

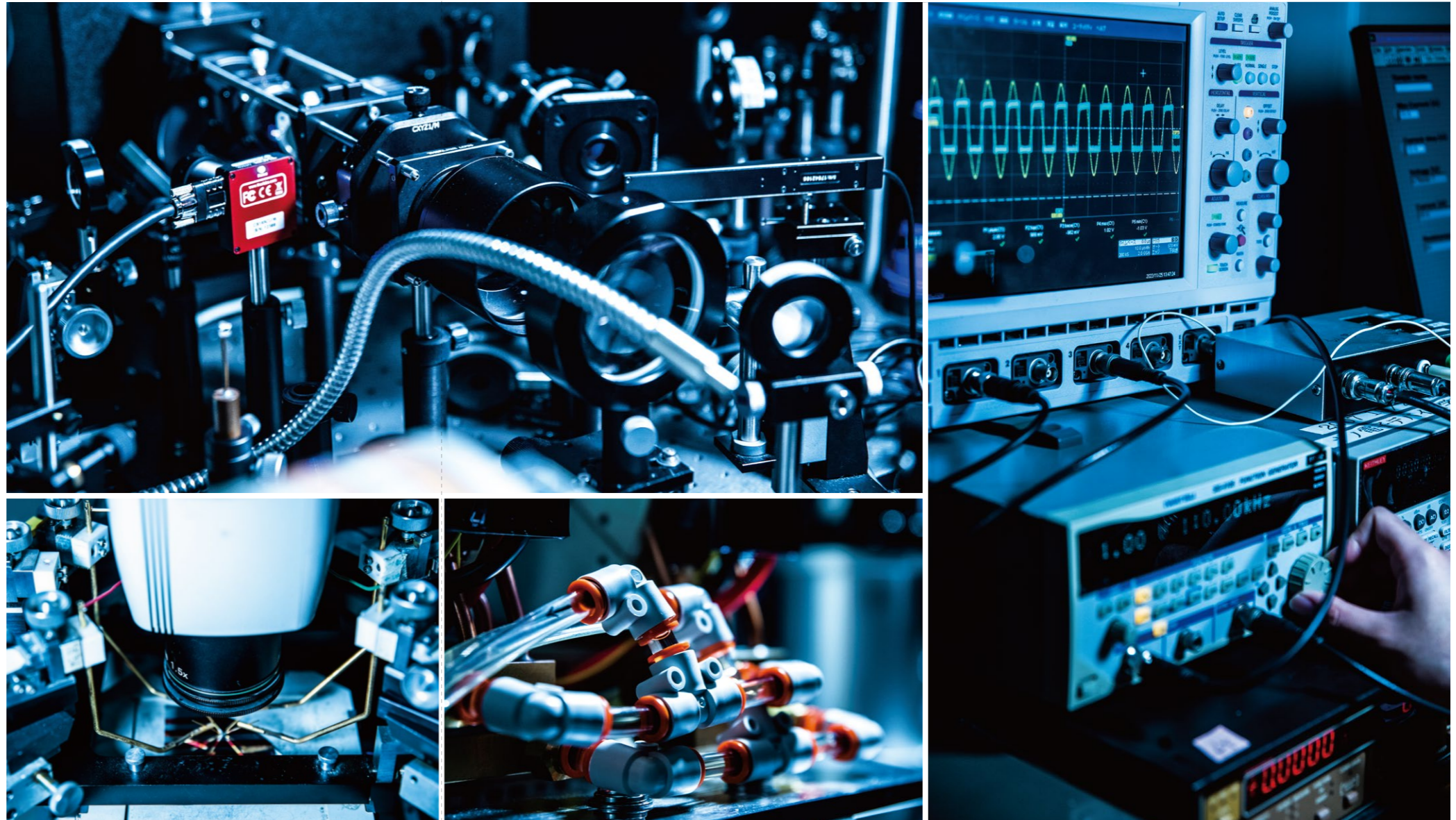
02

電気電子工学コース

COURSE OF ELECTRICAL AND ELECTRONIC ENGINEERING

人々の生活と豊かな社会を支えるエレクトロニクス

身の回りのあらゆる環境で必要とされるエレクトロニクスについて、基礎から応用まで広く深く学ぼう。スマートフォンをはじめ自動車や家電製品など、さまざまなところにコンピュータや通信機器が利用されています。それらの核となるエレクトロニクスは、利便性の追求とともに、安全性や環境を守るように進化が必要です。皆さんの知的好奇心が新しい未来を創ります。



CURRICULUM [カリキュラム]

1年次 [総合教育部]

