

つくばセンター

〒305-8560 茨城県つくば市梅園1-1-1 中央事業所 本部・情報棟
TEL 029-861-2000(エレクトロニクス・製造領域)(産総研総合窓口)

柏センター

〒277-0882 千葉県柏市柏の葉6-2-3 東京大学柏IIキャンパス内
TEL 04-7132-8861

東京大学連携研究サイト

〒113-0032 東京都文京区弥生 2-11-16 東京大学武田先端知ビル203号室
TEL 03-5841-8460

臨海副都心センター

〒135-0064 東京都江東区青海2-3-26
TEL 03-3599-8001

北陸デジタルものづくりセンター

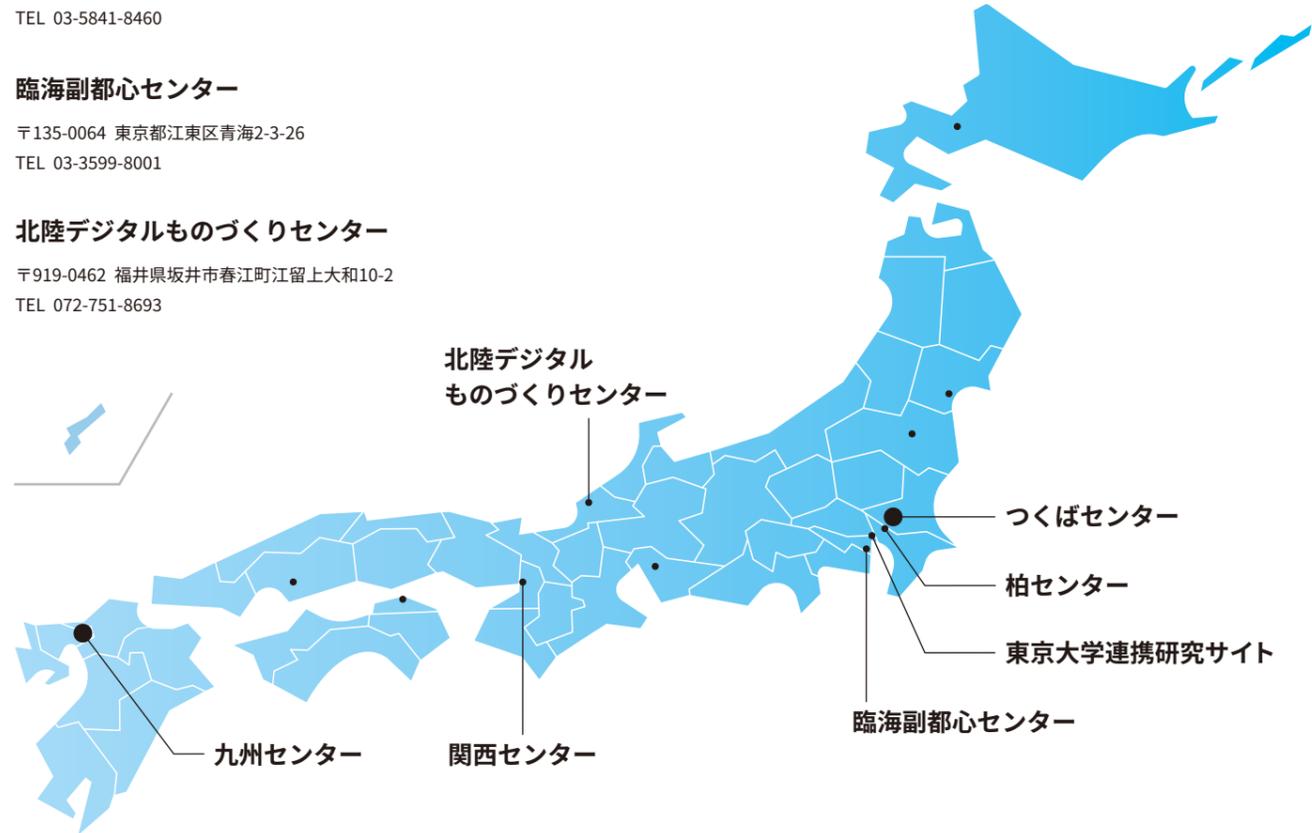
〒919-0462 福井県坂井市春江町江留上大和10-2
TEL 072-751-8693

関西センター

〒563-8577 大阪府池田市緑丘1-8-31
TEL 072-751-9601

九州センター

〒841-0052 佐賀県鳥栖市宿町807-1
TEL 0942-81-3600



- 先端半導体研究センター <https://unit.aist.go.jp/sfrc/>
- 光電融合研究センター <https://unit.aist.go.jp/peirc/>
- 先進パワーエレクトロニクス研究センター <https://unit.aist.go.jp/adperc/>
- エレクトロニクス基盤技術研究部門 <https://unit.aist.go.jp/cetri/>
- センシング技術研究部門 <https://unit.aist.go.jp/stri/>
- ハイブリッド機能集積研究部門 <https://unit.aist.go.jp/hyfi-ri/>
- 製造基盤技術研究部門 <https://unit.aist.go.jp/cmt-ri/>
- AIチップデザインオープンイノベーションラボラトリー <https://ai-chip-design-center.org/>

国立研究開発法人 産業技術総合研究所
エレクトロニクス・製造領域

〒305-8560 茨城県つくば市梅園1-1-1 中央事業所 本部・情報棟



● 産総研公式ウェブサイト
詳しい情報は公式ウェブサイトをご覧ください。
https://www.aist.go.jp/aist_j/business/aboutus/dep_delma.html



