

自動車整備士に対するエレクトロニクス教育のための教材研究*

鈴木宏和¹⁾ 齋藤健²⁾ 岩瀬正幸³⁾ 亀井幹雄⁴⁾

Research on the Teaching Materials of Electronics for Maintenance Mechanics

Hirokazu Suzuki Takeshi Saito Masayuki Iwase Mikio Kamei

We produced our original teaching materials utilizing the microcomputer for training the students who are learning maintenance skills, and inspected the effectiveness of the teaching materials. The purpose of this study is to improve the intelligibility for the electronics. We experimentally used the teaching materials for the students. As a result, they could overcome the weak consciousness, and could improve the intelligibility. The effectiveness of our teaching materials is stated in this paper.

Key Words : Teaching Materials, Microcomputer, Maintenance Mechanics, Hardware Learning, Software Learning

1. はじめに

近年、自動車のエレクトロニクス化が進んでいく中で、自動車整備士に対する高度なエレクトロニクスの知識・技術の必要性が高まってきている。このことは、一級自動車整備士や二級自動車整備士の国家試験の出題状況をみても推測できる⁽¹⁾⁽²⁾。一方、これから整備技術を学んで整備士になろうとしている学生の多くは、エレクトロニクス関連分野を苦手としており、理解度も低いのが現状である。

エレクトロニクスは、自動車工学において重要な技術分野であることは言うまでもないが、自動車整備士にとっても避けて通るわけにはいかない。特に一級自動車整備士を目指すものにとっては、熟知している必要がある。

本研究の目的は、エレクトロニクスに対する学生の苦手意識の克服と、自動車整備士試験に出題されるエレクトロニクス関連分野における問題の理解度を向上させることである。教育効果を上げるために、センサ、マイクロコンピュータ、アクチュエータなどを使用した独自の実験・実習教材を、安価で高機能なワンチップマイコンを用いて製作した。また、エンジンECUの制御の様子を学習するための教育用エンジン制御シミュレータを製作した。プロジェクトおよび市販のデータスキャンシステムなどの故障診断機を併用することで、多数の学生を対象にでき、エレクトロニクス教育の効果をより高めようとするものである。

2. エレクトロニクス関連分野に関する学生の意識調査

2年間の学習カリキュラムの大部分を終えた愛知工科大学自動車短期大学（以下、本学）学生に対して、エレクトロニクス関連分野に関する意識調査を行った。より細かく分析するために、エレクトロニクス関連分野をエンジン電装とシャシ電装に分けた。回答者数は2クラス、70名である。質問の内容を表1に示す。「どちらでもない」という回答を避けるために、回答は四肢択一形式とした。

意識調査の結果を図1～図3に示す。予想通り「苦手である」または「やや苦手である」と回答した学生は、70%～80%であった。しかし、「理解できている」または「だいたい理解できている」と回答した学生は、50%となり、苦手意識とは別であることが分かった。考えられる点は、これまでの実習における評価点からそのように判断したものと推察した。また、この分野の学習が今まで以上に必要かどうかという質問に対しては、90%近い学生が今まで以上の学習が必要だと回答している。

表1 エレクトロニクス関連分野の意識調査

1. 今まで学習してきたエンジン電装分野(電子制御装置、スタータ等)について(得意である、やや得意である、やや苦手である、苦手である)
2. あなたのエンジン電装分野(電子制御装置、スタータ等)の理解度は(理解できている、だいたい理解できている、あまり理解できていない、理解できていない)
3. 今まで学習してきたシャシ電装分野(灯火装置、メーター等)について(得意である、やや得意である、やや苦手である、苦手である)
4. あなたのシャシ電装分野(灯火装置、メーター等)の理解度は(理解できている、だいたい理解できている、あまり理解できていない、理解できていない)
5. 今後の自動車整備士にエレクトロニクス分野(電気・電子関連)の学習は、今まで以上に必要だと思いますか(思う、少し思う、あまり思わない、思わない)
6. 将来1級整備士の受験資格が得られたとき、1級整備士を受験しますか(必ず受験する、受験しようと思う、必要であれば受験する、受験しない)

* 2009年8月6日受理。第41回全国自動車短期大学協会研究発表会において発表。

1)・2)・3)・4) 愛知工科大学自動車短期大学(443-0047 愛知県蒲郡市西迫町馬乗50-2)

