

論 説

日本のソフトウェア問題について—現状分析と将来対策—

Problems of Software Development in Japan — Analyzing the Existing State and Considering the Way to Cope with the Situation — by Setsuo OHSUGA (Department of Information and Computer Science, School of Science and Engineering, Waseda University).

大 須 賀 節 雄¹

¹ 早稲田大学理工学部情報学科

1. はじめに

最近の市販のソフトウェア（以下SW）は米国製で占められ、日本勢の衰退が著しい。現象の構造分析を通して将来対策が急がれている。この問題の難しさはSW技術が他分野の技術と異なり、社会、制度、組織、教育から果ては文化まで、関連する要因が多く、全体像がみえにくい所にある。筆者は工学アカデミーおよび産学共同支援組織EAGLにおいてこれらの問題を検討した^{1), 2)}。本稿はその報告の抜粋である。この問題に関心をおもちの方は付記参考資料を参照されたい。

2. SW問題とは何か

SW問題は技術的、経済的、国際的な情勢変化によって引き起こされたもので、開発部門のみならず、研究部門にも影響を及ぼしている

2.1 技術面の変化

技術面の変化の代表的なものはダウンサイジングとネットワークングであろう。これがメインフレーム方式からWSやPCの分散システムへシステムの構成的変化を生じ、コンピュータの利用環境を大幅に変化させた。

この結果、

- 1) 利用分野の拡大により従来とは異なる新しい多くのSWが必要になった。
- 2) 構成形態の転換のためのSWが必要になった。というSW面での変化を引き起こした。

1)の新しい型のSW開発のノウハウは圧倒的に米国が優れており、ベンチャービジネスの成立を積極的に促す米国型社会構造と相俟って米国が独占的に強くなっている。我が国では、メインフレーム中心の情報処理技術開発に全力をあげてき

たためこれに遅れをとる結果になった。一方、システム形態変化のための転換需要には上記のような新規性はなく、一定量の転換がすめば急速に減少する一時的需要である。その後の新規需要が日本以外に流れる可能性も大きい。

2.2 経済面での変化

景気の低迷のために情報システム開発の新規需要は落ち込んでいる。金融関係企業を始め、ユーザ企業がバブル時代のつけを精算するまで実質的にはかなりの年数がかかると考えられ、かつてのような情報システム開発の期待は少なくなっている。

2.3 国際的なSW開発状況の変化

近年インド、シンガポール、台湾などのアジア諸国が急速に経済性・自立性を強めるとともにSW産業が発展し、国際的なSW開発戦線に変化が生じている。これら諸国の労働賃金は先進国に比べ著しく低く、労働集約的なSW開発において大きな競争力になる。またネットワークを通し英語による開発など国際的な環境にマッチしている利点もある。

3. 現象面に現れた日米の相違点

SW開発において米国と日本の間ではっきりした相違点がいくつか目につく。

3.1 SW技術の分布とその変化

メインフレームを中心としたOS、言語、データベース、応用などを始め、産業応用、WS/PC用OS、ネットワーク、図形・画像処理、マルチメディアなど、米国はゲーム以外の全領域にわたって先進技術をもっている。これに対し、日本はメインフレームを中心としたものと、産業応用SWには開発に力を入れ、成果もあげてきたが、

それ以外では手をこまねいてきた。ただしゲームソフトには例外的に狭いピークがある。さらに、これらとは別に大学、国公立研究機関で行われる広いスペクトルに渡る SW 研究がある。米国ではそれが新しい SW 群を産み出す芽となった。日本では大学の関心分野と企業の関心分野が乖離してしまっていた。

今日、日米間のギャップがきわめて大きなものになっているが、SW 問題は新しいユーザ層の開拓、SW 開発体制などを含めて、技術文化とでもいうべき側面をもっている。今日の SW 問題を狭い意味での技術問題として捕えては問題の本質を見誤るおそれがある。

3.2 大学、既存企業、ベンチャー企業の関係

その 1 つの典型が SW 技術開発の社会的な分担状況にみられる。SW 開発にかかわる組織には従来型企業、新しいアイデアに基づいて組織を作るベンチャー企業、新概念を作る大学がある。今日、米国では新 SW 技術の開発にベンチャー企業が大きな役割を演じ、積極的にベンチャー企業の成立を促すベンチャーキャピタルのシステムが定着し始めている。日本にも SW 産業は存在するが、多くは従来型企業に密着し、新しい SW を産み出す仕組みにはなっていない。

このような組織自体の性格の違いに加え、組織間の関係が日米で異なる。米国のベンチャー企業の多くが大学で作られたアイデアを実現している。この組織は技術移転を可能にする最も効果的な方法であり、またその成功例が大学を刺激し、研究テーマの選定の幅を広げ、独創的アイデアの創出を促す結果になっている。これが可能なのは、大学に対する規制が少なく、研究費や SW 開発の要員の確保が自主的にできるためである。

これに対し日本ではベンチャー企業を産み出す土壌ができていない。日本ではベンチャーキャピタルのシステムも整っておらず、またベンチャー企業が成功しそうになると、大企業がその分野に進出して、ベンチャー企業という社会的システムの成立を阻んだ。一方、大学に対する人員規制を始めとして有形無形の規制が厳しく、研究者の手足を縛ってきた。SW 開発ではアイデア実現に人手を要するが、米国型の研究スタイルをとることはほとんど不可能に近い。このため大学の研究者は実用性の高い SW 研究からは離れる結果になっ

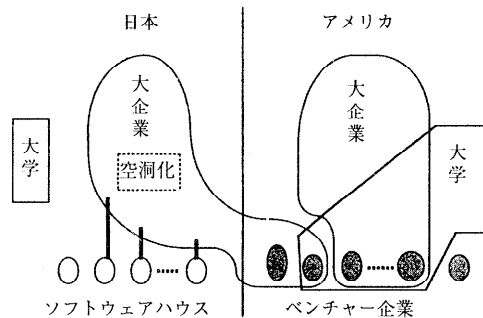


図-1 ソフトウェア技術関連組織の関係

た(図-1)。

このように、米国では大学が従来型企業、ベンチャー企業のいずれとも密接な関係を保っているが、日本では大学は孤立し、大企業は新しい SW 開発の遅れを米国の大学やベンチャー企業との提携で取り戻そうとしている。SW 産業は、一部は従来型から分散型システムへの短期的な転換需要に沸いているが、長期的展望を欠いている。すなわち、ばらばらな状況のまま、現在をどうにか過ごしているというのが実情であろう。日本の SW の真の問題はこのような将来性のみえない状況に陥っている日本の現状にあるのであろう。

