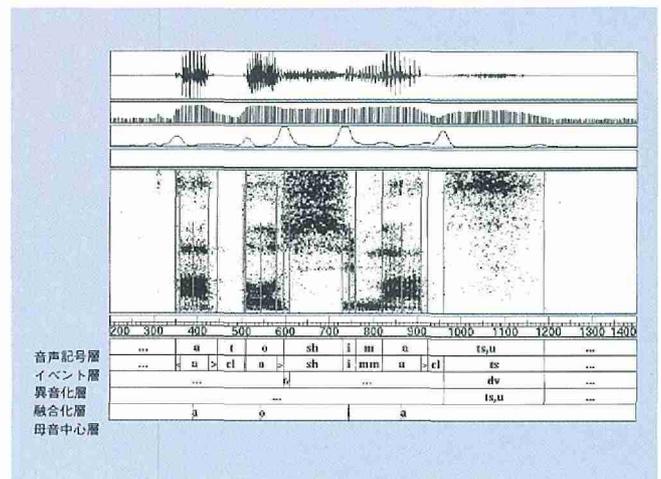


視線データ解析例

## [音声・対話データベース]

音声データベースは、多数の話者による単語や文章の発話を収集した。1987年の発売以来、多くの大学や企業の研究所等で、標準的なデータベースとして使用されている。

対話データベースは、日本語と英語の対応する対話テキストを納めたバイリンガルなデータベース。



音声データベースのデータ表示例

## 4. 今後の展望

オブジェクト指向の考え方に代表されるように、研究用ソフトウェア、データを自分たちの研究に再使用・拡張できることを念頭において作成していけば、世の中の研究市場にとっても有用な財産になるものと考えています。この考えに基づき、開発室は以下の業務展開を行い、ATR各R&Dに高度な研究環境を提供し、また、各研究機関に有用な財産を広く使っていただけるよう努力していく決意です。

- (1) ATRの研究内容の変化に応じた、ネットワーク環境の高速化、外部接続ネットワークの使分け等の企画・運営。
- (2) ATRの研究を支援する研究用ソフトウェアの作成及びシステムの構築。
- (3) ATRの研究材料・素材等の研究用コンテンツの商品化促進及び販売。
- (4) ATRの研究成果を使ったシステム開発、商品開発の企画提案・実施。

各種資料

## 1. 研究成果活用状況

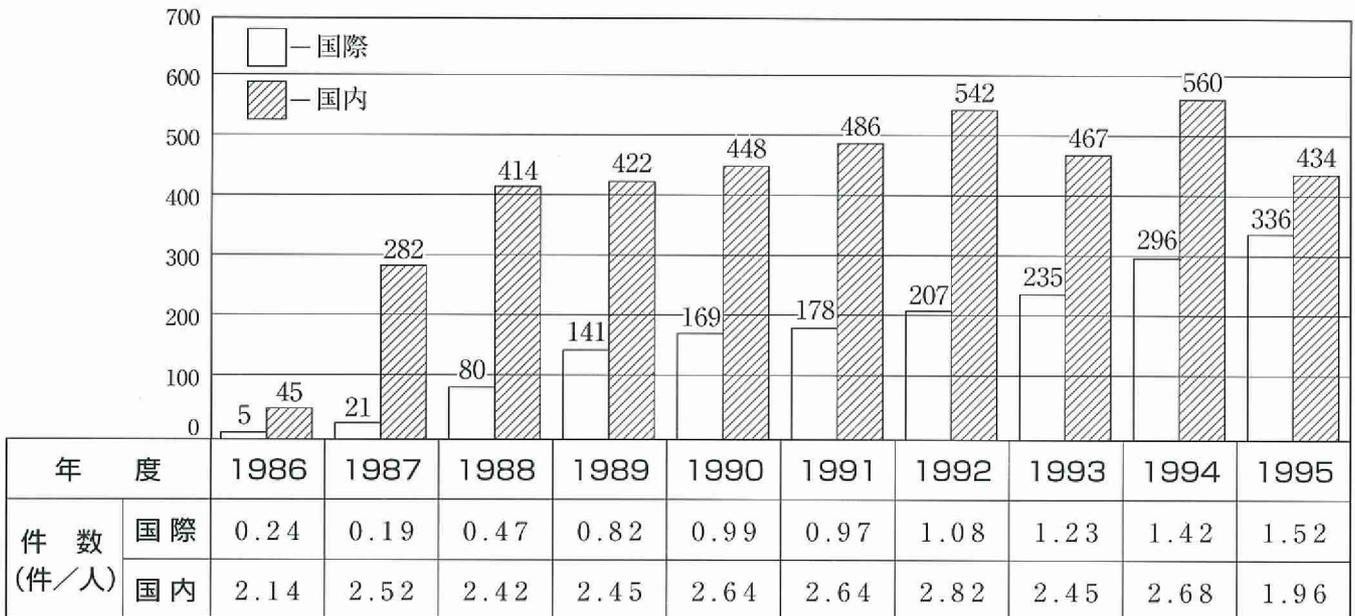
### (1) 開発室取扱商品

商 品 名	関 係 R & D	概 要
音声データベース	自動・視聴覚	多数話者による多種類の音声DBで、A～Fセットあり
対話データベース	自動翻訳電話	日本語と英語の対応する会話をおさめたバイリンガルなDB
研究用ソフトウェア	各 R & D	研究の過程で作成した各種ソフトウェア
ATR v-Talk	自動翻訳電話	音声研究に幅広く活用できる音声合成ソフトウェア
ATR Hearing School	視聴覚機構	英会話学習ソフトウェア、Macintosh版、Windows版あり
SpeechTools	視聴覚機構	音声信号処理に活用可能なコマンドを収録したソフト
頭部眼球運動分析システム	視聴覚機構	アルツハイマー病等の診断支援のためのシステム、現在開発中

