

惑星の自転周期と衛星の公転周期との共鳴関係を示す音楽情報モデル
と、HH (Hula-Hoop Rotation-Revolution) 数理モデルについて

林 大雅 † 林 佐千男 † 田中 敏幸 ‡

†長構造研究会 研究開発グループ ‡慶応義塾大学 理工学部

キーワード：太陽，自転周期，公転周期，Hula-Hoop，惑星，衛星，音楽情報，数理モデル

1 はじめに

太陽系の「太陽の自転と惑星の公転との関係」並びに「惑星の自転と衛星の公転との関係」の双方に当て嵌まる，音楽情報モデルと数理モデルとを提案し，観測されたデータによりそれ等を検証したい。但し，中心星の半径は，赤道半径Rを使用し，中心星の自転周期は，赤道付近の自転周期により計算している。第1近似値として太陽の自転周期（対恒星）には，25.38日 ≒ 周波数(A-26)を採用した。

2 音楽情報（音階）モデルの参照

オーケストラの音取りにも使われる『ラ』の音は，440Hz = (A4)で，NHKラジオ放送の時報にも，880Hz = (A5)との組合せで毎定時に使われている。

周期は周波数の逆数で，440Hz ≒ 2.27ms である。この関係を低周波～長低周波に拡張して考えて見よう。（長構造研究会 研究開発グループ）

- 1 mHz : 1 キロ秒 = 16分40秒 周期
- 1 μHz : 1 メガ秒 = 11.574日 周期
- 1 nHz : 1 ギガ秒 = 31.688年 (約32年)
- 1 pHz : 1 テラ秒 = 31,688年 (約3万年)

周波数と周期は，下記の単位が一般的である。

- 1 kHz : 1 ミリ秒 = 1ms 周期
- 1 MHz : 1 マイクロ秒 = 1μs 周期
- 1 GHz : 1 ナノ秒 = 1ns 周期
- 1 THz : 1 ピコ秒 = 1ps 周期

(表1.) 自転 公転 周期 参照資料[1][2]

天体名	音階名	自転公転	日数	年数
太陽	A-26	自転	25.38	0.07
水星	C-27	公転	87.97	0.24
金星	G-29	公転	224.7	0.61
地球	B-30	公転	365.25	1
火星	C-30	公転	686.98	1.88
木星	E-33	公転	4,332	11.86
土星	C-34	公転	10,786	29.53
天王星	F#-36	公転	30,733	84.25
海王星	F#-37	公転	60,349	165.22
冥王星	B-38	公転	90,817	248.64
エリス	A-39	公転	203,430	556.97

太陽系の天体の自転周期や公転周期には，共鳴(Resonance)関係が多々見受けられ，音楽情報の協和音(Concord)の関係に相当している。それとは逆に半音階的な差異を持つ不協和音(Discord)の存在も多々見受けられるが，その存在の必然性についても検討して行きたい。

音階では，平均律でも純正調でも1オクターブ=8度，は2倍の周波数(1/2の周期)の関係にある。220Hz=A3, 110Hz=A2, 55Hz=A1, 27.5Hz=A0, 更に, 13.75Hz=A-1, …と(-)マイナスのオクターブ関係により，低周波～長低周波にまで範囲を広げると，共鳴関係，協和音/不協和音，の検証が容易になる。

水星の公転周期C-27，と自転周期G-27は2:3 (ドレミファソ:5度)の関係である。太陽の自転周期A-26を基準にして太陽系の惑星や準惑星の公転周期を音階名で表わしてみよう。(表1, 2)の音階名:太陽自転:A-26は, 440Hz=A4から30オクターブ低い周波数に相当する。(本稿においては太陽の赤道付近の自転周期の25.38日を基準音としている。)

平均律は1オクターブを12音に等比級数的に分割しているので，半音の差は約1.059倍である。CとF#(全4度=3全音)の比は，平均律では，√2 ≒ 1.4142 である。純正調では，7:5 = 1.4 としている。(表3. 参照)

純正調では尽数関係の様に簡単な整数比で表わされる音階である。平均律と純正調の差は1%程度あるものがある。半音の差異は5.9%である。

(表2.) 自転 公転 周期 参照資料[1][2]

天体名	音階名	自転公転	日数
太陽	A-26	自転	25.38
水星	G-27	自転	58.65
金星	F#-29	自転	243
地球	F-21	自転	1
火星	E-21	自転	1.03
木星	G#-20	自転	0.41
土星	G-20	自転	0.44
天王星	B-21	自転	0.72
海王星	C-20	自転	0.67
冥王星	A-24	自転	6.39
月	Ab-26	公転	27.32