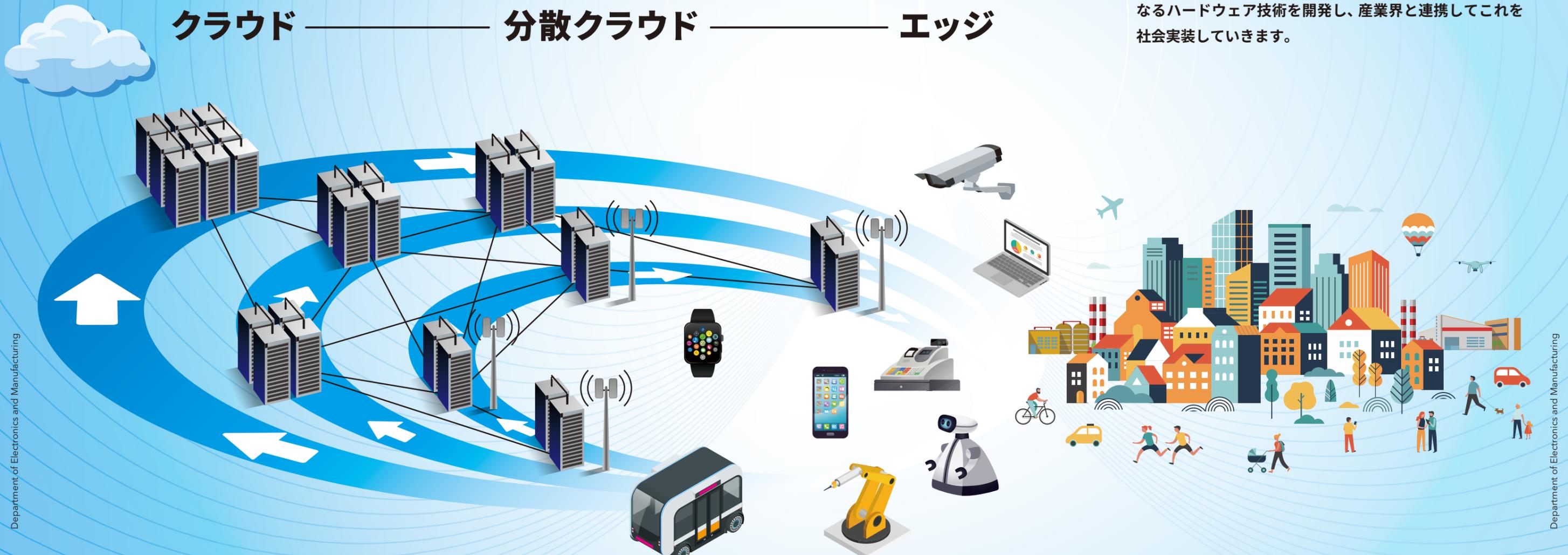
ELECTRONICS & MANUFACTURING

「機会」を産み出す 「機械」を創る

- 半導体技術 P.4 - 9
- センシング技術 P.10 - 11
- 製造技術 P.12 - 14
- 材料・新技術 P.15

クラウド ————— 分散クラウド ————— エッジ

私たちの生活や仕事のさまざまな場面で、実空間におけるデータの収集、サイバー空間におけるモデリングやシミュレーション、そしてこれらの結果に基づく実空間への働きかけを一体化するサイバーフィジカルシステム(CPS)が重要になっています。CPSにおける価値創造の基盤や源泉となるハードウェア技術を開発し、産業界と連携してこれを社会実装していきます。

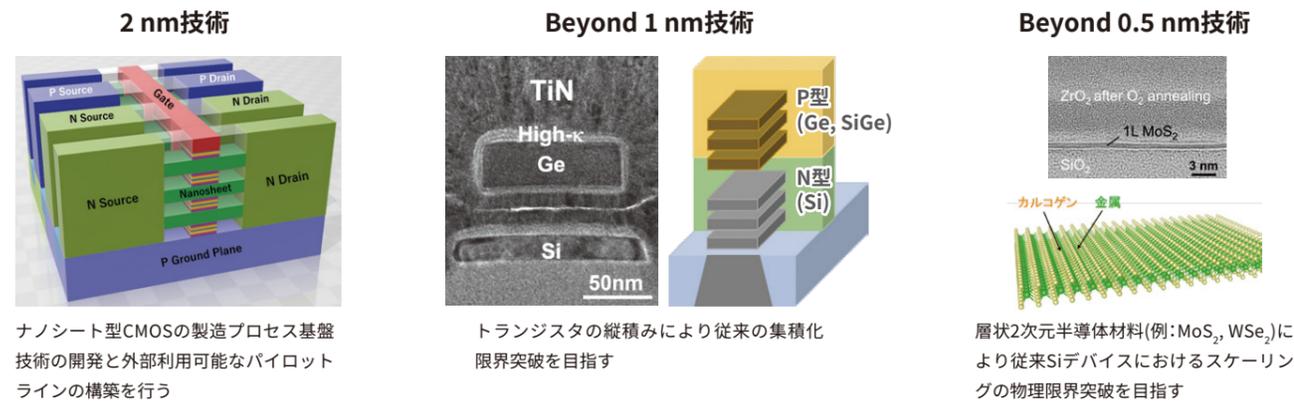


半導体技術

先端半導体

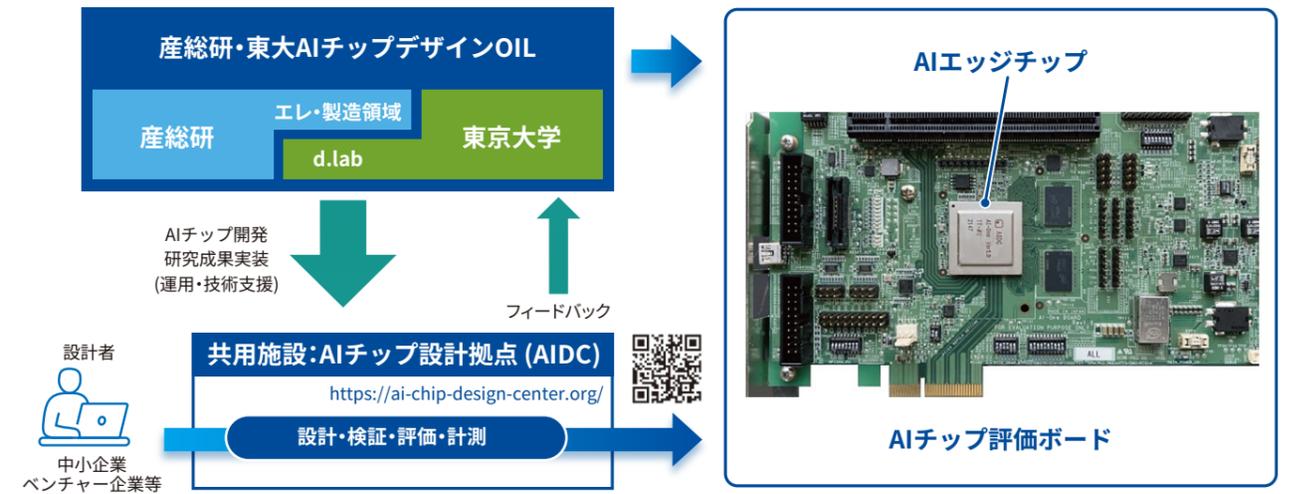
半導体デバイス技術と製造プロセス・材料技術の高度化を推進

新しいトランジスタ構造や材料を利用した次世代・次々世代向けのCMOSデバイスを開発しています。三次元積層化したCMOSデバイスや、層状二次元半導体を用いたトランジスタなどを開発し、電子情報機器を構成するCMOS回路のより一層の低消費電力化と高速化を目指しています。



AIチップ設計技術

少ないエネルギー消費で高性能AI処理をおこなう半導体チップを開発しています。また半導体設計環境 (AIDC) を共用施設として民間に公開しています。携帯アプリ等の民生用途をはじめ、サービス、製造、社会インフラ、医療等、幅広いシーンで気軽に使える高性能AI処理の実現・社会実装に貢献しています。



