

令和2年度「専修学校における先端技術利活用実証研究」

先端技術利活用実証研究プロジェクト

ARを活用した自動車整備の演習・実習のコンテンツ開発事業

# 〔 電子制御 〕 開発方針

## はじめに

本事業は、文部科学省の委託事業のひとつ「専修学校における先端技術利活用実証研究」で、令和2年度から3ヶ年をかけて、VRやAR等の先端技術を専修学校教育に導入することにより、職業人材の養成機能を強化・充実させることが目的である。

本校は、開校以来50年の自動車整備士養成の専門学校として、約4万人の卒業生を自動車業界へ送り込んでいる。

この自動車業界も、「100年に一度の変革期」を迎えている。

CASE（コネクテッド、自動運転、シェアリング、電動化）など次世代自動車技術やサービスをICT（情報通信技術）活用による、MaaS（マース：モビリティ・アズ・ア・サービス：サービスとしての移動手段）を実現しようとしている。

自動車の進化によって、メンテナンス技術も車載式故障診断装置OBD（オン・ボード・ダイアグノーシス）やエーミング作業等、最先端の技術が整備作業においても要求される時代が訪れている。

例えば、トヨタ自動車はMicrosoft社と共同でMR（Mixed Reality：複合現実）デバイス「HoloLens 2」を開発し、整備車両の現実世界と部品やマニュアルのCGを融合することによって、従来までの整備作業の精度と時間を大幅に改善しようとしている。

一方、整備士養成施設の教育機関では、「学科」＋「実習」という区分の概念により、学科は座学教室で、実習は実機のある実習場でと、時間と空間を区別して教育を行ってきた。しかし、先端技術のVRやAR等を利活用することによって、限られた時間や場所、実習機材の種類や数量、受講者の人数やレベル等の制限を克服することができる。

本事業は、限られた空間と設備、受講する人数による「実習授業」の制限や受講者の習得レベル等の格差を解消するために、AR技術を利用した「自動車整備」の実習授業のコンテンツの開発を行うものである。

本年度は、新型コロナウイルス感染症の影響から、コンテンツ開発のサンプルとしてAR技術を活用した科目「エンジンの基本構造」のサンプルを開発した。さらに、その授業に併せてシラバス、コマシラバス、サブテキストの開発を行い、本年度の事業は終了した。

次年度以降は、開発したコンテンツによる実証（実習授業）を行い、授業評価によって質の向上とその他の実習授業の「シャシ」「電子制御」等のあらたなAR開発へとつなげていくものである。

最後に、今回開発したコンテンツを同分野の多くの他校が利用して頂けることになれば、幸いです。

事業責任者

専門学校東京工科自動車大学校 佐々木 章

## 目 次

シラバス・コマシラバス	3
1. 概要	11
2. 構造・機能	13
(1) 吸気系統	13
(2) エンジン回転速度制御装置	19
(3) 燃料系統	23
(4) 点火系統	25
(5) 制御系統	27
3. 整備	44
(1) 吸気系統	44
(2) 燃料系統	47
(3) 制御系統	50

[電子制御開発方針]  
シラバス・コマシラバス



シラバス				
<p>自動車整備分野における実践的な職業教育を支える実習授業は、自動車整備士資格取得の国土交通省認定校として、必須の条件である。実習科目及び実習機器・教材等が詳細に規定されており、教育現場でICT環境を基盤とした先端技術を活用することにより、グループで実機を使わなければ出来なかった実習授業も、個別で最適な学びの支援が可能となる。</p> <p>本事業においては、特にAR（拡張現実：Augmented Reality）・VR（仮想現実：Virtual Reality）を活用して、授業はもちろん導入教育や予習・復習、補習・補講等を個別に利用でき、更に時と場所、距離を選ばない遠隔授業も可能となる開発を目指す。</p> <p>「エンジン本体のしくみ（仮題）」、「動力伝達装置（仮題）」、「電子制御装置（仮題）」について基礎力の習熟度を上げる効果を目指す。</p>				
コマシラバス				
1	AR授業受講の前提	1. シラバスとの関係	シラバスのAR活用	
		2. コマ主題	ARコンテンツを活用した受講方法習得	
		3. コマ主題細目	コマシラバスの各段階におけるコンテンツ利用	
		4. コマ主題細目深度	教科書、サブテキスト、ARコンテンツの相互活用	
2	自動車の整備	1. シラバスとの関係	整備の必要性や整備士の社会的な位置付け、自動車の構成要素から、今後学んでゆく内容の意義を理解する	AR用オリジナルテキスト
		2. コマ主題	自動車の社会的な位置付けから、整備の必要性や整備士の位置付けについて理解し、自動車の学習の意義を伝える。	

		3. コマ主題 細目	①整備の目的 ②整備の内容 ③整備士の役割と社会的な位置付け	
		4. コマ主題 細目深度	①整備の目的は、「保安上」「環境保全上」必要であるという観点から説明しておく ②整備の内容は、予防と修理という2点について説明しておく ③整備士の役割は、整備士資格制度を例に説明すると良い。 ④法律上の定義について説明しておく	
		5. 次コマとの関係	自動車整備と学生の勉強との結びつき（構造、工学、法令、点検調整、故障診断）について理解させ、次コマの自動車を構成する各ユニットの構成としくみ概要につなげる	
3	自動車の分類	1. シラバスとの関係	様々な方法による自動車の分類について、用途別、構造別等法令での分類を学ぶ	AR用オリジナルテキスト
		2. コマ主題	自動車の分類による法令上の違いを学び、それぞれの整備の違いについて理解する	
		3. コマ主題 細目	①自動車の定義 ②自動車の分類 ③エンジンの種類による分類	
		4. コマ主題 細目深度	①法律上の定義について説明しておく ②エンジンの種類（ガソリン・エンジン、ディーゼル・エンジン）搭載位置と駆動輪の位置（FF、FR、MR、RR） ③用途（乗用車、バス、トラック）責任あるプロとしての整備士になるために、構造の理解や、整備手法、安全管理などの勉強が必要なことを理解させる	

		5. 次コマとの関係	自動車を構成する装置について、基本知識として装置毎の内容を理解しておく	
4	自動車の主要構成	1. シラバスとの関係	自動車を構成する各種装置について基本知識を得て、今後の学習で更に深く学ぶ事を理解する	AR用オリジナルテキスト
		2. コマ主題	自動車を構成する装置について、その種類毎に理解しそれぞれの整備と必要性について理解する。	
		3. コマ主題細目	①原動機 ②動力伝達装置③懸架装置 ④制動装置 ⑤操舵装置	
		4. コマ主題細目深度	各装置について、独立した構造でありながら密接に関連している部分を理解する ①原動機と駆動装置の関係 ②懸架装置と操舵装置の関係 ③制動装置と懸架装置の関係	
		5. 次コマとの関係	それぞれの装置について、詳細を学ぶ	
5	エンジンの種類	1. シラバスとの関係	エンジンはそのユニットの働きのみを理解しても今後学ぶ各装置構造や整備作業をイメージできないが、基本的なしくみや作動について理解しておく必要がある	AR用オリジナルテキスト
		2. コマ主題	これまで自動車メーカーにより沢山のエンジンが開発され、それぞれに構造及び性能に特徴がある。これらをそれぞれの分類により理解する事を目的とする。	
		3. コマ主題	①燃料による分類 ②動力発生方法	

		細目	による分類 ③燃焼サイクルによる分類 ④気筒配置による分類 ⑤付加装置による分類	
		4. コマ主題 細目深度	①ガソリン、軽油について基本的性質と使用エンジンについて ②ピストン式、ロータリー式 ③燃焼サイクルによる分類 ④気筒数および配置による分類 ⑤ターボ車、ハイブリッド車などの基礎知識	
		5. 次コマとの関係	エンジンの基本サイクルを学びエンジンの作動の概要は理解したことになる。次のコマは走るしくみを学習し、エンジンからの動力がどのように走行につながるか学習する。	
6	エンジン電子制御装置	1. シラバスとの関係	様々な使用状況により変化するエンジンの使用条件で常に状態を保つ制御について理解する。	AR用オリジナルテキスト
		2. コマ主題	電子制御の基本となる入出力について、系統毎にその必要性と役割を理解する。細かな状況に応じた制御については電子制御の授業において学習するため、個々では概要を把握することを主題とする	
		3. コマ主題 細目	①吸気系統 ②燃料系統 ③点火系統 ④制御系統について理解する	
		4. コマ主題 細目深度	それぞれの系統について、装置名称と役割までを理解する。	
		5. 次コマとの関係	基本制御が理解できたら、状況別に制御装置の作動を考えて全体像を把握する	



# [電子制御開発方針]

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

### 1. 概要

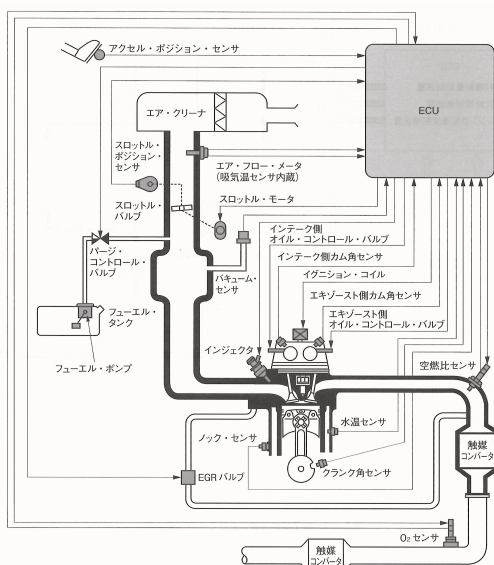
電子制御装置とは、センサ、ECU及びアクチュエータで構成されており、電気信号を用いることにより、自動車の運転状態や自然環境などが変化する状況下でも、エンジンが円滑に回転しなくてはならないことと、有害排気ガスの発生を抑えるために、燃料噴射や点火時期などをきめ細かく制御する装置である。

