

太陽エネルギー制御遮熱塗料の研究

- シラスバルーン塗料の遮熱性能 -

素材開発部 中村俊一

Study on Thermo Shield Coatings having abilities to Control Solar Radiation Energy

- Thermo Shield Ability of Shiras Balloon Paints -

Shun'ichi NAKAMURA

実際の建物屋根の改装工事現場を使用してシラスバルーン塗料の遮熱性能を調べた。塗装前と塗装後の建物内部や外部の温度を測定し、その推移を調べた結果、建物内部の温度低下と建物中央部の温度のばらつきが小さくなり、遮熱効果を確認することができた。

Keyword: 遮熱塗料, シラスバルーン, 模擬実験

1. 緒言

太陽エネルギーは、建築物に対して冬期の建物内部の温度上昇に役立ち、殺菌・乾燥などの衛生面でも重要な役割を果たしている。一方、夏期の冷房負荷の増大、建築物の変色や劣化などの有害な働きもする。環境問題が話題となっている現在、光反射や断熱機能で冷房負荷を低減し、太陽エネルギーの有害な面を緩和する遮熱塗料が注目されている。これら市販遮熱塗料の技術資料には、日射を反射する機能や熱の伝導を抑える断熱機能を記述しているものが多い。

日射は、太陽から地球へ放射される輻射エネルギーのうち大気圏を通過して地上に到達する波長域300～2500nmの近紫外、可視及び近赤外の放射である。日射反射型の塗料は、可視域は塗料の色で反射率が制限されるため、780nm以上の近赤外域の放射をできるだけ多く反射するように設計されている。熱伝導は熱エネルギーが高温部から低温部へ移動する現象であり、分子のランダムな衝突による熱伝達である。したがって、分子間距離が大きい気体は衝突の機会が少ないため、固体より熱伝導率は小さい。また、真空状態では熱伝導はなくなる。断熱を機能とする塗料は、シラスバルーンなど、形状が中空球の無機質充填材などを配合することで塗膜中に空気相または真空相をつくり、熱伝導が低下するように設計されている。

このように遮熱塗料の機能については明確であるが、現在のところ遮熱塗料の性能を調べる規格化した試験方法はない。また、技術情報も不足している。そのため、日射反射率や熱伝導率は様々な方法で測定がなされているにもかかわらず、試験結果に疑問がもたれるなどの問題が生じている。

本報は、シラスバルーン塗料の遮熱性能を実際の建物屋根の改装工事現場を使用し、シラスバルーン塗料の施工前と施工後の建物内部の温度を測定し、その遮熱性能を調査した結果を報告する。

2. 実験方法

2.1 試験した現場

川内市にある住宅地区の集会室の屋根を試験に使用した。塗装改装工事前の現場の様子を図1と図2に示す。



図1 現場建物南面



図2 同北面

屋根の構造は屋外から室内に向かって 0.6mmガルバリウム鋼板、アスファルトルーフィング22kg、野路板2mm、硬質木片セメント板、垂木45×120mm、T50ガラスウールとなっている。見積書による面積は121.44㎡である。また、壁の構造は同様に 防水板、50mmガラスウール、3mm合板となっている。

2.2 試験方法

温度計のセンサー a～i を建物内外に設置した。温度計の設置場所の概略を図3に、詳細を図4～6に示す。なお、cでは湿度センサーも設置した。温度記録計には(株)佐藤計量器制作所製SK-L200Tを使用し、湿度記録計にはティアンドデイ製サーモレコーダーTR-72Sを使用した。

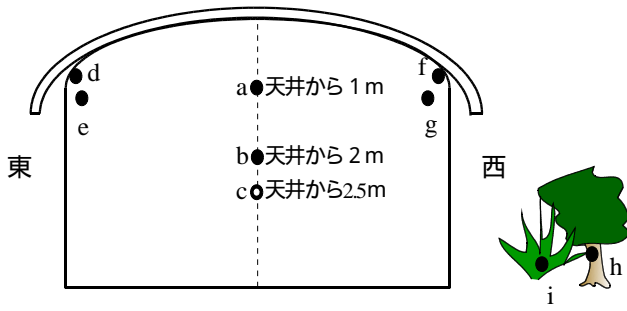


図3 温度計の設置個所



図4 センサー d・e



図5 センサー a・b・c



図6 センサー i・h

試験と塗装工事の日程表を表1に示す。表中の窓の項目については閉は戸を1日中閉じ、開は午前9時から午後5時まで開けていたことを示す。また、塗装工程を表2に、施工面状態を図7～図9に示す。

