

固体酸化物形燃料電池発電システムの高度利活用技術と社会実装に関する研究

川端, 康晴

<https://hdl.handle.net/2324/2236230>

出版情報 : Kyushu University, 2018, 博士 (工学), 課程博士

バージョン :

権利関係 : Public access to the fulltext file is restricted for unavoidable reason (3)

氏 名 : 川端 康晴

論文題名 : 固体酸化物形燃料電池発電システムの高度利活用技術と社会実装に関する研究

区 分 : 甲

提 出 論 文 の 要 約

本論文は、SOFC の高度利活用技術として、加圧駆動型の SOFC とマイクロガスタービン(MGT)との業務・産業用複合発電システムを対象とする実運用環境下での長期連続運転評価を含む実用性や社会的有用性、社会実装性の実機評価に関する研究である。20,000 時間の長期屋外実証評価を含む業務・産業分野での実運用に対応した評価検証を通じて得られた知見から、システムの実用性と評価手法の妥当性について多角的な視点から評価検証を行い、社会実装性評価手法を確立した。また、化石燃料やバイオマス燃料で発電しつつ、排出する CO₂ を分離回収するゼロエミッション発電システムの提案を行い、そのシステムにおいても上記の評価手法に基づき、分離回収に伴うエネルギー損失を考慮した省エネルギー性、環境性、回収した CO₂ の輸送・固定化も考慮した経済性の観点から実用化・普及拡大に向けた課題を明確にした。

本論文は、以下の 6 章で構成される。

第 1 章では、本研究の背景として、省エネルギー化と地球温暖化問題を両立する、社会実装可能な発電システムの実用化と普及拡大の必要性を挙げるとともに、SOFC の原理や発電効率等の現状と、CO₂ の分離回収や固定化に係る現状と課題を背景として整理した上で、本論文の目的を述べた。

第 2 章では、本研究における SOFC 高度利活用技術の実験および解析評価方法として、加圧駆動型の SOFC-MGT 複合発電システムの社会実装性評価方法を、独自に提案する評価手法や評価基準とともに整理した。

第 3 章では、前章で整理した SOFC 高度利活用技術のうち、SOFC の特長を活かしたさらなる高効率発電技術として、実用化に向けた実証機開発が進展していた SOFC-MGT 複合発電システムについて、実機検証を通じて社会実装性の向上と実社会への適用にむけた適性評価を行い、提案した評価手法や評価基準などの妥当性を検証した。

第 4 章では、SOFC の特長を活かし、将来の低炭素・脱炭素社会への適用を見据えた、さらなる高度利活用技術として、高温作動型圧カスイング式酸素製造装置(HT-PSA)との組み合わせによる、高効率 CO₂ 回収型 SOFC-MGT 複合発電システムを提案するとともに、その社会実装性について、システム構成要素となる SOFC-MGT 複合発電システムや HT-PSA 装置の実証性能に基づく全体性能の総合解析を行い、従来型の燃焼式発電システムとの比較評価を行うことで、その優位性を明らかにしたほか、実用化に向けた技術面および経済・事業面での課題を抽出して整理した。

第 5 章では、前章で得られた知見と課題をふまえた高度利活用技術として、多段型 SOFC と酸素透過膜、または水素イオン伝導型燃料電池(PCFC)と水素透過膜で構成される超高効率発電システム

と、発電過程で発生する CO₂ を効率よく液化回収する、液化 CO₂ 回収型の超高効率ゼロエミッション発電システムを提案した上で、その社会実装性について、熱物質収支解析に基づく基本性能推定と、技術経済性分析に基づく事業性評価や市場顕在化率の推定結果から、提案した発電システムの期待導入量や、期待される社会実装効果の推定を行い、従来型発電システムとの比較評価を行うことで、提案システムの優位性や社会的意義を明らかにするとともに、実用化に向けた技術面の課題と、実用化後の社会実装に係る普及基盤整備上の課題をそれぞれ抽出して整理した。

第 6 章は本論文を総括し、中長期的な脱炭素社会における、SOFC の特長を活かした高度利活用技術と、この技術を適用した超高効率ゼロエミッション発電システムとその社会実装方法を提案し、その意義と開発課題を整理するとともに、様々な発電システムの社会実装性を推定評価し、開発機会の社会実装性について、実証試験を通じて評価検証する、効率的かつ効果的なアプローチを提示し、社会実装性の高い発電システムの創出方法と、その評価検証方法を明確にした。

これらの成果は、業務・産業用の SOFC 発電システムの社会実装性評価をはじめ、SOFC の特長を活かした高度利活用技術である、高効率 CO₂ 回収型ゼロエミッション発電システムの早期実用化と、その円滑な市場導入と普及拡大による社会実装を可能とし、CO₂ の大気排出を伴わない、持続可能な化石燃料利用と、大気中 CO₂ 回収削減型バイオマス発電による、長期的な脱炭素社会の実現に寄与するものである。