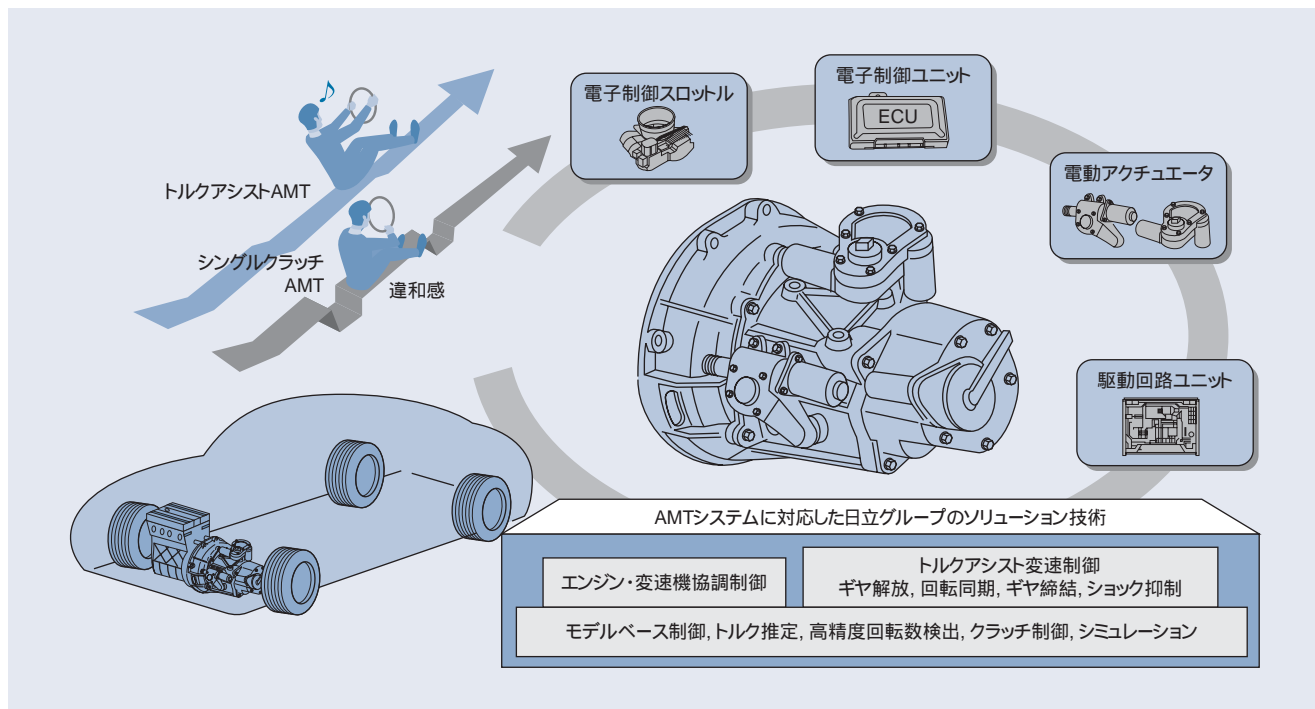


# 次世代の低燃費新型自動変速機システム

## Next-Generation Automatic Transmission System Featuring Low Fuel-Consumption

黒岩 弘 Hiroshi Kuroiwa    岡田 隆 Takashi Okada  
 尾崎 直幸 Naoyuki Ozaki    山崎 勝 Masaru Yamasaki



注：略語説明 AMT( Automated Manual Transmission ) , ECU( Electronic Control Unit )

### 次世代の新型自動変速機に向けた日立グループのシステムソリューション

独自のトルクアシストAMTの制御技術を核として、新型自動変速機の主要なシステムコンポーネントの提供とエンジンとの協調を含めた総合制御技術により、環境に優しい自動車づくりに貢献する。

地球温暖化抑止の観点から、自動車の燃費は年々規制値が強化され、わが国と欧州では、2008年から2010年にかけて規制値が現在の約25%減となる予定である<sup>1)</sup>。これに対応するために、変速機分野でも種々の燃費低減策が提案されている。既存のAT (Automatic Transmission) やCVT( Continuously Variable Transmission )とは異なる方式の、さらに低燃費な次世代の変速機も開発されている。その中で

特に注目されているのが、MT( Manual Transmission )をベースに自動化したAMT( Automated Manual Transmission )である。

