

省エネ技術として期待される熱電変換材料

◆高性能の熱電変換材料が開発された

通信関連製品製造販売会社白山らは、17年11月に従来の熱電変換材料の1.6倍以上の性能を有する材料の開発に世界で初めて成功したと発表した。

熱電変換材料とは温度差を電気に直接変換する材料であり、工場や火力発電所、自動車からの排熱を電気に変えて有効利用することを目指して国内外で研究開発が進められている。特に米国エネルギー省は、産業・製造業強化の鍵となる14の技術候補のなかで排熱利用技術全般と熱電発電の2つを取り上げている。

今回開発された多孔質n型熱電変換材料は、300℃付近で、従来の材料の1.6倍以上の性能を実現しており、高い耐久性もあるため、自動車エンジンの排熱や産業分野で300～400℃の未利用熱エネルギーを電力に変換することができる。

◆炎でも発電できる熱電変換材料が開発された

11月17日、古河電気工業らは、世界で初めて、中高温域での熱電変換を実現するシリコンクラスタレート焼結体U字素子を開発したと発表した。クラスタレートとは包接物という意味で、シリコンのカゴ状構造のなかに他の原子が入りこんだ構造をしている。ちなみにメタンハイドレートはメタン分子が水分子のカゴの中に入っている。

200～800℃の中高温域での未利用熱エネルギーを電力に変換することができ、高出力熱電発電モジュールとして使用できる。また、高温耐性があるため、ろうそくなどの炎でも発電でき、災害時に防災備蓄品のカセットコンロを用いて、スマートフォンなどに充電することができる。

◆熱電変換性能を精密に測定する方法が開発された

優れた熱電変換材料を開発するためには、熱電変換性能の指標であるゼーベック係数を正確に測定する必要がある。17年11月、産業技術総合研究所の研究グループは、これまで開発してきた電圧、抵抗の精密測定技術に加えて交流電流を用いることで、ゼーベック係数を求める新しい測定手法を開発した。この測定方

法によって、従来1日かかった測定時間が10分の1以下に短縮され、10%程度であった精度も2%まで向上された。

◆高性能の熱電変換材料を開発する新たな指針が得られた

2017年11月、北海道大学などの研究グループは、青色発光ダイオードの材料である窒化ガリウム（GaN）を用いて、従来の2～6倍の熱電変換効果を示す材料を発見したと発表した。

GaNに高い熱電変換効率を発揮させるためには、電気伝導度を高める必要があり、従来はケイ素などの不純物を混ぜ込んでいた。これに対して研究グループは、半導体二次元電子ガスを用いることにより、静電気によってGaN結晶の中の電子を薄い領域に寄せ集めることに注目した。さらに不純物を一切含まないので、二次元電子ガスの電子は高速で動くことができると予測し、実証した。

現在は、非常に高価な単結晶基板の上にはしか作製できないことなどから、そのまま実用化に繋がるものではないが、新たな材料設計の指針が加わったといえる。

◆IoTのセンサー電源としての熱電変換材料の可能性

名古屋工業大学の研究グループは、高性能で環境負荷の低い熱電変換材料を開発した。従来のビスマステルル合金などの有害な、高価な元素を用いず、鉄やバナジウム、アルミニウムを原材料としている。400～500℃に熱電変換性能のピークがあり、900℃まで使用できる。研究グループは、自動車のマフラーの外周に装着して熱を回収するテストを行っている。

熱電変換は温度差が大きいほど効率がよいため、研究のターゲットは自動車の排ガスや工場設備の排熱が中心である。しかし、熱電変換材料によって発生される電気は微弱であり、今回開発された材料も発電の目標は、100ワットである。この電力では、例えば自動車のクーラーを動かすことは難しい。

しかし、室温との小さな温度差を利用してIoT（モノのインターネット）で広く使われると考えられるセンサー用電源として活用することもできる。太陽光発電も今後はメガソーラーなどへの適用が増えると考えられるが、どちらかといえば腕時計用など微弱な電力用に適している。IoTなどへの適用にも研究開発の原資を向けることで、熱電変換材料の開発が加速すると考える。 【松村晴雄】