



大阪電気通信大学
Osaka Electro-Communication University (OECU)
エレクトロニクス基礎研究所
Fundamental Electronics Research Institute (FERI)

URL : <http://www.osakac.ac.jp/feri>

〒572-8530
大阪府寝屋川市初町18番8号
TEL (072) 824-1131
FAX (072) 820-9010

18-8 Hatsu-cho, Neyagawa,
Osaka 572-8530, Japan
TEL +81-72-824-1131
FAX +81-72-820-9010

エレクトロニクス基礎研究所

Fundamental Electronics Research Institute



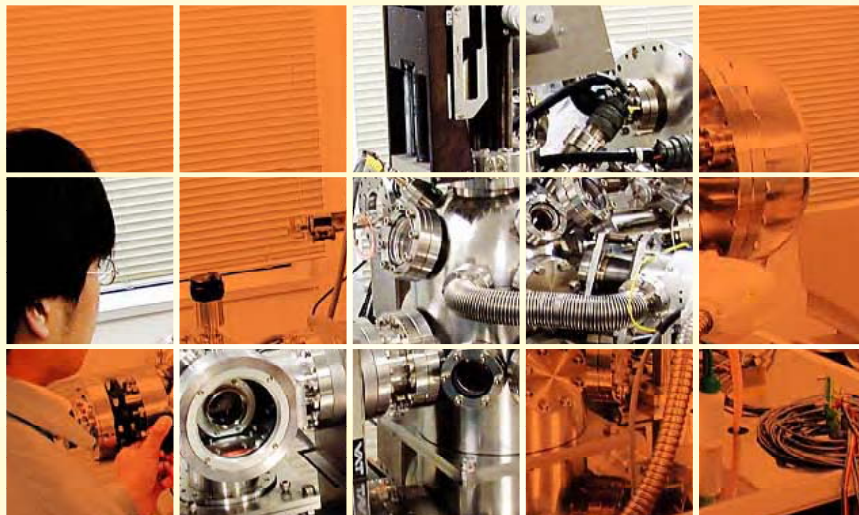
大阪電気通信大学
Osaka Electro-Communication University

エレクトロニクス基礎研究所の概要

本研究所は、エレクトロニクスの基礎分野における研究に貢献することを目的として、1987年12月に「エレクトロニクス基礎研究センター」として設立された。その後、文部省(当時)の特別補助を得て、1994年4月に「エレクトロニクス基礎研究所(Fundamental Electronics Research Institute, FERI)」に名称を変更した。当初は工学部の付属研究所であったが、1996年4月には大学付属研究所に衣替えを行い、本学のエレクトロニクスの研究を担う重要な施設として発展を遂げてきた。国内外の研究機関との共同研究を積極的に受け入れ、活発

な研究活動を行うことを重要な方針としている。

本研究所の設備は、文部科学省の私学助成、科学研究費補助金、私学振興財団学術振興資金、日本学術振興会産学共同研究事業、未来開拓研究事業、科学技術庁振興調整費、科学技術振興機構先端分析機器開発事業、新技術振興財団新技術コンセプト事業、産業界や財団からの研究費、および学内共同研究費等により設置されている。特に表面、薄膜における原子・分子レベルのキャラクタリゼーションに関しては、充実した装置群を有している。



▶ Outline of the Fundamental Electronics Research Institute

The Institute was first established in December 1987 to carry out research and development of new materials and new electronic devices and their characterization in atomic scale. Thereafter, the Institute was changed to a joint research laboratory named the Fundamental Electronics Research Institute (FERI). Research and development have intensively progressed with the support of the University, the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT), Japan Society for the Promotion of Science (JSPS), other foundations and industry during the last decade. The Institute has also been contributing to research in other fields by offering highly established characterizing techniques and well-equipped instruments.

