

## 住宅の室温分布の評価方法

正会員○ 羽山広文  
正会員 繪内正道  
正会員 森 太郎

室温分布 標準偏差 重回帰分析

### 1. はじめに

住宅は人々の生活の基盤を支える重要な役割を担っており、高齢化社会へ向かいつつある今日、安全で快適な温熱環境が望まれている。住宅において、心疾患および脳血管疾患の発症は浴室<sup>1)</sup>およびトイレ内で多くみられ、その数は冬期<sup>2)</sup>に顕著となっている。住宅の暖房設備は、居間、食堂などの居住室に設置され、洗面室、浴室、トイレなどの非居住室の温熱環境は成り行きになっていることが多い。脱衣をしたり寝間着での利用を考慮すると、非居住室の温熱環境を確保することは、居住者の健康を考える上で重要なことといえる。これまでに居住室の温熱環境に関する調査研究<sup>3)~5)</sup>は多い。しかし、洗面室、浴室、トイレなど非居住室の温熱環境の実測調査はほとんど見られない。そこで、本研究では寒冷な地域に建つ住宅を対象に、安全で快適な温熱環境の提案を目的に、居住室ばかりではなく、非居住室の温熱環境の実測調査を行い、その特徴を明らかにするとともに、室温のばらつきの原因について検討する。

### 2. 調査対象

調査は札幌市内に建つ独立住宅3戸、集合住宅1戸、エネルギー自律の検証のため建設された実験住宅1戸(ローエネルギーハウス)、計5戸の住戸を対象に、居住室と合わせ非居住室の温熱環境を測定した。いずれの住戸も非暖房室に暖房設備は設けられていない。測定した住戸の概要を表1に示す。測定は、平成12年2月の厳寒

表1 建物概要

	A	B	C	D	E
床面積 <sup>m<sup>2</sup></sup>	127	124	63	204	188
熱損失係数 W/m <sup>2</sup> K	1.0	1.2	3.2	1.5	4.1
測定期間 (Y/M/D)	12/2/4 ~2/7	12/2/21 ~2/24	12/2/8 ~2/11	12/2/12 ~2/15	12/2/16 ~2/19
居住室	1F居間 2F居間	1F居間 1F和室 2F寝室1 2F寝室2	居間 DK 寝室1 寝室2 寝室3	1F居間 1FDK 2F寝室	1F居間 1FDK 1F寝室 2F寝室
非居住室	1F玄関 1F洗面 1FWC 2F風呂 2F洗面 2Fキッチン	1F玄関 1F洗面 1FWC 1F風呂	玄関 WC 風呂	1F玄関 1F洗面 1FWC 1F風呂 2F洗面	1F玄関 1F洗面 1FWC 1F風呂
暖房方式	床暖房+ パネルヒ ータを設 置した全 室暖房	床暖房に よる全室 暖房	ストーブ 1台によ る部分 暖房	ストーブ 1台+ベ チカによ る部分 暖房	ストーブ 複数台 による部 分暖房
運転方式	連続	連続	連続	連続	間欠

期に行った。1住戸あたり8箇所(床上0.1m、床上1.5m、天井下0.1m)の3点のほか、外気1点、合計25点、に温度センサーを設置した。30分間隔で3日間測定した。

### 3. 測定結果

3.1 住戸全体の室温分布:表2および図1に各時刻における全8箇所の温度の最大、平均+sd(標準偏差)、平均-sd、最小を示す。この結果、以下のことがいえる。

- 1)Aは室温のばらつきは比較的少なく安定した室温分布となっているが、非居住室の室温は居住室より低くなっている。居室-非居室間の熱移動が少ない建物では、建物外壁の断熱性能が高くても非居住室へ放熱器の設置が必要といえる。
- 2)Bも熱性能の優れた建物である。窓からの日射によりばらつきが増加するが、きわめて均一な温度分布となっている。居室-非居室の温度差も少なく快適な温熱環境が確保されている。
- 3)Cは集合住宅でありながら室温のばらつきは大きく、暖房機の設置されている居間の上部は温度が高くなっている。この住戸は1階に位置することから、床面の熱損失が原因と考えられる。
- 4)Dは大きな床面積の住戸であるが、ストーブ1台とベチカを用いた暖房方式である。建物の断熱性能はかなり高いが、全室暖房の住戸と比較し室温のばらつきがやや大きく、非居住室でやや低い温度になっている。
- 5)Eは本測定対象中最も断熱性能の低い住戸である。夜間に暖房機を停止すると室温のばらつきはやや小さくなるが、居住室と非居住室の温度差も著しく、0℃近くまで低下している。断熱性能の向上が望まれる。

