



J-PARCホームページ▶▶ <https://j-parc.jp>

2023年(令和5年)5月26日発行

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)

〒319-1195 茨城県東海村大字白方2-4

J-PARCセンター

TEL: 029-284-4578

1. J-PARC メインリング(MR)第2電源棟における火災発生について

4月25日(火)にJ-PARC メインリング加速器第2電源棟において発生した火災により停止していたJ-PARC加速器は安全を確認したリニアックとRCSから調整を開始し、物質・生命科学実験施設(MLF)については5月14日(日)から利用運転を再開しました。メインリング加速器については、現在、対策に全力で取り組んでおります。皆様には大変ご迷惑をおかけして申し訳ありません。ご理解のほど、よろしくお願い申し上げます。

令和5年5月24日

J-PARCセンター長 小林 隆

2. 加速器ディビジョン 大谷将士氏が文部科学大臣若手科学者賞を受賞

令和5年度科学技術分野の文部科学大臣表彰受賞者に加速器ディビジョンの大谷将士氏が選ばれ、4月19日に表彰されました。大谷氏は、ミュオン^{*}専用加速器を開発するとともに、ミュオンと電子2つの束縛状態である疑似水素負イオン生成による3桁以上のミュオンエネルギー冷却を可能にする新技術を実証し、高周波四重極加速器との組み合わせにより世界で初めてミュオンの加速を実現しました。この成果は、高い指向性を持つ先駆的なミュオンビームによる異常磁気能率($g-2$)の精密測定など次世代の素粒子研究の核となる技術です。また、加速技術の発展によって宇宙線ミュオンを上回る高分解能イメージング技術が可能となると期待されています。

^{*}ミュオン粒子のことを「ミュオン」または「ミュオン」と表す。

詳しくはKEKホームページをご覧ください。 <https://www.kek.jp/ja/topics/20230417mext/>



大谷将士氏



3. プレス発表

(1) 構造が不規則な「高イオン伝導体 $Ba_7Nb_4MoO_{20}$ 」の中の隠れた規則性を発見 — 共鳴X線回折と固体NMRを組み合わせた新たな手法で解明 — (4月27日)

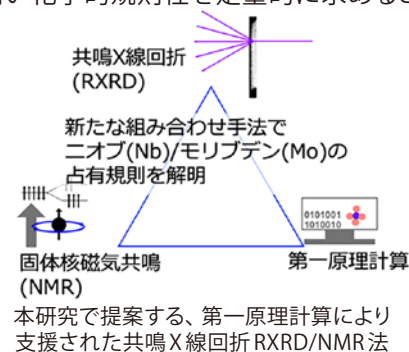
東京工業大学、物質・材料研究機構、山形大学、高輝度光科学研究センター、KEK、J-PARCセンターからなる研究チームは、共鳴X線回折(RXRD)と固体核磁気共鳴(固体NMR)を組み合わせた汎用性の高い新しい定量法「RXRD/NMR法」を開発し、不規則な構造を持つ新イオン伝導体 $Ba_7Nb_4MoO_{20}$ における隠れたモリブデン(Mo)の化学的規則性を発見しました。

$Ba_7Nb_4MoO_{20}$ 系材料は、高い酸化物イオン伝導度とプロトン伝導度を持ち、かつ化学的安定性も高く、固体酸化物形燃料電池などへの応用が期待されています。一方で複数の類似した元素を含むこのような結晶性材料は、X線や中性子による単結晶を用いた回折実験で調べることが難しく、粉末や多結晶における隠れた化学的規則・不規則性の情報を理解する、汎用性の高い手法が切望されていました。

本研究ではRXRDと固体NMRのそれぞれの強みを組み合わせることで、信頼度の高い化学的規則性を定量的に求めることができるようになり、 $Ba_7Nb_4MoO_{20} \cdot 0.15 H_2O$ では、類似した元素であるMo原子とNb原子の配置の化学的規則性(占有規則性)が明らかになりました。さらに中性子回折実験も用いてH原子(この物質中では H^+ イオンとして存在)の位置を含めた完全な結晶構造を解明したところ、イオン(O^{2-} と H^+)が伝導する層の近くにMoが規則化(局在)しており、それが高いイオン伝導性と関係することが分かりました。

ここで得た知見は、様々なイオン伝導体の性能向上と開発に役立てられると考えられます。また、 $Ba_7Nb_4MoO_{20}$ 系材料は、高性能燃料電池、酸素ポンプ、酸素センサー、水素ポンプ、水素センサーなどへの応用が見込まれています。

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/2023/04/27001144.html>



(2) 層状化合物にマイクロな磁気揺らぎが存在 — ミュオンで3つの温度領域を発見 — (4月27日)

KEK、JAEA、J-PARCセンター、筑波大学らの研究グループは、層状化合物であるセレン化クロム銀($AgCrSe_2$)の常磁性相をミュオンスピン緩和(μ SR)測定で調べました。その結果、短距離スピン相関の存在を確定させ、広い温度範囲での温度依存性を初めて明らかにし、その常磁性相が3つの温度領域に分けられることを発見しました。

常磁性相では通常スピが無秩序な方向を向いていると考えられますが、 $AgCrSe_2$ の常磁性相では無秩序ではない可能性が中性子準弾性散乱の先行研究で示唆されていました。しかし、その起源は十分に理解されておらず、測定された温