4. 立ち遅れの原因

ほかの多くの科学技術分野では特定の対象に考察範囲を限定することができるのに対し、情報は通常の科学技術の対象のみならず、人間の営み、したがって文化にかかわる。これが SW 問題分析の難しさである。日米間では技術開発の考え方に大きな相違がある。米国は規制を外して自由競争を最大限に推し進め、これが新しい技術開発を促し、国際競争力をつけてきた。一方、日本企業の多くは技術面で先頭に立つことを嫌い、競争を避けた 2 番手指向であった。この意識が続くかぎり技術競争は起こりえず、規制もなくならないであろう。上意下達の命令系統をもつ階層的組織は、明確な目標があり、トップが優れた判断能力を備えている場合、限られた人材の下でも効率のよい行動をとれるが、組織として目標がみえておらず、試行錯誤が必要な時、大規模な行動が無駄な結果になる可能性がある。問題は、組織内の決定権者が必ずしも状況を理解し得ず、優れたアイデアを潰す危険を犯すことである。以下、この問題を文

化、組織、社会、技術、教育の側面から検討する。

4.1 文化的側面—メンタリティの問題

SWは個人のアイデアの実現であり、人の考え方は文化的背景の下で形作られる。米国では個人の自主性、独立性、創造性、責任感が基本にある。欧米の基督教文化では神の下で人間は平等であり、神との契約関係に基づいてモラルが形成されてきた。このモラル形成の単純さ、モラル形成に人間がかかわらない点が、人の目を気にする必要はない個性発露の精神風土を作ってきたと考えられる。過去に捕われない新SW創出の原動力でもある。日本では儒教的な文化のもとで精神風土が形作られ、また恥の文化といわれたように、周囲の人の目に基づいてモラルが形成されてきた。このため常に周囲の目を気遣って突出することを嫌い、あるいは逆に他人の独走を批判し、ときにはその心にまで平気で立ち入るといった習慣が根強く残っている。これが嫉妬に近い他者批判構造を許し、個性の発露にブレーキをかけ、結果として創造を拒んできた。反面、これは協調性を高め、均質性が重視される生産活動には利点となってきた。均質な組織内では個性はむしろマイナスとされ、自己啓発は表立っては組織内の評価に結びつかないため、一般勤労者については視野を広げる努力も米国に比べて少なく、新産業をおこす力も相対的に低い。

4.2 組織的側面

組織とその機能の間には強い相関がある。上意下達の命令系統をもつ階層的組織は、明確な目標があり、トップが優れた判断能力を備えている場合、限られた人材の下でも効率のよい行動をとれるが、組織として目標がみえておらず、試行錯誤が必要なとき、大規模な行動が無駄な結果になる可能性がある。問題は、組織内で権限をもつ人が必ずしも状況を理解し得ず、優れたアイデアを潰す危険を犯すことである。

米国型の個人を単位とする社会では、広い範囲の人々に方針決定の機会が分散される。初期の模索段階を経て、ある程度の見通しが得られた段階で本格的な支援体勢を組むことができる。たとえば大学で新しいSWに関するアイデアの基本部分が創成・検証され、次いでベンチャー企業として組織化される。重要なことはこのような過程を通して、社会全体では多くの試行錯誤が行われ、そ

の中からよい成果が生まれる確率が高くなることである。SW技術もこのことを無視しては語れない。これについては後半でもう一度述べる。

4.3 技術的側面

日本において狭義のSW開発技術が遅れているとは誰も思っていない。たとえばSW技術者が米国のベンチャー企業で開発中のSWをみたなら、自分達でも作れると思うであろう。日本のSW開発が遅れたとしたら、その原因はいかになすべきか(HOW)ではなく、何をなすべきか(WHAT)という広義のSW開発技術の差にある。この原因は単純ではない。本来、科学技術の評価は発想あるいは問題の発見から成果まで、研究開発の全過程について行われるべきものである。前例の有無でなく、結果で評価すべきであるのに、日本では技術開発の意味が狭く理解されており、開発努力と成果の評価が一部に偏っている。いつも発想は外から受け入れ、以後の解決の方法に関する部分に重点が置かれており、新しい発想を産み出すという発想がない。これは産業関連のみでなく、アカデミックな研究領域においても同様である。たとえば学会論文でも、外国で生まれた概念をいち早く取り入れた研究が通りやすく、独創的なものが正当に評価されにくいという傾向は改まっていない。これは明治以降の、西欧の進んだ科学技術の概念を早く輸入し、追いつこうとしたとき以来の習慣が身につけてしまった結果かもしれない。これに自然科学における物偏重の伝統が加わって、日本では物に即した実験・観測には力を入れてきたが概念化・抽象化の訓練が欠如しているし、また、知あるいはSWに対する評価が低く、これが創造力を阻害している。この結果、システム的な見方をする訓練が、平均として米国に比べかなり劣る。これらが複合して日本におけるSW開発の意欲を抑圧している。

4.4 社会的側面

日本の社会はムラ社会であるといわれる。あらゆる階層で横並び意識が目立つが、これも独自の判断と決定を回避する没個性の現れである。オープンな社会では横並びの対象者を特定できないから、横並びは閉じた社会でのみ可能である。閉じた社会を維持するために、よそ者を排除する傾向が生まれ、自分達は内部指向になる。そしてその構造を破壊するものを排除する。慣例に従わず、

個人の主張にこだわるものは秩序を乱すものとして村八分の憂き目にあう。今日、規制緩和が声高に叫ばれているが、規制がこのような社会を維持する結果になっているほか、規制による特権をもつ側の抵抗が大きく、容易ではない。規制以外でも官僚制度を始めとする社会構造そのものが特権保護のために機能しているといっても過言ではない。この構造の下では人の流動性が低く、社会の活力が低下する一方、構造内部の人々にとっては新思想は危険思想以外の何物でもない。したがってそこから新しいものが生まれる可能性はきわめて少なく、また、異文化との文化的融合に背を向ける。国際化の時代にありながら、日本のムラ社会は強固にこの伝統を守り、真の国際化に遅れたばかりでなく、オープンなマーケットを対象とする SW の概念に思い至らなかった。