2.1 太陽系での共鳴(Resonance)関係の例

地球の「月」の「自転と公転の関係」は、1:1である。A \flat -26, 同音(Unison), 27.32日

水星の「自転と公転の関係」は、2:3になっている。G-27:C-27, 58.6462:87.9730日

木星と土星の公転周期の関係は、2:5になっている。E-33:C-34, 11.86年:29.53年

天王星, 海王星, 冥王星の公転は、1:2:3である。F#-36:F#-37:B-38, 84.25:165.22:248.64(年)

冥王星と衛星の自転,公転,自転は、1:1:1である。A-24, 6.38725日, 同音(Unison)

2.2 太陽系での不協和音(Discord)の例

金星の「自転と公転の関係」は半音階的な差異。F#-29:G-29, 243.0:224.7(日)

地球の自転と火星の自転の関係は半音階的な差異。F-21:E-21, 24:24.7(時間)

木星の自転と土星の自転の関係は半音階的な差異。G-20:G#-20, 0.414:0.444(日)

天王星の自転と海王星の自転の関係も半音階的な。B-21:C-20, 0.7183:0.6713(日)

周期(時間)と周波数(Hz)の関係は回転体の回転速度に関係しているが、その回転方向(順行/逆行, 正転/逆転), 回転の傾斜角(Inclination)や、離心率(Eccentricity)からは独立である。

内惑星の協和音は、イ短調(A minor)である。
外惑星の協和音は、ト長調(G major)である。
どちらの調で歌うのかを迷っている合唱隊が、小惑星(Minor Planets/Asteroids)ではないだろうか。(長構造研究会 研究開発グループの仮説)

木星, 土星, 天王星, 海王星, 等の大型のガス惑星の環(Ring)も同様の存在ではないのだろうか。

(表3.) 平均律の音階と純正調の比率

音階	周波数	倍率	比率	音名
24	1760 Hz	4	4:1	A6
23	1661.22	3.7755	15:4	G#6
22	1567.98	3.5636	18:5	G6
21	1479.98	3.3636	10:3	F#6
20	1396.91	3.1748	16:5	F6
19	1318.51	2.9966	3:1	E6
18	1244.51	2.8284	14:5	D#6
17	1174.66	2.6697	8:3	D6
16	1108.73	2.5198	5:2	C#6
15	1046.5	2.3784	12:5	C6
14	987.77	2.2449	9:4	B5
13	932.33	2.1189	17:8	A#5
12	880 Hz	2	2:1	A5
11	830.61	1.8877	15:8	G#5
10	783.99	1.7818	9:5	G5
9	739.99	1.6818	5:3	F#5
8	698.46	1.5874	8:5	F5
7	659.26	1.4983	3:2	E5
6	622.25	1.4142	7:5	D#5
5	587.33	1.3348	4:3	D5
4	554.37	1.2599	5:4	C#5
3	523.25	1.1892	6:5	C5
2	493.88	1.1225	9:8	B4
1	466.16	1.0595	16:15	A#4
0	440 Hz	1	1:1	A4
-1	415.3	0.9439	15:16	G#4
-2	392	0.8909	8:9	G4
-3	369.99	0.8409	5:6	F#4
-4	349.23	0.7937	4:5	F4
-5	329.63	0.7492	3:4	E4
-6	311.13	0.7071	5:7	D#4
-7	293.66	0.6674	2:3	D4
-8	277.18	0.6300	5:8	C#4
-9	261.63	0.5946	3:5	C4
-10	246.94	0.5612	5:9	B3
-11	233.08	0.5297	8:15	A#3
-12	220 Hz	0.5	1:2	A3

3 Hula-Hoop 数理モデルの提案

遊具のフラフープの回転運動をモデルとして、直感的に、自転振動している母星を人の体に当てはめて、仮想的なフラフープは、宇宙空間で母星の自転に同期して、回転しているものとする。

