

日本セラミックス協会ガラス部会基礎分科会（関西） 講演会参加報告

大阪府立大学工学部機能物質科学科

林 晃敏

Report on the Basic Seminar (Kansai) of Glass Division of Ceramic Society of Japan

Akitoshi Hayashi

Department of Applied Materials Science, College of Engineering, Osaka Prefecture University

日本セラミックス協会ガラス部会基礎分科会（関西）の講演会が、平成9年12月17日、大阪科学技術センターにて開催された。この講演会では、ガラスに関わる研究分野の第一線で活躍されている著名な先生方から、研究内容をわかりやすくかみ砕いて講義していただけたことである。それを聞いて自分を含め我が研究室からは十数名の学生が、「ガラス分野の最先端の研究について少しでも理解を深めたい」という思いを胸に講演会に参加した。

今回講演されたのは、京大総合人間学部の田部勢津久先生と甲南大学理学部の町田信也先生である。まず最初に、表記分科会の主査である大阪府立大学工学部の辰巳砂昌弘先生の挨拶があり、その後、両先生の講演がスタートした。

田部先生の講演のタイトルは「波長多重伝送用光ファイバ増幅器」であった。先生は初めに、光ファイバとして実際に使用されているシリカファイバの持つ基礎光学特性について説明された。現在、シリカファイバでは1.3 μm の光を用いて通信を行っている。しかしながら近年、光通信ネットワークの多機能化、伝達情報の高密度化の要望が増してきており、シリカ

ファイバを用いた長距離の光通信（波長多重伝送用通信）を行うためには、損失のさらに少ない1.55 μm の光を使うことが有効である。そのためには1.55 μm 帯に幅広い波長幅と平坦な増幅特性を有する希土類ドープ光ファイバ増幅器の開発が急務であることがまず述べられた。

高効率の光増幅を行うためには、発光遷移確率を大きくして非輻射緩和をできるだけ抑えること、また希土類イオンを高濃度までドープして、ポンピング光の吸収効率を大きくすることが重要となる。先生は希土類として Er^{3+} イオンを添加した $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-NaO}_{1/2}\text{-ErO}_{3/2}$ 系ガラスに注目され、このガラスが Er^{3+} イオンの $^4\text{I}_{13/2} \rightarrow ^4\text{I}_{15/2}$ 遷移に基づく1.55 μm の幅広い発光スペクトルを与えること、配位子場パラメータである Ω_6 が大きくなることを見いだされた。これは SiO_2 に Al_2O_3 を添加することにより、ガラス中に Si-O-Al 結合が生成して酸素上の電子密度が小さくなり、 Er^{3+} の配位数が増大したためであると説明された。希土類イオンの光学的性質をホストガラスの構造の観点から解釈している点が、非常に興味深く感じられた。

また先生は Er^{3+} 含有テルライトガラスが、1.55 μm の波長域に幅広くフラットな発光スペクトルを示し、大きな Ω_6 を有することを述べられた。さらにテルライトガラス中ではシリケ

ートガラスと比較して、スペクトルの濃度消光が起りにくく、希土類イオンを高濃度まで分散させることが可能であること、また低濃度領域において非輻射緩和がほぼ抑えられていることを示された。このように、希土類含有テルライトガラスは波長多重伝送用光ファイバ増幅器として優れた特性を示すことがわかる。しかしながら、テルライトガラスの構造はシリケートなどの一般的なガラス形成酸化物ガラスと比べて非常に特異であることが知られており、ホストガラスの構造とこのような優れた光学的性質との関係については未だよくわかっていないのが現状である。より一層のガラスファイバの光学的性質の向上のためにも、テルライトガラスの構造が希土類イオンの光学的性質に与える影響を明らかにすることが望まれる。

町田先生は「超イオン伝導性ガラスの局所構造—NMRを用いたキャラクタリゼーション—」という題目で講演された。先生は固体高分解能NMRを用いて、超イオン伝導ガラスの構造の解明だけでなく、ガラス中のイオンの動き(ダイナミックス)についても研究されている。この講演ではまず初めに、NMRの測定方法、固体と液体のNMRの違い、およびNMRを用いた固体の構造解析について概説され、さらに固体中の原子の動きと密接に関連している縦緩和時間 T_1 、横緩和時間 T_2 についてわかりやすく説明して頂いた。

AgI-Ag₄P₂O₇系超イオン伝導ガラスは室温で電解質溶液に匹敵する高い銀イオン伝導性(10^{-2} Scm⁻¹)を示す材料として知られている。先生はこのガラス中の銀イオンのダイナミックスを¹⁰⁹Ag-NMRを用いて検討された。低温(約-100°C)ではスペクトルの線幅は非常に大きいのにに対し、温度上昇に伴ってスペクトルの線幅は狭くなり、約80°Cではイオンの運動により先鋭化されたスペクトルが観測された。高温でのスペクトルの線幅は横緩和時間 T_2 と密接な関係があり、熱活性化型の温度依存性を示すことが知られている。その傾きから

算出した活性化エネルギー E_{NMR} と交流インピーダンス測定より求めた直流電気伝導度の活性化エネルギー E_{DC} を比較することにより、 E_{NMR} は E_{DC} よりも小さくなることを示された。先生は直流電気伝導度は銀イオンの長距離の運動を反映するのにに対し、NMRの結果は銀イオンの局所構造の変化、つまり短距離の運動を反映するために、活性化エネルギーにこのような差が現れたと説明された。

つぎに先生はLiNbO₃-WO₃固溶体結晶の⁶Li、⁷Li-NMRの測定結果について報告された。⁷Li MAS-NMRの温度依存性の測定から、運動形態により二種類のLiイオン、低温から動くLiと高温になって動き始めるLiの存在することが示された。また⁶Li MAS-NMRスペクトルを、Li_{1-x}Nb_{1-x}W_xO₃結晶中に存在すると予想される様々な構造モデルでシミュレートすることにより、タングステンイオンがニオブサイトをランダムに置換し、リチウムイオン空孔がc軸方向タングステンイオンの直上に形成されるモデルを支持すると説明された。このようにLi_{1-x}Nb_{1-x}W_xO₃結晶のNMR測定を行うことで、Li、Nb、Wおよびリチウム空孔の分布に関する知見の得られることを明らかにされた。従来NMRをリチウムイオンサイトの決定に用いた例はほとんどなく、先生の独創的な研究スタイルには強く感銘を受けた。

各講演後に15分程度の質疑応答の時間が設けられており、非常にアットホームな雰囲気の下、先生方は質問に対して熱心に身ぶり手振りを交えながらわかりやすく答えて下さった。今回のガラス部会基礎分科会講演会では、先生方の最新の研究成果だけでなく、研究の進め方など研究者として最も重要な“考え方”を学べたという点で、自分たちにとって非常に貴重な時間であったと思う。これからもこのような主旨の講演会が増えること、並びに次回の講演会には、より多くの学生が参加されることを切に願って報告を終わる。