

環境配慮型路面遮熱塗料

「ヒルム A」

“HIRM・A”, a Environment-conscious Thermal Barrier Coating (Designed) for Road Surfaces



関西ペイント販売(株)
建設塗料本部
建築技術部
大森弘勝
Hirokatsu
Omori



関西ペイント販売(株)
建設塗料本部
建築技術部
橋本 進
Susumu
Hashimoto



関西ペイント販売(株)
建設塗料本部
建築技術部
安部繁行
Shigeyuki
Abe



関西ペイント販売(株)
建設塗料本部
建築技術部
八木沢敬良
Takayoshi
Yagisawa

1. はじめに

近年、地球温暖化の原因の1つである「ヒートアイランド現象」が大きな社会問題となっており、この要因としては、市街化の進行などにより都市部を冷却していた緑地や水面、農地が減少していること、住宅やオフィス・工場で使用されるエネルギーからの人工排熱の増大、都市形態の変化による弱風化などが挙げられる。

都市部の気温は夏季になるとアスファルト舗装と、ビルの輻射熱、さらにビルの冷房排気熱、クルマの排気熱などによって自然環境が多い地域よりも著しく上昇し、その温度変化の等温線を描くと都市部が島の形に似ていることから「ヒートアイランド現象」と呼称されるようになった。気象庁のデータからも東京の平均気温は、過去100年で約3℃上昇し、中小規模の都市では平均上昇気温が約1℃とのデータからも都市部の気温上昇は深刻化している状況である(図1)。

気温上昇の抑制対策として、都市形態を昔に戻すことは不可能である。東京都のクールルーフ推進事業に代表されるように、大都市の自治体では、自然環境の確保、風の道への配慮、建物敷地・道路・建築物に高(熱・赤外線)反射塗料の被覆を推進している。また、「ヒートアイランド現象」を発生させる1つであるアスファルトの輻射熱は、人に対しても大きな影響(脱水症状や熱中症)を与える。例えばこの輻射熱がベビーカー内の温度を上昇させ、親の気付かないうちに乳児が高温にさらされている危険性が昨年¹⁾で指摘された。兵庫県立生活科学研究所によれば、実際の外気温30.9℃の時、子供の顔(高さ65cm)は日よけで直射日光を避けていても36.4℃まで上昇し、親(高さ140cm)より3.5℃アップしたという調査結果が得られ、アスファルトやコンクリートを主体とした市街地では路面の温度が上昇し難いように舗道の見直しと整備が必要と謳っている。

このように、地球環境の保護及び人体の保護も考慮してアスファルトやコンクリートから発生する輻射熱を被覆することで温度上昇を軽減させることを目的に開発したのが、ヒートアイランド対応水性路面用遮熱塗料「ヒルムA」である。「ヒルムA」の商品名の由来はヒートアイランド低減材料(Heat Island Reduce Materials)の頭文字からHIRM(ヒルム)と名付けた。

本稿では「ヒルムA」の遮熱のメカニズムと遮熱効果や塗装実績について紹介する。

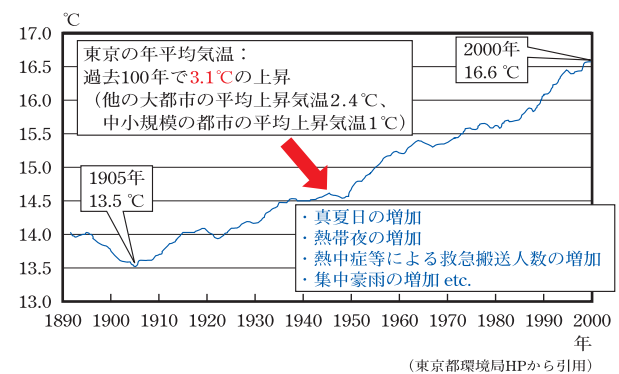


図1 東京の年平均気温の変化(過去100年)

2. 開発経過と特徴

2.1 遮熱塗料システムの考え方

物質からの熱の伝わり方は3つあり、①熱放射(熱輻射)、②熱対流、③熱伝導とされている。断熱塗料が熱伝導を抑制することで一年を通じ外気温の影響を受け難くする塗料であるのに対し、遮熱塗料は太陽光(赤外線)を効率良く反射させることで物質の温度上昇そのものを抑えることにより、熱放射(熱輻射)を抑制する機能を有する塗料である。従って夏季の熱負荷抑制には特に有効となる。

