

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)2月25日発行

〒319-1195 茨城県東海村大字白方2-4

TEL : 029-284-4578

1. J-PARC プレス勉強会を開催(2月8日)

「超低速ミュオンの夢が花開くとき～二刀流をめざすミュオン新ビームライン始動～」

今年1月に、素粒子の標準理論を超える物理の探索や、生きた細胞まるごと1個の機能を観察するための二刀流の新兵器「超低速ミュオン」を応用する新ビームラインが物質・生命科学実験施設(MLF)に完成しました。その超低速ミュオンを利用して繰り広げられるサイエンスと技術について、プレス向けに解説し、質疑応答を行う場を設けました。メディアからは14社18名の方々がオンラインで参加されました。

ミュオンは電子の約200倍の質量を持つ素粒子で、ピラミッドや火山、文化財などの内部を非破壊で観察することができます。KEKでは加速器技術を駆使し、光速に近いミュオンを1万分の1にまで減速した超低速ミュオンの開発を進めてきました。超低速ミュオンの向きや速度を揃えて光速の80%まで再加速することにより、新しい物理法則の兆候を探るg-2/EDM実験やミュオニウム精密分光実験、電子顕微鏡より内部を調べられるミュオン顕微鏡による観察ができるようになります。今回MLFにS2エリア、H1エリアが新たに稼働したことで、超低速ミュオンを多角的に利用した研究が本格的に始動しました。



左から、山崎高幸氏、河村成肇氏、三部勉氏、下村浩一郎氏、永谷幸則氏。窓から実験ホールが見える、MLFの第一会議室から配信された。

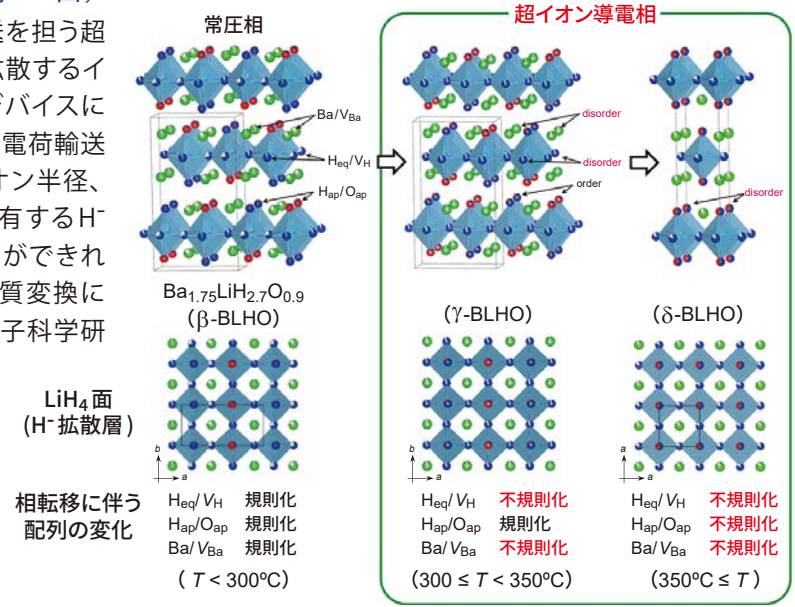
詳しくはJ-PARCホームページをご覧ください。
<https://j-parc.jp/c/press-release/2022/02/01000796.html>

2. プレス発表

(1) ヒドリド超イオン導電体の発見(1月14日)

負の電荷をもつ水素イオン「ヒドリド(H⁻)」が電荷輸送を担う超イオン導電体を初めて創出しました。固体内を水素が拡散するイオン導電体は、燃料電池を始めとした水素エネルギーデバイスに利用されています。一般的には正電荷のプロトン(H⁺)が電荷輸送を担うことが知られています。一方で、一価、適度なイオン半径、大きな分極率といった高速イオン導電に適した特徴を有するH⁻のイオン導電現象を、電気化学デバイスに应用することができれば、蓄電においては高エネルギー密度化が、発電や物質変換においては高い反応性をもたらすことが期待できます。分子科学研究所の小林玄器准教授らは、J-PARCの中性子回折装置「SPICA」と「NOVA」で実施した測定などから、超イオン導電体BLHOにおいて、H⁻のイオンの導電率が1,000倍程度上昇する結晶構造の変化(相転移挙動)を明らかにしました。H⁻導電体の研究の電気化学デバイス開発への新たな展開が期待されます。

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/2022/01/14000784.html>



超イオン導電体BLHO (Ba_{1.75}LiH_{2.7}O_{0.9})の結晶構造と相転移挙動。

(2) 次世代太陽電池材料が高効率性を発揮するメカニズムを解明

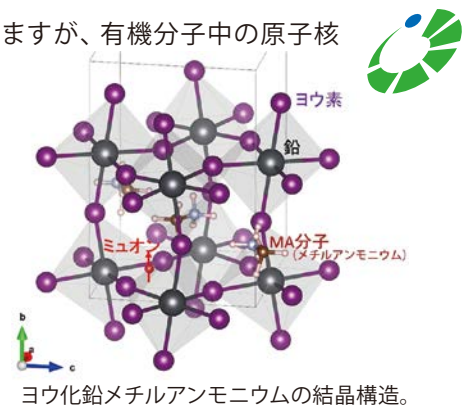
— ミュオンによる観測・評価法を活用、より高効率で低コストの材料開発へ期待 — (1月21日)

