

1.2 各国の研究開発事情と社会への影響

座長	: David Brandin,	米国・前ACM会長
パネリスト	J.M. Cadiou	EC-ESPRITプログラム ディレクタ
	F. Salle	仏国・INRIA 所長代理 (ブル社)
	牧野 力	通商産業省・電子政策課長
	Brian W. Oakley	英国・アルベイプログラム ディレクタ
	Norbert Szyperski	西独・GMD 所長

座長：新世代のコンピュータの国際的研究活動に関するパネル・ディスカッションにご出席いただきありがとうございます。

このパネル討論の目的は、各国における研究プログラムの全容を明らかにし、また、それらを相互に比較することです。また、人材、資金、設備の面の制約について論じ、国際協力の今後の見通しについても触れたいと思います。

世界中の市場においては、予期せぬ何らかの大きな変動があるので、ここで、技術ベースの再定義から始める必要はないでしょう。市場や仕事の場におけるいくつか大きな変動を予期せずには、今日、世界各国に存在する技術ベースを再定義する作業に着手することはできないと思います。

簡単にパネリストを順次に紹介させていただきます。はじめに、ECのESPRITプログラムのディレクター、J.M.Cadiou博士です。次は通産省の電子政策課長、牧野氏です。次は、フランスのINRIA所長、J-L Lions 氏の代理として参加されているF.Salle氏です。次は、英国のALVEYプログラムのディレクター、B.Oakley氏。次は、西ドイツのコンピュータ研究機関GMDの所長、N.Szyperski博士です。

今日の進行についてですが、それぞれの発表者に対する質問も準備しております。もし時間があれば、会場からの質問もお受けしたいと思います。

まず、最初に、図を何枚かごらんいただきたいと思います。今回は技術についての討議を目的とはしていません。私が、図1でいくつかのトピックを示したのは、まだ皆様にこれらが第五世代プロジェクトの研究課題であるという認識を新たにしていきたいからです。今日を含め、今週いっぱい会期中、発表者の方々が、時には違った呼び方をされるかもしれませんが、これらのトピックについて述べられることになっております。

図1 THE TECHNOLOGIES IN FIFTH-GENERATION COMPUTERS

- Artificial Intelligence
- Advanced Software Methodology
- Computer Architecture
- Computer Communications
- VLSI (Gallium Arsenide, JJ)
- Intelligent Man-Machine Interfaces
- Related Supercomputer Technology

図2 RELATED TECHNOLOGIES

- Materials, e.g., Si-Based Sensors (Strain Gauge, Smart Cards, CW Sensors)
- Networking, e.g., Packet Switching (Decentralized Processing, Management, Reliability)
- Local Area Networks, e.g., Ethernet (Networks of P/C's and Workstations)
- Software Engineering, e.g., Programming Environments (Software Productivity, Quality, Reliability, Maintainability)
- Supercomputers, e.g., NEC S1/2 (Mathematical Modeling, Simulations, Graphics)

次は関連研究課題、図2についてです。これらのうちのいくつかはソフトウェア・テクノロジーのように第五世代研究プログラムにおいてしばしば討議されているものですし、また、別の関連研究プログラムにおいて討議されているものもあります。例えば、素材は通産省の次世代産業プロジェクトにおいて取り扱われていますし、スーパーコンピュータは、通産省の超高速コンピュータ・プログラムで取り扱われております。この簡単なスライドからも各国のプログラムを比較するのは大変難しいことがおわかりでしょう。異なるプログラムには異なる資源が適用されており、測定法も異なります。ここで1ドルに当たるものがどこか別の所では240円かもしれないし、同じ会計システムを使用していないかもしれません。

では、アメリカのプログラムについて極く簡単に説明いたします。

過去5カ月間にアメリカにおけるコンピュータのプログラムは非常に広く報道されました。先ず、米国での全国コンピュータ会議を皮切りにヨーロッパにおいて、いくつかの会議が開かれました。ESPRIT 契約者会議、ケンブリッジにおける会議、ロンドンにおける会議、ACM 会議等です。ここで、私は、ストラテジック・コンピューティング・プログラムについてだけ、皆様の記憶を新たにさせていただきたいと思ます。

図3 KEY AREAS OF ADVANCES THAT CAN BE LEVERAGED TO PRODUCE HIGH-PERFORMANCE MACHINE INTELLIGENCE

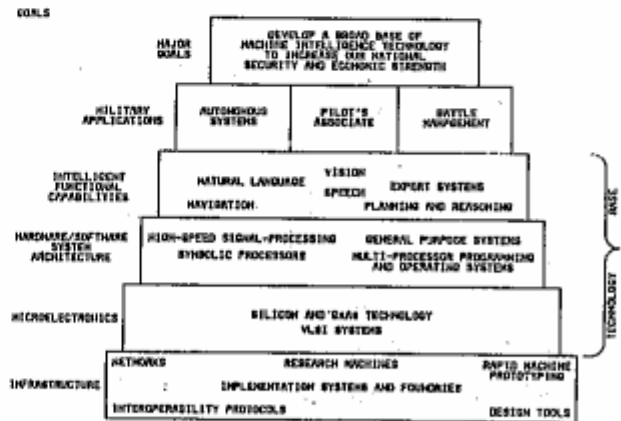
- Expert Systems: Codifying and mechanizing practical knowledge, common sense, and expert knowledge
- Advances in Artificial Intelligence: Mechanization of speech recognition, vision, and natural language understanding.
- System Development Environments: Methods for simplifying and speeding system prototyping and experimental refinement
- New Theoretical Insights in Computer Science
- Computer Architecture: Methods for exploiting concurrency in parallel systems
- Microsystem Design Methods and Tools
- Microelectronic Fabrication Technology

ストラテジック・コンピューティング・プログラムは、国防省の高度研究計画局(DARPA)の下

に設置されたものです。図3は、最近、主に人工知能やコンピュータ・サイエンスとマイクロエレクトロニクスの他の面に重点を置きながら説明するものです。会場の皆様は、この問題について少くともひとつは、論文をお読みになったことがあると思います。ただし、報道関係の方々は別ですが。

次の図4は、ストラテジック・コンピューティング・プログラムの目的が国家安全保障のための人工知能技術利用にあることを示しています。このピラミッドの中心部分は目的が技術ベースの再定義であり、ノイマン型マシンの領域から非ノイマン型マシンの領域への移行を本質とするものであることを示しています。2番目のレベルはDARPAがこの技術を活用しようと考えている軍事レベルを示しています。DARPAが今、技術を強調しようとしているというこの事実が、彼らは既に基礎研究の段階を終えて応用、デモンストレーションの方向に向かっていることを表わしています。これは日本の場合も同様です。

図4 PROGRAM STRUCTURE AND GOALS



次の図5は、少くとも初期の段階では、このプログラムに対して多額の資金が投入されたことを示しています。この額はDARPAの情報処理プログラムに与えられた通常の資金の中では最高のものです。今後4～5年の資金については未定であり、これがどの程度うまく行くかによって決まると考えられます。皆様がこのプログラムをどう評

値するにしても、これは、多分、種々の第五世代プロジェクトの中で、一つのプログラムとしては

図5 STRATEGIC COMPUTING COST SUMMARY
IN MILLIONS OF DOLLARS

	FY84	FY85	FY86	FY87*	FY88*
Total Military Applications	6	15	27	TBD	TBD
Total Technology Base	26	50	83	TBD	TBD
Total Infrastructure	16	27	36	TBD	TBD
Total Program Support	2	3	4	TBD	TBD
TOTAL	50	95	150	TBD	TBD

* Out-year funding levels to be determined by program progress.

最大のものでしょう。ここに示された資金は、技術ベースの再定義にとっては非常に重要なことです。このプログラムはESPRIT, ALVEY, ICOT等のプログラムと同様、非常に長期にわたるものです。もし、技術を再定義しようというのであれば長期でなければなりません。この種のプログラムを簡単に始めたり、やめたりすることは不可能であり、日本や他の国の政府の方々には、これらのプログラムは始めから終わりまで、継続的に資金を出していただかねばならないという認識を切に望みます。あるアイデアに対して基礎研究から生産までずっと資金を出せる日本の能力は欧米で長い間賞讃されてきました。第五世代プロジェクトにおける資金が、もし同様に継続的でない場合には、このプログラムは、そんなにうまくいかないでしょう。

さて、アメリカ国内においては、国防関係がコンピュータ・科学の研究のほとんどに出資している傾向はありますが、他にも研究資金があるということを知ることが重要であります。次の図6は、普通は、第五世代に関連があるとされていないいくつかの出資部門をまとめたものです。このデータは1980-1982の情報から取られています。1982年以降は、この種のデータは段々入手が困難になり、事実上、公表されることがなくなったからです。一番上には、国防省が第五世代技術と非

常に関係があるとしている分野が示されていますが、これらは、録音された音声を通じての安全作業システムから分散システムまで、いろいろなものが含まれています。次に第2, 第3段の説明は、第五世代テクノロジーと非常に関係のあるいくつかの簡単なプログラムに対する他のレベルの出資についてであり、第2段目は3000万ドル、第3段目は約6000万ドルとなっています。

