

神奈川工科大学  
工学教育研究推進機構

# 先進自動車研究所

2020 年度  
研究報告

車載用発電ユニット高効率化のための研究

自動車システム開発工学科 岡崎 昭仁  
自動車システム開発工学科 藤澤 徹

# 車載用発電ユニット高効率化のための研究

自動車システム開発工学科

岡崎 昭仁

藤澤 徹

## 1. 研究の目的

喫緊の課題である地球温暖化対策のために自動車の電動化が推進されている。電力は多様性があるエネルギーであるが、移動体である自動車では、「充電時間が長い」、「航続距離が短い」といった問題があり、エンジンと併用するハイブリッド自動車（以下、HEV）が実用化され、設定車種・販売台数を増やしている。申請者らは、高膨張比サイクルを用いたエンジンの高効率化やソーラーにおける電力最大点活用法などの研究を行ってきた。今回、比較的出力な自動車用発電ユニットへ、これらの研究知見を併せて適用することで、高効率化と性能向上が図れると考えた。そこで本研究では、電動自動車の問題を解決するために、車載用発電ユニットについて、シンプルな高膨張比デバイスを用いたエンジンの高効率化を行い、その性能を明らかにする。さらに、誘導発電機の自己励磁現象に着目し、特定の発電領域において、インバータを不要とする発電方法を検討し、性能を実証する。これらのことから、高効率な発電ユニットの基盤となる技術を示すことができ、自動車の電動化の可能性を拡げることが期待できる。

## 2. 研究の必要性及び従来の研究

日本は少子高齢化が進むことから、特に地方における公共交通機関の1つとして複数人が乗車できる小型電気自動車が研究され、一部では実証実験が開始されている。小型電気自動車に関しては、充電方法や車両運動、実用性などの研究が進められてきている。一方で、地方において高齢者が乗車することなどから、電欠による車両走行停止は避けなければならないし、利便性から航続距離や充電回数は減らしたい。バッテリーを沢山搭載すれば重量が増し、価格も高くなる。一方で抜本的な電池の性能向上は未だに見えておらず、高効率なエンジンを活用する方策は有効である。

本研究では、これまで研究が行われてこなかった、発電機と組み合わせる小型エンジンの熱効率を向上させて、上述した小型電気自動車の性能改善を図るものである。筆者らが知りうる限り同様な研究は行われていないことから、独自色の強い研究である。

また、本研究は小型電気自動車の性能向上だけでなく、排出ガス・燃費規制を受けていない定置用小型エンジン（出力19kW以下）の性能改善に新たな潮流を生み出すと共に、エンジンと発電機を最適化して高効率化を図り、温暖化ガス排出削減に寄与すると期待される。加えて、小型エンジン製造会社、電動機製造会社などとの連携を促進して、エンジンを加えた電動化分野のさらなる発展を促すと想定している。

### 3. 研究の経過及び結果・評価

上述した研究目的、期待される効果を得るために、2020 年度は次の三点について研究を実施した。

#### (1) サイクルシミュレーションソフトにおけるエンジンモデルの一部改良

2019 年度に AVL Boost を用いて作成したエンジンモデルの改良を試みた。2019 年度モデルは、高膨張比サイクルに対応しておらず、この点の改良を行っている。継続して改良を行っているが、併せて実験データとの整合性を図り、モデルの玉成を行っている。図 1 に改良中のエンジンモデルを示す。

