

## 温暖地の戸建住宅における冷房利用と室内温熱環境性状の実態調査 および冷房運転の生起要因分析

正会員 ○太田紗由美\*<sup>1</sup> 同 鎌田 紀彦\*<sup>3</sup>  
同 岸本 嘉彦\*<sup>2</sup>

戸建住宅 エアコン発停 室内温熱環境  
PMV 実測調査 高気密高断熱住宅

### 1. はじめに

近年、寒冷地だけでなく関東などの温暖地域においても高気密高断熱住宅が普及している。また、家庭用ルームエアコン（以下「エアコン」と称す）の COP（成績係数）は 6 程度まで向上しており、高気密高断熱住宅においては冷房負荷が小さいため、1 台のエアコンのみにより全室を快適な温熱環境に保持できる可能性がある。このような空調システムを開発・設計するためには、まず、空調負荷を適切に把握する必要がある。一般的な空調負荷の計算においては室内温度が設定温度を上回るすべての時間を運転時間と捉えるが、室温が設定温度を上回っていてもエアコンを利用しない実態が考えられる。そのため、空調負荷を適切に予測するためにはエアコンの使用状況の把握が必要となる。しかし、高気密高断熱住宅における冷房利用調査は十分に行われていない。また、エアコンの発停に関する生起要因については、温度との関係に着目した研究報告は見られるが<sup>1)</sup>、その精度は十分とはいえないため、より総合的に検討する必要がある。

そこで本研究は、温暖地域における高気密高断熱住宅を主とした戸建住宅の室内温熱環境の実態、およびエアコン発停の状況を把握し、エアコン発停の生起要因として温度以外の要因について検討することを目的とする。

### 2. 実測計画および方法

住宅の温熱環境を把握するために、関東地区に建つ戸建住宅 3 軒を対象とし、2010 年 8 月上旬から 9 月下旬に実測調査を行った。実測項目は室内外温湿度およびエアコンの室内外の吹出温度とし、小型データロガーにより 10 分毎の変化を測定した。併せて対象住宅の住人に対して冷房の利用状況に関するヒアリング調査を行った。対象住宅の概要をヒアリング調査の結果と共に表 1 に示す。

次に、得られた測定結果を利用して温熱環境の評価やエアコンの運転状況を判断した。また、快適性は、温湿度の実測結果に基づく PMV（快適性指標）の計算結果から判断した。PMV はエアコン発停の生起要因としての利用についても検討した。

### 3. エアコン発停の抽出方法

エアコン発停の生起要因に関する検討においては、間欠運転を行っていた住宅 M2 のみを対象住宅とした。

ここでは、本研究において提案したエアコンの発停の抽出方法について述べる。エアコン吹出口温度はエアコンのオン操作がされると急激に低下し、オフ操作がされ

表 1. 住宅の概要

住宅	住宅T	住宅M1	住宅M2
住宅の種類	高気密高断熱	高気密高断熱	在来断熱
Q値	2.06	2.4	不明
ACの台数	1台	1台	2台
ACの台数の利用状況	終日除湿運転	終日冷房運転	間欠運転
設定温度	26℃	27℃	27℃
我慢の有無	なし	あり	あり
測定期間(2010年)	8/24~3/21	8/4~9/21	8/10~9/22

