

RS232Cを用いた簡易計測システム の教具化とその学習応用

宮内正義*, 松田隆和**

(*愛媛大学教育学部技術研究室, **愛媛県教委義務教育課指導主事)

(平成5年10月12日受理)

1. はじめに

新学習指導要領に基づく「情報基礎」の中学技術・家庭科での教育も開始され、この教育方法における実践的研究はもとより、パソコン利用による各領域での教材と教具の開発や学習支援応用の普及が課題になってきた。

特に教具については、パーソナルコンピュータ（以下パソコンと略）基本システムの導入が前提となり、これは平成4年3月末での全国的な設置率が86.1%（12.8台/校）で完全設置も近い状況にある。この他にも技術科のような実験・実習を主体とする教科分野では、パソコンにA/Dコンバータを付加し、各種センサーからの計測データを取り込み処理をする計測システムや、この処理データを制御情報として使う簡単な制御教具等があげられる。

教具としての具備条件は、教具の利用目標と学習指導の内容に添うものであることは勿論、操作性や経済性、汎用性に富むことであるが、計測・制御システムの教具構成を行う場合 1) I/Oボードを使う 2) プリンタインターフェースを利用する 3) RS232Cインターフェースを使用する方法がある。

オーソドックスな方法としては、1)のI/Oボード使用が最も望ましく応用面の広がりもあり、工業高校や教員養成学部での学習支援用計測・制御システムの開発と応用に関する研究報告もあるが、^{(1)~(4)}このボード使用においては、基板寸法や接続部分の信号線の配置等の、物理的相違によって異機種間の互換性が必ずしも保証されていない。また、中学生を対象とする場合の操作性に難点があること、中学現場へのパソコン設置時にこのボードの購入例は極めて少ないこと、及び教具利用のような低い稼働率のもとでは、運用効率と経済性から勘案する条件面でこのボード使用による計測・制御システムの普及には制約を伴う。

2)のプリンタインターフェースの利用は、いづれのパソコン機種においても、セントロニクス準拠の仕様で8ビットの出力データバスが用意されており、簡単な制御教具の製作が容易で、経済的でもあることから、「情報基礎」領域で扱うコンピュータ制御学習教具の提案もされ実践授業でも活用されている。⁽⁵⁾ただし、このインターフェースの利用は計測システムの構成には向かず、また、出力信号のパルスタイミングや接続コネクタ形状などの物理的な互換性が十分でない点に問題がある。

これらの2方式に対して、3)のRS232Cシリアルインターフェース（以下RS232Cと略）の使用では、これがJISにより仕様も規格化されほとんどのパソコンに通信用インターフェースとして

標準装備されており、異機種間でも接続可能な汎用性に富む点にメリットをもつ。ただし、RS 232Cからの出力情報はシリアル信号であり、これをパラレル化し8ビット信号を扱うには、このための変換装置や倫理回路が必要なこと、及びBASICなどの言語でコマンド整備の遅れから、この利用によるシステム構成と教具化は図れてなかったが、最近安価な変換素子の容易な入手とコマンド整備も進み、A/D変換器の提案や教具化への試みもみられるようになった。⁽⁶⁾

そこで、本論文ではこのRS232Cを用いて、中学現場での教具化普及も可能な簡易計測システムの構築を図り、この試作を踏まえたシステムの応用を、電気と情報基礎領域の教材開発視点から検討し、教具化に対する妥当性を明らかにする。

2. システムの構成概要

教具化を目的として構築を行った簡易計測システムの構成を図1に示す。このハードウェアは、被計測アナログ電圧をデジタル化し、RS232Sを介してパソコン本体に取り込むA-D変換部と、これに前置付加したプリアンプの2要素から構成する電圧計測システムを基本とし、温度や照度を計測する際の各センサ回路、電力及び電力量計測時に用いる電力測定回路から成り、他に図中点線表示のパソコン保護用として用意した絶縁型RS232Cインターフェースボードを含む構成である。

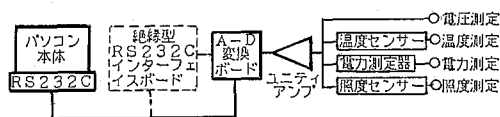


図1 簡易計測システムの構成

ソフトウェアの構成は、BASIC言語を採用して作成したA-D変換部からRS232Cを介して計測情報をパソコン本体に取り込む基本プログラムと、電圧、温度、電力計測時に取り込まれた計測データの処理と表示を行うプログラムから成り、さらに、この計測システムの使用法解説や学習支援時のCALソフトを加え教具化配慮も行ったものである。⁽⁷⁾

2・1 A-D変換部の構成

(1) A-D変換部の基本構成

RS232Cを介してパソコン本体に計測データを取り込む場合のA-D変換部の構成は、この変換部に用いるコンバータ出力をRS232Cのフレーム構成に一致させることが必要条件になる。

図2の(a)は、RS232Cに出力されるデータのフレーム構成を示したもので、0と77を連続して送ったバリティ無しの8ビットデータの例である。ここで、データとデータ間のストップビット(L)とスタートビット(H)長は、パソコン上のソフトにより1ビットまたは、2ビットのいずれかを選択でき送受双方でこれを定めておく必要がある。

図2の(b)は、シリアル出力のA-Dコンバータ・ADC0831の動作シーケンスを示したものである。このDO信号を見ると、CSが“L”になってから2ビット分が8ビットデータとは関係ない信号として出力されている。このCSを“L”にする信号は、A-Dコンバータを動作させるとき必ず最初に出力される信号で、これを取り除くことはできない。したがって、RS232Cとのフレーム構成を一致させるためには、この8ビットデータと無関係な2ビット分の信号をRS232Cのストップとスタートビットに置き換える必要があり、これを図3の回路により具現化する。

図4は、この回路構成によるA-Dコンバータ出力のRS232Cのフレームへの加工過程を示したもので、パソコンと一致したクロックで作動するCS信号発生器から①のCS信号をA-Dコンバ

