

2019 出展票

チーム『芝浦工業大学』

1. 出展者

チーム名	芝浦工業大学
出展法人	芝浦工業大学
実行責任者（リーダー）	高見 弘（芝浦工業大学 工学部 教授・工学博士）
責任者補佐（副リーダー）	石橋 文徳（芝浦工業大学 工学部 名誉教授・工学博士）
協力スタッフ	KAAHMADO, 中村勇介, 荒友浩, 荒木章吾, 加藤大輝, 佐藤和輝, 野中聖哉, 藤原雅浩, 准田翼

2. 出展内容

1) 「見る」プログラム …… 展示場所は、正面玄関前・2F フットタウン

<概要>

木質バイオマスペレットを燃料とする1kWのスターリングエンジン発電機と最大600Wのソーラーパネルを車両に搭載し、さまざまな場所で電力とお湯を供給できる移動式エネルギー基地を開発中です。災害時の避難生活支援（照明、炊飯・調理、足湯、入浴、洗浄、バッテリー充電、救助活動支援など）、送電設備のない山間部での作業や途上国の生活改善などへの応用を目指しています。

【燃料】 木質バイオマスペレット

カーボンオフセット、太陽光や風力に比べ安定的な供給、地域木材の活用など

【動力】 フリーピストンスターリングエンジン

熱源を選ばない、排ガスがクリーン、高効率、低振動・低騒音

【構成と特徴】 スターリングエンジン、ソーラーパネル、インバータ、蓄電池の統合発電装置

- ・3kgの燃料を1時間燃焼し、1kWの電力と45℃・200Lの温水を提供可能
- ・最大600Wのソーラーパネルを備え、日中は太陽光のみでも発電可能
- ・これらの電力は、蓄電池（約5.2kWh）に蓄えることが可能
- ・コンバータ、インバータを採用し、安定で効率的な電力供給が可能

2) 「体験」プログラム

<概要>

実演時に天気がよければ、スターリングエンジンで作ったお湯で足湯を実施する予定です。

なお、足湯のタライは、その都度アルコール消毒し、お湯はひとりひとり新しい湯に入れ替えます。

木質バイオマス燃料スターリングエンジンとソーラー発電のハイブリッド電源車



芝浦工業大学

PRODUCE PROGRESSIVE MATERIALS



魅力ある技術の提供を目指して
建設コンサルタント

株式会社 ダイエーコンサルタンツ

1. はじめに

木質バイオマスペレットを燃料とする1kWのスターリングエンジン発電機と最大600Wのソーラーパネルを小型車両に搭載し、さまざまな場所で電力と温水を供給できる移動式エネルギー基地です。

災害時の避難生活支援（照明、炊飯・調理、足湯、入浴、洗浄、バッテリー充電、救助活動支援など）、送電設備のない山間部での作業や途上国の生活改善などへの応用を目指しています。

2. 概要

【燃料】 木質バイオマスペレット（カーボンオフセット、太陽光や風力に比べ安定的な供給、地域木材の活用など）

【動力】 スターリングエンジン（熱源を選ばない排ガスがクリーン、高効率、低振動・低騒音）



【出力】

- ・3kgの燃料(120円程度)を1時間 燃焼し、1kWの電力と45°C・200Lの温水を提供可能
- ・さらに最大600Wのソーラーパネルを備え、日中は太陽光でも発電可能
- ・これらの電力は、蓄電池（48V、110Ah）に蓄えることが可能
- ・コンバータ、インバータを採用し、安定で効率的な電力供給が可能



【運用例(イメージ)】

たとえば被災地の避難所で...

天気の良い日中はソーラーパネルで発電し、食事など生活に必要な電力を供給します。余剰電力はバッテリーに蓄電して、夜間や雨天そして急な大電力消費を必要とするときに備えます。夕食の準備どきや雨天時は木質ペレットを燃やしてスターリングエンジンを運転し、必要な電力を得ます。特に、夕食時には1時間程度の運転で45°C・200Lの温水も同時に得られますので、夕食後の食器の洗浄やお風呂・シャワーなどに使用できます。

また、被災現場ではガレキの撤去のための電動ノコや救命機器などの非常用電源としても使用可能です。



操作パネル(上), スターリングエンジン(中央), 燃焼制御用操作パネルと表示器(右下)



燃料フィーダ(右下から左上へ), 燃焼炉(中央), インバータ(右上)

