

論 文 題 目

- 用紙：A4 版
- マージン（余白）：上 30mm、下 30mm、左 15mm、
右 15mm
- 段組：2 段組、1 段を 87mm(段の間隔 6mm)、
各段 25 文字× 45 行
- 記入方法：
 - 1 行目（左端）（明朝 10pt）
「新潟大学工学部建設学科建築学コース」

 - 2 行目（左端）（明朝 10pt）
「卒業研究梗概 平成 26 年度」(卒業研究選択者)
(中間は「卒業研修梗概」)

 - 4 行目中央 （ゴシック 12pt) 論文題目
 - 5 行目中央 （ゴシック 10pt) 論文副題
 - 7 行目右端 （明朝 10pt) 学籍番号 氏名
 - 8 行目右端 （明朝 10pt) 指導教員名
 - 10 行目以降 （明朝 10pt) 本文開始 2 段組とする
1 段を 87mm(段の間隔 6mm) 各段 25 文字× 45 行

全電化住宅における電力消費量に関する研究 電気式蓄熱床暖房とヒートポンプによる暖房の電気料金の比較

T14K666H 奥村 雪菜 指導教員 赤林 伸一 教授

1 研究目的

電力供給の安定化のために電力負荷平準化の一つとして、電力需要が減少する夜間に蓄熱・蓄冷するピークシフトが行われている。又、電気事業者は時間帯別料金プラン^{*2}を設定し、昼間^{*1}より夜間^{*1}の電力を安価に供給する金銭的インセンティブを設けている。蓄熱式床暖房^{*3}は夜間電力を利用して、蓄熱を行うことで電力のピークシフトを実現するとともに、一次エネルギー消費量及び暖房用電気料金を削減できる可能性がある。しかし、東日本大震災以降の原子力発電所が停止している現状では電源構成が変化し、特に夜間の電気料金単価が高騰したため、ピークシフトによる一次エネルギー消費量及び電気料金の削減効果を再検討する必要がある。

本研究では、住戸の2つのエリアにおいて電気式蓄熱床暖房（終日暖房）を使用した部屋（玄関・ホール・洗面所・和室:以下エリアA）とヒートポンプ式エアコン（在室時のみ暖房）を使用した部屋（リビング・ダイニング:以下エリアB）における、それぞれの温熱環境及び電力消費量の実測を行う。更に、同一住戸のエリアA+Bで前年に実測した、床暖房のみを使用した場合の電力消費量を基に床暖房のみの場合と床暖房及びエアコンを併用した場合における一次エネルギー消費量、電気料金の比較を行い、電気式蓄熱床暖房の電気料金、ピークシフトの効果を検討をする。

2 研究概要

2.1 対象住宅・部屋・設備: 図1に対象住宅2階平面（1階は車庫と納戸）を、表1に各設備の仕様と稼働時間を示す。対象住宅は新潟市に建設された住宅であり、対象室はエリアA（床暖房）及びエリアB（エアコン）である。床暖房のみで暖房を行う場合はエリアAとエリアBの両方を床暖房の暖房範囲とする。

2.2 測定方法: 測定期間は2015年4月1日～2017年3月31日の2年間とし、冬季である12月1日～3月31日について報告する。対象設備の電力消費量^{*4}は10秒間隔で測定し、対象設備設置エリアの温湿度、グローブ温度^{*5}は15分間隔で測定する。

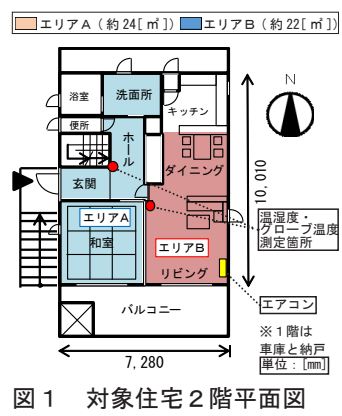


図1 対象住宅2階平面図

2.3 一次エネルギー消費原単位: 既往の研究^{x1)}手法により2017年度の東北電力の電源構成を調査し、東北電力の電力供給量と原発稼働時及び停止時の一次エネルギー消費原単位の関係（2017年度）を図2に示す。

2.4 電気料金: 表2に原発稼働時及び停止時における東北電力の時間帯別電灯Aの料金プランを示す。本研究では電気料金は税別で示す。又、昼間は7時～23時、夜間は23時～7時とする。原発稼働時の料金は昼間27.3[円]、夜間8.01[円]、停止時の料金は昼間31.66[円]、夜間10.11[円]となり、停止時の料金は稼働時と比べて昼間は約1.2倍、夜間は1.3倍である。又、昼間に対する夜間の料金比は原発稼働時で0.29、原発停止時で0.32となり夜間電力利用の金銭的インセンティブは原発停止時に約9[%]減少している。

2.5 解析方法: 測定された温湿度、グローブ温度より各室における作用温度及びPMV^{*6}の算出を行い、熱的快適性及び各設備の電力消費量の比較を行う。東北電力の一次エネルギー消費原単位より時刻別一次エネルギー消費量を、時間帯別料金プランより電気料金を算出する。

