研究課題別中間評価結果

1．　研究課題名：　液晶性有機半導体材料の開発

2．　研究代表者：　半那　純一　（東京工業大学大学院理工学研究科　教授）

3．　研究概要

　本研究では、従来、ディスプレー材料と考えられてきた液晶物質を有機半導体として応用するために必要な材料としての学術的基盤の構築とデバイス作製のための工学的な基盤を構築し、「液晶性有機半導体」を用いたトランジスタやEL素子などの試作を通じて、その有効性を実証することを目的としている。

　この目的を達するために、本研究では、①材料技術、②基礎物性、③プロセス・デバイス技術の開拓の3つの観点から研究に取り組み、最終的に④デバイスの試作を通じてその有効性を実証するという進め方で研究を行っている。

4．　中間報告結果

4－1．研究の進捗状況及び研究成果の現状

　国内外で有機デバイスの研究が活発に行われているが、そのほとんどが分子性の固体物質を用いた研究である。これに対して本研究では液晶性分子に着目しており、よく整理された研究項目と研究計画の推進によって、液晶材料を有機半導体としての応用可能性を高めている。具体的には、材料設計の指針、材料の精製技術、電荷注入法の開拓、電荷輸送モデルの構築、ドーピング法の開拓において、独自のアイディアを実験的に実証している。本研究の一つの成果として、液晶相における電荷輸送に関し、不純物に対する効果の評価により、イオン伝導性ではなく電子伝導性であることという、従来の考え方とは異なる考え方を示した。これは今後の液晶材料の有機半導体分野の基礎となる知見である。このような体系的に取組んでいる国内外の類似研究は見当たらず、その点でもユニークであり、新しい分野を切り拓くものとして評価できる。

　中間時点までの成果を見ると、代表者のリーダーシップは十分発揮されている。今後、企業の共同研究相手とどこまで実用的な実績を上げられるかが問われる。そのためのリーダーシップが後半の課題である。

4－2．今後の研究に向けて

　液晶性有機半導体に対する物理現象の解明を進め、その学術的な研究結果から得られた事象をデバイス応用する方向は妥当であると思われ、これは物質探索からデバイス応用へのパラダイムシフトに結びつく大きな研究意義があるため、デバイス応用に際しての基礎基盤技術の課題の解決に挑戦し続けていただきたい。一方、液晶性有機半導体を分子設計から開始しており、まだ移動度はさほど高くはなく、デバイス化までの道のりには多くの課題が残されており、独創的な材料設計の指針が重要である。工学的な基盤を構築するためには、企業的なアプローチも重要であり、これに基づいて新たなデバイスのコンセプト創出が出来れば社会的なインパクトが増すと思われる。

4－3．総合評価

　当初、液晶性有機半導体を自己組織的に分子配向が揃った凝集形態を与えうる有機半導体として位置付け、こうした新物質を用いたデバイス動作を実証することを基本構想として研究を計画していた。それに対して、材料の合成・設計技術、不純物制御技術、基礎的な導電メカニズムの理論解析等、液晶性半導体そのものに対

する基盤技術の進展が認められる。特に、高純度にした場合の本質的な電荷輸送はイオン性ではなく電子伝導性であることの発見と、電極との接合に関する新規な電荷注入の開拓、およびミクロ相分離構造を利用したドーパント分子による接合抵抗低減の成果は、本質的なブレークスルーであり、高速応答を求められるデバイス化へ向けた重要な技術的進展が認められる。

当初、本研究はデバイス化よりも新しい液晶性有機半導体材料の研究・開発を主眼とすると言われていたが、現在は肝心の高い移動度の材料がまだ得られて無く、やはり、本 CREST ではデバイス化して開発した材料の優れた特性を証明して初めて価値ある研究として認められ、応用するデバイスに適した分子設計、デバイス構築化をいち早く実現されることを特に希望する。