

技術紹介

小型二輪車用 FI システム

Fuel Injection System for Smaller Motorcycles

中村 友治 Tomoji Nakamura 長谷川 貴彦 Takahiko Hasegawa
鈴木 雅巳 Masashi Suzuki 中村 倫久 Michihisa Nakamura
澤田 雄一郎 Yuuichirou Sawada
● PM 統括部 エンジン開発室

Electronically controlled fuel injection systems provide the potential for highly precise control of the air/fuel mixture ratio, which makes them ideal for use in combination with catalytic converters to achieve cleaner exhaust emissions. For this reason, fuel injection systems are used on almost 100% of today's automobiles. Use of these systems on motorcycles is also on the rise in recent years, beginning with the larger-displacement models.

Given today's market conditions and environmental concerns, demand for fuel injection systems for smaller motorcycles and scooters is also expected to rise, and over the last several years Yamaha has undertaken research and development efforts directed at small-motorcycles fuel injection systems. Developing fuel injection systems for smaller motorcycles presents several problems not seen in automobile systems, and considerably more demanding limitations than those applying to systems for large-displacement motorcycles. However, we were able to overcome these problems and develop a system that has been successfully introduced on the Taiwan market model YP125FI, as reported in a separate article in this issue. Here we report on the contents of this development project and the resulting system.

1 はじめに

FI システム（電子制御燃料噴射システム）は、高精度の空燃比（空気と燃料の比率）制御が可能であることから触媒との相乗効果による排ガス浄化効果と相まって、四輪車では 100%に近い普及率となっている。二輪車においても近年大型二輪車を中心に導入が進んできている。

このような背景のなか小型二輪車においてもニーズが高まることが予想されたため、我々は、数年前より小型二輪車用の FI システムの研究、開発に取り組んできた。小型二輪車用の FI システムには四輪車にはない、また大型二輪車より厳しい種々の制約条件があり、商品化のためには多くの開発課題があったが、それらをクリアし別項でも紹介されているように、このたび台湾の YP125FI にそのシステムが搭載、市場投入されるに至ったのでその内容を紹介する。

2 FI システムの概要

FI システムは空燃比の高精度な制御を目的とし、**図 1** に示すような種々のセンサとアクチュエータおよび ECU（エンジン制御ユニット）からなる電子制御システムで四輪車では 30 年近い歴史がある。

その動作は種々のセンサにより検出される空気量やエンジンの状態、環境条件、ライダーの意思を基に最適な燃料噴射量を算出し、燃料ポンプ部により調圧された燃料をインジェクタを用いて高精度に供給するものである。

FI システムではこの空気量の計測精度と燃料供給量の制御精度が高いことによって、その比である空燃比を高精度に制御可能となる。

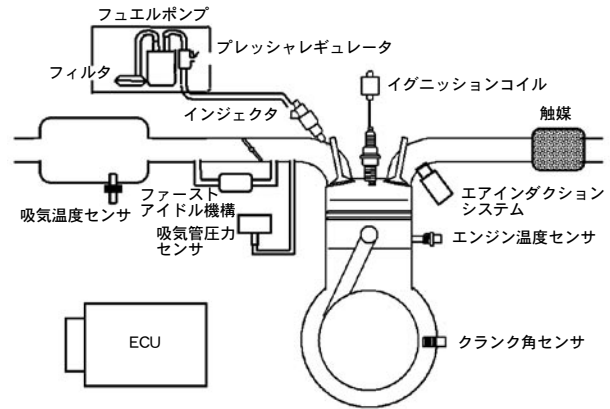


図1 システム構成図

3 開発の狙い

小型二輪車の FI システムとして以下の4項目を開発課題と設定し開発の狙いとした。

- (1) ローコスト
- (2) 小型、コンパクト
- (3) 低消費電力
- (4) エンジンパフォーマンスの向上

以下にそれぞれの課題に対する我々の取り組みを紹介する。

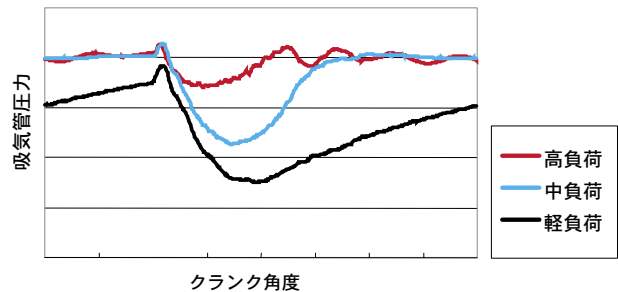


図2 クランク角度 - 吸気管圧力波形

3.1 ローコスト

小型二輪車は四輪車や大型二輪車に比べ車両価格が安い。そのため、環境への有効性を考慮して小型二輪車に FI システムを導入、展開していくためにはシステムのコストを下げる必要がある。我々はこの課題の解決のためにシンプルなシステムの実現を目指した。シンプルなシステムの実現とは、少ない部品点数でシステムを成立させることである。

