

○ 実証試験結果の概要

実証対象技術／ 環境技術開発者	高反射率瓦(エコハート ホワイト)／ 野安製瓦株式会社
実証機関	財団法人 建材試験センター
実証試験期間	平成20年11月4日～平成21年3月16日

1. 実証対象技術の概要

(原理・材質等)

粘土瓦に施釉・焼成で日射反射率が高い釉薬を表面に薄膜形成させることにより、日射を反射する。

2. 実証試験の概要

○ 数値計算における設定条件

高反射率瓦の熱・光学特性を測定し、その結果から、下記条件における対象建物の屋根に高反射率瓦を施工した場合の効果（冷房負荷削減効果等）を数値計算により算出する。

数値計算の基準は、灰色（N6）のスレート瓦とした。

なお、数値計算は、実証対象技術の内、明度 V が最も 6 に近いものの測定結果を用いて行った。

2-1. 対象建物

住宅（戸建木造）2階 MB 室（床面積：20.50 m²）

※対象建物は、「標準問題の提案（住宅用標準問題，オフィス用標準問題）」（日本建築学会環境工学委員会 熱分科会第 15 回熱シンポジウム，1985 年）に基づき設定した。

※周囲の建築物等の影響による日射の遮蔽は考慮しない。

※屋根全面に高反射率瓦を施工した条件下で数値計算を行う。

2-2. 使用気象データ

東京・大阪 90 年代標準年

2-3. 冷暖房設定

建築物	冷房設定温度（℃）	暖房設定温度（℃）	稼働時間
住宅	26.6	21.0	6～9 時・12～14 時・16～22 時

（参照：冷暖房設定温度については、(財)省エネルギーセンター、「平成 17 年度省エネルギー対策実態調査結果」、稼働時間については、「標準問題の提案（住宅用標準問題，オフィス用標準問題）」）

2-4. COP（エネルギー消費効率）の設定

	冷房（－）	暖房（－）
住宅	4.67	5.14

（参照：(財)省エネルギーセンター、「省エネ性能カタログ 2006 年 夏版」，「省エネ性能カタログ 業務用エアコン」）

2-5. 電力料金単価の設定

地域	建築物	標準契約種別	電力量料金単価（円/kWh）*1	
			夏季*2	その他季*3
東京	住宅	従量電灯 B	22.86（消費電力 120～300kWh/月）	
大阪		従量電灯 A	24.21（消費電力 120～300kWh/月）	

*1：電力量料金単価は、消費税相当額を含んだものである。

*2：夏季…7月1日～9月30日

*3：その他季…10月1日～6月30日

注) 燃料価格変動に依存する燃料費調整単価は 0 円/kWh と仮定。

3. 実証試験結果

○ 空調負荷低減性能実証項目／環境負荷・維持管理等実証項目

【熱・光学性能測定結果】*1

		ダークサーモン		ホワイト	
		暴露試験前	暴露試験後	暴露試験前	暴露試験後
日射反射率	近紫外および可視光域*2 (%)	35.3	29.0	65.1	50.9
	近赤外域*3 (%)	60.4	52.3	69.9	60.6
	全波長域*4 (%)	46.2	39.1	67.2	55.1
長波放射率 (-)		0.90	0.90	0.89	0.88
明度 (-)		6.2	5.7	8.5	7.7

