

## 集合住宅における在宅率や断熱性能の違いが空調負荷・温熱環境に及ぼす影響<sup>1</sup>

### Influence on heat load and the indoor thermal environment at various percentages of time spent indoors and different insulation quality in a multifamily residential building

所 采見<sup>2</sup> 総合設備コンサルタント

大橋 巧 摂南大学工学部住環境デザイン学科

TOKORO, Kotomi Sogo Setsubi Consulting Co., LTD.

OHASHI, Takumi Department of Living and Environmental design,  
Faculty of Science and Engineering, Setsunan University

#### Abstract

The indoor thermal environment is presumed to influence the dwelling unit by the residing time of the adjacent residents and their use of air conditioners. Nowadays, the impact of an aging society with a low birth rate leads to an increasing number of elderly spending most of their time indoors. Furthermore, working from home is mainstream for jobholders to prevent covid-19 infection. This paper aims to reveal the influence of heat load and the indoor thermal environment of each dwelling unit at various percentages of time in a residence in a multifamily residential building. The obtained results show the increasing percentage of time spent indoors by adjacent residents lead to decreasing heat load and narrower ranges within the PMV index. The result indicates that the influence on an increased percentage of time spent in a residence affects suppressed energy consumption and better thermal comfort.

キーワード: 集合住宅, 在宅率, 室負荷, 温熱環境, シミュレーション

**Keywords** : multifamily residential buildings, time spent indoors, heat load, indoor thermal environment, simulation

#### 1. はじめに

2021年10月に閣議決定された第6次エネルギー計画において、業務・家庭部門で「2050年に住宅・建築物のストック平均で ZEH・ZEB 基準の水準の省エネルギー性能の確保を目指す」ことが求められている。具体的には、住宅については一次エネルギー消費量を省エネルギー基準値から20%程

---

<sup>1</sup> 【原稿受付】2022年9月5日, 【掲載決定】2022年12月12日

<sup>2</sup> 【主著者連絡先】 所 采見 株式会社総合設備コンサルタント  
e-mail: k.tokoro@socon.co.jp 〒550-0011 大阪府大阪市阿波座2-2-18, いちご西本町ビル

度削減を目指すとしており、住宅のエネルギー消費量削減は今後ますます重要となる。しかし、近年はワークライフバランスやCOVID-19感染拡大の影響でテレワークが浸透し、現役世代の在宅時間にも変化が生じている。また高齢化率の上昇により世帯属性にも変化が生じ、在宅率は今後さらに増加することが予想される。このような背景の中、高瀬ら<sup>(1)</sup>は、新型コロナウイルス感染拡大防止を目的とした行動変容が家庭のエネルギー消費量に与えた影響について、全電化集合住宅の124世帯を対象に調査を行い、電力消費量の増加やピーク時間帯の変化を指摘しているが隣接住戸の影響は見られていない。

一方で、住宅形態のうち集合住宅については隣接住戸と界壁のみで隔てられており、各住戸の空調負荷や温熱環境は隣接住戸の温熱状態からも影響を受ける。諸田ら<sup>(2)</sup>は、隣接住戸の空調時間の違いによる冷暖房負荷評価を行い、隣接住戸の空調時間の増加により空調負荷が低減することなどを示しており、集合住宅での在宅率の増加は空調負荷を一定量減少させる効果も期待できる。しかしながら、住戸位置の違いや現状の統計的な世帯属性を踏まえた評価、近年強化されている断熱性能向上による影響等は考慮されておらず、また快適性の評価もなされていない。そこで本研究では、統計調査を活用し実態を踏まえた空調時間を設定したうえで、中間階中住戸・中間階妻住戸・最上階妻住戸の計3戸を評価対象住戸としてそれぞれ3つの異なる断熱条件を与え、隣接住戸の在宅率の違いが温熱環境や室負荷に与える影響をシミュレーションツール「The BEST Program 専門版」を用いて評価を行い、負荷の増大をどの程度抑制できるかを明らかにすることを目的とする。

## 2. 構成世帯と生活時間の現状統計調査

### 2-1 世帯調査

はじめに、集合住宅における全国的な世帯構成を把握するため、「平成30年住宅・土地統計調査」<sup>(3)</sup>より、後述する本研究の対象建物と同条件である共同住宅6～7階建における世帯特性とその世帯数を確認した。そこで、全世帯のうち占める割合が0.2%と極めて少ない「夫婦と18歳未満及び65歳以上の者(3,700世帯)」と世帯属性が不明な「その他(253,800世帯)」を除き、1,928,500世帯を総数として各世帯特性の割合を求めた。なお空調時間を想定するうえで、2-2で後述する分析から子どもの年齢は評価に大きく影響しないと考え、「夫婦と3歳未満(61,600世帯)」・「夫婦と3～5歳の者(59,800世帯)」・「夫婦と6～9歳の者(72,800世帯)」・「夫婦と10～17歳の者(125,500世帯)」・「夫婦と18～24歳の者(110,000世帯)」・「夫婦と25歳以上の者(142,000世帯)」を統合して「夫婦と子(571,700世帯)」とした。また、2-2で後述する分析から、共働きか否かが在宅時間に影響を与えると考え、「平成28年社会生活基本調査」<sup>(4)</sup>より共働きか否かの割合を確認し、その結果より「現役世代夫婦(258,100世帯)」の13.4%は共働き(63%)と片働き(37%)に、「夫婦と子(571,700世帯)」の29.6%は共働き(70%)と片働き(30%)にそれぞれ分けた。それらをまとめた各世帯特性の割合を表1に示す。

