

研究助成実施報告書

| | |
|------------|--|
| 助成実施年度 | 2019 年度 |
| 研究課題（タイトル） | 災害時燃えずに電力を供給し生命を守る蓄電池の開発 |
| 研究者名※ | 平郡 諭 |
| 所属組織※ | 大阪工業大学 工学部環境工学科 特任准教授 (大阪工業大学 工学部環境工学科 准教授) |
| 研究種別 | 研究助成 |
| 研究分野 | 都市交通システム、エネルギー計画 |
| 助成金額 | 150 万円 |
| 発表論文等 | |

※研究者名、所属組織は申請当時の名称となります。

() は、報告書提出時所属先。

大林財団2019年度研究助成実施報告書

所属機関名

大阪工業大学

申請者氏名

平郡 諭

| | |
|--|--------------------------|
| 研究課題 | 災害時燃えずに電力を供給し生命を守る蓄電池の開発 |
| <p>現在定置型、及び移動型の蓄電池として最も用いられているのはレアメタルであるリチウムを用いたリチウムイオン二次電池である。小型・大型蓄電池に求められる要素は、高エネルギー密度、安全性、低コストであり、ポストリチウム二次電池にはこれらの特性を凌駕することが求められる。加えてリチウム資源は8割以上が南米に偏在しておりその価格は南米各国の経済状況に大きく依存するため安定していない。平常時のみならず災害時にこそ人々の生命と財産を守るためには安価で安全なポストリチウムイオン電池の開発が急務であることは言うまでもない。</p> <p>申請者は現行の電池系では到達しえないような高い性能を達成しえる可能性があるだけでなく、安価で緊急時にも安心して使用できるマグネシウムイオン電池に着目し研究を行った。</p> | |

1. 研究の目的

近年、地球環境変動に伴って日本国でも大災害が頻発して起こっている。災害時の浸水や停電等の発生規模が拡大する場合、その普及には長期間を要する傾向が高くなっている。長期間のインフラ機能の崩壊では主に電力と水の供給が停止し生命の維持が危ぶまれている。特に電気エネルギーの利用が不可欠な現代の生活において、電力の喪失は致命的と言える。これまで幅広く利用されてきたリチウムイオン電池は発火性が高く、レアメタルの高騰から大型化には全く適さない。これからの都市エネルギー計画において、災害時に安全で燃えることなく電力を供給し続けることができ、安価で大型化可能な蓄電池が生命を守る上で必須である。

本研究課題では、脱レアメタル・遷移金属・有害物質を実現し、高安全性、低コスト、高エネルギー密度を有し、非常時に生命を守ることが可能な都市、及び住宅設置型マグネシウム電池の開発を目的とする。

2. 研究の経過

本研究課題では炭素系ナノ材料である C_{60} フラーレン二次元ポリマーを固体電解質の骨格として用いた。炭素系材料の特徴としての「柔軽薄短小」な性質は地球と人間に優しいだけでなく固体電解質として最適な材料と考えた。マグネシウムをドーピングした化学式 Mg_4C_{60} からなる固体電解質は C_{60} 同士が二重結合で重合した二次元ポリマー構造を示す (図 1)。本研究課題では Mg_4C_{60} を作製し大気下での安定性、及び交流インピーダンス特性を調べた。

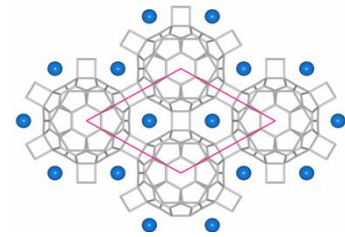


図 1 Mg_4C_{60} の結晶構造モデル

3. 研究の成果

本研究課題で提案する電解質は災害時に安全で燃えることなく稼働し続けることができる特性を有さねばならない。一般的に化合物の劣化を最小限に抑えるために全ての作業は不活性ガスで満たされたグローブボックス内で行われる。本研究では電解質の合成後、大気下での安定性と安全性を確認するため敢えて大気中に開放しその時間変化を調べた(図 2)。試料は大気下において安定で、有毒ガス等の発生もなく安全な材料であることが示された。



図 2 大気下における試料の写真

図 3 に室温における交流インピーダンスの測定結果である Nyquist plot、及び Bode plot を示す。Nyquist plot において室温におけるイオン伝導度を求めたところ $4.9 \times 10^{-6} \text{ Scm}^{-1}$ と見積ることができた。現在報告されている無機系リチウムイオン伝導性固体電解質のイオン伝導度と比較するとその値は及ばなかったが、レアメタルに依存しない分子性マグネシウムイオン伝導性固体電解質として新たな物質群の開拓と設計指針を提

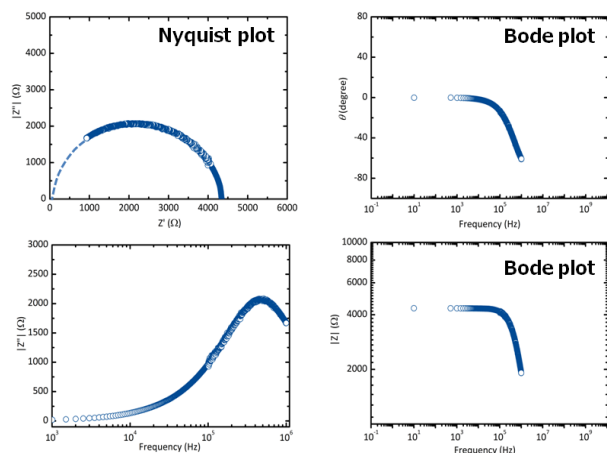


図 3 交流インピーダンスの測定結果

案出来る重要な基礎研究成果を得られた。再現性の確認が必要であるが一部の試料において1桁以上高いイオン伝導度が観測されており次世代固体電界質として期待できる。

本研究課題で得られた成果は分子性物質が固体電解質になりえることを示している。脱レアメタルを実現するだけでなく、高安全性、低コスト、高エネルギー密度を有し、製造、運搬、廃棄、再利用の観点からも人や地球に優しい物質として利用可能であることを見出すことができた。

4. 今後の課題

分子性物質を用いて全固体電池用固体電解質を見出した。本研究成果を端緒にして新たな物質群の開拓とその設計指針を提案することが可能である。

今後は、再現性の確認を含めた実験データの改善に努める。交流インピーダンスの温度変化を測定し、活性化エネルギーやバンドギャップを見積る。本研究成果をもとにしてマグネシウムイオンに限らずナトリウムやカリウムなど様々なイオン伝導性固体電解質の設計と開発に挑戦し続けたい。これからの都市エネルギー計画において、災害時に安全で燃えることなく電力を供給し続け、生命を守ることができる安価で大型化可能な蓄電池の開発を目指し、科学者の成すべき責務を果たしたいと考えている。

新型コロナウイルス感染拡大の影響による緊急事態宣言と大阪府独自の要請等により所属機関の複数の閉鎖、入構制限、これらに伴う予期せぬ研究設備の不具合等、研究を遂行する環境としては極めて厳しい1年であった。このような状況の中、研究の加速度を可能な限り維持し本研究成果を得られたことは大林財団のご支援なくしてはありえなかった。

この度はご支援を賜り心よりお礼申し上げます。ご厚意は私にとって大きな荣誉であり今後の研究活動の励みとなりました。公益財団法人大林財団に深く感謝申し上げます。