

パネル討論 **人工知能研究に期待するもの**
—日本の人工知能研究の将来像—

司会 堂下修司 (京大・工)

パネリスト 米澤明憲 (東工大・理)、寺野隆雄 (電力中研)、横井俊夫 (ICOT)、雨宮真人 (NTT基礎研)、
渡辺正信 (日電研究所)、松田元男 (鹿島建設)

近年、人工知能研究は、基礎理論の範囲から、AIマシン・ツール、エキスパートシステムなどの応用システム(AAI)まで急速に拡大しつつあるが、強い期待と共に多くの不安と課題を残している。これらはまだ、AIの第一世代ともいべきもので、AIが本格的なものとなるには、さらに長期にわたるアプローチに基づく数段階のブレイクスルーが必要である。ここでは、AIの現状をどう捉えるか、何がどこまで可能か、残された課題は何か、将来的展望の上でどう取り組んでいくべきかを基礎理論・応用・利用の立場から、それらの相互関係の下に包括的に討論する。また、AI研究は、研究者の哲学や社会的背景の影響を強く受けるものであり、欧米とは異なった風土をもつ我が国に独自の思想と方法論に基づく体系を確立するため、特に、我が国におけるAI研究の進め方・将来像についても討論したい。

Panel Discussion: **What do we expect**
from Artificial Intelligence Research?
— Prospective View of Artificial Intelligence Research in Japan —

Chaired by: Shuji DOSHITA (Kyoto University)

Panelists: Akinori YONEZAWA (Tokyo Institute of Technology), Takao TERANO (CRIEPI), Toshio YOKOI (ICOT),
Masato AMEMIYA (NTT), Masanobu WATANABE (NEC), Motoo MATSUDA (Kajima Corporation)

In recent few years, field of Artificial Intelligence (AI) is being extended very rapidly, from pure research to applied AI, involving AI machines, tools, and expert systems. Though AI have given people lots of expectations to the future, we should say a number of crucial questions should be answered so that it can convince people of its ultimate success. AI has only finished its first generation, and we still need a long term research to undertake until we see a real success. In this panel, we anticipate a comprehensive discussion from different perspectives: research, application and utilization. In particular, we will focus our attention on: (a) evaluation of current status, (b) the limitation, (c) remaining problems, and (d) possible direction, of AI. We will also try to find a "Japanese" style of AI research, since our social, philosophical and cultural background differs from western countries' where AI was born.

パネル討論：人工知能研究に期待するもの - 日本の人工知能研究の将来像
日本型の人工知能ツールは開発されるか

寺野 隆雄

(財) 電力中央研究所

"I would not have selected that title unless I thought the answer were yes." - Simon, H.A. (Keynote Speech given at 7th ICSE; see *IEEE Trans. Soft. Eng.*, Vol. SE-12, No. 7, pp. 726-732 (July 1986).)

高速かつ柔軟な推論システムが必要である[2].

はじめに

従来、人工知能システムの開発例として上げられるのは、米国における事例がほとんどであったが [8]、この1、2年我国でもエキスパート・システムを中心に人工知能システムの開発例が非常に増加している。そして、標準的な技法として、いわゆる"ルールとフレーム"の手法[8]が普及してきた。また、人工知能ツール、エキスパート・システム・シェルも盛んに発表されている。

本稿ではこのような現状をふまえ、我国における今後の人工知能ツールならびに人工知能システム開発方法論について考察する。

人工知能ツールの動向と今後

現在のところ、ART, KEE, Knowledge Craft などに代表される豊富な機能をもつハイブリッド・シェル[1]が注目を集めている。国内のメイン・フレームが発表するツールはすべてこの方向を目指していると言ってよい。また、これらのシェルに関する評価も試みられている [5]。

"難しい"問題を解くためには、確かにこのようなシェルが有用であり、本来の人工知能の立場からもハイブリッド・シェルの研究開発は興味深い課題である。しかし、実際に"知的な"システムを開発する立場からは、これとは別の次の3つのアプローチも重要である。

- ・完成したシステムの利用者インタフェースを改善し、エンドユーザにとって真に使いやすいシステムを実現する [6]。
- ・エンドユーザが自らシステムを開発しうる環境を提供する。すなわち、ルールとフレームなどの基本的な人工知能技法が簡単に扱え、簡易ソフトウェアなどと統合化できるようにする [3]。
- ・複雑なシステムに人工知能技法を組み込むための言語を提供する。大規模な人工知能システムの多くは既存プログラムとの結合・融合で成り立つ。これを実現しやすい

