

計算機実験

高嶋隆一*

京都教育大学

平成8年 10月 9日

目次

1	はじめに	3
2	基礎課題 パソコンの使い方	3
2.1	表計算、ワープロ、Windows、Macintosh の使い方	3
2.2	BASIC の使い方	3
3	応用課題	4
3.1	ワークステーションの使い方	4
3.1.1	パソコンとワークステーションの違い	4
3.1.2	まずはじめに	5
3.2	計算機ネットワークの使い方	5
3.2.1	電子メール	5
3.2.2	telnet と ftp	5
3.2.3	WWW (World Wide Web)	6
3.3	古典物理、量子物理の計算機を利用した学習法	6
3.3.1	FORTRAN の使い方	7
3.3.2	C 言語の使い方	7
3.3.3	1 変数の微分方程式、固有値方程式の数値解	7
3.3.4	多変数の微分方程式の数値解 電場計算、波動方程式)	8
3.4	計算機の技法	8
3.4.1	シミュレーションと乱数	8
3.4.2	乱数の発生法 一様乱数	8
3.4.3	指数関数分布、正規分布、ポアソン分布	10
3.4.4	誤差	10

*高嶋研

3.4.5	線形パラメータサーチ	10
3.4.6	非線形パラメータサーチ	10
3.5	エレクトロニクス 光速度の測定)	10
3.5.1	ダイオード、トランジスタ	10
3.5.2	デジタル論理回路	11
3.5.3	OP アンプ	11
3.5.4	光ファイバーを通る光の速度の測定	11
3.6	PIN ダイオードを使った、干渉縞の光量の自動測定	11
3.6.1	測定方法	11
3.7	磁気双極子が作る磁場の測定	12
A	パラレルインターフェースボード	12
B	予備課題 音声信号のフーリエ変換を使った解析	12
C	予備課題 ガイガー計数管による放射線の計数と統計法則	12

1 はじめに

計算機実験では、物理学や自然科学を学ぶ上で必要になってきている計算機の利用について、様々な側面から実習を行う。計算機を道具として自由に使いこなすことができるようになるというのが本実験の一つの目標の一つである。

近年、自然の振る舞いを記述するやり方の一つとして、計算機で現象をシミュレーションするというやり方盛んにが行われるようになってきた。実験の計画を立てる上でも、またその結果を解析しデータを処理する上でも計算機の利用は欠かせないものとなってきている。またその結果を公開し発表するためにも計算機の利用は欠かせないものである。また、近年のめざましい計算能力の向上、使いやすいユーザーインターフェースの登場によって、利用が広まりつつある。またインターネットの利用の広まりによって、教育研究のスタイルに大きなインパクトを与えつつある計算機ネットワークの利用法を学ぶことも必要である。

前半に基礎的理解を深めるために10月に情報センターで学習する。

応用課題は11月からおこなう。7課題をローテーション方式で行なう。基本的に2名で行う。毎回簡単なレポートを提出する。

2 基礎課題 パソコンの使い方

2.1 表計算、ワープロ、Windows、Macintosh の使い方

表計算、ワープロ、Windows、Macintosh とその利用、これらは現代の読み書き算盤とも呼ぶべきものである。まず、楽しく使うために、ブラインドタッチができるように練習しておこう。

例えば Excel には豊富な関数が用意されているので統計計算などが簡単にできる。実際にワークシートの中にはいろいろな関数を埋め込むことができ、計算を電卓でおこなう必要はない。例えば B のカラムの2から6まで数値が入っているとすると平均値をある欄に入れるには `=average(b2:b6)` という式を書いておけば良い。分散なら `=var(b2:b6)`、標準偏差なら `=stdev(b2:b6)` とする。これらの関数はマウスを使って簡単にワークシートにはめ込めるようになっている。練習してみよう。

表計算のほかに良く似たものとしてグラフソフトウェアというものがある。これは数値データからグラフを作成するものである。PC98 では Ngraph, Macintosh では Kaleida Graph 等が良く利用される。

