

## マクノート彗星のダストテイル諸構造について

### The Dust Tail Structures of C/2006 P1 (McNaught)

秋澤宏樹 (姫路市宿泊型児童館「星の子館」、菅原賢 (厚木市子ども科学館)、  
渡部潤一 (国立天文台)

Hiroki Akisawa (Himeji City “Hoshinoko Yakata”), Ken Sugawara (Atsugi City Children’s  
Science Center) and Jun-ichi Watanabe (National Astronomical Observatory)

#### Abstract

The dust tail of C/2006 P1 showed the fine structures during from January 19th to 25th, 2007. Mainly, the fine structures consist of the “striae” that cross the dust tail and two streamers that stretch from the comet nucleus. We analyzed the dust tail structures from low resolution Internet pictures which was observed and provided by McNaught (2007). These Internet picture's resolutions are 100.3” per 1 pixel with 135mm camera lens and 270.9” with 50mm, respectively. For preliminary analysis, we assumed the dust motion under only on cometary orbital plane by classical Bessel-Bredichin theory. The dust tail was formed with the dust particles of which the ratio of the solar gravity to the solar radiation pressure,  $\beta_{\max}$ , is less than 1.75, and whose ejection time ( $T_e$ ) from the nucleus is within 10 days before perihelion passage. The streamers often appeared along synchronic curves as same  $T_e$  line, so that they were called “synchronic band”. However, our preliminary result shows that these streamers are along syndyne curves, the same  $\beta$  line, with which  $\beta$  are approximately 1.25 and 0.75. Therefore, these streamers are not the synchronic band. Additionally, we calculated the striae phenomena by Sekanina-Farrel Model (SFM; Sekanina and Farrel, 1980). SFM assume that the striae are the result of the ejection of dust particles that subsequently fragment in the tail. The conclusion of the analysis that the dust particles in the striae have average  $\beta_{\max} = 3 - 4$ . These large  $\beta$  suggest the submicron sized graphite when compared with Mie scattering theory (J.A.Burns *et al.*, 1979).

#### 1 はじめに

C/2006 P1 (McNaught)は、2007年1月中旬に金星よりも明るくなり、日本からも白昼に見えたが、その直後、1月中下旬には南半球の夕空に顕著な微細構造を示す発達したダストテイルを現し、その先端は北半球の空にまで伸びて、まさに歴史に残るような大彗星となった(図.1 写真を参照)。

我々は、このダストテイルに見られた微細構造、(1)ストリーマー(ダストテイルに沿って延びる2本の濃淡)、(2)ストリーエ(ダストテイルを横断する筋)、

(3)主たるダストテイルの北側(写真の下側)に淡く広がる尾、の3点に着目をして、この彗星の発見者である R.H.McNaught (2007)が Canon 5D デジタルカメラ+135mm 及び 50mm カメラレンズで撮影して WEB に公開した画像(図.1)に対し、古典的な Bessel-Bredichin モデル(ダストの放出時刻  $T_e$  とダストに働く太陽光圧と重力の比  $\beta$  を仮定しダストが空間的にどこに配置されるかを求める手法)を用いて計算したシンクロン( $T_e$ : 等時放出線)及びシンダイン( $\beta$ : 等斥力線)をフィットし、この構造に関する予備的な解析(図.2)を行っているので紹介する。

