（ 様式D－２ ）
（ 別　　紙 ）

令和５年度　海外派遣研究員研究報告書

令和６年２月１日

日本大学理事長　　殿
日本大学学長　　殿

所　　属　生産工学部電気電子工学科
資格・氏名　教授・工藤祐輔
■本報告書の内容を公表することは了承しております。
（公表可の場合，チェック■すること）

令和５年度海外派遣研究員（　短期Ａ　）の研究実績を，下記のとおり報告いたします。

記

１　区　　分　　短期Ａ
２　研究課題

新エネルギー分野に貢献する電極用材料の開発に関する研究

３　派遣期間　　西暦　２０２３年　８月２８日　～　２０２３年１１月１日
４　派　遣　先　　デンマーク
５　研究目的

本研究では燃料電池等の新エネルギーで利用できる新たな電極を開発する事を目的とする。今回の渡航ではデンマーク，コペンハーゲンにあるデンマーク工科大学を訪問し，新エネルギーに関して研究を行っている研究者たちとディスカッションを行うとともに研究施設を見学する。そして，今後のプラズマや静電気放電を利用した電極材料に関する共同研究について検討する。

（ 様式D-２ ）

６　研　究　概　要

化石燃料に代わる新エネルギーの活用および普及のためには燃料電池のさらなる性能向上と低コスト化が必要不可欠である。直接メタノール形電量電池は比較的低温で運転できるため，電気自動車やポータブル機器への応用がなされる。しかしながら，低温で動作させるためにその電極には白金等の高価な触媒を使う必要があり，コストを助長している。この電極の高性能化し，白金の使用量をさらに減らす必要がある。

また，再生可能エネルギーとして今後のさらなる普及が必要不可欠となっている太陽光発電や風力発電は発電量が自然環境に左右されるため，電力を使いたいときに使う事を考えた場合，電力貯蔵システムが必要である。化学電池の一種であるレドックスフロー電池は大型の電力貯蔵設備としての普及が期待されている。このレドックスフロー電池の性能を向上させるため，さらなる電池性能の向上が求められる。

これまで，本研究室では材料溶液を滴下する金属ノズルに高電圧を印加する事で微細な液滴が発生する静電噴霧現象を利用して燃料電池用の電極を作製する研究を行ってきた。今回の渡航ではデンマーク，コペンハーゲンにあるデンマーク工科大学を訪問し，DTU Nanolab に滞在してきた。Nanolab は高電圧を取り扱う研究所の為，外部の研究者が実際に実験装置を取り扱うためには十分な研修が必要とされる。今回の滞在は 2 か月弱という短い期間だったため実験装置を用いての実験を行う事は出来なかったが Nanolab に所属する Eugen Stamate 氏，Babak Rezaei 氏らの非常に充実した研究施設を訪問し，プラズマ装置やエレクトロスピニング装置を始めとした様々な実験装置を見学した。また，彼らのゼミに参加して研究内容に関するディスカッションを行った。複数回のディスカッションを行い，3D プリンタを用いた電極材料作製および安価な電池用実験装置作製に関する着想を得，研究を進める事となった。

７　研究結果・成果

７．１　3Dプリンタを用いた電極材料の開発

一般的な製造法では，複雑な三次元構造を内部に持つ物体を作製することは困難であるが，近年急速に発展してきた3Dプリンタを利用する事で比較的簡単に複雑な構造を内部に持つ物体を作製する事ができる。さらに3Dプリンタで作製した材料を焼成する事で材料は収縮すると同時に材料内部の物質が気化し，膨張する事により表面には多数の孔ができる場合がある。従来，当研究室では静電噴霧現象を利用したスプレードライ法によって表面に多数の孔がある電極の作製を試みてきたが，これらの事を利用すれば，比較的簡単に複雑な微細内部構造を持ち，かつ多孔質な表面を持つ電極の生成が可能である。

燃料電池やレドックスフロー電池の電極には化学反応を促進するために高い表面積が必要であり，また，内部に化学物質が分散しやすい構造も必要となる。今回の渡航中に行ったディスカッションにより3Dプリンタと焼成を用いた電極作製方法は高い表面積を持つと同時に化学物質が分散しやすく，化学反応が起こりやすい電極を作製できることが分かった。また，様々な実験装置を実際に目にし，当研究室でそれらの実験を行うために必要な設備について検討を行った。今後は試作品を作製し電極の性能について検証を行っていく。

７．２　3Dプリンタを用いた実験用電池セルの作製

燃料電池やレドックスフロー電池の研究用いられるテスト用の電池セルは高価な場合が多く，また，複雑な構造の為に信頼性がそれほど高くない場合がある。近年急速に発展してきた3Dプリンタは容易に複雑な構造を持つ物体を作製できる。さらに，近年では3Dプリンタで利用できる材料も増加してきており，燃料電池の燃料として用いられる有機溶媒や，レドックスフロー電池の電解液と用いられる硫酸溶液に耐えられる材料も現れている。これまで耐薬品性の高い材料を組み合わせて作製していた複雑な構造のテスト用の電池セルを3Dプリンタによる印刷で簡単かつ安価に作成できることが今回の渡航中に行ったディスカッションにより分かった。３Ｄプリンタで試験用の電池セルを安価に複数作ることが出来れば一度に試験できる数が増える。また，電池セルに問題が何らかの問題が生じたときの電池セル自体の交換が容易となり，修理等にとられる時間と手間を大きく軽減する事ができる。今後，燃料電池，レドックスフロー電池にとって最も適切な３Ｄプリンタの材料を明らかにするとともに，作製したセルを用いた電池の性能を明らかにすることとなった。

以　　上