スピントロニクス

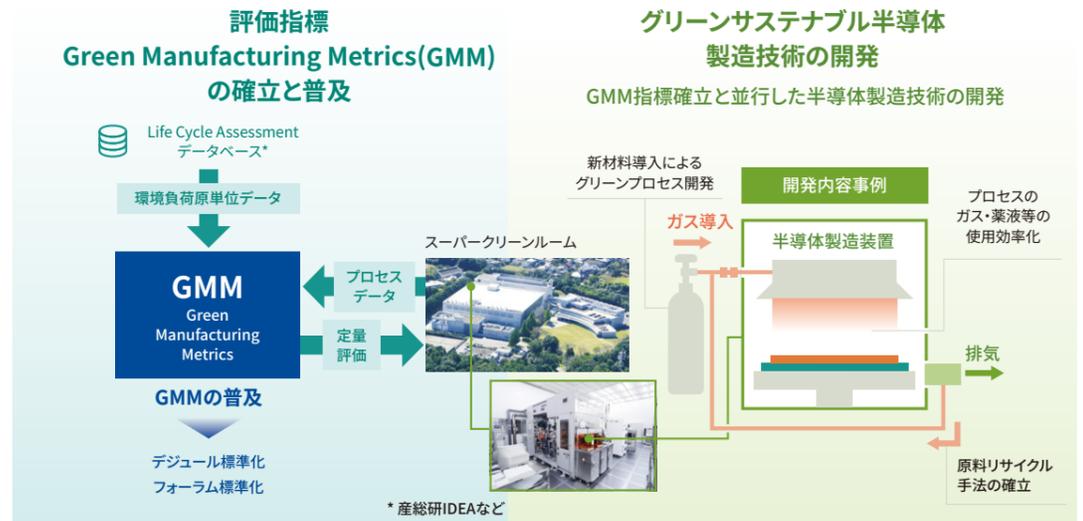
磁石を利用した超低消費電力エレクトロニクスの創製

磁気とエレクトロニクスを融合したスピントロニクス技術による新規の電子デバイスを開発しています。電圧書き込み型の不揮発性磁気メモリやスピンを利用した高周波発振素子、脳型コンピューティング回路、乱数生成器、熱電素子などを開発し、グリーンイノベーション実現に繋がる超省電力エレクトロニクス基盤の構築を目指しています。

グリーンサステナブル半導体製造技術

カーボンフットプリントと製造能力を共に重視した半導体製造技術

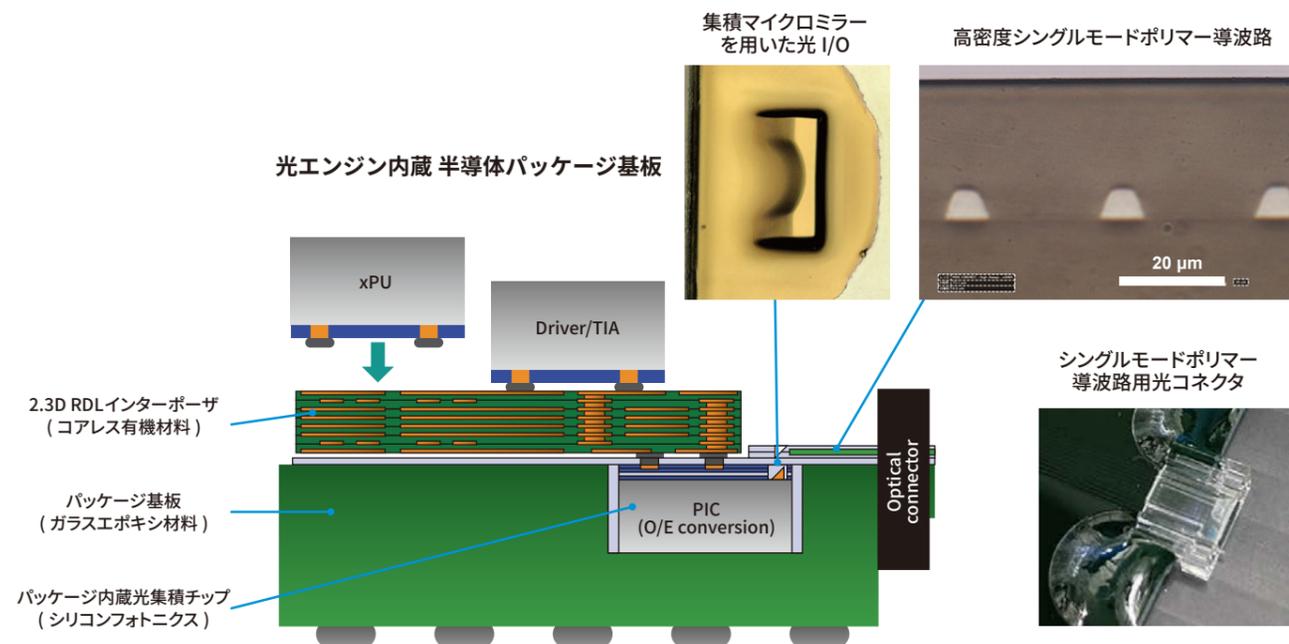
電力や用水の消費量のみならず、洗浄薬液からバルクガス・材料ガスや除害・リサイクルに至る、全ての投入資源量を統一して評価できる指標を構築し、それと並行した半導体製造材料・プロセス開発を行っています。



半導体技術

光電融合

AIや高性能コンピューティングの持続的発展を支える新たな基盤技術として、高性能半導体チップと融合するスケーラブルな光実装技術の実現を目指しています。



シリコンフォトニクス

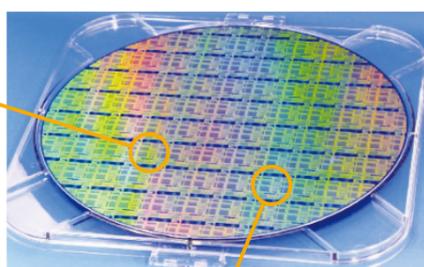
半導体製造設備による光デバイス集積化技術

45 nmノードの半導体試作ラインを活用して新たな集積型シリコン光デバイスを開発し、コンソーシアムを通じて、公衆網・データセンター・ハイパフォーマンスコンピューティングを支える基盤技術の構築に貢献します。

