

環境省

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
実証試験結果報告書
《詳細版》

平成22年3月

実証機関 : 大阪府 環境農林水産総合研究所
技術 : 高反射率瓦
環境技術開発者 : 富士スレート株式会社
製品名・型番 : エアルーフ瓦・遮熱コーティングホワイト



本実証試験結果報告書の著作権は、環境省に属します。

－ 目 次 －

○ 全体概要.....	1
1. 実証対象技術の概要.....	1
2. 実証試験の概要.....	1
2.1 空調負荷低減性能.....	1
2.2 環境負荷・維持管理等性能.....	1
3. 実証試験結果.....	2
3.1 熱・光学性能及び環境負荷・維持管理等性能.....	2
4. 参考情報.....	9
○ 本編.....	10
1. 実証試験の概要と目的.....	10
2. 実証試験参加組織と実証試験参加者の責任分掌.....	11
3. 実証対象技術の概要.....	13
4. 実証試験の内容.....	15
4.1 実証試験期間.....	15
4.2 空調負荷低減性能実証項目.....	15
4.3 環境負荷・維持管理等性能.....	22
5. 実証試験結果と検討.....	23
5.1 熱・光学性能及び環境負荷・維持管理等性能.....	23
○ 付録.....	33
1. データの品質管理.....	33
1.1 測定操作の記録方法.....	33
1.2 精度管理に関する情報.....	33
2. データの管理、分析、表示.....	33
2.1 データ管理とその方法.....	33
2.2 データ分析と評価.....	33
3. 監査.....	33
○ 資料編.....	34



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 m²、窓面積: 3.7m²、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

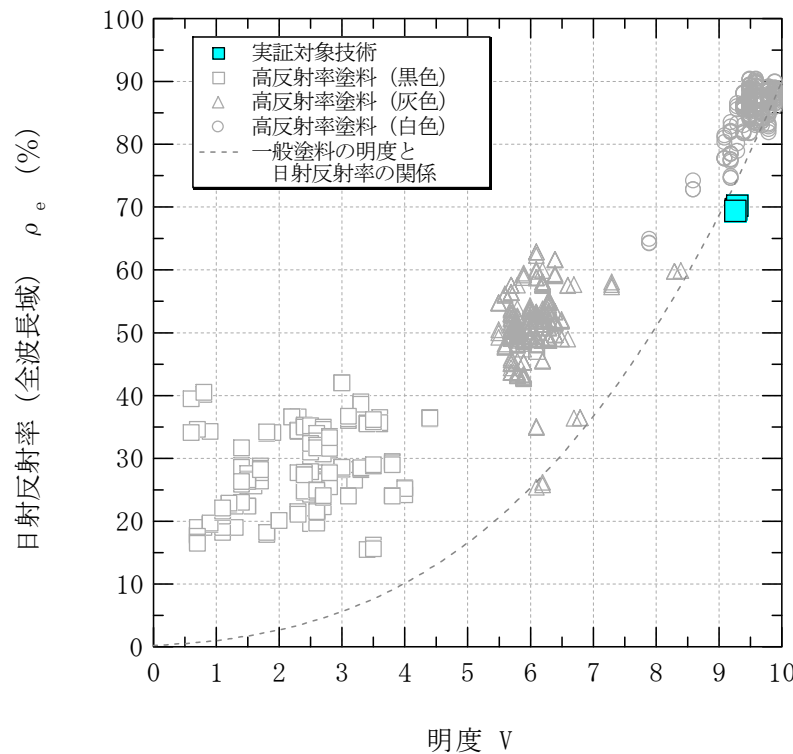
*1：屋外暴露試験前の結果は、試験結果（試験体数量=3）の平均値である。測定した試験体のうち、日射反射率（全波長域）が2番目に大きいものを屋外暴露試験に供した。その試験による性能劣化を把握するため、屋外暴露試験後に測定を行った。

*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

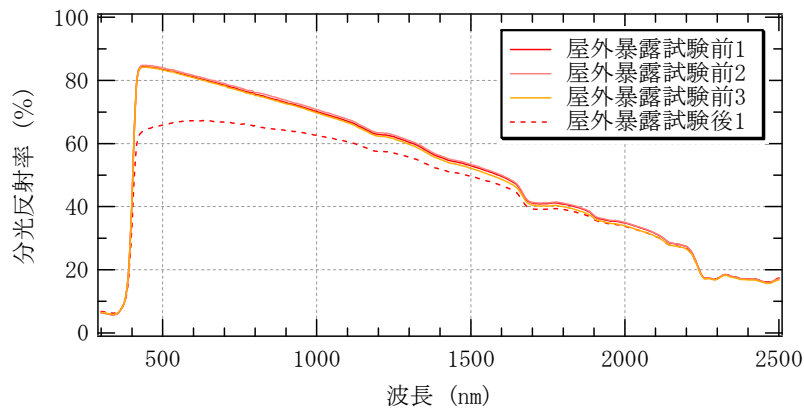


図-2 分光反射率測定結果

※ 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"> ・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。 ・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。 ・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。 		
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 ² あたり
		合計	10,000円	1m ² あたり

