



Title	光架橋性キトサンインクに着目した3Dバイオプリンティング材料・プロセスの開発
Author(s)	日高, 光将
Citation	大阪大学, 2025, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.18910/101700">https://doi.org/10.18910/101700</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

## 論文内容の要旨

氏名(日高光将)	
論文題名	光架橋性キトサンインクに着目した3Dバイオプリンティング材料・プロセスの開発
論文内容の要旨	
<p>3Dバイオプリンティングは、再生医療や創薬への応用を目指して研究が進められており、造形に用いる材料の開発と造形プロセスの高度化が課題となっている。本博士論文では、抗菌性や創傷治癒効果などの優れた特性を持つ、キトサン材料に着目したバイオプリンティングのための材料・造形技術の開発を行った。</p> <p>第二章では、キトサンにフェノール性水酸基を修飾することで、光による架橋が可能な材料、ChPhのバイオプリンティングへの活用について記載した。光架橋により、バイオプリンティングプロセス中での均一なヒドロゲル化を可能とし、押し出し式3Dプリンタによって3次元の構造体を構築することに成功した。また、他の造形方式である光重合式の3Dプリンタでもこのインクが活用可能であり、汎用性のある材料であることを示した。</p> <p>第三章では、この光架橋性のキトサンインクのさらなる機能性向上のため、三リン酸ナトリウム(TPP)を用いたイオン架橋を組み合わせた、フェノール・TPP架橋による二重架橋ゲルの特性の評価を記載した。この二重架橋ヒドロゲルは、フェノール架橋と比較してより高い機械的強度・保水性を持つ材料であることを示した。</p> <p>第四章では、光架橋性キトサンインクの造形精度向上のために、Schiff塩基を組み合わせたキトサンヒドロゲルの開発について記載した。酸化グルコマンとキトサンの間で形成される自己修復性のあるヒドロゲルを、バイオプリンティング用材料として用いることで、従来と比べより低い架橋材濃度で3次元の構造体構築を実現し、かつ優れた細胞適合性を示した。</p> <p>第五章では、開発した材料の温和な条件での混合を行うための、音波刺激を用いた3Dバイオプリンタ用のマイクロミキサの開発について記載した。開発したミキサは、細胞適合性があり、かつ粘性のあるバイオプリンティング用材料の混合・プリンティングが可能であることを示した。</p> <p>以上のように、本博士論文で取り組んだ、光架橋性キトサン材料に着目した材料・造形プロセス開発は、3Dバイオプリンティング技術のさらなる発展につながるものと考える。</p>	

## 論文審査の結果の要旨及び担当者

氏名 (日高光将)		
	(職)	氏名
論文審査担当者	主査 教授	境 慎司
	副査 教授	岡野 泰則
	副査 教授	西山 憲和
	副査 准教授	小嶋 勝

## 論文審査の結果の要旨

日高光将氏は、光架橋性キトサンインクを用いた3Dバイオプリンティング材料および造形プロセスの開発に取り組み、抗菌性や生体適合性に優れたキトサンを基盤とした材料開発と、その造形精度・機能性向上を目的とした多面的なアプローチから新規のバイオプリンティング技術を構築した。

第1章では、既存の研究についてまとめ、本学位論文で報告する研究の必要性および新規性を述べた。第2章では、フェノール性水酸基を修飾したキトサン(ChPh)を用いた光架橋型バイオインクの開発を行い、押し出し式および光重合式3Dプリンタの両方式に適用可能であることを示した。この結果は、バイオプリンティングにおける汎用性の向上に寄与する重要な成果である。第3章では、三リン酸ナトリウム(TPP)を用いたイオン架橋を組み合わせた二重架橋ヒドロゲルの作製と評価を行い、従来のフェノール架橋に比べて機械的強度および保水性の向上が確認された。本研究の成果は、より安定した生体適合性材料の設計に貢献するものである。第4章では、Schiff塩基を利用した自己修復性キトサンヒドロゲルを開発し、架橋材濃度を抑えながら造形精度を向上させる手法を示した。これにより、細胞適合性の向上とともに、より高度な3D構造の構築が可能となった。第5章では、温和な条件でのバイオインク混合を目的とし、音波刺激を利用したマイクロミキサを開発した。粘性の高いバイオインクに対応しつつ、細胞へのダメージを抑えた均一な混合・プリンティングが可能であることが実証されている。

以上のように、本論文は、光架橋性キトサンインクを用いた3Dバイオプリンティング技術の開発に関して、新規性と学術的貢献を有する成果を示しており、再生医療や組織工学分野における応用可能性が高いと評価される。本研究の成果は、今後のバイオプリンティング技術の発展に寄与するものであり、博士(工学)の学位を授与するにふさわしいものと認める。