

Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics
Research Institute of Electrical Communication
Tohoku University

**東北大学電気通信研究所附属
ナノ・スピン実験施設
2019/2020**



目次

Contents

概要	1
Outline	
主な共用設備・装置	2
Common Fab Facilities/Equipments	
国際共同研究推進体制の構築	4
COE of International Research Collaboration	
研究室の研究内容	5
Research Groups	
ナノ集積デバイス・プロセス研究室	5
Nano-Integration Devices and Processing	
スピントロニクス研究室	6
Spintronics	
ナノ・バイオ融合分子デバイス研究室	7
Nano-Bio Hybrid Molecular Devices	
超ブロードバンド信号処理研究室	8
Ultra-Broadband Signal Processing	
ソフトコンピューティング集積システム研究室	8
Soft Computing Integrated System	
量子デバイス研究室	9
Quantum Devices	

利用方法

ナノ・スピン実験施設では、施設の各部が行う研究のほか、施設の中核研究に関連した研究、電気通信研究所共同プロジェクト研究、それ以外の施設長が認めた研究が行われています。施設では、極めて清浄なクリーンルームで最先端の設備を最高の状態で安全に使うために、利用委員会を中心に教職員と学生がチームを組み、クリーンルームや装置の維持・保守管理を行っています。電子ビーム露光装置など共通装置の利用希望者には、装置を熟知した担当研究室の職員・学生が使用方法を説明、あるいは代わりに操作して、実験が進められるようにしています。

利用希望の方は、施設受付・案内（電話 022-217-5563）までご連絡ください。

ナノ・スピン実験施設ホームページ <http://www.nanospin.riec.tohoku.ac.jp/index-j.html>

概要

Outline

「ナノ・スピンの実験施設」は、本研究所附属研究施設として平成16年4月1日に設置された。その目的は、情報通信を支えるナノエレクトロニクス・スピントロニクス基盤技術を創生することにある。これを実現するため、「ITプログラムにおける研究開発推進のための環境整備」によって整備されたナノ・スピン総合研究棟とその主要設備を用いて、本研究所在および本所と密接な関係にある本学電気・情報系の各研究分野と共にナノテクノロジーに基づいた電子の電荷・スピンを駆使する基盤的材料デバイス技術の研究開発を進め、さらに全国・世界の電気通信分野の研究者の英知を結集した共同プロジェクト研究を推進する。

現在、ナノ・スピン総合研究棟では、「ナノ・スピン実験施設」が推進するナノ集積デバイス・プロセス、スピントロニクス、ナノ・バイオ融合分子デバイスの各基盤技術を担当する施設研究室と、国際集積センタープロジェクト室、施設共通部、及び超ブロードバンド信号処理研究室、ソフトコンピューティング集積システム研究室、量子デバイス研究室が入居し連携して研究を進めている。これらの陣容で、上記基盤技術を創生し、ナノエレクトロニクス・スピントロニクスにおける世界のCOEとなることを目標としている。

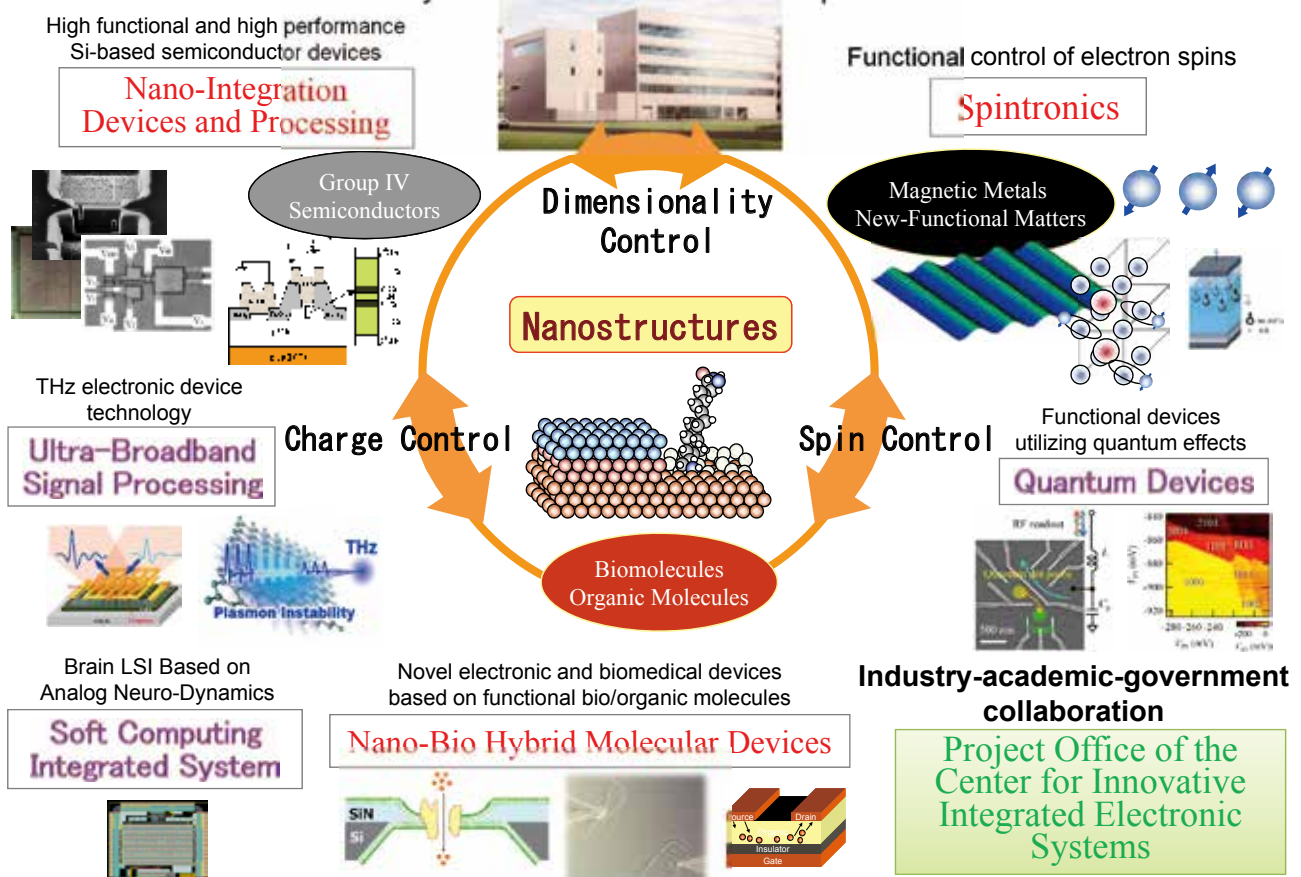
The Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics of the Research Institute of Electrical Communication (RIEC) was established in April of 2004. Its purpose is to develop and establish the science and technology of nanoelectronics and spintronics for information technology. Utilizing the facilities installed in the Nanoelectronics-and-Spintronics building and under collaboration between RIEC and related laboratories of the Graduate Schools of Engineering, Information Sciences, Biomedical Engineering, of Tohoku University, R&D on nanotechnologies of materials and devices in Nanoelectronics and Spintronics are continued extensively. Furthermore, nation-wide and world-wide collaboration research projects are conducted to build a systematic database in electrical communication research.

The Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics mainly consists of laboratories of Nano-Integration Devices and Processing, Spintronics, and Nano-Bio Hybrid Molecular Devices; together with the project office of the Center for Innovative Integrated Electronic Systems, and the groups of Ultra-Broadband Signal Processing and, Soft Computing Integrated System, and Quantum Devices. These groups cooperatively carry out the research aimed at establishing a world-wide COE in the research area of nanoelectronics and spintronics

施設長 Director, Professor
上原 洋一 Yoichi Uehara

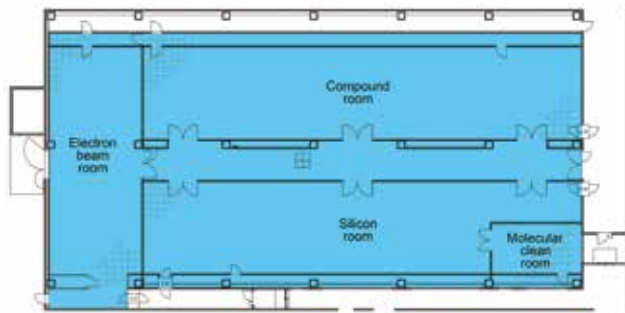
Nanoelectronics and Spintronics for Information Technology

Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics



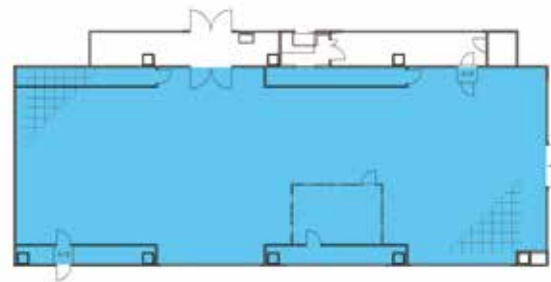
主な共用設備・装置

Common Fab Facilities/Equipments



Molecular Clean Room

(Cleanliness: Class 1, Total area : 1020.7m²)

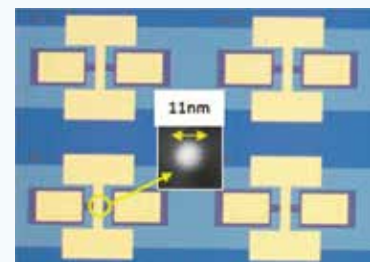


Ultra Clean Room

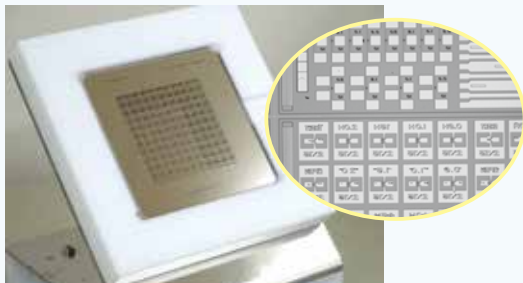
(Cleanliness: Class 1, Total area : 379.6m²)



ナノ・スピ電子描画システム
Electron beam lithography system



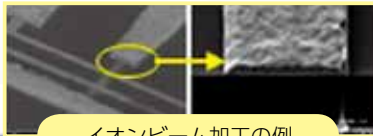
直径 11nm のドットを描画したスピ
トロニクスデバイスの作製例
Chip shot of spintronics devices
with 11-nm- ϕ dots



InP 系高電子移動度トランジスタ作製用マスクと
デバイス作製例
Mask and chip shot of InP high electron mobility
transistors