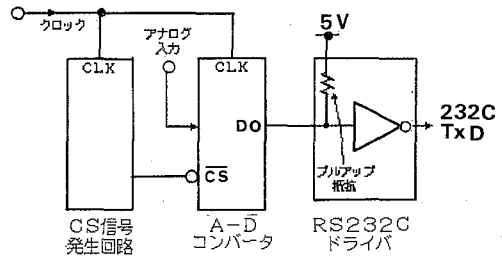
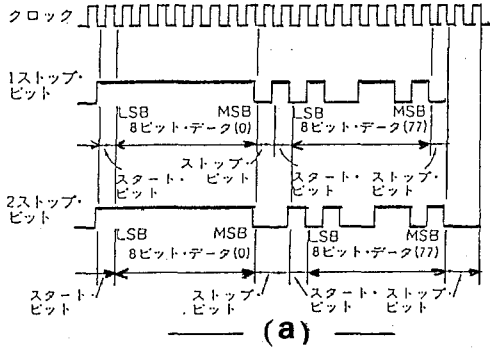


図3 A-D変換部の基本構成

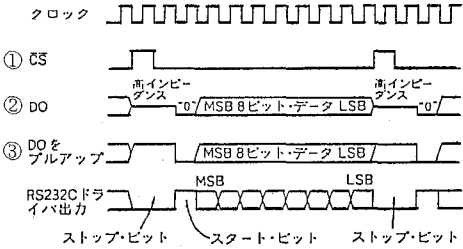
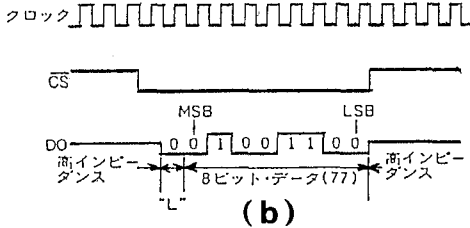


図2 (a)RS232Cのフレーム構成
(バリティ無し、1及び2ストップビットの場合)
(b)A-DコンバータADC0831の動作シーケンス

図4 A-Dコンバータ出力のRS232Cフレームへの加工過程

ータに加えれば、コンバータが出力するシリアルデータは同図中②のDOとなる。このDO信号がプルアップ抵抗を付加した部分を通過することにより、高インピーダンスの部分がプルアップされてこの出力は③のようになる。出力信号をRS232Cレベルの信号に変換すると、ドライバはインバータとして動作するのでこの信号は、図2(a)に示した2ストップビットのRS232C信号と同一のものとなりパソコンで2ストップビット、バリティ無しの8ビットデータとして受信することができることになる。ただし、MSBとLSBは逆になっているが、これはソフトでビット配列の変換をする。

(2) A-D変換部の実構成と電圧計測システム

試作をしたA-D変換部の実構成回路例を図5に示す。パソコンのクロックに一致したクロック信号の発生をタイマ用のIC素子NE555Pで行い、CS信号の発生にはMC161を、シリアルA-Dコンバータ素子には、ストップビットが2ビットのADC0831を用いてRS232Cのドライバには代表的IC・MX232Cを使い、かつ、論理素子には7404Nを採用し実構成を行った低価格で製作も容易なA-D変換回路である。

製作時に調整を要する部分は、RS232Cのデータ転送速度をいくらのdpsにするかによって定めるクロック発振周波数(fcs)とこのパルス波形のデューティ比の設定のみで良く、本回路構成の場合は、555P素子に接続のC_Tに対するR_Vの可変設定によりfcs値が9600HZになるよう正確にこれを定め、このクロックパルスのデューティ比はR_Dにより1:1に設定をした。

このクロックがA-D変換回路に与えられる限り、V_{in}のデジタル化したデータを切れ目なくパソコン本体に送り続けることができるデータ受信のためのソフト作成は、BASICプログラムではINPUT#文を使用するが必ずエラーが発生するため、INP(&30)とする。また、シリア

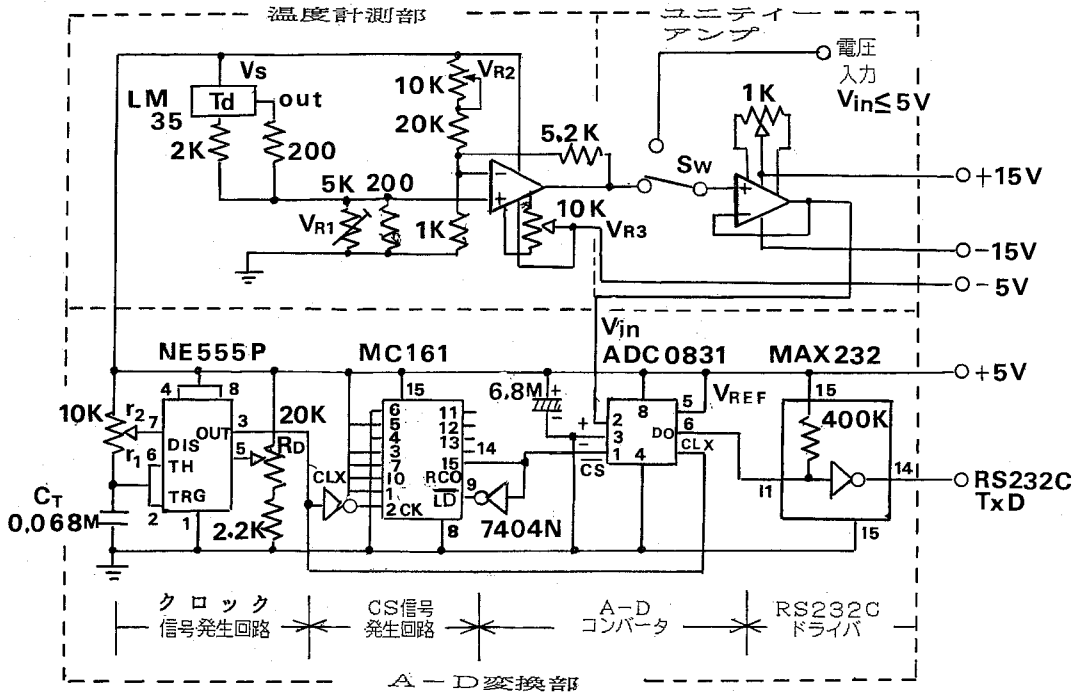


図5 A-D変換回路（電圧計測用前置アンプと温度計測用センサ回路を含む）

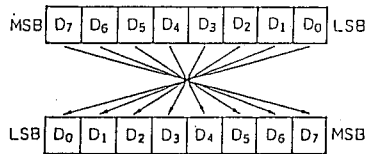
ルA-Dコンバータの出力は先頭にMSBがくるので、先頭をLSBとして受信するRS232Cにおいては直接そのデータを扱うことができないので、このビット配列を変換する図6のソフト作成をする。

