

# ゼロエネルギーハウスの ライフサイクルコストに関する研究

## 賃貸集合住宅を対象としたコスト評価

指導教員 袴田 颯斗 教授  
赤林 伸一

我が国のエネルギー基本計画では、2030年までに**新築住宅の平均でゼロエネルギーハウス (ZEH) ※1 の実現**を目指している。

※1 ZEHは、住宅の高断熱化と高効率設備により大幅な省エネを実現するとともに、太陽光発電などによってエネルギーを創り、年間の1次エネルギー消費量を正味(ネット)で、概ねゼロ以下にする住宅である。

しかしながら、ZEHは従来の住宅に対して**イニシャルコストの増加**が予想されている。

本研究では、賃貸の**全電化集合住宅 (ZEH-M)**を対象に、空調、給湯、各種電気機器等の電力消費量及び太陽電池による発電電力量を算出し、年間の電力収支を検討し、エネルギー消費量を**ネットゼロ**とするために必要な**太陽電池敷設面積の検討**を行う。

更に、**ZEH-M**に必要な建設費や太陽光発電等の**イニシャルコスト**と、系統電力からの買電料金及び太陽光発電量の売電料金の算出により**ランニングコスト**を求め、オーナーを対象にした**ZEH-Mのライフサイクルコスト**の検討を行い、従来集合住宅と比較することで**ZEH型賃貸集合住宅の経済性**を明らかとすることを目的とする。

# 解析対象地域

対象住宅は全電化集合住宅とする。住宅Aを3LDKの4人暮らし(父、母、子、祖母)、住宅Bを1LDKの3人暮らし(父、母、子)とする。解析対象地域は東京と新潟の2地域とする。

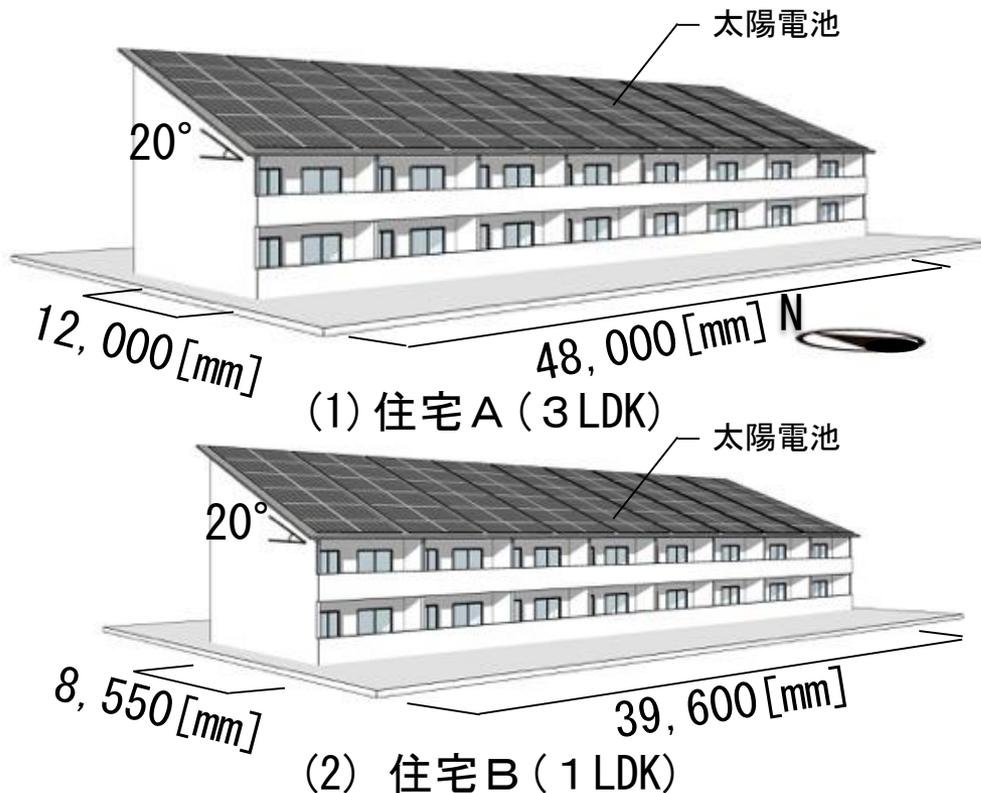


図1 対象集合住宅の概観

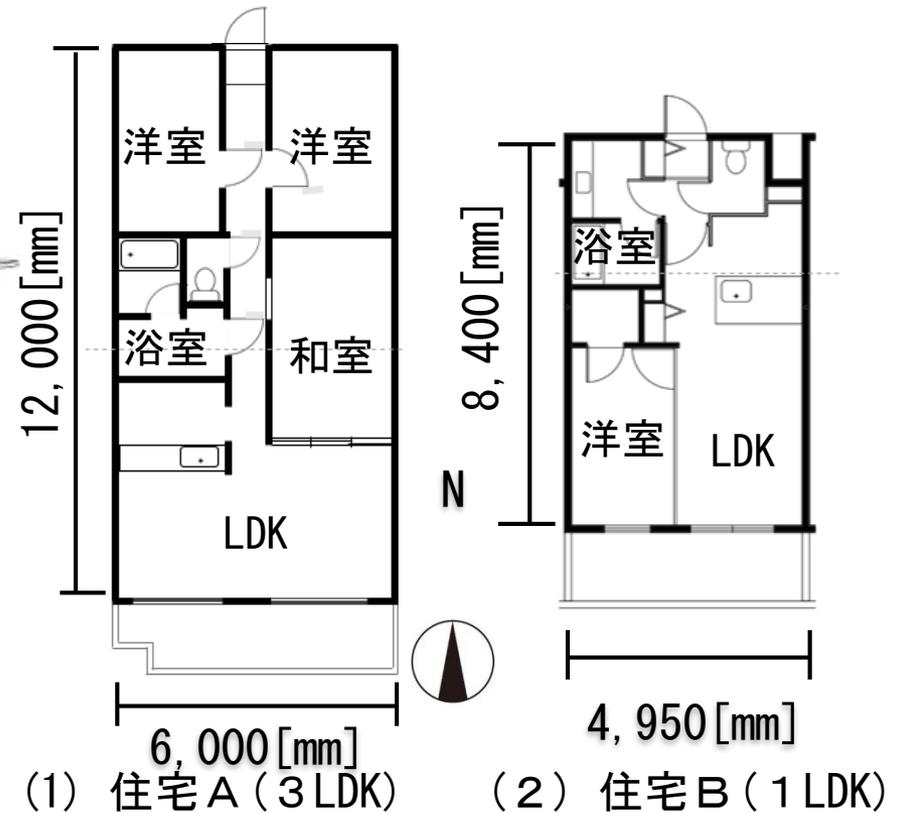


図2 対象集合住宅の平面

対象住宅は全電化集合住宅とする。住宅Aを3LDKの4人暮らし(父、母、子、祖母)、住宅Bを1LDKの3人暮らし(父、母、子)とする。解析対象地域は東京と新潟の2地域とする。

表1 対象住宅モデルの概要

	住宅A	住宅B
構造	木造二階建	
間取り	3LDK	1LDK
世帯構成	4人	3人
専有面積	72.0[m <sup>2</sup> ]	42.3[m <sup>2</sup> ]
階高	2.7[m]	
戸数	16[戸]	
総屋根面積	613.4[m <sup>2</sup> ]	360.3[m <sup>2</sup> ]
施工面積	349.0[m <sup>2</sup> ]	205.1[m <sup>2</sup> ]
屋根傾斜角度	20[°]	

# 解析対象地域

対象住宅は全電化集合住宅とする。住宅Aを3LDKの4人暮らし(父、母、子、祖母)、住宅Bを1LDKの3人暮らし(父、母、子)とする。解析対象地域は東京と新潟の2地域とする。

