

小林 玄 器 (若手独立フェロー (特任准教授))(2013年9月1日着任)

A-1) 専門領域: 無機固体化学, 固体イオニクス, 電気化学, リチウム二次電池

A-2) 研究課題:

- a) 酸水素化物を基本とした新規機能性材料の探索
- b) 電極 / 電解質界面制御によるリチウム二次電池の高性能化
- c) 薄膜全固体 Li 二次電池の作製

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) ヒドリドが規則配列した新規酸水素化物 $\text{La}_{2-x-y}\text{Sr}_{x+y}\text{LiH}_{1+x+y}\text{O}_{3-y}$ ($-1 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 2$) を合成し, ヒドリドの含有量と原子配列の制御に初めて成功した。これらの物質はヒドリドイオン導電性を持ち, ヒドリドのイオン導電現象を利用した固体電池の電解質に用いることができた。
- b) リチウム二次電池の高容量正極材料として期待されている $\text{Li}_{1.2}\text{MO}_2$ ($M = \text{Ni}, \text{Co}, \text{Mn}$) の粒子表面を Al_2O_3 で修飾することで電池特性の向上に成功した。また, Al_2O_3 修飾を施した $\text{Li}_{1.2}\text{MO}_2$ の粒子の最表面からバルク内部にかけての電子状態を硬 X 線光電子分光測定により明らかにした。
- c) マグネトロンスパッタを用いた正極材料 (LiCoO_2), 電解質材料 (Li_3BO_3) の薄膜作製条件を見出した。Au/LiCoO₂/Li₃BO₃/Li_{1+x+y}Al_x(Ti, Ge)_{2-x}Si_yP_{3-y}O₁₂/Li₃BO₃/In/Au で構成される全固体二次電池を作製し, 電池特性を得ることに成功した。

B-1) 学術論文

M. IQBAL, G. KOBAYASHI, M. HIRAYAMA and R. KANNO, "Synthesis, Structure and Electrochemical Properties of Layered $\text{La}_2\text{Li}_{2x}(\text{CO}_3)_{1-x}\text{O}_{2+2x}$," *J. Solid State Chem.* **206**, 14–19 (2013).

G. SARAVANAN, K. NANBA, G. KOBAYASHI and F. MATSUMOTO, "Leaching Tolerance of Anodic Pt-Based Intermetallic Catalysts for Formic Acid Oxidation," *Electrochem. Acta* **99**, 15–21 (2013).

B-2) 国際会議のプロシーディングス

F. MATSUMOTO, G. SARAVANAN and G. KOBAYASHI, "Application of Ordered Intermetallic Phases to Electrocatalysis," *Electrochemical society transactions*, **50**, 3–8 (2013).

M. IQBAL, G. KOBAYASHI, M. HIRAYAMA and R. KANNO, "Structural and Electrochemical Properties of Layered Structure $\text{La}_2\text{Li}_{2x}(\text{CO})_{1-x}\text{O}_4$," *Solid State Ionics: Ionics for Sustainable World, Proceedings of the Asian Conference 13th*, 350–358 (2013).

B-4) 招待講演

小林玄器, 「ヒドリド含有酸化物を基軸とした新規機能性材料の開発」第一回TMS研究会講演会, 横浜, 2013年1月.

B-7) 学会および社会的活動

学会の組織委員等

2013年電気化学秋季大会実行委員 (2013).

B-10) 競争的資金

科研費研究活動スタート支援,「逆ペロブスカイト型新規リチウムイオン導電体の創成」小林玄器 (2011年-2012年).

科研費若手研究(B),「ヒドリド含有酸化物を基軸とした新規機能性材料の探索」小林玄器 (2012年-2014年).

科学技術振興機構さきがけ研究「新物質科学と元素戦略」,「ヒドリド酸化物の直接合成による新規機能性材料の探索」小林玄器 (2012年-2016年).

C) 研究活動の課題と展望

酸水素化物を基軸とした物質探索(研究課題a)

これまでの研究を基に,より優れたヒドリド導電特性を持つ物質の探索を行う。さらに,将来的にはヒドリド導電現象を利用したエネルギーデバイスの創成を目指した研究に展開していきたいと考えている。また,物質探索を遷移金属系に拡大し,これまででない電子物性を持つ新規物質の発見を目指す。結晶構造中のヒドリド含有量と元素配列が電子物性に与える影響は未だ明らかにされておらず,本研究を通じて酸水素化物の物質設計指針を示したいと考えている。

電極 / 電解質界面の制御(研究課題b), c)

リチウム二次電池電極の表面を異種酸化物やリン酸塩などで修飾し,電池特性の飛躍的向上に繋がる界面制御技術の確立を目指す。さらに,表面修飾が電極 / 電解質界面における電荷移動やイオン拡散に与える影響を明らかにする。表面修飾が電池反応に与える影響を明らかにするためには,電池反応前後の電極や電解質の電子状態や結晶構造の変化を調べる必要があり,UVSOR, SPring-8などの放射光施設やJ-Parcなどの中性子施設を利用する予定である。

電極 / 電解質界面でのイオン拡散現象に関する研究によって得られた知見は,全固体二次電池の開発に活かす。