

PTC特性をもつカーボン・高分子混合材料の開発

省エネヒーター材料の開発を目指して

Development of Composites Consisting of Carbon and Polymer with PTC Properties

Aiming to Develop Materials for Energy-saving Heaters

(エネルギー応用研究所 環境技術G 化学T)

導電性カーボンとポリエチレン系高分子の混合材料は温度が高くなると、抵抗値が急上昇する特性(PTC特性)を有しているため、過昇温防止・省エネ型の床暖房用ヒーター材料に利用されている。しかし凍結防止など、低い温度域の加熱用途には、PTC特性が効果的に利用できない。そこで当社は、従来よりも低温域でPTC特性を持つカーボン・高分子混合材料の開発を進めている。

(Chemical Team, Environmental Technology Group, Energy Applications Research and Development Center)

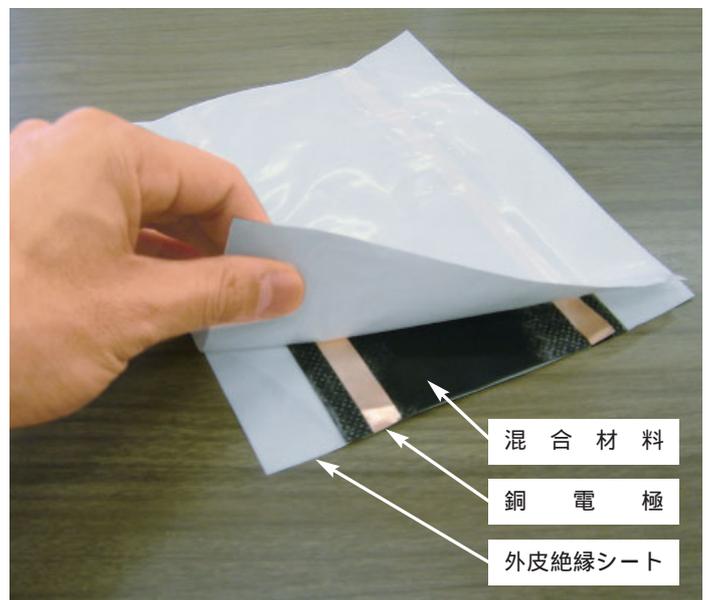
Composites consisting of conductive carbon and polyethylene polymer are used as heaters for energy-saving floor heating systems to prevent excessive temperature increase due to increase in resistance rapidly when the temperature increases high (PTC properties). However, the PTC properties cannot be utilized effectively for low-temperature heating such as use as antifreeze. For this reason, we have been developing carbon-polymer composites whose PTC properties will work under lower temperature than conventional materials.