4.5 教育・研究的側面

日本は半ば西欧化し、一方で西欧的基準で行動しながら、ときとして日本固有の、非国際的行動をとる。明治以後の日本人の意識の改革が中途半端なままに今日に至っている。国際化と固有文化の両立方式を探るといって大学の役割が大きい。日本の大学は目的を見失って、ただ機械的に卒業生を社会に送り出す機関になってしまっている。

今日、多くの大学は改革の意識はもっているが、最小限必要な改革を自力で行える余裕のある大学は少ない。このままでは人的な質の高さで今日まで高い社会レベルを達成してきた日本の急落は目にみえている。大学はレジャーランドであると揶揄され、大学人自らが自嘲的にいっているうちに、多くの人とその異常さに無神経になってしまっている。このような無気力を産み出した原因の 1 つに、大学における「愚」としかいいようのない多くの規制があり、研究機関としての大学の機能を低めてきた。研究、とくに SW 研究はグループで進めないかぎりまともな成果は出ないが、人員の確保は厳しく制限され、結果的に大学の SW 研究を実用性とは関係のない領域に追いやってきた。

しかし、このような問題があるとはいえ、高等教育・研究機構が広く根づいているという事実は日本のかけがえのない財産である。SW 問題の解決は高等教育・研究機関による知的能力資源をもってするほかない。今日の日本がこの貴重な財産

を維持できずに荒廃の危機に直面していることが問題なのである。長期的に日本の科学技術を育ててゆくために必要な対策を検討し、実施できる定常的な組織の成立が望ましい。

5. 現象の理解

このように SW 問題に潜む構造的な原因を探ることにより日米間の相違点が洗いだされ、その中に SW 問題の要因が数多く見いだされる。4 章でとり上げた日本的な特徴は今日の SW 開発の傾向にはそぐわない。その多くは SW 問題のみでなく、もっと大きな時代の流れに逆らうものでもある。必要な変革はできる限り進めなければならない。

しかし同時に、これら構造的要因の多くは今日の SW 問題が生じる以前からあったという事実にも目を留める必要がある。これらの要因をもちながら、ある時期には SW 開発が活発に行われ、SW 危機とは（今日とは逆に）プログラマ不足といわれた時期があった。したがって、これらは SW 問題の遠因ではあっても、現状を説明するための直接の原因とはいえない。問題を正しく理解するには、現状を現象としてよりよく説明するための、さらにこれとは異なる視点が必要である。

5.1 現状の理解のための視点

すべての技術（学問）は萌芽期、形成期、発展期、成熟期という発展過程を経る。成熟期の技術は産業を通して経済を活性化する。産業・経済面からみれば、成熟期の技術をリードしたものが最大の見返りを得る。日本はこれまで多くの技術分野で成熟期の設計・生産技術を押さえ、これが日本の経済的発展をもたらした。しかし情報技術においては大きな規模のパラダイムシフトが米国主導で起こり、それにとまって日本では SW 開発目標が見失われたが、米国がこの段階の技術を押さえた。日本は前記の文化的特徴が示す保守性あるいは変化にたいする不適応性のため右往左往している。これが今日の米国優位の現象である。今日、SW を中心として生じている現象は、このような視点にたつと、将来対策を含めて全体が理解できるように思える。上記諸要因も、現状に至った理由、今後の対応と結びつけて考えると整理されてくる。

個々の技術は成熟期を過ぎれば衰退する。しか

し、分野として大きな発展過程にあるときは新しい技術が開発されて、次の発展サイクルを形成する。分野として発展が続くかどうかの見極めは重要である。多くの人は情報の分野がこのまま最盛期を終えて衰退するとは考えていないであろう。情報の技術にはまだ発展のエネルギーがあるし、同時に、今の技術では何かが不足で、このまま定着してしまっただけでは不都合、と感じている人々も多いはずである(図-2)。そうすると今日の米国優位は情報分野全体の中で、主要ではあるが一部の領域で発展期の技術を押さえた結果、という見方ができるであろう。この技術については一步を譲るにしても、重要なのは次の時代をリードする新しい技術を見いだすことである。前節であげた諸項目は、今日の日本の社会を変化にたいしてきわめて対応の鈍いものにしてしまった点に問題の本質がある。社会的変化がなければこれで成り立ってきたが、現在のように急速な変化が生じている時代に、この変化についてゆけない社会ができてしまった。これは社会の老化現象であり、再活性化するために新しい対応策が必要になっているのが現状であろう。

5.2 研究と開発

これら必要性の分析から導出されたSW技術課題はあくまで開発目標であり、ただちに実現できるわけではない。基礎的な研究成果の積み上げによってようやく到達される。開発はこのような研究成果を用いて目標を達成する行為であり、研究は目標達成に必要な材料をより豊かにし、より優れた開発を可能にする行為といえる。研究の難しさは、将来、開発という行為を通して評価される有用性を見越して研究目標を設定せねばならない点にある。ここに研究者の能力に見合った適切な研究目標の選定の問題が生じる。

変動期には有用性の判断が難しく、多くの研究者が研究目標の選定に苦しむことになる。開発研究ではいかなる最終成果(プログラム)が要求されているかに細心の注意を払っていることが重要であり、市場に近いので可能でもあるが、基礎研究では必ずしもそうではない。それは最終成果に至るまでの過程が長く、時間的遅れがあるため、要求される最終成果が容易に見通せないという一般的な状況に加え、状況の変化のために研究開始時にどのような最終成果が要求されるかを見通し

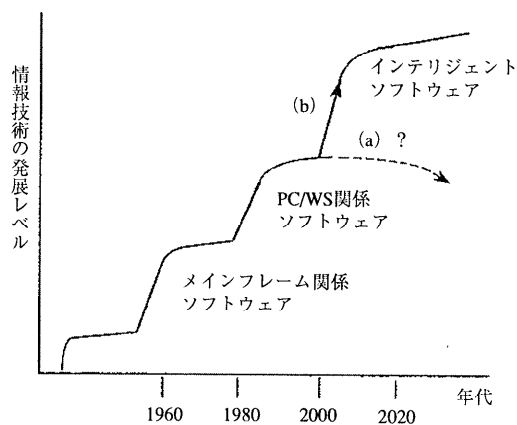


図-2 技術(分野)の発展段階

が一層立てにくいからである。今日、基礎研究に近いSW研究の現場では多くの研究者が目標の設定に確信がもてない状況に悩んでいるが、このような形で状況の変化が研究部門にも影響を及ぼしている。

