

# 住宅内室温分布の要因分析とその評価方法に関する研究

## その1 暖房期における住宅内室温分布推定法の提案

正会員 ○小林直樹\*1 同 羽山広文\*2  
同 絵内正道\*3 同 菊田弘輝\*4

暖房期 温度むら 標準偏差  
累積確率分布 重回帰分析 最低基準室温

### 1. はじめに

断熱気密性が不十分な場合、冬期に住戸内で大きな温度むらが生じる。これは身体的、心理的なストレスにつながる。そのため、温度むら発生の予測と予防が必要となる。しかし、現状では室温の推定は、シミュレーションによることが多い。

本研究では、住戸内全体で温熱環境を簡易に予測する方法の提案を目的とした。まず暖房期の室温累積率度分布と、室温とエネルギーの時刻変動を調べた。また、室温標準偏差について重回帰分析を行い、熱損失係数と最低基準室温発生確率の関係について分析した。なお、暖房期は2003年11月1日から2004年4月30日までとした。

### 2. 研究データ

本研究では、平成14～16年度に日本建築学会へ委嘱された「住宅内のエネルギー消費に関する実態調査研究」の一環として行われた実測調査結果の一部を用いた。調査対象は全国の戸建住宅53戸、集合住宅27戸である。

電力は、1分ごとの積算電力量[Wh]とピーク値[W]が、ガスと灯油は、5分ごとの消費量([m<sup>3</sup>]又は[L])が測定された。また、空調室の温湿度と非空調室の温度が床上1.1[m]付近で15分ごとに測定した。各エネルギーは『総合エネルギー統計』の換算表に基づき、二次エネルギーとして換算した。

### 3. 暖房期室温の累積確率

図1に暖房期室温の累積確率分布を求めた結果を示す。北海道戸建01は室温が20[°C]以下になる累積確率分布は0.03と小さい。安定した温熱環境になっている。関西戸建04は低温域が非常に低いところまで広がっている。冬期間の室温のばらつきが大きい温熱環境である。また、関東戸建03と九州戸建02を比較すると、九州戸建02の方がやや暖かい環境である。東北戸建03は形状が九州戸建02と似ているが、全体的に20[°C]以下の分布である。

図2に各住戸において、実測値と計算値の差を誤差として求めた結果を示す。実測値とは、0[°C]から40[°C]までの各温度における累積確率である。計算値とは、測定された室温データ全体の平均値と標準偏差値を求め、その正規分布を仮定した際に得られる累積確率である。誤差は概ね0.5以下である。北陸戸建04と九州戸建02は20[°C]付近で誤差が大きくなった。暖房による室温変動があり、温度が一定値以下にならないことが関係していると考えられる。標準偏差値が大きくなると、正規分布上では平均値付近の確率が低下し、分布の裾野が広がるが、実際の現象では下限側の裾野がそれ程広がらないためである。

### 4. 断熱気密性能と暖房期室温標準偏差

図3、図4に熱損失係数及び隙間相当面積と暖房期室温標準偏差の関係を示す。熱損失係数と暖房期室温標準偏差の間には、概ね正の相関関係がみられる。隙間相当面積と暖房期室温標準偏差の間には、対数関数的な相関関係がみられる。

