

C/2008 P1 (Garradd) の日心距離約 4 天文単位での尾

The Tail of C/2008 P1 (Garradd) at Heliocentric distance ~4AU

秋澤宏樹 (姫路市宿泊型児童館「星の子館」)

Hiroki Akisawa (Himeji City “Hoshinoko Yakata”)

Abstract

In the international mailing list [comets-ml], Dimitry Chestnov and David Cardeñosa reported their CCD imaging of C/2008 P1 (Garradd) that developed a long tail at heliocentric distance ~ 4AU, respectively at Aug.4, 2009 (UT). This paper was shown the calculation by the Bessel-Bredkin dust tail theory, and fitting for the tail of the image. The comparison result between the calculation and the image was shown that the tail was formed by dust grains of very small beta, i.e., very large size particles.

1 はじめに

C/2008 P1 (Garradd) は、2008年8月13日に Siding Spring Survey の G.J.Garradd によって 16.7 等級で発見された彗星である。その特長は、3.8961628AU と遠い近日点距離を持ち、離心率 1.0018342 の双曲線軌道の力学的な新彗星であることである。光度が 16 等級程度のため、はっきりとした光度変化の特徴は掴めないが、 $m_1 = 6.5 + 5 \log \Delta + 10.0 \log r$ の光度式が暫定的に求められている(吉田誠一、2009、図1)。

一方、国際メーリングリスト [comets-ml] では、2009年8月4日(UT)に、ロシアの Dimitry Chestnov と、スペインの David Cardeñosa により、日心距離約 4 天文単位でも長い尾を発達させた、この彗星の CCD 画像が報告されている。その Cardeñosa (2009) の画像を図2に掲載した。大きく湾曲をしている尾が非常に印象的である。

この画像の尾に、ベッセル・ブレデキンのダストテイル理論に基づく「BBNI」の計算結果をあてはめた結果、この尾が非常に小さな太陽光圧重力比 (β) を持つダスト、すなわち非常に大きなダスト粒子によって形成された尾であることが解ったので、以下にその結果を報告する。

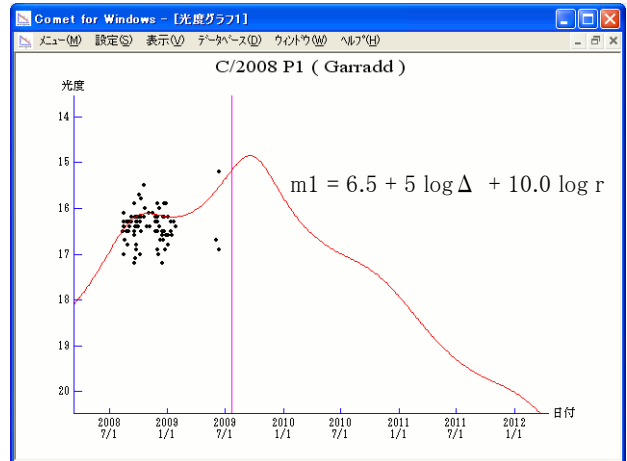


図1 C/2008 P1 (Garradd) の光度変化
吉田誠一さんの HP より、許可を得て引用
<http://www.aerith.net/comet/catalog/2008P1/2008P1-j.html>



図2 C/2008 P1 (Garradd) の観測画像
David Cardeñosa さんの HP より、許可を得て引用
http://farm4.static.flickr.com/3424/3758407561_e4dbfbd440_o.jpg

2 観測画像の観測条件

Cardeñosa (2009) の観測時刻は 2009 年 7 月 26.08884～26.14542 日 (UT) である。その時の観測条件を「Comet for Windows(ver.1.4.0)」で計算してみると、日心距離は 3.896AU、地心距離は 3.512 AU、位相角は 14° であった。また彗星から見た地球の方向は、経度が 7° 、緯度が 12° である。図 3 に、「ステラナビゲータ(ver.6.1)」によって描画をした地球との位置関係を示す。

