

## 衝突蒸気雲の圧力測定法の開発

### Development of pressure measurement method of impact-induced vapor clouds

# 濱野 景子[1], 杉田 精司[1], 門野 敏彦[2]  
# Keiko Hamano[1], Seiji Sugita[1], Toshihiko Kadono[2]

[1] 東大・理・地球惑星, [2] 東大地震研  
[1] Earth and Planet. Sci., Univ. of Tokyo, [2] ERI

#### イントロダクション:

衝突蒸発現象は惑星大気の起源と進化に重要な役割を果たしてきたと考えられている。広範囲にわたる研究が行なわれ、衝突による蒸発のプロセスに関して多くのことが明らかにされてきた。しかし、衝突蒸気雲中の化学反応についてはまだほとんど何もわかっていないのが現状である。その大きな理由の一つに、高温の衝突蒸気雲の熱力学量を直接測定する実験的手法がないことが挙げられる。この問題を解決するために、衝突閃光分光法が開発されてきた。高温で部分解離した蒸気雲の温度、視線方向の柱状密度、イオン化率、化学組成に関しては既に測定手法が確立されている。それでもなお、こうした観測量だけでは気体を熱力学的に完全には記述できない。完全に熱力学的に記述するためには圧力が必要不可欠である。そこで本研究では衝突蒸気雲の圧力を測定する技術を開発することを目的とする。圧力測定の基本原理は、水素の原子輝線のローレンツ幅を測定するというものである。

#### 実験:

二段式軽ガス銃のような従来の実験装置では、水素を原子化するのに十分な高い衝突エネルギーを得ることができないので、代わりに高エネルギーのパルスレーザー(Nd:YAG, 1064nm)を用いて高温蒸気プリュームを生成した。標的には含水鉱物であるセッコウ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )を用いた。セッコウには圧力広がりを強く起こす水素だけでなく、Ca も含まれている。この Ca の輝線を用いた衝突蒸気雲の温度の決定は以前の研究でなされている。チャンパー内にはアルゴンを満たし、実験中その圧力は 40torr に保った。YAG レーザーパルスのエネルギーは毎ショット 240mJ とした。レーザービームは石英レンズを用いて直径 0.5mm に集光し、レーザーのパルス幅は 10ns とした。また、生成された蒸気プリュームは ICCD 付きの分光計で観測した。この分光計は露光時間を 10ns まで短くとることができる。実際の観測での露光開始時間は 100ns 刻みで変えた。

#### 結果:

H 線の半値幅を正確に測定するために、観測されたスペクトルを装置関数と「真の」H のスペクトルとにデコンボリューションした。ここで今回の実験条件ではドップラー広がりによる寄与は無視できるので、「真の」H のスペクトルの形はローレンツ関数に従うとした。得られたローレンツ幅を時間の関数としてプロットすると、両者の間には強い相関が見られた。実際、このプロットのばらつきは、今回の実験の同じ分光データを解析して得られた温度-時間のプロットのばらつきに比べてとても小さい。これはローレンツ広がりが非常に正確に測定されていることを示している。

ローレンツ幅は圧力の関数であると同時に、温度の関数でもある;  $W_L \sim P/T^{0.5}$ 。つまり圧力を得るためには、 $W_L$  に対する温度の補正を行なう必要がある。水素の放射温度を測定することができたので、それにはこの温度を用いた。温度の補正を施したローレンツ幅(つまり規格化圧力)を温度に対してプロットすると、温度と圧力の間にべき乗則の関係が見られる:  $T \sim P^{1.24}$ 。この実験条件において、理想気体近似と断熱近似とを仮定するならば、指数の 1.24 という値から蒸気雲の比熱比( )を計算することができ、その値は約 1.3 となる。理論的予測から、蒸気プリュームのような高解離性気体の の値は一般に 1.1~1.3 であるということが示されている。したがって、実験結果は理論的予測と一致する。この予備的実験結果は本研究で用いた手法が衝突蒸気雲の圧力測定法として有効に働き得ることを支持するものである。