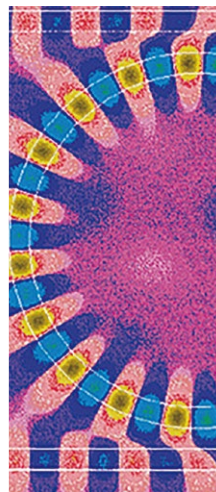


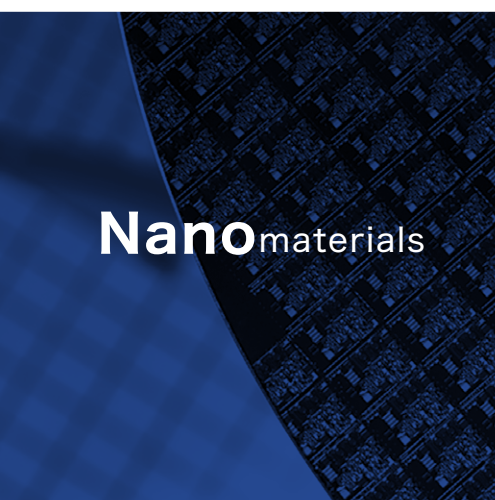


**Bio**materials



**2018**

**Eco**materials



**Nano**materials



# 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

## 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  
一木 隆範 教授 × 江島 広貴 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  
阿部 英司 教授 × 松浦 宏行 准教授
- 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  
霜垣 幸浩 教授 × 南谷 英美 講師
- 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  
東 亮太氏 2015 年修士課程修了 アステラス製薬株式会社  
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 2018

# WELCOME! マテリアル工学科へようこそ

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保しつつ、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、持続可能な未来を開拓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

森田 一樹

Kazuki Morita

我々は、金属、セラミックス、有機材料など目的に応じた特性の材料を使い分けています。経験と理論に裏打ちされたレシピを元に、さまざまな物質を組み合わせ、魂を吹き込むことにより材料が誕生します。魂とはそれぞれの材料が使命を果たすための機能や特性のことで、その信頼性や革新が陰日向となって文明の発展をもたらしてきました。エッフェル塔の鉄ではスカイツリーは作れず、逆に現代の鉄ならタイタニック号も沈まなかったでしょう。今や当たり前のスマートフォンなど、電子・通信機器の高性能化や小型化は、ひとえに高集積化の賜ですが、もはやサイズの限界に達し、これか

らはシリコンに代わる材料開発が次世代技術発展の鍵となりつつあります。高分子材料であるゲルに、pHに反応する機能を持たせると、伸縮して人工心臓などへの応用が期待できるようになります。一方、使命を終えた材料の多くは、時には形を変えて転生輪廻を繰り返し、我々に恩恵を与え続けてくれます。

これらを司るマテリアル工学は、あらゆる科学技術を下支えしながら進化する学理の群落、まさに“統合の工学”であり、日常、非日常の“モノ”に日々新鮮な魂を吹き込んでいます。私たちと一緒に夢のマテリアルで未来を先導しませんか。

## マテリアル工学科の沿革

現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。

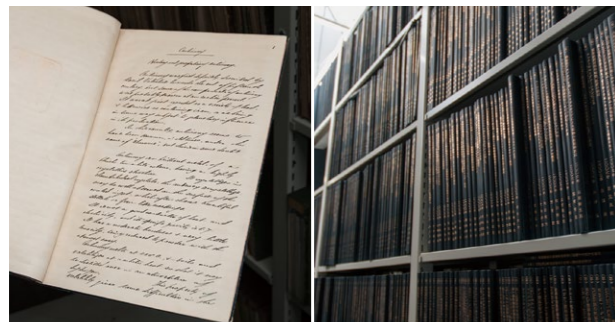
1877 年に工学校は工部大学校となりましたが、1885 年までは、文部省の東京大学と二本立ての教育が行われました。工部大学校はイギリス系の教官により、東京大学はドイツ系の教官によって教育されました。工部大学校では、ジョン・ミルン氏（John Milne）とエドムンド・ナウマン氏（Edmund Naumann）が教鞭をとり、東京大学では、クルト・ネッター氏（Curt Netto）が採鉱学・冶金学の教師でした。1886 年帝国大学発足後、採鉱および冶金学科は改編、拡張を重ね、1947 年には鉱山学科から分離し、冶金学科としての運営が始まりました。

1964 年、戦後の我が国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開発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、それを構成するマテリアル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マテリアルを創製する "DESIGN **OF** MATERIALS"

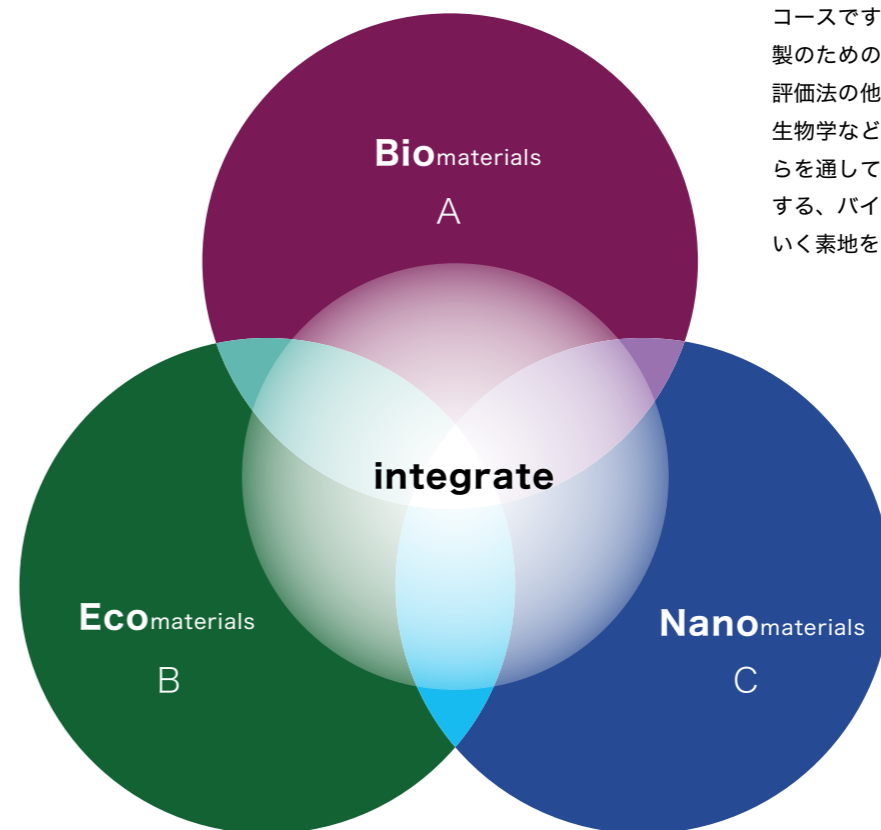
新たなマテリアルを生み出す革新プロセスや、環境に配慮したマテリアル生産プロセスを開発する "DESIGN **FOR** MATERIALS"

さらには、様々なマテリアルが構造物やデバイスとして機能するまでを考え、マテリアル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、基盤マテリアル、ナノ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、学生諸君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諸君にはより具体的に、志望分野を検討中の学生諸君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。対象となるマテリアルは、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マテリアル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。

## 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

## 3年

## 4年



春期工場見学

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上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、末路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 インテンシヴ

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年を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

☆マテリアル工学自由研究(2年 A1A2)

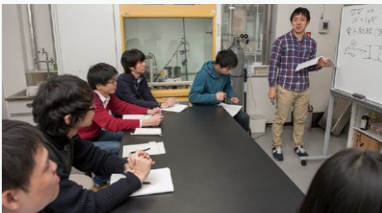
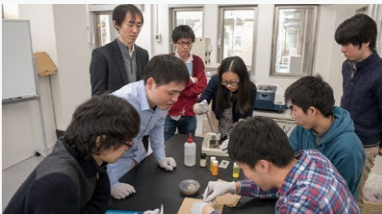
5～6名のグループごとにマテリアル工学に関するテーマに沿って、課題設定～調査・考察～解決策の提案・プレゼンまで行う、学生主体の授業です。学生・教員を含めた積極的なディスカッションやグループ作業を通して、マテリアル工学の多様な視点や新しい発見、学科での交流も深まる人気講義です。

☆マテリアル工学実験(3年 S1S2,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. 工作の基礎（機械工作と電子工作）
  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 A1A2)

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  
-医療への貢献  
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び  
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】

材料科学の課題と先端的应用  
(問題発見・解決型)  
材料科学の最前線  
(論文講読型)  
データ解析により予測する  
2050年の世界の鉄鋼産業

【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 材料力学Ⅱ	材料信頼性学		マテリアル工学基礎及び演習 Ⅰ(S1) Ⅱ(S2)
	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年インテンシヴ)	マテリアルシミュレーションⅠ ☆マテリアル工学実験 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Ⅱ ☆マテリアル工学実験 マテリアル工学実地演習第二		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上で、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		デバイス材料学 薄膜プロセス工学	Introduction to Semiconductor Materials	応用半導体プロセス学 応用光デバイス材料学

\* 工学部共通科目

## 海外大学との連携

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。

**ケンブリッジ大学**  
UNIVERSITY OF CAMBRIDGE  
Department of Materials Science & Metallurgy  
■マテリアル学科は理学系に属し欧州トップレベル  
教員数約 30 名、大学院生約 140 名

UK



SWITZERLAND



**スイス連邦工科大学ローザンヌ校**  
ECOLE POLYTECHNIQUE FEDERALE DE LAUSANNE  
Materials Institute  
■欧州を代表する工科大学の一つ  
マテリアル工学科は、教員数約 35 名、大学院生約 200 名

**清華大学**  
TSINGHUA UNIVERSITY  
School of Materials Science & Engineering  
■世界的にトップクラスの理工系大学  
マテリアル工学科は教員数約 90 名  
大学院生約 650 名

CHINA



JAPAN

東京大学

KOREA



TAIWAN

**国立台湾大学**NATIONAL TAIWAN UNIVERSITY  
Department of Materials Science & Engineering■アジアでも有数のマテリアル工学科  
教員数約 25 名、大学院生約 200 名**トロント大学**UNIVERSITY OF TORONTO  
Department of Materials Science & Engineering■カナダの名門大学  
マテリアル工学科は、教員数約 30 名、大学院生約 80 名

CANADA



USA

**マサチューセッツ工科大学 (MIT)**MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
Department of Materials Science & Engineering■US News & World Report で  
常に全米ランキング第 1 位  
教員数約 40 名、大学院生約 160 名

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

## A Variety of Exchange Programs

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見学旅行を開催しています。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

## 私の留学体験記

## Message

エコール・ポリテクニク



東京大学

マテリアル工学専攻 修士 1 年  
ブルーゼ アレクサンドル  
Alexandre Bleuset

Au sein du laboratoire du professeur Enoki, département des matériaux, j' ai pu me confronter à la recherche sur la fatigue des matériaux. C' était une première occasion avant de potentiellement m' engager pour un programme doctoral. En parallèle de la recherche le département propose de nombreux cours et symposiums sur les bases de divers matériaux (céramiques, polymères, semi-conducteurs ... ) mais aussi sur les récents progrès dans ces domaines. Je pense que c' est un bon environnement pour consolider ses connaissances et se lancer dans la recherche académique. Par ailleurs la 'School of Engineering ' offre des cours de Japonais de débutant à confirmé et possède un bureau dédié aux élèves étrangers pour faciliter la vie quotidienne.

