

高電圧正極材料の研究と

高性能リチウムイオン二次電池への展開

～長寿命・安全性を備えた高エネルギー密度電池を目指して～

工学研究科 電気物性工学専攻／次世代分散型エネルギー研究センター

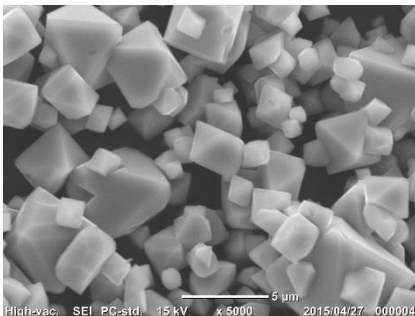
○教授 ^{なかむら}中村 ^{たつや}龍哉

キーワード

リチウムイオン二次電池、高電圧正極、低温磁性、高エネルギー密度、高出力特性、充放電反応メカニズム

研究概要

持続可能な社会の実現に向けての最も大きな課題は、エネルギーの安定供給である。そのエネルギーは再生可能エネルギーであることが望ましい。再生可能エネルギーをうまく使うためには電気を貯めるデバイスが必要であり、その最大の候補がリチウムイオン二次電池である。このリチウムイオン二次電池のエネルギー密度を高め、小型・高性能化するためのひとつの手法は、電池の作動電圧を高めることであり、これには正極に用いる材料の選択が極めて重要である。本研究では、この高電圧正極材料の研究を紹介する。この高電圧正極材料は、リチウムイオンと高原子価の遷移金属イオンを含んだ複合酸化物であり、この複合酸化物中での遷移金属イオンの電子状態が、正極の作動電圧、充放電容量を大きく左右する。そこで、この複合酸化物中での遷移金属イオンの電子状態を、低温磁性という画期的手法を用いて研究することで、作動電圧が 4.7V と高く、充放電容量も 140mAh/g と大きな正極材料の設計に成功した(左図は走査型電子顕微鏡写真)。また、結晶性を極めて高い粒子であることに起因して、充放電サイクルにともなう劣化も少なく、しかも高速で電池反応を行なっても十分なエネルギーが取り出せる高出力特性も備えている。現在はこの正極材料の充放電機構を詳細に調べており、今後、電解液、負極などの他の部材も考えて、長寿命・安全性も備えた電池デバイスとするための取り組みも開始する。



アピールポイント

一般的に高電圧で電池を動作させると、その強い酸化力の影響で電解液が酸化分解してしまうため、電池の寿命は短くなり、電解液の酸化分解の過程で発熱するため電池の安全性も低下する。即ち、電池のエネルギー密度を高めて小型・高性能化することと、電池の寿命・安全性は相反するものである。ところが、本研究で得られた高結晶性の高電圧正極材料では、高い電圧で動作させているにも関わらず、電解液の酸化分解による発熱が観測されず、高エネルギー密度と長寿命・安全性が両立できることがわかった。これは、低温磁性というユニークな手法を用いた材料設計によって達成できたものと考えられる。材料の基本特許は出願済みであり、日本電気化学会に加えて、LIBD-2017、SSI-21 などの国際会議でも発表済みである。本材料を用いた電池の更なる高性能化に加えて、更なる長寿命化・安全性を追求することで、広く定置用電源あるいは車載電源などに応用展開することが期待される。