

省エネ手法導入による良質な集合住宅ストック拡大に関する研究
(第2報) エネルギー消費量削減効果の検証

エネルギー消費量 樹脂窓 省エネ基準
既存住宅ストック 住戸位置 建物形状

正会員 ○ 奥秋 萌々*1 正会員 近藤 武士*4
同 橋本 侑美*1 同 湯澤 秀樹*4
同 千葉 麻貴*2 同 久保 隆太郎*4
同 秋元 孝之*3

1. はじめに

家庭部門のエネルギー消費量が増加傾向にある中¹⁾で、戸建住宅における省エネルギー策の一つとして太陽光発電等を用いエネルギーの自給自足を行う ZEH(ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス)が注目されている。ZEH の普及は政策目標も設定されており、支援事業も活発に行われている。一方で集合住宅においては、住戸数に対して屋根面積が小さくなるために創エネルギー量が限定されることから、ZEH の実現は困難とされており実例は殆ど存在しない。そのため集合住宅における ZEH の実現にあたって、エネルギー消費量の削減は重要な課題である。

住宅のエネルギー消費量を削減する上で外皮の高断熱化は必要不可欠であるが、特に熱の流出入の最も多いとされる窓の断熱性能向上は大きな効果が期待できる。

そこで本研究では、窓の断熱性能向上によるエネルギー消費量削減効果及び室内温熱環境の変化を、シミュレーション手法を用いて定量的に把握することを目的とする。

2. シミュレーション概要

2.1 対象建築概要

図1に住戸平面図を示す。シミュレーションでは住戸の位置的特性を把握するために1住戸のみをモデルとして採用し、妻側と中側の住戸が発生する最小住戸数である3階建て各階3住戸とした計9住戸の建物モデルを作成し、検討を行なった。

2.2 シミュレーション条件

エネルギー消費量及び温熱環境を把握するために温熱環境シミュレーションソフトAE-Sim/Heatを用いてシミュレーションを行う。シミュレーション条件を表1に示す。世帯構成は夫婦とその子供2人とし、各居住者に平日と休日のスケジュールを与え、それに従い各部屋の在室人数や家電等の稼働状況を設定する。なお各居住者の行動や家電等の運転スケジュールは、千葉²⁾より引用した。また、冷暖房運転期間には在室者のいる空調室(子供部屋1、子供部屋2、リビング、寝室)で冷暖房を稼働させる。

2.3 シミュレーションパターン

シミュレーションパターンは、ガラスとサッシの組合せにより3パターン設定し、アルミサッシ+単板ガラス(以下、「アルミ単板」)を基準パターンとした。さらにガラスをLow-E 複層ガラスに変更した「アルミ Low-E」、サッシを樹脂製に変更した「樹脂 Low-E」を設定し、全ての窓を変更した。なお、窓以外の条件の変更は行わない。使用

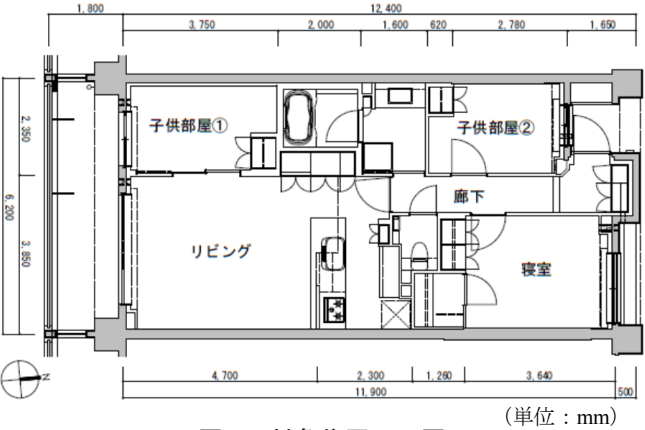


図1 対象住戸平面図

表1 解析条件

解析期間	1月1日～12月31日
暖房運転期間	10月31日～4月26日
冷房運転期間	6月8日～9月19日
暖房設定	温度 21℃ 湿度 50%
冷房設定	温度 26℃ 湿度 60%
窓開け条件	室温 27℃以上かつ 外気温 25℃以下の場合
外気条件	アメダス気象データ(標準年)
世帯構成	夫婦、子2人 (16歳女性、14歳男性)

表2 窓の詳細と各熱貫流率(単位: W/(m²・K))

