

## 流星スペクトルから探る太陽系の化学進化

## CHEMICAL EVOLUTION OF THE SOLAR SYSTEM THROUGH METEOR SPECTRA

# 阿部 新助[1], 矢野 創[2], 渡部 潤一[3]

# Shinsuke Abe[1], Hajime Yano[2], Jun-ichi Watanabe[3]

[1] 総研大, [2] NASA/JSC-ESSSE, [3] 国立天文台・天情セ

[1] The Graduate University for Advanced Studies, [2] NASA/JSC-ESSSE, [3] PR Center, Nat.Astron. Obs. Japan

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

地球大気との相互作用で発光する流星を通して間接的にその物理化学的な特性を調べる事ができる。スペクトル観測は惑星間ダストの化学組成を明らかにするだけでなく室内実験では不可能な超高速衝突発光プロセスを解明する事が可能である。1999年11月16~19日、我々は「しし座流星群 NASA 国際航空機観測ミッション」において高分散流星スペクトルを多数得る事ができた。スペクトル観測はNHKが開発した光電子増倍管付き超高感度ハイビジョンカメラによる対物グレーティング分光で行なった。本稿では流星や流星痕から同定された原子や分子を示し、太陽系の化学進化や母彗星であるテンペル・タットル彗星と関係する有機物などについても議論する。

流星はmmから数cm程度の大きさの塵が、秒速数10kmという高速で惑星間空間から地球大気に突入することによって生じる。その発光している高度は約100kmで、肉眼で見えなくても高感度テレビカメラなどで観測できるものも含めると最小の塵粒の直径は0.1mm、質量にして1 $\mu$ g程度である。粉々に砕けた流星物質を含むガスと、地球大気に含まれる原子や分子の両方がいっしょに輝くプラズマと中性物質の発光が流星である。秒速数10kmという超高速で地球大気に突入してくる流星の主な励起機構は地球大気との衝突励起である。温度が1万度にまで達する事もあり、CaII, MgII, SiIIなどのプラズマ発光も見られる。地球大気との相互作用で発光する流星を通して間接的にその物理化学的な特性を調べる事ができる。スペクトル観測は惑星間ダストの化学組成を明らかにするだけでなく、室内実験では不可能な超高速衝突発光プロセスを解明する事が可能となる。これまで流星スペクトルは多数観測されているが、高速現象のために写真撮影による長時間露光観測が殆んどであり、その時間変化スペクトルを詳細にとらえる事は困難であった。

1999年11月16~19日、我々はNASA国際航空機観測ミッションにおいて「しし座流星雨」を観測した。3日間の観測フライトで、76個のしし座流星群、11個のおうし座流星群、18個の散在流星群の合計105個の高分散リアルタイム流星スペクトルを得る事ができた。スペクトル観測は、NHKが開発した光電子増倍管付き超高感度ハイビジョンデジタルTVカメラによる対物

グレーティング分光で行なった。このシステムは、f50mm/F1.4 カメラレンズを用いて 37×21 度の広視野をカバーし、1 フレーム 33 ミリ秒の 10 ビットイメージとして記録される。スペクトルの有効感度は 360-800nm で、ピーク感度は 390nm 付近の近紫外波長領域にある。しし座流星群国際航空機観測ミッション、「Leonid MAC(Multi-Instrument Aircraft Campaign)」は、1997 年に宇宙生物学研究所研究所 (SETI) のピーター・イエニスキンズ博士が提唱した、1998~99 年の 2 年連続の国際流星観測プロジェクトである。その目的は、毎年しし群極大が予測される地域の雲の上へ世界中の研究者と最新の計測機器を運び、計数観測、複数の波長域での分光、サイズ分布測定、立体観測による軌道決定、光度変化、大気光観測など様々な角度から流星群を総合的に観測することである。主催した NASA 宇宙生物研究所では、「地球大気を巨大なダスト検出器」に見たてた「百万ドル未満の彗星探査ミッション」と位置付けている。98 年は日本の沖縄上空、99 年には中東~ヨーロッパ~大西洋上空にて主に米国空軍の観測機をチャーターして実施された。2 機のアメリカ空軍の観測航空機(FISTA、ARIA) は、およそ 150km の距離をにおいて平行に飛行しながら様々な観測が繰り広げられた。そして、1999 年 11 月 18 日世界時 2 時頃、ヨーロッパを中心に 1 時間あたり数 1000 個の流星雨が観測され、我々は地中海上空 12km でこの世紀の流星ショーに遭遇することができたのである。

彗星は原始惑星系円盤において惑星に成長する事なく太陽系外縁部領域に取り残された微惑星の生き残りである。微惑星は惑星形成期の情報を含んだ始源天体であり、この微惑星が外惑星の重力的な摂動を受け太陽系内部へ散乱され、その表面の揮発性成分が蒸発し短周期彗星として現われる。彗星や小惑星を起源とする惑星間塵はいわば太陽系の起源を探る原始太陽系から漂う最小の重要な物質なのである。物質の進化を辿る上では次の 2 つの物質分類が重要となる。星間分子の元素である揮発性物質の元素である CHONS 系物質と、岩石の元素であり固体の主な元素である Mg, Fe, Si, Al 系物質である。特に有機物を考える上では CHONS 系物質が鍵になる。星間でまず生成されるのは C-H 分子であるが、寿命が短いため CO や CN といった分子が生き残ったと考えられる。その後、星間分子雲コア中の反応で複雑な有機分子が合成されて、表面を氷が覆った小さな岩石のダストが生成されたのであろう。有機物からなる炭素を含む物質は、星間分子雲から分子雲コアになるにつれて固体として保存されるが、星が誕生するときに吹き飛ばされたり星になったり、星周辺で再び蒸発分解して炭素原子、酸素原子、窒素原子、水素原子になったりするのである。太陽系の外惑星領域では、氷の微惑星となって保存され、その大部分は微惑星のまま星間空間に出ていく。そして、その一部が彗星になり地球に近づいた彗星から吹き飛ばされた物質が再び原子に分解されてしまうのである。本稿では、流星や流星痕から同定された多数の原子や分子を示し、それらの発光メカニズム、太陽系の化学進化や母彗星であるテンペル・タットル彗星と関係する有機物などについて議論していく。