

太陽エネルギー活用型ヒートポンプ暖冷房換気給湯システムの住宅への導入に関する研究 その2 :
夏期冷房時の温熱環境の計測

正会員 ○大平 豪士*1 同 孫 路寧*1 同 前 真之*2
同 高瀬 幸造*3 同 盧 炫佑*4 会員外 中村 正吾*5

全館空調 24時間空調 セントラルエアコン
冷房 ZEH 温熱環境

1. はじめに

太陽エネルギー活用型ヒートポンプ暖冷房換気給湯システム(以下、本システム)は主居室のリモコン温度に応じて運転制御を行うCAV方式のシステムのため、暑い部屋や寒い部屋が生じる可能性がある。本報では本システム搭載住宅の夏期冷房時の温熱環境とその利用実態を明らかにするために、実住宅において詳細計測と吹出口の風量測定、ならびにヒアリングと熱画像撮影を行った結果を報告する。

2. 夏期の計測結果

2.1. 冷房期の室温変動

図1に2019年8月のリモコンの設置された主居室温度の推移を示す。いずれの住宅においても設定温度は26~28℃であり、主居室は概ね26~29℃の室温で安定していることが確認できた。また主居室を基準にした各部屋の温度差の推移を図2に示す。吹出口を持たないトイレや洗面所などの非空調室であっても、50%以上の時間が主居室温度に対して+2℃程度に収まっており、住戸全体を空調できていることが分かった。

2.2. 冷房期における吹出口風量測定

本システムを採用した住宅では1系統あたり2~4個の吹出口を計画することが多い。各系統のファンを強運転にして風量測定を行った結果を図3に示す。圧力損失はダクトの経路やダクト径に依存するため一概には言えないが、1つの吹出口あたり80~140m³/hの風量が出ていることが確認できた。また定格風量が900m³/hなのに対し、総風量はその2/3倍程度となることが確認された。

2.3. ヒアリング結果

表1に夏期についてのヒアリング結果を示す。2019年の夏全体を通しての快適感については、日中・就寝時ともに「どちらでもない(快適)」と回答した。またポジティブな意見としては、「24時間全館空調しているため帰宅時に快適」や「一般的なエアコンにあるような冷風の不快感などがなくなった」などの回答が得られた。ネガティブな意見としては、「急に暑さを感じた時にすぐに部屋が冷えない」や「部屋ごとに吹出風量・温度の調整ができない」などの回答が得られた。

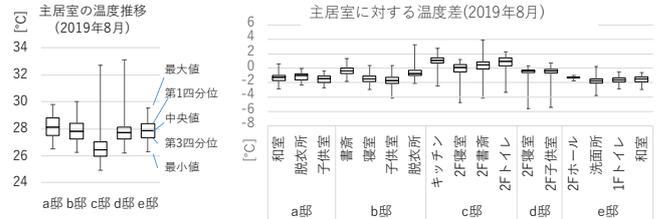


図1: 主居室温度の推移

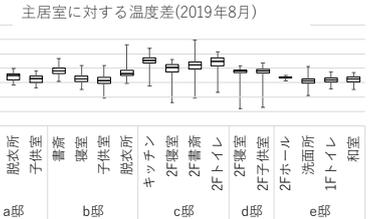


図2: 主居室に対する温度差

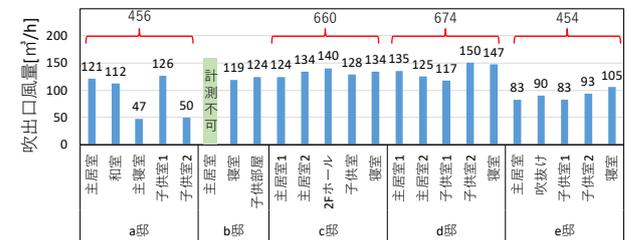


図3: 吹出口ごとの風量実測結果

表1: ヒアリングの結果(抜粋)

| 項目 | 回答 | 項目 | 回答 |
|-------|------------------------------------|-----|---|
| 利用状況 | 扉は基本的に開放 / 24時間運転 / 夜はタイマーで設定温度を緩和 | 快適感 | 帰宅時の快適性に満足 / 気流感がなく快適 / 場所・時間ともに温度差がない / 個室が涼しい |
| 省エネ行動 | 昼光利用により照明OFF / 打ち水をする / 中間時は窓を開ける | その他 | 前の家(壁かけエアコンによる部分開放空調)に比べ家中快適 / 部屋ごとに風量調整をしたい |



図4: a邸の平面図とダクト経路

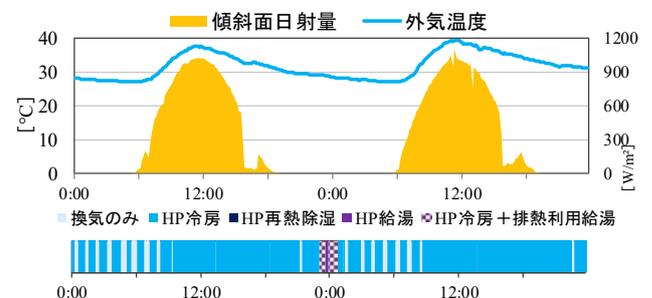


図5: 2019/8/12~8/13の外気条件と運転モード (a邸)

2.2.代表日の室温変動

平屋型である a 邸(図 4)について、日平均気温の高く積算日射量の多い 2019/8/12~8/13 のデータを図 5, 6 に示す。この期間において設定室温は 27°C で 24 時間運転しているが、リビング室温は 29°C 前後を推移しているのに対し、寝室は 26~27°C を推移している。LDK が住宅の床面積の大部分を占めるにもかかわらず、吹出口の数と吹出風量が少ないことが原因として考えられる。本システムは CAV 方式のためダクト計画時に適切な風量配分について検討する必要がある。また、和室は 17:00 頃に室温が上昇する傾向が見られた。和室には南西向き大きな開口があり、そこから西日が差し込んだことが要因として考えられる。