基礎研究と開発研究のこの関係は日本のみでなく米国においても同じである。しかし日米間での大きな差は、米国においては大学でもより開発研究に近い研究、あるいは開発そのものができる体制にあるので、多くの大学の研究者が開発研究にかかわり、基礎、開発の両グループの間に大きな溝が存在しないこと、この結果、基礎から開発間での研究者間の情報流通がよく、この中間の部分の研究から多くのベンチャー企業が生まれたし、基礎研究部門にも研究目標を決める手がかりとなる情報が身近にあるのに対し、日本の大学ではそれが確保しにくいので、日本では基礎研究は大学、開発研究は企業という役割の分離現象が進行しているところにある。これが図-1の大学と企業の乖離現象である。日本の研究・開発体制に変化が生じないかぎり、日米間のこの違いの傾向は続くであろう。これを改善するには、研究・開発体制を変えるということが第一義的に重要であるが、大学の基礎研究者が適切な研究指針を見いだせるような基本的な考え方を確立することも重要である。日本の研究者の研究遂行能力はすでに十分に高く、このような指針の下でテーマ選定が適切に行われれば、研究実績もより高まることが期待される。

5.3 問題解決へのアプローチ

なすべきことは2つある。1つはかつて日本が先進諸国をキャッチアップした際に何が効果的であったかを参考にして現在の遅れを取り戻すことであるが、さらに重要なのは将来対策である。技術の優位性を達成するには、労働力コスト、新技術、研究開発体制、新施設、など何らかの新しい要素が必要である。近い将来の社会的環境、SW技術の推移を分析し、対策をとることが必要である。技術が成熟期に入ったことは停滞期に近づいたことでもあり、それを越えた新しい技術開発の可能性は高いはずである。ただしこれまでSW分野では外国で作られた概念を導入した研究や開発が提案されることが多かったが、今後はキャッチアップするまでの時間差が産業面で大きな意味をもつようになると予想されるので、このような追従型のみではやってゆけなくなる。独自の見通しの下で技術開発を進める必要がある。しかも技術転換の周期が短くなるため、次の技術転換はあまり遠い先のことではない。そのために産業の基本構造を変え、自ら新しい技術を産み出すことのできる体制、少なくとも変化の予測をし、それに早急に対応することのできる体制を今から作り上げねばならない。

労働力コスト、新技術、研究開発体制、新施設、などの中で、日本で可能なものとしては新技術と開発体制に立脚するほかない。仮に次の技術の飛躍時点を5～10年後とみなして新しい技術を開発する必要がある。この前提に立って考察するとして、次の2つのことが重要である。

- (1) 新技術開発を効果的に行うための体制ならびに諸施策の確立
- (2) 次の技術転換として可能性の高いSW技術の予測
これらについては次章以下に述べる。

6. 将来の開発体制

開発体制は4章で述べた要因の分析と密接に関わる。目標としてはばらばらな開発体制(図-1)を、新しい発想を産み出す大学、発想を企業化するベンチャー企業、大規模製品化を進める大企業、のように各組織が特徴を活かしながら、相互に密接にかつ相補的に協力し合える形に変えることである。しかしこれには時間がかかり、また研究・

開発人口の違い、個人を尊重する西欧と没個性的な日本の文化の違いのため、米国で可能な方式が必ずしも日本の風土に馴染むとはかぎらない。米国でも新技術の成功率は低いし、アイデアが活かされるまでに偶然の要素を含むため、効率的であるともいえない。

したがって日本に欠けている部分を補いつつより効果的な開発の方式を考える余地がある。これには文化の違いをさらに深く掘り下げる必要があるが、紙数の都合で省略する。SW問題にかかわる重要な要因として可能なら改善することが望ましいものは、4章における要因の分析を整理して、

要因1；個人のメンタリテイにかかわるもの、

要因2；社会的体制、諸制度、規制に関するもの、

要因3；組織に起因するもの、

があげられる(詳細略)。改善あるいは修正に際しては以下の視点を保持することは重要である。

留意事項1；その修正は可能であるか、あるいは時間的な見通しはどの程度か？

留意事項2；修正することがよいことかどうか？

留意事項3；修正するとしたら何をすべきか？

そして修正によって求める新方式の目標は以下の諸項目について現状の改善をはかることである。

目標1；より多くのアイデアが創出される。

目標2；創出されたアイデアの適切かつ健全な評価機能が発揮される。

目標3；効率的な育成の促進がはかられる。

目標4；そのための障害を可能なかぎり排除する。

現実問題として、個人のメンタリテイを変えるとか、社会的諸制度および規制を短期間で改善することは容易ではない。相対的にこれらより高い可能性をもつものと期待されるのは、新しい開発組織あるいは方式を形成してゆくことによって現状打開を試みる方法である。紙数の制限もあり、ここでは上記要因1～3のうち組織に起因するもの(要因3)について付言するに留める。ほかの項目については参考文献を参照されたい。

一口に組織といってもそれ自体多様であり、組織の作り方によって個人に及ぼす影響も複雑である。組織はそれを構成する人間の関係が弱くて無組織に近い(個人の活動の自由度が大きい)もの

から、階層組織のように個人の活動範囲が厳重に規定されるものまでである。その関係の作り方によって組織の機能が定まる。したがって達成すべき目標に応じて、最適な組織が作られねばならない。

従来の日本の産業活動はグループによる生産活動に重点が置かれ、そのために組織の均質性が重視された。組織活動の目標は外部（たとえば外国）から導入されたため、組織が新しい発想を産み出す機能をもつ必要はなく、この傾向が促進された。技術開発の方向性がみえているときはこの方式は効率的である。そして均質な組織を作れる社会ほど、この効率はよい。しかし、技術の転換が始まるとこの状況が一変し、技術開発の目標が見失われた。

今日、社会的に問われているのは、新しい技術開発の目標を産み出すことである。これには情報生成が必要とされ、それは創造性という個人的な行為によって作られる。可能なかぎり多数のアイデアを作り出し、厳密な評価によって実現性の高いものを選び出し、それを育成するという過程が不可欠である。今日のほとんどすべての組織は旧来の目標追及型として作られてきたので、このような発想型機能を果たすにはまったく不向きなものであり、根本的な変更が必要である。