次にワープロについてだが、ブラインドタッチというのができるように練習しておこう。これは D と K のキーに左右の人差し指をおいておき画面を見ながらタイプできるようにするというものである。

2.2 BASIC の使い方

まず、Basic について説明しよう。Basic という言語はインタープリターという、実行形式プログラムを生成しない形の言語として利用されてきた。しかし最近では、実行形式に変換してからプログラムを走らせることも行われている。

基本的な参考書として、平田邦夫さんの「新/Basic による物理」(共立出版)が良いだろう。[1] この本のプログラムは N88Basic という少し古いかたちで記述されている。より進んだプログラミングをするためには Quick Basic という言語がよい。この参考書と Quick Basic で違うところをいくつかあげておく。まず、画面のどこに文字を書くかを指定する、Locate 文で x 座標と Y 座標の順番

がお互いに逆の関係になっている。また、Gosub 文で*SUB1 というところへ飛ぶときには*なしの SUB1 へとぶようにする。またラベル SUB1 の後ろには :を入れておく。自動的にヘルプメニューになることがあるが、Esc キーで編集モードに戻れる。また、console,screen>window,view 文の入った行は取り除くとよいだろう。

Quick Basic では、プログラムのモジュール化のような新しい考え方が取り入れられている。簡単な計算などで、すぐ答えが欲しいときや初めてプログラムを書くときには Basic はとても便利である。物理学の勉強に計算機が役に立ちそうだと言うことがこの参考書の例を勉強するとわかるだろう。

3 応用課題

3.1 ワークステーションの使い方

3.1.1 パソコンとワークステーションの違い

パソコンとワークステーションの違いについて考えてみよう。パソコンとは文字どおり個人の所有物であって、基本的にはみんなで使うというようには設計されていない。パソコンの数が仕事をしている人の数より少ないときに、ある種の文房具として、みんなで一台のパソコンを利用するというのはよくあることだが、その場合は独自の設定ができないので少し不便である。パソコンのアプリケーションは本当に良くできていて便利なので利用する機会がどんどん増えている。また、最近のパソコンの中には非常に高い計算能力を持ったものもでてきている。また、パソコンを通じてワークステーションを使ったりネットワークを利用できるようになった。しかし個人のツールという性格は変わっていない。

これらとワークステーションとの違いは何であろう。一言でいえばワークステーションは個人の道具でなく、すべての人に情報を提供をすることのできる開かれた環境を有しているということである。ワークステーションはサーバーと呼ばれることもある。サーバーシステムは CPU が複数ある高価な計算機である。この場合はシステム管理者が管理しているものをユーザーが利用するということになる。面倒な管理業務は管理者に任せて、利用に徹するというのも賢い方法である。

ワークステーションは、複数の人が利用できるように大容量の記憶装置が接続され、多くの端末が接続されている。これらの資産を共有し、協力しながら、多様な仕事が効率的にできるように工夫されている。物理学の研究を進めることは、いままでに成し遂げられた仕事を継承し発展させながら仕事を進めることが必要である。このとき、ソフトウェアの資産が共有され、誰もがすぐ利用できる形態になっているワークステーションや大型計算機は研究に欠かすことのできない道具となっている。

また、現在研究の進め方を大きく変え、共同した研究の発展の原動力となっている計算機ネットワークはワークステーションの資産を利用して構築されている。計算機ネットワークはネットワーク上の情報に自由にアクセスすることのできる環境を実現している。電子メールシステムやWWWはUNIX ワークステーションを使って作られている。また個人の情報は、パスワードという機能を使って完全に保護されている。

それぞれが研究を進める上では欠かせない道具であることを理解し、自分の仕事に生かすことができるよう勉強を進めて欲しい。

3.1.2 まずはじめに

まず最初に、システム管理者に頼んでアカウントをもらおう。ワークステーションは、ハッカーなどの侵入を防ぐためにとても気を使って運用されている。パスワードは人に教えないこと。また、もう使うことがなくなったらアカウントは消してもらおう。京大の坂本さんが書いた「高エネルギー屋のためのユニックス入門」という文書で学習する。[2]Macintosh の telnet というソフトウェアを使う。kkusun1 という計算機をユニックスのホスト計算機として使う。

