

二輪車の排出ガスエミッション規制とその対応技術例

赤松俊二 株式会社 本田技術研究所 二輪開発センター



1. はじめに

近年 地球環境問題への関心が高まる中で、二輪車の排出ガスエミッション（以下、エミッションという）の低減への要求が高まってきており世界各国で新しいエミッション規制が導入されている。二輪車のエミッション規制は、環境に厳しい EU 諸国など先進国から導入され、1998年に通称 Euro 1 規制がスタートした。その後 2003年に Euro 2、2006年に Euro 3 規制と厳しい規制が適用されている。次いで、小型二輪車の主な市場であるタイ、中国、ブラジルで Euro 3 規制が導入されつつあり、日本においても 2006年に Euro 3 より厳しい国内 2 次規制が導入された。本稿では小型二輪車の排出ガス低減技術について述べる。

二輪車の主な市場であるタイ、中国、ブラジル及び日本においても Euro 3 規制に調和した規制が実施されつつある。図 1 に各国の年度毎規制の推移を示す。Euro 3 規制は Euro 2 規制に対して、測定モード及び規制値が変更された。測定モードは図 2 に示すように、従来の Euro 2 に対してコールドモードが追加され、150 cm³ 以上には高速モードが追加されている。規制値は表 1 に示すように Euro 2 規制の 1/2 レベルに変更された。日本の国内 2 次規制は高速モードがなく、THC (Total Hydrocarbon) が更に厳しい規制値となっている。

2. 二輪車のエミッション規制

二輪車のエミッション規制は、EU 諸国の Euro 規制をベースとした規制とアメリカ、インドで実施されている独自規制に大別される。現在では、大半の国が Euro 3 規制をベースにした規制を採用している。そして、小型

Table 1 エミッション規制値

	CO (g/km)	THC (g/km)	NOx (g/km)
Euro 2 <150 cm ³	5.5	1.2	0.3
Euro 3 <150 cm ³	2.0	0.8	0.15
国内 2 次(原一, 原二)	2.0	0.5	0.15