こうして構成をしたA-D変換部は、バリエーション無しで2ストップビットの8ビットデータを9600dpsの伝送速度で、RS232Cを介してパソコンに送り込むことができ、この変換部にプリアンプとしてのユニティアンプを設置し被測定電圧の計測は行う。ユニティアンプの使用は、この電圧計測システムを基本として、これに温度や照度及び電力量を電圧に変換する各センサー回路を接続して簡易計測システムの構築を図ることから、それぞれの選択計測時に共通利用の電圧計測部は調整を行わなくてよいようバッファアンプとして挿入している。

被測定電圧範囲を0～5(V)とし、A-D変換部を通してデジタル化した8ビットデータの受信は、次のリストに示すプログラムで実現できる。

```

10 CLS
20 OPEN "COM:N83NN" AS #1
30 ON COM GOSUB *RS232C
40 COM ON
50 GOTO 50
60 *RS232C
    
```



BASICの場合 Dは変換前 NDは変換後のデータ

$$\begin{aligned}
 ND = & (128 \text{ AND } D) / 128 + (64 \text{ AND } D) / 32 + (32 \text{ AND } D) / 8 \\
 & + (16 \text{ AND } D) / 2 + (8 \text{ AND } D) * 2 + (4 \text{ AND } D) * 8 \\
 & + (2 \text{ AND } D) * 32 + (1 \text{ AND } D) * 128
 \end{aligned}$$

図6 データ変換ソフトの例

```

70 D=INP(&H30)
80 A=(D AND 128)/128+(D AND 64)/32+(D AND 32)/8+(D AND 16)/2
90 PRINT USING "###";A
100 RETURN

```

```

83 V=(1.99*10^-2)*A-2*10^-2
86 PRINT USING "#.## [V]";V

```

この受信 8 ビットデータと入力電圧の関係は図 7 のようになる。

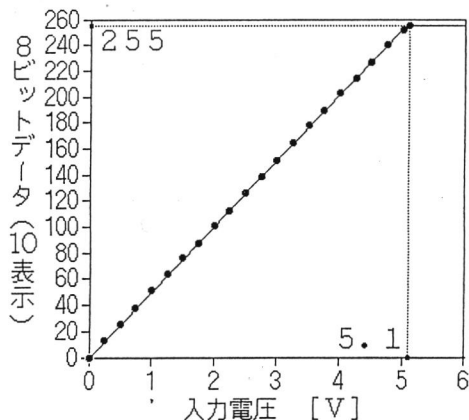


図 7 入力電圧と 8 ビットデータの関係

これより、入力電圧を V 、8 ビットデータを A とするとこれらの関係は最小二乗法により

$$V = (1.99 \times 10^{-2}) A - 2 \times 10^{-2} \quad (1)$$

で表され、リスト内の点線表示部の挿入により、8 ビットデータの電圧値変換表示ができて被測定電圧の計測が行われる。なお、一つのデータ列の伝送時間は 1.14×10^{-3} [sec] である。

図 8 のフォトカプラーを用いた絶縁型インターフェイス回路は、パソコン本体に設置の RS232C と A-D 変換部の中継用として用意したもので、この変換部からなる計測回路側で起こるショート等のトラブルからパソコン本体側のボード保護を行うこと、及びハイブリット化を図る役割をもち、本計測システムの構成ではこの接続利用も行える形式とした。つまり、これを接続しない場合と接続する 2 形式が取れるボード板を用意し、図 5 の温度計測部も含む試作回路の外観を図 9 に示す構成をした。

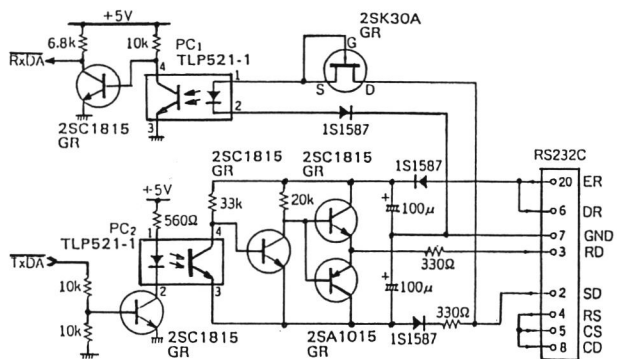


図 8 絶縁形 RS232C 用インターフェイス回路

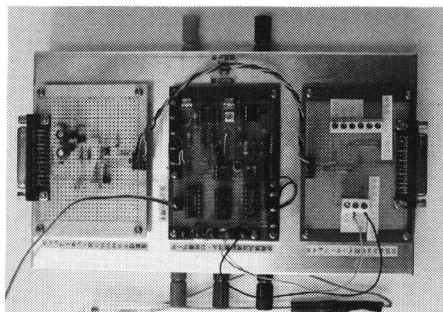


図 9 電圧・温度計測ボードの外観

2・2 温度、電力、照度計測用のセンサー回路⁽⁸⁾⁽⁹⁾

(a) 温度センサー回路

図5の温度計測部として示したこのセンサー回路は、摂氏温度に比例した極めて線形性の優れた電圧出力特性をもち、動作温度範囲が0～100〔℃〕のIC温度センサー・LM35Dを用い、温度検出電流で生じた電圧分を増幅し感度の増大を図っている。また、 V_{R1} で入力電圧の調整を行い出力電圧範囲を定め、OPアンプのゼロ点調整は V_{R2} と V_{R3} で行っている。