表1 世帯割合

世帯特性	若者 単身 [A]	現役世代 単身 [B]	高齢 単身 [C]	高齢 夫婦 [D]	現役世代 夫婦(共 働き)[E]	現役世代 夫婦(片 働き)[F]	夫婦と子 (共働き) [G]	夫婦と子 (片働き) [H]
割合	10.3%	24.5%	13.4%	8.7%	8.4%	5.0%	20.8%	8.8%
参照	住宅・土地統計調査 <sup>(3)</sup>				住宅・土地統計調査 <sup>(3)</sup> 、社会生活基本調査 <sup>(4)</sup>			

## 2-2 生活時間調査

次に COVID-19 流行以前の空調時間を設定するため、「国民生活時間調査（2015 年）」<sup>(5)</sup>の男女年層別・職業別における時刻別行為者率（15 分間隔）のデータを参照し、各層の生活時間を調査した。各層において、「在宅」・「睡眠」それぞれの行為者率が 50%以上の時刻をその行動を行う時間と考え、各層の一般的な在宅時間・睡眠時間とした。在宅時間のうち睡眠しない時間を起床在宅とし、各層の在宅時間を整理した（表 2）。なお、表 2 より、男女 10 代・学生が在宅中には女 30～50 代が常に在宅していることが分かる。また、主婦・無職はほぼ 24 時間在宅している一方で、就業者はどの職種においても日中はほぼ在宅しておらず、共働きか否かは家庭での在宅時間に影響があることが推察できる。

表 2 在宅時間と睡眠時間

時間 (h)		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	区分	
男10代	平日																										-
	休日																										
男20代	平日																										6
	休日																										6
男30代	平日																										5
	休日																										5
男40代	平日																										5
	休日																										5
男50代	平日																										5
	休日																										5
男60代	平日																										-
	休日																										-
男70歳以上	平日																										1
	休日																										1
女10代	平日																										-
	休日																										-
女20代	平日																										6
	休日																										6
女30代	平日																										3
	休日																										3
女40代	平日																										3
	休日																										3
女50代	平日																										3
	休日																										3
女60代	平日																										-
	休日																										-
女70歳以上	平日																										1
	休日																										1
主婦	平日																										2
	休日																										2
無職	平日																										-
	休日																										-
学生	平日																										-
	休日																										-
自営業	平日																										4
	休日																										4
農林漁業者	平日																										-
	休日																										-
経営者 管理者	平日																										4
	休日																										4
技能職 作業職	平日																										4
	休日																										4
事務職 技術職	平日																										4
	休日																										4
販売職 サービス職	平日																										4
	休日																										4
専門職 その他	平日																										4
	休日																										4

※  : 睡眠、 : 起床在宅

各世帯特性の在宅時間を求めるため、表2の各男女年層・職業を表1で示した世帯特性と照らし合わせた。その結果を表3に示す。表2・表3の右端に示す区分番号は照らし合わせた際の番号であり、高齢単身[C]・高齢夫婦[D]世帯とした区分1は男女70歳以上を参照、夫婦と子（片働き）[F]・現役世代夫婦（片働き）[H]世帯とした区分2は主婦を参照、夫婦と子（共働き）[G]世帯とした区分3は女30～50代を参照、現役世代夫婦（共働き）[E]世帯とした区分4は自営業・経営者・技能職・事務職・販売職・専門職等を参照、現役世代単身[B]世帯とした区分5は男30～50代を参照、若者単身世帯[A]とした区分6は男女20代を参照した。各区分において、時刻別（15分ごと）の行為者率の平均を取り直し、行為者率50%以上となった時間を各世帯特性の在宅時間とした。なお、子の在宅中に親が常に在宅している、振り分ける対象世帯が曖昧、在宅時間が他層より特殊で評価に影響を及ぼすなどの理由により男女10代・60代、無職、学生、農林漁業者の層は参照対象から除外した。

表3 在宅時間（各世帯）

時間(h)		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	区分
高齢単身[C]	平日	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	1
高齢夫婦[D]	休日	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	
片働き[F,H]	平日																									3
夫婦と子(共働き)[G]	休日																									
現役世代夫婦(共働き)[E]	平日																									5
現役世代単身[B]	休日																									
若者単身[A]	平日																									6
	休日																									