全学教育科目

- 教養科目 (文芸・芸術・歴史等)
- 基礎科目 (数学・物理・化学・生物)
- 外国語科目
- 情報学 など

2年次

学科共通科目・コース専門科目

- 応用数学Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ
- 電磁気学
- デジタル回路
- 電気回路
- 情報数学
- 応用電気回路
- 電子デバイス工学
- 信号処理
- 量子力学
- 情報理論
- 線形システム論
- 計算機プログラミングⅠ・Ⅱ
- コンピュータ工学
- 電子回路 など

3年次

コース専門科目

- 集積回路工学
- 光工学
- 応用光工学
- 物性工学
- 計測制御工学
- 集積システム工学
- 通信工学
- 電気電子材料工学
- 数値解析とシミュレーション基礎
- 半導体デバイス工学
- 応用量子力学
- 電気エネルギー工学
- 応用電磁気学 など

4年次

コース専門科目

- 卒業研究 など

修士課程・博士後期課程

大学院情報科学院 情報科学専攻 情報エレクトロニクスコース

- 固体物性学特論
- 半導体デバイス物理学特論
- 電子デバイス学特論
- 集積プロセス学特論
- 光エレクトロニクス特論
- 電子材料学特論
- 集積システム学特論
- 光情報システム学特論
- 情報エレクトロニクス特論
- 応用デバイス回路学特論
- 情報エレクトロニクス特別演習 (修士課程)
- 情報エレクトロニクス特別研究 (博士後期課程) など