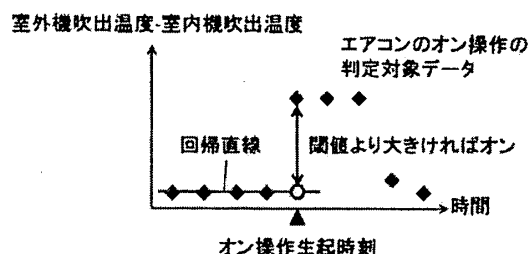


図 1 オン操作抽出の概念図

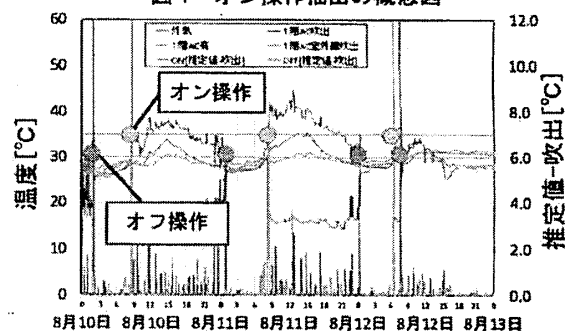


図 2 エアコン発停の抽出の一例

ると単調に増加して室温に近づくと推測できる。また、エアコン室外機吹出口温度はオン操作直後に急激に増加し、オフ操作後には単調に低下して外気温に近づくと推測できる。このことから、エアコン吹出温度と室外機吹出温度の差の変化からエアコン発停の抽出が可能と考えられる。オン操作抽出の概念図を図 1 に示す。オン操作抽出には判定対象データの前の、オフ操作抽出には後の 4 つのデータをそれぞれ使用して回帰直線を求めた。この回帰直線から予想される推定値に 1 分布による信頼区間を与えた。さらに、オン・オフのそれぞれに閾値を設け、推定値が閾値を越えた場合に、それぞれの操作が実行されたと判断した。閾値はオン操作に対し 7℃、オフ操作に対し 6℃と設定した。図 2 にエアコン発停の抽出の一例を示す。図 2 より精度よく抽出ができていことがわかる。

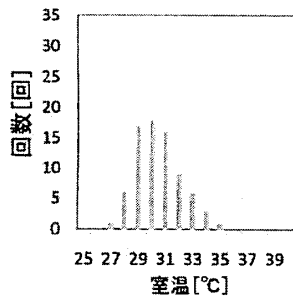


図3 1階の温度とオン操作の回数

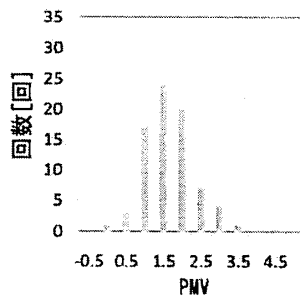


図4 1階 PMV とオン操作の回数

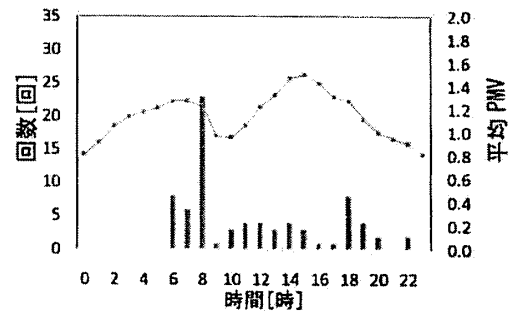


図5 1時間毎のオン操作の回数と平均PMV

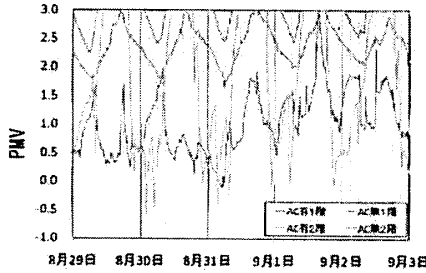


図6 住宅M2のPMV

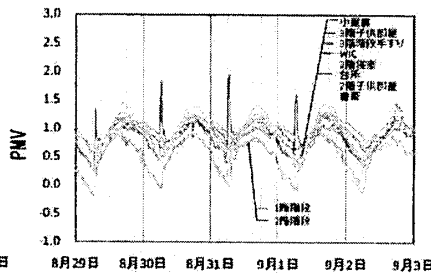


図7 住宅M1のPMV

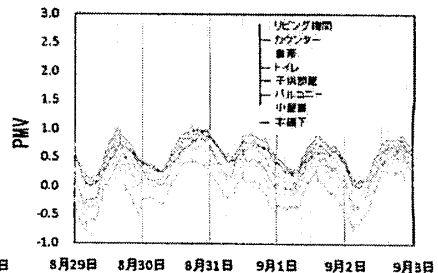


図8 住宅TのPMV

#### 4. 結果および考察

##### (1) エアコン発停の生起要因分析

抽出した発停操作について1時間毎の操作回数と操作が行われた時間の室内温度およびPMVを、それぞれ図3、図4に示す。図3、4より、1階のオン操作については、温度およびPMVと操作回数のグラフは同じような形状を示した。操作回数のピークを確率で比較すると、PMVは0.31、温度は0.23となり、決定要因としてPMVの確率が高いが、温度との差はわずかであることがわかった。

