

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による住宅のエネルギー自立性向上に関する研究 その2：冬期におけるシステム運用検証の概要

正会員 ○高橋 勇斗\*1 同 真島 繁\*1 同 前 真之\*2  
同 高瀬 幸造\*3 同 盧 炫佑\*4

全館空調 24時間空調 ダクト式エアコン  
暖房 リアル 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）搭載住宅では、夏期（6月～9月）や中間期（3～5月、10～11月）においては発電量が消費電力量を上回り月間のネット・ゼロエネルギーを達成することが多い一方で、冬期（12月～2月）においては、夏期や中間期と比較して発電量が低下する一方で消費電力量が増加する\*その1)。快適な居住環境をより省エネルギーで達成するためにも、冬期におけるシステム運用をより効率的なものにするための改善が必要であると考えます。そこで本研究では、冬期において、24時間住宅全館で快適な温熱環境を最も効率的に実現するシステム運用方法の開発を目的として、本システム搭載住宅を題材として2021年1月～3月にかけて検証を行った。本報では、その検証概要について報告する。

2. 冬期におけるシステム運用検証の概要

2.1. 検証対象物件

今回の検証は、本研究で詳細計測を行っている本システム搭載住宅の内、a・c邸の2物件を対象に行った。各物件平面図を図1に示す。2物件ともに2階建てで吹き抜けを有し、1階主居室（リビング・キッチン）とそれ以外の居室で構成され、本システムのリモコンは主居室に位置する。また、各物件の本システムA,B,C系統による送風計画を表1に示す。系統が持つ吹出口位置や個数、種類は物件毎に異なる。尚、a邸では第3種換気も併用し、書斎で電気ヒーターが補助暖房として使用されており、室内環境や消費電力量への影響は今後検証していく必要がある。本報時点でのa邸における検証結果は参考程度とする。

2.2. 検証条件設定

a・c邸では、冬期においてこれまでB系統のみを用いた暖房が行われてきており、設定温度も21℃で24時間一定であることが殆どであった。本システムのB系統使用による暖房は、床下を通して床面スリットから暖気を居室に供給するものであり、(1)床表面温度を上げられること、(2)居住者に直接暖気が当たる可能性が低いこと、(3)室内の上下温度差を少なく暖房できること、などが利点に挙げられる。一方で、床下空間も暖房領域とするため暖房

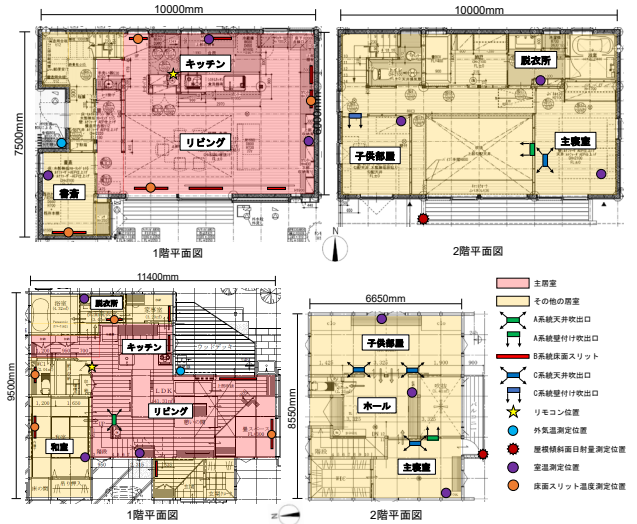


図1：各物件平面図（上：a邸、下：c邸）

表1：各物件の本システムA,B,C系統による送風計画

系統	a邸		c邸	
	吹出口位置	吹出口種類	吹出口位置	吹出口種類
A系統	吹き抜け	壁付け吹出口	1階リビング	天井吹出口
B系統	床下	床面スリット	吹き抜け	壁付け吹出口
C系統	2階子供部屋	天井吹出口	2階子供部屋(1つ目)	天井吹出口
	2階主居室	天井吹出口	2階子供部屋(2つ目)	天井吹出口
			2階主居室	天井吹出口