こんな人にオススメです

01

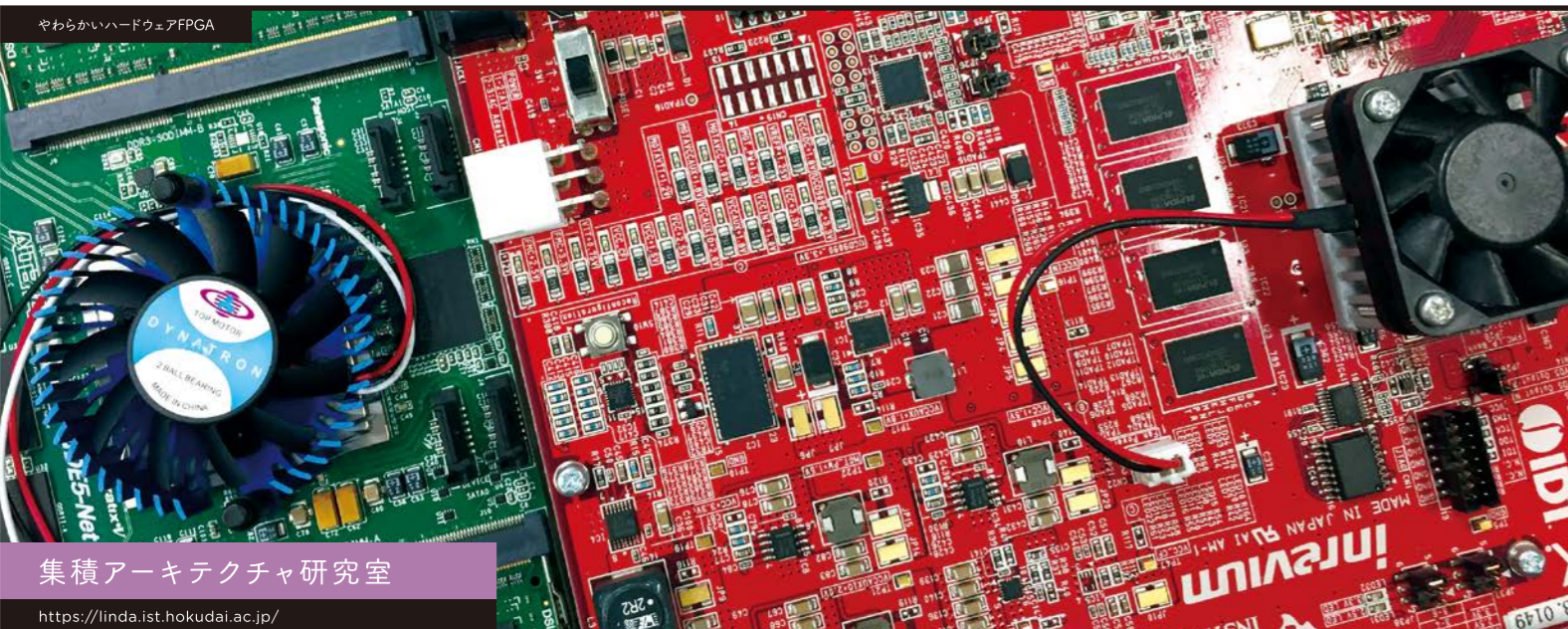
スマホの中身が気になる人

02

人工知能と回路システムの繋がりに興味あり

03

1つの技術にこだわらず自分の可能性を広げたい



やわらかいハードウェアFPGA

集積アーキテクチャ研究室

<https://linda.ist.hokudai.ac.jp/>

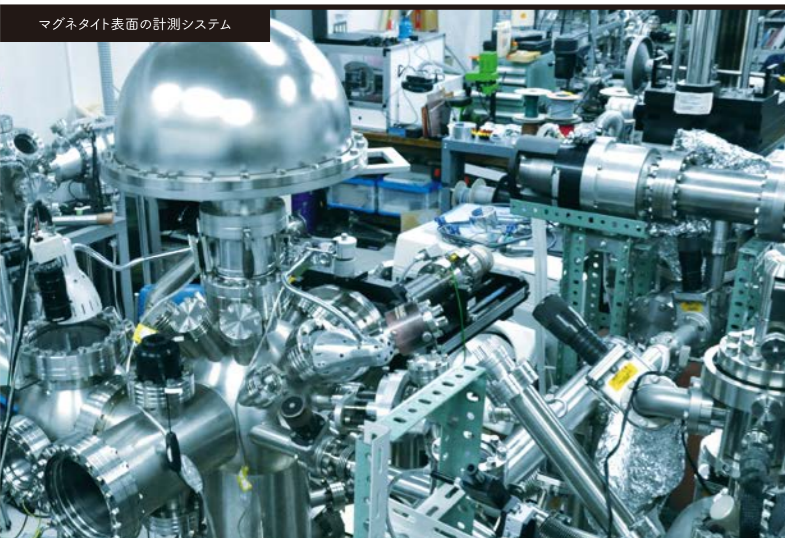
従来コンピュータの概念を越える知的処理を担う
集積アーキテクチャと先端デバイス・革新的回路の創出

AI・DXがもたらす社会価値向上とその持続的発展のため、従来コンピューティングの枠を超えた新原理の情報処理方法・ハードウェアが求められています。本研究室では近年目覚ましく発展する情報科学・脳科学と連携して、ヒトを凌駕する知的処理の追求および脳のように柔軟で高効率な情報処理を可能とする応用指向の集積アーキテクチャとそのための基礎的な先端デバイス・革新的回路の研究を行います。

教授：丸亀 孝生

研究テーマ

- 人工知能(AI)・デジタルトランスフォーメーション(DX)向けハードウェア
- AIを進化させる脳型コンピュータ: デバイス・回路・アーキテクチャ
- 大規模集積アーキテクチャとメモリシステム
- 情報セキュリティ向け集積ハードウェア 新型の「やわらかい」ハードウェア・FPGA・脳・生体応用向け集積アーキテクチャ



マグネタイト表面の計測システム

ナノエレクトロニクス研究室

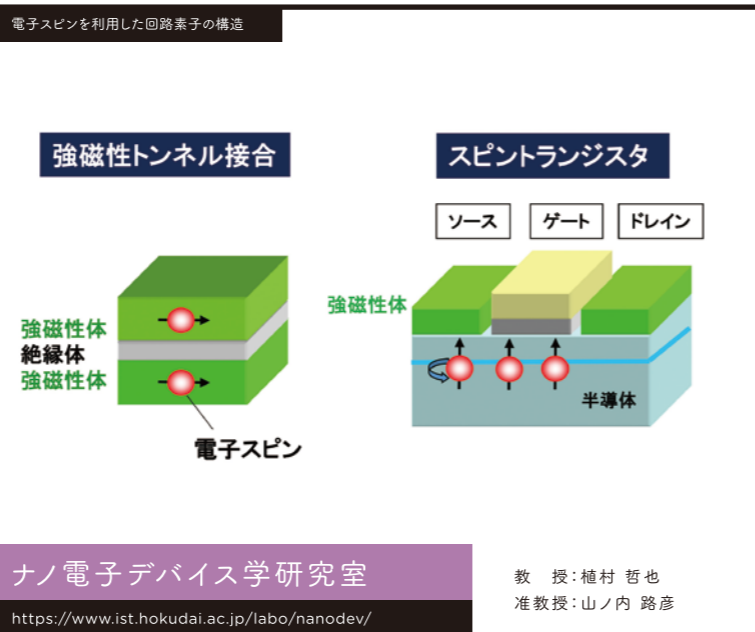
教授：末岡 和久
准教授：古賀 貴亮
Subagyo, Agus
助教授：八田 英嗣

原子レベルの計測操作で未来を拓く

走査型プローブ顕微鏡技術を応用した原子分子レベルのスピントラップ操作技術やカーボンナノチューブなどを応用したセンサの開発、スピントラップによるスピントラップの基礎研究などをすすめ、原子分子レベルから新しいエレクトロニクスの開拓を目指します。

