

## パソコンでの物理過渡現象の観測

桃井凡夫\*・森迫常生\*\*・平井智憲\*\*\*

### Observation of Transient Phenomena by Personal Computer

Tsuneo MOMOI, Tsuneo MORISAKO and Tomonori HIRAI

(Received October 2, 1989)

This report deals with the observing method of transient phenomena and the result of observations. Our improved system has been controlled by A/D converter and a personal computer. The system is capable of observing a single transient phenomenon.

#### 結 論

物理現象の観測の中には定常的現象を取り扱うものと、過渡的現象を扱う場合とがある。一方、種々の周期現象等はオシロスコープにより観測される。しかし単発的現象の観測については特殊な装置が必要となる。物理現象の解明や理解にはこのような過渡現象の観測が重要であることは明確な事実である。とくに理論的解明を避けなければならない教育的段階では、現象を実験的に確認させる事は不可欠である。

本研究は、極めて短い時間におこる1回きりの現象を観測するのにパーソナルコンピュータを使用して行なおうとするものである<sup>1)~3)</sup>。このために必要な要件は、1) アナログ—デジタル変換器(A/Dコンバータ)の準備、2) 簡単なデータ取り込みと表示のためのプログラミングである。我々は試作したA/Dコンバータをパーソナルコンピュータに取り付け作動させ、種々の現象を観測した結果、単発的なものから2500Hz程度までの過渡的現象を見るのに有効な結果を得たのでここに報告する。

#### 実験装置

パーソナルコンピュータに付設したA/D変換回路の装置のブロック概要図<sup>4)</sup>をFig. 1に示しこの概要を述べる。サンプルホールドICにダイテル社のSHM-LM-2を、A/D変換用ICにダイテル

社のADC-847Bを使用し分解能は8ビットで、入力電圧範囲は0~+5Vである。A/D変換部とパーソナルコンピュータ間のI/Oインターフェース回路にプログラマブル・ペリフェラル・インターフェース(PPI)素子である8255Aを用いてある。

つぎに、実験装置から出力されたアナログ信号をパーソナルコンピュータのディスプレイに表示させるまでの処理に関するソフトの概要について述べる。サンプルホールドとA/Dコンバータの制御を含め、デジタル信号に変換されたデータをパーソナルコンピュータのデータ記憶部に入力する速度には高速性が要求される。例えば、1周期が10m秒の波形を100分割しパーソナルコンピュータに取り込もうとする場合は、1分割分をデジタル信号に変換しデータ記憶部に記憶させる速さは100 $\mu$ 秒以内にする必要がある。本装置ではこのための所要時間は37 $\mu$

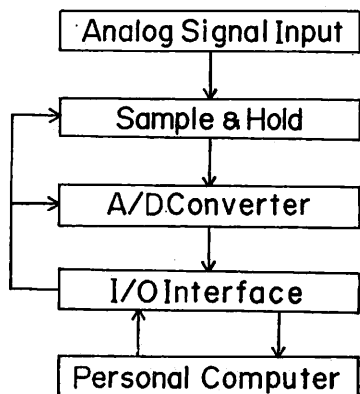


Fig. 1 A/D変換概要図

\* 理科

\*\* 大学院教育学研究科

\*\*\* 熊本市楠中学校

秒である。このように比較的高速度の変換が求められるのでプログラム言語をマシン語で記述した。また、パーソナルコンピュータに取り込める信号を65000信号としたので、約2.4秒間のアナログ信号が観測の対象となる。このようなデータ記憶部を確保するため、記憶領域をグラフィック用メモリー領域に設定した。つぎに、データ記憶部に記憶されたデータをディスプレイに表示させるのであるがこの部分は高速さは要求されないので表示図形処理のためにはベーシック言語を用いて記述した。

### 結果と考察

上記の装置を使用して、過渡的物理現象を信号として発生する種々実験装置を接続して現象を観測した。実験装置からの出力はA/Dコンバータを付設したパーソナルコンピュータに入力され、何れの実験結果もパーソナルコンピュータのディスプレイに表示するようにしている。信号発生装置別にその結果と考察を述べる。

