



講演概要

「省エネの為に輻射熱抑制」

塗料に微小なセラミック球を混ぜて金属に塗布すると、太陽照射時の温度上昇が抑制されることが経験的に知られている。この塗料についての実験的な考察が過去に行われてきたが、理論的解明はほとんどなされていない。そこで電磁波散乱理論を応用し、現象を説明する試みを行った。本研究の成果を適用することにより、天井・外壁など、直射日光に曝される部分の温度上昇を抑え、夏場のエアコン使用による電力消費の抑制が期待できると考えられる。

学歴

東京大学 大学(理学部 地球物理学科) 1979 (卒業)

東京大学 修士(理学研究科 地球物理学専攻) 1983 (修了)

学位

理学博士 東京大学

研究歴

1981-1983 東京大学地震研究所火山物理学講座

1983-1987 日本シュルンベルジェ株式会社サイスマイクス部

1988-1990 シュルンベルジェ中央研究所地球物理課

1990-1991 シュルンベルジェ株式会社地震探査機器開発課

1991-1997 東京大学地震研究所伊豆大島火山観測所

1997-1999 シュルンベルジェ株式会社解析技術開発課

1999-2001 海洋科学技術センター深海研究部

2002-2004 (独) 海洋研究開発機構海洋工学センター

2004- 京都大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻

委員歴・役員歴

1994-1997 火山噴火予知研究委員会委員

1997-2003 新エネルギー・産業技術総合開発機構・深部貯留層探査解析法部会委員

2001-2003 地震調査研究推進本部・観測結果流通ワーキンググループ委員

2002-2003 国際連合・包括的核実験禁止条約機構・水中音響データ処理評価特別委員会委員

2002-2004 文部科学省・宮城県沖重点的調査観測推進委員会委員

2003-2003 College de France 大学教員資格審査会委員

2003-2005 地震調査研究推進本部・調査観測データ流通・公開専門委員会委員

2003-2006 第19期日本学術会議第4部地球物理学研究連絡委員会・海底ケーブル観測小委員会委員(幹事)・海底地殻変動観測小委員会委員

2006-2009 Institut National del Physique Nuclear・国際評価委員

所属学会

物理探査学会

日本火山学会

日本受信学会

米国地震物理学連合

米国物理探査学会

省エネのための輻射熱抑制

京都大学大学院工学研究科 三ヶ田 均

夏の日差しの中、直射日光の当たっているバス停の金属屋根や、建物の日射を受けている側の壁が熱くなっていることは、毎日の生活の中で良く知られている現象である。この熱のエネルギーは、光が直射を受けている物質の持つ分子や原子の振動エネルギーを高めることで伝えられている(図 1)。

平日でも夕方から夜にかけ、休日はほとんど一日中、エアコンを使用して、外界から家に侵入して来る熱を外に出すことで快適な温度を保っている。こうした熱エネルギーの外界への排出は、実は電気エネルギーを大量に使用する作業である。もし、家の中に侵入する熱エネルギーを少なくすることができれば、エアコンに使用するエネルギーを減らすことになる。

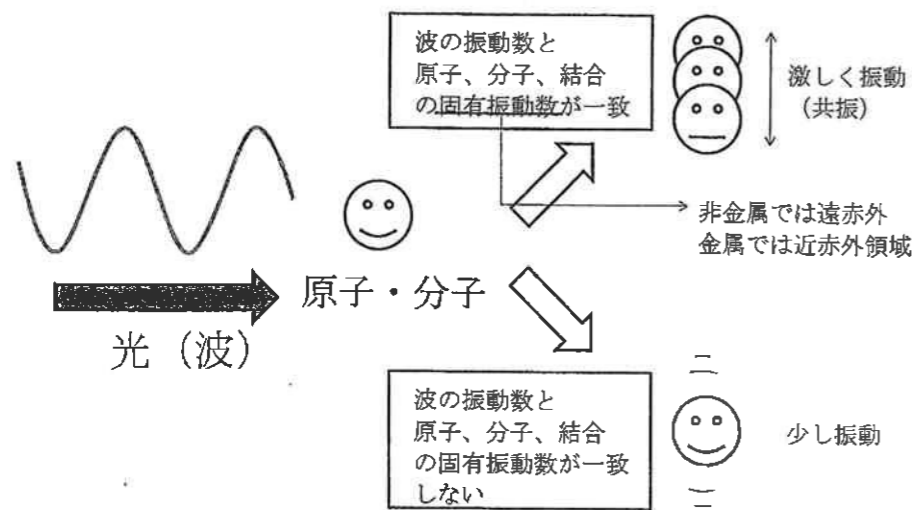


図 1 光が当たった時、光エネルギーが熱エネルギーに変換される。熱エネルギーの実体は、物質を構成する原子や分子の振動なので、この変換効率を低下させれば、光が当たっても、温度が上がらなくなる。

