

調 査 報 告

分子機能材料の研究動向

Research Trends on Functional Molecular Materials

加 藤 隆 史*

Takashi KATO

はじめに

生命体と同じ根源を有する有機分子を基本とする有機材料は、現代の生活や産業において広く用いられている。さらには先進技術のキーポイントになっているものも多い。この中の一つに液晶材料がある。筆者は、有機材料・機能性高分子に関する研究を、液晶材料を中心として行ってきた。液晶のディスプレイとしての応用は液晶分子の配向構造とその電場による制御という分子のダイナミクスを基本としている。さらに液晶の今後の展開を考えた場合、分子配向・組織化という点において生命システムと類似性を有していることが注目に値する。このような特徴は表示用材料にとどまらず、生命体の分子システムと類似の高度な精密機能を示す材料、すなわちエネルギー変換材料、情報の蓄積・伝達材料、高効率・高選択的な触媒材料、高感度分子センサー材料などへの、幅広い展開が期待できるからである。

今回、英国ケント大学で行われた第2回材料の化学に関する国際会議、英国ケンブリッジ大学で行われた第5回強誘電性液晶国際会議および、フランス・英国のいくつかの大学・研究所を訪問し、液晶を中心とする分子機能材料について研究調査する機会を得た(1995年7月10~30日)。ヨーロッパは液晶の研究に長い伝統と厚みを誇っている。液晶が発見されたのは約110年前の1888年オーストリアにおいてであるし、1960年代後半からの液晶表示デバイスのための方式・材料等の開発に対してもヨーロッパは重要な貢献をしてきた。地に足のついた研究というのがヨーロッパのグループに対する私の印象である。

ストラスブール材料物理化学研究所

英国へ渡る前、まずフランス、ストラスブールに立ち寄った。ストラスブールは、ドイツと国境を接し、欧州議会在が位置するなど今後のヨーロッパ統合の中核都市の役割

*東京大学生産技術研究所 第4部

を担っている。ちょうど私が滞在していたときも、フランスのシラク大統領とドイツのコール首相の会議が行われていた。化学の研究においても、ストラスブールは重要な位置を占めている。

材料物理化学研究所はCNRS、ルイパスツール大学等によって共同運営され、材料に関する幅広い研究を行う組織である。化学者と物理学者が一つ屋根の下、材料の分野で共同研究を活発に行っている。研究所は、120名の研究者、70名の大学院学生からなっており、5つの大きな研究グループ(有機材料、光電子材料、界面・表面、無機材料、金属材料)から構成されている。その中で、Daniel Guillon 博士率いる有機材料グループを訪問した(写真1)。

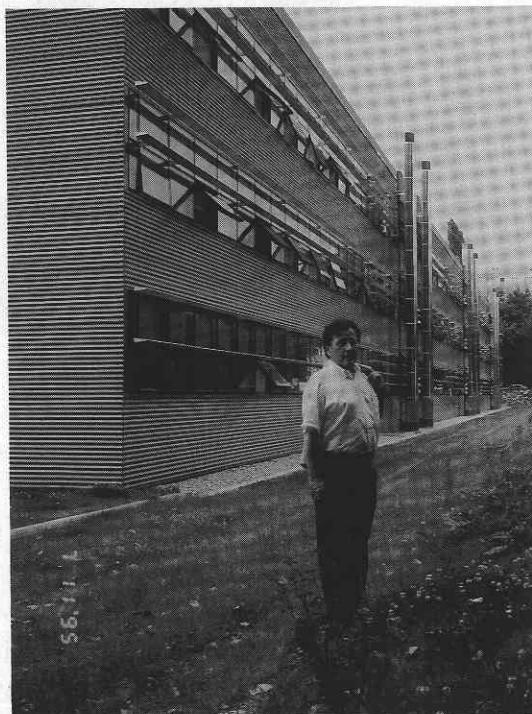


写真1 ギヨン(Guillon)博士とストラスブール材料物理化学研究所

このグループは液晶および非線形光学材料をターゲットとしている。特に現在は新しい光学活性基の導入による強誘電性液晶、イオン性基を有する液晶材料、高分子液晶などに関する研究が行われている。X線回折による液晶分子配向の解析についてはトップクラスの実力を有しており、いろいろな意味において液晶の分子配列構造に強いフランスの伝統を感じた。

