

幻の流星群を追って

渡部 潤一, 佐藤 幹哉

〈国立天文台天文情報センター 〒181-8588 東京都三鷹市大沢 2-21-1〉

e-mail: jun.watanabe@nao.ac.jp, Mikiya.Sato@nao.ac.jp

春日 敏測

〈国立天文台 RISE 推進室 〒181-8588 東京都三鷹市大沢 2-21-1〉

e-mail: kasugts@cc.nao.ac.jp

ほうおう座流星群. 1956年に南極観測船・宗谷に乗り組んだ第一次南極越冬隊員によってインド洋上で初めて目撃された流星群である. その後はほとんど出現せず, 長い間幻の流星群と呼ばれていた. 母天体は1819年に一度だけ出現したブランペイン彗星とされていたが, ほぼ同じ軌道をもつ小惑星2003WY25の発見によって, この流星群の実体が明らかになった. 最新のダストトレイル理論をもとにして, この流星群の謎を解明した, われわれの研究成果を紹介する.

1. プロローグ—1956年12月5日 南極観測船宗谷にて—

日本で初めての南極越冬の第一次隊をのせた観測船「宗谷」は, シンガポールを出港し, インド洋を順調に航海していた. 12月5日, 穏やかで心地よい揺れの中, 空は快晴であった. 赤道近くの洋上という貴重な場所である. 中村純二は大気光のデータをとろうと, 夕刻から甲板上で観測機器の準備をしていた. 中村が, すっかりと暮れた夜空に異変を感じたのは, 19時頃のことであった.

「今夜は妙に流れ星が多いな。」
秋から冬にかけてというのは, 確かに流れ星が多い季節である. しかし, この数は異常だった. 当時, 東京天文台にも所属があった中村は, 記憶の中に, この時期に出現する流星群を思い出してみた. ふたご座流星群. だが, あれは12月中旬のほずである. しし座流星群は, 夜明け前にならないと出現しないはずだ. とすれば, おうし座流星群だろうか. この群は11月に活動するものだが, 出

現期間が比較的長いことで知られている. それにしても, こんな時期にまで活動するだろうか.

そんな思いを巡らすうち, みるみる流星は増えていった. そのうち, 一等星ほどに輝く明るい流星も混じり始めた.

(これはただごとではない)

そう直感した中村は, すぐに船内放送で船員や隊員に呼びかけた. そうこうしているうちにも夜空を切り裂く流星の数は着実に増えていった. 流星雨である. そして, 21時頃, この流星雨は最高潮に達した. 満月ほどの明るい流星が1個, 数分後には, そのすぐそばにもう1個と, 二つほど流れ, その後には雲のような特有の赤い流星痕が数分にわたって残った. いわゆる火球と呼ばれているたぐいである. 流星の数は, おそらく1時間に500個ほどに達していたであろう¹⁾. これだけ数が出れば, 輻射点がある程度は特定できる. 流星が流れてくる方向は, おうし座とは全く違っていた. 南天, フォーマルハウトから南東のあたり, ほうおう座あたりに輻射点がありそうだった. 中村は

数を数えてみようと、流星数が減り始めた 22 時 00 分から 10 分ごとに流星数を数えてみた。11, 12, 8, 6, 4 となり、1 時間に 47 個となった。流星群は、その流星の数をしだいに減らしていった。

その後、この流星群は、ほうおう座流星群と呼ばれるようになった。ニュージーランドから南アフリカまでの広い範囲で目撃されていたが、宗谷に乗り組んでいた中村らの記録のように定量的なもの、ほかにはなかった²⁾。