図6 OTHER DARPA PROGRAMS*

- Information Sciences and Communications Milieu
Secure Operating Systems, Robust Communications Networks, Packed Switching, Packet Voice, Satellite Communication, Machine Intelligence, Smart Sensors, Image Understanding, VLSI CAD, Distributed Processing
- Computers and Communications Sciences
Intelligent Systems (\$16 Million)
Advanced Digital Structures and Network Concepts (\$18M)
- Integrated Communications and Control Technology
Distributed Information System (\$16M)
Advanced Communications and Control and Communication Technology (\$23M)
Systems Cybernetics Technology (\$25M)

*1980-1982 Sources

次の図7は、これもアメリカ人なら良く知っているものですが、いわゆるVHSIC、つまり、超高速集積回路と呼ばれるプログラムを示しています。

図7 VERY HIGH SPEED INTEGRATED CIRCUITS PROGRAM
(VHSIC)
(1980-1986)

- Integrated Circuits for 1985+ (Future Systems)
Design, Architecture, Software and Test
Fabrication, Lithography, CAD and Production
- IC Technology (Speed, Size, Weight, Power, Reliability, Tolerance)
- Phase 0 Study Phase (Device Technology, Interconnect, Packaging Trade-offs, etc.) (1980-81)
- Phase 1 Subsystem Technologies, High Resolution Lithography (1981-84) \$168M
- Phase 2 Production Capability (Lithography, Fabrication, Design, Architecture, Test) (1983-86) \$75M
- Phase 3 VHSIC Support (High Resolution Lithography, Increased Chip Utilization, Fault Tolerance, Advanced CAD (1980-86) \$60M

これは、フォトグラフィー・デザイン・アーキテクチャとコンピュータ化された設計・生産の分野における1980~1986の7年間にわたる何億ドルもかけ

たプログラムです。1984年度の支出は約1億ドルです。これは、産業界からかなりの参加があり、丁度、日本の超高速計算プログラムにおけるガリウムと素の研究がICOTの研究に関係しているように、米国における第五世代研究のすべてに関係があります。

米国では、他にも多くの活動が行われています。次の図8は、国防関係以外のプログラムの中から4つを説明したものです。これは、この数年間に着手された計画や設立された研究施設です。ノースカロライナ・マイクロエレクトロニクス・センター・半導体研究所、3番目は何の頭文字か忘れましたが、ミネアポリスにあるマイクロエレクトロニクスの研究プロジェクトです。4番目は、集積システムセンターでスタンフォード大学内にある素晴らしい研究所です。MCC社からは、たくさんの方々が出席しておりますが、国防省とMCC社の出資によるソフトウェア・エンジニアリング研究所についての説明は省略します。

図8 OTHERS US PROJECTS

MCNC	- \$94 Million - Vertically Integrated VLSI Design Systems, Fast Prototyping, Fabrication Facilities
SRC	- \$29 Million (1982-84) - Microstructures - System Components, CAD, CAM
MEIS	- \$2 Million - Microelectronics, Architecture, Software Engineering
CIS	- \$30 Million (\$14M + Facility) - Knowledge based VLSI Design, Architectures, CAD Graphics

AT&T, IBMによって行われている研究については残念ながらその内容を存じませんので、皆様にお話しすることができません。このくらいでアメリカのプログラムについての説明を終わりにしたいと思います。何か質問があれば最後の質疑応答の時間をお願いいたします。まず、最初の発表者をご紹介致します。

プログラムに印刷されている順序どおりに進みたいと思います。次の方は、ヨーロッパ共同体(EC)のESPRITプログラムのディレクターであるJ.M.Cadiou 博士で、議題は、ESPRIT プロ

グラムと、ヨーロッパにおける情報テクノロジーへの取り組みについてです。

CADIU: 先ず、初めに、この会議を企画された方々に、第1日目の大部分を国際活動、特にヨーロッパの活動にあてて下さいましたことにお礼を申し上げます。

私は、ESPRIT、正式には、欧州情報工学研究開発戦略計画と申しますが、これについてお話しいたします。ESPRIT はヨーロッパの経済共同体つまりECのプログラムですが、何故、ESPRIT が現在の形になったのかご理解いただくために、そのバックグラウンドについて少し説明させていただきます。ECは10カ国からなっていて、2億7千万人の大市場であり、年間国民総生産は1兆6千億ドルにのぼります。

次にヨーロッパの持っている、情報工学の分野での成功に必要ないくつかの要素を挙げましょう。全部はあげませんが、いくつかの事実について申し上げますと、例えば、科学の分野においては、私達は、根強い伝統を持っているということです。これは、ノーベル賞の創設以来、私達は、物理、化学、フィールド・メタル、数学等の分野においてアメリカよりも多くの受賞者を出してきたことにも表われています。これは過去10年間には、さらに顕著です。核の分野でのCERN(核研究ヨーロッパセンター)は科学におけるヨーロッパの協力が成功した良い例です。そして皆様もご存知のように、コンピュータの分野では、PASCAL, ADA, PROLOG がいずれもヨーロッパで生まれています。チューリング賞受賞者の多くがヨーロッパから出ていることは申し上げるまでもありません。ちなみにチューリングもヨーロッパの人です。

次に技術と産業についてですが、スペース研究所、AREAN及びエアバスの3つの例をあげるにとどめたいと思います。これらは、特に協力体制ができた場合に、ハイテクノロジーの分野で、ヨーロッパが成功する力のあることを示す3つの例

です。情報技術の分野ではヨーロッパは特にテレコミュニケーションに強味があり、その輸出では、ヨーロッパ産業は、世界のトップであります。しかし、ヨーロッパにもハンディキャップはあり、その最大のものは内部から生じています。つまり、歴史的に非常に深い根を持つ、文化、言語、市場及び産業における分裂という問題です。従って、この分裂という問題に対する配慮を抜きにした研究は絶対に成功しません。

情報技術の分野での我々の研究には、研究開発における国をこえた協力、EC 全国の電気通信ネットワーク、標準化、域内貿易といった4つの主な方策がとられていて、全てヨーロッパの分裂、分断を減らし、団結を強めることを目的にしています。戦略的な問題の詳細については、説明を省略致しますが、情報技術の分野での成功は、ヨーロッパ経済にとって非常に重要だということを申し上げておきます。と言うのは、我々の経済の約2/3はその競争力如何にかかっているからです。更に、これが非常に重要であるということに加え、今や、この重要性が一握りの知識人官僚のみでなく一般大衆にも認識されてきていることが、非常に大切なことです。

ここでESPRITプログラムの3つの基本的な目標について説明いたします。まず、第一はR&DにおけるEC内の国際協力で、ESPRITプログラムの基本となっています。前競争段階のR&Dにおける競争力の推進がまず第一であり、前競争的段階というごく早い時期からスタートすることは、非常に大切なことであります。そして、ヨーロッパにおける国境を越えての協力増進の副産物として、人々がお互いに知り合い、理解し合い、その結果、先に私がお話しました分裂を減らすのに大変重要な役割を果たすだろうと考えられています。

第二の目標は技術的なもので、5~10年間でヨーロッパ産業が競争力を持つようにすることです。第三の目標は、標準化です。これも分裂を減らし、

システムの相互運用性を促進するのに重要なことです。私達は、国際標準作成を促進するためにも技術的にしっかりした基礎に基づく標準ののって研究することが非常に大切だと信じています。勿論、私は、保護主義的な標準を意味しているわけではありません。そうだとしたら、世界市場にとっては、非生産的な結果になるでしょうが、国際的に承認された標準を持つことは健全な国際競争にとっては非常に重要なことです。

図9 ESPRIT MODALITIES + MECHANISMS

- Precompetitive R & D Projects
 - Industrial
 - Cooperative
 - High risk
- 10 year framework - 5 year 1st phase
- 1.5 billion Ecus -1st phase
- 50% Community - 50% Participants
- Administered by ECC
- Operations Cycle
 - Planning Process
 - Call for Proposals
 - Projects
 - Evaluation
- Type A/Type B Projects
- Technology Transfer

さて、図9は、ESPRITプログラムの主な特色とメカニズムについてまとめたものです。このプログラムは、前競争的性質をもつ、すなわち、生産開発の源となるプロジェクトからなっています。

研究は欧州共同体内で行われなければならない、共同体市場の中の少なくとも2カ国の、少なくとも2つの産業パートナーによってなされることが条件です。勿論、産業部門のパートナーに加え、大学や研究所の参加も可能です。私達は、現在、新しく研究センターを設立する方法はとらず、その代わりに分散研究、分散契約の方式を採用してい

ます。これはヨーロッパの事情、即ち、分裂した状況に適したやり方です。単一のセンターを設置した場合には、技術移転に対する障害となることでしょう。このプログラムは10年計画ですが、前半の5年間は、既に承認されました。総額15億ECU、つまり約13億ドルのプログラムです。ところで、私達の場合、問題は、資金よりもむしろ伝達技術において有力な働きをする資格のある人材であります。出資は、ECが50%、参加国が50%となっており、この割合は、参加国がこのプロジェクトにある程度の発言権を持つことを保証するのに適切だと考えています。これはECと2つの委員会とによって運営されています。一つはメンバー諸国の代表からなり、もう一つは産業、大学、ユーザ等、あらゆる関連分野の人間から成る諮問委員会です。

図10 ESPRIT: SPECIAL ACTION AREAS

- Advanced Microelectronics
- Software Technology
- Advanced Information Processing
- Office Systems
- Computer Integrated Manufacturing

図11 1984 STATUS

- 28 February 1984: Council decision
- 7000 information packages mailed
- 441 proposals received (total 1.75 billion ECUS)
- 110 projects supported
 - 550 companies, institutes, universities
 - 6000 man years
- 1985 cycle under way

