

軽自動車改造型電気自動車の試作報告

Report on Test Production of a Light, Eco-friendly Automobile with Engine Converted to Electric Motor

草野浩幸*・角 力*・吉田裕亮**・野嶋賢吾***・木村勝典**・鈴木好明***

Hiroyuki Kusano, Tsutomu Sumi, Yusuke Yoshida, Kengo Nojima, Katsunori Kimura and Yoshiaki Suzuki

*機械素材研究所、**機械素材研究所 計測制御科、***機械素材研究所 機械技術科

県内で多用されているオートマチック（AT）タイプ軽自動車の電気自動車への改造を実施した。AT タイプのコンバート電気自動車（EV）の電気駆動が確認できた。駆動系のエネルギー伝達ロス低減が課題となることを明らかとした。

1. はじめに

地球温暖化や化石燃料枯渇の深刻化をうけ、自動車燃料に対するガソリン依存度、使用量を下げることが世界的急務とされている。

電気自動車は東日本大震災を発端とする日本国内のエネルギー供給事情の悪化からエネルギー変換効率の高さにより次世代自動車候補の最右翼として注目されている。三菱、日産は限定的ではあるが小型市販車レベルの電気自動車を市場投入し、現状、トヨタ、ホンダはハイブリッド車主体でその依存度を増やしている^{1, 2, 3)}。電気自動車の最大の課題は生産コストが高いことによる販売コスト高であり、蓄電池（リチウム電池）の性能向上、低価格化等がネックとなっている。

その様な状況下、コンバート電気自動車（EV）は既販の軽自動車をベースに、その広がりを見せている^{1, 4, 5)}。コンバート EV の利点は、電動用部品の手ごろな価格及び入手・改造の容易さにある。従来のガソリン自動車産業は車 1 台約 3 万点という非常に多くの部品を供給する部品メーカーとのピラミッド構造を形成してきた。コンバート EV の場合、部品点数が約 10 分の 1 に減り、しかも主要部品は汎用市販品が活用できる。よって、新規参入障壁が低下し、その担い手は大企業である必要がなく、スモールハンドレッド（自動車関連中小企業）による水平分業という新しいビジネスモデルの時代が到来すると予測されている¹⁾。

既存の自動車の動力源であるガソリンエンジンと電

気自動車のモータの性能における大きな差は駆動軸の回転数に対する発生トルク特性の違いにある。

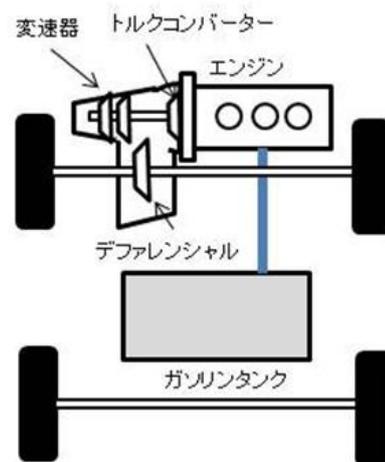


図1 前輪駆動車（FF）構造

ガソリンエンジンの出力トルクは低回転数では低く、高回転数になるに従いトルクが高くなる。よって、発進時のトルクを確保するため、ガソリン自動車には車軸に伝達する回転数を変換する機構（トランスミッション）が必要となる。

一方、モータは低速から大きなトルクを取り出すことが可能であるため、直接、車軸への取り付けが可能となる。このようなガソリンエンジンと電気モータのトルク特性の違いのため、従来の改造技術はオートマチック（AT）車には馴染まない。なぜなら AT を取り外し、デファレンシャルギヤ（差動ギヤ）に直結する

場合、前輪駆動（FF）車は図1の様にデファレンシャルギヤとATが一体となっているからである¹⁾。現在のところ、コンバートEVは手動によりギヤ選択可能なマニュアル（MT）車が対象とされている⁴⁾。しかし、軽自動車のAT率が高く、コンバートEVの普及にはAT用コンバート部品の開発が必要となる。

2. 目的

本研究では図2に示すようにATタイプのFF軽自動車の電気自動車への改造を試みる。従来、電気自動車への改造が適さないとされるAT車に電動部品を組み込み、駆動試験をおこなうことによりAT用コンバート部品の開発につながる課題の抽出を目的とする。

