広島大学 ナノデバイス研究所

Research Institute for Nanodevices, Hiroshima University

Institute News

No.2, 2023

研究所長挨拶

ナノデバイス研究所長
寺本 章伸

ナノデバイス研究所は、1986年文科省令により設立された集積化システム研究センターを前身として35年以上に渡って半導体に関する研究・開発と人材育成を行ってきました。近年、半導体の重要性が見直されている中、本研究所の役割は重要性を増していると感じております。本研究所は引き続き、「ナノ集積科学」、「集積システム科学」、「分子生命情報科学」、「集積医科学」の4つの研究部門で構成され、以下のプロジェクトを推進しています。

1. 共同利用・共同研究拠点（拠点ネットワーク）「生体医歯工学共同研究拠点」

東京医科歯科大学生体材料工学研究所、東京工業大学未来産業技術研究所、静岡大学電子工学研究所、そして広島大学ナノデバイス研究所の連携研究機関の機能融合により、生体医歯工分野の先進的共同研究を推進し、我が国の生体材料、医療用デバイス、医療システムなどの実用化を促進する拠点形成を目的として活動しています。2022年度から2期目に入り、これまで築いてきた生体医歯工学をより確実なものとするため、共同研究を進めて参りたいと考えています。

2. 文部科学省「マテリアル先端リサーチインフラ」

2021年度から10年間で行う本事業は、最先端装置の共用、高度専門技術者による技術支援に加え、新たにリモート・自動化・ハイスループット対応型の先端設備を導入し、装置利用に伴い創出されるマテリアルデータを、利活用しやすいよう構造化した上で提供するための事業です。本研究所の特徴である総面積830m^{2}のスーパークリーンルームを利用して、SiのみならずSiCやGaN等のワイドギャップ半導体、高性能太陽電池など、エネルギー変換マテリアルにフォーカスした研究開発・支援を行います。これらの支援を通じて、高品質マテリアルデータを収集・蓄積・流通・利活用できる仕組みの構築を推進していきます。↗

3. 文部科学省「次世代X-nics半導体創生拠点形成事業」

東京工業大学を中心として、豊橋技術科学大学とともに、「集積Green-niX研究・人材育成拠点」として採択されました。2022年度から10年間の事業で、半導体関連産業の未来のために「Green化」の観点を意識して、研究・開発と人材育成で貢献していきたいと考えています。

2023年3月には、本研究所を中心として、関連企業13社、広島県、東広島市、中国経済産業局をメンバーとして「せとうち半導体共創コンソーシアム」を立ち上げました。半導体関連の人材育成と研究開発を産官学連携で取り組んで参りたいと考えております。

2022年3月には、経済産業省「産学連携推進事業費補助金（地域の中核大学の産学融合拠点の整備）」に採択され、2023年3月には、Jイノベ棟（新棟）が竣工しました。棟内には、半導体研究のための分析、評価機器、AIや通信技術の研究開発のための設備を導入しました。これにより、本研究所のスーパークリーンルームと合わせて利用することにより、半導体研究・開発をよりいっそう進展させていきます。さらに、新棟1階には、関連各位が自由に集うことのできるオープンスペースを開設しました。半導体関連分野の研究者・技術者が活発に意見交換できる場所にしていくとともに、せとうち半導体共創コンソーシアム活動の中心として、研究・人材育成活動に活用し、地域産業の活性化にも寄与していきたいと考えています。

国内外ともに半導体の重要度が見直され、2021年には日本国における半導体戦略が発表されました。我が国は、半導体デバイス産業およびそれを支える製造装置、部品、材料およびインフラストラクチュア産業という半導体産業におけるサプライチェーンが揃っている世界でも数少ない国です。そのような国であり続けるために、極めて重要な時期にさしかかっております。ナノデバイス研究所がその中で重要な役割を果たすべく、構成員ひとりひとりの個性を伸ばし、目的をしっかり持って行動することにより、研究所のアクティビティを高めていきたいと考えています。関係の皆様には引き続きご支援を賜りますよう何卒宜しくお願い申し上げます。

Research Institute for Nanodevices RIND

2023年6月発行

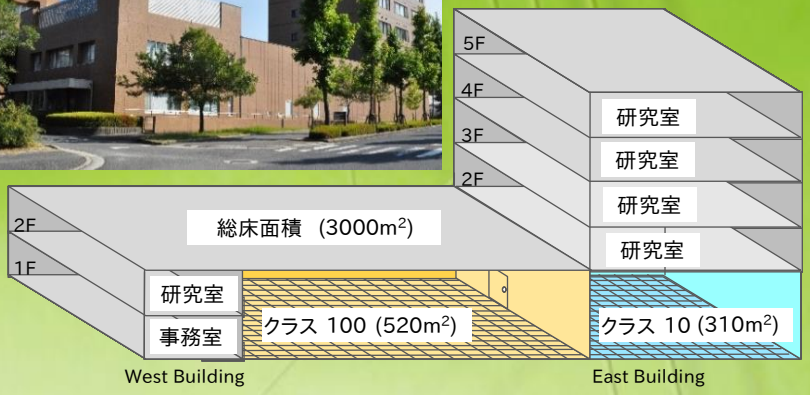
ナノデバイス研究所の概要（1）

【経緯】

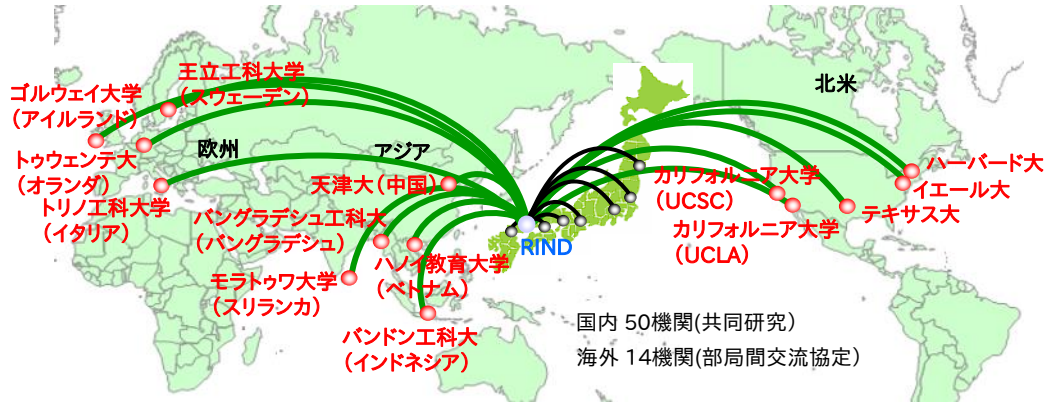
1986年　集積化システム研究センター設置（省令による学内共同教育研究施設：10年時限）
1996年　ナノデバイス・システム研究センター設置（省令による学内共同教育研究施設：10年時限）
2002-2006年 文部科学省21世紀COEプログラム「テラビット情報ナノエレクトロニクス」
2006-2009年　科学技術振興機構先端融合イノベーション創出拠点「半導体・バイオ融合集積化技術の構築」
2008年　ナノデバイス・バイオ融合科学研究所に改組（国立大学法人学内措置）
2011年　国立大学附置研究所・センター長会議入会承認
2016年　全国共同利用・共同研究拠点「生体医歯工学共同研究拠点」として文部科学大臣認定
2022年　ナノデバイス研究所に改称

【研究所のミッション】

1. 半導体技術の基礎研究を通して、自立した思考を持ち、機動的な行動をとれる人材を育成する。
2. 基盤技術としての半導体・集積回路・システムにおける最先端研究を推進する。
3. 全国共同利用・共同研究拠点を基盤として、新学術領域として生体医歯工学を確立するとともに共同研究を推進してその成果の社会実装を行う。
4. 共用設備事業を軸にした全国規模のマテリアルインフォマティクス拠点構築とデータ駆動型サイエンスを推進する。
5. 最先端半導体・集積回路システムの研究・開発を推進する世界規模のプラットフォームを確立することを目指す。



国内外の著名な大学・研究機関と共同研究を実施（国内50機関、海外14機関）



○ 国内外の研究者と協力して高性能集積回路、MEMS、バイオデバイスを開発

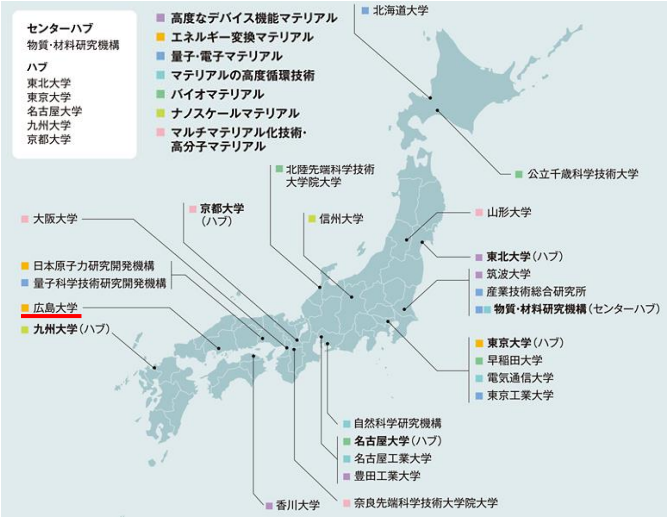
保有する装置とその利用技術で微細加工支援を実施

○ 充実したスーパークリーンルーム、LSI試作設備を有効活用し、産業界に貢献

ARIM Japan

文部科学省 マテリアル先端リサーチインフラ（2021年度～）

https://nanonet.mext.go.jp



重要技術領域	センターハブ	ハブ	スポーク
高度なデバイス機能の発現を可能とするマテリアル	物質・材料研究機構（NIMS）	東北大学	筑波大学 豊田工業大学 香川大学
革新的なエネルギー変換を可能とするマテリアル		東京大学	広島大学 日本原子力研究開発機構
量子・電子制御により革新的な機能を発現するマテリアル		NIMS	北海道大学 東京工業大学 産業技術総合研究所 量子科学技術研究開発機構
マテリアルの高度循環のための技術		NIMS	自然科学研究機構 名古屋工業大学 電気通信大学
次世代バイオマテリアル		名古屋大学	早稲田大学 千歳科学技術大学 北陸先端科学技術大学院大学
次世代ナノスケールマテリアル		九州大学	信州大学
マルチマテリアル化技術・次世代高分子マテリアル		京都大学	大阪大学 奈良先端科学技術大学院大学 山形大学

経済産業省「J-Innovation HUB 地域オープンイノベーション拠点（国際展開型）」に選出（2020年12月）

J イノベ J-Innovation HUB

ナノデバイス研究所の概要(2)

ナノデバイスを核とした先端研究の推進

半導体・回路・MEMS*に関する有数の設計・試作・研究環境

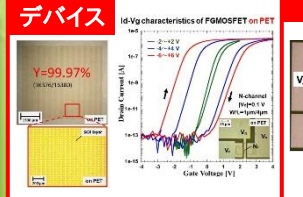
ナノ 集積科学 研究部門

集積システム 科学 研究部門

分子生命 情報科学 研究部門

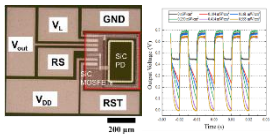
集積医科学 研究部門

デバイス



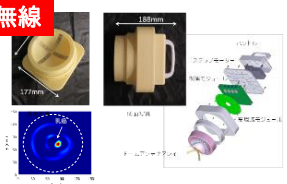
プラスチック上のフローティングゲートメモリ

SiC



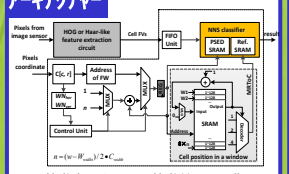
フルSiC耐放射線UVイメージセンサ

無線



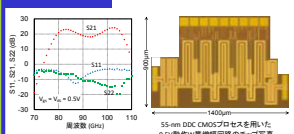
携帯型乳がん早期検診装置の開発
(Scientific Reports [2017])

アーキテクチャー



二重特徴空間を用いた特徴抽出・認識アーキテクチャ (IEEE TCSVT雑誌[2017])

回路



0.5V動作W帯増幅回路の実測結果

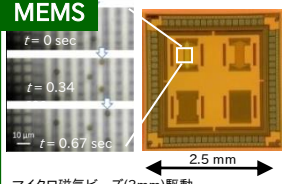
5S-nm DDC CMOSプロセスを用いた0.5V動作W帯増幅回路のチップ写真

電源電圧0.5Vで動作する80～106GHzミリ波帯用増幅器

医工連携

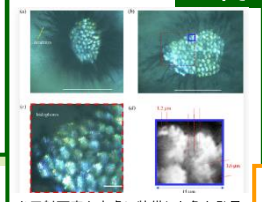
大腸がん診断支援システムの開発

MEMS



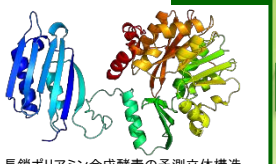
マイクロ磁気ビーズ(3mm)駆動による迅速免疫分析(SSDM [2009])

