



コンポーネント技術 特集

スーパースポーツモデルのエンジン制御システム

The Engine Control System for the Supersport Models

大迫 正岐 Masaki Oosako 高柳 智一 Tomokazu Takayanagi 橋本 茂喜 Shigeki Hashimoto

● MC 事業本部 技術統括部

It was the debut of the YZF-R1 that brought broad-based attention to the supersport category. Just as the name indicates, it is the sportiest of motorcycles and our customer's expectations regarding them are at the highest level as well.

In such circumstances as these, we believe that the engine control system is expected to provide a higher-order balance between the environmental efficiency, in order to meet emission regulations and the like, and drivability. It is said that this is the most difficult challenge for supersport models.

Herein we explain the 2004 model YZF-R1's engine control system, and introduce our initiatives to deal with this challenge.

1 はじめに

スーパースポーツというカテゴリーが注目されるようになったのは、YZF-R1がデビューしたころからだろう。その名の通り最もスポーツ性の高いバイクとしてお客様の期待も常に最高レベルとなっている。

そのような状況でエンジン制御システムに求められるものとは、排気ガス規制への対応など環境性能とドライバビリティを高次元でバランスさせることであると考えている。

スーパースポーツモデルはそのことが最も難しいカテゴリーと言える。

ここでは2004年モデルYZF-R1のエンジン制御システムを解説し、我々の取り組みを紹介したい。

2 YZF-R1のエンジン制御システム

図1に2004年型YZF-R1のエンジン制御システムブロック図を、図2に1999年モデルのYZF-R1のエンジン制御システムブロック図を示す。

2つのシステムブロック図をご覧頂ければ、ここ数年のスーパースポーツモデルにおけるエンジン制御システムの進化、規模の拡大をご理解頂けるものと考えます。

その主なポイントは

- (1) FI(Fuel Injection)の導入
- (2) 新たな制御要素の追加
- (3) 制御機能の進化

である。

これより主な制御項目と内容について以下に紹介する。

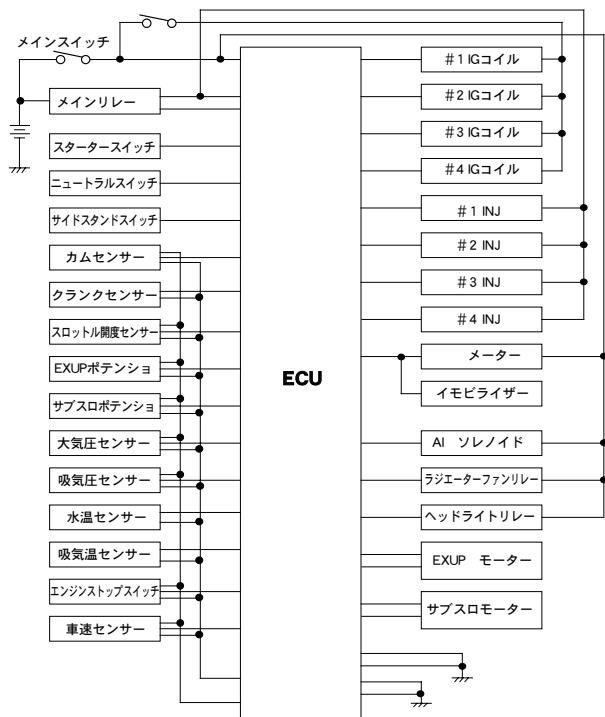


図1 2004年型YZF-R1 エンジン制御システムブロック図

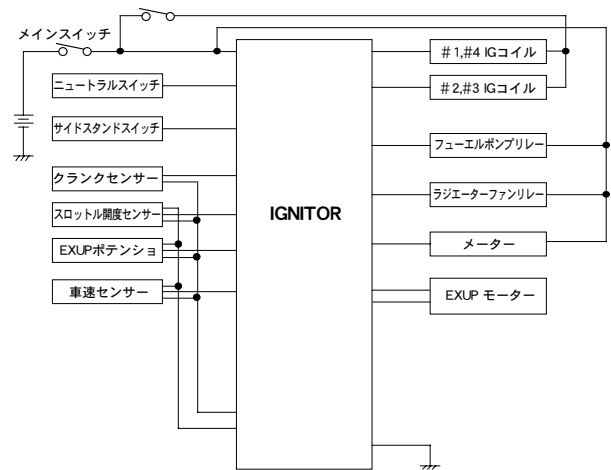


図2 1999年型YZF-R1 エンジン制御システムブロック図

2.1 サブスロットル制御

サブスロットル制御は、吸入空気量をエンジンの要求に合わせて制御する目的で新たに導入された。これはエンジン回転速度とスロットル開度の3次元マップにより目標開度を演算し、DCモーターを駆動してサブスロットル開度を調整するしくみである。