研究テーマ

- スピン分解走査型プローブ顕微鏡の開発と原子レベルのスピントラップ操作
- カーボンナノチューブのバイオセンサーへの応用
- 半導体量子スピントラップの研究
- 単分子薄膜の動的な性質に関する研究



電子スピンを利用した回路素子の構造

ナノ電子デバイス学研究室

<https://www.ist.hokudai.ac.jp/labo/nanodev/>

教授：植村 哲也
准教授：山ノ内 路彦

スピントラップが切り拓く新しいエレクトロニクス

電子のスピントラップ(小さな磁石としての性質)を利用して情報の演算や記憶などを効率的に行うことができるデバイス(回路部品)や集積回路の研究を行っています。この研究は、消費電力の少ない電子機器や感度の非常に高い超小型磁気センサーの実現に役立ちます。

研究テーマ

- 電源を切っても記憶情報が失われない不揮発性メモリー素子(強磁性トンネル接合)
- 論理機能を柔軟に変更できる論理回路に適したデバイス(スピントラップ)
- ナノテクノロジーを活用した超小型磁気センサー
- 電子や原子核のスピントラップ状態を活用した固体量子計算機



知的情報処理LSIと応用回路

FPGAとマイコンを用いたエッジ人工知能

集積ナノシステム研究室

<https://linas.ist.hokudai.ac.jp/>

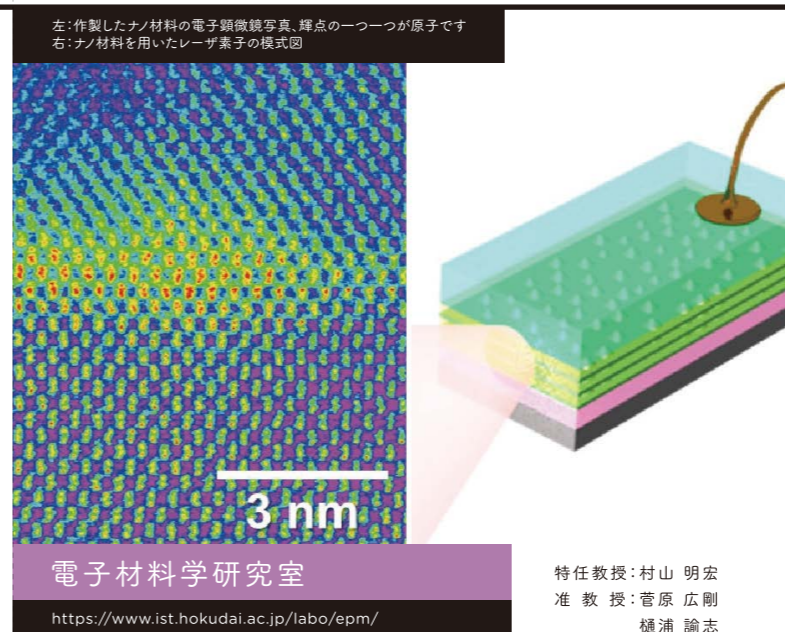
教授：浅井 哲也
准教授：安藤 洗太

回路とナノデバイスを融合した
未来の情報処理システムを創る

ナノメートル(10⁻⁹m)のスケールで構成される半導体ナノデバイスと回路技術を融合した省エネかつ学習などの新機能を持つ「未来の情報処理システム」の創出に挑戦します。物理学・回路/デバイス工学・情報学の領域を広く見渡し、材料やデバイスの本質を理解して回路システムに利活用する研究を行います。

研究テーマ

- 人工知能などの高効率次世代計算機システムに向けたナノスケールのメモリ素子の回路応用
- 従来のノイマン型計算機とは根本的に異なる演算方式を可能にする回路/デバイス融合技術
- 数理モデル/デバイス技術とその実社会応用を相互につなぐハードウェア/ソフトウェア協調設計技術



