

# Numerical Simulations of Ejecta Cloud by Deep Impact

## Ken Sugawara

### Abstract

The shape of ejecta cloud discharged from the nucleus of 9P/Tempel1 by the collision experiment of Deep Impact was simulated. Rough shape was able to be reproduced by choosing suitable parameters.

## Deep Impact による Ejecta Cloud の数値シミュレーション

### 菅原 賢

### 概要

Deep Impactの衝突実験によって9P/Tempel1の核から放出されたダストの分布を、数値計算によりシミュレートした。適当なパラメータを選ぶことで大まかな形状を再現することができた。

### 1 導入

Deep Impactとは、彗星核(9P/Tempel1)の表面に、impactorと呼ばれる弾丸を撃ち込み、その後の彗星の変化を観測するという人類史上初の実験である(A'Hearn et al., 2005 他)。筆者は、impactによって飛び散ったダストが作り出す雲(ejecta cloud)の形状に注目し、考察を行っている(Watanabe and Sugawara, 2005, 菅原 2005)。ここでは実際の観測結果との比較について途中経過を報告する。

### 2 モデル

impactorの衝突地点から彗星核に対して初速 $V_e$ で多数のdustが円錐の表面に沿うように飛び出すと仮定する(Fig.1)。彗星核とdustに働く重力、ガスの抵抗力などを無視できるものとし、太陽との間の重力、光圧のみに支配されて運動すると考えると、ejecta cloudは、ある方向に集中的に放出されたdustからなるdust tailとして扱うことができる。今回は、ルンゲ・クッタ法による数値積分で運動方程式を解き、観測時刻におけるdustの位置を追跡する手法をとった。

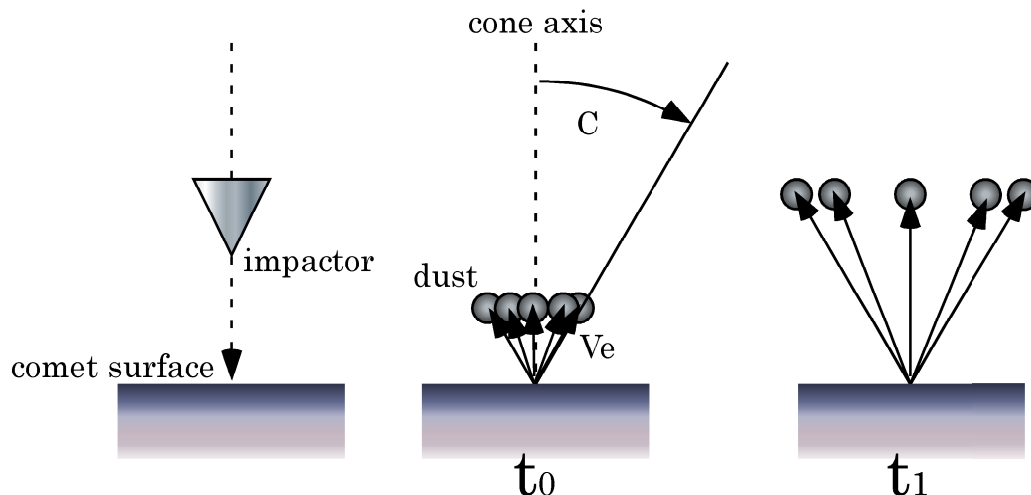


Fig.1 deep impact によって放出される dust の模式図。cone axis に垂直な方向からながめた様子。impactor の衝突直後、dust は頂角  $C$  を持つ cone の表面にそって、初速  $V_e$  で放出されると仮定する。cone axis の方向から見下ろすと dust は円形に分布するが、時間とともに光圧の影響でその形はゆがんでいく。

### 3 計算パラメータ

- (1) cone axis の方向(赤経・赤緯)  $\alpha = 86^\circ$   $\delta = -25^\circ$  (Keller et al., 2005)
- (2) cone の頂角  $C = 90^\circ$  (cone が極限まで開いた状態)
- (3) 初速度  $V_e = 200\text{m/s}$  (Meech et al., 2005)
- (4) 放出時刻  $T_e$

衝突時刻とされる 2005 年 7 月 4 日 05h52m (UT)(A'Hearn et al., 2005)から、24 時間にわたって dust

放出が続いたと仮定し、0.1 日間隔で 24 種類の dust を放出させた。

- (5) ダストに働く重力・光圧比  $\beta = F_{\text{rad.}}/F_{\text{grav.}}$   
0 ~ 0.5までの範囲で0.05刻みで10種類の  $\beta$  を持つdustを放出させた。

上記のパラメータは ejecta cloud の形状に影響を与えるが、今回はひとまずこの値のみについて計算をした。各 Te について、cone の表面に 2 度間隔で、均等に 180 種の方角へ、様々な Te、 $\beta$  の dust を放出させた。すなわち、合計 43200 個の dust を飛ばし、その分布を見ていることになる。