弊社では「ヒルムA」の開発に先駆けて、夏季の建物の室内温度上昇を抑制しエアコンのエネルギー消費量の低減を目的とした下記に示す各工法について展開を図ってきた。

①「ドリームコート屋根断熱工法」は中塗り材に熱伝導率が極めて低い「ドリームコート」²⁾をエアレスプレーで塗装し、上塗りとして赤外線を吸収してしまうカーボンブラックを無含有とした「コスモシリコン」の組み合わせにより遮熱と断熱の両機能を有する塗装システムである。

②「アレス屋根遮熱システム」³⁾は、汎用性の高い施工方法である刷毛・ローラー作業で塗装でき、赤外線領域を高反射させるチタン白を配合した「アレスクールプライマー」と

カーボンブラックの削除や特殊黒系顔料を使用した「スーパーシリコンルーフ」の組み合わせにより、上塗り塗膜で透過した太陽光を下塗り塗膜で反射させ遮熱効果を高めた塗装システムである。

このように、住宅環境を快適にしエネルギー消費量の低減に視点を向け遮熱・断熱塗料を開発してきたが、本報の「ヒルムA」は都市部の約20%を占めるアスファルトやコンクリートなどの路面に塗装することで、特に夏季における輻射熱を軽減させることを目的に開発した塗料である(図2)。なお、独立行政法人 建築研究所を中心とした遮熱塗料研究会によると、遮熱塗料の定義は「地球温暖化対策を施した塗料」であり、太陽熱高反射塗料の定義「熱に関与する赤外線領域を反射するタイプの塗料」と区別されているが、弊社では同義語ととらえ「ヒルムA」を遮熱塗料として位置付け開発した。

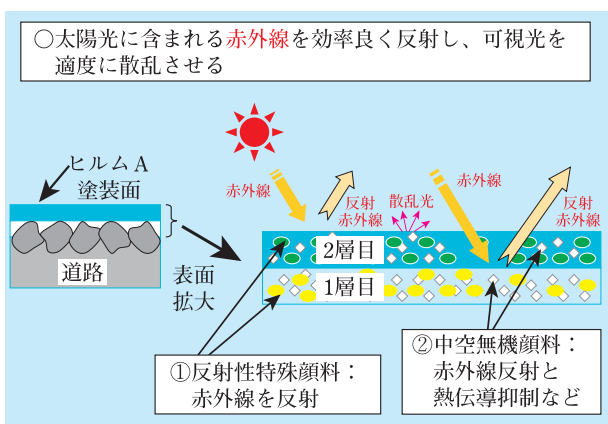


図2 「ヒルムA」の温度上昇抑制メカニズム

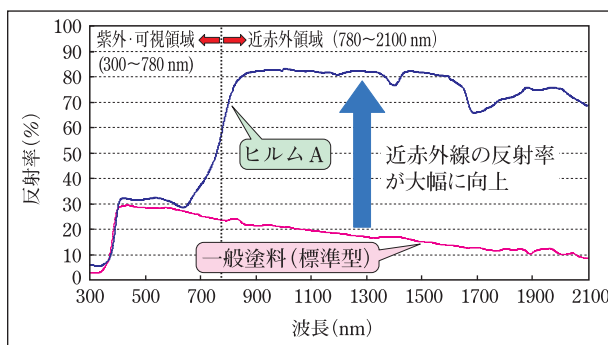
2.2 「ヒルムA」の特長

- ① 熱放射(輻射熱)の抑制：太陽光の反射率が高い特殊顔料を用いていることで、赤外線を反射させ、アスファルトやコンクリートなどの被塗物の温度上昇を抑えることにより、アスファルトやコンクリートからの熱放射(輻射熱)を抑制する。
- ② 熱伝導の抑制：断熱塗料の「ドリームコート」にも適用している中空バルーンを用い断熱効果を付与している。
- ③ システムでの効果：「アレス屋根遮熱システム」の構成と機能を利用し、1層目にも赤外線反射性の高いチタン白と断熱効果の高い中空バルーンを配合し、遮熱と断熱効果をより高めている。
- ④ 強靱な塗膜：人の歩行、自転車・自動車を通ることによる物理的な力に耐えることも考慮し、特殊なアクリルエマルジョン樹脂を適用した。その結果、耐磨耗性に優れ、すべり抵抗性も付与した塗膜を形成する。