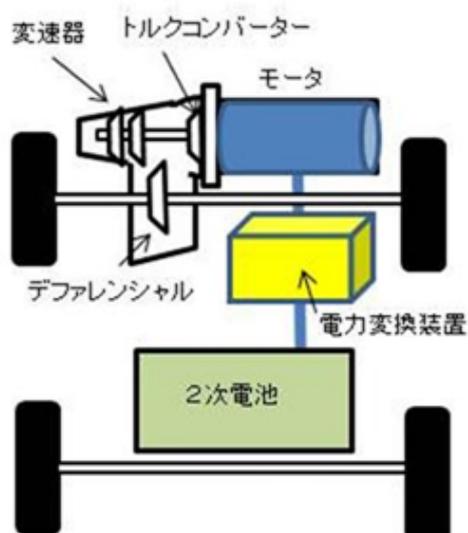


図2 改造電気自動車部品配置図

3. 部品

図3、4、5に本研究に用いたコンバートEVの主な駆動部品であるモータ、蓄電池、電力変換装置の外観を示す。蓄電池から出力された駆動用電力が電力変換装置によりモータ駆動に適した電圧、信号波形に変換され、モータに伝達される。軽自動車クラスのコンバートEVで使用される事が多いモーター（直巻ブラシモーター）を使用した。



図3 直流直巻モータ



図4 蓄電池



図5 電力変換装置

表1 モータの諸元

方式	直流直巻きモータ（DCモータ）
メーカー	Advanced Motors & Drives
型式	L91-4003
定格電圧	72～120V
定格電流	連続：130 A、最大：500 A
連続出力	13 馬力（9.7 kW）
最大出力	43 馬力（32.1 kW）
大きさ	φ170 mm × 395 mm
重量	38 kg

表2 蓄電池の諸元

方式	ディープサイクル鉛蓄電池
メーカー	パナソニック
型式	EC-EV1260
容量	52 Ah (1/3 C (20 A : RC))
構造	AGM制御弁式鉛蓄電池
サイズ	横388mm 奥行116mm 高さ175mm
重量	21 kg

表3 電力変換装置の諸元

方式	PWM制御
メーカー	Curtis Instruments
型式	1221C-7401
入力電圧	72~120 V
出力電流	最大 : 400 A
5分率	250A
1時間率	150A

4. 試作

4.1 解体

図6 (a) (b) に実際のエンジン周辺部品取り外し作業の写真を示す。



図6 (a) エキゾーストパイプ取り外し前



図6 (b) エキゾーストパイプ取り外し後

図6 (a) のカッコ内茶色部品はエンジンからの排気を外部に取り出すエキゾーストパイプで、図6 (b) はその取り外し後を示した。3気筒ガソリンエンジンの排気孔が確認できる。図7はエンジン本体の取り外し作業の様子を示す。エンジン周辺部品撤去後、玉かけ作業によりエンジンのつり上げ撤去作業を行った。エンジン搭載スペースからエンジンを取り出し、モータ等電動化部品搭載が可能な空間が確保できた。



図7 エンジン取り外し作業

4.2 組み立て

図8 (a) (b) に駆動用モータ搭載の様子を示す。図8 (a)はモータ接続前のAT トランスミッションを示す。図3 で示した DC モータの接続部品を自作し、直接トランスミッションの回転軸に連結した。図8 (b) にモータの搭載後の写真を示す。

