

令和 4 年 4 月 25 日現在

機関番号：82121

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18H01863

研究課題名(和文) スピンプローブを利用した電気化学界面でのイオン濃度・拡散の解明と理想界面の創成

研究課題名(英文) Electrochemical interface probed with spin polarized beam

研究代表者

杉山 純 (Sugiyama, Jun)

一般財団法人総合科学研究機構(総合科学研究センター(総合科学研究室)及び中性子科学センター(研究開発・中性子科学センター・特任研究員)

研究者番号：40374087

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,100,000円

研究成果の概要(和文)：多くの電池材料内でのLiイオンの動きやすさを示す「拡散係数」を評価できるのは、ミュオン素粒子を利用したミュオンスピン回転緩和(μ SR)法である。本研究課題では、全固体電池の固体電解質と電極の界面に形成が予想される「空間電荷層」を μ SRで検出することを試みた。その結果、空間電荷層は仮に存在しても、その厚さはミュオンビームの深さ方向分解能以下、具体的には10nm以下だった。 μ SRによる拡散係数測定の際の高温でのミュオン自身の拡散の有無を、負のミュオン素粒子を用いて検証した。オリビン構造とスピネル構造の正極材料については、400K付近までは μ SR測定の際の拡散種はLiイオンだった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ミュオン素粒子を使って、固体電池の電極と電解質の境界領域を調べた。境界付近に存在が予想される異常層は検出されなかった。仮に異常層が存在してもその厚さは極めて薄い(10 nm以下)と考えられる。これは全固体電池の界面を従来の電気化学的測定で観察する、あるいは電子状態計算で界面層厚さを予測する際に、初めて与えられた定量的な上限値である。これを基に、解析と計算予測がさらに進展し、良好な全固体電池の実現につながると期待される。

研究成果の概要(英文)：The content and dynamics of Li ions at the interface between an electrode and electrolyte in a multi-layer film sample was studied with a positive muon spin rotation and relaxation (μ +SR) technique. A space charge layer (SCL), where the Li content is seriously reduced, was not detected, meaning that the thickness of SCL ranges below 10 nm, based on the depth profile of the positive muon beam.

Concerning the diffusing species for the μ +SR experiment, it is confirmed that Li is diffusing in an olivine-type and a spinel-type cathode materials by μ SR with negative muons.

研究分野：固体化学

キーワード：ミュオンスピン回転緩和 イオン拡散 界面 空間電荷層

1. 研究開始当初の背景

安全性や小型・軽量化を目指して、電池の全固体化への研究が進んでいる。しかし全固体電池は、しばしば機能しないことが知られている。特に電極と電解質の化学ポテンシャルの相違により、電解質の界面近傍に自発的に形成される Li 欠乏層（空間電荷層）が、大きな抵抗要因となると計算予測され（図 1）[1]、実験的にも空間電荷層の存在を間接的に示唆する結果が報告されている[2,3]。しかし、空間電荷層は隠れた界面に形成されるので、直接観測した例は無く、存在の有無や、仮に存在した場合の「層の厚さ」や「層内のイオン運動」に関する根源的な問いがある。すなわち、空間電荷層形成の決定要因とその性質は現状では未だ解明されていない。

研究代表者は、固体内のイオン分布や運動が「電池や触媒等の電気化学反応を基礎とする素子の動作を司る基本要因」であることに注目し、イオン濃度とイオンの動き易さの指標である拡散係数(D)の測定に重きを置いてきた。ここで D には濃度勾配による流れを記述する化学拡散係数(D^C)と、イオンの熱揺らぎに起因する往復ジャンプを記述する自己拡散係数(D^J)がある。両者は熱力学定数Θを用いて[4-5]；

$$D^C = \Theta D^J$$

の関係にある。Θは測定対象材料の電極と Li 金属からなる半電池の充放電曲線から一義に求まる。つまり、固体内のイオンの挙動を理解するためには、D^CかD^Jのどちらかを一方を求めれば良い。電池材料研究で主に用いられる電気化学的手法はD^Cを、核磁気共鳴(NMR)[6]・中性子準弾性散乱(QENS)[7]・正ミュオンスピン回転緩和(μ⁺SR)[8]はD^Jを与える。ここでμ⁺SRはスピン偏極した正電荷を有するミュオン素粒子を利用する手法で、研究代表者が2009年に電池材料のD^J測定に利用できることを初めて見出した[8]。

電気化学的手法では、半電池に濃度勾配を与えた際の、電圧あるいは電流の時間変化からD^Cを求める。しかしフィックの法則から導かれるコットレルの式から明らかのように、電気化学的手法で求まるのはD^CではなくD^C×A²である[9]。ここでAは電気化学反応に関与する面積である。しかし電解液中の多孔性電極のAを求める手法はないので、電極の幾何学面積A_gでAを代用する。その結果、得られるのは「見かけの拡散係数、D^{C,app}=D^C(A/A_g)²」である。通常はA>>A_gで、かつAは充放電深度(SOC)に依存して変化する[10]。すなわち、D^{C,app}はもはや材料固有の量ではないので、異種材料間でのイオン運動の比較には使えない。あるいは同一材料であっても、SOCが異なる状態間での比較にも使えない「無意味なパラメータ」である。このような無意味なパラメータが、電気化学の専門誌中の多くの論文に平然と掲載されている現状は憂慮されるべきである。

一方NMRとμ⁺SRは揺動するイオンによる核磁場の揺らぎを、QENSは揺動するイオンと中性子の運動エネルギーの交換を測定するので、結果として物質固有のD^Jを与える。特にμ⁺SRではμ⁺のスピンの完全偏極しているため、零磁場中でも揺動する内部磁場を捉える。この特長により、正極材料のように常磁性元素を含む物質中でのイオン拡散を検出できる。一方、高磁場下での測定が必須のNMRでは、常磁性元素のスピンの影響でD^Jを抽出できない[6]。またμ⁺SRの時間窓はQENSより遅い領域に開いているので、室温近傍での遅いイオン拡散も測定できる(図1)。さらにμ⁺の入射エネルギーを調整することにより、深さ分解測定も可能である。

