

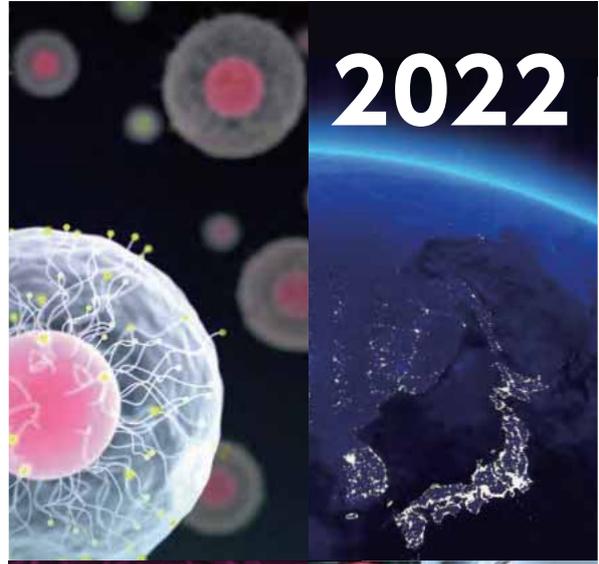
MATERIALS



未来はマテリアルが拓く。

マテリアル工学科
マテリアル工学専攻

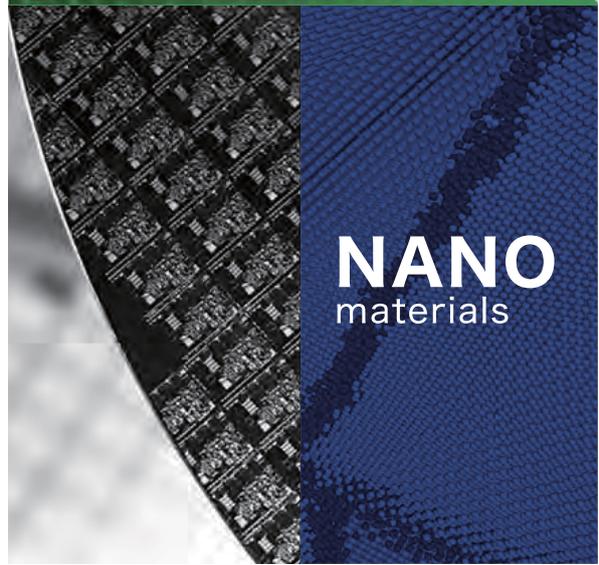
2022



BIO
materials



ECO
materials



NANO
materials

Table of contents

- 03 マテリアル工学科へようこそ 学科 / 専攻長メッセージ
- 04 学科概要 学科沿革、ロゴデザインについて
- 05 コース制について
- 06 キャンパスライフ
- 08 カリキュラム
- 10 海外大学との連携
- 12 先輩たちからのメッセージ
- 13 卒業後の進路

Biomaterials

バイオマテリアルコース

- 14 コース紹介
- 15 教員インタビュー
宮田 完二郎 教授 × 秋元 文 准教授
- 17 研究紹介
- 19 先輩からのメッセージ

Ecomaterials

環境・基盤マテリアルコース

- 20 コース紹介
- 21 教員インタビュー
吉田 英弘 教授 × 白岩 隆行 講師
- 23 研究紹介
- 25 先輩からのメッセージ

Nanomaterials

ナノ・機能マテリアルコース

- 26 コース紹介
- 27 教員インタビュー
内田 建 教授 × 澁田 靖 教授
- 29 研究紹介
- 31 先輩からのメッセージ

32 大学院進学先の紹介

34 教員紹介

企画・編集

東京大学 工学部 マテリアル工学科
東京大学 大学院 工学系研究科 マテリアル工学専攻
広報委員会

取材協力 (所属は取材当時)

清水 美希子氏 2017 年修士課程修了 花王株式会社
大坪 浩文氏 2005 年修士課程修了 JFEスチール株式会社
後藤 佑介氏 2009 年修士課程修了 株式会社日立製作所

MATERIALS 2022

WELCOME! マテリアル工学科へようこそ

WELCOME!

石器時代、鉄器時代というように、人類が手にした材料や道具が文明の時間軸となっている。近代に至っては、いろいろな特性をもつ素材の登場とともにその組み合わせによる構造物、機械やそれを操るシステムの統合的な進歩が我々の世界を日々塗り替えている。モラルと社会性を担いつつ、新たな“モノづくり”に挑戦し続けることにより、我々人類は持続的発展を成し遂げてきた。その“モノ”の原点が、物質・材料すなわちマテリアルであり、あらゆる科学技術の基盤にある。そして、次世代を担う皆さんの叡智でマテリアルの創製と高機能化を極め、持続可能な未来社会を創造することこそがマテリアル工学のミッションである。



統合の工学が 未来を切り拓く。



マテリアル工学科長 マテリアル工学専攻長

阿部 英司

Eiji Abe

18 世紀後半の産業革命以降、科学的知見を生活の豊かさへと結びつける「工学」は、様々な分野で目覚ましい発展を遂げてきました。「マテリアル工学」は材料を扱う分野であり、社会基盤構築・デバイス開発・医療提供等の多様な場面で必要な先端材料の開発を通して現代文明を支えています。宇宙往還機「はやぶさ2」の快挙には皆が胸躍りましたが、その過酷な環境に耐え抜く機体やパーツの材料設計には、原子配列までも緻密に制御する現代匠の技が凝縮されています。マテリアル工学科では、金属、セラミックス、高分子等のあらゆる物質に、時代が要請する高度な「機能」を付加した材料とすべく、科学と工学の有機的統合を促す最先端の学理のもと研究を展開しています。

マテリアル工学はしばしば重要な科学的発見をもたらして

きました。プランクのエネルギー量子仮説は、「鉄を溶解する炉内温度を正確に計測したい」という産業界からの要望に応える研究で見いだされました。私が手にする正20面体の対称性を有する「準結晶」は、より高強度のアルミニウム合金開発を目指す工学的研究中に発見され、ノーベル賞受賞に至っています。新たな科学的知見は人類の知的好奇心をさらに刺激し、より豊かな社会の実現を目指す工学の駆動力となってきています。昨今では、人類の豊かさの定義を見直しつつ、地球規模での持続的発展を目指す提言 (SDGs) が、私たち学者者共通の大きな目標となっています。学問領域、さらには国境を越えてグローバルな視点で活躍できる若手人材が望まれています。私たちと一緒に、マテリアル工学で人類の明るい未来を創りませんか？

マテリアル工学科の沿革

本学科の歴史は明治の初めに遡ります。1873年、文部省により創立された開成学校、および、1871年に工部省により開設された工学校、この二つの源を持っています。

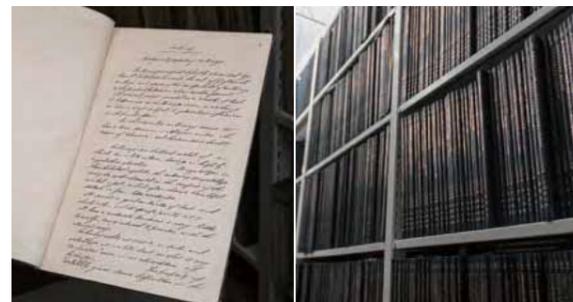
1877年に工学校は工部大学校となりましたが、1885年までは、文部省の東京大学と二本立ての教育が行われました。工部大学校はイギリス系の教官により、東京大学はドイツ系の教官によって教育されました。工部大学校では、ジョン・ミルン先生（John Milne）とエドムンド・ナウマン先生（Edmund Naumann）が教鞭をとり、東京大学では、クルト・ネッター先生（Curt Netto）が採鉱学・冶金学の教師でした。1886年帝国大学発足後、採鉱および冶金学科は改編、拡張を重ね、1909年に採鉱学科と冶金学科にわかれて、冶金学科としての運営が始まりました。

1964年、戦後の国内工業の急速な発展に対処するため、また、金属工業の学問分野の拡大に伴い、冶金学科の拡充改組が行われ、1967年にはすでに定員80名の大教室になっています。

1972年には、冶金学科から金属工学科へと変わり、製造と利用に関する教育に重点をおく金属材料製造コースと新しい機能材料の開発を目指す金属材料物性コースの二つを設置し、1976年には金属工学科と金属材料学科に分かれました。その後、現マテリアル工学科への布石として、1986年にセラミック材料、1988年にはガラス材料へと対象の拡張が始まり、1990年に金属材料学科は材料学科へと名称が変更されました。

1999年に、両学科は有機材料・半導体材料を含む材料全般を対象としたマテリアル工学科に統合されました。2004年からはバイオマテリアル、環境・基盤マテリアル、ナノ・機能マテリアル*の3コース制とし、幅広い領域をカバーし、現在に至っています。

*2014年度まではナノマテリアル。



図書室には学科創設時代からの論文が今も大切に保管されています。



ロゴデザインについて

技術社会発展の基軸となる構造物やデバイスの進化には、それを構成する材料の進化が極めて重要な役割を果たします。

その進化のために、物質の構造や性質をナノからマクロに至る様々なレベルで探求解明し、未知なる機能、あるいは新しい機能を持つ材料を創製する "DESIGN OF MATERIALS"

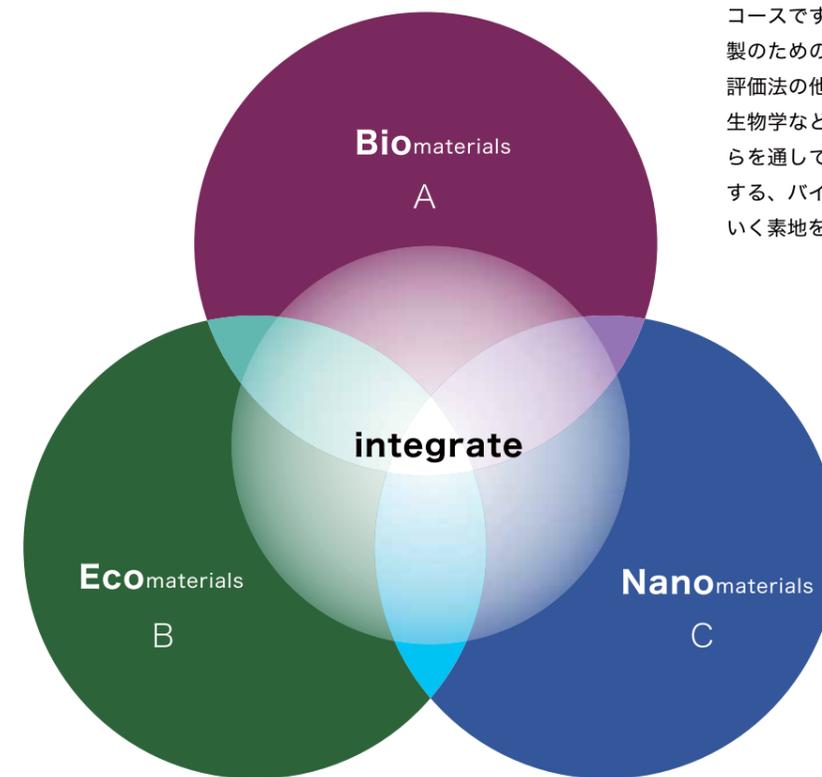
新たな材料を生み出す革新プロセスや、環境に配慮した材料生産プロセスを開発する "DESIGN FOR MATERIALS"

さらには、様々な材料が構造物やデバイスとして機能するまでを考え、材料の大きな循環をも視野に入れた技術をトータルに設計する "DESIGN WITH MATERIALS"

学科のロゴマークはこのコンセプトを具現化したもので、バイオマテリアル、環境・基盤マテリアル、ナノ・機能マテリアルを表すトライアングルの中心に "DESIGN OF-FOR-WITH MATERIALS" を据え、学科の透明性と様々な科学技術分野とのつながりを表すため、コーナーはオープンにしています。これらによって、「マテリアル工学科」は、工学のあらゆる分野のみならず、医学や薬学、理学や経済学とも連携した学術ネットワークを形成し、そのハブあるいは "結び目" となるという理念を表しています。

今、さまざまな分野で日本のオリジナリティが問われています。次代を担う優秀な人材には、新しい発想と新しい方法で、新しいモノを生み出していく環境が必要です。マテリアル工学科では、この豊かな人材を育成するために、学生の皆さんの将来を展望しやすい3つのコースを準備しています。すでに進むべき進路が明確な学生の皆さんにはより具体的に、志望分野を検討中の学生の皆さんには最適な選択をサポートしていきます。

互いに連携しながら 可能性を拓く、 マテリアルの3つのコース



A バイオマテリアルコース

失われた身体の機能を代替する人工臓器や、副作用を起こさずに患部にのみ薬を運ぶ人工ウイルスのような、私たちの命と健康を守るバイオマテリアルについて学ぶコースです。新しいバイオマテリアルの創製のための基礎として、各種材料学や物性評価法の他に、バイオ界面工学や分子細胞生物学など生命科学もカバーします。これらを通して、医療技術の革新的発展に貢献する、バイオマテリアルの創製に挑戦していく素地を身につけます。

B 環境・基盤マテリアルコース

21世紀の最重要テーマである環境を念頭に置き、基盤マテリアルについて学ぶための環境・基盤マテリアルコースです。対象となる材料は、最も広く使われ、絶え間ない技術革新の続く鉄鋼材料を筆頭に、金属、セラミックス、半導体、有機材料など多岐にわたります。このコースで学ぶ知識は、自動車、航空機や大型建造物の材料設計から原子レベルで制御された材料による燃料電池や高強度材料開発まで、幅広い分野で必要とされています。

C ナノ・機能マテリアルコース

電気・光・エネルギーを変換したり、それを取り出して利用する上で鍵となる、ナノスケールで制御された高機能マテリアルについて学ぶコースです。原子・分子レベルでの構造設計によって、従来不可能だったまったく新しい機能が発現するナノマテリアルは、今やあらゆる機能デバイスのベースとなっています。このコースでは半導体や金属、セラミックス、有機材料など様々な材料の物性を学びながら、それらの示す機能の設計と制御を目指します。

キャンパスライフ

多彩な体験によって育まれる
豊かな創造力を、世界ステージへ。

2年生の秋から、本郷キャンパスにおいて、学科進学に向けての導入や基礎学力を養う講義を通じた人的交流がスタートします。3年生からは基礎から応用までを学びつつ、工場見学などの現場体験を通して、社会と関わる実学としてのマテリアル工学も修得します。そして4年生では卒業論文に全力投球。これまでの知識と経験を研究に活かして、気が付けば「世界トップレベル」と言われるまでの研究成果をまとめている君がそこにいます。

