



IRES²

Institute for
Research on Next-generation
Semiconductor and Sensing Science

次世代半導体・センサ科学研究所

革新的センサ技術で新産業創出と人材育成 一貫開発環境と産学連携で社会実装を推進



次世代半導体・センサ科学研究所
所長 澤田 和明

Society 5.0 社会を実現するためには、私たちが生活する“場”に、物理センサや化学センサなど、さまざまなセンサを配置することが必要不可欠です。しかし、多種多様なセンサを多数配置することは、消費電力やコストの観点から現実的ではありません。そこで、社会課題の解決を目指す研究者と協力し、今までにない革新的なセンシング技術を創出する必要があります。さらに、これらの技術を社会に実装するためには、研究者や技術者が開発した各種センサを実際の社会で実証するプロセスが重要になります。

本研究所では基礎研究部門と社会実装部門からなる体制を取り、技術シーズの創出から製品実証を担務としています。また、半導体集積回路 (LSI) を設計からプロセス、実装、評価に至るまで、一貫通貫で作製できる研究開発環境を整備しており、本学学生はもとより、高専生から社会人まで高度な半導体人材の育成の場としても様々な教育プログラムを提供しています。多層的な連携・協業によるエコシステムを創り上げ、ベンチャー、スタートアップ企業や半導体を製品に適用する地域企業においてもIRES²を活用していただくことで、新たな産業の創出や実践的人材の育成を我々は目指しています。

社会課題解決に向けた革新的センシング技術開発

社会の「快適・最適」「安全・安心」「効率・能率」の飛躍的増進に向け、高精度かつ安定的にリアルデータを取得可能な超微量センサや過酷環境用センサ、さらに生体内の現象を分析可能なイオンイメージセンサやバイオセンサなどの革新的センサの技術開発を行っています。これらの成果を社会実装部門とともに、ロボティクス、情報通信、ライフサイエンス、農業工学、環境、防災および次世代モビリティ、エネルギーデバイス等の先端的应用分野への実用化を推進しています。



社会人向けを含めた多彩な実践型半導体教育プログラム

IRES²では、集積回路(LSI)を設計からプロセス、評価、実装まで一貫通貫で行える大学では稀有な設備群を整備しています。自らの手でLSIを製作できるこの環境を活用して、高専生から社会人まで技術レベルに応じた様々な教育プログラム「Toyohashi Semicon. Camp.」を展開しています。多様な人々がIRES²に集い、共に学び、教え合える環境において、理論と実践を深化させた人材育成を展開しています。



基礎研究部門

革新センシング技術創成分野

本学が培ってきた世界的に評価されるセンサ・MEMS 技術と半導体集積回路技術を基盤に、多種多様なスマートセンサや集積化 MEMS デバイスを実現してきました。さらに、化合物半導体や異種材料を取り込むことで、IoT 社会に不可欠な成長産業であるセンサ・MEMS 分野において、革新的なデバイスの研究開発を推進します。これらの強みを活かし、国内外の材料・応用研究機関と連携することで、新たなコンセプトの次世代半導体・センサ技術の創出を目指します。

革新センシング技術展開分野(ヒューマンブレイン及びロボティクス)

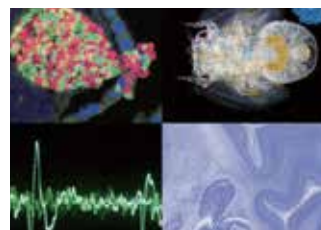
IRES² で開発されたシリコンプローブやイオンイメージセンサ等を活用して脳情報の読み出しと制御に関わる研究を進めるとともに、神経科学のニーズに基づいた革新的な神経デバイス開発を目指します。また、ヒトの脳波を中心とした生体信号を計測・制御することにより、ヒトの認知処理に関わる神経ネットワークの解明の研究を進めながら、得られた知見をブレインマシンインターフェース (BMI) やニューロマーケティングなどへ応用していきます。

先端生命科学分野

IRES² で開発された最先端の装置やツールを駆使し、生化学、薬学、遺伝子学、生物学、神経科学、行動科学といった広範な領域にわたる生命科学研究に取り組んでいます。特に、げっ歯類や霊長類を用いた実験区域を整備し、学内外の研究機関との共同研究を積極的に推進しています。これらの分野融合的な研究活動は、将来の医療、福祉、環境分野への応用を見据えた基礎研究として、大きな発展が期待されています。

