

太陽活動関連の記録と彗星の性状(中国の古記録から)

Solar activity records and appearance of comets from ancient historical Chinese records

野上長俊 (IMO)
Nogami Nagatoshi (IMO)

Abstract

This paper presents intensive solar activity records, i.e. simultaneous observations of sunspot and aurora, and comet with characteristic dust tail appearance relating to charged dust particles ejected from its nuclei. In the case comet dust tail seemed to have a wavy pattern as a wing. This pattern can be thought coming from charged dust particles behavior affected by solar wind magnetic field.

nogamin@sc.sumitomo-chem.co.jp

1 はじめに

彗星の尾(tail)は本体である核(nuclei)から放出された物質から構成され、地球上からは太陽と核を結ぶちょうど反対方向側へ流れるように見えるプラズマの尾(plasma tail)とそれに対して幾分反って流れるように見えるダストの尾(dust tail)に分けられる。これらの尾の形状の違いは、構成する物質であるイオン化した原子分子(プラズマの尾)と塵の微粒子(ダストの尾)の放出後のそれぞれの太陽系内空間での挙動の違いに起因しているが、塵の微粒子も太陽風に曝露されるのでその影響などからいつまでも電気的中性を保つのではなくいくらかイオン化していると考えられる。一方、太陽風はいつも一様に吹いているのではなく太陽活動の活発さの程度によって変化するため、尾を構成するこれらの物質への影響すなわち彗星の尾の性状もその変化に対応すると考えられる。そこで、過去の太陽活動関連の記録とその時期の彗星の尾の特徴的な性状に関する記録の有無と尾の性状についての記載内容を検討した。

2 彗星の尾について

初めに彗星の尾について簡単に触れ、本発表の着目のポイントを述べる。彗星の核は「汚れた雪だるま」というモデルに示されるように氷とダスト(石質+金属質)で構成されている。図1[1]に彗星の核-コマ-尾にかけての分子やダストの変換過程を示した。核が太陽に熱せられると水の分子が昇華され、核の周りの空間に拡散してコマと呼ばれるガス雲を形成する。ダストとダストをつなぐ接着剤のような役目をしていた氷

が昇華することで、太陽の熱によってダストもまたは核から放出されることになる。氷には CO、CO₂、NH₃ など様々な種類の分子が含まれていて、氷の昇華に伴ってこれらの分子も放出されるが、太陽紫外線を吸収して水を含むこれらの分子は解離し、中性ラジカルを経て紫外線による光電離、太陽風との荷電交換反応、分子同士の衝突などでイオンと電子(ともに帯電粒子)を形成する。ダストの方も同様に太陽紫外線や太陽風に曝され、ダスト表面を構成する分子の一部は帯電する(換言すればダストも帯電する)と考えられるが、彗星に関する文献にはほとんど言及されていない。これは電子や分子のイオン化したものに対し、ダスト自体の大きさが μm オーダーであり質量あたりの帯電量が、イオンに比べると桁違いに大きく磁場から受ける影響がほとんど無視できると考えられているのかもしれない。しかし、帯電とは逆の極性の粒子との衝突などによる帯電の緩和(帯電量の減少)がない限り、太陽活動が活発な時期の太陽風への曝露によって少しずつ帯電が蓄積していくことも考えられる。帯電していないあるいは帯電量が非常に少ないダストは、粒子の大きさに依存した太陽光圧と太陽引力の比によって見かけ上曲がった幅のあるテイル形状となる。(図 2) しかし、帯電量が t 蓄積するに従い、ダスト粒子は磁場の影響を受けイオンのように太陽からの磁力線に沿った方向に近寄っていくようにシフトするだろうと考えられる。(図 3) ダスト粒子個々の大きさの幅(粒径分布)、核からの放出時期の幅などから、ダストテイルにはなんらかの周期的なパターンが形成されるかもしれない。

3 天文現象の古記録

太陽活動が活発な時期の現象として、黒点の出現やオーロラが挙げられる。中国にはこれらとともに彗星に関する古記録がかなりの量残されており、今回はこれらの現象が同時期に起こったケースについて収集検討した。情報源として「中国古代天象記録總集」[2]を利用した。

まず、黒点の出現とオーロラ(古記録では「赤氣」)の出現について、どの程度相関があるか西暦 700 年から 1700 年までの間で一年間に現象が観察された年を 1 回として 50 年ごとの観察回数をグラフ化したのが図 4 である。黒点の出現周期については意識をせず、両現象の出現期間の違いを考慮して両現象の観察の有無の比較ということで、事象のカウントの仕方を上記のようにした。肉眼で観察されうる黒点の出現や、中国の王朝の首都あるいは地方政府の場所の緯度を考えた場合に低緯度で見られるタイプとはいえオーロラ(赤氣)の出現はともに太陽活動がかなり活発であることを示唆している。図 4 からは、両現象の出現の頻度が大体同期しているといえるであろう。では、両現象の出現が活発な時期にあって、特徴的な形状の尾をもつ彗星の記録はどうか。

黒点とオーロラの同期出現の記録は多いが、彗星の尾の形状について特徴的に記述したものはほとんど見つからなかった。そんな中で該当しそうな一例だけ以下の事象を見出した。

