

環境省

平成28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29年3月

実証機関 : 一般財団法人建材試験センター
技術 : 屋根用高反射率瓦
実証申請者 : ケイミュ株式会社
製品名・型番 : コロニアル遮熱ガラス ;
ガラス・クールホワイト, ガラス・クールシルバー,
ガラス・クールオレンジ, ガラス・クールベージュ
実証番号 : 051-1603



本実証試験結果報告書の著作権は、環境省に属します。

数値計算に関する注意事項

ー適用したシミュレーションソフト等についてー

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）では、実証試験要領に基づき、数値計算を行っている。

本事業で実施した数値計算に用いたシミュレーションソフトを以下に示す。

表 数値計算で使用したシミュレーションソフト

年度	シミュレーションソフト
平成 18 年度～平成 22 年度	・LESCOM-env *1
平成 23 年度～平成 28 年度	・AE-Sim/Heat *2 ・NewHASP/ACLD *3

シミュレーションソフトが異なれば、同一条件で数値計算を実施しても、必ずしも同一の結果になるとは限らない。また一方で、シミュレーションソフト、数値計算で対象としている建築物モデル、及び数値計算の設定条件などを変更している場合がある。

そのため、本事業で実証された全ての実証対象技術について、それらの実証試験結果報告書を閲覧する場合、以下の点について注意を要する。

- ① 技術の種類や実証年度により、数値計算の諸条件に違いがあることを認識する必要がある。
- ② 同一の技術の種類であっても、平成 18 年度から平成 22 年度の間の実証された数値計算結果と、平成 23 年度以降に実証された数値計算結果との単純な比較は行えない。

《平成 29 年 3 月》

【参考】

平成 28 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）実証試験要領*4では、数値計算に用いるシミュレーションソフトについて、以下のとおり規定している。

本編

第 4 章 実証試験の方法

2.2 数値計算で算出する実証項目の前提条件

(2) 数値計算方法（シミュレーションソフトについて）

数値計算に用いるシミュレーションソフトは、以下の条件を満たすものとする。ただし、実証対象技術の種類により、条件を満たすことが出来ない場合を除く。

- ・第 1 部第 5 章 2.2 (6) に示す条件及び項目の算出が可能であること。
- ・市販または無料配布されていること。

*1：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」^{注)}を、実証対象技術に応じた内容に追加開発（当時東京理科大学武田仁教授による）したもの

*2：株式会社建築環境ソリューションズ

*3：一般社団法人建築設備技術者協会。“HASP（動的熱負荷計算・空調システム計算プログラム）ダウンロード”。<http://www.jabmee.or.jp/hasp/>, (2013-03)。

*4：環境省水・大気環境局総務課環境管理技術室。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。平成 28 年 7 月 28 日，63p，http://www.env.go.jp/policy/etv/pdf/03/09a_H28.pdf

注) 武田仁ほか，標準気象データと熱負荷計算プログラム LEskom. 第 1 版，井上書院，2005 年。

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 空調負荷低減等性能	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
3.2 空調負荷低減等性能（数値計算）	4
4. 参考情報	7
○ 本編	8
1. 実証試験の概要と目的	8
2. 実証試験参加組織と実証試験参加者の責任分掌	9
3. 実証対象技術の概要（参考情報）	11
4. 実証試験の内容	12
4.1 実証試験期間及び実証試験場所	12
4.2 空調負荷低減等性能実証項目	12
4.3 環境負荷・維持管理等性能	18
5. 実証試験結果と検討	19
5.1 熱・光学性能及び環境負荷・維持管理等性能	19
5.2 空調負荷低減等性能（数値計算）	23
○ 付録	30
1. データの品質管理	30
1.1 測定操作の記録方法	30
1.2 精度管理に関する情報	30
2. データの管理、分析、表示	30
2.1 データ管理とその方法	30
2.2 データ分析と評価	30
3. 監査	30
4. 用語の定義	31
○ 資料編	32

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／ 実証申請者	コロニアル遮熱ガラス；ガラス・クールホワイト，ガラス・クールシルバー， ガラス・クールオレンジ，ガラス・クールベージュ/ ケイミュー株式会社
実証機関	一般財団法人建材試験センター
実証試験期間	平成28年9月30日～平成29年3月3日

1. 実証対象技術の概要

瓦の日射反射率を高くした技術

※技術の特徴などの情報は、4.参考情報（概要版7ページ）を参照。

2. 実証試験の概要

2.1 空調負荷低減等性能

屋根用高反射率瓦の熱・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屋根用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した。数値計算は、実証対象技術のうち、明度が最小の色の測定結果を用いて行った。なお、数値計算の基準は、同一明度の陶器瓦（一般塗料を塗布したもの）とした。陶器瓦の日射反射率は、詳細版本編 4.2.2.(3)に示す推定式（詳細版本編 18 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

〔延べ床面積：125.86 m²、階高：2.7m（2階建て）、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 13 ページ）参照。

(2) 使用気象データ

拡張アメダス気象データ標準年（1991年～2000年）（東京都及び大阪府）

(3) 空調機器設定

建築物	設定温度（℃）		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	26.00
大阪		従量電灯 A	29.26

2.2 環境負荷・維持管理等性能

一般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（10月～2月）実施した。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した。

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（平均値）【実証項目】

		ホワイト		ベージュ	
		屋外暴露 試験前	屋外暴露 試験後	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 (%)	41.7	35.6	22.3	20.4
	近赤外域*3 (%)	45.9	41.3	39.1	36.3
	全波長域*4 (%)	43.5	38.1	29.6	27.3
修正放射率(長波放射率) (—)		0.940	0.940	0.940	0.940
明度 (—)		7.1	6.7	5.2	5.0

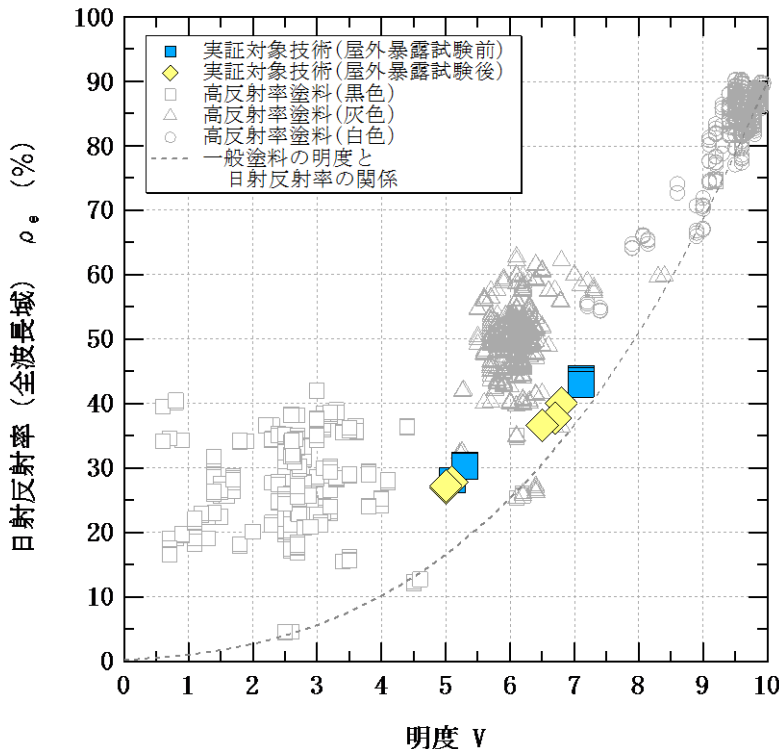
*1：製品の中で最も明度が高い色と最も明度が低い色の2種類を対象とした試験結果（試験体数量 n=3 の平均値）である。なお、残りの色については、詳細版本編 5.実証試験結果と検討（詳細版本編 19 ページ）に結果を示す。