バイオ



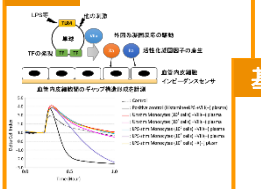
光反射画素を皮膚に装備した魚を発見

バイオ



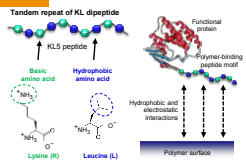
長鎖ポリアミン合成酵素の予測立体構造

基礎



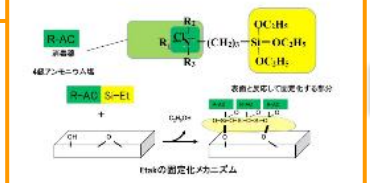
インピーダンスセンサを利用したin vitro血管透過性評価モデルの開発

基礎



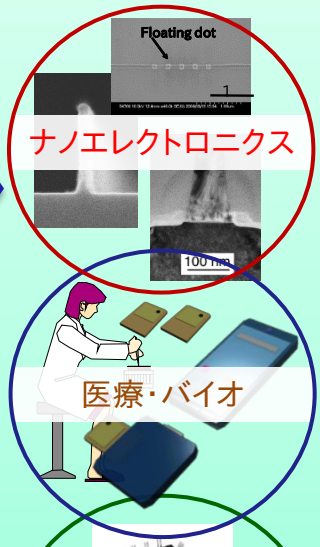
高分子表面結合性ペプチドモチーフの設計

臨床



固定化抗菌剤Etakを応用した抗菌化スプレーの開発

ナノデバイスを核とした高度融合分野



* Micro Electro Mechanical Systems

半導体研究教育ができる優秀な人材を育成し、国内外の半導体研究教育及び半導体産業へ多数輩出

広島大学ナノデバイス研究所博士研究員のテニュア・就職状況

国内大学・公的機関

・岩手大学大学院工学研究科	准教授
・広島大学ナノデバイス研究所	教授、助教
・東北大学大学院工学研究科	特任助教
・群馬工業高等専門学校	准教授
・東京大学大学院工学系研究科	研究員
・東京大学大学院工学系研究科	助教
・大阪大学大学院工学研究科	助教
・立命館大学工学部	准教授
・関西大学システム理工学部	准教授
・中央大学理工学部	助教
・広島大学産学・地域連携センター	特命准教授
・九州工業大学	准教授
・広島産業振興機構	マネージャー
・山口県立博物館	学芸員
・仁科会館	事務長
・産業技術総合研究所	研究員
・高知工科大学	助教
・呉工業高等専門学校	准教授

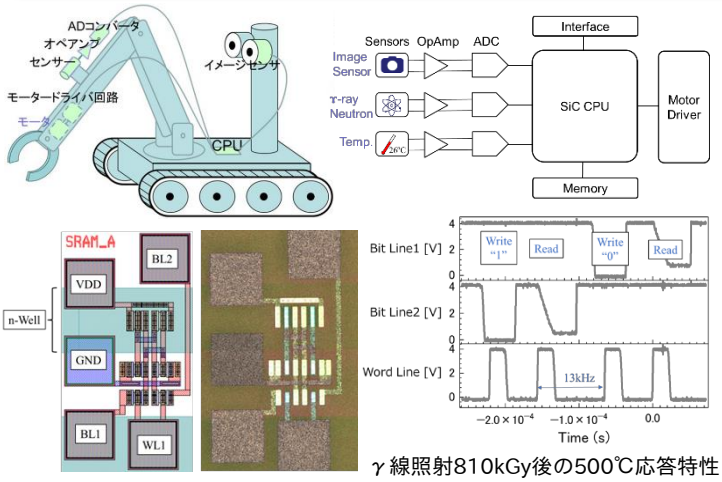
企業

・フジクラ(株)研究所	研究員
・東芝(株)	技術者
・マイクロンメモリ ジャパン合同会社	技術者
・三井化学(株)研究所	研究員
・パナソニック(株)	技術者
・東京エレクトロン(株)	技術者
・(株)東京精密	技術者

海外大学・公的機関

・バングラデシュ工科大学	教授
・天津大学情報通信学部	教授
・シンガポール国立研究所	研究員

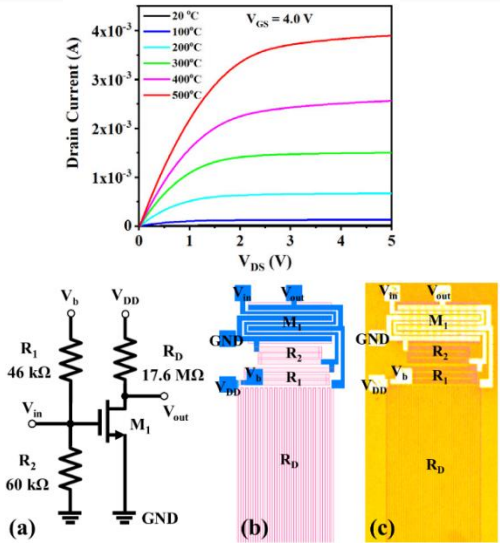
SiC極限環境エレクトロニクス: CMOS集積回路



γ線照射810kGy後の500℃応答特性

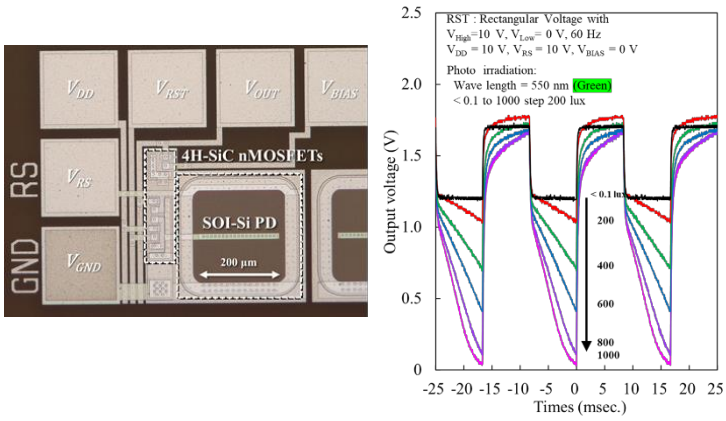
シリコンカーバイド(SiC)半導体を用いた極限環境用集積回路の研究を進めています。原子力発電所廃炉に必要となる耐放射線集積回路や、車載用また石油・天然ガス採掘や惑星探査で必要とされる極高温で駆動可能な集積回路の研究を進めています。2022年度は、基本回路となるCMOS集積回路の研究を進め、メモリの一種であるSRAMなどの動作実証などを行いました。本研究はスイス・ダボスで開催されたICSCRM2023などで発表し、韓国ソウルで開催されたIEEE EDTMなどで招待講演を行いました。国立研究開発法人 産業技術総合研究所、国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構、KTHスウェーデン王立工科大学との共同研究として進めています。(黒木)

SiC極限環境エレクトロニクス: 超高温用集積回路



シリコンカーバイド(SiC)半導体を用いた超高温用集積回路の研究を進めています。原子力発電所や、金星探査、核融合炉などでは500℃程度までのエレクトロニクスが求められており、これをシリコンカーバイド半導体集積回路を用いて実現させようとしています。2022年度はプリアンプ回路等の研究を進め、特に500℃駆動および信頼性評価を進めました。本成果はIEEE Trans. Electron Devices誌やJpn. J. Appl. Phys.誌などで発表しました。本研究はフェニテックセミコンダクター(株)との共同研究として進めています。(黒木・Cuong)

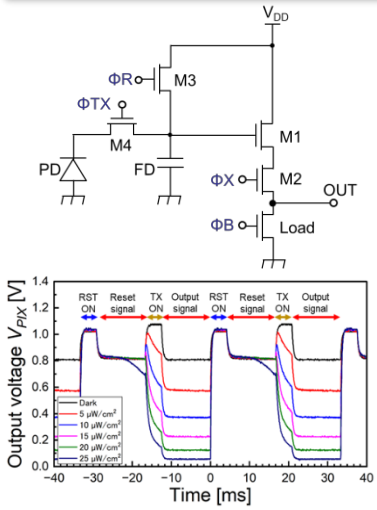
SiC半導体とSOI基板による耐放射線イメージセンサの研究

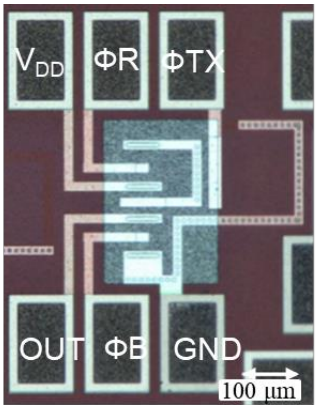


シリコンカーバイド(SiC)半導体による耐放射線イメージセンサの研究開発を進めています。福島第一原子力発電所での廃炉作業用になります。
3つのSiC MOSFETとSiフォトダイオードを組み合わせたハイブリッド型イメージセンサを提案し、実証研究を進めています。本成果はIEEE Electron Device Lett.誌などで発表しました。この研究開発は国立研究開発法人 産業技術総合研究所・国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構との共同研究として推進しています。(黒木)

「CMOSトランジスタ・回路作製実習」

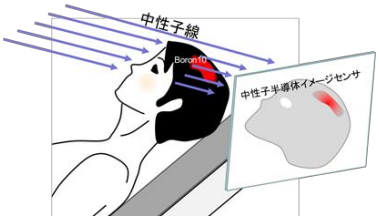
フルSIC耐放射線UVイメージセンサの研究

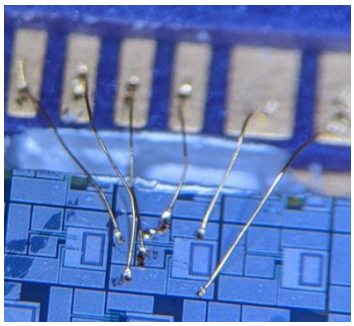


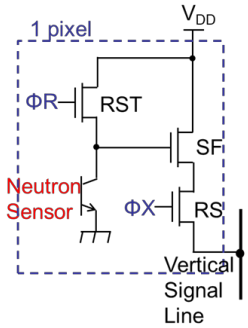


シリコンカーバイド(SiC)パワー半導体による耐放射線イメージセンサの研究開発を進めています。
ハイブリッド型イメージセンサでは可視光がとれるものの、耐放射線性はSiフォトダイオードで制限されます。今後のデブリ取り出しなどを見据え、より耐放射線性の高いフォトダイオードもSiCで作製したフルSiC UV(紫外光)イメージセンサを提案し、実証研究を進めています。本成果はIEEE Electron Device Lett.誌や国際学会ICSCRM2022などで発表しました。この研究開発は国立研究開発法人 産業技術総合研究所・国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構との共同研究として推進しています。(黒木)

SiC半導体中性子2次元センサの研究

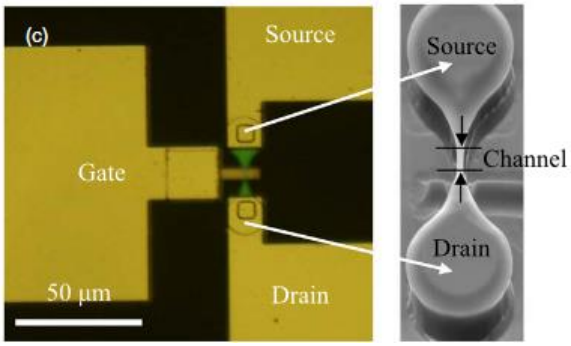


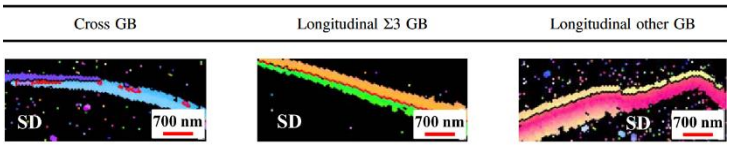




シリコンカーバイド(SiC)パワー半導体による粒子線医療用の中性子2次元センサの研究開発を進めています。中性子と散乱断面積の大きいホウ素10(B10)をデバイス内に配置し、これと中性子との間の核反応により発生したアルファ線を読み取ることで、中性子センサを実現することができます。世界初のリアルタイムモニターが可能な中性子2次元センサの実現を目指しています。2022年度は中性子照射実験などを進めました。本研究は京都大学との共同研究として進めています。(黒木)

レーザ結晶化SiナノワイヤTFT

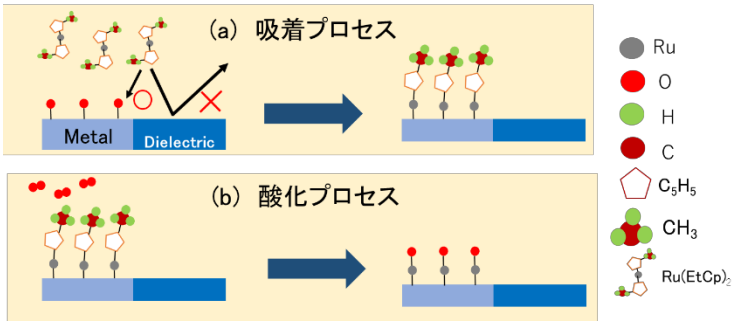




高性能シリコン薄膜トランジスタ(TFT)実現のために、レーザ照射によるSi(100)薄膜の形成の研究を進めています。本研究ではこの面方位制御により薄膜トランジスタでの電子電界効果移動度が1000cm^2/Vs前後の値まで増加することを示していますが、一様な面方位制御についてはより検討が必要でした。2022年度はチャネル中に単一の結晶粒界を形成したTFTの研究を進め、結晶粒界の電気特性直接評価に成功しました。これらの成果はAPEX誌などで発表しました。本研究はHanoi National University of Education (HNUE)との共同研究として進めています。(黒木)