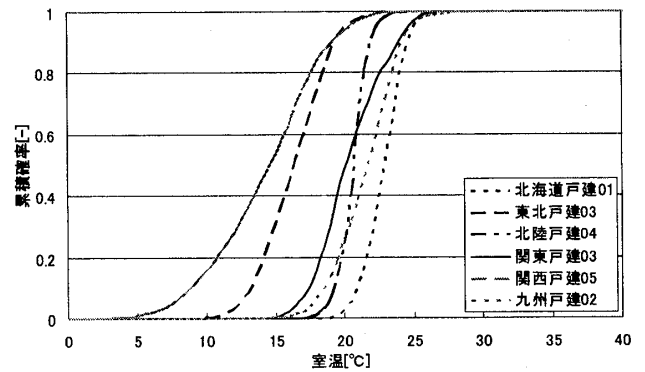


図1 暖房期室温の累積頻度分布

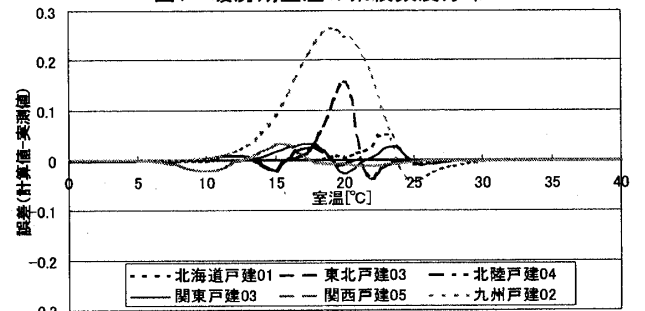


図2 計算値と実測値の差

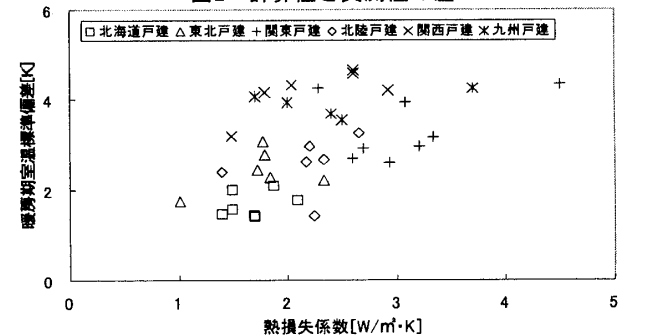


図3 熱損失係数と暖房期室温標準偏差

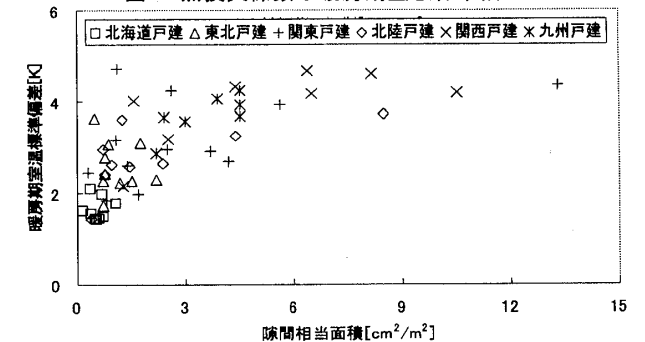


図4 隙間相当面積と暖房期室温標準偏差

### 5. 暖房期の室温と空調用エネルギーの時刻変動

図5と図6は2004年2月における北海道と関西の住宅の一週間の室温と空調用エネルギー消費量の変動状況を示している。外気温の値は、気象庁のデータを参考にした。

北海道戸建01はオール電化住宅である。室温は20[°C]から25[°C]の範囲内で安定している。関西戸建05の場合、非暖房時には空調室である居間の温度が非空調室である寝室と同じように低下している。室温はそれほど安定しているとはいえない。

全室連続暖房運転の住宅は、室温が安定しているのに対し、部分間欠暖房運転の住宅は、一日の室温のばらつきが大きく、温度むらが生じやすい温熱環境となりやすい。

### 6. 暖房期室温標準偏差の推定

図7は、住戸全体における暖房期室温標準偏差を目的変数とし、熱損失係数、隙間相当面積、暖房運転方式、平均室温を説明変数とした、重回帰分析結果である。

戸建住宅の決定係数R<sup>2</sup>は0.85である。集合住宅の決定係数R<sup>2</sup>は0.95である。平均室温と建物性能が与えられれば、その室温の標準偏差が推定できることが確認できた。

### 7. 室温の累積確率を決定する要因

図8と図9は、住宅の熱損失係数が既知である時、隙間相当面積と暖房設定温度の目標値と、暖房運転方式を決定して、住戸全体の室温標準偏差と室温が最低基準値をとる割合を推定した結果である。最低基準値の計算は前提条件である室温平均と、重回帰分析の結果から推定される標準偏差から、ExcelのNORMDIST関数で行った。室温の最低基準値は、『建築物における衛生環境の確保に関する法律』（通称：ビル管法）で定められている17[°C]を参考にした。隙間相当面積の値は、省エネルギー基準で定められた2.00[cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>]及び5.00[cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>]を参考にした。

Type-Aは、隙間相当面積が2.00[cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>]の戸建住宅で全室連続暖房運転をした場合である。Type-Bは、隙間相当面積が5.00[cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>]の戸建住宅で部分間欠暖房運転をした場合である。

隙間相当面積が大きく、部分間欠暖房運転の場合は、建物の断熱性能を向上させても、住宅全体での温度むらの発生を防ぐことは難しいことがわかる。

### 8. まとめ

本研究を通して、以下の知見を得た。

- 1) 暖房期の室温分布は、正規分布に近似できる。
- 2) 熱損失係数及び隙間相当面積と暖房期室温標準偏差の間には、一定の相関関係が認められる。
- 3) 暖房運転方式が全室連続運転なら室温の標準偏差は小さくなり、部分間欠運転なら室温の標準偏差は小さくなる。
- 4) 熱損失係数、隙間相当面積、暖房運転方式、平均室温から、暖房期室温標準偏差が統計的に推定できる。
- 5) 上記の結果を踏まえ、熱損失係数が既知である場合に、設計段階で室温の確率分布と室温の最低基準値以下の室温の発生割合が簡易に推定できる方法を提案した。