パターン名称		アルミ 単板	アルミ Low-E	樹脂 Low-E
ガラス種類		単板	Low-E 複層	Low-E 複層
サッシ種類		アルミ	アルミ	樹脂
ガラス部分 熱貫流率		6.00	1.40	1.40
窓全体 熱貫流率	子供部屋 1	6.00	2.75	1.85
	子供部屋 2	6.03	3.14	1.93
	リビング	6.03	2.43	1.67
	寝室	5.99	2.76	1.80
カーテン 日射透過率		55%		
カーテン 日射反射率		40%		
外皮平均熱貫流率(U _A 値)		1.53	1.29	1.23

する窓の性能値を表2に示す。また全てのパターンでレースカーテンを窓に設置した。

3. シミュレーション結果

3.1 住戸別年間一次エネルギー消費量

住戸全体の一次エネルギー消費量を用途別にまとめたものを図2に示し、比較を行った。

各用途の中でエネルギー消費量が最も多いのは給湯機であり、全体の約4割を占める。それに次いでエネルギー消費量が多いのが概ね暖房であり、窓の断熱性能が高くなるにつれて減少することを確認した。冷房のエネルギー消費量が全体に占める割合は小さいが、窓の断熱性能が高くなるほど増加している。暖房と冷房のエネルギー消費量の合計は、概ね全体の30%程度に相当する。

暖房のエネルギー消費量はアルミ単板を基準とすると、アルミLow-Eで2.3[GJ/(年・戸)](13.4%)、樹脂Low-Eでは3.0[GJ/(年・戸)](17.8%)減少した。特にリビングはアルミLow-Eで1.5[GJ](21.4%)、樹脂Low-Eでは2.0[GJ](28.2%)の削減と、ともに大きい。これはリビングの窓面積が大きく、窓の断熱性能向上の効果が表れやすいためと考えられる。

冷房のエネルギー消費量についてアルミ単板を基準とするとアルミLow-Eで0.1[GJ/(年・戸)](3.9%)、樹脂Low-Eでは0.2[GJ/(年・戸)](6.2%)増加した。これは窓の断熱性能向上により、室内で発生した熱や外部から流入した熱が外部へ逃げにくくなったためと考えられる。

住戸全体のエネルギー消費量はアルミ単板からアルミLow-Eで2.2[GJ/(年・戸)](3.4%)、アルミ単板から樹脂Low-Eで2.9[GJ/(年・戸)](4.5%)減少している。

住戸位置で比較した場合、暖房及び住戸全体のエネルギー消費量は西側3階が最も大きく、中側2階が最も小さくなっている。9住戸の中で外気に面する外壁が最も少ない中側2階は、住戸からの熱流出量が抑えられたことによって、暖房及び住戸全体のエネルギー消費量が最も小さくなった。また、各階において東側住戸より西側住戸の方が暖房及びエネルギー消費量が大きくなる傾向が見られた。西側住戸において外気に面する外壁を有する室は、暖房エネルギー消費量の大きいリビング及び寝室であり、外気の影響を受けることによって東側住戸よりもエネルギー消費量が増加するからである。

3.2 建物形状によるエネルギー消費量の検討

最後に、集合住宅全体としてよりエネルギー消費量が少ない形について考える。各パターンの9住戸の結果をもとに階高や1フロアあたりの住戸数を変更し、集合住宅の規模および形状を変更する。住棟全体の年間一次エネルギー消費量(左)と、それを住戸数で除して1住戸当たりの平均年間一次エネルギー消費量とした結果(右)を表3に示す。

1住戸分のエネルギー消費量を比較すると、フロアあたりの住戸数が少なく低層の形状で消費量が多く、フロアあたりの住戸数が多く高層の形状では中側住戸数が増えるため消費量が少ない結果となり、いずれのパターンでも約3.0[GJ/(年・戸)]の差が見られた。また、同じ建物形状で窓を変更すると、1住戸の年間一次エネルギー消費量はアルミ単板を基準としてアルミLow-Eで約2.2[GJ/(年・戸)]、樹脂

