

日中放射冷却膜材SPACECOOLの実現と繊維分野への展開

大杉 亮輔^{1,2}, 甲坂 朋也¹, 末光 真大^{1,2}
OSUGI Ryosuke KOSAKA Tomoya SUEMITSU Masahiro

¹SPACECOOL株式会社, ²大阪ガス株式会社

製品紹介

日中放射冷却膜材 SPACECOOL の実現と 繊維分野への展開

大杉亮輔^{1, 2}, 甲坂朋也¹, 末光真大^{1, 2},
OSUGI Ryosuke^{1, 2}, KOSAKA Tomoya¹, SUEMITSU Masahiro^{1, 2}
¹SPACECOOL 株式会社, ²大阪ガス株式会社

1. はじめに

地球温暖化の進行は世界中の誰しもが違和感と危機感を抱く領域に達しており、生活に支障が生じる身近なものとなった。我々人類はこの止まらない気温上昇を緩和するだけでなく適応する必要がある。地球温暖化は、太陽光が地表で熱に変わった後、地球から放出される赤外線が温室効果ガスが吸収し、大気中に熱を閉じ込めることで引き起こされる。この地球を暖める熱源である太陽光の下で、放射冷却の原理を活用することで外気温より受動的に低温となる素材が近年開発された^{1), 2), 3), 4)}。「日中放射冷却素材」と呼ばれるこの素材は地球温暖化の緩和策のみならず、特に適応策に応用できることが期待される。当素材の概要を図1に示す。

本論文では、日中放射冷却素材について概説するとともに、繊維分野への展開について解説する。

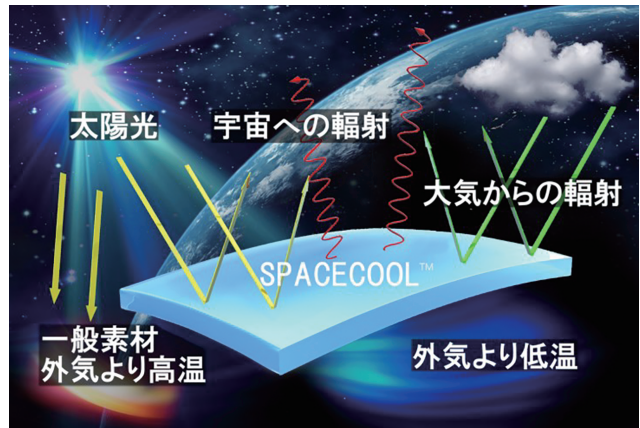
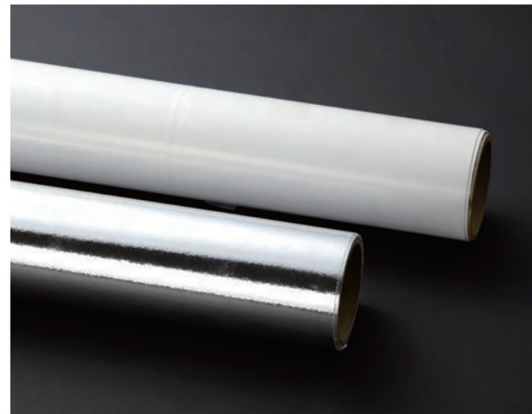
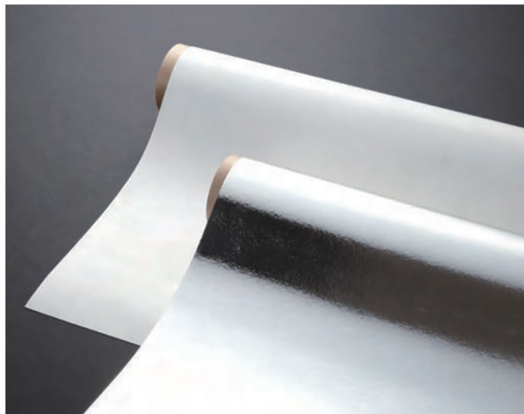