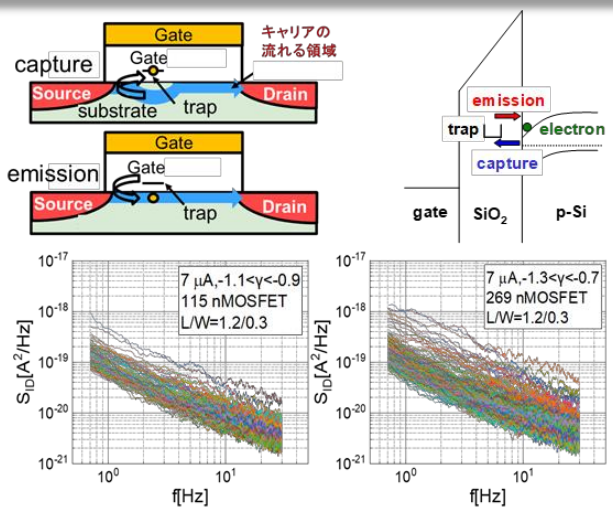
「CMOSトランジスタ・回路作製実習」

選択成長プロセス



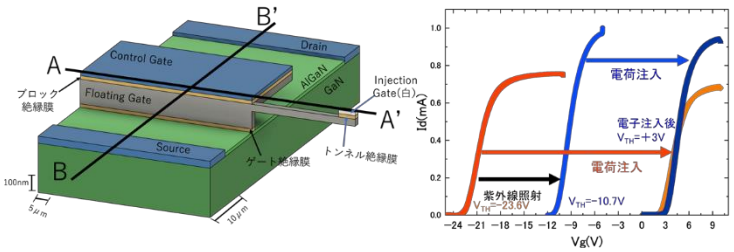
集積回路の微細化のために、レイヤー間のパターン合わせの精度が困難になっており、集積化の妨げになっています。これを克服するため、薄膜形成時に下地材料の違いによって成膜のされ方が異なる選択成長プロセスの研究を行っています。Atomic Layer Deposition(ALD)法を用い、プリカーサの吸着特性の下地依存性を利用することで選択性を作り出します。金属と絶縁膜そのものの性質を用いたり、Self-Assembled Monolayer(SAM)を用いて吸着阻害層を形成したりすることで薄膜を選択成長させ、パターン間のアライメント無しに成膜を行っていきます。
現在、RuのALD成膜を行っており、下地の材料依存性があることがわかってきました。今後、成膜阻止材を用いた選択成長に取り組みます。(寺本・雨宮)

半導体デバイスの雑音に関する研究



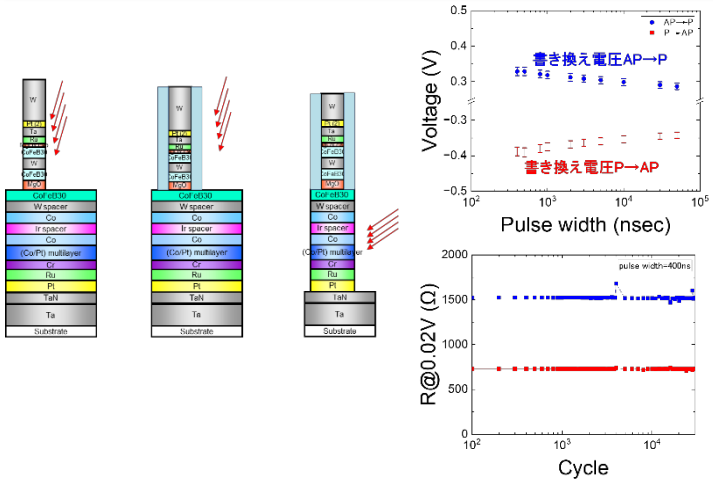
半導体集積回路を構成しているMOSFET(Metal-Oxide-Semiconductor Field Effect Transistor)では、チャネルを流れているキャリアがゲート絶縁膜に捕獲されることにより、雑音が発生します。これまで、Random Telegraph Noise(RTN)について統計的な評価を行ってきました。もう一つの低周波雑音である1/f雑音についても統計的な評価を行った結果、やはり、素子ごとのバラツキが有り、大きな分布があることを確認しました。素子ごとに雑音を誘起するトラップ準位の種類と数が異なるためと考えられます。トラップ準位がどのような分布になっているか評価し、その起源に迫ります。(寺本・石川)

ノーマリオフGaN HEMT



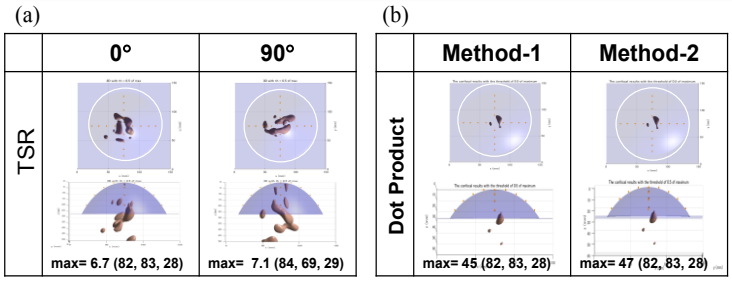
GaNはバンドギャップが広く高耐圧であること、AlGaN/GaNの2次元電子ガスは移動度が2000cm^2/Vs程度あり低ON抵抗が実現できる可能性があることで注目されています。しかし、2次元電子ガスを発生させながらゲートに電圧をかけていないときにトランジスタをオフすること(ノーマリ・オフ)が難しく、単体のトランジスタとしてはパワーデバイスとして実用化することが困難です。そこで、フローティングゲート構造を導入し、GaN HEMT(High electron mobility Transistor)を試作し、閾値電圧を制御することが可能となりました。
デバイス作製直後では、デバイスの絶縁膜に正の電荷が捕獲されており、不安定な特性ですが、紫外線照射により捕獲電荷が中性化されます。そのことによって、ドレイン電圧に対する耐圧の向上が見られました。このGaN HEMTの構造について高信頼なものにしていきます。(寺本・雨宮)

高信頼Magnetic Tunnel Junctionセルの形成



現在、実用化が始まっているMagnetoresistive Random Access Memory(MRAM)のセル構造は磁性体で絶縁膜を挟み込んだMagnetic Tunnel Junction(MTJ)構造です。昨年、信頼性を上げるために採用したSiNのサイドウォールを有するMTJについて、そのスイッチング特性を評価しました。書き換えのパルス電圧幅を50μs～400nsに変化させてみると、パルス幅が小さくなるほど、書き換えに要する電圧・電流が大きくなり、バラツキも大きくなりました。一方で、十分な電圧(電流)を印加すれば、その後の抵抗値は安定しており、メモリとして十分使用できることがわかりました。さらにパルス幅を小さくし、実用レベルまでの評価を行っていきます。(寺本・雨宮)

乳がん画像クラッター抑制アルゴリズム



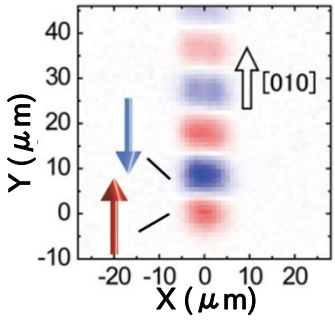
携帯型乳がん検出装置による腫瘍組織の3次元共焦点画像.
(a) TSR法 (0°,90°).
(b) 内積 (Method-1),
相互相関 (Method-2).

生体医歯工学共同研究拠点として、マイクロ波インパルスレーダーによる乳がんスクリーニング技術の研究を行っています。開発した携帯型乳がん検出デバイスを用いて、腫瘍組織を異なる方位で測定した2段階回転クラッター抑制共焦点画像アルゴリズム(TSR)に内積を適用し、相互相関による画像高精度化とクラッター除去を実現しました。本研究は、広島大学病院、東京工業大学、天津大学との共同研究の成果として17th European Conference on Antennas and Propagation 2023で発表しました。(吉川)

電子スピンを用いた新しい情報処理デバイスの研究

電子の基本的な性質

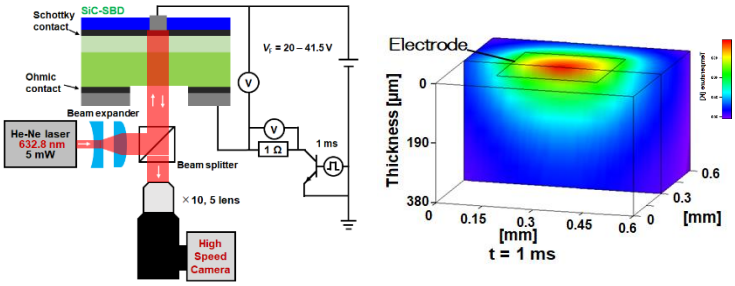
光を用いた電子スピンの観測



半導体表面でスピンをイメージングした結果。スピンは[010]方向に運動し、回転運動を行っている。

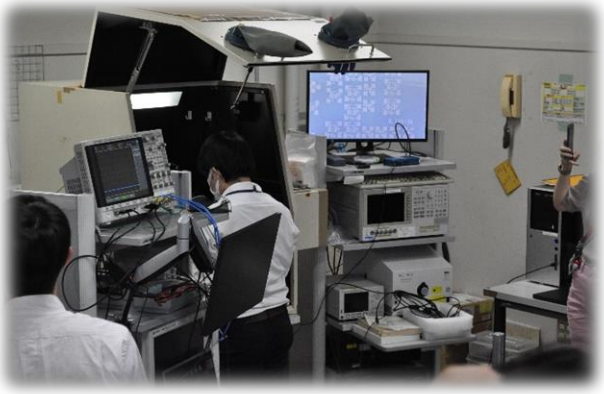
NTT物性科学基礎研究所と広島大学は、電子のスピンを利用した新しい情報処理デバイスの実現に向け、スピンの制御法について研究しています。スピンは、電子の基本的な物理量ですが、デバイスでの応用は限定的です。スピンを用いたデバイスは、究極的に省エネルギーの動作が期待されます。スピンの性質を精度よく観測するために、光を用いた計測系を構築しました。重い元素を含む化合物半導体において、スピン制御のために必要な、有効磁場と呼ばれる量が、通常の半導体に比べて増大することを見出しました。(後藤)

光学干渉非接触温度測定法(OICT)によるSiCデバイス自己発熱温度の3D可視化技術



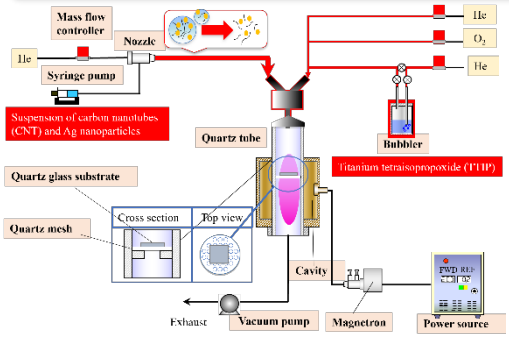
OICTによる4H-SiCショットキーバリアダイオード動作時の温度測定実験の概略(左)と、解析の結果得られた上部電極直下の温度分布

4H-SiCショットキーバリアダイオード動作時の自己発熱による内部温度の可視化に、光学干渉非接触温度測定法(OICT)を適用する技術を開発しました。デバイス背面よりプローブレーザー光を照射し、反射光強度をハイスピードカメラで捉えて得られる干渉像の解析から、デバイス内部の温度分布を10μmおよび100μsの分解能で可視化できることを示しました。本手法は、デバイス劣化過程や破壊に至る過程の観測に有効であることが分かりました。この成果は、K. Fujimoto, Applied Physics Express, 15 (2022) 026502-1.に掲載されました。(東)

