

# 自動車電子制御式燃料噴射装置の故障探究に関する実験<sup>\*</sup> (第2報 パソコンへの診断波形取り込み)

半田 譲治<sup>\*\*</sup>

尾崎 秀生<sup>\*\*</sup>

## An Experimental Study on The Trouble Shooting of Electronic Controlled Fuel Injection System (No.2)

— Application of Personal Computer To Trouble Shooting —

by Jyouji HANDA and Hideo OSAKI

The control unit is generally called "Black-Box" because of difficulty in checking its internal elements on the case of trouble.

Some investigations were made on the treatment of wave forms measured for the control unit by using a personal computer.

It has found that the treatment of data gathered through the personal computer can be an aid to trouble shooting due to its superiority of the following points ; pausing, hard-copying, superimposing displays, data logging, data filing and so on.

### 1. ま え が き

自動車の電子制御化が年々進み、従来は燃料供給のみをコントロールするものであったが、今日ではその機能は拡大し燃料制御に加えて点火時期制御、アイドル回転制御、自己診断機能等を行なう集中制御となっている。

このように電子コントロールの多用化と採用比率の高まり、使用年数の経過ということから、これに起因するトラブルに対処する整備サイドからのアフターサービス技術が要求される。

本実験はこうした観点からコントロールユニットの故障探究にとりくみ、昭和59年度全国自動車短期大学協会研究発表会で第1回目の実験結果(系統別及びパワートランジスタの良否判断)を報告した。<sup>1)</sup>

今回、コントロールユニットの故障探究をより速く、より確実にする目的で、故障探究

手順ブロックダイアグラム作成と診断波形をパソコンに採り込むことを試みたので、ここに報告する。

### 2. コントロールユニットの信号 処理過程の概要

各種センサからの入力信号はコントロールユニット内で次のような過程を経て、噴射パルスに変換される。

Fig.1 はアナログ式コントロールユニットの作動ブロックダイアグラムである。<sup>2)</sup>

1. IC1 はイグニッションコイル1次側(-)端子の点火信号を受け、波形整形、気筒数に応じて周波数変換を行ない、点火信号パルスを作り IC2 へ送る。
2. IC2 は IC1 からの点火信号パルスとエアフローメータ(ポテンシオメータ)信号により基本噴射パルスを作り、IC3 へ送る。
3. IC3 は IC2 からの基本噴射信号パルスと各補正センサからの信号により、最

<sup>\*</sup> 昭和61年11月8日受理

<sup>\*\*</sup> 広島自動車工業短期大学

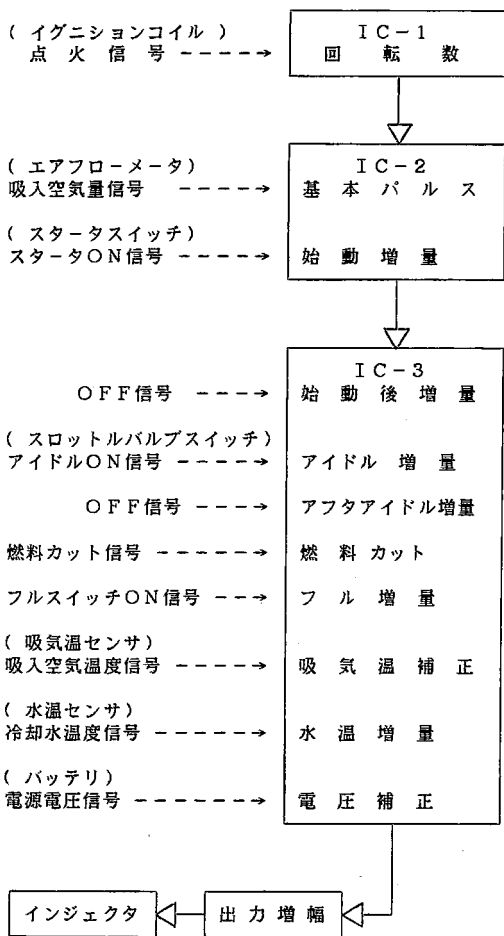


Fig.1 Functional diagram of control unit

最終的な噴射パルス（基本噴射量+補正噴射量）を作りパワートランジスタへ送る。

4. パワートランジスタのエミッタ，コレクタはインジェクタのアース回路になっており，ベースに掛けられる IC 3 からの噴射パルスによって ON-OFF し，インジェクタを作動させる。