ECUはエンジンなどの状態を検出するセンサからの信号によりアクチュエータを作動させている。図1は、電子制御装置のシステム・ブロック図の一例です。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 1  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御案）

図1. 電子制御装置のシステム・ブロック図の一例



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 2  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

電子制御装置では、エンジンの吸入空気量及び温度、エンジンの回転速度、冷却水の温度、スロットル・バルブの開度、排気管内の残存酸素濃度、車速などに応じて、最適な燃料噴射量及び噴射時期、最適な点火時期、最適なバルブ・タイミングとなるようにECUで制御している。これにより、燃料系統や点火系統、吸排気系統など総合的な制御が可能となり、出力の向上及び燃費の低減のほか、有害排気ガスの抑制にも有効である。

なお、近年では電子制御装置の発達により、理論空燃比よりも希薄な混合気で燃焼させ、より一層の有害排気ガスの低減と燃費の低減を可能としたエンジンもある。

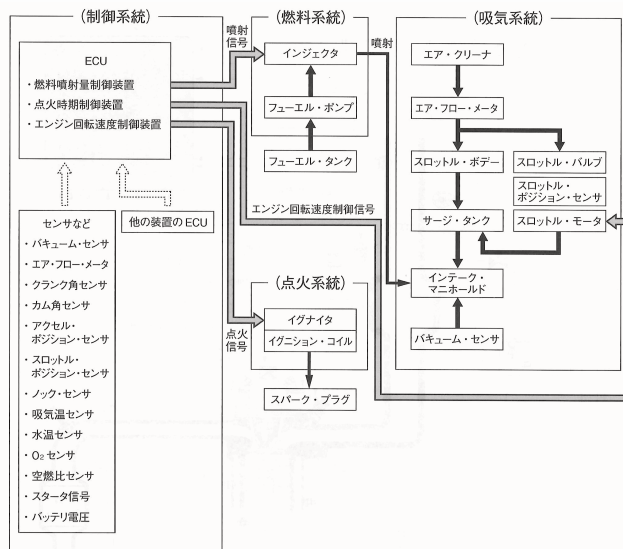
電子制御装置を分類すると、図2のように吸気系統、燃料系統、点火系統及び制御系統の4系統で構成されている。

ここでは、各系統における装置の基本的な構造・機能について説明する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

図2. 電子制御装置における系統図の一例



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会



## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

### 2. 構造・機能

#### (1) 吸気系統

吸気系統には、適正な混合気をつくるために、正確な吸入空気量を検出する吸入空気量検出装置、エンジンの冷却水温度やエンジンに対する各負荷により、エンジン回転速度を制御するエンジン回転速度制御装置がある。ここでは、吸入空気量検出装置とエンジン回転速度制御装置に用いられている代表的なものについて説明する。

##### ①吸入空気量検出装置

エンジンには、吸入空気量に見合った燃料を供給する必要がある。また、必要とする燃料の量はエンジンの運転状態によって異なる。このため、エンジンの運転状態に見合った空燃比になるように、吸入空気量検出装置により吸入空気量を検出している。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 5  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

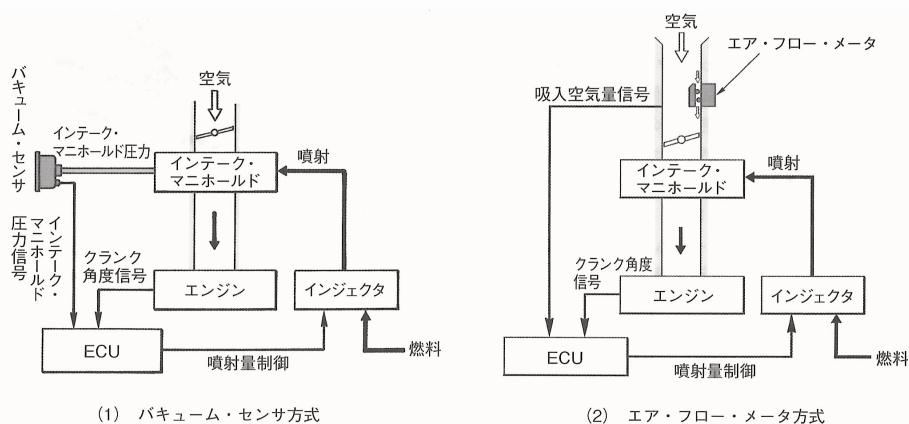
## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

この吸入空気量を検出する方法には、図3のようにエンジンに吸入される空気量をバキューム・センサを用いて計測したインテーク・マニホールド圧力から求める方法と、エア・フロー・メータを用いて直接計量する方法とがある。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 6  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

図3. 吸入空気量検出方式



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 7  
 「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

### (ア) バキューム・センサ

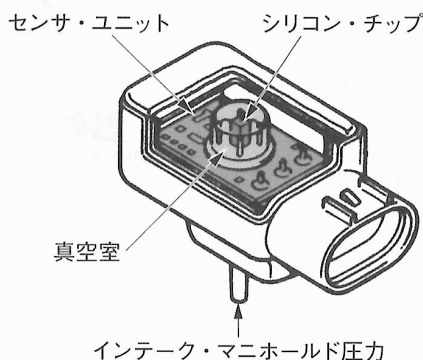
図4に示すバキューム・センサは、インテーク・マニホールド圧力を計測するもので、シリコン・チップ（結晶）に圧力を加えると、その電気抵抗が変化する性質をもつ半導体を利用した圧力センサである。

インテーク・マニホールド圧力は、吸入空気量と比例の関係があり、あるエンジン回転速度で吸入空気量が多いときには、インテーク・マニホールド圧力は高く、逆に吸入空気量が少ないときは、インテーク・マニホールド圧力は低くなる。この変化をシリコン・チップが検出している。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 8  
 「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

図4. バキューム・センサ



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 9  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

シリコン・チップが取り付けられたセンサ・ユニット内は、常に真空に保たれており、また、シリコン・チップの片側にインテーク・マニホールド圧力（絶対圧（注参照））が作用する構造になっている。バキューム・センサにインテーク・マニホールド圧力が作用すると、シリコン・チップは真空室との圧力差に応じた応力を受け、電気抵抗が変化する。

この抵抗値に応じた電圧を、インテーク・マニホールド圧力の電気信号としてECUに入力している。

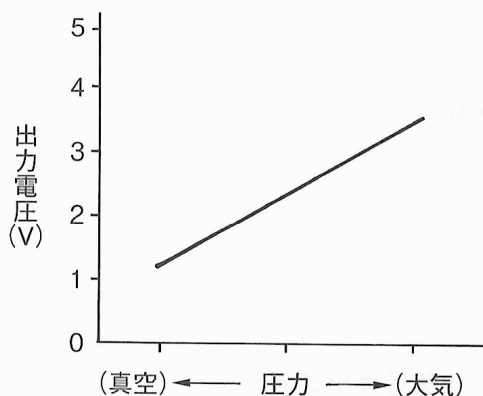
圧力信号の電圧特性は、図5のように圧力が大気圧に近づくほど出力電圧が大きくなっている。

（注）絶対圧とは、真空をゼロとしたときの圧力である。大気圧は、場所や天候により変化するので、バキューム・センサは絶対圧を検出することにより、常に正しい圧力を検出している。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 10  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

図5. 圧力信号の電圧特性



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 11  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

### (イ) エア・フロー・メータ

エア・フロー・メータは、エンジンの吸入空気量を検出するセンサで、種類には熱線式、カルマン渦式及びメジャリング式があるが、ここでは、熱線式について説明する。

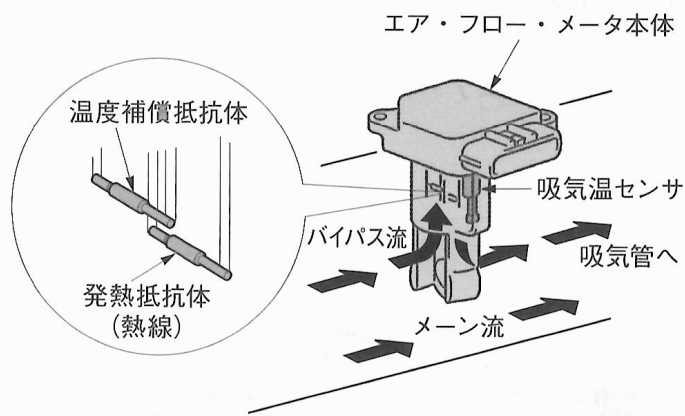
熱線式エア・フロー・メータは、図6のように、発熱抵抗体（熱線）及び温度補償抵抗体が吸気通路に設けられており、吸入空気量の変化に対応して発熱抵抗体に流れる電流値が変化する。この電流変化に見合った電圧を信号としてECUに入力している。

また、熱線式エア・フロー・メータは、図のように吸気温センサが一体となったものが主流となっている。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 12  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

図6. 熱線式エア・フロー・メータ



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 13  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

図7のように、電流を流して加熱した発熱抵抗体を空気の流れの中に置くと、発熱抵抗体は冷却されて抵抗が変化する。空気の流量が多くなるほど熱を奪われるため、発熱抵抗体の温度を一定に保つためには、発熱抵抗体に流す電流値を増加させる必要がある。

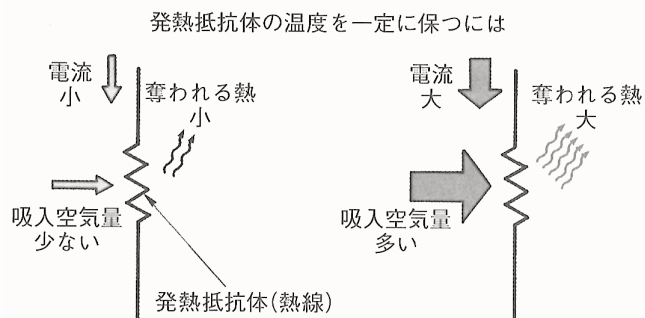
電流値の変化は、通過する空気の質量（吸入空気量）の変化と等しく、この電流値に見合った電圧値の変化を測定することにより吸入空気量が求められ、図8のように吸入空気量が多いほど出力電圧が高くなっている。

