

レーザー生成CNの新しい分子並進-分子回転温度推定法について

Development of a translational-rotational temperature measurement method of shock-induced CN radicals

黒澤 耕介 [1]; 杉田 精司 [1]; 藤田 和央 [2]; 石橋 高 [3]; 門野 敏彦 [4]; 大野 宗祐 [5]; 松井 孝典 [6]

Kosuke Kurosawa[1]; Seiji Sugita[1]; Kazuhisa Fujita[2]; Ko Ishibashi[3]; Toshihiko Kadono[4]; Sohsuke Ohno[5]; Takafumi Matsui[6]

[1] 東大・新領域・複雑理工; [2] JAXA・総研本部; [3] 東大・理・地球惑星; [4] レーザー研; [5] 岡山大学; [6] 東大・院・新領域

[1] Dept. of Complexity Sci. & Eng., Univ. of Tokyo; [2] IAT, JAXA; [3] Earth and Planetary Sci., Univ. of Tokyo; [4] ILE; [5] none; [6] Grad. Sch. of Frontier Sci., Univ. of Tokyo

最近の高速度斜め衝突実験により、比較的厚い (~1 bar) 大気中で斜め天体衝突が起こると、衝突天体物質と周辺大気は激しく化学反応することが示されている [1, 2]。衝突天体が炭素を多く含んでいた場合には、CN, C₂ ラジカルなどの高温安定化学種が大量に生成され得る。このようなラジカル生成過程や、その後のラジカルと周辺大気との化学反応は地球の表層環境に大きな変動をもたらす可能性がある (強力な熱放射 [1, 2], 生命前駆物質の合成 [3] など)。ところが、これらの過程はまだよく調べられていない。

温度はそのような高温下での化学反応過程を理解し、最終生成物の量を推定する上で主要な熱力学量である。CN ラジカルは非常に発光効率がよいこと、高温下では酸化還元状態によらず安定であることから、発光分光法を用いた温度推定に最も適した分子の一つである。ところが動的かつ激しく化学反応が起きているような系では、分光観測中にも連続的にCNが生成されているために、CNの分子振動状態がボルツマン分布に達していない可能性が高い (分子振動温度が定義できない)。このような場合、広く用いられている分子及び電子の各状態がボルツマン分布であることを仮定した発光スペクトル形状解析による温度推定法は適用できない。

しかしCNの振動状態がボルツマン分布に達していなくても、分子並進-分子回転状態は緩和時間が非常に短い [e.g., 4]、ボルツマン分布に達していると考えられる。分子並進-回転温度は気体分子同士の衝突確率を支配する重要な熱力学量である。温度そこで我々は発光スペクトルのバンドテイルを用いて分子並進-分子回転温度を推定する新しい手法を提案する。提案手法は自己吸収の影響を受けにくい上に、バンドテイルの大局的なプロファイルを使用するため、従来の手法よりも低分散のスペクトルに適用できる。そのため高温気体の温度変化を詳細に分析することが可能であると期待される。

提案手法の妥当性を検証するため、N₂-H₂O-CO₂-Ar 大気中で黒鉛へのレーザー照射実験を行い、提案手法を用いてレーザー生成CN及びC₂の分子並進-分子回転温度を推定した。提案手法で得られた分子並進-分子回転温度は実験条件の変化に対して、物理的に予想される変化を再現した。このことから提案手法は動的かつ激しく化学反応を起している高温気体の分子並進-分子回転温度測定に非常に有効である可能性が強く示唆される。

参考文献

[1] Sugita, S & P. H. Schultz, *JGR*, **108**, E6, 5051, doi:10.1029/2002JE001959, 2003.

[2] Sugita, S & P. H. Schultz, *JGR*, **108**, E6, 5052, doi:10.1029/2002JE001960, 2003.

[3] Kurosawa, K. et al., *LPSC*, **39**, #1629, 2007.

[4] Arnold, J. O. et al., *JQSRT*, **9**, 775-798, 1969.

[5] Zel'dovich Y. B. & Y. P. Raizer, Academic, San Diego, Calif., 1967.