

「ゼロエネ+エネハベ」がつくる健康 HEMS の研究

山梨紘哉^{†1} 湯浅泰樹^{†1} 小田原健雄^{†1} 岡本健司^{†2}
関家一雄^{†3} 杉村博^{†1} 三栖貴行^{†1} 一色正男^{†1}

概要: 我々の IoT スペース内で ECHONET Lite 機器を制御する健康 HEMS コントローラーを作成し、ゼロエネ HEMS と健康エネハベ HEMS を組み合わせた健康 HEMS の可能性について検討した。健康 HEMS のコンセプトは、健康促進としてエネルギーハーベスト発電をすることである。健康と省エネを両立させる次世代の HEMS の可能性を示す。

キーワード: HEMS, IoT スペース, エネルギーハーベスト, ECHONET Lite

Study on “Healthy HEMS”, A Combination of Zero-Energy System and Healthy Energy-Harvest System

HIROYA YAMANASHI^{†1} TAIKI YUASA^{†1} TAKEO ODAHARA^{†1}
KENJI OKAMOTO^{†2} KAZUO SEKIYA^{†3} HIROSHI SUGIMURA^{†1}
TAKAYUKI MISU^{†1} MASAO ISSHIKI^{†1}

Abstract: We made a HEMS controller that controlled ECHONET Lite appliances in our IoT-space and studied the possibility of “Healthy HEMS”, a combination of Zero-Energy HEMS and Healthy Energy-Harvest HEMS. The concept of Healthy HEMS is to utilize energy-harvest to generate power along with promoting health. The combination of health and energy-conservation will show a future of next generation HEMS.

Keywords: HEMS, IoT-space, Energy-Harvest, ECHONET Lite

1. はじめに

近年エアコンなどの家電製品の普及により、生活が豊かになるにつれ、家庭での電力消費量の増加は著しくなっており、豊かな生活を送ることができるようになった一方で運動不足や生活習慣などの健康面が懸念されている。

そこで我々は効率的に電力を使用することが目的の HEMS(Home Energy Management System)で、健康面を考慮しつつ生活における消費電力量を削減することはできないかと考えた。健康 HEMS の実験環境には我々の IoT(Internet of Things)スペースを使用し、「創エネ」、「蓄エネ」、「省エネ」に健康促進エネハベを加えた 4 点を満足する、HEMS 通信を利用したエネルギーコントロールについて検討した。健康促進を目的に自転車をこいだときの運動エネルギーをバッテリーに充電して、エネルギーハーベストを実現する。健康促進とともにエネルギーハーベストで得た電力を、HEMS 管理のもとに使用することで、健康と省エネの両立が可能となる健康 HEMS を実現する。

2. 健康 HEMS の実験環境

健康 HEMS の研究を行うために、IoT スペースを作成し「創エネ」、「蓄エネ」、「省エネ」と健康促進エネハベについて検討した。IoT スペースの内容は次の通りである。

2.1 IoT スペース

HEMS の開発環境を整える一環として、IoT スペースと名付けた 3 次元環境の作成を行った。IoT スペースはキッチン、没入空間、プライベートスペースの 3 部屋から構成されており、ECHONET Lite(EL)という通信規格を利用して HEMS での制御が行えるようになっている。接続する家電機器は、経産省の指定する重点 8 機器（給湯器、照明、エアコン、太陽光発電、電気自動車、蓄電池、燃料電池、スマートメータ）を中心に接続される。重点 8 機器のうち燃料電池と電気自動車についてはエミュレータで代用して、IoT スペース内の機器の制御が可能なコントローラーを作成した。図 1 に IoT スペース内のネットワーク構成図を示す。本研究では主にキッチンスペースを使用している。図 2 にキッチンスペースの様子を示す。

^{†1} 神奈川工科大学
Kanagawa Institute of Technology

^{†2} 神奈川工科大学大学院
Graduate School of Kanagawa Institute of Technology

^{†3} 神奈川工科大学 スマートハウス研究センター
Smart House Research Center, Kanagawa Institute of Technology

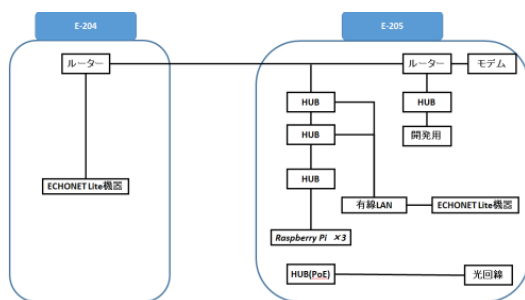


図 1 IoT スペース内のネットワーク構成図
 Figure 1 A diagram of the network in our IoT-space.



