高移動度有機半導体の分子設計 ～限界と可能性～

Molecular design of high mobility organic semiconductors: limitation and perspective

理化学研究所 創発物性科学研究センター (CEMS)¹ °瀧宮 和男¹

RIKEN Center for Emergent Matter Science (CEMS)¹ °Kazuo Takimiya¹

E-mail: takimiya@riken.jp

【はじめに】プリントド・エレクトロニクス、フレキシブル・エレクトロニクスが注目を集め、実用化への期待から、材料、プロセス、デバイスと様々な観点から数多くのアプローチがなされてきた中で、過去 10 余年間の有機半導体材料の進歩（高移動度化のみならず分子設計や合成に関する理解や進展）も著しい。演者は新たな材料の合成研究を中心に高移動度有機半導体材料の開発を目指し、この 10 年余り研究を行ってきた。現在の最先端の有機半導体材料の特性は、演者らが研究を開始したころには想像もできなかったような高いレベルに達しており、有機半導体の大いなる可能性を感じさせるものがある。今後、実用化を可能にするためにも、他の材料に対する優位性を明確にすることは重要であると思われる。その中で、「高移動度化」は重要な要素であり、その限界と可能性について、演者らが研究を行ってきたチエノアセン系材料をもとに議論したい。

【チエノアセン系材料】演者らは、高移動度化のための戦略として、硫黄などの重原子を分子内に導入し分子間相互作用を高めること、分子集合体において二次元電子系を実現する、ということ念頭に新たな分子、若しくは既存の分子でありながら有機半導体として検討されていない π 電子系を用いて検討を行ってきた[1,2]。また、分子配向制御における長鎖アルキルによる分子ファスナー効果の有用性も見出した[3]。さらにこのような分子間相互作用と分子配列が制御された有機半導体分子を用いることで、 $10 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ を超える高移動度の有機トランジスタが実現できることが明らかにされてきた[4]。これらの知見や分子を基盤に更なる高移動度化を目指し、 π 電子系の拡張[5]、アルキル基の伸長[3]、重原子置換[6]などが検討されてきたが、これらは必ずしも効果的ではないことが明らかになっている。このような現状の分子設計の限界を超え、更なる高移動度化にむけてどのような可能性があるのか、本講演がその議論の端緒となれば幸いである。

参考文献

- [1] Takimiya, K.; Shinamura, S.; Osaka, I.; Miyazaki, E. *Adv. Mater.* **2011**, *23*, 4347-4370. [2] Takimiya, K.; Osaka, I.; Mori, T.; Nakano, M. *Acc. Chem. Res.* **2014**, *47*, 1493-1502. [3] Ebata, H.; Izawa, T.; Miyazaki, E.; Takimiya, K.; Ikeda, M.; Kuwabara, H.; Yui, T. *J. Am. Chem. Soc.* **2007**, *129*, 15732-15733. [4] Minemawari, H.; Yamada, T.; Matsui, H.; Tsutsumi, J. y.; Haas, S.; Chiba, R.; Kumai, R.; Hasegawa, T. *Nature* **2011**, *475*, 364-367. [5] Mori, T.; Nishimura, T.; Yamamoto, T.; Doi, I.; Miyazaki, E.; Osaka, I.; Takimiya, K. *J. Am. Chem. Soc.* **2013**, *135*, 13900-13913. [6] Sugino, H.; Takimiya, K. *Chem. Lett.*, *in press*.