

# 瞬時起動アイドリングストップシステム

マツダ株式会社  
代表取締役社長 山内 孝

プログラム開発推進本部 猿渡 健一郎  
パワートレインシステム開発部 田賀 淳一  
パワートレインシステム開発部 水落 洋行

## はじめに

走る楽しさを損なわずに環境にやさしい技術として、独自のエンジン始動システムを有するアイドリングストップシステムを開発した。エンジン燃焼室に燃料を直接噴射し、爆発させる燃焼始動方式を採用し、素早いエンジン始動と振動、騒音の抑制などの実用性を大幅に高めたシステムを2009年より市販車で採用、約10%の燃費改善効果を実現した。オートマチック車(AT車)との組み合わせ効果もあり、過去に日本で導入された乗用車向けアイドリングストップ車の販売累積台数を発売後約半年で上回る実績を上げ、環境技術としての認知拡大と普及に貢献できた。

## 開発のねらい

エンジンがアイドリングしている間は、燃料を燃やし続けている。この燃料消費をなくして、低燃費に寄与しようというのが、アイドリングストップ技術である。しかし、これまでのスタータモーターのみを活用した再始動システムでは、停止から再始動までの時間がかかり、

再始動時の振動・音が大きく快適性と安心感が得られない、バッテリーが心配等のお客様の声があった。また、AT車がなかったことも特に国内では普及阻害の大きな要因と考えられた。

素早く始動することにおいて、AT車では、ブレーキペダルからアクセルペダルへの踏み変えですぐに発進するため、発進のタイムラグが大きいと、ドライバーが違和感を感じる事が多く、普及型の技術とするには始動時間を大幅に改善する必要があった。そこで、走る楽しさを損なわずに環境にやさしい技術として、これまでの課題を解決した独自のエンジン始動システムを有するアイドリングストップ技術をAT車で実現することをねらいとした。なお、マツダではアイドリングストップでエンジンが停止することを「休止」と呼んでいる。

## 装置の概要

アイドリングストップシステムにおけるエンジンの休止・再始動の制御は、ドライバーが特別な操作をすること無く行えるように、以下3点のお客様ニーズに注力して開発された。

1. 違和感のない発進性能
2. 安全性・快適性・盗難防止
3. 部品の信頼性確保

### 1. 違和感のない発進性能

アイドリングストップシステムでは、お客さまの走行モードを徹底的に研究し、エンジン停止の条件を車速、ブレーキ圧、ステアリング角など様々な条件を基に判断し、始動に最適な条件をモニターしながら、エンジンを停止できるようにしている。

最大の特徴となるエンジンの再始動においては、素早い始動が何より重要と考え、シリンダー内に直接燃料を噴射し、着火することでピストンを動かす、「燃焼始動方式」を実現した。従来のクランキングによるロス時間を削減できるため、従来の半分の0.35秒という素早い始動時間を得ている（図1）。特にAT車の場合、ブレーキペダルを放してアクセルペダルに踏みかえる瞬間にエンジンを再始動し、違和感のない発進性能を実現するとともに、クランキングスタートによる振動やノイズの抑制にもつながっている。

### 2. 安全性・快適性・盗難防止

アイドリングストップシステムでは、ドライバーの操作や車両の状態を常にモニターしている。実際の使用シーンを徹底的に分析し、安全、快適、盗難防止を優先したアイドリングストップの可否を判断している（図2）。特にバッテリーには配慮し、二つのバッテリーを搭載している。これは十分なアイドリングストップ

