

出張を通して再認識した、 液晶研究の楽しさ、研究者の面白さ



若 者

吉 田 浩 之*

Joy of Liquid Crystals Research, Joy of being a Researcher

Key Words : liquid crystals optics, nanoparticles international conference

1. はじめに

2009年9月末、大阪大学大学院工学研究科電気電子情報工学専攻のGCOEプログラム「次世代電子デバイス教育研究開発拠点」の支援を受け、ドイツとイタリアをまわる出張へ行きました。ドイツではダルムシュタットとパーダーボルンという街を訪問し、それぞれ企業と大学の研究室を訪ねた後、イタリア・シチリア島のエリーチェという街で開催された13th Topical Meeting on the Optics of Liquid Crystals (以下OLC)という液晶光学に関する学術会議に出席しました。筆者は2009年4月から助教として勤務を始めたばかりの「若者」ですが、この出張を通して、特に2つのことを強く思わされました。このコラムではそのことを綴らせていただきたいと思います。

2. 「液晶」という材料の魅力

筆者が出張を通して改めて感じた1つ目の事柄は、「液晶」という材料の面白さでした。筆者が有機材料の中でも液晶の光学という分野で研究を始めて6年がたとうとしていますが、時間がたつにつれ、より一層、その面白さに魅せられていると思います。「液晶」という言葉を聞くと、大半の人は「テレビ」を連想すると思いますが、実際には液体と固体の間相、すなわち流動性と異方性を兼ね備えた物質の

状態を表し、材料に対し「液晶」という言葉を使う場合には、そのような中間相を示す材料を指します。液体が異方性を示すということは、構成する分子がなにかしらの秩序をもっている、ということですが、「液晶」では構成分子間に働く相互作用によって、多彩な分子配列が自己組織的に形成され、独立した「液晶相」として存在しています。例えば、一般的にディスプレイに用いられているのは、棒状分子からなるネマティック相で、分子が集団として一方向に配向するOrientation Orderを持ちますが、分子のお互いの位置に関する秩序(Positional Order)は持ちません。最も対称性の高い液晶相です。同じ棒状分子からなる場合でも、分子が方向性秩序と共に位置的秩序をもつ場合にはスメクティック液晶と呼ばれ、強誘電性など、ネマティック液晶には無い性質をもつことがあります。一方、構成分子が掌性を持つ場合には、分子は局所的には一様配向するものの、マクロには(分子の大きさと比較して)周期の大きな螺旋構造を形成し、コレステリック相やブルー相と呼ばれます。また、構成分子が棒状ではなく円盤状の場合には、分子が柱状に重なり合ったコラムナー相と呼ばれる液晶相が発現し、コラム軸方向に電子伝導性を示します。

分子の大きさと比較してマクロな秩序構造を自己組織的に形成する事と並んで、液晶が持つ魅力はその美しさです。数ミクロンの間隔を空けた2枚のガラス板(一般的なデバイス構成であるサンドイッチセル)に挟みこんだ液晶はほとんど透明ですが、偏光顕微鏡下で観察すると、分子配向に依存した、非常に色鮮やかなテクスチャを確認することができます。図1(a)に示したのは、コレステリックブルー相を発現する液晶材料の偏光顕微鏡像です。コレステリックブルー相では、図1(b)に示すように、分子が局所的に2軸的に捻れている2重捻れシリンダ



* Hiroyuki YOSHIDA

1983年10月生
大阪大学大学院 工学研究科 電気電子情報工学専攻(2009年)卒業
現在、大阪大学大学院 工学研究科 電気電子情報工学専攻 尾崎研究室 助教博士(工学) 液晶光学
TEL : 06-6879-7759
FAX : 06-6879-7774
E-mail : yoshida@eei.eng.osaka-u.ac.jp

ーが体心立方格子(ブルー相I)ないしは単純立方格子(ブルー相II)を形成するようにスタックしているとされており、偏光顕微鏡下では様々な格子面のブラッグ波長に対応した色が観察できます。図1(a)ではポリドメインのサンプルを観察しているため、まるでステンドグラスのアートのような模様が視野一面に広がって見えます。様々な液晶相のテクスチャは雑誌やホームページなどの背景画像として用いられることも多い他、国際液晶学会(International Liquid Crystal Society)のホームページでは、世界中の研究者から投稿された写真から Picture of the Month が選ばれ、月替わりで掲載されています。(URL:

<http://www.ilcsoc.org/ILCS/page137/page140/page140.html>)

