



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	ミラクール SW200／ ミラクール販売株式会社
実証機関	財団法人日本塗料検査協会
実証試験期間	平成21年9月16日～平成22年2月15日

## 1. 実証対象技術の概要

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。

## 2. 実証試験の概要

### 2.1 空調負荷低減性能

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、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  $6.0 \pm 0.2$  の範囲内がないものは、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 19 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

工場〔床面積：1000m<sup>2</sup>、最高高さ：13.0m、構造：S 造（鉄骨造）〕

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。

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 14 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			
工場	28.0	18.0	平日 8～17 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	工場	高圧電力 A	13.59	12.51
大阪		高圧電力 BS	12.59	11.53

### 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 空調負荷低減性能及び環境負荷・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】

		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 <sup>2</sup> (%)	9.9	10.0	43.3	42.4	87.6	79.7
	近赤外域 <sup>3</sup> (%)	67.6	64.3	76.5	72.5	86.5	82.4
	全波長域 <sup>4</sup> (%)	34.6	33.3	57.5	55.3	87.1	80.9
明度	(—)	2.7	2.8	6.6	6.6	9.8	9.4
修正放射率(長波放射率)	(—)	0.93	0.93	0.93	0.92	0.89	0.87

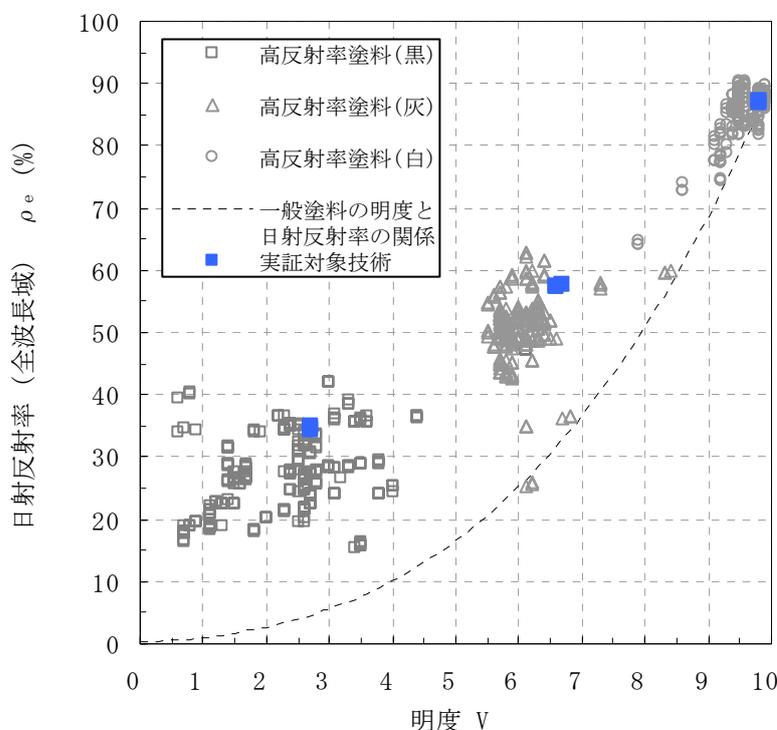
\*1：屋外暴露試験前の結果は、試験結果（試験体数量=3）の平均値である。測定した試験体のうち、日射反射率（全波長域）が2番目に大きいものを屋外暴露試験に供した。その試験による性能劣化を把握するため、屋外暴露試験後に測定を行った。

\*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塗料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 黒色

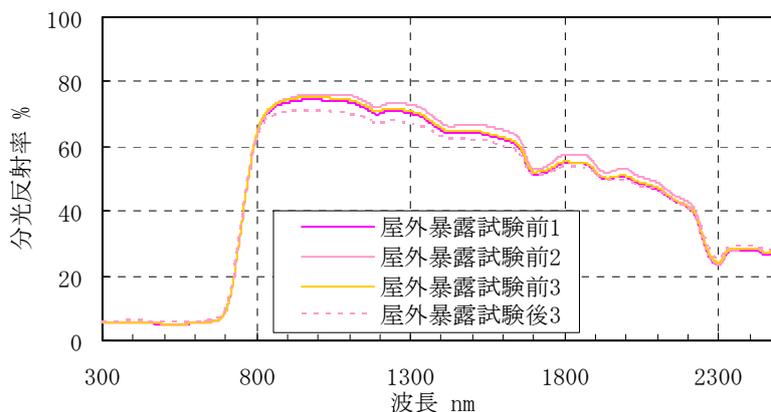


図-2 分光反射率測定結果 (黒色)

