

Title	Radiation-Induced Defects in Quartz and Stishovite : Studies of ESR, OSL, TL and MO Theory
Author(s)	谷, 篤史
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	https://doi.org/10.11501/3169162
DOI	10.11501/3169162
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	谷 篤 史
博士の専攻分野の名称	博士(理学)
学位記番号	第 15200 号
学位授与年月日	平成12年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 理学研究科宇宙地球科学専攻
学位論文名	Radiation-Induced Defects in Quartz and Stishovite : Studies of ESR, OSL, TL and MO Theory (石英とスティショバイト中の放射線誘起欠陥 : ESR や OSL、TL、分子軌道法による研究)
論文審査委員	(主査) 教授 池谷 元伺 (副査) 教授 山中 高光 教授 松田 准一 教授 川村 光 助教授 植田 千秋 助教授 土山 明

論文内容の要旨

シリカ (SiO₂) 鉱物の石英やスティショバイト中に生成する放射線誘起欠陥を電子スピン共鳴 (ESR) や光刺激発光 (OSL)、熱ルミネッセンス (TL) により測定し、合成スティショバイト中の欠陥の同定やコア試料を用いた地球科学への応用を行った。また、常磁性中心の分子軌道計算を行うことにより、その電子構造の理解と歪みによる ESR 信号変化のシミュレーションを行った。

花崗岩に含まれる石英から合成されたスティショバイトに未同定の電子中心を発見した。ESR 信号の g 値 (ESR パラメータ) と異方性は、おなじ構造をしているルチル (TiO₂) 中の Ti 中心によく似ており、もとの石英にも Ti が不純物として入っていることから、スティショバイト中の Ti 中心であると同定した。また、スティショバイト中の不純物中心のモデルを考えるため、DV-X α 法を用いて Al 中心や Ti 中心、未発見の Ge 中心の分子軌道計算を行った。計算により得られた g 値は定性的に実験結果と一致をした。

合成スティショバイトの OSL を初めて測定した。励起光には赤外レーザーと青色 LED を用いたが、どちらの光に対しても OSL が測定された。また、450°C まで加熱した後のスティショバイトでも青色光による OSL を測定することができた。熱安定性のよい欠陥に起因した信号であると考えられ、隕石クレーターの直接年代測定への可能性が開けた。

破碎や衝撃などの機械的なプロセスは結晶に歪みを与え、ESR 信号は変化をする。石英中の E' 中心 (酸素空格子に電子が一つ捕獲されている) が歪みにより変化する様子を半経験的分子軌道法 (MOPAC) により計算した。歪みに対する ESR 信号の g 値の変化は、各軌道のエネルギー準位の変化よりも、分子軌道そのものが変化することが主な原因であるという結果が得られた。また、急な圧力低下に伴って合成スティショバイト中に生成した ESR 信号は破碎石英のものと非常によく似ていることがわかった。

地球科学への応用として、2つのボーリングコア試料を用いた実験を行った。第四紀の地殻変動に伴う地表付近の冷却速度や削剥速度を ESR 信号から推定することができることを示した。野島断層を貫くコアの熱履歴解析では、断層破碎帯は十分な熱を受けているという明確な証拠を得ることはできなかったが、同じ花崗閃緑岩体の上部 (深さ 250m 付近) は花崗岩が冷えた後に熱を受けたという結果を得た。これはフィッシュントラック (FT) の結果と一致した。

以上のように、物性学的な視点と地球科学的な視点の両方から SiO₂ 中の放射線誘起欠陥を研究してきた。新たな

欠陥の発見と新たな応用の可能性、コア解析の方法などを議論した。

論文審査の結果の要旨

高圧相の SiO_2 であるスティショバイトを合成して電子スピン共鳴 (ESR) や光刺激発光 (OSL) で放射線照射効果を調べた。格子欠陥のモデルを提案し、分子軌道計算 (DV-X α 法) によりスピン・ハミルトニアン の定数を求めた。また、石英中の格子欠陥濃度から陸地の隆起速度や冷却速度、上高森遺跡の旧石器の年代を求めた。博士 (理学) の学位論文として十分価値あるものと認める。