

第 34 回日本セラミックス協会ガラス部会 夏季若手セミナー参加報告

北陸先端科学技術大学院大学

邱 建 備

Report for the 34th Summer Seminar by Young Members of Glass Division of Ceramic Society of Japan

Jianbei Qiu

Japan Advanced Institute of Science and Technology

日本セラミックス協会ガラス部会主催の第 34 回ガラス部会夏季若手セミナーが 7 月 25 日から 27 日までの間、奈良県のいこいの村大和高原で開催された。今回のテーマは「21 世紀を支える夢のガラス」であり、細野秀雄先生（東京工業大学）、藤野茂先生（九州大学）、北岡賢治先生（ミノルタ㈱）、渡辺歴先生（大阪大学）、山本茂先生（日本電気硝子㈱）、梶弘典先生（京都大学）ら、幅広い分野にわたる 6 名の先生方のご講演に加え、参加者 19 名の研究発表が行われた。参加者は約 120 名であった。

細野先生は「構造のランダムネスと光・電子」という題目で講演をされた。これまで研究が空白であった合成シリカガラスの光物性（特に真空紫外域）とアモルファス透明酸化物半導体を中心として、現在進められている研究の着目点について説明された。最後に、ガラスの定義の例を挙げ、新しい機能性物質の探索という観点では「常識を破るのが大切」と参加者に対し激

励の言葉を述べた。この言葉に感銘を受けた学生は多かったのではないだろうか。

森永健二先生がご多忙で出席できなかったため、代理として藤野先生が「透明石英ガラスの省エネルギー型製造技術の開発」という題目で講演をされた。高純度透明石英ガラスは、成形性の目安となる融点や流動温度が高いため、唯一熔融法でのみ単純に限定して量産製造されている。これまで、複雑な形状体の製造には、あらかじめ所定の形状寸法に火炎または機械加工された個々の素材を、酸水素炎で更に精密に溶接するという、極めて生産性とエネルギー効率に劣る製造方法をとってきた。森永先生らのグループは高純度微粒子形状シリカ粉末を高真空下で約 1500℃ の低温で焼結することで透明石英ガラスを製造する、エネルギー消費の少ない製造プロセスを確立した。また、実験室での取り組みとして、石英粉末を樹脂型に流し込んで低温焼結して作製した透明コップの写真も見せていただき、講演後には興味を持った参加者が質問に集まった。

北岡先生は「ガラス非球面レンズの製造技術」という題目で講演された。一眼レフカメラ用の撮影光学系に非球面レンズが使用され始めたの

は 30 数年前のことある。そのレンズは、光学ガラスをひとつひとつ直接研削、研磨することによって仕上げるというものであり、非常に高価なものであった。また、開発当初、非球面レンズの利用は魚眼レンズなどの高スペックの交換レンズに限定され、球面レンズ構成による収差補正の補完的役割として非球面レンズが使用されてきた。北岡先生はその球面レンズでは到達できない高精度化、軽量・コンパクト化、低コスト化を非球面レンズ光学系により実現した製造技術を紹介された。また、ガラス非球面レンズの製造技術の公開講演は業界ではじめてのことでもあり、参加者らは精神を集中して耳を傾けていた。

渡辺先生は「フェムト秒レーザーによる機能性デバイスの作製」について講演をされた。最近、高いピークパワーをもつ超短光パルスにより、透明材料内部にナノメートルからマイクロメートルまでの局在した構造変化領域を自由に誘起させることが可能となってきた。渡辺先生はフェムト秒レーザーパルスをガラス内部に集光照射することにより得られた光誘起構造変化と微細光学素子の作製に関する最近の研究成果、①自己束縛フィラメントによる屈折率変化領域の誘起および入射レーザーパルスの偏光依存性、②自己束縛フィラメントによる導波路の作製および方向性分岐結合路の作製、③レーザーパルスの集光照射による微小空隙（ボイド）の移動現象、④二次ボイドアレイによる回折光学素子の作製と偏光依存性、⑤シリカガラスの後面に水を接触させることによるマイクロ三次元ホールドリリング、⑥二光束干渉による回折格子の作製について述べられた。新しい研究分野ということもあって興味を持たれた参加者との議論は白熱した。

山本先生は「結晶化ガラス—最近の製品開発」という題で講演された。近年日本経済不景気の中、ガラス産業界への風当たりも厳しくなったが、結晶化ガラスだけが安定な成長を見せており、IT 社会において、いかに結晶化ガラスの特徴を最大限利用するかについて企業の取り組みを紹介された。最近では結晶化ガラスの耐熱

性や機械的特性に加えて、ガラスの成形性や結晶の持つ種々の特性を生かした新しい製品が開発されるようになった。山本先生は、近年開発された製品の実物を見せながら企業の視点から講演をされ、参加者は皆共感していた。

