

## 衝撃変成石英のカソードルミネッセンスとその圧力依存性：新しい衝撃圧力計の構築へ向けて Pressure dependence of cathodoluminescence spectra of shocked quartz.

常 ユイ<sup>1\*</sup>; 鹿山 雅裕<sup>2</sup>; 田近 英一<sup>3</sup>; 関根 康人<sup>1</sup>; 関根 利守<sup>4</sup>; 西戸 裕嗣<sup>5</sup>; 小林 敬道<sup>6</sup>  
CHANG, Yu<sup>1\*</sup>; KAYAMA, Masahiro<sup>2</sup>; TAJIKA, Eiichi<sup>3</sup>; SEKINE, Yasuhito<sup>1</sup>; SEKINE, Toshimori<sup>4</sup>;  
NISHIDO, Hirotsugu<sup>5</sup>; KOBAYASHI, Takamichi<sup>6</sup>

<sup>1</sup> 東大理地惑, <sup>2</sup> 神戸大理地惑, <sup>3</sup> 東大新領域複雑理工, <sup>4</sup> 広島大理地惑, <sup>5</sup> 岡山理科大自然科学研究所, <sup>6</sup> 物質材料研究機構

<sup>1</sup>Earth & Planetary Sci., Univ. of Tokyo, <sup>2</sup>Earth & Planetary Sci., Kobe Univ., <sup>3</sup>Complexity Sci. & Eng., Univ. of Tokyo, <sup>4</sup>Earth & Planetary Sci., Hiroshima Univ., <sup>5</sup>Research Institute of Natural Science, Okayama Univ. of Science., <sup>6</sup>National Institute for Material Science (NIMS)

天体衝突は太陽系において普遍的に生じる現象であり、惑星形成から地球惑星環境の進化を理解する上で重要な役割を果たす。地球上に存在する衝突クレーターは天体衝突現象の産物であり、物質科学的な側面から衝突現象を理解するための重要な研究対象である。とりわけ、衝突起源物質の分布と衝撃時に経験した衝撃圧力条件の復元は、惑星スケールでの衝突の物理現象に関する知見を与えるものと言える。これまで、地球上の主要な造岩鉱物のひとつである石英を用いた様々な衝撃圧力の推定法（たとえば、PDFs）が提案されているものの、その多くは定量性が低い。近年では、物質に電子線照射した際に放出される発光現象であるカソードルミネッセンス（cathodoluminescence, CL）が注目されており、特に石英の発光特性については衝撃変成作用に依存することが報告されている。しかしながら、これまで衝撃変成石英を対象としたCLによる系統的な分析及び検討はなされていない。そこで本研究では、衝撃変成作用が石英の発光特性に及ぼす影響を定量的に評価するために、系統的な衝撃圧縮実験を行い、その回収試料のCLスペクトル測定を行った。

衝撃圧縮実験には、物質材料機構に設置されている一段式火薬銃を用いた。ステンレス製の回収容器内に封入した出発試料の石英単結晶（合成および天然に産する石英）に対して、衝突速度0.5 - 1.8 km/sの条件で金属製（アルミ、ステンレス、タンダステン）の飛翔体を衝突させることで、5 - 40 GPaの衝撃圧力を石英試料に加えた。回収試料は研磨薄片として、岡山理科大にて電子顕微鏡に回折格子型分光器を組み合わせたSEM-CL（Scanning Electron Microscopy-Cathodoluminescence）を用いて石英を一粒ごとにCLスペクトル測定した。

計102個の粒子に対してCLスペクトル測定を行った結果、衝撃圧力の上昇に伴ってスペクトルパターンの急激な変化が認められた。出発試料は赤色領域に位置する630 nm付近にブロードなピークを持つものの、10 - 20 GPaの衝撃圧力を加えた回収試料については青色領域である450-460 nm付近にブロードなピークが出現し、衝撃圧力の増加に伴い青色発光強度は増加する傾向を示した。また、20 GPa以上の衝撃圧力では青色領域における発光強度の増加率がさらに上昇することが確かめられた。一方、630 nm付近の発光強度は衝撃圧力に依存せず、いずれの試料においても変化はほとんど見られない。

隕石クレーターに産する石英と同様の顕著な青色発光は高温型の外形をなす石英（例えば、仙台市郷六産の石英など）においても認められる。また、衝撃変成作用を受けた石英と低温下における発光特性（例えば活性化エネルギー）が類似していることから、 $\alpha$ - $\beta$ 相転移により生じたドフィーネ双晶（Dauphine twins）に関連する欠陥が発光に寄与していると考えられる。一方、TEM観察により石英の衝撃回収実験においてもドフィーネ双晶が確認されている。したがって、本研究で見られた青色発光強度の増加は、衝撃により生成したドフィーネ双晶に関連する欠陥密度の増加に起因すると示唆され、その定量的な評価を行うことで新たな衝撃圧力計の構築が可能となることが期待される。

キーワード: 衝撃変成作用, 衝撃変成石英, カソードルミネッセンス  
Keywords: shock metamorphism, shocked quartz, cathodoluminescence