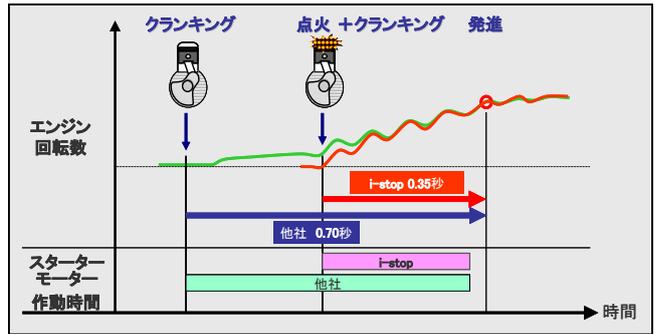


図1 従来システムと燃焼始動の比較

	安全	快適	盗難防止
アイドリングストップしない	急な坂 バッテリー弱 ブレーキ踏力弱	室内温度≠設定温度 ハンドル角度 ブレーキ踏力弱	
操作なしでエンジン始動	バッテリー弱 車が動き出した	室内温度≠設定温度 バッテリー弱	
エンジン停止	ボンネット開 ドライバー不在		ドライバー不在

図2 安全性・快適性・盗難防止の確保

する時間の確保と再始動を確実なものにするため、車載電装品への電力供給とエンジン再始動用に機能を分離している。

### 3. 部品の信頼性確保

実際に使用シーンにおいてフィールドテストを徹底的に行い、これまでの車両使用と同等の信頼性を確保している。

### 技術上の特徴

エンジンの再始動プロセスは、以下の4つからなる。

- ①再始動指示（AT車：ブレーキoff、MT車：クラッチ踏み込み）と同時に膨張行程に停止している気筒に燃料を噴射すると共にスタータ駆動を開始。

- ②燃料が空気と混合する時間を待って点火。
- ③圧縮上死点を越えた後、次の燃焼気筒の混合気に点火。
- ④以降の燃焼気筒を連続して燃焼させて回転数を立ち上げる。

この燃焼始動スタータアシストで迅速な始動を行うためには、再始動開始後2回の燃焼力が十分に得られるように新気量を確保することが必要であり、この実現手段として、筒内掃気制御(図3-①)及びピストン停止位置制御(図3-②)を新たに開発した。これらの制御はエンジンが休止する間に行われる。その詳細を以下に説明する。

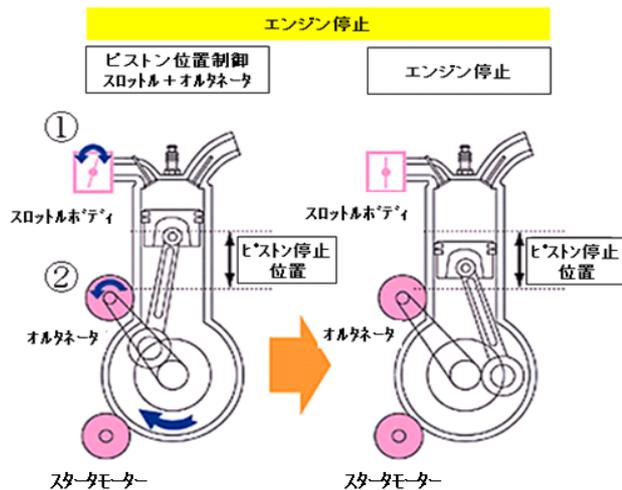


図3 作動原理

### 1. シリンダー内の掃気制御

燃焼力を十分に得るためにはまず筒内の既燃ガスを減らし、新気濃度を高める必要がある。この実現のため、燃料カット後に通常閉じているスロットルを開ける制御を行なっている(図4)。しかしスロットルを開けた状態でエンジンを停止させると、圧縮反力による回転数変動

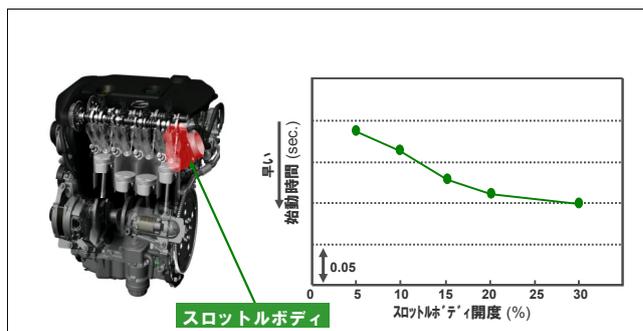


図4 スロットルボディの開度制御

でエンジンが振動し不快なフロア振動につながる。そこで、燃料カット直後にはスロットルを開けて筒内の掃気を行なうと共に、回転数が低下するとスロットルを閉じることでエンジン停止直前の揺り返しを抑え、始動性と快適性の両立を図っている。