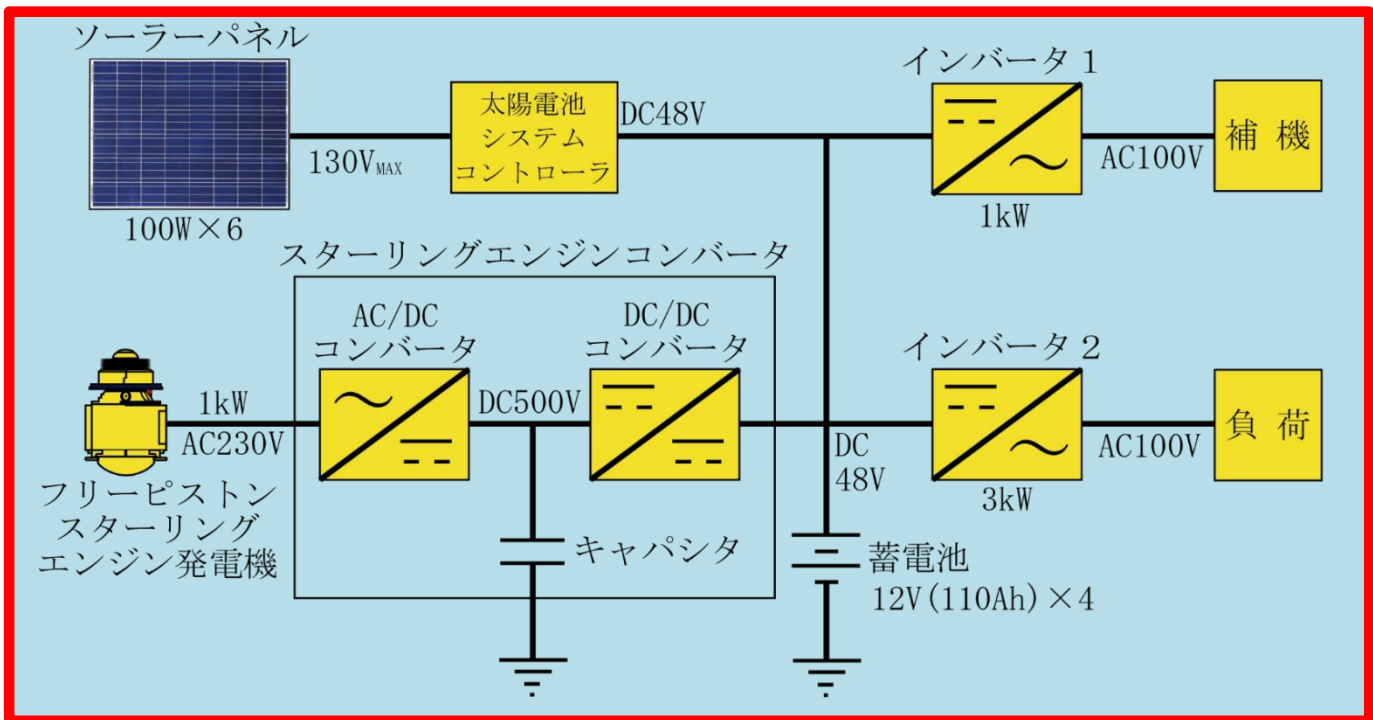
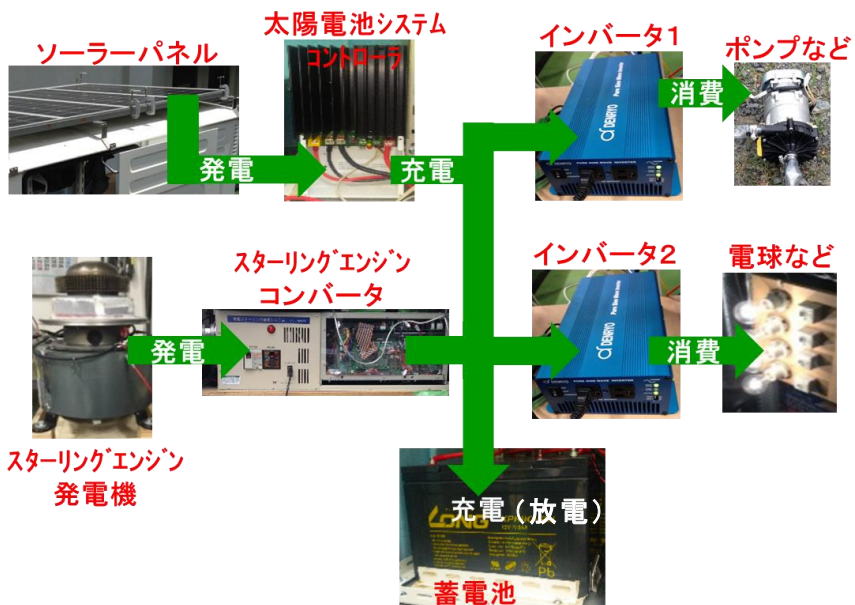


