

ザイフェルタイトのラマン分光分析 Raman spectroscopy of seifertite

*鹿山 雅裕¹、大谷 栄治¹、宮原 正明²、金子 詳平¹、関根 利守³、小澤 信¹、平尾 直久⁴

*Masahiro KAYAMA¹, Eiji Ohtani¹, Masaaki Miyahara², Shohei Kaneko¹, Toshimori Sekine³, Shin Ozawa¹, Naohisa Hirao⁴

1. 東北大学、2. 広島大学、3. HPSTAR、4. 高輝度光科学研究センター

1. Tohoku University, 2. Hiroshima University, 3. HPSTAR, 4. Japan Synchrotron Radiation Research Institute

SiO₂多形であるザイフェルタイト (Seifertite) は α -PbO₂構造を有し、~100 GPaを超える高圧条件下において熱力学的に安定な高圧相である。クリストバライトを出発試料とした静的圧縮実験では、少なくとも~11 GPaかつ0.01 sの条件でSi-O結合の破断を生じずにザイフェルタイトへ準安定的に相転移することが知られており、この場合、減圧時に低圧相に戻らず、ザイフェルタイトのまま常温常圧で回収することが可能である。そのため、月・火星隕石から発見されたザイフェルタイトは、母天体に産するクリストバライトから天体衝突により相転移した準安定相である。また、ザイフェルタイトの存在から衝突時の圧力・保持時間が制約され、衝突速度を算出することで衝突天体やクレーターの直径を推定することができる。このように、ザイフェルタイトは各種隕石が経験した衝突履歴を明らかにするための重要な指標となり得る。一方で、ポストスティショバイトは熱的に非常に不安定であると考えられており、レーザー光を用いた分析手法では信号を検出することが困難とされてきた。従って、ザイフェルタイトのラマン分光分析に関する事例はほとんど無く、そのラマン散乱特性については現状では分かっていない。本研究では、クリストバライトの静的圧縮実験により合成した試料及び月・火星隕石に産するザイフェルタイトから固有のラマン信号を検出するに至り、各スペクトルピークを第一原理計算により得られた結果と比較して、振動モードの帰属を行った。

ザイフェルタイトの合成試料は、クリストバライト粉末を対象にマルチアンビルプレスを用いて16 GPa、673 K及び0.5 hの条件で加圧して回収されたものである。また、火星隕石NWA2975及びZagamiと月隕石NWA 4734に産するザイフェルタイトを分析に供した。合成・天然試料ともに放射光XRD分析 (BL10XU, Spring-8) からザイフェルタイトを含むシリカ粒子であることを確認している。ラマン分析にはNd: YAG 532 nmのレーザーを用い、出力を20 mW並びに露光時間3分の条件で実施した。

ラマン分光分析の結果、ザイフェルタイトを含むシリカ粒子は合成及び隕石試料共に、他のSiO₂多形とは明らかに異なるスペクトルピークを示した。両試料とも、380、401、496、515、539、547、564、606、739、749および796 cm⁻¹に顕著なピークが認められる。先行研究により報告されているザイフェルタイトの結晶構造のパラメーターを基に、第一原理計算によりラマンスペクトルの相対強度と波数を算出したところ、合成及び隕石試料で得られた値と一致した。また、振動モードに関して380、515、564及び796 cm⁻¹のスペクトルピークはAgの原子振動に、401、496及び539 cm⁻¹のものはB1gに、606及び749 cm⁻¹はB2gに、547及び739 cm⁻¹はB3gに帰属される。また、20 mWで30分間にわたるレーザー照射後をして、ザイフェルタイトが示す固有のラマン信号の強度や波数、半値幅に変化はほとんど認められないことから、熱による影響はほとんどないと考えられる。ラマン分光分析により固有の信号が取得できたことから、隕石に含まれるザイフェルタイトをより簡便かつ非破壊で同定するが可能である。

キーワード：ザイフェルタイト、ラマン分光、隕石

Keywords: Seifertite, Raman spectroscopy, Meteorite