

ゼロエネルギーハウス (ZEH) を対象としたライフサイクルコストに関する研究 戸建住宅モデルを対象として

T15K678F 熊耳 慶太郎 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 (2014 年 4 月閣議決定) では、2030 年までに一般の新築住宅の平均で ZEH^{*1} の実現を目指す政策が設定され、ZEH の普及が推奨されている。ZEH には住宅の高気密高断熱化、高効率空調・給湯設備による省エネルギーと太陽光発電等によるオンサイトの発電が必要である。しかし設備導入によるイニシャルコストの増大が考えられ、ZEH のライフサイクルコストの評価が必要である。

本研究では、ZEH 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余剰発電量の売電料金の算出を行い、ランニングコストを求め、ZEH のライフサイクルコストとその有効性を明らかにすることを目的とする。

2 研究概要

2.1 解析対象地域・住宅：対象地域は札幌、東京、新潟、福岡とし、対象住宅は日本建築学会住宅用標準問題モデル^{文1)}とする。図 1 に対象住宅モデルの概要、図 2 に対象住宅の平面を示す。家族構成は父・母・子 2 人の計 4 人とする。外皮平均熱貫流率



図 1 対象住宅モデルの (1) 1 階平面図 (2) 2 階平面図
概要 図 2 対象住宅の平面

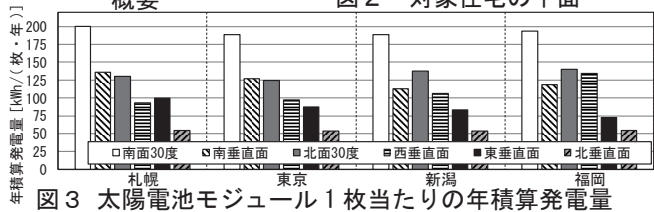


図 3 太陽電池モジュール 1 枚当たりの年積算発電量

表 3 電力料金^{*5}

従量電灯	北海道電力		東北電力		東京電力		九州電力	
	段階 [kWh]	料金 [円]	段階 [kWh]	料金 [円]	段階 [kWh]	料金 [円]	段階 [kWh]	料金 [円]
	120	23.54	120	18.24	120	19.52	120	17.19
120-280	29.72	120-300	24.87	120-300	25.98	300	22.69	
280	33.37	300	28.75	300	30.02	300	25.63	

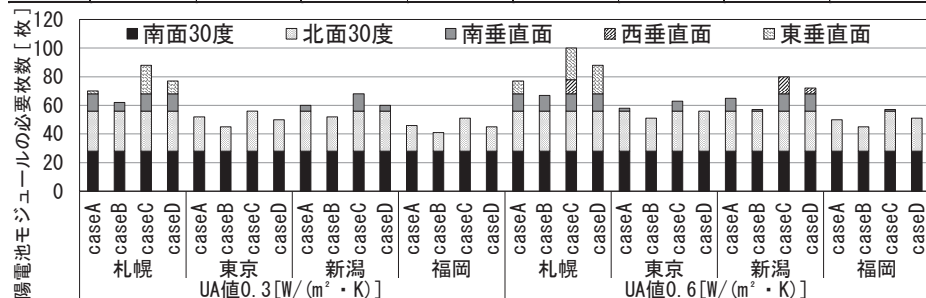


図 4 太陽電池モジュールの必要枚数

U_A 値 0.3、0.6、1.2、2.4 $[W/(m^2 \cdot K)]$ の 4 モデルとし、 U_A 値 0.3、0.6 $[W/(m^2 \cdot K)]$ の ZEH 仕様モデル、 U_A 値 1.2、2.4 $[W/(m^2 \cdot K)]$ を従来仕様モデルとして比較検討を行う。

2.2 発電量の計算方法：表 1 に太陽電池モジュールの仕様、図 3 に太陽電池モジュール 1 枚当たりの年積算発電量を示す。気象データには日本建築学会拡張アメダス気象データ (標準年) を用いる。気象データの水平面直達日射量と水平面天空日射量から傾斜面及び鉛直面の全天日射量を算出する。算出された日射量を用いて太陽電池モジュール 1 枚当たりの発電量を算出する。

2.3 太陽光発電による売電料金の算出：太陽光発電システムを導入することで日中は発電した電力を使用し、不足分は系統電力から買電、超過発電分は系統電力へ逆潮流 (売電) する。売電料金は 28 [円 / kWh]^{*4} として年間の売電料金を算出する。

