

## 窓ガラスと窓面日射遮蔽部材による夏季の室内温熱環境緩和効果

## —実験ハウスを用いた屋外実験—

1103221 菊地 祐也 1103325 橋 圭太

指導教員 成田 健一

**1. 研究目的** 夏季の暑い室内を快適な空間にするためには窓の遮熱性能を高めることが重要である。窓は壁などと比較しても侵入してくる熱量が多いため窓の遮熱性能を高めれば室内温熱環境緩和に効果があると考えられる。また日射遮蔽をすることも室内温熱環境緩和になる。日射遮蔽の方法としてすだれや緑のカーテンなどを窓の外に設置して遮蔽する方法があり、日射による熱の



写真1 人工緑のカーテン

表1 1日の測定スケジュール

10:30 ~ 12:00	南向き、通風なし
12:00 ~ 13:30	南向き、通風あり
13:30 ~ 13:40	小屋の方向転換
13:40 ~ 15:10	西向き、通風なし
15:10 ~ 16:40	西向き、通風あり

侵入を減らすことができる。しかし、窓ガラスや日射遮蔽部材の夏季の室内の温熱環境緩和効果を明確に示したデータは少なく、実際どれくらいの効果があるのかは明らかになっていない。そこで本研究は窓ガラスと日射遮蔽部材の遮熱性能を測定し、夏季の室内温熱環境緩和効果を明確にすることを目的に測定を行う。



写真2 緑のカーテン (左から密度高、中、低)

**2. 測定概要** 測定は8月16日~9月28日の期間の晴天日に本学建築棟の南側で、作成した実験ハウスを対象に表1に示すような流れで行った。実験ハウスにはキャスターを取り付けて移動と方向転換が可能な仕様にし、測定対象の窓面が南向き、西向きの場合について測定を行った。また対面の壁にも窓を設けて通風の有無によって室内環境がどう変化するか検証した。測定は日射遮蔽部材4種類(緑のカーテン、すだれ、黒寒冷紗90%、プラスチック製の人工緑のカーテン(写真1))と窓ガラス4種類(普通ガラス、ペアガラス、遮熱Low-Eガラス、断熱Low-Eガラス)についてそれぞれ遮熱性能を測定した。緑のカーテンには一般家庭でも比較的容易に栽培することができるゴーヤを使用し、葉とツルの密度によって緑のカーテンを3段階に分けてそれぞれ測定を行った(写真2)。測定機器は図1、写真3のように設置した。

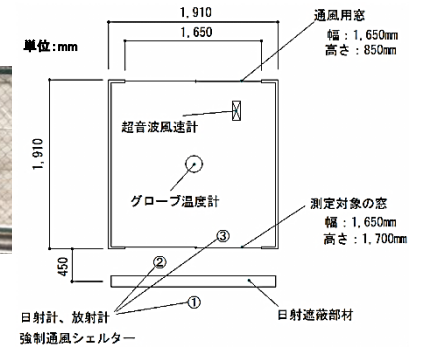
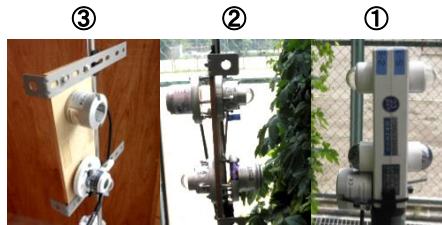


図1 測定機器の配置

①、②、③の強制通風シェルターに設置した熱電対より外気温、遮蔽部材と実験ハウスの間の気温、室温を測定した。日射計と放射計は①、②では外向きと内向きに設置し、鉛直面(①外向き)、遮蔽部材表面(①内向き)、遮蔽部材裏面(②外向き)、窓ガラス表面(②内向き)、窓ガラス裏面(③)での日射量と放射量を測定した。熱電対は壁、床、天井、通風用窓など計7箇所に貼り付けた。通風用の窓の傍には超音波風速計を設置し、通風時の室内の風向、風速を測定した。天井からはグローブ温度計を吊るして室内のグローブ温度を測定した。また遮蔽物外側の表面温度と温度分布を確認するため、サーモカメラによる熱画像を14時、15時、16時の1日3回撮影した。日射量、放射量、表面温度、グローブ温度は10秒間隔、気温と風向、風速は1秒間隔で測定し、得られたデータを10分間の平均値にして解析を行った。測定対象の窓面が南向きでの測定では、鉛直面日射量が正確に測定できなかったため、今回の解析は測定対象の窓面が西向きの場合を中心に行った。



