

要 旨

小惑星の形状と小惑星の光度曲線について観測している。小惑星のモデルが研究され、3D データがホームページ⁽²⁾に公開されている。このデータを使用して3D プリンターで小惑星を作成した。今回は小惑星デヨペヤ(184)について検討した。作成した3D 小惑星に光を当てて光度曲線を求め、実際に望遠鏡で観測して求めた光度曲線と比較検討を行った。2つの光度曲線は良い一致を示し、小惑星の3D モデルが実際の小惑星の形状を表していることが分かった。また、光度曲線の形より小惑星の自転軸の傾きや自転方向を検討することができた。

1. はじめに

2020年3月の日本天文学会ジュニアセッションでは、探査機やレーダー観測によって形状が分かっている小惑星の光度曲線を観測して、小惑星の形状と光度曲線との関係について発表した。また、2020年の群馬県理科研究発表会で小惑星アンフィトリテ(29)について3D プリンターで小惑星を作成して、小惑星のモデルと実際に観測した小惑星の光度曲線との関係を検討した。今回は小惑星デヨペヤ(184)について発表する。

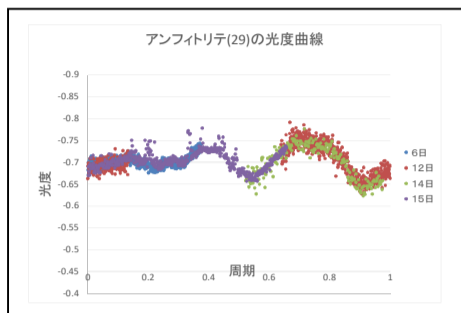


図1 アンフィトリテの光度曲線

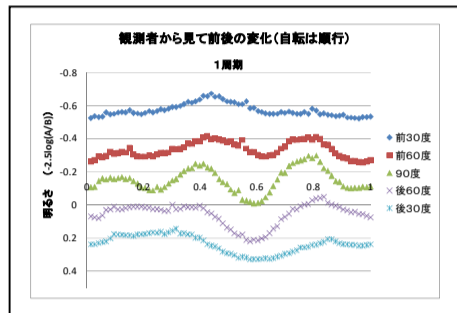


図2 アンフィトリテ3D小惑星の光度曲線

2. 目的

ホームページ「3D Asteroid Catalogue」⁽²⁾の小惑星3Dデータを使用して3Dプリンターで小惑星を作成した(今後3D小惑星と呼ぶ)。3D小惑星の光度曲線と実際の小惑星の観測で得られた光度曲線を比較して、3Dモデルの検証と自転軸の傾き、自転方向の検討を行った。

3. 方法

小惑星の光度曲線は、西村製作所の40cm F5 ニュートン式反射望遠鏡とビットラン冷却 CCD カメラ BJ-54L、光電測光用ジョンソン R フィルター、笠井トレーディング社 コマコレクターで撮影を行った。画像はダーク・フラット補正を行った後に AstroImageJ で測光した。

撮影は-20℃冷却、60秒露出で行った。ステラナビゲータ10で小惑星の位置を求めた。観測は、2019年1月~2月に4日間、2020年3月に3日間行った。

3D小惑星はホームページ「3D Asteroid Catalogue」の3Dデータを使用して3Dプリンターダビンチ Pro で出力した。3D小惑星(写真1)の光度曲線の観測は、LEDライトを太陽として3D小惑星に光を当てて、カメラ(地球の観測者)で撮影することにより行った(写真2、図3)。この時のLEDライト(太陽)、3D小惑星とカメラ(地球)の位置関係は、2020年3月の太陽系の位置関係と同じにした。3D小惑星を5度ずつ回転させて1周期分を撮影した。撮影したRAWデータは通常の日体観測と同様に、RAW2FITSソフトでFitsデータに変換した後、AstroImageJで測光した。3D小惑星の光度曲線は、自転軸を観測者のカメラから見て左右に傾けたものと、観測者方向の前後に傾けたものについて観測した(図4)。また、3D小惑星の自転は地球と同じ順行の方向に回転させ、自転させる初めの位置はすべての光度曲線において同じにした。