2. 景信山にて—1980 年 12 月 5 日—

大出現の翌年からは、同じような出現があるかもしれないと期待されながら、ほうおう座流星群は全くと言っていいほど現れなかった。それだけではない。過去の古記録をたどっても、それらしい出現記録はなかった。また、母彗星も 1819 年に一度だけ姿を見せた周期 5.1 年のブランペイン彗星らしい、ということにはなったのだが、これらははっきりしていなかった。もともと 1956 年の大出現だけから推定された流星群の軌道要素そのものが心許ないうえ、このブランペイン彗星そのもの、行方不明になっていたからである。そうして、いつしかこの流星群は、「幻の流星群」となっていた。とにかく通常は出現がないので、わからないづくしの流星群として、歴史の一ページになっていたのである。

筆者の一人（佐藤）は、1986 年当時の理科年表で、その存在を知った。理科年表を調べてみると、1992 年までは流星群の表に「ほうおうβ」と、しっかり記されているが、1993 年版からは、リストから削除されている。筆者のもう一人（渡部）が、この幻の流星群の存在を知ったのも、70 年代の終わり、大学生になってからであった。幻、天文学など、もともと夢幻を追いかけているようなものである。こんな流星群が予測なく突然出現することも、もしかするとあるかもしれない。そんなことを思いながら、なんだか 12 月 5 日は、夜空を見上げていたい気持ちになった。当時、渡部は

大学の天文サークルに入っていて、流星群が出る時など皆を誘って山へ星を見に行っていた。そうだ、この幻の流星群を追ってみよう。そうして 1980 年 12 月 5 日、友人や後輩たちを文字どおりそそのかして、東京八王子市西端にある景信山に登ったのである。

すでに冬を迎えて寒い夜空は地平線まで澄み渡っていた。19 時から 20 時頃、南の高尾山から続く峰の上を、ほうおう座は何事もなく通り過ぎていった。もちろん、南の地平線から駆け上がる流星は、たったの一つも見えなかった。もちろん、一緒にそそのかされて、一晩寒い思いをしながら何も起きない夜空に付き合わされた友人や後輩たちから囂々たる非難を浴びたのはいうまでもない。

3. チリ・パラナルにて—1999 年 12 月 5 日—

それは本当に偶然であった。太陽系の果てにある、エッジワース・カイパー・ベルトの研究を始めた頃³⁾、できあがったばかりの VLT-1 号機 (the Very Large Telescope; ヨーロッパ南天天文台) での観測に誘われた。ドイツ人の共同研究者が提案した申請書に名前があったせいもあり、また渡部の学生の一人を彼の元に修行に出していたせいもあった。そのドイツ人は、すばる望遠鏡の FOCUS と同様の、微光天体分光装置 FORS の開発に携わっていた。一度は VLT の観測もしてみたかったこともあり、チリに行くことにした。

とはいえ、われわれの観測時間は 2 時間。いまではそんなことはないだろうが、VLT がまだ 1 台しか立ち上がっていなかったこともあって、欧州各国から 4 チームが一晩の観測のためにやってきていたのである。彼は、VLT のサポートサイエンティストだったこともあって、一晩中仕事があるようだったが、渡部は自分の 2 時間以外は暇であった。フランス語やドイツ語が飛び交うのを聞いていても仕方ないなあ、と思っているうち、カ

レンダーを見ていて気がついたことがあった。今夜は12月5日ではないか。しかも、ここは南半球である。ほうおう座はほとんど沈むことはない。さっそく、やや厚着をして、VLTの観測棟の屋上へと向かった。さすがに素晴らしい星が広がっていた。木星の光がまぶしく、VLTのドームがきらきら反射して輝いている。乾燥しているせいで、着込んでいたナイロン布地がすれるたびに青い光を放電しているのが見える。ほうおう座やにせ十字星を確認し、昔に戻って30分ほど流星の眼視係数観測をしてみた。4日、5日と二日間、観測した結果は、合計で13個。そのうち、ほうおう座流星群と思われるような流星は一つもなかった⁴⁾。実に静かな夜空だった。かすかな期待はなかったといえば嘘になるが、チリの星空のもとで、ほうおう座流星群はやはり、今後も幻で終わるのであろうか、という諦念をもったことは確かである。

