

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 10 月 20 日現在

機関番号：32707

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25350051

研究課題名(和文) 太陽光発電・電気自動車・蓄電とHEMS活用した低炭素スマートライフスタイルの研究

研究課題名(英文) Study on Smart lifestyle using Home solar power generator, Electric Vehicle and HEMS -Research in Experimental house, Chigasaki city and Toyama city-

研究代表者

九里 徳泰 (Noriyasu, KUNORI)

相模女子大学・学芸学部・教授

研究者番号：90338658

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、エネルギー利用の増加が著しい一般生活において、日本及び世界各国で求められている「低炭素スマート・ライフスタイル」を実証研究し、その普及可能性を検討した。4.480kWの太陽光発電装置と太陽熱集熱ユニットで6616kWhを得た。3年間の実験の結果、電気自動車を用いた生活でもエネルギー収支がプラスになる月があることが判明し、年79%のエネルギー自給率であった。ゼロエネルギー収支、カーボンフリーにするには、BAUを仮定した場合、5.7kW以上の太陽光発電装置を設置、木質バイオマスを利用した給湯システムの導入が考えられ、災害時における家庭のエネルギー自給の可能性を実証することができた。

研究成果の概要(英文)：In this study experimental research was hold about the zero energy house which aimed at zeroing an annual energy balance. The system generated 6,616kWh with a photovoltaic power generation device (4.486kW panel) and solar heat unit. It became clear that there was the month when energy balance positive even using the electric vehicle and it was 79% a year of energy self-sufficiency ratio.

研究分野：環境経営

キーワード：低炭素スマート・ライフ スマート・ライフスタイル 社会の低炭素化 エコ・ハウス ゼロエナジー住宅 カーボンフリー 電気自動車 太陽光発電

1. 研究開始当初の背景

日本において低炭素社会を達成するためには、産業、運輸、家庭の各部門での低炭素化を実現しなくてはならないが、日本の家庭部門においては 1990 年比で 2009 年では 26.9%も上昇している。低炭素社会実現における家庭部門の低炭素化が求められる背景である。日本においては 2000 年から本格的に住宅建設大手メーカーが太陽光発電システムを取り入れた光熱費ゼロ住宅の販売を始めたが、家庭部門での最大の CO₂ の発生源である自動車を含めた対応ができておらず、また、家電製品の大型化、高機能化により家庭から排出される CO₂ は減少していない。エネルギーゼロ住宅の学術研究は、日本では住宅建設メーカーの研究所から多くの先行研究がなされている。

太田勇,ゼロ・エネルギー住宅,冷凍(日本冷凍空調学会)75(869), pp200-204, 2000 年が本研究に関する初出の論文の 1 つであるが、その後 10 数年の内に多くの論文が出されてきた。その中でも、宇田川光弘,環境持続型太陽エネルギー利用住宅の研究,環境持続建築受託研究,2010 年は包括的にまとめた報告書であり、ゼロ・エネルギー住宅の「断熱性能、気密性能の向上」、「高効率な住宅設備(省エネルギー)」、「創エネ設備」及びこれらの経済性に言及している。

また、ゼロ・エネルギー住宅は英国では、Zero Energy Houses とされ一般的な用語となってきた。Liping Wang et al,Case study of zeroenergyhouse design in UK, Energy and Buildings, 41(11),pp1215 - 1222,2009 では、再生可能な電気発電、ソーラー給湯システム、省エネ、窓の大きさによる断熱などの最適設計戦略が提案されている。

本研究では、ゼロ・エネルギー住宅単体での実現可能性や性能テストだけを目的とするのではなく、ゼロ・エネルギー住宅のカテゴリーの中でも、特に炭素排出に注目し、電気自動車と蓄エネシステム、HEMS を導入した、新たなスマートライフを実現するためのスマートハウス+スマートモビリティにより、日本におけるライフスタイル・カーボンフリーを検討するものである。

