

日本セラミックス協会 ガラス部会 見学会，講演会 「平尾誘起構造プロジェクトと関西学術文化研究都市見学会」 参加報告

HOYA(株)R & D センター，開発研究所 ニューガラスグループ

芝田 岳永

Report on the meeting of Hirao active glass project

Gakuei Shibata

New Glass Group Technology Development Lab., R & D Center, HOYA co.

日本セラミックス協会のガラス部会主催の見学会，講演会が平成9年11月28日に，京都府のけいはんなプラザにおいて開催された。平尾誘起構造プロジェクトは平成6年10月1日に開始された科学技術庁主管科学技術振興事業団の創造科学技術推進事業「ERATO」のプロジェクトである。このプロジェクトの目的は産学官及び海外から参加する若手研究者に国家プロジェクトとして活躍の場を提供することによって創造性に富んだ探索的研究を遂行することである。

本講習会に先立ち，関西学術文化研究都市についての説明があった。この地区では産学協同の研究の場としての環境整備が進められていた。また講習会後に平尾誘起構造プロジェクトと松下電器産業(株)の中央研究所の見学会があった。実験室の生の雰囲気に触れることができ，非常に有意義であった。ここでは材料開発のみではなく，物性の基礎研究やプロセス，デバイス開発，シュミレーション研究等，バランスの

とれた研究開発が行われていた。以下，講演の概要を記す。

- ① 「光で操る誘起ガラス—単結晶を凌ぐガラスへの挑戦」(京大工・科技団 平尾一之先生)：

ガラス材料にレーザー光のような強い外部場を与えることにより，局所的に電子構造を変化させ，材料に新機能を持たせる研究を行っている。具体的には，ガラスに電磁場，超短パルスレーザー光，超音波等を作用させ，誘起構造を形成し，その構造生成メカニズムの解明を行っている。これらの機能性ガラスの用途としては光スイッチ，光メモリ，導波路，アイソレータ，グレーティング，新しいレーザーガラス，フォトニック結晶等がある。外部場としてフェムト秒パルスレーザーを利用することにより，材料の熱的破壊を伴わずに局所的に光誘起構造変化を引き起こすことができる。またパルス幅や入力強度を変化させることにより，誘起構造の制御を検討中。

- ② 「超短パルスレーザーによるガラスの微細加工と光導波路」(科技団 三浦清貴先

生) :

光誘起屈折率変化による導波路構造の形成 :
可視域～近赤外域光のピークパワーが十分高い場合、照射領域において圧力・温度の急激な上昇が生じるため、ガラス中に構造変化を誘起することができる。この現象を利用して、波長 800 nm, パルス幅 120 fs, 繰り返し 200 kHz, 平均出力 610 mW の $Ti^{3+} : Al_2O_3$ レーザー光を用い、ガラスに導波路を形成した。また、パルス幅や入力パワーを変化させたり、レーザー光を多重走査することにより導波路径や屈折率差を制御することが可能である。

微小球レーザー : ガラスを液体に滴下すると表面張力によって微小球が成形できる。Nd をドープしたフッ化物ガラスで微小球を成形し、その表面をエッチングして、光を効率よく閉じ込めることにより、微小球レーザーの発振に成功した。Nd ドープフッ化物ガラス微小球レーザーでは、通常の Fabry-Perot 共振器では困難な 1.0 μm 帯と 1.3 μm 帯の同時発振も可能であった。

③ 「希土類ドープ光デバイスガラス」(科技団 邱建榮先生) :

