# 全電化住宅における電力消費量に関する研究
## 照明・冷蔵庫を買替えた場合のライフサイクルコスト

平森　利理　　指導教員　赤林　伸一　教授

## 1　研究目的

全電化住宅は安全性や室内空気汚染の観点から推奨されており、我が国における新築住宅着工数に対する全電化住宅の割合は約 30[％]※1 (2016 年度）である。全電化住宅の普及に伴い全国の住宅におけるエネルギー消費量のうち電力は約５割[文1)] を占めている。住宅で使用される電力のうち冷蔵庫が消費する割合は約 14[％]、照明は約 13[％] であり、合計で住宅で消費されるエネルギー全体の約１/８を占めている[文2)]。

近年、消費電力が少なく長寿命の LED 照明が開発され、既存住宅でも従来の照明器具と交換することで電力消費量を削減することが推奨されている。しかし LED 照明は白熱灯等より高額であるため、ライフサイクルコストを考慮した LED 照明への交換の経済性を検討する必要がある。一方、冷蔵庫の年間電力消費量はトップランナー制度[文3)] の評価指標であり、カタログ値は年々減少する傾向にあるため[文4)]、買替えによる省エネも推奨されている。しかし、JIS C 9801（測定条件が頻繁に変わる）に基づき測定されているカタログ値と実使用時の電力消費量は乖離している可能性[文5)] があるため、買替えによる電気料金削減の効果を、実使用時の電力消費量を比較することにより明らかにする必要がある。

本研究では、新潟市に建設された全電化住宅（２人住まい）を対象とし、照明を白熱灯から LED 照明に交換した場合、冷蔵庫を買替えた場合の電力消費量・電気料金を１年間に渡り比較し、省エネルギー効果とライフサイクルコストの検討を行う。

## 2　研究概要

**2.1　対象住宅・部屋・設備**：図１に対象住宅平面（１階は車庫と納戸）を、表１に照明器具の設置場所と個数、定格消費電力を示す。対象住宅において各室の白熱灯の総定格消費電力は 1,360[W] である。LED に交換した後の総定格消費電力は 196[W] となり、白熱灯の約 14[％] となる。LED 照明器具のイニシャルコストは約 81,000 円であり、取替施工費、処分費、調査費を含めた総イニシャルコストは約 107,000 円である。

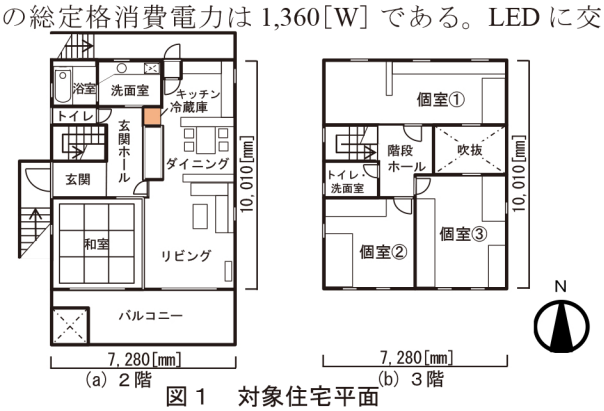


図１　対象住宅平面

表２に測定対象の冷蔵庫の概要を示す。冷蔵庫Ａ（買替前）のカタログ電力消費量※2 は 190[kWh/ 年](JIS C 9801:1999)、カタログ電気料金は 5,130[ 円 / 年] である。冷蔵庫Ｂ（買替後）のカタログ電力消費量は 269[kWh/ 年](JIS C 9801:2015)、カタログ電気料金は 7,263[ 円 / 年] である。

**2.2　実測方法**：測定期間は 2015 年 1 月 1 日～ 2017 年 12 月 31 日の３年間とする。住宅全体の照明と冷蔵庫の電力消費量は系統※3 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 10 秒間隔で測定する。

**2.3　電気料金プラン**：対象住宅は東北電力と時間帯別電灯Ａを契約しており、電気料金単価※4 は昼間 31.66[ 円 / kWh]、夜間 10.11[ 円 /kWh] である。本研究では再生可能エネルギー発電促進賦課金※5 を考慮し、燃料費調整額、基本料金は考慮しない。電気料金は全て税別で示す。

