

# ゲル材料の 3D プリンタ・3D スキャナの開発

## 1. はじめに

3D プリンタが注目を集めている。2012 年 10 月にクリス・アンダーソン著「メイカーズ・21 世紀の産業革命が始まる」が邦訳出版されたのがひとつの引き金である。3D プリンタの技術は機械工学の分野では Additive Manufacturing と呼ばれ、実際に一品モノの模型を作るような現場では広く利用されている。

ところで、機械特性に優れた高強度ゲルを自由造形する 3D ゲルプリンタの開発は、われわれのグループが 2009 年より世界に先駆けて着手したが、このような 3D プリンタブームが訪れるとは思っていなかった。ここでは、ゲル材料の 3D プリンタと 3D スキャナを組み合わせた新しいエンジニアリングについて紹介する。

## 2. ゲル材料の 3D スキャナ

ゲルはソフト & ウェットな物質であり、金属に代表されるハード & ドライ材料とは一味違った性質をもつ。たとえば医療分野では、透過性や生体適合性の観点からソフトコンタクトレンズや細胞培養の足場材など付加価値の高い用途に使用されている。しかしながら、さらなる応用には強度の問題があった。

2001 年以後、従来の概念を覆す画期的な高性能ゲルが国内で次々に開発された。中でも二重網目構造を持つ、高強度ダブルネットワークゲル (DN ゲル) の破断強度は 30MPa にも達し、生体軟骨の破断強度 (18MPa) を大きく凌駕し<sup>(1)</sup>、高強度ゲルの応用展開の可能性が広がっている。

このようなゲル研究の進歩とともにゲルを評価する技術が求められていた。そこでわれわれは走査型顕微光散乱 (Scanning Microscopic Light Scattering, 通称 SMILS) を開発した<sup>(2)</sup>。図 1 に示すように、SMILS はレーザー光を微量の試料に照射し、走査によって多点測定し、その散乱光に適切な統計処理を行うことにより不均一な構造を持つゲル試料でも構造の分布を簡便かつ定量的に求めることが可能なシス

テムである。

この SMILS 技術を活かし、ゲル専用の 3D スキャナ (Gel-Scanner) の実用化に着手した。通常、3D スキャナというとは表面を種々の方法で走査し、形状を再現するものであるが、Gel-Scanner においては内部構造までもコピーしようという発想である。

## 3. ゲル材料の 3D プリンタ

近年注目を集めている 3D プリンタは、プラスチック、金属、セラミック製部品の製作を金型、切削加工なしに可能とした。われわれの研究グループでは、かねてからゲルにおいても寸法精度の高い成形加工技術の確立を目指し、ゲル用 3D プリンタ (SWIMER) の開発に成功した<sup>(3)</sup>。図 2 に基本原理を示すように、未反応水溶液の入った容器の中に光ファイバで UV 光を照射し、局所的にゲル化反応を起こす。いわゆるバスタブ型 3D プリンタである。光ファイバが 3 軸方向に動作することで任意の造形が可能である。

## 4. リバースエンジニアリングへの応用

ゲル専用の 3D プリンタと 3D スキャナが開発が同時に進めば、将来的にはゲルの内部構造をそのままコピーできるゲル用 3D コピー機ができると考えている。たとえば図 3 のように眼球のようなゲル体の複雑な内部構造をそのままコピーすることで、同じ性能を持つ眼球を作り出すことができる。ミクロンスケールの精密なリバースエンジニアリングである。今後、一人ひとり眼球のスペアを持つ時代が来るかもしれない。

## 5. まとめ

以上で紹介した技術を用いれば、ゲル合成のスキルが全くなくても自由な形のゲルを作り出すことができる。このことが機械とゲルの架け橋となり、更なるイノベーションが起こることを期待している。

### 謝辞

本研究の一部は、NEDO 若手研究 Grant (課題番号 09A25003a) の

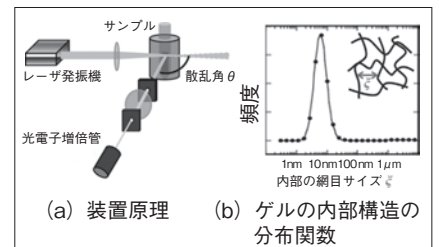


図 1 SMILS の機構および網目サイズ分布

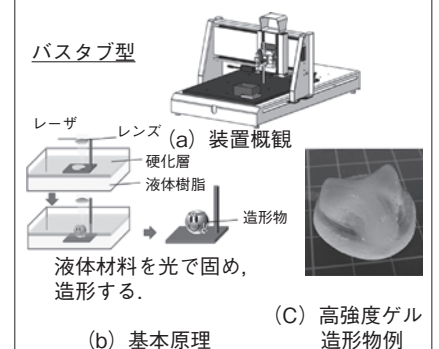


図 2 SWIMER の装置、基本原理、造形例

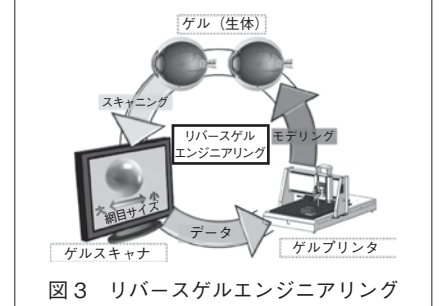


図 3 リバースゲルエンジニアリング

助成、科研費基盤研究 (B) (課題番号 22350097)、文部科学省 GRENE 事業グリーンライボ・イノベーション・ネットワーク、A-STEP シーズ顕在化タイプ (課題番号 AS2421731K) などの助成を受けて遂行された。

(原稿受付 2013 年 5 月 7 日)

[渡邊洋輔, 古川英光 山形大学]

### ●文献

- (1) Gong, J. P., Katsuyama, Y., Kurokawa, T. and Osada, Y., Double-Network Hydrogels with Extremely High Mechanical Strength, *Adv. Mater.*, **15** (2003), 1155-1158.
- (2) Furukawa, H., Horie, K., Nozaki, R. and Okada, M., Swelling Induced Modulation of Static and Dynamic Fluctuations in Polyacrylamide Gels Observed by Scanning Microscopic Light Scattering, *Phys. Rev. E*, **68** (2003), 031406-1-14.
- (3) Muroi, H., Hidema, R., Gong, J. and Furukawa, H., Development of Optical 3D Gel Printer for Fabricating Free-Form Soft & Wet Industrial Materials and Evaluation of Printed Double-Network Gels, *J. Solid Mech. Master. Eng.*, **7** (2013), 163-168.