温度補償抵抗体は、吸入空気量が一定であっても、吸入空気温度によって発熱抵抗体から熱を奪って冷却する割合が異なり、吸入空気量の検出に誤差が生じるので、これを補正する働きをする。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 14  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

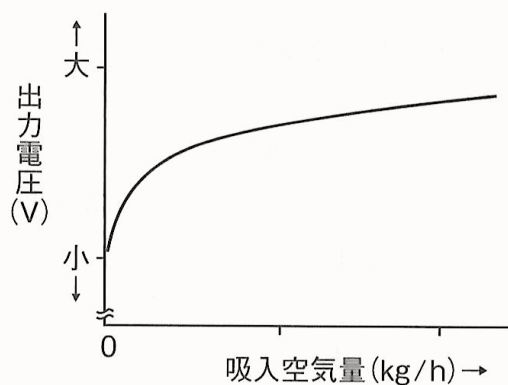
図7. 熱線式エア・フロー・メータの原理



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 15  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

図8. 熱線式エア・フロー・メータの出力電圧特性



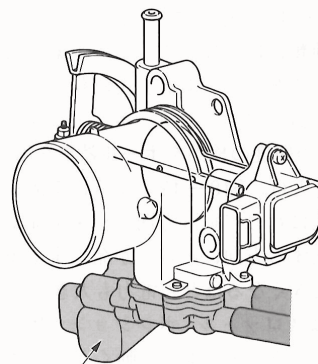
出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 16  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

### （2）エンジン回転速度制御装置 （ア）アイドル回転速度制御装置

アイドル回転速度とは、車両が停車中でアクセル・ペダルを踏んでいないときのエンジン回転速度のことをいい、冷間時のエンジンの回転抵抗が大きいときやエアコンの負荷が掛かったときなどには、エンジン回転を安定させるために、アイドル回転速度を高め調整する必要がある。

このため、図9に示すアイドル回転速度制御装置により、エンジンの運転状態に見合ったアイドル回転速度になるように吸入空気量を制御している。



アイドル・スピード・  
コントロール・バルブ (ISCV)

図9. アイドル回転速度制御装置

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 17  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

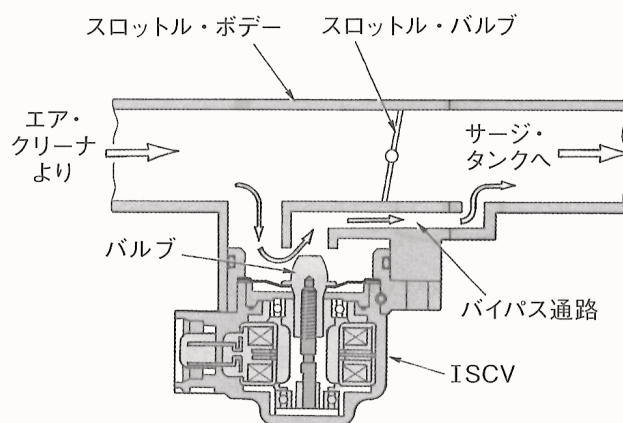
アイドル回転速度時には、スロットル・バルブは全閉になっているため、図10のようなバイパス通路にアイドル・スピード・コントロール・バルブ（以下、ISCVという。）を設けて、各センサからの信号により、ECUがエンジンの運転状態に応じた目標回転速度になるように、バイパス通路に流れる吸入空気量をISCVで調整している。また、ISCVの種類には、ロータリ・バルブ式、ステップ・モータ式及びソレノイド・バルブ式がある。

なお、近年では後述する、電子制御式スロットル装置が主流となっており、その場合はアイドル回転速度制御をECUとスロットル・モータが行うためISCVは不用となる。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 18  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

図10. バイパス通路



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 19  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

### (イ) 電子制御式スロットル装置

電子制御式スロットル装置は、運転者が操作するアクセル・ペダルの踏み込み角度（アクセル開度）の信号をもとに運転状況に応じてECUがスロットル開度を決定し、その開度になるようにスロットル・モータを駆動してスロットル・バルブを制御するものである。スロットル開度を制御することで、スロットル・バルブ内の通路に流れる吸入空気量の調整を行い、エンジンが目標回転速度になるように制御している。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 20  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会



## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

### (a) スロットル・モータ

図11に示すスロットル・モータは、スロットル・ボデーに取り付けられており、応答性が高く、消費電力の小さなDCモータが用いられている。

スロットル・モータは、運転者のアクセル・ペダルの踏み込み角度や各センサの信号を受けたECUによって、運転状態に合ったスロットル・バルブ開度となるように駆動される。

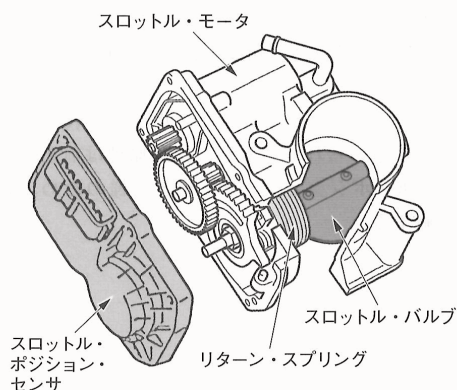


図11. 電子制御式スロットル装置

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 21  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

### (b) スロットル・ポジション・センサ

スロットル・ポジション・センサは、前述した図11のようにスロットル・ボデーに取り付けられており、スロットル・バルブの開度を検出し、ECUに入力するセンサである。

センサの種類には、接点式とホール素子式とがあるが、ここでは現在主流であるホール素子式のものについて説明する。

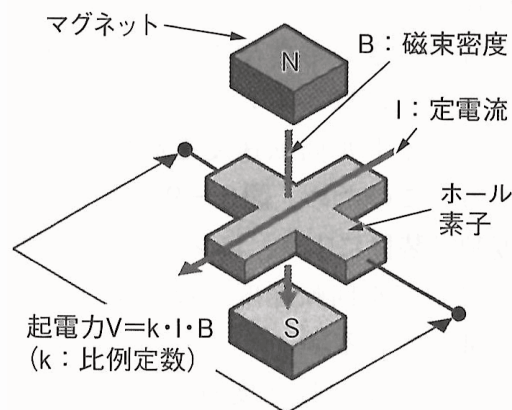
ホール素子式のスロットル・ポジション・センサは、スロットル・バルブの開度の検出をホール効果を用いて検出している。

ホール効果とは、図12のように電流が流れているホール素子へ、電流に対して垂直方向に磁束を加えると、電流と磁束の両方に直交する方向に起電力が発生する現象をいい、加わる磁束密度が大きくなるほど起電力も大きくなる。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 22  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

図12. ホール効果の原理



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 23  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

図13はスロットル・ポジション・センサの作動を示したもので、スロットル・バルブが動くときマグネットが動き、その動きに応じてホール素子に発生する起電力からECUはスロットル・バルブの開度を検出している。

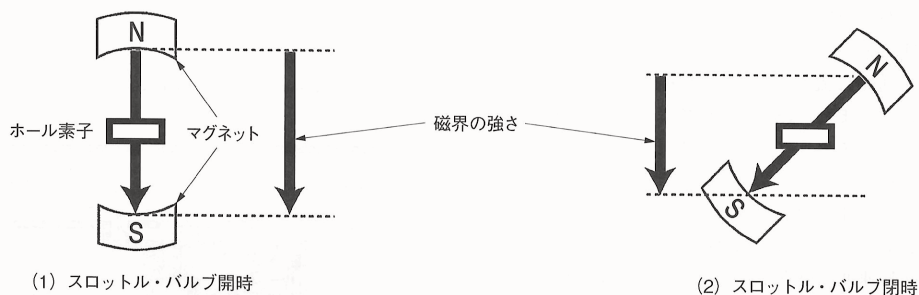


図13. スロットル・ポジション・センサの作動

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 24  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

### (c) アクセル・ポジション・センサ

図14に示すアクセル・ポジション・センサは、アクセル・ペダル部に取り付けられており、アクセル・ペダルの踏み込み角度を検出し、ECUに入力するセンサである。

アクセル・ポジション・センサは、一般にホール素子式が用いられているが、作動原理は前述したスロットル・ポジション・センサと同様のため、説明は省略する。

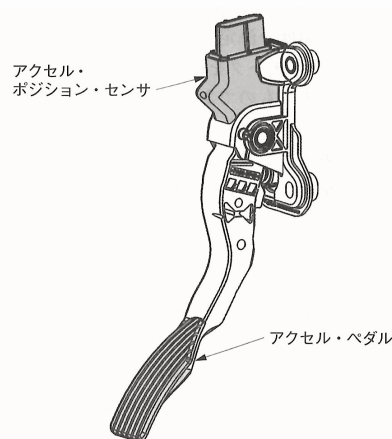


図14. アクセル・ポジション・センサ

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 25  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

### (3) 燃料系統

燃料系統は、燃料を蓄えておくフューエル・タンク、燃料をインジェクタに送るフューエル・ポンプ、インジェクタに送られる燃料の圧力を一定に保つプレッシャ・レギュレータ、ECUからの信号により、燃料を噴射するインジェクタなどで構成されている。

#### ①インジェクタ

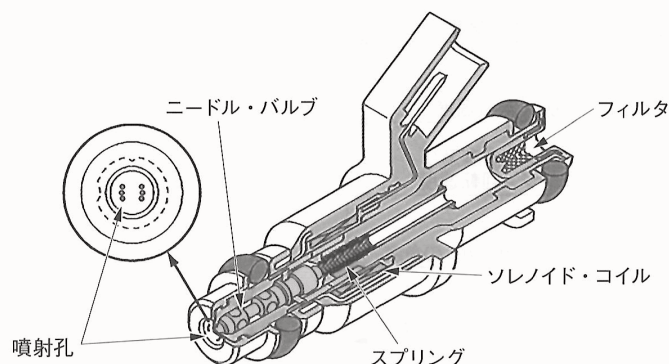
図15に示すインジェクタは、ソレノイド・コイルに電流を流すことで燃料の噴射を行うが、ニードル・バルブのストローク、噴射孔の面積及び燃圧などが決まっているため、燃料の噴射量はソレノイド・コイルへの通電時間によって決定される。

