

2019 年第 81 回応用物理学会秋季学術講演会  
機能性酸化物研究会企画シンポジウム開催報告

「機能性酸化物のイオンと電子が織りなす蓄・創エネルギーデバイスの新展開」

世話人：田中 秀和（大阪大）、島 久（産総研）、菅 大介（京都大）、組頭 広志（東北大/KEK）、秋永 広幸（産総研）、松野 丈夫（大阪大）、中川原 修（村田製作所）、上野 和紀（東京大）

昨年のノーベル化学賞受賞となったりリチウムイオン電池の発明は記憶に新しく、吉野彰先生、ウィットエンガム先生、グッドイナフ先生のご功績は世に広く知られるところである。その中でグッドイナフ先生の見出された遷移金属酸化物は、イオンが寄与する正極材料として重要な役割を占めており、今後の蓄エネルギーデバイスに益々重要となっている。のみならずグッドイナフ先生は遷移金属酸化物をはじめとする化合物磁性の起源解明においても大変有名であり、金森-グッドイナフの法則として磁性物質の設計に大きく寄与されている。この様に機能性酸化物は、イオン（化学）が主役の電池等の蓄デバイス、電子・スピン（物理）が主役の新材料の双方における重要性に加えて、イオンを介した電子・スピン制御による、化学と物理を交差させた機能設計への期待も大きくなっている。そこで、本シンポジウムでは、酸化物や硫化物などの機能材料の蓄・創エネルギーデバイスの物理と化学、電池・イオンデバイスの最新評価法、イオン（化学）と電子（物理）の出会いによる新規物性の創出、蓄エネルギーから環境エネルギーデバイスへの展開、それらの産業展開において一線でご研究を展開されている 6 名の方々にご講演をお願いし、今後の発展を議論する場を提供することを目的とした。

今回は応用物理学会初のオンラインシンポジウムであり、web 上より皆様のご講演をいただいた。開催に先立ち、『応用物理』外部記者クラブの先生より取材（シンポジウムの風景撮影）をしたいとお申し出を頂き、Zoom 画面上で、ご講演者および一部世話人が会して写真撮影（スクリーンショット）を行った。座長およびパネリストの Zoom 画面上では、皆様の集合写真を拝見できたが、視聴者の皆様の画面上では、集合写真でない風景が表れていたと思われる。この熱気を直接目にさせていただいてなかったのは残念であるが、『応用物理』誌 11 月号でこの集合写真が掲載されているので併せてご覧いただき、雰囲気を感じていただければ幸いである。

ご講演は、最初に東工大 菅野了次先生から「全固体電池の開発とその周辺のサイエンス」との題目で、2 次電池応用に関して先頭を走る硫化物について、超イオン電導体探索と全固体電池開発を主題に蓄エネルギーデバイスのイントロダクトリーにあたる幅広いご講演をいただいた。固体電池の開発の鍵を握る固体電解質の物質開発について、系統的な知識に基づいた探索から最近の計算科学・AI まで適用した例などが紹介され、ご講演後には新しい物質系開発についての方策などに関する

る活発な質疑応答をいただいた。続いて産総研 朝倉大輔先生からは「オペランド軟 X 線分光によるリチウムイオン電池電極の酸化還元機構の解明」と題して、電極中の充放電反応を構造物性・電子物性の両面から理解する強力な手法として、電解液を伴う特殊なセルを利用した充放電下（オペランド）での軟 X 線分光を実現し、電子状態と充放電サイクル特性の関連性を見出すことに成功した事例などが報告された。続いて固体化学/物理の側面から、京都大 島川祐一先生から「遷移金属酸化物におけるイオンの配列および価数制御による新奇物性の探索」と題してご講演がなされ、冒頭でグッドイナフ先生とのツーショット写真と共に固体物理における同先生の寄与をご紹介いただいた。さらにオンライン講演で学生さんの聴講も多いことを配慮いただき、酸化物固体化学の基礎をご説明いただいた後、遷移金属酸化物高压合成による磁気秩序制御から高性能冷凍機に資する最新の大きなエントロピー変化を有する新規物質合成例の紹介がなされた。休憩を挟んだ後、東京大 近松 彰先生からは「アニオンドーピングによる強相関酸化物の物性変調」と題して、トポクティブティック合成により、酸化物に対して、酸素を水素、フッ素、塩素で置換、あるいは酸素を離脱させ新しい物性を創出する試みが報告された。薄く大きな表面積を有する薄膜を用いることにより、バルク結晶では不可能なアニオンドープが可能になることや、フッ素ドーピングによる Ru 酸化物などにおける電気伝導性、磁気特性制御が報告された。千葉大 泉康雄先生からは「両極に遷移金属酸化物ベースの光触媒を用いる高電圧型太陽電池」と題して、BiOCl と TiO<sub>2</sub> をそれぞれ正負極電極に使い、紫外可視光の照射により単セルで 2V 以上の高起電力を示す太陽電池の紹介を、その詳細な機構とともにご講演いただいた。最後に村田製作所 中村孝則様からは産業応用に向けて望まれる全固体電池像が紹介され、直列/並列積層構造設計による自在な電圧/容量制御から、セラミックコンデンサの作成工程を用いた全固体電池の作成プロセスも紹介され、電池のみならず様々なセラミックデバイスの開発が期待される非常に興味深いご講演をいただいた。シンポジウム中は常時 150 人~180 人のご視聴があり、多い時で 200 名のご参加をいただいた。初のオンラインシンポジウムに当たって、座長は、少し不安をいただきながら進行を開始したが、会場係の学生さんが、挙手された質問者への指名を迅速に行っていただくなど、素晴らしいサポートで非常にスムーズに進めることができた。ご講演の皆様、多くの参加者（視聴者）への感謝とともに進行をサポートしていただいた皆様へ深く感謝いたします。