フラフープは太陽系の宇宙空間に実在してはいないが、フラフープの外縁が母星の子星に接する程度の大きさを持っているものを想定している。

仮想フラフープの半径 (H) は、直径は子星の公転軌道の長半径 (K) の (1/2) 程度である。

表計算 StarCalc を使って理科年表と天文年鑑から太陽と惑星および惑星と衛星の下記のデータを表計算に入力して、色々と比較検討を試みた。

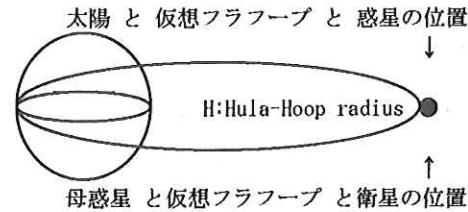
3.1 Hula-Hoop モデルの変数と記号の説明

(表4.) 太陽の自転と惑星の公転の場合

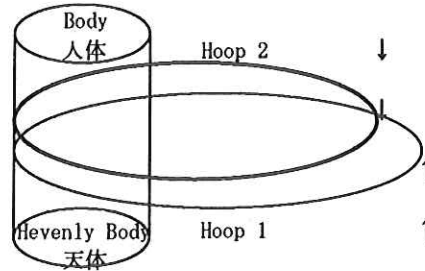
太陽の自転周期; A; 対恒星; 単位: 日数
太陽の自転周期; B; 対惑星; 単位: 日数
太陽の赤道半径; R; Radius; 単位: km
惑星の赤道半径; r; radius; 単位: km
惑星の公転半径; K; 軌道の長半径; km
仮想フラフープの半径; $H \approx K/2$; km
仮想フラフープの公転周期; A; 対恒星; 日数
仮想フラフープの公転周期; B; 対惑星; 日数
仮想フラフープの自転周期; X; 対恒星; 日数
仮想フラフープの自転周期; W; 対惑星; 日数

(表5.) 惑星の自転と衛星の公転の場合

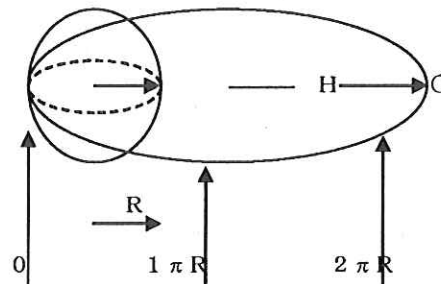
惑星の自転周期; D; 対恒星; 単位: 日数
惑星の自転周期; B; 対衛星; 単位: 日数
惑星の赤道半径; R; Radius; 単位: km
衛星の赤道半径; r; radius; 単位: km
衛星の公転周期; M; 対恒星; 単位: 日数
衛星の公転半径; K; 軌道の長半径; km
仮想フラフープの半径; $H \approx K/2$; km
仮想フラフープの公転周期; D; 対恒星; 日数
仮想フラフープの公転周期; B; 対衛星; 日数
仮想フラフープの自転周期; X; 対恒星; 日数
仮想フラフープの自転周期; W; 対衛星; 日数



共鳴関係が成立つ為には、フラフープの「大きさ」が、相互に「尽数関係」になっている筈である。



仮想フラフープの半径は: H, 直径は $\approx K$ である。直径: K は、公転軌道の半長径を使用している。R は 母天体の赤道半径, r は 子天体の赤道半径。



天体とフラフープの接点は、回転と共に移動している。出発の0点に戻るまでの回転を、「フラフープ自転」、振り回される回転を、「フラフープ公転」と定義する。

図1. 仮想フラフープ数理モデルの概念図

(表6.) 太陽の自転と惑星の公転の場合

天体名	音階名	自転公転	X日数	Y日数	X:Y	W日数	W:Y	
太陽	A-2 6	自転	25.38	25.38	1:1	25.38	1:1	フープの自転周期; X; 対恒星
水星	C-2 7	公転	1055.8	87.97	12:1	1484	17:1	
金星	G-2 9	公転	1972.9	224.7	9:1	2224.2	10:1	フープの自転周期; W; 対惑星
地球	B-3 0	公転	2727.6	365.25	15:2	2931.3	8:1	
火星	C-3 0	公転	4156	686.98	6:1	4315.4	19:3	各惑星の公転周期; Y; 対恒星
木星	E-3 3	公転	14,191	4,332	10:3	14,274	10:3	
土星	C-3 4	公転	26,062	10,786	12:5	26,123	12:5	X:Y に 共鳴関係 がある。
天王星	F#-3 6	公転	52,420	30,733	12:7	52,463	12:7	
海王星	F#-3 7	公転	82,129	60,349	4:3	82,163	4:3	W:Y に 共鳴関係 がある。
冥王星	B-3 8	公転	108,514	90,817	6:5	108,544	6:5	
エリス	A-3 9	公転	184,644	203,430	10:11	184,667	10:11	

