

神奈川工科大学

先進太陽エネルギー利用研究所研究報告

第6号

平成24年度

神奈川工科大学

工学教育研究推進機構

目 次

はじめに	-----	研究代表者 吉田 博夫	1
------	-------	-------------	---

1. エネルギー創生

太陽電池の異方位装置における新型 MPPT 制御の効果	-----	板子一隆	5
太陽熱サイフォン	-----	吉田博夫	9
PV-T シミュレータ	-----	吉田博夫	15

2. エネルギー貯蔵・利用

間歇充電式新電気バスシステムの研究開発	-----	川島 豪	21
水素エネルギーの利用	-----	矢田直之	31
水素と植物油を利用した移動体の開発	-----	高橋良彦	35

3. エネルギーマネジメント・エネルギーシステム

学内電力使用見える化	-----	田中 博	41
------------	-------	------	----

4. 先進太陽エネルギー利用研究所平成 24 年度成果

学外発表論文・特許等	-----		47
------------	-------	--	----

はじめに

研究代表者：機械システム工学専攻 吉田 博夫

平成 19 年度～23 年度の 5 年間にわたり、文部科学省「ハイテクリサーチセンター整備事業」制度に採択された研究開発プロジェクト「環境対応型太陽光・熱エネルギー利用のための革新的システムの研究」が遂行され少なからぬ貴重な成果を挙げることができた。これらの成果をこのままで終わらせることについてはこれを惜しむ声もあり、いま一步完成度に磨きをかけ実用化へ近づけることが是非とも必要と思われた。加えて、2011 年 3 月 11 日東北大地震における東京電力福島第 1 原子力発電所の放射能漏れを契機に再生可能エネルギー導入促進は後戻りできない状況となっている。

このような背景の下、平成 24 年度より本プロジェクトが開始された。上記先行研究では主として要素技術の研究開発に主眼が置かれた。しかしながら、実用化を目指す以上各要素技術が組み込まれると想定されるエネルギーシステムについての基本的な理念やあるべき仕様を各要素技術間で共有すべきであろう。われわれ研究グループは、究極の目標としてエネルギー地産地消を可能とする自立エネルギーシステムの構築を目指すこととした。各要素技術が共通のエネルギーシステムを相互補完しながら支えることをより明確にするべく、エネルギー創出、蓄積・利用、ならびにシステム構築・エネルギーマネジメントの三つの部門を設定した。

本報告書は、大学の特徴を最大限生かしたエネルギーシステム (Campus Energy System) とは何かを意識の根底に持ちつつ、その内容を探りながら遂行した三つの部門からの研究成果をまとめたものである。エネルギー地産地消あるいはそれにもっとも近いエネルギーシステムの成立を可能とするエネルギー Best mix、根幹技術、ならびにライフスタイルとは何か、に関する手がかりが得られることを期待している。

1. エネルギー創生

太陽電池の異方位装置における新型 MPPT 制御の効果

研究者名：電気電子工学専攻 板子一隆

1. 研究の目的

一般家庭の系統連系型発電システムにおいて、より多くの電力を得たいが南側の屋根には設置スペースがない場合に、東や西側、場合によっては北側にもパネルを設置するケースがある。これらのパネルは一般に一台のパワーコンディショナで一括して制御される。この場合、出力電力が時間帯によって著しく低下することが問題となっている。そこで、本研究では、このようなケースにおいて、新しく開発した新型 MPPT 制御を用いた場合に、どの程度の効果が得られるかを定量的に明らかにすることを目的とする。

2. 研究の必要性および従来の研究

家庭用太陽光発電システムの設置件数はすでに 100 万件を超えており、部分影をはじめとする様々な条件において、思うように出力が得られないといった事例が増加してきている。その一つに異方位設置条件がある。例えば南側のパネルと西側のパネルでは時間に対する日射強度の変化が等しくないため、最適動作点が異なる。従って、これらを一括制御すると最適な条件から外れて動作するため、出力が低下してしまう。この対策として、分割して制御するという考え方もあるがコストの観点から現時点では一括して制御するのが一般的となっている。従って、このような条件でもできるだけ良い条件で動作させることのできる制御方式が望まれる。

3. 期待される効果

本研究で提案する新型 MPPT 制御の適用によって、異方位設置条件においても最適な動作点を検出して出力の大幅な増加が期待できる。これにより、設置場所の制約を受けることなく売電量も増加させることが出来、さらなる太陽光発電システムの普及に寄与することができ、今後の環境負荷のかからないクリーンなエネルギーシステム社会への展開に大いに役立つものと思われる。

4. 研究経過および結果

4.1 実験条件

図 1 は実験に用いた異方位に設置された太陽電池パネルを示している。南側と西側に太陽電池パネルを設置した。本実験では、より厳しい条件として図 2 に示すように西側のパネルに部分影を付加した。

本研究で使用した昇圧型 DC-DC コンバータの回路と制御回路の構成図を図 3 に、コンバータに使用した回路素子の定格を表 1 に示した。コンバータへの入力として太陽電池を 2 枚直列に接続し、出力側には負荷として電子負荷装置を定電圧モード 48[V] で接続した。なお、48[V] はバッテリーを

4 直列で使用する場合を想定した値である。

MPPT 制御の流れとしては、電流センサ及び電圧センサから読み取った値を DSP で演算処理し、光電変換器、ゲートドライバを経由して MOSFET のスイッチングを制御することで MPPT 制御が行われる。

本実験では、従来の MPPT アルゴリズムである山登り法と新型 MPPT 制御であるスキャン法との比較を行った。

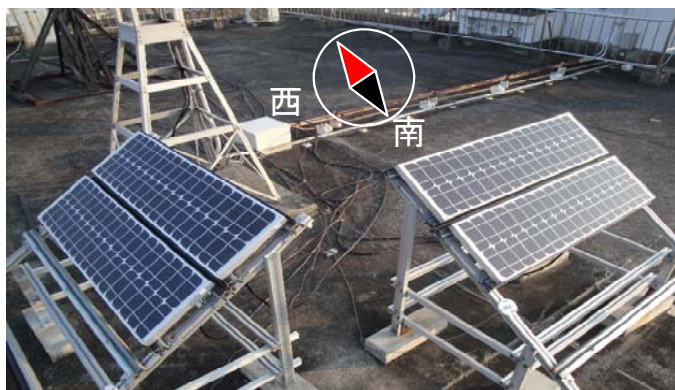


図 1 太陽電池パネルの異方位設置

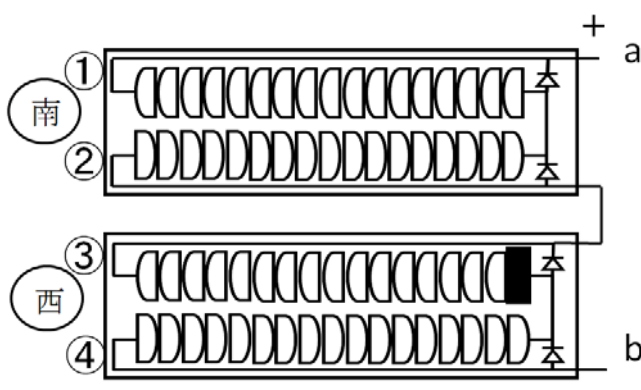


図 2 部分影を付加した例

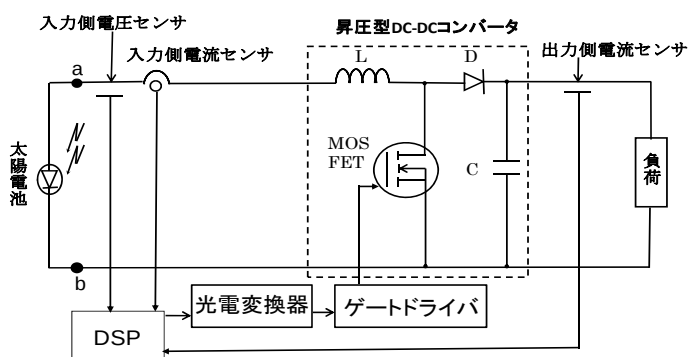


図 3 実験回路

表 1 各定数値

回路素子	定格
太陽電池	短絡電流 3.47A／開放電圧 19.8V
電流センサ	定格電流 15A／出力電圧 5V
MOS-FET	最大定格電圧 60V／最大定格電流 70A
ダイオード D	最大定格電圧 100V／最大定格電流 20A
ゲートドライバ	電源電圧 10～35V／出力電流 1.5A
コイル L	15mH
コンデンサ C	キャパシタンス 1000 μ F

4.2 実験結果

図 4 は、スキャン法と山登り法を同時に動作させたときの 7 時から 16 時までの電力取得特性である。 V_s と V_y はスキャン法と山登り法のそれぞれ動作電圧を示しており、 P_s と P_y はスキャン法と山登り法のそれぞれ取得電力を示している。 7 時から 16 時までの電力量は山登り法が約 34.5 [Wh]、スキャン法が約 299 [Wh] で約 8.67 倍と非常に大きな差を生じた。 これは、各時間に対する南側の日射強度と西側の日射強度が異なることで、図 5 に示すように P-V 特性に複数のピーク点が発生してしまうことに起因している。 同図 (a) は 9:00、同図 (b) は 13:00 のときの P-V 特性である。 山登り法では、動作電圧が電力の低い 30～40V の間を振動するように変化しているが、スキャン法では動作電圧が最大電力点で安定していることが分かる。

以上により、スキャン法は太陽電池パネルの異方位設置においても従来方式と比べて取得電力を大幅に増加させることができることが明らかとなった。

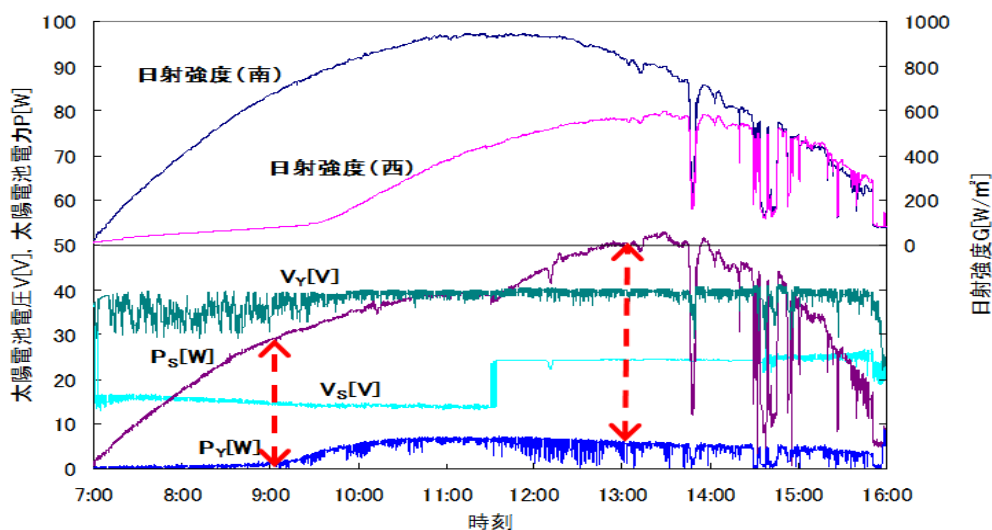


図4 電力取得特性

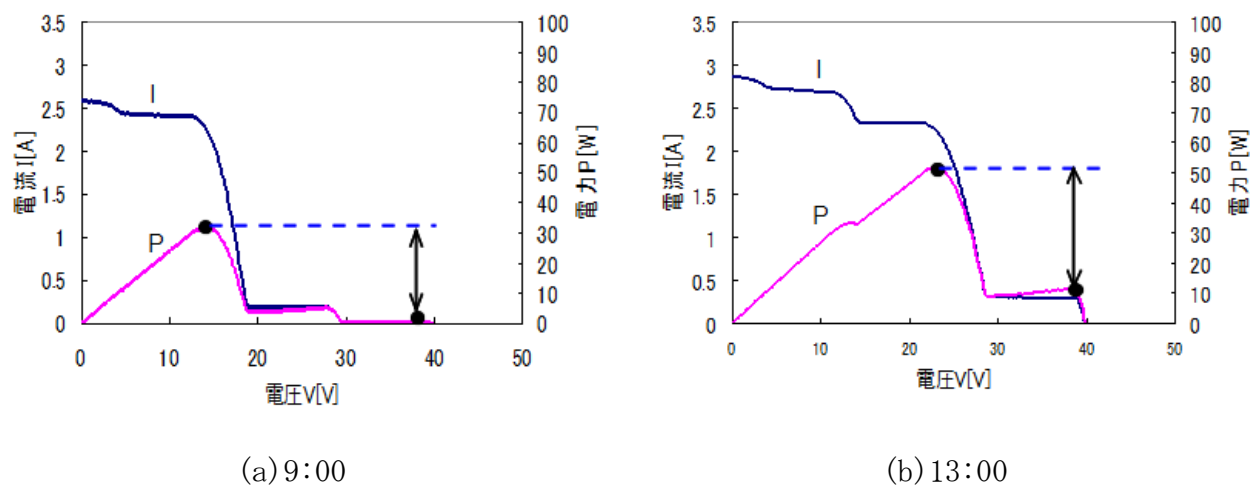


図5 I-V 特性と P-V 特性

5. 今後の計画

今後は、上記成果を国際学会およびジャーナルへ投稿予定である。さらに、改良型 MPPT 制御を用いた系統連系パワーコンディショナの開発を行う予定である。

発表論文

- 1) K. Itako “New I-V Characteristics Scan-Type MPPT Control Method for PV Generation System”
Journal of Technology Innovations in Renewable Energy (USA), vol. 1, No. 2, pp. 87-91, 2013. 1. 1.
- 2) 板子一隆, 森 武昭 “太陽光発電システムの太陽電池混成使用時における昇降圧 DC-DC コンバータの MPPT 制御法” 電気設備学会誌 vol. 32, No. 7, pp. 531~535, 2012

- 3) 板子一隆, 森 武昭 “燃料電池発電システムのための高効率制御方式” 電気設備学会誌, vol. 32, No. 6, pp. 436～440, 2012
- 4) 板子一隆, 森 武昭 “太陽光発電システムにおける IV 特性スキャン型 MPPT 制御の部分影時の効果” 電気設備学会誌, 32, No. 4, pp. 301～306, 2012.
- 5) K. Itako and H. Takahashi “Maximum Efficiency Point Tracking Type Power Control System for a Fuel Cell Power Generation System” ECS Transactions, vol. 50, 2012 (CD-ROM)
- 6) K. Itako “A Detecting Interval Control in MPPT Control with I-V Characteristics Scanning for a PV Generation System” Proceedings of The International Conference on Electrical Engineering 2012 (CD-ROM)

太陽熱サイフォン

研究者名：機械システム工学専攻 吉田 博夫

1. 研究の目的

ここで対象とする太陽熱サイフォン（以下、熱サイフォン）とは、集熱部構造として凹面鏡や集光レンズなどの光学系を用いずに太陽光をそのまま黒色の平板で受けその平板上に銅パイプを並べた単純構造のものである。銅パイプは直接風に当たることが無いようガラス板で覆われている。このような構造では年間を通して得られる最高温度は高々80℃程度以下となる（神奈川県厚木市において）。つまり、われわれが研究対象とする熱サイフォンの作動温度域は気温（または水道水温度）～80℃であることを予め注意しておく。

