

新プロジェクトが萌えるとき

田村浩一郎（電気試験所、電子技術総合研究所に在籍）

一粒の向日葵の種まきしのみに荒野をわれの処女地と呼びき（寺山修司）

要約 1963年から1998年まで、工業技術院電気試験所と電子技術総合研究所に在籍し、多くの研究プロジェクトの立ち上げに関わった経験から、この研究所において、新しいプロジェクトがどのような背景のもと、どのような考えから構想され、実施が開始されたのか、ひとりの目撃者、そして当事者としての証言を述べる。対象としたプロジェクトは、通称で、（１）超高性能電子計算機、（２）パターン情報処理、（３）第五世代コンピュータ、（４）FRIEND21、（５）協調エージェント、その他である。

1. はじめに

多くの進化プロセスがそうであるように、技術の進化もダーウィン過程になぞらえることが出来る。様々な変種が生まれるが、環境への適者のみが選択され、生き残る一方で、大多数は表面に出ることなく消えていく。われわれが目にする実体物はこうして生き残った適者のみになるが、それらもまた環境の変化とともに代わっていく。技術ならば、実現可能性と厳しい市場競争での選択過程に晒される。この適者への道を「**創新**」(innovation)と呼ぶ¹。具体的に、適者（生存者）がなにか、ということは、現実安定して存在するものなのだから、よくわかる。しかし、分からな

¹ 「**創新**」という訳語は innovate = “into” + “something new” という語の語感を的確に表したいと思って筆者が勝手に作り出したが、中国ではこの語を訳語として使うらしいことをつい最近知った（坂田一郎「新時代のイノベーション政策を考える」学士會会報 第918号 2016年3月）

いのは、その適者がどのようにして生まれたのか、その起源である。適者が survival なのは分かるが、その arrival、つまりそれがなぜ、どのように発生したのか。この問題はダーウィンをしてすでに悩ませた難問だ。今世紀に入ってから遺伝子研究では、さすがにそのメカニズムに科学的研究のメスが入り、次第に分かってきたことは、arrival は単なる個体の変異によるものでなく、恐るべき数の個体からなる集団の、精緻かつ複雑な組織的過程から生まれる、というもののようだ²。

よく知られているように、DNA 情報をもとにアミノ酸高分子を使った複雑きわまりない組み立て工程を経て蛋白質が生成される。つまり、DNA という純粋な情報が、実体化し、物質化されるのだ、前者は**遺伝子型** (genotype)、後者は**表現型**(phenotype)と呼ばれるが、変異（揺らぎ）が起こるのは前者で³、淘汰過程に晒されるのは後者だ⁴。

技術の研究開発プロジェクトをこの過程になぞらえるならば、まず目標とする技術の基本アイデア（遺伝子型）を種々の検討を経て定め、その実現のために一定のリソース（人、資金、時間など）を使って研究開発を進め、その最終成果としての具現物（表現型）を造り出し、次にそれが商品の場合には、市場などの実世界環境での淘汰に晒される過程に入る。この全過程の前段は理念からの具現化過程、後段は評価による淘汰過程である。まず、前段で具現化することなく消えていくケースも非常に多い。後段は、人々の顕在的、潜在的ニーズにその技術なり製品なりが応えているかどうかという、ある意味で厳正・中立な評価を受ける段階である。開発した技術者がいくら素晴らしい技術だと考えても市場で受けない、つまり、人々の真の(しばしば潜在的な)ニーズには応えていない、という技術も多いのだ。その厳しい評価過程で生き残った技術が適者であり、さらにその子孫が繁栄すれば技術の主潮流になる。これが技術の進化過程である。

しかし公的機関はビジネスを目的としない（はず）で、原則として直接に製品化まで行うことはせず、市場という淘汰過程にまで進むことは想定されない。ではその役割、つまり、公共機関が行う研究開発プロジェクトの役割はどうあるべきなのだろうか。

² Andeas Wagnar 著 “Arrival of the Fittest: Solving Evolution’s Greatest Puzzle” (Penguin 2014, Kindle 版)を参照した。

³ 木村資生著「生物進化を考える」(岩波新書 1988)によると、DNA の変異出現は淘汰過程から独立したランダム現象とされる。いわゆる中立論である。変異が arrival、つまり解を求めての探索の出発点となるから、一種のモンテカルロ法が行われているということになるのだろうか。

⁴ この全過程は時間的、空間的にフラクタル構造をなしているはずである。つまり、部分が全体と相似の様相を取る構造である。

いろいろな立場からいろいろな考え方があり得るが、わが経験から考えたのは、一口でいえば、**技術の能動的評価**だと思う。技術評価(assessment)といえ、新技術が実現したとしてその後影響の評価をいうが、能動的評価とは、いわば、active (または progressive) assessment であり、目標とする技術の実現可能性を能動的、主体的に追求する行為である。生物進化のたとえに添っていえば、遺伝子型という情報を表現型という物質として発現させる段階である。その技術理念が最大限どのレベルまで実現可能なのか、研究開発を進めることによって能動的にその可能性を評価する。その目的は、第2段階の淘汰過程に向かう技術の選択肢を増やし、可能な技術目録を拡大することに寄与する、ということである。

本稿では、筆者が在籍した電気試験所、電子技術総合研究所の35年間を通じ、さまざまな研究プロジェクトの立ち上げに参与した経験から、とくにその arrival 部分、つまり、技術開発のまきに出発点となる目標技術の基本理念の創出過程に焦点を当てて、思うところを述べたい。

少なくとも私が当事者として参与したプロジェクトは、決して思いつきや一時の流行語に流されて動き出したものはない。時間的、空間的（組織文化的）な文脈を背景に持ち、それが無意識的に、あるいは明確に意識化されて立ち上がるのである。プロジェクトの実施が「課題解決」過程だとすれば、プロジェクトの立ち上げは「課題発見」であり、「課題提起」である。この過程は、成果に直接つながる「課題解決」の実行力と同等の重要性を持つが、科学技術史などでこの観点からの考察と記述は、これまですくなかったように思う。

研究である以上、課題解決にオリジナリティが問われるのと同様、課題設定にもオリジナリティが重視されるべきで、生物進化の過程では DNA 変異を起こす段階に相当するから、その意味でもオリジナリティに欠けていては出現、発生の意味がない。残念ながら後追い研究の多いわが国の情報処理分野ではこの点に欠けたプロジェクトが少なくない。そのなかで、ここで述べるプロジェクトは、初期のものはともかく、成熟するにつれ、この点にも相当程度考え抜かれてきたことをとくに証言しておきたいと思う。

2. 前史 (1962 ~ 1965)

1962 年の秋から始めた卒業研究は東京大学工学部応用物理学科南雲仁一教授の研究室で、天気図のパターンから天気予報をするというテーマだった。このテーマ設定と指導は、当時博士課程にいた戸川達男さん（のち、東京医科歯科大学）によるもので、私は単にその指導に従ったに過ぎない。パターン認識研究は米国で 1950 年代に文字認識などから始められ、すでに文献も多数あった。日本でも電気試験所の飯島泰蔵さんによる陪直交関数を使った理論などの先駆的研究が知られ

ていた。私の行った方法は極めて単純な特徴空間での判別で、最後には全東大で当時 1 台しかなかったコンピュータセンターのコンピュータ（OKITAC5090）を使い、苦手な実験をせずに卒業研究を仕上げる事が出来た。このとき、アセンブラ言語による短いプログラムを作ったのがプログラミングの初めての経験である。コンピュータのメモリはわずか 4K 語（1 語 BCD12 桁）だから、長いプログラムを書いてもそもそも動かすことが無理だった。

南雲先生は非線形理論を用いた神経細胞の信号伝達理論で世界的に知られ、日本のバイオニクス（生体工学）研究における重要な先駆者のひとりである。

南雲研究室ではわずか半年を過ごしただけだが、その間に、野口正一さん（当時東北大学）から、ニューラルネットワークの元祖であるパーセプトロンの議論も聞かせてもらい、また、医学部の高橋暁正さんらによる計量自動診断の研究も知ることが出来た。

鈴木良次さん⁵（のち、大阪大学、金沢工科大学）は、電気試験所から南雲研究室に助手として移られていて、卒業研究に入る前からいろいろなことを教えられていた。ほかに志村正道さん（のち、大阪大学、東京工業大学、武蔵工業大学）が博士課程にいらして、その後、日本の AI 研究のリーダ的役割を果たしている。さらに有本卓さん（当時助手、のち京都大学）、吉沢修治さん（当時修士課程、のち、日立製作所、東京大学、埼玉大学）など、後から考えるとそうそうたる面々がこの研究室には揃っていて、運がいいとしかいいようのない恵まれた環境にいたのだが、当時はその運の良さに気づかなかった。ただ、これほど優れた人たちが本気でロボットの研究を行ったら、人間を超えるロボットが出現し、将来、たぶん 21 世紀にはとんでもない恐ろしいことになるのではないか、という妙な危惧を抱いたことを記憶している⁶。

⁵ 大阪大学での教え子に、ニューラルネットなどの研究で著名な川人光男さん（ATR 脳情報科学研究所）がいる。

⁶ 機械知能が人間の知能を超えるかどうかという singularity 議論が盛んだが、その多くは単純で皮相的だ。そこでいう「知能」が、対象問題が限定されるならば、たとえば、四則演算から始まり、高度な数式計算や囲碁、将棋。さらには自動車の運転にいたるまで、多くの分野ですでに機械が人間を超えている。しかし、そういった対象限定で比較が容易な「知能」ではなく、トータルな知的能力、つまり一般的、常識的な意味での「賢さ」ではどうなのか。機械の「賢さ」が人間を超える、言い換えれば、「人間には、人間より賢い機械を作ることが出来る賢さがある」といえば、自己参照にありがちな矛盾を含むことになる。AI 技術は、悪用または誤用されれば、深刻な災厄を起こしかねない危険性を秘めている。そういう誤りを犯しかねない人間よりも「賢い」機械ならば、そのような災厄を避けることが出来る「賢さ」を持つはずだが、そういう機械を作れるほどの賢さを持つ人間が、どうしてそもそもそのようなバカをしかねないのだろうか。真に求められるものは、人間よりも「賢い」機械などではなく、(機械を作る)人間の持つべき「賢さ」であろう。それがどんな意味であれ。

鈴木良次さんが発案者のひとりだと思われるが、南雲先生主催の MMS (Man Machine System) 研究会というのがあった。卒業後も引き続きこの会に参加出来たことから、その後の私の情報処理研究のベクトルの最大成分となった。つまり、コンピューティングパワーと人との親和性である。

こうしてみると、南雲研究室での経験は、現在の情報処理技術の大半の分野をカバーしていたことになる。というよりも、当時はまだ情報処理、とくにコンピュータの応用面での開拓が始まったばかりで、未分化状態だった、といえるだろう。そんなこともあって、その後長い間、私は専門分野を聞かれると、答えに窮する思いをした。数十年後になるが、専門分野を問われ、正直にリストアップしたところ、十数個にもなり、これでは長すぎるとして、多くを編集者にカットされた。

無事卒業できて、1963 年に工業技術院電気試験所に就職した。研修後、制御部自動制御研究室に配属されたが、研究テーマの指示はなかった。おかげで自由を満喫し、卒業後も引き続き東大に出入りするなどして、勉強した。MMS 研究会もそのひとつである。

