

# J-PARC NEWS

Japan Proton Accelerator Research Complex 大強度陽子加速器施設

J-PARCホームページ▶▶ <http://j-parc.jp>

発行元：日本原子力研究開発機構 (JAEA)

高エネルギー加速器研究機構 (KEK)

J-PARCセンター

2022年(令和4年)12月23日発行

〒319-1195 茨城県東海村大字白方2-4

TEL: 029-284-4578

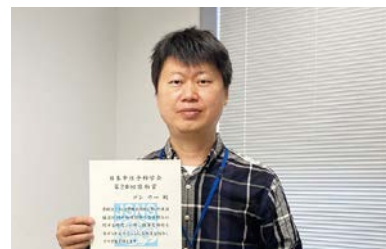
## 1. 受賞

### (1) ゴン ウー氏が日本中性子科学会「奨励賞」を受賞

物質・生命科学ディビジョン 中性子利用セクションのゴン ウー氏が、第20回日本中性子科学会「奨励賞」を受賞しました。

ゴン氏は、J-PARC物質・生命科学実験施設(MLF)のBL19工学材料回折装置「匠」と英国ラザフォードアップルトン研究所工学材料回折装置ENGIN-Xの双方を活用して研究を実施しており、受賞は「パルス中性子回折を用いた先進構造材料の組織制御と力学特性に関する研究」の顕著な功績が高く評価されたものです。

詳しくはJ-PARCホームページをご覧ください。 <https://j-parc.jp/c/topics/2022/11/15001050.html>



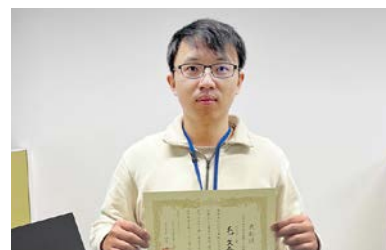
ゴン ウー氏

### (2) マオ ウェンチ氏が日本中性子科学会「ポスター賞」を受賞

物質・生命科学ディビジョン 中性子利用セクションのマオ ウェンチ氏が、第20回日本中性子科学会「ポスター賞」を受賞しました。

準安定オーステナイト鋼は、優れた変形能と耐食性により、工業分野で注目を集めています。一般に、材料の強度を高めるための方法の一つに結晶粒の微細化がありますが、マオ氏は本材料での結晶粒の大きさとの力学特性の関係を、J-PARC MLFのBL19「匠」を用いて解明しました。

詳しくはJ-PARCホームページをご覧ください。 <https://j-parc.jp/c/topics/2022/11/18001055.html>



マオ ウェンチ氏

### (3) 梅垣いづみ氏が日本中性子科学会の「波紋President Choice」を受賞

物質・生命科学ディビジョン ミュオンセクション梅垣いづみ氏が日本中性子科学会の「波紋President Choice」を受賞しました。

波紋President Choiceは日本中性子科学会の機関紙「波紋」に掲載されたサイエンス記事、特集記事、技術ノート、入門講座などの記事の中から2年毎に会長が選定します。受賞対象となった梅垣氏の論文のタイトルは「リチウムイオン電池研究におけるミュオンの活用」で波紋Vol31.No.3 113(2021)に掲載されました。

詳しくはKEKホームページをご覧ください。 <https://www2.kek.jp/imss/news/2022/topics/1114hamon-president-choice/>



梅垣いづみ氏

## 2. プレス発表

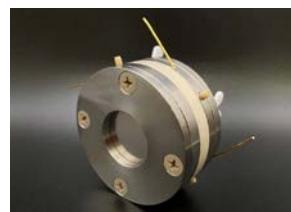
### (1) 充放電中のリチウムイオン電池内でリチウムイオンの運動を初測定(10月19日)

総合科学研究機構中性子科学センター、東京理科大学理学部第一部応用化学科、KEK物質構造科学研究所の研究グループは、MLFの汎用μSR実験装置「ARTEMIS」を用いて、充放電中のリチウムイオン電池内で、リチウムイオンが熱エネルギーでジャンプ移動する速さの指標である「自己拡散係数」の測定に世界で初めて成功しました。

電池内ではイオンが電荷を運びます。このためイオンの拡散係数は電池の性能を決める極めて重要な物理量の一つで、通常は電気化学的な手法で測定されます。しかし、電気化学的な手法では、拡散係数に電池反応が起こる有効反応面積を含んだものしか得られず、物質固有の拡散係数は得られません。そこで、研究グループはミュオンスピン回転緩和(μSR)法に注目しました。さらに充放電中のリチウムイオン電池内の拡散係数を調べるため、特別な観測用電池(写真)を開発しました。これらを使った結果、最も一般的な正極活物質であるLi<sub>x</sub>CoO<sub>2</sub>中で、充放電によるリチウム濃度の増減とリチウムイオンの自己拡散係数の関係を明らかにしました。