運営方法は、5年間の枠の中における年間運営サイクルを基本にしています。これは、このプログラムは、目的達成のためのものであり、時間とお金の浪費になるような、単にお金を使うための

プログラムではないからです。これは、かなりの程度まで産業プランに沿った5年間のスライド式プランである立案のプロセスを持った一種のスライド式サイクルです。非常に進歩の速いこの分野において、柔軟性を保つことが非常に重要だと考えられるので、毎年、状況を調査し、作業計画を一年毎に作成・変更します。

立案は中央でなされるのではなく、専門家のグループや委員会を通じて行われ、その委員会やワーク・ショップには、ヨーロッパの一流の人々約300人が参加しています。ですから、これは、人々が集まって問題を討議するのに、それ自体で非常に有効な下から上へのボトム・アップのプロセスです。これは、ブリュセルの官僚が勝手に作りあげ、命令するようなプログラムではありません。立案からスタートし、プロポーザルの募集・評価、そして契約をした後プロジェクトに着手、その成果が評価され、それが立案にフィードバックされるとしたサイクルです。第一のサイクルは、この考え方をテストする為に、極く小規模にパイロットプロジェクトとして1年前に始められました。

図10は、これは、ESPRITが重点を置いている5つの分野を示したものです。1番から4番までのプロジェクトの予算はほぼ同じであり、5番目のは他の約半分です。始めの2つは、マイクロエレクトロニクスとソフトウェア技術の基礎的分野であり、3番目の高度情報処理は、このシステムのアーキテクチャの分野であり、これは多分、日本の第五世代プログラムに最も似ていると思われます。最後の2つは、一般的応用、オフィスシステム、コンピュータ制御による製造であり、これは最初の3つにフィードバックされ、技術進歩の指針となるものです。

時間の都合で、マイクロエレクトロニクスに関しては省略し、ソフトウェア技術に移りたいと思います。皆様もご存知のように、ソフトウェア技術の分野は非常に金がかかる、非常に難しい分野

で、不一致やキャップが非常に大きく、プログラムの目的は、実はこのキャップを埋めることなのです。中でも特にシステム間の不適合の原因となる「産業間の不一致」をなくすことを目的にしています。また研究の方法、産業の方法におけるキャップを埋めることも、目的となっています。

このプロジェクトは、1年前に始められた可動共通ツール環境と呼ばれています。このプロジェクトにはオリベッティ、ブル、ジューメンス、GEC、ニクスドルフ、ICLといったヨーロッパの主なコンピュータ・メーカーのほとんどが参加し、その目的は、ツール開発のための基礎となる支援構造を提供することです。これはUNIXによる目的管理システムによる研究ですが、ADAインタフェースもあります。第一号のプロトタイプが完成し、先月UNIXにおいてテストされました。また、構成管理システムへの試用もやはり先月行われ、その有効性が証明されました。

次の分野は、システム分野、高度情報処理で、その目的は、将来の応用のためのアーキテクチャを整えることです。ここでは、言わば進化による研究方法と革新的研究方法とのバランスをとらなければなりません。ある観点から見ると、例えば、データベースと知識ベースの間には連続性があり、従って、目標を非常に注意深く見すえなければならぬと思います。ESPRITは5～10年の期間の枠で目標を決めていますが、それ以後のことはまだ未定です。私達はいくつかのプロジェクトをスタートさせましたが、その全てについての説明は省きます。

私達は、昨年は5つのプロジェクトをスタートさせましたが、その1つは述語論理マシンでローキーと呼ばれる大変興味深いものです。その興味深い点というのは従来のデータベース、従来のソフトウェア、従来の図表パッケージからスタートして、その上に述語論理マシンを作り上げたことです。この結果、私達は非常に作業速度をあげる

ことができ、航空機のデザインへの応用も比較的早くできるようになりました。

今年、新しいプロジェクトに着手することになっています。これにはフィリップス、ニクスドルフ、ブル、他にはGEC、イタリアン・テレコミュニケーション社等が参加します。このプロジェクトでは、目的志向型マシン、関数型マシン、論理志向型マシンの共有性を探り、次にさきを決めていわゆる連結マシンと呼ばれるものに移行しますが、ここでの目標は今述べた事に加えて1987年までに目的志向型マシンの高度並列のプロトタイプ及び述語論理型マシンを作るというアプローチをとります。関数型マシンのデータはその翌年、連結マシンは1989年になります。

次に、私達の現状と計画についてお話し致します。図11のとおり昨年、小規模にスタートした後2月末に共同体の委員会の決定を得、早速ぼう大な情報を発表し、2カ月後には、当初2千億ECUの予定に対して175億ECUを要する440のプロポーザルを受けました。このことからヨーロッパにはこのプログラムへの参加に対する関心が非常に強いことがわかります。今年はいくつかの大小プロジェクトを含めて全部で110のプロジェクトを支援する予定であり、これにはヨーロッパ中の550の会社、研究所、大学が参加することになっています。既に、1985年度のサイクルに着手し、新しいワークプランは行政当局の承認を待つばかりという段階です。

先に述べましたように私達は、初期段階にあるわけですが、既に興味深い結果を示すいくつかのプロジェクトがあります。私達はヨーロッパにおける協力の舞台を用意し、その副産物としてはフィリップスとジューメンスのマイクロエレクトロニクスにおける協力やミュンヘンのブル、ICL、ジューメンスの共同研究所のような明らかな成果ができています。この共同研究所のガレル氏は、ここに出席されています。

標準化に関係する作業もずいぶんなされましたが、これらは、いずれも何らかの点でESPRITの存在に影響を受け、あるいはそのおかげで成功したものばかりです。勿論、まだスタートしたばかりですので、最大の難関はこれからのり越えねばなりません。静聴ありがとうございました。

座長：次の方はパリのブルグループ技術研究の副所長であるFrancoise Salle氏です。同氏はフランスINRIAの所長、Lions 教授の代理で発表されます。

SALLE: 皆さん、私は先ずLions教授からの遺憾の意とおわびとお伝えしたいと思います。教授は、INRIAの所長で「人工知能におけるフランスの努力」について発表することをお受けしたのですが、今月1日付でフランス国立宇宙局KNESの所長に任命され、今回の出席及び発表ができなくなったため、私が代理として発表することになりました。

さて本題ですが、フランスでの研究活動がどのように組織されているかについて簡単に述べてみたいと思います。ESPRITプロジェクトや他の国際プロジェクトの関係についても、勿論、触れるつもりです。ご存知のとおり歴史的にフランスでは人工知能の研究が非常に活発に行われてきました。いくつかの名前を挙げるとすれば、ゲームと自然言語の研究に活躍したピハラ、問題理論の出版のジャーナル・ユエ、機械翻訳における形態認知の領域のジャンクロード・シモン、アソシエイツのコレメロワ — 彼は明日、最先端のプログラミング、特にプロログについて発表します — 等が浮かんでくると思います。

現在、私達がしていることとお話する前に、フランスでは研究がどのように組織され、どのように取扱われているかについて考えてみたいと思います。先ず多くの公立研究所があります。最も重要な組織はCNRS、つまり国立科学研究センターです。CNRSはそれ自体の研究所、即ちCNRSの

金額出資による研究所を持っています。パリ・オルセーのLRI、やLIMSLN、トゥールーズのLASです。他にも多くの提携研究所を持っています。提携研究所というのは大学の枠の中で運営されるけれどもCNRSから資金及び器材の面で多大の援助を受けているという場合です。いくつか、例を挙げれば、パリ第6, 7, 8大学, オルセー, グルノーブル, ベッシュ, トゥールーズ, レヌ, ナンシー, マルセイユ大学等にCNRSの提携研究所があります。

CNRSに次いで、データ処理及び自動制御の重要な研究所がありますが、それはINRIAです。最後に、通信省のCNET研究所がありますが、これは通信技術、データ処理、エレクトロニクスの非常に大きな研究所です。

これらの公立研究所と並んで、自社の研究所を持っている大企業がたくさんあります。私が属しているブルグループ、Marcoussis研究所を持っているCGEグループ、それにトンプソングループ等が挙げられるでしょう。研究を計画、促進するためにフランスで用いられている活動様式は様々です。はじめの2つはCNRSの後援によるものですが、このことは必ずしもCNRS研究所にだけしか適用できないという訳ではなくて、これらの活動がCNRSの枠の中で運営されているということです。第一の様式は「主題によるプログラム活動」つまりATPで種々の研究所で行われている同じ領域の中の様々なテーマの研究を調整し、協力を生み出そうというものです。第二はGRECO つまり研究協力グループでこれは目的は第一と同じですが実質上一つにまとめる、つまり同じCRECOの中で扱われている全てのテーマは実際は一緒に研究されているということです。最近になって、フランスでは1981年に電子技術のための動員計画、「Program mobilisateur pour la filière électronique」ができました。これは非常に翻訳し難いですが、ただ、これは情報・エレクトロニクス技

術、つまり半導体、情報処理、テレコミュニケーション等ですが、この分野のためのインセンティブ・プログラムであるということだけは申し上げておきましょう。このプログラムは省レベルで運営されています。具体的には、研究省によって調整されているが資金は産業省、通信省など他の全ての省から出されているということです。この計画の2つの主なプロジェクトはナショナル・プロジェクトと、PRC、即ち共同研究プログラムです。前者は産業への技術の移行を目的とするプロジェクトです。つまりこのプログラムは研究レベルの変換を促進するために設定されたということです。研究においてあるレベルに達したら、その研究成果が産業界にも現れるよう率先して努力しようという主旨なのです。共同研究プログラムは研究それ自体を目的としています。

