



本実証試験結果報告書の著作権は、環境省に属します。

## ○ 全体概要

実証対象技術／ 環境技術開発者	エアルーフ瓦・遮熱コーティングホワイト／ 富士スレート株式会社
実証機関 (試験実施機関)	大阪府 環境農林水産総合研究所 (財団法人建材試験センター 中央試験所)
実証試験期間	平成21年9月16日～平成22年2月26日

### 1. 実証対象技術の概要

屋根材として製造されている繊維強化プレスメントがわらの表面に、遮熱用特殊顔料が施された遮熱塗料を、生産塗装ライン工程で高温焼付にて塗装を施すことにより、太陽光の高反射による優れた遮熱性と高い耐候性能を発揮する。

### 2. 実証試験の概要

#### 2.1 空調負荷低減性能

高反射率瓦の熱・光学性能を測定し、その結果から、下記条件における対象建築物の屋根に高反射率瓦を施工した場合の効果(冷房負荷低減効果等)を数値計算により算出する。数値計算は、実証対象技術の灰色の測定結果を用いて行った。なお、数値計算の基準は、同一明度のスレート瓦とした。スレート瓦の日射反射率は、詳細版本編 4.2.2.(3)に示す推定式(詳細版本編 21 ページ参照)により算出した。

##### 2.1.1. 数値計算における設定条件

###### (1) 対象建築物

住宅(戸建木造)モデルの2階MB室

[対象床面積: 20.49 m<sup>2</sup>、窓面積: 3.7m<sup>2</sup>、階高: 2.7m、構造: 木造]

注) 周囲の建築物等の影響による日射の遮蔽は考慮しない。

住宅モデルの詳細は、詳細版本編 4.2.2(1)①対象建築物(詳細版本編 16 ページ)参照。

###### (2) 使用気象データ

1990年代標準年気象データ(東京都及び大阪府)

###### (3) 空調機器設定

建築物	設定温度(°C)		稼働時間	冷房 COP	暖房 COP
	冷房	暖房			
住宅	26.6	21.0	6～9時・12～14時・16～22時	4.67	5.14

###### (4) 電力量料金単価の設定

地域	建築物	標準契約種別	電力量料金単価(円/kWh)
東京	住宅	従量電灯 B	22.86
大阪		従量電灯 A	24.21

#### 2.2 環境負荷・維持管理等性能

財団法人建材試験センター中央試験所の敷地内(埼玉県草加市)で屋外暴露試験を4ヶ月間実施する。屋外暴露試験終了後、熱・光学性能の測定を行い、屋外暴露試験前後の測定値の変化を確認する。

### 3. 実証試験結果

#### 3.1 熱・光学性能及び環境負荷・維持管理等性能

##### (1) 熱・光学性能及び環境負荷・維持管理等性能試験結果\*1【実証項目】

		ホワイト	
		屋外暴露試験前	屋外暴露試験後
日射反射率	近紫外及び可視光域*2 (%)	75.6	61.8
	近赤外域*3 (%)	62.5	56.2
	全波長域*4 (%)	69.8	59.2
明度	(—)	9.3	8.5
修正放射率(長波放射率)	(—)	0.92	0.92

