

いすゞ自動車株式会社

I 2ステージ・ターボ・システム

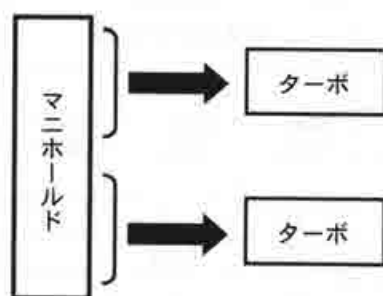
通 称 名	車 両 型 式	適 用 時 期	出 典 資 料
エルフ	SKG-N**85	2011.8～	総合修理書 No.D02-932

1 概 要(図I-1, 2, 3)

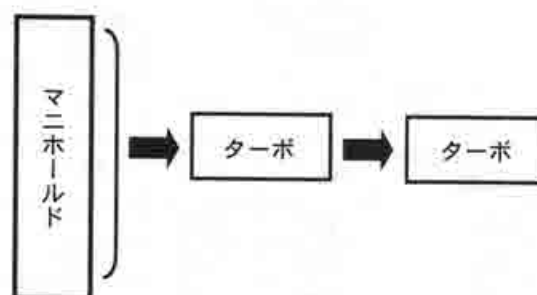
2ステージ・ターボ・システムは、排気量あたりのトルクを可能な限り高めるための「高過給化」を追求し、環境性能と経済性能を高次元で両立させる、次世代ディーゼル・エンジン「D-COREエンジン」に採用されたシステムである。

1つのエンジンに2個のターボ・チャージャを直列装着する本システムの採用により、エンジンの全回転域でよりすぐれたターボ効果を発揮、尿素水を使用することなくポスト新長期排出ガス規制に適合すると共に、燃費の向上にも貢献している。

前述の通り2ステージ・ターボ・システムは1基のエンジンに対して2個のターボ・チャージャを配しているが、エキゾースト・マニホールドを通過した排気ガスを分岐し、並列に2個のターボ・チャージャに流す一般的なツイン・ターボとは異なり、2個のターボ・チャージャを直列に配置する構造としている。

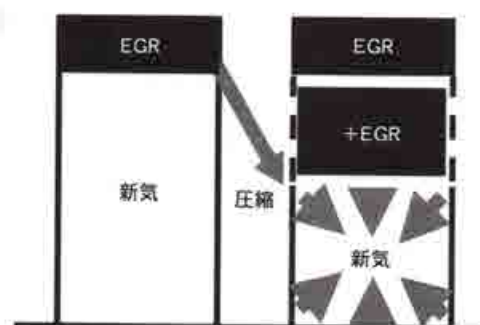


図I-1 ツイン・ターボの考え方



図I-2 2ステージ・ターボ・システム概念図

2ステージ・ターボ・システムで新気をより高過給とすることにより、シリンダ内により多くのEGRガスを吸入させることでNOxが低減される。

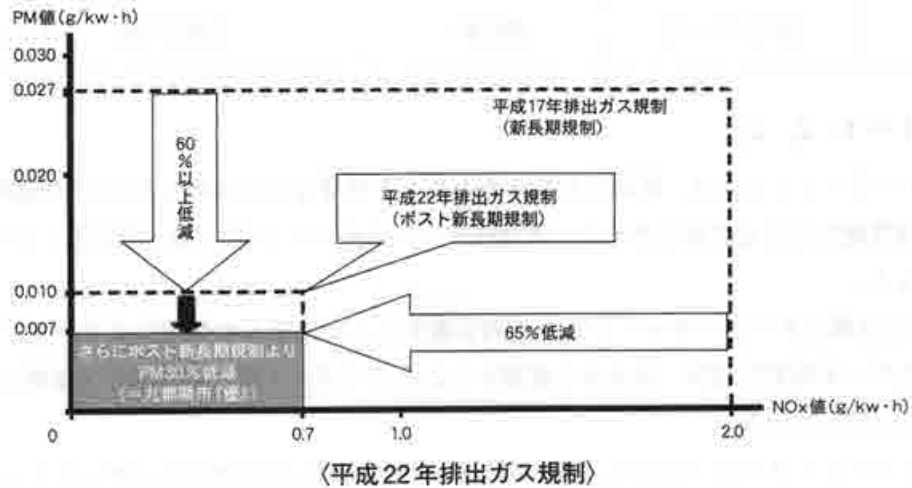


図I-3 シリンダ内の容積イメージ

1) 特 徴

(1) 環境性能(図 I-4)

ポスト新長期規制に対応するため、4JJ1型エンジンに2ステージ・ターボ・システムを採用。平成17年排出ガス規制値に対してPM値は60%以上の低減、NOx値については65%の低減達成に寄与している。PM値については、DPDシステムなどの効果も含め、ポスト新長期規制の規制値より更に30%の低減が可能となり、H27年度燃費基準達成車については、九都県市「優」低公害車の指定を取得している。



		平成10・11年(長期規制)	平成15・16年(新短期規制)				平成15・16年(新短期規制)				平成21・22年(ポスト新長期規制)
			超低PM排出ディーゼル車		低排出ガス重量車						
排出ガス記号	GVW12t以下	KK-	KR-	PA-	PB-	ADG-/AKG-	NDG-/NKG-	PDG-/PKG-	BDG-/BKG-	SDG-/SKG-	
	GVW12t超	KL-	KS-	PJ-	PK-					LDG-/LKG-	
NOx		4.50	3.38	←	←	2.0	1.8	2.0	1.8	0.7	
PM		0.25	0.18	0.027	←	←	←	0.024		0.011	
CO		7.40	2.22	←	←	←	←	←	←	←	
黒煙(不透明度)		25%	←	←	←	←	←	←	←	廃止	

