

## 5 M-EUエンジン 概要

### 5 M-EUエンジン

#### 1. 概要

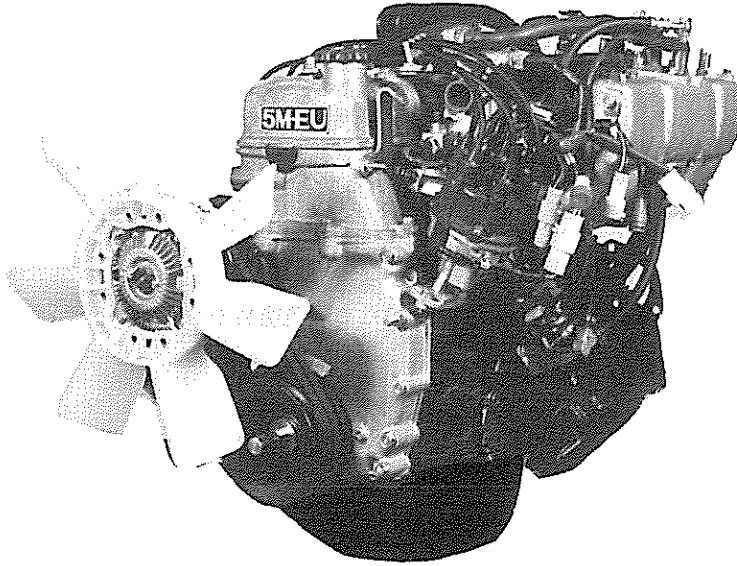
新開発の5 M-EUエンジンは従来の4 M-EUエンジンをボア アップし、2.8ℓ に変更すると同時に、マイクロ コンピュータ (ECU) による点火時期制御 (ESA)、アイドル回転数制御 (ISC)、燃料噴射制御 (EFI) を総合的に行なう新しいエンジンコントロール システム (TCCS) を採用し、燃費、出力、ドライバビリテイの向上をはかりました。

また、新システムの採用により排気ガス再循環装置を廃止しシステムを簡素化しました。

エンジン主要諸元比較

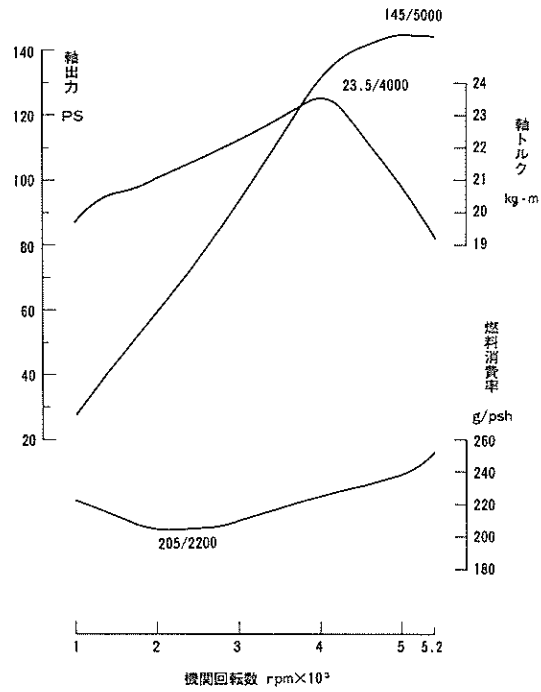
エンジン		5 M-EU (MX63系)	4 M-EU (MX43系)	
項目				
燃 焼 室 形 式		半 球 形	←	
弁 機 構		OHC, チェーン駆動	←	
排 気 量 (cc)		2759	2563	
内 径 × 行 程 (mm)		83.0×85.0	80.0×85.0	
圧 縮 比 (		8.8	8.5	
最 高 出 力 (PS/rpm)		145/5000 (J I S)	140/5400 (J I S)	
最 大 ト ル ク (kg-m/rpm)		23.5 / 4000 (J I S)	21.5 / 3600 (J I S)	
整 備 重 量 (kg)		198	191	
バルブ開閉時期	吸 気	開き B.T.D.C	14°	22°
		閉じ A.T.D.C	46°	←
	排 気	開き B.T.D.C	54°	57°
		閉じ A.T.D.C	6°	11°
弁 す き 間 (mm)	吸 気	0.28 (温間)	0.25 (温間)	
	排 気	0.35 (温間)	0.33 (温間)	
点 火 時 期 (BTDC/rpm)	A / T	12° / 750	12° / 800	
点 火 プ ラ グ 型 式		W16EXR-U BPR5EA-L BPR5EY	W16EXR-U BPR5EA-L	
潤 滑 油 量 (ℓ)		5.2	←	
冷 却 水 容 量 (ℓ)		9	11	

# 5 M-EUエンジン 概要



エンジン外観写真

A2979



エンジン性能曲線図

J0405

## 5 M-EUエンジン 一本 体—

### 2. エンジン本体

5 M-EUエンジンと4 M-EUエンジンで異なる主要部品は下記の点です。

- ① シリンダ ブロック (含むヘッド ガスケット)
- ② ピストン, ピストン ピン, ピストン リング
- ③ カム シヤフト
- ④ インテーク バルブ

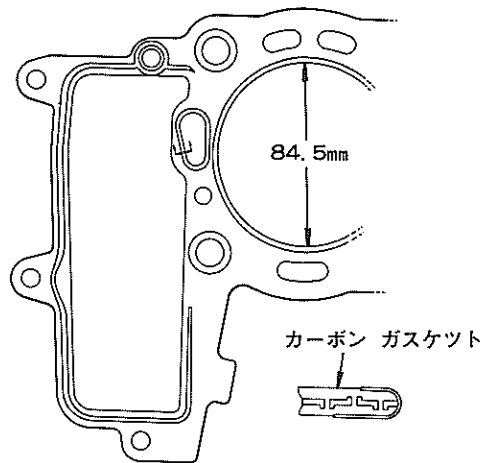
#### [1] シリンダ ブロック

シリンダ ブロックは4 M系エンジンに比べ3 mmボア アップしました。  
また5 Mエンジン用ブロックには識別のため黒色塗装がしてあります。

エンジン型式	M	4 M	5 M
ボア mm	75	80	83
ストローク mm	75	85	←
排気量 cc	1988	2563	2759
識別	青	赤	黒

#### [2] シリンダ ヘッド ガスケット

シリンダ ヘッド ガスケットはシール性がすぐれたカーボン ガスケットを使用しています。



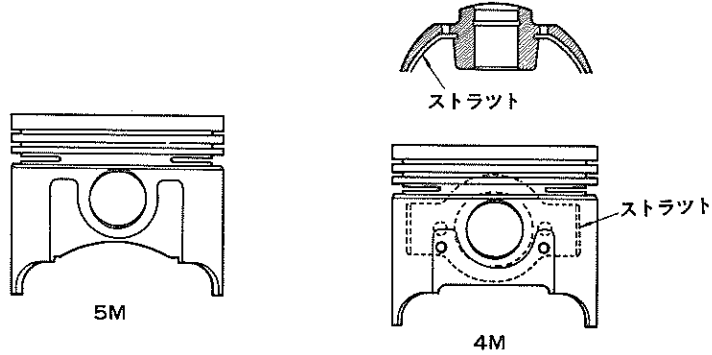
5 M-EUシリンダ ヘッド ガスケット

T6968

## 5 M-EUエンジン 一本 体一

### 〔3〕 ピストン&コンロッド

ピストン径をサイズ アップするとともにストラットを廃止しました。  
またコネクティング ロッド キヤップの合わせ方法は4 M-EUと同じ水平割りです。

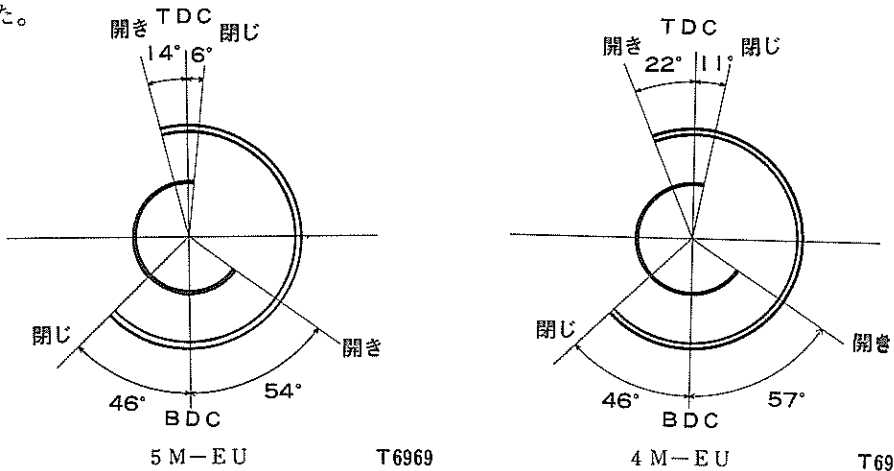


ピ ス ト ン

T7015

### 〔4〕 カム シヤフト

カム シヤフトはバルブ タイミングを変更し、低回転時の安定性向上をはかりました。



バルブ タイミング

### 〔5〕 インテーク バルブ

インテーク バルブは排気量アップのためサイズ アップしました。



インテーク バルブ

T6876

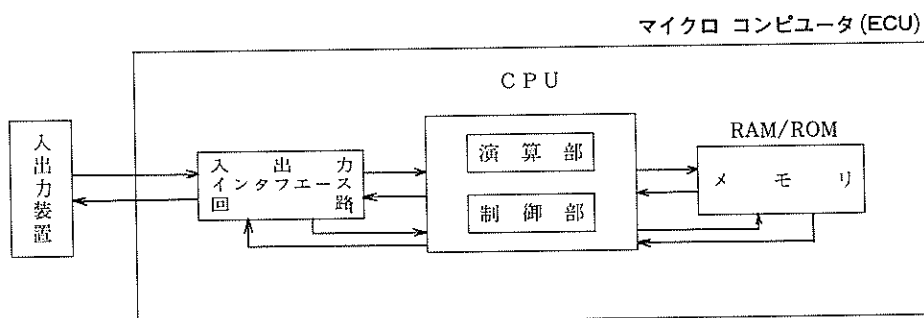
## 5M-EUエンジン —TCCS全般—

### 3. TCCS(TOYOTA COMPUTER CONTROLLED SYSTEM)全般

5M-EUエンジンに採用したTCCSは従来個別に行なっていた、点火時期制御、アイドル回転速度制御、燃料噴射制御をマイクロコンピュータを使って集中制御するシステムです。

#### 〔1〕 マイクロコンピュータとは

通常1個のLSI (Large Scale Integration : 大規模集積) で構成されるマイクロプロセッサ (CPU) を中心にしてデータ記憶用のRAM, 処理プログラム記憶用のROM, 及び信号の授受のための入出カインタフェース回路からなるプログラム内蔵式のコンピュータをマイクロコンピュータと言います。



#### CPU (Central Processing Unit)

- ① 検出されたデータと記憶されているプログラムをもとに演算を行ないます (演算部)
- ② プログラムの命令を解釈して演算部、メモリ、入出カインタフェース回路間の信号の授受をコントロールします。

#### メモリ

- ① 検出されたデータや演算結果を一時的に記憶しているところで、電源を切ると、記憶は失われます。(RAM=Randon Access Memory)
- ② 制御に必要なプログラムやデータを記憶しているところで、電源が切れても記憶内容は確実に保存されます。(ROM=Read Only Memory)

#### 入出カインタフェース回路

センサ類からの信号をそのまま使用して演算を行なうことはできません。逆に演算結果をそのまま制御信号とすることもできません。そこで、CPUと各センサ類、制御部品との間でうまく演算処理ができるような橋渡しをしているのが入出カインタフェース回路です。

## 5M-EUエンジン —TCCS全般—

### 〔2〕 マイクロ コンピュータ制御のメリット

- ① マイクロ コンピュータは前に述べたように入力データを使つて演算を行なうことができます。このため大型計算機を用いる時と同じように演算制御のためのフローチャートを書き、これに沿つてプログラミングし、メモリに記憶させることにより、非常に自由度の高い制御機能を得ることができます。
- ② メモリーの中に記憶させたデータを使用することにより任意の2次元又は3次元の折れ線関数を設定することができます。

このため実験室で得られる複雑な制御を製品にそのまま再現することができます。

### 〔3〕 TCCS概要

今回MX63に使用したマイクロ コンピュータはLSIを7個使用して、5M-EUエンジンに最も適した各種のデータと、各センサからの信号を基に、点火時期、アイドル回転数及び燃料噴射量を制御しています。

