

アーバン・エコ・モビリティ対応型 移動式電源車

2021年3月2日(火)

芝浦工業大学 工学部 電気工学科

教授 高見 弘

1. はじめに

平成3年台風第19号(1991年9月27日上陸)

最大瞬間風速: **60.9m/s**(阿蘇山)

鹿児島県下甕島(しもこしきじま)航空自衛隊

へり基地の観測: 最大瞬間風速88m/sを記録



東北
北陸

- ・リンゴの倒木・枝折れの被害
- ・兼六園の庭木が倒木
- ・農村部で飛び火で大規模な火災が発生

中四国

- ・厳島神社の能舞台が倒壊
- ・塩害で長期間にわたり停電

九州

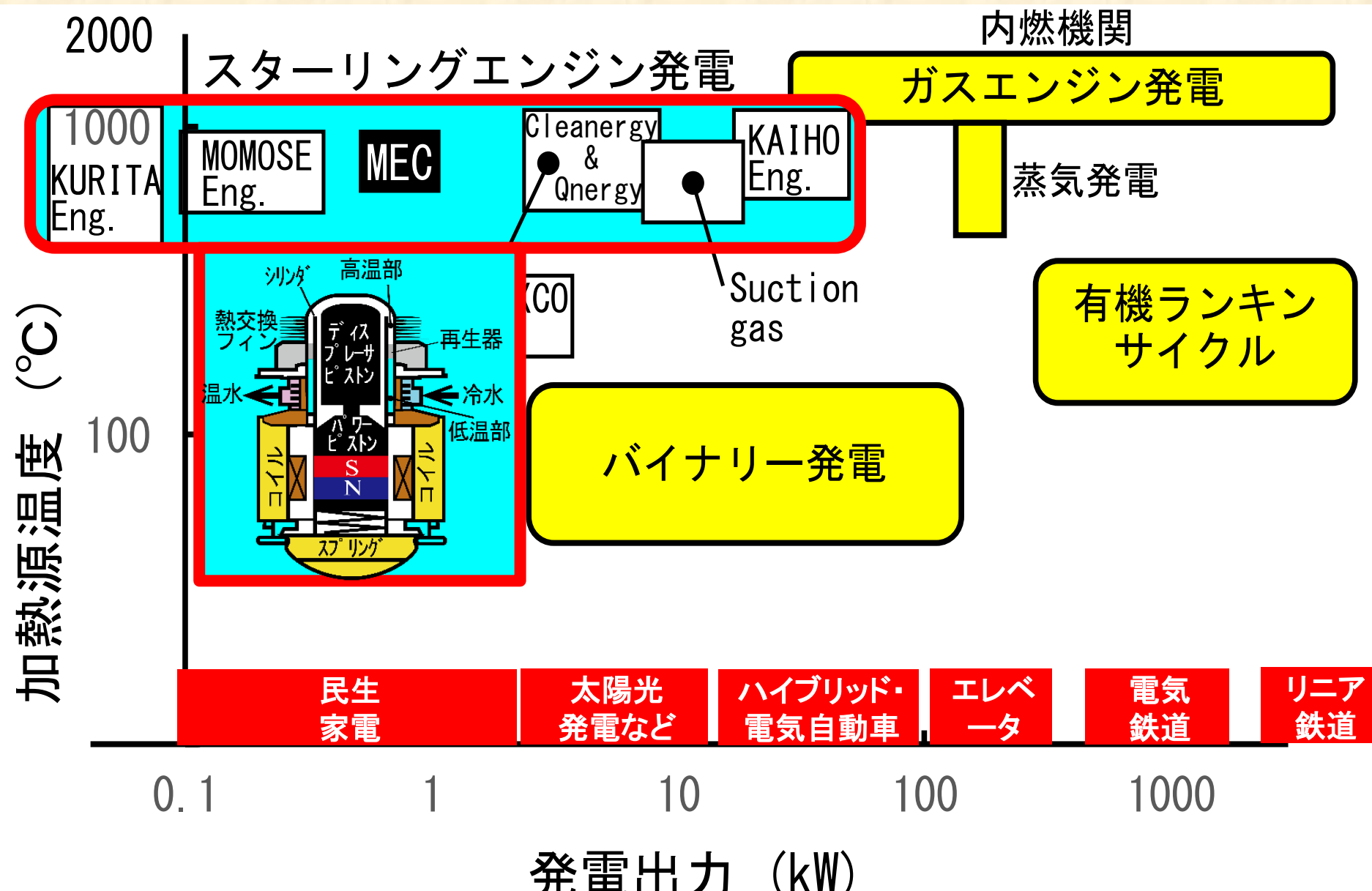
- ・約36%に当たる約210万戸で停電



いつ電気が復旧するかもわからない。そして、3日後小さななべで湯を沸かし、3時間かけてぬるいお湯に腰まで浸かった。それでもお風呂は有難かった。

電気とお湯があれば安心して生活できる!