(2) その他メーカーからの情報（参考情報）

--	--

○ 本編

1. 実証試験の概要と目的

環境技術実証事業は、既に適用が可能な段階にありながら、環境保全効果等について客観的な評価が行われていないために普及が進んでいない先進的環境技術について、その環境保全効果等を第三者が客観的に実証する事業を実施することにより、環境技術を実証する手法・体制の確立を図るとともに、環境技術の普及を促進し、環境保全と環境産業の発展を促進することを目的とするものである。

本実証試験は、平成21年6月18日に財団法人建材試験センターと環境省水・大気環境局が策定した実証試験要領（第2版）*1に基づいて選定された実証対象技術について、同実証試験要領に準拠して実証試験を実施することで、以下に示す環境保全効果等を客観的に実証したものである。

【実証項目】

◆ 空調負荷低減性能

【熱・光学性能】

- 日射反射率
- 明度
- 修正放射率（長波放射率）

【数値計算】

- 屋根（屋上）表面温度低下量
- 冷房負荷低減効果
- 室温上昇抑制効果
- 対流顕熱量低減効果

◆ 環境負荷・維持管理等性能

- 性能劣化の把握

*1：財団法人建材試験センター,環境省水・大気環境局. 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実証試験要領. 第2版, 平成21年6月18日, 60p, http://www.env.go.jp/press/file_view.php?serial=13757&hou_id=11254.