配属された研究室の居室には、辻三郎さん（のち、大阪大学、和歌山大学）と川端信男さん（のち、中京大学）の二人しかいなかった。もひとり、杉江昇さん（のち、名古屋大学、名城大学）がその居室の所属メンバーだったが、当時はカナダの McGill 大学で 2 年間の在外研究中とのこと。辻さんはのちに智能ロボット研究を立ち上げ、日本でのこの分野の開拓者のひとりとなった⁷。杉江さんは、専門は電子工学であるにも拘わらず、自ら猫の脳細胞に針を刺して実験するという本格的なバイオニクス研究の嚆矢のひとりとなる。川端さんは脳波や錯視の理論研究で重要な成果を上げられた。じつは私はそういう研究状況を全く知らずにはいったのだが、どこか南雲研究室と地続きのような環境だった。この運の良さに気がついたのも、恥ずかしながら大分後になってからだった。

さて、研究室に配属後ぶらぶらしている私に、辻さんから、5 月の連休明けに翌年の研究予算の要求案を作るから、研究テーマを考えておくように、といわれた。これが自らテーマを立ち上げる初体験である。

まったく世間を知らない私は、配属研究室が「自動制御」研究室と名乗っているので、なにか自動制御に関するものがあるのだろうと、あれこれ考えてみた。しかし、実験をするとすれば、小型でもプラントらしきものがあるが、どうも電気試験所にはそれらしきものは見当たらない。といって理論はどうかといえば、当時流行していた制御理論について東大大学院での輪講会に出ていた

⁷ 辻三郎さんの大阪大学での教え子で、浅田稔さん、石黒浩さんなどは、極めてユニークな発想によるロボット研究で成果を上げている。

けれど、私には難しすぎる。はてどうしたものか、と思いついたのが例の MMS 研究会で聞かされたコンピュータを使った教育システムである。教育というのはいわば人を「制御」するものだから、それにこじつけよう、と浅はかにも企んだのだ。その提案をしたところ、野田部長もなぜか強い興味を示され、予算要求することになった。辻さんが作成してくれた予算案はなんと 3000 万円である（因みに私の初任給は月 2 万円）。翌年、予算内示が出ると、これまた約 1000 万円もの予算が通ったのだ⁸。こうして、後に CAI（Computer Assisted Instruction）と呼ばれるシステムの本邦初の開発が始まった。この予算で購入したコンピュータはほとんど一人で使用したので、ずいぶん高価なパソコンを手にしたわけだ。

このシステムは 3 台のフレクソライタと、それぞれに漢字や図形を表示するための箱形スライドプロジェクタを追加して用いることから、いわば、素朴ながらもマルチメディア端末⁹を複数台持つ対話型（interactive）システムである¹⁰。コンピュータシステムとしては単純なものだったが、私にはソフトウェアシステム作りの基礎を身につける意味で大変勉強になった。

3. 超高性能電子計算機プロジェクト（1965 ～ 1970）

プロジェクトという言葉を意識したのは、「大型プロジェクト」として「超高性能電子計算機」が開始されたことを当時の野田克彦電子計算機部長（のち、松下電器産業）から部員全員に告げられたときが初めてだった。米国のアポロ計画のような国家的な大プロジェクトがたぶんモデルとして想定されたのだろう。このプロジェクトは（当然ながら）若輩の私の与り知らぬところで着想され、開始されたため、その発足経緯や動機についてはまったく分からない。その段階では具体的に誰が何を分担してやるのか、とくにはつきり決まっていなかったようだが、誰ともなく想定したプロジェクトの主担当研究室は「計算機方式研究室」¹¹で、私はそれとは別の「システム研究室」

⁸ この話を同年代の友人に話したら、「税金を払いたくなくなった」と言われた。それ以来、ずっと心に引っかかっていて、ときに自分への戒めとしている。

⁹ 当時は CRT ディスプレイの開発自体が立派な研究課題となっていた。

¹⁰ 学習用プログラムを容易に記述できるようプログラミング言語 LALEP を作り、のちの我が国での CAI 用標準言語の母体となった。

¹¹ この研究室は、ETL Mark IVa、やまと（自動翻訳機）などの開発成功の後、当時は ETL Mark VI の開発の仕上げ中で、あまりに野心的な機構を持ち込みすぎたせいか、上手く稼働せず、持てあましていたように（私には）見受けられた。

に所属していたから、このプロジェクトとは全く関係ないだろうと傍観していた。ところが、思いもかけない経緯から、参加することになった。

それはともかくとして、大型プロジェクトを立ち上げた野田部長の意気込みにはすごみを感じた。後に知ったことだが、明治神宮に参拝して成功を祈願したという。先の大戦で海軍士官だった人の気概は、物心ついた頃には終戦だった我々世代とはずいぶん違っていた。

私が参加することになった経緯は次のとおり。淵一博さん（のち、ICOT、東京大学、慶應義塾大学、東京工科大学）が珍しく私に昼飯をおごってくれるという。喜んでカツ丼をおごってもらったところ、じつは、この大プロで一緒にやらないか、というお誘いだった。淵さんは（たぶん、まだ主任研究官でもなかったと思う）この大プロの中でやるべきテーマについて「建白書」を提出したという。その内容は、時分割¹²オペレーティングシステム（のちに ETSS¹³と名付けられた）の開発である。淵さんは当時、MIT の MAC プロジェクトについての論文を輪読する数人の会を主催していて、私もそこに誘われて入っていたし、素朴ながらも CAI として対話型システムを作っていたこともあり、提案の意味合いが即座に了解できたので、（ご馳走になった義理もあり）すぐさまお受けすることにした。

当時の日本のコンピュータ業界は、OS などのソフトウェアはどうしようもなく遅れていた。そもそも「ソフトウェア」という語が存在しなかった。ハードウェアもキャッチアップが精一杯で、情報処理分野での「創新」などとてもないことだった。この超高性能コンピュータプロジェクトの発想自体が、ともかく米国の最新技術水準に追いつくことが出来るかどうか、それが最大の課題だったのだろう。淵さんの発想は、ハードウェアは企業に任せる、そしてソフトウェアは、バッチ処理の OS は国策会社を作ってそこに任せ、電気試験所は、当時、先進的とされていた時分割システムを作る、ということだった。時分割システムはすでに MIT の MAC プロジェクトのなかで CTSS として稼働していて、次の Multics が設計段階にあった。

あきらかに彼我の差は大きい。そういう場合、まずは学ぶことが最上の策であろう。実際、このプロジェクトが始まってしばらくした頃、MIT の CTSS 作りに学生として携わり、そのときの腕

¹² 「時分割」という言葉は、この種のシステムの狙いを示すものとしてはあまり適切ではない。「対話型」というべきであろう。システムのポイントは、（現在では当たり前になっている）人がコンピュータと対話しながらコンピューティングパワーを利用することにあるからである。

¹³ ETSS の開発については、弓場敏嗣さんがこの AIST 研究秘話シリーズの一篇(「タイムシェアリングシステム ETSS 研究開発」)として寄稿されているので、そちらを参照願いたい。

が買われて Multics 開発の主要メンバーになっていた Jerry Saltzer 准教授（当時）を招聘し、1 週間の講義をしてもらった。受講者として電気試験所の ETSS 開発メンバーをはじめ、大学と企業からも大勢参加した。

この「授業」で、時分割システムについて、CTSS と Multics の細部に至るまで教えられた。たとえば、端末でプログラムを走らせたとき、暴走することがあるので、どんな場合でもそれをストップさせるキーが不可欠だとか。アメリカは 1980 年代半ばまでは自ら開発した先進技術について極めておおらかで、尋ねればなんでも親切に教えてくれたのだ¹⁴。

しかし、もともと MAC プロジェクトが何を狙ったのか、その肝心な点を我々は十分学ばなかったように思う。MAC プロジェクトの狙いは、コンピューティングパワーをあたかも電気や水道のように、誰もが容易に利用できる一種のユーティリティとして提供する仕組みを作ることだったのだ¹⁵。これが、創新技術の基本理念、つまり、生物進化過程の出発点になる DNA 情報（「遺伝子型」）だった。先の輪講会で淵さんはもちろんこの点を十分理解していて、だからこそ建白書を書いてまでして ETSS 作成チームを立ち上げたのだが、システム開発の実行段階（遺伝子型から表現型を作り上げる過程）では、とにかくシステムを稼働させることに精力が注がれるため、その肝心な基本理念がどこかへ忘れ去られてしまう。もしこの方向性をさらにしつこく追求する人がいれば、今のインターネットやウェブを誰よりも早く目指す研究が日本でも立ち上がったかもしれない¹⁶。

彼我の差があまりにも歴然としていたこの時代、先駆者に学ぶことは重要であるし、必須でもある。しかし、単に先駆者の背中を見てその真似をするだけでは得るところが少ない。彼らがどこを見つめて先を走って行くのか。その視線の先を見定め、次のステップにはその方向を十分参考にしつつ、自らの考えに基づいて目指し走らなければならないのだ。そうでなければ、永久に真の意味ある創新を手にすることは出来ないだろう。

4. パターン情報処理システムプロジェクト（1971 ～ 1981）

¹⁴ 1990 年にスタンフォード大学に行ったときには、案内してくれた学生が、「日本人には何も教えるな」という通知が学内に出版されている、と言っていた。

¹⁵ “Project MAC”をキーワードとしてウェブで検索すれば、このプロジェクトの全体像と情報処理技術での位置づけが浮かび上がるだろう。

¹⁶ OS でこの系譜を辿れば、CTSS→Multics→UNIX とつながる。ARPANET の運用経験から生み出された Internet の初期段階では UNIX を載せたワークステーションが多く接続され、Internet 技術の進化を支えた。

超高性能コンピュータプロジェクトのもと、コンピュータの新端末装置に名を借りて文字認識装置が研究された。電気試験所のオートマトン研究室長 飯島泰蔵さん（のち、東京工業大学、北陸先端大学）の理論をベースに高速文字読み取り専用装置が作られた。パターン認識の研究がこのプロジェクトの内部で続けられ、次のパターン情報処理プロジェクトにつながるようになった。日本のコンピュータにとって、文字種の少ないアルファベットのタイプライタが普及していた欧米と違って、日本語文字入力がコンピュータ普及の大きなネックになっている、という問題意識が当時はとくに高かった¹⁷。

5年間の超高性能コンピュータプロジェクトの終了期が迫ったとき、野田部長と西野博研究室長から、淵さんとともに二人で呼び出された。次期大型プロジェクトについての相談だった。「日本語情報処理」というのはどうか、という話しだった。確かに入力、出力、そしてその処理など、ハードもソフトも日本語処理は苦手だった。しかし、淵さんも私も、それが本質的な研究課題とは到底思えなかった。日本語というようなローカルなものでなく、もっと本質的な課題がいまのコンピュータ技術にはある。そう考えた。そこで、淵さんが言い出したのが、「パターン情報処理」だ。日本語文字入力のための文字パターン認識だけでなく、一般的にその問題意識を拡大して、情報処理技術一般を変革する可能性を秘めたパターン情報処理の問題にしたのだ。

私はそれより前、1969年にカリフォルニア大学バークレー校での在外研究を終えたあと、ハンド・アイ・ロボット研究を立ち上げていた辻三郎さんのもとに戻っていた。しかし、その後、辻さんは電総研を辞し、大阪大学に移ったので、白井良明さん¹⁸（のち、大阪大学、立命館大学）、諏訪基さん（のち、国立障害者リハビリテーションセンター研究所）や大島正毅さん（のち、東京商船大学）など、残されたメンバーとともに（ロボットとは独立した）物体認識の研究を担当していた。