表1 試験と塗装工事の日程表

日付	内 容	窓
8月17日	金 温度計設置	開
8月18日	土	開
8月19日	日	開
8月20日	月	開
8月21日	火	開
8月22日	水	閉
8月23日	木	閉
8月24日	金	閉
8月25日	土	閉
8月26日	日	閉
8月27日	月	閉
8月28日	火	閉
8月29日	水	開
8月30日	木 足場取り付け	閉
8月31日	金 施工面の高圧洗浄	閉
9月1日	土	閉
9月2日	日	閉
9月3日	月	閉
9月4日	火 下塗り・シラスパルーン塗料1回目施	閉
9月5日	水	閉
9月6日	木	閉
9月7日	金 シラスパルーン塗料2回目施工	閉
9月8日	土	閉
9月9日	日	閉
9月10日	月 上塗り施工	閉
9月11日	火	開
9月12日	水	閉
9月13日	木	開
9月14日	金	閉
9月15日	土	開
9月16日	日	閉
9月17日	月	開
9月18日	火	閉
9月19日	水	開
9月20日	木 温度計撤去	閉

表2 塗装工程表

工 程	使用した塗料	塗装方法	所要量
下塗り	水性プライマー (K社製)	1回エアレス塗り	0.21kg / m ²
中塗り	シラスパルーン塗料 (L社製)	2回エアレス塗り	0.91kg / m ²
上塗り	シリコン樹脂白色塗料 (M社製)	1回エアレス塗り	0.18kg / m ²