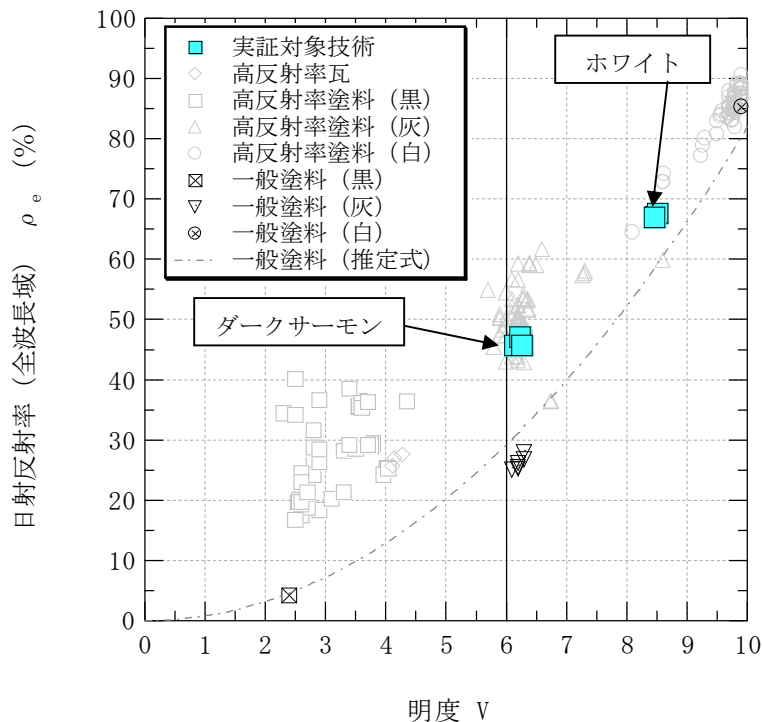
*1：暴露試験前の結果は，試験体数量3での試験結果の平均値である。

*2：近紫外および可視光域の波長範囲は，300 nm～780nm である。

*3：近赤外域の波長範囲は，780 nm～2500nm である。

*4：全波長域の波長範囲は，300 nm～2500nm である。

【参考】(明度と日射反射率(全波長域)の関係)



※左図は，平成20年度環境技術実証事業ヒートアイランド対策技術（建築物外皮による空調負荷低減等技術）において実証を行った高反射率建材の明度と日射反射率（全波長域）の関係を示したものである。

※明度Vが10に近い白色では，一般塗料と高反射率建材とで日射反射率に差はほぼ無い。高反射率建材は，近赤外域での反射率を高くする技術を使用しており，白色でない，灰色あるいは黒色でも日射反射率を高くする機能を持っている。左図に示したように，白色では一般塗料と高反射率建材との間で差はないが，灰色，黒色では明らかに日射反射率に差が現れている。（詳細：viiページ）

図－1 明度と日射反射率（全波長域）の関係

※ 図中の凡例：一般塗料（近似曲線）は，社団法人日本塗料工業会における測定データを元に，近似式を算出したものである。

【分光反射率(波長範囲:300nm~2500nm)の特性】

1)色名：ダークサーモン

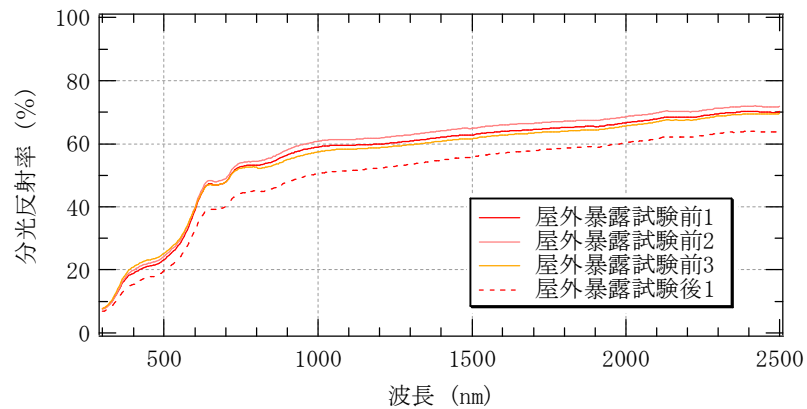


図-2 分光反射率測定結果 (ダークサーモン)