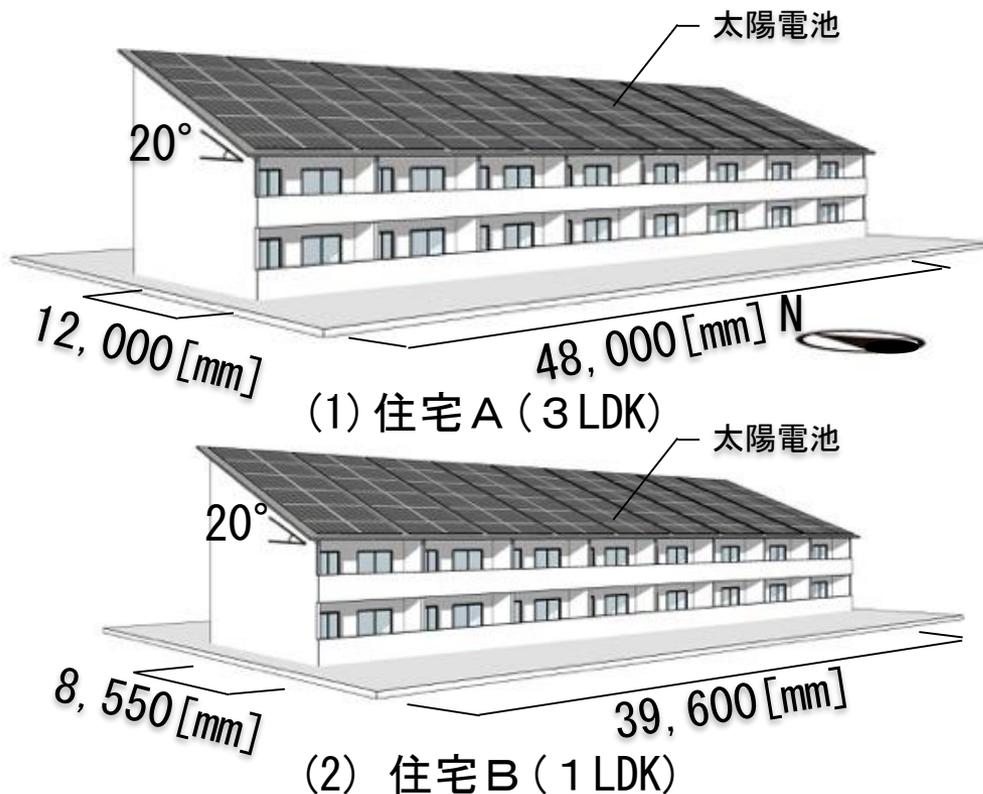


図1 対象集合住宅の概観

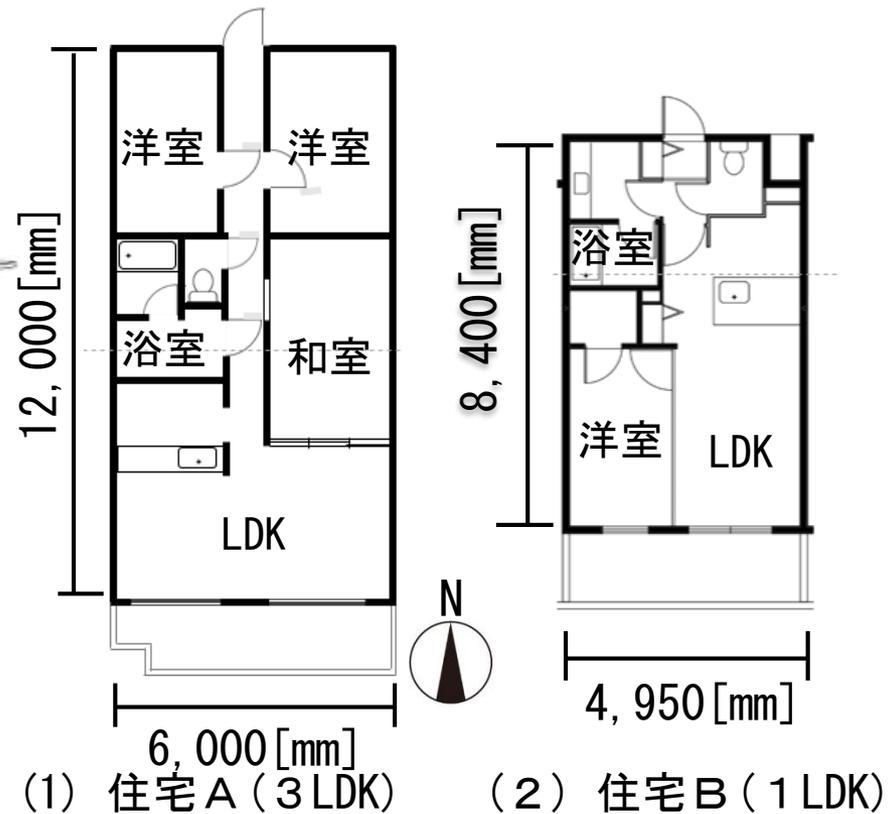


図2 対象集合住宅の平面

外皮平均熱貫流率 (UA値) はZEHモデルは $0.6 [W/(m^2 \cdot K)]$ ※2、従来モデルは $1.2 [W/(m^2 \cdot K)]$ とする。

表 1 対象住宅モデルの概要

	住宅 A	住宅 B
構造	木造二階建	
間取り	3 LDK	1 LDK
世帯構成	4 人	3 人
専有面積	72.0 [m <sup>2</sup> ]	42.3 [m <sup>2</sup> ]
階高	2.7 [m]	
戸数	16 [戸]	
総屋根面積	613.4 [m <sup>2</sup> ]	360.3 [m <sup>2</sup> ]
施工面積	349.0 [m <sup>2</sup> ]	205.1 [m <sup>2</sup> ]
屋根傾斜角度	20 [°]	

※2 ZEHロードマップ検討委員会より定められたZEH-Mの判断基準強化外皮基準：U<sub>A</sub>値 4～7 地域(東京、新潟): $0.6 [W/(m^2 \cdot K)]$ 相当以下である。

# 太陽光発電量の算出

既往の研究<sup>文1)</sup>の発電量の計算方法に基づき、**太陽電池1枚当たりの発電量**を算出する。

表2 太陽電池の仕様

セル種類	単結晶シリコン
太陽電池変換効率	16.4 [%]
温度係数 <sup>※3</sup>	-0.89 [W/°C]
最大出力	190 [W]
面積	1.156 [m <sup>2</sup> ]
寸法	1.168 [m] × 0.99 [m]
パワーコン <sup>※4</sup> 変換効率	95.5 [%]

表3 太陽電池設置可能枚数

枚数	住宅A	住宅B
南側屋根面	472	280
南側壁面	96	80
西側壁面	66	50
東側壁面	66	50
北側壁面	176	165

文1) 佐々木淑貴、赤林伸一他：戸建住宅における電気エネルギー消費に関する研究主に東北地方を対象とした太陽光発電の有効性の検討，日本建築学会環境系論文集，第54号，7986，2001年，7月