梶先生は「非晶質高分子の構造とダイナミクス—固体 NMR による disorder の定量的解析」という題目で講演をされた。梶先生は、固体 NMR を用いて高分子材料の研究をされており、今回、固体 NMR の基礎知識から「ガラス転移とは何か」というガラスの本質までわかりやすく説明された。最後に、回折法ではその詳細を明確にすることができないガラス構造や乱れた結晶構造の精密解析に関する最近の研究例を紹介された。かなり専門的なご講演にもかかわらず、参加者からは質の高い質問が多く寄せられ、学生のレベルアップが伺えた。

これらの講演は非常に興味深い内容で、参加者からの多くの質問にも回答をいただき、たいへん有意義な時間を共にすることができた。特に、研究の進め方や着目点ということに関して若手へのメッセージが多く含まれており、今後、自分自身の研究に取り込むときの指針となりうるものであると思う。また、恒例の参加者の自己紹介と発表が二つの部屋に分かれて行われ、できが良くかつユニークな発表と活発な議論により会場の雰囲気は最高潮に達した。講演以外にも懇親会などにおいて多くの人と親交を深めることができた。

今回のグット質問賞は大阪府立大学の山口奈緒子さんが受賞され、関西大学の石川雄大さんと長岡科学技術大学の本間剛さんがそれぞれ二つの会場のプレゼンテーション賞を獲得した。また、今回の主催者により横尾杯パターゴルフ賞が設置され、日本山村硝子の橋間英和さんが見事栄冠を手にした。

最後に、セミナーの開催にあたって大変お世話になった京都大学化学研究所の横尾俊信先生、高橋雅英先生、島田良子先生、徳田陽明博士および研究室の皆様へ感謝する。

なお、次回の開催は九州大学の主催により行われる予定である。

第 63 回秋季応用物理学会学術講演会参加報告

名古屋工業大学材料工学科

早川 知克

Report on the 63rd autumn meeting of The Japan Society of Applied Physics

Tomokatsu Hayakawa

Department of Materials Science and Engineering, Nagoya Institute of Technology

秋田大学での日本セラミックス協会秋季シンポジウム(9月22日(日)~24日(火)開催)後、羽越線 JR 特急 16:27 発に乗り込み 3 時間半の電車の旅を経て新潟市に入った。日本応用物理学会秋季学術講演会への参加・研究発表のためである。9月24日(火)~27日(金)の4日間の日程であり、新潟駅からバスで40分の新潟大学五十嵐キャンパスで行われた。例年通り4,000名近い発表者が集うマンモス講演会の中にあって、2日目午後より非晶質分科会「基礎物性・評価」セッションが始まった。講演数は酸化物系で22件、アモルファス半導体系で18件であり、酸化物系での内訳は、ガラスの分子動力学シミュレーション(福井大工)、シリカガラスの欠陥エンジニアリングと構造無秩序性(東工大、豊田工大)、イオンマイクロビームによるシリカガラスの屈折率変化と高密度化(芝浦工大、都立大、早大理工、原研高崎研の合同研究チーム)、ガラスの透明結晶化とその光学特性(特に非線形光学特性)(長岡技科大)、界面活性剤を使っのメソポーラスシリカガラス

の作製と強度評価(名大工、産総研)、ガラスへの光導波路形成(長岡技科大)など、酸化物ガラスだけでも豊富な内容になり、活発な議論が交わされた。研究に用いられる実験手法も、従来型の PL, IR, ESR 測定や AFM, SEM などの表面観察に加えて、X 線小角散乱やパルス ESR, 共焦点顕微鏡など多彩なものになりつつある。本セッションでは、ガラスという無秩序性の本質とは何か? という見方で聴衆が聞いているように思われる。それ故、質問では発表者が予想もしなかったことが聞かれることもあるが、それがこのセッションのいいところであると思う。材料屋もデバイス屋も実験・物理屋も理論屋も伴に集う場であり続けて欲しいと願っている。もう1つ大切な観点にアモルファス半導体としてのガラス(カルコゲナイドガラスや a-Si だけでなく SiO₂ もそのような見方は大切である)が挙げられる。SiO₂ バンド端近傍の weak absorption tail 波長域では 0.5 cm⁻¹ 程度の弱い吸収係数を示すだけでも関わらず、その波長域に相当する F₂ レーザー光(157 nm)を照射すると Si-E' や非架橋酸素ホールセンター(NBOHC)が生成するという実験結果を発表した講演(科技団、東工大)では、ガラスの透明領域拡大の産業界からの

ニーズとガラス中での欠陥生成メカニズム解明の両面から大変関心と呼び、活発な議論が展開された。このような光景は、初めて本分科会に参加する方々には少々印象が強すぎるかもしれないが、ガラス研究活性化の一躍を担っている。

