

ミュオンによるナトリウムイオン電池電極材料のオペランド測定

東京理科大学 ○多々良 涼一, 駒場 慎一

E-mail: tatara@rs.tus.ac.jp

リチウムイオン電池は現用二次電池の中で最高のエネルギー密度を有するため我々の身の回りの様々なデバイスに使用されているが、リチウムやコバルト、銅などのレアメタルや高価な金属が必須である。レアメタルや毒性元素を必要としない次世代電池として、リチウムを同族元素で置き換えたナトリウムイオン電池、カリウムイオン電池の研究が 2010 年代から活発化している(図 1)^{[1]-[10]}。本講演では特にナトリウムイオン電池に焦点を当て、メリット・デメリットと最近の研究開発事例について紹介する。また、ナトリウムイオン電池の正極材料として用いられる層状酸化物には様々な結晶多形があるが、大強度陽子加速器施設 J-PARC 内、物質・生命科学実験施設(MLF)の汎用 μ SR 実験装置 S1(ARTEMIS)を用いて、P2 型及び O3 型 Na_xCoO_2 の電池充放電中のナトリウムイオンの自己拡散係数を評価した結果も併せて紹介する(オペランド μ^+ SR 法: 図 2)^{[11]-[13]}。ナトリウムイオンが Prismatic サイトにある P2 型の方が、Octahedral サイトにある O3 型よりもホッピングレートが速いことが見て取れ、今後電池研究とオペランド測定技術の更なる連携が期待される。

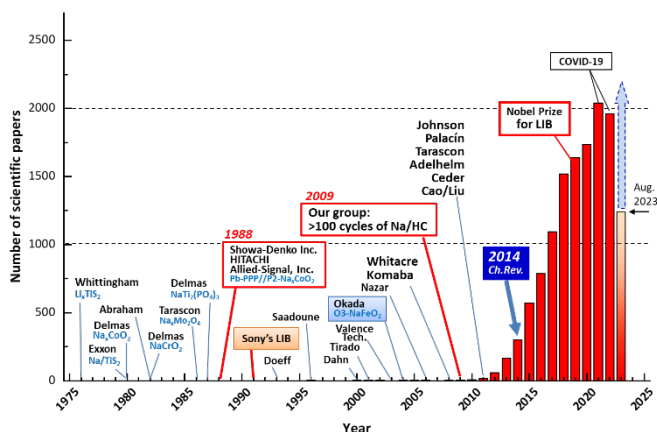


図 1 ナトリウムイオン電池の論文数

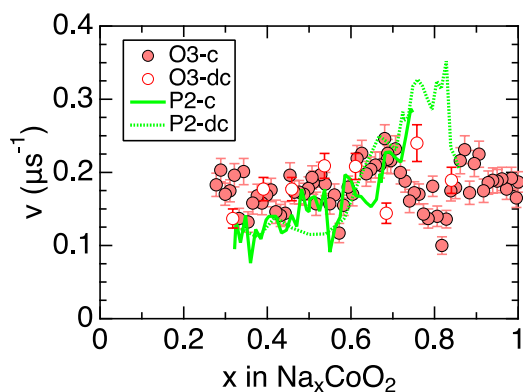


図 2 オペランド μ^+ SR 法により求めた P2- Na_xCoO_2 及び O3- Na_xCoO_2 中の核磁場揺動速度 (v : hopping rate) c は充電過程、dc は放電過程を示す

References

- [1] N. Yabuuchi, S. Komaba et al., *Chem. Rev.*, **114**, 11636 (2014).
- [2] T. Hosaka, S. Komaba et al., *Chem. Rev.*, **120**, 6358 (2020).
- [3] K. Kubota, S. Komaba et al., *Chem. Rec.*, **18**, 459 (2018).
- [4] K. Kubota, S. Komaba et al., *Adv. Energy Mater.*, **8**, 1703415 (2018).
- [5] S. Komaba, *Electrochemistry*, **87**, 312 (2019).
- [6] S. Komaba, *Chem. Lett.*, **49**, 1507 (2020).
- [7] E. J. Kim, R. Tatara, S. Komaba et al., *Chemical Science*, **13**, 6121 (2022).
- [8] N. Yabuuchi, S. Komaba et al., *Nature Mater.*, **11**, 512 (2012).
- [9] A. Kamiyama, S. Komaba et al., *Angew. Chem. Int. Ed.*, **60**, 5114 (2021).
- [10] D. Igarashi, R. Tatara, S. Komaba et al., *Adv. Energy Mater.*, accepted (2023).
- [11] K. Ohishi, R. Tatara, S. Komaba, J. Sugiyama et al., *ACS Phys. Chem. Au*, **2**, 98 (2022).
- [12] K. Ohishi, R. Tatara, S. Komaba, J. Sugiyama et al., *ACS Appl. Energy Mater.*, **5**, 12538 (2022).
- [13] K. Ohishi, R. Tatara, S. Komaba, J. Sugiyama et al., *ACS Appl. Energy Mater.*, **6**, 8111 (2023).