コンバータ(上段), パワーメータとノートPC(中段), バッテリとソーラー発電コントローラ(下段)

3. 木質バイオマス燃料スターリングエンジンとソーラー発電のハイブリッドシステム

ソーラー発電は、太陽が出ていれば発電できるので一度設置してしまえば非常に手軽に発電することができます。一方、スターリングエンジンは、一定の発電量を得るために一定の温度差をスターリングエンジンの高温部と低温部に与える必要があり、燃焼と冷却を制御しなければなりません。

しかし、ソーラー発電は太陽まかせなので安定した電力を得ることは期待できません。スターリングエンジンは燃焼と冷却を一定の状態に維持することで安定かつ必要な電力を得ることができます。そこで、お互いの短所を補い長所を活かしたハイブリッド運転を行えば、非常に優れた電力の供給を実現できます。

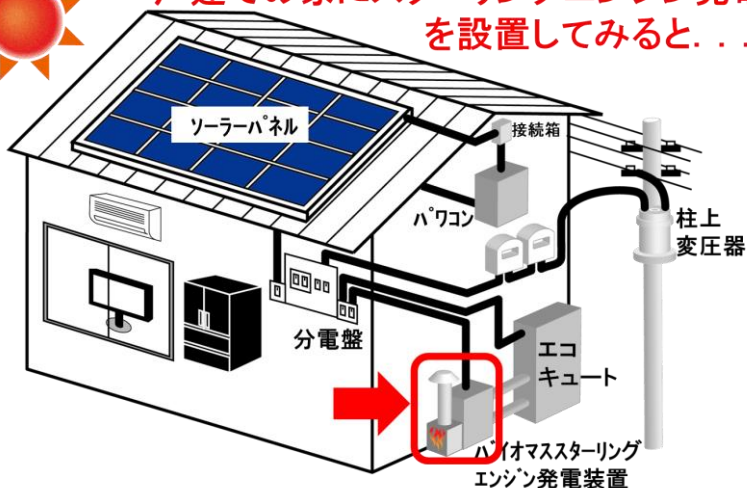


4. 今後

木質チップ、薪、廃材、ゴミ焼却炉への対応、災害ガレキの有効活用などを検討しています。熱源を選ばないので、用途は無限に広がります。



戸建ての家にスターリングエンジン発電を設置してみると...



