

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

指導教員

平森 利理
赤林 伸一 教授



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。

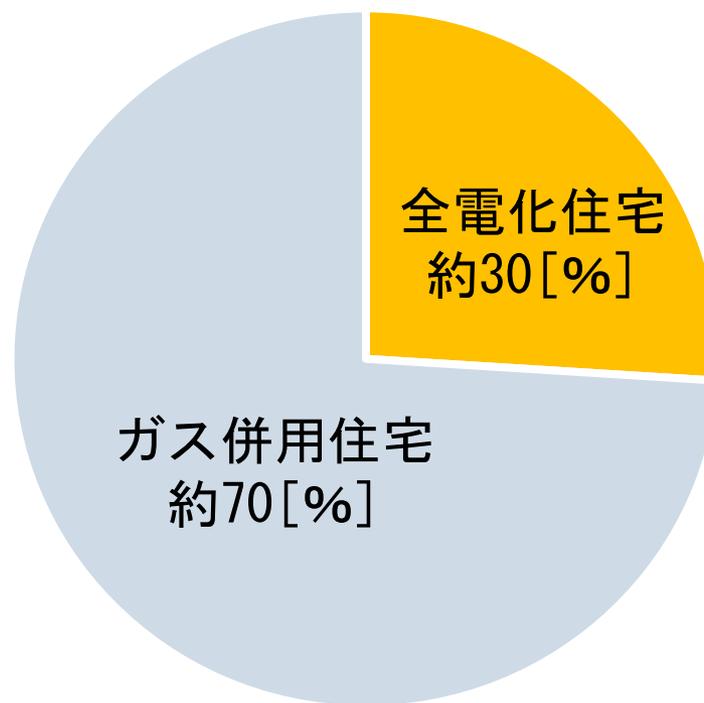


図 新築住宅着工数に対する全電化住宅の割合 (2016年度)

※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。

研究目的

全電化住宅の普及に伴い我が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。

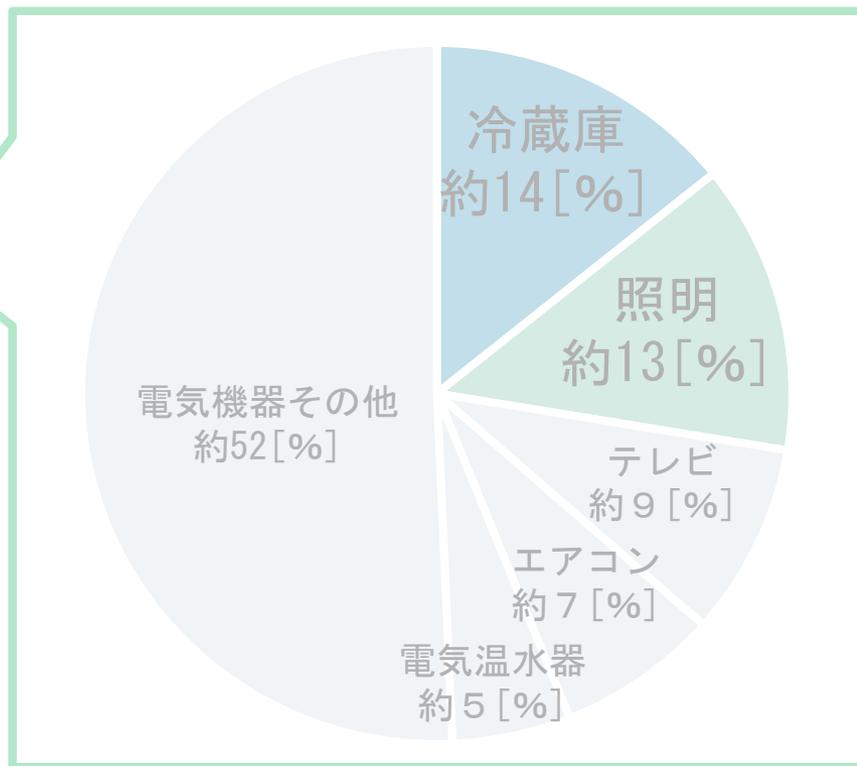
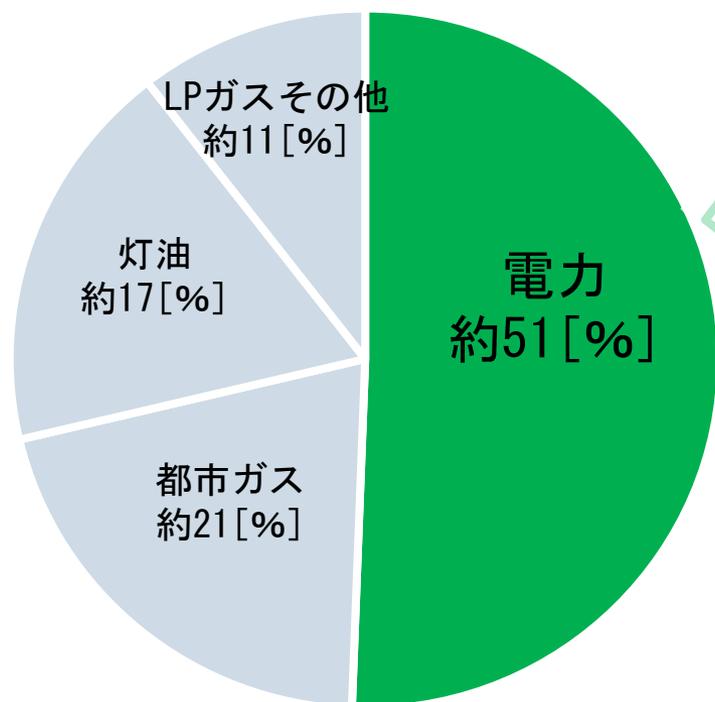


図 我が国の住宅におけるエネルギー消費量の内訳

文1) 経済産業省資源エネルギー庁:「エネルギー白書 2018」、2018年

研究目的

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)}。

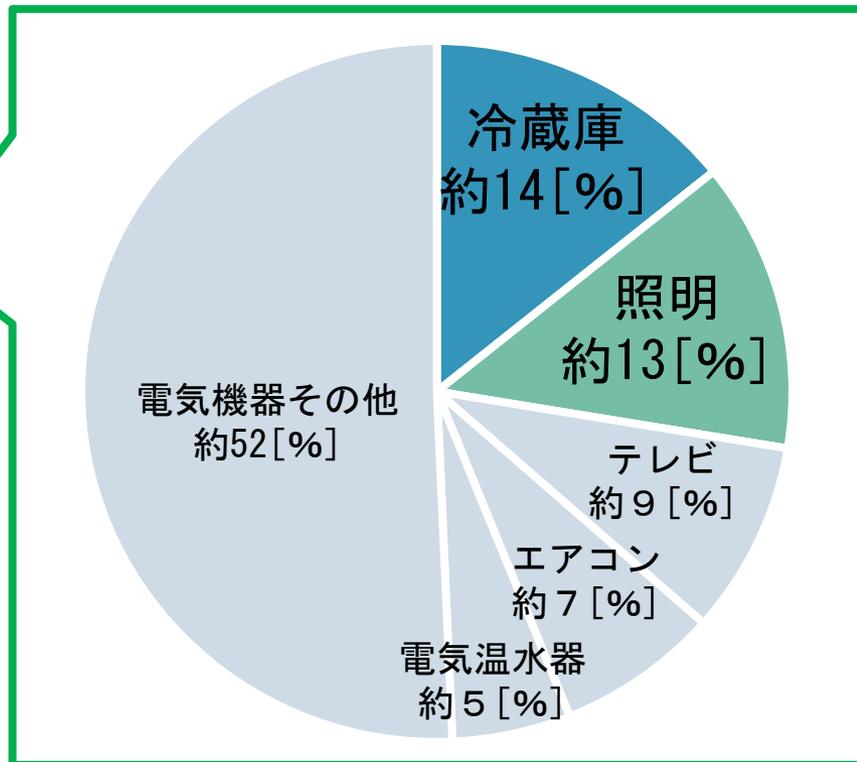
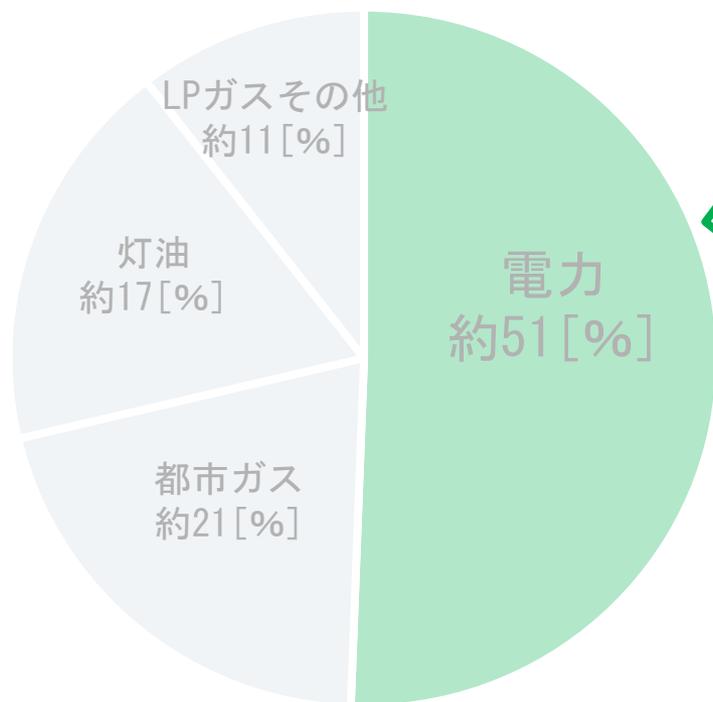