2.4 ランニングコストの計算方法：表 2 に解析条件、表 3 に電力料金を示す。対象地域の住宅におけるエアコンの電力消費量、給湯用電力消費量、機器電力消費量、換気電力消費量により年間の電力消費量を算出する。年間の電力消費量と電力料金により年間の電気料金を算出する。従来仕様モデルは年間の電気料金をランニングコストとし、ZEH 仕様モデルは年間の電気料金から太陽光発電による年間の売電料金、断熱住宅の予防疾患による便益^{文2)}により 1 世帯あたり 41,000 [円] を減算した値をランニングコストとする。給湯機器の年間 COP は 2 もしくは 3 とする。ZEH 仕様モデルの場合、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。

2.5 イニシャルコストの計算方法：図 4 に太陽電池モジュールの必要枚数、表 4 にイニシャルコストの内訳、表 5 に高断熱化に伴うコストを示す。解析対象モデルの

表 1 太陽電池モジュールの仕様

セル種類	単結晶シリコン
変換効率 [%]	16.4
温度係数 ^{*2} $[W/^\circ C]$	-0.89
最大出力 [W]	190
面積 $[m^2]$	1.156
寸法 [m]	1.168 × 0.99
パワーコンディショナー ^{*3} 変換効率 [%]	95.5

表 2 解析条件

解析条件	エアコンの運転方式	給湯 COP
caseA	間欠運転	COP2
caseB		COP3
caseC	連続運転	COP2
caseD		COP3

施工面積は38.07 [坪] である。表5における太陽電池モジュールは1枚あたりの価格を示す。太陽電池モジュールの合計枚数は、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。建設費用は U_A 値や断熱化に伴うコスト^{*7}により変化し、断熱化に伴うコストは U_A 値が2倍になると50,000 [円/坪] 減または100,000 [円/坪] 減を検討する。

2.6 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たものをライフサイクルコストとする。ZEH仕様モデルのライフサイクルコストが従来仕様モデルのライフサイクルコストを下回る年数を投資回収年数とする。

表4 イニシャルコストの内訳

イニシャルコスト	+	-	ZEH仕様モデル	従来仕様モデル
太陽電池モジュール [円/枚]	45,600		○	-
パワーコンディショナー [円]	25,000		○	-
設置工事費 [円]	58,000		○	-
エアコン [円/4台]	600,000		○	○
建設費用 [円/戸]	建設費用 (a), (b)		○	○
補助金 [円/戸]		700,000 ^{*6}	○	-

表5 断熱化に伴うコスト

高断熱化コスト (a) [万円/坪]	U_A 値 [W/(m ² ·K)]	建設費用 [万円/坪]	建設費用 [万円/戸]		各 U_A 値毎の差額 [万円]
			建設費用 (a)	建設費用 (b)	
5	0.3	70	2,665	2,475	190.35
	0.6	65	2,475	2,284	
	1.2	60	2,284	2,094	
	2.4	55	2,094	3,046	
10	0.3	80	3,046	2,665	380.70
	0.6	70	2,665	2,284	
	1.2	60	2,284	1,904	
	2.4	50	1,904		

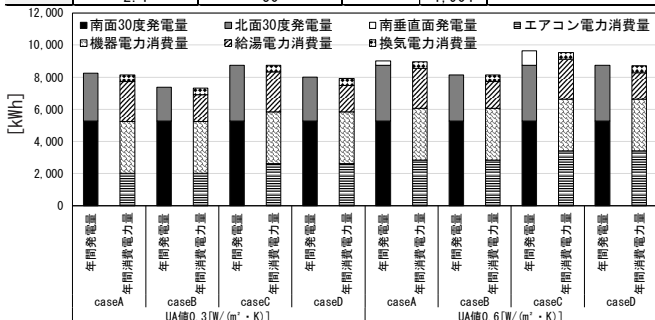
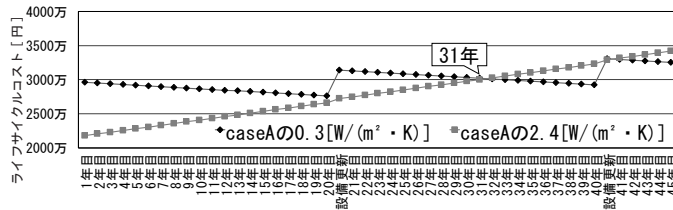
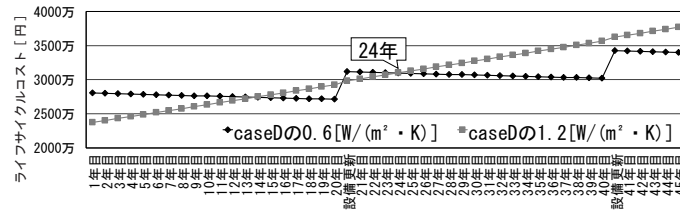


