

## 私のコンピュータ体験

赤岩 芳彦\*

早いもので、昨年4月に赴任してきてから、1年経とうとしている。種々の仕事に追いまわられて、時間のみがずいぶんと速く過ぎた気がする。早く研究に着手しなければと焦ったものの、実験室はもちろん、設備も何もない状況であった。とすれば、紙と鉛筆で用が足りる理論解析か、あるいはコンピュータを利用したシミュレーション実験を行うしかない。どういうわけか、こういう状況で、研究のアイデアだけは、特に、朝早い目覚めの寝床の中で、近年になくよく浮かんできた。

私が10年来、研究を行っているデジタル移動通信の分野は、最近になって火がついた情勢にある。ヨーロッパ、米国、日本が競い合って研究開発を進めており、特にヨーロッパ諸国の勢いは、昔のことを思うと信じられないくらいである。新しいアイデアを早く検討して発表したいのは、このような状況であるからなおさらのことである。ここでは、昨年11月から情報科学センターのコンピュータを使って行った、デジタル移動通信方式の研究についての報告を、私がこれまで計算機を使ってきて経験したことを交えて、書いてみたい。まず、研究の背景から始めよう。

デジタル化は、すべての技術分野において、時代の趨勢である。デジタル化のメリットは、雑音や歪みに強いこと、種々の処理(変換)が容易になること、記録や蓄積が簡単になることなどである。例えば、音楽部門においては、CDが完全にアナログレコードにとって代わり、私の研究分野である通信部門においては、ISDN(Integrated Services Digital Network)の動きがある。ISDNは、通信伝送路、交換機などの通信システムをデジタル化して、標準化した仕様のもとで、音声のみならず、データや画像などを効率的に経済的に通信しようとするものである。マイクロ波や光ケーブルを使った基幹回線や局用交換機は早くからデジタル化が進められてきた。また、これらに接続する端末装置のデジタル化も進んでいる。これらに比べると、移動通信のデジタル化の研究はだいぶ遅れているといえよう。その理由は、過去の例から分かるように、通信ネットワークの整備は、基幹部分から開始され、次第に枝の方へ行って行き、移動通信は、まさに、枝の部分に相当するからである。その他の理由として、アナログ

---

\* 情報工学部電子情報工学科

方式に比べて十分に有利となる技術成果が得られていなかったこともあげられる。

移動通信のデジタル化の目的は、ISDNを移動体端末へ延長することの他にも、通信のプライバシーを守るための秘話が簡単に実現できること、最新のデジタル技術により、周波数スペクトルがアナログ方式に比べて、より有効に利用できる可能性を秘めていることがあげられる。

まず、秘話についてであるが、移動通信においては、電波が四方八方に広がるとともに、通信装置が比較的安価に手に入る。そのため、今流行の自動車電話やコードレス電話を盗み聞きしようとするれば、いとも簡単なことである。NTTではお客に対して、電話では重要な話はしない方がよいと説明しているようだ。軍用無線や警察用無線が早くからデジタル化されたのは、このような理由からである。

次に、電波が有限な資源であることを考えると、周波数スペクトルをいかに有効に利用するかは、最大の課題である。これを達成するためには、音声の符号化技術（アナログ・デジタル変換）、デジタル変調技術、ゾーン構成方式など、種々の分野の技術を総合的に発展させなければならない。最近の私の研究分野は、このうちのデジタル変復調方式が主になっている。自慢することを許していただければ、防衛庁および警察（一部）向けのデジタル移動無線機には、私が考案した方式が採用されており、また、米国において検討されている次世代（デジタル）自動車電話システムは、種々の議論の結果、私が2年半ほど前に発表した方式に近いものとするのが決定したようである。前置きが長くなってしまった。

今回検討したテーマは、見通しがきかない地点間で通信を行うことから生ずる移動通信回線の不安定性に対処する方法である。この問題を解決する方法として、2本のアンテナを設けて、受信品質のよいアンテナを自動的に切り換えて選択する方式、いわゆるダイバーシティ受信方式が知られている。この方式においては、アンテナ切り換えを行うときに切り換え雑音が発生する問題があり、これを避けるためには、アンテナ出力で切り換える代わりに、復調（検波）出力で切り換えなくてはならず、受信機が2台分必要となる問題が残る。私が得たアイデアはデジタル信号を一定の長さのフレーム信号に切り分け、フレームごとに少しだけアイドル（プリアンプル）信号を付加して、このアイドル信号でアンテナ選択切り換えを行うものである。言ってしまうと簡単なことである。簡単さが最善ということは、技術（工学）の分野では、普遍の真理である。この基本的アイデアは、2年半ほど前に得たもので、昨年まで勤務していた日本電気（株）にいたときに特許を申請してあった。ただし、その特性は未だ明らかにしていなかった。この技術を実際に応用するときに、基地局のみに2本のアンテナを設け、小型化