目的

本研究所は、エレクトロニクスの基礎となる新材料開発、新評価手法の開発を目的としている。新物質や新技術の開発には、設計→作製→合成→評価のプロセスの繰返しが必要である。このプロセスを進めるために、本研究所では、高度な試料作製・合成ができる設備と、その固体表面・界面構造・電子状態・局所濃度や形状に関する原子・分子レベルでの評価を的確かつ迅速に行なうための最新測定装置の充実を図ってきた。また、新しい評価技術の開発にも取り組んできた。現在、本研究所では、以下の四つのテーマを柱に研究を展開している。

ナノ・メソスコピック領域
での新材料の探索

量子効果を利用した
新デバイスの設計と開発

4
J
S
T
E
M

原子・分子レベルでの
極限評価手法の開発

ナノスケールレベルでの
界面・表面形成と評価

▶ Missions

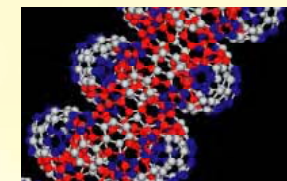
To contribute to the electronic industries, FERI aims for developing new electronic materials and technologies. The design-synthesis-characterization process is the routine work. In order to be more efficient at the development process, we have lined up the high-performance equipment for materials synthesis and analytical instruments for atomic- and molecular-scale characterization of solid surfaces, interfacial structures, electronic states, and so on. We have also undertaken improved methodologies for the characterizations. Key challenges are as follows:

- Surveys for unique materials in mesoscopic systems with nano-scale structures
- Design and development of new quantum electronics devices
- New atomic-scale material characterization in extreme conditions
- Formation mechanisms of nano-scale structures on surfaces or at interfaces



STMで観察した Er/Si(111) の表面構造

STM image of several reconstructions of Er/Si(111)



分子動力学法によるカーボンナノコイルの機械的特性の解析

Mechanical properties of carbon nanocoils analyzed by molecular dynamics simulation

活動状況

文科省の補助のもとで、毎年約15テーマの共同研究プロジェクトが、本研究所の充実した最新の装置群を用いて行なわれている。また、本研究所の共同利用機器(RINT-XRD, ESCA, EPMA, SEM, AFM 等)は、学内外から毎年約1000人以上が利用している。これらの装置、機器を利用して得られた研究成果は、共同研究、共同利用により、毎年数十報以上の学術論文として公表されている。

毎年、「原子・分子レベルの材料創製とキャラクタリゼーション」に関するシンポジウムを開催し、多くの方々が出席し、好評を得ている。このような研究やシンポジウムの開催等を通して国内外の研究の発展に大きな寄与をしている。学内においても、共同研究装置と共同利用装置の提供を通じて貢献するとともに、大学院および学部学生の教育にも力を入れている。

▶ Research Activity

Under the financial support by the MEXT, joint-research projects of FERI (~15 subjects per year) are carried out utilizing well-equipped instruments of FERI. More than 1,000 (total number) users have used the open facilities of the Institute (such as RINT-XRD, ESCA, EPMA, SEM, AFM etc.) every year. Joint-research projects and open facilities utilization have afforded ~30 scientific papers per year published in academic journals. FERI has been organizing the noteworthy annual symposium. FERI contributes to graduate and undergraduate education in material science using its unique facilities.

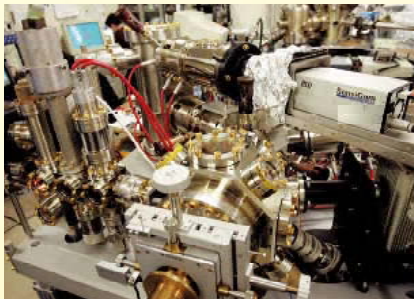
ナノスケールレベルにおける界面・表面形成と評価

表面電子顕微鏡の高分解能化と表面局所構造の動的過程
低エネルギー電子顕微鏡 (LEEM)、光電子顕微鏡 (PEEM) は新しい表面電子顕微鏡として近年特に注目を浴びている。本研究では、こうした表面電子顕微鏡の電子光学系の収差補正を行うことにより、ナノメートルの超高分解能化を実現することを目標

