

投稿 シュヴァスマン・ヴァハマン第3彗星の 分裂核の広域サーベイ

大西浩次（長野工業高等専門学校一般科物理）

Abstract

シュヴァスマン・ヴァハマン第3彗星（73P/Schwassmann-Wachmann、SW3彗星）は、周期5.3年の木星族の彗星である。2006年の回帰では、3月中に7つの分裂核を検出、4月上旬には40個以上の分裂核が検出されている。我々は、地球に接近する5月上旬に、非常に微小な分裂核のサイズ分布（光度分布）を調べることによって、彗星分裂現象の理解、微小分裂核の寿命、彗星核の構造を探る目的で、SW3彗星の分裂核の均一な広域サーベイを実施した。観測は、2006年5月3日から5日までの3日間、東京大学天文教育センター木曾観測所のシュミット望遠鏡+2KCCDカメラで行った。

1. はじめに

1995年10月中旬のことである。天体写真を撮っている私は、週末になると良く兵庫県立西はりま天文台公園に行っていた。そして、ちょうど観望会の時間と合うと60cm望遠鏡を覗かせていただいていた。そのとき、シュヴァスマン・ヴァハマン第3彗星（73P/Schwassmann-Wachmann、以降SW3彗星と略す）が地球に接近中だということで、60cm望遠鏡の威力で、暗い彗星を見てみようと思い、観測対象をリクエストした。水平線ぎりぎりに向いた望遠鏡は彗星を捉えた。その望遠鏡の向こうに、ダストの尾が伸びている立派な彗星が輝いていた。そのとき、私の知っていた予報光度より遥かに明るいので、「バーストだ」と思い、どきどきしたことを覚えている。後から知ったことだが、このとき彗星核は3つに分裂していたのだ。

それから、10年も過ぎ、すっかり忘れていた私は、ある天文雑誌の表紙のイラストを見て、再び、あの分裂した彗星を思い出した。その記事に拠れば、分裂した核のいくつかが

戻ってきて、複数個の肉眼彗星が同時に見えるらしい。頭の中でその時のイメージが出てくると共に、どうやったら意味のある観測が出来るか考えていた。分裂核が複数見えれば、スペクトルでそれぞれの個性を見てやって、彗星核の内部と外部の成分の違いを確かめるとか、もし、分裂核がさらに分裂すれば、まさにDeep Impactのようにフレッシュな彗星核内部の成分が見えやすいかとか……。しかし、スペクトル観測の専門でない私にとっては、スペクトル観測は難しそうだし、そもそも忙しすぎて、観測できないだろうという気持ちが支配した。しかし、年が明けると、回帰した分裂核は7つになっていて、このペースで明るくなると、過去の微小な分裂核が多数見えてくるのではないかと思い始めた。

2. 彗星核の分裂

過去より、このような分裂彗星については、いくつも知られており、ここ10年内の例だと、テイバー彗星(C/1996 Q1 Tabur)や、リニア彗星(C/1999 S4 Linear)、リニア

彗星 (C/2001 A2 Linear) などが知られている。特に、1999年のリニア彗星は明るくなるのではと期待されながら、最後はばらばらになっていた様子が HST で撮影され、あたかも発泡入浴剤「バ＊」のように分解していく姿は印象深かった。このような彗星核分裂の、個人的な思い出といえば、West 彗星だ。1976年2月末に、彗星核が2つに分裂したことを知り、次の晴天の日を待ち焦がれていた。1976年3月5日の朝、望遠鏡をセットし、彗星が昇って来るのを待っていた。一瞬、山際に雲が出たと思った。しばらくして、きらきら光る彗星核が昇ってくるのを見て、始めて広がった彗星の尾なのだと気づき、どきどきしたものだ。当時持っていた6.5cmの屈折望遠鏡で6月末まで彗星を追ったが、核が4つに分裂しているのをスケッチしたことをはっきり覚えている。