この温度計測部を用いて正確な温度測定を行うためには、温度センサー回路よりの温度検出電圧に対応するA-D変換後の、8ビットデータをソフト上で温度値に変換しなければならない。そのため、LM35Dを棒状ガラス容器内に収めたセンサー部を0〔℃〕の氷水中に入れ、その時の8ビットデータが0〔℃〕を示すように V_{R2} V_{R3} を用いて調整をする。次に、センサー部を沸騰した100〔℃〕の湯の中に入れ、その際の8ビットデータを読み取る。この場合の出力データは V_{R1} で可変できるので、100〔℃〕の8ビットデータを190に合わせれば8ビットデータをAとする温度値Tは、次式で表せ

$$T = 100 \times A / 190 \text{ [}^\circ\text{C]} \quad (2)$$

これより温度を表示するプログラム作成を行って、線形性も良好な確度も高い温度計測が可能なシステムに仕立てている。

(b) CT電流センサを用いた電力測定回路

CT（カレント・トランス）素子・CTL6Pを負荷電流の検出センサとして用いたテーブルタップ型の電力測定回路を図10に示す。

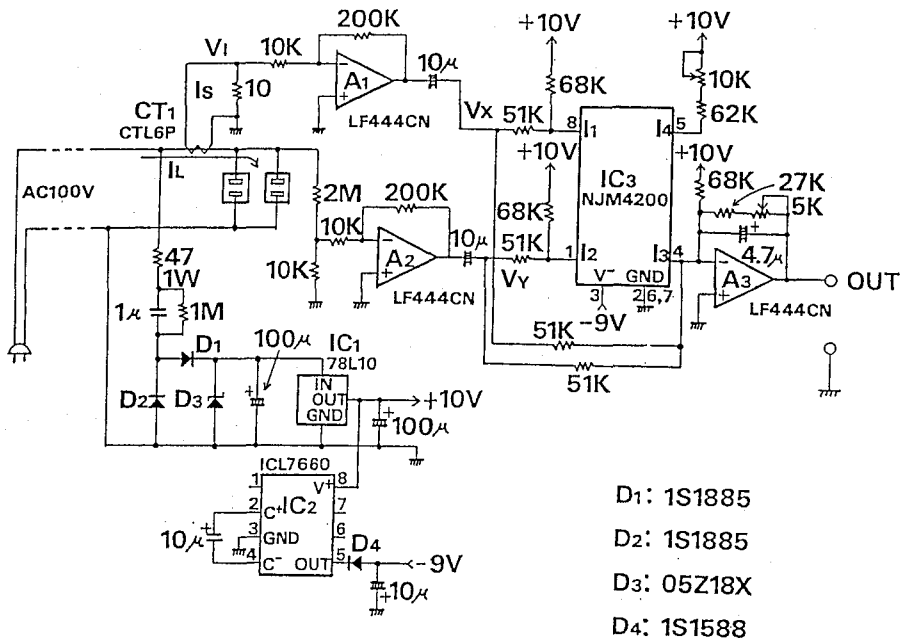


図10 テーブルタップ型電力測定回路

この回路の動作は、負荷電流 I_L のCTセンサによる検出電流をOPアンプ A_1 回路で電圧 V_x に変換し、この V_x と負荷に供給された電圧 V の A_2 回路を介した検出電圧 V_y を、IC素子を使った乗算回路（4象限動作が可能）で乗算し、負荷への電力 $\cdot VI$ 〔W〕に比例した出力電圧を得ることを原理としたものである。図11は、この外観である。

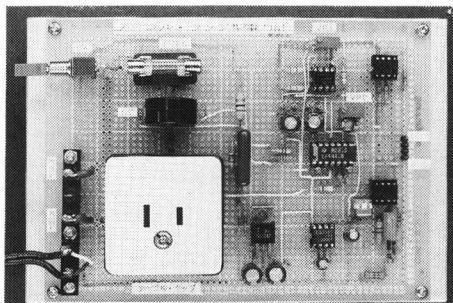


図11 電力計測回路の外観

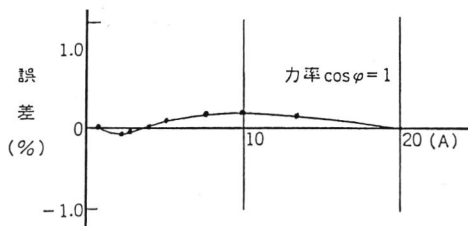


図12 誤差特性

仕様は、電圧がAC100〔V〕、最大電流が20〔A〕で、図12の誤差特性にみられるごとく測定誤差は $\pm 0.5\%$ 以内に収まっており、高精度な電力測定性能を具備している。その上、テーブルタップ型に仕立てているため使用の容易な特徴をもつ。むろん、この回路の電力計測システムとしての構成は、電圧計測部に前置し、A-D変換を含む電圧計測部よりパソコン本体に送られてくるVに対するデータを、次式

$$W = 266 \times V \quad (3)$$

で変換するプログラムを用意して電力測定を行う。また、 t 秒間の電力量は

$$W_h = W \times t \quad [Wh] \quad (4)$$

この場合に発生する熱量は

$$H = 0.24 W_h \quad [cal] \quad (5)$$

で与えられ、これらの電力量と発熱量も同時に測定できるものとした。

(c) 照度センサ回路

図13は、高感度のフォトダイオードとして知られるSP-45MLを使った照度検出回路であり、FET入力のデュアルOPアンプ素子を採用し、 $0.01L_x$ から $10000L_x$ の広範囲の照度をスイッチ S_{w1} と S_{w2} の切換により $20L_x$ 、 $200L_x$ 、 $2000L_x$ 、 $10000L_x$ 、の4区分で測定できる構成を行っている。リニアリティも極めて良好なセンサ回路である。

このセンサ回路に適当な増幅器を付加接続し、システムの電圧計測部にこれを前置して照度計測システムに、また、このセンサ回路に液晶表示デジタル電圧計を付加して汎用デジタル照度計としても利用できる形式にしている。

