

# Tabur 彗星 (C/1996Q1) の可視分光観測: 彗星核内部の非均質性について

河北 秀世

〒 546 大阪市東住吉区湯里 1-4-10-303

古莊 玲子

神戸大学自然科学研究科

藤井 貢

〒 713 岡山県倉敷市玉島黒崎 4500

## 1. イントロダクション

Tabur 彗星 (C/1996Q1) は 1996 年 8 月 19 日にオーストラリア在住のアマチュア、V.Tabur 氏によって光度約 10 等で発見された新彗星である。発見直後、その軌道要素が 1989 年の Liller 彗星 (C/1988A1) と非常に似通っていることが分かり、これらの彗星はもともと一つの彗星であったものが、何らかの原因で分裂したものだと考えられるようになった (IAUC 6464)。

過去に分裂が観測された彗星は非常に多数存在し、分裂自体は、さほどめずらしい現象とは言えない。Chen and Jewitt (1994) によれば、その割合は、0.01 [/comet/year] であるとされている。1996 年の Hyakutake 彗星 (C/1996B2) を始めとし、1995 年の Schwassmann-Wachmann 第 3 彗星、1994 年の Macholtz 第 2 彗星、また、有名なところでは Shoemaker-Levy 第 9 (SL9) 彗星の分裂などがある。

分裂した彗星核の力学的な挙動は、Sekanina (1982) などをはじめとして、詳しく調べられた事例がある。しかし、個々の分裂核についての組成や強度などについては、あまり良く知られていない。これまでは、SL9 彗星が唯一の例外であった。SL9 彗星は、直接はガスの放出などを観測することができなかったが、木星衝突において出来た衝突痕の大きさが衝突前の彗星核の光度と完全に比例しないことから、各分裂核における強度や組成に差があること、すなわち元になった彗星核は一様な強度 (あるいは組成) ではなかったことが推測される。

このような彗星核の非均一性を評価するためには、各分裂核のスペクトルからガスの組成やガス/ダスト比などをも評価する必要があるが、これまではそのような観測例は無かった。これは、分裂が起こっても二つの核が空間的に近すぎて、それぞれのコマの影響をうまく分離できないこと、また、小さい方の分裂核は暗く、すぐに消滅してしまう場合が多いこと、などが原因と思われる。複数の分裂核が十分な距離を離れて観測できた例は、先

の SL9 彗星、Sun-Grazing Comets(いわゆるクロイツ群)、そして、Levy 彗星 (C/1988F1) と Schoemaker-Holt 彗星 (C/1988J1) のペアであった。しかし、いずれも良い条件下で光電測光や分光観測ができず、結局、位置や眼視光度などの情報が得られているだけのようである。

一方、Tabur 彗星と Liller 彗星のペアは、近日点通過時刻が 8 年もずれており、またそれぞれが適当な日心距離まで太陽に近付くことによりガスの輝線も十分に観測できた。こうして、この二つの彗星は、光電測光や分光観測によって良質なデータを得る事ができた最初の彗星ペアとなったのである。

更に Tabur 彗星について詳しく見てみよう。

Tabur 彗星は、発見から約 1 ヶ月後の 9/12,13 には ESO の 2.2m 望遠鏡で分光観測が行われ、非常にガスの多い彗星であることが分かっている。また、わずか 1 日の間に C2 バンド付近でのガス/ダスト比は約 1/3 になり、光度が約 2 倍になるなどの急激な変化を示している。同時に行われた CN バンドの撮像ではジェット構造が見られ、非常に活発な活動を示す彗星であることが分かった (IAUC 6485)。

また、Hyakutake 彗星 (C/1996B2) 以来、脚光を浴びている X 線での観測も行われている。9/26, 10/6 に行われた X 線観測衛星 ROSAT による観測では、核から太陽方向に約 30,000km 離れた場所での輝度が最も高く、その広がりには約 90,000km にも及んでいた。また、X 線の輝線は時間単位での急激な変化が見られている (IAUC 6495)。

しかし、このように活発な活動を見せた Tabur 彗星も、10 月後半には近日点通過日を目前にして急激に減光している。そして 11 月中ごろには、眼視光度は 10 等を切ってしまった(この時点で、発見から 10 月までの観測から予想される光度は約 5 等のはずであった)。

我々は、この Tabur 彗星を、9/14 から 10/17 にかけて、9 夜分の観測を行った。本稿では、我々の観測から得られた種々の情報について検討を行う。

## 2. 観測結果

観測は、9/15 から 10/17 にかけて 9 夜分、藤井-美星観測所で行なった。28cm シュミットカセグレン主焦点に藤井の自作による低分散分光器を装着している。スリットは約 420 秒角×7 秒角、分光器の波長分解能は約 1[nm] である。図 1 に典型的なスペクトルの一つを示した。450[nm] から 700[nm] にかけて、C2, NH<sub>2</sub>, [OI] などの輝線が見られる。