図1 日中放射冷却素材の概要。“SPACECOOL”と記載されている部分が日中放射冷却素材。

2. 日中放射冷却素材 SPACECOOL とその適用について

今回紹介する放射冷却素材 SPACECOOL は上記原理



商品名・品番	サイズ (巾cm×長さm)	厚さ (mm)	重量(代表値) (g/m ²)	引張強力 (N/3cm、経×緯)	引裂強力 (N、経×緯)	伸度 (%、経×緯)
ターポリン (防炎・高強度)※1 SPACECOOL-200E	104 × 50	0.73	880	2100 × 1800	275 × 275 ※トラベソイド法	19 × 25
ターポリン (防炎・軽量)※2 SPACECOOL-TP50F	120 × 50	0.56	700	490 × 490	120 × 90 ※シングルタング法	18 × 25
キャンパス SPACECOOL-100E	103 × 50	0.53	560	1400 × 1200	100 × 90 ※シングルタング法	22 × 27

【試験方法】

サイズ: JIS-L-1096-8.2.1に準ずる。厚さ: JIS-L-1096-8.4に準ずる。重量: JIS-L-1096-8.6に準ずる。

引張強力: JIS-L-1096-8.3.2に準ずる。伸度: JIS K6404-4 2015に準ずる。

※記載している物性値は初期の測定値であり、保証値ではありません。高周波溶着を行わないでください。感電の恐れがあります。

※商品のデザイン・仕様等は改良のため、予告なく変更する場合がありますのでご了承ください。

図2 フィルム膜材の写真とスペック表

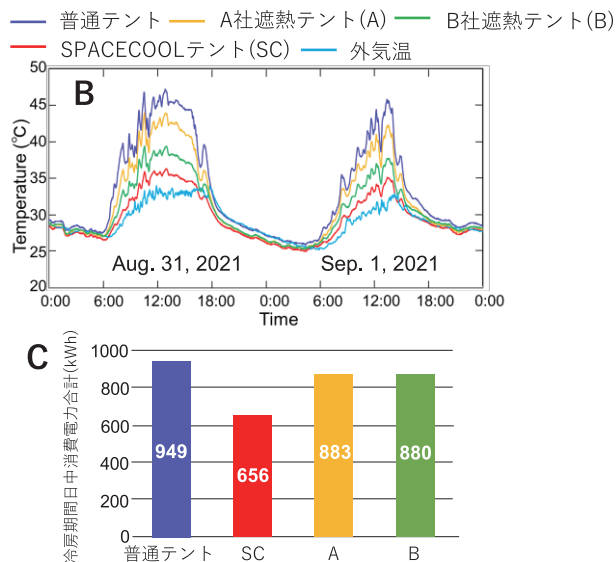
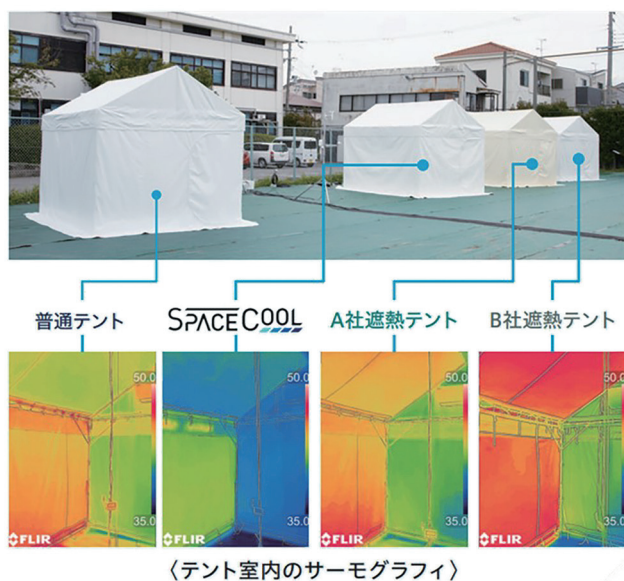


図3 日中放射冷却素材のテントを用いた実証試験。
A) 各テントのサーモグラフィ画像 B) 各テントのグローブ温度 C) 各テントの日中冷房消費電力合計

によって、ゼロエネルギーで炎天下であっても対象物を気温同等以下の温度に冷やすことができる。本素材の形態はフィルム、膜材料、ターポリンであり、フィルムは屋外で日射による熱課題を抱える筐体に貼り付けることで被着体表面に放射冷却性能を付与する。膜材料やターポリンは、それらを屋根や日除けとして利用することで、炎天下であってもその内部温度を、気温同等程度までに抑制することができる。

本稿においては、SPACECOOL 膜材を、テントに応用した場合の体感温度の変化を、またテントに空調を使用した場合の消費電力の低減効果について実証試験を行ったので報告する。