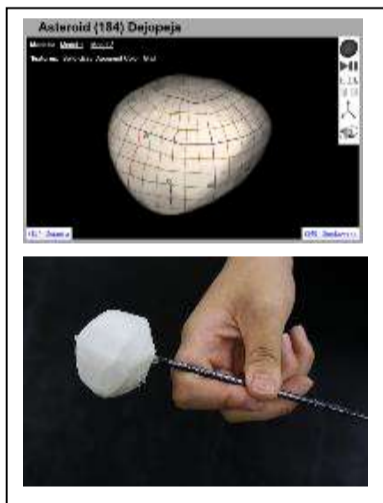


写真1 3Dモデルと3D小惑星

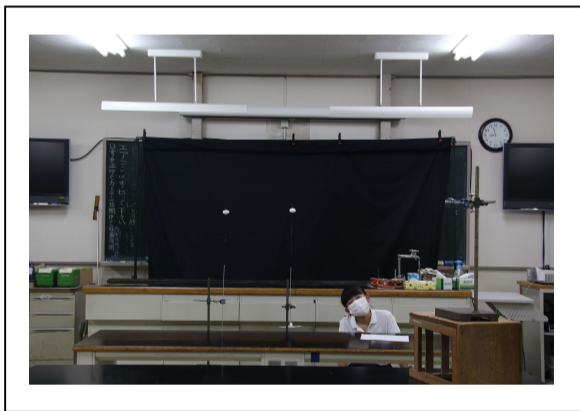


写真2 3D小惑星の光度曲線の写真撮影の様子

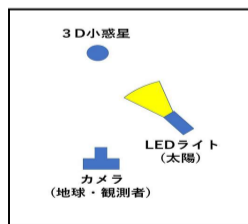


図3 撮影位置関係

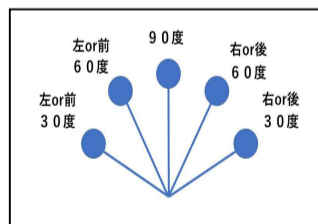


図4 小惑星の自転軸の角度

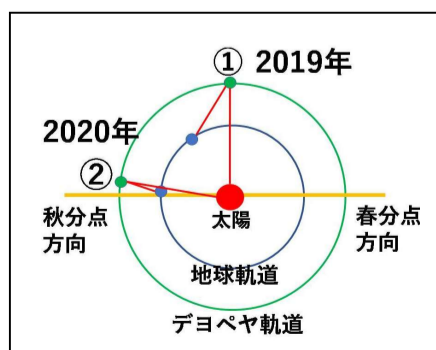


図5 地球と小惑星の軌道の模式図

5. 結果

図5に地球とデヨペヤ(184)の軌道の模式図を示す。図5の①が2019年1月、②が2020年3月に望遠鏡で観測した位置関係を示している。図6に望遠鏡で観測した小惑星デヨペヤ(184)の光度曲線を示す。