次世代エネルギーデバイス分野

地球温暖化防止を目指した炭素循環型社会の構築に向けて、高効率で安全にエネルギーを創成・貯蔵・輸送できるデバイスが求められています。次世代エネルギーデバイス分野では、IRES² で研究開発する最先端半導体・センサ技術と連携して、水素製造、燃料電池、全固体電池、金属空気電池、太陽光発電、スーパーキャパシタなどのエネルギーに関連する次世代イオニクス素子に関する基礎研究を行い、持続可能な社会の実現に貢献していきます。



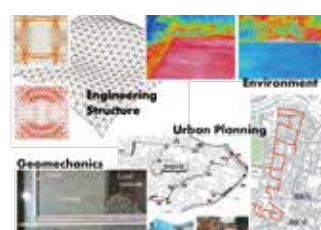
社会実装部門

次世代モビリティ社会分野

モビリティ技術と交通マネジメント技術を軸に、安全で快適な次世代モビリティ社会の実現を目指します。交通ビッグデータを用いた交通システム管理、環境・人の計測による移動体の安全性向上、危険検知による歩行者保護などの技術開発に取り組めます。基礎研究部門との連携による新センサ技術の提案・活用に加え、地域社会・自治体との連携による社会実装も推進します。

安全安心技術分野

建築・都市に関わる研究にセンシング技術を融合させ、安全で安心して暮らすことができる都市・環境・地理・建設物に繋げるための技術研究を推進し、成果を実装することを目的としています。具体的には、都市や建物の現況把握に対するセンシング技術の融合と将来計画への発展、環境状態のセンシングによる人間活動環境・建物性能の向上や環境負荷低減への発展、建設物・地理情報とセンシング技術を融合させた高度防災技術展開に関する実装研究を進めます。



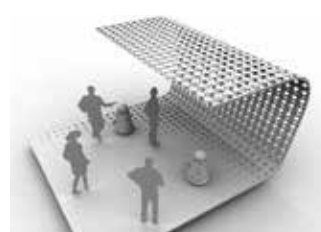
先端アグリテック分野

IRES² で開発されるセンサ・MEMS デバイスを活用した先端的農業生産技術を開発します。具体的には、植物工場などの環境制御型植物生産を対象として、植物生体情報に基づいた高度な栽培・労務管理を実現するための植物診断技術(クロロフィル蛍光、匂い成分、光合成・蒸散の計測)の開発と社会実装を行っていきます。また、太陽光植物工場技術で世界をリードするオランダの産業界・学术界とも緊密に連携し、植物診断技術の世界展開を目指します。



人間・ロボット共生分野

人とロボットが共存し、豊かな生活を送れる社会の実現を目指し、生活支援ロボット、サービスロボット、農業支援ロボットなどの研究開発を進めています。最先端の制御技術、アシスト技術、VR 技術、コミュニケーション技術などにも取り組んでいます。産学官連携プロジェクトや共同研究講座、地域企業との連携を通じて、最先端ロボット技術の社会実装を推進しています。さらに、基礎研究部門との連携により、次世代センサ・センシング技術のロボット応用にも注力しています。



R&D ファウンドリ – LSI 工場

半導体集積回路・MEMS・センサ等の試作に関わる100台以上の装置

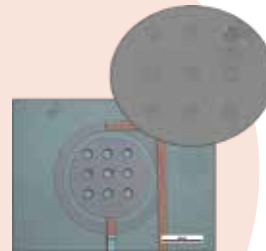
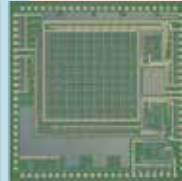
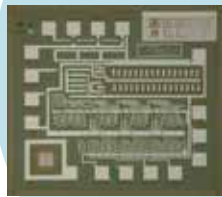
利用者は必要な時に必要な装置群を1日当たり定額で研究開発利用可能