2年

学科ガイダンス

4月

進学ガイダンス
進学選択
進学が内定した教養学部 2 年生を対象として、毎年、本郷でガイダンスを実施しています。毎年の進学者数は、3 コース合わせて1 学年約 80 人！ガイダンスの様子は、学科 Facebook にもアップしています。



進学内定

9

マテリアル工学
自由研究発表会

1

導入時期に3 コース共通科目を多く設けることで、コースを越えた交流を活発に行うのが学科の伝統。自由研究ではチームでの議論を深め、プレゼン技術も磨かれるため、実践的な学習の場となります。



3年

学科進学

4

3 年からはマテリアル研究の入口。導入期間に蓄えた知識を元に、サイエンスとエンジニアリング両面から、体系的に学ぶことで、材料研究の視点を養います。



五月祭(本郷)

5



学科伝統の「たたら製鉄」実演風景

夏期工場見学

7

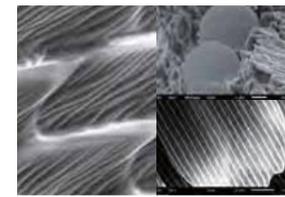
産業界とも深いパイプを持つマテリアル工学科ならではの特微的な講義が、実地演習（工場見学）。自らの研究がどのように社会につながるのか、どのような技術開発が産業界や経済界で求められているのかを肌で感じる事が、自らの進路や研究の方向性を考えるきっかけとなるのは間違いありません。日本の将来を担う若者たちの訪問に、各企業の担当者達も熱い言葉で応えてくれます。



協力 テルモ株式会社

マテリアル工学実験
「SEM コンテスト」

各自の独創的な視点と技術を競う名物講義。数万倍にまで拡大できる走査型電子顕微鏡（SEM）の使用法を各自習得し、持ち寄った試料を観察・プレゼンするコンテスト。



卒論配属説明会

2

研究でのメンターとの出会いはかなり重要。研究室訪問や進学相談などにも熱が入ります。マテリアル工学科はコースを越えた配属が可能であり、思いもよらない研究との出会いが新しいテーマにつながることも。



2 春期工場見学

大学院

就職

卒業

3

マテリアル工学科の卒業証書伝達式のヒトコマ。2 年半の学科での基礎学習から卒業研究を経て、全員が研究者としての達成感を胸に卒業していきます。支えてくれた嬉しい先生方も笑顔の1 日です。



卒業論文提出・発表

2

マテリアル工学科の卒業論文研究発表では、世界最先端のテーマがずらりと並びます。1 年かけた研究との格闘は、今後の研究生活や社会生活での大きな自信につながることは間違いありません。



大学院入試

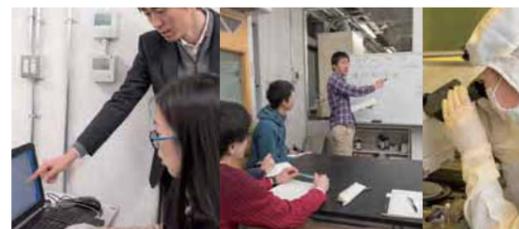
8

学部生の 90% 近くが、大学院への進学を決めています。研究をさらに深める、また自らの独創的な研究を究めたいという、修士・博士課程への進学希望者をサポートしています。



テーマ立案から研究計画、論文のまとめまで、
世界トップレベルの研究に邁進する充実の一年

講義や演習で培ったマテリアルの知識を総動員して取り組むのが、卒業研究。教員から思いもよらなかった世界最先端のテーマを提案されることもしばしばです。自らの切り口でテーマを選ぶ人も、迷っている人も、とにかく研究に飛び込みます。思った通りに進まず、研究に悩み抜くのも大事な経験。自ら困難を切り開くタフな学生に変身していく同級生達に、嫉妬しつつも励まされる、そんな研究の毎日です。



4年
卒論研究室配属

5

研究室対抗
ソフトボール大会



研究室の先輩達と激戦を終えて

海外大学研修
プログラム

3

国際的な視野を得るため3 年生の希望者に対して、スイス連邦工科大学ローザンヌ校、英国・ケンブリッジ大学等のマテリアル工学科を訪問し、学生交流や講義の聴講などの研修プログラムを毎年企画しています。



幅広い知識体系と自由な選択。
実力と個性を兼ね備えた豊かな
人材を育成。

マテリアル工学科のカリキュラムは、2年生 A1A2 までを基本・導入と位置づけ、3年生では各マテリアルの基礎と応用に関する講義を行い、4年生 S1S2 の講義でこれらを総括し、マテリアルを応用するうえでの俯瞰的な知識体系が定着・完成するよう計画されています。各コースに合わせて、個々のマテリアルの特色や用途を様々な切り口で学ぶとともに、基礎から根本的に考える能力を養い、未踏領域へ踏み出せるよう導きます。

1年/2年 s1s2

基本

マテリアル工学の楽しさ、重要さを身近に感じられる講義を毎年新しいテーマで展開しています。



時間割情報は
こちらから

2年 A1A2

導入・基礎

身につけた基礎知識を用いて、マテリアルの専門領域への導入を行い、工学の基礎を学び直します。この時期に知識のベースメント確立を図ります。

3年 s1s2

マテリアルの基礎

各マテリアルの基礎を学び、専門領域へと学習を進めていきます。マテリアルの機能、設計、加工、評価と、講義と実験を通して経験を深めていきます。

3年 A1A2

応用

基礎科目から応用科目へ比重を移し、マテリアル工学の各分野全体を体系的に学び、さらに専門性の高い知識と経験を蓄積します。

3年 インテンシブ

各コース総合

ABC各コースを総合的に捉え、分野全体を把握できるような俯瞰科目を新たに設置。英語授業により、海外留学生達との交流も深まります。

4年

総括

3年間で培ってきた知識と経験をもとに、演習で知識の定着を図りながら、学んだことを1年かけて研究にまとめあげ、卒業論文に挑みます。

Pick UP! 要チェック授業

- ☆マテリアルズインフォマティクス (3年 S1 S2)
- ☆マテリアルシミュレーション (3年 A1 A2)

計算機演習を通して、数値解析とデータサイエンスの基礎～応用について学ぶ講義です。微分方程式の数値解法など、材料工学で必須な知識習得に加え、近年注目される AI や機械学習プログラミングを用いた、材料科学におけるデータサイエンスの活用法についても勉強します。演習を通じて python 言語の習得もできるなど、注目の人気講義です。

☆マテリアル工学実験 (3年 S1 S2 A1)

研究を進めるうえで重要な、様々なマテリアルの実験技術が習得できる実習授業です。今後の研究に必ず役立つ基礎実験を全て網羅。実験データの整理についても学べます。

- 「実験テーマ」
1. 酸化還元滴定分析と吸光分析
 2. 高分子の合成とバイオマテリアルの物性評価
 3. 生体材料の取り扱いと構造評価
 4. 紫外・赤外分光測定による半導体・有機分子の物性評価
 5. 光学顕微鏡および走査プローブ顕微鏡による観察
 6. 電気化学測定法
 7. 真空プロセスによる薄膜作製
 8. 設計と工作
 9. 電子顕微鏡による微小領域の構造・組織解析
 10. 力学的特性測定
 11. X線回折測定を用いた結晶構造解析
 12. パーソナルコンピュータを用いた自動制御・自動計測
- その他：安全教育、SEM コンテストを実施



☆応用マテリアル工学 (3年 A1 A2)

日本の産業を支える企業や最先端材料研究の第一人者の方々が、1人1回ずつ講義を担当。マテリアルの工業技術的側面や、様々な研究開発の動向について直接お話を聞くことができます。マテリアルの「今」と「未来」を実感できるお薦め講義です。

【総合科目】
バイオマテリアル入門
環境・基盤マテリアル入門
モデリングと未来予測
ナノ・機能マテリアル入門
物質・生命工学概論

【全学体験ゼミナール】
感動体験！
鉄の世界から未来を眺める
バイオマテリアル作り体験
超高分解能電子顕微鏡で観る物質中の原子のならば
ナノ・バイオテクノロジー：最先端ラボへようこそ

【初年次ゼミ】
マテリアルズ・インフォマティクスによる2050年の鉄鋼材料開発
AI支援による材料開発の最前線
ナノバイオ・ディーブテック

【基礎科目】
力学
電磁気学
熱力学
振動・波動論
構造化学
物性化学
生命科学
数学Ⅰ(微積分)
数学Ⅱ(線形代数)
基礎実験
情報、情報科学
外国語

基礎科目	熱力学・速度論	基礎熱力学 材料速度論 材料相平衡論	応用熱力学 材料反応工学			
	化学・構造	有機材料化学 無機材料化学 材料結晶学	組織形成論 材料電気化学 表面・界面化学			
	物理・物性	材料量子力学 材料統計力学	固体物性学 半導体物性学			
	力学	材料力学Ⅰ	材料強度学	材料信頼性学 材料力学Ⅱ		
	数学	数学1A*	数学2F*	数学及び演習		
マテリアル共通科目	講義	マテリアル工学概論 生命科学概論* 計測通論A*	マテリアル工学倫理 マテリアル環境工学概論	マテリアル環境学 ☆応用マテリアル工学		マテリアル設計学(S1)
	演習等	マテリアル工学自由研究 UT-MIT International Lecture (2年インテンシブ)	☆マテリアルズインフォマティクス ☆マテリアル工学実験Ⅰ マテリアル工学実地演習第一 マテリアル工学輪講	☆マテリアルシミュレーション ☆マテリアル工学実験Ⅱ マテリアル工学実地演習第二		マテリアル工学基礎及び演習Ⅰ(S1)Ⅱ(S2) 卒業論文 卒業論文輪講 マテリアル工学演習
応用科目	各自選択コースの科目を履修したうえで、他のコース科目についても、自分の研究や興味に応じて自由に組み合わせることで履修することができます。	バイオマテリアルコース	高分子科学Ⅰ	高分子科学Ⅱ 分子細胞生物学	Introduction to Nano-Biomaterials	応用医療材料学 応用バイオデバイス材料学
		環境・基盤マテリアルコース	金属材料学	セラミック材料学 生産プロセス工学	Introduction to Structural Materials	応用鉄鋼材料学 応用複合材料学
		ナノ・機能マテリアルコース		デバイス材料工学 薄膜プロセス工学	Introduction to Semiconductor Materials	応用半導体プロセス工学 応用ナノデバイス材料学

* 工学部共通科目

世界が君を待っている。
先端研究のグローバルステージへようこそ。

今や、先端研究の舞台はグローバルへ。米国・マサチューセッツ工科大学 (MIT)、英国・ケンブリッジ大学、カナダ・トロント大学、韓国・ソウル国立大学、中国・清華大学、スイス・スイス連邦工科大学 (EPFL)、台湾・国立台湾大学のマテリアル工学科と連携しながら、世界トップレベルの教育・研究ネットワークを構築しています。この各国を代表するマテリアル工学科の連携は、マテリアル教育・研究を相乗的に発展、充実させるべく、ワークショップの開催や学生の研究派遣、教員の招聘など、活発に交流を行ってきました。本学科は、幅広い交流を通して、世界へ羽ばたく、次代を担う国際色豊かな人材を育成しています。



挑もう、世界へ。
話そう、世界と。
最先端の研究拠点が連携
世界の叡智とつながる。

多様な海外交流支援プログラム

マテリアル工学科では、学部2年生を対象としたMIT国際講義や、3年生の希望者には、英国・ケンブリッジ大学やスイス・EPFL、フランス・ENPCなどを訪問し、講義聴講や学生交流を行う海外大学研修プログラムを提供しています。さらにMITへの半年間の交換留学制度も開始しました。

またトロント大学、清華大学、ソウル国立大学、国立台湾大学などと連携し、大学院生が企画・準備を担うワークショップを多数開催しています。未来のマテリアル工学を担う学生同士が、若いうちから国を超えた友好を持つことは、多くの刺激となるだけでなく将来貴重な財産になることでしょう。



マサチューセッツ工科大学(MIT)



スイス連邦工科大学ローザンヌ校 (EPFL)



トロント大学



国立台湾大学

A Variety of Exchange Programs

私の留学体験記

Message

マテリアル工学科
↓
スイス連邦工科大学
ローザンヌ校 (EPFL)

2020年 学部3年~4年時留学
小谷 夏子
Natsuko Kodani



スイスのローザンヌに位置する EPFL には、欧州各国はもとより世界各国から学生と研究者が集まっています。日本にはない多様な文化・考え方・生き方を目の当たりにしたことによって、私の人生観は大きく影響を受けました。

EPFLでは、講義、グループプロジェクト、研究の3本柱で広く深く材料学を学びました。新型コロナウイルス感染症流行によるオンライン授業への移行は非常にスムーズに行われ、整備されたオンラインシステムの下、支障なく学業に専念することができました。グループプロジェクトでは、ナノマテリアルやバイオマテリアルなど授業のテーマに沿って学生同士、Zoom を使って議論し、発表をしました。

非英語圏の学生の語学力の高さに驚き、プロジェクトの取り組み方や発表の工夫から非常に刺激を受けました。研究については、各研究室の学生向けテーマに応募し受け入れてもらいました。生体センサー用電極の表面処理というテーマで実験を行い、文献調査を経てレポートを書きました。

コロナ禍においても、留学の目的であった「EPFLで材料学を学ぶこと」と「多様な文化を経験すること」を達成できました。現地で感じた空気や見た景色と世界中にいる友人は、私にとって宝物です。留学するにあたって支援してくださいました東京大学とEPFLの関係者の方々、家族、友人に感謝申し上げます。

マテリアル工学科
↓
マサチューセッツ
工科大学 (MIT)

2018年 学部3年時留学
杉本 悠太郎
Yutaro Sugimoto



MITへの留学は、私の人生のうちで最も価値ある経験の一つとなったことは間違いありません。私が最も魅力的に感じたのは、学生の多方面に及ぶ高度な興味を満たすための、自由で多岐にわたる講義やプログラムが用意されていることです。学部生であっても、最先端の研究に従事することができる UROP (Undergraduate Research Opportunity Program) というプログラムがあり、私はこれを利用して、Koch Institute という世界的に非常に有名な研究所で、研究に携わる機会を得ることができました。

米国文化の特徴だと思いますが、MITでは、学生自身が選択に責任を持ち、積極的に働きかけることが求められています。講義やUROPを自ら探して受講し、自分の課題を進めていくのもその一つ。とても基本的なことですが、それらの実践を通して、自らの前に広がる可能性の広大さに、改めて気づくことができました。また、日本ではあまり見られない文化や人種の多様性も、視野を広げるための良い機会になりました。互いが違いを尊重し、違いを良いものとして祝福することは、学問の分野で成長していくための原動力になると確信しています。

