

室内温度の快適性と環境負荷低減を考慮した住宅設備構成の検討

AE17053 佐藤匠悟

指導教員 藤田吾郎

1. はじめに

近年、日本の高齢者は増加傾向にある。これに伴い、高齢者の救急搬送が、全体の60[%]を占めており、発生場所は、住宅内が多い。なかでも、住宅内の大きな温度差はヒートショックを引き起こすことが知られている。そのため、超高齢化が進んでいく中で、健康や快適性を考慮した住環境が求められている。また、近年の環境問題から、低炭素社会が目指されている。そこで、太陽光発電(PV: Photovoltaic)などを用いた住宅部門での低炭素化も注目されている。一方で、快適性を保つための室温の維持を、空調だけに頼ると消費電力が増える可能性がある。そこで、外皮性能を向上することで室温の維持が可能となり、空調での消費電力も抑えることも考えられる。しかし、外皮性能の向上には、既存の住宅では費用面や夏季に熱がこもる可能性等のデメリットもある。よって本研究の目的は、空調とPV発電の活用から健康、快適性の維持と低炭素化の両立ができる設備構成の明確化である。

2. 住宅建物モデル

本稿では、解析対象に自立循環型住宅開発プロジェクトで公開されている標準住宅モデル[2]を採用した。図1に平面図を示す。また、各外皮性能は、建築建物省エネ法にある、平成11年基準を基準として、ZEH条件を満たす外皮性能、ZEH+条件を満たす外皮性能の3ケースの解析を行い、比較検討する[2][3]。以下、この3ケースをH11、ZEH、ZEH+と略する。

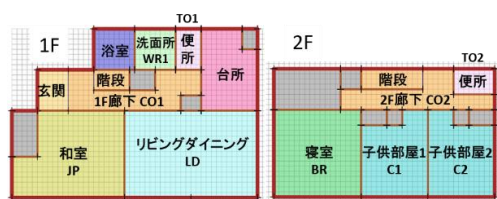


図1 住宅平面図

表1 対象住宅

家族構成	4人(大人2人 子供2人)
住宅の属性	木造住宅
延べ床面積	120.07[m ²] (1F:62.93[m ²], 2F:57.14[m ²])
住宅開口部割合	26.8[%]

3. 対象住宅における解析

解析には、住宅の温度環境、消費電力量の数値解析ソフトとして、BEST-Hを用いた。

3.1 全体の設定

表2に文献に基づき設定した解析、評価の条件を記す。さらに、空調運転条件を表3に示す[4]。

表2 解析、評価条件

暖房使用期間	11/4~4/12	設定温度	20[°C]
冷房使用期間	5/21~10/2	設定温度	27[°C]
空調設置部屋	リビング, 寝室, 子供部屋1,2		
推奨最低室温	18[°C]		
冬季の推奨温度差	5[°C]以内		
PMV条件	暖房期	PMV ≥ -1	
	冷房期	PMV ≤ 1	

表3 空調運転条件

Case0	部分間欠運転
Case1	24時間運転
Case2	部分間欠運転 (和室追加)
Case3	24時間運転 (和室追加)

3.2 全体の設定

本稿における室内温度環境の評価は非居室の室温、居室と非居室の温度差、快適性を示す指標であるPMV(Predicted Mean Vote)の3つに基づいて行う。

3.2.1 室内温度環境解析

外皮性能や、空調運転条件の変化により、空調の導入されていない非居室での温度環境への影響について解析を行った。評価は、空調運転時間のうちに推奨最低室温を満たしている割合を示す。各部屋の結果を表4に示す。

表4 非居室の推奨最低室温の満たす時間の割合

外皮性能	室	Case0 [%]	Case1 [%]	Case2 [%]	Case3 [%]
H11	CO1	53.5	58.6	61.5	70.3
	CO2	29.1	64.1	32.4	67.7
ZEH	CO1	72.8	84.1	81.7	94.4
	CO2	59.1	88.7	63.8	92.1
ZEH+	CO1	82.3	91.8	90.5	97.6
	CO2	75.4	95.5	82.3	97.6

3.2.2 冬季の推奨温度差評価

本稿における室間温度差の導出式を示す。

$$\Delta T = T_{\text{Livingroom}} - T_{\text{Non-Livingroom}} \quad \dots(1)$$

ΔT : 室間温度差[°C], $T_{\text{Livingroom}}$: 居室の室温[°C]

$T_{\text{Non-Livingroom}}$: 非居室の室温[°C]

(1)式より、非居室の室温が冬季の推奨温度差以内である時の時間を求めて、満たした割合[%]を表5に示す。特に、24時間運転に変更すると温度差は低減されることが明らかとなった。