3.2 計算機ネットワークの使い方

計算機によるネットワークシステムを簡単に説明することは難しい。具体的にはイーサネットケーブルによって接続されているローカルエリアネットワークが身近にある。これが、ルーターと呼ばれるデジタル交換機によって外部に接続され、全体がワイドエリアネットワークを構成する。イーサネット上ではパケットと呼ばれるデータのかたまりがやりとりされており、データ通信のフォーマットによってそれぞれ、TCP/IP, AppleTalk, IPX 等の種類がある。このうち TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) が全世界規模で利用されているインターネットのデータフォーマットである。これによって世界中のどの計算機とも簡単にデータのやりとりができるようになる。そのための計算機の各々の識別番号が IP Address と呼ばれる番号である。番号を覚えるのは大変なので計算機に名前を付ける。計算機の名前と IP Address のデータベースを持っている計算機のことをネームサーバーとよぶ。京都教育大学では wsml.kyokyo-u.ac.jp がこれにあたる。

計算機ネットワークではすべての機能が別の計算機の要求に応じて提供されるようになっている。このリクエストにいつでも応じる体制で走っているプログラムがデーモンプロセスであり、サーバープロセスとも呼ばれる。サーバープロセスに情報提供の要求を出すのがクライアントプロセスである。計算機を使うという操作も、ディスプレイに実際に図を書くサーバープロセスを動かす計算機と、こういう図を書いて欲しいとリクエストをするクライアントプロセスを動かす計算機は違っているのがふつうである。またこのプロセスやタスクと呼ばれるものが別々に走ることによって、計算機システム全体の安定性が保たれる。パソコンで起こるシステムエラーと呼ばれるものが、Unix ワークステーションで起こることはめったにない。実際にはマッキントッシュを使って演習する。

3.2.1 電子メール

京都教育大学でメールのやりとりをしている基本的な計算機の名前は、wsml.kyokyo-u.ac.jp である。この計算機にログオンしてメールを読むこともできるが、最近よくやられているのはパーソナルコンピュータへメールを読み込むプログラム使うやり方である。この例としてはMS DOSなら、YAT が、Mac なら Eudora がよく使われる。例えば便利な機能として、Eudora ならニックネームに複数の人を登録し、一度に複数の人に電子メールを送ることができる。また、書類を添付というメニューを使っていろんな種類のファイルを送ることができる機能もある。このとき、wsml はSMTP サーバー (Send Mail Transfer Protocol) とかPOP サーバー (Post Office Protocol) というように呼ばれる。

3.2.2 telnet と ftp

telnet は、ある計算機にログオンしているとき、そのまま別の計算機にログオンするためのツールである。次のようにセッションを開始する。

```
% telnet kkusun1
user name: keisanki
password: .....
```

セッションの終了は

```
% logout
```

とする。

つぎに、ftp (File Transfer Protocol) について説明する。これは違う計算機の間で TCP/IP を用いてデータをやりとりするためのツールである。filename.f というプログラムを wsml から読み込み、fileModified.f を書き込むには以下の通りおこなう。

```
% ftp kkusun1
user name: keisanki
password: .....

ftp> get filename.f
ftp> put fileModified.f
ftp> quit
```

この場合相手の計算機にアカウントがないとアクセスできないが、アカウントがなくてもアクセスできるすべての人に公開されたディスクスペースを持つ計算機がある。この様なサイトを anonymous ftp site という。ftp の機能をグラフィックユーザーインターフェースを使って実現したものとして、Mac では Fetch という Utility があり、これによってバイナリーコードはすぐに利用可能なアプリケーションのかたちになる。圧縮されているものは自動的に解凍される。

3.2.3 WWW (World Wide Web)

このほか World Wide Web というネットワーク利用のシステムがある。これはハイパーテキストといって情報がインターネットの環境を通じて結びついており、必要な情報を自分の計算機に情報網をたどって持ってくることができる。情報を取ってくるだけでなく、自分で HTML (Hyper Text Markup Language) ファイルを書いて情報を発信しよう。

