

空気式太陽熱集熱システムを採用した実証住宅に関する研究  
その 3. 光シミュレーションを用いた日射制御の検討

日射制御 開口部日射量 照度  
実測 シミュレーション

正会員 ○北瀨 寛史\*1 正会員 森田 舟哉\*2  
正会員 高瀬 幸造\*3 正会員 前 真之\*4  
正会員 井上 隆\*5 正会員 盧 炫佑\*6

1. はじめに

空気式太陽熱集熱システムで暖房を行う住宅では高断熱化・高气密化が前提となるが、それに伴い夏期、中間期における日中居室内のオーバーヒート、冷房負荷増加が課題となる。本検討では前報に示された浜松の実証住宅の南窓2面に設置される横引き木製ルーバーについてシミュレーションを行い、光環境・熱環境の評価を行った。

2. シミュレーション精度検証

シミュレーションは3DモデリングソフトRhincerosで作成したモデルについて、光解析についてはRADIANCE、熱負荷計算についてはENERGYPLUSをエンジンとし解析を行うDIVA for Rhinoを使用した。シミュレーションにおける設定値及び解析精度の妥当性を示すため、東京大学屋上実験棟の夏期照度について解析結果と実測値の比較を行った。実験棟の写真、実測概要、建物仕様を図1、2、表1に示す。またシミュレーションで用いた設定値を表2に示す。比較は測定日7月25日の中で最も全天日射量の高かった12時10分について行い、シミュレーションの解析精度は設定可能範囲での最大とした。精度検証結果を図3に示す。直射光が入射する窓付近では実測値の方が高くなっているがそれ以外の箇所では実測値とほぼ同じ値となっており、十分な解析精度を得ることが確認できた。

3. 検討概要・解析条件

本検討ではまず遮蔽物の無い各窓面への日射量解析からルーバー設置が効果的であると考えられる窓を特定する。次にその開口部にピッチの異なるルーバーを設置した各ケースの窓面への日射量削減効果及び冷房負荷削減効果について解析を行う。最後に各ケースについて室内照度解析を行い日射遮蔽と昼光利用の両立について検討を行う。遮蔽なし時の冷房期間における各窓面日射量を図4に示す(窓番号は図6を参照)。窓面日射量は窓面平均日射量に窓面積を乗じたものとする。本検討では外ブラインドを設置予定の開口部以外で最も日射量の多かった南面窓H、Iを対象とし、特に日射量が多い窓Hを中心に検討を進め、窓Iにも同様のものを設置することとした。本検討で扱うルーバーの概要及び解析ケースについて図5、表4に示す。ルーバー角度は水平とし、最小15mmから最大75mmまで7.5mmずつピッチの異なる計9通りのケースについて検討を行う。シミュレーションにおける日射量、照度算出時の設定値を表3に示す。解析精度は先述の精度検証と同じ設定可能範囲での最大とし、熱負荷計算においては設計仕様から求めた熱抵抗を設定値として用いた。



図1 屋上実験棟写真

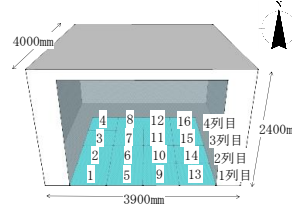


図2 屋上実験概要

表1 屋上実験棟建物仕様

床面積	15.9m <sup>2</sup> (約4m×4m)
室容積	39m <sup>3</sup>
窓面積	6.14m <sup>2</sup> (窓/床面積:38.6%)
方位	南
窓仕様	Arガス封入高透過複層 K=2.8W/m <sup>2</sup> ・K 透過率(UV+V):0.83 透過率(NIR):0.82
仕上	塗装 反射率(UV+V):0.09 反射率(NIR):0.05

表2 実験棟解析設定値

マテリアル反射率	解析精度
木	0.4 ab 8
仕上	0.05 ad 4096
周辺建物	0.4 as 1024
窓枠	0.9 ar 0
複層ガラス	0.83(透過率) ao 0
ノード条件 Sky条件(Custom Sky)	
密度	U:50 V:50 日付 7/25
距離	FL+50mm 時刻 12:10
気象データ 直達日射 514.5[W/m <sup>2</sup> ]	
拡張アメダス標準年 東京 天空日射 445.8[W/m <sup>2</sup> ]	

