

令和 2 年 11 月 26 日現在

機関番号：11101

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K19800

研究課題名(和文)血管モデル超短時間作成法の開発

研究課題名(英文)Ultra-short time creation method for 3D printing vascular model

研究代表者

対馬 史泰(Tsushima, Fumiyasu)

弘前大学・医学部附属病院・講師

研究者番号：10463762

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：市販の3Dプリンタ「Form2」、CTによるDICOMデータと無償の画像処理ソフトウェア「3D slicer」を用いたstl形式データの作成および透明中空血管モデルの作成法の開発を行った。元の血管データを全周的に2mm拡大し、元の血管データを引き算(subtraction)することで、内腔径の再現性及び表面の円滑性を保つことに成功した。この手法で作成した血管モデルにより過去の報告と比較して作成時間は1/90、費用は1/50に抑えることができた。これらの成果を2019年6月22日開催の第140回日本医学放射線学会北日本地方会で報告した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

3Dプリンタの医療への応用が進んでいるが、血管内治療においては、血管構造把握のための観察用の血管モデル構築に留まっている。血管内カテーテルの術前の選択について、血管の複雑な分岐部分を3Dプリンタで作成する事で、実際に術前にカテーテルを試すことができる血管モデルを作成出来れば、手技時間の短縮と合併症の減少、医療費の削減が可能である。今回の我々の研究により個々の患者の術前のシミュレーションが可能となった。

研究成果の概要(英文)：We developed an environment in our facility in which we can design, fabricate, and use 3D models. The lab made it possible to quickly and inexpensively produce the 3D models that are indispensable for vascular interventional radiology. We report our 3D model fabrication environment after determining the dimensional accuracy of the models with different laminating points after fabricating three 3D models. Considerations were made for further reducing modeling cost and model print time. we expect that low-cost 3D printers that can produce low-cost 3D models will play a significant role.

研究分野：医歯薬学

キーワード：3Dプリンタ 血管シミュレーター

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

血管疾患による死亡率は高く、人に1人が同疾患が原因で死亡している。**血管内(カテーテル)治療は、同疾患に対する低侵襲治療法として近年注目されているが、日本国内における普及率は20%に満たず(欧米では80%以上)、他は従来の切開術が適用されており、世界情勢に立ち後れている。**

このため、現在の日本の指導医らは、同手術の普及に努めているが、

- 1)現状では患者を用いた技術トレーニングしかできない、
- 2)かつ訓練医の数に対して患者数が不足している

ために、十分な技術習得を行えていない。この結果、医療事故の原因となり、3D血管モデルシミュレータ開発への要望が飛躍的に高まっている。この動きは日本に留まらず、患者で無く、3D血管モデルを用いた治療トレーニングが世界的支持を集めつつある。

このような背景から、我々は3D血管モデルを提供するべく、アクリルやポリエチレンチューブによるファントムを作成し、それらによるコイル留置試験や画像評価を行ってきた。

しかし、これらによる血管構造の再現には限界があった。

2. 研究の目的

3Dプリンタの医療への応用が進んでいるが、血管内治療においては、血管構造把握のための観察用の血管モデル構築に留まっている。血管内カテーテルは患者の血管バリエーションに対応するために複数の形状、材質のモデルがメーカーより用意されているが、患者の個々の血管に完全に適合させるのは容易ではなく、術者の経験や勘、手技の技術に寄っている。**血管の複雑な分岐部分を3Dプリンタで作成する事で、実際に術前にカテーテルを試すことができる血管モデルを作成出来れば、手技時間の短縮と合併症の減少、医療費の削減が可能である**

3. 研究の方法

3Dプリンタ「Form2」と市販材料として透明樹脂クリアレジンを、3D-CTによるDICOMデータと画像処理ソフトウェア「3D slicer」を用いた3Dプリンタ用STL形式データの作成および透明中空血管モデルの作成法の開発を行った。

4. 研究成果

元の血管データを全周的に2mm拡大し、元の血管データを引き算(subtraction)することで、プリンタ出力時の血管内腔径の再現性及び表面の円滑性を保つことに成功した(図1,2)