さて、今日の本題である人工知能とその関連トピックに戻りましょう。1980年から1983年頃まで、この主題は、「主題によるプログラム活動」つまりATPによって研究レベルにおいて統合されていたことは前に述べた通りです。このATPは人工知能と名付けられました。今日ここに出席で、現在、ICL、ジューメンズ、ブルの共同研究所所長であるガレール氏が議長に任命され、1983年に終了しました。1982年に、この領域における更に範囲なプログラムを作るために2つの計画がスタートしました。第一のものは、CNRSで始められ人工知能についての研究グループです。第二のものは、INRIAによって始められ、知能情報処理システムの意味でSICOクラブと名付けられました。知識システムです。このクラブは研究と産業の両方のテーマからなっています。双方の活動がうまく統合され、共同レポートではフランスの研究機関及び関連産業の視点をもりこんでいます。このレポートは1983年春に出され、人工知能及びそれに関連した分野における一連の研究を、特にツール、知識処理システム、マン・マシン・インタフェースに

ついでの研究を勧告しています。それで、このレポートは、前述の動員計画に提出され、種々の面から討議が行われました。その結果、1984年初めにこの分野において、3つの統合研究プログラムをスタートすることが決定されました。フランス国内で、CNRS, INRIA, CNET及び企業の研究所等により研究されていることの分野のいろいろなテーマを含む3つのプログラムは、多分、約200名の研究者を動員することになるでしょう。関心をお持ちの方々もおられるでしょうから申し上げたいのですが、この会議に出席のモーリス・ニヴァ氏がその委員会の議長として、この3つの統合プログラムについての定義をされました。人工知能の基本ツール及び方法と呼ばれる第一番目のプログラムは、高度プログラミングにおけるGRECO即ち統合研究グループに直接関連しています。このプログラムの主題は基本的手法の研究、人工知能プログラミング言語の研究、人工知能及びマシン・アーキテクチャのプログラミング環境の研究、人工知能システムの研究の推進と統合です。これには13のチーム、総勢85人の研究者が参加します。各々のチームが自己資金で研究を行うことは明らかですが、投資プログラムによって特別の資金が供給され、このプログラムの発展を促進することになるでしょう。このプログラムに関係する研究所は、例えば、パリ第6、7、8大学、マルセイユ、ド・クレン、即ち、ナンシー研究LRI, LITP, INRIA, CNETなどです。

第二の統合研究プログラムはマン・マシン・コミュニケーションについてであり、文字及び音声の両方によるコミュニケーション及びコンピュータの視覚・会話をもとりあげます。この統合研究プログラムも、GRECOと現在、将来にわたって関係しています。前述の場合と同様に、これも、スピーチとグラフィックによるコミュニケーションについての多くのトピックや問題を取りあげ、この分野で活躍している10あまりの研究所が関係す

ることになります。

3番目のプログラムは、未だスタートしていませんが、現在、内容が検討されているところであり、今年末にはそれを終える予定です。これは人工知能の応用と比喻を特に集中的に扱い、エキスパートシステムへと移行してゆくものと思われます。

これらの3つの統合研究プログラムと並行して、エレクトロニクス及び情報処理に積極的な企業の中で3つのグループで行われている多くの研究があります。CGEグループはLisp志向のプロセッサの開発、いわゆるMAIAプロジェクトを間もなく完了します。また、ブルの研究所、トンプソンの研究所があります。これらの研究は協力のもとに行われていて、私の前にCadiou氏が述べられたように、これらのプログラムとESPRITプロジェクトの一部とも、関連があります。ヨーロッパに関して最後に申し上げたいことは、ECRC、つまりヨーロッパ・コンピュータ研究センターのことです。これは1984年1月にブル、ICL、ジューメンスの三社によって設立されたもので、皆様もご存知のようにミュンヘンにあります。ガレル教授によって運営され、現在4つの活動主題を持っています。プロジェクト・プログラミング、知識ベース、マン・マシン・インタフェース、アーキテクチャの4つです。これでフランスにおいて、この重要な分野での研究がどのように統合され奨励されているかについて少しはおわかりになったことと思います。

座長：次の発表者は、通産省電子政策課長 牧野氏で今日のテーマは情報化社会及び第五世代コンピュータ・プロジェクトです。

牧野：はじめに、きわめて概括的な話からはじめたいと思いますが、ご存知のように日本は非常に資源が少ない、しかも人口が多いということから今後の経済の発展のためにはどうしても技術立国すなわち技術を以って国を多に発展させ

る必要があるわけです。それから従来の日本の経済というものはどちらかというと産業界中心というふうに言われておりましたが、今後は、個人個人の生活に十分に配慮した活力とゆとりのある社会を構築していくことが非常に重要であります。

それから、我が国の経済はGNPが世界で1割を占めるようになってきておりますから国際的な貢献を十分に果していくことが重要な政策になっているわけでありまして。

こういった目的を達成していくためには情報化の推進というのが不可欠であるというふうに私共は思っております。

そこで、第五世代コンピュータを開発する背景なり意義を申し上げたいと思いますが、まず、この情報化社会というものは、現在進展中でありまして、また今後どんどんこれが進んでいくであろうというふうに考えます。

従来、情報化ということは、もちろん1960年代あるいは70年代にも言われていたわけでありまして、今後の情報化というのはこれと決定的に違う点があります。従来がどちらかというと産業分野、大企業中心あるいは大都市中心ということでありましたけれど、今後の情報化というものは社会、生活を含むあらゆる分野、一般家庭をも含む情報化ということであり、またそれに伴ってコンピュータの利用に対する要請も非常に高度化多様化しており、従来のどちらかと言いますと単純な計算が中心ということであったと思いますが今後は人間のいろいろな意思決定をサポートするような非常に高度な機能が要求されてくるということであろうと思います。

こういったコンピュータに対して、それでは具体的にどういう機能が必要とされるかということではありますが、一つは専門家でなくとも使いこなせるということ、すなわちコンピュータがどんどん分散をしているんな所で使われていくということになりますと、どうしても専門家ではなくても

使えるということが非常に重要なファクターであろうと思います。日常使っている言葉や図形などでコンピュータに指示できるということ、いわゆるエンド・ユーザーオリエンテッドな機能が要求されるということは当然であります。第二の点は先程もちょっと申し上げましたけれども、知的な活動を代行あるいはサポートできること、つまり、記憶している情報から推測しながら結論を得るといったような機能がコンピュータに要求されてくるということです。それから三つ目にソフトウェアに過度の負担をかけないということが非常に重要なファクターになってきています。

現在、我々はこの数年ソフトウェア・クライシスということを言っておりますが、従来のコンピュータではソフトウェアにあまりにも大きな負担がかかりすぎる。ところが、このソフトウェア自身は人間のいわゆるマニュアル・レーバーによって生産をされているということでコンピュータがある意味で非常に労働力、人間の単純な労働力を要求しているといった皮肉な結果になっているわけであります。そこで、我々は次の第五世代コンピュータに対してはソフトウェアに過度の負担をかけないアーキテクチャを作っていく必要があると考えています。

今、申し上げましたようなことから、現在のコンピュータにいろいろ問題点が指摘されるわけであり、たとえば、文章だとか音声だとか画像といったような人間にフレンドリーな非数値データの処理に必要な機能といったものがほとんど備わっていないということ。

それから、今申し上げましたようにプログラムがあまりにも膨大かつ複雑になっているということ。それから逐次処理方式であるために知的機能を実現するためには非常に処理速度が遅いといったような問題点が既存のコンピュータに指摘されています。そういうことから第五世代コンピュータを開発する必要性が言われているわけでありま

して、私どもといたしましては高度情報化社会の豊かな発展をささえる基盤的な技術としてこの第五世代コンピュータというものを考えております。ただ、こういった高度な機能を備えたコンピュータを開発するためには、非常に技術的リスクが高い、技術的なブレイクスルーが非妥であるということであり、このために、革新的技術を有する新たな方式のコンピュータいわゆる第五世代コンピュータの研究開発が必要だということで、1982年から国をあげて取り組んでおります。

そこで、この第五世代コンピュータの開発の意義であります。一つは1990年代の社会を豊かなものにする上で大きな波及効果があるというふうに考えております。例えば、医療コンサルテーションシステムなどが、これによって可能になりますので、高齢化問題、あるいは過疎地域あるいは無医村に対する医療の問題の解決に役立ちますし、あるいは製造業の生産性の向上、例えば、ロボットでありますとか、CADシステムといったものによって省資源、省エネルギーに役立ってくると言えます。

それから、例えば、オフィスオートメーションの分野、これは生産性が今低いわけですがこういった低生産分野の生産性向上といったものに役立ってくるであろうと言えます。

以上のようないろいろな波及効果が期待されるということでもあります。

二番目に未踏分野のこういった開発を通じまして、人類社会の進歩へ積極的に貢献できるであろうと思います。

自動翻訳システムなどの高度な翻訳システムが完成されれば言葉の違った人々の間の理解の促進、文化の相互理解による発展といったようなことが可能になるということでもあります。それから、三番目の意義は、従来の日本の技術開発といえますのは、どうしても欧米技術の後追い型の発展であるといったような批判を浴びているわけでありま

