

金属基板上に真空スプレーした蛋白質分子/GNR の STM 観察

STM study of sprayed protein molecules on metal substrates in vacuum

千葉大院工¹, °安藤 紗絵子¹, 後藤 悠斗¹, 根本 諒平¹, 山田 豊和¹

Chiba Univ.¹, °Saeko Ando¹, Yuto Goto¹, Ryohei Nemoto¹, Toyo Kazu Yamada¹

E-mail: toyoyamada@faculty.chiba-u.jp

生体分子を1個の分子レベルで基板上に正確に吸着する技術の開発研究は、1個の分子だけで構造解析を実現できる新たな手法として注目される。大気中で基板上に分子溶液を液滴する手法では、溶媒や大気分子が吸着し1個の対象分子の観察の妨げとなる。我々は対象分子溶液を真空中にスプレーし、基板上に1分子レベルで吸着するための自作真空スプレー技術開発と自作超高真空(UHV)走査トンネル顕微鏡(STM) [1-4]による評価を行った。

図1AはUHVにて平坦・清浄したAu(111)基板表面のSTM像である。数十nm幅の原子テラスが確認できる。この表面に、真空中にて蛋白質分子(千葉大/村田武士先生:φ12.9nm×高6.5nm)溶液(溶媒:純水)を真空スプレーにて吸着した。6×10⁻⁴mg(=0.001mg/ml×30滴×0.02ml/滴)スプレー時は、200×200nm²範囲に1個のφ10nm×高1.0nmを確認した(~25個/μm²)(図1D)。図1Dに1個分子の3D-STM像を示す。5倍の30×10⁻⁴mg(=0.005mg/ml×30滴×0.02ml/滴)スプレー時は、φ12±2nm×高2nm粒を69個/μm²確認した(図1B)。さらに約13倍の80×10⁻⁴mg(=0.005mg/ml×80滴×0.02ml/滴)スプレー時は、φ12±2nm×高2nm粒を150個/μm²確認した(図1C)。分子周囲に溶媒水はなくスプレー後もAu(111)再構成ヘリングボーン構造を確認した。

また、グラフェンナノリボン(九工大/田中啓文先生)[4,5]溶液(溶媒:1,2-ジクロロエタン)を清浄化したCu(111)基板にスプレー(30滴×0.02ml)した。Cu(111)表面のfcc(111)単原子テラス表面上で、sGNR(高1.3±0.3nm, 幅15±5nm)の吸着を広域STMスキャン(1×1μm²)より確認した。

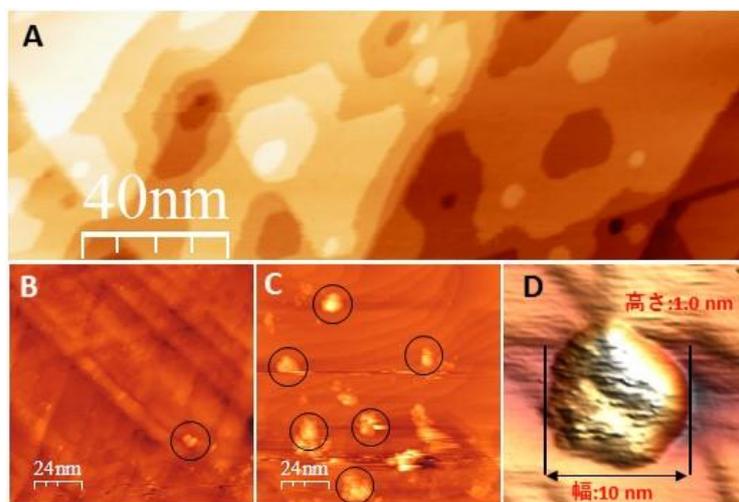


Figure 1. (a) Au(111)基板 STM 像(100×69 nm², $V_s = -1$ V, $I_t = 20$ pA). (b) RxR ナノディスク蛋白質分子スプレー: 0.005 mg/ml × 30 drops × 0.02 ml/drop (120×120 nm², $V_s = -1$ V, $I_t = 20$ pA). (c) 0.005 mg/ml × 80 drops × 0.02 ml/drop (120×120 nm², $V_s = -2$ V, $I_t = 15$ pA). (d) 1分子の3D表示. 0.001mg/ml×30滴×0.02ml/滴(20×20 nm², $V_s = -1$ V, $I_t = 20$ pA)

References: [1] E. Inami, et al., **Analytical Chemistry** 90, 8954 (2018). [2] E. Inami, et al., **Sci. Rep.** 8, 353 (2018). [3] N. K. M. Nazriq, et al., **Nanotechnology** 29, 495701 (2018). [4] T. K. Yamada, et al., **Nanotechnology** 29, 315705 (2018). [5] H. Tanaka, et al., **Sci. Rep.** 5, 12341 (2015).