〈主な排出ガス規制値の推移〉

図 I-4 環境性能

(2) 4JJ1 型エンジン主要諸元

項 目			諸 元
エンジン本体	エンジン型式		4JJ1-TCS
	種類、シリンダ数、配置		ディーゼル4サイクル、直列4気筒、縦置
	燃焼室形式		直接噴射式
	バルブ機構		DOHC、ギヤ及びチェーン駆動
	総排気量		2999cc
	ボア×ストローク		直径95.4×104.9mm
	圧縮比		17.5
	定格出力		110kW/2800r/min
	最大トルク		375N・m/38.2kgf・m/1400～2800r/min
	寸法		805×820×743mm
	バルブ開閉時期	インレット・バルブ	開 BTDC13°
			閉 ABDC41°
		エキゾースト・バルブ	開 BBDC52°
			閉 ATDC6°
	バルブ・クリアランス	インレット・バルブ	0.15mm(カム～ローラ間、冷間時)
		エキゾースト・バルブ	0.15mm(カム～ローラ間、冷間時)
	アイドル回転速度 A/C・OFF時		600r/min
潤滑装置	潤滑方式		圧送式
	オイル・ポンプ形式		ギヤ式
	オイル・フィルタ形式		フル・フロー式
	オイル容量		10.6L
	オイル・クーラ形式		内蔵、水冷式
冷却装置	冷却方式		水冷式
	冷却液容量		10L(含ラジエータ)
	ウォータ・ポンプ形式		遠心式、POLY-Vリブド・ベルト駆動
	サーモスタット形式、開弁温度		ワックス・ベレット式ジグル弁付き、85℃
燃料装置	燃料装置形式		電子制御コモン・レール式
電気装置	バッテリー電圧		24V
	ジェネレータ	形式、製作会社名	交流式、日立オートモティブシステムズ株式会社
		出力	24V-50A、24V-80A
		レギュレータ形式	IC式
	スタータ	形式、製作会社名	リダクション式、日立オートモティブシステムズ株式会社
		出力	24V-4.5kW、24V-4.0kW
	予熱装置	形式、製作会社名	グロー・プラグ、NGK

(3) 4JJ1型エンジン性能曲線(図I-5)

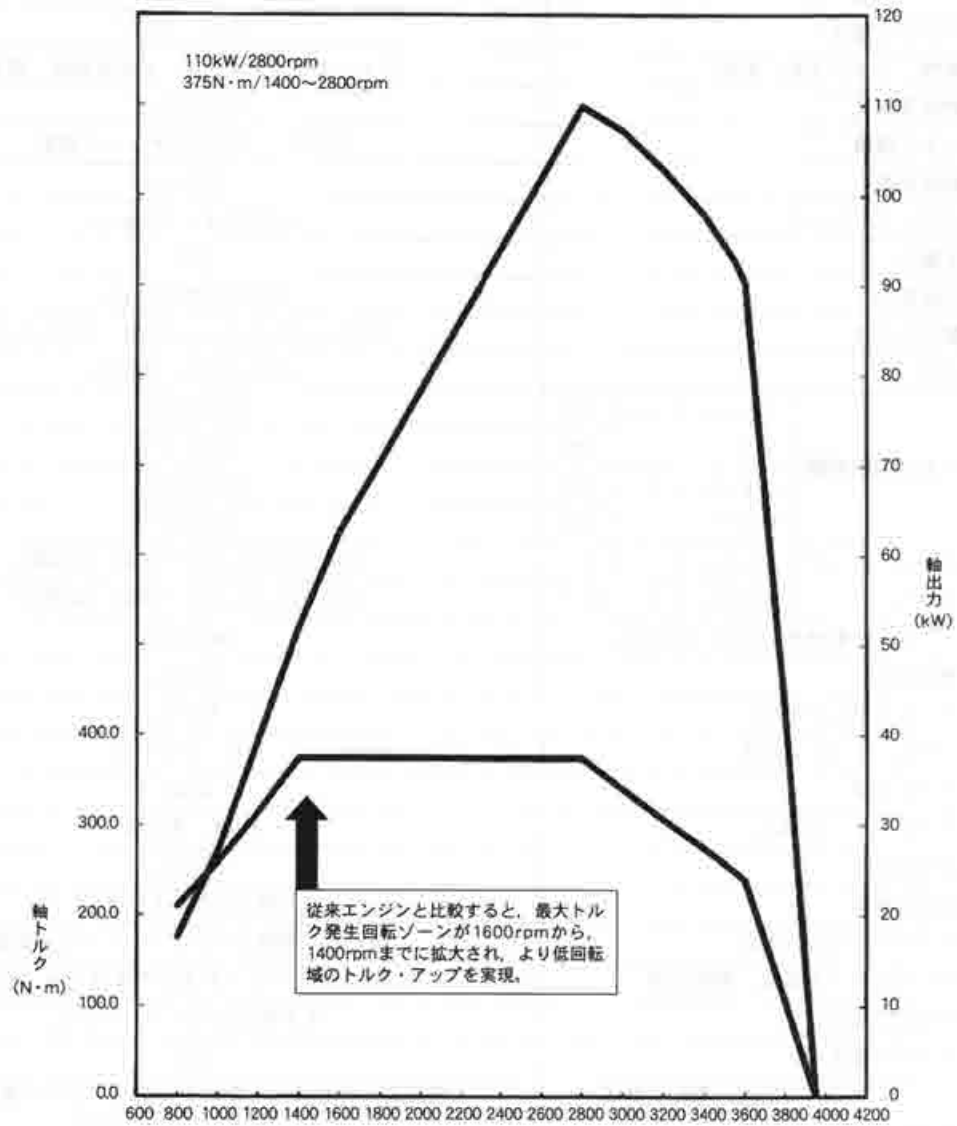


図 I - 5 4JJ1型エンジン性能曲線図

2 構造・機能

1) 構成部品の配置(図 I-6, 7, 8)