なお、ECUは各センサからの信号により、最適な燃焼状態となるようにエンジン回転速度や負荷に応じて噴射量を決定し、適切なタイミングでインジェクタを制御している。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 26  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

図15. インジェクタ



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 27  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

### ②フェール・ポンプ

ここでは、プレッシャ・レギュレータとフェール・フィルタが一体構造になっているフェール・ポンプについて説明する。

フェール・ポンプは、図16のようにフェール・タンク内に設けられ、タンク内の燃料をインジェクタに送っている。

なお、ECUはスタート信号やクランク角センサからの信号などにより、フェール・ポンプを駆動する。

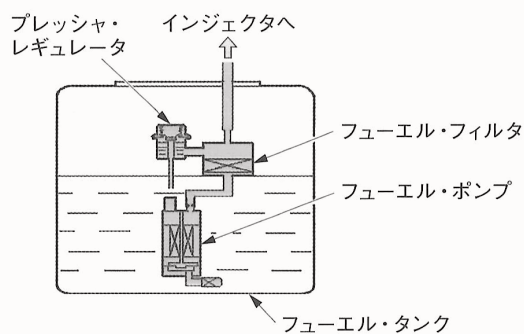


図16. フェール・ポンプ

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 28  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

### （4）点火系統

点火系統の基本構成は、高電圧を発生させるためのイグナイタとイグニッション・コイル、また、圧縮された混合気に、点火するためのスパーク・プラグなどで成り立っている。

走行状態のエンジンには、常に負荷や回転速度の変化が生じており、自動車を快適に走らせるためには、これらの変化に応じた適切な点火制御が必要となる。

一般にエンジンの回転速度が速くなると、シリンダ内のピストンの動きは速くなる。また、エンジンが低負荷時では、高負荷時と同じ回転速度であっても、スロットル・バルブの開度が小さく、シリンダ内へ吸入される混合気の量が少ないので燃焼速度は遅い。このことから、混合気を適切な状態で燃焼させるためには、高速時や低負荷時は、低速時や高負荷時よりも早い時期に混合気に点火する必要がある。したがって、点火時期は、エンジンの負荷や回転速度などの運転状態に応じて、それぞれ適切に決められている。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 29  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

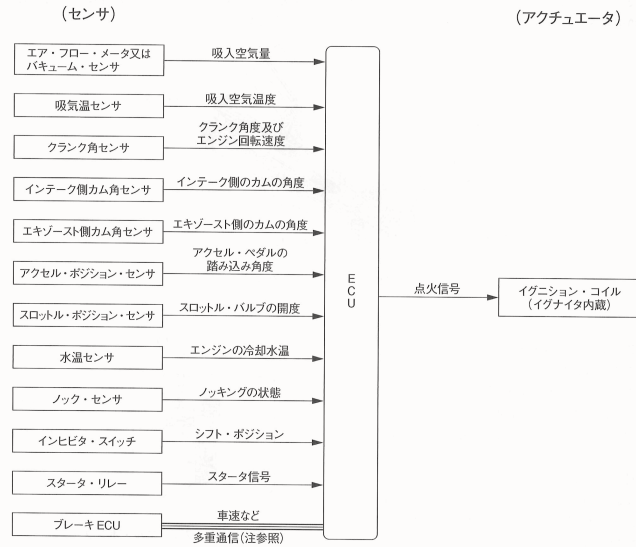
図17は、霜子制御装置の点火系統図で、エンジンの運転状態を検出して信号を送る各センサ、センサから信号を受けて、点火時期を制御するECU及び ECU からの信号により駆動されるアクチュエータ（イグニッション・コイル）などで構成されている。

また、図に示す ECU や各センサは、すでに説明しているので、ここでは省略する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 30  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

# ARを活用した自動車整備の演習・実習のコンテンツ開発事業（電子制御）

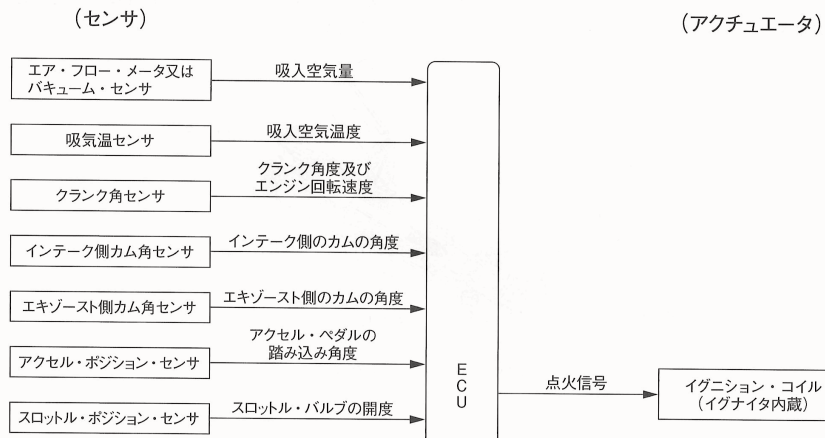
図17. 点火系統



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 31  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

# ARを活用した自動車整備の演習・実習のコンテンツ開発事業（電子制御）

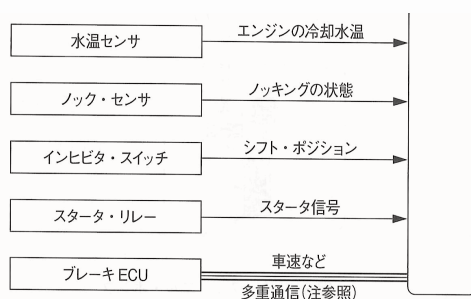
図17. 点火系統（拡大）



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 32  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

図17. 点火系統（拡大）



(注) 多重通信とは、一つの回線で複数の信号を伝送する方式である。自動車の場合、複数のECUが、様々なデータの信号を1本もしくは2本の配線で通信し共有している。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 33  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

### (5) 制御系統

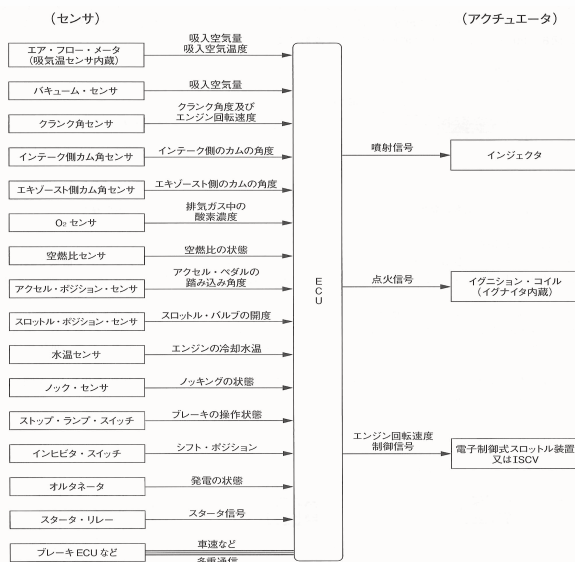
制御系統は、エンジンの運転状態を検出して信号を送る各センサと、センサから信号を受けて、燃料噴射制御、点火時期制御及びエンジン回転速度を制御するECU、ECUからの信号により駆動される各アクチュエータなどで構成されている。

図18は電子制御装置の制御系統図を示したもので、以下これらのセンサなどについて説明する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 34  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

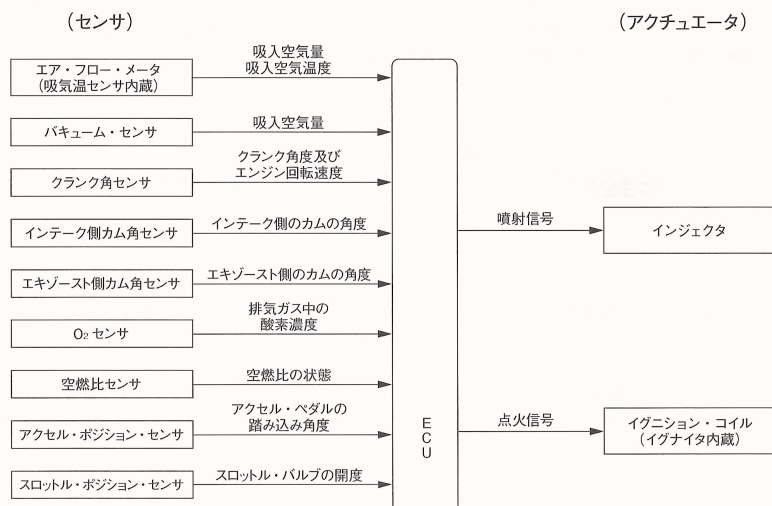
図18. 制御系統図



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 35  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

図18. 制御系統図（拡大）

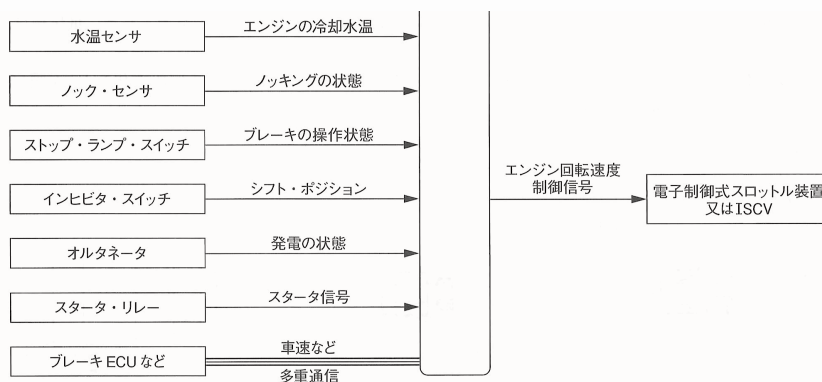


出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 36  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会



## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

図18. 制御系統図（拡大）



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 37  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

### ①回転センサ

回転センサには、クランク角センサやカム角センサがあり、クランク角センサは、クランク角度とピストン上死点を、カム角センサはカム角度の検出を行っており、ECUはこの二つのセンサの信号からエンジン回転速度や気筒判別を行っている。

なお、センサの種類には、ピックアップ・コイル式、磁気抵抗素子式などがある。

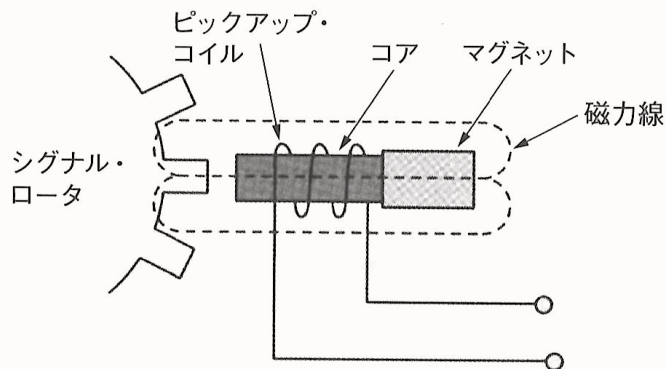
#### (ア) ピックアップ・コイル式

ピックアップ・コイル式は、図19に示すようにシグナル・ロータ、ピックアップ・コイル、コア及びマグネットで構成されており、クランクシャフトに取り付けられたシグナル・ロータが回転すると、シグナル・ロータの凹凸とコアとの間隔が変化することにより、ピックアップ・コイルを通る磁力線の量が変わり、ピックアップ・コイルに起電力(電圧)が発生する。ECUはこの発生した電圧を波形整形回路によって、図20のようにアナログ波形をデジタル波形に変換している。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 38  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

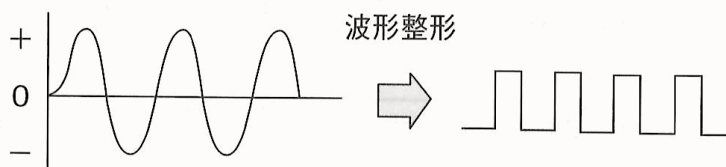
図19. 信号の発生原理



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 39  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

図20. 波形整形



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 40  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

### （ウ）磁気抵抗素子式

磁気抵抗素子式は、図21のようにシグナル・ロータ、磁気抵抗素子及びマグネットで構成され、磁気抵抗素子に掛かる磁束の大きさが変化することで、磁気抵抗素子の抵抗値が変化する性質を利用したものである。

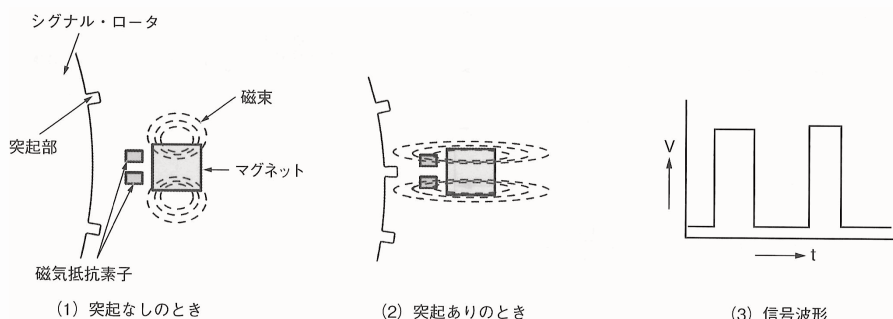
図（1）のように磁気抵抗素子の前面にシグナル・ロータの突起がないときは、マグネットから発生する磁束が磁気抵抗素子を通らないため、磁気抵抗素子の抵抗値は変化しない。一方、図（2）のように磁気抵抗素子の前面に突起があるときは、マグネットから発生する磁束は磁気抵抗素子を通るため、抵抗値は増加する。

この抵抗値の変化により、センサに印加されている電圧も変化するので、その電圧変化をICが図（3）のようにパルス信号に変換してECUに入力している。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 41  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

図21. 信号の発生原理



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 42  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

### (a) 信号の検出

ここでは、ピックアップ・コイル式のクランク角センサ及びカム角センサについて説明する。

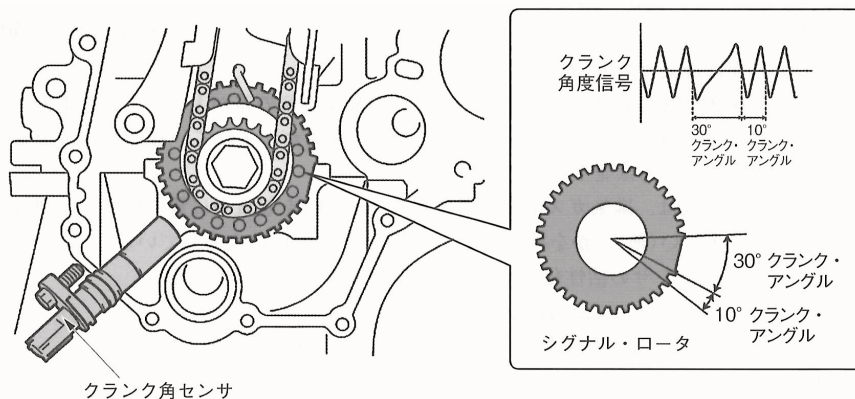
#### i) クランク角センサ

図22に示すクランク角センサは、クランクシャフトに取り付けられたシグナル・ロータに10°ごとに凸部が設けられており、上死点を検出するために凸部が2個少なくなっている。クランク角センサは10°ごとのクランク角度を検出すると共に、正確な上死点位置の検出が行える。また、波形数はシグナル・ロータの凹凸数と同じになるので、一定時間当たりの波形数をカウントすることで回転速度を検出することができる。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 43  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

図22. クランク角センサ



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 44  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

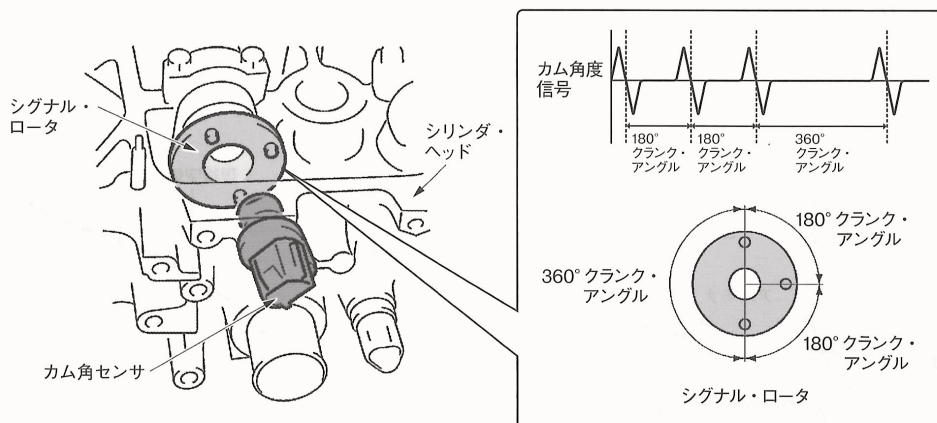
### (b) カム角センサ

カム角センサは、図23に示すようにシリンダ・ヘッドに取り付けられており、カムシャフトに設けられたシグナル・ロータの回転から、カムシャフトの回転を検出し、ECUに入力するセンサである。また、ECUは入力された信号からカム角度の検出を行うと共に前述したクランク角度とカム角度を比較することで気筒判別を行っている。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 45  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

### カム角センサ



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 46  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

### ②O<sub>2</sub>センサ

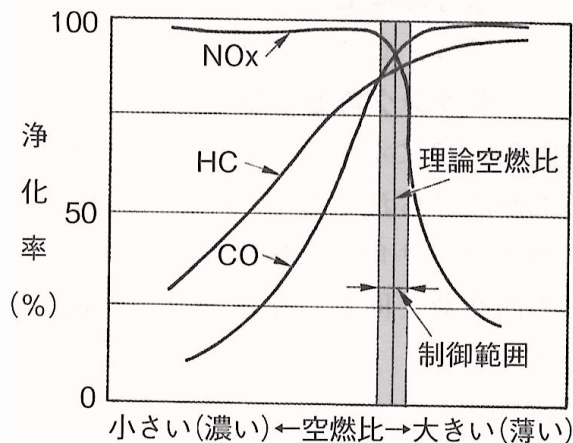
三元触媒が最もよい浄化性能を発揮するには、図24のように、空燃比を理論空燃比付近の狭い範囲に制御する必要がある。このため、触媒コンバータに入る前の排気ガス中の残存酸素濃度をO<sub>2</sub>センサが検出し、空燃比が理論空燃比に対して小さい（濃い）か、大きい（薄い）かの信号をECUに入力している。

一般にO<sub>2</sub>センサにはジルコニア式が用いられ、エキゾースト・パイプに設けられた触媒コンバータ上流側に取り付けられている。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 47  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

図24. 三元触媒の浄化特性



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 48  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

ジルコニア式 $O_2$ センサは、図25のように試験管状のジルコニア素子の内外面に、白金をコーティングしたもので、内面に大気を導入し、外面は排気ガス中にさらされている。

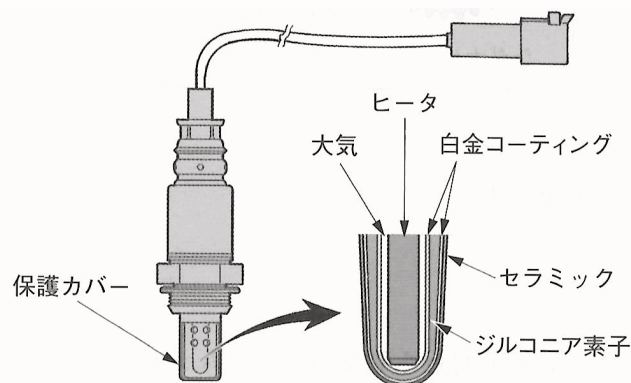


図25. ジルコニア式 $O_2$ センサ

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 49  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

