

物理工学コース

Engineering Physics

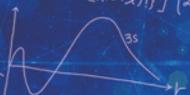
精密工学コース

Precision Engineering

$$\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2 P}{dr^2} + \left[\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} + \frac{\lambda(\ell+1)\hbar^2}{2mr^2} \right] P = E P$$

$$P = r R$$

$$R_{nl} = -\frac{2}{r^2} \left[\frac{(n-\ell-1)!}{(n+\ell)!} \right]^{\frac{1}{2}} \left\{ L_{n-\ell-1}^{2\ell+1} \left(\frac{2r}{n} \right) \right\} \left(\frac{2r}{n} \right)^{\ell} \exp\left(-\frac{2r}{n}\right)$$



$$G = U - TS$$

$$D_i = k_{ij} E_j + \epsilon_{ijk} E_{jk}$$

$$\chi_{ij} = -\epsilon_{kij} E_k + C_{ijkl} E_{kl}$$

これを究極という
ものづくりがここにはある。



物理工学コース

Engineering Physics

精密工学コース

Precision Engineering

ナノテクノロジーで何をするか
その選択肢も多彩。



物理工学／精密工学コースについて

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精緻なものづくりに支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。従来のもので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「物理工学／精密工学」のミッションです。大阪大学 物理工学／精密工学コースは「原子レベルでのものづくり」のパイオニアであり、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

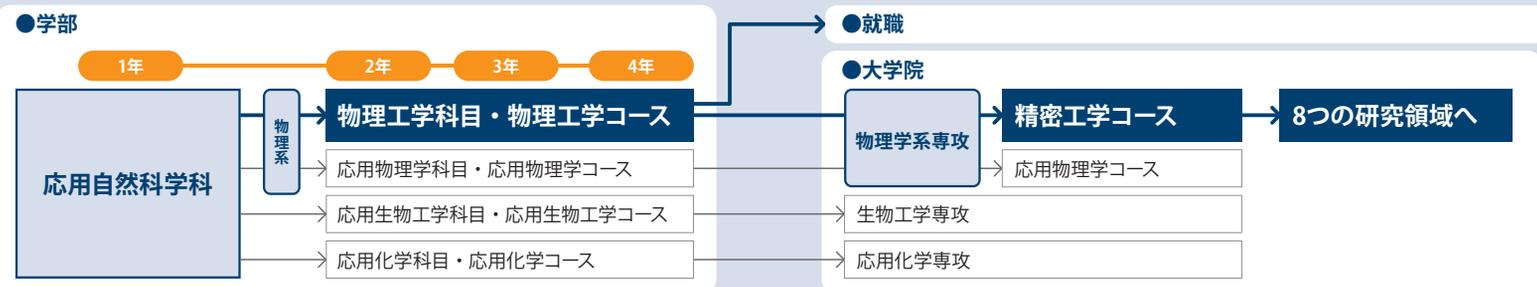
みえないものを
みる技術

物理工学／精密工学のターゲットは、
3つのディビジョンに分けられる

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年次より物理工学科目（コース）を選択した学生は、先端科学・工学分野において物理工学分野で不可欠な「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 物理学系専攻 精密工学コースに進学し、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精力的に行っています。

■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 |
| 線型代数学 | 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 |

物理工学科目（コース）

| | | | |
|----------|---------------|-------------|--------------|
| 卒業研究 | 分析科学 | 解析力学 | 表面科学 |
| ゼミナール | フォトニクス基礎 | 材料力学 | 物理化学 |
| 精密機器設計製図 | 振動波動学 | 熱力学 | 応用光学 |
| 機器設計学 | 量子力学 | 一般力学 | 物理計測 |
| システム制御 | 量子力学演習 | 電磁気学演習 | 電気化学 |
| 統計力学 | 有限要素法シミュレーション | 量子科学 | 計算機プログラミング演習 |
| 半導体デバイス | 機器製作概論 | 物理数学 | 数値解析および演習 |
| 表面工学 | 図形科学演習 | バイオテクノロジー概論 | 先端科学序論 など |
| 物理化学加工 | 数学解析 | 固体物性 | |
| 半導体物理 | 数学解析演習 | 結晶物理学 | |

