

2023年第84回応用物理学会秋季学術講演会シンポジウム(T8)報告書
「イオン트로ニクスにおける酸化物・カルコゲナイトの新機能」

企画：機能性酸化物研究会

日時：2023年9月20日(水)

会場：熊本城ホール(A304)+オンライン (ハイブリッド開催)

世話人：上野和紀(東京大総合文化) 秋永広幸(産総研) 組頭広志(東北大多元研)

松野丈夫(阪大理) 田中秀和(阪大産研) 中川原修(I-PEX Piezo Solutions(株))

イオン伝導性の電解液・固体電解質と電子伝導性の半導体・金属との界面を用いたイオントロニクスは、新しい物性・デバイス応用の舞台として注目されている。本シンポジウムは酸化物・カルコゲナイト材料をイオントロニクスの半導体・金属層として用いた研究で最近報告された様々な新規物性を取り上げ、新しい研究展開を議論する場を設けることを目的として企画された。

前半の冒頭では、世話人の上野和紀氏よりオープニングとしてシンポジウム全体の趣旨説明が行われた。ここ10年ほど、電解液・固体電解質と半導体・金属の界面に新しい現象が現れることが認識され、電気化学の枠を超えて研究が進んできたこと、その中で電解液や大気に対して比較的安定な18族元素をアニオンとして含む金属化合物(酸化物・カルコゲナイト)で熱機能、光機能、磁気機能、ニューロン回路など非常に多彩な物性・機能が発現することが紹介された。

最初の招待講演者である太田裕道氏(北大電子研)からは固体電解質と酸化物薄膜を組み合わせた「全固体熱トランジスタ」について報告された。外部から印加した電圧などにより熱流を制御する熱トランジスタの舞台としてイオンの脱挿入によって大きく熱伝導度が変わるコバルト酸化物が有用であること、固体電解質を組み合わせることで多数回のオン・オフを繰り返しても熱伝導度が再現性良く制御されることが報告された。

続いて、招待講演者である岡本範彦氏(東北大金研)からは熱ストレージとしての応用が報告された。水分子をマンガン酸化物へインターカレーション・デインターカレーションすることで大きな蓄熱・放熱が可能であること、その制御が120°C-160°Cで可能であるため、低温熱源の利用が可能でエネルギーハーベスティングへの応用が有望であることが報告された。

さらに、招待講演者の蒲江氏(東工大理)からは遷移金属カルコゲナイトとイオン液体を用いた発光デバイスについて報告された。イオン液体界面の電気二重層を用いてp,n両側のドーピングが可能であり、非常に単純な構造で制御性良く発光することが示された。また、円偏光の制御や色(発光波長)の制御など、このデバイスが単純に発光するだけでない機能性を有することが報告された。

前半のセッションの最後には、一般講演者の大熊光氏（東大総合文化）から、イオン液体・半導体界面におけるスピン軌道相互作用の制御に関する報告があった。界面の電気二重層を用いてゲート電圧による非常に大きな界面電場の制御が可能であること、反転対称性の破れによって生じるラッシュバ型スピン軌道相互作用がこの電場によって制御できることが報告された。

後半の最初の招待講演者の李好博氏（阪大産研）からは、ニッケル酸化物を用いたメモリデバイスが報告された。希土類ニッケル酸化物に水素イオンが高速に脱挿入できることを生かし、イオンを用いたデバイスであるにも関わらず高速かつ大きなオン・オフ比のデバイスが作れること、水素を用いた環境分野への応用が期待できることが報告された。

続いて、招待講演者の矢嶋越彬氏（九州大工）からは、同様に水素イオンを用い、酸化物としてタングステン酸化物を用いたニューロモルフィック素子が報告された。アナログ的な出力と大きな電気伝導度制御がリザバーコンピューティングに有用であること、実際にスパイクングリザバーとして応用が可能であることが報告された。

さらに、招待講演者の桐谷乃輔氏（東京大総合文化）からは遷移金属ダイカルコゲナイト剥片、とりわけ二硫化モリブデンの単層膜について、その作成手法とデバイス応用が報告された。剥片作成の基礎的な話題から始まり、イオンによって表面修飾することで転写性が大きく向上することや、単層膜だけを取り出す手法などについて報告された。

最後の招待講演者の中野匡規氏（東京大工）からは、遷移金属ダイカルコゲナイト薄膜で発現する強磁性と、そのゲーティングによる制御について報告された。テルル化クロム薄膜において非常に良質の薄膜を作成することで強磁性が発現し、リチウムイオンのインターカレーションによってその強磁性が制御可能であることが報告された。さらにその特性を詳しく調べた結果、強磁性が通常のストーナー強磁性ではなく、バンドのトポロジーが関与する独自の機構による強磁性であることが報告された。

最後に、世話人の田中秀和氏（阪大産研）からクロージングとして全体の総括が行われた。以上、7件の招待講演者と1件の一般講演者による講演が行われ、計120名（会場70名、オンライン50名）の参加者があり、活発な議論が行われるなど非常に有意義なシンポジウムであった。酸化物・カルコゲン元素は合わせて16族を構成しており、応用物理学会では物質ごとに分野が分断されているものの、本企画によってそれらの機能性を統一して扱う視点が共有されることで、さらに当該分野が発展すると期待される。