SWAN 彗星(C/2006 M4)の尾の多色撮像

Multicolor Imaging of C/2006 M4 (SWAN)

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

We observed C/2006 M4 (SWAN) by multicolor CCD imaging on Oct.31, 2006. The feature of light curve of this comet that rapid increased magnitude approximately 2 classes after about 1 month at the perihelion passage. Our observation was just in the time. After comparison of multicolor images, we conclude that H_2O^+ ion was dominant in the ion tail and the dust tail's particles were released before and after one week at the perihelion passage. Consequently, the rapid increase and the dust tail's particles are unrelated. Additionally, this conclusion suggests the possibility that the rapid increase occurred due to the sudden evaporation of the ice of the water.

1 はじめに

C/2006 M4 (SWAN)は、2006 年 6 月 20 日に、 SOHO (Solar and Heliospheric Observatory)衛星 の SWAN (Solar Wind Anisotropies)カメラ画像で、

R.D.Matson (カリフォルニア)と、 M.Mattiazzo (オーストラリア)が見 つけた移動天体である。6月30日 にT. Lovejoy (オーストラリア)が、ま た7月12日にR.H. McNaught (オ ーストラリア)が確認観測をして新 彗星としての軌道が確定した。

この彗星の際立った特徴は、近 日点通過2006年9月28.7252日 (UT)から1ヶ月程たった10月24日 頃に、約2等級の突発的な急増光 を見せたことである(図.1)。そのた め、光度式も急増光期を挟む3期 に分けて求められており、それは 以下の通りである(吉田さん、2007)。 m1 = 6.8 + 5 log Δ + 12.0 log r (t - 10)
(急増光前:~2006 年 10 月 24 日)
m1 = 5.2 + 5 log Δ + 27.5 log r
(急増光期:2006 年 10 月 24 日~11 月 7 日)



図.1 C/2006 M4 (SWAN)の光度変化

光度グラフと光度式は吉田誠一さんの HP より許可を得て引用した。 (http://www.aerith.net/comet/catalog/2006M4/2006M4-j.html) m1 = 6.4 + 5 $\log \Delta$ + 12.0 $\log r (t - 10)$

(急増光後:2006年11月7日~)

ここで、(t - 10) の意味は、急増光期を除いて、近 日点通過10日後に最大光度となる傾向を示したこ とを示している。

このような光度式を分けて記述しなければならないほどの急増光について、本稿では冷却 CCD による多色撮像の観測から、その特徴と性質を調べた結果を報告する。

2 観測

観測は、姫路市宿泊型児童館『星の子館』の 15cm 屈折望遠鏡(F12)に、SBIG 社製 STL-1001E 冷却 CCD カメラを取り付け、Johnson-Cousins System の B、V、R、I、の4色、及びノーフィルター で彗星追尾により撮像した。撮像範囲は 46.983' ×46.983'で、各 180 秒の露光を、2006 年 10 月 31.41 日(UT)から 31.47 日の間に 4 回繰り返して 行った。観測画像のサンプルを図.2 に示した。



図.2 2006年10月31.44日(UT) ノーフィルター r=0.9996AU、△=1.0212AU、Phase angle = 58.7°

図.2 を見ると2本の尾(矢印)が見られるが、その 形状から右がイオンテイル、左がダストテイルらし い。この形状からの予想を確実なものにするため に、Johnson-Cousins System の各フィルターの分 光感度特性と、彗星から来る光の成分について検 討してみた(図.3)。

STL-1001E CCD Total Sensitivity



来る光の成分の比較 従来観測されてきた彗星スペクトルから、B バンド では C₃、CN、CH のエミッション、V バンドでは C₂ エミッション、R バンドでは NH₃、H₂O⁺エミッション、 そして I バンドではダストによる連続光が卓越して いることが予想される。念のため、この彗星のスペ クトルが従来のものと大きくかけ離れていないか、

BFO (Bisei Fujii Observatory)の藤井貢さん (2006) による分光観測によって確認をしたところ、



図.4 C/2006 M4 (SWAN)のスペクトル

BFO の藤井貢さんのご好意で、元の観測スペクトル図 (2006)に、分子種を同定し記入させていただいた。

そこで、分光感度特性と彗星から来る光の成分 の検討に基づき、各画像間で演算をすれば卓越し た成分による構造が強調されることが期待できる。 当然、ナローバンド・フィルターによるイメージング には敵わないし、分光観測のように決定的ではな い。しかし、形態学的な解析の役には立つ可能性 があるので実施をしてみた。