自由自在の半導体試作環境

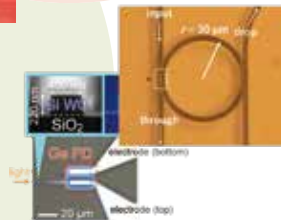
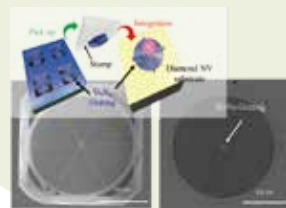
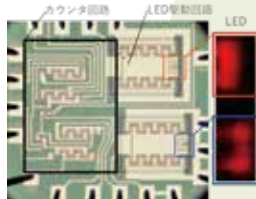
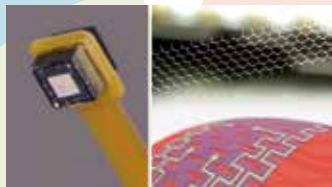
デバイスコンセプトからPoCまでシームレスに実現

- ▶2インチ、4インチSi基板への集積回路設計・製作
- ▶センサ、MEMS加工、機能材料の成膜、デバイス作製
- ▶非Si系材料（化合物半導体、ガラス、ダイヤモンド基板）へのプロセス
- ▶電気特性、組み立て、各種観察・評価

集積回路



センサ
MEMS



異種材料集積

設計から評価・実装まで 半導体製造のすべてをワンストップで

プロセスインテグレーションサービス

LSIサポート部門：LSIスーパーテクニシャン

高い専門性(※)を有するスタッフがLSI工場内全設備の保守・管理・運用に関する情報を集約し一元管理。利用装置とプロセスをトータルコーディネート。デバイス・回路設計、プロセス構築からウェーハ試作、評価後のフィードバックまでを完全サポート。

(※) PhD取得者：2名 / 企業経験者：2名

設計・検証ツール

リソグラフィ装置

成膜装置

加工装置

洗浄装置

評価装置



約100台の半導体
製造・評価装置群



実践的教育プログラム

TOYOHASHI Semicon Camp

半導体集積回路(CMOS-LSI)の設計・製作・評価までを一気通貫で行える、国内大学唯一のLSI工場を活用した実習プログラムを用意。

1. 集積回路技術講習会

5日間でnMOS集積回路の製作と集積回路設計の基礎を学ぶコースで半導体技術の全体像を理解

2. 「俯瞰型高度半導体人材 共創育成ワークショップ (CMOSフルプロセスコース)」

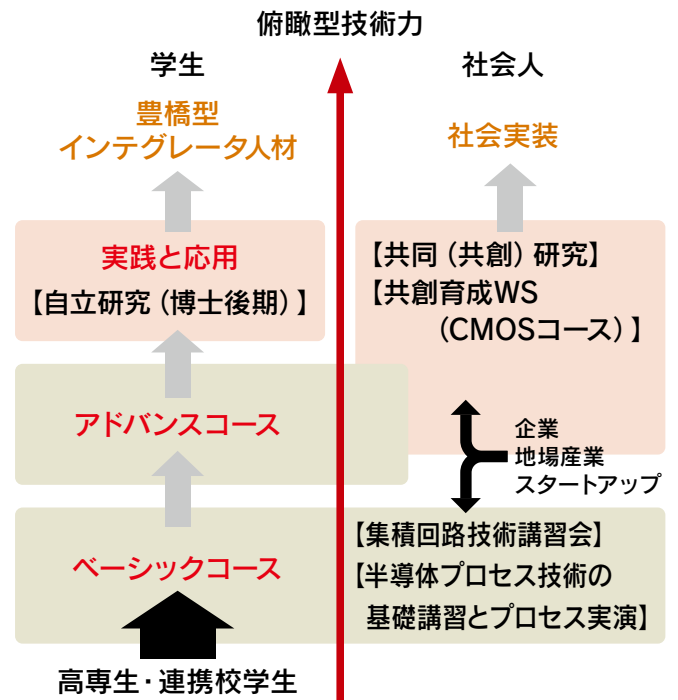
半導体集積回路の基本構成である「プレーナCMOS」プロセスによるイメージセンサを製造する9日間の実習コースでCMOSプロセスの各工程(平面構造と断面構造関係等)を理解し、全工程の流れおよび物理化学的な相互関係理解まで習得

3. 高専生向け集積回路製造実習

nMOS集積回路製作と設計、シミュレーション技術を学ぶベーシックコース(5日間)に加え、与えられた条件を満たす集積回路の製造プロセスの構築と製作を行うアドバンスコース(4日間)を用意

