

# 環境調和型高性能熱電変換ナノ材料の開発

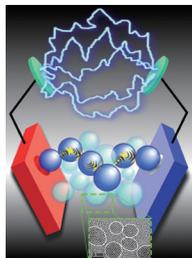


基礎工学研究科 システム創成専攻 電子光科学領域

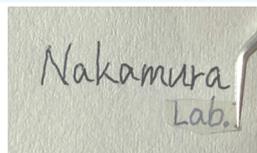
教授 中村 芳明

## ▶ 特徴・独自性

エネルギー消費量のうち70%は廃熱として捨てられており、この莫大な廃熱をターゲットとした熱電変換が新たなクリーンエネルギーとして注目されています。従来の熱電材料は高価・有毒な重元素が主に用いられてきましたが、安価・無毒な軽元素の場合、その低い熱電性能が課題でした。我々は、原子レベルで制御した独自ナノ構造（ナノドット・ナノワイヤ）形成技術を駆使して、熱電変換の至上命題であった電気と熱の独立制御を達成し、軽元素のみで構成した環境調和型高性能薄膜熱電材料を開発しました。あらゆる電子デバイスに使用されるSiに注目して、独自のSiナノドット連結構造を開発したところ、世界最小熱伝導率を達成し、Si系IoTセンサ電源としての可能性を示しました。一方で、世界中で使われている窓ガラスの熱にも注目し、透明ZnOナノワイヤ含有薄膜を開発した結果、熱伝導率低減と熱電出力因子増大を同時に達成し、透明ガラスを熱源とした透明熱電電源の可能性を示しました。



Siナノドット連結構造を用いた熱電材料



透明熱電材料

## ▶ 研究の先に見据えるビジョン

昨今のCOVID-19や高齢化社会により遠隔通信をベースとした新たな生活様式に移行しつつあります。こうした背景のもと、我々はナノ構造を用いた高性能薄膜熱電電源をIoTセンサに組み込むことで、新たな生活様式を支えるための遠隔通信社会システム実現に貢献します。これにより、医療・農業を含む幅広い社会分野を支えることを目指します。



見据えるビジョン



### 特 許

“熱電変換デバイス、熱電変換デバイスの製造方法及び電動装置”、特願2019-220283  
 中村芳明、宮戸祐治、池内賢朗、走査型プローブ顕微鏡用試料ホルダ、走査型プローブ顕微鏡、およびゼータバック係数算出方法、特願2019-021555、平成31年2月8日  
 中村芳明、島田賢次、池内賢朗、“熱物性測定法”、特願2018-025000、平成30年2月15日  
 “熱電材料及びその製造方法並びにそれを用いた熱電変換モジュール”、特願2012-124940、PCT出願番号:PCT/JP2013/063580

### 論 文

Observation of the quantum-confinement effect in individual Ge nanocrystals on oxidized Si substrates using scanning tunneling spectroscopy, Appl. Phys. Lett. 87, 13, 133119 (2005).  
 Anomalous reduction of thermal conductivity in coherent nanocrystal architecture for Silicon thermoelectric material. Nano Energy 12, 845 (2015).  
 Nanostructure design for drastic reduction of thermal conductivity while preserving high electrical conductivity. Science and Technology of Advanced Materials 19, 31 (2018).  
 Methodology of thermoelectric power factor enhancement by controlling nanowire interface. ACS Applied Materials & Interfaces 10, 37709 (2018).  
 High Thermoelectric Power Factor Realization in Si-rich SiGe/Si Superlattices by Super-Controlled Interface. ACS Applied Materials & Interfaces 12, 25428 (2020).

### 参考URL

<https://www.jst.go.jp/pr/announce/20141210/>  
<http://www.adv.ee.es.osaka-u.ac.jp/>  
[https://resou.osaka-u.ac.jp/ja/research/2014/20141210\\_1](https://resou.osaka-u.ac.jp/ja/research/2014/20141210_1)  
[https://resou.osaka-u.ac.jp/ja/research/2018/20181031\\_2](https://resou.osaka-u.ac.jp/ja/research/2018/20181031_2)  
[https://engineer.fabcross.jp/archieve/181101\\_nanowire.html](https://engineer.fabcross.jp/archieve/181101_nanowire.html)  
<http://www.optronics-media.com/news/20181031/53791/>

キーワード ▶▶▶ 熱電変換材料、ナノ結晶、コヒキタス元素、結晶方位、透明材料