マイクロ コンピュータの採用により燃費、ドライバビリテイの向上と共に、アイドル回転数のメンテナンスピッチの延長がはかられました。

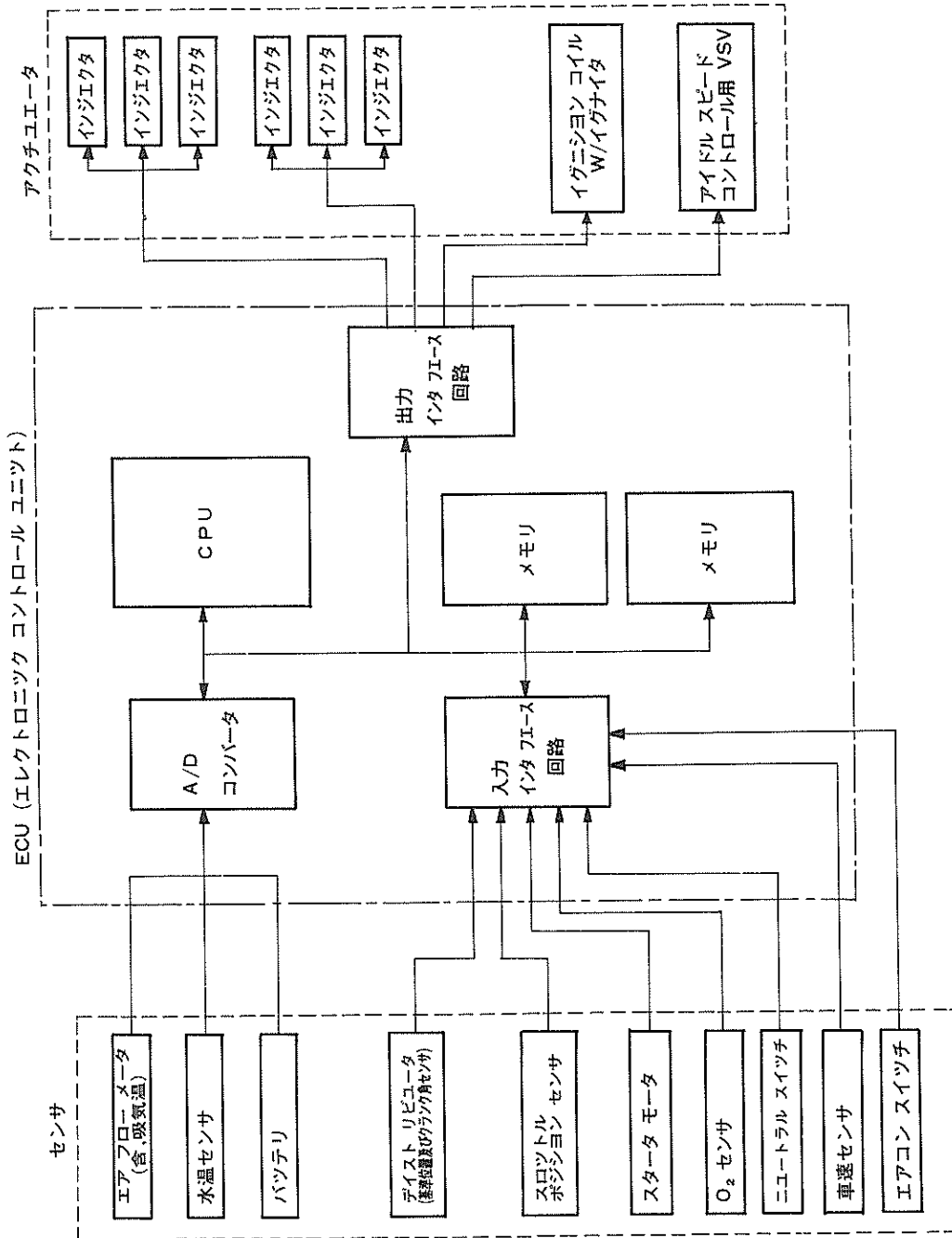
同時に、故障した場合の診断のスピード アップをはかるためESA、ISC、EFIの制御を行なうECUが自分の故障をも診断しメカニクに伝えるダイアグノーシスの機能と、ECUが故障と判断したセンサからの信号とは関係なく、記憶データにより走行して路上でのトラブルを最小限にくい止める自己修正機能を採用しました。

**ESA**：エレクトロニク スパーク アドバンスの略で点火時期の制御をECUからの信号により電氣的に行なうシステム

**ISC**：アイドル スピード コントロールの略で、スロットル バルブをバイパスする吸入空気の通路を設け、ECUにより流量を調整してアイドル回転速度を、精度よくコントロールするシステム

**ECU**：エレクトロニク コントロール ユニットの略で今回採用したエンジン制御用マイクロ コンピュータの呼び名。

5 M-EUエンジン —TCCS全般—



5 M-EU制御システム図

J0459

## 5 M-EUエンジン —EFI—

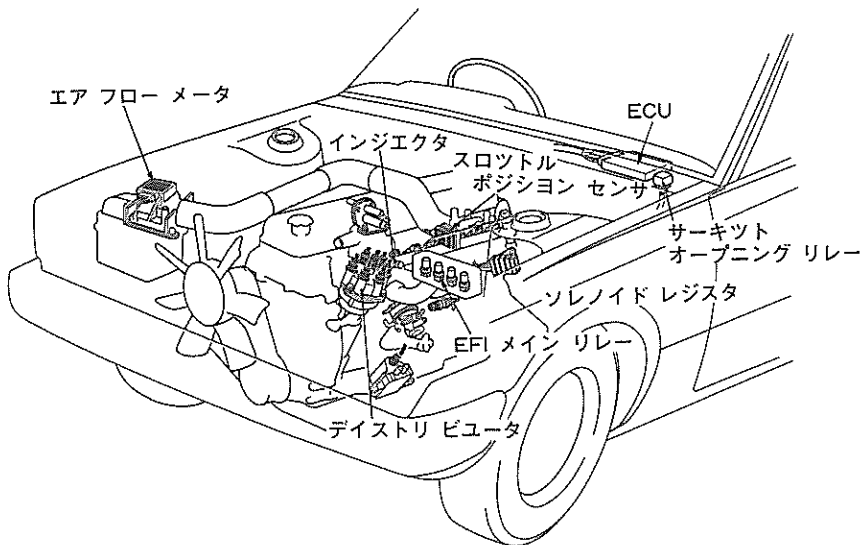
### 4. E F I

#### (1) 概 要

EFIの吸気系統、燃料系統について従来のものと基本的に同じですが、エアフローメータ、スロットルポジションセンサの回路および各センサの特性が変更になっています。制御系統はマイクロコンピュータの採用により、噴射時間の制御方法が変更になりました。

従来のEFIでは燃料噴射時間の制御は各センサからの信号によりEFIコンピュータ内のコンデンサの充、放電時間を直接制御して行なっていましたが、今回のシステムでは各センサからの信号とECU内に記憶されているデータを基に、エンジン状態に合った噴射時間を算出して制御しています。このため、従来のシステムに比べ精密な制御が可能になりました。

また、従来は6気筒同時噴射でしたが、3気筒ずつに分けて噴射するグループ噴射方式を採用しました。



EFI制御系統

J0409

## 5 M-EUエンジン —EFI—

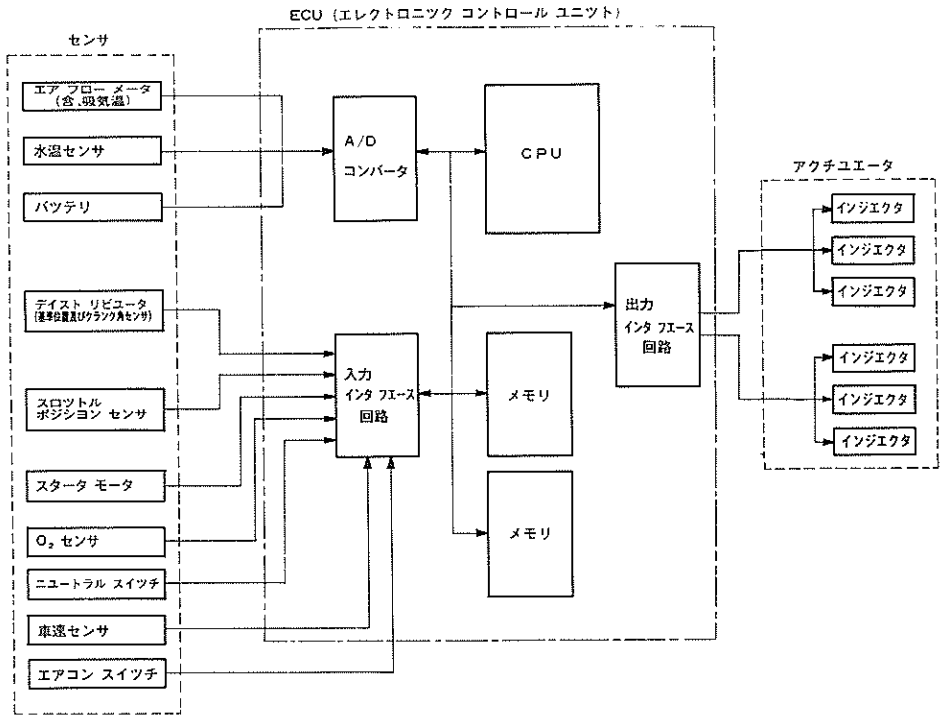
### 〔2〕 制 御 系 統

#### 従来のEFIとの比較

装 置 名	従来との 比 較	変 更 内 容 及 び 機 能 概 略	
エア フロー メータ	(変)	ポテンシヨ メータの回路を変更しました。 基本噴射時間を決める役割を持っています。	
スロットル ポジション センサ	(変)	スロットル バルブの開度および変化速度によりアイドル 高負荷および加速状態を検出します。	
水温センサ	(同)	エンジン冷却水温を検出するサーミスタで、水温により燃 料噴射量を増減する働きをします。	
吸気温センサ	(同)	吸入空気温を検出するサーミスタで、吸入空気温により燃 料噴射量を増減する働きをします。	
O <sub>2</sub> センサ	(変)	排気管内の酸素濃度を検出し燃料噴射量の増減をさせます。 防水構造変更	
スタート インジェクタ タイム スイッチ	(同)	冷却水温35℃以下でONとなり、始動時コールド インジ エクタを作動させるものです。	
デイストリ ビュータ	G <sub>1</sub> , G <sub>2</sub> 信号	(新)	エンジンの気筒判別を行ないます。
	Ne 信号	(新)	エンジン回転数の算出、噴射時間の算出のための信号を検 出します。
スタータ信号	(同)	エンジン始動中であることを検出します。	
E C U	(新)	従来のEFIコンピュータに相当するもので、各センサか らの信号を検出し燃料噴射量の制御をします。	
ソレノイド レジスタ	(変)	3気筒分のレジスタを1個の抵抗にし、更にその抵抗を2 本1体にした小型レジスタを採用しました。	

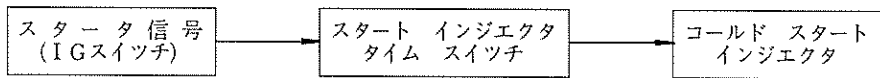
# 5 M-EUエンジン —EFI—

## 噴射量制御

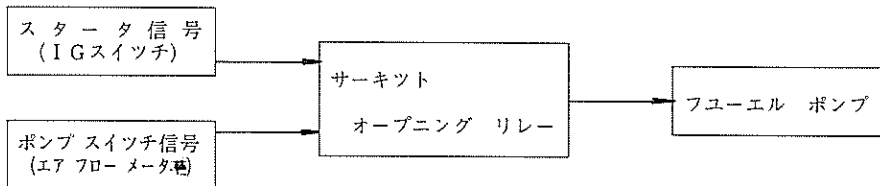


J 0459

## 始動時制御



## フューエル ポンプ制御



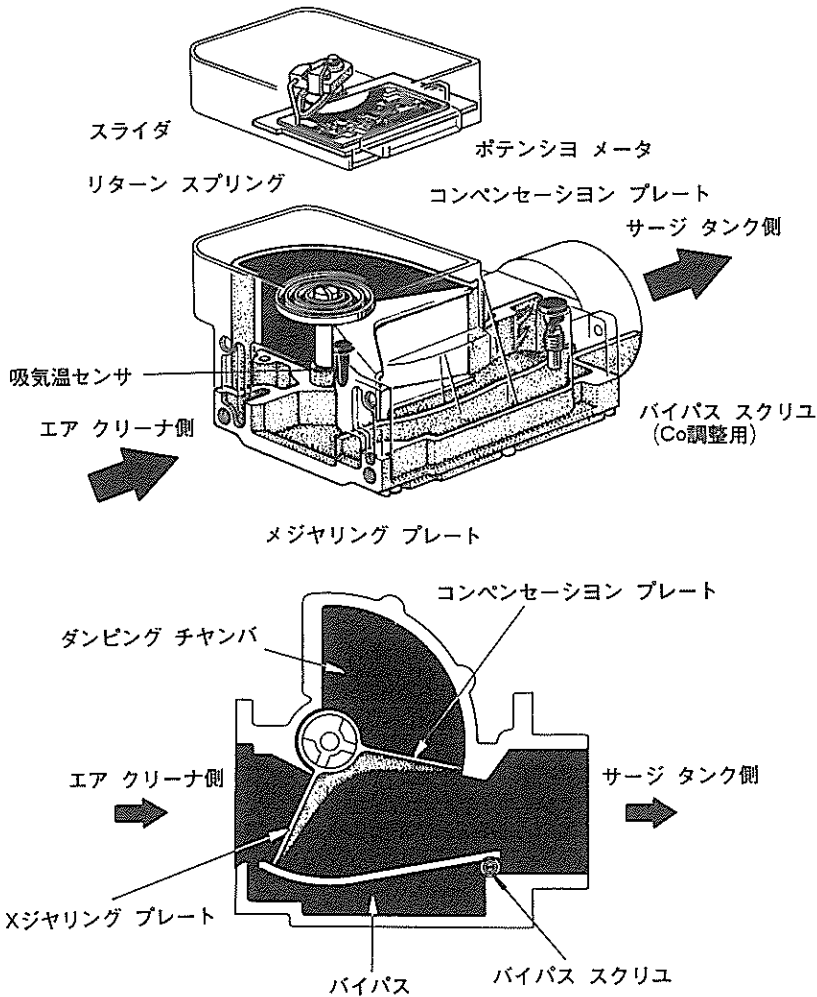
## 5 M-E Uエンジン —電子進角システム—

### [3] 構成部品の作動と機能

#### ① エア フロー メータ

エンジンの吸入空気量をポテンシヨメータにより電圧変化して検出し、この信号によりECUが基本の点火時期、燃料噴射量を決定する重要な役割をするものです。

エアフローメータは従来のEFIで使用していたものと同じ構造で、ポテンシヨメータの特性のみが異なります。

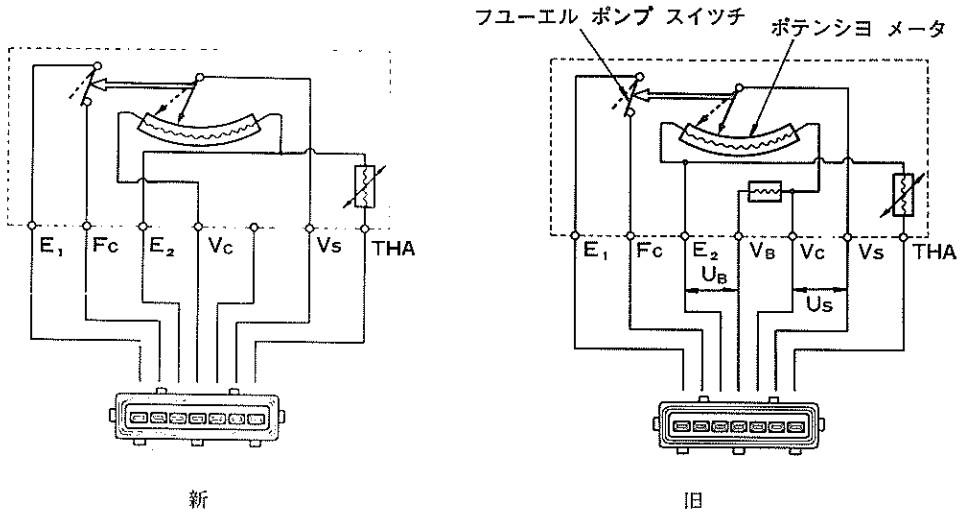


T 8401, T 8402

従来のポテンシヨメータにはバッテリー電圧がかかっていたため、中間端子を設けて電圧変動による誤差を無くしていましたが、今回のシステムではポテンシヨメータにかかる電圧 ( $V_c$ 端子としました。) を5Vに制御して電圧変動による影響を防いでいるため、中間端子を設ける必要はなくなりました。