4. 半導体プロセス技術の基礎講習と プロセス実演

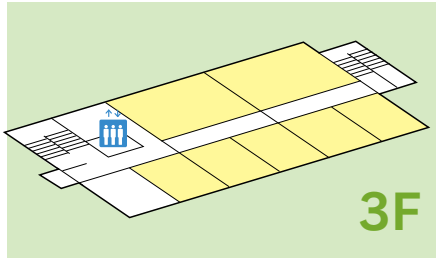
半導体プロセス技術に関する基礎講習と実習・実演を要望に応じて行う、半日間のコース



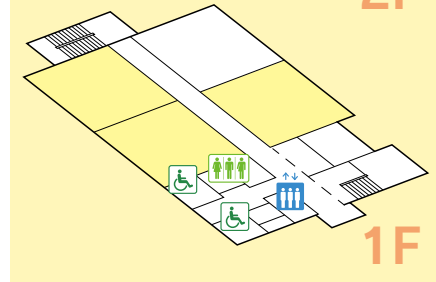
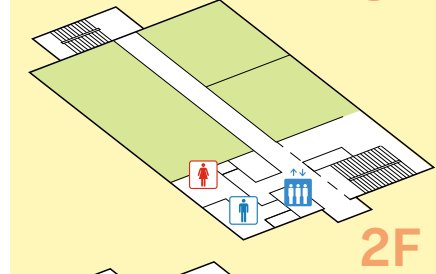
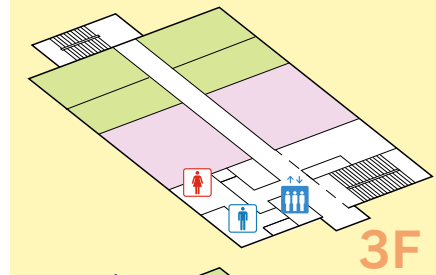
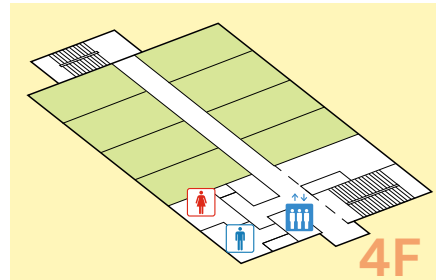
フロアガイド

- 実験室
- クリーンルーム
- 居室/研究室
- 会議室
- ↑↓ エレベーター
- ♀ 女子トイレ
- ♂ 男子トイレ
- ♿ 身障者用トイレ
- ♿♿♿ オールジェンダー
トイレ

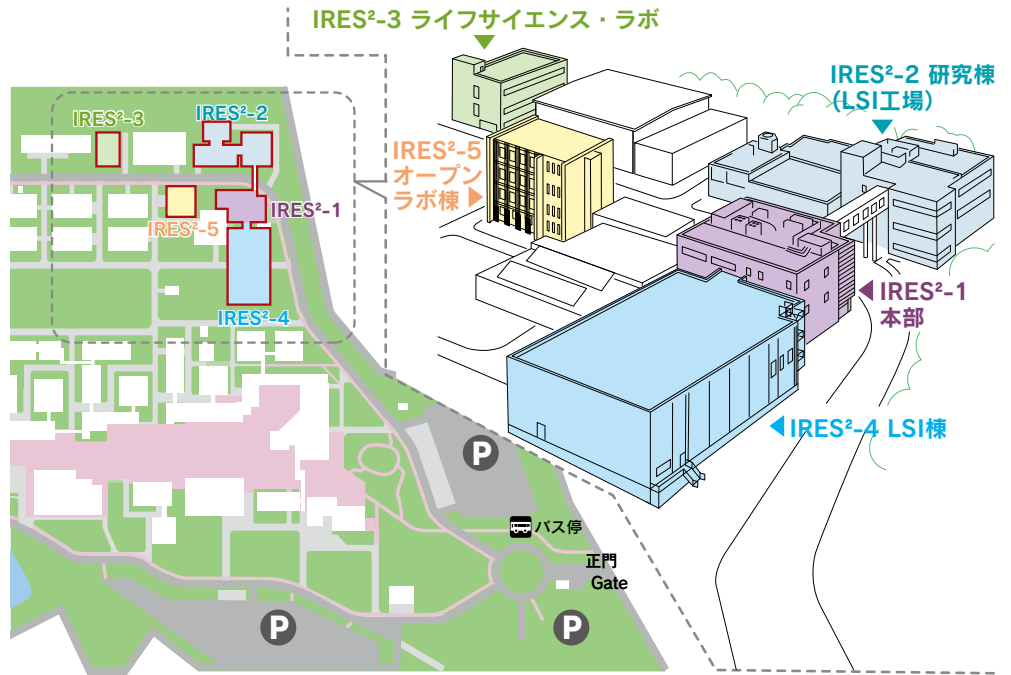
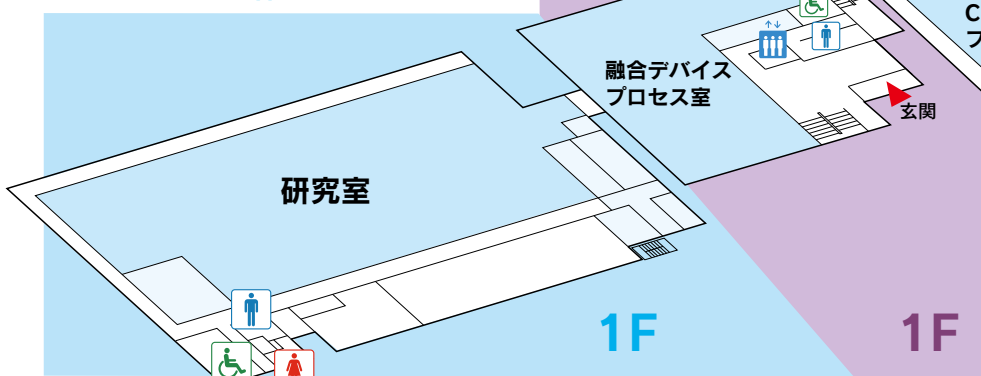
IRES²-3 ライフサイエンス・ラボ



