ホスト—ゲスト相互作用を利用した電気化学ペルチェ冷却素子の開発

Development of electrochemical Peltier refrigeration system utilizing host-guest interaction

九大院工 [1], **東大院理** [2], **九大 CMS**[3] ○(M1) **的場** 史憲 [1], **山田 鉄兵** [2], 君塚 信夫 [1,3]

Kyushu Univ. [1], **Univ. of Tokyo**[2] **Center for Molecular Systems, Kyushu Univ.** [3],

○**Fumitoshi Matoba**[1], **Teppei Yamada**[2], **Nobuo Kimizuka**[1,3]

E-mail: f.matoba@mail.cstm.kyushu-u.ac.jp

冷却技術は現代社会において不可欠であるが、エネルギー消費量が大きいこと、高い地球温暖化係数を持つ代替フロンや毒性の強い重金属が用いられるなどの課題がある。そこで電気化学ペルチェ効果による新たな冷却技術の開拓を試みた。

電気化学ペルチェ効果（EPE）とは酸化還元反応により電極間で熱輸送が生じる現象である（Fig. 1）。可逆な酸化還元反応を示す化合物（図ではヨウ化物イオン（I^-）および三ヨウ化物イオン（I_3^-））を溶解した電解液に電流を印加すると、アノードでは I^- が I_3^- へと酸化される、カソードでは逆に還元反応が生じる。それに伴ってアノードで発熱、カソードで吸熱反応が生じ、カソード側が冷却される。EPE 現象は古くから報告され、代替フロンや重金属を必要とせず、液体ならではのフレキシブルなデバイス設計が可能となる利点がある。しかし、EPE を用いた冷却素子の報告はほとんどない。そこで本研究では EPE 素子を作製し、冷却効果を調べた。

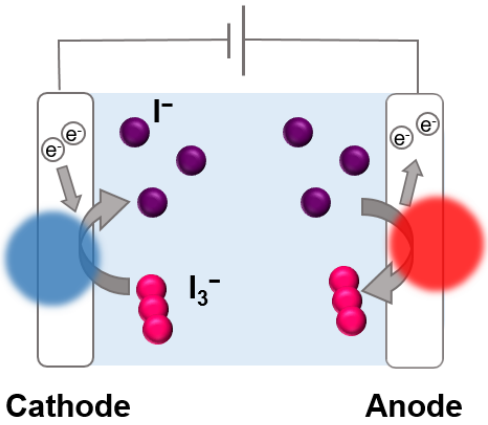

Figure 1. Schematic illustration of EPE cell consisting of aqueous iodide/triiodide (I^-/I_3^-) electrolyte

さらに我々は、ホストーゲスト相互作用を導入することで酸化還元に伴う熱量変化の増大を試みた（Fig. 2）。上記の EPE 素子に α-シクロデキストリン（α-CD）を導入すると、アノードでは生成した I_3^- が α-CD に包接されて発熱し、一方カソード側では I_3^-の濃度の減少に伴って平衡的に I_3^-が α-CD から脱包接し吸熱が起こると期待される。実際に測定したところ、電流印可時の各電極での熱量変化が、α-CD の添加により約 1.7 倍に増大した。これは既報の等温滴定カロリメトリーの結果から包接エンタルピーによるものと帰属できた。

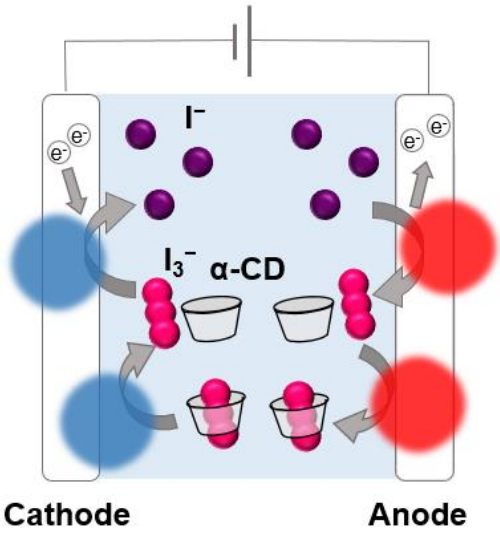

Figure 2. Schematic illustration of the EPE enhancement by host-guest interaction.

本研究は包接エンタルピーを電気化学ペルチェ冷却に応用した初めての例である。この結果は様々な酸化還元応答性のエンタルピー変化を電気化学ペルチェ冷却素子に応用できることを示唆している。