人工知能システムのための開発方法論

人工知能の概念にはトップダウンに与えられたものが多い。エキスパート・システムの開発にあたっては、その概念に各専門知識を強引に変換する作業が必要である。最近の報告によると、米国では、知識工学者と専門家が明確に役割を分担してシステムを開発するという方式が確立してきたようにみえる [4]。

しかし、私はこの方式は我国では必ずしも適切でないと考えている。それは、この方式が協調してボトムアップに問題解決に携わる；フレームワークを厳密に定めなまま意志決定を行う；といった日本型のシステム開発と合致しにくい側面をもつからである。

実際、我国で開発されたエキスパート・システムには専門家が人工知能技術を修得する；知識工学者が専門家になる；などの過程を通じて知識を獲得した例が多い [7]。また、人工知能本来の考え方は違ったルールやフレーム概念の適用例もみられる。

構造化プログラミングに始まる開発手法がKJ法などと融合して、我国独特のソフトウェア開発方法論・支援ツールへ発展してきたように、これらの人工知能システムの開発経験を新しい人工知能システムの方法論・ツールへと発展させることが重要である。

おわりに

本稿で述べた視点は図1にまとめられる。これまでの日本の御家芸は優れた応用システムを実現することで技術を発展させることであった。人工知能の分野においては、応用システムの開発が技術の発展を促すのみでなく、さらに、理論研究に新しいインパクトを与える可能性に期待したい。

参考文献

- [1] Clayton, B.: "ART Programming Primer." Inference Corp., 1985. [2] Forgy, C.L.: "OPS83 Report." Technical Report CMU-CS-84-133, Dept. Computer Science, Carnegie-Mellon University, 1984. [3] Holsapple, C.W., & Winston, A.B.: "Manager's Guide to Expert Systems Using Guru." Dow Jones-Irwin, Homewood, 1986. [4] Kline, P. J., & Dolins, S. B.: Problem Features that Influence the Design of Expert Systems. *Proc. 5th AAAI*, pp. 956-962, 1986. [5] Richer, M.H.: An Evaluation of Expert System Development Tools. *Expert Systems*, Vol. 3, No. 3, pp. 166-183 (July 1986). [6] Shneiderman, B.: Direct Manipulation: A Step Beyond Programming Languages. *IEEE Computer*, Vol. 16, No. 8, pp. 57-69 (August 1983). [7] 諏訪基(他): エキスパート・システム開発事例にみる知識獲得の諸相. *計測と制御*, Vol. 25, No. 9, pp. 801-809 (1986年9月). [8] Waterman, D. A.: "A Guide to Expert Systems." Addison-Wesley, 1985.

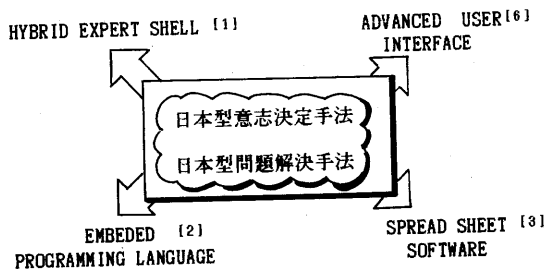


図1. 人工知能ツール・開発方法論の発展の方向

第5世代コンピュータ・プロジェクトからの期待

横井 俊夫

(財) 新世代コンピュータ技術開発機構

人工知能とは 人間の知的機能を解明し、それを有用な情報処理技術に転化させる。これをとりあえずの人工知能の定義としても、現実には即すると数多くの側面を持つバラエティに富んだものとなる。大きく、科学としての人工知能、工学としての人工知能、ビジネスとしての人工知能に分けてみると少々見通しが良くなる。科学としての人工知能では、知能現象の解明とそれに必要な実験ツールや手法の研究開発が主課題となる。工学としての人工知能では、知的と感じられる程の機能を持つ新しい情報処理技術・システムの研究開発が主となり人間の知能を素直に追うこと以外の手法が多用される。ビジネスとしては、人工知能的ではないものや既存技術との兼ね合いも大切な留意事項となる。第5世代コンピュータ・プロジェクトと人工知能とのかわりかは、これまた議論の多いところではあるが、工学としての人工知能(の一部)への取組みと科学としての人工知能への有力な実験ツール・手法の提供というところがその役割であろう。ここでは、この役割を明らかにし、役割以外の人工知能研究への期待を述べることにする。

