

調 査 報 告

アメリカ光学学会年会参加とドイツ、フランスの研究機関訪問

Report on OSA Annual Meeting and Visiting Researchers on Photorefractive Effects in Germany and France

志 村 努*

Tsutomu SHIMURA

三好研究助成金により、1995年アメリカ光学学会年会 (Optical Society of America, Annual Meeting) に参加し、その後ヨーロッパに渡りフランスとドイツの研究機関に、私と研究分野の近い研究者を訪問したので報告する。

1. 1995年度アメリカ光学学会年会

まずポートランドで行われた OSA Annual Meeting に参加した。会場は市の中心から少し外れた、川向こうにあるオレゴンコンベンションセンターで行われた。この会議は基本的にはアメリカ光学学会 (OSA) の国内学会という位置づけらしいが、OSA 自体が実質的に国際的な学会となっているため、国外からの参加者も多く、日本からの発表も少なからずあった。

私の専門分野であるフォトリフラクティブ効果に関する発表は、直前の6月に分野をフォトリフラクティブ効果だけにしぼった Topical Meeting がコロラドで盛大に行われたため、常連の半数くらいは欠席であったのが少し寂しかった。しかしフォトリフラクティブ材料関係の講演とフォトリフラクティブ・メモリーに関するセッションがそれぞれ丸1日分ずつあり、そこそこ盛況であった。

フォトリフラクティブ・メモリーは、2次元情報をホログラムとしてフォトリフラクティブ結晶に多重記録し、現在の磁気メモリー、光磁気メモリー以上の記録密度と半導体メモリー並のデータ転送レートを兼ね備えた高性能記憶装置を実現させようというものである。光学的記録の分解能は1次元につき光の波長 λ 程度であるから、3次元記録であるフォトリフラクティブ・メモリーの記録密度の理論限界は $(1/\lambda^3) \times$ 階調数である、というのがうたい文句である。実際に1cm角の結晶に10,000枚の画像を記録したという報告例がある。実は全く同じものがレーザーの実用化とともに約20年ほど前にホログラフィック・メモリーという名前で大学および企業で盛んに研究され、第1次ブームとも言うべき時期があったのだが、さまざまな技術的困難から実用化には至らず、次第に葬り去られてしまった。これが数年前から主にアメリカで復活し、ここに来て再び脚光を浴び始めている。と言っても、現在のところアメリ

カだけでの話で、日本、特にメモリーあるいは光学関係の企業は冷ややかに推移を眺めているというのが現状のようである。

復活の理由は今一つはっきりしない。というのも原理的には何ら新しいところが無いからである。これは当事者達も認めているようである。ただ20年前とはシステムを構成する個々のデバイスの性能が桁違いに良くなっているのがキーらしい。記録媒体のフォトリフラクティブ結晶の品質が良くなっている上に、特に画像を入力する液晶ディスプレイ、再生画像を読み取る CCD 素子、および全てのシステムをコントロールするコンピューターの水準が20年前とは比較にならない。

現在ではヘッセリンク教授 (スタンフォード大学)、サルティス教授 (カリフォルニア工科大学) のグループが積極的に研究を進めており、それぞれベンチャー企業を作って試作品レベルのシステムを実現している。今回もこの二人が招待講演を行った。

ホログラフィックメモリーとともにもう一つの3次元光メモリーである、ビット記録型3次元光メモリーについても別のセッションで講演があった。これは簡単に言って CD-ROM を積層したようなものだが、中でも阪大の河田教授のグループはフォトリフラクティブ材料を用いて3次元的に屈折率の異なるビットを記録、読み出すというシステムについて講演を行い、フォトリフラクティブメモリーの別の方向性を示した。始めに理論的な記録密度の限界は「 $(1/\lambda^3) \times$ 階調数」であると述べたが、河田教授はホログラフィックメモリーの場合、記録された画像1枚あたりの画素数が多くなると記録可能な画像の枚数が著しく減るために、限界の記録密度が達成できないという理論を示し、ビット記録型の優位を主張した。当然これにはホログラフィックメモリー陣営からの反論があったが、その場ではあまり突っ込んだ議論には至らなかった。今後の推移が興味深い。

私の発表は半導体フォトリフラクティブ材料の基礎的な特性に関するものであり、同じセッションではさまざまな材料についての報告があったが、個々の発表にはあまり共通項が無く、盛り上がりは今一つであった。ただ基本的に

