

京都大学大学院 工学研究科 高等研究院
アニオン材料科学研究部門

研究部門代表： 陰山 洋（物質エネルギー化学専攻）

本研究部門の目的と主要構成員

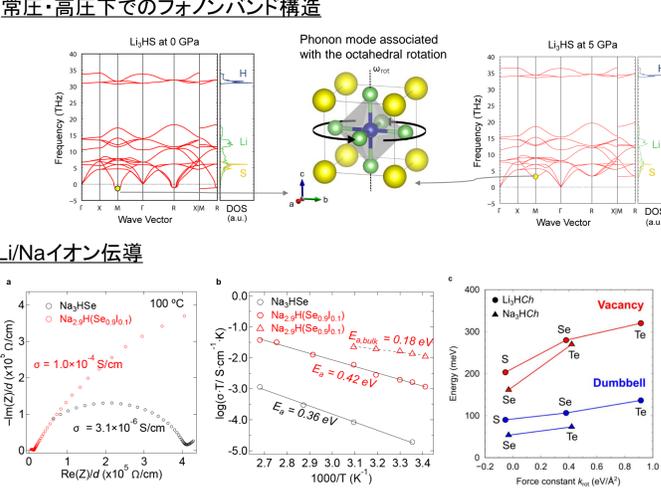
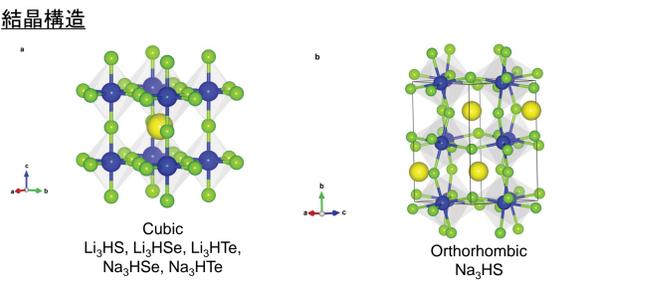
アニオン材料科学研究部門では、光エネルギー変換、蓄電池、燃料電池、水素製造・貯蔵、触媒などに展開可能な、複数のアニオンが共存する複合アニオン材料について、物性評価や材料設計からはじまり、様々な空間スケールでの構造、組織化、機能発現などを共同で研究することによって、教育と研究の両面からアニオン材料科学を発展させることを目的とする。また、広い範囲の物質・材料群の基礎研究ならびに応用物性研究の協働作業に加えて、計算科学の力によって電子状態、遷移状態の解析から機能現象について基礎的、理論的基盤を確立するとともに、化学工学的なシステムとしての視点も付加し、より広範な物質・材料群を対象とし、かつ出口のイメージを明確にしたアニオン材料科学の発展を目指す。

反応班 宮崎晃平(電気化学) 山田広樹(固体イオニクス) 大北英生(高分子物性) 邑瀬邦明(イオン液体) セトリックツセル(固体化学) 野瀬嘉太郎(光化学)	解析班 作花哲夫(レーザー化学) 田中庸裕(触媒科学) 佐藤啓文(計算科学) 河瀬元明(化学工学) 藤田晃司(誘電体) 竹腰清乃理(核磁気)
物性班 陰山 洋(無機固体化学) 小林洋治(固体化学) 田中勝久(無機固体化学) 山本隆文(無機材料化学) 松田祐司(量子物性) 前田和彦(光触媒)	合成班 阿部 竜(触媒化学) 細川三郎(触媒化学) 松田建児(物理有機化学) 若宮淳志(機能性有機材料) 植村卓史(細孔科学) 堀毛悟史(固体イオニクス) 林 克郎(無機固体化学) 手嶋勝弥(無機固体化学)

令和2年度の研究活動及び主な成果

アンチペロブスカイト型固体電解質

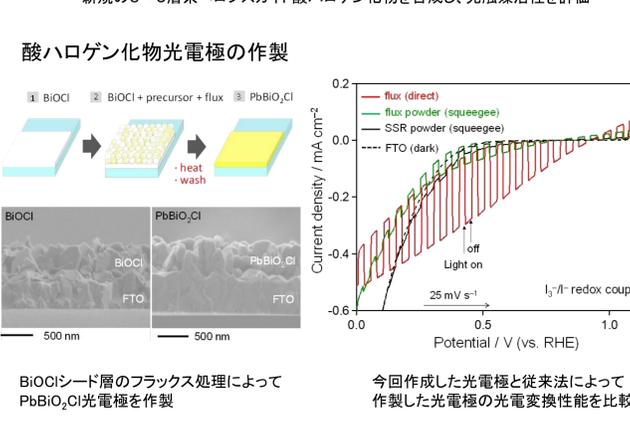
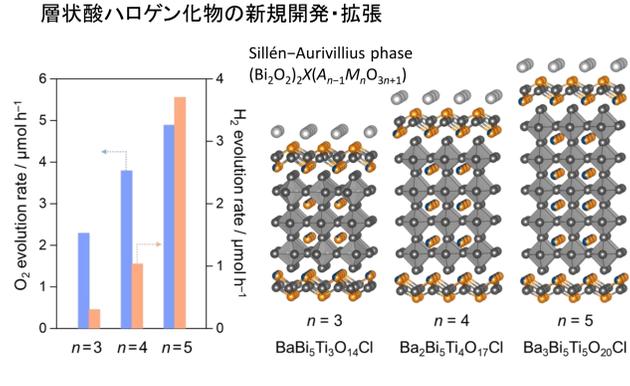
ソフトな水素-カルコゲナイド格子を有するアンチペロブスカイトリチウムおよびナトリウムを多量に含むアンチペロブスカイト型の化合物は有望な固体電解質材料として注目を集めているが、研究は主に酸化物イオンを含むものに限られていた。本研究では、ヒドリド(H-)およびカルコゲナイド(S²⁻, Se²⁻, Te²⁻)というソフトなアニオンから構成された一連のアンチペロブスカイト型物質を新規に合成することに成功した。さらに、これらのソフトなアニオンが作る格子に由来するフォノンモードにより、高いリチウム・ナトリウムイオン伝導が実現していることを示した。