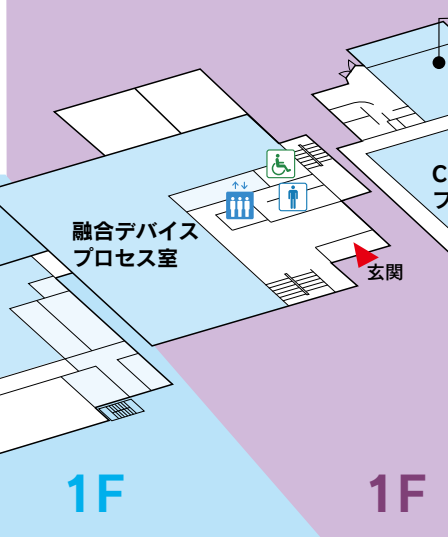
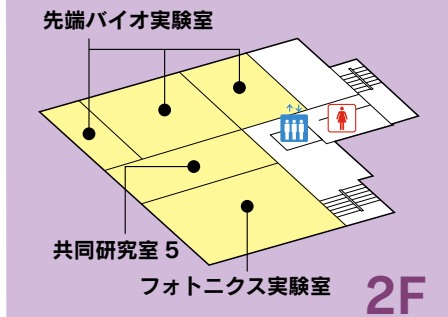
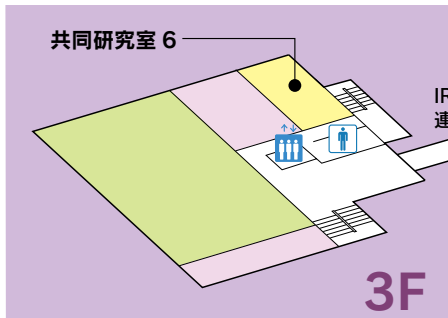
IRES²-5 オープンラボ棟