左：作製したナノ材料の電子顕微鏡写真、輝点の一つ一つが原子です
右：ナノ材料を用いたレーザー素子の模式図

電子材料学研究室

<https://www.ist.hokudai.ac.jp/labo/epm/>

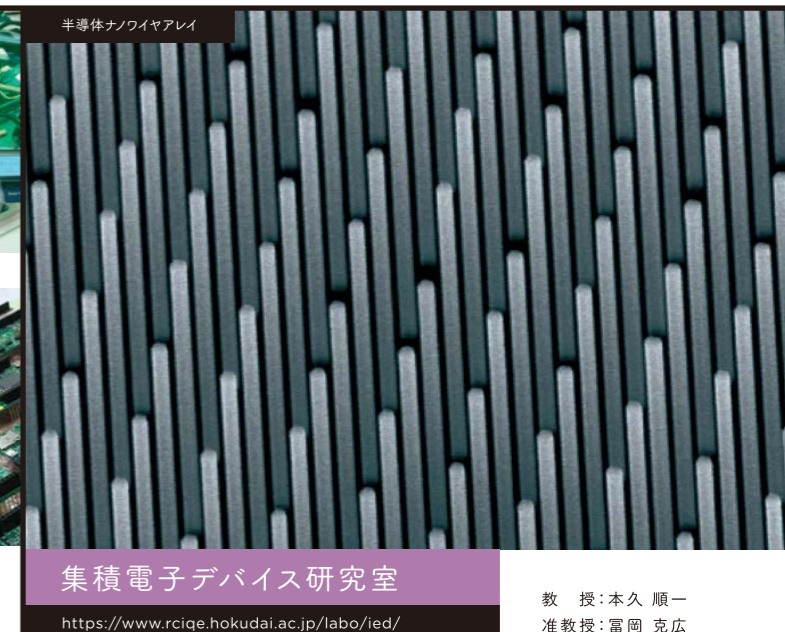
特任教授：村山 明宏
准教授：菅原 広剛
樋浦 諭志

一つの電子に情報を書き込み、光で伝える

数百個の原子からなる大きさ数ナノメートルの分子状の電子ナノ材料を作り出します。プラズマプロセスを利用した素子化の研究も行います。そして、このナノ材料に一つの電子を単位とする情報を書き込み、光の情報に変換して光通信ネットワークに送り出します。

研究テーマ

- 電子ナノ材料の合成
- 電子と光の情報を変換する半導体ナノ材料
- 半導体量子ドットを用いた超低消費電力の発光ダイオードやレーザー素子
- プロセスプラズマのモデリングと計算機シミュレーション



半導体ナノワイヤアレイ

集積電子デバイス研究室

<https://www.rciqe.hokudai.ac.jp/labo/ied/>

教授：本久 順一
准教授：福岡 克広

革新的な半導体技術で
省エネルギー社会に寄与

スマートフォンなど電子機器の中では、原子百個程度の大きさしかない電子デバイスが動いています。本研究室は半導体ナノワイヤを軸に、低消費電力電子素子や高効率太陽電池など、省エネルギー社会に寄与する革新的なデバイス技術を作り出すことを目指しています。

研究テーマ

- 結晶成長による半導体ナノ構造の作製と評価
- 次世代超低消費電力ナノワイヤトランジスタ・デバイスの研究開発
- 高効率半導体ナノワイヤ太陽電池の研究開発
- 半導体ナノ構造の集積化技術の開発