ジルコニア素子は、図26に示すように高温で内外面の酸素濃度の差が大きいと、起電力を発生する性質があり、混合気の濃度が薄いときは、排気ガス中に十分な酸素が含まれているため、 $O_2$ センサ内外に酸素濃度の差が生まれず、起電力は発生しない。

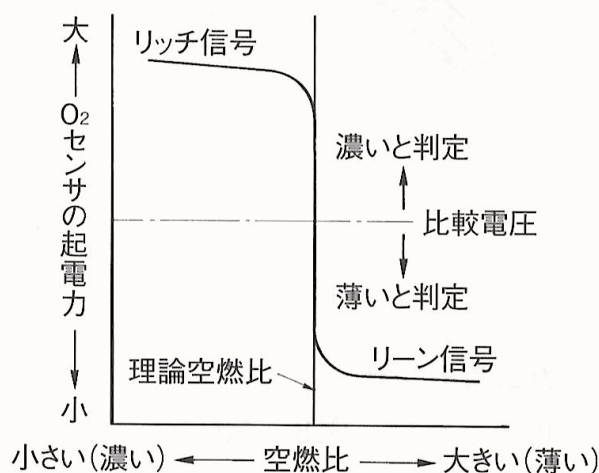
したがって、ジルコニア式は、排気ガス中の酸素の有無（空燃比）を起電力に置き換えて、理論空燃比に対して小さい（濃い）か、大きい（薄い）かを検出して、この信号をECUに入力している。

なお、低温時における $O_2$ センサの活性化を図るためにヒータが設けられている。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 50  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

図26. O<sub>2</sub>センサの出力特性



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 51  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

### ③空燃比センサ

図27に示す空燃比センサは、一般にエキゾースト・マニホールドに取り付けられ、図28のように空燃比に比例した電圧をECUに入力している。このため、ECUはO<sub>2</sub>センサのみの場合より詳細な空燃比制御を行える。また、O<sub>2</sub>センサと同様に低温時における空燃比センサの活性化のためにヒータが設けられている。

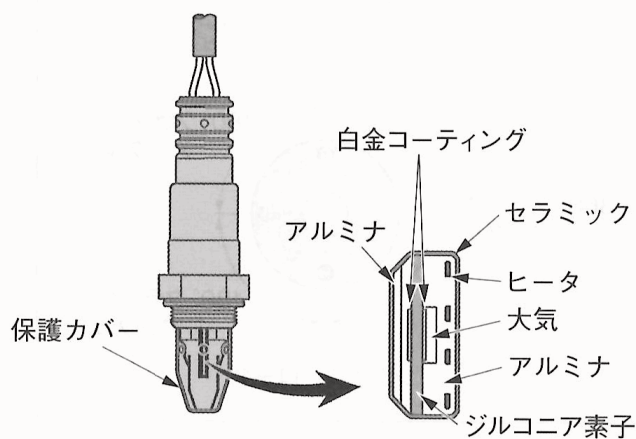
ECUはO<sub>2</sub>センサと空燃比センサの両方の信号から空燃比制御を行っている。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 52  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会



## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

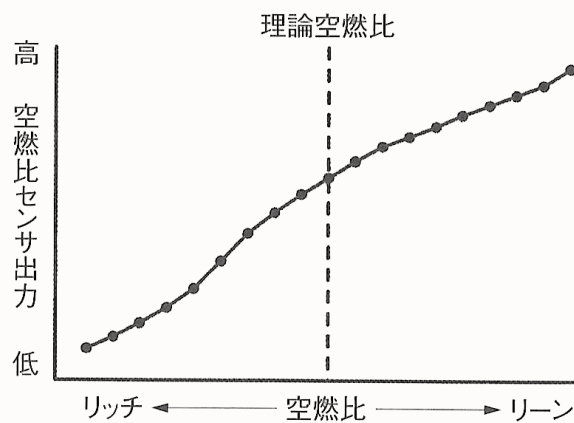
図27. 空燃比センサ



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 53  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

図28. 空燃比センサの出力特性



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 54  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

### ④温度センサ

温度センサの種類には、吸入空気温度を検出する吸気温センサ、エンジンの冷却水温度を検出する水温センサなどがある。

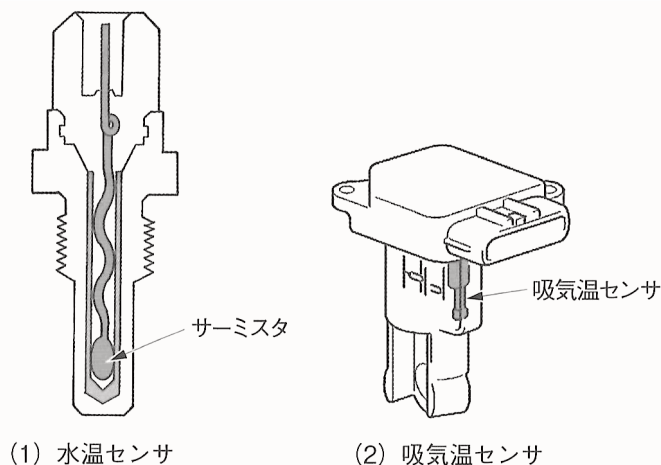
図29のようにセンサの内部には測定物の温度によって抵抗値が変わるサーミスタが内蔵されており、図30のように測定物の温度が低いときほど抵抗値は高く、温度が高くなるに従い抵抗値は小さくなる特性（負特性）をもったものが用いられる。

したがって、温度センサはあらかじめ、センサに電圧を掛けておき、測定物の温度変化によるサーミスタの抵抗値の変化を電圧値に置き換え、ECUに入力して温度を検出している。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 55  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

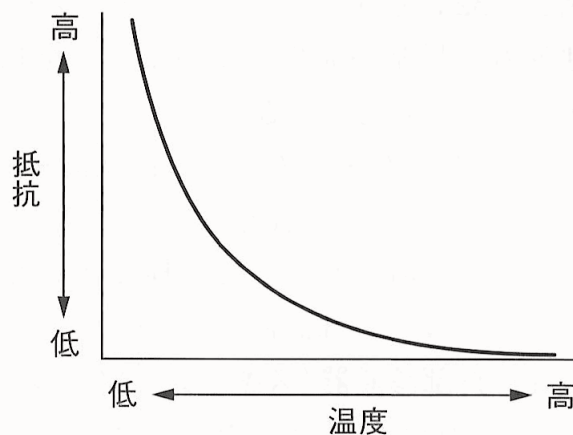
図29. 温度センサ



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 56  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

図30. サーミスタの抵抗特性



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 57  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

### ⑤スタータ・スイッチ（スタータ信号）

エンジン始動時は、インテーク・マニホールド圧力又は吸入空気量が不安定で、燃料が十分に気化されない。したがって、始動性を高めるために混合気を濃くし、的確に点火を行う必要がある。ECUは、始動時の混合気を濃くするために燃料の増量を行い、また、点火時期は固定値の点火信号をイグニッション・コイル内蔵のイグナイタに送るが、それには、エンジンがクランキング中であることを判定する必要がある。このための信号がスタータ信号で、スタータ・スイッチからECUに入力する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 58  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

### ⑥ECU

ECUは、図31のように、バキューム・センサからのインテーク・マニホールド圧力信号又はエア・フロー・メータからの吸入空気量信号と、クランク角センサからの信号により基本噴射量及び基本点火時期を求め、これに、各センサなどからの信号による補正を加えて、運転状態に適した噴射量及び点火時期を決定している。

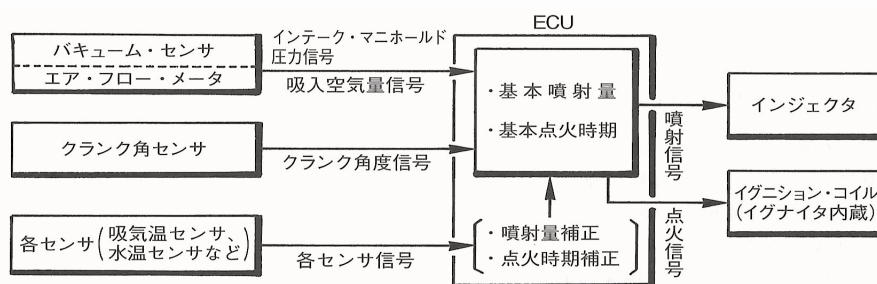


図31. ECU制御ブロック図

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 59  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

### ⑦車載式故障診断装置(OBD : On Board Diagnosis)

車載式故障診断装置（以下、OBDという。）とは、車両自体のECUが排気ガス浄化装置の異常を監視し、異常発生時に警報を表示して運転者に知らせると共に、その故障内容を記憶保持する装置のことである。

OBDは、1988年にアメリカのカリフォルニア州内で販売される新車に、エンジンについての自己診断機能の搭載を義務付けたのが始まりで、その後1990年代半ば過ぎに、OBDII点検コネクタや通信規格、故障診断コードなどが標準化されたものであり、アメリカで販売される自動車に義務付けられた規制である。

日本ではJ-OBDII規制として、2008年10月1日以降発売の新型車、2010年9月1日以降に発売の継続生産車及び輸入車のガソリン乗用車から順次義務付けられている。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 60  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

### （ア）自己診断機能

ECUはセンサ及びアクチュエータなどに不具合が発生した場合、図32に示すチェック・エンジン・ウォーニング・ランプを点灯させ、運転者に異常が発生していることを知らせると同時にダイアグノーシス・コードを記憶する。

ダイアグノーシス・コードの読み出しには、一般に外部診断器（スキャン・ツール）を使用するが、チェック・エンジン・ウォーニング・ランプの点滅を利用して点検できるものもある。ここでは、外部診断器（スキャン・ツール）を使用した確認方法の一例について説明する。