2)色名：ホワイト

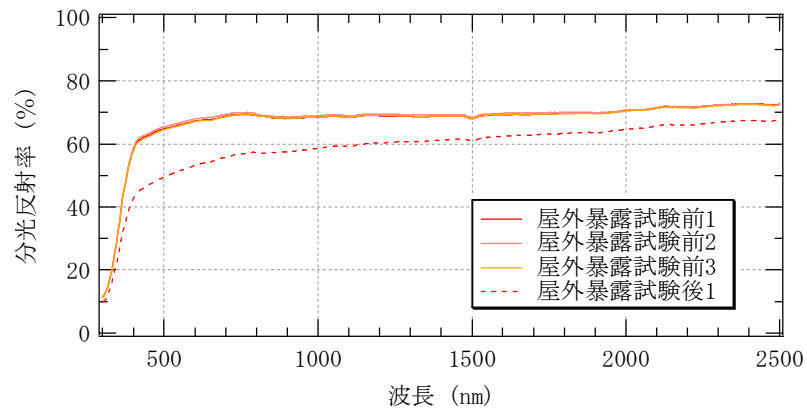


図-2 分光反射率測定結果 (ホワイト)

※ 暴露試験前後の番号は試験体に任意に付した番号である。暴露試験前の測定は、試験体数量3 (n=3) として測定した。測定した試験体のうち、日射反射率が2番目に大きいものを屋外暴露試験に供した。屋外暴露による性能劣化を把握するため、暴露試験終了後に測定を行った。

※ 屋外暴露試験は、(財) 建材試験センター中央試験所内 (埼玉県草加市) にて行った。

○ 標準モデルに基づく数値計算により算出する実証項目／環境負荷・維持管理等実証項目

【計算結果】 ・仕様 1：断熱材あり [GW (グラスウール)・10K, 厚さ 50mm]

		東京都	大阪府
		住宅	
屋根(屋上)表面温度低下量 (夏季 14 時)*1		5.4 °C (52.2°C→46.8 °C)	5.2 °C (53.6°C→48.4 °C)
室温上昇 抑制効果*1 (夏季 14 時)	自然室温*2 (冷房無し)	0.5 °C (42.3°C→41.8 °C)	0.3 °C (41.6°C→41.3 °C)
	体感温度*3 (作用温度)	0.5 °C (42.2°C→41.7 °C)	0.4 °C (41.6°C→41.2 °C)
冷房負荷 低減効果*4 (夏季 1 ヶ月)	熱量	16 kWh/月 (スレート瓦 1795 kWh/月) 0.9 % 低減	19 kWh/月 (スレート瓦 2080 kWh/月) 0.9 % 低減
	電気料金	78 円/月	101 円/月
冷房負荷 低減効果*4 (夏季 6～9 月)	熱量	55 kWh/4 ヶ月 (スレート瓦 5314 kWh/4 ヶ月) 1.0 % 低減	66 kWh/4 ヶ月 (スレート瓦 6033 kWh/4 ヶ月) 1.1 % 低減
	電気料金	271 円/4 ヶ月	340 円/4 ヶ月
日射時の対流顕熱量低減率 (夏季 1 ヶ月)		大気への放熱を 29.4 % 低減 (19690 MJ → 13903 MJ)	大気への放熱を 29.3 % 低減 (23923 MJ → 16921 MJ)
日射時の対流顕熱量低減率 (夏季 6～9 月)		大気への放熱を 29.4 % 低減 (71246 MJ → 50309 MJ)	大気への放熱を 29.3 % 低減 (83343 MJ → 58913 MJ)
夜間時の対流顕熱量低減率 (夏季 1 ヶ月)		大気への放熱を 25.2 % 低減 (626 MJ → 468 MJ)	大気への放熱を 24.5 % 低減 (978 MJ → 738 MJ)
夜間時の対流顕熱量低減率 (夏季 6～9 月)		大気への放熱を 26.0 % 低減 (2241 MJ → 1659 MJ)	大気への放熱を 26.6 % 低減 (3604 MJ → 2646 MJ)

