

プラズモニック・メタ表面による放射冷却素子

Radiative Coolers with Plasmonic Metasurface

住友電工¹, 阪大院工², 阪大フォトリクスセンター³ ○大塚 節文¹, 井上 武¹, 君野 和也²,
高原 淳一^{2,3}

Sumitomo Electric¹, Osaka Univ.², Osaka Univ. Photonics Center³ ○T. Ohtsuka¹, T. Inoue¹,
K. Kimino², J. Takahara^{2,3}

E-mail: ohtsuka-takafumi@sei.co.jp

序論 近年、中赤外領域の大気窓を利用した放射冷却素子（スカイラジエータ）の原理実証が行われ、実用化に向けての取り組みが進みつつある[1]。我々は中赤外領域の大気窓において高い放射率を有するプラズモニック・メタ表面を設計、このメタ表面を有するスカイラジエータを試作し、環境温度以下の素子温度を達成した。

実験 Fig.1 に試作したスカイラジエータの電子顕微鏡像、Fig.2 にマイクロ FTIR で測定したスカイラジエータの吸収スペクトルを示す。試作したスカイラジエータの吸収帯域（放射帯域）は、室温付近での輻射において支配的な 8-13 μm における大気窓からやや長波長側に外れているものの、放射率 0.65 が期待できる。

Fig.3 に晴天時の屋外における試作したスカイラジエータによる放射冷却実験の結果を示す。環境温度に対し、放射温度計により素子表面で 17 $^{\circ}\text{C}$ の低下、熱電対により素子裏面温度で 5 $^{\circ}\text{C}$ の低下を確認した。初期の 5 秒間で放射冷却により形成された低温領域が表面から裏面に向かって拡大し、素子全体は概ね一様な温度に達したと考えられる。その後、120 秒の 5 $^{\circ}\text{C}$ の低下は素子が蓄えていた 1.6J の熱量の宇宙への放射に相当する。したがって、このスカイラジエータは 27 $^{\circ}\text{C}$ の環境において 43mW (108W/m²) の冷却能力を有すると考えられる。

なお、試作条件の見直しにより、放射帯域が大気窓に整合したスカイラジエータを試作し、簡易評価で良好な結果を確認している。詳細は当日報告する。

文献 [1] S. Fan and A. Raman, *Nat. Sci. Rev.* **5** (2018) 132.

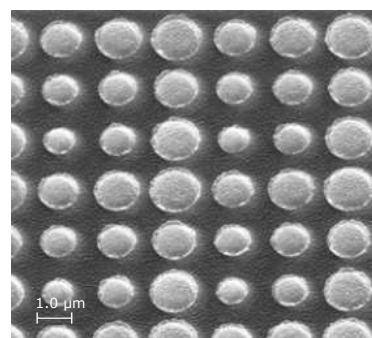


Fig.1 SEM image of sky-radiators with plasmonic metasurface

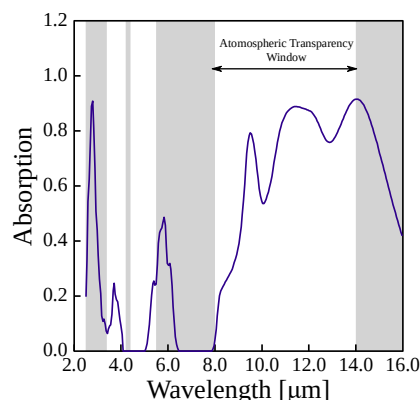


Fig.2 Absorption spectrum measured by micro-FTIR.

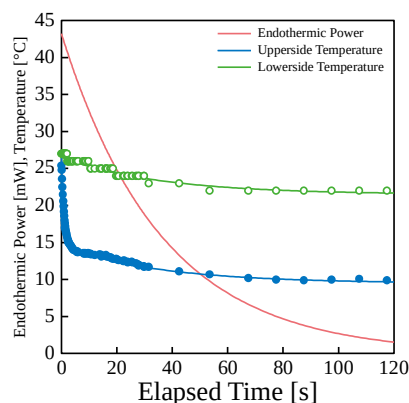


Fig.3 Experimental temperature reduction