こうして、「パターン情報処理」プロジェクトが立ち上がり、「物体認識」のほかに、「文字認識」「音声認識」「図形認識」などのサブプロジェクトが動き出した。前プロジェクトと根本的に異なるのはキャッチアップ、すなわち明確なお手本があるわけではなく、自分たち自身で生み出し、考

¹⁷文字認識装置を開発した東芝チームの森建一さんはのちに仮名漢字変換を行う世界初のワードプロセッサの商用化に成功した。そこで使われるキー入力文字変換やその学習機能などは、その後、多文字種言語だけでなく、アルファベット入力にさえ応用されている。ローカルなニーズから生まれた技術が実は普遍性を持った例であり、日本が誇るべき創新技術のひとつであると思う。

¹⁸ パターン大プロ立ち上げ案を作っていた頃には、白井さんはMITのAIラボで在外研究中だった。Minskyは白井さんのことを、日本人としては珍しいオリジナルな発想の持ち主だ、と評したと、Minskyに親しい人から聞いた。

え出した課題への挑戦である。たとえば「物体認識」で、私が設定したテーマは「デスク上に置かれた電話や、ペン、ノートなど、日常世界に普通に存在する物体で構成された情景の認識」であった。当時のロボットの視覚処理としての物体認識では、箱や球など、単純幾何形状物体を対象とした、いわゆるトイプロブレムの域を出る研究はほとんどなかったと思う。当時の技術水準では相当挑戦的な課題だったのだ。

一方、このプロジェクトの傍ら、パターン認識とは直接関係しないが、なんとか実現してみたい技術テーマがあった。そのひとつがコンピュータネットワークである。時分割システムの発展型として、複数のコンピュータをつないだネットワークシステムになるのは必然ではないかと、かなり直感的に考えていたからである。パターンプロジェクトの豊富な予算のおかげで、東芝の TOSBAC5600¹⁹をはじめ、日立、三菱、富士通のコンピュータが電総研にはいることになった。まるで統制の取れていない構成はいかにも電総研らしいが、それを逆手にとって、これら異機種種のコンピュータを接続し、ひとつのシステムとして動かすことが出来れば、コンピュータシステムの進化にとってひとつの「創新」になるかもしれない、と考えた。その実装は OS の変更を伴うため²⁰、各社の技術者にお願いした。大変な苦労をお掛けすることになったが、数年後、どうやら使える、ということになり、私自身がそのシステムを使う応用プログラムを作成した（他にはユーザのなり手がなかった）。ネットにつながる複数のコンピュータを並列に動かせる仕組みを持つことが私の仕様だったので、当然その機能を使う応用プログラムを作った。ところが、当時のコンピュータの動作は不安定で、自分のプログラムのバグもあり、各機いずれもフリーズやダウンが頻発する。とても並列で使えるものではなかったのだ。結局、試行実験程度に留まり、実用にはほど遠い結果に終わった。この頃、太平洋の向こう側では、同時並行的に ARPANET が着々と進行、発展したのは誰もがご存じの通りである。ただし、ARPANET 上のコンピュータを並列に動かしたという話しはあまり聞かない²¹。

¹⁹ オリジナルは GE645。Multics の開発に使用されたコンピュータの原形商用機で、当時の純粋国産商用機にはない時分割 OS を載せていた。本当は DEC PDP-1 などが望ましかったが、当時、官庁で外国産コンピュータを買うことは禁じられていた。

²⁰ ARPANET では、各コンピュータの OS を変更せずに接続できる仕組みを作った。差異を吸収するバッファの役目を持つミニコンピュータ（IMP）をコンピュータとネットとの間に介在させたのだ。これこそ ARPA が成功したミソだが、残念ながら当時の私はそのことの重要性に思い至らなかった。

²¹ いまでは、というよりも大分以前から、インターネットに接続した数十台ものパソコンを並列に協調的に動作させて一つの問題を解かせるなど、ごく普通に行われている。

似た話で、TOSBAC5600 の上に、たぶんわが国初ではないかと思われる電子メールシステムを作った。これも私の仕様で、東芝の技術者に実装を依頼した。しかし、これもまた、ユーザが一人で終わった。それもそのはず、日本語の入出力が出来る端末装置はほとんどないためローマ字を使うし、また、この計算機につながった端末間でしかやりとりができないから、送受信者の範囲が限られている上、距離的に近いため、通信の必要性が極めて小さい。「試しにメールを送ったので見てくれないか」、と直接相手に出向いて聞いて回る始末だった。せつかく作ってもらったものの、私も疲れてしまい、いつの間にか止めてしまった²²。

コンピュータと通信の合体は、日本電気の小林宏治さんが早くから C&C を唱えていたように、技術進化の流れの中で、起こるべくして起こる現象である。それをどう具現化し、実用世界で広く使われるものにするのか、単に個人の思いつきだけではそこまで行かないことを思い知らされた。結局のところ、アイデア(「遺伝子型」)はそう見当外れではなかったものの、その具現化(「表現型」)が上手くいかず、それに続くダーウィン過程の入り口にさえ届くことがなかった。

そうはいうものの、反省すべきは、コンピュータネットワーク作りで目指すべき最も重要なことに考えが至らなかったことである。つまり、コンピュータネットでは大事なのは、ハード、ソフトの閉じた構成ではなく、プロトコルのみを共通化したオープンなシステムであることで、それこそがインターネットがネットの覇者になった最大の理由である。これも MAC プロジェクトの基本理念であるコンピュータパワーのユーティリティ化、すなわち公共利用化、という理念から当然帰結されるべき命題だった。

図 1 に 70 年代末で考えていた情報化社会の将来図を示す。実際にその頃、あちこちの講演などで使用した図だが、私自身が自らこの方向への研究プロジェクトを立ち上げるまでには至らなかった²³。

²² じつは ARPANET のキラーアプリが電子メールだった。米国のように、東海岸と西海岸にほとんどの人口が集中しているようなところでこそ、電子メールのような高速通信のありがたみがあるのだということを身にしみて知った。また、当時の日本では、通信にコンピュータを介在させることは、通信の独立性（第三者の介入の禁止）を犯すものとして犯罪視され、電子メール開発の阻害要因となった。

²³ 大分後になって、1984 年に開始された大型プロジェクト「電子計算機相互運用データベースシステム」は ISO の OSI 準拠ネットワークに関連したプロジェクトだが、私は関与しなかったので、立ち上げやテーマ設定の事情などについて詳しくは知らない。OSI 準拠ネットワークは 1980 年代末には他のいくつかのネットワーク方式とともにインターネットに完全に席捲され、消えた。技術のダーウィン淘汰過程をまざまざと見せつけられる近年での典型例である。



図 1 ネット社会構想

原図は 1980 年作成の OHP。「あらゆる環境」とは、今でいう IoT である。

パターン大プロでの主流研究はもちろんパターン認識だったが、その副流として電総研内では AI 研究にも関心が寄せられていた。私は CAI 研究の発展系として学習などを取り入れた AI 的なアプローチがされていること、辻三郎さんのリーダーシップのもと、知能ロボット研究の立ち上げチームにいたこと、もともと自然言語処理、認知心理学などに強い興味を持っていたことから、パターン認識分野での研究テーマとは別に（記号処理を主体とする）AI 研究動向に関心を持ち、勉強していた。淵さんも、音声認識研究室長として音声認識の研究に携わる一方、推論機構研究室²⁴を立ち上げるほどの熱意を持って AI 研究に力を注ぎ込みつつあった。パターン大プロのプロジェクトリーダーとなった西野部長の部屋には MIT の AI ラボが出す Technical Report すべてが集められていた。また、大プロ開始お披露目の行事として、海外から著名研究者を 10 名近く招き、講演会、シンポジウムが開かれたが、その中で John McCarthy をはじめ、いわゆるパターン認識とはことなる AI 研究者が多数含まれていた。この講演会が日本で本格的に AI 研究を始める事実上の口火を切ったことになるのかもしれない。

さらに、パターン大プロの潤沢な予算に裏付けられて、著名な AI 研究者として Winston, Feigenbaum, そして Terry Winograd らを招聘し、1 週間近くの連続講義をしてもらった。私に

²⁴ 淵さんが好んでいた「全ての精神作用は推論である」というパースのことばに由来している。

とって一番印象に残るのは 1975 年度招聘の Winograd である。1969 年の AI ラボ Technical Report として出版された彼の博士論文、“Understanding Natural Language”を、淵さんの声かけで、白井良明さん、私の 3 人で翻訳、出版²⁵した縁があったからだけではない。AI が課題とすべき問題の真髄をこの論文で初めて理解できたからである。

Winograd の自然言語理解システムの講演は、その主題に関してはもちろん、いろいろな副産物を残してくれた。彼は MIT 博士課程卒業後、スタンフォード大学の准教授となり、XEROX PARC の研究員を併任していた。そこで、余談の形で、XEROX PARC の研究目的や内容を語った²⁶。現代情報処理を構成する基本技術、とくにユーザインタフェース技術の大半はここから生まれたといっても過言ではないだろう。いわば、現代コンピュータの創新の巣窟のような場だったのだ。

Winograd はしかし、1980 年代中頃には AI 技術の限界を感じ、ハイデガーまで援用して知能の機械化の困難性を論じた。AI なんか所詮は無理だから、人が苦手とし、機械が得意とする作業をコンピュータに行わせるべき、という立場にたつようになった。そういう彼はのちに、かの Google 創業者のひとり、Larry Page の指導教官で、その Google がネットの検索エンジンという、まさにコンピュータが得意とし、人間が苦手とする作業のシステム化で大成功した。しかし、Google はそこにとどまることなく、(恩師が見切りを付けたはずの) いわゆる AI 指向を強めている。そんな意味からも Google は今後どこへ行くのか、興味深い。

話しが逸脱したが、こうしてパターン情報処理の旗の下、じつは次の大プロジェクトとなる通称、第五世代プロジェクトへの準備が伏流として着々と進められていたのだ。

5. 第五世代コンピュータプロジェクト (1982 ~ 1993)

²⁵ 「言語理解の構造」というタイトルで現在でもアマゾンから購入できる。

²⁶ PARC 設立の目的は、XEROX のコピー特許が切れたあとどうするのか、その基本技術として、OA (Office Automation) を目指すのだ、ということはこの時はじめて聞いた。OA 技術が日本で知られ、話題になり始めたのはこの頃からである。1976 年、電子協で FOS (Future Office System) 委員会が作られ、私は分科会の一つの委員長になり、企業の人たちと近未来での OA のあるべき姿を検討した。ノート型パソコンをネットに接続するシステムを想定し、何が必要とされ、何が出来なのか、などの議論を行った。そこで 80 年代半ばには出来るだろうと想定したシステムが実際に広く現実化したのは 90 年代も中頃になってからだった。そして「OA」はいまではほとんど死語と化している。

私の知る日本の研究プロジェクトの中で、良くも悪くもこれほど世界的な反響を呼んだプロジェクトはほかにない。と同時に、これほど世間一般から毀誉褒貶を浴びたものもない。この立ち上げには当事者として深く関わったので、私の知っている当時の事情についてすこし詳しく述べてみたい。