つまり，点火波形整形回路，基本噴射パルス生成回路，補正増量パルス生成回路，出力増幅回路の 4 ブロックに分けられ，故障探究も大まかにはこのブロックごとの入出力関係を点検すればよいことになる。

### 3. 実験のねらい及び方法

シンクロスコープによる波形診断では

1. 画面のバラツキにより判読が難しい。
2. 記録性が悪い（全波形の写真を撮ることは困難，同期不良による撮影の成功率が低い，現像プリントに時間が掛かる）
3. 後日の再現性がない。

等のデータ採取上扱いにくい点がある。

これらの問題を解決するため，診断波形をパソコンへ採り込み，画面表示，画面コピー，フロッピーディスクへセーブ及びロードすることを試みるものである。

実験装置としては前回使用の疑似信号発生装置に加えて，Table 1 に示す A/D 変換器とパソコン (PC-9801F2) を Fig.2 に示すようにセッティングした。

製造会社	宝和産業株式会社
型式	PC-98MSP
チャンネル数	8 チャンネル
アナログ入力電圧	-10~10 (V)
分解能	12 BIT

Table 1 Specification of A/D converter

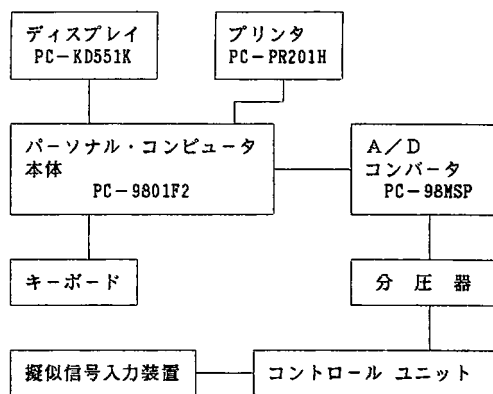


Fig.2 Block diagram of experimental components

A/D変換器への入力電圧が10V以上の場合は分圧器を通して入力するようにした。

Fig.3は付属(A/D変換器)のサンプリングプログラムのフローチャートである。<sup>3)</sup>

基本的にはこれに従って処理したが、本実験の処理都合に合わせて次のような部分改造を行なった。

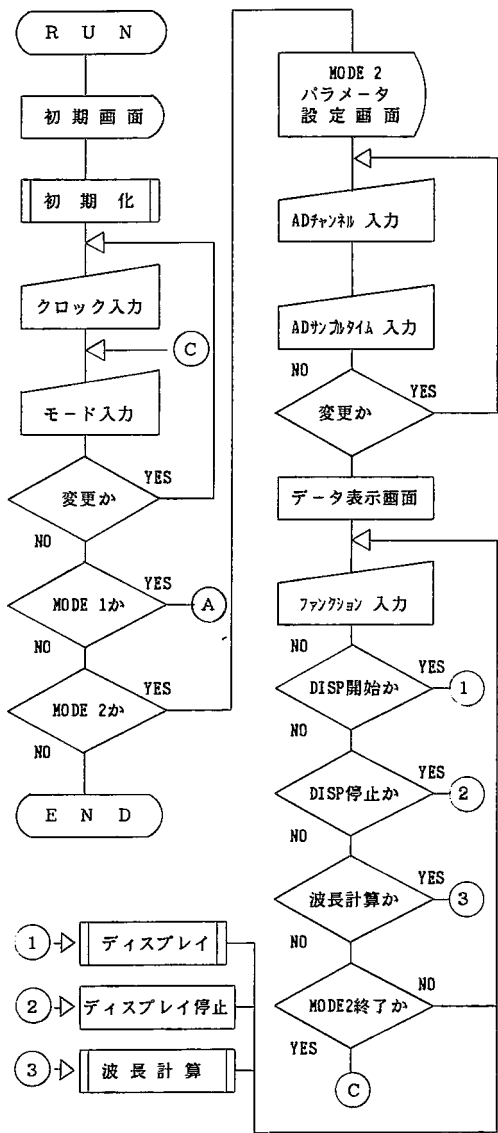


Fig.3 Flow chart of sampling program

1. 診断波形電圧が低い場合はディスプレイ上の判読を容易にするため表示段階で拡大表示するようにした。
2. 診断波形サンプリング時の条件(回転数, フラップ開度, 水温, 吸気温, その他)もディスプレイ表示, フロッピーディスクへセーブ及びロードするようにした。

改造部分のプログラムを Fig.4 に示す。

```

700 '***** A/D DISPLAY *****
710 *ADDISPLAY
720 GOSUB *BEEP2 :LOCATE 63,0
730 PRINT "DISK DATA READ"
740 LOCATE 45,22
750 INPUT "FILE NAME";FA$
760 IF FA$="" THEN LOCATE 45,22
770 PRINT " " :GOTO 660
780 OPEN FA$ FOR INPUT AS #1
