

IX-3 強相関物性グループ

教授		守友 浩
助教		上岡隼人
助教		小林 航 (H22. 9-)
研究員		松田智行
研究員		柴田恭幸
大学院生	D3	五十嵐一泰
	D2	栗原佑太朗
	M2	米澤宏平
	M1	若梅一真
	M1	高地雅光
	M1	棚辺大輝
	M1	下野貴弘
	M1	高木健太郎
卒業研究生	B4	高橋洋輔
	B4	赤羽隆弘
	B4	濱口 純
	B4	平野泰樹
	B4	折山賢志郎
	B4	後藤謙典 (理科大外研)

【1】 NaCoO₂ 薄膜の作成と電気化学特性[1] (小林、柴田、守友) 図1

層状岩塩酸化物 NaCoO₂ はナトリウムイオン二次電池正極材料として有望である。我々は、この材料の真の性能を評価するために、レーザーアブレーション法で薄膜を作成した。薄膜電極は優れたレート特性とサイクル特性を示した。

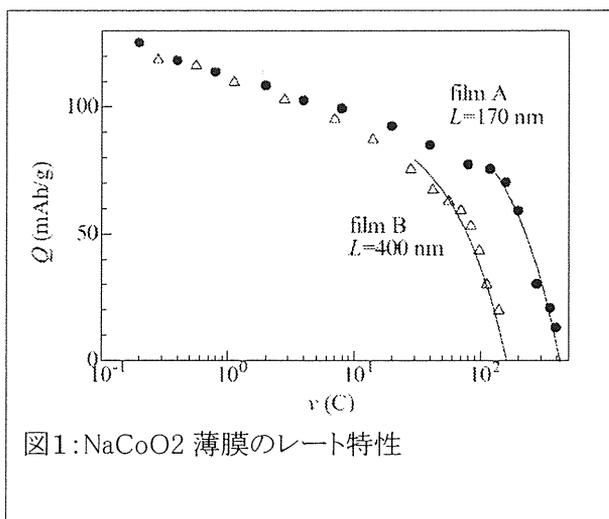


図1: NaCoO₂ 薄膜のレート特性

【2】 プルシャンブルー類似体の高効率セシウム除染機能 [2, 3] (大村、守友) 図2

プルシャンブルー類似体の水溶性セシウム除去能力を見極めるために、系統的な実験を行った。その結果、マンガンプルシャンブルー類似体がきわめて高い除去能力を示すことを発見した。さらに、放射性セシウムを用いて、現実の汚染濃度での実験を行った。その

結果、放射能レベルを4000分の1まで低減できることが分かった。この結果は、特許出願されている。また、日経新聞、日経産業新聞、NHK水戸放送、等で大きく取り上げられた。

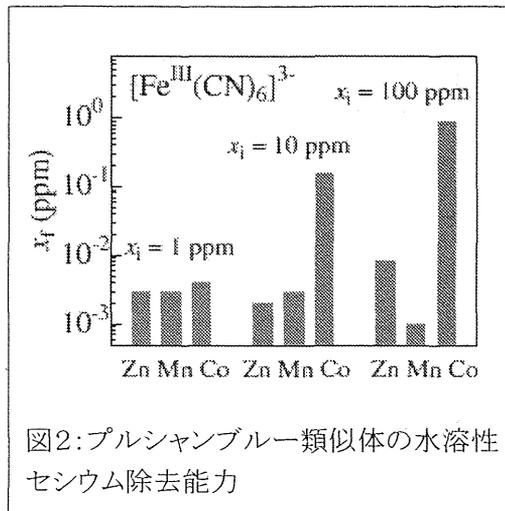


図2: プルシャンプルー類似体の水溶性セシウム除去能力

【3】 ナトリウムイオン二次電池正極材料としてのプルシャンプルー類似体薄膜[4, 5] (高地、松田、守友) 図3

プルシャンプルー類似体薄膜はリチウムイオン二次電池の正極材として優れた特性を示す。我々は、これらの薄膜は、次世代二次電池であるナトリウムイオン二次電池の正極材としての性能を評価した。その結果、極めて高い性能が得られた。

