

高分子材料におけるコヒーレント伝導と新機能

Coherent carrier transport and novel functionalities in organic conjugated polymers

名大工, 竹延 大志

Nagoya Univ., Taishi Takenobu

E-mail: takenobu@nagoya-u.jp

Van der Waals 相互作用により凝集する高分子材料は、弱い分子間相互作用が起源となり室温付近での溶液プロセスを用いた大面積な成膜が可能である。加えて、弱い相互作用は柔軟性や伸縮性を有する薄膜を実現する。そのため、高分子材料は IoT (Internet of Things) を担う次世代のエレクトロニクス・発光・熱電変換・太陽電池材料として理想的な材料群である。一方で、弱い相互作用は小さな隣接分子間トランスファー積分を意味しており、素子機能向上には構造の「柔らかさ」と電子機能の「固さ」という相反する性能が求められる。加えて、多くの機能性素子は素子性能の最大化にドーピングによるフィリング制御が求められる。近年、このような問題を解決する方法として電気化学的手法を用いたキャリアドーピングが注目されている[1]。

これまでに我々は、様々な材料への電気化学ドーピングに成功しており[2-9]、本手法の高分子材料への適用と機能性の発現を試みている[10-12]。具体的には、様々な高分子材料をイオン液体もしくはイオン液体をゲル化させたイオンゲルと組み合わせ、電圧印可を伴う電気化学ドーピングによりフィリング制御を行う。このようなフィリング制御と様々な物性測定（エックス線構造解析、伝導度測定、熱起電力測定、発光観測・分光測定）を組み合わせ、新たな機能発現を実現している。特に、本講演では最近実現された以下の三機能に関して 紹介する。

(i) 電気化学ドーピングを用いた高分子材料における金属・絶縁体転移とコヒーレント伝導

(ii) 電気化学ドーピングにより特性最大化された高分子熱電変換素子の実現とメカニズム解明

(iii) 電気化学発光セルにおける大電流密度・高効率・高輝度発光の実現と共振器構造の導入

柔軟な高分子材料におけるコヒーレント伝導の実現は、電気化学ドーピングによる「構造の柔らかさ」と「電子機能の固さ」の両立を示しており、隣接分子間トランスファー積分の高密度なキャリアドーピングによる増大を強く示唆している。今後は、本手法を用いた更なる高分子材料の高機能化が大いに期待される。

- [1] T. Harada, *et al.*, **Appl. Phys. Express.** 8, 021601 (2015).
- [2] Y. Yomogida, T. Takenobu, *et al.*, **Adv. Mater.**, 24, 4392 (2012).
- [3] J. Pu, T. Takenobu, *et al.*, **Nano Lett.**, 12, 4013 (2012).
- [4] H. Shimotani, T. Takenobu, *et al.*, **Adv. Funct. Mater.**, 24, 3305 (2014).
- [5] K. Yanagi, T. Takenobu, *et al.*, **Nano Lett.**, 14, 6437-6442 (2014).
- [6] Y. Kawasaki, T. Takenobu, *et al.*, **Nat. Commun.**, 7, 12356 (2016).
- [7] J. Pu, T. Takenobu, *et al.*, **Adv. Mater.**, 12, 4013 (2016).
- [8] J. Pu, T. Takenobu, *et al.*, **Adv. Mater.**, 29, 1606918 (2017).
- [9] J. Pu and T. Takenobu, **Adv. Mater.** 30, 1707627 (2018).
- [10] T. Sakanoue, T. Takenobu, *et al.*, **Appl. Phys. Lett.** 100, 263301 (2012).
- [11] T. Sakanoue, T. Takenobu, *et al.*, **Adv. Mater.**, 29, 1606392 (2017).
- [12] T. Sakanoue, T. Takenobu, *et al.*, **Chem. Mater.**, 29, 6122-6129 (2017).