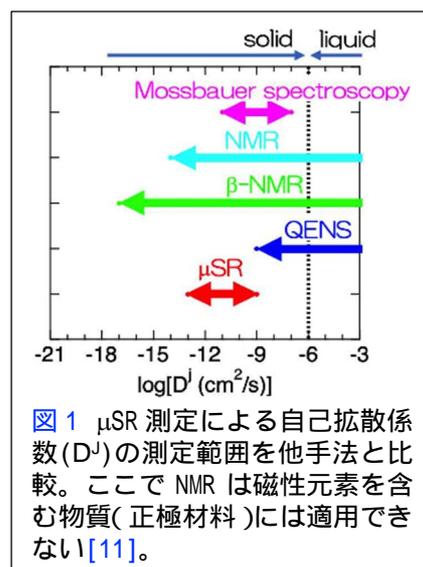


図1 μ⁺SR測定による自己拡散係数(D^J)の測定範囲を他手法と比較。ここでNMRは磁性元素を含む物質(正極材料)には適用できない[11]。

2. 研究の目的

2-1.このような特徴を有するμ⁺SRにより、多層薄膜電池の電極と電解質の界面に存在すると予想される「空間電荷層」の検出を試みる。この目的には、薄膜測定に特化したスイスPSIの低速ミュオン(LEM)を利用する。さらに相補的な手法として、カナダTRIUMFの⁸Liを用いるβ-NMRを併用する。β-NMRはスピン偏極したβ崩壊する核種(この場合は⁸Li)を試料に打ち込み、スピン緩和の観測から揺動する内部磁場を捉える手法で、μ⁺SRも広義のβ-NMRである。

2-2. μ⁺SRは優れた内部磁場検出法だが、どんな物質中でも高温ではμ⁺自身が拡散する。拡散するμ⁺から見るLi⁺の拡散は正確な値とはならない。そこでD^Jを測定する際に、μ⁺自身が拡散していないことを確認する必要がある。この目的のために負電荷を有するミュオン(μ⁻)を利用するμ⁻

SR 法についても検討する。物質中に打ち込まれた μ^- は原子核に捕獲されて、ミュオン原子を形成する。各元素への捕獲率は原子番号に概ね比例する。Li 電池材料中では、大部分の μ^- は Li 以外の原子核に捕獲される。このため、固定した視点、つまり格子内の原子位置から内部磁場を捉えることができる。

2-3. ポスト Li 電池として、Na 電池や K 電池も研究されている。これらの電池材料中の D⁺ についても μ^+ SR と μ^- SR により明らかにする。さらに充放電状態を変えながら D⁺ を測定するオペランド μ^+ SR についても検討する。

3. 研究の方法

3-1. 以下の 2 種類の多層膜試料を東工大の一杉研究室の西尾助教が製作した。ここで最表面の Cu 層は大気中での Li₃PO₄ 層の分解等を防ぐための、所謂キャップ層である。

- ・ Cu(10 nm)/Li₃PO₄(50 nm)/LiCoO₂(100 nm)/Al₂O₃ 基板、
- ・ Cu(10 nm)/Li₃PO₄(75 nm)/LiCoO₂(100 nm)/Al₂O₃ 基板、

この多層膜試料を銀メッキした Ni 板上に、銀ペーストで固定した(図 2)。

スイス PSI の低エネルギーミュオン(LEM)チャンネルで μ^+ SR スペクトルを測定した。測定温度範囲は 150-350 K、入射エネルギーは 3-20 keV だった。同様の試料を用いて、カナダ TRIUMF にて ⁸Li を用いる β -NMR も測定した。

3-2. 物質中に打ち込まれた μ^- が原子核に捕獲される際に、スピン偏極は 1/6 程度まで減少する。このため、 μ^- SR で μ^+ SR と同程度の精度の結果を得るためには、36 倍の統計が必要である。これを限られたビームタイム内で達成するために、「 μ^- ビームの運動量を上げる(μ^- 数は運動量と共に増加する)」、「ビーム径を最大にする(J-PARC の場合は 40 mm)」このように μ^- ビームを試料に止めるために、約 20 g の試料が必要となる。そこで試料には市販の MgH₂ と LiMnPO₄ 粉末等を用いた。測定には J-PARC の D1 チャンネルと英国 ISIS の ARGUS チャンネルを用いた。

3-3. Na 電池と K 電池の材料については、固相反応法あるいは電気化学的手法により合成した粉末試料を用いた。粉末試料約 2 g をチタン製のセルに金の O リングを用いて密閉した。窓材は 0.05 mm 厚のチタン箔である。測定には J-PARC の S1 チャンネルと英国 ISIS の EMU チャンネルを用いた。

4. 研究成果

4-1. 多層膜試料の Li₃PO₄ と LiCoO₂ の界面での Li 濃度の変化を調べるために、 μ^+ の入射エネルギーを変えて、横磁場 μ^+ SR スペクトルを測定した。横磁場は入射 μ^+ と垂直な磁場を意味し、横磁場 μ^+ SR スペクトルの緩和率(λ_{TF})はスピン-スピン緩和率($1/T_2$)、つまり Li⁺量に概ね対応する。ここで、横磁場 μ^+ SR スペクトルを余弦振動($\cos(\omega t + \phi)$)と指数緩和($\exp(-\lambda_{TF}t)$)の積でフィットした。

図 3 は Cu(10 nm)/Li₃PO₄(50 nm)/LiCoO₂(100 nm)中の μ^+ の停止分布の予測と、LEM の横磁場 μ^+ SR で得られた λ_{TF} と μ^+ の入射エネルギー(E_{imp})の関係を示す。停止分布はモンテカルロ法に基づく 2 つの計算コード、SRIM と TRIMSP により得られた。ミュオンのような軽粒子に対しては、TRIMSP の方が適していると言われているが、今回の結果に対しては SRIM の方が適合しているように見える。