実験的に知られていた塗料の効果

微小セラミック球からなる粉末を混合した塗料を塗布した人工構造物では、その表面および内部の温度上昇が抑制されることが知られている。塗料の塗布により真夏の室内温度を 10 数度以上抑制した例もあり、冷暖房に用いるエネルギー消費を抑えることが期待できる(図 1)。しかしながらこの現象は経験的に知られているのみであり、例えば、使用する微小セラミック球の大きさなど百家争鳴状態にあり、温度上昇抑制のメカニズムが解明されていない。温度上昇を抑制するメカニズムを解明し、塗料を塗布する面に合わせた微小セラミック球の条件を推定することは重要である。

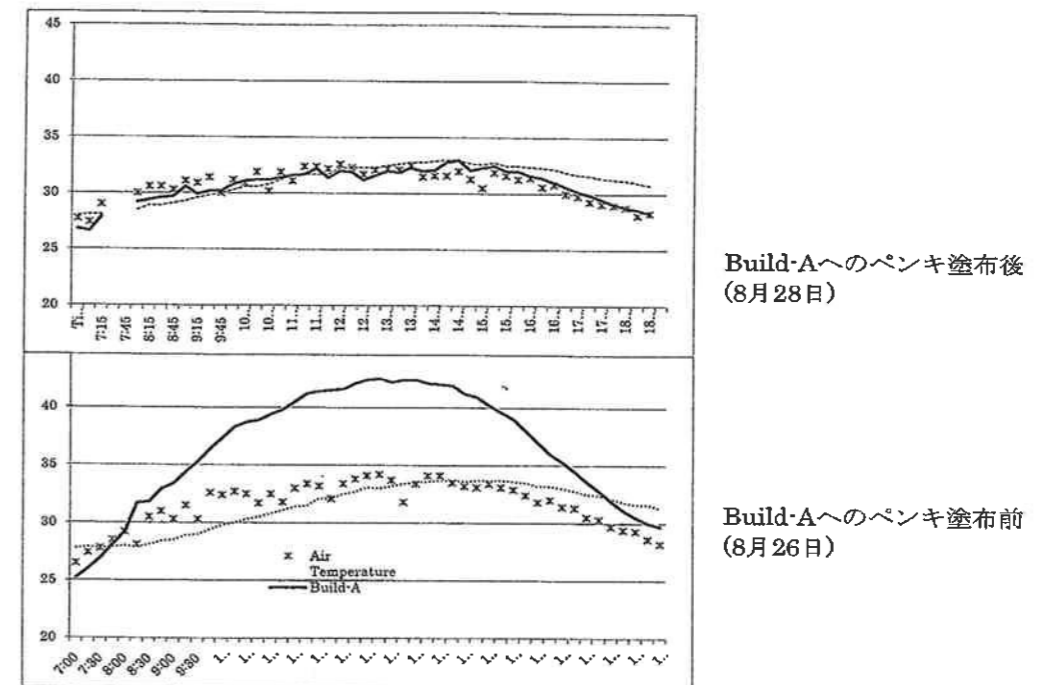


図 1 実験により確認された温度上昇抑制効果
メカニズム解明のための研究

太陽光線を遮る雲で生じている現象は、雲を形作る微小な水滴による太陽光のミー散乱であることが知られている。そこで同様な現象がこの塗料の塗布面で生ずるとする仮説を考え、検証することとした。研

