

電子制御式燃料噴射装置のモデル化

による実習教育*

佐野 翼**

The Practical Education Using Electronic Fuel Injection Model

by Yoku SANO

Recently, the practical teaching of electronic controlled system for automobiles fall into difficult because complicated in structure. Therefore, better teaching methods are necessary in order to enhance the students' comprehension.

so, the effective method for the purpose of understanding the fundamental principles of electronic controlled system have been developed. The main features of this method is that used a model of Electronic Fuel Injection, and that the working of sensor and actuator is dynamically displayed in simulating the execution on the CRT screen.

1. まえがき

近年、エレクトロニクスの進歩、特にマイクロコンピュータの能力向上やセンサまたはアクチュエータの性能向上等により、自動車の各分野に、コンピュータを組み込んだ新規システムが相次いでいる。

また、自動車をサービスの立場からみると、確かに故障は少なくなっているが、メンテナンスは必要であり新技術を取り入れた自動車には、それに対応するための新しい整備技術が必要となってくる。

しかし、自動車整備技術における分野では、これらセンサやアクチュエータを含めたコンピュータ制御に関する効果的な指導方法が少なく、整備技術を学ぶ者にとっても、この電子制御を理解するのに苦勞しているのが現状である。

このような意味から、本研究は、これらコンピュータを中心とした電子制御の基礎を、効率よく教育する目的で、電子制御式燃料噴射装置をモデル化し、センサやアクチュエータのしくみ、その働き、また制御シ

テムの機能等をより理解しやすくする方法を試みた。

研究の主な特徴は、電子制御式燃料噴射装置について、その構成部品をパネル上にモデル化し、これをエンジンのあらゆる条件下で、模擬的に作動できるようにしたこと。また、このモデルにパソコンを接続して、上記条件で作動させた時のセンサの値と結果である燃料噴射量（噴射時間）をパソコン画面にグラフ表示させ、制御の状況を理解しやすいような実習装置を作成したことであり、これを実験実習に使用した結果について報告する。

2. 電子制御システムのモデル化と実習装置

2-1 電子制御システムのモデル化の目的

一般に、技術教育の内容は、社会の進歩や発展に常に対応して行かなければならないが、特に自動車の電子制御技術においては、技術革新のテンポが非常に早く、また技術の範囲もエンジン、ミッション、シャシ系統へと広い範囲に及んでいる。

このような状況での整備技術教育では、自動車技術のテンポの早さに対して教育設備の広範囲、多種多様化には対応が遅れがちとなるため、対応の早いより効果的な教育が望まれる。以上のことを考慮して、電子

* 平成3年9月20日受理

** 広島自動車工業短期大学

2) エンジンの各種条件の模擬的設定

次にエンジンの各種条件を模擬的に設定出来るようにするために、追加した装置について説明する。

・エンジン回転速度の設定

EFIシステムでは、エンジンの回転速度をイグニッションコイルの一次波形によって検出しているが、モデルではエンジンの代わりに、別のパルス発生器とアンプを使い、これによりイグニッションコイルを動作させて行う。回転速度は、パルス発生器の周波数ツマミを回すことによって自由に調節できる。

・吸気温度、冷却水温度の設定

吸気温度や冷却水温度は、実際ではサーミスタで検出しているが、ここでは可変抵抗器を取り付け、この抵抗器ツマミを回すことによって設定する。

・バッテリー電圧の設定

自動車が走行中のバッテリー電圧は、常に変動している。この電圧が、標準の12V以上に上昇した場合の燃料制御を調べるには、別の可変電圧電源装置が必要である。このような時、本実習ではメトロニクス製の可変電圧電源装置(モデル525C)を使用した。

・排ガス中の酸素濃度の設定

O₂ センサは、排ガス中の酸素濃度による、起電力発

生方式がとられているので、本実習装置では乾電池を使い、希薄混合気または過濃混合気に相当する電圧を可変抵抗器のツマミを回すことで疑似信号をつくり、コンピュータに入力した。

・その他エアフローメータ、スロットル開度、スタータスイッチの状態は、構成部品を直接手で操作して各種の設定を行なう。

次に、本実習装置の主な仕様を示す。

実習装置仕様	設定内容及び設定範囲
使用電源	12Vバッテリー又は DC6V~16V可変電源
冷却水温度設定範囲	約-30℃~+120℃相当
吸気温度設定範囲	約-30℃~+100℃相当
O ₂ センサ設定範囲	希薄、適正、過濃混合気相当
回転速度設定範囲	約500~6,000rpm
吸入空気流量設定範囲	部品の直接操作範囲 (エアフローメータ・フラップ全閉~全開相当)
絞り弁開度	部品の直接操作範囲 (アイドリングまたはフル・スロットル)
スタータスイッチ	部品の直接操作範囲
燃料噴射時間	0(無噴射)~15ms (パソコン画面表示)

