新潟市の全電化住宅におけるエネルギー消費量に関する研究

用途別エネルギー消費量と室温に関する長期実測調査

指導教員　有波　裕貴　助教

1　研究目的

我が国において住宅部門は全エネルギー消費の約14[%] を占めている。住宅部門におけるエネルギー消費量は家電製品の普及に伴い、1973 年度に比較して2018 年度には 1.8 倍に増加している[文1)]。住宅における省エネルギーには、エネルギー消費実態の詳細な分析が必要である。

既往の研究[文2)] では、新潟市における全電化住宅（２人住まい）を対象に、１年間の用途別電力消費量や温湿度の実測を行い報告している。しかし、住宅におけるエネルギー消費やその用途は、経済環境・社会情勢で変化すると考えられ、エネルギー消費量の分析にはより長期間の実測が必要と考えられる。

本研究では、文献２で対象とした住宅を対象に、用途別電力消費量と室内温湿度の長期実測を行い、エネルギー消費実態の分析を行うことを目的とする。

2　研究概要

2.1　対象住宅：図１に対象住宅の平面[※1]、表１に対象住宅の概要、表２に配電系統[※2]を示す。対象住宅では、分電盤で 10 系統別に電力消費の計測を行う。

2.2　実測方法：実測期間は 2015 年１月１日～ 2020 年12 月 31 日の約６年間[※3]とする。住宅全体の電力消費は10 秒間隔[※4]で、温湿度はリビングと個室①で 15 分間隔で測定する。

2.3　分析方法：配電系統ごとに電力消費量の分析を行う。特にコンセント系統は、電子レンジ、テレビ、温水トイレなど様々な機器が接続されており、これらを可能な限り分離する必要がある。図２に電力消費分離のイメージを示す。各機器の定格消費電力、実測対象住宅の居住者が各機器の使用状況を記入した日記[※5]をもとに、コンセント系統の電力消費から各機器の電力消費の分離を行うプログラム[※6]を作成する。その後、実測期間での用途別電力消費量を明らかにする。

2.4　コンセントの電力消費量の分離：図３にコンセント系統の電力消費量、表３にコンセント系統の分離機器用途[※7]を示す。機器ごとに電力消費を分離したものを機器分離、複数の機器が含まれているが、用途ごとに電力消費を分離したものを用途分離とする。コンセント系統の電力消費を機器分離７種、用途分離４種として分析する。

2.5　電気料金：表４に電気料金単価の経年変化[※8]を示す。2019 年の電力消費量を対象とし、2000 年 10 月、2008 年９月、2013 年９月、2020 年５月の電気料金単価を用いて電気料金の算出を行い、電気料金の経年変化を分析する。

3　分析結果

3.1　用途別電力消費量：図４に用途ごとの月別平均日積算電力消費量を示す。暖房に使用する機器は、2015 年度は床暖房＋エアコン＋蓄暖器、2016 年～ 2020 年度は床暖房＋エアコン、2017 年度は床暖房のみである。図５に用途ごとの年積算電力消費量の割合[※9]を示す。2020 年の用途ごとの電力消費量では、空調分と給湯分がそれぞれ約 40[%] である。また、調理分が約９[%] を占め、そのうち冷蔵庫が約 40[%]、IH 調理機器が約 27[%] を占める。

表１　対象住宅の概要

延床面積：190[m²]（居住面積：150[m²]）
建築場所：新潟市　　居住人数：２人
熱損失係数：1.40[W/(m²・K)]
気密性能：隙間の有効開口面積（αA'）
0.77[cm²/m²]
空調設備：セントラルエアコン
個別エアコン
暖房設備：潜熱蓄熱式電気床暖房11[kW]
換気設備：全熱交換型換気扇２台
（風量　弱80[m³/h]で運転）
使用エネルギー：電気のみ（全電化住宅）