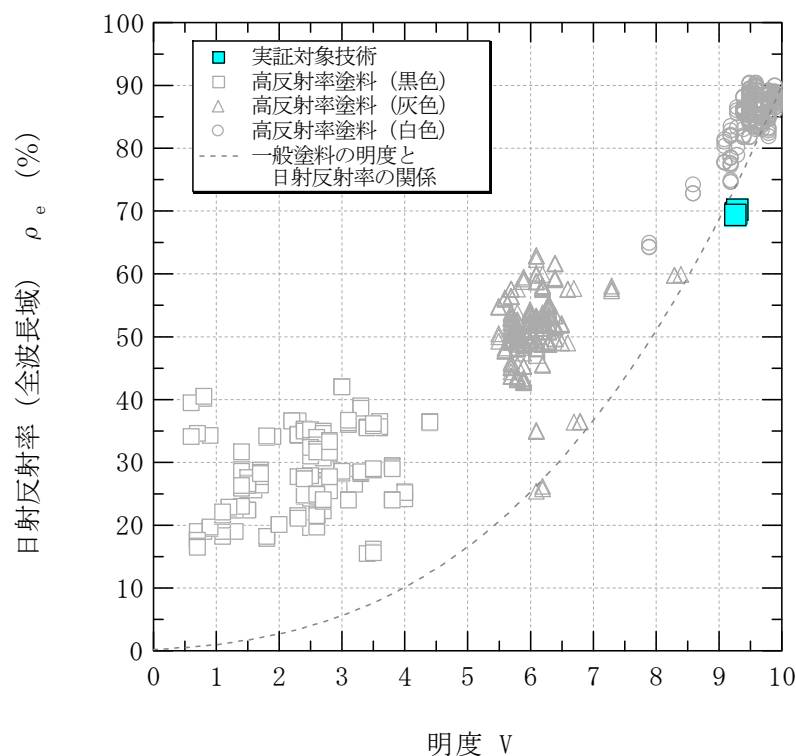
\*1：屋外暴露試験前の結果は、試験結果（試験体数量=3）の平均値である。測定した試験体のうち、日射反射率（全波長域）が2番目に大きいものを屋外暴露試験に供した。その試験による性能劣化を把握するため、屋外暴露試験後に測定を行った。

\*2：近紫外及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。

##### (2) 明度と日射反射率（全波長域）の関係【実証項目】



※左図は、平成 20 年度及び平成 21 年度環境技術実証事業ヒートアイランド対策技術分野（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塗料と一般塗料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塗料とで日射反射率に差はほぼ無い。高反射率塗料は、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。

（詳細は、詳細版本編 31 ページ【注意事項】）

図－1 明度と日射反射率（全波長域）の関係

(3) 分光反射率（波長範囲：300nm～2500nm）の特性

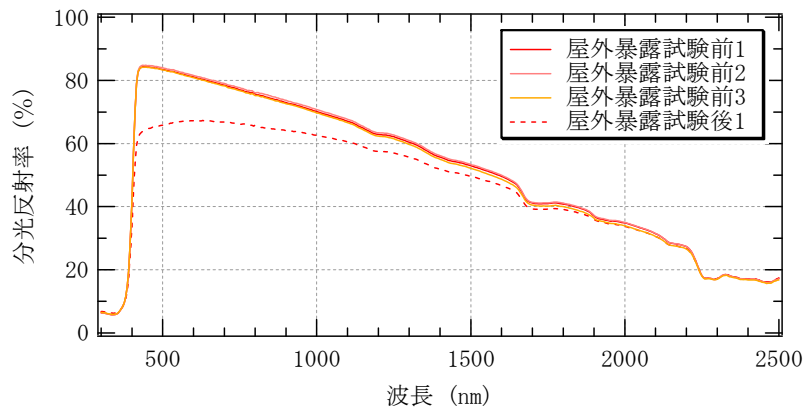


図-2 分光反射率測定結果

※ 屋外暴露試験前の番号は試験体に任意に付したものである。屋外暴露試験前の測定は、試験体のばらつきを考慮し、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（全波長域）が 2 番目に大きいものを屋外暴露試験に供した。その試験による性能劣化を把握するため、屋外暴露試験後に測定を行い、その試験体番号も記した。