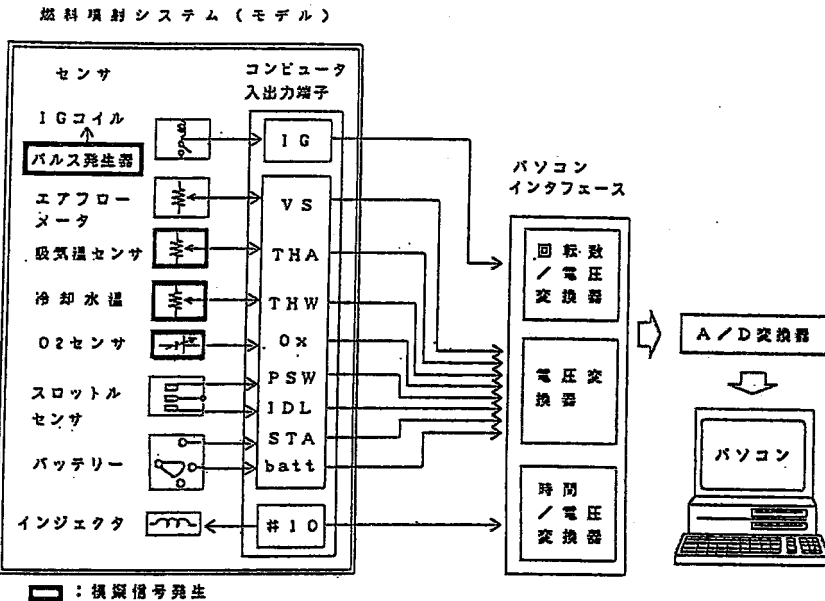


図2 実習装置全体図

図2は、実習装置の全体図である。

燃料噴射システム作動時の各種信号は、制御コンピュータの入出力端子からとり、インタフェース、A/D変換器を通して、パソコンに入力される。インタフェースでは、エンジン回転速度を電圧に変換する（回転数/電圧変換器）、噴射システムの12V系電圧を5V系に変換する（電圧変換器）、また、インジェクタの噴射時間を電圧に変換する（時間/電圧変換器）が必要である。A/D変換器は、インターフェイス製のAZI-220を使用した。パソコンは、NEC製のPC-9801を使用し、ここで使用したA/D変換器の主な仕様を次に示す。

A/D変換器仕様

- メーカー・型式：インタフェース製AZI-220
 - 入力チャンネル数：シングルエンド入力 16CH
：差動入力 8CH
 - 入力形式：バイポーラ入力 -10V～+10V
-5V～+5V
-2.5V～+2.5V
 - ：ユニポーラ入力 0V～+10V
0V～+5V
- （上記はJ P線にて設定）

- 分解能：12ビット
- 変換方式：逐次比較方式
- 変換速度：100μs以内/CH
- 入力インピーダンス：10MΩ

燃料制御コンピュータの入出力状況をパソコン画面に表示したものの一例を写真2に示す。

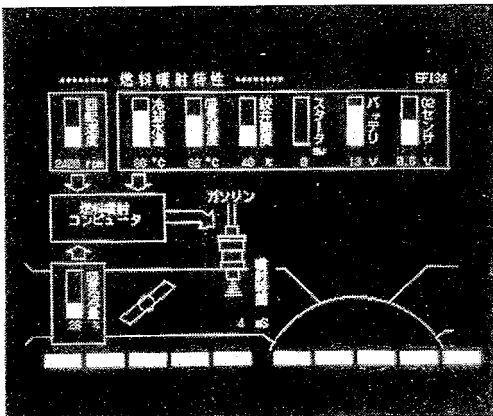


写真2 燃料噴射特性測定画面（例）

写真2は、エンジン回転数2100rpm、エアフローメータ・フラップ50%、その他の条件をほぼ標準値に設定した時の噴射時間を示した例である。

このように、燃料噴射制御システムをモデル化することによって、簡単な操作で、システムを自由に作動（模擬的作動）させることができ、その作動状況を、CRT画面で確認することができる。

3. 実習方法と使用結果

本実習装置は、本学自動車工学科2年次生の実験実習において使用するが、1年次生でのワンボードマイコンによるマイコンの仕組み、マイコンの入出力関係についての実習の上になつて、マイコンを利用した装置という形態で行う。実習の始めに制御システムの構成、センサ及びアクチュエータの役割等を説明した後、各種点検、測定及び燃料噴射特性等の測定、分析を行なう。

使用結果について、本実習装置の定量的評価は行っていないが、実習中、学生は非常に興味を持ち、熱心に取り組んでいることが伺える。また、学生の提出した実習レポートによると、通常の実習で作動確認が困難になりがちな状態、例えば、回転速度上限付近の場合の噴射制御、またはバッテリー電圧が、非常に低下した場合の噴射制御など、自動車の限界状態でのコンピュータの動きがよく解つてよかつた等の感想を述べていた。その他、レポートを整理すると、理解が増した等の意味のものが約60%、興味が増したと書いたものが約70%程度であつた。

4. まとめ

自動車の技術革新が急テンポで進み、コンピュータを駆使した新しい装置が相次ぐなかで、電子制御に関する実習教育について検討した。エンジンまたは現車等を使用した通常の実習方法と比較して、現実性、即効性には及ばないが、この場合の実習時間、実習経費、場所及び実習中の安全等を充分考慮する必要があるのに対して、本実習装置の特徴は、

- ①教室で、実際さながらの実習が可能
- ②車両またはエンジン等の作動条件を、自由に幅広く設定しての実習が可能
- ③サーキットテスタやオシロスコープによって、実際同様の点検実習、測定実習が可能
- ④制御システムの入出力状況を、パソコン画面に表示でき理解しやすい

- ⑤プログラム等を変更すれば、その他のシステム（作動状態が電氣的に検出できるもの）に応用可能である。

最後に、本研究の経費の一部は(財)東京自動車技術普及協会よりの助成金により支弁したものであることを特記して感謝の意を表する。

参 考 文 献

- 1) 1G-GEUエンジン修理書
トヨタ自動車株式会社
- 2) EFIマニュアル
トヨタ自動車株式会社