

第 70 回応用物理学会春季学術講演会 シンポジウム (Technical) 報告
水素化物の研究最前線～物質開発と機能の現状・課題・展望 (6. 薄膜・表面)

村岡佑治 (岡山大)、西川博昭 (近畿大)

本シンポジウムは、6.4 薄膜新材料のプログラム編集委員 2 名が立案して企画した。きっかけは、最近になって薄膜新材料の一般セッションにおいて水素化物およびそれに関連した物質・材料の講演が増えてきていることである。実際に、薄膜新材料セッションにおける水素化物関連の講演件数、および薄膜新材料セッションの全申込件数に対する割合を調べてみると、図 1 のようにちょうど 1 年前の 2022 年春季学術講演会から件数、割合ともに急上昇していることがわかる。その要因を推測すると、水素社会・カーボンニュートラルを標榜する時代の要請に基づく次世代エネルギー材料としての注目、近年にわかに現実味を帯びはじめた室温超伝導への期待、などが挙げられる。そこで今回は、水素化物に関する興味深い研究を進めていらっしゃる 6 名の先生方に招待講演をお願いし、その成果を議論することで最新動向を整理することを目指した。お忙しいにもかかわらず快くご講演をお引き受けくださったことに対し、改めてこの場をお借りして感謝を申し上げたい。

大友明先生 (東京工業大) からは、主として Ti, Zr などの IV 族水素化物の合成プロセスの詳細、その勘どころと金属の違いによる化学結合の様式、電気伝導をはじめとする電子機能の関係について、窒化物、水窒化物との比較も含めてご紹介いただいた。

田中秀和先生 (大阪大) からは、代表的な強相関電子系である遷移金属酸化物に水素、主にプロトンドーピングすることによる電子数・バンド状態の制御、さらにはそれによる新機能創出・デバイスアプリケーションについてご紹介いただいた。

清水亮太先生 (東京工業大) からは、中間的な電気陰性度を示す水素がプロトン・原子・ヒドリドと多彩な状態を示し得ることを念頭に、水素吸蔵材料や磁性半導体などの幅広いアプリケーションについて、エピタキシャル薄膜合成技術とともにご紹介いただいた。

清水克哉先生 (大阪大) からは、近年大きな注目を集めている、高圧化における水素化物の超伝導について、高圧合成および高圧下での構造・電気特性評価の実験手法確立、さらには計算科学との連携による室温超伝導実現の道標についてご紹介いただいた。

高津浩先生 (京都大) からは、セラミックスの合成化学に関する多様な手法を用いた酸化物の水素複合化について、特にヒドリドイオンの含有に伴う構造と磁性・電気伝導の制御を通じた新しい機能性の発現に関してご紹介いただいた。

折茂慎一先生 (東北大) からは、“ハイドロジェノミクス” 分野の創始者として、主に電池などの電気化学デバイスとしてのアプリケーションに直結する高速イオン伝導性・多価イオン伝導性に優れる錯体水素化物について、その設計指針を含めてご紹介いただいた。

水素化物のアプリケーションはエネルギー材料、室温超伝導にとどまらない幅広さを示

す。このことが近年大きな注目を集めている重要な要因であることはいうまでもなく、会場・オンラインともに常時 40 人程度、合計で 80 人程度の方が本シンポジウムにご参加いただいていたことが、水素化物に対する注目の大きさを示している。水素化物はエネルギー材料として水素を直接利用するための水素貯蔵材料として古くからきわめて重要である。このことは、実際に「その物質はどの程度の水素を含有できるのか？」設計を試みるためにも、極めて重要な物理化学的な知見を提供する話題でもあり、水素含有量による機能性制御という新しい話題の発掘にもつながる。また、水素イオンが極めて小さいことから、一般的な元素置換の限界を超えた大量のキャリアドーピングが実現可能であることも興味深い。これにより、酸化物をはじめとする電子相関の強い系が持つ特異的な電子物性を支配する電子数・バンド状態をドラスティックに制御しうるからである。さらに、一般的な一価イオンにとどまらず、 Mg^{2+} や Ca^{2+} などの多価イオン、ヒドライドイオン (H^-) などの高速イオン伝導体としても興味深い。電池材料や電気化学デバイスへのアプリケーションが期待できる。

水素化物のアプリケーションを考えるうえで、熱力学的非平衡状態での結晶成長、基板結晶の格子定数に合わせたエピタキシャル歪み、いったん作製した化合物をトポケミカルなプロセスで水素化・一部の水素を置換する反応など、薄膜プロセスが極めて有効であることを考えると、多くの材料系セッションが開催されている応用物理学会学術講演会でも、薄膜新材料は水素化物の話題と最も相性がよいセッションのひとつといえる。また、多岐にわたる水素化物のアプリケーションをデバイスに結びつけるためには、薄膜プロセスがデバイス作製に最も利用しやすい技術であることも重要である。6 人の先生方にはこれからの「攻めどころ」について、水素化物の分野にまだ参加されていない方を含めて共通の理解を深めるきっかけを提供していただいた。今後は水素化物について活発なディスカッションを展開する主戦場として薄膜新材料セッションを位置づけていただき、より多くのご講演を集めることで応用物理学会学術講演会全体の活性化に少しでも貢献できれば、本シンポジウムを企画した我々にとって大きな喜びである。さらに、その中から新たな話題が提供されることで、近い将来本シンポジウムの続編が企画できることを期待したい。

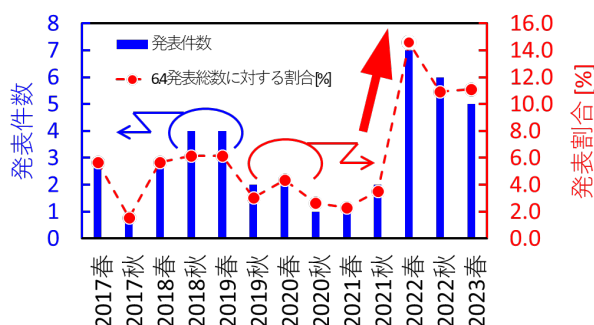


図 1 6.4 薄膜新材料における水素化物の発表件数と、6.4 における発表総数に対する割合