2. 実証試験参加組織と実証試験参加者の責任分掌

実証試験に参加する組織は、図 2-1 に示すとおりである。また、実証試験参加者とその責任分掌は、表 2-1 に示すとおりである。

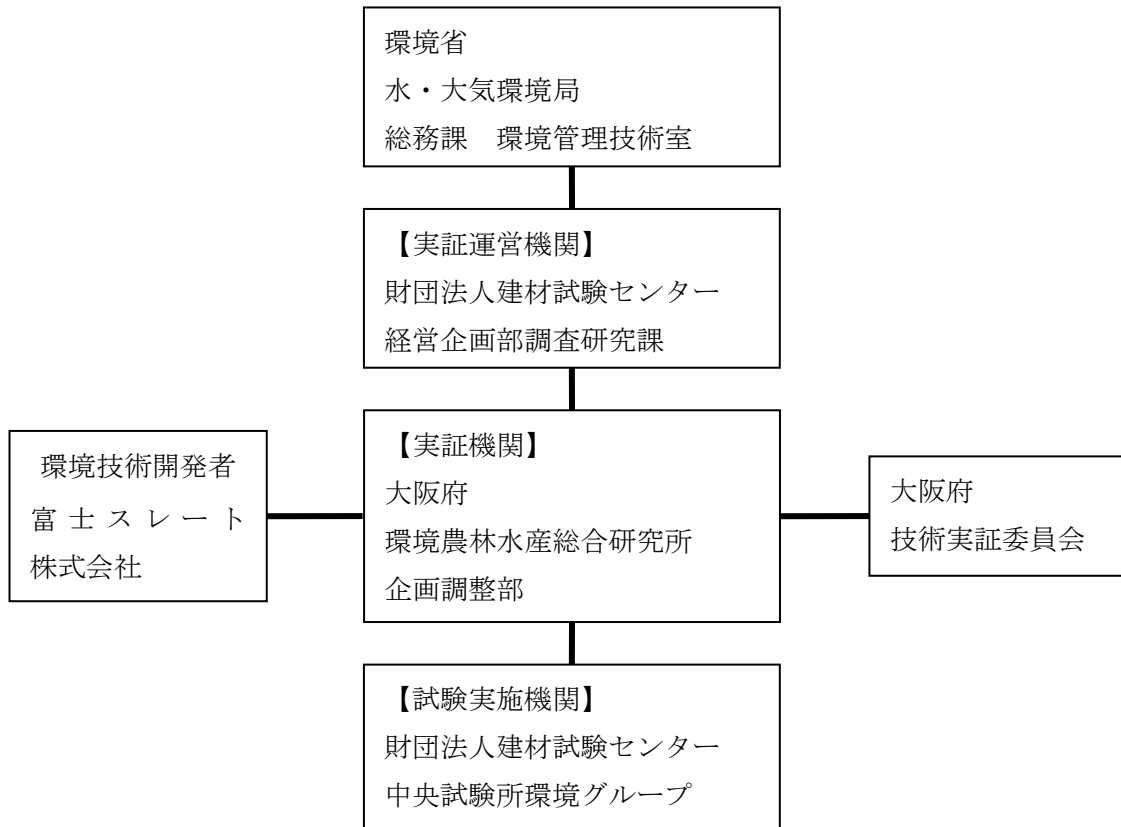


図 2-1 実証試験参加組織

表 2-1 実証試験参加者と責任分掌

区分	実証試験参加機関	責任分掌	参加者
実証 機関	大阪府 環境農林水産総合 研究所	実証試験の運営管理	企画調整部 ・佐藤 健二 ・藤谷 泰裕 ・大川 和伸 ・河野 伴弥 ・山添 泰一 ・梅本 敬史 ・原野 利暢
		実証対象技術の公募・審査	
		技術実証委員会の設置・運営	
		品質管理システムの構築	
		実証試験計画の策定	
		実証試験の実施・運営	【試験実施機関】 財団法人 建材試験センター 中央試験所 環境グループ ・藤本 哲夫 ・萩原 伸治 ・田坂 太一 ・松原 知子 ・庄司 秀雄
		実証試験データ・情報の管理	
		実証試験結果報告書の作成	企画調整部
		その他実証試験要領で定められた業務	
		内部監査の総括	環境調査課 ・藤村 正 ・服部 幸和
実証試験データの検証			
環境 技術 開発者	富士スレート 株式会社	実証機関への必要な情報提供と協力	生産部 次長 ・馬淵 勇人
		実証対象製品の準備と関連資料の提供	
		費用負担及び責任をもって 実証対象製品の運搬等を実施	
		既存の性能データの提供	
		実証試験報告書の作成における協力	

3. 実証対象技術の概要

実証対象技術の概要は、表 3-1 に示すとおりである。

このページ及び次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、環境省及び実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません。

表 3-1 実証対象技術の概要

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"> ・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。 ・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。 ・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。 		
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 ² あたり
		合 計	10,000円	1m ² あたり

○その他メーカーからの情報 (参考情報)

--

4. 実証試験の内容

4.1 実証試験期間

(1) 試験体搬入

平成21年 9月15日

(2) 熱・光学性能測定

平成21年 9月16日～平成21年10月 7日

(3) 屋外暴露試験

平成21年10月16日～平成22年 2月15日

(4) LESCOM-envによる数値計算

平成21年10月19日～平成22年 2月26日

4.2 空調負荷低減性能実証項目

4.2.1. 熱・光学性能

(1) 日射反射率

JIS K 5602 (塗膜の日射反射率の求め方) に準拠して、日射反射率〔波長範囲：300nm～2500nm〕の測定を行う。試験体の色は、製品の中で最も明度が高いものと最も明度が低いものの2種類とし、試験体数はそれぞれ3体 (n=3) とする。試験体寸法は、60mm×60mm とする。

(2) 明度

前項の測定した試験体を用い、JIS K 5600-4-4 [塗料一般試験方法―第4部：塗膜の視覚特性―第4節測色 (原理)] 及び JIS K 5600-4-5 [塗料一般試験方法―第4部：塗膜の視覚特性―第5節測色 (測定)] に従い、明度の測定を行う。

(3) 修正放射率 (長波放射率)

前項の試験体を用い、JIS R 3106 (板ガラス類の透過率・反射率・放射率・日射熱取得率の試験方法) に従い、修正放射率 (長波放射率) [波長範囲：5.5 μ m～25 μ m] の測定を行う。

【用語の定義】

- 日射反射率
日射（波長範囲：300nm～2500nm）の反射光の光束と入射光の光束の比。
- 明度（マンセルバリュー）
無彩色（色みのない色）のうち、黒（V=0）から白（V=10）までの明るさを感覚的に等しい段階に分けて表示したもの。
- 放射率
空間に放射する熱放射の放射束の、同じ温度の黒体が放射する熱放射の放射束に対する比。
- 平均放射温度（MRT：Mean Radiant Temperature）
人体が周囲の壁面などから受ける放射熱量と同量の放射熱量を射出する黒体の一定の温度のこと（人体に対する熱放射の影響を考慮した体感指標）。

4.2.2. 数値計算

本項目における実証試験結果は、レスポンス・ファクター法に基づく非定常熱負荷計算プログラム「LESCOM-env」により算出する。

「LESCOM-env」とは、旧通産省生活産業局の住機能向上製品対策委員会で開発された多数室非定常熱負荷計算プログラム「LESCOM」を、実証対象技術に応じた内容に追加開発（東京理科大学武田仁教授による）したものである。