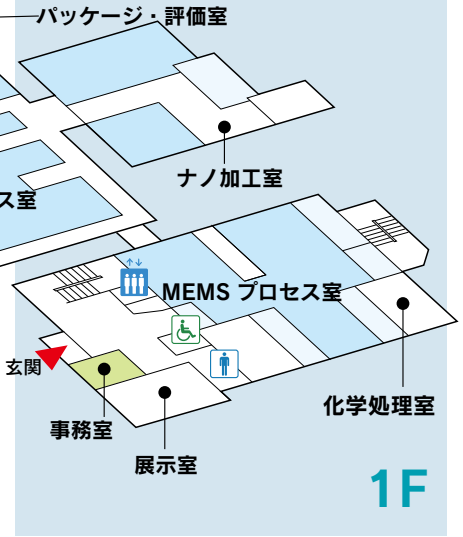
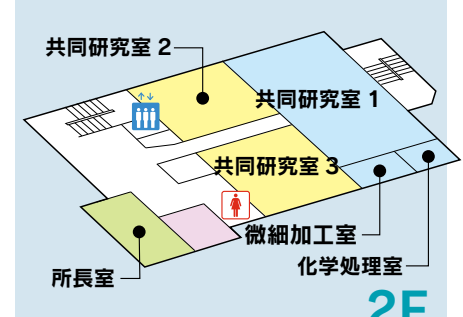
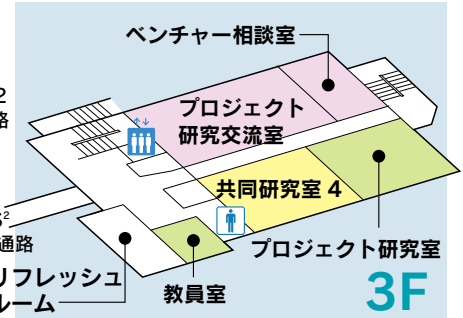
IRES²-4 LSI棟



IRES²-1 本部



IRES²-2 研究棟 (LSI工場)



開かれた半導体センサ研究、 高度半導体人材育成の産学共創拠点

IRES²-4(LSI棟)

2025年3月完成

延べ床面積 約2000㎡

- ▶ 教育プログラムの拡充
- ▶ 200mm ウェーハプロセス
- ▶ 産学共創活動の強化



3F・4F 研究室(約25㎡)

IRES²-5(オープンラボ棟)

2025年3月完成

企業向け個室研究室12部屋

共創スペース設置



2F コラボレーションサロン



半導体・センサ研究教育の歴史



1976	豊橋技術科学大学 開学
1979	集積回路実験室がC1-405に完成 本学初の npn バイポーラトランジスタ試作に成功、ラジオ製作
1981	第1回集積回路技術講習会を開催
1984	中曽根康弘首相が来学、集積回路実験室を見学
1985	生体信号用 CMOS-LSI を開発
1989	3次元集積化磁気センサを開発
1990	宇宙実験用生体多チャンネルテレメトリ IC 開発 (NASDA との共同研究)
1992	「ふわっと'92」にて本学試作 IC での宇宙実験に成功
1994	固体機能デバイス研究施設が稼働開始
1995	第4回日本工学教育協会業績賞「社会人を対象とした集積回路製作の実践的教育」
1997	集積化3次元加速度センサを開発
1999	次世代半導体開発で韓国との拠点大学交流事業を開始(日本側拠点)
2000	ステップ導入、4インチ対応
2001	神経電位計測用シリコンプローブ(豊橋プローブ)を発表
2002	21世紀 COE プログラム「インテリジェントヒューマンセンシング」 毛利衛氏、固体機能デバイス研究施設を訪問、見学 文部科学省 都市エリア産学官連携促進事業一般型「スマートセンシングシステムの開発」 ペンチャー・ビジネス・ラボラトリー(現 LSI 工場)竣工
2003	pH イメージセンサを発表 エピタキシャル強誘電体薄膜スマートチップを発表
2004	農業用スマートチップを発表
2005	固体機能デバイス研究施設増改築(MEMS 露光室、測定室) JST-CREST「先端的統合センシング技術」 文部科学省 都市エリア産学官連携促進事業発展型「スマートセンシングシステムの開発と応用」
2006	フィルタフリー蛍光検出センサを発表 光・電子集積技術業績賞「モノリシック光電子融合システム基盤技術の先駆的研究」
2007	グローバル COE プログラム「インテリジェントセンシングのフロンティア」 OEIC 単位回路の実現
2008	電気学会学術振興賞(進歩賞)「MEMS と電子回路の集積化技術とそれを用いた先進デバイスの研究」 固体機能デバイス研究施設増築(極微細露光室、イオン注入室) 文部科学省 知的クラスター創生事業(第II期)浜松オプトロニクスクラスター JST-CREST「プロセスインテグレーションによる機能発現ナノシステムの創製」
2009	テラーメイド・バトンゾーン教育プログラム
2010	エレクトロニクス先端融合研究所竣工 応用物理学フェロー「エピタキシャル成長とスマートマイクロセンサーの先駆的研究」 JST さきがけ「電気、化学、光学的マイクロ/ナノニューロプローブアレイの開発」 知の拠点重点研究プロジェクト(1期)
2011	マイクロ LED と Si-CMOS ハイブリッド集積による LED アレイディスプレイの開発
2013	光干渉型表面応力バイオセンサを発表 文部科学大臣表彰 科学技術賞 研究部門「イオンイメージセンサシステムの研究」 高宮妃久子殿下 LSI 工場ご見学
2014	電気学会業績賞「集積化センサ工学発展への貢献」 JST-CREST「非標識神経伝達物質イメージセンサによる細胞活動可視化システム構築と脳機能の時空間解析」
2015	JST さきがけ「光干渉型分子間力センサによる高感度マルチバイオマーカー検出システム」
2016	ナノプローブによる細胞内計測に成功
2017	Si 基板上 GaAsPN 化合物半導体太陽電池の実証
2018	'Kirigami' バイオプローブを発表 JST 産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム(OPERA)「マルチモーダルセンシング共創コンソーシアム」 JST さきがけ「生体光刺激のための侵襲型 LED デバイスの革新」
2019	40GHz 超 Si/Ge 受光器を開発 イオン注入法による GaN 基板上モノリシック E/D 型 MOSFET インバータを発表 文部科学大臣表彰 若手科学者賞「光干渉型ナノメカニカルセンサによる生体分子計測の研究」
2020	針型マイクロ LED 神経プローブの開発 低損失 SiNx 近赤外導波路を開発 マウス脳イオンイメージングに成功(生理学研究所との共同研究)
2022	文部科学省 次世代 X-nics 半導体創成拠点形成事業「集積 Green-niX 研究・人材育成拠点」(東工大、広島大との連携)
2023	エレクトロニクス先端融合研究所を次世代半導体・センサ科学研究所に組織改編 文部科学大臣表彰 技術支援賞「新規半導体製作環境構築による先端デバイス研究への貢献」
2024	JST さきがけ「光学部品を必要としない分光デバイスの創製」
2025	LSI 棟 (IRES ² -4)、オープンラボ棟 (IRES ² -5) 竣工