3. 遮熱効果

東京都では、クールルーフ推進協議会による事業の一環として、高反射塗料を「第三者機関」において、300~2100 nmの波長領域で測定した日射反射率が50%以上(グレー)と定義付けた。

図3に財団法人 日本塗料検査協会で測定した「ヒルムA」の日射反射率を示す。塗色は日塗工標準見本帳のN-6.0により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JIS R 3106法で測定した結果、53.7%の反射率が得られた。特に物質の温度を上昇させる近赤外線領域780~2100 nmの反射率が一般塗料と比較して大幅に反射性能が優れていることが判る。



「ヒルムA」(N-6)の日射反射率：53.7%(日塗検測定値) 東京都：50%以上(N-6 グレー色)が対象

図3 「ヒルムA」の分光反射スペクトル(N-6：グレー)

「ヒルムA」の温度上昇抑制効果を室内照射試験と実施工で確認した結果を以下に示す。室内照射試験は、ハロゲンランプを用い試験体から50 cm離れた箇所から照射し素材表面温度を測定した結果、未塗装面(アスファルト)と比べ約10~15℃低下する結果となった(図4)。さらに実施工の温度抑制効果の検証を実施した。場所は東京都大田区(弊社敷地内)で、塗装時期は平成18年8月である。測定方法はサーモグラフィーを使用し表面温度の状態を図5に示す。図4の室内ハロゲンランプ照射試験と同様にアスファルトと比較し10℃以上低減させることが実施工においても確認できた。

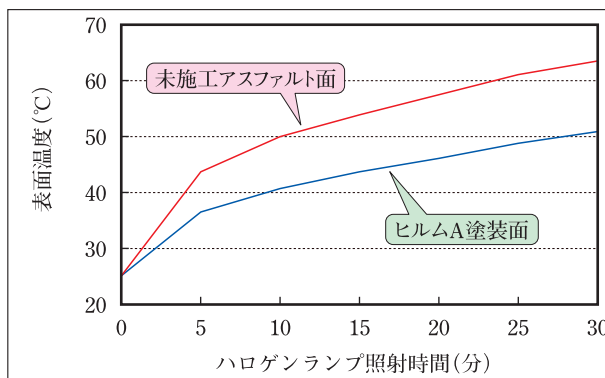


図4 室内ハロゲンランプ照射試験(素材：アスファルト)

施工場所：東京事業所内
 確認時期：8月初旬、温度測定時刻：12時頃
 天 候：晴れ時々曇り

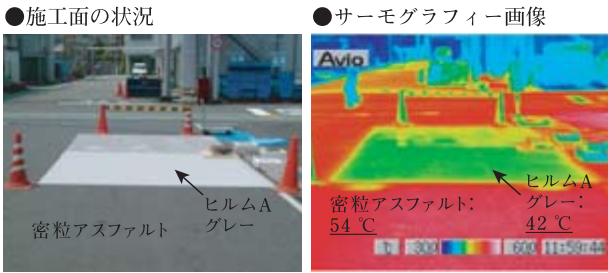


図5 実施工の表面温度

また、アスファルトやコンクリートなどの素材の温度上昇に伴い発生する輻射熱（物体からの放射熱）の測定を行った。この輻射熱の問題は、冒頭に記述したように人的弊害を引き起こす要因の1つとなっている。

図6は弊社尼崎事業所内の密粒アスファルト面に、「ヒルムA」グレー標準色（N-6.0）と（株）モビリティランド・鈴鹿サーキット「ヒルムA」指定色（N-4.0近似）を塗装し、それらの塗装面からの輻射熱を測定した。この輻射熱の測定方法は各試験体上に太陽光や雰囲気温度の影響を受けないよう専用ボックスに温度センサーをはめ込み地面から60 cmの高さで測定したものである。未塗装面では最大43℃に達しているのに対し、「ヒルムA」グレー標準色（N-6.0）で

