

# The 20 th Meeting on Glasses for Photonics 参加報告

東京工業大学大学院理工学研究科

岸 哲生

## Report on the 20 th Meeting on Glasses for Photonics

**Tetsuo Kishi**

*Tokyo Institute of Technology*

2010年2月4日(木)に東京工業大学百年記念館(図1)においてThe 20 th Meeting on Glasses for Photonicsが日本セラミックス協会ガラス部会フォトニクス分科会の主催で開催された。本会議の主題は「フォトニクス・オプトエレクトロニクスに用いられるガラスの基礎, もしくは応用」であり, 今回は招待講演1件, 口頭発表9件があった。

第20回の区切りということで, 会議冒頭には東京工業大学の柴田氏から, この会議の歴史について講演があり, 予稿集巻末には特別付録として第1回とされる“TOPICAL MEETING ON GLASSES FOR OPTELECTRONICS”の予稿集, 参加者名簿およびプログラムが転載されていた。それらによれば, 第1回会議は日本セラミックス協会ガラス部会と国際ガラス会議の共催として, 1989年に東京の新橋住友ビルにて開催されたとのことであった。字体が古めかしかったり一部が手書きであったりと, 時代



図1 東京工業大学百年記念館

を感じる付録であったが, その内容に目を向けてみれば, 光通信, 光記録, フラットパネルディスプレイといった, 現在の情報社会を支えている科学技術に関するキーワードが散りばめられていた。当時の新技術に対する期待と, それらを支えてきた本会議の歴史と意義が感じられた。

今回の会議では, 第1回からの流れを汲む大容量光通信や高密度光記録に向けた最新の研究発表に加え, LEDや太陽光励起レーザーといったエネルギー問題に関わる最近の話題について

でも活発な発表・討論が行われた。本稿では講演の一部を紹介させていただく。

旭硝子株式会社の松本氏らは、LED 封止用材料として開発したリン酸スズ系ガラスについて発表した。一般的にガラス材料は熱的・化学的安定性に優れ可視域で透明であることから、高出力 LED の封止材として期待されている。また、高い屈折率のガラスを用いることで LED の光取り出し効率の向上も可能である。しかしながら、ガラス材料を封止材として用いる場合、ガラスを LED 上に載せて高温で熱処理する必要があるため、LED への熱的ダメージと基板-ガラス間の熱膨張差によるガラスの割れが問題とされる。また、RGB 蛍光体と近紫外 LED を組み合わせた白色 LED では、励起源の近紫外光を透過しなければならない。発表者らは SnO-ZnO-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 系ガラスに着目し、ガラス転移温度 ( $T_g$ )、熱膨張係数 ( $\alpha$ )、光透過性の組成依存性を調査した。SnO と ZnO 比を変化させることで、低軟化温度 ( $T_g$  が 300°C 以下) かつ低熱膨張 ( $\alpha$  が  $120 \times 10^{-7}/K$  以下) であり、十分に高い透過率 (波長 380 nm で 90%) を有するガラスを得られることがわかり、LED 封止材に適したガラス組成を明らかにした。得られたガラスを用いて LED を封止し、電流電圧特性および発光輝度を評価した。その結果、ガラス封止 LED は樹脂で封止する場合に比べて光取り出し効率が向上した。また、リン酸塩ガラスは一般に耐候性が悪いものが多いとされるが、この系のガラスにおいては Ca<sup>2+</sup> の微量添加により耐候性が向上することを明らかにした。装飾、照明、ディスプレイなどに使われる LED の高輝度化は急速に進行していることから、高い光取り出し効率と高い耐候性を具有する封止材料の重要性は高まっており、今後の研究の発展が期待される。

日本板硝子株式会社の橘高氏らは、無容器浮遊法による超高屈折率ガラス球の作製について報告した。熔融急冷法により作られるガラスの

失透要因の一つである結晶化は、熔融ガラスと異種物質との界面を核として発生することが多い。無容器浮遊法は、下方から空気によりガラスを浮揚させ炭酸ガスレーザーにより加熱熔融するため、ガラスが異種固体と接触することなく熔融・急冷される。これにより、従来の熔融法ではガラス化不可能であった組成域でも透明なバルク試料が作製可能である。得られたガラスは、代表的な高屈折率光学結晶である KTaO<sub>3</sub> を凌ぐ屈折率 ( $n_d=2.309$ ) を達成した。これまでに得られなかった組成の非晶質酸化物には、新しい構造を持つ材料として屈折率以外にも新しい特性が潜在しているのではないかと期待される。

