る。

私は最近一つの随想に大きな感銘をうけたので、それをここで紹介させて頂きたい。それは 林忠四郎京大名誉教授の「数値計算について」という随想である。

「私の一生の研究において、数値計算は必要欠くべからざる道具であった。……………中略……………さて、計算をしてみると、一つのパラメータについてほぼ1日の計算時間を要した。忍耐を要する単調な仕事のように思われたが、次のような大きい収穫があった。頭脳は不思議なもので、一方で計算をしながら、他方では計算値をもとにし

た種々の理論的考察をめぐらすようになる。結果として、計算中に、星の構造の基本的特徴を把握することができたのは幸いであった。」（京大広報）より

流れを対象とする研究において、数値シミュレーションは今や必要不可欠のテクニックであるが、これによって、すべての問題が解決されることにはならない。しかし、graphic displayのより有効な利用により、山積している多くの問題も逐次解明されるものとおもわれる。この過程で我々も上述の林教授が歩まれた道を進みたいと期待するものである。

2. これからComputer Graphicsをやる人のために —CGに必要なハードウェアとソフトウェア—

日 比 一 喜*
Kazuki HIBI

この章では、これからComputer Graphicsを始めようとする初心者を対象として、ソフトとハードの簡単な紹介をしたいと思います。筆者の狭い体験による独断になるかと思いますがあしからず。

2.1 グラフィクスとその昔

最近ではマイコン全盛の時代となり、特にグラフィックと意識せずにも好みのマイコンを一台購入すればだれでも簡単に絵を書けるようになってきました。昔とは言っても10年から20年前のマイコンのない時代はコンピューターに絵を書かせるのは大仕事でした。計算機と言えば概ねIBMの大型機と相場が決まっていたころは、絵を書かせるのはカルコンプのプロッターとなり、あまり選択の余地はありませんでした。このころから現在までの間に、計算機は、ミニコンの登場、スーパー

ミニコンの登場と、どんどん低価格化して来ました。また、プロッターのような画像出力装置も紙に出力するだけでなく、ブラウン管のグラフィックディスプレイの登場、カラー化、高精度化、低価格化と急速な進歩をしてきました。これらを振り返ってみると、ハードウェアの進歩が計算機、画像出力装置それぞれ別々に進んできたということです。

2.2 マイコンとグラフィックス

これらの流れに大きな影響を与えたのは、やはりマイコンの登場でしょうか。初期のマイコンは全くの裸のハードウェアだけでシロウトが簡単に使いこなせるものではありませんでした。しかしやや時代がたつと簡単なグラフィックのコマンドが組み込まれ、テレビを接続すれば手軽に絵を出力できるようになりました。これはグラフィッ

* 清水建設(株)技術研究所
Shimizu Construction Co., Ltd.

クの世界から見れば、プロッターが何百万円もしていた時代から考えると非常に画期的なことでした。また我々、研究者、技術者にとっても非常にありがたいことで、実験データを大型計算機にわざわざ持って行かず、その場である程度、処理を加えた結果を確認できることは、色々な面で大きなメリットをもたらしてくれました。このようなマイコンの世界では、プログラムを作成するための言語は、当初、BASIC言語か、アセンブラ言語ぐらいしかなく、絵を書くためには、メーカーが提供しているグラフィックのための手続きをBASIC言語を使って、呼び出す必要があります。とは言っても使い方は、簡単なものでBASIC言語を組み込みのグラフィックの命令を覚えればそこそこ使えるグラフプログラム程度を作成することはさほど困難なことではありません。

2.3 プログラミング言語とグラフィックス

はじめから、三次元グラフィックス、CAD、などの高度なグラフィックスに取り組もうとするつもりならば、このようなアプローチはあまりお勧めできません。と言いますのは、BASIC言語は余り複雑なプログラムを書くには、適しておらず、また、実行速度が遅いからです。ではどのような言語が適しているのでしょうか。それはこれから取り組もうとしている応用分野にもよると思います。数値計算を主に日常の仕事にしている人は、やはりFORTRAN言語と考えるでしょう。

筆者個人としては、この言語は必ずしもグラフィックスの仕事に適しているとは思いません。最近の流行を考えると、C言語ということになるかもしれませんが、まだ断定するのは、時期尚早のような気がします。しかし、書物の多さなどからも徐々にソフトの蓄積が進んでいるように感じられます。最近、あまりマスコミを騒がせていませんが、PASCAL言語も捨てがたい物があります。

