

浮かせて作る硬くて割れないガラス



弘前大学 大学院理工学研究科 准教授

増野 敦信

(お問い合わせ先) TEL : 0172-39-3563 E-MAIL : masuno@hirosaki-u.ac.jp

研究の背景

ガラスは硬いが割れやすい。日常生活で痛感するガラスの最大の弱点を克服するためには、新しい組成のガラスを開発すればいいと思われるかもしれませんが、しかし、これはそう簡単な話ではありません。通常ガラスは原料を高温で溶かしてから冷却することで作りますが、ほとんどの場合、 SiO_2 や B_2O_3 など、ある特定の酸化物が主成分となる組成のものしかガラスになりません。これは「ガラス形成則」という形でまとめられており、実用ガラスはほぼこの枠組みの中で組成設計されています。この規則からはずれる組成のものを溶かしても、冷却時に融液と容器壁面との接触界面から結晶が成長してしまいます。そのため、全く新しいガラス組成を開発することは非常に難しいのです。

しかし、無容器法によってこの枠を取り払うことができます。図1は、私たちが無容器法に使っているガス浮遊炉です。ノズルに乗せた試料に下からガスを吹き付けて浮遊させ、レーザーによって熔融します。浮遊状態では、容器との接触界面からの結晶核生成を考慮する必要がないので、通常であれば結晶化してしまうような組成でも容易にガラス化します。これまでに私たちは、ガラス形成則では想定していない組成で数多くの機能性ニューガラス（高誘電率、高屈折率、高弾性率、強い発光）の合成に成功してきました。ここでは、硬くて割れにくいガラスについて紹介します。

研究の成果

ガラスの硬さを高めるには、 Al_2O_3 の量を増やすこと



図1 ガス浮遊炉

が効果的です。ガラス形成則によれば Al_2O_3 を主成分とする単純な組成ではガラス化しませんが、私たちは、無容器法によって $60\text{Al}_2\text{O}_3\text{-}40\text{SiO}_2$ ガラス（ムライトガラス）を合成しました。このガラスの弾性率や硬度は窓ガラスの1.5~2倍に達していましたが、それ以上に驚いたのは、極めて割れにくい、ということです。

図2は、押し込み試験後の圧痕です。5kg重以上の力で針を押し込んでも割れません。割れにくさを表す指標である「クラック抵抗値」は一般的なガラスの数十倍に達しました。一般には硬い物質ほど割れやすいのですが、このガラスは硬さと割れにくさを兼ね備えていました。無色透明なので、カバーガラスなどの製品開発につながることを期待されます。

今後の展望

ガラス形成則はガラス科学の発展に大きく貢献してきましたが、一方でガラス研究を特定の化学組成範囲に縛り付けてきた点も否定できません。無容器法を用いることで、そうした縛りのない材料空間で新しい組成のガラスを合成することができます。今年度からは、新たに磁性ガラスの開発も始めました。今後も無容器法によって、ガラスの常識を超えるすごいガラスを作り出していきたいと思っています。

関連する科研費

- 2017-2019年度 基盤研究 (B) 「硬さと割れにくさを兼ね備えたガラスの合成と構造解析」
- 2018-2020年度 挑戦的研究 (萌芽) 「透明ガラス磁石の実現」

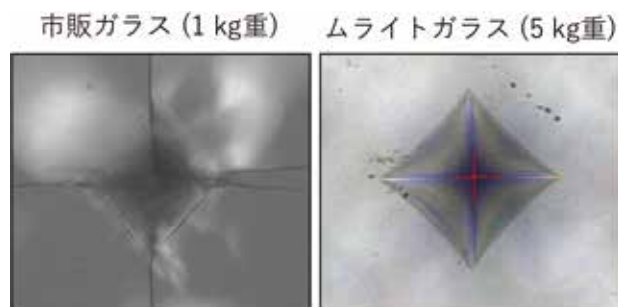


図2 ビッカース試験後の圧痕。市販のBK7ガラスは1kg重の力で割れているが、ムライトガラスは5kg重の力でも割れていない。