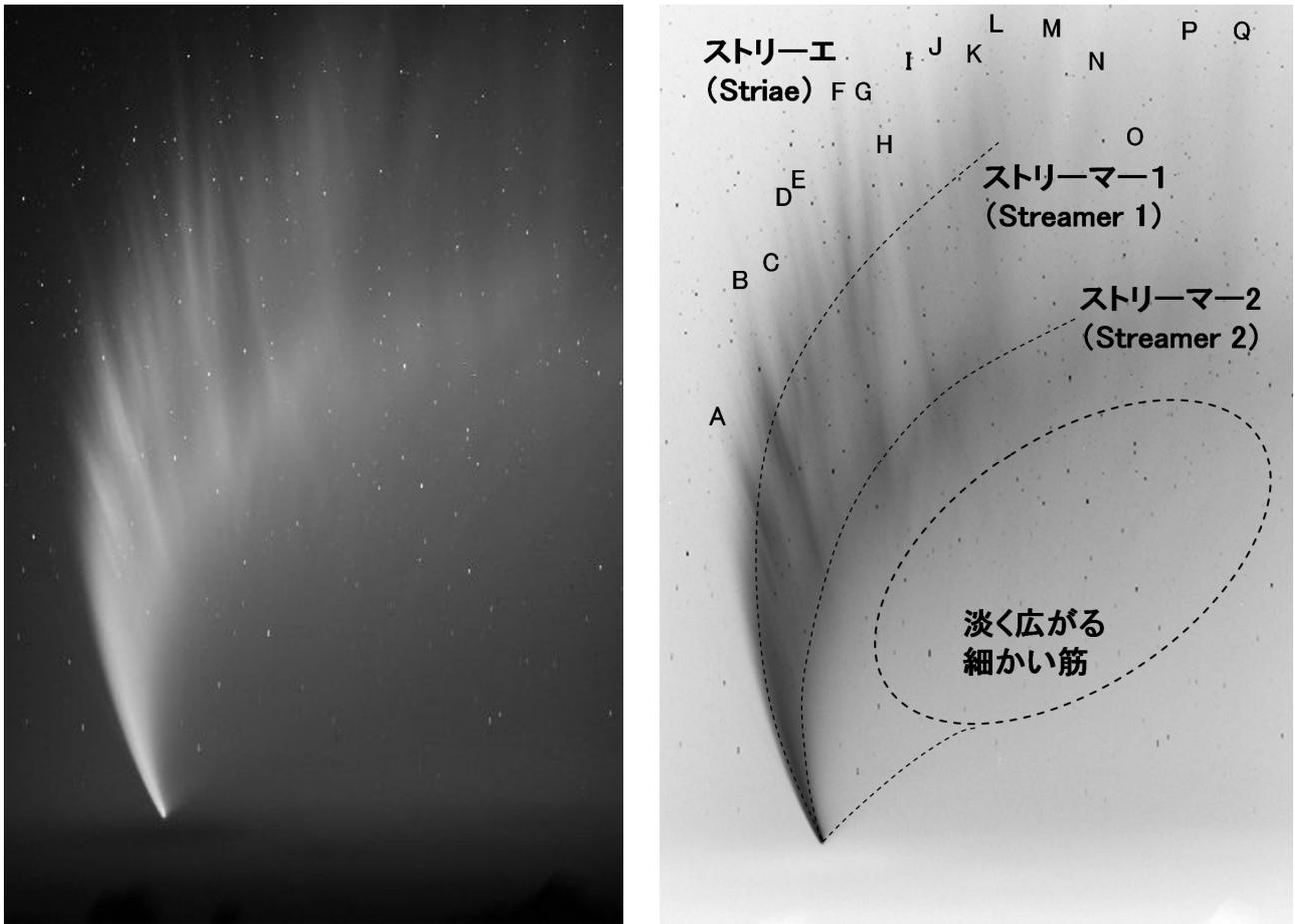


図. 1 画像の一例(左)とその特徴(右)。135mm レンズで 2007 年 1 月 20.44 日 (UT) に撮影されたもの。

McNaught, R.H. (2007), <http://msowww.anu.edu.au/~rmn/C2006P1new.htm> より著作権ポリシーに従って引用した。