木質バイオマスを燃焼させると約1000°Cくらいの熱源となり身近な用途として数kW程度以上の電力が得られるもの...



2. 木質バイオマス燃料スターリングエンジン 発電機搭載非常用電源車



2.1 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(SEG)と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。災害時の避難生活支援や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を目指している。

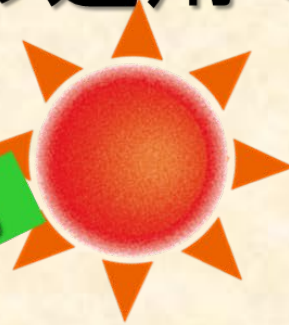
- 【燃料】 木質バイオマスペレット(カーボンオフセット、太陽光や風力に比べ安定供給、地域木材の活用)
- 【動力】 スターリングエンジン(熱源を選ばない、排ガスがクリーン、高効率、低振動・低騒音)
- 【特徴】
 - ・1時間当たり3kgの燃料で1kWの電力と45°C・200Lの温水を供給可能
 - ・600Wのソーラーパネルにより日中は太陽光でも発電可能
 - ・Liイオン電池とインバータにより安定で効率的な電力供給が可能
 - ・全装置はモジュール化されており、移設や現地(例えば、被災地の避難所や山間部, または, 一般の庭先)での運用が容易

約1時間の運用で...

約3kg
120円
程度



バイオマス燃料



太陽光



ソーラーパネル

燃焼炉

スターリングエンジン
発電機(1kW)