3. 日中放射冷却素材の膜材料への適用

日中放射冷却素材は地球温暖化の中で多様な人々が安全に働ける労働環境を提供することにも貢献する。例えば工事現場の事務所や熱中症対策設備、災害現場の仮設住宅、医務室、更衣室や休憩室としての活用が期待される。テントを用いた実証試験を図3に示す。日中放射冷却素材を活用したテント生地で作製したテント（放射冷却テントと表記）、一般膜素材で作製したテント（普通テントと表記）、市販の遮熱テント生地で作製したテントを2種類（A社遮熱テント、B社遮熱テントと表記）作製し、性能比較を行った。なお、A社遮熱テントの素材は透光性の素材であり、B社遮熱テントの素材は遮光性の素材である。2021年8月27日の14時に撮影した内部のサーモグラフィ画像を図3Aに示す。35°Cから50°Cの温度グラデーションで示した画像において放射冷却テントの膜温度が最も低下することがわかる。2021年8月31日から9月1日にかけてのテント内部の

グローブ温度を図3Bに示す。なお、グローブ温度とは直径7.5cm程度の黒く着色した球の内部温度である。温度計に当たる光（太陽光や赤外線）の影響も加味した温度であり、人間の体感と近いとされている。グローブ温度が普通テント比較で最大10°C程度、A社遮熱テント比較で最大8°C、B社遮熱テント比較で最大4°C低下することが分かった。このテントにエアコンを装着し、24°C設定で冷房をかけた際の空調負荷の検証を2022年の春から秋にかけて実施した。その結果、図3Cのように冷房期間全体を通して25-30%空調コストが下がることが明らかとなった。

4. 今後の展開

日中放射冷却素材を用いるとエネルギーを消費すること無く涼しい空間を作ることができるとともに、空調を使用した場合においてはより少ない消費電力量で同程度の冷却が可能となる。工事現場などの仮設事務所の省エネ化や工事現場での熱中症予防、イベント会場で建設される膜建造物の省エネ性の向上、災害用テントなどへの展開が期待される。特に、限られたエネルギーの有効活用や輸送効率の高さが求められる災害現場において当素材の価値が発揮されることを見込んでいる。

5. 参考文献

- 1) Aaswath P. Raman, Marc Abou Anoma, Linxiao Zhu, Eden Rephaeli & Shanhui Fan, Passive radiative cooling below ambient air temperature under direct sunlight, *Nature*, **515**, 2014, pp.540-544.
- 2) 末光真大, 齋藤禎, 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, 第 80 回応用物理学会秋季学術講演会 2019, 21a-E208-11.

- 3) E. A. Goldstein, Dennis Nasuta, Song Li, Cara Martin, Aaswath Raman, ., Free Subcooling with the Sky: Improving the efficiency of air conditioning systems, 17th International Refrigeration and Air

Conditioning Conference, 2293 2018 pp.1-8.

- 4) 大杉亮輔, 若林努, 甲坂朋也, 杉本雅行, 末光真大, 放射冷却素材を用いて過冷却度を増大させた蒸気圧縮冷凍サイクルの検討, 第 83 回応用物理学会秋季学術講演会, 2022, 22p-A101-1.

大杉 亮輔 (おおすぎ りょうすけ)

2020 年に京都大学大学院卒業後に, AGC 株式会社へ入社, オートモーティブ C 新商品開発部に所属. 自動車用合わせガラス, 強化ガラスの新商品開発に従事. 2022 年に SPACECOOL 株式会社へ入社, テクニカル本部所属.



末光 真大 (すえみつ まさひろ)

2012 年に大阪大学大学院卒業後に, 大阪ガスに入社. 2013 年より光を自在に操る技術「フォトニック結晶」の開発を行う. 2019 年に京都大学から博士号を取得. SPIE Green Photonics Award (2016), 応用物理学会奨励賞 (2019), 近畿化学協会環境技術賞 (2021) を受賞. 2017 年から開発してきた放射冷却素材を, 世界中に広めるために, 2021 年に SPACECOOL 株式会社設立. CTO として参加.



甲坂 朋也 (こうさか ともや)

2015 年に大阪大学大学院卒業後に, YKK 株式会社へ入社, 商品開発部に所属. 2018 年に YKK ベトナム社へ転籍し, 新興国向けの商品開発や生産拠点の立ち上げに従事. 2022 年に SPACECOOL 株式会社へ入社, テクニカル本部所属.