3. SW3 彗星について

SW3 彗星は、周期 5.3 年の木星族の彗星である。この彗星は、過去から分裂核が観測されている。発見された 1930 年に、すでに 2 つの核が見えたことが報告されている。このことは、発見時に、すでに彗星核の分裂現象があったことを示唆している。1995 年にはアウトバーストを起こし、9 月に 5 等級ほど急増し、その後、1 等級ほどの増光・減光を繰り返した。1995 年 12 月に 3 つの分裂核が確認され、このアウトバースト現象は、彗星核の分裂によるものであることがわかった。2001 年の HST の観測で、分裂前の本体 (C 核) は、1.3km ほど、最大分裂破片の B 核が 0.6km くらいであることがわかっている。2001 年の回帰では 4 つの分裂核を検出、2006 年の回帰では、3 月中に 7 つの分裂核を検出、4 月上旬には 40 個以上の分裂核が検出されている。

4. SW3 彗星の観測へ

このように、非常に多くの分裂核が見つかって来たことより、再び、分裂核の観測を考え始めた。時期的に、分光観測などの準備が難しいことや使える望遠鏡があるかななどの要因、および、観測の独自性を考えて、広域の撮像観測による非常に微小な分裂核のサイズ分布 (光度分布) を測定するのが良いと考えた。ここで、4 月上旬のマウント・レモン天文台 (Mt. Lemmon) のデータをフィットして、最接近時に 20 等星限界の観測ができれば、100-200 個の分裂核が見えると期待した。これくらいの数の分裂核が見つければ、この分布のべきから、彗星の分裂メカニズムや彗星核の構造、あるいは、どこかの等級で cut-off が見つかれば、微小分裂核の寿命などを探ることなどできないかと考えた。

某 ML に流したところ、国立天文台アルマ準備室の関口朋彦さんが面白いと反応してくれた。そして、関口さんを PI に、一挙に木曾観測所で観測することになってしまったのだ。実際の観測メンバーは、太陽系天体を研究している東京大学 (地惑) 大学院生の森由貴さん、小惑星のライトカーブ研究の一人者、宮坂正大さん、そして私である。

観測の方針は、東京大学天文学教育研究センター木曾観測所の木曾シュミット望遠鏡と 2 KCCD カメラによる視野 50'×50' の広角を生かして、5 月 3、4、5 日の 3 日間で、

- (1) 約 40 平方度に広がっている分裂核 (図 1) のサーベイを一挙に行う
- (2) 数平方度を長時間積分して、深い等級までの分裂核をサーベイする
- (3) これらより分裂核のサイズ分布の“べき”を決める

というものだ。

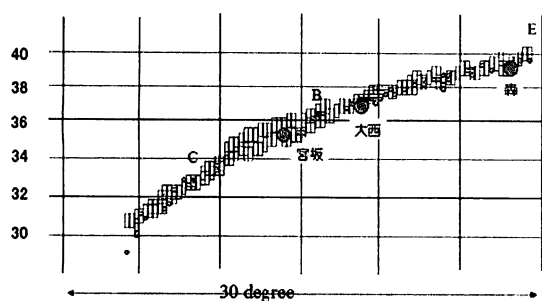


図1 5月4日の彗星核の分布概略図

各点はこの日の段階で同定されている分裂核(約60個)。ただし、一部はすでに消滅している。C、B、Eは1995年の分裂核の位置。E核は消滅している。森、大西、宮坂は、観測中に発見した未同定核の(観測中の)コードネーム。四角い枠は、シュミットの1視野で、5月4日は83fieldを撮影。横軸は赤経のひろがり、縦軸は赤緯(軸比が違う)。

5. サーベイ観測

さて、実際のサーベイの始まった5月3日に、まず、問題が起こった。観測は、彗星移動にあわせた300秒積分の予定であった。ところが、彗星の移動があまりにも早すぎるため、太陽系天体追尾がうまくできないのだ。はじめの練習で選んだB核は、うまく追尾できると、B核自身からの分裂核も撮影できた(図2)。ところが、オートガイドが失敗するほうが多い。それでも、E核近傍から、サーベイを開始する。画像を見ると、たくさん