※3 太陽電池の温度係数とは、基準温度25[°C]から太陽電池の温度が1[°C]上昇した時の変換効率の低下を示す。

※4 パワーコンディショナー(パワーコン)とは、太陽光発電システムで発生する直流電気を交流電力に変換し、家庭用の電気機器などで利用できるようにするための装置。

# 太陽光発電量の算出

既往の研究<sup>文1)</sup>の発電量の計算方法に基づき、**太陽電池1枚当たりの発電量**を算出する。

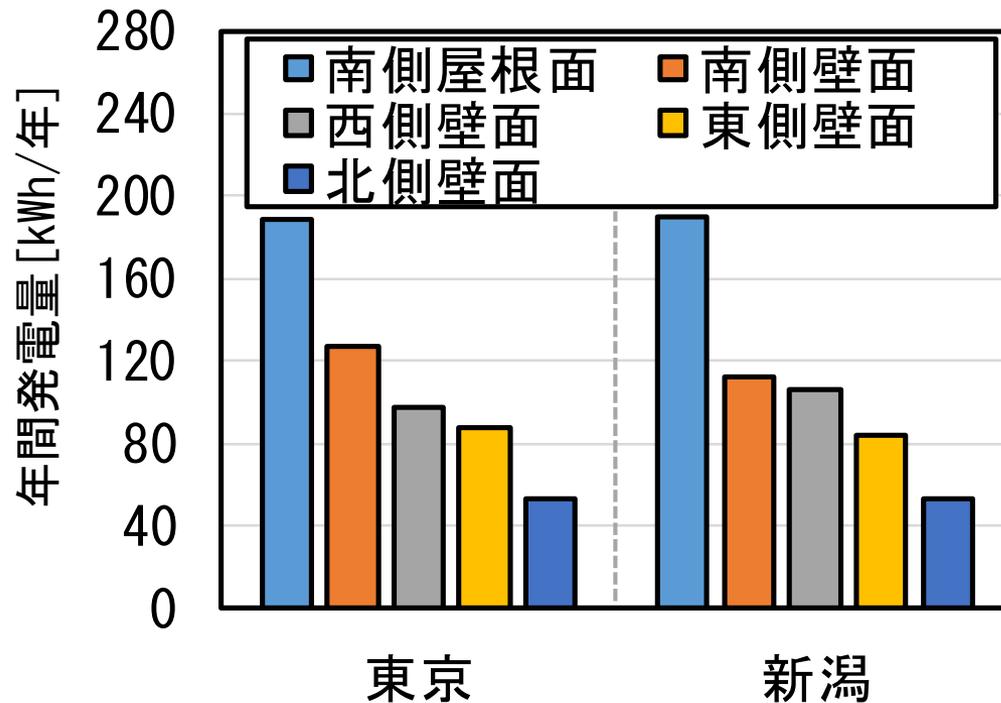


図 太陽電池1枚当たりの発電量

文1) 佐々木淑貴、赤林伸一他：戸建住宅における電気エネルギー消費に関する研究主に東北地方を対象とした太陽光発電の有効性の検討，日本建築学会環境系論文集，第54号，7986，2001年，7月

対象地域の住宅におけるエアコンの電力消費量※<sup>5</sup>、給湯電力消費量(給湯機器の年間平均COPは2または3とする)※<sup>6</sup>、機器電力消費量※<sup>7</sup>、換気電力消費量※<sup>8</sup>により年間の電力消費量を算出する。

- ※<sup>5</sup> エアコン電力消費量ではエアコンは各室の最大暖冷房負荷に応じて選定し、各室に1台ずつ設置する。既往の研究<sup>文2)</sup>によりエアコンのCOPマトリクスを用いて、電力消費量を算出する。
- ※<sup>6</sup> エコキュート(自然冷媒ヒートポンプ給湯機)を用い、給湯温度40[°C]、蓄熱槽熱の損失率は0.9とし、各月の給水温度と給湯量(3人世帯:399.4[L/(日・戸)]、4人世帯:446.9[L/(日・戸)])から年間の給湯用電力消費量を算出する。
- ※<sup>7</sup> 生活スケジュール自動生成プログラムSCHEDULEを用いて、平日・休日における各種電気機器・照明の電力消費スケジュールを作成し、年間電力消費量を算出する。
- ※<sup>8</sup> 換気は24時間換気とし、換気回数0.5[回/h]とする。換気システムの定格消費電力から換気用電力消費量を算出する。

文2) 文欣潔, 赤林伸一他: 家庭用エアコンを対象としたCOP測定実験によるカタログAPFの精度検証、日本建築学会環境系論文集、第740号、873-882、2017年10月

オーナーは居住者の電力需要に対し、太陽光発電電力と低圧一括受電※<sup>9</sup>により供給し、発電余剰分は固定価格買取制度※<sup>10</sup>により系統電力へ逆潮流※<sup>11</sup>する。

表4 各電力料金プラン

	段階	東京	新潟
低圧電力 料金プラン	基本料金 [円/kW]	1122	1265
	夏季 [円/kWh]	17.37	15.95
	その他季 [円/kWh]	15.8	14.5
従量電力 料金プラン	基本料金 [円/kW]	0	
	従量料金 [円/kWh]	26.4	

※<sup>9</sup> 低圧一括受電システムを組み合わせた大東建託オリジナルZEH賃貸 ([https://www.kentaku.co.jp/corporate/pr/info/2017/aqehc400000088zj-att/zeh\\_1129.pdf](https://www.kentaku.co.jp/corporate/pr/info/2017/aqehc400000088zj-att/zeh_1129.pdf)) を参考とした。

※<sup>10</sup> 再生可能エネルギーの固定価格買取制度 (FIT) は、太陽光、風力、水力、地熱、バイオマスの再生可能エネルギー源を用いて発電された電気を、国が定める価格で一定期間電気事業者が買い取ることを義務付ける制度。

※<sup>11</sup> 逆潮流とは自家発電により発電した余剰電力を系統電力側に逆流させる事を言う。

# ZEH仕様における年間支出の算出

低圧一括受電による買電電力と太陽光発電電力は従量電気料金※12で居住者へ供給する。逆潮流による売電料金と居住者への供給電力料金の合計と電力会社からの買電料金(従量料金と基本料金)の差額をオーナーの収入とする。

表4 各電力料金プラン

	段階	東京	新潟
低圧電力 料金プラン	基本料金 [円/kW]	1122	1265
	夏季 [円/kWh]	17.37	15.95
	その他季 [円/kWh]	15.8	14.5
従量電力 料金プラン	基本料金 [円/kW]	0	
	従量料金 [円/kWh]	26.4	

※12 低圧電力料金プランLoopでんき : <https://loop-denki.com/low-v/plan/>

電力会社への売電料金は14[円/kWh]<sup>※13</sup>とする。電力料金を計算する際には再生可能エネルギー発電促進賦課金<sup>※14</sup>を考慮する。

※13 固定価格買取制度2019年度における太陽光発電買取価格(10[kW]以上500[kW]未満)。

※14 「再生可能エネルギー発電促進賦課金(再エネ賦課金)」とは、再生可能エネルギー発電を普及・拡大させることを目的に、電力会社が再生可能エネルギーを買い取る際の費用を消費者が負担するものである。2019年5月分から2020年4月分までの「再生可能エネルギー発電促進賦課金」は、2.95[円/kWh]と制定されている。

地域によって広さが同等の集合住宅の賃貸料金には差がある。この理由は**土地価格の相違によるものである**と考えられる。本研究では、**建物価格のみが賃貸料金に係ると仮定**して検討を行う。

表5 各間取りの賃料

間取	賃料[円/月]	
	ZEH仕様	従来仕様
3 LDK	6万	5万
		5.5万
		6万
1 LDK	3万	2万
		2.5万
		3万

太陽電池は、年間の電力消費量と年積算発電量の収支がゼロになるよう、発電量の最も多い壁面から順に設置して決定する。

断熱性能の向上に伴うコスト(断熱材の材料費や施工費等)は建築工事費そのものに不明瞭な点が多いため、本研究では建設費用の基準となる従来仕様の坪単価を52[万円/坪] ※15、ZEH仕様の坪単価を55[万円/坪]と仮定する。

表 各坪単価・建設費用

	住宅A(3LDK)		住宅B(1LDK)	
	ZEH仕様	従来住宅	ZEH仕様	従来住宅
坪単価 [万円]	55	52	55	52
建設費用 [億円]	1.92	1.81	1.13	1.07

※15 実在の工務店への調査を基に、建設費用における坪単価の仮定を行っている。

ZEH仕様では算出した**オーナーの収入と賃料をランニングコストとする**。ZEH仕様の場合、**太陽光発電システムの耐用年数を20年とし、20年に1度、設備更新を行う**。

イニシャルコストにランニングコストを加算し、建設時からのライフサイクルコストを算出する。本研究では賃料を考慮する場合としない場合の検討を行う。

賃料を考慮しない場合、従来仕様のライフサイクルコストがZEH仕様のライフサイクルコストを上回る年数をZEH仕様の投資回収年数とする。賃料を考慮する場合、イニシャルコストをすべて回収するまでの年数を投資回収年数とする。

# 年間の必要発電量及び電力消費量

年間消費電力量の収支がゼロとなる太陽電池敷設枚数を算出し、その枚数をもとにイニシャルコスト及びZEH仕様におけるオーナーの年間収支を算出する。

- 機器電力消費量
- 給湯電力消費量
- エアコン電力消費量
- 換気電力消費量
- 南側屋根面発電量
- 南側壁面発電量
- 西側壁面発電量
- 東側壁面発電量
- 北側壁面発電量