**2.4　解析方法**：各時刻に測定された電力消費量と時間帯別料金プランより電気料金を算出する。解析に用いる外気温データは新潟市のアメダス気象データとする。

## 3　実測結果

### 3.1　照明器具

**3.1.1　電気料金**：図２に照明器具の年間ランニングコストの比較を示す。対象住宅では白熱灯（2015 年に使用）を LED(2017 年に使用）に交換した場合、電力消費量は 241[kWh/ 年] から 103[kWh/ 年] に減少し、約６割減少する。電気料金は白熱灯では 6,708[ 円](2015 年)、LED では 3,135[ 円](2017 年）となり、3,573[ 円 / 年] 減少する。LED に変更する総イニシャルコストを年間のランニングコストの差で除して償却年数を算出すると約

表１　照明器具の設置場所と個数

| 設置箇所 | 買替前(白熱灯) | | | 買替後(LED) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 定格消費電力[W] | 個数 | 総定格消費電力[W] | 定格消費電力[W] | 個数 | 総定格消費電力[W] |
| 玄関・玄関ホール・ポーチ | 60 | 4 | 240 | 7.8 | 4 | 31.2 |
| 階段室・階段ホール | 60 | 4 | 240 | 7.8 | 4 | 31.2 |
| リビング・キッチン | 60 | 2 | 120 | 7.8 | 2 | 15.6 |
| ダイニング | 40 | 2 | 80 | 6.6 | 2 | 13.2 |
| ３階個室 | 60 | 4 | 240 | 7.8 | 4 | 31.2 |
| トイレ・洗面室・浴室 | 60 | 4 | 240 | 7.8 | 4 | 31.2 |
| 和室 | 40 | 4 | 160 | 6.6 | 4 | 26.4 |
| その他 | 40 | 1 | 40 | 16 | 1 | 16 |
| 合計 | | 25 | 1,360 | | 25 | 196 |

表２　測定対象の冷蔵庫の概要

| | 冷蔵庫A:買替前(2003年製) | 冷蔵庫B:買替後(2016年製) |
|---|---|---|
| 定格内容積 | 375[L] | 470[L] |
| 外形寸法 | 1,700×599×673[mm] | 1,696×650×699[mm] |
| カタログ年間電力消費量 | 190[kWh/年] (JIS C 9801:1999により算出) | 269[kWh/年] (JIS C 9801:2015により算出) |
| 単位内容積当たりの年間電力消費量 | 0.51 [kWh/(年・L)] | 0.57 [kWh/(年・L)] |
| カタログ年間電気料金 (電気料金単価:27[円/kWh][文6)]) | 5,130[円/年] | 7,263[円/年] |

29.9 年となり、LED 照明器具の寿命より圧倒的に長い。

**3.1.2　ライフサイクルコストの検討**：図３に各照明のライフサイクルコストの比較を示す。各照明の交換期間は、白熱灯は毎年※6とし、LED は５年と 10 年の場合を検討する。イニシャルコストは白熱灯が 200[ 円 / 個 ]、LED が① 500[ 円 / 個 ]、② 1,000[ 円 / 個 ]、③ 2,000[ 円 / 個 ]※7とする。今回の住宅では交換期間が５年の場合、LED のライフサイクルコストは 500[ 円 / 個 ] では約 17 年、1,000[ 円 / 個 ] では約 27 年で白熱灯のライフサイクルコストより安くなる。交換期間が 10 年の場合、LED のライフサイクルコストは 500[ 円 / 個 ] では約 14 年、1,000[ 円 / 個 ] では約 15 年、2,000[ 円 / 個 ] では約 24 年で白熱灯のライフサイクルコストより安くなる。LED の交換期間が 10 年の場合は５年に比較して、500[ 円 / 個 ] は約３年、1,000[ 円 / 個 ] は約 12 年早く白熱灯のライフサイクルコストを下回る。