尼崎事業所内 確認時期：8月中旬 天候：晴れ

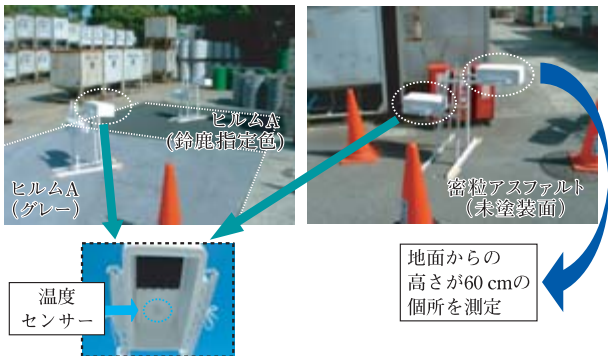


図6 輻射熱の低減効果の確認方法

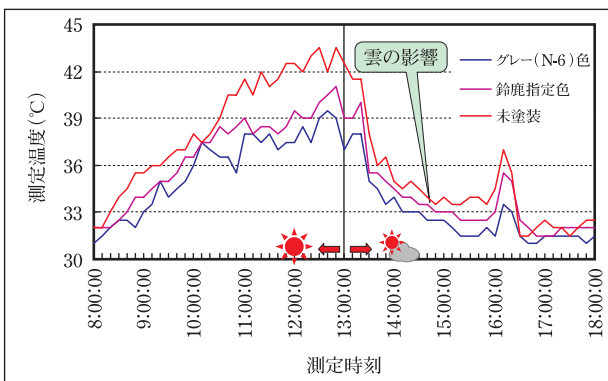


図7 「ヒルムA」の輻射熱低減効果

は最大約5℃、（株）モビリティランド・鈴鹿サーキット「ヒルムA」指定色（N-4.0近似）では3.5℃の低減効果（図7）を確認できた。ちなみに、この輻射熱の低減効果が評価され、（株）モビリティランド・鈴鹿サーキットの遊園地に「ヒルムA」が採用された。また、未塗装面（アスファルト面）と「ヒルムA」（N-5.0）塗装面の夏季晴天日における蓄熱エネルギー量を比較したところ、「ヒルムA」を施工することにより、約30%路面の蓄熱エネルギーを低減できた（図8）。図9は、屋上緑化と遮熱塗料とを比べた試験結果であるが、屋上緑化でも約10℃以上の低減効果が見込まれているため、「ヒルムA」を路面に塗装することで緑化と同等の性能を得られる事が期待できる。

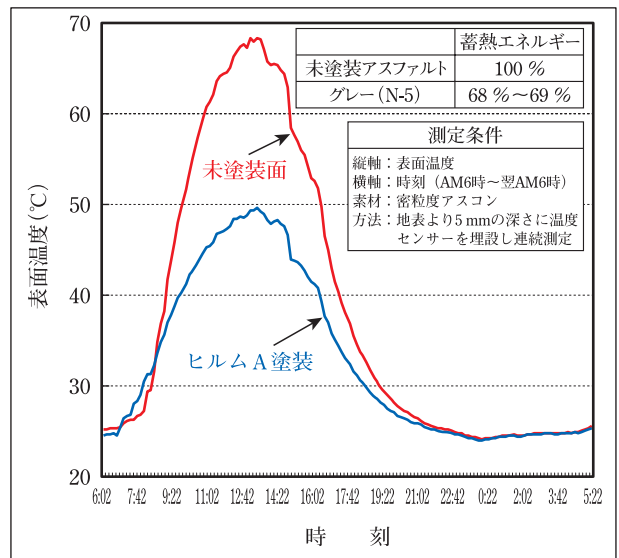


図8 蓄熱エネルギー量の低減効果

○屋上緑化



○遮熱塗料施工

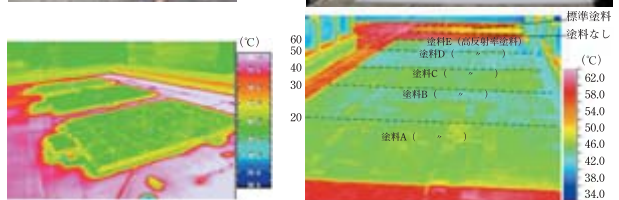
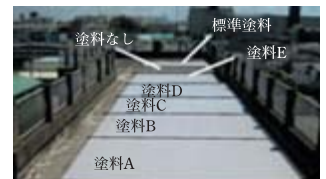


図9 屋上緑化と遮熱塗料の比較

次に、塗色の違いや明度の違いによる温度上昇抑制効果について図10に「ヒルムA」標準色（6色）の日射反射率を示す。社内測定値ではブラウン以外の塗色で、日射反射率は50%以上であり、白を除いた一般塗料の同系塗色と比較すると、表面温度を10~15℃低下させる効果を有する。明度の違いも同様に、N-8.5程度のグレー色でも日射反射率および表面温度に大きな差が認められる（図11、図12）。