### 2. ピストン停止位置制御

エンジン始動時間を短くするためには、ピストンを最適な位置に事前にコントロールし、十分な空気を取り入れる必要がある。図5はピストン位置とエンジン始動時間の関係を示したものであり、図に示す制御目標の範囲にピストン停止位置を制御する必要がある。そのために、正確な位置が検出できるクランクアングルセンサーの情報を元に、オルタネータをブレーキとして使うことで、ピストンの停止位置を適切に制御している。

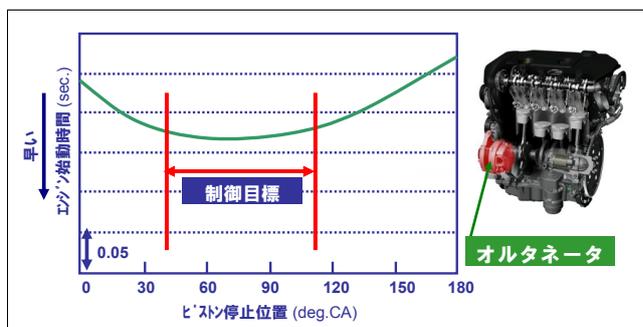


図5 ピストン位置とエンジン始動時間

## 実用上の効果

主な実用上の効果は以下の通りである。

### (1) 燃費改善効果

信号等で停止時にエンジンを休止する事により、燃料およびCO<sub>2</sub>等の排気ガスの発生が抑制でき、10-15モード燃費では、約10%の燃費改善効果がある（国内エミッションランク1.5tonクラス車）。また、仮に毎日10分のアイドリングストップを行ったとすると、1年間で約95Lの燃料が節約でき、CO<sub>2</sub>に換算すると約227gの発生を抑制した事になる。これは植林効果に置き換えると、杉の木16本分の吸収量に相当する。特に渋滞が多い都心部で大きな効果が見込め、独自に評価した結果では東京等の都心部で60分程度走行すると約20分程度のアイドリングストップが実現できており、燃料の削減はもとより、CO<sub>2</sub>発生抑制による温度上昇を抑える効果もある。

### (2) 快適性

クランキングをせずに燃料を直接シリンダー内に噴射し、着火して始動する「燃焼始動方式」では、素早い、0.35秒という始動時間でドライバーがストレスなく、車両を発進することが出来る。また、クランキングによる振動やノイズなども低減でき、快適性も大幅に向上している。

## 工業所有権の状況

本開発品の装置に関する主な特許登録は下記の通りである。

### ① 日本国特許第3743414号

名称：エンジンの始動装置

概要：シリンダー内の掃気制御

### ② 日本国特許第3772890号

名称：エンジンの始動装置

概要：ピストン停止位置制御

### ③ 日本国特許第3772891号

名称：エンジンの始動装置

概要：ピストン停止位置制御

## むすび

アイドリングストップシステムは、燃焼始動技術とピストン停止位置制御技術を用いて、燃費・環境性能だけではなく、ドライバーや同乗者の快適性を損なわないよう開発を進めてきた。そのためにより快適性を求め、停止・発進時の振動抑制やエンジン休止時の空調など室内装備の制御にも力を入れた。さらに安全性や利便性の両立を考え、キーレスエントリーシステムの対応やバッテリーマネージメントも新たに開発し、安心して快適に使用していただけるようにした。今後ともお客さま目線での開発を継続しシステムの熟成を行っていきたい。