究の流れは、以下の通りである。

1. 仮説の検証

(ア) 1 球のセラミック球による散乱現象の解明

- ① ミー散乱の基礎となる 1 球問題の数値モデル化

(イ) 多数のセラミック球による散乱現象の解明

- ① 規則的配置の多数セラミック球による散乱効果のシミュレーション
- ② より現実に近いランダム配置の多数セラミック球による散乱効果のシミュレーション

(ウ) 実験による検証

- ① 大きさのセラミック球を混入した塗料による実験

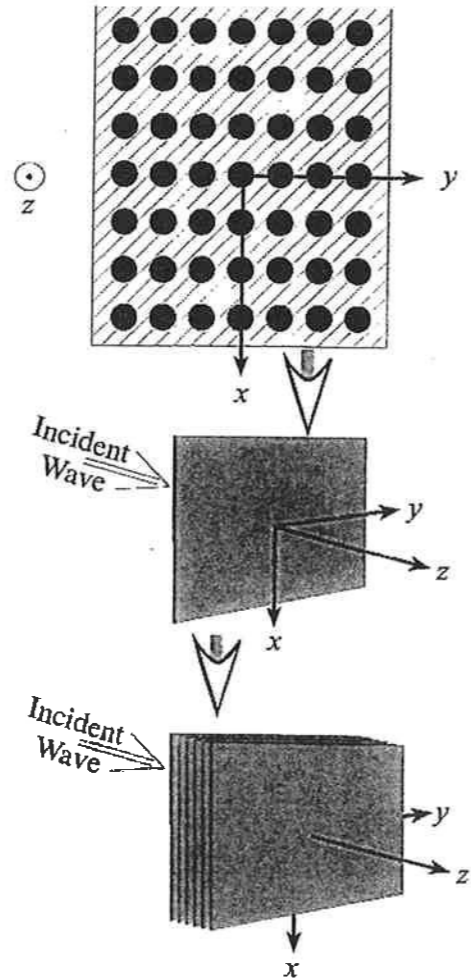


図 2 規則的配置球問題の模式図

2. 検証された仮説に基づき、輻射熱抑制効果の最適利用方法を提唱するか、新たな仮説の提唱を検討する。

これまでの研究成果

上述 1-(ア)・①の多数セラミック球規則的配置問題の基礎部分迄シミュレーションまで終了した (図 2)。金属の熱吸収に寄与する近赤外領域の光に対する反射率を、厚さ 0.1mm の規則的配置をしたセラミック球に対

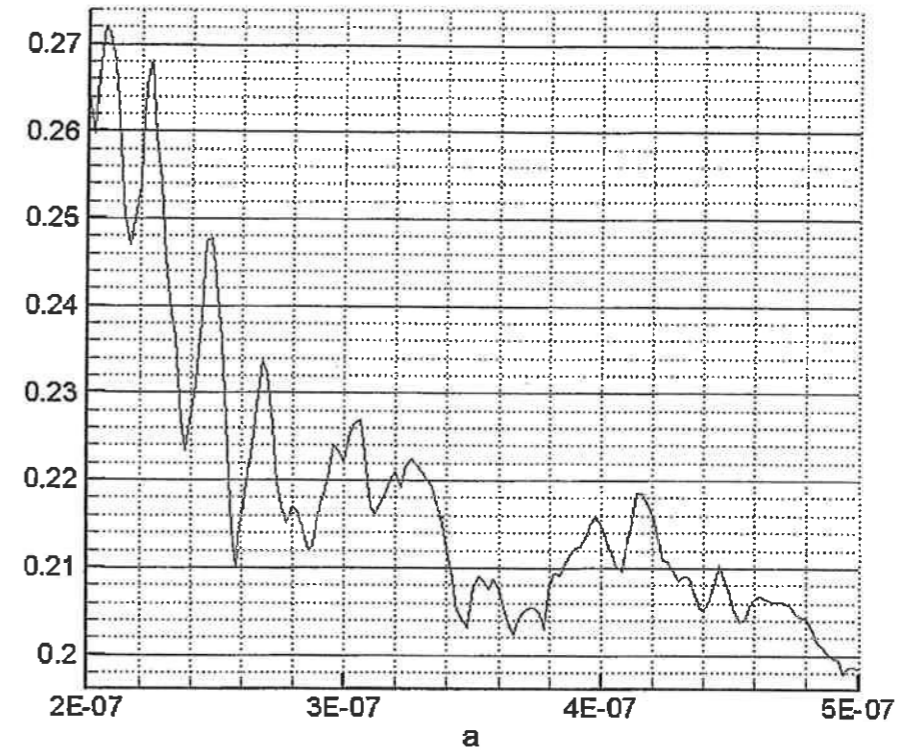


図 3 厚さ 0.1mm の規則的配置をしたセラミック球の層に入射した太陽光に対して推定した近赤外領域の反射係数。横軸は球の半径 (単位は m)。近赤外領域の短波長側のサイズの球を用いる方が、透過して金属を加熱する光エネルギーが減少することがわかる。

配布資料（平成 22 年 11 月 17 日）

し推定したところ、図 3 のような係数が得られた。この結果から、遮断したい光の波長域のオーダーの大きさのセラミック球を用いることが良いという知見が得られた。しかしながら、実際の塗料中でセラミック球が規則的な配置で置かれているとは考え難い。今後ランダムなセラミック球配置でのシミュレーション結果が必要である。この多体問題の数値的解法は、問題が複雑になるため、大量の計算機資源および計算機速度を必要とするため、現在研究費を集めることに奔走している。