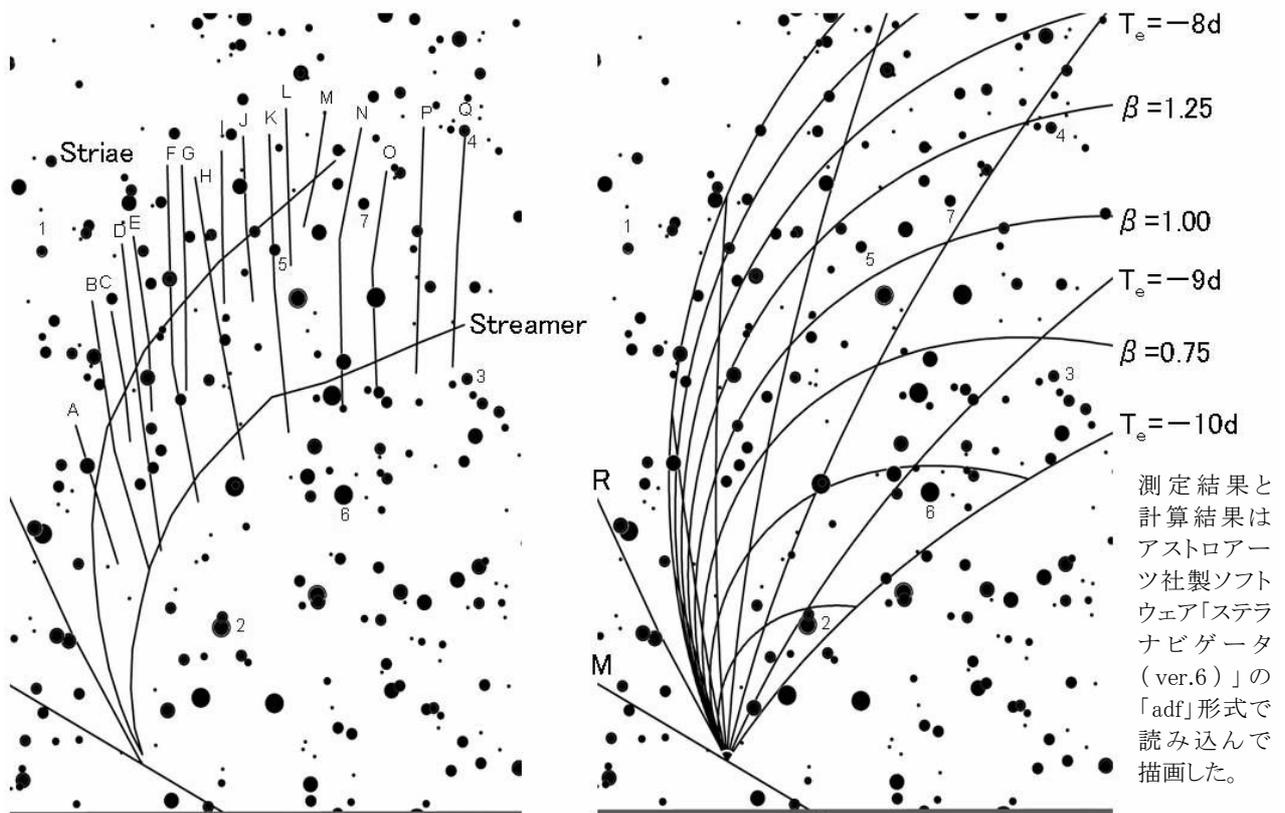


図. 2 画像から天体測定ソフトウェア「Makali'i」によってストリーマー及びストリーエの位置を測定(左)し、Bessel-Bredichin モデルで計算したシンクロン( $T_e$ )及びシンダイン( $\beta$ )曲線(右)と比較した。

## 2 読み取ったダストテイルの特徴のまとめ

図.2 における比較から、この発達したダストテイルを構成しているダストは、概ね  $\beta_{\max} < 1.75$  の粒子で、近日点通過前 10 日以内に彗星核から放出されたものによって構成されていることがわかる。

### (1) ストリーマー

ストリーマーの位置の  $\beta$  値を読み取ると、上側が概ね 1.25、下側が概ね 0.75 となっている。

ストリーマーは過去の彗星においてシンクロン曲線に沿って現れたので「シンクロニックバンド」\*とも呼ばれている。その成因として、自転する彗星核の表面に存在している活性領域が、太陽方向に曝されるたびに、間欠泉のようにダストを噴出することによって形成されるものと解釈されてきた。

しかし、この彗星の 2 本のストリーマーは、いずれもシンクロン曲線とは一致をしておらず、むしろシンダイン曲線の方に一致をしている傾向がある(図.2 参照)。従って、今回の彗星のストリーマーはシンクロニックバンドではない。

この 2 本のストリーマーの  $\beta$  値と、球形粒子を仮定した Mie 散乱による理論計算(J.A.Burns 他、1979 と同等の古荘玲子さんによる計算)との比較を図.3 に示す。

