

精密科学コース

Precision Science & Technology

これぞ究極という
ものづくりがここにはある。



精密科学コース

Precision Science & Technology

ナノテクノロジーで何をするか
その選択肢も多彩。



精密科学コースについて

ものづくりを サイエンスする

ナノレベルのものづくりが社会を変える

「究極のものづくり」と聞いてあなたは何をイメージしますか？航空機や船舶、ロケット、宇宙ステーションなど巨大なスケールのものづくり？極限まで精度を追求したナノレベルのものづくりはもっと深遠でおもしろい！例えばスマートフォンのように社会に革新をもたらす最先端技術の数々は、実は超微細なものづくりによって実現しています。IT、宇宙、バイオ、エネルギー、環境、これらすべてのテクノロジーの進化は微細なものづくりに変えられているのです。

自然現象の精密さをサイエンスで解明し利用する

高性能で高機能なデバイスをつくるためには高い精度が求められています。ただ、切る、削る、磨くといった伝統的な技術ではその要求に応えることができません。従来のものづくりの限界をブレイクスルーする鍵は、神の仕業ともいうべき「自然現象の精密さ」にあります。その「自然現象の精密さ」を根本から理解し、これまで私たちが培ってきた英知を結集して原子スケールのものでづくり技術を創出するのが「精密科学」のミッションです。大阪大学 精密科学コースは「原子レベルでのものづくり」のバイオニアであり、この分野をリードする研究者と国内屈指の実験設備が揃う研究拠点。ものづくりもサイエンスも好きなあなたの探究心をぜひここで発揮してください。

原子・分子を制御して
つくる技術

みえないものを
みる技術

精密科学のターゲットは、
3つのディビジョンにわけられる

シミュレーションによって
予測する技術



入学から卒業までの流れ



カリキュラム / 研究施設紹介

科学の基盤をつくり、
最先端の研究へと進んでいく

応用自然科学科に入学し、2年次より精密科学科目（コース）を選択した学生は、先端科学・工学分野において精密科学分野で不可欠な「原子・分子レベルのものづくり」を理解するために必要となる学問を幅広く学習。4年次からは研究室配属（優秀学生は3年次から）となり、各分野をリードする教員の指導を受けながら卒業研究に没頭します。多くの学生は大学院工学研究科 精密科学・応用物理学専攻 精密科学コースに進学し、修士論文の研究に取り組みます。企業との共同研究も多く、自分の研究成果が実用化されて世の中に役立つ様を実感する機会が得られるかもしれません。また、国内の学会発表はもとより、海外での国際会議発表や論文投稿も積極的にを行っています。

■カリキュラム例

共通教育系・専門基礎教育科目

解析学	電磁気学	数学演習	学問への扉
現代代数学	化学概論	物理学実験	外国語
力学	生物科学概論	化学実験	スポーツ実習 など

精密科学科目（コース）

卒業研究 ゼミナール	半導体物理 分析科学	数学解析演習 解析力学	結晶物理学 表面科学
精密機械設計製図 機械設計学	フォトニクス基礎 振動波動論	材料力学 熱力学	物理化学 応用光学
システム制御 統計力学	量子力学 量子力学演習	一般力学 電磁気学演習	物理計測 電気化学
材料工学 半導体デバイス	情報素子シミュレーション 機械製作概論	量子科学 物理数学	計算機プログラミング演習 数値解析および演習
薬工工学 物理化学II	応用科学演習 数学解析	マクロ生物科学 固体物性	先端科学実験 など

精密科学専攻

修士・博士論文研究	光科学特論	放射光科学特論	量子シミュレーション特論
精密科学基礎特論	物理計測特論	超音波工学特論	計算科学特論
材料物性学特論	表面原子制御特論	半導体表面科学特論	精密科学演習 など
薄層材料科学特論	複素構造工学特論	応用表面科学	