※ ■ : 在宅

表3に示した各世帯特性の在宅時間の違いにより3つのcaseに分けることとし、ほぼ24時間在宅する高齢夫婦・高齢単身世帯〔区分1〕と夫婦と子（片働き）・現役世代夫婦（片働き）世帯〔区分2〕をcase1、比較的早く帰宅する夫婦と子（共働き）世帯〔区分3〕をcase2、遅く帰宅する現役世代夫婦（共働き）世帯〔区分4〕と現役世代単身世帯〔区分5〕と若者単身世帯〔区分6〕をcase3とする。異なる区分によって構成されるcase1とcase3は、各世帯の起床・外出・帰宅・就寝時間それぞれで平均時間を求め（四捨五入して30分ごとに変更）、その平均時間を各caseの起床・外出・帰宅・就寝時間とした。起床在宅中の在宅場所により様々なケースが想定されるが、本件では在宅時間の違いに着目し、評価を簡易化するため、求めた在宅時間のうち起床在宅時間を3章で示す対象建物のLDでの空調時間、睡眠時間を洋室1・2・3の空調時間とし、その空調スケジュールを表4に示す。

表4 空調スケジュール

時間(h)		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
case1	平日	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	休日	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
case2	平日	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	休日	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
case3	平日	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	休日	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

※ ■ : 洋室空調, ■ : LD空調, □ : 空調なし

表 5 には、各 case の世帯特性とモデル建物において各 case が占める割合を表 1 で示した割合をもとに求め、その値を示す。

表 5 構成世帯と割合

	case1	case2	case3
世帯特性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 高齢単身[C]</li> <li>・ 高齢夫婦[D]</li> <li>・ 片働き現役世代夫婦[F]</li> <li>・ 片働き夫婦と子[H]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 共働き夫婦と子[G]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 若者単身[A]</li> <li>・ 現役世代単身[B]</li> <li>・ 共働き現役世代夫婦[E]</li> </ul>
割合	36%	21%	43%

### 3. 対象建物の概要とシミュレーションの入力条件

#### 3-1 対象建物

##### (1) 建物

対象とした集合住宅は、「集合住宅における ZEH の設計ガイドライン（2020 年）」<sup>(6)</sup> に示される RC 造 6 階建モデル住戸の南西に面する棟を採用した（図 1）。評価簡易化のため、全住戸を最も代表的な住戸プラン（図 2、床面積 72.09m<sup>2</sup>）に統一し、方位は南向きとした。なお、妻住戸の東西外壁面に設ける開口部として、LD（リビング・ダイニング）・洋室にはそれぞれ 1.38 m<sup>2</sup>、K（キッチン）には 0.62 m<sup>2</sup> の窓を設けた。



図 1 建物外観



図 2 住戸平面図

##### (2) 断熱性能

断熱性能の違いによる影響を確認するため、建物外壁・屋根・1階床に断熱材を入れることとし、断熱性能は表 6 に示す 3 つの level を設定した。なお、各住戸間の壁・床には断熱

材は設置していない。国土交通省の住宅経済関連データ<sup>(7)</sup>を参照し、既存の住宅ストックに最も多い旧省エネルギー基準（昭和 55 年）の等級 3 に相当する外皮平均熱貫流率  $U_A$  値  $1.67\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$  を level1, 現行の省エネ基準である次世代省エネルギー基準（平成 11 年）の等級 4 に相当する  $0.87\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ （地域区分VI）を level2, 強化外皮性能である ZEH-M の  $0.60\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ （地域区分VI）を level3 とする。なお、外皮条件を入力するうえで、建築物省エネ法ウェブサイト<sup>(8)</sup>に示されている「住戸単位で基準への適否を判断する評価方法」を活用した。

表 6 断熱性能

	level1	level2	level3
$U_A$ 値 [ $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ ]	1.67	0.87	0.60
参照基準	S55省エネ基準	H11省エネ基準	ZEH-M

※ 地域区分：VI（大阪）

### (3) 換気

換気は全体で風量  $150\text{m}^3/\text{h}$  とし、容積按分により LDK+洋室 3 ( $89.10\text{m}^3$ ) は  $96\text{m}^3/\text{h}$ , 洋室 1 ( $24.87\text{m}^3$ ), 洋室 2 ( $24.87\text{m}^3$ ) はそれぞれ  $27\text{m}^3/\text{h}$  外気を取り入れることとした。結果, LD・洋室 1・洋室 2 の外壁換気口からそれぞれ 1.08 回/h 取り入れ, 玄関ホールを經由して浴室・洗面所・便所の天井排気口からそれぞれ 6.2 回/h 排気するものとした。(表 7)

### (4) 熱容量

家具の熱容量には, 空気調和・衛生工学会の「第 14 版 空気調和・衛生工学便覧 (3 : 空気調和設備編)」<sup>(9)</sup>より, 個室の熱容量  $4.5\text{J}/\text{lit} \cdot \text{K}$  を採用した。(表 7)

### (5) 内部発熱

内部発熱は照明  $4\text{W}/\text{m}^2$ , 機器  $6\text{W}/\text{m}^2$  とし, 人員密度は各ケースにて想定される世帯人員の平均を床面積で除した値 (case1 :  $0.04\text{人}/\text{m}^2$ , case2 :  $0.06\text{人}/\text{m}^2$ , case3 :  $0.03\text{人}/\text{m}^2$ ) とした。また, 「第 14 版 空気調和・衛生工学便覧 (1 : 基礎編)」<sup>(10)</sup>を参照し, 代謝量は全期間において  $1.2\text{met}$ , 着衣量は夏期を  $0.5\text{clo}$ , 冬期を  $0.9\text{clo}$ , 中間期を  $0.7\text{clo}$  とした。室内は  $0.2\text{m}/\text{s}$  の気流があるものとした。(表 7)

