

直射日光下で周辺気温より低温となる受動的放射冷却材料の実現

Realization of passive radiative cooling materials whose temperature drop below the ambient temperature under direct sunlight

大阪ガス ○末光真大、齋藤 禎
Osaka Gas ○M. Suemitsu, T. Saito
E-mail: m-suemitsu@osakagas.co.jp

【序論】地表の熱は大気の光透過率が高い波長 8-13 μm (大気の窓)の熱輻射で宇宙に放出される。屋外で一般的な材料に直射日光が当たると、放射冷却による放熱よりも太陽光や大気の輻射の入熱の方が大きくなり周囲より温度上昇する。ここで、太陽光や大気の熱輻射を殆ど吸収しない一方で大気の窓領域で大きな熱輻射を示す材料が実現すると、屋外で直射日光を受けても入熱より宇宙への放熱の方が大きくなるので、材料温度が周囲より低下する。このような直射日光下で周囲より受動的に温度低下する材料(放射冷却材料)は近年米国を中心に盛んに報告されており、省エネルギー社会を実現する一助として注目されている^[1,2]。先行研究の試験環境は、乾燥時期^[1]や砂漠地域^[2] (空気中の水蒸気量の推定量: 2-7 g/m^3)である例が多く、標高~600 m の台地^[2]で実施された例もあった。空気中の水蒸気量が少なく標高が高いほど大気の窓の波長帯が広がり大気の透過率が高まるので宇宙に熱を放射し易くなる。また、秋~冬の太陽光強度が弱い時期に試験された例が多く^[1,2]、太陽光由来の入熱が小さい観点で日中周囲より低温となりやすい条件であった。以上のように、先行研究の試験条件は周囲より温度低下しやすいものであり、日本の夏季の高温多湿環境における性能を保証するものではなかった。今回、日中周囲より低温となる放射冷却材料を設計・作製し、日本の海拔 0 m 地帯の夏の直射日光の下で性能を評価したので報告する。

【設計・作製・評価】無機材料の放射層と Ag と Al を組み合わせた太陽光反射層を用いた放射冷却材料を設計し、作製した。ステンレス(SUS)板、日射反射塗料(建物外壁温度を下げる目的の塗料)を塗布した SUS 板、設計・作製した放射冷却材料を Fig. 1 のように大阪市此花区の 2 階建ての建物の屋上に設置し裏面温度を測定した。試験は 2017 年 9 月 1 日から 3 日間おこなった。3 日間の太陽光強度は Fig. 2 の橙色で示すように、南中時に 1000 W/m^2 程度であり、天気はいずれも晴れであった。また、空気中の水蒸気量は日中に~13 g/m^3 、夜間に~15 g/m^3 であった。サンプルの裏面温度を同図に示す。日中の周囲気温(水色線)は 32-35 $^{\circ}\text{C}$ 程度であったのに対し、SUS の温度(灰色線)は日中最大で 80 $^{\circ}\text{C}$ 近くに上昇した。日射反射塗料の温度(青線)は日中最大で 45 $^{\circ}\text{C}$ 近くに上昇した。これら結果に対し、放射冷却材料(赤線)は 3 日間を通して外気温よりも常に 2-5 $^{\circ}\text{C}$ 低温であり、日射反射塗料と比較すると南中時刻前後の温度が 10-15 $^{\circ}\text{C}$ 低温となることがわかった。本試験結果の詳細と最近の進捗について当日報告する。【文献】[1] A.P. Raman, et.al., *Nature* 515, 540 (2014), [2] Y. Zhai, et al., *Science* 355, 1062 (2017). 【謝辞】京大・野田進教授のご厚意で一部のデータ取得に野田研究室の装置を利用した。

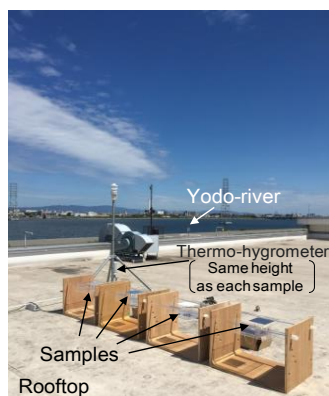


Fig. 1 Measurement system for passive radiative cooling materials.

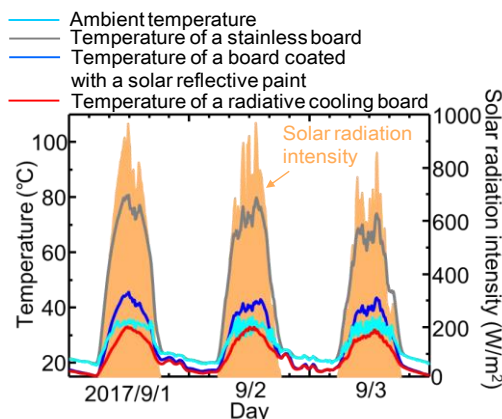


Fig. 2 Backside temperature of each sample and solar radiation intensity for summer three days.