さらに、降雪が多い日本海側ではゼロ・エネルギー住宅の普及が低い点を考慮し、日本海と太平洋という 2 地点における実証実験を踏まえて、降雪や日照では不利であるが、日本海側と太平洋海岸という 2 地帯での比較及び普及策を考察するものである。

2. 研究の目的

本研究の目的は、ゼロ・エネルギー住宅の特に炭素排出(地球温暖化抑制)に注目し、

日本におけるカーボンゼロ住宅(電気自動車、蓄エネ設備を備える)の 2 地点での比較実証実験

HEMS (Home Energy Management

System) の効用を実証的に検証

日本におけるカーボンゼロ住宅(電気自動車、蓄エネ設備、HEMS で管理)の普及の可能性の研究

を目的とし、日本の家庭部門の低炭素化(スマート・ライフスタイル)を検討するものである。

本研究は、申請者がこれまで行ってきた「環境マネジメント」関連分野での研究の各成果を基に、産業ではなく、増加が著しい一般生活における日本及び世界各国で求められている「低炭素スマート・ライフスタイル」を実証研究し、その普及可能性を探るものである。実証実験という定量的な裏付けを取り学術的に確固なものとするとともに、社会への応用貢献として日本における「低炭素型スマート・ライフスタイル」構築に寄与することを目的とする。

計画している、具体的な研究項目は以下である。

カーボンゼロ住宅(電気自動車、蓄エネ設備、HEMS で管理)を 3 年間モニタリングし定量的な発電・消費・エネルギー管理データを取る。

HEMS 導入による省エネ効果を調査により明らかにすること。

上記 2 つの目標達成の上に、カーボンゼロ住宅(電気自動車、蓄エネ設備、HEMS で管理)の普及の可能性を考察し、社会へ広く知らしめ「低炭素型スマート・ライフスタイル」構築に寄与すること。

3. 研究の方法

2 つの実証実験をもとに、「低炭素型スマート・ライフスタイル」構築を行う。

カーボンゼロ住宅を 3 年間モニタリングし定量的な発電・消費・エネルギー管理データを取る。

HEMS 導入による省エネ効果の調査を行う。

カーボンゼロ住宅(電気自動車、蓄エネ設備、HEMS で管理)の普及の可能性を考察し、社会へ広く知らしめ「低炭素型スマート・ライフスタイル」構築を行う。

具体的な実験内容及び研究方法は以下である。

カーボンゼロ住宅の設計と運用

建物性能(高断熱ダブルガラスサッシ)

住宅設備(全 LED 照明、電気によるクーラー、ヒーター不使用という省エネによる高効率な住宅設備)

創エネ設備(太陽光発電、太陽熱温水器)

蓄エネ設備(電気自動車のバッテリーによる EV パワーシステム)・モビリティ機材(電気自動車)

HEMS(Home energy management system)

上記の機材の検討と運用実験。

構築した実証モデル住宅(カーボンゼロ住宅)の、富山県(日本海側)と神奈川(太平洋側)の運用比較を行い、地域比較実証実験を行う。実証実験には、2 地点での実験の

ため、遠隔でデータ・ロギングをするためのインターネットを使ったwebモニタリング・システムを開発し、利用する。期間内3年、春夏秋冬による季節差においてのデータ収集を行う。実証実験はエネルギー収支と炭素収支を測定するだけでなく、導入コストと家計収支を経済学的なアプローチによる分析を行う。

・関係者へのヒアリング(国内)

業界、多方面の専門家へのヒアリングであるが、事前に重要な調査項目を確認しておき、効果的なヒアリングを行う。

・文献調査

4. 研究成果

第1期調査の対象期間は、神奈川県茅ヶ崎市2013年1月~2014年12月でEV利用を含み、富山市の3家庭は2013年9月~2014年10月で行った。

富山市では平均気温が10度以下となる12月~3月は特に家庭でのエネルギー消費が大きく増加する。また北陸特有の冬の曇天により日照時間が少なくなり発電量も減る。エネルギー収支は5~10月にプラスになる可能性が高いが、年間収支では各家庭とも6000kWhを超えるマイナスである。コスト収支は3家族すべてマイナス収支でA邸4918円、B邸71,899円、C邸24,552円(14カ月収支)である。太陽光発電に関わる設備の償還であるが、A邸14年、B邸30年、C邸17年(1kWh=42円買取、金利込)となり、茅ヶ崎市の実験住宅の償還は11~13年なのでA邸は大きくは変わらない。北陸と南関東の発電力は2割程度北陸が低い。総じて冬季の暖房のエネルギー源をどうするか大きなポイントになる。