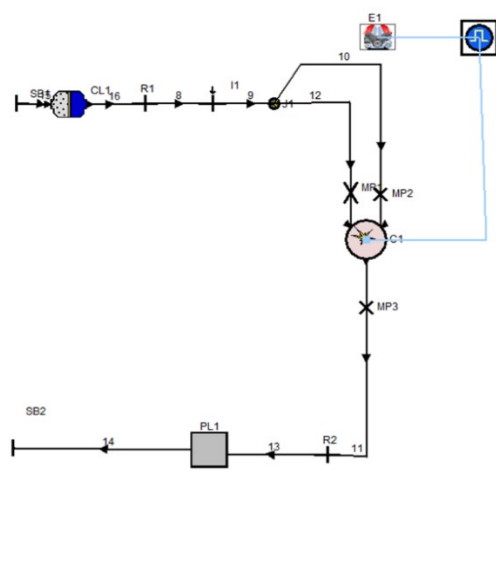


図 1 改良中のエンジンモデル

#### (2) 高膨張比サイクル実現のための外付け吸気抑止弁の設計と製作

過去に外付けの吸気抑止弁を設計・製作した。一方で当該品は大きく、重い、作動がスムーズでない等の問題点があり、使用を断念して新規に設計・製作を行った。図 2 に新規に設計・製作した弁の図面を外観を示す。エンジンのスロットル弁と同じ構造とし、360 度回転できるように工夫した。回転部をエンジンと共に回転させて、吸気弁が閉じる 10 度以前に、吸気を抑止して吸気量を減じて高膨張比を実現する。2021 年度、小型エンジンへ搭載して、高膨張比サイクルによる性能向上を確認する。なお、図 3 に示すように、従来試作品に比べてコンパクトにできている。

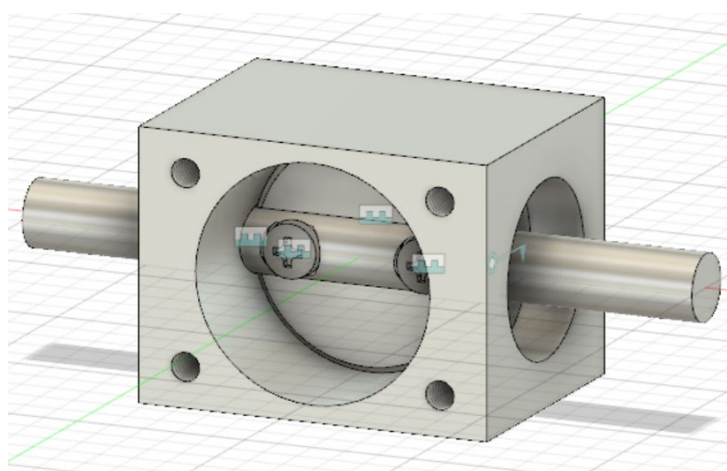


図2 新規に設計・製作した外付け吸気抑止弁

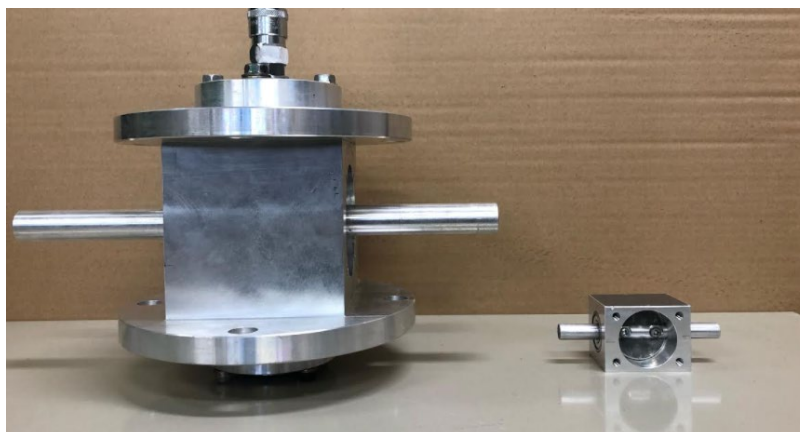


図3 外付け吸気抑止弁の新旧比較

### (3) 自己励磁発電実験装置の製作とトライアル

図4に示す過去に製作した実験装置を一部改良して用いることにした。自己励磁現象は三相誘導機の各相間にコンデンサを追加することで発電電圧を昇圧させることができる現象であり、古くから知られているものの学術的な解明は少ない。2020年度は、コンデンサの容量を変数にして、発電実験を実施した。図5に実験結果を示す。使用した電動機の場合、コンデンサ容量  $5\mu\text{F}$  にて発電電圧が上昇する点があり、最大電圧点が見出せる可能性がある。これにより、MPPT制御 (Maximum Power Point Tracking 制御) を用いることができる可能性を見出すことができた。今後、実験を継続して、この制御方法に関する手法を構築する予定である。