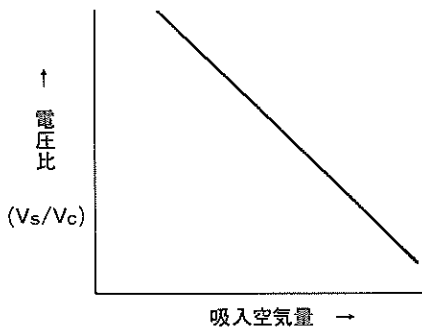
## 5 M-E Uエンジン —電子進角システム—

すなわち、バッテリー電圧が変動しても  $V_B$  電圧は 5 V で変化しないため、同一吸入空気量に対する  $V_s$  電圧は常に同じ値を示します。ECUにはあらかじめ測定された吸入空気量と電圧の関係が記憶されているため、 $V_s$  電圧だけで吸入空気量を正確に検出することができます。

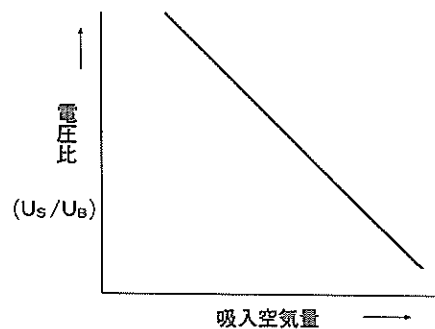


ポテンシオメータ内部結線

J0418, T8403



新



旧

特 性 図

T0447

吸気温センサ、フューエルポンプスイッチは従来と同じ構造です。

なお、吸気温センサは点火時期、燃料噴射量の補正用です。

## 5 M-EUエンジン —EFI—

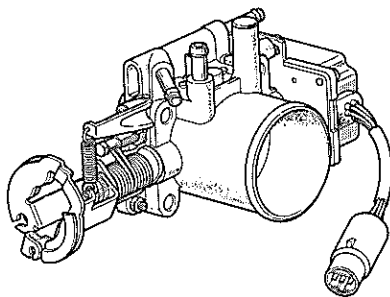
### ② 水温センサ

点火時期、アイドル回転数および燃料噴射量を補正するためのエンジン冷却水温を検出しています。なお構造は従来のもと同じです。

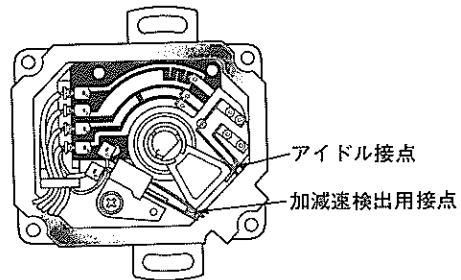
### ③ スロットル ポジション センサ

スロットル ボデーに取り付けられていて、スロットル バルブ開度およびスロットル バルブ開度変化からエンジン状態（アイドル、高負荷状態および加速状態）を検出し、この信号によりコンピュータで燃料の増量および燃料カットを行なっています。

スロットル ポジション センサは、スロットル バルブと同軸に固定されたレバーとこのレバーにより働くロータ、ロータに組み付けられた3つの可動接点（加速接点、パワー接点、アース接点）およびアイドル接点、加減速検出用接点より構成されています。



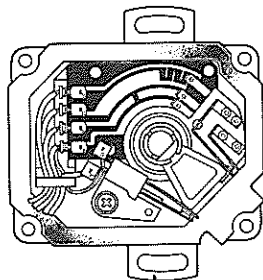
スロットル ボデー J0439



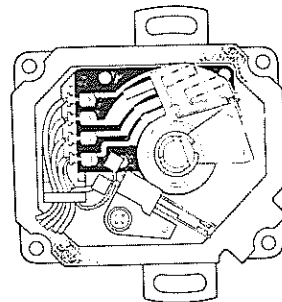
スロットル ポジション センサ断面 J0440

スロットル バルブが全閉の時は、アイドル接点がONとなつてアイドル状態を検出します。またこの信号は減速時の燃料カットにも使用します。

スロットル バルブ開度が60° 以上になるとパワー接点がプリント板のON側と接触して、高負荷状態を検出します。



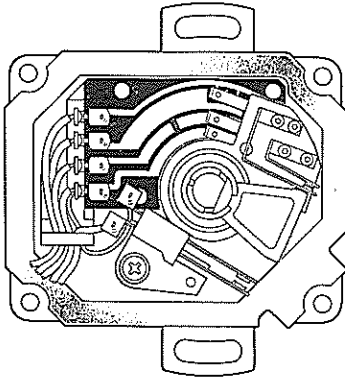
アイドル状態 J0440



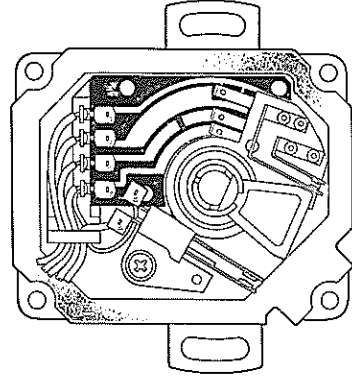
高負荷状態 J0442

## 5 M-EUエンジン —EFI—

また、加速時には加速接点とプリント板の加速検出用プリント配線ACC<sub>1</sub>とACC<sub>2</sub>が交互にONします。この切り換る速度が200msec以下の急加速時には、信号検出と同時に非同期噴射が行なわれて加速フィーリングの向上をはかっています。なお減速時には加減速検出用接点がOFFとなり非同期噴射は行なわれません。



加速時



減速時

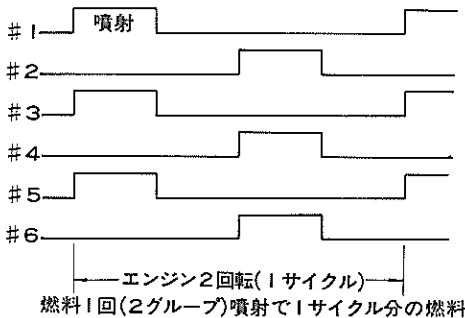
J0443, J0444

### ④ インジェクタ

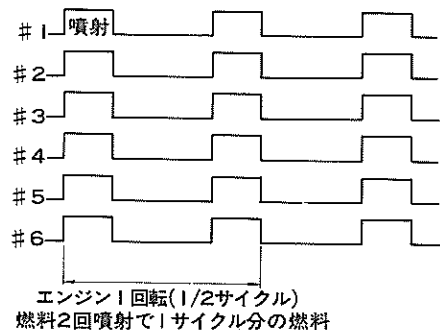
従来のものと構造は同じですが、噴射方式が変更になりました。

従来のEFIはエンジン1回転に1度、6気筒同時に噴射していましたが、今回のシステムでは#1、#3、#5の3気筒と、#2、#4、#6の3気筒の2グループに分けてエンジン2回転にそれぞれ1回ずつ交互に噴射するグループ噴射として、1回あたりの噴射時間を長くし、精度の向上をはかりました。

なお噴射は気筒判別信号(G<sub>1</sub>、G<sub>2</sub>)検出後、最初のNe信号発生と同時に開始します。



新



旧

噴射方式

J0445, J0446

## 5 M-EUエンジン —EFI—

### [4] E C U

ECUは従来のEFI コンピュータ同様、エア フロー メータからの吸入空気量、デистриビュータからの回転信号を基に、各センサからの信号で補正を加え、エンジンの要求する燃料噴射量を決める働きをしています。

#### (1) 燃料噴射量

燃料噴射量には基本噴射量に各センサからの信号による補正を加え、3気筒ずつ常と同じクランク位置で噴射する同期噴射と、走行状態に合わせセンサからの信号を検出した時に6気筒同時に噴射する非同期噴射があります。

同期噴射時間＝基本噴射時間×補正噴射係数＋補正噴射時間

基本噴射時間：エア フロー メータからの吸入空気量とデистриビュータからの回転信号で決まる、最も基本となる噴射時間

補正噴射係数：各センサからの信号により、冷間時、加速時などその時のエンジン状態に応じて噴射時間を修正するための係数

補正噴射時間：電圧変動によるインジェクタの作動遅れを修正するための噴射時間

#### (2) 同期噴射特性

##### 基本噴射特性

エア フロー メータより検出された吸入空気量と、デистриビュータからの回転信号より検出されたエンジン回転数により決定される最も基本となる燃料噴射特性です。噴射量と吸入空気量および回転数の関係は次のようになります。

$$\text{噴射量} = K \times \frac{\text{吸入空気量}}{\text{回転数}} \quad K: \text{係数}$$

##### 始動時噴射特性

エンジン始動時（スタートON時）には吸入空気量、回転数に関係なく基本噴射時間を一定にして始動性の向上をはかっています。なお、エンジン回転数が250rpm以上になると本来の計算式による基本噴射時間に戻ります。

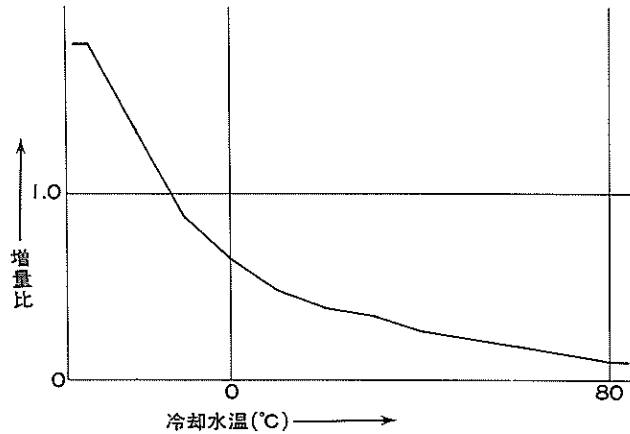
基本噴射時間	13.4 msec
--------	-----------

## 5 M-E Uエンジン —EFI—

### 始動後増量特性

エンジン始動後（スタータOFF後）の一定時間増量し始動直後のエンジン回転を安定させています。

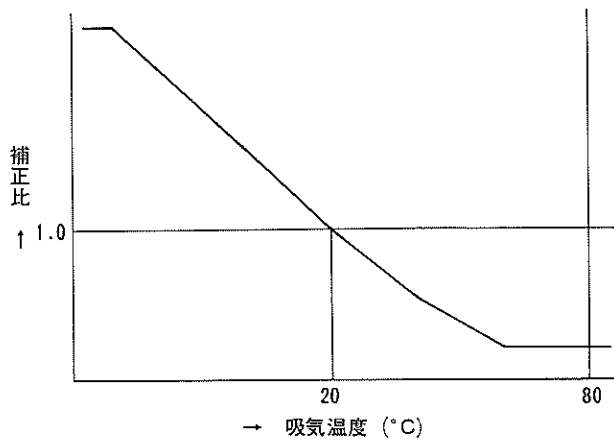
増量比は始動直後に最大となり、時間とともに徐々に減少します。また、水温により増量比が変化します。



J0449

### 吸気温補正特性

吸入空気温度が低いときは空気密度が大きくなり空気量が増大します。この差による空燃比のずれを防止するため、エアフローメータ内に設けられた吸気温センサーからの信号により、吸気温の低い時には増量を行なつて補正をしています。

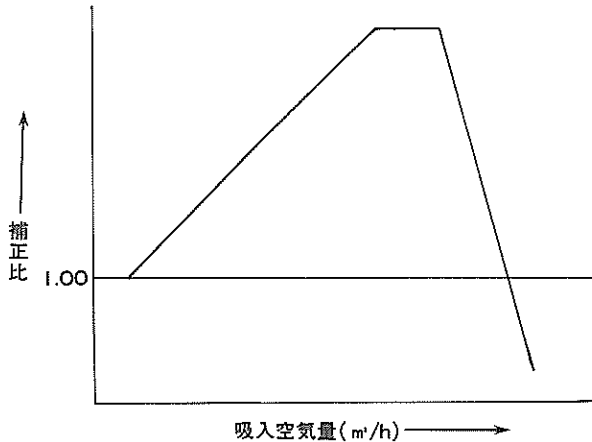


J0424

## 5 M-E Uエンジン —EFI—

### 吸入空気量補正特性

エンジンの吸入空気量はエアフローメータにより電圧変化として検出していますが、エアフローメータの動きと吸入空気量の変化が完全には一致しないため、中速域ではやや薄く、高速域ではやや濃くなる傾向があります。この空燃費のずれを補正しているのが吸入空気量補正です。



