

HOYA (株) 材料研究所 平賀 仁

7月16日から7月20日にかけてHawaii州Kauai島においてIEEE主催による『非線形光学“材料、現象、デバイス”』と題した会議が開かれました。この会議は2年前のNew-York州Troyでの会議に続き2回目にあたるものです。参加人数は約240名で、日本からは約30名の参加がありました。7月中旬のHawaiiは、日本と違い乾燥しており、非常に快適なコンディションの中で会議が行われました。

発表件数は口頭、ポスター合わせて200件弱あり、様々な分野に及んでいました。またプレナリーセッションにノーベル賞受賞者のBloembergen教授、California工大のYariv教授、UCBのShen教授などの非線形光学の第一人者たちの講演があり、この分野の研究者としては非常に魅力ある内容でした。

セッションは1)非線形光学の基礎現象、2)液晶と有機材料、3)レーザー分光、4)導波路、5)位相共役、6)半導体(量子井戸、微粒子分散ガラス)、7)フォトリフラクティブ等に別れ、単一会場でシ

リーズ発表が行われました。主なセッションと発表者の国名をTable 1に示します。2次の非線形デバイ스가実用化を目前にした発表の多かったのに比べて、ガラス材料の関係する3次の非線形材料の発表は基礎的なものが多く、まだまだ基礎研究が重要な部分を占めていると感じました。ガラスの非線形性に関する発表は導波路と半導体のセッションで行われ、内容は高屈折率ガラスと微粒子分散ガラスの3次の非線形特性、及び石英ファイバーによるラマン散乱の実験などが主でした。以下、本フォーラムに関係するガラス材料に関する発表を選んで報告します。

高屈折率ガラスについては、CorningのWeidmanらとArizona大のStegemanらの発表がありました。Weidmanらは近年非共鳴型の3次非線形材料として高屈折率ガラス(鉛-ビスマス-ガレート系)を研究しており、今回はそのガラスをマルチモードファイバー化して、2光子吸収を調べた結果を報告していました。これはガラスの

Table 1 国別発表件数

主なセッション	発表件数					
	Japan	U.S.A	Europe	USSR	Oceania	Asia
基礎現象、分光	—	5	—	—	3	—
液晶、有機材料	6	10	5	1	—	1
導波路	—	2	6	—	—	—
位相共役	—	1	5	2	1	—
フォトリフラクティブ	1	18	—	1	—	4
SHG、(基礎現象)	2	23	6	1	3	3
半導体	7	18	5	—	—	—

屈折率を高くすると吸収端が長波長にシフトするので、2光子吸収の影響が無視できなくなるからです。評価は2光子吸収の影響を考慮した性能指数(FM値)を使って行われましたが、 $\lambda=1.06\mu\text{m}$ ではFM値は十分規格内であったと報告しました。しかしこのファイバーの損失は大きく(15 dB/m $1.06\mu\text{m}$) FM値も石英ファイバーと殆ど変わらないため、現段階では実際のデバイスとしては評価が難しいと思われます。

Stegemanらはゾルゲル法で作った SiO-TiO_2 高屈折ガラス薄膜の $\chi^{(3)}$ を測定した結果を報告しました。これもWeidmanと同様に非共鳴型デバイスをねらった研究で、平板導波路素子の作成を目指したものです。今報告では、THGの測定結果から求めた $\chi^{(3)}$ の大きさが石英ガラスよりも1桁良く、高屈折率化の効果が認められた事を報告し、このガラスが非線形薄膜導波路材料として期待される事を示しました。今後はその薄膜導波路のスイッチング実験の結果などに興味をもたれます。

また微粒子系では理論面及び実験面から報告がありました。理論面では日本及びフランスから数件発表があり、熱心な討論が行われました。その中で東大の花村教授は0次元系励起子による超放射緩和、非線形性の増大の理論について発表を行い、いくつかの実験データをまじえながら量子閉じ込め効果による非線形性の増大を証明しました。

実験面では新しい微粒子分散ガラスとして、CdTeドープガラスがArizona大のGibbsらにより報告されました。Gibbsらはポンププローブ法による吸収飽和の実験を行い、吸収のブリーチング現象が、電場をかけた場合吸収の変化と同様である事から、これをFrantz-Keldish効果を使って説明しました。またホールバーニング効果を調べ、励起電子の緩和過程における遅い緩和の存在を確認しました。

CdTeは吸収端が近赤外域にあるため光通信波長で使う事ができます。最近までこの波長域での実験は十分な光源が無いため困難でした。近年チューナブルで短パルスの光源が開発されているの

で、この波長域での材料開発も進むと思われます。

また従来からある半導体微粒子分散系についても数件発表がありました。Humboldt大のHennebergerらは超短パルスを用いてCdS、CdSeのバルクと微粒子の吸収飽和を調べ、吸収飽和量の励起パワーの依存性や、DCシュタルク効果について考察しました。

また旭硝子の杉本らは名大との共同研究で、CuCl分散ガラスの $\chi^{(3)}$ の粒径依存性を前方縮退四光波混合法を用いて評価しました。その結果 $\chi^{(3)}$ は微粒子径の4から5乗に比例して大きくなるという結論を報告しました。これは花村の理論の3乗則とは若干ずれていますが、微粒子分散系で $\chi^{(3)}$ の粒径依存性をしっかりと評価した例は少なく、今回のトピックスの一つでした。

またガラス以外の材料をマトリックスにした例として金属超微粒子やCdSを有機の溶液や膜に分散した報告がありました(中国Jilan大、大工試)。マトリックスを有機材料にすることでガラスを用いた場合に比べて不純物の混入や欠陥が生じにくいと言う報告もありましたが、その点についてはまだはっきりしておらず、今後の研究に委ねられます。

また現在非線形ガラス材料と競合しているE/Oデバイスの報告が数件ありました。中でもBell研のSEEDは速いスイッチング速度(1 ns)や高密度実装化を実現していることで完成度も高いようでした。

会議の結果から、非線形ガラス材料の材料開発は、日本で最も盛んに行われていると言っても良いと思われます。しかし、非線形特性の評価技術はまだ欧米が先行しており、その技術を取り入れ一層努力する必要があると感じました。

〔筆者紹介〕



平賀 仁（ひらが ひとし）
昭和60年 金沢大学工学部精密工
学科卒業
昭和62年 同大学院修士課程修
了、同年 HOYA ㈱入社
現在 HOYA ㈱材料研究所
勤務

〔連絡先〕

〒196 東京都昭島市武蔵野 3-3-1
HOYA 株式会社材料研究所ニューガラス研究室
TEL 0425-46-2744