

## 理科課題研究「金星の太陽との離角の測定と軌道の作図」

高等科3年 松田七海

### I. 研究目的

高等科2年生のレポート課題で金星の満ち欠けと明るさの変化について調べたことを契機に、金星の惑星運動の理解を深めたいと考えた。昼間の金星と太陽の離角を測定し、過去のデータも用い金星の軌道を作図することにした。

### II. 金星と太陽の離角の観測

#### (i) 昼間の金星の観測方法

昼間の金星の観測については、柴崎勝利氏(多摩六都科学館)に教示いただいた。「ステラナビゲータ10」でおよその位置を確認し、屈折天体望遠鏡(ビクセンカスタム80M)で観測した。また、デジタルカメラで金星を撮影し、金星の視直径や形の変化、明るさを観察した。太陽と金星の離角は、佐藤(2004)の方法を用い、測定ボードを制作し測定した。太陽の光が当たるように測定ボードを屈折天体望遠鏡の鏡筒にあて、指針の先端にある消しゴムの影が中心の消しゴムに落ちるように指針を動かして太陽と金星の角度を測定した(図1)。



図1 測定ボードを使った測定

#### (ii) 観測結果

測定ボードを使い金星と太陽との離角を7回測定した。1月12日が東方最大離角で、測定値は44.8度であった。実際は47.175度(天文年鑑2017)で、測定ボードの素材が悪く変形したため値が小さくなってしまった。

金星の視直径の変化と形の変化については、撮影する際にカメラの倍率が統一できなかったため、正確には比較できなかったが、日を追うごとに金星が欠け、東方最大離角になり内合へ向かう動きを確認できた。

### III. 金星の軌道を作図する

#### (i) 方法と結果

金星の軌道の作図は、水星の軌道を地球、水星、太陽の位置関係から作図する方法(内海ほか2007)を用いることにした。まず、水星の軌道を最大離角(1996~2000)のデータを使い作図した。作図によって水星の位置の26地点を定めることができた(図2)。この作図では、軌道上でバラバラに水星の位置がわかり、軌道はかなり正確に描くことができた。

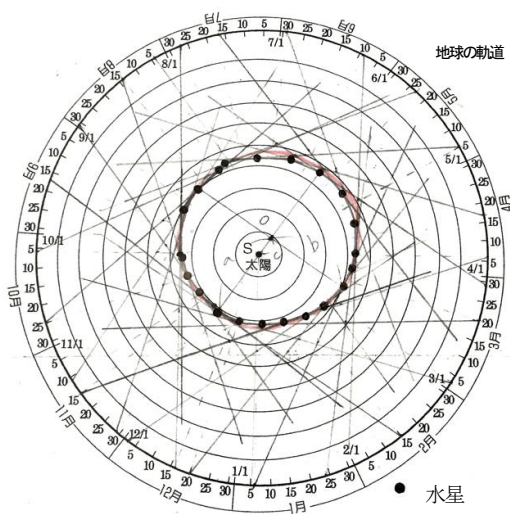


図2. 最大離角から作図した水星の軌道

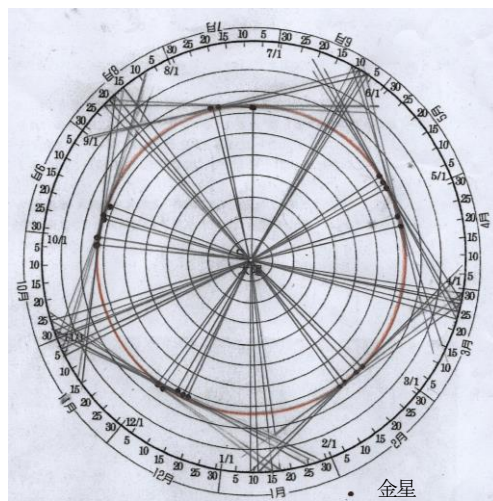


図3. 最大離角から作図した金星の軌道

金星の最大離角のデータは「天文年鑑 (1997～2015)」から調べた。地球・金星・太陽の位置関係から金星の27地点を作図から定めることができた。しかし、作図した金星の位置は、軌道上の特定の位置に集中し、五角形のような形が現れ、金星の軌道を描くことができなかった。