バイオマス・ソーラーハイブリッド電源車

蓄電池
電圧48V
容量110Ah

充電

最大
1.6kWh

負荷

電力

冷却水
温水



45°C
200L

冷却水タンク

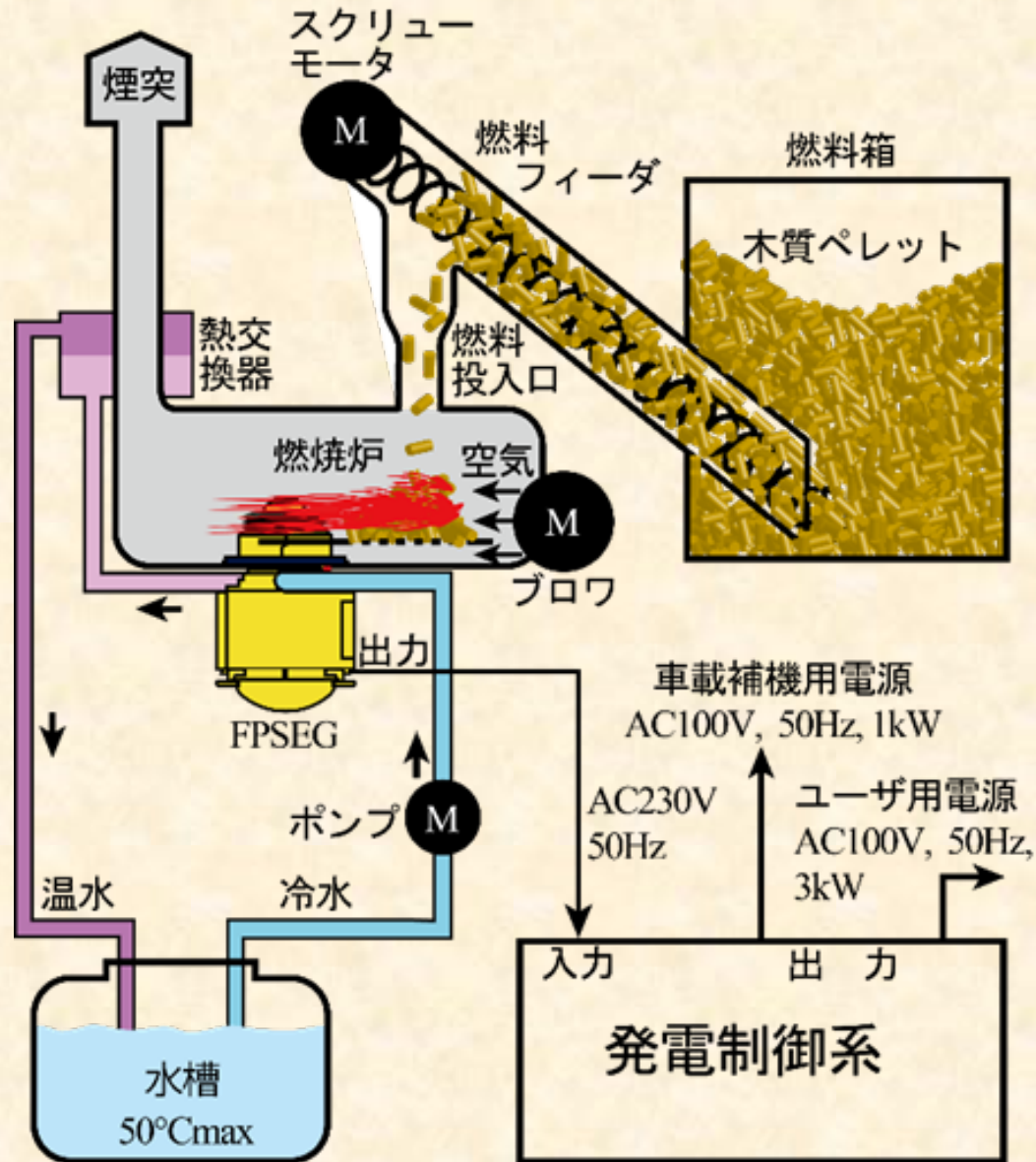
2.2 運用のイメージ

たとえば被災地の避難所で...