3.2 居住室と非居住室間の温度差:居住室と非居住室間の温度差を図2に示す。この結果、B<D<A<C<Eの順

表2 測定結果

	A	B	C	D	E	
平均外気温度 <sup>°C</sup>	-2.4	-6.2	-2.8	-3.9	-3.4	
居住室	最大 <sup>°C</sup>	26.7	29.1	30.8	26.2	33.1
	最小 <sup>°C</sup>	12.7	16.2	11.0	12.9	6.7
	平均 <sup>°C</sup>	16.5	19.3	18.6	19.5	17.8
標準偏差 <sup>°C</sup>	2.4	2.0	3.5	2.7	4.3	
非居住室	最大 <sup>°C</sup>	17.3	27.7	20.7	25.7	23.4
	最小 <sup>°C</sup>	8.9	15.0	9.8	12.0	0.2
	平均 <sup>°C</sup>	12.5	18.8	14.4	17.8	7.7
居室全	標準偏差 <sup>°C</sup>	1.3	1.7	2.2	2.7	3.4
	最大 <sup>°C</sup>	26.7	29.1	30.8	26.2	33.1
	最小 <sup>°C</sup>	8.9	15.0	9.8	12.0	0.2
全体	平均 <sup>°C</sup>	13.5	19.0	17.1	18.4	11.5
	標準偏差 <sup>°C</sup>	2.4	1.9	3.7	2.8	6.2

で大きくなっている。B、D住戸は居住室と非居住室の平均温度の差が少なく、住戸内を開放して利用していることが推察される。C、Eのように断熱性能が低い住戸では、居住室の

