

17P/Holmes 彗星のダスト雲の観測

猿楽祐樹(木曾観測所)

1. はじめに

2007年10月24日、17P/Holmes 彗星の増光が確認された。最終的には、約15等も明るくなり、観測史上最大級のアウトバーストとなった。バーストが起きたのは、近日点通過(近日点距離は2.05AU)から約半年後で、日心距離は2.43AUであった。この彗星は過去にも大バーストを起こしているが、その原因は明らかになっていない。

木曾観測所では、共同利用の観測者にも協力していただき、バースト後のHolmes 彗星のダスト雲の形状の変化を105cm シュミット望遠鏡、2kCCD カメラを用いて観測した。観測されたダスト雲は、一般的な彗星のダスト雲(ダストテイル)とは異なり、球状に広がった構造と彗星核から離れた位置に集光した部分が見られた。本研究では、後者に注目し、ダスト粒子の軌道計算との比較から、どのようなダスト放出が起これば、観測画像を再現できるか調べた。

2. 観測

Holmes 彗星のバースト後の観測実施状況は表1の通り。バースト後、最初の観測は2007年10月27日で、最後の観測は2008年2月28日であった(2008年8月11日現在)。これらは、共同利用の観測中に観測させていただいたものもあり、ご協力いただいた観測者の方々には、あらためてお礼申し上げます。

表 1. 105cm シュミット望遠鏡による Holmes 彗星の観測実施状況

観測日	バンド	日心距離 r (AU)	地心距離 Δ (AU)	位相角 α ($^{\circ}$)
2007.10.27	B, V, R	2.45	1.63	16.2
2007.10.29	V	2.46	1.63	15.7
2007.10.30	U, B, V, R, I	2.46	1.62	15.4
2007.11.03	V, R, I	2.48	1.62	14.4
2007.11.07	R, I	2.49	1.62	13.5
2007.11.11	R, I	2.51	1.62	12.7
2007.11.13	B, R, I	2.52	1.63	12.3
2007.11.18	R	2.54	1.64	11.6
2007.11.22	B, R	2.55	1.65	11.3
2007.12.01	B, R	2.59	1.69	11.4
2007.12.13	R	2.64	1.78	12.8
2007.12.16	R	2.65	1.81	13.4
2008.01.07	R	2.74	2.06	17.1
2008.02.07	R	2.88	2.54	19.7
2008.02.28	R	2.97	2.90	19.4

3. ダスト雲の形状

図 1 に得られた画像の一部を示す。Holmes 彗星のダスト雲には、球状に広がった構造(特徴 A)と彗星核から離れた位置に集光した部分(特徴 B)が見られた。太陽の輻射圧の影響でダスト雲の形状は次第に崩れていくが、バースト後数日の間、特徴 A は等速で広がっており、バースト時に一気に放出されたダストと考えられる。特徴 B は、移動方向が輻射圧の方向とほぼ一致している。しかし、輻射圧の影響だけでは、移動量を説明できない。また、移動量から特徴 B が核を離れた時間を推定すると、バーストの推定時刻と一致しないため、バースト後に放出されたダスト雲の可能性もある。