東北大学の高橋氏らは、ガラスを始めとした非晶質材料のように不均一構造を持つ固体特有のブロードな低波数散乱ピークであるボソンピークを解析することにより、高温下のガラスの構造緩和および相転移をその場観測した。BaO-SiO<sub>2</sub> 系ガラスと BaO-TiO<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub> 系ガラスに対して、Ar<sup>+</sup> レーザーにより低波数領域の非弾性散乱光を高温下で測定し、各温度において得られたボソンピークから、ガラス転移温度以下での構造緩和と不均一性や、ガラス転移温度を経て結晶化へ到る際のボソンピークの振る舞いを明らかにした。非晶質特有のボソンピークの測定・解析手法により高温における構造変化を捉えることに成功している。ガラス材料の基礎的な理解から結晶化による機能性発現といった応用展開まで幅広い領域を視野に入れた研究であり、今後様々な研究分野に適用されていくものと期待される。

京都大学の土田氏らは、Yb<sup>3+</sup>-Ce<sup>3+</sup> 共添加 BaO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 系ガラスおよび Yb<sup>3+</sup>-Tb<sup>3+</sup> 共添加 La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 系ガラスの量子切断による波長変換特性について発表した。現在最も広く使用されている Si 太陽電池の光-電気変換効率は、近赤外の波長の光に対して最も高い変換効率を持つが、太陽光のスペクトルは可視域にピークがあり、Si 太陽電池の感度と太陽光

スペクトルのミスマッチにより大きな損失が生じてしまう。そこで、発表者らは、短波長域のエネルギーを持つ一つの光子を近赤外域のエネルギーを持つ二つの光子に分断する量子切断に着目した。太陽光を吸収し光子を受け渡すドナーの  $Ce^{3+}$  もしくは  $Tb^{3+}$  から、光子を受け取るアクセプターである  $Yb^{3+}$  へのエネルギー移動を、発光・励起スペクトル測定および蛍光寿命測定から確認していた。エネルギー変換効率は 50% 程度まで向上しており、吸収波長域の拡張や太陽電池への組み込み方法の開発などにより、Si 太陽電池の性能を飛躍的に伸ばす革新的デバイスになるものと思われる。

東京工業大学の矢部氏は「マグネシウム文明の夜明け—太陽光励起レーザーが拓く新エネルギー社会—」と題し、Mg を媒体とした再生可能エネルギーに関する研究開発について講演した。現代のエネルギー問題を解決する有効な発電技術としては、太陽光発電、風力発電、熱電変換など多様な手法が検討されているが、これらのエネルギーをいかにして貯蔵し、伝送もしくは運搬するかが問題となっている。発表者らは、これを解決するシステムとして、Mg を用いたエネルギー貯蔵を提案した。Mg を酸素や水素と反応させてエネルギーを取り出し、反応生成物である酸化マグネシウムを、太陽光などの自然エネルギーにより Mg へ還元する。この

サイクルでは、化石燃料を使用しないため温暖化ガスが発生することはない。しかしながら、この酸化マグネシウムの還元には  $4000^{\circ}C$  という高温が必要であり、表面温度が  $6000^{\circ}C$  である太陽からの光を集めるだけでは、これを達成することができない。そこで、発表者らは太陽光を励起源としてレーザー光を発生させ、それをレーザー媒質に集光することで  $10,000^{\circ}C$  の高温が達成できると考え、実際に太陽光励起レーザー動作の確認に成功した。現在では  $4\text{ m}^2$  の集光系により 80 W のレーザー出力が可能であり、吸収太陽光に対するレーザー出力の変換効率も 20% を実現している。さらに、Mg の供給源として、太陽熱で海水から真水と Mg を生成する技術を開発しており、Mg 循環システムによりエネルギー問題だけでなく、「水不足」の問題をも解決できるとする。太陽光と Mg を軸に据え、社会問題を解決するシステムを提案し実証していく発表者の熱意と行動力に感銘を受ける講演であった。

次回の Meeting on Glasses for Photonics は 2011 年の同時期に東京にて開催される予定である。今回の会議同様、ガラスと光に関わる多様な話題について、活発な発表と議論が交わされるものと期待される。