している。また、0.1~1 μm 程度の表面局所での構造や化学結合状態を観察し、さらにそれらの動的な振る舞いを実時間で観察することにより、さまざまな表面動的過程の解明を目指す研究も進めている。

▶ Study on surface dynamic process with surface electron microscopy

Low-energy electron microscopy (LEEM) and photoemission electron microscopy (PEEM) are attracting much attention as a new surface microscopy to investigate surface phenomena. The final goal of the project is to understand various surface dynamic behaviors through the real-time investigations of local information such as surface structures, chemical states and so on.



低エネルギー電子顕微鏡
および光電子顕微鏡

Low-energy electron microscope/
Photoemission electron microscope



量子効果を利用した新デバイスの設計と開発

分子線エピタキシーによる量子構造赤外半導体レーザの作製

コンピュータシミュレーションによる設計に基づいて分子線エピタキシーを用いて、量子井戸、超格子の量子構造をもつ赤外半導体レーザを作製し、これら素子の発振波長の拡大 (室温動作波長の長波長化、GaAs 基板レーザの長波長化など)、高性

能化 (しきい電流の低減や効率の向上など) の実現を目指している。量子構造の組成や格子定数などの結晶構造の評価および結晶の光学的・電気的特性評価を行うとともに、デバイス作製装置を用いて素子化したもののレーザ特性も評価している。

▶ Fabrication of quantum well structures for infrared semiconductor lasers

GaSb-based GaInAsSb quantum well and the InP-based AlAsSb/AlInAs/GaInAs super-lattice structures are fabricated by the MBE method, and are examined to obtain lasing emissions at 2~4 μm wavelength range. Device physics and computer simulation are studied to achieve room-temperature operation in the infrared region.



分子線エピタキシー装置
MBE equipment

原子レベルの分解能をもつ新規評価技術の開発

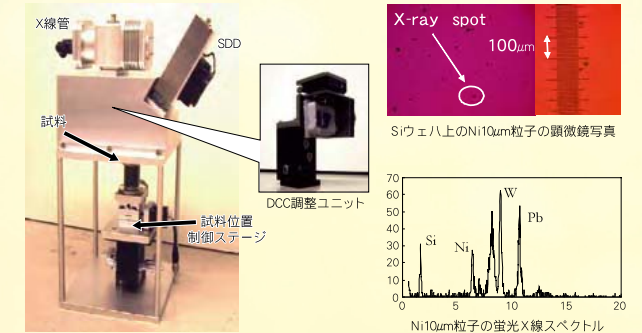
原子・分子レベルでの極限評価手法の開発

半導体分野でのナノレベルの領域における微量元素のナノキャラクタリゼーション、単一細胞内の金属元素の定量的分析、大気浮遊一粒子の定量分析等、極微小領域の定性定量分析が強く望まれている。これらの分析・解析を可能にするためには、いくつ

かの要素技術開発が必要となる。ここでは原子・分子レベルに到達する極限評価手法の開発を行い、分析粒子径50nm ϕ 、絶対量 10^{-15}g (fg)、濃度pptレベルの定量分析を可能とする蛍光X線分析装置を実現させる。

▶ Development of super estimation methods of the atomic level particle

There are a lot of requests of trace element characterization in nano-scale semiconductor, quantitative biological analysis of the elements inside a single living cell, and environmental quantitative analysis of atmospheric floating particles. Ultimate estimation methods are being developed aiming at the sensitivity of 50 nm particle size, fg (10^{-15}g) in weight, and ppt intensity.