表 7 主な入力条件

		居室	水回り ※	非居室
換気回数 [回/h]		1.08	6.2	-
家具類熱容量 [ $\text{J}/\text{lit} \cdot \text{K}$ ]		4.5		
内部発熱量 [ $\text{W}/\text{m}^2$ ]	照明	4	-	-
	機器	6		
代謝量 [Met]		1.2	-	-
着衣量 [Clo]	夏期	0.5	-	-
	冬期	0.9	-	-
	中間期	0.7	-	-
気流 [m/s]		0.2	-	-

※ 水回り：洗面所、浴室、便所

### 3-2 各住戸の空調時間と空調条件の詳細

空調期間は12月1日から3月31日を暖房期間、6月1日から9月30日を冷房期間、その他期間を冷暖房無しの中間期とする。なお、暖房の設定温度は21℃で湿度調節なし、冷房の設定温度は27℃で湿度50%（プログラム上では設定相対湿度から設定絶対湿度に変換され、その絶対湿度をもとに潜熱処理計算される）とした。

評価対象住戸は、隣接住戸数の違いによる影響の大きさを確認するため、中間階中住戸304、中間階妻住戸301、最上階妻住戸601とし、24時間在宅するcase1と在宅の短いcase3の2パターンで評価を行う。また対象住戸周辺は、極端に在宅率の低いモデルとの比較を行うために全てcase3としたmodel A、表5で示した割合を基に各ケースを配置した現状に近いmodel B、全てcase1とした在宅率の高いmodel Cの3パターンで評価を行う。それら世帯モデルを図3～5に示す。model Bの対象住戸廻りの構成caseの配置は、配置違いにより評価に影響があると推察されるが、評価簡易化のため、乱数入力により各caseの配置を決定した。なお、図3～5に示した赤線の界壁において、隣接するゾーンの室温は自ゾーンの室温と等しいと仮定して入力した。

		601	602	603	604	605	2910
		case1or3	case3				
	501	502	503	504	505	506	2910
		case3					
401	402	403	404	405	406	407	2910
case3			case3				
301	302	303	304	305	306	307	2910
case1or3	case3	case3	case1or3	case3			
201	202	203	204	205	206	207	2910
case3			case3				
101	102	103	104	105	ENT	ENT	2910
ピット	ピット	ピット	ピット	ピット	ピット	ピット	

※  :対象住戸

図3 立面図兼世帯モデル (model A)

		601	602	603	604	605	2910
		case1or3	case1				
	501	502	503	504	505	506	2910
		case3					
401	402	403	404	405	406	407	2910
case2			case2				
301	302	303	304	305	306	307	2910
case1or3	case1	case1	case1or3	case3			
201	202	203	204	205	206	207	2910
case3			case3				
101	102	103	104	105	ENT	ENT	2910
ピット	ピット	ピット	ピット	ピット	ピット	ピット	

※  :対象住戸

図4 立面図兼世帯モデル (model B)

		601	602	603	604	605	2910
		case1or3	case1				
	501	502	503	504	505	506	2910
		case1					2910
401	402	403	404	405	406	407	2910
case1			case1				2910
301	302	303	304	305	306	307	2910
case1or3	case1	case1	case1or3	case1			2910
201	202	203	204	205	206	207	2910
case1			case1				2910
101	102	103	104	105	ENT	ENT	2910
ピット	ピット	ピット	ピット	ピット	ピット	ピット	※ □ :対象住戸

図5 立面図兼世帯モデル (model C)

#### 4. シミュレーション結果による熱負荷評価と温熱環境評価

##### 4-1 熱負荷評価

###### (1) 空調室年間冷暖房負荷評価

空調室の年間冷暖房負荷を図6に示す。評価対象住戸が24h在宅するcase1と在宅の短いcase3と比較すると、case1はcase3より空調時間が長いため負荷が増加しており、これに伴いエネルギー消費量も増加することが予想される。住戸位置でみると、中間階中住戸(304)の負荷が最も小さく、最も負荷の大きい最上階妻住戸(601)の2/3程度まで抑えられていることが確認できる。また、断熱性能がlevel1からlevel3へ向上すると、最上階妻住戸(601)は外気に接する面積が大きいいため負荷の減少が最も顕著である。

