

# 「第50回ガラスおよびフォトンクス材料討論会」 参加報告

京都大学大学院 工学研究科 材料化学専攻

村井俊介

## Report on the 50th Symposium on Glass and Photonics Materials

Shunsuke Murai

Department of Material Chemistry, Graduate School of Engineering, Kyoto University

### 1. はじめに

秋が深まり始め、京都を囲む山々もほんのり色づきだした2009年10月29・30日の両日、京都大学桂キャンパスにて第50回ガラスおよびフォトンクス材料討論会が開催された。京都大学の平尾一之先生・三浦清貴先生を中心とした実行委員会による円滑な運営のもと、多数の研究発表と活発な討論が2日間にわたって行われた。

今年の討論主題は以下の3点である：

- (1) ガラス材料やフォトンクスを中心とする各種機能材料の基礎・応用物性、未知物性や材料の探索的研究および実用化技術
- (2) 共催特別企画：ガラス産業連合会(GIC)・第5回ガラス技術シンポジウム
  - (2-1) エネルギーとガラス
  - (2-2) ガラスに関係する大学等研究機関の研究室紹介、企業製品・技術紹介(技術

動向や技術課題の紹介を含む)

### (3) 記念セミナー

(1)に関して、口頭発表34件(うち、招待講演6件)、ポスター発表44件(内、研究室紹介17件)が行われた。(2)に関して、口頭発表5件、ポスター発表17件(内、企業製品・技術紹介5件)が行われ、「エネルギーとガラス」に関する産学の技術が披露された。折しも鳩山首相が国連気候変動サミットにおいて「2020年までに温室効果ガス排出量を25%削減(1990年比)」を表明したばかりであり、まさに世の中の情勢を反映したテーマであるといえる。(3)に関して、本討論会の開催50回を記念して作花濟夫先生の特別講演「ガラスと水」が行われた。以下で(1)、(2)、(3)の講演のいくつかを紹介させていただく。

### 2. 講演内容紹介1：討論主題(1)に関して

・大阪府大の高橋らは「光誘起非平衡状態を利用した光-環境応答型微細構造ハイブリッド薄膜」と題し、フォトモノマーの光重合に伴って発生する応力を巧みに利用することで微細構造をもつハイブリッド薄膜を作製し、環

境応答デバイス（湿度センサー）への応用を試みた研究を報告した。構造の生成原理が明快に説明された後、原理に基づいた材料選定・試料合成を行い、最適な実験系を構築して物性評価を行うまでがスマートかつ論理的に示された。トップダウンとボトムアップ手法をシームレスにつなぐことで、材料加工の新たな分野が開けるかもしれないと期待を持てる講演であった。

- ・日本電気硝子の藤田、京大の田部らは「Ce: YAG 結晶化ガラス蛍光体の散乱と効率の関係」と題し、ガラス中に析出する YAG 結晶のサイズを制御し励起光および蛍光を適度に散乱させることで効率よく白色光を取り出す手法について検討した。これまで経験則に頼ってきたように思われるこのテーマに Mie 理論を用いて取り組み、粒径を制御することで更なる発光効率の上昇が見込めることが示された。
- ・京大の金森らは「新規有機-無機ハイブリッドエアロゲルの細孔構造と力学特性」と題し、3官能 Si アルコキシドから作製したエアロゲルの一軸圧縮応力に対する応答を調べ、ゲル骨格の構造に基づく解釈を行った結果を報告した。講演では A4 サイズのエアロゲルが作製可能であることが紹介され、この材料が実用化の階段を着実に登っていることを感じさせた。
- ・関西大の幸塚らは「ポリシラザンを原料とするシリカおよび有機・無機ハイブリッド薄膜の新規合成」と題し、ポリシラザン薄膜にアンモニア水蒸気を暴露することで室温で 9H 以上の鉛筆硬度を持つシリカ薄膜が合成可能であることを示した。またポリシラザンが疎水性であることを利用し有機材料とのハイブリッド化を試みた。特にスピロピランとのハイブリッド化の試みにおいては原料比で 20 wt% ものスピロピランを導入可能であることが示され、聴衆を驚かせた。
- ・大阪府大の古澤らは「高濃度の Li<sub>2</sub>O を含む

酸化物ガラス電解質のメカノケミカル合成とその評価」と題し、遊星型ボールミルを使った高リチウム含有酸化物ガラスの作製と導電率測定、NMR を用いた構造解析の結果を示した。B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, SiO<sub>2</sub>, GeO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> のいずれの酸化物との組み合わせにおいても Li<sub>2</sub>O が 50 mol% を超える仕込み組成でのガラス形成が可能であることが示された。また、NMR 解析の結果より、同じ組成でも超急冷法とメカノケミカル法で得られるガラスの局所構造が異なることが分かり、作製法によってはさらに導電率の高いガラスが作製できる可能性が示された。

2 日目午前には 6 件の招待講演が行われた。

- ・浙江大学の Qiu は「ガラスの微細構造制御による新しい光機能性発現-結晶化ガラスを例に」と題し、結晶化ガラスの優れた発光特性について報告した。Ni<sup>2+</sup> ドープガラスの広帯域赤外発光についての報告では、析出させる結晶の配位子場強度によって発光波長のチューニングが可能であることが示された。また透明結晶化ガラスと第二高調波発生技術を組み合わせることで 3 次元ディスプレイが可能であることが示された。
- ・物材研の井上らは「革新的気中溶解技術が拓くガラス溶融の未来」と題し、NEDO 新規技術プロジェクト「エネルギーイノベーションプログラム/革新的ガラス溶融プロセス技術開発」の進捗状況を報告した。ガラス作製工程において溶融がいかにエネルギーを消費しているかが示された後、プラズマと酸素燃焼バーナーの複合熱源を用いたガラス気中溶融技術が示された。従来のシーメンス炉と比べ溶融時間が 1 桁以上劇的に短縮される、まさに革新的技術である。この溶融技術を取り入れた炉の模式図も示され、近い将来の実用化に期待の持てる内容であった。
- ・京大の三浦は「フェムト秒レーザーガラス材料プロセッシングの特徴と可能性」と題して