### 3.2　冷蔵庫

**3.2.1　外気温と電力消費量の関係**：図４に冷蔵庫の日積算電力消費量と日平均外気温の関係を示す。日積算電力消費量は日平均外気温が高くなると増加する傾向にある。これは冷蔵庫の周辺温度が外気温により変化すること及び季節により収納する食品が変化するためと考えられる。冷蔵庫Ａと比較して買替後の冷蔵庫Ｂは約 0.5 ～ 1.0[kWh/ 日 ] 電力消費量が減少する。

**3.2.2　年間の電力消費量**：図５に冷蔵庫の単位内容積当たりの年間電力消費量の比較を示す。カタログ値と比較して実測による年間電力消費量は冷蔵庫Ａでは約 3.6 倍、冷蔵庫Ｂでは約 1.7 倍となり、カタログ電力消費量と実使用時の電力消費量は乖離していると考えられる。カタログ値では冷蔵庫Ａと比較して冷蔵庫Ｂの電力消費量が多いが、実測結果では冷蔵庫ＢはＡに対して約 0.53 倍と少ない。

**3.2.3　ライフサイクルコストの検討**：図６に冷蔵庫の年間電気料金の比較を示す。年間電気料金はカタログと比較して実測では冷蔵庫Ａで約3.5倍、冷蔵庫Ｂでは約1.8倍となる。冷蔵庫Ｂの実測値の電気料金は冷蔵庫Ａと比較して4,940[ 円 / 年 ] 減少している。冷蔵庫Ｂのイニシャルコストは約 132,000 円※8であり、年間電気料金削減額で除すことにより減価償却年数を算出すると、約 26.7 年となり、冷蔵庫の耐用年数である９年[文7)]を大きく上回る。

## 4 まとめ

①対象住宅では白熱灯を LED に交換した場合、電力消費量は 138[kWh/ 年 ] 減少し、約４割となる。

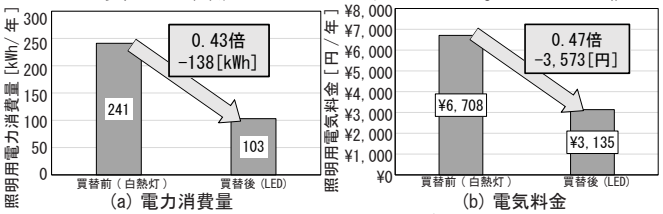
②電気料金は白熱灯では 6,708[ 円 ]、LED では 3,135[ 円 ] となり、3,573[ 円 / 年 ] 減少する。減価償却年数は約 29.9 年となり、LED 照明器具の寿命より圧倒的に長い。

③冷蔵庫の年間電力消費量の実測値はカタログ値と比較して冷蔵庫Ａでは約 3.6 倍、冷蔵庫Ｂでは約 1.7 倍となり、カタログ電力消費量と実使用時の電力消費量は乖離していると考えられる。

④冷蔵庫Ｂ（2016 年製）の電気料金は冷蔵庫Ａ（2003 年製）と比較して実測値で 4,940[ 円 / 年 ] 減少する。冷蔵庫Ｂの減価償却年数は約 26.7 年となり、冷蔵庫の耐用年数である９年を大きく上回る。