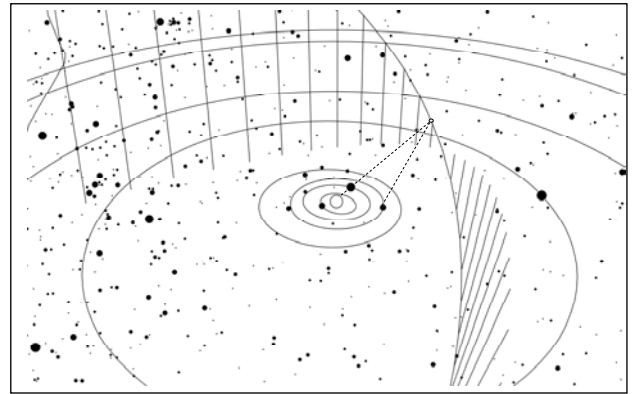


図 3 観測時の地球との位置関係(ステラナビゲータによる)
黄経 225° 、黄緯 32° 、日心距離 9AU から俯瞰

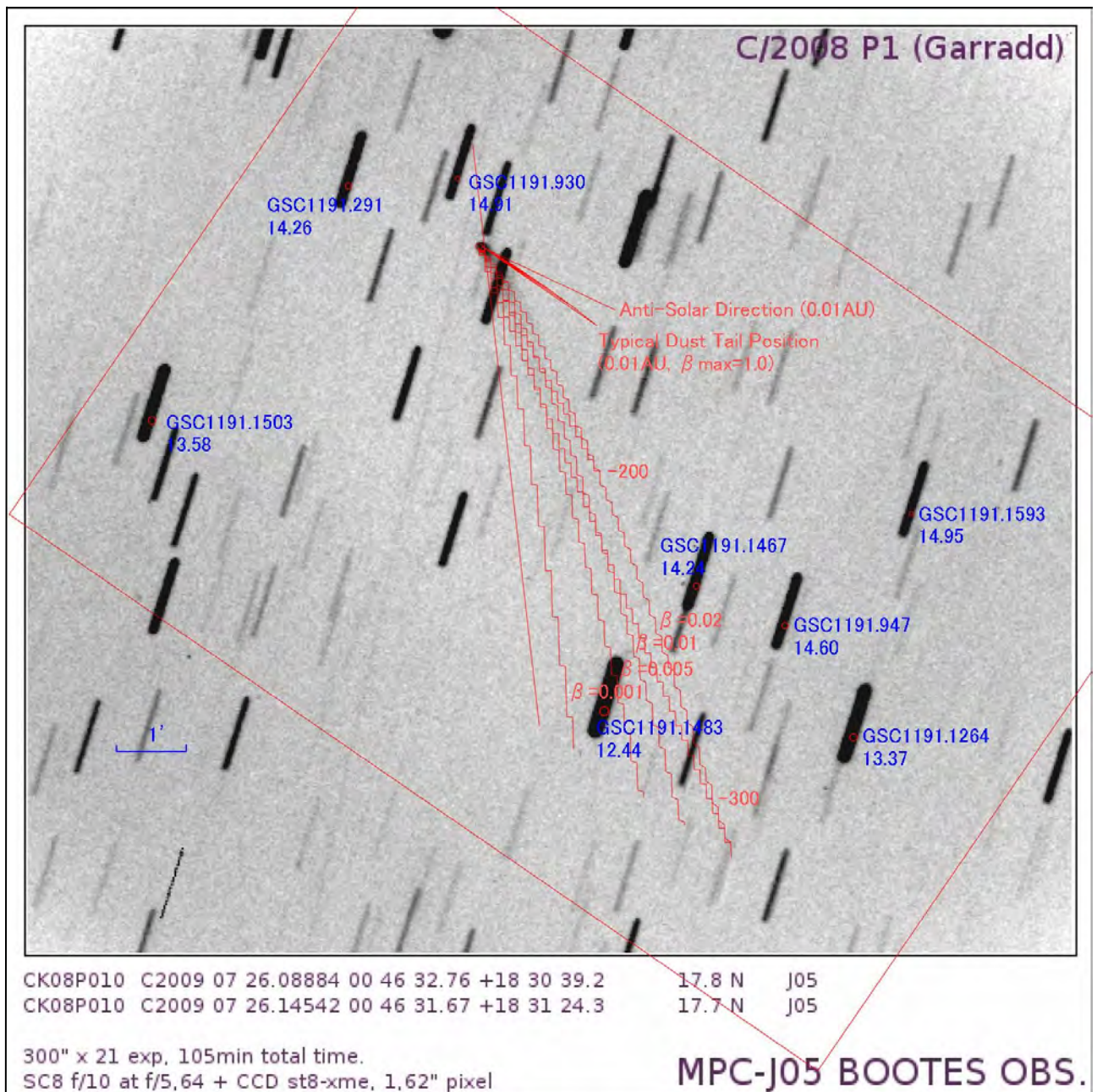


図 4 Cardeñosa さん(2009)の観測画像(図 2 を反転)と「BBNI」によるダストテイルのベッセル・ブレデキン理論の計算との比較
 通常のダストテイルを構成しているダストの β と比べると、 $\beta \approx 0.005 \sim 0.02$ と非常に小さな値のシンダイクに沿っている。また、細かくは読み取れないが、少なくとも近日点通過前 300 日以降にはダストが放出されていたらしいことも読み取れる。