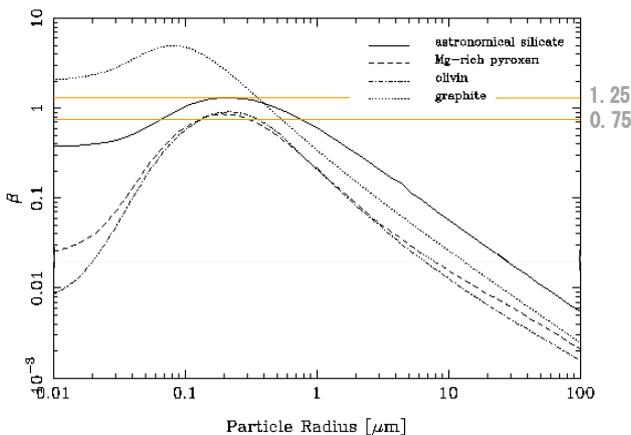


図.3 Mie 散乱による理論計算と、ストリーマーの  $\beta$  値 1.25 と 0.75 を比較したもの

この比較からは、2 本のストリーマーを構成しているダスト粒子の性質(物質またはサイズ)が異なる

可能性が示唆される。

2 本のストリーマーは概ねシンダイン曲線に沿ってはいるものの、正確にはシンダイン曲線とは一致していない。そこで、そのずれ方を調べた一例を図.4 に示す。

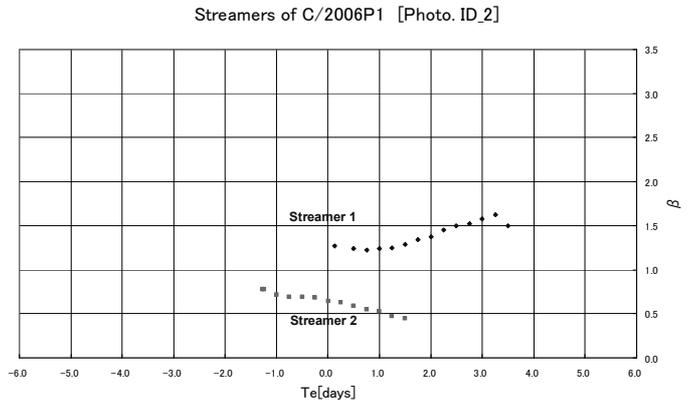


図.4 縦軸に  $\beta$ 、横軸に  $T_e$  をとってストリーマーの位置をプロットした一例

すると、全ての画像に共通して、上側のストリーマーでは新しく放出されたダストほど  $\beta$  値が大きくなり、下側のストリーマーでは逆になる傾向が見られた。ただし、この測定は、図.4 で右側に行くほどダストテイルの根元側であるために、シンクロン・シンダイン曲線ともに過密になっているため、読み取りの誤差が大きくなる傾向がある。

このように、この 2 本のストリーマーの特徴は掴めたものの、その成因については、はっきりしたことが解らない。

### (2) ストリーエ

ストリーエについては、Z.Sekanina と J.A.Farrell

\* シンクロニックバンドなどの尾の微細構造の名称は統一されていない。本稿では、Sekanina, Z and Farrell, J.A., The Striated Dust Tail of Comet West 1976 VI, Astron. J. 85(11), 1980 に基づく、Fulle, M., Motion of Cometary Dust, "Comets II", pp.565-575 による名称の使い方に従ったが、日本では、Nishioka and Watanabe, ICARUS 87, pp.403-411, 1990 に基づいて、本稿で言うストリーエのことを「シンクロニックバンド」と呼ぶことが定着している。本稿における尾の微細構造の名称の使い方は、図.1 の右側写真に記入したとおり。

