

凝縮系物性学研究室

http://mswebs.naist.jp/LABs/daimon/index-j.html



(写真左から)

教授(兼任): 太田 淳 ohta@ms.naist.jp

准教授: 服部 賢 khattori@ms.naist.jp

助教: 武田 さくら sakura@ms.naist.jp

ナノ表面の原子・電子を覗いて探っています。

原子や分子を直接観たい人、固体電子の動きを見極めたい人、新奇な表面物質を創りたい人、ナノ物質の電気伝導・磁性・発光・脱離を制御したい人、大歓迎です。

研究を始めるのに必要な知識・能力

結晶構造・エネルギーバンド・半導体・金属などの固体物性に関する基礎知識。パソコンアプリケーションの操作能力、または実験装置の操作能力(触った経験で可)。

研究室の指導方針

修士号取得を目指す者には、十分な実験技術や計算技術の習得、研究の進め方、論文読解力、英語での発表力などの教育を行う。博士号取得を目指す者には、加えて、英語論文の書き方と幅広い科学的知識の教育、研究経営能力、リーダーシップ能力の育成を行う。研究テーマはできる限り希望を考慮し、状況に応じ柔軟に対応する。「研究室内での進捗発表や雑誌会、国内学会・国際学会発表、論文執筆、資金・学振等の申請、修士・博士論文発表」という過程を典型的な育成モデルとする。国際化のため研究室内での発表スライドは英語記載とする。

この研究で身につく能力

実験・計算での操作能力は、超高真空、ガス分析、表面作製、蒸着、ガス暴露、加熱、低温、電子回折、X線回折、光電子分光、走査トンネル顕微鏡、電気伝導、磁化測定、発光分光、ラマン分光、UNIX、第一原理計算など。装置類の設計・作製・組立能力は、真空装置、制御用電子回路、測定解析用プログラムなど。

研究遂行能力は、装置の理解と適切な操作、ノート作成、内容・解析の理解、論理の組立など。また、表面科学を中心とした物質科学に関する英語論文の短時間理解力。口頭、ポスター、論文発表などの日本語・英語でのプレゼンテーション能力。研究室運営を適切にする協調性。知識や経験に基づくリーダーシップ能力。

修士生の活躍の場

修士卒: 主に電気機器製造業の研究技術者。最近6カ年では、HOYA、NTT、SOLIZE、オムロン、キーエンス、コベルコ、シンプレックス、トヨタ、フジクラ、リクルート、リコー、ルネサス、ローム、花王、京セラ(2)、高純度化学、四国電力、住友電工(2)、住友電装(3)、村田製作所、太平電装、中部電力、日本モレックス、日立(3)、浜松ホトニクス、富士通、堀場製作所(2)、村田製作所。他に他大学への進学: 大阪大学、ユーリッヒ研究センター。

博士卒: 主にアカデミックの研究者(ポスドク、助教など)。最近6カ年では、アーヘン工科大学、International Islamic University Malaysia、NIMS、岡山大、名工大、大阪大、奈良先端大、日経BP、Bollhoff、ユニソク。

研究内容

【目的】 数ナノメートル以下のサイズになると、量子化の影響で、全ての物質は通常の固体とは異なる性質を示すようになる。それらは省資源やナノテクに必須な微小新材料であり、表面を利用して原子レベルで人工的に製作できる。当研究室では、人工的に制御作製した、準二次元系である固体表面、ナノ薄膜・ナノ線・ナノ粒子のバルク・表面・界面、更には表面近傍のナノ領域バルクがもつ新奇な特性を見出し、その原子構造や電子構造の理解から、ナノの世界の物性解明と新機能創成を目的としている。

【表面ナノ新物質の創成】 超高真空中で、原子レベルで平坦かつ清浄化した固体表面に、数原子層厚という微量な原子・分子を蒸着・吸着・加熱すると、多種多様な表面ナノ構造を構築できる。当研究室では、電気伝導・磁性・発光で有用となり得る金属シリサイドのナノ物質系を中心に、種々の構造・物性相図を明らかにしてきている。また、先端デバイスの基礎となる、歪み半導体ナノ薄膜系、立体構造側面系などの機能性物質表面も対象としている。

【構造物性解析】 当研究室では、物質の理解に必要な原子構造や分子の吸着構造を、表面の原子や分子を一つ一つ直接観察できる走査トンネル顕微鏡(STM) [Fig. 1]、三次元逆格子が見える電子回折(LEED, RHEED)等を用いて解析している。また物性の根源となる電子構造を、エネルギーバンド分散が分かる角度分解光電子分光(ARPES) [Fig. 2]等を用いて分析している。更に、表面を対象にした四探針法(4PP)による電気伝導評価、磁気光学カー効果(MOKE)による磁性評価、フォトルミネッセンス(PL)による発光評価を、設計開発したオリジナルの超高真空装置を用いて行っている。また、第一原理計算(DFT)による安定構造・電子状態に基づく理解を行っている。

【研究テーマ】 現在のテーマは、新奇ナノ物質系の結晶構造・電子状態解析、境界を作らないナノ薄膜の新成長法の解明、触媒デバイスを目指した電子励起による吸着分子反応制御、角度分解光電子分光を用いた半導体反転層中の量子化電子状態の測定、及び電子格子相互作用の測定等。

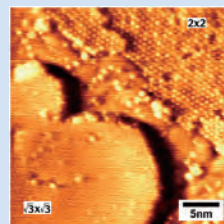


Fig. 1 Atomic-scale STM image of ultra-thin film and island of iron-silicides on a Si(111) surface.

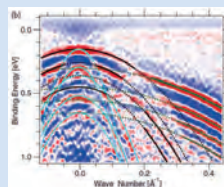


Fig. 2 Si valence subbands in p-type inversion layer.

研究業績・共同研究・社会活動・外部資金など

1. N. Hirota, K. Hattori, et al., Appl. Phys. Express 9, 047002 (2016).
2. O. Romanyuk, K. Hattori, et al., Phys. Rev. B 90, 155305 (2014).

3. S. N. Takeda, et al., Phys. Rev. B 93, 125418 (2016).
4. T. Sakata, S. N. Takeda, et al., Semicon. Sci. and Technol. 31, 085012 (2016).