茅ヶ崎市の実験住宅におけるエネルギー収支(バイオマス利用除く)がイーブンまたはそれに近い、プラスになるのは4月~10月で、11月~3月までの冬場は日照時間の短さから発電量が低く、給湯の負荷が高い。5月~11月において太陽熱利用自然冷媒装置の効果は高く2014年は年1100kWhの効果があり、オール電化住宅における給湯用のエネルギー削減に大きくつながる。また、電気自動車利用の電気エネルギーは、総家庭消費の7%と低くガソリンからのエネルギー転換をしても経済的にエネルギー的に環境的にも大きなメリットがある。

第1期調査の分析から以下の7点が確認された。

ガソリン車からEV利用(年間6000km走行)への変更は、低炭素ライフスタイルに極めて有効である。関東1家庭当たり年間4tのCO2排出量の内、移行により0.6t程度の削減が可能。導入においては、補助金を使えば227万円にまで車両価格は下がりガソリン車と競合できる。関東甲信越のCO2排出量(環境省2014)は、照明家電製品等からの排出(37%)、自動車用燃料(22%)、給湯(17%)

暖房(16%)となっていて、家庭からのCO2排出2位を大幅に削減できることは、極めて重要である。

関東地方で5~6kWの太陽光発電システムを導入すると家庭での年間のエネルギーバランスはEV利用を入れてもイーブンになる。

太陽光発電の家計への経済的メリットは高く、茅ヶ崎市の実験住宅では、金利を入れた償還分析では測定結果から10kW未満、1kWh=38円(2014年)という経済産業省の固定価格買い取り制度で11~13年で償還ができる。

茅ヶ崎市の実験住宅は、オール家電住宅とし、EV利用、バイオマス資源利用をすることにより、1年間の光熱費は、上下水道代を除き、バイオマス燃料代(60,000円/年)のみが費用負担となり、売電による収入でその費用が相殺される。つまり、エネルギー費用の家計負担がゼロになる。

太陽熱利用は、関東甲信越のCO2排出量は、給湯(17%)が3位となっており、茅ヶ崎市の実験住宅において年間1,100kWhのエネルギー削減となり、年間のエネルギー利用の1/7の削減に寄与している。

ペレットストーブを用いたバイオマス資源利用は、関東甲信越のCO2排出量が暖房(16%)と4位となっており検討が必要な削減部分である。バイオマス資源利用は、電気や都市ガス、灯油を使わない非化石燃料であり、CO2の排出として計上されない資源として、ゼロカーボン住宅での利用価値がある。

研究の限界に関して、導入に関するインセンティブは大きく改善されたが、既往研究で言われている、「断熱性能、気密性能の向上」に関しては今後の課題となる。

実証実験の総括を以下にまとめる。自家発電、太陽熱利用によるエネルギー収支ゼロ、EVの導入と省エネ、バイオマス利用、によるGHGs排出の大幅な削減(ローカーボン)を目指したゼロエネルギー住宅の実証実験を茅ヶ崎市と富山市で継続して行った。ゼロエネルギー収支にするには、冬季の暖房のエネルギー源の検討が必要だ。日本の国内の森林の間伐対策は大きな課題で、カーボンフリーになる木質ペレットを熱源として活用することは極めて重要な政策であると考えられる。ストーブ装置が20万円、燃料費が年間6万円(1t)となり、これが導入の問題点となる。富山での3家族のモニタリングから、各家庭によるエネルギー利用のばらつきがあることが判明した。日中家にいるかどうかという就業、学業によるライフスタイルの差異、また太陽光発電効率の差異から、設備償還期間も大きな差が開く。追加研究としてはHEMSの家庭への生活における効用と蓄電池を取り入れた研究が考えられる。