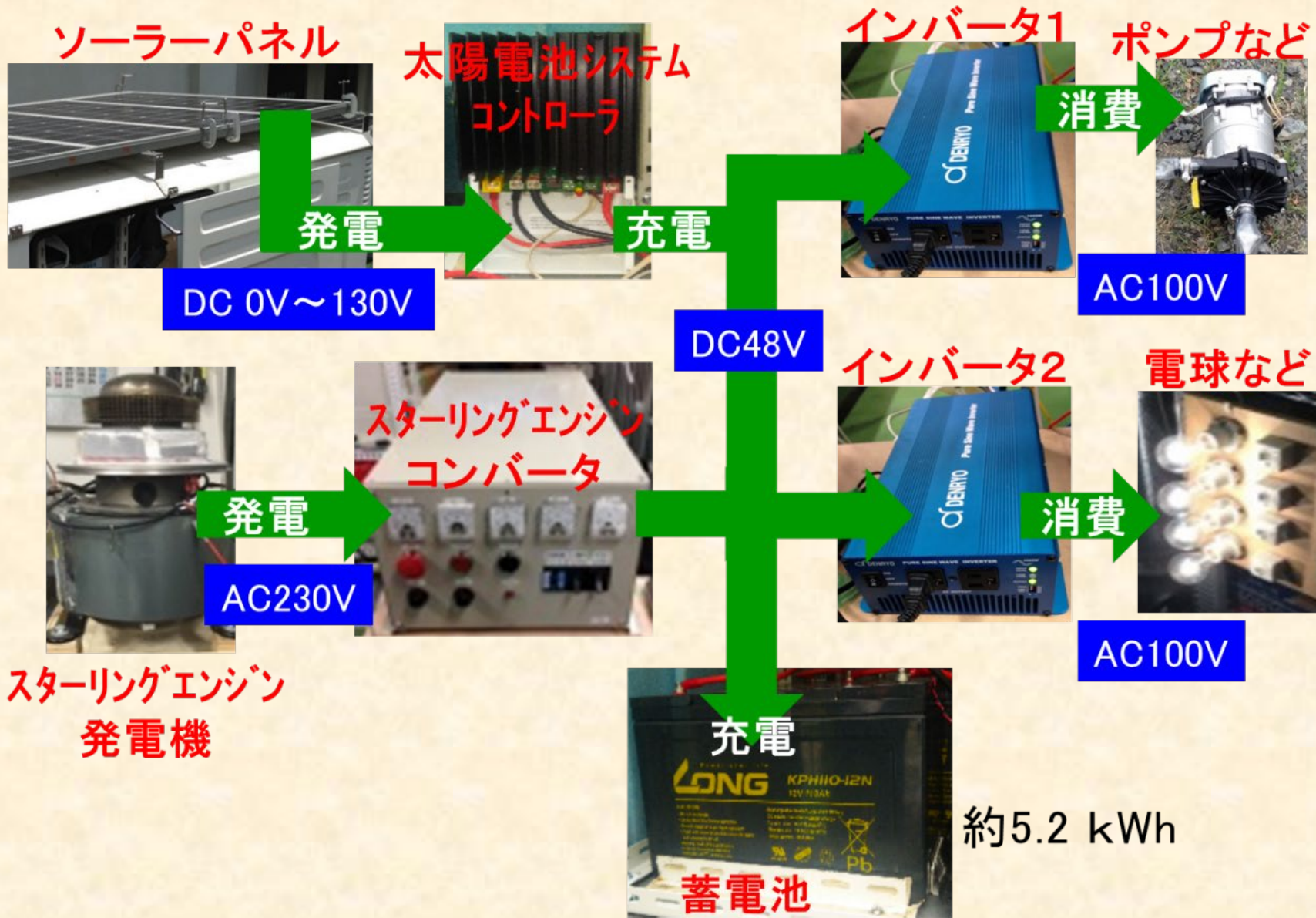
天気の良い日中はソーラーパネルで発電し、食事など生活に必要な電力を賄う。余剰電力はバッテリーに蓄電して、夜間や雨天そして急な大電力消費を必要とするときに備える。夕食の準備どきや雨天時は木質ペレットを燃やしてスターリングエンジンを運転し、必要な電力を得る。