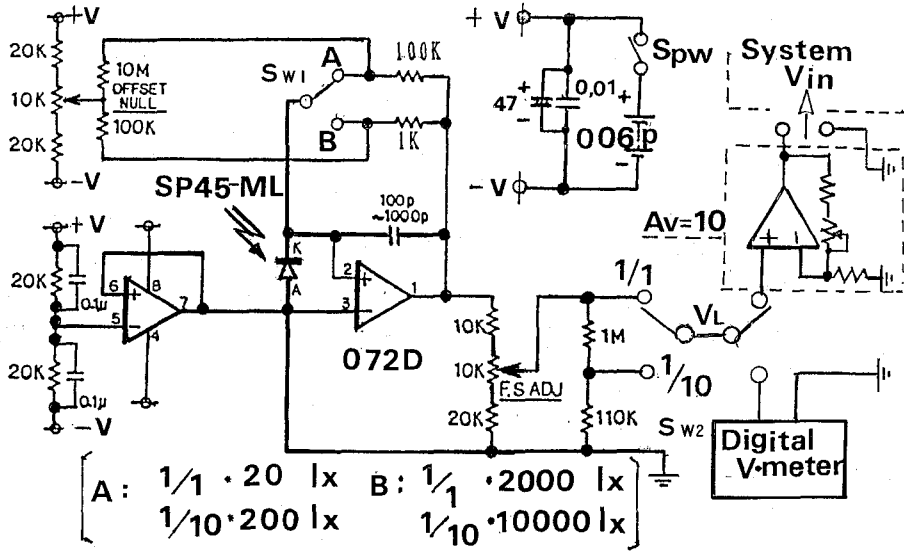


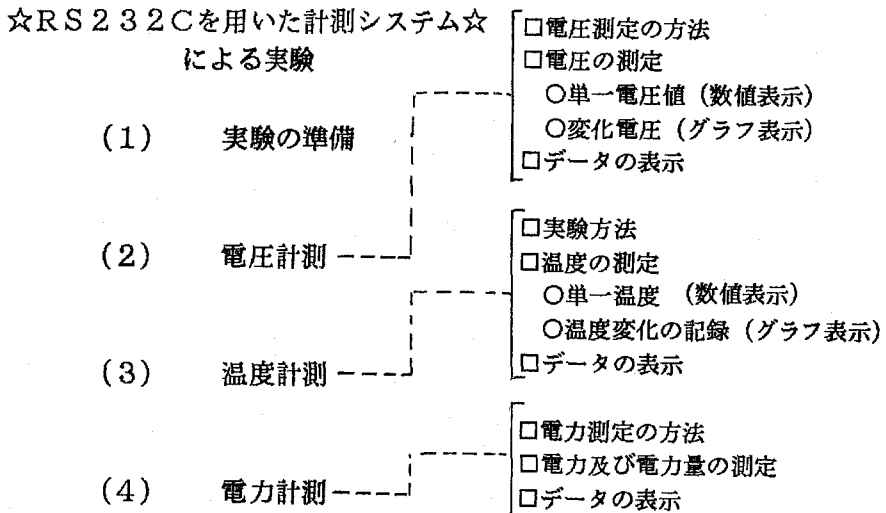
図13 SP45-MLを用いた照度センサ回路

3. 計測システムの教具化と学習支援応用

3.1 教具化を配慮したシステムのソフトウェア

情報基礎の応用分野で計測題材を扱うとき、電気領域における電気エネルギーの熱及び光利用、つまり電熱器や照明器具を教材とする学習展開、あるいは、この両領域にまたがる融合題材を扱う場合に本計測システムの活用を図るものとすれば、使用目的に応じた教具化ソフトの構成が必要である。

図14は、この教具化への配慮を行ったシステムのソフト概要であり、電圧と温度計測を情報基礎で、電気領域では温度計測を含む電力と照度計測実験を行うことを想定した構成である。



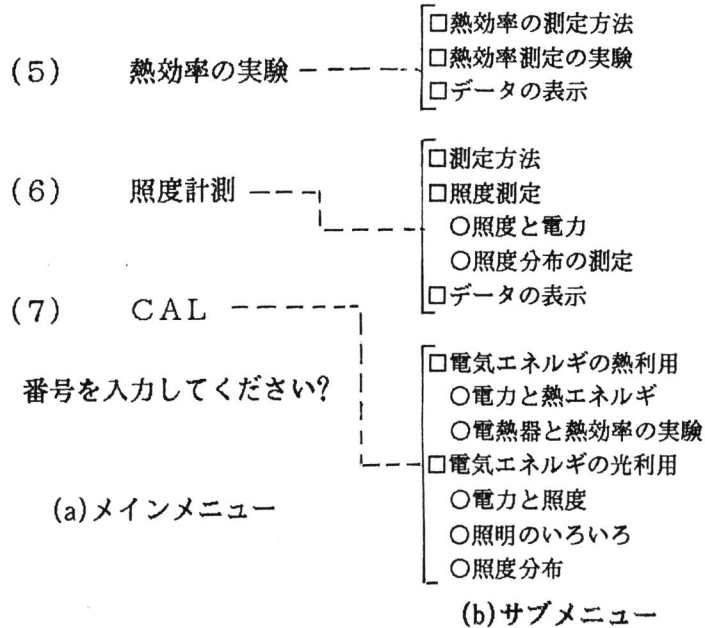


図14 計測システムのソフト概要

システムの使用準備に始まるこのソフトプログラムは、BASIC 言語を用いて対話型作成をしておき、メインメニュー（同図(a)）の項目選択で呼び出されたサブメニュー（同図(b)）にしたがって、目的とする計測の実行ができる利用者操作の極めて容易なものとしている。また、これに本計測実験導入の授業展開時に関連したCALソフト（電気領域の場合を例示）も加え、学習支援の便を図った構成を行っている。

3・2 学習支援応用

この計測システムを教具利用する学習応用は、理科分野の授業等を含めると広範囲に及ぶが、ここでは図14のシステムソフトの構成で想定した電圧、あるいは温度計測を情報基礎の題材とする場合と、電気領域での電気エネルギーの熱及び光利用を題材とする場合を対象とした学習指導にかかわるシステムの使用法紹介をしておく。

(1) 電圧計測

電圧を初め全ての計測実験の準備は、図14に示すメインメニューの項目選択で呼び出された図15

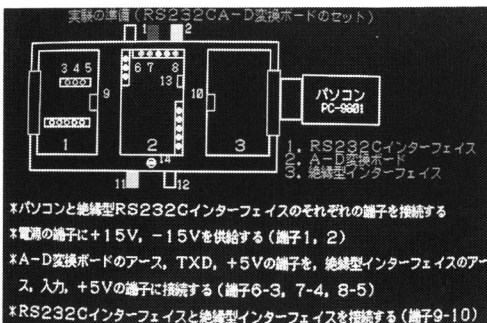


図15 実験準備の説明画面

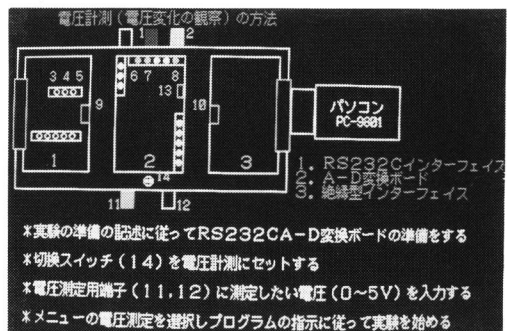


図16 電圧計測法の説明画面

の画面指示に従って、各ボードの接続と電源の供給を行いこれを完了する。その上でメインメニューから電圧計測を選択し、サブメニューから呼び出された測定方法図16の指示を実行後、被測定電圧の種別に応じた電圧測定を行う。