図7 シラスパルーン塗料1回目 塗装後の状態



図8 シラスパルーン塗料2回目 塗装後の状態



図9 上塗り塗装後の状態

3. 試験結果と考察

建物内外の試験期間中の最高温度・平均温度・最低温度の変化を、建物内部としてセンサーcのデータを図10に、建物外部としてセンサーiのデータを図11に示す。

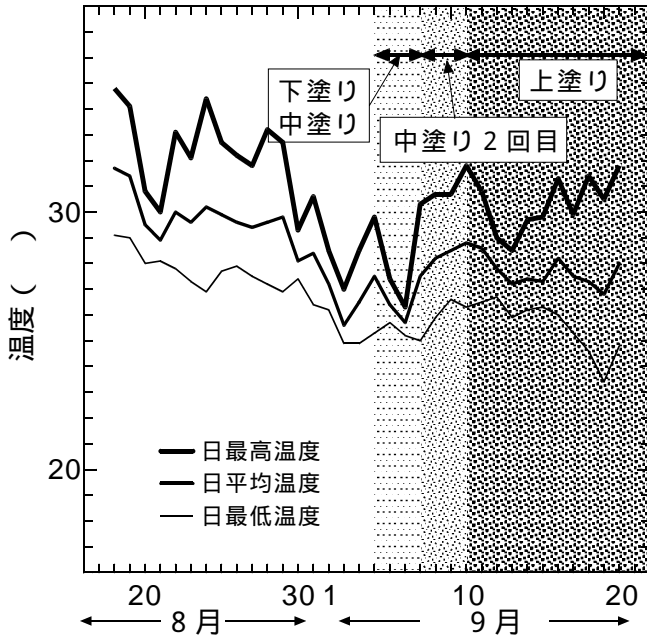


図10 建物内部（センサーc）の温度計測結果

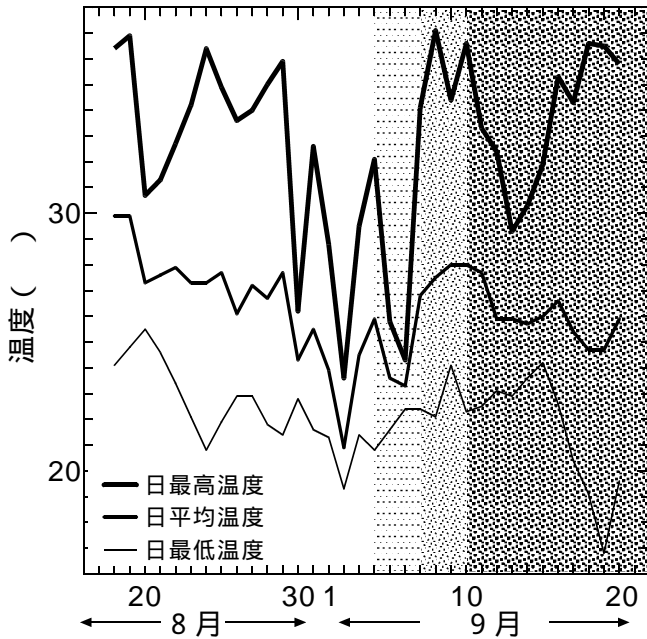


図11 建物外部（センサーi）の温度計測結果

図10・図11をもとに塗料の施工前と施工後の温度変化を調べた。日最高温度についてセンサーc・iに鹿児島気象台の測定データを加え比較したグラフを図12に示す。図12では各測定点の回帰直線も示した。次に、塗装前（8月18日～28日）と塗装後（9月10日～20日）に分けてセンサーc・iの日最高温度の比を比較したグラフを図13に示す。このとき窓の開閉の違いも調べた。図12では、建物内部の

日最高温度は塗装後に外部や気象台データと比べると低くなっている。回帰直線の傾きも建物内部が最も右下がりになっている。図13では、外部温度を基準にすることで、建物内部の塗装後の最高温度が塗装前と比べ低くなっていることがよりはっきりとした。表3にはこのときの分散分析の結果を示す。表3では窓開を除いて観測された分散値がF境界値（95%の信頼度）より大きな値となっていることから、塗装前後で明らかに最高温度に差があることが示された。窓を開けた場合は外気の流入で観測された分散比は小さくなっているが、今回の塗装による建物内の最高温度低下の効果を確認することができた。