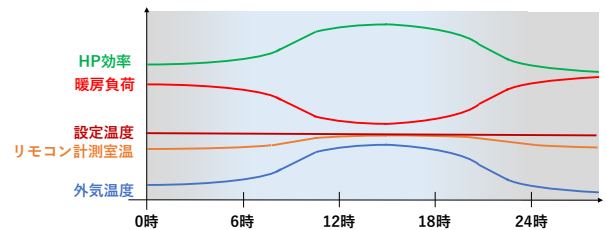


図2：設定温度一定・B系統使用時のHP効率・暖房負荷推移イメージ

表2：検証における本システムの給湯設定・換気設定

給湯設定	換気設定
ふろ保温、追い炊きを行わず、ふろがぬるくなった際は貯湯タンク内の湯を使用して温める	24時間全熱交換換気
給湯沸き上げを行う時間、沸き上げる湯量は自動設定	

負荷が増えてしまうことも考えられる。

設定温度が一定でB系統のみを使用して暖房を行う場合のHP効率・暖房負荷の24時間の推移イメージを、外気温度・リモコン計測室温の推移イメージ、設定温度と並べて図2に示す。日中は外気温度が上昇してHP効率が上

昇し、室温上昇も見込めるため暖房負荷は減少するが、夜間は外気温度が低下して HP 効率が下がり、室温も下がりリモコン計測室温が設定温度よりも低くなりやすいことで供給温度が上昇し暖房負荷が増加すると考えられる。

そこで本検証では、24 時間住宅全館で快適な温熱環境を最も効率的に実現する本システムの運用方法の開発を目的として、次の検証条件①、②を設定した。給湯・換気設定は、表 2 に示す固定設定とした。これまで a・c 邸で運用されてきた、設定温度・使用系統をそれぞれ 21℃・B 系統に 24 時間固定する空調設定を、検証に用いる「比較モード」とし、時間帯毎の設定と物件毎の実施期間を表 3 の該当部分に示す。

### 2.2.1.検証条件①：設定温度の時間変化比較

本検証条件では、夜間に設定温度を下げることで供給温度を下げて暖房負荷を抑制することにより、本システムの COP（以下システム COP）と室内温熱環境への影響の検証を目的とした。本検証条件で用いた「①モード」の時間帯毎の設定温度と使用系統、物件毎の実施期間を表 3 の該当部分に示す。夜間の設定温度を日中よりも最大 2℃低下させ、使用系統は B 系統に 24 時間固定した。比較モードと実測データを比較することで検証した。この時の HP 効率・暖房負荷の 24 時間の推移イメージを図 3 に示す。

### 2.2.2.検証条件②：使用系統の時間変化比較

本検証条件では、HP 効率が低いと考えられる時間帯に、床下を介さず居室に直接暖気を供給する A,C 系統の使用又は A,B,C 系統の併用により、床下も暖房領域とする B 系統使用時よりも居室への供給風量を増やし、HP 効率を上げることによるシステム COP と室内温熱環境への影響を検証することを目的とした。検証に用いた「②-1~4 モード」の時間帯毎の設定温度と使用系統、物件毎の実施期間を表 3 の該当部分に示す。②-1・②-3 モードでは 5:00-10:00 に、②-2・②-4 モードでは 0:00-10:00、18:00-24:00 に A,C 系統を使用又は A,B,C 系統を併用し、全モードで設定温度を 21℃に 24 時間固定した。比較モードと各モードの実測データを比較することで検証した。この時の HP 効率・暖房負荷の 24 時間の推移イメージを図 4 に示す。

