

Title	Radiation-Induced Paramagnetic Defects in Coesite and Stishovite, High Pressure Phases of SiO ₂
Author(s)	小河, 一敏
Citation	大阪大学, 1996, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3109880
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	小 河 一 敏
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)
学位記番号	第 1 2 3 1 1 号
学位授与年月日	平成 8 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 理学研究科物理学専攻
学位論文名	Radiation - Induced Paramagnetic Defects in Coesite and Stishovite, High Pressure Phases of SiO ₂ (二酸化珪素の高圧相の放射線誘起常磁性格子欠陥)
論文審査委員	(主査) 教授 池谷 元伺
	(副査) 教授 山中 高光 教授 木下 修一 教授 宮下 精二 助教授 植田 千秋

論 文 内 容 の 要 旨

二酸化珪素の高圧相であるコーサイトとスティショバイトを用いた地球型惑星・衛星の隕石衝突クレーターの年代測定の可能性を探るため、コーサイトとスティショバイト高圧相を人工的に高圧合成し、その放射線誘起常磁性格子欠陥の電子スピン共鳴 (ESR) と熱ルミネッセンス (TL) を調べた。

重要な光学物質である石英・石英ガラスの放射線誘起欠陥の ESR と TL については、多くの研究が報告されている。これらの欠陥の ESR と TL は断層や地熱地帯の岩石の年代測定などにも使用されている。しかし二酸化珪素の高圧相の放射線誘起欠陥についてはほとんど研究されていなかった。

コーサイトは約 2 万気圧以上、スティショバイトは約 8 万気圧以上の二酸化珪素の高圧相である。これらの高圧相は天然には隕石孔周辺で発見されており、隕石衝突時の高温高圧により砂岩中の石英が相転移したものと考えられている。この時にそれまで石英中に蓄積していた格子欠陥が解消し、その後これらの鉱物中に自然放射線による格子欠陥が蓄積するならば、TL や ESR を用いて隕石衝突の年代測定が可能となると考えた。

博士論文の研究では、コーサイト・スティショバイトを岡山大学地球内部研究センターのマルチアンビル高圧装置を用いて人工合成し、得られた試料にコバルト 60 を用いて室温と液体窒素温度で γ 線照射を行い、生成した常磁性格子欠陥の ESR と TL を観測した。ESR のスペクトルおよび TL カーブとコーサイト・スティショバイトの各々の結晶構造から、生成した放射線誘起常磁性格子欠陥について構造モデルを建て、欠陥の同定を行った。

常温 γ 線照射で E' 中心 (電子捕獲酸素空格子中心) が生成した。スティショバイトとコーサイトの結晶構造から考えて、各々 1 種類と 2 種類の対称性の酸素位置が考えられる。それに対応して各々 1 種類と 2 種類の E' 中心が観測された。石英の E' 中心の最近接珪素は大きく格子緩和しているが、スティショバイトとコーサイトの E' 中心の最近接珪素はさほどの格子緩和を起こしていなかった。

液体窒素温度照射では、珪素に置換したアルミニウムに関係した酸素正孔中心がスティショバイトとコーサイト双方に観測された。スティショバイトでは正孔は O₂³⁻-Al³⁺ 分子ラジカルとして存在し、アルミニウム原子核上に少し存在確率を持つ。しかし、コーサイトではアルミニウム原子が正孔から遠ざかる格子緩和を起こすために正孔はアルミニウム原子核上に存在確率を持たない。

石英では液体窒素温度などの低温照射でしか生成しない水素原子中心が、スティショバイトとコーサイトの双方に常温照射で生成した。しかも焼鈍によって正孔中心と結合してルミネッセンスを発することが分かった。

付録にはESR/TL年代測定に必要な自然放射線の年間線量の計算と、石英の不純物中心を用いたカルデラの岩石へのESR年代測定の実例を示した。

論文審査の結果の要旨

高圧装置で合成した酸化珪素 (SiO_2) の高圧相であるコーサイトとスティショバイトに、放射線照射により格子欠陥を導入し電子スピン共鳴 (ESR) で調べ、結晶構造を考慮したスペクトル解析により石英の格子欠陥に対応する欠陥を見つけ、そのモデルを同定した。これら数種の格子欠陥から隕石クレータの生成年代を決める提案を行い、博士 (理学) の学位論文として十分価値あるものと認める。