私は榎研究室で材料の疲労に関する研究をしています。現在は博士課程で本格的に研究を始める前段階です。本専攻では自身の研究だけでなく、セラミック、高分子、そして半導体等様々な材料に関して、基礎から最先端の研究を扱った多様なレベルの授業や講演会等が多く開かれています。これは各分野の知識を固め、研究を始めるためには非常に良い環境だと思います。また工学部では、留学生のレベルに合わせた日本語授業や、留学生向け相談窓口があり、日本での日常生活の面からも助けて頂いています。

東京大学



マサチューセッツ工科大学 (MIT)

マテリアル工学科 4 年  
大愛 景子  
Keiko Oai

MIT は、主に科学・工学分野における研究教育レベルが世界最高峰の大学の 1 つとして広く知られています。私は、MIT との一学期間の交換留学についてマテリアル工学科から案内を受けたことが契機となり、留学を決意しました。

留学中は、学びに対するあふれる熱意と貪欲さを持つ現地の学生と交流することで、多くの刺激を受けました。MIT には世界各国から学生が集うため、個々人の背景も多種多様です。しかし、彼らは得た知識や経験を社会に還元したい、自国の発展に貢献したいといった強い目的意識を共有しているように感じました。また、その達成のために、

複数専攻制度や副専攻制度を利用し、幅広い知見を身につけようとしている学生に多く出会いました。彼らとの出会いは、学ぶ姿勢の自省と意欲の向上につながりました。

私は英語に自信があるわけではなく、これまで留学を意識したことはほぼありませんでした。しかし機会に恵まれ、先生方や家族、友人といった周囲の方々からの支えをいただき、幸運にも、これまで意識することのなかった世界の一部をかいま見、貴重な知識や体験、刺激的な友人を得ることができました。自分の将来の可能性の広がりを感じており、留学による経験すべてに大変感謝し、満足しています。

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？



2017年12月寄稿

A：バイオマテリアルコース

博士1年

Shoichi Nishitani

西谷 象一さん



## ○マテリアル工学科に進学して良かった点は？

学部生のときは、自分の将来に明確なビジョンがなく、ただ漠然と「修士課程を終えたら就職しようかな」と考えていました。マテリアル工学科に進学し、研究室での生活を送る中で、徐々に自分の目指したい方向が見えてきたと思います。

マテリアル工学科・専攻には良い先生方、優秀な学生が集まっていて、研究を続ける上で非常に良い環境だと思います。

B：環境・基盤マテリアルコース

修士2年

Saki Ishihara

石原 佐季さん



## ○教育プログラムやカリキュラムの特徴について教えてください。

私は、ものづくりを基盤から支えたいとの思いからマテリアル工学科に進学しました。2～3年時には、バイオマテリアルから鉄鋼材料、半導体と様々な材料について幅広く学び、4年時に卒業研究を行う研究室に配属されます。

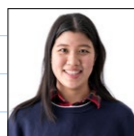
様々な材料について学びながら、興味ある分野を見つけられる学科カリキュラムは、漠然と材料全体に興味があった私にはピッタリでした。

C：ナノ・機能マテリアルコース

学部3年

Yu Yu Phua（マレーシア出身）

ポア ユーユーさん



## ○授業内容は簡単？難しい？友達はすぐできますか？

授業内容は簡単ではありませんが、丁寧に教えて下さる先生方が多く、授業を聞いていれば基本的な内容は理解できます。同じことを複数の講義で取り上げることもありますので、1回目でわからなくても、必要な知識が徐々に身についていると感じます。

最初は席の周りの人とはしか話せない私でしたが、実験、輪講、工場見学などを通して、友達をゆっくり増やしてゆくことができました。

ポアさんの 時間割例 (3年S2)	S2	月曜日	火曜日	水曜日	木曜日	金曜日
1限	高分子科学I				高分子科学I	
2限	金属材料学	材料強度学	数学2F	金属材料学	材料強度学	
3限	マテリアル工学 実験I	半導体物性学		マテリアル工学 実験I	半導体物性学	
4限		表面・界面化学			表面・界面化学	
5限		マテリアル シミュレーション			マテリアル工学 輪講	

！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/special/>

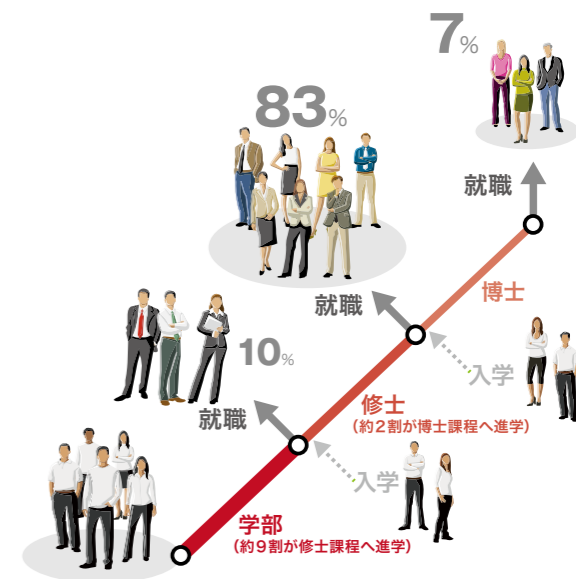


専門性を活かした総合力を発揮して、  
多様な分野で幅広く活躍。

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。



## 平成25～29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/三菱東京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/フリュー etc.

## 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/  
富士重工業/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 etc.

## 大学・官庁・研究所関連

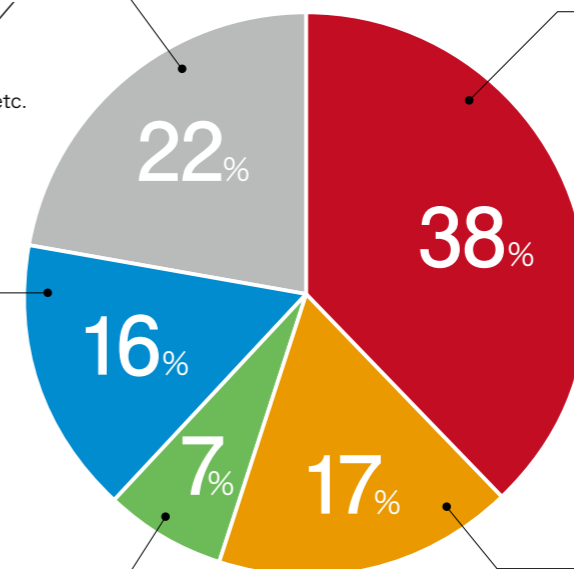
東京大学/東北大学/東京理科大学/  
物質・材料研究機構/経済産業省/  
総務省/国土交通省/特許庁/  
鉄道総合技術研究所/電力中央研究所/  
ファインセラミックスセンター etc.

## マテリアル・化学関連

新日鐵住金/JFEスチール/  
神戸製鋼所/UACJ/住友金属鉱山/  
旭化成/旭硝子/東レ/京セラ/  
三菱化学/住友化学/住友電気工業/  
フジクラ/三菱マテリアル/JSR/  
プリチストン/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 etc.

## 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 etc.



# 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は、他の学科・コースとどういった点が違うのでしょうか？マテリアル工学科ならではの特徴や、研究の将来性について、先生方にお話を伺いました。

## Interview

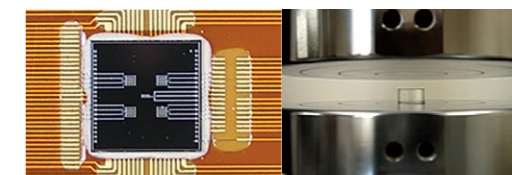


人工宝石のような新材料を作ろうと、マテリアル工学科の前身、金属工学科へと進学。「新たな材料を創るにはまず装置をつくるという、ゼロからイチを生み出す材料学の研究にはまり、現在に至ります。」

一木 隆範 教授

Takanori Ichiki

## 「化学」や「物理」を使いこなし、 医療分野に材料で貢献する



一木 マテリアル工学科は 3 つのコースに分かれています。が、実は繋がっていて、それぞれ材料学を研究しています。私は本学科の前身の金属工学科の出身で、金属材料の教育を受けましたが、大学を出てからは半導体材料研究に移り、今はその半導体の技術を使って、バイオデバイス（バイオエレクトロニクス）研究を行っています。

一木 材料を学ぶための化学や物理という学問を両輪として使いながら、研究の出口（応用先）としては、ヘルスケアや医療分野に貢献することを目的にしているのがこのコースの特徴と言えるかもしれません。

江島 物理や数学が得意な学生も多い一方で、化学もあればバイオ系もある。「材料」を研究するということは、既存の学問の枠や常識にとらわれずに、常に新しい、世の中にないものを作っていくことです。こんなに幅広く学べる学科は他にはないと思います。

マテリアル工学科では、ある実験室で半導体のデバイスを作りながら、横の部屋へ行くとそのデバイスを持って自分で培養した細胞をいじっている…なんて光景は当たり前。ここでのモノづくりには壁がなく、学科内はもちろん、1 つの研究室内でも簡単に行き来ができる。最初はこの環境に驚きました。