*1：8月1日～10日の期間中最も日射量の多い日時における、対象部での屋根面・室温の抑制効果

*2：冷房を行わないときの室温

*3：放射温度を考慮した温度で、室温と、室内周壁等の平均放射温度の平均温度

*4：夏季 1 ヶ月 (8 月) 及び夏季 (6～9 月) において室内温度が冷房設定温度を上回った時に冷房が稼働した場合の冷房負荷低減効果

注) 数値計算は標準問題をもとに実施しており、実際の導入環境とは異なる。また、数値計算の基準には、灰色 (N6) のスレート瓦を用いた。

【計算結果】 ・仕様 2：断熱材なし

		東京都	大阪府
		住宅	
屋根(屋上)表面温度低下量 (夏季 14 時)*1		5.3 °C (51.9°C→46.6 °C)	5.1 °C (53.5°C→48.4 °C)
室温上昇 抑制効果*1 (夏季 14 時)	自然室温*2 (冷房無し)	1.1 °C (43.3°C→42.2 °C)	0.9 °C (42.5°C→41.6 °C)
	体感温度*3 (作用温度)	1.2 °C (43.2°C→42 °C)	0.9 °C (42.5°C→41.6 °C)
冷房負荷 低減効果*4 (夏季 1ヶ月)	熱量	45 kWh/月 (スレート瓦 1898 kWh/月) 2.4 % 低減	56 kWh/月 (スレート瓦 2227 kWh/月) 2.5 % 低減
	電気料金	220 円/月	289 円/月
冷房負荷 低減効果*4 (夏季 6～9 月)	熱量	156 kWh/4ヶ月 (スレート瓦 5601 kWh/4ヶ月) 2.8 % 低減	187 kWh/4ヶ月 (スレート瓦 6417 kWh/4ヶ月) 2.9 % 低減
	電気料金	761 円/4ヶ月	969 円/4ヶ月
日射時の対流顕熱量低減率 (夏季 1ヶ月)		大気への放熱を 29.1 % 低減 (19537 MJ → 13845 MJ)	大気への放熱を 29.1 % 低減 (23706 MJ → 16819 MJ)
日射時の対流顕熱量低減率 (夏季 6～9 月)		大気への放熱を 29.1 % 低減 (70725 MJ → 50145 MJ)	大気への放熱を 29.1 % 低減 (82620 MJ → 58600 MJ)
夜間時の対流顕熱量低減率 (夏季 1ヶ月)		大気への放熱を 17.8 % 低減 (951 MJ → 782 MJ)	大気への放熱を 18.7 % 低減 (1348 MJ → 1096 MJ)
夜間時の対流顕熱量低減率 (夏季 6～9 月)		大気への放熱を 18.0 % 低減 (3477 MJ → 2851 MJ)	大気への放熱を 20.2 % 低減 (4961 MJ → 3961 MJ)

*1：8月1日～10日の期間中最も日射量の多い日時における、対象部での屋根面・室温の抑制効果

*2：冷房を行わないときの室温

*3：放射温度を考慮した温度で、室温と、室内周壁等の平均放射温度の平均温度

*4：夏季1ヶ月(8月)及び夏季(6～9月)において室内温度が冷房設定温度を上回った時に冷房稼働した場合の冷房負荷低減効果

注) 数値計算は標準問題をもとに実施しており、実際の導入環境とは異なる。また、数値計算の基準には、灰色(N6)のスレート瓦を用いた。

【参考項目】 ・仕様1：断熱材あり [GW (グラスウール)・10K, 厚さ 50mm]

		東京都	大阪府
		住宅(断熱材あり)	
冷房負荷 低減効果*1 (年間空調)	熱量	81 kWh/年 (スレート瓦 6362 kWh/年) 1.3 % 低減	94 kWh/年 (スレート瓦 7354 kWh/年) 1.3 % 低減
	電気料金	398 円/年	490 円/年
暖房負荷 低減効果*2 (冬季1ヶ月)	熱量	9 kWh/月 (スレート瓦 1084 kWh/月) 0.8 % 低減	8 kWh/月 (スレート瓦 1306 kWh/月) 0.6 % 低減
	電気料金	40 円/月	35 円/月
暖房負荷 低減効果*2 (冬季11~4月)	熱量	-36 kWh/6ヶ月 (スレート瓦 5041 kWh/6ヶ月) -0.7 % 低減	-38 kWh/6ヶ月 (スレート瓦 5337 kWh/6ヶ月) -0.7 % 低減
	電気料金	-158 円/6ヶ月	-181 円/6ヶ月
冷暖房負荷 低減効果*3 (期間空調)	熱量	20 kWh/年 (スレート瓦 10355 kWh/年) 0.2 % 低減	27 kWh/年 (スレート瓦 11370 kWh/年) 0.2 % 低減
	電気料金	113 円/年	159 円/年

