

特集：新型MPV

22

新型MPVの駆動力（変速）制御技術の紹介 All-New MPV Shift Control System of AT Shifting

國分 弥 則^{*1} 宮 脇 俊 一 郎^{*2} 渡 辺 洋 史^{*3}
 Hironori Kokubu Shunichiro Miyawaki Yoji Watanabe
 今 石 成 昭^{*4} 佐 々 木 和 夫^{*5} 大 久 保 智 広^{*6}
 Shigeaki Imaishi Kazuo Sasaki Tomohiro Okubo

要 約

新型MPVはミニバンカテゴリとして日常ユースの扱いやすさや燃費を重要視する中で、お客様にマツダの“Zoom-Zoom”も感じていただきたいとの開発陣の想いをこめ、エレキスロットル、変速制御など、パワートレインの駆動力制御技術を駆使している。今回、マツダで代表的な駆動力（変速）制御技術であるAT（Automatic Transmission）のActive Adaptive Shift Systemについて、新型MPVでの適用事例を紹介する。

Summary

In addition to the user-friendliness and fuel economy as a vehicle in the Minivan category, the new MPV has made full use of powertrain driving force technologies such as electric throttle and shift control so that users can feel Mazda's "Zoom-Zoom" driving. This paper describes AT Active Adaptive Shift System, our representative powertrain shift control technology applied to the new MPV.

1. はじめに

マツダではRX-8に、AT Active Shiftを採用している。この変速制御は、加速度とアクセルペダル開度情報から運転者の走行意図を推定する。AT Active Shiftは、アクセルペダルの動きを主体としてモード切替の判定をする旧制御よりも、加減速が必要とされるシーンを高い精度で検出することができる。また、屈曲路をアグレッシブに走行するシーンでは、屈曲路前の減速から屈曲路後の加速にかけて同一ギヤ段で走行でき、滑らかな駆動力のつながりと応答性の良さの実現を可能にしている（Fig.1）。

このつながりと加減速応答性のテストは、マツダのPerformance Feel DNAの目指す方向性（Fig.2）であり、乗用車系でもこの味を受け継いでいかななくてはならない。しかし、走りの味つけについてアグレッシブなテストが求められるスポーツカーと、日常での利便性が重視される乗用車では、ドライバーの変速タイミングに対する期待の差から設定の方向性が異なる。

高速道路の進入シーンを例にあげると、スポーツカーは俊敏な応答性を重視し本線合流前に低ギヤ段位をキープする設定が求められるのに対して、乗用車でスポーツカー同様の設定を行うと、シフトアップ遅れや変速違和感を感じさせることもある。

新型MPVではRX-8のAT Active Shiftをベースに新しくActive Adaptive Shift System（以下AAS）を開発した。

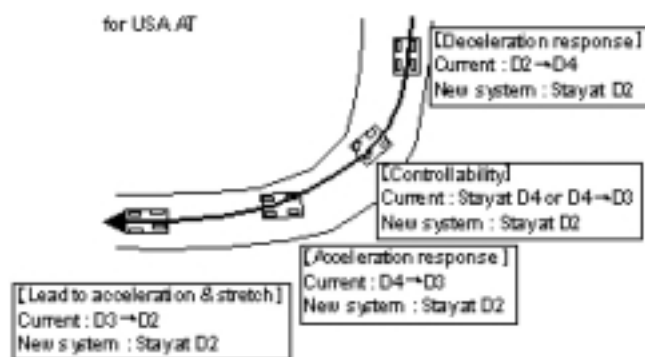


Fig.1 Representative Example of Improvement

*1~4 車両実研部
Vehicle Testing & Research Dept.

*5, 6 ドライブトレイン開発部
Drivetrain Development Dept.