シェフィールド大学分子マテリアルセンターおよび化学科

シェフィールドは、イングランドでは人口4番目であり、ヨークシャー地方の中核都市の一つである。ここでも、分子マテリアルセンターが化学科、物理学科、材料工学科の協同のもとに開設された。欧州連合(EU)における液晶協同研究プログラムの中心機関としての役割をはたしている。David Dunmur 教授, Duncan Bruce 博士を訪問した(写真2)。このセンターにおいては、液晶の研究が重要な地位を占めており、金属含有液晶、液晶の分子論、強誘電性液晶などに関する研究が行われている。また相互作用による新しい液晶の構築については共同研究を現在行っている。Bruce 博士は、特に液晶分子に金属を導入した液晶の設計・合成に大きな貢献をしてきた。液晶材料の分子設計に関し有意義な意見交換を行うことが出来た。また今後の共同研究についても計画を練ることが出来た。

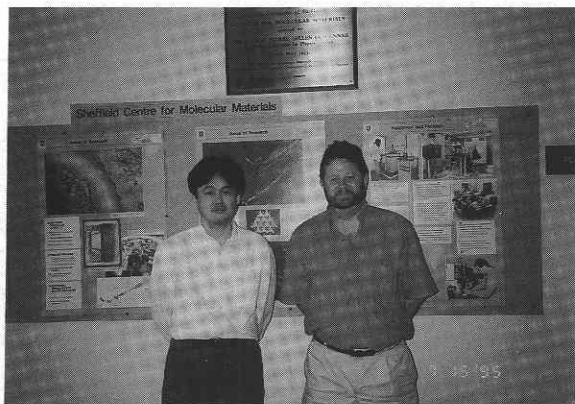


写真2 ブルース (Bruce) 博士 (現エクセター大教授) とシェフィールド大分子マテリアルセンター

第2回材料の化学に関する国際会議 (MC2)

ここ数年、王立化学会(英国)、アメリカ化学会、ドイツ化学会などにおいて材料(Materials)関係の論文誌が相次いで創刊され、いずれも大きな成功をおさめている。これを受けて、王立化学会による材料の化学に関する国際会議(International Symposium on Materials Chemistry)が1993年から始められた。スコットランドのアバディーンで行われた第1回にも筆者は参加したが、今回は、大聖堂

で有名なカンタベリーにあるケント大学において、200件以上の研究発表を集めて行われた(7月16~21日)。この会議においては、無機材料、有機材料を問わず幅広い材料の分野に関する研究報告が行われるのが特徴である。液晶関連では、反強誘電性液晶材料(東工大福田教授)、金属含有液晶材料(Sheffield大 Bruce 博士)、超分子液晶材料(筆者)、液晶性エストラマー(Freiburg大 Finkelmann 教授)、ディスコティック液晶(East Anglia大 Cook 教授)などの発表が行われた。また、有機超伝導性分子の集合構造の組織化、インターカレーション化合物に関する研究なども筆者の目を引いた。各分野の色々なトピックを楽しみ、自分の研究に関するヒントを得ることが出来た。

リーズ大学分子組織システムセンター (SOMS) および化学科

リーズ大学は産業革命の中心都市の一つであったリーズの中心に位置する総合大学である。化学科の Neville Boden 教授を訪問した。Boden 教授は Center for Self-Organizing Molecular Systems (SOMS) の Director でもある。これは、化学・物理・生物の専門家が一つの組織の中で共同研究をすることにより、分子材料の新しい展開をめざすものである。これは人的な構成だけではなく実際に建物の一つのフロアをすべて SOMS として、さまざまな分野の人間が隣合って研究を行っている。内容としては液晶、高分子、有機薄膜、生体分子などに関して Interdisciplinary な研究が行われている。このグループの研究の一つの柱のディスコティック液晶は、その構造から光・電子機能材料として期待されている。ディスコティック液晶材料の、合成法探索、高分子化、化学修飾、新規構造探索、光・電子機能化といった研究が行われている。筆者のセミナーには生研の International Advisory Panel である Eric McIntyre 名誉教授も出席され、再会を喜ぶことが出来た。

