

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

【留意事項】この実証対象技術は、RC造建築物の屋上用塗料です。

実証対象技術／ 実証申請者	ミラクール・U600／ 株式会社ミラクール
実証機関	一般財団法人日本塗料検査協会
実証試験期間	平成23年9月12日～平成24年2月13日

1. 実証対象技術の概要

RC造建築物の屋根（屋上）に日射反射率の高い塗料を塗布する技術
※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・屋上用高反射率塗料の熱・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築物の屋根（屋上）に屋根・屋上用高反射率塗料を塗布した場合の効果（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、実証対象技術の灰色の測定結果を用いて行った。なお、数値計算の基準は、灰色（N6）の一般塗料とした。ただし、実証対象技術の灰色の明度Vが6.0±0.2の範囲内にはないものは、同じ明度の一般塗料を基準とした。一般塗料の日射反射率は、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

- 1) オフィス（RC造）の屋上（対象床面積：826.56m²）
- 2) オフィス（RC造）の最上階事務室全体
（対象床面積：605.16m²、窓面積：112.32m²、階高3.6m）

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。

対象建築物の詳細は、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（1981年～1995年）（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			
オフィス	28.0	20.0	平日 7～21 時	3.55	3.90

(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)	
			夏季	その他季
東京	オフィス	業務用電力	13.75	12.65
大阪		高压電力 AS	12.08	11.06

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（9月～1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。

※屋外暴露試験の結果は、暴露試験の実施場所により異なる。暴露地の違いによる結果の差異を検討するため、一般財団法人日本塗料検査協会の敷地内（神奈川県藤沢市）で屋外暴露試験を同時に実施した。参考として試験結果を示す（別添試験データ：32ページ参照）。

3. 実証試験結果

3.1 空調負荷低減等性能及び環境負荷・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】

		黒色		灰色		白色	
		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	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 (%)	—	—	39.3	39.7	86.7	83.4
	近赤外域*3 (%)	—	—	84.4	82.2	85.5	83.5
	全波長域*4 (%)	—	—	58.6	57.9	86.1	83.4
明度 (—)		—	—	6.2	6.1	9.8	9.6
修正放射率(長波放射率) (—)		—	—	0.76	0.87	0.74	0.87

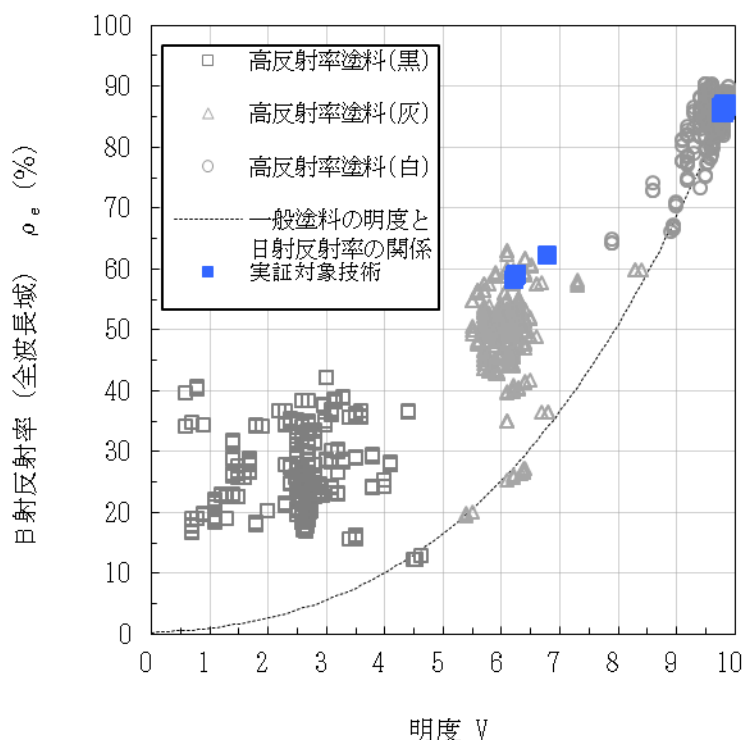
*1：結果は、試験結果（試験体数量 n=3）の平均値である。

*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～平成 23 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 27 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 灰色