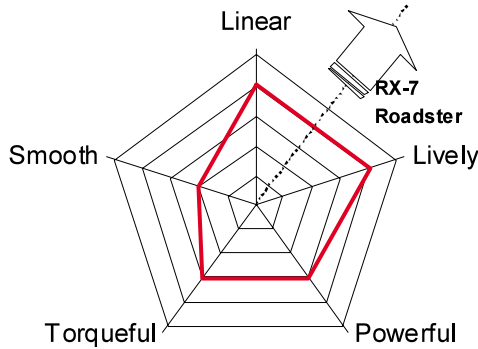


Fig.2 “Performance Feel” 5 Axes

各軸の定義

- 「Lively」：軽快な
アクセル操作に対する車の挙動が、機敏で快活なこと
- 「Linear」：リニアな
アクセル操作に対する車の挙動がリニアなこと
- 「Torqueful」：余裕のある
アクセル操作に対して、走りの余裕を感じる
- 「Powerful」：爆発力のある
アグレッシブな走行で、躍動感、爆発力を感じる
- 「Smooth」：滑らかな
アクセル操作に対する車の挙動が、滑らかなこと

2. 狙い

ミニバンクラスでは、車両重量の増加により走行性能（走り感）や燃費性能の悪化を招いている。一般的に、走行性能の改善にはエンジンの大排気量化によるトルクUPや、ギヤ比の低速化が効果的であるのに対し、燃費性能の改善には小排気量化や、ギヤ比の高速化が効果的である。新型MPVでは、この相反する要求を両立するために、小排気量ながら高トルクを発生するMZR 2.3 DISI Turboエンジンを採用するとともに、ATの6速化を行い走行時の使用ギヤに幅を持たせることで走行性能と燃費性能の両立を目指した。

しかし、ATの6速化は、駆動力選択の幅をもたらず一方で、ドライバーが必要とする駆動力を的確に提供しないと、選択ギヤ段に対して違和感（下記、①、②）を与える可能性がある。

- ① 多段化による頻繁なアップ/ダウン変速が発生してスムーズな走りを阻害
 - ② 変速応答遅れに加え、ターボ特有のラグによる違和感、コントロール性不良
- これらの懸念を解決するためには、運転状態を正確に把握し、最適なギヤ段を選定する必要があるため、今回RX-8で採用したAT Active Shiftをベースに制御パラメータを増やし、よりきめ細かな状況判別を行い、日常的なシーンにおいて違和感なく作動することを制御開発の狙いとしました。

3. 達成性能

3.1 達成手段

(1) 運転状態の把握

変速段を決定する上で、ドライバーの意図を(A)加速要求、(B)シフトアップ要求の2種類に分けて各々の要求度を把握し、更に(C)走行の状態を詳細に把握して、変速段を決定する上での運転状態の基礎情報を収集する。それぞれの検出内容の概要を以下に示す。

(A) ドライバの加減速要求度の把握

ドライバーのアクセル操作や加速度の履歴を用いて、加減速を重視した運転を行っているか判別している。

(B) ドライバのシフトアップ要求度の把握

ドライバーのアクセル操作や加減速の履歴、更に使用しているエンジントルクの領域情報を用いて、燃費を重視した走行を行っているか判別している。

(C) 走行状態の把握

路面勾配、屈曲路の走行、更にこれらの走行履歴に応じて、走行路の特徴を把握している。

(2) 変速段の決定

次に、変速段は、上記(A)、(B)、(C)の情報に基づいてあらかじめ用意された運転状態に適合するリアルタイムに判断しながら変速段を決定している。

例えば、屈曲が強い走行路を加減速を繰り返しながら走行する場合は、より駆動力が得やすいように低速段を維持する。一方、屈曲が少ない路面を一定速で走行する場合は、速やかに高速段に切り替えるように判定する。

(3) AASの特徴

RX-8で採用したAT Active Shiftでは、これらの判定の結果で、全体の変速パターンを変更して変速段を決定していた。しかし、6速ATのようにギヤの選択範囲がより広いATの場合は、全体の変速パターンそのものを変更してしまうと、不要に低速段を維持したり、逆に高速段になりすぎる問題が発生しやすい。そこで、今回開発したAASでは、上記(A)、(B)、(C)に基づいて、①シフトアップを実行すべきか、②シフトダウンを実行すべきか、③現状のギヤ段を維持すべきか、ギヤ段ごとに設定された運転状態の基準値に基づき、判断を繰り返し実行することで、常に変化する走行環境とドライバーの要求に対して最適な変速段を選定可能とした。

また、各ギヤ段ごとに基準値を設けたことで、AASの機能をスポーツ性に特化させたり、スムーズさと静粛性、燃費の両立を図ったりと車の個性に応じた味付けができるようになった。