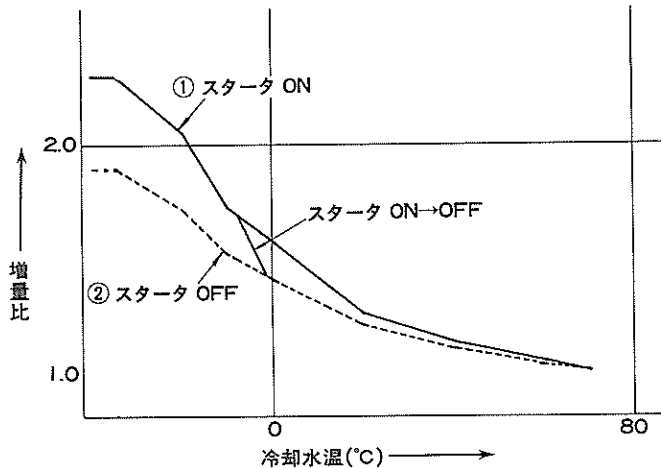
吸入空気量補正特性

J0447

### 暖機増量特性

冷間時の運転性確保のため、冷却水温の低いときは水温センサからの信号により燃料増量を行っています。

スタータがONの時には①の増量特性を使用し、スタータがOFFの時には②の増量特性を使用しています。なお、スタータがONからOFFになった時には水温の上昇とともに①から②に徐々に変化します。



J0448

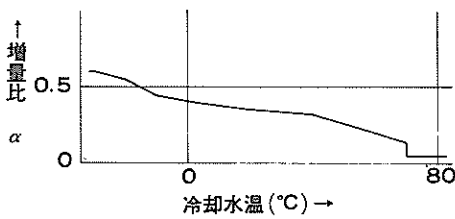
## 5 M-E Uエンジン —EFI—

### 加速増量特性

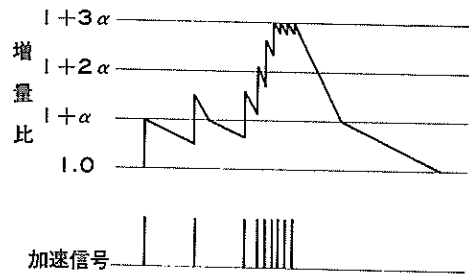
加速直後の一定時間増量を行ない、加速直後のもたつきの防止および加速性能の向上をはかっています。

アイドル接点がONからOFFになると下図の特性により増量を行ないます。増量比は時間とともに徐々に減少しますが、増量中に加速信号を検出した場合には、増量比は上乘せされます。

なお、最大増量比は下図の特性の3倍を上限としています。



加速増量初期特性



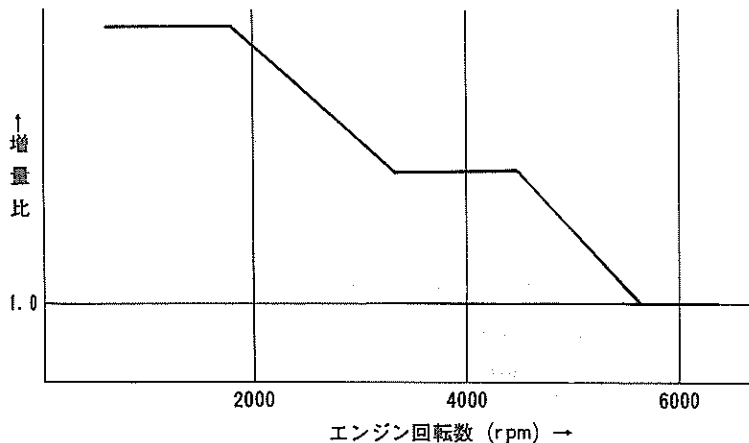
加速増量特性

J0451, J0452

### 出力増量特性

スロットルバルブ開度が60°以上の高負荷時には、スロットルポジションセンサでエンジン出力域を検出し、その信号により増量を行なっています。

出力増量比はエンジン回転により変化させ、エンジン特性に合わせた制御を行なっています。

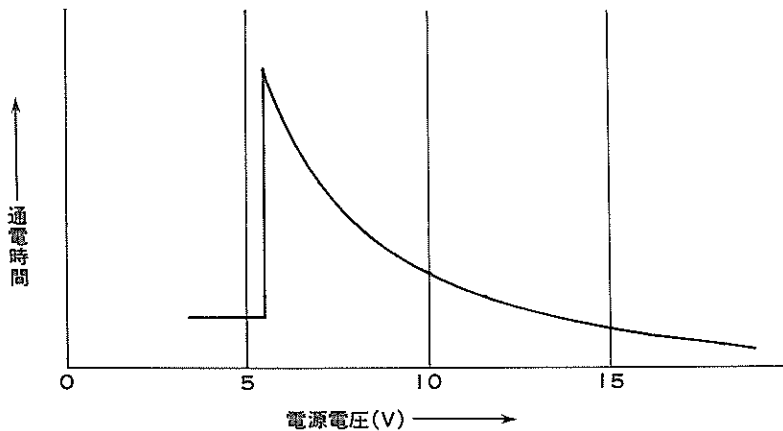


J0453

## 5 M-EUエンジン —EFI—

### 電圧補正特性

電源電圧の変動はインジェクタの応答時間に大きく影響します。このため電圧のさがつたときにはインジェクタに作動遅れが生じるため遅れ分だけ噴射信号を長くして噴射量の変化を防いでいます。



J0454

### (3) 非同期噴射特性

始動性の向上、加速直後の応答性向上のため、通常の噴射（同期噴射）とは別に、各センサからの信号が入った直後だけ一定量の噴射を行なっています。

非同期噴射は6気筒同時に行なわれ、同期噴射とは関係なく制御されています。

#### ① 始 動 時

イグニッション スイッチ STの信号が検出されると同時に2回噴射が行なわれます。  
噴射時間 6.4 msec × 2回

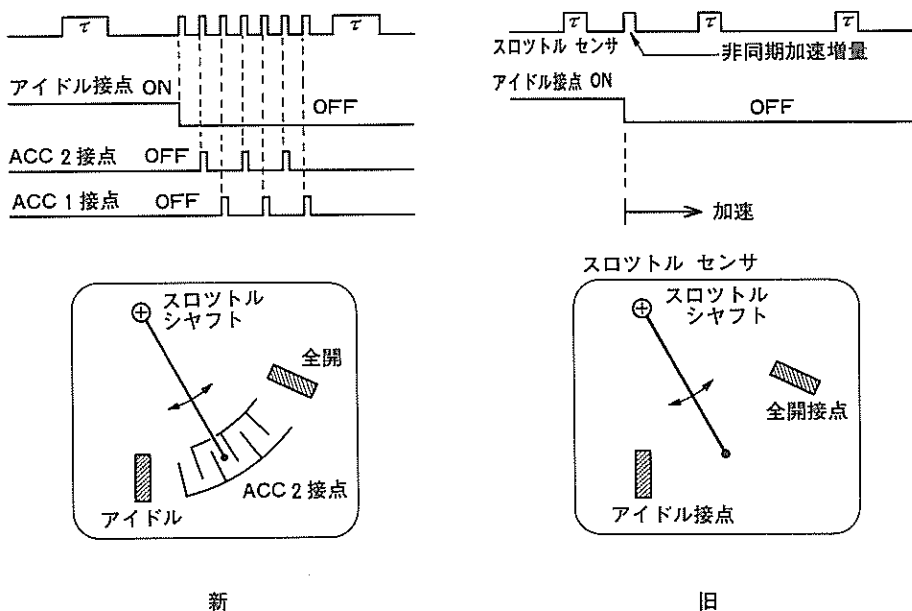
#### ② 加 速 時

アイドル接点がONからOFFに変わった時に1回、次のACC<sub>2</sub>がONした時に1回、ACC<sub>1</sub>、ACC<sub>2</sub>が交互にONした時に切り換るごとに1回ずつ噴射します。ACC<sub>1</sub>とACC<sub>2</sub>の切り変る速度が200m sec以上の緩加速時には作動しません。また、噴射量は信号検出時のエンジンの状態により異なります。

#### ③ フューエル カット復帰時

フューエル カット時にアイドル接点がOFFとなりフューエル カットが解除された時には1回噴射します。

## 5 M-E Uエンジン —EFI—



非同期噴射特性

J0455, J0456

### (4) 空燃比補償特性

O<sub>2</sub>センサからの信号により、空燃比が理論空燃比より濃いか薄いかを判断し、濃い場合は減量、薄い場合は増量するよう増量比をある一定範囲で変化させて理論空燃比付近に制御しています。

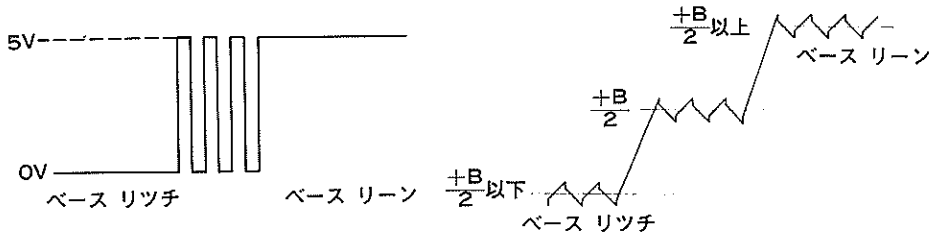
なお、運転性確保、安全性などのため、空燃比補償特性が働かず、基本の噴射特性になる条件が次のようになりました。

- i) エンジン始動時
- ii) 始動後増量中
- iii) 高負荷走行時
- iv) 冷却水温50℃以下
- v) リーン信号が10秒以上継続した時
- vi) リッチ信号が4秒以上継続した時

また、フイード バック オープン後の作動が一部変更になりました。

## 5 M-EUエンジン —EFI—

- ① O<sub>2</sub>センサ チェツカへの出力はフィードバック補正値が±3%以内の時とし、この値を外れた場合には0V（濃い）、5V（薄い）に固定し、調整時のバラツキを少なくしました。



新

旧

O<sub>2</sub>センサ チェツカへの出力

J0457, J0458

### (5) フューエル カット

スロットル ポジション センサのアイドル接点がON（スロットル バルブ全閉）でエンジン回転数が規定の回転数以上の場合（エンジン ブレーキ時）は燃料噴射を停止し、触媒コンバータの過熱を防止しています。

燃料カット回転数	1500rpm以上	(水温80℃)
燃料復帰回転数	1200rpm	

冷却水温の低いときは、カット回転数および復帰回転数が高くなります。  
また、規定最高速（180km/h）を越えた場合、スピードメータからの信号により、燃料噴射を停止し、車速を強制的に押えるようになっていきます。

# 5 M-EUエンジン —電子進角システム—

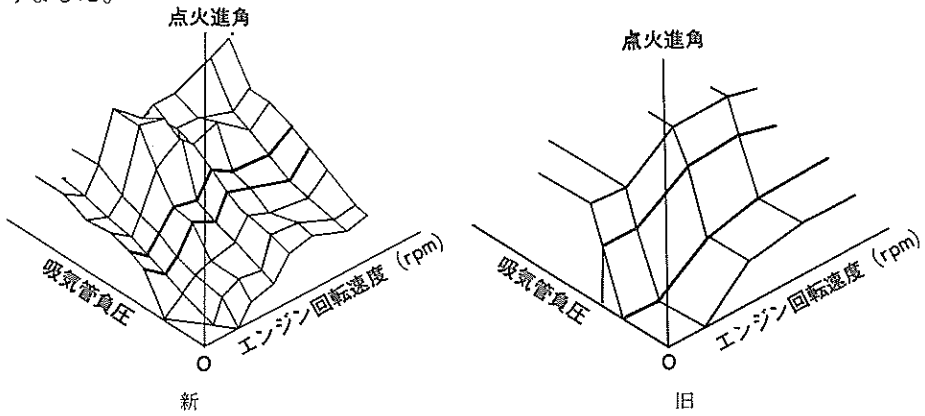
## 4. 電子進角システム (ESA)

### (1) 概要

従来の点火時期制御システムでは、ディストリビュータに組み込まれたバキュームコントローラとガバナ機構によつてエンジンの状態に合った点火時期に制御していました。

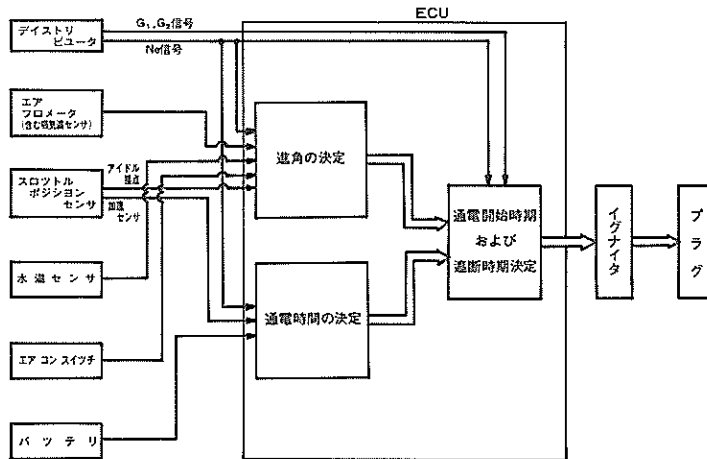
電子進角システムでは、ECUにあらかじめエンジン状態に応じた最適点火時期を記憶しておき、センサからの信号によりエンジン状態（エンジン回転数、吸入空気量、エンジン暖機状態など）を感知して、その時のエンジン状態に合った最適な点火時期を選び出し、イグニション コイルに信号を送り点火時期を制御しています。

このため、従来のシステムではエンジン回転数やマニホールド負圧に対して直線的にしか制御できなかったものが、エンジンの状態に合わせて自由に制御できるようになりました。



