

K7-84

流星群予報：彗星ダストトレイルの軌道計算 Meteor shower forecast: Orbital calculations of cometary dust trails

○齋藤雄大¹, 金子周平¹, 佐藤勲¹, 阿部新助²
*Takehiro Saitou¹, Shuhei Kaneko¹, Isao Satou¹, Shinsuke Abe²

Abstract : Comet dust trails are large dusts (typically size greater than 0.1 mm) that are ejected by a comet as its frozen gases evaporate during the Sun's encounter. Dust trails generate meteoroid streams, and when they intersect with the Earth's orbit they can create meteor showers. Meteor shower forecast can provide the date and time when dust trail encounter with the Earth's orbit. We performed orbital calculations of dust trails formed by the comet 289PBlanpain, the parent body Phoenicid meteor shower, which is predicted unusual meteor shower activity in 2014. The orbital calculation has been done in four-dimensional, ejection directions in x-y-z and the ejection timing near the perihelion passage. Our result shows the maximum date and time; at 3:39 (UT) on Dec 2, 2014 caused by the dust trail which is generated in 1840.

1. 目的

流星(meteors)という現象は、彗星(comets)や小惑星(asteroids)といった太陽系小天体から放出された mm サイズのダスト(dusts)が、地球の軌道が交差した時に発生するプラズマ発光現象のことである。また、母天体である彗星が回帰した際に、ガスとともに放出されたダストは、彗星との相対速度により次第に拡散していった結果、母天体の軌道に沿ったダストトレイル(dust trails)が形成される。このダストトレイルと地球が遭遇する際に発生するのが、流星群(meteor showeres)である [1].

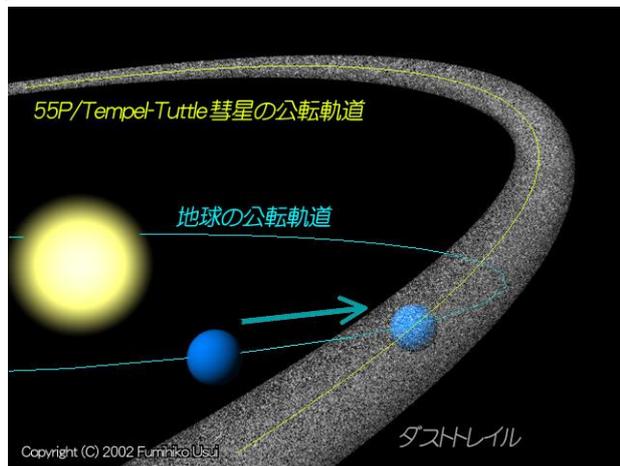


Figure 1. Orbit of the dust trail

彗星からの放出ダストのケプラー軌道を計算し、地球軌道との交差条件を考慮することによって、流星群の発生を予測することが可能となる。本研究の目的は、科学的に興味のある特定の彗星に対して、ダストトレイルの力学進化計算を惑星摂を考慮して行うことである。

2. Dust Trail 理論

ダストトレイルの計算をする際には考慮しなくてはならないのは、太陽、惑星、準惑星、月の重力による摂動である。基本的には、太陽重力だけが働く 2 体問題として考え、他の天体の影響を N 体計算に取り込む。母天体である彗星の前/後に放出されたダストは、加速/減速されるため、軌道長半径が長く/短くなり、周期がそれぞれ長く/短くなる。この相対運動の効果により、母天体の前後に長く伸びたダストトレイルが形成される [2, 3]. 母天体が太陽に回帰する度にガス活動が活発になり、大量のダストが放出され、新たなダストトレイルが形成される。更に惑星・準惑星・月による重力摂動を受けることで、母天体彗星およびダストトレイルの軌道は複雑に進化する。惑星・準惑星・月の位置は、NASA/JPL (D406)を使用し、重力摂動を考慮している。

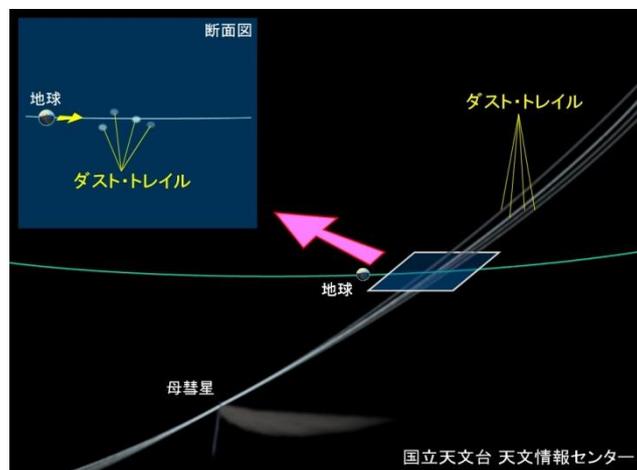


Figure 2. Intersection of the orbit of the dust trail

1 : 日大理工・学部・航宇 2 : 日大理工・教員・航宇

3. Dust Trail の軌道進化計算

ダストトレイルの軌道計算は、母天体である彗星の軌道要素を用いて行う。母天体の彗星が回帰した、それぞれの年に放出されたダストが地球に近接遭遇した際の x(進行方向)-y(動径方向)軸方向の距離を算出する 2 次元計算。回帰を挟んで前後 500 日の間において、50 日おきに放出速度を算出する 3 次元計算。3 次元計算の結果を用いて x-y 軸方向の値の他に z 軸方向の値を算出する 4 次元計算。以上の結果でもって、地球に対して、ダストトレイルが近接遭遇する時刻から流星群の予報を行う。