さて、伊藤教授によって発明・試作された上部加熱型熱サイフォンは集熱部が温められると流動が始まり熱輸送を開始することが確かめられた。⁽¹⁾ ただし、集熱器や凝縮機器入り口・出口温度、ならびに流速は日射強度の履歴に照らし必ずしもそれに滑らかに追従するものとは言えず若干の脈動成分の重畳が見られた。このとき流れのデータサンプリング時間刻みは1分であった。⁽²⁾ 本熱サイフォンは屋根から居室までの4mの高低差を有する管路を通して熱輸送を行っていることから動力を取り出せる可能性がある。即ち、この動力を利用して発電できる可能性がある。そこで流動状況をさらに詳細に把握すべく、時間刻みを細かく10秒にして計測したところ、これまで見えてこなかった激しい脈動が存在していたことに明らかになった。⁽³⁾

そこで本研究においては、新たに観測された脈動不安定性の原因を究明するとともに、これまで試みられることの無かった新しい熱サイフォンの利用法として水力発電の可能性を明らかにすることを目的とした。

2. 研究の必要性および従来の研究

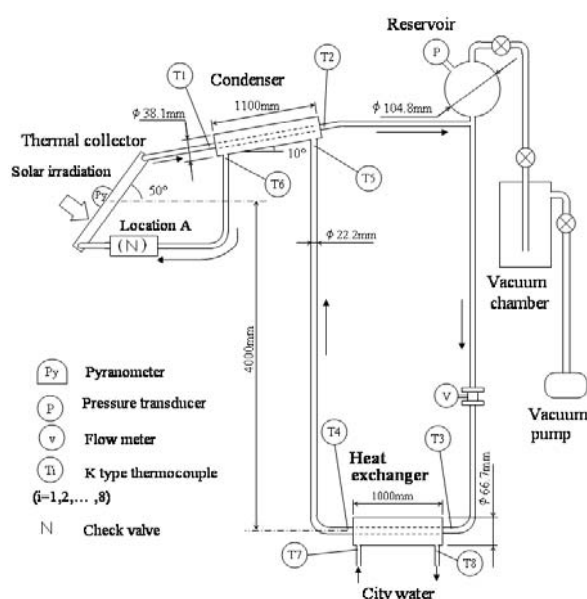


図1 太陽熱サイフォン概念図

本研究で使用した（野外）太陽熱サイフンの概念図を図1に示す。熱サイフンの研究は多くの場合、熱取り込んだ熱・温水をそのまま利用することを前提に、いかに効率よく取り込み輸送するかということに主眼が置かれていた。熱サイフンを、単に熱を取り出すシステムとして視点からの研究については一定の技術的成果が蓄積されており、我々が着目する温度域に関する限り、主たる困難は克服されたのではないと思われる。

しかしながら、熱サイフンを南極などの極地で使用できないかとの声も聞かれる。⁽⁴⁾ また、これまで有効に利用されずに捨てられてきた 100℃以下の低温熱を発電に使用できないか関心が寄せられている。

以上のとおり熱サイフンが低温熱を有効に利用するための技術であるとの視点に立ち新たな研究を開始することは、再生可能エネルギー利用拡大の上でも極めて重要であり必要である。

3. 期待される効果

我々が対象とする太陽熱サイフンは、身の回りにある条件（100℃以下）ならびに物質（水、空気）を利用して作動するシステムであるので、コスト、安全性、使いやすさなどが解決すれば飛躍的な普及が期待できる。また、南極などの極地での利用においては大幅な燃料節約につながると期待される。

4. 研究経過および結果

a) 駆動機構の検討

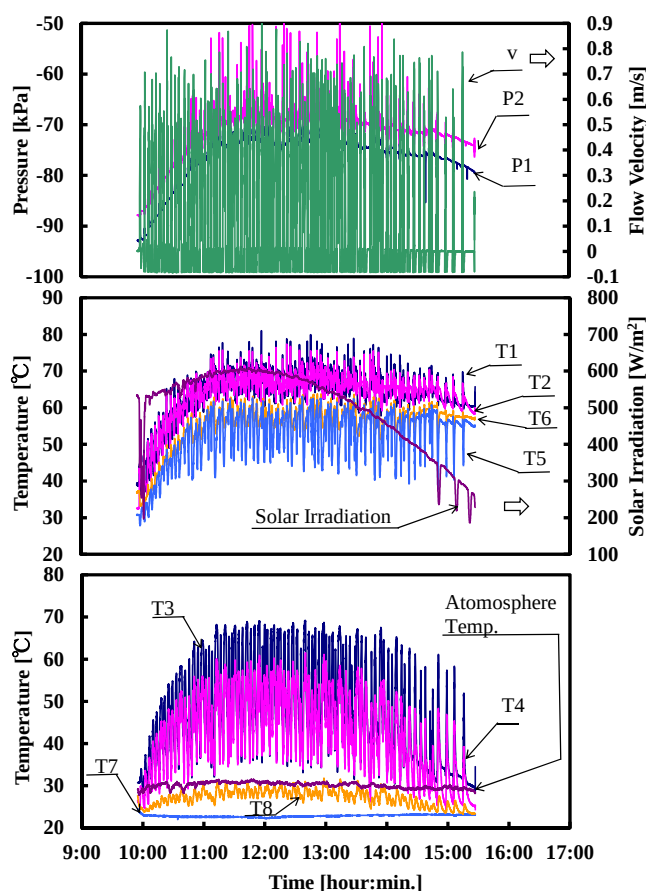


図2 熱サイフン各部の温度ならびに流速における脈動

すでに述べたように、我々が取り組んでいる熱サイフォンには固有の不安定性がありしばしば激しい脈動が現れる（図2）。脈動の周期を決める主たる要因として集熱器の熱容量〔J〕と太陽光照射強度〔W〕の比が考えられた。このことを一つの手がかりに、集熱器では沸騰が連続的に起きるのではなく間歇的に突沸がおきることが想定された。突沸で生じる水蒸気は凝縮器で完全に復水するのではなくさらに後流にある液溜めに流入、そこで完全に復水される。突沸が発生してしばらくの間は発生した水蒸気のため系の圧力が最初の状態よりやや高くなり、連動して沸点も高くなるので、系の流動が停止する。しかし、ある程度時間が経つと集熱器・凝縮器・液溜めの温度と圧力が最初の状態にもどり、再び突沸へと至る。

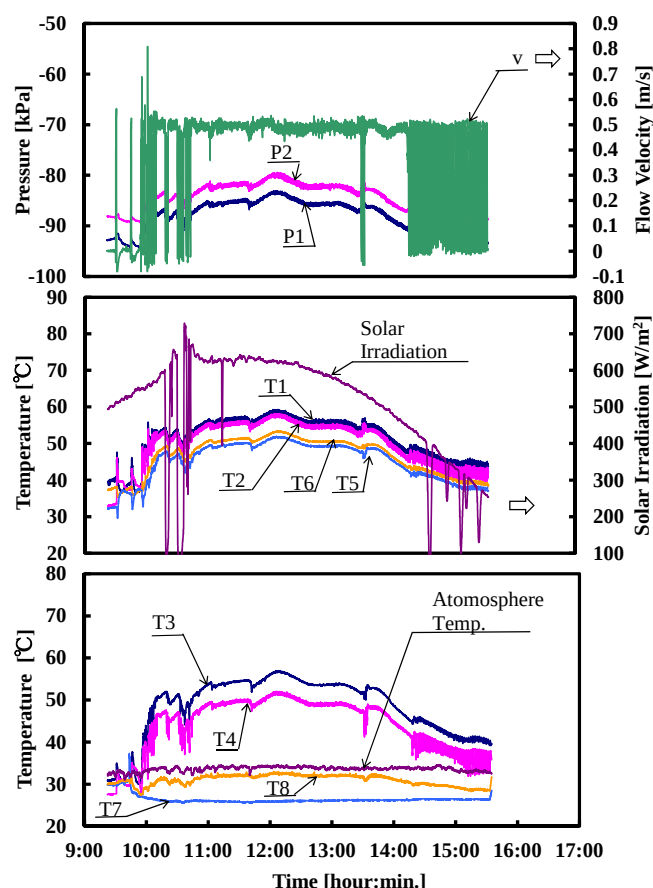


図3 液溜め強制冷却（完全凝縮）による流れの安定化の例

上述のような基本的現象理解の下、突沸で発生した蒸気を強制的に冷却・完全に凝縮して系の内圧上昇の抑制を試みたところ、図3に見られるように流が安定化する場合が現れることを確認した。⁽⁵⁾

b) 水力発電の試み

現有熱サイフォンがポンプを使用せずに 4m もの高低差の下で熱輸送を行っていることから、熱サイフォンから動力を取り出す可能性に着目し、その方法を検討してきた。^{(6)、(7)、(8)} 当初水蒸気を利用した Rankine サイクルを検討していたが機構が複雑であることから、水流で直接水車を回す水力発電方式に切り替えた。発電部と管路内に埋め込まれた水車を図4に示す。発電部は

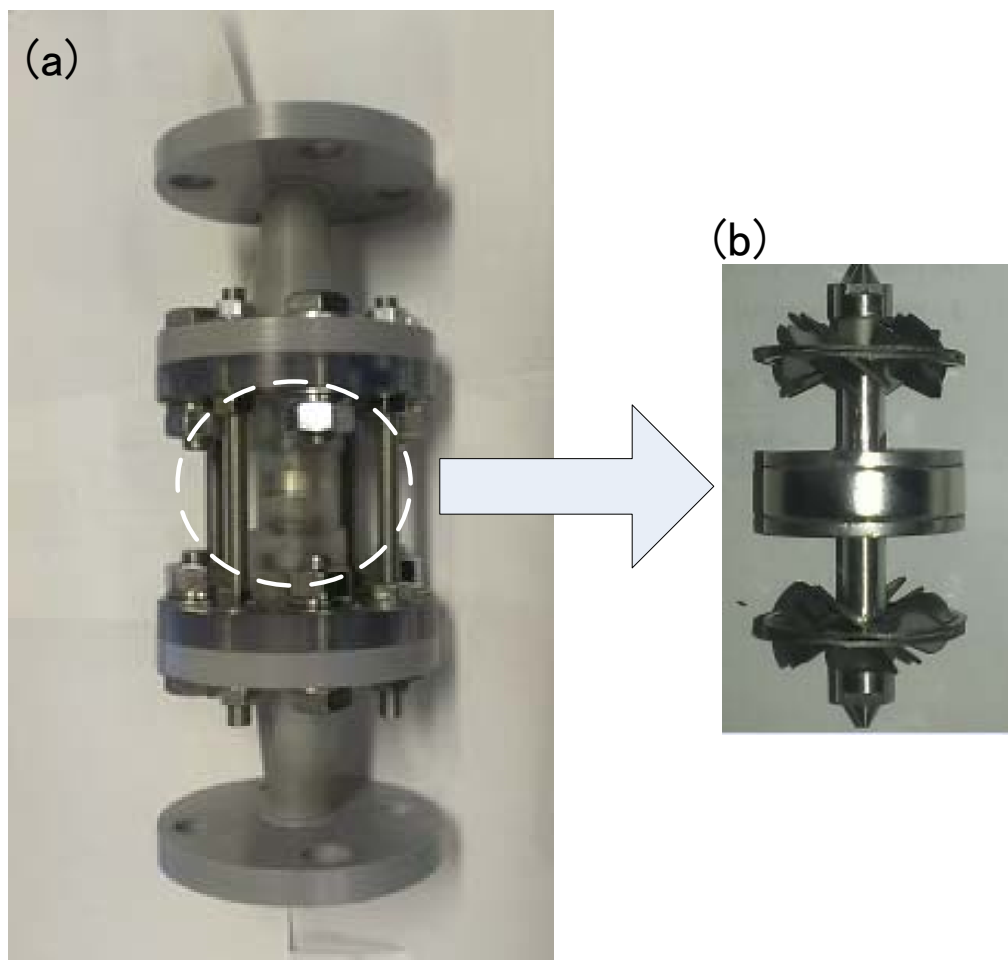


図4 熱サイフォン発電部 (a) と水車 (b)

図1の流量計Vのすぐ上流に取り付けられた。図4 (b)に示すように、リング状磁石 (中央) が上下の水車の間に取り付けられた。磁石は円周方向にN Sが配置されていて、その回転による磁場の変化が管路外側に置かれたコイルに誘導電流を発生させる。発電部の管路は非磁性体材料である透明塩化ビニルでできている。発電部ならびに水車構造の詳細は文献 (8) を参照されたい。現在のところ、熱サイフォンによる水車の回転を確認した段階で電圧出力の観測には至っていないが、実験室で水道水を用いた予備実験で図5のような結果を得ている。電力取出し回路を

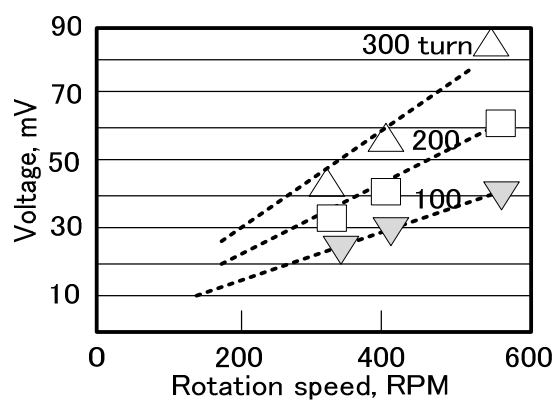


図5 コイル巻き数と出力電圧、コイル径 $\phi 0.2\text{mm}$

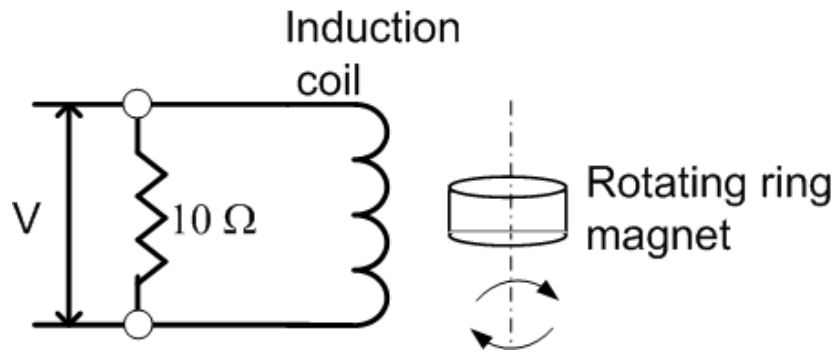


図6 回転磁石と電力取り出しコイル回路

図6に示す。尚、太陽熱サイフォンによる動力発生の見積もりについては一部文献（7）で検討した。

5. 今後の計画

熱サイフォンの駆動原理についてはいまだ理論解析モデルが構築されていなかったので、モデル構築を図る。これにより熱サイフォンの駆動に関する最適化を行うとともに、これまで例がなかった太陽熱サイフォンによる水力発電を試みる。

6. 研究成果の発表

今年度熱サイフォン関連の発表は以下のとおりである。

- (1) 萩野直人、吉田博夫、「自立駆動型熱サイフォンの駆動特性」、機械学会第22回環境工学総合シンポジウム2012講演論文集、403、2012年7月4日～6日、仙台。
- (2) 今田晴彦、萩野直人、吉田博夫、「太陽熱利用熱サイフォン野外実験」、機械学会第22回環境工学総合シンポジウム2012講演論文集、404、2012年7月4日～6日、仙台。
- (3) 秋山晋亮、木島章吾、萩野直人、吉田博夫、「自己循環型熱サイフォンの駆動特性-駆動特性に対する背景圧力の影響-」、機械学会関東支部第19期総会講演論文集、20808、2013年3月15日～16日、東京。
- (4) 吉田博夫、今田晴彦、板子一隆、萩野直人、「太陽熱サイフォンによる発電の試み」、機械学会関東支部第19期総会講演論文集、20610、2013年3月15日～16日、東京。