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るので、夕食後の食器洗いやお風呂・シャワーなどに使用できる。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ある。

2.3 システムの構成(ハード)

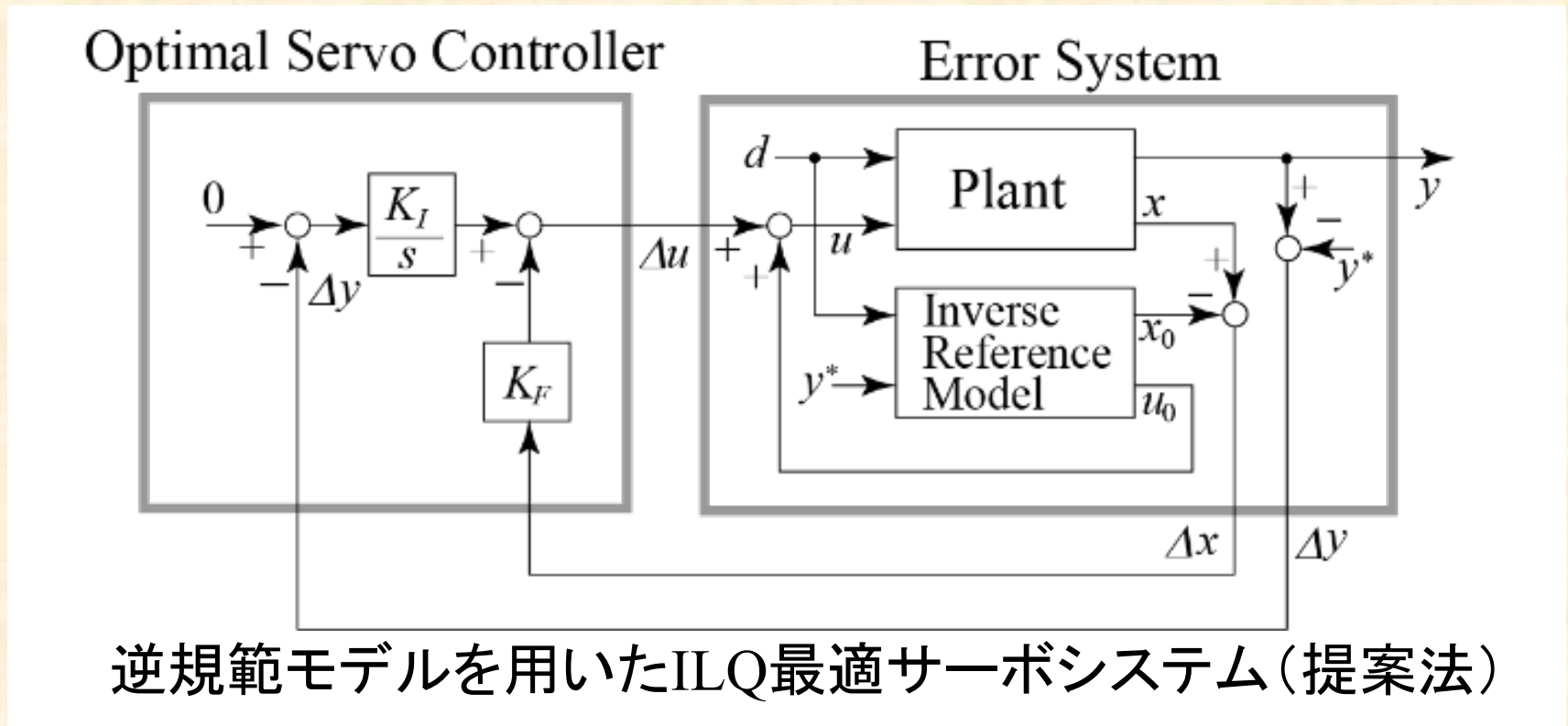


システム構成図



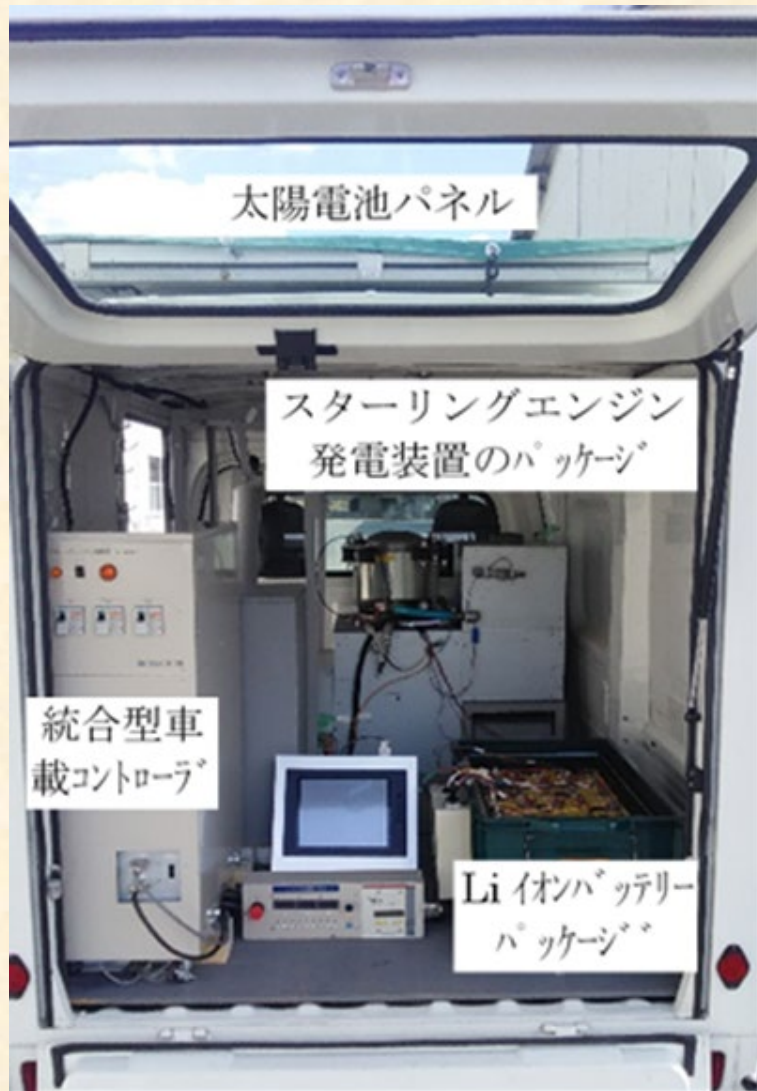
スターリングエンジンと太陽光の
ハイブリッド発電とパワーフロー

2. 4 コンバータの新しい制御法(ソフト)



本装置のコアとなるFPSEGの発電制御用コンバータとLiイオンバッテリーの充放電制御用DC-DCコンバータの制御には、ロバストで高速な応答を実現できる逆規範モデルに基づくILQ最適制御理論を適用した。これにより、過酷な環境下で使用される本装置の安定かつ安全な運用を可能にした。