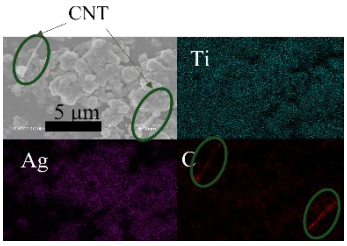


「CMOSトランジスタ・回路作製実習」

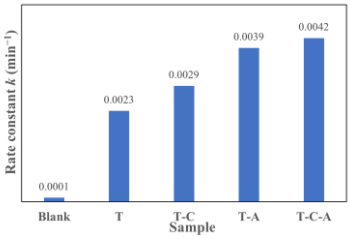
複数種物質を包埋したTiO_2薄膜のワンステップ成膜技術



マイクロ波プラズマCVDと噴霧乾燥を組み合わせた複合薄膜成膜装置



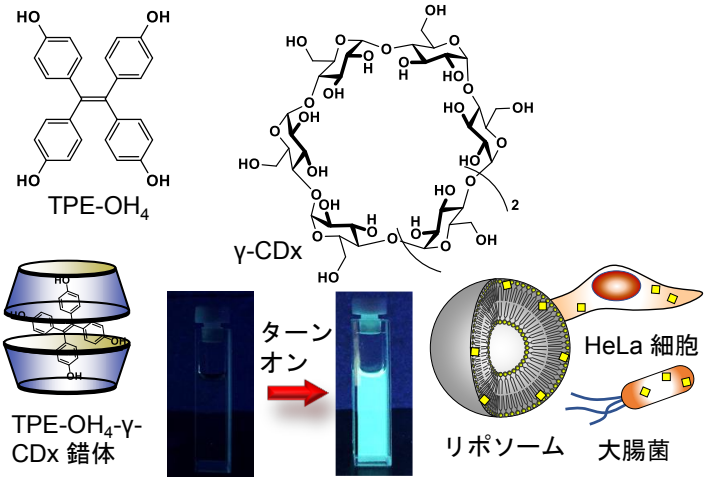
TiO_2/Ag/CNT複合薄膜の表面形態と元素マッピング結果



TiO_2 (T)、TiO_2/CNT (T-C)、TiO_2/Ag (T-A)、TiO_2/Ag/CNT (T-C-A)薄膜を光触媒に用いて得られた反応速度定数の例

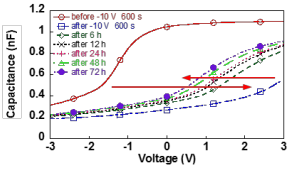
優れた特性ゆえに多分野で用いられているTiO_2系材料に対し、微量物質添加による性能の向上を目指して、プラズマCVD成膜とナノ粒子の気中分散技術を組み合わせることで、複数種の物質を包埋した薄膜の成膜技術を開発しました。作製した複合薄膜は、光触媒材料として高い機能を示しました。(島田)

シクロデキストリンから細胞膜にテトラフェニルエチレン誘導体が移動することによる蛍光のターンオン現象

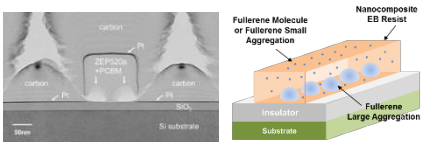


我々は、テトラフェニルエチレン誘導体(TPE-OH_4)をγ-シクロデキストリン(γ-CDx)によって水溶化することに成功しました。このγ-CDx-TPE-OH_4錯体は蛍光をもちませんが、TPE-OH_4が人工細胞膜であるリポソーム、HeLa細胞、または大腸菌に移動すると蛍光を発するターン-オン現象が観測されました。この原因は、TPE-OH_4が細胞膜内に取り込まれ、分子運動が抑制されることによることがわかりました。特に大腸菌での発光現象は簡便な水質検査を可能にするものと期待されます。この成果はChemistry-A European Journalで発表しました。(池田篤志)

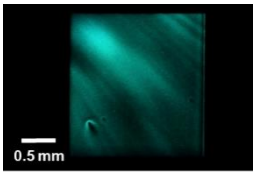
有機分子混合電子線レジストを用いた有機ナノサイズ光・電子デバイス



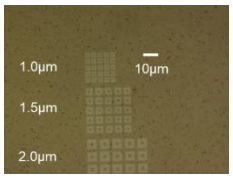
フラーレン誘導体混合電子線レジストキャパシタの容量ー電圧特性におけるメモリ効果



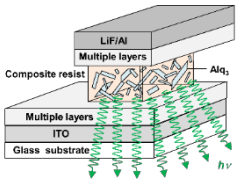
電子線露光・現像により作製したフラーレン誘導体混合電子線レジストのナノ構造の透過型電子顕微鏡像(左)及びナノワイヤ構造の概念図(右)



有機低分子発光材料混合電子線レジストからのエレクトロルミネッセンス



電子線露光・現像により作成した有機低分子発光材料混合電子線レジストのナノ構造



有機低分子発光材料混合電子線レジストを用いた有機ナノサイズELデバイスの概念図

非常に簡便に有機ナノサイズ光・電子デバイスを作製するために、有機電子線レジストにフラーレン誘導体や有機発光分子を混合させて電気伝導性を持たせました。この材料を用いて、電気伝導性の有機ナノドットや有機ナノワイヤ構造を電子線露光と現像のみのプロセスで作製しました。これにより超高集積有機メモリ、高分解能有機ELデバイス、有機量子情報デバイスや高感度有機バイオセンサ等の実現可能性を示しました。(中島)

トンネル電界効果トランジスタを用いた極低電圧駆動シリコンマッハ・ツェンダー光変調器の研究

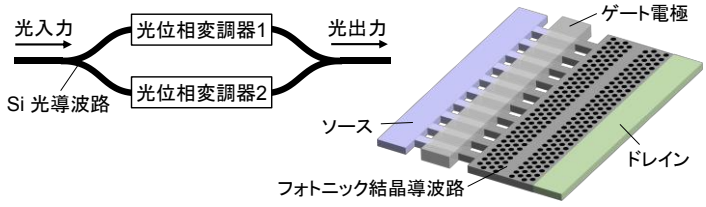


図1 提案するTFET光位相変調器の概略図

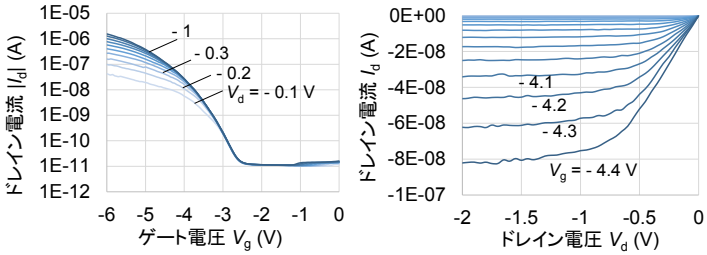


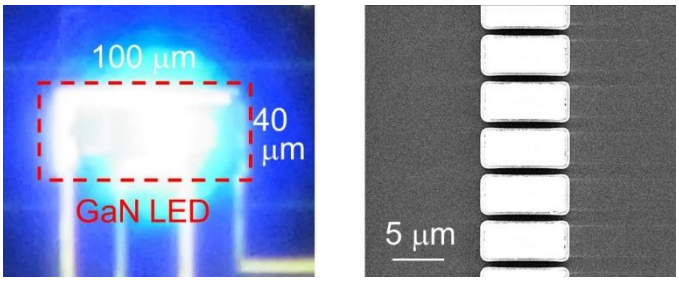
図2 試作したpチャネルTFET位相変調器の電流・電圧特性

トンネル電界効果トランジスタ(TFET)を利用した極低電圧駆動シリコンマッハ・ツェンダー光変調器の実現可能性を検討しています。現在は変調素子として使用するシリコンTFETの試作を進めています。本研究で使用するTFETは図1のような構造を持ち、チャネルの一部にフォトニック結晶導波路が設置されています。またゲート電極直下のチャネルは電極との接触面積を増やすためFin型の3D構造にし、アレイ状に配置されています。図2は導波路長100μmの位相変調器用pチャネルTFETの電流・電圧特性であり、TFETとしての正常な電気的特性が得られています。(田部井)

研究ハイライト

ナノ集積科学研究部門

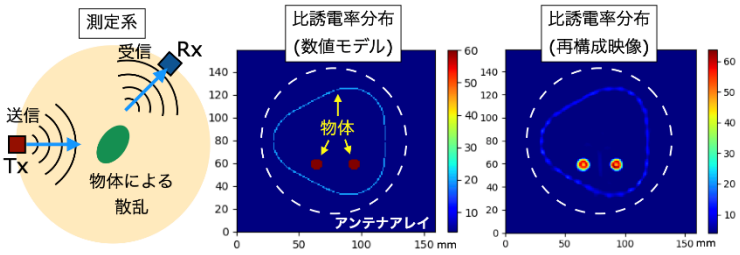
発光素子の異種基板上への常温接合



異種基板上へ接合後のGAN-LED光学顕微鏡写真と
ドライエッチング後のSEM像

LED(Light Emitting Diode)発光素子の異種基板上への接合は、ディスプレイ分野などで注目されており、フレキシブル基板などへの接合が実現できれば、応用分野が広がることが期待されます。そこで、熱耐性が低い基板への接合を目指して、常温大気圧下で発光素子を接合する技術の研究を行っています。素子サイズ40×100μmのGaN-LEDについて、常温大気圧下で接合が可能で、接合前後で整流特性が劣化しないことと膜中ストレス緩和による発光波長シフトを確認しています。LEDの微細化および高集積化を目的に、電子線描画装置を用いてのパターン形成とドライエッチングにより、良好な形状の矩形メサを作製しました。このサイズの素子について、常温大気圧下での接合を行っていきます。(雨宮)

マイクロ波映像化アルゴリズムの研究



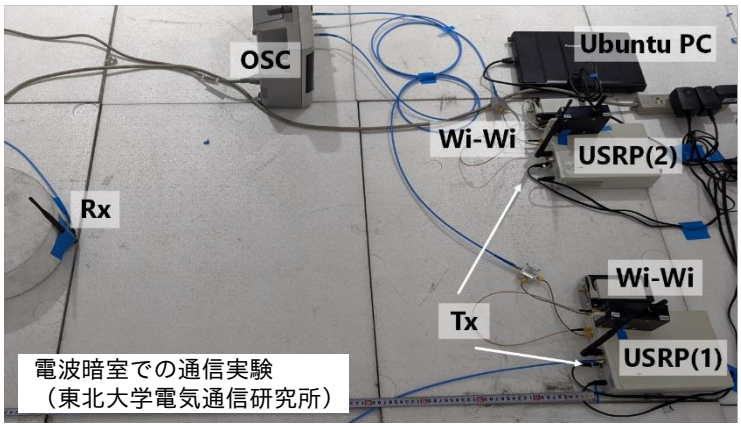
トモグラフィによる画像再構成の様子 (シミュレーション)。
反復アルゴリズムにより数値モデルが再現される様子。

物体内部を探るマイクロ波影像法はその非侵襲性から乳がん検診への応用が試みられています。定性的手法である共焦点法を用いた臨床試験ではその有効性が示唆されていますが、実用化には更なる技術革新が必要です。例えばマイクロ波の受信信号に含まれているアーティファクトの問題があり、より効果的な除去手法の開発を目指しています。また定量的手法であるマイクロ波トモグラフィの研究も行っています。トモグラフィでは電磁波散乱過程を計算機上でシミュレートし測定データと比較、最適化問題を解いて対象の誘電率分布を得ます。モデル化誤差や不良設定問題等の課題がありますが、その克服に向けたアルゴリズムの改良や実用性の検証を行っています。(石川)

集積システム科学研究部門

「広島大学附属高校太陽電池実習」

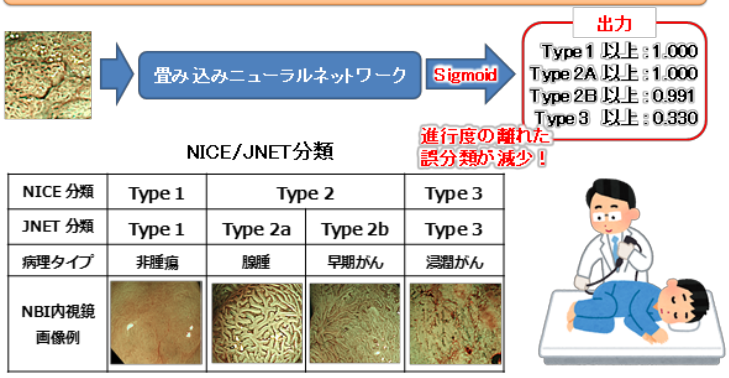
時空間同期を用いた高効率無線IoTネットワーク



広島大学はNICTや東北大学などと共同で、時空間同期を用いた高効率無線IoTネットワークの研究開発を行っています。無線通信システムの上り回線多元接続の大容量化手法として、同期SS-CDMA（スペクトラム拡散・符号分割多元接続）技術に、NICTが開発した無線双方向時刻比較による時空間同期技術（Wi-Wi）を組み合わせた手法を提案しています。コア技術である Wi-Wi 1PPS（pulse per second）出力信号に同期した送信タイミング制御機能をUSRP（ソフトウェア無線機）上に実装しました。電波暗室にて、無線通信時の送信タイミング制御性能を実測にて評価し、良好な動作を確認しました。（亀田）