ネットワーク上でだれでも読み込むことのできる図や表を含んだ文書ファイルは機種やアプリケーションによらない一般的なものが望ましい。よりオープンで一般的な文書処理プログラムとしては TeX というのがあり、フリーソフトウェアである。しかし印刷結果は商業出版にも利用できる優れたものである。またこれによって生成される印刷される前の文書ファイルとしてポストスクリプトというものがある。パソコンで作った文書でも、ポストスクリプトに変換してネットワークに載せるようにしよう。このため、プリンターとしてはポストスクリプトプリンターがネットワークの利用が高まると必要になってくる。

3.3 古典物理、量子物理の計算機を利用した学習法

X 端末を使う。この課題は課題 1 を終ったグループが行なう。

3.3.1 FORTRAN の使い方

Fortran(FORmula TRANslator) は古くからある言語だが、ライブラリを使って大きなプログラムを書くことができ、実行形式のプログラムを生成する。このライブラリというものが大変有効なため、実際の科学技術計算は今の所、ほとんどこの言語を使って書かれている。プログラムはいろいろなサンプルプログラムを書き換えながら勉強するのが早道といえる。

いまでは本格的な科学技術計算は、ワークステーションと呼ばれる計算機の上でなされる。ワークステーションは机の上に乗る小さな計算機だが、高性能化によっていまでは、たいがいの大型計算機をしのぐ計算能力がある。これらはネットワークによって全世界中の計算機と結びつき、非常に強力な計算機環境を提供している。実際に計算機を使うためにはプログラムを書くだけでなくいろいろな処理の仕方に習熟する必要がある。このいろいろな処理をしてくれるものがオペレーティングシステムというものである。

この事を全般的に説明し、物理学への本格的な計算機の利用を解説した本として、早野さん高橋さんによる「計算物理」(共立出版)という本がある。[3] ワークステーションを使いこなすためにはUNIX やVMS といったオペレーティングシステムの勉強が必ず必要になる。

3.3.2 C 言語の使い方

このほかに最近よく使われる言語としてC言語と呼ばれるものがある。これは実はオペレーティングシステムやウインドウシステムと呼ばれる計算機のもっとも基本的なソフトウェアを書くために使われている言語である。したがって、基本ソフトウェアや、関数ライブラリのソースコードがこれを使って欠かれているため、多くのソフトウェアは基本的にはC言語で書かれることになる。また、ソースコードを実行形式に変換するための道具としてmakeと呼ばれるツールがある。

C言語に関連して、フリーソフトウェアについても少し述べておこう。パソコンのソフトウェアの多くのソフトウェアはお金を出して買う必要がある。ところが、これにたいして、ソフトウェアは基本的に無償で提供されて行くべきであるという考えを持った人たちによって、フリーソフトウェアというものが開発されている。この基本的な開発環境となるものがUNIXであり、C言語である。

このほかに、オペレーティングシステムに直接命令を送るためにUNIXではシェルというものがある。シェルとはベーシックのインタプリタのようなものだと思ってもらっていいだろう。BASICのプログラムに相当するものがシェルスクリプトと呼ばれるものである。コマンドはいくつかの引数を持っているのが普通である。引数とは、コマンドや関数に渡されるパラメータである。例えばテープアーカイブを取るtarコマンドについて調べてみようと思うときには次のコマンドを打ち込む。

```
% man tar
```

この例で

3.3.3 1 変数の微分方程式、固有値方程式の数値解

初期条件から運動方程式や回路方程式などの微分方程式を解くことは原理的には難しくないことがわかるだろう。時間や位置の増分に対して、変位や速度、電圧、電磁場などの増分を計算する式が微分方程式だからである。問題は、時間や位置の増分の刻みをどうするかという事や、計算精度をどうやって上げることができるかという事である。計算精度を上げる方法としてルンゲクッタ法が知られている。

固有値方程式としては、シュレディンガー方程式の解を求める問題が典型的な例である。一次元の井戸型ポテンシャル問題では、分子や固体の波動関数の解と固有エネルギーを求めることによって、分子や固体の結合の問題を考えることができる。桜井捷美さんの「パーソナルコンピュータによる量子力学入門」が、この例について詳しく書いてある。

