

自然科学研究機構



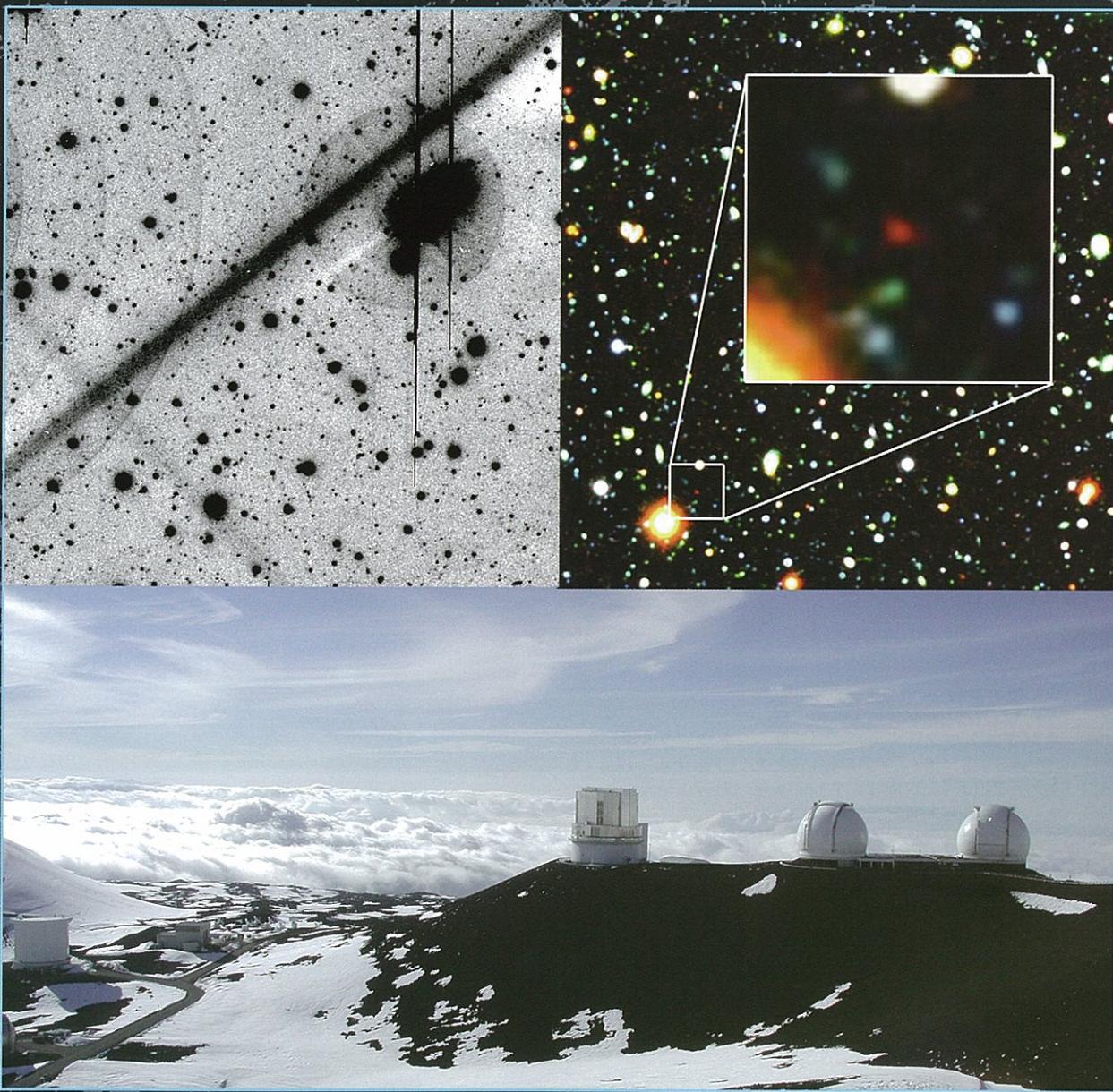
国立天文台ニュース

National Astronomical Observatory of Japan

2007年10月1日 No.171

CASSIOPEJA

ピンボケすばる、流星も解剖！



- 「野辺山特別公開2007」報告
- 電波望遠鏡1号機、野辺山に甦る！
- 私の本棚——伊藤節子さん
- 2007年「岡山天体物理観測所特別公開」報告
- 「スター・ウィーク2007」報告
- 「宇宙への旅 2007 IN NAGANO」報告
- 「八重山高原星物語」報告

2007

10

研究 トピックス TOPICS

ピンボkehすばる、流星も解剖！

家 正則 (光赤外研究部)