レーザーによる超並列光信号処理の実験

光エレクトロニクス研究室

<https://optical-processing-and-networking.com/>

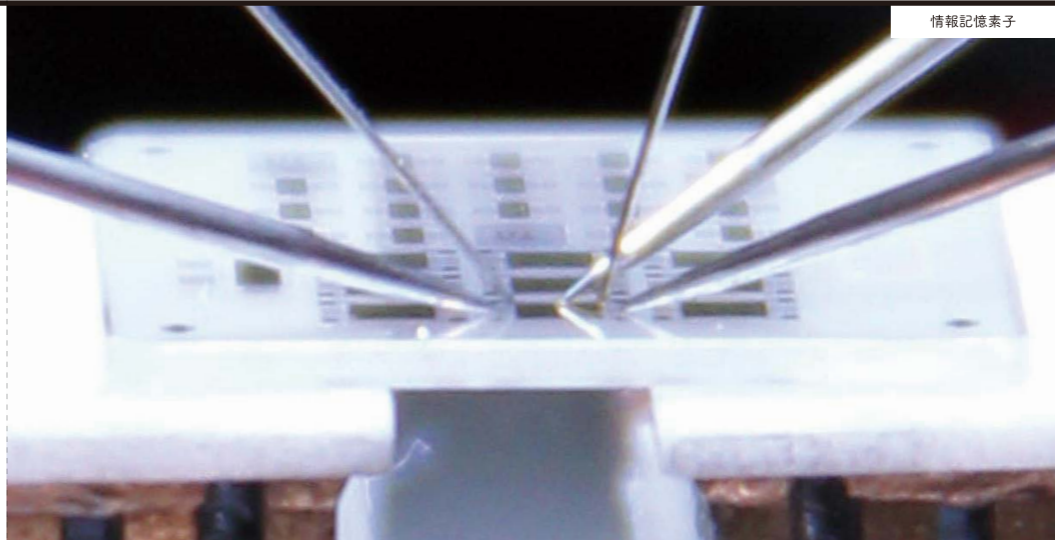
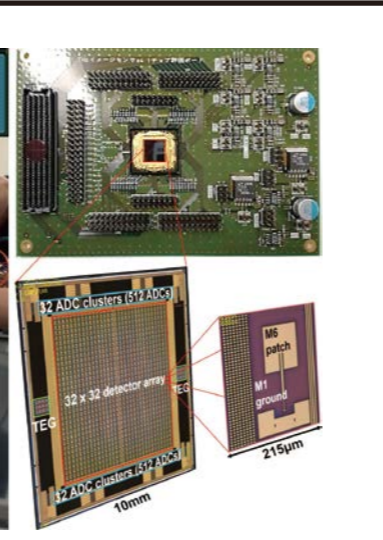
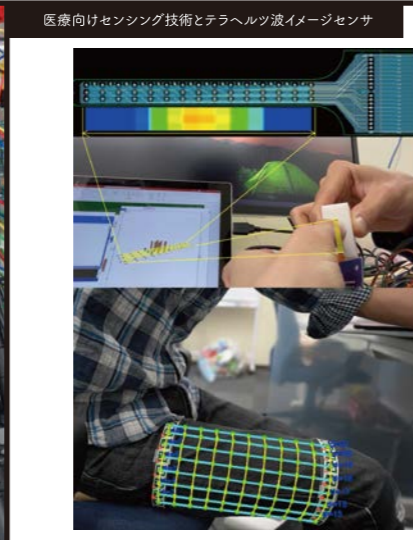
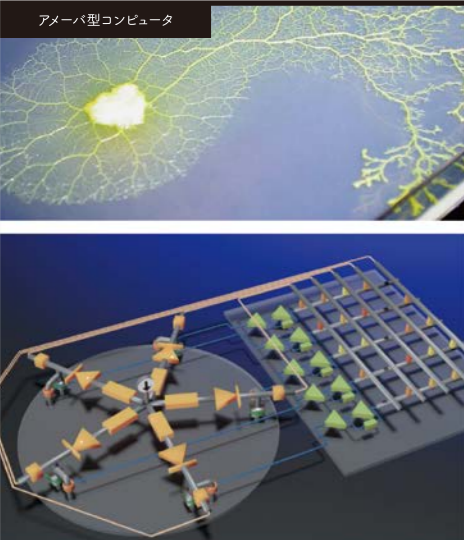
教授：富田 章久
准教授：岡本 淳

光による未来の創造

「光の量子性」を活用する、量子暗号通信、量子制御、量子計算・情報処理技術と「光の波動性」に着目した、3次元光情報処理、超並列光通信技術、光複素振幅制御技術により、これまでにない光技術を開発し、次世代の情報エレクトロニクス技術を創り出します。

研究テーマ

- 無条件安全な量子暗号通信システム・量子通信ネットワーク
- 量子もつれを利用した量子情報処理技術・量子コンピュータ
- ホログラフ・3次元ディスプレイ
- 位相共役波を応用した断層映像法
- 空間モードを活用した次世代光通信システム



量子知能デバイス研究室

<https://www.rciqe.hokudai.ac.jp/labo/qid/>

教授: 葛西 誠也
准教授: 佐藤 威友

自然や生物の不思議な能力を応用し
人と環境に優しい電子システムをつくる技術

自然界には、身のまわりの機械には真似できない、不思議で魅力的な能力をもった生物がたくさんいます。その巧妙な仕掛けをひもとき、分子レベルの微細材料加工や物理現象を駆使して人工的に再現し、さまざまな電子機器に活かし役立てる技術を研究しています。

- 研究テーマ**
- ゆらぎや雑音を利用する生物の仕組みの理解と応用
 - 粘面の行動に学んだ新しいコンピュータ
 - 蝶の鱗粉にならった光の制御～微細孔の高密度配列
 - 太陽電池と人工光合成: 「光」「電気」「化学」エネルギー変換

機能通信センシング研究室

<https://www.rciqe.hokudai.ac.jp/labo/iqs/>

教授: 池辺 将之
准教授: 赤澤 正道

12桁の周波数領域に広がる
未来の情報通信システムを創り出す

新材料デバイス、複合センサ、低電圧CMOS集積回路、インテリジェント信号処理の開発により、新たな周波数領域の開拓や機能的なシステムの基盤技術の確立を目指します。また、省エネルギー社会の実現に寄与すべく、窒化物半導体デバイスの作製プロセスについての研究も行っています。