## 3. 検証期間中の室温計測結果

a・c 邸の全運転モード実施期間中の居室毎の室温を、それぞれ図 5、6 に示す。両邸ともに快適な温熱環境をどの居室についても概ね確保できていた。尚、a 邸においては、1 階リビングが期間上位 25%で設定温度の 21℃を下回り（20.6℃）、2 階主寝室が期間上位 25%で 18℃を下回っ

表 3：各検証条件の運転モードと実施期間

時間帯	比較モード		①モード		②-1モード		②-2モード		②-3モード		②-4モード	
	設定温度	使用系統	設定温度	使用系統	設定温度	使用系統	設定温度	使用系統	設定温度	使用系統	設定温度	使用系統
0時～5時			19℃	B		B		B		B		B
5時～6時			20℃			A,C		A,C		A,B,C		A,B,C
6時～10時						A,C		A,C		A,B,C		A,B,C
10時～18時	21℃	B	21℃	B	21℃	B	21℃	B	21℃	B	21℃	B
18時～23時								A,C				A,B,C
23時～24時			20℃									A,B,C
a 邸	1/27-2/1		2/3-2/8		2/10-2/15		2/17-2/22		2/24-3/1		3/3-3/8	
c 邸	1/27-2/1		1/13-1/18		1/20-1/25		2/3-2/8		2/10-2/15		2/24-3/1	

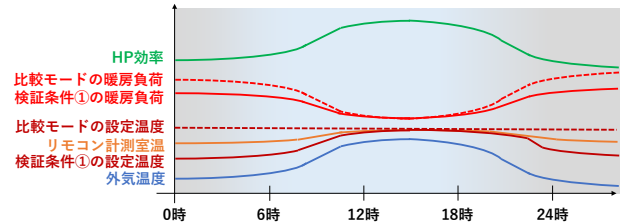


図 3：検証条件①の HP 効率・暖房負荷推移イメージ

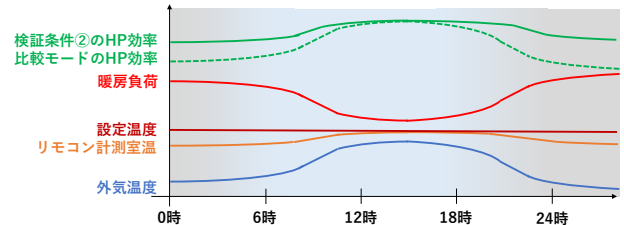


図 4：検証条件②の HP 効率・暖房負荷推移イメージ

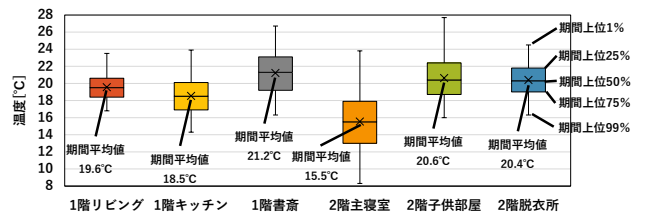


図 5：a 邸の全運転モード実施期間中の居室毎の室温

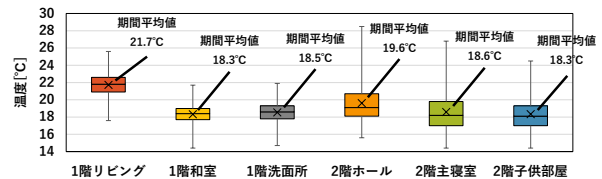


図 6：c 邸の全運転モード実施期間中の居室毎の室温  
た（17.9℃）。一方 c 邸では、1 階リビングが期間上位 50%（21.8℃）と期間平均値（21.7℃）で設定温度の 21℃を上回り、全ての居室が期間上位 50%と期間平均値で 18℃を上回った。a 邸と比較し、c 邸の方が住宅全館でより快適な温熱環境を実現した。

## 4. まとめ

本報では、本システム搭載住宅を題材として 2021 年 1 月～3 月にかけて行った検証の概要について報告した。次報ではその結果について詳報する。

\*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）

\*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.