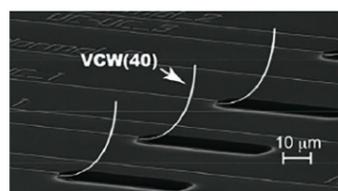
大規模光スイッチ



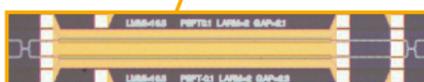
300 mm ウエハ



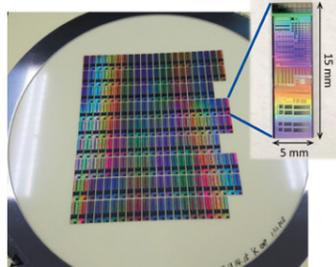
ウエハ法線方向での光入出力部



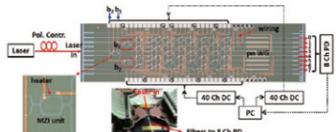
光トランシーバ



外部ユーザー向け R&D試作にも対応



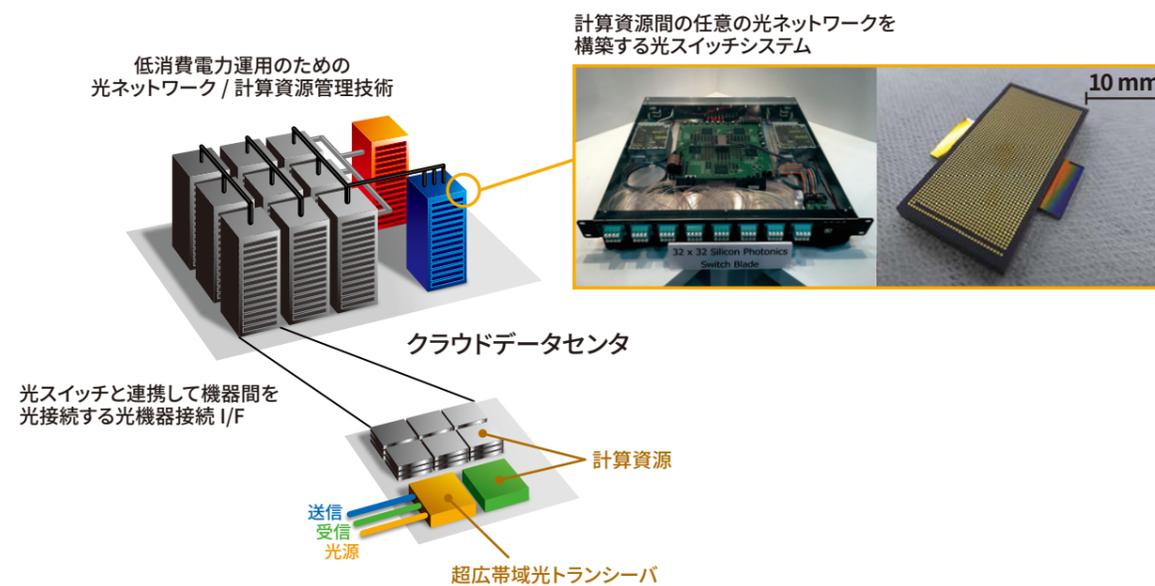
光演算デバイス



光スイッチインターコネク

グリーンでハイパフォーマンスな情報システムの実現に向けて

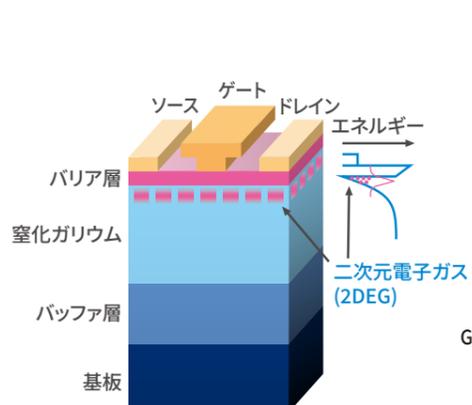
エネルギー制約の下、大規模で超広帯域な光ネットワーク技術の構築をめざし、資源管理技術、光スイッチシステム、そして、光機器接続インターフェース (I/F) の開発を進めます。



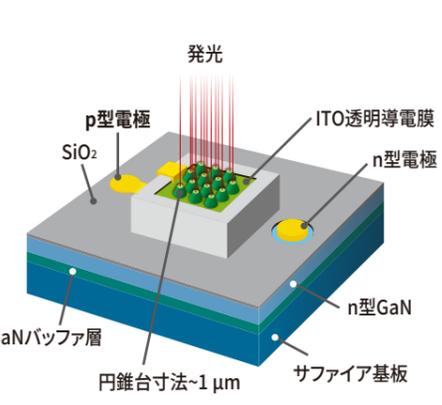
化合物半導体・デバイス/窒化物材料

窒化ガリウム (GaN) 等の化合物半導体を用いた高性能な電子デバイスの開発や、高周波フィルタを高度化する新規窒化物の開発を進めています。

新しい材料、新しい構造の トランジスタ開発

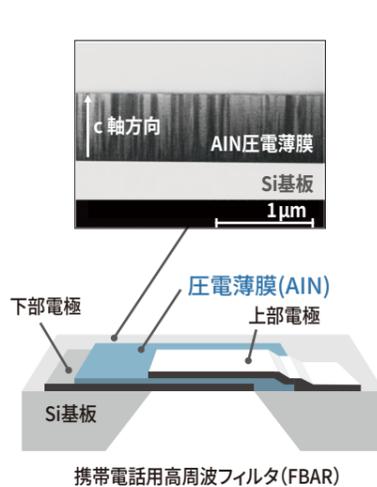


円錐台型指向性 GaNマイクロLED



- 液晶ディスプレイと比較して高効率
- 太陽光下でも使用可能な高輝度

開発した高い圧電性を持つ 窒化アルミニウム (AlN) 膜



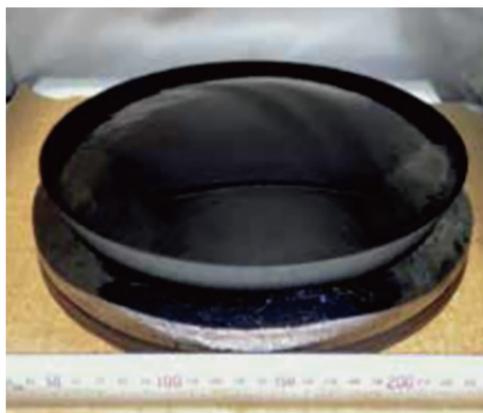
半導体技術

次世代パワーエレクトロニクス

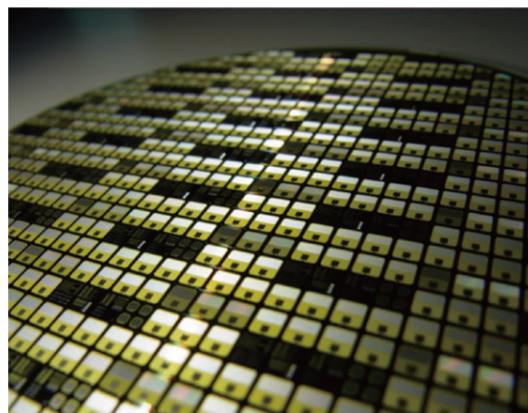
省エネへの切り札

モビリティの電動化等、ますます電力化率が高まる中で、各種電力変換器の効率向上は喫緊の課題です。SiC等の次世代パワー半導体デバイスを開発・実用化に取り組むことで、省エネと環境負荷の軽減に貢献します。

高品質SiCインゴット(6インチ径)



超低損失SiCパワーデバイス

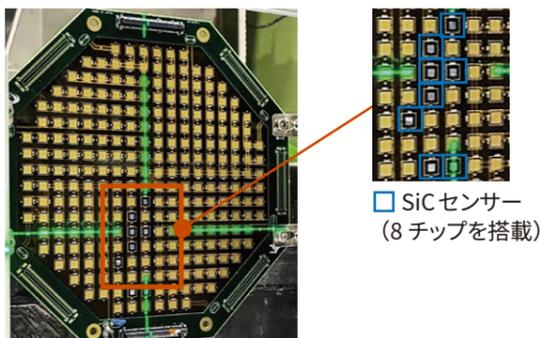


量子センシング

ワイドバンドギャップ半導体(SiC、ダイヤモンド)の物性を活かしたセンシングデバイスの開発

高い放射線環境下での量子線(μ粒子、重イオンなど)検出を可能とするSiCセンサーを開発し、素粒子物理、不安定核物理実験などへの適用を目指しています。また、環境磁場計測や、バッテリー・パワエレ機器のモニタリングなど、幅広い応用を目指したダイヤモンド量子センサーを開発しています。

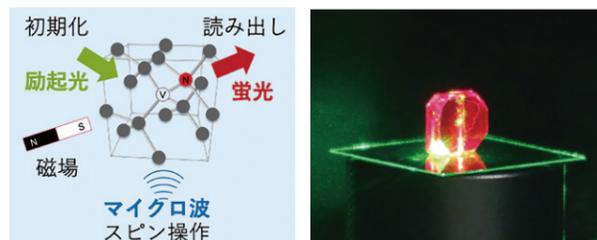
SiCセンサー



SiCセンサー (8チップを搭載)

