

彗星の色の謎に迫る

江刺 和音 (高校2年) 【仙台白百合学園高等学校】

本間 由莉 (高校2年) 【岩手県立久慈東高等学校】

1. 研究動機

東北大学主催の「もしも君が杜の都で天文学者になったら…」のイベントにて、我々は今年度よく話題になった彗星について研究することになった。彗星について調べていくうちに様々な色の彗星の写真を見つけ、なぜ彗星には色の違いがあるのかということに興味を持った。写真の彗星の色は人工的に合成されたもので本当の色ではないということが分かったのだが、実際には何色なのか、また、なぜその色に見えるのか実際に観測を行うことで調べていくことにした。

2. 研究方法

撮像観測で色指数を出し分光観測で成分を確かめる。観測については以下の要領で実施。

観測日時・場所：2013年12月23-24日 仙台市天文台 ひとみ望遠鏡 (口径1.3m)

観測天体：ブルーイントン彗星 (154P)

露出時間・枚数：〔撮像観測〕 B：60秒×3枚、V：60秒×3枚、R：60秒×3枚

〔分光観測〕 2"スリット (波長域3200~6800Å)：120秒×6枚

データ解析については、すばる画像処理ソフト：マカリを用いて撮像データを測光する。以下の結果・考察では、これ以外にアーカイブデータも用いている。

3. 結果

〔撮像観測〕 (等級はベガ等級)

等級：B 16.06 等級， V 14.43 等級， R 12.73 等級

色指数：B-V=1.63， V-R=1.69

アーカイブデータと合わせると図1のようになる。(比較として太陽の色指数も載せる)

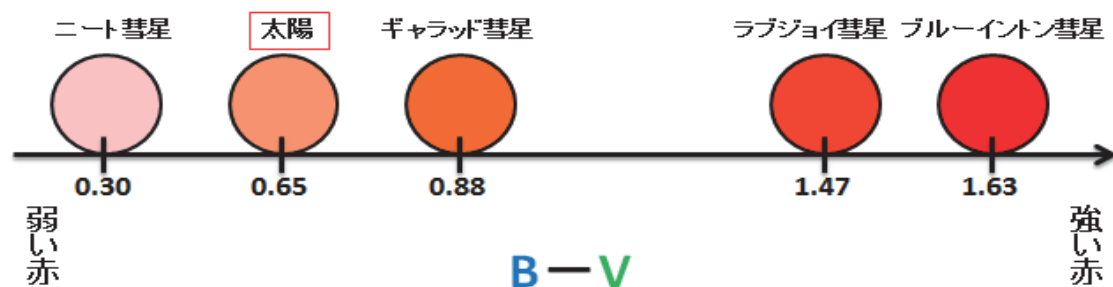


図1 B-Vの色指数の結果

V-Rも同様に太陽よりも赤っぽいという結果が得られている。(ニート彗星は例外)

〔分光観測〕

観測したブルーイントン彗星の等級がVバンドで14.43等と大変暗かったため、分光観測で得たデータを解析しても輝線を判別することができなかった。

4. 考察

はじめに、彗星は太陽の光を反射して光っているのだから、色指数も太陽と同等の値が得られるであろうと予想していた。しかし、実際は太陽の色指数より値が大きく、赤いという結果が得られた。これは彗星特有の性質ではないかと考えられるが、赤く見える原因にはどのようなことが考えられるかについて以下の2つの考察を立てた。

考察1：H₂Oの輝線

調べていくうちに彗星の成分の約80%がH₂Oだと分かった。これをふまえて図2を見るとH₂O+が4270-7540Åの範囲にあることが分かる。どの彗星にもH₂Oが多く含まれていると考えられ、それによる輝線が長波長側で多く出るため長波長側の光のエネルギー量が短波長側のものより多くなり、彗星は一般的に太陽よりも色指数的に赤っぽくになると考えられる。

Species*	Transition	System Name	Wavelength (Å)
OH	A ² Σ ⁺ -X ² Π ₁ (0,0)		3085
CN	B ² Σ ⁺ -X ² Σ ⁺ (0,0)	Violet	3883
	A ² Π ₁ -X ² Σ ⁺ (2,0)	Red	7873
C ₂	d ³ Π _g -a ³ Π _u (0,0)	Swan	5165
	A ¹ Π _g -X ¹ Σ _g ⁺ (3,0)	Phillips	7715
	D ¹ Σ _g ⁺ -X ¹ Σ _g ⁺ (0,0)	Mulliken	2313
C ₃	A ¹ Π _u -X ¹ Σ _g ⁺	Comet Head Group	3440-4100
CH	A ² Δ-X ² Π (0,0)		4314
	B ² Σ ⁺ -X ² Π (0,0)		3871, 3889
CS	A ¹ Π-X ¹ Σ ⁺ (0,0)		2576
NH	A ³ Π ₁ -X ³ Σ ⁻ (0,0)		3360
NH ₂	A ² A ₁ -X ² B ₁		4500-7350
O ₁ ¹ D	¹ D- ³ P		6300, 6364
O ₁ ¹ S	¹ S- ¹ D		5577
C ₁ ¹ D	¹ D- ³ P		9823, 9849
CO ⁺	B ² Σ ⁺ -X ² Σ ⁺ (0,0)	First Negative	2190
	A ² Π-X ² Σ ⁺ (2,0)	Comet Tail	4273
CO ₂ ⁺	B ² Σ _g ⁺ -X ² Π _g		2883, 2896
	A ² Π _g -X ² Π _g	Fox-Duffendack-Barker	2800-5000
CH ⁺	A ¹ Π-X ¹ Σ ⁺ (0,0)	Douglas-Herzberg	4225, 4237
OH ⁺	A ³ Π-X ³ Σ ⁻ (0,0)		3565
H ₂ O ⁺	A ² A ₁ -X ² B ₁		4270-7540
N ₂ ⁺	B ² Σ ⁺ -X ² Σ ⁺ (0,0)	First Negative	3914

図2 成分と輝線の関係(Feldman et al 2004)

考察2：軌道とダストによる減光の関係

一般的にダストによって短波長の光は吸収されやすく、それにより色は赤くなる。また、彗星は太陽の熱によって溶かされ周りにダストや塵が発生しコマを形成している。このことから、長周期彗星であるニート彗星(C/2001 Q4)、ギャラッド彗星(C/2009 P1)、ラヴジョイ彗星(C/2011 W3)は、短周期彗星であるブルーイントン彗星(154P)より少なくとも太陽の周りを回った回数が少なくダスト量も少ない。それが図1の色指数の結果に表れているのではないかと考えられる。

5. まとめと今後の課題

一般的に彗星は太陽よりも色指数的に赤っぽいということがわかった。その原因として以上の考察1と考察2などが考えられる。

今回は分光観測で有益なデータを得られなかったが、露出時間を長くし積分枚数を増やして分光することで、考察1と考察2のどちらが支配的なのかを決めることができるのではないかと考えられる。

6. アーカイブデータについて

ラヴジョイ彗星：仙台市天文台から提供

ニート彗星：彗星課月報 2004年5月

ギャラッド彗星：<http://www.lpi.usra.edu/meetings/acm2012/pdf/6075.pdf>