ジョンソン彗星(C/2015 V2)におけるダストのコマの広がり

加藤 英行*

Expanse of dust coma of comet C/2015 V2 (Johnson)

Hideyuki KATO*

(要旨) 2017年4月2日から2017年6月19日までの期間中6夜において,ジョンソン彗星(C/2015 V5) をデジタルカメラで撮像観測を行った.得られた画像から彗星の光学重心からコマの終端までの距離 を測定し,その時間変化を捉えた.考察では,彗星ダストのコマの変化は,彗星核から放出されたダ ストがガスで加速されて到達する終端速度とダストの粒子半径が影響しているだろうことを示した.

キーワード:ジョンソン彗星(C/2015 V2),彗星コマ,彗星ダスト,デジタルカメラ

1. はじめに

1-1 彗星のコマについて

彗星核が太陽に近づくと氷成分が蒸発し,吹き出し たガスやダストがコマと呼ばれるぼんやりとした光の かたまりを作る.その直径は,彗星によって異なり, 同じ彗星でも太陽からの距離によって大きく変化する (鈴木ほか, 2013).

また,彗星核がさらに太陽へ近づくと,太陽の光を 受けて,コマを作るダストは吹き飛ばされやすくな り,コマは小さくなることが知られている(鈴木ほか, 2013).

このように、興味深い彗星の振る舞いの1つとして、 コマの変化を捉えることは重要なテーマである.

1-2 ジョンソン彗星 (C/2015 V2) について

ジョンソン彗星(C/2015 V2)(以下,「ジョンソ ン彗星」という.)は、カテリナ・スカイサーベイで 2015年11月3日にやまねこ座を撮影した捜索画像上に ジョンソン氏が発見した彗星である.近日点通過は 2017年6月12日,近日点距離は1.637AUである.2017 年4月に眼視光度が8等級で観測され、近日点通過の 6月ごろには、7等級まで明るくなった、その後7月 ごろまで、ほぼ8等級の明るさで観測された(中野、 2017).図1に眼視観測による全光度変化を示す.

本稿では,ジョンソン彗星のコマ,特にダストの日 心距離,時間変化を捉えることを目的として,デジタ ルカメラを用いた撮像観測の結果を報告する.



2018)

2. 観測

2017年4月2日から2017年6月19日までの期間中6夜に おいて撮像観測を行った.観測を行った日と場所,露 光時間,ジョンソン彗星の日心距離,地心距離を表1 に示す.機材は20cmニュートン式反射望遠鏡(Vixen R200SS, f=800mm, F4)と補正レンズ(Vixenコレ クターPH, 合成焦点距離f=760mm, F3.8), デジタ ルカメラ (Canon EOS6D, センサーサイズ35.8mm ×23.9mm, 画素数5,472×3,643pixel(R画像の画素数 2,748×1,835pixel)),赤道儀(Vixen SXD2)を用いた. 本システムの画角は2.7×1.8°, R画像のピクセルスケ ールは、3.53秒角/pixelである.デジタルカメラのISO 感度は25600として撮影した.

ただし、全観測日において、同じ露光時間で撮像す ることで、相対的に比較するべきだが、機材の不具合 のため5月19日と6月19日は露光時間が異なっている.

観測日	観測場所	露光時間[sec]	日心距離[AU]	地心距離[AU]
2017年4月 2日	福井県大野市南六呂師	30	1.89	1. 33
2017年4月23日	福井県大野市南六呂師	30	1. 77	1.09
2017年5月19日	福井県大野市南六呂師	20	1.67	0.86
2017年5月22日	福井県勝山市平泉寺町	30	1.66	0. 85
2017年5月28日	福井県勝山市平泉寺町	30	1.65	0. 82
2017年6月19日	福井県勝山市平泉寺町	15	1.64	0.85

表1: 観測を行った日と場所, 露光時間, ジョンソン彗星の日心距離と地心距離. 日心距離と地心距離はNASA JPLのウェブサイト (NASA JPL, 2017) JPL's HORIZONS systemから得られたデータである.