が要求される移動通信機には、その必要が無い方式のアイデアを昨年の夏ごろに得た。これらも、新技術開発事業団から特許申請を行ってもらい、同時に、毎年、米国で開かれているIEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, 電気関係の会員数30万を誇る学会)の移動通信分野の国際学会に発表することに決めた。切り期日の9月1日に間に合うよう、A4用紙1枚にまとめた要旨を投稿した。ここで、まだプログラムも作っていないのに、シミュレーション実験を行い、満足な結果が得られたと書いておいた。

このように、先走った内容の論文を投稿したことは、これが初めてである。すぐにもプログラム作成を始めればよいものを、後期から始まる専門の学生実験の準備やらが忙しいことを言い訳にして(言い訳を補強するために、今年度、私は、12の委員会・作業部分の委員になっていることを記しておく)、結局、論文合格の通知が来る頃まで放っておいた。しかも、最終原稿の提出期限が当初よりも10日も繰り上がって、1月20日となっており、さらに、確かに論文を発表するという確約書まで書かされるという念の入れようであった。実は、欲張って、というよりは、論文が落とされて、米国へ行けなくなる危険を防ぐのが正直なところであるが、会社にいたとき完成していた仕事をまとめた論文概要も投稿しており、2件ともパスしていたのである。

このように、ズルズル引き延ばす勇氣あるやり方は、私の性分に合っていない。今回のようになった原因を今振り返ってみると、民間会社において、ここ、7、8年間少なくとも管理職という立場にあり、自分が直接手を下してプログラムを書く、あるいはタイプを打つなどの行為をしていなかったことが考えられる。人間、一度、楽をすることを知ったら、元に戻すのは困難なのである。管理職にあっては、研究上のアイデアを部下に先んじて出すことさえあまり良いことではない。だいたいの方針を示して、後から見守るのがよい。ましてや、管理職自らが長い時間タイプを打ったり、プログラムを組んだりしたら、全体で考えて、仕事の効率が落ちるのである。私がか社の研究所で担当者のときでも、女性の研究補助者にだいたいの説明をすると、ちゃんと動くプログラムをすぐに作ってくれたものである。だから、タイプなども1本指で間に合っていた。

今まで楽をしていたことを悔やんでも仕方がないので、自分でやると観念してとりかかった。ただし、プログラムの打ち込みは、1年の学生にアルバイト代を支払うという金の力を借りて行ってもらった。プログラム作成の基本方針は、徹底的にサブルーチン化すること、少々廻りくどくとも、目で眺めやすくすることである。1ヶ月半ぐらひは、ほとんど毎日、センターの計算機が止まるまで、端末の前に座りどうしであった。委員会をサボったこともあったし、教授会を忘れたことも1回あった。また、必ずうまく行くはずだと自信を持って予測していた

のに、どうしても良い結果が得られずに、論文を投稿して、早まったことをしてしまったかと思ったこともあった。これも、プログラムの簡単なミス、しかし、人間の心理からして気付にくいミスによるものであった。だいたいにおいて、計算機シミュレーション実験では、ミスをしてかえって良い結果が得られることはまずない。しかし、実際の実験においては、ミスによる幸運がままあることを私は実際に知っている。

今回の経験を大胆に総括するとすれば、ソフトは40才をとくに過ぎても作れるということである。企業では、研究者35才定年とかプログラマ30(?)才定年などのいわれがあるようだが、これは間違いである。それはなぜであるか。年をとってくると、記憶力が落ちる。したがって若いときみたいに、複雑に凝ったプログラムを作るのは、まず不可能である。だから、忘れてもすぐ思い起こすことが出来るように配慮する。たぶん、老婆心というものに近くなっているであろう。これが、結果的によいプログラムにつながる。本人が後で見ても分かり易いし、他人にも理解しやすい。若者は難しいことに挑戦するという意味でもすばらしい。しかし、単なる若気の至りと言われても仕方がない面もある。‘青春とは、性急さである’と亀井勝一郎か誰かが言っていなかったらうか。

上のような結論も、たかが1~2ヶ月の作業から判断しただけであるから、数年もかかるようなソフト開発プロジェクトで、40才すぎの中年が若者に対抗できるわけではないと異論を唱えるむきがあるかも知れぬ。そうかも知れない。だいたい、体力がもたないという気もする。しかし、それほど独創性を要求されることがないプログラムであれば、たとえ、体力的にかけられる時間数が少なくなったとしても、完成するまでの期間はそんなに違いはないのではないかと思っている。

本質は、若いかな否かでなく、問題をきっちり整理する能力があるかどうかにかかっているような気がする。私はこれまで大きなプログラムを2回ほど作ったことがある。1回目は入社2年目であり、2回目は6年目のときである。どちらも完成までに1年はかかった。最初の場合は、周波数ミキサの解析で、非線形性が大きな回路の応答を解く必要があった。20年前のことであるから、計算機は研究所の手作りのもので、メモリはわづかな磁気コアメモリと、ドラムメモリ、入力は紙テープ、言語はALGOLであった。とにかく、メモリをいかに少なく使うかに気を使わなければならなかった。計算機の使用は事前登録制で、時間で切って、個人専用となるが、オペレーションも自分でやらなければならなかった。その時の決め手になったのは、非線形微分方程式の解き方であって、プログラムのステップ数は、今から考えるとそれほどでもなかった。このときは、開発されて間もなかったと思われるインプリント法なるものを紹介してもらって、どう

