

The 31st Meeting on Glasses for Photonics 参加報告

秋田大学 理工学研究科

河野 直樹

Report on the 31st Meeting on Glasses for Photonic

Naoki Kawano

Graduate school of Engineering Science, Akita University

1. はじめに

令和3年1月29日(金)に日本セラミックス協会ガラス部会フォトンクス分科会が主催する“The 31st Meeting on Glasses for Photonics”が開催された。本研究会は、フォトンクスに用いられるガラスなどの材料の基礎もしくは応用に関する研究発表及び討論を行う研究会であり、産学官の研究者が集って例年行われている。1989年12月に第1回が開催され、今回で31回目を迎えた。本年度はCOVID-19の影響により対面式の発表が困難であったため、オンライン会議システム(Microsoft Teams)を用いた発表となった。オンライン形式の発表形式にも関わらず、口頭発表18件(招待講演2件、一般講演16件)、参加者33人となり、最新のフォトニ

クス材料に関する活発な討論が行われた。

2. 講演内容

招待講演として、東北大学のD.V. Louzguine-Luzgin先生より、「Vitrification and Structure of Metallic Glasses」を題目とした講演が行われた。これまでにシンクロトン放射光や走査型電子顕微鏡などを利用して、金属ガラスの内部や表面構造に関する研究を行っている。今回、Zr-Cu-Ni-Al ガラス形成液体合金の冷却やガラス形成により生じる構造変化に関して、シンクロトン放射光による解析や、第一原理分子動力学シミュレーション等を行った。解析評価を通じて、当該合金の冷却過程の際に、中距離秩序構造が存在していることが確認された。さらにPd-Ni-Cu-P合金と比較しながら、当該合金における液体金属脆性と中距離秩序構造との関係性に関して詳しく紹介された。

さらに招待講演として、物質・材料研究機構の武田隆史先生より「単粒子診断法と情報科学を用いた新蛍光体開発」を題目とした講演が行

〒010-8502

秋田県秋田市手形学園町1番1号

TEL 018-889-2417

E-mail: n-kawano@gipc.akita-u.ac.jp

われた。発光中心型の蛍光体の新規材料開発の際には、探索段階では目的組成自体が不明であるため、単一相ではなく多くの相が含まれる混合相が合成される。本講演では、生成物の1粒子（単一相であり単結晶）に着目し、合成された様々な粒子の中から、顕微鏡を用いて一粒子ずつを観測及びピックアップした後、構造解析、組成分析、特性評価を通じて新規材料の探索を行う単粒子診断法に関して紹介された。さらに、新規材料探索の効率化に向けて、単粒子診断法と情報科学の連携に関する取り組みについても詳細に紹介された。

産業技術総合研究所の北村直之先生より「リン酸アルミニウム系ガラス中のアルミニウムおよびナトリウムホウケイ酸塩ガラス中のホウ素の配位数の高温粘弾性への影響」を題目とした講演が行われた。モールド成形用ガラスであるリン酸塩系ガラスやホウケイ酸塩系ガラスにおいて、ガラス構造のクロスリンクが化学組成によって変化することが知られているが、その粘弾性挙動への影響について明らかになっていなかった。本講演を通じて、3成分リン酸アルミニウム系ガラスおよびナトリウムホウケイ酸塩ガラスを対象として、アルミニウムやホウ素の結合状態変化による粘弾性挙動への影響に関して述べられた。

産業技術総合研究所のLei Liu氏より「Improvement in fracture toughness of soda-lime silicate glass via incorporation of silver nanoparticles」を題目とした講演が行われた。ソーダ石灰シリカガラスは、優れた光学特性と硬さから幅広く使用されているが、破壊靱性に課題があった。今回、銀ナノ粒子をソーダ石灰シリカガラスに添加することで、その破壊靱性が改善されることが述べられた。

産業技術総合研究所の篠崎健二先生より「フッホウ酸ガラスの構造と NaYF_4 ナノ結晶化機構」を題目とした講演が行われた。これまでに $\text{BaF}_2\text{-ZnO-B}_2\text{O}_3$ ガラスにおいて、希土類イオンを添加すると結晶化速度が顕著に速くなり、熱