日立グループは、独自のトルクアシストAMTを開発中である。これは既存のMTに摩擦クラッチ機構を追加するだけでコンパクトにでき、MT並みの燃費とAT並みの変速フィーリングが得られることから、小型・低コストの次世代型自動変速機として期待できると考える。

## 1 はじめに

単純な平歯車の組み合わせから成るMT( Manual Transmission )は、伝達効率が高いため、AT( Automatic Transmission )など既存の自動変速機に比べると10%以上も燃費がよい。AMT( Automated Manual Transmission )

では、この燃費のよさを維持しつつ、自動的に発進・変速ができるようにしたものである。まず欧州各社で実用化競争を激化させたのが、燃費のよいMTをベースに自動化した自動MT、通称シングルクラッチAMTである<sup>2)</sup>。しかしこの方式は、変速中に駆動トルクが一時的に中断し、ATとは異なる変速フィーリングとなるため、ATの代替として普及、拡大するまでには至っていない。これに代わって最近注目を浴びているの

がツインクラッチAMTである。この方式は、ATのような滑らかさで、高応答の変速が得られるもので、昨秋、欧州のカーメーカーが大排気量スポーツ車に搭載して実用化した<sup>3)</sup>。

日立グループは、上記二つの方式とは構成を異にするオリジナルなトルクアシストAMTを開発中である<sup>4)</sup>。

ここではこの方式の狙いとコンセプト、特徴などについて述べる。

## 2 トルクアシストAMTの狙いと特徴

トルクアシストAMTを次世代の変速機として広く普及させるためには、燃費がMT以上で、変速フィーリングがAT並み、さらに、小型・低コストという要件を満足させる必要がある。これらの観点から見ると、前述のシングルクラッチAMTでは変速フィーリングの点で、また、ツインクラッチAMTでは小型・低コスト化の点で難度が高いと予想される。

日立グループは、これらの要件を満たすシステムとして、トルクアシストAMTを提案し、システム開発を進めてきた。この方式の特徴は、既存のMTに「アシストクラッチ」と称する摩擦クラッチ機構を追加するだけの小改造で済むという点である。すなわち、シングルクラッチAMTの課題であった変速中のトルク中断を、このアシストクラッチの動作で解消し、AT並みの変速フィーリングの実現を図っている。したがって、トルクアシストAMTは小型・低コスト化が比較的容易であり、エンジン排気量が2L以下のFF(Front Engine, Front Drive)方式の小型車、大衆車クラスに適している。

## 3 トルクアシストAMTの動作原理と具体化例

### 3.1 変速動作原理

5速MTの5速ギヤ部にアシストクラッチを付設した場合の変速の原理について以下に述べる(図1参照)。

1速で走行している状態から2速にアップシフトする場合を例にとると、図1の(a)は変速前半を示しており、アシストクラッチの締結力を徐々に増加させることにより、1速ギヤを介して伝達しているトルクを0近くまで低下させ、この時点でギヤ切換機構を1速ギヤから解放し、ニュートラル状態に保持する。この状態からは、同図(b)で示すように、トルクはアシストクラッチを付設した5速ギヤを介して伝達される。ここでアシストクラッチの締結力を適切に制御してエンジン回転数を2速の回転数まで速やかに低下させ、ギヤ切換機構を動作させて2速ギヤに締結させる。その後は同図(c)の状態となり、アシストクラッチの締結力を速やかに小さくして、トルク伝達経路を2速ギヤ経由だけとして変速を完了させる。

以上の変速動作を行うことにより、変速中もトルクを中断させることなく伝達でき、ATに近いトルク波形を得ることができる。

この変速原理は、すべてのアップシフトとダウンシフトにほぼ共通に適用できる。

### 3.2 システム構成

トルクアシストAMTは、既存のMTをベースに高速段側の所定のギヤにアシストクラッチを追加するだけの変更で、コンパクトな変速機本体を構成することができる(図2参照)。