*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、実証対象技術と平成20年度～平成25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日射反射率塗料の明度と日射反射率（全波長域）の関係を比較したものである。

※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 28 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*1

① ホワイト

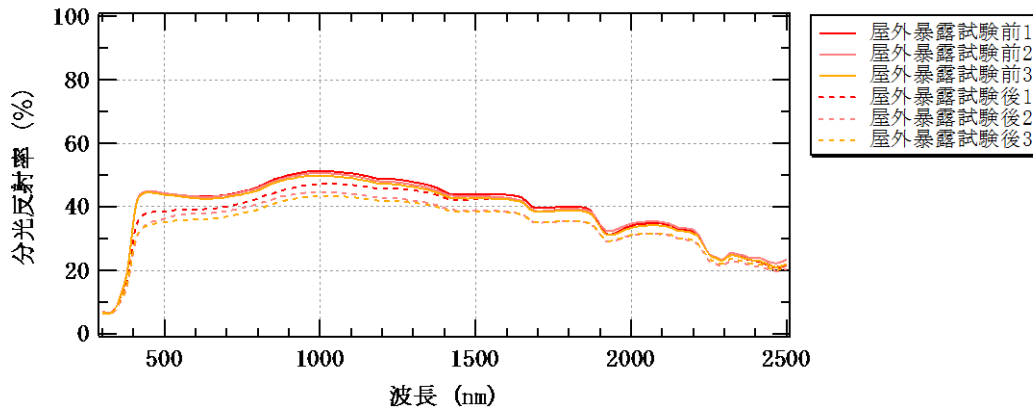


図-2 分光反射率測定結果（ホワイト）

② ベージュ

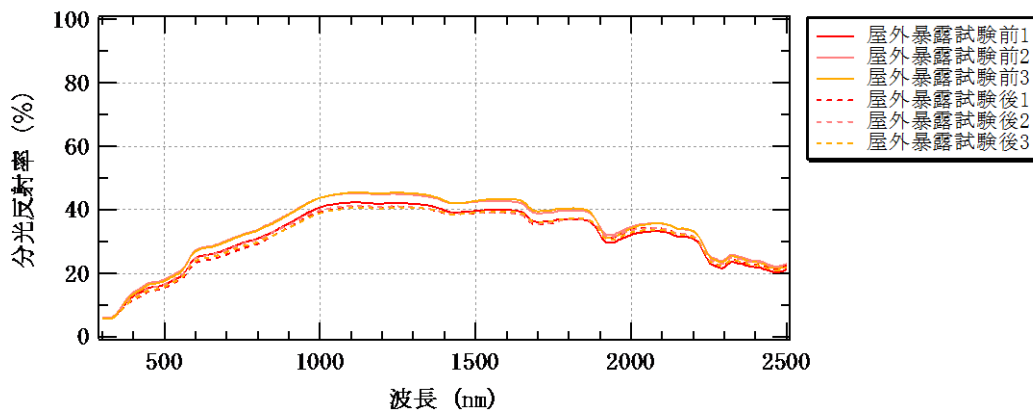


図-3 分光反射率測定結果（ベージュ）

*1：製品の中で最も明度が高い色と最も明度が低い色の2種類を対象とした試験結果である。
なお、残りの色については、詳細版本編 5. 実証試験結果と検討（詳細版本編 19 ページ）に結果を示す。

3.2 空調負荷低減等性能（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〕
 算出対象区域：室温上昇抑制効果は MB 室（主寝室）
 屋上表面温度低下量及び顕熱低減効果は屋根（屋上）
 その他の項目は住宅全体
 比較対象：陶器瓦（一般塗料を塗布したもの）

		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)		3.8 °C (58.4°C→ 54.6 °C)	4.0 °C (58.1°C→ 54.1 °C)
室温上昇 抑制効果*1 (夏季 14 時)	自然室温*2	0.2 °C (39.6°C→ 39.4 °C)	0.2 °C (37.0°C→ 36.8 °C)
	体感温度*3	0.2 °C (40.1°C→ 39.9 °C)	0.2 °C (37.6°C→ 37.4 °C)
冷房負荷 低減効果*4 (夏季 1 ヶ月)	熱量	6 kWh/月 (728kWh/月→ 722kWh/月) 0.8 % 低減	7 kWh/月 (908kWh/月→ 901kWh/月) 0.8 % 低減
	電気料金	32 円低減	46 円低減
冷房負荷 低減効果*4 (夏季 6~9 月)	熱量	20 kWh/4 ヶ月 (2,044kWh/4 ヶ月 → 2,024kWh/4 ヶ月) 1.0 % 低減	26 kWh/4 ヶ月 (2,618kWh/4 ヶ月 → 2,592kWh/4 ヶ月) 1.0 % 低減
	電気料金	109 円低減	161 円低減
屋間の対流顕熱低減効果*5 (夏季 1 ヶ月)		大気への放熱を 17.4 % 低減 (8,376MJ/月→6,921 MJ/月)	大気への放熱を 17.2 % 低減 (10,174MJ/月→8,420 MJ/月)
屋間の対流顕熱低減効果*5 (夏季 6~9 月)		大気への放熱を 17.5 % 低減 (30,607MJ/4 ヶ月 → 25,242MJ/4 ヶ月)	大気への放熱を 17.4 % 低減 (35,356MJ/4 ヶ月 → 29,210MJ/4 ヶ月)
夜間の対流顕熱低減効果*5 (夏季 1 ヶ月)		大気への放熱を 12.6 % 低減 (-668MJ/月→ -752 MJ/月)	大気への放熱を 16.9 % 低減 (-646MJ/月→ -755 MJ/月)
夜間の対流顕熱低減効果*5 (夏季 6~9 月)		大気への放熱を 13.5 % 低減 (-2,382MJ/4 ヶ月 → -2,704MJ/4 ヶ月)	大気への放熱を 17.4 % 低減 (-2,452MJ/4 ヶ月 → -2,878MJ/4 ヶ月)

*1：8月の平日で直達日射量の合計が最も多い日（東京：8月10日，大阪：8月18日）の14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：壁などの室内表面温度を考慮した温度（空気温度と壁などの室内表面温度との平均）

*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稼働した
場合の冷房負荷低減効果

*5：対流顕熱量は、正の値が屋根表面から大気への放熱量を表し、負の値が大気から屋根表面への吸熱量を表す。

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、同一明度の陶器瓦（一般塗料を塗布したもの）を用いた。陶器瓦の日射反射率は、
詳細版本編 4.2.2.(3)に示す推定式（詳細版本編 18 ページ参照）により算出した。

② 仕様 2：断熱材なし

〔 算出対象区域：室温上昇抑制効果は MB 室（主寝室）
屋上表面温度低下量及び顕熱量低減効果は屋根（屋上）
その他の項目は住宅全体
比較対象：陶器瓦（一般塗料を塗布したもの） 〕

