

次世代蓄電池、可逆作動燃料電池用固体電解質の開発

～固体内高速イオン移動が世の中を変える～

工学研究科 工学専攻 化学分野

教授 みねしげ あつし
嶺重 温

キーワード

エネルギー変換、蓄電池、燃料電池、固体電解質、
無機材料化学



研究概要

固体電解質はとても興味深い材料であり、特に近年、注目を集めている。固体電解質とは、固体でありながら液体のようにイオンを運ぶ物質（電解質）であり、イオン伝導体とも呼ばれる。固体電解質は自動車において排ガス中の微量酸素濃度を正確に決定するセンサや家庭用燃料電池などにおいて既に役立っている。一方で、安全な蓄電池として期待される全固体電池に使われるため、その性能向上（イオン移動速度向上）は全固体電池実用化可否に直結する。

一般に、固体内を高速にイオン移動させるためには1価の、あまりサイズの大きくない陽イオン（ H^+ , Li^+ , Na^+ , Ag^+ 等）をその「走者」とすることが多い。さらに、固体内高速イオン移動には適した「道路」を備えた材料を探索もしくは設計する必要がある、周囲を固める（特に反対符号の）他イオンの配置も「脇役」として重要となる。道路も一次元的なトンネル、二次元的な大通りなど様々である。脇役の配置にはあまり自由度がないが、種々の工夫により走者が気持ちよく走れる環境を作ることが目指されている。

最近我々は、高速に陰イオンを移動可能な固体電解質の開発を行っている。具体的には、1価であるフッ素のイオン（ F^- ）と、もう一つは酸素センサなどで実績のある2価の酸素の陰イオン（ O^{2-} ）である。前者はリチウムイオン電池に代わる革新的な蓄電池の候補の一つである「フッ化物電池」への適用、後者は高温型燃料電池ならびにその逆反応である水蒸気電解による水素製造に用いられる。これら材料は基本的には目的イオンのみを選択透過させる（注目しているイオン以外の者は走らない）特長を持つため、副反応を起こすことがなく安定したデバイスの作動が可能である。あとは移動を高速化できれば良いことになる。アプローチの一つとして、機械的エネルギーで化学反応を誘起するメカノケミカル法により、これまでにない脇役配置を実現することに取り組んでいる。この方法で作製したフッ化物の構造の一例を図1に示すが、二次元的イオン伝導経路を持ち、イオンが隣の場所に移動する際に越えなければならない障壁（活性化障壁）が極めて低い材料を開発できた。この材料は、低温領域限定とはなるが現状、世界最速のF伝導体である。現在、車載用蓄電池への適用を目指した研究を進めている。

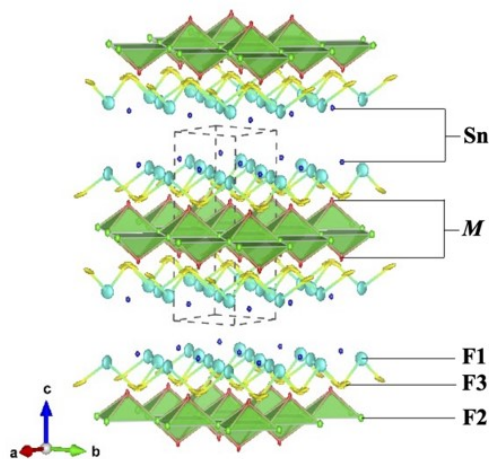


図1. メカノケミカル法で合成した
F⁻伝導体の結晶構造。

アピール ポイント

固体内を高速にイオン移動できる材料の開発に主眼を置くが、電子伝導の発現や、あるいはイオンや電子の移動の抑制の課題にも取り組んでいる。種々の合成法、評価法を駆使し、高速イオン移動型固体電解質を開発すること、またイオン・電子移動を伴う反応素過程の抵抗分離評価や結晶欠陥との相関解明、イオン移動経路の可視化などに取り組んでいる。