今回、我々は得られたスペクトルから C2 ラジカルのガス生成量を求め、同時にダストの生成量の指標である  $A_{fp}$  を求めて、これらの比をガス/ダスト比として日心距離に対してプロットした。ここでガス生成率は、Haser のモデルに基づいて求めている。図 2 には結果を示した。エラーバーは、 $1\sigma$

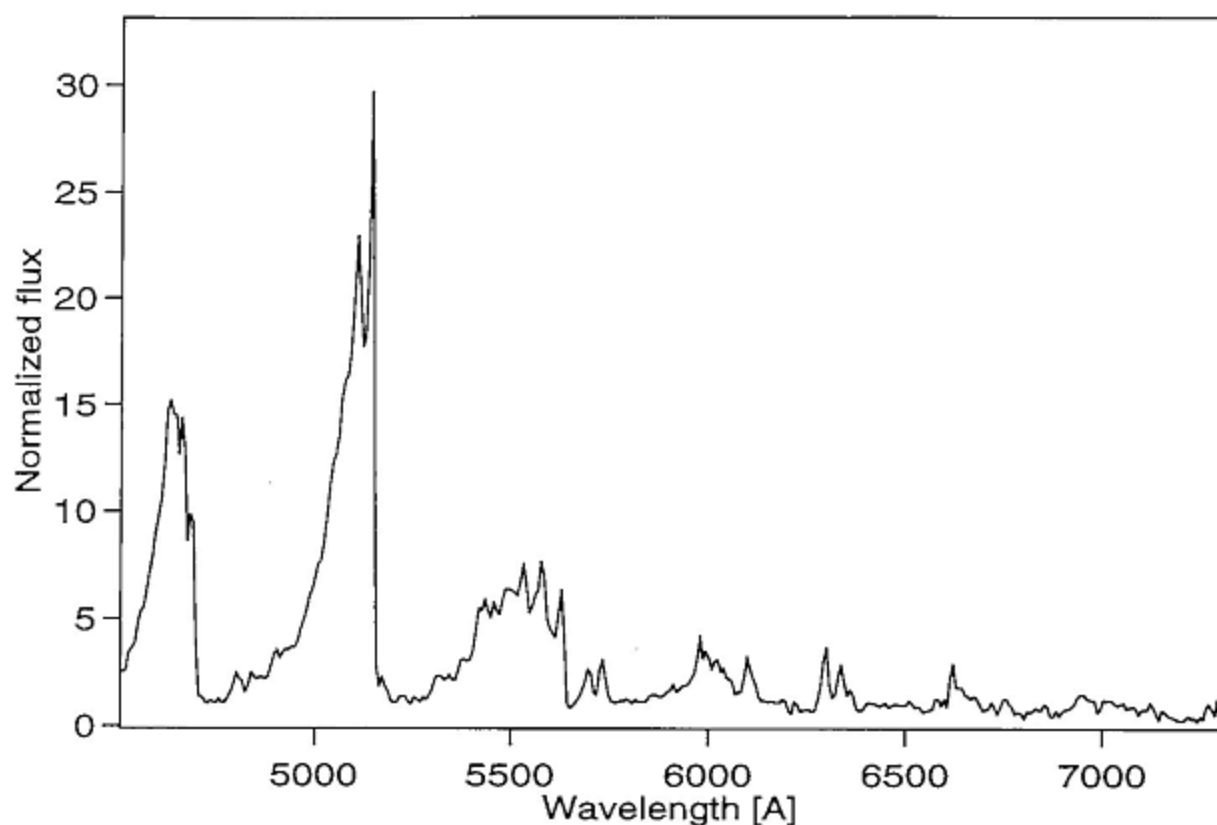


図 1. Tabur 彗星のスペクトル (10月5日観測)

エラーレベルである。

図 3には眼視光度を日心距離に対してプロットした図を示した。このような図を描くと、通常の彗星では、光度が直線上にフィッティングできる(日心距離が対数で目盛られていることに注意)。Tabur 彗星の場合、日心距離