図17は、変化電圧、すなわち周波数が1〔Hz〕で振幅電圧のピーク値が4〔V〕の三角波電圧の測定例を示したものである。良好な計測結果の線形性が確認できるとともに、電圧変化のグラフ表示における時間軸変更をすれば、周波数範囲が10〔Hz〕程度までの電圧計測が可能であり、オシロスコープとしての波形観測機能をもつ。そして、測定電圧の範囲は0～±5〔V〕、電圧値の表示は3桁、誤差は1%以内の具備性能をもち、情報基礎での教具化には十分なものである。

なお、情報基礎分野でのこの電圧計測を題材とする学習展開は、単に計測実験を体験させるだけでもパソコン計測応用の一端を学習させることができるし、さらに、RS232Cへのデータ受信プログラムの一部の作成やグラフ表示プログラムの時間軸変更を加えれば、より充実した学習展開も期待できる。ただし、情報基礎の現行配当時間は30校時程度であり、学習展開に取れる時間は制約を伴う。

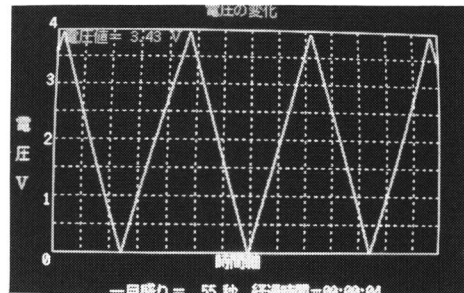


図17 変化する電圧の測定例
($f=1$ 〔Hz〕、三角波入力の場合)

(2) 温度計測

電圧計測の場合と同様に、システムの立ち上げ後メインメニューの項目選択を行い、サブメニューより呼び出された測定方法(図18)に対する指示通りにこの計測準備を完了し、サブメニューの温度の測定をカーソル指定し、単一温度か温度変化の記録かを選んで実験を遂行すれば温度

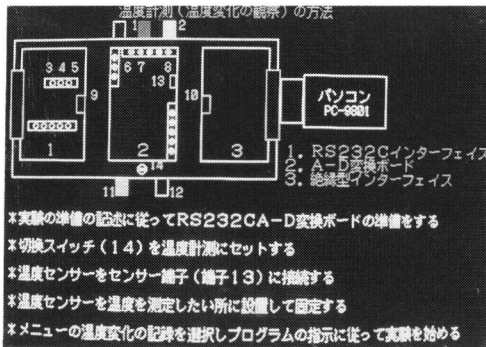


図18 温度計測法の説明画面

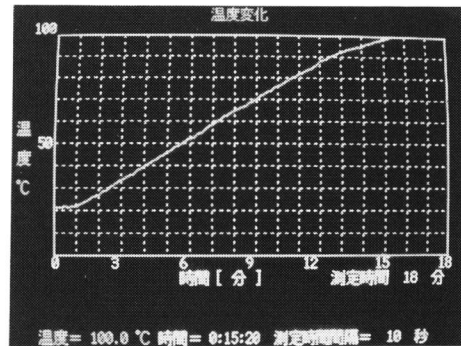


図19 湯沸かしの水温測定例
(水量・1ℓ)

範囲が0～100〔℃〕の測定ができる。なお、温度変化の測定時間は0～18〔分〕と0～18〔時間〕の2通りの範囲で任意設定ができ、計測時間の入力後測定時間間隔を入力すれば、設定時間内で時間間隔毎の温度を読み取りグラフ表示を行う形式にしている。

図19は、湯沸かし電気ポット(水量・1ℓ)の駆動時間に対する水温変化の測定例であり100〔℃〕に至る計測時間は15分である。これは所用時間の点でも電圧計測と併せて情報基礎への学習応用に有効であることは勿論、電気領域における電熱器学習の熱効率実験においても適当な時間といえよう。

(3) 電力計測

この電力測定を行う際のシステム使用法は、まず、実験の準備をメインメニューを介してサブメニューより呼び出された測定方法に関する説明画面にしたがって完了する。その上で、サブメニューの項目指定で得た画面・電力及び電力量測定への指示に従い実験を行う。

図20は、同図中に示す5個の白熱電球を1個ずつ順次負荷したときの電力測定結果の例示である。図21は、湯沸かし電気ポットを負荷とし、この駆動時間に対する電力と電力量の実測例で、発生熱量は式(5)から求め、これを電力量と対比してグラフ表示したものである。

この図20、21の両実験は、電気領域での題材・電気エネルギーの熱と光利用の学習時に即応用ができ、電力と負荷に始まる電力概念の掌握、電力量の評価を踏まえた発生熱量の関係、電力と明るさ等の基礎基本を計測体験を通して理解させることが可能となる。また、この実験を電熱器学習での熱効率実験や、照明器具のしくみと利用学習で取り入れる照度実験に接続すれば、極めて有効な学習展開ができよう。

(4) 熱効率の実験

エネルギー変換機器を学ぶ場合に効率問題を除外することはできない。技術教育の内で、この効率概念の習得は重要であり、程度の差はあれ初学者においても学ぶべき大切な概念といえる。従って、電気領域での電熱器学習でも熱効率の実験は時間的制約を伴わない限り積極的に取り入れるべきである。

本システムを教具として活用する熱効率実験は、(1)~(3)の計測実験と同様にメインメニューを介したサブメニュー選択から呼び出された図22のコメントを参照し、この測定方法の確認をしてから始める。サブメニューより熱効率の測定を選択し、電熱器の定格電力、水量、測定時間と測定点の時間間隔を入力する。そして、スペースキーを押せば水の初期