深層学習を用いたNICE/JNET分類に基づく大腸内視鏡画像診断支援の一手法

医師の経験に近い大腸がんの進行度を考慮した分類器を実現



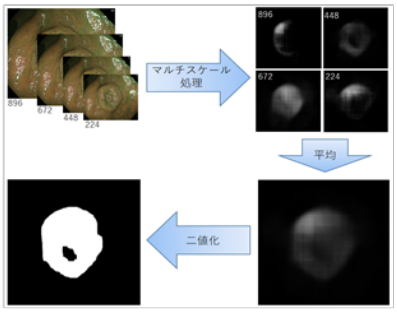
本研究では、大腸Narrow Band Imaging (NBI) 拡大内視鏡がん診断支援実現のため、深層学習を用いた病理タイプ識別を行う手法を提案しています。大腸NBI拡大内視鏡画像データをもとにAIで病変の進行度をJNET分類を用いて定量化し、医師の診断をサポートするCADシステムの開発を進めています。医師の経験に近い大腸がん進行度を考慮した分類器を実現しました。一般的なsoftmaxを用いたモデルでは各ラベルの関係性を学習することはできません。そこでNICE/JNET分類に基づいて進行度の順序に並べ、sigmoidによってこのような2分類を行う識別器を作成し、進行度の離れた誤分類が減少しました。

DOI: 10.1109/ITC-CSCC55581.2022.9894870

（小出・玉木・吉田）

大腸 NBI 内視鏡におけるコンピュータ支援診断のためのFCNを用いた病変部位のセグメンテーション法

大腸内視鏡動画のための複数完全畳み込みネットワークを使った病変分類用領域のセグメンテーション方法



異なるサイズの画像のセグメンテーション効果

画像サイズ	F-measure
224*224	0.8012
448*448	0.8027
672*672	0.7984
896*896	0.7976
マルチスケール処理	0.8155

テストデータセットに対して平均F-measureは1.5%上がった

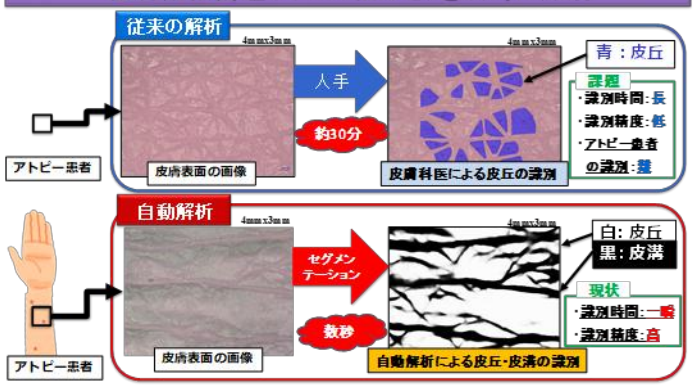
大腸内視鏡診断を行う際に、定量的な推論結果を医師に提示するコンピュータ支援システムの開発を目的とし、その定量的な評価によって、医師の経験による診断のばらつきを減らすことを目指しています。内視鏡で診察する時、カメラの撮影角度がいつも変化しており病変として検知された領域は支援システムの診断精度に大きくかかわるため、判断が行われるエリアを特定できる精密な識別方法はとても重要です。本研究では、深層学習を用いて複数のFCN（Fully Connected Network）アーキテクチャを用いたマルチスケール処理を実装し，病変領域のセグメンテーション性能をあげることに成功しました。

DOI: 10.1109/ITC-CSCC55581.2022.9895039

（小出・玉木・吉田）

アトピー性皮膚炎の診断支援のための深層学習を使用した皮膚微細構造の自動画像解析

皮膚微細構造（キメの細かさ）を瞬時に識別



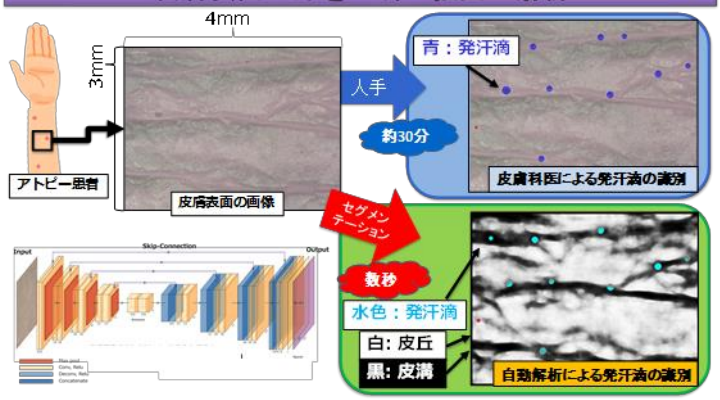
本研究では、AMEDプロジェクト「アレルギー性皮膚疾患の病態における発汗異常の解明と治療法の開発」の研究において、AIを用いた画像解析手法の開発を行っています。こちらの画像が、アトピー性皮膚炎の方の前腕のIM画像です。この画像中から、40um以上の汗を検出して、大きさを計測し、解析することが必要です。人手ではこの4mm x 3mmの画像でも、約30分かかります。我々の研究チームでは、これを瞬時に解析し、エキスパートと同等の結果を得る定量的解析手法を深層学習を用いて開発しました。これにより、客観的指標を提示することにより、皮膚の表面構造の解析や経過観察の定量化が可能になりつつあります。

DOI: 10.1109/ITC-CSCC55581.2022.9894957

(小出・青山@川崎医科大学・秀@広島市立広島市民病院)

アトピー性皮膚炎の診断支援に向けた発汗滴の自動画像解析手法

皮膚表面の汗を一瞬で抽出・解析



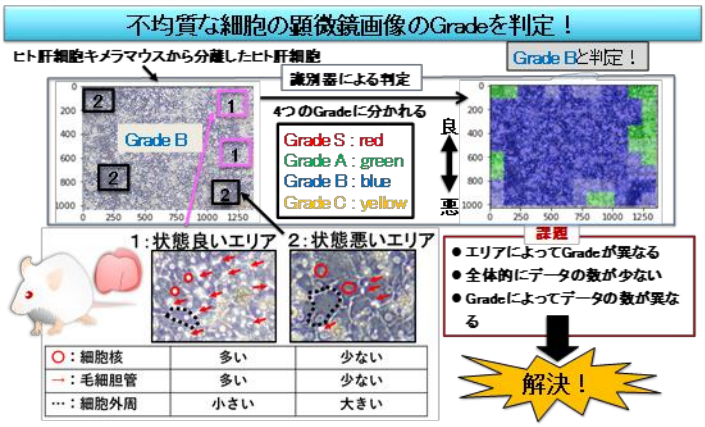
本研究では、AMEDプロジェクト「アレルギー性皮膚疾患の病態における発汗異常の解明と治療法の開発」の研究において、発汗異常を定量的に解析するために、AIを用いた画像解析手法の開発を行っています。発汗システムは体温調節の他に皮膚の水分量保持と自然免疫担当器官である可能性があります。しかし、後者に関する研究はまだ始まったばかりで、特に皮膚疾患発症における役割は殆ど解明されていません。そこで、皮疹部付近の微小環境の発汗機能を定量的、経時的に調べる事を可能にした革新的な発汗機能定量測定法（impression mold technique）の顕微鏡画像のAI自動解析手法を開発しています。

DOI: 10.1109/ITC-CSCC55581.2022.9894957

（小出・青山@川崎医科大学・秀@広島市立広島市民病院）

研究ハイライト

ヒト肝細胞キメラマウスの品質管理のための深層学習を用いたグレード分類



本研究では、新薬開発の過程で使われるヒト肝細胞キメラマウスの品質管理のための深層学習を用いたグレード分類を行っています。このようにヒト肝細胞の顕微鏡画像を識別器に入れてどのエリアがどのグレードなのか判定できるようにしました。ヒト肝細胞の画像はこのように一枚の大きな画像に対してグレードが付けられていますが、小さいエリアで見ると異なるグレードがあったり、この4つのグレードの細胞画像の数に偏りがあるという問題点がありました。本研究では、これらの課題を深層学習を用いた画像処理によって解決しました。

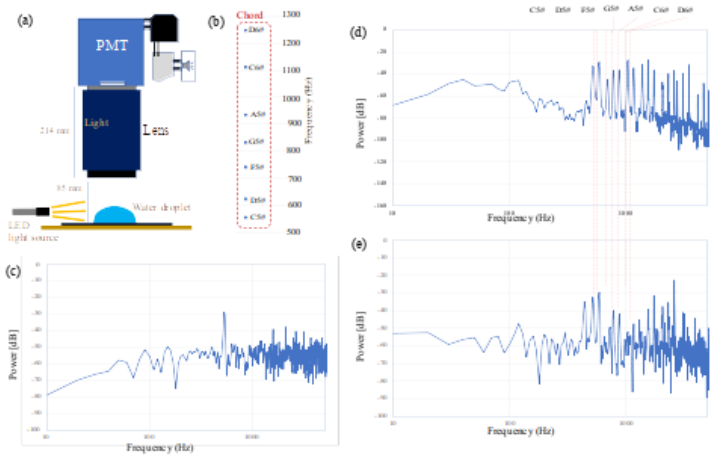
DOI: 10.1109/ITC-CSCC55581.2022.9894914

（小出・立野@フェニックスバイオ（株））

「広島大学附属高校太陽電池実習」

分子生命情報科学研究部門

光を用いる新しい音響検出技術：光スピーカ



光と水滴、そして生体由来微粒子などを用い、新しい音響検出技術の開発と提案を行いました。図は音響振動膜上の水滴振動を介した光スピーカーの例です。(a)は レンズを使用した場合の装置構成、(b)は音源（和音）の周波数分布、(c)、(d)、(e)はそれぞれ振動膜のみ、オリジナル音源および水滴付着の場合のパワースペクトルを示します。musical keyboardで発生した和音に含まれる周波数の音の一部が、水滴振動による反射光を介して光ディテクタで検出されています。(岩坂)

生物によるSiO_2形成メカニズムの解析

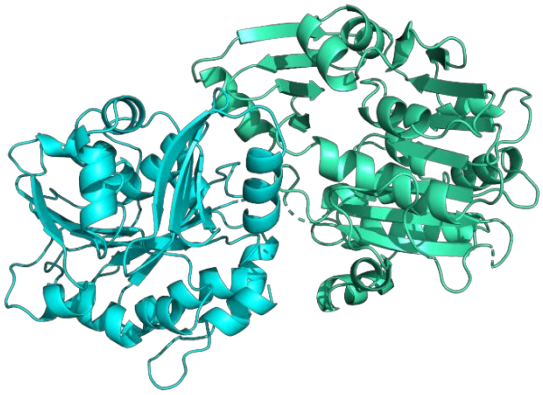
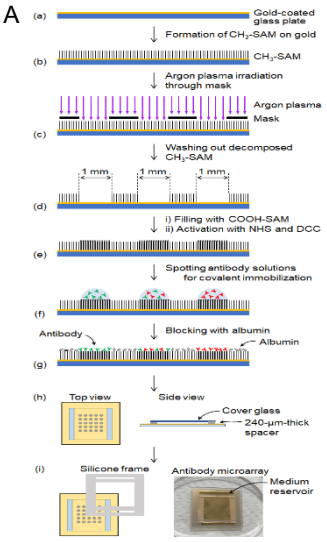
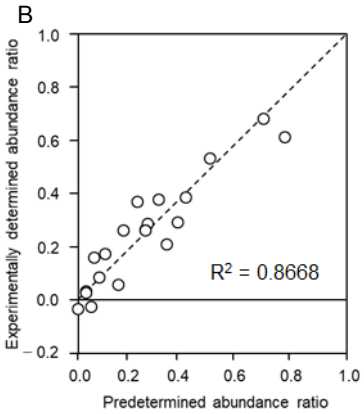


図 X線結晶構造解析によって決定された長鎖ポリアミン合成酵素の立体構造

珪藻はSiO_2を主成分とした殻を形成し、その表面には微細孔が規則的に配列して精密なパターンを形成しています。生物由来のSiO_2の内部には、長鎖ポリアミン（LCPA）と呼ばれる特殊な有機分子が存在し、微細孔の形成において重要な役割を果たしていると考えられています。しかし、その生合成経路はこれまで不明であったため、研究が進んでいませんでした。我々は、LCPA合成酵素を世界で初めて同定し、これにより、これまで困難だった様々な研究を可能にしました。現在、SiO_2形成におけるLCPAの機能を解析中です。生物によるSiO_2形成メカニズムを解明することで、新たなバイオ融合マテリアル開発に応用することを目指しています。（池田・黒田）

細胞サブセットの抗体マイクロアレイ分析

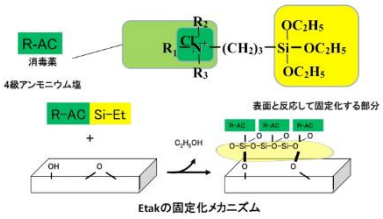




The abundance ratio of four subsets (CD13⁺CD49f⁺, CD13⁺CD49f⁻, CD13⁻CD49f⁺, and CD13⁻CD49f⁻) was determined for five cell populations using antibody microarrays, and all data are plotted as a function of predetermined ratios.