●山頂観測室

「なんか、流星が写っているみたいですよ」。

2004年8月11日深夜。アンドロメダ銀河を観測中のすばる望遠鏡制御室。モニター画面をチェックしていた大学院生のT君が、いつもの落ち着いた口調で、こちらを向く。

「どれどれ……、ほんとだ」。画面に斜めに淡く拡がったスジが写っている。「じゃあ、野帳に流星の写っているフレーム番号を記録しといて」。しばらくして、「また、ありましたよ」。「人工衛星かもしれないね？ でも人工衛星と流星はどうやって区別すればいいのかな？」。「人工衛星ならNASAかJAXAに問い合わせれば、この時間にすばるが向いている前を通った人工衛星を確認できるかもしれないですね？」。「なるほど。流星といえば、昨日あたりがペルセウス座流星群のピークじゃなかったっけ？ ペルセウス座流星群かどうかは輻射点の方向から流れたかどうかで、確認できるはずだよね？ 我々の前4夜も主焦点カメラの観測だから、前の観測者にも流星が写っていないか確認してもらおうか……」と、観測の合間に素人談義が続く。

「ところで、流星が光るのは高度100km程度のはずだから、無限遠を見ているすばるだと、ピンぼけになるのじゃないかな？ ちょっと、計算してみよう。えっと、あれ、ひどいピンぼけだね。まてよ、人工衛星は高度500km以上を通過するから、そうか、ピンぼけのひどさだけで、人工衛星か流星かは区別できるんだ（図1）」。

図1 すばるが捉えた超ピンぼけの流星像（左）とピンぼけの人工衛星像（右）。

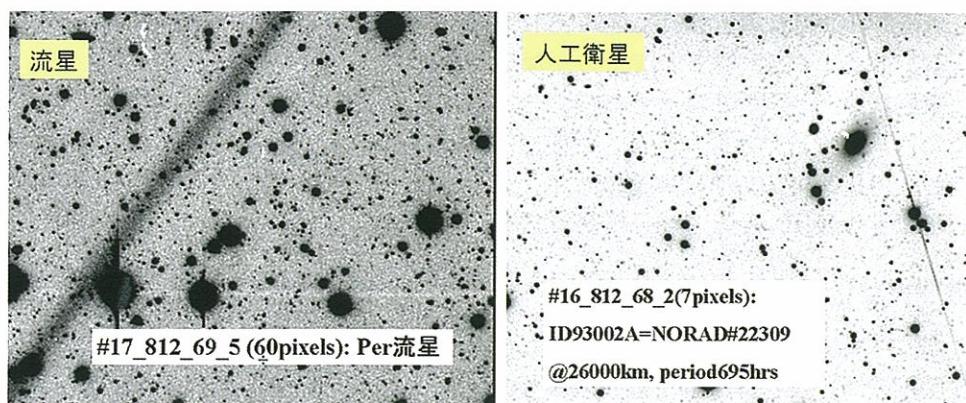
●素人論文

山頂でのこんな議論から興味が膨らんだ。整理してみると、今回の観測で13個の流星と44個の人工衛星が写っていたことが分かった。その後、JAXAのHさん、電通大のYさんの協力を得て、人工衛星データベースと照合した結果、44個のうち17個は具体的に人工衛星を特定できた。だが、残った中にはかなり明るいものもある。どうやら、軌道情報が公開されていないヒミツの人工衛星もあるらしい……。

13個の流星のうち7個はペルセウス座流星群の輻射点から15度以内の方向から来ている。ペルセウス座流星群の輻射点は拡がっているという説もある。ならば、ペルセウス座流星群の微小流星塵の数を見積もることができるかも。筆者の専門分野では無いので、このあたりで一連の観測事実を淡々とまとめて論文にしておこう……。

●ひらめき

だが、参考のため流星の論文を調べてみると、未解決の問題がいろいろあるという。例えば、流星の光の幅は直径1m以下としか求められていないそうだ。ここで、「まてよ？」とひらめいた。流星のスペクトル中の中性酸素原子の「禁制線」を使えば、流星の光の幅が分かるのでは？ 禁制線は極めて薄いガスの中で、原子の衝突により発生する特別な光子だ。ネオンサインなど光（許容線）と違い、なじみのない「禁制」線。なにやら、怪しい語感だが、分光学で