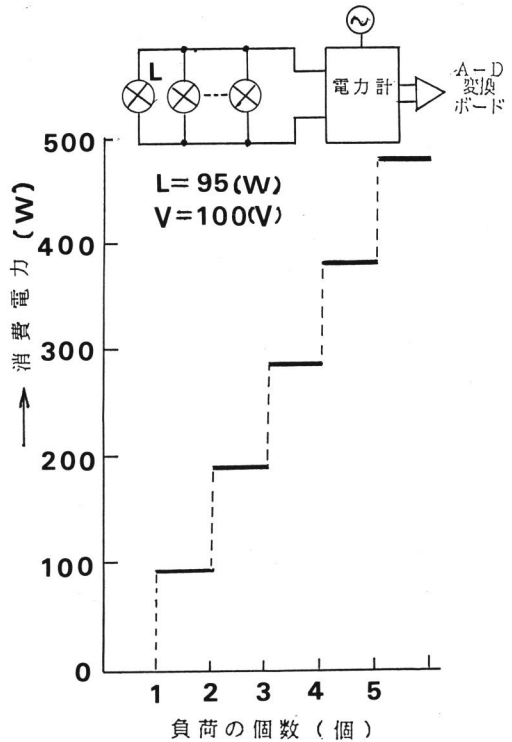


図20 電力測定例（ランプ負荷）

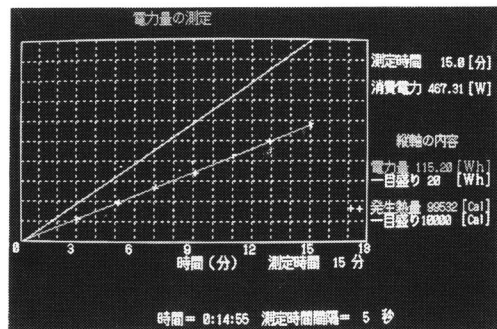


図21 電力量と発生熱量の測定結果

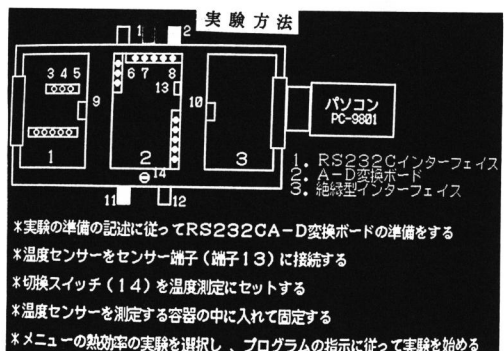


図22 熱効率実験法の説明画面

温度が表示され、この変化が取まればリターンキーを押し測定を始める。

得られる実験結果の処理は、測定が開始されると、測定時間間隔毎の温度と消費電力及び熱効率値がグラフ描画され、設定された測定時間の上限に達するか、水温が100〔℃〕になれば実験を終了して、その時点までの温度変化、消費電力、発生熱量、湯沸かしに要した消費熱量と終了時点での熱効率値を表示する。

なお、消費電力については項目(3)の電力測定実験の結果から若干の補正を理論値に加味すれば実測値とも一致することから、この補正理論値を使い、熱量は式(5)と温度差の利用から求めている。また、熱効率値は、温度測定結果を使って

$$\text{熱効率} = \frac{\text{水量} \times \text{上昇温度}}{0.24 \times \text{電力} \times \text{時間}} \times 100 \text{ [\%]} \quad (6)$$

より求めたものである。

図2に、この熱効率実験の実測例を示す。同図(a)は、平底やかんの水量・1〔ℓ〕を定格電力が650〔W〕の電気コンロで沸かす場合、(b)は、同量の水を定格電力が450〔W〕の電気ポットで沸かす場合

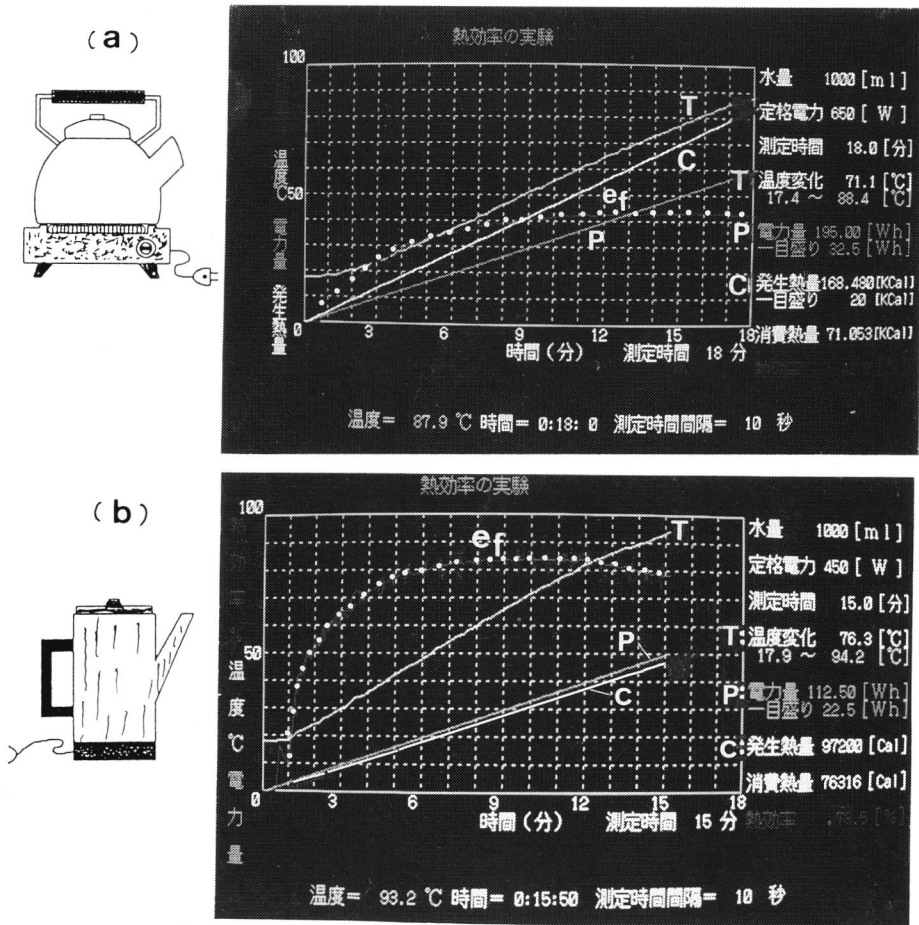


図23 熱効率実験の測定結果

- (a) 電気コンロで湯沸かしの場合
- (b) 電気ポットで湯沸かしの場合

かす場合の熱効率特性で、平底やかんによる湯沸かしでは効率42%、電気ポットのそれは約倍の80%程度となっており、電熱器間の定格電力は同一条件でないが、熱効率は電気ポットの方が高いこと、つまり、湯沸かしに要する電気料金は安くつくことが直観的に理解できる。