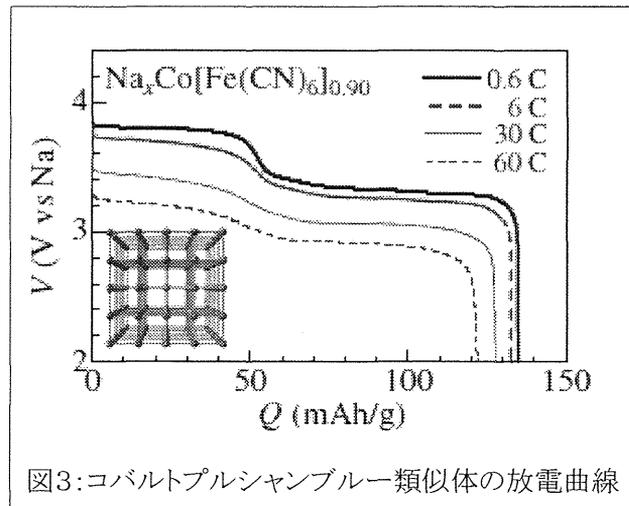


図3: コバルトプルシャンプルー類似体の放電曲線

【4】 リチウムイオン二次電池正極材料としてのプルシャンプルー類似体薄膜の基礎研究[6-11] (高地、栗原、松田、守友) 図4

プルシャンプルー類似体薄膜はリチウムイオン二次電池の正極材として優れた特性を示す。我々は、構造物性、電子状態、リチウムイオン拡散係数、膜厚依存性、組成依存性、レート特性、サイクル特性、等系統的かつ詳細なデータ蓄積を行っている。マンガンプルシャンプルー類似体は、大きなリチウムイオン拡散係数を反映して、3000C という驚異的なレート特性を示した。これら一連の研究成果は、科研費 NEWS に掲載されるとともに、科学新聞で大きく報道された。

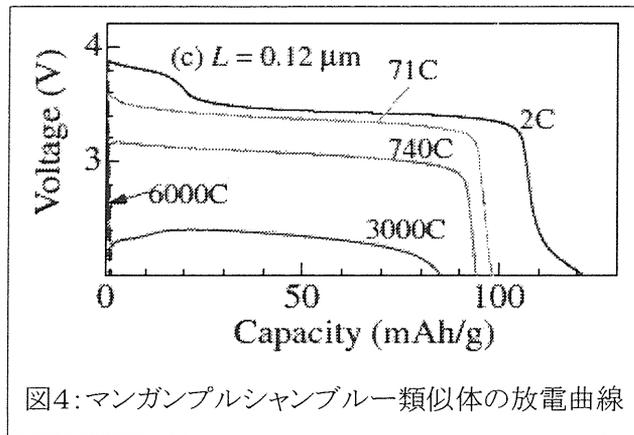


図4:マンガンプルシャンブルー類似体の放電曲線

【5】 時間分解 XAFS による隠れた準安定相の探索[12] (上岡、柴田、守友、KEK/PF)

温度では到達できない隠れた準安定相を探索するために、時間分解 XAFS 分光法を用いて、コバルトプルシャンブルー類似体に光誘起相の探索を行った。その結果、隠れた準安定相の手がかりを得ることができた。この結果は、JPSJ の Editor's Choice に選ばれるとともに、科学新聞で報道された。

【6】 有機薄膜太陽電池の電荷生成ダイナミクス[13-16] (米澤、上岡、守友、NIMS)

図 5

近年、有機薄膜太陽電池のエネルギー変換効率は、10%の舞台に到達した。しかしながら、界面における電荷生成プロセスは未だに未解決のままである。我々は、フェムト秒時間分解分光を駆使してこの問題に立ち向かっている。例えば、アクセプター励起子から電荷ができるプロセスを、分光学的にはじめて明らかにした。