海洋生物の接着メカニズムをお手本にした、手術用接着剤を研究開発。

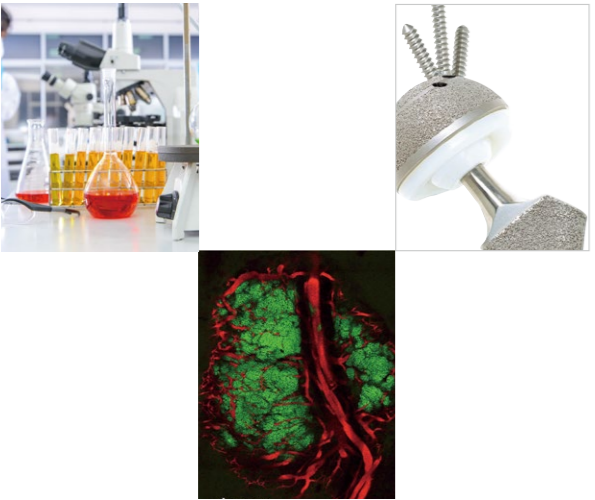
江島 広貴 准教授

学科では、学生とワイワイ集まってモノを創る喜びを満喫中。「将来の夢は、オリジナルの材料を学生と一緒に開発し実用化することで、医療分野に貢献することですね。」

Hirotaka Ejima

生体から学ぶ接着剤の研究が、  
海外大学との共同研究へとつながった！

江島 私は現在、フィンランドのアールト大学の研究者と共同で、植物性の材料で作られる生分解性ポリマーの研究を行っています。従来はトウモロコシなどが使われていましたが、食糧難という状況に配慮し、木質の線維であるセルロースやリグニン、タンニンといったものに注目しています。再生医療の現場で細胞接着に使用できるような材料を開発するなど、医療への応用も重要なテーマですが、すぐには経済的な利益を生まないけれども、地球環境の保全やサステナビリティといった分野に貢献できるような研究も行っていきたいと思っています。



人に優しい、  
新たな医療材料の研究によって、  
未来の医療システムを創る

一木 世界の主要な産業は、自動車、エレクトロニクス、あとは薬品も含めた医薬関係。先の 2 つは世界的にもかなりのシェアを持っていますが、医療だけは、日本ではまだまだこれから、という段階にあります。言い方を変えれば、今後、拡大が見込まれる分野です。

新しい良い材料を作れば、産業へとつながる可能性も十分にあるわけです。たとえば、材料の技術をベースに、新しい医療のための道具やツールを提供する。薬の入れ物を開発し、体内で効率的に運ぶことで副作用を軽減するドラッグデリバリーの研究をされている先生がいますし、縫う代わりに用いる手術用接着剤や、再生医療や iPS 細胞の足場材料として活用するゲル（ソフトマテリアル）、人工骨や人工関節などのインプラントなどなど。

これら生体内で機能する材料を研究するためには、「材料（シーズ）」を核に「生物／生体（ニーズ）」を知ることが欠かせない。江島先生のように、生物に学んで材料を作るという、双方向の発想も大切ですね。

また、医療のシステムも今後大きく変わると言われています。手術や検査が簡易に高精度で行える技術が開発されており、予防医療／先制医療といった分野では病気になる前に治療することも可能になってゆきます。安価で高性能な検査用デバイスや、新たな生体材料の創出を支える材料研究によって、医療そのものを変えていくことができる。医療材料の研究開発によって未来の医療を変えていく、そんな人材が育って欲しいですね。

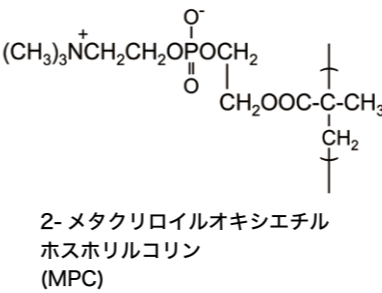


石原 研究室

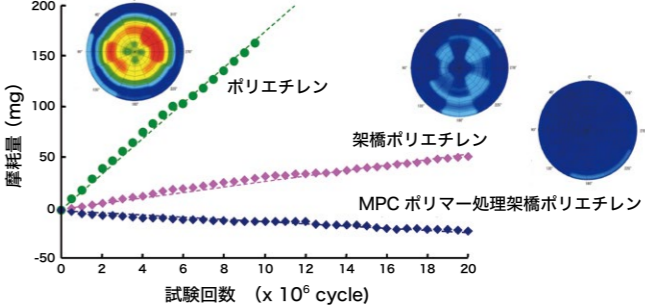
健康寿命を増進するバイオマテリアルの創出

医療が発展し、それに伴い高齢社会になってきています。ここで、誰もが生活の質を向上できる「健康寿命の増進」が大きな社会課題として掲げられています。医療現場では多くの医療デバイスが利用されて、診断、検査、治療が行われています。この医療デバイスを作製するバイオマテリアルの役割は極めて高くなります。すなわち、医療デバイスが身体に対して与える侵襲を極限まで抑えることで治療期間を短くすることができ、「健康寿命の増進」が実現できるからです。これまで、生体構造に着目した最高水準のバイオマテリアルの創出に成功しました。これは、リン脂

質極性基を有する MPC ポリマーで、人工細胞膜表面を構築することができます。これによりコンタクトレンズ素材や血管拡張ステントなどの医療デバイスの表面処理に世界中で利用されるようになってきました。また、我が国においても国産初の埋め込み人工心臓や摩耗を抑制した長寿命人工関節を実現し、患者の社会復帰に貢献することができました。さらに、MPC ポリマーの精密合成反応、光反応、および生体模倣反応などを駆使して新しいポリマーバイオマテリアルの創製を実施し、先端医療工学、細胞工学、あるいは将来の組織再生医療の確立を目指しています。



■生体親和型 MPC ポリマーの構造



■MPC ポリマーによるポリエチレンライナーの摩耗抑制効果



■長寿命型人工股関節の臨床応用

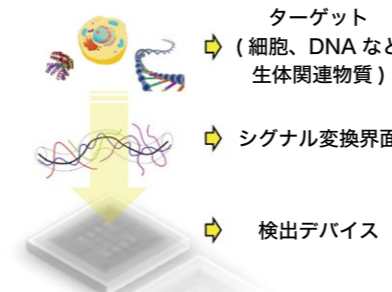
坂田 研究室

体外診断医療を支えるバイオセンシング技術

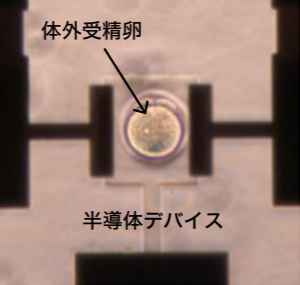
近年、医学、薬学、工学など様々な学問分野が異分野融合し、これまで以上に自然科学の解明や医療に関する臨床現場での技術の発展が進んでいます。その中で、高齢化社会を迎えた今、循環器系の疾患やがん、アルツハイマー、骨粗鬆症といった様々な病気で苦しむ患者が増加し、QOL(Quality Of Life) 向上のための方策が必要とされています。特に、それぞれの疾病を治療する医療現場での技術、新薬の開発、さらには診断技術における新原理の創出やその高精度化が重要となり、なかでも診断技術では生体を害することなく計測できる技術が強く求められています。

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

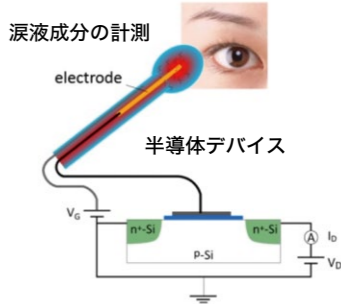
オン性分子です。つまり、生体の機能を直接計測するには、イオンやイオン性分子の電荷を簡便に捉えることが重要と考えられます。我々の研究室では、半導体トランジスタの基本原理解である電界効果を利用したセンシング技術により、DNA、タンパク質、細胞などの生体機能をそれぞれ固有の電荷の振る舞いとして捉え、生体機能 / シグナル変換界面 / 半導体といったデバイス 3 要素に着目し、一連のデバイス創製に関する諸課題に取り組んでいます。同時に、“生命現象の新たな発見には新しい方法論が伴う”と考え、新しい方法論の創出と生命現象の理解・解明が我々のバイオセンシング技術探求のモチベーションにもなっています。



■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



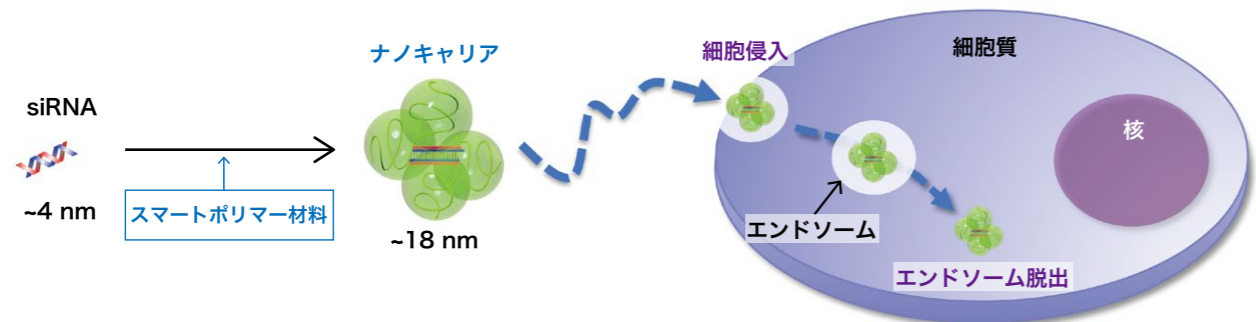
■血液フリーの涙液成分計測

宮田 研究室

## マテリアルが発信するナノ医療イノベーション

「副作用のない抗がん剤があれば、がんに対する不安が解消されるのでは?」「遺伝子治療が実現する日は来るのだろうか?」「細胞治療って何だろう?何が出来るのだろうか?」このような疑問に自ら答えを出すべく、当研究室はマテリアル工学に基づいて新たなナノ医療システムの構築を目指します。まだ発足したばかりですので研究室としての成果はこれからですが、これまでは高分子材料を主軸に据えて核酸デリバリーシステムの開発にチャレンジしてきました。核酸を薬として機能させるためには、様々な生体

内バリアを突破して、標的組織の細胞質まで送り届ける必要があります。生体内の局所環境に応答して構造が変化するスマートマテリアルを設計することで、生体内バリアを突破する核酸デリバリーシステムの開発が可能になります。このような「ナノバイオ」研究の面白さは、わずかな材料設計の違いでその有効性が劇的に改善されるところです。その一方で、この研究領域には、わからないことや実現していないことがまだまだ沢山あります。一緒にナノバイオの世界を開拓しましょう。