- 研究テーマ**
- CMOSを用いたテラヘルツデバイス
 - センサ回路と知的情報処理システム
 - InAlNの絶縁体-半導体界面の制御
 - GaNへのMgイオン注入についての研究

薄膜機能材料研究分野

<https://functfilm.es.hokudai.ac.jp/>

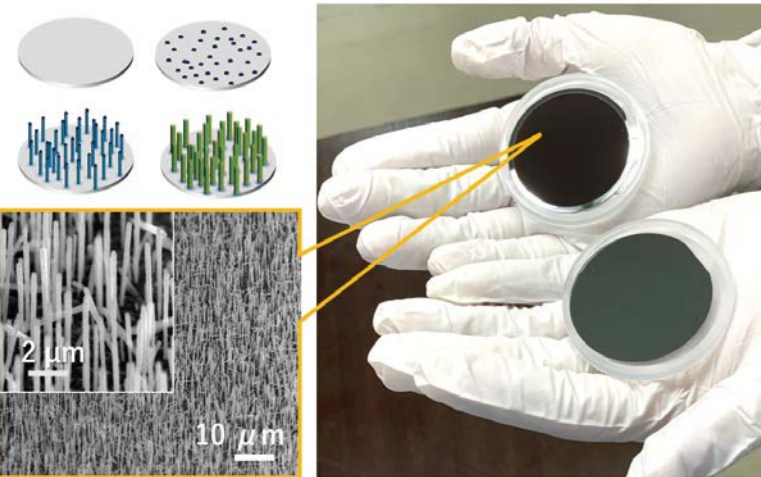
教授: 太田 裕道 / 准教授: 片山 司 / 助教: 曲 勇作

石ころの素材を使って
世の中で役に立つモノを創ります

金属酸化物は総じて「石ころ」のようなものですが、薄くて綺麗な薄膜を作ることによって、電気を良く通したり、磁石になったり、温度差を電気に変換する性質を示すものがあります。当研究室では「石ころ」を素材として、世の中で役に立つモノを創ります。

- 研究テーマ**
- 余った熱を電気に変換する「熱電変換材料」の開発
 - IoT社会を支える「情報記憶素子」の開発
 - 次世代コンピュータに向けた「スピントロニクス素子」の開発
 - 素子開発の基礎となる薄膜作製

ウエハ全面に自己形成する高機能半導体ナノ構造



先進ナノ電子材料研究室

<https://www.rciqe.hokudai.ac.jp/labo/qcp/>

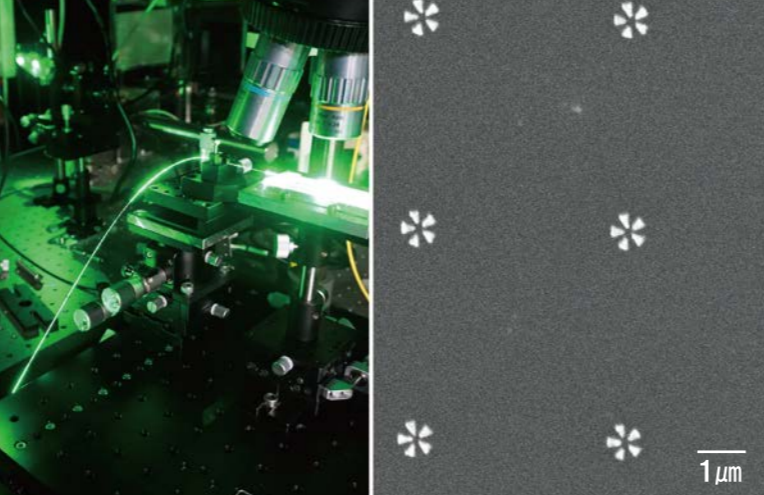
教授: 石川 史太郎
准教授: 原 真二郎

未来を引き寄せる新材料

III-V族化合物半導体エピタキシャル成長技術を基盤に、新規電子材料の探索と半導体接合のナノレベル制御・異種材料接合ナノワイヤの基盤技術を確立し、高効率光電変換、次世代通信デバイス、高機能ナノスピントロニクス応用を目指します。

- 研究テーマ**
- 新規電子材料の探索とナノレベル界面制御
 - 新材料で実現する既存性能を凌駕する半導体デバイスの提案
 - 強磁性体/半導体複合ナノ構造の新規ボトムアップ形成技術と磁気デバイス応用