しかし目的に合う最も適切な組織形態を見出すことは容易ではない。これまで組織作りは経験的に行われてきたが、より科学的あるいは計画的な組織作りを考慮すべき時期にきている。これは要求条件として前記目標1～4を満たす組織を見出すことであり、新組織の設計問題としてそれ自体が解決されるべききわめてチャレンジングな技術問題である。この条件についてもう少し掘り下げてみよう。

目標1の達成のために、この組織には先天的にアイデア創出能力の高い個人の協力が第一義に重要である。組織の役割は各個人に創造活動の刺激を与えること、創造のための精神的自由を与えること、それを阻害するあらゆる要因を排除すること、無意味な外的規制は組織として受けとめて個人に精神的規制として影響しない環境を作ること、創造活動に必要な情報の収集と配布を組織として保証すること、である。このような個人をすべて組織に取り込む必要はなく、外部の知能を役立てること、とくに大学との関係が重要である。

目標2についてはこのように作り出されたアイデアを受け、商用化に至るまでの実現の可能性を組織として評価することが要求される。

目標3に関しては、この結果を受けて、組織としてそれを現実のものに育て上げることが重要である。この段階は新技術開発に際し組織力が最も力を発揮すべき部分であり、米国でも最近ベンチャーキャピタルによる評価と育成が組織的に行われるようになって新技術開発が加速している。

目標4に関し、このような時代になっても、政治的・社会的にさまざまな規制が残り、それが新しい技術の発生にブレーキとして作用するであろう。望ましい組織はその防波堤となって、個人への波及を防ぐ必要がある。

このような組織はきわめて革新的であるがゆえに、既存の体制によってなし崩しに壊される危険がある。また既存組織には古い権威主義、既得権益などのしがらみがあり、またすべての人が不利益を蒙らないという配慮が働くため、理想的な組織が転換によって作られた例はきわめて少ない。これを防ぐため組織が社会のほかの部分と切り離されて独自に存在し得るものであることが望ましい。

最後に残された問題はいかなる組織を作っても、組織の目的には直接はかかわらない何らかの面、たとえば税制で従来の社会体制に組み込まれ、結果として効果が失われてゆくことである。これにはどうしても上記要因2の政治的、社会的体制の面からの考慮が必要であろう。

現実問題として、どのような組織がこの母体になり得るかも重要な検討テーマである。大企業が従来の人事政策と切り離してまったく新しい組織を内部に作る可能性はどのようなものであろうか。これまではどちらかという高度技術化にとり残されてきたが、潜在的に大きな経済力を保有する機関として地方自治体がある。これを中心に新しい組織を作る可能性は大きいと考えられる。

7. 革新的 SW 技術開発

本章では必要性からくる開発目標と、それに関連する研究目標の設定に関する1つの見方を示す。

7.1 開発目標

今日の技術変化はこれで終わりではない。さら

なる発展があることを予想して、将来のSWの方向を見定める必要がある。日本で努力目標とするSW技術の成立条件をあげておこう。

成立条件1；実需要のあるもの、

成立条件2；技術の完成時点でリーダーシップをとれるようなもの、

成立条件3；ハードウェア環境にマッチしたものの。

技術内容については多くの可能性があるが、上記の条件を考慮して以下のように分類する。

研究・開発対象1；個人を対象とすることによりその活動範囲を広げるネットワーク系SW、

研究・開発対象2；社会活動を支えるSW、

研究・開発対象3；情報技術の基礎となる基本SW、

研究・開発対象4；ハードウェアと一体化したSW。

7.1.1 ネットワーク系SW

研究・開発対象1はネットワーク上の分散コンピュータシステムという新しい環境の下で、多くの人が潜在的に抱いている要望を満たすことのできるSWである。これには大きな可能性があり、新しい需要を作り出すので、大きな市場を形成するものと予想される。このクラスのSWにも多様な性格のものがあるが、次のように分類しておく。

(a)個人応用を中心とした、PC—マルチメディア系SWの概念あるいはその発展系；遠隔通信とバーチャルリアリティの組合せ、とくにエンタテインメント、芸術分野への応用、知的興味を刺激する教育的SWなど、従来にはない個人向けシステムが含まれる。

(b)ネットワークシステム支援用SW；個人がネットワーク社会に適合できるようにさまざまな支援を行うもの、たとえば情報検索のためのナビゲーションシステムや、信頼度の高いセキュリティシステムなどが含まれる。

(c)大規模SWを構築するための部品SW；独立の機能を持ち、また次の研究・開発対象2に関連するSWで、数学的な概念を表すプログラム群や有限要素法など各種技術系プログラム群、会計システムなどオフィスシステムの構築に必要な多くのプログラム群がこれに含まれる。

このクラスのSW開発に関しては、国際的マー

ケットをもち、製品に対する評価システムが確立している米国が当初から圧倒的に有利である事情はあまり変わらず、これに打ち勝つには相当の努力が必要である。しかしこれらSWの理解は日本でも相当進んできているので、次第に製品の質とコストについて実現技術の勝負になりつつある。この段階になると従来型の技術開発に近づき、日本の企業が力を発揮する機会が大きくなると思われる。予想される将来のマーケットの大きさに比べると現在市場に出ているSWはまだ僅かとみられるので、産業としての将来性は大きい。

現在の技術の延長では、このクラスのSWについて成立条件2を満たすことは容易ではないが、これらの応用システムは人間とのコミュニケーションの比重が今後一層大きくなり、インテリジェント化の重要性が増す。その方向に進むならSW開発の質が変化するので、新しい技術を加味した商品マーケット拡大の機会も生じ、その面で優位性を保つ可能性も生じるであろう。

7.1.2 システム系SW

研究・開発対象2はこのように直接個人応用にかかわるものではなく、社会的なシステムや産業分野で使われる新しいSW技術である。このようなSWシステムの必要性はすでに4.2節の中の組織的側面の分析中にいくつか現われている。このようなSWとして、

(a)大規模SWシステムの構築技術

(b)組織設計および情報システムの実時間開発

(c)汎分野SWシステム

(d)大規模情報ベースシステム

をあげておこう。いずれも社会的要求を満たすために必要な情報処理が人間の能力の限界を超えようとしているので、その支援を目的とする新しいSWシステム技術開発が必要である。これには高度のSW技術を必要とするが、いずれも米国においても技術的に未開発のものであり、成立条件2に関しては研究・開発対象1のクラスより未開発分が大きいだけ、日米差も少ない。人間の能力限界としては、

