

研究成果最適展開支援プログラム (A-STEP) 戦略テーマ重点タイプ

平成 30 年度中間評価結果

1. 研究課題名：超高エネルギー密度、本質安全および長寿命な鉄-空気二次電池 Shuttle Battery の開発

2. プロジェクトリーダー：塚本 壽 (CONNEX SYSTEMS 株式会社 代表取締役)

3. 研究概要

Shuttle Battery は鉄と空気で電気エネルギーを充蓄電する高エネルギー、安価な蓄電池であり、主要材料は全て耐火物で本質的に安全である。ラボ試験において 200 サイクル (DOD※100%) 経過後容量低下無しという優れた寿命性能を示した。本申請では Shuttle Battery 事業化のための重要課題として、長寿命化、高出力化技術の開発に取り組み、50kWh 実証モジュールを試作する。

※DOD (Depth of Discharge : 放電深度) : 二次電池の放電容量に対する放電量。全て放電する場合を 100%とする。

4. 中間評価結果

4-1 研究の進捗状況及び研究成果の現状

CONNEX SYSTEMS と京都大学との共同研究で研究を進め、単セルの稼働を目指して研究を進めてきている。目標を達成するために、電極層の設計を京都大学が担当し、セルの構成及び水素極側について CONNEX SYSTEMS が担当してきた。いくつかの課題が本研究期間内に見出され、その解決を進めてきている。SOEC 及び SOFC の作動温度の低減については、京都大学の成果を基にして、電極設計の目途が見えてきている。しかし、固体電解質自身の抵抗も今後は問題になる。実際に電極の作製も実施し、低温作動に関する可能性は見てきており、実セルでの抵抗低減が期待される。本電池の最も重要な点は鉄を負極として用いる点にある。鉄と水蒸気の反応により水素が生成し発電する。逆に水素と酸化鉄との反応により鉄を生成する。これにより充放電可能な電池として機能する。鉄粉末を用いるため、その表面積の変化などが電池特性に影響を及ぼす。電池寿命に関連する因子であり、その比表面積の変化は重要である。鉄の焼結を防止するための技術を開発し、少なくとも 500 回程度の充放電は行えているが、今後さらに寿命を向上させることが必要である。また、発生した水素がセル外に放出されていることが問題点として浮上してきている。今後、水素の消失を防ぐことが重要であり、使用する材料選定の検討が必要となっている。本年度までにセルの作製を行い、実際に作動させることが求められているが、直列 2 セルまでは成功している。シールの問題やセル構造の問題などがあるが、解決策を見出している。実用化にはさらなる直列化が求められる。この点については実際のセル設計をどのようにするのかにも依存するため、具体的なセル設計を進めることが求められる。その他に、セル作製の要素技術で不足している部分もあり、今後の展開が重要である。特に、今年度末まで

に達成されるであろう 4 セル直列時のセル性能及び設計を見ながら、最終的なセル設計に向けて進展することが求められる。

4-2 今後の研究に向けて

京都大学で実施されている研究成果を CONNEX SYSTEMS に技術移転しているが、さらに加速して出力特性の改善を達成することが求められる。電極のデザインから実用電極の作製に移行していくことが求められる。セルからの水素の消失は本シャトル電池の根幹に関連するものであり、材料の選定を含めて、どのように解決するのかを可能な限り早めに提示しなければならない。ステンレス材料の選定を行い、新しい材料を使用したセルを作製し、問題解決を実証することが急がれる。セル開発を遅らせても要素技術の改善にさらに注力することが求められる。セルの直列化は非常に重要なポイントである。現在 2 セルの直列化に成功しているが、4セルあるいはさらに多くのセルの直列化が必要である。集電方法やシール方法が技術のポイントになると思われる。今年度末までに 4 セル直列を達成する計画であるが、電池のスケールを小さくしても良いので、水素のリークやセルのシールなどの要素技術に関して今年度中に解決策を見出してほしい。

実際に本シャトル電池の実用化に向けては、実セルの出力特性、エネルギー密度、寿命などを評価する必要がある。また、より具体的な本シャトル電池の使用方法や使用場所の選定が必要である。今後の研究の進捗に伴って、これらの点についてより具体的なそして定量的な評価を進めることが求められる。出口に向けた取り組みを加速し、出口に適合するシャトル電池とは何かをより明確にすることも必要である。

4-3 総合評価及び研究継続の可否

総合評価 A、研究継続 可

シャトル電池の具現化に必要な要素技術の開発は順調に進展している。また、セル作製に関しても開発を進めている。水素の消失など新たな問題点も発生しているが、電池開発において、当然のことであり、今後の材料選定やセル設計の工夫で解決可能な問題と判断する。京都大学と CONNEX SYSTEMS との連携も十分になされており、低温で作動するシャトル電池の実用化に向けた開発を継続することに意義があると思われる。技術進捗や問題点発生により変更はあるものの、マイルストーン達成を着実に達成しており、このまま研究を継続するべきと判断する。セルのサイズに拘らず、まずは不足している要素技術の完成を期待する。

以上