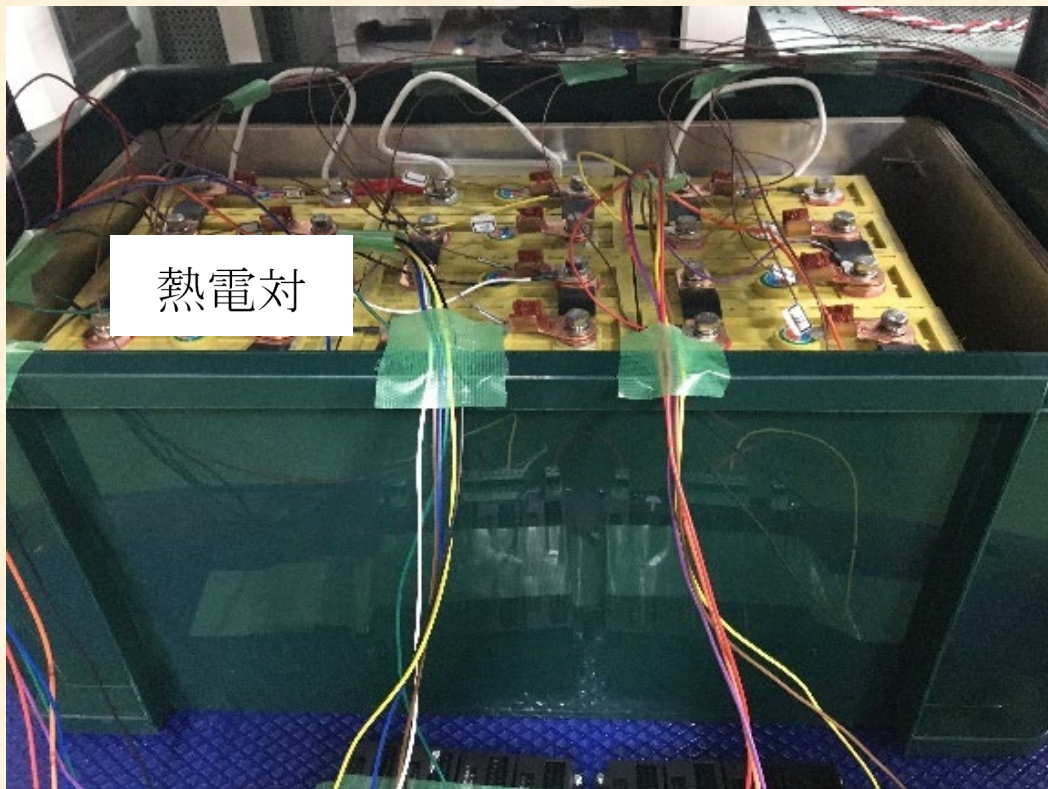
2.5 本研究で開発した装置



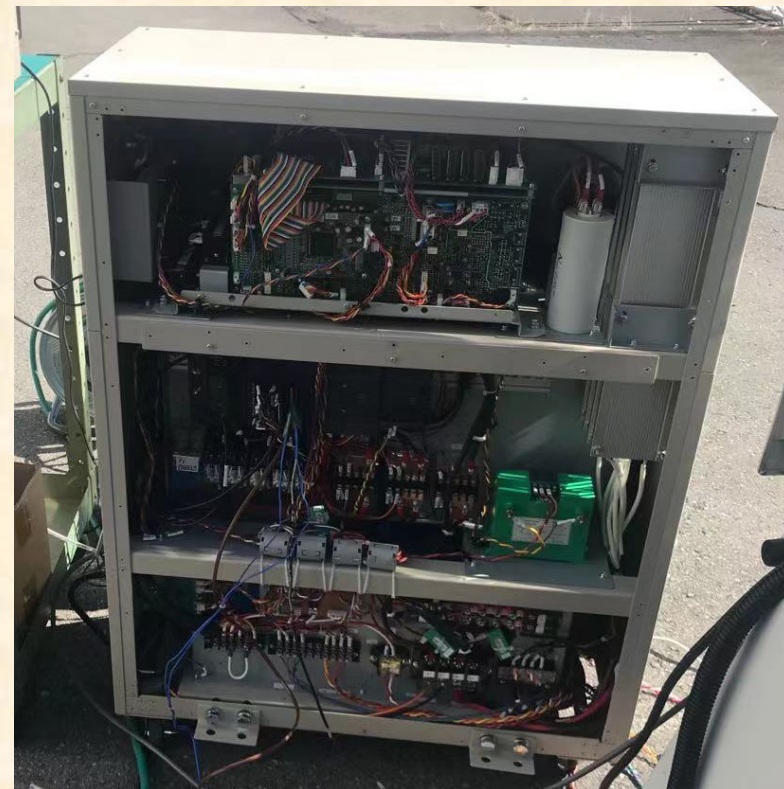
車両後部から
(装置の全景)



車両左側面から
(燃焼装置)