点火時期特性図

J0406, J0407



ESAシステム図

J0428

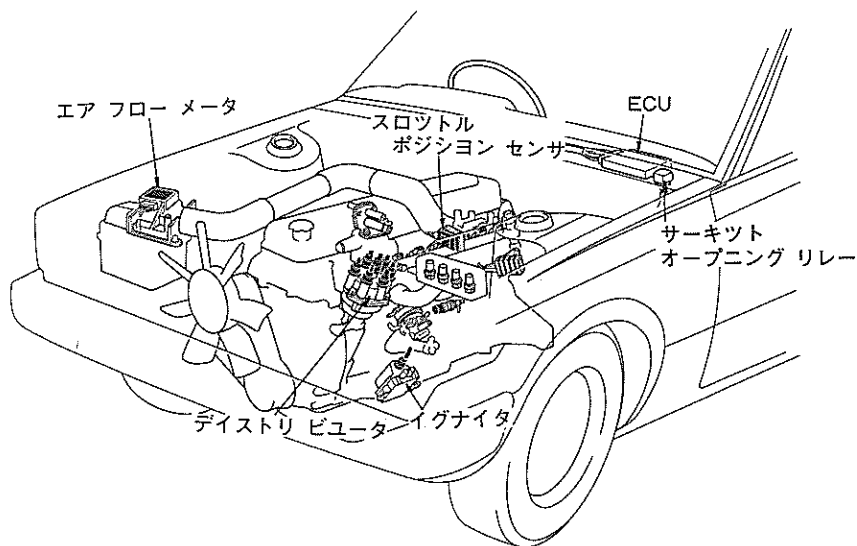
## 5 M-EUエンジン —電子進角システム—

点火時期制御装置比較

装 置 名	従来との 比	従来の点火時期制御装置との比較及び機能概略
ディストリ ビュータ	パキユーム コントローラ	(廃)
	ガ バ ナ 機 構	(廃)
	シグナル ゼネレータ	(変)
イグナイタ	(変)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・閉角度制御機構はありません</li> <li>・点火の確認のためのIG信号をECUに出力します。</li> </ul>
エアフローメータ	(新)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・点火時期決定のための吸入空気量検出用</li> </ul>
吸気温センサ	(新)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・点火時期補正用の信号をECUに出力します</li> </ul>
水温センサ	(新)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・点火時期補正用の信号をECUに出力します</li> </ul>
スロットル ボデー (アイドル接点)	(新)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・点火時期補正用の信号をECUに出力します</li> </ul>
E C U	(新)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・エンジン回転数及び吸入空気量から、点火時期を決定し、各センサーからの信号で補正して点火信号をイグナイタに出力する</li> </ul>

(廃) : 従来の点火時期制御装置に含まれていて今回廃止したもの

(新) : 従来の点火時期制御装置に含まれていなかったもの



ESA制御装置

J0409

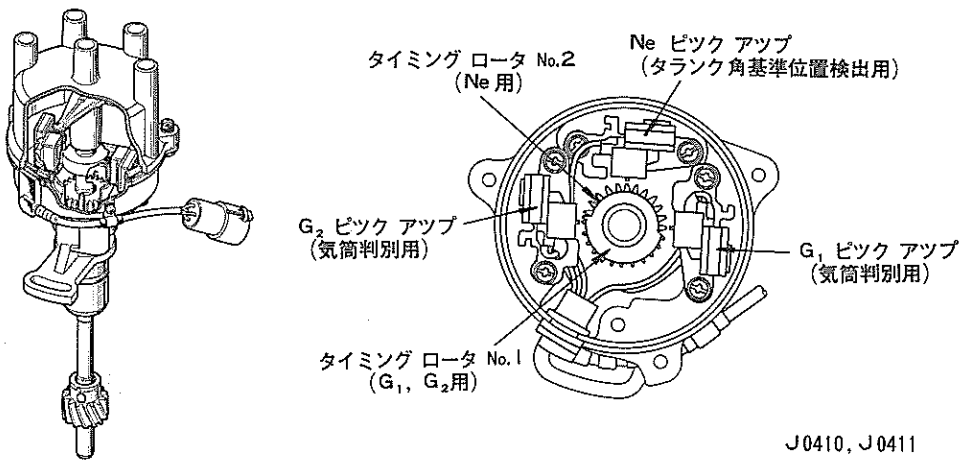
## 5 M-E Uエンジン —電子進角システム—

### 〔2〕 構成部品の構造と作動

#### (1) デイストリビュータ

従来のデイストリビュータはバキューム進角とガバナ進角による点火時期の決定と、ロータによる各気筒への配電機能を持っていました。

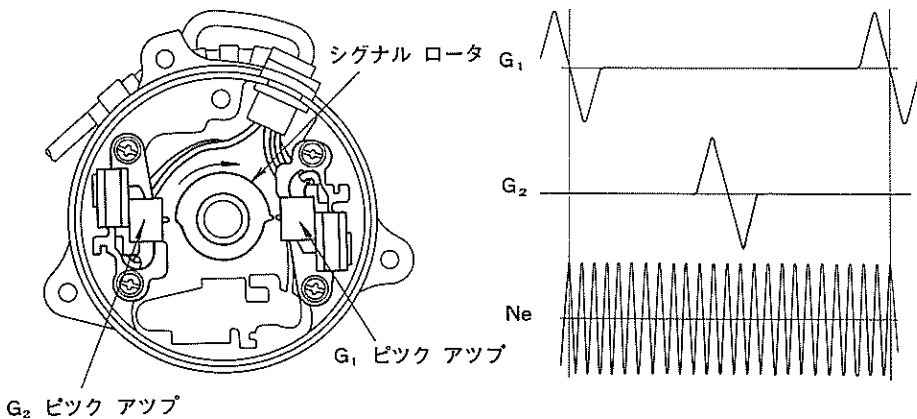
今回のシステムではECU内部で点火時期を決定するため、バキュームコントローラおよびガバナ機構は組み込まれていませんが、新しくエンジン回転数および、クラック角度の検出をするためのシグナルゼネレータを3個( $G_1$ ,  $G_2$ , Ne)使用しました。



#### 作 動

##### $G_1$ , $G_2$ 信号の検出

気筒判別および上死点位置検出のための $G_1$ ,  $G_2$ 信号発生部は、デイストリビュータシャフトに固定されてエンジン回転速度の $\frac{1}{2}$ で回転する $G_1$ ,  $G_2$ 用シグナルロータと、デイストリビュータのハウジング部に取り付けられているシグナルゼネレータ2個で構成されています。



## 5 M-E Uエンジン —電子進角システム—

タイミング ロータが回転するとシグナル ロータ突起部のエア ギヤツプが変化しますので、ピック アップ コイルを通過する磁束量が変化します。

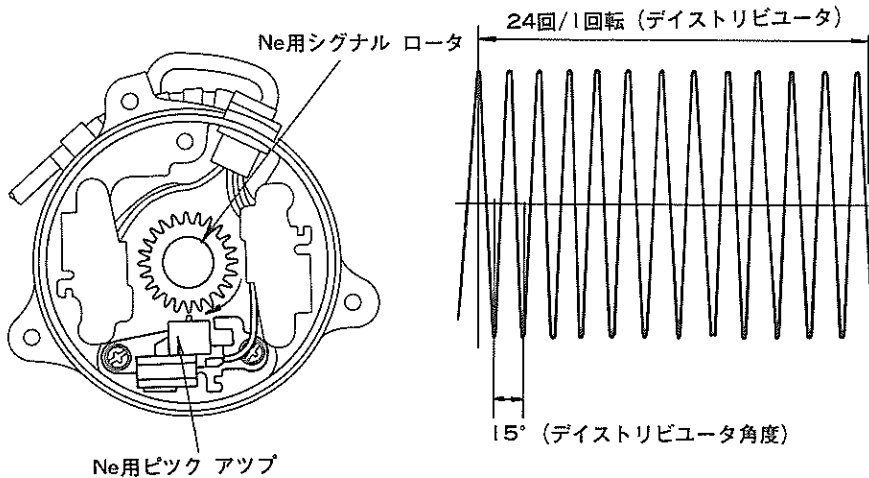
従つてこの発生電圧は磁束の変化を妨げる方向に発生しますので、シグナル ロータ突起部がピック アップ コイルの中心に近づく時と、離れる時では逆向きとなるため、交流出力として現われます。

この電圧変化を検出することによつて上死点位置を知ることができます。

なお、ピック アップ コイル  $G_1$  は # 6 気筒が上死点の時に、 $G_2$  は # 1 気筒が上死点の時にシグナル ロータと最も近づく位置に取り付けられています。

### Ne信号の検出

エンジン回転数およびクランク角基準位置検出のための Ne 信号発生部は、ディストリビュータ シャフトに固定されたシグナル ロータとシグナル ゼネレータ 1 個で構成されています。



J0414, J0415

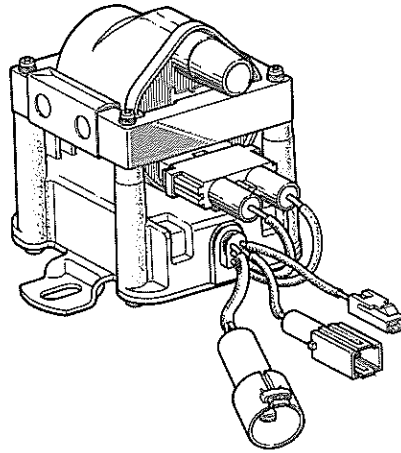
Ne 用シグナル ロータは24枚の歯を持つているため、ディストリビュータが1回転すると24回のパルスを発生します。このパルスによつて30° ごとに正確なクランク角度を検出することができます。

### (2) イグナイタ

イグナイタは従来の13T-Uエンジン搭載車と同じ閉磁路コイル付の定電流制御方式ですが、ECU内部で通電時間の制御を行なつているため、閉角度制御機構は含まれていません。

また、点火が行なわれた事をECUに知らせるための1G信号回路が追加されています。

# 5 M-EUエンジン —電子進角システム—

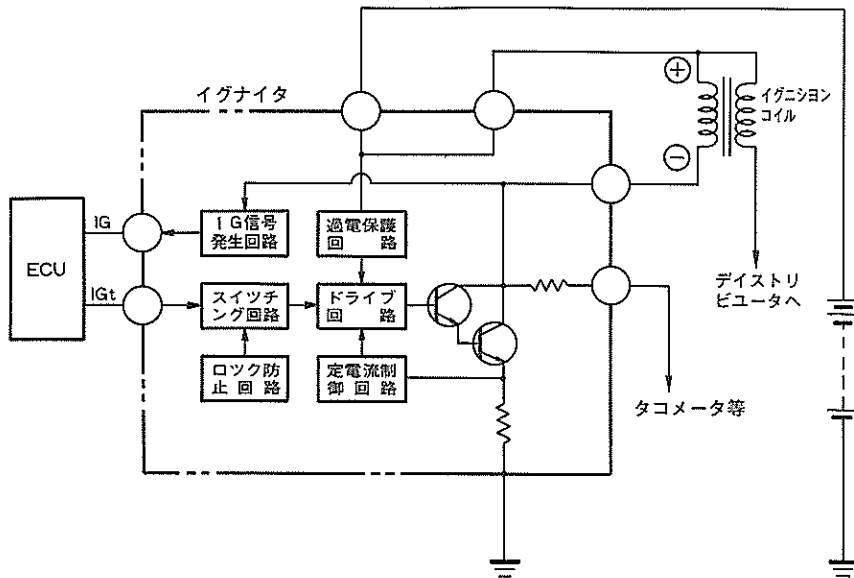


イグナイタ

J0416

## 作 動

- ① ECUからの出力信号 (IGt) によつてパワー トランジスタが作動し、イグニッション コイルに一次電流が流れます。この出力信号がOFFするとパワー トランジスタもOFFするため一次電流が遮断されて2次コイルに高電圧が発生し、プラグに飛火します。
- ② 一次電流が遮断され逆起電力が発生すると1G信号発生回路が作動し、点火確認のためのIG信号がECUに送られます。



イグナイタ回路図

J0417

## 5 M-E Uエンジン —電子進角システム—

### (3) E C U

エンジン回転数および吸入空気量から基本点火時期を選び出し、各センサからの信号を基に補正を加えて点火時期を決定すると同時に、イグナイタへ信号を送り通電時間、点火時期を制御しています。

#### ① 点火時期の決定

点火時期は基本点火時期に、各センサからの検出信号を基に計算した補正点火進角を加えて決定しています。

$$\text{点火時期} = \text{基本点火時期} + \text{補正点火進角}$$

#### 基本点火進角特性

ECUのROMにはエンジン状態に応じた最適進角値が記憶されており、エンジン回転数および吸入空気量によつて進角値を選んでいきます。

なお、記憶できる数値には限界があるため、選び出した数値を基に比例計算を行なつて正確な点火時期を算出しています。

↑ 回転数	●	●	●	●	●	●	●	
	●	●	●	●	●	●	●	●
	●	●	●	24.0	16.0	●	●	●
	●	●	28.0	22.0	14.0	●	●	●
	●	●	23.0	20.0	●	●	●	●
	●	●	●	●	●	●	●	●
	●	●	●	●	●	●	●	●
	●	●	●	●	●	●	●	●