再び第5世代とは 第5世代プロジェクトは、現在、日本の中で人工知能にかかわる一番大きなプロジェクトであるが、上述から察せられるように、プロジェクトが人工知能をほとんど含んでいるわけでもなければ、プロジェクトが人工知能にほとんど含まれるわけでもない。第5世代コンピュータとは、“知識情報処理機能をロジック・プログラミングの仕組の上に実現する新しいコンピュータ”というのが正しい定義である。キーワードは3つ、知識情報処理とロジック・プログラミングと新しいコンピュータである。知識情報処理というのは人工知能すべてではなく、その一部であること、記号論理的な側面に重点を置くことの表明である。第5世代プロジェクトは、あくまでも技術開発のプロジェクトである。プロジェクト十年の間に、技術としての確かな姿を得るためには、明瞭な切りだしが必要である。ロジック・プログラミングというのは、Prologに代表されるような論理型言語を土台に、新しい諸機能を再整理したプログラム言語を用いるということは当然として、重要なのは、ロジック・プログラミングのパラダイム、さらにはロジックのパラダイムを全体の骨組とするということを表明している点である。新しいコンピュータというのは、既存コンピュータへの応用ソフトを研究開発するというのではなく、アーキテクチャからシステム・ソフトウェアまで、このロジック・プログラミングのパラダイムに基づいたコンピュータ、新しいコンピュータ技術の研究開発と一体化したものであることの表明でもある。そして、その中に、次々と貪欲に計算パワーを要求する人工知能に対する抜本的対応として、記号処理を含む汎用の並列処理技術の研究開発を、ハードウェア、言語、アルゴリズムに渡って総合的に行うことが大きな課題としてある。

プロジェクトからの期待 この夏のAAAIでの歴代の会長達によるパネルは、人工知能研究の基本パラダイムを巡って展開された。パラダイムとして“プログラム(手続き)”か“ロジック”か、いずれが良いのか、ここ十数年来の論争が、今でも注目を集めたようである。この議論にそえば、第5世代プロジェクトは、ロジックのパラダイムによって人工知能を展開していることになる。このパラダイムは次なるロジック・プログラミングの名のとおり、プログラムとロジックの両パラダイムの止揚、すくなくとも止揚のはしりに結びつく。プログラムとロジックは対立する概念ではなくなりつつある。最近著しい進展を見せる構成的数学の主張も、確信のある傍証を与える。しかも、このパラダイムは、第5世代プロジェクトの対象範囲にとどまらず広く適用できるものであり、プロジェクトの期間内に終らず永く続くものでもある。Connectionist Modelを始めとする新しい芽を大切に育てつつも、このパラダイムを広く、永く浸透させることが、最も多岐多岐のものに結び付くと期待したい。しかし、いずれにしろ、学問の世界から技術開発の現場まで、人材の養成、環境の整備が、急務である。これへの努力が大きく始まるのが次の期待である。

人工知能研究に期待するもの

兩宮 真人 (NTT電気通信研究所)

最近では所謂AIがブームとなっている。特にエキスパート・システムという観点からAI応用のビジネス化に関心が寄せられている。しかし、これらエキスパート・システムについては「どこが知能なのか」という疑問が常につきまとう。

AI応用システムが工学的見地からそれなりの意義を持っていることは認める。従来型の手続き概念のみによって処理システムを構成しようとする場合、処理アルゴリズムとデータ構造が、人間が把握できる程度の複雑さできちんと定義できる対象にしか適用が困難であった。一方、AI的処理手法では次のような特徴を活かし、従来手法では適用が困難であった、故障診断や複雑な条件下での実行計画・スケジューリング、設計支援等への応用が可能となってきている。

- ① 推論という三段論法的な処理の概念(プロダクション・ルール、Prolog、等)を取り入れることにより完全な手続き指向のシステム構成法に比べ複雑・多岐に亙る処理を簡潔に記述できる。
- ② 処理対象となるデータの構造を、データ対象とその属性、データ対象間の関係という概念(フレーム概念)で整理し知識ベース化することにより処理アルゴリズムをより簡潔にすることができる。
- ③ ①、②に基づく処理法の実現に記号処理技術が有効であり、記号処理を指向した言語(Lisp、Prolog)やプログラミング環境が整備されてきている。