4. 母天体同定か？—2005年—

それから、ほぼ5年後のある日のこと。われわれの共同研究者で作るメーリングリストに衝撃的なニュースが飛び込んできた。先頃、天文功労賞を受けた大塚勝仁さんからであった。

「2003WY25という小惑星の軌道が、どうもブランペイン彗星と同定されたいらしい」
 ブランペイン彗星！まさに幻のほうおう座流星群の母天体とされていたものではないか。軌道がリンク（当時の軌道とつなげること）できれば、軌道精度が上がる。軌道精度が上がれば、もしかすると1956年の大出現の理由や、その後出現しない理由がわかるかもしれない。

ここで少し解説しておこう。実は1998年から2001年にかけてのしし座流星群の出現によって、流星についての理解は大きな前進を遂げていた。最新の装置によって、NASAの航空機ミッション⁵⁾によって流星物理に関する知見が広がっただけでなく、彗星の軌道から流星群の出現の様子をかなり正確に予測できる、いわゆるダスト・トレ

イル理論が名実共に確立・検証されていた。この理論の成功については、渡部のレビュー論文⁶⁾に譲るが、ここでは原理を簡単に紹介してみよう。

流星群は彗星がばらまいた塵によるものであるが、これまではその彗星の軌道を中心として、平均的にばらまかれているものと漠然と思われていた。短周期彗星の軌道は周回ごとに微妙に異なるうえ、毎年たくさん出現するようなメジャーな流星群の場合は、活動期間が数日から数週間と非常に長いことが多い。その間に地球が公転軌道上を進む距離を考えると、摂動の影響を受けた流星物質は、いわば「大きな川」の流れのように母彗星の平均軌道の周りに分布していると思われていた。この「大きな川」の流量は、母彗星からの距離に反比例するだろうから、地球がその「大きな川」に近づき、なおかつ母彗星がその辺りにいれば大出現の可能性があると考えられていたわけである。しかし、現実にはそうではなかった。1972年ジャコビニ流星雨騒ぎが、その好例である。

この年にはジャコビニ・ジンナー彗星が回帰し、降交点を通過した、まさに約59日後に、地球が降交点に近づくという絶好の条件であった。しかも彗星の軌道と地球の軌道が0.00074天文単位まで近づいたのである。接近距離が11万kmという、誰が考えても流星雨が出現する条件と考えられ、日本中の誰もが夜空を見上げていた。にもかかわらず、流星はたったの一つも出現しなかったのである。「星占い」はニガ手？天文台⁷⁾と新聞にたたかれ、歌手のユーミンが「ジャコビニ彗星の日」なる曲を書いたのはご存知の方も多いだろう。ところが、このときには出現がなかった理由は、いまでは理解可能である。実は「大きな川」は、大出現に関しては幻想であった。流星物質が母彗星から放出される時期は、太陽に近づいたときだけである。したがって、周回ごとに摂動を受けて微妙に異なる軌道上から放出されたダスト集団は、当然ながらそれぞれが別々の軌道進化をするはずであり、別々のトレイルとなって回帰

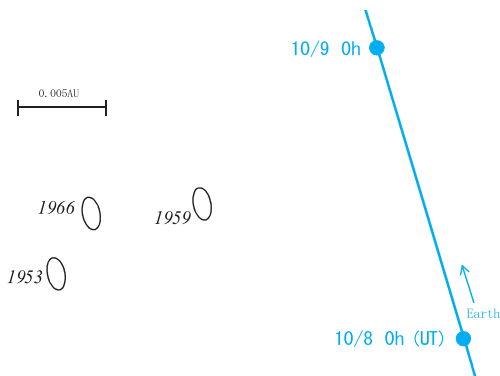


図1 1972年のジャコビニ流星群のトレイル（黄道面と交差したトレイルの断面を、左側に楕円で示している）と地球の軌道（青色）の関係。ダスト・トレイルは地球軌道に交差しておらず、出現しなかったのは当然であることがわかる。