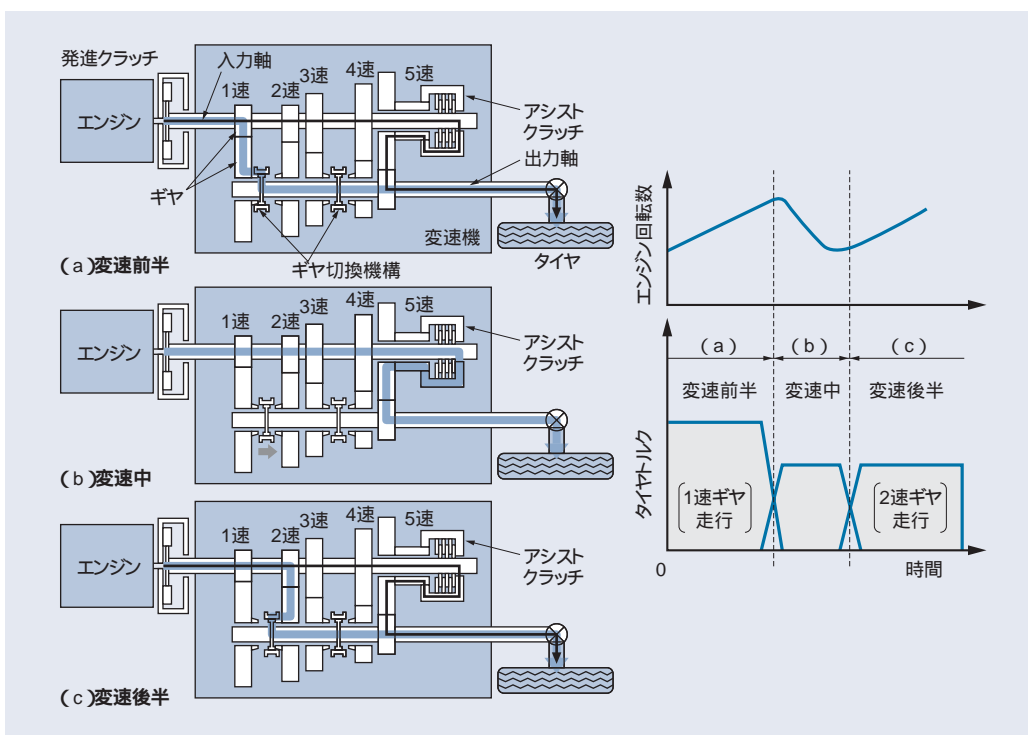


図1 トルクアシストAMTのシステム概略構成(左)と動作原理(右)

変速中にアシストクラッチを動作させ、エンジンの発生トルクを中断することなくタイヤに伝える。

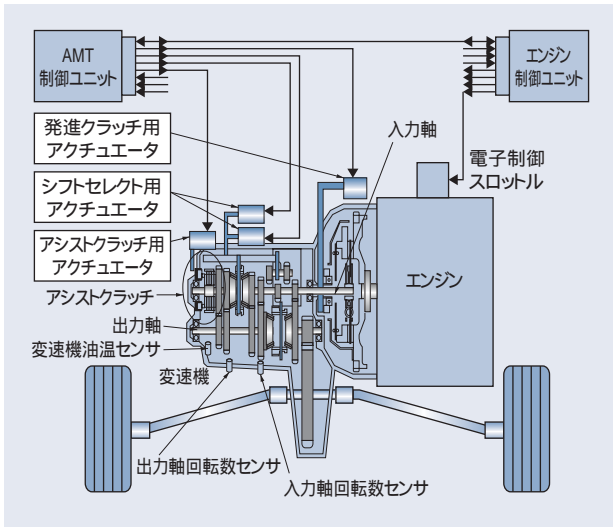


図2 トルクアシストAMTのシステム構成  
AMT制御ユニットで三つのモータアクチュエータの動作を最適に制御している。

これを自動化するためのアクチュエータとして、発進クラッチ用、シフトセレクト用、およびアシストクラッチ用の3種類を用いる。アクチュエータの駆動方式は、油圧源を利用する方式と、電気モータで直接駆動する方式に大別できる<sup>5)</sup>。日立グループは、搭載性と制御精度に優れたモータ方式を採用している。センサとしては、入力軸回転数センサ、出力軸回転数センサ、変速機油温センサ、シフト位置センサ、セレクト位置センサ、および発進クラッチ位置センサを設けている。

AMT制御ユニットでは、これらのセンサ信号を入力し、エンジン制御ユニットからの情報を基に内蔵のモータドライバでアクチュエータ用モータを駆動し、変速機を常に最適な状態

に制御している。

### 3.3 主要制御部の構成

このシステムの中核部分であるトルクアシスト変速制御技術の概要を図3に示す。

変速制御は、変速前半のギヤ解放制御、変速中の回転同期制御、および変速後半のギヤ締結制御に大別できる。いかに短時間で、ギヤ切替のショックなしに変速を完了できるかがポイントである。そのために、エンジン制御ユニットとAMT制御ユニットの間での高精度、高応答な協調制御が求められる。特に重要なのは、トルク情報である。

