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

袴田　颯斗　　指導教員　赤林　伸一　教授

1　研究目的

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。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。

2　研究概要

2.1　解析対象地域：図1に対象集合住宅の概観、図2に平面、表1に概要を示す。住宅Aは3LDKの4人暮らし（父、母、子、祖母）、住宅Bは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。外皮平均熱貫流率（U_A値）はZEH仕様は0.6[W/(m²･K)]※2、従来仕様は1.2[W/(m²･K)]とする。

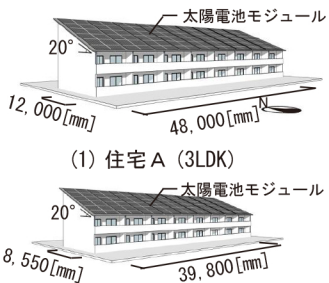
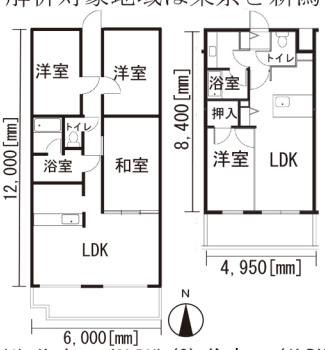


図1　対象集合住宅の概観



(1) 住宅A（3LDK）(2) 住宅B（1LDK）

図2　対象集合住宅の平面

表1　対象集合住宅の概要

	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[m²]	42.3[m²]
階高	2.7[m]	
戸数	16[戸]	
総屋根面積	613.4[m²]	360.3[m²]
施工面積	349.0[坪]	251.5[坪]
屋根傾斜角度	20°	

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※3	-0.89[W/℃]
最大出力	190[W]
面積	1,156[m²]
寸法	1.168[m]×0.99[m]
パワコン※4変換効率	95.5[%]

表3　太陽電池設置可能枚数

部位＼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

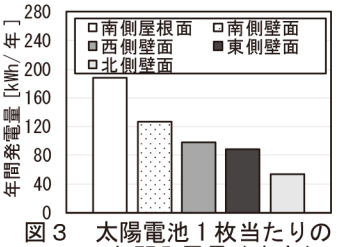


図3　太陽電池1枚当たりの年間発電量（東京）

2.2　太陽光発電量の算出：表2に太陽電池の仕様、表3に太陽電池設置可能枚数、図3に太陽電池1枚あたりの年間発電量（東京）を示す。既往の研究[文1)]の太陽光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。

2.3　ZEH仕様における年間収支の算出：対象地域の住宅におけるエアコンの電力消費量※5、給湯用電力消費量（給湯機器の年間平均COPは2または3とする）※6、機器電力消費量※7、換気電力消費量※8により年間の電力消費量を算出する。

表4に各電力料金プラン（東京）を示す。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※9により供給し、発電余剰分は固定価格買取制度※10により系統電力へ逆潮流※11する。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。電力会社への売電料金は14[円/kWh]※13とする。電気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※14を考慮する。

2.4　各地域における賃貸料金：表5に各間取りの賃料（東京）を示す。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。これは土地価格の相違によるものと考えられる。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。

2.5　イニシャルコストの計算方法：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面積に応じて設置する。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。

2.6　ランニングコストの計算方法：ZEH仕様では2.3に

表4　各電力料金プラン（東京）

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

表5　各間取りの賃料（東京）

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

より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。従来仕様の場合は賃料のみ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。

2.7　投資回収年数の算出：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全て回収するまでの年数を投資回収年数とする。

3　解析結果

3.1　年間の必要発電量及び電力消費量：図 4 に年間の必要発電量及び電力消費量（東京）を示す。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。

3.2　オーナーの年間収支及びイニシャルコスト：図 5 に ZEH 仕様におけるオーナーの年間収支（東京）、図 6 にイニシャルコスト（東京）を示す。3.1 により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示す。

3.3　各地域における投資回収期間

(1) 賃料を考慮しない場合：図 7 に賃料を考慮しない場合のライフサイクルコスト（東京）を示す。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。1 LDK では投資回収年数は給湯 COP 2 で 14 年、COP 3 で 13 年となる。3 LDK と 1 LDK を比較すると、3 LDK はイニシャルコストが高額であるため、1 LDK と比較して投資回収年数が増加する。

