

第51回ガラスおよびフォトニクス材料討論会 参加報告

東京工業大学ソリューション研究機構

渡邊 圭太

Report on the 51th Symposium on Glass and Photonics Materials

Keita Watanabe

Tokyo Institute of Technology

日本セラミックス協会ガラス部会の主催による第51回ガラスおよびフォトニクス材料討論会が2010年12月16日と12月17日の二日間、東京大学駒場リサーチキャンパス An 棟 (図1) において開催された。

師走の風が身に沁みる二日間ではあったが、多くの参加者が会場へと詰めかけ、「ガラス材料、フォトニクス材料の科学と技術」を主題とし、44件の口頭発表(特別講演含む)と18件のポスター発表が行われた。また、共催特別企画として第6回ガラス技術シンポジウムも開催

され、「リサイクル技術とガラス」を主題とし5件の口頭発表と24件のポスター発表が行われた。さらに、15件のガラスに関係する大学等研究機関の研究室紹介が行われた。

自分の研究とは異なる発表を聞くことで、新たな知識を得ることができ、今後の自分の研究に生かすことができる有意義な討論会であった。本稿においてすべての発表について報告させて頂くことはできないが、いくつかの発表について報告させていただく。

滋賀県大の松岡らは「ホウ酸塩およびホウケイ酸塩ガラスの混合同位体効果」という題目で研究を報告した。ガラスの熱物性、融液の粘性、ガラス転移については、理論と実験の両面から数多くの研究が行われている。実験的研究では、酸化物ガラスの場合、ある元素の別の元素への置換により元素の質量、イオン半径、電気陰性度のすべてが同時に変化してしまうため、これらの特性のうちどれがガラスの物性に支配的な影響を及ぼしているかを明確にできず、理論的研究と対応させることが困難である。そこで、イオン半径や電気陰性度を保ったまま、元素の質量(格子振動の状態)を変化させることができる同位体置換を用いることで、原子の微視的な運動状態と巨視的な物性を結び



図1 東京大学 駒場リサーチキャンパス An 棟

〒152-8550 東京都目黒区大岡山 2-12-1 S 7-4
TEL 03-5734-2523
FAX 03-5734-2845
E-mail: watanabe.k.bk@m.titech.ac.jp

付ける情報が得られると考えた。酸化ホウ素、ホウ酸塩、ホウケイ酸塩について、10Bと11Bの同位体比がガラスの物性に及ぼす影響を調べることで、多くの物性において、同位体の混合で物性に極値が生じる混合同位体効果の存在を明らかにした。つまり、これらの物性における原子の協奏的な運動の重要性を示した研究内容であった。

長岡技科大の篠崎らは「酸フッ化物ガラス及び透明ナノ結晶化ガラスの表面近傍における変形挙動」という題目で研究を報告した。ガラスの脆性はその表面の変形挙動に強く依存する。そのため、表面近傍での変形挙動を明らかにすることは、科学的・工学的にきわめて重要である。しかし従来の研究では、大きな変形下での情報しか得られず、より表面の微小領域の変形挙動の解明が強く望まれている。フッ化カルシウムナノ結晶を析出させた透明ナノ結晶化ガラスは、低フォノンエネルギーと高い希土類イオン固溶性を有し、エルビウムドープファイバー増幅器(EDFA)などの発光材料として期待されている。そこで、フッ化カルシウムナノ結晶化ガラスに注目し、ナノインデンテーション法により、表面近傍での変形挙動の調査を行った。その硬度プロファイルの結果、ナノ結晶化ガラスはガラスよりも高い硬度を示すことが分かり、ナノ結晶化により表面近傍での変形に違いがあることを示すことができた。表面近傍の挙動の解明は、その他の発光材料への応用が期待でき、今後の展望が楽しみである。

京大産連本部の坂倉らは「液晶空間光変調器LCOS-SLMと超短パルスレーザーを用いたガラス内部への高効率三次元加工」という題目で発表した。従来のフェムト秒レーザー加工では、1つのデバイスが完成するのに非常に時間がかかることやレーザーの出力の大部分を捨ててしまうという効率の悪い課題があった。そこで、三次元光デバイスの高効率化を目指した、空間光位相変調器(Spatial Light Modulator; SLM)を利用した透明固体内部へのフェムト