■研究施設紹介

精密科学コースの独自施設として
2つのウルトラクリーンルームを運用

精密科学の基盤はサイエンスにある。純粋な物理・化学現象の発見を実験・観察によって検証する必要がある。科学の基本である再現性を保証するためにあらゆる不純物を排除しなければならぬ。また、原子スケールのものづくり技術を研究する上でも清浄な環境は不可欠だ。精密科学コースは、世界最高性能を誇るウルトラクリーンルームを独自に2施設備し、ここでしかできない最先端の研究を進めている。

ウルトラクリーンルーム (UCR)

鉄筋コンクリート造
プロセスフロア面積：415m²
清浄度：Class 1

最先端研究施設
「ウルトラクリーン実験施設 (UCF)」

鉄骨造・鉄筋コンクリート造
プロセスフロア面積：440m²
清浄度：Class 1



私たちの研究室は、次世代半導体ウエハ、太陽電池やフレキシブルエレクトロニクス実現の鍵をにぎる高機能薄膜の成膜技術で世界に存在感を示しています。成膜は、剛ったり脆いたりする引き算のプロセスではなく、原子を精密に積み重ねていく足算のプロセス。我々は物理と化学をベースに大気圧プラズマを理解・制御・駆使することで革新的な成膜技術を実現してきました。この世界的にも稀なプラズマ反応場を利用して、環境がバイス用ダイヤモンドを木炭からエコクリーンに合成する技術やユビキタス素材から新機能ナノ材料を創製する材料プロセスの開発にも挑戦しています。

大気圧に似た大気圧プラズマジェット



フレキシブル基板の上に形成した TFT プレイ

大気圧プラズマでダイヤモンド合成



究極のものづくりは材料から
原子を精密に積み重ねて薄膜創製

ものづくり技術を革新する
研究開発のフロントランナーとして

人間のさらなる発展に貢献すべく、革新的な「ナノ精度のものづくり技術」をサイエンスに立脚して開発し、実用化へと結びつける工学研究を実践。プラズマ工学、電気化学、半導体実用表面科学という学問をベースとしながら、まったく新しい製造基盤技術を創出していきます。例えば、電気エネルギー使用量を大幅に削減する/パワーデバイス用半導体基板をダメージなく高効率に加工するプロセスの開発をはじめ、超高精度な光学部品や衛星搭載用光学部



ナノメートル精度のプラズマ加工



原子構造が観察できる顕微鏡

DNA 原糸によりつくられた
3次元のナノ構造体

品の加工、DNA Origami (オリガミ) を用いた超高感度センサーの作製などに貢献することなく取り組んでいます。

自然は真真正正で嘘をつかない
物質の世界は宇宙のように壮大だ

安武 深 教授

いかに不可思議な現象でも人間がまだ理解できていないだけで自然は真真正正で嘘をついてはくつきません。機能材料の世界もまさにそうで、その裏に原子分子レベルで迫るのがこの研究の魅力です。ナノ分析や顕微鏡で物質やプラズマの構造をみると、そこには宇宙の謎をみるような壮大な世界が広がっています。



モットーは「常識への挑戦」
「夢中」になれる研究がここにある

山村 和也 教授

医師の言葉「常識への挑戦」をモットーに、ものづくりの世界においてゲームチェンジを引き起こす革新的な加工技術の研究に「夢中」になつて取り組んでいます。自他共に認めるせっかちな性格で、思いついたら「すくやる」ができるまでやるし、が僕です。学生諸君、一緒に常識を覆す研究に夢中になりましょう。



第一のキーワードは「音」です。音は光より波長が長く、精密な計測には向いていないというのが常識でした。一方、音にはどのような物質にも入れる特性があり生体にも安全です。光よりも波長の短い音を操ることができれば、見えなかったものが見え、測れなかったものが測れるようになるのです。第二のキーワードは「共鳴」です。波長がナノレベルになると音と光は共鳴し、音で光を操り、光で音を聴くことができます。光よりも波長の短い「ハイパーサウンド」を制御可能にし、次世代スマホ用の通信デバイスや癌の早期診断に貢献するバイオセンサーなどの開発につながっているのです。

