

Materials Science and



北海道大学工学部応用理工系学科
応用マテリアル工学コース

Materials Scientists In The World



材料研究は、科学や工学の多岐にわたる分野において世界中で行われています。その中で計算科学、表面科学および原子炉材料開発研究における第一人者の方々にその分野からの材料研究の面白さや重要性を語って頂きました。

Europe



Wolfgang Pfeiler
Professor of University of Vienna, Austria

Dear Students of Materials Science and Engineering at Hokkaido University!
Please know that studying at Hokkaido University is a great privilege: This is a very famous and internationally well-recommended university with excellent professors, up-to date-equipment and a highly scientific atmosphere. Your professors possess outstanding knowledge and scientific experience and will provide you with all the basic and applied knowledge and skills you will need for scientific research as well as for work in technical engineering. It goes without saying that Materials Science is of extreme importance for all technical and technological progress and thereby contributes essentially to human development and prosperity. Therefore, take your studies seriously and try to obtain a fundamental understanding of the necessary Mathematics, Physics and Chemistry as the basic constituents of Materials Science. In all stages of your career, however, keep your view from becoming too narrow. Embrace not only the natural sciences but be open to the humanities and the arts. It is our firm conviction that true innovation and best leadership are most likely to come from a universally educated mind.

Dear Students of Materials Science and Engineering at Hokkaido University!
Please know that studying at Hokkaido University is a great privilege: This is a very famous and internationally well-recommended university with excellent professors, up-to date-equipment and a highly scientific atmosphere. Your professors possess outstanding knowledge and scientific experience and will provide you with all the basic and applied knowledge and skills you will need for scientific research as well as for work in technical engineering. It goes without saying that Materials Science is of extreme importance for all technical and technological progress and thereby contributes essentially to human development and prosperity. Therefore, take your studies seriously and try to obtain a fundamental understanding of the necessary Mathematics, Physics and Chemistry as the basic constituents of Materials Science. In all stages of your career, however, keep your view from becoming too narrow. Embrace not only the natural sciences but be open to the humanities and the arts. It is our firm conviction that true innovation and best leadership are most likely to come from a universally educated mind.

Asia



藤嶋 昭
財団法人 神奈川科学技術アカデミー 理事長
東京大学特別栄誉教授

このように、今後の材料の表面機能性を考えていくと無限の可能性を感じます。私は、この研究の面白さをより多くの人に知って欲しいと思っています。皆さんもマテリアルの探求をきっかけに表面科学の世界に入ってみませんか。

材料研究の中では、表面に関わる研究と材料内部のバルクを扱う研究があります。素晴らしい機能を持ったバルク材料でも、表面から劣化してしまうと長期間の使用に耐える事はできません。しかし、材料の表面処理によって、その材料の寿命を大幅に長くする事ができます。また、材料表面の加工によって、親水性や撥水性のような機能性も付与する事ができます。私の開発した光触媒は、材料に薄く被覆すると汚れの付きにくい浄化性に優れた表面になります。



North America

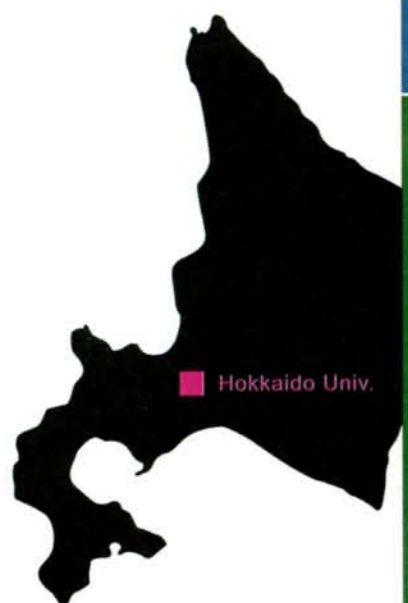


Steven J. Zinkle
Director of Oak Ridge National Laboratory
Chair of International Energy Agency Executive Committee for the Implementing Agreement on a Program of Research and Development on Fusion Reactor
Materials Chair of US DOE
Fusion Materials Sciences Steering Committee

exciting research breakthroughs in the area of nuclear reactor material development will be achieved by the Japanese researchers in the future.

