



ハイエントロピー型高温超伝導体 核融合応用に向け照射耐性を飛躍的に向上

[キーワード] 核融合、超伝導、ハイエントロピー、耐照射



どんな発明？

耐照射性の向上を確認

本発明は、銅酸化物超伝導体REBCOにハイエントロピー化の概念を取り入れたハイエントロピー型銅酸化物超伝導体 (HE-type REBCO) に関するものです。

超伝導体に期待が寄せられている用途の一つに核融合炉に用いられる超伝導コイルが挙げられます。しかし、既存のREBCOやNb₃Snなどの超伝導体は、超伝導性を発揮するための臨界温度T_cが、核融合反応により発生する中性子線の照射によって低下してしまうという課題がありました。

本発明のHE-type REBCOでは、Heイオン照射前後の臨界温度T_cを比較したところ、わずか1Kの低下に抑えられることを発見しました(図1)。なお、同条件での比較例として従来型のYBCOでは13Kの低下が見られました。

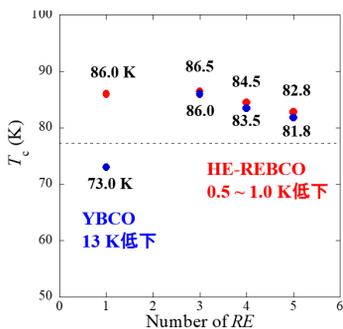
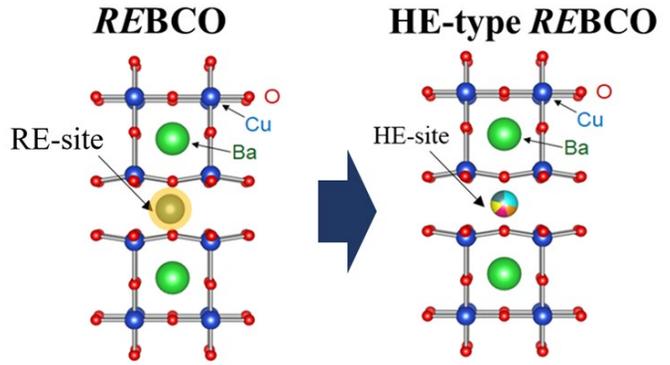


図1：照射後のT_cの比較



高臨界電流密度J_cの実現可能性

核融合炉をはじめとする超伝導体の活用においては、臨界電流密度J_cが重要な性能となります。

本発明者は、さらなる耐照射性や臨界電流密度J_cの性能向上を目指し、ハイエントロピー化に際してレアアースサイトに導入する元素の種類、量等を制御因子として材料の最適化を行っています。加えて、HE-type REBCOの材料自体の開発に囚われず、他の様々な材料と組み合わせることで同性能向上を目指すような複合的研究も行っています。

現時点で、従来型REBCOよりも遥かに高臨界電流密度J_cを示すHE-type REBCOの開発に成功しています(図2) (材料の詳細は未公開のためお問合せ下さい。)

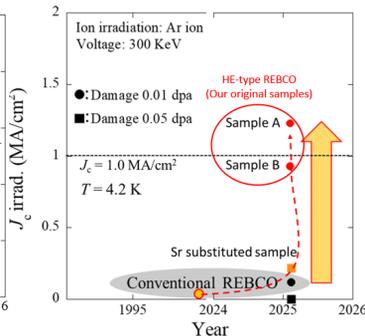


図2：J_cの比較

発明者：山下 愛智 他
(東京都立大学 理学部)
出願番号：PCT/JP2024/018667 他多数
発明の名称：超伝導体及び超伝導体の製造方法
関連情報：DOI 10.35848/1347-4065/ac5b39

問合せ先：東京都立大学法人
産学公連携センター
E-mail：ragroup@jmj.tmu.ac.jp
TEL：042-677-2829



特
許
紹
介

ハイエントロピー型高温超伝導体 核融合応用に向け照射耐性を飛躍的に向上

[キーワード] 核融合、超伝導、ハイエントロピー、耐照射

👉 こんなことに使える！

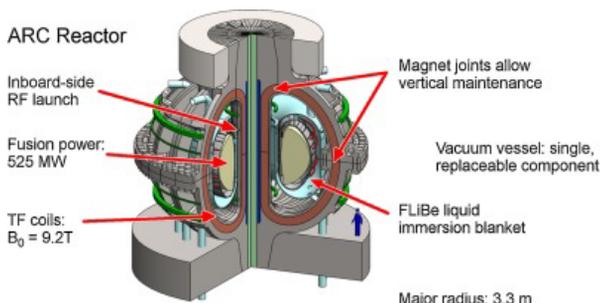
核融合スタートアップは、ITER国際核融合エネルギー機構が発足した2007年には5社程度でしたが、現在では100社を超え、大きな市場を形成しています。核融合発電の実用化にあたっては、高い経済性を得ることが重要となります。特に昨今、磁場閉込方式による核融合炉の小型化に向けた開発が盛んですが、小型化することによって照射防護壁を厚く・大きく設計することが難しくなり、超伝導体コイルや超伝導体の面積あたりの照射量が増加します。このような状況で、炉の稼働後すぐに超伝導体が照射ダメージによって超伝導特性を維持できなくなるのでは、とても経済性の低いシステムになってしまいます。高い耐照射性を有する本発明により、核融合炉内の重要な部品である超伝導コイルの寿命を飛躍的に伸ばすことができる可能性があります。

🧪 こんな研究室です！

本発明者らは、HE-type REBCOの開拓を世界に先駆けて行ってきました。現在、前述の通りHE-type REBCOのさらなる性能向上に取り組んでいますが、今後は本発明の実用化に向け、実際に求められる性能基準の特定とその達成を目指し、核融合炉メーカー、超伝導マグネットメーカー、超伝導線材メーカーや超伝導体材料メーカーの方々と共同開発を行うことを希望しています。

本発明の材料に興味を持っていただける方がおられましたら、共同開発に向けて協議させて頂きたく考えています。

なお、本研究室ではハイエントロピー化の概念を軸に、熱電変換材料など、超伝導体以外にも新物質・新機能材料の創出を目指しています。こちらについても産学連携による応用開発のお話を随時承っていますので、お気軽にお問い合わせください。



引用：
B.N. Sorbom et al., *Fusion Engineering and Design*
100, 378-405 (2015)

> 研究者紹介はこちら

> 研究室HPはこちら

発明者：山下 愛智 他
(東京都立大学 理学部)
出願番号：PCT/JP2024/018667 他多数
発明の名称：超伝導体及び超伝導体の製造方法
関連情報：DOI 10.35848/1347-4065/ac5b39

問合せ先：東京都立大学法人
産学公連携センター
E-mail：ragroup@jmq.tmu.ac.jp
TEL：042-677-2829