参考文献

- (1) S. Ito, K. Tateishi, N. Miura, 2007, “Studies of a thermosyphon system with a heat source near the top and heat sink at the bottom, ISES Beijing, T3-3.3-P11. pdf. ならびに、立石、三浦、伊藤、「上部に集熱部のある熱サイフォンの研究」(実験装置の試作及び実験)、太陽／風力エネルギー講演論文集、2004年11月4日～5日、71、pp. 293-296. Proceedings of JSES/JWEA Joint Conference 2004.
- (2) 土田友一、平成21年度神奈川工科大学修士論文、「太陽熱を利用した上部加熱型熱サイフォンの研究」、M09YSD03. ※論文の中に明確な記述はないが、データならびにデ

ータロガーの設定などからサンプリング時間 1 分と判断された。

- (3) 今田晴彦、萩野直人、吉田博夫、「太陽熱利用熱サイフォン野外実験」、機械学会第 22 回環境工学総合シンポジウム 2012 講演論文集、404、pp. 255-257、2012 年 7 月 4 日～6 日、仙台。
- (4) 「自然エネルギー利用自立型エネルギーシステムの研究」に関する国立極地研と神奈川工大との共同研究、平成 25 年 4 月より開始。
- (5) 今田晴彦、萩野直人、吉田博夫、「太陽熱利用熱サイフォンの野外実験」、機械学会論文集 (B)、ノート No. 2012-JBN-0837 (掲載予定)。
- (6) 吉田博夫、「ハイク熱サイフォン」、機械学会誌第 114 巻 (2011)、メカトップ関東 No. 29、p. 10。
- (7) 吉田博夫、萩野直人、「水を利用した低温度蒸気機関の検討」、機械学会熱工学コンファレンス No. 11-36 講演論文集、A123、pp. 15-16、2011 年 10 月 29 日～30 日、浜松。
- (8) 吉田博夫、今田晴彦、板子一隆、萩野直人、「太陽熱サイフォンによる発電の試み」、機械学会関東支部第 19 期総会講演論文集、20610、2013 年 3 月 15 日～16 日、東京。

PV-T シミュレータ

研究者名：機械システム工学専攻 吉田 博夫

1. 研究の目的

太陽エネルギーを大量に取り込むためには大きな面積が必要である。取りこんだ太陽エネルギーは発電素子（Photovoltaic cell）により約 10%が電力へ変換されるが、残りの大半は熱の形で利用されなければならない。太陽熱の有効利用が大きな鍵となる。このような背景の下、我々の研究は「エネルギー地産地消」と「身近にある物質（水、空気、等）と条件（低温、等）の活用」を可能とするエネルギーシステムの構築を目指している。ところで、凹面鏡やレンズなどの特別な光学機器を使用して集光しなければ、利用できる温度は低く概ね 80℃程度以下である（厚木市で太陽光をそのまま集熱板で受けた場合）。

以上述べた背景のもとで太陽エネルギーを有効に活用するシステムとして、PV-T ハイブリッドシステム（Photovoltaic-thermal hybrid system）に着目しその基礎的特性を明らかにすることを目的とする。

2. 研究の必要性および従来の研究

太陽エネルギーの有効利用促進のためには PV-T システムの基礎研究が不可欠である。従来、実機による野外試験、大型施設を用いたものが多く⁽¹⁾、実験の性格上基本的な特性の理解が十分とは思われない。実験室規模で再現実験が容易に行える装置が必要である。そこで特性解明のためにハロゲンランプを光源とする小型の PV-T シミュレータを完成した。⁽²⁾ 装置概要を図 1 に示す。

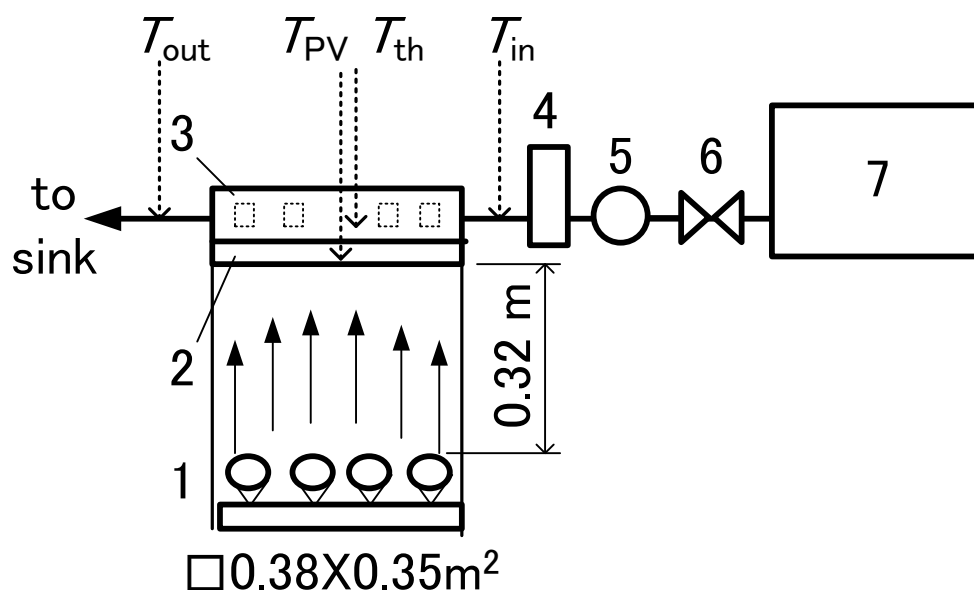


図 1 PV-T シミュレータ構成概念図

図中の番号は 1：ハロゲン光源、2：PV パネル、3：集熱器 (T)、4：流量計、5：ポンプ、6：弁、7：水槽、などとなっている。全体の大きさは 0.4m²、高さ 1m 程度と小型である。光源としてハロゲンランプを 16 個使用。大半の実験は光源の放射強度 1000W/m² で行った。下方から照射する構造とした理由は PV ならびに集熱器の温度を計測しやすくするためである。

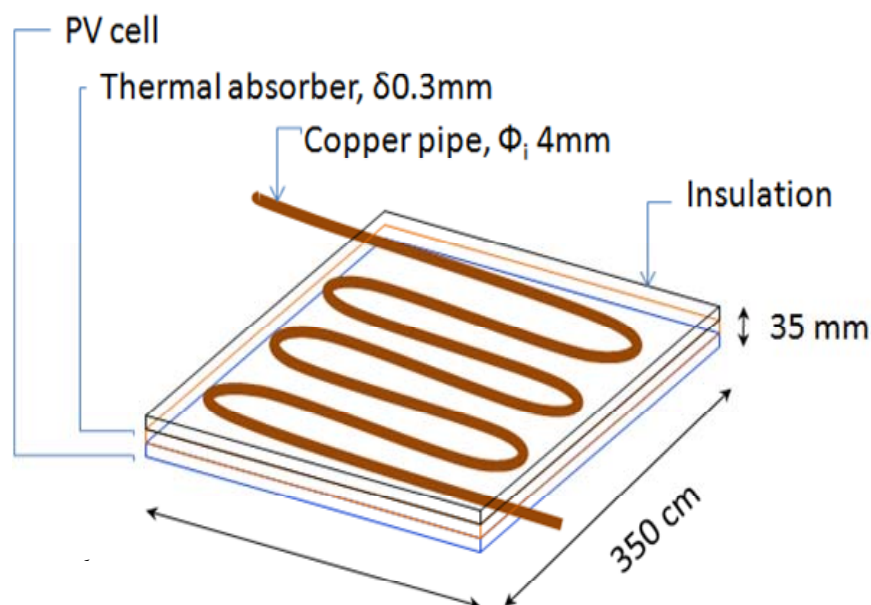


図 2 銅パイプ集熱器

PV パネル背後に取り付けられた集熱器の概要を図 2 に示す。冷却水路には銅パイプを折り曲げて銅基板に溶接して使用した。

3. 期待される効果

太陽エネルギーを電気と熱の両方を通して利用する技術が提供されることになり、自然エネルギー利用の普及を支援するものと期待される。

4. 研究経過および結果

PV-T シミュレータ PV セル受光面内での入射光強度分布の様子を図 3 に示す。中央から最も遠い測定点まで 1~0.8 程度の強度分布となっている。即ち、非一様性としては 20%程度となる。この非一様性と光源として太陽光を用いた場合について図 4 で検討した。次の 3 つの場合について実験を行った。1) シミュレータの PV パネルに直接太陽光を入射させた場合、2) パネル面上 32cm のところに中央に φ18cm の穴のあいた厚紙フィルターを設置して太陽光の PV 面上の強度分布が図 3 に近いようにした場合、3) ハロゲン光源を用いたシミュレータ実験の場合。この図から、一様太陽光を入射した場合の PV 出力が最も大きいことが判る。一方、シミュレータと同様の非一様光とした場合、太陽光もハロゲン光源もほぼ同じ出力をもたらすことは確認できた。⁽²⁾

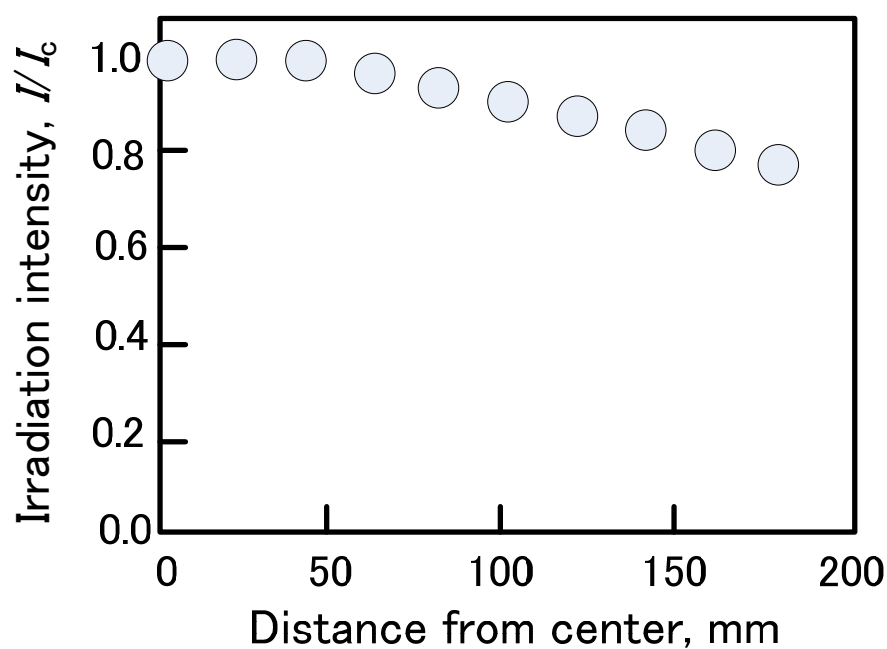


図3 PV-T シミュレータの光源強度分布

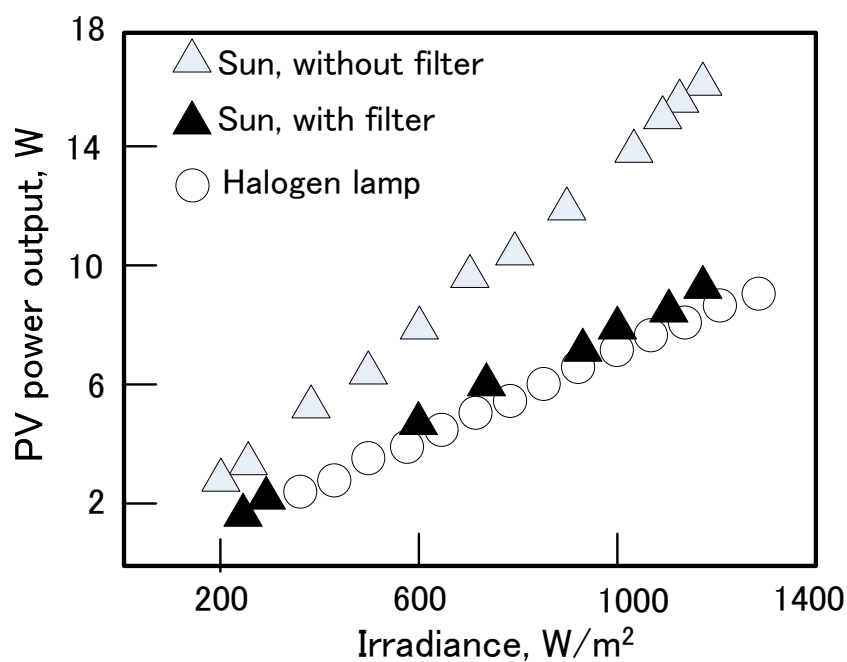


図4 太陽光一様・非一様光源強度下の PV 出力

今年度行った一連の PV-T シミュレータ実験により本シミュレータの有用性が確認された。尚、発電効率、集熱効率、総合効率などの挙動の詳細については文献（3）、（4）を発表する予定である。

5. 今後の計画

開発した PV-T シミュレータを用い、電力出力最大化運転モードのための温度制御並びに自己

循環熱サイフォンを組み込んだシステムの検討を行う。これまでの成果をまとめて学会発表を行う。

6. 研究成果の発表

今年度 PV-T 関連の発表は以下のとおりである。

- (1) E.Yandri, N.Hagino, K.Itako, H.Yoshida, “Basic characteristics of a compact PV/T simulator”, ASME POWER2012-54216. (Awards for valued contribution 受賞)

参考文献

- (1) H. Chen, S.B.Riffat, Development of photovoltaic thermal technology in recent years: a review, Int. J. Low-Carbon Tech. 6, pp.1-13, 2011.
- (2) E.Yandri, N.Hagino, K.Itako, H.Yoshida, “Basic characteristics of a compact PV/T simulator”, ASME POWER2012-54216.
- (3) H.Yoshida, S.Daidouji, K.Itako, N.Hagino, Performance of PV-T hybrid collector tested by a simulator, ASME POWER 98054 (2013 年 7 月発表予定).
- (4) 吉田、大道寺、板子、萩野、PV-T シミュレータによるハイブリッドコレクターの特性実験、環境工学シンポジウム (2013 年 7 月発表予定).