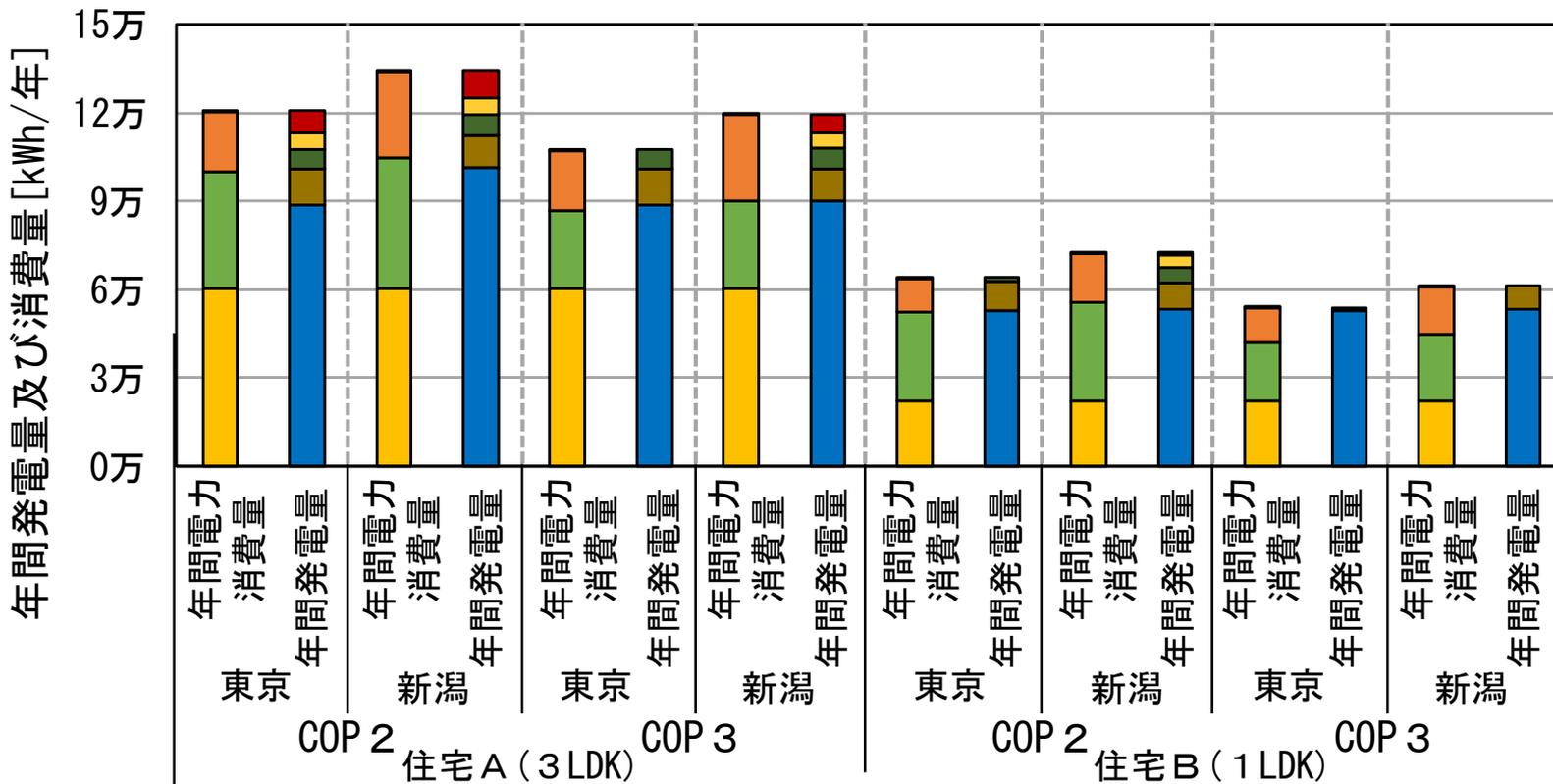


図 年間の必要発電量及び電力消費量

# オーナーの年間収支及びイニシャルコスト

算出した年間の必要発電量及び電力消費量を用いて、イニシャルコスト及びZEH仕様におけるオーナーの年間収支を算出する。

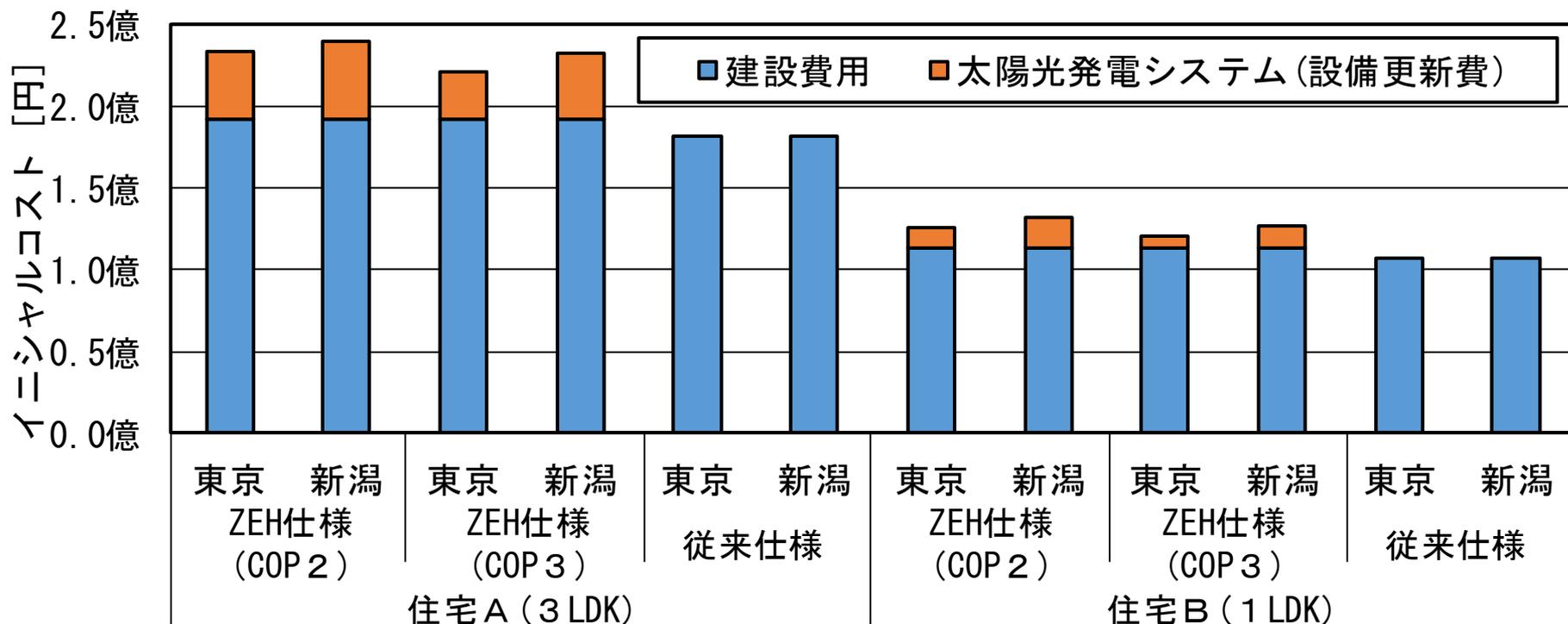


図 イニシャルコスト

# オーナーの年間収支及びイニシャルコスト

算出した年間の必要発電量及び電力消費量を用いて、イニシャルコスト及びZEH仕様におけるオーナーの年間収支を算出する。

