

2 段式軽ガス銃を用いた開放系気相化学分析: 小規模天体衝突による HCN 合成 Gas-phase chemical analysis in an open system using a 2-stage light gas gun: HCN production due to small-scale impacts

黒澤 耕介^{1*}, 長谷川 直², 三重野 哲³, 大野 宗祐⁴, 松井 孝典⁴, 杉田 精司¹
Kosuke Kurosawa^{1*}, Sunao Hasegawa², Tetsu Mieno³, Sohsuke Ohno⁴, Takafumi Matsui⁴, Seiji Sugita¹

¹ 東大 新領域 複雑理工, ² 宇宙航空研究開発機構, ³ 静岡大学 理学部, ⁴ 千葉工業大学惑星探査研究センター
¹The Univ. of Tokyo, ²ISAS/JAXA, ³Shizuoka University, ⁴Chiba Institute of Technology

シアン化水素 (HCN) は原始地球における生命起源に重要な役割を果たしたとされる分子化合物である。海あるいは湖に濃集した (HCN) は化学変化を経てアミノ酸や核酸塩基を合成することが知られている。我々は原始地球上での天体衝突による HCN 生成過程に注目している。天体衝突は時間的, 空間的に局所的ではあるが, HCN を濃集させることが可能であるからである。

アポロ計画によって回収された月試料の年代分析の結果から 38 億年以前の原始地球には少なくとも現在の 1000 倍以上の頻度で天体衝突が起きていたことがわかっている。この時期は地球史を通じて質量、エネルギーの流入率が最大であった時期であり、天体衝突によって駆動される物理、化学過程によって原始地球表層環境進化が支配されていた可能性が高い。我々の最終目標は隕石重爆撃期の天体衝突によって生成される HCN 量を実験的に決定し、天体衝突が生命起源に果たした役割を明らかにすることである。

我々は宇宙研に設置された 2 段式軽ガス銃を用いて、原始地球大気中での天体衝突現象を再現し、最終生成物を化学分析する実験を開始している。まず第一歩として、開放系で気体分析を行う分析手法を確立した。従来行われていたような閉鎖系化学分析は天然衝突と対応づけることはできない。実験チェンバーよりも上流側にガスを拡散させるガスだめ、空気駆動式自動ゲートバルブ、AI 隔壁を配置し、汚染の元となる加速ガスが実験チェンバー内へ侵入するのを最小限に抑えた。今回は弾丸、標的にそれぞれポリカーボネイト、ポリスチレンを用い、1 気圧の N₂ 中で衝突させた。衝突速度は 6.5 km/s である。実験後にゲートバルブにより閉じ込められた生成気体を HCN ガス検知管を用いて分析した。その結果 ~50 ppm 程度の HCN を検出することに成功した。大雑把な見積もりによれば、蒸発した炭素の 0.1% 程度が HCN へ変換されたことになる。今後は実際の隕石、原始地球環境を想定した気体を用いた実験を計画している。今回開発した開放系気相化学分析技術は、衝突脱ガス現象全般へ適用可能である。

キーワード: 天体衝突, 開放系気相化学分析, 2 段式軽ガス銃, HCN, 生命起源, 衝突脱ガス

Keywords: Hypervelocity impacts, Chemical gas-phase analysis in an open system, 2-stage light gas gun, Hydrogen cyanide, The origin of life, Impact degassing