新技術

	白	クリーム	グレー(N-6)	グリーン	ブルー	ブラウン
日射反射率(%)※	84	77	54	52	56	48

※ 300 nm～2100 nm (紫外・可視光を含む)

同色の表面温度差：10～15℃(白を除く)

図10 「ヒルムA」標準色の日射反射率(社内測定値)

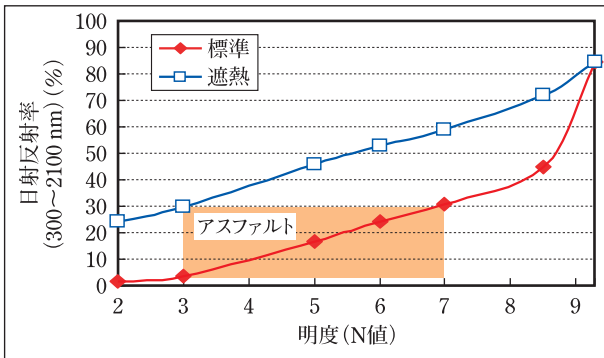
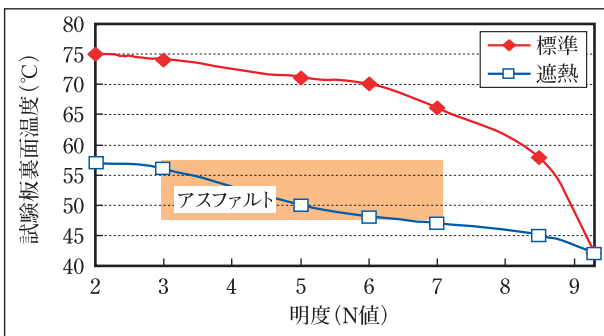


図11 明度による日射反射率の変化



※ハロゲンランプ照射30分後の試験板裏面温度(アルミ板への塗装)

図12 明度による表面温度の変化

4. その他の塗膜性能

表1にその他の塗膜性能試験結果を示す。路面に塗装を施した場合、最も弊害が出る恐れがあるのは排水の問題であるが、「ヒルムA」を塗装することによるアスファルト(排水性)自体の排水性能を損なうことはない。また、すべり抵抗性もアスファルトと同等であり、耐磨耗性も建築床塗料の品質規格(30 mg以下)を十分に満足している。さらに、塗膜の耐候性もキセノンランプ法1000時間照射でチョーキング(白亜化)などの塗膜劣化は認められず、また耐水性や耐アルカリ性・耐酸性にも優れ路面用塗料として十分な機能を有している。

表2はアスファルトに対する標準塗装仕様である。下地調整は、エアブロー等で清掃した(注意事項:被塗面は乾燥した面とし、砂や土など残存しないものとする)後、工程2の「ヒルムA」1層目用白をエアレススプレーやマスチックローラーを用いて塗装を行ない、23℃の環境下では4時間の養生の後、「ヒルムA」2層目(標準色)を塗装する工法であり、施工面においても特別なものではなく、簡易的な塗装仕様となっている。

5. 施工実績

「ヒルムA」は発売以来、全国約50箇所(駐車場、遊園地、動物園、プール、工場敷地など)での施工実績が得られており、今後更に数多くの物件で採用されるものと期待し、最近施工した物件の一部について紹介する。

写真1は、三重県鈴鹿市にある「鈴鹿サーキットランド」園内の施工写真で、平成18年7月に施工し、上塗り塗色は指定色による対応を行った。休園日がない遊園地などでの施工は、園の営業終了と同時に下地調整～「ヒルムA」1層目～2層目と夜間中に下地調整から上塗り塗料まで仕上げ、翌

表1 塗膜性能

項目	製品名	「ヒルムA」	備考
耐磨耗性 (mg)		18.5	CS-17 500 g 100回転 (JIS K 5970)
すべり抵抗性 (BPN)		65	ポータブル・スキッドレジスタンステスター (大和建工社製)
透水性 (cc/15 sec)		1500	排水性舗装施工時
耐水性		異常なし	イオン交換水 96時間浸漬 (素材:スレート)
耐アルカリ性		異常なし	3%NaOH 96時間浸漬 (素材:スレート)
耐酸性		異常なし	3%H ₂ SO ₄ 96時間浸漬 (素材:スレート)
耐ガソリン性		異常なし	ガソリン 96時間浸漬 (素材:スレート)
付着性 (kg/cm ²)		20.3	ジョッパー式引っ張り試験機 (素材:スレート)
耐候性		異常なし	キセノンランプ法 (1000時間)