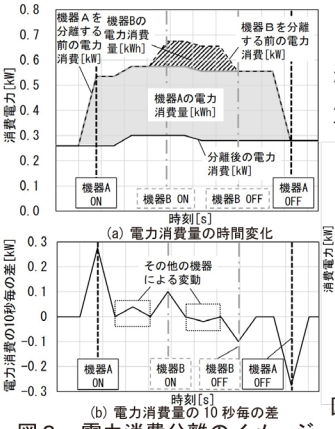


図２　電力消費分離のイメージ

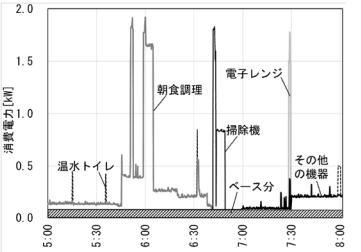


図３　コンセント系統の電力消費量
（2020 年５月 27 日５:00 ～８:00）

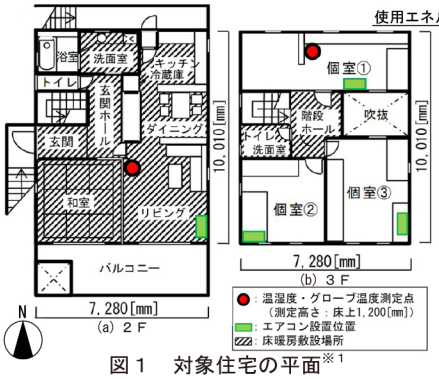


図１　対象住宅の平面[※1]

表２　配電系統[※2]

系統	電気機器	備考
1	床暖房	潜熱蓄熱式電気床暖房
2	セントラルエアコン	測定期間での使用はない。
	エアコン（２Ｆリビング）	リビング（２Ｆ）に１台
3	エアコン（３Ｆ個室）	各個室（３Ｆ）に１台（計３台）
	洗濯機	電力消費量0.091[kWh/回]
4	蓄暖器	顕熱蓄熱式電気暖房
5	換気扇	全熱交換型換気扇
6	温水器	温水容量460[L]
7	コンセント	電子レンジ、テレビ他
8	冷蔵庫	内容積470[L]
9	IH調理機器	２[kW]×２台
10	照明	LED

表３　コンセント系統の分離機器用途[※7]

(a) 機器分離

分離機器	時間区切り	機器毎の電力消費
温水ポット	―	100[W]
温水トイレ	―	275[W]
電気ストーブ	―	450[W]、750[W]
ドライヤー	20:00:01～22:59:59	1,200[W]
電子レンジ	調理時間以外	1,400[W]
掃除機	6:40:01～6:59:59	600[W]以上
給湯器	4:00:01～4:59:59	600[W]

(b) 用途分離

分離用途	分離する系統	時間区切り
ベース分	―	―
朝食調理	コンセント系統[W]－(分離機器の電力消費の合計[W]+ベース分の電力消費[W])	5:00:01～6:59:59
夕食調理		16:00:01～17:59:59
その他の機器		調理時間以外

表４　電気料金単価の経年変化[※8]

	昼間電気料金単価[円/kWh]	夜間電気料金単価[円/kWh]
2000年10月	28.9	5.9
2008年9月	27.3	8.0
2013年9月	32.0	10.6
2020年5月	35.0	13.1

住宅全体の電力消費量では、コンセント系統の電力消費量は約 13[%] となる。2020 年のコンセント系統の電力消費量では、その他の機器が約 39[%]、ベース分が約 34[%]、夕食調理が約 10[%]、朝食調理が約９[%]、電子レンジが約４[%]、温水トイレが約２[%] となる。給湯器やドライヤー、掃除機の電力消費量は少なく、それぞれコンセント系統の 0.7[%] 程度である。

3.2　各年度毎の実際の電気料金単価に対応した年積算電気料金：図６に 2019 年度の電力消費量を基にした各年度の電気料金単価に対応した年積算電気料金を示す。2020 年の電気料金単価を用いた場合の電気料金は、2000 年の電気料金単価を用いた場合の電気料金と比較して昼間で約 1.2 倍、夜間で約 2.2 倍、全体では約 1.6 倍になる。