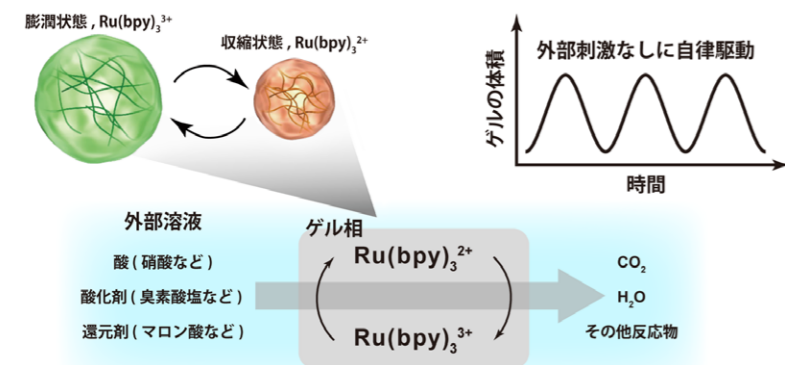
■細胞内へ侵入するスマート核酸デリバリーシステム

吉田・秋元 研究室

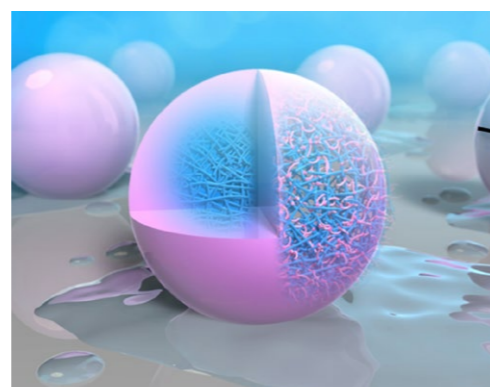
## 機能性高分子ゲルを用いた人工バイオマシンの創製と次世代医療への貢献

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・構築することを試んでいます。心臓のように自律的に拍動するゲル（自励振動ゲル）の開発とバイオマシンへの応用を試みる研究として、外部刺激を与えなくても尺取り虫のように屈曲を繰り返しながら自ら歩くゲルが作製されました。また化学反応によって生ずる波の伝播により高密度修飾された高分子が自発的に周期変動するポリマーブラシ（人工繊毛）や蠕動運動アクチュエータ（人工腸）、細胞のような時空間発展をとまなう構造変化を起こす機能性ベシクル（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）の作製を行っています。医療への貢献を目指した研究では、様々な生体内に存在する現象・環境・構造を人工合成ゲルを用いて再現しています。高度な機能を持つ生体にならって材料設計を行うことで、バイオ分析・細胞機能制御・組織再生などを実現する高機能バイオテクノロジーの創製を目指しています。そのためにゲルの表面近傍のみに高分子薄層膜を生やした表面グラフトゲルを作製し、表面物性を任意に制御することに成功しました。今後さらなる機能性・物性の付加と、生体内現象を再現可能な細胞培養ゲル、組織再生を促すゲルなど、未来医療に貢献する新しいシステムの創出を試んでいます。



■自励振動ゲル（心筋モデル）



■表面グラフトゲル

## 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

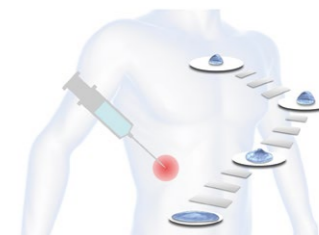


酒井 崇匡

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 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 修士課程終了  
2007年 マテリアル工学専攻 博士課程終了  
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  
マテリアル工学科では吉田研究室に所属



#### ○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他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？

### まだない薬を求める患者さんに薬を届けたい

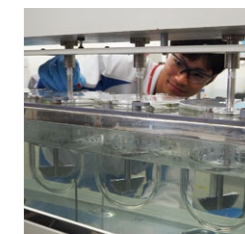


東 亮太

Ryota Azuma

アステラス製薬株式会社  
技術本部 製剤研究所 経口剤設計研究室

2013年 マテリアル工学科 卒業  
2015年 マテリアル工学専攻 修士課程修了  
同年 アステラス製薬株式会社へ入社  
マテリアル工学科では片岡研究室に所属



#### ○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。

経口投与製剤の新薬開発に携わっています。薬が世の中に出るためには臨床試験（治験）を実施し、その薬の安全性や有効性を確認する必要があります。私はその臨床試験に使用する薬（治験薬）の開発を担当しています。薬の有効成分の物性や対象とする適応症などを考慮して適切な剤形（錠剤、カプセル剤、散剤など）およびその処方と製造方法を選択し開発していきます。この段階で開発されたものが最終的には世の中に出る製品につながります。そのため、患者さんが服薬しやすい製剤になっているか、将来長い期間に渡り安定的に生産・供給のできるような処方・製法になっているかを考えながら仕事に取り組んでいます。

責任の重い仕事ですが、まだない薬を求めている患者さんに薬を届けることを夢見て、日々やりがいを感じながら取り組んでいます。

#### ○学生へのメッセージをお願いします。

製剤の開発には化学、生物学、物理学など様々な分野の知識が必要とされます。マテリアル工学科では材料という分野をベースに無機化学から有機化学、バイオマテリアルのことから電子デバイスのことまで幅広い知識を身につけることができました。このような経験から、入社後も異分野を融合させて考えることに抵抗感なく取り組んでいると思います。またここでは、コース進学後も他コースの講義を受けることができます。バイオマテリアルのことを学びながら鉄鋼材料や電子デバイスのことなどを学ぶことのできる機会は、とても貴重だと思います。

変化の目まぐるしい昨今、様々な分野の知識を持ち、変化に対応し、かつ利用できる人材が求められます。そのような人たちがマテリアル工学科から巣立ち、様々な分野において活躍し、将来一緒に仕事ができる、そんな日が来るのを楽しみにしています。

# 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上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

原子・分子レベルから  
巨大高炉まで。  
環境・基盤で  
「材料学の王道」を学ぼう！

**阿部** 一般的な工学部の学科は、対象とする主要産業分野がある程度絞り込まれますが、マテリアル工学科は、バイオ・金属材料・半導体など、複数の産業分野にまたがる、幅広い研究ステージが用意されているのが面白いところだと思います。環境・基盤を掲げる B コースは材料学の王道である鉄鋼の研究から出発しており、まさに学問的基盤ともなります。日本では「材料科学」「材料工学」といった言葉が新聞などでよく取り上げられるので、「材料」というワードは皆さんイメージしやすいのではないのでしょうか。

また、教員が様々な分野の出身である、というのも特徴的です。共通しているのは、「物質」よりも「材料」が好きだということ。「物質」はモノの性質などの研究が中心ですが、「材料」というのは役に立つかどうかが主眼になります。いろいろな特性・条件を満たさないと材料として使えないのです。

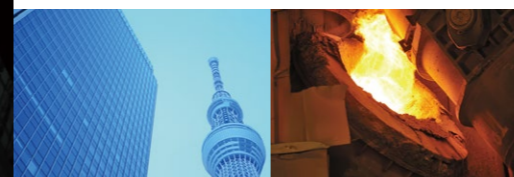


**阿部 英司**  
教授  
Eiji Abe

次世紀にも読み継がれ、引用され続けるような論文を書くことが夢。世界の研究者を「これぞ」とうならせるような、普遍性のある材料研究が目標です。「学生さんからしばしば鋭い指摘をされることもあり、とても刺激的です。大学研究の醍醐味ですね。」

**松浦** 学生たちは基礎工学を身に付けながら、顕微鏡を使った原子・分子の世界から、直接、製造に結び付く金属材料の性能・生産プロセスまでを学んでいきます。さらには、A コースや C コースの他の分野の研究も横につながりながら共有できるので、間違いなく鍛えられていきますね。

材料のエキスパートとしてどんな分野でも活躍できる力がつき、社会に出ると貴重な人財として重宝されます。鉄鋼材料に限らずどんな材料にも言えることですが、何を求められているのかが分からないと、数ある中からベストな素材を選択することができません。そこを担っていけるのは、しっかり「材料学」を学んだ人の強みだと思います。



「今は高温マテリアルプロセスが専門ですが、もともとは天文が好きで東大へ。この学科で、鉄鋼生産の複雑な反応プロセスの発展に取り組むことに。寒さに負けず我が子と天体観測をするのが最近の夢かな。」

**松浦 宏行** 准教授  
Hiroyuki Matsuura

## ケンブリッジや MIT との交流は学科伝統。 海外トップレベルとの交流が自信を育む

**阿部** 材料工学では日本が世界をリードしていると言われてきましたが、近年は中国の伸びがすごい。国を挙げて、この分野の研究を進めているということを実感します。

**松浦** 欧州では早くから材料工学が進んでいたもので、本コースでは、ケンブリッジや EPFL などの材料系に強い名門校、アメリカでは MIT などと古くから交流があり、ワークショップなどが盛んに行われてきました。これは東大工学部の中でも最も早くから取り組んできたと言えます。先輩達が培ってきたコネクションもあり、良いものを若いうちから体験させようと、学科としても積極的に応援していますが、実は東大のほうが講義内容が高度な場合もあります。世界トップクラスの大学と同じレベルのことを学んでいる、という自信を得て帰国する学生も多く、とても良い経験になります。そして、自ら飛び出していく学生がもっと出てくればいいなと思っています。

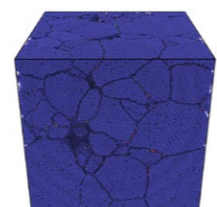
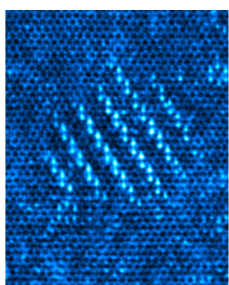


## 社会を 100 年支えてきた 構造材料の知識は、 産業界に必要不可欠

**松浦** 日本の鉄鋼生産能力と技術は、今も世界一。原料は海外に依存せざるをえませんが、この技術をもとに、世界最小限の環境負荷で世界最高級の鉄鋼材料を生産しています。鉄鋼生産現場での CO<sub>2</sub> 削減が実現されると、世界経済への影響も大きい。まさにこれが本コースで「環境」を掲げる理由です。

