

研究室訪問記 2012 年度 奨励研究助成 エネルギー

訪問日 2013 年 8 月 28 日

大阪大学 産業科学研究所 筒井 真楠 准教授

研究題名：単一分子熱電素子の創製

訪問したのは、処暑が過ぎ一時の猛暑からは幾分か開放された日でした。今回訪問した筒井先生は、大阪大学 産業科学研究所・谷口研究室に所属しており、今年の 6 月に准教授に就任されたとのことでした。当日はプロジェクターを用いて、大変わかりやすく研究内容を紹介していただきました。

既存の無機熱電材料では、無次元性能指数 $ZT > 3$ の壁を越える高い熱電変換効率が実現されていなく、先生の研究は分子間の相互作用がない単一分子熱電素子を利用することによって、この $ZT > 3$ を打破することです。そのために、単一分子熱電性能評価技術を構築し、これを用いて量子閉じ込め効果を反映する電極/単一有機分子/電極接合系に特有の電子状態を利用した高 ZT 単一分子熱電素子の創製およびそれらの評価法の確立を目指しています。また、単一分子接合の熱電特性は、分子のフロンティア軌道レベル、電極分子カップリングの強さ、分子長によって大きく変化するだけでなく、分子の配向や電極-分子接合部の形状によっても大きく変化するそうです。

単一分子の熱電デバイスがバルク材料と違うことは、分子の持つ HOMO、LUMO というエネルギー準位が離散的な値をとることから、量子効果を反映した電子状態である。また、分子と電極とでフォノンの分散関係が大きく異なりフォノンのミスマッチが起こり、分子の振動が電極に伝わりにくく、流れている熱が堰き止められる状況ができるとのこと。そのことより、電気伝導と熱伝導のトレードオフを解決するものです。電子線リソグラフィーの限界を超えた 1 nm 程度の電極ギャップの作製と、1 分子のみをそのギャップに接合する技術、そして単一分子の熱伝導の測定など、意外泥臭い方法でナノテクが実現しているのに驚きました。

また実験室にて、その泥臭い手作りの単一分子熱電素子の性能を測定する装置、また FE-SEM にリソグラフィー機能を付加させた装置などを見学させていただきました。

熱電材料の研究開発にブレークスルーをもたらす発想であると感じると同時に、自由に分子設計できる有機半導体を単一分子として利用する可能性に強い興味を感じた訪問でした。

(2013 年 8 月 28 日訪問、技術参与・飯塚)

