

第 34 回研究大会
内部構造を伴う現物の 3D 画像を
効果的に展示する新技術

○滝 克彦, 間杉綾乃
(taki@nvs.co.jp)
日本ビジュアルサイエンス株式会社

鈴木悠平, 高橋尚吾
産業技術大学院大学

1. 緒言

X線CT, MRI, PET, 超音波, 共焦点レーザー顕微鏡, FIB SEM, 電子線トモグラフィなど多くの 3D イメージングデバイスが実用化され、nm(ナノメートル)から m(メートル)に近いオーダーまで様々なサイズ、材質の試料の 3D 画像を撮像することができる。中でも X線CT は、医療用の画像診断の技術として普及し、多くの人に認知されているが、今日では産業分野向けにも多種多様な X線CT 装置が存在し、工業製品全般の故障解析や樹脂/金属といった素材の可視化/評価、研究用途などで広く利用されている。

こうした装置からは、連続的な断層像が一連の画像ファイルとして出力され、デジタル画像を三次元的に積層したデータ構造を「ボリュームデータ」と称する。3D 画像の可視化技術としては、ボリュームレンダリング (Volume Rendering) が知られており、Computer Graphics によって不定形な物体や空間を容易に美しく表現することができる¹⁾。

筆者はある時、美術作家の深堀隆介氏が容器に流し込んだ透明樹脂に金魚の断層像を何層にも重ねて絵筆で描写し、立体的に見えるアート作品を作っているのを見て²⁾、ソフト屋の立場で、実物の 3D 画像からリアルな立体模型を制作する技法を確立したいと着想した。その後、試行錯誤を繰り返した末に、なかなか面白くご覧頂ける立体模型が完成したため、いくつかをご紹介します、本技術の可能性について言及する。

2. 作品例と解説

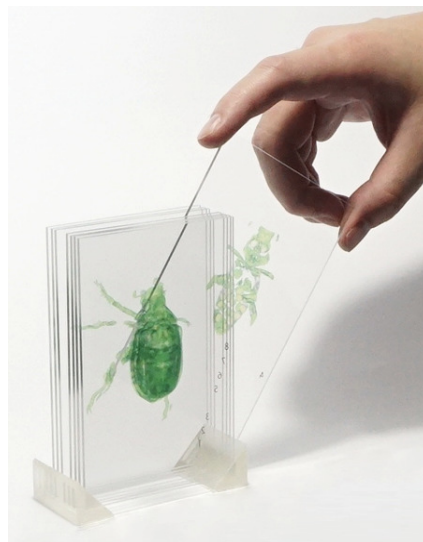


図 1. コガネムシ

図 1 はコガネムシ標本を X線CT で撮像し、8 枚の透明薄板で制作した最も基本的な立体模型である。特定の断層像のみを取り出して、あるいは重ねて見ることも自由に行える。腹部に内臓の構造が半透明に透けて見える。脚や触角は細長いため、3D プリンタで出力すると、折れてしまいやすい構造と言える。



図 2. アルミダイカスト铸造品

図 2 は高さ約 100mm のアルミダイカスト铸造品を X線CT により撮像し、铸巢(内部欠陥)を三次元画像処理によって検出した上で³⁾、铸巢が外から見易いように透明に模型化した。铸巢を大きさにより 5 段階に分類し、色分けしてあるため、铸巢がどのような大きさ、形状で分布しているか良く分かる。

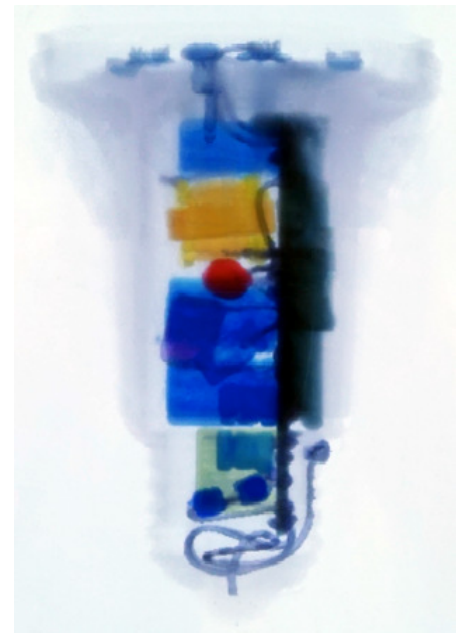


図 3. LED 電球

図 3 は LED 電球を X線CT により撮像し、基盤上の電子部品を個別に色分けして表現した。X線CT はカラー情報を持たないグレースケール画像を出力するが、このように任意の領域を抽出して疑似カラーを与えるには、人手を介した画像処理を行う。LED 電球は部品点数が多く、従来