**阿部** 日本では明治以降、様々な高性能の鉄鋼材料が開発され、100 年前の鉄鋼と今の鉄鋼では全く別物と言えるほど技術革新が進んでいます。現在の日本の自動車産業は、日本製の「質の高い鉄鋼」を使うことで、高性能の自動車生産を実現しました。その一方で、鉄鋼は今でも厳然としてメインの構造材料として社会で用いられています。大きな建造物には、鉄骨やコンクリートが欠かせないのは、この 100 年変わっていない。それは、鉄鋼が、他に置き換えることができない、材料としての安心感と性能を持っているからです。

構造材料って一見地味ですが、社会の基盤として必要不可欠。材料を学んだ人材が産業界にとって不可欠な存在なのも当然ですね。鉄鋼に置き換わる、より強靱かつ軽量な金属材料の開発が求められています。これはぜひ日本で実現したいものです。

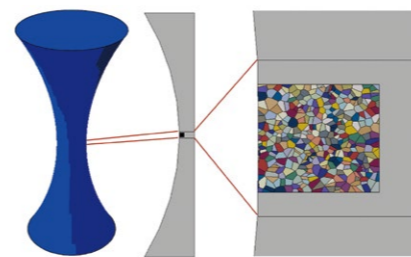


### 榎 研究室

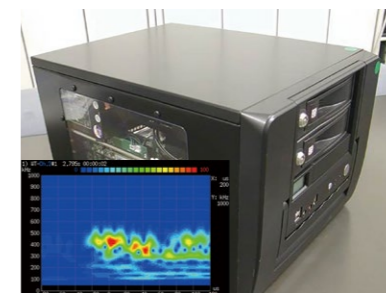
## マルチスケールでの構造材料の信頼性評価

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ました。

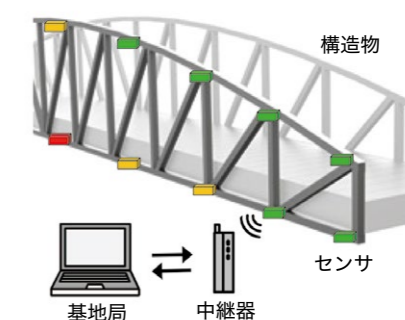
そこで、材料の微視組織に強く依存し、しかも評価に時間がかかる種々の性能を、シミュレーションを用いて迅速に行うことが可能なマテリアル・インテグレーションシステムの開発を行っています。また、そうして設計された材料の製造・加工の際に発生する微小な欠陥を検出するために、アコースティック・エミッション（超音波）を用いた計測システムの開発、さらには、大型構造物の長時間での劣化を診断する構造ヘルスマonitoringのためのワイヤレスセンサネットワークの構築なども行っています。



■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



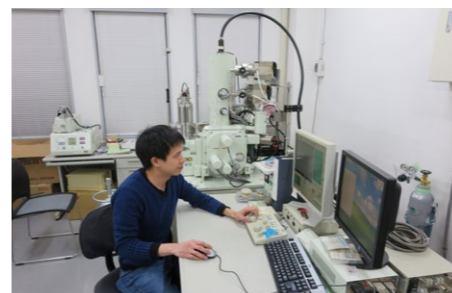
■構造物診断ワイヤレスセンサネットワーク

### 小関・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 CO<sub>2</sub> 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体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。

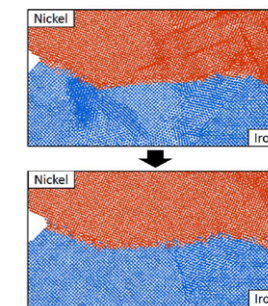
マルチスケールでの組織の形成機構の解明や制御、組織構成の多様な複合化や複層化、さらに構造体のマルチマテリアル化に対応する異種材料接合の鍵となる異相・異材の界面の解明と制御の研究を進めています。その一つとして、超高強度の鋼と延性に富む鋼を層状に重ねた複層鋼板や、軽量のマグネシウム合金と延性に富む鋼を重ねた複層金属材料を提案し、構成する材料の特性や層間の界面強度、さらに層厚や体積分率を制御することによって、これまでの材料では達成できていなかった超高強度かつ高延性な革新的材料を実現しています。



■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  
シミュレーション

森田 研究室

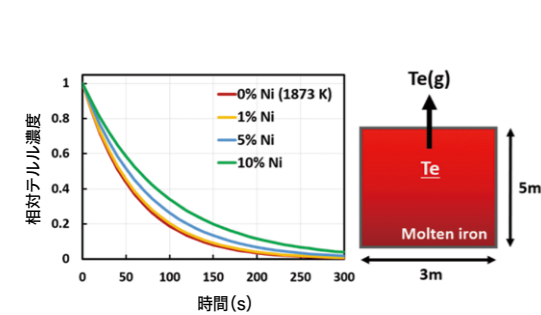
## 持続可能な開発目標のための高度材料循環プロセス開発

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。

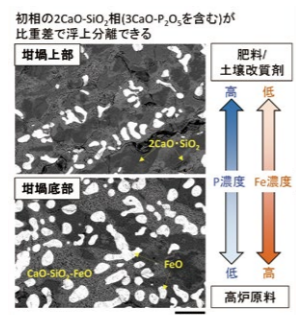
我が国では、1 億トンに及ぶ粗鋼生産に伴い、約 2 億トンのCO<sub>2</sub>、4000 万トンを越える副生物（スラグ）を 1 年間に排出しており、鉄鋼製造プロセス革新は大きな環境改善効果をもたらします。また、持続可能社会を実現する上では副生物の有効利用・高付加価値化やスクラップ鉄源の循環促進も重要な課題です。製鋼温度における熱力学的性質や諸物性の評価による鋼の精錬、介

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。

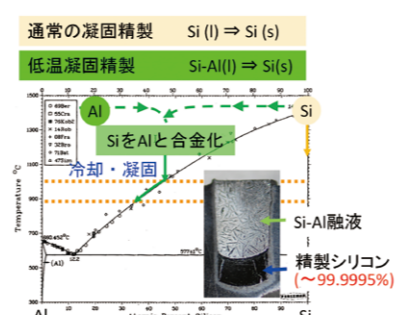
また、再生エネルギーの普及に伴い需要が激増する太陽電池原料用シリコンの安価な革新的精製プロセスとして、合金溶媒から低温でシリコンを凝固析出させ、CZ（チョクラルスキー）法等の通常の凝固精製では除去困難なホウ素やリンの偏析効果を飛躍的に高める低温凝固精製法（Solvent Refining）を開発しました。現在は、合金溶媒組成の最適化やフラックス処理の組み合わせによる精製効率の向上を目指しています。



■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



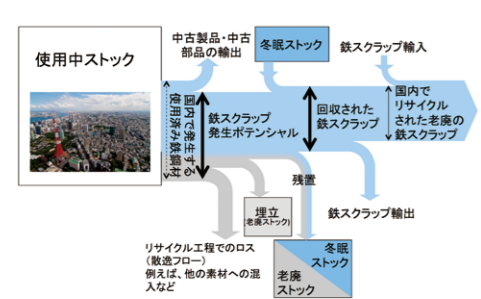
■太陽電池原料用シリコンの低温凝固精製法

榎・醍醐 研究室

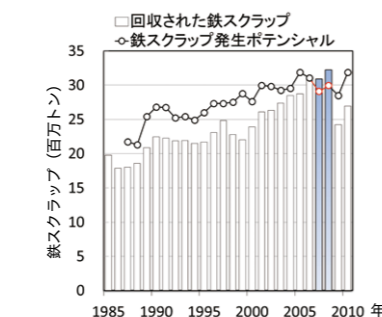
## 持続可能にマテリアルを使う社会へ

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、高機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量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

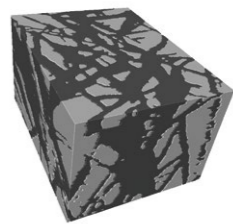
## 先輩からのメッセージ

## 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 講師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  
マテリアル工学科では榎研究室に所属

## 〇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。

## 〇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。

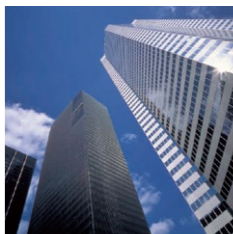
## 〇学生へのメッセージをお願いします。

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すが、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って、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榎研究室に所属

## 〇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。

## 〇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、わずかに 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。

## 〇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造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。

## 〇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の研究は、社会へどのようなインパクトを持つのでしょうか？材料学という視点でナノの世界を研究する面白さや意義について、先生方にお話を伺いました。

## Interview

教育と研究のどちらを取るかと聞かれたら、迷わず教育。研究で成果を残すのも大切ですが、後世まで使われるような『正しい』教科書を残すのも夢。「既に出版社も決めているのですが、時間がなかなかとれなくて。」

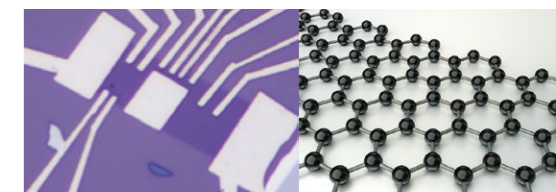
霜垣 幸浩 教授  
Yukihiro Shimogaki



## 常識が通用しない？ 「ナノ」の世界は研究テーマの宝庫

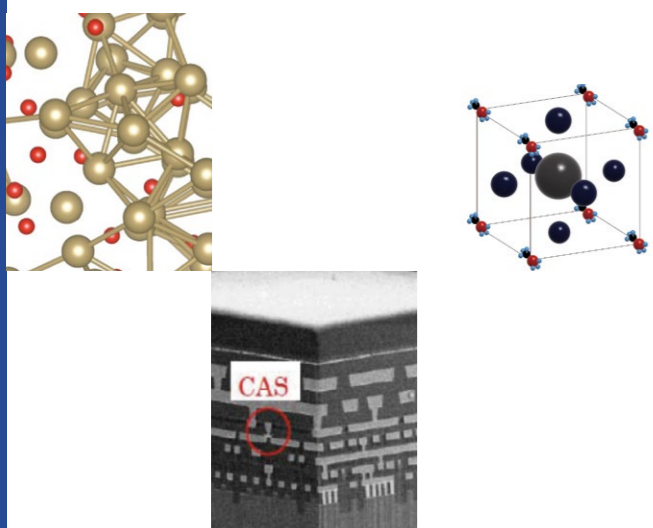
霜垣 C コースでは、物理工学科や電気電子工学科などでも扱う「半導体」を主に扱っています。他学科と異なるのは、“新たな機能をもった材料を作る”ために、ナノレベルでの理論研究や制御技術を研究しているという点です。「材料」を作ることが主目的なので、機能の研究は当然ながら、ナノレベルでの正確な「制御技術」や「再現性」が求められますが、それらを「プロセス工学」と呼びます。理論面からナノレベルでの物質（材料）のふるまいを理解しようとする物理的なアプローチもあれば、材料を製造するためのプロセスを極めることで、ナノレベルでの制御技術を化学的に研究するという方向性もあります。まったく反対の角度から「材料」と対峙する研究者が、1つの学科に共存しているのも特色と言えますね。両方の考え方を学生のうちに体感できるのは、この学科ならではの魅力だと思います。