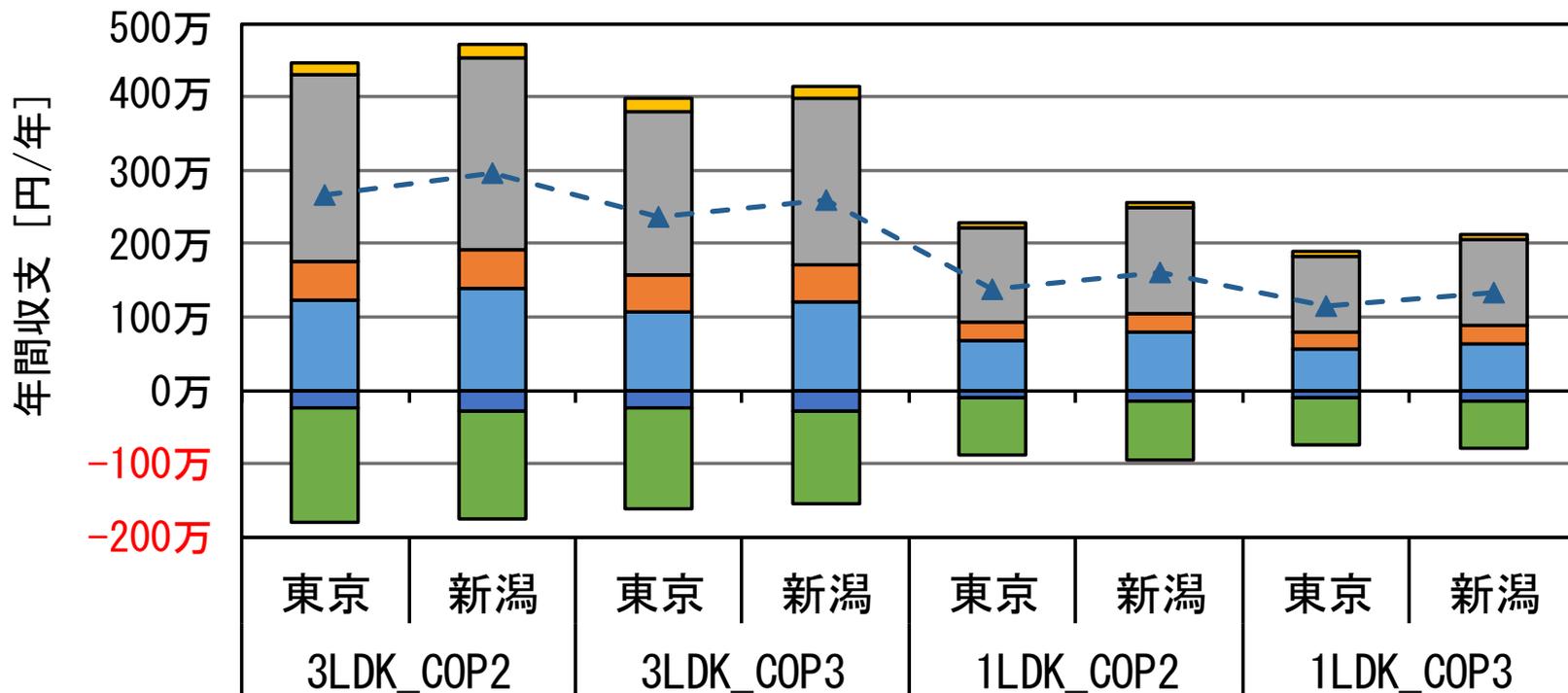


図 ZEH仕様におけるオーナーの年間収支

# オーナーの年間収支及びイニシャルコスト

算出した年間の必要発電量及び電力消費量を用いて、イニシャルコスト及びZEH仕様におけるオーナーの年間収支を算出する。

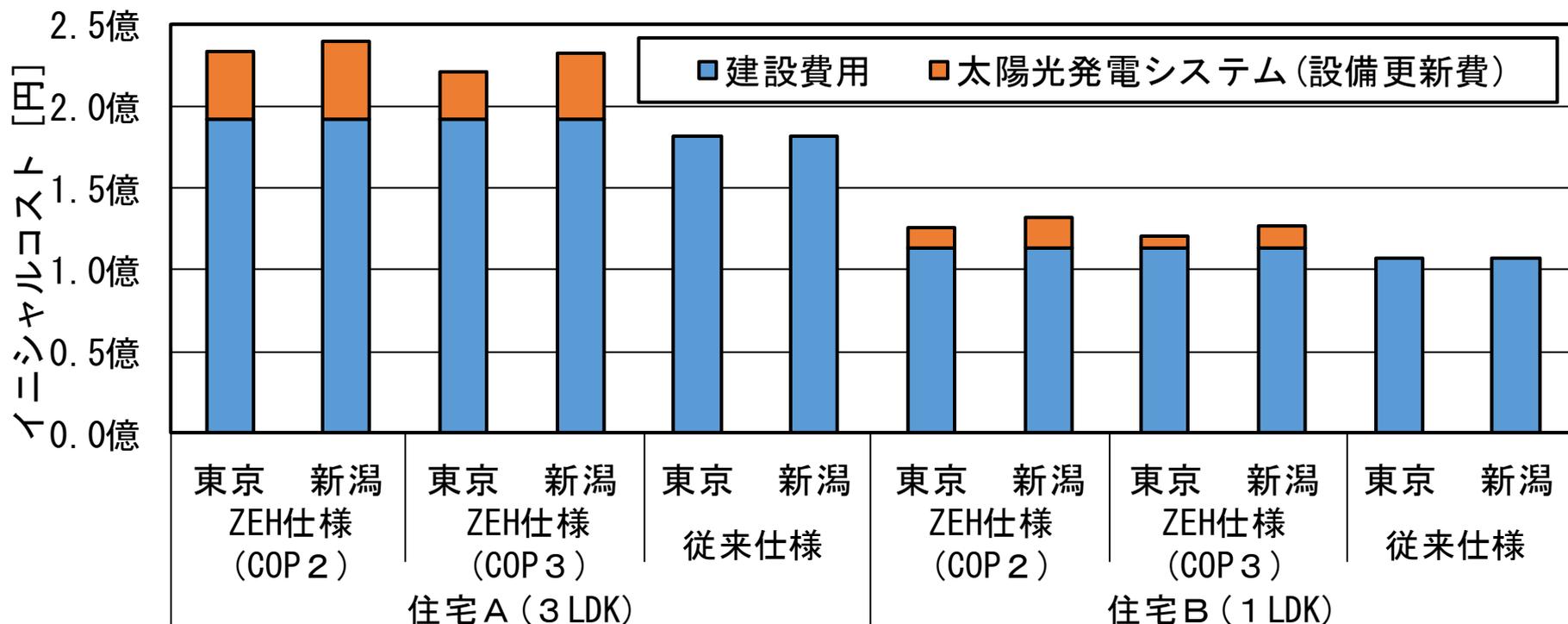


図 イニシャルコスト

# オーナーの年間収支及びイニシャルコスト