790 INPUT #1,SR,PIN$,REVO$,
      FLOW$,WTEN$,ATEN$,OTU$,
      IDL$,STA$,POW$,DDE1$
800 FOR I=1 TO 640
      INPUT #1,DA%(I)
810 NEXT I :CLOSE #1
820 LOCATE 45,22 :PRINT " "
830 LOCATE 45,22
840 INPUT"波形移動(X,Y)",XXI,YYI
850 IF G2$="1" THEN GOSUB *CLRGN
      :GOTO 870
860 IF G2$="2" THEN GOSUB *CLRDR
870 LOCATE 63,0
880 PRINT "DISPLAY NOW !! "
890 IF DDE=1 THEN CON=300/4096
      :GOTO 920
900 IF DDE=2 THEN CON=600/4096
      :GOTO 920
910 IF DDE=3 THEN CON=1200/4096
920 AXIS=DISP+210+YYI+CON*2048
930 FOR I=1 TO 640
940 Y=AXIS-DA%(I)*CON :II=I+XXI
950 IF G$="2" OR G2$="2"
      THEN GOTO 980
960 IF POINT(II-1,Y)=1
      THEN PSET(II-1,Y),5
      ELSE PSET(II-1,Y),4
970 GOTO 1010
980 IF POINT(II-1,Y)=1
      THEN PSET(II-1,Y),3
      :GOTO 1010
990 IF POINT(II-1,Y)=4
      THEN PSET(II-1,Y),6
      :GOTO 1010
1000 PSET(II-1,Y),2
1010 NEXT
1020 GOSUB *BEEP1:LOCATE 63,0
1030 PRINT"PUSH (1-4) KEY"

```

Fig.4 Display program

この時、ビットデータと電圧値の関係式は次の通りである。4)-6)

$$(DU \times 256 + DL) \times 20 / 4096 - 10$$

D U --- 上位4ビットデータ

D L --- 下位8ビットデータ

波形のサンプリングに当たっては、まずサンプリングフローチャートによって計測器具(パソコン)のデータ受け入れ準備を行ない、疑似信号発生装置により種々運転状態を再現してその状況に似合った疑似信号をコントロールユニットへ与えながら、コントロールユニットの点検箇所へサンプリングプローブを当て、ディスプレイ上で観察したり、必要に応じて画面コピーやフロッピーディスクへ格納した。