希土類ドープによりアップコンバージョン、光メモリ、Faraday 効果、輝尽発光の機能付与が期待される。希土類ドープガラスに、励起光を直交させると、励起光が交差した点でアップコンバージョンが生じる。これは 3 次元ディスプレイに応用できる可能性がある。3 次元光メモリには高コントラストが必要であるが、希土類イオンドープガラスにレーザーを照射し照射位置のイオンの価数のみを変化させることにより、高い S/N 比が得られる。Faraday 効果を発現させるイオンとして一般的な Tb^{3+} 用い、様々なガラスマトリックスに関する Faraday 効果を調べた。また、希土類イオン種の違いによる Faraday 効果の発現を調査し、Eu 等の希土類ドープにより、高い Faraday 効果が得られることが判った。輝尽発光とは、X 線や紫外光を照射した材料に、可視光ある

いは赤外光を再照射することにより第 1 照射光より長波長でかつ第 2 照射光より短波長領域の発光が見られる現象である。材料であるガラス組成を変えることにより感度や波長の最適化を行うことができる。

④ 「光スイッチ・光メモリ・発光ガラス」
(旭硝子 杉本直樹先生) :

高速動作する光—光スイッチを実現するためには光と物質の相互作用が強く起こるような系(即ち 3 次非線形光学定数: $\chi^{(3)}$ が大きいこと)が必要である。また、素子自身が小さく、弱い制御光で作動し、吸収が弱く、高速応答が実現可能な材料であることが必要である。つまり光制御素子として必要な機能は、 $\chi^{(3)}$ が大きいことと高速応答性を示すことであり、今回開発した Bi_2O_3 高濃度含有ガラスは、これら 2 つの機能を有している。このガラスの $\chi^{(3)}$ の最大値は、 $9.3 \times 10^{-12} \text{esu}$ であり、この値は既知の酸化ガラス中最大であった。また非線形応答は、レーザーパルス幅以下の超高速応答であることが判明した。その他、このガラスの 3 次の非線形光学特性は波長に依存しないこと、損傷閾値も高いことが判明した。

⑤ 「照明・光源関連ガラス材料」(松下電器産業 松岡富造先生) :

照明用の電球に使用されるガラスについて紹介された。一般に使用されている低圧の電球の品質条件は、環境に悪影響を及ぼす Pb, Ba, Hg を含有せず、リサイクル可能、高効率であり、さらに高付加価値(自然色に近い、綺麗に見える等)が求められる。一方、高圧の電球の性能条件としては高密度励起、小型化、高輝度である。これらの性能条件を満足するためには材料であるガラスの品質不良要因を究明し改善する必要がある。熱、外部応力、内部応力、機械的ショック、化学反応、材料固有の欠陥などが不良要因として考えられ、これらが製品の生産性、寿命の点で課題になっている。

⑥ 「ガラスの低散乱化と光通信ガラス」
(NTT 轟眞市先生) :

光通信分野において石英ガラスを凌ぐ機能性ガラスの候補として熱的安定性の高い多成分酸化物ガラスを考えた。組成開発の指針は、屈折率が小さい組成であること、2成分系の分相傾向を抑制するために中間酸化物を加えた3成分系であること、ガラス転移点の低い組成であることである。この指針に基づき、Na-Mg-SiO₂(NMS系)ガラスを開発し、バルクの状態では、石英ガラスに比べて散乱強度が40%低いガラスを得た。さらに二重るつぼ法により作製したファイバー(マルチモード)の散乱強度が石英ファイバーよりも小さいことを確認した。しかし、損失は69 dB/kmと大きい。光損失が大きい理由は①石英ガラスでは気相合成法により無容器で導波構造が形成できるのに対

し、非石英ガラスではこれに相当する技術が見い出されていないこと、②非石英ガラスは石英ガラスに比べて熱処理に対する安定性が低いことの2点である。非石英ガラスを有効利用するためには石英ガラスでは達成できない機能を必要とする分野への応用展開をするか、非石英ガラスの作製法として汎用的な熔融法とは全く異なる作製法の開発が求められる。

今回の講演により、光情報処理デバイス等の新しい光機能特性を有する新材料が創製されていることを実感した。これらの貴重な研究結果はフェムト秒レーザーの利用によるところが大きい。今後も、この分野の一層の発展が期待できると感じた。