1977 年だったか、ある日、淵さんに呼ばれていってみると、非常に面白いアイデアがある、と告げられた。第一階述語論理式をプログラム言語として使う、というのだ。

現代文明の核をなすといってもよい情報処理技術の巨大な伽藍を根底で支えているものの一つに記号論理学がある。ライプニッツ ⇒ フレーゲ ⇒ ゲーデル、チューリング、チャーチらの流れで発展してきた体系である。人間の知能活動である思考を記号処理体系として透明化し、明晰化する、という考えであり、それが可能だという一種の信念がある。コンピュータとその構成要素をなす論理回路は当然その流れの中で生まれ、発達したから、この意味で、コンピュータそのものの、つまりは情報処理技術そのものが誕生の時からすでに立派な AI なのだ。

さて、思考を「問題解決」行為として見ると、与えられた状況から目的とする状況にいかに関わるか、その道筋を見だし、実行する行為、と考えられる。たとえば、迷路の場合、入口と出口が与えられ、そこをつなぐ道を見出すことである。コンピュータに迷路の問題を与えるとき、迷路の地図は当然与えられなければならない。この場合、課題そのもの、つまり、WHAT（宣言）を与えて、後はコンピュータが自ら（つまり前もって与えたプログラム）が道筋を探す、ということになる。しかし、何の方針も与えられず、闇雲に出口を求めるとすれば、分かれ道選択の組み合わせの数が膨大になり、すこし大きな迷路では途方もない時間がかかる。それに対し、計算の方向性を与える、つまり、HOW（手順）を与える、という方法があり、これが、今もって現実に広く使われている大半のプログラミング言語による方法である。しかし、この方法だと、解法（計算の方向性）を人間が与えるのだから、知能をコンピュータ（前もって用意したプログラム）が持っているとはいえないのではないか、という後ろめたさが伴うし、インチキではないかというそしりも受ける。そこで、AI 研究としては、出来るだけ純粹に WHAT を宣言的に記述するのみで答えを見いだせるシステムを求めるべきだ、となる。先の Winograd の自然言語理解システム SHRDLU では Micro Planner²⁷ という WHAT を記述する言語を問題解決（推論）部分に使用している。また、一階述語論理で問題を記述し、ロボットがその問題を解くことで行動する、という知能ロボット

²⁷ Planner は Carl Hewitt が考えた言語だが、その完全実装は当時のコンピュータ能力では無理で、エッセンスだけを取り出して Winograd 自身が実装したのが Micro Planner だと、彼自身から聞いている。

Shaky が SRI で作られていて、その開発者の Rachael は先述のパターン大プロ開始時の講演会でシステムを紹介している。

このような背景のもとでの淵さんのアイデアである。そのアイデア自体はすぐに理解できたが、驚かされたのは、一階述語論理式を、特殊用途向けではなく、汎用プログラミング言語として使うことの可能性を追求してみることはどうか、という提案である。私も部屋に戻って早速小さなプログラムをつくり、試してみた。すぐ気がついたのは、Planner との類似性で、じつは、Planner は述語論理での Resolution Principle 解法によるものとメカニズム的に酷似し、アドホック的な実現だったのだ。理論的な基盤は、長年に亘って磨き上げられてきた述語論理体系によるもののほうが当然優れているから、もしプログラミング言語としての様々な要件がととのえば、こちらのほうがずっと好ましい。

ちょうどタイミングよく、古川康一さん（のち、ICOT、慶應義塾大学）が SRI での在外研究から戻り、食堂で出会って土産話を聞いていると、フランスの研究所から SRI に届いていた Prolog という述語論理をベースにしたプログラミング言語とそのインタプリタを持ち帰っている、という話が出た。すぐにでも淵さんに Prolog みやげを持って行ってあげたらどうだろう、という運びになった。Prolog は SRI の研究者にはあまり使われなかったらしいが、そういうものに目を付け、資料を持って帰った古川さんの眼力も相当なものだった。じつは、Micro Planner や Shaky の動作速度のひどさから、米国の人工知能研究者から懐疑、というよりも、そういうものは到底使い物にならないという拒否的な反応をもたれていたのだろう。計算の方向性を与える手段を持たずに単純に論理表現だけでプログラムをすれば、当然組み合わせの数の爆発を起こし、ちょっと長いプログラムを書けば恐るべき時間がかかることになるのだ²⁸。その点、Prolog はしっかりと考えられていて、計算手順を制御する仕組みが取り込まれていた。

この頃、パターン情報処理プロジェクト終了を控え、各方面から次期プロジェクトをどうするか、その議論が始まっていた。電総研内では西野部長から、私を含め若手の主任研究官グループに相談が持ちかけられ、何回か非公式の会合を重ね、大勢としては、「知識情報処理」というような、いわゆるエキスパートシステムをイメージした AI 指向にまとまりつつはあったものの、具体化がなかなか進まない 1978 年のある日、（またもや）淵さんから思わぬ話しが持ち込まれた。本省電子政策課からプロジェクト立案の相談を持ちかけられたという。「大型プロジェクト」は工業

²⁸ ウェブサイトなど一般ソフトウェアシステムでいまもって広く使われている関係データベース（RDB）でも同じ問題を抱えている。テーブルの結合(JOIN)を多段に使えばたちまち膨大な組み合わせ数を発生し、問い合わせへの返答にひどい時間が掛かってしまう、そこで、RDB 界では、多段結合はあまり使わない、という要請さえまかり通っているが、結合が制限されるようでは、RDB 本来の基本である「関係」概念を損なうことになる。

技術院の制度であるし、電総研は工業技術院傘下の組織だから、この話は組織の筋からいえば一段階飛び越していて、かなり異常である。なぜこんなことになったかといえば、電子政策課の中野政孝課長補佐が、新政策として IBM を超えるコンピュータ技術を作り出す方策を打ち出すのだという。その課長補佐を補佐する児西清義さん（電電公社からの出向）がその命を受けて、大学や企業のコンピュータ研究者からヒアリングを重ねてきたところ、どうもぱっとした考えが聞かれない。そのなかで多くの人から「電総研の淵さんにきいてみたら？」と言われ、そこで淵さんに相談に来たのだという²⁹。

当時、IBM は 370 シリーズを中心にコンピュータ業界で他を圧していたが、先行きに強い危機感を持っていた。構成素子を中心にしてみれば、それまでのコンピュータは、第 1 世代→真空管、第 2 世代→トランジスタ、第 3 世代→IC、そして第 3.5 世代→LSI、第 3.75 世代→VLSI と流れを整理することが出来たが、こういう流れを単純に進めていだけでいいのだろうか、という問題がある。このままでは永遠に第 4 世代を迎えられない？そして、複雑で巨大化する一方のソフトウェア。しかもその代価をユーザから正常に取ることが出来ず、一方、ハードウェア互換機が（ソフトウェア開発費を負担せず）安価に市場に出回り始めた。そこで、それまでのコンピュータとは互換性を持たないくらい画期的なシステムを新たに作る必要に迫られ、秘かに FS (Future Systems) 計画(1971-1976)が進められた。しかし、米政府から独占禁止法の訴訟が出され、その公判の過程で FS 計画の全貌が暴かれてしまった。こんな背景のなかで、伝え聞くとところによると、中野課長補佐夫人が日本 IBM のプログラマでコンピュータ技術に詳しく、IBM を超えるコンピュータならば「第五世代」を目指すべきだ、ということになったという。すくなくとも、「第五世代」という呼称は電総研内から出されたものではない。

FS のアイデアのひとつにもなっていた CPU を複数使用する並列処理コンピュータ³⁰は、研究課題としてたくさんの個別テーマがあるから、70 年代から大学や研究機関での格好の研究テーマに

²⁹ このあたりの電子政策課の事情、および ICOT 発足に至るまでの JIPDEC 委員会での様子などについては、松尾博志著「スーパー頭脳集団 電総研」（コンピュータエージ社、昭和 62 年）に詳しい。また、のちに外国人が冷静に見直した日本におけるコンピュータ開発の政策については、Martin Fransman 著 “Japan’s Computer and Communication Industry – The Revolution of Industrial Giants and Global Competitiveness” (Oxford Univ. Press 1995) に詳しい。第五世代コンピュータについての記述もほぼ当を得ていると思う。

³⁰ 当時、複数 CPU を持ち並列処理するコンピュータは非ノイマン型コンピュータとも呼ばれ、コンピュータのパラダイムを根本的に覆すかのように喧伝されたが、「非ノイマン型」という呼び名は不適切だと思う。プログラムとデータを対等に記憶装置に配置するという、いわゆるプログラム内蔵方式の意味でのノイマン型に変わりはないからだ（この方

されてきた。しかし、実用化には様々な難問がつきまとい、極めて困難で、その見通しから IBM は（暴露されてしまったからばかりでなく）FS ないし FS 的なものの実用化は止めてしまったのだろう。IBM はジョセフソンコンピュータも本格的な開発研究を始めたが、80 年代初めに止めている。どちらも、先の見通しを冷徹に行っていて、企業判断として正しかったろう。FS はたまたま明らかにされた企業開発での失敗例（「表現型」にまでたどり着けなかった例）だが、どの企業でも、同様の例は多々あると思われる。そしてそれらは企業にとって確実に貴重な財産になっているはずである。

このような背景のもと、淵さんから、電子政策課から打診された話しが「知識情報処理」プロジェクトの立ち上げ検討グループのメンバーに持ち込まれた。もともとこのグループでの検討で焦点が定まらなかったときに舞い込んだ「第五世代」の話しである。「第 4 世代」がどうなるのか、あるいは、どうあるべきか、誰にも見えないのに、第五世代とは……。私は、この命名にとんでもない素人臭さとともに、我々には決して思いつかなかった新鮮さを感じた。「知識情報処理」がカバーする研究対象は AI のソフトウェア技術だったが、「第五世代コンピュータ」を構想するとなると、ハードウェアからソフトウェア全てを含んだ全体的なアーキテクチャを研究対象とすることになる。しかも、電子政策課のもとでのプロジェクトとなると、従来の大プロよりずっとスケールアップされたものになる可能性がある。この話を一種の興奮をもって迎えたことは確かである。

この出来事より以前、私はそれまでの所属研究室を離れ、別の部の「論理システム研究室」の室長に任じられ、この研究室のテーマ設定の思案中だった。前任の森亮一さん（のち、筑波大学）はマイクロプロセッサの発展可能性に早くから着目し、電子技術振興協会などを通じて日本の産業界にその技術の広がりをつよく働きかけていた³¹。1973 年頃だと思うが、所内の講演で、マイコンは将来ねじと同じくらいあらゆる機器に多数組み込まれることになるだろう、と話されたので、私などは度肝を奪われ、そんなことはあり得ないだろうと考えたが、実際は、Ubiquitous

式もじつはノイマンの発明ではない)。また、並列処理は組み合わせ数の幾何級数的増大にたいし、何ら本質的な解決の見通しを与えない。量子コンピュータも同様の問題を抱えている（よくある俗説で、量子コンピュータが実現すれば、NP 問題すべてが高速に解けるというのは間違いで、いまだにその見込みは立っていない）。 $P \neq NP$ 予想での NP と P の狭間にある深い闇がこの問題の根底にある。たとえば、Scott Aaronson 著 “Quantum Computing since Democritus” (Cambridge Univ. Press 2013) 参照。

³¹ 森亮一さんも高い先見性の持ち主で、筑波大学に移ってから「超流通」の名の研究を起こした。これは、(音楽などを含む)ソフトウェアを著作権者の権利と利得を保障しながら、流通を妨げる障害のないシステムを構築するという、今もって重要で、しかし十分には解決されていない課題に挑戦するものだった。