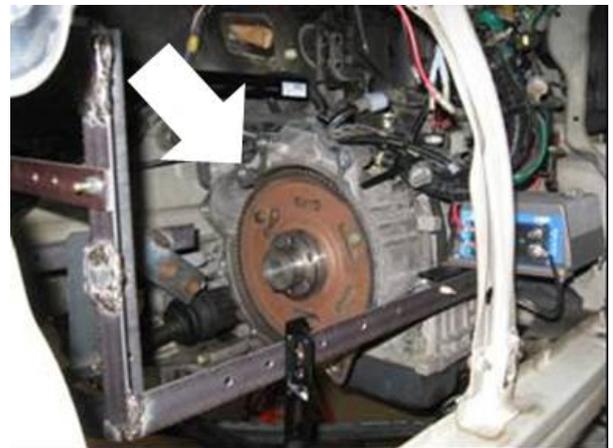


図8 (a) モータ搭載前



図8 (b) モーター搭載後

図9は図5で示した電力変換装置の搭載写真を示す。電力変換装置はモーター搭載後、その上部に最少空間内に収まるよう配置した。

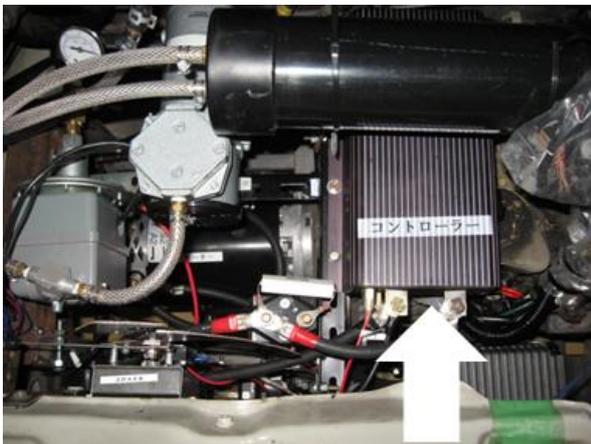


図9 電力変換装置の取り付け

図10に試作車の駆動実験結果を示す。無負荷(Dレンジ車輪無負荷回転)状態において各変速の切り替わり時に大きな電流が流れ、始動後4秒で最大値88Aを示した。MAX5000rpmで3速に、77A、94V、4000rpmで2速への変速が行われたと推察される。MTタイプとの比較は必要だが、ATタイプFFコンバートEVの駆動(ギヤアップ動作)が確認できた。

本実験により得られた課題は変速時に流れる電流の抑制とそれによる蓄電池への負荷軽減と考える。

今後、モーターの駆動力をタイヤ回転に最少エネルギーロスで伝達する新たな機構の開発あるいは変速時の瞬間電流増減を補う電気システム等の開発が必要である。

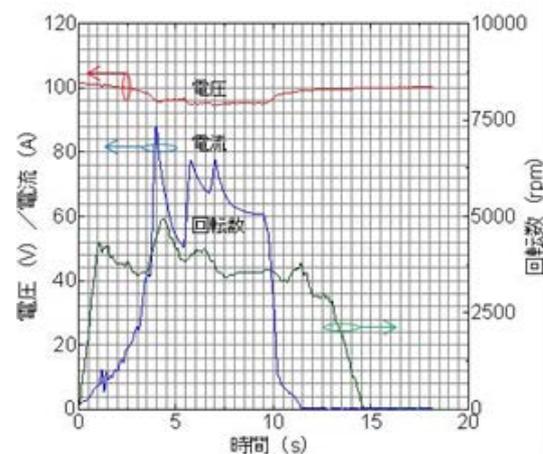


図10 動作試験結果

5. まとめ

オートマチック(AT)タイプの軽自動車の電気自動車への改造を実施した。ATタイプのコンバート電気自動車の駆動が確認できた。モーターの駆動力をタイヤ回転に最少エネルギーロスで伝達する新たな機構の開発あるいは変速時の瞬間電流増減を補う電気システムの開発が今後の課題と考える。

本研究は平成23年度鳥取県委託事業「電気自動車関連産業事業化支援事業」の事業成果の一部をまとめた。

謝辞

改造電気自動車の製作をご指導いただきました有限会社林オート代表取締役林大二郎氏、専務林博行氏に感謝いたします。

文献

- 1) 村沢義久；電気自動車 市場を制する小企業群，毎日新聞社(2010)。
- 2) 御堀直嗣；電気自動車の“なぜ”を科学する，アーク出版(2011)。
- 3) 廣田博嗣、小笠原悟司編；電気自動車工学 EV設計とシステムインテグレーションの基礎，森北出版株式会社(2010)。
- 4) 宮村秀夫；特集手作り電気自動車&バイクの世界，トランジスタ技術 8月号，p.66-107(2011)。
- 5) 国土交通省；電気自動車への改造に当たっての留意点