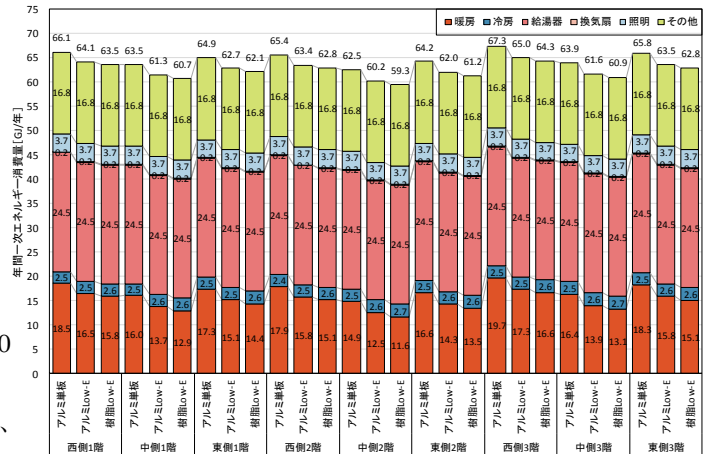


図2 一次エネルギー消費量

表3 住棟の年間一次エネルギー消費量

住戸全体[GJ/(年・棟)]						1住戸当たり[GJ/(年・戸)]					
アルミ単板		1フロアの住戸数				アルミ単板		1フロアの住戸数			
階数	14	1819	2696	3573	8836	階数	14	65.0	64.2	63.8	63.1
	10	1301	1928	2555	6319		10	65.0	64.3	63.9	63.2
	5	653	968	1283	3172		5	65.3	64.5	64.1	63.4
	4	523	776	1028	2543		4	65.4	64.6	64.3	63.6
	3	394	584	774	1913		3	65.6	64.8	64.5	63.8
	2	264	392	519	1284		2	66.0	65.3	64.9	64.2
アルミLow-E		1フロアの住戸数				アルミLow-E		1フロアの住戸数			
階数	14	1759	2605	3451	8524	階数	14	62.8	62.0	61.6	60.9
	10	1258	1863	2467	6095		10	62.9	62.1	61.7	61.0
	5	631	935	1239	3060		5	63.1	62.3	61.9	61.2
	4	506	749	993	2453		4	63.2	62.4	62.1	61.3
	3	381	564	747	1846		3	63.4	62.6	62.3	61.5
	2	255	378	501	1239		2	63.8	63.0	62.7	62.0
樹脂Low-E		1フロアの住戸数				樹脂Low-E		1フロアの住戸数			
階数	14	1740	2574	3408	8411	階数	14	62.2	61.3	60.9	60.1
	10	1244	1841	2437	6016		10	62.2	61.4	60.9	60.2
	5	625	924	1224	3022		5	62.5	61.6	61.2	60.4
	4	501	741	981	2423		4	62.6	61.7	61.3	60.6
	3	377	558	739	1824		3	62.8	62.0	61.5	60.8
	2	253	374	496	1225		2	63.2	62.4	62.0	61.3

Low-Eで約2.9[GJ/(年・戸)]減少する。

よって集合住宅の形状では、高層で1フロアあたりの住戸数が多いほど、年間一次エネルギー消費量が少なくなり、省エネルギー性能が高くなるといえる。それに加えて窓の断熱性能を向上させることにより、さらにエネルギー消費量を削減することが可能となる。

4. まとめ

本報ではシミュレーションの概要と、年間一次エネルギー消費量に関するシミュレーション結果について述べた。次報では、冬期の室内温熱環境に関するシミュレーション結果と、室内温熱環境とエネルギー消費量の関係から窓の断熱性能向上の効果について検討する。

【謝辞】

本研究の一部は、塩ビ工業・環境協会に設置された「ZEB・ZEHの実現を考える会」(委員長: 芝浦工業大学 秋元孝之)の活動の一環として実施されたものである。ここに謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 資源エネルギー庁, 「平成27年度エネルギーに関する年次報告」
- 2) 千葉ほか, 「生活スタイルの変化による住宅におけるエネルギー削減効果の研究」 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集2015(大阪), pp.33~36

*1 芝浦工業大学大学院 理工学研究科 建設工学専攻

*2 芝浦工業大学大学院 理工学研究科 建設工学専攻 (当時)

*3 芝浦工業大学 建築学部 建築学科 教授 博士 (工学)

*4 日建設計総合研究所

*1 Graduate Student, Shibaura Institute of Technology

*2 Graduate Student, Shibaura Institute of Technology

*3 Prof., Dept. of Arch, Shibaura Institute of Technology, Ph. D.

*4 NIKKEN SEKKEI Research Institute