

平成19年10月23日

世界初の環境に優しい 『モータ・アシスト式ハイブリッド車両』の開発に成功！



写真:モータ・アシスト式ハイブリッド駆動システムを搭載したITT(Innovative Technology Train)

JR北海道は、世界で初めての『鉄道車両用モータ・アシスト式ハイブリッド駆動システム(以下、MAハイブリッド駆動システム)』を搭載した車両(ITT)を開発しました。この車両の駆動システムは動力性能の向上と省エネ・環境負荷低減のトレードオフを解決したコストパフォーマンスの高い次世代車両用ディーゼルハイブリッドシステムです。

なお、この駆動システムは(株)日立ニコトランスミッションと共同で開発しました。

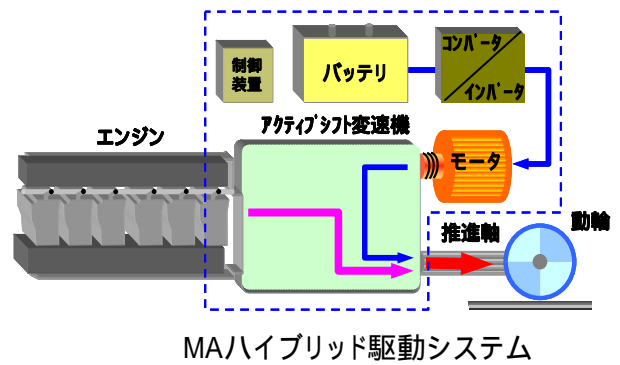
【キーワード】 モータ・アシスト式ハイブリッド、動力性能、省エネ・環境負荷低減、コストパフォーマンス、次世代車両、高駆動効率、乗心地向上、騒音低減

1. 車両の特徴

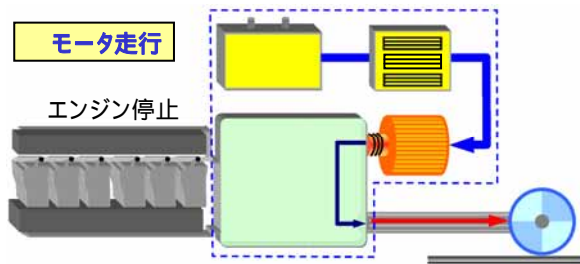
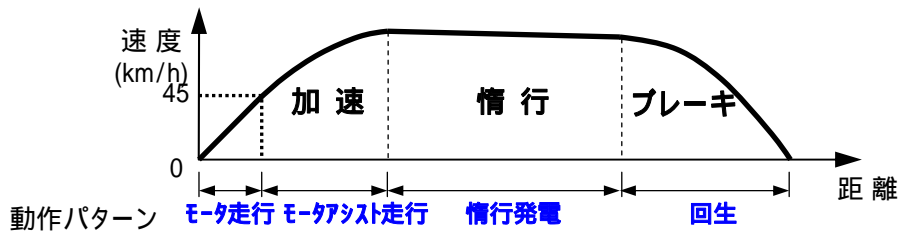
- (1) 低速域ではエンジンを使わず、モータによる走行が可能で、駅出発時の騒音を低減できます。
- (2) アクティブシフト変速機により駆動効率が向上し、かつブレーキエネルギーをモータで回生(電力に変換、再利用)するため、動力性能を向上させることができます。
- (3) エンジンの動力と、バッテリー、コンバータ/インバータ、モータから得られる動力を協調させ、コストパフォーマンスが向上します。
- (4) 変速時のショックをモータが連続的に吸収しながら変速するため、乗心地が向上します。
- (5) 排気ガス中の二酸化炭素(CO₂)、窒素酸化物(NO_x)、粒子状物質(PM)を低減できる環境に優しい車両です。