もう1つのイベントは、4日目に開催された非晶質分科会主催のシンポジウムである。今回は「ナノガラス」をテーマに4名の研究リーダーによる講演があった。第1番目は、旭硝子㈱中研の伊藤節郎氏による、ソーダライムガラスの分子動力学シミュレーションで、ガラスの破壊メカニズムについての研究結果を詳しく解説していただいた。表面クラックの無いバルクガラスに引っ張り応力を加えたときの破壊が、 SiO_2 ネットワーク中に微小サイズの空孔が形成され、ここにカチオン (Ca^{2+} や Na^{+}) が流動してくるにより起こることを示し、ガラスの破壊が構造不均一性により進行することを指摘した。これにより、理論強度 5 GPa を予測し、実験データとの一致が得られている。ガラスの高強度化については㈱ニューガラスフォーラム・ナノガラス研の田中修平氏により、フェムト秒レーザーによるナノ異性相析出の方法論の提案があった。こちらは表面クラックからの亀裂進行を表面下の異性相により杭止める“ストッパー”の形成を狙いとし、実験においても杭止め効果を確認している。また、ナノ材料技術プログラム内「ナノガラス技術プロジェクト」の内容が紹介された。「①原子・分子レベルでの構造制御技術」「②超微粒子分散等構造制御技術」「③高次構造制御技術」「④三次元光回路材料技術」「⑤技術の体系化」の5つの研究項目から成り、今回、③での研究成果を公表したことに当たることも解説された。その他にもプロジェクトから新しい成果が出つつあり、フェムト秒レーザー照射による半導体結晶析出など、時間は限られていたが、研究成果の一端が紹介された。北海道大学の田中啓司教授からはカルコゲナイドガラスでのナノ構造誘起についての解説が為された。高密度記録材料

としての応用を狙い、数十 nm サイズのスポット書き込みが STM により可能になったことなど、最近の研究結果も公表された。また最後に、東京工業大学の細野秀雄教授からは透明電子活性プロジェクト(通称、細野プロジェクト)での最新の研究成果が示され、強力な酸化力を持つ活性酸素 O^- イオンビームが透明ナノポーラス結晶を用いることで実現可能であることが公表された。これら講演者4名のアクティブな研究姿勢は聴衆を大いに刺激するものであった。

ナノは今や必須のキーワードである。しかし、この言葉の魔力に踊らされることなく、ナノ技術をガラス科学・産業の世界でも着実に浸透させることが大切であり、「研究者・技術者“自らの手で”ナノを操作・加工する」ことが将来に求められているとシンポジウムに参加して思った。

講演会開催期間内には、ガラスを離れて、いくつかのセッションに参加してみた。まず、量子エレクトロニクス分科会「フォトニックナノ構造・現象」セッションに足を向け、半導体作製プロセスを駆使した“フォトニック結晶”研究について動向を探った。主なアプローチはシミュレーションであり、3次元格子型構造や円筒対称性構造などで周期性を持たせたときの光伝搬モードの解析、また、それを実際に作って理論と実験との一致を議論していた。ここでのトピックは周期構造をつくることにはもはや無く、そのような周期構造に欠陥と見なせる異構造を導入したときの光の局在である。その異構造が量子井戸からできている場合は強い発光が得られること、それが特定モードにおいて発現しうることがコンピュータ・シミュレーションにより予想されている。また、半導体結晶への遷移金属・希土類イオンのドーピングとその PL, CL, EL 発光特性のセッション：半導体 B (探索的材料・物性・デバイス) 分科会「半導体光物性・光デバイス」にも出かけて行った(今のトレンドはやはり GaN に代表される窒

化物である)。窒化物半導体内へ特に希土類イオンをドーピングすることは難しく、緻密な作製条件の設定が必要不可欠であり作製条件模索中という印象であった。その他、ZnOやSrGa₂S₄などへの希土類イオンの添加と発光特性についての研究が盛んであり、高輝度PDP用蛍光体の探索が為されていた。

最終日、応用物理学会非晶質分科会ランダム系フォトエレクトロニクス研究会が主催する研究懇談会が新潟県村上市にて27～28日の1泊の日程で行われ、そこに参加した。「マテリアル研究開発、その夢と希望と現実と」と題し、3名の講演者により、“激動の時代にあってガラス若手研究者がどのように研究人生を考えていくべきか”についての講演を聴いた。30名

程度の参加者であったが、その分親密な雰囲気の中、貴重な時間を過ごすことができた。また、研究の方向性やこれからこのフィールドで何ができるか、改めて考えさせられる時間でもあった。

今回の応用物理学関係連合講演会（春季第50回）は神奈川大学横浜キャンパスで2003年3月27～30日の日程で行われる予定である。参加者がとても多いことから事前の宿泊先手配などは迅速に行う必要を感じている。開催期間の夜半、周辺の繁華街は応用物理学会参加者で埋め尽くされるほどであり、“応用物理学会開催の周辺都市に与える経済的効果も大きい”と言った先輩（民間企業研究者：Ph.D）の一言はいまでも頭に残っている。