



竹内 郁雄 (正会員)

1946年生。1969年東京大学理学部数学科卒業。1971年同大学院理学系研究科修士課程修了。同年、電電公社電気通信研究所入社、現在、

NTT 基礎研究所情報科学研究部主幹研究員。プログラミングパラダイム、AI マシン・言語などの研究を行っている。ACM、日本ソフトウェア科学会各会員。



## ソフトウェア作成技術

大 蒔 和 仁†

### 1. ソフトウェア作成技術の発展はハードウェアのそれと比べて遅いか

30年後について思いをめぐらそうとするとときに真っ先に思いつく方法は、30年前から現在に至るまでの状況を思い出し、その発展過程を外挿することである。一般にソフトウェア作成技術はハードウェアのそれと比べて発展が非常に遅いといわれる。本当にそうだろうか。この章では過去を振り返ってみて、ソフトウェア作成技術は非常に進歩してきたと主張したい。

30年前(1960年代前半)といえば、筆者は小学校へ入学したところである。ちょうどテレビ(白黒)が普及しかけたときである。そして、テレビをもっている家に近所の人たちが集まり、大鵬と柏戸の相撲などを見たものである。計算機の歴史の本をひもとけば(私が体験したわけではないが)、当時の計算機ソフトウェアの作成技術の状況を想像できる。今の状況と比べてみると、CRTの端末もなければTSSもないという、想像もできないようなプログラム開発環境であった(らしい)。

次に20年ぐらい前(1970年代前半)を考えてみたい。そのころインテルの4ビットワンチップマイコン4004ができて、すぐに8008そして8080

となっていく。筆者は卒業研究で8008に初めて触った。つづいてモトローラの6800などができたりした。このころはラジオ少年たちにとっては、まだ素人でも手作りで計算機ができるという、夢多き時代であった。また当時は、OKITAC 4300やHITAC 10などの、ミニコンと呼ばれる16ビットで磁気コアメモリの計算機を手元において触れる時代であった。FORTRANのコンパイラもあったが、紙テープで入力し、出力は機械的なプリンタが主流であった。一方、大型機はIBM系統のジョブ制御言語を覚えて、パンチカードで入力するシステムが主流であった。

1970年代後半になると、それまでのスパゲッティプログラムを廃して構造化プログラミングすべきであるとの主張からAlgol系のPascalなどが盛んに推奨された。このころは、特に文脈自由文法などの形式言語に関する研究が精力的に行われ、この理論がコンパイラ作成技術の確立へとつながっていった。このころにはTSSのシステムも一般的に使われはじめ、端末もCRTつきのものへと変わっていった。これが今からほんの10数年前のことである。

1980年代前半にはMacintoshが出て、それまで高嶺の花であったマウスとかアイコンとかの道具が身近になった。

現在ではビットマップやマウスを備えたワークステーションを使ってプログラムを開発しないと

ソフトウェア工学研究会幹事  
† 電子技術総合研究所情報アーキテクチャ部言語システム研究室

とのほうが例外的である。また、計算機ネットワークが日本中にはりめぐらされ、研究者や開発者間で電子メールによって意見交換することが普通となった。

このような環境を 30 年前に想像しただろうか。日本の一般のプログラマが手元でそれらを実感できたのは 80 年代前半からだと思う。もっとも、アメリカでは 10 年以上先行して、上のような状況が実現されてはいるが…

以上の事実から外挿すると、今から 30 年後のソフトウェア作成技術は、現在では予想もつかないほど発展しているといえる。

過去 30 年間の発展は、ハードウェア技術の発展に支えられてきたことは事実である。ハードウェアの発展によりプログラマの側がメモリ容量や計算速度についてせいたくをいえるようになったのである。

## 2. それでは将来はどうなるのか

ソフトウェア開発においては次の二つの分野がある。

1. 今までに手掛けたこともない分野
2. 従来すでに十分に作成経験を積んでいる分野

1. については有能な研究者がネットワークを介して世界的な規模で共同で開発していくであろう。現に、斬新なソフトウェアはこのようにして開発されてきている。

現実的に問題なのは大規模なシステムの現場における 2. の分野であろう。この分野については、新しく仕様書なりプログラムなりをゼロから開発していくケースはほとんどないと聞く。したがって、いかにして設計仕様書を世代を越えて伝えていくか、また軽微な仕様の変更に対してオリジナルの仕様の変更すべき部分をどのようにして特定していくか、などの技術が必要である。

**すなわち、仕様書レベルでも差分プログラムの技術の確立が急務である。**

形式的な仕様記述が研究されはじめて久しいが、その分野においても差分をいかに記述できるかに、傾倒すべきであろう。

30 年後のプログラムの方法が今のような、1 次元の言語を用いたものになるとは考えにくい。Macintosh の HyperCard のように、利用者とプロ

グラマとが同じになるかもしれない。また、HyperCard のようなものがネットワーク対応していくかも知れない。たとえそのようになったとしても、今まであったプログラムを利用してその一部を改竄して使う、という状況は変わらないと思う。