2. MAハイブリッド駆動システムの構成

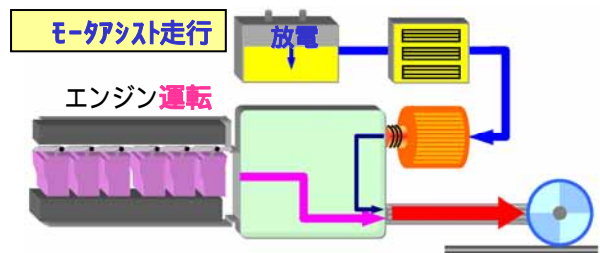
- (1) MAハイブリッド駆動システムは、モータを持ったアクティブシフト変速機、コンバータ/インバータ、バッテリー及び制御装置で構成されています。
- (2) 車輪への動力は、エンジンからアクティブシフト変速機を介する方法、モータから変速機を介する方法、および、とを併用する方法があります。ブレーキ時はモータを発電機としてバッテリーに充電します。
- (3) 走行パターンは、モータ走行、エンジン走行、モータとエンジンを併用したモータアシスト走行、回生です。



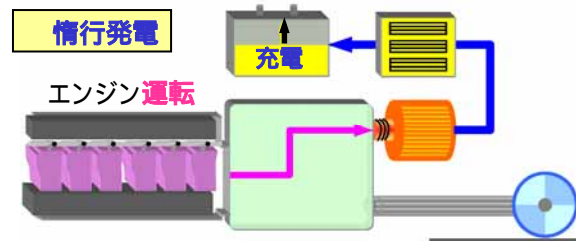
3. 駆動システムの動作パターン(例)



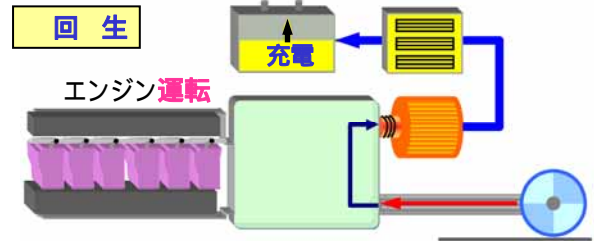
停車時間の長い駅では、駅騒音低減のためエンジンを停止します。駅からの発車時にはモータのみで速度45(km/h)まで加速します。



速度45(km/h)でエンジンが始動し、エンジン動力を車輪に伝達します。モータによりアシストされることから、エンジン動力以上の駆動力を得ることができます。



惰行時には、エンジンでモータを駆動して、モータを発電機として動作させ、バッテリーを充電します。



ブレーキ時には、車輪からの動力でモータを駆動し、発電機として動作させることでバッテリーを充電します。これまで熱等で放散していたエネルギーを回収します。

4. 効果・メリットについて

- (1) 従来の気動車と比較して15~20%燃費を改善でき、排出するCO2を低減することができます。
- (2) コモンレール式ディーゼルエンジンの使用とあわせて排気ガス中の窒素酸化物(NOx)、粒子状物質(PM)を低減できます。
- (3) ハイブリッドシステムを小型・軽量化することができ、バッテリー、コンバータ/インバータ等のコストを半分以上とすることができます。
- (4) 既存の車両を改造することでハイブリッド化が可能です。

5. 試験走行について

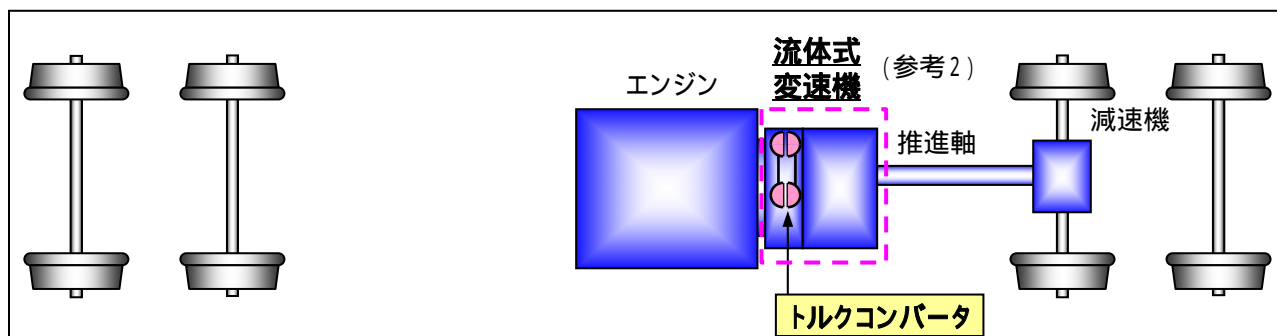
11月から来年1月頃まで、営業線での走行試験を行い、車両性能の確認、燃費測定等を行う予定です。