### (2) ATR先端テクノロジーシリーズ発行状況

書 目 構 成	代 表 執 筆 者	発 行 時 期
自 動 翻 訳 電 話	樽 松 明	平成6年1月
視 聴 覚 情 報 科 学 －人間の認知の本質にせまる－	淀 川 英 司	平成6年9月
光 衛 星 間 通 信	古 濱 洋 治	平成7年6月
ニューラルネットワーク応用	淀 川 英 司	平成7年7月

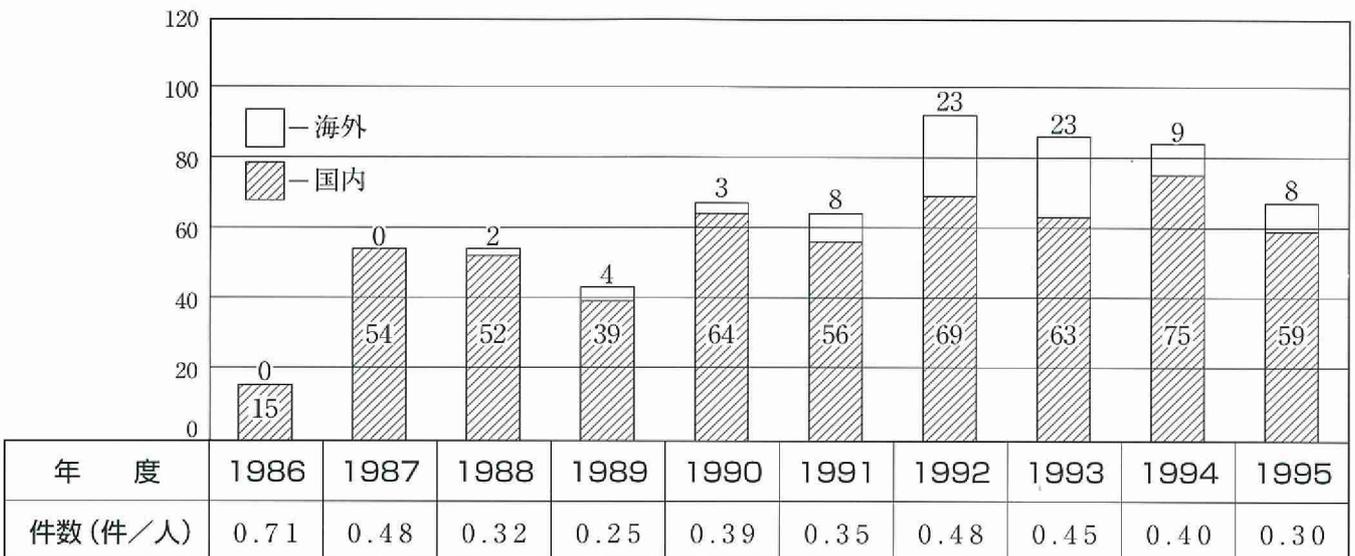
## 2. 学会等発表件数



注：1995年度は1996年2月末現在

## 3. 特許出願状況

### (1) 年度別推移



注：1995年度は1996年2月末現在

### (2) 出願特許の権利化状況（1996年2月末現在）

	出願完了	公開前	公告前	公告済	登録済
国内	552	173	239	67	73
海外	81		56		25
合計	633		535		98

#### 4. 外部団体からの受賞状況

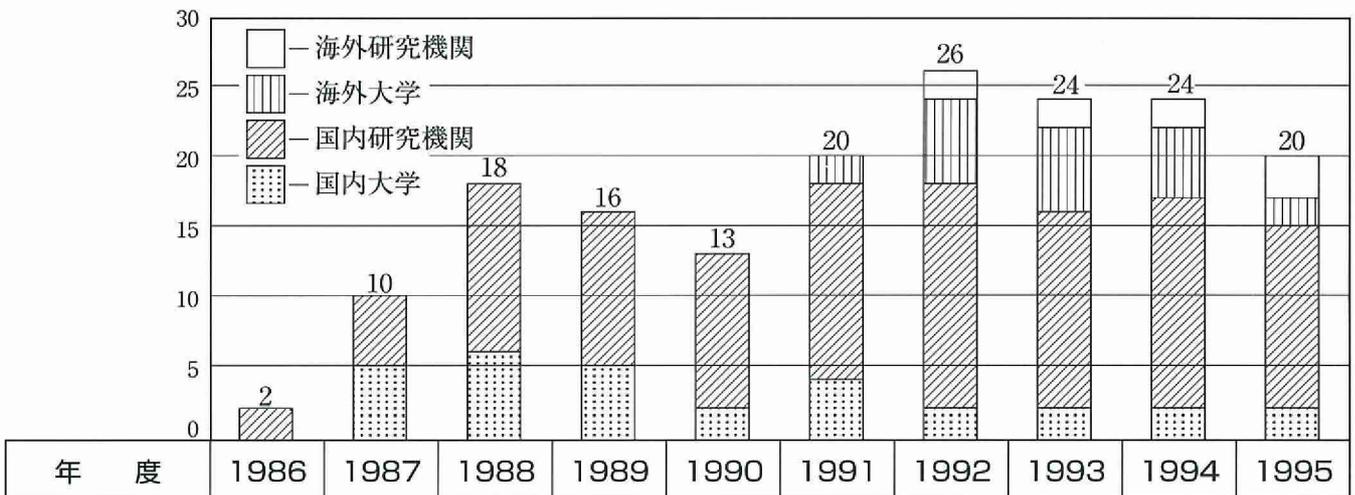
年度	件数	賞名	受賞対象	受賞者
86	2	発明協会 発明奨励賞	「網管理センタによる保守集中方式」	吉田 裕 他3
		日本音響学会 佐藤論文賞	「単音節における時間情報の役割」	片桐 滋 他2
87	2	日本音響学会 第5回栗屋潔学術奨励賞	「音色の表現語に階層構造は存在するか」	上田 和夫
		電子情報通信学会 昭和62年度（第3回）篠原記念学術奨励賞	「音声言語受容における韻律効果の検討」	北原 義典
88	4	電子情報通信学会 昭和62年度電子情報通信学会論文賞	音声知覚における母音ターゲット予測機構のモデル化」	赤木 正人 他1
		日本音響学会 第6回栗屋潔学術奨励賞	「HMM音韻認識に基づくワト`ス`ホ`ッテイク`」	川端 豪
		日本音響学会 第6回栗屋潔学術奨励賞	「適応Q型非線形蝸牛フィルタの特性」	平原 達也
		電子情報通信学会 昭和63年度（第4回）篠原記念学術奨励賞	「ヘテロダイン光ISLに関する検討（その1） －整合誤差によるヘテロダイン効率の劣化－」	後藤 光司
89	3	人工知能学会 優秀論文賞	「コンピュータ・グラフィックスを用いた探索実験による空間認知モデルの構築」	藤井 秀夫他1
		電子情報通信学会 平成元年度（第5回）篠原記念学術奨励賞	「空間制御型光制御アレーアンテナのレーザ出力光強度の検討」 「空間制御型光制御アレーアンテナのレーザ出力とアンテナ放射信号C/N <sub>0</sub> の関係」	小西 善彦
		日本音響学会 第7回栗屋潔学術奨励賞	「音声の韻律成分制御による感情表現」	北原 義典
90	8	日本認知科学会 発表賞	「知覚標準より長い動きによる主観的輪郭の抽出」	有村 浩一
		人工知能学会 優秀論文賞	「日本文推敲支援システムにおける書き換え支援機能」	菊井玄一郎
		日本神経眼科学会 第2回日本神経眼科学会若手奨励賞	「ヒト網膜X細胞受容野密度と視力」	乾 敏郎