すが、このような後追い型の技術開発から脱却を致しまして我が国が率先して、この長期的視野に立った創造的な先端的技術開発を行なうことによつて、国際的な先導的研究プロジェクトに十分に寄与していくこと、短期的には必ずしも実用にならなくとも長期的な目標を持って技術開発を行つてこれを国際的に役立てていきたい、こういうことが可能になるというふうに思います。

これは先導的分野における開発投資というものは我が国の国際的な責務であるし、経済大国であると言われてますが、そうであればあるこそ国際的な責務であると考えているわけであります。

次に、それではこういった第五世代コンピュータの開発をなぜ政府主導で行うかという点について述べたいと思います。これは日本の民間企業もここ10年非常に力をつけて参りまして、研究開発投資をいろいろ行っておりますが、そういった中でなぜ、政府が主導的に第五世代コンピュータにかかわっているかということですが、私どもは、まずプライスメカニズムに任せておいては進まないと思われるような研究開発、すなわち基礎的な研究開発については政府が主体的に進めていく必要があると考えております。例えば、非常に大きな波及効果を持ち実用化までに非常に長時間を要するもの、あるいは危険の負担、資金負担が非常に大きいもの、あるいは社会的ニーズが高く緊急的対応をせまられているといったような種類のものについてはいわゆるプライスメカニズムによって民間企業の自主的な開発にはなかなか任せておけない、というより民間企業はなかなかそれに手を付けないということからこういう長期的な基盤的なものについては大いに政府がやっていくべきであると考えています。従来、日本の技術開発政策に対し、民間企業のいわゆる企業化研究というものを助成しているのではないか、それが日本の民間企業の競争力をつけて非常に国際的な不公平な競争の原因になっているのではないかという批

判が従来あったことは十分承知しております。確かに、過去においては、そういう例があったかもしれません。今後の政府の研究開発というものは、何度も申しますように、あくまでも長期的な基盤的、基礎的な研究に重点を傾注していきたいと考えております。

今、申し上げましたような理由からまさに、この第五世代コンピュータ・プロジェクトというのは政府が主導で行うにふさわしいプロジェクトであるというふうに考えているわけであります。従来のコンピュータとは全く異った概念に基づく革新的な技術でありますので、その技術的リスクが非常に高い、それから資金面、人材面で民間企業による自主的な対応が非常にむづかしい。ということから、国内の研究の資源を結集致しまして、国がイニシアチブをとってやっていく必要があるといった結論に達したわけであります。

次に、この第五世代コンピュータの研究開発を進める上での問題点、または課題点を2,3申し上げたいと思います。

一つは財政面における問題であります。ご承知のように日本は、現在、財政再建というのが政策の課題になっておりまして、できるだけ政府の予算を切り詰めるということが重大な課題になっております。そういうような非常に財政の難しい状況の中で、いかにしてこの第五世代コンピュータ・プロジェクトに対する資金を捻出していくかというのが非常に大きな課題であります。私どもはラフに1982年から91年の10年計画でだいたい1千億円くらいの資金が必要であると計算しておりますが、1千億円か、もう少し切り詰められるかは別といたしまして、相当、膨大な資金が必要になる。この資金をどうひねり出していくか、これはひとえに財政当局との交渉事ではありますが、一方ではひとえに国民といいますか、日本の国民社会がこのプロジェクトの長期的な重要性というものを認識して、これをいかにサポートしてくれるかということ

にかかっていると思います。

本日、本会議にこれだけ多くの方々に参加しておられることに対して非常に感銘を致しますが、皆様方のこの熱気を背景にして私どもは是非とも財政当局にかけ合って予算を獲得していきたいというふうに考えています。

それから二番目の問題は、開発体制というか人の問題であります。お金がいかにありましてうまく優秀な人材を集め、あるいはその人たちをうまく組織化するということが非常に大きな課題になります。端的に申しまして、この第五世代コンピュータの開発を十分に行えるような人材は日本国中それ程多くはありません。多くない人材が、いろいろな企業、研究所、あるいは大学などに分散しており、それぞれ重要な役割りを果たしております、こういった状況の中で人をいかに集めてうまく組織化していくかということが重要であろうと思います。現在、国の研究所、電電公社（NTT）、主たるコンピュータ・メーカー等から50名の第一級の研究者を集めまして、ICOTを中核組織と致しまして、研究しておりますが、今後こういった人材をどうふやしていくか、ICOTにどう集めていくかということが今後の大きな課題であります。

もちろん、この第五世代コンピュータの研究はICOTの研究者だけでやっているのではなくて、これにアドバイザーグループというのが約100人おきまして、これも各界から識者を集めまして、研究開発に対する助言を受けておりますが、このICOTの研究者あるいはアドバイザーグループを含めて更に人材をいかに結集していくかということが二番目の大きな課題です。

最後に国際協力について簡単に申し上げたいと思います。

私どもと申しましては何度も言っておりますように、この第五世代コンピュータ、ICOTの計画を日本だけの問題にするということは、毛頭考えてお

りません。ここで得られた成果はできるだけ国際的に役立てていきたいと思ひますし、研究の過程におきましては十分に各国とも研究の交流をやりたいと、オープンな姿勢でやっていきたいということが基本的な立場であります。

すでに、従来から研究論文の交換でありますとか、専門家会議というものを国際的に行っております。この会議もその一つでありますし、従来からこういうことを行っておりますし、今後も大いに拡充していくつもりであります。ただ問題はできるだけ有効な交流をやりたい。各国と協力する場合もできるだけ有効な交流をやりたいということが一つと、それから、もう一つはこの計画があくまでも3年先、数年先といった短期的、中期的な技術開発をめざしたものではない、あくまでも10年先の次の世代のコンピュータを開発する基礎的な研究ということですのでそういう性格を変えるような国際協力はあまりしたくないと思ひます。

そういうことで国際協力につきましては原則的に大いに、これはやっていきたいというふうに考えております。

座長：次の発表者は英国貿易産業省のALVEYプログラムディレクタ、Brian Oakley氏で、今日のテーマは英国ALVEYプログラムです。

OAKLEY：今日この豊かな都市を訪れ、3年前の、真の意味で歴史的な第五世代の開幕宣言以来、ICOTによってなされた進歩について学ぶ機会を与えられた事を嬉しく思ひます。私がイギリス人としては珍しく情熱的だと感じられるかもしれませんが、もし、前回の国際会議がなければ、ALVEYプログラムも、存在しないわけですから、私がここに出席することもなかったということです。日本のプログラムの発表が与えてくれたインスピレーションを私達がどんなに賞讃しているかがご理解いただけるでしょう。

ALVEYプログラムは技術面の内容はそんなに

直接的にはありませんが組織面では臆面もなく日本のプログラムの特徴を真似しました。真似することがはめることだとすれば、我々が日本のプログラムの立案及び遂行の方法を賞讃しているのは明らかな事実です。ALVEY プログラムは情報技術を実行可能にしたりその基礎となったりするような技術の、国家的協力の下になされる研究開発プログラムです。これは人工知能研究の成果である、第五世代関連のテーマを銘うつてはいませんが、これからのテーマを含んでいることは確かです。これは5年のプログラムですが、AI分野のプログラムのいくつかは、5年でなく10年を要し、また完了までそれ以上の年月がかかる場合もあります。コストは業界と政府とによって分担されています。このプログラムは政府から資金が三機関、即ち、日本の通産省にあたる貿易産業省、日本の文部省にあたる教育・科学省の代理としての科学技術研究委員会(SERC)から出ているという点で他の国家プログラムと異っていると思われれます。SERCは、ほとんどの情報技術のテーマをも含めて、英国における学術研究に資金を出す機関です。日本ではどうか存じませんが、それが西洋においては、政府と民間とがコストを半々に分担し、例えば、3億5千ポンド(約14億円)のプログラムで、政府が約2億ポンドを出すということもことさら驚くことではありません。日本では、民間と共同して行うということは難しいことだと思われるようですが、政府の三つの機関が共同で行うのに比べれば何でもありません。もっとも、ALVEYプログラムではこれが非常にうまく行っています。

ALVEYディレクトレイトの役目は、それをうまくまとめながら運営してゆくことです。我々は業界、政府、学術界の混成チームなのです。我々は各分野に対する諮問委員会も設けています。何をしようとしているのかを示すためにストラテジに関する文書を発行していますが、それを注意深くお

読みになれば、その行間から「我々は何を避けたいのか」おわかりになるでしょう。ある特殊な分野についての提案が欲しい時にはそれを得る機会を作るために発表を行う場合もあります。我々は、共同体形式で研究を行い、企業、大学、研究所から成るグループが一体となってプロジェクトを遂行したいと考えています。特定の分野においては、これらの共同体が協力のためにクラブを結成することが望ましいとしています。

図 12 UK: THE ALVEY PROGRAMME

THE ALVEY COMMITTEE	April - August 1982
DECISION	May 1983
L350 M over 5 years, L200 M from HMG.	
FUNDED BY:	DTI, MoD, SERC, (on behalf of DES) and Industry.
TOPICS:	<ol style="list-style-type: none"> 1) Very large scale Integration (VLSI) 2) CAD for VLSI 3) Software Engineering 4) Intelligent Knowledge Based Systems (IKBS) 5) Man-Machine Interactions (MMI) 6) Networks