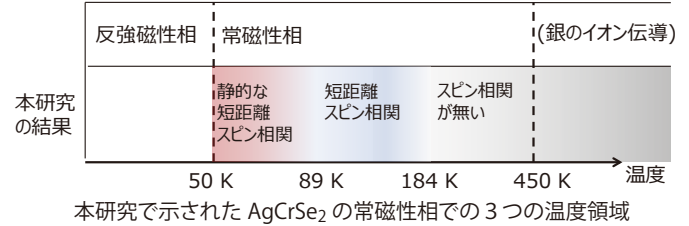
度点も限られていました。

本研究ではJ-PARCのMLFでμSR実験を行い、AgCrSe₂の常磁性相の広い温度範囲でμSRスペクトルを得ました。その結果、温度を下げていくと、ガウス関数状から指数関数状に変化する温度は184 Kで、初期アシンメトリーが急激に減少を始める温度は約89 Kとわかりました。また、クロムスピンの互いに影響し合う短距離スピン相関は約184 K以下で発達する一方、この温度以上では発達していないこと、約89 K以下の温度では動的な磁気揺らぎが変化し、静的な短距離スピン相関として発達していることがわかり、常磁性相を3つの温度領域に区別することができました。

J-PARCで中性子実験と相補的に行われるμSR測定は、今後もスピン相関の研究に威力を発揮すると期待できます。短距離スピン相関の理解が進むことで、将来、高温での使用に適したデバイス開発のきっかけになるかもしれません。

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/2023/04/27001146.html>



(3) 量子電磁力学をエキゾチック原子で検証

—ミュオン特性 X 線エネルギーの精密測定に成功— (5月10日)

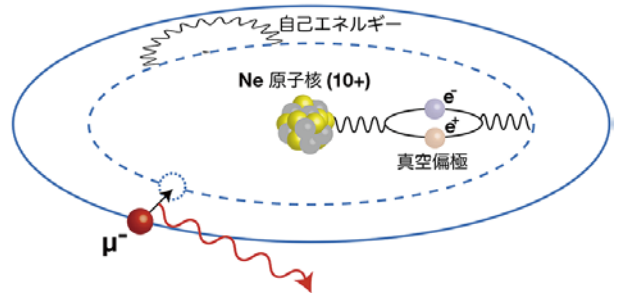
理化学研究所、JAEA、東京都立大学、立教大学、カスラー・ブロッセル研究所、東京大学カブリ数物連携宇宙研究機構、KEK、J-PARCセンター、中部大学からなるグループは、最先端のX線検出器である超伝導転移端マイクロカロリメータ (TES) を用いて、負ミュオンと原子核からなる「ミュオン原子」から放出される「ミュオン特性 X 線」のエネルギースペクトルを精密に測定し、強電場量子電磁力学をエキゾチック原子で検証するための原理検証実験に成功しました。

物理法則の中でも最も精密に検証されている理論が「量子電磁力学 (QED)」です。本研究では QED の効果が顕著に現れる強電場下における QED を検証するため、電子の代わりに負の電荷を持つ重い荷電粒子が原子核に束縛された「エキゾチック原子」に着目しました。その中でも負ミュオンが束縛されたミュオン原子を用いて「ミュオン特性 X 線」のエネルギーを精密に計測することで多価重イオンを超える強電場下での QED の検証が実現できます。そこで、J-PARC において可能な限りミュオン原子の生成量を増やすとともに、測定するミュオン特性 X 線のエネルギー分解能を従来より1桁高くするため、TESを導入して実験を行いました。その結果、ミュオンネオン原子から放出されるミュオン特性 X 線のエネルギーを精密測定し、ミュオン原子を用いた強電場 QED 検証実験の原理を実証しました。

本研究が確立したミュオン特性 X 線エネルギーの精密計測定法を元素分析法に応用することで、これまで困難であった同位体分析に加え、元素の化学状態分析など、新たな研究分野の開拓につながるが見込まれます。

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/2023/05/10001151.html>



ミュオン原子と量子電磁力学 (QED) 効果を示す概念図

4. J-PARCハローサイエンス「中性子が明かす物質のミクロな“動き”」(4月26日)

今回のハローサイエンスは、中性子利用セクションの河村聖子氏が講師を務めました。河村氏は、中性子非弾性散乱という手法や実験装置「アマテラス」を用いて実験、研究をしています。アマテラスでは、中性子が物質に打ち込まれて散乱される時、どのようにそのエネルギーが変化しどの方向に飛んで行くかを観測することによって、原子・分子などの運動の様子を調べることができます。今回は同装置で得られた3つの研究成果を紹介しました。

1. 新しい冷却技術の開発 現在はエアコンのような、気体を使用した蒸気圧縮方式が主流ですが、環境への負荷が懸念されています。これに代わる新技術として「柔粘性結晶」という固体に圧力をかけると、高い冷却効果が得られるというメカニズムを原子レベルで解明しました。
2. 新素材のタイヤの開発 アマテラスとSPring-8やスーパーコンピュータ「京」との連携により、タイヤのゴムの分子の動きが解明され、燃費の向上と安全性を兼ね備えた新たなタイヤ素材の開発技術を確認しました。
3. ハイブリッド材料の発見 原子の振動の様子を調べることで、結晶でありながらガラスのように熱の伝わりにくい物質が見つかりました。将来の宇宙産業等への応用が期待されています。



講師の河村聖子氏

5. 加速器運転計画

6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。

6月	日	月	火	水	木	金	土
					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	

RUN # 90 : 2022 年 10/31 ~ 2023 年 6/29

■ 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)