図 我が国の住宅におけるエネルギー消費量の内訳

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

研究目的

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。

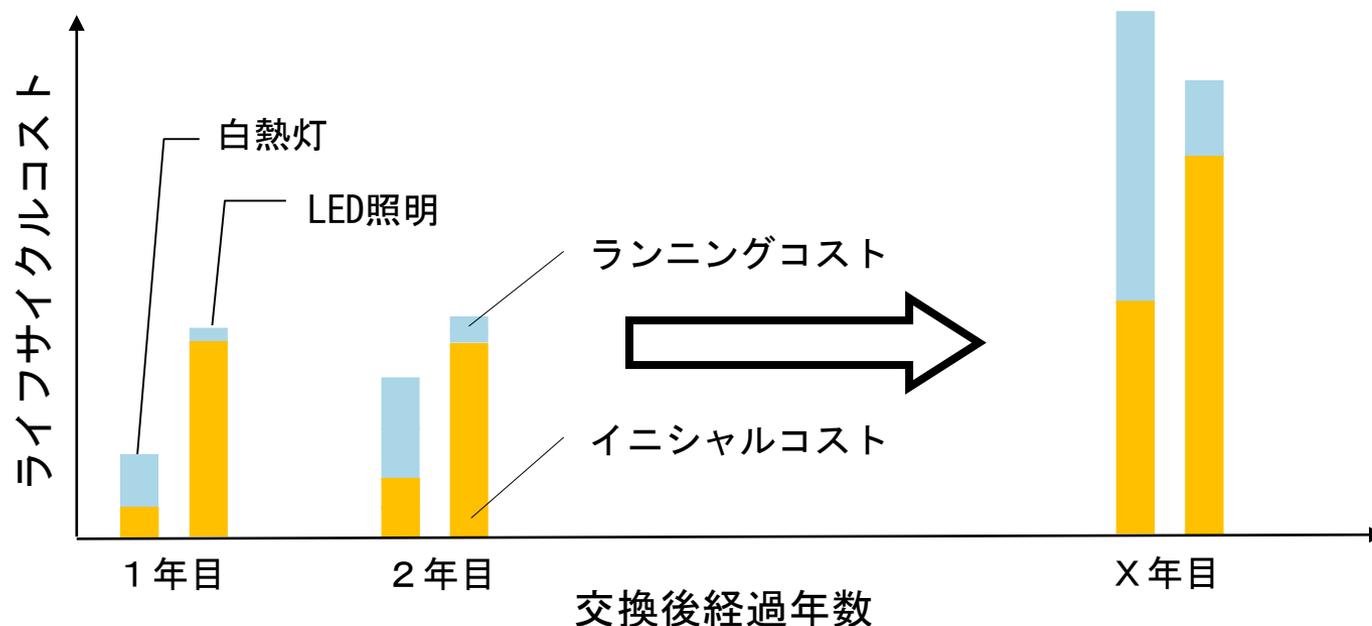


図 照明交換によるライフサイクルコスト変化のイメージ

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。

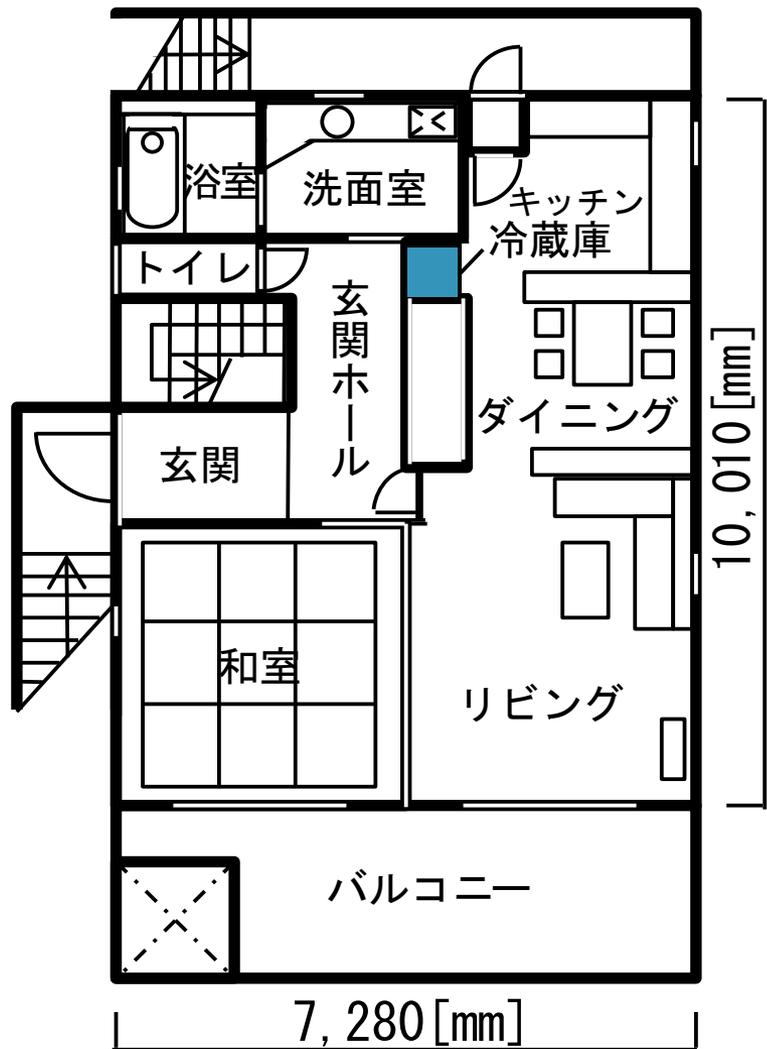
文3) 経済産業省：「トップランナー制度」、2015年

文4) 経済産業省：「省エネ性能カタログ2015 夏」、2015年

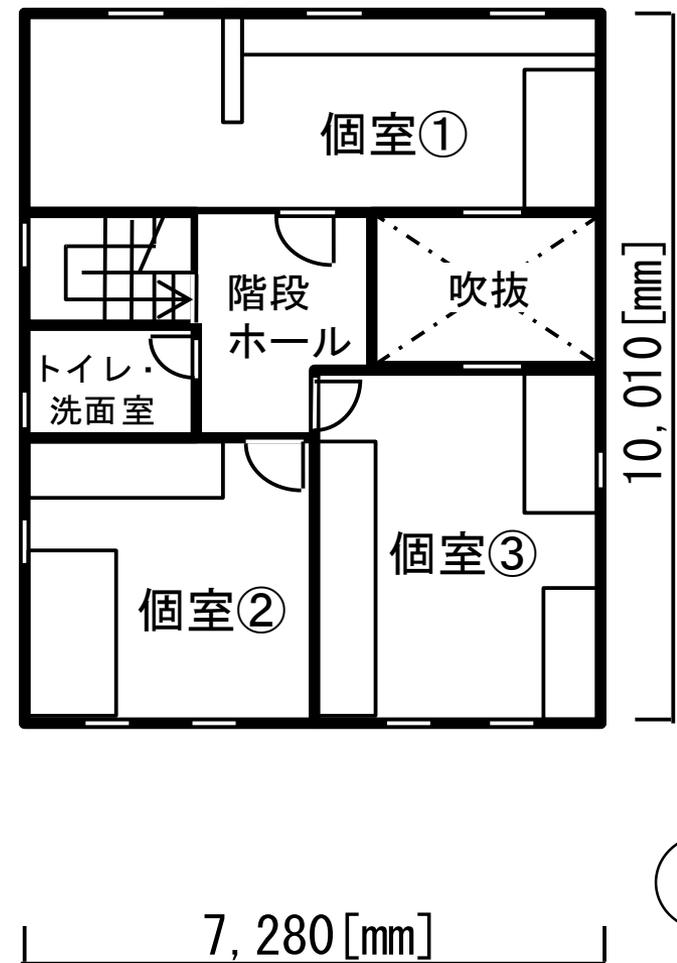
文5) 堀ら：「冷蔵庫の消費電力量予測式の作成に関する研究」、日本建築学会大会学術講演梗概集、2011年

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・電気料金をそれぞれ1年間に渡り測定、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。

研究概要 -対象住宅・部屋・設備-



(a) 2階



(b) 3階

※ 1階は車庫と納戸



図1 対象住宅平面

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。

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

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。

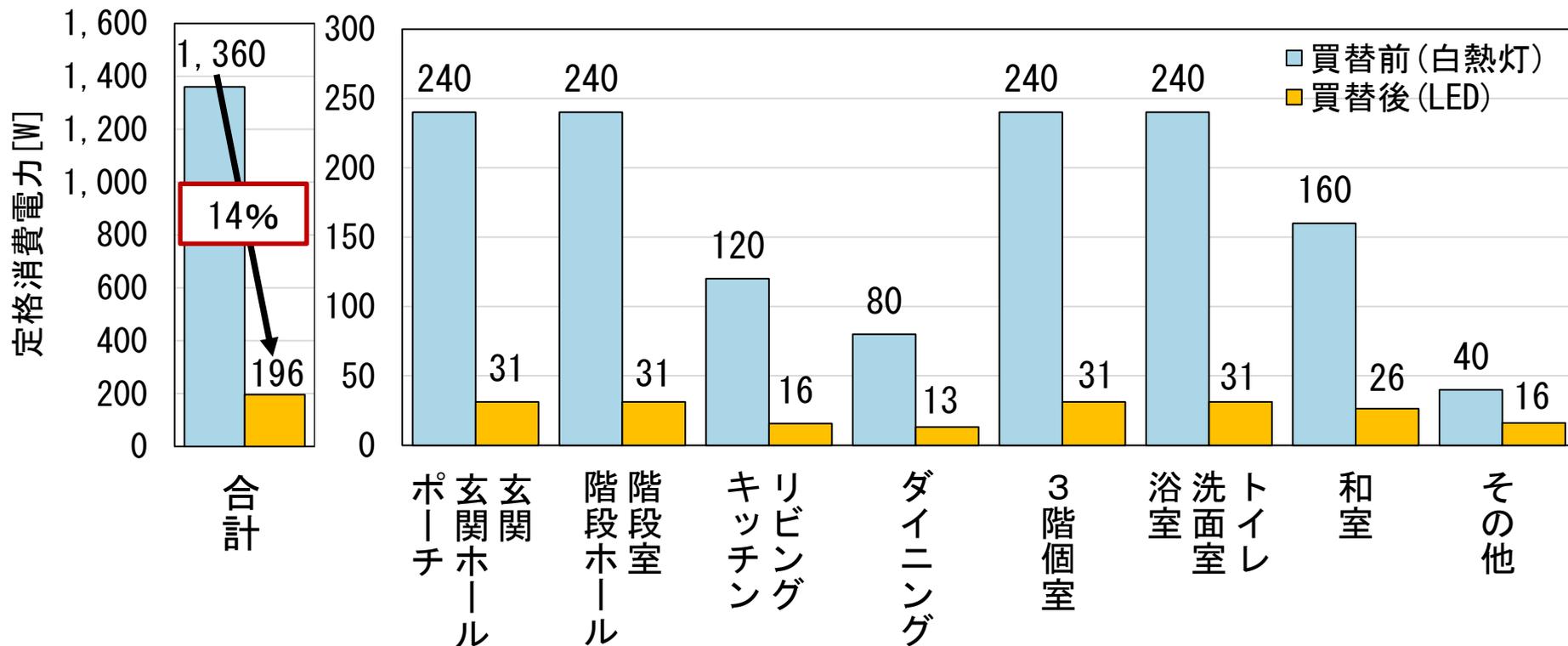


図 照明器具の定格消費電力

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。

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。

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]