このような、現状の応用AIは、Artificial IntelligenceのAIではなくAdvanced Information ProcessingのAIという解釈で捉える方がより妥当であろう。

Artificial Intelligenceを求める真のAI研究は「生体の持つ知能処理機能とは何かを明らかにし、それを機械モデルとして科学的に捉える」ことにあり、それは本質的に理学的立場からの研究ということになる。生体の中で最も高度な知能を有する人間の思考・行動のメカニズム(認知、心理、言語各現象の裏に潜むメカニズム)を追究することがその究極的目標であるといえる。そして、このような理学的研究の進歩に伴って、そこで得られた知見と明確に定義出来たメカニズムとが旨く切り出され実用に供されるようになる。

さて、知能的処理機能は以下の3点に集約されるだろう。

- ① 認識能力:置かれた状況を認識し、理解する能力。
- ② 計画能力:状況の認識・理解に基づいて的確な行動をとる能力。
- ③ 学習能力:過去の経験を蓄積し、より合目的な状況判断と最適な行動をとるようになる能力。

これらは互いに補完しあう関係にあり、どれもAI研究にとって重要な課題である。①の認識能力に関しては従来のパタン認識の枠組みではなく、音声や画像等の信号情報からその裏にある意味を抽出し、推論の対象となる記号(言語)に転化するメカニズムの研究が重要である。この立場の研究として認知科学分野で進められているコネクショニズムの研究に興味を持つ。

②の行動計画については演繹推論という形で研究が進んでいると言ってよいだろう。

高度の計画能力、認識能力を持つためには、③の学習能力が不可欠である。学習機能において重要な要素は、過去の経験をそれに類似した新たな状況に適用していく「類推」の能力である。類推を可能とするためには、外界から得た情報をより抽象的な知識に整理し記憶する「概念抽象化」と抽象化知識を現実問題に適用する「概念具象化」のメカニズムを明らかにすることが必要である。知識の抽象化機能、即ち個々の事実に共通する法則を抽出する帰納推論が学習の重要なポイントと考えられる。

AI研究の評価を困難にしているもうひとつの問題は「知能の評価」の問題である。AIの研究そのものが「知能の評価」を明らかにする学問であるから、そう簡単には評価指標は定められないが、一つの指標として、どれだけ広く判断し、どれだけ多くの状況に適用する能力を持っているかということであろう。一例を挙げれば、大学の代数学の教科書のみしか理解できないシステムよりは小学校程度の算数・国語・理科・社会を理解出来るシステムの方が知能レベルは高いといえる。知能のレベルは、実際には連想の範囲、判断の範囲、抽象化の程度、推論の深さ等の量に依存して連続無限に存在する。従って、有効な知識が的確に検索されるというメカニズムを持つシステムにおける知識ベースの量が一つの重要な目安となるであろう。

人工知能研究に期待するもの =日本の人工知能研究の将来像= 渡辺 正信

(日本電気(株) C & C システム研究所)

1. はじめに

エキスパートシステム研究の立場からAI研究のあるべき姿と、日本のAI研究の現状とを対比し、日本のAI研究に期待するものについて述べる。

2. AI研究と日本の現状

AI研究を、研究戦略・研究体制・研究テーマに分けて、そのあるべき姿と日本の現状とを比較分析する。

2.1 研究戦略

明確なターゲット設定と、バランスを持つことがポイントである。前者のターゲット設定に関しては、ニーズも重要であるが、大きなブレークスルー技術を包含するシーズ指向でありたい。例えば、VLSIやソフトウェア等の設計エキスパートシステムはこの典型である。日本の現状では、一部の大学においてこの問題に対する枠組の提案がなされているものの、現場の設計ノウハウを保有する企業中心の研究となっている。

後者のバランスということとは、研究テーマの重みづけとマイノリティの尊重である。日本では、まだハードウェア指向が強過ぎる傾向にある。例えば、I/Oの目標はPrologマシンの開発といわれる。それによって、言語はPrologのみを強要することになっている。本来、AIはソフトウェア指向であるべきものである。そこでは、Lisp・Prolog・C等のAI用言語の利用に関してバランスがあつて然るべきである。更に、現状及び将来において完成度、利用人口等の点からLispが圧倒的にマジョリティであり続けることは間違いないであろう。一方、Prologはマイノリティとして尊重される存在といえる。米国に比べてAI研究者が非常に少ない日本において、Prologのみを強制することは重要なAI研究の機会を失ってしまう偏向戦略に陥る危険性が大きい。ハードウェア偏向・Prolog偏向に対する見直しが必要な時ではないか。