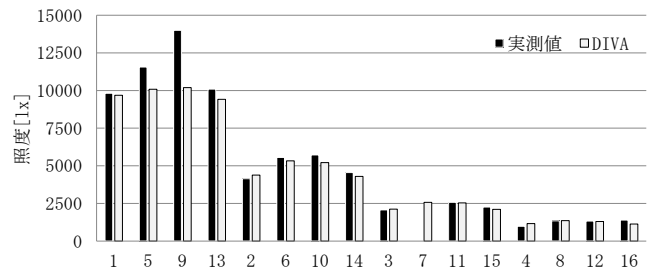


図3 精度検証結果

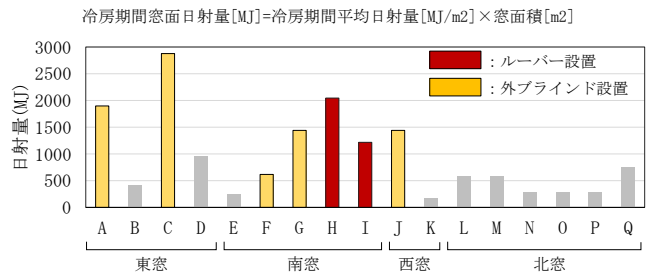


図4 冷房期間における各窓面日射量

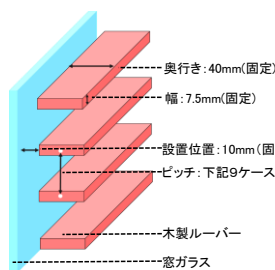


図5 ルーバー概要

表4 ルーバー検討ケース

検討ケースルーバーピッチ				
[mm]	15	22.5	30	37.5
45	52.5	60	67.5	75

表3 ルーバー解析設定値

マテリアル反射率(日射解析)		マテリアル反射率(負荷計算)	
天井	0.8	屋根	0.4
内壁	0.5	内壁	0.5
床	0.2	床	0.2
庇	0.4	庇	0.4
ルーバー	0.4	ルーバー	0.4
ブラインド	0.9	ブラインド	0.9
周辺建物	0.4	周辺建物	0.4
地面	0.2	地面	0.2
Low-E複層ガラス	0.76(透過率)	Low-E複層ガラス	0.76(透過率)
標準複層ガラス	0.83(透過率)	標準複層ガラス	0.83(透過率)
ノード条件(日射解析)		ノード条件(負荷計算)	
密度	150×150	密度	50×50
距離	床+750mm	距離	窓面5mm
Sky条件(customsky Perez)			
日付	6月9日	直達日射[W/m <sup>2</sup> ]	663.9
時間	12:00	天空日射[W/m <sup>2</sup> ]	294.4
気象データ			
冷房期間		冷房設定温度	26℃
拡張アメダス標準年/浜松 6/8-9/26			

## 4. シミュレーション結果

### 4-1. ルーバー設置による窓面日射量削減

窓 H、I にルーバーを設置しないケースとピッチの異なる9通りのルーバーを設置したケースの冷房期間における窓面日射量の比較を図7に示す。75mmピッチのルーバー設置により窓面日射量はルーバーを設置しないケースに比べ約6割程度削減され、7.5mmずつピッチを狭めるにつれ日射量削減率が2-6%増加する。特にピッチ60mm以下の時に7割程度窓面日射量が削減されることが確認できる。

### 4-2. ルーバー及び外ブラインド設置による冷房負荷削減

遮蔽物を設置しなかったケース、外ブラインド(窓A、C、F、G、J)のみ設置したケース、外ブラインドと窓H、Iへのピッチの異なる9通りのルーバーを併用して設置したケースそれぞれの冷房期間における室内冷房負荷を比較したグラフを図8に示す。ブラインドの寸法は奥行き80mm、ピッチは80mmとし角度は東西面を45°、南面は水平とした。また内部発熱は住宅事業建築主の判断の基準等のスケジュールに基づき算出した。結果からルーバーピッチを狭めるにつれ冷房負荷が削減されることが確認できる。

### 4-3. ルーバー設置による室内照度

窓H、Iについてルーバーを設置しないケースとルーバーピッチ9通りを設置した各ケースについて6月9日12:00時点のリビング平均机上面照度(FL+750mm)を比較したグラフを図9に示す。なお日時は拡張アメダスデータより全天日射量最大日の正午とした。解析結果からルーバーピッチ15mmとしたケースで200lxに満たなかった平均机上面照度が、ルーバーピッチを7.5mm広げるにつれ約50lxずつ増加していることが分かり、特にピッチ52.5mm以上の時に400lx以上平均照度を確保出来る。また同日の9:00、12:00、15:00時点の室内机上面照度分布を図10に示す。ルーバー設置により室全体の平均照度は下がるものの、窓周辺の照度ムラが解消されることが確認される。以上解析結果より、照度及び眺望性を確保しつつ日射量、冷房負荷削減効果の見込めるピッチ60mmを本実証住宅の南面窓H、Iに設置するルーバーの寸法として採用した。