3.1.2. 数値計算により算出する実証項目

(1) 実証項目の計算結果

① 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
		戸建木造	
屋根(屋上)表面温度 低下量*1(夏季 14 時)		-1.3 °C ( 39.6°C→ 40.9 °C)	-1.2 °C ( 41.5°C→ 42.7 °C)
室温上昇 抑制効果*1 (夏季 14 時)	自然室温*2 (冷房無し)	-0.1 °C ( 41.3°C→ 41.4 °C)	-0.1 °C ( 40.8°C→ 40.9 °C)
	体感温度*3 (作用温度)	-0.1 °C ( 41.1°C→ 41.2 °C)	-0.1 °C ( 40.7°C→ 40.8 °C)
冷房負荷 低減効果*4 (夏季 1 ヶ月)	熱量	-2 kWh/月 (スレート瓦 334 kWh/月) -0.6 % 低減	-4 kWh/月 (スレート瓦 414 kWh/月) -1.0 % 低減
	電気料金	-12 円/月	-15 円/月
冷房負荷 低減効果*4 (夏季 6~9 月)	熱量	-8 kWh/4 ヶ月 (スレート瓦 953 kWh/4 ヶ月) -0.8 % 低減	-10 kWh/4 ヶ月 (スレート瓦 1,116 kWh/4 ヶ月) -0.9 % 低減
	電気料金	-42 円/4 ヶ月	-51 円/4 ヶ月
昼間の対流顕熱量低減効果 (夏季 1 ヶ月)		大気への放熱を -21.9 % 低減 ( 6,123MJ→ 7,461 MJ)	大気への放熱を -21.6 % 低減 ( 7,508MJ→ 9,126 MJ)
昼間の対流顕熱量低減効果 (夏季 6~9 月)		大気への放熱を -21.8 % 低減 ( 22,160MJ→ 27,001 MJ)	大気への放熱を -21.7 % 低減 ( 26,070MJ→ 31,716 MJ)
夜間の対流顕熱量低減効果 (夏季 1 ヶ月)		大気への放熱を -14.5 % 低減 ( 256MJ→ 293 MJ)	大気への放熱を -13.2 % 低減 ( 416MJ→ 471 MJ)
夜間の対流顕熱量低減効果 (夏季 6~9 月)		大気への放熱を-15.5 % 低減 ( 875MJ→ 1,011 MJ)	大気への放熱を -16.3 % 低減 ( 1,360MJ→ 1,581 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表面温度・室温の抑制効果

\*2：冷房を行わないときの室温

\*3：平均放射温度 (MRT) を考慮した温度 (室温と MRT の平均)

\*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ときに冷房が稼働した場合の冷房負荷低減効果

注) 数値計算はモデル的な住宅を想定し、各種前提条件のもと行ったものであり、実際の導入環境とは異なる。また、数値計算の基準には、同一明度のスレート瓦を用いた。スレート瓦の日射反射率は、詳細版本編 4.2.2.(3)に示す推定式 (詳細版本編 21 ページ参照) により算出した。

② 仕様2：断熱材なし

		東京都	大阪府
		戸建木造	
屋根(屋上)表面温度 低下量*1(夏季14時)		-1.2℃ (39.6℃→40.8℃)	-1.1℃ (41.4℃→42.5℃)
室温上昇 抑制効果*1 (夏季14時)	自然室温*2 (冷房無し)	-0.3℃ (40.9℃→41.2℃)	-0.3℃ (40.5℃→40.8℃)
	体感温度*3 (作用温度)	-0.3℃ (40.7℃→41.0℃)	-0.3℃ (40.4℃→40.7℃)
冷房負荷 低減効果*4 (夏季1ヶ月)	熱量	-9 kWh/月 (スレート瓦 390 kWh/月) -2.3% 低減	-12 kWh/月 (スレート瓦 497 kWh/月) -2.4% 低減
	電気料金	-45 円/月	-61 円/月
冷房負荷 低減効果*4 (夏季6~9月)	熱量	-31 kWh/4ヶ月 (スレート瓦 1,098 kWh/4ヶ月) -2.8% 低減	-38 kWh/4ヶ月 (スレート瓦 1,313 kWh/4ヶ月) -2.9% 低減
	電気料金	-157 円/4ヶ月	-196 円/4ヶ月
昼間の対流顕熱量低減効果 (夏季1ヶ月)		大気への放熱を -20.9% 低減 (6,215MJ→7,515 MJ)	大気への放熱を -20.7% 低減 (7,582MJ→9,155 MJ)
昼間の対流顕熱量低減効果 (夏季6~9月)		大気への放熱を -20.8% 低減 (22,664MJ→27,369 MJ)	大気への放熱を -20.7% 低減 (26,479MJ→31,972 MJ)
夜間の対流顕熱量低減効果 (夏季1ヶ月)		大気への放熱を -6.3% 低減 (584 MJ→621 MJ)	大気への放熱を -7.0% 低減 (789MJ→844 MJ)
夜間の対流顕熱量低減効果 (夏季6~9月)		大気への放熱を -6.4% 低減 (2,165MJ→2,303 MJ)	大気への放熱を -8.0% 低減 (2,756MJ→2,977 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表面温度・室温の抑制効果