南谷 すべての物質をナノサイズまで小さくしていくと、いろいろな物性が表れてきます。高校までに習う物理や化学の常識が、ナノレベルの世界では変わるということが分かっていますが、それについて半導体材料などを軸に研究しているのがこのCコースです。物質というモノを絡めて考えることで、実際の物質でこんなふうに出てくるとか、これが社会の役に立つかもしれないという具体的なイメージが見えてきて、さらにナノ世界の面白さが広がります。



「研究が大好きなんです。研究＝勉強＝苦しい、というイメージを持つ学生が多いのですが、研究は本来自由なもの。興味を持てることなら苦しくない！そんな「楽しい」研究を今後も教育で広めるのが夢です。」

南谷 英美 講師  
Emi Minamitani



## 欧米での学会参加は当たり前。 共同研究もスタートしました。

**南谷** 物性物理の基礎研究はヨーロッパが活発なので、欧米の学会などにも参加しています。今はスペインの研究所と共同研究を進めており、いずれは学生も交えながら研究を進めていきたいと考えています。また、大学による女性や若手研究者の支援制度なども活用し、海外の研究所を訪問・滞在するなど、交流を加速させています。

## 「ニーズ」と「シーズ」両面からの アプローチが材料研究の面白さ

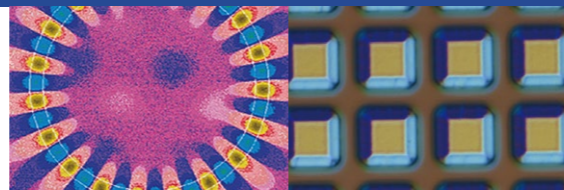
**霜垣** 特にプロセス工学では、ナノサイズ（原子数個レベル）できっちりものを作る、また設計するためには、再現性が担保されることが必要です。これらが揃ってはじめて量産に結びつきます。「設計」と「製造」、どちらかが欠けても良いものではありません。

**南谷** 「なんでこんなことが起きるんだろう」という素朴な疑問や興味からナノレベルの理論を突き詰めています。固体中でのスピンの振る舞いや、振動と電子の相互作用が現在の主な興味の対象です。こうした基礎研究の成果を学会で発表したところ、より应用到近い実験研究者から相談を受け、共同研究が始まりました。社会にフィードバックしたり、循環したりしながら、研究が広がっていく実感があります。

**霜垣** 私の場合は企業との共同研究も多いので、社会や企業が求める性能や技術を一緒に考えながら、役に立つ技術を生み出していくという「ニーズ」から出発することが多いですね。一方で、自由に考えるからこそ新しいアイデアが生まれるわけなので、南谷先生のように「シーズ」を突き詰めていくというアプローチも大事だと思います。

また、現在研究している ALD とよばれる薄膜作製技術は、飛行機の構造材料の耐熱用材料として期待されている、CMC（セラミックス基複合材料）などにも応用されている技術です。もう足かけ7～8年研究していますが、東京オリンピックの2020年に試験飛行予定の機体にも用いられることになりました。

新たな材料を開発し、それを効率良く作る技術の研究は、社会からも求められており、とてもやりがいがありますね。



神原研究室

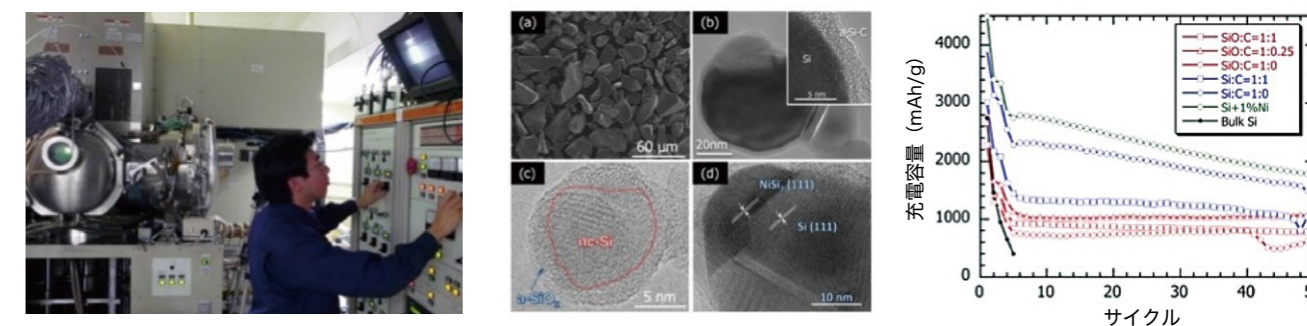
## プラズマで創る次世代高密度ナノ電池材料

リチウムイオン電池は、次世代グリーン社会の蓄電技術の中核と位置づけられますが、電気自動車をはじめ大型移動体への車載応用に向けて更なる高電池密度化が求められています。電池負極材料に注目すれば、シリコンは現行グラファイトに対して10倍の理想容量を有する有望な材料ですが、充放電時のLi-Si合金化反応で生じる400%近い体積膨張に起因して、Siが粉碎、導電パスが消失し、数サイクルで電池容量が著しく低下してしまいます。

この課題に対して、ナノ粒子化により耐割れ強度が向上すること、多孔体構造化により体積膨張を緩衝する効果があるなど、ナ

ノ複合構造が極めて有効であることが判明してきました。しかし、既往のナノ複合化技術の多くが多段・低速プロセスであり、Liイオン電池の巨大市場の要請に応える低コスト・高スループット技術へと止揚するには技術の壁が指摘されています。

そこで我々は、プラズマプレーの高速共凝縮過程を巧みに利用することで、安価原料から高速でありながら様々なナノ構造Si粒子を形成し、負極として利用した電池が高い充放電サイクル特性を示すことを見出しました。更なる高電池密度化と高スループット化の両立に向けてプラズマの研究を進めています。



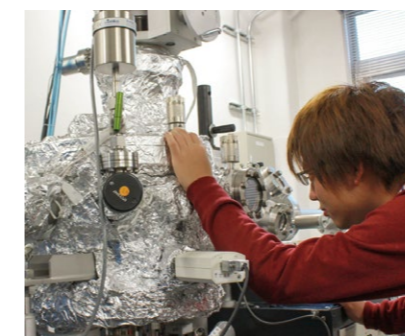
■プラズマプレーによる様々なナノ構造Si粒子を負極として利用した電池は高い充放電サイクル容量特性を示す

喜多研究室

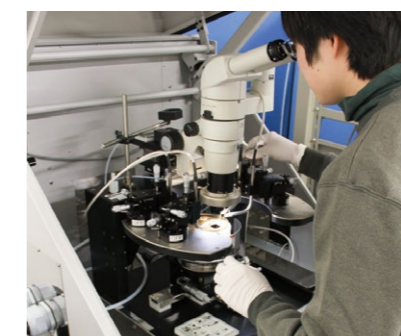
## SiC 界面の原子レベル制御により実現を目指す超高効率パワーデバイス

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・交流の電力変換を効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

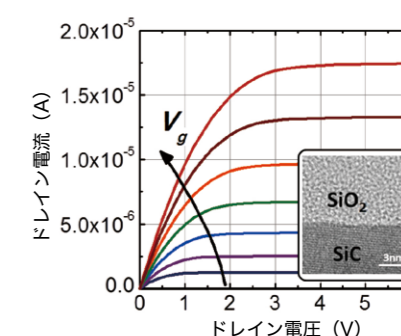
の向上に社会から大きな期待が寄せられています。しかし、まだトランジスタのゲート絶縁膜の形成を始めとする重要なプロセス技術に大きな課題が残っているため、その解決が急務です。そこで、ゲート絶縁膜であるSiO<sub>2</sub>とSiCの界面における原子配列に注目、トランジスタの性能を制約している因子の解明と制御を目指した研究開発を行っています。現在までにこの界面で電子を捕獲する原因となる欠陥準位を大幅に低減するプロセスの開発に成功しているほか、次世代超高効率デバイスの実現のための基盤技術の構築を進めています。



■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

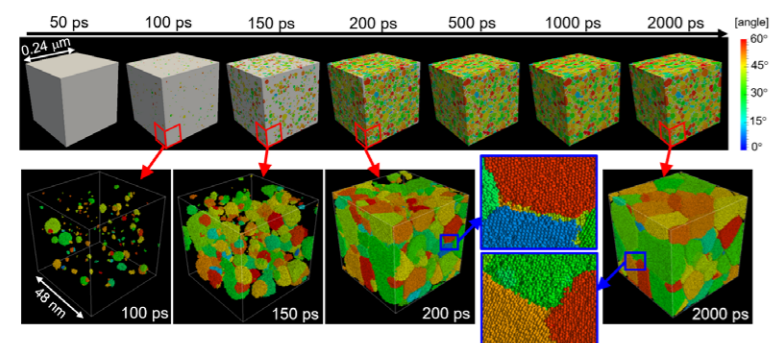


■SiC電界効果トランジスタの動作特性

## 澁田研究室

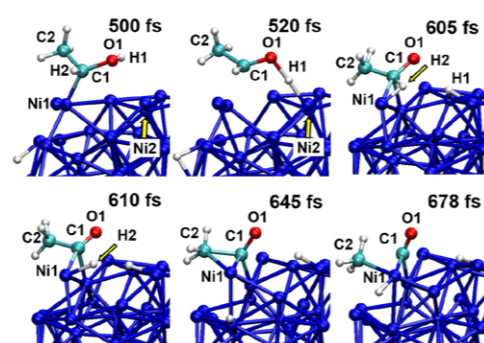
## 次世代計算機技術を活用した材料開発の効率化・最適化

近年、計算機性能の飛躍的向上により、シミュレーション手法で取り扱える時空間スケールが大幅に広がってきました。例えばスーパーコンピュータのハード（筐体）や GPU などの新しい演算装置の話はよく耳にしますが、これらを活用するシミュレーション技術の向上も不可欠です。本研究室ではこれら次世代計算機技術の材料開発への有効活用を目指し、主に分子動力学（MD）という原子スケール解析手法を中心に、材料生成プロセスの解析を行っています。具体的には、世界に先駆け 10 億以上の原子を用いた超大規模計算により、金属微細組織が形成される