## 5. まとめ

光環境シミュレーションについて精度検証し、ほぼ実測値に近い値を得、設定値及び解析結果の妥当性を確認した。またピッチの異なる9ケースのルーバー設置時の窓面日射量、冷房負荷、机上面照度を解析し冷房期間の窓面日射量を約7割程度削減しつつ6月9日12:00時点の居室机上面照度を約400lx程度確保することのできるルーバーの寸法を得た。今後は2015年2月に竣工した本実証住宅の実測を行い、ルーバーによる効果を実証する。

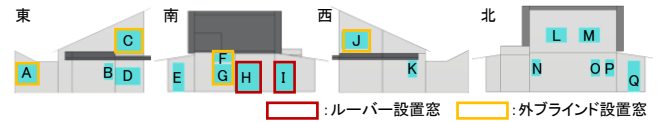


図6 窓番号およびルーバー・外ブラインド設置窓位置

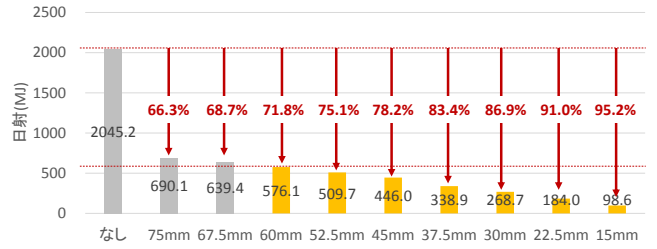


図7 冷房期間における窓面日射量

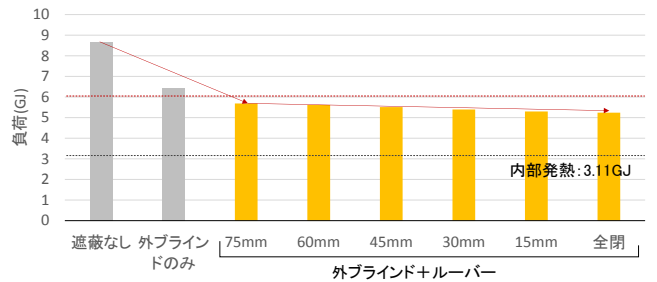


図8 冷房期間における室内冷房負荷

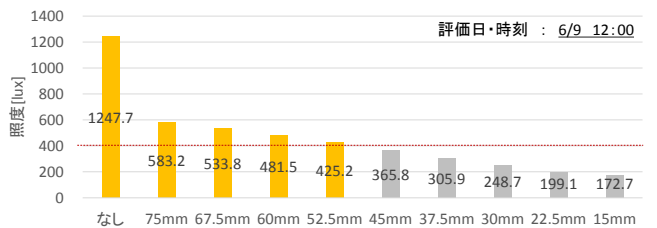


図9 6月9日12:00時点リビング平均机上面照度  
ルーバー無し      ルーバー有り

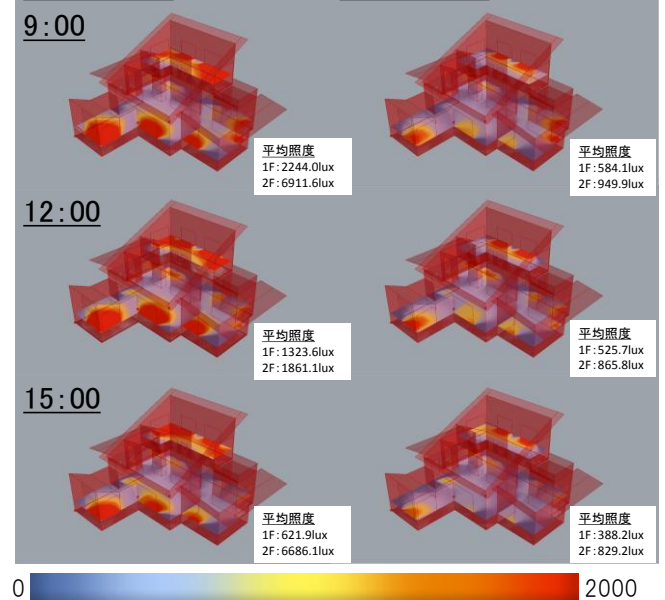


図10 6/9における時刻ごと室内机上面照度分布 (Lux)

\*1 東京大学大学院  
 \*2 東京理科大学大学院  
 \*3 東京理科大学 助教・博士(工学)  
 \*4 東京大学 准教授・博士(工学)  
 \*5 東京理科大学 教授・工学博士  
 \*6 OMソーラー 取締役・技術部長・博士(工学)

\*1 Graduate school, the Univ. of Tokyo  
 \*2 Graduate school, Tokyo Univ. of Science  
 \*3 Assistant Prof., Tokyo Univ. of Science, Dr. Eng.  
 \*4 Assoc. Prof., the Univ. of Tokyo, Dr. Eng.  
 \*5 Prof., Tokyo Univ. of Science, Dr. Eng.  
 \*6 Director, R&D Department, OM Solar, Dr. Eng.