現在までに、ALVEY プログラムは約50%が計画・成立し、現在、約100のプロジェクトが進行中です。そのうちの60は企業のみによるプロジェクトであり、40は「アングル」プロジェクトです。この「アングル」プロジェクトについては説明する必要があるかと思えます。プログラムの中には非常に長期にわたるので英国では、その分野の研究に投資する企業が見つけれられないという場合が当然であります。そのような場合、学界の研究者は、企業の中に、そのプログラムに「おじさん」のような関心を持っていて、それがスムーズに行くのを援助し、業界が関心を示すべきだという時点にくると、我々の注意をそこへ向けてくれるような「おじさん」的友人を見つけるよう頼みます。

協力はうまく行っています。プロジェクトは平均2~3の企業、1~2の大学が協力して行っています。現在、プロジェクトには約45の企業が関

与しています。主な参加企業は、GEC, BT, プレッシェー, STC, フェランティ, ICL, プラズマテクノロジー, アコーン, ロジカ等です。約35の大学, 多数の研究所及び英国のNTTと言えるETL研究所などがそれです。

我々は、ICOTに相当するような中央研究所は作りませんでした。我々は、分散している研究チームの間のスムーズなデータコミュニケーションを目指しており、これには分散している共同体をまとめるための幅の広いつながりを作り上げることも含まれています。勿論、イギリスはESPRIT プロジェクトにも深く関わっていて、私は、その運営委員会でJ.M.Cadiou 議長の下にいるというだけは申し上げておくべきでしょう。我々は、この2つのプログラムの調和をはかろうと努力していますが、これはその時々になされる傾向があります。2つのプログラムの目的は技術面では非常に似ていますが、産業上の目的は、勿論違っています。

技術的なプログラムについてですが、このプログラムに主に参加している大学の名前を挙げますとケンブリッジとエジンバラです。ICSTは少し混乱を招くかも知れませんが、日本では非常によく知られていると思いますが、インペリアル・カレッジです。研究は限られた数の大学にかなり集中しています。

このプログラムには、大規模なデモンストラータプログラムがいくつか設けられています。これは、プログラムをまとめ、技術研究の完遂まで、焦点と目標を与えるためです。(図13, 14)これらは全て5年の期間を全て費さねば達成できないほどの困難な、しかし、やり甲斐のある目標です。第一はコンピュータ制御による製造のプロジェクトであり、第二は通信情報システムまたはプロジェクト、第三は、社会保障行政の意思決定補助に關したものです。さらに、音声駆動のワードプロセッサがあります。これらは全て、エキスパートシステム、難しいソフトウェア・エンジニアリ

図 13 LARGE DEMONSTRATORS

Goal-Setting Projects

- Design-to-Product (C.I.M.)
- Mobile Information System
- Decision Making Aids - for Social Security Administration
- Speech Driven Word Processor

図 14 THE ALVEY UNDERLYING TECHNOLOGIES

- VLSI
- Software Engineering
- Intelligent Knowledge Based Systems
- Man Machine Interactions
- Networks

ングのターゲットに関連するので、これらのプロジェクトの少なくとも三つを達成するために、並列アーキテクチャが必要なことは申すまでもありません。そして勿論、例えば、通信プロジェクトのためのいくつかの機器の製造においては集積回路の研究はその限界に挑戦することになるでしょう。

このプログラムのVLSIの部分については、本質的には第五世代のテーマではないので詳しく述べることはしないのですが、第五世代の発展にとってのカギを握るテーマであることは確かです。英国には、VLSIの分野の企業は比較的少ないので、協力プログラムをたてることは簡単だったと思われれます。勿論、日本の業績に比べればイギリスの企業のこの分野における業績は取るに足りぬものですが、我々は市場のカスタムデザインに特に重点を置いています。比較的単純なCDIプロセスに基礎を置いたULAのフェランティはかなりの成功をおさめ、この成功が今度は、シンクレアのような機器製造業者を成功に導くことになりました。更に、新参のインモスはメモリ市場という彼らの得意部門において、しっかりした足場を築きました。このように、我々のVLSIプログラムには驚嘆

するような成果はあがっていないにしても、この分野においては共同体は、研究努力の分担という意味で、我々が求めていたものをある程度達成したと言ってよいでしょう。実際のところは、企業協同組合や企業が学術的物理研究コミュニティに働きかけたことから短波の研究における高度技術の非常に興味ある研究が生まれました。短波は、勿論、エグマレーザやボトルオブティックスのように光の波長以下のものを使用しなければなりません。

次のプログラムのソフトウェアの部分は、勿論非常に重要です。私がここでその研究活動の重要性を強調する必要は無いと思います。私達イギリス人は、企業においても固有の強みを持っているので、これに特に関心を持っています。私自身はさきに牧野氏が述べられた、ソフトウェア開発の問題を解決してくれるアーキテクチャに関心を持っていますが、私の生きているうちに実現すると考える程、楽観視はしておりません。そこで私達は、ソフトウェア証明の形式的方法の適用は、ソフトウェアの全コストを減少させると共にプログラムの生産性にもプラスになるという確信の下にソフトウェアの信頼度について、国として固い決意で努力しているのです。(図15)

図 15 SOFTWARE ENGINEERING

Measurement / Reliability / Productivity
Production of Integrated Programming Support Environments

- First Generation
 - File-Based Tool Set
 - UNIX
- Second Generation
 - Database-Based Tool Set
 - Distributed Operating System
 - Formal Specification Methods
- Third Generation
 - IKBS-Based Tool Set

最初の統合プロジェクト支援環境チームはかなりの成果をあげ、強力な共同体が信頼性における

形式的方法に取り組んでいます。第三代統合プロジェクト支援環境がソフトウェア工学コミュニティと知識ベースシステム、即ちAIコミュニティの統合をもたらしていることに気がつくられることでしょう。

実を言うと、私は実際に見なければ信じないタイプなのですが、我々の意向の真剣さを示すものとしてプログラムのこの部分に対するストラテジーを出版しました。

図16のようにマン・マシン・インタフェースについては、パターン認識の分野において多くの共同体が活動しています。これは非常に難しい分野で、これからなされなければならないことがたくさん残されていると思います。私達の研究方法としては古典的なものと知識ベースシステムとの両方を採用しています。

図 16 MAN-MACHINE INTERFACE

- Speech Recognition
- Pattern Analysis
- Ergonomics
- Better Displays
- Link with Cognitive Sciences, Psychology, etc.

音声については、約10の共同体を動員して、一貫したプログラミングをまとめました。イギリスにおける音声の分野での研究者全員が、事実上、このプログラムのどこかで参加していることとなります。そしてこれは10の共同体をまとめたクラブが特に重要な役割を演ずる良い例です。

人的要素もプログラムの一部であり、興味深い非常に困難な学際的問題ですが、ハード及びソフトの両方の科学者を含んだチームをまとめる際はとりわけ難しい問題になります。日本ではどうなのか知りませんが、英国では、人的要素のチームは少し未熟です。私達は、この重要な分野にお

いては、まだ共通の方向感覚を持っていないのです。

さて、次に知識ベースシステム — 図17のように我々はこれをIKBSと呼んでいます。英国では人工知能という言葉はあまり好まれておりません。確かに「人工」かも知れませんが、決して「知能」ではないからです。この研究のアーキテクチャの部分は、ALVEYプログラム全体に分散されています。それをまとめるコーディネータはいます。

ここで、アーキテクチャ・プログラムのことを少しお話ししたいと思います。(図18)幸いなことに、イギリスでは、かなり活発な研究が長期にわたり地味に続けられることが少なくありません。ICLデジタル・アレー・プロセッサ、ラダトは発展を続けながら何年間か続いています。GECはスタートしたところです。大学での最も有名な研究は、マンチェスタ大学のデータフロー・マシンチームの研究で、その成果は、最近になって公表され

図 17 RESEARCH THEMES IN IKBS

- Parallel Architectures
- Declarative Languages
- Intelligent Data Base Systems
- Expert Systems
- Intelligent Front Ends
- Inference
- Natural Language
- Image Interpretation
- Intelligent Computer-aided Instruction

図 18 ARCHITECTURE WORK

- On-going Projects
DAP, GRID, CLIP, WISARD, Data Flow, ALICE, etc, etc.
- Major Development Projects
Alice / Data Flow Derivative
Data Base Access
- Simulation Facility
Transputer, Tree Structure
- Supervisory Architecture
AWSAP
- Language Work
CTL, Parallel Prolog, etc.