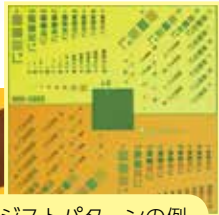


マスク電子ビーム描画システム
Electron beam mask writing system



イオンビーム加工の例
Ion beam processed sample

イオンビーム加工解析装置
Focused ion beam system



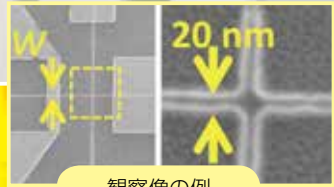
露光レジストパターンの例
Exposed resist pattern

ナノ・スピニング縮小投影露光システム
i-line stepper



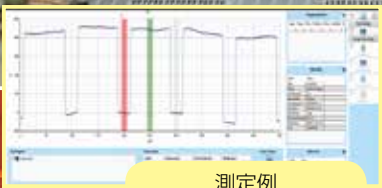
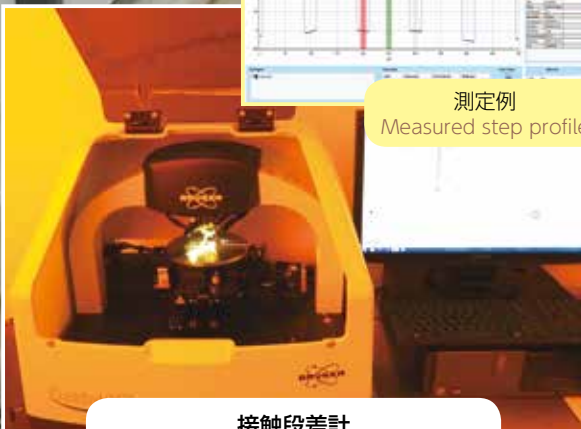
露光レジストパターンの例
Exposed resist pattern

マスクアライナ
Contact mask aligner



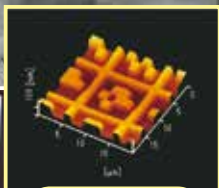
観察像の例
Observed image

走査型電子顕微鏡 SEM
Scanning electron microscope



測定例
Measured step profile

接触段差計
Stylus profiler



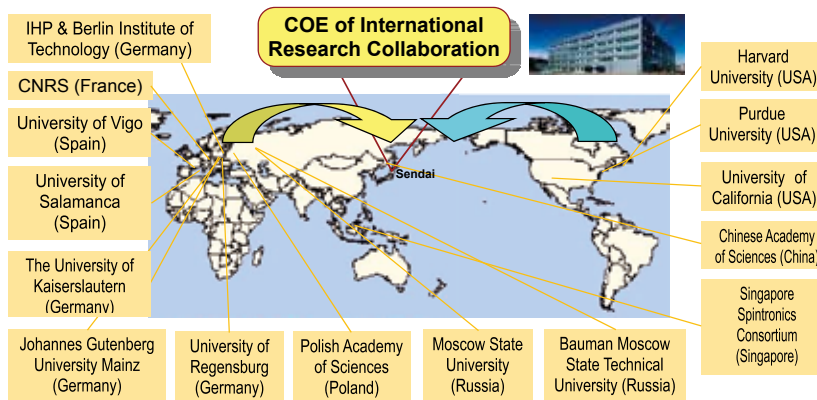
観察像の例
Sample image

原子間力顕微鏡
Atomic force microscope

国際共同研究推進体制の構築

COE of International Research Collaboration

ナノエレクトロニクス国際共同研究拠点創出事業（平成 17 年度～ 21 年度特別教育研究経費として採択）を基盤として、21 世紀に求められる高度な情報通信を実現するため、「ナノ集積化技術の追求と展開」、「スピン制御技術の確立と半導体への応用」、「分子ナノ構造による情報処理の実現と応用」の 3 本を柱に据え、ナノエレクトロニクス情報デバイスと、これを用いた情報システムの構築を推進するとともに、これらを実現するための国際共同研究体制を構築し、ナノエレクトロニクス分野の世界におけるセンターオブエクセレンスの確立を目指している。



Academic Exchange Programs

IHP-Innovations for High Performance Microelectronics, Germany
Berlin Institute of Technology, Germany
The Interdisciplinary Center on Nanoscience of Marseille, CNRS, France
University of Vigo, Spain
University of Salamanca, Spain
The University of Kaiserslautern, Germany
Johannes Gutenberg University Mainz, Germany
University of Regensburg, Germany
Institute of Physics, Polish Academy of Sciences, Poland
Bauman Moscow State Technical University, Russia
Singapore Spintronics Consortium, Singapore
Institute of Semiconductors, Chinese Academy of Sciences, China
University of California, Santa Barbara (UCSB), USA
Purdue University, USA
Harvard University, USA
Moscow State University, Russia

ナノ・スピン実験施設で開催した国際シンポジウム International Symposium Held in LNS, RIEC

RIEC Symposium on Spintronics

- | | |
|-----------------------|---------------------|
| 第1回:2005年2月8-9日 | 第2回:2006年2月15-16日 |
| 第3回:2007年10月31日-11月1日 | 第4回:2008年10月9-10日 |
| 第5回:2009年10月22-23日 | 第6回:2010年2月5-6日 |
| 第7回:2011年2月3-4日 | 第8回:2012年2月2-3日 |
| 第9回:2012年5月31-6月2日 | 第10回:2013年1月15-16日 |
| 第11回:2013年1月31-2月1日 | 第12回:2014年6月25-27日 |
| 第13回:2015年11月18-20日 | 第14回:2016年11月17-19日 |
| 第15回:2017年12月13-14日 | 第16回:2019年1月9-10日 |



