

## 第 39 回 ガラス部会夏季若手セミナー参加報告

日本電気硝子株式会社

山内 英郎

### Report on “the 39 th Summer Forum for Young Scientists and Engineers on Glass Studies”

Hideo Yamauchi

Nippon Electric Glass Co., Ltd.

#### 1. はじめに

第 39 回ガラス部会夏季若手セミナーが 2007 年 8 月 2 日(木)から 3 日間に渡って、滋賀県近江八幡市のウェルサンピア滋賀（滋賀厚生年金休暇センター, 写真 1）で開催された。

開催地である近江八幡は城下町として、また近江商人のまちとして繁栄し、発展をとげた場所である。往時の町並みなどの歴史的景観に恵まれ、豊臣秀次が築いた琵琶湖を結ぶ運河「八幡堀」や、ヨシと水鳥など自然の風景がそのまま楽しめる「水郷めぐり」などが有名である。

今回、セミナーは「アモルファス・複雑系への多彩なアプローチ」という趣旨にて、講演 7 題と新たな試みとして取り入れられた協賛企業による会社発表 6 社、参加者発表 9 件が行われた。また、宿泊を兼ねた懇談会も開催され、100 名を超える参加者にて、夜半すぎまで分野を超えた活発な意見交流、情報交換の場が持たれた。

#### 2. 講演内容

〒520-8639 滋賀県大津市晴嵐 2-7-1  
TEL 077-537-8772  
FAX 077-537-1709  
E-mail: hdyamauchi@neg.co.jp



写真 1 会場となったウェルサンピア滋賀

私見で恐縮ながら、以下に講演内容を報告させていただきます。

「レーザーを用いたガラスの結晶化と微細加工」と題した長岡技術科学大学の小松高行先生の講演では、結晶化ガラスの背景から新しい結晶化手法までガラスの結晶化による機能性付与に関して数多くの実験結果をもとに説明された。

講演中、ガラスを位置選択的に結晶化できるレーザー誘起結晶化法に関して、希土類原子および遷移金属原子による加熱法の紹介があった。いずれもレーザー光の吸収と非輻射緩和を利用してガラス表面から結晶形成を行うものであるが、遷移金属原子加熱法では結晶化誘起の

ための遷移金属イオン含有量が少なく、ガラス組成が限定されないメリットなどがある。こうして得られた結晶ラインは、結晶種や配向を選択することで屈折率、光異方性を変化させることができ光スイッチ、光導波路などの光波制御デバイスへ応用可能であるという説明があった。さらに、結晶ラインはガラスマトリックスに比べ緻密な構造になるため、化学エッチングによるパターンニング加工も可能で、電極形成、機能性マイクロチャンネルへの応用が期待できることから、実用化の観点からも非常に興味深い講演内容であった。

「自己組織化によるセラミックスおよびコロイド結晶の液相微細制御」と題した産総研の増田佳丈氏の講演では、基板上に形成した自己組織化単分子膜 (Self-assembled Monolayer, SAM) の分子界面を用いて、溶液中においてセラミックス等の無機薄膜のナノ/マイクロパターンを形成するプロセスが紹介された。溶液中で低温合成するボトムアッププロセスにより、低温、低エネルギー消費、低環境負荷、エッチングダメージを受けないなどのメリットがあると述べられていた。さらに、これらのプロセスでは、分子界面での様々な分子認識、有機-無機インタラクション、化学反応、静電相互作用を利用して無機材料の核形成・結晶成長が制御されていた。環境にやさしい方法で微細構

造を形成することができる手法を学ぶことができ、非常に新鮮で参考となる内容であった。

「金属元素でつくる安定なガラス構造物質(金属ガラス)」と題した京都大学の松原英一郎先生の講演では、酸化ガラスと金属ガラスを対比しながら、構造解析により金属ガラスの構造安定性を解明されていた。

金属ガラスは超急冷することで得られる薄膜、粉末状の金属アモルファスと異なり、加熱してもすぐに結晶化せず、明瞭なガラス転移を示すバルク状の材料である。T<sub>g</sub>を示す点で酸化ガラスと類似の性質を示すが、個々の原子の拡散が容易であるため、これらが結晶化の原因となる点特徴的であると述べられた。また、金属ガラスは20面体クラスターによる最密充填構造の実現により原子移動度が低下するため安定化されているとまとめられた。この金属ガラスは非常に高い弾性限界を示すため、構造部材としての利用が期待される。

シリカガラスに数%のP<sup>5+</sup>やAl<sup>3+</sup>をドーピングすると、Nd<sup>3+</sup>やCe<sup>3+</sup>の希土類イオンの溶解性が改善され、光増幅率が向上する。北海道大学の斎藤全氏による公演では、この共ドーパントの局所構造をパルスEPR法を用いて解析が行われた。P<sup>5+</sup>を共ドーブしたCe<sup>3+</sup>もしくはEr<sup>3+</sup>シリカガラスでは、P<sup>5+</sup>が希土類イオン周囲に“選択的”に配位した溶媒和構造を形成す