先輩たちに聞きました。

マテリアル工学科の魅力って何ですか？



A: バイオマテリアルコース

博士課程 3年

Yukihiro Kanda

神田 循大さん



○自ら主体的に挑戦する人に最適の環境

マテリアル工学科では、学部生の頃から海外大学研修プログラムなどへの参加機会があります。色々なことに挑戦したい人には、時間と機会を有意義に使って、自分のペースで自発的に研究を進められます。先生方や研究室の仲間たちなど、頼れる人はたくさんいます。自分を高め、成長していくには最適の場所です。

B: 環境・基盤マテリアルコース

修士課程 2年

Kazuki Tani

谷 和樹さん



○基礎力育成と興味に応じた自由度の高いカリキュラム

金属、半導体、高分子などの様々な材料の基礎を幅広く学ぶことができるだけでなく、材料が環境に与える影響や、生体材料に求められる性質を理解するために必要な生物の基本的な仕組みについても学習することができます。また「マテリアル工学自由研究」や「マテリアル工学輪講」といった、少人数のグループ学習で深く学ぶ経験ができるのも、ここならではのいいカリキュラムだと思います。

谷さんの時間割例 (3年S1)	S1	月曜日	火曜日	水曜日	木曜日	金曜日
1限	材料電気化学	応用熱力学		材料電気化学	応用熱力学	
2限	組織形成論	材料強度学	数学2F	組織形成論	材料強度学	
3限	マテリアル工学実験I	材料反応工学		マテリアル工学実験I	材料反応工学	
4限		固体物性学			固体物性学	
5限						マテリアル工学輪講

C: ナノ・機能マテリアルコース

博士課程 2年

Toshihiro Futazuka

二塚 俊洋さん



○多角的な考え方が身につく、社会で役立つ知識(力)になる

マテリアル工学科の講義では、同じ内容が違う講義で、異なった視点から説明されることがあります。マテリアルサイエンスの基礎・基本を複数の視点から学ぶことになるため、学ぶこと自体も楽しいですし、自然と多角的な考え方が身に付きます。このように得た知識は、様々な環境で必ず役立つと思います。

詳しい情報は、マテリアル工学科の特別WEBサイトで紹介しています。是非チェックしてください。

<http://www.material.t.u-tokyo.ac.jp/>



専門性を活かした総合力を発揮して、多様な分野で幅広く活躍。

当学科では、これまでに、5000人を超える卒業生を輩出しており、多くの先輩が社会の第一線で活躍しています。昨今、産学連携に力を入れており、産業界とも強い結びつきを持っています。就職では、多方面に強みを発揮する当学科ですが、ほとんどの学生は、工学の学問を深めるために修士課程に進学します。さらに博士課程へとステップアップしていく学生も少なくありません。

研究・教育機関だけでなく企業のグローバル化も進む現在、博士号取得はスタンダードになりつつあります。これからの時代は、その専門的知識に基づいた独創性が重要な役割を果たすことになるでしょう。

就職はもちろん、進学に関するサポートもマテリアル工学科では充実しています。是非とも当学科でスペシャリストとしての道を極めてください。



2017~2021年度

その他

NTTデータ/ソフトバンク/日本ユニシス/ANA/JR東海/三菱UFJ銀行/三井住友銀行/三菱商事/住友商事/伊藤忠商事/JAL/三菱総研/野村総研/大和総研/TBS/サイバーエージェント/Google/フリー等。

マテリアル・化学関連

日本製鉄/JFEスチール/神戸製鋼所/UACJ/住友金属鉱山/旭化成/AGC/東レ/京セラ/三菱ケミカル/住友化学/住友電気工業/フジクラ/三菱マテリアル/JSR/ブリヂストン/信越化学工業/富士フイルム/花王/アステラス製薬/武田薬品工業/JX金属 等。

大学・官庁・研究所関連

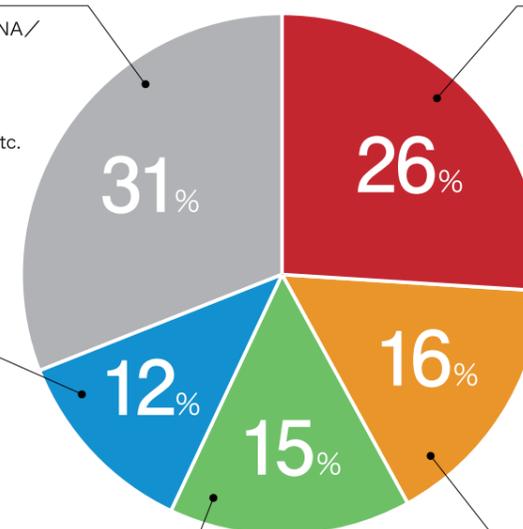
東京大学/東北大学/東京理科大学/物質・材料研究機構/経済産業省/総務省/国土交通省/特許庁/鉄道総合技術研究所/電力中央研究所/ファインセラミックスセンター 等。

電気・電子関連

日立製作所/富士通/日本電気/東芝/ソニー/三菱電機/パナソニック/シャープ/キヤノン/ニコン/古河電気/東京エレクトロン/デンソー/NTT/日本IBM 等。

エネルギー・機械・重工関連

トヨタ自動車/日産自動車/本田技研工業/スズキ/三菱自動車/SUBARU/三菱重工/川崎重工/IHI/コマツ/豊田自動織機/関西電力/北陸電力/東京ガス/ファナック 等。



Bio materials

バイオマテリアルコース

詳しい情報は
こちらから



いのちと健康へのまなざし、
それは新たな創造へのチャレンジ。

次世代の高度で
豊かな医療環境社会の実現を目指す
マテリアル最前線。

バイオマテリアルは、失われた身体の機能をできるだけ正常に近い状態に回復させるために利用するマテリアルで、人工臓器、検査診断、薬物・遺伝子治療、再生医療などで利用されます。本コースは、細胞・DNA・タンパク質といった生体の機能としくみの理解、マテリアルのナノプロセッシング技術の開発、ナノスケールでのマテリアルの機能・構造解析を通して、目的の機能に応じた人に優しいバイオマテリアルの創製と、それをを用いた医療システムの構築を目指しています。

バイオマテリアルコースでは、材料をベースに、医療やヘルスケアに貢献する研究をしています。材料研究の特長やこれからの将来展望まで、先生方にお話を伺いました。

Interview

工学思想 × バイオマテリアルで 「真に役立つ素材」を開発

秋元 我々のバイオマテリアルコースでは、高分子材料や医療、バイオテクノロジーをメインキーワードとして研究を行っています。そして、カリキュラムはとてユニーク。演習などは他コースの学生と一緒に受講します。一見、全く違う分野にも思える研究発表に加わることで、他研究の手法が応用できることを学び、刺激的なディスカッションが始まる、ということも。自らの価値観を磨き、常に違う視点で研究をとらえながら、大きなくくりで材料研究を進める・・・そんな環境が整っています。



ゲル界面研究をベースに、学問の壁を越えたテーマ開拓に取り組む。「フィジカル面だけでなく、メンタル面での QOL(Quality of Life) を高められる世の中にしてゆきたい。」分野横断の楽しさや大切さを実感。

秋元 文 准教授
Aya Akimoto



薬を患部に届ける“ドラッグデリバリーシステム”を使った、ナノ医薬開発が専門。「進めてきたナノ医薬の臨床試験がまもなく始まります。医療材料を患者さんに届けるのが一番の目標だったので、大きな第一歩です。」

宮田 完二郎 教授
Kanjiro Miyata

宮田 マテリアル工学科3コース共通の特長として、「どういう材料を使うのか」「材料のどのような特性に注目するのか」という、材料の特長や面白さを引き立てる視点から研究する、という点があります。それを支えるのは、材料の性質を解析する様々な技術や装置、そして幅広い専門の先生方です。横のつながりで、「こんなに面白い材料があったのか!」と教えられる機会も。

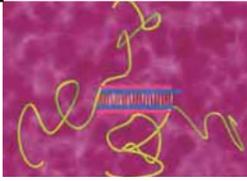
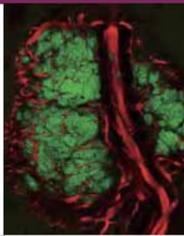
もう一つは、工学部での医療材料研究という点。基礎的な物性をしっかり解析しつつ、「何に使えるのか?」ということを強く意識しています。社会や企業とのつながりも強い学科なので、「世の中でどう役に立つのか」という面からも意識の高い学科ですね。

Faculty Interview

面白さを自ら発見できれば、
研究は始まっている。

宮田 研究は、自ら面白さを発見することから始まる、と考えています。そのため、ある程度学問分野を広く知る必要がある。A コースのバイオ材料と、B コースの金属・構造材料やC コースのナノ材料とは、違いはもちろんですが、似た点もあります。それを理解した上で、バイオより金属やセラミックスの研究に興味を持てば、自由に変更していけばいい。この自由さが、マテリアル工学科の良さだと思います。

秋元 特に学生の頃は一つの価値観に固まってしまうがちで、壁にぶつかった時に動けなくなる人が多いと感じます。でもこの学科では、色々な価値観を学びながら研究できるので、一つの価値観でだめだと思っても、実は違うところに突破口がある、というような経験ができる。これは、タフにやり続けられる人材を育成する上で重要なことだと思います。



SNS で加速化する世界。
研究はさらに面白くなる

秋元 今は SNS で人と人の距離感が近くなっていて、クラウドファンディングなど新しい資金調達の方法も考えられるので、研究にもすごく面白い時代がきていると感じます。オンタイムで海外の仲間とディスカッションしたり、分野が違う人とネットワークをつくったり、という経験は、立場の違いを超えて新しい価値を創り出す力に繋がります。新しいことに挑戦しやすい時代になっているのではないのでしょうか。マテリアル工学科には、学生時代からこんな経験を積むためのフォロー体制があります。

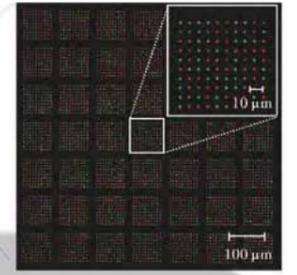
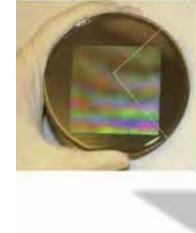
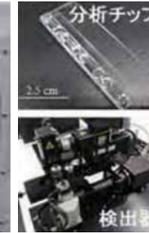
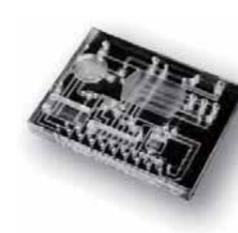
宮田 新しい材料や技術が生まれると、今までできなかったことが実現できるようになりますし、これからさらにスピードアップしていくと考えています。バイオ材料分野は、金属などに比べると若い産業で、これからさらに期待が集まっています。最近、マテリアル工学科からの技術特許が、東大発のバイオベンチャーにライセンスされ、実用化が進められることも多くなりました。私のナノ医療分野でも、プロトタイプとしての製品化が加速しています。若手研究者にはさらに面白い時代になるのではないのでしょうか。期待したいです。

一木・竹原研究室

ナノテク・材料技術で医療・ヘルスケアを革新

ナノテクノロジー（超微細化技術）とバイオテクノロジーの本格的融合により、従来の物質科学、エレクトロニクス、バイオ等の分野の境界が急速に取り払われています。これからの医療・ヘルスケアの分野を革新するナノバイオ技術の登場です。代表的な例として、微細加工技術を用いた近未来の診断装置があります。血中を滞留する微量の RNA を自動で分離・精製して、その塩基配列を迅速に解析し、がんの診断を行うデバイスの開発を行っています。予測、予防医療が可能になれば、世界中の多くの人々を難病から解放することができます。また、様々な難治疾患の診断

や治療への応用が期待されているエクソソームなどのナノ粒子計測システムや、体内に埋め込むことが可能な脳計測デバイスなど、医学、生命科学分野に広く貢献するデバイスを作る技術を開発しています。さらに、このようなバイオセンシング全般を支える基盤技術として、特定の物質と強い相互作用をするセンサー分子を、核酸やタンパク質、ペプチド等の生体分子の構造変化により取得する技術が重要です。このために、配列を組み換えた膨大な数の DNA を自在に操作して、チップ上に整列させ、大量の変異タンパク質を一度に合成する技術を開発しています。



■血液中マイクロ RNA を測る がん診断デバイス

■ナノ粒子(エクソソーム等)計測システム

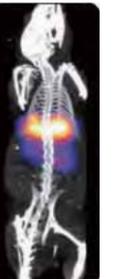
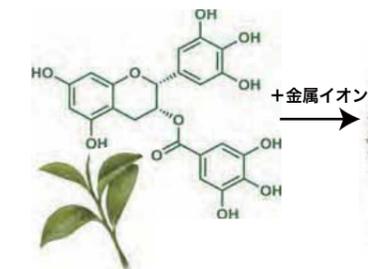
■超高集積 DNA アレイによる分子機能改変

江島研究室

動植物から学ぶ材料デザインとモノづくり

お風呂で濡れた肌に絆創膏を貼ることを想像してみてください。普通の人工接着剤では水に濡れた表面を強く接着させるのは困難です。これは被着体表面が接着剤と接触するよりも水に覆われている方が界面自由エネルギー的に安定だからです。一方で自然界に目をむけてみると、海棲動物であるホヤは長年の進化の過程で、海中でも強固に接着できる能力を獲得しました。ホヤの接着機構にヒントを得た新たな高分子材料を設計し合成すると、水中で様々な材料を強固に接着で

きることがわかってきました。この研究が進めば手術時に湿った臓器を迅速に閉塞し、体液や空気漏れを防ぐことができるようになります。また植物性ポリフェノールを構成要素とする粒子やフィルムの作製技術を開発しています。ポリフェノール膜で被包化することで酸化に不安定な物質を保護することができます。生物はアイデアの源です。長年の進化の過程で最適化された生体材料の設計指針を規範として、社会問題の解決に貢献する材料開発を目指しています。