3 ダストテイル理論のフィッティング

ベッセル・ブレデキンによる二次元のダストテイルモデルの計算プログラム「BBNI」(菅原, 2007)を用いて、観測画像の尾にフィッティングしてみた結果を図4に示す。大きく湾曲した尾は、 $\beta \approx 0.005 \sim 0.02$ という通常のダストテイルとは異なる、極めて小さな β のシンダインに沿っている。また、シンクロンは込み入っているために細かくは読み取れないが、少なくとも近日点通過前300日以降にはダストが放出されていたらしいことも読み取れる。

この結果が妥当かどうかを探るために、別の時期の観測をインターネット上で探してみると、Gustavo Muler (2009) の2009年1月3日(UT)の観測画像(図5)が見つかったので、同様に軌道条件を調べ(図6)、フィッティングを行ってみた(図7)。



図5 2009年1月3日(UT)の C/2008 P1 (Garradd) Gustavo Muler さんの観測画像、吉田誠一さんの HP より、吉田さんのご助力により、Muler さんの許可を得て引用 <http://www.aerith.net/comet/catalog/2008P1/pictures.html>

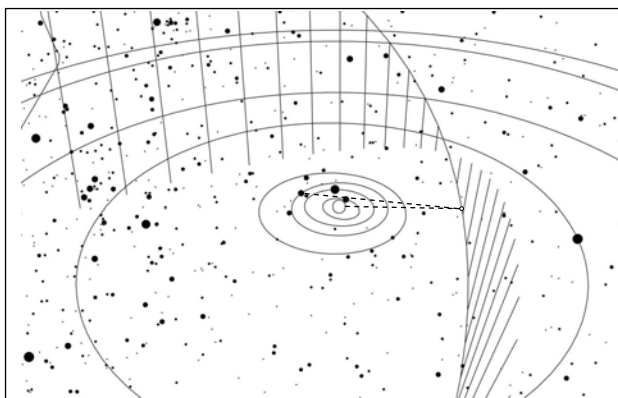


図6 2009年1月3日の位置関係(ステラナビゲータによる) 黄経 225°、黄緯 32°、日心距離 9AU から俯瞰

Muler (2009) の観測時刻は、2009年1月3.81813日(UT)である。その時の観測条件を「Comet for Windows (ver.1.4.0)」で計算してみると、日心距離は4.263AU、地心距離は4.753AU、位相角は 10° であり、彗星から見た地球の方向は、経度が 356° 、緯度が -10° となり、Cardenosa (2009)の観測時刻である2009年7月26日とは、彗星の軌道面を反対側から見ていたことになる(図6参照)。図5を図2と見比べると、尾の湾曲した形状が、まるで鏡に映したように反転していることが見て取れる。また図7は、図4と同じパラメータを用いて計算した結果であり、近日点通過を挟んで、200日以上時間差がある2枚の観測画像を、全く共通のパラメータで再現できていることから、図4と図7の観測画像へのフィッティングによって求められたパラメータが妥当であることが推定される。

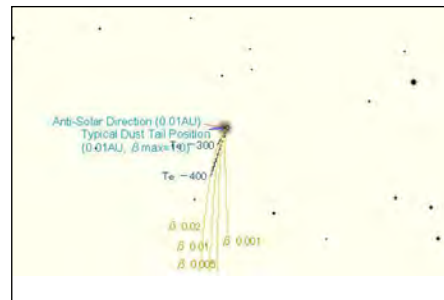


図7 「BBNI」による計算結果の図5(左上枠内)との比較 図4と同じパラメータを用いて2009年1月3日(UT)の場合を計算したもの

4 考察

今回、C/2008 P1 (Garradd) で、日心距離4AU以遠から観測された尾は、彗星軌道面の両面からの観測でほぼ対称の形状を示したことから、そしてその形状を同じパラメータで再現できたことから、放出初速度の遅いダストによって形成された平面的なダストテイルである可能性が高い。

そのダストの β が $0.005 \sim 0.02$ と小さいことは、光圧が効きにくい大きなサイズのダストが見えていることを示唆している。また、そのダストは近日点通過前300日(日心距離 ~ 4.7 AU)頃以降には放出されていた様子が見えることから、遠距離でも安定して大きなサイズのダストが放出されるだけの

ガス放出圧があることを意味しており、C/2008 P1 (Garradd) が双曲線軌道を描く力学的な新彗星であることを考え合わせると、その彗星核の表面に揮発性成分が多いことが推測される。

