

## 近赤外線放射効率の高い発熱体

キーワード：近赤外線、炭素繊維、発熱体、赤外線放射効率

## 概要

炭素発熱体の代表的なものとして、木炭があり、古くから世界中で使われてきました。木炭の利用法としては、料理用、暖房用が主たる用途ですが、文明が発達するにつれて、ガスコンロ、電熱用ニクロム発熱体が木炭に取って替わるようになりました。この主な理由として、火力の調整が楽なこと、瞬間的に目的の熱量が得られること等の便宜性によるものと思われます。しかしながら、炭火を調理に用いた場合は料理の味がよく、現在でも根強い人気を保っています。この理由の一つとして、全波長領域にわたって赤外線放射効率が理想黒体の1に近いためといわれています。木炭の使いにくさの理由としては、着火状態の保持や目的の火力を得るまでに空気の入れ方等の経験を要し、しかも燃焼により酸化消耗し、炭酸ガスや一酸化炭素を放出することが考えられます。

そこで、発熱体としての炭の長所を保持しつつ、酸化消耗を防止し、電気的に熱エネルギーを調整できるような炭素発熱体を作製しました。これを人体に照射して、加熱および冷却効果について既製のニクロム発熱体と比較したところ、同一電力でも炭素系発熱体は暖め易く冷えにくいことがわかりました。

## 背景

本技術成果は平成10年3月に植物性繊維を炭化した炭素繊維の用途開発について相談を受けたことから始まりました。

当該炭素繊維は、従来のPAN系、レーヨン系、フェノール樹脂系炭素繊維とは異なり、強度が弱く構造材用FRPには使えそうにもなかったため、活性炭素繊維および発熱体としての用途から検討を始めました。

## 実験

使用した炭素繊維はE・テック社製E-1500

で、これは綿糸系フェルトを室温から多段焼成プログラムにより高圧の非酸化雰囲気下で1200℃まで焼成した後に特殊な表面処理を施したものです。

細孔分布測定および電子顕微鏡観察、その他の試験により、密度0.0948g/cm<sup>3</sup>、繊維径8μm、BET法による比表面積1122m<sup>2</sup>/g、全細孔のうち85%以上が12~25Åの細孔径を有することがわかりました。細孔分布測定結果および各種ガスの吸着試験を行った結果、活性炭素繊維として使用可能なことがわかりました。また、別の用途としての発熱体を作製するために、真空石英管内部にこのカーボンフェルトを芯材に、モリブデンを電極にして発熱体を作製しました。比較のため、径0.3mmφのニクロム線をスパイラルに密に巻いた同型の石英管発熱体を使用しました。炭素の発熱管に200Wニクロムの発熱管に200Wと400W電力をかけ、50cm離れた人体の顔に照射してサーモビューアーで表面の温度変化を観測しました。また、加熱後の冷却過程の温度変化も観測しました。赤外線スペクトルは、MINARISYSTEMS社製SA-200を用いて0~15μmの波長のスペクトルを測定しました。測定装置はそれぞれの発熱管から1.2m離して測定しました。

## 結果および考察

サーモビューアーの結果を図1に示します。顔の表面が明るい程、温度が上昇していることを表しています。炭素発熱管による発熱では、200Wの電力ではニクロム発熱管よりも加熱速度が速いことがわかります。さらに、ニクロム発熱管400Wと比べた場合加熱速度は同程度ですが、冷却速度が遅く、暖め易く冷めにくい発熱体であることがわかりました。赤外線放射スペクトル(図2)では2~5μmの近赤外線領域のピーク面積が炭素発熱管による発熱ではニクロム発熱管の約4倍あり、近赤外線エネルギーが

4倍あることがわかります。しかも放射効率がこの波長領域ではニクロム発熱管の0.4に対し、炭素発熱管では、0.6~1.0と高いことがわかります(図3)。すなわち、同一電力でも、炭素発熱管はニクロム発熱管よりも水の吸収帯と同一の近赤外線放射エネルギーが大きいため、暖めるのが容易でしかも冷めにくい現象が起こるものと思われま

### あとがき

綿糸系カーボンフェルトを真空石英管中に電極と共に取り付け発熱体を作製し評価したところ、従来のニクロム系発熱体よりも人体に関しては暖め易く、冷めにくいことがわかりました。このことは当該炭素発熱体は医療用発熱体としての応用の可能性を示すものです。