又、実験に用いたコントロールユニットのICとそのピンには Fig.5 の通り仮称番号を付けて採取データの整理を行った。

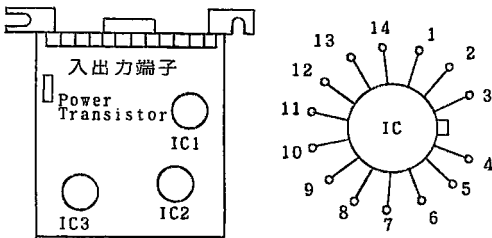


Fig.5 Marking number of IC and its pins

#### 4. 実験結果及び考察

正常に作動するコントロールユニットの各IC (IC1, IC2, IC3) の各ピン (14ピン) 及びパワートランジスタの波形をディスプレイ表示させ、画面コピーやフロッピーディスクにセーブし、これを標準波形として蓄えることから始めた。Fig.6~9 に標準波形の一部を示す。

COM MODE (1) NORMAL WAVE (2) TROUBLE WAVE  
(3) CALC (4) END PUSH (1-4) KEY!

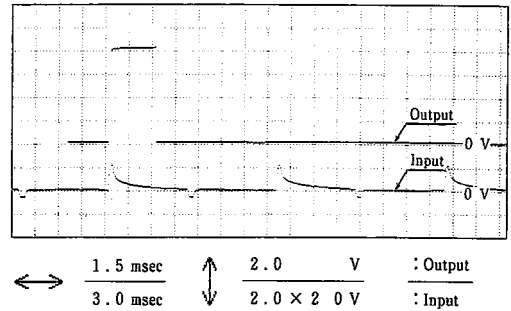


Fig.6 An example of input and output wave forms of IC 1

COM MODE (1) NORMAL WAVE (2) TROUBLE WAVE  
(3) CALC (4) END PUSH (1-4) KEY!

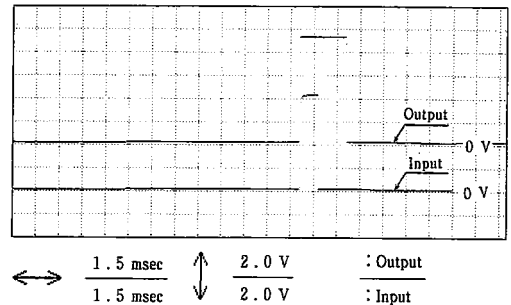


Fig.7 An example of input and output wave forms of IC 2

COM MODE (1) NORMAL WAVE (2) TROUBLE WAVE  
(3) CALC (4) END PUSH (1-4) KEY!

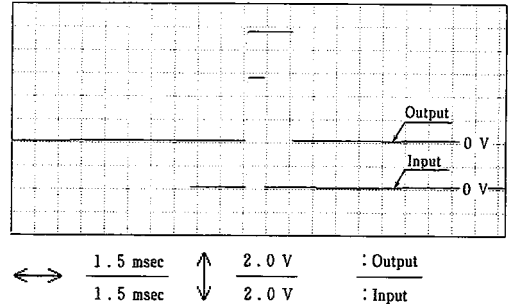


Fig.8 An example of input and output wave forms of IC 3

COM MODE (1) NORMAL WAVE (2) TROUBLE WAVE  
 (3) CALC (4) END PUSH (1-4) KEY!

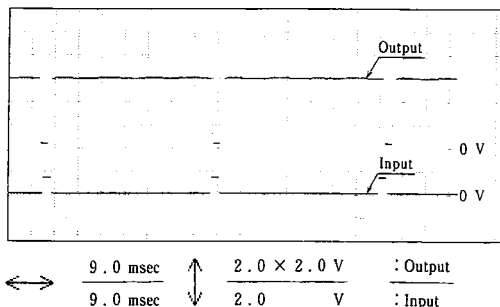


Fig.9 An example of input and output wave forms of power transistor

次に標準波形（全ピン）を基に「この IC のこのピンの入出力と、この IC のこのピンの入出力の間にはこういう因果関係があるのではないか」という仮説のもとに故障探究手順ブロックダイアグラムを作成した。故障探究手順ブロックダイアグラムとは不良コントロールユニットを点検するに当たって、サンプリングプローブを当て行く順序を定めたもので、基本噴射系統、各補正系統（水温、吸気温、スタート、パワー、アイドル）別に作成した。Fig.10に基本噴射系統のブロックダイアグラムを示す。