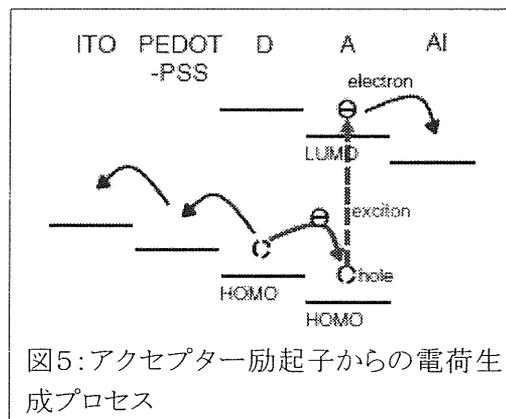


図5:アクセプター励起子からの電荷生成プロセス

【7】 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+d}$ への電気化学的リチウムインターカレーション[17] (下野、小林、守友、KEK/PF) 図 6

電気化学的にリチウムイオンを層状化合物にインターカレーションすることで、電圧印加によるバルクのドーピングが可能となる。高温超伝導体 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8-d}$ に Li イオンを電気化学的にドーピングし超伝導相転移温度を 75 K から 90 K まで上昇させることに成功した。

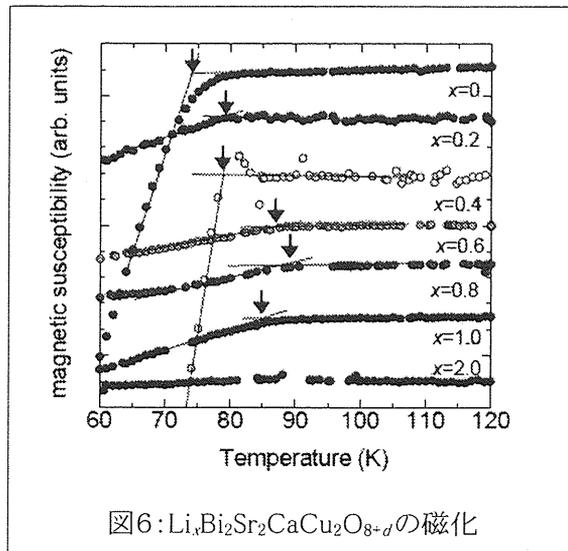


図6: $\text{Li}_x\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8-d}$ の磁化

【8】 層状岩塩型酸化物および硫化物の熱電特性[18] (小林, CRISMAT) 図7

低次元電子系の状態密度を利用することで、大きなゼーベック係数が期待される。 CdI_2 型の CoO_2 層を有する層状ミスフィット化合物 $[\text{Bi}_2\text{A}_2\text{O}_4][\text{CoO}_2]_p$ ($\text{A}=\text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}, 1.6 < p < 1.9$) の面内方向のゼーベック係数、電気抵抗率、ホール係数を計測した。層状硫化物 Cu_xTiS_2 の熱電特性が古典的な輸送で理解できるのに対し、酸化物系では強相関効果を考慮する必要があることが改めて明らかとなった。

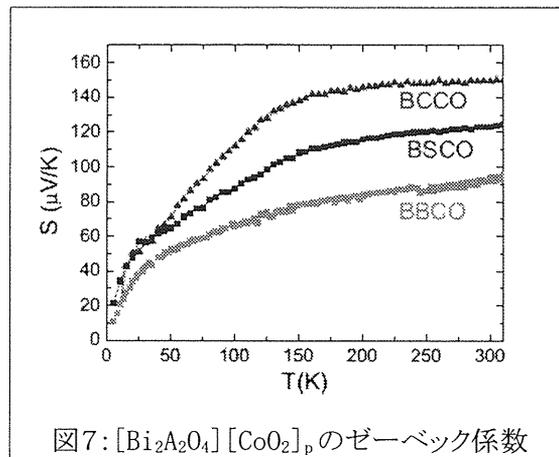


図7: $[\text{Bi}_2\text{A}_2\text{O}_4][\text{CoO}_2]_p$ のゼーベック係数

【9】 強相関酸化物の磁気・輸送特性[19, 20] (小林, 阪大, 東北大, 名大, 早大, CRISMAT)