ただ我々エンドユーザーにとっては“配列Aに入っているデータに係数Bを掛けて、配列Cに

入っているデータとの相関を出力せよ”と言った感覚でプログラムできるグラフィック専用言語が手軽に低価格で利用できればなによりだと感じる次第です。

2.4 大型計算機とグラフィックス

このように、言語的な問題を乗り越えて、マイコンの能力を十分引き出したとしても、更に処理能力の不足を感じることもあるいはあると思います。解決策として 32bit マイコンの世界がすぐ身じかにせまっているので、これを待つのもよいと思います。しかし、新しいハードが世の中で話題になってから、一般のユーザーが簡単に、しかも安心して使えるようになるまでは、3年から4年かかるのが普通かと思います。このような時は大学であれ企業であれ、共同利用の計算センターを利用するのが通常の流れでしょう。最近では、プロッタのみならず、高精度、高速なレーザープリンタ、ブラウン管式のカラーディスプレイなどが設置されている所も多く、一昔前に比較すると非常に選択の幅が広がってきています。またグラフィックスを利用するための種々のサブルーチン、パッケージソフトなども整備が進み、非常に使い易くなって来ています。数値計算のユーザーも計算結果を即座に確認できることは、おおきなメリットになっています。このような大型の施設を利用することは、計算速度、利用可能なファイル容量などマイコンを利用することを考えると1桁上の、かなりの計算機能力を1ユーザーとして保有することと同等のメリットを得ることができます。

2.5 スーパーミニコンとグラフィックス

しかしこれは計算センターのユーザー数が適正な範囲である時の話であり、通常はなかなかそうはいかないのが現実です。このような超大型機の共同利用形態の見直しとして、VAX（DEC社の機種名、あまりにも著名なためほとんど固有名詞化している）のようなスーパーミニコンが利用

される各部門ごとに、導入され積極的に利用されるようになって来ました。このようなことから、CAD、CG、科学技術計算の多くがこのクラスの機械に移行し、著名なグラフィックのパッケージはほとんどこの世界で開発されたといっても過言ではありません。しかしスーパーミニコン自体も決して安い物ではなく、またグラフィックからみた、利用形態も裸の計算機にグラフィックの装置を接続したものであり、大型機の方式と大きく変わる物ではありませんでした。この方式のグラフィックシステムは、計算機自体の負荷により利用者から見た応答性が大きく変わり、またグラフィック装置へのデータ伝送の時間も問題になることもあります。

2.6 エンジニアリングワークステーションと

グラフィックス

このような問題点を解決するために、最近急速に注目されているのが、エンジニアリングワークステーションと呼ばれるクラスの機械です。これらの機械は、32bitのマイクロプロセッサを利用したもので、通常マイコンとよばれるクラスの機械よりは一回り上のクラスと考えられるものです。メモリーの実装容量も多く大型機で開発された応用プログラムを移植することも比較的簡単です。これらは、基本的にマイコンと同様に、ひとりで使うことを前提としており、大型機や、スーパーミニコンの共同利用の問題点は回避することができます。この分野の機械は計算機科学の最先端の成果が盛り込まれており、今後非常に注目されるものです。エンジニアリングワークステーションで注目されるのは、マイコンと同じようにグラフィックの機能が、内蔵されていることです。しかし、その機能はメーカーによって差はありますが、かなり高度のものであり、むしろ一般ユー

ザーにとって使いこなすのが、苦勞するぐらいです。国内では、Apollo, Sun, Masscomp, Silicon Graphicsなどの米国製の機械が幅をきかせていますが、最近是国内メーカーが、かなり力を入れて来ており、猫も杓子もUNIX+MC68020ということになって来てしまいました。我々、風工学の関係者としては、A/D変換器が、簡単に取り付けられ、三次元グラフィックが、簡単に使え、計算速度が往年のCRAY-1ほどの機械があれば、と思います。ただ、このクラスの機械あるいは、このクラスを狙っているベンダー（メーカー）はこういった方向を指向しているように感じられ大変楽しい分野です。

2.7 ソフトウェアパッケージとグラフィックス

これまでは、プログラムを自分で作ることを前提に、計算機のハードウェアとグラフィックの関わりについて若干の説明をして来ました。しかし、ここまで計算機が、あるいは、ソフトが進歩してくると、何も自分で難しいプログラムを組まずとも済むのではという気になって来ます。事実、大型機はもとより、マイコンでさえ各種のグラフィックパッケージが市販されるようになって来ました。簡単なグラフ作成であれば、ワープロと対になった物、表計算、データベースソフトなどと対になった物を利用するのもよいでしょう。最近、CAD、三次元ソリッドモデリングなどの高度なグラフィックソフトもマイコン上に実現されて来ています。しかし速度、データ量などの制限は多く、本格的な仕事は、やはりエンジニアリングワークステーションとなるでしょう。このクラスになれば、ソフトの量も豊富で選択の幅が広がります。ソフトウェアパッケージのいくつかの例は、後の章で紹介がありますので、そちらを参考にしてください。