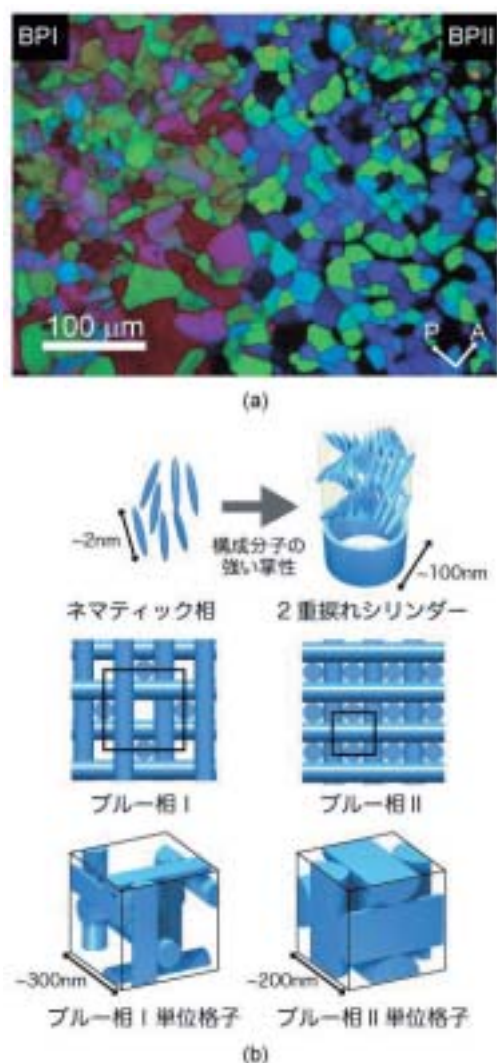


図1(a) コレステリックブルー相の偏光顕微鏡像
(b) コレステリックブルー相の分子配向の模式図

上述のように広い定義をもつ「液晶」では、多くの非線形光学効果が見られ、その応用也多岐にわたります。筆者が出席したOLCにおいても、5日間の日程でフォトニック結晶、光渦の発生、新規ディスプレイモード、メタマテリアル、波長可変レーザ、光ソリトン、量子情報通信など最先端の概念を含む多くのトピックがカバーされました。よく知られている液晶材料を用いながらも、(基礎的な電磁気学や物性物理学に裏付けられた)スマートなアイデアによって価値の高い研究が数多く生み出されていることを知ることは、良い刺激となりました。また、それぞれのトピックにおいて、Nature や Physical Review Letters などの、インパクトのある学術雑誌に記事が掲載されている、という事実、液晶材料のポテンシャルの大きさを痛感し、興奮を覚えました[1]。

同学会で筆者らの研究発表が多くの参加者に興味をもたれたのも、上記の理由によると思われます。筆者らは最近、液晶中にナノ粒子を簡単に導入する手法として、スパッタ蒸着を用いることを提案しました[2]。液晶材料に金属や半導体、誘電体のナノ粒子を少量添加することにより、誘電率や屈折率などの物性を変調することが可能な為、本手法を用いてナノ粒子分散ネマティック液晶を作製することで、より高性能なディスプレイの実現が期待できます。一方で、金属ナノ粒子を前述のコレステリックブルー相に添加すると、ナノ粒子が3次的に配列することが予想されるため、プラズモニック結晶やメタマテリアルとしての応用が期待できます。つまり、用いる液晶相を変えることで、全く異なる機能を持つ材料として用いることができるのです。

3. 研究者として世界を旅する楽しさ

筆者が出張を通して感じた2つ目のことは、研究者として世界を旅する楽しさでした。この出張で訪問したすべての場所で、素晴らしい出会いがありました。例えば、ダルムシュタットで訪問したメルクでは会社の見学だけでなく、現在売られているディスプレイ用の液晶の材料開発に携わっている研究者に自分の研究を発表し、討論を交わす機会に恵まれました。また、パーダーボルン大学のKitzerow教授には研究室を見せていただいただけでなく、パーダーボルンの街も案内していただくなど、大変親切

にさせていただきました(図2)。元々言語も文化も全く違うにも関わらず、このような貴重な経験をさせていただけたのは、私たちが「研究」という共通の言語をもつが故であったと思っています。



図2 パーダーボルンのシティホール前にて撮影。
左より2番目が Kitzerow 教授、右側の二人は
一緒に機関訪問した研究室の学生。

筆者は学生時代にも、イタリア南部のカラーブリア州立大学やアメリカのカリフォルニア大学ロサンゼルス校などを訪問する機会に恵まれました。その中で、研究室の教官や学生と知り合い、少しずつその輪が広がっていくことにより、自らの世界が少しずつ広がっていくように感じ、嬉しくなりました。

これから研究者としての歩み続けることで、この輪が、最終的には世界中に広まる可能性があることを考えると、とても大きな期待感を覚えます。

4. 大学教員として

大学教員としてはまだまだ駆け出しですが、私はこのコラムで綴ったこと - 自分の研究対象への尽きない興味を持つことと、他の研究者とのネットワークを楽しむこと - は、研究生活を充実させる重要な鍵ではないかと考えています。未だ私と同じ経験をしていない学生に、このようなことを伝えるのは難しいかもしれませんが、自分の研究に対する姿勢を通して、研究の楽しさと、研究者の楽しみを少しでも共有できればと思っています。

5. 謝辞

私を液晶光学という研究分野に導いてくださり、ご指導下さった大阪大学名誉教授の吉野勝美先生、また助教としてのスタートをきらせて下さった大阪大学工学部の尾崎雅則教授に感謝いたします。また、本出張に際し、必要な支援を下さった大阪大学 GCOE プログラム「次世代電子デバイス教育研究開発拠点」および訪問研究機関のメルク社、パーダーボルン大学の関係者の方々に感謝いたします。

最後に、本コラム執筆の機会を下さった大阪大学工学部の杉野隆教授ならびに「生産と技術」の関係者の皆様に御礼申し上げます。

- [1] M. Humar, et al. *Nat. Photon.* pp. 595-600, Vol. 3 (2009)., E. Nagali et al., *Phys. Rev. Lett.* pp. 013601-1-4, Vol. 103 (2009). M. Peccianti, et al. *Nat. Phys.* pp. 737-742, Vol. 2 (2006)., 等
- [2] H. Yoshida et al. *Adv. Mater.* in press. [doi: 10.1002/adma.200902831]