ただし、「仕様書」は一般的に次のような性質をもっていることに注意しなければならない。

(形式的にせよ)仕様書を書くときには、対象とする問題を完璧に全部書き下しているわけではない。つまり P という仕様を書いたとき「P に書かれていないことは正しくない」と仮定しているわけではない。つまり、仕様書は本質的に不十分な内容しか書かれていないのである。

したがって仕様書が生き延びる道(存在価値)は、

P を定義するときに用いた言語のセマンティックス(モデル)から導ける結果で定理 T と T' が得られるとき、T かつ T' が空、ということがない、

ということぐらいである。

たとえば、自然言語で書かれている通信プロトコルをある種の形式仕様記述言語で書こうとすると、ローカルマター\*をどう「形式的に記述するか」が常に問題になる。

このような仕様書のもつある種の一般的かつ本質的な欠陥をどう克服したら良いのであろうか。

## 3. む す び

ソフトウェア作成技術における仕様記述言語や作成手法に関して種々のモデルが提案されている。以下で「モデル」としているのはこれらのモデルのことである。他の研究分野に対しては、以下のコメントは当たっていないかも知れない。

原理的な事柄の追求と同時に、現場のソフトウェア作りに対してそれらの原理が実際のソフトウェア開発の現場でどのように適用されるかを、常に意識しながら、モデル作りをしていくべきである。研究者レベルと実務者レベルとがもっと緊密に連絡を取り合って検討しあわないと、この分野の技術は発展していかない。

文献 1) の柴田治呂によれば、科学技術の発展には次のような一般的な法則があるという。

\*仕様書では取り扱いが明記されていなくて、それぞれの実現サイトで勝手に解決するようにという指示。

1. 流浪の時代：新しい技術が生まれる時代
2. 開拓の時代：新しい技術の種が生まれ、それを中心に急速に発明・発見が続く時代
3. 淘汰の時代：骨格のできた技術をもとに生産活動が活発になるが、同時に、企業間の競争が激化し産業界が再編される時代
4. 寡占の時代：淘汰の時代を経て選別された技術のみが支配する時代
5. 国家主導の時代：技術開発が大規模でリスクであるため国家によるある種の主導が必要である時代
6. 国際化の時代：国際協調による技術開発が必要である時代

電子式卓上計算機や航空機の発展過程などの多くの技術の分野について上記の法則が成立しているという。

この法則が正しいとすると、ソフトウェア作成技術が一般の技術と同等の過程を辿るのであろうか。辿るとすれば、今どの時代にいるのであろうか。そして将来どの時代になるのであろうか。あるいはソフトウェア作成技術は一般の技術と違って、上記のような6つの時代を順次経ていく性質のものではないのであろうか。この場合、逆説的に、上記の発展過程を経ない性質をもつ「ソフトウェア作成技術」なるものは、本当に「技術」と呼べるのだろうか。

筆者は、通常の技術と同様にソフトウェア作成技術も上記の過程を経ていくものであると信じた。そして、現在は「淘汰の時代」に入っていると信じた。プログラミング言語や作成技法に基づいている種々の数学的モデルの細かな差異について議論する時代ではなく、実際に実用規模の問題に適用してみて、本当は何が問題なのかを検討すべき時代である。

**謝辞** 有益なコメントをいただいた査読者に感謝する。

## 参考文献

- 1) 柴田治呂：技術革新の担い手は誰か—科学技術の発展法則と政策展望—，日刊工業新聞社，昭和58年。



大崎 和仁（正会員）

1952年生。1974年岩手大学工学部電子工学科卒業。1979年東北大学大学院工学研究科博士課程修了。工学博士。同年電子技術総合研究所（電総研）入所。1984年～1985年スイス連邦工科大学（ETH）客員研究員。現在、電総研情報アーキテクチャ部言語システム研究室主任研究官。ソフトウェア工学、特に、形式的仕様記述の現実規模の問題への適用に興味がある。電子情報通信学会、ソフトウェア科学会、IEEE、ACM 各会員。



## 微処理から漢処理へ

加藤 肇†

30年後の情報処理を、特にマイクロエレクトロニクスの発展と、そのインパクトという観点から予測してみる。現在の処理装置の機能がマイクロプロセッシングと呼ばれていることは周知のとおりであるが、これは**微処理**と訳されることがある。その根拠は**微**という文字が漢算や和算の分野で

$10^{-6}$ を意味することにある。30年後はプロセッサの動作はピコ秒のオーダーで論じられ、ピコプロセッシングという言葉が普及している。これを漢字に当てはめれば**漢処理**（漢は  $10^{-12}$ を表す）となる。漢とした処理ということであろうか。

半導体のピコオーダーまでの高速化と表裏一体となって、その集積度向上も続く。今までのペースで進めば30年間で素子数で100万倍、ビット幅で

マイクロコンピュータとワークステーション研究会主査  
† SIGMIC 主査 (株)日立製作所 宇宙技術推進本部