

VIII.-3 固体光物性グループ

講師 大久保宜昭、東山和幸

卒業研究生 藤野路子¹

【1】固体表面の物性研究（東山）

固体表面における微視的過程、具体的には吸着、再構成、結晶成長などを走査トンネル顕微鏡 (STM)、低速電子回折 (LEED)、エネルギー損失分光 (LEELS) を用いて研究している。

(1) Ni(110) 表面における Na 一次元鎖とその秩序（藤野、東山）

多くの遷移金属 (110) 表面は自発的に、あるいは吸着種の存在により 1×2 表面に再構成する。これまでの研究から、再構成表面では第 1 層原子列が 2 倍周期で選択的に消失していることがわかっている。この表面の著しい特徴は高い構造的秩序にあり、直径数 100 \AA の領域にわたって欠陥がほとんど存在しない。この理由から、 1×2 表面を基盤として擬一次元物質を生成する試みが近年活発である。この流れに沿って、平成 16 年度では Na 吸着 Ni(110) 表面の研究を行った。

実験はすべて到達真空度 $5 \times 10^{-11} \text{ mbar}$ の超高真空分析装置を用いて行った。 1×2 表面は、 300°C に加熱した Ni(110) 清浄表面に Na を吸着させて作成した。その LEED 図形を図 1 (a) に示す。明瞭な半整数次反射が観測される。この表面に室温で Na を吸着させたところ、新たに線構造が出現した (図 1 (b))。吸着量の増加とともに線構造は先鋭化し、(10) 反射側にシフトした。そのシフトの様子を図 2 に示す。逆格子ベクトル長の比が 0.7 に達した時点でシフトが止まっているのがわかる。図 1 と図 2 の結果から、この表面では、消失した原子列の方向に格子定数 $2.49/0.7 = 3.6 \text{ \AA}$ の一次元鎖が形成されていること、隣接する鎖間の位相はランダムであることがわかる。Na の格子定数 3.66 \AA を考慮すると、Na 一次元鎖の形成が強く示唆される。図 3 に示す仕事関数の変化の様子もこの考えを支持している。図 4 (a) に表面の原子模型を示す。図 4 (b) は、この模型に対応する回折図形の計算結果であり、実験の特徴をよく再現している。

<論文>

1. "Ordering Process of Ni-O Chains Formed on Ni(110)"

Y. Ikeda and K. Higashiyama, submitted to Surface Science.

2. "K- and Cs-induced Reconstructions of Pd(110) Studied by Scanning Tunneling Microscopy"

A. Egami and K. Higashiyama, in preparation.

3. "Initial Stages of Oxidation of Al(111) Observed by Scanning Tunneling Microscopy"

T. Niitani and K. Higashiyama, in preparation.

¹主任指導教員 森岡弓男教授

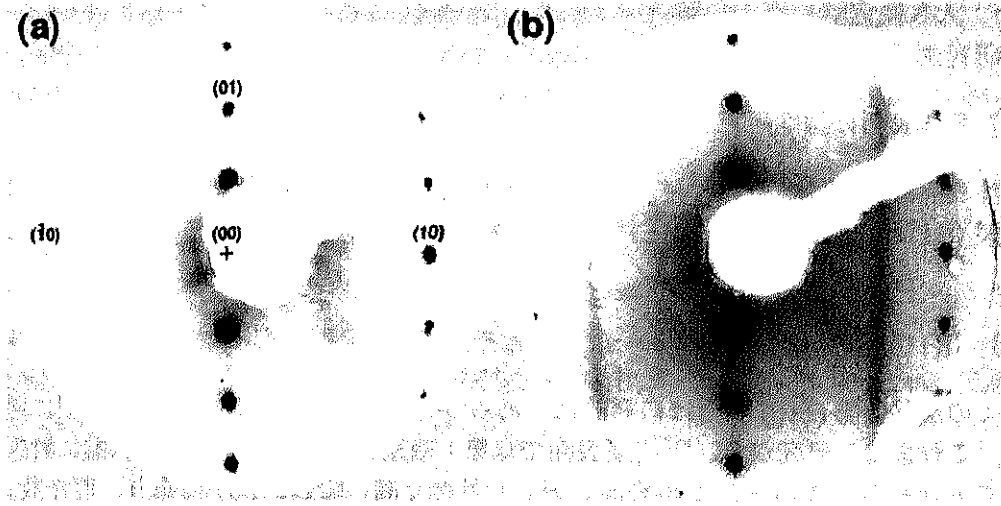


図 1: Na 吸着 Ni(110) 表面の LEED 図形. (a) 1×2 再構成表面 (80eV). (b) 1×2 表面に Na を室温吸着 (78 eV).

