

## 第5回 LB 膜国際会議報告

真島 豊

東京工業大学工学部電子物理工学科  
〒152 東京都目黒区大岡山 2-12-1

(1991年10月18日受理)

The Fifth International Conference on  
Langmuir-Blodgett Films

Yutaka MAJIMA

Dept. of Physical Electronics,  
Tokyo Institute of Technology  
2-12-1, O-okayama, Meguro-ku, Tokyo 152

(Received October 18, 1991)

第5回 LB 膜国際会議 (Fifth International Conference on Langmuir-Blodgett Films) が 1991年8月26日から8月30日までパリで開催された。本国際会議は有機超薄膜である LB 膜および水面上単分子膜の、基礎物性および素子応用に関する国際会議であり、次世代の技術として注目されている分子エレクトロニクスおよびバイオエレクトロニクスを LB 膜を用いて実現することをめざしている。これまでに 1982年に英国, 1985年に米国, 1987年に旧西独, 1989年に日本の計4回開催されており、今回のフランスで第5回目を数える。会議には世界 27カ国から 434名もの研究者が集まり 70件の口答発表と 257件のポスターセッションが行われた。今回の発表件数は前回比3割増であり、LB 膜の研究に対する関心の高まりが強く感じられた。

参加者の国別では、日本が 93名、フランスが 73名、ドイツが 72名、英国が 59名、アメリカが 32名、以下ソ連、イタリア、スイス、中国、フィンランドなどが続く。この数字から明らかなように、日本が参加者の人数において、主催国であるフランスの 73名を上回っていることが注目される。これは、大学や研究機関に所属する参加者に対して、企業に所属する参加者の割合が他国よりも多かったためであると思われる。

分野別の内訳を表 1 に示す。分野別に見ると、構造評価、光学特性、気水界面単分子膜、電気物性および誘電物性、生体模倣システムなどに関する発表が多かった。以下では単分子膜レベルでの素子を構築するための基礎研究および応用研究という観点において注目されたいくつ

表 1 第5回 LB 膜国際会議の分類と発表論文数

セッション名	発表論文数(件)	
	口答	ポスター
LB膜作製	6	16
気水界面単分子膜	8	31
光学特性	8	35
電気特性および誘電物性	6	28
単層膜および多層膜における化学	5	21
LB膜応用	9	19
構造評価	8	46
新しい評価方法	9	16
生体模倣システム	5	27
分子認識、自己凝集システム	6	18
計	70	257

かの発表について所感を述べさせていただく。

気水界面単分子膜に関する発表では、新しい概念の評価方法としてブリュースターの法則に基づいた評価方法があった。物質の界面に光が入射するとき、入射光は界面で反射、透過または吸収される。入射光がある特定の角度  $\theta$  ( $\tan \theta = n_1/n_0$ , ただし  $n_1$  は媒質の屈折率,  $n_0$  は空気の屈折率) で入射すると、 $p$  偏向した光はまったく反射しない(ブリュースターの法則)。この法則を利用してブリュースター角付近でレーザー光を水面上単分子膜に入射すると、 $p$  偏向の反射は水面上単分子膜を構成する分子の屈折率、密度、配向状態などに依存する。発表では水面上単分子膜において分子種の違い(側鎖の長さ、親水基など)によって反射率が異なることや、アゾベンゼンを含む水面上単分子膜においてはトランス型とシス型でブリュースター角が異なることを示していた。

さらに、このブリュースターの法則を応用した顕微鏡の開発に関する発表があり注目された。この新しい顕微鏡では、ブリュースター角付近で入射したレーザー光の反射像を拡大して、顕微鏡の像として観察するものである。この方法の特徴は、膜を観察するときに蛍光物質(プローブ分子)を膜に混入する必要のない点と、像の濃淡が気水界面単分子膜の膜厚、屈折率などに依存するので将来定量的な評価が可能となる点が挙げられる。

気水界面単分子膜の微細構造を直接観察する方法としては、位相差顕微鏡を用いた方法も注目された。この顕微鏡の原理は観察対象物の通過した光と別の経路を通った参照光との位相差によって生じる像の濃淡を得るものである。これらの方法のようにプローブ分子などを膜に