写真3 測定機器の設置状況

熱電対は壁、床、天井、通風用窓など計7箇所に貼り付けた。通風用の窓の傍には超音波風速計を設置し、通風時の室内の風向、風速を測定した。天井からはグローブ温度計を吊るして室内のグローブ温度を測定した。また遮蔽物外側の表面温度と温度分布を確認するため、サーモカメラによる熱画像を14時、15時、16時の1日3回撮影した。日射量、放射量、表面温度、グローブ温度は10秒間隔、気温と風向、風速は1秒間隔で測定し、得られたデータを10分間の平均値にして解析を行った。測定対象の窓面が南向きでの測定では、鉛直面日射量が正確に測定できなかったため、今回の解析は測定対象の窓面が西向きの場合を中心に行った。

1103325 橋 圭太 1103221 菊地 祐也

**3. 遮蔽性能の比較** 日射量の値から遮蔽部材と窓ガラスの日射遮蔽率、反射率、吸収率を算出した(表 2)。遮蔽部材の解析では西向き鉛直面日射量が 300W/m<sup>2</sup>以上出ている窓が閉まっている時間帯のデータを使用し、窓ガラスの解析では測定対象の窓面が西向きで、窓が閉まっている時間帯で遮蔽部材なしのデータを使用した。緑のカーテンと黒寒冷紗 90%は 9 割以上の日射遮蔽率となっていたが、人工緑のカーテンとすだれは日射遮蔽率が 6 割ほどしかなく、遮蔽部材なしの遮熱・断熱 Low-E ガラスのほうが日射遮蔽の性能は高いことがわかった。

**4. 遮蔽部材と窓ガラスの表面、裏面温度の比較** 遮蔽部材と窓ガラスの表面、裏面の放射量からそれぞれの表面温度を算出し、外気温との差をとり比較を行った(図 2, 3)。図 3 の遮蔽部材では普通ガラスのデータを使用し、窓ガラスでは遮蔽部材なしのデータを使用している。緑のカーテンは密度によって表面温度に 2~5℃差がついていて、密度が高い緑のカーテンの日陰面温度は気温とほぼ同じかわずかに低くなっていることがわかる。他の遮蔽部材は緑のカーテンと比べ表面温度が高くなった。窓ガラスの表面温度は、遮蔽なしと密度の高い緑のカーテンで遮蔽した場合とで約 5~10℃差がついていた。窓ガラスの種類別でみると断熱 Low-E ガラスは他のガラスと比べて室内側の表面温度が上がりにくくなっていることがわかる。

**5. 室温、MRT の比較** 遮蔽部材、窓ガラスごとに室温と外気温の差をとり比較を行った(図 4)。また室温、グローブ温度、風速より MRT を算出し、同じように比較した。これを見ると遮熱・断熱 Low-E ガラスを使用すれば、遮蔽をしなくても黒寒冷紗 90%、人工緑のカーテン、すだれと室温、MRT とともにあまり変わらないことがわかる。

**6. まとめ** 日射遮蔽をしなくても遮熱・断熱 Low-E ガラスを使用すれば、すだれ、人工緑のカーテンで日射遮蔽したときと変わらない遮熱性能が得られる。緑のカーテンの遮熱性能は葉の密度によって変化し、高密度のカーテンは高い温熱環境緩和効果が期待できる。

表 2 日射遮蔽率、反射率、吸収率 (左:遮蔽部材 右:窓ガラス)

遮蔽部材	日射遮蔽率	反射率	吸収率	窓ガラスの種類	日射遮蔽率	反射率	吸収率
緑のカーテン(密度:高)	95%	29%	66%	普通ガラス	28%	18%	10%
緑のカーテン(密度:中)	86%	27%	59%	ペアガラス	32%	24%	8%
緑のカーテン(密度:低)	77%	18%	59%	遮熱Low-Eガラス	69%	41%	28%
すだれ	63%	32%	31%	断熱Low-Eガラス	68%	41%	27%
黒寒冷紗90%	91%	4%	87%				
人工カーテン	65%	24%	41%				

