

有機導体・半導体の三四半世紀

R&D of Organic Conductors and Semiconductors in Three Quarter Century

京都大学, 石黒武彦

Kyoto University, Takehiko Ishiguro

E-mail: t.ishig@rapid.ocn.ne.jp

炭素骨格などからなる分子上の π 電子が電子機能を担う有機化合物・高分子化合物を中核とする有機導体の研究は1953年の電荷移動錯体における電気伝導の実現を経て本格化した。ペリレンなどの有機低分子結晶、ポリアセチレンなどの有機高分子で電気伝導が探求される中、1964年の有機高分子における高温超伝導の可能性の指摘が新たな関心を引き起こし、1973年のTTF・TCNQにおける電荷密度波による電気伝導の報告、1980年のTMSF塩での超伝導の報告、1980年のポリアセチレンでの金属伝導の報告などが有機導体の研究を雄飛させた。

実現された有機導体は著しい異方性を示し、狭い伝導帯での電子格子相互作用・電子間相互作用に基づく電荷密度波・スピン密度波の形成、電荷秩序などによる新現象をもたらし、Mott半導体性・スピン液体性などの新しい様態を招来した。一方、電荷移動錯体であっても電子供与体と受容体が交互に並び電子の移動が妨げられる配列構造では強誘電性が現れる。多彩な電子現象の解明を目指す精力的な実験、合成化学者による新物質の開発、フロンティア電子論を糧とする理論的研究が絡み合う取り組みによって豊饒な研究開発領域が樹立されてきた。

有機物質・分子性物質はエレクトロニクス材料としても採り上げられ、主にその半導体性が活用されてきた。分子の設計自由度、生体に通じる柔軟性、高温過程を必須としない環境親和性、分子の自己組織性などが魅力とされるが、分子が持つ電子的な機能構造の開発と共に、荷電担体の移動度を向上させるために分子の配列、配向における乱れを抑えることが課題とされている。もう一方で、有機導体研究の成熟に伴って明らかにされてきた電子系の新様相がエレクトロニクスの研究開発に志向されており、本シンポジウムにおいてそれらが提示される。

研究分野の発展は対象物質の拡大にも及び、炭素同素体であるフラーレン・ナノチューブ、最近に至って、ペロブスカイト型化合物が関連物質として視野に収められる一方、機能を創発すべく原子配列をデザインして非経験的分子軌道法、密度汎関数法などで検証し、それを基盤として有機導体・半導体そして機能性デバイスを人工的に創出する流れが生成されつつある。マクロ物質に向き合うことから、高度な計測・解析手法を駆使して、ナノレベルの電子構造や広範な時間領域でのダイナミクスに迫り、その知見を基に機能性新物質の創成を目指すなど、未知なる領域に向き合う有機導体・半導体の研究が、有機エレクトロニクスの高度化に結び付いてゆくのではあるまいか。

参考図書： 白川・山辺編 合成金属 化学同人 (1980)、P. Bernier, S. Lefrant, G. Bidan Ed. *Advances in Synthetic Metals*, Elsevier (1999)、鹿児島編著 低次元導体 裳華房 (2000)、岡本・鹿野田・澤・前田・森編 分子性固体の新物性・新機能 固体物理 49巻4号 (2014)