2017/4/2.75 UT

2017/4/23.64 UT

2017/5/19.69 UT

2017/5/22.56 UT



2017/5/28.72 UT

2017/6/19.50 UT

図3:ジョンソン彗星のコマの変化. 彗星の光学重心を中心 としてトリミングしたR画像(上)とR画像をもとにし て作成したコントアマップ(下). それぞれの画像の画 角は20分角で左上の画像でおよそ115.75万km,右下の 画像でおよそ74.39万kmに相当する. 上が北,左が東 である.太陽の位置角は,左上から順に61.06°, 33.54°, 349.75°, 344.37°, 332.79°, 299.64°である.

3. 解析

3-1 彗星のダスト成分とデジタルカメラのRGB画像

彗星のコマのスペクトルとデジタルカメラのRAW 形式のRGB感度域を比較すると、BにはCNとC₂の輝 線の一部、GにはC₂の強い輝線が含まれる。一方、R にはNH₂などの輝線はあるが、主にダストの散乱光が 多くを占めると考えられる(鈴木ほか、2013).した がって、彗星のダスト成分のコマの変化を捉えるため には, デジタルカメラのR画像を用いた解析が有効と 考え解析を行った.

3-2 データ整約

デジタルカメラのRAW形式画像をR・G・B画像へ の分解及びFITS形式への変換には星空公団のウェブ サイト(星空公団, 2017)で配布しているソフトウェ ア「raw2fits」,画像データのダーク補正とフラット 補正,空の明るさの見積もりとその減算には,国立天 文台のウェブサイト(国立天文台, 2017)で配布して いるソフトウェア「すばる画像解析ソフトマカリ」を 用いた.空の明るさは,目視で彗星とその他の天体が 写っていない任意の領域における総カウント値/ピク セル数を10箇所で測定し,その平均値を算出すること で見積もった.

3-3 彗星の光学重心からコマの終端までの距離の測定

整約後のデータにおいて、彗星の光学重心から、カ ウント値が0以上となるピクセルを彗星のコマの終端 とした.彗星のコマは、ほぼ円形にぼんやりとした丸 い頭部として見える(鈴木ほか、2013)とされるが、 彗星の尾と重なることで、実際よりも大きく見積もら れることがある(加藤、2016).そこで、観測日ごと に図2に示す5方向の光学重心からコマの終端までの距 離を測定し、尾の影響が少ないと考えられる最も小さ な値をコマの半径と定義した。各観測日で採用したコ マの半径の方向を表2に示す.



図2:測定した要素の概念図. 彗星の光学重心から太陽方向 のコマの終端,太陽方向に対して時計回りに45°,90° 方向のコマの終端,太陽方向に対して反時計回りに45°, 90°方向のコマの終端を測定した.

4. 結果

各観測日から得られた画像の例を図3に示した.画 像の比較から,近日点に近づくに連れてコマの直径が 大きくなっていくことがわかる.彗星の光学重心から 太陽方向の終端までの見かけの実距離(以下,「太陽 方向の距離」という.)の時間と日心距離に対する変 化を図4,5に示した.彗星のコマの半径の実距離(以 下,「コマの半径」という.)の時間と日心距離に対す る変化を図6,7に示した.

図4,6から近日点通過時刻へ近づくにつれて、太陽 方向の距離とコマの半径は大きくなる傾向がみられ た.図5,7から彗星と太陽間の距離が短くなるととも に、太陽方向の距離とコマの半径は大きくなる傾向が みられた。







図5:太陽方向の距離の日心距離に対する変化

表2:各観測日で採用したコマの半径の方向

観測日	2017年4月2日	2017年4月23日	2017年5月19日	2017年5月22日	2017年5月28日	2017年6月19日
採用した方向	太陽方向	太陽方向に対して 反時計回りに90°	太陽方向に対して 反時計回りに90°	太陽方向に対して 反時計回りに90°	太陽方向に対して 反時計回りに90°	太陽方向に対して 反時計回りに90°
採用した方向の位置角	61.06°	123. 54°	79. 75°	74. 37°	62. 79°	29. 64°



図6:コマの半径の日付に対する変化



図7:コマの半径の日心距離に対する変化

図4, 5, 6, 7のプロットは, 各観測日に撮影した画像の中から目視で雲とガイドエラーの影響が少ない5つの画像を選択し,太陽方向の距離とコマの半径を測定した平均値である. エラーバーは標準誤差を示している.図4,6中の縦線は近日 点通過時刻,図5,7中の縦線は近日点距離である.