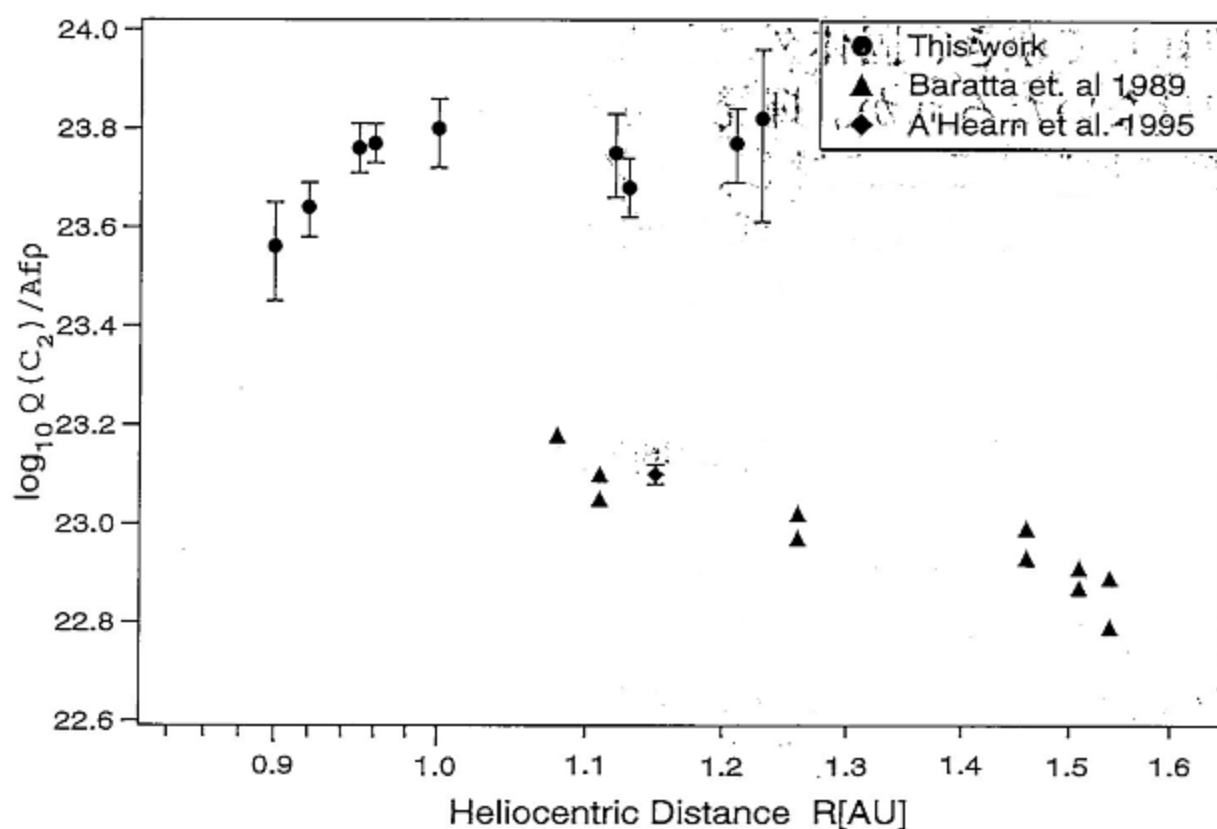


図 2. ガス/ダスト比の日心距離依存性

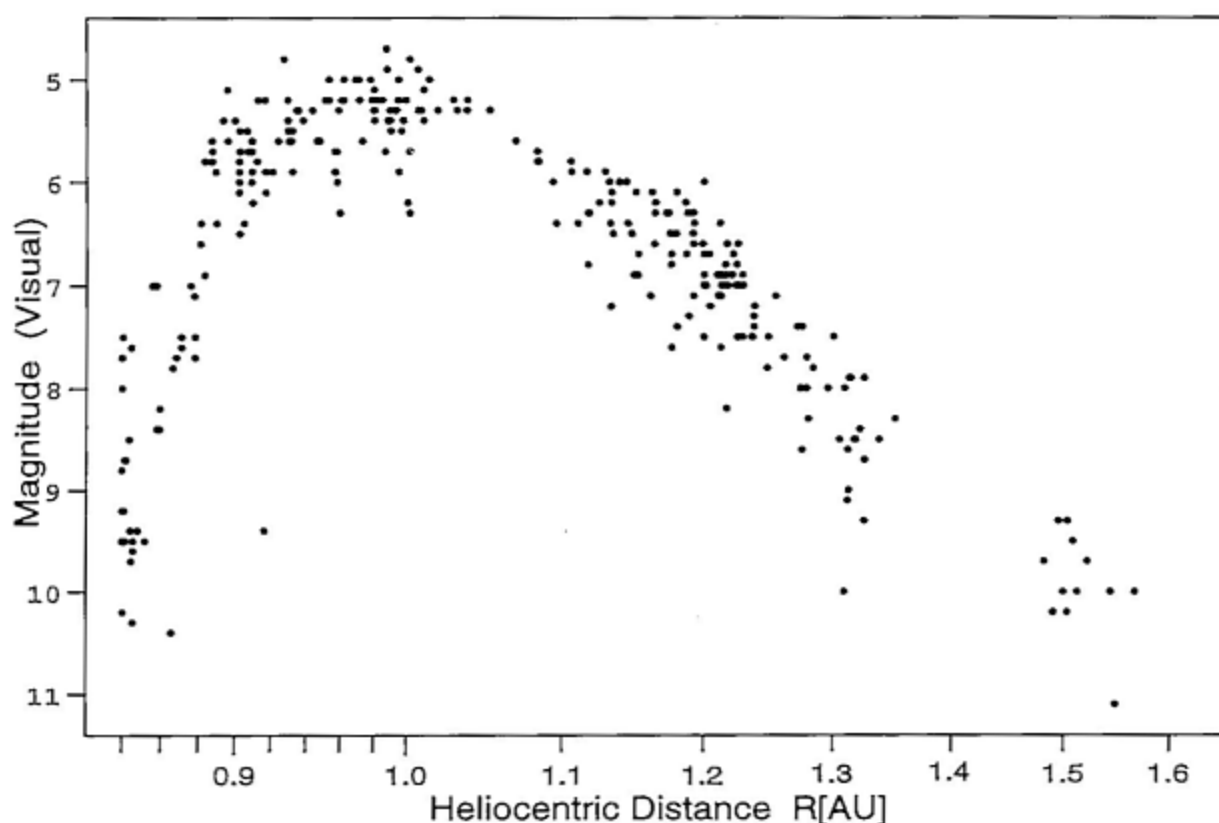


図 3. 眼視光度の日心距離依存性

が遠方から 1[AU] 付近までは近づくに連れて順調に光度を増し、比較的よく直線上にのっている。しかし、1[AU] から更に太陽に近づく過程で、直線から逸脱し、急激に暗くなってしまった。この急激な活動低下は、何が原因なのだろうか。

ここで図 2 と図 3 を比べると、光度が減少しはじめた頃から、あきらかにガス/ダスト比が減少している傾向にある。これは、次第に彗星核中の揮発成分が消費してゆき、固体ダスト成分の比率が増えていったことを示しているのではないだろうか。揮発成分が枯渇してゆく過程では、ガスが秒速 1km 程度で拡散するのに対し、ダストは 100~数百 [m/s] という速度で拡散するため、あとにダストが残る傾向にある。そのため、揮発成分が枯渇してゆく過程では、次第にガス/ダスト比が小さくなるのである。

### 3. Liller 彗星との関係についての興味ある事実

イントロでも述べたように、Tabur 彗星は、1988 年の Liller 彗星と非常に良く似た軌道をもっており、これらはもともと一つの彗星核であったものが何らかの原因で分裂したものと考えるのが自然である。このように、もともと一つであったものが分裂してできた各彗星について、ガスの生成率やガス/ダスト比が求められた例はない。

幸いにも Liller 彗星については、過去に光電測光によってガスの生成率やガス/ダスト比が求められていた (A'Hearn et al. 1995, Baratta et al.