処理により透明ナノ結晶化ガラスを得ることができることを報告している。今回、新たに $\text{ErF}_3\text{-YF}_3\text{-NaF-ZnO-B}_2\text{O}_3$ ガラスにおいても、ガラス組成制御を通じて透明ナノ結晶化ガラスが得られることが述べられた。

東北大学のクオン オヒョク氏より、「 Bi_2O_3 含有ガラスの結晶化：光触媒反応とヘテロ接合形成」を題目とした講演が行われた。これまでに、異なる性質の結晶相を共析出可能な結晶化ガラス法を利用することで、光触媒を含む複数の結晶相が形成した新規結晶化ガラス材料の創製と光触媒の発現に成功している。今回、 Bi_2O_3 含有 $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-Nb}_2\text{O}_5\text{-Li}_2\text{O-B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ ガラスに関する光触媒活性のメカニズムおよびヘテロ接合構造形成の可能性について述べられた。

東京工業大学の岸哲生先生より、「テルライトガラス超薄膜の作製と室温直接接合」を題目とした講演が行われた。テルライトガラスは光学的に優れた特性を有しており、これまでにガラスブローイング法によるテルライトガラス超薄膜の作製と基板への直接接合に成功している。今回、テルライトガラス超薄膜の作製条件および基板との接合条件について検討したところ、当該超薄膜は、低OH基の酸化物表面に強く接合することが述べられた。

京都大学の清水雅弘先生より、「レーザー局所加熱によりガラス内部で生じるソレー効果の組成比依存性」を題目とした講演が行われた。ガラス内部組成分布の温度勾配による定量的かつマイクロメートルレベルでの制御技術の確立に向けて、2018年にガラスにおけるソレー効果の熱力学的モデルとして修正Kempersモデルを提案した。今回の講演では、当該モデルを用いることで、 $\text{B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ ガラスにおいて、ガラス組成の違いで生じる元素移動方向の逆転現象に関して、修正Kempersモデルによって説明できることが述べられた。

AGC株式会社の馬田拓実氏より、「光弾性定数の波長依存性の高精度な測定系の構築、および定式化」を題目とした講演が行われた。ディ

スプレイ保護用カバーガラスには、化学強化により圧縮応力を導入したガラスが使用されており、その応力プロファイル評価には、光弾性効果を利用した装置がよく用いられる。今回、円板圧縮法による光弾性定数決定の精度向上に向けて、カメラを用いてサンプル中心の輝度を定量評価することで、高精度な光弾性定数の評価が可能であることが述べられた。

豊田工業大学の河村英果氏より「カルコゲナイド偏波保持ファイバの波長分散制御」を題目とした講演が行われた。偏波制御された中赤外スーパーコンティニューム (SC) 光は、ガスセンシング、光干渉断層像などへの応用が期待されている。今回、カルコゲナイド全固体微細構造光ファイバ (Ch-ASMOF) において、波長分散と偏波特性を同時に制御できる新たな構造を探索し、中赤外 SC 光発生実験を行った。設計した 2 ロッド Ch-ASMOF を作製したところ、2 - 10.2 μm に渡る中赤外 SC 光の発生に成功し、SC 光の入射光の偏光の回転角に対する対称性を確認したことが述べられた。

豊田工業大学の加藤雄也氏より、「中赤外ファイバレーザ用ガリウム酸塩ガラスの組成探索」を題目とした講演が行われた。金属加工に利用されている高出力ファイバレーザにはガラスが使用されており、低フォノンエネルギー及び高ガラス転移温度のガラス材料が期待されている。今回、上記を満たすガラスとしてガリウム酸塩ガラスに着目し、ガラス組成の最適化を行ったところ、35Cs₂O-65Ga₂O₃ ガラスが作製したガリウム酸塩ガラスの中でも結晶化が起こりにくく、さらにファイバ化が可能であることが述べられた。

産業技術総合研究所の正井博和先生より、「SrO-B₂O₃ ガラスにおける Ce³⁺ の発光特性」を題目とした講演が行われた。ガラスは、一般に化学組成に基づいて物性の依存性が議論されるが、化学組成以外の評価軸が物性を議論する際により適している可能性がある。本講演では、Ce 添加 SrO-B₂O₃ ガラスに関して、熱物性、弾

性特性、ネットワーク構造、光学特性、蛍光特性の相関について回帰分析により考察した。回帰分析の結果、熱・機械特性・構造は、ガラスのモル体積により強く依存し、一方、発光特性等の光学特性は、光学的塩基度に依存することが述べられた。