(表7.) 惑星の自転と衛星の公転の場合

天体名	音階名	回転	X日数	M日数	X:M
地球	F-21	自転	1	1	1:1
月	G#-26	公転	30.05	27.32	11:10
火星	E-21	自転	1.03	1.03	1:1
Phobos	C#-19	公転	1.42	0.32	9:2
Deimos	C#-21	公転	3.55	1.26	14:5
木星	G#-20	自転	0.4135	0.4135	1:1
Ganymede	G-24	公転	3.0992	7.1545	3:7
Callisto	E-25	公転	5.452	16.689	1:3
Io	G-22	公転	1.221	5.905	7:10
Europa	B-38	公転	1.943	3.551	5:9
土星	G-20	自転	0.4440	0.4440	1:1
Titan	F-25	公転	4.496	15.945	2:7
Rhea	D#-23	公転	1.939	4.5175	3:7
Iapetus	C#-27	公転	13.10	79.331	1:6
Dione	B-23	公転	1.389	6.256	1:2
天王星	B-21	自転	0.7183	0.7183	1:1
Titania	D#-24	公転	6.124	8.7059	5:7
Oberon	G#-25	公転	8.186	13.463	3:5
Unbriel	E-23	公転	3.760	4.144	10:11
Ariel	C#-22	公転	2.704	2.520	13:12
海王星	C-20	自転	0.6713	0.6713	1:1
Triton	A#-24	公転	4.810	5.8768	5:6
Proteus	D#-21	公転	1.594	1.121	7:5
Nereid	B-30	公転	74.73	360.16	4:19
Larissa	D#-20	公転	1.799	0.554	9:5
冥王星	A-24	自転	6.3872	6.3872	1:1
Charon	A-24	公転	51.13	6.3872	8:1
Hydra	D-26	公転	173.12	38.20	9:2

4. 考察

HH(フラフープ)数理モデルは太陽の自転周期を持たむ事により、惑星の公転周期の共鳴関係を明らかにする事が可能になる。比較される数値のオーダー(大きさのディメンジョン)が合う。

太陽の周りを公転している惑星、準惑星、等は、太陽の引力圏内に居る限り、太陽の自転による引力の「ゆらぎ」の影響を受ける筈である。その比率は引力圏内では、何処でも同じ比率であろう。

地球・月系、冥王星・カロン系等のバイナリ天体では、太陽の自転周期に起因する引力の「ゆらぎ」に共鳴し易いのではないだろうか。

月の公転=自転周期と太陽の重力的自転周期と同期しているのではないだろうか。

カロンの公転=自転周期は、1:4で太陽の重力的自転周期と同期しているのではないだろうか。

最小二乗法により太陽の重力的自転周期=25.54日を想定して見よう。

太陽の重力的自転周期=25.54日とすると、太陽の赤道付近の自転周期=25.38日と「うなり」を生ずるであろう。両周期の差は、0.16日である。「うなり」の周期は、4051.28日=11.0918年となりこの値は、太陽黒点の極大極小周期に一致している。

5. おわりに(逆問題)

ケプラーの第三法則(1619年)の68年後に、ニュートンの万有引力の法則(1687年)が出た。

ウェーゲナーの大陸移動説(1912~)は50年経って、プレートテクトニクスとして証明された。

チチウス・ボーデの法則は、単なる経験則に過ぎないのだろうか。

6. 謝辞

ご指導を頂いた慶應義塾大学理工学部 物理情報工学科の田中敏幸研究室の皆様へ感謝します。

参考文献

- [1] 理科年表 東京天文台編 第80冊 平成19年版 発行所 丸善株式会社
- [2] 天文年鑑 2007年版 発行所 誠文堂新光社

hhayashi74@hotmail.com

(2008年3月23日受付, 2008年6月15日受理)

太陽の赤道半径 (R)	696,000	R. Km	Sun	Mercury	Venus	Earth	Mars	Ceres	準惑星
太陽の自転周期は音名では A-26		天体名	音名	水星 C-27	金星 G-29	地球 B-30	火星 C-30	セレス	G#-32
太陽の自転周期 (A) 赤道	25.38								
ケプラーの第三法則による公転周期 (年)	0.240843			0.615184	1.000000	1.880791	4.600216		
惑星の公転周期 (y) 年を入力 →	(年)			y 0.24	y 0.62	y 1.000039	y 1.880866	y 4.597720	
年を日数換算 × 太陽年	365.24			Y 87.969	Y 224.700	Y 365.256	Y 686.972	Y 1679.281	
惑星の軌道半径 (k) AU を入力 →	(AU)			k 0.38710	k 0.72	k 1.00000	k 1.52368	k 2.76600	
AU を km に換算 ×	149,597.870			K 5.7909E+07	K 1.0821E+08	K 1.4960E+08	K 2.2794E+08	K 4.1379E+08	
仮想フラフープの半径 (H)=K/2	H. km			H 2.8955E+07	H 5.4104E+07	H 7.4799E+07	H 1.1397E+08	H 2.0689E+08	
〃 と太陽の半径の比 (V)=H/R	比率			V 41.602	V 77.736	V 107.470	V 163.749	V 297.261	
仮想フラフープ自転周期 (X)=V*A	X. 日			X 1055.8	X 1972.9	X 2727.6	X 4156.0	X 7544.5	
尽数関係 (X/Y) : 1 は … Z=X/Y	比率			Z 12.002	Z 8.7804	Z 7.4676	Z 6.0497	Z 4.4927	
尽数関係 (X:Y) ≡ (I:J)	比率			(12:1)	(9:1)	(15:2)	(6:1)	(9:2)	
誤差=abs(Z-I/J)/Z	誤差			##0.020%	##2.502%	##0.434%	##0.821%	##0.163%	
惑星から見た太陽の自転周期 (B)	B. 日			B 35.672	B 28.612	B 27.275	B 26.354	B 25.769	
仮想フラフープ自転周期 (W)=V*B	W. 日			W 1484.0	W 2224.2	W 2931.3	W 4315.4	W 7660.3	
尽数関係 (W/Y) : 1 は … Z=W/Y	比率			Z 16.869	Z 9.898	Z 8.025	Z 6.282	Z 4.562	
尽数関係 (W:Y) ≡ (I:J)	比率			(17:1)	(10:1)	(8:1)	(19:3)	(9:2)	
誤差=abs(Z-I/J)/Z	誤差			##0.774%	##1.027%	##0.314%	##0.821%	##1.351%	
天体名	天体名			水星 G-27	金星 F#-29	地球 F-21	火星 E-21	セレス	
惑星の赤道半径 (r) を入力 →	r. Km			r 2,440	r 6,052	r 6,378	r 3,397	r 476	
惑星の自転周期 (D) を入力 →	D. 日			D 58.6462	D 243.0185	D 1	D 1	D 1	
惑星と惑星の衛星との関係				惑星の第1 (最大) の衛星の名前と音名 →	Moon G#-26	Phobos C#-19			