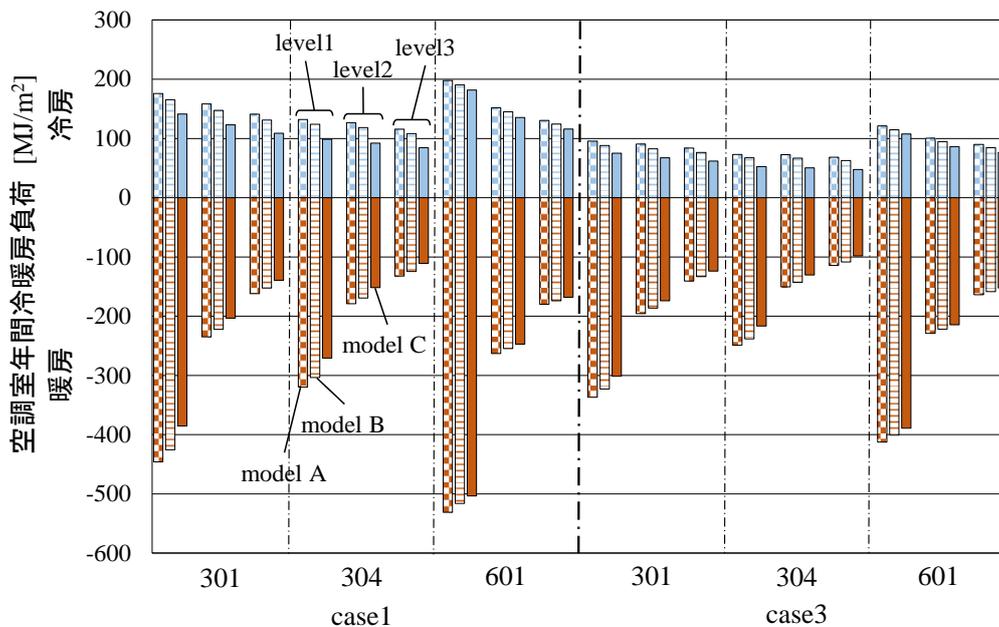


図6 空調室年間冷暖房負荷

(2) 周辺住戸の在宅時間の違いによる評価

周辺住戸の在宅時間増加が対象住戸の空調負荷に与える影響を確認するため、model A/model B に対する model C の負荷削減量を図 7、負荷削減率を図 8 に示す。

まず図 7 をみると、どの条件でも負荷は削減しており、現状に近いモデルから増加した場合 (model B に対する model C) においても、約  $7\text{MJ}/\text{m}^2 \sim 26\text{MJ}/\text{m}^2$  (冷房)，約  $6\text{MJ}/\text{m}^2 \sim 40\text{MJ}/\text{m}^2$  (暖房) 減少している。model A に対する model C，model B に対する model C どちらの評価においても、case1 の中間階妻住戸 (301)，中間階中住戸 (304) で特に減少が顕著であり、model A に対する model C では約  $31 \sim 35\text{MJ}/\text{m}^2$  (冷房)，約  $21 \sim 61\text{MJ}/\text{m}^2$  (暖房) 減少，model B に対する model C では約  $24 \sim 26\text{MJ}/\text{m}^2$  (冷房)，約  $13 \sim 40\text{MJ}/\text{m}^2$  (暖房) 減少している。断熱性能の違いに着目すると、level1 の暖房負荷の削減量が大きくなっているが、図 6 より level1 の暖房負荷が level2，level3 と比べて大きいことが影響していると考えられる。

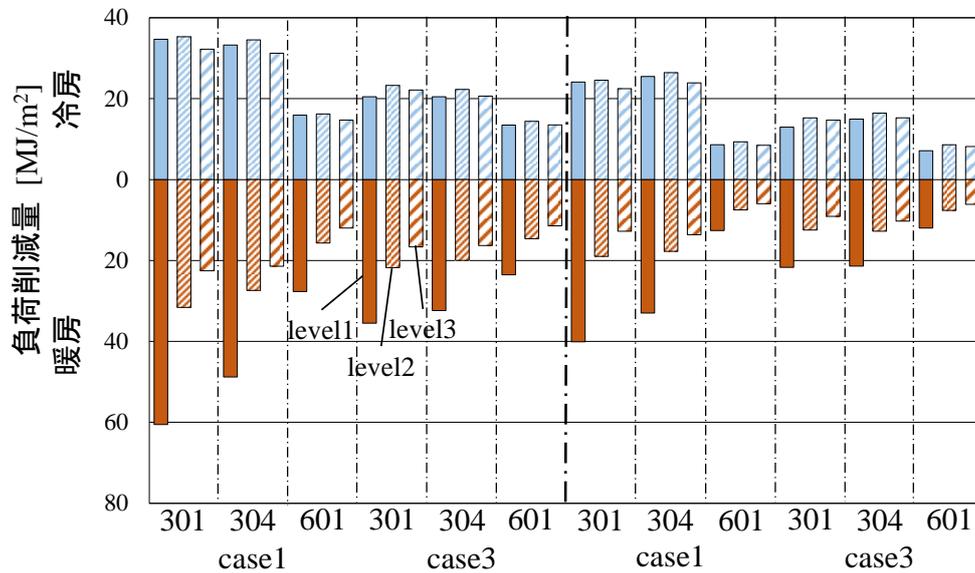


図 7 負荷削減量 (左：model A に対する model C，右：model B に対する model C)