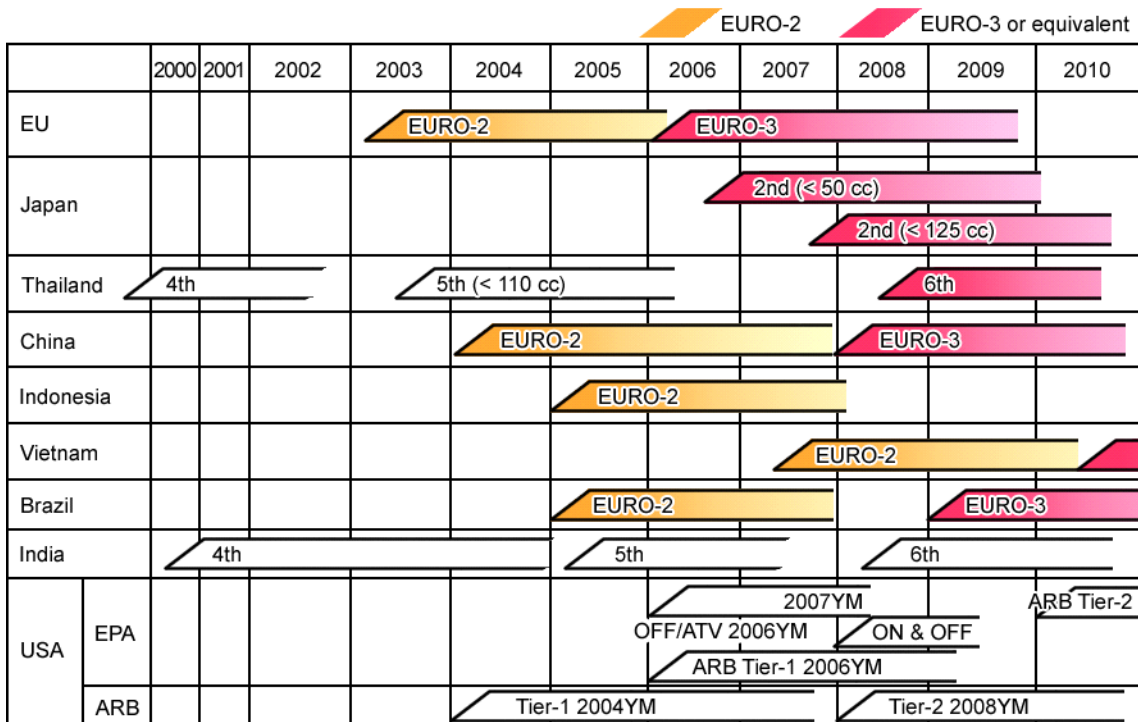


Fig. 1 世界各国のエミッション規制

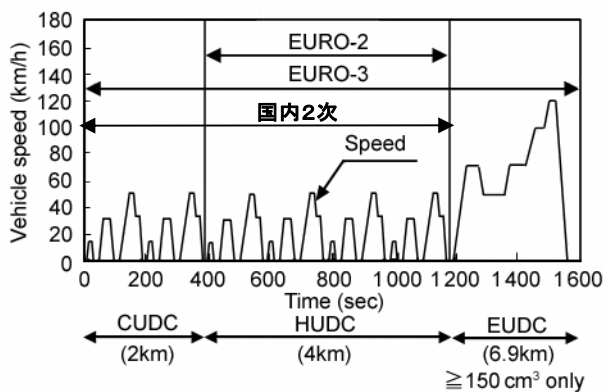


Fig. 2 エミッション測定モード

3. 二輪車のエミッション規制と課題

四輪車でさまざまなエミッション低減技術が構築されている。しかし、車両価格が安価でコスト制約がある小型二輪車や、出力とドライバビリティを重視する大型二輪車に適用できる技術は非常に限られているため、二輪車独自の低減技術が開発されている。

3.1. Euro 2 規制対応

Euro 2 規制までのエミッション低減の手法は、希薄化されたキャブレタに 2 次空気導入装置、及び 酸化触媒の組合せが主流でした⁽¹⁾。エミッションの低減とドライバビリティを両立させるためには、空燃比を精密に制御する必要があり、燃料を供給するキャブレタの部品精度の向上が必要とされた。そこで、パフォーマンスを重視する大型二輪車から 空燃比を正確にコントロールできる電子制御式燃料噴射システム (以下、FI システムという) の採用が始まった。エミッション規制値の推移と燃料供給系の進化を図 3 に示す。

3.2. Euro 3 規制対応

2006 年から施行されている Euro 3 規制は、コールドスタートが追加されたことによる冷機時の THC 低減と高負荷時の NOx 低減が課題となる。冷機スタート時の

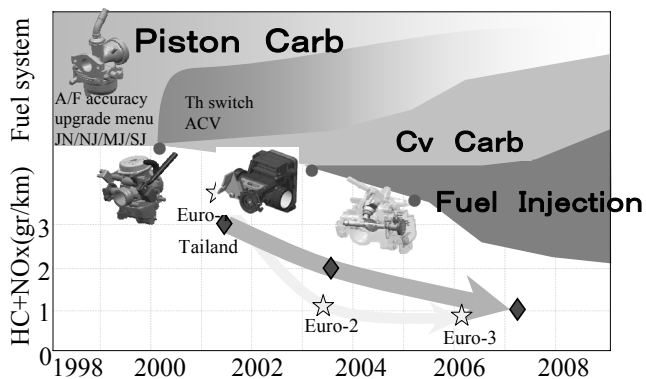


Fig. 3 エミッション規制と燃料供給系

THC 対策には触媒の早期活性が重要で、一般的には測定モード中の最初の 32 km/h のポイントで活性させるように触媒を配置している⁽²⁾。NOx の生成は燃焼温度により決定されるので空燃比をリッチ化し燃焼温度を下げて低減させる手法とストイキ (理論空燃比) 近傍で触媒の還元作用で低減させる手法が用いられている。空燃比をリッチ化で使う場合は燃費を低下させる要因となる。燃費を重視する小型二輪車では O₂ センサを用いてフィードバックする手法が用いられている。