計算条件及び計算による出力項目は下記の通りとする。

(1) 計算条件

① 対象建築物

住宅（戸建木造）の2階MB室

〔対象床面積：20.49 m²、窓面積：3.7m²、階高：2.7m、構造：木造〕〔表 4-1、図 4-1〕

- 対象建築物モデルの屋根断熱材は、次に示す2つの仕様とする。それぞれの仕様で数値計算を実施する。
 - ・仕様1：断熱材あり〔GW（グラスウール）・10K、厚さ50mm〕
 - ・仕様2：断熱材なし
- 対象建物は、「標準問題の提案（住宅用標準問題*1）」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。
- 瓦と野地板との間の半密閉空気層の熱抵抗は、0.1m²・K/Wとする。

*1：宇田川光弘．標準問題の提案（住宅用標準問題）．社団法人日本建築学会．環境工学委員会．熱分科会第15回熱シンポジウム，1985．

表 4-1 想定する住宅モデル

設定条件	内容
モデル建築物の概要	<ul style="list-style-type: none"> 住宅〔標準問題の提案（住宅用標準問題）〕 構造：木造 延べ床面積：125.86m²
実証項目の対象となる部分	<ul style="list-style-type: none"> 2階 MB 室 対象床面積：20.49m² 階高 2.7m
備考	<ul style="list-style-type: none"> 住宅モデルの詳細は、詳細版資料編 34~35 ページに示す。