J-PARCでのμ粒子検出テストに用いたSiCミューオンビームモニター試作機

ダイヤモンド量子センサー

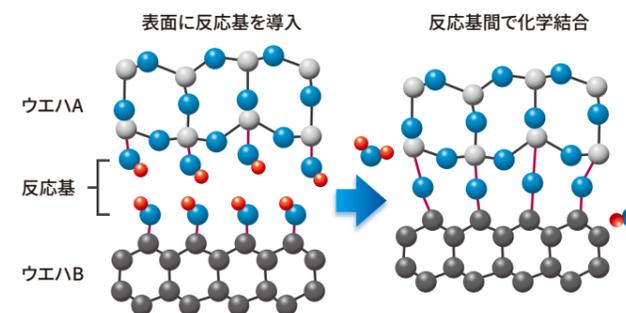


ダイヤモンド中の窒素-空孔複合欠陥によるスピン制御。室温でもミリ秒の長いスピン寿命を持ち、可視光でスピンの初期化・読み出しが可能。

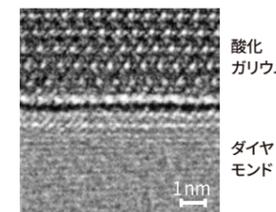
異種材料接合技術

接着剤を使わずに、異なる材料を直接接合する技術を開発しています。材料表面の化学状態を制御し、常温またはわずかな加熱で直接貼り合わせます。情報通信デバイスやセンサの実装技術への応用を進めています。

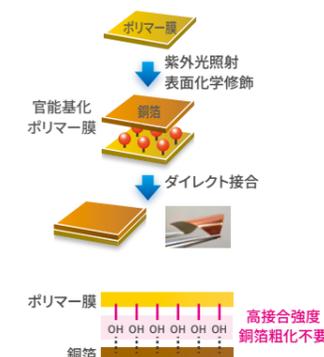
表面化学修飾による異種材料接合の概念図



ダイヤモンド基板と酸化ガリウム基板の直接接合界面の電子顕微鏡写真



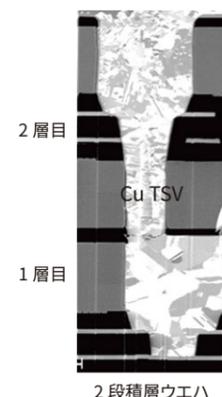
ポリマー膜と銅箔



3次元実装・パッケージング技術

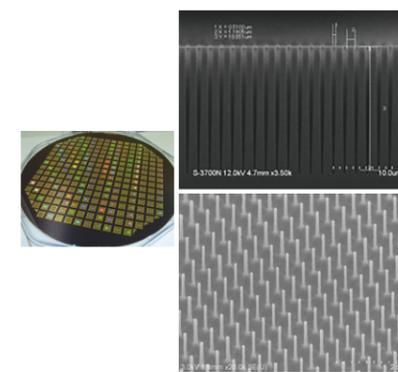
半導体デバイスの最先端のパッケージングと、センサ、光デバイス、高周波素子、パワーデバイスなどの様々な機能と半導体デバイスとの集積化を通じて、コンピューティングや情報通信技術の進化に貢献します。