吸入空気量

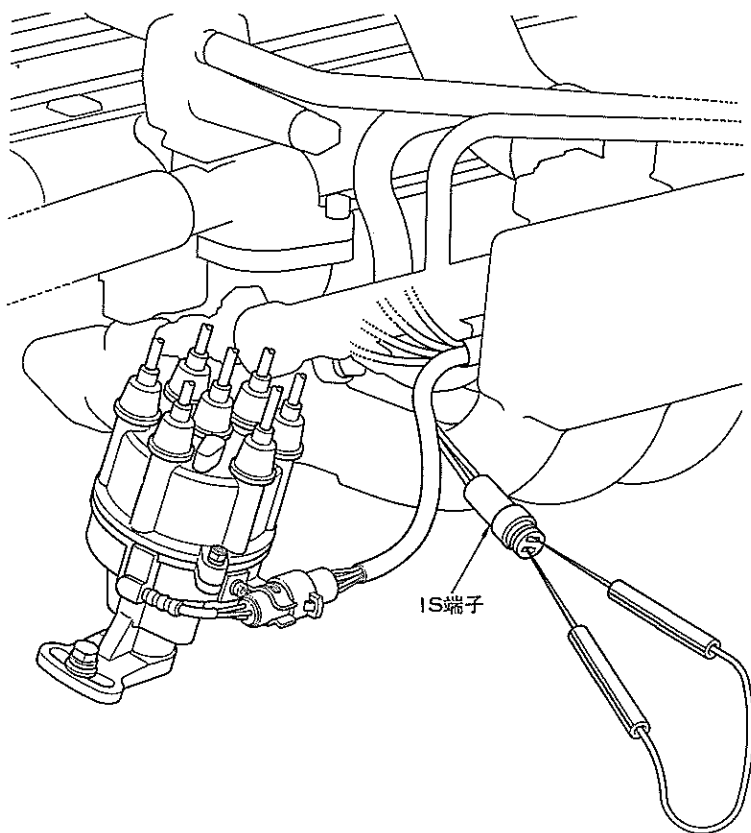
基本点火進角（記憶データ）

## 5 M-E Uエンジン —電子進角システム—

### 固定進角特性

エンジン始動時および始動直後にはエンジン回転の変動が大きく正確な点火時期の算出はできないため、進角計算をせず、デISTRIBUTORの初期セット角度BTDC4°に固定します。

また、エンジン調整時等、点火時期の確ができるよう短絡端子（IS端子）を設けて、点火時期の計算を中止し初期セット角度に固定できる機構にしています。



I S 端子短絡方法

J0422

### 固定進角条件

条 件	点 火 時 期
クランキング時	BTDC 4°
クランキング直後	
エンジン回転数300rpm以下	
I S 端子短絡時	

## 5 M-E Uエンジン —電子進角システム—

### 高温進角特性

冷却水温が高く、かつ高負荷時のノッキング等を防止するため点火時期を遅らせて冷却水温の上昇を防いでいます。

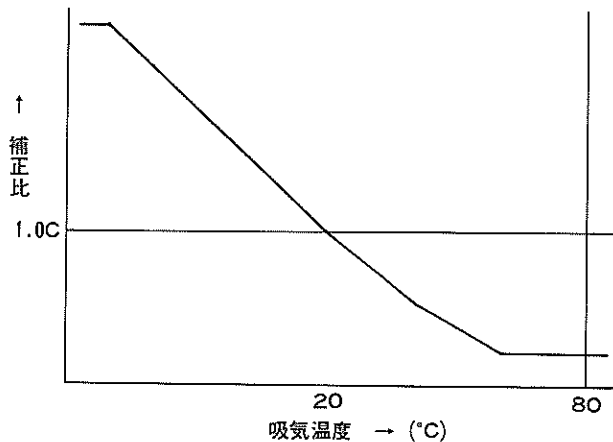
#### 高温進角特性

冷却水温 (T)	水温センサ抵抗値	補正値
$90^{\circ}\text{C} < T < 100^{\circ}\text{C}$	約 $250\Omega$	$-1.5^{\circ}$
$100^{\circ}\text{C} < T$	約 $190\Omega$	$-3.0^{\circ}$

### 吸気温補正進角特性

吸気温が上昇すると空気密度が小さくなるため、エアフローメータからのVs電圧が同じでも実際の吸入空気量は少なくなります。

基本点火時期の決定にはVs電圧を使用しているので点火時期を正確に制御するためには吸気温により補正を行なう必要があります。この補正を行なっているのが吸気温補正進角特性です。



吸気温補正特性

J0424

### アイドル進角特性

アイドル接点がONの場合には初期セットに加え以下の進角を行なっています。

暖機後アイドル補正值  $8^{\circ}$  (エアコンON時:  $12^{\circ}$ )

### アイドル後進角特性

アイドル接点がONからOFFになった直後には除々に進角をして走行フィーリングの向上をはかっています。

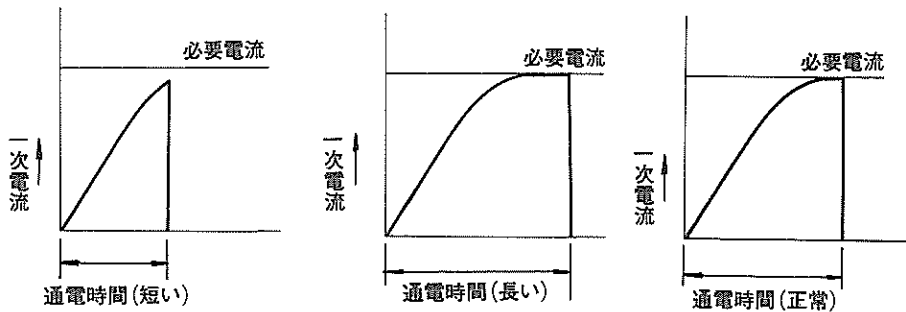
## 5 M-E Uエンジン —電子進角システム—

### ② 通電時間の決定

常に点火に必要な電圧を確保するためには、イグナイタへの通電時間を制御する必要があります。

通電時間が短か過ぎると必要な電圧が確保できませんが、逆に長過ぎるとパワートランジスタが過熱する恐れがあり、通電時間は必要最小限におさえる必要があります。

従来フルトランジスタ装置ではこの制御を閉角度制御回路と閉角度縮小回路で行なっていました。今回のシステムでは、バッテリー電圧とエンジン回転数から通電時間を算出して行なっています。



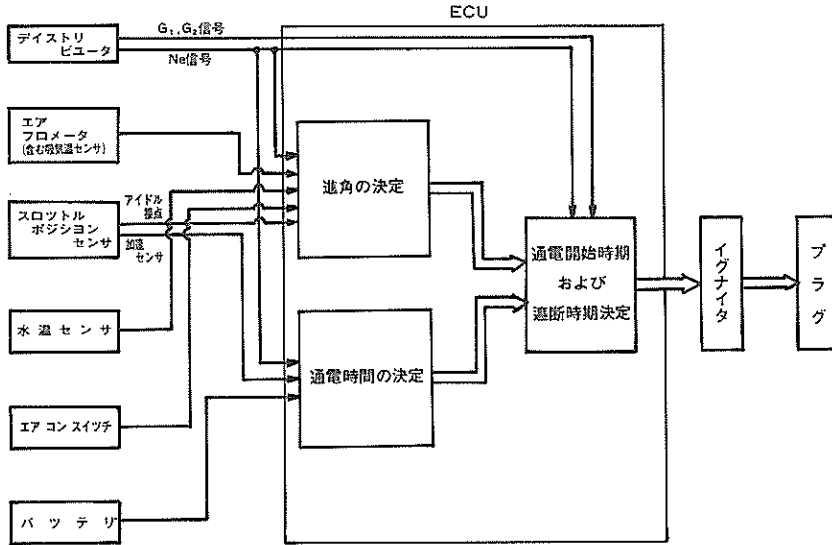
J0425, J0426, J0427

なおエンジン回転数が急に高くなる可能性のある場合には通電時間を長くして、必要な一次電流が得られるように制御しています。

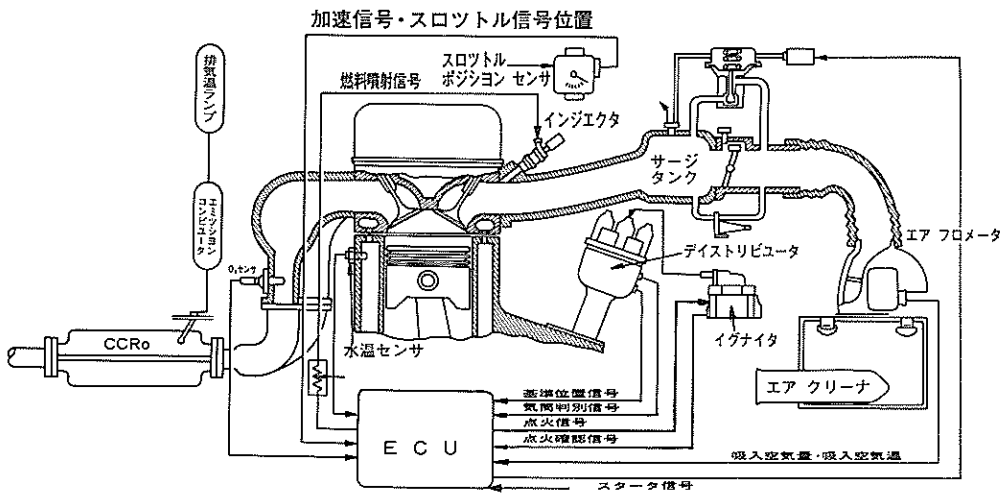
- イ. アイドリング中にエアコン スイッチがONになった直後
- ロ. 非同期噴射信号がONになった直後

- アイドル接点ON→OFF
- 加速信号検出時

# 5 M-E Uエンジン —電子進角システム—



J0428

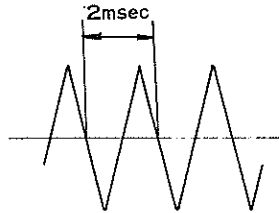


J0408

## 5 M-E Uエンジン —電子進角システム—

デイトリビュータからのクランク角基準位置信号 (Ne) はエンジン 1 回転に 12 回、つまりクランク角 30° ごとに発生していますが、ECU はこの信号の発生間隔を基にエンジン回転数を算出しています。

たとえば、クランク角基準信号の発生間隔が 2 msec の時にはエンジン 1 回転で 24msec ですから、この時のエンジン回転数は 2500rpm となります。



$$\begin{aligned} \text{エンジン回転数} &= \frac{60}{\text{クランク角基準位置信号発生間隔} \times 12} \\ &= \frac{60}{2 \times 10^{-3} \times 12} = 2500 \text{ (rpm)} \end{aligned}$$

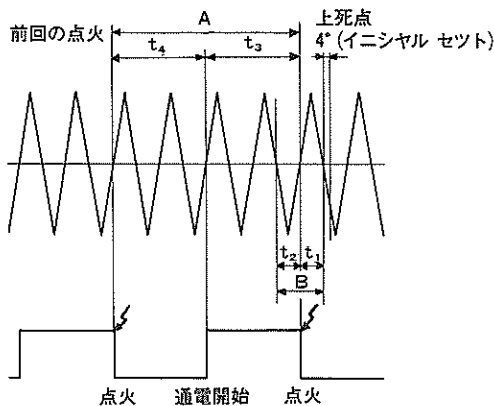
J0420

J0420

この回転数とエアフローメータからの吸入空気量検出信号を基に基本点火時期を記憶データから選び出し、さらに補正を加えて点火時期およびイグナイタへの通電時間を決定します。

通電開始時間の制御は上死点前 124° の信号を検出した後の非通電時間を逆算して行ない、通電終了時間（点火）の制御は上死点前 34° の信号を検出した後の通電時間を逆算して行なっています。

たとえば、エンジン回転数 2500rpm で決定された点火進角が 15°（イニシャルセット 4° を含まず）通電時間が 4 msec としますと、点火は上死点前 34° の信号が入って 15° 回転した時つまり 1 msec 後に行ない、通電開始は前の点火信号発生の 4 msec 後となります。



$$\begin{aligned} \text{通電開始時間 (} t_4 \text{)} &= A - t_3 \\ &= 8 - 4 = 4 \text{ msec} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{通電終了時期 (} t_2 \text{)} &= B - t_1 \\ &= 2 - 1 = 1 \text{ msec} \end{aligned}$$

A : 120° 回転するのに要する時間

B : 30°

t<sub>1</sub> : 進角に要する時間

t<sub>3</sub> : 通電時間

J0430

J0430

以上の計算を各点火ごとに繰り返して点火時期を制御しています。

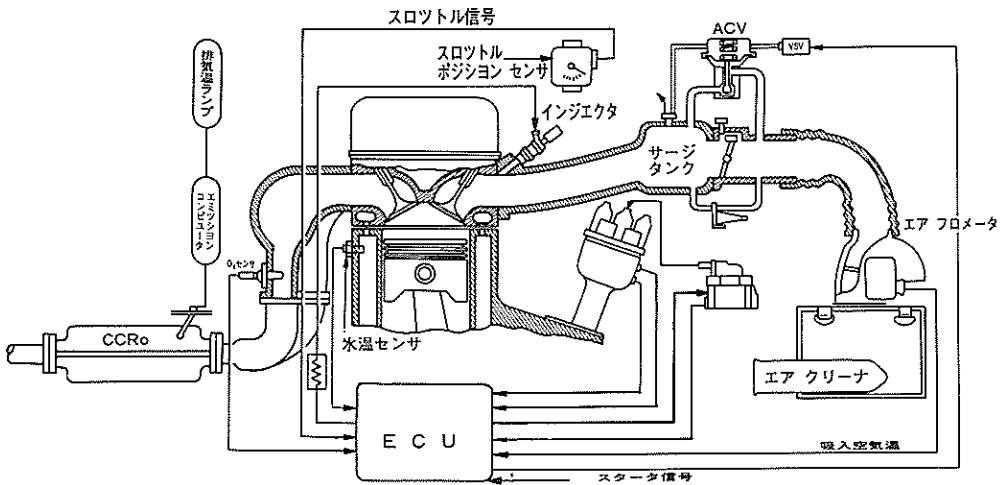
6. ISC (アイドル回転数制御装置)

(1) 概要

従来のエンジンではスロットル アジャステイング スクリューで、そのエンジンに最も適したアイドル回転数に調整し、その後の経過時変化等でアイドル回転数が変化し場合には再調整を行なっています。また、エアコン作動時にはアイドル アップ機構が働いてエンジン回転数を高くしています。