持続可能・再生可能なエネルギー源として注目が集まる太陽電池の次世代材料として有望視される有機無機ハイブリッドペロブスカイト系化合物は、ペロブスカイト格子の中に低対称な形状の有機分子を閉じ込めた構造を有します。太陽光から電気を生み出す効率が高く、その理由は、結晶中で電気エネルギーを運ぶ電荷キャリアが長寿命であると考えられていますが、メカニズムは分かっていませんでした。

J-PARCセンターの幸田氏、門野氏(KEK)らは、その典型物質であるヨウ化鉛メチルアンモニウムについて、J-PARCの汎用μSR実験装置「ARTEMIS」を用いてミュオンスピン回転(μSR)法による測定を行い、有機分子の回転運動とキャリア寿命との

関係を調べました。ミュオンは、生成時にはスピン(磁石の性質)の向きがそろっていますが、有機分子中の原子核由来の磁場の変化を感じてその向きがバラバラになっていきます(緩和という)。温度が上がると有機分子は熱励起により回転運動が速くなり、磁場の変化が平均化され、ミュオンスピンは緩和できなくなります。測定の結果から、温度が低く、有機分子の回転速度が、ミュオンスピンが緩和できる程度の適度な速さのときには、電気双極子を持つ有機分子は電荷キャリアに追従して動き、電荷キャリアが正孔と再結合して消滅するのを遮蔽するので、その結果、キャリア寿命が延びるというメカニズムが示されました。本成果が、より高効率で安価な太陽電池材料の

開発につながると期待されます。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/2022/01/21000787.html>



3. 加速器運転計画

3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	3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	31			

RUN # 89: 1/11 ~ 7/6

■ 保守

■ 物質・生命科学実験施設(MLF)調整・利用運転 (■ 半日運転)

4. お知らせ

(1)「第16回東海フォーラム」2月28日～動画公開

核燃料サイクル工学研究所ホームページからご覧ください。<https://www.jaea.go.jp/04/ztokai/forum/index.html>



(2)「文部科学省 情報ひろば」にて企画展示「素粒子は語る ～第2世代粒子で解明する素粒子・原子核のナゾ～」を開催(2月16日～3月22日、東京・霞が関)

詳しくはJ-PARCホームページからご覧ください。<https://j-parc.jp/c/topics/2022/02/16000832.html>



(3)第2回J-PARCオンライン講演会「素粒子クォークが作り上げた宇宙の多彩な物質ーその解明に挑むJ-PARCー」(3月25日午後1時30分～3時、YouTubeライブ配信予定)

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

5. J-PARCハローサイエンス「続・ニュートリノをたくさん作って調べる」(1月28日)

講師は素粒子原子核ディビジョンの中平武氏で、オンラインのみの開催になりました。J-PARCでは30GeVまで加速された 3×10^{14} もの陽子を黒鉛の標的に当て、 π 中間子を発生させます。 π 中間子はミュオンと μ ニュートリノに崩壊し、発生した μ ニュートリノは300km離れたスーパーカミオカンデに向けて地中を進みます。その間にニュートリノ振動により、一部の μ ニュートリノが電子ニュートリノに変化するのですが、その変化の確率がニュートリノの場合と反ニュートリノの場合で異なります。これがCP対称性の破れになります。

さらにJ-PARCではMRとニュートリノの出力を増強し、前置検出器も改良中です。T2K実験は2026年度までに電子ニュートリノと反電子ニュートリノの出現を約200事象程度検出することを目指しています。その後、建設中のハイパーカミオカンデを用いた新しい実験では、2027年度から10年間にこの事象をそれぞれ約3,000程度観測することを計画しています。



講師の中平氏

6. 「J-PARCさんぽ道」⑳ーニュートリノ電磁ホーンの交換ー

ニュートリノ施設の出力増強に伴う改良の一環として、ターゲットステーションに設置されている電磁ホーンを交換することになりました。電磁ホーンは π 中間子を収束させるもので、楽器のホルンに似た形からこの呼び名がつけました。

まず30トン以上にもなる遮蔽体をクレーンで吊り上げます。ターゲットステーションには設置された40台ものカメラが一斉に作動し、操作室のモニターに映し出されます。狭い操作室では常に5人以上の担当者がいますが、実際のクレーン操作はひとりで行い、ほかの作業員はそれぞれ持ち場の現状をモニターで確認します。ガイドセルからの取出し、設置時は毎秒5mmの超低速で慎重にクレーンを動かします。モニターを最大限に拡大してやっと分かるくらいの動きを続けて数十分、クレーンで吊るされた支持モジュールの下に、第一電磁ホーンが顔を出しました。

電磁ホーンは数多くあるJ-PARCの機器の中でも最も優雅とされています。設置されてから既に8年、大量の π 中間子を収束させ、自らは放射化もしている電磁ホーンですが、天井の水銀灯を瑞々しく反射させ、滑らかで張りのある姿を現しています。

新しい第一電磁ホーンは既にターゲットステーションに置かれており、まもなく設置される予定です。メインリングの出力増強とそれに耐える電磁ホーンの交換等により、スーパーカミオカンデまで到達できるニュートリノの数は、今までの2～3倍に増加することが期待されます。



ターゲットステーション操作室からのクレーン運転



顔を覗かせた第一電磁ホーン(モニター画面より)