

フレキシブル熱電変換素子を用いた保冷剤への熱流入計測

Measurement of heat flow to a refrigerant using a flexible thermoelectric device.

産総研, ○末森 浩司, 植村 聖

AIST, Kouji Suemori, Sei Uemura

E-mail: kouji-suemori@aist.go.jp

緒言: カーボンナノチューブ (CNT) - 高分子複合材料や導電性高分子等の有機材料を用いた熱電変換素子は、従来の無機熱電変換素子に比べてフレキシブル化、軽量化、印刷製造の適応が可能等の特徴から盛んに研究されている。本研究では、フレキシブル熱電変換素子の応用先として、保冷剤への熱流入量の計測を試みた。保冷剤は固体から液体へ相変化する際に潜熱に相当する熱量を外部から受け取る。相変化時は材料の温度は一定に保たれる。この性質を利用して、保冷剤は、物体の温度を低温に保つために用いられる。一方で、相変化は温度変化を伴わないため、保冷剤への熱の流出入量は温度計測を通じて計測するのは困難である。本研究では、フレキシブルな熱電変換素子を袋状に成型し、その内容物である保冷剤が相変化する際の熱の流出入量を直接計測するデバイスを開発したので報告する。

実験: 本研究では保冷剤として氷を使用した。単層 CNT-ポリスチレン複合材料から成るフレキシブル熱電変換素子を作製し、この素子で氷（保冷剤）を覆った。この氷を発泡スチロール製の保冷箱の中に設置した状態において、氷への流入熱量を、熱電変換素子の出力電圧より算出した。また、氷への熱流入量の計測と同時に、保冷箱内の温度、及び氷の温度を熱電対により計測した。

結果と考察: 図に測定結果を示す。保冷剤温度は約 180 分まで約 0°C を保持し、その後上昇した。これは、氷が 180 分程度で完全に水に相変化したことを示す。箱内の温度は保冷剤が融解した後に大きく上昇した。保冷材への流入熱流量は保冷剤の融解後に急激に減少している。これは、保冷剤の融解後、保冷剤温度が箱内温度に近づき、熱電変換素子にかかる温度差が減少したためと考えられる。今回の実験に用いた保冷剤は 53 g の氷である。53 g の氷が初期温度 -9.8°C から完全に融解するのに要する熱量は容易に計算でき、18.9 kJ である。ある時間 t までに保冷剤に流入した熱量 (Q) は $Q = \int_0^t q dt$ で計算される。

ここで q は流入熱流量（図の縦軸）である。従って、経過時間 t における保冷剤の潜熱の残量 $\equiv 18.9 \text{ kJ} - Q$ で計算できる。潜熱の残量値は、保冷剤を用いる上で実用上、有用である。

謝辞: 本研究は経済産業省「未来開拓研究プロジェクト：未利用熱エネルギー革新的活用技術開発」の支援の下で行った。