*1：年間を通じ室内温度が冷房設定温度を上回った時に冷房が稼働した場合の冷房負荷低減効果。

*2：冬季1ヶ月(2月)及び冬季(11~4月)において室内温度が暖房設定温度を下回った時に暖房が稼働した場合の暖房負荷低減効果

*3：夏季(6~9月)において室内温度が冷房設定温度を上回った時に冷房が稼働し、冬季(11~4月)において室内温度が暖房設定温度を下回った時に暖房が稼働した場合の冷暖房負荷低減効果

【参考項目】 ・仕様 2：断熱材なし

		東京都	大阪府
		住宅(断熱材あり)	
冷房負荷 低減効果*1 (年間空調)	熱量	230 kWh/年 (スレート瓦 6685 kWh/年) 3.4 % 低減	273 kWh/年 (スレート瓦 7797 kWh/年) 3.5 % 低減
	電気料金	1127 円/年	1413 円/年
暖房負荷 低減効果*2 (冬季1ヶ月)	熱量	29 kWh/月 (スレート瓦 1265 kWh/月) 2.3 % 低減	26 kWh/月 (スレート瓦 1513 kWh/月) 1.7 % 低減
	電気料金	131 円/月	123 円/月
暖房負荷 低減効果*2 (冬季 11~4 月)	熱量	115 kWh/6ヶ月 (スレート瓦 5949 kWh/6ヶ月) 1.9 % 低減	124 kWh/6ヶ月 (スレート瓦 6285 kWh/6ヶ月) 2.0 % 低減
	電気料金	513 円/6ヶ月	584 円/6ヶ月
冷暖房負荷 低減効果*3 (期間空調)	熱量	40 kWh/年 (スレート瓦 11550 kWh/年) 0.3 % 低減	63 kWh/年 (スレート瓦 12701 kWh/年) 0.5 % 低減
	電気料金	248 円/年	385 円/年

*1：年間を通じ室内温度が冷房設定温度を上回った時に冷房が稼働した場合の冷房負荷低減効果。

*2：冬季 1 ヶ月（2 月）及び冬季（11~4 月）において室内温度が暖房設定温度を下回った時に暖房が稼働した場合の暖房負荷低減効果

*3：夏季（6~9 月）において室内温度が冷房設定温度を上回った時に冷房が稼働し，冬季（11~4 月）において室内温度が暖房設定温度を下回った時に暖房が稼働した場合の冷暖房負荷低減効果

【計算結果・参考項目に共通する注意点】

1. 計算結果及び参考項目は、モデル的な住宅を想定し、各種前提のもと数値計算したものである。
2. 計算結果・参考項目において設定した冷暖房の運転期間は、下記の通りとした。
 - ・夏季14時 : 8月1日～10日の期間中最も日射量の多い日の14時
 - ・夏季1ヶ月 : 8月1～31日
 - ・夏季6～9月 : 6月1日～9月30日
 - ・冬季1ヶ月 : 2月1日～28日
 - ・期間空調 : 冷房期間6～9月及び暖房期間11～4月
 - ・年間空調 : 冷房期間1年間*
- * : 設定温度よりも室温が高い場合に冷房運転を行う。
3. 冷房・暖房負荷低減効果の熱量の欄にある「スレート瓦 ○○kWh/△△」とは、スレート瓦を施工した状態において、日射・電気機器等により室内に加えられる熱負荷の一定期間における総和を示している。
4. 電気料金について、本計算では高反射率瓦の施工による室内熱負荷の差を検討の対象としていることから、種々の仮定が必要となる総額を見積もることをせず、熱負荷の変化に伴う空調電気料金の差額のみを示している。
5. 数値計算は標準問題をもとに実施しており、実際の導入環境とは異なる。

