

プログラム名： バイオニックヒューマノイドが拓く新産業革命

PM名： 原田 香奈子

プロジェクト名： PJ.1 バイオニックヒューマノイド

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平 成 2 9 年 度

研究開発課題名：

硬組織及び軟組織モデルの作成、および、軟組織対応

3D プリンターの研究開発

研究開発機関名：

ソニーグローバルマニュファクチャリング&オペレーションズ株式会社

I 当該年度における計画と成果

1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

現状、術前シミュレーション用3D骨モデルは、一般的に形状確認用として使用されており、ソニーグローバルM&O製塩造形モデルのように疑似骨に近い構造を有し切削可能なモデルなども販売されているが、硬度など数値的に人骨に近い3D骨モデルは存在していない。

本研究開発では、バイオニックビューマノイドの頭部モデルについて、人骨の硬度に数値的に近い頭蓋冠材料開発、及び頭蓋冠を造形する粉体3Dプリンターの開発を行う。昨年度は牛骨の硬度に近い粉体材料の配合に成功した、本年度は豚骨の硬度に近い粉体材料の配合を開発し、人骨測定の倫理審査が通り人骨測定結果が出るまで、人骨類似材料開発の対応準備を行っておく。

また、新規テーマとして独自開発の一次元マイクロ光造形法による微細血管モデルの開発を行うと共に、東北大学 太田研究室や芳賀研究室に対する、PVA材料による血管造形用の軟性3Dプリンターの開発技術協力も継続して実施する。

2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

2-1 進捗状況

人骨に近い切削感の実現を目標として、各種水硬性材料の選定と評価及び、アルミナセメントを含む複合材料を開発し、開発材料の積層造形実験用に市販プリンターを改造した粉体3Dプリンターの開発及び、牛骨に続き、豚骨の硬度に近い疑似骨モデルを開発した。

各種水硬性粉体材料の硬度測定用試験片を造形するために、昨年度市販プリンター2台を改造した粉体3DプリンターPhase1を開発したが、装置の剛性面及び、2台構成によりロック解除の面で課題があり、効率良く材料開発を進めることが困難であった。当該年度は、ロック解除が可能な海外メーカーのプリンターを選定し、装置の剛性を大幅に改良した粉体3DプリンターPhase2の開発を進めた。

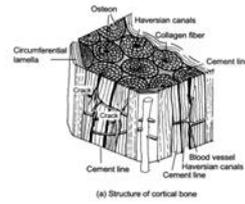
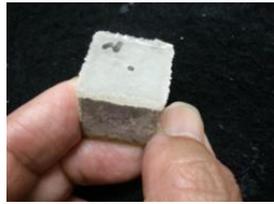
また、独自開発の一次元マイクロ光造形法によるAVMなどの微細血管モデルの造形に着手し、ボックス内微細血管径 $\phi 200\mu\text{m}$ までのサンプル造形に成功した。

さらに、東北大学太田研究室・芳賀研究室に対し、血管モデルの造形方法の検討、及び軟性3Dプリンター改造への技術協力を継続し、操作面・精度面での改良に貢献した。

2-2 成果

1. 人骨類似粉体材料の開発

各種水硬性粉体材料及び、アルミナセメントを含む複合材料の定量評価を実施し、昨年度牛骨類似の硬度を実現した粉体材料の開発に続き、豚骨類似の硬度及び2層構造によるプロファイルを実現した粉体材料の開発に成功した。(写真1、図1)



a) 2層構造の試験片

b) 豚骨内部構造

写真1. 2層構造試験片

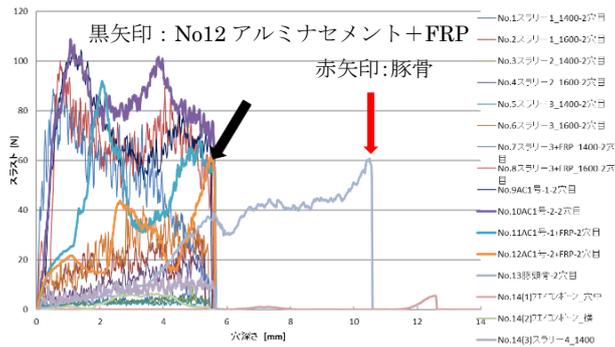


図1. 水硬性材料の定量評価結果

牛骨に加え豚骨類似の材料開発を完了し、人骨に対しても硬度を合わせるための材料配合の準備ができた。人骨硬度測定に関しては、東京大学の倫理審査が通り、測定の準備を開始した。

また、社会実装に向けて、切削評価に必要な箇所のみ人骨類似の材料にて骨を造形し、それ以外の部位は安価な塩粉体にて骨を造形すると共に、切削箇所については、複数回取り換え可能なアタッチメント構造を考案した。(写真2)



a) 型によるアタッチメントの複製プロセス

b) アタッチメント構造を取り入れた頭蓋冠モデル

写真2. アタッチメント構造

2. 粉体3Dプリンターの開発 Phase 2

前述のように、ロック解除が可能な海外メーカーのプリンターを選定し、装置の剛性を大幅に改造した粉体3DプリンターPhase 2の開発を進め、完成させた。写真3に装置本体を、写真4に描画結果を示す。写真4に示すように、描画精度はまだ完璧ではないため、さらなる改造を進める。



写真3 粉体3DプリンターPhase 2本体



写真4 描画結果

3. マイクロ光造形法による微細血管の開発

当該年度の新規テーマとして、独自開発の一次元マイクロ光造形法を応用した微細血管モデルの開発を追加した。図2a)に一次元マイクロ光造形法の原理を、図2b)に従来の高感度レジンを使用したテスト造形結果を示す。内径500 μm の疑似血管構造が再現されていることがわかる。