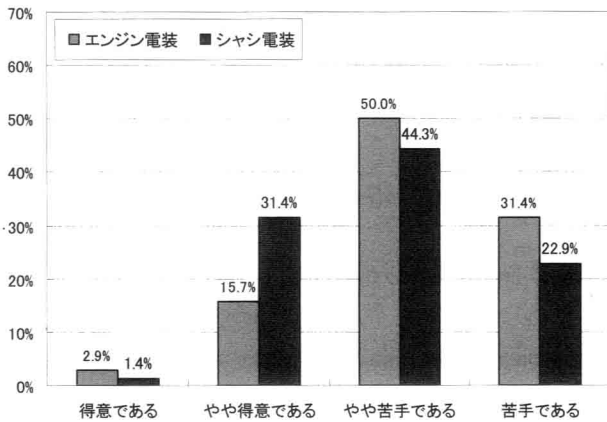


図1 エレクトロニクス関連分野に関する意識

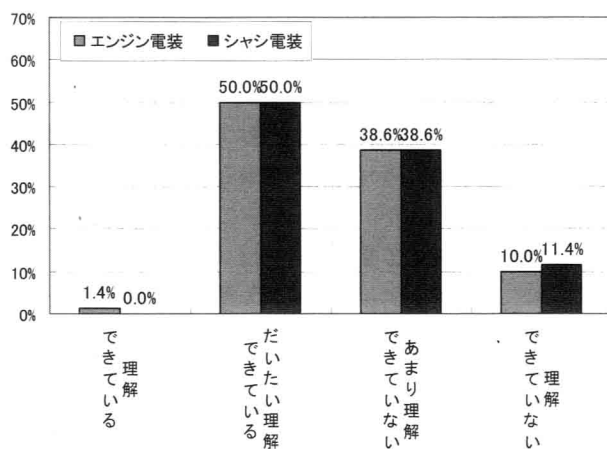


図2 エレクトロニクス関連分野の理解度

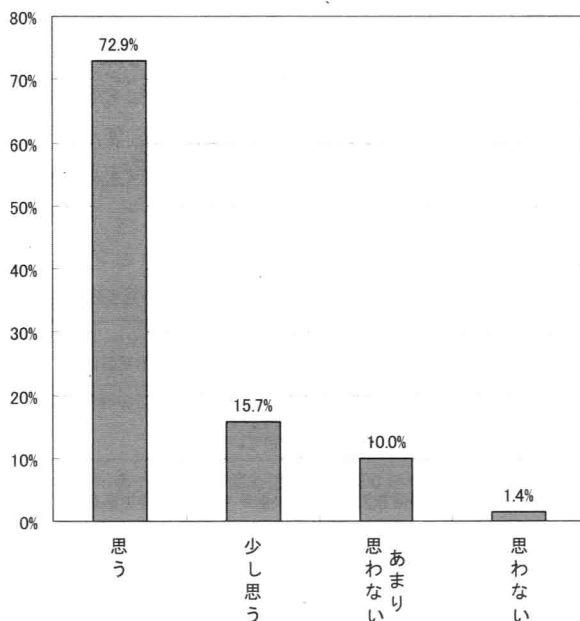


図3 今まで以上の学習の必要性

3. 教材の構成

教材は、センサの原理や電気・電子回路の作動などを、実験を通して学習するためのハードウェア学習教材と、電子制御式エンジンの燃料噴射制御や点火時期制御などの様子を学習するためのソフトウェア学習教材から成る。

3.1. ハードウェア学習教材

ハードウェア学習教材は、ブレッドボードを中心に、各種センサ、ワンチップマイコン、各種アクチュエータなどから成る。外観を図4に示す。教材として使用した部品を図5に示す。ブレッドボード、電源、配線用ワイヤおよびモータ駆動回路などは、透明なアクリルケースに収め、可搬性を持たせた。また、誤配線時のICや電源の損傷を防止するために、リセットブルヒューズを設けた。

最近のワンチップマイコンは、ピン数が少なく、A/D変換器、コンパレータ、OPアンプ、メモリなどが集約されており、外付け回路なしで機能させることができる。まさに必要とするICをワンチップマイコンで作ることができる。これらの理由から、ワンチップマイコンは、Microchip Technology社製のPIC16F88⁽³⁾およびPIC12F683⁽⁴⁾を使用した。開発ソフトはMicrochip社製のMPLABIDE v7.50、ライタは秋月電子社製のAKI-PICプログラマ v4.0を使用した。実験で使用したA/D変換器の回路を図6に、使用例を図7に示す。他にステッピングモータコントローラ、DCモータのPWMコントローラについてもワンチップマイコンを用いた。