ナノ・メソスコピック領域での新材料の探索

ナノハイブリッド薄膜の作製と構造解析

化学気相蒸着法などを用いて、ホウ素/炭素/窒素 (B/C/N) 系層状化合物薄膜やチタン/酸素/炭素/窒素 (Ti/O/C/N) 系ナノハイブリッドを作製し、基礎的物性把握を行うとともに、B/C/N材料についてはLiイオン二次電池負極材料への応用を、Ti/O/C/Nナノコンポジットに関しては光触媒材料への応用を検討してい

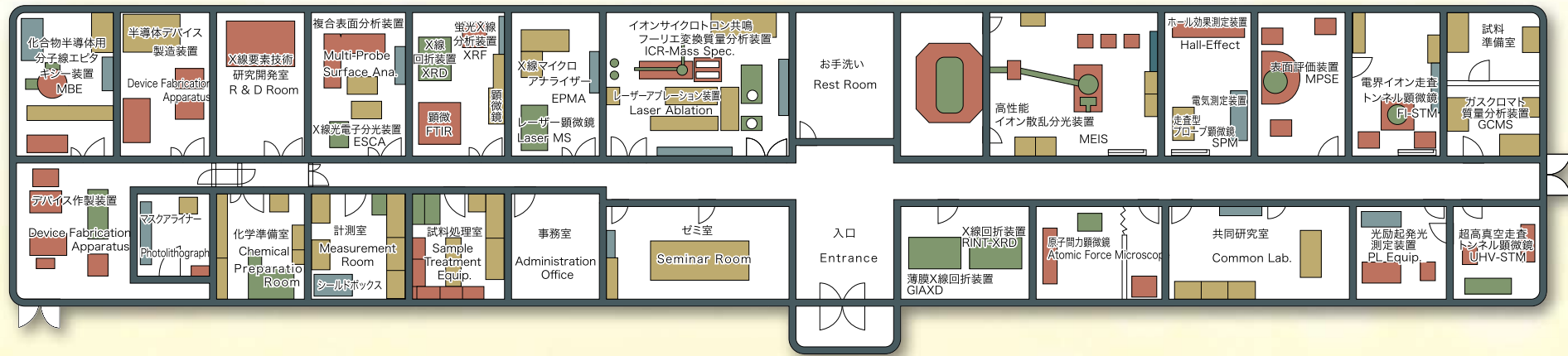
る。また、遷移金属ダイカルコゲナイドや粘土鉱物 (モンモリロナイト) の層間に有機高分子を挿入した層状ナノハイブリッドを作製し、その特性を評価している。ここに示した薄膜X線回折装置を用いると、作製した薄膜の表面結晶構造や深さ方向の分析が可能である。

▶ Preparation and structural analysis of nanohybrid films

Graphite-like layered B/C/N thin films and Ti/O/C/N nanohybrids have been prepared by chemical method such as CVD. The structures and the chemical bonds of films have been analyzed, in order to apply these materials to the anode of secondary Li ion battery and to the photo-catalyst. Layered nanohybrids made of host materials and polymers have also been synthesized and characterized. The surface of these films have been analyzed by using a grazing incidence angle X-ray diffractometry.



薄膜X線回折装置
Grazing incidence angle X-ray diffractometer



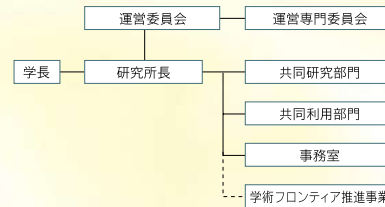
組織

本研究所では、共同研究を推進するために二つの部門を設けている。共同研究部門には、特定の分野の研究に特化された特殊な装置が主に属している。これらの装置を用いた実験には、必ず特別な知識と経験が必要となる。そのため、本学教員を研究代表者とした共同研究を学内外から募集し、運営委員会の審議を経て研究課題を採択している。

共同利用部門に属している装置は一般的に使用することができる汎用装置が主である。簡単な講習会を受講して操作法を習得すれば、自由に使うことができる。

本研究所では、毎年、「原子・分子レベルの材料創製とキャラクターゼーション」に関するシンポジウムを開催し、多くの方が出席し、好評を得ている。このような研究やシンポジウムの開催等を通して国内外の研究の発展に大きな寄与をしている。学内においても、共同研究装置と共同利用装置の提供を通じて貢献するとともに、大学院および学部学生の教育にも力を入れている。