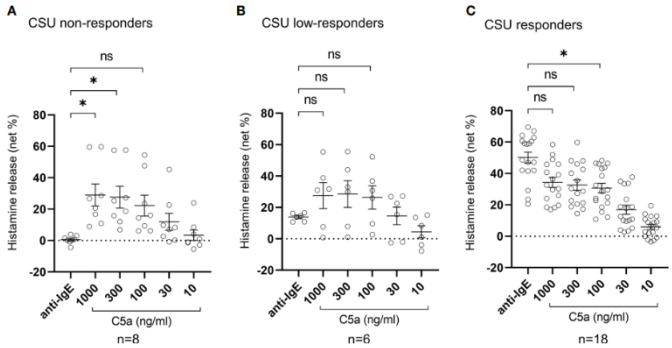
有機単分子薄膜のマイクロパターン化技術を利用して、各種の抗体をディスプレイした抗体マイクロアレイを作製しました(A)。マイクロアレイ上での生細胞の結合試験及び集合演算に基づくデータ解析によって、細胞集団内のサブセットに関する定量的な情報の取得が可能になるとの仮説の下、CD13及びCD49fに着目した白血球のサブセット分析を試みました。その結果、マイクロアレイ分析から得られた定量的な情報は予測値とよく一致し(B)、仮説の妥当性が検証されました(ACS Applied Bio Materials)。(加藤)

固定化抗菌剤Etakを応用したイータック抗菌化スプレーα

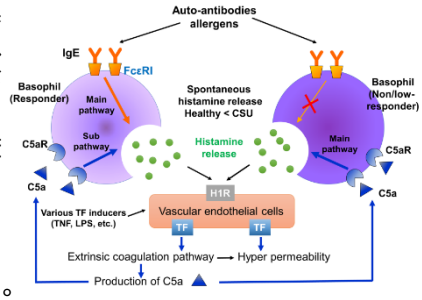


固定化抗菌剤Etakを応用した抗菌化スプレーがエーザイから発売。スプレーするだけで、家中を抗菌抗ウィルス加工。コロナ対策にも有効なことから，2022年度は非常に好調である。TVCMもでんじろう先生からダイソンのCMの声の女性にリニューされた。感染症の拡散や口腔感染症の対策などに用いるため、第4級アンモニウム塩を固定化することで、簡単に抗菌・抗ウイルス加工できる化合物であるEtakを開発し、現在まで繊維加工製品としてMikihouseなど20数社から抗ウイルス肌着や抗ウイルスシーツ、液剤としてエーザイ製薬よりマスク防菌24などが製品化されてきた。コロナ禍でエーザイ製薬からアルコールタイプも発売され、「除菌は＋抗菌、＋抗ウイルスの時代」「触るものにはイータック」という新しいコンセプトの家庭用スプレー詰め替え用も製品化されている。コロナ禍での接触感染のリスク軽減といった社会貢献になっているのが喜ばしい。(二川)

ヒト末梢血好塩基球のヒスタミン放出解析による慢性蕁麻疹病態の解明



慢性蕁麻疹では、好塩基球・肥満細胞から放出されるヒスタミンにより膨疹が形成されると考えられています。しかし、一部の慢性蕁麻疹患者の好塩基球は、IgE受容体を介したヒスタミン放出が起きないnon/low-responderです。



そのため、non/low-responder患者ではどのような機序でヒスタミン放出が起きているか不明でした。今回、慢性蕁麻疹患者の好塩基球から放出されるヒスタミンを高速液体クロマトグラフ(HPLC)で測定することにより、non/low-responderであっても、活性化補体(C5a)に対する応答性は維持されていることを明らかにしました。本成果はFrontiers in Immunology誌に掲載されました。(柳瀬)

J-Innovation HUB棟 竣工式

生体医歯工学共同研究拠点

生体医歯工学
共同研究拠点

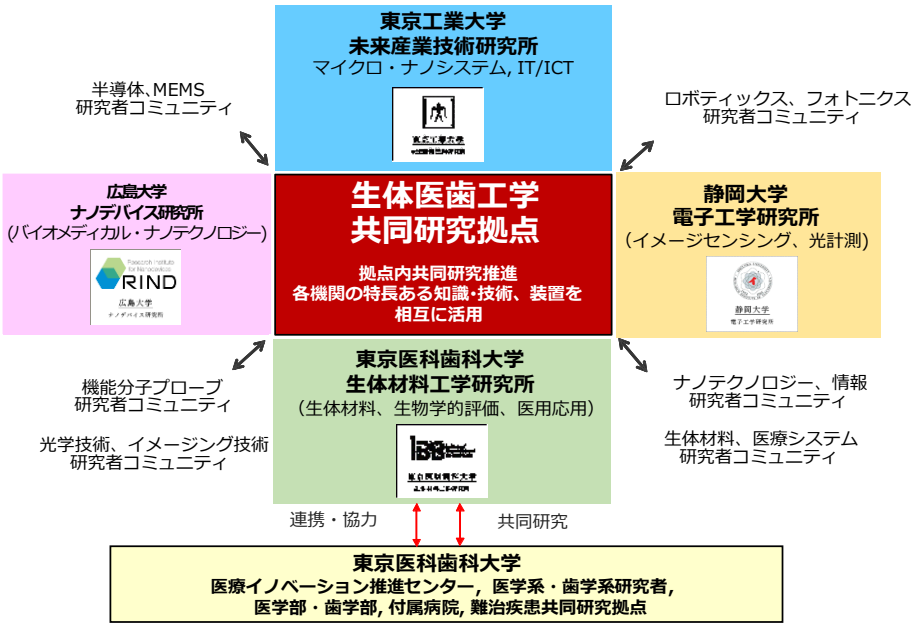
広島大学ナノデバイス研究所は、2016年度から文部科学大臣が認定する全国共同利用・共同研究拠点として、東京医科歯科大学生体材料工学研究所、東京工業大学未来産業技術研究所、静岡大学電子工学研究所とともにネットワーク型の「生体医歯工学共同研究拠点」を構築しています。健康で活力ある高齢社会を実現するために、医療・生命科学と工学の融合分野において、「生体医歯工学」という新学術領域を開拓し、生体医歯工学融合領域における若手研究者の育成、先進的共同研究による生体材料、再生医療、医療用デバイス・システムなどの実用化の促進を図ります。

詳細は下記のページをご覧下さい。
https://www.tmd.ac.jp/ibbc/

生体医歯工学融合領域の
学理構築・人材育成と革新的医療技術の創出

基礎から応用まで幅広い研究フェーズに対応可能

材料　デバイス　システム　生体機能化　医療応用



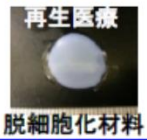
ネットワーク形成による強み技術の融合

東京医科歯科大学　生体材料工学研究所

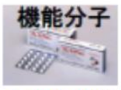
生体材料・医用工学を専門とする国内唯一の附置研究所
- 医療現場のニーズを反映した研究開発
- 医歯工融合技術の開発と先端医療への応用

歯列矯正装置

コンタクトレンズ型
血糖値センサ



脱細胞化材料



遺伝子転写制御剤

社会への貢献・製品化実績
- 抗血栓性ポリマー
- 歯科用接着剤
- 歯科用チタン合金
- 吸着型血液浄化器
- 前骨髄球性白血病治療薬
- 深部体温計
- アパタイト

東京工業大学　未来産業技術研究所

マイクロ・ナノシステム、情報通信技術、知的情報処理

精密と知能を融合した新しい精密工学の創成
- 知能化工学、
- 極微デバイス
- 精機デバイス
- 高機能化システム
- 先端材料

体内埋め込み型
遠心血液ポンプ

世界的研究成果
- 工作機械の数値制御技術
- 面発光レーザの発明と実用化

超音波流体制御

ニューラルネットを
用いたにおいセンサ

ネットワーク
生体医歯工学

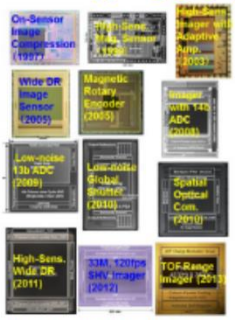
広島大学　ナノデバイス研究所

電子デバイス／回路／集積化技術の研究

生体材料を導入できるデバイス一貫試作ライン
応用物理・電気電子工学における国内トップクラスの実績

静岡大学　電子工学研究所

イメージングサイエンス＆デバイス



開発した世界最高性能の種々
のイメージセンサ

ISSCC(集積回路分野で最高峰の国際会議)の撮像デバイス部門で過去10年の講演回数は世界ナンバーワン

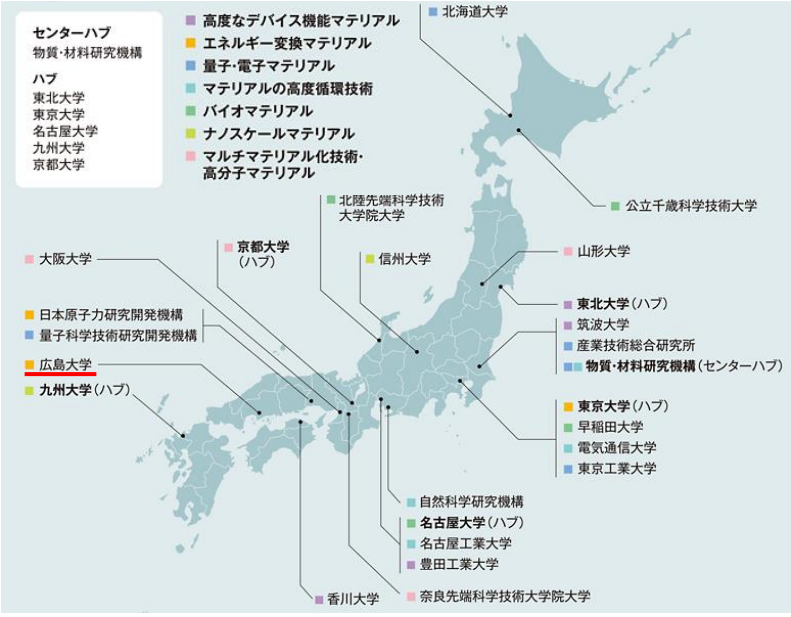
- 超低侵襲細胞イメージング (生体応用に必須)
- 顕微撮像を導入した次世代医療機器

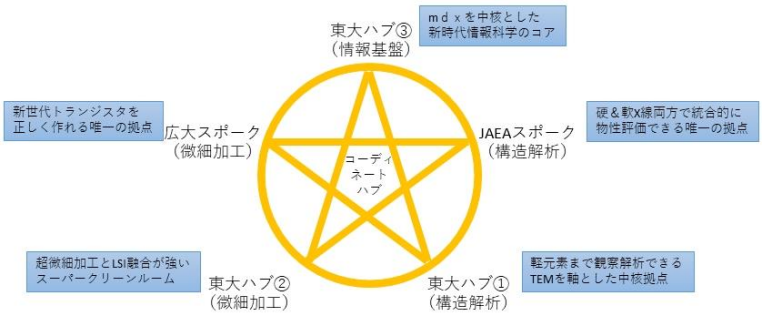
文部科学省
マテリアル先端リサーチインフラ

マテリアル先端リサーチインフラ（ARIM）では、最先端装置の共用及び高度専門技術者による技術支援を実施するとともに、装置利用に伴い創出されるマテリアルデータを利活用しやすいよう構造化した上で提供します。また、物質・材料研究機構（NIMS）が構築するデータ中核拠点を通じて、データを全国で利活用できる環境を整備し、2023年度からのデータの全国提供の開始を予定しています。

広島大学はマテリアル先端リサーチインフラ事業の「革新的なエネルギー変換を可能とするマテリアル」領域のスポーク機関として、ハブ機関の東京大学及びスポーク機関の日本原子力研究開発機構（JAEA）と連携します。ナノデバイス研究所の半導体デバイス試作ラインを用いた従来の半導体微細加工支援に加え、材料・プロセスのデータを収集し、研究者に提供する等の利活用を行う環境を構築して、太陽電池、熱電素子など革新的なエネルギー変換を可能とするマテリアルのデータ駆動型研究開発に貢献します。

https://nanonet.mext.go.jp/





利用形態と利用料金例

広島大学での微細加工支援は、成果公開型と非公開型に区分されます。成果公開型では以下の6つの利用形態があります。利用者には支援終了後、支援内容・成果を利用報告書として公開して頂きます。成果非公開型では支援内容・成果が非公開となります。

利用形態

共同研究 利用者と支援者が共同で実施する研究

機器利用 利用者が自立して、自ら機器を操作する技術支援

技術代行 支援者が利用者に代行して設備を操作する技術支援（技術代行料が生じます）

技術相談 利用者からの相談に専門家として応える技術コンサルタントとしての支援

技術補助 支援者が補助し、操作方法を指導しながら、利用者が機器を操作する技術支援

データ利用 蓄積したデータをデータベースとして利活用

利用料金例（令和5年4月現在）

装置名	対応ウェハ	利用料金（円/時間）
超高精度電子ビーム描画装置（エリオニクス ELS-G100）	φ6インチ以下	12,650
マスクレス露光装置（ハイデルベルグ・インストルメンツ MLA150）	φ6インチ以下	8,800
減圧CVD装置（poly-Si, SiO_2, Si_3N_4用）	φ2インチ以下	6,600
スパッタ装置（Al, Ti, TiN用）	φ2インチ以下	3,850
エッチング装置（ICP poly-Siゲート用）	φ2インチ以下	2,860
エッチング装置（Si深掘り用）	φ4インチ以下	8,800
二次イオン質量分析装置（SIMS）	-	7,700
ダイサー	φ6インチ以下	3,300

