

## 新物質科学への挑戦



こばやし・げんき

2006年金沢大学工学部卒、2008年東京工業大学大学院総合理工学研究科修士、2010年博士課程修了、博士（理学）取得。2010年同産学官連携研究員、2011年神奈川大学助教を経て、2013年9月より現職。2012年10月～現在 科学技術振興機構さきがけ「新物質科学と元素戦略」研究者兼任。

平成25年9月1日付けで、神奈川大学から分子科学研究所に着任いたしました。学部生が主体の神奈川大学から異動して来たこともあり、研究所内の静かな雰囲気には始めは戸惑いを感じましたが、今は集中して研究に取り組むことができる環境に大変満足しております。着任から数ヶ月、研究室設計、工事、装置の購入・設置など研究室の立ち上げ作業に奔走してまいりましたが、ここに来てようやく実験環境が整いつつあります。多大なるご支援を頂いた大峯所長、横山主幹教授をはじめ所内外の関係者の皆様にこの場をお借りして御礼申し上げます。

わずか8年間ではありますが、これまでの研究者人生を振り返ることで私の研究経歴の紹介とさせていただきます。現在は無機固体化学を専門しておりますが、学部時代は金沢大学の高橋光信教授のご指導の下、有機薄膜太陽電池の研究に取り組んでいました。エネルギー問題に関わる研究に携わりたいという漠然とした思いと高橋先生の講義で電気化学に興味を持ったことが高橋研究室を志望した理由でした。研究内容に興味を持っておりまし

たので、当初はそのまま金沢大学の大学院に進学しようと考えていましたが、リチウムイオン二次電池の開発者である旭化成の吉野彰博士の講演を聞いたことで、二次電池の研究に興味を沸き、他大学への進学を決意しました。大学院では物質合成のスキルを身につけたいと考えていたこともあり、無機固体化学と固体イオニクスの観点から電池の研究を行っていた東京工業大学の菅野・山田研究室の門をたたきました。

修士課程から博士課程の前半はリチウム二次電池の正極材料であるリン酸鉄リチウムを研究対象とし、粒子サイズが充放電反応機構や電極特性に与える影響を調べていました。リン酸鉄リチウムは鉄を遷移金属種とする安価で環境負荷の低い正極材料として注目されていただけでなく、絶縁体でありながら粒子サイズが100 nm以下になると高速で充放電反応が進行する科学的にも興味深い特徴を持つため、盛んに研究がおこなわれていました。国内外の多くの研究グループと競いながら研究に取り組むことは非常に刺激的でやりがいを感じていましたが、同時に先を越されないかどうか、ひやひやしな

がら日々過ごしてことを覚えています。

博士課程の後半からは恩師である菅野了次教授の勧めもあり、新たな研究テーマとして酸水素化物の新物質探索を始めました。様々な電子物性を示す複合アニオン化合物は、物質探索の対象として多くの研究が為されていましたが、酸素と水素が格子内に混在する酸水素化物は合成自体の報告がほとんど無く、未開拓な物質領域でした。その理由は主に合成の難しさにあり、リバプール大学のロシェンスキー教授らの研究グループが提唱した、既存の酸化物を金属水素化物で還元する方法が唯一の合成法とされていました。しかし、この還元による合成法をもってしてもヒドリド(H<sup>-</sup>)を酸化物中に取り込むことができる物質は僅かで、必ずしも酸水素化物が得られるわけではありませんでした。私はヒドリドが安定に存在できる水素化物の大半がアルカリ金属かアルカリ土類金属を含んでいることに着目して、カウンターカチオンにリチウムを選択して物質設計を行いました。その結果、ペロブスカイト型層状酸化物の構造中にヒドリドが規則配列した新規酸水素化物の合成に成

功し、この新物質がこれまでに実証されていなかったヒドリド導電性を示すことが分かりました。さらに、研究を続けていく過程で、元素置換などの一般的な合成方法でヒドリドの配列や含有量を制御できることが分かり(図1)、酸水素化物がまだまだ未発見の物質が眠る新たな研究領域だということが分かりました。