		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)		3.8 °C (58.1°C→ 54.3 °C)	4.0 °C (57.8°C→ 53.8 °C)
室温上昇 抑制効果*1 (夏季 14 時)	自然室温*2	0.7 °C (40.9°C→ 40.2 °C)	0.6 °C (38.0°C→ 37.4 °C)
	体感温度*3	0.7 °C (41.4°C→ 40.7 °C)	0.6 °C (38.6°C→ 38.0 °C)
冷房負荷 低減効果*4 (夏季 1 ヶ月)	熱量	14 kWh/月 (730kWh/月→ 716kWh/月) 1.9 % 低減	18 kWh/月 (924kWh/月→ 906kWh/月) 1.9 % 低減
	電気料金	78 円低減	111 円低減
冷房負荷 低減効果*4 (夏季 6～9 月)	熱量	46 kWh/4 ヶ月 (2,040kWh/4 ヶ月 → 1,994kWh/4 ヶ月) 2.3 % 低減	61 kWh/4 ヶ月 (2,643kWh/4 ヶ月 → 2,582kWh/4 ヶ月) 2.3 % 低減
	電気料金	257 円低減	380 円低減
昼間の対流顕熱量低減効果*5 (夏季 1 ヶ月)		大気への放熱を 17.1 % 低減 (8,327MJ/月→6,904 MJ/月)	大気への放熱を 17.1 % 低減 (10,101MJ/月→8,376 MJ/月)
昼間の対流顕熱量低減効果*5 (夏季 6～9 月)		大気への放熱を 17.3 % 低減 (30,430MJ/4 ヶ月 → 25,168MJ/4 ヶ月)	大気への放熱を 17.2 % 低減 (35,121MJ/4 ヶ月 → 29,075MJ/4 ヶ月)
夜間の対流顕熱量低減効果*5 (夏季 1 ヶ月)		大気への放熱を 18.1 % 低減 (-507MJ/月→ -599 MJ/月)	大気への放熱を 22.4 % 低減 (-477MJ/月→ -584 MJ/月)
夜間の対流顕熱量低減効果*5 (夏季 6～9 月)		大気への放熱を 18.6 % 低減 (-1,801MJ/4 ヶ月 → -2,136MJ/4 ヶ月)	大気への放熱を 22.5 % 低減 (-1,844MJ/4 ヶ月 → -2,258MJ/4 ヶ月)

*1：8月の平日で直達日射量の合計が最も多い日（東京：8月10日，大阪：8月18日）の14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：壁などの室内表面温度を考慮した温度（空気温度と壁などの室内表面温度との平均）

*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

*5：対流顕熱量は、正の値が屋根表面から大気への放熱量を表し、負の値が大気から屋根表面への吸熱量を表す。

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、同一明度の陶器瓦（一般塗料を塗布したもの）を用いた。陶器瓦の日射反射率は、詳細版本編 4.2.2.(3)に示す推定式（詳細版本編 18 ページ参照）により算出した。

(2) (1)実証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 : 東京 ; 8 月 10 日の 14 時, 大阪 ; 8 月 18 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
 - ・ 冬季 11~4 月 : 11 月 1 日~4 月 30 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
- ④ 冷房・暖房負荷低減効果の熱量の欄には、実証対象技術の使用前後の熱負荷の差および使用前後の熱負荷の総和をそれぞれ示している（使用前→使用后）。
- ⑤ 電気料金について、本計算では屋根用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 29 ページ【電気料金算出に関する考え方】に示す）。

*1: 設定温度よりも室温が高い場合に冷房運転を行う。

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、全て実証申請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		実証申請者 記入欄	
実証申請者		ケイミュー株式会社 (英文表記: KMEW CO.,Ltd.)	
技術開発企業名		—	
実証対象製品・名称		コロニアル遮熱ガラス (英文表記: Colonial Shanetsu GLASSA)	
実証対象製品・型番		グラッサ・クールホワイト/グラッサ・クールシルバー/ グラッサ・クールオレンジ/グラッサ・クールベージュ (英文表記: GLASSA Cool White, GLASSA Cool Silver, GLASSA Cool Orange, GLASSA Cool Beige)	
連絡先	TEL	0743-56-0728	
	FAX	0743-57-9836	
	Web アドレス	http://www.kmew.co.jp	
	E-mail	eri-n@kmew.co.jp	
技術の特徴		技術の写真または概要図	
日射熱を吸収しやすいカーボンブラック顔料を複合酸化物系に変更し、近赤外線の反射率を向上することで、自社一般品に比べて同明度での日射反射率を向上した。		<p><構成体> 太陽光 赤外線 複合酸化物顔料 塗膜層 基材</p>	
設置条件	対応する建築物・部位など	設計施工マニュアルに記載する基準を満たす建築物。 (平面の屋根面にのみ適用)	
	施工上の留意点	設計施工マニュアルに基づく	
	その他設置場所等の制約条件	設計施工マニュアルに基づく	
メンテナンスの必要性 耐候性・製品寿命など		実暴露推定 30 年(促進耐候試験に基づく)	
コスト概算		設計施工価格(材工共)	6,300 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28年7月28日に環境省水・大気環境局総務課環境管理技術室が策定した実証試験要領*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】

◆ 空調負荷低減等性能

【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：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. 平成28年7月28日，63p,
http://www.env.go.jp/policy/etv/pdf/03/09a_H28.pdf

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とその責任分掌は、図 2-1 に示すとおりである。実証試験参加者は、表 2-1 に示すとおりである。