■ホヤの接着メカニズムに学ぶ生体組織接着剤

■緑茶ポリフェノールから得られるナノカプセルとその体内動態



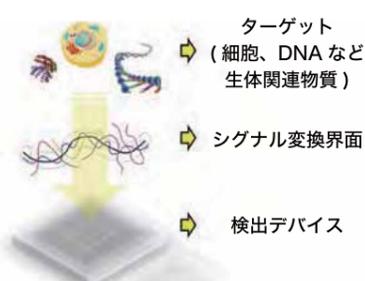
坂田 研究室

体外診断医療を支えるバイオセンシング技術

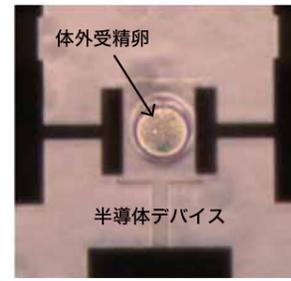
近年、医学、薬学、工学など様々な学問分野が異分野融合し、これまで以上に自然科学の解明や医療に関する臨床現場での技術の発展が進んでいます。その中で、高齢化社会を迎えた今、循環器系の疾患やがん、アルツハイマー、骨粗鬆症といった様々な病気で苦しむ患者が増加し、QOL(Quality Of Life) 向上のための方策が必要とされています。特に、それぞれの疾病を治療する医療現場での技術、新薬の開発、さらには診断技術における新原理の創出やその高精度化が重要となり、なかでも診断技術では生体を害することなく計測できる技術が強く求められています。

生体の機能は、細胞ではイオンチャネルからのイオンの出入りが細胞間コミュニケーションを担い、タンパクや DNA 分子はイ

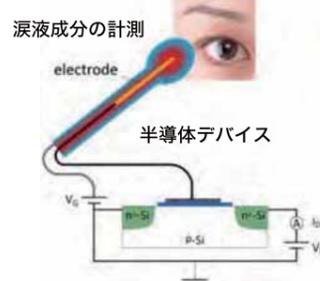
オン性分子です。つまり、生体の機能を直接計測するには、イオンやイオン性分子の電荷を簡便に捉えることが重要と考えられます。我々の研究室では、半導体トランジスタの基本原理解である電界効果を利用したセンシング技術により、DNA、タンパク質、細胞などの生体機能をそれぞれ固有の電荷の振る舞いとして捉え、生体機能 / シグナル変換界面 / 半導体といったデバイス 3 要素に着目し、一連のデバイス創製に関する諸課題に取り組んでいます。同時に、「生命現象の新たな発見には新しい方法論が伴う」と考え、新しい方法論の創出と生命現象の理解・解明が我々のバイオセンシング技術探求のモチベーションにもなっています。



■バイオセンシング構成 3 要素



■移植前診断に向けた細胞センシングデバイス



■血液フリーの涙液成分計測

吉田・秋元 研究室

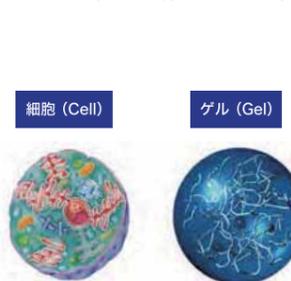
高分子ゲルを用いた生体機能材料・人工バイオマシンの創製

細胞 (Cell) とゲル (Gel) はその物理化学的な性質においてよく似ています。ゲルの性質の中には、生命の本質に迫る、共通かつ普遍的なメカニズムがあります。その本質を抽出し、うまく利用すれば、ゲルを使って細胞と同等な機能 (運動機能、物質輸送機能、情報変換・伝達機能など) を持つ材料を人工的に作ることができます。

当研究室では、生体を手本とし、その機能を代替したり模倣したりする材料・システムを、高分子ゲルを使って人工的に設計・構築することを試みています。とくに、心臓のように一定条件下で自律的に拍動するゲル、「自動振動ゲル」を世界で初めて実現しました。その研究をさらに展開させ、自ら歩くゲル (人工尺

取り虫) や蠕動運動するアクチュエータ (人工腸)、材料表面に修飾された高分子鎖が周期的に伸縮するポリマーブラシ (人工繊維)、細胞のような構造・形態変化を周期的に起こすベシクル (人工細胞)、自律的にゾルゲル転移を繰り返す高分子溶液 (人工アメーバ) などの創製を行っています。

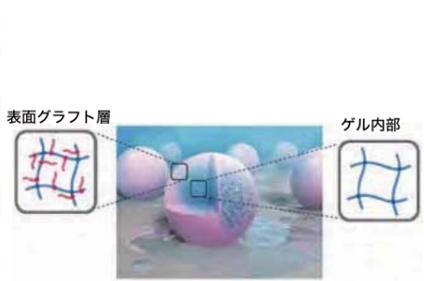
また、バルクゲルの表面に着目し、表面構造・物性を任意に制御することで新たな機能性ゲルの創製を行っています。この研究では、ゲル相 / 水相界面、ゲル相 / 細胞界面を熟知することで生体内組織モデルの構築、細胞培養材料の開発を行い、生体内で起こっている現象を理解することを目指しています。



■細胞とゲル



■自動振動高分子ゲルとその応用展開



■ハイドロゲル表面工学

先輩からのメッセージ

新規ゲル材料の創製により医療に革新を



酒井 崇匡

Takamasa Sakai

東京大学 大学院工学系研究科
バイオエンジニアリング専攻 教授

2002年 マテリアル工学科 卒業
2004年 マテリアル工学専攻 修士課程修了
2007年 マテリアル工学専攻 博士課程修了
同年 マテリアル工学専攻 特任助教
2011年 バイオエンジニアリング専攻 助教
2015年 バイオエンジニアリング専攻 准教授
2020年 バイオエンジニアリング専攻 教授
マテリアル工学科では吉田亮研究室に所属



○ご自身の研究内容について教えてください。

私は、高分子ゲルという材料の研究をしています。高分子ゲルとは、三次元状の網目構造を作った高分子が水などの溶媒を含んで膨潤したもの。特にハイドロゲルは、ゼリーやソフトコンタクトレンズなど、人の生体組成に近いバイオマテリアルとして身近に利用され、非常に高いポテンシャルを持つ一方で、力学的強度が低く、物性の制御が困難なため、材料としては未成熟の分野でもあります。

私たちの研究室では、ゲルの物性を精密に制御することにより、バイオマテリアルとしての実用化を目指した研究を行っています。

○ゲルの世界的な研究動向について教えてください。

ゲルを強くすることが世界的なブームですが、強いだけでなく、壊れても自己修復するようなゲルも開発されています。ま

た、ゲルは再生医療の際の足場材料としても注目を集めており、多能性細胞の増殖や分化を制御する研究も多く行われています。近年では、Science や Nature などのハイ・インパクトなジャーナルに多くのゲルの研究が掲載されています。

○学生へのメッセージをお願いします。

私がマテリアル工学科に進学した大きな理由は、自分の可能性が一番狭まらない場所だと思ったからです。「進振り」(現: 進学選択) では進路にだいぶ悩みましたので。

マテリアル工学科では、金属に始まり、プロセス論、半導体、エコ、果てはバイオまで非常に多分野のことを学ぶことができます。当時は、色々ときつかったこともありましたが、今となれば、材料全般について広範な知識を持っていることや、材料工学の視点を持っていることは、自分の強みだと思います。是非、マテリアル工学科で、自分の可能性を広げてみませんか？

マテリアル工学の知識を活かして世界の人の日常を豊かに



清水 美希子 (旧姓上野)

Mikiko Shimizu

花王株式会社
感覚科学研究所

2015年 マテリアル工学科 卒業
吉田研究室に所属
2017年 マテリアル工学専攻 修士課程修了
山崎研究室に所属
同年 花王株式会社へ入社
2019年1月取材



香り開発のための家庭訪問調査 (タイ)

○ご自身の仕事内容についてわかりやすく教えてください。

私は、ASEAN や中華圏をターゲットとした衣料用柔軟仕上げ剤の香り開発を担当しています。香り開発は、数千種類の香料を調合して香りをつくるパフューマー (調香師) と、香りの方向性を決めて評価をするエバリュエーター (評価者) という 2 つの専門職が協力し合って進めます。私はエバリュエーターとして、商品像や使用ニーズに合わせた香りを設計しています。現地家庭への訪問調査を自ら行うなど、評価・調査等の試行錯誤を経て香りが完成します。

○化学メーカーの研究職を選んだきっかけは？

学部時代は再生医療の生体材料 (ハイドロゲル)、大学院では核酸 (DNA) 医薬品を研究対象としていました。進路選択にあたり、「消費者により身近な製品の研究開発に関わりたい。人々の日常生活をより豊かにしたい。」という思いを胸に就職を決めました。

○ここで学んだことはどのように生かされていますか？

今の仕事では、におい物質の物性や、衣類上での挙動の理解はもちろんのこと、人におい感じ方や気持ちを理解することも大変重要です。そこで、有機材料の化学的知識以外にも、生物学・心理学など幅広い知識の習得に努めています。在学中は苦手分野の習得に苦勞もしたのですが、「理解できた」と実感できるまで先生や友人に質問して学びました。その知識は、社会に出てからも非常に役立っています。

○学生へのメッセージをお願いします。

世の中の全てのものはマテリアルから出来ています。“もの”を、物理・化学・生物といった分野の枠を超えて学びたい方には、マテリアル工学科を絶対お勧めします。また、本学科の先生方は、面識のない駒場生だった私にも、とても丁寧に対応して下さいました。皆さんも自分から相談してみてください。研究室配属や就職といった大事な節目で、一人一人が納得いく選択ができるよう、学科全体でサポートする体制が整っています。

Eco materials

環境・基盤マテリアルコース

詳しい情報は
こちらから



限りある資源に配慮し、
持続可能な社会の実現を目指して。

環境の世紀、
拓く新しいマテリアルとプロセスの創出
そして叡智の世紀へ。

21世紀は「環境の世紀」と言われています。社会を支える様々な製品や構造物が地球環境や資源消費に及ぼす影響は多大であり、それを支えるマテリアルの高性能化が重要です。本コースは、マテリアルの機能発現に向けた材料開発、プロセス設計、信頼性設計を基に、地球規模の環境を考えるうえで必要なライフサイクルアセスメントや、環境調和性の定量的評価を通して、「ECOの時代」を拓く新しいマテリアルとプロセスの創出を進め、環境問題解決に取り組んでいます。

環境・基盤マテリアルとは？聞きなれない研究分野ですが、このコースならではの研究フィールドや、社会基盤を支える構造材料の重要性について、先生方にお話を伺いました。

Interview

成長する社会と 産業を支える 未来志向の研究者に！

吉田 マテリアル工学科の中でもBコースは、金属や半導体、有機材料など社会のインフラを構築するための、基盤材料の研究を主軸としています。発電所やジェットエンジン、道路や電子機器など、私たちの生活を支えるモノが、いかに環境負荷を少なく生産し廃棄・リサイクルされるかは、材料研究と密接に関わっています。つまり、私たちが新たに生み出す材料が、未来の地球環境に与えるインパクトは非常に大きく、これは重要性の高い課題です。

資源のない日本の産業において、工業素材の輸出額は現在も右肩上がりに成長しています。5年後、10年後の未来において世界で必要とされる材料は、どのようなものなのか。その生産プロセスやサイクルは、社会的に持続可能なのか。原子レベルの基礎研究にはじまり、世界や将来の社会を多面から捉える総合知を求められるのが材料科学だと思います。



吉田 英弘
教授
Hidehiro Yoshida

「基本になるのは物理や化学。インフラなど広い分野で独自の知見を役立てたい人、環境について世界規模で研究がしたい人には、是非材料研究に挑戦して欲しい。世界の誰も知らないことを研究できる楽しさが、マテリアル工学にはあります。」

白岩 私自身も社会に役立つような材料をつくりたいと、この学科を専攻しましたが、同じ材料でもさまざまなかたちで変形や破壊が起こることへの興味が強くなり、材料信頼性の分野へと移行していきました。材料の研究は分子や電子の世界から、橋やビルの構造物に至るまで、その対象やスケールもさまざま。マテリアル工学科の中でも金属だけでなくバイオやナノなど、横断的に多様なジャンルの研究者と連携して取り組むプロジェクトが多いのも、醍醐味のひとつだと思います。サイエンスとしての知識を得ながら、実際の現場でも活用しながらエンジニアリングも学ぶことができるため、材料のプロフェッショナルを目指すには、とてもやりがいのある環境です。



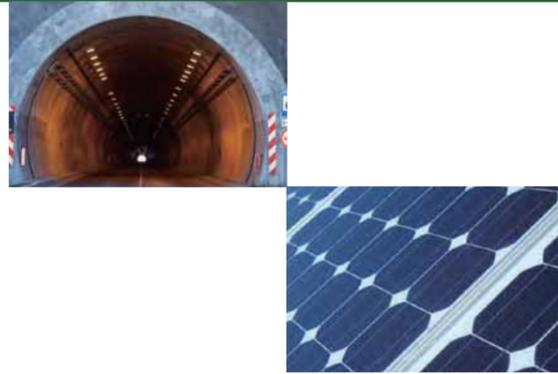
「社会に近い、というイメージで学生時代この学科を選び、教員となりました。今でもこの選択は間違っていないかと思っています。サイエンスとエンジニアリング両方のバランスがとれた学科なので、誰もが必ず魅力ある研究テーマに出会えます。」

白岩 隆行 講師
Takayuki Shiraiwa

時代を牽引する
地道な研究努力と
最新技術

吉田 私が手掛けてきたセラミックスの研究も、1980年代から基礎研究が盛んになり、永い歳月をかけて、世界的にも注目される産業へと成長してきました。材料科学の研究で新たな発見が生まれてから形になるまでには、最低でも10年はかかっていたのではないのでしょうか。

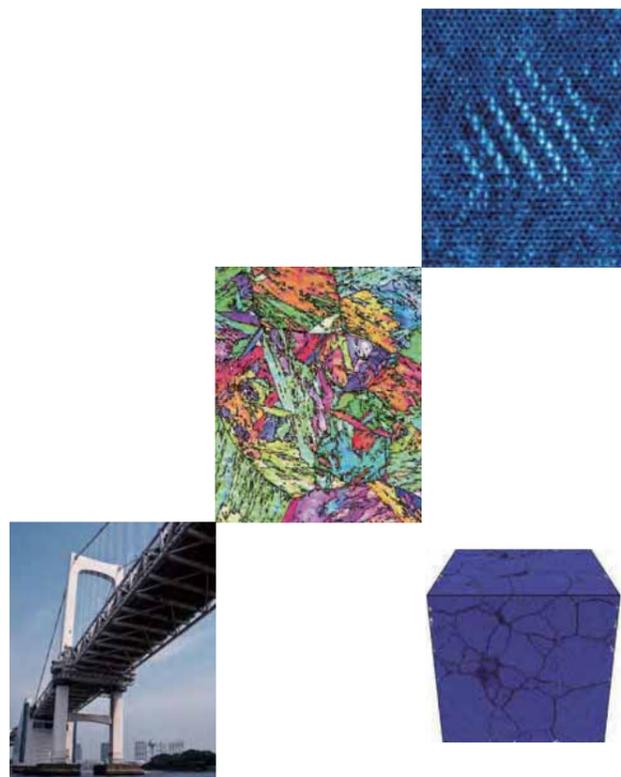
白岩 バイオやナノの分野と比較すると、構造材料は永く使われる材料ということもあり、長期間かけてじっくりと研究に取り組めるのも、本コースの特徴です。最近では、過去のさまざまな実験データを集めて解析を行う、データサイエンスなどにも取り組んでいます。この学科で行われてきた長年の研究データや解明されてきたメカニズムを蓄積し、それらの複合的なデータから新たな物理モデルを構築・予測することで、これまで10数年かかっていた基礎研究なども大幅に短縮できるようになってきました。長期スパンの研究で得た知識とデータサイエンスという両輪で、その時代時代に求められる最新の研究を進めています。