している。回帰ごとの彗星の軌道でダストを放出させてみて、それぞれのダストの空間分布を考えてみると、微妙に異なる経路を通る「細い川」が何本もできる。つまり、「大きな川」ではなく、流星群は「細い川」の集合体であったのだ。それぞれの「細い川」は、母彗星の回帰年に対応する。この「細い川」を計算し、地球との交差状況を見ることで、出現の状況は分単位で予測可能なのである。1972年のジャコビニ流星群の「細い川」を計算すると、地球軌道に交差していない、つまり出現しないのは当然であったことがわかる（図1）。また、2001年、2002年のしし座流星群に対するNASAの航空機ミッションは、まさにこの予測に基づいて決行され、予測どおりの出現に遭遇した。さらに、小規模な流星群についても、母天体が確定しているものについて出現予測がされるようになった。ダスト・トレイル理論によって、6月のうしかい座流星群（ボン・ウィンネッケ流星群）というマイナーな流星群の2004年の出現が予測された⁸⁾。筆者の一人（春日）が中心となった観測で、この流星群として世界で初めての分光データの取得に成功したのである⁹⁾。

しかし、幻の流星群では、これまではダスト・トレイル理論を適用するのは無理であった。母彗星といわれていたブランペイン彗星の軌道の精度が悪かったのである。なにしろ、1819年一度きりしか出現していないからだ。だが、もし2003WY 25という小惑星が、ブランペイン彗星と同じものであり、その軌道がリンクされれば、軌道精度が格段に上がり、出現予測の手法を用いて、1956年の大出現の理由がわかる可能性がある。

5. ダスト・トレイル理論による幻の謎の解明

いてもたってもいられなくなった渡部は、さっそく、ダスト・トレイル理論の計算を行っていた佐藤と春日とともに、中野主一氏が公表した軌道を用いて計算を始めることとなった。同時に、1956年の大出現の他のデータもあさり始めた。国内にない資料も、大英図書館に依頼して入手するなどして、八方手を尽くしたが、やはりどう見ても日本の宗谷の観測が、活動の推移や出現数において、最も信頼できそうであった。そして、計算結果はわれわれの予測どおりであった。佐藤は、いきいきと計算結果を説明した。

「やはり1956年は理想的な流星雨の出現条件でした。しかも宗谷の観測記録の極大時刻とぴつたりと合致します。」

確かに18世紀から19世紀にかけてのダスト・トレイルが、集中して地球軌道を横切っている（図2）。しかも放出速度は小さい。放出速度が小さいということは、大きなダストが存在することを意味する。すなわち明るい流星が多いことも説明できる。確かに、これは大流星雨になるはずである。

では、ほかの年の状況はどうだったのだろうか。

「他の年は、どのトレイルも地球軌道に全く近づいていません。これでは流星は出現しそうにありませんね。」

50年弱にわたって「幻」であり続けた流星群の

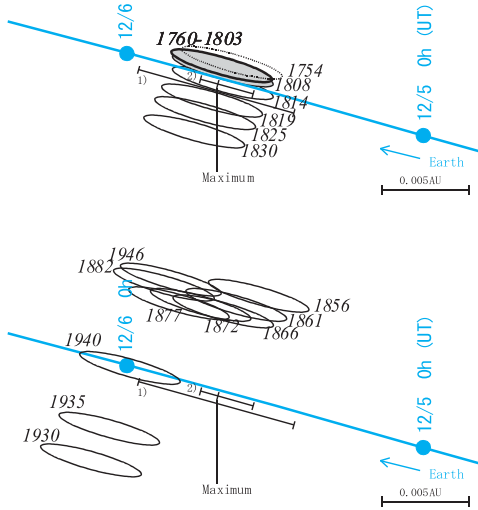


図2 1956年ほうおう座流星群のトレイルの地球軌道との関係。上が1830年以前のトレイルの、下がそれ以後のトレイルの位置関係。上図では、1760年から1814年までのトレイルがほとんど重なっており、なおかつ地球軌道と交差していることがわかる。出現継続時間はクロンクによるもの(1)と、古畑&中村の論文によるもの(2)とを表示しているが、特に後者はびたりと一致していることがわかる。