LEM の横磁場 μ^+ SR によると、界面近傍での Li 分布異常、つまり空間電荷層に対応する λ_{TF} の急峻な変化は、測定精度内では観測されなかった。実際、 λ_{TF} の E_{imp} 依存性は、空間電荷層を考慮しない TRIM の予測と良く合致している。ほぼ同様の結果が 2 番目の試料: Cu(10 nm)/Li₃PO₄(75 nm)/LiCoO₂(100 nm)/Al₂O₃基板でも得られた。また β -NMR でも空間電荷層の形成に

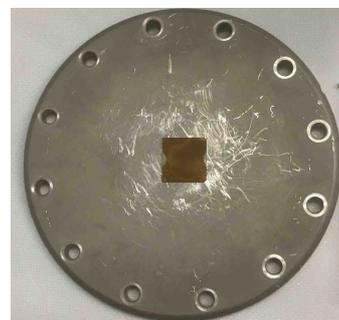


図 2 Ni メッキした Ag 板状に貼りつけた多層膜試料(基板の大きさは 10mm x 10mm)

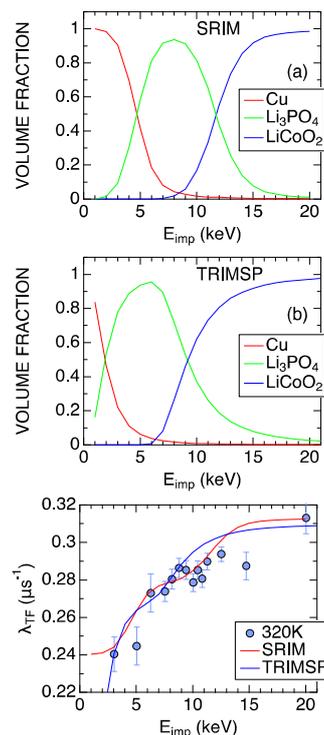


図 3 Ni Cu(10 nm)/Li₃PO₄(50 nm)/LiCoO₂(100 nm)試料中で入射エネルギー(E_{imp})を変えた際の μ^+ の停止分布の計算予測:(a)は SRIM、(b)は TRIMSP による。(c)は横磁場緩和率(λ_{TF})の入射エネルギー依存性と(a)(b)の停止分布に基づく計算予測。

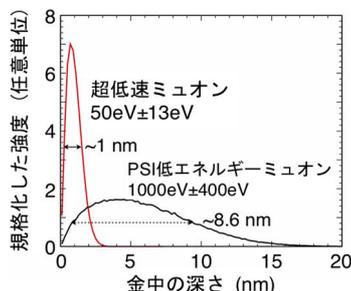


図 4 PSI の LEM ミュオンの停止分布。ランダムな衝突過程により停止幅が広がる。

また β -NMR でも空間電荷層の形成に

伴う異常は観測されなかった[12]。

この原因としては、

1) 空間電荷層が存在しない。

2) 空間電荷層の厚さが LEM- μ^+ SR の深さ分解能以下である。

の2点が考えられる。2)については、図4に示すように LEM の μ^+ の停止分布幅は最表面でも約 9 nm である。これは低速化する前の μ^+ ビームの運動量分布が広いことと、 μ^+ と試料構成元素とのランダム衝突による停止位置の広がりによる。空間電荷層の厚さが 9 nm 以下の場合には、LEMでの検出が困難である。停止分布幅の狭い超低速ミュオンの供用を待ち(2022年4月現在、ビーム調整中)さらに電解質と電極の界面をできるだけ表面に近づけた多層膜を用いて、再度測定する予定である。

4-2. μ^+ SR で見る拡散種の決定のために、 μ^- SR による核磁場観測の可能性を検証した。最初の試料として、水素貯蔵材料として研究されてきた MgH_2 を選択した。これは μ^- が主に捕獲される Mg 核が核磁気モーメントを有しない($I=0$ の ^{24}Mg の存在比が 79%、 $I=0$ の ^{26}Mg の存在比が 11%) ことと、ミュオン Mg の寿命が適度に長いことによる。

図5に室温で測定した MgH_2 の μ^- SR スペクトルを示す。縦磁場(LF)による緩和の抑制、つまりデカップリングが観測され、その挙動は核磁場緩和を表す久保-鳥谷部式でフィットされた。核磁場分布幅は、Mg 位置での計算予測値とほぼ一致した[13]。Physical Review Letters 誌にて公表された本結果は、Editors' Suggestion と Featured in Physics に選定された。

μ^- SR での核磁場検出を確認後に、高電圧用の Li イオン電池正極として研究されている $LiMnPO_4$ の拡散挙動を、 μ^- SR と μ^+ SR の両方で測定した。すなわち、図6に示すように、 μ^- SR で Li 拡散を確認し、 μ^+ SR で D_{Li}^+ の詳細な温度依存性を決定した[14]。

μ^- SR については、基礎を固めながら広範囲に研究を進めるため、科研費挑戦的萌芽に応募し採択された(JP20K21149)。また現状の μ^- SR 結果をまとめて、教科書の「 μ^- SR」部分を執筆した[15]。

4-3. Na イオン電池材料の負極材料として有望なハードカーボン中の Na 拡散を μ^+ SR で調べた。測定には電気化学的に Na^+ を充電した試料を用いた。図7に示すように、従来不明だった Na イオンの自己拡散係数(D_{Na}^+)を決定した[16]。同様に正極材料である $Na_{0.5}Mg_xNi_{0.17-x}Mn_{0.83}O_2$ についても、 D_{Na}^+ を電気化学測定で、 D_{Na}^+ を μ^+ SR で決定し、その相関を調べた[17]。

