

## 企画にあたって

春本高志\* 三井好古\*\*

近年、IoT 時代の到来に伴い、様々なモノやセンサーが、ワイヤレスなネットワークに接続されつつある。それに伴い、こうしたモノやセンサーの電源確保は重要な課題である。従来、自己放電の少ない長寿命なコイン型リチウム1次電池などがこうした用途に用いられてきたが、貴重な資源であるリチウムを使い捨ててしまうため非常に勿体なかった。一方、リチウムを使い捨てない点で優れているリチウムイオン2次電池(充電電池)については、小型・高性能化が進んでおり、様々なワイヤレスデバイスへと応用されているものの、2次電池ゆえに定期的に充電が必要という克服不可能な欠点を有している。

こうした中、充電の必要がなく、身近な日常に存在するエネルギーを利用して電気を得る方法として「環境発電(エナジーハーベスティング)」が注目されている。この環境発電は、発電の過程でCO<sub>2</sub>を排出しないという点において、脱炭素社会・カーボンニュートラルへ向けての切り札でもある。現在、最も普及している環境発電は「太陽電池」であるが、近年、IoT との整合性において「振動発電」と「熱電発電」の2つが特に注目されている。「まてりあ」では、前者の振動発電については昨年(2020年)1月に取り上げ、特に、身近な振動(機械エネルギー)を電気へと変換する際の要となる逆磁歪材料(機械→磁気変換材料)について精力的に特集した<sup>(1)</sup>。後者の「熱電発電」は、半導体の一種ではあるものの、熱→電気エネルギー変換に特化した材料である「熱電材料」を用いた発電であり、既に過去2回(2011年<sup>(2)</sup>と2016年<sup>(3)</sup>)特集した。従来、この熱電発電は、ある程度大きな、そして、それなりに熱い熱源に取り付けて使用することを前提とし、具体的には、工場のプラントや自動車などで捨てられていた熱の再利用を想定していた。したがって、別名「廃熱発電」とも呼ばれ、付加的に電気を得ることで、系のエネルギー効率を高めるのが従来であった。しかし、熱電材料の研究開発の進展には目覚ましいものがあり、新規材料の探索や微細組織・欠陥量制御、更には、熱電変換デバイス/モジュールの構造最適化により、体温などの微小な熱源からも発電でき得る状況となってきた。したがって、従来の熱電発電(=廃熱発電)の流れとは一線を画し、将に、環境発電としての熱電発電といえる状況となってきた。

そこで、本特集では、こうした熱電発電における著しい進展のスナップショットを撮るべく、「IoT 時代における熱電材料の深化と先鋭化」と題して、一線で研究開発される方に執筆をお願いした。まず、新規熱電材料の研究開発状況につ

いては、「機械学習を活用した Fe-Al-Si 系熱電材料(FAST 材)の研究」と題し、物質・材料研究機構の高際良樹氏にご執筆頂いた。第一原理計算と機械学習の併用による最新の材料探索手法とその成果が記載されている。また、熱電特性向上に向けての材料組織や欠陥量の制御、設計指針については、「X線吸収端微細構造法によるハーフホイスラー型熱電変換材料の局所結晶構造解析」と題して名古屋工業大学の宮崎秀俊氏、並びに、「Half-Heusler 規則構造の格子サイト占有に基づく熱電特性制御」と題して東京工業大学の木村好里氏・Chai Yaw Wang 氏にご紹介頂いた。トレードオフの関係にある各種パラメータを最適化するため、規則化度・サイト占有率や付随する局所歪を制御することの重要性についてご解説頂いた。更には、今後進展が期待される熱とスピンの相互作用による熱電変換について、名古屋大学の水口将輝氏に「熱磁気効果をベースとした熱電材料の新展開」と題してご紹介頂いた。最後に、体温という微小な熱源における熱電発電について、東京工業大学の菅原聡氏に「体温を用いたマイクロ熱電発電モジュール技術」と題し、熱流や発電効率などの観点から考察・実証した発電モジュールの最適化・設計指針についてご紹介頂いた。

本特集では、熱電材料の研究開発状況、並びにデバイス/モジュール化技術やその構造について、最新の内容を集めた。本会会員皆様のご参考・契機となれば幸いである。最後に、ご多忙にもかかわらず執筆をご快諾下さいました著者の皆様に、また、ご助力頂きました編集委員会第2分野の皆様、この場を借りて深く御礼申し上げます。

## 文 献

- (1) 特集「磁歪・逆磁歪材料の基礎と振動発電への応用」: まてりあ, **59**(2020), 5.
- (2) ミニ特集「熱を電気に直接変換」熱電変換材料の現状と将来像」: まてりあ, **50**(2011), 141.
- (3) ミニ特集「環境調和型熱電材料の近年の進展と展望」: まてりあ, **55**(2016), 301.



春本高志



三井好古

\* 東京工業大学; 助教(〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1) \*\* 鹿児島大学: 准教授(〒890-0065 鹿児島市郡元 1-21-35)

Preface to Special Issue on “Thermoelectric Materials: Recent Progress and Application to IoT Devices”; Takashi Harumoto and Yoshifuru Mitsui (\*Tokyo Institute of Technology, Tokyo. \*\*Kagoshima University, Kagoshima)

Keywords: thermoelectrics, decarbonization, carbon neutral, energy harvesting, battery

2021年7月27日受理[doi:10.2320/materia.60.541]