- 一連のヒドリドベースのアンチペロブスカイト型物質の合成に成功
- 有望なリチウムおよびナトリウム固体電解質の候補であることを実証
- イオン伝導の活性化エネルギー低下に対して、低振動数のソフトフォノンモードが寄与していることを提案

層状酸ハロゲン化物光触媒・光電極

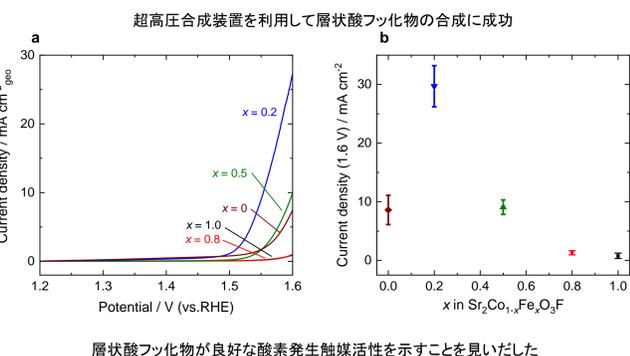
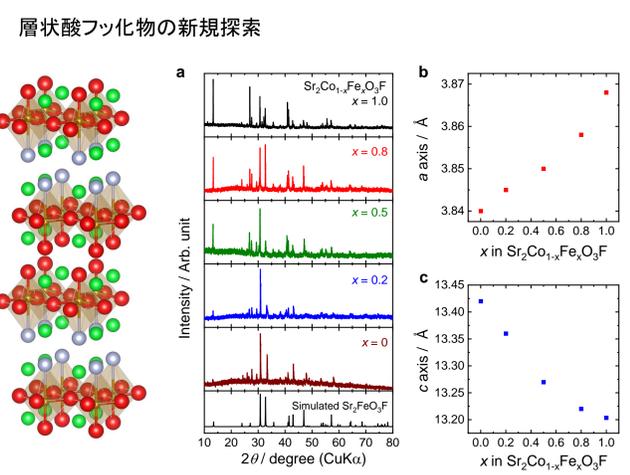
可視光分解用の新規複合アニオン光触媒・光電極の開発
 これまでに水分解用光触媒としての層状酸ハロゲン化物の高いポテンシャルを見出してきたが、詳細な物性理解や光電極としての応用は進んでいない。そこで、本年度は層状酸ハロゲン化物のペロブスカイト層数に着目した新規材料開発とフラックス合成を応用した光電極作製法の開発に取り組んだ。



- ペロブスカイト層数が3~5層の新規Sillén-Aurivillius型層状酸ハロゲン化物を合成し、それらが水分解用光触媒として機能することを見出した。さらに、ペロブスカイト層数に応じて活性が変化することも明らかとなった。
- BiOClシード層をフラックス処理することによってPbBiO₂Cl光電極の作製に成功した。得られた光電極は従来のスキージ法により作製した光電極と比較して高い光電変換性能を示した。これは粒子-基板間の接触が改善されたことが主要因と考えられる。

金属-空気二次電池バイファンクショナル触媒

複合アニオン化合物を用いた高活性空気極の開発
 ペロブスカイト型酸化物を用いた金属-空気二次電池用空気極触媒は数多くの研究がなされているが、カチオンサイト(AサイトおよびBサイト)の最適組成を探索するアプローチが主であり、アニオンに着目した研究例はない。そこで、複合アニオン化合物の触媒活性を調べた。



- 層状酸フッ化物が良好な酸素発生触媒活性を示すことを見いだした
- 超高压合成装置を利用して所定の化学組成を有する酸フッ化物を合成することに成功した。
- コバルト-酸フッ化物は、最も酸素発生反応活性の高いとされるBSCFに匹敵する触媒活性を示すことが明らかとなった。
- また、鉄を混合することで、酸素発生活性が飛躍的に向上した。コバルトと鉄の協奏的な効果が要因であると考えられる。