#### 4 計算結果

計算結果をFig.2に示す。NOT 2.5m 望遠鏡による観測結果(Meech et al., 2005 のFig.2)に掲載されているデータと比較しやすいように、観測時刻、スケール、表示範囲をあわせてプロットした。おおまかな形状は再現できた。縞模様状になっているのは、dustのパラメータを一定間隔にとって計算したためであり、実際には連続的に変化する模様となる。

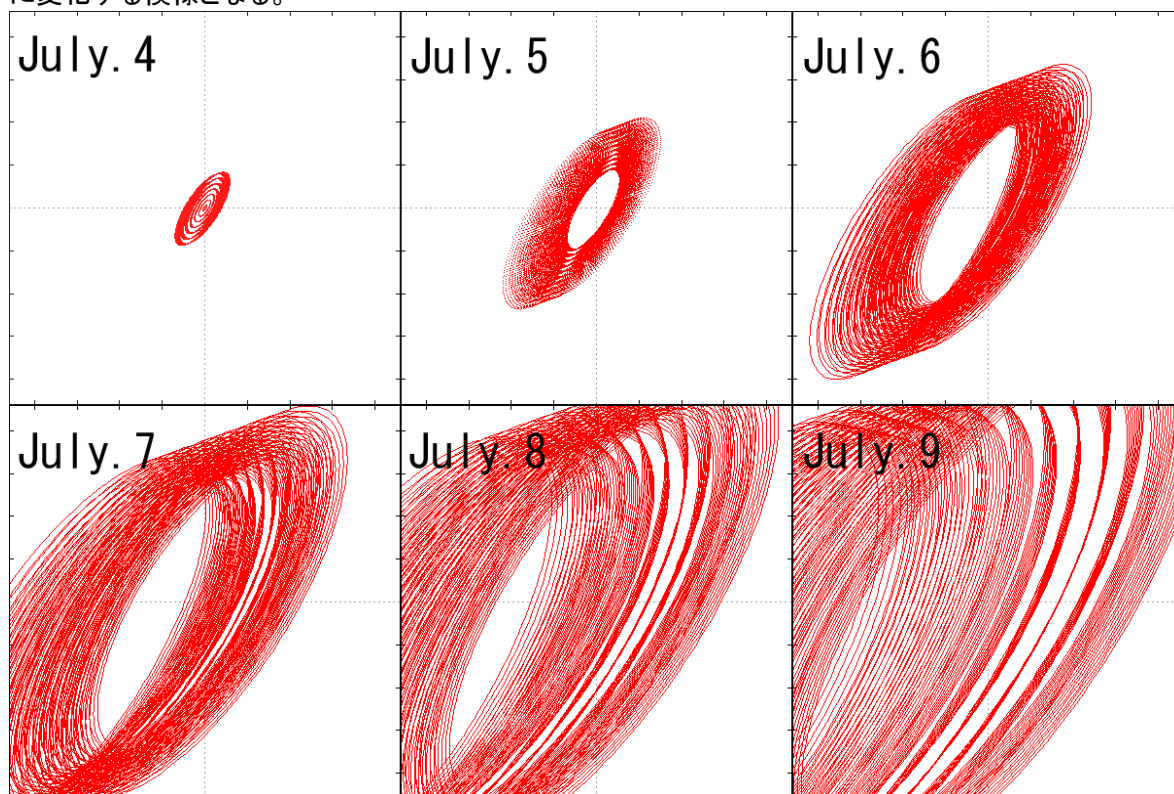


Fig.2 ejecta cloud の計算結果(天球面上に投影した dust の分布図)。詳細は本文参照。図の中央が彗星核の位置、右が西、上が北。画像の範囲は、天球上でおよそ 165arcsec。彗星の位置で 120,000km に相当。

#### 5 終わりに

現段階では dust の分布のみを計算したものであり、輝度分布に変換しないと観測結果との詳細な比較ができない。この点を解決し、観測結果を再現できるパラメータの組み合わせを決定したい。実現すれば、衝突実験の研究結果等と組み合わせることで彗星核の構造をさぐる手がかりになると考えている。

#### References

- A'Hearn, M. F. et al.(2005) "Deep Impact: Excavating Comet Tempel 1" Science, 310, pp.258-264.  
Meech, K.J., et al.(2005) "Deep Impact: Observations from a Worldwide Earth-Based Campaign", Science, 310, pp.265-269.  
Keller, H.U., et al.(2005) "Deep Impact Observations by OSIRIS Onboard the Rosetta Spacecraft", Science, 310, pp.281-283.  
Watanabe, J. and Sugawara, K.(2005) "Dust Tail of Comet 9P/Tempel 1 after the Deep Impact: Prediction" Asia Oceania Geosciences Society (AOGS) 2nd Annual Meeting  
菅原賢 (2005) <http://www.asahi-net.or.jp/~se2k-sgwr/DeepImpact/index.html>