算出した年間の必要発電量及び電力消費量を用いて、イニシャルコスト及びZEH仕様におけるオーナーの年間収支を算出する。

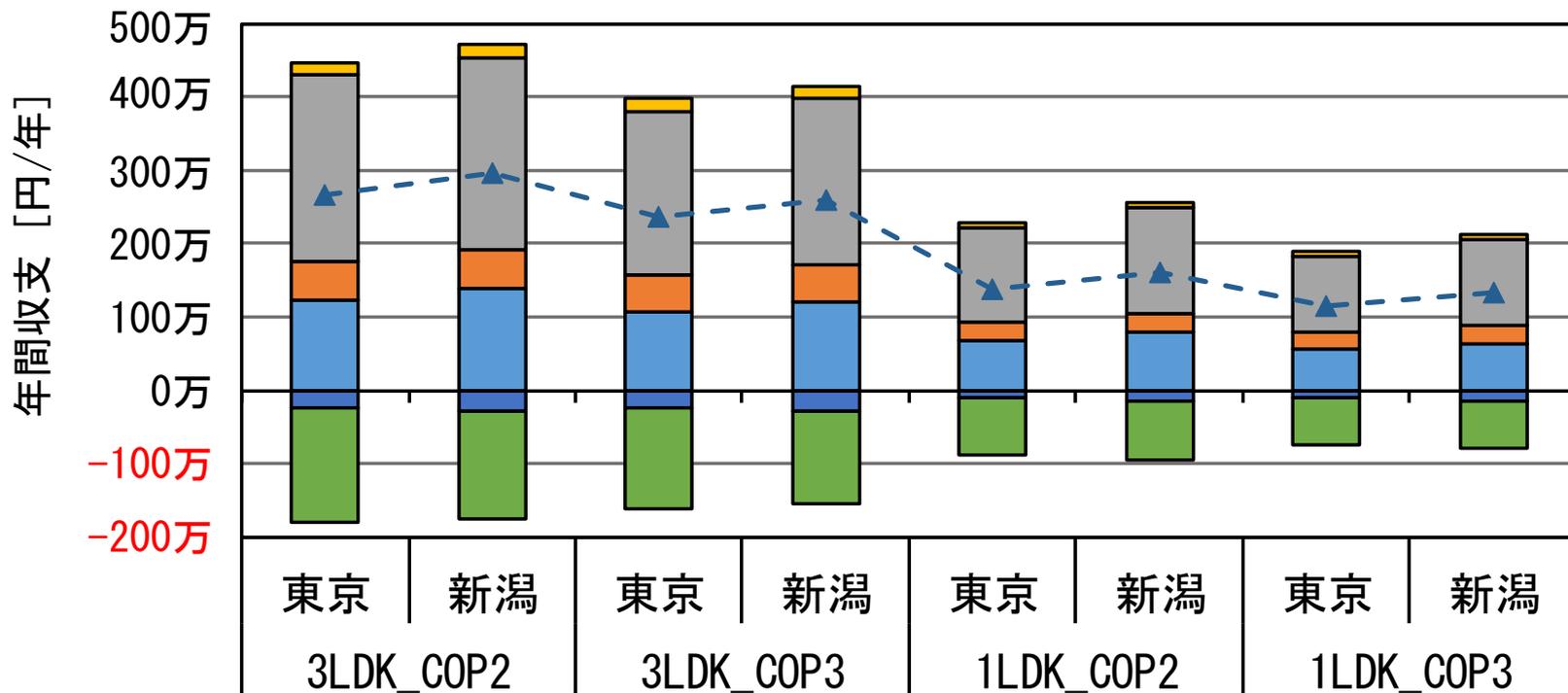


図 ZEH仕様におけるオーナーの年間収支

# 各地域における投資回収期間

設備更新をしない場合、投資回収年数は **3 LDKでは給湯COP 2で20年、給湯COP 3で18年**となる。

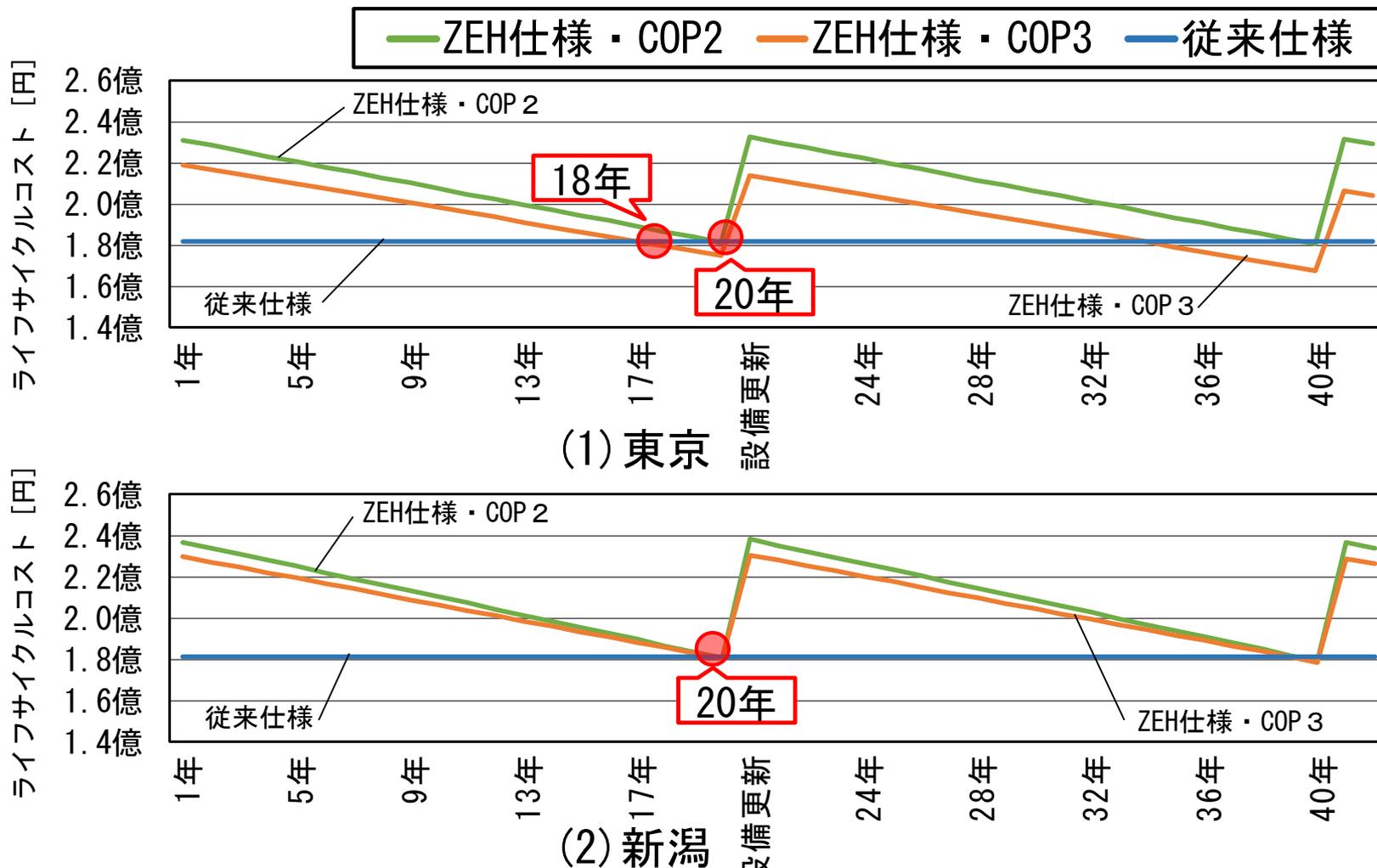


図 賃料を考慮しない場合のライフサイクルコスト(住宅A: 3LDK)