7th International Workshop on Nanostructures & Nanoelectronics

International Workshop on Nanostructure & Nanoelectronics

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 第1回:2007年11月21-22日 | 第2回:2010年3月11-12日 |
| 第3回:2012年3月21-22日 | 第4回:2013年3月7-8日 |
| 第5回:2014年3月5-7日 | 第6回:2015年3月2-4日 |
| 第7回:2016年3月1-3日 | 第8回:2017年3月6-7日 |
| 第9回:2018年3月1-2日 | 第10回:2019年3月6-7日 |



2nd RIEC Symposium on Spintronics- MgO-based Magnetic Tunnel Junction- Left: Albert Fert (received 2007 Nobel Prize in Physics); Right: Russel Cowburn

RIEC-CNSI Workshop on Nano & Nanoelectronics, Spintronics and Photonics

- 第1回:2009年10月22-23日

RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 第1回:2012年11月15-16日 | 第2回:2014年2月21-22日 |
| 第3回:2015年2月18-19日 | 第4回:2016年2月23-24日 |
| 第5回:2017年2月27-28日 | 第6回:2018年2月1-2日 |
| 第7回:2019年2月22-23日 | |

ナノ集積デバイス・プロセス研究室

Nano-Integration Devices and Processing

Staff

佐藤 茂雄 教授	櫻庭 政夫 准教授	金 観洙 研究員
Shigeo Sato Professor	Masao Sakuraba Associate Professor	Kwansoo Kim Research Fellow



金 観洙 佐藤茂雄 櫻庭政夫

研究活動

従来の高速性及大容量性に加え、低炭素社会実現に向けた低消費電力性及び災害時でも動作するロバスト性など多様な要求に対応できる次世代情報通信基盤技術の開発に向けて、3次元ナノプロセス技術を駆使したシリコン系半導体デバイスの高機能・高性能化と、それらを用いた大規模集積回路の実現が重要な課題である。デバイスの高機能・高性能化においては、新材料や立体構造を導入した新トランジスタ素子・新メモリ素子の開発、量子効果など新しい原理によって動作する新原理動作デバイスの開発、これらに必要な3次元プロセス技術の開発を進める。併せて、3次元集積化実装技術の開発、アナ・デジ混在ディペンダブル大規模集積回路の実現、非ノイマンアーキテクチャの実現に取り組む。

Research Activities

In addition to the conventional demands such as faster operation and larger throughput, low power operation for low-carbon emission and robust operation not damaged even in a disaster are required for the development of the next generation information technology. To meet these demands, studies on high functional and high performance Si-based semiconductor devices realized by 3-D nano-processing and large scale integration of such devices are important research subjects. We study the subjects such as new transistors and memories using new materials, new devices based on new principles like quantum effects, and required 3-D processing. Moreover, we develop advanced technologies related to 3-D nano-integration, dependable mixed signal LSI, and non von Neumann architecture.

ナノ集積デバイス研究分野 | 佐藤教授

不揮発記憶機能や乗算・加算機能を有する脳型計算デバイスの開発、これらデバイスの高密度実装、並びに量子力学の原理を利用した知能デバイスの開発を当面の目標とする。将来的には、これらデバイス技術の、脳型計算機を始めとする非ノイマン型計算機への応用を図る。

Nano-Integration Devices (Prof. Sato)

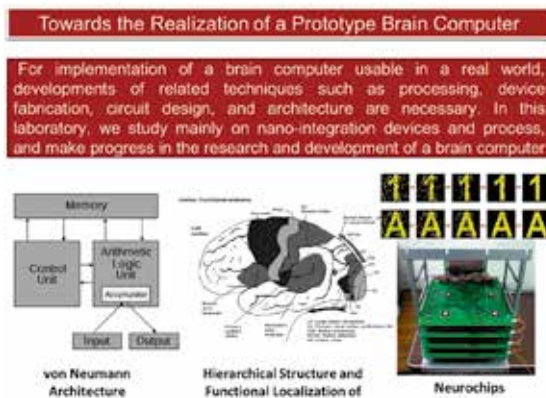
Our short-term research subjects are the development of brain computing device having functionalities such as non-volatile memory, multiplication, and addition, the high-density implementation of these devices, and the development of an intelligent device utilizing quantum mechanical property. Also, we make efforts to apply these device technologies to non-von Neumann computers including a brain computer in future.

量子ヘテロ構造高集積化プロセス研究分野 | 櫻庭准教授

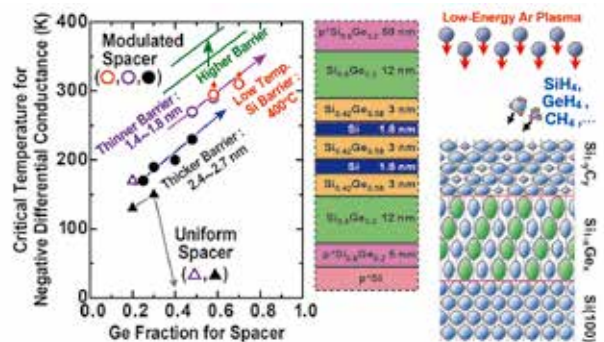
低損傷基板非加熱プラズマ CVD 表面反応などを駆使してナノメートルオーダー極薄領域における高度歪ヘテロ構造形成の原子精度制御を可能にするとともに、量子現象を含めた電荷の移動現象を学問的に体系化し、新規電子物性を探索する。同時に、IV 族半導体量子ヘテロ構造において顕在化する量子現象を制御し、Si 集積回路への大規模集積化が可能な IV 族半導体の量子ヘテロ構造および高性能ナノ構造デバイスの実現を図る。