3.3　冷暖房用電力消費量・電気料金と室内外温度差の関係：図７に日積算冷暖房用電力消費量・電気料金と日平均室内外温度差の関係※10 を示す。７～９月のうち、エアコンを使用している期間を冷房期間、その他の期間で床暖房もしくはエアコンを使用している期間を暖房期間とする。日平均室内外温度差が１[℃／日] 上昇すると、冷房用電力消費量・電気料金はそれぞれ約 0.77[kWh/ 日]、約 21[円／日] 減少し、暖房用電力消費量・電気料金はそれぞれ、床暖房とエアコンの併用で約 2.1[kWh/ 日]、約 47[円／日]、床暖房のみで約 3.6[kWh/ 日]、約 49[円／日] 増加する。室内外温度差に対する暖房用電力消費量・電気料金の変化はどちらも床暖房とエアコンの併用が小さくなる。床暖房とエアコンの併用が、床暖房のみに比較して省エネルギーで省コストであると考えられる。

4　まとめ

① 2020 年の用途ごとの電力消費量は、空調分と給湯分がそれぞれ約40[%] で、全体の約80[%] を占めている。

② 2020 年の用途ごとの電力消費量は、調理分が約９[%] で、そのうち冷蔵庫が約 40[%] を占めている。

③ 2020 年の電気料金単価を用いた場合の電気料金は、2000 年の単価を用いた場合と比較して約1.6倍である。

④日平均室内外温度差が１[℃／日] 上昇すると、暖房用電力消費量・電気料金はそれぞれ、床暖房とエアコンの併用で約 2.1[kWh/ 日]、約 47[円／日]、床暖房のみで約 3.6[kWh/ 日]、約 49[円／日] 増加する。

注釈

※１　対象住宅の１階はビルトインタイプのガレージである。

※２　エアコン（３Ｆ個室）と洗濯機は同一の系統で電力消費を計測しているため、それぞれの電力消費を分離する必要がある。洗濯機の定格消費電力から、使用有無の判定をする。使用していた場合は、系統３の日積算電力消費量と洗濯機の日積算電力消費量の差を求め、エアコン（３Ｆ個室）の電力消費とする。なお、洗濯機の日積算電力消費量は、同系統で、非空調期間に洗濯機を使用した場合の日積算電力消費量の平均値である 0.091[kWh] である。

※３　電力消費は、2015 年９月５日～ 10 月 30 日が測定装置の故障のため、欠測している。室温の測定は、リビングでは 2016 年 12 月２日から、個室①では 2018 年１月８日から計測している。

※４　2016 年１月１日～２月２日は１分毎に電力消費を計測している。

※５　日記には、機器毎に使用した時刻及び使用を終えた時刻が記載されている。

※６　電力消費の 10 秒間隔毎の差が、当該機器の定格消費電力の範囲に入れば、分離前の電力消費から当該機器の電力消費を差し引く。その後、電力消費の 10 秒間隔毎の差が定格消費電力の範囲内に入れば、当該機器の電力消費を差し引くことを終了する。差し引いた電力消費量の積算値を当該機器の電力消費量とする。

※７　IH 調理機器は別系統で直接計測しているため、朝食調理、夕食調理の電力消費量に含まれていない。

※８　対象住宅は東北電力の時間帯別電灯契約Ａを契約しており、現在の電気料金単価は、昼間 35.0[円 /kWh]、夜間 13.1[円 /kWh] である。本研究では、23 時から翌日７時までは夜間電気料金単価、７時から 23 時までは昼間電気料金単価を用いて電気料金の算出を行う。電気料金単価は、再生可能エネルギー発電促進賦課金単価を含み、税金、基本料金は考慮していない。

※９　朝食調理、夕食調理の電力消費量に電子レンジは含まれていない。

※ 10　住宅で消費されるエネルギーは最終的に熱に変換されると考え、給湯用以外は暖房に寄与すると仮定し、電気温水器以外の電力消費量の合計値を暖房用電力消費量とする。

参考文献

文１）資源エネルギー庁「エネルギー白書」、2020 年
文２）坂口・赤林・山口「新潟市に建設された住宅における室内温熱環境とエネルギー消費量に関する実測調査　全電化・高気密・高断熱住宅を対象として」 日本建築学会計画系論文集、2001 年