2. エネルギー貯蔵・利用

間歇充電式新電気バスシステムの研究開発

(EVコンバートしたミニバン用シミュレータの開発)

研究者名：機械工学専攻 川島 豪

1. 研究の目的

著者らは、バス停が地域に分散していることに着目し、低密度分散型の自然エネルギーを有効に活用でき、温室効果ガスの代表である二酸化炭素を排出しない新交通システムとして、20秒程度の乗客の乗降時間を利用してバス停ごとに再生可能エネルギーから発電された電力をバスに給電していく間歇充電式新電気バスシステムを提案、その有効性を模型実験により確認してきた⁽¹⁾⁽²⁾。特徴の1つは電気バスを実用化する際に問題となる蓄電装置の重量を軽減できることである。この特徴を生かすには、必要な蓄電装置の搭載量を見積もるシミュレータの開発が不可欠となる。そこで著者らはバス停間の回生エネルギーを含む走行エネルギーを計算するシミュレータの構築手法についても提案し、一人乗り電気自動車を改造したバス模型を用いてその有効性を確認してきた⁽³⁾⁽⁴⁾。しかし、一人乗り電気自動車では乗客数が消費エネルギーに与える影響を確認できない。そこで、乗客数の影響を確認するため、学内で実験できる大きさで乗車人数を変更できるミニバンに注目し、EVコンバートして乗員数の変化が消費電力に与える影響を実験により調べてきた⁽⁵⁾。本年度は、この実験結果を踏まえ、ミニバン用シミュレータを構築し、その有効性を実験により確認する。

2. 研究の必要性および従来の研究

1997年に京都市で開催された地球温暖化防止京都会議で議決された気候変動に関する国際連合枠組条約の京都議定書において、二酸化炭素に代表される温室効果ガスの削減目標が設定された。しかし、議長国の日本においてその達成が危ぶまれている。その原因の1つは、広く分布しているがエネルギー密度の低い自然エネルギーを有効に活用するインフラの整備が遅れていることと考える。さらに、東日本大震災により、二酸化炭素を排出する火力発電所の稼働が増えていることも問題である。我々は、このように地球温暖化の防止が急務である状況下において、公共交通機関は率先して二酸化炭素削減に貢献すべきであると考ええる。

その解決策の1つとして、再生可能エネルギーを利用した間歇充電式新電気バスシステムを提案している。その概略図を図1に示す。路線を電気バスで運行すれば二酸化炭素の排出を50%程度に削減できる。さらに、再生可能エネルギーにより発電された電気で行けば二酸化炭素の排出を完全に抑えられる。しかし、Li-ion電池が蓄えられる質量当りのエネルギーはガソリンの約1/100で、搭載できる電池の制約から電気乗用車でも1回の充電による走行距離は150km程度に留まっており、大型バスでは内燃機関ほどの利便性が得られない。一方、「モーダルシフト」に代表されるように環境面から鉄道輸送が見直されている。鉄道は架線より電力の供給を受けるため蓄電装置を搭載する必要がない。バスではトロリーバスがこれに相当する。しかし、路線全線に張る架線のコスト、架線による大型トラックなどの通行障害、景観への悪影響などの点から、現在、日本では他

の車両がほとんど通行せず、環境への配慮が最優先される黒部立山アルペンルートのトンネル区間に2路線残るのみである。これらの問題を解決するシステムとして、電気バスとトロリーバスの長所を組み合わせた間歇給電式電気車両システムが提案されている⁽⁶⁾。停留所にのみ架線を張り、トロリーバスのように集電装置を有する車両が停留所に停車するときおよび最もエネルギーを必要とする発進・加速時に架線から電力の供給を受けるシステムで、車両には基本的に次の停留所までのエネルギーを蓄えておけばよく、搭載する蓄電装置の量を軽減できるシステムである。さらに、架線は停留所のみに張られることから、ほかの車両の通行障害となることや景観へ悪影響を及ぼすことのないシステムでもある。

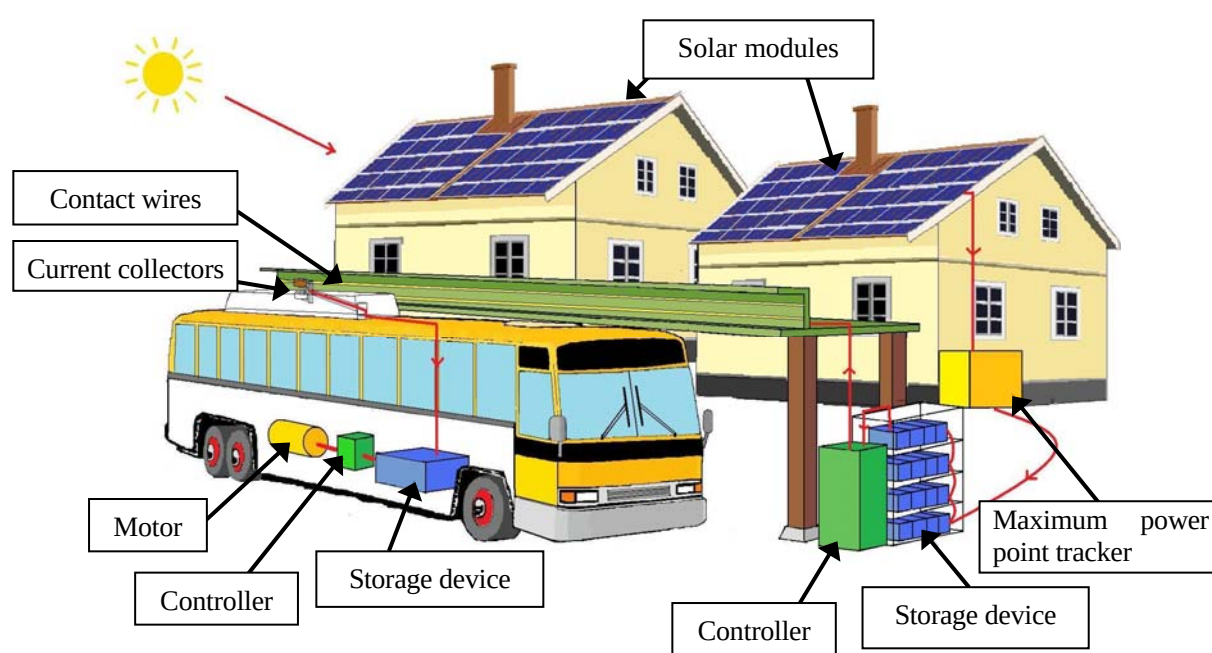


Fig. 1 Illustration of the proposed public transportation system in which an electric bus is charged at every bus stop using power generated from solar energy sources

著者らは、路線バスのバス停が広範囲に分布していることに注目し、間歇給電式電気車両システムが分散型の再生可能エネルギーを有効に活用できると考え、このシステムを発展させ、再生可能エネルギーを利用する間歇充電式新電気バスシステムとして提案してきた。乗客の乗降のためバス停に停車している20秒程度の間に、バス停周辺に設置された太陽電池などにより発電されたグリーン電力をバスに急速充電するシステムで、実現すれば運行中に二酸化炭素を全く排出しない公共交通機関となる。このシステムを実現する上での問題点を抽出し解決するため、まず、集電装置を搭載し、鉛電池をキャパシタに交換してDC-DCコンバータによりキャパシタの出力を安定させた一人乗りゴルフカートを用いた模型実験により、システムとしての実現可能性を示すとともに、実際に路線バスの運行に必要なバス停ごとの太陽電池の面積を試算した⁽¹⁾。次に、急速充電が必要となるこのシステムの蓄電装置としてLi-ion電池とキャパシタを比較し、それらの搭載量の計算方法を提案、その有効性をLi-ion電池またはキャパシタを搭載した一人乗り電気自動車による模型実験により確認した⁽²⁾。さらに、急速充電するためのバスとバス停間の制御用信号の通信に架線を利用すると架線の本数が増えることから、無線式充電電圧制御システムを開発し、実験により

その有効性を確認してきた⁽³⁾。そして、単純な間歇充電式電気バスのシミュレータについて構築法を提案し、その有効性を一人乗り電気自動車を用いた実験により確認している⁽⁴⁾。また、バスのシミュレータでは、乗客数の変化を考慮する必要があることから、学内で走行でき、乗員数を変化させられるミニバンに注目し、電気自動車に改造（EV コンバート）して提案しているシステムの実現可能性と乗員数による影響を調べてきた⁽⁵⁾。

類似の交通システムとしては、中国・上海においてキャパシタを搭載したトロリーバスによる架線レス交通システムが実用化されており、「人と環境にやさしい交通をめざす協議会」のホームページで紹介されていた。本研究で提案しているシステムは、自然エネルギーを利用する点と、バス停に停車中のみならず発進・加速時にも電力を供給することで停車時間を短くしている点が異なる。また、日本においても 2008 年春に羽田空港のターミナル間輸送に非接触給電式のハイブリッドバスによる試験運行が実施された⁽⁷⁾が、乗客の乗降時間に合わせた秒単位の給電には至っていない。一方札幌市電において、2007～2008 年の冬にリチウムイオン電池⁽⁸⁾もしくはニッケル水素電池⁽⁹⁾を搭載し、架線のない区間でも電力の供給なしに走行できる 2 種類のハイブリッド式バッテリートラムの試験運転が実施された。これは、架線区間で充電し、無架線区間を蓄電池により走行するシステムで、既存の路線に新たな路線を延長する場合に架線などの設備コストを抑えることを目的としたものである。

3. 期待される効果

ディーゼルエンジンで駆動している路線バスを、二酸化炭素を排出しない間歇充電式新電気バスシステムに置き換えることで、再生可能エネルギーを有効に活用できるようになり温室効果ガスの排出削減に多大な貢献が期待できる。さらに、本システムにより構築された分散型発電ネットワークは、マイクログリッドさらにはスマートグリッドの中核を成しえ、災害時の非常用電源としての役割も担うことができる。また、エネルギーの「地産地消」を具現化するもので、効率的な再生可能エネルギーによる電力供給にも貢献しうるシステムである。加えて、停留所の上に架線を張るので景観への影響が少ない公共交通機関としても期待できる。将来的には、電気自動車が普及するとそこに搭載されているバッテリーの大量廃棄が始まり問題となる。搭載蓄電装置の量が少ない本システムは、このような環境問題にも貢献できるものである。

4. 研究経過および結果

4・1 EVコンバートしたミニバンを利用した実験設備

まず、ミニバン用シミュレータを構築するにあたり、対象となるミニバンと、パラメータの決定および構築したシミュレータの有効性を確認するための実験設備について説明する。ミニバンによる電気バス模型とバス停模型の写真を図 2 に、実験システム全体のブロック図を図 3 に示す。

電気バス模型は、本学で実験できる最大の車両として Honda Step Wagon が選定され、ガソリンエンジンと燃料タンクが下ろされ、Azure Dynamics 社製 AC24LS モータ（連続トルク：36 Nm at 4000 rpm、減速比 12:1 のギアボックス付）と DMOC445 コントローラ（EV コンバート用キット）、4.95 kWh の Li-ion 電池（44 cells 直列×2 並列：30 Ah/cell：165 V）、前輪駆動シャフトが取り付けられ、低電圧回路用 12 V 鉛電池、ブレーキ用電動コンプレッサが搭載され、各種配線が施されて EV コン

パートされ、屋根に集電装置が取り付けられたミニバンである。

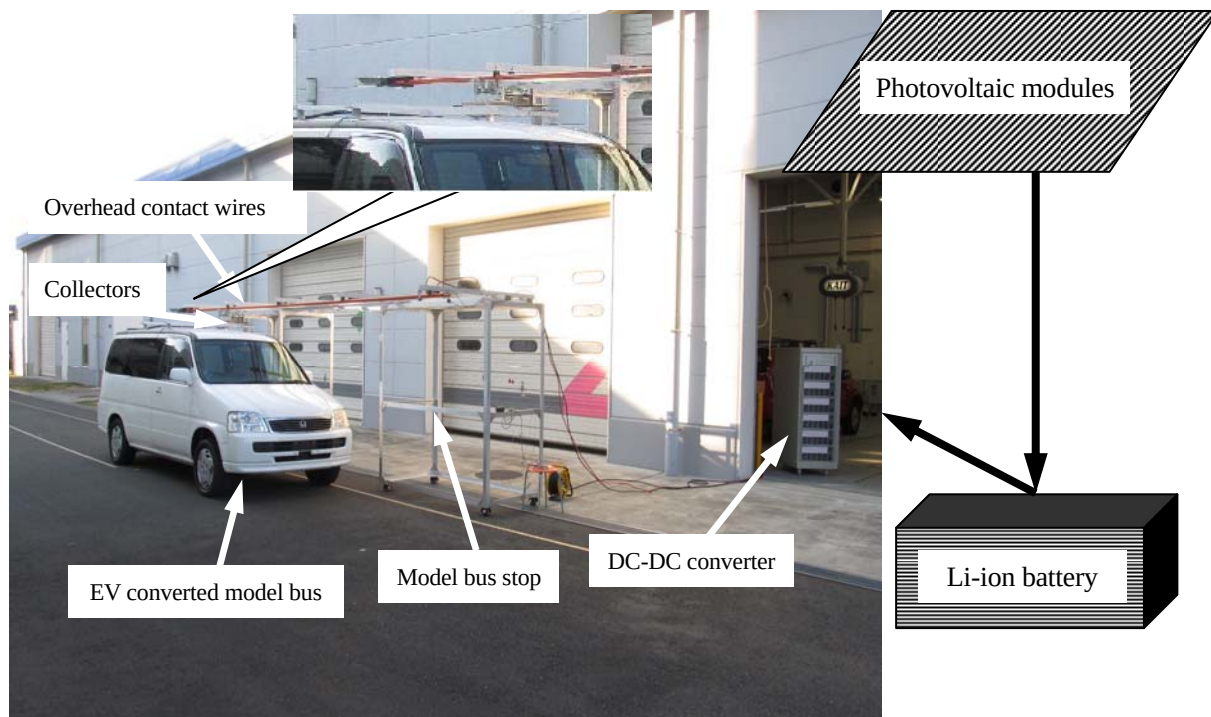


Fig. 2 Model electric bus (minivan modified) and model bus stop with overhead contact wires

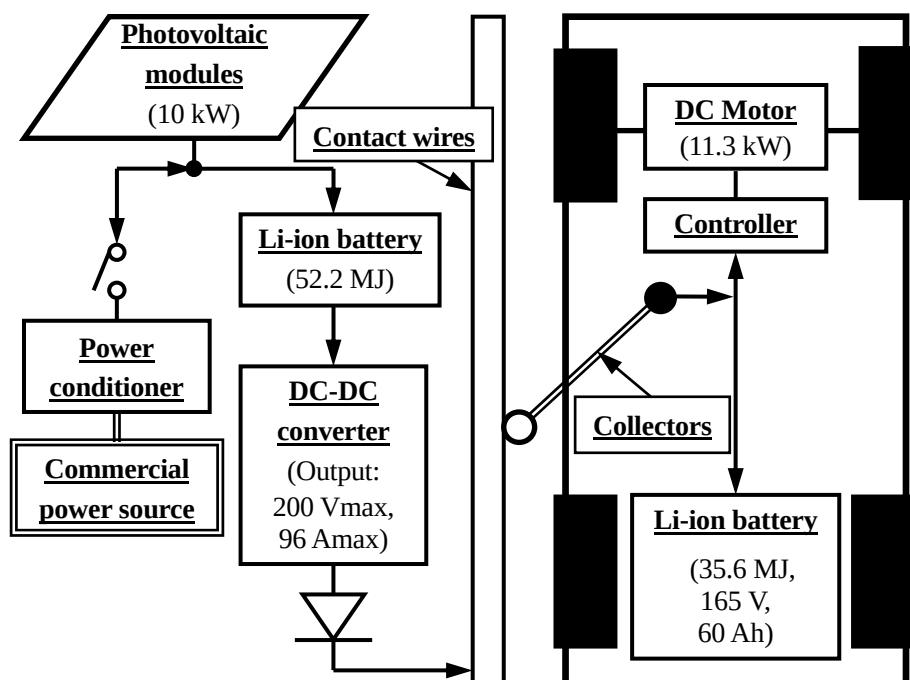


Fig. 3 Block diagram of an experimental facility using the modified minivan for the electric bus system charged quickly at every bus stop using solar energy

バス停模型は、車両に合わせて 6 m の架線を配し、本学に設置されている約 10 kW の太陽光パネ

ルで発電され、約 14.5 kWh の Li-ion 電池（49 cells 直列×2 並列：40 Ah/cell：181.3 V）に蓄えられた電力を、日本スタビライザ製 DC-DC コンバータ（最大電圧：200 V、最大電流：96 A）、架線を介して電気バス模型に供給できるように構築されている。なお、電気バス模型の集電装置がバス停模型の架線に進入しやすいよう架線の入り口は広げられている。また、集電装置が架線に接触したことが確認されてから給電を始め、集電装置が架線の終端に達したときに給電を止める制御システムも構築されている。