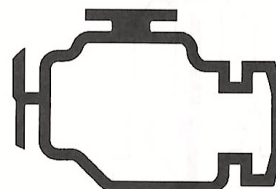


図32. チェック・エンジン・ウォーニング・ランプ

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 61  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

### （a）外部診断器（スキャン・ツール）による確認

J-OBDDIIに対応した車両は、OBDDII点検コネクタや通信規格、故障診断コードなどが標準化されていることから、どのメーカーの車両も共通の外部診断器（スキャン・ツール）で必要な情報を読み取ることができるようになっている。

また、外部診断器（スキャン・ツール）の機能には、ダイアグノーシス・コードを確認する以外に表1に示すような機能もある。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 62  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

表1 外部診断機（スキャン・ツール）の機能（一例）

機能	概要
作業サポート	整備作業の補助や ECU の学習値の設定及び初期化
データ・モニタ	センサから ECU への入力値の表示とアクチュエータへの出力値を表示
フリーズ・フレーム・データ	ECU がダイアグノーシス・コードを記憶した時点の車両の状態
アクティブ・テスト	外部診断器（スキャン・ツール）から ECU に指令を出して、アクチュエータを任意に作動及び停止できる試験機能

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 63  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

### i) ダイアグノーシス・コード

外部診断器（スキャン・ツール）が表示する排気ガスに係るダイアグノーシス・コードは、以下の表示例のようにアルファベット1文字と4桁の数字で表示される。

<表示例>

PO 1 0 7 圧カセンサ系統(Low)

外部診断器（スキャン・ツール）の画面には異常が発生している系統名と状態が文字として表示されることから、異常箇所の絞り込みが容易になっている。また、ダイアグノーシス・コードに表示されるアルファベットによって、次の4種類に分類される。

- P・・・エンジンなどのパワー・トレーンに関する異常
- C・・・ABSなどのシャシに関する異常
- B・・・エア・バッグなどのボデーに関する異常
- U・・・車両通信などのネットワークに関する異常

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 64  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

### ii) ダイアグノーシス・コードの表示及び消去

外部診断器（スキャン・ツール）は機種や各メーカーなどによって取り扱い方法が異なるため、ここでは一例を簡単に説明する。

#### (ア) ダイアグノーシス・コードの表示

(i) 車両のイグニッション・スイッチをOFFの状態、外部診断器（スキャン・ツール）につながれているケーブルをOBDⅡ点検コネクタ(16ピン・コネクタ)に接続する。

(ii) 車両のイグニッション・スイッチをON又はエンジンを始動する。

(iii) 外部診断器（スキャン・ツール）の電源をONにする。

(iv) 診断ソフト（車両メーカー）を選び車種の選択を行う。

(v) 点検項目を選び「ダイアグノーシス・コードの点検」を選択する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 65  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

### (イ) ダイアグノーシス・コードの消去

点検項目の「ダイアグノーシス・コードの点検」にダイアグノーシス・コードの消去項目があるので、キーを押し消去することができる。

従来の消去方法である指定されたヒューズを抜く又はバッテリーのマイナスを外す方法では、ECUの学習値、時計及びラジオなどのメモリもリセットされてしまったが、外部診断器（スキャン・ツール）から消去作業を行うとダイアグノーシス・コードとフリーズ・フレーム・データのみ消去することができ、時計及びラジオなどの設定が必要ないという利点がある。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 66  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

### 3. 整備

ここでは、外部診断器（スキャン・ツール）を用いた点検方法と用いない点検方法の一例を示す。

#### （1）吸気系統

##### ①バキューム・センサ

#### （ア）外部診断機（スキャン・ツール）を用いた点検方法

i) 外部診断器（スキャン・ツール）を接続し、車両のイグニッション・スイッチをONにした状態で外部診断器（スキャン・ツール）の電源をONにする。

ii) 外部診断器（スキャン・ツール）の項目からデータ・モニタを選択し、インテーク・マニホールド圧力の値が基準値内にあることを確認する。

iii) エンジンを始動し、アイドリング状態での値が規定値にあることを確認する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 67  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

#### （イ）外部診断器（スキャン・ツール）を用いない点検方法

##### ■電源電圧と出力電圧を点検する。

i) イグニッション・スイッチをONにし、バキューム・センサの電源端子とアース端子間の電圧を測定し、測定値が基準値にあることを確認する。

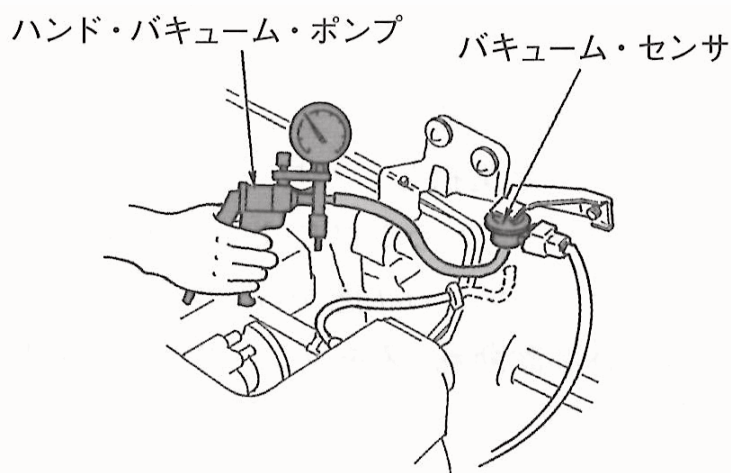
ii) 図33のように、バキューム・センサのバキューム・ホースを外し、ハンド・バキューム・ポンプを接続して、大気開放状態から規定の負圧を掛けたとき、出力端子とアース端子間の電圧が低下することを確認する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 68  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会



## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

図33. バキューム・センサの点検



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 69  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

### ②エア・フロー・メータ（熱線式）

#### (ア) 外部診断機（スキャン・ツール）を用いた点検方法

##### ■吸入空気量の値をデータ・モニタにて確認する。

i) 外部診断器（スキャン・ツール）を接続し、車両のイグニッション・スイッチをONにした状態で外部診断器（スキャン・ツール）の電源をONにする。

ii) 外部診断器（スキャン・ツール）の項目からデータ・モニタを選択し、エンジンを始動させ、アイドリング状態及びエンジンを規定の回転速度まで上げた状態でのデータ・モニタの吸入空気量の値が規定値にあることを確認する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 70  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

(ウ) 外部診断器（スキャン・ツール）を用いない点検方法

■ 電源電圧と出力電圧を点検する。

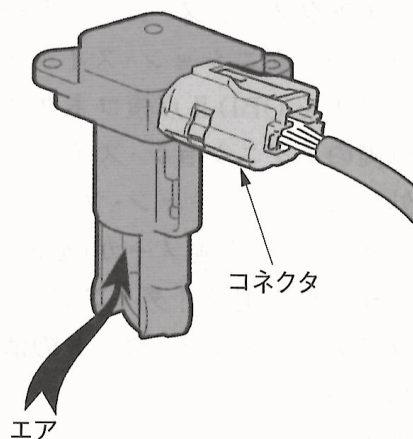
i) エア・フロー・メータのコネクタを切り離し、コネクタ側の電源端子とアース端子に電圧計を接続して、イグニション・スイッチをONにしたとき、バッテリー電圧が表示されることを確認する。

ii) センサにコネクタを接続し、信号端子とアース端子間の電圧を測定し、測定値が無風状態で規定値にあり、図34のように、発熱抵抗体にエアを吹いたとき、電圧が増加することを確認する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 71  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

図34. 熱線式エア・フロー・メータの点検



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 72  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

### （2）燃料系統

#### ①フューエル・ポンプの作動点検

#### （ア）外部診断器（スキャン・ツール）を用いた点検方法

##### ■フューエル・ポンプのアクティブ・テストを行う。

i) 外部診断器（スキャン・ツール）を接続し、車両のイグニッション・スイッチをONにした状態で外部診断器（スキャン・ツール）の電源をONにする。

ii) 外部診断器（スキャン・ツール）の項目からアクティブ・テストを選択し、フューエル・ポンプのアクティブ・テストを実施する。

iii) アクティブ・テスト実施中にフューエル・ポンプの作動音の有無を確認する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 73  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

#### （イ）外部診断器（スキャン・ツール）を用いない点検

##### ■フューエル・ポンプの作動点検を行う。

i) イグニッション・スイッチON後、数秒間フューエル・ポンプの作動音がすることを確認する。

ii) クランキング時、フューエル・ポンプの作動音がすることを確認する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 74  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

### ②インクジェクタの作動点検

#### (ア) 外部診断器（スキャン・ツール）を用いた点検方法

##### ■ アクティブ・テストのパワー・バランスを行う。

i) 外部診断器（スキャン・ツール）を接続し、車両のイグニッション・スイッチをONにした状態で外部診断器（スキャン・ツール）の電源をONにする。

ii) 外部診断器（スキャン・ツール）の項目からアクティブ・テストを選択し、パワー・バランスを行う。

iii) パワー・バランスによって各気筒の燃料噴射を停止させ、エンジンの状態からインジェクタの作動確認を行う。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 75  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

#### (イ) 外部診断器（スキャン・ツール）を用いない点検

図35のように、サウンド・スコープなどを使用して、クランキング時、インジェクタの作動音（カチカチ音）がすることを確認する。

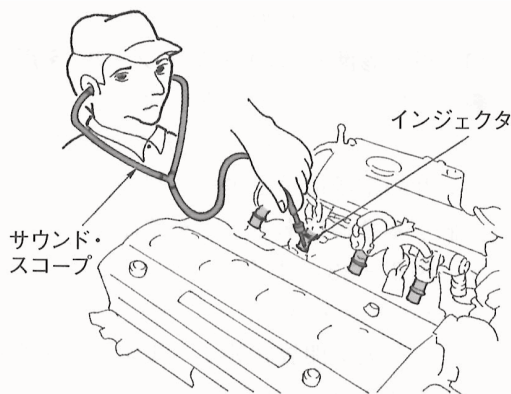


図35. インクジェクタの作動点検

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 76  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