次いで、不良コントロールユニットの波形を故障探究手順ブロックダイアグラムに従ってディスプレイ上に採り、異常波形と思われるものは、先に採取フロッピーディスクへセーブしている標準波形をロードし、ディスプレイ上で合成（重ね合わせる）して、違いを比較検討し故障探究を行なった結果の一例を Fig.11～16 に示す。

Fig.11は最終増幅回路（パワートランジスタベース）への入力があるか否かを点検したもので、標準波形と比較して入力パルスが全くなく、基本噴射回路が不良であろうということは容易に判断できる。

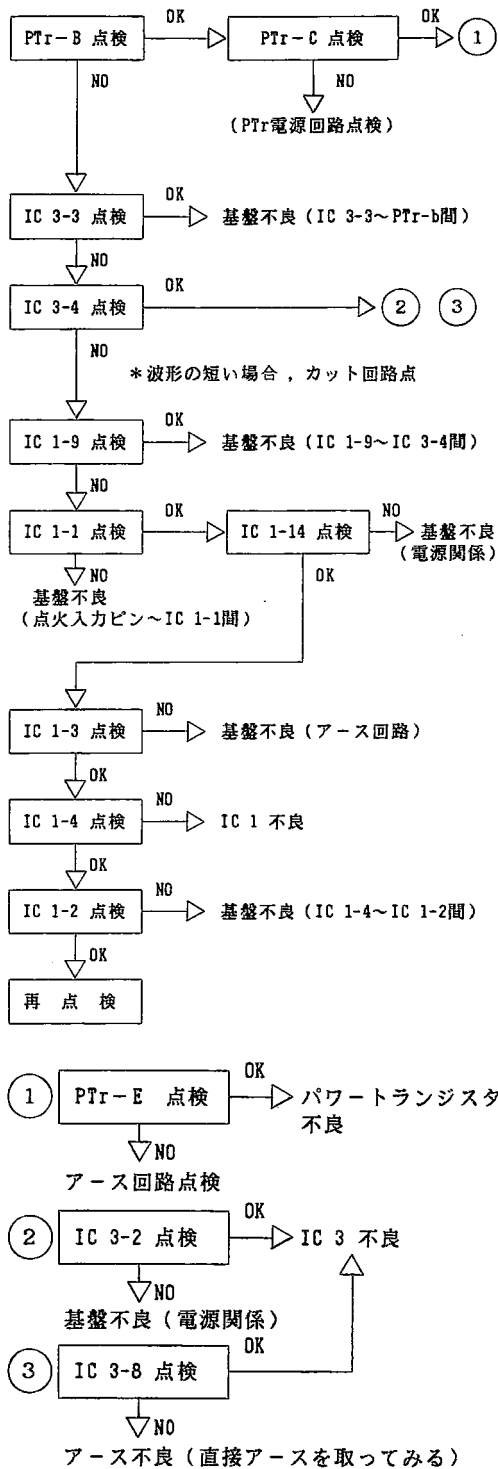


Fig.10 Brock diagram of trouble shooting

COM MODE (1) NORMAL WAVE (2) TROUBLE WAVE  
 (3) CALC (4) END PUSH (1-4) KEY!