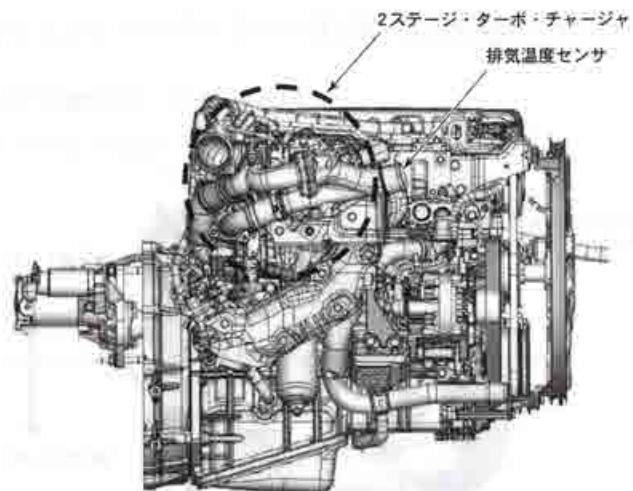


図 I-6 エンジン右側面視

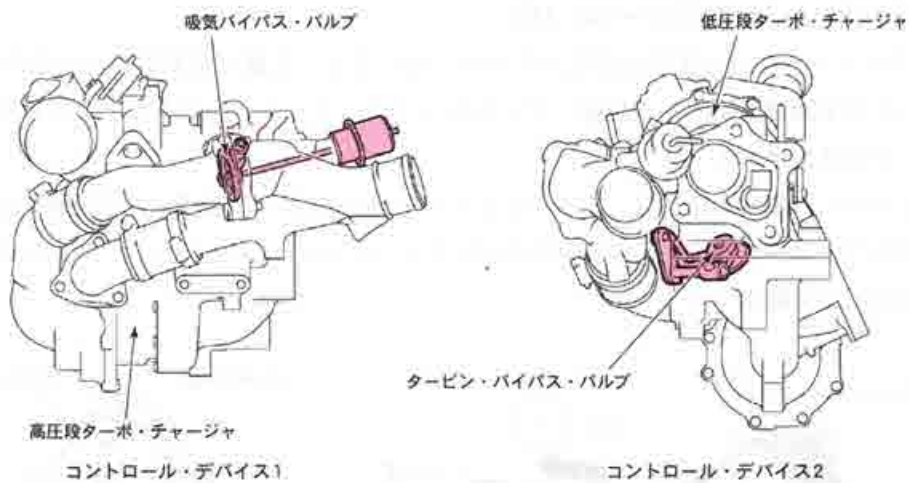


図 I-7 2ステージ・ターボ・チャージャ詳細

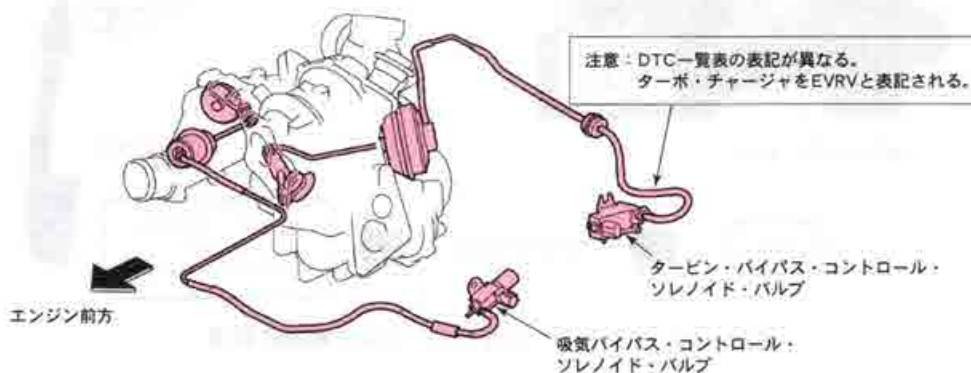


図 I-8 コントロール・デバイス制御部品

2) 構成部品の構造・機能

(1) ターボ・チャージャ Ass'y (図 I-9)

ターボ・チャージャ構成は、上方に低圧段ターボ・チャージャ、下方に高圧段ターボ・チャージャを配し、その接続部にタービン・バイパス・バルブが配置されている。

参考 タービン・バイパス・バルブは構成部品上、高圧段ターボ・チャージャに含まれる。

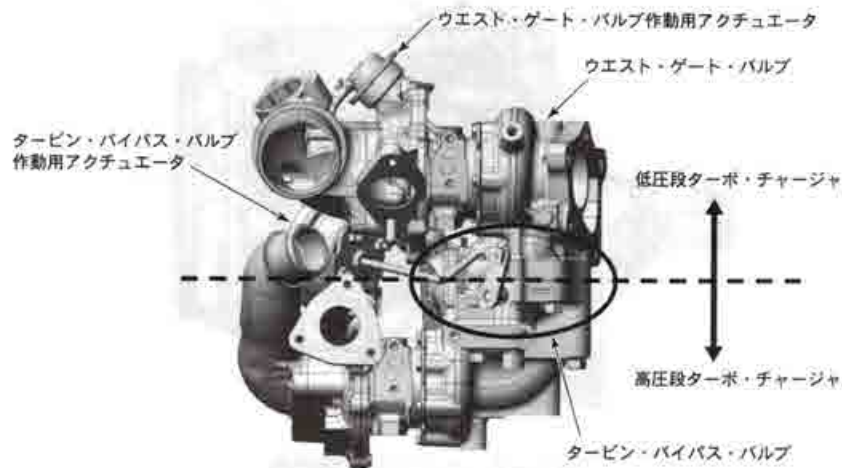


図 I-9 ターボ・チャージャ Ass'y

(イ) タービン・バイパス・バルブ (図 I-10, 11)

タービン・バイパス・バルブの構造は排気バイパス・ポートと、上部に装着されているタービン・バイパス・バルブ、バルブを開閉するリンク機構、タービン・バイパス・コントロール・ソレノイド・バルブ、アクチュエータなどで構成される。