Group IV Quantum Heterointegration (Assoc. Prof. Sakuraba)

The following researches are being advanced: (1) Atomic-order control of highly strained group IV semiconductor heterostructure formation in a nanometer-order ultrathin region which utilizing plasma CVD reaction at low temperatures without substrate heating, (2) Systematic investigation and control of charge transport phenomena including quantum phenomena in the highly strained group IV semiconductor heterostructures to find out novel electronic properties, (3) Heterointegration of the group IV semiconductor quantum heterostructures and high-performance nanodevices into the Si large-scale integrated circuits.



Towards the Realization of a Prototype Brain Computer



Towards Establishment of Process for Group IV Quantum Heterointegration

スピントロニクス研究室 Spintronics

Staff

深見 俊輔
准教授

金井 駿
助教

Justin Llandro
助教

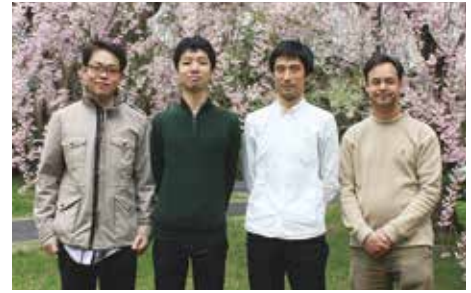
張 超亮
助教

Shunsuke Fukami
Associate Professor

Shun Kanai
Assistant Professor

Justin Llandro
Assistant Professor

Chaoliang Zhang
Assistant Professor



張 超亮 金井 駿 深見俊輔 Justin Llandro

研究活動

固体中の電荷やスピン、磁化の状態を制御し工学的に利用することを目的とし、新しいスピントロニクス材料・構造の開発やそこで発現されるスピン物性の理解、及びスピントロニクス素子応用に関する研究を行っている。また、論理集積回路、情報処理通信システム、脳型情報処理、量子情報処理などへの応用を想定した、高性能・低消費電力スピントロニクス素子の創製に関する研究を進めている。具体的には、極微細磁気トンネル接合素子の開発と特性理解、電流や電界を用いた革新的磁化制御技術、スパッタリング法などを用いた新規スピントロニクス材料の開発、最先端スピントロニクス素子の微細加工技術・特性評価技術などに関する研究を行っている。

Research Activities

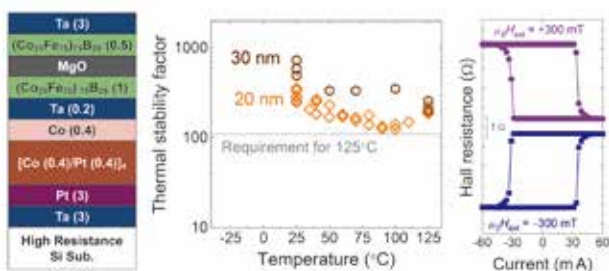
Our research activities aim to deepen the understanding of spin-related phenomena in novel spintronics materials and structures and apply the obtained insights to develop advanced spintronics devices, where electron charge, spin, and magnetization in solids are controlled. We also work on high-performance and ultralow-power spintronics devices to be used in integrated circuits, information processing and communication systems, brain-inspired computing, and quantum computing. Our studies include development of advanced materials and nanoscale devices, establishment of novel means to control magnetization with electric current or field, and related techniques for nano-fabrication and electrical characterization of the developed devices.

ナノスピン材料デバイス研究分野 | 深見准教授

高性能・低消費電力スピントロニクスメモリ・論理集積回路の実現を目指し、電流によるナノ磁性素子の磁化制御技術の構築や、そのための材料技術の開発に取り組んでいる。またスピントロニクスの脳型情報処理応用など新しいアプリケーションの開拓にも取り組んでいる。スピン・軌道相互作用を利用した磁化の制御とそのための材料開発、磁壁などの微細磁気構造の静的・動的な性質の解明、極微細磁気トンネル接合素子の開発、ナノスケール磁性素子の磁化ダイナミクスの解明、不揮発性磁気メモリ素子技術の向上、人工神経回路網用途スピントロニクスアナログメモリ素子の開発や新規動作様式の実現、などに取り組んでいる。

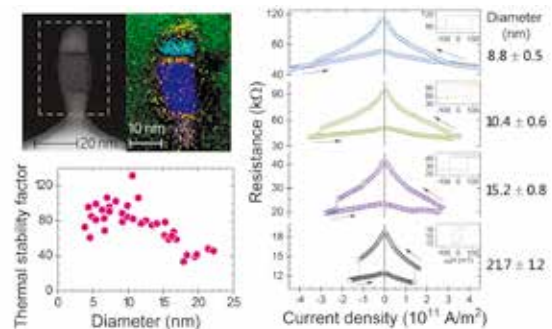
Nano-Spin Materials and Devices (Assoc. Prof. Fukami)

To realize high-performance and ultralow-power integrated circuits with spintronics, we are working to establish technologies for controlling the magnetization in nanoscale magnetic devices. We also aim to open up new paradigms for spintronics such as spintronics-based brain-inspired computing. Our recent research topics include current-induced control of magnetization via spin-orbit interactions, elucidation of static and dynamic properties of nano-scale magnets and magnetic textures such as domain walls, development of ultra-small magnetic tunnel junction devices, enhancement of nonvolatile spintronics memory technologies, and development of analog spintronics devices for artificial neural networks.



