The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	燃料電池・ガスタービンエネルギーシステムの最適化及び要素性能の高度化に関する研究
Author(s)	西田, 耕介
Citation	大阪大学, 2004, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/1654
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

氏　　名	西　田　耕　介（にし　だ　こう　すけ）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学　位　記　番　号	第　１８６８７　号
学位授与年月日	平成 16 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第４条第１項該当 工学研究科機械物理工学専攻
学　位　論　文　名	**燃料電池・ガスタービンエネルギーシステムの最適化及び要素性能の高度化に関する研究**
論　文　審　査　委　員	（主査） 教　授　高城　敏美 （副査） 教　授　香月　正司　　教　授　片岡　　勲

論　文　内　容　の　要　旨

我が国における主要エネルギーの大部分は大規模発電システムからの電力供給によるが、送配電損失が発生することや熱の長距離輸送が困難であることなど、エネルギー有効利用の面で課題を抱えている。このような背景の中、現在分散型エネルギーシステムが注目されており、発電装置としてマイクロガスタービンや燃料電池の研究、開発が進められている。本論文は、(1)従来のガスタービンシステムよりも高性能なシステムを提案し、その検証を行うこと、(2)システムの主要要素である燃焼器および燃料電池の高度化のための指針を示すことを目的とする。

第１章では、本研究の背景、目的等を述べている。

第２章では、再生型蒸気噴射ガスタービンシステムを解析し、熱効率や比出力により性能を評価している。また、エクセルギー解析により従来型システムの性能と比較し、熱効率向上のためのシステム構成を示している。さらに、熱電可変システムとして適用した場合について、熱と電力の出力内訳や総合効率を評価している。

第３章では、固体酸化物形燃料電池（SOFC）・ガスタービン複合システム高効率化のため多段型複合方式を提案し、従来型システムとの性能の比較を行っている。熱効率による性能評価では、作動条件がシステムの熱効率に及ぼす影響を示し、最高効率を得るための方針を示している。また、エクセルギー解析によりシステム高性能化の方針を明らかにしている。

第４章では、燃焼におけるエントロピー生成を粘性消散、熱伝導、物質拡散、反応の各過程ごとに解析している。燃焼のエクセルギー損失に寄与する過程を特定し、またその特性が火炎の構造や燃料の種類、当量比および流体の流入温度によって異なることを明らかにすることにより、エクセルギー損失低減のための方針を示している。

第５章では、SOFC 電極、電解質の内部プロセスを解析し、セル内部の温度分布および濃度分布を得ている。また、温度、圧力、ガス濃度がセルの熱効率に及ぼす影響も示している。さらに、エントロピー生成解析により電極、電解質内部でエクセルギーが損失する原因を明らかにしている。

第６章では、円筒型内部改質 SOFC を解析し、セル内部の温度、濃度、電位、電流密度分布を明らかにしている。また、セル内部で急激な温度勾配が生じるのを防ぐため、改質器の触媒密度を下げた場合について解析し、セル内濃度、温度分布がかなり平坦な分布となることを示している。

第７章では、本研究で得られた結論を総括している。

論文審査の結果の要旨

発電を主目的とした分散型エネルギーシステムが注目されており、マイクロガスタービンや燃料電池の研究、開発が進められている。本論文は、システム解析と要素性能解析を行い、(a)従来のガスタービンシステムよりも高性能なシステムを提案し、その検証を行うこと、(b)システムの主要要素である燃焼器および燃料電池の高度化のための指針を示すことを目的としている。得られた結果を要約すると次の通りである。

⑴再生型蒸気噴射ガスタービンシステムを解析し、熱効率や比出力により性能を評価している。また、エクセルギー解析により従来型システムの性能と比較し熱効率向上のためのシステム構成を示している。さらに、熱電可変システムとして適用した場合について、熱と電力の出力内訳や総合効率を評価している。

⑵固体酸化物形燃料電池（SOFC）・ガスタービン複合システム高効率化のため多段型複合方式を提案し、従来型システムとの性能の比較を行っている。熱効率による性能評価では、作動条件がシステムの熱効率に及ぼす影響を示し、最高効率を得るための方針を示している。また、エクセルギー解析によりシステム高性能化の方針を明らかにしている。

⑶燃焼におけるエントロピー生成を粘性消散、熱伝導、物質拡散、反応の各過程ごとに解析している。燃焼のエクセルギー損失に寄与する過程を特定し、またその特性が火炎の構造や燃料の種類、当量比および流体の流入温度によって異なることを明らかにすることにより、エクセルギー損失低減のための方針を示している。

⑷SOFC 電極、電解質の内部プロセスを解析し、セル内部の温度分布および濃度分布を得ている。また、温度、圧力、ガス濃度がセルの熱効率に及ぼす影響も示している。さらに、エントロピー生成解析により電極、電解質内部でエクセルギーが損失する原因を明らかにしている。

⑸円筒型内部改質 SOFC を解析し、セル内部の温度、濃度、電位、電流密度分布を明らかにしている。また、セル内部で急激な温度勾配が生じるのを防ぐため、改質器の触媒密度を下げた場合について解析し、セル内濃度、温度分布がかなり平坦な分布となることを示している。

以上のように、本論文は従来のガスタービンシステムよりも高性能なシステムを提案し、その検証を行うとともに、システムの主要要素である燃焼器および燃料電池の内部解析を行い、高度化のための指針を示しており、熱工学の発展に寄与している。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。