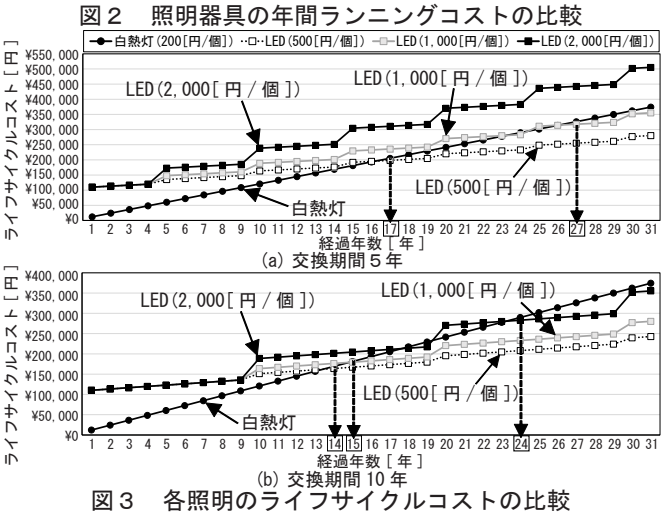
※1　新築住宅着工数は国土交通省：「建築着工統計調査（2017 年）」を、新築全電化住宅数は株式会社富士経済：「2017 年版　住宅エネルギー・サービス・関連機器エリア別普及予測調査」を参照し、算出した。
※2　JIS 規格の改訂によりカタログ値の測定方法が異なるため、本研究の対象冷蔵庫のカタログ電力消費量は買替により増加している。
※3　照明、冷蔵庫、床暖房、エアコン（リビング）、電磁気調理器、コンセント、エアコン（寝室）・洗濯乾燥機、換気扇、温水器、蓄暖器の 10 系統で長期的に計測している。
※4　電気料金における昼間は７時～ 23 時、夜間は 23 時～７時である。
※5　再生可能エネルギー発電促進賦課金は 2014 年度は 0.75[ 円 /kWh]、2015 年度は 1.58[ 円 /kWh]、2016 年度は 2.25[ 円 /kWh]、2017 年度は 2.64[ 円 /kWh]、照明のライフサイクルコストの比較には 2018 年度の 2.90[ 円 /kWh] の単価を乗じたものを加えて算出した。
※6　日本照明工業会：「技術資料 114(1996 年 )」より住宅の年間点灯時間を 2,000 時間、白熱灯の点灯可能時間を 2,000 時間とし、１年間で交換すると仮定した。
※7　白熱灯のイニシャルコストは計 25 個で 5,000[ 円 ]、LED のイニシャルコストは計 25 個でそれぞれ① 12,500[ 円 ]、② 25,000[ 円 ]、③ 50,000[ 円 ] である。
※8　ウェブサイト　価格 .com で調査した最安値。2018 年３月 16 日参照


文１）資源エネルギー庁：「エネルギー白書 2013」、2013 年
文２）総合資源エネルギー調査会：「参考資料１　トップランナー基準の現状等について」、省エネルギー基準部会（第 17 回）、2011 年
文３）経済産業省：「トップランナー制度」、2015 年
文４）経済産業省：「省エネ性能カタログ 2015 夏」、2015 年
文５）堀ら：「冷蔵庫の消費電力量予測式の作成に関する研究」、日本建築学会大会学術講演梗概集、2011 年
文６）全国家庭電気製品公正取引協議会：「「電力料金の目安単価」の改訂に関する件」、2014 年
文７）全国家庭電気製品公正取引協議会：「製造表示規約　別表３」、2018 年


(a) 電力消費量　(b) 電気料金

図２　照明器具の年間ランニングコストの比較




(a) 交換期間５年

(b) 交換期間 10 年

図３　各照明のライフサイクルコストの比較

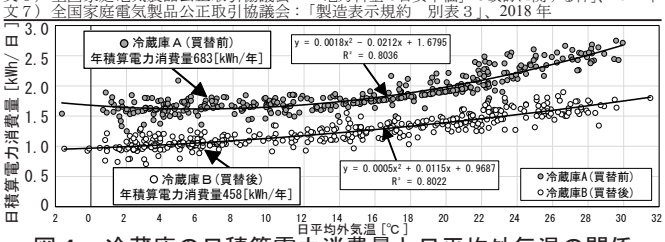



図４　冷蔵庫の日積算電力消費量と日平均外気温の関係

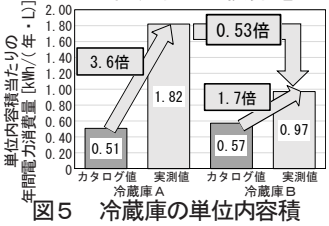



図５　冷蔵庫の単位内容積当たりの年間電力消費量の比較

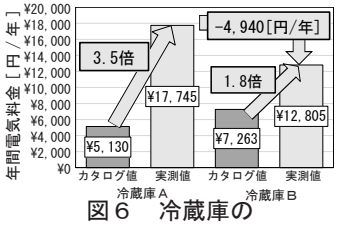



図６　冷蔵庫の年間電気料金の比較