



全固体電池の容量倍増：Liイオン移動促進

東京工業大学の一杉太郎教授、東北大学の河底秀幸助教らは、産業技術総合研究所の白澤徹郎主任研究員、および日本工業大学の白木將教授らと共同で、電極と固体電解質の界面における不純物制御により、全固体電池の容量が倍増することを見出した。

全固体電池は、高い安全性、高エネルギー密度や高速充放電特性を兼ね備える可能性が高く、電気自動車や電子デバイスの次世代電源として期待されている。特に、5 V程度の高い電圧を発生する電極材料 $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ を用いた高出力型全固体電池に注目が集まっており、活発に研究が展開されている。 $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ を用いた全固体電池では、放電状態として、「 $\text{Li}_2\text{Ni}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ 」を用いると、電池容量の倍増が期待できるが、これまで、 $\text{Li}_2\text{Ni}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ を放電状態とした安定した充放電動作の報告は無かった。

本研究では、超高真空プロセスを用いた薄膜作製技術を活用し、不純物を含まない清浄な電極/電解質界面を有する全固体電池を作製した。この電池は、 $\text{Li}_2\text{Ni}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ を放電状態、 $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ を充電状態として、2.5 V と 4.8

V との間で 50 回の安定した充放電動作を示した (図)。つまり、2.8 V と 4.7 V で動作する電池となっており、その電池容量は従来の $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ を用いた電池の 2 倍である (図)。さらに、電極/電解質界面に不純物を混入させると、充放電動作は全く観測できなかった。これらは、清浄な電極/電解質界面の実現が、電池の高容量化に重要であることを意味する。

電池形成プロセスも検討した。 $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ 薄膜の上に固体電解質 Li_3PO_4 を堆積させると、Li イオンが Li_3PO_4 から $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ へ自発的に移動し、界面近傍での不均一に $\text{Li}_2\text{Ni}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ が形成することがわかった。また、 Li_3PO_4 の上に Li 電極を堆積させて電池を作製すると、Li イオンが自発的に移動し、 $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ は $\text{Li}_2\text{Ni}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ へと完全に变化した。これらは、清浄な電極/電解質界面が、Li イオンのスムーズな移動を促進していると考えられる。

今回、全固体電池での電池容量の倍増により、清浄な電極/電解質界面の新たな役割を明らかにした。これまで清浄な電極/電解質界面により実現してきた、低界面抵抗や高速充放電に加え、電池容量の倍増は全固体電池の応用範囲の拡大につながり、実用化を目指す上で、大きな一歩となると考えられる。

本研究成果は米国化学会誌「ACS Applied Materials and Interfaces」に掲載された。また本研究は、トヨタ自動車株式会社、新エネルギー・産業技術総合開発機構、科学技術振

興機構 戦略的創造研究推進事業、日本学術振興会 科研費の支援を受けて実施した。

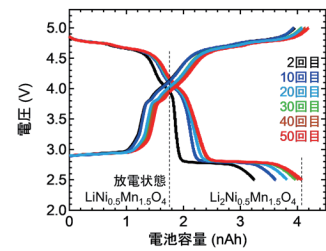


図 $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ 全固体電池の充放電曲線。最低でも 50 回、安定した充放電動作を確認した。

東京工業大学物質理工学院応用化学系
教授 一杉太郎

連絡先: 〒 152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1 E4-9

E-mail: hitosugi.ta@m.titech.ac.jp

東北大学理学研究科化学専攻

助教 河底秀幸

連絡先: 〒 980-8578 宮城県仙台市青葉区荒巻
字青葉 6-3 H-21

E-mail: hideyuki.kawasoko.b7@tohoku.ac.jp

[2021 年 3 月 19 日]

提案募集

研究会 (2021 年度後期開始)

日本セラミックス協会では、セラミックスにおける境界領域的、萌芽的、学際的、業際的および生産技術的研究の発展を援助するため、研究会設置の提案を募集します。研究会とは、研究交流・情報交換を活性化し、有志研究者の組織化を奨励するものです。

申込内容 ○研究会設置申請書、○研究会提案書・研究会名称、提案者氏名 (代表者、共同提案者)、研究目標、研究内容、期間、開催予定、予算等

助成内容 1 件につき 5 万円以内

継続年数 研究会の活動期間は、2021 年 10 月～2024 年 9 月 (3 年間) とする。(1 年ごとに継続の意思を確認)

締切 2021 年 7 月 31 日

採択決定 2021 年 9 月上旬

問合先 169-0073 東京都新宿区百人町 2-22-17 日本セラミックス協会
TEL 03-3362-5231, FAX 03-3362-5714,
E-mail: jim-ask@ceramic.or.jp

日本セラミックス協会研究会規約

(総則)

第 1 条 研究会の設置、運営などについては、本規約の定めるところによる。

(研究会の目的)

第 2 条 研究会は、セラミックスにおける境界領域的、萌芽的、学際的、業際的及び生産技術的研究の発展を援助するため、研究交流・情報交換を活性化し、有志研究者の組織化の奨励を目的とする。

2 若手研究者の研究交流・情報交換の活性化

(研究会の設置)

第 3 条 研究会の設置申請は、代表者 1 名と世話人 5 名 (日本セラミックス協会個人会員) 以上の連名で、研究会名、設置理由その他を記した所定の申請書を運営委員会委員長あてに提出する。

第 4 条 運営委員長は、この申請を運営委員会に諮りその採否を決定する。

第 5 条 研究会の活動期間は 3 年単位とし、設置申請締切日は前期 (4 月開始) が 1 月末日及び後期 (10 月開始) が 7 月末日とする。

第 6 条 上記申請とは別に、運営委員会の発議により研究会を設置することができる。

第 7 条 研究会設置時には、その研究会名、代表者、目的などを協会ホームページに掲載するものとする。

(研究会会員)

第 8 条 研究会会員は、日本セラミックス協会会員に限らない。

(研究会の運営)

第 9 条 運営委員会の審査を経て、研究会に対し財政援助を行うことができる。

第 10 条 研究会への財政援助は、原則として発足後 3 年を限度とする。

第 11 条 協会からの財政援助 (補助金) は原則として、下記に使用するものとする。

- 研究会での講師や招待講演者への講演謝礼、交通費
- 研究会資料印刷等の作成費用
- 研究会会場費、アルバイト代
- 研究会運営に関わる通信費・雑費
- その他、運営委員会が認めたもの

第 12 条 研究会の事業計画、予算、組織、運営などは当該研究会において定める。

(研究会の報告)

第 13 条 研究会は、当該 1 年間の活動報告書 (予定も含む) を作成し、前期発足研究会は 4 月末及び後期発足研究会は 10 月末までに運営委員長に提出する。

第 14 条 研究会が活動を終了する場合は、終了報告書を提出する。

(規約の改廃)

第 15 条 本規約の改正は、運営委員会の議決により行う。

第 16 条 本規約は、理事会の承認のあった日から施行する。