

## 戦略的国際共同研究プログラム (SICORP)

### 日本-中国「都市における環境問題または都市におけるエネルギー問題に関する研究」領域 事後評価結果

#### 1. 共同研究課題名

「大型バス用燃料電池の水管理と低温起動性に関する研究」

#### 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

近久 武美（北海道大学 特任教授）

中国側研究代表者

Jianbo Zhang (Professor Tsinghua University)

#### 3. 研究実施概要

大型バス用燃料電池には、耐久性などの観点からカーボンセパレータの使用が求められている。しかしながらカーボンセパレータは、すでに市販されている燃料電池乗用車に使用されている金属セパレータに比べて、熱容量が大きくなり、自動車用として要求される $-30^{\circ}\text{C}$ からの氷点下起動を可能にした事例は見当たらない。本研究は、カーボンセパレータを用いた燃料電池内部の反応により生成する水分のセル内部での移動と凍結を制御する水管理の観点から現象を解明し、 $-30^{\circ}\text{C}$ から確実に氷点下起動を行うための燃料電池内部の構造や起動時の電流密度制御方法を明らかにするものである。

#### 4. 事後評価結果

##### 4-1. 研究の達成状況、得られた研究成果及び共同研究による相乗効果

（論文・口頭発表等の外部発表、特許の取得状況を含む）

5つのワークパッケージ(WP)に分けて研究が実施され、最終的に、カーボンセパレータを用いた燃料電池スタックにおいて、 $-30^{\circ}\text{C}$ からの零下起動の可能性を実証する優れた成果が得られた。対象とする燃料電池セルの形状や構成部材を日中双方で研究当初から共通化し、5つのワークパッケージの相乗効果と研究開発の高い効率を実現した。その共通化仕様に基づき、日本側は、低温からの起動時の電流密度制御条件や、水管理の観点から零下起動に適する構造探索を行い、燃料電池セルを用いた実験で、 $-30^{\circ}\text{C}$ からの起動を可能とする電流密度制御条件を見出す大きな成果を挙げた。中国側は、想定した起動時の温度上昇を仮定し、それを実現する構造の燃料電池セル計算モデルを構築し、 $-30^{\circ}\text{C}$ からの起動を可能にする新たな昇温制御の探索に活用した。その結果、従来にはない、車載状態で実施可能な燃料電池の昇温手法(水素ポンプ法)を考案し、計算上でその $-30^{\circ}\text{C}$ からの零下起動の可能性を計算により実証する成果を挙げた。

非常に活発に成果発表がなされており、原著論文は日本側で 13 件、中国側で 10

件が発表された。また学会発表も連名で 1 件、日本側で 37 件、中国側で 7 件と非常に優れた成果を挙げている。日中双方の研究者が参加するワークショップやセミナーも 8 回開催しており、共同研究による相乗効果を十分に挙げている。

#### 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

本研究成果は、これまで実現されていなかった、カーボンセパレータを用いた燃料電池スタックの $-30^{\circ}\text{C}$ からの零下起動という極めて困難な課題に果敢に挑戦したもので、その零下起動の可能性を、実験と計算により実証するに至ったことはインパクトが大きく、また、伝熱工学や電気化学などの関連する学術分野においても重要な成果である。

本研究は、日中の研究者が相互補完的に共同研究を非常に密接に協力しながら進めた好例といえる。日本側が主として実験的なアプローチをとり、中国側がモデル計算により実験結果の解釈と今後の実験の構想、及び実験では容易にできないような構造モデルや電流制御方法の検討を行った。日常的な連携の他、頻繁にワークショップや合同会議が開催され、それぞれの国内でも中間報告会議が開催されるなど、国際共同研究として十分な成果といえる。大学院生を相互に派遣して国際交流と研修がなされ、将来の両国で主要な産業になりえる燃料電池分野において、若手研究者の育成に大きく貢献したといえる。

以上