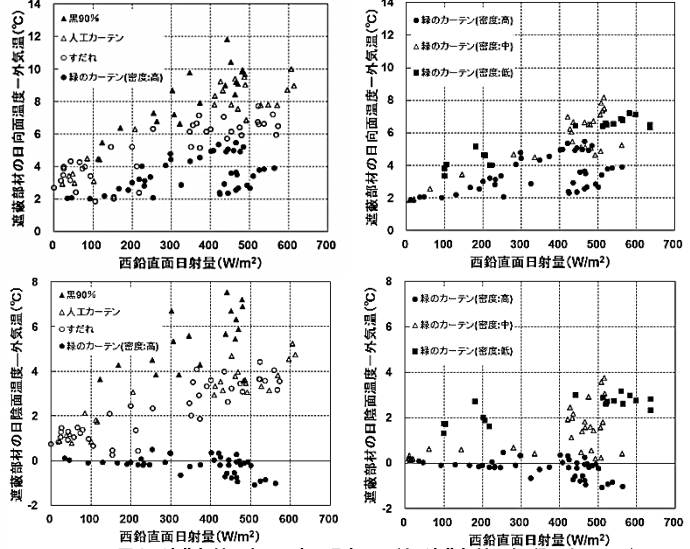


図 2 遮蔽部材の表面、裏面温度 (左:遮蔽部材 右:緑のカーテン)

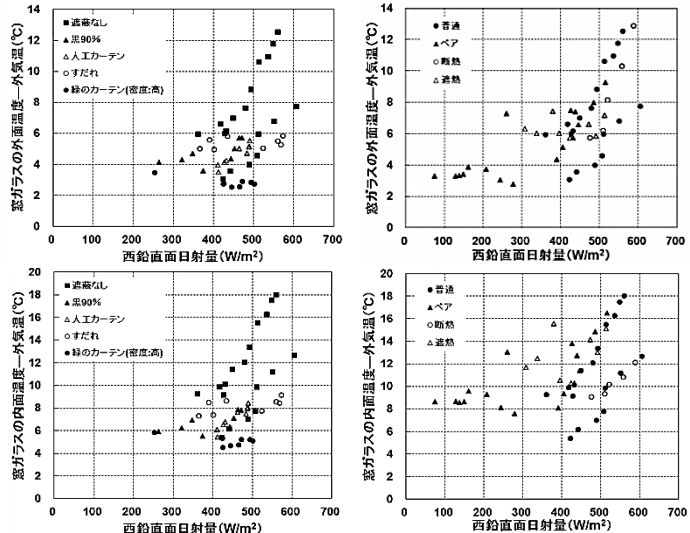


図 3 窓ガラスの表面、裏面温度 (左:遮蔽部材 右:窓ガラス)

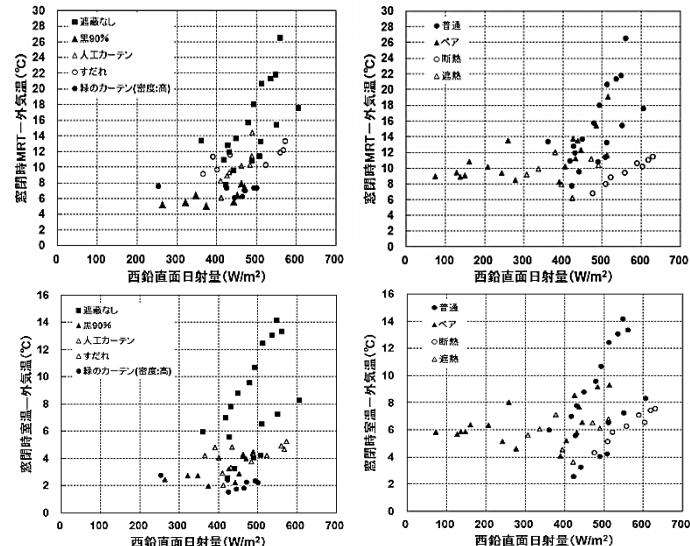


図 4 MRT、室温 (左:遮蔽部材 右:窓ガラス)