

磁気ヒートポンプ技術の開発

平野 直樹 (ひらの なおき) 中部電力株式会社 技術開発本部 電力技術研究所 超電導プロジェクト 研究主査

要約 冷凍・冷却技術の高効率化、ノンフロン化を図るため、従来のヒートポンプ技術とはまったく異なる、ある種の磁性体に磁界の変化を与えると温度が変わる現象（磁気熱量効果）を利用した磁気ヒートポンプと呼ばれる冷暖房技術の研究開発が国内外で進められている。すでに欧米では室温付近でkW級の冷凍能力を有したシステムの試作が行われている状況にある。また、国際冷凍協会主催による磁気ヒートポンプシステムやその材料に関する国際会議が平成17年から隔年で開催されており、その参加者も年々増加しており、磁気ヒートポンプの研究開発は基礎段階から実用試作段階に移行しつつある。国家プロジェクトとしても取り組まれている磁気ヒートポンプ技術の開発の現状について紹介する。

1. はじめに

冷凍・冷却技術の高効率化、ノンフロン化を図るため、従来の気体冷凍方法とはまったく異なる、ある種の磁性体に磁界の変化を与えると温度が変わる現象（磁気熱量効果）を利用した冷暖房技術（以下、磁気ヒートポンプ技術という。なお、これまでは冷凍・冷却のみに磁気熱量効果を利用する試みが主流であったため、磁気冷凍技術と呼ばれていたが、暖房にも利用できることから、ここでは磁気ヒートポンプ技術と呼ぶ。）の研究開発が国内外で進められている。エアコンや冷却設備に代表されるヒートポンプ技術は、我が国が世界トップクラスの高効率化を実現していることはよく知られている。しかしながら、数十年先の世界における大幅な二酸化炭素削減に寄与する技術として考えた場合、従来技術の延長線上にない革新的な技術によるきわめて高効率でノンフロンな冷凍・冷却技術の実現が期待されており、磁気ヒートポンプ技術も次世代の技術として近年注目されつつある。磁気熱量効果をエアコンや冷蔵庫などに応用するアイデアは古くから考えられていたが、大きな磁界の変化が必要であり、また、1回の磁界変化による磁性体の温度変化幅が小さいことなどから、磁気ヒートポンプ技術を実用化することは困難と考えられていた。最近、磁気ヒートポンプに適した冷凍サイクルや磁性材料の新規開発により、室温付近で動作する磁気ヒートポンプシステムの開発が国内外で進められており、わが国では国家プロジェクトとしても取り上げられ成果が得られている。ここでは、室温磁気ヒートポンプシステム開発の

最近の状況について紹介する。

2. 磁気ヒートポンプの原理と特徴

2.1 原理

磁気ヒートポンプシステムは、磁性体（以下、磁気冷凍で用いる磁性体を磁気作業物質という。）に磁界をかけていくとそれ自体が発熱し、磁界を取り去ると温度が下がる現象（磁気熱量効果）を利用している。この原理の理解を助けるために、気体の圧縮膨張によるヒートポンプ（従来型ヒートポンプ）と磁気ヒートポンプの動作原理を図1に比較して示す。

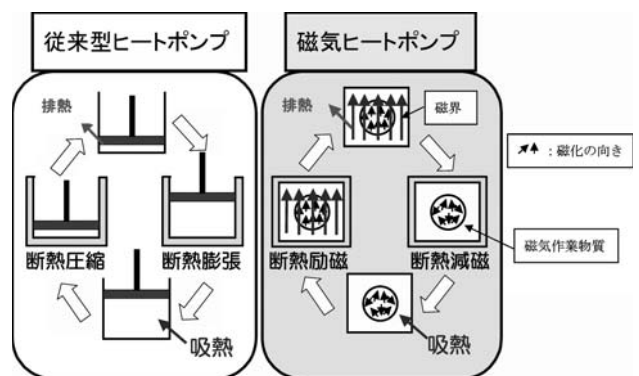


図1 従来技術と磁気ヒートポンプの原理比較

従来型ヒートポンプの場合、フロン等の気体の圧力を上げると温度が上昇し、この状態から排熱することで気体が液化する。この液体が蒸発し再び気体に戻る時、周りから熱を吸収し温度を下げる。ここで、気体を圧縮・液化することは気体分子が不規則な状態から