

# パラメトリック・ピサの斜塔—視覚障害者のCAD手法の実例として—

南谷 和範 Kazunori MINATANI



図1 建築物模型、131mm×70mm×70mm、PLA樹脂、2020年

## 概要:

視覚障害者がCAD造形を行う方法の研究の一環として、ピサの斜塔の模型を作成した。パラメトリックCADを用い各部の大きさの調整ができる。主観評価を通じて、健常者が造形・公開している模型と比較して遜色のないことを確認した。

## コンセプト・特筆点:

画面に表示されるグラフィックを視認することができない視覚障害者には、一般に用いられているCADソフトウェアによる3D造形ができない。他方で、マイノリティである視覚障害者には大量生産に乗らない製品(自助具)ニーズが多くある。それらを満たす上で3D CADによるデジタルファブリケーションの意義は絶大である。こうした問題意識から、自身視力0の視覚障害者である応募者は、プログラマブルCADの方向性を推し進め、画面上での造形物の確認を行わない形態でのCAD造形を考案した。この手法について、自助具に必要な単純形状の機械部品製作における実用性を確認してきた<sup>1)</sup>が、今回、模

型類の製作も可能であることを示すべく、ピサの斜塔の3Dモデルデータを作成した。

3Dデータ共有サイトThingiverseで“pisa tower”で検索しヒットした上位3件の3Dモデルデータと本3Dモデルデータを用いて、健常者(n=11)を実験参加者とする主観評価を行った。当該4点のデータを同条件で3Dプリントし(図2)、5段階の評価をおこなったところ、実際のピサの斜塔との類似度(p=0.63)と模型としての美しさ(p=0.42)の二つの観点について、有意差は認められなかった。

## 制作過程・方法:

パラメトリックCADを用いる視覚障害者のCAD手法の可能性を検証する題材として、

- ： 2回から7階の形状の変化に規則性があり、ループ処理が有効利用できる
- ： 1回と2回から7階の形状の間に類似点と相違点があり、プログラマブルな手法を活用できる

：形状の一貫性が高く、不規則な装飾の付加がなく、プログラムコードを比較的論理的なものに保てる

：実物が広く知られ主観評価が容易

といった理由により、ピサの斜塔を対象に選定した。プログラマブルCADのソースコードを汎用エディタで記述し(図3)、処理系でコンパイルしてSTLデータを生成した。自由計上による造形は追求せず、幾何学的な立体の論理和、差、論理積の活用による造形を試みた。

応募者は実物や写真を視認して形状を把握することはできない。そこで、主観評価の比較対象となったThingiverse掲載の3点のピサの斜塔の3Dモデルから外観の把握を試みた。形状が触って確認するには細かすぎる部分については、OpenJSCADの有するSTLデータをJavaScriptに変換する機能を用い、返還後のデータをプログラマブルCADで切り出し拡大して3Dプリントして確認した。あわせてwikipediaなどのウェブ上の文字情報から補える情報を集めた。

パラメトリックCADの手法で記述するため、塔の傾きや階数、柱の本数、鐘の数などを数値で容易に変更できる。これにより印刷結果を踏まえた形状の変更・調整が柔軟にできる。

### 使用したモデリングソフト名:

OpenJSCAD A版(20201003現在)を用いた。JavaScriptにより記述されており、他のパラメトリックCADソフトウェアと比して、

1. コマンドラインからの実行はもとより、(計算機資源が許せば)ブラウザからウェブフォームに対する数値入力で直感的なパラメータ調整ができる。これを活用すればCAD非熟練者にも好みの形状調整ができる。
2. JavaScript言語の豊富な資産を活用した処理系拡張ができる。
3. 2.を活用して任意の断面をビルドプレート上に印刷(図4)するような関数を実装してデバッグする手法が利用できる(画面上のグラフィックの確認の代用。全造形が10時間程度に対して、断面印刷は10分程度。)

というメリットがある。

**出力機器:** Original Prusa i3 MK3s及びOriginal Prusa MINI

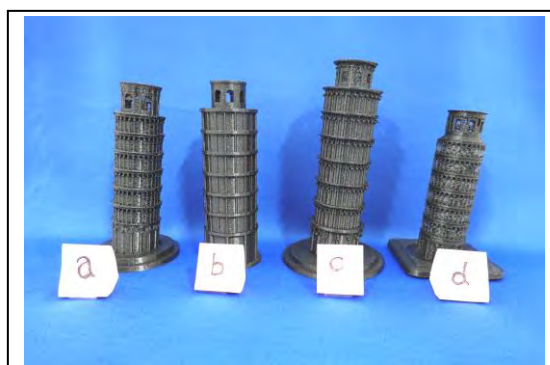


図2 評価に用いた3Dモデル(Cが応募者作、最終版とは一部異なる)

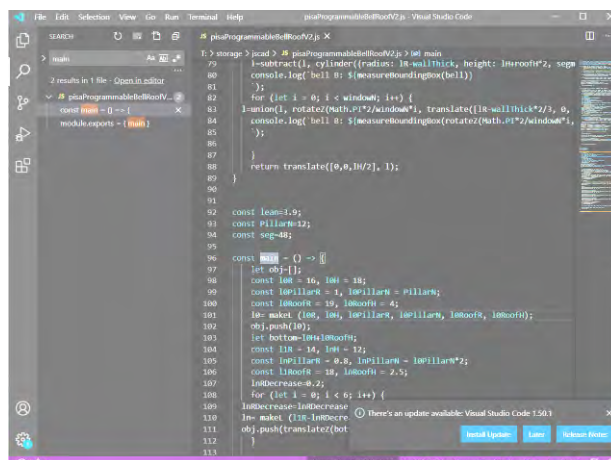


図3 本造形物を出力するコードの編集環境

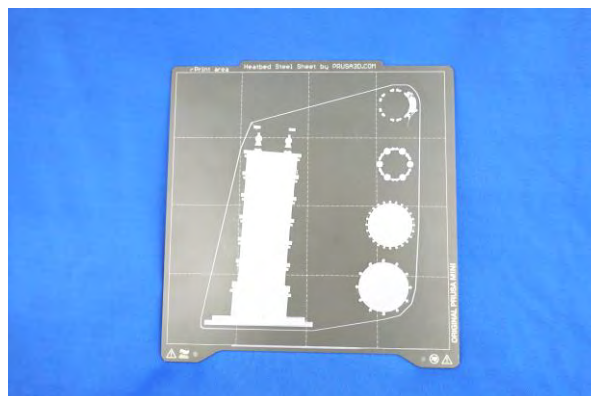


図4 デバッグ用の断面出力結果

<sup>i</sup> K. Minatani, Finding 3D CAD Data Production Methods that Work for People with Visual Impairments, Proceedings of HCII 2017, CCIS 713, pp. 548-554.

### 著者紹介

みなたに かずのり : 独立行政法人大学入試センター  
〒153-8501 東京都目黒区駒場2-19-23,  
minatani@rd.dnc.ac.jp