のぼんやりした天体が写っている。はじめは分裂核ではないかとどきどきしたのだが、よく見るといっぱい銀河が写っている。どうも、楕円銀河を見ているらしい。あとで気づいたのだが、サーベイ領域のヘラクレス座付近は銀緯が高いので、いっぱい銀河がみえるのだ。始めて3時間ぐらいして、最初の分裂核を発見する。現在まで報告されている分裂核をチェックするも空白地帯だ。まず、最初の分裂核の新発見!思わず、3人で、「みつかるとのだね・・・」と顔をあわせる。すぐに、この位置の概略を測って報告する。たった、1分で移動しているのがわかるのだ。この彗星を宮坂彗星と呼ぶことにした。そうこうしていると、Uさんから電話だ。「ガンマ線バースト(GRB)が発生した。ショート・ガンマ線バーストだからぜひとも観測をお願いします。」という内容だ。サーベイをやっと始めたばかりだが、珍しいショート・ガンマ線バーストの光学残光が写れば、大変貴重だ。そこで、午前2時半より1時間、GRBの光学残光探しを行う。毎回、前後左右に10秒角ほどディザリングして、GRB発生位置を深く撮像する。しかし、GCNサーキュラーでは、光学残光の上限の報告しか出てこない。そうこうしているうちに、春の明け方は一挙にやってくる。最後に、B核を撮影しているうちに、薄明に埋もれていった。

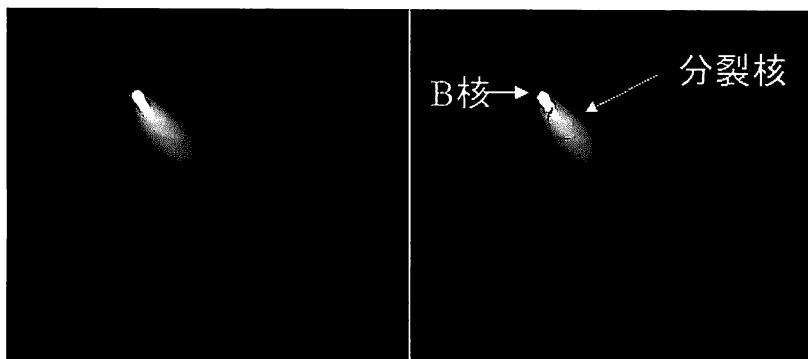


図2 5月3日のSW3 B核と分裂核

翌4日も快晴だ。夕方、依頼されているある天体を撮影してから、SW3のサーベイを開始。今日は、ともかく40平方度を浅く、一挙に2回観測するため、恒星時追尾の1分露光で撮影することにした。限界等級は、18等星くらいだ。E核付近より再び始める。森さんの計算で、次々視野をずらしながら観測、宮坂さんの鋭い目が、怪しい天体をピックアップしていく。E核は消滅してしまった分裂核だ。この近傍には検出されている核はない。ところが、あっさりと1個見つけてしまった。ひとまず、コードネーム・森彗星の位置を測り、報告する。観測は順調に2時間で半分近くまでいく。できれば、2回測定することで、分裂核の移動を確認したい。続いてR核近傍に未同定の核を発見、コードネーム・大西彗星の位置を報告。次々と見つかる核に喜び、途中で、M13が視野中心に飛び込んでびっく

りしたり、巨大なC核に驚いたりと順調にサーベイは進行した。サーベイの一部の連続写真を図3で、また見つかった分裂核の一部を図4に集めてみた。これからわかるように、本体のC核と最大破片のB核がいかに大きいか、逆に言うと分裂核のほとんどはいかに小さいか良くわかる。

3日目の5日は透明度が少し落ちたが、やはり観測日和。彗星の移動にあわせたガイドによる深いサーベイをもう一度試みた。まずは、3日に発見した宮坂彗星を見つけ出し、分列核の同定をすることだ。ところが、1日に数度も動く早い動きで、宮坂彗星を探すのに非常に時間がかかった。そして、ついに確認したと思って、報告したが、初日目の宮坂彗星とは軌道が合わず、別の分裂核であるとの報告が帰ってきた。そうこうしているうちに、薄明の中にSW3の像が消えていった。