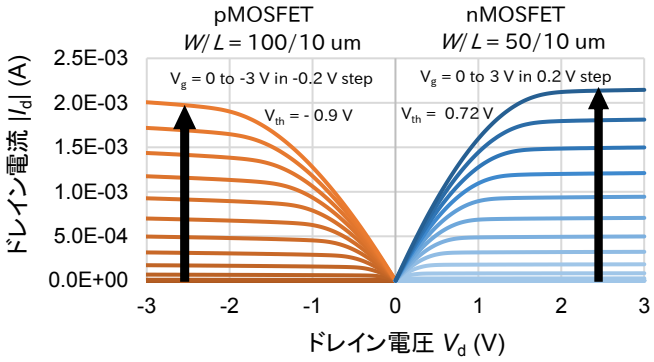
注：クリーンルーム利用料・ドラフト利用料は別途1,100円/時間、技術代行の場合は技術代行料3,300円/時間が生じます。

お問い合せ先：　広島大学ナノデバイス研究所 ARIMプロジェクト支援室
E-mail: nanofab@ml.hiroshima-u.ac.jp, Phone: 082-424-6265
ホームページ　http://www.nanofab.hiroshima-u.ac.jp

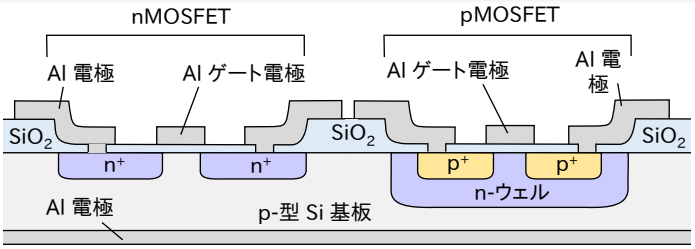
支援技術例

微細加工PF支援のための短納期CMOS作製技術

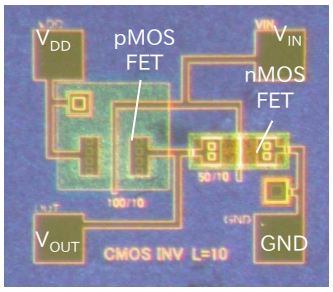
広島大学ナノデバイス学研究所では、CMOSを含むデバイス開発支援として、短納期CMOS作製を受け付けています。



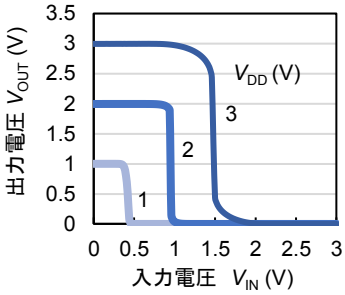
CMOSインバータ内のnMOS及びpMOSトランジスタのI_d-V_d 特性



CMOSトランジスタ断面模式図



試作したCMOSインバータ



作製したCMOSインバータの入出力特性

その他にも、シリコンベースの半導体微細加工・デバイス作製、及び要素技術支援を実施してします。

利用事例

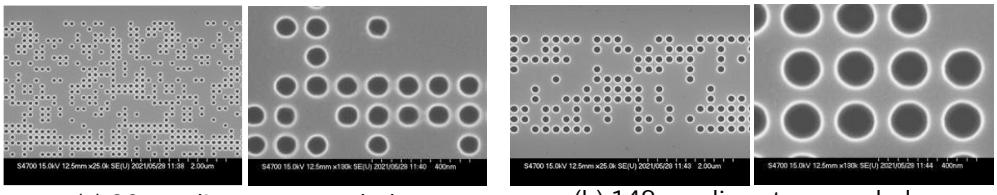
以下の利用事例は、ナノテクノロジープラットフォーム事業の時のものです。

●ナノピクセルとハイメサ導波路によるセンシング光集積回路（九州大学大学院）

【目的】 高齢化社会に向けて安全安心な国民生活を確保するため、健康及び安全管理のモニタリングシステムとして呼気センシング用“光集積デバイス”の実現を目指している。今回は、ナノピクセルとハイメサ導波路によるセンシング光集積回路の試作のため、広島大学ナノデバイス・バイオ融合科学研究所の設備を利用して、ナノピクセル構造のリソグラフィ・描画とエッチングを行い、センシング導波路上のSiO_2成膜及びリソグラフィを行った。

【成果】 ①超高精度電子ビーム描画装置を利用して、異なるホール径のナノピクセル構造のリソグラフィ描画を行った。②エッチング装置を利用して、ナノピクセル構造のエッチングを行った。③常圧SiO_2CVD装置を利用して、750nmのSiO_2成膜を行った。④アライメントマークの窓開け工程を九州大学で行った。⑤超高精度電子ビーム描画装置を利用して、導波路部分のリソグラフィ描画を行った。

ナノピクセル構造のリソグラフィ描画結果のSEM観察結果をFig.1に示す。複数の異なるホール径（90nm、及び148nm）のナノホールを一括形成することは難しかったが、製造方法を見直し、ホール径毎に露光工程を分割する手法により、異なるナノホール径が含まれていても、同一基板上に形成できることを確認した。またこの手法を用いて予備的にSi基板のエッチングを行い、深さ200nm以上の良好なナノホール形成がなされることも確認した（Fig.2参照）。



(a) 90 nm diameter nano-holes　(b) 148 nm diameter nano-holes

Fig. 1 Exposure results with different nano-hole diameters

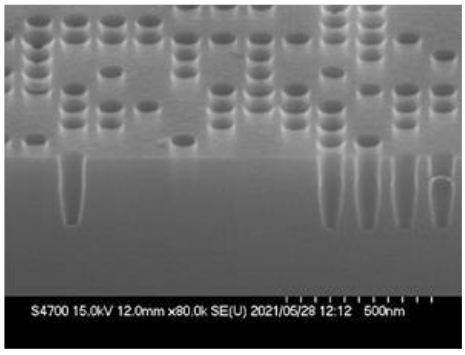


Fig. 2　The etching result of nano-holes.

● SiCへのチャネリングイオン注入（名古屋工業大学大学院）

【目的】 SiCサンプルに対してのラザフォード後方散乱(RBS)の角度依存性測定を行い、(0001)方向に平行（角度0°）方向からのNイオンチャネリング注入を行った。 2MeVのHeイオンをn型4H-SiCエピ膜試料に対して、試料の角度を変えながら照射を行った。ここで試料はSiCとして通常品である、(0001)面から<11$\bar{2}$0>方向に4°オフされた結晶面を有するものである。イオン照射時にRBS現象により試料から返ってきたイオンの数をカウントすることで、チャネリング現象を起こす角度を見積もった。その後、チャネリングが起こるであろう角度において、試料に対して2MeVでNイオンを注入した。なお、いずれのイオンもビーム径は1.4mmとした。

【成果】 試料の垂直方向から、試料の<1$\bar{1}$00>軸を<11$\bar{2}$0>方向に回転させ、RBSイールドの小さいチャネリング位置を観測した。<0001>方向と<11$\bar{2}$3>方向に該当する-4°と13°の位置でRBSイールドが顕著に減少し、チャネリングが起こっていることが確認された。またチャネリングの角度余裕を検討するために、RBSイールドのディップの半値幅を見積もった。半値幅は<11$\bar{2}$3>方向よりも<0001>方向の方が大きく、<0001>方向がより容易にチャネリングイオン注入を行うことができることが示唆された。 さらに<0001>方向の角度位置において、Nイオンの注入を行った。注入されたイオンの分布は現在評価中である。Fig.1に実験後の試料の写真を示す。HeおよびNイオンが照射された部分が、イオン注入のダメージにより変色していることがわかる。

Fig.1.　4H-SiC sample photograph after the RBS measurements by He ion and N ion irradiation.

実習・講習会・見学会

●広島大学附属高校太陽電池実習

2022年7月16日（土）、毎年恒例となった高校生向けの太陽電池の試作と測定の実習を行いました。受講されたのは広島大学附属高校の2年生12名です。午前中はスーパークリーンルームで半導体製造装置等の見学、午後は生徒自身に太陽電池の作製・測定を体験してもらいました。2インチのp型シリコンウェハ（片面はn型になるように予めリンをドープ）を各生徒に配布し、半田ごてを使ってインジウムスズ合金の電極を思い思いに描いてもらい、最後に導線をつないで太陽電池を完成させました。作製した太陽電池でモーターを回転させて実際に発電していることを確認した後、各自の太陽電池の変換効率を測定してもらいました。この実習を通して基礎的な実験操作や実験データの取り扱いを学んで頂き、また普段あまり触れることの無い半導体に興味を持って頂く事が出来ました。

ナノデバイス研究所の紹介

完成した太陽電池でモーターを回転

電気的特性測定時の様子

● CMOSトランジスタ・回路作製実習

2022年7月25日(月)～7月30日(土)の6日間、毎年恒例となった「CMOSトランジスタ・IC作製実習」を実施しました。回路設計から試作・測定までを行うタイプA（6日間）と、講義および作製工程の見学のみのタイプB（3日間）の2つのコースを用意し、タイプAでは大学院生3名、社会人11名が、タイプBでは社会人12名が参加されました。作製したデバイスはAlゲートのnMOS、pMOSトランジスタ、及びそれらを基本とするCMOSインバータ、NAND、NOR等の回路であり、最小加工寸法はDMD方式マスクレス露光を用いた3ミクロンです。実習の初日は回路設計で、受講者自身がデバイス設計ツールを使って設計を行いました。次の3日間はクリーンルームでのデバイス作製です。装置の操作は主にスタッフが行い、受講者はその作業を見学したり、作製の合間に半導体技術の講義を受けました。最後の2日間は作製したデバイスの測定です。受講者自身が測定を行い、その電気的特性について議論を交わし、トランジスタの動作原理をより深く学習して頂くことが出来ました。

回路設計時の様子

作製中のデバイスを光学顕微鏡で確認

スタッフと受講生全員で記念撮影

● さくらサイエンスプログラムによる見学会の実施

2022年11月17日(木)、インド科学産業研究委員会（CSIR）中央機械工学研究所及び化学研究所に所属する主任研究員2名及び大学院生6名を当研究所に招待し、クリーンルーム等の施設見学会を実施しました。本学は2018年10月にインドCSIRとの間で国際共同研究・教育ハブを確立するための全学交流協定覚書を締結しています。この度、集積医科学研究部門・加藤功一教授が中心となって、科学技術振興機構・国際青少年交流事業・さくらサイエンスプログラムによりインド人研究者ら8名を8日間招へいし、生体材料学に関する科学技術体験の機会を提供しました。半導体微細加工技術は、医療用ナノ材料やナノデバイスの作製にとって効果的で重要な役割を果たすことから、招へい者らの今後の研究展開に新たな可能性を生み出すものと期待できます。

寺本研究所長の案内でクリーンルーム内を
見学するインド人招へい者

霞キャンパスを訪問したインド人招へい者

外部資金獲得状況 (2022年度 総額849,712千円)

受託研究（合計 390,582千円（間接経費含む））

契約機関	課題名	職名	研究代表者
国立大学法人東京工業大学	集積Green-niX研究・人材育成拠点の構築(R3補正分)	教授	寺本 章伸
国立大学法人東京工業大学	集積Green-niX研究・人材育成拠点の構築（R4分）	教授	寺本 章伸
国立研究開発法人 物質・材料研究機構（NIMS）	マテリアル先端リサーチインフラ（スポーク機関）	教授	黒木 伸一郎
国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）	極限時刻同期に基づく革新的通信デバイスと応用開拓	教授	亀田 卓
国立研究開発法人 情報通信研究機構（NICT）	Beyond5Gのレジリエンスを実現するネットワーク制御技術の研究開発	教授	亀田 卓
国立研究開発法人 情報通信研究機構（NICT） 外4者	屋内環境における情報・電力伝送総合自営B5G/6Gの研究開発	教授	亀田 卓
国立研究開発法人 情報通信研究機構（NICT） 外9者	Beyond5G宇宙ネットワーク向け未利用周波数帯活用型の無線通信技術の研究開発	教授	亀田 卓
三菱電機株式会社	分散型NWにおけるノード間高精度同期技術の調査	教授	亀田 卓
株式会社ティーツー・ラボラトリ	AIエッジコンピューティングの研究	准教授	小出 哲士

共同事業（8,000千円）

契約機関	課題名	職名	研究代表者
国立大学法人東京医科歯科大学	生体医歯工学共同研究拠点形成事業	教授	寺本 章伸

共同研究（合計 185,143千円（間接経費含む））

課題名	職名	研究代表者
（助成事業）光に適合したチップ等の高性能化・省エネ化：不揮発メモリ開発	教授	寺本 章伸
次世代チャネル材料の研究	教授	寺本 章伸
半導体微細化シナリオを支える装置・プロセス技術開発	教授	寺本 章伸
GaNデバイスの高性能化検討	教授	寺本 章伸
半導体製造工程におけるプロセスの高度化と機能性材料の開発及び評価	教授	寺本 章伸
4H−SiCパワーデバイス共同研究	教授	黒木 伸一郎
発汗機能検査(Impression Mold法)における画像解析	准教授	小出 哲士
ヒト肝細胞キメラマウスとキメラマウス肝細胞の品質管理を可能とする基盤技術の開発	准教授	小出 哲士
シリコンフォトニクスを用いたバイオセンシング	特任助教	雨宮 嘉照

