

International Conference on the Chemistry of Glasses and Glass-Forming Melts 参加報告

秋田大学大学院工学資源学研究所

菅原 透

Report on International Conference on the Chemistry of Glasses and Glass-Forming Melts

Toru Sugawara

Akita University, Graduate School of Engineering and Resource Science

2011年9月4日から8日にかけてイギリスのオックスフォードにおいて Society of Glass Technology の主催による International Conference on the Chemistry of Glasses and Glass-Forming Melts が行われた。この会議は18世紀のロシアの科学者 Mikhail Vasilievich Lomonosov の生誕300年を記念して開催されたものである。筆者は前任校の滋賀県立大学の大学院生とともに会議に参加した。

オックスフォードはロンドンの北西部に位置する人口約13万人の学園都市で、ロンドンからは電車で1時間ほどの距離にある。会議はオックスフォード大学の Lady Margaret ホールで開催された。宿泊施設として会場内の大学の寄宿舍を利用することができ、快適で充実した5日間を過ごすことができた。

SGT による会議の開催案内と初日のオープニングセレモニーに続いて行われた T. Moiseeva 氏によるプレゼンテーションによると、生誕を記念する M. Lomonosov は1711年に漁師の息子として生まれ、19歳になってか

らはじめて本格的な教育を受けた。科学者としてのキャリアをスタートさせたのは31歳であったが、その後、物理、化学、鉱物学、地理学、天文学などの自然科学だけでなく、文学や美術も含む広い分野に渡り業績を残した。特にガラスに関係する部分では、Lomonosov は着色現象に関心があり、その熔融温度、化学組成、熔融時間に対する変化などを調査し、Otto Schott が用いる130年も以前に亜鉛、水銀、ビスマスガラスを導入して特性を調べていた。ガラスの研究を開始してから最初の3年半のうちに2184種類のガラスバッチ（1日につき約2種類！）を調査をした記録が残っているそうである。それらの先駆的業績を記念し、Lomonosov が関心を寄せていた“Chemistry of Glasses and Glass-Forming Melts”が今回の会議の主題となった。

また、Lomonosov はロシアで初めてステンドグラスの工場を立ち上げ、多数のモザイク画を手がけた芸術家としても知られている。それらの業績と関連して、会議にはガラス工芸の歴史やステンドグラスなどの作品を化学的な視点で考察する美術関連のセッションも設けられた。全体で129件のオーラル発表、11件のポスター発表があり、このうち約4分の1は美術

分野の発表であった。参加者は約 300 名ほどで、このうち日本からは 10 名が参加した。

研究発表の内容はガラス構造の分光学的研究、コンピュータシミュレーション、高温融体物性、熱力学、相平衡、結晶化とガラスセラミックス、ナノ粒子、放射性廃棄物固化ガラスなど多岐にわたった。廃棄物ガラスに関しては 3 日目に ICG の TC 05 によるセッション「Waste Vitrification」が組まれており、Lanthanide や Actinide の溶解度、耐食性、新規組成の開発、高温物性等の発表があった。筆者はこのセッションで模擬放射性廃棄物ガラスの熔融状態の密度と比熱の特性についてオラル発表を行った。このセッションは筆者の専門分野である「Glass-Forming Melts: Thermodynamics & Equilibria」のセッションと時間が重なっており、そちらを聞くことができなかつたのが残念である。

また、同行した大学院生（瀬戸雅博氏）はガラス融液中の Na₂O 活量測定と熱力学的性質についてポスター発表を行った。会議では午前と午後の 2 回、それぞれ 20 分間のコーヒープレイクがあり寄宿舎の食堂に集まった。ポスターはこの食堂に設置されたポスターボードに期間中ずっと掲示されたが、コアタイムは設けられず盛り上がり欠けるものであった。そのため我々は休憩中やランチの時間は自分達のポスターのすぐそばに座って、見に来た人に説明をすることにしたのだが、次のオラルセッションが始まるまでの短時間のうちに説明をしなければならず大変であった。

今回の会議は Lomonosov の先駆的研究に関連して、特に遷移金属元素や多価イオンを含むガラスの特性や着色現象についての興味深い招待講演や研究発表が充実していた。それらのうちのいくつかを紹介しよう。