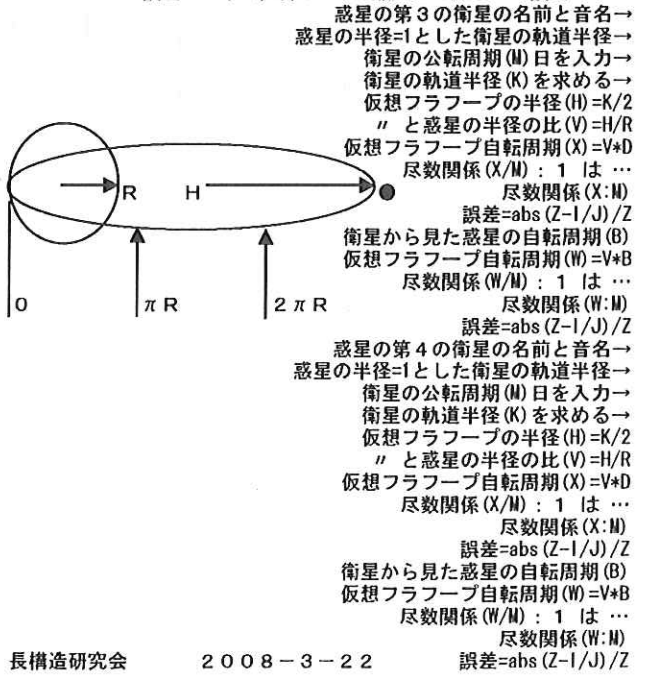
太陽の赤道半径 (R)=696,000 km
 太陽の自転周期 (A)=25.38 日 赤道
 太陽の自転周期 (G)=25.54 日 重力 ?
 1 恒星年=365.25636 日
 1 太陽年=365.24219 日
 天文単位=1AU=149,597,870km
 地球の赤道半径=6,378km

尽数関係 (Commensurability)
 又は、共鳴関係 (Resonance) とは、
 簡単な整数比 (I : J) で表わされる関係の事。
 データ引用、参考文献
 理科年表 東京天文台編 第80冊 平成19年版
 2007年版 発行所 丸善株式会社
 天文年鑑 2007年版 発行所 (株)誠文堂新光社

変数と記号の説明 (太陽 と 惑星 の 場合)
 太陽の自転周期; A; 対恒星; 単位: 日数
 太陽の自転周期; B; 対惑星; 単位: 日数
 太陽の赤道半径; R; Radius; 単位: km
 惑星の公転周期; Y; 対恒星; 単位: 日数
 惑星の公転半径; K; 軌道の長半径: km
 仮想フラフープの半径; H=K/2; km
 仮想フラフープの公転周期; A; 対恒星; 日数
 仮想フラフープの公転周期; B; 対惑星; 日数
 仮想フラフープの自転周期; X; 対恒星; 日数
 仮想フラフープの自転周期; W; 対惑星; 日数

