

## 第60回ガラスおよびフォトニクス材料討論会参加報告

日本電気硝子(株) 基盤技術部

池田 光

### Report on the 60th Symposium on Glasses and Photonic Materials

Hikaru Ikeda

Fundamental Technology Division, Nippon Electric Glass Co., Ltd.

#### はじめに

2019年12月3日と4日の2日間の日程で、大阪府立大学 I-site なんばにて第60回ガラスおよびフォトニクス材料討論会が開催された。大阪府立大学の林先生を中心とした実行委員会による円滑な運営の元、多数の研究発表と活発な議論が行われた。本稿では、筆者の印象に残ったいくつかの講演について時系列に沿って報告させていただく。

#### 講演内容

一日目の午前は、一会場で筆者を含め計5件の口頭発表（内、2件が英語）が行われた。日本板硝子の酒井氏からは、ヒートソーク試験のインライン化について報告が行われた。強化ガ

ラスの製造中に混入する硫化ニッケル NiS が、室温下で不安定な  $\alpha$  相から  $\beta$  相へと相転移し体積膨張によってガラスの破損を生じる。ヒートソーク試験では、これを未然に防ぐために熱処理を行い、相転移を促進し破損を発生させる。実験により NiS の相転移に要する時間・必要な温度条件・破損へ至る体積膨張の閾値などを調査し、その結果をうまく工程の設計に落とし込むことでインライン化を達成したことを紹介された。AGC の林氏らからは、アルカリ-アルカリ土類ケイ酸塩ガラスの熱膨張係数の冷却速度依存性について報告が行われた。一般的に冷却速度が大きくなると熱膨張係数が大きくなる正の相関があることが知られている。今回はアルミニウムを少量、アルカリとアルカリ土類を両方含む組成系において、冷却速度と熱膨張係数に負の相関が見られるという大変興味深い結果が得られた。ガラス転移温度などの物性とは相関が見られず、現段階でメカニズムは明らかとなっていない。熱膨張係数は研究・製品双方にとって重要な要素であり、今後の研究内容に期

---

〒520-8639

滋賀県大津市晴嵐 2-7-1

TEL 077-537-1312

FAX 077-537-1727

E-mail: hkikeda@neg.co.jp

待させられる内容であった。

一日目の午後は、第15回ガラス技術シンポジウム (GIC15) が共同開催され、「ガラス溶融の熱マネジメント」をテーマとして4題の講演が行われた。産業界にフォーカスした内容であったが、アカデミックの拝聴者からも質問が出て、白熱した議論がなされた。いくつかの内容を簡単ではあるが紹介しておく。大阪大学の赤松氏からは、エネルギーキャリアとしてのアンモニアについて報告が行われた。アンモニアは常温・低圧 (8.5気圧程度) で液化が出来るため水素キャリアとして有用な事や、最近の研究で低い燃焼性が大きく改善されている事などが紹介された。産業技術総合研究所の小春氏からは、産業界から排熱および未利用熱の活用技術について報告が行われた。産業界は分野によるが~200℃程度の排熱が最も多く、その多くが未利用である。ヒートポンプ・蓄熱・ORC (Organic Rankine Cycle) による発電技術など排熱の有効利用法が紹介された。

引き続き行われたポスターセッションは二会場に分かれ、計48件の発表が行われた。発表内容を俯瞰すると機械学習をはじめとするデータサイエンスに関する発表が多く、これらがとりわけ活発に議論されていたように感じた。滋賀大学の藤沢氏らを含む研究グループからは、INTERGLADのデータを活用した高屈折率低分散ガラス材料の探索について報告が行われた。ガウス過程回帰による機械学習を行い、ガラス組成の各成分の比率と屈折率・アッペ数の関係性を推算した。SrOなど4成分が低分散化に寄与することが示唆されたため、抽出した母ガラスに成分を添加して実験によるアッペ数実測値の評価を行った。結果、いずれの添加成分も機械学習による推定値よりも大きなアッペ数が得られ、機械学習の有用性を示したことが紹介された。

二日目は午前・午後ともに二会場に分かれて、計29件の口頭発表が行われた。産業技術総合研究所の赤井氏からは、機械学習を活用した蓄光

顔料複合用のガラス組成検討の試みについて報告が行われた。100程度のガラス組成と熱的・光学特性のデータを用いて、重回帰分析・主成分分析などで機械学習を行った。いずれの手法においても検証用データの予測値は実測値に近い値を示すことが分かった。一方で、実測値と10%近く外れた予想値もあり屈折率などの光学特性予想の精度としては不十分であると言える。過学習の抑制など適切な条件検討が必要であると考えられる。物質・材料研究機構の小原氏らを含む研究グループからは、パースシステムホモロジー (PH) 解析を活用した非晶質の3次元構造の理解について報告が行われた。構造因子S(Q)で見られるFirst sharp diffraction peak (FSDP)の帰属について、構造中のリングのサイズや形状を明らかにすることが出来るPH解析を活用することで議論を行った。FSDPを有する物質の特徴は正四面体構造を有する事であるが、PH解析より四面体がある程度の疎密をもって分布していることが重要であることが示唆された。滋賀県立大学の長田氏らを含む研究グループからは、ガラスにせん断応力を負荷した際に起こる挙動の研究について報告が行われた。MgO.Na<sub>2</sub>O-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub> (MAS, NAS) ガラスサンプルに対して3軸6方向から均等に圧をかけ、1軸2方向のみに追加の圧をかけることで剪断応力を負荷する。MASとNASの傾向は異なるが、いずれのサンプルでも剪断歪み $\gamma$ が1~1.5前後で変形速度に変化が見られた。 $\gamma < 1.5$ では圧縮軸方向に応力が観察されたが、 $\gamma > 1.5$ において応力の軸が変化し始め $\gamma \sim 4$ ではほぼ圧縮軸と垂直方向に応力が観察された。このことから $\gamma$ が1~1.5前後で変形機構が純粋剪断から単純剪断に近い機構に変化したことが示唆された。ESRより、ラジカル種の生成も示唆されており、剪断応力により結合の組み換えも発生している可能性も示唆されている。愛媛大学の武部氏らからは、MoO<sub>3</sub>を添加した際の鉄リン酸塩系ガラスの耐水性について報告が行われた。耐水性はMoO<sub>3</sub>添加量の増加とともに

改善したが、20mol%を境に悪化に転じた。Raman 分光法から  $\text{MoO}_3$  添加量の増加に伴い、 $\text{PO}_4$  四面体の  $Q^n$  構造が  $Q^2$  から  $Q^1$ ,  $Q^0$  へと変化したことが示唆された。また、 $\text{MoO}_6$  八面体構造の形成が見られ、添加量が 20mol% を超えると八面体構造をつなぐ Mo-O-Mo 結合の割合が増加した。これら結果より、耐水性の改善は  $\text{PO}_4$  四面体の酸化物イオンの分極性が均質になった点と  $\text{Mo}^{5+}\text{O}_6$  八面体構造の存在によるものだと考えられる。

## おわりに

懇親会にて発表があったが、次回の第 61 回ガラスおよびフォトニクス材料討論会は東京工業大学矢野研究室の御世話の元、AFPG (The International Conference on Advances in the Fusion and Processing of Glass) などと同時開催される予定である。最後に、実行委員会として 200 名を超える研究者が参加した本学会の運営を支えられた、林晃敏先生および無機化学研究グループの学生の皆様に感謝いたします。