■金属微細組織形成の超大規模計算（10 億原子）

過程を直接解析することに成功しました。これらの知識は構造材料微細組織の粒界・転位や異相界面の制御に役立てられています。また、炭素ナノ材料生成過程の CVD プロセスや酸化物表面反応など電子の授受を伴う反応素過程を第一原理分子動力学法の立場から解析し、実際の炭素ナノ材料最適条件の提案を行ってきました。多くの実験研究者との共同研究を行い、シミュレーションで得られた知識を実際の材料開発に活用することで、次世代計算機支援による材料開発分野を牽引しています。



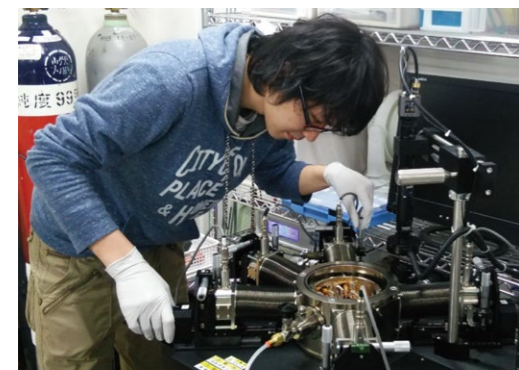
■フェムト秒オーダーでのエタノール解離反応の解析（第一原理分子動力学）

## 長汐研究室

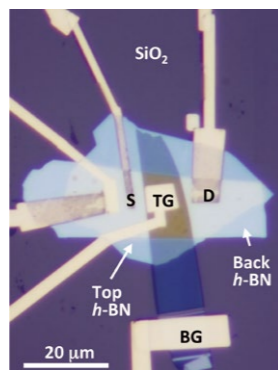
## ナノカーボン材料が電子デバイスを牽引

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だ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

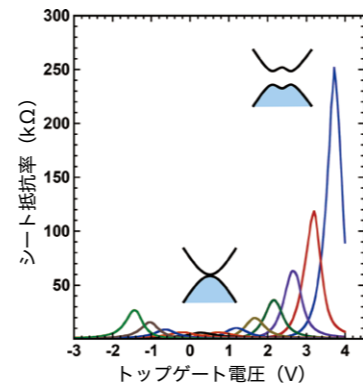
スイッチングを強く制御することが可能かつ高い電子速度を有するため、現在の Si に変わる次世代エレクトロニクス材料として低消費電力・高速性の観点から多くの期待を集めています。我々の研究室では、2 次元材料自身に特徴的な物性を研究し理解することで、その特性を引き出してデバイス展開することを目指しています。マテリアル工学科でデバイスの研究を行う強みがここにあります。日々新しい研究成果が世界中から報告され刺激的な毎日のなかで、我々の研究室からもデバイス展開に繋がる研究成果を発信しています。



■ナノカーボンデバイスの計測



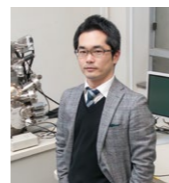
■グラフェンと他の 2 次元材料を複層化させたデバイス



■2層グラフェンのトランジスタ動作

## 先輩からのメッセージ

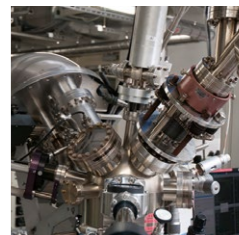
まずは飛び込んでみよう！  
そこには素晴らしい環境が整っている



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 年から現職  
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进行研究しています。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っしょることは何ですか？

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  
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



## ○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。

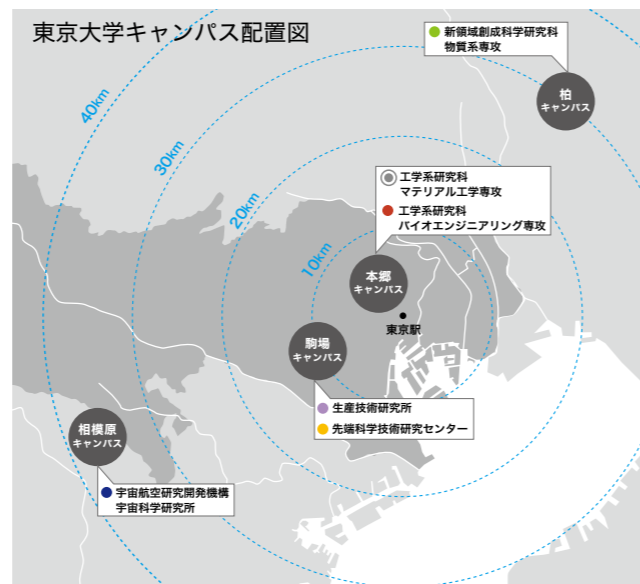
マテリアル工学科は、金属から半導体、そして高分子・バイオという幅広い材料に関して、基礎から先端知見まで学ぶ事ができる貴重な場所です。学部時代に既存の枠組みにあまりはまらない、様々な学問に触れていたことから、どのような分野の技術の話が来ても違和感・抵抗感なく議論に参加することができています。学部から修士課程までの4年間は同期と共に過ごす時期でもあります。自分の専門フィールドだけでなく金属や半導体のフィールドの同期と様々な情報交換ができていたことも、現在の自分を形成する大事な下地になっていたと実感しています。時代が目まぐるしく変遷する今日、多種多様な専門知識を有し、かつ変化に柔軟に対応できる人材が求められます。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%以上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）、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。

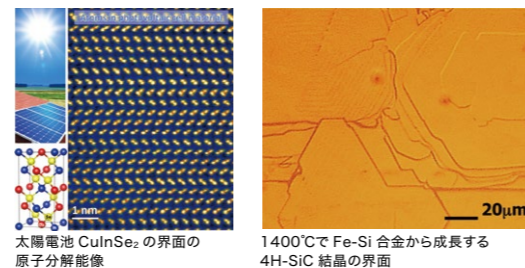


## 生産技術研究所

駒場キャンパス

研究成果の社会還元を意識しつつ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、各分野で卓越した研究成果を創出し、その成果の社会還元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。基礎系部門では固体の塑性変形機構、金属ガラスや準結晶等の非結晶物質の原子配列と物性、新規フォトニック物質の開



発、グラフェンやファンデルワールス複合原子層物質の作製と電子物性、またそれを利用した新規デバイス開発などの課題に関して、基礎に重心をお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・資源の循環利用、高性能・高機能化の課題に向けて、様々な材料の設計・解析手法、物性計測、プロセス、資源循環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て、課題解決に取り組んでいます。

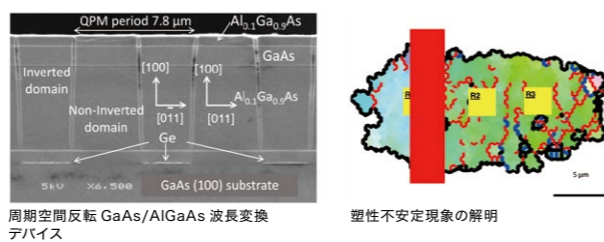
## 先端科学技術研究センター

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、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、「環境・エネルギー」「情報」「材料」「生物医学」「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



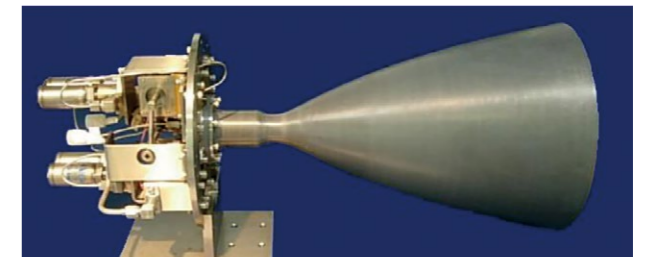
部・大学院学生の教育にもあたっています。高機能材料分野では、現在、高機能レーザー用の化合物半導体や高効率太陽電池用ペロブスカイト型半導体などのフォトニクス材料の研究、LSIのようなナノレベルの部材から、橋梁といったキロメートルレベルの部材に至る様々な社会基盤インフラを構成する材料の強度についての研究などを進めています。

## 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）

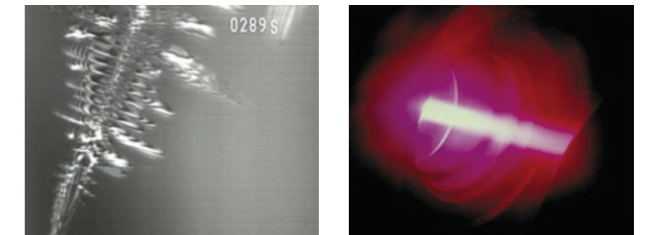
強力に推進することにあります。このために、当研究所には、日本でも数少ない宇宙用構造材料をメインテーマとしている材料系研究室がおかれています。宇宙飛翔体（ロケット、宇宙往還機、衛星、探査機など）においては、特殊な環境（高温、極低温、超高速衝突など）での材料の力学特性と信頼性の追求が求められており、宇宙科学研究所のプロジェクトに深く関わる研究テーマについて取り組んでいます。

## 新領域創成科学研究科 物質系専攻

柏キャンパス

学融合を実現するための  
実験キャンパスで独創性を育てる

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。この学融合を実現するために、東京大学は、本郷、駒場の伝統あるキャンパスとは別に、柏キャンパスという、新しい実験キャンパスを用意しました。物質系専攻は、物性物理学、化学、マテリアル工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創成しようとしています。学融合の実現のた



高温顕微鏡で観察した 1300℃の酸化物融体

超高速エピタキシャル成膜 プラズマビーム

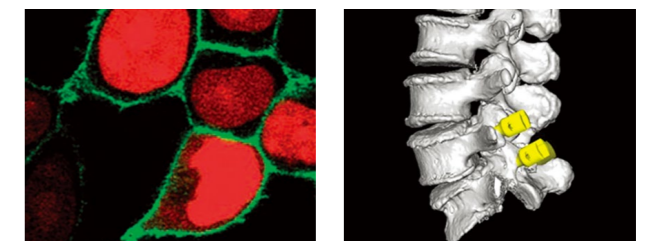
めに、失敗を恐れない知の冒険を推奨し、大学の中に閉じこもらない未来志向の国際化や社会連携を進めています。研究だけでなく、あらゆる仕事に重要な独創性は、過去の経験の蓄積によって形成される直感から生まれます。理系だけでなく文系まで含めた様々な分野の研究に触れ、それらが融合しようとするユニークな試みの渦の中で学ぶことから、独創性豊かな人材を育てています。