タービン・バイパス・バルブの開閉は、アクチュエータへのバキューム圧(負圧)で制御される。

アクチュエータのストローク量は、ECMからタービン・バイパス・コントロール・ソレノイド・バルブへのデューティ信号により制御される。

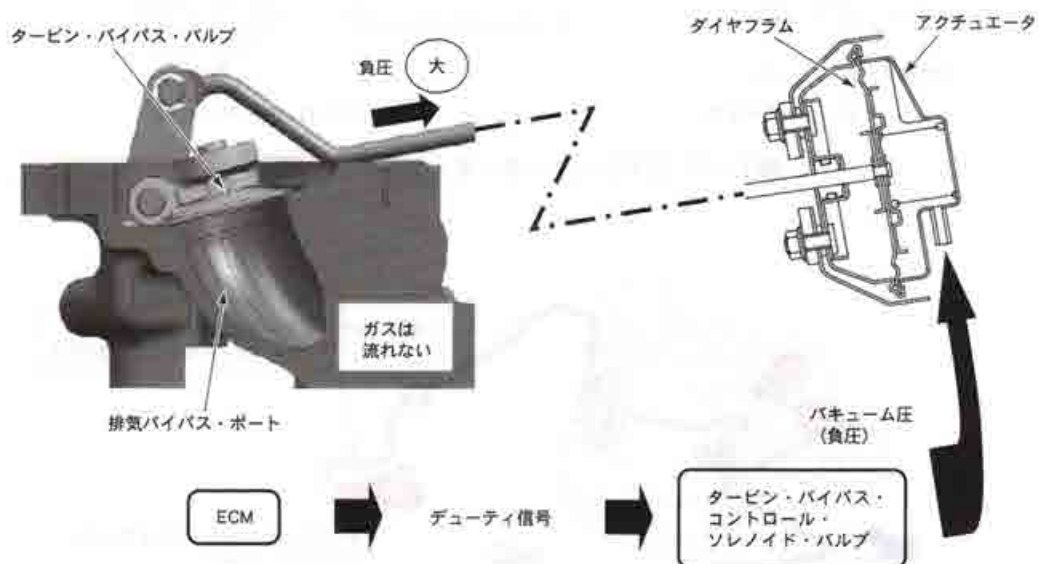


図 I-10 タービン・バイパス・バルブ構造作動図

【参考】〈タービン・バイパス・バルブ全開時〉

アクチュエータへのバキューム圧(負圧)を低くすることで、タービン・バイパス・バルブが全開に近づく。

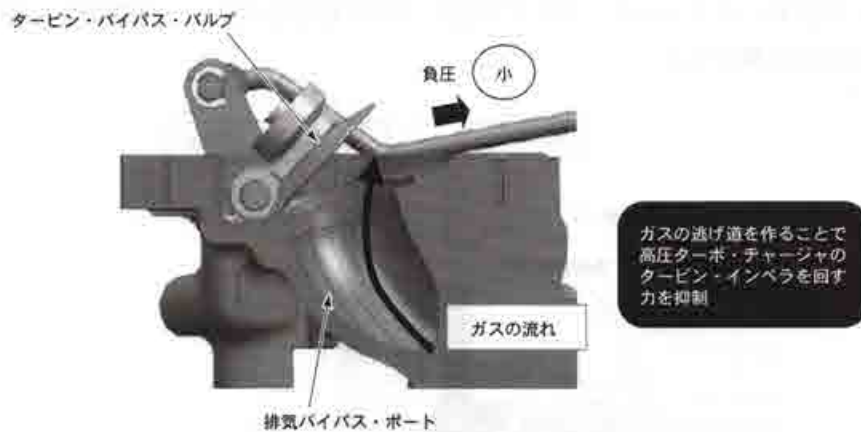


図 I-11 タービン・バイパス・バルブ全開時

(2) タービン・バイパス・バルブ・コントロール・ソレノイド・バルブ

タービン・バイパス・バルブ・コントロール・ソレノイド・バルブは、ECMからのデューティ信号を利用して開閉作動を行い、バキューム・ポンプで発生させた負圧を制御する。

ECMからのデューティ信号が大きい場合は内部バルブ移動量が大きくなり、アクチュエータに供給する負圧が大きくなる。

(イ) 負圧を大きくする場合(図 I-12)

コイルがECMからの信号を受け取ると、ステータに磁力が発生し、ステータ A が左方向へ引っ張られ、弁が開く。弁が開くことにより、バキューム・ポンプの通路と、アクチュエータとの通路がつながり、バキューム・ポンプで発生させた負圧を利用してアクチュエータを制御する。

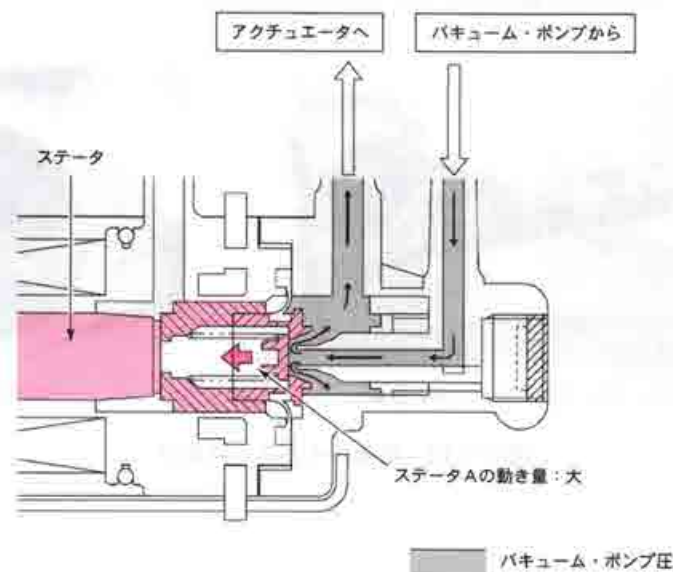


図 I-12 負圧大

(ロ) 負圧を小さくする場合(図 I-13)

コイルが受ける ECM から信号が少なくなると、ステータ A を左方向へ引っ張る力が弱まり、大気との通路も開放する。その結果、バキューム・ポンプで発生させた負圧を大気へ一部逃がし、アクチュエータを作動させる負圧を弱める制御をする。

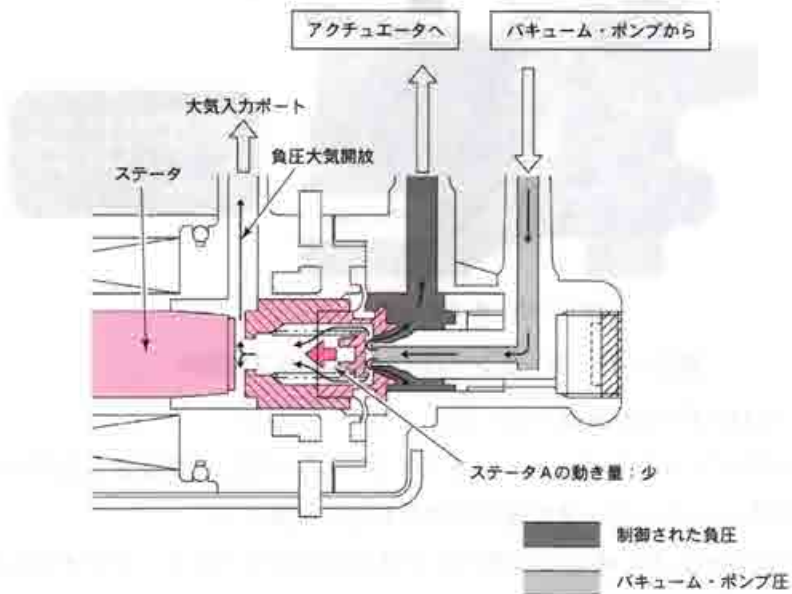


図 I-13 負圧小

(3) 吸気バイパス・バルブ(図 I-14)

吸気バイパス・バルブの作動は吸入空気通路の全開と全閉のみの制御で、タービン・バイパス・バルブ・コントロール・バルブの様なデューティ制御はされていない。

アクチュエータによりロッドが引っ張れるとバルブが全開となる。



〈吸気バイパス・コントロール・バルブ全景〉



〈バルブ全開状態〉

図 I-14 吸気バイパス・バルブ

(4) コンプレッサ・アウトレット温度センサ(図 I - 15)