第5回強誘電性液晶国際会議 (FLC 95)

強誘電性液晶は高速応答ディスプレイの可能性が指摘され、また分子配向のユニークさもあり、ここ十数年急速に発展した分野である。前回は2年前東京で行われたが、今回はケンブリッジ大学(写真3)で行われ約240件の口頭・ポスター発表が行われた。特に、日本各メーカーの反強誘電性液晶、ディスプレイの高視野角化などに関する発表は、多くの注目を集めた。比較的新しいものとして強誘電性キラルディスコチック液晶の電気光学効果に関する報告があった。強誘電性液晶の場合、分子のキラリティーが、強誘電性・反強誘電性に結びついている。生体を構成する分子にもキラルなものが多く、デバイス以外にも新しい発展の方向が見いだせればと感じる。



写真3 ケンブリッジ大・クイーンズカレッジの“The Mathematical Bridge”

ケンブリッジ大学キャベンディッシュ研究所

キャベンディッシュ研究所は、大学の物理部門としては英国最大であり、ここで行われた研究は多くのノーベル賞学者を輩出したことで知られている。今回訪問した Richard Friend 教授は、有機共役系ポリマーのエレクトロルミネッセンスを最初に報告したことで知られており、現在も高分子の複合化・積層化による有機発光ダイオードの研究を精力的に進めている。共役構造を有するいわゆる導電性高分子は、1980年代に爆発的に研究が進んだ。現在も着実に研究が進んでいる。合成面においては精密な分子構造の制御が可能になり、物理学者の検討に耐える材料の構築が可能になったということであろう。有機分子のみで、ダイオード・トランジスタの働きを安定に行う分子デバイスが可能になれば、集積度・効率等でエレクトロニクスの飛躍的な進歩も期待されるが、そういった夢を感じた。

ハル大学化学科

ハル大学は、液晶研究に数十年の長い伝統と大きな貢献

を誇っている。現在 John Goodby 教授率いる有機化学部門は、講師3名、ポスドク・院生約20名からなり、世界の液晶研究の中心の一つとなっている。前任の Gray 教授（現所属：Merck, UK）は、液晶の分子構造と性質の関連に関して多くの業績があり、特に液晶デバイス用標準材料であるシアノビフェニル系液晶を開発したことで知られている。本年度京都賞を受賞される。

Goodby 教授は、液晶の分野で、スメクチック液晶の構造等において数々の重要な業績を残している。Gray 教授との共著である、“Smectic Liquid Crystals”は、液晶研究者のバイブルの一つとなっている。現在の興味は、キラルな液晶材料（特に高速液晶ディスプレイとして重要な強誘電性液晶・反強誘電性液晶）の分子構造・高次構造である。糖の液晶に関しても興味をもって研究が進められている。今後は、生命プロセスとの関連で生体分子を用いた液晶が今後は重要となっていくということで、我々の意見は一致した。共同研究も始まったところである。

終わりに

どの大学あるいは研究所でも、Interdisciplinary あるいは Multidisciplinary ということを中心に協調しており、それがかなりのところで実際に機能していることに対し強い印象を受けた。また国を越えた人材交流の活発さは印象的であるが、特に欧州連合 (EU) の発足によりさらに活発化しようとしている。ヨーロッパの研究グループが EU の正式な援助を受け大きな研究ネットワークを構築しつつある。国を越えたさまざまな刺激・交流というのは研究にとって本当に重要であると感じる。今後、筆者も彼らとの共同研究・情報交換を通して、新しい分子材料の分野を開拓していきたいと考えている。筆者に有意義な研究調査の機会を与えていただいた財団法人生産技術研究奨励会に感謝して、調査報告の終わりとさせていただきます。

(三好研究助成報告書 1995年10月12日受理)