		情報処理学会 第41回全国大会奨励賞	「音声言語翻訳のための日本語解析」	永田 昌明
		電子情報通信学会 平成2年度（第6回）篠原記念学術奨励賞	「距離評定特性に影響をおよぼす記憶の効果とそのモデル」	林 武文
		日本音響学会 第8回栗屋潔学術奨励賞	「LVQ-HMMによる不特定話者音韻認識」	岩見田 均
		日本音響学会 第8回栗屋潔学術奨励賞	「Cross-language voice conversion」	阿部 匡伸
		日本ロボット学会 第6回日本ロボット学会研究奨励賞	「神経回路モデルを用いた学習型インピーダンス制御」	五味 裕章
91	15	電気四学会 関西支部 奨励賞	「設計履歴を利用したソフトウェア開発に関する一考察」	浜田 雅樹
		電子情報通信学会 論文賞	「視覚大脳皮質の計算理論」	川人 光男 他1
		電子情報通信学会 米澤フウノ`ス`・マ`ル` 受賞記念特別賞	「視覚大脳皮質の計算理論」	川人 光男 他1
		IEEE Signal Processing Society 1990年 Senio Award (Speech Processing Technical Area)	「Phoneme Recognition Using Time-Delay Neural Networks(TDNN)」	A.Waibel 他2
		発明協会 平成3年度全国発明賞	「複合正弦波音声合成法の発明」	嵯峨山茂樹
		IEEE Microwave Theory and Techniques Society 1991年 Microwave Prize	「半導体素子とIC線路を一体化した機能回路トランジスタ(Line Unified FET)」	徳満 恒雄 他2
		日本認知科学会 第7回大会発表賞	「初期視覚過程の計算論的考察」	川人 光男 他1
		テレビジョン学会 鈴木記念賞	「人物像抽出のための背景領域除去に関する検討」	石橋 聡
		情報処理学会 奨励賞	「設計履歴を利用したソフトウェア設計・保守支援方式」	浜田 雅樹
		情報処理学会 研究賞	「パノラマ表現を用いた移動ロボットの経路認識」	鄭 絳宇
		IEEE Fellow	電気電子工学分野における優れた業績	葉原 耕平
		日本音響学会 第9回栗屋潔学術奨励賞	「ニューラルファジー学習法の連続音声認識における効果」	小森 康弘
		日本音響学会 第9回栗屋潔学術奨励賞	「ファジークラスタリングによる教師なし話者適応化」	中村 哲
		電子情報通信学会 学術奨励賞	「L帯アクティブアレーアンテナ用MMIC低雑音増幅器・ダウンコンバータ」	竹中 勉
電子情報通信学会 学術奨励賞	「相手言語を考慮した概念抽出効果」	井上 直己		
92	7	システム制御情報学会 榎木記念賞 論文賞	「フィードバック誤差学習による閉ループシステムの学習制御」	五味 裕章 他1
		国際神経回路学会 研究功績賞	過去の「小脳の運動制御モデル」に対して	川人 光男