今回のシステムでは、ECUにエンジン状態(水温、吸気温、エアコンON、OFF等)に応じた目標回転数を記憶しておき、各センサからの検出信号を基にスロットルバルブのバイパス通路に流れる空気量を調整して目標回転数に正確に制御しています。

このため、経時変化等でエンジン状態が変化しても常に一定の回転数に保たれます。



ISCシステム図

J0408

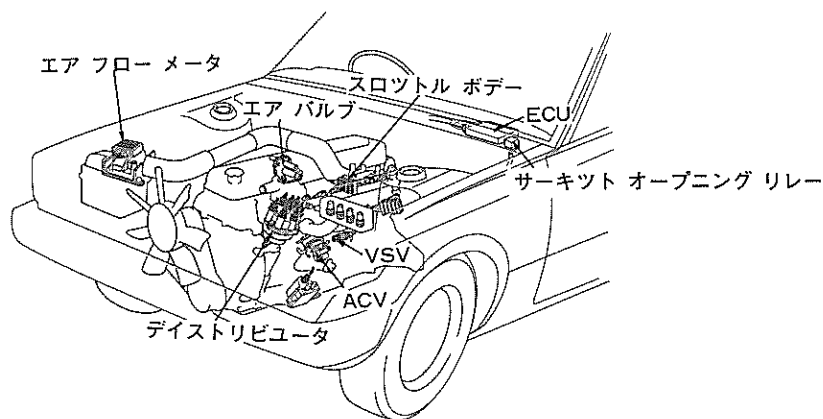
## 5M-EUエンジン —ISC—

### 〔2〕 制 御 系 統

エンジンの各条件を電気信号として取り出すセンサ類と、この信号によりエンジン回転数を制御するECU、エアコントロールバルブ(ACV)、負圧切換弁(VSV)からなっています。

#### 主 要 構 成 部 品 一 覧

構 成 部 品 名	作 動
エアコントロールバルブ(ACV)	スロットルバルブをバイパスして流れる空気量を制御します。
負圧切換弁(VSV)	ACVのダイヤフラム室にかかる負圧を制御します。
水温センサ	エンジン状態を検出し目標回転数を決定します。
吸気温センサ	
アイドル接点	アイドルリング状態を検出します。
車速センサ	
デイストリビュータ(Ne信号)	エンジン回転数を検出します。
イグニションスイッチ(ST信号)	始動状態を検出します。
ニュートラルスタートスイッチ	シフト位置の検出をします。
エアコンスイッチ	エアコンのON、OFFを検出し、目標回転数を決定します。
O <sub>2</sub> センサ	フィードバック状態を検出しアイドル回転数の補正を行いません。
E C U	各センサからの信号により、目標回転数を決定し、エンジン回転数に応じた制御信号をVSVに送り、アイドル回転数を一定に保持します。



制 御 系 統

J0409

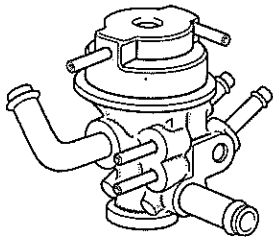
〔3〕 構成部品の構造と作動

① エアコントロールバルブ (ACV)

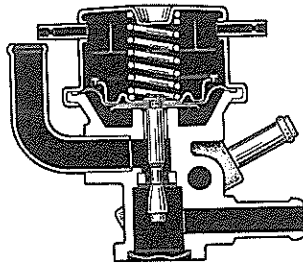
エアコントロールバルブはダイヤフラム室にかかる負圧により作動し、スロットルバルブをバイパスして流れる空気量を制御しています。

ダイヤフラム室にかかる負圧が高い時には、ダイヤフラムが引かれるため、バルブとボデーのすき間は小さくなり流量は少なくなつて、エンジン回転は下がります。また、負圧が低い時にはスプリング力によりダイヤフラムは押され、通路が大きく開くため流量が増して、エンジン回転は上がります。

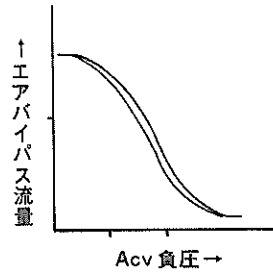
なお冷間時の作動性を良くするため、エアコントロールバルブのボデーに温水を通して暖めています。



外観図



断面図



特性図

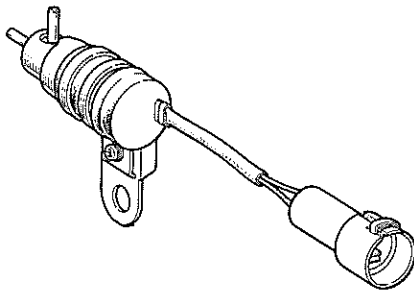
エアコントロールバルブ

J0460, J0461, J0462

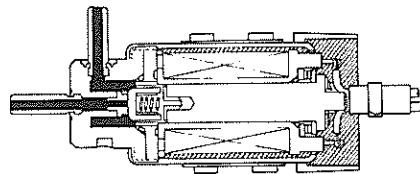
② 負圧切換弁 (VSV)

VSVはECUからの信号により作動し、ACVのダイヤフラム室にかかる負圧を制御しています。

VSVに通電されると通路が開きACVのダイヤフラム室に大気の流れ負圧は下がります。



負圧切換弁



J0463, J0464

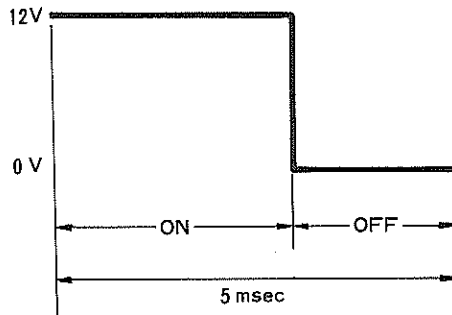
## 5 M-E Uエンジン — I S C —

### 〔4〕 作 動

アイドル回転数の制御はV S Vを20HzでON, OFFし, A C Vのダイヤフラム室にかかる負圧をコントロールするデューティ比制御を採用しています。

デューティ比制御とは1サイクル中のON時間の比率を制御する方法で, デューティ比は下記の式で示されます。

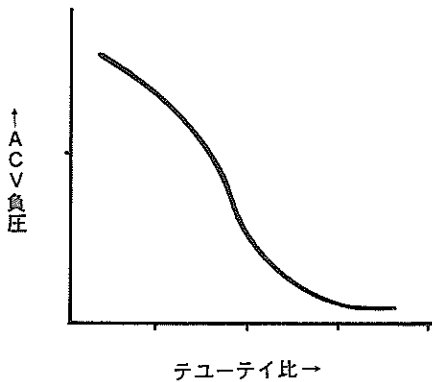
$$\text{デューティ比} = \frac{\text{ON時間}}{\text{ON時間} + \text{OFF時間}} \times 100 (\%)$$



I S C端子電圧

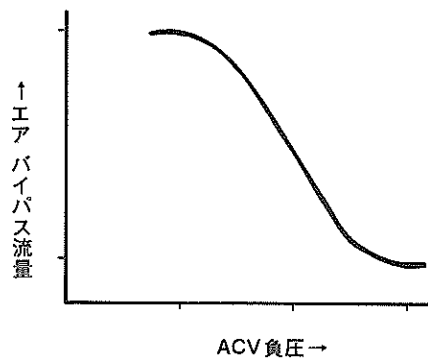
J0465

また, デューティ比に対するダイヤフラム室の負圧及びダイヤフラム室の負圧に対するA C Vバイパス流量は下図の様になります。この2つの特性でデューティ比に対するA C Vの流量 (バイパス流量) が決まります。



V S V 調圧特性図

J0467

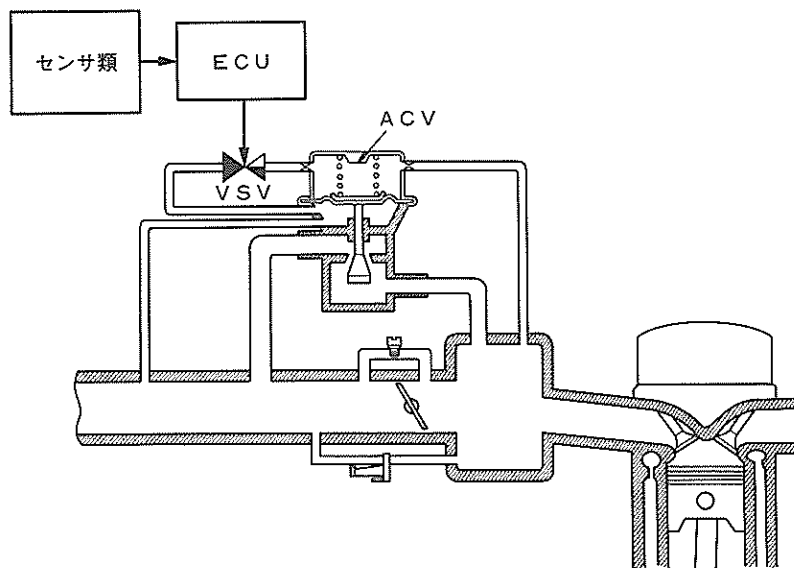


A C V 流量特性図

J0468

## 5 M-EUエンジン —ISC—

ECUはエンジン状態（水温、吸気温、エアコンON、OFF等）に応じた目標回転数を記憶しておき、デイストリビュータのNe信号により確認されたエンジン回転数と比較してデューティ比を制御しています。



システム回路図

J0469

アイドリング時は従来からのバイパス通路とACVを経由するバイパス通路を流れる空気流量により回転数が決定します。ECUはこの回転数をNe信号により検出し常に目標回転数との比較を行なっています。

エンジンの回転数が目標回転数よりも高くなるとECUはVSVへの制御信号のデューティ比を小さくします。するとVSVを介してACVのダイヤフラム室へ流れる大気量が少なくなるため、ダイヤフラム室の負圧が高くなりバルブが引かれバイパス流量が少なくなるためエンジン回転数は低くなります。

逆にエンジン回転数が目標回転数よりも低くなるとECUからVSVへ送られる制御信号のデューティ比は大きくなり、エンジン回転数は上昇します。

ECUはこのようなフィードバック制御を繰り返してアイドル回転数を一定に保っています。

## 5 M-E Uエンジン — I S C —

### [5] アイドル回転数制御特性

アイドル回転数の制御は、エンジンの暖機状態や負荷によつて目標回転数が異なります。

#### 目標回転数

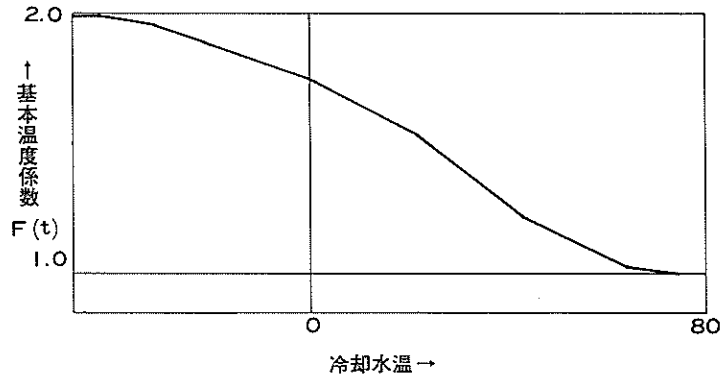
目標回転数は基本温度係数を含んだ計算式で表わされ、水温が低い時には目標回転数は高く、水温が高い時には目標回転数は低くなっています。

また、シフト位置、吸気温度、エアコンON、OFFおよびスタータ信号の有無により特性を変えてエンジン状態に合った目標回転数を設定しています。

$$\text{目標回転数} = A \times F(t) + B$$

A, B: シフト位置, 吸気温度, エアコン信号, スタータ信号等のエンジン状態により決まる定数

F(t): 水温により変化する温度係数



基本温度係数

J0470

#### 目 標 回 転 数

エンジン状態			エンジン回転(r.p.m)		
トルコン	レンジ	エアコン	吸気温度	水温(0℃)	水温80℃
N		ON	—	1400	950
		OFF		1400	750
D		ON	50℃以下	1050	750
			40~50℃	1000	700
			40℃以下	950	650
		OFF	—	950	650
始 動 時				1700	1050

## 5 M-EUエンジン —ISC—

### 予測制御特性

シフト チエンジヤエアコン スイッチの切り換えを行なった直後は、エンジン負荷が変わるため、アイドル回転数が変化します。そこでこれらの信号を検出した直後はデューティ比を変化させてエンジン回転数の変動をおさえています。

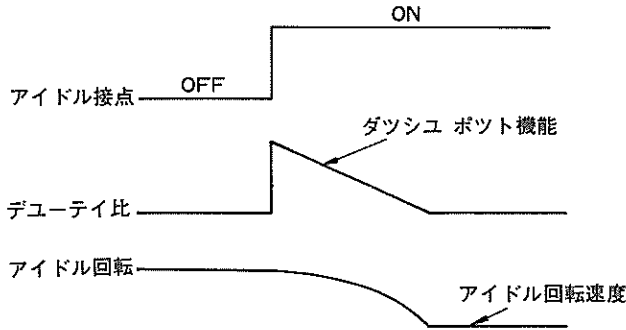
予 測 制 御 量

ス イ ッ チ の 作 動		デューティ比
エアコン スイッチ	OFF→O N	+15%
	O N→OFF	-15%
ニュートラル	N→D	+4 %
スタート スイッチ	D→N	-4 %