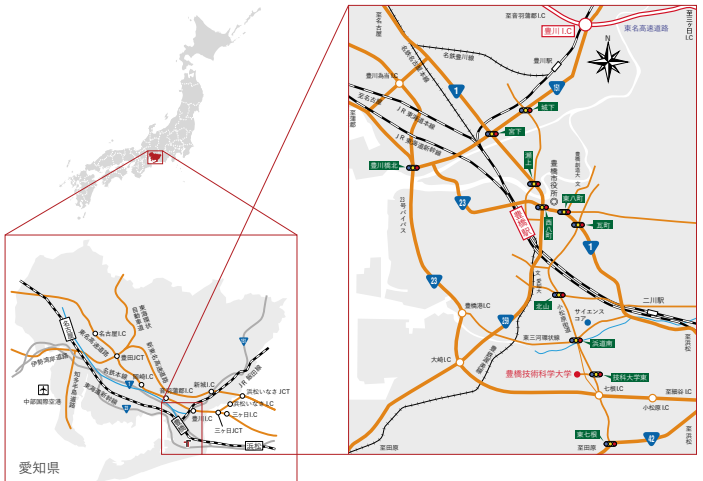
Access

豊橋駅まで 東京駅から新幹線ひかりで約90分。名古屋駅から新幹線ひかりで約20分、もしくはJR東海道線が名鉄本線で約50分
中部国際空港より名鉄神宮前駅で豊橋行きに乗り換え、約90分

From Tokyo: Take Shinkansen Hikari super express to Toyohashi station (1h30min).
From Airport (NAGOYA/CENTRAIR): Take Meitetsu train from the airport, and change trains at "Jingu-mae" to "Toyohashi" (1h30min).

豊橋駅よりバスで 豊鉄バス2番のりばから、豊橋技科大線に乗り「技科大前」で下車: 約30分
From Toyohashi station to the campus: Take Toyohashi-bus for "Gikadai-mae," departing from the bus stop #2 of the Toyohashi station (30min).

ACCESS MAP



IRES²
Institute for Research on Next-generation
Semiconductor and Sensing Science



〒441-8580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1 豊橋技術科学大学
次世代半導体・センサ科学研究所 (IRES²)
Institute for Research on Next-generation Semiconductor and Sensing Science (IRES²)
1-1 Hibarigaoka, Tempaku, Toyohashi, Aichi, 441-8580, JAPAN

<https://www.eiiris.tut.ac.jp/>