※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。

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

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。

※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。

研究概要 - 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。

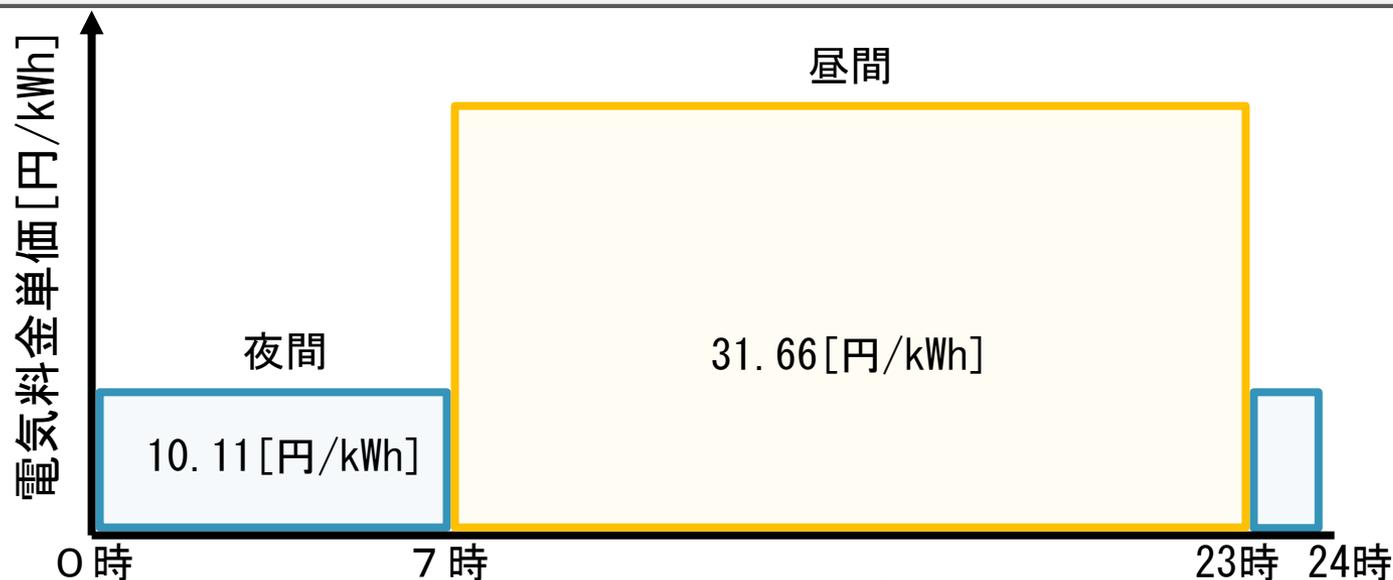


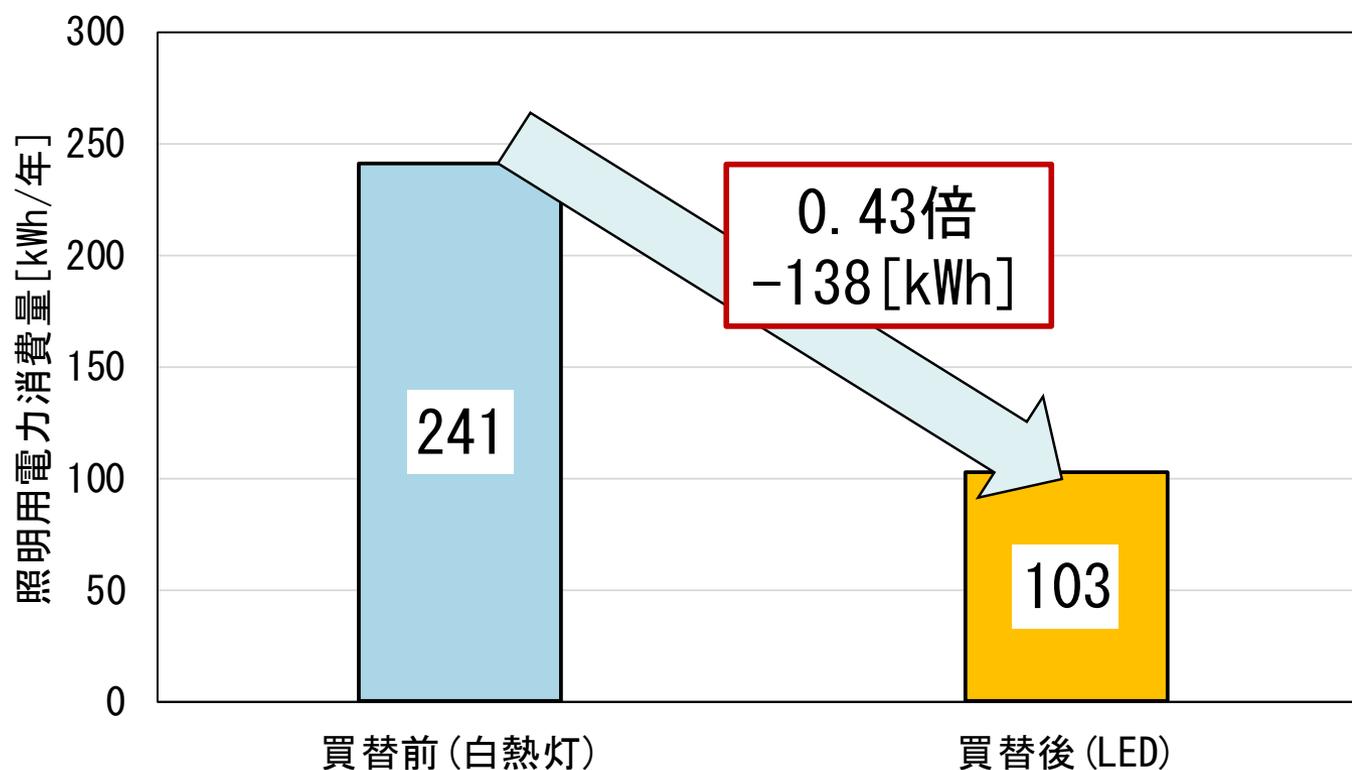
図 時間帯別電灯Aの料金プランのイメージ

- ※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。

研究概要 -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。

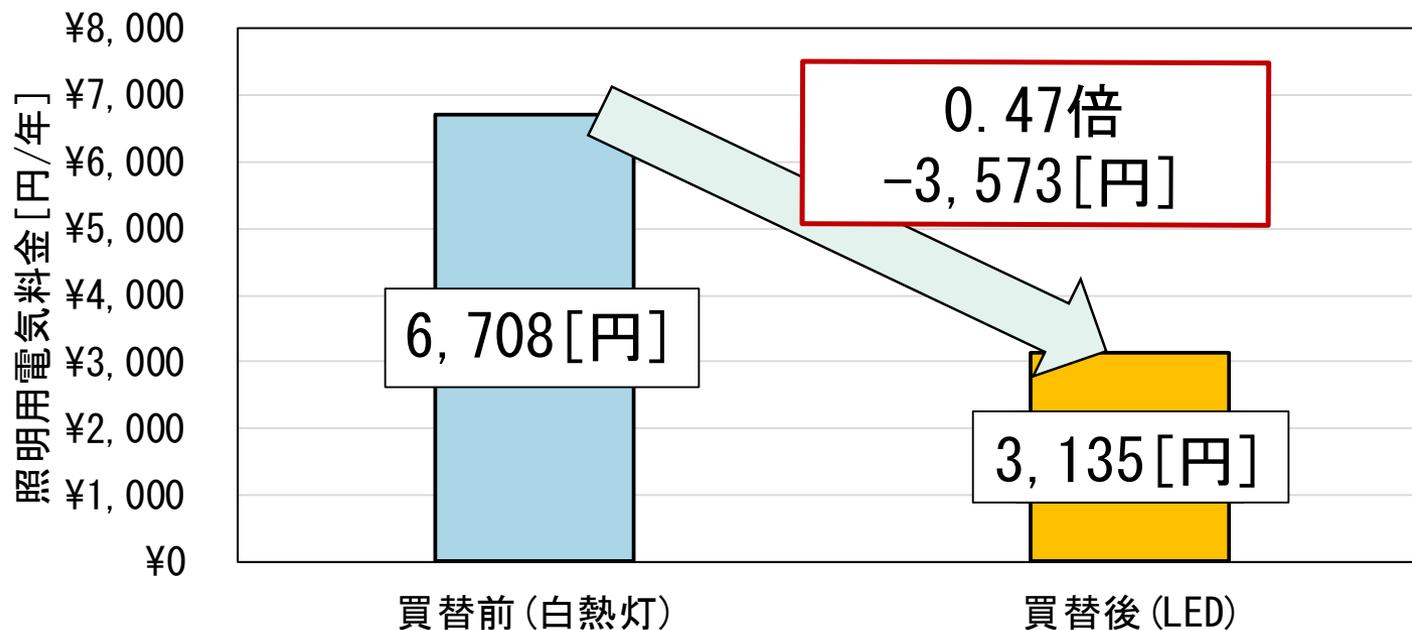
対象住宅では白熱灯 (2015年に使用) をLED (2017年に使用) に交換した場合、電力消費量は241 [kWh/年]から103 [kWh/年]に減少し、約6割減少する。



(a) 電力消費量

図2 照明器具の年間ランニングコストの比較

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対象住宅では約29.9年となり、LED照明器具の寿命より圧倒的に長い。



(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

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①500[円/個]、②1,000[円/個]、③2,000[円/個]※⁷とする。

