東京大学工学系研究科総合研究機構
第六回次世代ジルコニアセミナー

“フラッシュ焼結の現状と今後の展望”

吉田　英弘
東京大学　大学院工学系研究科マテリアル工学専攻　教授

電場ないし電流の印加によってセラミックスの焼結緻密化が促進されることは広く知られており，様々な電場（電流）支援焼結法が開発されてきた．中でもフラッシュ焼結法は，2010年にR. Rajらの研究グループによって初めて報告された比較的新しい電場支援焼結法の一つである．フラッシュ焼結法では，酸化物系セラミックス原料粉末成形体に，ある臨界値以上の電場を印加しながら昇温する．炉内温度が臨界温度に到達したところで，粉末成形体の電気伝導率が急激に上昇すると共に焼結緻密化が開始し，10秒程度とごく短時間で終了する．例えばY_2O_3安定化正方晶ZrO_2多結晶（TZP）の粉末成形体に対し，120 V·cm^{-1}の直流電場を印加しながら昇温した場合，炉温850°Cにおいて急激な緻密化が起こり，10秒以内に緻密化が完了する．TZPの緻密体を通常の無加圧焼結で製造する場合（1400°C以上の焼結温度で数時間の焼結）と比較すれば，フラッシュ焼結は500°C以上低い焼結温度および1000分の1以下の短時間で焼結が可能であることになることから，フラッシュ焼結がいかに劇的な高温物質輸送の加速を引き起こすかが分かる．これまでに数多くの酸化物系セラミックスでこうした低温・短時間の焼結緻密化が確認されており，特に臨界温度・電場強度下における酸化物の電気伝導率の急上昇—フラッシュ現象—については学術的・実用的にも注目されている．

フラッシュ焼結法が開発された当初，一定の電場を印加する単純な手法が用いられていたが，近年ではより高密度の焼結体を得るべく様々な電場・電流手法が考案されている．また，初期の研究においてはその運用の簡便さからDC電場が専ら用いられてきたが，焼結体の微細組織の均一化の観点からAC電場の利用が主流となりつつある．こうした電場・電流波形の高度な制御により，透光性を帯びたTZPやY_2O_3も製造が可能になっている．さらに，焼結に限らず強電場印加に起因するTZPの高温変形の促進や蛍光発光の顕在化など，フラッシュ現象の発現に伴うユニークな諸現象が次々と発見されている．こうしたことから，本研究分野は新たな低温・高速焼結プロセスの技術開発に留まらず，強電場下で発現する物理現象を理解するという方向へと拡大しつつある．

フラッシュ焼結法が初めて報告されてから10年以上が経過し，米国・中国を中心に発表論文数も年々増加するにつれ，フラッシュ焼結の発現機構に迫る基礎研究により注力されるようになってきた．本講演では，フラッシュ焼結に関するこれまでの国内外研究を概観しつつ，外部電場下に置かれたセラミックスの物理現象という観点から，フラッシュ現象の現状の理解と，今後の技術的な展望について述べたい．

日時：2021 年 11 月11 日（木） 13:30～15:00　Zoom 開催
主催：　東京大学「次世代ジルコニア創出」社会連携講座

問合せ先：ngzirconia@gmail.com