図3に新規開発されたアクチュエーターを示す。

2.2 燃料噴射制御

スーパースポーツにふさわしく、より高いスロットルレスポンスの実現と、スロットル開度に応じた正確なパワーを得るために、それぞれの気筒に対し最適なタイミングで噴射が可能なフルシーケンシャル燃料噴射を採用している。

エンジン回転速度とスロットル開度またはエンジン回転速度と吸気管圧力の3次元マップにより燃料噴射量は演算され、エンジン温度や大気圧力などの要素で補正演算が施されている。さらにスロットル開度、吸気管圧力の変化率を用い、ライダーの運転状況に応じた最適なドライバビリティを得るための補正も実施している。

また環境性能に大きな影響を持つ燃料噴射時期についても同様にマップによる制御が実施されている。

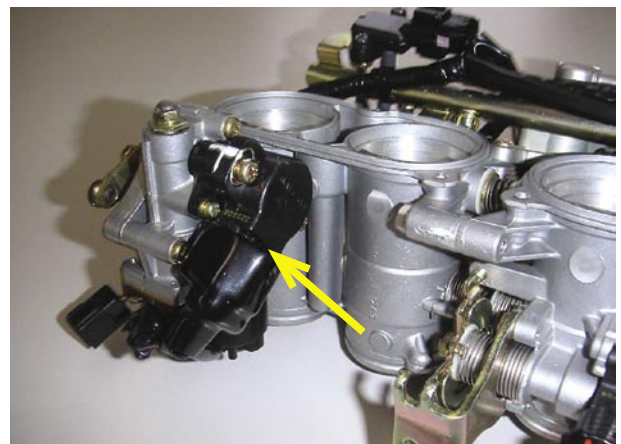


図3 新規開発アクチュエーター

2.3 点火時期制御

スーパースポーツとして高回転域まで余裕のある点火性能を保証するためDI(Direct Ignition)による気筒毎独立点火を採用している。

点火時期は燃料噴射制御と同様に2種類の3次元マップにより基本値が演算され、加速時における自然なフィーリングを得るための補正が適用されている。図4にDIのコイルを示す。



図4 DIコイル

2.4 排気バルブ制御(EXUP:EXhaust-Ultimate-Power-Valve)

EXUPとはヤマハ発動機株式会社がバイクで初めて導入した排気デバイスである。その作用は、排気管内に設置したバルブを制御することで開口面積を変え、排気管内の圧力波の状態を最適にするものである。結果として、アイドリングの安定化、トルク谷の低減、騒音低減などの効果が得られる。制御はエンジン回転速度とスロットル開度の3次元マップにより目標開度を演算し、DCモーターを駆動してバルブ開度を調整するしくみである。また、スロットルの開閉等に対して高いレスポンスで連動することや、開度ごとに正確なパワーが求められるなど、過渡に対する要求が高まったため、DCモーターの特性を見直し、従来比2倍強のスピードアップを実現した。更にこれらの過渡に対する要求を満足するためには、排気バルブの位置精度の向上も必要であり、これに対しては初期位置調整とともに学習による位置精度向上のアルゴリズムを制御プログラム上に付加することで実現している。図5に新規開発されたEXUPアクチュエーターを示す。



図5 新規開発 EXUP アクチュエーター

2.5 ECU (Electronic Control Unit)

このように従来にも増して多くの制御要素に対し、3次元マップを含む多くの演算を実施して、アクチュエーターを制御している。しかもその制御を最高出力回転数12,500rpm時約1/100秒以内で実行する必要性から、高機能の32ビットマイコンを採用している。

図6にECUを示す。システムブロック図から明らか



図6 ECU

のように、多くの入出力を持つためピン数は44ピンとなっている。

3 おわりに

ここまでYZF-R1のエンジン制御システムを紹介してきた。2004年のYZF-R1ではエンジン諸元や適合と相まって、お客様に感動していただけるエンジン性能とEU2の排気ガス規制を十分にクリアする環境性能を達成できたと確信している。

しかしスーパースポーツにおいて、この2つの性能は今後ますます高いレベルが求められ、我々に課せられる課題は、より大きなものになっていくと思われる。それらの課題に向け、社内外各部門の協力を得つつ、ひるむことなく挑戦していきたい。

■著者



大迫 正岐



高柳 智一



橋本 茂喜