図5 東京における年間発電量及び年間消費電力量



(1) caseA

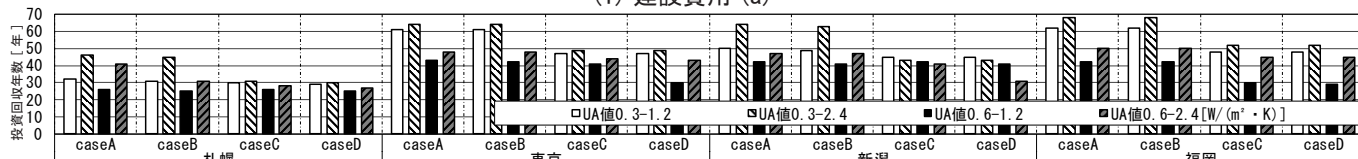


(2) caseD

図6 東京の建設費用 (a) における投資回収年数



(1) 建設費用 (a)



(2) 建設費用 (b)

図7 各解析条件における投資回収年数

3 解析結果

3.1 東京における年間発電量及び年間消費電力量：図5に東京における年間発電量及び年間消費電力量を示す。年間発電量と年間消費電力量の収支がゼロである。

3.2 各地域における投資回収期間：図6に東京の建設費用 (a) における投資回収年数、図7に各解析条件における投資回収年数を示す。投資回収期間が最長及び最短な case は caseA と caseD である。東京において、同じ解析条件下で投資回収期間が最長なのは caseA の U_A 値 0.3 [W/(m²·K)] と U_A 値 2.4 [W/(m²·K)] の 31 年であり、最短なのは caseD の U_A 値 0.6 [W/(m²·K)] と U_A 値 1.2 [W/(m²·K)] の 24 年である。

4 まとめ

同じ解析条件下で比較を行う場合、投資回収期間が最長なのは caseA であり、最短なのは caseD である。また、同じ解析条件下での投資回収期間が最短である組み合わせは、 U_A 値 0.6 [W/(m²·K)] と U_A 値 1.2 [W/(m²·K)] である。東京の投資回収期間が最短である組み合わせは caseD の U_A 値 0.6 [W/(m²·K)] と U_A 値 1.2 [W/(m²·K)] である。

注釈

- ※1 ZEHとは外皮の断熱性能等を大幅に向上させるとともに高効率な設備システムの導入により室内環境の質を維持しつつ大幅な省エネルギーを実現した上で、再生可能エネルギーを導入することにより年間の一次エネルギー消費量の収支がゼロとすることを旨とした住宅のことである。(経済産業省、資源エネルギー庁、「ZEHロードマップ検討委員会とりまとめ」)
 - ※2 温度係数は太陽光発電システムの運転状況における太陽電池モジュールの温度から日射強度による平均温度を算出し、その結果を用いて発電する。
 - ※3 パワーコンディショナーとは太陽電池モジュールからの直流電流を交流電流に変換する機器である。
 - ※4 再生可能エネルギー固定価格買取制度における2018年の価格である。
 - ※5 電力会社の内訳は、札幌…北海道電力、新潟…東北電力、東京…東京電力、福岡…九州電力である。
 - ※6 ZEHにおける補助額：700,000 [円/件] (戸建住宅におけるZEH支援事業(経済産業省及び環境省担当)の補助制度の概要)
 - ※7 断熱化に伴うコスト(断熱材の材料費や施工費等)は建築工事費のものに不明瞭な点が多いため、本研究では50,000 [円/坪]及び100,000 [円/坪]と仮定している。
- 参考文献
 文1) 宇田川光弘：標準問題の提案 住宅用標準問題，日本建築学会環境工学委員会熱分科会第15回シンポジウムテキスト，1985年
 文2) 伊香賀俊治：健康維持がもたらす間接的便益 (NEB) を考慮した断熱住宅の投資評価，日本建築学会環境系論文集，第76巻 第666号、735-740、2011年8月