本研究は、現在のリチウムイオン電池の動作機構の理解や改良のみならず、次世代の電池材料探索や電極作成法の最適化に貢献すると期待されます。その成果は、2022年10月4日、米国化学会が出版するACS Applied Energy Materialsにオンライン掲載されました。

詳しくはJ-PARCホームページをご覧ください。 <https://j-parc.jp/c/press-release/2022/10/19001035.html>



充放電を行いながらμSR測定をするための電池容器

### (2) 宇宙産業等への応用が期待! 構造量子臨界点付近の結晶質固体

#### Ba<sub>1-x</sub>Sr<sub>x</sub>Al<sub>2</sub>O<sub>4</sub>が結晶・非晶質両方の性質を併せ持つことを発見(10月28日)

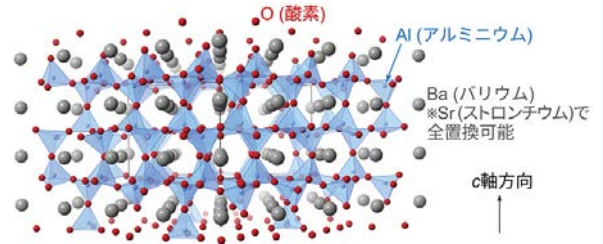
大阪公立大学大学院工学研究科、国立研究開発法人 物質・材料研究機構、東北大学金属材料研究所、J-PARCセンター、公益財団法人 高輝度光科学研究センターの研究グループは、結晶質固体であるBa<sub>1-x</sub>Sr<sub>x</sub>Al<sub>2</sub>O<sub>4</sub>の特定の原子振動が、結晶と非結晶両方の性質を併せ持つ状態になることを発見しました。



結晶質固体において、結晶構造が不連続に変化する現象を構造相転移と言います。構造相転移は結晶の化学組成をコントロールすることによって、通常有限温度で起こる相転移が絶対零度まで引き下げても可能となり、この相転移点は「構造量子臨界点」と呼ばれています。本研究では、音波のような振動パターンを持つ原子振動によって構造相転移する結晶質固体Ba<sub>1-x</sub>Sr<sub>x</sub>Al<sub>2</sub>O<sub>4</sub>に着目し、構造量子臨界点を示すSr組成(x=0.1)付近での結晶構造や原子振動の状態を、放射光と中性子を使って解析しました。その結果、x=0.1より大きなSr濃度を持つBa<sub>1-x</sub>Sr<sub>x</sub>Al<sub>2</sub>O<sub>4</sub>は、結晶の特徴であるBa原子の周期的な配列とガラス状のAlO<sub>4</sub>ネットワークのハイブリッド構造をとっており、そのため本物質は結晶固体であるにもかかわらず非晶質固体で一般に見られる熱的特性を示すことが明らかになりました。

この状態は、原料を均一に混合して加熱するという簡便な方法で作ることができ、多様な物質で起こる可能性があることから、結晶の持つ光学的特性や電気伝導性と、非晶質の持つ低熱伝導性を併せたハイブリッド材料を実現し、ロケット用断熱材などの宇宙産業への適用が期待できます。

詳しくはJ-PARCホームページをご覧ください。 <https://j-parc.jp/c/press-release/2022/10/28001043.html>



Ba<sub>1-x</sub>Sr<sub>x</sub>Al<sub>2</sub>O<sub>4</sub>の結晶構造。AlO<sub>4</sub>四面体ネットワークの周期構造に乱れが生じることで非晶質的な特性を引き起こす

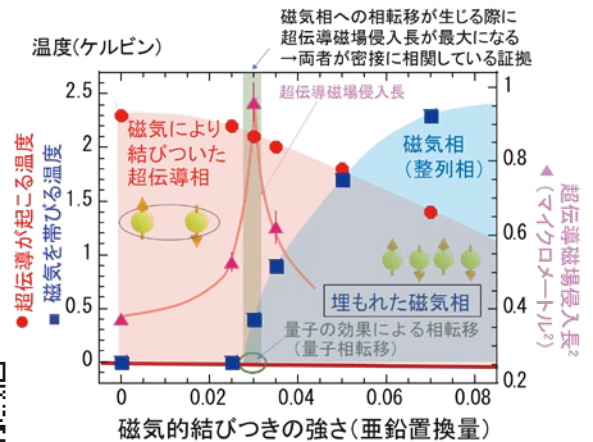
### (3) 素粒子ミュオンで捉えた!超伝導に埋もれた微弱な磁気の発見 —超伝導発現機構の解明に向けて前進— (11月29日)