次に図 8 をみると、model A に対する model C の場合では、在宅率の影響を最も受けやすい中間階中住戸 (304) では  $-25\% \sim -31\%$  (冷房)， $-13\% \sim -16\%$  (暖房) と、最上階妻住戸 (601) の  $-8 \sim -15\%$  (冷房)， $-5 \sim -7\%$  (暖房) や、中間階妻住戸 (301) の  $-20 \sim -26\%$  (冷房)， $-11 \sim -14\%$  (暖房) と比べて大きな削減効果があることが分かる。また、どの住戸位置においても冷房負荷の断熱性能の高い level2，level3 で特に顕著であることから、外皮の影響を受けにくく (中間階中住戸 304)，断熱性能が高い (level2，level3) ほど、負荷の削減率も高い傾向であることが分かる。

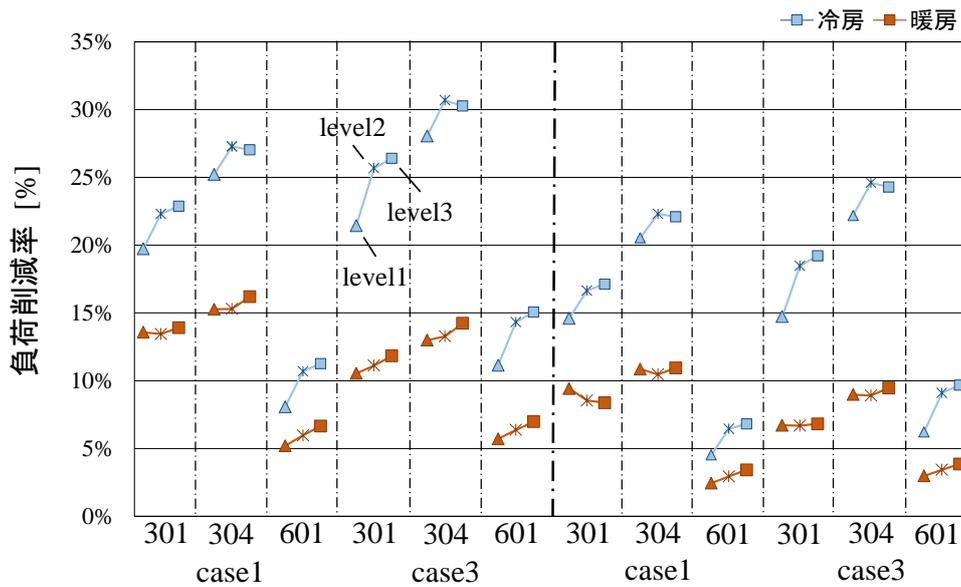


図8 負荷削減率（左：model A に対する model C，右：model B に対する model C）

(3) 評価対象住戸の在宅時間の違いによる評価

在宅時間が増加すると空調負荷の増大に繋がってしまうが、周辺住戸の在宅時間も共に増加することで負荷増大をどれほど抑制できるか確認するため、対象住戸の在宅時間のみ増加した場合（model B の case3 から model B の case1）と周辺住戸の在宅時間も共に増加した場合（model B の case3 から model C の case1）の負荷の増加量を図9、負荷増加率を図10に示す。

図9をみると、周辺住戸も増加した場合の負荷増加量は対象住戸のみ増加した場合の増加量より-8~26MJ/m<sup>2</sup>（冷房），-6~40MJ/m<sup>2</sup>（暖房）と、どの条件でも負荷の増加が抑制されており、特に中間階妻住戸（301）・中間階中住戸（304）の増加量が大きく抑制されていることが分かる。

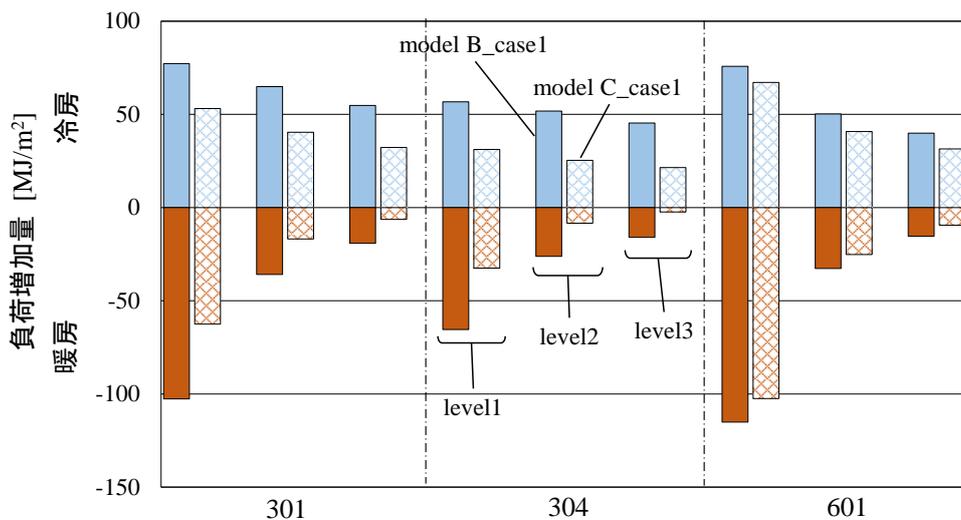


図9 model B\_case3 からの負荷増加量

図 10 において、増加量が大きく抑制されていた中間階妻住戸 (301) ・ 中間階中住戸 (304) に着目すると、対象住戸の在宅時間のみ増加した場合の冷房負荷の増加率は 70~90%と大きく増加しているが、周辺住戸の在宅時間も増加することで増加率が 30~50%にまで抑えられていることから、負荷増大の抑制効果が大きいことが分かる。特に、中間階中住戸 (304) level3 の暖房負荷は、+2.4MJ/m<sup>2</sup> の 2%増と、その増加幅を極めて小さく抑えられていることが分かる。