図 2 キッチンスペース
 Figure 2 A photo of a space for kitchen.

2.2 エミュレータ

IoT スペースの機器の設置の際に重点 8 機器に含まれている燃料電池、電気自動車の二つの機器は、エミュレータで代用した。これらは ECHONET 機器オブジェクト規定に従い、各機器の ECHONET Lite 制御に必須な項目を中心に制御ができるようにした。

2.3 コントローラー

ECHONET Lite 機器を操作する簡易なコントローラーとして、神奈川工科大学 HEMS 認証支援センターが無料配布している Super Speed Node Generator (SSNG)がある。図 3 に SSNG の画面を示す。このコントローラーを参考にして IoT スペース内の機器の制御を行うコントローラーを作成した。IoT スペースには多数の機器があるが、1つのコントローラーで IoT スペース内の全機器を制御できるようになっている。制御できる内容については、個別の電源 ON/OFF と動作状態の確認を中心とし、複数設置されているエアコンや照明については一括制御も可能にしている。

個別制御は個別の IP アドレスを指定して、制御内容を送信することでやっている。一括制御の場合には IP アドレスをマルチキャスト(224.0.23.0)に指定して制御内容を送信している。

コントローラーは Android 上で作成しており、アプリケーションとして動作が可能になっている。



図 3 Super Speed Node Generator(SSNG)の画面
 Figure 3 A screenshot of Super Speed Node Generator(SSNG).

2.4 ゼロエネ HEMS

IoT スペースを利用した HEMS 研究として、機器の制御による省エネの検討を行った。例としてエアコンでは、30分以内ならこまめに ON, OFF を行うよりも、ON 状態を維持した方が運転開始時に必要な消費電力の分電力を抑えることができるというデータがある。この内容を参考に考えると、短時間の外出ではこまめに ON, OFF を行うと起動時に必要な電力の分消費電力が多くなってしまふ。そこで一定時間経過したときに自動で電源を OFF にすることを IoT コントローラーで行うことができるようにした。また、外出時の切り忘れ防止のため、コントローラーに複数の種類の家電機器を OFF にする制御も組み込んだ。

2.5 健康エネハベ

今回は健康的な面も考慮し、自転車をごくことによって発生した電力をエネルギーハーベストとして利用することを目的とした。健康エネハベで得られた電力の使用先として、廊下や玄関などの使用時間の短い場所での照明としての使用を検討した。

表 1 に充電測定時の条件、図 4 に充電測定時の環境を示す。充電の測定は 15 分を 1 セットとしてバッテリー残量ランプが 4 になるまで自転車でいき、4 になってからは 2 回測定をする。カロリー計算と距離についてはペダルをこいだ回数を数え、ジムバイクで負荷を調整し、測定を行った。

負荷側の測定では最初の 1 回目を比較対象として AC 電源の充電器を使用して充電したもので測定を行い、2 回目以降は自転車で人力充電したバッテリーを使用した。図 5 に放電測定時の環境を示す。バッテリーの接続端子をカープラグ、USB 電源と変換し、電流・電圧の測定が可能な USB 電力計測器を間に入れて ECHONET Lite での制御が可能な照明を 4 台接続した。照明は点灯状態のまま 30 分間隔で消灯するまで測定を行った。測定項目は、経過時間、USB 計測器で計測された電流・電圧、電源の電圧、点灯しているライトの個数、バッテリー残量ランプである。

表 1 充電測定時の条件

Table 1 Conditions for measuring charge.

測定機器	自転車	AERO ASSISTANT
	ジムバイク	AFB7012
充電モード負荷	最大	
測定間隔	15分	



図 4 充電測定時の環境

Figure 4 A photo for devices measuring battery-charging.



図 5 放電測定時の環境

Figure 5 A photo for devices consuming the charged power.