1 研究の背景・目的

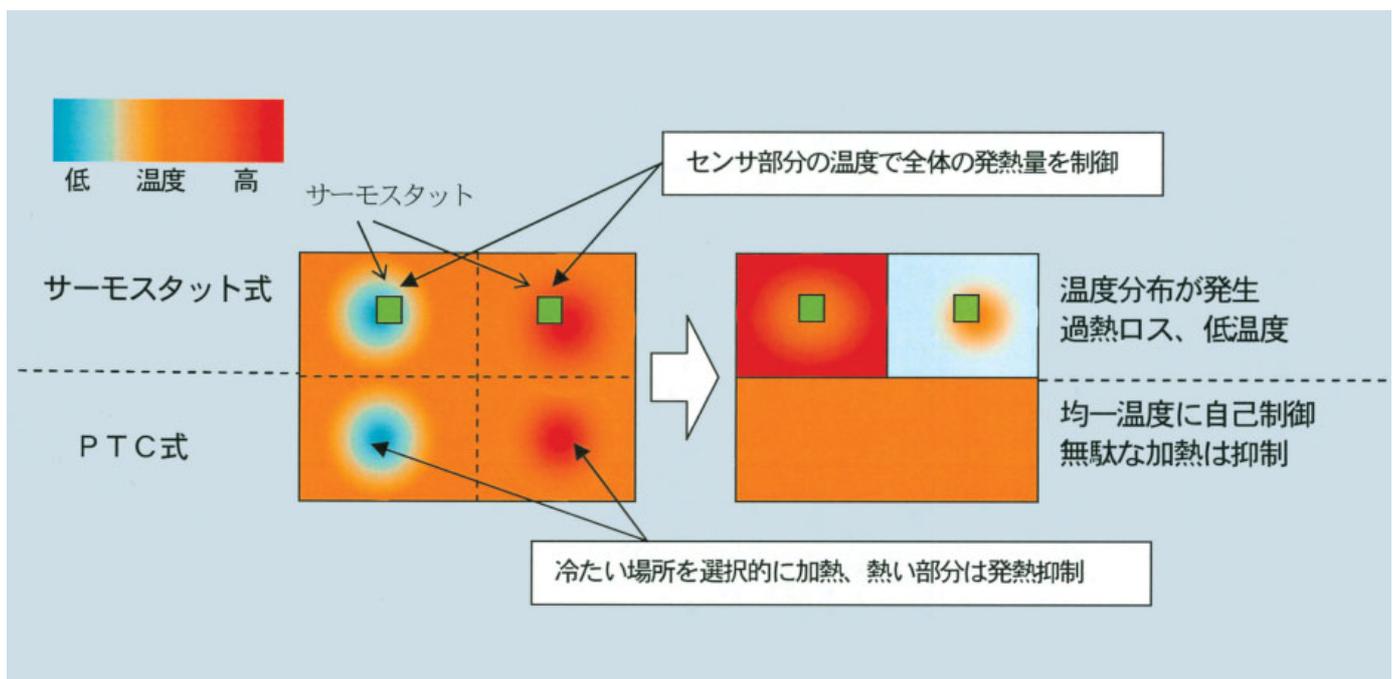
一般的に温度上昇に伴い、抵抗値が上昇する特性、すなわち抵抗の温度係数が正(Positive Temperature Coefficient of Resistance)であることをPTC特性と呼ぶ。

PTC特性を持つカーボン・ポリエチレン系高分子混合材料は、暖房に適した40~60℃で抵抗が上昇するため、過昇温防止や過熱抑制(省エネ)が期待できるとして、床暖房用の薄い面状ヒーターに利用されている(第1図)。しかし、従来のPTCヒーター材料は、融雪・凍結防止や冷凍食材の解凍、冬に発芽部分を15℃前後に保温するイチゴの育種など、低温加熱にはPTC特性が発現する温度帯が高く特性を活かせない。

そこで、当社は中部加工(株)(静岡県浜松市)と共同で40℃以下の低温加熱用PTCヒーター材料の開発に着手した。



第1図 面状ヒーターの構成



第3図 サーモスタットとPTC自己温度制御の違い(イメージ)

2 PTC特性の原理と効果

PTC特性の原理は、第2図に示すように考えられている。低温時はカーボン粒子同士が接触し合って通電し発熱する。温度が上昇し一定温度以上になるとポリエチレンが膨張し、カーボン同士のつながりが断ち切られるなど、接触性が低くなり抵抗が上昇する、すなわち通電しなくなる。

第3図に、サーモスタット式とPTC式の温度制御の違いを示す。本図は、面状の加熱の様子を上部から見たイメージ図である。サーモスタット式はセンサ部分の温度のみで制御されるので、温度分布が発生する。これに対してPTC式は、温度の上昇とともに抵抗も上昇するため、発熱が抑制され、一方、温度が低い部分は、電流が流れやすく発熱する。このため、過熱ロスの抑制や必要な部分のみを選択的に加熱させるなど、PTC特性を効果的に活用すれば、加熱の効率化・省エネが期待できる。

