



東京大学工学系研究科総合研究機構  
第九回次世代ジルコニアセミナー

## “光学セラミック開発への無謀な挑戦”

池末 明生

株式会社ワールドラボ 代表取締役

1950年代にR. L. Cobleにより初めて光を透過できるアルミナセラミックスが実証され、高圧ナトリウム放電灯へ応用された。コヒーレンス光を発生できる“レーザーセラミックス”への挑戦は1964年から始まったが、ノーベル物理学賞受賞者であるL. Rayleighの散乱理論のハードルを誰も越えられなかった。しかし、1991年光学とは無縁の耐火物製造会社から“セラミックレーザーの誕生”の産声があがり、今や世界中で光学セラミックスの開発が行われるに至った。

開発者は耐火物エンジニアであり、セラミック開発の経験はない。なぜ、技術的かつ理論的な知識が乏しいエンジニアが世界の誰も成功していない無謀なチャレンジをおこなったのか？開発者は専門家にセラミックの必要性和セラミックによるレーザー発生の可能性についてインタビューした。彼らのコメントは予想通り“Reject”であった。レーザー科学者は“ガラスや単結晶でもコヒーレンス光の発生や高効率化が困難な状況なのに、光学品質の劣悪なセラミックは論外”、材料科学者は“粒界などの沢山の散乱源のあるセラミックスでレーザー発生は原理的に無茶”というものであった。

専門家から研究内容を完全否定されれば、殆どの研究者は開発をギブアップする。専門家の意見はあくまでも既存科学をベースにしており、未来永劫前述のコメントが不変であるとは限らない。セラミックには沢山の組織欠陥がありこれが散乱源となるのであるが、欠陥はなぜ材料中に存在するかを熟慮しなければならない。欠陥は自然発生するものではなく、人為的ミスプロセスにより形成された産物であると認識できるか否かが運命の分岐点となる。プロセスの健全化より組織欠陥が完全に除去されたとしても、粒界は消去できない。複数の転位が存在する粒界近傍からRayleigh理論に示された散乱は本当に問題となるのか？実在物質と理論の矛盾点は存在しないのか？自然界における光散乱の真実とは？など検討する必要がある。研究が進むと測定波長に対して欠陥サイズが $<10^{-3}$ になれば、殆どの光学応用には差し支えない。結論としてRayleigh理論は正しいが、“例外領域がなく、一切矛盾のない完璧な理論は多くはない”と言うのが私見であり、この考えが未踏域の研究開発に繋がった。

透光学セラミックはレーザーだけでなく、ファイバーレーザーや通信用アイソレーター、PET用の $\gamma$ 線検出器などこれまでの単結晶では対応できない高機能、高性能化が可能となり、一部はすでに実用化されている。もはや、光学用素子は単結晶から多結晶セラミックスへの変革期を迎えようとしている。開発者が行ったことはセラミックス中の組織欠陥の除去と均一性の極限を追求する単純なものであるが、これは材料合成の原点にすぎない。

日時：2022年6月23日（木）13:30~15:00 Zoom 開催

主催：東京大学「次世代ジルコニア」社会連携講座

問合せ先：ngzirconia@gmail.com