年度	件数	賞 名	受 賞 対 象	受 賞 者
92		電波の日・テレコム旬間記念式典 中央式典 テレコム功績賞	情報通信技術の研究開発に尽力するとともに、社電 信電話技術委員会標準化会議議長として標準化に尽 力するなど、情報通信の発展に多大の貢献	葉原 耕平
		電子情報通信学会 75周年懸賞論文 佳作	「Special Sound Localization and Orthogonal Sensory Synergism for More Natural Human Interaction」	D. Rainton
		人工知能学会 研究奨励賞	「情報伝達の観点から見た日常会話文の解析法」	傅 康晴 他1
		第23回画像工学コンファレンス実行委員会 優秀ポスター賞	「Hi-Vision 立体画像鑑賞時の多人数注視点分析」	魚森 謙也 他2
		情報処理学会 第45回全国大会奨励賞	「トライオン神経回路網が生成する 音楽のスペクトル分析」	足立 整治 他2
93	10	科学技術庁 第52回注目発明	「連続音声認識装置」	北 研二 他2
		科学技術庁長官賞 第19回研究功績者賞	「運動と視覚に関する神経回路モデルと その応用技術の研究」	川人 光男
		電子情報通信学会 論文賞	「Miniaturized MMIC Mixers; Image Rejection and Balanced Mixers Using Multilayer Microstrip Lines and Line-Unified HEMT Modules」	小川 博世
		日本認知科学会 発表賞	「3次元構造情報の動的復元と統合」	安藤 広志
		神経回路学会 研究賞	「順・逆ダイナミクスモデルに基づく文字の生成と認識」	川人 光男 他1
		神経回路学会 論文賞	「The cerebellum and VOR/OKR learning models」	川人 光男 他1
		大阪科学技術センター 大阪科学賞	「運動と視覚に関する脳の神経計算原理と 神経回路モデルの研究」	川人 光男
		人工知能学会 1993年研究奨励賞	「定性的システム同定法の提案」	安部 伸治
		電気通信普及財団 テレコムシステム技術賞	「Automatic Speech Translation at ATR」	森元 暉 他1
		電気通信普及財団 テレコムシステム技術賞	「マルチベンダ指向リアルタイム ソフトウェアプラットフォーム」	太田 理 他1
94	16	科学技術庁 第53回注目発明	「視線検出方式」	伴野 明 他2
		科学技術庁 第53回注目発明	「用例主導型機械翻訳方式」	隅田英一郎 他2
		科学技術庁 第53回注目発明	「信号発生器の適応制御方法」	P. Davis
		IEEE Signal Processing Society 1993年 Senior Award	Discriminative Learning for Minimum Error Classification	片桐 滋 他1
		日本音響学会 技術開発賞	「自動翻訳電話の実現に向けた連続音声認識技術」	自動翻訳電話
		テレビジョン学会 丹羽高柳賞論文賞	「視線とマウスを併用する指示入力法の評価」	伴野 明 他2
		画像電子学会 論文賞	「IFS(Iterated Function System) による 並列画像生成と濃淡画像の適応的IFS 推定」	曾根原 登 他1
		日本神経回路学会 研究賞	「モジュール学習による三次元物体の認識と類別」	安藤 広志 他1
		日本神経回路学会 論文賞	「Inverse-Dynamics Model Eye Movement Control by Purkinje Cells in the Cerebellum (Nature, Vol.365, 6441)」	設楽 宗孝 他3
		日本神経回路学会 研究賞	「神経回路を用いた表面筋電信号からの人腕の軌道生成」	小池 康晴
		人工知能学会 研究奨励賞	「3次元物体の生成、修正や操作に関する 対話的概念獲得方法」(SIG-HICG-9303-4)	Y.A. Tijerino 他3
		人工知能学会 研究奨励賞	「A Massively Parallel Associative Approach for Real-Time Spoken Language Translation Systems」(SIG-PPAI-9303-2)	大井 耕三 他5
		電波システム開発センター 第6回電波功労賞	ミリ波パーソナル移動通信用光ファイバリンクの研究開発	小川 英一
		電子情報通信学会 平成6年度 学術奨励賞	「物体の多面体表現からのoctreeの生成 並列計算機を用いた三次元物体の実時間衝突検出法」	北村 喜文
		電子情報通信学会 平成6年度 学術奨励賞	「L帯スロット結合形セルフダイプレクシングアンテナ」	村上 康
日本音響学会 第12回粟屋潔学術奨励賞	「知覚的音韻長補償効果の測定」	加藤 宏明		
95	14	科学技術庁長官賞 第21回研究功績者賞	類似検索に基づく用例翻訳技術の研究	飯田 仁
		情報処理学会 論文賞	「An Information-Theoretic Model of Discourse for Next Utterance Type Prediction」	永田 昌明 他1
		情報処理学会 Best Author賞	「自動翻訳電話の実現に向かって」	森元 暉

年度	件数	賞名	受賞対象	受賞者
95		電子情報通信学会 功績賞	永年にわたり、電気通信ネットワークの発展に寄与	葉原 耕平
		電子情報通信学会 論文賞	「標準正則化理論の多価関数への拡張 -滑らかな多重表面の復元-」	志沢 雅彦
		VCIP'95	「Detection and Tracking of Facial Features (人間の顔の特徴検出と追跡手法)」	L.C. De Silva
		Interactive Media Festival ARC Award	「A networked biodiversity reserve for digital organisms」	T. Ray
		Interactive Media Festival Ovation Award	「"A-Volve" A real-time interactive environment」	C. Sommerer 他
		日本文化デザインフォーラム 95年度日本文化デザイン大賞	人工生命研究	進化システム 研究室
		Natural Language Processing Pacific Rim Symposium'95	「Integration of Utterances and Gestures for Naturally-Spoken Dialogues on a Multimodal System」	水梨 豪 他 4
		Natural Language Processing Pacific Rim Symposium'95	A Unified Approach to Parsing Spoken Matural Language」	伝 康晴
		Natural Language Processing Pacific Rim Symposium'95	「Multi-lingual Spoken-Language Translation Utilizing Translation Examples」	古瀬 歳 他 4
		Natural Language Processing Pacific Rim Symposium'95	「An Interactive Dis-ambiguation Module for English Natural Language Utterances」	H. Blanchon 他 2
		レーザー学会 第15回年次大会論文発表	「1.06 μm帯Nd ドープ光ファイバ増幅器」	宮崎 哲弥

## 5. 共同研究等実施状況

### (1) 年度別推移



### (2) 主要共同研究テーマ (抜粋)

- 自然言語処理における曖昧さ解消技術の研究 ..... ( C N R S )
- 自然言語獲得に関する研究 ..... ( A T & T )
- 日本語・韓国語間の音声認識に関する基本技術の開発・確立 ..... ( E T R I )
- 音声知覚における視聴覚情報統合化モデルの研究 ..... (ワシントン大)
- 音声言語獲得モデルの研究 ..... (南フロリダ大)
- 三次元画像通信技術に関する研究 ..... ( N T T )
- 化合物半導体素子材料の高機能化に関する研究 ..... ( N H K )
- 音声認識における言語情報の利用技術 ..... ( K D D )
- 光衛星間通信に関する研究 ..... ( C R L )