量子力学では、時間的な変化が無視される傾向がある。これはエネルギーが振動数と結びついていいることに関係している。エネルギーは一般的には差が問題になるのであって絶対的な値はあまり意味をなさない。質量を入れた値で振動するのか、運動エネルギーだけで振動するのかという事についてはどちらでもよいのである。したがって、振幅の位相速度という問題もあまり物理的な意味をなさないことがわかる。このかわりに、物質の移動を量子力学で扱うときは、確率流れの密度という量を利用する。

3.3.4 多変数の微分方程式の数値解 (電場計算、波動方程式)

静磁場や静電場の微分方程式はゲージを選択することによって、共にポアッソン方程式となる。

電場と磁場のポテンシャルは、個々の電荷や電流の作るポテンシャルの和として求めることができるので、原理的には解法は簡単である。しかしながら電荷の分布がすべて分かっているわけではなく、求める領域を囲む境界条件が定まっているにすぎないことが多い。この場合は領域のすべての点がポアッソン方程式を満たすように繰り返し計算を行う。境界条件を与えておいて、以下の差分方程式の計算をすべての格子点で繰り返し行う。波動方程式の場合も電場計算と同じように計算できる。新/BASIC による物理では計算は一回行っているだけであるが、精度を上げるためには繰り返し計算を行う必要がある。一回だけでも十分解に近い結果を得ることができる。

ここで電場計算の例を図 1 に示す。

3.4 計算機の技法

マッキントッシュを使っておこなう。

3.4.1 シミュレーションと乱数

実際の物理過程として例えば粒子の反応過程ならば、初期状態も、粒子の速度や方向もそれぞれまちまちであり、分布関数を持っている。また途中の多重散乱過程なども粒子によっていろいろな場合がある。複雑な物理過程の中から真に求める物理量を引き出すために分かっている物理過程を含めて、シミュレーションを行う必要がある。一つ一つの物理過程にぶつかる毎にさいころを振るというのがモンテカルロ法によるシミュレーションである。

