

産業技術総合研究所関西センター

*環境化学技術研究部門 高機能ガラスグループ, **光技術研究部門 光波制御デバイスグループ

山下 勝*, 福味 幸平**

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology Kansai Center

Masaru Yamashita*, Kohei Fukumi**

*Research Institute for Innovation in Sustainable Chemistry, Advanced Glass Group,

**Photonics Research Institute, Nano-Structured Photonic Device Group,

独立行政法人産業技術総合研究所 関西センターは、大阪府北部に位置する池田市閑静な住宅街の中にあり、敷地内や周囲には緑も多い。当所は、その昔、大阪工業技術試験所と呼ばれており、戦前からガラスの研究を行ってきた。2001年から産業技術総合研究所関西センターとなり、現在2つの研究室でガラス関連の研究を行っている。

産総研になって何度か組織変更があり、4月現在で、光技術研究部門光波制御デバイスグループと、環境化学技術研究部門高機能ガラスグループになっている。前者は西井グループリーダのもと全部で7名の常勤職員、後者は赤井グループリーダを含め3名の常勤職員で研究を行っている。

当所でこれまでに行ってきた研究には次のようなものがある。多孔質ガラスの研究（排水処理やCO₂等のガス分離、アルコール分離等）、ガラス融体物性の研究（珪酸塩ガラス融液の流量や拡散係数や表面張力の測定等）、ガラスの簡易着脱色の研究（X線照射による価数変化、

コロイド形成等）、ハロゲン化物及びカルコゲン化物ガラスの研究（赤外線領域での応用）、希土類イオンドープ蛍光性ガラスの研究、ガラスの化学的耐久性の評価（廃棄物の固化処理）、ナノ粒子分散ガラスの研究（非線形光学材料やシャープカットフィルター等）、無重量下でのガラスの無容器熔融技術、超高圧やレーザー照射によるガラスの改質の研究等を行ってきた。現在、これらの研究を踏襲しつつ、光学応用の観点や環境の観点からガラスの研究開発を行っている。

光波制御デバイスグループでは、ガラス等の透明材料をベースにして、スカラー領域及び共鳴・サブ波長領域に分類される周期構造素子の研究開発や、量子サイズ効果を利用した蛍光性ナノ粒子の研究開発に取り組んでいる。周期構造素子の研究開発では、NEDO「次世代光波制御・素子化技術」プロジェクトにおいて、波長レベル以下の周期を持つ微細構造を、ガラスモールド法によって形成するための基盤技術の研究開発を、企業・大学と共同で行っている。これは、光学素子の表面に、波長レベルあるいはそれ以下の微細構造を形成することによって、偏光分離、収差補正、無反射などの機能を付与できるというものである。

そのために、高屈折率、低屈伏点、高透過率で、環境にやさしく、成型に適したガラスの研究開発を行なうとともに、高温域でも劣化しない平面あるいは曲面モールド材料の表面に、微細な周期構造を形成する技術開発を行っている。微細構造としては、矩形、錘形、鋸歯の作製をおこなっており、これらを用いて、偏光分離素子、屈折・回折併用素子、無反射構造素子の開発を行っている。最近、SiC等の超硬モールドの表面にシミュレーションによって最適化したサブ波長構造を形成する技術を構築し、これにより、数百℃でのガラス成型が可能になり、反射防止機能付きレンズを作ることに成功した。

蛍光性ナノ粒子の開発では、II-VI族、III-V族化合物半導体のナノ粒子（直径3-8nm程度）を溶液法で合成し、更に水分散性を付与してゾルゲル法を用いてシリカ中に分散させる研究に取り組んでいる。半導体ナノ粒子は、高い量子収率を示し、更に、粒子径を制御することで多色化が可能である。このような特徴を保ったまま、微少なシリカピーズ中に多数のナノ粒子を分散させることで、バイオ用の蛍光試薬への応用につなげる。ガラスはポリマーに比べて、紫外領域での透明性が高く、化学的安定性に優れているため、マトリックスとして理想的である。さらに、シリカマトリックスを反応場に用いることで、ガラス中に多数のクラスター粒子（直径1nm程度）を成長させ、ガラス中のナノ粒子の安定性を向上させ、発光効率やスペクトル幅などの蛍光特性の向上も実現できた。この他にも、レーザーを用いたガラスの加工や、ゾルゲル法を用いた微粒子の配向技術の開発などを行っている。

高機能ガラスグループでは環境に関連した研究を中心に行っている。現在、多孔質ガラス研究の発展形として赤井らによって見いだされたシリカガラス系蛍光ガラスの研究を、放射性廃棄物ガラス耐水性の研究の応用として「電子機

器用ガラス廃棄時における有害元素の長期浸出評価」などを行っている。

蛍光ガラスの研究では、シリカ質多孔質ガラス中に蛍光を示すイオンを含浸させ焼成して作製することにより、高性能の蛍光体を得る方法を研究している。通常のバイコールガラスではシリカ純度は96%であるが、ビンガラスにホウ酸を加えたような組成から分相、酸処理によって多孔質ガラスを作製した場合にはシリカ純度が99%以上になることを見だし、その紫外透過性を生かした蛍光ガラスの研究を行っている。ドーピングするイオンとして希土類元素をはじめいろいろな元素で250nm付近の紫外線照射によって発光することが見いだされており、さらに増感イオン等を共ドーピングすることにより高輝度化や励起波長を広げることが可能になる。現在、紫外LEDを励起源として使用できる、すなわち波長350nm以上の近紫外光で励起できる蛍光ガラス、及び水銀フリーランプで使用できる真空紫外域での励起で発光する蛍光体を検討している。前者については地域新生コンソーシアム事業においてRGB3色の蛍光ガラス板を作製し、これを用いたディスプレイを試作した。

「電子機器用ガラス廃棄時における有害元素の長期浸出評価」は主としてブラウン管ガラスからの鉛溶出の研究を行っている。2011年の地上デジタルへの移行に伴って大量のブラウン管が排出されること考えられるが、現在ブラウン管需要が大きく減少しており海外でのリサイクルが困難になると予測されている。このため廃ブラウン管を将来の鉛資源として処理場にストックしておくことが考えられるが、その際に処理場での鉛溶出が問題になる可能性があり、これを評価しておく必要がある。高機能ガラスグループは産総研内の地圏資源環境研究部門や国立環境研究所と共同で研究を行っており、種々の環境条件下で鉛溶出量の時間依存性を測定して溶出メカニズムを推定し、処理場における土壌中への拡散を評価する。ブラウン管には

鉛を含まないパネルガラス以外に3種の鉛ガラスが使用されているが、それぞれの溶出を測定することにより各ガラスについての鉛回収の必要性、ストック処理に必要な環境などが明らかになるものと考えている。

このような取り組みの一環として、RoHS指令への対応としてガラス中のPb, Cr, Cdの分析についての検討を行った。H18~19年度

にガラス産業連合会環境部会内でガラス中の微量金属成分分析についてラウンドロビンテストを行って団体マニュアルを作成し、H20年度はJIS化を検討した。近々JISに制定される予定となっている。このように、当所は企業との共同研究に力を入れており、産総研の使命である産業界の発展への貢献がどれだけできるか問われているところだと感じている。