その他の実験として、論理回路実験、光センサ、温度センサなど各種センサに関する実験、LED、リレー、ソレノイドなどのアクチュエータに関する駆動実験を行った。光センサに関する実験回路の例を図8に示す。

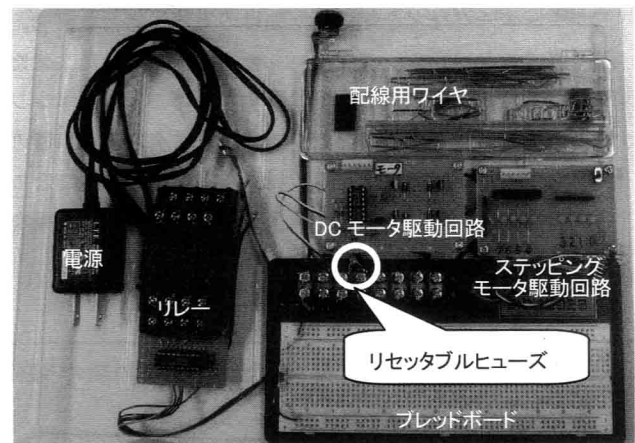


図4 ハードウェア学習教材の外観

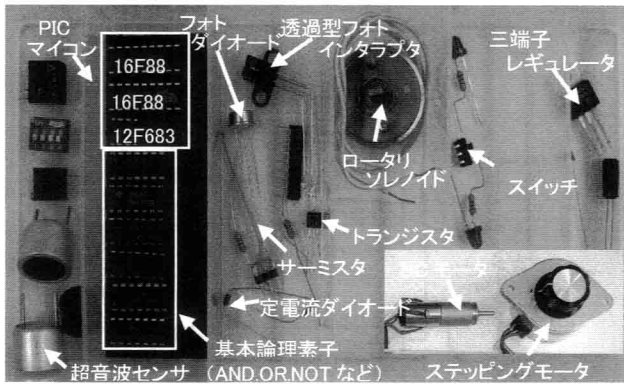


図5 ハードウェア学習教材の使用部品

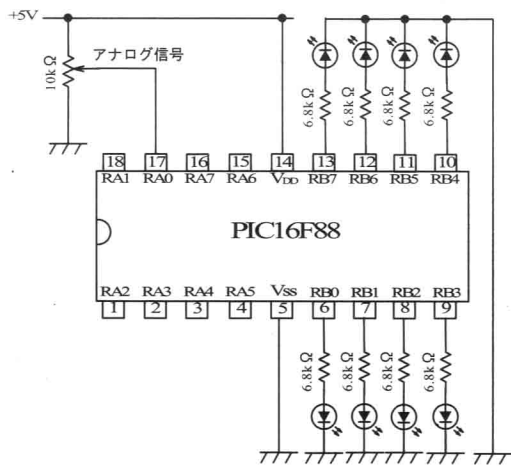


図6 A/D変換器の実験回路

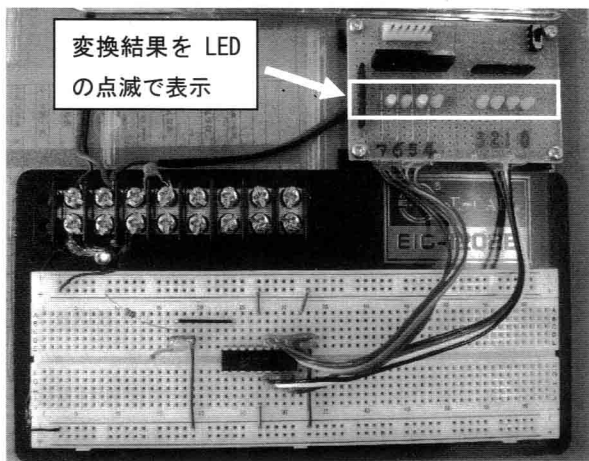


図7 A/D変換器実験回路の外観

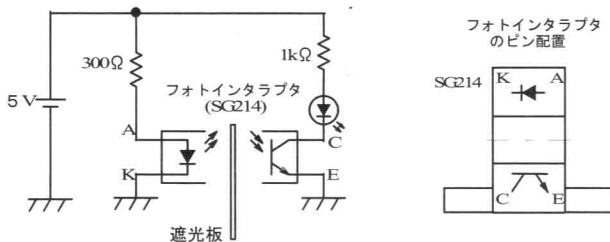


図8 フォトインタラプタ実験回路

3.2. ソフトウェア学習教材

ソフトウェア学習教材は、燃料噴射量制御や点火時期制御などのエンジン ECU の制御について学習するためのもので、エンジン ECU、模擬信号発生器、模擬アクチュエータおよびデータスキャンシステムから成る。以前製作した教育用エンジン制御システム⁽⁶⁾を参考に、最新のエンジン ECU に対応したものを製作した。システム構成を図 9 に、その外観を図 10 に示す。

エンジン ECU は、整備実習で使用している市販車トヨタカローラのエンジン ECU (1NZ-FE 4AT 2WD)⁽⁶⁾である。

データスキャンシステムは、OBD II 規格の故障診断機で、パソコンや PDA に接続して使用する EXET 社製の DATA SCAN 2000 を使用した。

インジェクタ、S1 ソレノイド、S2 ソレノイド、カムシャフトオイルコントロールバルブなどの代わりとして模擬アクチュエータには、ソレノイドを使用した。EGR ステップモータには、2相ユニポーラ駆動、ステップ角 7.5°、駆動電圧 12V のステッピングモータを使用し、モータの動きが確認できるようにした。

