

PC 天文教材

作花一志 (京都情報大学院大学)

Teaching Material of Astronomy using PC

Kazushi Sakka (The Kyoto College of Graduate Studies for Informatics)

昨年と今年に 3 回ほど『天文教育』に書いた記事の内容を紹介した。

2005 年 5 月号	暦計算のはなし	曜日・干支の算出
2005 年 9 月号	ケプラーの法則	3 法則のビジュアル理解
2006 年 1 月号	サイズと質量の算出	HR 図 小惑星の質量

いずれも Excel を使って計算図示できる例であり、詳しくは会誌を参照していただくこととし、ここではカイパーベルト天体 (KBO) について考察した結果を記す。なお発表内容を更新している部分もある。

かつてエッジワース (1880 - 1972) とカイパー (1905 - 1973) は太陽系の外縁部には氷を主成分とする小天体のベルトがあるだろうと予見していた。そこに見つかった天体は彼らの名前をとってエッジワース・カイパーベルト天体 (EKBO: マニアックな和名では「えくぼ」) と呼ばれる。1992QB1 が発見されて以来、現在では 1000 個余りが確認されている。[1] に載っている 1100 個の KBO に冥王星を含めてそれらの、 a (平均距離) e (離心率) i (軌道傾斜角) (昇交点黄経) (近日点引数) H (絶対等級) について統計的調査を試みた。以下は SAS ユーザー学術総会 (2006 年 7 月) で発表したもの[2]の一部である。絶対等級 H の分布は図 1 のようにほぼ正規分布であるがもっと遠くのもっと暗い KBO が見つければ右上がりの指数分布になるかもしれない。注目すべきは 3 個だけ異常に明るいものがあることだ。最も明るい天体はやはり 2003UB313 (エリス) で次いで冥王星であった。一方、離心率 e ($0 \sim 1$) は小さな値に偏っていて、軌道は円に近いものが多く、扁平なものは少ない。また軌道傾斜角 i ($0 \sim 180$) の分布を $y=(ax+b)\exp(-x/c)$ という関数で近似し係数 a, b, c を非線形回帰分析法で求めてみた。結果は図 2 に示すが、あまりいい近似式ではない。