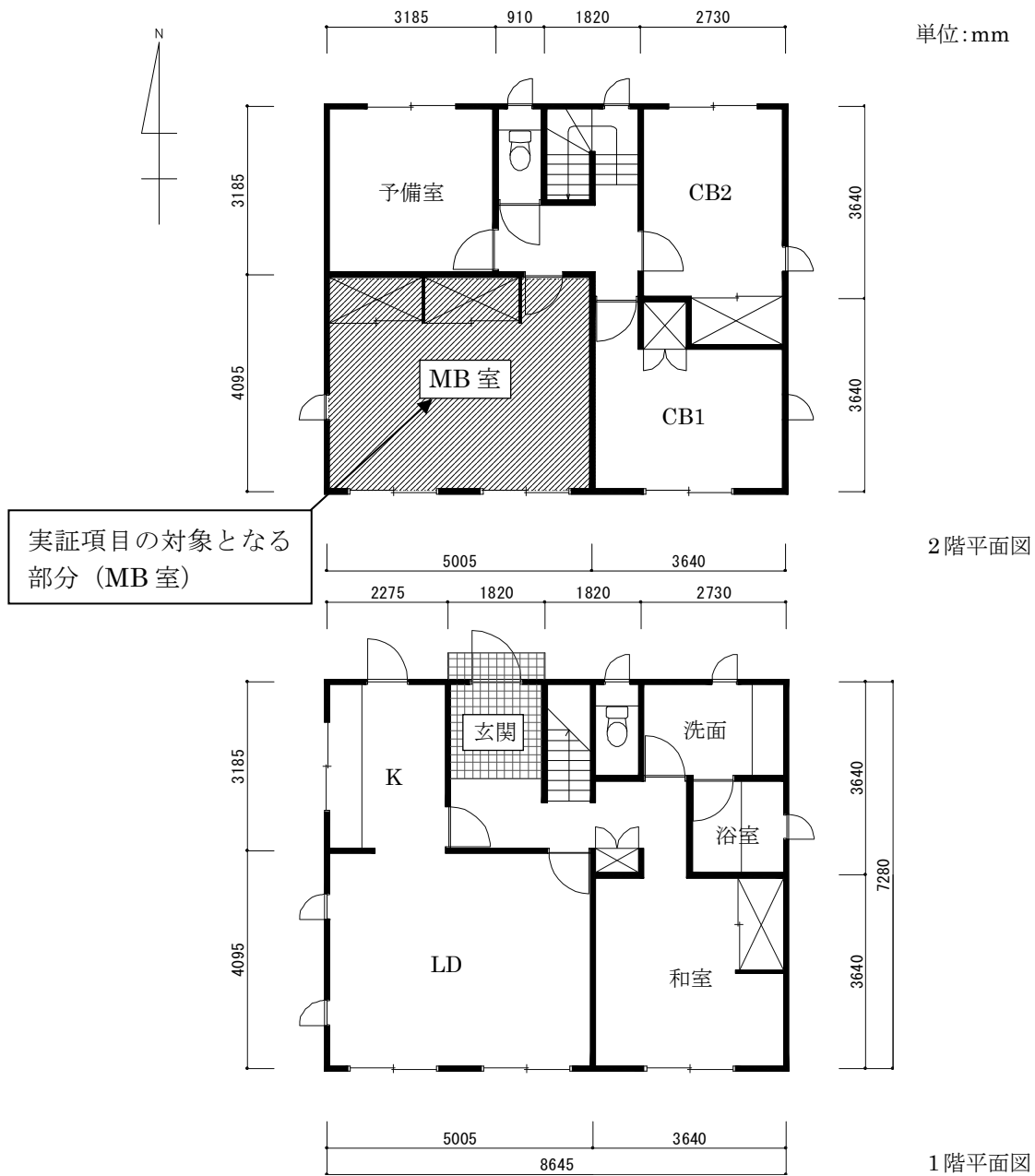


図 4-1 計算用住宅モデル (平面図)

② 気象条件設定及び冷暖房設定

表 4-2 気象条件の設定

設定条件	内容
地域	・東京都、大阪府
気象データ	・1990年代標準年気象データ*1

*1: 武田仁ほか, “第1章 気象データ I 熱負荷基準標準気象データ”. 標準気象データと熱負荷計算プログラムLESCOM. 第1版, 井上書院, 2005年, p7-25.

表 4-3 冷暖房設定

建築物	設定温度 (°C) *1		稼働時間*2
	冷房	暖房	
住宅 (戸建て木造)	26.6	21.0	6~9時・12~14時・16~22時

*1: 財団法人省エネルギーセンター. 平成17年度「省エネルギー対策アンケート調査」, 2006, <http://www.eccj.or.jp/swenquete/index.html>. を参考に設定した。

*2: 宇田川光弘. 標準問題の提案 (住宅用標準問題). 社団法人日本建築学会. 環境工学委員会. 熱分科会第15回熱シンポジウム, 1985. を参考に設定した。

③ COP (Coefficient of Performance : エネルギー消費効率) の設定

表 4-4 COP の設定*1

建築物	冷房 COP	暖房 COP	備考
住宅 (戸建て木造)	4.67	5.14	冷房能力 2.8kW クラス

*1: 財団法人省エネルギーセンター. 省エネ性能カタログ 2006年夏版. 2006. を参考に設定した。

④ 電力量料金単価

表 4-5 電力量料金単価の設定値

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

*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。

⑤ 実証項目・参考項目の設定期間

表 4-6 数値計算による実証項目・参考項目の設定期間について

項目	名称	設定期間	
実証項目	屋根（屋上） 表面温度低下量	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
	室温上昇抑制効果	夏季 14 時	
	冷房負荷低減効果	夏季 1 ヶ月	8 月 1 日～8 月 31 日
		夏季 6～9 月	6 月 1 日～9 月 30 日
	昼間の 対流顕熱量低減効果	夏季 1 ヶ月	8 月 1 日～8 月 31 日の 6 時～17 時
		夏季 6～9 月	6 月 1 日～9 月 30 日の 6 時～17 時
	夜間の 対流顕熱量低減効果	夏季 1 ヶ月	8 月 1 日～8 月 31 日の 18 時～5 時
		夏季 6～9 月	6 月 1 日～9 月 30 日の 18 時～5 時
参考項目	冷房負荷低減効果	年間空調	1 年間
	暖房負荷低減効果	冬季 1 ヶ月	2 月 1 日～2 月 28 日
		冬季 11～4 月	11 月 1 日～4 月 30 日
冷暖房負荷低減効果	期間空調*1	冷房期間 6～9 月（6 月 1 日～9 月 30 日）及び 暖房期間 11～4 月（11 月 1 日～4 月 30 日）	

*1：冷暖房期間は、JRA 4046（ルームエアコンディショナの期間消費電力量算出基準）*2を参考に設定した。

*2：社団法人日本冷凍空調工業会．JRA 4046:2004（ルームエアコンディショナの期間消費電力量算出基準），2004．

(2) 出力項目

本実証試験では、住宅（戸建木造）を対象として計算を行う。

数値計算により算出する各実証項目・参考項目は、高反射率瓦とスレート瓦の差分量として求める。

各項目において、熱負荷の低減効果の熱量単位 (kWh) から電力量料金単位 (円) への換算は、以下の式により行った。

$$\Delta E = \frac{\Delta Q}{COP} \times A \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 ΔE : 熱負荷の低減効果 [電力量料金] (ΔE (円))

ΔQ : 熱負荷の低減効果 [熱量] (kWh)

COP : 冷房 COP または暖房 COP (—)

A : 電力料金の従量単価 (円/kWh)