図8

3d, 4d 遷移金属酸化物では強い電子相関効果により、特異な磁気輸送特性が発現する。擬 1 次元酸化物 KRu_4O_8 では 1 次元的電子構造に由来した電子のゆらぎによる特異なノイズが計測された。また $\text{CaCu}_3\text{Ti}_{4-x}\text{Ru}_x\text{O}_{12}$ では、 $x=1, 1.5$ において磁化の磁場依存性に線形からのずれが見られた。熱力学的な考察により、この領域において磁場印加により Cu^{2+} が局在から遍歴にその状態を変えることが示唆された。

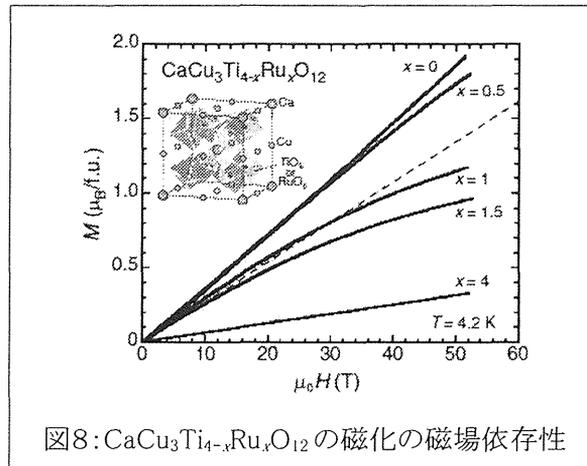


図8: $\text{CaCu}_3\text{Ti}_{4-x}\text{Ru}_x\text{O}_{12}$ の磁化の磁場依存性

【10】 民間企業との共同研究

リチウムイオン二次電池正極材料としてのプルシャンブルー類似体に関する、民間企業との共同研究を行った。

【11】 プレ戦略イニシアティブに関する活動

プレ戦略イニシアティブ「グリーンイノベーションのためのキーマテリアル高度デザイン研究拠点（代表：中村潤児）」（平成23年度-25年度）のメンバーとして、拠点形成に向けた活動を行った。

【12】 KEK 大学等連携支援事業に関する活動

平成23年度KEK大学等連携支援事業「加速器科学と融合した物質科学教育研究拠点の構築に向けて」の代表として、筑波大—KEKの連携・協力の強化のための活動をおこなった。

【13】 研究会の開催

◇ 物性物理学の視点からの二次電池研究【10/22@筑波大学】

<論文>

1. T. Shibata, W. Kobayashi, and Y. Moritomo, "Intrinsic rapid Na^+ intercalation observed in Na_xCoO_2 thin film", AIP Advances 3, 032104 (2013)
2. A. Omura and Y. Moritomo, " Cs^+ trapping in size-controlled nanospaces of hexacyanoferrates", Appl. Phys. Express, 5, 157101 (2012).
3. Y. Moritomo and H. Tanaka, "Alkali cation potential and functionality in the nanoporous Prussian blue analogues", Advance in Condensed Matter Physics, 2013, 539620 (2013).
4. M. Takachi, T. Matsuda, and Y. Moritomo, "Cobalt Hexacyanoferrate as Cathode Material for Na Secondary Battery", Appl. Phys. Express 6, 025802 (2013).
5. T. Matsuda, M. Takachi and Y. Moritomo "A sodium manganese ferrocyanide thin film for Na-ion batteries", Chem. Comm. 49, 2721 (2013).
6. Y. Moritomo, M. Takachi, Y. Kurihara, and T. Matsuda, "Thin Film Electrodes of Prussian Blue Analogues with Rapid Li Intercalation", Appl. Phys. Express 5, 041801 (2012).