4. 小型二輪車のエミッション対応技術

エミッション低減の手法例として、Honda から国内 2 次規制車として販売されているスーパーカブ 50 に採用された技術について述べる。

4.1. FI システムの採用

小型二輪車の燃料供給装置としては廉価なキャブレタが主に使用されてきた。FI システムは図 4 に示すようにスロットル開度、温度、気圧などのセンサからの情報を元に ECU が最適な燃料量 (噴射時間) を演算し、燃料ポンプで加圧された燃料をインジェクタから噴射させるシステムである。従来のキャブレターシステムに対して高価で複雑なシステムとなっている。初期の FI システムはインジェクタ、O₂ センサ等の部品は四輪車の部品を使用していた。しかし、近年、小型二輪車専用として廉価な超小型インジェクタ、省電力燃料ポンプ、ヒータレス O₂ センサが開発され⁽³⁾、採用されている (図 5)。

4.2. 小型ヒータレス O₂ センサ

触媒の浄化性能を効率よく働かせるためには、空燃比をストイキに制御する必要がある。そのために排出ガス中の酸素濃度を検出する O₂ センサを設置して、最適な空燃比をストイキになるように燃料量をフィードバック制御する。しかし、四輪車及び大型二輪車で使用している O₂ センサは、素子をヒータで加熱する方式を採用しているため、発電容量の増大など燃費に与える影響があ

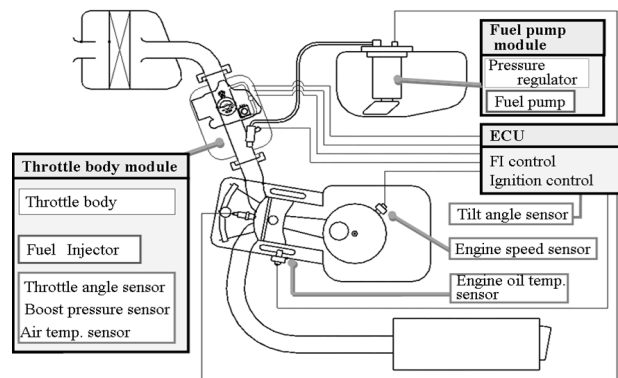
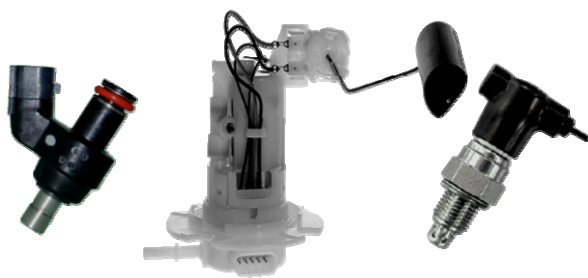


Fig. 4 制御システム



インジェクタ 燃料ポンプ O₂センサー

Fig. 5 F I システム部品

り小型二輪車には採用が難しかった。今回、図6のようにO₂センサをエキゾーストポート付近に配置することにより、高温の排出ガスをセンサ素子部分が受けることができ、素子を加熱するヒータがなくても、冷間時からセンシングに必要な素子活性状態を安定して維持するヒータレスO₂センサ⁽⁴⁾を開発して採用した。ヒータレスO₂センサを採用することにより、部品点数の削減による小型化、素子加熱ヒータ電力の削減、低コストが実現できている。

4.3. 排出ガスターンフロー構造触媒システム

排出ガスの浄化にメタル担体の触媒を採用している。触媒は高温の燃焼ガスと反応することで化学反応（酸化・還元作用）を促進させる。国内2次規制のようにコールドスタート・サンプリングの場合、触媒の温度を早期に上昇させて活性させるライトオフ性能が重要になる。排出ガス温度の高い排気ポートの直下に触媒を配置する手法を採用した。また、メタル触媒の触媒径、サイズには制限があり、50 cm³ 二輪車の小径な排気パイプ径の場合は、触媒径との段差が大きく触媒の性能を有効に活用できない。そこで、触媒性能を有効に活用するために図7に示すように触媒の入り口側にセパレータを設け二つに分割し他端で半球型のキャップでターンフローさせる構造⁽⁵⁾を採用した。この構造を採用することにより従来方式の触媒に対して約30%の容積の低減ができた。