変速中の目標駆動トルク（タイヤトルク）を運転状態に応じて逐次設定し、パワートレイン系のトルク伝達モデル演算により、目標エンジントルクとAMTの目標クラッチトルクを求める。目標エンジントルクはエンジン制御ユニットで制御される。一方、目標クラッチトルクはアシストクラッチアクチュエータの制御指令に変換され、アシストクラッチで制御される。

### 3.4 アシストクラッチ駆動部の具体化例

このシステムのキーコンポーネントであるアシストクラッチ部とこれを動作させるためのモータアクチュエータ部の具体化例を図4に示す。

ベースとなる変速機の5速ギヤ用シンクロナイザに代えて、アシストクラッチを付設し、これを駆動するためのモータと回転・直線運動変換機構を一体化して構成している。これにより、軸方向の延長分を極力抑えることができ、搭載スペースが制約されるFF用の変速機への適用を可能とした。

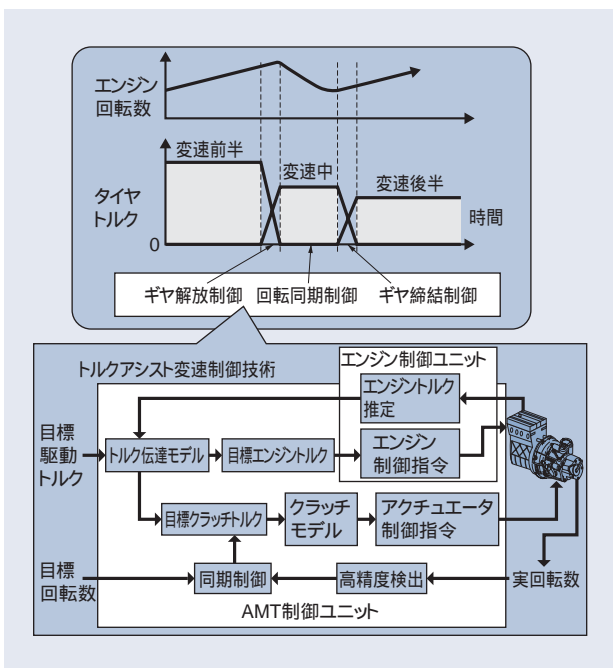


図3 主制御部の構成  
エンジンとAMT間での高精度トルク協調制御がこのシステムの必須技術である。

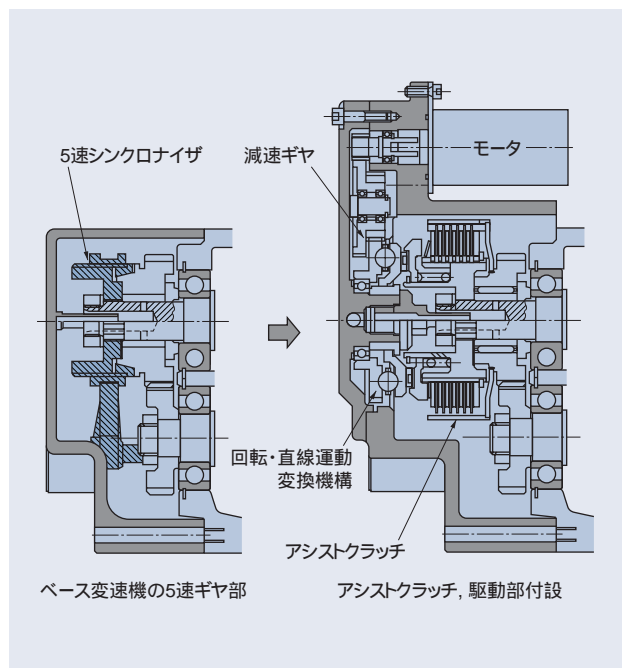


図4 アシストクラッチ駆動部の具体化例  
シンクロナイザを排除して軸方向の延長を極力抑えた構成とした。

## 4 システムの性能評価

このシステムの変速フィーリング、燃費性能などの達成レベルの評価結果について以下に述べる(図5参照)。

図5(a)はアップシフト時の車両前後加速度を比較したものであり、ATとほぼ同様な滑らかな変速フィーリングが得られている。同図(b)は各種項目についてATと比較したものである。アップ・ダウンの変速性能はAT並みを確保し、ATのようなトルクコンバータによる滑りがないことから、燃費のほか、アクセルワークに伴う車両駆動トルクのダイレクト感が向上すると考える。

