

二次元物質の CVD 成長と転写を通じた 2.5 次元物質科学の推進

Development of 2.5D materials science based on CVD growth and transfer of 2D materials

九大院総理工・九大半導体センター 吾郷 浩樹

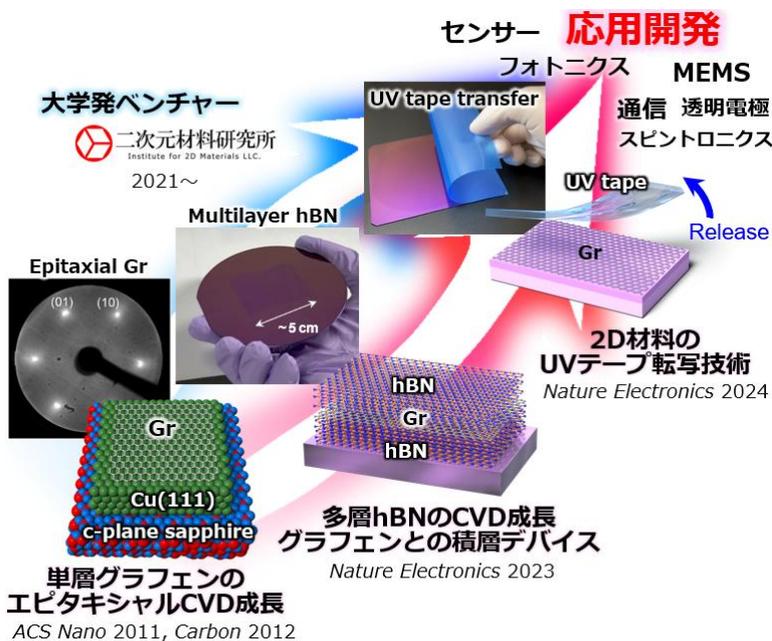
Kyushu Univ. Hiroki Ago

E-mail: ago.hiroki.974@m.kyushu-u.ac.jp

2004 年のグラフェンの報告から始まった二次元物質研究は、ファンデルワールス積層によって新たな物質を作り上げるという手法につながり、物質合成に大きなパラダイムシフトをもたらしている。また、積層した二次元物質の層間、あるいは二次元物質と基板の界面には、高さが可変な vdW ナノ空間が広がっており、エネルギー応用をはじめ、新奇な構造や物質創製の場としても期待できる。これらは、二次元物質研究の先を行く「2.5 次元物質科学」とみなすことができる [1-3]。

特に、グラフェンでは、突出したキャリア移動度やセンシティブリティから、バイオセンサーや光センサー、磁気センサーなどのセンサーを中心とした応用が活発に研究されている。このような高性能センサーをはじめとする応用には、グラフェンそのものの高品質化が必須である。我々は 2008 年の早い時期からグラフェンの CVD 成長の研究を開始し、銅箔に代わる結晶性金属触媒として、サファイア基板上に堆積した Cu(111)、Co(0001) 薄膜を用いた「エピタキシャル CVD 法」を開発してきた [4-7]。エピタキシャル CVD 法は、グラフェンの方位が制御されて結晶性が高い、Cu(111) が平滑で硬いためグラフェン転写時のダメージが少ない、銅箔で見られる多層グレインが抑制できるといった利点を持ち、最近では北京大やケンブリッジ大など世界的にも広くこの手法が利用されている。また、この成果は九大発グラフェンベンチャーの立ち上げにもつながっている [8]。

本講演では、このグラフェンのエピタキシャル CVD 法について説明するとともに、グラフェンのキャリア移動度を向上させるのに重要な役割を果たす、六方晶窒化ホウ素 (hBN) の多層膜の CVD 合成とグラフェン FET への応用についても紹介する [9]。一方、Cu(111) からのグラフェンの転写も、グラフェンセンサーの実用化において重要である。そこで、我々は「Ready to transfer」のコンセプトの下、UV 光で粘着力が 1/10 まで低下するテープについて、グラフェンに特化した粘着剤、基材、転写プロセスを開発し、残渣や破れが少なく、かつ簡便な転写法を開発した [10]。講演では、この UV テープの延伸によるグラフェンナノスクロールの合成に関する新たな結果についても紹介する予定である [11]。



【文献】

- [1] H. Ago, P. Solís-Fernández, *NPG Asia Mater.* (invite review), **16**, 31 (2024).
- [2] H. Ago et al., *Sci. Tech. Adv. Mater. (STAM)*, **23**, 275 (2022).
- [3] Y.-C. Lin et al., *Nat. Commun.*, **15**, 425 (2024).
- [4] H. Ago et al., *ACS Nano*, **4**, 7407 (2010).
- [5] B. Hu et al., *Carbon*, **52**, 57 (2012).
- [6] Y. Ogawa et al., *J. Phys. Chem. Lett.*, **3**, 219 (2012).
- [7] H. Ago et al., *Appl. Phys. Express*, **6**, 75101 (2013).
- [8] <https://www.2jigen-zairyo.co.jp/>
- [9] S. Fukamachi et al., *Nat. Electron.*, **6**, 126 (2023).
- [10] M. Nakatani et al., *Nat. Electron.*, **7**, 119 (2024).
- [11] T. Maezawa et al., in preparation.