3次元集積化技術



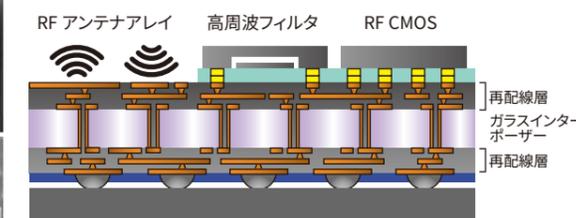
2段積層ウエハ

200 mmウエハによるパッケージ技術の研究開発用試作サービス



シリコンの3次元加工技術

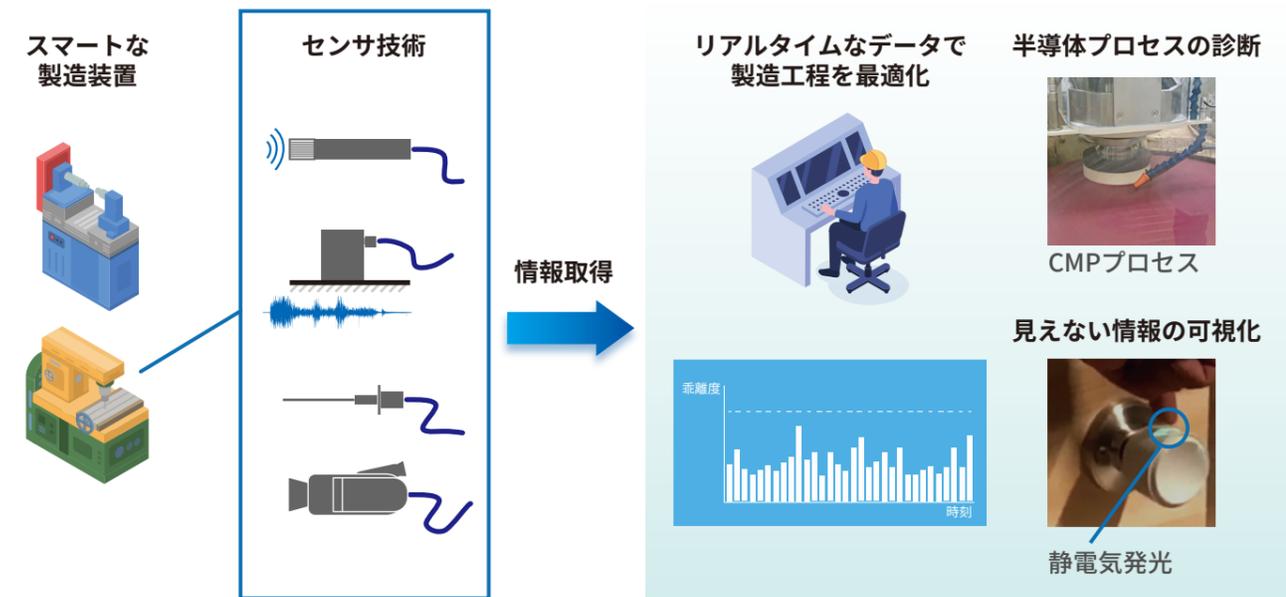
アナログ・デジタル混載による高周波デバイスパッケージング技術の概念図



センシング技術

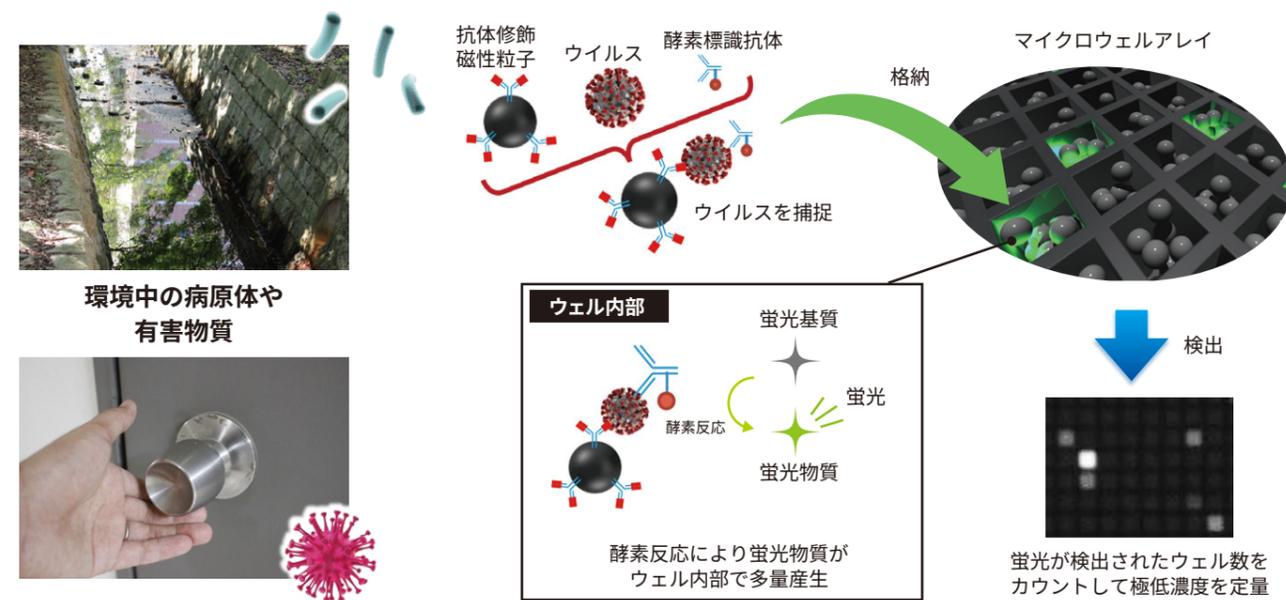
製造センシング

生産性向上に向け、製造工程をリアルタイムに評価し、工程を最適化するシステムを開発しています。半導体製造をはじめとする種々の製造プロセスを効率化する、スマートな製造センシング技術の確立を目指します。



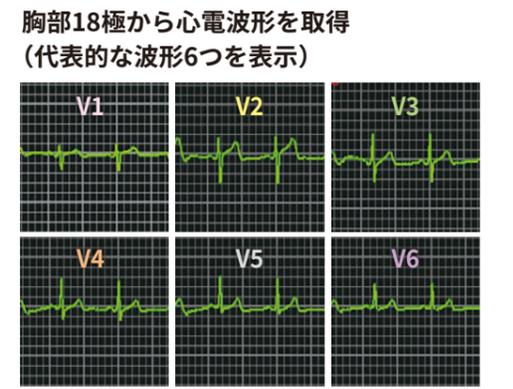
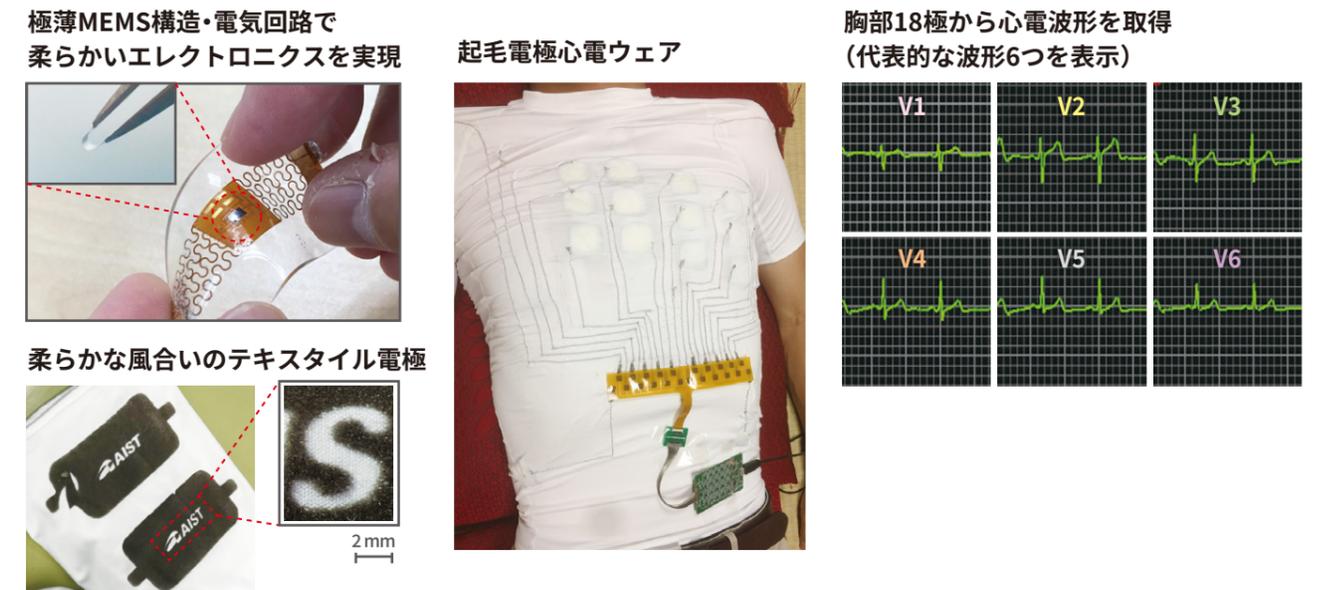
環境センシング

環境中のウイルスや細菌など、重篤な健康被害をもたらす生体物質の迅速検知に向け、近接場光学や微粒子制御技術、表面処理技術などを総合的に活用した超高感度生体物質センサを開発しています。



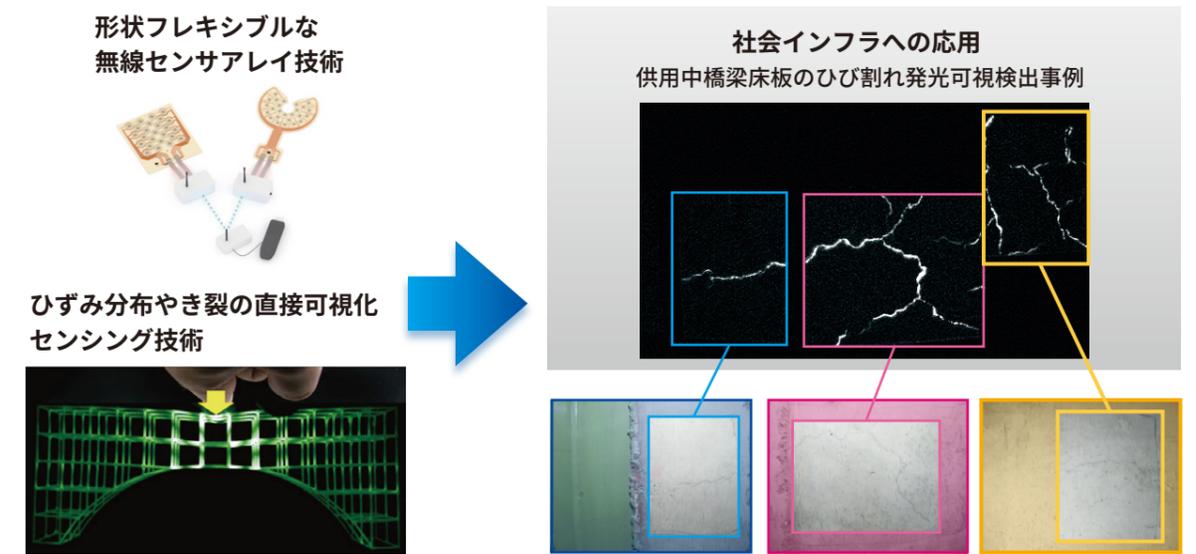
生体センシング

ウェルビーイング向上に資する、ヒトの生体情報や感覚を測る技術の開発が期待されています。厚さ数 μm の極薄MEMSやテキスタイル電極を柔軟基材に実装したハイブリッド構造により、着るだけでバイタルサインが計測可能なスマートウェアを開発しています。