表 4-7 LESCOM-env による出力リスト

対応する項目		名称*1	出力単位	対応する部分
実証項目	屋根（屋上）表面温度低下量	夏季 14 時	℃	屋根中央部分
	室温上昇抑制効果 （自然室温・体感温度）	夏季 14 時	℃	MB 室
	冷房負荷低減効果	夏季 1 ヶ月	kWh/月	建築物全体
			円/月	
		夏季 6～9 月	kWh/4 ヶ月	
			円/4 ヶ月	
	昼間の対流顕熱量低減効果 （6 時～17 時）	夏季 1 ヶ月	MJ	屋根表面
			%	
		夏季 6～9 月	MJ	
			%	
	夜間の対流顕熱量低減効果 （18 時～5 時）	夏季 1 ヶ月	MJ	屋根表面
			%	
夏季 6～9 月		MJ		
		%		
参考項目	冷房負荷低減効果	年間空調	kWh/年	建築物全体
			円/年	
	暖房負荷低減効果	冬季 1 ヶ月	kWh/月	建築物全体
			円/月	
		冬季 11～4 月	kWh/6 ヶ月	
			kWh/6 ヶ月	
	冷暖房負荷低減効果	期間空調	kWh/年	建築物全体
円/年				

*1 : 表 4-6 に示す設定期間に対応する名称

【用語の定義】

- 冷房負荷低減効果
実証対象技術による冷房負荷の低減効果
- 室温上昇抑制効果
実証対象技術による室温の上昇抑制効果
- 屋根（屋上）表面温度低下量
夏季における実証対象技術による屋根（屋上）表面温度〔中央部分〕の低下量
- 暖房負荷低減効果
実証対象技術による暖房負荷の低減効果
- 冷暖房負荷削減効果
実証対象技術による冷房負荷・暖房負荷の低減効果
- 対流顕熱量低減効果
実証対象技術による屋根表面から外気への対流による顕熱移動量の低減効果

(3) 数値計算の基準値

実証対象技術のヒートアイランド対策としての効果を検討するため、比較対象とする基準を設定した。高反射率瓦の場合、明度と日射反射率の関係上、明度が高くなるほど日射反射率が高くなるので、基準は同一明度とした。実証対象技術と同一明度の日射反射率の基準は、以下に示す式により算出した。

$$\rho_e = 0.9 \times \left(\frac{10 \times V + 16}{116} \right)^3 \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

ここに、 ρ_e : 日射反射率 (%)

V : 明度 (—)

4.3 環境負荷・維持管理等性能

詳細版本編 4.2.1.熱・光学性能 (詳細版本編 15 ページ) で測定を行った 2 色 (各色 2 体、計 6 体) の試験体のうち、各色につき 1 枚の試験体 (計 2 体) を選定し、財団法人建材試験センター中央試験所内の屋外に水平に設置して、4 ヶ月間 (10 月～2 月) の暴露を行った後、再度詳細版本編 4.2.1.熱・光学性能の測定を行った。

なお、暴露用試験体は、各色 3 体の試験体の中から日射反射率が 2 番目に高いものを 1 体ずつ選定した。

暴露試験前後における実証対象技術の熱・光学性能試験結果から、反射性能の保持能力を以下に示す式で求めた。

$$\text{反射性能の保持率} = \frac{\text{暴露試験後の反射性能値}}{\text{暴露試験前の反射性能値}} \times 100 \quad (\%) \dots\dots\dots (3)$$

5. 実証試験結果と検討

5.1 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】

		屋外暴露試験前				屋外暴露試験後	反射性能の保持率 (%) ^{*5}
		No.1	No.2	No.3	平均	No.1	
日射反射率	近紫外及び可視光域 ^{*1} (%)	75.5	75.9	75.3	75.6	61.8	81.7
	近赤外域 ^{*2} (%)	62.5	63.0	62.0	62.5	56.2	89.9
	全波長域 ^{*3} (%)	69.7	70.2	69.4	69.8	59.2	84.8
明度 (—)		9.3	9.3	9.3	9.3	8.5	91.4
修正放射率(長波放射率) (—)		0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	100.0