材料科学の世界では
失敗こそが最大の発見に

白岩 材料を学ぶということは、時代や社会の先を読むチカラを身に付けることが必要となります。IoTなどの最新技術は約10年前から取り入れ、鉄鋼生産現場での二酸化炭素の削減は数10年前から研究を続けています。未来の私たちを取り巻く環境をどのようにより良いものにするのか。材料は顕微鏡の中だけでは見つけられない、たくさんの可能性を秘めています。

吉田 材料科学はまだまだ新しい物理が生み出される分野です。試験というものは正解か不正解の二択となりますが、研究に失敗はありません。実験を重ねていると多くの場合、想定通りの結果が出ますが、思わぬ結果が出た時こそがチャンスになります。初めて研究を行う学生たちには、新しいアイデアやひらめきがたくさんあり、それはいたずら心のようなものでも、そこには必ず新たな発見があります。僕にとって教員や学生という垣根はなく、皆同じ研究者だと思っています。基本となる物理や化学の基礎学問に興味がある人は、是非私たちと共に挑戦して欲しいです。

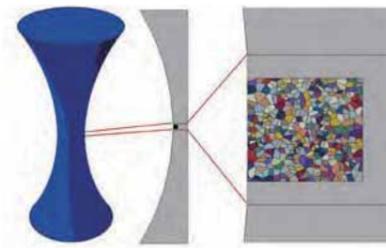


榎・白岩研究室

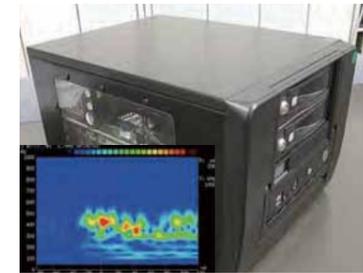
マルチスケールでの構造材料の信頼性評価

構造材料は社会生活を支える様々な製品や構造物に使われている材料であり、その時間依存の力学的な性能（例えば疲労性能）の向上や維持が要請されています。最近特に環境負荷を低減するために、以前に比べて高性能な材料を迅速に開発することが求められてきています。一方、国内では高度経済成長期に整備されたインフラに用いている材料の劣化が深刻な問題となっており、そのため、材料をマルチスケールでとらえ、その性能を予測・評価あるいは計測することが必要となってきています。

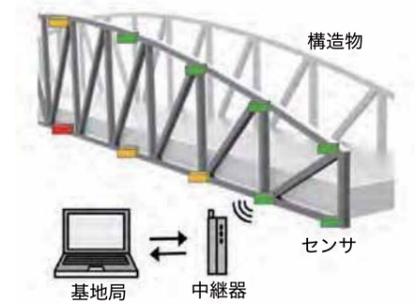
そこで、材料の微視組織に強く依存し、しかも評価に時間がかかる種々の性能を、シミュレーションを用いて迅速に行うことが可能なマテリアル・インテグレーションシステムの開発を行っています。また、そうして設計された材料の製造・加工の際に発生する微小な欠陥を検出するために、アコースティック・エミッション（超音波）を用いた計測システムの開発、さらには、大型構造物の長時間での劣化を診断する構造ヘルスマonitoringのためのワイヤレスセンサネットワークの構築なども行っています。



■疲労性能予測シミュレーション



■アコースティック・エミッション
連続計測システム



■構造物診断ワイヤレスセンサネットワーク

南部研究室

次世代の革新的構造材料を実現する材料組織制御

省エネルギーや排出CO₂低減のため、自動車に代表される移動体の軽量化が強く望まれています。そのため移動体を構成する構造材料の高強度化により構造物の軽量化が進められていますが、加工性や衝突安全性などの観点から強度だけでなく延性の確保も重要であるため、両者を高いレベルで両立する構造材料の開発が不可欠です。そこで我々の研究室では、材料の組織をナノ・ミクロ・マクロの様々なスケールで制御し、さらに複合化や複層化、微細化を重畳することによって、その性能を飛躍的に向上させ、革新的な鉄鋼材料や新たな金属材料の創製を進めています。

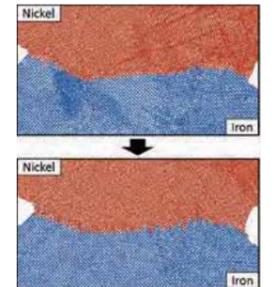
マルチスケールでの組織の形成機構の解明や制御、組織構成の多様な複合化や複層化、さらに構造物のマルチマテリアル化に対応する異種材料接合の鍵となる異相・異材の界面の解明と制御の研究を進めています。その一つとして、超高強度の鋼と延性に富む鋼を層状に重ねた複層鋼板や、軽量のマグネシウム合金と延性に富む鋼を重ねた複層金属材料を提案し、構成する材料の特性や層間の界面強度、さらに層厚や体積分率を制御することによって、これまでの材料では達成できていなかった超高強度かつ高延性な革新的材料を実現しています。



■結晶方位等を解析可能な電子顕微鏡



■開発した複層鋼板の断面観察（光学顕微鏡）



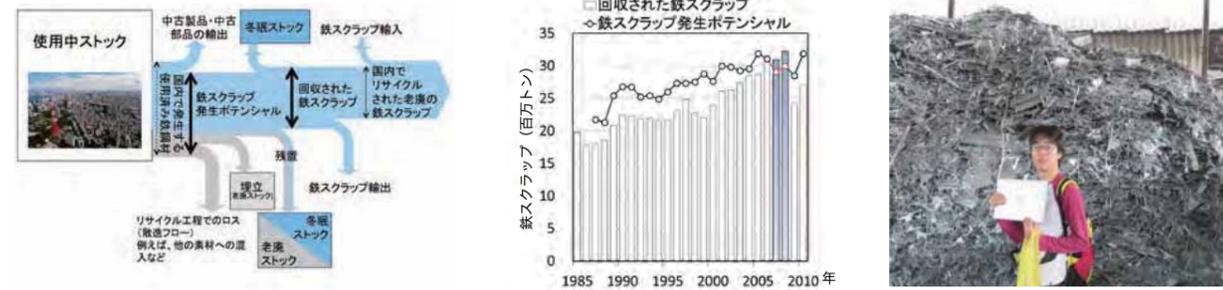
■異種材料間の界面形成過程の
経時変化シミュレーション

星野研究室

持続可能にマテリアルを使う社会へ

国連総会で採択された「我々の世界を変革する：持続可能な開発のための 2030 アジェンダ」(持続可能な開発目標 (SDGs))を達成するために、高性能なマテリアルは欠かせません。一方で、社会における様々な環境制約に適ったマテリアルの使い方も、マテリアルの機能向上と同等に重要な課題と言えます。例えば、全世界が再生可能エネルギーに準拠した電力システムに移行するためには、現行の技術では、いくつかの元素の供給量が不足することが予想されています。工業的に生産され、使用された後のマテリアルは、なるべくリサイクルすることが望まれます。しかし、社会でのリサイクルの実態は、様々な主体が関わっていて、解明されていない事象が多く残っています。そこで、持続可能な循環

利用に向けて、使用済み製品からのマテリアルの回収実態の解明、リサイクルによるマテリアルへの不純物混入の要因分析、リサイクルを促進するための制度の提案など、熱力学的なプロセス上の制約などマテリアル工学の知見を基礎として、学際的に循環型社会の実現に寄与しています。さらに、工業的に利用される元素の種類が増え、その消費量も増加している社会において、将来における社会全体でのマテリアルの需要量と環境制約の関係を明確にすることが必要と考えています。新しい評価のアプローチを開発し、マテリアル工学の社会での貢献度を評価すべく研究を進めています。



■社会から排出された後の物質フローモデル
 ■使用済み鉄鋼材は回収されるまでしばらく『冬眠』することも
 ■ベトナムでの現地調査

森田研究室

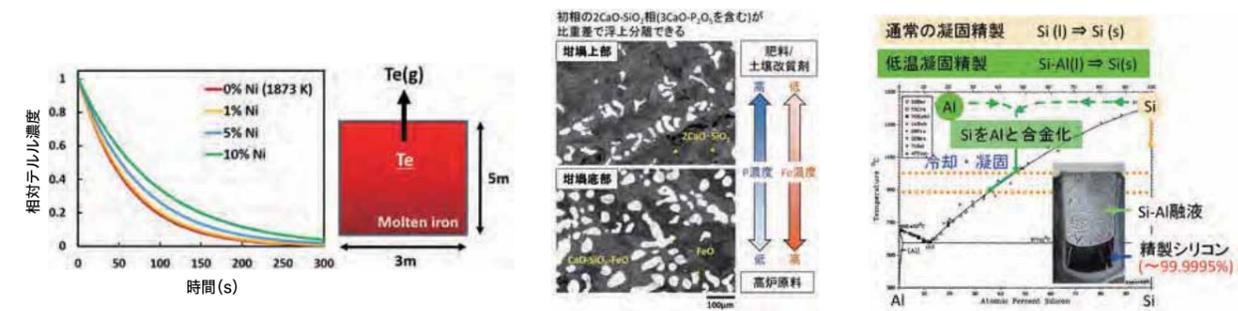
持続可能な開発目標のための高度材料循環プロセス開発

当研究室では、鉄鋼や半導体シリコンを中心とした基盤材料の高度な循環プロセス開発に関連する物理化学研究を通して、持続可能社会構築への貢献を目指しています。

我が国では、1億トンに及ぶ粗鋼生産に伴い、約2億トンのCO₂、4000万トンを超える副生物(スラグ)を1年間に排出しており、鉄鋼製造プロセス革新は大きな環境改善効果をもたらします。また、持続可能社会を実現する上では副生物の有効利用・高付加価値化やスクラップ鉄源の循環促進も重要な課題です。製鋼温度における熱力学的性質や諸物性の評価による鋼の精錬、介

在物の形態制御に関する考察のほか、製鋼スラグの冷却条件制御による高付加価値化に関する研究を行っています。

また、再生エネルギーの普及に伴い需要が激増する太陽電池原料用シリコンの安価な革新的精製プロセスとして、合金溶媒から低温でシリコンを凝固析出させ、CZ(チョクラルスキー)法等の通常の凝固精製では除去困難なホウ素やリンの偏析効果を飛躍的に高める低温凝固精製法(Solvent Refining)を開発しました。現在は、合金溶媒組成の最適化やフラックス処理の組み合わせによる精製効率の向上を目指しています。



■テルル(Te)(快削鋼添加元素)の溶鉄からの蒸発速度と合金元素(ニッケル, Ni)濃度の影響
 ■製鋼スラグの冷却速度制御による高付加価値化
 ■太陽電池原料用シリコンの低温凝固精製法

先輩からのメッセージ

社会基盤を支える「タフ」で「人に優しい」究極の材料を目指して



南部 将一

Shoichi Nambu

東京大学 大学院工学系研究科
マテリアル工学専攻 准教授

2002年 マテリアル工学科 卒業
 2004年 マテリアル工学専攻 修士課程修了
 2007年 マテリアル工学専攻 博士課程修了
 同年 マテリアル工学専攻 産学官連携研究員
 2008年 マテリアル工学専攻 助教
 2013年 マテリアル工学専攻 講師
 2019年 マテリアル工学専攻 准教授
 マテリアル工学科では複研究室に所属



○ご自身の研究内容について教えてください。

材料の特性や性能は構成する元素だけでなく、その内部の微細構造、つまり組織によって大きく変化します。例えば自動車に使用されている材料は主に鉄鋼材料ですが、非常に強い鋼から加工しやすい鋼まで実に様々な特性を有する鉄鋼材料によって構成されています。同じ鉄鋼材料といってもその組織を変える、すなわち制御することによって非常に幅広い特性を実現できるのです。ナノ・ミクロンオーダーの析出物や結晶粒がどうやって生成するのか？ミクロン・ミリオーダーにおいて特性の異なる材料や相をどう組み合わせるのがよいのか？など様々な要素を考え組み込むことによって優れた材料を創成するための「材料組織制御」について研究しています。

○マテリアルで学んだことはどのように生かされていますか。

マテリアル工学科では鉄鋼材料やポリマー材料など様々な材料について、これらの製造プロセスから実際の使用まで、そし

て原子・分子から実部材まで、といった非常に幅広い知識を身につけることができます。私の場合は構造物で使用される材料を研究していますので、どのような素材をどういうプロセスで作製すれば優れた特性や性能が発揮できるのか、色々な選択肢の中から検討する際にマテリアル工学科で学んだことが非常に役に立っています。

○学生へのメッセージをお願いします。

マテリアル工学科に入ってからまた色々な知識を得るための講義や実験などを行うことになりませんが、どんどん自分のできるフィールドを広げていって欲しいと思います。特にこれからは日本国内だけでなく活躍するのではなく、よりグローバルな人材が求められます。その点マテリアル工学科では海外に行くチャンスが多く用意されています。積極的に海外の大学や学会に行き、自分の研究をただ発表するだけでなく、交流や議論を通じて見識を広げ、海外の人たちと戦えるような学生になってくれることを願っています。

ここで学んだ知識と経験が自分の可能性と発想力を高めてくれた



大坪 浩文

Hirofumi Ohtsubo

JFEスチール株式会社
スチール研究所 鋼材研究部
主任研究員

2003年 マテリアル工学科 卒業
 2005年 マテリアル工学専攻 修士課程修了
 同年 JFEスチール株式会社へ入社
 マテリアル工学科では菅野研究室に所属

2018年1月取材



○ご自身のお仕事について教えてください。

私は、鉄鋼メーカーの研究所で、建築物や発電・化学プラント等の大型構造物に使用される厚鋼板や形鋼と呼ばれる鉄鋼材料の材質設計に関する研究開発を担当しています。強度や伸び、靱性に加えて、疲労特性や耐食性なども要求されるため幅広い知識が必要です。主にミクロ組織制御を通じて所望の特性を発揮できるように、最適な合金成分設計や製造条件を実験室で検討し、実機ラインでの製品製造に繋げていく仕事をしています。

