

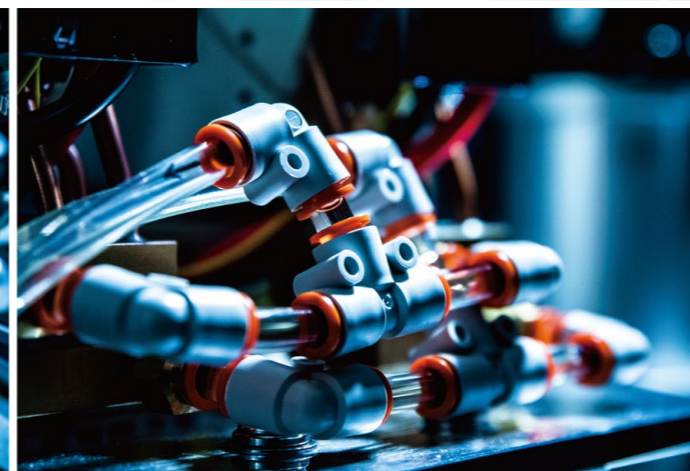
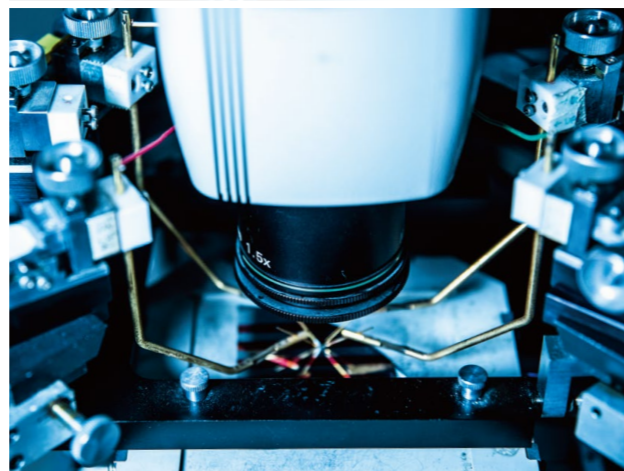
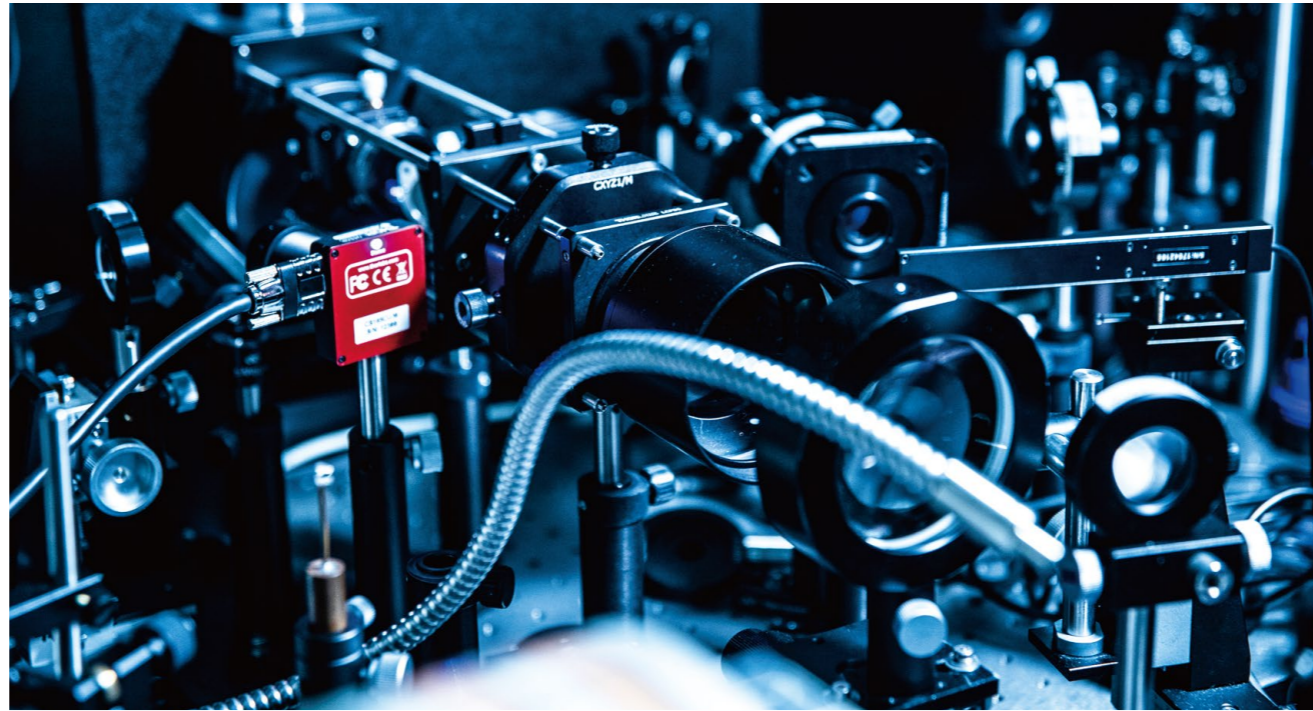
# 02

