

研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム
FS ステージ シーズ顕在化タイプ 事後評価報告書

研究開発課題名	: 機械特性に優れたソフト&ウェットマテリアルのオーダーメイド立体造形物の製造法(3D ゲルプリンタ)の開発と評価
プロジェクトリーダー	: サンアロー(株)
所属機関	
研究責任者	: 古川英光(山形大学)

1. 研究開発の目的

新たな高付加価値をもつ人工血管、手術検証モデル製造、再生医療向け細胞培養用 3D 足場を製品化する基盤技術として、優れた機械特性を持つ高強度ゲルの自由造形技術を駆使した世界初のゲル造形装置(3D ゲルプリンタ)を開発し、造形物の製造・評価・提供を行う。

2. 研究開発の概要

①成果

ゲルとは、溶媒に不溶の三次元網目構造をもつ高分子及びその膨潤体である。しかしながら一方で簡便に高強度ゲルを造形する方法が無い事が応用展開における障壁となっていた。本研究ではその様な高強度ゲルを自由な形状で造形する理論の構築及び造形装置の開発を行った。

ゲルは柔軟な材料であり、空気中では自重で形状保持が困難な成型物となりうる。そのため原料液中に直接紫外光を照射しながら液の浮力を利用して造形を行う方式としたが、造形速度向上のため高出力の紫外線レーザーの導入を行ったところ想定以上の範囲でゲル化反応したため、造形物の形状制御が困難となった。

紫外線硬化範囲の制御のためUV照射口の改良とゲル前駆体の改良に多くの時間を当てたことで、当初予定した造形物の機械特性の評価は多く行えていないが、ゲル立体物の造形を行うことに成功した。

本研究では UV 硬化性のある柔軟なゲル材料を高速に3D 造形可能な装置の開発と成型物の物性改善・評価を行った。研究開発を通じて原料組成のノウハウ、UV 照射範囲を制御しながらゲルの3D 造形を行う方法について数多くの知見を得ることができた。高速化については高出力 UV レーザーの導入、造形物の物性については原料組成の調整を行いながら最適値を模索した。

造形速度と造形物の物性についてはまだ改善必要ではあるが、本研究で得られた知見で改善可能と考えている。

研究開発目標	達成度
①高強度ゲルの造形速度向上。 100×100×10mm を 72 時間以内に造形する。	①必要な造形解像度との兼ね合いになってくるが、最小解像度を 1mm とした場合、単純計算で 800 時間を要するのが現状である。 造形時間短縮のため、UV 光量を増やす手段は造形解像度の低下を招く。そのため狙った範囲にのみ UV 光を照射してゲル化させる必要があり、その開発に注力した。

<p>②高強度ゲル造形物の機械的特性を明確にする。</p> <p>高強度ゲル造形物は空間解像度を0.1mm、破断強度 2MPa を目標とし機械特性を明確にする。</p>	<p>この項目はまだ検討の余地が残っており改善可能と考えている。</p> <p>②最小解像度 2mm となっており、更なる微細化を目指す。本研究の中で方向性は見えており改善可能と判断している。</p> <p>ゲル造形物の機械特性については、基本組成が確定していないが、さまざまな組成でデータ収集を行っている段階である。</p>
--	---

②今後の展開

まず3軸ヘッドを設計、製造し UV 照射の条件を安定させる。UV 条件が安定化する事によってその後改めて中空3D ゲル成型物の成形条件の安定化、条件出しを行った後材料選定、及びそれらによるゲルへの物性の影響を評価してゆく。

3. 総合所見

本課題では良い成果が得られなかったが、イノベーション創出の可能性はある。

当初の課題設定の入口で、想定以上の範囲でゲル化反応が生成し、実質的に立体造形の技術開発および評価には至らなかった。

透過域が深いこと、硬化領域と未硬化領域との間の屈折率の違いなどによる周辺領域への紫外線の滲出しなど、本質的な問題に対してどのように対処するか、再検討が必要である。