○鉄鋼メーカーの研究職を選んだきっかけは？

大学では、銅合金の高温延性に及ぼす微量不純物の影響について研究しました。当時の研究室では鉄鋼やアルミニウム合金の水素脆化も検討しており、わずかな ppm の水素や不純物元素が様々な機械的特性に影響していることを知りました。鉄鋼材料はインフラや大型構造物など社会の安心・安全を支える重要な素材であり、そのような材料を一から造ることを通じて、社会に貢献できる仕事に携わりたいと考え入社を決めました。

○ここで学んだことはどのように生かされていますか？

熱力学、状態図、電気化学、転位論、材料力学などの材料設計に欠かせない理論や基礎知識を身につけることができ、現在の業務でも大いに役に立っています。特に研究室では、不純物の影響を明確にするために、高純度銅合金を自分で溶解・鋳造・塑性加工し、旋盤で引張試験片を作るなど苦労しながら実験していたことが思い出されます。最終的な材料のパフォーマンスを決めるのは、「原料から製品に至るまでの各段階での成分や組織の精緻な制御」であることを学んだことが今でも財産です。

○学生へのメッセージをお願いします。

マテリアル工学科では、金属材料、セラミックス、半導体、ポリマーなど様々な材料の基礎を学んだ上で、興味を持った材料を深く研究することができ、社会に出てからも応用範囲が広い学科だと思います。他分野・材料の基礎を知っていることが、自分の引き出しを増やし、発想を豊かにしてくれると信じています。

Nano materials

ナノ・機能マテリアルコース

詳しい情報は
こちらから



新たな機能の設計が
電気・光・エネルギーの自在な制御を可能にする。

今、新時代を拓く
イノベーションは
原子・分子スケールの世界から。

窒化物半導体やグラフェン、カーボンナノチューブのように、新たな機能を有するマテリアルの開発は生活を大きく変えるインパクトをもたらします。現在では、原子・分子レベルで物質の構造を制御するナノテクノロジーを活用して、これまでにない革新的な機能を持つマテリアルを創製できるようになりつつあります。本コースは、広い視野でナノ・機能マテリアルの研究開発をリードし、豊かな社会を実現することを目指しています。

ナノ・機能マテリアルコースは、先進テクノロジーからビッグデータ解析、IoTまで、現代の材料工学に不可欠な技術と密接につながっています。今後の研究展開についても伺いました。

Interview

半導体をはじめとするナノ材料を用いた独自のデータ収集・集積システムを作り上げるのが目標。「世界を“感じる”ことができる次世代センサを作るには、マテリアルの研究が非常に重要になってきます。マテリアル工学によりエレクトロニクスの世界を広げたいですね。」

内田 建 教授
Ken Uchida



材料工学とIoT、 実は親和性が高いんです。



澁田 Cコースでは、電子デバイスや光デバイスに用いられる半導体の研究が主流です。マテリアル工学科としての特徴は、“新たな機能を持った材料を作り、製品につなげる”ために、様々な角度から研究が行われていることです。材料の機能に関する研究はもとより、材料を生産するための制御技術や再現性に関する「プロセス研究」が行われていますし、また、私の研究分野でもありますが、コンピュータシミュレーションに基づく材料設計や開発の研究も行われています。こういった様々な人材が1つの学科に共存しているのが、Cコースの特徴ですね。

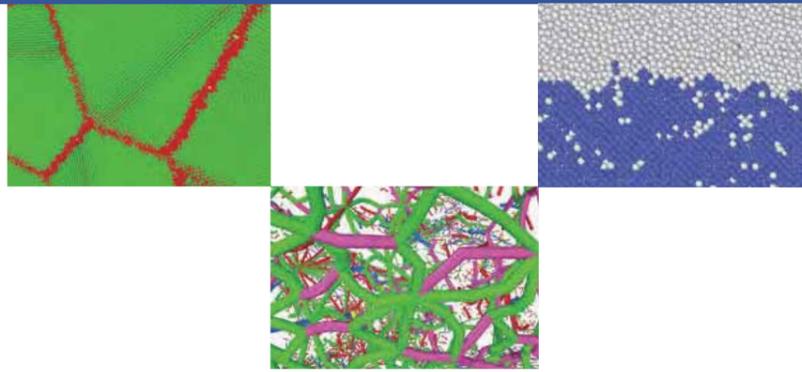
私としては、AIや機械学習などで知られるデータサイエンスと、スーパーコンピュータやGPU (Graphics Processing Unit) を活用した大規模計算とをいかに材料工学に取り入れて発展させていくか。ここに貢献したいと考えているところです。

内田 最近は新たな機能を持った材料の研究開発だけでなく、創製した材料を実際の応用分野でどのように活用するかが重要になっています。IoT (Internet of Things) という言葉をよく耳にするようになりました。これは、センサを内蔵する小型のインターネットに接続された端末があらゆるデータを収集し続け、蓄積された膨大なビッグデータを解析することで、有益な情報を獲得しようといった概念です。私が目指しているのは、様々な機能性材料を用いて開発した小型センサをスマートフォンなどに搭載し、ヒトの呼気に含まれる分子の種類と濃度を長期間計測し続け、そのデータをAIで解析してヘルスケアなどに役立てることで、これはまさに様々なモノがインターネットのように繋がるIoTの概念に当てはまるものだと思います。実は材料工学はIoTの進展に不可欠であって親和性が高いんですよ。



コンピュータの中で生まれた知見やアイデアが材料開発の現場に役立って初めてマテリアル工学に貢献できたことに。「シミュレーションやAIを活用してものづくり・材料設計することが当たり前と思える時代を切り拓くことが目標です。」

澁田 靖 教授
Yasushi Shibuta



AI 解析や複合的研究を駆使して
新たなマテリアル工学を拓く

澁田 計測を通じて蓄積されたビッグデータを AI で解析して材料を開発するという事は、昔から材料工学で行われてきた研究者の知識と経験に基づく解析をコンピュータに置き換えているだけで、その本質は変わらないと思います。長年蓄積されてきた材料工学の知識と経験を単に自己否定するのではなく、データサイエンスの手法で得られた知見に基づいて研究者・技術者の思考パターンを浮き彫りにすることで、材料工学のさらなる発展に寄与できると思います。

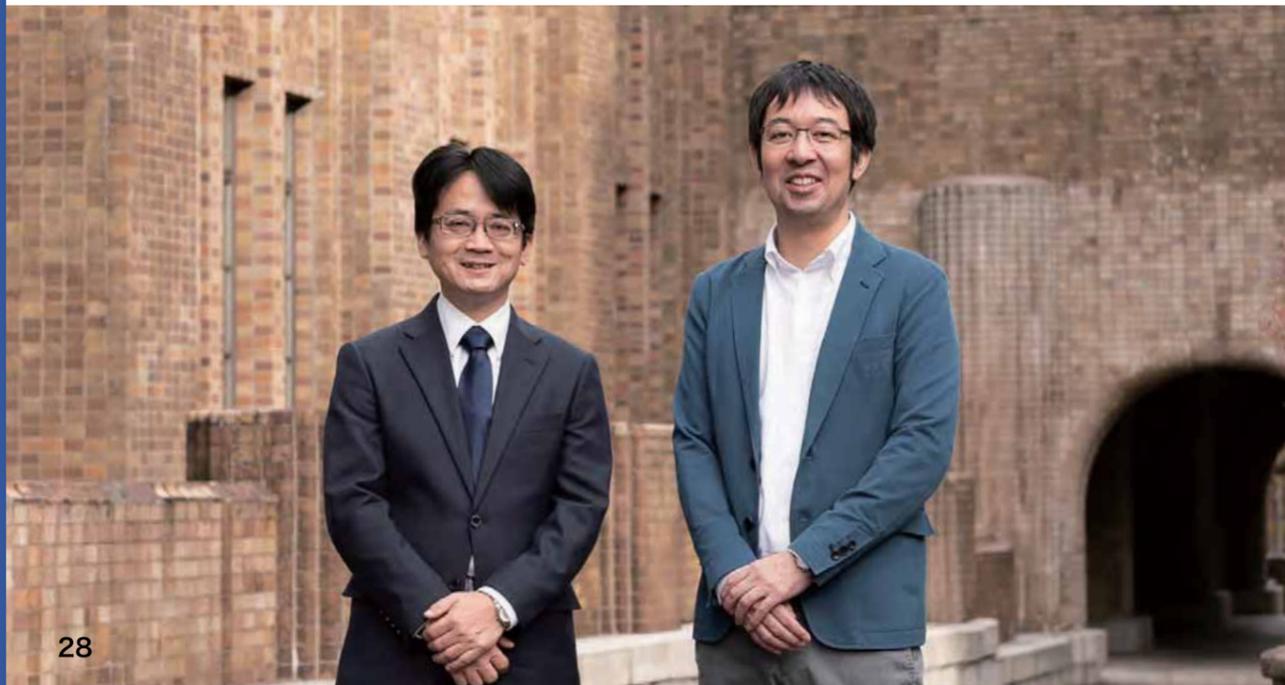
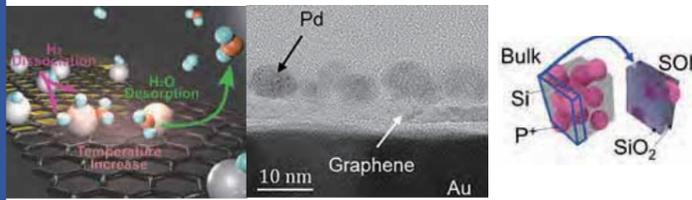
内田 これからは、より豊かな社会の実現に IoT を通じて貢献することが大切だと考えています。そのためには、センサの基盤材料となるナノスケール電子材料の特性を理解・設計し、実現したナノ材料を長期間にわたって故障無く利用する技術の構築が重要であり、また新しい材料によって低エネルギー化・高機能化した AI ハードウェアを開発するなど、複合的な研究が必要です。やはり幅広い共同研究は必須です。

異分野との共同研究や海外交流、
プログラミング言語が交流の橋渡しに？

澁田 私のところでは、イギリスのケンブリッジ大学や、ベルギーのアントワープ大学などと共同研究をしていて、やる気のある学生には積極的に参加してもらっています。Python や C などのプログラミング言語は世界共通ですから、英語に苦手意識を持っていた学生でも、不思議とプログラムを通じてお互い意思疎通ができるようです。その経験が自信につながり、ほとんどの学生が改めて留学したいと言っています。そういう学生の変化を見るのは、教員として嬉しいことです。

内田 異分野との共同研究も大切です。私自身は無機材料である半導体の研究を中心にやってきましたが、測りたいものがヒトの呼吸という生体からの情報ですから、有機材料の方が親和性が高い。ですから、有機化学など、専門性が大きく異なる分野の研究者との共同研究を進めています。

澁田 AI や IoT 社会が実現してくるにつれ、これらと材料工学の両方を理解できる人材の育成が不可欠になってきます。そういう意味でも、C コースではいろいろなアプローチができると思いますね。



喜多研究室

SiC 界面の原子レベル制御により実現を目指す超高効率パワーデバイス

パワーデバイスは機器の動作のための電力の制御や、直流・交流の電力変換を高效率に行うための電子デバイスであり、中でも高電圧を印加しながら大電流をオン・オフさせるパワートランジスタは省電力技術のキーデバイスです。強い電界下で降伏することなく電流を遮断させる一方、通電時には発熱させずに大電流を通すという要求性能を実現するためには、Si に代わり、大きなエネルギーギャップを有する SiC や GaN といった半導体材料が必要です。SiC は家庭電器や鉄道などで実用化が始まっており、今後の自動車や送電設備などへの普及のため、デバイス性能

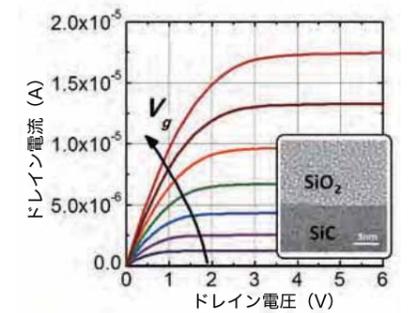
の向上に社会から大きな期待が寄せられています。しかし、まだトランジスタのゲート絶縁膜の形成を始めとする重要なプロセス技術に大きな課題が残っているため、その解決が急務です。そこで、ゲート絶縁膜である SiO₂ と SiC の界面における原子配列に注目、トランジスタの性能を制約している因子の解明と制御を目指した研究開発を行っています。現在までにこの界面で電子を捕獲する原因となる欠陥準位を大幅に低減するプロセスの開発に成功しているほか、次世代超高効率デバイスの実現のための基盤技術の構築を進めています。



■ 高真空成膜装置を利用したデバイス形成



■ 試作デバイスの特性の精密評価



■ SiC 電界効果トランジスタの動作特性

柴田研究室

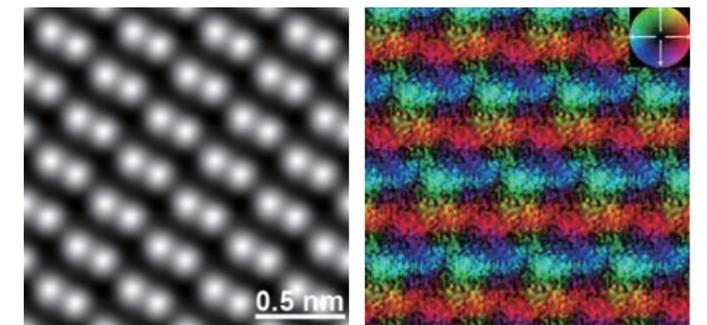
最先端電子顕微鏡で挑む材料特性の起源解明

全ての材料は原子で構成されており、その多彩な特性は原子の離合集散状態の違いを反映しています。つまり、材料の性質や機能を本質的に解明するためには、原子レベルの構造にまで踏み込んで理解することが不可欠です。原子の織り成す多彩な構造を精緻に解析する手法として、原子分解能電子顕微鏡は最も直感的且つ強力な解析手法であり、今や原子 1 個 1 個を直接観察できる性能を有しています。しかし、原子分解能電子顕微鏡は未だ発展途上段階にあり、材料特性を根源的に理解する上で知りたい情報をまだまだ捉えきれずにいます。そこで本研究室では、原子分解