Computing とか Internet of Things (IoT) など呼び名こそいろいろ変わりこそすれ、現実はその方向で進んできている。その影響力からか、この研究室にはマイクロコンピュータ（とそれを用いるパーソナルコンピュータ）を扱うベンチャー企業や関連技術者が絶えず出入りしていた。また、室員の岡田義邦さんは、私が来る前に ANMA と呼ぶ SIMD 型並列処理コンピュータを開発し、実働化していた³²。そのほか、室員のだれもが高い専門性を持っていたが、全体としてのまとまりが見えず、チームとしての体裁をなしていないと感じた。そこで、それぞれの得意を活かし、それらを総合してまとまった一つのシステム作りを目指す、という基本方針を立てた。では、どんなシステムを目指すのか。その大きなヒントになったのが、研究室の名前だった。当時の電総研では、研究室の命名はかなりいい加減なところがあって、「論理システム」というのもそれほど深い意味を込めて付けられたものではないかもしれない³³。しかし、私はこの名前にあえてこだわった。そして考えたのが、述語論理をベースにした言語によるプログラムを並列処理するシステムの構築を目指すということだった。

私の、コンピュータ技術の将来についての当時の仮説はこうだった。情報化がますます高度化する世の中のニーズに応えるためには AI 技術が求められ³⁴、一方、マイクロコンピュータの発展で見るように、ムーアの法則に則って極めて潤沢なハードウェアが使えるというシーズがある。この両者の間にあるミッシングリンクを埋めるものは何か。それが述語論理言語であり、それを並列に実行する並列処理アーキテクチャではないか(図 2 参照)。このアイデア（「遺伝子型」）を具現化するには多くの課題があり、それらの課題を研究室員の専門性を活かしてそれぞれ解決策を探る。この方策を研究室の新テーマとして特別研究に仕立てることにした。

³² ANMA は、64 台の CPU を持つ SIMD 型の並列処理コンピュータ。当時の日本で実働する並列コンピュータはほとんどなかった。

³³ 私自身の経験でいえば、最初に配属された研究室が「自動制御」研究室で、その後「システム」研究室に変わった。さらに数年後、企画室から「バイオニクス」という名前への変更を要請された。組織要求で企画室が勝手に「バイオニクス」研究室の新規設立を要求したところ、通ってしまったので、それに対応しなければならなくなったのだそうだ。しかし、「バイオニクス」という語は、当時の米国ではすでに一時の流行が途絶え、のちの「AI」や「ニューラルネットワーク」のように、一種の dirty word になっていたのだ。気にはなるけれど、まあいいか、とそのときは考えた。しかし、これは、名前(情報)と実態との乖離であり、いわゆる情報化社会においては由々しき問題ではないか、と後年は考えるようになった。

³⁴ なぜ AI に焦点を当てるかといえば、ほかならぬ AI（を目指した研究）こそがニーズに応える情報処理技術の先端を行き、その水準を引き上げてきた歴史的経緯があるからである。

実際には、それほどシナリオ通りのきれいな体勢を作れたわけではないが、室員めいめいの研究テーマと役割は明確化され、それらを総合してどこに向かうのかもある程度はつきりさせることが出来たと思う。

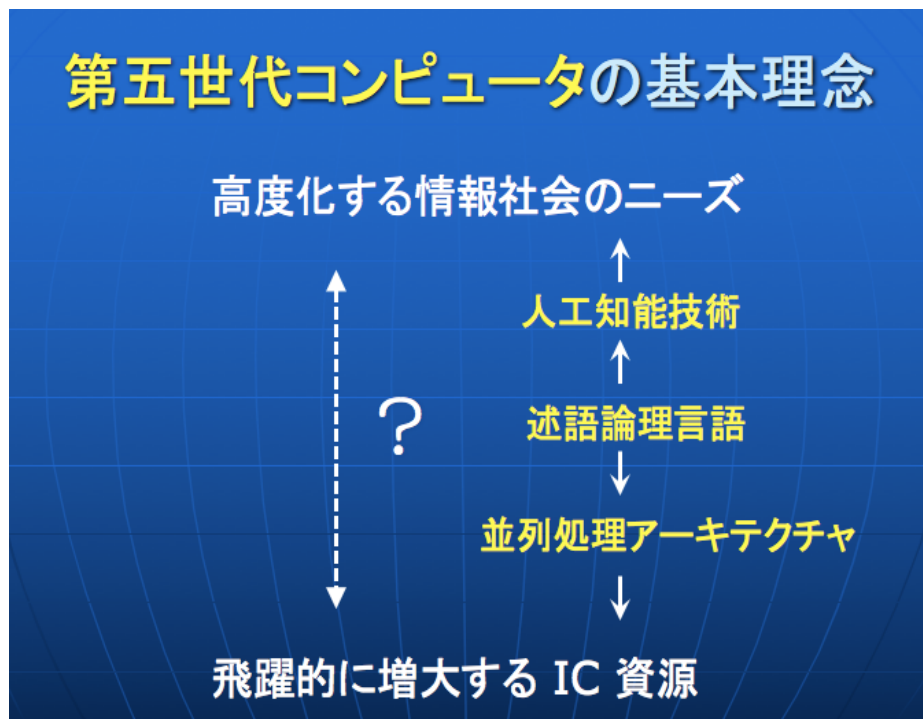


図2 第五世代コンピュータの基本アイデア

ミッシングリンク(?)を埋めるものとして

(1978年頃の田村案で、プロジェクトの公式見解とは関係ない)

こういう状況にあるとき、「第五世代」の話しが届いたのだ。淵さんから知識情報処理検討チームに話が持ち込まれ、議論が始まると、非ノイマン型で、データフローマシンとか、あるいは、LISPマシン作りがいいのでは、というような意見が出された。しかし、これらはすでに米国で大分以前から提案され、議論され、なかにはLISPマシンのようにすでに商用化されていたものもある。つまり、私から見ると、いずれも人口に膾炙されてきた話で、革新性とオリジナリティに欠け、つまりは魅力がないのだ。とても「第五世代」といえるようなものではない。そこで私は思わず、この際思い切ってPrologマシンにしたらどうか、と提案した。それが通れば自分の研究室のテーマをまるごと新規の大プロジェクトに持って行かれるわけで、有り体に言って、自分の研究室に対する背反行為である。しかし、良いテーマは良いテーマで、つまらない自己防衛にこだわるべきではない、と同時に考えていた。この意見が淵さんの（たぶんすでに同じことを考えていた

が、困難性を考えて躊躇していた?) 背中を押すことになったと思う。私から見ると、この瞬間こそが第五世代コンピュータプロジェクトのキックオフとなる決定的瞬間であった。

以降、1982年に正式に ICOT が設立されプロジェクトが始動するまで、大学や企業の識者から構成される委員会などが延々と続いたが、プロジェクトの基本理念(遺伝子型)について忍耐強く、広くコンセンサスを作る過程だったと私には思える。その過程があろうがなかろうが、第五世代コンピュータという「遺伝子型」(理念)は明確に定まっていたのだ。あとは、新しく設立された財団法人 ICOT がそれを具現化し、「表現型」を発現する段階に入ることになる。淵さんの指導の下、国内外から ICOT に参集した俊英たちはじつに立派にその任務を遂行したと思う。オリジナリティの高い、逆にいえば、非常にリスクな基本テーマを 10 年間という長期に亘って徹底的に追求し、やり遂げたのだ。こんなすごいプロジェクトとプロジェクトチームはそれ以前にも以後にも私は知らない³⁵。

では現在この第五世代コンピュータの血(遺伝子型)を受け継いだコンピュータがあるだろうか。Prolog は現在でも発展し、細々ながらも使われている³⁶が、それを並列処理で駆動するシステムはまず聞いたことがない。この遺伝子型をもとにした表現型は淘汰過程で消えている、ということになる。しかし、それをもってこのプロジェクトは無意味だったということにはならない。遺伝子型の揺らぎが十分なければよい創新は起こり得ないことは生物の進化過程が教えてくれる重要な命題である。また、私のいう動的技術評価の役割を十全に果たしている。このことが次の技術発展にとって重要で、たぶん不可欠な踏み台になっているのだ。

なお、第五世代プロジェクトでは応用面で成果が出なかった、とよくいわれるが、プロジェクトの最終期に、応用をどう考え、どうするべきかを検討する委員会の委員長を頼まれたので、その辺の実態をある程度理解しているつもりだ。ICOT の最後の 2 年間で指揮した内田俊一さん(電総研から出向)によると、応用でその力をもっとも発揮したのはゲノムの解読と検索だという³⁷。2000 年に人間のゲノムがほぼすべて解読され世界を驚かせたが、第五世代コンピュータの持つ力は奇しくも(というか当然というか)ゲノム解読技術の進展に大きな貢献をしたのである。

もともと第五世代コンピュータの目的は、次世代と呼ばれるのにふさわしいコンピュータシステムの基本概念の革新を図ることだったので、応用の高度化そのものを狙ったわけではない。しか

³⁵ 付けられた予算も巨大で、当初、年 100 億円が予定された。当時の全電総研の予算とほぼ同額である。もっとも、現代のスーパーコンピュータの開発には 1 千億円単位の予算を使うから、それに比べれば安いものだ。

³⁶ たとえば、IBM の Watson でも、そのごく一部であるが、使われている。

³⁷ 述語論理型言語は記号列のパターン照合を基本操作としているので、この種の問題とは相性がいいのだ。

し、そういう技術論は一般世間にはわかりにくい。そこで、応用の AI 機能ばかりがことさら注目され、それもすぐにでも人間どころか鉄腕アトムなみのロボットが出来るかのように受け取られてしまった。しかもプロジェクトが始まったばかりなのに、あたかもそれが成功した時に向けられるべき、ジャパニーズドリームの実現などという妙な賛辞さえ喧伝された。1980 年代は日本の最盛期で、経済も技術力も世界最高のような錯覚に陥っていたこともあり、逆に外国からは必要以上に恐れられていた³⁸。こんな状況の中で、このプロジェクトの話題は国内では一種の社会現象となり、外国でも必要以上にその価値を買いかぶられた。そういう場合の反動も当然大きい。最初は持ち上げるだけ持ち上げ、思うほどのことはない、特に外国からいわれると、途端にけなし、非難するのは世間にありがちなことなのだ³⁹。

こういった軽薄な世間の風潮はともかくとして、肝心なことは、日本ではまれに見るスケールでの技術創新の冒険が実行されたことである。それ以前には決してなかったことであるし、今後もしはたして同じ剛胆さを持って同じスケールの壮大な冒険が出来る人があらわれるだろうか。

さて、電総研に残った私は、1983 年に別の研究室、「数理情報研究室」の室長に任じられ、そちらに移った。この研究室も優秀な室員を擁しながら、研究室として何を目指しているのかがわかりにくかったせい、室員が大学などに引き抜かれると、その補充が行われず、私が引き継いだときには実質二人の室員がいるだけだった。そのひとり、大津展之さん（のち、筑波大学、東京大学併任）はパターン認識の分野で独自の美しい理論を作っていた。彼の場合、単に理論を追求するのではなく、実践的応用力の強い理論作りを常に心がけていた。まさに「数理工学」の理想を地で行っているかのようだ。ほかに優秀な研究者の参入を許してもらい、少人数ながら新たなグループで再び新規テーマ、「柔らかな論理」（特別研究）を立ち上げた。その心は、フレーゲパラダイムによる記号処理体系の限界（とくに記号の持つ曖昧さの問題）を考えていたこと、それに、論理とは対極にある知的機能であるパターン認識の分野で優れた実績を持つ大津さんを主要メンバーに持てたこ

