

第 20 回国際ガラス会議参加報告 ——ナノガラスシンポジウム——

三重大学工学部
那須 弘行

Report on the 20th International Congress on Glass ——Symposium on Nano-Technology of Glass——

Hiroyuki Nasu

Faculty of Engineering, Mie University

平成 16 年 9 月 27 日から 10 月 1 日の間、第 20 回国際ガラス会議 (International Congress on Glass : 以下 ICG) が京都国際会議場で開催された。その会期中、表題のナノガラスシンポジウムが、京都大学平尾一之教授の主宰のもとで開かれた。

現在、情報通信、建築、輸送機材、医療機器など多種多様な製品にガラス材料が用いられているが、今後、高強度、軽量、高耐熱性など従来の材料物性からの飛躍的な向上と、また、21 世紀の基幹産業の一つとして期待されている光通信産業の発展を支えるキーマテリアルとしての新たな基盤技術の開発がニューガラスに求められている。これらの実現に向けて、ガラス中にイオンや微粒子を分散させる、超短波長レーザーや電子線、イオンビームを照射し、超微細加工を施すなどのナノテクノロジーを駆使した、いわゆるガラスとナノテクノロジーの融合、すなわち「ナノガラス技術」の開発が進められている。シンポジウムは、28 日全日の口

〒514-8507 津市上浜町 1515
TEL 059-231-9435
FAX 059-231-9435
E-mail: nasu@chem.mie-u.ac.jp

頭発表、30 日午前中の口頭発表および 30 日午後からのポスターセッションで構成されており、会場は 200 名収容可能な D 会場で行われた。

その内訳は、招待講演 5 件、その他の口頭発表 20 件、ポスター発表 12 件であった。国際会議でしばしば感じられるのが、講演キャンセルの多さであるが、このシンポジウムでは、一つのキャンセルもなく、進行は順調に、しかも 200 名収容の部屋に、常に 100 数十名程度の聴衆がいたため熱気のコもった雰囲気で行われた。

28 日の講演は、光物性の発表が中心であった。大きく分けると、フェムト秒レーザー (超短波長レーザー) や電子線リソグラフィなどを用いたいわゆるトップダウン型加工による光アクティブ素子の開発とナノ微粒子 (ナノ結晶) やナノコーティングを用いたボトムアップ型加工による光機能性向上を狙った発表が大別される。

まず、最初の Southampton 大学の Kazansky の招待講演ではフェムト秒レーザーを用いたナノ構造の構築の話であった。ナノトルネードと称したらせん構造がガラス内部に形成でき

たとのことでサイエンスの大きな進歩を感じた。これと呼応してニューガラスフォーラムの Kuroiwa らや京大の Shimotsuma らは、フェムト秒レーザーを用いた光導波路の書き込みやグレーティングの形成の講演を行った。すでに実用化段階での検討に入っている様子が良く理解できた。産総研・関西センターの Kitamura らは、レーザーによるガラス表面高密度化の研究を発表し、レーザーによるレンズアレイの形成の可能性を示した。レーザーでの書き込みやフォトニック結晶の形成には、超短パルスレーザーの高尖頭値などを用いた高密度化による屈折率の変化を利用することはすでに当然のこととなっている印象を受けた。また、このレーザー応用は、光物性とどまらない。ニューガラスフォーラムの Iwano らは、超短パルスレーザーを用いて表層近くの内側に圧縮層をつくり破壊強度を2倍近く上昇させることを見出した。透明性を損なわず、薄いガラスでもフェムト秒レーザーで機械的性質を向上させたことは、注目に値する。コーニングガラスの幹部数名が大変興味を持ち、別室で長時間の議論がなされたようである。

これら以外の研究は、ナノ微粒子を用いた光機能性の向上や量子効果の発現を捉えたものであった。筆者が興味を持ったのは、RPI の Tomozawa らの Si/SiO₂ ドープシステムである。ガラス中にIV族ナノ微粒子析出形成法は明らかにされているものの、現在の半導体産業からみても実用的であるのに拘わらず、その特性は、あまり知られていない。その生成過程から Si 微粒子の結晶化過程を調べたものとして特筆される。Si ドープ SiO₂ ガラス薄膜からフォトルミネッセンスが観測されていることから、今後の光特性の研究の成果が待たれる。京大の Fujita らの超微粒子を利用し、入射光の局在散乱による Sm²⁺ の生成も、多重光メモリーとしての応用として、将来を期待させるものであった。ニューガラスフォーラムの Himei らのアサーマルガラスの作製にも非常に興味をもて