謎が解けた瞬間であった。そして、この小惑星はブランペイン彗星に間違いなく確定したのである。50年前、日本人研究者によって貴重な記録が残された流星群の謎。その謎を解いたのも、われわれ、同じ日本人であったことに、ある種の感動さえ覚えざるをえなかった。筆者らは、さっそく欧文報告に論文を書くことにした¹⁰⁾のだが、実はすべての謎が解けていたわけではなかった。放射点(輻射点)の位置の問題である。

ダスト・トレイル理論からは、当然ながら放射点の位置も計算できる。われわれが得た値は赤経4度、赤緯-42度付近であった。これをインド洋上での天頂引力を考慮して補正し、見かけの位置にすると赤経11度、赤緯-37度付近となる。この位置は、ちょうこくしつ座となって、ほうおう

座ではない。

一方、南極観測隊の中村と後に東京天文台長となる古畑による論文では、放射点の位置が赤経356度、赤緯-43度付近。ほうおう座の中となっていて、われわれの計算位置からは13度余り離れているのだ。このギャップは、何をどう考えても、埋まることはなかった。結局、われわれはこの輻射点問題を棚上げにして、論文には、正直にHuruhata & Nakamura論文²⁾とは合致しない、その理由はよくわからない、と書くことにしたのである。

6. 彗星を探る新しい方法論へ

ところで、学問的に言えば、この2003WY25のブランペイン彗星との同定は、ほうおう座流星群の謎を解き明かしたただけではない。二つの大きな意義がある。

一つは、以前からささやかれていた、彗星の運命について、確実な答えに近づいたことである。彗星は揮発性物質を蒸発し尽くしてしまうと、2006年5月に地球に近づいたシュヴァスマン・ヴァハマン第3彗星(73P/Schwassmann-Wachmann)のように、分裂・崩壊を繰り返しながら、雲散霧消してしまうことが知られている。このような例は、2000年夏に分裂・消失したリニア彗星(C/1999S4)や、19世紀に分裂を繰り返した末に行方不明になり、大流星雨を降らせたビエラ彗星(3D/Biela)など、多数の例が知られている。しかしながら、果たして彗星はすべてが消失しきってしまうのだろうか。実は何らかの残骸を残すものがあるのではないか、と言われ続けてきた。地球に接近する小惑星の軌道を調べると、その半数は彗星軌道と見分けがつかない。彗星の中でも、いつも小惑星のように振る舞って、彗星特有の活動をしないものもある。さらに、どんな観測をしても彗星活動がないのに、流星群を伴っているものさえある。例えば、ふたご座流星群の母天体、フェートン(3200)が、その例である^{11), 12)}。これ

らは枯渇彗星なのではないか、と以前からささやかれていたのである。だが、一方で反論もあった。近地球小惑星は小惑星帯起源でも説明ができる。また、実際の素顔をみれば彗星とは似ても似つかないものが多い。ふたご座流星群の流星は、その流星体の密度が、他の流星群に比べて格別大きいといわれている¹³⁾。小惑星のような天体でも、衝突によって流星群を生み出すことが可能ともいわれている。結局、その決着はなかなかつかなかった。

今回の 2003WY25 は明らかに活動度が低い。ハワイ大学のジューイットは、マウナケアにあるハワイ大学の 2.2 m 望遠鏡を用いて、この天体を深く撮像したところ、非常に希薄なコマを見いだした¹⁴⁾。わずかながら蒸発をしているのは確かなようだが、とても普通の彗星のレベルではなく、これから活発に分裂して消失するとは、とても思えない。とすれば、小惑星になりかけているのだろう。この研究によって、彗星の物理進化の答えの一つにわれわれは確実に近づいたのである。