³⁸ なぜか論理システム研究室には DEC のコンピュータが入っていたが、1970 年代当時の通産省では外国産コンピュータの購入は禁止されていたはずだった。しかし、1980 年代中頃には、逆に出来るだけ輸入品（とくに米国産）を買い、といわれた。工業技術院の計算センターにクレイが入ったのもそのおかげ？である。スーパーコンピュータ（「科学技術用高速計算システム」）大型プロジェクト（1982～1991）で、富士通が開発した最終実証機は世界的に当時の最高レベルに達していたと思われるが、米国を刺激しないよう新聞発表などは控えるように、といわれた。

³⁹ 1998 年に電総研を退職後、いくつかの大学で授業を行い、多くの学生に接したが、第五世代コンピュータを知っているという学生に出会ったことがない。プロジェクト終了後、数年を経ただけで、若い世代に忘れられるどころか、記憶にさえ入っていなかったようだ。

とから、両者のパラダイムを合体することで、全く新しい情報処理のパラダイムが作れないだろうか、ということだった。俗説に媚びた言い方を敢えてすれば、人間の左脳（論理的、言語的情報処理を担当）と右脳（感覚的、直感的情報処理を担当）の両者の機能を統合する情報処理システムを目指す、ということである⁴⁰。要するに、パターン情報処理プロジェクトと第五世代コンピュータプロジェクトのエッセンスの統合である。このテーマが発展、拡大して、第五世代の後継とされる本省によるプロジェクト「リアルワールドコンピューティング」になる⁴¹。なお、後の話になるが、企画室長を辞め、研究部に戻った 1989 年、久しぶりにアメリカに行ったとき、第五世代を超えるテーマとして「soft computing」を提案する研究者に何人か出会った。私が考えていた「柔らかな論理」とは似て非なるものだが、パターン認識の導入というようなところは似ていた。ソフトコンピューティングは、ニューラルネットワーク研究の再々復活のきっかけを作ったのかもしれない。そしてその流れ(「遺伝子型」の流れ)が現在の深層学習などのニューラルネットブームにつながっていると思う。

これとは別にプロジェクトの作り方について考えていたことがあった。第五世代プロジェクトのような巨砲ではなく、散弾銃を撃つ、つまり、小粒だけれど重要な意義を持ち、機動性のあるプロジェクトを複数個立ち上げる、という方策だった。上に述べたようにすでに第五世代に代わるアイデアが芽生えていたのだが、まだ特別研究として始めたばかりなので、その概念と実現の具体化にはほど遠かったこともあり、研究室のテーマとして大事に育てたいと考え、当面は外に出したくなかったという事情もあった。

6. FRIEND21 プロジェクト (1991 ~ 1995)

大学卒業前後から MMS (Man Machine System) 研究会に入っていたことなどから、人と親和性の高いコンピュータシステムのあり方には強い関心を持ち続けていた。のちにユーザインターフェイス (あるいはヒューマンインタフェース) などと呼ばれる分野である。先述したように、1970 年代の XEROX PARC のこの分野での活躍はほとんど奇跡的な成果を生み出しているが、

⁴⁰ AI における記号処理派とニューラルネット派の対立と興亡は、パーセプトロン以来ずっと続いていまに至る。最近出版された甘利俊一著「脳・心・人工知能 数理で脳を解き明かす」(講談社 ブルーバックス 2016 年 5 月 20 日発行)にも詳しい。著者は神経情報理論の第一人者だが、この書では両派の止揚を今後の重要な課題であるとしている。

⁴¹ このプロジェクトについてはすでに大津さんがこの AIST 秘話シリーズに稿を寄せているので、そちらをご覧ください。

XEROX の社運をかけた研究だったので、その活動はながらく社外秘とされていたものの、共同研究を進めている大学の研究者などからリアルタイムでその様子がかなり伝わってきた。先述した Terry Winograd の連続講演のなかでも研究所の目的や研究内容の話しが、(たぶんつい) 出てしまって、翌日、あわてて昨日の話はじつは秘密なので、口外しないでほしいと口止めされたくらいだ。翻ってわが国でのこの分野での研究開発と技術水準ははるかに遅れていた。なお PARC でのユーザインタフェースの研究を組織立てたのは DoD (米国防総省) の ARPA にいて ARPANET の立ち上げで活躍した Robert Taylor⁴²で、ここにも MAC プロジェクトの遺伝子がしっかりと伝わっていることが分かる⁴³。

ユーザインタフェースを重要視していた私は、1978 年頃、論理システム研究室でのテーマの一つとして実際にカラーディスプレイを用いたマルチウィンドウシステムの構築を始めた。しかし、当時の日本の状況ではカラーディスプレイ自体、特注で作るほかになく、それも岡田義邦さんの丁寧な指導の下にはじめて実働することが出来たような状態だった。マルチウィンドウシステムも相当詳しい仕様を与え、ソフトウェア会社に発注したところ、結局作成できず、室員の研究者がすべて作り直すことになった。

ICOT で第五世代プロジェクトが動き出した初期の頃、テーマは何でもいいから外部研究者と ICOT 研究者をつなぐ委員会を作らないか、という要請を受けた。そこで、第五世代のメインテーマからは若干外れるが、次世代コンピュータの必需品になるに違いないヒューマンインタフェース

⁴² Robert Taylor は、週刊誌 TIME がインターネットは軍事研究から生まれた、という趣旨を含むインターネット特集記事を書いた後、全くそんなことはないと言った反論する投稿をした。のちの史的検証によっても Taylor が正しいことがわかる。実際、特に初期にはセキュリティに全く無頓着だったインターネットは、軍事技術だとすれば使いものにならないひどい代物だろう。しかし俗論ではいまもって TIME 説が通用している。因みに、インターネットの根幹にあるパケット通信の発明者、Donald Davies とは、電総研創立 100 周年記念行事のひとつとして企画されたニュートンの林檎の木の移植申込みを NPL へ仲介してくれた、という縁がある。この林檎の木は産総研の一隅に根付き生育している。

⁴³ XEROX は、結局、この PARC の成果をビジネスに繋げることが出来なかった。それどころか、東海岸の本社のひとびとは、PARC の連中はビジネスに役立たない好き勝手なことばかりしている、と軽蔑していたという (XEROX 社員からの伝聞です)。AT&T のベル研究所、IBM の研究所、それに PARC は、現代文明の進化に貢献する偉大な業績を残したにも拘わらず、その後、三大贅沢研究所として揶揄された。日本でも 80 年代には基礎研究を行うと称して張り切った民間企業が多かったが、景気の悪化とともに、その気概はいつの間にやら消えた。技術進化過程で「遺伝子型」から「表現型」を作り出す過程を民間企業が担うには限界があることをこの歴史が如実に示していると思う。

をテーマとする委員会を作った。残念ながらここでもあまり意味のない議論で時を過ごし、これといった成果が得られることなく終わってしまった。

数理情報研究室に転任の2年後、1985年から89年までの4年間、企画室長に任じられた。この間、高温超伝導ブームが起こり、第五世代ブームに似た社会現象風の騒ぎがあった⁴⁴。この超伝導ブームもまた現在では多くの人にとって記憶が薄れていると思う。

企画室長在任中、中曽根政権のもとでのいわゆる第2次臨調があり、国立研究所の組織の全面的見直しが求められた。対応を誤れば研究所の存続が問われるくらいの厳しさを感じた。私はむしろそのくらいの「外圧」があることを歓迎し、それを追い風にして根本的に電総研のあり方を問い直したいと考えた。全所員を議論に巻き込んで⁴⁵、組織再編案（management review）を作り上げ、既存の組織体系をほぼ全面的に変革するものにした。そのポイントは、“to be”ではなく“to do”を基礎概念にする能動的組織構成、というものだった⁴⁶。まさにそれまでのいくつかのプロジェクトの立ち上げと運営の経験をもとに考え出したことである。

話しをユーザインタフェースに戻そう。4年間の企画室長職を終え、研究部に戻った90年頃、本省の中島一郎さんからプロジェクト立ち上げの依頼を受けた。私は、ずっと気になっていたユーザインタフェース分野のテーマなら協力できると考え、提案した。その頃すでに1984年にはアッ

⁴⁴ 新記録が出るたびに記者会見を開いたところ、最盛期にはほぼ毎週行うことになってしまい、これではまるで「週刊電総研」だ、と揶揄された。なかには記者の勇み足からひどい誤報（虚報）も生じた。

⁴⁵ レビュー案を少しずつ書き足しながら、毎週一回、その追加分を全所に配布し、意見を求めた。ただし、A4用紙一枚に書いてもらうことにした。それほど意見は出ないだろうと高を括っていたところ、案に相違して、膨大な意見が寄せられた。90年代に入れば当然メールかウェブを使うだろうが、この頃、メールが使えたのは情報処理分野の研究者の一部と、（私がOA化の試みとして）企画室と事務部門に導入したMacintoshユーザだけだった。

⁴⁶ その目的を実現するため「アンタゴニズムをフラクタルに組み込む」というアイデアを考案した。これも一種の「遺伝子型」で、のちの「ラボ制」に繋がる。ここでいう「アンタゴニズム」とは、対立するものの矛盾はしない2つの概念の並存で、トップダウン vs ボトムアップ、基礎研究 vs 応用研究、基盤技術分野 vs 応用技術分野、競争 vs 協調、のちのラボ制での「ドメイン」 vs 「ミッション」などいろいろある。とくに、研究所では、基礎 vs 応用が常に話題になる。いずれも相対的なものだから、どちらか一つを選択するということではなく並存させ、組織全体から研究者の意識にいたるまで、その対立をフラクタルに組み込むべきものなのだ、と考えた。アンタゴニズムはカントの用語で、弁証法のもとになった。弁証法のように、正、反、合と止揚して調和を求めるのではなく、正、反の競争と協調こそ活力の源泉になるものと考え、しかもそれをフラクタルに、つまり稠密に組み込むという、かなり欲張った考え方をしたのだ。

ブル社の Macintosh⁴⁷が発売されていたから、私の意図するユーザインタフェースの概念が、企業の人にも容易に理解されると思いきや、そうでもなかった。もちろん私の考えるプロジェクトの狙いは Macintosh の後追いをすることではなく、それをさらに一段追い越したユーザインタフェースとしてどんなものが考えられるか、それを追求することだった。

私からの提案はこうだった、XEROX PARC では、Alan Kay の提唱した仮想コンピュータである Dynabook に載るユーザインタフェースを考える、という課題設定がなされたのではないかと勝手に想定し、そうならば、Dynabook を超える仮想機械として「パピルスコンピュータ」を考え、そのうえに載るようなユーザインタフェースを考えてみたらどうか、というものだった。「パピルスコンピュータ」とは、紙のように薄く、軽く、そして画面が広くて視認性に優れ、しかもたんでコンパクトに出来ることを理想とする仮想コンピュータである。提唱して以来、もうかれこれ四半世紀以上経つが、いまだに秋葉原にもネットにも現れない。しかし、ある日突然、A 社の新製品発表会で、CEO のポケットから取り出されるかもしれない。