コンプレッサ・アウトレット温度センサはインタ・クーラに取り付けられている可変抵抗器である。

インタ・クーラ入口付近の吸気温度を測定し、ターボ・チャージャの保護に使用している。

センサが冷えているとセンサの抵抗は大きく、吸気温度が上昇するとセンサの抵抗は小さくなる。

センサの抵抗が大きい場合、ECMは信号回路の高電圧を検知し、センサの抵抗が小さい場合、ECMは信号回路の低電圧を検知する。

参考 特性値

20℃ : 約 300k Ω

100℃ : 約 13k Ω

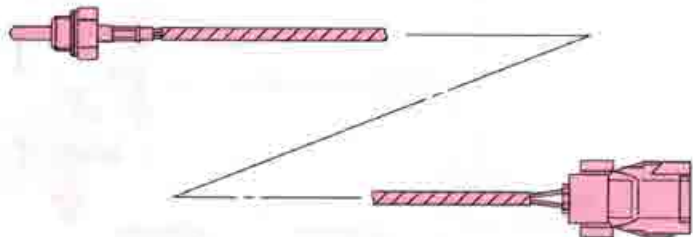


図 I - 15 コンプレッサ・アウトレット温度センサ

(5) 排気温度センサ(図 I - 16)

排気温度センサはエキゾースト・マニホールドに取り付けられている可変抵抗器である。

エキゾースト・マニホールドの排気温度を測定し、排気系部品の保護に利用している。

センサが冷えていると、センサの抵抗は大きく、排気温度が上昇すると、センサの抵抗は小さくなる。センサの抵抗が大きい場合、ECMは信号回路の高電圧を検知し、センサの抵抗が小さい場合、ECMは信号回路の低電圧を検知する。

参考 特性値

100℃ : 約 370k Ω

300℃ : 約 6k Ω



※ヘッド・カバーを取り外した状態で撮影

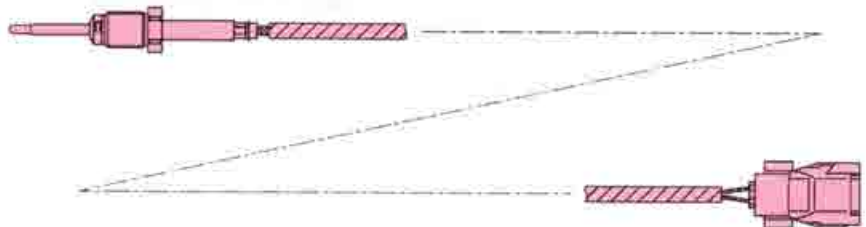


図 I - 16 排気温度センサ

3) システム概要

(1) システム構成(図 I-17)

4JJ1 型エンジンでの 2 ステージ・ターボ・システムにおいては、高圧段と低圧段の 2 個のターボ・チャージャと、タービン・バイパス・バルブ、吸気バイパス・バルブ、ウエスト・ゲート・バルブの 3 個のバルブによって構成されている。

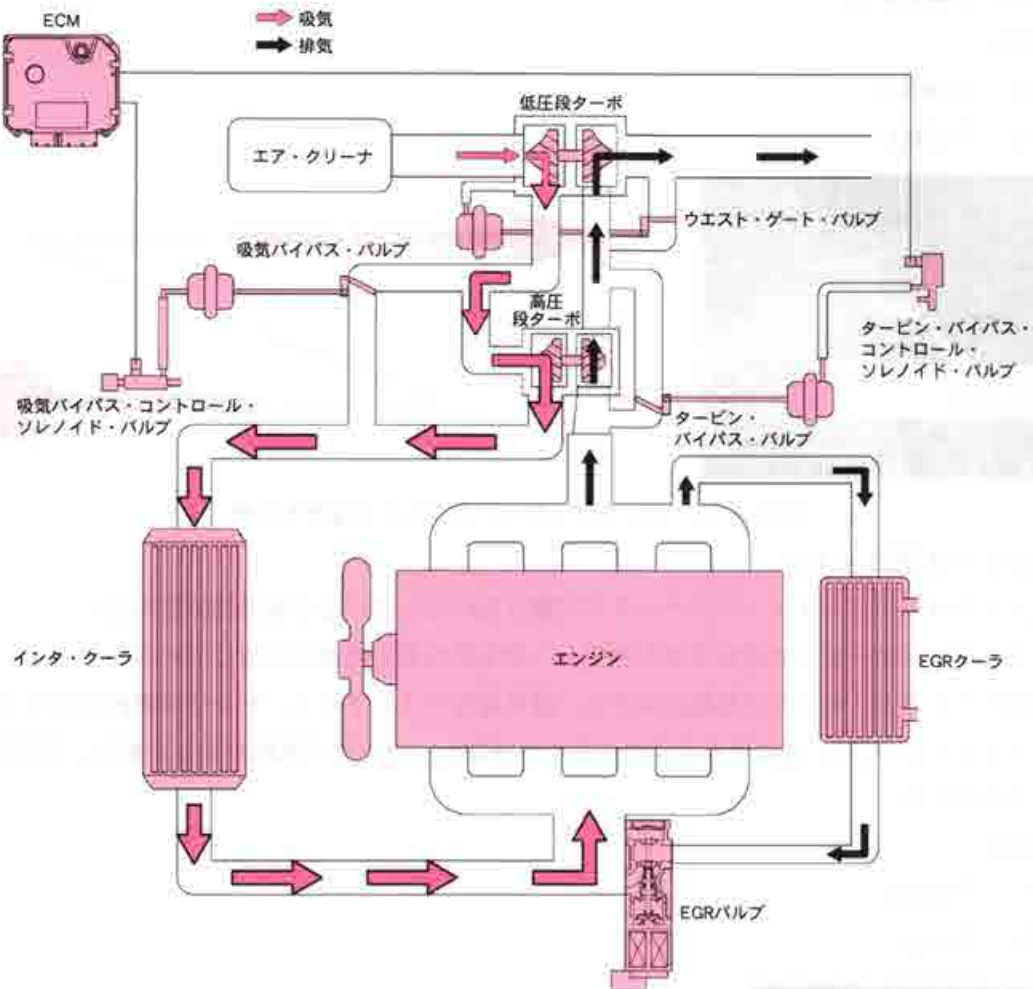
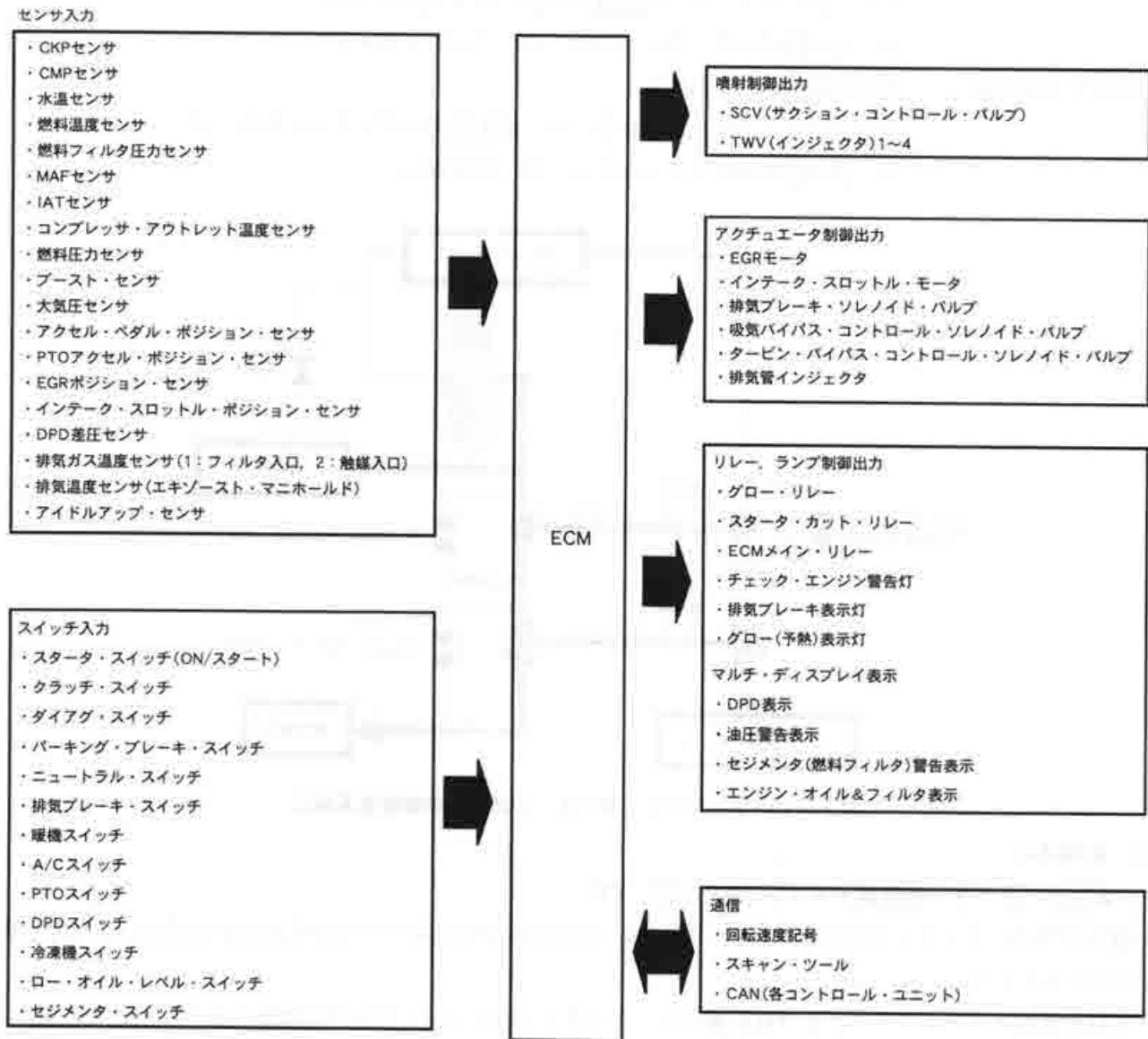