*1：近紫外及び可視光域の波長範囲は、300 nm～780nm である。

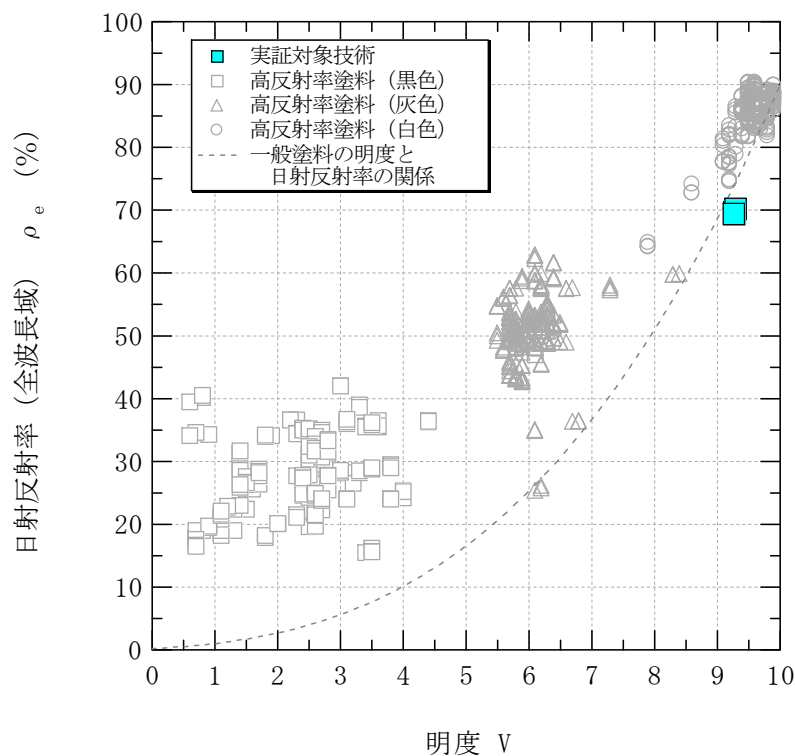
*2：近赤外域の波長範囲は、780 nm～2500nm である。

*3：全波長域の波長範囲は、300 nm～2500nm である。

*4：屋外暴露試験前の番号は試験体に任意に付したもので、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、全波長域の日射反射率が 2 番目に大きいものを屋外暴露試験に供した。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。

*5：反射性能の保持率は、詳細版本編 4.3 (詳細版本編 22 ページ) に示す式により算出した。

(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 5-1 明度と日射反射率 (全波長域) の関係

(3) 分光透過率・分光反射率（波長範囲：300nm～2500nm）の特性

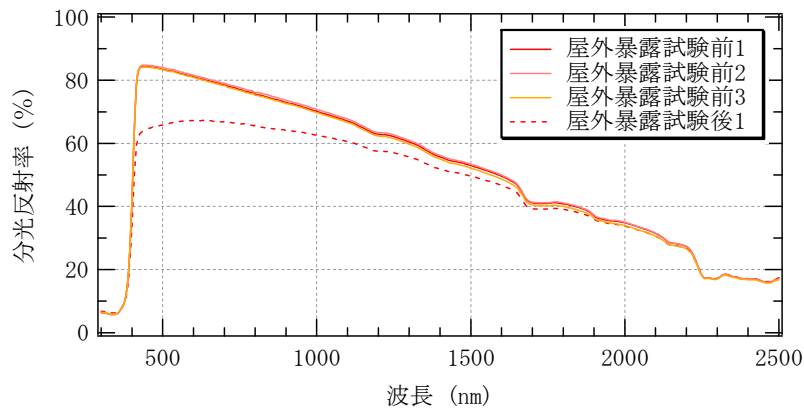


図 5-2 分光反射率測定結果

※ 屋外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。屋外暴露試験前の測定は、試験体のもつばらつきを考慮し、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。

※ 屋外暴露試験は、財団法人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。

5.1.2. 空調負荷低減性能実証項目 (数値計算)

(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る。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。(電気料金の算出に関する考え方は詳細版本編 32 ページ【電気料金算出に関する考え方】に示す)。

【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、可視光線及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、一般建材と高反射率建材とで日射反射率に差は無くなる。（関係は、詳細版本編 24 ページの図 5-1 に示す。）

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。塗料を例にとれば、図 5-1 に示したように、白色では一般塗料と高反射率塗料との間で、日射反射率の差は大きくないが、灰色及び黒色では、同じ明度において日射反射率の差は明確に現れている。

これらのことから、高反射率建材の実証項目の一つである数値計算は、同色で行っている。ただし、同色でも明度が異なると基準とする日射反射率も異なることから、基準とする日射反射率は実証対象技術の明度毎に求める必要がある。そのため、それぞれの明度の日射反射率を、4.2.2(3)（詳細版本編 21 ページ）に示す式により求め数値計算の基準を算出することとした。

*1 : JIS Z 8721（色の表示方法—三属性による表示）

注 1) 明度は、マンセル表色系の表示方法による値である。

注 2) 建材には、瓦も含まれる。

【電気料金算出に関する考え方】

電力料金は、主に基本料金等と電力量料金で構成されている。高反射率瓦を施工することによる空調負荷低減効果を算出する上で、契約内容等の条件を固定すると、基本料金等は高反射率瓦の施工前後で一定となり、日射遮蔽による影響を受けるのは空調負荷量に依存する電力量料金のみになる。