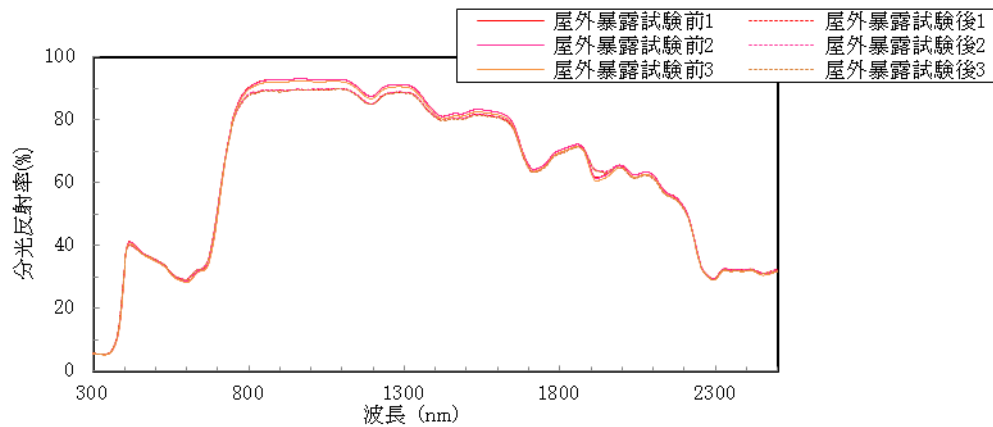


図-2 分光反射率測定結果（灰色）

② 白色

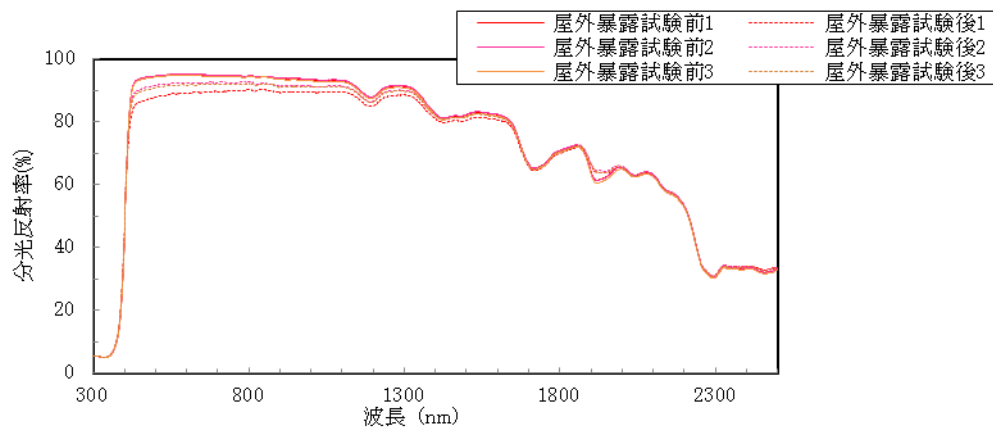


図-3 分光反射率測定結果（白色）

- ※ 屋外暴露試験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、施工時のばらつきを考慮し、 $n=3$ (n : 試験体数量) として測定した。屋外暴露試験による性能劣化を把握するため、試験終了後に測定を行った。
- ※ 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。

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

〔 算出対象区域：室温上昇抑制効果及び冷房負荷低減効果は、最上階事務室全体
屋上表面温度低下量及び顕熱量低減効果は、屋上 〕

比較対象：一般塗料

		東京都	大阪府
		オフィス	
屋根(屋上)表面温度低下量 (夏季 14 時)* ¹		9.7 °C (51.3°C→ 41.6 °C)	10.1 °C (54.5°C→ 44.4 °C)
室温上昇 抑制効果* ¹ (夏季 14 時)	自然室温* ²	0.3 °C (34.4°C→ 34.1 °C)	0.3 °C (34.3°C→ 34.0 °C)
	体感温度* ³	0.6 °C (34.3°C→ 33.7 °C)	0.7 °C (34.1°C→ 33.4 °C)
冷房負荷 低減効果* ⁴ (夏季 1 ヶ月)	熱量	298 kWh/月 (7,116kWh/月 → 6,818kWh/月)	323 kWh/月 (8,406kWh/月 → 8,083kWh/月)
	電気料金	4.2 % 低減 1,154 円低減	3.8 % 低減 1,099 円低減
冷房負荷 低減効果* ⁴ (夏季 6~9 月)	熱量	782 kWh/4 ヶ月 (16,344kWh/4 ヶ月 → 15,562kWh/4 ヶ月)	943 kWh/4 ヶ月 (18,933kWh/4 ヶ月 → 17,990kWh/4 ヶ月)
	電気料金	4.8 % 低減 2,975 円低減	5.0 % 低減 3,159 円低減
屋間の対流顕熱量低減効果 (夏季 1 ヶ月)		大気への放熱を 33.6 % 低減 (55,513MJ/月 → 36,854MJ/月)	大気への放熱を 42.9 % 低減 (47,004MJ/月 → 26,828MJ/月)
屋間の対流顕熱量低減効果 (夏季 6~9 月)		大気への放熱を 38.6 % 低減 (167,217MJ/4 ヶ月 → 102,634MJ/4 ヶ月)	大気への放熱を 48.9 % 低減 (150,842MJ/4 ヶ月 → 77,087MJ/4 ヶ月)
夜間の対流顕熱量低減効果 (夏季 1 ヶ月)		大気への放熱を 17.3 % 低減 (106,337MJ/月→ 87,944 MJ/月)	大気への放熱を 16.9 % 低減 (116,841MJ/月→ 97,043 MJ/月)
夜間の対流顕熱量低減効果 (夏季 6~9 月)		大気への放熱を 17.1 % 低減 (370,500MJ/4 ヶ月 → 307,256MJ/4 ヶ月)	大気への放熱を 17.6 % 低減 (415,758MJ/4 ヶ月 → 342,674MJ/4 ヶ月)