荷電粒子が物質中を進行するとき多重散乱によってどのように軌跡が揺らぐかをシミュレーションした例を使って演習してみよう。

3.4.2 乱数の発生法 一様乱数

一様乱数は一般には合同乗算法を使って発生させる。この一様乱数を元に、指数関数分布、正規分布、ポアッソン分布の形となる乱数を発生させる。

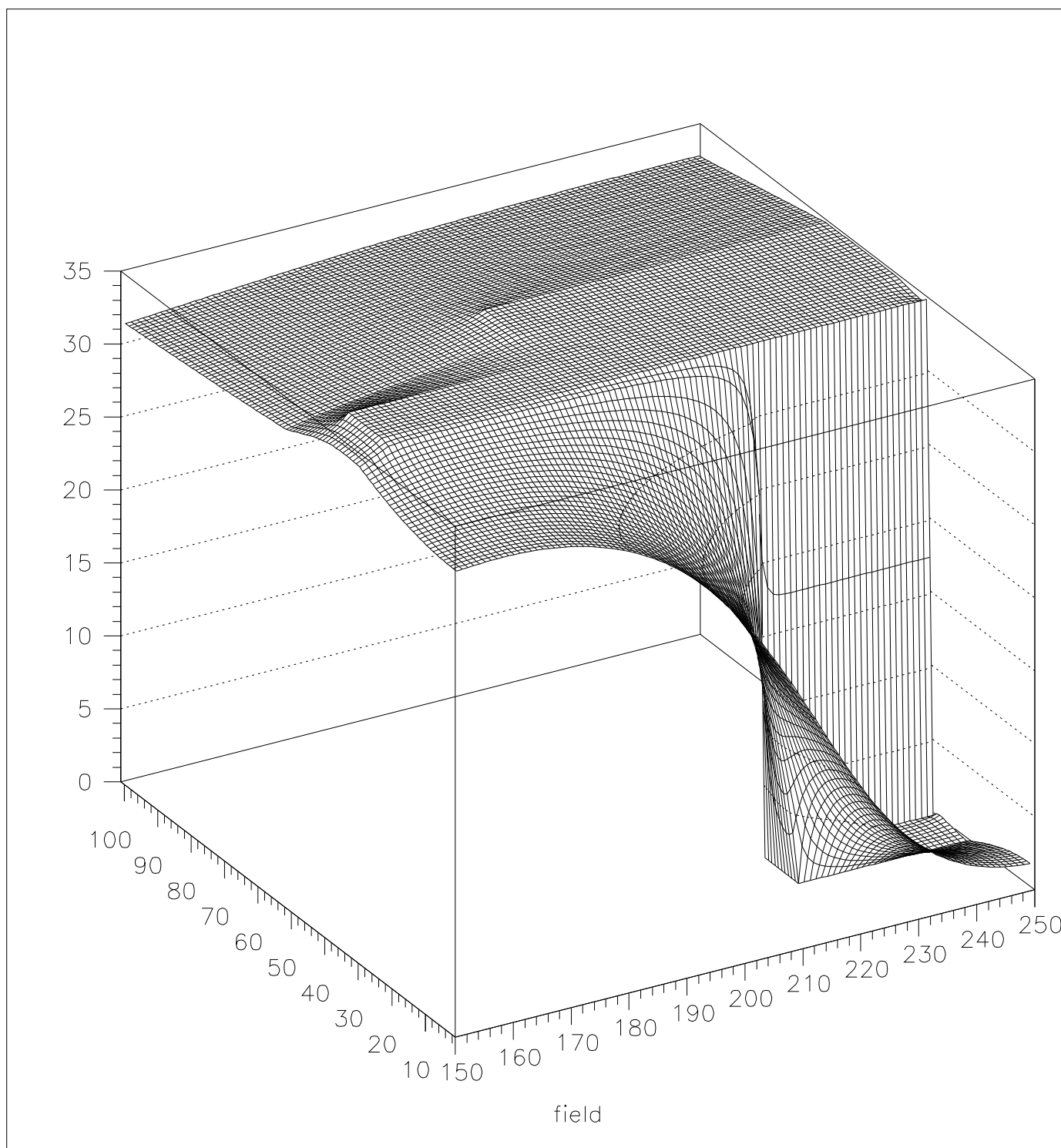


図 1: シリコンセンサーの電極付近の電場の様子

3.4.3 指数関数分布、正規分布、ポアソン分布

確率分布関数の形をした乱数を作る方法は、まず最初に分布関数の積分関数を作る。この関数の逆関数の変数に対して一様乱数を発生させると、対応する関数の値が、求める分布関数となる乱数となる。図を描いてみると分かり易い。

3.4.4 誤差

データが事象の数であらわされると、つまり何回起こったかというようなデータの場合は統計的な誤差の判定が必要となる。統計的な誤差の解釈抜きにデータについて議論することはできない。

たとえば、地上には一秒間に1平方メートルあたり約100個のミュー粒子が降り注ぎあらゆるものを貫通して、地面の中で止まる。この場合100個という測定値の揺らぎ（標準偏差）は、この値の平方根である、10個ということになる。このことは、揺らぎを分布関数の形にあらわに含まないポアソン分布の揺らぎは、平均値の平方根になるということと一致している。

また、検出効率のように、粒子が100回通過したうちの90回検出できたという時には、揺らぎは3回ということになる。これは二項分布の揺らぎを適用して計算する。これは、通過回数100回と、検出確率0.9と非検出確率0.1の積の平方根をとったものとなる。このように計数が限られた量であることによる誤差を系統誤差と呼ぶ。この統計誤差と、計数以外の計測の不確定さから来る誤差である系統誤差のそれぞれの2乗を加えたものの平方根が最終的な誤差になる。