6. 今後の取り組みについて

当社では、平成14年10月からディーゼルハイブリッド等による環境に優しい次世代車両の開発を進めてきました。今後の車両は、平成18年3月に公開しました複合車体傾斜システムとMAハイブリッド駆動システムを組み合わせる構成し、さらなる高速化を図り、省エネ・環境負荷低減を迫及したコストパフォーマンスの高い車両開発を目指します。

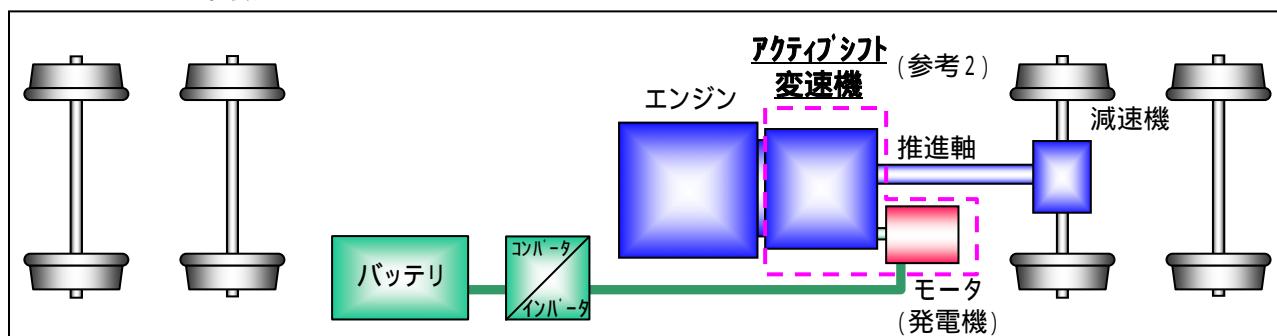
駆動システムの比較 (1)

従来の駆動システム



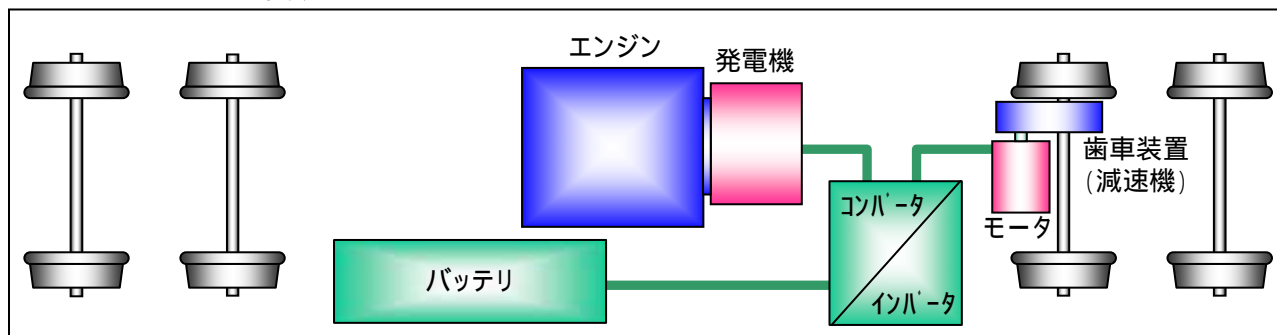
エンジン動力をトルクコンバータ、変速機を介して車輪に伝達します。トルクコンバータは通常は速度約50km/h以下で使用されますが、流体(オイル)を介して動力を伝達するため駆動効率が低くなります。

MAハイブリッド駆動システム



トルクコンバータを持たない変速機でエンジン動力を直接的に車輪に伝達するため駆動効率が高く、さらに1台のモータ兼発電機によるアシスト駆動により、出力の小さなエンジンで従来並の駆動力を実現することが可能です。また、アシスト駆動力分のみを負担するため、シリーズハイブリッドと比較して、バッテリー、コンバータ/インバータを小型化することが可能です。