東京大学の木崎和郎先生より、「希土類イオンを添加したホウケイ酸ランタンの発光特性」を題目とした講演が行われた。無機発光材料は、照明用 LED や真空紫外励起用蛍光体などへの応用が期待されており、希土類イオンの電気双極子由来の発光強度は、希土類イオン周りのサイトシンメトリーに大きく依存することが知られている。今回、LaBSiO₅ に Eu³⁺ を添加した材料を作製したところ、La サイトの C₁ 対称性を反映した強度の強い Eu³⁺ の ⁵D₀ → ⁷F₂ 発光を観測したことが述べられた。

秋田大学の河野直樹より、「Eu₂O₃ 添加 K₂O-Bi₂O₃-Ga₂O₃ ガラスの X 線応答性」を題目とした講演が行われた。単結晶がシンチレータ材料開発の主流である中、近年成形加工や大容量化の容易さ、安価などの利点からガラスが注目されている。今回、Bi₂O₃ を主成分とする K₂O-Bi₂O₃-Ga₂O₃ に Eu³⁺ を添加したガラスを溶融法により作製したところ、放射線励起時において当該ガラス材料が Eu³⁺ の 4f-4f 遷移に由来する発光と低い残光レベルを示すことが述べられた。

日本電気硝子の福本彰太郎氏より、「セラミックス波長変換部材の開発」を題目とした講演が行われた。近年、照明分野において高輝度・高出力化が進んでおり、黄色蛍光体+青色固体光源による波長変換方式の照明において、高輝度・高出力化に伴う蛍光体の温度消光が課題となっている。今回、蛍光体を保持するマトリックスをガラスから金属酸化物に変更することで、強い光源出力時における発光効率を改善することが述べられた。

京都大学の上田純平先生より、「真空準位基準束縛エネルギー図を利用したランタニドイオン

添加白色長残光蛍光体の開発」を題目とした講演が行われた。長残光蛍光体は励起源を遮断後も数秒から十数時間といった長時間発光し続ける材料である。本研究では長残光蛍光体開発のために $\text{Gd}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}:\text{Pr}^{3+}\text{-Tb}^{3+}\text{-Eu}^{3+}$ を作製したところ、当該材料が冷白色残光を示すことがわかり、さらに $\text{Gd}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}$ の常磁性の特徴から、当該長残光粉末が水中で Nd-Fe-B 磁石により引き付けられることが述べられた。

東京理科大学の渡邊俊祐氏より、「ゾルーゲル法を用いた Eu ドープ Si-Al-O-N ガラスの作製と発光特性評価」を題目とした講演が行われた。酸窒化物ガラスは、機械特性、化学的耐久性などが優れたガラス発光材料として期待されている。今回、ゾルーゲル法を利用して様々なガラス組成の Eu 添加 Si-Al-O-N ガラスを作製したところ、Al 濃度増加により Eu^{2+} への還元が進み、発光量増加及び発光波長の短波長シフトが生じること、さらに一定以上の窒素が導入されると発光波長が長波長シフトすることが報告された。

金沢工業大学の岡田豪先生より、「準リアルタイム放射線計測の為に輝尽蛍光体の検討」を題

目とした講演が行われた。近年、がん治療法として放射線治療がその一つとして注目されており、治療中の患者の放射線線量を管理するために、リアルタイムで線量をモニタリングする技術開発が急務となっている。今回、線量計測のために、 $\text{NaCl}:\text{Eu}^{2+}$ の輝尽蛍光特性を調べたところ、当該材料が 430 nm において高強度な輝尽蛍光ピークを示すことが報告された。

3. おわりに

本研究会では、COVID-19 の影響でオンライン開催になったにも関わらず、多くの発表者及び聴講者による活発な討論が行われた。COVID-19 の影響により、時短勤務やテレワーク等で、研究活動が制限されている中、本研究会において活発な討論ができたことは極めて意義深いと考えている。COVID-19 の終息はまだ時間がかかると思われるが、再び通常の研究生活に戻ることを願っている。

最後に、このような厳しい状況の中、本研究会の準備を行って頂きました産業技術総合研究所の篠崎健二先生に、この場をお借りして、心より御礼申し上げます。