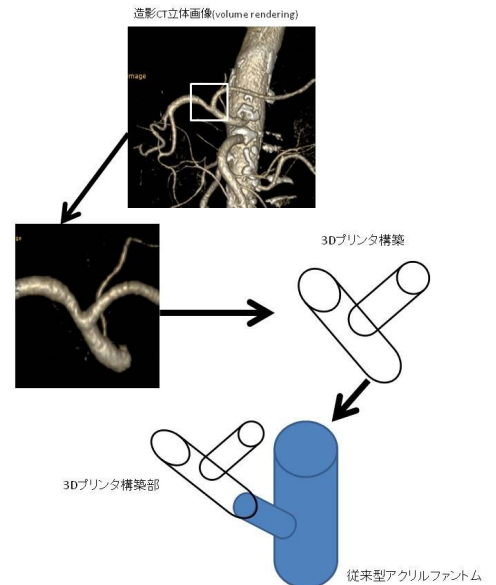


図1 血管モデル作成の流れ

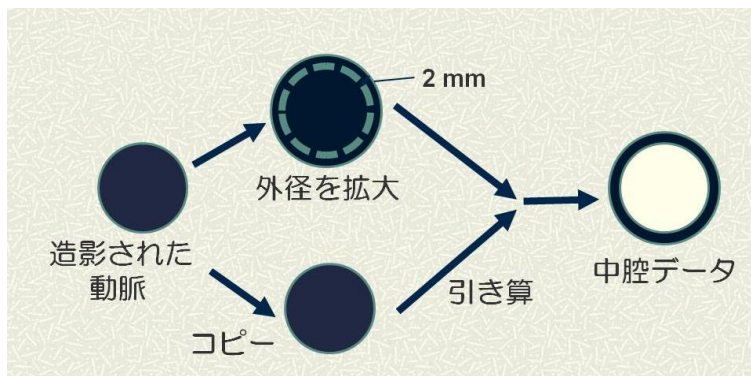


図1. 中空データ作成イメージ

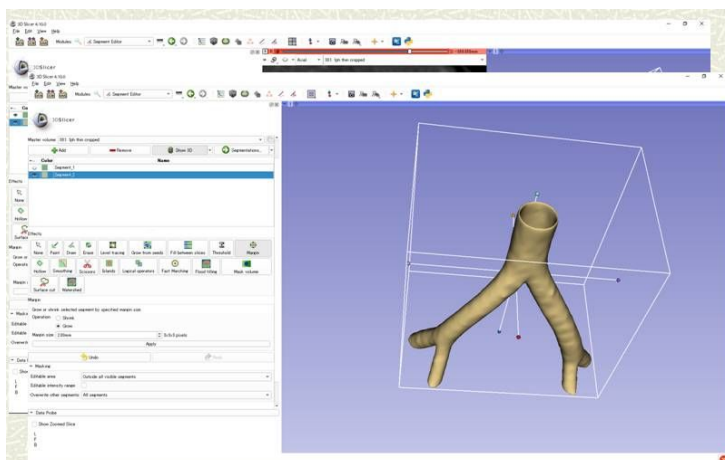


図2. 3D slicer上の作成画面

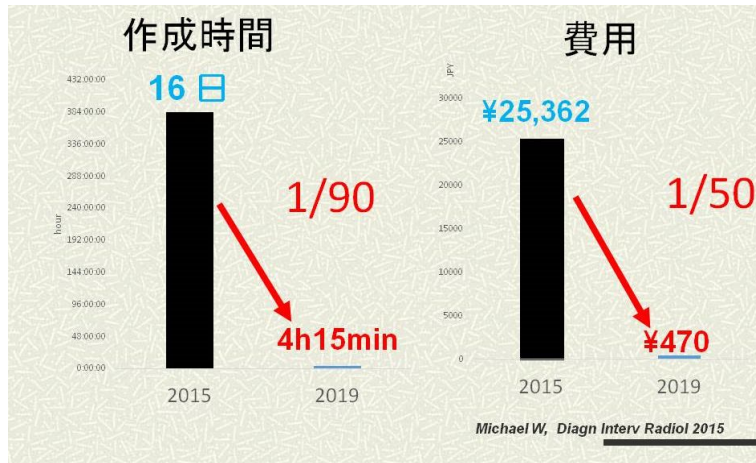


図3. 過去の報告との比較

この手法により過去の報告と比較して作成時間は1/90、費用は1/50に抑えることができた(図3)。

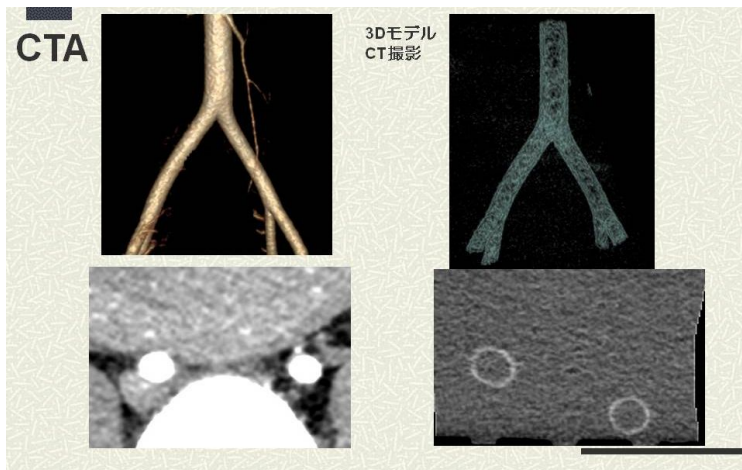


図4. CT元データとの比較

この手法で作成した血管モデルをCTで撮影し、元データを比較した(図4)。

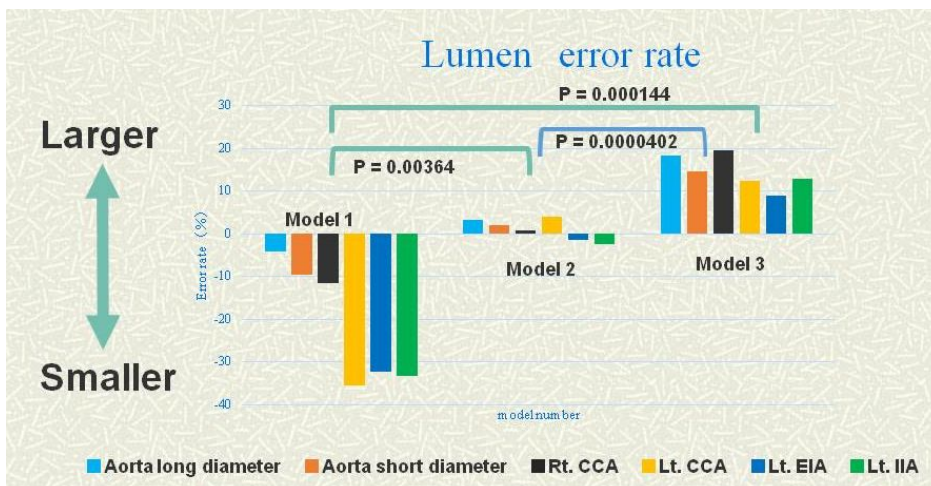


図5. CT元データと3Dモデルの誤差比率

元データの中心、近位、遠位のどのデータを採用するかで内腔の誤差が変化し、中心のデータを用いることで最も元データとの誤差が縮小することを証明した。

現在はカテーテルの動きの定量化など臨床応用について検討中である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1 件)

1. Tsushima F, Kakuta A, Kudo D, Ishido K, Hakamada K,  
「Arterial Coil Embolization and Arterialization of the Portal Vein for a Ruptured  
Hepatic Artery after Partial Hepatectomy」  
Journal of Vascular and Interventional Radiology 2018 Oct. ; 29(10): 1478-1480

〔学会発表〕(計 12 件)

1. 対馬史泰、その他  
「A case of bilateral pulmonary artery pseudoaneurysms diagnosed by 3D-CT  
angiography」  
第 75 回日本医学放射線学会総会 2016.4.14 - 17 横浜市
2. 対馬史泰、その他  
「dual energy CT による直腸癌術前化学療法評価」  
第 19 回青森 CT・MRI 診断・技術研究会 2016.5.14 弘前市
3. 対馬史泰、その他  
「dual energy CT による直腸癌術前化学療法の効果予測と判定」  
第 134 回日本医学放射線学会 北日本地方会 2016.6.18 札幌市
