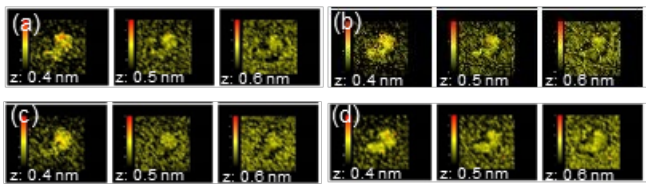
X 線支援原子間力顕微鏡 XANAM による X 線誘起の力変化を利用した Si 基板上の Ge 量子ドットの X 線元素分析

（名大院工[1]・北大触媒研[2]、ICU[3]、KEK-PF[4]）○鈴木秀士[1]，向井慎吾[2]，田旺帝[3]，野村昌治[4]，藤森俊太郎[1]，池田弥央[1]，牧原克典[1]，宮﨑誠一[1]，朝倉清高[2]
X-ray elemental analysis of Ge quantum dots on a Si substrate using an X-ray induced force change through X-ray aided atomic force microscopy (XANAM) ([1]*Nagoya Univ.*, [2]*Hokkaido Univ.*, [3]*ICU*, [4]*KEK-PF*) Kensuke Kiyokawa,[1] ○Shushi Suzuki[1], Shingo Mukai[2], Wang-Jae Chun[3], Masaharu Nomura[4], Syuntarou Fujimori[1], Mitsuhisa Ikeda[1], Katsunori Makihara[1], Seiichi Miyazaki[1], Kiyotaka Asakura[2]

We developed "X-ray aided atomic force microscopy (XANAM)" for elemental analysis of surface/interface nanostructures. This methodology combines non-contact atomic force microscopy (NC-AFM) and synchrotron radiation X-ray (SR X-ray). We expect to realize X-ray chemical analysis with the same spatial resolution as NC-AFM, assuming that X-rays could change the covalent bond strength in the tip-surface interaction via the excitation of the inner-core shell electrons from the sample. From the previous measurements of Ge surfaces in KEK-PF, it has been confirmed that the tip-surface interaction changed with X-rays near the X-ray absorption edge energies. Here, we observed the Ge quantum dots prepared on a Si substrate. While irradiating X-rays with energies near the Ge-K absorption edge, the X-ray energy dependence of the tip-surface force was acquired three-dimensionally. A clear difference was confirmed between the Ge quantum dot position and the Si substrate position. Therefore, we have succeeded in the elemental mapping of the sample surface with a spatial resolution of at least a few nanometers.
Keywords : X-ray surface chemical analysis; NC-AFM; Germanium Quantum dot; Covalent

我々は、表面／界面のナノ構造の元素分布情報を得る手法として、「X 線支援非接触原子間力顕微鏡(XANAM)」を開発してきた。これは非接触原子間力顕微鏡（NC-AFM）と放射光 X 線（SR X-ray）を組み合わせた手法である。NC-AFM の探針-試料間に生じる共有結合が、試料からの内殻電子励起を介して X 線に応答すると考え、NC-AFM と同等の空間分解能で化学分析を実現することを目指した。これまでの KEK-PF における Ge 表面の測定から、X 線吸収端付近の X 線で原子間力に変化が生じることを確認した。そこで今回、Si 基板上に作成した Ge 量子ドット試料を観察した。Ge-K 吸収端付近のエネルギーの X 線を照射しながら、原子間力の X 線エネルギー依存性を 3 次元に取得し、Ge 量子ドット位置と基板 Si 位置で明確な違いが確認できた。これより試料の元素分布を少なくとも数 nm の空間分解能を達成できた。



1) XANAM images of quantum dots at the tip-surface separation (z) at 0.4, 0.5 0.6 nm. Image size: 40 × 40 nm^2, X-ray energies: (a) 11053 eV, (b) 11103 eV(Ge-K), (c) 11153 eV, amd (d) 11203 eV.