秒レーザー加工の研究を行った。SLMを用いることで、位相変調と光の回折によって多数のレーザースポットを作ることが可能であるため、デバイスの作製効率が格段に向上する。実際、数十分かかった表面の加工時間を1分以内に短縮することができた。また、メカニカルな動作が不要になり、計算した多数のホログラムを組み合わせることによって、試料ステージを全く動かすことなく三次元立体構造を透明固体内部に作製することができた。ガラス表面へのドットマーキングに関し、パターンの分割方法やドット落ちのしないホログラムの計算方法が今後の課題としてあるが、三次元光デバイスは、更なる産業への展開が期待できるデバイスになると思われ、非常に興味深い発表であった。

産総研の赤井氏は「鉛を含むブラウン管ガラスのリサイクルの現状と課題」という題目で発表した。ブラウン管ガラスは家電リサイクル法の対象として、使用後に解体され、ガラスは分解、洗浄後、再度ブラウン管ガラスの原料として使用されている。しかし、昨今の薄型テレビへの急速な移行が進む中で次第にこの鉛を含むブラウン管ガラスの行き先が失われつつある。有害物質を含むガラスの代表例であるブラウン管ガラスは、ガラスからの鉛の浸出量の評価が必要であり、そのメカニズムの検証が必要である。ガラスにホウ酸等を添加して再溶融することでスピノーダル相させてホウ酸相に重金属を濃縮して抽出する方法、ガラスを水和処理して層状構造を有するケイ酸塩に変化して層間に存在する金属を浸出させる方法を行った。それにより、高圧・高温水蒸気処理の後、酸処理を行うことで鉛がファンネルガラスから脱離できた。現在までの研究の結果、ガラスからの鉛溶出量は、浸出液のpHに依存すること、土壌の種類によって鉛の吸着特性に差があることが明らかになっている。そうしたことにより、浸出に関するデータ・物質拡散やリスクの度合いを評価し、想定した環境下でのガラスからの鉛浸

出挙動をシミュレーションすることが可能になっていく。鉛を含むブラウン管処理は、社会状況、海外動向なども考慮し、様々な議論の中で決定されていくと思われるが、より一層の科学的知見が必要となり、今後の研究が期待される。

旭硝子株式会社中央研究所の辻村らは「アルカリ珪酸塩ガラスにおける高温内部摩擦挙動の水の影響」という題目でポスター発表を行った。ガラス転移温度以下におけるアルカリ珪酸塩ガラス中のアルカリイオンの微視的な挙動は、ガラスの実用特性と密接に関わる。実用ガラスには微量の水が含まれ、この水分がガラスの物性に影響を与える。酸素燃焼などの省エネルギー型溶融プロセスが注目を集める中で、水がガラス構造およびガラス物性に与える影響が重要なテーマとなる。そこで、 $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Na}_2\text{O-MgO}$ モデルガラス系を用い、内部摩擦挙動の含水量および組成による効果を調査した。内部摩擦測定は、低温域における特定イオンの拡散および緩和挙動調査に適しているからである。その結果、ガラスに対する水の導入は、混合カチオン効果と類似の効果があること

を示す結果となった。これは、 $\text{Na}_2\text{O-SiO}_2$ 系ガラスの電気伝導度の水の影響が、混合アルカリと類似の効果があることを示した結果とも定性的に一致した。水の溶解機構に対するガラス組成の影響に関しては必ずしも明らかになってはいないが、ガラスの重合度により水の溶存種が変化することは示されている。また、内部摩擦挙動に対する水の影響は、ネットワーク重合度（非架橋酸素量）により変化することが示唆された。今後、水の溶解機構を含め、幅広い組成系における内部摩擦挙動の研究に期待が持てる。

今回のガラスおよびフォトンクス材料討論会は第51回という、100回に向けての折り返しの一歩目であった。その時にはどのような講演・発表がなされるであろうかと期待を胸に膨らませつつ、今後も今回の討論会同様、広くガラスに関する研究、フォトンクス材料（ガラス、セラミックスなど）に関する研究に関して様々な発表と活発な議論が積み重ねられていくものと期待している。