図 I-17 システム図

(2) ECM制御概要(図I-18)

2ステージ・ターボ・システムはECMによって制御される。



図I-18 4JJ1型エンジンECM制御概念図

(3) 吸気 排気の通過経路(図 I-19)

(イ)吸入空気の流れ

〈図中の 点線部〉

エア・クリーナ ⇒ 低圧段ターボ・チャージャ ⇒
⇒ 高圧段ターボ・チャージャ ⇒ インタ・クーラへ

(ロ)排出ガスの流れ

〈図中の ——— 実線部〉

エキゾースト・マニホールド ⇒ 高圧段ターボ・チャージャ ⇒
⇒ 低圧段ターボ・チャージャ ⇒ 排気管へ

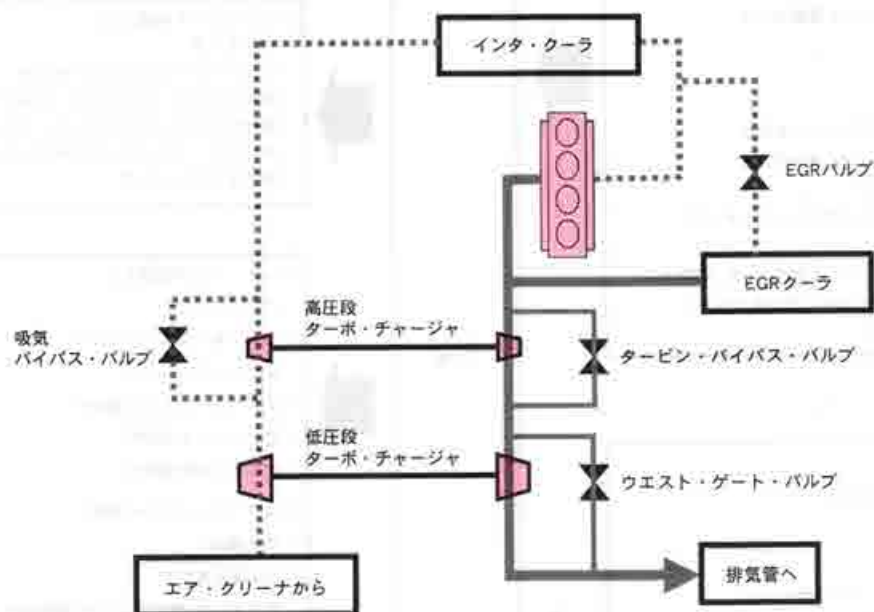


図 I-19 2ステージ・ターボ・システムの吸排気系統図

4) 制御内容

(1) 2ステージ・ターボ制御イメージ(図 I-20, 21)