*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 (空気温度と MRT の重み付き平均)

*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

注) 数値計算は、モデル的なオフィスを想定し、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。なお、数値計算の基準は、灰色 (N6) の一般塗料とした。ただし、実証対象技術の灰色の明度 V が 6.0±0.2 の範囲内にはないものは、同じ明度の一般塗料を基準とした。一般塗料の日射反射率は、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

【算出対象区域：最上階事務室全体】

比較対象：一般塗料

		東京都	大阪府
		オフィス	
冷房負荷 低減効果*1 (年間空調)	熱量	897 kWh/年 (17,044kWh/年 → 16,147kWh/年)	1,091 kWh/年 (19,738kWh/年 → 18,647kWh/年)
		5.3 % 低減	5.5 % 低減
	電気料金	3,385 円低減	3,622 円低減
暖房負荷 低減効果*2 (冬季1ヶ月)	熱量	-156 kWh/月 (7,363kWh/月 → 7,519kWh/月)	-146 kWh/月 (8,582kWh/月 → 8,728kWh/月)
		-2.1 % 低減	-1.7 % 低減
	電気料金	-506 円低減	-414 円低減
暖房負荷 低減効果*2 (冬季 11~4 月)	熱量	-706 kWh/6 ヶ月 (32,156kWh/6 ヶ月 → 32,862kWh/6 ヶ月)	-671 kWh/6 ヶ月 (33,506kWh/6 ヶ月 → 34,177kWh/6 ヶ月)
		-2.2 % 低減	-2.0 % 低減
	電気料金	-2,291 円低減	-1,903 円低減
冷暖房負荷 低減効果*3 (期間空調)	熱量	76 kWh/年 (48,500kWh/年 → 48,424kWh/年)	272 kWh/年 (52,439kWh/年 → 52,167kWh/年)
		0.2 % 低減	0.5 % 低減
	電気料金	684 円低減	1,256 円低減

*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、モデル的なオフィスを想定し、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。なお、数値計算の基準は、灰色 (N6) の一般塗料とした。ただし、実証対象技術の灰色の明度 V が 6.0 ± 0.2 の範囲内にはないものは、同じ明度の一般塗料を基準とした。一般塗料の日射反射率は、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、モデル的なオフィスを想定し、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 日～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・屋上用高反射率塗料の塗布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 28 ページ【電気料金算出に関する考え方】に示す)。

3.2 環境負荷・維持管理等性能【参考項目】

【付着性試験】*1*2 (平均値)

	屋外暴露試験前	屋外暴露試験後
付着強さ(N/mm ²)	0.7	0.7

*1: 結果は、試験結果 (試験体数量 n=3) の平均値である。

*2: 破壊状況は、詳細版本編 5.2 に詳細を示す (詳細版本編 26 ページ参照)。

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）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		株式会社ミラクール	
技術開発企業名		株式会社ミラクール	
実証対象製品・名称		ミラクール	
実証対象製品・型番		U600	
連絡先	TEL	03-3249-0272	
	FAX	03-3249-0270	
	Web アドレス	http://www.miracool.jp	
	E-mail	tateshi.asaoka@miracool.jp	
技術の特徴		日射による塗膜の温度上昇を抑えるために、太陽エネルギーの波長毎に選択的に下記の反射特性を持たせている。 紫外線：低反射率 可視光線：望む色調を出せる反射率 近赤外線：高反射率 上記の特性を持たせるために、塗料中に近赤外線反射顔料及び中空セラミックバルーンを好適に配合している。	
設置条件	対応する建築物・部位など	主に陸屋根のコンクリート等のトップコートとして使用。	
	施工上の留意点	外気温度が 5℃以上の範囲で施工することなど、一般的な塗料の施工方法と同一。	
	その他設置場所等の制約条件	旧塗膜がある場合等は、事前に密着テストを行う。	
メンテナンスの必要性 耐候性・製品寿命など		耐候性は 8 年以上。基本的にメンテナンスフリーだが、屋上面はフラットな場合が多い為、汚れが溜まる箇所については洗浄をお勧めしている。	
コスト概算		設計施工価格(材工共)	1m ² あたり
		素地調整	800 円 1m ² あたり
		材料	1,700 円 1m ² あたり
		工賃(2回)塗り)	2,100 円 1m ² あたり
		合 計	4,600 円 1m ² あたり

(2) その他メーカーからの情報（参考情報）

--