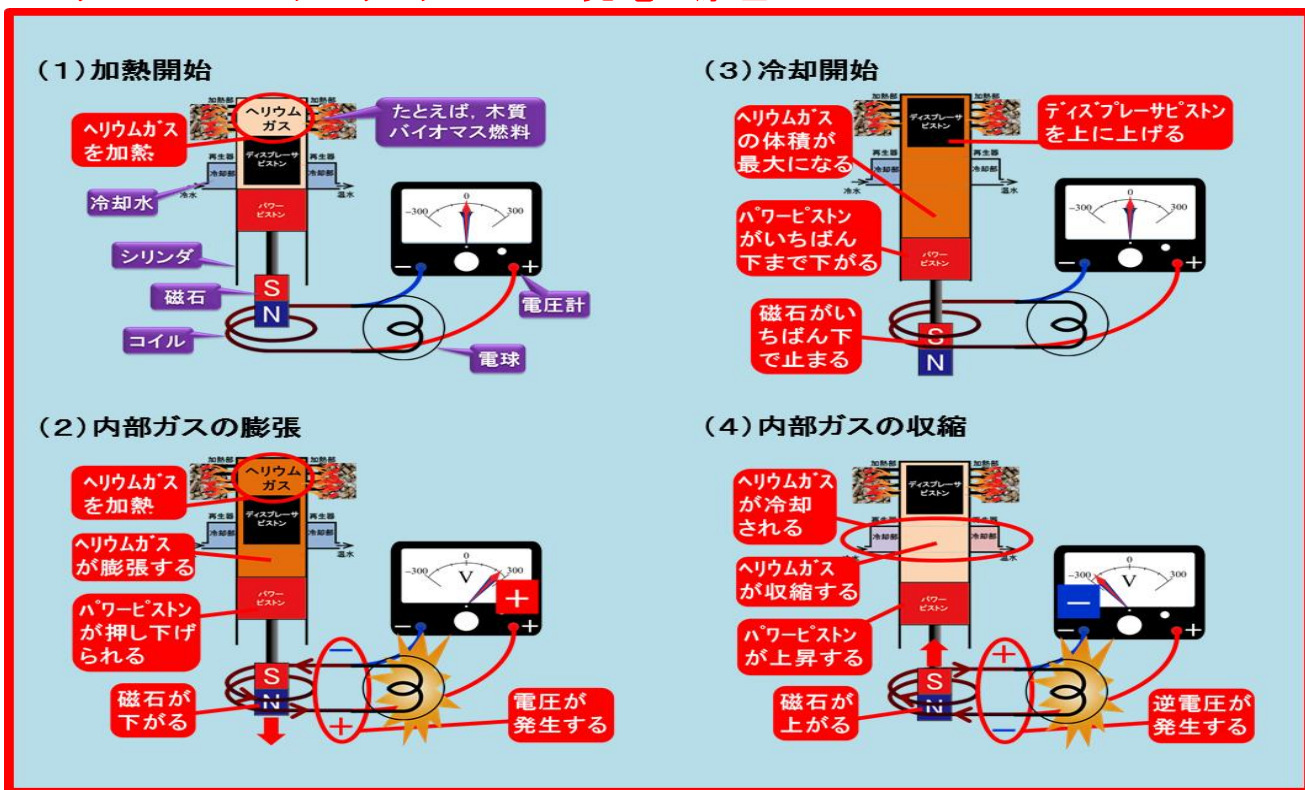
5. 代表的な発表論文・紹介など

(1) 高見他:「プロトタイプ1kWスターリングエンジン発電システム」, 日本機械学会第17回スターリングサイクルシンポジウム講演論文集, pp.53-56 (2014)

(2) 高見・鈴木:「直列共振型フリーピストンスターリングエンジン発電の基本的な電気特性と最大出力条件」, 電気学会論文誌D, Vol.136, No.8(2016)

(3) 一色尚次賞 奨励賞受賞 2016年10月27日, スターリングエンジン普及協会

6. フリーピストンスターリングエンジン発電の原理



(注)フリーピストン形スターリングエンジンは、上記の(1)～(4)を1秒間に50回繰り返します。

7. 開発者の専門分野の紹介

「木質バイオマス燃料スターリングエンジンとソーラー発電のハイブリッド電源車」の開発者の専門はパワーエレクトロニクスです。パワーエレクトロニクスはソーラー発電からハイブリッドカーや電気自動車の動力用モータ、そしてエアコンやIHなどの家電製品まで性能を著しく向上させる基盤技術です。開発者の研究室では、これらの性能を最大限に引き出す逆LQ最適制御の応用研究を行っています。さらに、この技術をベースに産業用モータやスターリングエンジン発電の安定・高効率運転にも発展させて、その実現に向けて日々研鑽を積んでいます。

8. 連絡先

芝浦工業大学 工学部 教授 高見 弘
〒135-8548 東京都江東区豊洲3-7-5 芝浦工業大学 工学部 電気工学科
Tel, Fax: 03-5859-8212, E-mail: takami@sic.shibaura-it.ac.jp

フリーピストンスターリングエンジンの原理

【スターリングエンジンとは】

- スコットランドの牧師、ロバート・スターリングが1816年に発明した**熱機関**で外燃機関の一種です。
- 当時、高圧のガスを利用する蒸気機関は爆発事故が多発していました。**スターリングエンジン**は低圧空気を利用するため危険性が少なく**安全なエンジン**として注目されましたが、ガソリンエンジンやディーゼルエンジンが発明されてからは**パワーで劣るため表舞台から姿を消して行きました**。
- 近年、二酸化炭素などの**温室効果ガス**による**地球の温度上昇**が**世界規模で問題**になっています。
- スターリングエンジンは、熱を出すものはなんでも燃料**になり、ガソリンエンジンのような爆発力を利用しないので、**とても静かなエンジン**です。バイオマスや太陽熱などの**エコ燃料**を用いれば、**地球温暖化の抑制力**となり、未来のエンジンとして期待が高まっています。

