

**SICORP 日本－中国 (MOST)**

**「エネルギー利用の高効率化」領域**

**事後評価結果**

1. 共同研究課題名

「電気自動車用次世代電池技術に関する研究開発」

2. 日本－相手国 研究代表者名(研究機関名・職名は研究期間終了時点):

日本側研究代表者 宇高 義郎(玉川大学 工学部・客員教授)

中国側研究代表者 Wang Shixue(天津大学 機械工程学院・教授)

3. 研究実施概要

固体高分子形燃料電池(PEFC)に関する研究について、日本側は、従来検討があまり行われてこなかった液体(水)の効率的な排出を狙った独自の研究を実施した。その研究成果として、PEFCにおけるガス拡散層(GDL)の面方向にぬれ性の異なる交互配置分布を付与すること、ガス流路内壁へのマイクログループ液水を付与した新液水制御方式を構築することにより、PEFCの高性能化を実現した。また、GDLの断面方向撥水剤の均一化により生成水の排水性能が著しく向上することを確認するとともに、燐光輝度からPEFC内の酸素濃度を可視化する方法を開発し、ガス供給流路形状と、水素－酸素の反応度分布の関係を明らかにした。リチウムイオン電池(LIB)に関する研究については、電気自動車を事業化する前提で問題となるLIBの熱管理と状態監視技術に取り組んだ結果、従来は困難であった劣化時の上昇温度推定や、セルの容量劣化の推定機能を取り入れた電池残量推定が可能となった。それらの結果、LIBを高性能化・長寿命化させるなど、LIBの性能を引き出しより安価で普及につながる電気自動車設計のための現実的で有効な指針を得た。

自動車用動力電池の高性能化に関しては、中国側がPEFCの水管理とLIBの熱管理の2領域において、実験と数値計算を用いて研究を実施した。PEFCの水管理では、反応ガスを分割してセルに供給する独自の新方式の出力性能に与える効果を検討し、性能への向上効果を確認した。また、触媒の傾斜塗布によるPEFC性能向上についても検討を行った。LIBに対して、電池の熱伝導率の異方性を考慮して熱物性値を測定する方法を開発し、その方法で得られた熱物性値を用いたLIBの数値モデルを構築した。その熱モデルを用いてラミネートタイプ構造の電池パックの放熱特性を検討した結果、熱的な設計手法に対する具体的な技術的指針が得られた。

## 4. 事後評価結果

### 4-1 研究の達成状況及び得られた研究成果

(論文・口頭発表等の外部発表、特許の取得状況等を含む)

この日中共同研究では、共通の課題に対して、それぞれが異なった手法で異なった側面からアプローチを行い、新たな情報をえることができた点が特徴といえる。日本側は、PEFCのような反応気体の流動場において、セパレーター内のガス流路内壁への傾斜マイクログループが液水制御に有効に利用可能であることが示した。中国側は、ガス流路の空気流量を流路方向に変えることにより、チャンネル内液水制御が可能であることを見出した。それらの結果、可変空気流量とすることでPEFC性能が向上する条件を明らかにした。LIBについては、日本側が確立したLIB熱特性の測定方法(熱容量、熱伝達率、内部抵抗、エントロピー変化)と測定結果を中国側と検討した結果、リチウムイオン電池の上昇温度推定をこれまでの平面的なシミュレーションではなく、立体的にシミュレーションすることにより、上昇温度がより正確に推定できることを示した。それらの結果、日本側は独自の方式でPEFCの性能が向上する効果を確認し、LIBでは実際の電気自動車設計に活用できるレベルに熱管理技術と状態推定技術が到達した。中国側は、独自の考案による反応ガス分割供給の効果を確認し、LIBの熱設計では、熱物性取得方法やモデルの構築に至っている。それらの熱管理と状態推定技術のための技術指針を具体的に明確にしたことは重要な成果といえる。

研究成果として発表された論文は、日本側と中国側の共著で3報、日本側単著で21報、中国側単著で27報あり、日本側は機械学会論文賞を受賞(2013年)しており、十分な成果が得られていると評価できる。日本側は単著ではあるが3件の著作物も出版している。学会発表に関し、日中共同発表として2件、日本側30件、中国側4件の発表により、研究成果を効果的に報告していると判断できる。日本側からは1件の特許出願がなされ、研究成果を事業化に結びつけるための取組がなされていると考える。

日本側と中国側双方の出張日はのべ365日に至るなど日中間の協力も良好であった。日本側の6名の学生及び1名の若手研究者が中国側でインターンシップを実施するなど、次世代を担う若手を中心とした人的交流の促進による共同研究相乗効果も大きい。両国チームの今後のさらなる協力のための共同研究基盤が構築されたと考える。

以上のように、PEFCおよびLIBの性能向上に関する同一の研究開発課題のもと、異なる手法を用いて異なる側面からアプローチしつつ、研究基盤と情報を日中が共有することによりそれぞれが得意とする分野で最大の効果を引き出し、本課題を有効に

遂行することができた。日中共同研究の達成状況と得られた研究成果は、当初の目標に照らして十分な研究成果が得られていると評価される。

#### 4-2 研究成果の科学技術や社会へのインパクト、わが国の科学技術力強化への貢献

エネルギーの有効利用の実現のために、自動車におけるエネルギーの効率的な利用は不可欠であり、新エネルギー自動車で使用されるPEFCおよびLIBの高性能化、低価格化、長寿命化は、日中双方において非常に重要な課題となっている。

本研究成果は、PEFCの性能向上技術として重要である液水の管理に関する科学技術として、従来あまり報告例が多くなかったGDLやセルの構造に独自のアイデアを提案するものである。その効果を実証したことは、該当する液水の管理技術領域において、さらに技術の進展の余地があることを示しており、高く評価される。またLIB技術においても、これまで学会では報告の少ない実際のLIBの熱管理や状態推定技術について知見が得られ、電気自動車を事業化する企業レベルで使用ができる精度や信頼性を持ったモデルの構築がなされるなど、新しいデバイス技術を社会実装するための科学技術力の基盤強化に貢献する成果と判断できる。今後はこれらの異なった手法や側面を融合し、共同で取り組む新たな課題を見出し、本共同研究の波及効果をさらに拡大することが期待される。