(ii) 考察

金星の作図で軌道の特定の位置に集中してしまう原因を探ってみた。水星の最大離角は18°～28°であるのに対し、金星の最大離角は45°～47°と最大離角の角度の変化が小さい。これは、金星がいつも地球・太陽との位置関係が同じような状態で最大離角を迎えるということを示している。そこで、金星・地球・太陽の位置関係がどうなっているかを計算したところ、金星は8年で13周公転しており、8年毎に金星・地球・太陽の位置関係がほぼ一致するということが導き出された。したがって、8年毎に金星がほぼ同じ位置に来るため図上で金星の位置が集中してしまい、軌道の作図ができなかったとわかった。

<計算式> 金星の公転周期：224.7日 8年：2922.048日 (365.256日×8)  
 $2922.048 \text{ 日} \div 224.7 \text{ 日} = 13.004218$

IV. 金星の視直径の変化を用いた作図

金星軌道の作図を描くほかの方法を探したところ、県立ぐんま天文台が紹介している金星の視直径の用いた作図があり、その方法での軌道の作図を試みることにした。

(i) 作図の方法

金星の視直径が地球から金星までの距離と反比例することを利用する。まず作図の基準とする日を決め、金星の離角を角度として任意の長さをとって位置を定める。そして他の日の地球・金星間の距離が基準日の何倍になるかを視直径から計算し、離角を角度として位置を求める。視直径と離角のデータは2015～2016年の各月1日のデータ(天文年鑑 (2015～2016))を使った。

(ii) 作図の結果と考察

作図したところ、24地点の金星の位置がわかり、ほぼ円状の金星の軌道を描くことができた。手書でつなげたものが実際の軌道である。そこで、金星の各点を正円でつなげた円を描いたところ、2つの円の線にずれができた。金星の軌道がわずかでも楕円軌道であることが確認できたと思う。

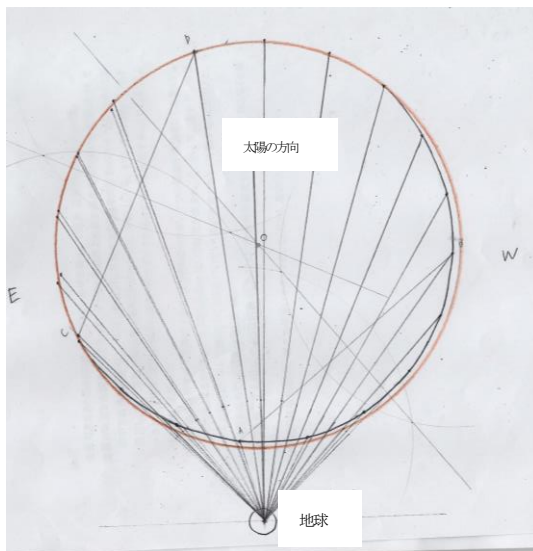


図4 視直径の変化から作図した金星の軌道

V. おわりに

今回の研究では、昼間の金星を観測し満ち欠けの様子をとらえ、作図からは金星・地球・太陽の位置が8年ごとにほぼ一致することに気づくことができた。今後の課題として、視直径を用いた作図で、今回は天文年鑑のデータを使用した。実測したデータから作図をしてみたいと考えている。

金星観測のご指導をいただいた多摩六都科学館 柴崎勝利氏に感謝申し上げます。

引用文献

- ・「天文年鑑」天文年鑑編集委員会 (1997～2015) 誠文堂新光社
- ・佐藤明達 (2004) 「昼間の金星観測」 天文教育 2004年3月号
- ・「金星の公転軌道を作図しよう」 県立群馬天文台ホームページより
- ・天文シミュレーションソフトウェア「ステラナビゲータ 10」(アストラーツ 2015)
- ・内海和彦他「地学I」(2007) 第一学習社