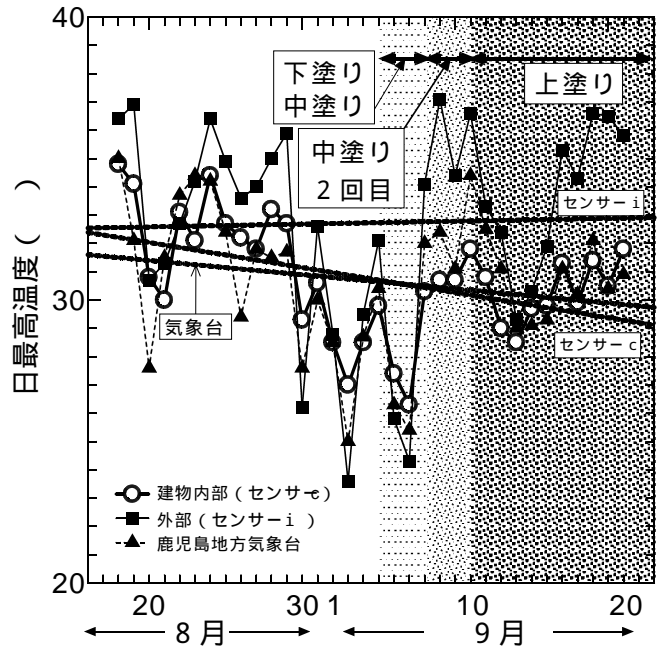


図12 建物内外と鹿児島地方気象台の日最高温度の変化

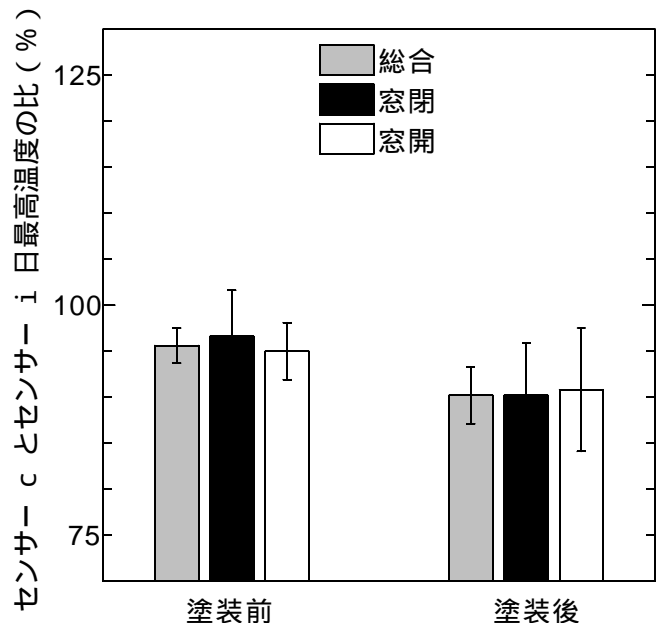


図13 塗料施工前後の日最高温度の比較

日平均温度と日最低温度についても同様に調べた結果を図14～図17に示す。最高温度と同様に、平均温度・最低温度ともに建物内部の温度データは外部や気象台データに比べて低下している。直線回帰でも同じく右肩下がりになり気象台データよりも傾きが大きくなっている。しかし、表3の分散分析の結果から塗装前後で明確な差はみられなかった。このことについては、塗料の遮熱効果は最高温度の場合は温度低下に寄与する部分が大いだが平均温度や最低温度には遮熱の他に保温の効果が含まれてくることから明確な差がみられなくなったと考える。一方、塗装後の建物内部の温度低下の傾向は日最高温度と同様に平均温度・最低温度ともにみられた。