3.4.5 線形パラメータサーチ

グラフから、傾きや切片を求めると言うようなものがこの線形パラメータサーチの例である。よく使われる方法として最少2乗法がある。これは、パラメータを含んだ理論曲線とデータの差の2乗をその点での誤差の2乗で割った値をすべてのデータ点で求めて、それらの和を取った値をカイ2乗関数と呼び、これを最少にするパラメータを探すというものである。グラフをべき乗関数の和で近似すると言うようなときは、機械的な計算を一回行うだけで簡単にパラメータがもとまる。

3.4.6 非線形パラメータサーチ

グラフをガウス関数でフィットすると言うような例が非線形パラメータサーチである。この場合は簡単にパラメータがもとまらないので、試行錯誤を行ってカイ2乗関数を最少にするようにパラメータを探す。やり方としては最初にパラメータ区間を荒くすべてカバーして最小値を探し、そこから関数の減少方向にパラメータを少しずつ動かしていく。実際にはパソコンのKaleidaGraphの関数Fitting機能などを使ってみるとよい。このとき、フィットの関数定義のウィンドウが示されるが、その中で m_0 がデータであり、 $m_1, m_2, \dots$ がフィットするパラメータである。UNIXではPAW(Physics Analysis Workstation)というツールがある。

3.5 エレクトロニクス（光速度の測定）

3.5.1 ダイオード、トランジスタ

まずダイオードについて知る。シリコンは、バンドギャップ1.1Vである。n型ではドナー、p型ではアクセプタの不純物準位がありこれが接合されていると両方のフェルミ準位が同じになるように接合領域に電荷がたまる。こうなるとバンドが境界領域で段差をもつために、キャリアが接合

を越えて移動することはできない。しかしながら、バンドの段差を打ち消すような電圧をかけていくとキャリアが接合を越えて浸入しお互いの領域で電子とホールが対消滅が起こりエネルギーが境界領域で発生する。発光ダイオードはこの時のエネルギーが光になったものである。勿論逆電圧をかけるとキャリアのない領域が広がり導電性がなくなる。バイポーラトランジスタは、中間の半導体のバンドの段差を小さくすることによって、キャリアの移動を調節するもので、動作領域ではベース電流の10倍から100倍のコレクタ電流が流れ、ベース電流わずかに変化させることでコレクタ電流を大きく変えることができる。npn 半導体の場合、キャリアである電子は、ベースを越えエミッタからコレクタへ流れ込む。

3.5.2 デジタル論理回路

この回路は、時間的に変化するゼロと1の状態を表現するのに用いる。ゼロの状態がゼロボルト近傍で、1の状態が2.4V以上である論理回路をTTL論理回路と呼ぶ。これらはいくつかの基本ゲートICにより、回路がくまれる。代表的なものはバイポーラトランジスタから構成されるSN74シリーズがある。バイポーラトランジスタとはpnpやnpnトランジスタのことで、キャリアーとして電子とホールの両方を使うのでバイポーラ（両極性の）と呼ばれる。バイポーラトランジスタのほかにCMOS(Complimentary Metal Oxide Silicon transistor)と呼ばれるものがある。これは、金属電極とSiO₂/Siの構造を持ったトランジスタである、nMOSとpMOSを組み合わせ、消費電力を押さえたトランジスタである。

3.5.3 OP アンプ

OP アンプ (Operational Amplifier)、はセンサーなどからの微小信号を増幅して、計測器に入力するときなどに使われている。自分で計測器を作るときなどには、動作原理を学んでおく必要がある。基本的には負帰還増幅 (negative feedback) というやり方で本質的に高い増幅度を持つ増幅器を帰還抵抗でより低い増幅度に押さえながら安定化するというやり方をとっている。

3.5.4 光ファイバーを通る光の速度の測定

光ファイバーは、屈折率の低い界面との全反射を利用した信号伝送線である。低い屈折率のコーティング層はこの界面の保護の役割も担っている。レーザーダイオードをパルサーによってパルス発光させ、この光を長さの違った光ファイバーを通し、光をPINダイオードで受光し、信号をオシロスコープで観察する。光ファイバーを通ることによる伝搬遅延時間を測定し、ファイバー内の光速度を計算する。また、同軸ケーブルを伝わるパルス信号についても同軸ケーブルの長さを変えながら伝搬遅延時間を計測する。

