
天王星の公転周期を測る ～天体観測講座 2008 にて～

桐生高等学校物理部 櫻井翔太 狩野雅也 中島光博 星野賢人

1 目的

目をあけて撮影した天王星写真から一日当たりの移動角を求め、そこから天王星の公転周期を算出する。

2 仮説

太陽系内天体を、目をあけて撮影し、一日当たりの移動角を求めることにより、容易に公転周期が求められるのではないかと。

ただし、この方法では地球が公転する影響をなくすため、対象天体と地球との日心黄経差が90度であることが条件となる。

さらにこの方法を使えるのは、太陽から遠く、円軌道を描く系内天体と考え、今回は観測条件を満たす天王星を目標天体とした。

3 観測条件

・日時

2008年12月12日(金)午後8時頃

2008年12月19日(金)午後8時頃

2009年1月6日(火)午後7時頃

・場所

ぐんま天文台(群馬県高山村)

・使用機材

25cm 反射式望遠鏡

冷却 CCD カメラ

・撮影天体

天王星

96番星アクエリアス(96Aqr・基準星)

アルビレオ(二重星)

4 測定方法

(1) アルビレオの画像上における二星間の離角を、ピクセル単位で求める。

具体的には、5枚の画像それぞれのX,Y座標から、三平方の定理を用いて、平均23.47pixと求められた。

(2) アルビレオの実際の離角34.46"から、1ピクセル当たりの離角は1.468"/pixと求められた。

(3) 2回分の天王星画像を重ね、天王星の移動距離をピクセル単位で求める。

1-2回目は、2枚の画像の角度を調整し、96番星アクエリアスを重ねることで合成し、測定した。

3回目では、天王星と96番星アクエリアスが同じフレーム内に収まらなかったため、撮影時に定めた適当な星を中継点として96番星アクエリアスと天王星のX,Y座標差を求め、2回目のX,Y座標との差から三平方の定理で距離を求めた。

(4) 複数の画像を解析し、平均値を求める。

今回は5枚の画像から、1-2回目では266.80pix、2-3回目では1128.24pixという平均値を得た。

(5) 上記のデータから、天王星の移動角は1-2回目では391.66"/7days、2-3回目では1656.26"/18daysという値を得た。

(6) ここから天王星の1日・1年当たりの移動角を求め、公転周期を導く。

5 測定結果

今回求められた天王星の公転周期は、1 - 2回目で約 63.41 年、2 - 3回目で約 38.56 年、1 - 3回目での平均移動距離から求めると、約 47.96 年であった。

6 考察

実際の公転周期は 84.25 年で、いずれも早いという結果となった。

誤差の理由として、地球の公転が今回の測定結果に影響を及ぼしてしまったと考えられる。

そこで、観測日の太陽・天王星の地心黄経座標から観測時期の太陽・地球・天王星の位置関係を求めたところ、次の表のようになった。

ただし、黄緯は微小なため、ここでは考えない。また、太陽と地球の距離は、太陽と天王星の距離に対して十分微小なため、天王星の地心黄経座標と日心黄経座標を等しいものとする。

日付	天王星日心黄経	太陽地心黄経	地球日心黄経	地球と天王星の日心黄経差
12/12/20:00	348° 49' 40"	260° 47' 52"	80° 47' 52"	91° 58' 12"
12/19/20:00	348° 56' 12"	267° 55' 08"	87° 55' 08"	98° 58' 56"
1/ 6/ 19:00	349° 23' 53"	286° 15' 52"	106° 15' 52"	116° 51' 59"

この表から読み取れるように、地球の公転が天王星の公転に影響を及ぼさない条件となる、地球と天王星の日心黄経差 90 度を既に超えてしまっており、地球の公転が測定結果に影響を及ぼしてしまったといえる。

ちなみに、天王星は 2008 年 12 月 10 日（1 回目の 2 日前）21:03 に東矩を迎えており、3 回目の観測では、これらの影響をかなり受けていると考えられる。

そこで、1 - 2回目での結果が最も誤差を含まないと考え、

最終的な天王星の公転周期は約 63.41 年となった。

今回求めた結果の中では最も誤差を含まないが、それでも地球の公転による影響は否めない。

7 感想

今回は観測期日に留意しておらず、観測結果に誤差を生じさせてしまった。しかし、メンバーが協力して多くの問題を乗り越え、結果を導けた事は大きな成果だった。今後は観測期日にも注意し、より精密な結果を導き出せるようにしたい。

参考文献

天文年鑑〈2008 年版〉

天文手帳〈2008 年版〉

太陽、惑星の位置

<http://star.gs/cgi-bin/scripts/tentai.cgi>