予算も参加人員数も、ICOT とは全く比較にならないくらい小規模だが、財団法人が作られ、民間企業から研究者が集められ、5 年間のプロジェクトが始まった⁴⁸。私の、かなり漠然とした目標設定の下、具体的な研究テーマと遂行は集まった研究者集団の自主性に任せられた。先述した散弾銃の弾のひとつだったが、それにしても出発のベースになる遺伝子型（理念）はもっと明晰にしておくべきだったろう。結局、明確な成果としての表現型に達することが出来なかったように思う。

遠くヨーロッパの CERN ではすでにこの頃、1991 年に Tim Berners-Lee らによる WWW(World Wide Web)が動き出していたことを後で知った⁴⁹。この時期、もし感性と先見性に

⁴⁷ Macintosh は、XEROX PARC の開発したパーソナルコンピュータ Alto の遺伝子型をもとにその商用の表現型として仕立て上げられたもの、といってよい。

⁴⁸ 予期したように、第五世代プロジェクトと対比する見方が出た。しかし、第五世代と異なり、プロジェクトの最終成果はあまり明確に規定せず、また、淵さんに相当する人はなく、参加研究者（すべて民間企業から）の自主的活動に多くを任せた。

⁴⁹ Berners-Lee の開発意図は、人(の考えや想い)と人とを繋げることにあったと思う。WWW 技術の遺伝子型を辿れば、Ted Nelson の XANADU を経て Vannebar Bush の MEMEX に行き着く。また、Bush の書いた“As We May Think”を読んだ Douglas Engelbart は、SRI、XEROX PARC を通じて、パソコンのユーザインタフェースの基礎概念と技術の大半を生み出した。Bush はアナログコンピュータの創始者としても知られるが、じつは量子コンピュータも考え

恵まれていれば、ユーザインターフェースとして当然考えてもおかしくないシステムが WWW だった。技術的に見れば、インターネット、ハイパーテキスト、それにマルチメディアの組み合わせだったからだ⁵⁰。はじめて知ったとき、なぜ自分が思いつかなかったのか、悔しい思いをしたが、そういう自分の無能さを呪ったのは私以外にも世界中に数多くいたに違いない。しかし、これこそ、XEROX PARC のユーザインタフェースを一段上の高みにあげるものだった。実際、現代ではウェブ無しでのコンピュータシステムへのアクセスは考えられない。FRIEND21 でもしこういうものが打ち出されていれば、それこそ中島一郎さんの期待に応えるものだったろう。もちろん FRIEND21 の研究者達もインターネットを含むシステムでのインタフェースをいろいろ考案していたのだが、この3つを統合する、というアイデアには至らなかった。

7. 協調エージェント (1991 ~1997)

情報処理方式、とくにプログラミング言語の本質を論じるための一つの視点として、「計算モデル」を見る、という方法がある。機械語、アセンブラ言語を経て、高次言語に発展してきたが、その高次言語の基本理念を見る視点である。1950 年代にはやくも Fortran や Lisp が作られた。Fortran は、計算手順を順に書き連ねるので「手続き型」と呼ばれた。Lisp はチャーチのはじめた λ 計算をプログラム言語化したもので、帰納関数処理の仕組みを持っていた。Fortran とは一風変わっているととらえられたせいか、「非手続き型」と見なされたが、じつは、λ 計算の根幹である関数は入力値を出力値に変換するものだから、これが計算の方向性を基本的に規定するため、その意味で本質的に「手続き型」と変わらない⁵¹。どちらも計算モデルとしては「関数型」と呼ぶのが

ていた、と MIT の量子コンピュータ研究者から聞いたことがある。も一つ、マンハッタン計画という人類史上最悪の種を蒔いたのも彼だったが...

⁵⁰ ネット上のテキストファイルへのアクセスを与える、いわゆるネットサーフィンをするものならば、ミネソタ大学の Gopher などがすでに広く使用されていた。それらを凌駕し、WWW がインターネットでキラーアプリになるのは、マルチメディアを本格的に取り入れた 1993 年の NCSA Mosaic の出現によるところが大きい。私も WWW をはじめて知ったのは Mosaic による。

⁵¹ 1970 年代後半から、プログラミング言語の意味論の研究が進められている。そのなかで Dana Scott の表示意味論(denotational semantics)は、(手続き型を含むプログラミング言語による) プログラムを λ 計算式に変換し、その計算式をある数学的空間に写像する関数をプログラムの「意味」とした。

ふさわしい⁵²。それに対し、「第五世代コンピュータ」の項で触れた Planner や Prolog など、問題を宣言的に表現することを出発点として開発されたプログラミング言語の計算モデルは、対象世界のものごとの関係を与えることから、「関係型」と呼ぶのがふさわしいだろう⁵³。このタイプのプログラミングで計算方向の指示を全く与えなければ、たちまち組み合わせ数の爆発を招き、どんなに高速でどんなに台数を揃えた並列処理機械でも実用性に欠ける。それどころか、計算方向を与える、つまりは問題毎に特化したアルゴリズムを（人智の限りを尽くして）考案しても、組み合わせ数の爆発を避けることが難しい一群の問題があることを示すのが、いわゆる **P≠NP** 予想なのだ。

別の角度からソフトウェア作成の基本を見る視点がある。どういう観点からモジュール（部品）を作るか、というその観点である。どんなシステム作りでも規模が大きくなり複雑になれば、部品を造り、それを組み立てる方法をとる。ソフトウェアでも同じで、部品化は不可欠である。その部品をどういう理念に基づき作るのがよいか。ソフトウェア工学の根本的課題である。関数型言語では個々の関数の定義であり、論理型言語では論理命題である。これらとはまったくちがう観点からソフトウェアの部品化を行うのが、「オブジェクト指向パラダイム（OOP）」に基づくプログラミング言語である。「オブジェクト」とは記述対象世界に現れる個々の記述対象である⁵⁴。各オブジェクトは、その状態を表すものとしての「属性」を持ち、自分への要求に対する反応を表すものとしての「メソッド」を持つ。同類のオブジェクトをまとめて「クラス」とし、オブジェクトの「属性」と「メソッド」を定義する⁵⁵。「クラス」が OOP プログラムのモジュールとなる。

1970 年頃にシミュレーションプログラムを使う研究課題に取り組んだことがあり、OOP の元祖となる SIMULA67 を知ったが、それを作動させるプログラムが手に入らず、一方、MIT の AI ラボの Seymour Papart らが Logo という子供の教育用プログラミングを作ったという話しから、

⁵² 純粋な関数型は手続き型で行われるメモリ上のデータ変更などを認めない、という違いがあるが、ここでいう本質的な話しではない。

⁵³ 1970 年に Codd が始めた RDB（関係データベース）はまさにものごとの「関係」を表現するデータベースで、現在でもひろく使われているが、組み合わせ数の増大という危険性を孕んでいるため、純粋に「関係」概念を貫くことはむしろ意識的に避けられている。

⁵⁴ 概念的にはライプニッツの「モノイド」であり、数学の圏論における「対象」（object）であると考えている。

⁵⁵ 「クラス」は、ソフトウェア理論で論じられてきた抽象データ型、つまり、データ型の一般化、抽象化であるともみることが出来る。

Alan Kay が始めた Smalltalk を知って、非常に興味を引かれた⁵⁶。いまだにこのパラダイムを超える実用プログラミング言語向けパラダイムを知らない⁵⁷。

この観点から計算パラダイムを革新する、つまり OOP を超える方策はあるのだろうか。あるとすればどういうものだろうか、という野心を久しく抱いていた。そこへ、企画室から研究部に戻った 1990 年頃、工技院で次世代産業基盤技術研究開発制度が発足し、そのテーマを求めているという話しが舞い込んできた。せっかくの制度だし、例の散弾銃式弾出しを考えていた時期なので、この野心的問題意識から一段踏み込んでプロジェクト研究課題として考えてみた。それが通称「協調エージェント」プロジェクトである⁵⁸。

OOP は、個々の記述対象（オブジェクト）が持つべき属性と機能を一括りにして与える優れた表現概念である。しかし、よく考えてみると、各オブジェクトは受け身一辺倒で、要求があるとそれに対応する「メソッド」があらかじめ与えられているだけだ。人間社会でこのような受け身一方の構成員からのみ成り立っている組織はあり得ない。何らかの形で自律的に活動している。つまり、自身のおかれた環境を検知、判断し、自律性を持って働きかける⁵⁹。このような高度機能を持つモジュール、それを「エージェント」と呼び、これらの協調作業によって与えられた課題を果たすソフトウェアシステムを作り上げるためのプログラミング言語を開発する。これが、私が考えた「協調エージェント」プロジェクトに設定した課題であり、「遺伝子型」である。

⁵⁶ OOP が一般プログラマに広く使われるようになったのは、1995 年の Java の誕生からで、それまでは、OOP はいいかもしないが難しい、というのが一般的な受け止め方だった。同年に始まったまつもとゆきひろさんの Ruby も非常に優れた OOP 言語で、とくに Ruby on Rails が出た 2006 年以降、世界的に広く使われている。日本で作られ、世界に広まったほとんど唯一のプログラミング言語である。

⁵⁷ Smalltalk は単に「オブジェクト」概念だけでなく、MVC というソフトウェア構造の基本概念を生み出した。現在のウェブサイトで本格的に作られたものはこの構成になっているはずである。ブラウザの対象となる V(View)部分のみに目が行きがちだが、もっとも重要なのは舞台裏に作られた M(Model)部分で、その基本はデータベース（大半は RDB）である。しかし、MVC の 3 部分を通してのオブジェクトの一貫性が今もって徹底されていないようだ。この辺の問題は、2000 年代に中京大学情報科学部のウェブサイト intrasite2 を開発し、実動させることでよく分かった。なお、このプログラムは GitHub (<https://github.com/KoichiroTamura/intrasite2/tree/develop>) に登録したので、もしご興味があれば、参照して頂きたい。

⁵⁸ 正式名は「新ソフトウェア構造化モデル」とされたが、行政上の都合で付けられたもので、私には全く意味不明だ。同様に、「第五世代」も「FRIEND21」も行政上の正式名称が付けられていたが、覚えていない。

⁵⁹ オルテガの言葉を借りれば、「私は、私と私の環境である」ということだろう。

すでに Marvin Minsky が有名な “*Society of Mind*”⁶⁰ を発表していて、日本でも AI 関係者の間で評判になっていた。しかし、私の提起したアイデアは似て非なるものだ。Minsky のいう能動性の高いエージェントが社会的集団を構成して課題を達成するというモデルに対し、さらに一歩進んで、オブジェクト指向での単位となるオブジェクトすべてを能動的なものにして、一般ソフトウェアを構築するための汎用言語を作り出そう、という、AI よりもソフトウェア工学を抜本的に変革しようという発想なのだ。

さすがに跳びすぎた課題だが、それくらいのことを目指さないと日本の遅れたソフトウェア技術の現状を変革することはかなわない、というのが、私の当時の素朴な考えだった。

このプロジェクト遂行には、「組織再編」で新制度として作った計画室制度を使うことにし、中島秀之さん（のち、公立はこだて未来大学）⁶¹ にその室長をお願いした。この制度は、先述した組織再編案でこれからの組織のあり方を示すべきものとして設立したが、利用の申し出がなく、空室のままだった。「計画室」制はのちのラボ制での「ラボ」のモデルにしたミッション指向の組織形態である。