3 材料の探索とPTC特性

原料の物性は、抵抗が上昇する温度帯や上昇率などPTC特性に影響する。特に、以下の物性が関連する。

- 高分子の軟化温度、体積膨張率
- カーボンの粒子径

カーボン、および高分子の物性測定、および形状観察の結果から原料を選別して混合材料を作製し、材料の温度と抵抗の相関性を試験評価した。

その結果、40 以下でPTC特性をもつ混合材料が得られた(第4図：縦軸は対数表示)。

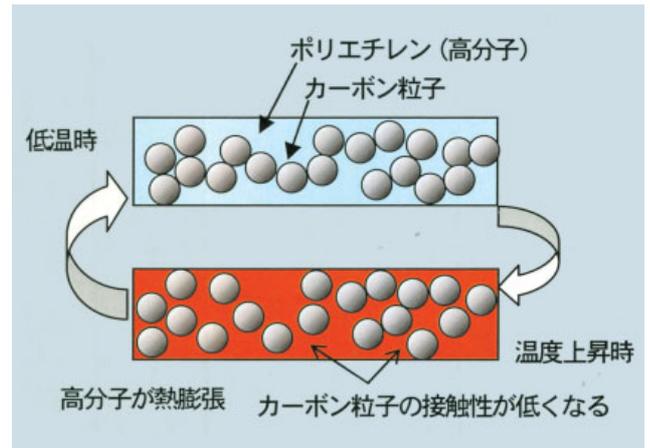
4 ヒーターの作製と発熱特性

第4図のPTC特性をもつ混合材料で面状ヒーターを作製して温調室内で発熱させた。第5図は電圧一定、制御機器類無しで室温を変化させたときの、ヒーター表面温度、および消費電力を示している。(室温が -10 の時の消費電力を100%とした相対値)

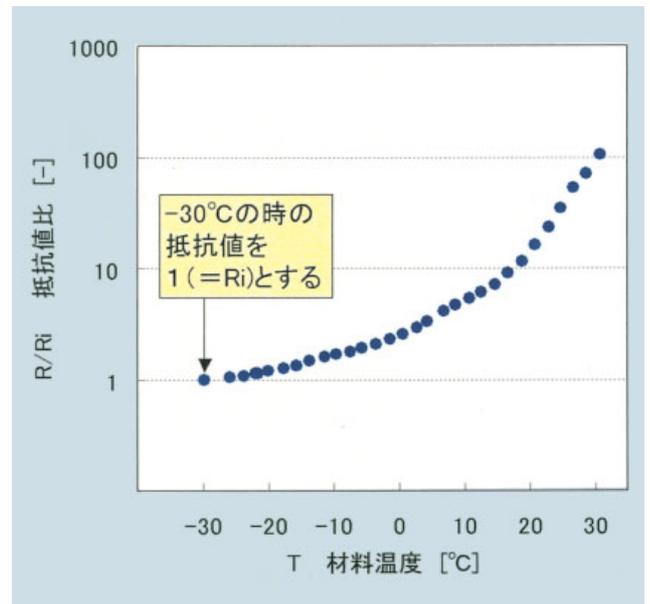
室温が氷点以下の場合もヒーター表面は10~15 に保たれ、かつ消費電力が室温に応じて制御されている様子がわかる。室温が20 以上になると、消費電力は最大値の30%まで低下している。

5 今後の展開

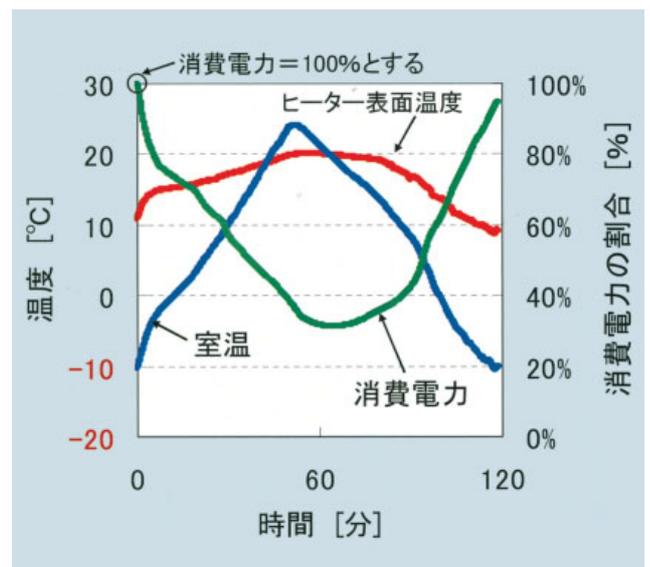
繰り返し利用時のPTC特性の安定化、耐熱性の向上に取り組む。



第2図 PTC特性の基本原理



第4図 低温発熱用PTC特性



第5図 ヒーター発熱特性



執筆人 / 金森道人
Kanamori.Michito@chuden.co.jp