

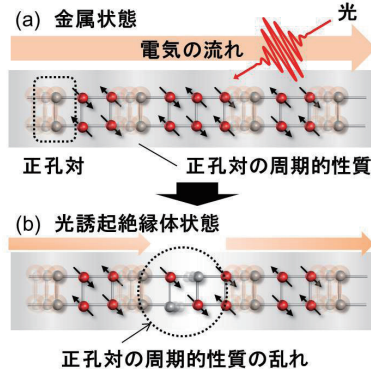
## 光で電気の流れを止める - オンオフ自在の高速双方向光スイッチに応用

東京工業大学の深谷 亮研究員（現 高エネルギー加速器研究機構特任助教）、沖本洋一准教授、腰原伸也教授、笹川崇男准教授らの研究グループは、東北大学の石原純夫教授らの研究グループと共同で、金属への光照射で電流が流れにくくなる現象を発見し、この現象を利用した電流特性の高速光スイッチング動作に成功した。

光を利用して物質の性質を変えたり、電子の動きを自在に制御する技術は、高速で動作する光スイッチの実現につながる技術として注目されている。物質に照射された光のエネルギーは、電子の数や運動エネルギーを増やす方向に変換されるため、電気伝導度は増加する、つまり電気が流れやすくなるのが一般的である。これはスイッチ動作でたとえると、オフからオンに相当するが、逆の動作の「オンからオフ」を光で実現できれば、双方向に動作する光スイッチとして、用途は飛躍的に増大する。

今回、金属の性質を持つストロンチウム・カルシウム・銅から成る酸化物への光照射による電気特性の変化を調べた。この物質は梯子状の結晶構造を有しており、電気伝導を担う正孔が対を成して、二人三脚のように足並みをそろえて周期的に動いていると推測されている（図 (a)）。

研究グループは、この性質を持つ金属状態の試料に0.1ピコ（ピコは1兆分の1）秒のパルス幅を持つ近赤外光（波長800nm）を照射すると、瞬時に電流の流れが抑制されることをポンプ・プローブ分光法と呼ぶ技術で確認した。



理論モデルから、光で生成した正孔が正孔対の足並み（周期的性質）を乱すことにより、電流の流れが抑制されることを明らかにした（図 (b)）。さらに、光パルスを同一試料に1ピコ秒間隔で連続的に照射すると、それに応答して電流が流れやすい金属と、電気が流れにくい絶縁体の性質を繰り返すことがわかり、電流オンオフの双方向光スイッチングに成功した。

この双方向光スイッチングは、低温から室温にわたる温度領域で動作することも確かめられ、室温で動作する高速双方向光スイッチとして、次世代のコンピューターや通信システムなどの基幹部品などに利用できると期待している。

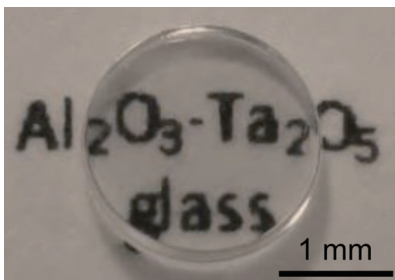
（高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所 深谷 亮、東京工業大学大学院理工学研究科物質科学専攻 沖本洋一

連絡先：〒305-0801 茨城県つくば市大徳1-1  
〒152-8551 東京都目黒区大岡山2-12-1 E-mail:  
ryo.fukaya@kek.jp, okimoto.y.aa@m.titech.ac.jp  
URL: <http://www.cms.titech.ac.jp/~koshihara/>

[2016年1月25日]

## 無色透明な超高弾性率ガラス

弾性率が高いほどガラスは硬くなる。ガラスにおいて高弾性率を実現するためには、より充填密度の大きい構造をとることが必要とされている。そのための効果的な成分として  $Al_2O_3$  が知られているが、ガラス形成則によれば  $Al_2O_3$  は中間酸化物に分類されており、 $Al_2O_3$  を大量に含むガラスを作るのは原理的に困難であると考えられていた。



東京大学生産技術研究所の増野敦信助教、ロサレス グスタボ博士課程学生らは、無容器法を用いることで、 $Al_2O_3$  と  $Ta_2O_5$  のみからなる新しい組成の無色透明なガラス ( $54Al_2O_3-46Ta_2O_5$ ) の合成に成功した。このガラスの弾性率は極めて高く、特にヤング率は158.3 GPaと、酸化物ガラスの中で最高レベルの値を示した。典型的な酸化物ガラスは80 GPa、鋳鉄は152 GPa、鋼は200 GPa程度であることと比較すると、 $Al_2O_3-Ta_2O_5$  ガラスの弾性率は、ガラスよりもむしろ鋼に近い。STEMでAlとTa原子の分散状態について、 $^{27}Al$  MAS NMRでAl原子の局所環境について、それぞれ調べたところ、AlとTaが原子レベルで均一に分散していること、そして全Al原子の半数以上が、酸素配位数が5や6の高配位構造をとっていることがわかった。こうしたAl原子周囲の特異な局所構造は、 $Ta^{5+}$  の大きなfield strengthによってもたらされたと考えられる。

$Al_2O_3-Ta_2O_5$  ガラスで見られたAlやTaの特徴的な振る舞いは、従来のガラス形成則の考え方からは大きく逸脱していることから、本質的に新しいタイプのガラスであると提案された。極めて高い弾性率を有する  $Al_2O_3-Ta_2O_5$  ガラスは、薄くしても丈夫な新素材として、エレクトロニクス用基板、建築材料、カバーガラスなどへの応用が期待されている。

### 文献

"High Elastic Moduli of a  $54Al_2O_3-46Ta_2O_5$  Glass Fabricated via Containerless Processing", G. A. Rosales-Sosa, A. Masuno et al., *Scientific Reports*, 5, 15233 (2015).

（東京大学生産技術研究所 増野敦信 連絡先：  
〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1, E-mail:  
masuno@iis.u-tokyo.ac.jp)

URL: <http://www.vitreous.iis.u-tokyo.ac.jp/>

[2016年1月27日]