#### 電磁誘導現象

電磁誘導現象を発生する装置は構造別にそれぞれ第I型、第II型、第III型とする。

第I型は、磁石をコイル上約30cmの高さからコイルの中心へ自然落下させて誘導起電力を発生させる装置である。コイルは径1mmの銅線を直径8cmで5回巻いたもので、磁石は棒磁石で直径10mm、長さ70mmのものを使用した。コイルからの電気信号はオペアンプで出力電圧を調整する。第I型の電磁誘導実験装置による実験結果をFig.2に示してある。図の縦軸は実験装置からの出力電圧Eであり、横軸は時間Tである。オペアンプの増幅によるノイズが多少見られるが、波形が明確に描かれているのがわかる。波形の谷の深さの方が山の高さより大きくなっている。

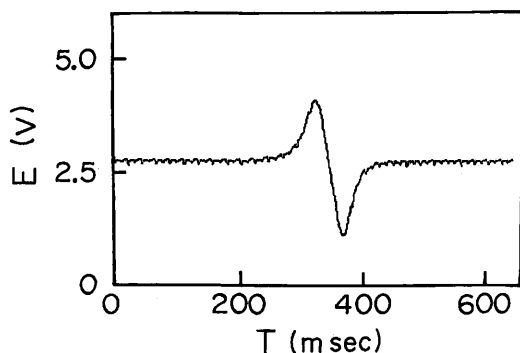


Fig. 2 電磁気現象 第I型

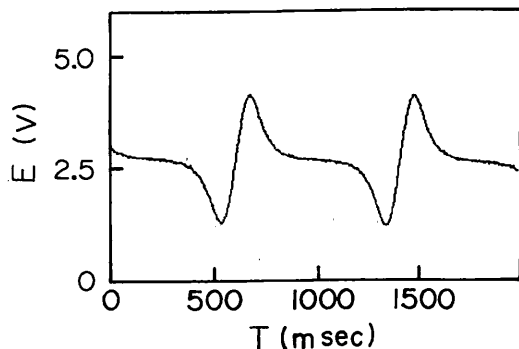


Fig. 3 電磁気現象 第II型

るのは、磁石が重力により加速された分だけの速度変化によるものと考えられる。

第II型は、糸の先に磁石を取り付け振り子としてコイルの面の中心にくるようにして振動させ誘導起電力を発生させる装置<sup>6)</sup>である。磁石は糸と垂直になるよう取り付けられている。コイルはコイルの面が水平面に対し垂直になるよう固定してある。コイル面より内側に磁石は進入することはない。磁石は第I型のものを使用しており、コイルは0.1mmの銅線を、直径20mm、長さ30mmのベークライト筒に3000回巻いたものである。この実験装置による実験結果をFig.3に示してある。波形は周期的な波形を示していることが分かる。

第III型は、金属棒の先に磁石を取り付けコイルの近傍をよこぎるように振動させて誘導起電力を発生させる実験装置<sup>6)</sup>である。磁石は金属棒と平行になるよう取り付けられている。コイルは鉄芯を第II型のコイルに挿入し使用した。またコイルは面を水平面と平行になるようにし単振動の支点の真下に固定してある。金属棒は振動面を一定に保つために使用した。

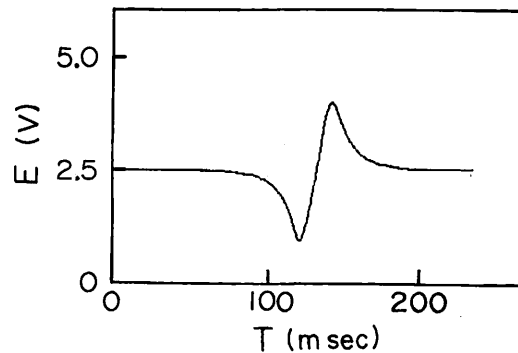


Fig. 4 電磁気現象 第III型

この実験装置による実験結果を Fig. 4 に示してある。波は第 II 型とほぼ同様な波形を示していることが分かる。

**電気振動現象**

コイルは30H のチョークコイル、コンデンサーは1  $\mu$ F のコンデンサーを使用した直列共振回路である。まずコンデンサーに1.5V の電圧をかけ充電する。充電されたコンデンサーをコイルにつなぎ電気振動させる。電気振動の際の電圧変化をコイルの両端で測定する。この装置による実験結果を Fig. 5 に示してある。波形は電気回路のコイルの内部抵抗により減衰振動をしていることが分かる。

**自己誘導現象**

電源、抵抗、コイル、スイッチを直列につなぎ、スイッチの ON による自己誘導起電力を発生させるものである。電圧は4 V、抵抗は10k $\Omega$ 、コイルは30 H のチョークコイルを使用した。この装置による実験結果を Fig. 6 に示してある。

