

SICORP EIG CONCERT-Japan

「効果的なエネルギー貯蔵と配分」領域 事後評価報告書

1 共同研究課題名

「金属－空気二次電池用新規カーボンフリー電極の開発」

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

忠永 清治(北海道大学・教授)

スペイン側研究代表者

マリオ・アパリシオ(CSIC セラミックス・ガラス研究所・主任研究員)

トルコ側研究代表者

ツグル・セチンカヤ(サカリヤ大学・助教授)

フランス側研究代表者

アレハンドロ・フランコ(ピカルディ・ジュール・ヴェルヌ大学・教授)

3 研究概要及び達成目標

リチウム－空気二次電池を代表とする金属－空気二次電池が次世代の高エネルギー密度の蓄電素子として期待されている。しかし、空気極触媒層に用いる炭素材料が、充放電時における劣化の原因の一つとなっている。そこで本研究では、サイクル特性に優れた金属－空気二次電池の開発に向けて、炭素を含まない空気極触媒層を開発することを目的とした。

電池系として、水系電解液を用いる亜鉛－空気二次電池、非水系電解液を用いる系として、リチウム－空気(酸素)二次電池に取り組んだ。電極触媒、触媒担体(導電助剤)、ガス拡散層のそれぞれについて、非カーボン材料の適用の可能性を検討した。電極触媒に関して、スペイン、トルコ、日本チームで、新たな酸素還元反応触媒系を見出した。また、これらの電極触媒、導電助剤および触媒担体として多孔質 TiN または ZrN、ガス拡散層にニッケルフォームを用いたカーボンフリー亜鉛－空気二次電池を構築し、この電池が充放電挙動を示すことを明らかにした。トルコおよびフランスチームの技術指導・助言に基づき、亜鉛－空気二次電池と同様の構成で、カーボンフリーのリチウム－酸素二次電池を構築し、充放電が可能であることを実証した。

4 事後評価結果

4.1 研究成果の評価について

4.1.1 研究成果と達成状況

本研究では金属－空気電池の空気極の共同開発であり、困難なテーマを国際共同で取り組み、LDH(層状複水酸化物)系や窒化物系など新しい空気極触媒の開発が行えている点は評価される。例えば、MnをドーピングしたNi-Mn-Fe系LDH、あるいは、Mn-Fe系LDHを合成することにより、ORR活性を有するLDHの合

成が可能となった。また、メタセシス反応に基づく自己燃焼反応を用いる手法により、遷移金属をドーピングした窒化モリブデンが ORR 触媒活性を示すことを明らかにした。また、新規な窒化物担体の開発をめざし、Urea-glass 法等を用い多孔質 TiN を合成し、OER、ORR 活性を示すことを確認した。そしてこれらを用いて最終的にカーボンフリー酸素極の実証、非水系と水系の連携およびフルセルでの充放電を達成しており科学技術レベルは高い。ただ、提案書、計画書に記載の実施項目のうち、重要な点で未報告・未達成のものが見受けられる。具体的には、「計算科学的アプローチ」「安定な電解質合成」等である。

4.1.2 国際共同研究による相乗効果

それぞれ持ち味の異なる 4 つの研究室の共同作業であり、新しい成果に繋がっている。その結果、国内のみでは実施が難しい、幅広の目的に向かって、日欧の協力体制が構築できており、評価に値する。一方、フランスチームの寄与が Li-O₂ 電池構築の技術指導・助言のみで、計画書に記載されている計算科学的アプローチの成果の記載が皆無であり、他の 3 チームの共同研究に比較して、このチームの寄与がどの程度であったのか、やや疑問が残る。さらに、共同研究の成果があったことは、論文数や学会発表数から十分認められるが、共著論文が現時点で無いことはやや残念である。

4.1.3 研究成果が与える社会へのインパクト、我が国の科学技術協力強化への貢献

非常に難しい研究分野であるので、すぐに社会実装などのインパクトを求めるのは難しいが、亜鉛をはじめ、Li などの空気電池の 2 次電池化は社会の要望の高い分野なので、国際共同研究の関係を発展させ、今回の共同研究に立脚する成果が今後、出ることが期待される。

4.2 相手国研究機関との協力状況について

報告書からは、日本、スペイン、トルコとの共同研究関係は、十分に行われており良好であったと思われる。フランスのグループは、技術指導をしてくれたという記載は見られるが、当初予定されていた「計算科学的アプローチ」の成果等の記載がなく、どの程度密な協力状況であったのか、判断が難しい。

4.3 その他

本プロジェクトは、非常に難しいテーマに立ち向かった挑戦的研究であったが、国際共同研究によりかなりの成果が挙げられたと考えられる。コロナ禍が無ければより密な共同研究が行われていたと思われるが、今後も共同研究体制は維持されていくようなので、今後の成果に期待したい。