物理学系専攻 精密工学コース

| | | | |
|-----------|-----------|--------------|-----------|
| 修士・博士論文研究 | 光科学特論 | 超音波工学 | 精密工学演習 など |
| 精密科学機器特論 | 物理計測特論 | 半導体表面科学特論 | |
| 材料物性学特論 | 表面原子制御特論 | 応用表面科学 | |
| 薄膜材料科学特論 | 極限精密加工学特論 | 量子シミュレーション特論 | |

■研究施設紹介

物理工学／精密工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

物理工学／精密工学の基盤はサイエンスにある。純粋な物理・化学現象の発現を実験・観察によって検証する必要があり、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ない。また、原子スケールのものづくり技術を開発する上でも清浄な環境は不可欠だ。物理工学／精密工学コースは、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施設擁し、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）」

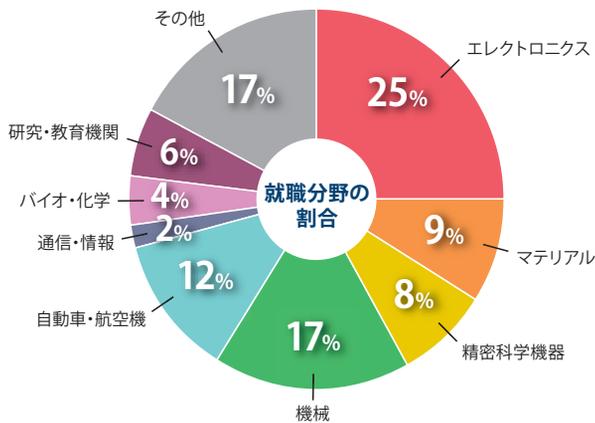
鉄骨造・鉄筋コンクリート造
プロセスフロア面積：440m²
清浄度：Class 1



卒業後の進路

進路もやりたいことも
学びを通じてみえてくる

いわゆる“就活”で最も大事なものは、「自分は何がしたいのか」だ。物理学／精密工学コースでは、ものづくりを革新する先端科学技術の研究を、その分野を代表する世界レベルの教員の指導のもとで行い、さらには、国内外の研究機関や先進的な企業との共同研究を通じて実践的なプロジェクトをも体験する。国内外の学会等での発表や交流、留学体験を通じて大きな刺激も受けるだろう。そうした中で、やがて「これがしたい」という情熱が芽生えてくる。「どこで」それを叶えるかを選択するのが物理学／精密工学コースの就活だ。一人ひとりがやりたいことを見つけた結果が下記の図で、分野は多岐にわたっている。(大学院進学率は毎年 85%以上)



■主な就職先 (過去5年)

学部／博士前期課程 卒業生・修士生の主な就職先

| | | | |
|---------|----------|------------|-------------------|
| シャープ | キヤノン | ダイハツ工業 | 東海旅客鉄道 |
| パナソニック | 村田製作所 | マツダ | 国家／地方公務員 |
| ソニー | ニコン | 三菱自動車工業 | 宇宙航空研究開発機構 (JAXA) |
| 住友電気工業 | カシオ計算機 | 本田技研工業 | 三井住友銀行 |
| 三菱電機 | グローリー | デンソー | SMBC 日興証券 |
| 東芝 | リコー | アイシン精機 | 第一生命保険 |
| キオクシア | フジキン | 豊田自動織機 | 丸紅 |
| NEC | クボタ | 東京ガス | 住友商事 |
| 島津製作所 | ダイキン工業 | 関西電力 | 三菱商事 |
| 富士通テン | 川崎重工業 | 東燃ゼネラル石油 | リクルートホールディングス |
| 横河電機 | 三菱重工業 | 岩谷産業 | 味の素 |
| ローム | ディスコ | KDDI | 明治 |
| 日本ガイシ | コマツ | NTTデータソフィア | アサヒビール |
| キーエンス | 不二越 | 三菱化学 | コクヨ |
| オリンパス | NTN | 日本ゼオン | 大成建設 |
| 神戸製鋼所 | ヤマザキマザック | 東レ | 野村総合研究所 |
| JFEスチール | ジェイテクト | ブリヂストン | LIXIL |
| 日本製鉄 | 日立造船 | 積水化学 | ヤフー |
| IHI | トヨタ自動車 | 帝人 | 楽天 |
| 住友重機械工業 | 日産自動車 | 西日本旅客鉄道 | |