◇彗星の記録

1616 年 11 月 9 日～12 月 8 日

「彗星見、形如雁翅、起自東北、直射中天、每夜、三日方滅。」

河南:〈杞縣志〉卷 12 頁 15

同:〈夏邑縣志〉卷 10 頁 3

◇黒点の記録

1616 年 10 月 10 日

「日中有黒光。」

明史・天文三 卷 27 頁 412

◇オーロラの記録

1616 年 2 月 17 日

「東方天門開、・・・未幾、西方赤氣亘天。」

浙江:〈清波小志〉補卷狀頁 22

彗星の尾の形状として「雁の羽のよう」であるとの記述である。「翅」は昆虫の羽根の意味だが、翼の羽根の意味もある。トンボの羽根のような重なった波のような黒い筋や鳥が広げた翼にみられる波のよう

に並んだ羽根の様子を指しているようである。彗星の尾では、ダストの尾を構成するダスト粒子が帯電し、太陽風磁場の影響を受けて見掛けの濃淡の波状構造をなしているのを示唆しているように考えられる。前項で述べた周期的なパターンに相当するとも思われる。なお、オーロラの記録は、8 か月程度前の事象になるが、同年のものでありこの年は太陽活動が非常に活発であったと考えてよいと思われる。

4 まとめ

太陽活動が活発化することで太陽風の影響を受けて彗星のダストテイルを構成する粒子の帯電が考えられる。帯電したダスト粒子の挙動は太陽磁場に対してイオンテイルのような振る舞いに似てくるであろうと考えられる。この時、ダストの粒度分布や核からの放出時期の幅によってテイルの特徴的なパターンの形成の可能性がある。活発な太陽活動に関連して黒点とオーロラの同時期の記録と彗星の特徴的な形状に関する中国の古記録を調べたところ 1 例ではあるが該当する事例を見出した。

今後は調査対象を日本などにも広げて検討を進める予定である。

参考文献

- 1) 桜井、清水編、1989、「彗星-その本性と起源-」、朝倉書店
- 2) 北京天文台主編、1988、「中国古代天象記録總集」、江蘇科学技術出版社

図1、尾を構成する粒子、分子の変遷過程

“彗星”桜井、清水編、
朝倉書店、1989から

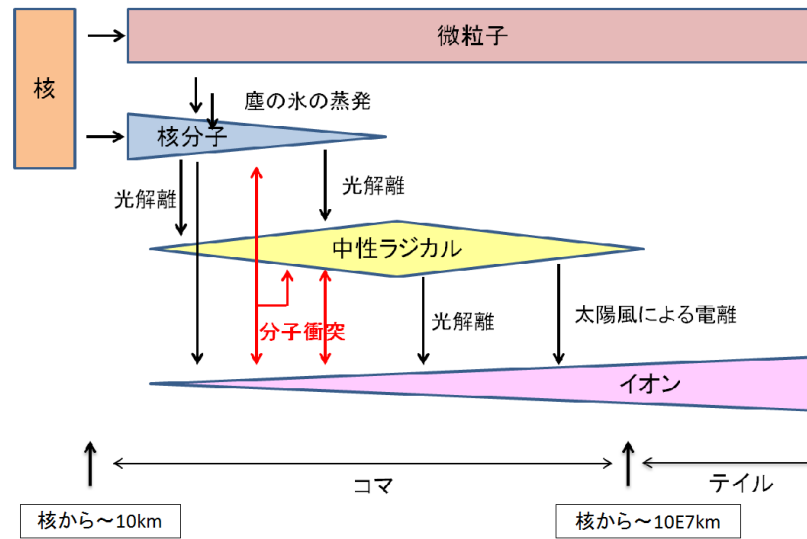


図2、彗星核からの塵粒子の放出とダストテイルの形成

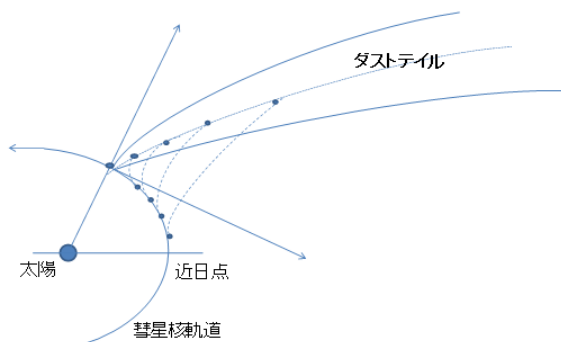


図3、帯電塵粒子とダストテイルの挙動

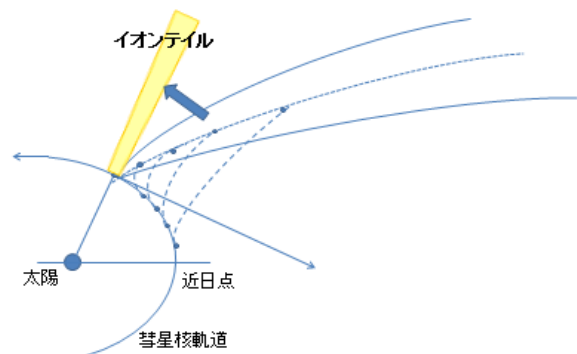


図4、太陽黒点と赤氣の出現記録

「中國古代天象記録總集」より

