

## 論文内容の要旨

博士論文題目 透明セラミックスの作製およびドシメータ特性に関する研究

氏名 加藤 匠

### (論文内容の要旨)

熱刺激蛍光 (TSL) などの蓄積型発光の強度は、一般的に放射線との相互作用によって生成したキャリアがトラップされる確率:  $\eta_{tr}$ 、トラップされたキャリアが熱刺激によって最終的に TSL を生じる確率:  $\eta_{TL}$ 、自己吸収されずに発光する効率:  $\eta_{esc}$  に比例する。 $\eta_{tr}$  は材料中の欠陥量に比例するため、単結晶よりもセラミックスの方が優れたドシメータ特性を有すると考えられる。また、 $\eta_{esc}$  に関しては材料の透明性に関係するため、従来の不透明なセラミックスよりも透明なセラミックスの方が高い TSL 強度を示すと考えられる。以上より、従来のドシメータ材料である単結晶や不透明セラミックスよりも新規光学材料である透明セラミックスは優れたドシメータ特性を有すると考えられるが、現在までに同一の化学組成における単結晶、不透明セラミックス及び透明セラミックスのドシメータ特性を包括的に比較している研究はない。

本論文では、「透明セラミックスは既存の材料よりも優れたドシメータ特性を示す」という仮説を実証する事を主目的とする。そのため、本研究では既存のドシメータ材料として広く知られている化学組成を複数選択し、その単結晶、不透明セラミックスおよび SPS 法を用いて作製した透明セラミックスのドシメータ特性に対して比較研究を行った。

本論文は第 1 章「序論」から第 6 章「総括」までの全 6 章で構成される。

第 3 章では、MgO のドシメータ特性について評価を行っている。TSL グローブの測定結果から、透明セラミックスの TSL 強度の積分値が最も大きいことを確認し、その値は単結晶の 21 倍、不透明セラミックスの 3 倍であった。また、直線透過スペクトルの結果から、各サンプルの TSL が自己吸収されずに発光する効率の大きさは単結晶>透明セラミックス>不透明セラミックスとなることが予想されるが、TSL 強度の積分値の大きさは透明セラミックス>不透明セラミックス>単結晶となった。よってこれらのサンプルにおいて、その TSL 強度は  $\eta_{esc}$  よりもキャリアが発光中心に輸送される過程、すなわち、 $\eta_{tr}$  や  $\eta_{TL}$  などに大

きく依存していると考えられる。

第4章、第5章では、MgO以外の化学組成として、ドシメータ材料として実用化されている $\text{Al}_2\text{O}_3$ や $\text{Mn}:\text{CaF}_2$ に対してドシメータ特性の評価を行った。その結果、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ や $\text{Mn}:\text{CaF}_2$ においても従来の材料である単結晶や不透明セラミックスよりも透明セラミックスが高いTSL強度を示すことを確認した。

TSL強度の結果に加えて、線量応答特性およびフェーディング特性においても、透明セラミックスサンプルが単結晶や不透明セラミックスと同等もしくはそれ以上の特性を有しており、本研究の主目的である「透明セラミックスは既存の材料よりも優れたドシメータ特性を示す」ことを実証したと言える。そのため同じく蛍光体を用いて放射線計測を行うシンチレータ分野では、既に幾つかの透明セラミックスが製品化されているため、透明セラミックスドシメータ材料の開発や実用化も進んでいくと予想される。

(論文審査結果の要旨)

本論文は、個人被ばく線量計や環境計測において広く用いられている蛍光体  
型ドシメータ材料に関する研究であり、従来は単結晶か不透明セラミックスが  
用いられてきたのに対し、透明セラミックスを用いる事で、大幅な測定感度の  
向上が可能であることを示す事を目的としたものである。透明セラミックスは  
レーザーやシンチレータにおいては実用化がなされてきているが、未だに透明  
セラミックスに関してはほとんど研究されておらず、そのため透明セラミック  
スを用いたドシメータというものそのものが新規コンセプトとなる。そのため  
本研究では、既にドシメータとして実績のある MgO、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Mn 添加 CaF<sub>2</sub> に着目  
し、これらの透明セラミックスを、同組成を有する単結晶、不透明セラミック  
スと比較する事で、透明セラミックスの優位性を明らかにした。

第一章では、放射線計測全般やドシメータに関する研究背景や、セラミック  
スに関して概説した後、本研究の目的について述べている。

第二章では、実験方法やデータ解析の手法に関して述べている。

第三章では、MgO の透明セラミックス、単結晶、不透明セラミックをドシメ  
ータ特性において比較し、透明セラミックスがドシメータとしては従来の材料形  
態よりも優れている事を示している。

第四章では、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の透明セラミックス、単結晶、不透明セラミックをドシメ  
ータ特性において比較し、透明セラミックスがドシメータとしては従来の材料  
形態よりも優れている事を示している。

第五章では、Mn 添加 CaF<sub>2</sub> の透明セラミックス、単結晶、不透明セラミックを  
ドシメータ特性において比較し、透明セラミックスがドシメータとしては従来  
の材料形態よりも優れている事を示している。

第六章では総括として、透明セラミックドシメータ材料と言う新規コンセ  
プトが有望である事を述べると共に、今後の展望についても述べている。本論  
文を通じて、透明セラミックスはドシメータとして有望な材料形態であること  
を示す事に成功しており、審査委員一同は、学術的な意義を認め、本論文が博  
士(工学)論文として価値あるものと認めた。