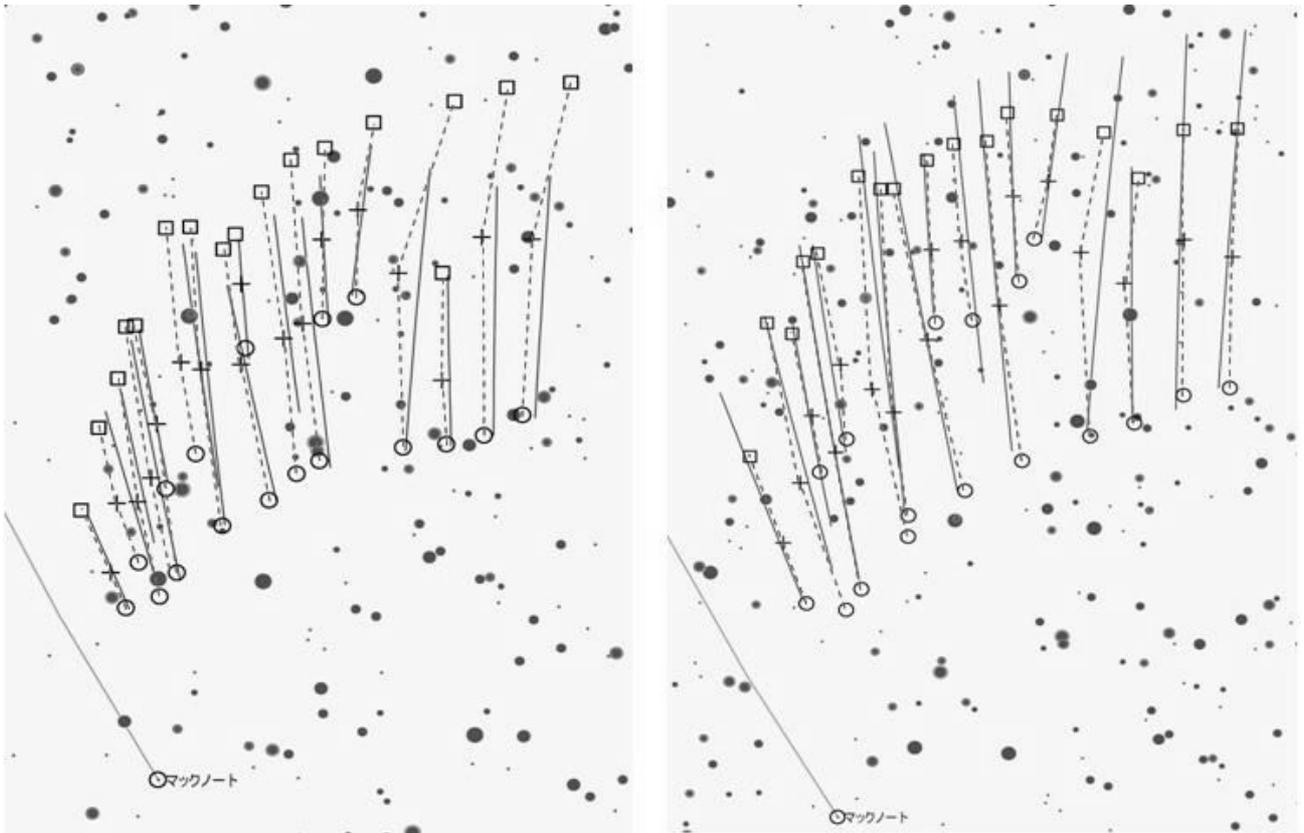


図.5 ストリーエの測定値（点線、○が始点、+が中点、□が終点）と、SFMによるモデル計算（実線）との比較。19.43UT（左）と20.44UT（右）を、共通するパラメータで再現できた。

(1980)が、彗星核から放出されたダストの二次的な崩壊によって形成されるとした SFM (Sekanina Farrell Model) で、West (1976VI) 彗星のストリーエを再現した例が知られている。

また、西岡と渡部(1990)は、彗星核から放出されたシリケートと金属質の粒子からなる直径  $1\mu\text{m}$  以下の複合粒子が約 100 日以内で崩壊を繰り返した結果、シンクロニックバンド(ストリーエ)\*が形成されて、やがて崩壊を続け見えなくなっていくという FLM (Finite Lifetime fragment Model) を、同じ West (1976VI) 彗星のストリーエに適応して再現に成功している。

最終的には、この2つのモデルを今回の C/2006 P1 (McNaught) のストリーエに適応し比較をしたいが、本稿の段階では、まず SFM による再現を試みた(図.5)。その結果、複数日の観測を共通するパラメータで再現することができ、その  $\beta$  値の平均は 3~4 程度となった。これを図.3 と比較すると、このストリーエを構成しているダストとしては、サ

ブミクロンサイズのグラファイトが候補として挙げられる。

### (3) 淡く広がる尾

この部分は、複雑なダストテイルの中では比較的古いダストで構成されており、その中のごく淡い筋はシンクロニック曲線に概ね沿っているように見える。そうだとすれば、ここがシンクロニックバンドで、その筋の間隔からは数時間程度の間隔をもってダストの放出がわずかに変動した様子が伺える。

### References

- R.H.McNaught(2007),<http://msowww.anu.edu.au/~rmn/C2006P1new.htm>
- J.A.Burns, et al. (1979), Icarus 40, 1.
- Z.Sekanina and J.A.Farrell (1980), Astron. J. 85(11), 1538.
- Nishioka,K. and Watanabe,J.(1990), Icarus 87, pp.403-411.

謝辞 R.H.McNaught さん、古荘玲子さん、Makali'i、ステラナビゲータ開発者の皆さんに感謝します。