



大阪科学・大学記者クラブ 御中
(同時提供先：文部科学記者会、科学記者会)



2022年9月20日
大阪公立大学

全固体ナトリウム電池の新たな正極材料を開発 ～二次電池市場を支えるより安価で高性能な全固体電池の実現へ～

<ポイント>

- ◇安価で手に入りやすい元素から構成される新しい正極材料を開発。
- ◇高容量かつ、300 サイクル以上の間、充放電が可能。
- ◇資源状況に左右されない安価かつ高性能な全固体ナトリウム電池材料としての実用化が期待。

<概要>

大阪公立大学大学院 工学研究科の奈須 滉大学院生(大阪府立大学大学院 博士後期課程3年)、作田 敦准教授、辰巳 砂 昌弘学長、林 晃敏教授らの研究グループは、東京大学、早稲田大学との共同研究により、安価で豊富な資源量を持つ元素を用いて、高い容量と可逆性をもつ全固体ナトリウム電池の正極材料 Na_2FeS_2 の開発に成功しました。

カーボンニュートラルな社会の実現に向け、リチウムイオン電池をはじめとする二次電池の需要が高まっています。拡大する需要に対応するためには、リチウムイオン電池よりも元素戦略的に有利なナトリウムイオン電池が注目を集めており、より安価で高性能な材料の開発が必要とされています。

本研究では、全固体ナトリウム電池の正極構成材料を安価にするため、安価で手に入りやすいナトリウム (Na)、鉄 (Fe)、硫黄 (S) のみから構成される新たな正極材料 Na_2FeS_2 (図1) の開発に成功しました。また、本研究で開発した正極材料を用いた全固体ナトリウム電池は、理論容量^{*1}に相当する高容量を示し、300 サイクル以上の間充放電が可能であることを確認しました。

今回開発した正極材料は、資源の枯渇や輸出入制限等の資源状況に左右されない、豊富かつ安価な元素のみを用いているため、より安価で高性能な全固体ナトリウム電池の材料としての実用化が期待されます。

本研究成果は、Wiley 社が刊行する国際学術誌「Small」に、2022年9月19日にオンライン掲載されました。

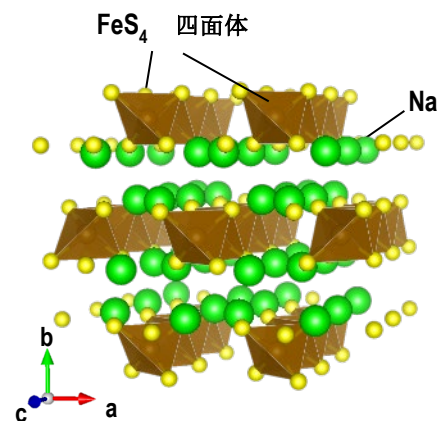
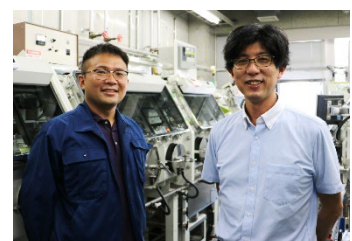


図1 Na_2FeS_2 の結晶構造

全固体ナトリウム電池を元素戦略的に有利な電池とするためには、ナトリウム以外の構成元素も安価で資源量が豊富である必要があります。今回開発したのは、ナトリウム、鉄、硫黄のみからなる安価、高容量、長寿命を兼ね備えた正極材料です。正極にナトリウムを含むため、負極に炭素などのナトリウムを含まない幅広い材料を用いることもできます。安価かつ高性能な全固体ナトリウム電池の実現に一步近づく成果になることを期待しています。



作田准教授(左)、林教授(右)

<研究の背景>

リチウムイオン電池を筆頭とする高エネルギー密度の二次電池の需要は年々高まっており、現行の5~10倍の市場拡大が予想されています。拡大している二次電池の需要に対応するために、リチウムイオン電池よりも元素戦略的に有利なナトリウムイオン電池が注目されています。

本学はこれまでに世界最高のナトリウムイオン伝導性固体電解質^{※2}を開発するなど、精力的に全固体ナトリウム電池の研究に取り組んでいます。本研究では、全固体ナトリウム電池の本質的な低コスト化に向けて、鉄を用いた正極材料の開発を行いました。