科学研究費助成事業（合計 21,710千円（間接経費含む））

種目	課題名	職名	研究代表者
基盤研究A	シリコンカーバイド極限環境エレクトロニクスのIoTプラットフォーム形成	教授	黒木 伸一郎
基盤研究B	Massive Connect IoT志向のゼロオーバヘッド同期無線全二重通信	教授	亀田 卓
基盤研究B	消化管内視鏡画像解析の客観的指標に基づくリアルタイム診断支援システムの開発	准教授	小出 哲士
基盤研究C	微細LEDおよび受光素子の異種基板上常温接合と光バイオテクノロジー応用	特任助教	雨宮 嘉照
基盤研究C	チップ上高集積光配線のためのシリコントンネルFETを用いた極低電圧光変調の研究	特任准教授	田部井 哲夫

研究所への寄附金（合計 244,277千円）

機関
一般財団法人テレコム先端技術研究支援センター
東京エレクトロン株式会社
公益財団法人 マツダ財団
フェニテックセミコンダクター株式会社
公益財団法人 光科学技術研究振興財団
Micron Technology Foundation, Inc.
せとうち半導体共創コンソーシアム

ナノデバイス研究所主要設備

広島大学ナノデバイス研究所はクラス10のスーパークリーンルーム及び、リソグラフィー、薄膜形成、ドライエッチング等の半導体製造装置を有し、半導体デバイスの設計からシリコンウェハ上への作製、そして測定評価までを一貫して行えることが特徴です。

ナノデバイス研究所の各種装置は、外部の方でもマテリアル先端リサーチインフラ事業（ARIM）等を通して利用することが可能です。

スーパークリーンルーム

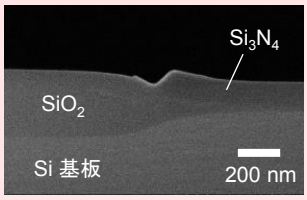
最も清浄度の高いセクションのクリーン度はクラス10 (1立方フィート内に0.1μm以上の粒径の粒子が10個以下)です。

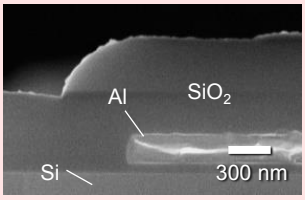
西棟スーパークリーンルーム

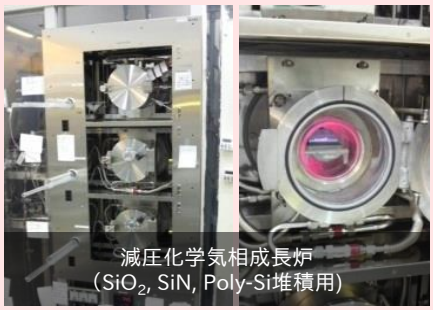
東棟スーパークリーンルーム

薄膜形成装置群

ポリシリコン膜、Si_3N_4膜、SiO_2膜堆積用のCVD装置や、Al、Ti、Cu等の各種金属薄膜堆積用のスパッタリング装置等があります。

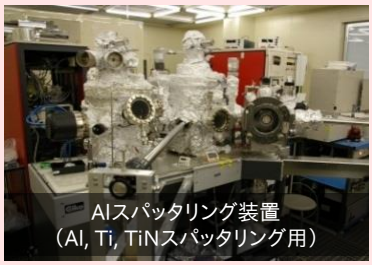





減圧化学気相成長炉
（SiO_2, SiN, Poly-Si堆積用）

酸化・拡散炉

平行平板型プラズマCVD装置
（SiN及びSiO_2堆積用）


Alスパッタリング装置
（Al, Ti, TiNスパッタリング用）

汎用スパッタリング装置（3インチターゲット交換により広範な材料に対応）

SiO_2堆積用大気圧CVD装置
（SiH_4+O_2, 基板温度400℃）

不純物注入、活性化アニール装置群

シリコン基板やポリシリコン薄膜等に不純物を注入して導電性を制御します。注入後は熱処理装置によって活性化アニールを行います。

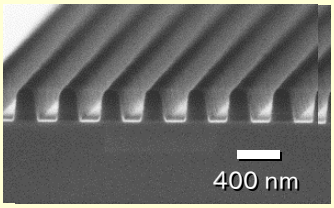
イオン注入装置（2023年度導入）

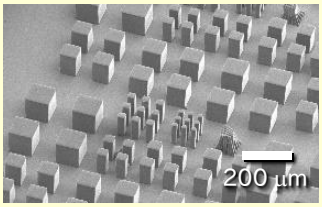
高速熱処理(Rapid Thermal Anneal)装置
（高速アニール用, 昇温速度最大200℃/s）

リン拡散炉
（リンの固相拡散, 最高温度900℃）

リソグラフィー装置群

感光性材料(レジスト)を基板上に塗布し、光や電子線を照射して、ミクロン及びナノメートルサイズのパターンを形成します。





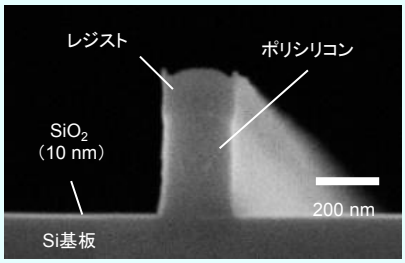
ポイントビーム方式電子ビーム描画装置（エリオニクス ELS-G100）

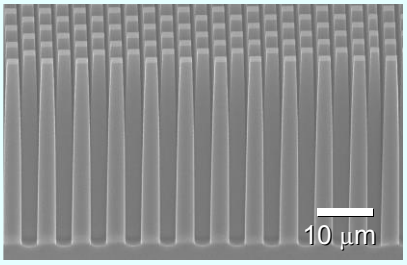
マスクレス露光装置（ナノシステムソリューションズ DL-1000）

マスクレス露光装置（ハイデルベルグ・インストルメンツ MLA150）

プラズマエッチング装置群

リソグラフィーで形成したレジストパターンをマスクにし、イオンの化学反応を使って薄膜の形状を蝕刻加工します。





プラズマアッシング装置（レジスト除去用）

SiN、poly-Si用ケミカルドライエッチング（CDE）装置

Si用ICP（誘導結合プラズマ）エッチング装置（Cl_2, O_2, N_2, HBr使用）

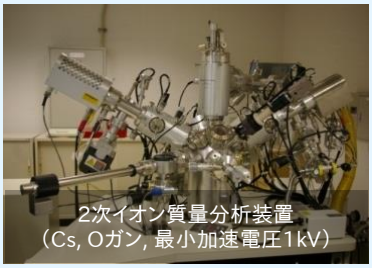
Al用ICPエッチング装置（Cl_2, BCl_3, N_2使用）

SiO_2用RIE(反応性イオンエッチング)装置（CF_4, H_2使用）

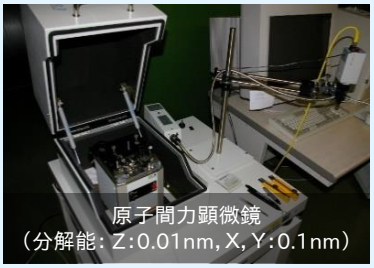
Si用深掘りエッチング装置（ボッシュプロセス, C_4F_8, SF_6, O_2, Ar使用）

物性評価・測定装置群

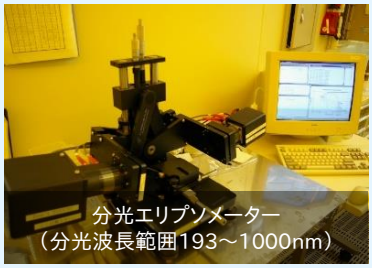
成膜した材料の膜厚や表面の凹凸の様子、光学定数を調べたり、薄膜の組成分析や結晶分析を行える各種分析装置があります。



2次イオン質量分析装置（Cs, Oガン, 最小加速電圧1kV）



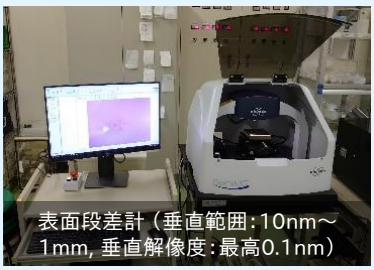
原子間力顕微鏡（分解能：Z:0.01nm, X, Y:0.1nm）



分光エリプソメーター（分光波長範囲193～1000nm）

干渉式膜厚計（可視光及び紫外光源、多層膜対応解析ソフト搭載）

X線光電子分光分析装置（X線源：MgKα）



表面段差計（垂直範囲：10nm～1mm, 垂直解像度：最高0.1nm）

電界放出型走査電子顕微鏡（2023年3月導入）

ホール効果測定装置（試料の伝導キャリヤの識別, 濃度, 移動度を測定）

J-Innovation HUB棟（Jイノベ棟）竣工

経済産業省令和3年度地域の中核大学の産学融合拠点の整備事業の一環として、新しい研究棟である「J-Innovation HUB棟（Jイノベ棟）」が2023年3月に竣工しました。ナノデバイス研究所では3番目の研究棟となります。総事業費は12.5億円であり、経産省からの補助金や企業からの寄附金等でまかなわれました。半導体材料・素子の性能を測定評価するための設備が導入されるほか、講演会やセミナーなど議論が出来る交流スペースが設けられています。4月25日には竣工式が行われ、大学や企業の関係者などおよそ70人が出席しました。

研究所利用希望・共同研究希望の皆様へ

ナノデバイス研究所は、広島大学の学内共同利用教育施設として設置されており、学内は先進理工系科学研究科の研究室の多くの方に利用されています。また、他大学・企業とは共同研究・受託研究を実施したり、研究員・社会人博士課程後期学生の受け入れを行っております。ご興味がございましたら、研究所教員までご連絡ください。

TEL: 082-424-6265
E-mail: RNBS@hiroshima-u.ac.jp
URL: http://www.RNBS.hiroshima-u.ac.jp/

研究所組織図

運営委員会

所　長
教授 寺本 章伸

副所長
教授 黒木 伸一郎
教授 加藤 功一

‡ 専任教員
先進理工系科学研究科兼担
* 併任教員
先進理工系科学研究科
\# 併任教員
統合生命科学研究科
** 併任教員
医系科学研究科
† 特任教員
♠ HNUEクロスアポイントメント助教

ナノ集積科学研究部門

教授 寺本 章伸‡　教授 黒木 伸一郎‡　教授 後藤 秀樹‡　教授 東 清一郎*
教授 島田 学*　教授 池田 篤志*　教授 天川 修平*　教授 吉川 公麿†
准教授 中島 安理‡　准教授 花房 宏明*　准教授 田部井 哲夫†　助教 雨宮 嘉照†
助教 石川 智己†　助教 Vuong Van Cuong †　助教 Thuy Nguyen Thi♠

集積システム科学研究部門

教授 亀田 卓‡　教授 藤島 実*　教授 石井 抱*　教授 金田 和文*
教授 高木 健*　准教授 小出 哲士‡　准教授 吉田 毅*　准教授 佐々木 守*

分子生命情報科学研究部門

教授 岩坂 正和‡　教授 黒田 章夫#　教授 河本 正次#　准教授 池田 丈#

集積医科学研究部門

教授 二川 浩樹**　教授 加藤 功一**　教授 津賀 一弘**　教授 野村 渉**
教授 岡田 守人 (原爆放射線医科学研究所)　教授 有廣 光司 (広島大学病院)
教授 加治屋 幹人 (病院口腔検査センター)　准教授 柳瀬 雄輝**

マテリアル先端リサーチインフラ

教授 黒木 伸一郎‡ (代表責任者)

客員教員

横山 新 (広島大学名誉教授)
宮崎 誠一 (名古屋大学大学院工学研究科)
吉田 成人 (JR広島病院 消化器内科・救急センター)
村上 秀樹 (久留米工業高等専門学校)
肖 夏 (天津大学電子情報工学部)
小熊 博 (富山高等専門学校)
Katia Zheleva Vutova (ブルガリア科学アカデミー電子工学研究所)
Declan O'Loughlin (トリニティカレッジダブリン大学電気電子工学科)
ZETTERLING CARL-MIKAEL (スウェーデン王立工科大学)
宮原 裕二 (東京医科歯科大学生体材料工学研究所)
三宅 亮 (東京大学大学院工学系研究科)
白井 泰雪 (東北大学未来科学技術共同研究センター)
青山 裕美 (川崎医科大学)
宋 航 (東京工業大学 環境・社会理工学院)

研究員（学内）、関連学部・学科

客員研究員（他大学、企業）

2023年6月1日現在