ました。インペリアル・カレッジでのALICE研究は日本では良く知られているということがわかりましたが、私達は、現在、ICL、プレッシーのような企業と、インペリアル・カレッジ、マンチェスタ大学と共同でALICEを開発するためのプログラムをまとめているところです。このマシンは、ALICEの並列グラフ・リダクションを基礎にしています。ちなみにALICEは応用言語模範化コンピューティングエンジンの略です。ALICEの発展で今や実際の機を得、分散記憶アーキテクチャの特性を共有するようになりました。研究モデルには初期のトランスピュータが利用されるでしょう。アーキテクチャに対する関心が非常に高いので、実際に建てることになる数を最小限にするため、国のシミュレーションまたはエミュレーション施設を建てるよう要望しています。これらの施設もトランスピュータを使用するでしょう。トランスピュータは、インモス社のIan Barron氏のすぐれた頭脳によって生み出されたことも申し上げるべきでしょう。嬉しいことに、ご本人が会場に来ておられ、たまたま、完全なトランスピュータのサンプルをいくつかポケットに持っておられますが、残念ながらくださることはないでしょう。トランスピュータは、基本的には1チップ32ビットの強力なコンピュータで、1秒間に1000万の命令実行が可能です。しかし、重要な特性は、1秒間の転送率が1.5メガバイトの双方向リンクをサポートする4ポートを内蔵していることです。

従って、これは木アーキテクチャの遂行に非常に適していると言え、英国同様、日本でもこの機能の利用に関心があるということ存じております。オックスフォード大学のC.A.R Hoare教授の研究から派生したOCCAMは、ゆるく結ばれた多くのトランスピュータのアーキテクチャやトランスピュータタイプのコミュニケーション経路によって結合された他のプロセスの利用を容易にするべくデザインされています。

私達は、第五世代時代のファミリー機器の内部連結、基本的にはスーパーバイズ・アーキテクチャのプログラムの企画もしているところです。この研究は英国の情報産業の主要7企画から引き出されたトゥリンンによって企画され、もしこのプロジェクトが順調に進めば英国全体のシステム産業にも門戸を開くことになるでしょう。そのプロジェクトのために、ICOTのような機関を設立する可能性もあります。

言語レベルでの研究も、もちろん行われており改良されたPROLOGの開発と、いわゆるコモン・コンパイラ・ターゲット言語、CTLの作成が目標です。これは基本的には、言語とソフトウェア・ワークの応用と、種々のアーキテクチャの発達の間に関衝地帯を作り、両者があまり相互依存せずに発達することができるようにしようというものです。これによってソフトウェアのツールが、ハードウェアの構築と並行してなされるようになります。勿論、それは研究のツールなのですが、私達は、研究の能率を上げてくれるに相違ないと信じております。これは、リダクション意味論と共に旧来のコントロール・フロー概念も支えることのできるものです。

エキスパートシステムは、現在、わが国で盛んであり、その多くは未だ初歩的段階ですが、非常に実際的なものであります。

自然言語の研究（これは私の一番好きな分野です）は、第五世代の分野で一番やりがいのある部分だと思います。私の考えでは、学際的なチームをまとめない限り、自然言語の分野での大きな進歩の可能性は望めないと思います。私達は、この分野での研究をふやし始めましたが、英国では、この分野全体が、適切な人材の不足によって制約を受けていることが明らかです。私達は、遠距離学習テクニックやビデオテクニック等を通じて、この分野のすそ野を広める努力もしております。

さて、私達はみんな、人工知能の発達に関して

います。今後発達が期待できるとはいえ、あちらこちらで道は非常に険しく、容易ではないでしょう。私達はそれぞれに異なる国家プロジェクトをもっていますが、この石ころ道を順調に進んで行くために、お互い協力しつつ研究を進めてゆくだけの知恵を、私達は備えているはずだと信じたいものです。

座長：最後の発表者は、Norbert Szyperski 教授です。GMD — 即ち、ドイツ語で数学及びデータ処理のための国立研究所という意味ですが、この理事会議長であります。また、教授はケルン大学の教授でもあります。

SZYPERSKI：先ずコンピュータ・アーキテクチャの分野での研究について話し、討議する機会を与えて下さったことにお礼を申し上げます。ドイツの状態は、イギリスと似ていました。この分野での研究はたくさん行われておりましたが、そのほとんどが、バラバラの状態でありました。日本が第五世代のプロジェクトをスタートさせ、素晴らしいPRを行ったという事実によって、ドイツの当局も、イギリスと同じように考え、新しいプログラムを作ろうとしました。これによって、組織化という意味だけでなく、新しく資金を得るという意味でも、私達の協力を促す結果になりました。そして1984年～1988年にかけて、情報技術の支援を目的に、国からかなりの予算があてられ、マイクロエレクトロニクス、情報処理、及びテレコミュニケーションの分野に対し、少なくとも30億ドイツマルクの提案がなされました。これは、既に述べられたヨーロッパ・レベルの予算及びプログラムに追加されることとなります。そこで私達はこの二つのプログラムをできるだけ調和させるように努力しています。さらに、これはGMD、ハインリッヒ・ヘルツ研究所等のような、テレコミュニケーション分野における主要研究所で行われる研究とも別になっています。さて、新アーキテクチャと知識処理という話の主題に入り

ますが、この30億ドイツマルクのうち5億2千万ドイツマルクが新しいアーキテクチャ、知識ベースシステム、ハードウェア及びソフトウェア開発のためのCADにあてられています。これは教育の分野のプログラムと組合わされていますが、それは専門家が、もはや年齢ではなく世代単位で育てゆくことを考慮して、中学、高校、大学の教育を、研究開発と調和させたいと考えているからです。さて、現在、討議されているプロジェクトとそのテーマをみてみますと、組織については、この分野にも複合プロジェクトと呼ばれるものがあると思われまます。これは二重の意味で、共同プロジェクトです。第一には、私達が応用の分野、方法及び方法論の分野、そしてシステムアーキテクチャの分野という、三分野からの研究者、専門家を結びつけようとしているからです。第二には、企業、国立の研究所、そして大学の研究グループを結びつけようとしているからです。応用分野についてみてみますと、新しいアーキテクチャを迎えようとしている今、ツールの定義を始める前に応用領域を再定義する必要があると思えます。それから、問題解決にコンピュータを使う以前に、的な解決の方法論を確立するための方法について、後からではなく、同時に討議を行い、それを見い出さなくてはなりません。そしてその新しい方法の領域においては、多レベル研究方法、共同研究の方法が主たるテーマとなります。

つまり、論理的に思考する際、もはや直線型の理論システムだけではことたりず、定義を改良するのみならず、システムをデザインするような理論を理解するためにネットシステムまでも使用しなければならないということです。工学において必要とされる論理と、定理や似たようなテーマを証明する際に使う論理とは多に違っています。さて、私達は、この枠組内で、適当なコンピュータ及び知識システムを見い出そうとしているわけです。現在は、特に一方はこのプログラムの中でマ

ルチグリットマシンを使用した、特別の方法で初めて代数関数の数的解決に成功しました。第二の分野はイメージ、パターン処理マシンで第三は知識ベースシステムです。

この3つの分野を組合わせ、私達は今、音声理解、自然言語の知的マン・マシン・インタフェースの研究をしています。

次にアーキテクチャについてですが、現在、プロトタイプを作っている段階であり、サリト・マシンのようなデータタイプ目的志向型のマシンがあります。さらにリダクション計画に基づいた開発のための協力的リダクション、多重処理システムに基づいたフォールド・トレラント・マシン、そして多レベル結合の種々の特性を持つ多重処理システムがあります。

これらの開発を基礎に、私達は、マシンの実質的構造を記述しコントロールするという方法でマシンによってデザインされたアプローチを採用しています。これによって、所定の応用上の問題によって、あるシステム内のある一定の構造の実現は作業及び応用の場の状態、条件に依るということとなります。

さて、第五世代コンピュータの社会的な影響も今日の話です。ドイツにおいても人的要素についての討議は非常に大切なだけでなく、しばしば実際に討議されています。そこで、社会的影響及び人間社会におけるコンピュータとコミュニケーションの役割について、知る限りの範囲で述べ、また、この領域の研究をどういう方法で行っているかについてお話ししたいと思います。

私達は、人間と人間社会の発展の一助となるという使命からスタートしなければなりません。従って、かなり厳しい条件をも受け入れなければならないということになります。第一にコンピュータシステムは伝達能力を持った知識のエージェントの役割を果たすべきです。これは、即ちコミュニケーションシステム、知識ベースシステムはい

かなる状況の下でも人間の管理下に置かれるべきであり、システムの一部についてもそうあるべきです。これはまた、人間が、コンピュータの働きに対して無限責任を負っているということでもあります。また、我々は過去よりもむしろ将来を念頭において、コンピューティングとコミュニケーションのプロセスがわかるオープンシステムをデザインすべきだということも言えます。また、私達は、過去のシステムの働き、そのプロセスと種々の状態を再構成するチャンスを持つべきでもあります。もうひとつ言えることは、私達がこの新しいタイプのマシンやシステムを人間社会に組み入れたいと感じられるよう、セキュリティ・アーキテクチャ、セキュリティ工学と呼べるような分野で研究しているのだということです。さて、次に人間の役割ですが、勿論、第一の問題は常に雇用の減少、失業の問題です。もちろん、ミクロのレベルでは人間の仕事は減るでしょう。しかし、他方、仕事は増すとも言えます。人間は、解決しなければならない緊急の問題を見つけるためにより多くのことをしなければならなくなるからです。そして今、知識システムに非常に興味あることが起こっています。どんな社会変化がおこっているのでしょうか？ 職業生活にはどんな変化がおきているのでしょうか？ 現在までのところは、事務員、秘書及びそのような職種の人々の世界で生じている問題が研究されてきました。今後は、専門職、管理職の分野について研究する予定です。この種の職業に対してはどんな影響があるのでしょうか？ 私達自身への影響も考慮しなくてはならないでしょう。研究者の将来の地位はどうなるのでしょうか？ 教師の場合は？ どんな変化がおこるのでしょうか？ 実験をせねば、その変化を体験することはできません。そこで我々はできるだけ早く、エキスパートシステムの使用される分野に新しいシステムを試験的に設置し、急いでプロトタイプを作ることに非常に関心が持たれます。政府は、ハイ