- 複雑さの限界、
- エラー管理の限界
- 変化への適応速度の限界
- 広域性適応の限界
- 多分野適応の限界

などがある。

- (a) 大規模 SW システム；近年，生産，流通，輸送，医療，宇宙など多くの分野で，活動規模が急速に大型化しつつあり，従来のシステム開発方法では開発可能な SW システムの規模に上限があることが明らかになってきた⁴⁾。従来方式ではシステム開発管理は個人に任されるほかないが，個人の管理能力を超えてしまう。この根本的な解決策は開発管理を極力コンピュータに移すことであるが，それは自動化の基本原則でもあり，複雑なシステムの開発自動化の新しい方式が必要になる。
- (b) 組織設計および情報システム実時間開発；これからは企業等の組織もより科学的な方法で設計問題として扱う必要がある。これには組織論に基づき，状況に合った最適組織の決定とその実現技術が必要であり，人間を含む組織の設計，シミュレーションの技術が今後重要性を増すと思われる。今後のあらゆる組織は情報システムなしには実現し得ないから，組織変更に合わせた情報システム開発を速やかに行う技術が必要になる。必要な情報システムを短期間で実現することは，従来の開発方式では難しい。そのために新しい SW 開発技術が必要になる。この問題は技術的には(a)と共通のものがある。すなわち情報システムの開発自動化技術によって要求の明確化と，より基本的なレベルでのプログラミング自動化を達成することが必要になる。
- (c) 汎分野 SW システム；これからの技術の大きな特徴は，技術開発，社会，医療，気象，宇宙，など開発が多くの分野にまたがって行われる汎分野化が進むことである。これに対応して人間側に学際性が要求されるが，多分野に渡る専門知識を修得することの人間にとっての負担と専門教育体制の遅れ，学問分野内独自の用語使用や同一用語の多義性，体系の再構成など，多くの困難がある。多分野の専門知識を使い方と共に保有する SW の利用が不可欠になる。
- (d) 大規模情報ベースシステム；ネットワークを介して地域，国，地球レベルの大規模な情報ベースシステムを構築し，その管理とアクセス手段を提供するための技術である。ネットワーク化が進行するにつれグローバルな情報蓄積・共有の方向に向かってゆくことは確実といえる

が，その実現は容易ではない。今日，一方には死蔵されている多くの情報があり，他方には情報への潜在的需要がありながら，それらを有効に結びつける技術的な手段がないために情報利用が進んでいない。WWW のように個人の関心の範囲でグローバルに情報にアクセスする手段が提供されたことにもなって人々の関心がそこに集中しているが，社会的な必要性から収集され，結果的に死蔵されている大量の情報には，組織的かつ自動的に検索，処理，利用する手段が開発されねばならない。従来，これに関連する技術としてデータベースシステムと情報検索システムがあるが，前者は後者に比しデータへのアクセスが高度ではある反面，扱える情報の範囲が狭く，逆に，後者は今後応用に合わせて要求される高度な使い方には適さない。ネットワーク資源を効果的に使うために，個人間通信手段として使うほかに，マルチメディア情報を含む大規模情報ベース利用技術を促進する必要がある。これにも SW の高度化が必要である。

これらに共通して必要とされるのは SW の高度化，とくにインテリジェント化である(図-2)。これは大きな流れとして進行中であり，近い将来，これが実用技術となる可能性が高い。インテリジェント化についてはかつて人工知能の人為的に作られたブームがあり，それが去った今，懐疑的な考え方が広く支配しているが，冷静な目で観察するならばその必要性は明かである。実用化のためのいくつかの条件がクリアされないままに研究が低迷しているが，将来への適切な判断を誤らないようにすることが重要である。

7.1.3 新基本 SW

7.1 節の研究・開発対象 3 は OS をはじめとする基本 SW である。今日の米国優位の原因は 1 つには新しいコンピュータの環境に適した基本 SW を米国が独占したことにある。基本 SW に関してはもはや日本は米国に太刀打ち不可能という悲観論があるが，メインフレーム時代には日本でも OS が開発されており，OS 開発の技術自身が劣っているわけではない。新しい状況に適合する OS の概念設計の遅れといえる。ウィンドウズ 95 や JAVA 系の SW の議論をみれば今日でも基本 SW の考え方はきわめて流動的であり，安易な悲

観論は避けるべきであろう。

今日我々はこの事実が気がついているので、将来新しい状況変化が生じる可能性があるとき、日本でも新しい基本 SW を開発する機会はあるし、今後 10 年といった程度の範囲で考えるなら、現在の変革に匹敵するシステム形態の変化の可能性は十分にあると予想される。たとえば、ハードウェア技術が進歩し続けており、LSI チップの集積度がさらに上がったとき、論理機能以外の機能が一体化されると予想される。マルチメディアインタフェース以外に、たとえば中規模容量データ記憶と一体化することも可能である。データ領域をどのように使うか、という点に先進的情報技術の見通しが必要になる。たとえば論理とデータベース（の一部）を一体化したチップや、データと処理機能の中間的な性格をもつ知識を取めることのできるチップ、あるいは記号的な処理にニューラルネットワークのようなアナログ的な処理機能を組み合わせた新しい汎用性の高いコンピュータなどが考えられる。これらが実現したなら、当然従来とは異なる新しい基本 SW の開発が必要になろう。

7.1.4 ハードウェア一体型 SW

7.1 節の研究・開発対象 4 はコンピュータが単独に使われるのではなく、周辺技術と一体化して使われるケースに対応するものである。周辺技術は現状では主として機械系、電気系のハードウェアであり、自動車、家電製品、産業機械などにすでに多数のコンピュータが使われているが、今後この傾向はあらゆる分野に浸透してゆくものと考えられる。近年の技術的傾向はインテリジェント化にあるとされ、インテリジェント・ビル、インテリジェント端末、インテリジェント・ロボットなど、インテリジェントを修飾語とする技術が使われるが、これはすべてコンピュータ組み込みを前提とする。

7.2 研究目標設定の考え方

以上の分析を通して結論するなら、技術的観点からは日本にも将来性はあるが、その可能性を現実のものにする開発体制の転換ができるか否かにかかっている、というあたりであろう。