測定期間中の1時間毎のオン操作回数の合計と、1時間毎の室内平均PMVを図5に示す。図5より、8時と18時に操作が集中していることがわかる。しかし、温湿度の測定結果から、居住者は6時に起床していると判断でき、6、7時と8時の平均PMVはほぼ同じであるため、居住者が6時に起床しても、8時までエアコンの使用を我慢している可能性が高いといえる。これはPMVのみによる判断ではなく生活行為によるものと予想できる。また、図には示していないが、2階のエアコンについては、寝室に設置されており、就寝時に利用されていたため、オン操作は生活行為によるものと判断した。オフ操作については、約7割が室内温度27°C~29°Cの状態において実行されており、操作回数のピークを示すPMVは0.5であった。エアコンの設定温度が27°Cであることから、オフ操作は部屋が十分冷房されている状態で行われたことになる。

以上より、生活行為に関連する時間帯に温度あるいはPMVが条件を満たせばオン操作が行われると考えられる。

##### (2) 温熱環境の実態把握

8月29日から9月3日における住宅ごとのPMVの時間変化をそれぞれ図6から図8に示す。

**住宅M2:** 図6より、住宅の中で最も快適であるリビングのPMVの平均値は1.1であった。同時刻における住宅全

体での温度差は10.4°C、1階のみでも6.5°Cの差が生じており、温湿度の時間変動も激しかった。また、エアコンを使用しているにもかかわらずPMVの値は3と高い値を示すことがあり、快適ではない状態であったことがわかる。

**住宅M1:** 同時刻における住宅全体の室内温度差は約2°C、相対湿度差は5~7%であった。住宅M2に比べて住宅内の温湿度差は小さく、図7に示すようにほとんどの時刻において、PMVはおおよそ1.5以下であった。住宅全体の平均PMVは0.67であり快適な環境といえる。

**住宅T:** 同時刻における住宅全体の室内温度差は約3°Cであり、相対湿度差も5%以下であった。測定期間中の温湿度の変動は最も小さく、図8に示すようにPMVが1を超えることはほとんどなかった。つまり、エアコン1台により住宅全体を通して均一かつ快適な温熱環境が実現されていたことがわかる。

以上の結果より、温暖地域の高気密高断熱住宅において、1台のエアコンのみにより住宅全体の快適な温熱環境を実現可能であることがわかった。

#### 4. まとめ

- 1) エアコン吹出口温度と室外機吹出口温度の差を利用する、新たなエアコン発停の抽出方法の提案を行った。
- 2) エアコン発停の生起要因として、温度よりもPMVの確率が高いが、その差はわずかだった。また、生活行為による影響がより大きいため、今後も検討が必要である。
- 3) 温熱環境の評価より、温暖地の高気密高断熱住宅においては、エアコン1台のみにより快適な温熱環境に全室を保持できることが明らかとなった。

<謝辞>本測定を実施するにあたり、(株)アライ、(株)夢・建築工房、KSA一級建築士事務所および測定住宅の方々には多大なるご協力を賜った。記してここに深く感謝の意を表す。

<参考文献>1) 羽原宏美、嶋海大典、下田吉之、水野裕：一般住戸を対象とした実態調査に基づく冷房発停の生起要因に関する検討、日本建築学会環境系論文集、第689号、pp.83-90、2005年3月。

\*1 株式会社 ハシモトホーム

\*2 室蘭工業大学大学院工学研究科 助教 博士(工学)

\*3 室蘭工業大学大学院工学研究科 教授 工学博士

\*1 Hashimoto Home CO., LTD.

\*2 Assistant Prof., Graduate School of Engineering, Muroran Inst. of Tech., Dr. Eng.

\*3 Prof., Graduate School of Engineering, Muroran Inst. of Tech., Dr. Eng.