表2 標準塗装仕様

工 程	塗料名と処理	標準塗布量 (kg/m ² /回)	希釈率 (重量%)	塗装間隔 (23℃)	塗装方法	
1	下地調整	エアブローなどで清掃ケレン。 クラック部の補修。(カチオンフィラー、コールカットK、ロメンパッチなど)				
2	下 塗	「ヒルムA」1層目用 希釈剤：水	0.6~0.9	3~7	4時間以上 7日以内	超長毛 ローラー※
3	上 塗	「ヒルムA」2層目用 希釈剤：水	0.4~0.6	3~7	—	超長毛 ローラー※

※超長毛ローラー：毛丈40 mm



写真1 鈴鹿サーキットランド(三重県鈴鹿市)

日の営業に支障の出ないよう歩行可能な塗膜が形成できることも「ヒルムA」の特長であり、本施工においても問題なく作業が完了できた。

写真2は、北海道札幌市内にある「円山動物園」で実施したものである。施工箇所は動物園内にあるチンパンジー館の観覧部分に施工した写真である。施工の目的は、遠足などで訪れる小さな子供達への夏場の輻射熱による人的被害を軽減するために施工し今後の効果が期待されている。



写真2 「円山動物園」(北海道札幌市)

写真3は、北海道岩見沢市にある「北海道グリーンランド」で施工したもので、塗装箇所は来園された方の休憩場所にあるベンチ下の路面に施工している。ベンチ下の路面から発生する輻射熱を軽減する効果がある。



写真3 「北海道グリーンランド」(北海道岩見沢市)

写真4は、千葉県千葉市にある「千葉市動物公園」内のモンキーゾーンで、ゴリラ・チンパンジーなどが区画内に分かれている部分に塗装したものである。写真で判るように手前から区画毎にグリーン(ゴリラ)、ブラウン(ゴリラ)、ブルー(チンパンジー)と色分けしながら塗装を行った結果、従来と比べ、美観上でも目で楽しめる仕上がりとなっている。



写真4 「千葉市動物公園」(千葉県千葉市)

これらの実績写真からも、遮熱効果と意匠性（色彩）を両立させた塗料と言える。今後数多くの物件で採用され、塗装されることで地球環境問題である「ヒートアイランド現象」や人的弊害である「熱中症」の軽減に少しでも貢献したい。

6. おわりに

現在の課題の1つに一般車両道路は、車両無走行時間が非常に短く、水性塗料では乾燥性の面から現時点では実用レベルに達していないため、一般車両用の塗装システムを検討する必要があると考え、引き続き路面用遮熱塗料に関して検討を進めている。

地球温暖化問題とヒートアイランド問題は双方が密接に絡み合っており、「ヒートアイランド現象」を低減すれば、空調機などのエネルギー消費量が減り、CO₂の排出も少なくなり地球温暖化現象も低減できる。「ヒートアイランド現象」を低減するには、市街地のビルなどの建物やアスファルト路面などを壊し、緑化の増加が最も効果的であるが、このような対策は非現実的であり不可能である。

今回紹介した「ヒルム A」を用いれば、今までの都市形態を壊すことなく「塗る」という単純な対策で都市の気温を低下できる。この対策を推進し現実的なものとするには、人類1人1人がこれらの問題を解決していくという意識をもつことが不可欠である。そのためにも、業界（製造・販売・塗装）が一丸となって、今後も「ヒートアイランド現象」を含む地球環境問題に真正面から取り組み、地球と人に優しい社会の構築に貢献したいと考える。

参考文献

- 1) 読売新聞、2007年8月11日 大阪朝刊 15面
- 2) 村木克彦、石原有七:塗料の研究、138、66 (2002)
- 3) 中井一寿、大森弘勝、寫田真一:塗料の研究、144、68 (2005)
- 4) 環境時代、22〔1〕、40-41、(2007)
- 5) 特集 太陽熱高反射塗料の最前線、ECO INDUSTRY、10〔12〕、5-42、(2005)