図7~図10は3D小惑星の光度曲線を示す。「3D Asteroid Catalogue」には2種類のモデルがあり、2種類の3D小惑星について光度曲線を求めた。

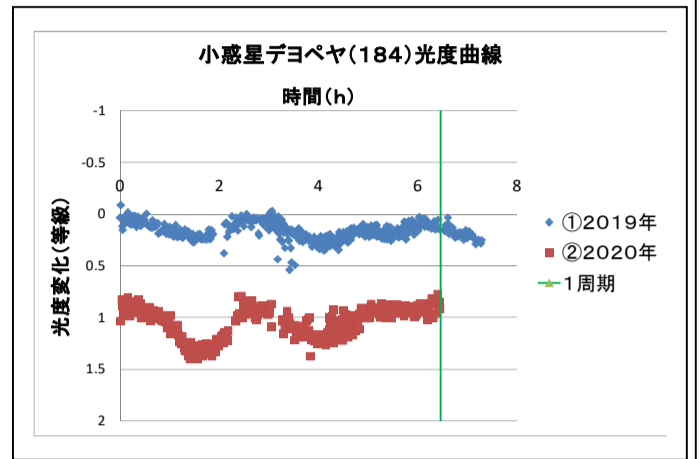


図6 小惑星デヨペヤ(184)の光度曲線

6. 考察

3D小惑星の光度曲線観測者に対して自転軸が左右に傾く変化では(図7、図9)、観測者から見た時の小惑星の面がほぼ同じになっているため光度曲線に変化が現れないと考えられる。図8と図10は観測者に対して自転軸が前後に傾いた時の結果で、光度曲線に変化が現れた。前に傾いたときは小惑星の上側が見え、後ろに傾いたときは下側が見える変化が起こるため、光度曲線に変化が表れた。

本校の観測結果とモデル1とモデル2の光度曲線を比較すると、モデル2の光度曲線と良い一致をすると考えられる。図9は自転の方向が地球と同じ順行で観測した結果である。図6と比較すると図9を逆行の光度曲線にするとさらに良く一致すると考えられる。小惑星デヨペヤは逆行の自転であると予想することもできる。

図6は位相が90度異なる実際に観測した光度曲線であるが、曲線に大きな変化がないため自転軸の傾きは小さいと考えることができる。

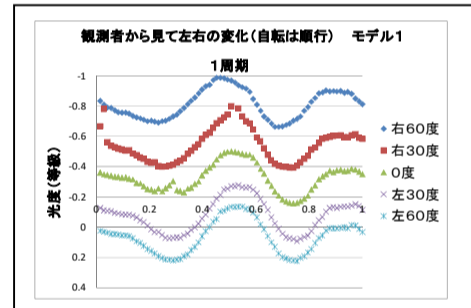


図7 モデル1(左右変化)

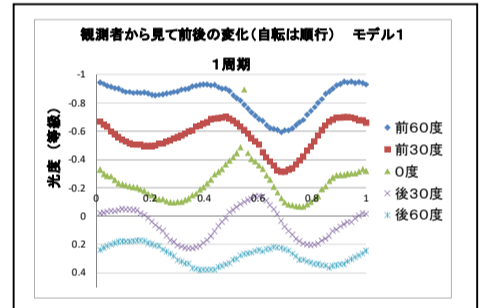


図8 モデル1(前後変化)

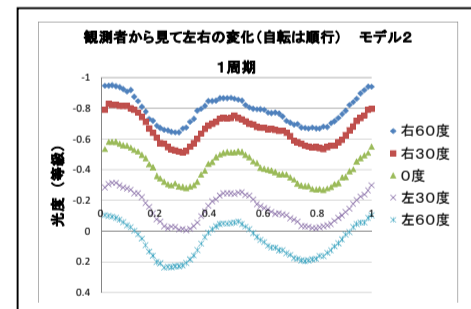


図9 モデル2(左右変化)

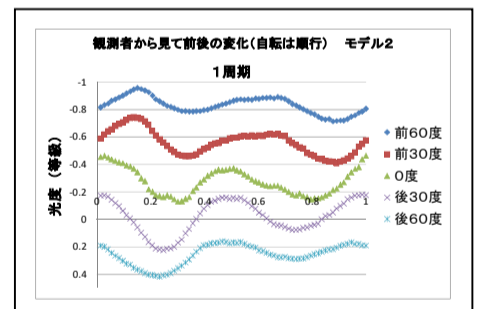


図10 モデル2(前後変化)

7. まとめ

今回使用した3Dデータのモデル2は実際の小惑星の形状をよく表していることがわかった。このデータを使用して3Dプリンターで作成した小惑星の光度曲線から、自転の方向や自転軸の傾きを予想することができると考えられる。

8. 参考

- (1) 「小惑星の可視光観測から何がわかるか」 安部正真 JAXA
http://www.toybox.rgr.jp/mp366/lightcurve/workshop/workshop2010/2010_Abe.pdf
- (2) 「3D Asteroid Catalogue ホームページ」
<https://3d-asteroids.space/asteroids/>