もう一つ、さらに大事なことがある。彗星のような天体の過去の活動履歴を、流星群活動を用いて推定する可能性を示した点である。実は、われわれはダスト・トレイル理論を未来にも適用して計算している。当然ながら、ダスト・トレイル理論は、1956 年以外の年の出現予想も可能である。われわれは、2030 年までのダスト・トレイルの地球への接近状況を調べてみた。その計算結果は、興味深いものであった。1956 年ほどではないが、2008 年には、条件は悪いながら一部のダスト・トレイルが、そして 2014 年には 1909 年と 1925 年に形成された比較的新しいダスト・トレイルが、かなり条件よく地球に交差することがわかったのである(図 3)。すなわち母彗星が 20 世紀に、その彗星としての活動をほとんど止めてしまっていたとすれば、流星体の放出はないだろうから、これらのトレイルには、流星になるべきダストが含まれていないはずであり、ほうおう座流星群は出現

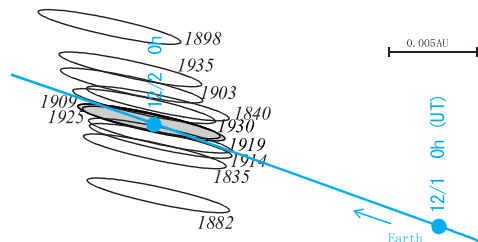


図 3 2014 年のほうおう座流星群のトレイルの地球軌道との関係。1909 年から 1930 年にかけてのダスト・トレイルが地球軌道と交差しているのがわかる。

しないだろう。逆に、この時期にも彗星活動があったとすれば、流星は現れるはずである。

一方、1956 年の大出現の原因となったトレイルは、1760 年から 1819 年までに形成されたものである。1956 年に大出現があったということは、母親であるブランペイン彗星が、その期間には、まだ彗星として流星体を出していたことを示している。その意味で、われわれの研究は彗星・流星群研究における新境地を開いたといえる。流星群活動を調べることで、その母親である彗星の過去の活動を推定する、という新しいアプローチを示したからだ。同じような手法を用いて、母彗星の活動度を流星群活動から系統的に調査できる可能性が広がった。われわれは今後、同じ手法で短周期彗星と彗星のなれの果ての可能性のある小惑星について、このアプローチで活動履歴を探ろうと思っている。

7. エピローグ—2005 年 9 月 28 日—

ところで、論文の改訂が終わっても、放射点問題はわれわれの中で謎として残っていた。観測された放射点の位置が、理論値と 13 度も異なる問題である。観測の論文の著者は、Huruhata & Nakamura で、前者は東京天文台長を努めた古畑正秋氏で、南極観測隊員ではなく、実際に目撃したわけではない。それに、すでに故人である。

「目撃者に当時の状況を聞けたらいいのにねえ



図4 筆者3人と中村先生ご夫妻とともに記念撮影。

……」

なにげなしに口走った、この言葉に著者の一人の佐藤が思いがけないことをいった。

「実は、インターネットで中村純二さんってのを検索してみたんですが……滋賀県のガイドのページの「素敵なお人」にでているんですよ、2年前の記事なんです……」

え？ と思った。渡部は粗雑な性格も手伝って、たいへん失礼ながら、古畑さんと同じ年代だろうから、すでに故人となっているに違いないと思いこんでいたのである。打ち出されたプリントアウトには「79歳になってもますます壮健」と書いてあった。東京大学名誉教授とも。であれば、これは直接お会いするしかないじゃないか。さっそく、旧七帝大OB会である学会名簿を取り出して、中村純二先生を探した。と、あった！ それも住所は調布市。なんと、すぐそこではないか。さっそく電話を回してみると……ご子息のお電話につながって