4. 対馬史泰  
「腫瘍影を呈した気管支閉鎖症の 1 例」  
第 30 回胸部放射線研究会 2016.9.16 東京都
5. 対馬史泰、清野浩子、藤田環、藤田大真、掛端伸也、三浦弘行、小野修一、高谷寛三郎  
「腎細胞癌における術前 CT と病理診断の比較」  
第 135 回 日本医学放射線学会 北日本地方会 2016.10.28-29 仙台市
6. 対馬史泰  
「進行直腸癌術前化学療法における dual-energy CT による治療効果評価」  
第 76 回 日本医学放射線学会総会 2017.4.15 横浜市
7. 対馬史泰  
「弘前大学における最近の CT 研究」  
第 21 回青森 CT・MRI 診断・技術研究会, 2017. 弘前市
8. 対馬史泰  
「画像診断上の腎細胞癌の大きさの検討：新たな基準が必要か？」  
第 77 回 日本医学放射線学会総会 2018.4.14 横浜市
9. Tsushima F, et al.  
「Usefulness of CT guided biopsy with external cylinder washing cytology for lung  
cancer」  
第 47 回 日本 IVR 学会総会 2018.6.1 東京
10. Tsushima F, et al.  
「CT-Guided Biopsy of Lung Lesions with Outer Cannula Washing Cytology」  
IASLC 19th World Conference on Lung Cancer 2018.9.23-26 Toronto, Canada
11. 対馬史泰、その他  
「透明中腔血管モデル短時間作成法の開発」  
第 140 回 日本医学放射線学会北日本地方会 2019.6.22 弘前市
12. Tsushima F, et al.  
「Ultra-short time creation method for 3D printing of a vascular model」  
第 79 回 日本医学放射線学会総会 2020.4.9 オンライン開催

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年：  
国内外の別：

取得状況（計 0 件）

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年：  
国内外の別：

〔その他〕  
ホームページ等

## 6. 研究組織

(1)研究分担者

(2)研究協力者  
研究協力者氏名：  
ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。