博士号取得後は引き続き菅野先生の下で半年間ポスドクを経験した後、神奈川大学の助教として再びリチウム二次電池の研究に携わりました。実験環境を一から整える必要があったため、酸水素化物の探索研究を一次的に中断せざるを得ませんでした。研究環境を少しずつ整備しながら、菅野研の装置をお借りして酸水素化物の研究も続けました。合成は東工大で行い、神奈川大では酸水素化物の物性評価を中心に取り組みました。ヒドリドは特異な配位環境下でのみ存在できると考えられていたため、ヒドリドのイオン導電

現象はなかなか信じてもらえませんでした。初めて固体イオニクス討論会で発表した時は、「考え難い」、「動くわけではない」などの批判や、「プロトンや水酸化物イオンなど他のイオンが導電しているのではないか?」、「電子伝導ではないか?」などの疑問を投げかけられ、新たな現象を証明する難しさを痛感しました。電子伝導性がないことは簡単に証明することができたのですが、問題だったのは導電中のイオンがヒドリドとプロトンのどちらかを判別することでした。一般的にプロトン導電の証明に用いられる水素濃淡電池の起電力測定では、プロトンとヒドリドの判別ができないからです。試行錯誤した末、酸水素化物を水素化チタンとチタンの電極で挟んだ全固体型電池を作製し、ヒドリドだけが導電する方向に電流を流す実験を行いました。その結果、電流を流した後のチタン電極の水素化と、水素化チタン電極の脱水素化を捉えることができ、分子研への着任直前

にようやくヒドリド導電現象の実証に漕ぎつけました。

分子科学研究所では、引き続き酸水素化物を基本とした物質探索を研究の主軸にする予定です。特に、ヒドリド導電体の研究は、ヒドリドのイオン導電現象を利用した新たなイオニクスデバイスの創成に向け、長期的な視点で研究を発展させていきたいと考えています。

最後になりますが、若手独立フェローの名に恥じない研究成果が得られるよう精進いたします。どうぞよろしくお願いいたします。

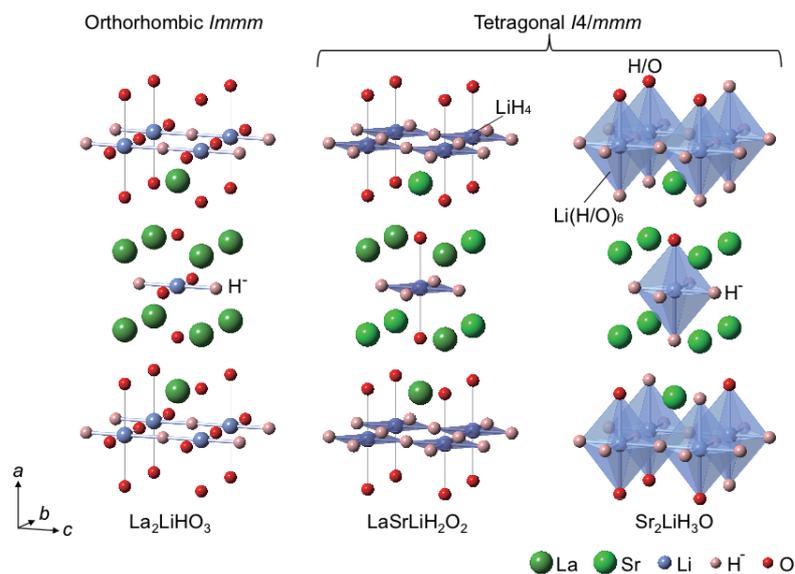


図1  $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{LiH}_{1+x}\text{O}_{3-x}$  ( $x = 0, 1, 2$ )の結晶構造。ヒドリド量の増加に伴ってヒドリドの配列が1次元→2次元→3次元に変化する。