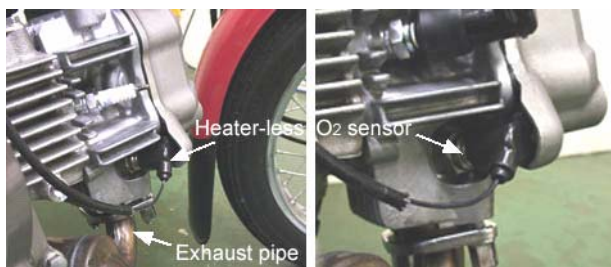
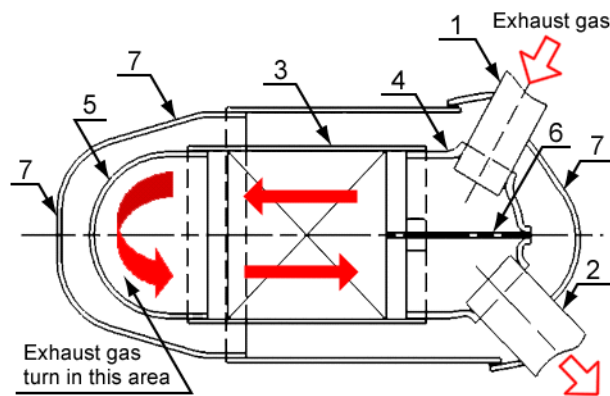


Fig. 6 O₂ センサ配置

5. まとめ

エミッション規制の強化に伴い、二輪車の燃料供給系はキャブレターシステムから ECU を用いたフィードバック制御と3元触媒を用いたF I システムへと大幅に変わろうとしている。クリーンで燃費の良い二輪車を世界中に普及させていくために、エミッション低減と燃費向上の技術開発を継続して行なう必要がある。



Pipe diameter and material
 1. Pipe at entrance: ϕ 15.9 x t1.2 SUS436S
 2. Pipe at exit: ϕ 22.2 x t1.0 SUS436S
 3. Metal honeycomb: ϕ 40 x L40 300 cell
 4. Cap A: t1.2 SUS436S
 5. Cap B: t1.2 SUS436S
 6. Separator: t1.2 SUS436S
 7. Catalyst cover: t1.2 SUS436S

Fig. 7 排出ガスターンフロー構造触媒システム

参考文献

- (1) Akiyama, H., Suzuki, K., Araki, K., Nakano, Y.: Development of Carburetors and Element Parts of Fuel Injection System for Motorcycles, Small Engine Technology Conference, 20056598(JSAE), 2005-32-0068(SAE) (2005)
- (2) 宇津木克洋, 赤松俊二: 二輪車の国内2次エミッション規制対応技術, 自動車技術会春季学術講演会, 20075313 (2007)
- (3) Hayashi, A., Ueda, M., Akamatsu, S., Ujiie, T., Saito, H., Nakano, Y.: Development of Fuel Injector and Fuel Pump for a Fuel Injection System to Use in Small Motorcycles, SAE World Congress, 2005-01-0047 (2005)
- (4) 林達生, 浦木護, 牧野圭祐, 奥村達也: 小型二輪車用ヒータレスO₂センサの開発, 自動車技術会秋季学術講演会, 20065650 (2006)
- (5) Nakagawa, Y., Takada, Y., Shimada, N., Kumagai, Y., Ogasawara, M.: Exhaust Gas Turn Flow Construction in Catalyst Unit for Improvement of Purification Rate by Metal Honeycomb Substrate, Small Engine Technology Conference, 20076556(JSAE), 2007-32-0056(SAE) (2007)