

Au(788)微傾斜表面上の遷移金属ナノ構造の磁性**Magnetic structures of nanostructured transition metals on vicinal
Au(788) surfaces**

藤澤英樹、白木将、古川雅司、川合真紀

Hideki Fujisawa, Susumu Shiraki, Masashi Furukawa, Maki Kawai

理化学研究所

RIKEN (The Institute of Physical and Chemical Research)

Au(788)上の Fe ナノ構造の磁性を X 線吸収分光、磁気二色性を用いて調べた。一次元的なナノワイヤーがステップエッジに沿って成長する 0.25ML において、温度 40K で明確な MCD シグナルを観測した。この事は磁場中 (1.4T) で強磁性状態の存在を示している。さらに、その温度測定を行った結果、温度上昇と共に MCD 強度が減少し、およそ T=150K でほぼ消失する事を見出した。一方、2 次元的に成長する 1.2ML においては、温度上昇と共に MCD 強度が減少し常磁性的な振る舞いが T=300K で観測された。これら結果は、強磁性が Fe の吸着構造の次元性に強く依存している事を示唆している。

The magnetic behavior of Fe nanostructures on a Au(788) surface has been studied using x-ray absorption spectroscopy (XAS) and magnetic circular dichroism (MCD). At the coverage of 0.25ML Fe where adatoms completely occupy the step edges and extend to the terraces forming one-dimensional (1D) wires, a significant MCD signal has been clearly observed at T=40K, indicating the existence of the ferromagnetic state for 1D wires under the external magnetic field of 1.4Tesla. It is found that XMCD signal decrease as increasing temperature and almost disappear above 150K. In the contrast, at the coverage of 1.2ML where Fe adatoms form 2D structure, the MCD intensity is gradually decreased, and paramagnetic phase is found at T=300K. These results suggest that the ferromagnetism strongly depend on the dimensionality of the Fe adatom structures.

本文

ステップを持った表面上に磁性金属を蒸着し、自己組織化によりステップエッジに吸着させることによって、単原子磁性鎖を作成する様々な試みが行われている。一次元系において強磁性

状態は不安定である事が理論的に示唆されているものの、実験的に単原子鎖は薄膜やバルクといった二次元、または三次元系と比べ、大きな磁気モーメントを持つ可能性が示唆されている。我々は、マクロスケールで均一なステップを有

し、室温で安定である Au(788)表面に着目し、磁性原子 (Fe, Co, Ni, Gd) を微量蒸着し、単原子鎖の作成を試みている。Fe を微量蒸着した場合、Fe 原子はステップに沿って一次的に並び、蒸着量の増加と共に、テラス方向へ成長し隣接のテラスに拡がり、一次元から二次元へのクロスオーバーが起きる事を STM で見出した。さらに電子状態を調べた結果、フェルミ準位直下に Fe3d軌道に起因する構造が出現し、Fe ナノワイヤーのバンド構造はステップに垂直方向ではフラットではあるものの、平行方向では比較的分散的である事を見出した。しかしながら、Au 基板の影響により強磁性交換分裂バンドの観測といった磁性を特徴づける実験結果は得られていない。

そこで本研究においては、次元性の変化に伴う磁性の振る舞いを調べるため、磁性原子のみを選択的に特定し、その磁気構造について調べる事ができる磁気円二色性 (MCD) 測定を行った。測定は BL25SU で行った。Au 単結晶表面はスパッター、アニールを行い清浄化し、結晶性は LEED で確認した。Fe の蒸着は電子ビーム銃を用いに行い、蒸着量は膜厚モニターで見積もった。

図 1 に Fe を 2-3 原子列からなるナノワイヤーが成長する 0.25ML 蒸着した場合の Fe $L_{2,3}$ XAS とその XMCD スペクトルを示す。測定は磁場中 (1.4T)で行い、T=40K で行った。MCD を示す事から、一次元ナノワイヤーが強磁性である事が分かる。その温度変化を測定した結果、温度上昇と共に、MCD 強度は減少し約 150K でほぼ消失する事を見出した。一方、Fe 原子がテラスに拡がり隣接のテラスに到達し、2 次的に吸着する 1.2ML 蒸着した場合、0.25ML と同様に明確な MCD シグナルを観測した。温度変化を調べた結

果、温度上昇と共に、MCD シグナルは減少し、およそ T=300K でほぼ消失した。これらの結果は強磁性転移点が次元の減少と共に、減少する事を示している。

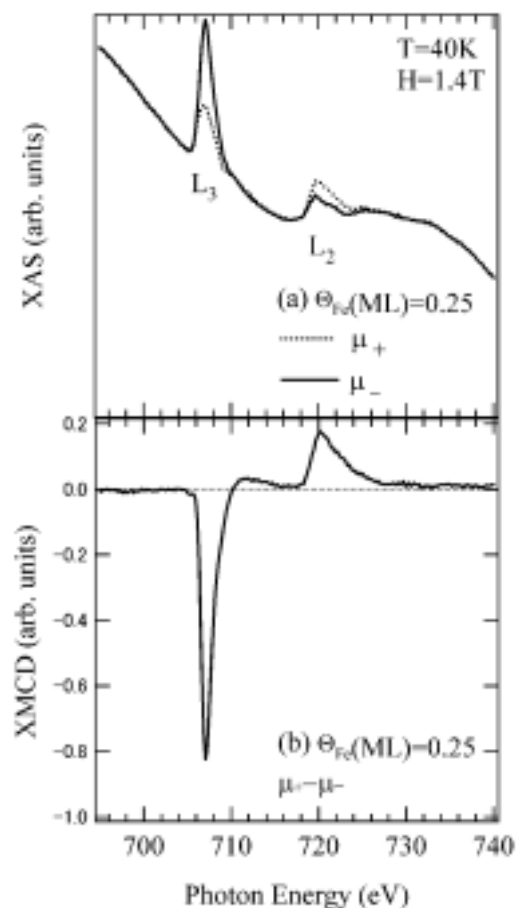


Fig. 1. (a) X-ray absorption and (b) corresponding XMCD spectra of 0.25ML Fe on Au(788) surface