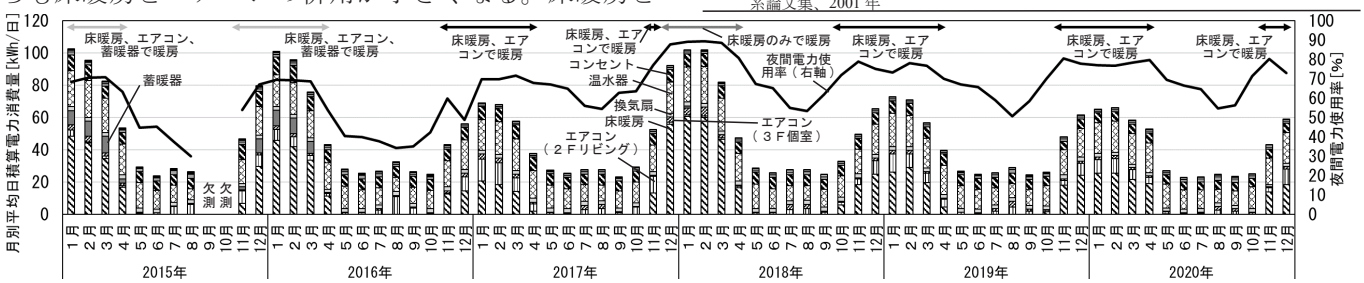


図４　用途ごとの月別平均日積算電力消費量

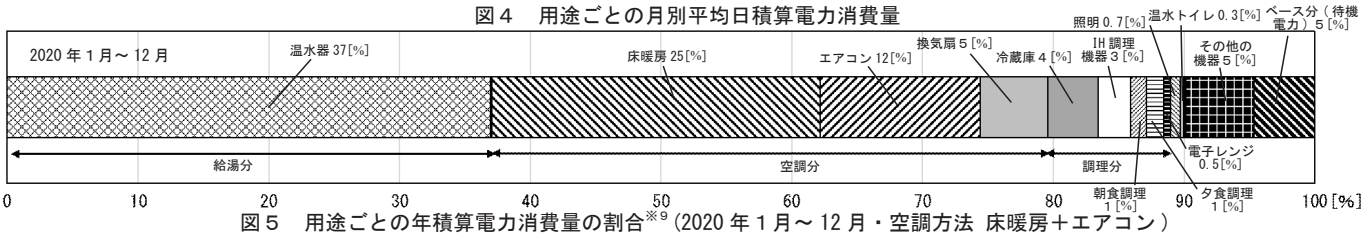


図５　用途ごとの年積算電力消費量の割合※9（2020 年１月～ 12 月・空調方法 床暖房＋エアコン）

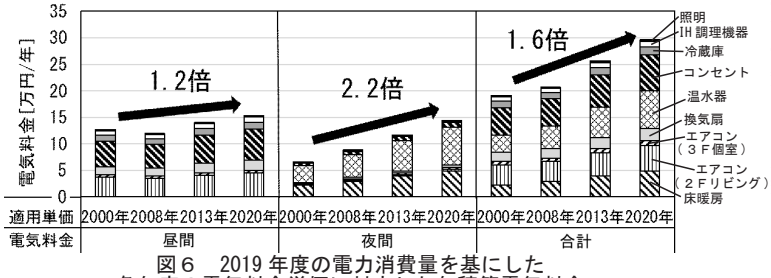
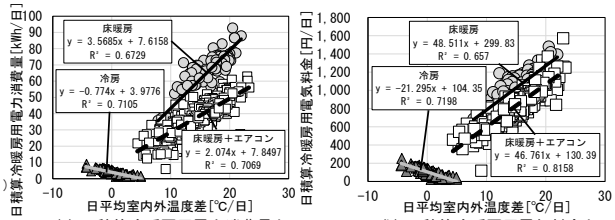


図６　2019 年度の電力消費量を基にした各年度の電気料金単価に対応した年積算電気料金



(a) 日積算冷暖房用電力消費量と日平均室内外温度差の関係

(b) 日積算冷暖房用電気料金と日平均室内外温度差の関係

図７　日積算冷暖房用電力消費量・電気料金と日平均室内外温度差の関係※10