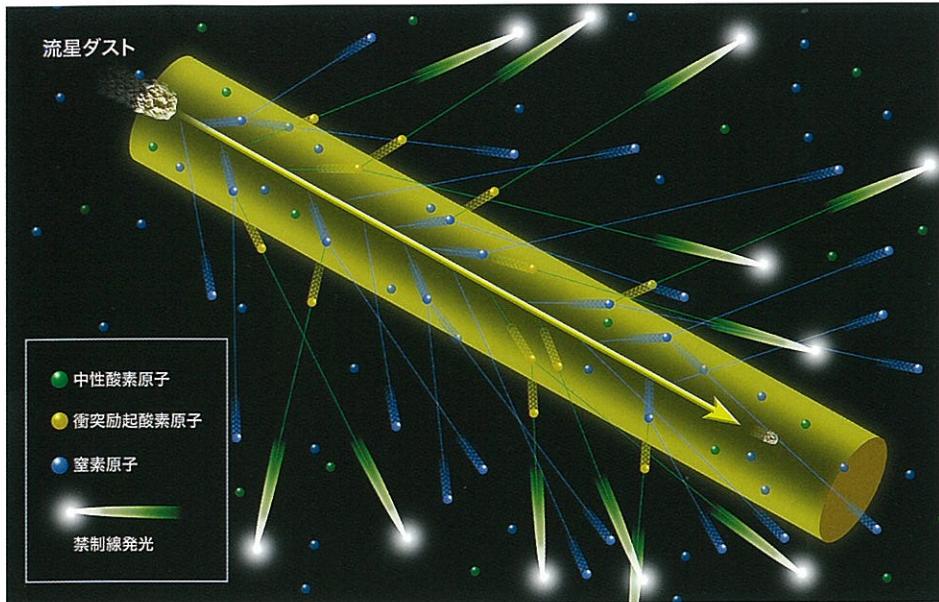


図2 流星塵が大気を蹴散らして光る幅は、わずか数ミリメートルであった。(イラスト/石川直美:天文情報センター)

はプラズマ診断に重宝な光だ。もう少し、この「光子」さんの禁断の振る舞いを説明しておこう。

秒速10km以上の速さで大気に飛び込んでくる1mm以下の砂粒。これが今回の流星塵の正体だ。この暴走族に、はね飛ばされた原子がさらに追突することで犠牲者が増える。不幸にも衝突された酸素原子は特別な「衝突励起」状態になる。哀れな酸素原子は、0.7秒後に、この「禁制線」という特別な光を放って、やっと不幸な事故を忘れることができる。だが、原子の世界では0.7秒は大変長い時間だ。例えば、地上の酸素分子は、他の分子と毎秒3億回も衝突していて、正気に戻る間がない。このため、この禁制線は発生しない。流星高度ではガス密度が極めて低く、次の衝突までに0.7秒以上の時間がかかるため、この禁制線を見ることができる。

禁制線の光子は必ず衝突が原因で発生するから、この禁制線の光子の数を数えると、衝突事件の数を求めることができる。流星塵の速度と、高度100kmでの酸素原子密度は分かっているので、この衝突数から衝突断面積を計算できるはずだ(図2)。計算してみると、直径わずか数mm。これは流星塵本体の直径の約10倍程度、角度にすると0.01秒角程度でしかない。すばる望遠鏡の回折限界よりも小さいので、これまでの観測で解像できなかったのも当然だ。とんでもないピンボケのすばる画像から、こんな解剖ができたのが、ちょっぴり自慢である。

●流星探しキャンペーン

論文投稿後、半年して戻ってきたレフェリーの手紙には、流星群でなく散在流星なのでは無

いかとのコメントがあった。だが肝心の禁制線の議論は理解してもらえたかった。散在流星か流星群かは、正直なところ筆者にはどっちでも良かったのだが、きちんと答えるには、すばるの観測で普段どれくらい散在流星が見えているかを調べねばならない。そこで一番たくさん画像がある「すばる深探査領域」のデータをチェックすることにした。

といっても、全部で2090枚もの画像がある。根気のいる仕事は仲間がいないと挫折してしまう。2005年の夏休みに6人で分担して作業することにした。この宿題を真っ先にこなしたものT君だった。筆者も、ミュンヘンへの往復の飛行機の中などで丸二日かけて約400枚の画像を一つ一つ見て宿題を果たした。その結果、すばる深探査領域でもアンドロメダ銀河の観測とほぼ同じくらい流星が写っていることが確認でき、この点はレフェリーの意見にあっさりと軍配が上がった。論文はすぐその方向で改訂することにした。