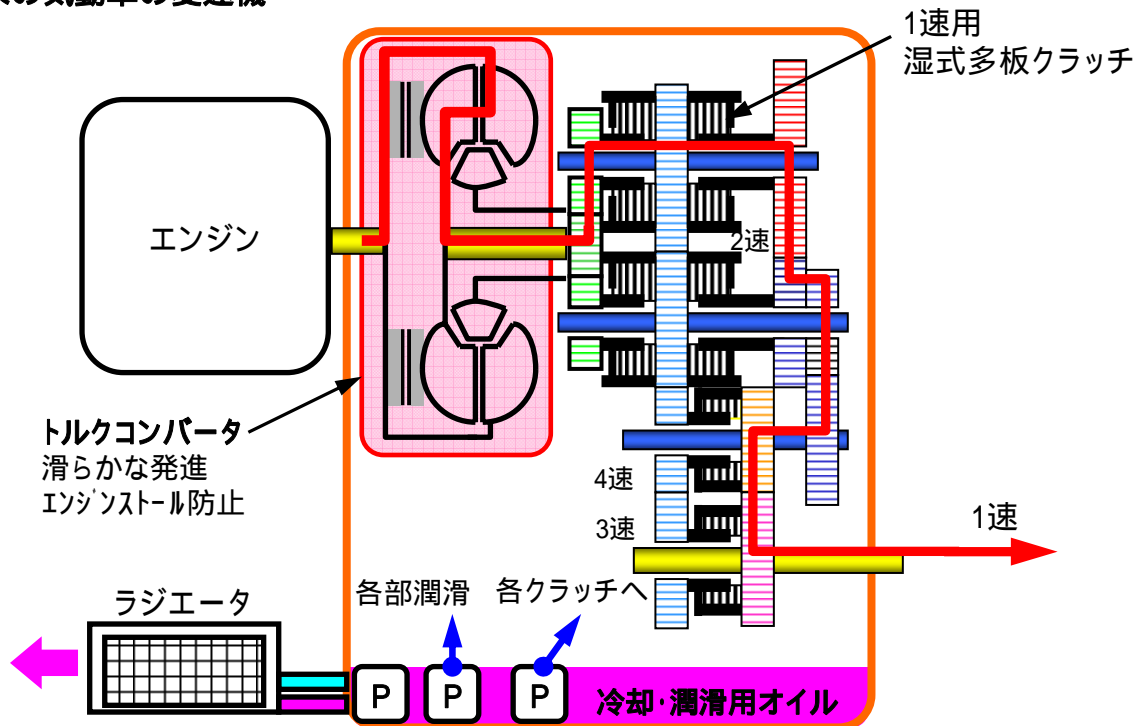
シリーズハイブリッド駆動システム



エンジン動力のすべてを発電機で電力に変換し、モータにより車輪を駆動するハイブリッドシステムです。エンジン動力をすべて電力に変換する必要があり、大型の発電機とモータが必要となります。動力変換の際に10%程度の損失が発生するため、出力の大きなエンジンを搭載し、コンバータ/インバータ、バッテリーも大型化する必要があります。

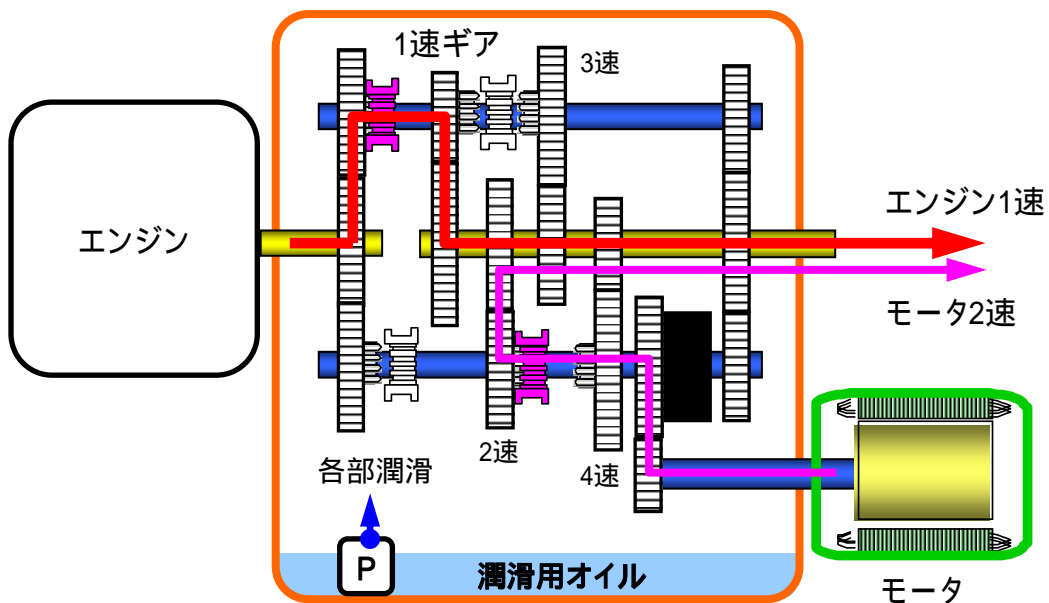
駆動システムの比較 (2)