7. Y. Kurihara, T. Matsuda, and Y. Moritomo, "Structural Properties of Manganese Hexacyanoferrates against Li Concentration", *Japanese Journal of Applied Physics* 52, 017301(2013).
8. T. Matsuda and Y. Moritomo, "Two-electron reaction without structural phase transition in nanoporous cathode material", *J. Nanotechnology*, 2012, Article ID 568147, (2012)
9. T. Matsuda, Y. Kurihara and Y. Moritomo, "Lithium intercalation properties in manganese-iron Prussian blue analogues", *Journal of Physics: Conference Series* 428 (2013) 012019
10. M. Takachi, Y. Kurihara and Y. Moritomo, "Channel Size Dependence of Li+ Insertion/Extraction in Nanoporous Hexacyanoferrates", *Journal of Materials Science and Engineering B* 2, 452 - 457 (2012)
11. Y. Moritomo, X.-H. Zhu, M. Takachi, and T. Matsuda, "Fast Discharge Process of Thin Film Electrode of Prussian Blue Analogue", *Japanese Journal of Applied Physics* 51, 107301 (2012).
12. Y. Moritomo, H. Kamioka, T. Shibata, S. Nozawa, T. Sato, and S. Adachi, "Photoinduced Phase Transition into a Hidden Phase in Cobalt Hexacyanoferrate as Investigated by Time-Resolved X-ray Absorption Fine Structure", *J. Phys. Soc. Jpn.* 82, 033601 (2013).
13. K. Yonezawa, M. Ito, H. Kamioka, T. Yasuda, L. Han, and Y. Moritomo, "Carrier Formation Dynamics of Organic Photovoltaics Investigated by Time-Resolved Spectroscopy", *Advances in Optical Technologies*, 2012, Article ID 316045 (2012)
14. K. Yonezawa, H. Kamioka, T. Yasuda, L. Han, and Y. Moritomo, "Fast carrier formation from acceptor exciton in low-gap organic photovoltaic", *Appl. Phys. Express*, 5, 042302 (2012).
15. Y. Moritomo, K. Yonezawa, M. Ito, H. Kamioka, Y. Yamamoto, T. Fukushima, and T. Aida, "Interface Dependence of Charge Formation Dynamics in Hexabenzocoronene-C60", *Applied Physics Express* 5, 062401 (2012)
16. T. Yasuda, K. Yonezawa, M. Ito, H. Kamioka, L. Han and Y. Moritomo, "Photovoltaic Properties and Charge Dynamics in Nanophase-Separated F8T2/PCBM Blend Films", *Journal of Photopolymer Science and Technology*, 25, 271-276 (2012)
17. T. Shimono, W. Kobayashi, H. Nitani, R. Kumai, Y. Moritomo, "Electrochemical lithium intercalation into Bi₂Sr₂CaCu₂O_{8+δ}", *Journal of Physics: Conference Series* 428 (2013) 012021
18. A. Pautrat, and W. Kobayashi, "Magnetoresistance, noise properties and the Koshino-Taylor effect in the quasi-1D oxide KRu₄O₈", *Europhys. Lett.* 97, 67003 (2012).
19. T. Kida, R. Kammuri, M. Hagiwara, S. Yoshii, W. Kobayashi, M. Iwakawa, and I. Terasaki, "High-field magnetization and magnetoresistance of the A-site ordered perovskite oxide CaCu₃Ti_{4-x}Ru_xO₁₂ (0 ≤ x ≤ 4)", *Phys. Rev. B* 85, 195122 (2012).
20. S. Hebert, W. Kobayashi, H. Muguerra, Y. Breard, N. Raghavendra, F. Gascoin, E. Guilmeau, and A. Maignan, "From oxides to selenides and sulfides : the richness of the CdI₂ type crystallographic structure for thermoelectric properties", *Physica Status Solidi A*, 1-13 (2012).