図3 10枚の合成写真

左下がM13。中央やや左下がB核。小さな丸で囲んだ領域に微小な分裂核がある。

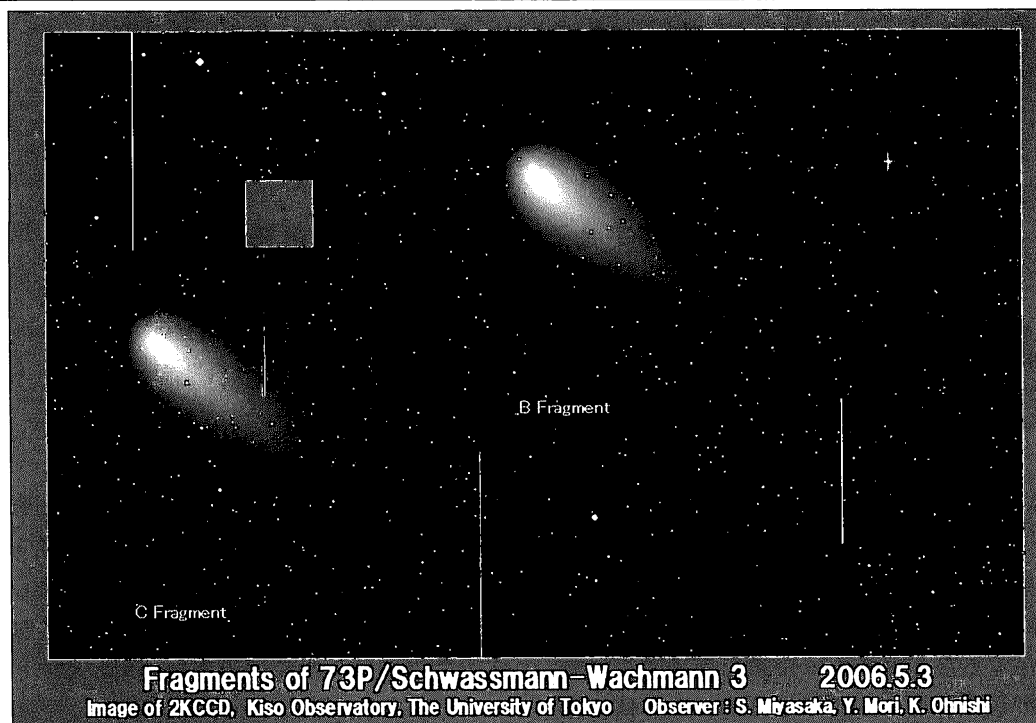


図 4 SW3 彗星の分裂核の様子（同一スケール）

6. 観測のあとで

観測の終了から数ヶ月が過ぎている。本当はみんなで解析、論文にといいところだが、それぞれの仕事の中で、まだ、ほとんど進んでいないというのが本当だ。はじめの観測予定であった 20 等星限界サーベイは、彗星の移動があまりにも早かったために、追尾できず、18 等星限界のサーベイになってしまった。このサーベイで約 30 個の彗星核を確認、うち、7 つが未同定核であった。予定の光度分布を得るには分裂核が少なすぎるが、今後も解析を続けたいと思う。

いま、ニュージーランドでマイクロレンズ・サーベイの観測を 1 ヶ月間行っている。天候待ちの時間に、この原稿を書いている。

今回発見した微小分裂核のほとんどが、中央集光のない、ぼんやりした核と立派なダストの尾が見えていた。これらの分裂核がさらに分裂を繰り返し、粉々になって消滅して行

く途中なのだろう。佐藤幹哉さんの計算によると、2022 年、SW3 による流星が見えそうだという。次々に粉々になった彗星核のダストが地球に降ってくる様子を見てみたいものだ。

謝辞

SW3 の観測にあたり、直前の申し込みにもかかわらず Target of Opportunity 観測を許可していただいた東京大学天文学教育研究センター木曾観測所所長中田好一教授に感謝します。また、天文台スタッフの方には、いろいろお世話になりました。また、今回の観測 PI の関口朋彦さん、観測者の森由貴さん、宮坂正大さんの協力で観測できました。本原稿は、研究グループによるものでなく、私見的な立場で書かせていただきました。