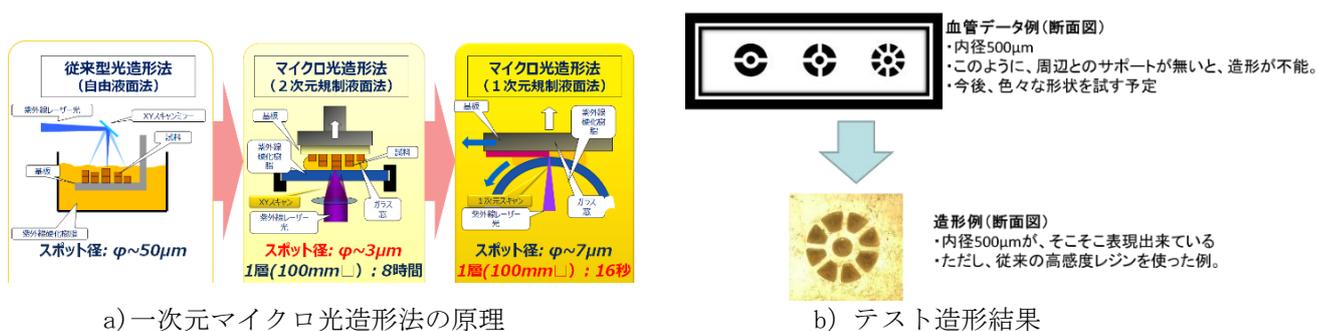
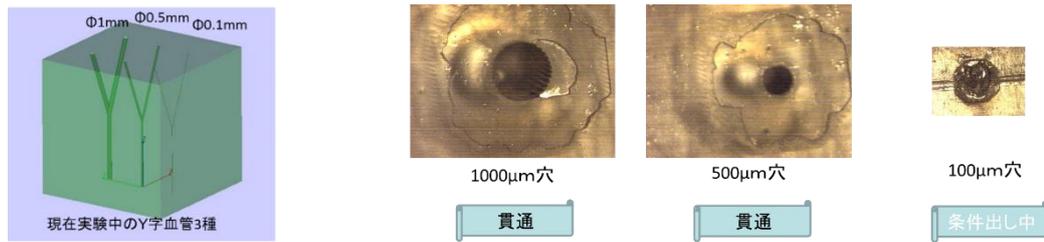


図2. 一次元マイクロ光造形法

次に、図3に示すボックス内Y字血管データを作製し、血管径($\phi 1\text{mm}$ 、 $\phi 0.5\text{mm}$ 、 $\phi 0.1\text{mm}$)のボックス内の空洞疑似血管が形成できるか、様々な造形条件にて造形実験を実施した。その結果、 $\phi 1\text{mm}$ 、 $\phi 0.5\text{mm}$ は問題なく形成できたが、 $\phi 0.1\text{mm}$ の血管はレーザーパワーの兼ね合いにより埋まってしまい、 $\phi 0.2\text{mm}$ までが限界であることが分かった。



a) ボックス内Y字血管データ

b) 造形実験結果

図3. ボックス内Y字微細血管

4. 軟性3Dプリンターの開発

東北大学 太田研究室主導のもと、昨年度開発したPVA血管造形用軟性3Dプリンター改造への技術協力を継続し、軟性3Dプリンターの精度向上に貢献した。(写真5)

最終年度もセンサー搭載方法、チューブ血管造形手法改善など、技術協力を継続していく。

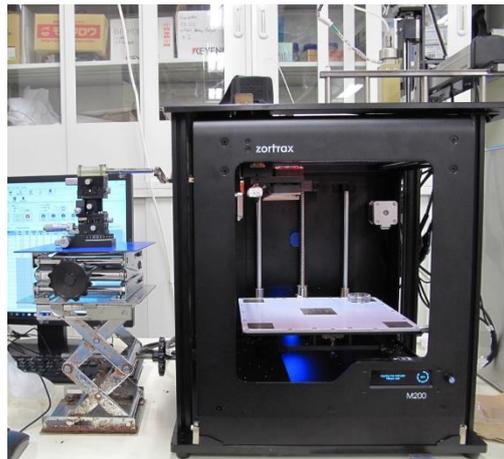


写真5 軟性3Dプリンター

2-3 新たな課題など

- ・ 人骨類似粉体材料の開発

人骨硬度測定に関して東京大学の倫理審査が通ったため、測定の準備を開始した。最終年度に、引き続き開発を継続し、完成させていく。

- ・ 粉体3Dプリンターの開発

描画精度がまだ完璧ではないため、最終年度にPhase3の改造を継続し、完成させていく。

- ・ マイクロ光造形法による微細血管の開発

最終ターゲットとして、AVM微細血管の塞栓確認用等の微細血管モデルの造形を考えていく。

東京大学 金先生にご提供頂いたAVM血管データから、

図4のようなボックス内微細血管モデル構造を作製し、最終年度の開発で完成を目指す。

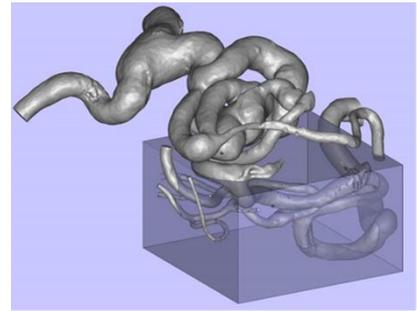


図4. ボックス内 AVM 微細血管

3. アウトリーチ活動報告

- ・東京大学で開催された ImPACT 公開シンポジウム「バイオニックヒューマノイドが拓く新産業革命」(H29年8月8日開催)において、牛骨硬度類似材料によるアタッチメント構造を用いた頭蓋冠モデルを展示した。