一方、発進時の滑らかさ、力強さの点では、トルクコンバータのあるATのほうがやや優れている。

これらを総合的に評価して、トルクアシストAMTは小型・低コスト・低燃費の新型自動変速機としてのポテンシャルを十分持ったシステムであると考えられる。

## 5 おわりに

ここでは、日立グループの自動車用変速機ビジネスの一端として、AT並みの変速フィーリングとMT並みの燃費を両立させ、小型・低コスト・低燃費の新型自動変速機としてのポテンシャルを持つトルクアシストAMTについて述べた。

日立グループは、今後も、このトルクアシストAMTの小型・低コストという面での優位性を生かし、FF方式でエンジン排気量が2L以下の小型車、大衆車クラスでの実用化に貢献していく考えである。

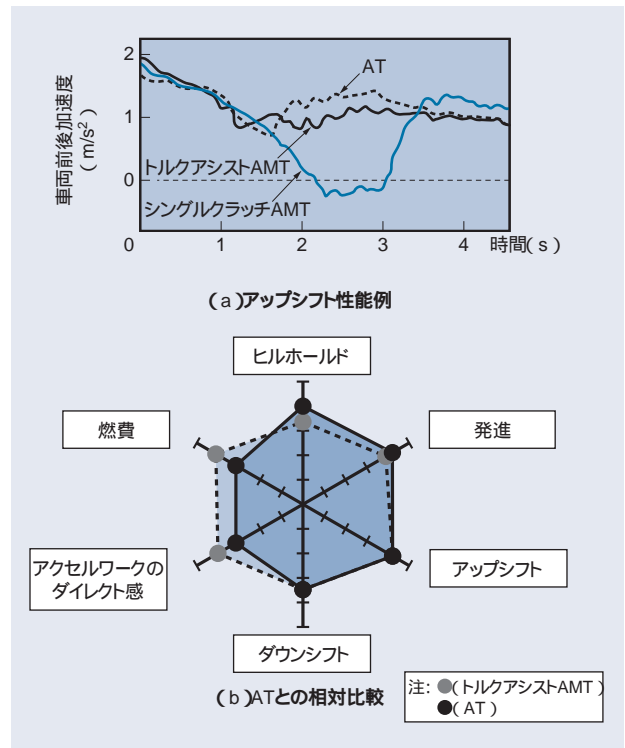


図5 トルクアシストAMTの性能評価結果

AT並みの変速フィーリングとMT並みの燃費の良さを両立できる素質を有している。

### 参考文献

- 1) 湊 清之: 自動車の燃費規制の現状と将来動向, 自動車技術, Vol. 56, No. 9, 11~15(2002.9)
- 2) 浜田, 外: A Tがなくなる?, 日経メカニカル, No. 587, 73~93(2003.8)
- 3) Kevin Jost: A different Automatic, automotive engineering international, Vol. 111, No. 7, 32~36(2003.7)
- 4) 岡田, 外: トルクアシスト型自動化マニュアル変速機システムにおける変速制御技術, 自動車技術会論文集, Vol. 33, No. 2, 61~66(2002.4)
- 5) Horiuchi, et al.: Development of an Automated Manual Transmission System Based on Robust Design, Transmission & Driveline Systems Symposium 2003, SP-1760, 79~85(2003.3)

### 執筆者紹介



黒岩 弘

1965年日立製作所入社、オートモティブシステムグループ制御システム設計部 所属  
現在、AMTのシステム・制御開発に従事  
自動車技術会会員  
E-mail: hkuroiwa @ cm. jiji. hitachi. co. jp



尾崎 直幸

1988年日立製作所入社、オートモティブシステムグループ制御システム設計部 所属  
現在、AMTのシステム・制御開発に従事  
自動車技術会会員  
E-mail: ozaki @ cm. jiji. hitachi. co. jp



岡田 隆

1990年日立製作所入社、日立研究所 情報制御第三研究部 所属  
現在、自動車パワートレイン制御に関する研究開発に従事  
SAE会員、自動車技術会会員  
E-mail: tokada @ gm. hrl. hitachi. co. jp



山崎 勝

1991年日立製作所入社、機械研究所 自動車システムプロジェクト 所属  
現在、AMT関連機構の研究開発に従事  
日本機械学会会員、自動車技術会会員  
E-mail: osaru @ gm. merl. hitachi. co. jp