\*2: 冷房を行わないときの室温

\*3: 平均放射温度 (MRT) を考慮した温度 (室温と MRT の平均)

\*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ときに冷房が稼働した場合の冷房負荷低減効果

注) 数値計算はモデル的な住宅を想定し、各種前提条件のもと行ったものであり、実際の導入環境とは異なる。また、数値計算の基準には、同一明度のスレート瓦を用いた。スレート瓦の日射反射率は、詳細版本編 4.2.2.(3)に示す推定式 (詳細版本編 21 ページ参照) により算出した。

(2) 参考項目の計算結果

① 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
		戸建木造	
冷房負荷 低減効果*1 (年間空調)	熱量	-12 kWh/年 (スレート瓦 1,058 kWh/年) -1.1 % 低減	-15 kWh/年 (スレート瓦 1,288 kWh/年) -1.2 % 低減
	電気料金	-61 円/年	-74 円/年
暖房負荷 低減効果*2 (冬季1ヶ月)	熱量	0 kWh/月 (スレート瓦 239 kWh/月) 0.0 % 低減	2 kWh/月 (スレート瓦 346 kWh/月) 0.6 % 低減
	電気料金	3 円/月	7 円/月
暖房負荷 低減効果*2 (冬季 11~4 月)	熱量	3 kWh/6 ヶ月 (スレート瓦 1,243 kWh/6 ヶ月) 0.2 % 低減	6 kWh/6 ヶ月 (スレート瓦 1,414 kWh/6 ヶ月) 0.4 % 低減
	電気料金	13 円/6 ヶ月	27 円/6 ヶ月
冷暖房負荷 低減効果*3 (期間空調)	熱量	-6 kWh/年 (スレート瓦 2196 kWh/年) -0.3 % 低減	-5 kWh/年 (スレート瓦 2,529 kWh/年) -0.2 % 低減
	電気料金	-29 円/年	-24 円/年

\*1 : 年間を通じ室内温度が冷房設定温度を上回ったとき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とき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ときに冷房が稼働した場合及び冬季 (11~4 月) において室内温度が暖房設定温度を下回ったときに暖房が稼働した場合の冷暖房負荷低減効果

注) 数値計算はモデル的な住宅を想定し、各種前提条件のもと行ったものであり、実際の導入環境とは異なる。また、数値計算の基準には、同一明度のスレート瓦を用いた。スレート瓦の日射反射率は、詳細版本編 4.2.2.(3)に示す推定式 (詳細版本編 21 ページ参照) により算出した。

② 仕様2：断熱材なし

		東京都	大阪府
		戸建木造	
冷房負荷 低減効果*1 (年間空調)	熱量	-42 kWh/年 (スレート瓦 1,183 kWh/年) -3.6 % 低減	-52 kWh/年 (スレート瓦 1,476 kWh/年) -3.5 % 低減
	電気料金	-209 円/年	-265 円/年
暖房負荷 低減効果*2 (冬季1ヶ月)	熱量	7 kWh/月 (スレート瓦 377 kWh/月) 1.9 % 低減	6 kWh/月 (スレート瓦 508 kWh/月) 1.2 % 低減
	電気料金	29 円/月	24 円/月
暖房負荷 低減効果*2 (冬季11~4月)	熱量	26 kWh/6ヶ月 (スレート瓦 1,881 kWh/6ヶ月) 1.4 % 低減	25 kWh/6ヶ月 (スレート瓦 2,121 kWh/6ヶ月) 1.2 % 低減
	電気料金	114 円/6ヶ月	119 円/6ヶ月
冷暖房負荷 低減効果*3 (期間空調)	熱量	-6 kWh/年 (スレート瓦 2,978 kWh/年) -0.2 % 低減	-12 kWh/年 (スレート瓦 3,434 kWh/年) -0.3 % 低減
	電気料金	-43 円/年	-77 円/年

