

研究成果最適展開支援プログラム（A-STEP）産業ニーズ対応タイプ

令和2年度事後評価結果

1. 研究課題名：フラッシュ焼結の学理構築と革新的焼結技術への展開

2. プロジェクトリーダー：山本 剛久（名古屋大学 大学院工学研究科 教授）

3. 研究概要

強電場を印加することで、大気中無加圧下で低温・短時間焼結を実現する新たな焼結法であるフラッシュ焼結法を確立させ、セラミックス焼成プロセスの革新的省エネルギー化を達成するとともに、フラッシュ接合技術の開発も行う。粒界・界面の先端ナノスケール計測と理論計算シミュレーションを連携させて強電場下の素過程を解明する。フラッシュ焼結の基礎学理を構築するとともに、産業展開のためのプロセス設計指針を示すガイドラインを整備する。

4. 事後評価結果

4-1. 研究の進捗状況及び研究成果の現状

産業展開への姿勢を強くするという、アドバイザーのコメントを受けて、モデル結晶を用いたフラッシュ実験および環境型超高压電子顕微鏡を用いたフラッシュ過程のその場観察から実用化に向けた基礎研究に変更した。これにより、電界を直流から交流にし、周波数を変化させ、さらに、一定の収縮になるように電流を制限した焼結法を提案し、高密度焼結体が得られることを示した。また、交流周波数を広げることで接合条件が広がり、焼結体強度の80%を接合体で達成するなど、接合に使えるプロセスになってきた。

理論計算からのアプローチに関しては、電界印加の根本的な意味、さらには、フェーズフィールド法による場の計算による空孔量移動やフラッシュ現象のトレースなどへの道も開かれつつあるが、今後ファクターの精密化が進み、実際の物理モデルに近づくこと期待する。

4-2. 今後の研究に向けて

フラッシュ焼結の応用先は大幅な省エネ効果に加えて、この手法しかできない高付加価値品の創製である。蛍光セラミックスの創製、線収縮速度を一定にさせるフラッシュ焼結法の提案、接合への適用について、今後、様々な系に適用し、特性の評価を進めることを期待する。

この研究課題で取り組んできた実験ノウハウをもとに、フラッシュ焼結を実施できるプロトタイプ設備を作製し、試験装置が入手しやすくなれば、研究のすそ野が広がる。焼結装置メーカー、およびセラミックスメーカーとの共同研究を引き続き行い、本技術の産

業化に繋げて頂きたい。また、電界印加下で生じる点欠陥形成について種々の知見が得られたが、これらの確証実験を行って頂きたい。

4－3．総合評価

総合評価 A

計測技術と理論シミュレーション技術とを密接に連携させた研究体制は、大幅な省エネ効果に加えて、フラッシュ焼結・接合しかできない高付加価値品の創製に繋がると期待する。中間評価以降、新たに電気化学的な側面からの検討、および電界下での高温変形挙動に関する研究テーマに取り組むこととなり、総体として研究目標は達成されている。特に、焼結体組織の均一性、バルク材としての高密度化を達成しうる収縮速度を制御したフラッシュ焼結技法の提案、電界印加に付随する種々の現象の提示、フラッシュ接合に関しても目標を達成した。また、作成したフラッシュ焼結技法のガイドラインは、試験装置が入手しやすくなれば研究のすそ野が広がり、実用化の手引きとなると期待する。

以上