光学顕微鏡ではありません！
15倍の音の鳴り響きと音の画像



タンパク質の動きを電子顕微鏡で見ると、音と光を用いたアトモスフィア制御装置の構造



音で光を操り、光で音聴く！
自由なハイパーサウンド
計測システム

研究とは本来楽しいものの
自分の興味を追求すればいい

秋博次 教授

结晶を鳴らして音を可視化すると、それはまるで自然界がつくりだしたアート作品です。そんな現象が意外にも、しるく音を研究するようになりなりました。研究とは本来楽しいもの。音に注目している研究者は多くいますが、その物理現象は興味深く独自の研究につながります。音の可能性を一層に追求しましょう。



光より波長の短いハイパーサウンドを実現
難病を発見するバイオセンサーなどに展開

生命科学の謎に迫る顕微鏡を開発し
ナノサイエンスを究極まで探究し

我々が目標としているのは、量子力学を駆使して原子・分子の世界をみることで、その知見を活かしてナノスケールものづくりを制御することです。そのために、原子の形状分析しできなかった直走トンネル顕微鏡を進化させて、より豊富な物理化学的情報が得られる新しい顕微鏡を考案。未だ解き明かされていない生命科学の謎に迫ろうと考えています。さらに、カーボンナノチューブに付加した分子のゆらぎを利用するAIの脳型回路素子、ナノ微細構造を光学的に利用するバイオミメティクス（生体模倣技術）を研究。ナノサイエンスを究極まで推し進めています。



カーボンナノチューブの
歪みからの弾性応答を
顕微鏡化する

新製材料を用いたデバイスを
構築し、分子の動きを
検出する原子力顕微鏡を開発



青色・黒色膜、広視野角という
特徴を持つLEDフォトリソ色
露光機を開発し量産化



サイエンスを楽しみながら
科学・技術の発展に挑戦しよう

桑原 裕司 教授

「科学・技術の発展」に貢献する現場、それが大学の研究です。その原動力は好奇心。誰もみたくもない物質・化学現象の発見。未知の世界をみる新しい装置の開発。科学の原理原則に基づいた新しいものづくり。そのすべてが我々のテーマです。発見をもつてサイエンスの楽しみを分かち合しましょう。



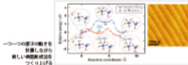


Ultra-Precision Machining
超精密加工領域



創れなかったものを創ることで
みえなかったものがみえるように

科学は、みえなかったものがみえるようになったときに大きく進歩します。我々が突破する「原子スケールの表面創成」はその進歩に貢献するコア技術。当研究室では、プラズマ中の活性分子や溶液中の活性ナノ粒子を駆使することで、誤差 0.5 ナノメートルの精密さで理想の形状をつくり、その表面を世界で最も滑らかにすることに成功。原子レベルの確かさを持つX線ミラーや半導体基板表面をつくる技術を確立しました。X線ミラーは、生きた状態の細胞を観察できるX線顕微鏡や、天文学を進展させるX線宇宙望遠鏡に搭載され、科学の新たな扉を開いています。



大規模計算に挑戦する
特許X線ミラーの開発

幅広い自然科学をベースに
原子の気持ちを理解する

山内 和人 教授

元々が虫も鳥も鳥も好きな科学少年。知らないことを学ぶのがおもしろくて自然科学のすべてに興味をかきたてられてきました。そうした幅広い知識がバックグラウンドにあることが「原子の気持ち」を理解するうえでも大切です。一緒に自然科学の多様性を楽しみながら、新しい科学を開発しましょう。