JAEA、茨城大学、京都大学、仏グルノーブルアルプ大学、東京工業大学、J-PARCセンター、自然科学研究機構分子科学研究所の研究グループは、絶対零度近くまで冷やしたセリウム系金属化合物であるCeCoIn<sub>5</sub>において、超伝導状態のまま磁気を帯びた状態が出現することを観測しました。

多くの超伝導体において、超伝導現象の発現には結晶の歪みが重要な役割を担うことがわかっています。特定の超伝導体では、磁気が重要な役割を果たすと考えられていますが、今まで明確な証拠は見いだされませんでした。J-PARCでは、セリウム化合物CeCoIn<sub>5</sub>の中のIn原子をわずかにZn原子に変えることで元素間の磁気の結びつきを調整したCeCo(In,Zn)<sub>5</sub>を絶対零度近くまで冷却し、ミュオンスピン緩和法を中心に超伝導と磁気を精査しました。その結果Zn量の増加に伴い、超伝導に転移する温度が低下し、超伝導状態の中で磁気を帯びた状態が現れることが明らかになりました。この結果は温度以外の物質の変化によって生じた相転移を明確な形でとらえたものです。さらに磁気秩序が現れるZn濃度において、超伝導体への磁場が侵入する長さが明瞭なピークを示すことが分かり、磁気が超伝導と大きく結びついていることを示しています。

今回の成果は超伝導の出現に量子の効果による磁気が大きな役割を持つことを示しており、超伝導と磁気のかかわりや超伝導の発現機構の解明につながります。これにより、超伝導が現れる温度の上昇に向けた研究開発など、より広い分野での利用や産業的応用につながることを期待されます。なお、本成果は「米国科学アカデミー紀要(PNAS)」に掲載されました。

詳しくはJ-PARCホームページをご覧ください。 <https://j-parc.jp/c/press-release/2022/11/29001079.html>



磁気に関する量子相転移が超伝導と大きく結びついている

### 3. J-PARCハローサイエンス「続・宇宙にあるのが“ハイパー原子核”」(11月25日)

今回は、東北大学大学院理学研究科の田村裕和教授が講師を務めました。前回(3月)は熱心な質問が多く途中で時間切れとなったため、その続編です。

宇宙は「ビッグバン」から始まりました。そのあと宇宙が冷えるにつれクォークなどの素粒子が生まれ、陽子・中性子ができ、原子・分子が作られ、それらが集まって星になりました。星の中では原子核の合成が行われ、やがて重い星は超新星爆発を起こしその一生を終えます。超新星爆発のあとに残る物質進化の最終形と言えるものが、ブラックホールや中性子星です。この中性子星は、中性子だけでできているのでしょうか?ハドロン実験施設では、大強度陽子加速器で作られるπ中間子やK中間子を使い原子核中のクォークを入れ替え、陽子や中性子にはないストレンジクォークを含む「ハイパー原子核」を作っています。この実験から、陽子や中性子と、ストレンジクォークを含んだその仲間の粒子との間に働く力の様子がわかり、ハイパー原子核が中性子星内にあるのかがわかります。J-PARCではいくつかの実験で世界初の成果が発表されました。計画されているハドロン実験施設の拡張などによって、謎の解決に向けた研究がさらに進むことが期待されます。宇宙に存在する物質は、アップ、ダウンと、ストレンジクォークからできている、という21世紀の新たな自然観が打ち立てられるかもしれません。

前回のハローサイエンスは、こちらをご覧ください。 <https://www.youtube.com/watch?v=Al2fnpctF4&t=8s>



講師の田村先生

### 4. ご視察者など

12月14日 英国 George Freeman 科学・研究・イノベーション担当大臣 他

### 5. 加速器運転計画

1月の運転計画は、次のとおりです。なお、機器の調整状況により変更になる場合があります。

	日	月	火	水	木	金	土
1月	1	2	3	4	5	6	7
	8	9	10	11	12	13	14
	15	16	17	18	19	20	21
	22	23	24	25	26	27	28
	29	30	31				

RUN # 90 : 10/31 ~

- 保守
- 加速器チューニング&スタディ
- 物質・生命科学実験施設(MLF)調整・利用運転(■ 半日運転)