K7-53

流星群予報:ペルセウス座流星群の2次元計算

Meteor shower forecast: calculation of Perseids

○今村優志[1]　，佐藤勲 [1,] 阿部新助[3]
*Masashi Imamura[1], Isao Satou[2], Shinsuke Abe [3]

Abstract : Comet dust trails are large dusts (typically size grater 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 forms by comet 109P/Swift-Tuttle, the par ent bady Perseids, which is predicted unusual meteor shower in 2015. The orbital calculation shows the date of the maximu m of the meteor shower in 2015.And it was also found problems of tow-dimentions calculation.

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ミリメートルサイズのダスト (dusts) が，地球の軌道と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からガスとともに放出されたダストは次第に拡散されていき，母天体に沿ったダストトレイル (dusttrails) が形成される．このダストトレイルが地球と重なった時に発生するのが，流星群 (meteor showers) である [1]．

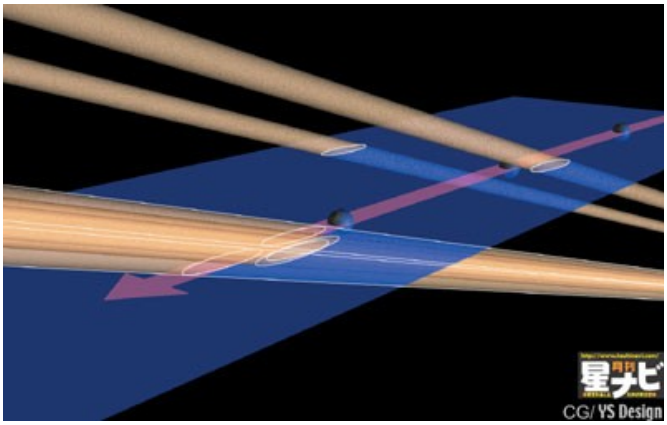

Figure 1. Orbit of the dust trail

彗星から放出された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出来る．本研究の目的は，ある彗星に対して，ダストトレイルの力学進化計算を考慮して行うことである．そして観測結果と比較する．

2．Dust Trail 理論

ダストトレイルの計算を行う上で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，太陽の重力のみが働く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．母天体が太陽に回帰するたび熱でガスとともに大量のダストが放出され，新しいダストトレイルが生まれる．さらに惑星・準惑星・月による重力摂動を受けることで，母天体の彗星およびダストトレイルの軌道は複雑に変化する．惑星・準惑星・月の位置は，NASA/JPL の暦の DE405 を使用する，重力摂動を考慮している [2]．

3．ペルセウス座流星群の 2 次元計算

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近日点で進行方向のみで放出されたダストが地球に接近した際のx(進行方向)-y(動径方向)の距離を算出する 1 次元計算と呼ぶ．本研究では 1 次元計算に加え，近日点を挟んで ±500 日の間において 50 日おきに同様の計算をする 2 次元計算を行った(以降オフセットと呼ぶ)．その計算結果を用いて地球にダストトレイルが接近する距離と時刻をグラフに表し，流星群の予報を行う．

今回は，109P/Swift-Tuttle(スイフトッタトル彗星)のダストトレイルによって発生する「ペルセウス座流星群 (Perseids)」について計算をする．前回回

1:日大理工・学部・航宇宙　2:日大理工・教員・航宇

帰時の 1992 年前後には数多くの流星群が見られ，毎年日本では 8 月に観測できることで有名である．

４．結果及び考察

1862 年， 1737 年， 1610 年に放出されたダストトレイルについて 1 次元計算した結果， 8 月 12 日，日本で流星群が観測できると予測された．このことからこの期間について 2 次元計算を行った．各年のダストトレイルが地球に接近する距離と時刻を以下に示す．

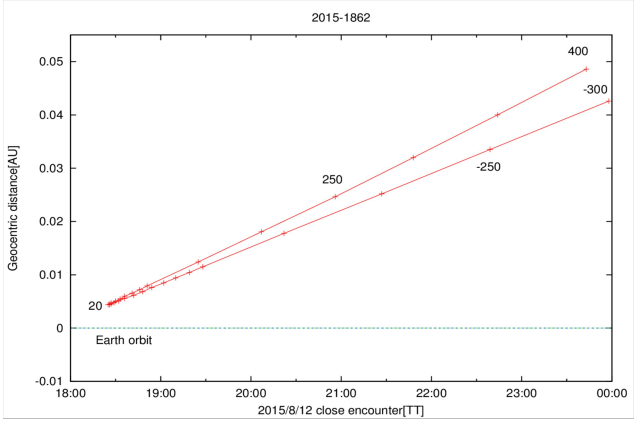

Figure 2. Close encounter(year1862)

