

世界初、透明形状記憶ゲルを開発

——3D ゲルプリンター活用で、スマートなゲル眼内レンズの開発へ

「ソフト&ウェットなスマート眼球ロボットの開発」

山形大院理工¹・株式会社ニデック² 古川 英光¹・横尾 友博¹・村田 奨太¹・

○宮 瑾¹・渡邊 洋輔¹・ムハマド ハスナット カビル¹・牧野 真人¹・村瀬 響子²・砂田 力²

[2Q12]

(お問い合わせ先: 宮 瑾(ぐん じん)助教、 Tel: 0238-26-3218)

山形大学の宮瑾特任助教、古川英光教授らは、**世界初の透明な形状記憶ゲルの開発に成功しました**。室温で変形しても温度を上げるだけで元の形に戻る機能を持った、透明な新素材ゲルです。約 50%の含水率で高い透明性を持ちながら、生体軟骨より強く、大気圧の 200 倍以上の圧縮に耐えられます。また、温度変化による透明⇄不透明の自在制御にも成功しました。山形大学オリジナルの 3D ゲルプリンター技術も活用し、スマートなゲル眼内レンズの開発に取り組みます。



世界初、透明な形状記憶ゲルを開発。透明/不透明の自在 ON/OFF にも成功

宮特任助教らは、スイッチング温度を境に形状記憶機能を発現する新素材ゲルを開発した。図1に示すように、低温では塑性(ある限界以上の力を加えると連続的に変形し、力を除いても変形する前の形に戻らない性質)を示すが、加熱するとゲルは弾性を回復し、素早く元の形に戻る。作り方によって、スイッチング温度や透明性の ON/OFF の制御が可能である。

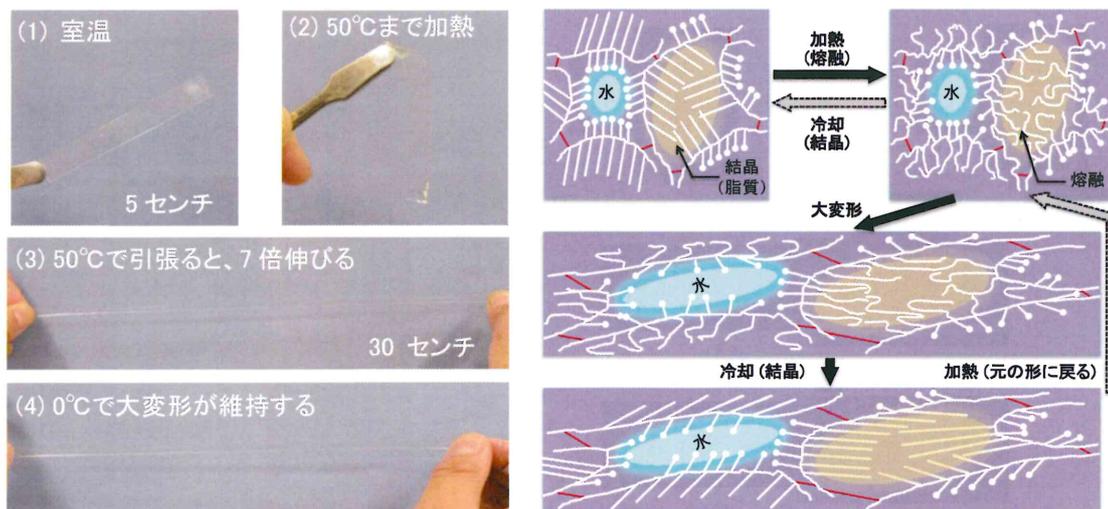


図1 透明な新素材ゲルの形状記憶機能

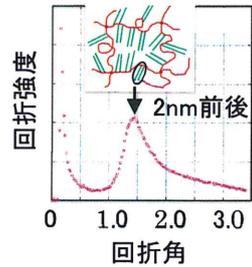
従来の形状記憶ゲルは不透明で脆弱だった。その原因は内部構造の不均一性



形状記憶ゲルは 90 年代に開発された、人工筋肉やロボットへの応用が期待される夢の新素材である(長田義仁ら,Nature(1995)など)。しかし、従来の形状記憶ゲルは白濁して不透明であり、割れやすく脆弱だった。原因はゲルの内部構造の不均一性である。ゲル合成中に不溶成分が生じると不均質化が進み、不均一性がゲル内部に永久に固定されるため、ゲルは不透明で割れやすかった。

合成法のユニークな改良により透明で丈夫なゲルを開発。極小のナノ微結晶が形状記憶をもたらす

宮特任助教らは、水やエタノールなどの溶媒を使わない合成法で不均質化を回避し、内部が均一で透明な形状記憶ゲルの開発に成功した。結晶成分とアモルファス成分の材質や比率を変えると、スイッチング温度を 0°C~60°C の範囲で広く制御できる。また、スイッチング温度を境に、低温透明高温不透明、あるいはその逆に、低温不透明高温透明、となるような可逆的透過性の ON/OFF 制御にも成功した。



X 線構造解析の結果(図2)から透明で均一なゲルの内部にサイズ約 2nm のナノ微結晶の存在を確認した。

図2 X線構造解析の結果。ピークは結晶構造の存在を示している

高機能化は宮特任助教の科研費若手研究(B)などで継続して取り組む。

スマートなゲル眼内レンズを開発中。3D ゲルプリンターを使えば、将来はオーダーメイドも可能に

眼内レンズは、白内障手術で水晶体を摘出した時に挿入する人工の水晶体。現在使われているのは、硬質プラスチック製で固く、術後は焦点調節ができなくなる欠点がある。透明形状記憶ゲルを活用し、図3に示すソフトなゲル眼内レンズを開発している。レンズが形状記憶特性で自動的に広がるので、手術を飛躍的に簡単にできる。手術では、水晶体の袋の端に小さな穴を開け、眼内レンズを挿入するため、小さく折り畳めるスマート機能が不可欠である。



図3 開発中のゲル眼内レンズ。加熱のみで自動的に広がる

また最近、図4に示す焦点可変ゲルレンズを開発した。レンズ自体が変形し像を拡大/縮小できる(宮瑾, 古川英光, 未来材料, 2013年1月号)。



図4 焦点可変ゲルレンズ

さらに山形大学のもつ世界初の 3D ゲルプリンターを活用することで、将来は個人ニーズに対応したオーダーメイドのゲル眼内レンズを作ることが可能になる。およそ5,400万人の白内障の方々が幸せになるのが一番の望みである。