K イオン電池についても、負極材料としては C_8K (黒鉛に K がインターカレートした化合物)[18]、正極材料としては $K_2Ni_2TeO_6$ 中の K 拡散挙動を μ^+ SR で調べた[19]。

光照射で絶縁体-金属転移を起こす YOH_x 薄膜については、その金属化機構が不明だった。そこで、膜中の水素ダイナミクスを TRIUMF の β -NMR で調べた。光照射膜中でのみ水素の拡散挙動が観測され、ヒドリド状態の水素の価数変化が金属化に関与していることが示唆された[20]。

オペランド μ^+ SR 測定の基礎として、水素貯蔵材料 MgH_2 からの水素脱離過程を、温度を変えながら μ^+ SR で観測した。固体内の水素拡散が脱離速度の決定に重要な役割を果たすことが分かった[21]。

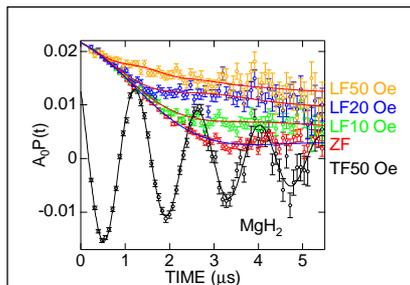


図5 MgH_2 の横磁場 (TF)、零磁場 (ZF)、縦磁場 (LF) μ^- SR スペクトル[13]。ZF と LF スペクトルの実線は Mg 位置での核磁場による久保-鳥谷部式のフィット結果。LF は入射 μ^- スピンと平行な磁場を意味する。

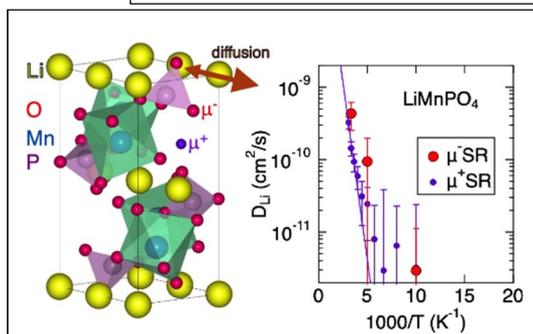


図6 $LiMnPO_4$ の結晶構造中の μ^+ と μ^- の位置と、 μ^\pm SR で求めた Li の拡散係数 (D_{Li}^\pm) と絶対温度の逆数の関係[14]。 μ^- SR で Li の拡散が証明され、 μ^+ SR で D_{Li}^+ の詳細な温度依存性を求めた。

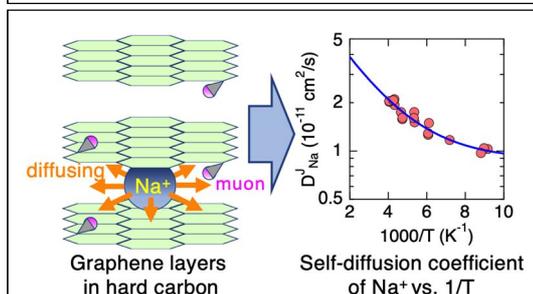


図7 μ^+ SR で求めた Na がインターカレートしたハードカーボン負極中の Na の拡散係数 (D_{Na}^+) と絶対温度の逆数の関係[16]。

参考文献

- [1] J. Haruyama, K. Sodeyama, L. Han, K. Takada, and Y. Tateyama, *Chemistry of Materials* **26**, 4248 (2014).
- [2] N. Ohta, K. Takada, L. Zhang, R. Ma, M. Osada, and T. Sasaki, *Advanced Materials*, **18**, 2266 (2006).