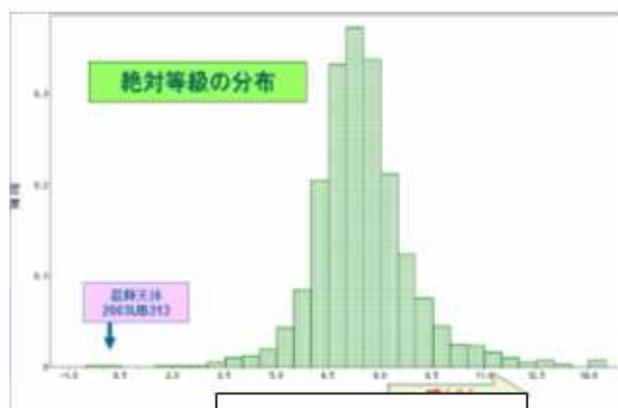


図1 絶対等級の頻度

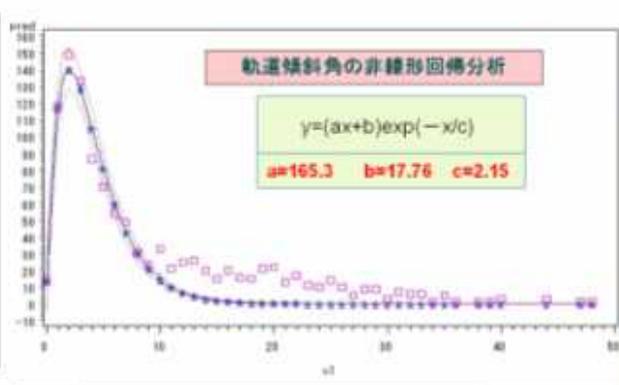


図2 四角印は実測値
クロス印は近似式での計算値

1100 個の天体には重複して登録されているものがあるかもしれない。それを調べるために a, e, i, \dots についてクラスター分析を行った。すなわちこの 5 変数の作る 5 次元空間における距離を求め、小さい順に列挙していく。この方法で楕円のサイズ・扁平度・傾き・方向において非常に似通った 6 個の天体が見つかった。2002TL301, 2002TB301, 2002TJ301, 2002TD301, 2002TF301, 2002TG301 の 6 個の天体は同一のものが重複して登録されているのではなく、現在同じ方向に見えているだけのことらしい。図 3 は 2006 年 7 月 26 日の天王星、海王星、冥王星およびこの 6 個の KBO の軌道であり、6 個の KBO が同じ方向に見えることがわかる。この件については宇宙航空研究開発機構の吉川真氏より貴重なアドバイスを頂いた。