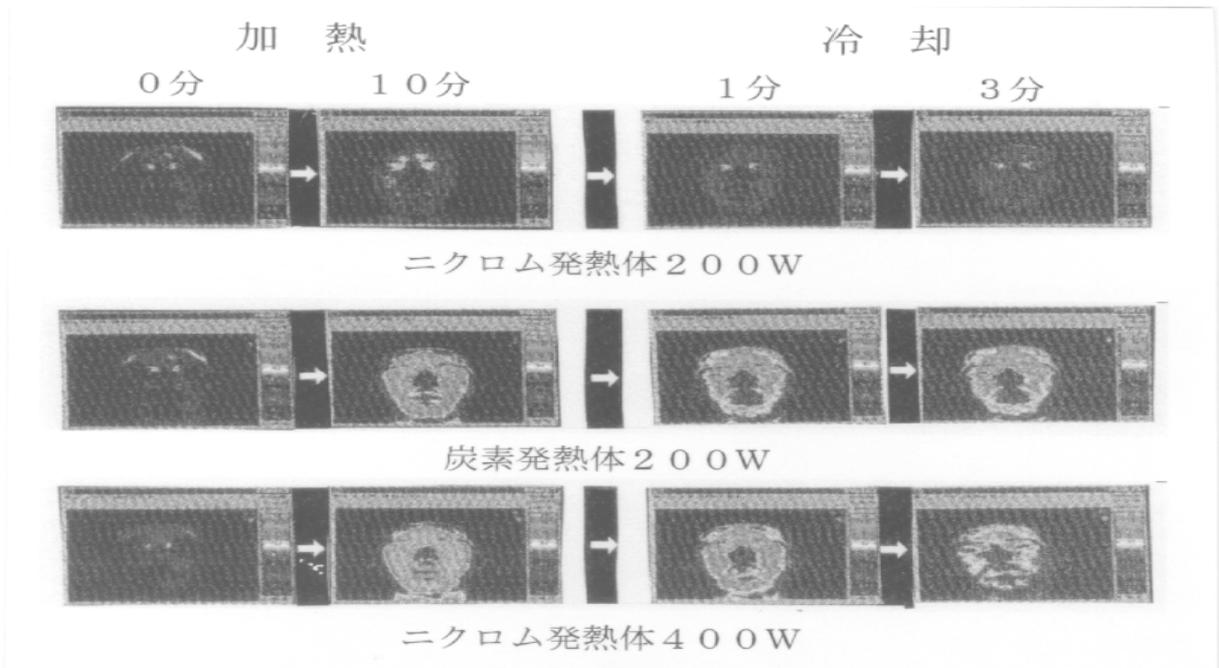


図1 ニクロムおよび炭素発熱体のサーモビューア観察

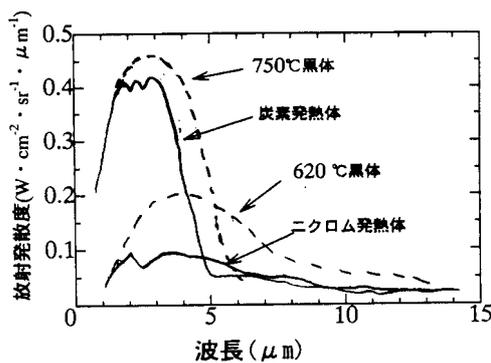


図2 200W電力時におけるニクロムおよび炭素発熱体の放射発散度

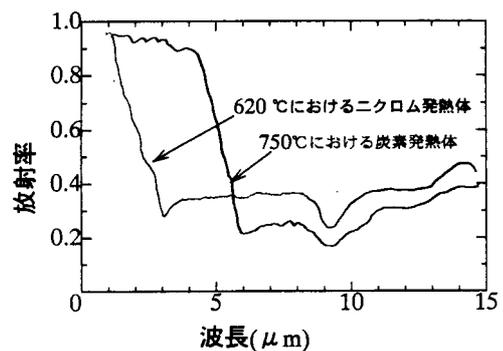


図3 ニクロムおよび炭素発熱体の放射率