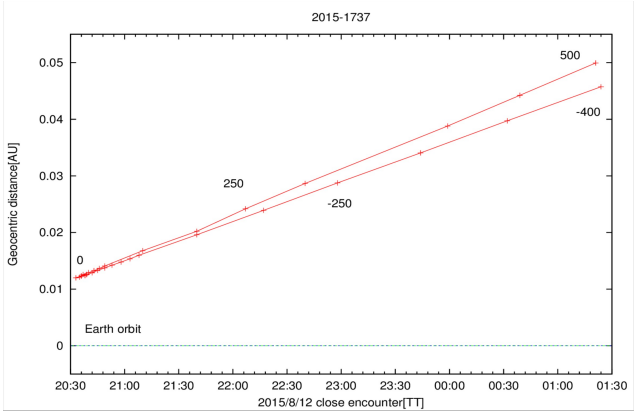

Figure 3. Close encounter(year1737)

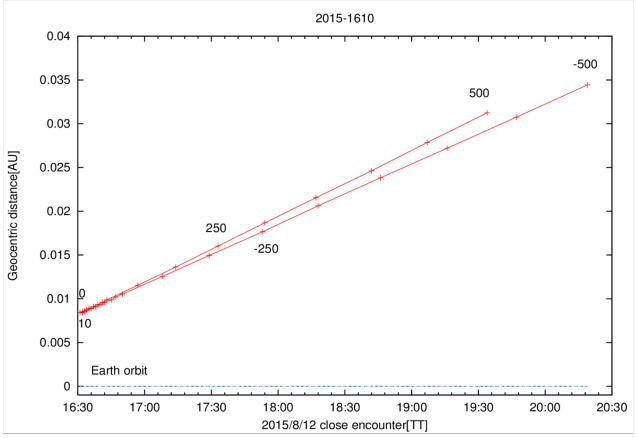

Figure 4. Close encounter(year1610)

3 つの図から近日点付近で放出されたダストが早い時間に地球に接近することがわかる．そして 1862 年のダストトレイルが最接近する．これらのことから日本では 8 月 13 日の日本時間で午前 1 時 30 分から午前 10 時 30 分にかけてダストトレイルが接近し，地球との距離を考慮すると約午前 1 時 30 分，午前 3 時 30 分，午前 5 時 30 分にピークが訪れ，中でも午前 3 時 30 分が 1 番多く観測できると予測される．以下に各年で最接近すると予測したオフセットを示す．

Table1. Information of close encounter

Perihelion passage	offset	Ejection velocity (m/s)	Close encounter (TT)	Distance (AU)	Relative velocity (km/s)
1862	20	43.491	18:25	0.004386	59.418
1737	0	24.511	20:33	0.011983	59.294
1610	10	14.191	16:31	0.008408	59.416

当日，日本では天候が悪く，観測が十分に出来なかったため，国際流星機 (InternationalMeteorOrganization)の観測結果を参考にしたところ，世界時で 8 月 12 日から 13 日にかけて数多く観測されていた．しかしその中でも，極大となる時間は完全に一致していなかった．これは IMOでの観測結果は目視観測のみであるので，目視では観測できない小さいダストによる微光流星はデータ含まれていない．よって正確な結果を得るためにはレーダーによる調査も必要である．阿部研究室では，京都大学の NU レーダーを使用し Perseids の観測を実施している．今後解析を行い，今回の予報と照らし合わせ最終的な結論を出す．

５．まとめ

・母天体から近日点付近で放出されたダストがより地球に接近する．

・ 1 次元， 2 次元計算のみでは，詳細な時刻の決定までは難しい．より正確なデータを得るために NU レーダーによる解析とダストが母天体から x-y-z の 3 方向からダストが放出されると考える 3 次元計算をおこない，さらに精確な予報を行っていく．

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] 斉藤雄大：「流星群予報：彗星ダストトレイルの軌道計算」，卒業論文 pp.5， 2014.