### ③燃圧点検

#### (ア) 外部診断器（スキャン・ツール）を用いた点検方法（高圧側）

■ 燃料圧力の値をデータ・モニタにて確認する。

i) 外部診断器（スキャン・ツール）を接続し、車両のイグニッション・スイッチをONにした状態で外部診断器（スキャン・ツール）の電源をONにする。

ii) 外部診断器（スキャン・ツール）の項目からデータ・モニタを選択し、エンジンを始動させ、アイドリング状態でのデータ・モニタの燃圧が規定値にあることを確認する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 77  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

#### (イ) 外部診断器（スキャン・ツール）を用いない点検（低圧側）

■ 燃圧計により燃料圧力の値を確認する。

フューエル・ラインの燃圧を除去した後、燃圧計を、図36のようにデリバリ・パイプに取り付け、次の条件のときの燃圧が規定値にあることを確認する。

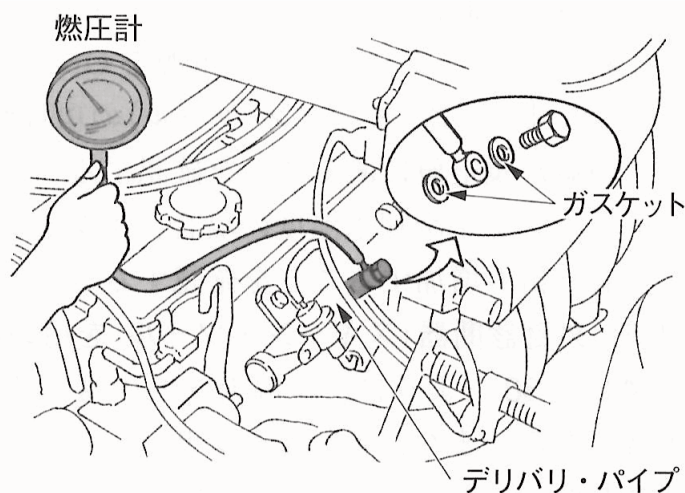
- ・フューエル・ポンプ作動時
- ・フューエル・ポンプ停止後の数分後
- ・アイドリング状態

燃圧が規定値より低い場合は、フューエル・ポンプ又はプレッシャ・レギュレータの不良、また、燃圧が規定値より高い場合は、プレッシャ・レギュレータの不良が考えられる。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 78  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

図36. 燃圧計の取り付け



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 79  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

### (3) 制御系統

#### ④スロットル・ポジション・センサ

#### (ア) 外部診断器（スキャン・ツール）を用いた点検方法

■スロットル・ポジション・センサの電圧又はスロットル・バルブ開度の値をデータ・モニタにて確認する。

i) 外部診断器（スキャン・ツール）を接続し、車両のイグニション・スイッチをONにした状態で外部診断器（スキャン・ツール）の電源をONにする。

ii) 外部診断器（スキャン・ツール）の項目からデータ・モニタを選択し、電圧値又は開度値が規定値にあることを確認する。

iii) アクセル・ペダルをゆっくりと踏み込んだときに、電圧値又は開度値が増加することを確認する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 80  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

(イ) 外部診断器（スキャン・ツール）を用いない点検（低圧側）

■ 各端子の抵抗測定とスロットル・バルブ開閉時の導通及び抵抗を測定する。

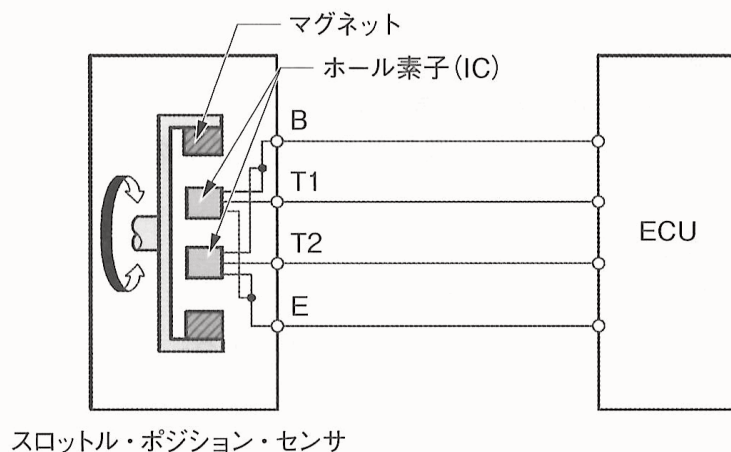
スロットル・ポジション・センサは、図37のようにセンサの内部にICが入っているため、単体点検が行えない。そのため、電源電圧の確認と配線の導通点検から不具合箇所を判断する。

- i) イグニッション・スイッチをOFFの状態ですエンサ側のコネクタを外す。
- ii) イグニッション・スイッチをONにして、センサ側のコネクタの電源端子(B)とアース端子(E)間の電圧を測定し、規定値にあることを確認する。
- iii) イグニッション・スイッチをOFFにしてECU側のコネクタを外し、センサ側とECU側の端子間の配線の抵抗値が規定値であることを確認する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 81  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

図37. スロットル・ポジション・センサの点検



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 82  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

### ②温度センサ

#### (ア) 外部診断器（スキャン・ツール）を用いた点検方法

■ エンジン冷却水温度（吸入空気温度）の値をデータ・モニタにて確認する。

i) 外部診断器（スキャン・ツール）を接続し、車両のイグニッション・スイッチをONにした状態で外部診断器（スキャン・ツール）の電源をONにする。

ii) 外部診断器（スキャン・ツール）の項目からデータ・モニタを選択し、エンジン冷却水温（吸入空気温度）の値が規定値にあることを確認する。

iii) エンジン冷却水温度の場合、エンジンを始動させ、エンジンの暖機が進むと共に、エンジン冷却水温の値も増加することを確認する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 83  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

#### (イ) 外部診断器（スキャン・ツール）を用いない点検

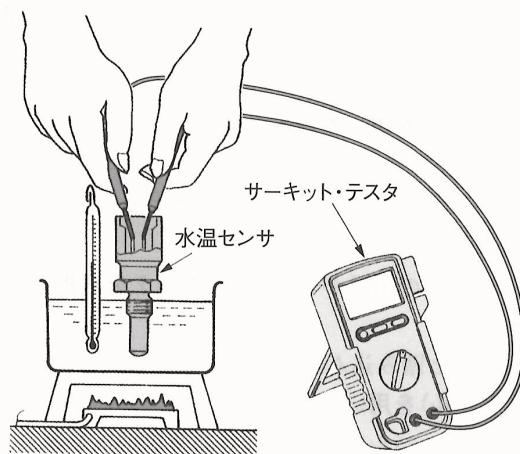
図38のように、水温センサの端子間の抵抗を測定する。水温の上昇に伴い、抵抗値が減少すれば正常である。また、吸気温センサは、エア・フロー・メータと一体となっていることが多いことから、雰囲気温度にて端子間の抵抗を測定し、規定値にあることを確認する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 84  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会



## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

図38. 水温センサの点検



出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 85  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

### ③ O<sub>2</sub> センサ、空燃比センサ

#### (ア) 外部診断器（スキャン・ツール）を用いた点検方法

■ O<sub>2</sub> センサ及び空燃比センサの出力値をデータ・モニタにて確認する。

i) 外部診断器（スキャン・ツール）を接続し、車両のイグニッション・スイッチをONにした状態で外部診断器（スキャン・ツール）の電源をONにする。

ii) エンジンを始動し、エンジンの暖機運転を行い、センサを活性化させる。

iii) 外部診断器（スキャン・ツール）の項目からデータ・モニタを選択し、エンジンの状態に伴い、O<sub>2</sub> センサ及び空燃比センサの出力値が変化することを確認する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 86  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

(イ) 外部診断器（スキャン・ツール）を用いない点検

O<sub>2</sub>センサ及び空燃比センサの出力端子とアース端子及び電源端子間の抵抗を測定し、規定値にあることを確認する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 87  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

④クランク角センサ、カム角センサ

(ア) 外部診断器（スキャン・ツール）を用いた点検方法

■クランク及びカムの回転信号の値をデータ・モニタにて確認する。

i) 外部診断器（スキャン・ツール）を接続し、車両のイグニッション・スイッチをONにした状態で外部診断器（スキャン・ツール）の電源をONにする。

ii) エンジンを始動し、外部診断器（スキャン・ツール）の項目からデータ・モニタを選択し、エンジン回転中にセンサから回転信号が出力されているかを確認する。

出典：国土交通省自動車局監修 自動車整備士養成課程 教科書 88  
「三級自動車ガソリン・エンジン」一般社団法人日本自動車整備振興会連合会

## ARを活用した自動車整備の演習・実習の コンテンツ開発事業（電子制御）

### （イ）外部診断器（スキャン・ツール）を用いない点検

クランク角センサ及びカム角センサなどの回転センサは、種類によって点検方法が異なるので注意する。

ピックアップ・コイル式の場合、端子間の抵抗を測定し、規定値であることを確認する。また、磁気抵抗素子式の場合、センサ内部にICが入っているため単体点検が行えないので、センサの電源電圧を測定し、規定値であることを確認する。

本「電子制御開発方針」は、文部科学省の教育政策推進事業委託費による委託事業として、《学校法人小山学園 専門学校東京工科自動車大学校》が実施した令和2年度「専修学校における先端技術利活用実証研究」の成果をとりまとめたものです。

令和2年度「専修学校における先端技術利活用実証研究」  
先端技術利活用実証研究プロジェクト

---

ARを活用した自動車整備の演習・実習のコンテンツ開発事業（バーチャル実習の教育コンテンツ開発） 電子制御開発方針

---

令和3年3月発行

発行所・連絡先

学校法人小山学園 専門学校東京工科自動車大学校  
〒164-0001 東京都中野区中野 6-21-16  
TEL 03-3360-8824 FAX 03-3360-8805  
<https://car.ttc.ac.jp/>

---

本書の内容を無断で転記、転載することを禁じます。