
小惑星の大きさ分布を求める

銀河学校 A 班

朴 敏娥(高2)【洗足学園高等学校】 森井 嘉穂(高2)【香川県立高松高等学校】
井澤 薫実(高2)【愛知県立岡崎高等学校】 衣川 友那(高2)【名古屋大学教育学部付属高等学校】
加藤 里佳子(高3)【長野県松本県ヶ丘高等学校】 今村 春香(高3)【長崎県立長崎西高等学校】
織原 有佑(高2)【島根県立松江北高等学校】 久保 玲(高2)【八戸工業大学第二高等学校】
横山 彩希(高3)【東京都立国際高等学校】

1. はじめに

私たちは、「銀河学校」という東京大学木曾観測所主催の企画に参加し、今回小惑星に関する研究を行った。小惑星とは、太陽系小天体のうち、主に岩石からなるとされる天体である。惑星でもなく、準惑星でもなく、彗星のようにガス等が見られない天体である。小惑星は現在までに 67 万個以上見つかっている。私たちは、その小惑星の大きさと分布がどのようになっているかを知るために研究を行った。

2. 観測方法

観測日時：2014 年 3 月 23 日

観測機器：東京大学木曾観測所の 105cm シュミット望遠鏡（口径 105cm）使用フィルター：r'

露光時間：120 秒

望遠鏡を向けた方向：衝の位置にある黄道上の地点

一地球と小惑星の距離が短いほうが、小惑星がより明るく見えるので観測しやすいと考えた。また、地球と小惑星の軌道はほぼ同一平面上になるので、黄道上を探せば小惑星が見つかるのではないかと考えた。以上より、この地点を観測した。

観測方法(1) ブリンク

60 分間において撮影した画像を 2 枚、バイアス・フラット処理をし、マカリというソフトのブリンク機能を用いて小惑星を探す。(2 枚の画像を一秒ごとに入れ換えるようにして大きく移動している星、すなわち小惑星を見つける。)

観測方法(2) 画像同士の引き算

バイアス・フラット処理をした、同じ場所、違う時刻の 2 枚の画像同士を減算する。小惑星があると、白い点と黒い点が隣り合って見える。

3. 計算方法

(1) 距離

太陽から小惑星までの距離を一時間当たりの移動量から求める。火星、木星、土星の移動量と太陽と惑星の距離の関係をグラフにする。そのグラフから、発見した小惑星の移動量の場合は、太陽からの距離がどのくらいあればよいかを求めた。

(2) 大きさ

観測した小惑星の明るさから小惑星の半径を求める。惑星の表面積が半径の二乗に比例することから、明るさの比率→表面積の比率となるのを利用する。まず、火星と太陽の距離を小惑星と太陽の典型的な距離と考えられている 2.5AU と仮定して、火星の明るさと観測された星の明るさから半径を求めた。その後、求めた半径の小惑星の本当の位置を明るさから求めた。その方法として、小惑星の太陽からの距離を a として、

$$(\text{仮定で求めた半径}) \times \sqrt{1 - \left\{ (2.5/a)^2 \times (1.5/(a-1))^2 \right\}} = (\text{観測した小惑星の明るさ})$$

という方程式を用いた。

4. 考察

(1) 距離

図1より、小惑星は太陽から1-2.5AUの領域に集中している。このことから、木星の引力を強く受けにくい位置に小惑星は分布しているのではないかと考えられる。それを確かめるために、木星の公転周期と整数倍になる公転周期の位置を求めた。位置が2:1, 3:1, 4:1になる軌道長半径はそれぞれ3.28AU, 2.50AU, 2.06AUの位置であり、小惑星の位置と関係があることが示唆される。また、分布表から、5-6AU(木星の軌道上)にある小惑星の数が多くなっている。これも木星の重力と関係がある可能性がある。また、今回は8AUより遠くの小惑星が観測されていないが、ここには2つの理由が考えられる。一つは観測時間が短かったため遠くの小惑星の小さな動きを確認できなかったもので、60分ではなく1日ほど間隔をあけることでより遠くのものまで見つけれられるのではないかとということ。そしてもう一つは、小惑星が暗かったからということである。今回観測できたなかで、もっとも暗い星は21等であった。もしある距離で21等級に見える光がより遠くから来ていると、今回は観測されていないことになる。

(2) 大きさ

図2より、600-900mの領域に最も多く分布している。900mより大きい半径の個数をみると、減少している。ここから、大きい小惑星が少ないといえる。また、600mより小さい半径の個数も減少している。これは、小さくて暗い小惑星を観測できていないことが関係していると考えられる。また、小惑星の密度を月や地球の密度と仮定して、質量の最大値をそれぞれの場合で求めた。小惑星の質量の最大値は、月の密度を仮定した場合 2.83×10^{15} kg、地球の密度を仮定した場合 4.68×10^{15} kgであった。一方、地球の質量は 5.97×10^{24} kg、月の質量は 7.35×10^{22} kgである。以上より観測されたすべての小惑星の質量を足し合わせても、惑星の質量にはほど遠いことから、「小惑星はもともと一つの惑星であり、分裂することによってできた」とは考えにくいことがわかる。

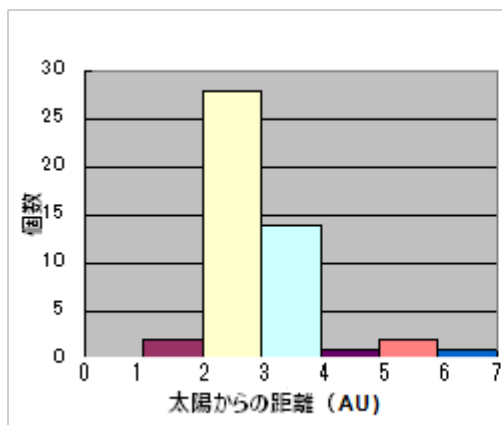


図1 距離と個数

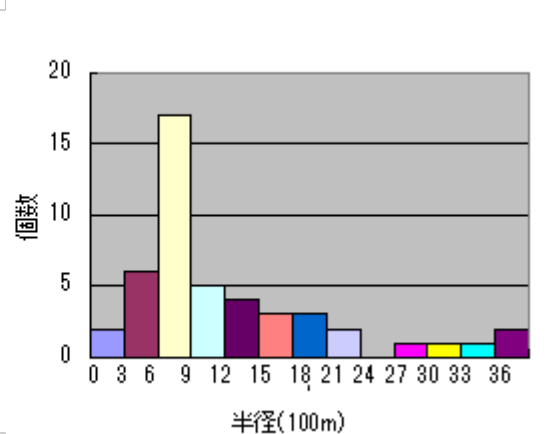


図2 半径と個数

5. 謝辞

研究にあたり、前原裕之先生をはじめとする木曾観測所、銀河学校2014スタッフのみなさま、TAの平居悠さん、所拓磨さんに大変お世話になりました。また、今回の発表にあたり、NPO法人サイエンスステーションのご協力をいただきました。深く感謝いたします。

6. 参考文献

- 1) 国立天文台編(2013) 『理科年表 平成26年 ポケット版』 丸善出版。
- 2) 「Minor Planet Center」 <http://www.minorplanetcenter.net/> (2014-1-29 参照)
- 3) 「惑星になりきれなかった天体たち」宇宙航空研究開発機構 提供 (2014-12-14 参照)