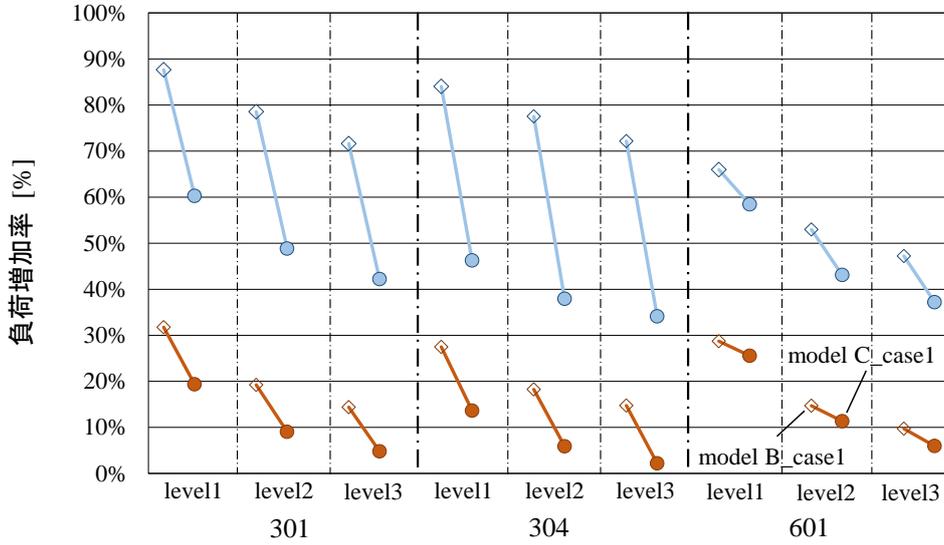


図 10 model B\_case3 からの負荷増加率

#### 4-2 温熱環境評価

夏期および冬期の最大負荷日における LD の PMV (BEST の計算結果値) を図 11 ・ 図 12 に示す。まず、評価対象住戸が 24 時間在宅する case1 (図 11) において、起床時である LD の空調開始時刻 (6 時) に着目すると、断熱性能の向上により室内温熱環境は大幅に改善しており、特に冬期で顕著である。住戸位置の比較では、中間階中住戸 (304) が最も快適であることが確認できる。また周辺住戸の在宅率が增加すると、夏期・冬期ともにどの住戸でも室内温熱環境は改善しており、中間階妻住戸 (301) ・ 中間階中住戸 (304) の改善効果がやや高い。

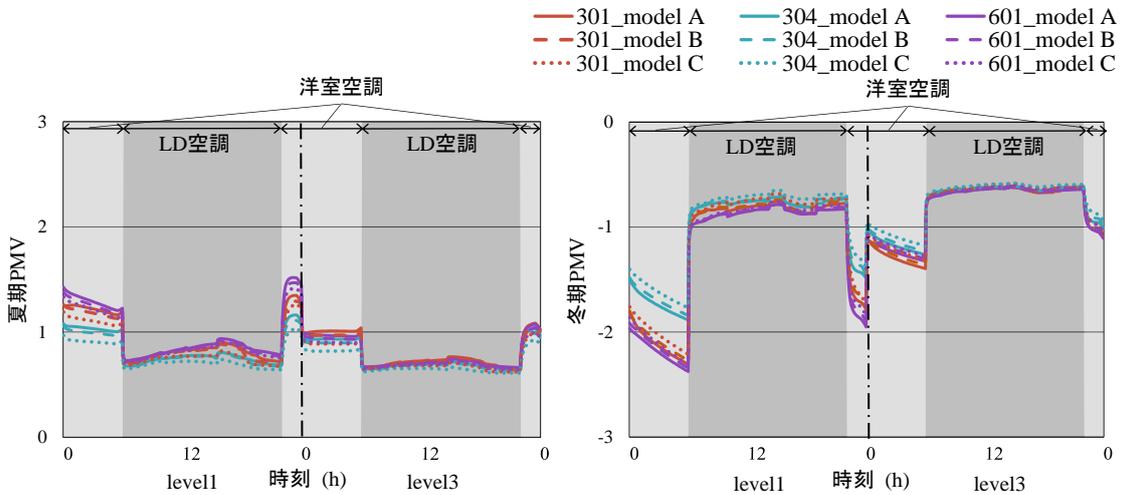


図 11 LD の PMV (case1)

次に、対象住戸の空調時間が短い case3 (図 12) において、帰宅時の空調開始時刻 (19 時半) に着目すると、住戸位置の比較では、妻住戸 (301・601) が夏期・冬期ともに低断熱である level1 で特に不快となることが確認できる。一方で断熱性能の向上により、これらの室内温熱環境も大幅に改善する。また周辺住戸の在宅率が増加すると、どの住戸でも室内温熱環境は改善しており、中間階妻住戸 (301)・中間階中住戸 (304) において顕著である。