能電子顕微鏡を更に大きく発展させる研究開発と、社会・産業上極めて重要な金属、セラミックス、デバイス、磁性材料、有機材料などの材料研究を車の両輪として展開し、材料特性発現メカニズムの根源的解明に向けた基礎研究を推進しています。本研究室で開発した新型電子顕微鏡によって、世界で初めて原子レベルの電場や磁場の直接観察が可能になり、電子顕微鏡観察の新時代が切り拓かれようとしています。このような新しい手法を積極的に材料研究に活用し、これまで謎とされてきた材料現象の解明や新たな材料開発の推進に貢献することを目指しています。



■ 新開発の原子分解能磁場フリー電子顕微鏡



■ α -Fe₂O₃ 結晶の原子像 (左) と磁場カラーベクトル像 (右)

長 汐 研究室

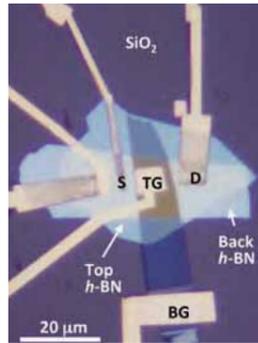
ナノカーボン材料が電子デバイスを牽引

パソコンやスマホなどの情報通信機器に限らず、全ての「モノ」がインターネットにつながることで、生活の利便性やビジネスが根本から変化していくことが予想されています。様々な情報をセンシングするデバイスは、近年活発に研究が進められていますが、太陽電池等で動作する自立型の電子デバイスを考えた場合、消費電力をさらに下げていくことが要求されています。また、スーパーコンピュータ等の大型計算機においても、近年の大規模化により消費電力の低減は最重要課題となっています。ここで、グラファイトから単原子層を取り出したグラフェンに代表されるナノカーボン材料や様々な2次元材料は、原子層厚さのため電気的な

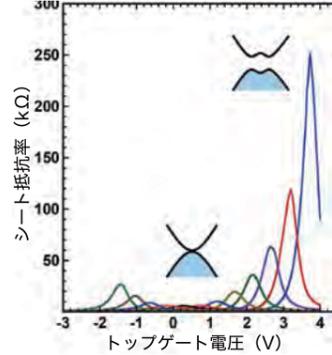
スイッチングを強く制御することが可能かつ高い電子速度を有するため、現在のSiに変わる次世代エレクトロニクス材料として低消費電力・高速性の観点から多くの期待を集めています。我々の研究室では、2次元材料自身に特徴的な物性を研究し理解することで、その特性を引き出してデバイス展開することを目指しています。マテリアル工学科でデバイスの研究を行う強みがここにあります。日々新しい研究成果が世界中から報告され刺激的な毎日のなかで、我々の研究室からもデバイス展開に繋がる研究成果を発信しています。



■ナノカーボンデバイスの計測



■グラフェンと他の2次元材料を複層化させたデバイス



■2層グラフェンのトランジスタ動作

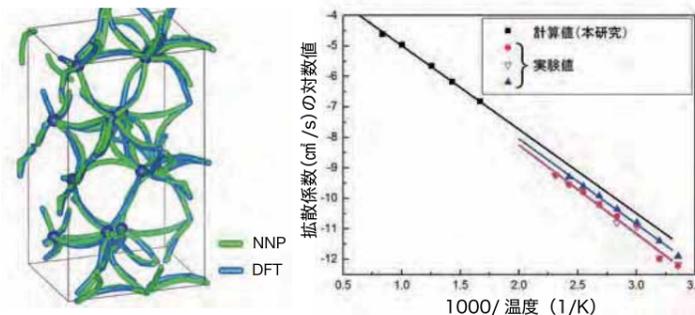
渡 邊 研究室

計算機とデータ科学を駆使して材料の振舞いを捉える

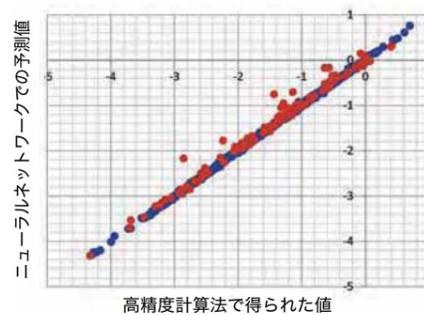
材料の作製・加工技術の進歩と共に、新しいナノマテリアルの可能性がますます広がっています。と同時に、新しいマテリアルの中で原子や電子が我々の想像を超えて多彩な振舞いを示すことも明らかになってきました。そのような振舞いをうまく利用すれば、新しいタイプの情報処理デバイスやエネルギー変換デバイスを作ることも夢ではありません。しかし、我々はまだそのような多彩な原子・電子の振舞いを使いこなせるほど理解するには至っていません。

さらに最近では、機械学習をはじめとするデータ科学の手法と組み合わせることによって、シミュレーションは一層強力な手法になってきています。本研究室では、量子力学に基づく高精度な計算結果を基にニューラルネットワークで学習して原子間の相互作用を表すことにより、同等の精度の計算をずっと速く行える方法等、計算機とデータ科学を駆使した方法でマテリアル中の原子・電子の振舞いを捉え、新型不揮発性メモリーや全固体電池等の新しいデバイスの設計やその材料探索に役立てていく研究を推進しています。

実験計測では理解しきれない原子・電子の多彩な振舞いを捉える方法として、計算機を駆使したシミュレーションが重要です。



■高精度計算(DFT)とニューラルネットワーク(NN)原子間ポテンシャルで求めたアモルファスリン酸リチウム中のリチウム原子の移動経路と拡散係数



■DFTで求めた様々な材料の標準生成エネルギー値とNNで学習したモデルによる予測値との比較

先輩からのメッセージ

まずは飛び込んでみよう！
そこには素晴らしい環境が整っている



百瀬 健
Takeshi Momose
東京大学 大学院工学系研究科
マテリアル工学専攻 講師

2003年 マテリアル工学科 卒業
2005年 マテリアル工学専攻 修士課程修了
2008年 マテリアル工学専攻 博士課程単位取得の上退学
東京大学生産技術研究所へ
2009年 マテリアル工学専攻 博士課程にて工学博士取得
2011年 マテリアル工学専攻 助教
2016年 マテリアル工学専攻 講師
マテリアル工学科では霜垣研究室に所属



○薄膜技術に関する研究は、社会へどのようなインパクトを与えるのでしょうか？

私は、物質の第四態である超臨界流体を「場」として利用し、化学反応を使って薄膜を作る技術の研究をしています。この技術は、これまでの技術では不可能だった深い溝や複雑な三次元構造内にも均一に薄膜を堆積させ、また材料を充填できるという特徴があります。

現在、PC、スマートフォンなどの電子デバイスは、性能はもちろんですが、タッチパネルや音声認識、指紋認証など、機能面でも飛躍的な進歩を遂げています。今後もさらに新しい機能を実装するには、これまでにない新たなデバイス構造を考える必要があります。電子デバイスは、機能性材料薄膜を堆積させることで作られていますから、どんな部分にも薄膜を堆積できる技術があれば、設計の自由度は飛躍的に広がり、さらに自由な発想で様々な機能を持ったデバイスを作ることができるようになるわけです。

○研究を進めるうえで心がけていらっしゃることは何ですか？

まずはその道のプロと呼ばれる人にコンタクトして色々教えてもらうこと。これはこれからも続けていきたいと思っています。研究者になった今でも、他大学の先生に自分から相談に伺います。新しい知識を得ることは勉強になりますし、結果として自分のことも知ってもらえます。すると、さらに別の先生を紹介して頂き、別の話を伺うことができたりします。特に若手のうちは、活きの良い研究者は好意的に捉えてもらえるのか、皆さん丁寧に教えて下さいます。そういった方々のコミュニティに入れるようになると、情報量も急増します。

若い学生にも、ぜひ自分から積極的に相手の懐に入り、様々なネットワークづくりをして沢山の経験を積んでいって欲しいと思っています。

幅広い知識と柔軟な対応力こそ これからの時代に求められる



後藤 佑介
Yusuke Goto
株式会社日立製作所
研究開発グループ テクノロジーイノベーション統括本部
ヘルスケアイノベーション研究センター
バイオシステム研究部

2007年 マテリアル工学科 卒業
2009年 マテリアル工学専攻 修士課程修了
同年 株式会社日立製作所へ入社
マテリアル工学科では石原・高井研究室に所属
2018年1月取材



○ご自身の仕事内容についてわかりやすく教えてください。

ナノポアDNAシーケンサという次世代DNAシーケンサ開発を担当しています。既存装置では測定できなかった長い塩基長のDNAが測定できるようになり、これまで見過ごされていた病気とゲノム情報との因果関係を明らかにすることで、生物学・医学の進歩に貢献していければと思っています。

○マテリアル工学科で学んだことはどのように生かされていますか？

最近では半導体技術を活かしたナノテクノロジーとの融合による技術発展が著しく、マテリアル工学科で学んだ基礎学問と、金属から半導体・バイオまでの知見はいまでも活かしています。

人生初の研究テーマは高分子を活かしたナノ粒子合成で、当初の期待とは少し違った結果になったのですが、別の観点から見ると別の特性が発揮されていることに気づき、追加実験と解析を加えることで、最終的に論文にすることができました。この経験から、多面的に物事を捉える事が重要であると、身を持って学ぶ事ができました。

○学生へのメッセージをお願いします。

マテリアル工学科は、金属から半導体、そして高分子・バイオという幅広い材料に関して、基礎から先端知見まで学ぶ事ができる貴重な場所です。学部時代に既存の枠組みにあまりはまらない、様々な学問に触れていたことから、どのような分野の技術の話が来ても違和感・抵抗感なく議論に参加することができます。

学部から修士課程までの4年間は同期と共に過ごす時期でもあります。自分の専門フィールドだけでなく金属や半導体のフィールドの同期と様々な情報交換ができていたことも、現在の自分を形成する大事な下地になっていたと実感しています。

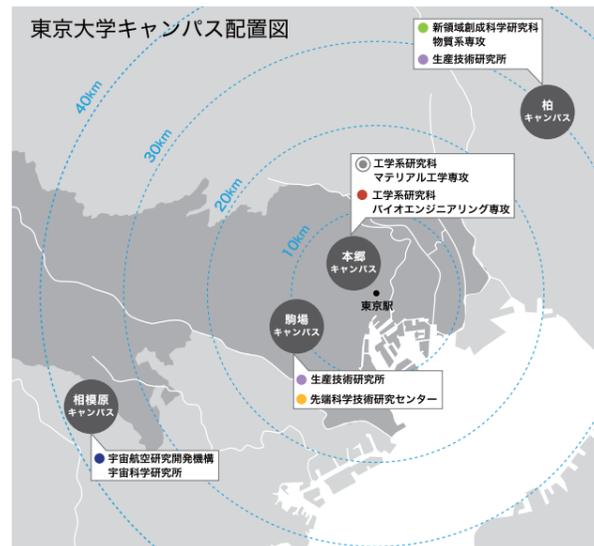
時代が目まぐるしく変遷する今日、多種多様な専門知識を有し、かつ変化に柔軟に対応できる人材が求められます。マテリアル工学科はそのような体験・人材を輩出できる貴重な場所ですので、ぜひ一步を踏み出して新しい事にチャレンジしてほしいと思います。

大学院進学先の紹介

多彩な研究分野が揃い、 専門研究を深めるための環境が 整えられています。

学部で基礎的な学力を身に付けた学生がさらに専門分野を深めるために大学院（修士課程・博士課程）があり、学科卒業生の90%近くが大学院の入学試験を受験し大学院に進学しています。

大学院では、さらに研究領域が広がり、工学系研究科マテリアル工学専攻（本郷）を中心として、生産技術研究所（駒場・柏）、先端科学技術研究センター（駒場）、宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所（相模原）の関連研究施設において教育・研究が行われています。また、マテリアル工学専攻と関係の深い、新領域創成科学研究科 物質系専攻（柏）、工学系研究科バイオエンジニアリング専攻（本郷）などに所属する研究室へ進学する学生も多くいます。



生産技術研究所

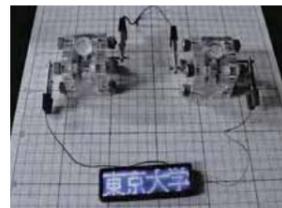
駒場キャンパス・柏キャンパス

研究成果の社会実装を意識した基礎から応用まで 幅広い分野をカバーした材料研究を行う

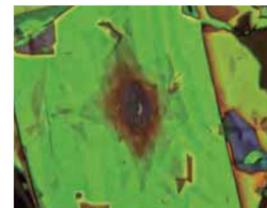
生産技術研究所は、工学のあらゆる分野をカバーする大学附属研究所としては日本最大規模の研究所です。本所はこれまでに、工学分野で卓越した研究成果を創出し、その成果の社会実装を実践するとともに、多くの優秀な人材を輩出してきました。

本所を構成する5つの研究部門のうち、基礎系部門と物質・環境系部門の教員が、マテリアル工学専攻と協力して大学院の教育と研究を行っています。

基礎系部門では、準結晶の物性、新規フォトニック物質の開発、グラ



鉄族金属硫化物と炭素の複合材料を触媒に用いた亜鉛空気電池



ファンデルワールスヘテロ接合

フェンをはじめとする二次元ナノマテリアルとファンデルワールス接合の物性など、基礎に重心を置きつつ応用をめざした研究を行っています。

物質・環境系部門では、環境負荷低減のための材料開発、エネルギー・資源の循環利用、材料の高性能・高機能化などの課題解決に向けて、金属から半導体・絶縁体及び広範囲の材料に関して、設計・解析手法、物性計測、プロセス開発などの分野の研究を進めるとともに、産学連携・国際連携を進展させながら、世界規模課題の解決に取り組んでいます。

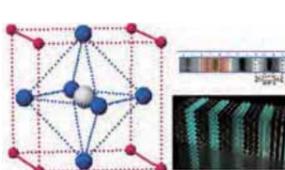
先端科学技術研究センター

駒場キャンパス

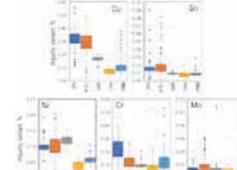
「学際性」「流動性」「国際性」「公開性」をモットーに 社会に貢献する先端研究を

先端科学技術研究センター（先端研）は東京大学の中で最も新しい研究所で、理系だけでなく文系まで含めた分野横断的な科学技術研究を柔軟に推進するために組織された研究所です。「環境・エネルギー」「情報」「材料」「生物医科学」「バリアフリー」「社会科学」の6つのカテゴリーのもとに41の専門分野をフラットに展開して様々な先端研究をおこなっています。