### 参考文献

- 1) 吉野博他：東北地方における住宅13戸を対象としたエネルギー消費量の詳細実測調査 日本建築学会技術報告集 第20号 P.147 2004年12月
- 2) 村上周三他：全国の住戸80戸を対象としたエネルギー消費量の長期詳細調査 対象住宅の属性と用途別エネルギー消費量 日本建築学会環境系論文集 No.603 P.93 2006年5月

\*1 北海道日建設計 修士(工学)  
 \*2 北海道大学大学院工学研究科 准教授・博士(工学)  
 \*3 北海道大学大学院工学研究科 教授・工学博士  
 \*4 北海道大学大学院工学研究科 助教・博士(工学)

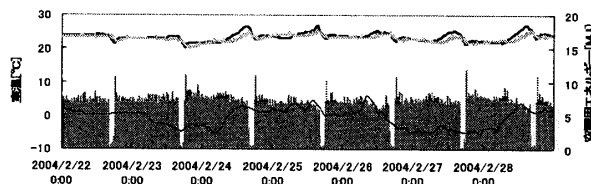


図5 北海道戸建01の室温の時刻変動

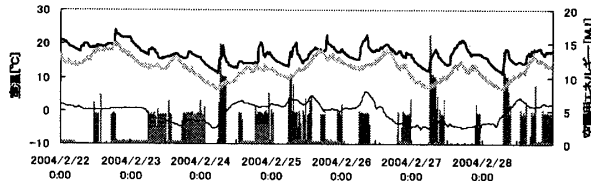


図6 関西戸建05の室温の時刻変動

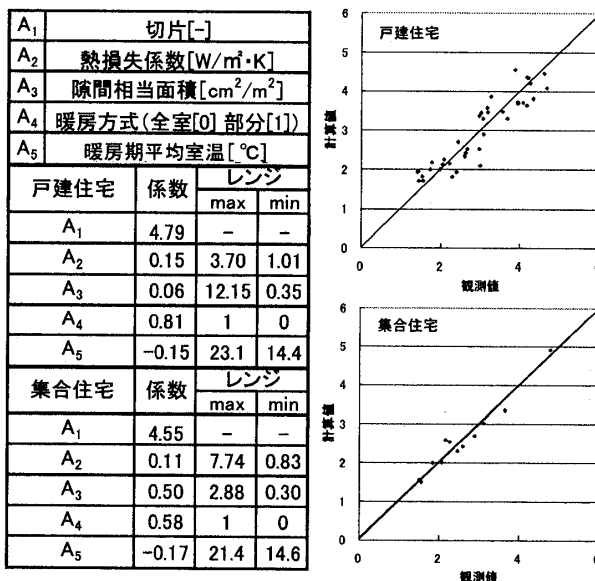


図7 重回帰分析結果と標準偏差の観測値と計算値の比較

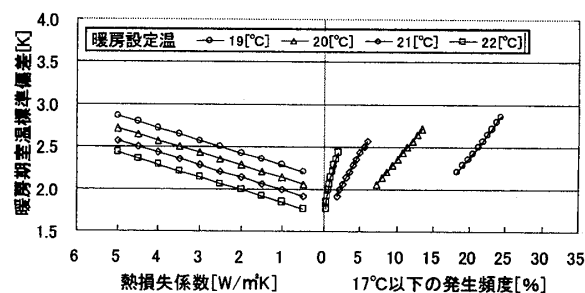


図8 Type-Aにおけるグラフチャート

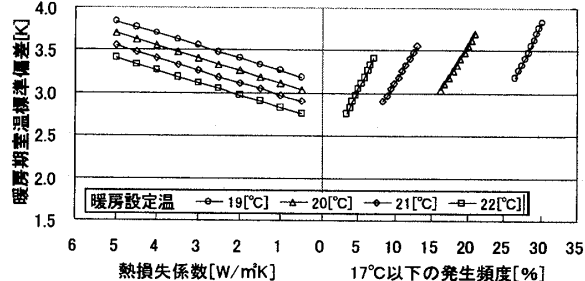


図9 Type-Bにおけるグラフチャート