本研究所を拠点母体とする学術フロンティア推進事業（「界面領域新機能材料の研究」1998～2002年）に引き続き、2003年からは、学術フロンティア推進事業（「ナノ構造・界面を利用した新機能材料の開発」2003～2007年）として継続が文部科学省から認められた。



▶ Institution

The most important thing for industry in the 21st century is the development of new materials and electronic devices. To contribute to these fields, the following subjects have been investigated in collaboration research: (1) development of the new thin film formation technology which is controlled at the atomic scale, and (2) surface and interface characterization at the atomic scale by using equipment which has been developed by the Institute in collaboration with other institutes of universities and industry. These results have been favorably accepted in academic societies and industry. The new projects, such as the development of electronic devices controlled at the nano and/or atomic scale and the new development of characterization techniques at the atomic scale, are also being continued for the further expansion of the Institute. The Institute has also been contributing to collaborative researches in other fields by offering highly established characterizing and well-equipped instruments.

Since 1992 the Institute has been organizing the noteworthy annual symposium "Development of electronic devices and characterization at the atomic and molecular scale." We have invited many active researchers. More than 100 participants are regularly participating. The symposium has become well-known and respected by researchers in industrial as well as academic institutes.

研究所に設置されている主な設備・装置

共同研究装置

- 高性能イオン散乱分光装置
Medium-energy ion scattering equipment
- 温度可変型走査トンネル顕微鏡
Variable-temperature scanning tunneling microscope
- 低エネルギー電子顕微鏡/光電子顕微鏡
Low-energy electron microscope/Photo-emission microscope
- 電界イオン走査トンネル顕微鏡
Field ion-scanning tunneling microscope
- 超高真空走査トンネル顕微鏡
Ultra-high vacuum scanning tunneling microscope
- 界面領域複合評価装置
X-ray photoelectron spectrometer for atomic-scale material
- 超伝導X線検出器製造および評価装置
Superconducting tunnel-junction X-ray detector
- ピコ秒蛍光寿命測定装置
Pico-second time-resolved photoluminescence spectrometer
- 近接場光学顕微鏡システム
Near-field optical microscope
- 顕微ラマン分光装置
Micro-Raman scattering spectrometer
- 高分解能薄膜X線回折装置
Grazing incidence angle X-ray diffractometer
- 高精度2次元結晶薄膜作製・その場動的観察装置
LPCVD apparatus for thin films
- 化合物半導体用分子線エピタキシー装置
Molecular beam epitaxy apparatus for compound semiconductor
- イオンサイクロトロン共鳴フーリエ変換質量分析装置
Ion cyclotron resonance FT mass spectrometer
- ガスクロマトグラフ質量分析装置
Gas chromatograph mass spectrometer
- 電気特性・ホール効果測定装置
Equipment for electric characterization of semiconductor
- 酸化膜・拡散・リソグラフィーなどの各種デバイス作製装置
Device fabrication apparatus etc.

共同利用装置

- 電子線マイクロアナライザー EPMA
Electron probe micro analyzer
- X線光電子分光装置 ESCA
X-ray photoelectron spectrometer
- X線回折装置 RINT-XRD
X-ray diffractometer
- 蛍光X線分析装置 XRF
X-ray fluorescence spectrometer
- 原子間力顕微鏡 AFM
Atomic force microscope
- 顕微フーリエ変換赤外分光装置 FTIR
Micro-FTIR spectrometer
- レーザー顕微鏡
Laser microscope
- 各種試料処理装置など
Equipments for sample preparation
 - 多目的表面処理装置
 - 粉末試料成型器
 - 高速研磨装置
 - 3次元加工機
 - 金属顕微鏡