このうち、「材料」のカテゴリーに含まれる高機能材料分野では、マテリアル工学科と密接に連携して研究をおこなうとともに、学部・大学院学生の教育にもあたっています。高機能材料分野では、



太陽電池材料用ハロゲン化鉛ペロブスカイトの自然超格子



世界各地域における鉄鋼材（棒鋼）不純物濃度比較

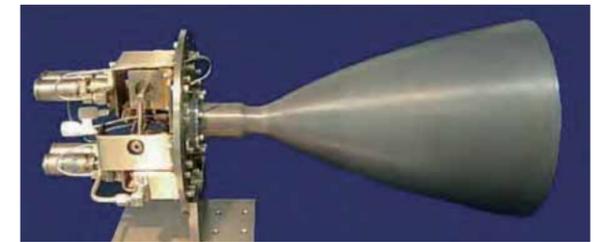
現在、原子レベルでの制御が可能な結晶成長法を駆使した化合物半導体フォトニックデバイスの研究や、高効率太陽電池の材料として世界的に脚光を浴びているペロブスカイト型半導体のフォトニクス材料としての独創的な研究などを進めています。また、ライフサイクルの観点からの高機能材料の導入による環境負荷削減効果の評価手法の開発や、鉄鋼材リサイクルの促進に向けた不純物濃度の動的解析など、高機能材料や資源循環の脱炭素社会への貢献量の見える化を通して、社会的ニーズの高い研究を進めています。

宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所

相模原キャンパス

宇宙科学プロジェクトに直結した材料研究

わが国の宇宙科学研究は、糸川先生のベンシルロケットに始まり、文部科学省宇宙科学研究所を中心として大きく発展してきました。現在の宇宙科学研究所は、2003年の宇宙航空研究開発機構（JAXA）結成時に4本部の一つとして発足したものです。当研究所の目的は、国内の大学・研究所、諸外国の宇宙機関と協力して、特徴あるすぐれた宇宙科学ミッションの立案・開発・飛翔実験・運用を一貫して行い、それによる学術研究を



世界初のセラミック製スラスタ（金星探査機「あかつき」搭載）

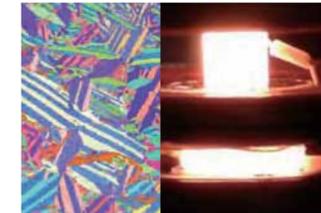
強力に推進することにあります。このために、当研究所には、日本でも数少ない宇宙用構造材料をメインテーマとしている材料系研究室がおかれています。宇宙飛行体（ロケット、宇宙往還機、衛星、探査機など）においては、特殊な環境（超高温、極低温、超高速衝突など）での材料の力学特性と機能発現および信頼性の追求が求められており、宇宙科学研究所のプロジェクトに深く関わる研究テーマについて取り組んでいます。

新領域創成科学研究科 物質系専攻

柏キャンパス

未来を切り開く学融合型教育研究拠点で 知の冒険を試み独創性を育てる

柏キャンパスでは、未来を切り開く教育研究の拠点として、学問諸分野の最先端から基礎までを冒険的に融合・展開させることによる新しい学問領域の創造を目指しています。その中心に位置する新領域創成科学研究科は、既存の学問分野を融合して新しい学問分野を創成すること（学融合）を目的として、1999年に新設されました。物質系専攻は、マテリアル工学、物性物理学、化学という既存の学問分野を融合して、物質に関する新しい学問を



耐熱金属材料の高温変形プロセスと形成される組織



超高真空蒸着を用いたSiCデバイス作製

創成しようとしています。学融合の実現のために、失敗を恐れない知の冒険を推奨し、大学の中に閉じこもらない未来志向の国際化や社会連携も進めています。研究だけでなく、あらゆる仕事に重要な独創性は、過去の経験の蓄積によって形成される直感から生まれます。理系だけでなく文系まで含めた様々な分野の研究に触れ、それらが融合しようとするユニークな試みの渦の中で学ぶことから、独創性豊かな人材を育てています。

工学系研究科 バイオエンジニアリング専攻

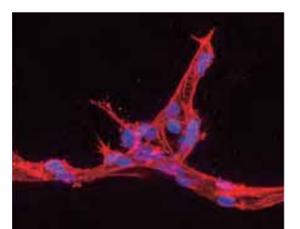
本郷キャンパス

物質・システムと生体との相互作用を 解明・制御し、未来型医療システムの創成を目指す

バイオエンジニアリング専攻は、少子高齢化が進み、持続的発展を希求する社会において、人類の健康と福祉の増進に貢献することを目指しています。本専攻へ進学すると、工学の様々な分野や生命科学、医学の境界領域に触れることができ、これらが融合したバイオエンジニアリングを体系的に学んだうえで、異分野の研究者とも連携して研究に取り組むことができます。バイオエンジニアリングの特徴は、物質・システムと生体との相互作用を理解・



共通設備である医療技術評価実験室



臓器チップ上で再現された血管再生の様子

解明して学理を打ち立てるとともに、その理論に基づいて相互作用を制御する基盤技術を構築することにあります。生体との相互作用を自在に制御することで、物質は人間にとって飛躍的に有益で優しいものに変身し、革新的な医用技術が生まれます。このようなバイオエンジニアリングの教育・研究を経験して巣立った修士生は、バイオメディカルの学術や産業を先導し支える人材に成長し、国内外の大学や企業において、新規材料や未来型医療システムを作り出しています。

工学系研究科
マテリアル工学専攻

星野 岳穂 特任教授
Takeo Hoshino
材料資源循環、
ライフサイクル環境負荷分析、
持続可能性工学、
素材・資源エネルギー
産業政策

坂田 利弥 准教授
Toshiya Sakata
バイオセンシングデバイス、
ポリマー・金属複合マテリアル

竹原 宏明 講師
Hiroaki Takehara
医療機器材料、医用材料プロセス、
体内医療デバイス、
低侵襲エレクトロニクス

工学系研究科
総合研究機構

新領域創成科学研究科
物質系専攻

井上 博之 教授
Hiroyuki Inoue
ガス浮遊炉、
ガラスの構造解析

大内 隆成 講師
Takanari Ouchi
エネルギー、資源循環、
非鉄冶金学、電気化学、
貴金属、レアメタル、
リサイクル

阿部 英司 教授
Eiji Abe
金属材料、
軽合金、
電子顕微鏡法、
計算材料学

宮田 完二郎 教授
Kanjiro Miyata
生体機能材料、
高分子集合体、
ドラッグデリバリーシステム、
核酸医薬

南部 将一 准教授
Shoichi Nambu
金属複合材料、
界面、力学特性、
材料組織

百瀬 健 講師
Takeshi Momose
超臨界流体薄膜形成 (SCFD)、
超臨界流体物性、
薄膜堆積プロセス、金属薄膜、
有機無機複合材料

幾原 雄一 教授
Yuichi Ikuhara
結晶界面工学、
先端透過電子顕微鏡法、
セラミック材料

喜多 浩之 教授
Koji Kita
次世代半導体デバイス、
ワイドギャップ半導体、
酸化ナノ絶縁膜、
界面制御

枝川 圭一 教授
Keiichi Edagawa
材料強度、固体理性、
準結晶物質、
フォトリソ・バンドギャップ物質

徳本 有紀 講師
Yuki Tokumoto
材料構造特性、
塑性、転位動特性、
転位物性

一木 隆範 教授
Takanori Ichiki
ナノバイオデバイス、
プラズマプロセス、μTAS、
ナノ・マイクロ加工技術

森田 一樹 教授
Kazuki Morita
高温物理化学、
鉄鋼製錬、廃棄物、
太陽電池用シリコン

松浦 宏行 准教授
Hiroyuki Matsuura
高温マテリアルプロセス、
物理化学、リサイクル

柴田 直哉 教授
Naoya Shibata
走査透過型電子顕微鏡法、
セラミックス、粒界・界面、
機能元素、
次世代電子顕微鏡開発、
電磁場観察

寺嶋 和夫 教授
Kazuo Terashima
先端プラズマ、
マイクロ・ナノプラズマ、
超臨界流体プラズマ、
クライオプラズマ、
ダイヤモンド分子

岡部 徹 教授
Toru H. Okabe
チタン、レアメタル、
材料プロセス工学、
リサイクル

先端科学技術
研究センター

内田 建 教授
Ken Uchida
ナノスケール電子デバイス、
ナノ材料中の輸送現象、
分子センシング

吉田 英弘 教授
Hidehiro Yoshida
構造セラミックス、
高温クリープ、超塑性、
フラッシュ焼結、
結晶粒界

松元 亮 准教授
(特定客員大講座)
Akira Matsumoto
高分子ゲル、ポロン酸、
DDS、人工臓器、
マイクロニードル、
生体計測

工学系研究科
バイオエンジニアリング
専攻

御手洗 容子 教授
Yoko Mitarai
耐熱材料設計、
組織制御、高温強度、
クリープ、変形機構、
形状記憶合金

菅野 智子 教授
Tomoko Sugano
知的財産制度、特許、
意匠、商標、
産学連携

近藤 高志 教授
Takashi Kondo
化合物半導体、非線形光学材料、
半導体レーザー、
分子線エビタキシ、
ペロブスカイト太陽電池

榎 学 教授
Manabu Enoki
信頼性、性能予測、
微視破壊・変形、非破壊評価、
構造ヘルスマニタリング

吉田 亮 教授
Ryo Yoshida
機能性高分子ゲル、
スマートソフトマテリアル、
バイオミメティクス、
インテリジェント材料

山口 正剛 准教授
(特定客員大講座)
Masatake Yamaguchi
第一原理計算、金属材料、
格子欠陥、粒界脆化、
水素

酒井 崇匡 教授
Takamasu Sakai
高分子ゲル、
高分子物理、
医用構造材料、
再生医療

伊藤 剛仁 准教授
Tsuyohito Ito
プラズマ材料科学、
非平衡界面プロセス、
ナノ複合材料

町田 友樹 教授
Tomoki Machida
低次元電子系、量子輸送現象、
物性物理学、グラフェン、
ファンデルワールスヘテロ構造

醍醐 市朗 准教授
Ichiro Daigo
産業エコロジー、
マテリアルフロー分析、
物質ストック勘定、資源循環

澁田 靖 教授
Yasushi Shibuta
マテリアルモデリング、
分子動力学、計算冶金学、
大規模計算

渡邊 聡 教授
Satoshi Watanabe
計算材料物理、電子状態計算、
ナノスケール伝導、
ナノマテリアル物性、
マテリアルズイン
フォマティクス

山崎 裕一 准教授
Yuichi Yamasaki
生物物理、DNA構造、
DNA凝縮、高分子ミセル、
遺伝子治療

高井 まどか 教授
Madoka Takai
バイオ界面工学、
バイオマテリアル、
バイオ分析化学、
バイオデバイス

松永 哲也 講師
Tetsuya Matsunaga
高温強度、クリープ、
変形機構、軽金属

溝口 照康 教授
Teruyasu Mizoguchi
物質設計、第一原理計算、
マテリアルズインフォマティクス、
原子分解能計測、
構造機能相関

宇宙航空研究開発機構

霜垣 幸浩 教授
Yukihiro Shimogaki
デバイスプロセス設計、
化学気相成長 (CVD)、
原子層成長 (ALD)、
超臨界流体薄膜形成 (SCFD)、
化学気相含浸 (CVI)

秋元 文 准教授
Aya Akimoto
ハイドロゲル表面科学、
高分子表面設計、バイオマテリアル、
材料・細胞相互作用、
再生医療、発生生物学

佐々木 泰祐 講師
Taisuke Sasaki
3次元アトムプローブ、
電子顕微鏡法、軽合金、
磁性材料

鄭 雄一 教授
Yuichi Tei /
Ung-il Chung
構造用バイオマテリアル、
超強度ハイドロゲル、
組織工学 / 再生医学

生産技術研究所

八木 俊介 准教授
Shunsuke Yagi
蓄電池、電気化学反応、
表面処理、腐食・防食

佐藤 英一 教授
Eiichi Sato
宇宙構造材料工学、
力学特性、
材料信頼性

長汐 晃輔 教授
Kosuke Nagashio
グラフェン、
2次元層状電子デバイス、
電子輸送特性、結晶成長

江島 広貴 准教授
Hirotaaka Ejima
高分子材料、生体ナノ粒子、
バイオ接着、生物模倣、
金属-ポリフェノール錯体

白岩 隆行 講師
Takayuki Shiraiwa
破壊、力学特性、
構造ヘルスマニタリング、疲労、
アコースティック・エミッション(AE)

カブラル オラシオ 准教授
Horacio Cabral
ナノメディスン、
薬剤送達、生理活性高分子、
自己組織化ナノ構造、
イメージング、診断

井上 純哉 教授
Junya Inoue
ヘテロ組織と強度、
金属系複合材料、計算力学、
マイクロメカニクス、
データ駆動型科学

吉川 健 准教授
Takeshi Yoshikawa
高温材料物理化学、
溶液成長、高温界面科学



東京大学 工学部 マテリアル工学科
東京大学 大学院工学系研究科 マテリアル工学専攻

〒113-8656

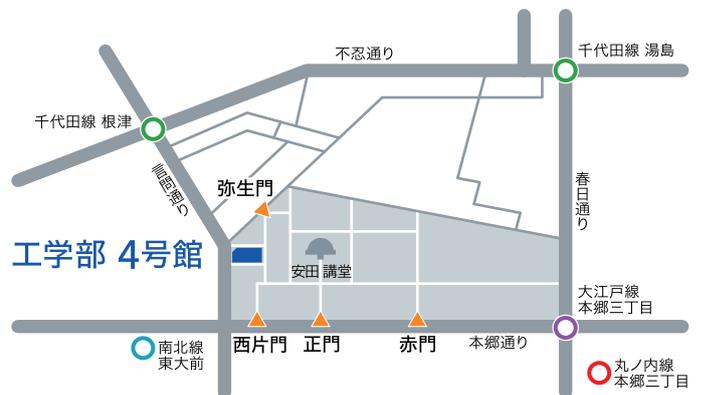
東京都文京区本郷 7-3-1 東京大学工学部 4号館

www.material.t.u-tokyo.ac.jp



交通案内

- 本郷三丁目駅(東京メトロ丸ノ内線・都営大江戸線)より徒歩 15分
- 根津駅(東京メトロ千代田線)より徒歩 9分
- 東大前駅(東京メトロ南北線)より徒歩 7分



● 進学に関する問い合わせ
qa@material.t.u-tokyo.ac.jp

● 大学院入試の問い合わせ
exam@material.t.u-tokyo.ac.jp