

## T11「Beyond Graphene」

世話人：内藤 正路（九州工業大学）

小川 友以（NTT物性研）

住友 弘二（兵庫県立大学）

本シンポジウムは、2024年3月24日13：30～17：45、1BJ 会場にて開催された。近年、モリブデン等の遷移金属と硫黄等のカルコゲン原子から構成される遷移金属ダイカルコゲナイドはグラフェンほどではないが究極の薄さを持つ半導体材料であり、高い導電性、高いキャリア密度、直接遷移形であるため光デバイスに応用が期待されている。本シンポジウムでは、このような二次元材料に焦点を当て、グラフェンの性能・応用を上回る可能性を持つ新材料のブレークスルーを目指すべく、応用物理学会には馴染みのない方々も招待講演者としてお招きして、最先端の研究内容についてご講演いただいた。

冒頭に、世話人のNTT物性研小川友以から「オープニング」として、当シンポジウムの企画の意図等が簡潔に説明された。

最初のご講演は九州大学の吾郷浩樹先生から、グラフェンによって切り拓かれた二次元材料研究のレビューを皮切りに、「二次元物質から「2.5次元物質」の創出へ」と題した講演がなされた。大面積かつ高品質グラフェン・hBN・MoS<sub>2</sub>のCVD成長と転写に関する研究成果についても紹介され、質疑応答でも活発に議論され注目度が高い講演であった。

2番目は東北大学の加藤俊顕先生から「その場観測プロセスを活用した2次元原子層材料の高品質合成とヤヌス化」と題して、TMDやヤヌスTMD（上下に上面と下面のカルコゲン原子が異なるTMD）のCVD成長のメカニズム解明や高品質化に対して、その場光学観察および電気測定を導入した研究成果についての講演がなされた。特にヤヌスTMDについては合成に成功している研究グループは限られているとのことで、チューブ化など新しい構造体への展開や光電子分光によるバンド構造解明など、世界最先端の成果について報告された。

3番目は京都大学の松田一成先生から「二次元半導体人工ヘテロ構造におけ

るモアレ光科学とその応用」と題して、量子光学応用を見据えたサンプル作製および光学測定に関する講演がなされた。サンプル作製では自動化・ロボット化の進展、さらに作製した二次元半導体人工ヘテロ構造に混在する複数のモアレパターンについて、ピンホールを用いることで光学実験において測定可能になった、とのことであった。

4番目は早稲田大学の久保将史先生から「二次元化合物MXeneの蓄電機能」と題して、MXeneの合成と、そのキャパシタ特性や蓄電特性という電気化学的側面からの応用研究に関する講演がなされた。MXeneは固体電池の負極材料として良好な充放電特性を示しており、前途有望な材料であることが報告された。また、MXeneは応用物理学会ではこれまで報告が少なかった新しい二次元材料群であるが、本シンポジウムを機に今後の展開に期待したい。

5番目は名古屋大学の柚原淳司先生から「14族ポストグラフェンの創製と構造解析」と題して、表面合金を利用した平面スタネンの創製、偏析法によるゲルマネンの創製、合金膜を利用したプランペンの創製などについての講演がなされた。Ag(111)/Ge(111)複合材料においてGeが界面偏析する現象を応用し、ゲルマネンを偏析創製することに成功した。Geが表面に偏析することや単位格子の長さがゲルマネンの理論的予想値と近いこと、STM観察にてハニカム構造を形成していることなどを明らかにした、とのことであった。

6番目は名古屋大学の長田 実先生から「無機フラットランド」と題して、層状化合物の単層剥離により得られる無機ナノシートの精密合成と機能開発、精密集積技術の開発及び電子材料・デバイスへの応用などについての講演がなされた。無機ナノシートの厚み、組成、構造を精密に制御して合成する鋳型合成法を開発し、高機能蓄電デバイス、人工強誘電体、巨大磁気光学材料などの革新的機能を持ったデバイス開発に関する講演がなされた。

7番目は東京大学の杉本宜昭先生から「走査プローブ顕微鏡による低次元材料の構造解析と操作」と題して、AFMを用いたシリセンの局所構造解析についての講演がなされた。平坦なグラフェンとは対照的にシリセンには座屈構造があり、これによりシリセンの構造には多様性がありその応用の可能性を広げている。STMでは可視化しにくい原子をAFMで局所構造解析や原子操作を行えることなどについての講演がなされた。

8番目は東北大学の菅原克明先生から「マイクロARPESによる粉状半導体 r-BSの電子状態」と題する一般講演がなされた。B原子を基本とした新たな二次元半導体の開発が進められているが、中でもBとSが二次元シート状に配列するとともに3倍周期で積層した層状半導体r-BSが注目を集めている。粉状微粒子状のr-BS試料に対して $\mu$ -ARPES測定を行いr-BSの電子状態についての報告があった。

9番目は東北大学の吹留博一先生から「グラフェン超極薄ゲート構造への二次元半導体結晶の成長」と題する一般講演がなされた。WS<sub>2</sub>とグラフェンの直交的な結晶成長法を軸として、劈開、転写法を用いないグラフェン超薄膜ゲートを有する極短ゲート・トランジスタの実現に向けて、グラフェン超薄膜ゲート構造上への数分子層WS<sub>2</sub>の成長に関する講演がなされた。

最後は、世話人の九州工業大学内藤正路から「クロージング」として、シンポジウムの総括が簡潔に行われた。普段本学会で発表されていない講演もあり、また本学会参加者には直接著名な講演者に会うことのできる貴重な機会であったこともあり、本シンポジウムの現地参加者は100名程度、またオンライン参加者は50名程度で合計150名程度と多くの聴衆に恵まれ、成功裏に終了した。