4・2 EVコンバートしたミニバン用シミュレータ

4・2・1 シミュレータの概要

シミュレータを構築するにあたり、バス停間の走行を加速・定速走行・減速からなる走行パターンの組み合わせに分割し、各パターンの距離、初速度、ペダル位置（トルク率）、道路の傾斜を入力とし、バス停間の消費エネルギーを出力する。なお、距離と初速度により定速走行のない走行パターンもあり得る。また、参考までに走行距離および速度の時系列データも合わせて出力する。

なおEVコンバートしたミニバンによる間歇充電式新電気バスシステムの実現可能性を確認する実験より、アクセルペダルは床まで踏み込むか離すかの ON-OFF 的に操作されることが確認されている。そこで、開発するシミュレータでは、簡単化のためトルク率を 100%、50%の2段階とする。直線走行では、原則トルク率 100%で加速するものとし、曲がり角など徐行が必要な場所のみトルク率を 50%とする。

また、蓄電装置として Li-ion 電池を考え、急速充放電を実現するため、電池容量（S.O.C.: State of Capacity）が 40～75%でバスを運行するものとする。

4・2・2 電気バスモデルおよび仮定

電気バスモデルにモータや電池などの電気系の動特性を含めることで正確なシミュレータを構築することができるが、同定しなければならないパラメータが膨大になり、多くの時間と労力を費やすことになる。そこで本研究では、電気バスを図4に示す最も簡単な1質点モデルとして扱う。

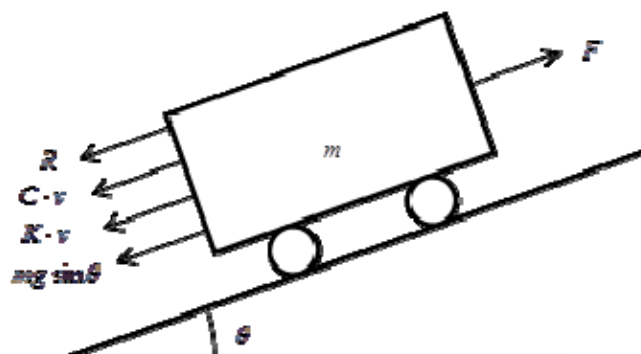


Fig. 4 Analytical model of an electric bus

図4に示す解析モデルの運動方程式を導くと次式が得られる。

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = F - R - (C + K)v - mg \sin \theta \quad (1)$$

ここで、 m はバスの質量、 θ は道路の傾斜角、 F は駆動力（ギアの減速比（12:1）を考慮してモータのトルクより計算される推進力）、 R は速度に依存しない走行抵抗、 v は速度、 C は粘性減衰係数、 K は速度 v に比例する逆起電力定数、そして $mg \sin \theta$ は重力の斜面方向成分である。

まず、モータのカタログに記載されている連続トルク（36 Nm at 4000 rpm）と最大駆動速度（11000 rpm）より、逆起電力定数を $K = 84.1 \text{ Ns/m}$ と決めた。

電気自動車の場合、回生ブレーキの起動をブレーキペダルに担わせるかアクセルペダルに担わせるかで運転感覚が大きく変わる。ブレーキペダルに担わせる場合、両ペダルを踏んでいない状態ではモータにおける逆起電力の影響で若干の制動はかかるものの惰性走行となり、オートマチックトランスミッション車の運転感覚に近くなる。一方、アクセルペダルに担わせる場合は、アクセルペダルを離すと回生ブレーキが作用し、エンジnbrakeが利くマニュアルミッション車の運転感覚に近くなる。本研究で使用するミニバンでは、アクセルペダルに回生ブレーキの起動を担わせることにした。すなわち、アクセルペダル位置が 20.0% から 10.0% で回生ブレーキによるトルクが線形に増加し、それ以下で最大回生ブレーキトルクが作用、25.0% から 60.0% まで駆動トルクが線形に増加し、それ以上で最大駆動トルク（100.0 Nm）が作用するように設定した。

この設定を踏まえ、モータドライバの特性よりアクセルペダル位置と駆動トルクの間係を導くと次式となる。ペダル位置を T_p [%]、駆動トルクに係する修正ペダル位置を T_p' [%] と定義する。

$$T_p' = \frac{T_p - 25.0}{(60.0 - 25.0)} \times 100 \quad (2)$$

したがって、モータトルク T [Nm] と修正ペダル位置 T_p' との係は、モータの最大出力を 10.0 kW とすれば、モータ出力 P [kW] とモータ回転速度 ω [rad/s] より次のように近似できる。

$$\text{If } P < 10.0 \text{ kW, then } T = T_p'. \quad (3a)$$

$$\text{If } P = 10.0 \text{ kW, then } T = 10.0 \text{ kW} / \omega. \quad (3b)$$

ただし、計算されたモータトルク T までは、0.75 s かけて一定の割合で上昇するものとした。また、モータトルク T と駆動力 F との係は、減速比を 12、車輪の半径を 0.29 m とすることで、次のように得られる。

$$F = T \times 12 / 0.29 \text{ m} \quad (4)$$

一方、回生トルク T と速度 v との係は、最大回生パワーを 7.50 kW とすることにより次のように定式化できる。

$$\text{If } v < 0.723 \text{ m/s, then } T = 0 \text{ Nm.} \quad (5a)$$

$$\text{If } 0.723 \text{ m/s} < 3.126 \text{ m/s, then } T = -50.1 \text{ Nm} \times (v - 0.723 \text{ m/s}) / 2.403 \text{ m/s.} \quad (5b)$$

$$\text{If } 3.126 \text{ m/s} < v, \text{ then } T = -7500 \text{ W} / (v \times 12 / 0.29 \text{ m}), \quad (5c)$$

$$\text{If } T < -50.1 \text{ Nm, then } T = -50.1 \text{ Nm.} \quad (5d)$$

ただし、駆動トルクから回生トルクに変化するとき 0.7 s の $T = 0 \text{ Nm}$ の状態を設定する。

また、減速器での効率を一律 85%、モータとコントローラにおける駆動時および回生時のエネルギー効率を一律 80% とする。

次に、走行抵抗 R と粘性減衰係数 C を決定するため、アクセルペダルをほぼ全開と半開で固定し

た加速試験，回生ブレーキによる減速試験を実施した．その結果， $R = 300 \text{ N}$ ， $c = 25.0 \text{ Ns/m}$ が得られた．一例としてアクセルペダルをほぼ全開の位置で固定して実験したときの2名および6名乗車における速度とトルクの時系列波形と，最大トルク $T = 75 \text{ N}$ で計算したときの2名および6名乗車のシミュレーション結果を図5に示す．シミュレーションにおけるトルク変化を簡素化しているためトルク変化は多少異なるものの，速度変化はほぼシミュレートできており，車両モデルと仮定の有効性を確認できる．なお，電池充電状態と最大回生パワーの関係は今後の課題である．

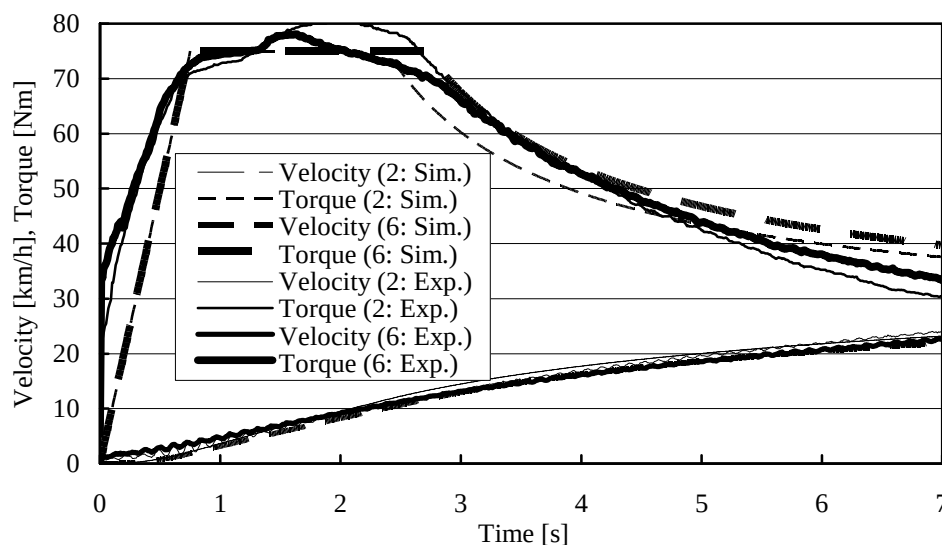


Fig. 5 Experimental and simulation results in case of maximum acceleration

4・2・3 電気バス用シミュレータの確認

構築したシミュレータの有効性を確認するため，6人乗車で大学構内において校舎の周り（約210m）を2周してからバス停に20秒間停車する実験を4回連続して実施し，車両速度とモータトルクを1sごとにノートパソコンで記録した．シミュレーションでは，1セットの走行を9パターンに分け，各パターンの走行距離，初速度，ペダル位置（トルク率），道路の傾斜を表1に示す値に設定し，シミュレータへの入力とした．実験結果とシミュレーション結果を図6に示す．シミュレーションではトルク率を2段階に設定しているため，トルク波形がシンプルになっているが，速度変化はほぼシミュレートされている．また，実験で回生エネルギーを含むモータドライバに供給されたエネルギーは229 kJ，シミュレータで推定されたモータドライバへの供給エネルギーは247 kJと計算され，約8%の精度で消費エネルギーを予測できており，構築したミニバン用シミュレータの有効性を確認できる．

4・2・4 まとめ

間歇充電式電気バスシステムにおける利点である搭載する蓄電装置の軽量化を生かすためには，バス停間の消費エネルギーを予測するシミュレータの開発が不可欠である．本年度は，乗員数を変えられるミニバンを電気自動車に改造（EVコンバート）した車両を電気バス模型として用い，加速試験と回生減速試験により電気バスモデルのパラメータを同定し，ミニバン用シミュレータを構築した．そして，走行実験より消費エネルギーをほぼ正確に予測できることを確認した．

Table 1 Input of simulator

Number	Distance [m]	Velocity [m/s]	Pedal position	Inclement [deg]
1	20	0	0.37	0
2	22.5	3.1	0.37	0
3	70	3.1	0.5	0
4	22.5	3.1	0.37	0
5	70	4.2	0.5	0
6	22.5	3.1	0.37	0
7	70	3.1	0.5	0
8	22.5	3.1	0.37	0
9	50	4.2	0.37	0
Total	370			

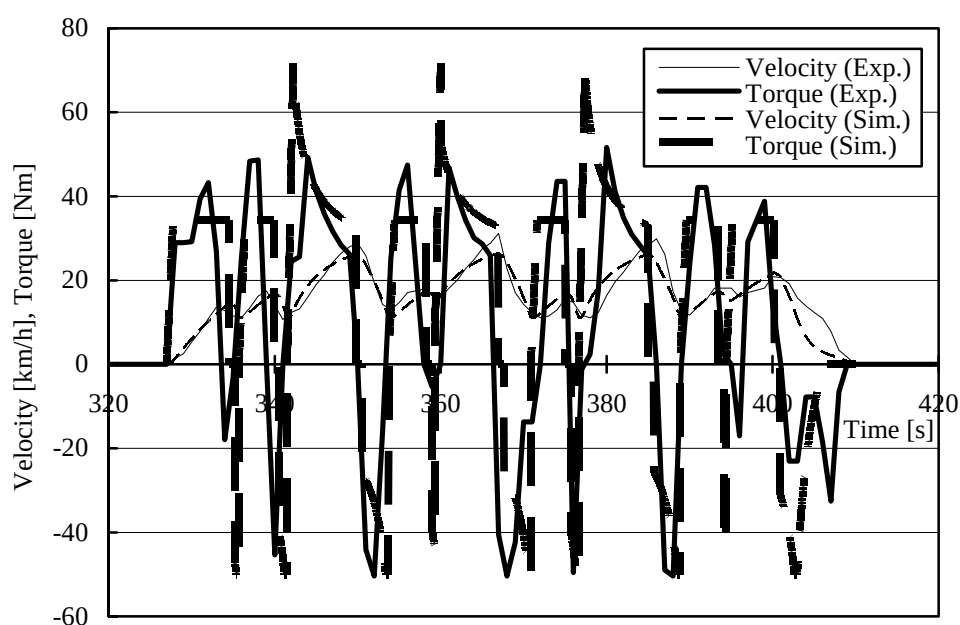


Fig. 6 Results of experiment and simulator in case of running around school building

5. 今後の計画

提案している間歇充電式新電気バスシステムを実際の路線に適用した場合のバスに搭載する蓄電装置の量，ならびにバス停における給電電力と必要な太陽電池パネルの容量を推定するため，ミニバン用シミュレータのパラメータを外挿して実際の路線バス用シミュレータを構築し，一般的な電気バスと比べてどの程度蓄電装置の容量を小さくできるか，各バス停に必要な太陽電池パネルをはじめとする設備の容量を確認していく予定である。

6. 研究成果の発表

国際会議（査読付き）

1. Takeshi KAWASHIMA, "Basic Research on an Electric Bus System Charged Quickly at Every Bus Stop Using Green Energy (Demonstration Experiment Using EV Converted Minivan)", *Proc. JSME 2012 11th Motion and Vibration Conference joint with the ASME 2012 5th Annual Dynamic Systems and Control Conference*, Fort Lauderdale, Florida, USA(2012-10), pp.2352-2359.

国内会議

1. 秋山朋宏, 川島豪, "二酸化炭素排出ゼロを目指した新公共交通システムに関する基礎研究（間歇充電式電気バスにおける乗車人数の消費電力への影響）", 第22回環境工学総合シンポジウム講演論文集, 仙台, 日本機械学会 (2012-7), 258-261.
2. 川島豪, "自然エネルギーを利用した間歇充電式電気バスシステムに関する基礎研究（EV コンバートしたミニバンによるシミュレータの開発）", *Dynamics & Design Conference 2012 論文集*, 横浜, 日本機械学会 (2012-9), No.353.

参考文献

- (1) Takeshi KAWASHIMA and Ichiro FUJIOKA, "New Public Transportation System with Bus Charged Intermittently at Every Bus Stop Using Green Energy (Model Experiment Using Golf Cart)", *J. Environment and Engineering*, Vol.3, No.2 (2008), pp.374-384.
- (2) Yasuro HASEO and Takeshi KAWASHIMA, "Basic Research on a Novel Zero-Emission Public Transportation System (Design of Charge-Boosting System for an Electric Bus System Charged at Every Bus Stop)", *J. Environment and Engineering*, Vol.5, No.1 (2010), pp.168-182.
- (3) 川島豪, 長谷尾康朗, "二酸化炭素排出ゼロを目指した新公共交通システムに関する基礎研究（無線による充電電圧制御システムと実験車両用シミュレータ）", 第20回環境工学総合シンポジウム講演論文集, No.419 (2010-6), 277-280.
- (4) 川島豪, "間歇充電式バスシステムに関する基礎研究（シミュレータの開発）", *Dynamics and Design Conference 2011 CD-ROM 論文集*, No.212 (2011-9).
- (5) Takeshi KAWASHIMA, "Basic Research on an Electric Bus System Charged Quickly at Every Bus Stop Using Green Energy (Demonstration Experiment Using EV Converted Minivan)", *Proc. JSME 2012 11th Motion and Vibration Conference joint with the ASME 2012 5th Annual Dynamic Systems and Control Conference*, Fort Lauderdale, Florida, USA(2012-10), pp.2352-2359.
- (6) 藤岡一路, "間歇給電式電気車両システムおよび電気車両", 特開 2005-86876.
- (7) http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha08/09/090206_3_.html.
- (8) 小笠正道, 田口義晃, 前橋栄一, 架線レス LRV の開発, *Railway Research Review*, Vol.65, No.2 (2008-2), pp.22-25.
- (9) 秋山悟, 低床電池駆動路面電車（SWIMO）（架線なしでスイスイ走る, 人に・地球に優しい次世代 LRV）, *日本機械学会誌*, Vol.111, No.1075 (2008-6), pp.468-469.

