

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

2021 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

研究者名：創造工学部 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（10kW程度）な車載用発電ユニットを想定し、これまでの知見を活かして高効率化と性能向上を図る。本年度は、①シンプルな高膨張比デバイスの考案及びエンジンへの搭載検討、②誘導発電機の自己励磁現象実験の知見を得ることを目的とする。

### 2. 研究の必要性及び従来の研究

今後、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な手段の1つである。

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、上述した小型電動自動車の性能改善を図るものである。筆者らが知うる限り同様な研究は行われていないことから、独自色の強い研究と考える。

また、本研究は小型電動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10kW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

#### (1) シンプルな高膨張比デバイスの考案とエンジンへの搭載検討

前年度の検討・試作品は、図1に示すようにバタフライを使った方式であり、高膨張比サ

イクル実現には揺動制御が必要になってしまう課題があった。そこで、種々検討の結果、図2に示すロータリー弁を用いることにした。原理的に、二枚の板材に挟んだロータリー弁を回転させることで任意の開閉タイミングを得ることができる。クランク軸の回転と連動させることで、吸気行程を制御でき、高膨張比サイクルを実現できる。

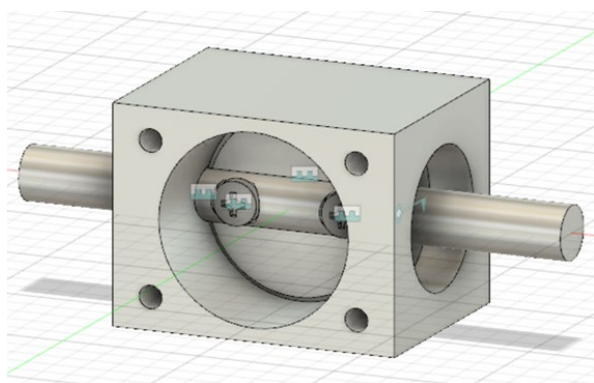


図1 昨年度、検討・試作した高膨張比弁

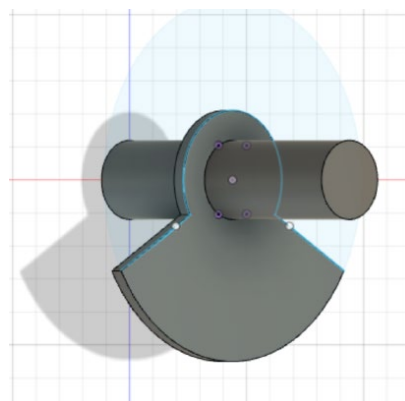


図2 考案したロータリー弁

図3に高膨張比弁作動の様子を示す。板材で構成された筐体内を図2に示したロータリー弁が回転することで、吸入ポートの開閉を任意に行うことができる。想定したエンジンにおいて、吸気行程期間を1/2の時間にできるように設定している。なお、調整することで吸気行程期間は任意に変更することが可能である。

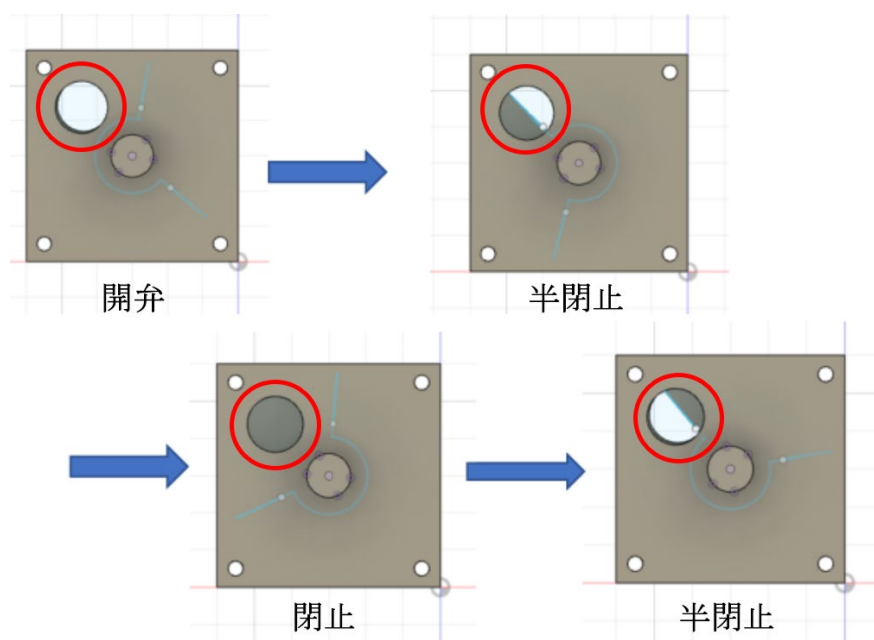


図3 考案した高膨張比弁の作動の様子

続いて、排気量 300cc の汎用単気筒エンジン（Briggs & Stratton 社製 1450）を用いて搭載検討・設計を実施した。クランク軸より、ロータリー弁駆動用動力を取ることで、エン