### ダツシュ ポット機能特性

減速直後（アイドル接点OFF→ON）はデューティ比を大きくしてエンジン回転を押えています従来のダツシュ ポットに相当するものです。

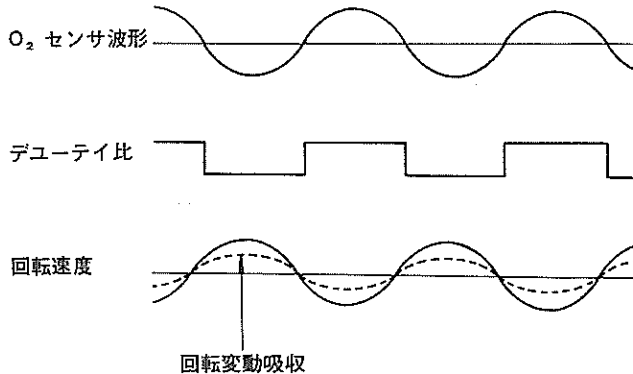
なお、低負荷時にはデューティ比の補正は行なつていません。



J0471

### フィード バック補正特性

空燃比補正によるフィード バック時にはO<sub>2</sub>センサの信号を検出し、デューティ比の補正を行なつて空燃比補正によるアイドル回転数の変動をおさえています。



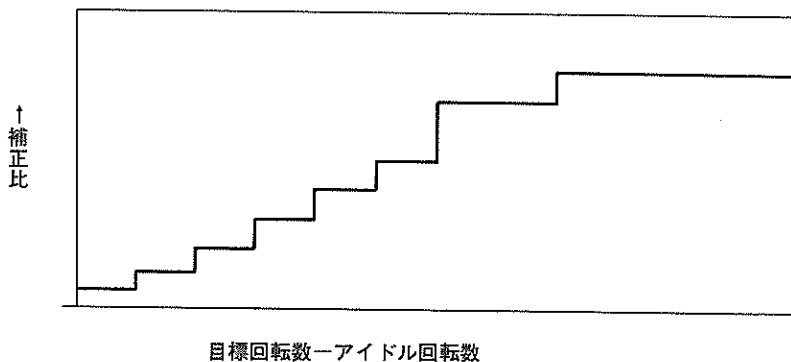
J0472

## 5 M-E Uエンジン —ISC—

### 出力デューティ基本演算方法

デューティ比の算出は現在のデューティ比に目標回転数とアイドル回転数との差で決まる補正值およびバッテリー電圧、フィードバック補正等による補正值を加えて行なっています。

新しいデューティ比=現在のデューティ比+補正值



回転速度差による補正特性

J0473

### イニシャル セット時出力デューティ特性

ISCの採用により、経時変化等でエンジン負荷が変動してもアイドル回転数は常に目標回転数と合っていますが、スロットルバルブ、ISC等の機能部品交換時あるいはエンジン分解時等に初期調整ができるようIS端子を短絡した時にはエンジン回転数に関係なく48%に固定する機能をもうけました。

IS端子を短絡してアイドル回転数を調整すれば、初期と同じ特性でデューティ比の制御がされるようになります。

### 低温時のISC作動

低温時のアイドルアツプは従来と同様エアバルブを使用して行ない、ISCシステムで補正を行なっています。

## 5 M-E Uエンジン —ダイアグノーシス—

### 7. ダイアグノーシス（自己診断機能）

ダイアグノーシス（= Diagnosis）とは“診断”と言う意味でエンジンの信号系統に異常が起つた場合にECUが異常項目を知らせるシステムです。

診断項目は正常信号を含めて9項目あり、従来のO<sub>2</sub>センサ チェツカを使用して確認することができます。また、一部項目には異常コード記憶機能を持たせて、異常が解消された後でも、イグニッション スイッチをOFFまたはSTにしない限り確認できるようにし、サービス性の向上をはかりました。

#### 〔1〕 診 断 項 目

診断項目は下記の9項目で、2項目以上の異常が同時に発生した場合には、コード番号の小さい項目のみが表示されます。

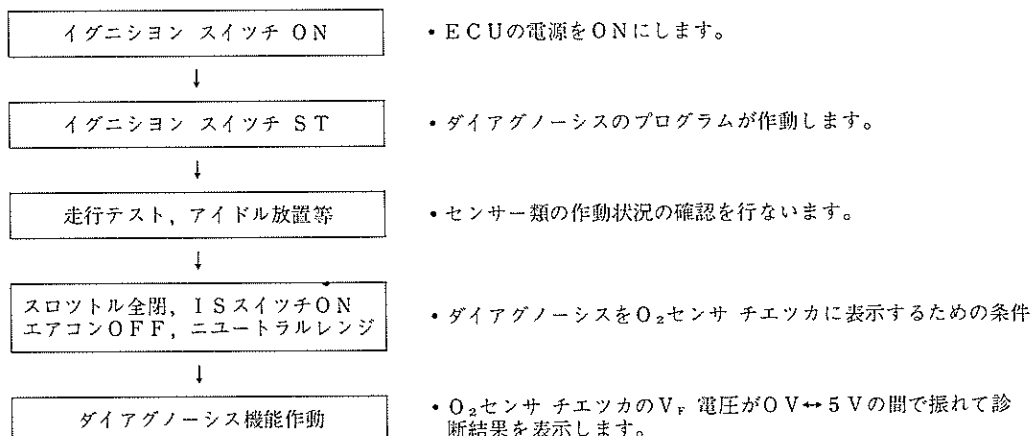
表 示 項 目

コード番号	診 断 項 目
1	正 常
2	回転信号系統
3	回転信号系統
4	点火信号系統
5	スロットル ポジション センサ信号系統
6	水温信号系統
7	吸気温信号系統
8	ECU電源系統
9	ISCシステム制御用信号系統

#### 〔2〕 作 動

##### (1) 操 作 方 法

ダイアグノーシス機能の作動は下記の手順で行ないます。

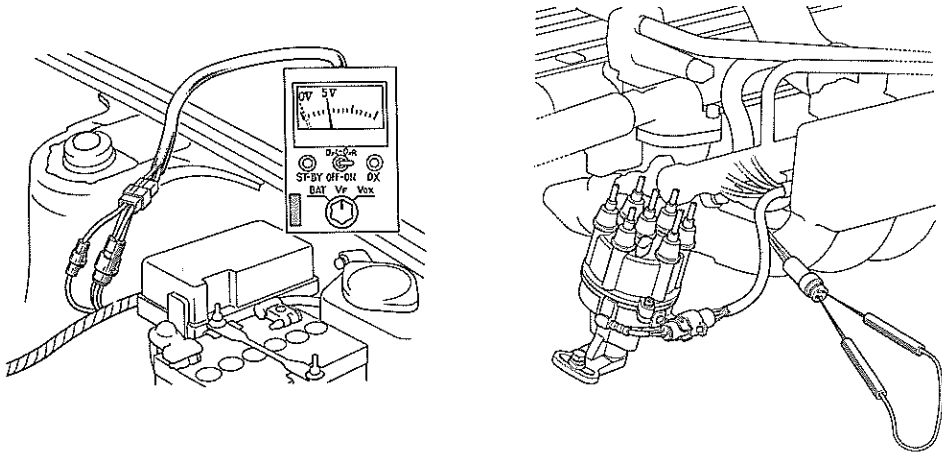


## 5 M-E Uエンジン —ダイアグノーシス—

### (2) 表示方法

表示はO<sub>2</sub>センサ チェツカのV<sub>F</sub>電圧を変化させて行なっています。

O<sub>2</sub>センサ チェツカを接続し、ロータリ スイッチをV<sub>F</sub>にすると最初の3秒間は0Vを示します。次に、1秒に1回(1/4秒間)コード番号の回数だけ5Vを示しその後3秒間は0Vとなります。この作動を繰り返すので5Vに振れる回数を数えることで異常コードを知ることができます。



ダイアグノーシス表示方法



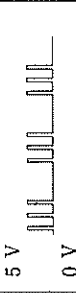


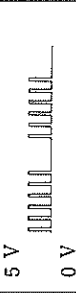
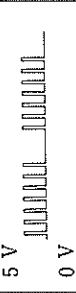


J0431, J0432

### 操作上の注意事項

- ① 走行テスト等を行なった後イグニション スイッチをOFFにするか、STにすると診断内容はキャンセルされ診断結果は表示されません。
- ② コードNo. 2, 3 および 9 は異常が出ている時のみ表示され、異常が解消された場合には表示されません。又、コードNo. 2, 3 は始動時から連続して異常でなければ表示されません。
- ③ 異常コードが2項目以上確認された場合にはコードNo.の小さいものだけが表示されるので、表示項目の点検、修理後再度確認して下さい。
- ④ IS スイッチはイグニション スイッチ STの前にONにしてもダイアグノーシス機能は作動します。
- ⑤ エアコンON又はニュートラル(パーキング含む)レンジの状態ダイアグノーシスを点検した場合には、全てが正常の場合にもコードNo. 9 を表示します。
- ⑥ バッテリ電圧が低い場合には誤診断の恐れがありますので、点検時にはバッテリ状態を確認して下さい。

## 5 M-EUエンジン —ダイアグノーシス—

### (3) 診断内容

コード番号	診断項目	O <sub>2</sub> センサチエックカ電圧波形	診断内容	点検内容
1	正常		<ul style="list-style-type: none"> <li>• コード番号2～9の項目に異常が検出されなかつた時に表示</li> </ul>	
2	回転信号系統		<ul style="list-style-type: none"> <li>• クランクング中及びクランク後にクランク角信号 (G1, G2Ne) が一度もECUに入力されなかつた時に表示</li> </ul>	①ワイヤ ハーネス及びびコネクタ (クランク角信号系統) ②デイス ③ECU
3	回転信号系統		<ul style="list-style-type: none"> <li>• クランク角信号のアース系統 (G⊖) Ne ⊖が断線している時に表示</li> </ul>	同上
4	点火信号系統		<ul style="list-style-type: none"> <li>• クランクング中及びエンジン運転中、イグナイタからの信号が6回連続して発生しなかつた時に表示</li> <li>• 異常コードは電源OFFまで記憶される</li> </ul>	①ワイヤ ハーネス及びびコネクタ (イグナイタ+B及びIG系統) ②イグナイタ ③ECU
5	スロットルポジヨンセンサ信号系統		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Idθ信号とPsw信号が同時に入力した時</li> <li>• 異常コードは電源OFFまで記憶される</li> </ul>	①ワイヤ ハーネス及びびコネクタ (スロットル ポジヨン センサ系統) ②スロットル ポジヨン センサ ③ECU
6	水温信号系統		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 水温信号のオープンまたはショートが数秒連続した時</li> <li>• 異常コードは電源OFFまで記憶される</li> </ul>	①ワイヤ ハーネス及びびコネクタ (水温センサ系統) ②水温センサ ③ECU
7	吸気温度信号系統		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 吸気温度信号のオープンまたはショートが数秒連続したとき</li> <li>• 異常コードは電源OFFまで記憶される</li> </ul>	①ワイヤ ハーネス及びびコネクタ (吸気温度センサ系統) ②吸気温度センサ (エアフローメータ) ③ECU
8	ECU電源系統		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 始動状態でない時でECUの電源電圧が10V以下または16V以上となつたとき</li> <li>• 異常コードは電源OFFまで記憶される</li> </ul>	①バッテリー及び電源 ②イグニッションスイッチ, メインリレー系統 (ヒューズ, ハーネス類含む) ③ECU
9	ISCシステム制御用信号系統		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ニュートラルスタートスイッチON, エアコンスイッチOFFの条件が満たされていないとき</li> </ul>	①ニュートラルスタートスイッチ系統 ②エアコンスイッチ ③ECU

(注) 診断内容中の電源OFFとはイグニッションスイッチON スイッチOFFまたはSTを示します。

J0433

## 5 M-E Uエンジン —フェイル セーフ機能—

### 8. フェイル セーフ (FAIL SAFE) 機能

フェイル セーフ機能とは各センサーから異常信号が発生し、その信号を元に制御を続けるとエンジン不調、触媒過熱等に至る可能性がある場合に、ECU内部の数値を使用して制御をするか、エンジンを停止する機能です。

今回のシステムには水温センサ系、吸気温センサ系、回転角信号 ( $G_1$ ,  $G_2$ ) 点火コイル系のフェイル セーフ機能が組み込まれています。

#### (1) 水温センサ、吸気温センサ

従来のEFIでは水温センサ、あるいは吸気温センサが断線すると抵抗が無限大となり、空燃比が濃くなり過ぎるためエンスト、エンジン不調となります。また、短絡した場合には空燃比が薄くなり冷間時、エンジン不調となります。

今回のシステムでは水温センサあるいは吸気温センサが断線、短絡をして $-80^{\circ}\text{C}$ 以下または、 $140^{\circ}\text{C}$ 以上の信号が検出された場合には、その信号を燃料噴射量制御の計算には使用せず、 $80^{\circ}\text{C}$  (水温センサ)、 $20^{\circ}\text{C}$  (吸気温センサ) を計算に使用してエンジン不調となるのを防止しています。

#### (2) 気筒判別信号 ( $G_1$ , $G_2$ )

気筒判別信号  $G_1$ ,  $G_2$  は、気筒判別のために設けられていますが、どちらか一方が断線しても、残りの信号とNe信号の発生回数からクランク角を判断し、点火時期を正確に制御しています。

#### (3) 点火コイル

① 従来のシステムでは点火一次信号によつてエンジン回転を検出しているため、点火が無ければ自動的に燃料噴射も止まります。

今回のシステムではデイストリビュータ内のピツク アップ コイルによつて回転数を検出しているため、コイル断線等により点火系に異常があつた場合には失火により触媒が過熱する恐れがあります。そこで、IG信号が3点火以上連続して検出されない場合に点火系の異常とみなし、燃料噴射を停止する機能を設けました。

② 今回のシステムに使用したイグニッション コイルには外部抵抗が無いため、イグニッション ONの間はイグニッション コイルに一次電流が流れ続けコイルが焼き切れる恐れがあります。そこでイグニッション ONでエンジンの回転信号が検出されない状態が数秒続いた場合にはイグニッション コイルへの通電を停止します。