水素エネルギーの利用

研究者名：機械工学専攻 矢田直之

1. 研究の目的

「先進太陽エネルギー利用研究所」では、蓄エネルギー材として水素ガスを提案しており、本節では、水素ガスを燃料電池の燃料として利用する方法と、水素ガスを直接燃焼させて燃料として利用する方法の2つについて研究成果を記述する。

太陽エネルギーの最大の欠点としては、夜間および荒天時においてエネルギーを確保することの困難さを挙げることができる。そのため、太陽エネルギーの恒常的な利用には蓄エネルギーが必然的に必要となる。本研究所ではそのための蓄エネルギー剤として水素ガスに着目した。すなわち、太陽光発電によって得られた電気エネルギーにより、水の電気分解を原理とした水素発生器を稼働させ、発生した水素を水素吸蔵合金ボンベに蓄えることで、夜間や荒天時は、吸蔵合金ボンベに蓄えられた水素を利用して、燃料電池による発電や燃焼させることによる熱エネルギーを得ることが可能となる。本研究テーマは大別すると、燃料電池を利用した「小型非常用電源の開発」と「水素ストーブの設計・製作」に分けることができるが、いずれのテーマも太陽エネルギーを直接利用不可能な時間帯における太陽エネルギーの利用を目的としたものである。

なお、これらの研究テーマは平成24年度から開始された新テーマであり、24年度中には十分な研究成果に至らなかったことを付言しておく。

2. 研究の必要性および従来の研究

従来から太陽光発電および太陽エネルギーの熱利用に関しては、太陽エネルギーが確保できない時期のエネルギーの供給が大きな欠点として指摘されており、それに対抗する蓄電および蓄熱技術の開発が必要不可欠であった。現在実用化が進んでいる蓄電技術としては、太陽光発電で得られた電気エネルギーをバッテリーやキャパシタで蓄える方法であり、蓄熱技術としてはタンクに封入された水や断熱素材などを蓄熱媒体として活用する方法が存在する。

本研究では、これらの蓄エネルギー技術の媒体として、水素ガスに着目した。水素ガスは現在では有力な蓄エネルギー・発電システムとして用途が拡がりつつある燃料電池システムのエネルギー源であり、またその酸素との結合の容易さ（燃焼のしやすさ）から、暖房用の燃料としても有効である。特に水素の燃焼エネルギーの有効性については、本研究グループですでに実用レベルの実験が成功しており、その成果は国際シンポジウムにおいても報告した(1)。

3. 期待される効果

太陽エネルギーの利用は、地球温暖化防止すなわち二酸化炭素の排出削減の実用化が進んでいる方法の一つである。そして、その欠点を補うための水素を蓄エネルギー材としての実験的研究は、今後の太陽エネルギーの利用に大いに資するものと考えている。

また、従来扱いにくい燃焼性ガスとして実用化が進まなかった燃料としての水素ガスについても、その貯蔵に関する安全性や燃焼エネルギーから見た有効性を実際に明らかにすることは、今後の水

素エネルギーの発展にも大いに寄与すると考えられる。

4. 研究経過および結果



図1 小型太陽光発電システムおよび水素発生装置

平成24年度は、小規模な太陽光発電(40 W)を使用して小型の水素発生器を稼働させて水素を発生させ、水素吸蔵合金ボンベ(60 ㍓)に水素を充填し、その水素で小型燃料電池(20 W)を稼働させる実験を行った。図1に、本研究で利用した小型太陽光発電システムおよび水素発生器の外観を示した。この実験では、家庭用のポータブル非常用電源として太陽光発電による電力を水素の発生に利用し、その水素で燃料電池を稼働させるというシステムの有効性を検討した。

その結果、快晴時に太陽電池による電力で6時間水素発生器を稼働させ、その水素で燃料電池を稼働させたところ約120分の燃料電池の稼働が確認でき、太陽エネルギーの蓄エネルギー材として水素発生器稼働による水素を利用することの有効性が確認できた。

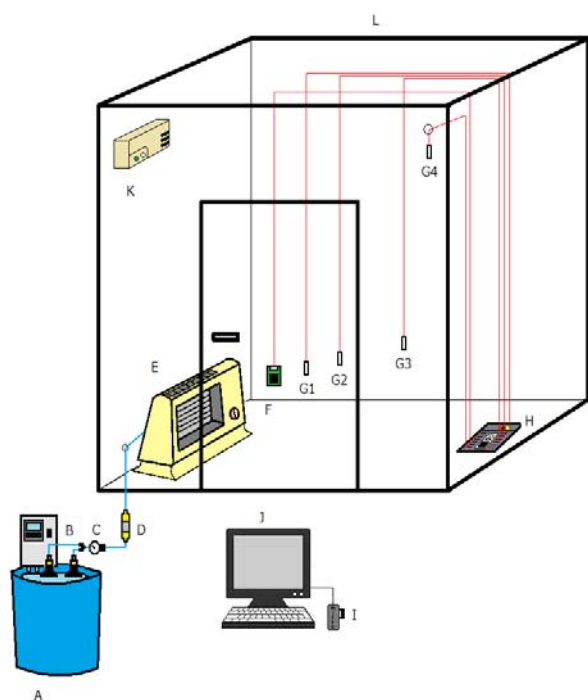


図2 水素燃焼ストーブの実験装置概略

平成24年度のもう一つの実験は、水素を実際に燃焼させてプレハブ小屋の暖房を行うというものであり、図2に示したような実験装置で2棟のプレハブ小屋をそれぞれ水素燃焼ストーブとプロパンガス燃焼ストーブとで暖房を行い、その時間的な経過を測定した。

水素燃焼の実験では、図3に示すように温度については2つのプレハブ小屋で大きな差は見られず、湿度に関しては水素ガスの暖房の方が約12ポイント効果があったことが確認できた。

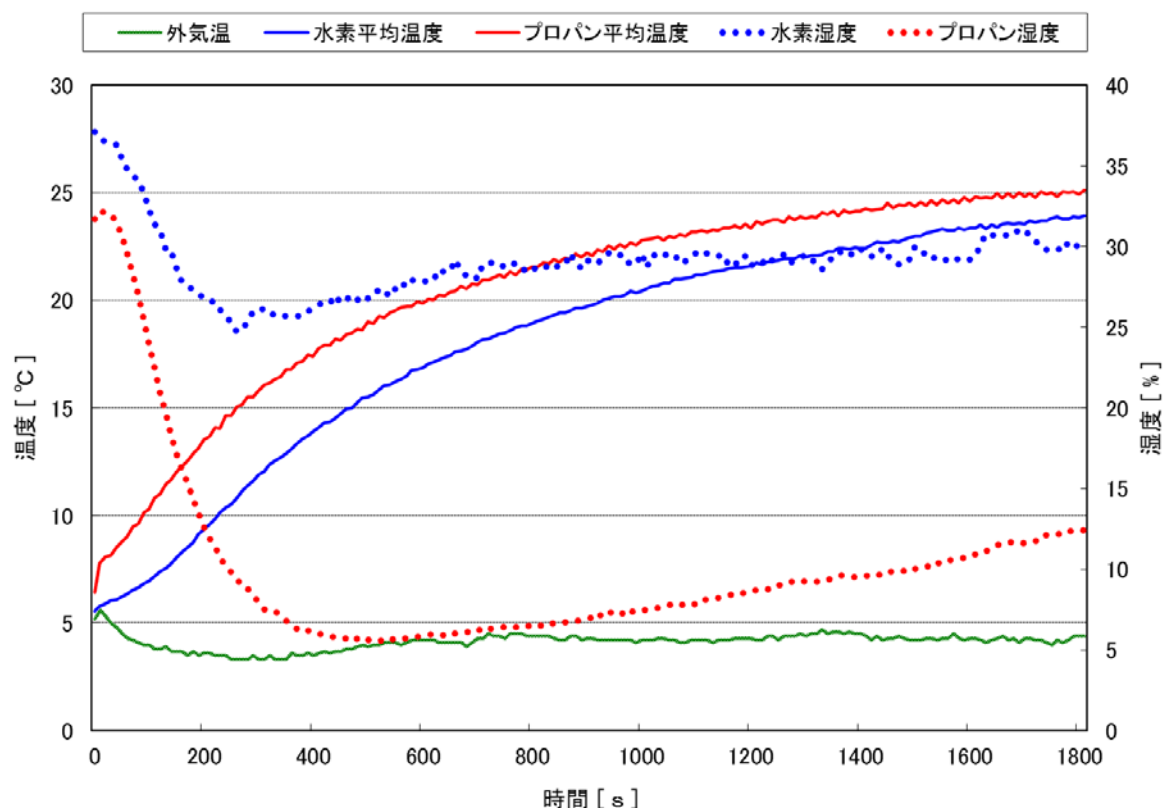


図3 1月25日 プロパンガス暖房と水素ガス暖房の平均温度と湿度変化

5. 今後の計画

平成25年度は、水素の燃焼に関して新たな加温装置を設計・製作して、より効率よく暖房が行えるような水素ガス用の加温装置（水素ストーブ）を開発し、その性能を確認する。

また、以前に行われた大型農業用ビニルハウスにおける水素エネルギーの実証実験(1)についても、データの蓄積および追加の実験を実施する目的で、具体的な実験場所、規模の検討を行う。

6. 研究成果の発表

平成25年度は、「水素エネルギー協会大会」（東京）や「日本太陽エネルギー学会合同研究発表会」（沖縄）で、成果の一部を公表する計画で準備中である。

なお、平成24年度までの成果の一部は、ポスター発表(2)を行っており、本研究の取り組み成果の一部はラジオ番組(3)でも紹介された。

参考文献

(1) Naoyuki Yada and Takeshi Yamazaki, “Test operation of hydrogen-fueled heating system for large plastic-covered greenhouse”, *Proceedings of Renewable Energy 2010 (RE2010)*, P-Hf-28, Yokohama (2010, 6/27-7/2).

(2) 矢田直之、城倉祐太郎、深瀬元博, 「燃料としての水素エネルギーに関する研究」、平成24年度神奈川県ものづくり技術交流会資料（海老名）、1PS-10, (2012年11月)。

<http://www.kanagawa-iri.go.jp/info/H24/201211-koryukai/pdf/1PS-10.pdf>

(3) FM カオン(FM 82.4 MHz)「県央バンザイ！スペシャル」，“ 神奈川工科大学矢田研究室のすべて”，平成 24 年 4 月 28 日（土）、5 月 5 日（土）放送.

水素と植物油を利用した移動体の開発

研究者名：機械システム工学専攻 高橋 良彦

1. 研究の目的

自動車は非常に便利な道具である。日本でも、地方に行くと自動車の利用が生活の基本スタイルとなっており、自動車が無くなると、病院にも学校にもスーパーにも行けなくなり、生活が成り立たない。2011年3月11日に発生した東日本大震災では、電気等インフラが使えなくなると同時にガソリンが流通せず、自動車が使えなくなり、震災被害地は孤立状態となった。生命の危機に直面する場面等もあり、震災被害地では、ガソリンの流通を待ち望んでいた。もし、自動車がガソリン等の化石燃料を使わず、再生可能な自然エネルギーで走行ができれば、震災があっても、自動車を利用でき、地域の孤立状態を防ぐことができたと思われる。

一方で、自動車は、一般的にガソリン等の化石燃料を利用して走行するため、二酸化炭素等の地球温暖化ガスを排出し、地球温暖化の大きな原因となっていると言われている。もし、再生可能な自然エネルギーで自動車が走行可能であれば、二酸化炭素の排出を低減させることができ、地球の生態系を良好に維持することもできる。

そのような背景から、太陽エネルギーを利用した移動体(自動車)の開発を試みることにした。太陽エネルギーは、偏在しておらず、地球上どこでも利用可能であるという大きな利点を有している。太陽エネルギーとして具体的には、水素と植物油の利用を検討している。水素は、太陽電池で発電した電気を用いて水を電気分解して生成し、タンクに保存することができる。移動体は、その生成した水素を利用して燃料電池で発電して電気自動車を走行させる。このような電気自動車は、燃料電池電気自動車と呼ばれている。燃料電池は高価であり、そのことが燃料電池電気自動車の普及の妨げとなっていることから、我々は小型の燃料電池を用いた燃料電池電気自動車(micro FCV と命名)を開発している。

別の太陽エネルギーの利用として植物油が考えられる。ヒマワリや菜の花等の種から搾り出した植物油を利用してディーゼルエンジンを動かし移動体を駆動する。ディーゼルエンジンは駆動時に二酸化炭素を排出するが、植物は成長時に二酸化炭素を吸収するため、相殺される。この考え方は、カーボンニュートラルと呼ばれる。燃料として、育てた植物から直接自分で絞った油、あるいは家庭で使用された植物油の排油も利用可能である。震災時に、家庭用植物油で自動車を動かせれば、地域を孤立させないですむ。しかしながら、そのような油は、燃料メーカーが製造販売した燃料とは違い品質が保証されていない。そこで、我々は、ディーゼルエンジン発電システムと電気自動車を組み合わせたハイブリッドシステムを検討している。トラブルにも電気自動車として走行して修理工場まで走行ができる。我々は、bio EV と命名して開発を進めている

本報告では、以上に述べた小型の燃料電池を用いる小型燃料電池電気自動車と、植物油を用いたディーゼル発電システムと電気自動車を組み合わせた bio EV について報告する。

2. 研究の必要性および従来の研究

太陽エネルギーを利用した移動体の開発は、地球温暖化を防ぎ地球の生態系を良好に維持するため、そして有限である化石燃料の使用を抑えるため、そして震災時等非常時に地域を孤立させないために、非常に重要である。本研究では、太陽エネルギーを利用した移動体の具体例として、水素を利用した小型燃料電池電気自動車(micro FCV)と、植物油を利用してディーゼル発電して走る電気自動車(bio EV)を開発している。

燃料電池電気自動車は、多くの企業で研究開発されているが、100kW 程度の大出力の燃料電池を用いているため、非常に高価であり、実用化には長い年月が必要と言われている。我々が提案しているシステムは、小型の燃料電池を用いるため、実用化までの年月を短縮することができる。また、植物油を利用したディーゼル自動車も一部で研究されているが、燃料として品質が保証されていない家庭用植物油を利用するとトラブル時に対応できないという問題がある。我々の提案している bio EV は、電気自動車とのハイブリッドシステムとすることで、そのトラブルを解決する。一般的に、バイオ燃料は、植物油をエステル化して粘度を下げ、さらに軽油に 5%程度混合させて用いる。我々は、絞った植物油あるいは排油をエステル化せず、直接に使用する予定である。

3. 期待される効果

太陽エネルギーを利用した移動体の開発は、地球温暖化を防ぎ地球の生態系を良好に維持すること、有限である化石燃料の使用を抑えること、そして震災時等非常時に地域を孤立させないこと等ができる。具体的には、小型燃料電池電気自動車(micro FCV)は、小型低価格の燃料電池を利用するため、実用化までの開発期間を短縮できる。また、植物油を利用してディーゼル発電して走る電気自動車(bio EV)は、家庭用植物油で走行が可能であり、カーボンニュートラルシステムが構築できる。絞った植物油あるいは排油をエステル化せず、直接に使用すると、燃料の価格を低く抑えること、あるいは個人的に絞った植物油を直接使用できる。