変数と記号の説明 (惑星 と 衛星 の 場合)
 惑星の自転周期; D; 対恒星; 単位: 日数
 惑星の自転周期; B; 対衛星; 単位: 日数
 惑星の赤道半径; R; Radius; 単位: km
 衛星の公転周期; M; 対恒星; 単位: 日数
 衛星の公転半径; K; 軌道の長半径: km
 仮想フラフープの半径; H=K/2; km
 仮想フラフープの公転周期; D; 対恒星; 日数
 仮想フラフープの公転周期; B; 対衛星; 日数
 仮想フラフープの自転周期; X; 対恒星; 日数
 仮想フラフープの自転周期; W; 対衛星; 日数

惑星の半径=1とした衛星の軌道半径 →	60.27	2.76	比率
衛星の公転周期 (M) 日を入力 →	M 27.32166	M 0.319	M M. 日
衛星の軌道半径 (K) を求める →	K 384.402	K 9.376	K K. km
仮想フラフープの半径 (H)=K/2	H 192.201	H 4.688	H H. km
〃 と惑星の半径の比 (V)=H/R	V 30.1350	V 1.380	V 比率 (H/R)
仮想フラフープ自転周期 (X)=V*D	X 30.0536	X 1.416	X X. 日
尽数関係 (X/M) : 1 は … Z=X/M	Z 1.09999	Z 4.438	Z 比率 (X/M)
尽数関係 (X:M) ≡ (I:J)	(11:10)	(9:2)	比率
誤差=abs(Z-I/J)/Z	##0.001%	##1.386%	誤差
衛星から見た惑星の自転周期 (B)	b 1.0351	b 0.463	b B. 日
仮想フラフープ自転周期 (W)=V*B	W 31.192	W 0.639	W W. 日
尽数関係 (W/M) : 1 は … Z=W/M	z 1.1417	z 2.003	z 比率 (W/M)
尽数関係 (W:M) ≡ (I:J)	(8:7)	(2:1)	比率
誤差=abs(Z-I/J)/Z	##0.104%	##0.133%	誤差
惑星の第2の衛星の名前と音名 →	Deimos C#-21	第2の衛星	
惑星の半径=1とした衛星の軌道半径 →	6.91		比率
衛星の公転周期 (M) 日を入力 →	M 1.263	M M. 日	
衛星の軌道半径 (K) を求める →	K 23.473	K K. km	
仮想フラフープの半径 (H)=K/2	H 11.737	H H. km	
〃 と惑星の半径の比 (V)=H/R	V 3.4550	V 比率 (H/R)	
仮想フラフープ自転周期 (X)=V*D	X 3.5448	X X. 日	
尽数関係 (X/M) : 1 は … Z=X/M	Z 2.8067	Z 比率 (X/M)	
尽数関係 (X:M) ≡ (I:J)	(14:5)	比率	
誤差=abs(Z-I/J)/Z	##0.238%	誤差	
衛星から見た惑星の自転周期 (B)	b 5.4677	b B. 日	
仮想フラフープ自転周期 (W)=V*B	W 18.891	W W. 日	
尽数関係 (W/M) : 1 は … Z=W/M	z 14.957	z 比率 (W/M)	
尽数関係 (W:M) ≡ (I:J)	(15:1)	比率	
誤差=abs(Z-I/J)/Z	##0.287%	誤差	



