

流星による大気発光について

池田 愛帆(高1)、吉野 智哉(高1)【横浜市立戸塚高等学校 天文部】

1. はじめに

戸塚高校では回折格子を用いて、流星スペクトルを撮影し含まれている元素を特定してきた。Ca、Si、Mg、Naなどの金属元素の他にO、Nなどの大気起源によるものだと考えられる元素の波長が確認できた。

流星が大気を発光させる再現実験を、加速された電子を用いて行ってみた。

2. 方法

1. 真空放電管による大気発光実験

通常流星は地上より150km から100km 程度の高さで光り始め、70km から50km の高さで消滅する。理科年表2009 年版によると、その時の気圧はおよそ0.01Pa から10Pa である。

流星の発光高度の大気圧を再現するため、真空チェンバーを用いて、内部の気圧をさげながら、放電により内部の気体(大気)に電子を衝突させる実験を行った。

CCD 分光器を以て、陰極付近、中心、陽極付近の三ヶ所で発光した光のスペクトルを撮影し、撮影したスペクトルと実際の流星スペクトルを比較した。

2. 流星スペクトルの波長同定・分析

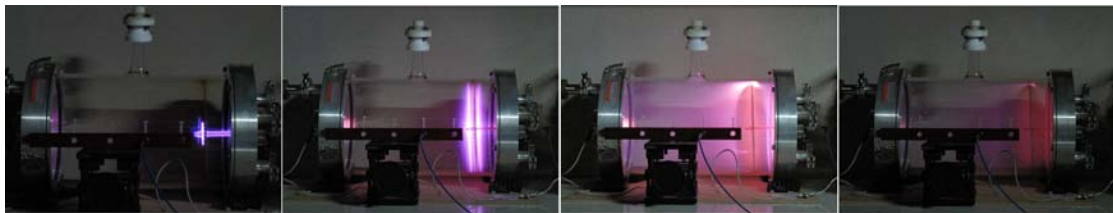
流星スペクトルは、Watec 社のWAT-100N、8mm レンズ(F 値0.98)、SonotaCo 氏のUFOCaptureでビデオ撮影した。カメラには、あらかじめ回折格子のレプリカを取り付けておいた。

波長の同定は、画像処理ソフト「ステライメージVer.6」を用いて、流星の動画を切り出し、それらの画像を画像計算ソフト「マカリ」とを用いて流星のスペクトルを数値として出し、Excelを用いてCa、Si、Mg、Na、Oを基準に波長を同定した。

3. 結果

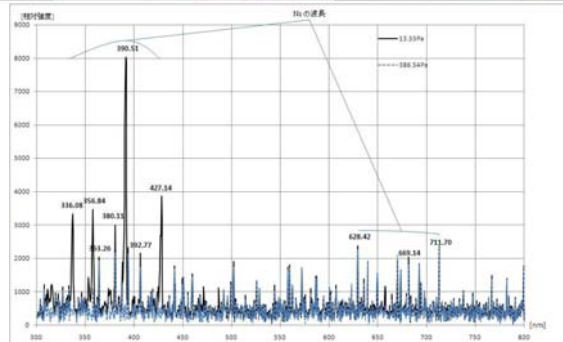
1. 真空放電管による実験

▼真空放電の様子(左から順に圧力が低くなっている)



①陰極付近のスペクトル

減圧が進むと青・紫色の光がしだいに強くなる。このことは、391nm、428nm 付近の発光で、気圧の減少とともに強度が増加し、約13.3Paをピークに強度が減少していくことで確認された。また、3.1Paまで下げてしまうと衝突する分子が極端に少なくなり、発光しなくなった。



◀陰極の波長

淡いピンク色の光は、630~730nm付近との混色による光がと考えられる。

②中心、及び陽極付近のスペクトル

減圧に伴って、相対強度が大きく変化する波長域はない。391nm、428nm付近の光は、気圧減少に伴って、強度が増してくるが、これは加速原子のエネルギー増加によるものだと考えられる。

③結果のまとめ

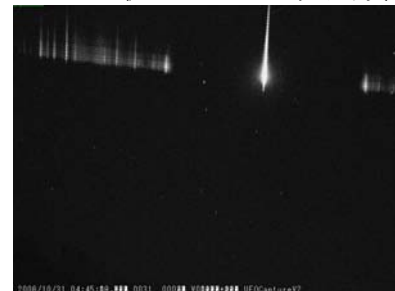
実験結果はN₂を放電させたときのスペクトルと一致した。N₂の1st positive, 1st negativeの発光と、N₂の2nd positiveの青・紫色の発光が陰極から陽極にかけて、観察され、気圧減少とともに消滅する。

2. 流星解析の結果

流星をスペクトルでは、Ca II (393nm)、Mg I (517nm)、Na I (589nm)、Si II (635nm)、N II (661nm)、N I (747nm)、O I (777nm)の波長が確認された。

また、これらの波長は時間経過によって変化し、流れ始め(fram34)は、O Iの強度が高く、他の波長は目立たず、確認されなかった。それ以降、徐々に金属原子の波長が確認されるようになる。

▼流星のコンポジット写真



4. 考察

真空放電の実験から、大気発光は低いエネルギーでは起きないという事が分かった。実験では、流星発光時の圧力を再現できているが、発生したプラズマのエネルギー不足から、N I やO I の原子が発光するに至っていない。

N I やO I が大気起源であることの可能性では、流星起源のSi II よりN I やO I が先に発光していることである。流星が衝撃波によって

作られた圧縮空気で大気中のN I、O I がプラズマ化し始めに発光していると考えられる。その後流星本体の含有鉍物も解離、励起そして発光したと考えられる。

5. まとめ

今回の研究及び実験では大気発光の実証が出来なかった。今回の原因と考えられる「エネルギー不足」という点から、電子をプラズマに変え、プラズモイドを飛ばす実験をしたいと思う。それにより、より多くのエネルギーを与えることが出来る。

今回の研究にご協力いただきました、日本大学理工学部物理学科の皆さん、浅井先生に心より感謝申し上げます。

参考文献

Nist Atomic Spectra Database <http://www.nist.gov/pml/data/asd.cfm>

<http://www.isigas.com/N2SpectralProfile.html>

▼流星スペクトル同定波長