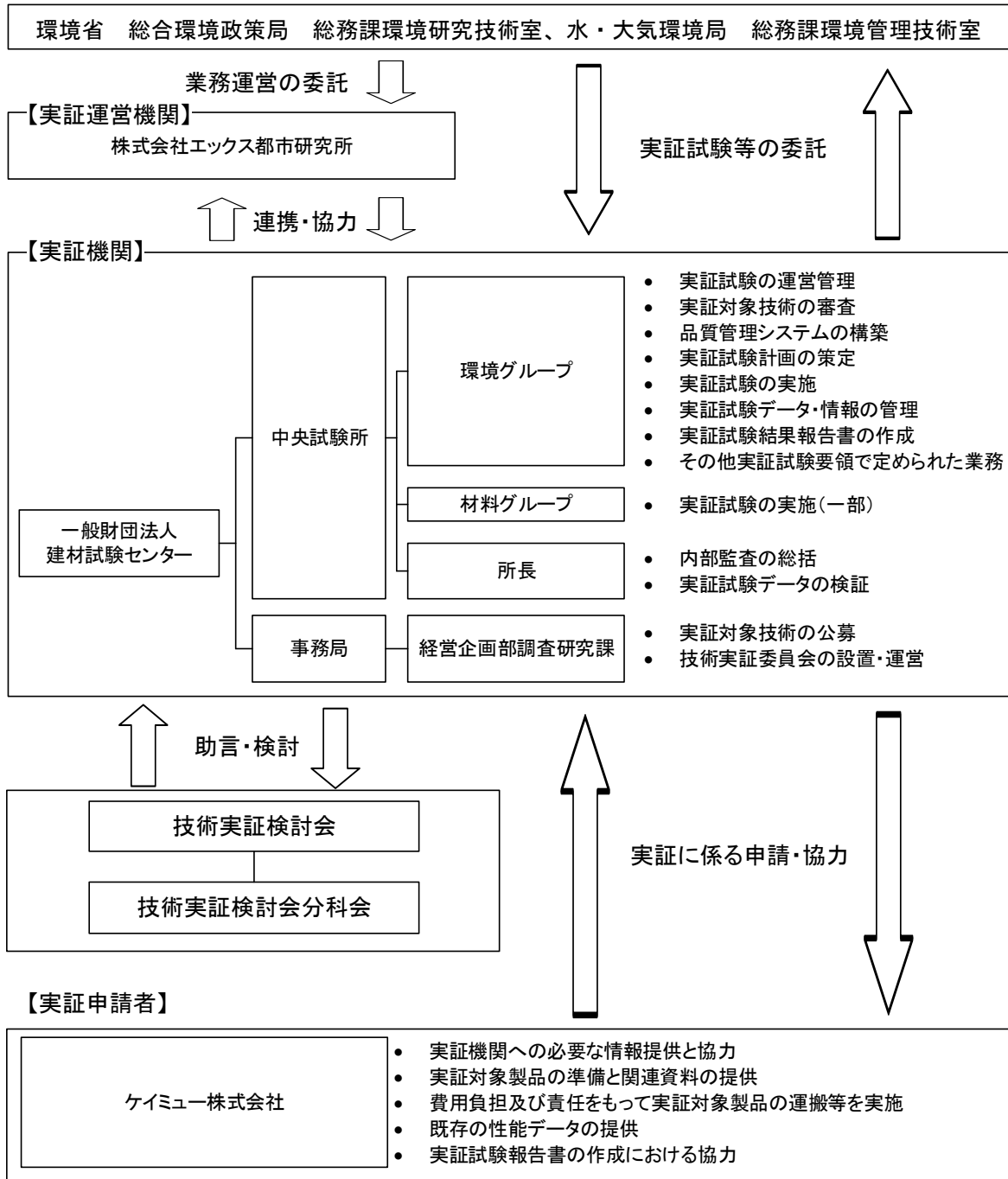


図 2-1 実証試験参加組織

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	一般財団法人 建材試験センター	実証試験の運営管理	中央試験所 環境グループ ・高木 亘 ・萩原 伸治 ・松原 知子 ・田坂 太一 ・安岡 恒 ・馬淵 賢作 材料グループ ・鈴木 敏夫 ・志村 重頭 調査研究課 ・鈴木 澄江 ・伊藤 嘉則 ・緑川 信 ・泉田 裕介
		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	
		実証試験データ・情報の管理	
		実証試験結果報告書の作成	
		その他実証試験要領で定められた業務	
		内部監査の総括	
実証試験データの検証	・川上 修		
実証 申請者	ケイミュー株式会社	実証機関への必要な情報提供と協力	取締役 藪中 康雄
		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（参考情報）

実証対象技術の概要は、表 3-1 に示すとおりである。

このページに示された情報は、全て実証申請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。

表 3-1 実証対象技術の概要（参考情報）

項目		実証申請者 記入欄	
実証申請者		ケイミュー株式会社 (英文表記: KMEW CO.,Ltd.)	
技術開発企業名		—	
実証対象製品・名称		コロニアル遮熱ガラス (英文表記: Colonial Shanetsu GLASSA)	
実証対象製品・型番		グラッサ・クールホワイト/グラッサ・クールシルバー/ グラッサ・クールオレンジ/グラッサ・クールベージュ (英文表記: GLASSA Cool White, GLASSA Cool Silver, GLASSA Cool Orange, GLASSA Cool Beige)	
連絡先	TEL	0743-56-0728	
	FAX	0743-57-9836	
	Web アドレス	http://www.kmew.co.jp	
	E-mail	eri-n@kmew.co.jp	
技術の特徴		技術の写真または概要図	
日射熱を吸収しやすいカーボンブラック顔料を複合酸化物系に変更し、近赤外線の反射率を向上することで、自社一般品に比べて同明度での日射反射率を向上した。		<p>＜構成体＞ 太陽光 赤外線 複合酸化物顔料 塗膜層 基材</p>	
設置条件	対応する建築物・部位など	設計施工マニュアルに記載する基準を満たす建築物。 (平面の屋根面にのみ適用)	
	施工上の留意点	設計施工マニュアルに基づく	
	その他設置場所等の制約条件	設計施工マニュアルに基づく	
メンテナンスの必要性 耐候性・製品寿命など		実暴露推定 30 年(促進耐候試験に基づく)	
コスト概算		設計施工価格(材工共)	6,300 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 実証試験期間及び実証試験場所

表 4-1 実証試験期間及び試験実施場所

項目	内容
試験体搬入	平成28年 9月30日
熱・光学性能測定	屋外暴露試験前 平成28年10月 1日～平成28年10月13日
	屋外暴露試験後 平成29年 2月17日～平成29年 3月 3日
屋外暴露試験	平成28年10月14日～平成29年 2月17日
数値計算	平成28年10月14日～平成29年 1月31日
試験実施場所	一般財団法人建材試験センター中央試験所

4.2 空調負荷低減等性能実証項目

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。試験体の色が複数ある場合、原則として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種類とする。試験体数は色毎に3体（n=3）とし、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、明度の測定を行った。

(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、常温の熱放射の波長域の分光反射率〔波長範囲：5.5μm～25μm〕を測定し、垂直放射率を算定した。算定結果をもとに、JIS R 3107（板ガラス類の熱抵抗及び建築における熱貫流率の算定方法）付表1を用いて修正放射率（長波放射率）を算出した。

4.2.2. 数値計算

本項目における実証試験結果は、実証対象技術のうち、明度が最小の色の測定結果を用いて、温熱環境シミュレーションプログラム AE-Sim/Heat*1により算出する。また、AE-Sim/Heat への建築物モデルの入力は、建築環境シミュレーションプログラム用汎用入力インターフェイス AE-CAD を使用する。

計算条件およ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）

〔延べ床面積：125.86 m²、階高：2.7m（2階建て）、構造：木造〕〔表 4-3、図 4-1〕

- 対象建築物モデルの屋根断熱材は、次に示す 2 つの仕様とした。それぞれの仕様で数値計算を実施した。
 - 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*2）」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。
- 屋根全面に瓦〔瓦（一般塗料を塗布したもの）・屋根用高反射率瓦〕を施工した条件下で数値計算を行った。
- 瓦と野地板との間の半密閉空気層の熱抵抗は、0.1m²・K/W とした。
- 対象建築物に適用したガラスの熱・光学性能値を以下に示す。

表 4-2 フロート板ガラスの熱・光学性能値

	日射透過率 (%)	日射反射率 (%)	熱貫流率 [W/(m ² ・K)]	遮へい係数 (-)
フロート板ガラス（厚さ 3mm） *3	85.6	7.7	6.0	1.00

*1：株式会社建築環境ソリューションズ

*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.

*3：藤井正一ほか，“8 章開口部の基準と設計”，住宅の省エネルギー基準の解説，次世代省エネルギー基準解説書編集委員会，第 2 版，財団法人建築環境・省エネルギー機構，2007，p.281.