上記は目にみえる必要性の説明として開発の立場からの議論であるが、これを支える基礎研究の目標を立てるには、もう一步踏み込んで、技術の

発展の傾向を掴むことが必要である。この一般傾向はの中で上記の各問題の位置づけがなされるものでなければならない。発展の方向は大きく 2 分できる。1 つは周辺技術とコンピュータの新しい結合が行われ、その結果新しい SW 技術が要求されるようになること、もう 1 つは SW 技術そのものの質的な発展によって開拓される新しいコンピュータ利用の可能性の拡大である。この組合せによって SW 研究を次の 4 つの型に分類する。以下で既存技術と呼んでいるのは、従来のプログラミング技法に基づいて開発されてきた OS、プログラミングパラダイム、データベース、ネットワーク管理、応用そのほかの技術を指す。新しい情報技術は、これら既存技術を人間の情報処理と比較したとき、従来のコンピュータ技術では実現が困難であるが人間には備わっている情報処理機能の中で将来コンピュータ化が可能なものを称する。

- 研究領域 1 ; 既存技術内で残された問題の解決、
- 研究領域 2 ; 既存 SW 技術の範囲で、コンピュータ関連技術の展開によって生じる新しいコンピュータ利用の可能性の発見とプログラムの開発、
- 研究領域 3 ; 新しい情報技術の開発、
- 研究領域 4 ; 新しい情報技術が、コンピュータ関連技術の展開によって生じる新しいコンピュータ利用の可能性の発見とプログラムの開発。

研究領域 1 に関しては、既存技術内でも新しいプログラムパラダイムの提案（たとえばオブジェクト指向）、データベースの機能拡大、CAD や CASE の開発、新ゲーム開発など、残された問題の解決をはかる多くの研究が進められ、実質的には SW 研究の大半はいまだこの領域にある。しかし実用上必要な基本技術はすでにほぼ出揃っているため、この分野の研究は新しい研究成果によってどれだけ効率の向上がはかられるかにかかっており、現実にはこの効果は次第に頭打ちになってきている。

研究領域 2 に関しては、対象の周辺技術によって必要となるプログラムは異なる。7.1 節に示された必要な技術開発のうち、研究・開発対象 1 のネットワーク系、同 3 の新しい基本 SW、同 4 の周辺機器用 SW がこれに相当し、今日、最もめざ

ましい発展を示している分野である。これらの SW 開発は既存プログラミング手法によって可能なので、狭い意味での技術的問題（いかにそれを実現するか—HOW）は少ない。ここで要求されるのは、新しい機器とコンピュータを結合することによってどのような可能性が生まれ、それが人々に受け入れられるか、すなわちどのようなプログラムを開発するか（何を実現するか—WHAT）の判断である。新しいネットワーク環境に対しては日本は米国に大きく水をあけられてしまったため、両者の差が大きくみえるが、産業機器や家電のような周辺装置の利用に関しては日本も健闘している。ではなぜ日本においてネットワーク系の SW が発達しなかったのであろうか？ ネットワーク利用環境に差があったことは事実であるが、それ以上に、産業機器や家電用のプログラム作成では何をなすべきかという目標が最初から明確で、WHAT の問題がなかったからといえる。日本の弱点は WHAT に対して自主的な考えが弱い（与えられた問題はよくこなすが、問題を見いだす能力が弱い）点にある。この改善努力は早急になすべき課題である。

研究領域 3 は、今日の SW 技術は人間の行う情報処理の極く一部に過ぎず、しかもそれは将来必要となることが予想される諸問題に対処することが困難な程度に低レベルである、という視点に立つ。たとえば、本文であげた大規模 SW システムの開発の問題は今後一層深刻になるが、従来の方法ではもはや頭打ちになろうとしている。このため新しい知的な情報技術が必要となる。この技術を獲得した者がさまざまな問題解決に先行的な地位を占めることができるという意味において、これは真の技術研究課題である。

研究領域 4 は知的情報技術とネットワークとの結合、あるいは産業機械、自動車、家電、そのほか周辺機器への導入であり、さらに大きな可能性を開く。このような利用形態は分散協調型の自律エージェントシステムなどで提案はされているものの、知的情報システムそのものの開発が十分に進んでいない状況にあり、ただちに目的を達成することは困難である。研究目標としてはさらに長期のものになろう。

8. 結び—技術開発体制に関する提言

以上、SW 問題の分析と、将来対策への考察を試みた。現在、情報分野で急速にパラダイムシフトが起こっており、SW 問題はそのための情報技術の転換によって生じた混乱に起因するものである。このような混乱は転換期につきものであるが、日本の社会がもつ保守性のために、この急速な転換の影響が一層拡大されて現れたものと解釈される。近い将来、新しい情報技術の概念がはっきりしてくることによって落ち着きを取り戻し、新しいパラダイムの下での SW 開発が日本においても行われるようになり、見かけ上、問題が解決する可能性がある。しかし、仮にそのような楽観的な見方があたっていたとしても、それで解決されるのは表面的な問題の一部に過ぎない。日本社会がもつ構造的欠陥とすらいえる特徴を改めないかぎり問題の本質は残されたままであり、すぐ次に同じ問題が、恐らくもっと深刻な形で現われる可能性が高い。この問題に関して、これも日本的な文化の特徴である“喉元過ぎれば熱さを忘れる”であってはならない。問題をはっきりさせるために、ここまでの議論を整理してみよう。

まず技術問題では小型化、ネットワーク化に直接関連する部分の技術変化が大きかったため、人々の目もほとんどそれに奪われてきた。しかし、SW 問題として以前から指摘されてきたこれ以外の多くの問題、とくに本文中にあげたシステム系 SW 技術にかかわる問題は本質的な解が見いだされないうままであり、この影響が一層の深刻さを増すことは明らかである。これに比し今日もっとも注目をされているマルチメディアやバーチャルリアリティなど、新しい傾向の SW 開発は技術的な面で本質的に大きな困難はない。上記のシステム系の SW が、たとえば対象をどのようにモデル化しそれを表現するかとか、所要時間内に処理を済ませるためにどのようなプログラムの作り方をするかといったプログラムの実現技術の問題であるのに対し、これは何をプログラムとするかという要求や仕様の表現にかかわるもの、すなわち情報システムの人間社会への適用法に関する考え方の転換であり、方針が定まれば次々に新しいプログラムが作り出されるものである。