4. 研究経過および結果

小型燃料電池電気自動車(micro FCV)は、システムがほぼ完成して、走行が可能な状態となっている。2012 年 7 月末に、秋田県大潟村スポーツラインにて長時間長距離試験走行を実施し、3 日間で 375km を走行した。車両全体機械系、車両全体制御系、計測制御系、後輪駆動機械系、後輪駆動制御系、燃料電池制御系、水素配管系等が完成している。[1-10, 12-14]

植物油を利用してディーゼル発電して走る電気自動車(bio EV)は、電気自動車システム部がほぼ完成し、学内グラウンドで走行試験を実施した。ディーゼル発電システム部は、機械系が組み上がり、軽油を用いた発電実験を開始した。別途、家庭用植物油、植物油の使用済排油を用いた実験を開始する予定である。植物の栽培も行い、植物を用いた持続可能社会の教育モデル構築も目指す[16, 17]。

単三充電電池を用いた小型電気自動車競技会を実施して、太陽エネルギーを利用した電気自動車教育モデルの構築も目指す[11, 15]。

5. 今後の計画

小型燃料電池電気自動車(micro FCV)については、ナンバー取得し、公道走行実験を行う。植物油を利用してディーゼル発電して走る電気自動車(bio EV)については、各部を完成させる。その後、全体システムを完成させて走行実験を行う。各種の植物油を利用したディーゼル発電を行い、問題点の抽出とその問題点の解決を行う。植物の栽培も行い、植物を用いた持続可能社会の教育モデル構築、そして単三充電電池を用いた小型電気自動車競技会を実施して、太陽エネルギーを利用した電気自動車教育モデルの構築も行う。

6. 研究成果の発表

国内の日本機械学会や太陽エネルギー学会、そして IEEE 関係の国際会議等で論文発表を行う。

参考文献

- [1]高橋良彦、西村一郎、小型燃料電池電気自動車を用いた環境システム教育、燃料電池、vol.9, no.1, pp.128-131 (2009)
- [2]Y.Takahashi, S.Matsuo, and K.Kawakami, Energy control system of solar powered wheelchair, Solar Energy, Intech, pp.131-144 (2010)
- [3]高橋良彦、西村一郎、20W 級燃料電池を用いた一人乗り超小型燃料電池移動システム(Pico FCV)を用いたエコラン競技会、燃料電池、vol.10, no.2, pp.113-121 (2010)
- [4]Y. Takahashi, K. Hirayama, K. Iwaki, H. Suzuki, and T. Tanaka, Optimum Ecology Driving for Electrical Vehicle and Fabrication of Small Fuel Cell Electrical Vehicle, IEEE Int. Conf. on Sustainable Energy Technologies, pp.631-636 (2008)
- [5]Y. Takahashi, Ultra Light Weight Fuel Cell Electrical Vehicle (UL-FCV), IEEE Int. Symposium on Industrial Electronics, pp.189-194 (2009)
- [6]Y.Takahashi, and S. Matsuo, Running Experiments of Electric Wheelchair Powered by Natural Energies, IEEE Int. Symposium on Industrial Electronics, pp.945-950 (2011)
- [7]S.Yamaguchi, T.Yamazaki, Y.Namekawa, R.Nakajima, and Y.Takahashi, Running Experiments and Energy Saving Running Simulations of Practical Single Person Operated Ultra Small Fuel Cell Vehicle (micro FCV), ISES Solar World Congress, pp.149-160 (2011)
- [8]T.Yamazaki, Y.Namekawa, S.Yamaguchi, R.Nakajima, and Y.Takahashi, Control System and Purging Effects of Practical Single Person Operated Ultra Small Fuel Cell Vehicle (micro FCV), ISES Solar World Congress, pp.101-109 (2011)
- [9]Y.Namekawa, S.Yamaguchi, T.Yamazaki, R.Nakajima and Y.Takahashi, Mechanical Designs and Fuel Cell Temperature Characteristics of Single Person Operated Fuel Cell Vehicle with 1kW Fuel Cells (micro FCV), ISES Solar World Congress, pp.121-132 (2011)
- [10]Y.Takahashi, and Y.Kaji, Measurements of Metal Hydride Hydrogen Tank used for Hybrid Electrical Chair with Photovoltaic and Fuel Cell, IEEE Int. Conf. of Sensing Technology, pp.478-483 (2011)

- [11]Y.Takahashi, Step-by-Step Mechatronics Programming Learning for Solar Energy Education, Int. Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET), 6 pages (2012)
- [12]S.Yamaguchi, T.Yamazaki, Y.Namekawa, and Y.Takahashi, Hybrid Energy Control Using DC-DC Converter for Single Operator Fuel Cell Vehicle, IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference (VPPC), pp.1188-1193 (2012)
- [13]T.Yamazaki, Y.Namekawa, S.Yamaguchi, and Y.Takahashi, Dual Drive Train for Single Operator Fuel Cell Vehicle, IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference (VPPC), pp.1182-1187 (2012)
- [14]Y.Namekawa, S.Yamaguchi, T.Yamazaki, and Y.Takahashi, Running Management of Single Operator Fuel Cell Vehicle, IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference (VPPC), pp.1176-1181 (2012)
- [15]Y.Takahashi, and K.Uda, Ultra-Small Electric Vehicle Competition Using Small Rechargeable Batteries – pico-EV Eco Challenge 2012 -, Int. Conf. on Control, Automation and Systems, pp.498-503 (2012)
- [16]坂口正樹、佐々井博孝、瀬戸健夫、吉田竜太、安齋友幹、滑川貴隆、山崎翼、山口悟、高橋良彦、Bio EV(バイオディーゼル発電して走る電気自動車)のコンセプト設計、日本機械学会関東支部総会講演会論文集、(2012.3.)
- [17] 佐々井博孝、坂口正樹、吉田竜太、瀬戸健夫、安齋友幹、滑川貴隆、山崎翼、山口悟、高橋良彦、Bio EV(バイオディーゼル発電して走る電気自動車)に用いる制御システムの検討、日本機械学会関東支部総会講演会論文集、(2012.3.)

3. エネルギーマネージメント・ エネルギーシステム

学内電力使用見える化

研究者名：情報工学専攻 田中 博

1. 研究の目的

2011年3月に東日本大震災後の原子力発電の稼働停止や環境保全などの意識の高まりから、節電、電力利用の最適化やピークカットなどの電力使用に対する要求が高まっている。本学でも2011年夏季には国からの要請により、使用電力の上限設定を行い、その一環として使用電力の履歴をとりまとめ、その結果を関係者に公開した。これら学内外の動向を踏まえ、さらに踏み込んだ形で、本学における省エネを含めたエネルギーマネジメントとして、エネルギーシステムやエネルギー地産地消に向けた検討を先進太陽エネルギー利用研究所として行っている。その第一ステップとして、電力の使用状況のモニタ、解析のために、データの可視化や格納は必須である。H24年度は、このために本学管財課と連携して「学内電力使用見える化」に取り組んだ。

2. 研究の必要性および従来の研究

節電、電力利用の最適化やピークカットなどを行うためには、電力使用状況のモニタリングが必須である。モニタリングとデータ蓄積とその解析によって、運用方法や利用形態に反映していくことになる。使用電力状況のモニタリングに関しては、他の一部の有力大学でもすでに開発し、一般にも公開している^{(1)、(2)}。しかしながら、大学によって規模、電力の利用形態や制約は異なり、またその取得データの利活用の考え方、方法にも相違があると考えられる。この意味で、個々にモニタシステムへの要求は異なり、それぞれに利用目的を踏まえた設計、構築が必要となると考えられる。

一方、近年データの格納方法として独自にデータベースサーバを構築する方法に加えて、インターネット内のクラウドサービスを利用するシステム開発も活発化している。このため、本「使用電力見える化」の開発においても新技術に関する技術獲得、実績確保の観点や高信頼なデータ保存の観点からも、これらのサービスを積極的に活用したシステム開発を行う意義があると考えている。

3. 期待される効果

電力使用状況のリアルタイムでの可視化によって、その状況を遅延なく、かつ直感的に把握できる。したがって、電力使用に対する学内の意識向上に寄与できると考えられる。特に、夏季など使用電力がピークに達する場合など、利用に関して一定の歯止めが期待できる。

本報告での現状は、あくまで使用電力のモニタシステムとデータ格納システムの構築であるが、それを拡張することにより、学内での創生電力のモニタとそのデータ格納システムが実現できる。また、創生電力、使用電力を統合した学内エネルギーマネジメントシステムへの展開の第一歩となるものである。

4. 研究経過および結果

H24 年度では前述の通り、「学内電力の見える化」システムの設計と構築を行うとともに、実運用を開始した。以下に主なポイントを示す。

4.1 システム開発

開発した「電力見える化システム」の構成を図 1 に示す。本学管財課と連携し、H24 年度に本学管財課が導入した配電監視システムを利用することにより、二重投資の回避、短期開発を実現している。学内使用電力に関して、本配電監視システムが収集する使用電力データを別途クラウド内に実装したデータベースへ送信するソフトウェアを開発し、PC に実装した。これにより、10 分間隔での使用電力データを送信、クラウド内に格納している。したがって、基本的に本送信用 PC の保守のみでシステムの運用が可能である。電流センサと PC の設置状況（K2 号館、B1F と 1F EPS 室）を図 2 に示す。

一方、使用電力と相関があると思われる気温、湿度等の気象データも同時に取得している。気象データ取得に関しては、既に E4 号館屋上に設置している気象観測装置からのデータ伝送系に新たに分岐構成を実現するとともに（図 3）、E4 号館から K1 棟まで特小無線装置を用いてデータ中継を行い、K1 の 803 研究室設置のサーバを介してクラウド内に格納する構成としている。

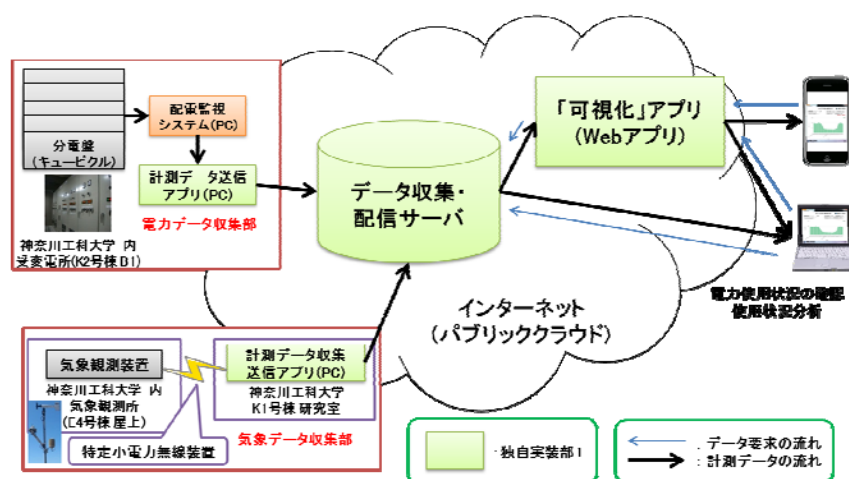


図1 「学内使用電力見える化」システムの構成



図2 電流センサと送信 PC の設置状況（K2 号館 B1F& 1F EPS 室）

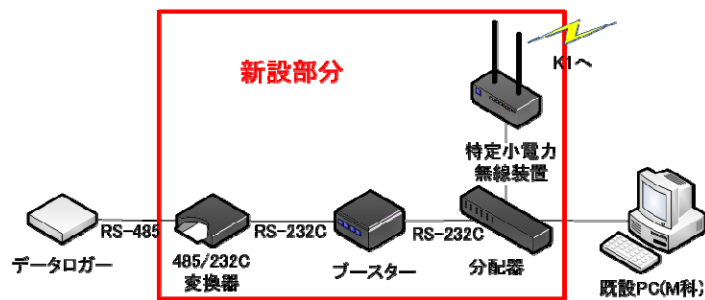


図3 気象データ受信のための構成

4.2 クラウド内実装ソフトウェア

開発したシステムでは、データ格納機能およびPCやスマートフォンなどのユーザ端末からのモニタ要求に対するデータの配信と端末のブラウザ上への表示機能は、クラウドサービスの一つであるGoogle App Engine(GAE)上に実装している。開発ソフトウェアは、基本的に電力データ、気象データを収集・格納し、配信する部分と、ユーザ端末のブラウザ上での表示を可能とするためにデータ成形を行う部分から構成している(図1参照)。現在は、開発負荷を考慮しクロスブラウザ対応は行わず、HTML5対応のブラウザでのモニタとしている。

4.3 システム運用

開発システムの安定動作を確認し、2012年10月16日から本格運用を開始した。URL：<http://i.power-monitor.kanagawa-it.ac.jp/>にて、閲覧可能である。その画面キャプチャーを図3に示す。24時間前から10分間隔での使用電力値の時系列データを示すとともに気象データ、前日同時刻比や契約電力比なども表示している。なお、これらのデータに関しては、解析のために別サイトに所定のパスワードでアクセスすることにより、指定日時範囲の電力、気象データをcsvファイル形式で一括ダウンロードする機能も実装している。また、この電力使用状況を表示するモニタ端末をK1 1Fロビーに設置している(図4)。



図4 学内使用電力モニタ出力

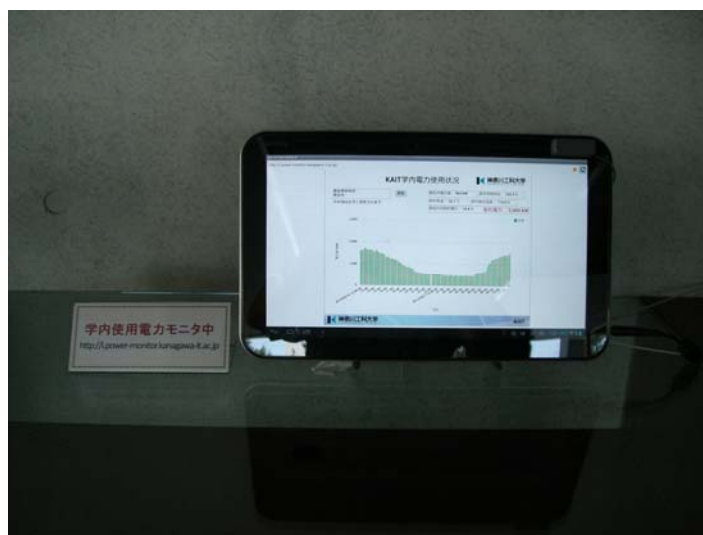


図5 「学内使用電力モニタ」タブレットの設置（K1 号館 1F ロビー）

5. 今後の計画

H25 年度は、既設の太陽電池の発生電力、本研究センターが構築中の太陽電池システムの発生電力の本クラウドへの格納機能を追加し、学内創生電力、使用電力モニタシステムとしての発展を目指す。あわせて、得たノウハウを将来の学内エネルギーマネジメントシステムへの展開に資する。

6. 研究成果の発表

本件に関する発表は、2013 年 3 月開催の電子情報通信学会総合大会において論文題名“クラウドを利用した学内使用電力可視化システムの構築と初期運用”として発表した。また、同じ 3 月開催の本学主催の IT を活用した教育シンポジウムにおいて、論文題名“クラウドを利用した「学内使用電力見える化」の取り組み”として、「見える化システム」の構成や技術要素に加えて、本学管財課と連携した本学全体の電力マネジメントの取り組みとして、本研究所の活動を紹介した。

参考文献

- (1) 東京大学の電力使用状況, <http://ep-monitor.adm.u-tokyo.ac.jp/campus/denryoku>.
- (2) 電力可視化システム - 大阪大学,
http://www.osaka-u.ac.jp/ja/oumode/UI_collaboration/electricity.
- (3) 高野了成, 中田秀基, 清水敏行, 工藤知宏, “クラウドを利用した電力可視化システムの構築”, 情報処理学会研究報告, Vol.2011-EMB-23, No.5, pp.1-8.
- (4) 田中博, 小林達也, 薬袋洋平, 秋山征己, 鈴木孝幸, 西川清, “クラウドを利用した「学内使用電力見える化」の取り組み“, IT を活用した教育シンポジウム 2012 (ISSN 1881-6061), Vol.7, pp.61-64.
- (5) 小林達也, 薬袋洋平, 秋山征己, 鈴木孝幸, 田中博, 西川清, “クラウドを利用した学内使用電力可視化システムの構築と初期運用”, 2013 電子情報通信学会総合大会, D-23-3, p.237.

