

## 審査の結果の要旨

論文提出者氏名 古山 通久

固体酸化物燃料電池は高効率の発電が可能な技術としてその実用化が待たれている。実用化のためには当然のことながらコスト低下が重要であり、そのために様々な研究開発が行われている。固体酸化物燃料電池システムのように様々な要素から構成されるシステムの研究開発においては、システム全体における要素の位置を把握し、研究開発課題の優先付けを行いつつ効率的な研究開発を行っていくことが重要であると考えられる。本論文は「固体酸化物燃料電池低コスト化に関する研究－燃料電池システム特性・電極反応機構解析および知識共有基盤記述言語の開発－」と題し、主として燃料電池システムを対象として、以下の事項の重要性・有効性を示した。

- ・システム全体における要素の位置付けの明確化
- ・システム特性解析に基づく、優先すべき技術開発課題の抽出
- ・技術開発による物性値と要素特性の関係の明確化
- ・上記研究開発を有効に推進するための知識共有基盤の構築

論文は5部、11章から成る。

第1部は1章から成り、固体酸化物燃料電池の現状と課題について言及し、問題点を明確にしている。

第2部は2, 3, 4章から成り、数値計算によるシステム特性解析について述べている。第2章においては特性解析に用いるモデルの説明を行い、第3章においては固体酸化物燃料電池の大規模発電技術としての導入可能性について、コスト及びCO<sub>2</sub>排出の観点から述べており、導入のための低コスト化目標が明らかにされた。第4章においては要素技術開発による低コスト化の実現可能性について検討し、セル過電圧低減による低コスト化の有効性が実際の電極材料に基づく評価により示された。

第3部は5, 6, 7, 8章から成り、電極過電圧低減のための電極反応機構の解析について述べている。第5章は電極反応機構解析に用いる装置及び電気化学的解析手法について述べており、本論文において考える交流インピーダンス応答解析手法は、インピーダンス応答を用いた反応機構解析手法の確立に大きく寄与するものである。第6章はO<sup>2</sup>-伝導電解質に対する高イオン導電性空気極反応機構を解析したものであり、反応機構の明確化、及び空気極反応のモデル化に成功している。構築されたモデルは物性値から空気極性能を予測することを可能とし、化学工学的意義は大きい。また構築されたモデルを用いて行った、電極特性の解析手法に関する妥当性の考察は不均一反応場における電気化学的手法による反応機構解析に大きな貢献をした。第7章及び第8章においてはこれまでほとんど検討例の報告されていないH<sup>+</sup>/O<sup>2</sup>混合イオン伝導電解質に対する電極反応機構の解析を行った。電極反応のモデル化にはいたらなかったが、電解質中伝導種を変化させての反応機構解析という手法により今後の解析に対する大きな知見を与えた。

第 4 部は 9, 10 章から成り、知識共有基盤のためのマークアップ言語開発について述べている。第 9 章においては知識共有基盤の全体像を提示し、知識共有基盤用マークアップ言語の開発に用いるメタ言語及びその関連技術について述べている。第 10 章においては定義したマークアップ言語を詳述し、既存の言語との比較によりその新規性を明確にしている。さらに第 6 章において構築された電極反応モデルを具体例にとり、具体的記述を提示するとともに知識共有基盤の動作イメージを提示し、定義したマークアップ言語の知識共有基盤における位置付けの明確化を行っている。

第 5 部は第 11 章から成り、本論文のまとめと展望である。

以上、本論文は固体酸化物燃料電池の低コスト化のための研究開発を通して、システム特性とシステム構成要素の特性を明確に結びつけただけでなく、それらの特性の把握を容易にする知識共有基盤の全体像の提示を行い、知識共有基盤用の言語開発を行ったものであり、今後の化学システム工学の発展に大いに寄与するものである。よって、本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。