2.6 健康 HEMS

健康促進で生成した電気エネルギーを省エネに用いることができるケースを検討した。小型照明を「EL エネハベ照明」として足元を照らすように設置すれば、夜中にトイレに行く程度のために廊下や部屋の電気を点ける場合などには、大型天井灯を点けるよりも省エネになって、なおかつ前節で充電したバッテリーの電気を有効利用することができると考えた。

そこで IoT スペースの天井に設置されている 2 台の天井灯 (LEDH81718XLC-LT3) を大型天井灯とみなし、自作の小型照明を足元用「EL エネハベ照明」にし、どちらも ECHONET Lite で制御した。夜中というような条件が設定されている場合、人が大型天井灯「EL 天井照明」用のスイッチを ON にしたとしても、HEMS コントローラーが介在して大型天井灯ではなく足元用「EL エネハベ照明」を ON

にするという制御を行う。

HEMS コントローラーには HEMS 認証支援センターが同じく無償配布している Canvas を使用し、Android 上で動くソニー CSL の提供する EL 変換ソフト Kadecot を通して制御するシステムを構成した。図 6 に EL エネハベ照明、図 7 に EL エネハベ省エネ制御構成を示す。

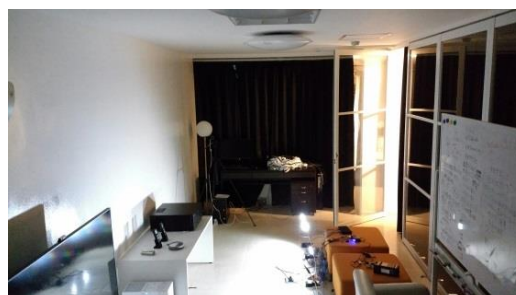


図 6 EL エネハベ照明

Figure 6 A photo of “EL energy-harvest light”.

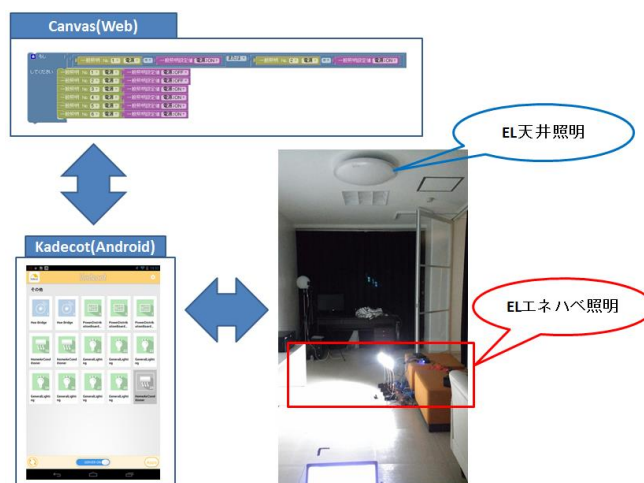


図 7 EL エネハベ省エネ制御構成

Figure 7 A diagram of the EL energy-harvest and energy-conservation control system.

3. 実験結果

3.1 ゼロエネ HEMS

ECHONET Lite を利用して家電機器をネットワーク接続すれば、1 つのコントローラーで複数の種類の機器の操作が行うことができ、家電機器の連携が可能になるため、省エネの可能性を広げることができると考えられる。

3.2 健康エネハベ

図 8 に 2.5 節で述べた充電時間の実験結果を示す。本研究の結果では充電に平均 3 時間かかった。

図 9 に走行距離、図 10 に消費カロリーを示す。15 分間での平均走行距離は 3.3(km)、平均消費カロリーは 31(kcal)

となった。3時間での積算平均は 42.9(km)で 355(kcal)となった。

図 11 にバッテリー持続時間と積算電力量を示す。照明の平均持続時間は7時間だった。しかし測定時は、バッテリー残量がなくなるまで ON を維持したため、廊下などの短時間での使用を考量すると、この結果よりも持続時間は長くなるのではないかと考えられる。今回の結果より、バッテリー残量ランプが 4 の時の電力量は充電器を使用したものが 84.1(Wh), 自転車で充電したものが 71.3(Wh)である。また、残量ランプの変わるころではランプ 1 が 15.8(Wh), ランプ 2 が 31.7(Wh), ランプ 3 が 58.2(Wh)となった。