4. 先進太陽エネルギー利用研究所 平成 24 年度成果

査読論文

- (1) K.Itako, "New I-V Characteristics Scan-Type MPPT Control Method for PV Generation System" Journal of Technology Innovations in Renewable Energy (USA), vol.1, No.2, pp.87-91, 2013 年 1 月.
- (2) 板子, 森, "太陽光発電システムの太陽電池混成使用時における昇降圧 DC-DC コンバータの MPPT 制御法", 電気設備学会誌 vol.32, No.7, pp.531~535, 2012 年 7 月.
- (3) 板子, 森, "燃料電池発電システムのための高効率制御方式", 電気設備学会 vol.32, No.6, pp.436~440, 2012 年 6 月.
- (4) 板子, 森, "太陽光発電システムにおける IV 特性スキャン型 MPPT 制御の部分影時の効果", 電気設備学会誌, vol.32, No.4, pp.301~306, 2012 年 4 月.
- (5) 今田, 萩野, 吉田, "太陽熱利用熱サイフオンの野外実験", 機械学会 (掲載定) TRANS. JSME, D-12-00837, 2013 年 3 月.

査読付き国際会議プロシーディングス

- (1) K.Itako, "A Detecting Interval Control in MPPT Control with I-V Characteristics Scanning for a PV Generation System" Proceedings of The International Conference on Electrical Engineering 2012 (CD-ROM).
- (2) K.Itako and H.Takahashi, "Maximum Efficiency Point Tracking Type Power Control System for a Fuel Cell Power Generation System", ECS Transactions, vol.50, 2012 (USA) (CD-ROM).
- (3) T. Kawashima, "Basic Research on an Electric Bus System Charged Quickly at Every Bus Stop Using Green Energy, (Demonstration Experiment Using EV converted Minivan)", Proceedings of JSME 2012 11th Motion and Vibration Conference joint with the ASME 2012 5th Annual Dynamic Systems and Control Conference, pp.2352-2359, Fort Lauderdale, Florida, USA, 2012.10.17-19.
- (4) Y.Takahashi, "Step-by-Step Mechatronics Programming Learning for Solar Energy Education", Int. Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET), 6 pages (2012).
- (5) S.Yamaguchi, T.Yamazaki, Y.Namekawa, and Y.Takahashi, "Hybrid Energy Control Using DC-DC Converter for Single Operator Fuel Cell Vehicle", IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference (VPPC), pp.1188-1193 (2012).
- (6) T.Yamazaki, Y.Namekawa, S.Yamaguchi, and Y.Takahashi, "Dual Drive Train for Single Operator Fuel Cell Vehicle", IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference (VPPC), pp.1182-1187 (2012).
- (7) Y.Namekawa, S.Yamaguchi, T.Yamazaki, and Y.Takahashi, "Running Management of Single Operator Fuel Cell Vehicle", IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference (VPPC), pp.1176-1181 (2012).
- (8) Y.Takahashi, and K.Uda, "Ultra-Small Electric Vehicle Competition Using Small Rechargeable Batteries – pico-EV Eco Challenge 2012 –", Int. Conf. on Control, Automation and Systems, pp.498-503 (2012).

- (9) E.Yandri, N. Hagino, K. Itako, and H. Yoshida, "Basic characteristics of a compact PV/T simulator", ASME 2012 POWER, #54126 (CD-ROM). (*Received the Award for the valued contribution*)

特 許

- (1) 板子, "太陽光発電システムおよびそれに用いる動作点補正装置、並びに、その方法", 特願 2012-114726 (2012 年 5 月).
- (2) 板子, 工藤, "太陽電池の異常状態検出方法およびその装置、並びに、当該装置を有する太陽光発電システム", 特願 2013-33614 (2013 年 2 月).
- (3) 矢田, 張, "水素ガスの密封袋、および水素ガスの溶解方法", 特願 2012-152735 (2012 年 7 月), "Sealing Bag for Hydrogen Gas, and Method for Dissolving Hydrogen Gas", 国際特願 PCT/JP/2012/79207 (2012 年 11 月).
- (4) 矢田, 張, "水素ガスの密閉容器", 特願 2012-164709 (2012 年 7 月).
- (5) 矢田, 張, "水素ガス入り密封袋を用いた水素充填用容器", 特願 2012-171268 (2012 年 8 月).
- (6) 矢田, 細村, 新川, "Hydrocarbon mixture refrigerant, freezing/refrigerating or air-conditioning system, freezing/refrigerating or air-conditioning method, and process for producing freezing/refrigerating or air-conditioning system (WO/2009/081673)", 韓国特許 10-1205442 (2012 年 11 月).
- (7) 矢田, "熱電気複合型太陽電池システム (特願 2006-283780)", 特許第 5191645 号 (2012 年 12 月).
- (8) 吉田, "太陽熱サイフォンによる発電システム", TAMA-TLO 審査中 (受付番号 2012007-KI) (2012 年 6 月).

口頭発表

- (1) 山口、山崎、滑川、高橋、1kW 級実用型一人乗り燃料電池自動車(micro FCV)におけるハイブリッド制御の検討、ロボティクス・メカトロニクス講演会 2012(2012.5.29)
- (2) 山崎、滑川、山口、高橋、1kW 級実用型一人乗り燃料電池自動車(micro FCV)における 2 系統駆動システムの検討、ロボティクス・メカトロニクス講演会 2012(2012.5.29)
- (3) 滑川、山口、山崎、高橋、1kW 級実用型一人乗り燃料電池自動車(micro FCV)における走行マネジメントの検討、ロボティクス・メカトロニクス講演会 2012(2012.5.29)
- (4) 高橋、宇田、超小型電気自動車競技会 pico-EV・エコチャレンジ 2012 開催報告、ロボティクス・メカトロニクス講演会 2012(2012.5.29)
- (5) 山口、山崎、滑川、高橋、1kW 級実用型一人乗り燃料電池自動車(micro FCV)におけるハイブリッドエネルギーシステムの検討、計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2012(2012.12.)
- (6) 山崎、滑川、山口、高橋、1kW 級実用型一人乗り燃料電池自動車(micro FCV)における駆動系および減速機の検討、計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2012(2012.12.)

- (7) 佐々井、山口、山崎、滑川、高橋、超小型電気自動車競技会(pico-EV・Eco Challenge)に用いるモータ速度制御回路の検討、計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2012(2012.12.)
- (8) 山口、山崎、滑川、高橋、1kW 級実用型一人乗り燃料電池自動車(micro FCV)におけるハイブリッド制御システムと走行実験、機械学会関東支部総会講演会(2012.3.)
- (9) 山崎、滑川、山口、高橋、1kW 級実用型一人乗り燃料電池自動車(micro FCV)における駆動系および回生システムの検討、機械学会関東支部総会講演会(2012.3.)
- (10) 滑川、山口、山崎、高橋、1kW 級実用型一人乗り燃料電池自動車(micro FCV)における自動アクセル制御の検討、機械学会関東支部総会講演会(2012.3.)
- (11) 坂口、佐々井、瀬戸、吉田、安齋、滑川、山崎、山口、高橋、Bio EV(バイオディーゼル発電して走る電気自動車)のコンセプト設計、機械学会関東支部総会講演会(2013.3.)
- (12) 佐々井、坂口、吉田、瀬戸、安齋、滑川、山崎、山口、高橋、Bio EV(バイオディーゼル発電して走る電気自動車)に用いる制御システムの検討、機械学会関東支部総会講演会(2013.3.)
- (13) 今田、萩野、吉田、太陽熱利用熱サイフォン野外実験、機械学会第22回環境工学総合シンポジウム, 403, pp.251-254, 仙台, 2012.7.5.
- (14) 萩野、吉田、自立駆動型熱サイフォンの駆動特性、機械学会第22回環境工学総合シンポジウム, 404, pp.255-257, 仙台, 2012.7.5.
- (15) 秋山、木島、萩野、吉田、熱サイフォンの駆動特性、機械学会関東支部総会講演会(2013.3.)
- (16) 小堀、加藤、鈴木、五百蔵、田中、山本、Android 端末操作のためのまばたきによる筋電位変化と判定方法の検討、2012 年電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-19-21, p.389.
- (17) 白井、秋山、鈴木、五百蔵、田中、山本、Android 端末の音声認識を用いた家電操作方法の検討、2012 年電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-19-22, p.390.
- (18) 秋山、川島、二酸化炭素排出ゼロを目指した新公共交通システムに関する基礎研究（間歇充電式電気バスにおける乗車人数の消費電力への影響）、機械学会第22回環境工学総合シンポジウム, pp.258-261, 仙台, 2012.7.5.
- (19) 川島、自然エネルギーを利用した間歇充電式電気バスシステムに関する基礎研究（EVコンバートしたミニバンによるシミュレータの開発）、機械学会 Dynamics & Design Conference 2012 (No.353), 横浜, 2012.9.21.
- (20) 板子、落合、今井、山登り法を用いたMPPT制御装置のための最大電力点補正ユニットの開発、平成24年電気関係学会関西支部連合大会(2012), No.9pmT-4.
- (21) 落合、宮澤、高橋、板子、燃料電池発電システムにおけるリフレッシュ制御法の検討、平成24年電気学会産業応用部門大会(2012), No.Y42.
- (22) 佐藤、矢田、R441a および R443a の飽和蒸気圧および気液共存曲線の測定、高圧力の科学と技術、第22巻、特別号、第53回高圧討論会(2012.11), pp.149.
- (23) 山岸、清藤、赤松、矢田、両面受光型太陽電池の発電性能に関する研究、日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー協会合同研究発表会(2012.11), pp.441-444.

- (24) 大津, 矢田, 森, 炭化水素系混合冷媒の省エネルギー性能に関する研究, 神奈川県ものづくり技術交流会(2012.11), 1PS-09, <http://www.kanagawa-iri.go.jp/info/H24/201211-koryukai/pdf/1PS-09.pdf>.
- (25) 矢田, 城倉, 深瀬, 燃料としての水素エネルギーに関する研究, 神奈川県ものづくり技術交流会(2110.11), 1PS-10, <http://www.kanagawa-iri.go.jp/info/H24/201211-koryukai/pdf/1PS-10.pdf>.

新聞、TV などマスコミ報道

- (1) 板子, ”出力、常に最大化, 神奈川工科大, 太陽光発電向けユニット開発”日刊工業新聞, 2012年5月30日 12面.
- (2) 板子, ”太陽光発電出力アップー神奈川工科大学”日刊工業新聞, 2012 年 7 月 12 日 29 面
- (3) 矢田, FM カオン「県央バンザイ！スペシャル」, ”神奈川工科大学矢田研究室のすべて”, 平成 24 年 4 月 28 日（土）, 5 月 5 日（土）放送.
- (4) 矢田, ”妻の「節電」が止まらない！ もういい加減にしてくれ！”, 小学館社「週刊ポスト」 第 44 巻第 28 号（通巻第 2188 号）（2012 年 6 月 25 日発売、7 月 6 日号、pp.54-57）.
- (5) 矢田, @NIFTY NEWS, ニュースポストセブン, ”60A から 30A で基本料金半額、アンペアダウン申し込み殺到中”, <http://news.nifty.com/cs/headline/detail/postseven-20120626-123501/1.htm>, (2012/6/26 配信).
- (6) 矢田, @NIFTY NEWS, ニュースポストセブン, ”エコ家電購入よりエアコン使用を減らす方が節電効果 UP と節電通”, <http://news.nifty.com/cs/item/detail/postseven-20120630-124453/1.htm>, (2012/6/30 配信).
- (7) 矢田, @NIFTY NEWS、ニュースポストセブン, ”「エアコンはこまめに消してはいけない」ほか節電 5 か条紹介”, <http://news.nifty.com/cs/headline/detail/postseven-20120701-124529/1.htm>, (2012/7/1 配信).
- (8) 矢田, ”節電と食卓 夏の天気が財布をにぎる！？”, 主婦と生活社「週刊女性」, 第 56 巻第 27 号（通巻第 2699 号）, (2012 年 7 月 3 日発売、7 月 17 日号、pp.40-41).
- (9) 矢田, ビジネスジャーナル, ”光熱費 0 円、売電で小遣い稼ぎも！？スマートハウスを狙え！”, http://biz-journal.jp/2012/08/post_584.html, (2012/8/27 配信).
- (10) 矢田, livedoor ニュース, ”光熱費 0 円、売電で小遣い稼ぎも！？スマートハウスを狙え！”, <http://news.livedoor.com/article/detail/6888613/>, (2012/8/27 配信).

展示会等

- (1) 板子“新型 MPPT コントローラー—KDDI/KDDI 研究所と共同開発—”(展示)スマートグリッド展 2012, 2012 年 5 月 30 日～6 月 1 日.
- (2) 板子“太陽光発電システムのためのMPPT動作点補正装置の開発”(講演)協創プロジェクト, さがみはら産業創造センター, 2012年6月18日.
- (3) 矢田“地球環境と企業の経費削減のための創エネ、蓄エネそして省エネ技術”(講演)第 1 回創・蓄・省エネフォーラム, 相模原市（サン・エールさがみはら）, かながわ環境関連産業ネットワーク主催, 2012年7月 31日.
- (4) 板子, “太陽光発電システムにおける部分影時のための外付MPPT補正ユニットの開発”(講演)新技術説明会, (独)科学技術振興機構(JST)主催, 2012年8月21日.
- (5) 板子, PV Japan 2012“プラグインソーラーパーフェクト(MPPT動作点補正装置)”, 2012年12月5日～12 月7日.
- (6) 板子, プラグインソーラーパーフェクト(MPPT動作点補正装置)(講演), TLO産学連携事業発表会, 2012

年12月13日.

- (7) 吉田,田中,川島,板子,“ハイテク熱サイフォン”,“キャンパスエネルギーシステム”,川崎国際環境技術展2013, 2013年2月1日～2日.
- (8) 矢田,“今注目のノンフロン自然冷媒(炭化水素ガス)への取組み”,第4回JETPO省エネ環境シンポジウム,東京(新宿区民ホール、新宿),日本環境技術推進機構(JETPO)主催,2013年2月20日.
- (9) 板子,“新製品MPPT型太陽光充電コントローラー”(企業と共同出展),太陽光発電システム施工展2013, 2013年2月27日～3月1日.
- (10) 板子,“系統連系型太陽光発電システムの高効率パワーコンディショナの開発”(講演予定)JST推奨シーズ新技術説明会,(独)科学技術振興機構(JST)主催,2013年3月4日.
- (11) 吉田,田中,川島,板子,“ハイテク熱サイフォン”,“キャンパスエネルギーシステム”,テクニカルショウ横浜2013,第34回工業技術見本市,2013年2月6日～7日.