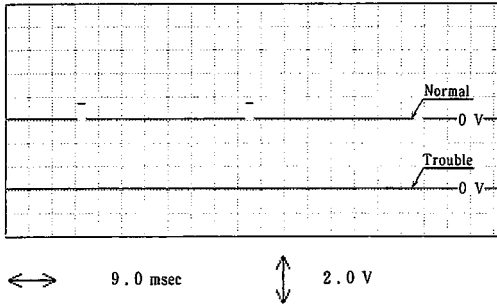


Fig.11 An example of normal and trouble wave forms of power transistor

そこで、点検はその前段階回路 (IC 3) に移り、IC 3-3 ピンの出力 (増幅回路への入力) がないことを確認して、IC 3-4 の入力を調べたのが Fig. 12 であり標準波形と比較して入力がないことがわかる。もう一つ前の回路 (IC 2) についても同様に入力波形、出力波形を調べた結果、入力も出力もないことがわかったので、更に前段階回路 (IC 1) の探究に移った。

COM MODE (1) NORMAL WAVE (2) TROUBLE WAVE  
 (3) CALC (4) END PUSH (1-4) KEY!

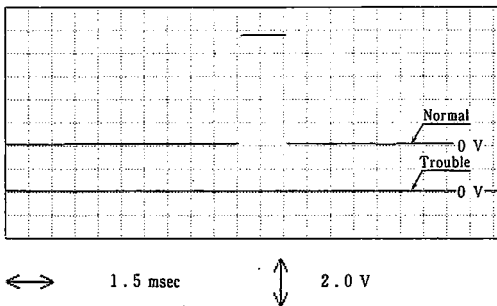


Fig.12 An example of normal and trouble wave forms of IC 3-4 pin

Fig.13は IC 1-9 ピンの出力波形であるが、標準波形と比較して全然出力のないことがわかる。正常ならば点火信号パルスが出るはずである。また、Fig.14は IC 1-2 ピンの波形

であり、同様に出力がなく、Fig.15は IC 1-4 ピンの波形で、標準波形に見られるように本来ならば約 6.5 V の定電圧があるはずのところ 0 V であることがわかる。

これに対し IC 1 の基本的な入力であるイグニッションコイル (-) からの点火信号 (1 ピン)、電源電圧 (14 ピン) 及びアース (3 ピン) は点検の結果正常であった。

結論として、正常な入力があるにもかかわらず、約 6.5 V (4 ピン) や点火信号パルス (9 ピン) が得られないということから IC 1 が不良であると判断した。これを取り替えた結果が Fig.16 であり、正常に作動した。

COM MODE (1) NORMAL WAVE (2) TROUBLE WAVE  
 (3) CALC (4) END PUSH (1-4) KEY!

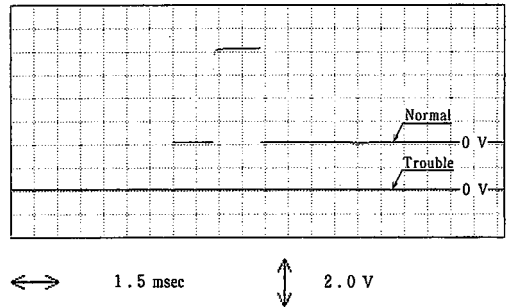


Fig.13 An example of normal and trouble wave forms of IC 1-9 pin

COM MODE (1) NORMAL WAVE (2) TROUBLE WAVE  
 (3) CALC (4) END PUSH (1-4) KEY!

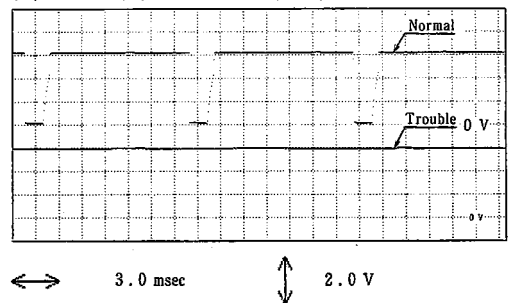


Fig.14 An example of normal and trouble wave forms of IC 1-2 pin

COM MODE (1) NORMAL WAVE (2) TROUBLE WAVE  
(3) CALC (4) END PUSH (1-4) KEY!