2.2 研究体制

ここでのポイントは、AIフィードバックの形成にある。基礎研究と実用システム開発の密接なタイアップである。特に、エキスパートシステムの研究、実用化においてはこの体制が重要である。日本の現状では、大学の基礎研究と企業での実用化研究が必ずしもタイトに関係づけられていない。つまり、AIフィードバックの体制が非常に弱い。

2.3 研究テーマ

エキスパートシステムでの主な研究課題として知識の表現・利用・獲得の3つがある。

日本現状では、数多くのエキスパートシステム開発経験の下で知識の利用に関しては少しずつ研究成果を生みつつある。しかしながら、知識の表現、獲得に関する研究は、米国に比べてまだまだ遅れていると言わざるを得ない。知識表現で現在、注目されているプロダクションルール、フレーム、ATMS等は、米国で10年以上の蓄積の中から生まれてきたものである。

特に、知識獲得・学習の研究に至っては、雲泥の差である。知識獲得は、エキスパートシステム開発の最大のボトルネックと言われ、又、人工知能研究における全て

の道は学習に通じると言われている。この分野での日本の奮起が期待される。エキスパートシステム開発に実際に携わった人は、知識獲得の困難さが想像以上であることを実感しているはずである。

3. 日本のAI研究への期待

3.1 研究戦略

まず、AI研究において、日本が米国より非常に遅れているという現状認識を持ち、修・破・離の原則で、着実に進めていくことが肝要である。特に、単一民族にありがちな偏向思考を慎み、多様性の中からの健全な模索を推進すべきである。

3.2 研究体制

ニーズとシーズのキャッチボールを通してAIフィードバックを実現するために、エキスパートシステム開発に対する産学一体の研究体制づくりが急務である。KE不足問題が深刻化している現在、そこでのKE育成を期待する。

3.3 研究テーマ

エキスパートシステムでの知識獲得・学習に対する今後の研究方向について述べる。

まず、米国における学習研究の歴史を凝視することが必要であろう。歴史を無視すれば、歴史に処断される。まず、学習の研究とエキスパートシステムの研究は、それぞれ独立してスタートし、発展してきた。学習の研究は、複数の例から共通概念を抽出する帰納的学習から始まり、現在、単一例から一般的概念を抽出する演繹的学習に主流が移ってきている。今後は、帰納的手法と演繹的手法の統合化が進められていくであろう。興味深いのは、学習の研究がエキスパートシステムでの知識獲得に生かされ始めたことである。特に、演繹的学習を応用して知識獲得を支援する方式の検討が着実に進みつつある。

知識獲得・学習の研究で重要なことは、「知識獲得・学習がどのようなプロセスで実現されるのか」という疑問を深く検討することである。例えば、人間は、ある目標の下で、ある知識が何故その目標を達成するのかを説明できて初めて学習する。そこでは、更に、「説明できる」とは、どういうことか、何をもちいて説明できたとするのか、といった疑問が生まれる。演繹的学習の代表例であるExplanation-Based Learning手法はこのような疑問に答えるべくして生まれた。更に、次の疑問として、学習の目標はどこから発生するのかというのがある。この疑問に対するチャレンジが現在進められている。

一方、エキスパートシステムに対する知識獲得の研究では、知識ベース型知識獲得システム(知識獲得のためのエキスパートシステム)がますます重要となる。

4. おわりに

日本のAI研究に期待するものとして、①米国と比較した日本の現状を認識し、バランスある研究戦略が必要であること、②産学一体となった研究体制づくりが急務であること、③知識獲得・学習に対する研究の掘り下げ、裾野の拡大が必要であることを述べた。

応用の場から人工知能研究に期待するもの

松田 元男 (鹿島建設)

1. 研究の目的を考える

科学としての目的

- 人間の知能をコンピュータを用いて解明する
- 人間の知能をコンピュータ・システムで実現する
 - ……自律的なシステム
 - ……人間との相互補完システム

応用技術としての目的

- 好ましくない環境下(深夜、山間僻地、緊急時、...)の知能労働を解放する
- 応答するマニュアルでノウハウの伝承や追体験を行う
- 人間の創造性をわきたたせる道具にする