- [3] K. Yamamoto, Y. Iriyama, T. Asaka, T. Hirayama, H. Fujita, C. A. J. Fisher, K. Nonaka, Y. Sugita, and Z. Ogumi, *Angewandte Chemie International Edition* **49**, 4414 (2010).
- [4] A. V. der Ven and G. Ceder, *Electrochemical Solid-State Letters* **3**, 301-304 (2000).
- [5] R. Gomer, *Reports on Progress in Physics* **53**, 917-1002 (1990).
- [6] C. V. Chandran and P. Heitjans, in "Annual Reports on NMR Spectroscopy" (Academic, 2016) Vol. **89**, pp 1-102.
- [7] R. Hempelmann, "Quasielastic Neutron Scattering and Solid State Diffusion" (Clarendon, 2000).
- [8] J. Sugiyama, K. Mukai, Y. Ikedo, H. Nozaki, M. Mansson, and I. Watanabe, *Physical Review Letters* **103**, 147601 (2009); 杉山 純, *固体物理* **44**, 865-875 (2009).
- [9] A. J. Bard and L. R. Faulkner, in "Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications, 2nd Edition" (Wiley 2001).
- [10] J. Sugiyama, K. Mukai, M. Harada, H. Nozaki, K. Miwa, T. Shiotsuki, Y. Shindo, S. R. Giblin, and J. S. Lord, *Physical Chemistry Chemical Physics* **15**, 10402-10412 (2013).
- [11] J. Sugiyama, "(Invited talk) Ion diffusion in solids studied with muons, neutrons, and μ -NMR", *Materials Research Meeting 2021 (MRM2021)*, Yokohama, Japan, December 13-17, 2021.
- [12] J. Sugiyama et al., *muSR2022 で発表予定*
- [13] J. Sugiyama, I. Umegaki, H. Nozaki, W. Higemoto, K. Hamada, S. Takeshita, A. Koda, K. Shimomura, K. Ninomiya, and M. K. Kubo, *Physical Review Letters* **121**, 087202 (2018). [Editors' Suggestion & Featured in Physics, Press Release] : 杉山 純, *固体物理* **54**, 393-400 (2019).
- [14] J. Sugiyama, O. K. Forslund, E. Nocerino, N. Matsubara, K. Papadopoulos, Y. Sassa, S. P. Cottrell, A. Hillier, K. Ishida, M. Mansson, and J. H. Brewer, *Physical Review Research* **2**, 033161-1-6 (2020). [Press Release] : 杉山 純, *波紋* **31**, 107-112 (2021).
- [15] J. Sugiyama, " μ SR spectroscopy" in "*Muon spectroscopy An Introduction*" edited by S. J. Blundell, R. De Renzi, T. Lancaster, and F. L. Pratt (Oxford University Press, Oxford, 2021), pp. 323-328.
- [16] K. Ohishi, D. Igarashi, R. Tatara, S. Nishimura, A. Koda, S. Komaba, and J. Sugiyama, *ACS Physical Chemistry Au*, **2**, 98-107 (2022). [Press Release]
- [17] L. A. Ma, R. Palm, E. Nocerino, O. K. Forslund, N. Matsubara, S. Cottrell, K. Yokoyama, A. Koda, J. Sugiyama, Y. Sassa, M. Mansson, and R. Younesi, *Physical Chemistry Chemical Physics* **23**, 24478-24486 (2021).
- [18] K. Ohishi and J. Sugiyama, unpublished work obtained in J-PARC (2022).
- [19] N. Matsubara, E. Nocerino, O. K. Forslund, A. Zubayer, K. Papadopoulos, D. Andreica, J. Sugiyama, R. Palm, Z. Guguchia, S. Cottrell, T. Saito, A. Kalaboukhov, Y. Sassa, T. Masese, and M. Mansson, *Scientific Reports* **10**, 18305-1-13 (2020).
- [20] Y. Komatsu, R. Shimizu, R. Sato, K. Nishio, M. Wilde, T. Katase, D. Matsumura, H. Saitoh, M. Miyauchi, J. R. Adelman, A. Chatzichristos, S. R. Dunsiger, E. Thoeng, R. M. L. McFadden, M. Dehn, V. L. Karner, D. Fujimoto, J. O. Ticknor, M. Stachura, D. L. Cortie, G. D. Morris, W. A. MacFarlane, J. Sugiyama, K. Fukutani, S. Tsuneyuki, and T. Hitosugi, *Chemistry of Materials* (2022). Online 出版 doi: 10.1021/acs.chemmater.1c03450 [Press Release]
- [21] J. Sugiyama, I. Umegaki, M. Matsumoto, K. Miwa, H. Nozaki, Y. Higuchi, T. Noritake, O. K. Forslund, M. Mansson, S. P. Cottrell, A. Koda, E. J. Ansaldo, and J. H. Brewer, *Sustainable Energy & Fuels* **3**, 956-964 (2019). [Highlight Work on the Back Cover, Press Release]

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計26件（うち査読付論文 25件 / うち国際共著 20件 / うちオープンアクセス 19件）

