

3D プリンターによる新潟医療福祉大学視機能科の視覚生理学実習用頭蓋骨模型の制作

近藤正紀¹⁾、戸田春男²⁾、生方北斗²⁾

- 1) 新潟医療福祉大学 医療情報管理学科
- 2) 新潟医療福祉大学 視機能科学科

【背景・目的】3Dプリンターが普及した現在、教育場面での利用が増加しており、筆者も過去にいくつかの場面で実践してきた¹⁾。

新潟医療福祉大学視機能科学科（以下視機能科学科）では従来、視覚生理学実習において、脳模型の製作を行ってきたが、眼窩・頭蓋底を含んだ頭蓋骨模型の提供が不足していた。市販されている模型は比較的高価でありながら眼窩部の再現性が低く、実用に耐えなかった。

そこで、実習での使用に耐える眼窩部の模型を3Dプリンターによって安価に製作することが可能となったので、報告する。

【方法】視機能科学科の視覚生理学実習用で用いる眼窩部模型の要件として、実物大であること、上眼窩裂・下眼窩裂・視神経管が正しい位置に形成されていることの二つがある。このような模型を造形するには、三次元モデルのデータを3Dプリンターへ送る前に下準備として様々なデータの加工が必要となる。これらの要件を満たし、なるべく安価に製作することを目標とした。

【結果】実習用眼窩部模型の三次元モデルは、一般に流通している無償データを用いた。

該当するデータとして、産総研²⁾やNIH³⁾のデータがあるが、いずれも眼窩裂等の再現度が低い。そこで本研究ではBodyParts3D/Anatomography⁴⁾ (BodyParts3D, Copyright© 2008 ライフサイエンス統合データベースセンター licensed by CC表示-継承 2.1 日本) のデータを用いた。このデータは非常に高精細、かつ、頭蓋骨を構成する骨のデータを個別に提供しているため、図1のようにモデリングソフトで下顎を除く頭蓋骨を構成し、実習に必要な眼窩周辺部を三つの平面で切り出した。

図1からわかるように切断面の一つは眼窩のすぐ下を通っている。この切断面近傍の頭蓋骨は複雑な構造をしており、この面を下にして造形を行っても安定した造形は望めない。一方、模型全体を上下反転して造形した場合、学習上重要な脳が入る面の殆どが下を向くために大量のサポート材を必要とし、サポート材を除去する労力も大きい。そこで図2のように模型を上下に二分し、下部は上下反転して最低限のサポート材付きで造形した後、張り合わせる戦略をとった。しかしながら、FDM方式では造形物の冷却による収縮が避けられず、不均一な収

縮による変形で張り合わせ不能になる場合もある。変形は造形物の内部応力に由来するので、鋼の焼きなましに似た方法を用いて変形を抑制した。

最終的な造形仕様は、積層ピッチ 0.2 mm、充填率 5%、吐出率 101%でPLA樹脂を使用している。製造原価は1,500円程度である。

実習の詳細については戸田らの発表に譲る。

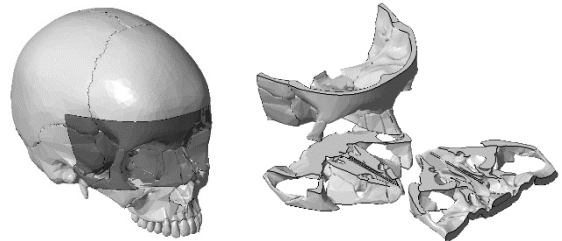


図1 模型の概要 図2 分割状態と反転した下部

【考察】3Dプリンターで人体の各部位を学習用に造形する場合、学習内容に応じてデータを調整する必要がある。頭蓋骨模型の場合、学習内容に応じて今回のように眼窩裂等に精度が求められる場合、形状が重要である場合、断面が重要である場合など様々であり、市販されている模型や解剖図がこれらの要請を全て満たすことは困難である。3Dプリンターを使用することでオーダーメイド（ハンドメイド）教材を比較的低価に製作することが可能になった。

一方で、戸田らの発表にもあるとおり、他の模型が必要となる場合がある。データの加工によって造形は可能だが、適切な加工を行わないと使用に耐える模型とならない。加工変換の支援システム、自動化などが今後の課題である。

また、製作コストは市販模型よりは安価なもの、当初予想よりも高額になった。理由は安定造形を優先したため比較的高価な造形素材を用いたことによる。価格が1/10程度の素材も存在するが低品質のものも多く、造形トラブルからの復旧コスト（時間と労力）を考慮すると価格は1/2から1/3程度に下げることが限界と考えられる。

【結論】3Dプリンターによって人体模型等を制作する際のノウハウを蓄積することができた。

【文献】

- 1) 近藤正紀: 3Dプリンターの教育場面での利用に関する一考察, 新潟医療福祉学会誌, 第17回新潟医療福祉学会学術集会特集号: 72, 2017.
- 2) 成人男性骨格形状データ, <https://unit.aist.go.jp/hiri/dhrng/ja/dhdb/bone/index.html>, 2018年8月20日.
- 3) NIH 3D Print Exchange, <https://3dprint.nih.gov/>, 2018年8月20日.
- 4) BodyParts3D/Anatomography, <http://lifesciencedb.jp/bp3d/>, 2018年8月20日.