[その他委託研究] ● 国内大学 101件 ● 海外大学 19件 ● 海外研究所 1

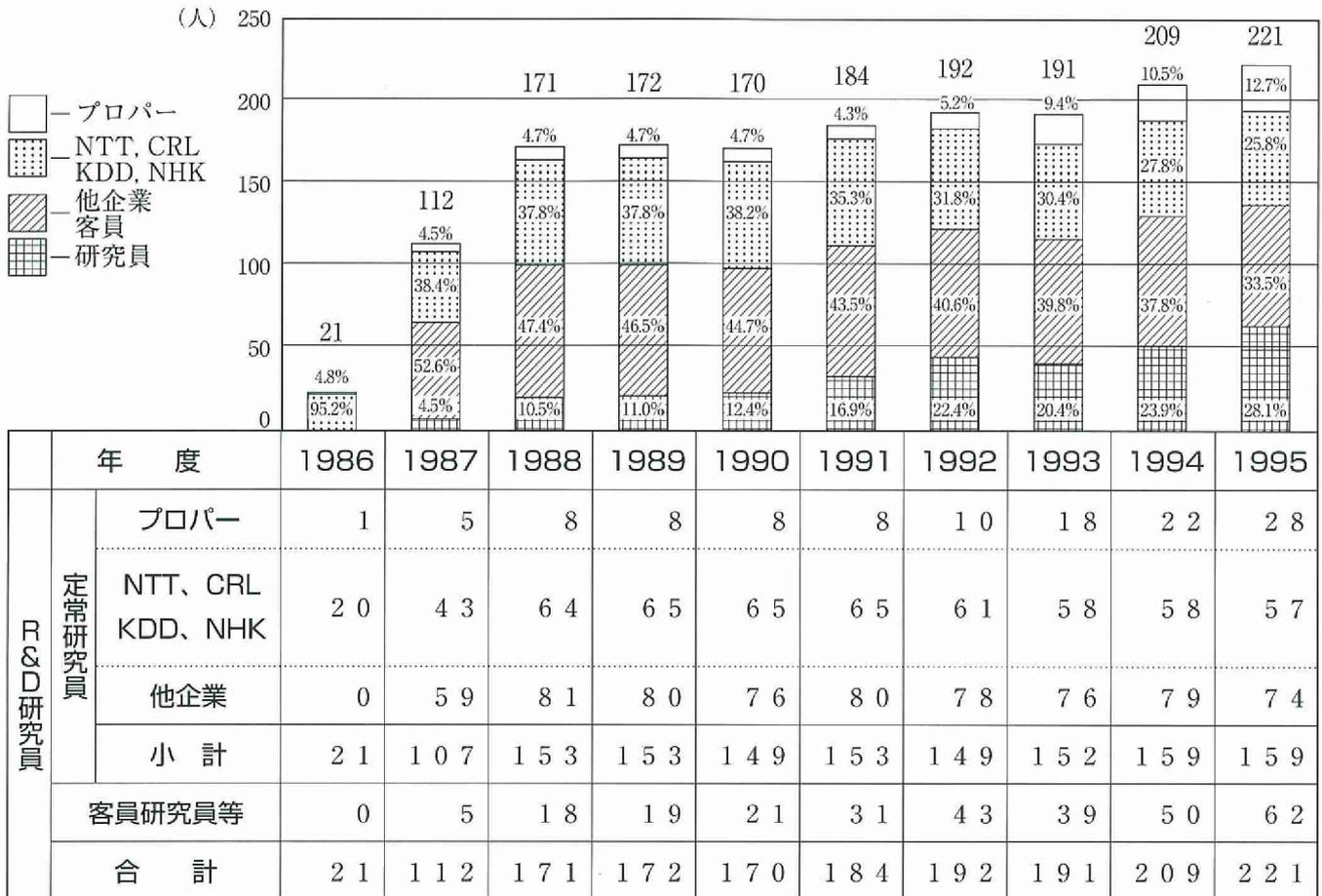
## 6. 研究発表会開催状況

A T R 設立の翌年から毎年（昭和63年を除く）開催しており、年をおって規模・来場数ともに拡大している。  
 なお、開催場所は、第1回目はTWIN21及びホテルニューオータニで、第2回目からは現研究所にて開催。

回数	時 期	来 場 者 数				発表内容数等		研究所等
		企 業	大 学	官庁等	合 計	ポスターセッション	テーマ発表	
1	1987.11.13	—	—	—	165	24	—	4
2	1989.11.2	268	41	46	355	28	—	4
3	1990.11.1	356	43	26	425	34	4	4
4	1991.10.31	417	65	28	510	39	4	4
5	1992.11.10	417	79	40	536	48	5	5
6	1993.11.16	534	110	39	683	49	5	4
7	1994.11.15	439	164	81	694	62	6	4
8	1995.11.2	479	186	108	773	91	7	5