本研究では、289P Blanpain (ブランパン彗星) のダストトレイルの軌道計算と付随する「ほうおう座流星群 (Phenicids)」の予報を行う。「ほうおう座流星群」は、1956 年に南極へ向かう南極観測船宗谷に乗船中の第 1 次南極越冬隊によって、1 時間あたり 500 個の流星雨が観測された「幻の流星群」である。近日点が地球軌道、遠日点が木星軌道とほぼ接しているブランパン彗星は、地球、火星、木星と近接遭遇する確率が高い。2014 年 8 月 28 日に近日点通過し、年末に流星群が出現することが期待されている。

Table 1. Orbital elements of comet 289P Blanpain

軌道長半径	3.04802 (AU)
近日点距離	0.961091 (AU)
遠日点距離	5.13495 (AU)
離心率	0.6846837
公転周期	5.32 (年)
軌道傾斜角	5.90042 (度)
近日点引数	9.82480 (度)
昇交点黄経	68.94568 (度)
平均近点角	286.43638 (度)

4. 結果及び考察

計算機の都合により、1 次元の軌道計算の結果より、ブランパン彗星より発生するダストトレイルと地球に近接遭遇日時を計した。ダストトレイルは、地球時 (TT) で 11 月 30 日から 12 月 3 日にかけて地球に対して接近する。このことから、この期間において、ほうおう座流星群が出現が観測されることが予測される。また、2014 年 12 月 2 日午前 4 時(世界時)頃に、ダストトレイルが地球軌道に対して 0.0008 天文単位 (月平均距離の約 1/3) と極めて接近するため、南アフリカにおいて大規模な流星群が大規模に発生することを予報される。

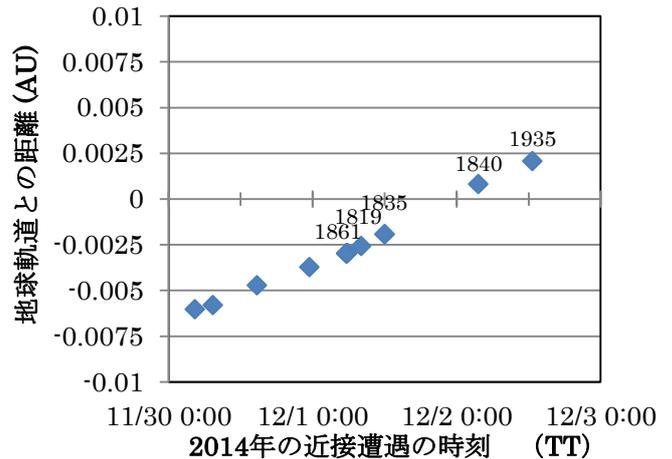


Figure 3. Time and distance of close encounter

Table 2. Time and distance of close encounter

n	ダストの放出日時	ダストの放出速度 (m/s)	近接遭遇の日時 (TT)	近接遭遇の距離 (AU)
15	1935/8/20.67	-4.844	12/2 12:37	0.002076
29	1861/7/21.67	+0.422	12/1 5:49	-0.002955
34	1840/7/9.33	-3.665	12/2 3:39	0.000806
35	1835/5/17.97	-0.673	12/1 12:02	-0.001938
38	1819/11/20.27	-0.145	12/1 8:06	-0.002582

※TT (地球時; ジオイドを考慮した地球表面での座標時); TT=TAI (国際原子時) + 32.184 秒

5. まとめ

289P/Blanpain ブランパン彗星が過去に形成したダストトレイルの力学進化計算により「ほうおう座流星群」の出現予報を行うことができた。

- ・2014 年の 12 月 2 日午前 4 時頃にブランパン彗星の 1840 年形成ダストトレイルが近接遭遇するため、「ほうおう座流星群」が大発生することが予想される。
- ・放射点と出現時刻から、観測可能な場所は、南アフリカが最適である。

参考文献

- [1] Shinsuke Abe : 「Meteoroids and Meteors - Observations and Connection to Parent Bodies」, Lecture Notes in Physics 758, 2009, pp 1-38
- [2] 内山茂男 : 「ダストトレイルモデル」, 星の友, 2009 年 9 月
- [3] David J. Asher : 「Leonid Dust Trail Theories」, Proc. International Meteor Conference, 1999, pp 5-21