*東京大学生産技術研究所 第1部

1. 今までに無い波長域で感度を持つ材料, 2. 速い応答の材料, を見い出したいという動機は同じであり, 地道な研究の継続がいずれブレイクスルーをもたらすと信じていた。

2. 理論・応用光学研究所 (オルセー, フランス) の訪問

会議のあとは, ヨーロッパに渡り, フランスとドイツの研究機関を訪問した。国際会議で知り合ったヨーロッパの研究者が何人かおり, 前からいずれ訪問してみたいと思っていたのだが, なかなか機会がなかった。そこへ今回三好助成金をいただいて, 念願がかなったというわけである。

まずフランスのパリ近郊のオルセーにある理論・応用光学研究所 (Institut d'Optique Théorique et Appliquée) にローゼン (Roosen) 博士を訪ねた。完全には理解できなかったのだが, この研究所の組織は, 基本的には独立した研究所だが, パリ南大学 (第11大学) と CNRS とも協力関係にあるらしい。場所もパリ南大学に近接しており, 知らないとな大学の建物の一つだと勘違いしてしまう。ローゼン博士のグループは Unité de Recherche Associé 14 au CNRS という CNRS との共同セクションであり, スタッフの約半数は CNRS から給料が出ているということである。ローゼン博士も正式には CNRS に所属している。彼のグループは本人を含め5人の研究者, 2人のポスドク, 10人の博士課程の学生からなっている。学生の本籍は全員パリ南大学であり, 博士の審査はそちらで行われる。

始めにグループの研究概要をローゼン博士から聞いた。A4 1枚の紙に見事にまとめられた資料を元に説明されたが, それを聞くかぎりこのグループではフォトリフラクティブ効果の「全て」を総合的に研究している, という印象であった。ところがその後個々の研究内容を研究者や学生から聞くと, 通常の大学や研究機関と変わらず, 個々人が個別的なテーマについて深く掘り下げた研究をしており, とても「全て」とは言いがたい。要はローゼン博士の説明はこのグループの研究の方向性を示したもので, フォトリフラクティブ効果の基礎から応用まで全てを見渡した上で, 個々の研究の位置づけをはっきりさせながら進めているということらしい。研究室のヘッドの心構えとして参考になった。また, 彼は私の訪問中も寸暇を惜しんで報告書の作成をしており, もらう研究費に比例して報告書の分量が多くなると嘆いていた。このあたりの事情はどこの国も同じようである。

個々の研究者とは, 実際の実験上の苦勞など, 類似した研究をしている者どうしならでは議論もすることができ, 楽しく過ごすことができた。ホログラフィック・メモリの研究も行っており, 第2次ブームの波はフランスにも及んでいる。

なお蛇足だが, 昼を食べたパリ南大学の食堂の食事は今回の旅行中もっともおいしかった (町のレストランを含め

て) 事を付け加えておく。生協食堂もかくあって欲しい。

3. ベルリン工科大学の訪問

パリの次はベルリン工科大学 (Technische Universität) の光学研究所の H. J. アイヒラー (Eichler) 教授のグループを訪問した。実は教授の弟にあたる J. アイヒラー教授がベルリン工業専門単科大学 (Technische Fachhochschule) にいらっしゃって, 非常に近いテーマを研究しており, 大変まぎらわしい。研究室は元々レーザーの研究室で, 現在は誘導ブリルアン散乱を用いた位相共役波の発生, 液晶を用いた非線形光学, フォトリフラクティブ効果を中心に, 一口で言ってレーザー光によって誘起された屈折率回折格子の研究を行っている。過去にはレーザー装置の開発を中心に行っていたが, 最近是非線形光学にシフトしているという点で生研の応用光学部門と非常に類似している。おまけに銅蒸気イオンレーザーの研究をしていたこともあるということで, 非常に親近感を覚えた。このグループにはスタッフ, 学生を含めて30人近くがいるということなので, これはドイツの大学としてはきわめて異例ということであった。

フォトリフラクティブ効果の関係では, 1.3 μm 帯の波長に感度を持つ材料として InP の研究を行っている。オルセーでも 1.5 μm 帯に感度を持つ半導体材料 (CdTe, GaAs) の研究を行っており, 光通信への応用というのが一つのトレンドになっているようである。