左) 光圧を用いたナノ粒子操作の実験 右) 光渦場をナノサイズで制御する金ナノ構造



光システム物理研究分野

<http://optsys.es.hokudai.ac.jp/>

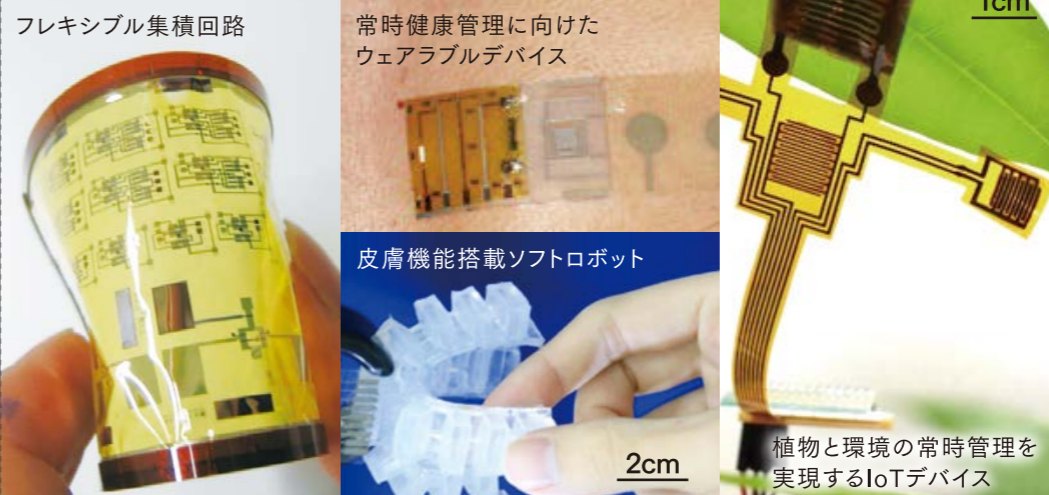
准教授: 田口 敦清

光の量子性、波動性を極める
新世代光科学

「光」の優れた時間・空間特性を利用したテクノロジーは高度情報化社会において重要な役割を担っています。本研究室では、光の量子性・波動性をフルに活用した新しい概念に基づく光情報処理や光計測・制御など、新しい世代の光科学の研究に取り組んでいます。

- 研究テーマ**
- ナノ粒子・分子のダイナミック光マニピュレーション
 - プラズモニクナノ構造体による光ナノチューブ
 - 微小光共振器やナノファイバを用いた高機能光デバイス
 - 単一分子・単一ナノ粒子のダイナミック分光計測
 - ナノ局在光の角運動量操作と分子動起プロセス制御

無機ナノ材料と機械学習を融合した次世代フレキシブルエッジシステムの創成



ナノ物性工学研究室

<https://www.ist.hokudai.ac.jp/labo/nano/>

教授: 竹井 邦晴 / 助教: 福地 厚

ナノ材料を操って「あつ」と驚く
センサシステムを創る

これまで私たちの生活を支えてきた電子機器は、硬くて曲げることができないものでした。なぜこのような電子機器は曲げることができないのでしょうか? 私たちの研究室では、新たな材料、応用、機械学習を取り入れることで、この常識を覆す次世代の「柔らかい」センサシステムの開発を行っています。

- 研究テーマ**
- マルチモーダル・フレキシブル健康管理センサシステムの開発
 - リザバーコンピューティングを融合したマルチタスクセンサシステムの開発
 - マイクロ流路搭載新規フレキシブル発汗センサシステムの開発
 - 高性能無機ナノ材料トランジスタの創成

Student Voice

① 量子ドットの大きな可能性に
探究心がくすぐられます

さまざまな分野で利用されている、数ナノメートルサイズの微小な半導体の結晶「量子ドット」。私は量子ドットを自分で作り、その評価を行っています。量子ドットは密度が高ければ高いほど、消費エネルギーが格段に少ない高性能なLEDや高速通信を可能にするレーザーを実現できます。大きな可能性を持つデバイス材料を自分の手で作り出せること、その試料がどのような性質を持っているかを考え、新たな発見を得ることにいつもワクワクしています。



情報エレクトロニクス学科
電気電子工学コース4年
森田 彩乃
[茨城県立竹園高校出身]
電子材料研究室

② 磁石を使った新技術で
次世代のデバイスをつくる

現在、半導体は数ナノメートルまで小さくなり、微細化の限界が近づいています。そこで注目されているのが、微細化とは異なる手法で従来のエレクトロニクスをさらに発展させる「スピントロニクス」です。これは電子が持つ磁石の性質(スピン)を利用した技術で、私は特に「MRAM」という磁石を用いて高速かつ低消費電力のデバイスを作っています。研究で培った知識や経験を活かし、卒業後も最先端技術を駆使したモノづくりに携わりたいです。



情報科学院 情報科学専攻
情報エレクトロニクスコース
修士課程 1年
森田 大夢
[仙台高等専門学校出身]
ナノ電子デバイス研究室

※所属、内容は取材時のものです