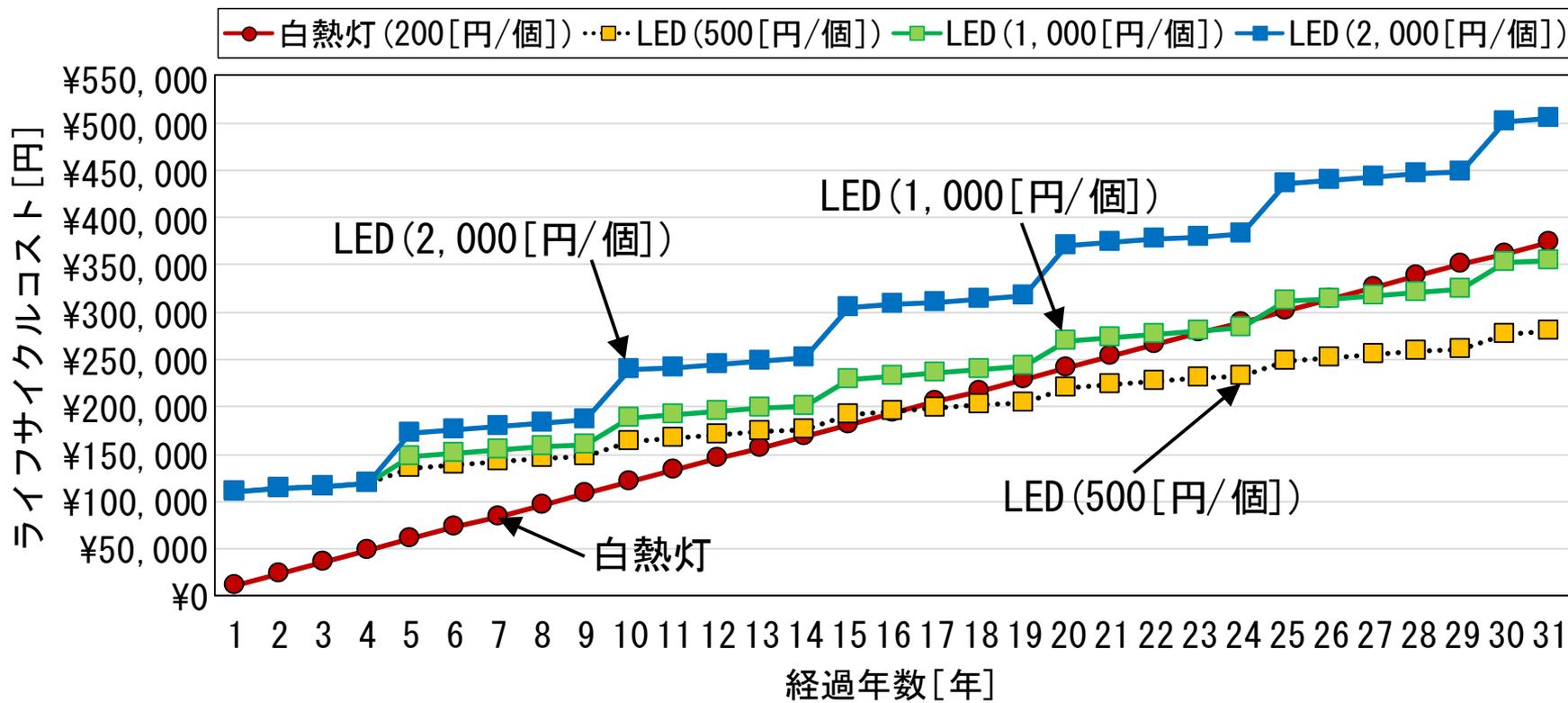
表 照明器具のイニシャルコスト

照明器具	値段[円/個]	設置個数[個]	イニシャルコスト[円]
白熱灯	200[円/個]	25[個]	¥5,000
LED	①500[円/個]	25[個]	¥12,500
	②1000[円/個]	25[個]	¥25,000
	③2000[円/個]	25[個]	¥50,000

※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①12,500[円]、②25,000[円]、③50,000[円]である。

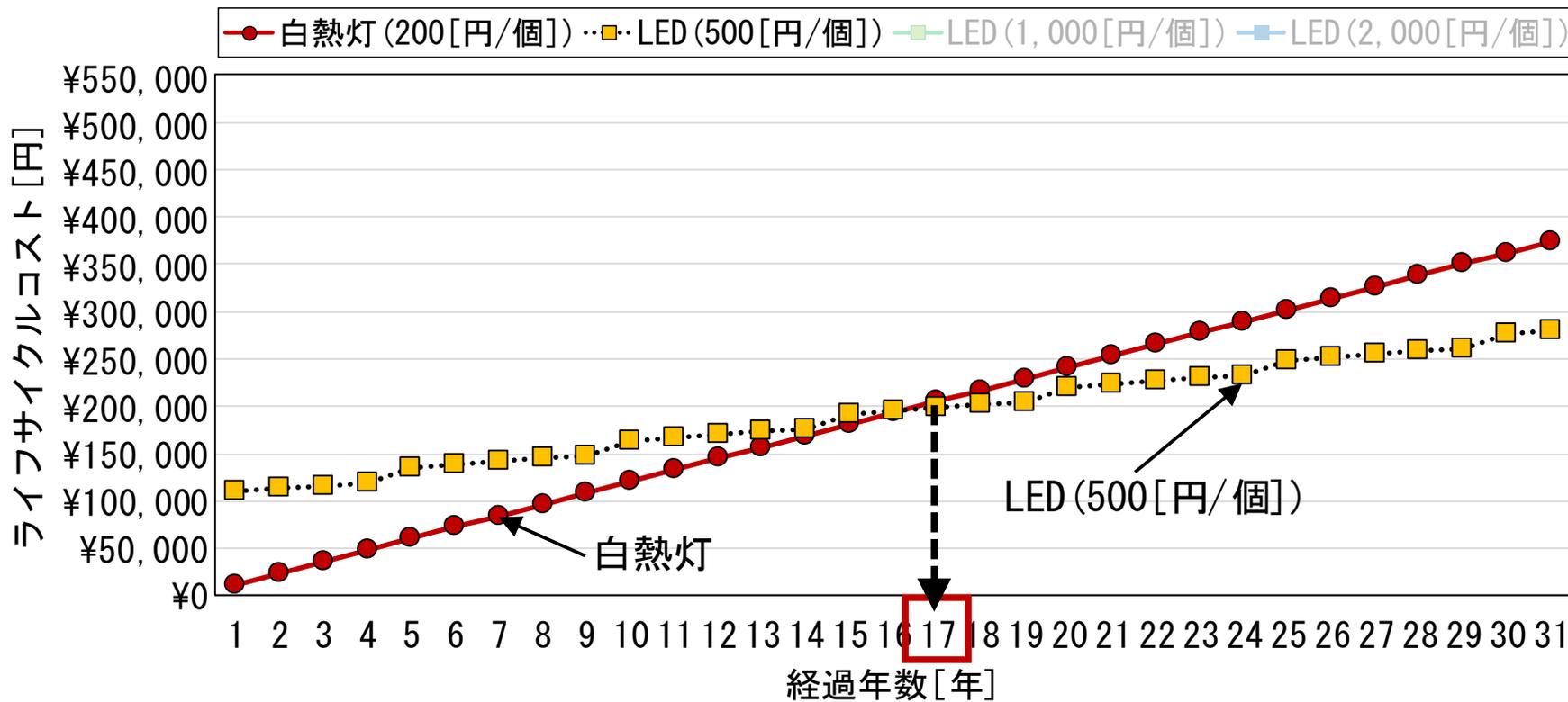
今回の住宅では交換期間が5年の場合、LED のライフサイクルコストは500[円/個]では約17年、1,000[円/個]では約27年で白熱灯のライフサイクルコストより安くなる。



(a) 交換期間 5 年

図 3 各照明のライフサイクルコストの比較

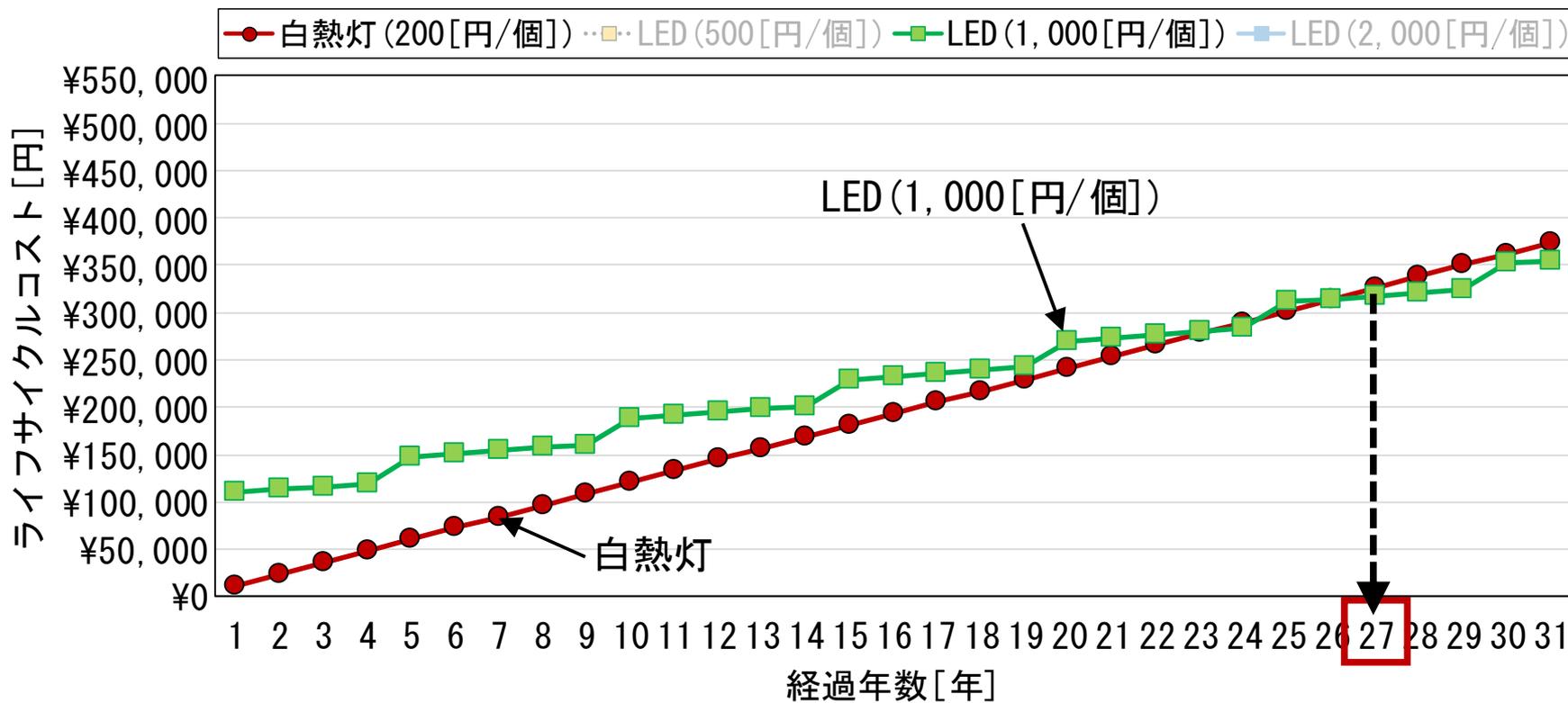
今回の住宅では交換期間が5年の場合、LED のライフサイクルコストは500[円/個]では約17年、1,000[円/個]では約27年で白熱灯のライフサイクルコストより安くなる。