# 各地域における投資回収期間

1LDKでは投資回収年数は給湯COP 2で14年、COP 3で13年となる。

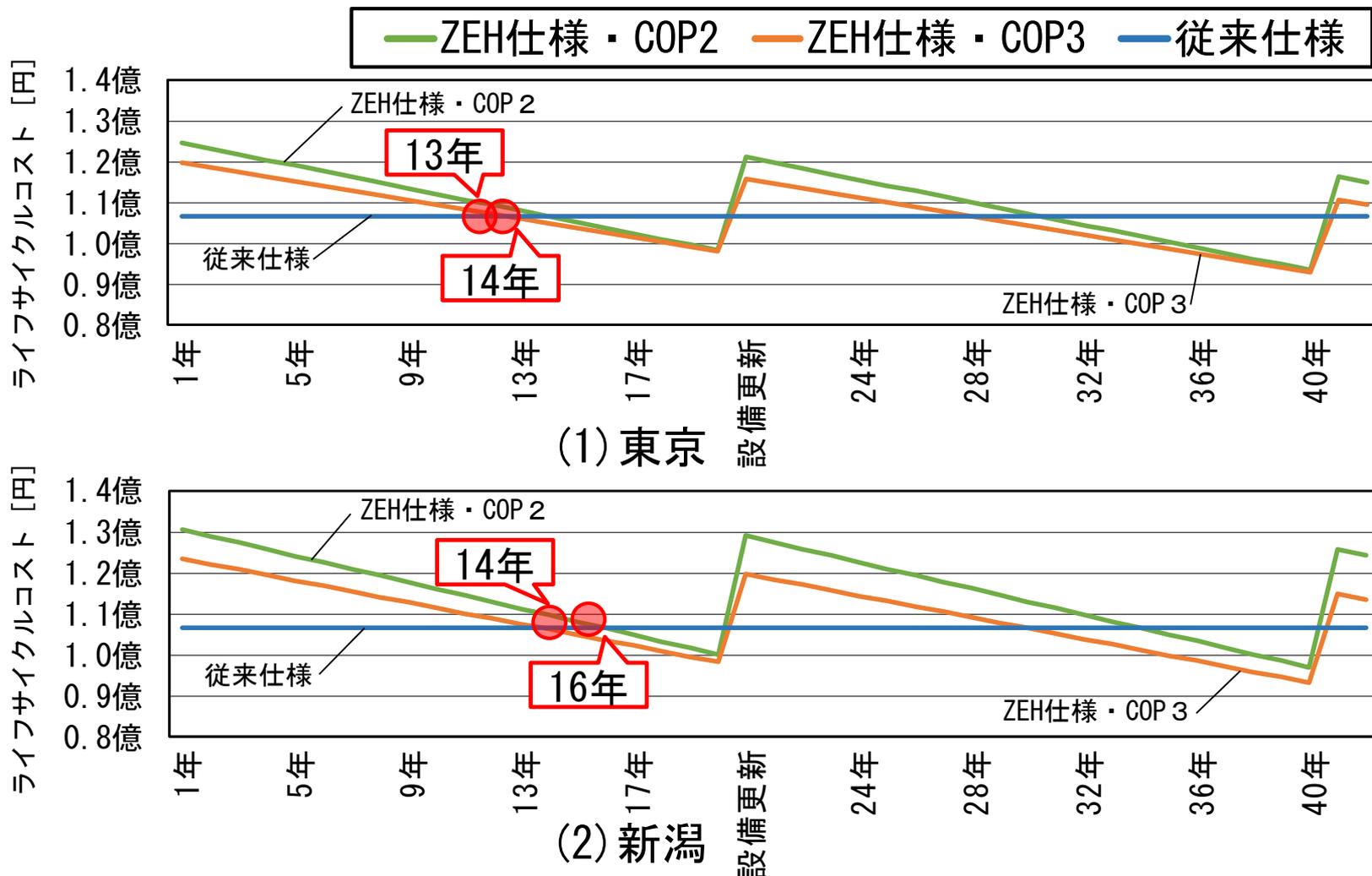


図 賃料を考慮しない場合のライフサイクルコスト (住宅B: 1LDK)

# 各地域における投資回収期間

3LDKと1LDKを比較すると、3LDKは**イニシャルコストが高額であるため**、1LDKと比較して**投資回収年数が増加する**。

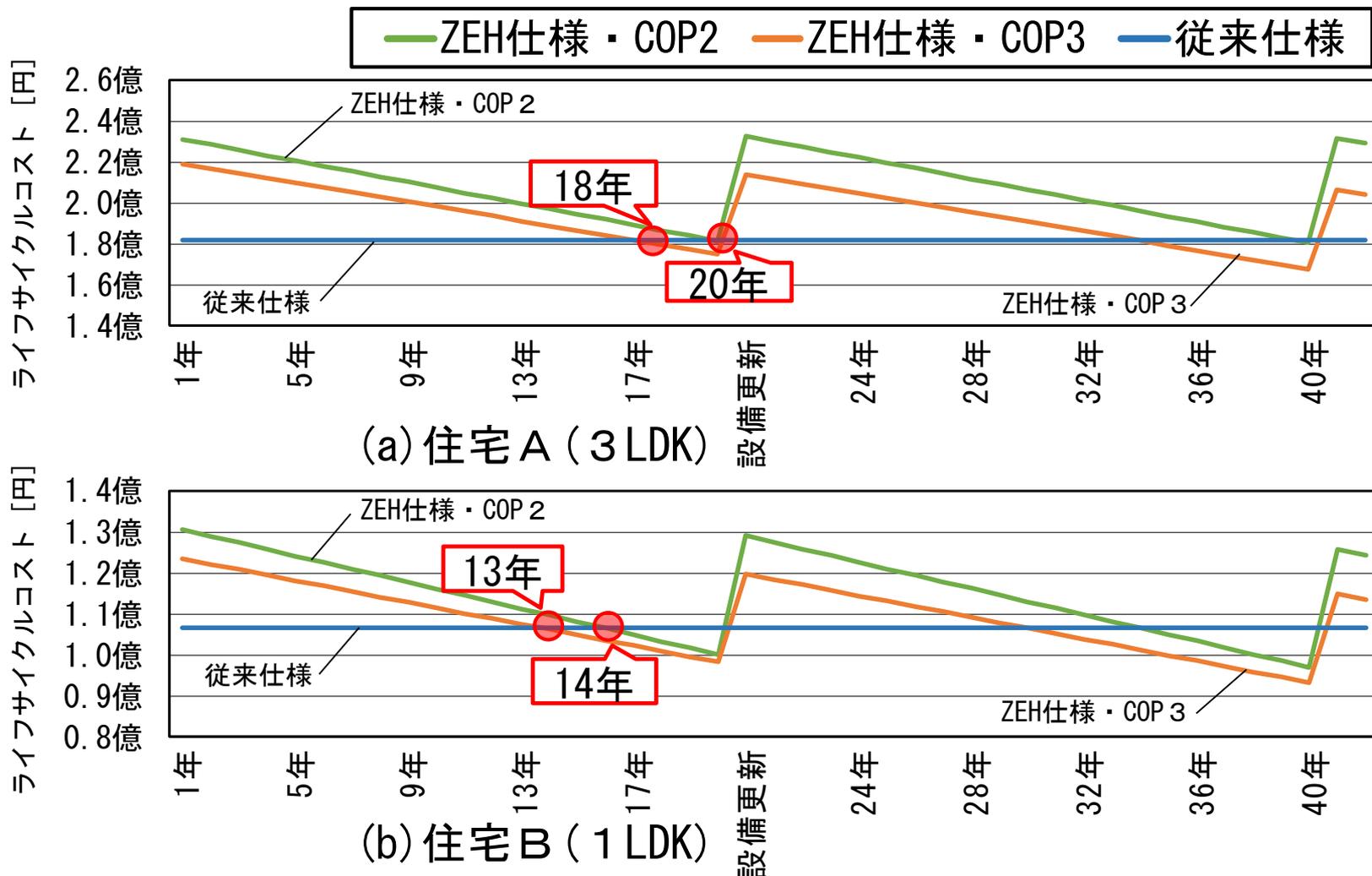
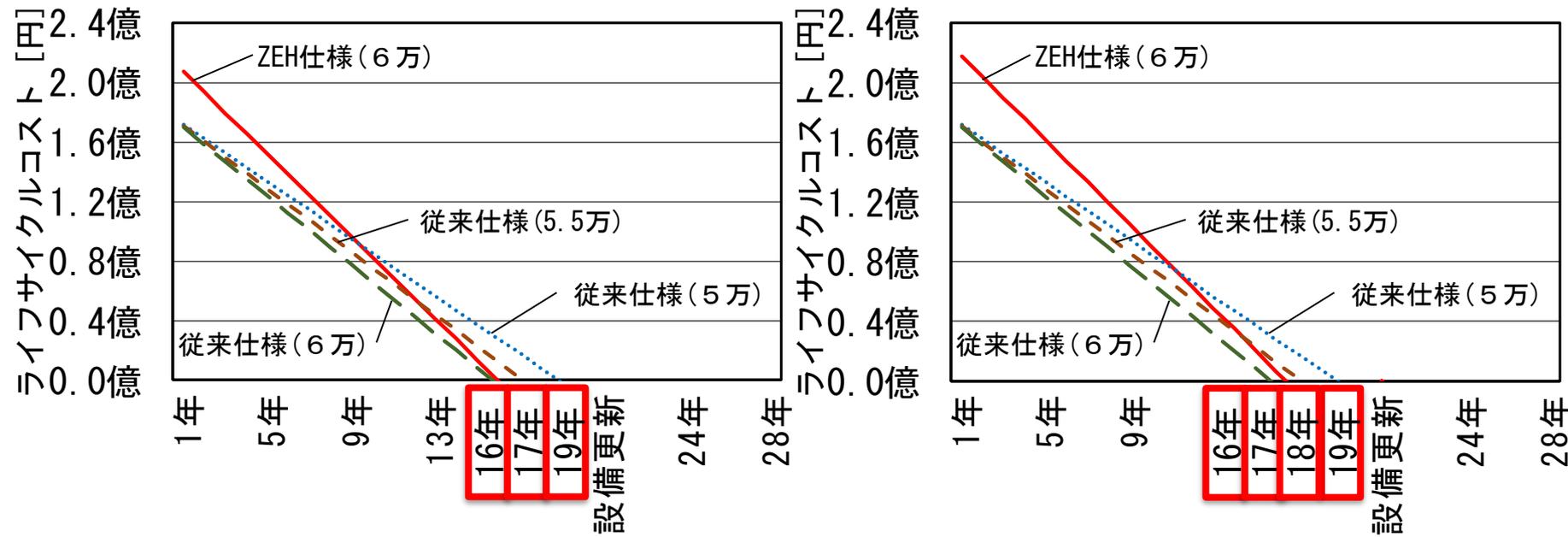


図7 賃料を考慮しない場合のライフサイクルコスト(東京)

