

【課題番号】 3RL-2301

【研究課題名】 バイオエタノールで動作するポータブル固体酸化物形燃料電池

【研究期間】 2023 年度（令和 5 年度） ～ 2025 年度（令和 7 年度）

【研究代表者（所属機関）】 山田 哲也（東京工業大学 未来産業技術研究所）

研究の全体概要

近年の技術革新の代表は人工知能などの高度なデータ処理方法が確立したことと、通信技術が発達してモノと情報がつながったことである。この技術革新により、世界中にセンサネットワークが張り巡らされ、我々の生活でロボットを見かける機会が増えてきた。今後より一層人工知能やロボットが社会実装されて行くだろう。このような目覚ましい技術発展を支えるためには環境に優しく小型で高密度なエネルギーが必要になる。そこで申請者が着目したのは SOFC であり、その特徴は高いエネルギー効率、エネルギー密度、出力密度、燃料種類の制約が少ないという特徴をもつ。特に高温で動作することを特徴に持つ SOFC はバイオエタノールを高効率にエネルギーとして利用でき、バイオエタノールを使った循環型のエネルギーシステムの実用化が進められている。現在、主に SOFC の定置用電源への実用化に向けた研究が進められているが、SOFC を『手のひら』で持てるまでの小型化を実現した例はない。もし、SOFC のこれまでにない小型化が達成できれば既存のリチウム電池の 5 倍以上のエネルギー密度を持つポータブル電源となり、次世代の循環型エネルギー需要を満たすだろう。

本研究は平板状の固体酸化物形燃料電池(SOFC)を搭載できるマイクロリアクターを開発し、定置用電源として利用されてきた平板状 SOFC に可搬性を付与させる(図 2)。燃料にはバイオエタノールを利用できるように触媒劣化の少ない燃料電極を作る。本研究は申請者が行ってきたマイクロデバイスの研究から着想を得ており(Science Advances, 7, eabd2013, 2021.)、マイクロ流路と平板状 SOFC、改質機構、脱硫剤、燃料供給機構を一つの基板内に集積したマイクロリアクターを作る。燃料供給機構にはマイクロ空間で起こる現象を利用する。マイクロリアクター内部で起こる燃料の流れをスーパーコンピュータでシミュレーションすることで構造最適化を行う。上記の研究内容を実現するために2つのサブテーマを設けた。サブテーマ1では SOFC セル、改質機構、燃料供給機構を集積したマイクロリアクターを作製する(東工大、東京理科大、石川県工業試験場の3機関が実施)。そして、サブテーマ2ではスパコンによる多孔質構造とマイクロ流路内の流体シミュレーションと最適化を行い、長期的に動作できる耐久性を実現する(東工大が実施)。全体目標は、高い断熱性と耐熱性を実現することで750°C以上の温度を保持させながら電力を生み出す(熱自立を達成)。計算科学的裏付けを持つ高性能な多孔質燃料極や脱硫剤、エタノール改質機構を組み合わせることで、バイオエタノールを燃料として利用した場合でも1W以上の電力を500時間以上連続的に発電できることを示す。電池の最終サイズは5×5×5cm以下を目指す。本研究は平板状 SOFC に可搬性を付与するためのプラットフォームを手のひらサイズで構築し、バイオエタノールを燃料として利用し、1~10Wの電力を長時間出力できる次世代エネルギー基盤を創出する