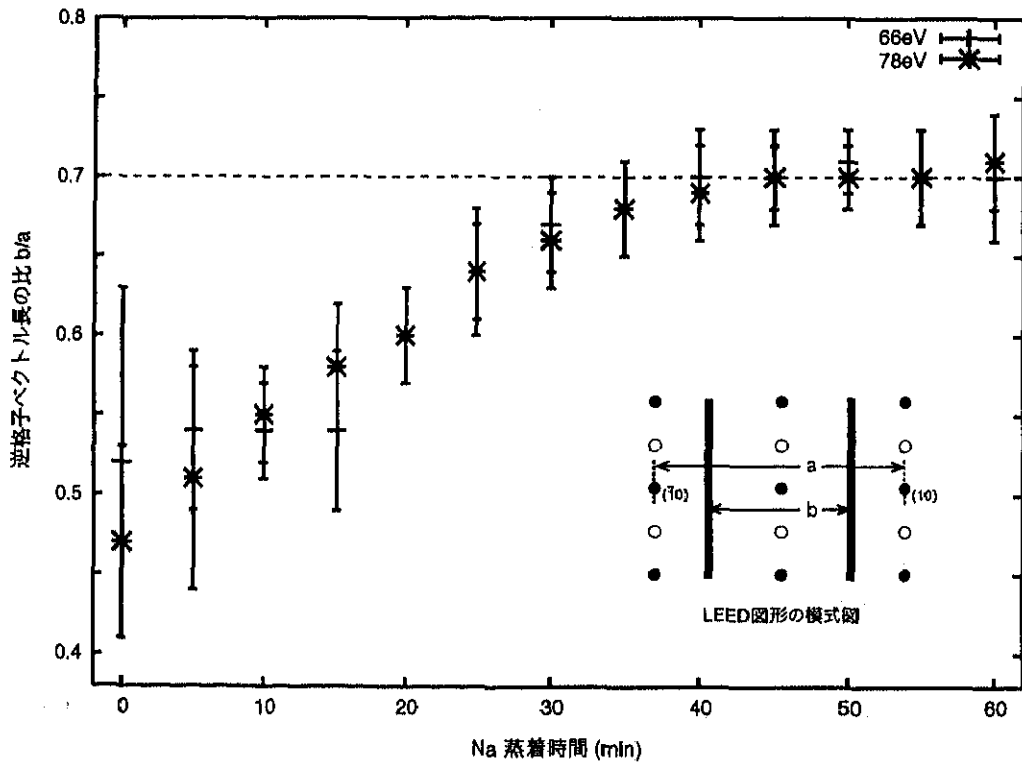


図 2: 線構造のシフト量の Na 吸着量依存性

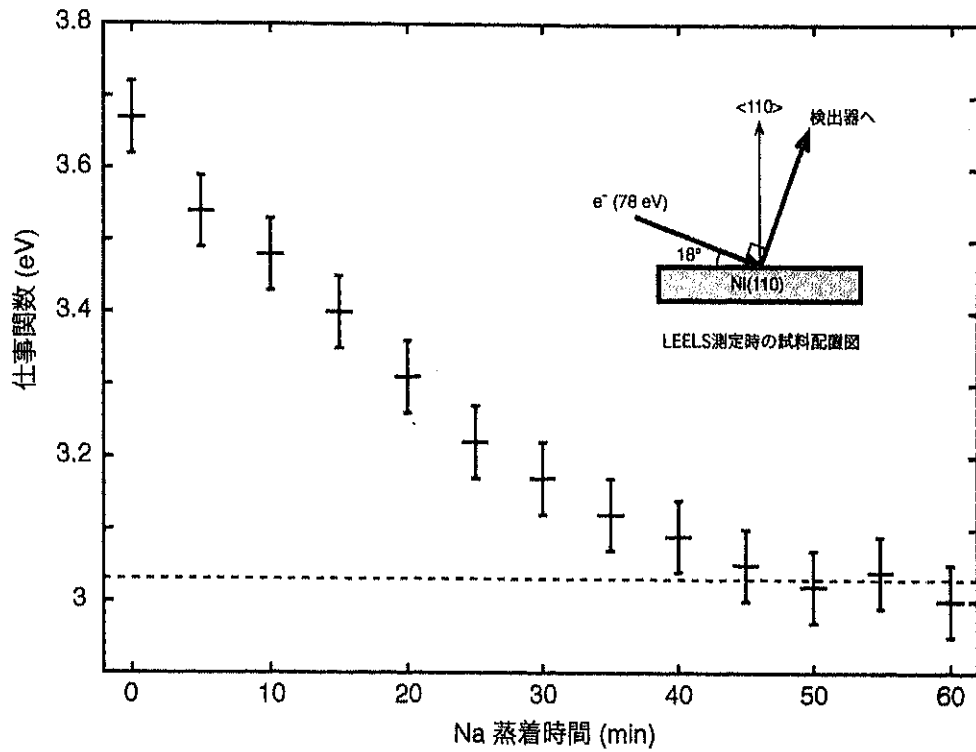


図 3: LEELS スペクトルより得られた仕事関数の Na 吸着量依存性

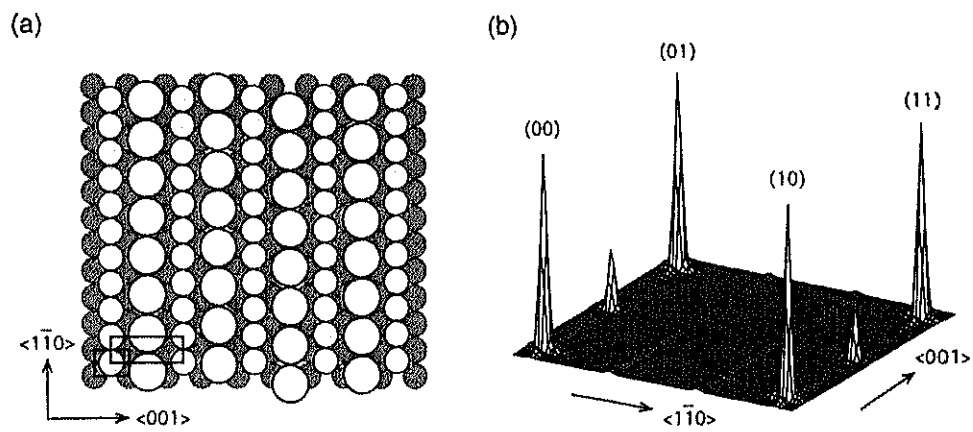


図 4: (a) Na 吸着 1×2 表面の原子模型, 大きな丸は Na、小さな丸は Ni を表す, 長方形は 1×1 、 1×2 単位胞, (b) 運動学的計算から得られた回折図形

【2】磁気共鳴による物性研究 (大久保宜昭)

(1) 異常 stimulated echo の発生機構

磁場勾配中で現れるいくつかの異常な stimulated echo の一部は従来の理論でも説明できることが分かった(平成 15 年度年次報告)が、実験的に確認するためスピン依存性を調べたところ、理論とは矛盾する結果が得られた。各方面での NMR の応用に際しては、原理面での再検討が必要と思われる。

(2) 低次元磁性体の磁気共鳴による研究

遷移金属カルコゲナイドと遷移金属との層間化合物の磁性はよく研究されているが、微視的情報はほとんどないので、 Fe_xNbS_2 における ^{93}Nb 核の NMR を特に $x = 0.25$ の場合について調べている。この系ではスピン-格子緩和時間 T_1 は短か過ぎて測定が難しいが、スピンスピン緩和時間 T_2 から間接的ながら電子状態に関する情報が得られる。 $x = 0.25, 0.33$ ともエコーの減衰は 2 つの緩和時間 T_2 で表わされるが、 $x = 0.25$ の場合、短い方の緩和時間 T_2 の重みはほとんど温度によらず 0.7 で、 $1/T_2$ はネール点 137K でピークをもち、長い方についても $1/T_2$ は $x = 0$ の $1/T_2$ より 1 桁大きい(平成 15 年度報告)が、測定を 77 K 以下まで拡張したところ 40 K 以下では短い成分が消え、4.2 K では $1/T_2$ は $x = 0$ よりも小さくなることが分かった。これらの結果を踏まえた電子状態のモデルを構築中である。

(3) 遷移金属酸化物の NMR

KTaO_3 における ^{181}Ta 核の T_1, T_2 の温度依存性を調べた。
(物質工学系との共同研究) (修士論文 1))

(4) AlBr_3 -GIC における ^{27}Al 核の緩和

AlBr_3 のグラファイト層間化合物において ^{27}Al 核の NMR 信号が 2 つの成分からなるので、以前スピン-格子緩和曲線を解析した際には、単純に double-exponential として扱ったが、スペクトルも考慮に入れてより適切な解析法が見出された。 T_1 の温度変化のデータへの適用を検討している。(群馬高専との共同研究)

修士論文

- 1) 鈴木理恵「 KTaO_3 における ^{181}Ta の核磁気共鳴」2005 年 2 月