

## 【実習】ケプラーの第三法則（実験書・レポート）

### 1 ヨハネス・ケプラー（1571～1630）

ケプラーは、ドイツの自由都市ヴァイルデルシュタットに生まれ、奨学金を得てチュービンゲン大学で数学を学び、グラーツ大学で天文学を教えるまでになった。しかし宗派の違いから大学を追われ、1599年、当時のデンマークのヴェン島にあったウラニポリ天文台などで天体観測を続けていたティコ・ブラーエに招かれプラハで助手になった。ティコ・ブラーエの観測データは当時としては最も精度が高く、21年間にわたって惑星のデータなどが蓄積されていた。1601年、ティコ・ブラーエが亡くなると、ケプラーはそのデータをもとに研究を続け、1609年には「新天文学」を執筆し、第一、第二法則を発表した。さらに、太陽系の惑星にわたって成り立つ第三法則を発表した。

### 2 ケプラーの第三法則

次の表から、太陽系の惑星についてケプラーの第三法則を確かめてみよう。

【実習】①次表から公転半径  $a$  を縦軸に周期  $T$  を横軸にとってグラフにプロットする。小さな数字から大きな数字まで広い範囲にわたるのでグラフは対数目盛を使う。

②グラフにプロットした水星から土星まで（当時観測できていた6つの惑星）について近くを通る直線を引く。

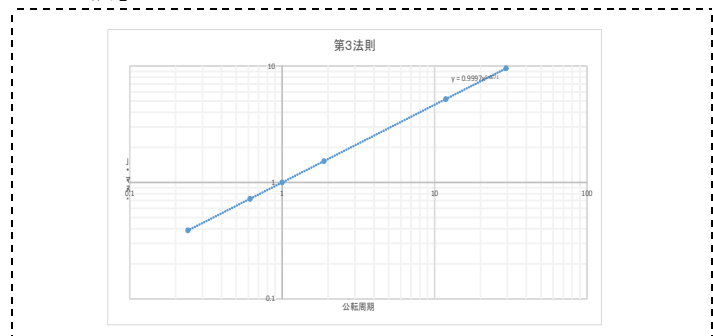
③別ファイル（Excel）表を利用して計算しグラフを作成してもよい。

④結果は、表の横に添付する。

【表1】 AU；天文単位

惑星	公転半径 $a$ (A.U.)	公転周期 $T$ (年)
水星	0.3871	0.2409
金星	0.7223	0.6152
地球	1.0000	1.0000
火星	1.5237	1.8809
木星	5.2026	11.8622
土星	9.5549	29.4578

【グラフ添付欄】



【整理】  $a$  と  $T$  が  $a = kT^z$  という関係になることを想定してみよう。地球のデータより  $k = 1$  が推定されるので、 $a = T^z$  を確かめることにする。両辺の対数をとると  $\log_{10}a = z\log_{10}T$  すなわち、 $y = \log_{10}a$ 、 $x = \log_{10}T$  と置くと、 $y/x = z$  となり、 $z$  はグラフの傾きから読み取れる。直線のグラフの傾きを読むと、およそ  $y/x = [① \quad 2/3 \quad ]$  (簡単な分数でよい) である。よって、 $\log_{10}a = [① \quad 2/3 \quad ] \log_{10}T$

よって、 $a^{②③} / T^{③②} = 1$  であることがわかる。(②③は小さな整数で)

### 3 天王星

その後、天王星は1781年、ウィリアム・ハーシェルが発見し、その周期が84.0223年であることがわかり、天王星の平均距離が〔④ 19.2 〕AUであることがわかった。

講座 ( ) ( ) 年 ( ) 組 ( ) 席 名前	共同実験者
( ) 月 ( ) 日 ( ) 曜 ( ) 限 気温 ( ) °C	気圧 ( ) hPa 湿度 ( ) %

## 【実習】ケプラーの第三法則（実験書・レポート）

### 1 ヨハネス・ケプラー（1571～1630）

ケプラーは、ドイツの自由都市ヴァイルデルシュタットに生まれ、奨学金を得てテュービンゲン大学で数学を学び、グラーツ大学で天文学を教えるまでになった。しかし宗派の違いから大学を追われ、1599年、当時のデンマークのヴェン島にあったウラニポリ天文台などで天体観測を続けていたティコ・ブラーエに招かれプラハで助手になった。ティコ・ブラーエの観測データは当時としては最も精度が高く、21年間にわたって惑星のデータなどが蓄積されていた。1601年、ティコ・ブラーエが亡くなると、ケプラーはそのデータをもとに研究を続け、1609年には「新天文学」を執筆し、第一、第二法則を発表した。さらに、太陽系の惑星にわたって成り立つ第三法則を発表した。

### 2 ケプラーの第三法則

次の表から、太陽系の惑星についてケプラーの第三法則を確かめてみよう。

【実習】①次表から公転半径  $a$  を縦軸に周期  $T$  を横軸にとってグラフにプロットする。小さな数字から大きな数字まで広い範囲にわたるのでグラフは対数目盛を使う。

②グラフにプロットした水星から土星まで（当時観測できていた6つの惑星）について近くを通る直線を引く。

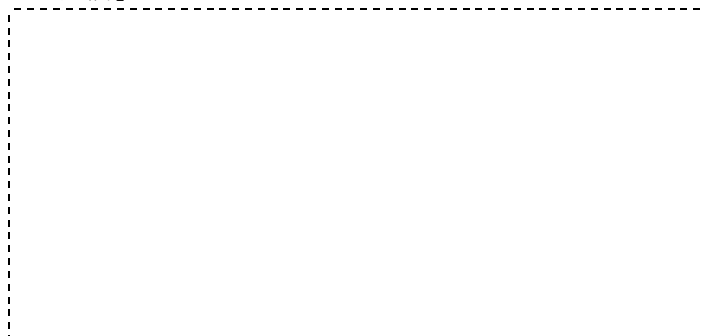
③別ファイル（Excel）表を利用して計算しグラフを作成してもよい。

④結果は、表の横に添付する。

【表1】 AU；天文単位

惑星	公転半径 $a$ (A.U)	公転周期 $T$ (年)
水星	0.3871	0.2409
金星	0.7223	0.6152
地球	1.0000	1.0000
火星	1.5237	1.8809
木星	5.2026	11.8622
土星	9.5549	29.4578

【グラフ添付欄】



【整理】  $a$  と  $T$  が  $a = kT^z$  という関係になることを想定してみよう。地球のデータより  $k = 1$  が推定されるので、 $a = T^z$  を確かめることにする。両辺の対数をとると  $\log_{10}a = z\log_{10}T$  すなわち、 $y = \log_{10}a$ 、 $x = \log_{10}T$  と置くと、 $y/x = z$  となり、 $z$  はグラフの傾きから読み取れる。直線のグラフの傾きを読むと、およそ  $y/x = [① \quad ]$ （簡単な分数でよい）である。よって、 $\log_{10}a = [① \quad ] \log_{10}T$

よって、 $a^{②} / T^{③} = 1$  であることがわかる。（②③は小さな整数で）

### 3 天王星

その後、天王星は1781年、ウィリアム・ハーシェルが発見し、その周期が84.0223年であることがわかり、天王星の平均距離が〔④〕AUであることがわかった。

講座 ( ) ( ) 年 ( ) 組 ( ) 席 名前	共同実験者
( ) 月 ( ) 日 ( ) 曜 ( ) 限 気温 ( ) °C	気圧 ( ) hPa 湿度 ( ) %