混入せずに直接膜の状態を把握することは今後素子化を目指すときに重要であろう。

電気物性に関する発表では、M(金属)/I(絶縁層)/機能性LB膜(数層)/I/M構造の素子を構築し、分子層レベルでの記憶素子の実現を目指した発表が数件あった。LB膜の層構造をA(アクセプター)/S(フォトセンシタイザ)/D(ドナー)/とした素子に光を照射した際の短絡電流に関する発表では、光照射時に電流が外部回路に流れ、消光すると逆方向に電流は流れていた。光照射時に観察された電流は、荷電粒子の層間移動に起因しているものと思われ、興味深かった。一方、LB膜の層構造で量子井戸を構築し、将来多重メモリーを実現することを目指した発表では、概念には共感を覚えたが、実際の素子構造や測定レベルはその概念を実現するレベルまで達していないようであった。したがって、現時点では単分子層レベルでどのようなことが起こっているかという基礎物性に関する研究がこのタイプの素子を実現するうえで重要であると思われた。

電気物性に関する発表ではほかに、導電性LB膜に関する発表も注目された。発表の中には導電率が数十S/cmに達している導電性LB膜があった。現在のLB膜の層構造を用いた素子における問題点の一つとして、上部電極金属蒸着時のLB膜への損傷の問題が挙げられるが、LB法により形成された導電膜を上部電極として用いることは、損傷の問題を解決する一つの手段ではないかと思われた。

新しい評価方法に関するセッションでは、STM(走査型トンネル顕微鏡)によるLB膜の観察が注目された。STMという顕微鏡は既製品がすでに存在しており、その装置を使いこなすことができれば、LB膜を高分解能(数Åオーダー)で観察することが可能なようであった。しかし、STMの針に印加するバイアス電圧およびトンネル電流の設定によって、STMの像として観察される部分が異なる場合があるようなので、STMの像を定量的に評価するための基礎的な研究が重要であると思われた。ところで、このSTMの技術は単に顕微鏡という側面だけではなく、LB膜に非接触でトンネル電流を検出するという点で、LB膜を用いたメモリー素子などを実現する可能性のある技術としてとらえることができるの

で、今後のSTMの研究動向について注目していきたい。

分子レベルでのスイッチング素子への応用を目指して、フォトクロミズムを示す分子種のスイッチング機能をとらえるという発表がさまざまな分野に数件ほどあり興味深かった。アゾベンゼン、スピロピランなどに代表されるフォトクロミズムを示す分子種は、一般に2つの安定な分子構造をとることが可能であり、その分子に固有の2種類の光を交互に照射すると2つの状態間を可逆的に変化する。発表の中にはスイッチング機能部位としてアゾベンゼン基、導電性部位としてTCNQ基それぞれを1分子中に有する分子を合成し、アゾベンゼン基のスイッチング機能によってLB膜の横方向の導電率が変化することを示した発表や、溶液-溶液界面を隔てた膜の導電現象がアゾベンゼン基のスイッチングによって過渡的に変化することを示した発表など、さまざまな切り口で研究を行っていた。

その中で、アゾベンゼン基のスイッチング機能を気水界面単分子膜において変位電流によりとらえるという発表は、単分子膜レベルでのスイッチング現象の検出が電気的な測定で可能であることを示した点で注目された。このいわゆる変位電流法では膜中の電束の変化に起因した変位電流を測定しているため、測定電極と膜の間に積極的に空気層を導入することが可能であり、膜に対して非接触に測定が行える。そしてこの空気層が荷電粒子に対して理想的な障壁として働き、リーク電流が流れるのを防ぐことができるため、変位電流法では単分子膜中の双極子モーメントの変化や電荷の移動などを非常に感度よく測定することが可能であった。したがって、今後分子層として数層レベルでの記憶素子などの構築をめざすときに、その層構造の基礎物性を研究するのに変位電流法は非常に適しており、また変位電流をその素子の信号出力としてとらえることも可能であると思われた。

最後に、今回のLB膜国際会議は、1993年にカナダのケベックで開催される予定である。なお、今回の国際会議から研究対象の間口が広がり、有機超薄膜であればLB膜以外でも対象とするので、さらに活発な研究発表が期待できるものと思われる。