また、エンジン ECU と模擬信号発生器および模擬アクチュエータ間にショートピンを設け、センサやアクチュエータなどの断線故障が容易に設定できるようにした。これにより、故障時におけるフェイルセーフやバックアップ動作およびダイアグコードのチェックができるようにした。

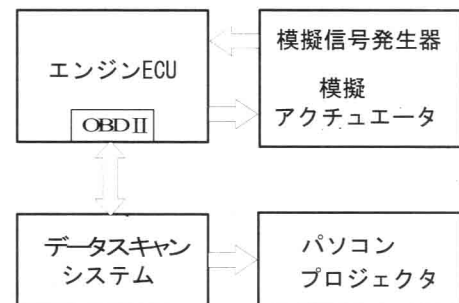


図9 教育用エンジン制御シミュレータの構成

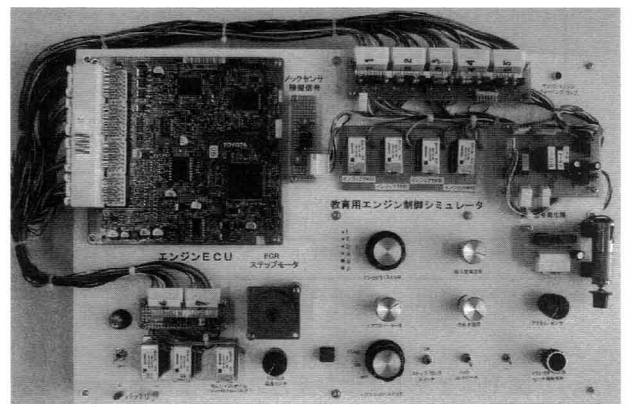


図10 教育用エンジン制御シミュレータの外観

クランク角、カム角の模擬信号はワンチップマイコン PIC16F88 を用いて発生させた。点火確認信号は、ワンチップマイコン PIC12F683 のピン変化割込を利用して、点火指示信号 IGT1~IGT4 の信号をもとに発生させた。スロットルセンサの模擬信号は、アクセルセンサと同期させる必要があるため、アクセルセンサ VPA1 の信号をワンチップマイコン PIC12F683 で計測して演算した後、デジタルポテンシオメータ AD8402 を制御することにより発生させた。スロットルセンサとアクセルセンサとの関係を図 11 に、スロットルセンサの模擬信号発生回路を図 12 に示す。

教育用エンジン制御シミュレータ動作時のデータスキャンシステムの画面の表示例を図 13 に示す。

教育用エンジン制御シミュレータを使用して、次に示すようなソフトウェアの学習が可能となる。なお、アクティブテストに関しては、デンソー社製の故障診断機 DST-2 を使用して行った。

- (1) 始動時噴射
- (2) 噴射時間の電圧補正
- (3) 冷却水温による噴射時間の変化
- (4) 回転速度と噴射時間の関係
- (5) 吸入空気量と噴射時間の関係
- (6) 回転速度と点火時期の関係
- (7) 吸入空気量と点火時期の関係
- (8) 始動時の点火時期
- (9) 減速時の燃料カット
- (10) インジェクタのアクティブテスト
- (11) EGR のアクティブテスト
- (12) その他