(a) 交換期間 5 年

図3 各照明のライフサイクルコストの比較

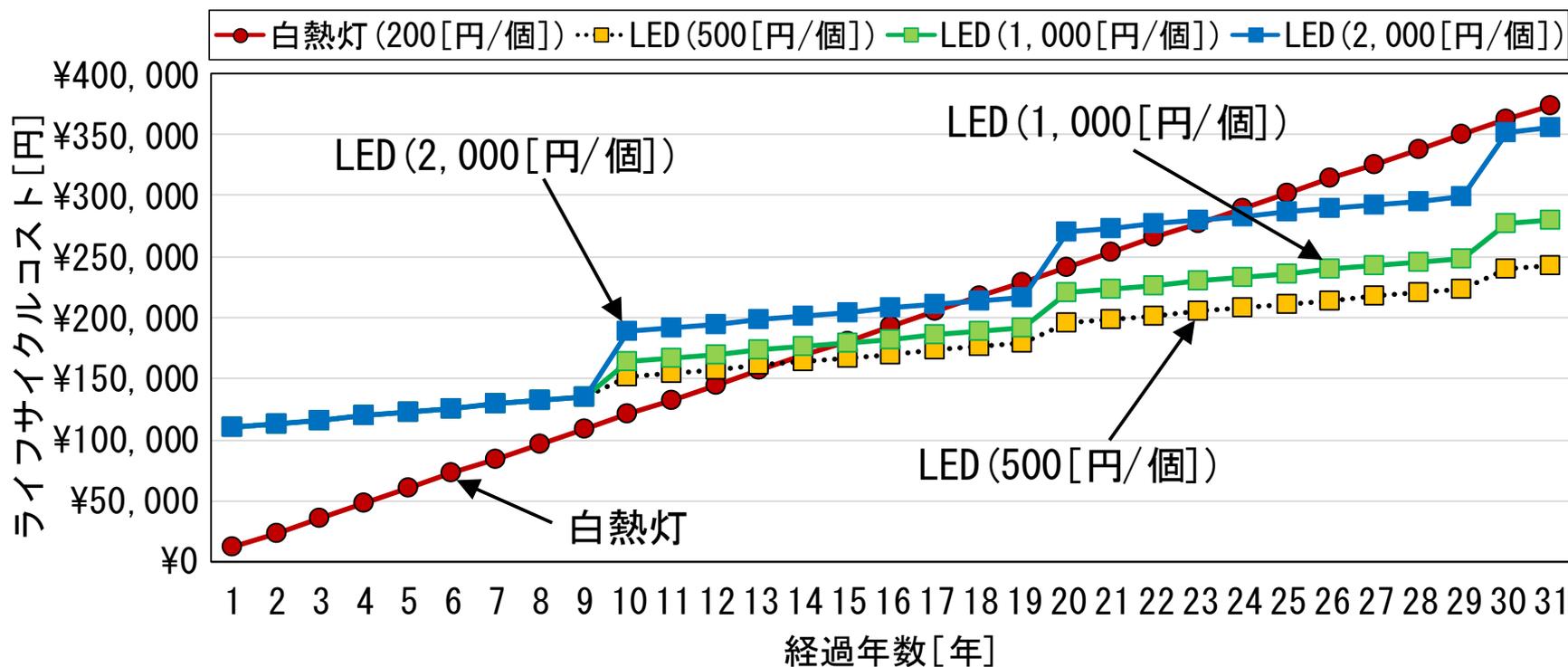
今回の住宅では交換期間が5年の場合、LED のライフサイクルコストは500[円/個]では約17年、1,000[円/個]では約27年で白熱灯のライフサイクルコストより安くなる。