「平尾誘起構造プロジェクト」,「フォトンクラフトプロジェクト」,「ナノガラス技術プロジェクト」,および「三次元光デバイス高効率製造技術プロジェクト」を通じ発展させてきたフェムト秒レーザー加工技術に関する報告を行った。パルスパワーおよび繰り返しによる熱蓄積の調整により多様な構造変化を誘起可能であることが示された後、液晶空間位相変調素子を用いた一括加工技術が紹介された。フェムト秒パルス照射によるガラス内部のイオン移動に関する報告もなされ、光デバイス加工技術の開発と並行して、ガラスの基礎科学の進展に寄与する成果も得られていることが分かる内容であった。

- ・北大の西井は「ガラスインプリント法の現状とサブ波長光学素子への応用」と題し、NEDO「次世代光波制御材料素子化プロジェクト」での研究成果を報告した。はじめに光学材料としての無機ガラスのポリマーに対する優位性および微細加工技術開発の必要性が述べられた後、ターゲットとする微細構造を実現するためのガラス組成開発およびインプリント装置開発の状況が報告され、いくつかの試作品の特性が示された。出口が明確に定義され非常によくオーガナイズされたプロジェクトであることが印象に残る講演であり、無機ガラスの微細加工技術として近い将来の実用化が期待される。
- ・サウサンプトン大学のKazanskyらは「Revealing new properties and applications of interaction of ultrafast laser radiation with transparent materials」と題し、フェムト秒レーザー照射による無機ガラス加工について最新の研究結果を紹介した。特に加工時のパルス先頭部の電場の傾き（パルスフロントチルト）の重要性を指摘し、チルト方向に依存した構造が誘起されることを明らかにした。彼らはこれを羽ペン（Quill）で線を描くことに例えていたが、日本で考えれば習字にあたるであろうか。確かに穂先に沿って筆を動

かすのと逆らって動かすのとでは描かれる線はまったく異なる。フェムト秒レーザー加工の可能性を拓げる重要な基礎研究であり、今後の展開が楽しみである。

- ・NEDOの安井は「ナノテクノロジー・材料技術分野におけるガラス及びフォトンクス関連プロジェクトの紹介」と題し、NEDOのガラス・フォトンクス関連分野への取り組み状況を示すとともに、提案公募事業「ナノテクチャレンジ」の紹介を行った。NEDOには今後も研究者・国民のニーズに適った事業の継続を望みたい。

### 3. 講演内容紹介2：討論主題(2)に関して

- ・GIC・旭硝子の上堀は「エネルギーとガラス」と題し、エネルギー問題に対してガラスが果たす役割と今後の展望について概説した。太陽電池、燃料電池に代表される「創エネルギー」、リチウムイオン2次電池に代表される「蓄エネルギー」、冷暖房の効率にかかわる「省エネルギー」、あるいは核燃料サイクルにおける放射性廃棄物処理にいたるまで、非常に広範なカテゴリーでガラスが重要な役割を果たすことが示された。
- ・名工大の野上は「燃料電池とガラス」と題し、ゾルーゲル法により作製したプロトン伝導性ガラスの伝導特性および伝導機構、さらに燃料電池の固体電解質への応用例を示した。ゾルーゲル法由来のガラスの特徴であるマイクロ・メゾ多孔構造をプロトン伝導特性の向上へ巧みに結び付けた材料科学の好例であり、将来が有望な技術である。
- ・第一工業製薬の河野は「クリンエネルギーを担うリチウムイオン電池-素材の現状と将来」と題し、2次電池の現状およびリチウムイオン2次電池にかかる期待と克服すべき問題点について紹介した。リチウムイオン2次電池の性能・安全性の向上には電解質の固体化が必要不可欠であり、そのためにガラスは有力な材料であることが再確認された。

#### 4. 講演内容紹介3：討論主題(3)に関して

ガラスと水のかかわりは非常に歴史のあるテーマでありながら、今回名工大の野上や首都大の梶原らから報告されたようにまだ解明すべき現象を含んでいる。京大名誉教授・泉科学技術振興財団の作花は「ガラスと水」と題して、ガラス中の微量の水がガラスの特性に与える影響について講演した。無機ガラス中の遷移金属イオンの酸化・還元反応，シリカガラスの構造緩和，および無機ガラスの結晶化にたいする水の影響が，自身の経験を交えて詳述される，非常に臨場感のある講演であった。継続した基礎研究の重要性を再認識させられる内容であった。

#### 5. おわりに

紹介した他にも非常に興味深い報告が多く、2日間を通してガラス・フォトンクス材料研究の最先端を学ぶことができたと感じている。また、29日のポスターセッション終了後に、桂キャンパスにあるレストラン「ラ・コリーヌ」にて懇親会が催された。参加人数は100人を超え、大変盛況であった。50回を記念して鏡割りが行われ（写真1）、参加者に京都の日本酒が振舞われた。次回の討論会は東大生産研の井上博之先生のお世話で開催される予定である。



写真1 懇親会における鏡割りの様子