

リアル空間を強靱にするハードウェアの未来
2022 年度採択研究代表者

2022 年度
年次報告書

福井 慧賀

山梨大学 大学院総合研究部
助教

水素陰イオンを用いた新規蓄電デバイスの創出

研究成果の概要

本研究は水素の陰イオン(H^-)を利用した「水素—空気固体二次電池」を実現することを目的とし、2022年度は H^- 伝導体を用いた燃料電池の試作および発電特性の評価を行った。

H^- 伝導体(酸水素化ランタン, $\text{LaH}_{2.6}\text{O}_{0.2}$)のペレット両面にパラジウム電極をスパッタリングにより形成することで試料を作製した。二気室測定器具を用いて試料に対し片面ずつ異なるガス(Ar および O_2 または H_2)を通気し、ポテンシヨ・ガルバナスタット(Ivium pocketSTAT2)によりイオン伝導特性および発電特性の評価を行った。インピーダンス分光法より求めた試料のイオン伝導度は 0.2 mS cm^{-1} (23°C)であり、 H^- 伝導性を示すことが確認された。

発電動作に対する O_2 , H_2 の影響を評価するため、試料両面に Ar を通気した状態から①片面を H_2 に切り替え(Ar/H_2 の組み合わせ)、その後② Ar を O_2 に切り替えた(O_2/H_2 の組み合わせ)際の開放電圧(V_{OC})および短絡電流(I_{SC})を測定した。①ではガスの切り替えに伴い V_{OC} および I_{SC} の増加($V_{\text{OC}} = 0.06\text{--}0.07 \text{ V}$, $I_{\text{SC}} = 0.08\text{--}0.12 \text{ }\mu\text{A}$)が確認された。 H_2 側電極が正極として放電していることから、 H^- 伝導によって水素濃淡電池(正極: $\text{H}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}^-$, 負極: $\text{H}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{e}^-$)として動作していることがわかった。②では V_{OC} および I_{SC} の著しい増加($V_{\text{OC}} = 0.4\text{--}0.7 \text{ V}$, $I_{\text{SC}} = 0.5 \text{ }\mu\text{A}$)が確認された。①同様 H_2 電極側が正極となっていることに加え、濃淡電池駆動に比べ起電力が増加していることから、 H^- 伝導によって燃料電池(正極: $\text{H}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}^-$, 負極: $1/2\text{O}_2 + 2\text{H}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$)として動作していると考えられる。

本結果は H^- 伝導体を用いた燃料電池の実証に初めて成功した成果である。また、室温で動作する他の燃料電池と比較し発電性能は依然低いものの、無機材料を用いた完全に固体のデバイスであり機械的強度に優れる／含水量による伝導度の変化が起こらないため湿度調整が不要／水溶性物質のクロスオーバーが発生しないなど、燃料電池としても優れた特徴を有する。