Sheffield 大学の P. A. Bingham 氏は「The complex behaviour of iron in oxide glasses: a multi-spectroscopic investigation」について招待講演を行った。シリケートメルト中の Fe²⁺

と Fe³⁺ はガラスの色合いを変化させる。彼らは、Fe₂O₃ を 0.2 mol% 含む SiO₂-(K, Na or Li)₂O-(Mg, Ca, Sr or Ba)O 系のガラス試料に対する光吸収分光測定や XANES 測定を行い、鉄の存在状態について考察した。それによれば 4 配位の Fe³⁺ は K と Mg のペア、6 配位の Fe³⁺ は Li と Ba がペアになるときに安定化し、いわゆる塩基度の大きさと単純に相関する訳ではない。これが Fe の少ないガラスにおける特有の現象なのか、それとも Fe を含むガラスの一般的な性質であるかは、まだ分からないようである。

Clausthal University of Technology の Deubener 氏は「The influence of sulfur on nucleation and crystal growth in Na₂O-SiO₂」について研究発表した。ガラス融液において清澄剤としてもよく使用されている硫黄は S⁶⁺ から S²⁻ に渡って価数が変化する。今回の発表は SiO₂-Na₂O 系メルトと SiO₂-Na₂O-CaO 系メルトに S を添加したときの、粘性率、S の拡散、ガラス転移、結晶相の核形成速度に与える影響についてであった。メルトに硫黄が添加されると粘性率と T_g が下がり、メルトが解重合するほどその差が顕著になることや、核形成速度が大きく低下してガラス化範囲が広がるなどが報告された。それらの結果は直感的にリーズナブルであるので、特に驚きは感じなかったが、それぞれに対してポイントを押さえた丁寧な実験がなされており関心した。また研究発表ではあるもの、前半の時間のほとんどが溶解度や化学種に関するこれまでの研究のレビューに割かれ、とてもわかりやすかった。

美術関連の発表では、フランス歴史記念物研究所の Isabelle Pallot-Frossard 氏による「Transparency and Opacity: Light and Colour in the Art of Stained Glass」についての招待講演が面白かった。ステンドグラスの化学組成と透明度や色合いの変化の歴史、それらの保存と修復についての講演であった。ステンドグラスに微量添加した遷移金属元素と着色の関係

だけでなく、主成分元素の変遷についても詳細な説明があった。例えば、中世フランスのステンドグラスは12世紀までは色合いに応じて主成分も多様であったが、13世紀になると技術が進歩しておよそ $54 \text{ SiO}_2 - 5 \text{ P}_2\text{O}_5 - 2 \text{ Al}_2\text{O}_3 - 5 \text{ MgO} - 15 \text{ CaO} - 2 \text{ Na}_2\text{O} - 15 \text{ K}_2\text{O}$ (wt%) の一定組成で着色されるようになったとのことである。当時はガラスに対する Na_2O の使用はまだ一般的ではなく、木炭などを原料とする炭酸カリウムが使われていたらしい。またステンドグラスは教会や聖堂などの中でも高所に設置されていることが多く、それらを非破壊で蛍光X線分析するために大変な手間がかかっていることが分かった。

会場の Lady Margaret ホールからオックス



Mikhail Vasilievich Lomonosov (1711-1765) の肖像画



会場の Lady Margaret ホール

フォードの中心街までは徒歩15分程であり、会議の後はオックスフォードの街を散策して過ごした。ヨーロッパの都市に共通することだが、石造建築の街並みが美しい。オックスフォードにはいくつかの観光スポットがある。筆者が訪れた中で最も印象に残ったのは、科学史博物館 (Museum of the History of Science) である。ここには18世紀から19世紀頃まで大学で実際に使用されていた真鍮製の顕微鏡、時計、天球儀、電磁気、光学、無線などの物理学の実験器具、当時の試薬やガラス細工による化学実験の器具の数々が所狭しと展示されている。筆者もいろいろな装置や器具を自作することが多いが、アナログ時代の当時にそれらの実験器具を精巧に手作りして精密な計測を目指してきた当時の科学者達に感銘を受けた。Lomonosovの実験、ステンドグラスの歴史、科学史博物館と、先人達が確立してきたガラスの溶融と科学実験の軌跡に触れることができた今回の学会参加であった。