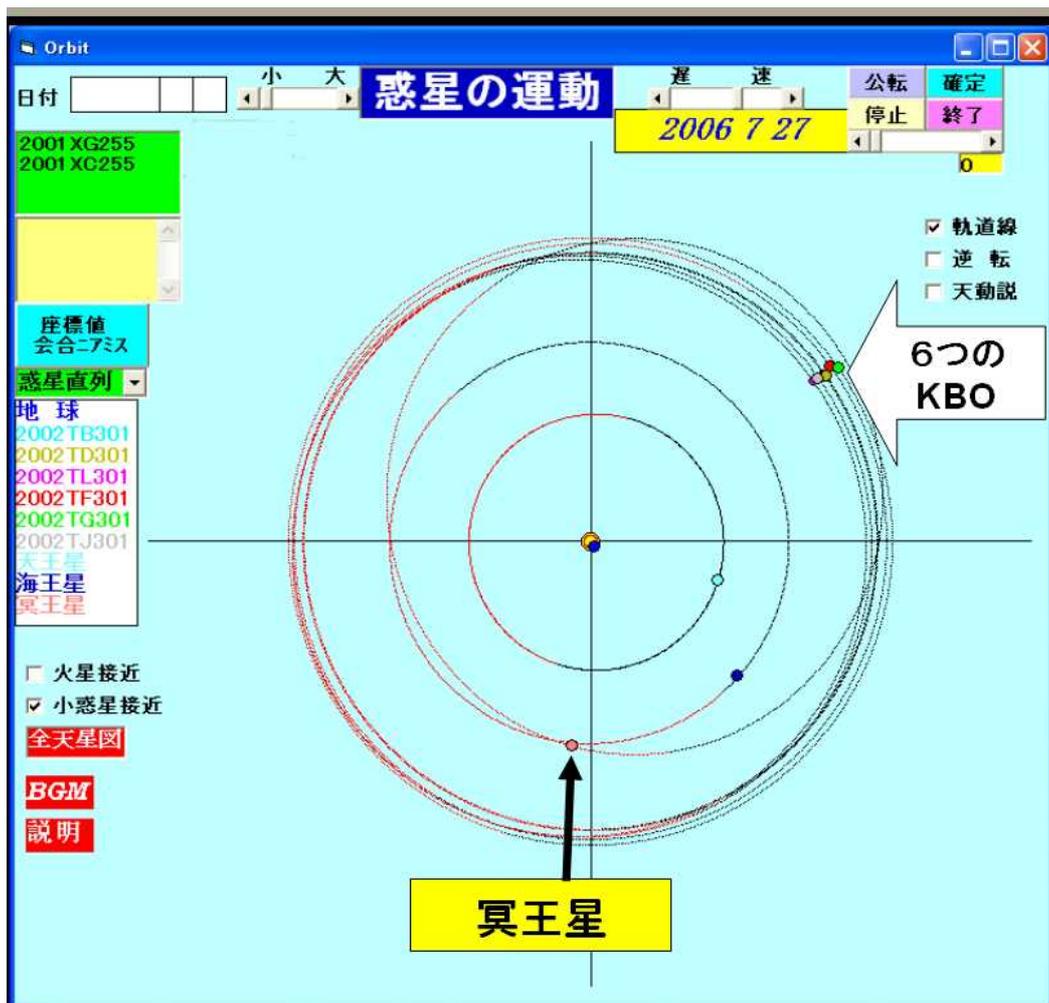


図 3 2006 年 7 月 27 日の惑星配置
水星～土星の軌道は表示されていない。

冥王星が惑星から dwarf planet に分類され、そこに属する天体は現在のところ冥王星、ケレス、エリスの 3 個だが、今後カイパーベルト天体の中から多数上がってくると期待される。冥王星はカロン、エリスはディスノミアという衛星を伴っているので、それらの公転周期 p と両者の距離 a から質量和 M が次式ケプラーの第 3 法則に基づいて表 1 のように求まる。この計算は電卓でもできる。

$$p^2 = a^3 * 4\pi^2 / (GM) \quad G \text{ は重力定数}$$

表 1 冥王星とエリスの質量算出

衛星	p	a	M	文献
冥王星 - カロン	6.387 日	19640km	1.000	[3]
エリス - ディスノミア	18	36000	0.77	[4]

冥王星の質量を 1 としたが地球の 0.0022 倍である [3]。

ディスノミアの p と a の値は不確かだが、元第九惑星と元第十惑星の質量はほぼ同じと考えられる。これに 8 惑星を加えてサイズと質量の散布図を描いてみれば「九惑星」は不合理だということが容易に理解されるだろう。

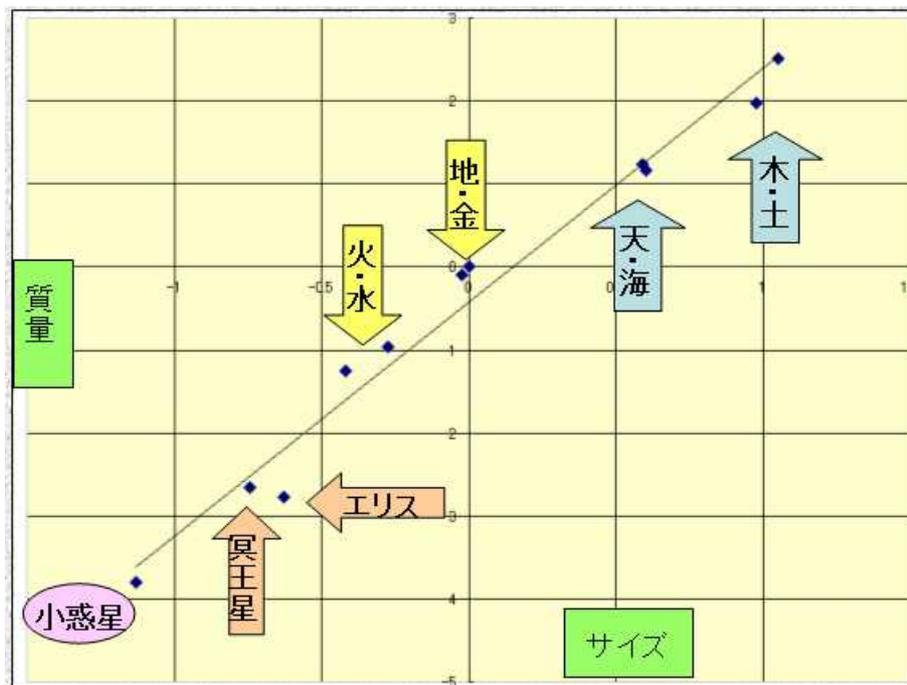


図 4 惑星のサイズと質量 (対数値)

[参考文献]

- [1] IAU 小惑星リスト <http://cfa-www.harvard.edu/iau/lists/MPLists.html>
- [2] 作花一志 南野公彦 「SAS を使った数値計算・統計処理教育プログラム」
SAS Forum ユーザー会 学術総会 2006
- [3] JPL <http://ssd.jpl.nasa.gov/>
- [4] BrownM.E <http://www.gps.caltech.edu/~mbrown/planetlila/moon/index.html>