テクの発達を利用した人間的労働条件と呼ばれるプログラムに年間1億ドイツマルクを投入しています。

知識の分散を目指すニューメディア分野については、ローカルレベルでの、結合された情報ベースシステムによって提供される知識のバランスはどうかを考えてみなくてははいけません。知識の分散の新しいバランスは個人にどんな影響を与えるのでしょうか？ 品物の場合には、私達はオープン市場に慣れていますが、つまり、登録したり、ユーザクラブのメンバーになったりしなくとも、お金を持って店に行き、好きなものを買うことができます。知識システムにも、これと同様自由なアクセスを得られるのでしょうか。情報についてはどうでしょうか？ 特定システム内では可能です。プログラミングの世界での進歩を例にとってみましょう。「読める」というのはどういうことでしょうか？ それは何語を使うかに関係なく、プログラムの作成が容易になることです。PASCAL, FORTRAN, ADA, PROLOGなど、現在、私達が使っている既存の言語を組み合わせ、どのようにしてプログラムを作るかという問いに答えられるようにコンピュータに教えるのだと技術者達は言うでしょうが、何をプログラムするかは、人間によって決められなければなりません。私達が、製品や詳細なシステムを開発する一方で、同時に、概念の枠組を考えているということは、興味ある事実です。我々は先ず前もって大きな概念の枠を考え次に細部に移るという方法で行っているのではなく、その大部分でそれらを交互に行っています。日常の業務では、小さな難しい問題を解決する一方、何をプログラムするかを決めるために、新しい面について討議したり、見つけだしたりします。

第五世代プログラムやICOTやGMDは、書類と討議から生み出されたものなのです。

最後になりましたが、現在、我が国では、法律上の問題を討議し、解決しようと努力しています。

即ち、エキスパートシステムによって作られた知識システムはどんな種類なのか？ 私達はどんなタイプのドキュメンテーションを必要とするのだろうか？ 一般知識に誰が何を加えるのか？ 現在までのところは文献を読んだり書類を調べたり本を読んだりしてその経過をたどることができます。しかし、新しく開発された知識システムや情報ベースにもこれと同じように誰でも接することができますでしょうか？ 知識ベースの所有権や認可は今後、検証を要する問題となるでしょう。

最後に、知識ベースシステムが私達の科学的社会に与える影響について一言述べたいと思います。

科学にたずさわる人々の間での理解の仕方は、定期的に結果を公表するのだという考え方を認めた場合、知識ベースシステムをどのような方法で公表するのか？ また産業製品として、あまり早く保護されることにならないだろうか？ 知識のフローに何が起こるだろうか？ 現在、第一、第二、第三世界の国々間の関係について議論がなされているところです。新しいアーキテクチャの下でのシステム開発によって影響を受けるでしょうか？ 私はこれらの問題すべてに対して解答を見つけることができると信じています。そして元岡氏が、「産業上の競争よりも、むしろ科学における競争の方に賛成する」と述べられましたが、これは私にとって大変有意義な言葉です。そして、洲氏が、「自分がしたいのは、仮説をテストすることであり、仮説をテストすることこそ科学的社会の中で共同で新しい経験を得るための正しい、そして可能な方法だ」とおっしゃったので、大いに望みを持っています。ですからこの目的を、私達がどんな方法でこれから達成しようとするのか、興味深いことです。国際協力の問題について、二つだけ申し上げたいと思いますが、その一つは、概念の面についてであり、もう一つは工学の面についてであります。概念の面については、私は概念のいくつかは、テストによってのみでなく、何らかの

サブセットに初期に応用してみることによって証明できると信じています。そして、研究したいと思う応用の分野で協力することもできます。認知様式及び知識グループの作業に関しては、これは地域的側面、文化的側面に関連するかも知れません。特に論理的ツールについては、少なくとも私個人としては、課題が山積していると信じています。現在の論理は私達が研究している開発には適切ではありません。

第二のエンジニアリングについては、もし、より広範に仮説を検証したければ、国際的に多国間レベルで行われなければなりません。結果を比較するために、違った研究方法を真の意味でテストすることができるよう、特別のテスト設備を合意の上設けることも有益でしょう。更に、くり返しますが、インタフェースの標準化はできるだけ早い時期に考えなければならないことです。これはマシン間のインタフェースのみでなく、次第にコンピュータ言語と、そのコンパイラまたはインタープリタとの間のインタフェースの問題となってきました。私達は多くの共通の関心事を持っておりますが、共通の目的のいくつかを達成できるものと思っております。ありがとうございました。

座長：今回の会議では、知的コンピュータシステムにおける世界のプログラムについて、広範囲にわたる討議がなされました。私のみますところ、どれも人工知能志向であることは明白です。Oakley氏は「知能」ということに反対されるかもしれませんが、さらに、どれも技術移転に関連していると思われまます。そして、どのプログラムも政府によって開発されていますが、これは、そのリスクが高く、長期にわたるテクノロジーに基づいているからです。私の考えでは、これからのプログラムはどれも同じ障害に直面していると思われまます。人材不足、資金不足、資源不足であり、逐次型推論マシン(PSI)の不足です。これらのプログラムは、強みを持った国がそれぞれの強みを発

揮し、弱点のある国は、弱い分野を避けながら協力することによりプラスを得ることができると思います。残り時間も少なくなりましたので、パネラー、特に牧野氏に一つ質問させていただきたいと思います。国際協力の見通しについて考えをおききたいのです。

牧野氏：これだけの大きなプロジェクトで、しかも我々の次の世代の社会にとって非常に重要なプロジェクトでありますので、国際的な協力はぜひとも必要だと思います。ただ我国でもそうですが、各国共このプロジェクトは、まだ本格的に始まった段階ですので、まず必要なことは、どういう点で国際協力ができるのかということ、それから各国の研究のステージなり目的なりが、どういうものであるかを十分に話し合っていくべきだと思います。それが、まず初めに必要な段階だと思います。そういうことから考えますと、今、必要なのは研究者の論文なり、各研究者相互の交流というのをできるだけ活発に行って、今後どういう協力ができるのか、あるいは必要なのかという共通の認識とコンセンサス作りを行なうことが重要ではないかと、そういう意味からこの会議は有益であると考えています。

座長：ありがとうございます。協力の目的の一つは、先程私が述べましたように研究の重複を減らし、弱点を減らすことです。そこで西ヨーロッパ全域にわたるプログラムを運営しておられたCadiou氏におたずねしたいのですが、研究の重複の減少に何らかの成果を得られましたか？

CADIOU：あなたのご質問には重複とは悪いものだという意味が含まれていると思いますが、この点について議論の余地があると思われま。実際ある程度の重複は良いことだと言えます。技術の進歩が非常に早いこの分野においては、特に、研究方法での競争という点から考えると、どの方法が勝つかわからず、常にいくつかの、かわりのものを用意しておかなければなりません。しかし、

本当の問題は、多くの発表者によって強調されたという事実から考えても、資源不足です。従って、これらの資源を最大限に利用する必要があります。この点については、ヨーロッパ各国政府、EC職員、企業の全員が完全に一致しています。ですから、種々のプログラムがお互いに強化し合うように最大の努力をしています。これは容易なことではありませんが、少なくともその意欲はあります。種々のプログラムに関し、責任者間で情報の交換がなされ、非常に現実的な方法で継続的に協力がなされています。例えば、Oakley氏は、加盟国諮問委員会のメンバーであり、私達は非常にしばしば顔を合わせておりますが、彼の言われたとおり、研究者達は顔を合わせる事が非常に多く、種々の問題を必要に討議しています。この点では、企業から参加者も大きな役割を演じています。彼らは、何を協力するか、どんな枠組の中でその協力が最もよく達成されるかを決定します。各国レベルがよいか、ヨーロッパ・レベルがよいか。例えば、本来のパートナーが外国にいる場合があります。あるいは作業の結果が標準の問題に関連するため、ヨーロッパ・レベルで協力がなされねばならない場合もあるでしょう。また、国家的なプログラムの中にESPRITから派生したものが多く、実際、その殆んどはそういうものですが、そうすると自然と違った性質をもってきます。しかし、これは難しい問題であり、私が先に言いましたように、組織的に重複を避けようとするよりも、少ない資源を最大限に利用できるようにするために、将来この点において成果をあげなければなりません。

座長：時間があまりありませんのでもう一つだけ質問させていただきたいと思います。Oakley氏に対して、協力に関する質問ですが、国の場合だけに限りたいと思いますが、ALVEYプログラムで開発された研究の所有権はどうなりますか？

OAKLEY：英国のALVEYプログラムの場合も

ESPRIT プログラムに大変似ていると思います。所有権を、どうするかについて決める際には二つの相反する考えのバランスをとらなければなりません。一方では、このプログラムから生まれた情報をできるだけ広範囲に社会に普及させたいと考え、もう一方では、その研究が、情報技術ユーザーの社会で使用され得る実用的なものになるチャンスを最大限にしたいと考えます。そこでかなり不安定な妥協に達することになります。実際は、私達は権利は、実際にその研究を行っている企業に属すべきだと考える傾向があります。これは勿論、大学や研究所が、その見返りを得るために企業側と交渉することができないということではありません。しかし、またその分野において、より大きな社会において、私はクラブと言いましたが、そのクラブの中では、情報は研究のためなら自由に入手できるようにすべきであります。勿論、営利のためはこの限りではありません。このようにして、私達は、情報を広める努力をすると同時に、企業に対してはその研究から実際に何かを作り出すよう最大のインセンティブを考えようとしているわけです。

座長：ご出席の皆様、ご静聴ありがとうございました。