## 7. 研究員の状況

### (1) 研究員数推移



〔注〕研究員数は各年度当初数値である。

## 8. 科学技術セミナー開催状況

日 時	演 題	講 師 等	参加者	
			社外	総数
第1回 93/9/1 (人間情報科学 第1回)	神経科学の未来	伊藤正男 (理化学研究所)	73	161
第2回 93/9/29 (人間情報科学 第2回)	デジタル生物の進化と生態系	Thomas Ray (ATR人間研)	34	104
第3回 93/10/27 (人間情報科学 第3回)	識別的手法によるパターン・音声認識	Biing Hwang Juang (AT&T Bell Labs.)	14	65
第4回 93/11/15 (人間情報科学 第4回)	音声知覚 (その初歩から先端まで)	Patricia K. Kuhl (Univ. of Washington)	63	103
第5回 93/12/20 (人間情報科学 第5回)	進化システムの構造と機能	和田健之介 (ATR人間研)	22	79
第6回 94/1/24 (人間情報科学 第6回)	合同講演：顔の認識についての最近の話題	Vicki Bruce (Univ. of Stirling) Tomaso Poggio (MIT)	101	164
第7回 94/2/28 (人間情報科学 第7回)	タスクレベル学習	Christopher G. Atkeson (Georgia Ins. of Technology)	30	80
第8回 94/3/1 (人間情報科学 第8回)	形状認識：心と脳の情報処理	Irving Biederman (Univ. of Southern California)	31	79
第9回 94/4/4 (人間情報科学 第9回)	合同講演：声のシミュレーション 辞書表現の特徴ベースモデルと 音響情報に基づく辞書アクセス	Ingo R. Titze (Univ. of Iowa) Kenneth N. Stevens (MIT)	27	72
第10回 94/5/31 (光電波科学 第1回)	太陽系空間の異方性	水島正喬 (コロラド大学)	39	92
第11回 94/6/17 (人間情報科学 第10回)	知覚と認知の計算理論 - その現在と未来 -	乾 敏郎 (京都大学)	60	105
第12回 94/7/13 (音声言語処理技術 第1回)	人間的情報処理の可能性	長尾 眞 (京都大学)	111	197
第13回 94/7/18 (人間情報科学 第11回)	『話し顔』を知覚する	Dominic W. Massaro (UC, Santa Cruz)	22	82
第14回 94/9/14 (人間情報科学 第12回)	人間の聴覚系における両耳信号処理	Ray Meddis (Loughborough Univ.)	19	55
第15回 94/9/28 (音声言語処理技術 第2回)	マルチモーダル、マルチリンガルコミュニケーション 実際の使用環境における多言語会話システムの開発	Alex Waibel (CMU) Victor W. Zue (MIT)	49	108
第16回 94/10/18 (人間情報科学 第13回)	合同講演：A-LifeとCGの最新動向-CGと A-Lifeはどのように関わってきたか 『A-Volution』創造の現場	草原真知子 (東京工芸大学) Christa Sommerer & Laurent Mignonneau (Staedelschule Inst. for New Media/NCSA)	16	86
第17回 94/10/19 (人間情報科学 第14回)	聴覚的イメージ、聴覚的表象および聴覚 知覚の空間	Roy D. Patterson (MRC, UK)	19	51
第18回 94/11/14 (音声言語処理技術 第3回)	技術における基礎研究とプロジェクト	瀧 一博 (東京大学)	44	106
第19回 94/11/16 (人間情報科学 第15回)	立体視のメカニズムの理解を目指して	Ian P. Howard (York Univ.)	31	71
第20回 94/12/20 (光電波科学 第2回)	水滸伝：ステップ周波数方式レーダ - 地中レーダから3次元レーザ・マイクロビジョンまで -	飯塚啓吾 (Univ. of Toronto)	54	105

日 時	演 題	講 師 等	参加者	
			社外	総数
第21回 95/1/18 (人間情報科学 第16回)	合同講演：脳における物体認識1	Irving Biederman (Univ. of SC), Keiji Tanaka (RIKEN), David Perrett (Univ.of ST.Andrews)	54	97
第22回 95/1/20 (人間情報科学 第17回)	パネル討論会：脳における物体認識2	Tomaso Poggio (MIT), Irving Biederman (Univ.of SC), Vicki Bruce (Univ.of Stirling), David Perrett (Univ.of ST.Andrews), Mikael Tarr (Yale Univ.)	46	85
第23回 95/4/12 (音声言語処理技術 第4回)	朗読音声から自発発話音声へ 自由発話音声のイントネーション、タイミング、分節音縮退のモデル化	藤崎博也 (東京理科大) Klaus J. Kohler (Univ. Kiel)	49	96
第24回 95/5/22 (音声言語処理技術 第5回)	韻律構造の基本的性質と多様性	Mary Beckman (Ohio State Univ)	35	72
第25回 95/5/25 (人間情報科学 第18回)	画像打ちのレリーフ - 心理物理学的アプローチ -	Jan J. Koenderink (Utrecht Univ)	17	47
第26回 95/5/26 (人間情報科学 第19回)	クオークとジャガー - Adventures in the Simple and the Complex -	Murray Gell-Mann (Santa Fe Institute)	35	124
第27回 95/6/9 (人間情報科学 第20回)	進歩的学習理論-学習機械のための カリキュラムの設計-	浅田春比古 (M.I.T)	14	41
第28回 95/6/12 (人間情報科学 第21回)	合同講演：仮想人間 - 自律性とリアリズムへの挑戦 -	Nadia M. Thalmann (Univ.of Geneva) Daniel Thalmann (SFIT)	45	95
第29回 95/6/23 (人間情報科学 第22回)	コンピュータ免疫システムに向けて	Stephanie Forrest (Univ.of New Mexico)	10	52
第30回 95/7/3 (人間情報科学 第23回)	LIFIAにおけるロボット視覚の研究動向	Radu Horaud (LIFIA)	8	43
第31回 95/7/11 (人間情報科学 第24回)	哺乳類における聴覚の進化 哺乳類の音源定位能力と視覚の意外な関係	Henry E. Heffner (Univ.of Toledo) Rickye S. Heffner (Univ.of Toledo)	14	44
第32回 95/8/28 (メディア科学 第1回)	米国メリーランド大学におけるコンピュ ータビジョンの研究	Larry S. Davis (Univ. of Maryland)	64	118
第33回 95/10/24 (人間情報科学 第25回)	発声発話訓練のための計算機による支援システム - 外国語なまりを矯正できるか -	Diane Kewley-Port (Indiana Univ)	14	46
第34回 95/11/1 (人間情報科学 第26回)	人と機械の視覚物体認識	Shimon Ullman (Weizmann Institute)	23	83
第35回 95/12/8 (人間情報科学 第27回)	人と機械のコミュニケーション様式	James L. Flanagan (Rutgers Univ)	4	85
第36回 96/1/12 (メディア科学 第2回)	ボリューム・ビジュアライゼーションの 動向	Arie E. Kaufman (State Univ. of New York)	11	54
第37回 96/1/22 (人間情報科学 第28回)	合同講演：顔と3次元物体の認識 - その心理物理学的研究 -	Tomaso Poggio (MIT), Hiroshi Ando (ATR), Michael Lyons (USC) Shimon Edelman (Weizmann Institute)	72	127
第38回 96/1/23 (人間情報科学 第29回)	合同講演：顔と3次元物体の認識 - その計算論的研究 -	Heinrich Buelhdoff (Max-Planck Ins), Alice JO'Toole (Ucniv. of Texas) Philippe Schyns (Univ. of Glasgow), Mike Burton (Univ. of Glasgow)	54	84
第39回 96/1/24 (人間情報科学 第30回)	合同講演：社会的な信号の担い手として の顔の役割	Vicki Bruce (Univ. of Stirling), Sakiko Yoshikawa (Otemon Gakuen Univ.) Nancy Etcoff (Harvard Medical School)	37	63
第40回 96/1/25 (人間情報科学 第31回)	合同講演：コミュニケーションにおけるマル チモーダルな情報の担い手としての顔	Dominic Massaro (UC Santa Cruz), Kaoru Sekiyama (Kanazawa Univ.) Eric Bateson (ATR), Christian Benoit (Universite Stendhal)	35	80