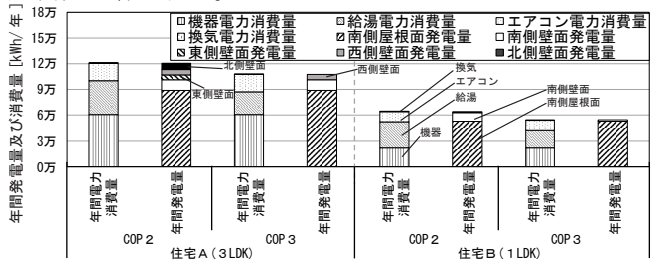


図 4　年間の必要発電量及び電力消費量（東京）

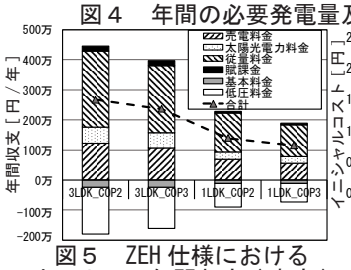


図 5　ZEH 仕様における
オーナーの年間収支（東京）

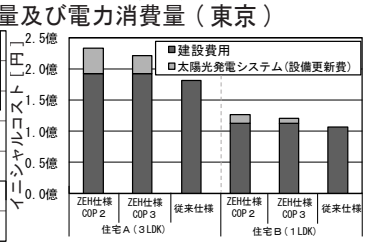


図 6　イニシャルコスト（東京）

(2) 賃料を考慮する場合：図 8 に賃料を考慮する場合のライフサイクルコスト（COP 3・東京）を示す。ZEH の投資回収年数は、3 LDK 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。1 LDK 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。

4　まとめ

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 3 LDK において給湯 COP 2 では、20 年、給湯 COP 3 では 18 年、1 LDK 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 3 LDK では 1 ～ 3 年程度早く、1 LDK では 1 ～ 11 年程度早くなる。

注釈

※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。

※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：4 ～ 7 地域（東京、新潟）:0.6［W/(m²・K)］相当以下である。

※3　太陽電池の温度係数とは、基準温度 25［℃］から太陽電池の温度が 1［℃］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（パワコン）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。

※5　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[文2] 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。

※6　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［℃］、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。

※7　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。

※8　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。

※9　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）を参考とした。

※10　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。

※11　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。

※12　低圧電力料金プラン Looop でんき：https://looop-denki.com/low-v/plan/

※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。

※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。

参考文献

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 545 号、79-86、2001 年 7 月

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

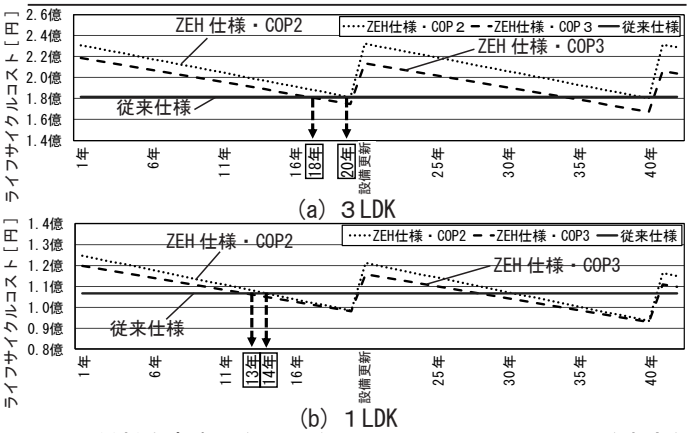
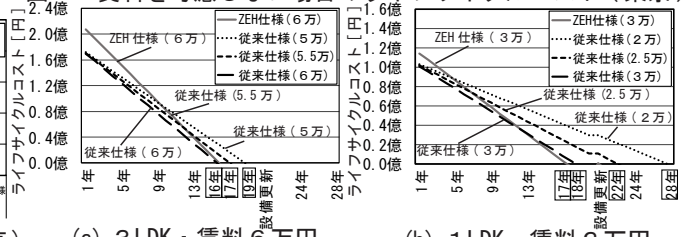


図 7　賃料を考慮しない場合のライフサイクルコスト（東京）



(a) 3 LDK・賃料 6 万円　　(b) 1 LDK・賃料 3 万円

図 8　賃料を考慮する場合のライフサイクルコスト（COP 3・東京）