< 著書 >

< 学位論文 >

1. 修士論文 米澤宏平、「低バンドギャップ有機太陽電池の電荷生成ダイナミクス」

<講演>

1. Y. Moritomo "how to add physics to green technology", 4th Tsukuba-Hsinchu joint symposium@Tsukuba 2012/12/17-18 (invited)
2. Y. Moritomo, "sumiltaneous measurement of ps charge and latttice dynamics", AsCa2012@adelaide, 2012/12/3-5 (invited)
3. 守友 浩「物性物理学の視点からの電池材料研究」物性物理と二次電池@筑波、2012/10/22 (invited)
4. Y. Moritomo "Structural properties of network-type cathode material for Li-ion battery" AOFSTR2012@Bangkok, 2012/8/10 (invited)
5. Y. Moritomo "SR investigation of photoinduced reaction", SagamoreXVII@Lake Toya, 2012/7/17 (invited)
6. Y. Moriotmo "Ultrafast discharge in Nanoporous cathode material for Li ion battery", 2nd German-Japanese Workshop@Disburg, 2012/7/9 (invited)
7. Y. Moriotmo "Ultrafast discharge in Nanoporous cathode material for Li ion battery", MOLMAT2012@Barcelona, 2012/7/6
8. Y. Moritomo "Photoinduced transition and other topics in PBA", PDSTM2012@Paris, 2012/5/22-25.(invited)
9. 守友 浩「Li および Na イオン電池正極材料としてのネットワークポリマー」JST 大学連携新技術研究会@東京、2012/7/24 (invited)
10. 守友 浩「高速・安定放電可能なポリマー型イオン電池材料の開発」筑波大一日立製作所運営委員会@秋葉原、2012/6/20 (invited)
11. 高地雅光, 栗原佑太朗, 松田智行, 守友浩「高容量を示す Co-Fe シアノ錯体電池正極の充放電メカニズム」日本物理学会 2012 年秋季大会@横浜、2012/9/18-21
12. 栗原佑太朗, 松田智行, 守友浩「カチオン濃度制御された Mn-Fe シアノ錯体薄膜電極のリチウムイオン電池特性」日本物理学会 2012 年秋季大会@横浜、2012/9/18-21
13. 米澤宏平, 上岡隼人, 安田剛, 韓礼元 (Liyuan Han), 守友浩「低バンドギャップ有機薄膜太陽電池における電荷生成ダイナミクス」日本物理学会 2012 年秋季大会@横浜、2012/9/18-21
14. 下野貴弘, 小林航, 守友浩「層状岩塩型酸化物のアルカリ金属インターカレーション」日本物理学会 2012 年秋季大会@横浜、2012/9/18-21
15. 下野貴弘, 小林航, 守友浩「 Na_xMnO_2 の化学ポテンシャルと構造の x 依存性」日本物理学会 2012 年年次大会@広島、2013/3/26-29
16. 棚辺大輝, 下野貴弘, 小林航, 浜田典昭, 守友浩「 $\text{Na}_{0.7}\text{MO}_2$ の化学ポテンシャルと構造物性」日本物理学会 2012 年年次大会@広島、2013/3/26-29
17. 高地雅光, 松田智行, 守友浩「 $\text{A}_x\text{Co}[\text{Fe}(\text{CN})_6]_{0.90}$ (A=Li, Na) の構造物性の x 依存性」日本物理学会 2012 年年次大会@広島、2013/3/26-29
18. 若梅一真, 高地雅光, XuHao ZHU, 上岡隼人, 守友浩「 $\text{Li}_x\text{Mn}[\text{Fe}(\text{CN})_6]_{0.81}$ の Li インターカレーションダイナミクス」日本物理学会 2012 年年次大会@広島、2013/3/26-29
19. 柴田恭幸, 小林航, 守友浩「 Na_xCoO_2 薄膜の充放電特性」第 60 回応用物理学会春季学術講演会@神奈川 2013/3/27-30

20. 守友浩, 赤羽隆弘, 米澤宏平, 上岡隼人, 安田剛, 韓礼元「低分子有機太陽電池 SMDPPEH/PC70BM の電荷生成ダイナクス」第 60 回応用物理学会春季学術講演会@神奈川 2013/3/27-30
21. 米澤宏平, 上岡隼人, 安田剛, 韓礼元, 守友浩「低バンドギャップ有機薄膜太陽電池の電荷生成ダイナクス」第 60 回応用物理学会春季学術講演会@神奈川 2013/3/27-30
22. 松田 智行・守友 浩「プルシアンブルー類似体薄膜のイオン電池正極特性」 錯体化学会第 62 回討論会@富山 2012/9/21-23
23. Tomoyuki Matsuda, "Coordination polymer electrode for Li-ion battery cathode", ICC40@Valencia, Spain 2012/9/9-13
24. 岡本淳, 中尾裕則, 小林航, 石渡晋太郎, 田中新, 寺崎一郎, 村上洋一, “室温強磁性 Sr₃YCo₄O_{10.5} の軟 x 線散乱・分光研究 II”, 日本物理学会 2012 年秋季大会, 2012/9/19, 横浜
25. 岡本淳, 中尾裕則, 小林航, 石渡晋太郎, 田中新, 寺崎一郎, 村上洋一, “室温強磁性 Sr₃YCo₄O_{10.5} の軌道秩序・磁気散乱の観測”, 第 26 回日本放射光学学会年会, 2013/1/13, 名古屋
26. W. Kobayashi, and Y. Moritomo, “Thermal Hall effects of bismuth and antimony”, IUMRS-ICEM2012, 2012/9/23, Yokohama