表 4-3 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
室温上昇抑制効果の対象となる部分	<ul style="list-style-type: none"> 2階 MB 室（主寝室） 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 32~32 ページに示す。

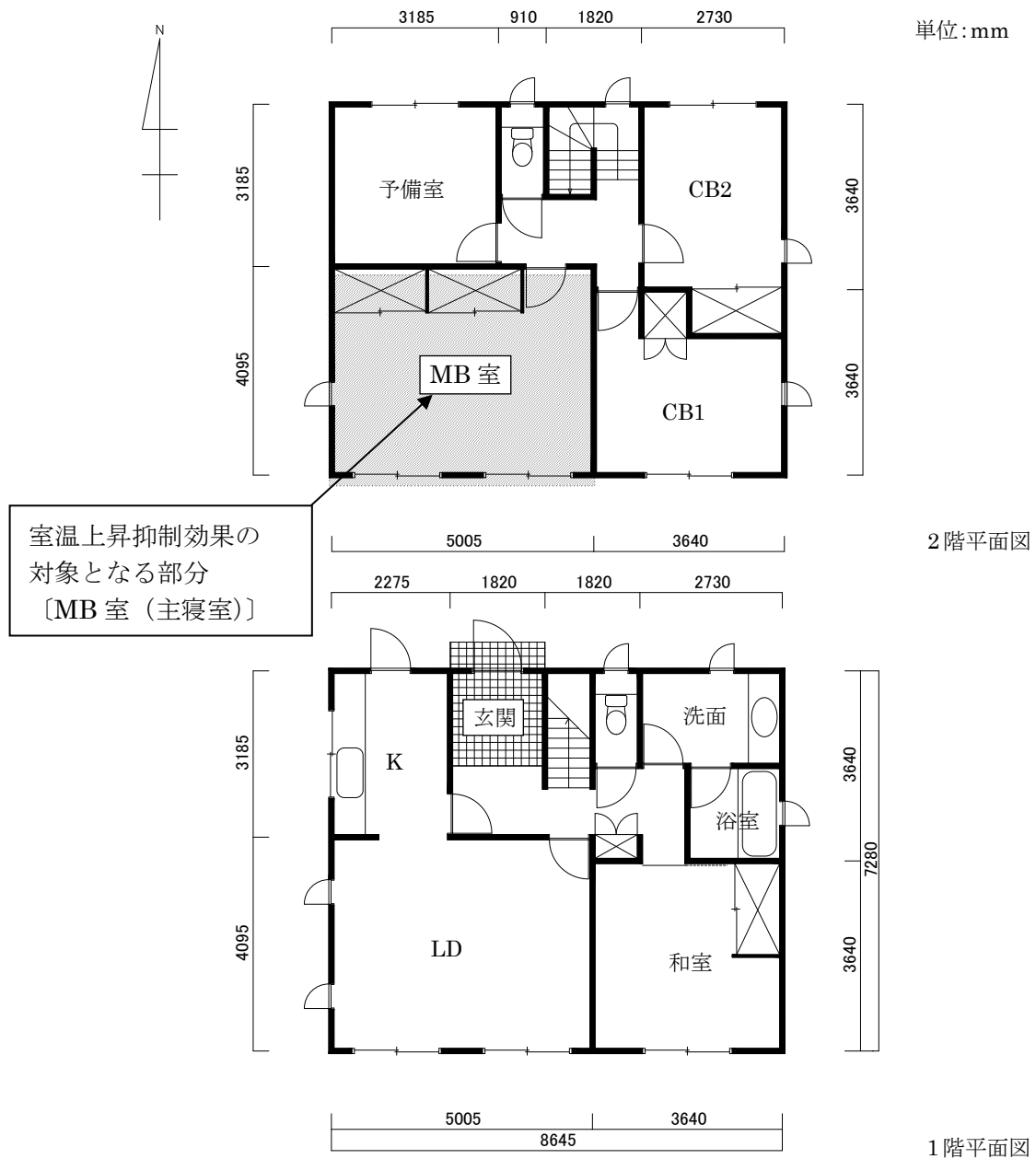


図 4-1 計算用住宅モデル（平面図）

② 気象条件設定及び冷暖房設定

表 4-4 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	・拡張アメダス気象データ（株式会社気象データシステム） 標準年（1991～2000年）

表 4-5 冷暖房設定

建築物	設定温度（℃）		稼働時間*1
	冷房	暖房	
住宅	26.6*1	21.0*1	6～9時・12～14時・16～22時*2

③ 室内における発熱量の設定

表 4-6 発熱量の設定条件

建築物	設定条件
住宅	人体：75.4W/人 注）照明、人体、機器の発熱スケジュールは文献*2のとおりとする。

④ COP（Coefficient of Performance：エネルギー消費効率）の設定

表 4-7 COP の設定*3

建築物	冷房 COP	暖房 COP	備考
住宅	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 平成 17 年度省エネルギー対策実態調査結果

*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.

*3：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.

⑤ 電力量料金単価

表 4-8 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）*1
東京	住宅	従量電灯 B	26.00
大阪		従量電灯 A	29.26

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。

⑥ 実証項目・参考項目の設定期間

表 4-9 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	
	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	
	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*2	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：電力量料金単価は、消費税相当額を含んだものである。

*2：（社）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、屋根用高反射率瓦と陶器瓦（一般塗料を塗布したもの）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〕（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 4-10 数値計算による出力リスト

	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	℃	屋根表面	
	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 円/月	建築物全体	
		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 円/年	建築物全体
		暖房負荷低減効果	冬季 1 ヶ月	kWh/月 円/月	建築物全体
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 円/年	建築物全体	

*1：表 4-9 に示す設定期間に対応する名称

(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。屋根用高反射率瓦の場合、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 12 ページ）で測定を行った試験体を、一般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。

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、屋外暴露 4 ヶ月後における反射性能の保持能力を以下に示す式で求めた。

$$R_{\rho(4months)} = \frac{\rho_1}{\rho_0} \times 100 \quad (\%) \dots\dots\dots (3)$$

$$R_V(4months) = \frac{V_1}{V_0} \times 100 \quad (\%) \dots\dots\dots (4)$$

$$R_{\varepsilon(4months)} = \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_0} \times 100 \quad (\%) \dots\dots\dots (5)$$

ここに、 $R_{\rho(4months)}$ 、 $R_V(4months)$ 、 $R_{\varepsilon(4months)}$:

屋外暴露試験 4 ヶ月後における反射性能の保持率 (%)

(以下、反射性能の保持率という)

ρ_1 、 V_1 、 ε_1 : 屋外暴露試験 4 ヶ月後における反射性能値 (%)

ρ_0 、 V_0 、 ε_0 : 屋外暴露試験前の反射性能値 [平均値] (%)

ρ : 日射反射率

V : 明度

ε : 修正放射率

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】

① ホワイト

		屋外暴露 試験前				屋外暴露 試験後				保持率 (%) ^{*4}
		No.1	No.2	No.3	平均	No.1	No.2	No.3	平均	
日射 反射率	近紫外及び 可視光域 ^{*1} (%)	41.9	41.9	41.3	41.7	37.3	35.4	34.1	35.6	85.4
	近赤外域 ^{*2} (%)	46.5	45.9	45.2	45.9	43.4	40.8	39.8	41.3	90.0
	全波長域 ^{*3} (%)	43.9	43.6	43.0	43.5	40.0	37.7	36.6	38.1	87.6
修正放射率 (長波放射率) (—)		0.940	0.940	0.940	0.940	0.940	0.940	0.940	0.940	100.0
明度 (—)		7.1	7.1	7.1	7.1	6.8	6.7	6.5	6.7	94.4