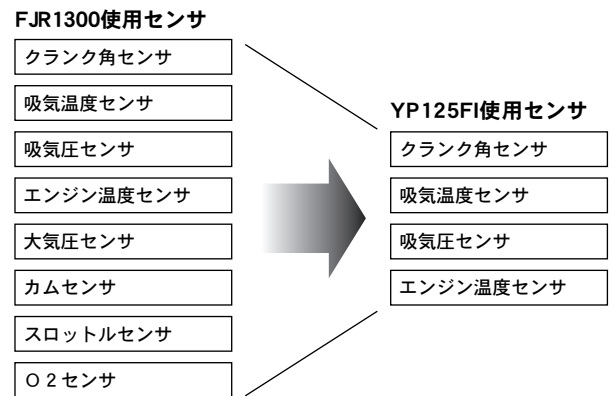


図3 大型 - 小型センサ

そのためにセンシング部分では単気筒エンジンの特徴を生かし、吸気管内の圧力変位（動的変化）が大気圧やスロットル開度と連動する（図2）点に着目し、この情報を多目的に活用することによって、当社の大型モデル FJR1300 で8個のセンサで構成していたシステムを、1/2の4個のセンサで実現し、高い信頼性とシンプル化を達成した（図3）。またインジェクタ部分ではキャップにより燃料の通路と電気配線を1部品で実現し、燃料ポンプ部分では燃料ポンプ、プレッシャレギュレータ、フィルタを一体化した燃料ポンプモジュールを開発、採用した。さらに、車両の転倒を検出して、エンジン停止させる機能を ECU 内部に取り込むことに成功した。これらコンポーネント数の低減はその部品コストのみならず配線の削減にも寄与しコスト低減に大きな効果を上げた。

3.2 小形化

二輪車は元々多くの部品をレイアウトすることは難しい。特に小型二輪車は車格も小さく大型二輪車よりも厳しい条件でのレイアウトとなる。そのような状況の中、我々は愛三工業(株)との共同作業により、写真のように従来比約1/2の体積のインジェクタと従来比約1/2の燃料ポンプモジュールを開発した(図4、5)。

この結果、インジェクタはエンジン性能上最適な位置への搭載が可能となり、燃料ポンプモジュールは燃料タンクの容量減を最小限にすることでタンク内に収納された。また、ECU(図6)もほぼ点火ユニット並の大きさとし、レイアウト可能とした(図7)。

3.3 低消費電力

小型二輪車はエンジンの出力が小さいため発電のロスが無視できない。

また発電機の直径も大きく設定することは難しい。

そのためシステムの消費電力を小さくすることが必要となる。

大型二輪車で使用されていたものは最大5A強の消費電流であったが、愛三工業(株)との共同開発で燃料流量の見直しや効率アップにより1/3の1.7Aとすることができた。



図4 インジェクタ

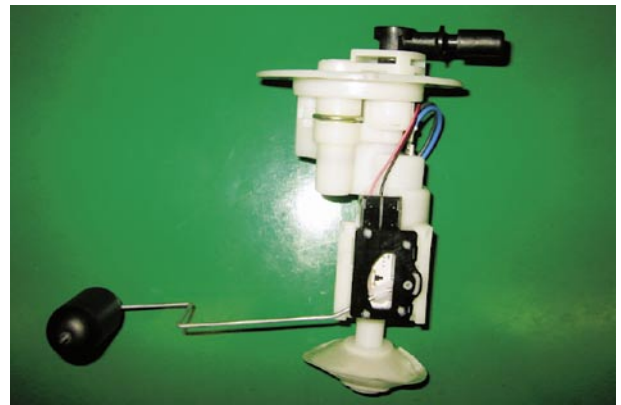


図5 燃料ポンプモジュール



図6 ECU

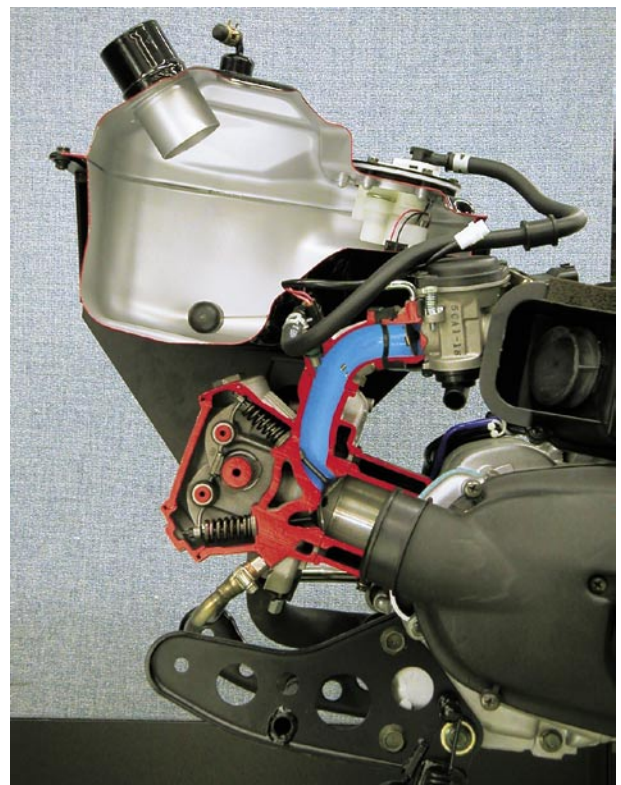


図7 カットエンジン

3.4 パフォーマンス

環境への貢献をする中でエンジンのパフォーマンスに対する配慮も織り込んだ。それは大型二輪車でも評価の高いサクシオンピストンとワックス式のファーストアイドル機構の採用である。状況に対して最適な制御を可能とする FI システムとの組み合わせによって、前者は過渡でのドライバビリティ向上に大きな効果を上げ、後者は様々な環境での始動性向上に貢献した。

4 おわりに

これまで述べてきたように小型二輪車の FI 化に対する種々の課題を克服し、現時点では世界一シンプルな FI システムを商品化できたと自負している。

また今回のシステム開発を通じ、この領域の技術をコア技術とする歩みを始められたとも感じている。しかし小型二輪車への FI システム導入はまだ始まったばかりであり、開発もこれで終わりではなく、むしろこれから始まると言っていいだろう。

今後も社内外の協力を得ながら競争力のあるシステム開発を進めていきたい。

■著者



後列左より、長谷川貴彦、鈴木雅巳
前列左より、澤田雄一郎、中村友治、中村倫久