3.2 達成性能

具体的には以下に示す3つのシーンを想定し、制御開発を行うことで走行シーンごとに適切なギヤ段を選択し、最適な駆動力を容易にコントロールすることを可能にした。

- ① 山岳路を走行するシーン
- ② 高速道路へ進入を行うシーン
- ③ 下り坂を走行するシーン

(1) 山岳路を走行するシーン

山岳路を走行する場合、屈曲路や勾配角、前を走る車両との間隔など、走行環境は刻々と変化している。このような状況下では、ドライバーの要求に対し常に最適な駆動力を確保することが難しく、意図に反した変速を行った場合変速による駆動力の変化によりスムーズな走行を阻害し不快感を与えてしまう。

そこで、勾配角や加減速度、ステアリング舵角等から走行状態を判定し最適なギヤ段を選定することで、登坂路を走行する時の不必要なシフトアップ&ダウンを抑制しシフトビジー感を回避している。特に①屈曲路進入時は事前にシフトダウンを行い再加速時のレスポンス向上を図り、(Livelyの向上に貢献)②屈曲路走行中はシフトアップを禁止することでコントロール性の向上を図っている (Linearの向上に貢献)(Fig.3)

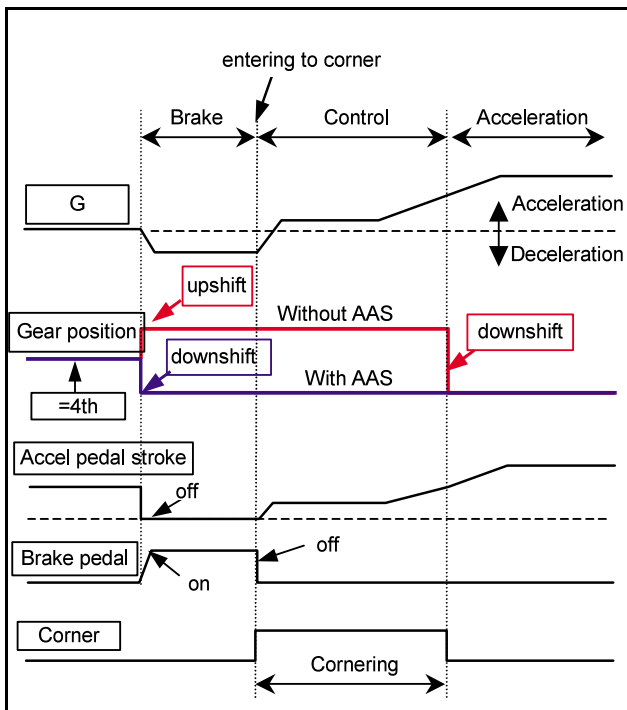


Fig.3 Improvement of Cornering Scene

(2) 高速道路へ進入を行うシーン

交通量の多い高速道路へ進入する場合、予備車線から加速本線合流のための車速コントロール(緩加速/定常/減速など)本線合流ファーストレーンへ移行、などの厳しい場面が存在する。この走行状況に対しても安全に適應させるためには、加減速応答性の確保が最も重要である。応答性を確保するためには無駄なシフトアップ&ダウン変速を回避し、走行シーンにマッチしたギヤ段の選択が要求

されるが、前述したように低ギヤ段キープによる違和感を回避しなくてはならない。

新型MPVでは、ドライバーのシフトアップ要求をアクセル操作や、加減速度の履歴から判断することで、相反する加減速応答性と違和感回避の要求を同一シーンで満足している (Lively, Linearの向上に貢献)(Fig.4)