3 実測結果

3.1 PMV: 図3に2016年12月3日～2017年3月31日におけるエアコン稼働時の平均PMVを示す。各エリアにおける平均PMVはエリアAでは-0.83、エリアBでは-0.21であり、エリアAは若干寒い。

表1 各設備の仕様と稼働時間

	床暖房	エアコン
仕様	定格ヒーター電力 5.05[kW] 蓄熱材(硫酸ナトリウム・10水塩) 融解温度: 32℃ 凝固温度: 30℃	定格暖房出力: 6.7[kW] 暖房時定格COP: 4.0 通年エネルギー消費効率 (APF): 5.6
稼働時間	夜間電力(23時～7時)を使いマイコン制御により、残蓄熱量に応じて朝7時まで蓄熱。	在室時のみ

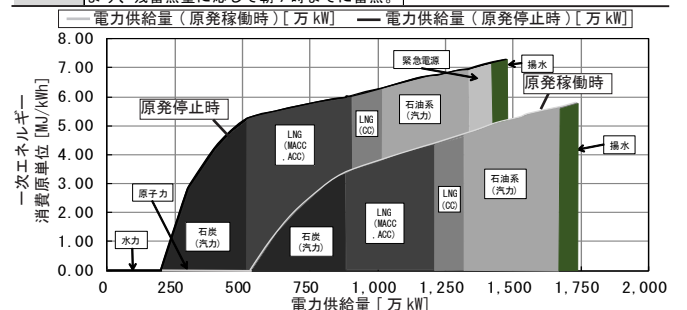


図2 東北電力の電力供給量と原発稼働時及び停止時の一次エネルギー消費原単位の関係（2017年度）

表2 原発稼働時及び停止時における東北電力の時間帯別電灯Aの料金プラン

	実施期間	基本料金 (15kVA) [円/月]	昼間(7時～23時) [円/kWh] (税別)	夜間(23時～7時) [円/kWh] (税別)	5時間通電機器割引額(蓄熱式電気暖房器等) [円/kVA]	昼間に対する夜間の料金比
原発稼働時	2008年9月1日～2013年8月31日	3,465.00	27.3	8.01	194.4	0.29
原発停止時	2014年4月1日～	3,564.00	31.66	10.11		0.32

3.2 最寒日^{*7}を含む4日間における比較：図4に最寒日を含む4日間の電力消費量と時刻別一次エネルギー消費原単位を示す。各設備の4日間積算電力消費量は、床暖房が81.05[kWh]であり、エアコンの85.60[kWh]に対して約0.95倍となる。昼間^{*1}と夜間^{*1}における一次エネルギー消費原単位の差は、原発稼働時では平均で0.22[MJ/kWh・日]、停止時では平均で0.13[MJ/kWh・日]となる。

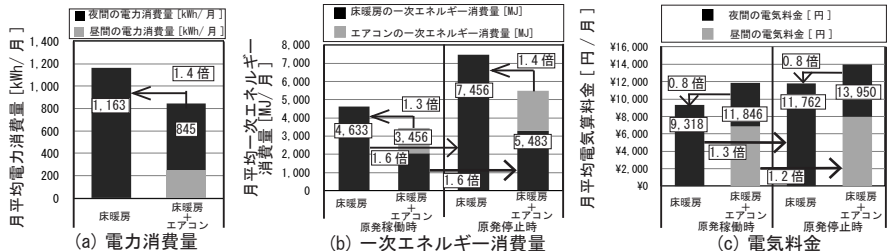
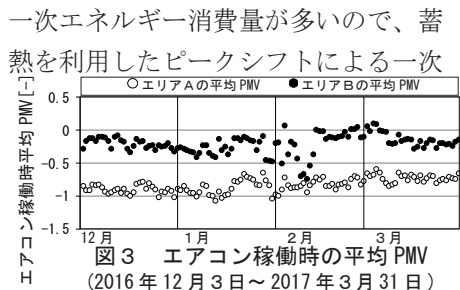
3.3 冬季における比較：冬季における1日のエアコン平均稼働時間は約12時間（昼間83%・夜間17%）である。図5に前年に測定した床暖房のみを使用した場合と床暖房とエアコンを併用した場合における日平均外気温と日積算電力消費量・日積算電気料金の関係を示す。日平均外気温と電力消費量の関係（図5(a)）は、床暖房のみに対して床暖房とエアコンを併用した場合は電力消費量が外気温によらず10[kWh/日]程度減少する。

日平均外気温と電気料金の関係（図5(b)）では、回帰直線は外気温が約8[°C]で交わる。今回対象とした住宅は外気温が8[°C]より低い場合には床暖房を使用した方が、外気温が8[°C]より高い場合には床暖房とエアコンを併用した方が電気料金は安価になると推定される。