ポスター発表

1. W. Kobayashi, T. Shimono, D. Tanabe, and Y. Moritomo, “Structural response of P2-type Na_xMnO₂ against Na⁺ intercalation”, Gordon Research Conferences: Nanomaterials for Applications in Energy Technology, 2013/2/3, Ventura
2. T. Shibata, W. Kobayashi, and Y. Moritomo, “Intrinsic rapid Na⁺ intercalation observed in Na_xCoO₂ thin film”, Gordon Research Conferences: Nanomaterials for Applications in Energy Technology, 2013/2/3, Ventura
3. W. Kobayashi, and Y. Moritomo “Thermoelectric properties of transition-metal oxides with low dimensionality” 4th Tsukuba-Hsinchu joint symposium@Tsukuba 2012/12/17-18
4. W. Kobayashi, T. Shimono D. Tanabe, T. Hirano, N. Hamada and Y. Moritomo, “Structural Investigation of Layered Rock-Salt Na_{0.7}MyMn_{1-y}O₂ (M=Fe, Co)”, 4th Tsukuba-Hsinchu joint symposium@Tsukuba 2012/12/17-18
5. T. Shibata, W. Kobayashi, and Y. Moritomo, “Thermal Hall Effect in Antimony” 4th Tsukuba-Hsinchu joint symposium@Tsukuba 2012/12/17-18
6. K. Yonezawa, H. Kamioka, T. Yasuda, L. Han, and Y. Moritomo, “Charge generation dynamics in Low-Gap Organic Photovoltaic”, 4th Tsukuba-Hsinchu joint symposium@Tsukuba 2012/12/17-18
7. M. Takachi, T. Matsuda, Y. Moritomo, “Electronic phase transition driven by electrochemical Li⁺-doping in cobalt hexacyanoferrate”, 4th Tsukuba-Hsinchu joint symposium@Tsukuba 2012/12/17-18
8. Y. Moritomo, K. Yonezawa, H. Kamioka, T. Yasuda, and L. Han, “Fast Carrier Formation from Acceptor Exciton in Low-Gap Organic Photovoltaic”, 2nd German-Japanese Workshop@Disburg, 2012/7/9

9. K. Yonezawa, H. Kamioka, T. Yasuda, L. Han, and Y. Moritomo, "Fast Carrier Formation from Acceptor Exciton in Low-Gap Organic Photovoltaic", 第1回有機系太陽電池つくば地区研究会@筑波、2012/6/11
10. 小林 航, 下野貴弘、守友浩「電気化学的手法を用いた $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+d}$ へのリチウムインターカレーション」物構研サイエンスフェスタ@筑波 2013/3/14
11. 高地 雅光. 松田智行、守友 浩「イオン二次電池正極材料としてのプルシャンブルー類似体」物構研サイエンスフェスタ@筑波 2013/3/14
12. H. Kamioka, T. Shibata, Y. Moritomo, S. Nozawa, T. Sato and S. Adachi, "Time-resolved XAFS spectroscopy for the electronic phases in cyano complexes",物構研サイエンスフェスタ@筑波 2013/3/14
13. T. Shimono, W. Kobayashi, H. Nitani, R. Kumai, and Y. Moritomo, "Electrochemical lithium intercalation into $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+d}$ ", XX1st International Symposium on the Jahn-Teller Effect, 2012/8/26, Tsukuba
14. T. Matsuda, and Y. Moritomo, "Lithium intercalation properties of manganese-iron Prussian blue analogues" , XX1st International Symposium on the Jahn-Teller Effect, 2012/8/26, Tsukuba