<特長>

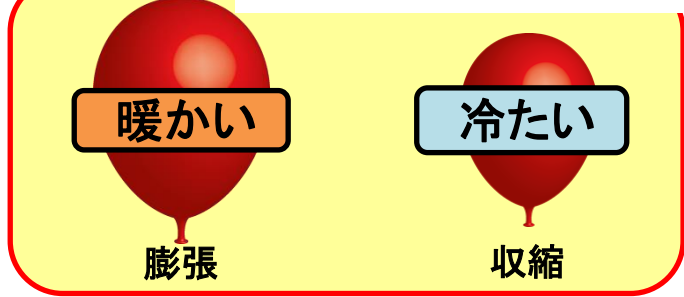
- ①熱があればなんでも使える** 温度差があれば発電でき、太陽熱やバイオマス資源の利用に適しています。
- ②排ガスがクリーンである** 自然界で燃やせる燃料を使うので有害なガスが発生しません。
- ③静かなエンジンである** 爆発燃焼を行わないので、騒音が出ません。
- ④効率が高い** 内部ガスの膨張圧縮で動くので最も効率が高いエンジンです。
- ⑤長寿命である** 構造が簡単で部品点数が少ないので長寿命です。

<法律の改正>

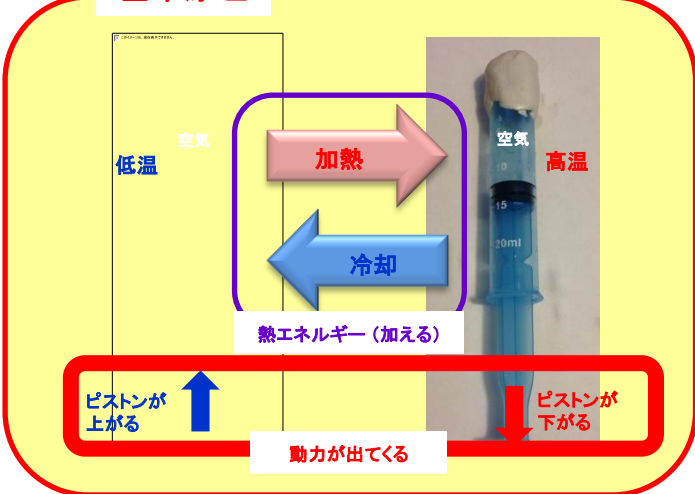
2014年10月に「**電気事業法施行規則**」の一部が改正されて、2014年11月5日から、**10kW未満のスターリングエンジン発電装置は売電**できるようになりました。

【動作原理】

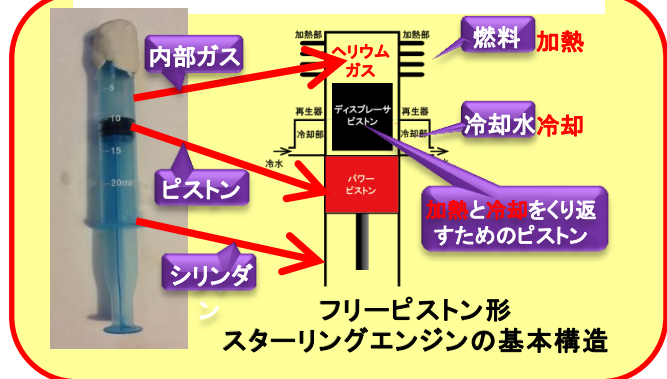
温度による風船の大きさの変化



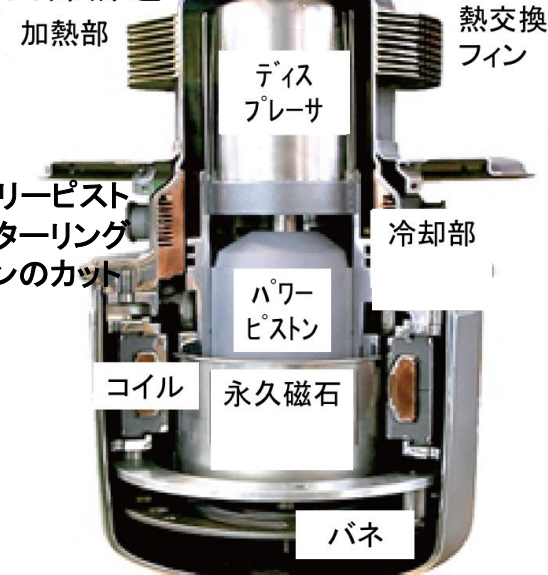
基本原理



注射器からスターリングエンジンへ



内部構造



1kWフリーピストン形スターリングエンジンのカットモデル

(<http://www.okofen-e.com/en/engine/>より引用)



**徳山高校スーパーサイエンスハイスクール
にて実演(2017年10月27日)**

**約42度のお湯をタライに入れて足湯を堪能。
タライはその都度アルコールで消毒し、お湯はひとりひとり新しいものに入れ替えます。**