

第8回国際液晶会議の印象

大阪大・理 宮 島 清 一

(1)

去る6月30日から5日間、京都国際会議場において、第8回国際液晶会議が開かれた。会議は、液晶研究における最近の進歩を反映して、内容豊かなものだったと思う。とくに、基礎物性分野での新しい実験事実の発表に、直接接することの少なかった、我々、日本の若手にとっては、なかなか刺激的な学会となった。これは、一参加者の直接見聞した範囲での、印象記である。

まず、会議の規模、運営その他について簡単にふれる。参加者は、中間発表の時点で国外から182人、国内から370人、発表論文数は369、うちオーラルが137、ポスターが232。すべての発表は11のセッションに分類され、3会場同時進行で行われた。ポスターセッションは、オーラルと重ならないように、別の時間に行われた。11のセッションは、プログラム上では、大まかに、Physics, Chemistry, Applicationsの3つに大別される。この学会の性格をある程度反映すると思われるので、各々の論文数を記すと、Physics 152, Chemistry 110, Applications 107である。このように、新物質の開発、物性研究、応用という分野が、密接な関わりを持って発展していることが、液晶研究の特徴のひとつであり、このことが、学会に、独特の活気を与えていることも事実である。そして、そのことを考えれば以下に述べる内容が、会議全体の一部分しか反映していないということを、はじめに断っておかななくてはならないと思う。さて、本論に入る。

(2)

筆者が参加したのは、主として2つのセッション“mesomorphic states and phase transitions”及び“molecular structure and dynamics”である。まず、全般的印象を述べる。

ここ数年来、液晶の基礎物性の研究、なかでも、構造論や相転移の研究が活況を呈しているのには、次の事情があろうと思う。

1. Reentrant 中間相^{註)}、Discotic 中間相^{註)}など、新中間相の発見、新物質の開発が相次いでいること。
2. 実験の精密化にともない、分子レベルでより定量的なデータが得られるようになり、構造や物性に対する従来の理解の不十分さが明らかになってきたこと。

こうしたことは、液晶と総称される諸中間相の定義自身の再検討を要請しており、柔粘性結晶など、分子配向の無秩序をもった結晶状態を含めて、結晶と等方液体とのあいだに実に多様な世界が存在することを、改めて、我々に示している。今回の国際会議の討論でも明らかになったように、液晶の諸相の構造についても、その概念は形成途上にあり、動的な性質については、いっそう不明な点が多い。また、液晶の示す多様な相転移は、相転移研究の対象としても重要性を増していると思う。

(3)

さて、具体的内容に入る。我々のセッションで、特に注目されたのは、高分解能X線回折を用いた、Smectic相^註の構造研究の進歩であった。この中間相については、従来、ドイツのHalle大学のグループを中心とした偏光顕微鏡によるtexture観察などをもとに、10種ほどの異った構造が知られ、A, B, C, ……と名づけられてきたが、これらは、定義上のあいまいさを多分に含んでいた。de Vries (Kent State Unive.) は、最近のX線回折の結果から、① Smectic層内の分子面配向の秩序度 ② Smectic層の垂線とDirector (分子長軸の平均方向) とのなす角度 ③ 層間相関の有無 (2次元秩序か3次元秩序か) にもとづいて、新しい、より体系的な分類を提案し、旧来の呼称との対応も示した。de Vriesによれば、従来“2次元液体”とされてきたSmAにも、分子の重心位置に関する限り2次元の長距離秩序があるといい、ある種の高次Sm相では3次元秩序があるという。これとは別に、Pershan (Harvard) は、高次のSmには、少なくとも $0.3\mu\text{m}$ の範囲にわたって3次元秩序があるとの確証を得たと発表した。これがその通りだとすると、じっさい、これらを「液晶」と呼んでよいかが問題になる。de Vriesらの解釈では、高次のSm相と、対応する結晶相とのあいだには、対称性の上でこれらを区別するものはなく、彼らの話を勝手に敷衍すれば、これらは「欠陥の多い、特有の層状構造をもった結晶状態」ということになりそうだ。Pershanはもっとはっきりしていて、高次のSm相は結晶というべきだと言っている。これらの議論は、しかし、専ら、構造解析による議論であり、液晶状態の本性を捉えるためには、いっぽうで、分子運動の自由度に関する議論が必要だと思った。X線による研究では、上記以外にも、Hardouin (Bordeaux, France) がSmA相内で、単分子層-2分子相の相転移($\text{SmA}_1\text{-SmA}_2$)を発見したと発表し、Leadbetter (Univ. Exeter) は、SmBにおいて、3とおりの層間相関が存在することを示した。更に彼は、ある種の物質のSm相では、incommensurateな波長をもつ密度波が存在することを示した。後者の問題については、Prost (Domaive Univ. France) が、より一般的な形で講演を行った。

分子運動の研究は、相対的に成果に乏しかったが、その中で、Jauik (Kraków, Poland) が中性子の非弾性散乱の結果から SmC における, alkyl chain の運動と benzene ring の部分の運動との相関について報告した。NMR の分野では, Doane (Kent), Samulsky (Weizmann Inst., Israel) が, ある種の間相では, 重水素の線形から, alkyl chain の運動が円筒対称性からかなり外れていることを示した。そして, 従来の, $P_2^0(\cos \theta)$ をオーダーパラメータとする記述では不十分であり, 運動の非対称性の測定に四重極核を用いることが有効であることを強調した。中性子を用いた, Sm 相における “unduration mode” の測定については, “unfortunately failed” と発表された。