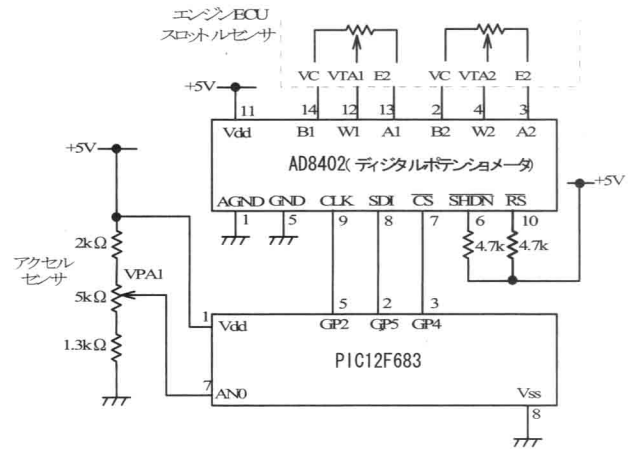


図 12 スロットルセンサ模擬信号発生回路

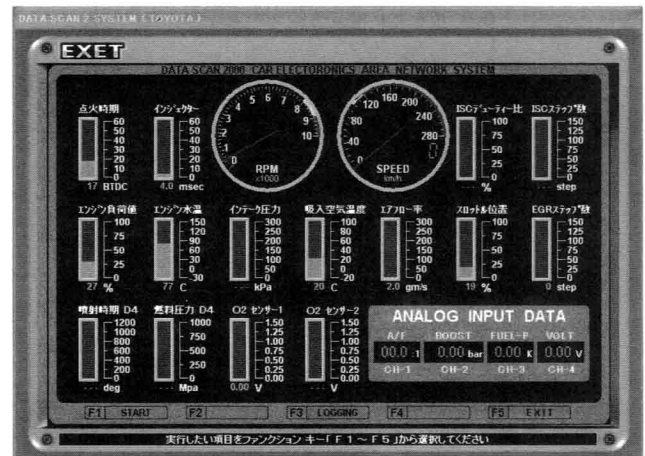


図 13 教育用エンジン制御シミュレータ動作時におけるデータスキャンシステムの表示画面

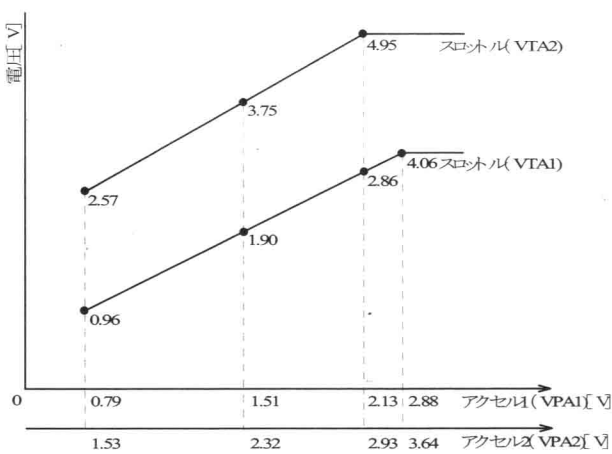


図 11 アクセルセンサとスロットルセンサの関係

4. まとめ

平成 19 年度第 2 回自動車整備技能登録試験（二級ジーゼル自動車）において、エレクトロニクスのハードウェア系の問題が出題された。その回路図を図 14 に示す。本学学生の正解率が 36.2%であったため、製作した学習教材を試験的に使用してみた。使用期間は約 2 ヶ月半、週に一度の割合で 180 分授業を 9 回行った。被験者は 5 名。教材使用 5 週間後に同様の問題をやってみたところ、正解率が 60%であった。教材の効果については、被験者が少ないため一概に比較はできないが、やや効果があったものと推察する。また、被験者 5 名に対してアンケートを実施したので、その内容と結果を表 2 に示す。5 名全員が苦手意識を克服し、理解度の意識も向上した。