\*1：年間を通じ室内温度が冷房設定温度を上回ったとき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とき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ときに冷房が稼働した場合及び冬季（11～4月）において室内温度が暖房設定温度を下回ったときに暖房が稼働した場合の冷暖房負荷低減効果

注) 数値計算はモデル的な住宅を想定し、各種前提条件のもと行ったものであり、実際の導入環境とは異なる。また、数値計算の基準には、同一明度のスレート瓦を用いた。スレート瓦の日射反射率は、詳細版本編 4.2.2.(3)に示す推定式（詳細版本編 21 ページ参照）により算出した。

(3) (1)実証項目の計算結果及び(2)参考項目の計算結果に関する注意点

- ① 数値計算は、モデル的な住宅を想定し、各種前提条件のもと行ったものであり、実際の導入環境とは異なる。
- ② 熱負荷の低減効果を熱量単位 (kWh) だけでなく、電気料金の低減効果 (円) としても示すため、定格出力運転時における消費電力 1kW 当たりの冷房・暖房能力 (kW) を表した COP 及び電力量料金単価を設定している。
- ③ 数値計算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\*1

\*1 : 設定温度よりも室温が高い場合に冷房運転を行う。
- ④ 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。
- ⑤ 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。



#### 4. 参考情報

(1)実証対象技術の概要（参考情報）及び(2)その他メーカーからの情報（参考情報）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ものであり、環境省及び実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません。

##### (1) 実証対象技術の概要（参考情報）

項目		環境技術開発者 記入欄		
環境技術開発者		富士スレート株式会社		
技術開発企業名		富士スレート株式会社／大日本塗料株式会社		
実証対象製品・名称		エアルーフ瓦		
実証対象製品・型番		遮熱コーティングホワイト		
連絡先	TEL	088-698-5135		
	FAX	088-698-3125		
	Web アドレス	http:// www.fujislate.com		
	E-mail	hayato-mabuchi@fujislate.com		
ヒートアイランド対策技術の原理		屋根材として製造されている繊維強化プレズメントがわらの表面に、遮熱用特殊顔料が施された遮熱塗料を、生産塗装ライン工程で高温焼付にて塗装を施すことにより、太陽光の高反射による優れた遮熱性と高い耐候性能を発揮する。		
技術の特徴		<ul style="list-style-type: none"> <li>・住宅の屋根部はもっとも日射量が多く、瓦の表面温度も高くなり、蓄熱量も多くなるが、屋根材に遮熱性を持たすことにより屋内の冷房負荷を効率よく抑え、屋根材の蓄熱等によるヒートアイランド現象の緩和に繋がる。また、熱による基材に掛かる応力も低減され、基材の耐久性能の向上にも繋がる。</li> <li>・製造時の塗装ラインで高温焼付を施すため、優れた高耐候性も損なわずに遮熱性能を発揮する。</li> <li>・塗料は水系の塗料であり、環境に優しい環境対応製品である。</li> </ul>		
設置条件	対応する建築物・窓など	屋根(屋根材)		
	施工上の留意点	特に無し(エアルーフの標準施工マニュアルに準ずる。)		
	その他設置場所等の制約条件	特に無し(エアルーフの標準施工マニュアルに準ずる。)		
メンテナンスの必要性 耐候性・製品寿命など		耐候性は非常に強いが、10～15年毎に1度の点検を勧める。		
コスト概算		設計価格(材工共)	10,000円	1m <sup>2</sup> あたり
		合計	10,000円	1m <sup>2</sup> あたり

##### (2) その他メーカーからの情報（参考情報）

--	--