インフラモニタリング

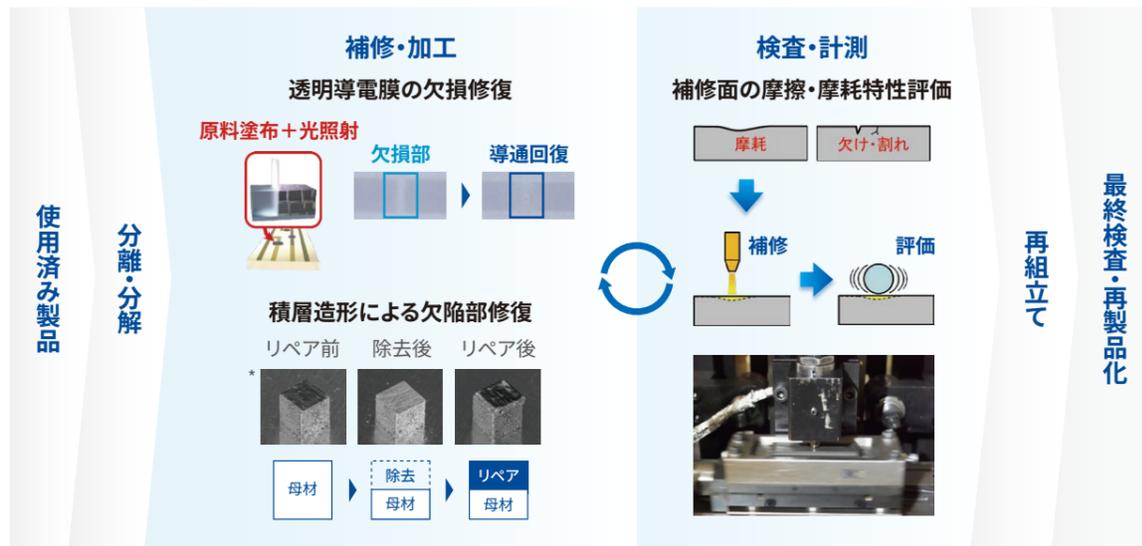
フレキシブルひずみセンサアレイの開発、ひずみ分布・き裂の可視化技術の開発、などの社会インフラをモニタリングする技術を開発します。利用者の安全・安心の確保、レジリエントな社会の実現に貢献します。



製造技術

リマニュファクチャリング

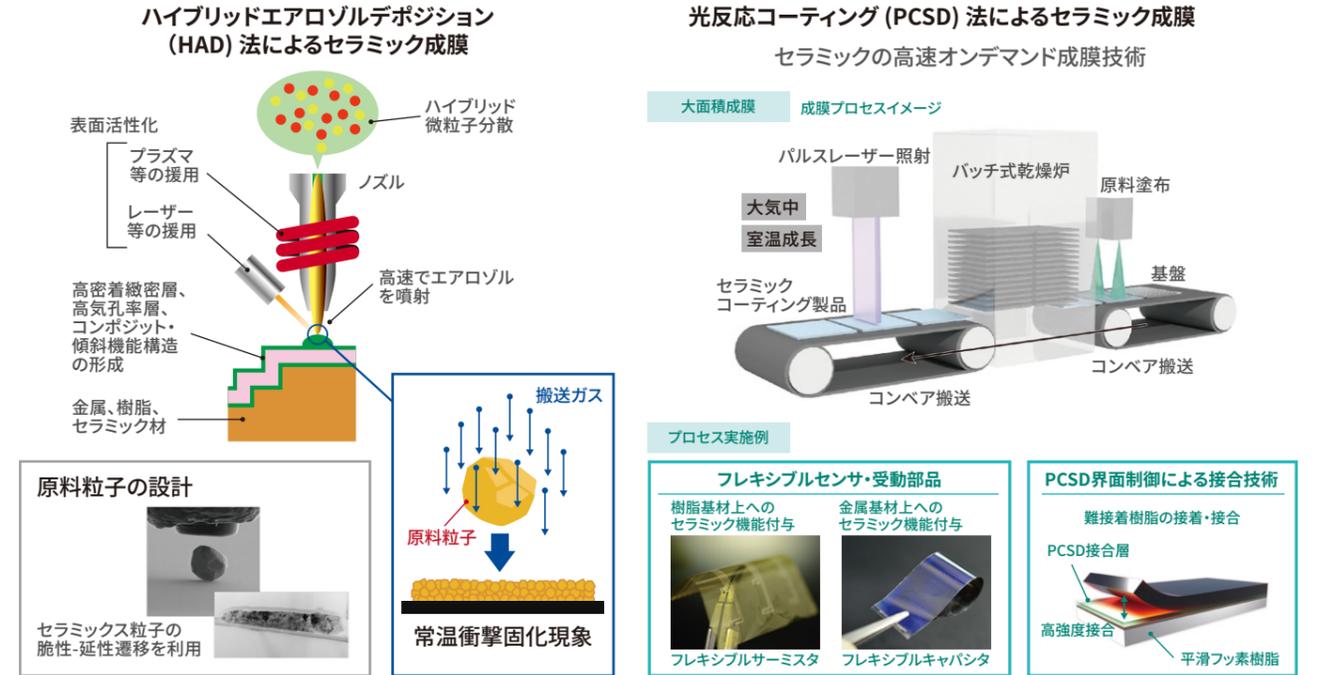
サーキュラー・エコノミー時代のものづくりを目指して、補修・加工、検査・計測、設計、環境性評価等の要素技術開発を通じて、使用済みの製品を再度製品化するリマニュファクチャリング技術の高度化を進めています。



* 出典: N. Sato et al., Int. J. Autom. Tech., 16, 2022, 773.

表面創製技術: コーティング

セラミックスの低温成膜技術を中心とした産総研の基礎研究ポテンシャルを生かした新たな表面創製基盤技術の開発、およびプロセスの高度化を基にして多事業分野での民間企業への社会実装に取り組んでいます。



プロセス実施例 (Process Implementation Examples)

- フレキシブルセンサ・受動部品:** Shows '樹脂基材上へのセラミック機能付与' (Ceramic functionalization on resin substrate) for 'フレキシブルサーミスタ' (Flexible thermistors) and '金属基材上へのセラミック機能付与' (Ceramic functionalization on metal substrate) for 'フレキシブルキャパシタ' (Flexible capacitors).
- PCSD界面制御による接合技術:** Illustrates '難接着樹脂の接着・接合' (Adhesion of difficult-to-adhere resins) using 'PCSD接合層' (PCSD bonding layer) to achieve '高強度接合' (High-strength bonding) and '平滑フッ素樹脂' (Smooth fluoropolymer).