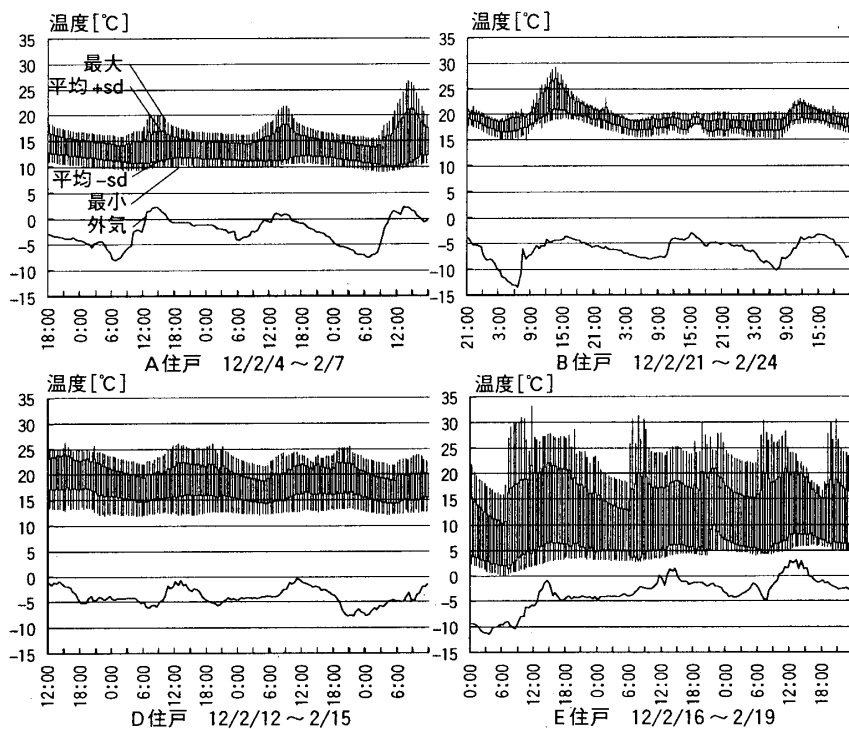


図1 温度分布の時刻変化

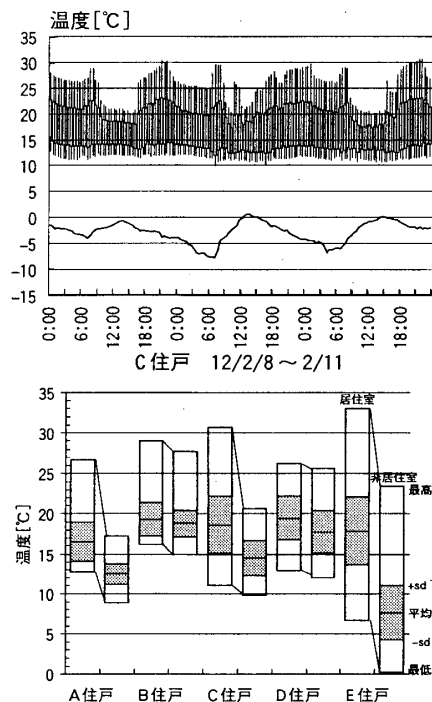


図2 居室と非居室間の温度差

室温確保のため閉鎖的となり、居住室と非居住室間の温度差が拡大する。このため、非居住室から進入する冷気により居住室の上下温度差が増加し、これを補う強力な暖房により室内の上部の温度が高くなり、ばらつきも増大する。住戸内を開放しても居住室の室温が確保できるような断熱性能を持つこと、非居住室への適正な放熱器の設置が暖房計画の基本といえる。

3.3 室温の標準偏差を決定する要因：室温の標準偏差と各種要因の関係を重回帰分析により評価した。室温の標準偏差 $Y$ と室内外温度差 $X_1$ 、建物の熱損失係数 $X_2$ 、居住室-非居住室の温度差 $X_3$ の関係は次式の近似式となる。測定結果と予測結果は良い相関を示している(図3)。

$$Y = 0.035X_1 + 0.374X_2 + 0.440X_3 - 0.386 \quad (1)$$

室内外温度差よりも建物の熱損失係数、居住室-非居住室の温度差が室温の標準偏差に大きく関与している。この近似式の実用性に関しては、本住宅以外の実測により検証する必要がある。

4. まとめ

住宅の室温の実測から室温分布の特徴と室温の標準偏差の要因を明らかにした。簡易な測定ではあるが住戸内の温度の標準偏差を用い温熱環境の診断・評価が可能と考えられる。

□謝辞

本研究の一部は、科学技術振興事業団戦略的基礎研究推進事業：自立型都市を目指した都市代謝システムの開発プロジェクトの援助によってなされたものである。記して感謝する。

\*1 北海道大学大学院工学研究科 助教授・博士(工学)  
 \*2 北海道大学大学院工学研究科 教授・工博  
 \*3 北海道大学大学院工学研究科 助手・博士(工学)

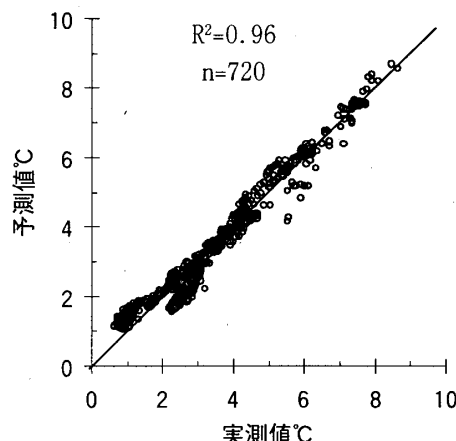


図3 室温の標準偏差と予測値の比較

表3 室温の標準偏差の重回帰分析結果

	係数	標準誤差	t
切片	-0.386	0.092	-4.207
室内外温度差°C X1	0.035	0.004	9.293
熱損失係数 $W/m^2K$ X2	0.374	0.016	23.448
居住室-非居住室温度差°C X3	0.440	0.007	61.237

□参考文献

- 1) 日本経済新聞・健康生活, 平成10年1月30日
- 2) 山中伸一, 中村泰人: 脳血管疾患死亡率と環境温度との関係に関する一考察, 日本建築学会計画系論文集, 第502号, pp.79-85, 1997.12
- 3) 例えば, 繪内正道, 荒谷登: 居住室の温熱環境の実態その1, 日本建築学会論文報告集, 第265号, pp.91-98, 1978.3
- 4) 例えば, 坊垣和明ほか: 夏期および冬期の居住室室温とその地域性に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, 第505号, pp.23-30, 1998.3
- 5) 例えば, 吉野博, 長谷川謙一: 熱環境からみた冬期の居住性能に関する地域特性の変化, 日本建築学会計画系論文集, 第499号, pp.1-7, 1997.9

Assoc. Prof., Graduate School of Engineering, Hokkaido University, Dr. Eng.  
 Prof., Graduate School of Engineering, Hokkaido University, Dr. Eng.  
 Instructor, Graduate School of Engineering, Hokkaido University, Dr. Eng.