

紹介 クローズアップ研究者②

# ソフトマターに基づくナノバイオICTデバイス研究

神戸研究所 未来 ICT 研究センター ナノ ICT グループ 専門研究員

菊池 宏 博士 (工学)

## はじめに

私たちの身の回りにはコンピュータ・ディスプレイ・携帯電話をはじめとする情報通信分野で活躍している主要なデバイスは、発光や受光など光や電子と物質の反応を活用しています。今後、情報通信技術 (ICT: Information and Communication Technology) がますます進化し多様化していくと、これらのデバイスには、大容量化・高精細化・高速化の一層の性能向上が求められます。一方では、将来の情報サービスとして、いつでも・どこでも・誰でも・安全・安心な情報をあらゆる境界を越えて提供できる新しいユニバーサルコミュニケーション技術を実現するには、省エネルギーで一層使いやすい機能が必要となります。これらは、従来の材料や光・電子反応技術の延長だけでは対応が困難で、原子や分子あるいはナノメートルスケールで起こる新しい光・電子反応を探求し、それらを生かす新奇材料・デバイスの技術開発が重要となります。

主にシリコン半導体材料が用いられてきましたが、最近ではカーボン材料を用いた新しい研究に大きな注目が集まっています。有機化合物やナノカーボン等は、柔軟な材料系 (ソフトマター) であり低温・大面積の印刷プロセスに適用可能であることから、様々な応用が期待されます。このデバイスでは、従来のシリコンデバイスには見られない薄くて軽くコンパクトに丸めて持ち運びに便利なフレキシブル化が可能なることから、ユニバーサルサービスに適した新しい応用形態を生み出そうとしています。有機半導体材料は、研究当初には性能の面においてシリコンには遠く及ばず実用化に至る進化を遂げることはなかったものの、最近の特性向上に併せそのフレキシブル性の独特な新機能発現と次世代 ICT サービスへの社会要望とが巧くマッチし一躍脚光を浴びることとなりました。この新たなパラダイムを引き起こす鍵であるソフトマターは、高分子・液晶分子・有機分子・生体分子・プラスチックなど、我々の身近にある柔らかい材料系です。

## ソフトマターへのパラダイムシフト

現在、「シリコン」から「カーボン」へのパラダイムシフトが起こりつつあります。これまでの ICT デバイスには、

## ナノバイオ ICT デバイス研究

これまで私は NHK 放送技術研究所において、液晶・有機半導体および電気光学結晶を用いた光デバイス技術、液晶デバイスおよび半導体レーザーを用いた光情報処理

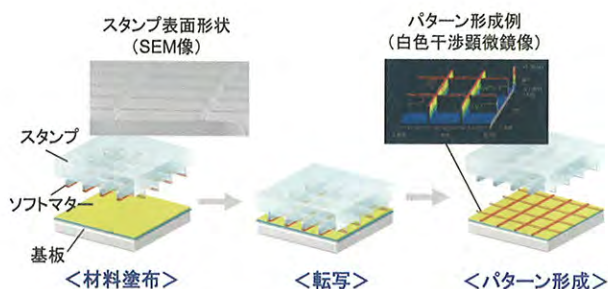
図 1  
ソフトマターの融合技術



技術、光計測による3次元奥行き情報取得技術と画像処理応用など、材料・デバイスの基礎分野から各種の応用システムまで一貫して研究してきました。特に、図1.に示されるソフトマターの基盤研究が中心となります。昨年より、ここ情報通信研究機構に出向し新たに研究をスタートしました。現在、これまでの液晶・有機半導体材料に加え生体分子などのバイオ材料も視野に入れたソフトマター全般に関するテーマに取り組んでいます。

柔軟なソフトマターをデバイスへ応用する場合、その性能を極限まで生かす構造・配向をナノスケールで制御する技術が共通課題となります。これまでの研究では、液晶と高分子を用いた複合材料系での相分離過程を精密に制御することで、高分子中にマイクロからナノサイズまでの液晶粒を均一に分散した散乱型および光位相変調型デバイスを試作し、高輝度ディスプレイを開発しました。一方では、有機半導体分子の配向形態制御法として、基板界面に高分子光配向膜を用いることでペンタセン有機薄膜のグレインサイズ増大効果を引き起こし、有機トランジスタの性能向上を図りました。今後、ナノスケール界面で発現される有機分子の単一配向・配列制御技術を確認し、それによる高性能有機トランジスタの創出を目指しています。さらに、新たなソフトマターの研究展開を図るため、生体膜などのバイオ材料にも着目し研究を推進しています。生体膜は、従来の人工デバイスにはない自己創出性・自己修復性・自律性など環境に適応するための優れた機能を備えています。このバイオ材料が持つ効率的な機能を利用あるいは模倣することにより、生体分子と人工デバイスを融合し、優れた生体機能を人工デバイス性能へ反映させることは、革新的なICTデバイス創製に向けての重要な研究フィールドといえます。現在、バイオ材料をデバイスに組み込むための微細化パターンニング技術ならびにその配向制御法などの基盤技術の構築を進めています。(図2参照)

図2 ソフトマターの微細化パターン形成例



#### 職歴

1984年  
NHK 入局

1987年  
同 放送技術研究所 研究員

2001年  
同 主任研究員  
※ 1995年から米国スタンフォード大学 客員教授

2008年  
情報通信研究機構出向

現職  
(未来 ICT 研究センター ナノ ICT グループ 専門研究員)

NHK 入局後、最初の配属先が神戸放送局。その後約 20 年して再び神戸の地に戻って研究するという「不思議な巡り合わせに驚いています」

#### 今後の研究展開

生物は、情報受容や伝達機構、あるいはエネルギー変換機構など従来の人工デバイスにはない精巧で効率的な優れた多くの性能を持ちます。これらの高度な機能をナノとバイオの先端的・先進的技術分野の融合研究を通して実現できれば、これまでとは全く異なる ICT デバイスおよびコミュニケーションパラダイムが生まれ出されることが期待されます。一方では、これらの応用を支えるサイエンスとして、ソフトマターが解き明かしていかなければならない問題は数多くあります。ソフトマターと固体との界面は応用上非常に重要ですが、基礎的な研究はこれからです。また、ソフトマターの特徴である、多層系の取り扱いもチャレンジングな問題です。これらの課題を解決することで、新しい概念の機能や性能を有する革新的 ICT デバイスを開拓し、将来の情報通信サービスの進展に大きく貢献していきたいと考えています。