## 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
- 量子ナノエレクトロニクス特論
- 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

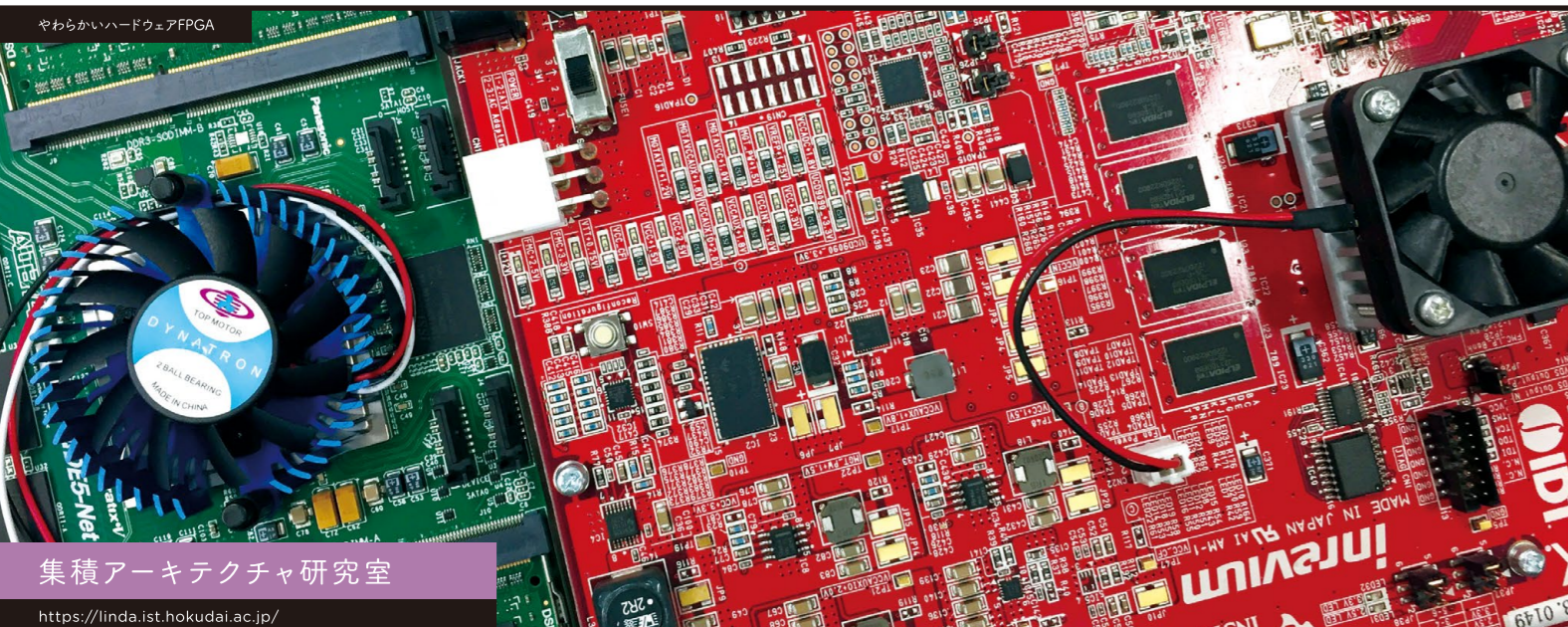
スマホの中身が気になる人

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/>

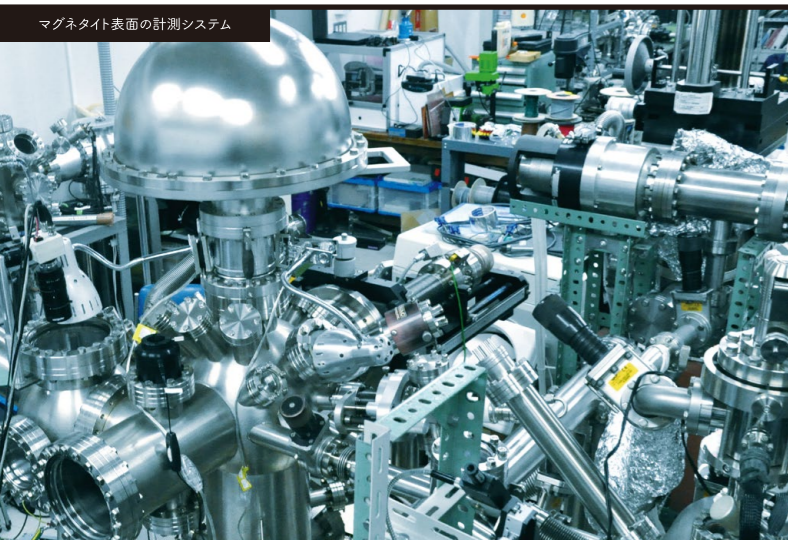
従来コンピュータの概念を越える知的処理を担う集積アーキテクチャと先端デバイス・革新的回路の創出

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**

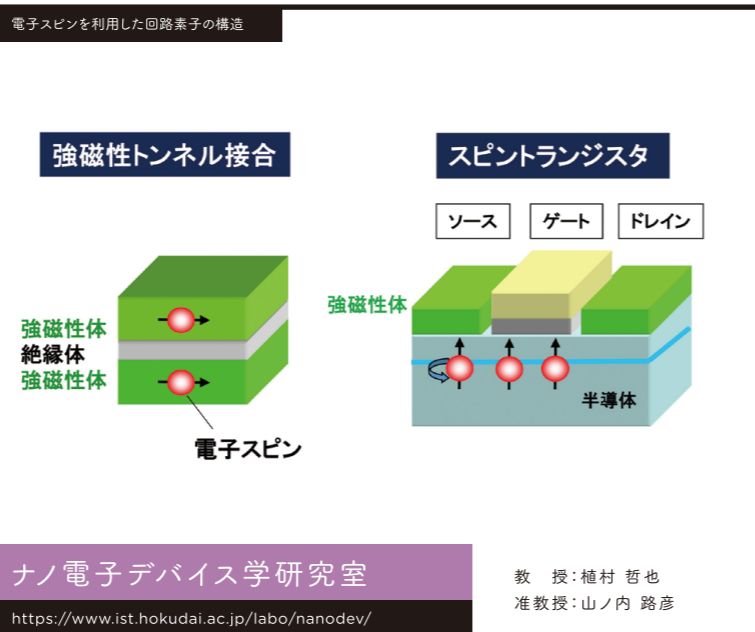
教授：末岡 和久  
准教授：古賀 貴亮  
Subagyo, Agus  
助教授：八田 英嗣