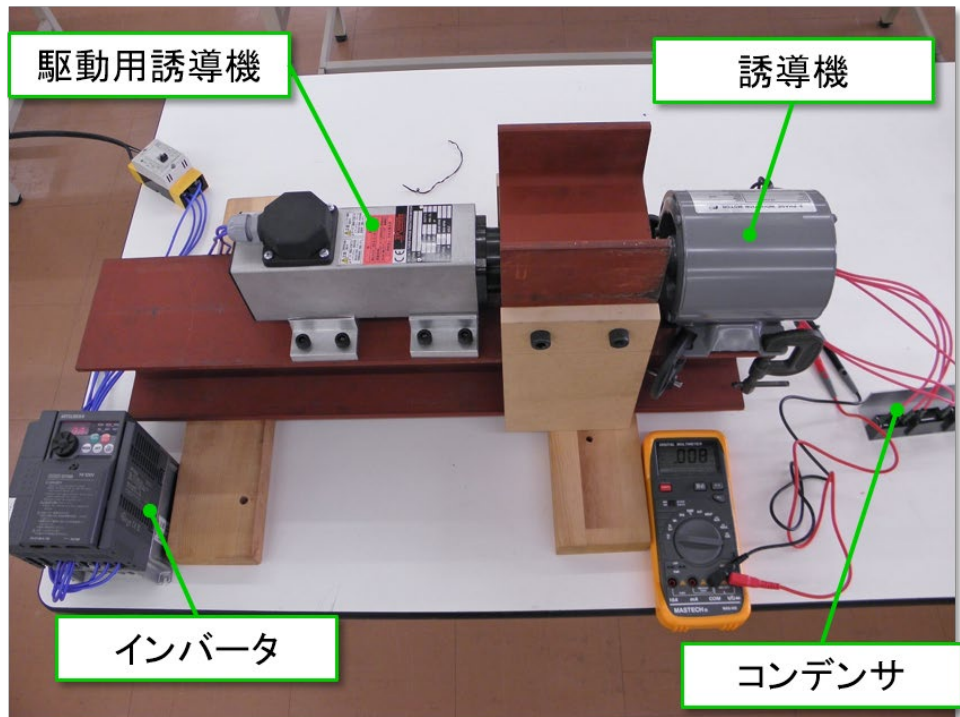


図3 自己励磁発電実験装置

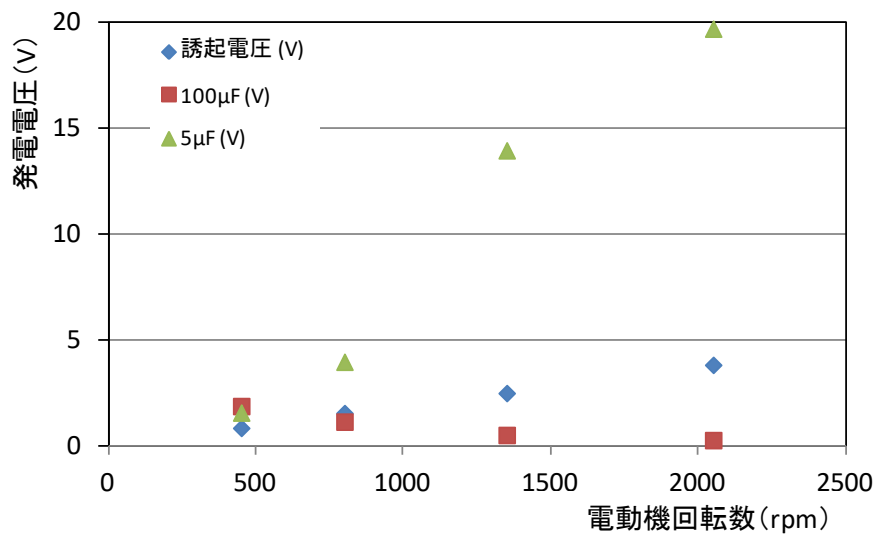


図4 自己励磁発電実験結果

## 5. 今後の計画

本研究テーマは継続して令和三年度の学内重点配分研究に採択されている。今後は残りの課題である、高膨張比デバイスのエンジンへの適用及び効果実証試験、自己励磁発電システムの実証試験、および、高膨張比エンジンと自己励磁発電システムを組み合わせた効果確認試験を実施する予定である。また、本研究テーマを発展させるために、同

テーマでの科研費申請を行う（基盤BかCを予定）。

#### 6. 研究成果の発表

2020年度は学外での発表は行っていない。本年度、国内発表三件を行う予定である。