(a) 交換期間 5 年

図3 各照明のライフサイクルコストの比較

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。

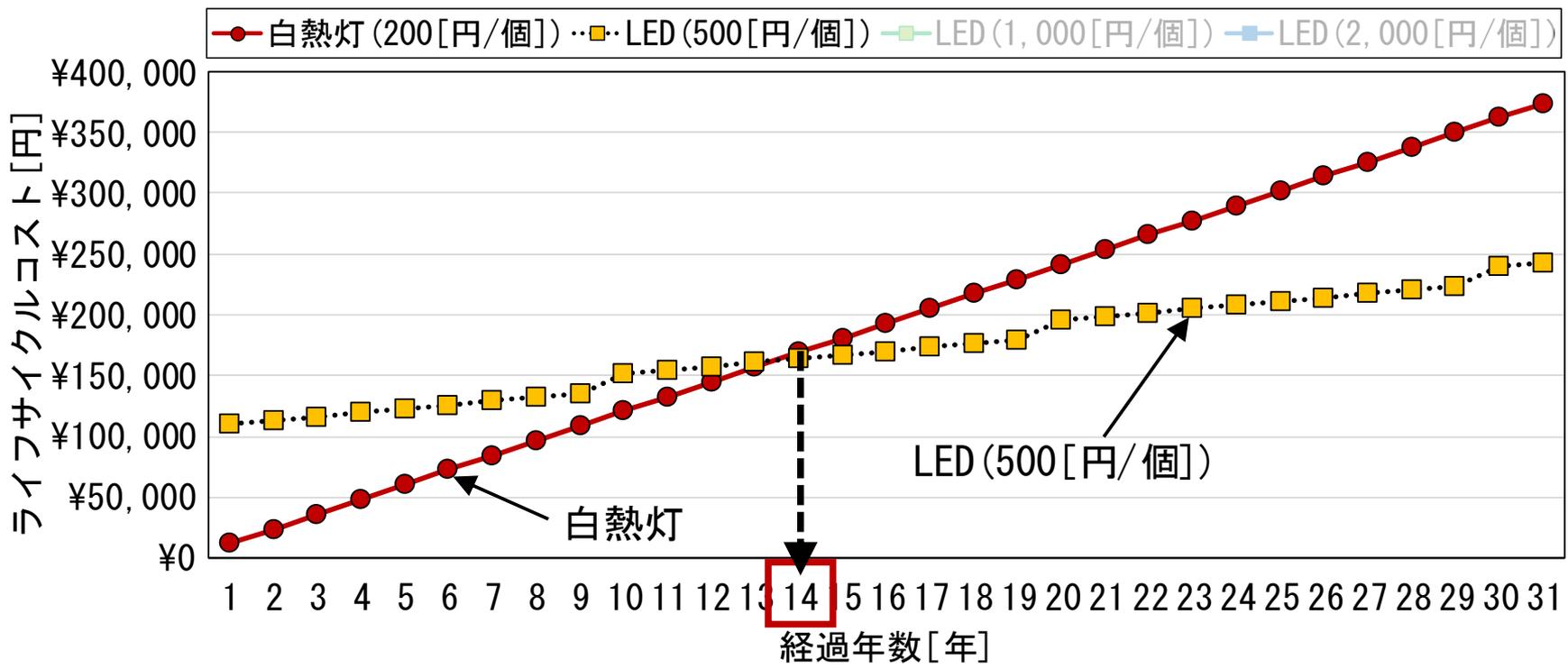


(b) 交換期間10年

図3 各照明のライフサイクルコストの比較

実測結果 -照明器具- ライフサイクルコストの検討

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。

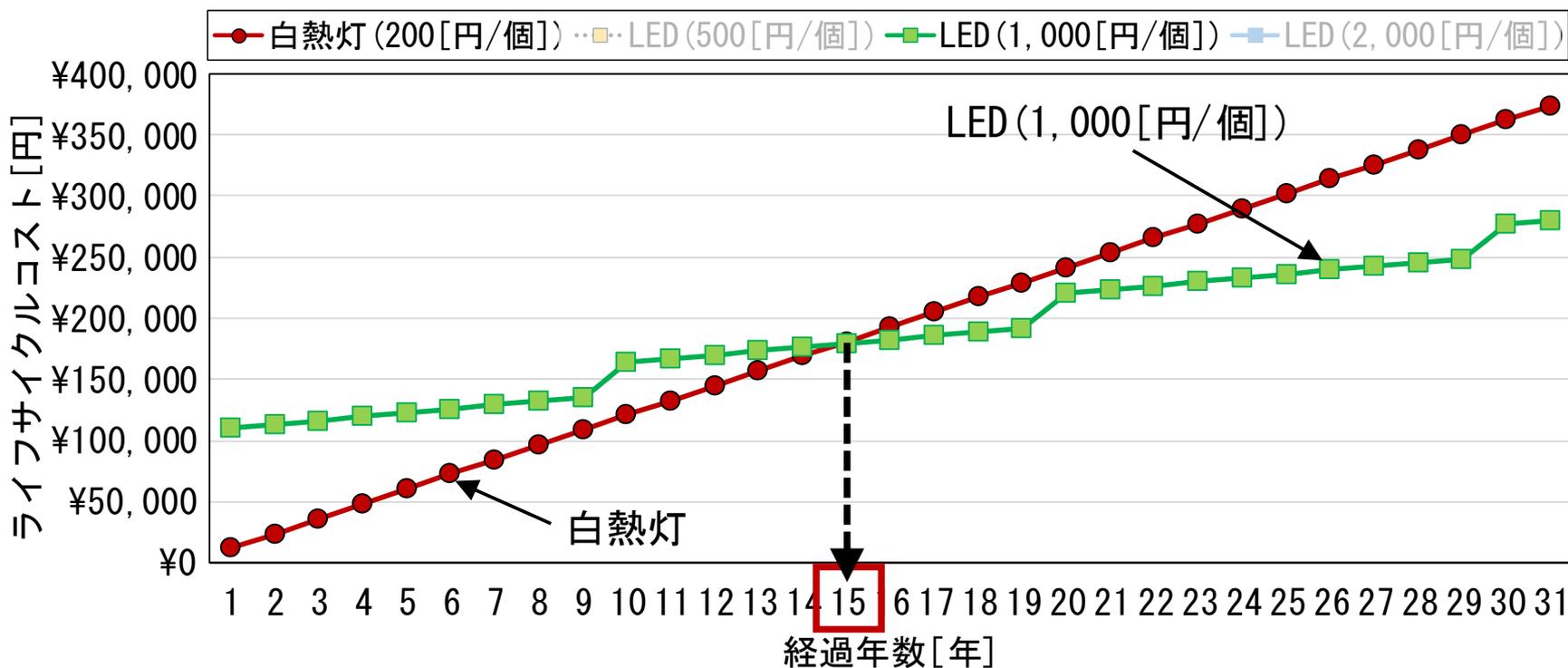


(b) 交換期間10年

図3 各照明のライフサイクルコストの比較

実測結果 -照明器具- ライフサイクルコストの検討

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。

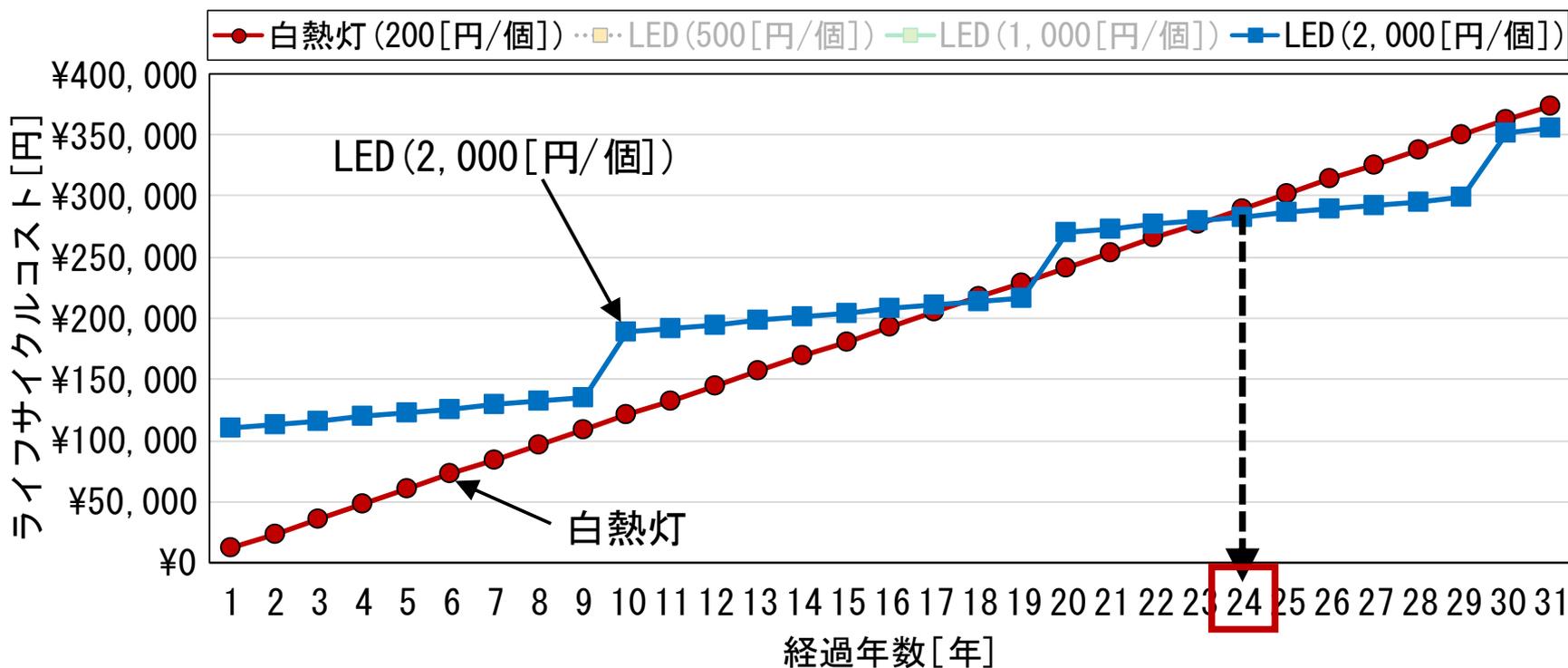


(b) 交換期間10年

図3 各照明のライフサイクルコストの比較

実測結果 -照明器具- ライフサイクルコストの検討

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。



(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

実測結果 -照明器具- ライフサイクルコストの検討

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。