3.6 PIN ダイオードを使った、干渉縞の光量の自動測定

3.6.1 測定方法

PC9801VMに入っているインターフェースボードを使ってステップモーター付きの移動架台を動かす。参考にするプログラム名は¥keisanki¥moter.basである。このプログラムを読んで動作原理を理解する。フォトインタラプタやリミッタスイッチなどの状態に応じて制御の仕方を変えるプログラムを書く。フォトダイオードを移動架台に載せて干渉パターンの自動測定をおこなう。データはCポートに接続されているADCを使ってダイオードが感じた電圧を読み込む。ADCの前にOP

アンプが接続されているがこの入力抵抗が十分大きくないと、信号電圧を読みとることができない。参考書や前回の実験者のレポートを読んでおこなう。ADC は 8 ビットのもので、単独に読み出しを行なう時は、adc8bit.bas というプログラムを使う。まだ、位置ぎめを行ないながら、光量を読み出すプログラムは存在しない。

3.7 磁気双極子が作る磁場の測定

ネオジウム磁石の作る磁場が磁気双極子による磁場となっていることを計測する。DC モーターの移動架台にホール素子を設置する。ホール素子の出力電圧を計算機に接続されている ADC に入力する。PC9801E につながっている DC モーターの制御プログラムを解読してみる。プログラム名は¥keisanki¥DCMOTER.BAS である。ADC のテストプログラムとしては、¥KEISANKI¥TSTADC.BAS というものがある。しかしながら、これも測定を行なうためのプログラムはまだない。またホール素子の出力電圧を大きくする必要があるがこれもまだ作られていない。実験開始までには何とかしたい。

A パラレルインターフェイスボード

パラレルインターフェイスボードは、パソコンから外部の計測機器 (ADC, ステッピングモーター、リレー) などを制御するのに便利な道具である。詳しいことは、「パソコンによる物理計測入門」 平田著、共立出版) を参照のこと。[4] また 98 用のボードは、「パソコン計測制御とインターフェース活用法」 戸狩、津坂、技術評論社) に示してあるものである。[5] いままで、何枚かのボードを制作してきている。まず学習用 IO ボードをつなぎ、原理を理解すること。

パラレル IO ボードは、A,B,C の 8 ビットポートを入出力に使う。どのポートを入出力に使うかの指定もできる。ボードにのっている IC は、8255 という番号の IC で、例えば&hD0 (&h は 16 進表現使用の宣言) のアドレスが指定され、IO のビットがオンになるとチップにいろいろの動作をさせることができる。例えば、out(&hd6,&h80) というベーシック言語の命令を送ると、A,B,C の全ポートが出力モードになる。A ポートの出力を 8 ビットすべて 5 V にするには、out(&hd0,&hff) という命令を送る。

B 予備課題 音声信号のフーリエ変換を使った解析

PC8801 には増幅器付きの ADC ボードが接続されている。このテスト用のプログラムは ADC.BAS である。音声信号を記録するプログラムは memory.bas である。音声信号を記録するには可変抵抗器を調節して変化する電圧を ADC の入力範囲の 0 V から 5 V の間にあわせなくては行けない。詳しくは、「パソコンによる物理計測」を参照のこと。またプログラムを 98 に移植して 98 で実験ができるようにすることも課題として考えられる。

C 予備課題 ガイガー計数管による放射線の計数と統計法則

タイムカウンタボードを動くようにする。プログラマブルオシレーターから出力がでていないので、はずしてチップが壊れていないかどうか調べる。ブレッドボードにさして電源を供給し、コン

トロールビットに電圧をかける。コントロールビットは開放時には0 Vになる。テストプログラムとして、¥keisanki¥timecount.bas がある。

参考文献

- [1] 平田、新による物理、共立出版
- [2] 坂本、高エネルギー屋のためのユニックス入門
- [3] 早野、高橋、計算物理、共立出版
- [4] 平田、パソコンによる物理計測入門、共立出版
- [5] 戸狩、津坂、パソコン計測制御とインターフェース活用法、技術評論社