今回使用した, EL エネハベ照明の合計消費電力は平均で 10.5(w)だった。全光状態で 44(W)の EL 天井照明 7 時間使用したときの消費電力は 616(Wh)となる。EL エネハベ省エネ制御を取り入れたことにより、消費電力の削減ができた。

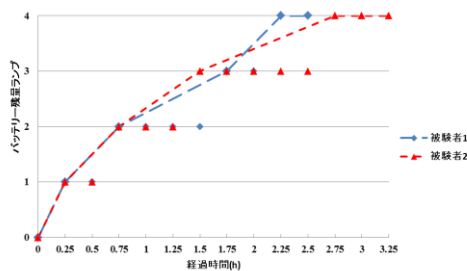


図 8 充電に要した時間
Figure 8 Time for battery charging.

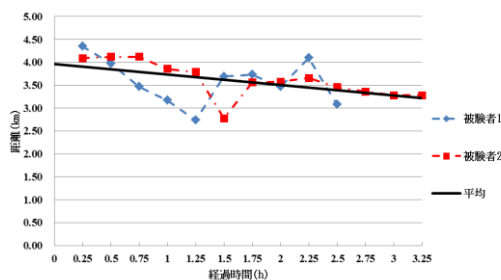


図 9 換算走行距離
Figure 9 Load converted to mileage.

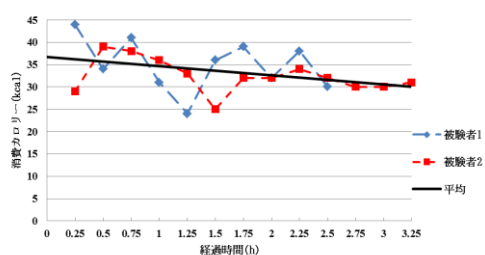


図 10 消費カロリー
Figure 10 Consumed calories.

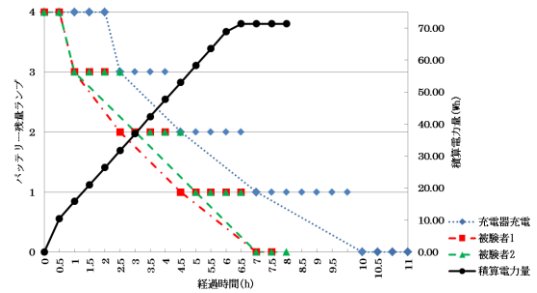


図 11 バッテリー持続時間と積算電力量
Figure 11 Charged energy in Wh and dischargeable duration.

3.3 健康 HEMS

健康エネハベで得られた電力を活用し、天井 EL 照明と EL エネハベ照明の切り替えの制御を HEMS で行うことができた。3時間の自転車こぎで 355(kcal)消費して、71.3(W)の電力を補うことができる。これにより健康エネハベによる健康促進と、ゼロエネ HEMS の省エネの両立を実現する健康 HEMS としての機能を確認することができた。

4. まとめ

ゼロエネ HEMS と健康エネハベを組み合わせた健康 HEMS について研究を行った。健康エネハベとゼロエネ HEMS を組み合わせた健康 HEMS は健康と省エネの実現に貢献できると考えられる。今回はゼロエネ HEMS のコントローラーとエネハベ照明の制御システムが別々に書いたため、統合してより効率的な切り替えを可能にしたい。また ON, OFF の制御だけではなく、他の機能も制御可能なコントローラーの改良を目指したい。

参考文献

- 1) APPENDIX ECHONET 機器オブジェクト詳細設定
https://echonet.jp/wp/wp-content/uploads/pdf/General/Standard/Release/Release_G_jp/Appendix_G.pdf
- 2) ECHONET Lite 規格書
https://echonet.jp/spec_v111_lite/
- 3) 杉村博, 笹川雄司, 一色正男"自分で作ろう! スマートハウス ①スマートハウスと ECHONET Lite", OHM, Vol.102, No.5, pp53-59, May 2015,
- 4) 電力中央研究所 システム技術研究所: エアコンの間欠運転と連続運転の節電効果比較
<http://criepi.denken.or.jp/setsuden/pdf/home20110804.pdf>