**音のうなり現象**

発振器 A と発振器 B をスピーカーに接続しスピー

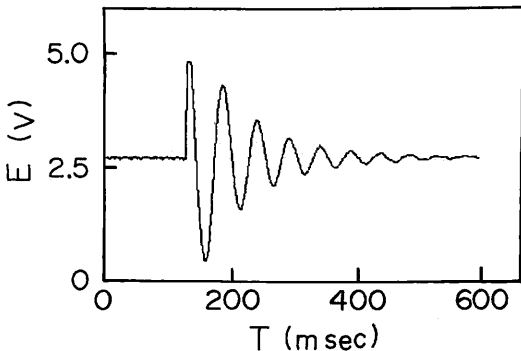


Fig. 5 電気振動現象

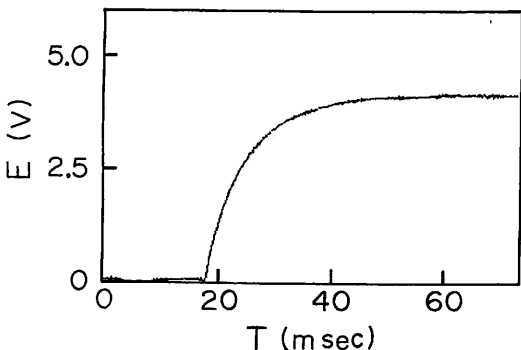


Fig. 6 自己誘導現象

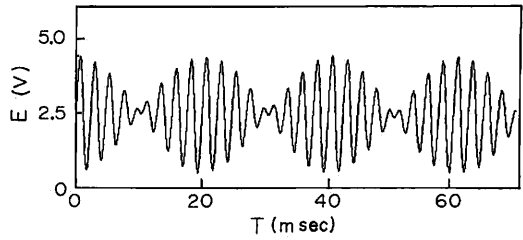


Fig. 7 音のうなり現象

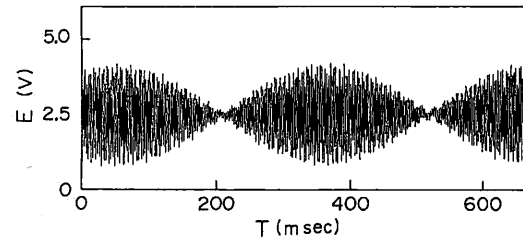


Fig. 8 音のうなり現象

ーカからだされる音波をマイクで集音し電気信号として出力する<sup>5)</sup>。マイクからの電気信号はオペアンプで出力調整する。発振器 A から400Hz、発振器 B から449Hz を発振させたときの結果を Fig. 7 に示す。オシロスコープでもうなりが49Hz 程度であれば容易にうなり波形を見ることができる。それに対し発振器 A から400Hz、発振器 B から403Hz を発振させたときの結果を Fig. 8 に示す。3 Hz 程度のうなりは普通のおシロスコープでは見えにくいという欠点があるが今回の実験ではそれが改善されて明確な波形として観測されている。

**まとめ**

これまで物理学的な過渡現象の観測が困難とされた教育現場においても、昨今どこにもあるパーソナルコンピュータを使用し、極めて低い周期現象や単発的な過渡的現象を容易に観測できた。しかも観測結果をすぐプリンターでうちだすことができるのはもとより、波形データをディスクに保存できるので必要に応じてデータ解析が可能な点でも有効である。

**謝 辞**

本研究に当たって助言を頂いた前田健悟教官と森川治雄君に深謝いたします。

**文 献**

1) 児玉幸子・前原俊信：1989年秋の分科会講演予稿集，第

- 4分冊, 262 (1989).
- 2) 長嶋登志夫・杉本秀彦・田中良太郎・斉藤好雄・伊藤彰：  
応用物理教育研究会会報 11, 3 (1987).
  - 3) 田中利一郎：応用物理教育研究会会報, 8, 75 (1983).
  - 4) 関口芳廣：D/A, A/D インタフェース技術, 118 (1985).
  - 5) 藤岡由夫・朝永振一郎・池本義夫：三訂 物理実験辞典,  
788 (1973).
  - 6) 山下太利・桃井凡夫・前田健悟：熊本大学教育学部紀要,  
自然科学, 24, 1 (1975).