# 各地域における投資回収期間

ZEHの投資回収年数は、3LDKでは16年となり、従来仕様と比較して1～3年程度早くなる。

— ZEH仕様(6万)    ..... 従来仕様(5万)    - - 従来仕様(5.5万)    - · 従来仕様(6万)



(1) 東京

(2) 新潟

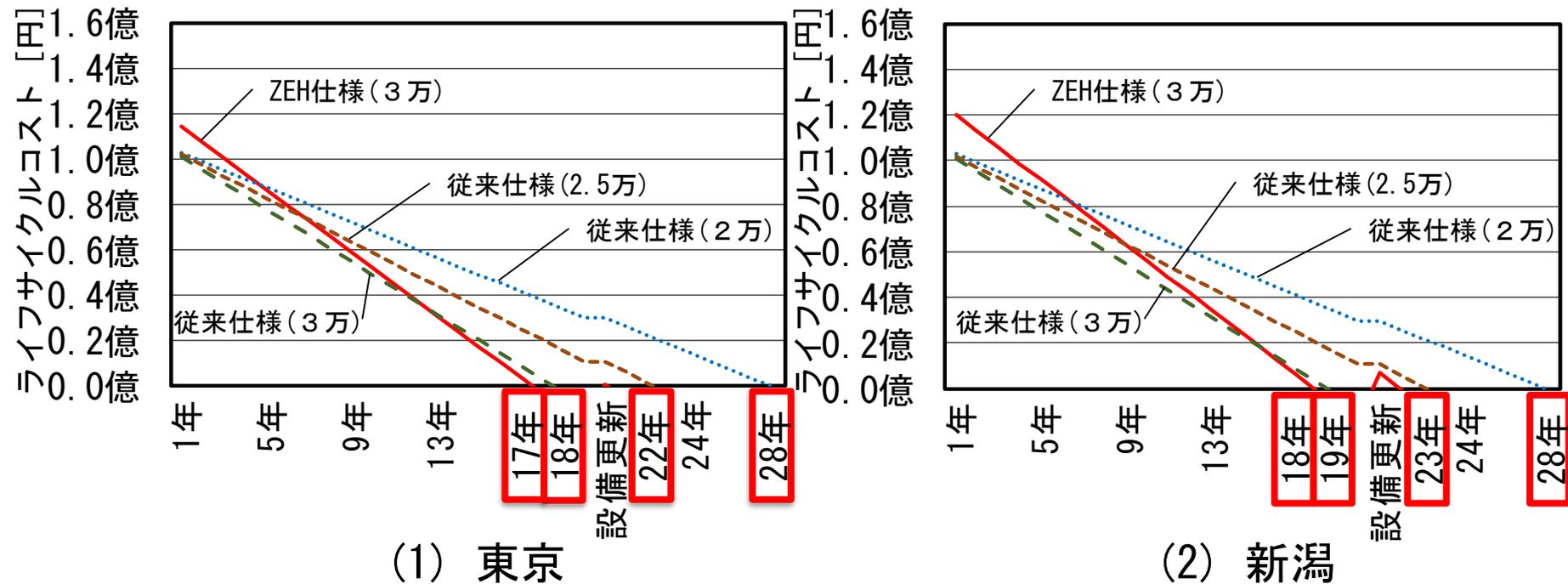
(a) 住宅A (3LDK)

図 賃料を考慮する場合のライフサイクルコスト(住宅A:3LDK)

# 各地域における投資回収期間

1LDKでは17年となり、従来仕様と比較して1~11年程度早くなる。

— ZEH仕様(3万)    ..... 従来仕様(2万)    - - 従来仕様(2.5万)    — 従来仕様(3万)



(b) 住宅B(1LDK)

図 賃料を考慮する場合のライフサイクルコスト(住宅B:1LDK)

- ① 賃料を考慮せず設備更新を行わない場合、ZEH仕様の投資回収年数は3LDKにおいて給湯COP 2では20年、給湯COP 3では18年、1LDKにおいて給湯COP 2では14年、給湯COP 3では13年となる。
- ② 賃料を考慮する場合、ZEH仕様の投資回収年数は従来仕様と比較して3LDKでは1～3年程度早く、1LDKでは1～11年程度早くなる。

# オーナーの年間収支及びイニシャルコスト

ZEH仕様における居住者の年間電力料金の値は、従来仕様と比較して小さくなる。

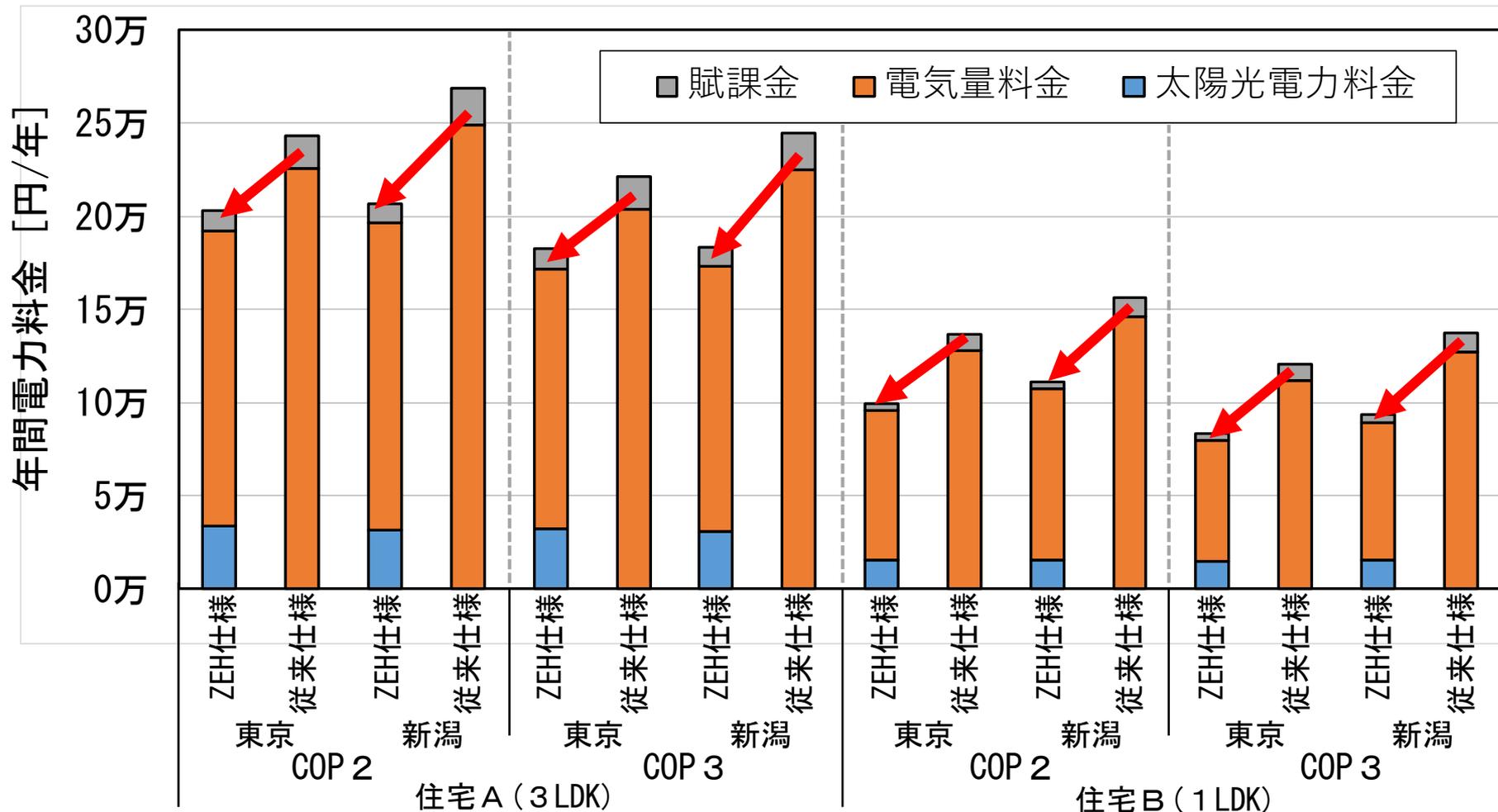


図 1世帯あたりの年間電力料金