

題目	多種燃料に対応したスターリングエンジン発電機の研究開発
著者	早稲田大学大学院 環境・エネルギー研究科 教授 関谷弘志 〒367-0035 埼玉県本庄市西富田1011 Tel 0495-24-6293 sekiya@waseda.jp

### 1. 研究の目的

近年、地球環境問題やエネルギー問題への対応から、産業用や業務用電力のみならず家庭用電力においてもクリーンエネルギー化かつ省エネルギー化が要求されており、太陽光発電、風力発電、燃料電池等、再生可能エネルギー利用技術や高効率発電技術の研究開発が各方面で進められている。

本研究では、既存の燃料は勿論のこと、バイオマス燃料、太陽熱、廃熱等の多種多様な熱源を利用できるスターリングエンジンの実用化を目指して、一般家庭用に最適な1kW級スターリングエンジン発電機を開発する。また、燃料コストが最も安価な灯油を用いて、本エンジン発電機を搭載した家庭用発電・給湯システム（コジェネシステム）を構築し、実用レベルでの評価検討を行う。



#### エンジン発電機の概要

- ・2ピストン形機関構成
- ・シリンダ並列配置
- ・アニュー形熱交換器
- ・機械式駆動機構
- ・発電機内蔵ハーメティック構造

#### <エンジン仕様>

掃気容積	: 99 cc
機関回転数	: 1200 rpm
作動ガス	: He
平均ガス圧力	: 4.0 MPa
ヒータ壁温	: 600 °C
冷却水温度	: 25 °C

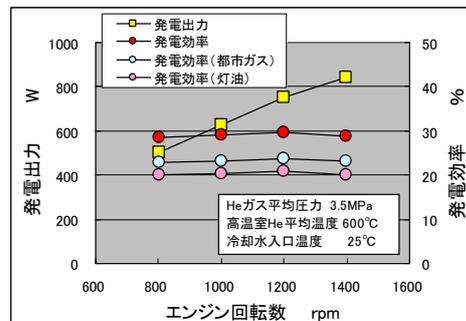
外形寸法：320Wx575Hx250D

図1 1kW級スターリングエンジン発電機 ASEG1000-I

### 2. 研究開発の概要と成果

スターリングエンジンは再生熱交換器を内蔵した密閉式外燃機関であり、作動流体にヘリウムや水素などの非凝縮性ガスを用いて、エンジン内に形成される作動空間の膨張・圧縮により外部出力を発生する。

本研究において開発したスターリングエンジン発電機（図1参照）は、2ピストン形機関構成、機械式駆動機構を採用し、同期発電機を内蔵している。ピストン位相差は90degに設定され、作動ガスにはヘリウムを用いている。高性能化のため、エンジン構成要素である3つの熱交換器（ヒータ、再生器、クーラ）を最適化するとともに、各種の熱損失や駆動系の機械損失等を低減させた。その結果、電気ヒータ加熱による基本性能試験において、本エンジン発電機は、



#### 発電効率の推定

- 都市ガス：ヒータ効率80% ⇒ 実発電効率 24%
- 灯油：ヒータ効率70% ⇒ 実発電効率 21%

#### 最大発電出力

発電出力：841 W (発電端)  
発電効率：29 %

#### <運転条件>

He平均圧力	: 3.6 MPa
機関回転数	: 1399 rpm
He膨張室温度	: 600 °C
冷却水入口温度	: 25 °C

#### 最高発電効率

発電出力：754 W (発電端)  
発電効率：30 %

#### <運転条件>

He平均圧力	: 3.6 MPa
機関回転数	: 1198 rpm
He膨張室温度	: 600 °C
冷却水入口温度	: 25 °C

図2 スターリングエンジン発電機ASEG1000-Iの基本性能

最大発電出力 960W [発電端出力、1610rpm]

最高発電効率 30% [発電出力/エンジン熱入力、LHV基準、1198rpm]を達成し、機械式駆動機構を採用した1kW級スターリングエンジン発電機としては、これまでにない高い発電効率を得られた。

また、本エンジン発電機を搭載した灯油焚き家庭用発電・給湯システムを構築し、発電出力800W（補機動力200W弱）、温水出力10kW、総合効率80%として、寒冷地（特に北海道）向けシステムのシミュレーションを行った結果では、年間42,000円程度の光熱費削減、11%のCO2削減が可能であり、実用面での有効性が明らかになった。今後、本システムの性能評価並びに実用化に向けた最適化を実施する予定である。

### 3. 将来の展望

スターリングエンジンの最大のメリットは燃料多様性である。本研究では、実用性を重視して灯油を燃料としたが、都市ガスの利用も容易に可能である。さらには、環境保全や省エネルギー化を促進させる手段として、バイオマス燃料や廃熱、太陽熱等を熱源とする応用システムも有望であり、固体酸化燃料電池(SOFC)とのコンバインド発電システムでは、モノジェネとして50%以上の発電効率を期待できる。

今後は、これらの応用システムへの展開を図るとともに、発電出力をアップさせた業務用システムの開発を予定している。



外形寸法：700Wx1000Hx340D

図3 灯油焚き家庭用発電・給湯システム

※本研究は、平成14年度に採択された文部科学省科学技術振興調整費「戦略的研究拠点育成」事業である（独）産業技術総合研究所ベンチャー開発戦略研究センターのタスクフォース案件として採択され、同センターの支援を受けて実施された。