博士後期課程 修士生の主な就職先

| | |
|----------------|--------------------------------------------------|
| 島津製作所 | 宇宙航空研究開発機構 (JAXA) |
| ジェイテックコーポレーション | 北海道大学 |
| 日立ハイテクノロジーズ | 理化学研究所 |
| 三菱重工業 | 産業技術総合研究所 |
| UACJ | Shingapore Institute of Manufacturing Technology |
| リガク | imec |
| シスメックス | POSTECH |

OB / OG コメント



木目 歩美さん

勤務先:
宇宙航空研究開発機構 (JAXA)
2015年 博士前期課程 修了

精密工学コースの学びは“一生もの”

「これ、授業でやったな」と思いながら仕事をするのがよくあります。人工衛星を追跡するパラボラアンテナの開発・維持が今の私の仕事で、大学で研究していたX線ミラーの形状計測とは分野が異なります。にもかかわらず大学の授業を思い出すのは、精密工学コースで扱う“ものづくり”が最先端技術に直結しているからだと思います。研究発表の機会も多かったため、人に伝える力も身につきました。勉強して終わりではなく、社会に出たとき、あれにはこんな意味があったんだ! と感じる学びが、“精密”にはあります。



有村 拓晃さん

勤務先: imec (ベルギー)
2011年 博士後期課程 修了

進路の選択肢が世界へと広がった

現在、ベルギーにある imec (Interuniversity Microelectronics Centre) という国際的な研究機関にて、次世代半導体デバイスの研究開発に従事しています。精密工学コースでは多岐にわたる基礎物理を学んだ後、研究室で MOS トランジスタの新規ゲート絶縁膜開発に向けた研究を行いました。現在の仕事はその研究の延長線上にあるもので、精密工学コースで得た知識がベースとなっています。海外での学会発表や米国トップレベルの研究機関でのインターンシップを経験したことが、海外で就職する道を検討するきっかけとなりました。

Functional Materials

機能材料領域

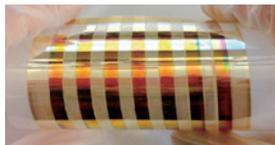
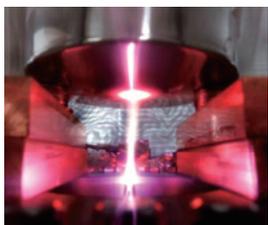
nanoManufacturing Science

ナノ製造科学領域

究極のものを精密に積み重ねて薄膜創製

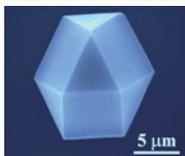
私たちの研究室は、次世代半導体ウエハ、太陽電池やフレキシブルエレクトロニクス実現の鍵をにぎる高機能薄膜の成膜技術で世界に存在感を示しています。成膜は、削ったり磨いたりする引き算のプロセスではなく、原子を精密に積み重ねていく足し算のプロセス。我々は物理と化学をベースに大気圧プラズマを理解・制御・駆使することで革新的な成膜技術を実現してきました。この世界的にも稀なプラズマ反応場を利用して、環境デバイス用ダイヤモンドを木炭からエコクリーンに合成する技術やユビキタス素材から新機能ナノ材料を創製する材料プロセスの開発にも挑戦しています。

大気中に放たれる
プラズマジェット



フレキシブル基板上に作製した TFT アレイ

大気圧プラズマで
ダイヤモンド合成

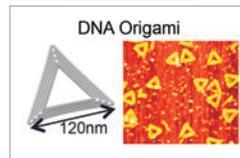


ものづくり技術を革新する
研究開発のフロントランナーとして

人類のさらなる発展に貢献すべく、革新的な「ナノ精度の新しいものづくり技術」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