図6に床暖房のみを使用した場合と床暖房とエアコンを併用した場合の月平均の電力消費量、一次エネルギー消費量と電気料金の比較を示す。月平均電力消費量は床暖房のみの場合1,163[kWh/月]であり、床暖房とエアコンを併用した場合の845[kWh/月]に対して約1.4倍となる。

月平均一次エネルギー消費量は、原発稼働時では床暖房のみの場合は、4,633[MJ/月]であり、床暖房とエアコンを併用した場合の3,456[MJ/月]に対して約1.3倍となる。原発停止時では床暖房のみの場合は7,456[MJ/月]であり、床暖房とエアコンを併用した場合の5,483[MJ/月]に対して約1.4倍となる。又、原発稼働時・停止時をそれぞれ比較すると、床暖房のみの場合と床暖房とエアコンを併用した場合ともに約1.6倍になる。

月平均電気料金は、原発稼働時では床暖房のみの場合は9,318[円/月]であり、床暖房とエアコンを併用した場合の11,846[円/月]に対して約0.8倍となる。原発停止時でも同様に約0.8倍となる。又、原発稼働時・停止時で電気料金を比較すると、原発停止時では原発稼働時と比べて床暖房のみの場合で約1.3倍、床暖房とエアコンを併用した場合で約1.2倍となる。床暖房のみを使用した場合、一次エネルギー消費量が多いので、蓄熱を利用したピークシフトによる一次



エネルギー削減効果はない。一方、電気料金は床暖房のみの方が安く、夜間電力利用による金銭的インセンティブを得られる。

4 まとめ

- ①今回対象とした住宅では、外気温が8[°C]より低い場合は床暖房のみ、高い場合は床暖房とエアコンを併用した方が電気料金は安価になる。
- ②蓄熱式床暖房を利用したピークシフトによる一次エネルギー削減効果はない。
- ③現在の電気料金でも電気式蓄熱床暖房を用いて夜間電力を利用することで2割程度の金銭的インセンティブを得ることができる。

注釈
 ※1 本研究において、昼間は7:00～23:00、夜間は23:00～7:00とする。
 ※2 例えば東北電力では、時間帯別電灯A（昼間31.66[円/kWh]、夜間10.11[円/kWh]）。（www.tohoku-epco.co.jp/dprivate/menu/menu_toua.html）
 ※3 夜間電力で潜熱蓄熱体に蓄熱し、その熱を終日放熱している暖房設備。
 ※4 各設備系統ごとに分電盤で電力トランスデューサとデータロガーにより測定する。
 ※5 温湿度、グローブ温度とともに、佐藤計器社製温度計SK-L1200TH II αを使用し、測定点は高さ約1,200[mm]とする。
 ※6 代謝量1.0[met]、着衣量1.0[clo]、風速0.1[m/s]と仮定し、乾球温度、相対湿度、グローブ温度は実測値、平均放射温度は計算値より算出する。
 ※7 気象庁データより、2016年12月1日～2017年3月31日において日平均外気温が最低温度を記録した日。（www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php）

参考文献
 文1) 赤林ら：「家庭用燃料電池による一次エネルギー削減効果に関する研究 その1」日本建築学会大会学術講演梗概集 2014年

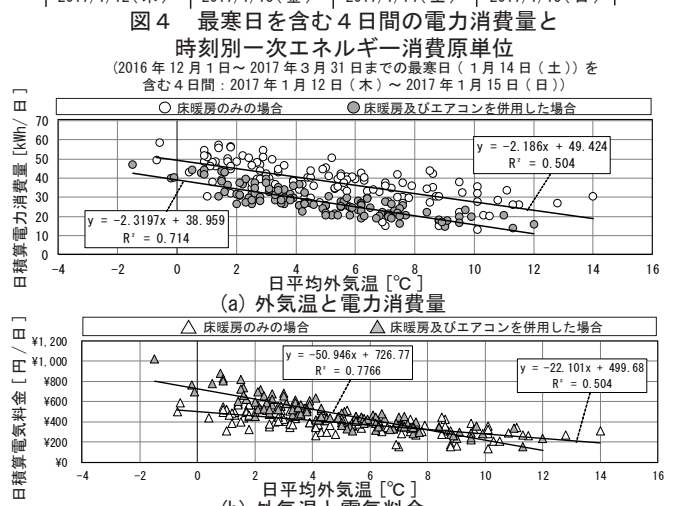
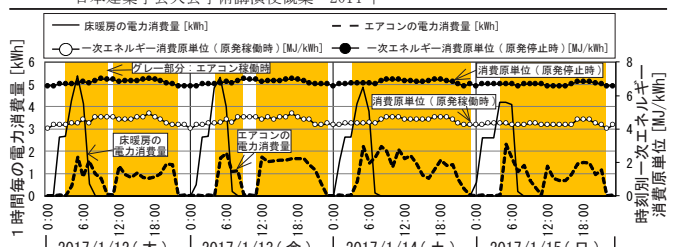


図5 床暖房のみを使用した場合と床暖房とエアコンを併用した場合における日平均外気温と日積算電力消費量・日積算電気料金の関係（原発停止時）