4JJ1型では、エンジン高回転域以外は二段過給、高回転域を低圧段ターボが大部分を受け持つような作動割合としている。

それぞれのターボ・チャージャの負担割合は、タービン・バイパス・バルブと吸気バイパス・バルブによって制御される。

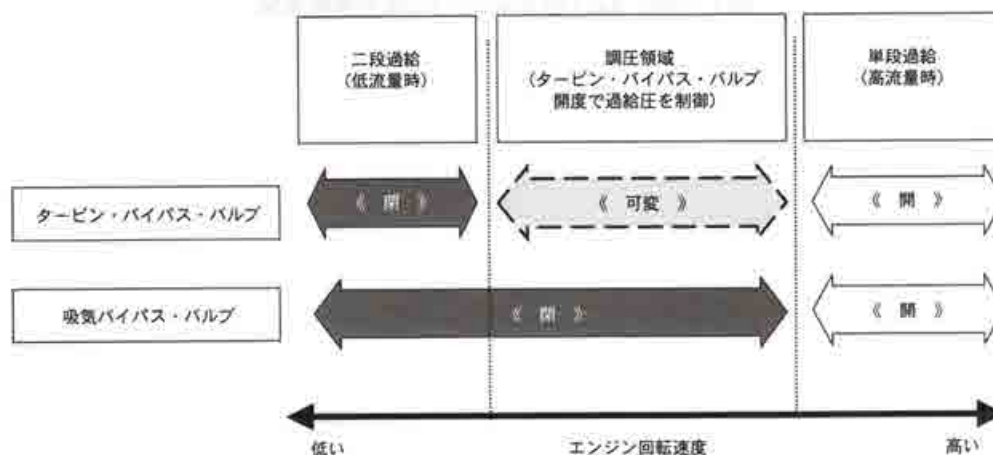


図 I-20 4JJ1型エンジン制御イメージ図

二段過給から単段過給制御へと移行する切り替えタイミング(エンジン回転速度)は、エンジンに要求される負荷トルクなどにより変動させている。

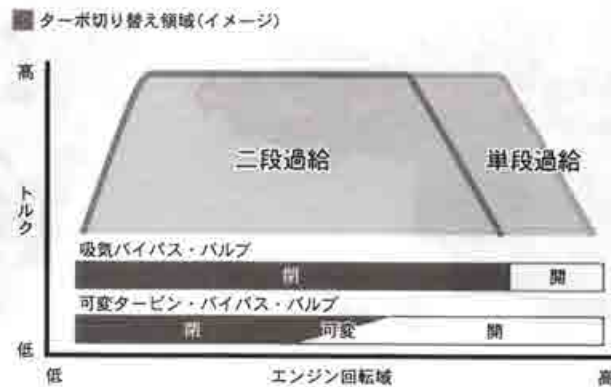


図 I-21 要求負荷トルクによるターボ切り替え制御イメージ

(2) 各制御時の吸気 排気イメージ(図 I-22, 23, 24)

(イ) 無負荷 1000rpm 〈吸気バルブ閉、タービン・バイパス・バルブ閉〉

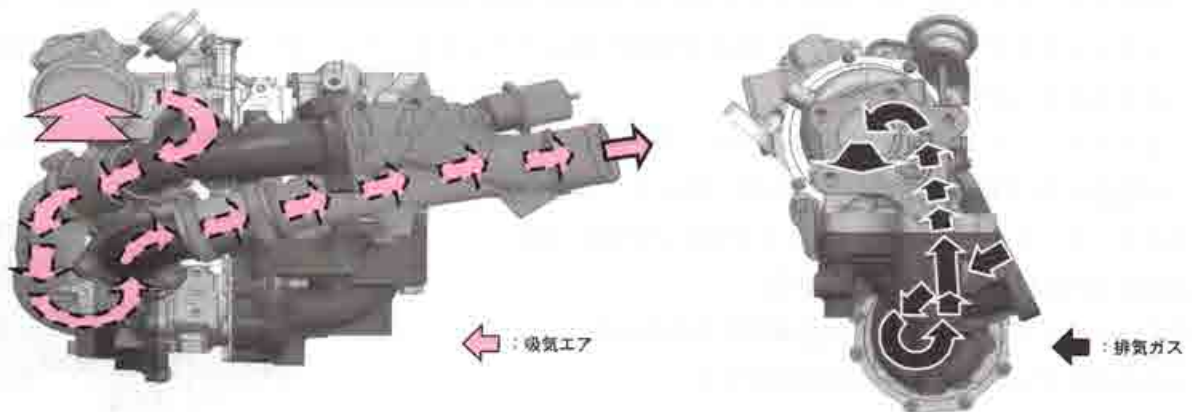


図 I-22 無負荷 1000rpm

(ロ) 無負荷 2000rpm 〈吸気バルブ閉、タービン・バイパス・バルブ閉～開〉

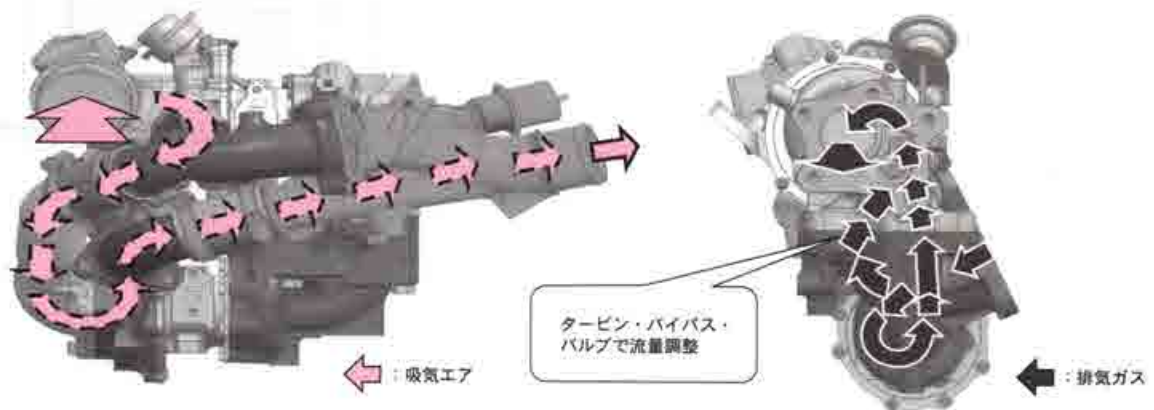


図 I-23 無負荷 2000rpm

(ハ)無負荷 3000rpm 〈吸気バルブ開, タービン・バイパス・バルブ開〉



図 I - 24 無負荷 3000rpm

3 点検・整備のポイント

1) 自己診断コード表示方法(図 I - 25)

エンジン・コントロール・モジュール(ECM)に記憶された現在及び過去の自己診断コードは、データ・リンク・コネクタ(DLC)のNo.12とNo.4を短絡させることにより、チェック・エンジン警告灯を点滅させて表示することができる。