よって、この効率実験の現行電熱器学習への応用は、効率の高い電熱器作りが製品開発の視点になること、及び日常生活での電熱器利用に対する選択知識を体験的に学ばせる有効な手段といえよう。

なお、平底やかんの熱効率は、材質や形状、コンロの発熱部とやかん底受熱部の寸法差により25~42%の範囲であり、ポットの場合は70~82%の製品が多い。

(5) 照度実験

照度計測の場合もサブメニューから呼び出した測定方法の指示に従い、照度検出回路を電圧測定システムに前置接続して準備を終わり、サブメニューの照度測定を選び実験を行う。

この測定は、電力と照度及び照度分布の測定が選択利用できるもので、前者では電力と電力量は理論値を使い、照度は実測値でグラフ描画できるものとしている。

図24は、60W（定格・100V）の電球5個を点灯時に、電圧可変をした場合、すなわち供給電力の変化に対する照度変化の実測例である。

この実験での光源と照度検出部の幾何学的配置は、各電球の中心間隔が6cmで、直線上に並べた中央の電球の中心点から直角に水平距離を1m取ったもので、光源と検出部の床面よりの高さは1[m]である。

供給電圧は、スライダックを用いて20[V]毎に可変しており、広がりのある光源であることと、測定条件の点で理論値との若干の不一致は残るが簡易測定としてはこの程度で十分である。

この実験も電気領域で電力と明るさ（照度）の関係を学ばせるのに有効であり、照明器具のしくみから応用に至る学習では、照度分布の測定も行う価値はあるが時間的制約から現行電気領域（必修）での実施には無理があり、照度分布の実験は選択課題への導入が適当であろう。

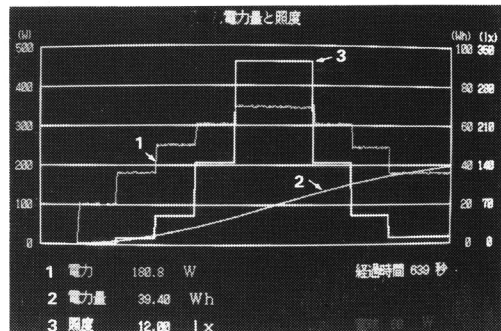


図24 電力と照度の関係を調べる
実験の測定結果

4. おわりに

ほとんどのパソコンに標準装備され汎用性と異機種間の互換性にも富むRS232Cを用いた簡易計測システムの構築を行い、技術・家庭科における情報基礎と電気領域への教具化について検討をした。その結果、次に列挙する諸点から、この計測システムは十分な教具機能を具備しており、これを導入した学習指導は極めて有効なものが期待できることを明らかにした。

- (1) RS232Cを用いるこの計測システムの構築は、低価格で製作の容易さにも配慮したA-Dコンバータを使い、これに前置アンプを加えた電圧計測部をシステムの基本として、これに温度と電力及び照度計測用の各センサー回路を接続構成するハードウェアから成る。ソフト

はBASIC言語により対話形で作成され、教具利用における操作は極めて簡単である。被計測量の測定範囲と精度は、一般計測としても使える高性能を具備し、教具化においては十分な機能をもつ。

- (2) 情報基礎領域への教具利用では、電圧計測や温度計測でのデータ取り込みプログラムと測定結果の表示用プログラムの一部を作成させ、これらの実験を行うことで体験を通したパソコン応用の一端を効果的に学習させることができる。また、実験データのセーブ機能を使い、このデータを複数パソコンに送って処理をすることを加えればパソコンのデータ通信学習も行える。
- (3) 電気領域での利用では、電力と熱変換、そして熱効率の実験を通し、電熱器利用の重要な学習内容を実験を手段とした実体験により掌握させることができ、特に、エネルギー変換と効率概念の習得には極めて有効である。また、照明機器の学習においても照度実験を通した基本的な学習内容・電力と明るさの関係を徹底させた上で、生活の場における照明器具へと効果的に学習展開をすることが可能である。また、このような電気領域での教具利用による学習展開は情報基礎との融合題材でもある。なお、熱効率や照度実験においては電力計測は実行しなくとも、理論的処理で良いことからこの要素は不要であり、現場普及も図りやすい。
なお、以上の具体的実験を行う単一計測システムの複数パソコンからの同時利用も現場普及で重要になりこれは現段階でも可能であるが本稿では割愛し、現在試行中の実践結果と併せて稿を新たに報告をしたい。終わりに、本システムの製作時に協力を願い、試行実践を担当中の平成4年度の卒研究生・八木健（現今治南中教諭）と、本論文作成時に助力を願った平成5年度の卒研究生・岡田成弘の両君に謝意を表する。

文 献

- (1) 宮内, 本田: “パソコン支援による電子回路の実験指導(I)” 日本産業技術教育学会誌, Vol. 28, No3 (1986)。
- (2) 宮内, 本田: “パソコン支援による発振回路の実験指導” 日本産業技術教育学会誌, 第32巻, 第1号 (1990)。
- (3) 宮内, 神野(泰), 神野(弘): “パソコン計測システムの構築と教材及び学習支援応用” 第33回日本産業技術教育学会全国大会講演要旨集 No245 (90-07)。
- (4) 宮内, 矢野: “パソコンの制御機器応用・その1” 第34回日本産業技術教育学会全国大会講演要旨集 No405 (1991-07)。
- (5) 亀山: “コンピュータ制御を取り入れた情報基礎教育試案” 日本産業技術教育学会誌, 第33巻第1号 (1991)。
- (6) 杵淵, 安孫子: “RS-232Cを用いたA-Dコンバータの教具化” 日本産業技術教育学会誌, 第33巻第1号 (1991)。
- (7) 宮内, 八木, 松田: “技術科(電気・情報基礎)における教材開発” 第36回日本産業技術教育学会全国大会講演要旨集 No506 (1993-07)。
- (8) 松井: 作りながら学ぶセンサ回路技術, トランジスタ技術(1989-04), C Q 出版社。
- (9) 松井: センサ応用回路の設計・製作, C Q 出版社(1992)。