

## 中間圏界面付近で発生する流星に伴う永続痕の発光メカニズム

## Emission mechanism of meteor persistent trains at the mesosphere

# 阿部 新助[1], 海老塚 昇[2], 矢野 創[3], 春日 敏測[4], 布施 哲治[5], 渡部 潤一[6]

# Shinsuke Abe[1], Noboru Ebizuka[2], Hajime Yano[3], Toshihiro Kasuga[4], Tetuharu Fuse[5], Jun-ichi Watanabe[6]

[1] 宇宙研, [2] 理研・計算科学, [3] NASA/JSC-ESSSE, [4] 名大・環境・地環, [5] 国天・ハワイ, [6] 国立天文台・天情セ

[1] ISAS, [2] Computational Sci., RIKEN, [3] NASA/JSC-ESSSE, [4] Division of Earth and Environmental Sciences, Nagoya Univ, [5] Subaru, NAOJ, [6] PR Center, Nat. Astron. Obs. Japan

<http://chiron.mtk.nao.ac.jp/~avell/>

「流星」とは、サイズが mm から数 cm 程度のダストが、秒速数 10km という高速で惑星間空間から地球大気に入るときに、地球大気との衝突によって発光する現象である。発光高度は約 100km の電離圏（中間圏、熱圏）で、最小ダストの直径は 0.1mm、質量にして 1 $\mu$ g 程度である。流星の中でも特に母天体が彗星や小惑星であるものを群流星と呼び、母天体から放出されたダストが形成するダストチューブの中を地球が通過する際に流星群として多数の流星が観測される。母彗星である Tempel-Tuttle 彗星が逆行軌道のため、対地速度が最も速い（ $\sim 71$ km/s）惑星間空間ダストの一団として観測されるのが「しし座流星群」である。

「永続痕」とは、極めて明るい流星（火球）の流れた後に上空 80-90km 付近の中間圏界面付近に数分以上も残る輝くガス雲である。常に宇宙空間からエネルギーの供給があり輝いているオーロラなどと異なり、永続痕は一度だけの流星の衝突エネルギーだけで長時間輝き続ける。この長時間輝き続けるメカニズムが未解決である。出現予測が全くつかない希少な現象にあるため、永続痕がどのような物質で構成されているかさえ明らかにされていなかった。「しし座流星群」は対地速度が大きく、大気との衝突で解放されるエネルギーも大きいため、流星痕が発生する確率が最も高い流星群である。我々は、1998 年しし座流星群に伴う流星痕の分光観測に成功し、これまでにない質の良いスペクトルを得ることができた。解析の結果、初期（流星消滅後約 30 数秒後まで）の永続痕には、マグネシウム、鉄が最も多く含まれ、次いでナトリウムやカルシウム、アルミニウムなどの金属原子が豊富に含まれている事が明らかになった。原子スペクトルのモデル計算を行い物理量の導出を試みた結果、初期（流星消滅後約 20 秒後）永続痕の励起温度は 2,200K という高温状態であることが明らかになった。しかし、流星消滅後約 30 秒後には約 1,000K へと急激にクーリングされ、40 秒後にはもはや顕著な原子輝線はなく、600nm 付近をピークに持つ分子バンドが支配している事が明らかになった。永続痕本体（0 次光）の時間変化の比較から、クーリングが卓越した状況が推定でき、熱エネルギーが光エネルギーに何ら関与しない、化学ルミネッセンスが放射過程に効いていることが推察できる。流星起源の Fe、Mg、Na と地球大気起源の酸素原子による反応で、高励起状態の分子（FeO, MgO, NaO）が生成され、長時間の発光に関与しているものと思われる。

しし座流星群は、テンペル・タットル彗星を母天体とする彗星ダストがもたらす現象である。彗星本体の主成分は H<sub>2</sub>O であり H や OH は彗星コマ中で最も多く存在する分子である。また、ハレー彗星探査からは、彗星ダストの 25% が CHON といった軽元素を多量に含むことが明らかにされており、流星には難揮発性の有機物炭素（CN, CH, C<sub>2</sub>）や（H<sub>2</sub>, OH）が豊富に含まれていると考えられる。これまで我々が行った近紫外域の流星スペクトル中からは有意な CN 分子発光（388nm）は検出されていない。一方、OH ラジカルは 310nm 付近に強いバンドヘッドを持つこと、300-350nm には未知輝線が多数存在することなどから、今回我々は、紫外線領域を重点的に観測するための紫外線レンズ（f=30mm, F/1.2, 250-1,000nm）を開発し、反射型対物分光器とイメージ・インテンシファイア（I.I.）付のハイビジョン（UV-II-HDTV）ないしは高感度ビデオカメラ（UV-II-CCTV）を組み合わせたシステムで、可視-紫外域（300-700nm）の分光観測を行った。観測は 2001 年 11 月 18-19 日に国立天文台野辺山観測所で、16-19 日に国立天文台ハワイ観測所マウナケア山頂（標高 4139m）でそれぞれ遂行され、マウナケアではオゾン吸収と主にエアロゾル散乱により地上観測が困難であった 300-350nm 領域を、標高を稼いだ観測により成功させることができた。

本発表では、1998 年、2001 年に得られた永続痕の複数の分光観測結果から未解明である永続痕の発光メカニズムについて考察する。