Computational Physics
計算物理領域



量子力学シミュレーションによる
物質機能の解明と新物質のデザイン

原子や電子レベルのミクロの世界は、ニュートン力学とはまったく異なる量子力学が支配しています。我々の研究室では、その量子力学に基づく計算機シミュレーション手法を開発。ミクロの世界の未知の現象をバーチャルに予測・再現することで、物質が示す様々な機能の背後にある物理的原理を明らかにしようとしています。さらにその知見をもとに、産業やエネルギー、環境問題に役立つ新たな物質を理論的に開発すべく、原子組成や生成プロセスをシミュレーションによってデザインすることに挑んでいます。私たちの実験室は計算機の中にあるのです。



5分 絶縁体でも He フラックス中で
誘導される物理的相転移の解明
赤: He 原子 / 緑: Ge 原子 / 黄: H 原子



最先端のスーパーコンピュータ

夢は新物質を創るレシビが
ポンと出てくるシミュレーション

森川良忠 教授

小学生の頃から相対性理論に興味を持ち、中学生の頃に福井一氏が「アベル化学賞を受賞したことで物質の理論的な研究をめざすようになりました。物理学シミュレーションの魅力は実験をしなくても物質の性質や状態を予測できること。新物質を創るレシビがワンクリックでできたら素晴らしいと思いませんか！



研究センターページ



研究センターページ



Applied Surface Science

応用表面科学領域



Research Center for
Ultra-Precision Science & Technology

超精密科学研究センター



高効率・超小型・超高速の
次世代グリーンエレクトロニクスを開拓する

資源・エネルギー、環境問題といった地球規模の課題に人類はどんな手を打てるのか。持続可能でおかつ価値ある社会を築くために我々は何かができるのか。その一つの答えが「次世代グリーンエレクトロニクス」です。当研究室では、新幹線や電気自動車などのモーターを効率的に駆動したり、電力エネルギーをより高効率に輸送するためのワイドギャップ半導体パワーデバイス、IoTやユビキタス社会を実現する光電子融合デバイス、医療技術を進化させるX線線量装置などの実用化をめざし、新たな電子材料や新プロセスの提案と開発に取り組んでいます。

自動車用半導体加工装置



最先端電子材料開発装置



電子材料評価装置

世界レベルの研究を通じて
ワクワクしながら成長してほしい

渡部 平司 教授

私は日本学士院学術奨励賞や日本学術振興会賞の受賞などが評価されて学術奨励（現学術助成の3%）の称号を付与されました。超精密科学コースには国際的にも高い評価を受ける研究者が揃っています。この評価の環境のもと、社会に役立つ最先端の研究ならではのワクワク感を感じてほしいと思います。



ナノテクノロジーを超える
次世代の生産技術の創成をめざして

超精密科学研究センターは、各研究室が生み出す最先端科学シーズを社会に還元するべく、その原子スケールでの現象を保證するクリーンルームを備えて設置されました。同時に一つの研究室として、ものづくりに変革をもたらす、観る・測る・機能化するという3つの基礎技術を追及。物質の構造と化学状態をナノスケールで観るX線回折イメージング技術、非球面のレンズやミラーの形状をサブナノの精密さで測定する技術、非粘着性が最も高いフッ素樹脂表面を熱とプラズマで改質する異種材料と強力接着する技術など、ナノテクノロジーを越える生産技術の創成に携っています。



サブナノの精密で
を測定

物質の構造と
化学状態を
ナノスケールで
観る



高粘着 (材料接着)
プラズマ
フッ素樹脂



高粘着 (材料接着)
プラズマ
フッ素樹脂

熱安定プラズマ処理で
強力接着を実現

大学時代に学んだことが
その後の長い人生の基礎となる

遠藤 勝義 教授

人生の中でも大学時代は、体力、知力、実力が充実し、最も成長できる期間です。在学中に身につけた知識や経験、心構えや姿勢は、その後の社会に出て生き残るための基礎ともなります。この貴重な時間と学ぶべきことを学び、動いたころと意思を持って挑戦できるテーマを見つけてください。



超精密科学研究センター



超精密科学研究センター