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、スピン干渉によるスピントラップの基礎研究などをすすめて、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デバイスの研究
- 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/>

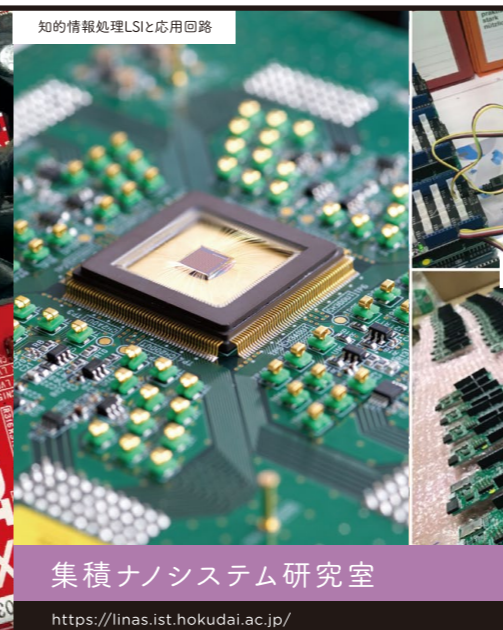
教授：植村 哲也  
准教授：山ノ内 路彦

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

**集積ナノシステム研究室**

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

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<sup>-9</sup>m)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。