スタータ・スイッチを「ON」にしてチェック・エンジン警告灯が点灯することを確認する。点灯後、点滅する場合には、DTCを検出していることを示す。

- ①スタータ・スイッチ「ON」、エンジン停止の状態にする。
- ②DLCのNo.12とNo.4を短絡させる。
- ③チェック・エンジン警告灯の点滅回数を読み取る。
- ④自己診断コード一覧より内容を判断する。

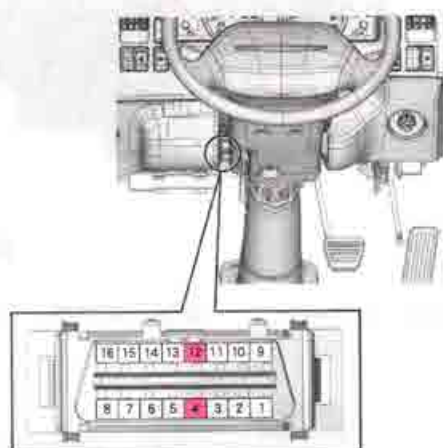


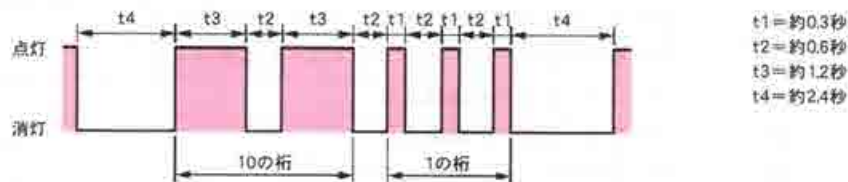
図 I - 25 自己診断コード表示方法

2) チェック・エンジン警告灯点滅による自己診断コードの読み取り方法(図 I - 26)

DTCが記憶されていない場合は、コード1を繰り返し表示する。

DTCが記憶されている場合は、記憶しているトラブル・コードを3回表示する。トラブル・コードが2個以上記憶されている場合、番号の小さい順に3回ずつ表示する。コード一巡後は、再び番号の小さいコードから表示する。この表示はDLCの端子間を短絡させている間継続する。

コード「23」の場合



コード「413」の場合

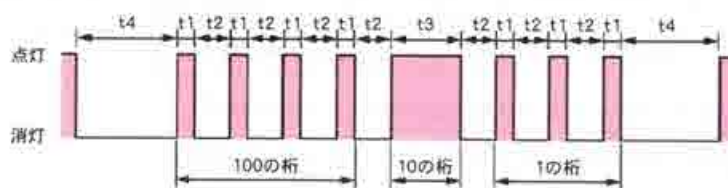


図 I - 26 自己診断コードの読み取り方法

3) 消去方法

システムに異常が発生し、DTCがECMに記憶された場合、その故障部位を修復しても、そのままではDTCのメモリは消えないため、以下の要領で強制消去する。

- ① スタータ・スイッチ「ON」、エンジン停止の状態にする。
- ② DLCのNo.4端子とNo.12端子間を短絡させる。
- ③ 1秒以上3秒以内にアクセル・ペダルを完全に踏む。(WOT)
- ④ 1秒以上3秒以内にアクセル・ペダルから足を離す。
- ⑤ 1秒以上3秒以内にアクセル・ペダルを完全に踏む。(WOT)
- ⑥ 1秒以上3秒以内にアクセル・ペダルから足を離す。
- ⑦ 1秒以上3秒以内にアクセル・ペダルを完全に踏む。(WOT)
- ⑧ 1秒以上3秒以内にアクセル・ペダルから足を離す。

WTO: ワイド・オープン・スロットル

4) 診断トラブル・コード(DTC)一覧

4JJ1 型エンジンにおける2ステージ・ターボ・システム追加に伴い、従来型車から追加となった診断トラブル・コードを下記に示す。

〈追加された自己診断コード一覧〉 (2ステージ・ターボ・チャージャ・システム関連のみ)

DTC	点滅コード	DTCの説明
P0034	78	ターボ・チャージャ・バイパス・バルブ系統低入力
P0035	78	ターボ・チャージャ・バイパス・バルブ系統高入力
P0047	249	ターボ・チャージャ EVRV コントロール系統低入力
P0048	249	ターボ・チャージャ EVRV コントロール系統高入力
P0237	32	ブースト・センサ回路低入力
P0238	32	ブースト・センサ回路高入力
P0299	65	ターボ・チャージャ低ブースト圧状態
P0545	39	排気ガス温度センサ回路低電圧
P0546	39	排気ガス温度センサ回路高電圧
P1097	213	コンプレッサ・アウトレット温度センサ系統低入力
P1098	213	コンプレッサ・アウトレット温度センサ系統高入力

参考 EVRV (エレクトリック・バキューム・レギュレーティング・バルブ)

本書解説での「タービン・バイパス・コントロール・ソレノイド」を指す。

名称が長すぎるため、DTC表記のみ EVRV と記載している。

5) メンテナンス・データ

4JJ1 型エンジンにおけるメンテナンス・データは以下の通りである。

エンジン冷却水においては、LLC 濃度が30%以下に低下するとアルミ系部品へのダメージ進行が加速する傾向が高まるので、車両使用場所での温度環境も加味の上、濃度管理も十分に行うこと。

(メーカー出荷 LLC 濃度：標準35%，寒冷地オプション50%)

〈油脂類〉

定期交換部品	エンジン型式	走行キロ及び交換時期	容量[参考値] (ℓ)	指定銘柄	備考
エンジン・オイル	4JJ1	エンジン・オイル & フィルタ表示灯(橙)点灯時 ^{※1} (又は1年ごと)	10.6	ベスコクリーン 10W-30	フィルタ容量も含む。
エンジン冷却水	4JJ1	5年ごと(又は300000km 走行ごと)	10.0	ベスコ LLC スーパー typeE 又は、ベスコ LLC スーパー typeAS + 水道水	

※1 20000km で点灯。

〈エレメント類〉

定期交換部品	エンジン型式など	走行キロ及び交換時期	備考
エア・クリーナ・エレメント	4JJ1	60000km 走行ごと(又は2年ごと)	
オイル・フィルタ・エレメント	全 車	エンジン・オイル & フィルタ表示灯(橙)点灯時 ^{※1} (又は1年ごと)	エンジン・オイルと同時交換
フューエル・フィルタ・エレメント	4JJ1	燃料フィルタ表示灯(橙)点灯時 ^{※2} (又は2年ごと)	
ハイブリッド・ユニット(バッテリー・ケース)のエア・フィルタ・エレメント	ハイブリッド車	1年ごと	

※1 20000km で点灯

※2 50000km で点灯

参考

ECM回路概念