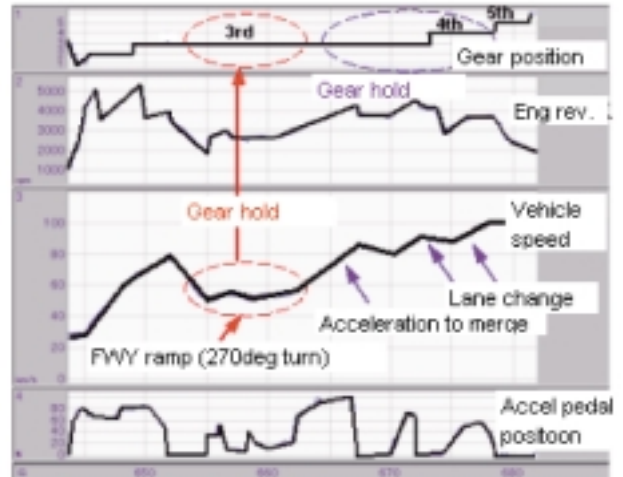


Fig.4 Representative Example of Freeway Merging

(3) 下り坂を走行するシーン

勾配のきつい下り坂を走行する場合、前走車との車間に配慮しながら車速をコントロールするためにブレーキの操作が頻繁に発生し、ドライバーに負担を与えると同時に、Gの変動により同乗者に不快感を与える。

このような現象を抑制するため、勾配角や減速度等からドライバーの減速の意思を汲み取り最適なギヤ段にシフトダウンすることで減速度(エンジンプレーキ)を発生させ、頻繁なブレーキングによる車速コントロールの負担を低減し、安定した走行をサポートしている。

しかし、必要以上の介入は再加速時のシフトアップ遅れやエンジン回転数の上昇による違和感を招く恐れがある。

そこで、勾配角やアクセル操作等の履歴からシフトアップを行うことでよりドライバーの意思に沿った変速制御を行っている。

3.3 まとめ(新型MPVが実現したPerformance Feel)

AASを採用することで、走行シーンやドライバーの意図を判定してギヤ段を選択することで無駄な変速を抑制し、最適な駆動力コントロールをサポートしている。このことで、山岳路走行など従来では変速を繰り返しスムーズな走行を阻害していたシーンにおいて、ドライバーが意のままに走行することを可能とした。また、市場での使用頻度が高い市街/郊外を走行する場面では、燃費性能を重視した変速タイミングを選択することで、燃費性能と走行性能の両立を実現している。この結果、走り感を示す社内指標であるPerformance Feel評価では、AAS採用の有無でLinear,

Livelyの評価が向上した（Fig.5）

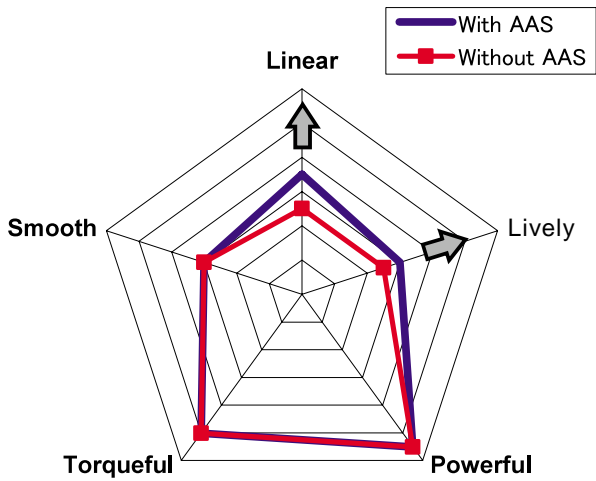
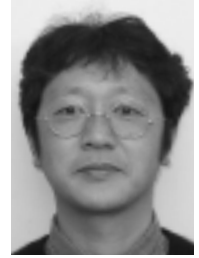


Fig.5 Performance Feel Lader Chart

著者



宮脇俊一郎



渡辺洋史



今石成昭



佐々木和夫



大久保智広

4. 最後に

ユニットの集合体としてではなく、車として性能を上げていく中で、自動変速機の特徴は車全体の味付けを大きく左右し、その方向性を決定づけることも可能である。多様性のあるお客様の嗜好や走行シーンにおいて高性能を追求するほど、走行意図を汲み取る緻密さ、シーンで異なる変速要求間のバランスの高度化が求められる。今回、新型MPVは自動変速機への多様な性能要求を満たしつつ、マツダプロダクトDNA「反応の優れたハンドリングと性能」をお客様にたっぷりと感じていただける車創りを目指し、ここにその一部分ではあるが紹介することができた。今後、更に研究を進め、マツダ車を購入するお客様一人一人が感動していただける商品が実現できるよう、進化を続けていく。