## 9. ワークショップ・シンポジウム開催状況

年	月	ワークショップ名又はシンポジウム名
1986	9	通訳電話ワークショップ
1987	11	自然言語対話理解ワークショップ
1988	7	ニューラルネット国際ワークショップ
1989	11	音声知覚・生成ワークショップ
	12	自動翻訳電話基礎研究シンポジウム
1990	7	画像理解：3次元形状の表現と認識ワークショップ
	10	アクティブパーセプションワークショップ
	11	知覚・認知ワークショップ
		音声知覚・生成ワークショップ
	12	国際光宇宙通信ワークショップ
1991	7	低次元半導体量子構造の新物理に関するサテライトミーティング
		次代言語処理国際ワークショップ
1992	6	通信ソフトウェアのための新しい方法論ワークショップ
1993	6	アンテナワークショップ
	10	人工生命研究第2回シンポジウム
	11	音声翻訳国際ワークショップ
	12	臨場感通信会議システム国際ワークショップ
1994	1	顔と物体認識に関するミニシンポジウム
	9	音声知覚・生成ワークショップ
	10	通信ソフトウェア工学国際ワークショップ
1995	1	顔と物体認識に関するシンポジウム
	4	自由発話処理のための韻律の計算モデルに関する国際ワークショップ
	10	第3回フィーチャインタラクション国際ワークショップ
	11	第2回臨場感通信会議システム国際ワークショップ
1996	1	顔と物体認識に関するシンポジウム
	3	知的エージェントワークショップ
		高密度原子ステップ面の応用シンポジウム
		光電波融合技術と通信への効用シンポジウム

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
A T R に お け る 主 な 出 来 事		<div style="border: 1px solid pink; padding: 5px;">(株) エイ・テイ・アール通信システム 臨場感通信会議の要素研究、通信ソフト自動生成の研究</div>						
		<div style="border: 1px solid blue; padding: 5px;">(株) エイ・テイ・アール光電波通信研究 光衛星通信、移動通信、通信デバイスの要素技術の確立</div>						
		<div style="border: 1px solid green; padding: 5px;">(株) エイ・テイ・アール視聴覚研究所 人間の情報認識機構の解明 <span style="float: right;">試験研究期間： 7年 試験研究費： 13.7億円</span></div>						
		<div style="border: 1px solid yellow; padding: 5px;">(株) エイ・テイ・アール自動翻訳電話研究 一定制限のもとで音声翻訳の基礎技術確立 <span style="float: right;">試験研究期間： 7年 試験研究費： 16.6億円</span></div>						
		(株) 国際電気						
	3月：電気通信基礎技術研究所設立準備会発足	3月：(株) 国際電気通信基礎技術研究所設立 4月：通信システム研究所設立 4月：光電波通信研究所設立 4月：視聴覚機構研究所設立 4月：自動翻訳電話研究所設立 4月：暫定研究所開所 (大阪ビジネスパーク) 7月：ATR本研究所起工式	1月：中山郵政大臣ご視察	7月：深谷郵政大臣ご視察	3月：ATR本研究所開所 2月：ATR本研究所竣工		5月：天皇・皇后両陛下ご	3月：人間情

# の 歴 史 (年表)

1993	1994	1995	1996~
<p><b>研 究 所</b></p> <p>試験研究期間：10年 試験研究費：167億円</p> <p>成果管理業務</p>			
<p>(株) エイ・テイ・アール 知能映像通信研究所</p> <p>マルチメディアを対象としたコミュニケーション環境とその支援技術の確立</p> <p>試験研究期間：7年 試験研究費：123億円</p>			
<p><b>所</b></p> <p>試験研究期間：10年 試験研究費：166億円</p> <p>成果管理業務</p>			
<p>(株) エイ・テイ・アール 環境適応通信研究所</p> <p>人間の適応能力に学んだ環境適応型 讓歩王通信システム基盤技術の確立</p> <p>試験研究期間：7年 試験研究費：119億円</p>			
<p>成果管理業務</p>			
<p>(株) エイ・テイ・アール 人間情報通信研究所</p> <p>人間の情報生成、情報統合、情報圧縮生成などの技術確立</p> <p>試験研究期間：9年 試験研究費：160億円</p>			
<p><b>所</b></p> <p>成果管理業務</p>			
<p>(株) エイ・テイ・アール 音声翻訳通信研究所</p> <p>自然な会話の音声翻訳の技術確立</p> <p>試験研究期間：7年 試験研究費：160億円</p>			
<p><b>通 信 基 礎 技 術 研 究 所</b></p>			

<p>報通信研究所設立</p> <p>3月：音声翻訳通信研究所設立</p> <p>3月：視聴覚機構研究所プロジェクト終了</p> <p>3月：自動翻訳電話研究所プロジェクト終了</p> <p>1月：自動翻訳電話三ヶ国国際共同実験実施</p> <p>4月：ATR成果報告会</p>	<p>3月：知能映像通信研究所設立</p>	<p>3月：環境適応通信研究所設立</p> <p>3月：通信システム研究所プロジェクト終了</p> <p>3月：光電波通信研究所プロジェクト終了</p> <p>4月：ATR成果報告会</p>
<p>9月：ITU京都全権委員会協賛電気通信機器展出展</p> <p>視察 9月：皇太子同妃殿下臨場感通信ご体験</p> <p>4月：秋篠宮同妃殿下ご視察</p>	<p>8月：井上郵政大臣ご視察</p>	

