

共同研究開発事業報告書

1 事業名称

海洋性高分子部材を応用した高電圧型リチウムイオン電池の研究開発

2 実施期間

令和 3 年 7 月 29 日 から 令和 5 年 3 月 31 日

3 実施場所

株式会社アイ・エレクトロライト (イノベーション創生センター)

4 連携した大学、研究機関等の名称 (産学連携の場合) 又は団体の構成員の名称 (企業間連携の場合)

関西大学電気化学研究室 (石川研究室)

5 事業の経過及び内容

本検討は、1.5年間の事業であり、取り組みの区分けは以下である。

R3年9月～R4年3月：高電圧電池用のバインダーとして最適な海洋性高分子の材料選別

R4年4月～R4年8月：高電圧正極材を使った電極製造方法の確立と高電圧電池試作

R4年9月～R5年3月：高電圧電池の各電池特性、寿命特性、安全性の評価試験。

リチウムイオン電池の電圧を拡大する検討 (結果電池の軽量化と長持ちにつながる) を実施している。リチウムイオン電池は正極 (リチウムを含んだ金属酸化物など) と負極 (黒鉛など)、電解質 (リチウムイオンを伝達する材料) 等から構成される化学電池である。

その電圧は一般に定格 3.7V などであり、ほぼ正極 (プラス極) の反応電位 (正極での電力貯蔵が何 V で起きるかの意味で、高電位であるほど大きなエネルギーを生みだせる = 電池持ちがよくなる) で決まる。現在は最大でも 4.2V である。今回はこの壁を突破し 4.7~5.0V の正極電位を確保できるような研究開発を行っている。

リチウムイオン電池の正極はリチウムを含んだ金属酸化物である。正極の反応電位は含まれる金属と結晶構造で決まることが知られており、金属であればマンガン (Mn, レアメタルではない)、コバルト (Co, レアメタル)、ニッケル (Ni, レアメタルではない) の順で電位が向上する (Mn が多いと高電位)。結晶構造であれば層状よりもスピネル型といわれる形状のほうがより高電位である。一般に使用されているリチウムイオン電池の正極は Co が多い層状型か、Mn, Co, Ni が等量含まれている層状型が多い。これらは大量製造が容易なため、出荷量の多いスマートフォンや大量に電池を要する電気自動車などに適しているからである。

我々は今回の検討において、まだ実用化されていない高電位の正極を選ぶ。金属は Mn が主体、結晶構造はスピネル型のものであり、その反応電位は約 4.7V である。検討にあたっての課題は、既存の正極材よりも 0.5V 以上高電位であることから、電極周辺部材がその電圧に耐えられないことである (実用化に至らない主要因)。とくに正極材とともに電極を構成するバインダーが課題のポイントとなる。

ここで用語整理をすると (多少語弊を含むが)

正極材：電気を貯める粉末、リチウムを含んだ金属酸化物。

バインダー：粉末の正極材を一体化する接着剤のようなもの

正極極板：正極+バインダーを溶液に溶かして塗料状態にし、金属箔に薄く塗って乾かしたシートのこと。

電池を作るには正極極板まで加工する必要がある。正極材と一体となっているバインダーは本検討の場合、4.7Vという高電圧にさらされることになり、それに耐久しなければならない。しかし我々の検討の結果、従来のバインダーとして幅広く利用されているフッ素樹脂（ポリフッ化ビニリデン）では耐久性が不足し、電池の寿命が短くなることが分かった。そのため別の材料を検討する必要がある。

そこで関西大学の研究成果を活用するのが今回の取り組みである。関西大学では長年、天然高分子が電気化学的に安定であることを実証する研究を続けており、ここから高電圧正極の電位に長期にわたってさらされても分解しない材料をいくつも見出している。すなわち、今回はその研究成果を参考に、高電圧耐久性を持つ海洋性高分子を新たにバインダーとして活用する検討を行った。活用の目途が立てば高電圧電池の実用化にかなり近づくことができる。

今年度（～R4年3月まで）は数ある海洋性高分子の中から、正極材に適合性が良いものを選別した。その観点には正極極板の製造が容易であること、電池寿命に問題がないことを含め基本的にリチウムイオン電池に必要とされる電池特性が得られることである。

6 事業の成果

約 20 種類の海洋性高分子を検討した結果、3 種類が候補として有用であることが見いだされた。これらの材料はリチウムイオン電池のバインダーとして満たさなければならない条件をすべて満足しており、電池特性も優れた結果が得られている。

7 今後の展望

検討した電池の規模はボタン電池サイズであるため、次年度からはスマートフォンレベルの電池サイズで実証テストを検証する。そのために重要なポイントは電極極板の製造が中規模～大規模で問題なく確立できるかどうかにかかっているため、これを次年度最初の取り組みとして重点を置く予定である。

8 今後、産学連携や企業間連携により事業を実施する事業者への助言等

産学連携におけるシナジー創出のポイントは、互いの技術の説明以上に、それで何を生み出せようかというアイデア発掘が重要です。またその共有のため頻回にディスカッションをすることが何より重要です。コロナ禍でコミュニケーションの難易度は高いものの、それをおろそかにしない努力は結果を導いてくれると感じています。