<受賞>

1. 米澤宏平君が Excellent Student Poster Award of The 4th Tsukuba-Hsinchu Joint Symposium of Interdisciplinary Nano-Science and Technology (4th Tsukuba-Hsinchu SINST)を受章
2. Y. Moritomo, H. Kamioka, T. Shibata, S. Nozawa, T.Sato, and S. Adachi, "Photoinduced Phase Transition into a Hidden Phase in Cobalt Hexacyanoferrate as Investigated by Time-Resolved X-ray Absorption Fine Structure", J. Phys. Soc. Jpn. 82, 033601 (2013). が JPSJ の Editors' Choice に選ばれる。

<特許>

1. 特願 2012-165428, 守友 浩、松田智行、電極材料の製造方法、電池および電極部材」、筑波大学、2012/7/26
2. PCT/JP2012/002391, 守友 浩、小林航、「酸化還元反応を利用した熱電変換方法および熱電変換素子」、筑波大学、2012/4/5 (特願 2011-088683、特願 2011-220060)

<その他>

1. 新聞記事



科学新聞 2013/3/18

NHK茨城県のニュース 水戸放送局

首都圏NEWS WEB

放射性Cs除去剤開発



鉄やマンガンなど安価な金属を使って水に溶けた放射性セシウムを取り除く除去剤を筑波大学の研究チームが開発しました。

新たな除去剤を開発したのは筑波大学数理物質系の守友浩教授の研究チームです。

研究チームは鉄の化合物やマンガンなどのイオンが、水溶液中で結晶構造をつくる性質に着目し、水に溶けたセシウムイオンをこの結晶構造中に閉じ込めて沈殿させる除去剤を考案しました。

鉄やマンガンなど安価な金属を使って水に溶けた放射性セシウムを取り除く除去剤を筑波大学の研究チームが開発しました。

NHK水戸放送 2012/7/20

2012年4月16日

セシウム 高効率除去

筑波大、沈殿させ濃度低下

【筑波大】放射性セシウムを除去する技術を開発した筑波大の研究者らは、セシウムイオンを沈殿させることで、高効率で濃度を低下させることに成功した。この技術は、福島第一原子力発電所事故で発生した放射性セシウムの処理に役立つと期待されている。

筑波大の研究者らは、セシウムイオンを沈殿させるために、特定の化学物質を使用する。この物質は、セシウムイオンと反応して、沈殿物を形成させる。この沈殿物をろ過することで、溶液中のセシウム濃度を大幅に低下させることができた。

この技術は、従来の方法よりも高効率でセシウムを除去できるという特徴がある。また、使用する化学物質は比較的安価で、環境にも優しいとされている。

筑波大の研究者らは、この技術を福島第一原子力発電所事故で発生した放射性セシウムの処理に応用する計画がある。また、他の放射性物質の除去にも応用できる可能性があるという。

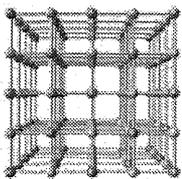
日経産業新聞 2012/4/16

100ppmのセシウムイオン溶液 10万分の1まで除去

2012年4月16日

筑波大が除染技術

プルシアンブルー活用



【筑波大】放射性セシウムを除去する技術を開発した筑波大の研究者らは、セシウムイオンを沈殿させることで、高効率で濃度を低下させることに成功した。この技術は、福島第一原子力発電所事故で発生した放射性セシウムの処理に役立つと期待されている。

筑波大の研究者らは、セシウムイオンを沈殿させるために、特定の化学物質を使用する。この物質は、セシウムイオンと反応して、沈殿物を形成させる。この沈殿物をろ過することで、溶液中のセシウム濃度を大幅に低下させることができた。

この技術は、従来の方法よりも高効率でセシウムを除去できるという特徴がある。また、使用する化学物質は比較的安価で、環境にも優しいとされている。

筑波大の研究者らは、この技術を福島第一原子力発電所事故で発生した放射性セシウムの処理に応用する計画がある。また、他の放射性物質の除去にも応用できる可能性があるという。

日刊工業新聞 2012/4/16