ジンのサイクルに連動して作動させることができる。図4に搭載検討図を示す。

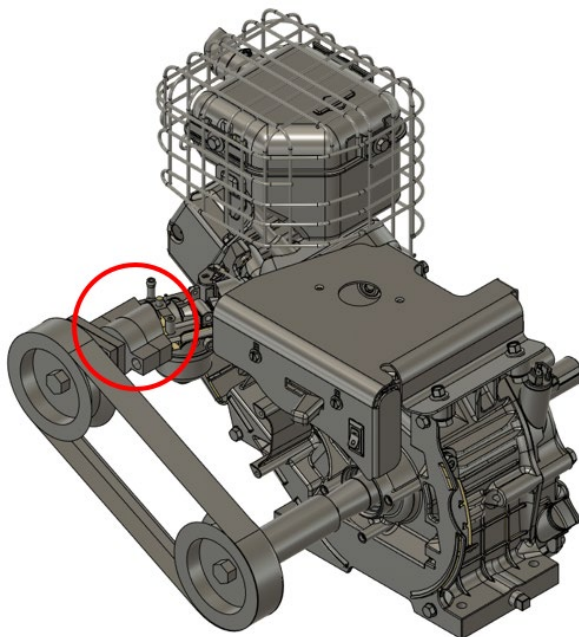


図4 考案した高膨張比弁の搭載検討

## (2) 誘導機の自己励磁

昨年度に使用した実験装置を用いて、誘導機の自己励磁現象実験を実施した。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ものであり、古くから知られ漁船の集魚灯などに限定的に採用されている。一方で原理的な解明事例は少ない。そこで本年度は、コンデンサを直列に接続（実験変数1）、並列に接続（実験変数2）するなどして静電容量変数を増して実験を実施した。実験にあたり、回転速度を静止状態から2,500rpmまで回転を上昇させ、100rpm毎に発電電圧を測定した。図5に実験変数1の結果を示す。静電容量が $3\mu\text{F}$ 、 $5\mu\text{F}$ にて2,000rpm近傍で発電電圧がピークとなる。一方で $1\mu\text{F}$ と $8\mu\text{F}$ では電圧上昇が低く、自己励磁の効果は少ないことがわかった。昨年度の実験結果でも $5\mu\text{F}$ では比較的大きな電圧上昇が確認できたことから、使用した誘導機ではこの静電容量での使用において自己励磁効果が大きいと言える。

続いて、コンデンサを並列に接続して実験を行った（実験変数2）。実験結果を図6に示す。 $1\mu\text{F}$ と $5\mu\text{F}$ を並列接続すると2,000rpm近傍で電圧が上がることを確認できる。

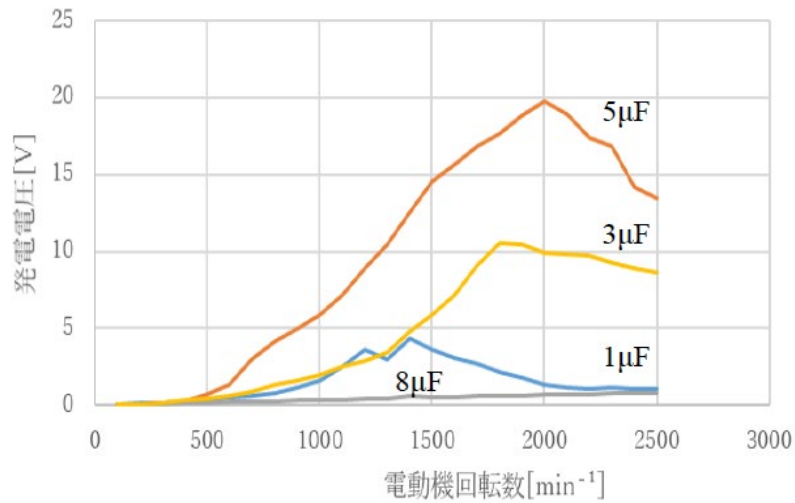


図 5 自己励磁現象実験結果（実験変数 1）

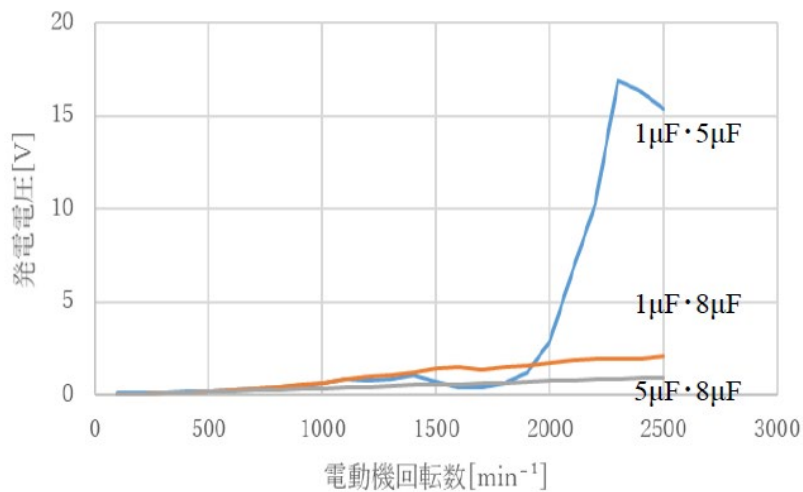


図 6 自己励磁現象実験結果（実験変数 2）

#### 4. 今後の計画

得られた成果を発展させるべく、2022 年度は次の施策を進める予定である。

- ・ 考案、検討したシンプルな高膨張比デバイスの排気量違いエンジンへの拡大適用検討を進める（排気量 50cc と 125cc）。
- ・ 誘導機の自己励磁現象の解明については、さらなるコンデンサ変数を準備して実験を行う予定である。また、誘導機の容量が 100W とやや小さいために、さらに容量が大きな仕様品を模索する。

#### 5. 研究成果の発表

研究成果について、2022 年度に国内発表二件を計画している。