② 灰色

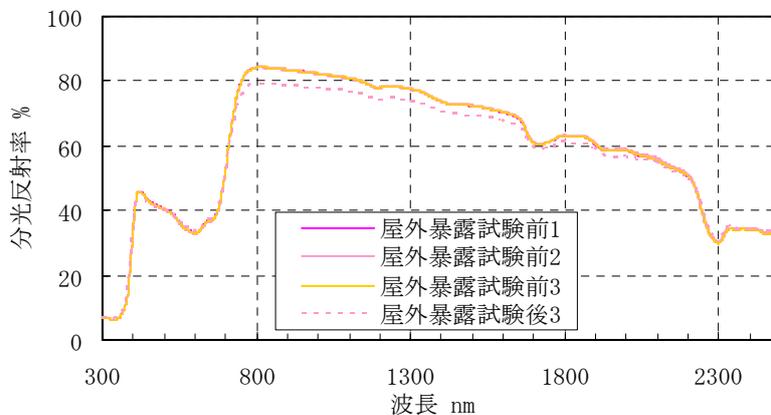


図-3 分光反射率測定結果 (灰色)

③ 白色

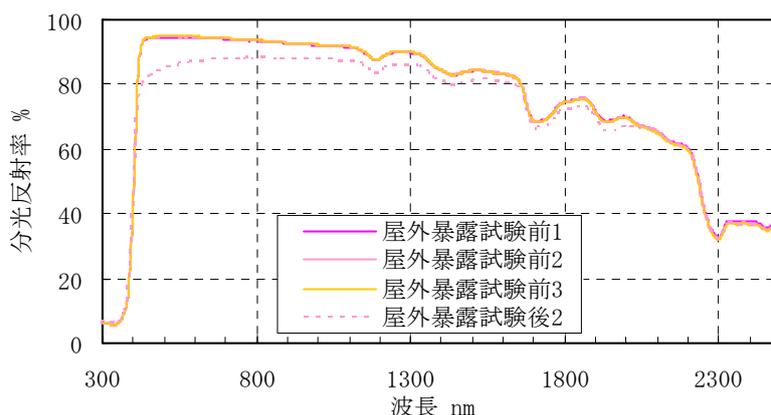


図-4 分光反射率測定結果 (白色)

※ 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

		東京都	大阪府
		工場	
屋根(屋上)表面温度低下量 (夏季 14 時)*1		7.3 °C ( 53.2°C→ 45.9 °C)	6.9 °C ( 54.5°C→ 47.6 °C)
室温上昇 抑制効果*1 (夏季 14 時)	自然室温*2 (冷房無し)	1.8 °C ( 44.9°C→ 43.1 °C)	1.6 °C ( 46.4°C→ 44.8 °C)
	体感温度*3 (作用温度)	1.8 °C ( 44.8°C→ 43.0 °C)	1.8 °C ( 46.3°C→ 44.5 °C)
冷房負荷 低減効果*4 (夏季 1 ヶ月)	熱量	915 kWh/月 (一般塗料 34,661 kWh/月) 2.6 % 低減	1,103 kWh/月 (一般塗料 40,634 kWh/月) 2.7 % 低減
	電気料金	3,503 円/月	3,912 円/月
冷房負荷 低減効果*4 (夏季 6~9 月)	熱量	2,940 kWh/4 ヶ月 (一般塗料 88,612 kWh/4 ヶ月) 3.3 % 低減	3,560 kWh/4 ヶ月 (一般塗料 104,646 kWh/4 ヶ月) 3.4 % 低減
	電気料金	11,052 円/4 ヶ月	12,376 円/4 ヶ月
屋間の対流顕熱量低減効果 (夏季 1 ヶ月)	大気への放熱を	38.3 % 低減 ( 288,003MJ→ 177,780 MJ)	大気への放熱を 38.1 % 低減 ( 351,773MJ→ 217,588 MJ)
屋間の対流顕熱量低減効果 (夏季 6~9 月)	大気への放熱を	38.3 % 低減 (1,038,420MJ→ 640,938 MJ)	大気への放熱を 38.2 % 低減 (1,222,073MJ → 754,988 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	81.2 % 低減 ( 2,210MJ→ 415 MJ)	大気への放熱を 57.4 % 低減 ( 5,104MJ→ 2,176 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	94.1 % 低減 ( 7,601MJ→ 448 MJ)	大気への放熱を 61.2 % 低減 ( 19,848MJ→ 7,692 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、モデル的な工場を想定し、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 の範囲内でないものは、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 19 ページ参照) により算出した。