にかうまく行った。学会の研究会で発表したのが、その2～3ヶ月前に東大から同じ様な問題に対する結果が報告された。ただし、回路の時定数が我々の方がはるかに小さく、非線形の影響が大きく現われ、その結果、パラメトリック効果による増幅現象が生ずることが明らかになった。発表のとき、‘我々の後追いではないか’と質問されたとき、‘微分方程式の数値解析の難しさが違う、その証拠に増幅という新しい物理現象が見えたではないか’と胸を張って答えたのを今でも覚えている。ただし、その後1年ほどして、コンピュータを使わずに簡単な仮定のもとに、我々が出した結果を理論的にほとんど説明してしまうという論文が現われた。これには、完全に負けた。要は問題の本質をいかにうまくつかみ、それをいかにスマートに料理するかである。計算機を使い始めて、すぐに上司に‘計算機に使われないように気を付けろ’と注意されてはいたが、このようなことまで意味しているとは捉えることができなかった。当時、私は若かったといえよう。

2回目のプログラムのステップ数はかなり大変なものだと思っている。ただし、計算機の性能ははるかに良くなっており、ファイルの使用が主体で、TSSモードで動かした。課題は、導波管接合サーキュレータの電磁界を解くことであったが、異方性媒質を含んでいるうえに、三次元の構造をしている。私の恩師は電磁界理論の大家の一人であったが、彼は東工大の先生に、‘この問題が解けるだろうか’と相談され、‘難しいから止めておいた方がよいだろう’と答えていたということ、同じ問題である私の仕事が終わってから聞かされた。このときも、プログラムのミスや何かでずいぶん苦労したが、結局は実験とも一致する満足な結果が得られた。このとき、うまく行ったのは、物理的理解が十分に頭の中に入っており、事実、数個のパラメータだけで、大まかな特性を表現できる現象論的理論を私自身が作っていたからである。どんなにプログラムが複雑になろうが（もちろん、合理的な近似を入れたり、対称性をうまく使って、問題を簡単にはある）、要はこれらのパラメータが、どうあるべきかが頭の中にあっただからである。このとき、私は、少し年を取っていたといえよう。話を再び元に戻そう。

正月休みにも、九州に来てせっかく近くなった田舎に帰らずに、プログラムの見直しと原稿書きを行った結果、どうにか期日までに2つの論文を仕上げ発送した。期日前に発送できた満足感にそう長くも浸ってはいないときに、ベル研の知り合いの研究者から、私あてに、数10編からなる論文集が送られてきた。その最後ほどに載っており、昭和63年（’88年）12月の米国の学会で発表された論文を見て驚いた。今回、私がいきさつを書いた論文とほとんど同じであったのである。私が概要を送ったのは、9月であるから、私の盗作でないことは保証される。さらに、すでに述べたように、今回の基本アイデアは2年前に特許申請を行ってある。

5月初めから、サンフランシスコで始まる学会の前に、ニューヨークの近くにある、彼らのいるベル研を訪問して、お互いに同じことを考えた偶然を喜び合い、どちらが特許をいつどのような請求範囲で申請してあるかを検証することになっている。

‘過去について盲目となるものは、現在についても盲目となる’という言葉が、ここで書いたような経験話にどれだけ当てはまり、みなさんの参考になるかは分からない。ここらで終わることにしたい。

プログラムを入力してくれた1年生の長友君、計算機の使い方を親切に教えて下さった、馬被教授、廣田助教授、酒井助手、今井助手、中山助手、論文原稿を作成するときに強力な武器となった、Jスターの使い方を手ほどきにして下さった、篠原助教授、吉田助手、井本技官、英語の添削を快く引き受けていただいた、許斐教授、中垣教授に、ここに記して、感謝します(3月30日記)。

#### (追記)

今後のコンピュータ利用計画については、今のところ、まだはっきりと構想が固まっていない。学科に導入されたSUNワークステーションが中心になると思われるが、これと、センターのコンピュータ、およびパソコンをどのように役割分担させるかが今のところ分かっていない。最近、特に、性能向上が著しいDSP(Digital Signal Processor)も使い方によっては大きな武器になってくれそうな気がする。

センターのコンピュータは科学計算用ライブラリの充実に魅力があるものの、今後、各教官が一斉に研究に使いだしたら、その能力が大丈夫であるか、危惧しないわけにはいかない。使いたいサブルーチンのみをSUNにダウンロードして、実際の計算はこれをブン廻して行えば、最も都合がよいように思える。DSPは専らリアルタイムの信号処理に活用しようかと考えている。

私の研究室には、私も赴任予定の人も含めて、コンピュータを使いこなすことができる専門家はいない。情報科学センターが、センターマシンの他にも、WS、パソコン、DSPなどの各種のコンピュータについて、適切な指導を行える人員を養成して、コンサルティングサービスを行ってくれれば、最も助かると思っている。