② ベージュ

		屋外暴露 試験前				屋外暴露 試験後				保持率 (%) ^{*4}
		No.1	No.2	No.3	平均	No.1	No.2	No.3	平均	
日射 反射率	近紫外及び 可視光域 ^{*1} (%)	21.1	23.1	22.7	22.3	19.8	21.0	20.3	20.4	91.5
	近赤外域 ^{*2} (%)	37.2	40.1	40.1	39.1	36.1	36.7	36.1	36.3	92.8
	全波長域 ^{*3} (%)	28.1	30.5	30.3	29.6	26.9	27.8	27.2	27.3	92.2
修正放射率 (長波放射率) (—)		0.940	0.940	0.940	0.940	0.940	0.940	0.940	0.940	100.0
明度 (—)		5.1	5.3	5.3	5.2	5.0	5.1	5.0	5.0	96.2

③ シルバー

		屋外暴露 試験前				屋外暴露 試験後				保持率 (%) ^{*4}
		No.1	No.2	No.3	平均	No.1	No.2	No.3	平均	
日射 反射率	近紫外及び 可視光域 ^{*1} (%)	28.3	27.6	27.8	27.9	24.5	24.5	24.8	24.6	88.2
	近赤外域 ^{*2} (%)	40.7	41.6	41.5	41.3	37.1	37.6	37.9	37.5	90.8
	全波長域 ^{*3} (%)	33.7	33.8	33.8	33.8	30.0	30.3	30.5	30.3	89.6
修正放射率 (長波放射率) (—)		0.940	0.940	0.940	0.940	0.940	0.940	0.940	0.940	100.0
明度 (—)		6.0	5.9	5.9	5.9	5.6	5.6	5.6	5.6	94.9

④ オレンジ

		屋外暴露 試験前				屋外暴露 試験後				保持率 (%) ^{*4}
		No.1	No.2	No.3	平均	No.1	No.2	No.3	平均	
日射 反射率	近紫外及び 可視光域 ¹ (%)	23.1	23.4	22.6	23.0	21.0	20.9	20.9	20.9	90.9
	近赤外域 ² (%)	39.8	39.0	39.9	39.6	36.0	36.4	36.6	36.3	91.7
	全波長域 ³ (%)	30.4	30.2	30.1	30.2	27.5	27.6	27.7	27.6	91.4
修正放射率 (長波放射率)		(—)	0.940	0.940	0.940	0.940	0.940	0.940	0.940	100.0
明度		(—)	5.3	5.3	5.2	5.3	5.1	5.1	5.1	96.2

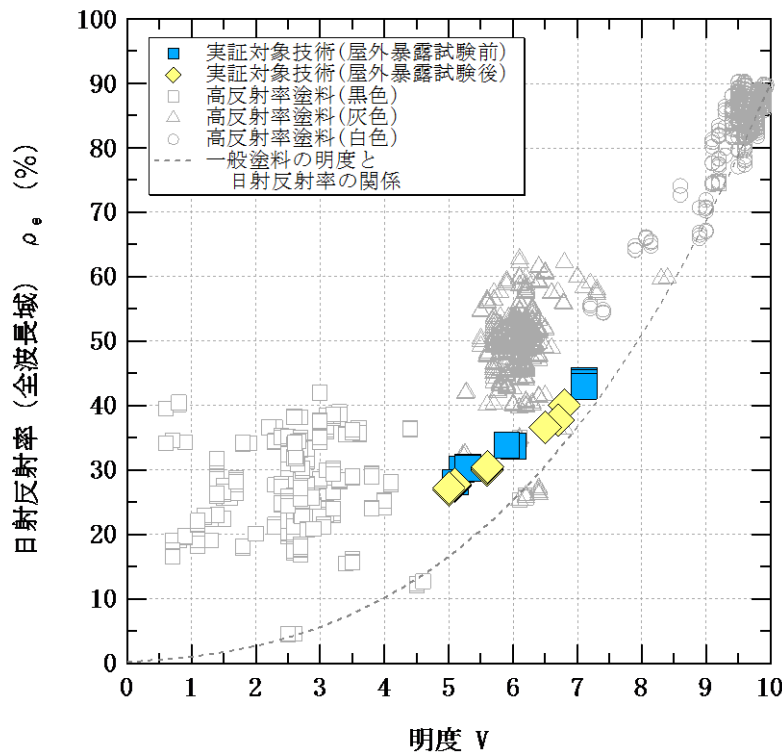
*1：近紫外及び可視光域の波長範囲は、300 nm～780nm である。

*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：反射性能の保持率は、詳細版本編 4.3（詳細版本編 18 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、実証対象技術と平成 20 年度～平成 25 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日射反射率塗料の明度と日射反射率（全波長域）の関係を比較したものである。

※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 28 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) 分光反射率（波長範囲：300nm～2500nm）の特性