1. 著者名 Y. Komatsu, R. Shimizu, R. Sato, M. Wilde, K. Nishio, T. Katase, D. Matsumura, H. Saitoh, M. Miyauchi, J. Adelman, R. McFadden, D. Fujimoto, J. Ticknor, M. Stachura, I. McKenzie, G. D. Morris, W. A. Macfarlane, J. Sugiyama, K. Fukutani, S. Tsuneyuki, and T. Hitosugi	4. 巻 -
2. 論文標題 Repeatable Photoinduced Insulator-to-Metal Transition in Yttrium Oxide Epitaxial Thin Films	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Chemistry of Materials	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.chemmater.1c03450	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Ohishi Kazuki, Igarashi Daisuke, Tataro Ryoichi, Nishimura Shoichiro, Koda Akihiro, Komaba Shinichi, Sugiyama Jun	4. 巻 2
2. 論文標題 Na Diffusion in Hard Carbon Studied with Positive Muon Spin Rotation and Relaxation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ACS Physical Chemistry Au	6. 最初と最後の頁 98-107
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acspchemau.1c00036	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Sugiyama Jun, Ohishi Kazuki, Forslund Ola Kenji, M?nsson Martin, Cottrell Stephen P., Hillier Adrian D., Ishida Katsuhiko	4. 巻 -
2. 論文標題 How Li diffusion in spinel Li[Ni1/2Mn3/2]O4 is seen with $\mu \pm$ SR	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Zeitschrift fur Physikalische Chemie	6. 最初と最後の頁 1-18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1515/zpch-2021-3102	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Ma Le Anh, Palm Rasmus, Nocerino Elisabetta, Forslund Ola Kenji, Matsubara Nami, Cottrell Stephen, Yokoyama Koji, Koda Akihiro, Sugiyama Jun, Sassa Yasmine, M?nsson Martin, Younesi Reza	4. 巻 23
2. 論文標題 Na-ion mobility in P2-type Na0.5MgxNi0.17-xMn0.8302 (0<=x<=0.07) from electrochemical and muon spin relaxation studies	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Chemistry Chemical Physics	6. 最初と最後の頁 24478-24486
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D1CP03115E	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Forslund Ola Kenji, Andreica Daniel, Ohta Hiroto, Imai Masaki, Michioka Chishiro, Yoshimura Kazuyoshi, Mansson Martin, Sugiyama Jun	4. 巻 96
2. 論文標題 Co-existence of short- and long-range magnetic order in LaCo2P2	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physica Scripta	6. 最初と最後の頁 125864 ~ 125864
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1402-4896/ac3cf9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 杉山 純	4. 巻 31
2. 論文標題 正負のミュオンを使うミュオンスピン回転緩和測定	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 波紋	6. 最初と最後の頁 107-112
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Sugiyama Jun, Higemoto Wataru, Andreica Daniel, Forslund Ola Kenji, Nocerino Elisabetta, Mansson Martin, Sassa Yasmine, Gupta Ritu, Khasanov Rustem, Ohta Hiroto, Nakamura Hiroyuki	4. 巻 103
2. 論文標題 Pressure dependence of ferromagnetic phase boundary in BaVSe3 studied with high-pressure μ +SR	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 104418-1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.103.104418	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Urushihara Daisuke, Asaka Toru, Fukuda Koichiro, Nakayama Masanobu, Nakahira Yuki, Moriyoshi Chikako, Kuroiwa Yoshihiro, Forslund Ola K., Matsubara Nami, Mansson Martin, Papadopoulos Konstantinos, Sassa Yasmine, Ohishi Kazuki, Sugiyama Jun, Matsushita Yoshitaka, Sakurai Hiroya	4. 巻 60
2. 論文標題 Structural Transition with a Sharp Change in the Electrical Resistivity and Spin-Orbit Mott Insulating State in a Rhenium Oxide, Sr3Re2O9	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 507 ~ 514
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.inorgchem.0c02750	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Forslund Ola Kenji, Ohta Hiroto, Kamazawa Kazuya, Stubbs Scott L., Ofer Oren, Mansson Martin, Michioka Chishiro, Yoshimura Kazuyoshi, Hitti Bassam, Arseneau Donald, Morris Gerald D., Ansaldo Eduardo J., Brewer Jess H., Sugiyama Jun	4. 巻 102
2. 論文標題 Revisiting the A-type antiferromagnet NaNiO ₂ with muon spin rotation measurements and density functional theory calculations	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 184412-1-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.102.184412	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Matsubara N., Nocerino E., Kamazawa K., Forslund O. K., Sassa Y., Keller L., Sikolenko V. V., Pomjakushin V., Sakurai H., Sugiyama J., Mansson M.	4. 巻 2
2. 論文標題 Neutron powder diffraction study of NaMn ₂ O ₄ and Li _{0.92} Mn ₂ O ₄ : Insights on spin-charge-orbital ordering	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review Research	6. 最初と最後の頁 043143-1-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevResearch.2.043143	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Matsubara Nami, Nocerino Elisabetta, Forslund Ola Kenji, Zubayer Anton, Papadopoulos Konstantinos, Andreica Daniel, Sugiyama Jun, Palm Rasmus, Guguchia Zurab, Cottrell Stephen P., Kamiyama Takashi, Saito Takashi, Kalaboukhov Alexei, Sassa Yasmine, Masese Titus, Mansson Martin	4. 巻 10
2. 論文標題 Magnetism and ion diffusion in honeycomb layered oxide K ₂ Ni ₂ TeO ₆	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 18305-1-13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-75251-x	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Sugiyama Jun, Umegaki Izumi, Takeshita Soshi, Sakurai Hiroya, Nishimura Shoichiro, Forslund Ola Kenji, Nocerino Elisabetta, Matsubara Nami, Mansson Martin, Nakano Takehito, Yamauchi Ichihito, Ninomiya Kazuhiko, Kubo M. Kenya, Shimomura Koichiro	4. 巻 102
2. 論文標題 Nuclear magnetic field in Na _{0.7} CoO ₂ detected with μ -SR	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 144431-1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.102.144431	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Forslund Ola Kenji, Papadopoulos Konstantinos, Nocerino Elisabetta, Morris Gerald, Hitti Bassam, Arseneau Donald, Pomjakushin Vladimir, Matsubara Nami, Orain Jean-Christophe, Svedlindh Peter, Andreica Daniel, Jana Somnath, Sugiyama Jun, Mansson Martin, Sassa Yasmine	4. 巻 102
