

# 発光分光法による衝突蒸気雲の熱力学状態推定

黒澤 耕介<sup>1,2</sup>, 杉田 精司<sup>1</sup>, 門野 敏彦<sup>3</sup>

<sup>1</sup>東大 新領域, <sup>2</sup>日本学術振興会, <sup>3</sup>阪大 レーザー研

**要旨:** 発光輝線の半値全幅計測から、衝突蒸気雲の粒子数密度、圧力を測定する手法を開発した。輝線強度比計測による温度測定法と組み合わせ、高温蒸気の全熱力学量を実験から推定することが可能となった。

**はじめに:** ケイ酸塩蒸気は a) 原始月円盤の進化[1], b) 衝突蒸気雲内の酸化還元状態[2], c) 原始火星の大気の吹き飛ばし[3]など惑星科学上の重要な問題に主要な役割を果たしたと考えられている。

ところが、ケイ酸塩蒸気の熱・化学進化過程はほとんど理解されていない。その理由は 1) 衝突蒸気雲の熱力学状態を計測する手法が確立されていなかったこと、2) 室内実験ではケイ酸塩を衝撃圧縮で蒸発させることができなかったことである。

**輝線幅からの粒子数密度計測:** 高速発光分光法は衝突蒸気雲の熱力学状態計測には最適な手法である。従来、温度、視線方向の柱状粒子密度、原子組成比などが計測されてきた[4]。しかし、粒子数密度及び圧力が得られなければ、全ての熱力学量を実験で測定することはできない。発光輝線は粒子数密度に比例した幅を持つことが知られている[5]。発光原子と再近接摂動粒子のみを考慮する「Nearest-Neighbor approximation」を用いれば、輝線半値全幅と各種広がりを生み出す摂動

粒子数密度の関係式を解析的に得ることができる[6]。主要な広がり要因を決定すれば、その輝線幅から蒸気雲内の粒子数密度を測定することが可能となる。

**模擬衝突蒸気雲への適用:** 提案手法の妥当性を検証するために Hematite へのレーザー照射で生成した模擬衝突蒸気雲の温度、圧力を測定した。レーザー照射蒸気雲は半球状に断熱膨張をすることが知られているため、得られた温度圧力を容易に検証することができる。得られた蒸気雲の温度、圧力は断熱膨張傾向を再現し、比熱比は 1.2 と妥当な値を示すことが確かめられた。

**惑星科学上の意義:** 今回開発した手法を用いると、実験室で生成した衝突蒸気雲の温度圧力経路を推定することが可能となる。現在大阪大学レーザー研で進めているケイ酸塩の衝突蒸発実験に適用すれば、衝撃圧縮ケイ酸塩の蒸発・化学反応過程を実験的に解明することができるはずである。

**参考文献:** [1] Wada et al., *The Astrophysical Journal*, **638**, 1180-1186, 2006. [2] Mukhin et al., *Nature*, **340**, 46-49, 1989. [3] Melosh and Vickery, *Nature* **338**, 487-489, 1989. [4] Sugita et al., *JGR*, **103**, 19427-19441, 1998. [5] Griem, *Plasma Spectroscopy*, 1964. [6] Gornushkin et al., *Spectrochimica Acta Part B*, **54**, 1207-1217, 1999.