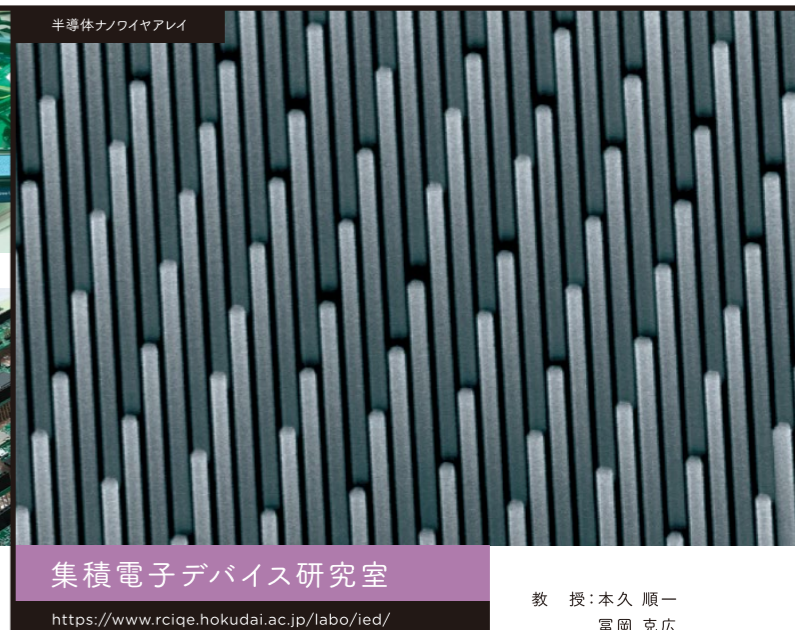
**研究テーマ**

- 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

教授：浅井 哲也  
准教授：安藤 洗太



FPGAとマイコンを用いたエッジ人工知能



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/>

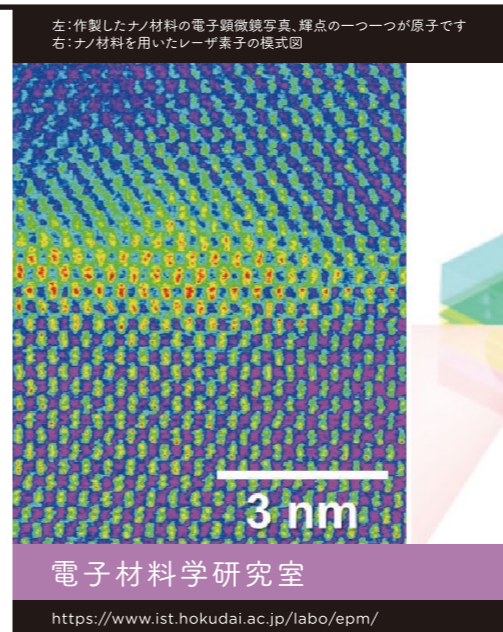
教授：本久 順一  
富岡 克広

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



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/>

教授：樋浦 諭志  
准教授：菅原 広剛

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



レーザーによる超並列光信号処理の実験

超伝導量子コンピュータ

**光エレクトロニクス研究室**

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

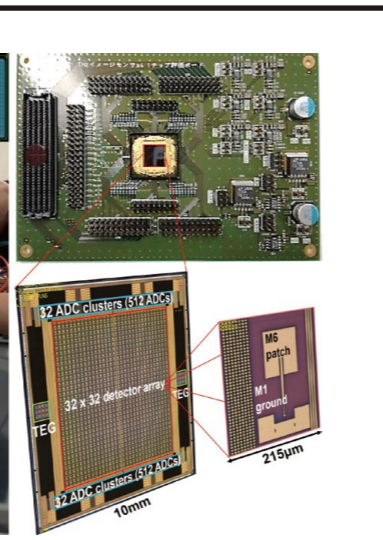
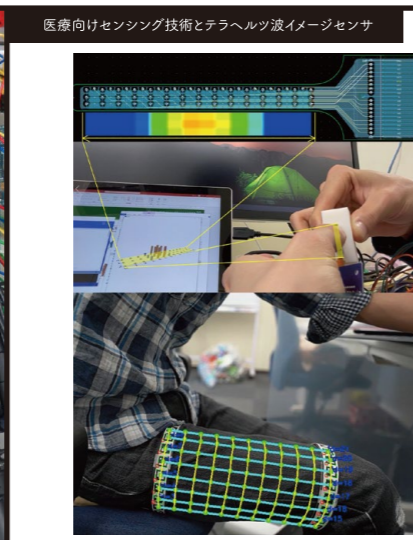
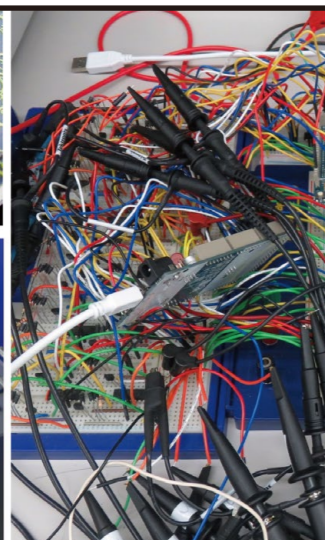
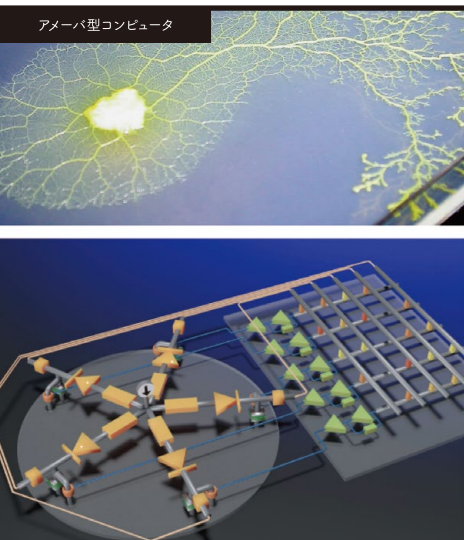
教授：徳永 裕己  
特任准教授：岡本 淳

光を用いた未来の情報処理