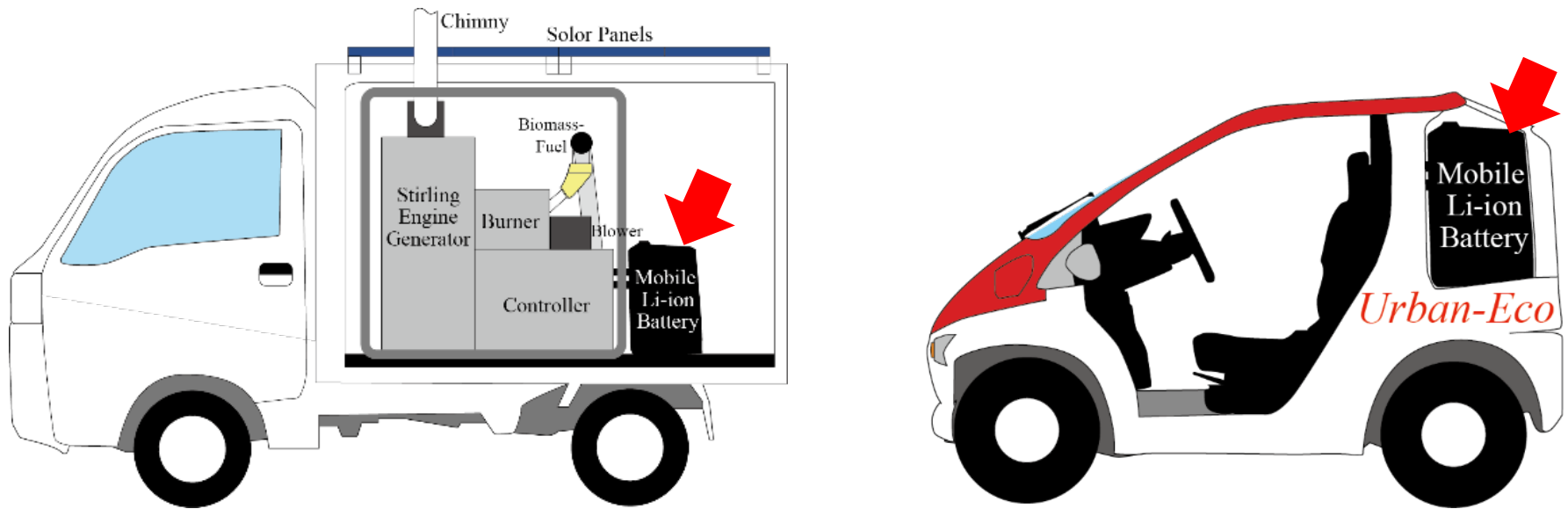


パッケージ化された
Liイオンバッテリーモジュール



統合型車載コントローラ
の内部

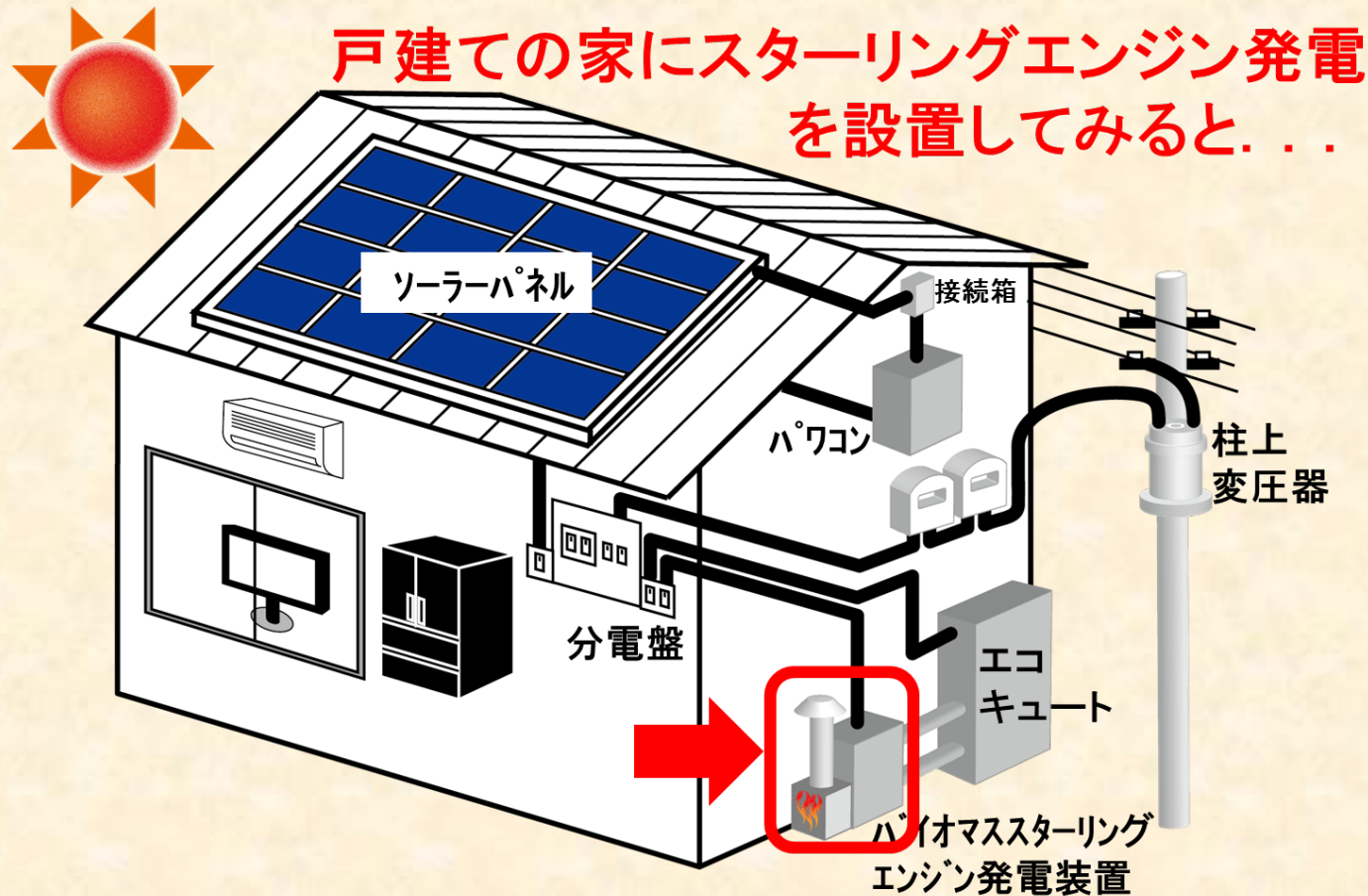
3. 本研究による展開



アーバン・エコ・モビリティへの適用

本研究開発では、パッケージ化されたアーバン・エコ・モビリティ対応のLiイオンバッテリーモジュールを中心に新しい制御方式を搭載したコントローラを製作し、フットワークが軽く現場の状況に即応できる木質バイオマス燃料スターリングエンジン発電と太陽光発電のハイブリッド電源車を完成させた。