Additive Manufacturing

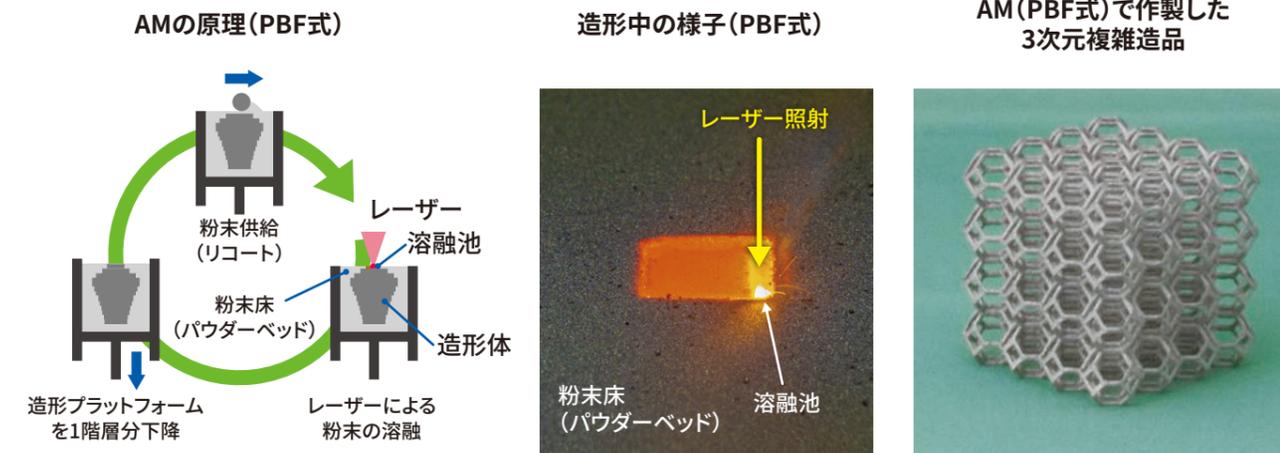
金属積層造形/金属3Dプリンタ

Additive Manufacturing (AM) の粉末材料開発、装置開発 (DED (デポジション式) と PBF (パウダーベッド式))、造形法 (レシピ) 開発、評価技術開発、プロセス現象解明、用途開発を統合的に進めています。AM 技術を中心とした新しいものづくり、新しい生産システムの開発を目指しています。

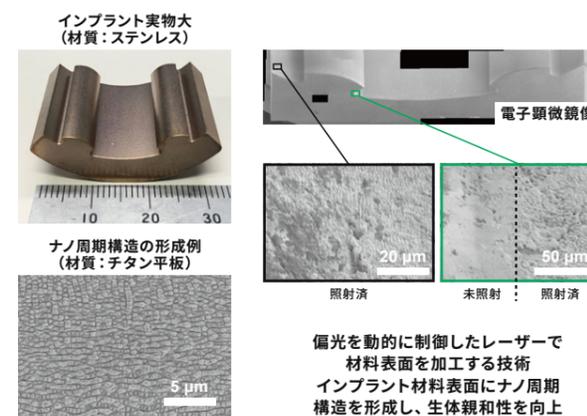
表面創製技術: レーザー加工

データ駆動型最先端レーザー加工技術

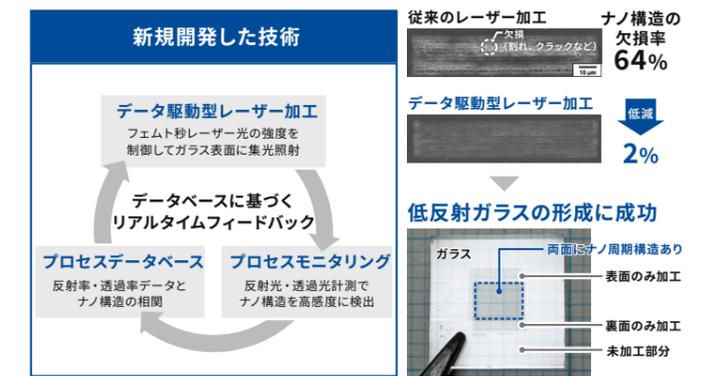
従来を越える高精度・高生産性を実現するデータ駆動型のレーザー加工技術の開発に取り組んでいます。レーザーの高い自由度 (非接触・高速) を利用し、3D 構造体表面やガラス表面にナノ周期構造を効率的に形成可能です。



3D構造体表面にナノ周期構造を自在に形成



データ駆動型レーザー加工により 欠損率の低いナノ周期構造をガラス表面に実現



製造技術

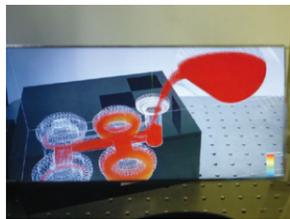
デジタルものづくり加工技術

設計から製造、作業支援まで製造プロセスを通して3Dデジタル技術を活用することにより、効率的な生産プロセスや付加価値の高い製品を生み出す加工技術を目指しています。

自動車・航空機
建設機械・金型への展開

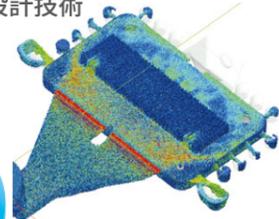


AR(拡張現実)を用いた
インタラクティブな作業支援



3Dデジタル技術を生かした
次世代鋳造技術

インタラクティブ
設計技術



粒子法CAEの鋳造
湯流れ解析への適用

バインダージェット式
砂型高速AM(積層造形)技術



材料・新技術

新機能材料・デバイス技術の開拓

既存デバイスの限界を超える低消費電力化・低環境負荷化・高機能化を目指し、超伝導体、酸化物、有機光/電子材料、光半導体、ナノ材料などの材料開発やデバイス技術開発を行っています。

磁性高温超伝導体

磁性層
超伝導層
Euのスピンの操作

FeAs層
Eu層

磁束量子(上向き) 磁束量子(下向き)

αアルミナ結晶球状粒子

原料粒子 生成粒子
500 nm 500 nm

パルスレーザー照射

電気光学材料
有機電気光学材料

光電融合
情報処理回路
光導波路

光変調器
(電気-光信号変換素子)

光応答メカニカル材料

紫外光 可視光

紫外光 365 nm 可視光 465 nm

移動方向

結晶
ガラス板

超伝導テラヘルツエミッター

超伝導体
単結晶基板

テラヘルツ無線
通信モジュール

**次世代パワーエレクトロニクス
向け高純度Ga₂O₃単結晶**

Web of Manufacturing (製造網)

つながる工場

広範囲に分散した製造設備や労働力を柔軟かつ効率的に活用して、製造設備ネットワーク全体として高い付加価値を創出することを目指しています。

- 生産設備ネットワーク
- モニタリングネットワーク
- 搬送ネットワーク

ライン編成管理
ラインモニタリング
搬送制御

製品、ロット規模、
設備状況に応じた
柔軟なライン編成

企業間連携への
スケールアップ

生産設備(工作機械、外注業者、クラウドワーカー等)

グラフェン平面電子放出デバイス

新機能開拓の一例として、絶縁基板上へのグラフェン直接合成技術を開発し、グラフェンを電子透過電極に用いた超高効率平面型電子放出デバイスを開発しています。

超高効率グラフェン平面電子放出デバイス

断面拡大像

グラフェン
SiO₂
n-Si

5 nm

上面の光学写真

グラフェン 電子放出部
Ni/Ti電極

50 μm

電子放出パターン

デバイス断面図

グラフェン
Ni/Ti
SiO₂
n-Si

e⁻ e⁻ e⁻ e⁻

応用

- 電子顕微鏡、分析装置
- 液体・ガス材料改質
- 宇宙推進機
- 平面型X線源
- 発光デバイス