AI を専門としてきた中島さんにとって、このテーマはソフトウェア工学的テーマだったが、快く引き受けてくれ、チーム作りから実際の研究遂行まで精力的に活躍してくれた。問題設定の理念が野心的すぎるので、実用的な「表現型」ができあがることは必ずしも期待していなかったが、ソフトウェア工学の基礎研究としての役割は十分果たしてもらえたと思う。

後になって、2000 年頃だったか、NASA の火星探査計画で使用するロボットのプログラミングを担当する JPL の研究者が、似た発想で新しいプログラミング手法を考えていることを知った。火星上ではどんなことが起こるか全く分からない、そんな環境で従来の受け身一方のモジュール構成では対応しきれないだろう、各モジュールが自分の判断基準を持ち、自律的に反応を作り上げ、判断をするようなものでなければならない、というのだ。その後どうなったのか調べていないが、私の発想と問題意識によく似ていることは確かだった。同じ頃、IBM でも、“Autonomous Computing” という名のプロジェクトについていくつか論文が出され、読んだ記憶があるが、その後についてはフォローしていない。どちらも「協調エージェント」と具体的な細部は異なるが、基本理念（「遺伝子型」）は同じだ。しかし、いずれもその後の成果についてはあまり聞かれないので、具現的な「表現型」が作られずに終わったのかもしれない。

⁶⁰ Simon & Schuster 社、1988 年発行

⁶¹ 中島秀之さんが（2016 年 3 月現在）学長として活躍している公立はこだて未来大学は、いまや日本の AI 研究のメッカだそう（松尾豊著「人工知能は人間を超えるか」（角川 ETUB 選書、2015）による）

8. 今後の情報処理研究のあり方 – 提言 –

情報流通と処理のネットワークがインフラストラクチャとしてこれほど普及し、全世界を覆い、誰もがスマートフォンのような知的端末を持ち、また、AI 技術も第五世代プロジェクトが遠い目標として想定した水準にほとんど近づいた現在⁶²、MAC プロジェクトの目標さえもすでに達成された状態に近づいている。そのような状況進化のなかで、情報処理技術の果たすべき役割、というか、さらに先を行くための目標とすべきものも当然変わってきていると考えた方がよいのではないか。そうだとすれば、その創新のあり方も自ずから変わるべきだ⁶³。

1998 年に電総研を辞し、中京大学に移って後、たぶん他の大学のカリキュラムにはないと思われる講義をいくつか始めた。そのひとつが「情報処理パラダイム論」で、近未来の情報処理技術を過去の流れを見ることから予測し、さらにそのあるべき役割を考えるというものである。情報処理の役割について論じるときには、現代の人類の最大の課題はエネルギー消費の幾何級数的増大によるものだ、とした上で、その増大指向を、生活水準を犠牲にすることなく押さえることが出来るのが情報処理技術であり、それが大きな役割である、という論法を立てる(図3参照)。

⁶² じつは見かけだけだ。その端的な例はブラウザの機械翻訳で、原文の「意味」を「理解」しているとは到底思えない。多くの訳文は、いつてみれば言語明瞭・意味不明である。「意味理解」は、AI においてはまさに古くて常に新しい問題である。2000 年頃にも Web Semantics や Ontology として流行したが、かつての AI での議論を超えられず、確かな進展もなく終わっている。また、昨今、急成長を遂げたニューラルネットワーク技術にしても、「意味理解」についてどう対処するのか、その考察が進んでいるとは思えない。しかし、「意味理解」など関係なしに一見それらしく対応、発話する技術(かつての ELISA のように)は最近では Twitter のボットとして悪用され、問題を起こしているという(“The DARPA Twitter Bot Challenge”, IEEE Computer June 2016, p.36)。

⁶³ IC チップのルールが 10nm を切りつつあり、ムーアの法則がさすがに頭打ちになり、その先に行くハードウェアの姿が、量子コンピュータをはじめ、これまでいろいろ提案されてきたものの、いずれも見通しが得られていない。物量の幾何級数的増大に頼ってきたこれまでの情報処理技術は、さらに一段と高みに上がるためには、この意味でも大きな変革が求められている。ほんものの創新を求める情報処理研究者にとっては絶好のチャンスなのかもしれない。

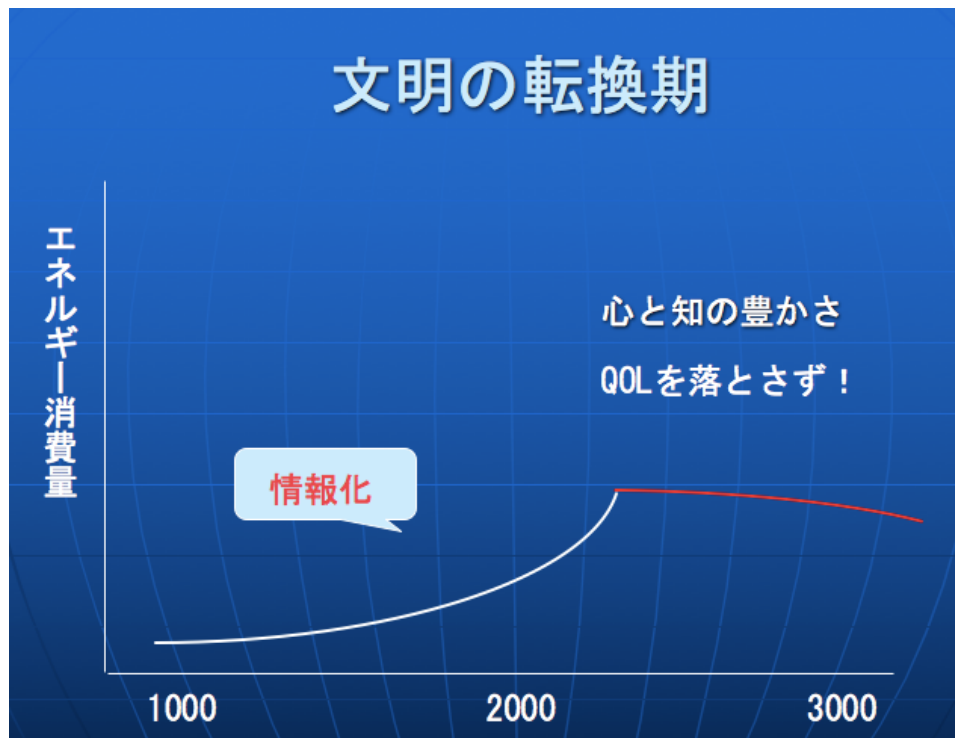


図3 現代における情報化の役割

1999年以来、授業で使用しているスライドから

また、現代文明生活はエネルギー網、物流網、それに情報網の3大インフラストラクチャによって支えられているが、物流網（鉄道や道路など）の情報化はITSなどで進められ、ついには完全自動運転まで実用の段階に入りつつある。一方、エネルギー網、とくに電力網の情報化は、スマートグリッド構想などにより進化しつつあるが、いまだ不徹底である。その究極の姿は、**パワーインターネット**、つまり情報ならぬ電力をパケット化し、ルータによって、供給箇所から需要箇所へ最適に、即座に配送する機能を持つネットワーク、ではないか、というのが私の長年の持論である⁶⁴ (図4参照)。MACプロジェクトが、コンピューティングパワーを電気のように誰にも供給できるシステムを目指して、その夢がほぼ実現している現在、この構想はちょうどその裏返し(恩返し?)として、情報ならぬ電力(パワー)をインターネットのように供給しようというのだ。そんなこと出来るはずがないと一笑に付す人が多いかもしれないが、そのくらい思い切った構想を立てるのが、真の、スケールの大きい創新を起こすために必要なことだろう。

⁶⁴ もとは黒川浩助さん（当時エネルギー部、のち、東京農工大学）のアイデア。



図4 三大インフラネットの統合構想

1999 年以来、授業で使用しているスライドから

実際、電総研を去るときにこの構想を検討するプロジェクトを立てることを依頼してきた。エネルギー関連の研究開発は時定数が大きいので、実用段階に至るまで少なくとも 30 年は必要だと考えた。もうすでに 20 年近く経ってしまったが、その後どうなったのだろうか。

9. おわりに

1995 年、所長に任じられたときの挨拶で、「可能な限りの自由と創造、必要な限りの管理と制約」をモットーとして所の運営にあたる、と宣言した⁶⁵。よくあるただのお題目だろうと受け止めた所員が多かったようだが、私は本気で、それを裏打ちする具体的な組織改革の腹案を持っていた。企画室長時代に進めた組織再編以来、ずっとその不十分さが気に掛かっていたことを根本的に解決

⁶⁵ 生物において、自由がもたらす創造の過程を遺伝子型の変異に始まるものとすれば、酵素である「調整子」(regulator) が表現型への発現過程を管理、制御する役割を果たす、という。脚注 2 の引用書による。

しておきたいと、密かに考えていた案である。ひとたび組織体系を定めると、そこに安住してしまい、“to do”を示したつもりの部や研究室がいつのまにか、旧来のような“to be”として考えられるようになってしまう。そのまま静的な状態に止まれば、それは研究組織にあってはならない停滞である。常時、自律的に変化し、進化する組織(システム)は出来ないものだろうか。その問いに答えようというのが「ラボ制」である⁶⁶。本稿で述べてきた様々なプロジェクトの立ち上げと遂行に携わった経験によって培われた考え方をベースにしている。このラボ制についての文書ではあからさまには述べていないが、淵さんのような剛胆で、未来への潮流を見抜く力を持つプロジェクトリーダーを次々と生み出せるような組織にしたい、という願いが、じつは胸の内にあった。新たな創新を作り出す遺伝子型をまず生み出さなければならず、次にそれに基づき、ぶれることなく目標を達することで表現型を発現し、世に提示する。いうのは簡単でも実行するには勇気と多くの困難が伴う。しかし、まずはそういう意欲と気概がなければどうしようもない。

そのような人材を育み、勇気づけ、そしてのびのびと羽ばたき飛び立たせる場としての組織はどうあるべきか。その問いかけへの私なりの解答がラボ制である。残念ながら電総研は、私の去った後、数年を経ずに産総研として統合されてしまい、ラボ制という遺伝子の行く末がどうなったのか、見極めることは出来ない。しかし、そのアイデアの変異が様々な形で生じながらも、様々な環境の中で「表現型」となり、生き延びているはずであり、それらのなかから淘汰過程を生き残るものが出てくるはずである。もしそうならば、その遺伝子になんらかの意義があったことになり、それを発足させた張本人として、自分のなすべき務めがある程度は果たせたのではないかと考えている。

最後に、あちこちに蒔いたつもりの「向日葵の種」が、どこかで芽吹き、萌え立つことを願いつつ、再び寺山修司の歌、

駈けてきてふいとまればわれをこえてゆく風たちの時を呼ぶこえ

⁶⁶ ウェブで検索すれば、私自身が書いたラボ制についての文書が瞬時に見つけられる。ぜひご参照ください。企画室長時代に作成した組織再編案で、「アンタゴニズムをフラクタルに組み込む」という組織構成の基本理念を作り出したが、そのとき、「フラクタル性」を空間的（静的）な構造のなかには組み込んだが、時間的変動、つまり組織の進化過程、の構造に入れ込むまでには考えが及ばなかった。ラボ制は、この「時間的変動」においてもフラクタル構造を入れ込むことを狙ったものである。そう考えると、生物進化過程のメカニズムと驚くほど似ていることにあらためて気がつく。「安定(ドメイン)」→「創新(ミッション)」→「安定(ドメイン)」の時間的、空間的フラクタル構造である。