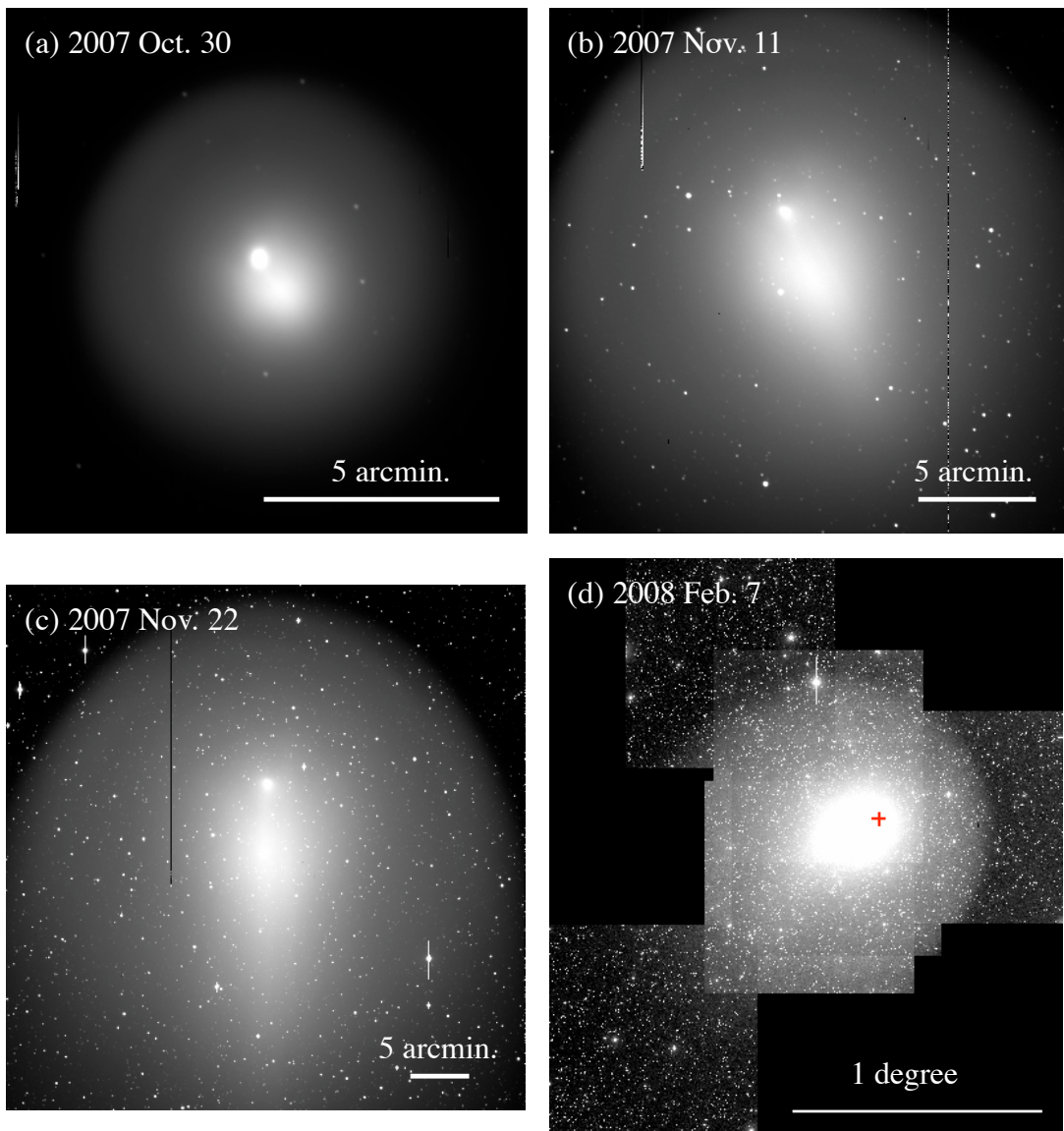


図 1. Holmes 彗星ダスト雲の形状の変化。球状に広がった構造(特徴 A)と、彗星核から離れた位置に集光(特徴 B)が見られる。これらの特徴は時間が経つにつれて、輻射圧の働く方向へ形状が崩れていった。Holmes 彗星のダスト雲は、11 月中旬には、満月の大きさを超え、12 月にはシュミット望遠鏡の視野を超える大きさとなった。

表 2. ダスト放出のパラメータ

パラメータ	範囲と刻み幅
放出時刻 Dej	10 月 23.6 日—25.6 日 (0.4 日刻み)
放出方向 θ	0° — 180° (2.5° 刻み)
放出方向 ϕ	0° — 360° (2.5° 刻み)
放出速度 V	0— 0.7 km/s (0.01 km/s 刻み)
サイズ β	0— 0.9 (0.1 刻み)

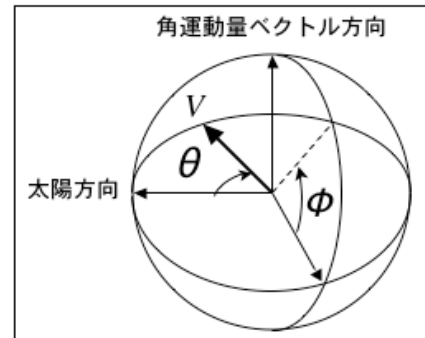


図 2. ダストの放出方向

4. ダストの軌道計算

ダスト放出のパラメータを変えて放出後のダストの軌道を計算し、どのような放出条件のダストが特徴 B の位置にくるかを調べた。用いたパラメータを表 2 に示す。 β はダストに働く重力に対する輻射圧の比で、均質で球形のダストを仮定すると β はサイズに依存する。 θ 、 ϕ は、図 2 に示すように、太陽方向と彗星軌道面を基準とした放出方向で、 V はダストの放出速度である。ダストの放出時刻は 10 月 23.6 日から 25.6 日(世界時)まで変えて計算を行った。これらのパラメータの組み合わせのうち、全ての観測画像において、特徴 B の明るさのピーク値の 95% 以上の明るさを持つ領域内にダストが分布するものを探した。

その結果、 β が 0.1 から 0.5 の間で条件を満たす解が得られ、特に β が 0.2-0.3 に解が集中した。放出時刻、 θ 、 ϕ 、 V への依存性を図 3 に示す。図から、 $\theta = 180^\circ$ 付近に解が集中していることが分かる。一般的な彗星のダスト放出は、昼側の領域($\theta < 90^\circ$)から起こると考えられるが、この結果はそれに反するものと言える。放出時刻が早いケースでは、 θ の取りうる範囲が広がってはいるが、それでも昼側の解は少ない。放出速度は、 $\theta \sim 180^\circ$ の解では、 $0.1-0.5$ km/s の幅を持ち、 $\theta \sim 180^\circ$ でない解では、 0.05 km/s 程度に集中する結果となった。