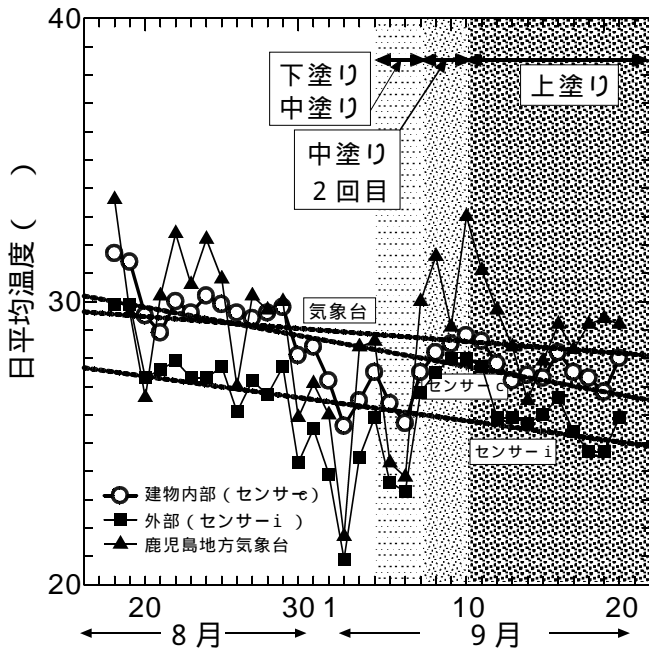


図14 建物内外と鹿児島地方気象台の日平均温度の変化

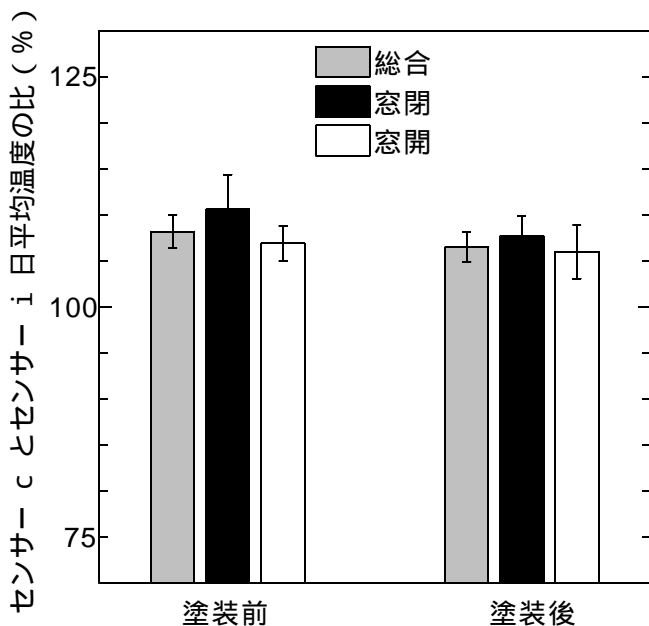


図15 塗料施工前後の日平均温度の比較

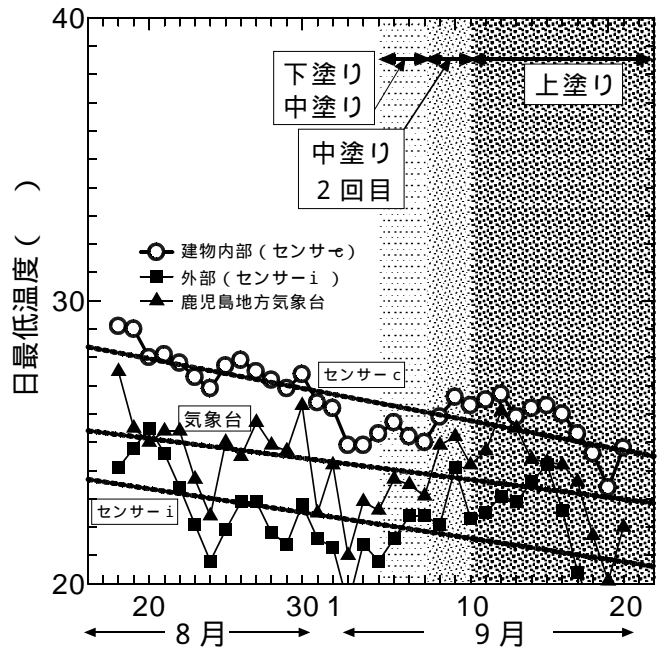


図16 建物内外と鹿児島地方気象台の日平均温度の変化

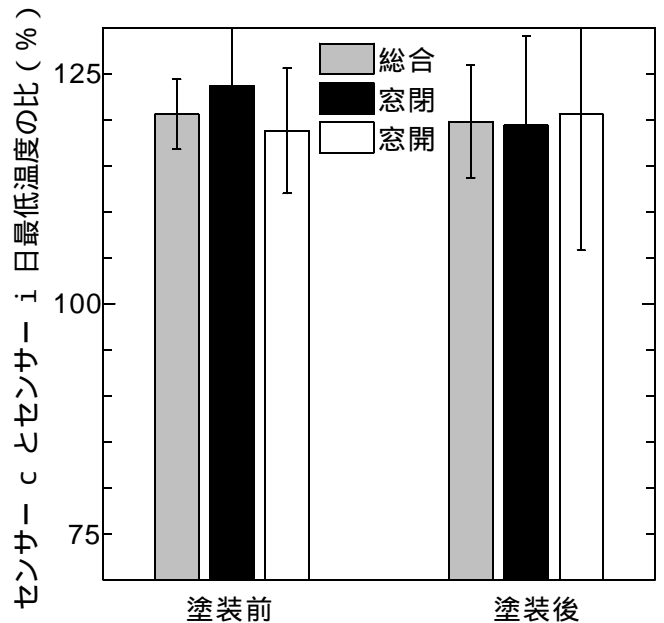


図17 塗料施工前後の日平均温度の比較

表3 塗装前後の温度を比較した分散分析表

測定項目	窓開	窓閉	観測された分散比	F境界値
日最高温度	総合	総合	11.2	4.4
	窓開	窓閉	5.7	5.6
	窓閉	窓開	3.3	5.0
日平均温度	総合	総合	2.7	4.4
	窓開	窓閉	4.4	5.6
	窓閉	窓開	0.6	5.0
日最低温度	総合	総合	0.1	4.4
	窓開	窓閉	0.9	5.6
	窓閉	窓開	0.1	5.0

建物内での温度のばらつきを、1日の中で建物内部がほぼ最高温度になる午後4時と最低温度になる午前6時について、建物内のセンサーの温度範囲から調べた。それぞれ図18と図19に示す。塗装前後での違いは午前6時や午後4時の全センサーでは見られなかった。しかし、建物中央部に限定した(センサーa・b・c)場合、午後4時で窓を閉めた条件では温度範囲の数値が小さくなっている。これは、センサーa・b・cが建物側面のセンサーのように開口部からの朝日や西日の影響を受けることが無いためと考えられる。そこで図20ではセンサーa・b・cについて、塗装前(8月18日~28日)と塗装後(9月10日~20日)の温度範囲の平均値をとり比較した。表4には分散分析表を示す。図10・図12で窓を閉めたときに塗装前後で建物中央部の温度範囲が小さくなっていることがわかる。差が小さいことと分散分析も95%の信頼度では優位差が見られな

った。これは、今回試験した建物は断熱材が屋根・壁に使われ、その断熱性能により塗装の断熱効果が埋没した結果となったことによると考えられる。しかし、今回の塗装で少ないながら建物内部の温度のばらつきを少なくする遮熱の効果を確認することができた。

4. 結 言

今回は、屋根・壁にグラスウールの断熱材が使用されている建物での遮熱性能を調べる実験であった。その断熱性能に塗料の遮熱性能が埋没してしまいはっきりしない面もあったが、今回のシラスパルン塗料を工程に入れた塗装により建物内部の温度低下、特に日最高温度の低下を確認し、その遮熱性能を確認した。また、建物中央部の温度のばらつきが小さくなる遮熱効果も確認することができた。

