

6 プログラム電卓を用いて、天体教材資料を作る。

実習4でのだ円軌道の影響を確かめる学習で、中心差の生じる原因を考えさせる方法の一つとして、平均太陽軌道モデルと視太陽軌道モデルを仮定し、それぞれの軌道を1年間で、等速で動くものとして赤経増加を調べる方法をとったが、実際の太陽の公転資料が容易に入手できれば、それらの資料を用いて、実際の均時差に近い値を求めることもできるし、また、ケプラー第1・第2法則の学習でも、太陽と惑星間の距離、軌道速度、面積速度等の資料があれば一段と理解を深めさすこともできやすい。

これらの学習に用いられる資料を得るためのプログラム作成に必要なおもなる数式を次にあげる。

1) ケプラーの法則に関する式

○離心近点離角を求める近似式

$$E - e \sin E = n(t - T)$$

E:離心近点離角 e :離心率 n : 360° /公転周期 t :近日点通過日からの日数 T :近日点通過日

○動径 r の長さを求める式

$$r = a(1 - \cos E)$$

r :動径の長さ(天文単位) a :軌道長半径(天文単位)

○真近点離角 θ を求める式

$$\tan \frac{\theta}{2} = \sqrt{\frac{1+e}{1-e}} \tan \frac{E}{2}$$

θ :近日点から動径 r のなす角度

○動径が描く面積を求める式

$$S = \frac{r^2 Q}{2}$$

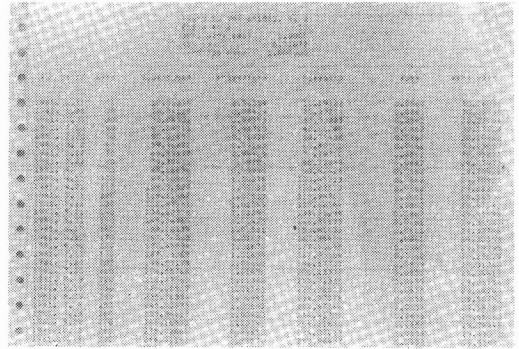
Q :ラジアン単位の扇形面積

○軌道上の速度を求める式

$$V^2 = 4\pi^2 \left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a} \right)$$

V :速度(km/S) P :公転周期[日単位]

表5は数式を順に用いて作成したプログラムに、入力として必要な惑星の近日点通過日、近日点からの日数きざみ、公転周期(年単位)、離心率、軌道長半径(天文単位)の値を理科年表暦部や天文観測年表より調べた値を入力して得た表である。



表から惑星と太陽間の距離、近日点からの角度(真近点離角)、動径が描く面積、軌道速度の資料が得られ、ケプラーの法則の学習に用いられる。

2) 均時差に関する式

○平均太陽の赤経を求める式

$$i = 280^\circ + 0.986 d$$

d :初年(1月0日)から数えた日数

i :平均太陽の赤経

○中心差の均時差を求める式

$$\epsilon_1 = -77 \sin(i + 79^\circ)$$

ϵ_1 :中心差による均時差

○道差の均時差を求める式

$$\epsilon_2 = 9.9 \sin 2i$$

ϵ_2 :道差による均時差

○均時差を求める式

$$\epsilon = -7.7 \sin(i + 79^\circ) + 9.9 \sin 2i$$

表6 均時差

	GATSU NICHU	TSUJITSU	KINJISA	SEKII
1	1	1.	-3.5	-23.0
1	11	11.	-7.7	-21.8
1	21	21.	-11.2	-20.0
2	1	32.	-13.7	-17.2
2	11	42.	-14.6	-14.1
2	21	52.	-14.3	-10.6
3	1	60.	-13.2	-7.7
3	11	70.	-11.0	-3.8
3	21	80.	-8.0	0.2
4	1	91.	-4.5	4.5
4	11	101.	-1.5	8.2
4	21	111.	1.1	11.8
5	1	121.	2.9	15.0