高い熱安定性を有する Co/Pt 積層構造細線における
スピン軌道トルク磁化反転

Spin-orbit torque induced magnetization switching in Co/Pt multilayer wires with high thermal stability



形状磁気異方性を利用した一桁ナノメートル磁気トンネル接合の開発
Development of single-digit-nanometer magnetic tunnel junction with shape anisotropy

ナノ・バイオ融合分子デバイス研究室

Nano-Bio Hybrid Molecular Devices

Staff

平野 愛弓
教授

但木 大介
助教

小宮 麻希
助教

Ayumi Hirano-Iwata
Professor

Daisuke Tadaki
Assistant Professor

Maki Komiya
Assistant Professor



但木大介 平野愛弓 小宮麻希

研究活動

成熟した微細加工技術とバイオマテリアル、有機材料との融合により、高次情報処理を可能にするナノスケール、分子スケールの様々なデバイスの開発を目指す。半導体微細加工技術を薬物スクリーニングなどの医療用途に利用するメディカルバイオエレクトロニクス、有機材料に基づくセンサ開発を行う有機エレクトロニクス、さらには、生きた細胞を使って神経回路を作り上げ、脳のしくみを理解しようとするバイオエレクトロニクスの研究を進めている。これらデバイスは情報通信システムと結合可能であり、健康社会のための新技術として実現することを目指している。

Research Activities

Our research activities focus on development of highly sophisticated molecular-scale nanodevices through the combination of well-established microfabrication techniques and various soft materials, such as biomaterials and organic materials. We are working on medical bioelectronics where we try to apply semiconductor micro- and nano-fabrication techniques to development of a sensor platform for drug screening, organic electronics where we try to develop various sensors based on organic materials, and bioelectronics where we try to construct artificial neuronal circuits as a model system for understanding brain functions. These devices can combine with information systems, leading to realization of a new technology for health-conscious society.

ナノ・バイオ融合分子デバイス 研究分野 | 平野教授

バイオ素子の持つ高度な機能をナノテクノロジーと融合することにより、新しい電子デバイスの開発を行う。具体的には、人工的に細胞膜構造を構築し、新薬候補化合物などの高効率スクリーニング法としての応用を目指している。また、このような基板加工技術を脳研究に応用し、生きた神経細胞を原理的素子とした脳のモデルシステムの創成を目指す研究も進めている。さらに、有機・バイオ材料を用いた新規機構を有するデバイスの作製や、その動作機構の評価を通して、従来の半導体材料のみに依存しない、新規な電子デバイスの創製を目指している。

Nano-Bio Hybrid Molecular Devices (Prof. Hirano)

We are working on development of novel devices based on the combination of nanotechnology and biomaterials that have highly sophisticated functions. In particular, we are aiming to reconstitute artificial cell membrane structures as a platform for high-throughput screening of new drug candidates. We are also applying such fabrication technology to brain research, and are investigating construction of a brain model system by utilizing living neuronal cells as fundamental elements. In addition, we are developing bio and organic devices with novel functions. Through the evaluation of their working principles, we are aiming to create novel electronic devices that do not solely rely on conventional semiconductor materials.

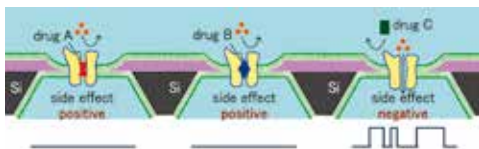


図 1: ハイスループット薬物副作用センサ
Fig. 1 High-throughput sensor for drug side effects

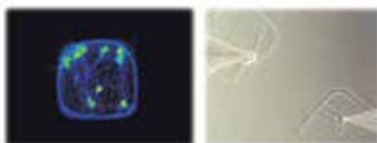


図 2: 生きた細胞を用いた神経回路の再構成
Fig. 2 Reconstruction of neuronal circuits using living cells

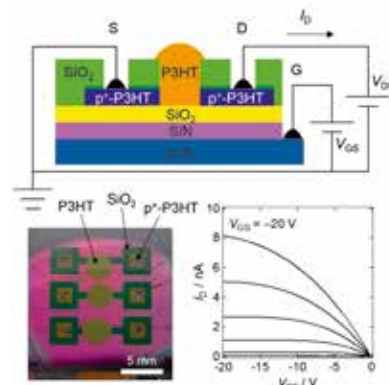


図 3: 導電性ポリマー材料を用いた有機電界効果トランジスタ
Fig. 3 Organic field-effect transistor using conductive polymers

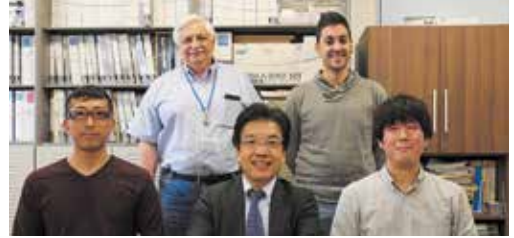
超ブロードバンド信号処理研究室 Ultra-Broadband Signal Processing