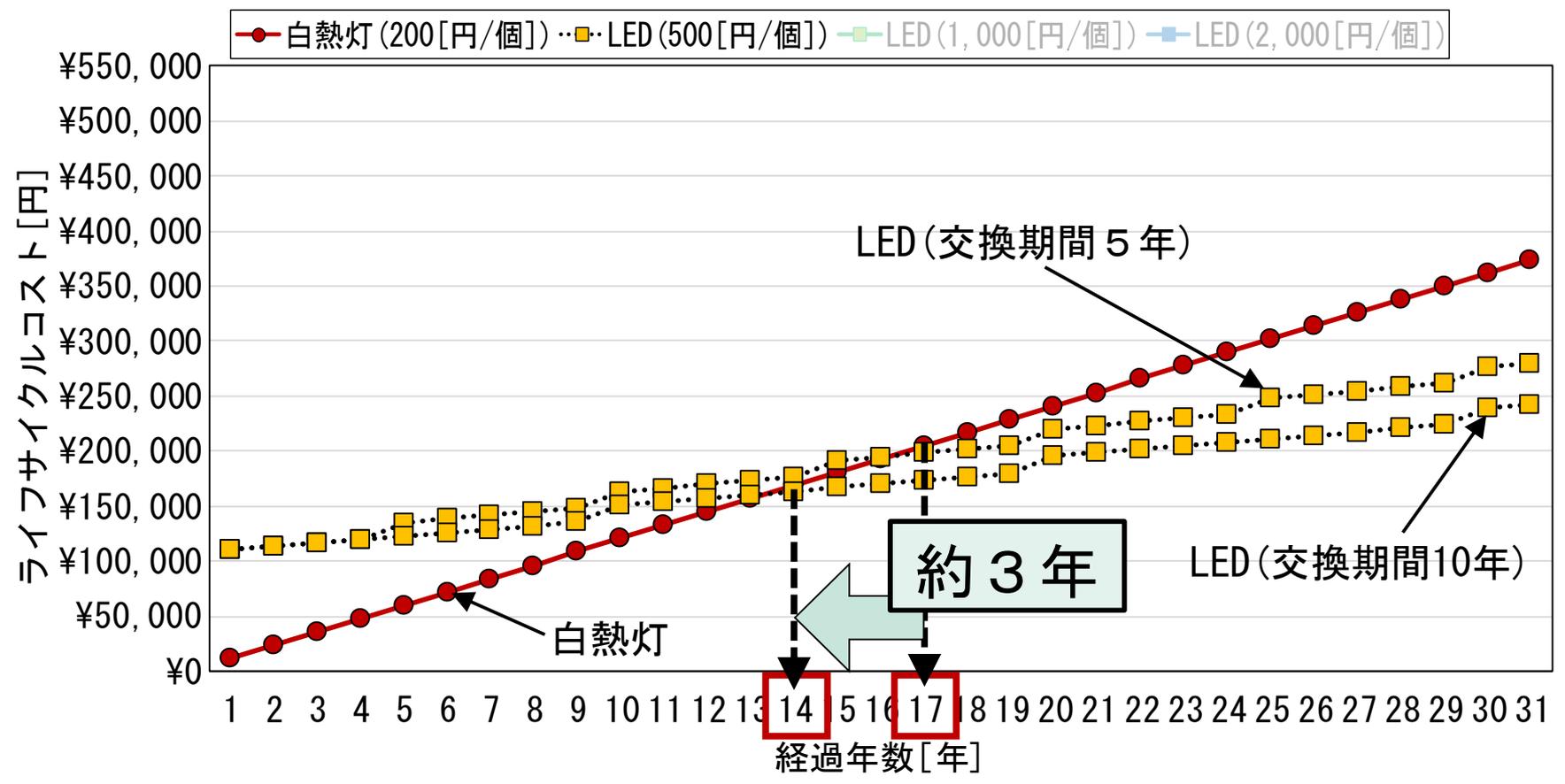


図 交換期間ごとのライフサイクルコストの比較

実測結果 -照明器具- ライフサイクルコストの検討

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。

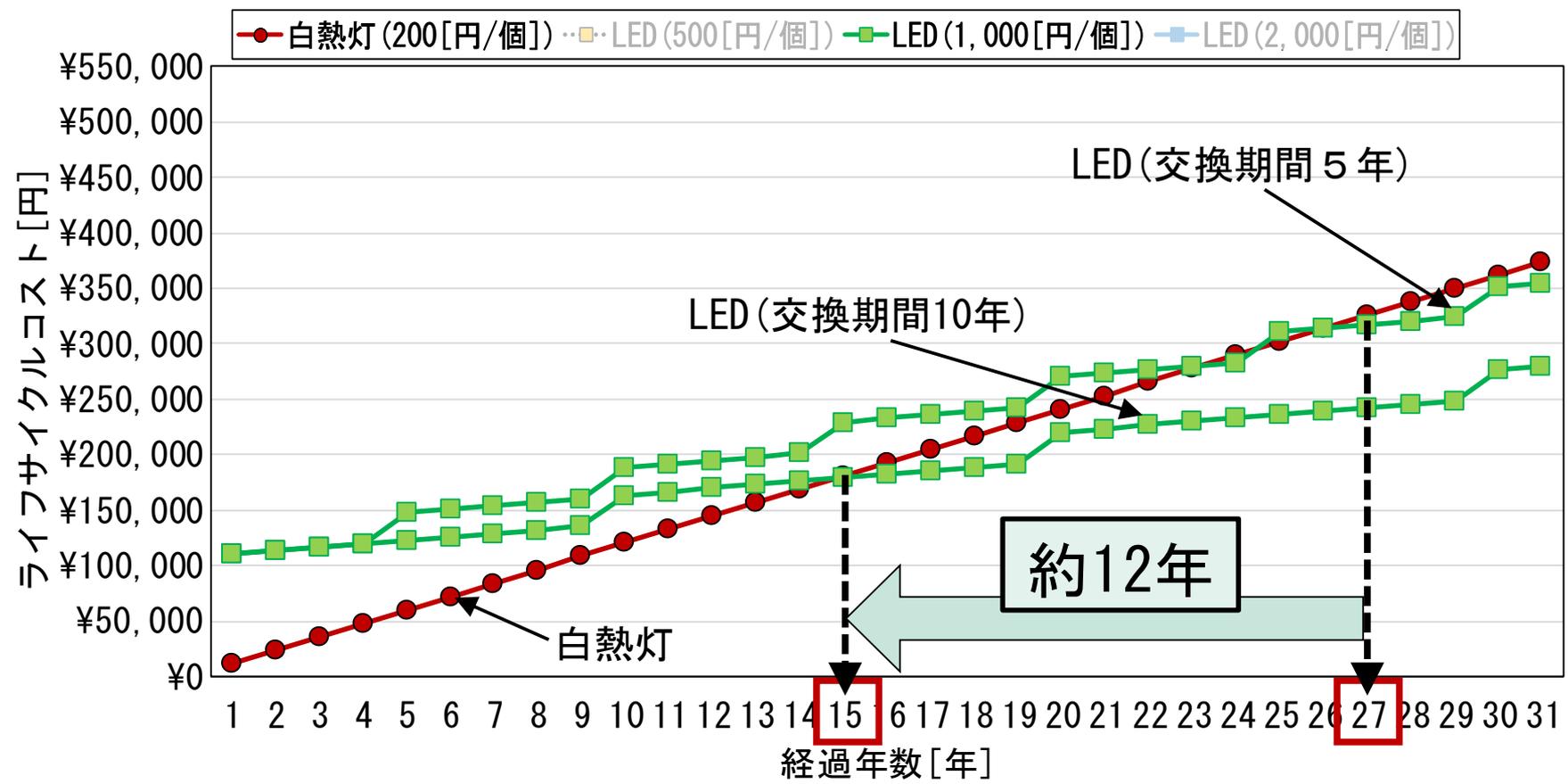


図 交換期間ごとのライフサイクルコストの比較

実測結果 - 冷蔵庫 - 外気温と電力消費量の関係

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。

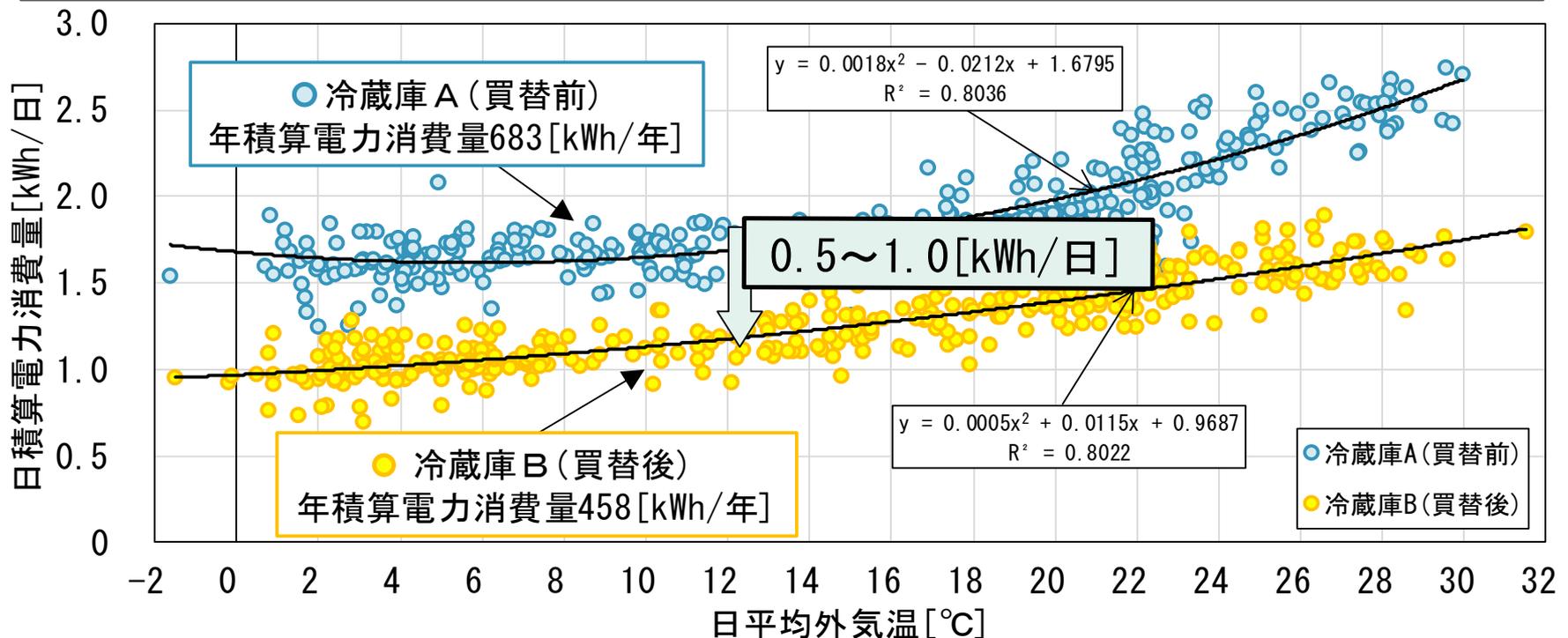


図4 冷蔵庫の日積算電力消費量と日平均外気温の関係

実測結果 - 冷蔵庫 - 年間の電力消費量

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の電力消費量が約1.12倍と多いが、実測結果では冷蔵庫 BはAに対して約0.53倍と少ない。

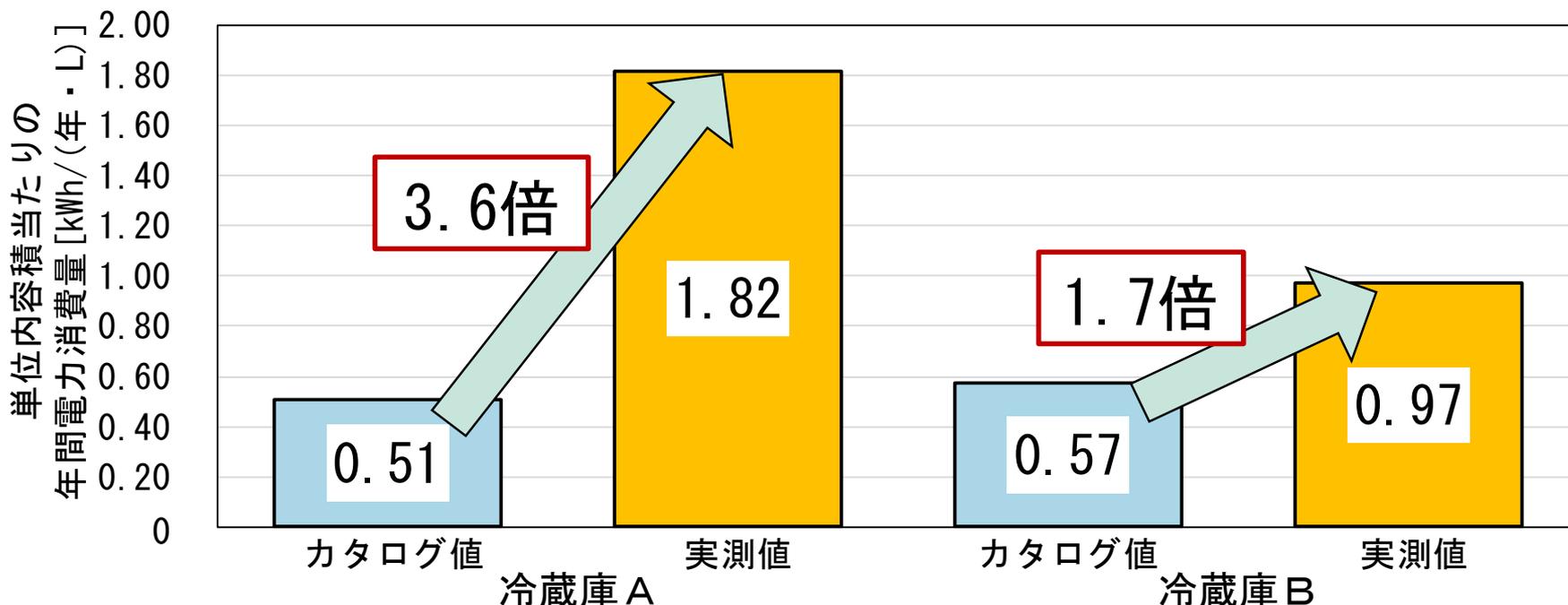


図5 冷蔵庫の単位内容積当たりの年間電力消費量の比較

実測結果 - 冷蔵庫 - 年間の電力消費量

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の電力消費量が約1.12倍と多いが、実測結果では冷蔵庫BはAに対して約0.53倍と少ない。