これに対し、今後、我々が取り組まねばならな

いもう1つの問題は将来の開発体制や技術開発能力の開発問題である。情報分野では新しい技術転換がおこる機会は今後いくらでもある。しかもこの次は、今回とは違った推移をする可能性がある。今回は、この過渡期に作られた米国主導型パッケージSWは予想される将来のマーケットの大きさに比べると小さく、努力してパラダイム転換をした米国がさほど大きな利益をあげないで終わる、という見方も成り立つが、次の転換が同じパターンで推移するとはかぎらない。知的所有権問題がらみで、努力をしたものが報われる、という構造がより一層明確に打ち出されてくることが予想されるからである。しかもこれからの技術の進歩を考えるなら、技術転換による新しい技術の安定期間は短縮する一方であると見込まれる。我が国でも新しい技術を独自に産み出す構造を早急に確立する必要があるのはこのためである。問題の打開には短期的にも長期的にも早急に対策に着手せねばならない。短期的に、すなわち5～10年程の限られた時間内で技術開発面で効果をあげるためには、以下のような点については配慮する必要がある。

- 戦略的に技術開発を進めること；米国のように技術開発が社会的な活動の一環になっているのと異なり、人材と予算に限られた中では戦略的に技術開発を進めるほかに、そのための適切な組織作りをはかることが望ましい。ただし、組織は両刃の剣で、個人の発想を抑圧する可能性があり、組織自体の評価が常に必要である。組織化の際、その組織の評価機構を発足させることが重要である。

- 最も適切な研究リーダーを選び、大幅な権限を与えること；革新的研究開発のように未開の分野に踏み込む場合、リスクは覚悟の上で、ゴールまでの一応の筋道を見通した研究リーダーの考えを中心に進めるほかない。大勢の合議で方針決定を行う方式では革新的な成果は得られないことはこれまでの経験が示している。しかし、最終結果の評価をきちんと行うシステムを初めから準備しておくことは必要である。実務段階では、組織が果たす機能は方針に沿って提案される発想の評価と育成であり、これに偏りが生じることは避けねばならない。発想者からの多様な考えを理解し適切に評価できる幅広い視野と能力が必要である。リーダー

を補佐する視野の広い支援グループがあって、自由に発言できるようにすることが望ましい。アイデア生成にはできるだけ広い範囲の人々が参加し、しかも相互に牽制しあうようなことのない、自由な発想の場が保証されねばならない。

- 大学と緊密な関係を保つこと；研究的要素を十分に含む開発に際しては、このような発想源として大学との協力関係を緊密にし、新しいアイデアの生成や評価・育成に際して、状況に応じた方針の修正を行うことが重要である。

- 研究評価機構を見直すこと；創造的な技術を育ててゆくうえで最も重要なことは創造性を育てる環境を作ることである。創造的なアイデアを正しく評価する機構があれば創造性は自然に育つてゆくであろう。日本では外国製の新概念をいち早く取り入れた研究は評価されやすいが、独自のアイデアは正しく評価される機会が少ない。創造的な研究が研究者の哲学に基づいてなされるので、評価者はそれを正しく理解せねばならず、優れた能力と努力が要求される。それが困難なために、外国で評価済みの概念に頼ったり、年齢、性別、職業、経歴、研究のカテゴリーなど内容とは無関係な制約をつける。新しいアイデアを育てようとするなら事前評価は真に独創的能力のある人がすること、少なくとも創造的な研究成果をもった人を評価者とするほかない。評価方法としては現在とは逆に、外国生まれの概念を用いた研究テーマの評価は低くするような試みをするのもよい。

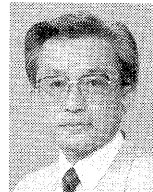
正しい事前評価をすることが困難なことはどこでも同じである。もしどうしても正しい評価が困難なときは、誤った評価をするよりも特別な評価はしない方がよい。誤った評価は優れたものを排除する危険性があるが、無評価ならよいものが積極的に落とされる危険はないからである。米国が自由競争のもとで、アイデアが遅く育ってくるのを待つというシステムは、まさに人為的な事前評価はしないシステムであり、組織化をしない方式である。組織を作るといことはこれほどに困難なことであることを認識せねばならない。それにもかかわらず、日本が組織を作って米国に対抗するほかないとしたら、評価機構を含めて組織化の方式に徹底した考察を加えねばならない。研究成果の事後評価と同時に、評価者の事後評価を行うぐらいのことはしなくてはならない。

現状を打開するための緊急避難的措置としては、このような条件を満たす組織を作るほかに、それ自体多くの困難を含んでいるが、さらに異質のものを排除する日本の特徴がこのような新しい技術開発の実現に障害になる可能性がある。技術開発と同時に、それらの弊害をできるだけ排除した組織とする必要がある。これらの弊害が文化的要因に根ざすことから、新組織は従来組織から離して作る必要があるかもしれない。このような組織設計を含めて、新しい技術的課題は多く、これに積極的に取り組むことによって新しい展望を開くことは、可能であるといっても必ずしも容易ではない。

このような研究開発組織作りはいわば緊急避難的なものであり、より望ましいのは社会の活性化によって自律的に、あるいは自然発生的にこれに相当する変革が行われることである。この点は米国の社会に見習う点が多い。そのような基盤ができた上で、技術開発を支援するという位置づけで組織を作るのが望ましいスタイルであろう。これには上記の条件とは別に、意識改革を含め、さらに遠い先を見込んだ長期対策が必要である。

参 考 文 献

- 1) 日本工学アカデミー；日本のソフトウェア問題について－現状分析と将来対策－C, (中間報告書) (平成8年3月)。
- 2) 同, (最終報告書) (平成9年4月)。
- 3) 情報処理振興事業協会；ソフトウェア技術の体系と研究開発態勢に関する調査研究 (主査；二村厚吉) (平成7年3月)。
- 4) Gibbs, W. Wayt: Software's Chronic Crisis, Scientific-American (Sep. 1994)。
- 5) The Engineering Academy of Japan, Comparative Study of Japanese Software Development (Mar. 1994). (平成9年3月3日受付)



大須賀節雄 (正会員)

1934年生。1957年東京大学工学部航空学科卒業。1966年同大学宇宙航空研究所助教授、1981年同工学部教授、1995年同大学を退官し、名誉教授。同年より早稲田大学理工学部教授 (情報学科)。工学博士。この間、1991～1993年東京大学先端科学技術研究センター長、1988～1990年人工知能学会会長など。人工知能学会、電子情報通信学会、ソフトウェア科学会、AAAIなど各会員。専門分野は知識処理、人工知能、データベース、システム設計、CAD、自動プログラミング、記号－非記号処理統合など。

e-mail:ohsuga@ohsuga.info.waseda.ac.jp