次に、ソフトウェア学習教材である教育用エンジン制御シミュレータの効果については、旧教育用エンジン制御シ

テム⁽⁵⁾を使用して検証した。実習授業の点火時期に関する説明において、(6)の回転速度と点火時期の関係および(7)の吸入空気量と点火時期の関係を教育用エンジン制御システムを使って説明した。教育用エンジン制御システムを利用した場合とそうでない場合、該当する問題の正解率が10~17%向上した。詳細を表3に示す。以上のことから、今回製作したハードウェア学習教材およびソフトウェア学習教材の有効性が実証できた。

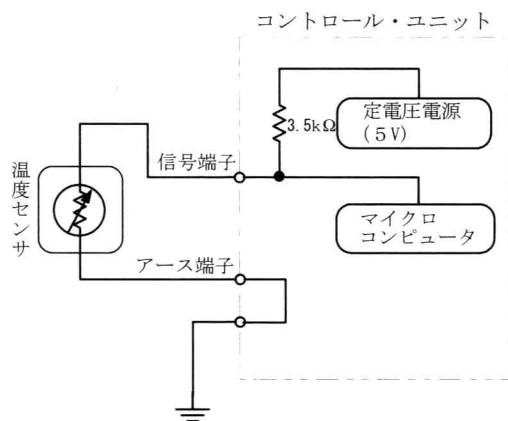


図14 平成19年度第2回自動車整備技能登録試験問題(二級ジーゼル)

表2 教材の効果(意識)

OMS演習に関するアンケート 対象学生(2年生):5名
平成20年12月12日実施

① OMS演習を行う以前までの自動車のエレクトロニクス関連分野について			
得意であった	やや得意であった	やや苦手であった	苦手であった
0	0	2	3
② 今回のOMS演習を行って変わりましたか			
得意になった	少し得意になった	変わらない	より苦手になった
0	5	0	0
③ OMS演習を行う以前までの自動車のエレクトロニクス関連分野の理解度は			
理解できていた	だいたい理解できていた	あまり理解できていなかった	理解できていなかった
0	0	4	1
④ 今回のOMS演習を行って変わりましたか			
理解できるようになった	少し理解できるようになった	変わらない	より理解できなくなった
1	4	0	0
⑤ このような演習は、今後の自動車整備士に必要なと思いますか			
思う	少し思う	あまり思わない	思わない
5	0	0	0

表3 教材の効果(理解度)

年度	受験者数	正解数	正解率	平均点(50)	関連授業
平成19年度					
使用せず	37	24	64.9%	40.1	5/5終了
教材使用	35	26	74.3%	40.5	5/5終了
平成20年度					
使用せず	42	16	38.1%	38.7	3/5終了
使用せず	39	19	48.7%	39.4	5/5終了
教材使用	38	25	65.8%	40.3	5/5終了

5. おわりに

自動車整備士教育にマイコンを活用した独自の教材を取り入れた結果、苦手意識の克服および理解度の向上に効果があった。本学では国家試験受験対策として、平成19年度よりe-learningによる教育支援システムを取り入れており、学外からでもアクセスできるようにしている。問題のほとんどが国家試験の過去問題であり、学内はもちろん、学外からも利用している学生は多い。今後は、エレクトロニクス関連分野の独自の問題を作成しe-learningに取り入れることにより、エレクトロニクス関連分野をより深く理解できるようにするとともに、これらの教材の利用方法や内容をもっと充実したものへと改良を重ね、エレクトロニクスに強い自動車整備士を養成していきたい。

今回新たに製作した教育用エンジン制御シミュレータについては、一部不具合があり、不具合の修正および教材効果の検証については今後の課題としたい。

本研究は財団法人東京自動車技術普及協会の助成金を受けたものであり、記して謝意と致します。また、本研究に対し御助言をいただいた中島、橋本両教授に感謝の意を表します。

参考文献

- (1) 一級小型自動車整備士研究会 : 一級小型自動車整備士試験問題と解答例 '05-'08, 株式会社山海堂, (2007)
- (2) 大須賀和美 : 自動車整備士試験問題解説(2級ガソリン編)改訂新版, 精文館, (2008)
- (3) <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/30487c.pdf>
- (4) <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/41211c.pdf>
- (5) 鈴木宏和, 服部幸廣, 岩瀬正幸, 鶴飼達也, 加藤寛 : 教育用エンジン制御システムの作製(第1報:ハードウェアの作製), 自動車整備技術に関する研究報告誌, 22, p.37-42 (1993)
- (6) カローラ・カローラフィールダー 修理書 A 巻, トヨタ自動車株式会社, p.6-1~6-195(2004)