

特集2

3D プリンターの天文教育利用

野寺 凜（黒部市吉田科学館）、三田村耕平（大阪大学）
木村朱里（佐賀県立宇宙科学館）

1. はじめに

3D プリンターは、3D モデルのデジタルデータを基に物体を造形する機械である。天体や探査機などの形状を立体的に把握するには、間近での観察や触覚の活用が困難であるため、3D プリンターを用いた模型の作製が有効である。本稿では、一般的な3D モデルの入手・作成方法と筆者らが開発した3D プリンターを用いた教材の概要について示す。

2. 3D モデルの入手・作成

3D モデルのデータは、ウェブサイトから入手できるほか、3DCG ソフトウェアや GIS ソフトウェアを用いて作成できる。天体や宇宙機の3D モデルが公開されているウェブサイトの例としては、NASA のウェブサイトが挙げられる[1]。また、月や火星の地形の3D モデルは、GIS ソフトウェアである QGIS を用いて数値標高モデル (DEM) から任意の範囲の3D モデルを作成できる。月や火星の DEM は、アメリカ地質調査所のウェブサイトから入手できる[2]。

3D モデルには、入手直後に3D プリントした場合に造形されにくい構造を持つデータもある。例えば、現実の宇宙機が正確に再現された3D モデルでは、縮小したスケールで3D プリントする場合、板状や棒状の構造を造形に難がない程度に厚く補強する必要がある。また、宇宙機の機体全体が単体の3D モデルからなるデータは、複数の3D モデルへの分割により、より大きく3D プリントできる。ウェブサイトなどで入手した3D モデルは、厚みの補強や分割の処理がなされていない場

合、Blender などの3DCG ソフトウェアを用いた編集を要する。

3. Python を用いた月面の3D モデルの作成

本事業では、Araki *et al.* (2009) で示された月形状グリッドデータから月面の3D モデルを作成した[3]。月形状グリッドデータ (Araki *et al.*, 2009) は、経度 (°)、緯度 (°)、高度 (km) で表現された月面の三次元点群データである[3]。筆者らは、本点群データの座標系を変換させるために、Python でスクリプトを開発した。本スクリプトは、本点群データについて、経度を λ 、緯度を φ 、高度を H とした時、

$$X = R \cos\varphi \cos\lambda,$$

$$Y = R \cos\varphi \sin\lambda,$$

$$Z = R \sin\varphi,$$

$$R = 1737.4 + H,$$

を計算し、 X 、 Y 、 Z 成分で表現される直交座標系に変換する。なお、月の中心から各点までの距離 R は、月面の高度の基準面が 1737.4 km とされているため、1737.4 と高度との和で求められる。

直交座標系に変換された点群データは、3DCG ソフトウェアにより3D モデルとして出力される。点群データの3D モデル化には、Blender が用いられた。3D モデル化された点群データの面の形成には、メッシュ処理ソフトウェアの MeshLab が用いられた。

4. 3D プリンターを用いた天文教育の事業

黒部市吉田科学館では、3D プリントされた模型を用いて様々な教育活動が行われてい

る。2019 年度には、アポロ 11 号月面着陸 50 周年の企画展として、アポロ計画にまつわる宇宙機の模型や月面の地形模型が展示された。加えて、本企画展では、月と太陽の位置関係の変化によって出現する「X」の模様（月面 X）を再現する装置（月面 X 再現装置）も展示された。

その他の利用例としては、工作イベントの材料の作製や、望遠鏡のパーツの作製が挙げられる。工作イベントとしては、小惑星リュウグウの石膏模型を来館者に作製させ、持ち帰らせるイベントが実施された。石膏模型をつくるための型の作製には、3D プリントされたリュウグウ模型が用いられた。また、望遠鏡のパーツの作製の例としては、ユニバーサル天体望遠鏡（新井・高橋、2013）の作製が挙げられる[4]。ユニバーサル天体望遠鏡の作製には、新井・高橋（2013）における旋盤加工によるパーツの作製に対し、3D プリントにより同様のパーツが作製された[4]。

3D モデルは、デジタルデータであるため簡単に送受信でき、施設間でデータを共有できる。黒部市吉田科学館で展示された宇宙機の模型は、佐賀県立宇宙科学館で 3D モデルが編集されている。また、黒部市吉田科学館で作成された月面 X 再現装置の地形の 3D モデルは、富山市科学博物館へ提供されたのちに同館で 3D プリントされた。

5. 今後の活用方法の検討

3D プリンターおよび 3D モデルを利用した教材は、多くの個人や施設のアイデアを共有できるツールとして、今後の発展が見込まれる。したがって、今後は、個人や施設の連携の強化が望まれる。例としては、データを共有するサーバーの構築が挙げられる。また、作製した教材のさらなる普及には、通信販売やミュージアムショップでの販売による、一般家庭への供給が有効であると考えられる。

3D プリンターの普及により発展が見込まれる教材としては、ユニバーサルデザインの教材が考えられる。3D プリンターでは、正確に形状が再現された模型を少ない手間で作製できるため、視覚に障害があっても触れて形状を確認できる教材を作製しやすい。

3D プリンターを用いた STEM 教育の例としては、黒部市吉田科学館で実施された、3D プリンターを用いた地形模型の作製体験と地図の学習、および縮尺の計算を併せて行わせた小学生対象の活動が挙げられる。さらに自由度の高い工作の教材を開発すれば、3D プリンターを用いた教材は、STEM 教育に芸術を加えた STEAM 教育の教材となりうる。

文 献

- [1] NASA, 3D Resources.
<https://nasa3d.arc.nasa.gov/models/printable>
- [2] USGS, ASTROPEDIA.
<https://astrogeology.usgs.gov/search/>
- [3] Araki, H., *et al.* (2009) "Lunar Global Shape and Polar Topography Derived from Kaguya-LALT Laser Altimetry." *Science* 13 Feb 2009. Vol.323, Issue 5916, 897-900.
- [4] 新井寿・高橋英則 (2013) 『身体障害者対応 "ユニバーサル天体望遠鏡" の研究・開発』。第二回 ユニバーサルデザイン天文教育研究会集録。
<https://tenkyo.net/wg/ud2013/index.html>.

野寺 凜

三田村 耕平

木村 朱里