Jupiter 木星 E-33	Saturn 土星 C-34	Uranus 天王星 F#-36	Neptune 海王星 F#-37	Pluto 冥王星 B-38	準惑星 Eris エリス A-39	Planet/Dw. Planet, 惑星や準惑星の名前 音程 平均緯 440Hz = A 3, 太陽 = A-26
11.87	29.54	84.25	165.22	250.94	556.97	ケプラーの第三法則による公転周期(年)
y 11.86155	y 29.53216	y 84.25300	y 165.2269	y 248.6452	y 556.9740	惑星の公転周期(y)年
Y 4332.338	Y 10786.391	Y 30772.750	Y 60347.835	Y 90815.717	Y 203430.404	年を日数換算 × 太陽年
k 5.20260	k 9.55491	k 19.21845	k 30.11039	k 39.7840	k 67.695	k, (AU) 惑星の軌道半径(k) A U
K 7.7830E+08	K 1.4294E+09	K 2.8750E+09	K 4.5045E+09	K 5.9516E+09	K 1.0127E+10	K, km AU を km に換算
H 3.8915E+08	H 7.1470E+08	H 1.4375E+09	H 2.2522E+09	H 2.9758E+09	H 5.0635E+09	H, km 仮想フープの半径(H)
V 559.122	V 1026.864	V 2065.402	V 3235.956	V 4275.576	V 7275.164	比率 (H/R) " と太陽の半径の比(V)
X 14190.5	X 26061.8	X 52419.9	X 82128.6	X 108514.1	X 184643.7	X, 日 仮想フープ自転周期(X)
Z 3.275	Z 2.416	Z 1.703	Z 1.361	Z 1.1949	Z 0.90765	比率 (X/Y) 尽数関係(X/Y) : 1 = (Z)
(10:3)	(12:5)	(12:7)	(4:3)	(6:5)	(10:11)	比率 尽数関係(X:Y) =
##1.766%	##0.669%	##0.636%	##2.027%	##0.428%	##0.159%	誤差 誤差=abs(Z-1/J)/Z
B 25.530	B 25.440	B 25.401	B 25.391	B 25.387	B 25.383	B, 日 惑星から見た自転周期(B)
W 14274	W 26123	W 52463	W 82163	W 108544	W 184667	W, 日 仮想フープ自転周期(W)
Z 3.295	Z 2.422	Z 1.705	Z 1.361	Z 1.1952	Z 0.90776	比率 (W/Y) 尽数関係(W/Y) : 1 = (Z)
(10:3)	(17:7)	(12:7)	(4:3)	(6:5)	(10:11)	比率 尽数関係(W:Y) =
##1.170%	##0.277%	##0.553%	##2.068%	##0.400%	##0.146%	誤差 誤差=abs(Z-1/J)/Z
木星 G#-20	土星 G-20	天王星 B-21	海王星 C-20	冥王星 A-24	エリス	惑星と惑星の衛星との関係
r 71.492	r 60.268	r 25.559	r 24.764	r 1.195	r 1.200	r, km 一惑星の赤道半径(r)
D 0.41	D 0.4440	D 0.72	D 0.67	D 6.38725	D 0.67	D, 日 一惑星の自転周期(D)
Ganymede G-24	Titan F-25	Titania D#-24	Triton A#-24	Charon A-24	惑星の第1の衛星の名前と音名	(衛星の軌道半径) : r
14.99	20.25	17.05	14.33	16.01	比率	衛星の公転周期(M)
M 7.1545	M 15.945	M 8.7059	M 5.8768	M 6.3872	M M, 日	衛星の軌道半径(K)
K 1.071.665	K 1.220.427	K 435.832	K 354.868	K 19.132	K K, km	仮想フラフープ半径(H)
H 535.833	H 610.214	H 217.916	H 177.434	H 9.566	H H, km	" と惑星の半径比(V)
V 7.4950	V 10.125	V 8.526	V 7.165	V 8.005	V 比率 (H/R)	フラフープ自転周期(X)
X 3.0992	X 4.496	X 6.124	X 4.810	X 51.13	X X, 日	尽数関係(X/M) : 1 は
Z 0.4332	Z 0.282	Z 0.703	Z 0.818	Z 8.005	Z 比率 (X/M)	尽数関係(X:M)
(3:7)	(2:7)	(5:7)	(5:6)	(8:1)	比率	誤差=abs(Z-1/J)/Z
##1.064%	##1.342%	##1.539%	##1.819%	##0.063%	##0.063%	惑星の自転周期(B)
b 0.4389	b 0.457	b 0.783	b 0.758	b 6.387	b B, 日	フラフープ自転周期(W)
W 3.2893	W 4.624	W 6.675	W 5.430	W 51.130	W W, 日	尽数関係(W/M) : 1 は
z 0.4598	z 0.290	z 0.767	z 0.924	z 8.005	z 比率 (W/M)	尽数関係(W:M)
(7:15)	(5:17)	(7:9)	(16:17)	(8:1)	比率	誤差=abs(Z-1/J)/Z
##1.504%	##1.418%	##1.443%	##1.859%	##0.063%	##0.063%	惑星の第2の衛星の名前と音名
Callisto E-25	Rhea D#-23	Oboron G#-25	Proteus D#-21	Nix A#-26	惑星の第2の衛星の名前と音名	(衛星の軌道半径) : R
26.37	8.74	22.79	4.750	比率	比率	衛星の公転周期(M)