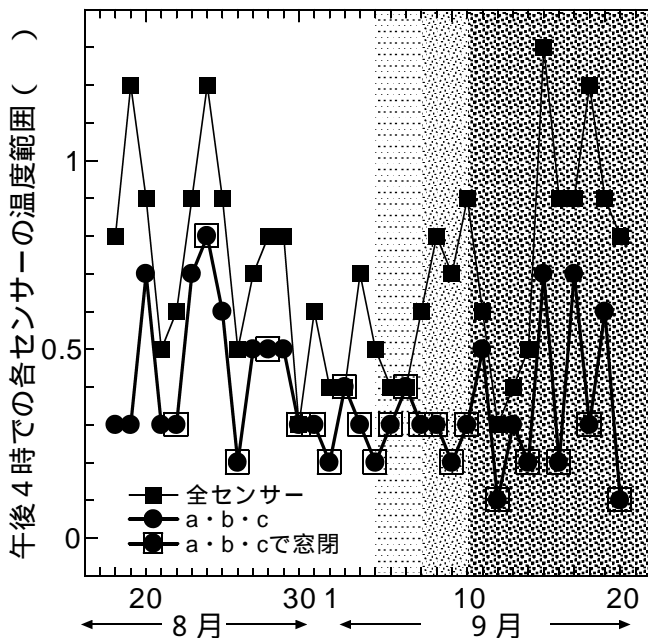


図18 午後4時の建物内部の温度範囲

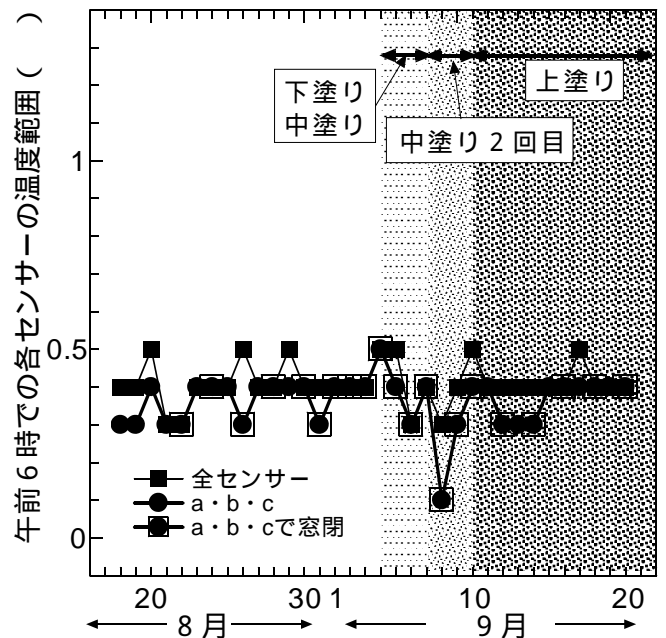


図19 午前6時の建物内部の温度範囲

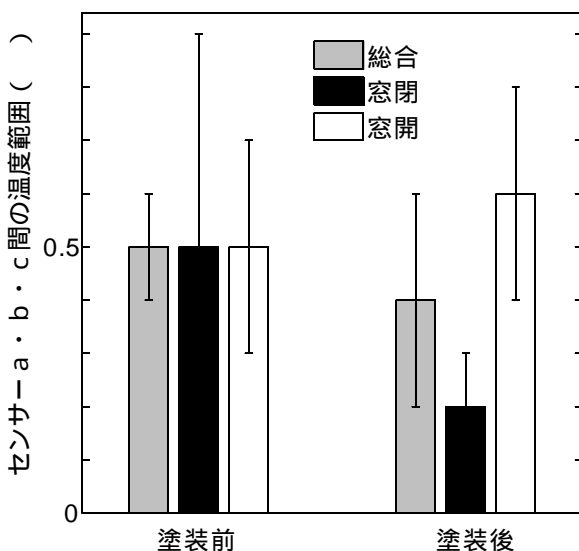


図20 塗料施工前後の温度範囲の比較

表4 塗装前後の温度範囲を比較した分散分析表

測定項目	窓の開閉	観測された分散比	F境界値
午後4時のセンサーa・b温度範囲	総合	1.4	4.4
	窓閉	4.8	5.6
	窓開	0.5	5.0