① ホワイト

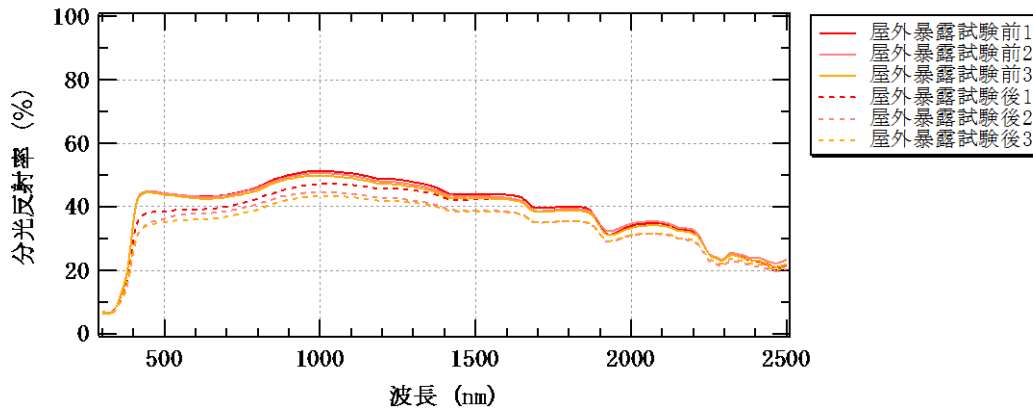


図 5-2 分光反射率測定結果（ホワイト）

② ベージュ

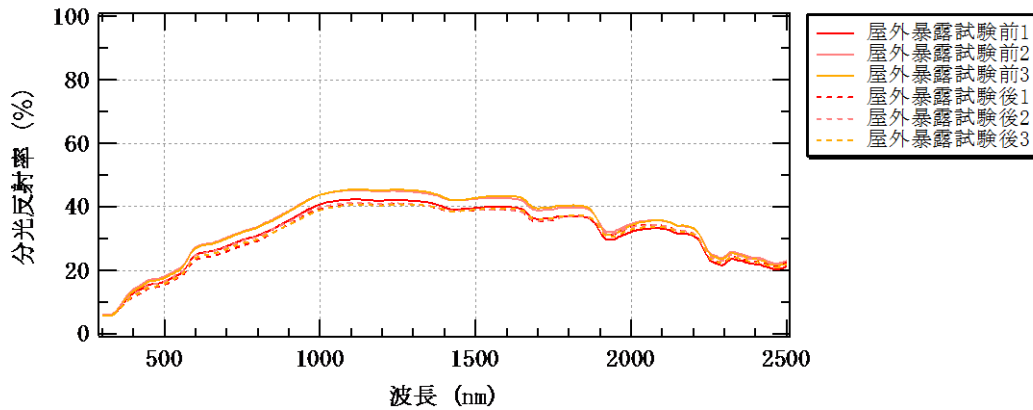


図 5-3 分光反射率測定結果（ベージュ）

③ シルバー

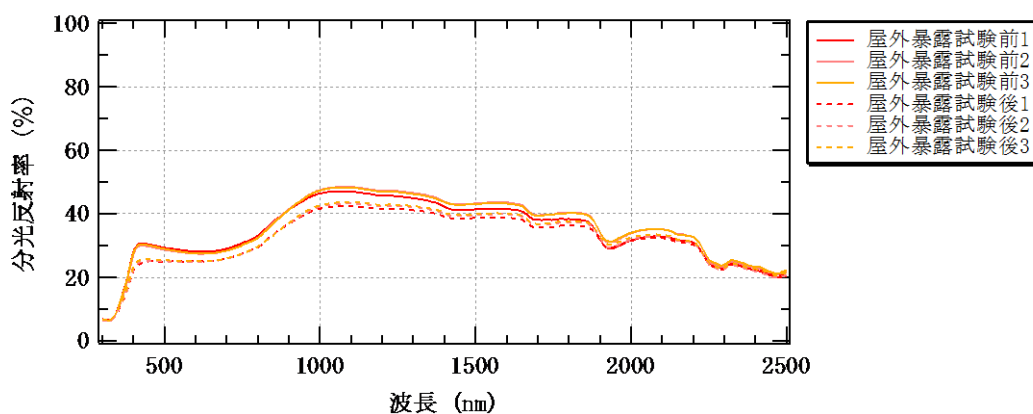


図 5-4 分光反射率測定結果（シルバー）

④ オレンジ

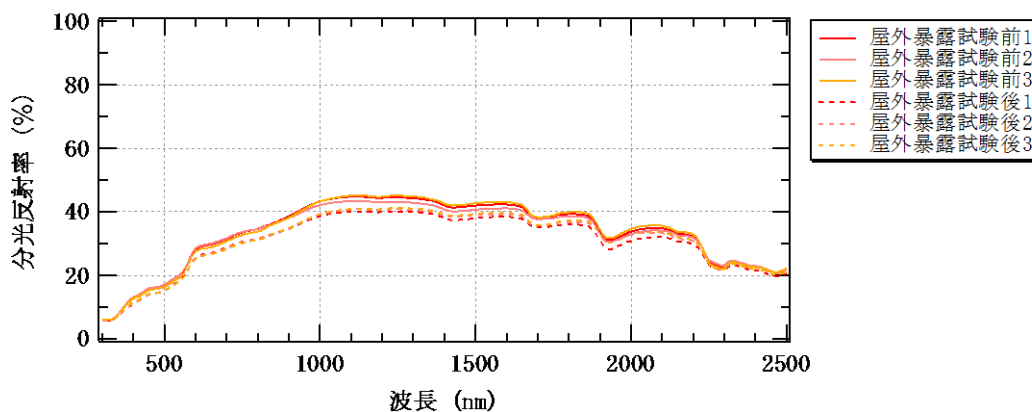


図 5-5 分光反射率測定結果（オレンジ）

5.2 空調負荷低減等性能（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〕
 算出対象区域：室温上昇抑制効果は MB 室（主寝室）
 屋上表面温度低下量及び顕熱量低減効果は屋根（屋上）
 その他の項目は住宅全体
 比較対象：陶器瓦（一般塗料を塗布したもの）

		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)		3.8 °C (58.4°C→ 54.6 °C)	4.0 °C (58.1°C→ 54.1 °C)
室温上昇 抑制効果*1 (夏季 14 時)	自然室温*2	0.2 °C (39.6°C→ 39.4 °C)	0.2 °C (37.0°C→ 36.8 °C)
	体感温度*3	0.2 °C (40.1°C→ 39.9 °C)	0.2 °C (37.6°C→ 37.4 °C)
冷房負荷 低減効果*4 (夏季 1 ヶ月)	熱量	6 kWh/月 (728kWh/月→ 722kWh/月) 0.8 % 低減	7 kWh/月 (908kWh/月→ 901kWh/月) 0.8 % 低減
	電気料金	32 円低減	46 円低減
冷房負荷 低減効果*4 (夏季 6～9 月)	熱量	20 kWh/4 ヶ月 (2,044kWh/4 ヶ月 → 2,024kWh/4 ヶ月) 1.0 % 低減	26 kWh/4 ヶ月 (2,618kWh/4 ヶ月 → 2,592kWh/4 ヶ月) 1.0 % 低減
	電気料金	109 円低減	161 円低減
屋間の対流顕熱量低減効果*5 (夏季 1 ヶ月)		大気への放熱を 17.4 % 低減 (8,376MJ/月→6,921 MJ/月)	大気への放熱を 17.2 % 低減 (10,174MJ/月→8,420 MJ/月)
屋間の対流顕熱量低減効果*5 (夏季 6～9 月)		大気への放熱を 17.5 % 低減 (30,607MJ/4 ヶ月 → 25,242MJ/4 ヶ月)	大気への放熱を 17.4 % 低減 (35,356MJ/4 ヶ月 → 29,210MJ/4 ヶ月)
夜間の対流顕熱量低減効果*5 (夏季 1 ヶ月)		大気への放熱を 12.6 % 低減 (-668MJ/月→ -752 MJ/月)	大気への放熱を 16.9 % 低減 (-646MJ/月→ -755 MJ/月)
夜間の対流顕熱量低減効果*5 (夏季 6～9 月)		大気への放熱を 13.5 % 低減 (-2,382MJ/4 ヶ月 → -2,704MJ/4 ヶ月)	大気への放熱を 17.4 % 低減 (-2,452MJ/4 ヶ月 → -2,878MJ/4 ヶ月)

*1：8月の平日で直達日射量の合計が最も多い日（東京：8月10日，大阪：8月18日）の14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：壁などの室内表面温度を考慮した温度（空気温度と壁などの室内表面温度との平均）

*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稼働した
場合の冷房負荷低減効果

*5：対流顕熱量は、正の値が屋根表面から大気への放熱量を表し、負の値が大気から屋根表面への吸熱量を表す。

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、同一明度の陶器瓦（一般塗料を塗布したもの）を用いた。陶器瓦の日射反射率は、
詳細版本編 4.2.2.(3)に示す推定式（詳細版本編 18 ページ参照）により算出した。

② 仕様 2：断熱材なし

〔 算出対象区域：室温上昇抑制効果は MB 室（主寝室）
屋上表面温度低下量及び顕熱量低減効果は屋根（屋上）
その他の項目は住宅全体 〕
比較対象：陶器瓦（一般塗料を塗布したもの）