3 各画像間の演算

まず、H₂O⁺イオン・エミッションとダスト連続光が卓 越している R バンドと、主に C₂ガス・エミッションが 卓越している V バンドを用いて、試験的に行って みた。なお、負数が出ることを防ぐため、引かれる 側の画像は 2 倍してから引き算を行った。すると、 2R-V では 2 本の尾が、2V-R ではコマが強調さ れた(図.5)。





そこで、B、V、R、I、全ての画像間で同様の演算 をしてみた結果を図.7(次頁)に示した。

2B 画像から各色を引いたものでは傾向が掴めな かったものの、2Vから引いたものではコマが強調さ れ、2R から引いたものでは右側のイオンテイル状 の尾が、2I から引いたものでは左側のダストテイル 状の尾が強調された(図.7 参照)。

4 尾の方向の計算と考察

次に、イオンテイルとダストテイルの向きを計算し てみた。イオンテイルの向きと長さはアストロアーツ 社製の天文シミュレーション・ソフトウェア「ステラナ ビゲータ(ver.6)」を使用し、尾の長さは 0.01AU に 設定した。ダストテイルは古典的 Bessel-Bredichin モデル(ダストの放出時刻 T。と、ダストに働く斥力 =太陽光圧と重力の比βを仮定し、そのダストが 空間的にどこに配置されるかを求める計算手法) に基づく、菅原開発の「BBNI」を使用し、計算結果 を「ステラナビゲータ」のアディショナル・データ・フ ァイル形式(.adf)で出力して、重ねて描画してみた。 彗星核の位置は計算プログラムの違いにより微妙 に重ならないが、結果は図.6の通りになった。



側の直線的な線がシンクロン(T_e:等時放出線)で、付 記してある数字は観測時刻からの日数(<u></u>T)、やや曲 がっている方の線がシンダイン(β:等斥力線)。

図.6 を観測画像(図.2)と比較してみると、その形 状から右がイオンテイル、左がダストテイルであろう としていた尾が、よく再現されていることが解る。ま た、図.5 の(2R-V)の画像にイオンテイルが強調さ れたことと合わせて、この尾が H₂O⁺の光が卓越し た赤いイオンテイルだったことが解る。

更に、この計算結果を(2R-V)の画像と重ねて、 ダストテイルに関する、より詳細な情報の読み取り を試みた。その結果、ダストテイルの伸びている方 向から、それを構成しているダストが、主に近日点 通過=2006 年 9 月 28.7252 日(UT)前後の約1週 間の間に放出されたものが多いことが解った。これ は日心距離(r)が 0.8AU 未満だった時期と符合を している。



図.7 B、V、R、I、全ての画像間で相互に演算をしてみた結果をマトリクスに並べてみたもの

5 まとめ

10月31日の画像に見られるダストテイルを形成 するダストは、近日点通過=2006年9月28.7252 日(UT)前後、約1週間の間に放出されたダストが 多い。従って、10月24日頃に起きた約2等級の急 増光には無関係である。ただし、急増光後1週間 程での観測なので、ダストが尾まで拡がっておらず に受からなかった可能性もある。

同じ画像に見られるイオンテイルを構成するイ オンは、H₂O⁺イオンが卓越している。日心距離(r) が 1AU の場合、水分子の光解離による寿命は 0.1 ~1 日程度、光電離による寿命は 1~10 日程度で ある(Huebner ed., 1990)。 これらのことからは、10月24日頃に起きた急増 光には水の氷の突発的な蒸発が関与していた可 能性が示唆される。

謝辞 吉田誠一さんに光度式及びグラフ、藤井貢さん にスペクトル図引用のご快諾を頂きました。感謝します。 「ステラナビゲータ」開発者の皆様にも感謝します。

References

- Huebner, W.F. (1990) ed., *Physics and chemistry of comets*, Springer-Verlag
- 吉田誠一(2007)、http://www.aerith.net/comet/catalog/ 2006M4/2006M4-j.html
- 藤井貢(2006)、http://www1.harenet.ne.jp/[~]aikow/comet/ c2006m4_20061104.gif