

# ケプラーの法則を確かめる

1年 \_\_\_\_\_ 組 \_\_\_\_\_ 番 氏名 \_\_\_\_\_

ケプラーは、彼の師であるティコ・ブラーエが残した精密な観測データを分析して、ケプラーの法則を発見したという。そこで、同じ手法を用いて火星の軌道を作図し、ケプラーの法則を確かめてみよう。

<目標> ケプラーと同じ方法で、火星の軌道を描き、ケプラーの法則を確かめる。

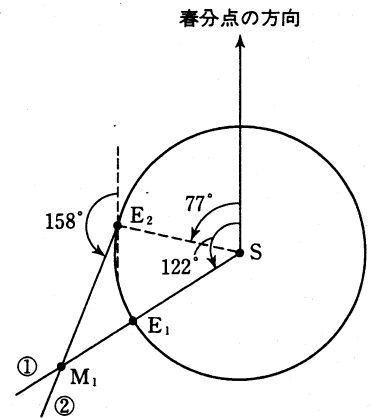
<準備> 分度器、定規、コンパス、方眼紙

<作業> 次ページの表のデータから、火星の公転軌道を作図する。

(1) **地球の位置の決定** 地球の公転軌道は離心率が非常に小さいので、公転軌道を円とし、中心 S を太陽とする（中心 S，半径 5cm の円を描く）。表から 1978 年 1 月 22 日には太陽から見た地球 E<sub>1</sub> の方向は春分点の方向から反時計まわりに 122° の方向となるので、地球の軌道上にその E<sub>1</sub> の位置を記入する。

(2) **火星の位置の決定** 地球が E<sub>1</sub> の位置にあるとき、火星 M<sub>1</sub> は衝（地球から見て、太陽の反対側に火星が位置する）なので、太陽と地球を結んだ直線①の延長上にある。火星は 687 日後にもとの位置にもどってくる。このとき、地球は E<sub>2</sub> の位置にあり、E<sub>2</sub> から見た火星は春分点の方向から反時計まわりに 158° の方向にあるので、その方向に直線②を引く。①と②の交点が火星 M<sub>1</sub> の位置になる。

(3) **火星の公転軌道の作図** 火星の位置 M<sub>1</sub>～M<sub>8</sub> をなめらかな曲線で結び、火星の公転軌道を描く。（このサイズでは軌道の形はほぼ円になるので、この軌道の中心 O の位置（点 S ではない）を求め、コンパスで作図する。）



<考察>

**第1法則の検証** この軌道が太陽を一つの焦点とする楕円軌道となることを示せば第一法則を検証できる。楕円は、楕円上の任意の点と2つの焦点の距離の和はすべて等しくなるのでここではこれを確かめる。まず、軌道の中心 O と太陽 S を結ぶ線分を火星の軌道まで延長する。この直線と火星の軌道が交わる2点のうち、S に近い方が火星の近日点 A で、その反対側が遠日点 B となり、線分 AB が楕円の半長軸に相当する。この線上で太陽 S と O に対して対称な位置にもう一つの焦点 S' をとり、以下の長さを測定する。

$$\overline{SM_1} + \overline{S'M_1} = \quad + \quad = \quad \text{cm}$$

$$\overline{SM_4} + \overline{S'M_4} = \quad + \quad = \quad \text{cm}$$

$$\overline{SM_6} + \overline{S'M_6} = \quad + \quad = \quad \text{cm}$$

年・月・日 (通日)	太陽から見た春分点と地球のなす角	地球の位置	地球から見た春分点と火星のなす角	火星の位置	年・月・日 (通日)	太陽から見た春分点と地球のなす角	地球の位置	地球から見た春分点と火星のなす角	火星の位置
1978・1・22 ( 0)	122°	E <sub>1</sub>	122° (衝)	M <sub>1</sub>	1986・7・10 (3091)	287°	E <sub>9</sub>	287° (衝)	M <sub>5</sub>
1979・12・10 ( 687)	77°	E <sub>2</sub>	158°		1988・5・27 (3778)	246°	E <sub>10</sub>	333°	
1980・2・25 ( 764)	156°	E <sub>3</sub>	156° (衝)	M <sub>2</sub>	1988・9・28 (3902)	5°	E <sub>11</sub>	5° (衝)	M <sub>6</sub>
1982・1・12 (1451)	111°	E <sub>4</sub>	191°		1990・8・16 (4589)	323°	E <sub>12</sub>	52°	
1982・3・31 (1529)	190°	E <sub>5</sub>	190° (衝)	M <sub>3</sub>	1990・11・28 (4693)	65°	E <sub>13</sub>	65° (衝)	M <sub>7</sub>
1984・2・16 (2216)	146°	E <sub>6</sub>	227°		1992・10・15 (5380)	22°	E <sub>14</sub>	107°	
1984・5・11 (2301)	230°	E <sub>7</sub>	230° (衝)	M <sub>4</sub>	1993・1・8 (5465)	108°	E <sub>15</sub>	108° (衝)	M <sub>8</sub>
1986・3・29 (2988)	188°	E <sub>8</sub>	270°		1994・11・26 (6152)	63°	E <sub>16</sub>	145°	

※罫線は目安として利用