# ATR 10年間の人の歴史

会社名	組織名等	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96			
国際電気通信基礎技術研究所	代表取締役会長	花村 仁八郎													
	代表取締役社長	日裏 泰弘													
	代表取締役副社長	吉田 匡雄													
	代表取締役副社長	葉原 耕平													
	取締役相談役	日向 方齊					宇野 收			川上 哲郎					
	取締役相談役	真藤 恒				山口 開生									
	取締役(非常勤)	宮野 昇太郎		大角 晴康					村田 亘弘						
	取締役(非常勤)	房野 夏明													
	取締役(非常勤)	城水 元次郎		戸田 巖				宮脇 陞							
	経営企画部	取締役経営企画部長	取締役企画部長兼務												
		次長						牧野 考裕			山田 順一				
		事業企画課長	古賀 誠一												
		主幹研究員	森田 博文												
	企画部	取締役企画部長	吉田 裕			岡田 桂治			松田 晃一			和佐野 哲男			
		次長	吉川 憲昭		藤重 雅志				高橋 保						
		主幹研究員	下瀬 敏明				山田 順一								
		主任研究員	木本 隆三			津保 良博			藤井 弘三			石田 秋継			
		担当課長	戸沢 護夫			内山 公昭									
		開発室	開発室長	田島 孝											
			次長	中西 智											
	主任研究技術員		飯塚 稔												
	渉外部	取締役渉外部長	上田 義矩					粟倉 敏博			田中 悟				
		担当課長	藤本 寛					酒見 弘人							
	総務部	取締役総務部長	奥野 藤樹			西 哲太郎			平川 邦昭						
		担当課長	北川 早美		木村 修		中野 信雄		西川 武浩		紫藤 欣也				
		秘書室長	粟倉 敏博												
		総務課長	顕谷 友幸					一色 珠夫			山崎 幸治郎				
		人事課長	伊藤 功			田村 日出夫			山田 泰造			柏 敏久			
		施設管理課長	戸沢 護夫				東野 公一				松本 茂男				
	経理部	取締役経理部長	泉 清二		向山 晴凱			小林 功			石渡 隆人				
担当課長		梶 俊夫				藤本 寛									
財務課長		松田 新		吉本 克己		松本 東一郎			大澤 淳二						
担当課長(不動産)		吉本 克己			中本 健二			岸田 正夫		山崎 優					
購買課長		関口 雄志郎	吉本 克己		北川 早美			大西 義晴			森口 幹夫				
資金課長		長田 和司		橋本 哲司		福本 昭久			芝野 和祥		池谷 喜章				
通信システム研究所	代表取締役会長	葉原 耕平													
	代表取締役社長	山下 紘一					寺島 信義								
	企画課長	中島 章雄		川淵 和彦			奥田 恒男			佐藤 芳彦					
	通信ソフトウェア研究室長	門田 充弘			竹中 豊文			太田 理							
	知能処理研究室長	小林 幸雄				岸野 文郎									

ATR 10年間の人の歴史

会社名	組織名等	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	
音声 翻訳 通信 研究所	代表取締役会長								葉原 耕平				
	代表取締役社長								山崎 泰弘				
	企画課長								宮本 安隆				
	第1研究室長								匂坂 芳典				
	第2研究室長							匂坂 芳典	樋口 宜男				
	第3研究室長								飯田 仁				
	第4研究室長								森元 逞				
人間 情報 通信 研究所	代表取締役会長								葉原 耕平				
	代表取締役社長								東倉 洋一				
	企画課長							川畑 芳彦			市川 保男		
	第1研究室長							河原 英紀					
	第2研究室長							赤松 茂					
	第3研究室長							川人 光男					
	第4研究室長							東倉 洋一					
	第5研究室長							矢野 澄男		金次 保明			
	第6研究室長						東倉 洋一	→ 下原 勝憲					
光電 波通 信研 究所	代表取締役会長	葉原 耕平											
	代表取締役社長	古瀆 洋治						猪股 英行					
	企画課長	高橋 昭夫			田上 隆			奥村 一郎					
	無線通信第1研究室長	安川 交二			藤瀬 雅行			唐沢 好男					
	無線通信第2研究室長	相川 正義			赤池 正巳			小川 英一					
	通信ITハイ研究室長	藤本 勲			小林 規矩男			渡辺 敏英					
知能 映像 通信 研究所	代表取締役会長										葉原 耕平		
	代表取締役社長										中津 良平		
	企画課長										荻原 正夫		
	第1研究室長										中津 良平		
	第2研究室長										間瀬 健二		
	第3研究室長										井上 誠喜		
	第4研究室長										片桐 恭弘		
自動 翻訳 電話 研究 所	代表取締役会長	葉原 耕平											
	代表取締役社長	樽松 明						葉原 耕平					
	企画課長	脇野 清記			中島 敏治			宮本 安隆			酒見 弘人		
	言語処理研究室長	相沢 輝昭			樽松 明			飯田 仁					
	データ処理研究室長	森元 逞											
	音声情報処理研究室長	鹿野 清宏			嵯峨山 茂樹								
視聴 覚機 構研 究所	代表取締役会長	葉原 耕平											
	代表取締役社長	淀川 英司						葉原 耕平					
	企画課長	岸本 洋一			小玉 直			酒見 弘人					
	視覚研究室長	梅田 三千雄	淀川 英司			上野 圭一							
	認知機構研究室長	中根 一成						下原 勝憲					
	聴覚研究室長	東倉 洋一						淀川 英司					



ATR

ATR

ATR

ATR

10周年記念特集

ATR

ATR

ATR

ATR

ATR