付け加えて、こうして求めたダスト放出の開始時期と光度曲線を比較しておく(図8)、その時期は、この彗星が明るくなって発見された時期(2008年8月頃)の直後に一致していることが解る。

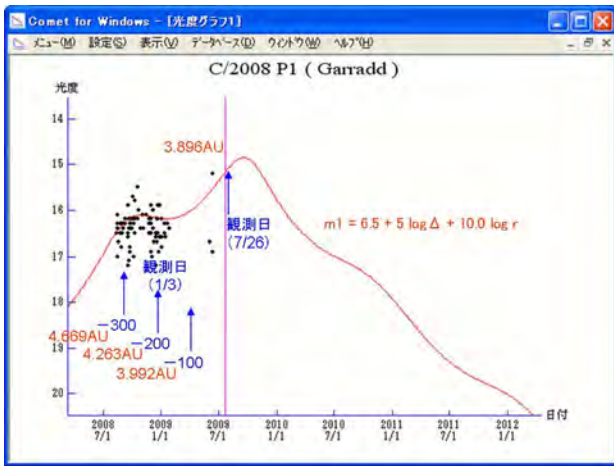


図8 ダスト放出時期と光度曲線の比較

近日点通過前300日(日心距離4.669AU)頃は、発見日(2008年8月13日)と一致する。図1の吉田さん(2009)のグラフに近日点通過日からの日数等を追記した。

5 まとめ

- C/2008 P1 (Garradd) で、日心距離4AU以遠から観測された尾は、平面的なダストテイルの可能性が高い。
- そのダストの放出は、近日点通過前300日(日心距離～4.7AU)頃には既に起きていた。
- ダストの β は0.005～0.02と非常に小さく、大きなサイズのダストが見えていることを示唆する。
- このことは、遠距離でも安定して大きなサイズのダストが放出されるだけのガス放出圧があることを意味しており、C/2008 P1 (Garradd) が核表面のダストマントル未発達で揮発性が高い力学的な新彗星の典型例だと言える。

REFERENCES

河北秀世(2007)、「3AU以遠で彗星に何が起きているか?」、『彗星夏の学校 2007年(2004-2006年合本)集録』、

(2004年発表)

吉田誠一(2009)、C/2008 P1 (Garradd)の光度、<http://www.aerith.net/comet/catalog/2008P1/2008P1-j.html>

吉田誠一(2009)、C/2008 P1 (Garradd)の写真集、<http://www.aerith.net/comet/catalog/2008P1/pictures.html>

Chestnov, D. (2009), Image of C/2008 P1 (Garradd), <http://astro.21ball.ru/etc/2008P1.ap206.20090803.sum3x190s.jpg>

Cardeñosa, D. (2009), Image of C/2008 P1 (Garradd), http://farm4.static.flickr.com/3424/3758407561_e4dbfd440_o.jpg

Meech, K.J., et al. (2004), Using Cometary Activity to Trace the Physical and Chemical Evolution of Cometary Nuclei, *COMETS II*, Arizona Univ. Press.

Muler, G. (2009), Image of C/2008 P1 (Garradd), <http://www.aerith.net/pictures/gustavo/C2008P1-090103-J47.jpg>

解析や計算に使用させて頂いたソフトウェア

アストロアーツ社(1992-2003)、「ステラナビゲータ(ver.6.1)」
<http://www.astroarts.co.jp/products/index-j.shtml>

菅原賢(2007)、「BBNI」(未公開版、開発者のご好意による)

吉田誠一(1995-2005)、「Comet for Windows(ver.1.4.0)」
<http://www.aerith.net/project/astronomy-j.html>

謝辞

メーリングリスト[comets-m]で最初に、この彗星に尾が現れているニュースを流して下さったロシアのDimitry Chestnovさん、画像を使わせて頂いたスペインのDavid Cardeñosaさん、同カナリア諸島のGustavo Mulerさん、光度グラフと光度式を使わせて頂き、また「Comet for Windows(ver.1.4.0)」ソフトウェアを開発された吉田誠一さん、「BBNI」計算プログラムを開発された菅原賢さん、その「BBNI」の星図へのプロットや太陽系俯瞰図を作図するのに使用させていただいたアストロアーツ社「ステラナビゲータ(ver.6.1)」の開発スタッフの皆様へ感謝を申し上げます。

討論

渡部: このように大きな日心距離で妙な向きにダストテイルが出た例はいろいろあるので、調べてみたら面白そうですね。ダストの特徴に何か共通した傾向が見られるかもしれません。

秋澤: なるほど、今後の課題として調べてみたいと思います。ありがとうございました。