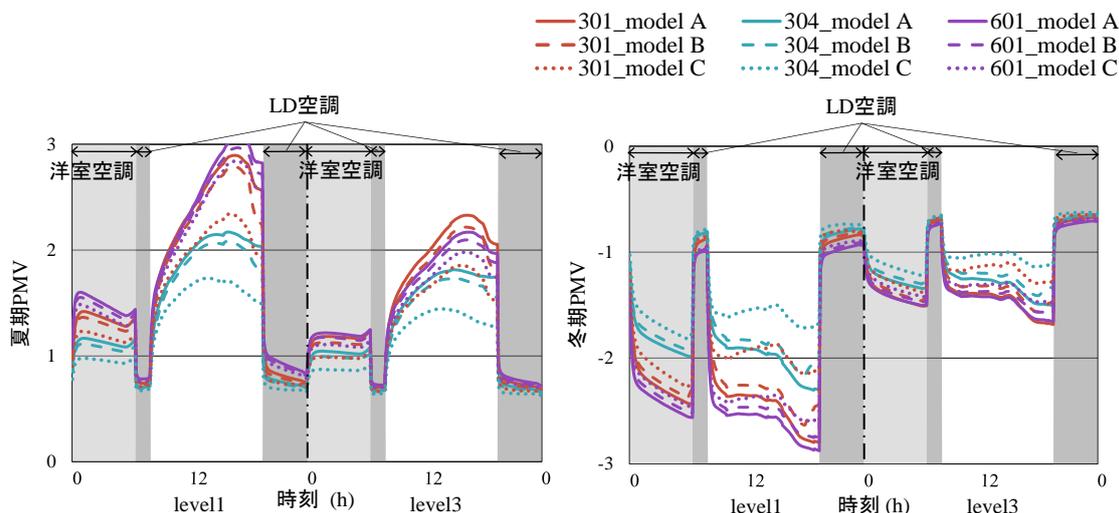


図 12 LD の PMV (case3)

## 5. 総括

本研究は、集合住宅の世帯モデルを作成し、在宅率の違いが熱負荷や温熱環境に与える影響をシミュレーションツール「The BEST Program 専門版」を用いて評価した。本研究で得られた主な知見を以下に示す。

- ・周辺住戸の在宅率が増加するとどの条件でも負荷は削減し、外皮の影響を受けにくい配置にある住戸 (中間階中住戸304), 断熱性能が高い (level2, level3) ほど、隣室住戸の影響を受けやすいため、負荷削減率も高い傾向であることが分かった。
- ・評価対象住戸の在宅時間増加に伴い周辺住戸の在宅率も増加すると、中間階妻住戸 (301), 中間階中住戸 (304) において負荷の増加は大きく抑制されていることが分かった。
- ・温熱環境評価 (PMV) では、周辺住戸の在宅率が増加するとどの条件でも室内温熱環境は改善しており、中間階妻住戸 (301)・中間階中住戸 (304) でその効果が高い。特に日中不在となる住戸では、帰宅時の空調開始時刻 (19時) において改善が顕著であった。

## 参考文献

- (1) 高瀬幸造, 永倉直武, 井上隆: 「新型コロナウイルス感染拡大防止を目的とした行動変容が都内の全電化集合住宅のエネルギー消費量に与えた影響」, 日本建築学会技術報告集 第 27 巻 第 65 号, pp.303-308, 2021.2
- (2) 諸田健太郎, 前真之, 鎌田元康: 「集合住宅の暖冷房負荷に関する研究 (第 1 報) プランと住まい方および隣接住戸の空調条件による影響」, 空気調和・衛生工学会大会学術講

- 演論文集, pp. 1325-1328, 2002.9
- (3) 総務省統計局：平成 30 年住宅・土地統計調査.  
<https://www.stat.go.jp/data/jyutaku/2018/> (2021.09.26 閲覧)
  - (4) 総務省統計局：平成 28 年社会生活基本調査.  
<https://www.stat.go.jp/data/shakai/2016/> (2021.09.26 閲覧)
  - (5) NHK放送文化研究所：2015年国民生活時間調査.  
<https://www.nhk.or.jp/bunken/yoron-jikan/> (2021.10.02閲覧)
  - (6) 一般社団法人環境共創イニシアチブ：集合住宅における ZEH の設計ガイドライン, 2020
  - (7) 「国土交通省 令和2年度住宅経済関連データ」,  
<https://www.mlit.go.jp/common/001133976.pdf> (2021.10.09閲覧)
  - (8) 「国土交通省 建築物省エネ法ウェブサイト」,  
[https://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/jutakukentiku\\_house\\_tk4\\_000103.html](https://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/jutakukentiku_house_tk4_000103.html) (2021.10.01 閲覧)
  - (9) 空気調和・衛生工学会：第 14 版空気調和・衛生工学会便覧, 3 空気調和設備編, 2010.2
  - (10) 空気調和・衛生工学会：第 14 版空気調和・衛生工学会便覧, 1 基礎編, 2010.2