Reentrant 現象の討論も注目を集めた。先ず, この現象の発見者たる Cladis (Bell Labo.) が, そのごの実験をもとに, 分子構造との関係では末端の $-\text{CN}$ 基が特にこの現象を促すこと, 分子の会合が Nematic 相を安定化させること, などの経験則を示した。この現象の解釈としては, 従来, Clark, Prost, Pershan らの現象論的アプローチがあったが, 今回の会議では, Prost, Hardouin が, $\text{SmA}_1 - \text{SmA}_2$ 転移とも関連づけて, Reentrant 現象を, “Smectic order parameter” (2次元秩序の度合) と “antiferroelectric-type order Parameter” (分子会合にともなう一次元秩序の安定化と関係する) との競合という描像で説明しようという試みを示した。

Discotic 中間相についての討論には, 時間の都合で殆ど参加できなかったのが残念であった。それでも, NMR 屋として気になっていた Lubljana (Yugoslavia) グループの発表だけは聴きに行ったが, NMR の実験は「未だ成功的結果を得ず」で, モデル計算の結果だけが示された。新物質の開発者のひとりである Chandrasekhar (Raman Inst.) の講演は満員であったそうである。Discotic に関連した新物質の開発はひきつづき盛んで “Discotic nematic”, “Discotic cholesteric” などと, ポスターセッションはにぎわっていた。日本人では, 阪大の徂徠氏が, 熱容量と赤外スペクトルの測定結果から, Discotic 相における分子運動, とくに chain motion について論じていた。

少し毛色が変わった話題を3つほど紹介する。北大の松永氏が, 液晶性を示さない2種の物質(各々が電子対供与基と受容器を持つ)を混合し, 電荷移動による分子間相互作用で液晶性を実現してみせた。Reentrant 現象との関連でも, 興味深い成功だと思った。

octaphenyltetracyclosiloxane という物質の示す中間相は, 数年来, 大いに奇妙がられていたが, Rusticnelli (Univ. Ancona, Italy) による X 線回折の結果と, 最近の他のデータから, plastic crystal であることがほぼ確かめられ, この状態を示す最大の分子といわれることになった。

Chia-Wei Woo (Univ. California, San Diego) は、「量子液晶」の可能性について議論した。オルト水素を極低温で適当な物質に表面吸着させ、更に外場をかけるなどして、要するに、何とかして結晶化を阻み、かつ配向秩序によるエネルギーの利得を上げるということで、その可能性があるといい、しきりに実験家を扇動していた。

(4)

さいごに、応用的側面について、非専門の立場からの印象を。

わが国は、現在、液晶表示器 (LCD) の生産において、世界市場の 80 % を占めているという。工業的側面における「液晶先進国」における国際会議という性格は、内容面にも反映していたと思われるが、我々はその内容に明るくない。ただ、会場内の一室に展示された各社の LCD 応用製品を見る機会があった。我々は LCD といえはすぐ、digital panel と考えがちだが、様々なゲスト・ホスト型のカラー表示器を使った測定器、アナログメーターなどは実にきれいで、目を楽しませてくれた。

もうひとつ、注目を引いたのは、オープニング・トークのひとつで、シャープ社の佐々木氏が、テレビジョン・スクリーンの試作例 (日立の作品) を紹介したことであった。会場内の大スクリーンに、無数の液晶マトリックスで作られた、歌手の石川さゆりさんの美しい笑顔が写し出され、参加者にほほえみかけた。オープニング・トークの退屈さに、少し、だだをこねたくなっていた筆者も、この時だけは、実に愉快的気持ちになったものだった。

総じて、たいへん楽しい、充実した京都での 5 日間であった。次回は 1982 年、Poland の Krakow で開かれる。ここは、Copernicus 生誕の地だそうである。「ゆるぎない事実をもとに、大胆に !!」筆者も、その日までに、少しでもよりすぐれた研究者となって、また参加したいと思っている。

註)

編集委員のお勧めにより、専門外の方のために、最少限の註釈を致します。

“mesophase”

液晶状態は、物質の曲型的な三相に対して、熱力学的にこれらとは別の相であるが、結晶格子が少くとも部分的に崩壊し、部分的に融解した状態という捉え方から、結晶と等方液体の間という面を強調して「中間相」(mesophase)、「中間状態」(mesomorphic state) などとも呼ばれている。

“Nematic 液晶相”

液晶状態の中で最も液体に近く、「一次元の配向秩序を持った液体」といえる。

“Smectic 液晶相”

この相は特有の層状構造をもち、層内の秩序の度合いや、層の垂線と分子長軸の平均方向とのなす角などにより、これまでに10種ほどが知られている。これらはSmA, SmB, SmC, …… と名付けられている。同一物質でもSm相の多形を示す例が多い。

“Reentrant mesophase”

従来の通念では、Nematic相(N)にくらべてSmectic相は、より高次の秩序が発達しているから同一物質では必ずより低温側に出現するとされていた。ところが1975年にP. Cladisは、ある二成分系において、定圧下で温度を下げると、液体-N-SmA-N-結晶、という相関係がおこることを発見した。ここに出現した低温側のN相を、Reentrant Nematic相とよんでいる。そのご、この現象は、純物質でもおこることが見出された。

“Discotic mesophase”

ある種の円盤状分子の示す、独特の中間相で、従来の液晶や柔粘性結晶(plastic crystal)の定義に合わないことから、Disklike mesophaseとか、Discotic mesophaseとか呼ばれている。純物質としては、1977年にS. Chandrasekharらが発見した。

なお、Reentrant mesophase, Discotic mesophaseについて、より詳しくは、徂徠道夫氏の解説(「化学」1980年7月号)を参照されることをお勧めします。