ナノメータ精度の
プラズマ加工



DNA 設計によりつくられた
三角形のナノ構造体



原子構造が観察できる顕微鏡

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妥協することなく取り組んでいます。

自然は真っ正直で嘘をつかない
物質の世界は宇宙のように壮大だ

安武 潔 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っ正直で嘘をつきません。機能材料の世界もまさにそうで、その謎に原子・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、そこには宇宙の星をみるような壮大な世界が広がっています。



YASUTAKE Kiyoshi

モットーは「常識への挑戦」
“夢中”になれる研究がここにはある

山村 和也 教授

恩師の言葉「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」になっ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「すぐやる!できるまでやる!」が信条です。学生諸君、一緒に常識を覆す研究に夢中になりましょう。



YAMAMURA Kazuya

研究室ホームページ



研究室ホームページ



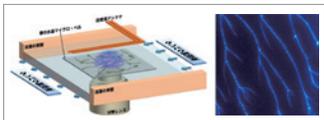
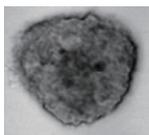
Quantum Measurement & Instrumentation

量子計測領域

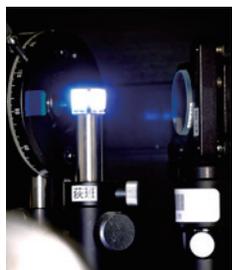
難病を発見するバイオセンサーなどに展開 光より波長の短いハイパーサウンドを実現

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難病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げているのです。

光学顕微鏡写真ではありません！
ES細胞の音の鳴り響き易さの画像



タンパク質の足音を聴き輪郭を見る！
音と光を用いたアルツハイマー病診断装置の開発



音で光を操り、光で音を聴く！
自作のハイパーサウンド計測システム



荻 博次 教授

結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。そんな現象が素朴におもしろくて音を研究するようになりました。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ありませんが、その物理現象は興味深く独自の研究につながります。音の可能性を一緒に追求しませんか。

研究室ホームページ



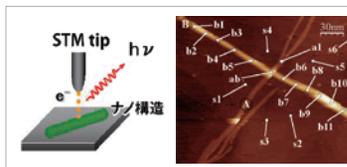
Ogi Hirotatsu

Atomically Controlled Processes

原子制御プロセス領域

ナノサイエンスを究極まで探究し 生命科学の謎に迫る顕微鏡を開発

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、その知見を活かしてナノスケールのものづくりを制御することです。そのために、原子の形状分析しかできなかった走査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。

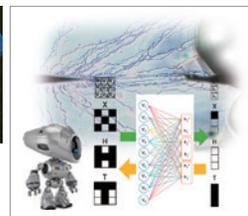


カーボンナノチューブの各点からの散乱光を直接検出する

有機材料を用いたデバイス構築し、文字の特徴を検出する機械学習装置を実現



単色・高輝度・広視野角という特徴を持つモルフォ蝶型発色基盤を作製し量産化



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」に挑戦する現場。それが大学の研究室です。その駆動力は好奇心。誰もみたことのない物理・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。探究心を持ってサイエンスの楽しみを分かち合いましょう。



KUWAHARA Yuji

研究室ホームページ



Ultra-Precision Machining

超精密加工領域

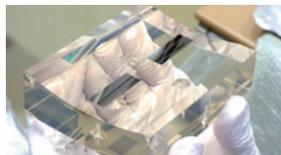
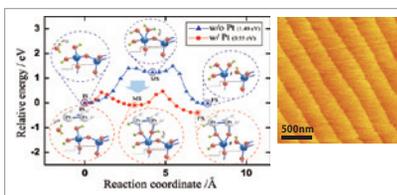
Computational Physics

計算物理領域

創れなかつたものを創ること
みえなかつたものがみえるように

科学は、みえなかつたものがみえるようになったときに大きく進歩します。我々が追究する「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逐することで、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。