2. 論文標題 Intertwined magnetic sublattices in the double perovskite compound LaSrNiReO6	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 144409-1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.102.144409	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Sugiyama Jun, Forslund Ola Kenji, Nocerino Elisabetta, Matsubara Nami, Papadopoulos Konstantinos, Sassa Yasmine, Cottrell Stephen P., Hillier Adrian D., Ishida Katsuhiko, Mansson Martin, Brewer Jess H.	4. 巻 2
2. 論文標題 Lithium diffusion in LiMnPO4 detected with $\mu \pm$ SR	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review Research	6. 最初と最後の頁 033161-1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevResearch.2.033161	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Umegaki Izumi, Higuchi Yuki, Kondo Yasuhito, Ninomiya Kazuhiko, Takeshita Soshi, Tampo Motonobu, Nakano Hiroyuki, Oka Hideaki, Sugiyama Jun, Kubo Michael K., Miyake Yasuhiro	4. 巻 92
2. 論文標題 Nondestructive High-Sensitivity Detections of Metallic Lithium Deposited on a Battery Anode Using Muonic X-rays	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Analytical Chemistry	6. 最初と最後の頁 8194 ~ 8200
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.analchem.0c00370	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Sugiyama Jun, Andreica Daniel, Forslund Ola Kenji, Nocerino Elisabetta, Matsubara Nami, Sassa Yasmine, Guguchia Zurab, Khasanov Rustem, Pratt Francis L., Nakamura Hiroyuki, Mansson Martin	4. 巻 101
2. 論文標題 Magnetic phase boundary of BaVS3 clarified with high-pressure μ +SR	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review B	6. 最初と最後の頁 174403-1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevB.101.174403	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 J. O. Ticknor, I. Umegaki, R. M. L. McFadden, A. Chatzichristos, D. Fujimoto, V. L. Karner, R. F. Kiefl, S. Kobayashi, C. D. P. Levy, R. Li, G. D. Morris, M. R. Pearson, K.-Yoshimura, J. Sugiyama, and W. A. MacFarlane	4. 巻 10
2. 論文標題 Investigation of ionic and anomalous magnetic behavior in CrSe ₂ using ⁸ Li -NMR	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 RSC Advances	6. 最初と最後の頁 8190-8197
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c9ra07065f	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 A. Chatzichristos, R. M. L. McFadden, M. H. Dehn, S. R. Dunsiger, D. Fujimoto, V. L. Karner, C. D. P. Levy, I. McKenzie, G. D. Morris, M. R. Pearson, M. Stachura, J. Sugiyama, J. O. Ticknor, W. A. MacFarlane, and R. F. Kiefl,	4. 巻 123
2. 論文標題 Bi-Arrhenius Diffusion and Surface Trapping of Li ⁺ in Rutile TiO ₂	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 095901-1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.123.095901	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 J. Sugiyama, K. Miwa, H. Nozaki, Y. Kaneko, B. Hitti, D. Arseneau, G. D. Morris, E. J. Ansaldo, and J. H. Brewer	4. 巻 3
2. 論文標題 Magnetic moment of rare earth elements in R ₂ Fe ₁₄ B estimated with μ +SR	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review Materials	6. 最初と最後の頁 064402-1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevMaterials.03.064402	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 S. Kobayashi, N. Katayama, T. Manjo, H. Ueda, C. Michioka, J. Sugiyama, Y. Sassa, O. K. Forslund, M. Mansson, K. Yoshimura, and H. Sawa	4. 巻 58
2. 論文標題 Linear Trimer Formation with Antiferromagnetic Ordering in 1T-CrSe ₂ Originating from Peierls-like Instabilities and Interlayer Se-Se Interactions	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 14304-14315
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.inorgchem.9b00186	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 杉山 純	4. 巻 54
2. 論文標題 負ミュオンスピン回転緩和測定で見る固体内の核磁場 水素貯蔵材料MgH ₂ のμ-SR	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 固体物理	6. 最初と最後の頁 393-400
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 J. Sugiyama, I. Umegaki, H. Nozaki, W. Higemoto, K. Hamada, S. Takeshita, A. Koda, K. Shimomura, K. Ninomiya, and M. K. Kubo	4. 巻 121
2. 論文標題 Nuclear magnetic field in solids detected with negative-muon spin rotation and relaxation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 087202-1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.121.087202	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 O. K. Forslund, D. Andreica, Y. Sassa, H. Nozaki, I. Umegaki, E. Nocerino, V. Jonsson, Z. Guguchia, Z. Shermadini, R. Khasanov, M. Isobe, H. Takagi, Y. Ueda, J. Sugiyama, and M. Mansson	4. 巻 9
2. 論文標題 Magnetic phase diagram of K ₂ Cr ₈ O ₁₆ clarified by high-pressure muon spin spectroscopy	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1141-1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-018-37844-5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 J. Sugiyama, I. Umegaki, M. Matsumoto, K. Miwa, H. Nozaki, Y. Higuchi, T. Noritake, O. K. Forslund, M. Mansson, S. P. Cottrell, A. Koda, E. J. Ansaldo, and J. H. Brewer	4. 巻 3
2. 論文標題 Desorption reaction in MgH ₂ studied with in-situ μ+SR	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Sustainable Energy & Fuels	6. 最初と最後の頁 956-964
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C8SE00568K	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 I. Umegaki, Y. Higuchi, H. Nozaki, F. C. Coomer, Y. Kondo, H. Oka, Y. Makimura, M. Mansson, and J. Sugiyama	4. 巻 25
2. 論文標題 Battery Materials Research with Muon Beam	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 JPS Conference Proceedings	6. 最初と最後の頁 011009-1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7566/JSPSCP.25.011009	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 J. Sugiyama	4. 巻 240
2. 論文標題 Spin polarized beam for battery materials research: $\mu \pm$ SR and μ -NMR	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Hyperfine Interactions	6. 最初と最後の頁 17-1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10751-019-1560-4	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