1989)。そこで、我々の観測した Tabur 彗星のデータを、Liller 彗星のデータと比較することが可能となる。図 2 には、Liller 彗星におけるガス/ダスト比を、Tabur 彗星と一緒にプロットした。ただし、Baratta et al. (1989) のデータにはエラーバーがない。図 2 にあるように、二つの彗星でガス/ダスト比は、明らかに差がでている。このままでは少々分かりにくいので、各彗星のガスとダストについて、その質量比を求めてみることにする。ガス/ダストの質量比は、 $Q(\text{OH})/A_{\text{fp}}$ なる量から推定されるのだが (A'Hearn 1995)、それによれば二つの彗星のガス/ダストの質量比は一桁も異なっていることが分かった。

同じ彗星核から分裂してできた二つの彗星で、これほどまでにガス/ダスト質量比が異なるという事実は、もとの彗星核内部には、この程度の非均質性が内在していたことを示唆しているのではなかろうか。多くの場合、彗星核は均質であるとしてきたこれまでの仮定は、大きく疑問視する必要があるだろう。

#### 4. まとめ

本研究では、Tabur 彗星の分光観測を行ない、得られたスペクトルからガス/ダスト比を求め、彗星の活動が低下するにつれてガス/ダスト比が小さくなる傾向があることを示した。

また、Tabur 彗星と非常に似た軌道を持つ Liller 彗星の観測データから、二つの彗星のガス/ダスト比及びガス/ダストの質量比を比較した。その結果、この二つの彗星がもともと一つの彗星核であった場合、その内部ではガス/ダストの質量比にして一桁程度の差が内在していたことを示した。

今後、ガスの相対的な組成についても二つの彗星で比較検討をすることが、さらに彗星の素性を解き明かす上で重要であると考えている。