

彗星の進化を探れ

飯田美幸(高2)【茨城県立竹園高校】、鈴木ゆきひ(高2)【宮城県仙台二華高校】

西原智佳子(高2)【東京都立国分寺高校】、福田唯(高3)【早稲田実業学校高等部】

1. はじめに

(1) 研究背景

彗星はガスや塵を放出して美しい尾を見せている。私たちはガスや塵を放出しているなら彗星はいつか消滅してしまうのではないか、という疑問を抱き、彗星の一生を考えた。

(2) 概要

3つの彗星の明るさの変化を調べた。それらから彗星の塵の放出量を求め、大きさの変化を推測し、最終的な彗星の姿を考察した。この研究は銀河学校2010での研究をまとめたものである。

2. 観測・解析

2.1. 観測

- ・望遠鏡 木曾観測所 口径105cm シュミット望遠鏡
- ・対象 9P/Tempell 67P/Churyumov-Gerasimenko 81P/Wild2

天候が良くなかったため自分たちでは観測データを取ることが出来なかった。過去の明るさを調べるため、木曾観測所で取られた9P、67P、81Pのデータを用いた。

	9P	67P	81P
形状&大きさ(km)	ラグビーボール型&3.8×2.5(長半径×短半径)	球&4(半径)	球&2(半径)
近日点距離(AU)	1.509	1.247	1.598
周期(年)	5.5	6.4	6.5
active time(年)	360	2610以上	36
データ(年)	2004~2009	2002~2010	2002~2009

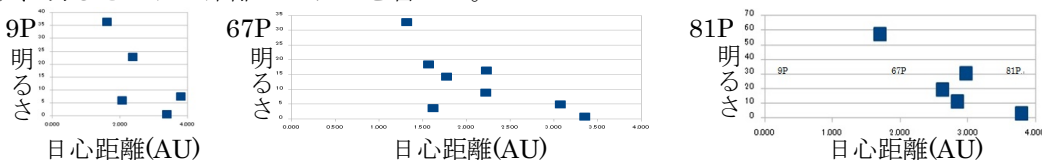
※active time: 近日点が2.5AU以内の軌道にいた年数(年)

2.2. 解析

まず観測データを一次処理した。一次処理は、バイアス処理とフラット処理を行った。次に測光をして彗星の明るさを測った。そして、明るさが既知の星と比較して等級を求めた。

3. 結果

まず、明るさと日心距離のグラフを書いた。



上記のデータから一周期で平均した塵の放出率を求めると、9Pは 13.36(kg/s)、67Pは 6.68(kg/s)、81Pは 32.44(kg/s)となった。これらの放出率を表面積で割り、単位面積(km²)あたりの放出率を

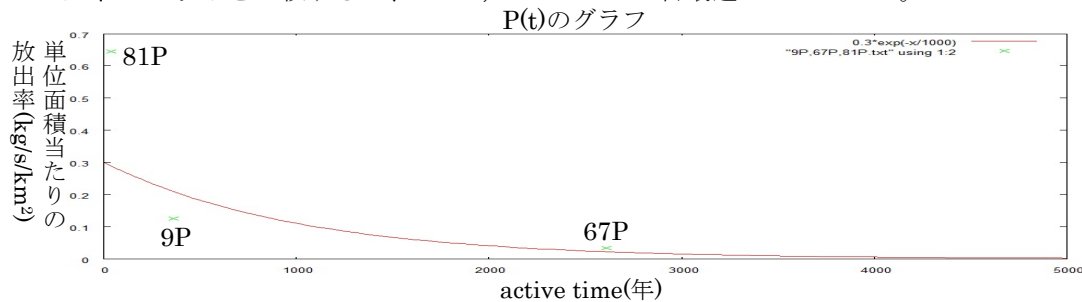
出すと、9Pは $0.125(\text{kg/s/km}^2)$ 、67Pは $0.0332(\text{kg/s/km}^2)$ 、81Pは $0.645(\text{kg/s/km}^2)$ となった。

〈寿命計算 1〉 まず、簡単なケースとして、彗星の塵の放出率が一定の場合について考えた。密度を (600kg/m^3) と仮定し、質量を放出率で割ると、9Pは 14×10^4 年、67Pは 76×10^4 年、81Pは 2.0×10^4 年という結果が出た。

〈寿命計算 2〉 横軸に active time、縦軸に単位面積 (km^2) あたりの塵の放出率のグラフを書いたところ、減少する傾向が見えた。それを式に表わすために次の式を導入した。

$$P(t) = a \times \exp\left(-\frac{t}{b}\right)$$

この式と、プロットを比較すると、 $a=0.3$ 、 $b=1000$ が一番最適だとわかった。



P(t)の式から、ある時間 T(5000 と仮定)までに彗星の半径が減る量 L を導いた。密度を ρ として、L は次のように表せる。

$$L = \frac{ab}{\rho} \left[1 - \exp\left(-\frac{T}{b}\right) \right]$$

この式から、半径の減った量は、9Pは 4.8m 、67Pは 14.6m 、81Pは $2.4 \times 10^2\text{m}$ となった。また、無限に時間が経過した場合の減少量は $15.75(\text{m})$ となる。

4. 考察

最初私たちはそれぞれの彗星の放出率は一定だと考えていたが、彗星の表面の氷が解けて塵を放出するなら、氷が減少すれば放出率も減少する事に気づいた。ここで彗星の成分は一様だと仮定し、氷が解ける年数によってどのように放出率が減少するかがわかる必要があると考えた。

以上の計算結果から、彗星の半径の変化は小さいとわかる。よって、彗星が無くなるよりも先に、ガスや塵の放出がなくなって、小惑星と見分けがつかなくなると考えられる。

5. まとめ

単位面積当たりの放出量から減る半径を求めることができる。そして彗星はそれぞれ半径の変化がとても小さく、最終的には小惑星と見分けがつかなくなると考えられる。

今後の課題は、他の彗星についても同様に研究し、それらも半径の変化が小さいのか調べると同時に、今回の研究結果を立証したい。

謝辞

「銀河学校 2010」のスタッフの皆様及び TA の皆様にはとてもお世話になりました。そして、NPO 法人サイエンスステーションにご協力いただきました。本当にありがとうございました。