デルガド ノタリオ
ファン アントニオ
研究員

Juan Antonio
Delgado Notario
Research Fellow

リズイー ヴィクトール
研究員

Victor Ryzhii
Research Fellow



リズイー ヴィクトール デルガド ノタリオ ファン アントニオ
佐藤 昭 尾辻泰一 渡辺隆之

Staff

尾辻 泰一
教授

佐藤 昭
准教授

渡辺 隆之
助教

Taiichi Otsuji
Professor

Akira Satou
Associate Professor

Takayuki Watanabe
Assistant Professor

Victor Ryzhii
Research Fellow

研究活動

Research Activities

本研究分野では、いまだ未踏の電磁波領域であるミリ波・テラヘルツ波（サブミリ波）帯の技術を開拓、実用化するために、本領域で動作する新しい電子デバイスおよび回路システムの創出と、それらの情報通信・計測システムへの応用に関する研究開発を行っている。

Terahertz (sub-millimeter) coherent electromagnetic waves are expected to explore the potential application fields of future information and communications technologies. We are developing novel, ultra-broadband integrated signal-processing devices/systems operating in the millimeter and terahertz frequency regime.

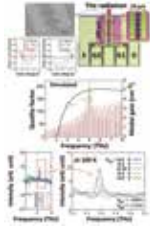
超ブロードバンドデバイス・システム 研究分野 | 尾辻教授

Ultra-Broadband Devices and Systems (Prof. Otsuji)

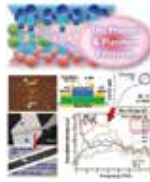
超ブロードバンドデバイス物理 研究分野 | 佐藤准教授

Ultra-Broadband Device Physics (Assoc. Prof. Satou)

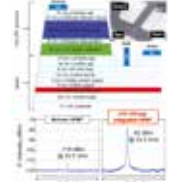
電流注入型グラフェントランジスタレーザ素子 (DFB-DG-GFET) の電子顕微鏡写真、利得係数 & Q 値解析結果、単一モードテラヘルツレーザ発振の観測結果。
Current-injection graphene transistor laser (DFB-DG-GFET). SEM images, measured ambipolar property, simulated modal gain and Q factor, and world-first measured single-mode THz lasing spectra.



グラフェン二重層二次元原子薄膜ヘテロ接合におけるフォトンアシスト共鳴トンネルによるテラヘルツ自然放出の観測結果。
World-first observation of terahertz spontaneous emission in double-graphene-layered 2D atomically thin heterojunctions via photoemission-assisted resonant tunneling.



UTC-PD 上部集積 HEMT 光電子融合ミキサ素子の模式図、電子顕微鏡写真、ミキシング出力の測定結果。
Schematic view, SEM image, and measured mixing output of a UTC-PD-top-integrated HEMT photonics-electronics-convergence mixer.



ソフトコンピューティング集積システム研究室 Soft Computing Integrated System

Staff

堀尾 喜彦
教授

Yoshihiko Horio
Professor



堀尾喜彦

研究活動

Research Activities

我々の脳は、非常に複雑ではあるが一定の構造を持った夥しい数の神経細胞から成るネットワークから構成されている。この大規模な物理・化学系による高度な情報処理は、現在のデジタル計算機とは全く異なる原理で行われており、脳は、デジタル計算機が不得手とする問題に対して、高速かつ効率的に答えを出すことができる。このような脳の計算様式にヒントを得、特に、半導体集積回路等による「物理ダイナミカルプロセスによる情報処理」に着目し、小型で低消費電力でありながら、実世界の様々な問題に高速に対処できる、新しい脳型コンピュータハードウェアの実現を目指す。

Our brain is a highly-structured but very complex network of a vast number of biological neurons. The brain is established on a completely different information processing principle from that of current digital computers, realizing its high cognitive performance through a physicochemical system. As a result, the brain can quickly and efficiently solve real-world problems, which the digital computers are bad at or cannot solve. Inspired by such information processing paradigm of the brain, in particular, focusing on information processing through physical dynamical process, we aim at a novel brain-inspired computer hardware system, which is robust and flexible, and yet quick and efficient.

ソフトコンピューティング集積システム 研究分野 | 堀尾教授

Soft Computing Integrated System Laboratory for Brainware Systems (Prof. Horio)



図 1: (左) カオスニューロチップ。(右) 1 万個のニューロンを 1 億個のシナプスで結合可能な大規模汎用カオスニューロコンピュータハードウェアシステム。

Fig. 1 (Left) A chaotic neuron VLSI circuit chip. (Right) A large-scale general purpose chaotic neuro-computer system with 10,000 neurons connected via 100,000,000 synapses.



Fig. 1 (Left) A chaotic neuro-computer proto-type system for quadratic assignment problems, which uses chaotic wanderings and inspirations to find solutions. (Right) A dedicated VLSI chip for a fast and practical large-scale chaotic neuro-computer system which can solve real-world problems.