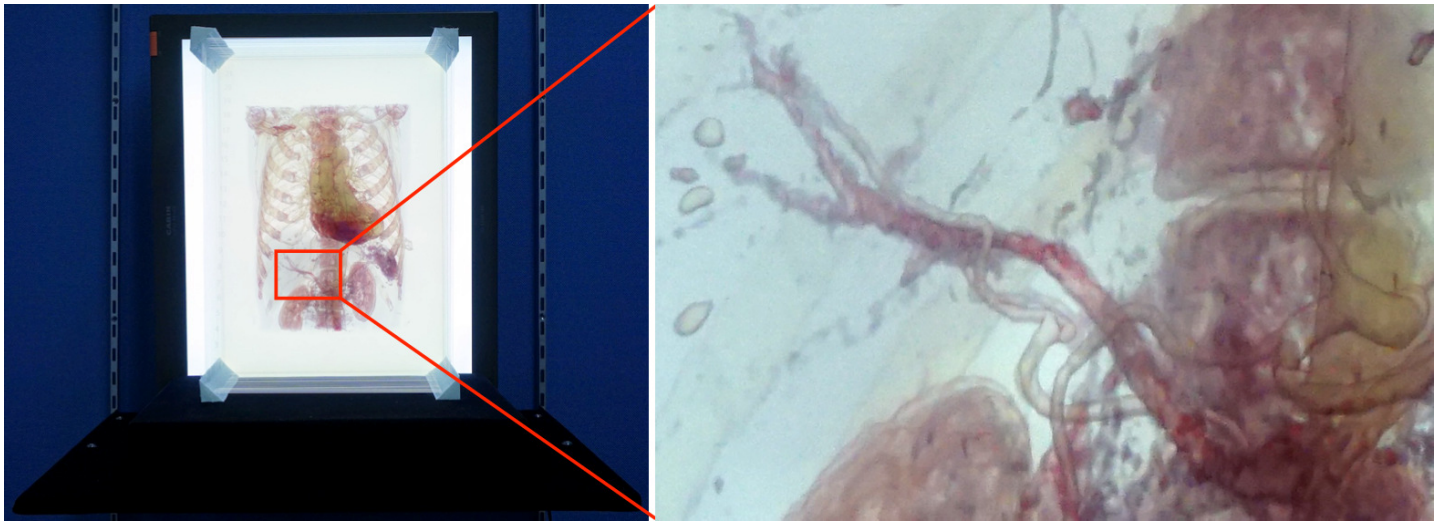


図4. 人体胸部X線CT像

の白熱電球に比べて、かなり複雑な構造をしていることが良く分かる。また、電球の傘の部分はヒートシンクの役割を果たしている。

図4は人体の胸部X線CT像から作った模型である。医療画像の多くも本来、グレースケール画像だが、Look Up Tableを調整することで、組織にリアルな色を与えて表現している²⁾。造影撮像された腹部血管、肺の細気管支の枝分かれした立体的な構造が良く分かる。

これらの立体模型は、次のような手順で制作した。

- ① 3D イメージングデバイスから連続的な断層像を得る。
- ② 画像データ一式をソフトウェアで読み込む。
- ③ 印刷用のデータを制作し、透明薄板にカラー印刷する。

以下のような点が質の高い模型をつくるノウハウとなっている。

- I. 本来、3D イメージングデバイスから出力される数百枚相当の断層像を立体感を損なわない程度に、できるだけ少ない枚数に集約する。
- II. 半透明で見易い疑似カラーを設定し、必要に応じて、着色など画像データの前処理を行う。
- III. 透明薄板を積層させ、立てられる台と効果的な照明を工夫する。

3. 結言

最近、3D プリンタが流行っており、ポ

リウムデータを 3D プリンタで出力する試みも巷では良く行われている。ポリウムデータを 3D プリンタで出力するには、まず画像データの濃淡に対して閾値(threshold)を設定し、Marchine Cubes法に代表されるアルゴリズムで対象物の表面形状をポリゴン(polygon)データに近似し、STL(Stereo Lithography)ファイルとして保存する¹⁾。こうして得られた STL ファイルを 3D プリンタの入力に用いるが、3D 画像データから得たポリゴンデータを造形する場合、期待する形状や質が必ずしも忠実に得られるとは限らないのが実情である。そもそも 3D プリンタは樹脂等の素材を積層することにより「外形形状」を造形する技術であり、3D 画像が持つ特有のデータ構造を忠実に表現するのに向かない場合が多い。

3D プリンタで「内部構造」を可視化した模型を制作するためには、透明な材料を使える高額な装置が必要であり、安価な装置では困難である。透明な材料を用いたとしても、樹脂の積層方向に濁ってしまい、内部が良く見えない場合があったり、サイズや素材、耐久性に制約があるなどの障壁がある。

それに対して、本技法では、以下の点に明確な優位性がある。

- a. イメージングデバイスから得られた実物の 3D 画像データに基づいて、立体模型をオンデマンドで制作できる。
- b. 対象物の「内部構造」を可視化できる。
- c. 誰でも裸眼で自然な立体感を伴う観察ができる。

- d. 薄い、細長い、複雑といった、造形が困難な形状を再現できる。
- e. 浮島状の中空構造を表現できる。
- f. 色や濃淡、透明感の表現に優れる。
- g. 連続的な断層画像であるため、部分的に着色、任意の領域を抽出といったデータの前処理が容易である。
- h. サイズや色も任意に設定できる。
- i. 比較的、短時間で安価に制作できる。

他方で、見る方向性が限定される、触ってみたいことができないといった点がデメリットと言えるかもしれないが、それは原理上、やむを得ず、適材適所と考えるべきであろう。

近年、デジタルデバイスや Computer Graphics の発達により、高度な 3D 像を「画面上で」見る機会が増え、見慣れたコンテンツになってしまった感がある。

今般、発表した立体模型は、デジタル画像を素材としながらも、これと逆行するアナログ的発想も取り入れて制作した。これまであまり目にしたことの無い表現と、その不思議な面白さは、つい見入ってしまう。高度な 3D イメージングデバイスから得られた、生きもの、文化財、工業製品、医療等のデータを効果的に展示する技法として、また教育、研究発表、プレゼンテーション、広告といった用途にその可能性を広げていきたいと考えている次第である。

引用・参考文献

- [1] 深堀隆介 『金魚養画場』 文芸社 2011
- [2] 滝 克彦ほか 「三次元画像処理のためのソフトウェア技術の実際」 『日本非破壊検査協会講演大会講演概要集』 2011, pp. 225-228.
- [3] 滝 克彦 「X線 CT と ExFact VR 2.0 による鋳造品の内部品質評価」 『型技術』, 2015, Vol. 30 No. 3 pp. 69-73.