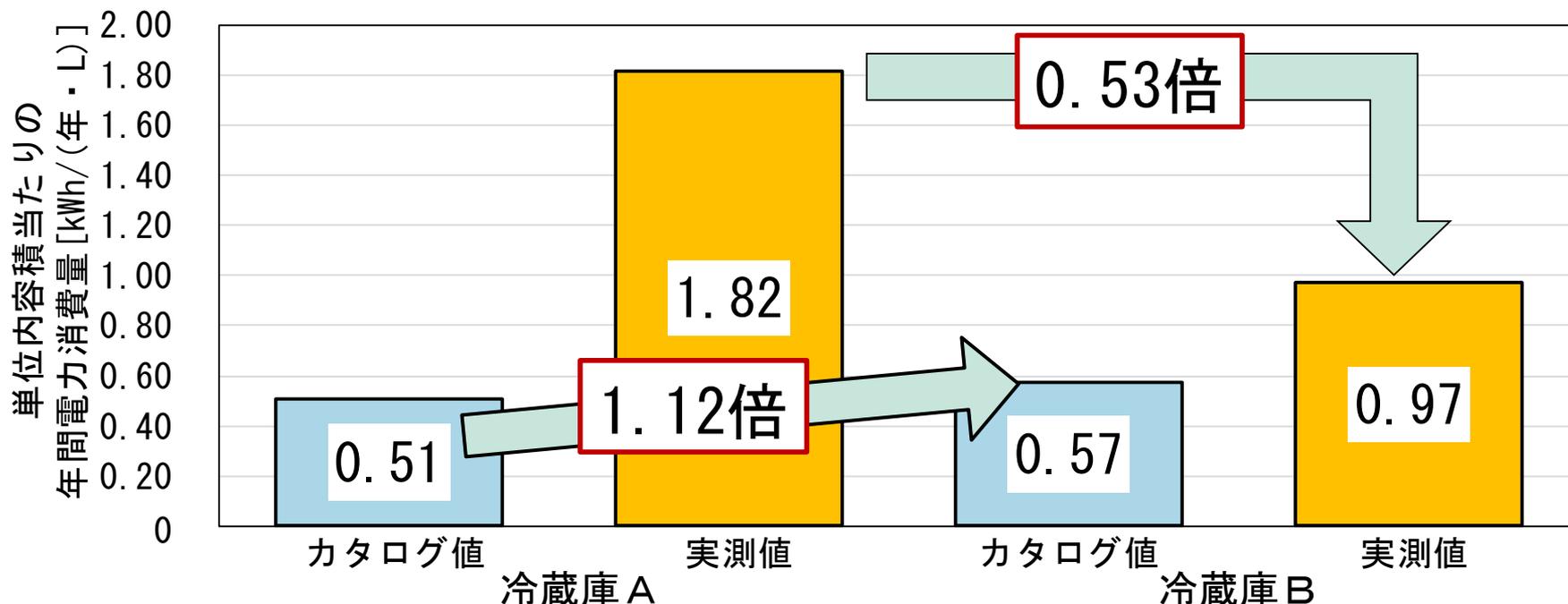


図5 冷蔵庫の単位内容積当たりの年間電力消費量の比較

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。

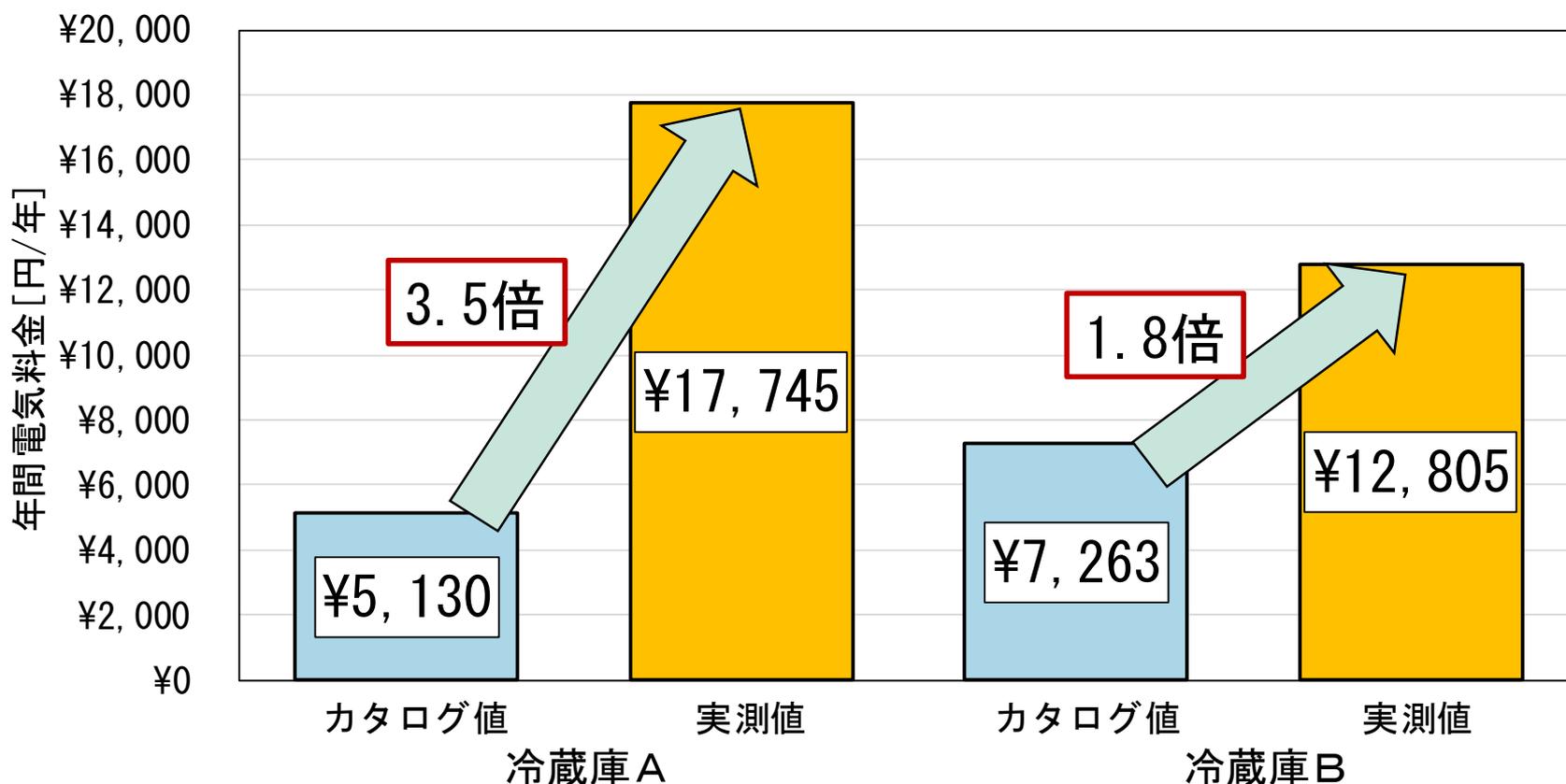


図6 冷蔵庫の年間電気料金の比較

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。

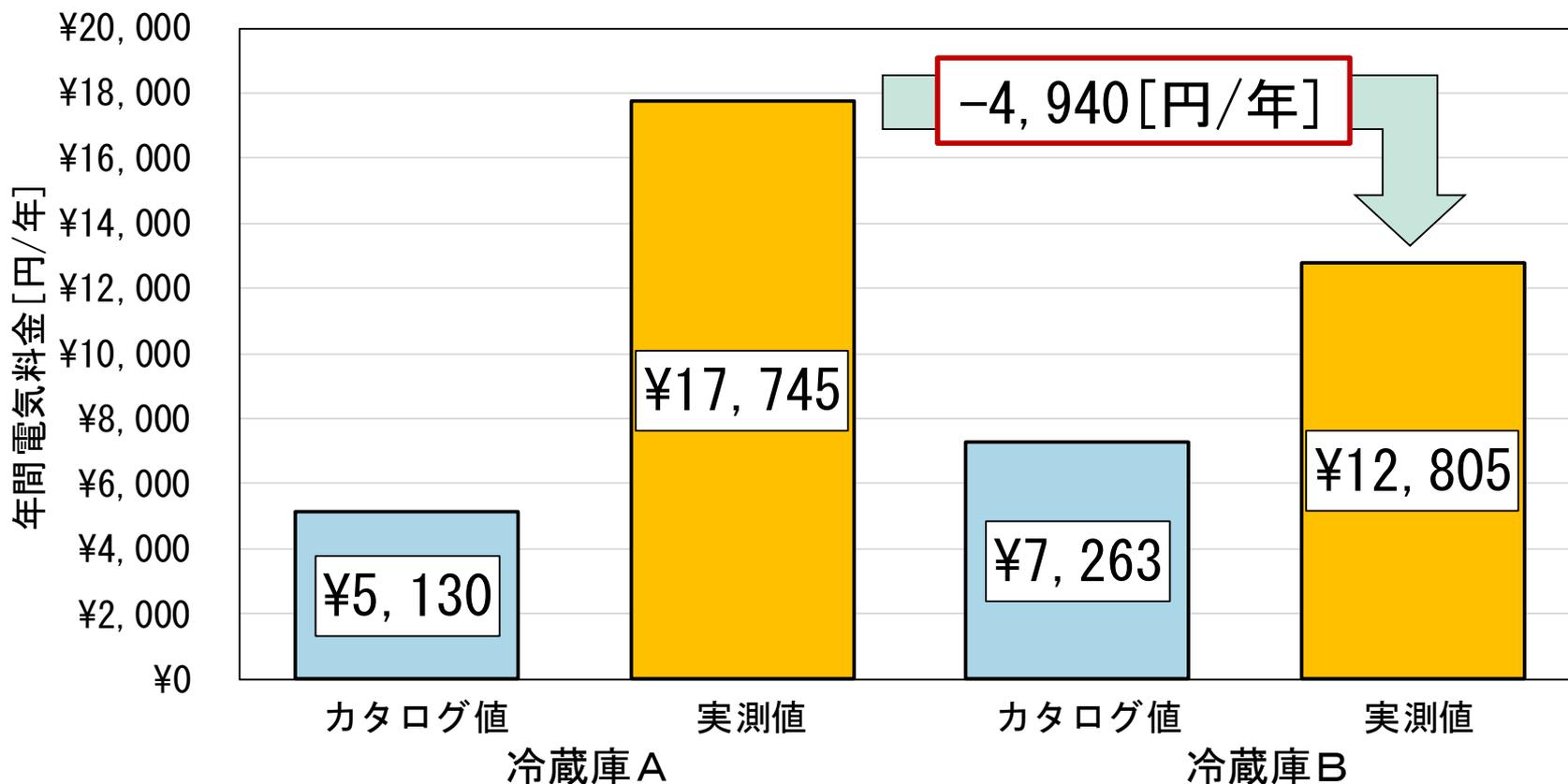


図6 冷蔵庫の年間電気料金の比較

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。

※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

- 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**。