

2 3D レポーティングへ

1. これまでの3D

臓器立体モデルは特別なものではない。例えば、病院やクリニックでは臓器模型を使って患者へ病状説明をすることがあり、また医療系教育機関では医学教育にも使われる（図 1a, b）。しかし、それらは一般的な解剖を表現した模型であるから、その患者自身のより具体的な病状評価や術式検討のためには、その人の体を再現した模型が必要になる。

近年の画像検査機器や解析技術の進歩は目覚ましく、体の内部構造をかなり詳細に観察することができる。心エコーやCTでの立体表示も今や特別なことではない（図 1c, d）。しかし、これらの3次元再構築画像は、あくまでもモニター画面上で人の錯覚を利用して立体感を演出した擬似的な3Dである。もちろん頭の中で再構築するよりは格段に理解しやすく、日常診療に欠かせない重要な医療情報ではあるが、手で触ったり器具を入れてシミュレーションをすることはできない。

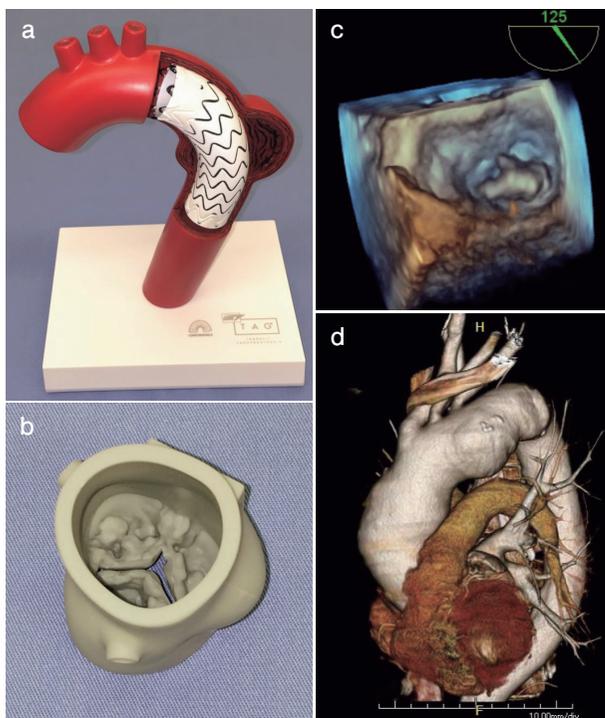


図 1 ● 臓器模型と 3D 画像検査

- a: 胸部大動脈瘤に対するステントグラフト治療の概要を説明するための模型（GORE 社）
- b: 大動脈弁狭窄症の病状説明用に弁変性を再現したゴム模型（Edwards Life Science 社）
- c: 後尖逸脱による僧帽弁閉鎖不全症の 3D 心エコー図
- d: 胸部大動脈瘤の 3D-CT 再構築画像

2. これからの3D

実物の臓器を日常的に見て触っている外科医の視点からすると、実物の被写体により近い医療情報はできないだろうかと考えてしまう。

この数年の間に、「3D プリント」という言葉が広まってきた。これまで製造業で使われてきたこの機械は、造形物を作るために鋳型から抜いたり、部品を組み立てたりする必要がなく、素材からそのまま造形物を作ることができる。そのメリットは、作製時間の短縮やコストの削減、造形できる形状の自由さであり、何よりもカスタム・メイドがより簡便にできる点である。

この3D プリントで作製した臓器立体モデルを医療に応用する試みがされてきた。神戸大学の杉本らは、肝臓などの消化器領域で高度な技術を用いて『生体質感モデル』を作製し、手術シミュレーションや医学教育への利用を続けてきた¹⁾。名古屋大学の森らは計算機科学の分野からアプローチし、情報処理技術を医用画像へ応用する中で、『3D プリントでの人体臓器モデル』の作製を行っている²⁾。循環器領域では、東京医療センターの山田らが、『低侵襲心臓血管外科手術の習熟モデル』として心臓3次元シミュレータを作製し、その有用性を報告している³⁾。また、国立循環器病センターの白石らは、『精密な小児の先天性心疾患モデル』を作製し、立体モデルは複雑な心奇形の解剖評価に役立つと報告している⁴⁾。このような流れのなかで、具体的なモデル作製方法については病院外の専門企業と協働していることが多く、『医工連携』も特色の1つである。

一方、このように大掛かりでもなく広く報道もされていないが、草の根的に各地の医療機関で臨床現場での利用が模索され始めている。自治医科大学の紺野らは、破裂脳動脈瘤の緊急クリッピング術のために立体モデルを短時間で作製することができ、術前評価としても有用であったと報告している⁵⁾。また海外では、アメリカ合衆国の Cedars-Sinai Medical Center の Escobar らが、複雑な心疾患の病態評価での利用報告や造形手法についてインターネット上で公開している⁶⁾。

このような現状を見渡すと、臓器立体モデルはすでに様々な形で同時多発的に利用が始まっており、これからは具体的な臨床応用を想定して最適な作製手法を一般化する段階にきているように感じる。

3. 3D レポートニングへ

臓器立体モデルは、進歩し続ける画像検査に対してそのアウトプットを追いつかせる試みでもある。つまり、モニターや紙でしか確認できない膨大な量の医療情報をよりわかりやすく、より活用しやすく、より人の感覚に訴えるようにして、検査結果として医療従事者へ渡す作業である。本書編者の小山医師は、これを立体モデルで行う『3D レポートニング』とよんでいる (図2)。

我々は、循環器および心臓血管外科の領域において、心臓 CT 画像をもとに心臓血管立体モデルの作製を行ってきた。作製にあたっては、機械工学を修了した医師(筆者)が、医師、放射線技師からなるチームをまとめ、心臓 CT の撮影条件から DICOM データの処理、3D データの出力方法、3D プリントでの造形までを検討してプロジェクトを進めた (図3)。そして、ただ作るだけではなく、CT や心エコーの検査と同じくらい日常臨床で手軽に利用できるモデル作製を目指してきた^{7,8)}。本稿では、心臓血管立体モデルを、『安く』、『早く』、『簡単に』かつ『正確に』作るために我々が試みてきたプロセスを紹介する。なお、2015年8月8日付けで、3D レポートニングの名付け親でもある小山医師と筆者らにより『日本心臓血管3次元モデル研究会』を設立したことも付記しておく⁹⁾。