電力量料金は電力量料金単価と燃料費調整単価（石油等の燃料価格変動に依存）で構成されているが、燃料費調整単価は電力量料金単価と比較して十分小さいため、電力量料金は電力量料金単価のみで算出することとした。

住宅の電力量料金単価については、1ヶ月の消費電力によって三段階の料金制度となるが、東京電力・関西電力ともに、標準的な家庭における1ヶ月の消費電力は300kWh以下であるので、空調負荷低減効果の算定には120～300kWhの電力量料金単価を適用した。

《引用文献》

- 東京電力株式会社.電気供給約款.2009,132p.
- 東京電力株式会社.電気需給約款 [特定規模需要（高圧）].2009,121p.
- 関西電力株式会社.電気供給約款.2009,149p.

○ 付録

1. データの品質管理

本実証試験を実施にあたり、データの品質管理は、大阪府環境農林水産総合研究所が定める品質マニュアルに従って管理した。

1.1 測定操作の記録方法

記録用紙は、大阪府環境農林水産総合研究所規程による試験データシート、実測値を記録するコンピュータープリントアウト及び実証試験要領に規定した成績書とした。

1.2 精度管理に関する情報

JIS Q 17025:2005 (ISO/IEC17025:2005)「試験所及び校正機関の能力に関する一般要求事項」に準拠した測定トレーサビリティによりデータの精度管理を行った。

2. データの管理、分析、表示

2.1 データ管理とその方法

本実証試験から得られる以下のデータは、大阪府環境農林水産総合研究所が定める品質マニュアルにしたがって管理するものとした。データの種類は次のとおりである。

- 空調負荷低減性能のデータ
- 環境負荷、維持管理等性能のデータ

2.2 データ分析と評価

本実証試験で得られたデータについては、必要に応じ統計分析の処理を実施するとともに、使用した数式を実証試験結果報告書に記載する。

実証項目の測定結果の分析・表示方法は以下のとおりである。

(1) 空調負荷低減性能のデータ

- 日射反射率、明度、修正放射率（長波放射率）、屋根（屋上）表面温度低下量、冷房負荷低減効果、室温上昇抑制効果、対流顕熱量低減効果

(2) 環境負荷、維持管理等性能のデータ

- 性能劣化の把握

3. 監査

本実証試験で得られたデータの品質監査は、大阪府環境農林水産総合研究所が定める品質マニュアルに従って行うものとする。実証試験が適切に実施されていることを確認するために実証試験の期間中に内部監査を実施した。

この内部監査は、本実証試験から独立している大阪府環境農林水産総合研究所環境情報部環境調査課長を内部監査員として任命し実施した。

○ 資料編

付表 1 計算用住宅モデル (戸建木造) の詳細情報 (屋根・壁・床)

部位	構成	
屋根	屋外側	瓦 [スレート瓦・高反射率瓦] (12mm)
	⇕	合板 (12mm)
		空気層 [屋根裏空間]
		GW (50mm)
室内側	せっこうボード (12mm)	
外壁	屋外側	モルタル (30mm)
	⇕	合板 (9mm)
		空気層
		GW (50mm)
室内側	せっこうボード (12mm)	
間仕切り壁		せっこうボード (12mm)
	⇕	空気層
		せっこうボード (12mm)
2階床	2階側	カーペット (15mm)
	⇕	合板 (12mm)
		空気層
1階側	せっこうボード (12mm)	
1階床	室内側	床板 [合板] (10mm)
	⇕	合板 (12mm)
		GW (50mm)
地下側	床下空気層	
1階和室床	室内側	畳 (60mm)
	⇕	合板 (12mm)
		GW (50mm)
地下側	床下空気層	

※GW : グラスウール (24K 相当品)

付表 2 計算用住宅モデル (戸建木造) の詳細情報 (窓・建具)

部位	構成		
窓	① (引違)	開口寸法 : W1700mm×H2000mm ガラス寸法 : W780mm×H1850mm (2 枚)	
	② (引違)	開口寸法 : W1700mm×H1200mm ガラス寸法 : W780mm×H1050mm (2 枚)	
	③ (片開)	開口寸法 : W500mm×H1200mm ガラス寸法 : W400mm×H1050mm (1 枚)	
	④ (引違)	開口寸法 : W1700mm×H450mm ガラス寸法 : W730mm×H300mm (2 枚)	
ドア	玄関	W1000mm×H2000mm	合板 (12mm)
			GW (50mm)
			合板 (12mm)
	勝手口	W800mm×H2000mm	合板 (12mm)
			GW (50mm)
			合板 (12mm)
	室内	W800mm×H2000mm	合板 (4mm)
			密閉空気層
			合板 (4mm)