従来の気動車の変速機



- ・低速時、トルクコンバータを使用するため、駆動効率が低くなります。
- ・変速時、湿式多板クラッチを使用するため、熱損失により駆動効率が低下します。
- ・クラッチ等で発生した熱を放散させるためにオイルラジエータが必要となります。
- ・エンジンで駆動するオイルポンプが多いため、4 (kW) 程度の動力損出が発生します。

アクティブシフト変速機



- ・トルクコンバータがなく、湿式多板クラッチも使用しないため、熱損失が非常に少なく、高駆動効率です。このため、オイル冷却用のラジエータも不要です。
- ・オイルポンプが少なく、ポンプによるエンジン動力損出が1 (kW) 以下です。
- ・ブレーキエネルギーをモータで回生(電力に変換、再利用)するため、燃費を改善できます。
- ・モータアシスト走行が可能で、エンジン出力を抑制し、燃費を向上できます。

用語の説明

(1) 動力性能と省エネ・環境負荷低減のトレードオフ

従来の気動車では、動力性能を向上させるために、エンジン出力の向上さらには1両当たり2台のエンジン搭載することによって実現してきました。燃焼効率が高く、排ガス対策エンジンの採用を進めてきましたが、動力性能を向上させるほど、燃料消費量が増加し、環境負荷が大きくなるという基本的な関係があります。MAハイブリッドは、少ない燃料消費量で高出力を得ることができることから、このトレードオフを解決できる革新的な技術であると考えています。

(2) コストパフォーマンス

MAハイブリッドシステムでは、従来の気動車と比較して、バッテリー、コンバータ/インバータ、モータ等が追加されますが、エンジン動力以上の性能を発揮することができます。一方、燃費改善等により、ランニングコストを抑制できることから、トータルコストに対するパフォーマンスを高めたシステムです。

(3) 次世代車両

次の3つのサブシステムにより、更なる高速化と省エネ・環境負荷軽減を実現する次世代の車両です。

複合車体傾斜システム(平成18年3月公開)

ハイブリッド駆動システム(MAハイブリッド駆動システム)

軽量車体システム

(4) 乗心地向上

従来の変速機では、変速時に前後方向にショックが発生しますが、アクティブシフト変速機では、変速中のショックをモータが吸収するため従来よりも乗心地が向上します。

(5) アクティブシフト変速機

ギアと摩擦のないクラッチのみで構成された変速機で、変速時のエンジンと出力軸(推進軸を介して車輪と直結)との回転差をモータで同期させることにより、スムーズな変速を可能としています。

(6) 複合車体傾斜システム

平成18年3月に公開した曲線ガイド式振り子(傾斜角6度)と空気バネによる車体傾斜(傾斜角2度)の双方の利点を組み合わせ、曲線通過速度と乗心地をさらに向上させた世界初の車体傾斜システムです。

(7) トルクコンバータ

従来の気動車の変速機の一部として組み込まれ、エンジンを停止しないように動力を増幅して車輪に伝達し、滑らかに車両を発進させるための装置です。流体(オイル)によりエンジン動力を伝達するため、駆動効率が低下します。

(8) ITT

Innovative Technology Trainの略で、次の3つのサブシステム

複合車体傾斜システム(Cooperative Tilting)

ハイブリッド駆動システム(Hybrid Traction)

軽量車体システム(Reduced Track Load)

を有する次世代車両の愛称です。



車両外観



ITT (Innovative Technology Train)