一つ一つの原子の動きを計算しながら新しい表面創成法をつくり上げる



太陽観測衛星に搭載する精密 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

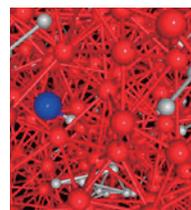
元々が虫も星も鳥も好きな科学少年。知らないことを学ぶのがおもしろくて自然科学のすべてに興味をかきたてられてきました。そうした幅広い知識がバックグラウンドにあることが「原子の気持ち」を理解するうえでも大切です。一緒に自然科学の多様性を楽しみながら、新しい科学を開拓しましょう。



YAMAUCHI Kazuto

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

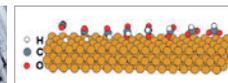
原子や電子レベルのミクロの世界は、ニュートン力学とはまったく異なる量子力学が支配しています。我々の研究室では、その量子力学に基づく計算機シミュレーション手法を開発。ミクロの世界の未知の現象をバーチャルに予測・再現することで、物質が示す様々な機能の背後にある物理的原理を明らかにしようとしています。さらにその知見をもとに、産業やエネルギー、環境問題に役立つ新たな物質を理論的に開発すべく、原子組成や生成プロセスをシミュレーションによってデザインすることに挑んでいます。私たちの実験室は計算機の中にあるのです。



GaN 結晶成長が Na フラックス中で促進される物理的要因を説明
赤: Na 原子 / 銀: Ga 原子 / 青: N 原子



高性能のスーパーコンピュータ



二酸化炭素をメチルアルコールに変換する触媒反応を促進する方法を理論的に提案
温室効果ガスを有用な燃料に変換する技術として有望

夢は新物質を創るレシピ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、中学生の頃に福井謙一氏がノー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現象を予測できること。新物質を創るレシピがワンクリックでできたら素晴らしいと思いませんか！



MORIKAWA Yoshitada

研究室ホームページ



研究室ホームページ



Advanced Device Engineering
先進デバイス工学領域

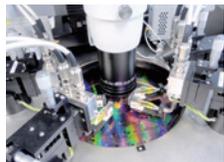
高効率・超小型・超高速の
次世代グリーンエレクトロニクスを開拓する

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。持続可能でなおかつ価値ある社会を築くために我々は何ができるのか。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線撮像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。

低損傷半導体加工装置



真空一貫原子層堆積装置



電気特性評価装置

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名誉教授（現役教授の3%）の称号を付与されました。精密工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。この屈指の環境のもと、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。



WATANABE Heiji

研究室ホームページ



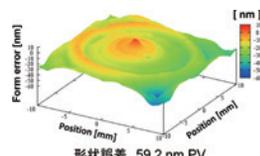
Research Center for
Ultra-Precision Science & Technology
超精密科学研究センター

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

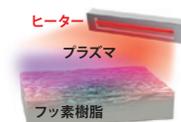
超精密科学研究センターは、各研究室が生み出す最先端科学シーズを社会に還元すべく、その物理現象を原子スケールで保証するクリーンルームを備えて設置されました。同時に、ものづくりに変革をもたらす、測る・機能化するという基盤技術を追求しています。「測れないものは作れない」をモットーに革新的自由曲面のレンズやミラーの形状をサブナノの精度で測定する技術、非粘性が最も高いフッ素樹脂表面を熱とプラズマで改質して異種材料と強力接着する技術など、ナノテクノロジーを超える生産技術の創成に取り組んでいます。



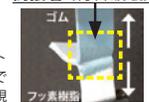
サブナノ精度形状測定装置



サブナノの精度で非球面ミラーを形状測定



高接着（材料破壊）



大学時代に学んだことが
その後の長い人生の基盤となる

遠藤 勝義 教授

人生の中でも大学時代は、体力、知力、気力が充実し、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、その後社会に出て生きるための基盤となります。この貴重な時間に学ぶべきことを学び、熱いところと高い志を持って挑戦できるテーマを見つけてください。



ENDO Katsuyoshi

研究室ホームページ