図 2: (左) 従来のデジタルコンピュータが不得意な組合せ最適化問題を、カオス的な迷いと直感で高速に解くカオスニューロコンピュータプロトタイプ。(右) 左のプロトタイプを小型化・高速化して大規模な実用問題に対応できるようにするための VLSI チップ。

量子デバイス研究室 Quantum Devices

Staff

大塚 朋廣
准教授

Tomohiro Otsuka
Associate Professor



大塚朋廣

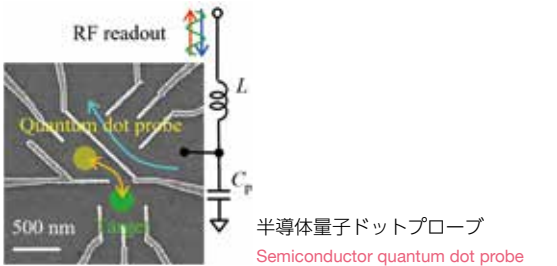
研究活動

ナノメートルスケールの微小な固体ナノ構造では量子効果等の特異な物理現象が生じる。本研究室では人工的に作製、制御した固体ナノ構造における物性解明、およびデバイス応用の研究を進めている。これにより量子エレクトロニクスやナノエレクトロニクス等を通して、新しい情報処理、通信技術に貢献する。

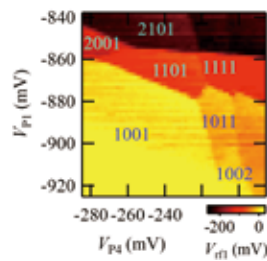
Research Activities

In tiny solid-state nanostructures, exotic phenomena like quantum effects occur. We are exploring interesting properties of the nanostructures and developing new devices utilizing artificial nanostructures. We will contribute to new information processing and communication technologies through quantum and nanoelectronics.

量子デバイス研究分野 | 大塚准教授



Quantum Devices (Assoc. Prof. Otsuka)



多重量子ドット素子における電荷状態制御
Charge state control in a multiple quantum dot device

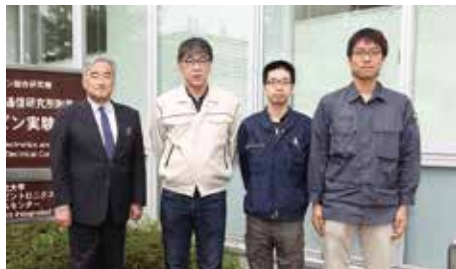
ナノ・スピン実験施設 Laboratory for Nanoelectronics and Spintronics

施設長 Director

教授 上原 洋一 Professor Yoichi Uehara

共通部 Cooperation Section

技術職員 森田 伊織 Technical Staff Iori Morita
技術職員 小野 力摩 Technical Staff Rikima Ono
技術職員 武者 倫正 Technical Staff Michimasa Musya



上原洋一 森田伊織 武者倫正 小野力摩

運営委員会 Steering Committee

教授 上原 洋一 Professor Yoichi Uehara
教授 佐藤 茂雄 Professor Shigeo Sato
教授 平野 愛弓 Professor Ayumi Hirano-Iwata
教授 尾辻 泰一 Professor Taiichi Otsuji
教授 堀尾 喜彦 Professor Yoshihiko Horio
教授 長 康雄 Professor Yasuo Cho
教授 鷲尾 勝由 Professor Katsuyoshi Washio
教授 遠藤 哲郎 Professor Tetsuro Endoh
教授 羽生 貴弘 Professor Takahiro Hanyu
教授 末松 憲治 Professor Kenji Suematsu

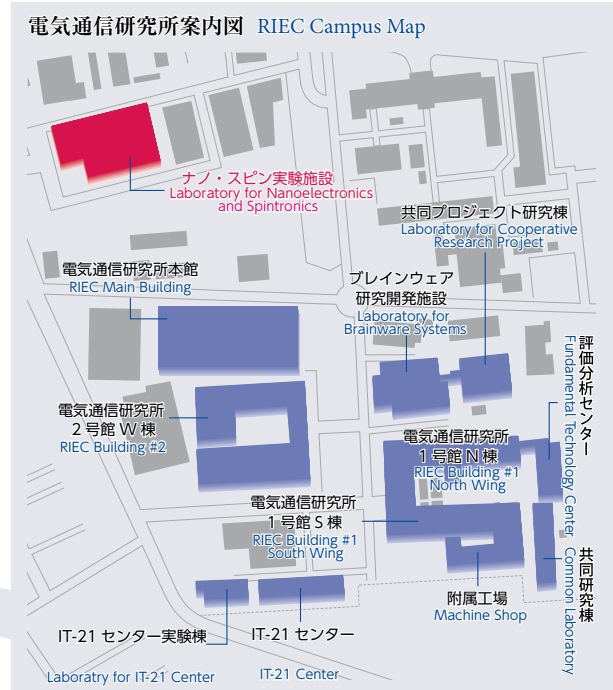
拡大実行委員会 Extended Executive Committee

教授 上原 洋一 Professor Yoichi Uehara
教授 佐藤 茂雄 Professor Shigeo Sato
教授 平野 愛弓 Professor Ayumi Hirano-Iwata
教授 尾辻 泰一 Professor Taiichi Otsuji
教授 堀尾 喜彦 Professor Yoshihiko Horio

アクセス

Access

仙台市内 Sendai City



仙台市内の交通のご案内

■仙台空港から

- タクシーご利用の場合：仙台空港から片平キャンパスまで約 60 分
- 電車でご利用の場合：仙台空港駅から仙台駅まで約 25 分

■仙台駅から

- 徒歩の場合：仙台駅から約 20 分
- タクシーご利用の場合：仙台駅から約 5 分

From Sendai Airport

- By taxi: About 60 minutes from Sendai Airport to Katahira Campus
- By train: About 25 minutes from Sendai Airport to JR Sendai Station

From JR Sendai Station

- On foot: About 20 minutes from JR Sendai Station
- By taxi: About 5 minutes from JR Sendai Station

東北大学電気通信研究所附属 ナノ・スピン実験施設