た。発表者が強調していたように透明性を損なうことなくアサーマルな glass-ceramics が生成できている。これには、波長多重光通信応用への大きな期待がかかっているといっても過言ではない。屈折率の温度依存性 dn/dT と熱膨張率 α の正負をどのような化学組成で組み合わせるかが鍵である。復旦大学 Gan と Rennes 大学 Lucas の招待講演は、非酸化物系の利点を大胆に取り上げ、カルコゲナイドを研究している我々にとっては興味深いものであった。Lehigh 大学の Jain は、電子ビームを用いたカルコゲナイドナノ微粒子生成についての招待講演を行った。コンピュータ制御の微粒子生成についての話があった。二次元配列の制御をどうするかが今後の課題であろう。東北大の Murayama らは、希薄磁性半導体のナノ微粒子の巨大ゼーマンシフトについて講演した。希薄磁性半導体の磁気光学効果には、従来、多くの関心が寄せられているが、彼らは、励起子、マンガンスピンの交換相互作用と思われる 50 meV の PL シフトを観測した。日立の Yamamoto らは、柱状酸化コバルトナノ微粒子と粒界ガラス層からなる薄膜の非線形光学効果について述べ、この膜を透過した青色半導体レーザービームはその径を 1/4 近くまで減らすことができることを示した。その効果には微細構造が関係していることを明らかにし、blue-ray DVD のさらなる高密度化への応用が間近であることを示した。名工大の Hayakawa らや JST の Qiu らは、微結晶生成による蛍光強度の増加を明らかにした。ニューガラスフォーラムの Kageyama らは、PECVD 法により SiN 導波路を作製し、その光透過特性を報告した。三次元構造への応用や様々な導波路形状への応用が今後期待される。ポルトガルの Almeida らは、ゾルゲル法を用いた銀微粒子の作製について報告した。Nasu らは、半導体ナノ微粒子分散系の微粒子サイズとマトリックスの種類の影響について発表した。

一方、30日は、主としてナノ構造の作製法についての講演が行われた。物産研究機構のInoueらは、コンビナトリアル法を用いた新しいガラス組成の探索法を述べた。独Saarland大学のClasenらは、impregnation法による金属微粒子ドーパガラスを作製した。基本的には、次に発表した産総研・関西センターのYamashitaらの有機無機ハイブリッド法による作製に近いが、配向を制御している点で違う。これは、ポーリング処理により為されているが、二次だけでなく、 π - π 共役分子を使っている点で三次の非線形性も大きくなる可能性がある。ハイブリッド系では、ニューガラスフォーラムのKawabeらの研究である高分子をドーパした系も注目される。岡山大のHayakawaraらは、 TiO_2 系ナノロッド形成を発表した。光触媒作用がどうなるか、今後注目される。日板のSaitoらは、応力を加えたアルミノケイ酸塩ガラスのウェットエッチング技術を紹介した。Nasuらは、CdSeドーパ膜で黄色から赤色のEL発光を観測した。

さらに、30日午後は、ポスターセッションであった。ニューガラスフォーラムのTakeshimaらは、フェムト秒レーザーを用いた、半導体ナノ粒子析出によるグレーティング形成を発表した。名工大のFuruhashiらのAu-Cu Alloyの二次非線形性は、個人的に、面白い現象と感じた。長崎セラミックセンターのYoshidaらは酸化アンチモン析出への銅微粒子の粒径の影

響を調べた。添加量が少ないだけに興味深い。東北大のMurayamaらは励起子の超高速応答とPL特性を半導体、希薄磁性半導体量子ドットにより測定し、自己組織化した量子ドットで半値幅が極めて小さくなり、粒径がよく制御されることを示した。又、希土類イオンの発光についての微粒子成長の効果は、東大のInoueらにより2報、報告された。

以上、ナノテクノロジーのガラスへの応用は多岐にわたって発展しており、今後の進展が楽しみである。特に、NEDOプロジェクトとして日本のガラス産業界と学会が総力をあげて取り組んでいる六大学・産総研・ニューガラスフォーラムのナノガラスプロジェクトの成果は、完全に世界をリードしており、多くの外国の研究者を驚かせていた。そんな感を抱かせるシンポジウムであった。

なお、今回のフランスStrasbourg市での第21回ICGでは“Nano-technology of Glass”が“The Glass industry and environment”と並んでメインのトピックとして企画されている。DVD基盤、デジタルカメラの非球面レンズ、液晶プラズマディスプレイなどガラスを用いた情報通信デジタル家電が非常に勢いで研究や生産が行われているが、本シンポジウムで発表されたナノテクノロジーなどの超微細加工技術によって情報通信デジタル家電に使われるガラス製品が小型化や高機能化を果たすことは間違いないと感じた。