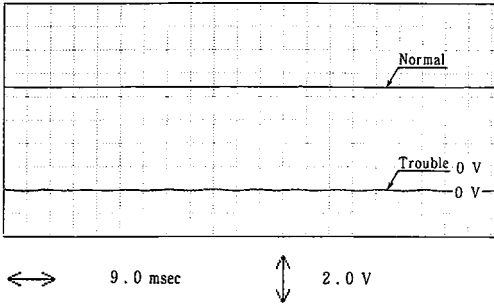


Fig.15 An example of normal and trouble wave forms of IC 1-4 pin

COM MODE (1) NORMAL WAVE (2) TROUBLE WAVE  
(3) CALC (4) END PUSH (1-4) KEY!

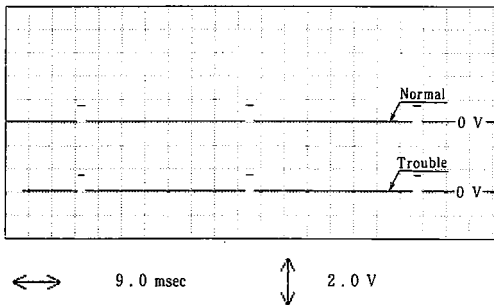


Fig.16 An example of normal and trouble wave forms power transistor-base after repair

探究した手順を整理してみると、パワートランジスタベースの入力パルスがないことから基本噴射系統が不良、その原因はIC 1-2, IC 1-4ピンの波形が標準波形より異なっているためIC 1が不良と判断したことになる。

他にもパワートランジスタベース入力パルス幅の長短（疑似信号発生装置で補正をかけた時のパルス幅）により補正系統が動いているかどうかを判断、作動不良の場合は補正系統故障探究手順ブロックダイアグラムに従って点検、系統中の不良素子を判断した。

## 5. まとめ

10数台のコントロールユニットについて、

このような方法で故障探究を行ない波形の違い（乱れ）から不良箇所を判断して部品を交換し、正常に作動することを確認している。

これらのICに限って言えば規格表にないため各ピンの波形が入力であるか、あるいは出力であるかを判断するのに時間がかかる。

最終的には推測であり、真に正しいかどうかの疑問が残る。

パソコンを用いることはシンクロスコープ（前回実験で使用）による判断に比べて、

1. ディスプレイ上の波形は任意に静止できる。又簡単に画面コピーとしてプリントアウトできる。
2. 複数の波形をディスプレイ上で合成できる。
3. 測定データは容易にフロッピーディスクに納められるので、多点多数のデータが取れ、データとしての信頼度が高い。
4. フロッピーディスクに納めたデータは何時でも取り出し、簡単に再現できる。
5. 一旦メモリーへ取り込めばディスプレイ表示はプログラム上でどのようにも加工できる。

等の優れた点を多く持っており、故障探究の一助となり得た。

これまでアナログ式コントロールユニットを手掛けて来たが、現在では制御に用られる種々コントロールユニットは殆どデジタル化の方向にあるため、我々はこれら一連の実験を基にして進むデジタル化に対応できるよう、今後考慮して行きたい。

## 参考文献

1. 尾崎秀生, 半田譲治  
自動車整備技術に関する研究報告第13巻 P19 -P26 全国自動車短期大学協会 60.3
2. 日産自動車  
電子燃料噴射装置 日産自動車 56.6 P1-P86
3. 宝和  
万能スコープ解説書 宝和 59:11 P1-P20

4. 酒井信介 他  
パーソナルコンピュータの応用 P19-P26  
オーム社 59.5
5. コンテック  
高速アナログ・デジタル変換モジュール  
コンテック 60.1
6. 江川幸一 他  
マイコンによるデータ計測 P237-P276  
培風館 59.6