「夫婦で海外に登山に出掛けていて、帰りは9月です。」

お元気なのである。そして帰国を待って、ついに9月28日にご自宅をご訪問させていただく機会を得たのである。

先生ご夫妻は調布の閑静な住宅街にお住まい

で、国立天文台から車で15分ほどであった。お宅では、まず当時の目撃の状況をお伺いし、論文のゲラをお渡しして、われわれの研究の概略をご説明させていただいた。ダスト・トレイルの図をお見せしながら、先生が目撃した時刻とわれわれの理論計算がぴったり一致することを説明すると、「そんなに見事に一致するのですか。」と、とても喜ばれた。そして、当時の大出現の目撃談を詳細に語ってくれたのである。そして、問題の放射点のずれについておたずねすると、「あれは、みなみのうお座か、ほうおう座か迷ったんです。なにしろ南天の星座を見るのは初めてでしたし、星座早見版のようなものしかもってませんでしたからね。10度もずれていてもおかしくないですね。」

ということであった。星図も小さな星座版しかもっていったいなかったこと、もともと中村先生の専門はオーロラや大気光だったので、流星観測にもそれほど慣れていなかった、とのことだった。その後は、先生が撮影されたオーロラの写真などを見せていただき、楽しい談笑の時を過ごさせていただいた(図4)。いずれにしる、放射点の問題は解けたと考えて良いだろう、というのがわれわれの結論であった。

最後に先生は

「2014年にはぜひ南半球に行って、あの流星群と再会したいですね。」

と仰られた。2014年のほうおう座流星群の出現予測時刻は、12月1日23時から2時(世界時)。南半球のどこかで、われわれは先生とともに夜空を見上げていることだろう。幻だった流星群をさらに追いかけて。

(注) プロローグについては、中村先生のお話をもとに、筆者の一人(渡部)が創作したものであり、先生の了解のもと、敬称を略させていただきました。

参考文献

- 1) 中村純二, 南極新聞, 第 20 号 1 版, 昭和 31 年 12 月 6 日号
- 2) Huruata M., Nakamura J., 1957, Tokyo Astron. Bull. 2nd ser., No. 99, 1053
- 3) 渡部潤一, Jewitt D., 1993, 天文月報 86, 504
- 4) 渡部潤一, 2000, 日本流星研究会・天文回報 第 692 号, 692-5
- 5) 阿部新助ほか, 2002, 天文月報 95, 515
- 6) Watanabe J., 2004, Earth, Moon, and Planets 95(1-4), 49
- 7) 朝日新聞, 1972 年 10 月 9 日
- 8) Vaubaillon J., et al., 2005, MNRAS 362(4), 1463
- 9) Kasuga T., et al., 2004, A&A 424(3), L35
- 10) Watanabe J., et al., 2005, PASJ 57(5), L45
- 11) Hsieh H. H., David J., 2005, ApJ 624(2), 1093
- 12) Gustafson B. A. S., 1989, A&A 225(2), 533
- 13) Babadzhanov P. B., 2002, A&A 384(1), 317
- 14) Jewitt D., 2006, AJ 131(4), 2327

Pursuing a Historical Meteor Shower

Jun-ichi WATANABE and Mikiya SATO

Public Relations Center, National Astronomical Observatory of Japan, 2-21-1 Osawa, Mitaka, Tokyo 181-8588, Japan

Toshihiro KASUGA

RISE Project, National Astronomical Observatory of Japan, 2-21-1 Osawa, Mitaka, Tokyo 181-8588, Japan

Abstract: The strong outburst of the Phoenicids was witnessed by people in a Japanese expedition ship, Soya, in 1956. After that, this meteor shower has never been observed at this activity level. Although its parent comet has not been strictly identified, the possible candidate was the comet D/1819W1 (Blanpain) which appeared only once in 1819. A newly discovered asteroid 2003WY25 becomes a clue to the mystery of this meteor shower. We introduce our result on the investigation of this meteor shower on the basis of the dust trail theory.