5. 考察

5-1 観測結果の妥当性

本観測から得られた太陽方向の距離は最大で約17万 kmであるのに対し,河北・古荘(2003)が太陽に向 かった塵がどれくらいまで核から離れるかを見積った 値は数万km程度であった.比較から,本結果の方が 一桁大きな値であり,実際より大きく見積もっている と考えられる.

この原因は、2つあると考えている.1つは太陽方向 のコマの終端と尾が重なった影響である.図2に示し た5月19日以降の観測画像には太陽方向と近い角度へ 広がる尾を確認することができる.したがって、太陽 方向の終端と尾が重なったことで、太陽方向の距離を 大きく見積もっていることが考えられる.

もう1つはデジタルカメラのR画像にはダストの散

乱光を多く含むが,NH₂などの輝線も含まれており, ダストの広がりを実際より大きく見積もっていると考 えられる.

また,光学重心から5方向のコマの終端を測定して, その最小値をコマの半径とする方法は,太陽方向の距 離と比較して,小さくなっていることからわかるよう に,コマの終端と尾が重なりコマを大きく見積もる影 響を小さくしていると考えられる.

5-2 結果から得られた傾向

太陽方向の距離が日付と日心距離とともに,大きく なっていく傾向について考察する.

ダストが核から見てどれくらい遠くまで太陽方向に 進めるかは,彗星核から放出されたダストがガスで加 速されて到達する終端速度と,太陽重力に対する太陽 放射圧の効き方に依存する(河北,古荘,2003).

したがって、太陽方向の距離が大きくなる傾向は、 ダストの終端速度が大きくなるまたは、ダストの粒子 半径が大きくなり太陽放射圧の影響が重力に対して小 さくなることで、本観測からえられた傾向を説明する ことができる.

謝辞

本稿をまとめるにあたり,本稿をお読みいただき有 益なご助言をいただいた都留文科大学の古荘玲子博 士,すばる画像解析ソフトマカリの開発者の皆様,画 像変換処理ソフトraw2fits開発者である星空公団の小 野間史樹氏,光度曲線の掲載を快諾してくださった吉 田誠一氏,本稿掲載に関してお世話になった福井市自 然史博物館の梅村信哉氏と出口翔大氏には,ここに厚 くお礼を申し上げる.

引用文献

- 星空公団, 2017/12/8, 開発製品 (ソフトウェア). Raw2fits. http://www.kodan.jp/?p=products.
- 河北秀世・古荘玲子, 2003, 1-3 彗星のコマ, 高校生天体 観測ネットワーク(Astro-HS)編, 彗星観測ハンドブック 2004. 30p.
- 国立天文台, 2017/12/8, すばる画像解析ソフト-Makaliïi - 配布サイト. https://makalii.mtk.nao.ac.jp/index.html.ja.
- 中野主一, 2017, この1年間に発見された彗星, 天文年鑑 2017年版. 誠文堂新光社, 249-250p.
- 鈴木文二・秋澤宏樹・菅原賢,2013,②彗星とは何か,彗 星の科学.恒星社厚生閣,7p.
- 鈴木文二・秋澤宏樹・菅原賢, 2013, ②コマは巨大だ, 彗 星の科学. 恒星社厚生閣, 18p.
- 鈴木文二・秋澤宏樹・菅原賢, 2013, ④RGBフォトメトリ, 彗星の科学. 恒星社厚生閣, 102p.
- NASA Jet Propulsion Laboratory, 2017/12/8, HORISONS Web-Interface. http://ssd.jpl.nasa.gov/horizons.cgi.
- Yoshida, S., 2018/12/21, ジョンソン彗星 C/2015 V2(Johnson). http://aerith.net/comet/catalog/2015V2/2015V2-j.html