【注意事項】

材料の明度 V と日射反射率 ρ_e とは相関があり、一般的には明度が高いほど日射反射率も高くなる。材料表面の明度は、0～10 の範囲の数字で表される（理想的な白が 10、理想的な黒が 0 とされる*1）。明度が 10 に近づくほど可視光線の反射率が高くなり、その表面は白く見える。日射光は、大まかに言うと、紫外線、可視光線および近赤外線から成るが、このうち可視光線域のエネルギーが約半分を占める。このため、明度が高くなるほど（白くなるほど）可視光線域のエネルギーを多く反射するため、日射反射率が高くなる。また、一般的に白色は、近赤外線の反射率も高くなる傾向がある。これにより、近赤外線域のエネルギーも反射するために、日射反射率がより高くなる。

上記の原因により、明度が 10 に近い白色では、一般塗料と高反射率建材とで日射反射率に差は無くなる。〔関係は、図－1 明度と日射反射率の関係（ii ページ参照）に示す〕

一般的な高反射率建材は、近赤外線域での反射率を高くする技術を使用しており、灰色あるいは黒色のように、白色ではなくても、日射反射率を高くする機能を持っている。図－1 に示したように、白色では一般塗料と高反射率建材との間で差は大きくないが、灰色および黒色では、同じ明度での日射反射率に差が明確に現れている。

これらのことから、高反射率建材の比較を、白色ではなく灰色（N6（無彩色、明度 $V=6$ ））に着色したもので行うことで、高反射率建材の性能を実証している。

しかし、申請技術の中には高反射率防水シートのように明度を自由に調整できない材料や、明度を調整しきれなかった塗料があった。これらの技術の比較は、高反射性能だけでなく色の違い（特に明度）による差が生じてしまう結果となる。そのため、各実証対象技術の結果を評価する際には、注意が必要である。

*1：JIS Z 8721（色の表示方法－三属性による表示）

注）明度は、マンセル表色系の表示方法による値である。

(参考情報)

このページに示された情報は、全て環境技術開発者が自らの責任において申請した内容であり、環境省および実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません。

○ 製品データ

項目		環境技術開発者 記入欄	
製品名・型番		エコハート ホワイト	
製造(販売)企業名		野安製瓦株式会社	
連絡先	TEL/FAX	TEL:0566-52-1148	FAX:0566-52-1500
	Web アドレス	http://www.noyasu.com	
	E-mail	yamada@noyasu.com	
設置条件	対応する建築物・窓など	屋根材	
	施工上の留意点	通常の陶器瓦施工方法	
	その他設置場所等の制約条件	特になし	
メンテナンスの必要性 耐候性・製品寿命など		耐候性は強く特に必要なし	
技術上の特徴		①国立大学法人 名古屋工業大学との産学連携によって商品化しました。 ②屋根瓦には、いぶし瓦を筆頭に釉薬瓦でも黒系の色が採用されてきました。また、熱容量も大きいため日射エネルギーを多く蓄積します。夏場夜間、その蓄熱エネルギーを放出(放射)することが熱帯夜、ヒートアイランド現象の一要因となっています。黒系から明るい色の釉薬に、且つ日射反射しやすい原料を添加することにより、大幅に反射率を向上させました。 ③屋根の日射を遮ることにより冷房負荷を抑えることができます。 ④釉薬は瓦基材に焼付けされているため、塗料のように数年で劣化することはありません。	
コスト概算	イニシャルコスト		
	設計施工価格(材工共)	¥10,000	1m ²
	合計	¥10,000	1m ²

○ その他メーカーからの情報

--