[学会発表] 計28件 (うち招待講演 13件 / うち国際学会 12件)

1. 発表者名 Jun Sugiyama
2. 発表標題 Internal magnetic field studied with negative muon spin rotation and relaxation
3. 学会等名 Beam-based Probes of Condensed Matter Physics, Chemistry and Related Fields in Canada (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Jun Sugiyama
2. 発表標題 Muon spin spectroscopy for energy and environment related materials
3. 学会等名 The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2021 (Pacifichem 2021) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Jun Sugiyama
2. 発表標題 Ion diffusion in solids studied with muons, neutrons, and μ -NMR
3. 学会等名 The Material Research Meeting 2021 (MRM2021) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 杉山 純
2. 発表標題 Magnetic moment of rare-earth elements in R ₂ Fe ₁₄ B estimated with μ +SR
3. 学会等名 日本物理学会2021年秋季大会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 杉山 純
2. 発表標題 イオン拡散の測定に何故J-PARCを使うのか? (基調講演)
3. 学会等名 日本金属学会2022年春季(第170回)講演大会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 杉山 純, 大石一城, 梅垣いづみ, 竹下聡史, 中野岳仁, 西村昇一郎, 幸田章宏, 二宮和彦, 久保謙哉
2. 発表標題 正負のミュオンスピン回転緩和で調べる Li ₄ Ti ₅ O ₁₂ のイオンダイナミクス
3. 学会等名 日本物理学会2021年秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大石一城, 五十嵐大輔, 多々良涼一, 西村昇一, 幸田章宏, 駒場慎一, 杉山 純
2. 発表標題 μ +SR及びSANSによるハードカーボン中のNaイオン拡散
3. 学会等名 2021年度量子ビームサイエンスフェスタ
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 菅原洋子, A.D. Pant, 杉山 純, 幸田章宏, 髭本亘, 下村浩一郎, 山口宏, 楠木正巳, 山村滋典, 三輪寛子, 鳥養映子, 永嶺謙忠, 神谷健秀
2. 発表標題 μ SRによるペプチド結合へのプロトネーションとプロトンダイナミクスの解析
3. 学会等名 2021年度量子ビームサイエンスフェスタ
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shoichiro Nishimura, Akihiro Koda, Hiroataka Okabe, Jun Sugiyama, Jumpei Nakamura, Masatoshi Hiraishi1, Ryosuke Kadono
2. 発表標題 Development of Transient μ SR with J-PARC High-Intensity Muon Beam
3. 学会等名 The Material Research Meeting 2021 (MRM2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Jun Sugiyama
2. 発表標題 Battery materials with muons
3. 学会等名 US Muon Workshop 2021; a road map for a future muon facility (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 杉山純, 大石一城, 太田寛人, 加藤優典, 香取浩子, Gerald D. Morris, Bassam Hitti, Donald Arseneau, Ola K. Forslund, Elisabetta Nocerino, Konstantinos Papadopoulos, Yasmine Sassa, Martin Mansson
2. 発表標題 μ +SRで視るR2Co12P7の内部磁場
3. 学会等名 日本物理学会, 2021 年年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 杉山 純, 太田寛人, 中村裕之, 髭本 亘, Daniel Andreica, Ola K. Forslund, Elisabetta Nocerino, Martin Mansson, Yasmine Sassa, Rustem Khasanov
2. 発表標題 μ +SRで視るBaVSe3の強磁性構造
3. 学会等名 2020年度量子ビームサイエンスフェスタ
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 杉山 純
2. 発表標題 高速過渡 μ +SR測定の電気化学への応用
3. 学会等名 第11回Muon科学と加速器研究
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西村昇一郎, 梅垣いづみ, 岡部博孝, 門野良典, 幸田章宏, 杉山 純, 中村惇平, 平石雅俊
2. 発表標題 温度磁場同時掃引による動的 μ SR
3. 学会等名 日本物理学会, 2020年秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 杉山 純, 髭本 亘, 太田寛人, 中村裕之, Daniel Andreica, Ola K. Forslund, Elisabetta Nocerino, Martin Mansson, Yasmine Sassa, Rustem Khasanov
2. 発表標題 擬 1 次元系BaVSe3の高圧 μ +SR
3. 学会等名 日本物理学会, 2020 年秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 杉山 純
2. 発表標題 まとめと展望/中性子、ミュオンで 見るエネルギー材料/中性子・中間子合同サイエンスセッション
3. 学会等名 2020年中性子科学会年会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 杉山 純
2. 発表標題 ミュオン素粒子を使う材料解析
3. 学会等名 第 136 回軽金属学会・学術会議 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 J. Sugiyama, W. Higemoto, and K. Shimomura
2. 発表標題 Advanced Muon Spin Spectroscopy for Sustainable Society
3. 学会等名 Materials Research Meeting 2019 (MRM2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 J. Sugiyama, O. K. Forslund, E. Nocerino, N. Matsubara, Y. Sassa, M. Mansson, K. Ishida, and A. Hillier
2. 発表標題 Internal magnetic field in LiMnPO4 detected with μ -SR
3. 学会等名 10th. J-PARC Symposium (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 J. Sugiyama, W. Higemoto, S. Takeshita, A. Koda, K. Shimomura, K. Ninomiya, and M. K. Kubo
2. 発表標題 Negative muon spin spectroscopy for the future materials science
3. 学会等名 10th. J-PARC Symposium (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 杉山 純, 石田勝彦, Ola K. Forslund, Elisabetta Nocerino, 松原菜美, Yasmine Sassa, Adrian Hillier, Martin Mansson
2. 発表標題 正負ミュオンで調べるオリビン構造LiMnPO4中のLi拡散
3. 学会等名 日本物理学会, 2020 年年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Jun Sugiyama
2. 発表標題 Internal Magnetic Field in Solids Detected with μ -SR
3. 学会等名 International Advanced School on Muon Spectroscopy (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 J. Sugiyama
2. 発表標題 Riken-RAL muon facility for energy materials reserach
3. 学会等名 ISIS muon user meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 J. Sugiyama
2. 発表標題 Muon spin spectroscopy for battery materials analysis
3. 学会等名 the 8th Toyota Riken International Workshop on Mossbauer Spectroscopy (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 J. Sugiyama
2. 発表標題 Spin polarized beam for battery materials research: $\mu \pm$ SR and ^1H -NMR
3. 学会等名 the International Conference on Hyperfine Interactions and their Applications (HYPERFINE 2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 杉山 純
2. 発表標題 負ミュオンスピン回転緩和法による核磁場の観測
3. 学会等名 2018 年度量子ビームサイエンスフェスタ(第 10 回 MLF シンポジウム) (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 杉山 純, 梅垣いづみ, 野崎 洋, 髭本 亘, 竹下聡史, 幸田章宏, 下村浩一郎, 二宮和彦, 久保謙哉,
2. 発表標題 負ミュオンスピン回転緩和法による核磁場緩和の観測
3. 学会等名 日本物理学会, 2018 年秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 杉山 純, 野崎 洋, 金子裕治, Donald Arsenau, Bassam Hitti, Gerald D. Morris, Eduardo J. Ansaldo, Jess H. Brewer
2. 発表標題 μ +SR による R2Fe14B 中の R モーメントの見積もり
3. 学会等名 日本物理学会, 2019 年年次大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 J. Sugiyama et al., edited by S. J. Blundell, R. De Renzi, T. Lancaster, and F. L. Pratt,	4. 発行年 2022年
2. 出版社 Oxford University Press	5. 総ページ数 410
3. 書名 Muon Spectroscopy - An Introduction	

〔産業財産権〕

〔その他〕

Research Gate https://www.researchgate.net/profile/Jun_Sugiyama2
--

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
連携研究者	野崎 洋 (Nozaki Hiroshi) (90394890)	株式会社豊田中央研究所・分析部 量子ビーム解析研究室・主任研究員 (93901)	
連携研究者	一杉 太郎 (Hitosugi Taro) (90372416)	東京工業大学・物質理工学院・教授 (12608)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
英国	ISIS/STFC			
カナダ	TRIUMF	University of British Columbia		
スイス	Paul Scherrer Institute (PSI)			
スウェーデン	KTH Royal Institute of Technology	Chalmers Institute of Technology	Uppsala University	
ルーマニア	Babes-Bolyai University			
英国	ISIS/RAL			