光は高い分解能、高速性、並列性などの性質から優れた制御デバイスであり、量子レベルで情報処理を行う量子コンピュータの制御や量子通信においても重要な技術となっています。光技術を駆使し、これまでにない未来の情報処理技術を開発します。

**研究テーマ**

- マイクロ波技術を用いた超伝導量子コンピュータ
- 光子量子コンピュータ
- 光による原子系の制御
- 量子もつれを用いた分散量子計算ネットワーク
- 非線形光学を用いた情報処理



Student Voice

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]  
電子材料学研究室

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  
谷田部 然治

- 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
  - 粘菌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

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く、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。

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、低電力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/>

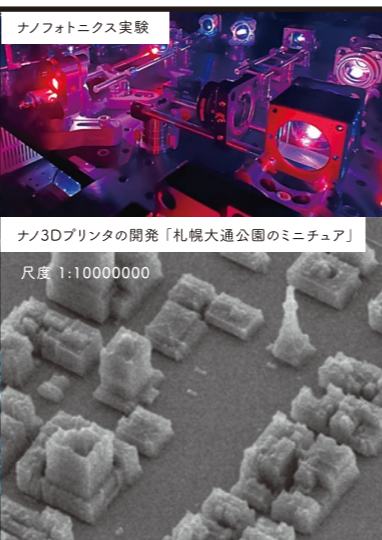
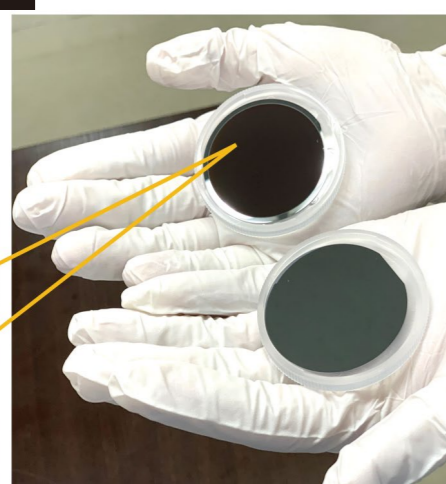
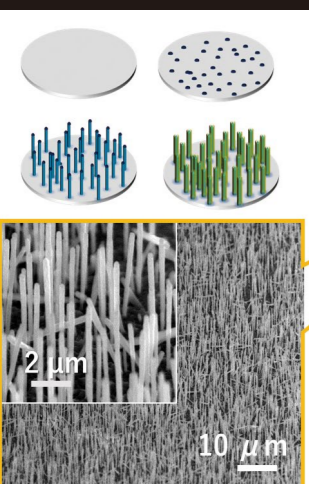
教授: 太田 裕道 / 助教: ジョン アロン