		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)		3.8 °C (58.1°C→ 54.3 °C)	4.0 °C (57.8°C→ 53.8 °C)
室温上昇 抑制効果*1 (夏季 14 時)	自然室温*2	0.7 °C (40.9°C→ 40.2 °C)	0.6 °C (38.0°C→ 37.4 °C)
	体感温度*3	0.7 °C (41.4°C→ 40.7 °C)	0.6 °C (38.6°C→ 38.0 °C)
冷房負荷 低減効果*4 (夏季 1 ヶ月)	熱量	14 kWh/月 (730kWh/月→ 716kWh/月) 1.9 % 低減	18 kWh/月 (924kWh/月→ 906kWh/月) 1.9 % 低減
	電気料金	78 円低減	111 円低減
冷房負荷 低減効果*4 (夏季 6～9 月)	熱量	46 kWh/4 ヶ月 (2,040kWh/4 ヶ月 → 1,994kWh/4 ヶ月) 2.3 % 低減	61 kWh/4 ヶ月 (2,643kWh/4 ヶ月 → 2,582kWh/4 ヶ月) 2.3 % 低減
	電気料金	257 円低減	380 円低減
昼間の対流顕熱量低減効果*5 (夏季 1 ヶ月)		大気への放熱を 17.1 % 低減 (8,327MJ/月→6,904 MJ/月)	大気への放熱を 17.1 % 低減 (10,101MJ/月→8,376 MJ/月)
昼間の対流顕熱量低減効果*5 (夏季 6～9 月)		大気への放熱を 17.3 % 低減 (30,430MJ/4 ヶ月 → 25,168MJ/4 ヶ月)	大気への放熱を 17.2 % 低減 (35,121MJ/4 ヶ月 → 29,075MJ/4 ヶ月)
夜間の対流顕熱量低減効果*5 (夏季 1 ヶ月)		大気への放熱を 18.1 % 低減 (-507MJ/月→ -599 MJ/月)	大気への放熱を 22.4 % 低減 (-477MJ/月→ -584 MJ/月)
夜間の対流顕熱量低減効果*5 (夏季 6～9 月)		大気への放熱を 18.6 % 低減 (-1,801MJ/4 ヶ月 → -2,136MJ/4 ヶ月)	大気への放熱を 22.5 % 低減 (-1,844MJ/4 ヶ月 → -2,258MJ/4 ヶ月)

*1：8月の平日で直達日射量の合計が最も多い日（東京：8月10日，大阪：8月18日）の14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：壁などの室内表面温度を考慮した温度（空気温度と壁などの室内表面温度との平均）

*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

*5：対流顕熱量は、正の値が屋根表面から大気への放熱量を表し、負の値が大気から屋根表面への吸熱量を表す。

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、同一明度の陶器瓦（一般塗料を塗布したもの）を用いた。陶器瓦の日射反射率は、詳細版本編 4.2.2.(3)に示す推定式（詳細版本編 18 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】

【算出対象区域：住宅全体】

比較対象：陶器瓦（一般塗料を塗布したもの）

		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	28 kWh/年 (2,544kWh/年→ 2,516kWh/年) 1.1 % 低減	33 kWh/年 (3,078kWh/年→ 3,045kWh/年) 1.1 % 低減
	電気料金	153 円削減	211 円削減
暖房負荷 低減効果*2 (冬季1ヶ月)	熱量	-4 kWh/月 (536kWh/月→ 540kWh/月) -0.7 % 低減	-3 kWh/月 (695kWh/月→ 698kWh/月) -0.4 % 低減
	電気料金	-21 円削減	-20 円削減
暖房負荷 低減効果*2 (冬季11~4月)	熱量	-20 kWh/6ヶ月 (2,531kWh/6ヶ月 → 2,551kWh/6ヶ月) -0.8 % 低減	-19 kWh/6ヶ月 (2,703kWh/6ヶ月 → 2,722kWh/6ヶ月) -0.7 % 低減
	電気料金	-100 円削減	-108 円削減
冷暖房負荷 低減効果*3 (期間空調)	熱量	0 kWh/年 (4,575kWh/年→ 4,575kWh/年) 0.0 % 低減	6 kWh/年 (5,320kWh/年→ 5,314kWh/年) 0.1 % 低減
	電気料金	9 円削減	53 円削減

*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、同一明度の陶器瓦（一般塗料を塗布したもの）を用いた。陶器瓦の日射反射率は、詳細版本編 4.2.2.(3)に示す推定式（詳細版本編 18 ページ参照）により算出した。

② 仕様 2：断熱材なし

【算出対象区域：住宅全体】

比較対象：陶器瓦（一般塗料を塗布したもの）

		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	63 kWh/年 (2,510kWh/年→ 2,447kWh/年) 2.5 % 低減	79 kWh/年 (3,084kWh/年→ 3,005kWh/年) 2.6 % 低減
	電気料金	352 円削減	493 円削減
暖房負荷 低減効果*2 (冬季1ヶ月)	熱量	-10 kWh/月 (661kWh/月→ 671kWh/月) -1.5 % 低減	-9 kWh/月 (811kWh/月→ 820kWh/月) -1.1 % 低減
	電気料金	-51 円削減	-50 円削減
暖房負荷 低減効果*2 (冬季 11～4 月)	熱量	-48 kWh/6 ヶ月 (3,138kWh/6 ヶ月 → 3,186kWh/6 ヶ月) -1.5 % 低減	-47 kWh/6 ヶ月 (3,269kWh/6 ヶ月 → 3,316kWh/6 ヶ月) -1.4 % 低減
	電気料金	-245 円削減	-267 円削減
冷暖房負荷 低減効果*3 (期間空調)	熱量	-3 kWh/年 (5,178kWh/年→ 5,181kWh/年) -0.1 % 低減	14 kWh/年 (5,912kWh/年→ 5,898kWh/年) 0.2 % 低減
	電気料金	12 円削減	113 円削減

*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、同一明度の陶器瓦（一般塗料を塗布したもの）を用いた。陶器瓦の日射反射率は、詳細版本編 4.2.2.(3)に示す推定式（詳細版本編 18 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 : 東京；8 月 10 日の 14 時，大阪；8 月 18 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
 - ・ 冬季 11～4 月 : 11 月 1 日～4 月 30 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
- ④ 冷房・暖房負荷低減効果の熱量の欄には、実証対象技術の使用前後の熱負荷の差および使用前後の熱負荷の総和をそれぞれ示している（使用前→使用后）。
- ⑤ 電気料金について、本計算では屋根用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 29 ページ【電気料金算出に関する考え方】に示す）。

*1：設定温度よりも室温が高い場合に冷房運転を行い、設定温度よりも室温が低い場合に暖房運転を行う。

【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 20 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、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、屋根用高反射率瓦の実証項目の一つである数値計算は、明度が最小の色で行っている。ただし、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 18 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。屋根用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、基本料金等は屋根用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. 電気供給約款, 平成28年1月1日実施,
<http://www.tepco.co.jp/e-rates/custom/shiryou/yakkan/pdf/280101kyouku000-j.pdf>
(参照 2016-04-19)
関西電力. 電気供給約款 [関西電力]. 平成28年2月1日実施,
<https://kepc.jp/ryokin/contract/pdf/clauses/h2802.pdf>
- (参照 2016-06-06)

○ 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、(財) 建材試験センター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、一般財団法人建材試験センター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/IEC 17025:2005) 「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、一般財団法人建材試験センター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。

- ・ 空調負荷低減等性能のデータ
- ・ 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) 空調負荷低減等性能のデータ

- ・ 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、一般財団法人建材試験センター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一般財団法人建材試験センター中央試験所長を内部監査員として任命し実施した。

4. 用語の定義

- 日射反射率
日射（波長範囲：300nm～2500nm）の反射の放射束と入射の放射束の比。
- 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。
- 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
- 自然室温
冷暖房を行わないときの室温
- 体感温度
壁などの室内表面温度を考慮した温度（空気温度と壁などの室内表面温度との平均）

○ 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 [陶器瓦 (外表面の日射反射率が一般塗料相当のもの) / 屋根用高反射率瓦] (12mm)
	⇕	半密閉空気層
		合板 (12mm)
		空気層 [屋根裏空間]
		断熱材*1
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）

*1：対象建築物モデルの屋根断熱材は、次に示す2つの仕様とした。それぞれの仕様で数値計算を実施した。

- ・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

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）