本研究を踏まえて、日本の家庭のスマートライフスタイルへの転換には、「環境負荷の少ない・倫理的な消費」によるスマート・ライフスタイルを実現する必要がある、それに

はマクロの消費動向が大きなポイントであると指摘したい。今後の社会を支えてゆく次世代の新しい消費層「ミレニアルズ」に注目し、日本における低炭素・自然共生型スマート・ライフスタイルの考察を行う必要性があると考え。

ミレニアルズとは日本の人口構造から団塊ジュニア(1970年代前半生まれを指し、広義では1970年代生まれ)以降、1980年以降生まれの消費層を日本の「ミレニアルズ」と定義される。この消費層は2000年以降に耐久消費財の潜在購入者となり、2000年代半ばから自動車や住宅という環境に関係ある耐久消費財の購入を開始する。

日本におけるミレニアルズ世代の住宅設備における環境消費、すなわち太陽光発電、高効率給湯機、LED照明消費は政府統計の分析により確認できた。(平成21年全国消費実態調査 世帯主の年齢階級別主要耐久消費財の普及率(二人以上の世帯)平成22年7月、平成26年全国消費実態調査 世帯主の年齢階級別主要耐久消費財の普及率(二人以上の世帯)平成27年7月による)。今後、高断熱サッシや高断熱壁の導入の調査の必要性がある。自動車に関しては50、60歳代のハイブリッド車の所有率が高い。総務省全国消費実態調査で収入の高さとハイブリッド車の所有の高さは明らかになっている。ミレニアルズ世代は特に90年代に生まれた世代が自動車を持たない選択が見え、平均所得の低下を加味しても移動の便益より所有の価値観の変容が伺える。古木等(2008)で環境配慮商品の購買層は「カッコいい、高級感のある、先進的な、技術が優れている」と統計分析より指摘されており従来のミレニアルズ傾向と重なっている。本研究を昇華した研究対象として「ミレニアルズと健康志向、高品質、低エネルギー型消費、環境消費と地域性」へのアプローチを行いたい。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計4件)

九里徳泰・中村元紀、太陽光発電とHEMSを活用したスマートライフスタイルの研究、第9回日本LCA学会研究発表会要旨集、2014、216-217

Noriyasu KUNORI、Study on Smart lifestyle using Home solar power generator and Electric Vehicle -Research in Experimental house, CHigasaki-city-, GRAND REWABLE ENERGY、査読有、2014、0-At-4-4

九里徳泰、低炭素スマートライフスタイルの研究 - 太陽光発電、太陽熱利用、EV、木質バイオマスを活用した実証実験 -、第10回日本LCA学会研究発表会要旨集、2015、166-167

九里徳泰、気候変動社会におけるミレニアルズ消費の研究、第11回日本LCA学会研究発表会要旨集、2016、276-277

〔学会発表〕(計4件)

九里徳泰・中村元紀、太陽光発電とHEMSを活用したスマートライフスタイルの研究、第9回日本LCA学会研究発表会、2014

Noriyasu KUNORI、Study on Smart lifestyle using Home solar power generator and Electric Vehicle -Research in Experimental house, Chigasaki-city-, GRAND REWABLE ENERGY、2014

九里徳泰、低炭素スマートライフスタイルの研究 - 太陽光発電、太陽熱利用、EV、木質バイオマスを活用した実証実験 -、第10回日本LCA学会研究発表会、2015

九里徳泰、気候変動社会におけるミレニアルズ消費の研究、第11回日本LCA学会研究発表会、2016

〔図書〕(計1件)

野村佐智代、佐久間信夫、鶴田佳史編著、よくわかる環境経営、ミネルヴァ書房 2014

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

九里 徳泰 (KUNORI, Noriyasu)

相模女子大学・学芸学部・教授

研究者番号：90338658