機能性セラミックスを薄膜化し、  
役に立つ薄膜機能デバイスを創ります

超精密な薄膜作製装置を用いて、原子レベルで平坦な表面を持つ高品質なセラミックス薄膜を作製します。セラミックスが有する電子・熱・光・磁気機能を最大限に引き出し、これまでにない優れた薄膜機能デバイスの開発を目指しています。

- 研究テーマ
- 熱流を電的に切替える熱スイッチ
  - 廃熱を電気に変える熱電変換材料
  - 次世代ディスプレイ用の酸化物薄膜トランジスタ
  - 機能性セラミックス薄膜表面・界面物性

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

- 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
  - 新原理の電子ビームやセンサーを実現する機能性化合物半導体薄膜量子構造

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、高機能ナノエレクトロニクス応用を目指します。

有機量子光デバイス研究分野

<https://sites.google.com/view/nakanotanilab/>

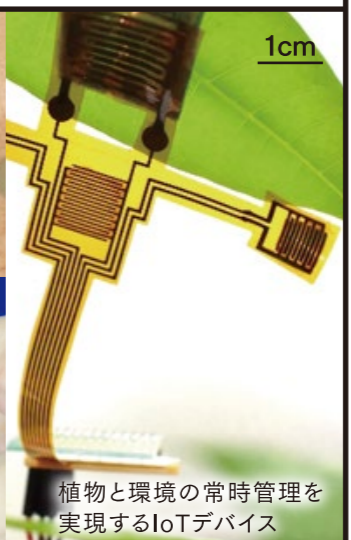
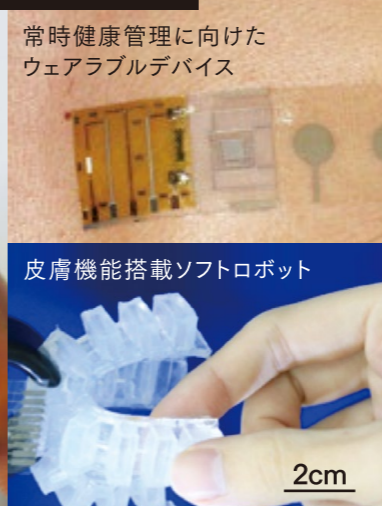
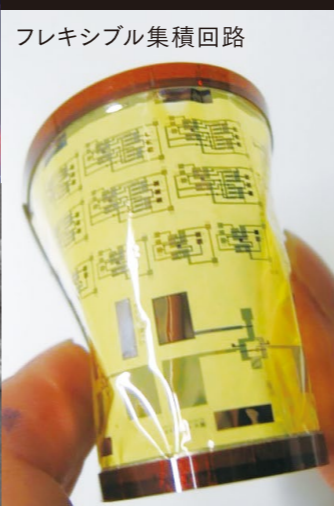
教授: 中野谷 一  
准教授: 田口 敦清  
助教: 石井 智大

エキシトンの学理を極め、  
次世代光科学・エレクトロニクスへ挑戦する

本研究室では、励起子に関する研究を基盤として、次世代光エレクトロニクスの実現を目指した研究を進めています。特に光の量子性を利用するエネルギーハーベスティング技術、光と物質の強結合による共振器量子物性、ナノ三次元プリンターなど、次世代光科学の研究に取り組んでいます。

- 研究テーマ
- 次世代有機発光ダイオードの開発
  - 光→熱、熱→光変換技術の開発
  - ナノフォトニクス、超解像顕微鏡技術
  - ナノ3Dプリンタ
  - 共振器量子物性に基づいた有機デバイスの開発

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



フレキシブル集積回路

常時健康管理に向けた  
ウェアラブルデバイス

皮膚機能搭載ソフトロボット

植物と環境の常時管理を  
実現するIoTデバイス

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: 劉 怡君

ナノ材料を操って「あ」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「柔らかな」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
  - リザーブ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開発

voice 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]  
ナノ電子デバイス学研究室

※所属、内容は取材時のものです