M 16.689	M 4.5175	M 13.463	M 1.121	M 24.90	M M, 日	衛星の軌道半径(K)
K 1.885.244	K 526.501	K 582.592	K 117.629	K 48.680	K K, km	仮想フラフープ半径(H)
H 942.622	H 263.251	H 291.296	H 58.815	H 24.340	H H, km	" と惑星の半径比(V)
V 13.185	V 4.368	V 11.397	V 2.375	V 20.368	V 比率 (H/R)	フラフープ自転周期(X)
X 5.452	X 1.939	X 8.186	X 1.594	X 130.097	X X, 日	尽数関係(X/M) : 1 は
Z 0.327	Z 0.429	Z 0.608	Z 1.422	Z 5.225	Z 比率 (X/M)	尽数関係(X:M)
(1:3)	(3:7)	(3:5)	(7:5)	(26:5)	比率	誤差=abs(Z-1/J)/Z
##2.036%	##0.171%	##1.326%	##1.564%	##0.474%	##0.474%	惑星の自転周期(B)
b 0.424	b 0.492	b 0.759	b 1.673	b 8.591	b B, 日	フラフープ自転周期(W)
W 5.591	W 2.151	W 8.648	W 3.97	W 174.98	W W, 日	尽数関係(W/M) : 1 は
z 0.335	z 0.476	z 0.642	z 3.545	z 7.027	z 比率 (W/M)	尽数関係(W:M)
(1:3)	(9:19)	(11:17)	(18:5)	(7:1)	比率	誤差=abs(Z-1/J)/Z
##0.492%	##0.507%	##0.736%	##1.542%	##0.390%	##0.390%	惑星の第3の衛星の名前と音名
Io G-22	Iapetus C#-27	Umbriel E-23	Nereid B-30	Hydra D-26	惑星の第3の衛星の名前と音名	(衛星の軌道半径) : R
5.91	59.03	10.47	222.64	比率	比率	衛星の公転周期(M)
M 1.769	M 79.331	M 4.144	M 360.16	M 38.20	M M, 日	衛星の軌道半径(K)
K 422.160	K 3.557.620	K 267.628	K 5.513.457	K 64.780	K K, km	仮想フラフープ半径(H)
H 211.080	H 1.778.810	H 133.814	H 2.756.728	H 32.390	H H, km	" と惑星の半径比(V)
V 2.953	V 29.515	V 5.236	V 111.320	V 27.105	V 比率 (H/R)	フラフープ自転周期(X)
X 1.221	X 13.10	X 3.76	X 74.73	X 173.12	X X, 日	尽数関係(X/M) : 1 は
Z 0.690	Z 0.165	Z 0.907	Z 0.207	Z 4.532	Z 比率 (X/M)	尽数関係(X:M)
(7:10)	(1:6)	(10:11)	(4:19)	(9:2)	比率	誤差=abs(Z-1/J)/Z
##1.434%	##0.894%	##0.181%	##1.464%	##0.707%	##0.707%	惑星の自転周期(B)
b 0.540	b 0.446	b 0.869	b 0.673	b 7.670	b B, 日	フラフープ自転周期(W)
W 1.593	W 13.178	W 4.549	W 74.87	W 207.88	W W, 日	尽数関係(W/M) : 1 は
z 0.901	z 0.166	z 1.098	z 0.208	z 5.442	z 比率 (W/M)	尽数関係(W:M)
(9:10)	(1:6)	(11:10)	(4:19)	(11:2)	比率	誤差=abs(Z-1/J)/Z
##0.067%	##0.329%	##0.208%	##1.275%	##1.066%	##1.066%	惑星の第4の衛星の名前と音名
Europa G-23	Dione B-23	Ariel C#-22	Larissa D#-20	惑星の第4の衛星の名前と音名	(衛星の軌道半径) : R	(衛星の軌道半径) : R
9.397	6.26	7.53	2.970	比率	比率	衛星の公転周期(M)
M 3.551	M 2.7369	M 2.520	M 0.554	M M, 日	M M, 日	衛星の軌道半径(K)
K 671.810	K 377.037	K 192.434	K 73.549	K K, km	K K, km	仮想フラフープ半径(H)
H 335.905	H 188.518	H 96.217	H 36.775	H H, km	H H, km	" と惑星の半径比(V)
V 4.699	V 3.128	V 3.765	V 1.485	V 比率 (H/R)	V 比率 (H/R)	フラフープ自転周期(X)
X 1.943	X 1.389	X 2.704	X 0.997	X X, 日	X X, 日	尽数関係(X/M) : 1 は
Z 0.547	Z 0.507	Z 1.073	Z 1.799	Z 比率 (X/M)	Z 比率 (X/M)	尽数関係(X:M)
(5:9)	(1:2)	(13:12)	(9:5)	比率	比率	誤差=abs(Z-1/J)/Z
##1.547%	##1.468%	##0.976%	##0.032%	##0.032%	##0.032%	惑星の自転周期(B)
b 0.468	b 0.530	b 1.005	b 3.171	b 3.171	b B, 日	フラフープ自転周期(W)
W 2.199	W 1.658	W 3.782	W 4.708	W 4.708	W W, 日	尽数関係(W/M) : 1 は
z 0.619	z 0.606	z 1.500	z 8.499	z 8.499	z 比率 (W/M)	尽数関係(W:M)
(3:5)	(3:5)	(3:2)	(17:2)	(17:2)	比率	誤差=abs(Z-1/J)/Z
##3.099%	##0.943%	##0.033%	##0.017%	##0.017%	##0.017%	誤差