<研究の内容>

本研究では、安価で豊富な元素で構成される鉄系硫化物に着目し、安価で資源量の豊富なナトリウム (Na)、鉄 (Fe)、硫黄 (S) のみを用いた正極活物 Na_2FeS_2 を開発しました。また、 Na_2FeS_2 を正極活物質として用いて試作した全固体ナトリウム電池は、 Na_2FeS_2 重量あたり約 320 mAh g^{-1} の高容量を示し、理論容量に相当することを確認しました。

さらに、この電池は 300 サイクル以上の間、可逆的に充放電が可能であることを確認し (図 2)、この長寿命は Na_2FeS_2 の有する独特の結晶構造によるものであることがわかりました。一般的な大容量の金属硫化物系の電極材料は、コンバージョン型^{※3}の充放電反応を有するものが多いですが、本研究で開発した Na_2FeS_2 は、骨格構造を保持したインサージョン型^{※4}の充放電反応が主として生じていることで高い可逆性が実現したと考えられます。

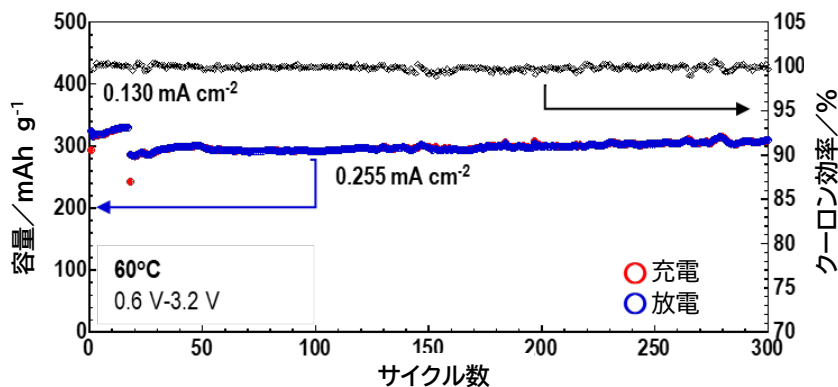


図 2 Na_2FeS_2 を正極に用いた全固体電池の充放電サイクル特性

<期待される効果・今後の展開>

今回開発した正極材料 Na_2FeS_2 は、資源量・コスト・寿命などのバランスの取れた物質であり、全固体ナトリウム電池用の電極活物質としての実用化が期待されます。

今後は、急速充電に対応できるような高入出力化にむけた検討や優れた負極材料の適用などにより、より安価で高性能な全固体ナトリウム電池の実現に向けてさらに研究を進展させていきます。

<資金情報>

本研究は、科学研究費補助金 (18H05255、20K05688、20J23722、21H04701) および文部科学省科学研究費助成事業「新学術領域」蓄電固体界面科学 (19H05812) の支援を受けて行われました。

<用語解説>

※1 理論容量…化学組成から期待できる容量。ここでは、 Na_2FeS_2 が有するすべての Na が充放電容量に寄与することを想定する容量を指す。

※2 ナトリウムイオン伝導性固体電解質…ナトリウムイオンが可動イオンであるイオン伝導体。

※3 コンバージョン型…大きな化学結合や構造の変化を伴う充放電反応をコンバージョン型の充放電反応とよぶ。

※4 インサージョン型…骨格構造を一部保持した状態で可動イオン (ナトリウムイオン) の挿入脱離が生じる充放電反応をインサージョン型の充放電反応とよぶ。

<掲載誌情報>

【発表雑誌】 Small (IF=15.153)

【論文名】 Iron sulfide Na_2FeS_2 as Positive Electrode Material with High Capacity and Reversibility Derived from Anion-Cation Redox in All-Solid-State Sodium Batteries

【著者】 Akira Nasu, Atsushi Sakuda, Takuya Kimura, Minako Deguchi, Akihisa Tsuchimoto, Masashi Okubo, Atsuo Yamada, Masahiro Tatsumisago, Akitoshi Hayashi

【掲載 URL】 <https://doi.org/10.1002/sml.202203383>

【研究内容に関する問い合わせ先】

大阪公立大学大学院 工学研究科
准教授 作田 敦 (さくだ あつし)

TEL : 072-254-9334

E-mail : saku@omu.ac.jp

【報道に関する問い合わせ先】

大阪公立大学 広報課

担当 : 竹内

TEL : 06-6605-3411

E-mail : koho-list@ml.omu.ac.jp