- ・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る。熱源を選ばないので、用途は無限
- ・戸建ての家にコジェネレーションシステムとして利用することも可能



4. 啓発活動など



南会津町少年自然の家にてデモ
(2017年7月9日)



徳山高校のSSHにてデモ実施
(2017年11月2日)



東京タワー・キッズ環境科学博士
2018にてデモ(2018年10月9日)



学生とともに実験の実施風景
(2019年10月31日)

5. 次なる展開

- 薪燃料の使用（将来は瓦礫などを燃料にしたい）
- 冷却水の汲み上げ装置や浄水装置を搭載したい
- 飲用水供給装置の搭載など（泥水や塩水から飲用水を生成）

※上記の装置の稼働に必要な電力は、SEGの発電電力で賄う。



薪によるスターリング発電用燃焼炉（開発計画中）

おわりに

- ・災害対策と防災に向けての備え
- ・「グリーン社会の実現」に向けて脱炭素社会・カーボンニュートラルの推進
- ・持続可能な地球環境と社会システムの構築

ご清聴有難う
ございました。

パワエレ製品の開発パートナー
東京精電(株)

ブリッド電源

参考文献

- (1) 熊崎 実:「熱電併給システムではじめる木質バイオマスエネルギー発電」, 日刊工業新聞社, 2016年9月
- (2) たとえば, 経済産業省資源エネルギー庁:「エネルギー基本計画2014」, 経済産業調査会, (2014)
- (3) J. Ramage and J. Scurlock : Biomass. In: G. Boyle ed. Renewable energy, Oxford University Press(1996)
- (4) エネルギー関係技術開発ロードマップ(平成26年)
- (5) 一色尚次:「スターリングエンジンの開発 再浮上した夢のエンジン」, 株式会社工業調査会, 1982
- (6) 兵働努・米田裕彦:「スターリングエンジン—その生い立ちと原理—」, 株式会社パワー社, 2009
- (7) 西山明雄:「バイオマスエネルギー利用技術」, 化学工業会編, 「環境エネルギー」, 第5章
- (8) 経済産業省:「電気事業法施行規則及び発電用火力設備に関する技術基準を定める省令の一部を改正する省令について」, 経済産業省ホームページ(http://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/oshirase/2014/11/2601105-1.html), 2014年11月5日
- (9) 大神広記:「スターリングエンジン発電に関する電気事業法の改正について」, 日本スターリングエンジン普及協会 第8回スターリングエンジン講演会—電気事業法改正とスターリングエンジン発電ビジネス— 講演予稿集, pp.19-35, 2014年12月2日
- (10) 星朗・佐藤真輔・前澤一男:「フリーピストン型スターリングエンジンを用いた排熱回収・発電に関する研究」, 日本機械学会第20回環境工学総合シンポジウム2010 講演論文集, pp.269-272 (2010-6)
- (11) Microgen Engine Corporation, 'MICROGEN STIRLING ENGINE', Microgen Engine Corporation HP, <http://www.okofen-e.com/en/engine/>, http://www.microgen-engine.com/index.php?option=com_content&view=article&id=2:how-it-works&catid=6:stirling-engine&Itemid=27
- (12) 京葉瓦斯株式会社他:「低コスト小型メタン発酵及び脱臭機能付バイオガス発電装置の開発」, 関東経済産業局 平成23年度戦略的基盤技術高度化支援事業 研究開発成果等報告書, 平成24年3月
- (13) Shuta Kanda, Hiroshi Takam : “Prototype 1kW Stirling Engine Generating System by Single-Phase Boost Converter”, Annual Meeting of Electrical Engineering of Japan, 4-021, pp.33-34 (2014-3) (in Japanese)
神田修太・高見弘:「単相昇圧コンバータを用いた実用型1kWスターリングエンジン発電システム」, 平成26年電気学会全国大会, 4-021, pp.33-34 (2014-3)
- (14) 高見弘・芝崎将之・高見澤巧・津田和樹・花野直哉:「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, A17 pp.53-56 (2014-12)
- (15) 高見弘・鈴木孝夫・浅地友弘・古城幸男・斎藤正倫・星野太郎:「供給熱源一定時におけるフリーピストン形スターリングエンジン発電機の基本的な電気特性と最大出力運転条件」, 平成27年電気学会産業応用部門全国大会講演論文集, 5-59, pp. 345-350 (2015-8)