2. いま応用システム開発の現場では

- 過度な期待(ツール不足、未熟な研究者 vs 未来技術の幻想)
- 知識を整理する方法論や枠組みのバリエーション不足
 - (力仕事のプログラミングで補う)
- エキスパートシステム開発を行う総合的な情報処理環境を望む
 - (自己完結しないワークステーション、原始的なソフト・ライブラリ)

3. エキスパートシステムの実現方法の研究に期待する

- 並列処理コンピュータの構成とプログラミング方法論
- 問題類型に適した知識表現論(コンピュータ・サイエンスから離れて)
- 記号と数値以外のメディア(画像、音声、センサー、機械)との総合化技術
- 学習理論(経験学習、深い知識の理解、知識ベース保守からの解放)
- 日本の人工知能研究(非分析的な知能構成論、連想、会得、洞察、...)

(参考文献)

1. 佐伯胖:「認知科学—知識工学の周辺」, 情報処理, vol.26, no.12, 1985.
2. B. Chandrasekaran: "Generic Tasks in Knowledge-Based Reasoning: Characterizing and Designing Expert Systems at the Right Level of Abstraction.", Proceedings of the 2nd Conference on AI Applications, IEEE Computer Society, 1985.
3. 阿部・田中・松田: 「設計基準の知識表現に関する考察」, 情報処理学会第33回(昭和61年後期)全国大会発表論文集, 3M-5, pp.1333~1334, 1986.
4. M. Stefik: "The Next Knowledge Medium", AI Magazine, vol.7, no.1, 1986.
5. 吉田光邦: 「西洋型の論理に立つ5Gへのおそれ」, 昭和58年度先端的コンピュータに関する調査研究報告書(適用分野・波及効果編)II 付属資料, (財)新世代コンピュータ技術開発機構, pp.26~29, 1984.

人工知能研究に期待すること

米澤 明憲

(東京工業大学 理学部 情報科学科)

I. AI 研究

「人間がもっている知能や知識を、計算機システムの中に記号体系として表現し、それを解釈・操作することによって、計算機システムに擬似人間的なふるまいをさせようとする試み」というのがAI研究の作業用定義である。基本的に、問題対象の源は「人間」にあり、Analysis-by-Synthesis と Synthesis-by-Analysis の繰返しによって、少しずつ成果がもたらされてきた。そして、対象とする知能のある側面が分析され、その構構アルゴリズムが充分明確になると、多くの場合、それはAIの研究対象ではなくなる。現在、謎であるある知的機構の1つが、10年後には、単なるソフトウェアパッケージの1つとなって、その中味が全て明らかになる場合、それはもはや「知能」ではないと考えられる宿命にある。また、一度明らかになると、アルゴリズムを分析・改良することが試みられ、理学・工学の対象となる。

II. 2つの研究方針

今後のAI研究において、人間の知的能力のあらゆる側面がアタックされることは当然であるが、既に比較的明らかになっている部分を基礎に、さらに研究を押し進める方針として、次の2案が考えられる。(いずれも明白なことではない)

[Scaling Up (大規模化)]

小規模は問題領域や技術蓄積で成功したものを、大規模に適用試験する。これに関連して、米国MCCにおけるD. Lenat等による大規模な知識表現プロジェクトCYCは興味深い。日本でも、高度は概念辞書の電子化等が進むことを期待する。

[Putting Things Together (統合化)]

自然言語処理、音声認識、視覚、手足等の機械系の情報処理と統合するシステムを構築し、各分野での研究成果の深化をねらう。実用知能ロボット、翻訳電話等の非常に高い目標をかかげた研究が重要であろう。

III. 旧別の学内的課題

AIの学内的重要課題の幾つかを挙げておく。(a) 自然言語の研究は、ほとんど全てのAIの研究課題と密接な関係をもつので、重要課題である。(b) 知識獲得、発見、学習、類推、内省等の定式化と応用。(c) エネクシオニズム的研究方法と記号操作的方法の橋渡しを行う研究、等が考えられる。

IV. 日米の比較

米国全体を比較競争の対象とするのは、相手として争強すぎるので、米国のカリフォルニア州と日本全体でのAI研究及び開発の活動を比較するのが公平であろう。この比較の方法で10年度には追いついたというのである。