講演-7題

- 「レーザーを用いたガラスの結晶化と微細加工」  
長岡技術科学大学 小松 高行 氏
- 「自己組織化によるセラミックスおよびコロイド結晶の液相微細制御」  
産業技術総合研究所 増田 佳丈 氏
- 「金属元素でつくる安定なガラス構造物質(金属ガラス)」  
京都大学 松原 英一郎 氏
- 「パルスEPR法による共ドーピングされたシリカガラス中の希土類イオン周囲の配位構造」  
北海道大学 斎藤 全 氏
- 「シリカ及びシリコン微粒子の構造と物性」  
神戸大学 内野 隆司 氏
- 「ガラスペースイオン伝導体の創製と応用」  
大阪府立大学 林 晃敏 氏
- 「ガラス転移の物理：計算機によるアプローチ」  
京都大学 山本 量一 氏

協賛企業発表-6社

旭硝子株式会社、セントラル硝子株式会社、日本板硝子株式会社  
日本電気硝子株式会社、日本山村硝子株式会社、HOYA株式会社

参加者発表-9件

- 「ガラスの高粘度融液の密度」  
滋賀県立大学 庄司 昂浩 氏
- 「ゾル-ゲル法による機能性薄膜の作成と応用」  
大阪府立大学 浦岡 祐輔 氏
- 「光導波路によるガラス微小球の励起と読み出し」  
東京工業大学 溝口 啓介 氏
- 「希土類添加透明ナノ結晶化ガラスの表面プラズモン増強励起アップコンバージョン発光」  
京都大学 上田 純平 氏
- 「プロトン伝導性材料」  
名古屋工業大学 田中 克典 氏
- 「ZnO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>系ガラスの結晶化における核生成剤の影響」  
京都工芸繊維大学 遠藤 慎司 氏
- 「結晶化ガラスの蛍光特性調査」  
長岡技術科学大学 丸山 尚紀 氏
- 「ブロックポリマーF127を含む多孔質シリカモノリス」  
京都大学 川本 浩佑 氏
- 「長岡技術科学大学 環境材料科学研究室 松下研究室-紹介」  
長岡技術科学大学 川中 裕次 氏

るため溶解性が改善される。これに対して  $Al^{3+}$  を共ドーブしたものは選択配位性がなく、 $Er^{3+}$  のクラスターリング抑制へ寄与することで同様の効果が得られるとのことであった。マクロな視点では同じ効果であるが、ミクロな視点で見るとその働きが異なっている点を解明されており、その着眼点や結果について興味を持たれた。

「シリカ及びシリコン微粒子の構造と物性」と題して神戸大学の内野隆司先生の講演では、気相法で作成されたアモルファス・ナノシリカ微粒子がバルクシリカよりも3, 4員環構造が多く、中距離秩序性が高いことを明らかにされていた。

さらに、この微粒子を熱処理すると表面水酸基の脱水縮合により欠陥構造が形成され、青色発光を示し、発光強度は加熱に伴い上昇すると述べられた。また、1000°C 程度の高温で加圧成形すると透明化し、量子サイズ効果により紫外光励起により白色発光が観察できることも確認されていた。最後に、今後は透明でありながら半導体特性をもつ材料を開発していく予定であると述べられた。

大阪府立大学の林晃敏先生の「ガラスベースイオン伝導体の創製と応用」と題した講演では、安全性、信頼性に優れた全個体電池として注目される超イオン伝導ガラスの合成手法・特性を紹介された。酸化物系ガラスを電解質とするリチウム二次電池は最大でも  $10^{-4} S/cm$  オーダーの導電率である。酸化物イオンを硫化物イオンに置き換えた  $Li_2S-P_2S_5$  系や  $Li_2S-SiS_2$  系では  $10^{-4} S/cm$  まで増大できると述べられた。さらに、硫化物系に少量のオキソ酸リチウム（例えば  $Li_2SiO_4$ ）を添加した混合アニオン系ではさらに導電率が良くなることも発見されてい

る。このオキソスルフィドガラスは失透しやすいため、超急冷法に頼るだけでなく、機械的エネルギーを利用したメカノケミカル法により合成するというユニークな方法も採られていた。

京都大学の山本量一先生の講演では、ガラス高温融液からガラス化する際にどのように原子が動いているか実験的に調べるのが困難なため、分子動力学 (MD) シミュレーションを用いることで解明されていた。ガラス転移近傍における分子挙動を通常液体と過冷却液体とを可視化し比較しながら説明された。通常液体では粒子は Stokes-Einstein 則に基づくブラウン運動をしており均一な動きをするが、粘性が高い過冷却液体では小さい粒子と大きい粒子の移動距離に差が生じるため分散が大きくなり、構造緩和が起り易い。このため、クラスター状の領域が不均一に分布しているということであった。ガラス溶融に関わる技術者の一人として、転移点近傍の分子挙動がイメージしやすいものであり、非常にわかりやすく参考になった。

### 3. おわりに

無機材料を機能化するための様々な手法、物性評価や構造解析への新しい多彩なアプローチの仕方、また、ガラス材料以外の領域を含んだ材料合成とその応用、未来展望など最近の研究開発状況を学ぶことができた。

最後に、フォーラムを通して研究開発に携わる若手科学者、技術者の方々と交流できたことは、ガラス分野で経験が浅い私にとって、非常に意義のあるものになった。2泊3日という短い期間だったが、とても充実した時間を持つことができ、開催関係者ならびに発表された方々に感謝の意を申し上げたい。