## 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ます。本専攻では、この目的を達成するために、既存の工学及び生命科学ディシプリンの境界領域にあって両者を有機的につなぐ融合学問分野であるバイオエンジニアリングの教育・研究を推進します。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・解明して学理を打ち立てると

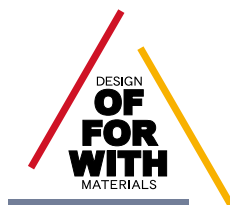


細胞膜と核に存在するタンパク質の部位特異的イメージング

コンピュータシミュレーションに基づく 腰椎後方椎体間固定術のための手術計画例

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、物質やシステム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ることが期待されます。このようなバイオエンジニアリングの教育・研究を通じて、バイオメディカル産業を先導し支える人材を輩出するとともに、予防・診断・治療が一体化した未来型医療システムの創成に貢献することを目指します。

<b>工学系研究科 マテリアル工学専攻</b>	<b>霜垣 幸浩</b> 教授 <i>Yukthiro Shimogaki</i> 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)	<b>喜多 浩之</b> 准教授 <i>Koji Kita</i> 次世代半導体デバイス、 ワイドギャップ半導体、 酸化物ナノ絶縁膜、 界面制御	<b>宮田 完二郎</b> 准教授 <i>Kanjiro Miyata</i> 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	<b>工学系研究科 総合研究機構</b>	<b>寺村 裕治</b> 准教授 <i>Yuji Teramura</i> 再生医学／組織工学、 バイオマテリアル工学、 細胞表面工学	<b>枝川 圭一</b> 教授 <i>Keiichi Edagawa</i> 材料強度、固体塑性、 準結晶物質、 フォトニク／バンドギャップ物質	<b>先端科学技術 研究センター</b>
<b>阿部 英司</b> 教授 <i>Eiji Abe</i> 構造物性、 最先端電子顕微鏡法、 原子・電子構造	<b>鳥海 明</b> 教授 <i>Akira Toriumi</i> 高誘電率薄膜物性、 Ge-CMOS、 グラフェン電子輸送物性、 CMOSデバイス物理	<b>坂田 利弥</b> 准教授 <i>Toshiya Sakata</i> 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	<b>山崎 裕一</b> 准教授 <i>Yuichi Yamasaki</i> 生物物理、DNA構造、 DNA濃縮、高分子ミセル、 遺伝子治療	<b>幾原 雄一</b> 教授 <i>Yuichi Ikuhara</i> 結晶界面工学、 先端透過電子顕微鏡法、 セラミック材料	<b>新領域創成科学研究科 物質系専攻</b>	<b>岡部 徹</b> 教授 <i>Toru H. Okabe</i> チタン、レアメタル、 材料プロセス工学、 リサイクル	<b>近藤 高志</b> 教授 <i>Takashi Kondo</i> 化合物半導体、非線形光学材料、 半導体レーザー、 分子線エビタキシー、 ペロブスカイト太陽電池
<b>石原 一彦</b> 教授 <i>Kazuhiko Ishihara</i> バイオマテリアル、 MPCポリマー、高分子光反応、 生体親和界面、細胞工学デバイス、 人工臓器・医療デバイス	<b>森田 一樹</b> 教授 <i>Kazuki Morita</i> 高温物理化学、 鉄鋼製錬、廃棄物、 太陽電池用シリコン	<b>澁田 靖</b> 准教授 <i>Yasushi Shibuta</i> 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	<b>秋元 文</b> 講師 <i>Aya Akimoto</i> 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-細胞間相互作用、 再生医療、発生生物学	<b>柴田 直哉</b> 教授 <i>Naoya Shibata</i> 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	<b>木村 薫</b> 教授 <i>Kaoru Kimura</i> 材料物性学、 クラスター機能設計、 複雑構造固体、熱電変換材料、 正20面体クラスター、 準結晶	<b>町田 友樹</b> 教授 <i>Tomoki Machida</i> 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	<b>井上 純哉</b> 准教授 <i>Junya Inoue</i> 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
<b>一木 隆範</b> 教授 <i>Takanori Ichiki</i> ナノバイオデバイス、 プラズマプロセス、 $\mu$ TAS、 ナノ・マイクロ加工技術	<b>山口 周</b> 教授 <i>Shu Yamaguchi</i> 固体電気化学、 固体化学、 機能性材料の物理化学	<b>下山 裕介</b> 准教授 <i>Yusuke Shimoyama</i> 超臨界流体、 材料プロセス、微粒子生成、 多孔質構造体	<b>南部 将一</b> 講師 <i>Shoichi Nambu</i> 金属基複合材料、 界面、力学特性、 材料組織	<b>工学系研究科 バイオエンジニアリング 専攻</b>	<b>月橋 文孝</b> 教授 <i>Fumitaka Tsukihashi</i> マテリアル物理学、 金属製錬、 マテリアルプロセッシング	<b>光田 好孝</b> 教授 <i>Yoshitaka Mitsuda</i> 反応性プラズマプロセス、 ダイヤモンド、 酸化物薄膜	<b>渡邊 誠</b> 准教授 <i>Makoto Watanabe</i> マテリアルズインテグレーション、 破壊力学、積層造形、 コーティング、非破壊評価
<b>宇尾 基弘</b> 教授 <i>Motohiro Uo</i> 歯科材料、 ガラス・セラミックス材料、 蛍光X線分析、XAFS解析、 放射光科学	<b>吉田 亮</b> 教授 <i>Ryo Yoshida</i> 機能性高分子ゲル、 バイオミメティクス、 インテリジェント材料	<b>醍醐 市朗</b> 准教授 <i>Ichiro Daigo</i> 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	<b>南谷 英美</b> 講師 <i>Emi Minamitani</i> 物性理論、表面物性、 磁性、電子フォノン相互作用、 電子状態計算	<b>高井 まどか</b> 教授 <i>Madoka Takai</i> 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	<b>寺嶋 和夫</b> 教授 <i>Kazuo Terashima</i> 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	<b>溝口 照康</b> 准教授 <i>Teruyasu Mizoguchi</i> 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	<b>宇宙航空研究開発機構</b>
<b>榎 学</b> 教授 <i>Manabu Enoki</i> 信頼性、性能予測、 微視破壊・変形、非破壊評価、 構造ヘルスモニタリング	<b>渡邊 聡</b> 教授 <i>Satoshi Watanabe</i> 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	<b>堤 祐介</b> 准教授 <i>Yusuke Tsutsumi</i> 医療用金属材料、 生体界面反応、表面改質、 腐食電気化学	<b>百瀬 健</b> 講師 <i>Takeshi Momose</i> 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	<b>鄭 雄一</b> 教授 <i>Yuichi Tei / Ung-il Chung</i> 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	<b>伊藤 剛仁</b> 准教授 <i>Tsuyohito Ito</i> プラズマ材料科学、 非平衡界面プロセス、 ナノ複合材料	<b>八木 俊介</b> 准教授 <i>Shunsuke Yagi</i> 蓄電池、電気化学反応、 表面処理、腐食・防食	<b>佐藤 英一</b> 教授 <i>Eiichi Sato</i> 宇宙構造材料工学、 力学特性、 材料信頼性
<b>大沼 郁雄</b> 教授 <i>Ikuo Ohnuma</i> 実験状態図、CALPHAD、 合金設計、組織制御、 構造材料、鉄鋼材料	<b>江島 広貴</b> 准教授 <i>Hiroataka Ejima</i> 高分子材料、 ナノ粒子、 バイオイメージング	<b>長汐 晃輔</b> 准教授 <i>Kosuke Nagashio</i> 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	<b>百瀬 健</b> 講師 <i>Takeshi Momose</i> 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	<b>カブラル オラシオ</b> 准教授 <i>Horacio Cabral</i> ナノメディシン、 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	<b>生産技術研究所</b>	<b>吉川 健</b> 准教授 <i>Takeshi Yoshikawa</i> 高温材料物理化学、 溶液成長、高温界面科学	
<b>小関 敏彦</b> 教授 理事・副学長 <i>Toshihiko Koseki</i> 鉄鋼材料、 非鉄金属材料、金属基複合材料、 接合、金属組織、相変態	<b>神原 淳</b> 准教授 <i>Makoto Kambara</i> プラズマプロセス、 機能性酸化物薄膜、 エビタキシー、結晶成長	<b>松浦 宏行</b> 准教授 <i>Hiroyuki Matsuura</i> 高温マテリアルプロセス、 物理化学、リサイクル	<b>酒井 崇匡</b> 准教授 <i>Takamasa Sakai</i> 高分子ゲル、 高分子物理、 医用構造材料、 再生医療	<b>井上 博之</b> 教授 <i>Hiroyuki Inoue</i> ガラスの構造解析、 希土類イオン、 分子動力学法	<b>徳本 有紀</b> 講師 <i>Yuki Tokumoto</i> 材料構造特性、 塑性、転位動特性、 転位物性		



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

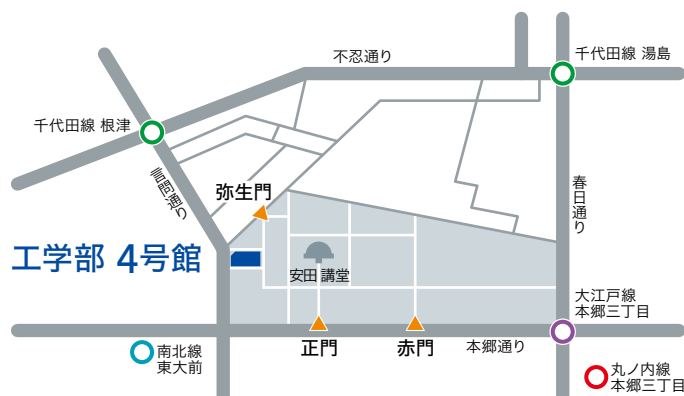
東京都文京区本郷 7-3-1 東京大学工学部 4 号館

[www.material.t.u-tokyo.ac.jp](http://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](mailto: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](mailto:exam@material.t.u-tokyo.ac.jp)