私の訪問中ディプロム (ほぼ日本の修士に相当する) の最終審査が終わるという学生がおり, 皆で廊下にゼクト (ドイツ版シャンパン) のピンを並べて待ち構えているのが印象的だった。

4. オスナブルック大学の訪問

次にドイツの北西のオスナブルック大学にはクレツィク (Krätzig) 教授の研究室を訪ねた。ここでも以前会議で知り合ったブゼ (Buse) 博士が案内してくれた。彼は30分単位の完べきなスケジュールを組んでいてくれており, 超多忙なクレツィク教授とも30分間お話しすることができた。教授はフォトリフラクティブ効果の分野ではいわゆる「ビッグネーム」の一人であり, ここのグループではフォトリフラクティブ効果の基礎的な物理について文字通り根こそぎ研究を行っているという感がある。伺ったところによれば, 教授は例の第1次ホログラフィック・メモリーブームのさなかにフィリップスの研究所でニオブ酸リチウムを用いたフォトリフラクティブ・メモリの研究を行っており, 他と同様研究は打ち切れ, 教授は大学に移ったということである。

このグループの強みは, 結晶の育成を自前で行っていることである。ここもベルリン工大のグループ同様異例にス

スタッフ・学生が多い。この研究室が日本の科研費の特定研究にあたる Sonderforschungsbereich (英語に直訳すると special research area) の取りまとめをしているのが大きいらしい。ちなみにアイヒラー教授、後述のチューディ教授もそれぞれ別の Sonderforschungsbereich の取りまとめ役であり、どこも異例の大グループを構成している。今回訪問した4つのグループはフランスも含めてメンバーどうしが共著で論文を書いている場合がよくあり、今回も頼まれてベルリンからオスナブルックまで結晶を運ぶ役を私がさせられてしまった。

またこのグループの分家とも言える若い教授のルッパ (Rupp) 博士がわれわれの研究室を卒業した岡村君 (現在理研) の博士論文の内容に非常に興味を持たれており、一度生研に行って実験装置を見たいとおっしゃっていたが、当事者が卒業してしまった今となっては、もう一度実験を再現するのは大事だと内心冷や汗をかいてしまった。

ブゼ博士とは研究の話だけでなく、日独のキャリアの進み方の違い、研究費の問題、経済の状況と学生の就職の問題など、幅広い話題で話ができ、いずこも似たような悩みを抱えているものだと考えさせられた。

5. ダルムシュタット工科大学の訪問

最後にフランクフルトに近いダルムシュタットにチューディ教授のグループを訪ねた。教授は夫人が日本人ということもありたびたび来日されており、以前日本光学会のサマーセミナーで招待講演をお願いしたこともある。今回はやはり教授は超多忙で、ほんの短時間お会いしただけだったが、後はフォトリフラクティブグループのリーダーであるデンツ (Denz) 博士が案内してくれた。

このグループは光応用計測が研究の中心で、フォトリフ

ラクティブ効果もその一部として研究を行っている。またここでもホログラフィック・メモリの研究を行っている。特に方式にひねりをいれており、独自性を打ち出している。

ここでもディプロムの最終提出をすませた学生がおり、今回は私もパーティーに加えさせてもらった。面白いのは、日本の通例とは逆に当事者がこのパーティーを主催して研究室のメンバーに振る舞うことである。ディプロムをとった学生は最後一人で皿洗いをしていたのが印象的だった。その学生から聞いた話では、ドイツの大学を卒業する、すなわちディプロムをとる、あるいは博士号をとるのは他のEU諸国に比べて年数が多くかかってしまうのが問題だということだった。同じ資格を持って企業に就職するときには他国の学生よりも年齢が上のドイツ人は不利であるというのが彼の言い分だった。EU統合の波は学生の就職にまで及んでいるようである。

以上アメリカとヨーロッパの両方にまたがって旅行をしてきたわけだが、ホログラフィック・メモリが日本以外ではヨーロッパでも本格的に復活してきているというのが今回の印象である。日本からの見方は、製品として半導体メモリや磁気記録媒体に対抗できるものになるかどうか、はなはだ疑問であるということだろうが、どうもあまりのんびりもしてられないという気もする。今回の旅行は普段あまり情報の入らないヨーロッパの研究者の気運を知ることができたという意味で有意義だった。

財団法人生産技術研究奨励会の三好研究助成によってこのような機会を得ることができたことに深く感謝いたします。

(三好研究助成報告書 1996年7月25日受理)