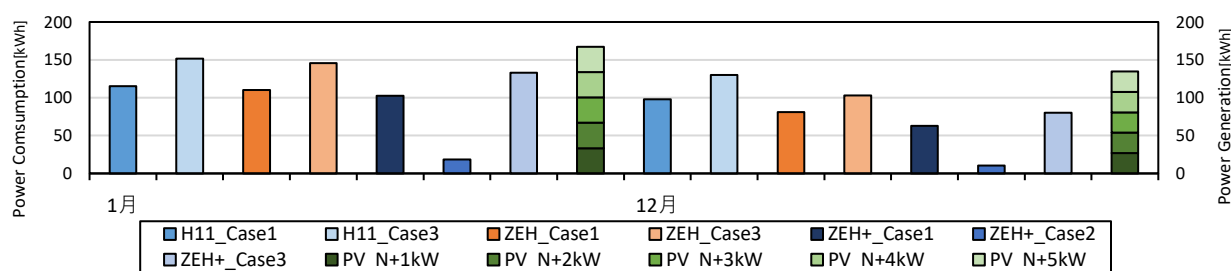


図2 各外皮性能のCase0から増加した分の空調消費電力量とPV発電量（1月，12月）

表5 冬季の推奨温度差を満たす時間の割合

外皮性能	室	Case0 [%]	Case1 [%]	Case2 [%]	Case3 [%]
H11	LD_CO1	63.9	84.8	73.0	88.5
	BR_CO2	18.9	99.0	21.0	98.4
ZEH	LD_CO1	81.3	90.7	84.6	91.7
	BR_CO2	43.4	100	47.5	100
ZEH+	LD_CO1	84.3	91.3	86.5	92.1
	BR_CO2	59.3	100	64.9	100

3.2.3 PMV評価

評価は1年間を暖房期，冷房期，中間期の3つに分け，空調運転時間内でPMV条件を満たしている時間の割合 [%]を求めた。解析結果を表6に示す。暖房期でも冷房期も快適性を維持できることが明らかとなった。

表6 PMV条件を満たす割合

期間	外皮性能	室	Case0 [%]	Case1 [%]	Case2 [%]	Case3 [%]
暖房期	H11	LD	75.1	72.9	77.9	75.8
	ZEH	LD	86.0	89.5	86.9	90.5
	ZEH+	LD	88.9	93.0	89.6	93.8
冷房期	H11	LD	69.2	88.4	70.4	89.2
	ZEH	LD	71.5	94.0	72.7	89.2
	ZEH+	LD	71.0	94.3	72.1	94.9

3.2.4 まとめ

表4、表5、表6の結果より外皮性能の向上，空調運転条件の変化により，室内温度環境の向上が明らかとなった。各外皮性能において健康リスクを抑えることができると考えられるCaseは，1階，2階ともに冬季の廊下の温度と居室との温度差において，80[%]以上のどちらかが満たせたCaseとして，表7に示す。

表7 健康リスクを抑えられると考えられるCase

H11	Case1, Case3
ZEH	Case1, Case3
ZEH+	Case1, Case2, Case3

4. 電力解析

各外皮性能のCase0の空調消費電力量を基準として，増加した分をまかなえる量のPVパネル容量を算出した。各外皮性能での健康リスクを回避できたCaseについて，空調消費電力量が最大となる1月と，PV発電量が最小と

なる12月にて，基準からの空調消費電力量の増分とPV発電量を図2に示す。各Case全て5[kW]以内でまかなうことができる。

5. まとめと今後の展望

本研究では，大都市圏などの人口が多い地域である省エネルギー区分の6地域を対象に，外皮性能および空調運転方法の変更による室温環境の快適性と消費電力について，数値解析により明らかにした。

空調での消費電力の増加量は北側の屋根全面である容量の5[kW]以内での太陽光発電設備でまかなうことができた。しかし，本研究で対象とした住宅では，蓄電池システムを導入していない。つまり，夜間等の発電が行われていない時間帯に関しては，太陽光発電でまかなうことはできないため，購入電力を利用することになる。加えて，冷房期では空調消費電力量に対するPV発電量が多いため，大量の電力を売電するような結果となった。したがって，この住宅に蓄電池を導入することで電力を効率的に用いることができるのではないかと考えられる。

また，日本は南北に長い国であり，気候も異なることが考えられるため，気象の影響を受ける室温状況や太陽光発電の発電量もそれぞれの地域で異なる。したがって，他の地域での解析を行うこと，蓄電池を導入した場合の解析を行うことを今後の課題とする。

参考文献

- [1] 東京消防庁 「救急搬送データからみる日常生活事故の実態2019」
- [2] 財団法人建築環境・省エネルギー機構 「住宅事業建築主の基準におけるエネルギー消費量計算方法の解説」
- [3] 一般社団法人日本建材・住宅設備産業協会 「ZEHのつくり方(平成31年度版)」
- [4] 西川竜二，「高齢者が居住する住宅における冬季の温熱環境とヒートショックに関する調査研究-秋田市郊外の旧住宅地の場合-」，秋田大学教育文化学部研究紀要 自然科学第75集，2020

発表論文

- (1) 佐藤匠悟，藤田吾郎，竹本泰敏 「住環境の快適性と環境負荷を考慮した住宅設備構成の検討」，2020年電気設備学会学生研究発表会 (2020)
- (2) 佐藤匠悟，藤田吾郎，竹本泰敏 「室内温度の快適性と低炭素化を考慮した住宅設備構成の検討」，令和3年電気学会全国大会 (2021)