ところで、すばるの画像データの目視チェックは、手順をマニュアル化すれば、誰でもできる作業だ。そこで、「すばるデータアーカイブから流星を探そう」なんていうキャンペーンも面白いかもしれない。すでに占有権が切れて公開となっている、主焦点カメラの大量の画像を、キャンペーンに参加登録した全国の高校生などの希望者にチェックしてもらい、流星を見つけたら、主催者に報告してもらう。主催者は報告があった流星を元データで確認してデータベース化する。そしてウェブか何かで、遡って報告された流星のリストを発見者の名前もつけて公

表する。参加者は流星を見つけると、ウェブに発見者としての名前が出る。ちょっと楽しいかもしない。それこそ、散在流星の頻度や光度分布などの研究ができるかもしない。データのダウンロードサービスはどうするか？など、実施にはいろんな障害も予測されるが、誰か主催しませんか？

●やっと出版

おっと、脱線してしまった。そもそも脱線で始まった流星の研究も、2006年には筆者の本業の補償光学系の仕上げや赤方偏移7の最遠銀河の論文で忙しくなり、流星論文の改訂は実は1年半もの間、手つかずの塩漬けになってしまった。禁制線の物理をより詳しく書き直して、何とか腐る前に再投稿し、受理されたのが2007年4月。ひとえに筆者の怠惰で観測から32か月もかかってしまったことになる。

だが、この論文は、門外漢ながら、物理学的考察で面白い結果を出せた楽しい脱線研究だった。もう一つの成果として、この論文は、すばる望遠鏡で観測した一番近い天体（距離 $100\text{km} = 0.3\text{ミリ光秒}$ ）の論文ということになる。筆者らは2006年に、すばる望遠鏡で発見した宇宙で一番遠い銀河（距離129億光年、表紙画像）の論文をNature誌に発表した。偶然だが、すばる望遠鏡で一番遠い天体と一番近い天体の観測論文を書いたことになる。研究者冥利に尽きる。両者の距離はなんと約21桁も違うのだから……。そんな遠くと近くを見ることができるすばる望遠鏡に改めて脱帽である。

●あとがき

安請け合いしたこの原稿、実はまたまた筆者の怠惰で締切を大幅に過ぎてしまった。出張の直前に編集から催促され、飛行機の中でなんとかしますと、言い訳して出かけたが、ワインに心地良く眠ってしまった。というわけで今、ミュンヘンの南、テーゲルン湖畔のリングバーグ城で開催された補償光学の研究会の合間にこの記事を書いている（図3）。

この城は、ロマンあふれる城を19世紀に建設したバイエルン王ルートヴィヒ1世や2世の血筋をひくバイエルン公爵リトポルトが、生涯をかけて建設したものだそうだ。公爵は、美術史を学んだ大学時代に、学友のアッテンフーバーと意気投合し、この地に理想の城を建設す



図3 リングバーグ城

ることを決意した。1913年（20世紀ですよ！）から始まったこのプロジェクトのため、有能な画家でもあり建築家でもあったアッテンフーバーはこの地に移り住み、城の建設、家具や内装の製作を指揮し、城内に残る全ての絵を自ら描いたそうだ。アッテンフーバーが亡くなった1947年以降も、公爵は私財を投げ売って、城の完成に情熱を傾けた。

公爵は州政府に多額の固定資産税の免除を願いでたものの、却下されてしまった。晩年になり、子孫がいなかったこともあって、1967年に、この城をマックスプランク研究所に寄贈することにした。マックスプランク研究所は、宿泊型研究会会場として使うこととし、そのための改修費などもちゃっかりと追加寄付してもらったという。

リングバーグ城への宿泊は2度目だが、今回は主催者の計らいで、なんと公爵が使った主寝室をあてがわれた。大きく、高いベッドのある主寝室の隣は、バスタブと洗面台が広い部屋の中にある浴室、そのとなりにトイレ室があり、その向こう側は「赤の間」というサロン居室になっている。この一続きの4部屋を3日間専有させていただいた。公爵は背の高い人だったのだろう。ベッドやバスタブ、衣装タンスの大きさからも、そのことが実感される。もっとも、あまり便利でなかったのか、ミュンヘンから工事の進捗を見守りに頻繁に通っていた公爵は、実際には城に泊まらず麓のホテルに宿泊したそうだ。

そういえば、20年ほど前に、当時まだ英国南部のハーストモンソー城にあったグリニッジ天文台を訪れたときも、幽霊が出そうな回り階段を上がって、同じような作りの浴室と四隅に飾り柱のある天蓋つきベッドの主寝室に泊めていただいた。国立天文台のゲストハウスも、思い切って天守閣つきにでも改築しますか？