(2) 参考項目の計算結果

		東京都	大阪府
		工場	
冷房負荷 低減効果*1 (年間空調)	熱量	4,004 kWh/年 (一般塗料 94,065 kWh/年) 4.3 % 低減	5,016 kWh/年 (一般塗料 117,173 kWh/年) 4.3 % 低減
	電気料金	14,802 円/年	17,105 円/年
暖房負荷 低減効果*2 (冬季1ヶ月)	熱量	-1,204 kWh/月 (一般塗料 11,194 kWh/月) -10.8 % 低減	-522 kWh/月 (一般塗料 14,618 kWh/月) -3.6 % 低減
	電気料金	-3,862 円/月	-1,543 円/月
暖房負荷 低減効果*2 (冬季 11~4 月)	熱量	-2,919 kWh/6ヶ月 (一般塗料 40,536 kWh/6ヶ月) -7.2 % 低減	-1,698 kWh/6ヶ月 (一般塗料 46,669 kWh/6ヶ月) -3.6 % 低減
	電気料金	-9,363 円/6ヶ月	-5,020 円/6ヶ月
冷暖房負荷 低減効果*3 (期間空調)	熱量	21 kWh/年 (一般塗料 129,148 kWh/年) 0.0 % 低減	1,862 kWh/年 (一般塗料 151,315 kWh/年) 1.2 % 低減
	電気料金	1,689 円/年	7,356 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、モデル的な工場を想定し、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19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、モデル的な工場を想定し、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「一般塗料 ○○kWh/△△」とは、一般塗料を塗布した状態において、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。

3.2 環境負荷・維持管理等性能【参考項目】

【付着性試験】

	屋外暴露試験前	屋外暴露試験後
付着強さ(N/mm <sup>2</sup> )	0.7	0.6

\*1: 結果は、試験結果 (試験体数量=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		ミラクール販売株式会社		
技術開発企業名		ミラクール販売株式会社		
実証対象製品・名称		ミラクール		
実証対象製品・型番		SW200		
連絡先	TEL	03-3249-0272		
	FAX	03-3249-0270		
	Web アドレス	http://www.miracool.jp		
	E-mail	noriyuki.fukae@miracool.jp		
ヒートアイランド対策技術の原理		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。		
技術の特徴		溶剤タイプの塗料は 10 年以上の施工実績があるが、新たに水系タイプの塗料を市場の要請に従って開発したもの。 アクリルシリコンエマルジョンで、耐汚染性に優れている。		
設置場所	対応する建築物・窓など	最適なプライマーとの組み合わせによって、鋼板、コンクリート、モルタル、スレートなどの建築物の屋根および外壁に適応。		
	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、一般的な水系塗料の施工方法と同一。		
	その他設置場所等の制約条件	旧塗膜が瀝青質塗料の場合には不適合。		
メンテナンスの必要性 耐候性・製品寿命など		周辺の環境によるが、5 年以上の耐久性がある。		
コスト概算		設計施工価格(材工共)		
		SⅡプライマー	700 円	1m <sup>2</sup> あたり
		ミラクール SW200	750 円	1m <sup>2</sup> あたり
		工事費(一式)	2,950 円	1m <sup>2</sup> あたり
		合 計	4,400 円	1m <sup>2</sup> あたり
		備考: 鋼板屋根の場合の設計価格[色はクールホワイト(白色)]		

##### (2) その他メーカーからの情報（参考情報）

--