次に 2 階建て吹抜け型の c 邸(図 7)について、日平均気温の高く積算日射量の多い 2019/8/5~8/6 のデータを図 8, 9 に示す。この期間において設定室温は 26°C で 24 時間空調されており、朝方の 7:00 から就寝までの間、リビング・寝室・床表面の温度は 26~27°C を推移していることが確認できた。a 邸に比べリビング室温と設定温度との乖離が小さい理由として、c 邸には吹出口がリビングに 2 個と吹抜けの上部に 1 つあり負荷に応じた適切な風量配分であったことが考えられる。また、2 階ホールと 1 階リビングの温度を比較すると、吹抜けでの上下温度差が小さいことが確認できる。吹抜けを下から見上げた熱画像(図 10)からも吹抜け空間の温度ムラが小さいことが確認できた。

リビングとホールは概ね設定温度に近い温度で推移していたが 14:00 頃に温度上昇がみられる。要因として西面の大きな開口部から日射が入り込んだことが考えられる。本システムでは局所的な負荷変動に対応できないため、設計段階で日射遮蔽など検討を丁寧に行い、局所的に大きい熱取得が発生しないよう外皮を設計する必要がある。

3. まとめと今後の展望

詳細計測により、本システム搭載住宅の夏期冷房時の温熱環境について次のことが分かった。(1)日平均気温が高く日射の多い日であっても住戸全体を均一に空調できる。(2)小風量タイプかつ CAV 方式であるが 1 台の HP で住戸全体を概ね許容できる温度帯で空調できる。

また、システムの送風制御の特性上、日射や内部発熱の偏りにより一時的・局所的に暑くなる部屋があることが明らかになった。設計の段階で適切な風量配分になるようダクト計画を行うことや、十分な日射遮蔽を行うことが必要である。次報では適切な風量配分について、吹 CFD 解析を用いた吹出口の個数と設置位置の検討を行う。

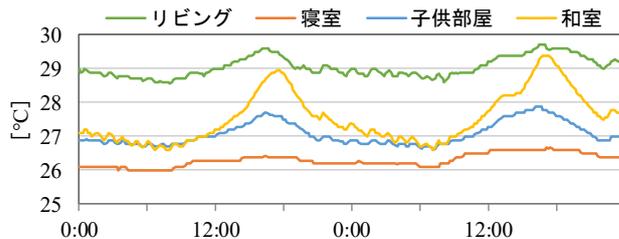


図 6 : 2019/8/12~8/13 の室温推移 (a 邸)

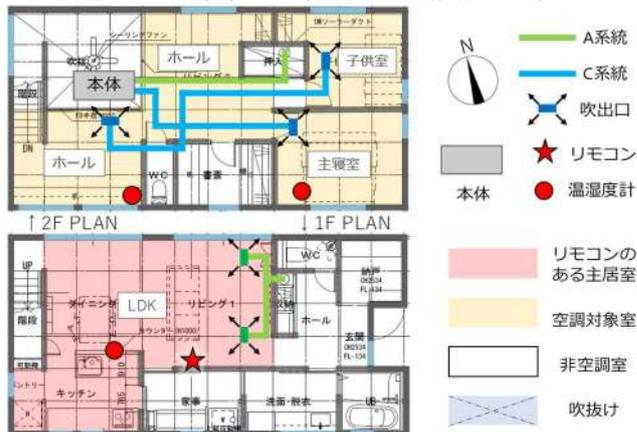


図 7 : c 邸の図面とダクト経路

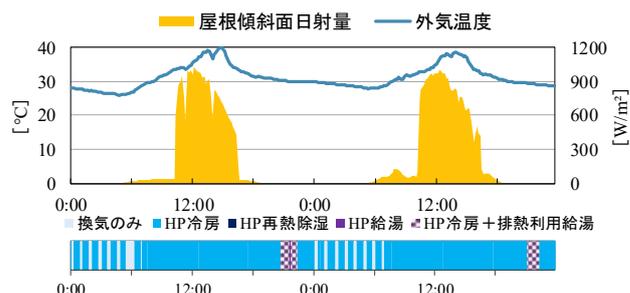


図 8 : 2019/8/4~8/5 の外気条件と運転モード (c 邸)

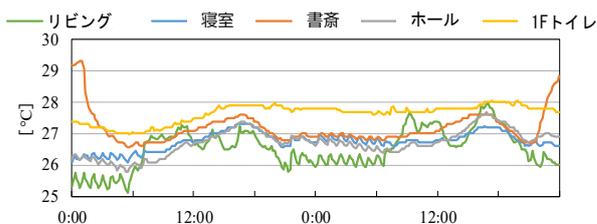


図 9 : 2019/8/4~8/5 における室温推移 (c 邸)



図 10 : c 邸の吹抜けの熱画像

*1 東京大学大学院 修士課程

*2 東京大学大学院 准教授・博士 (工学)

*3 東京理科大学 講師 博士 (工学)

*4 OM ソーラー取締役・技術部長・博士 (工学)

*5 OM ソーラー株式会社

*1 Graduate student, the Univ. of Tokyo

*2 Assoc. Prof., the Univ. of Tokyo, Dr. Eng.

*3 Junior Assoc. Prof., Tokyo Univ. of Science, Dr. Eng.

*4 Director, OM Solar Inc., Dr. Eng.

*5 OM Solar Inc.