5. 考察と今後の課題

今回おこなった計算では、ダストを数百 m/s で反太陽方向へ放出すると、ホームズ彗星ダスト雲の特徴 B の移動量をうまく説明できるという結果になった。これは、通常の彗星活動からは考えにくい放出である。自転によって、日射のピークとダスト放出のピークがずれるという影響も考えられるが、 θ がちょうど 180° 付近であることから、輻射圧に関係しているように思われる。ダストの性質が変化して、放出直後は輻射圧の影響を強く受け、その後は輻射圧の影響が弱くなれば、ダストを反太陽方向へ放出するのと同じ効果が得られる。しかし、この変性をダストのサイズで考えると、輻射圧の影響大から小への変化は、サイズ小から大への変化に対応し、起こりえそうにない。ダストの組成の変化で説明できるかが今後の課題である。

今回の計算では、特徴 B をひとつのダスト雲として考え、明るさのピークを移動の基準にしていたが、特徴 B は単に見た目の効果という可能性もある。特徴 A と特徴 B は、別のダスト雲なのか、それとも、特徴 B はひとつのダスト雲が見る方向によって、最も明るい部分が移動して見えているだけのものかについて、これから検討していく予定である。

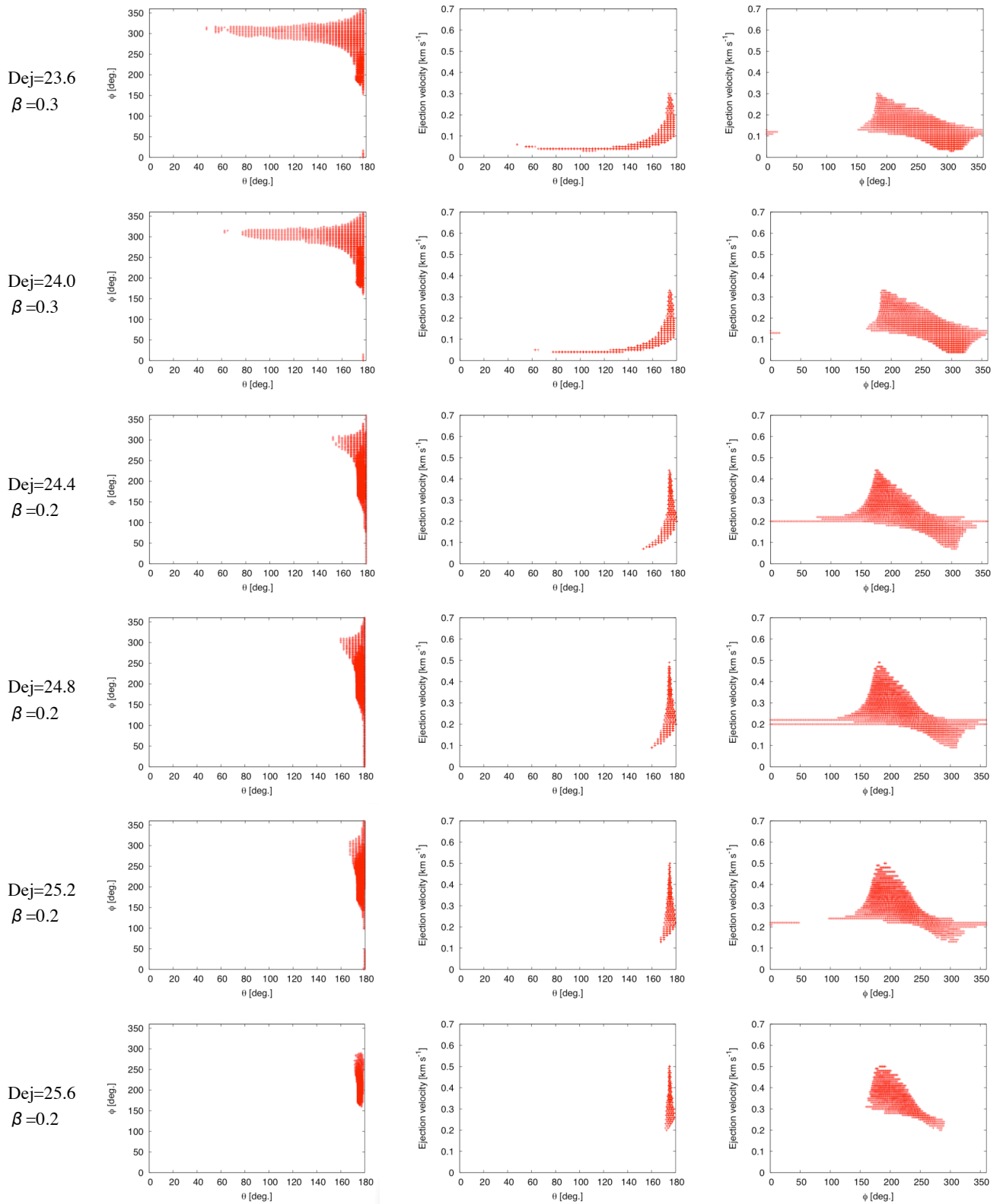


図 3. Holmes 彗星ダスト雲の特徴 B の移動量を満たすパラメータの組み合わせ。 $\theta = 180^\circ$ 、つまり、反太陽方向へ数百 m/s でダストを放出すると観測された特徴をうまく説明できることになる。