研究の全体概要図

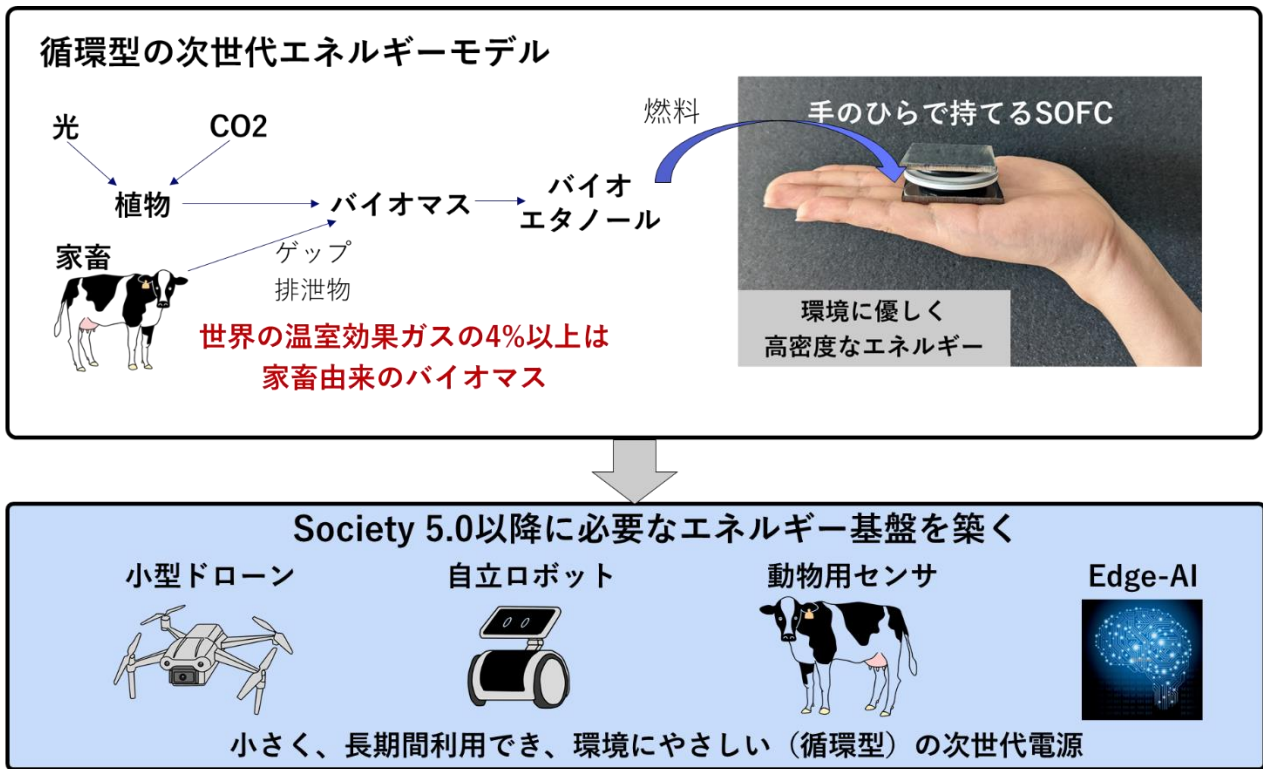


図1 研究目標と本研究課題が描く社会像。

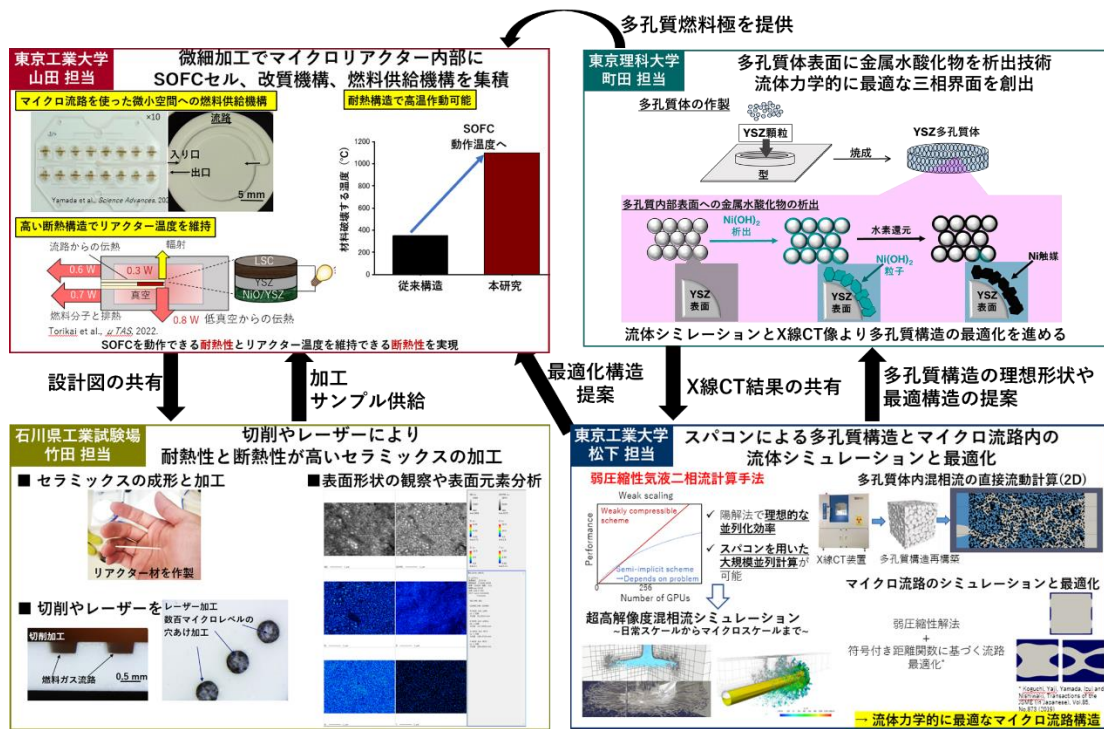


図2 各機関が持つ要素技術と研究協力体制の概略図。