Nuclear power is a key contributor for providing stable, reliable baseline energy for the world. The continued successful deployment of nuclear power relies on sound understanding of the materials behavior during operation in the nuclear reactor environment. Fundamental knowledge and understanding of radiation effects and chemical compatibility of materials is indispensable for the development of nuclear reactors with long longevity. In addition, it is important to transfer this knowledge to industry. Japan is one of the world's leaders in the field of nuclear energy science, and I anticipate many exciting research breakthroughs in the area of nuclear reactor material development will be achieved by the Japanese researchers in the future.





応用材料コースおよび材料科学専攻は、ナノテクノロジー、環境、エネルギーの進展への寄与を目指し、基礎および先端的研究・教育をするために開設されました。組織は3つの大講座と1つの協力講座からなり、研究と優れた人材の育成に取り組んでいます。

マテリアル設計講座

量子構造や原子配列を考慮した材料の組成・組織の最適化に基づいて、強度・機能・表界面の設計・制御を目指します。計算材料科学の確立、高分解能装置による解析、精密測定手法による評価、組織形成過程の解明、新規な製造プロセスの開発を中心に研究を行うグループです。
キーワード: 解析的・合成的材料設計、材料組織設計

エコマテリアル設計講座

材料のライフサイクルコストを下げ、材料を有効にリサイクルさせるためのシステム構築を目指しています。エネルギー低減の材料製造プロセス、自己修復機能をもつ材料、鉄鋼材料の長寿命化のための表面処理などについて研究するグループです。
キーワード: 材料製造の新プロセス設計、超寿命化表面改質

エネルギー材料講座

クリーンエネルギーの実現のために、既存システム(タービン)の高効率化と次世代エネルギー(核融合炉や水素エネルギー)などの利用技術の高度化など、材料科学とエネルギー理工学を融合した研究と教育を目指します。ナノ評価、新規材料の開発などを推進するグループです。
キーワード: 微細構造、超高温・高性能材料

エネルギー変換マテリアル研究センター (協力講座)

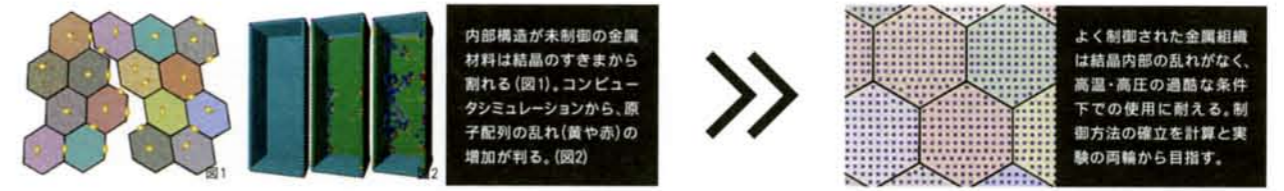
新しいエネルギーメディア変換材料の開発、そのエネルギー源を有効に活用するための高効率エネルギー貯蔵・輸送材料、それらを組み合わせた最適なシステム開発を目指します。材料の開発およびその評価では、国内でも有数の分解能を誇る電子顕微鏡等を用い研究開発を行うグループです。
キーワード: 熱・電気・水素間エクセルギー変換

Course Guide

マテリアル設計講座

材料数理学研究室では

次世代の超高温材料として有望な金属と金属の化合物(金属間化合物)をはじめとして、様々な材料の物理的性質(電気・熱の伝導率や弾性係数など)や機械的性質(引っ張り・曲げに対する強さや硬さ)を研究しています。物理学の基礎方程式から出発して、材料の物性や熱力学的性質を理論計算で予測することや、精密測定装置を駆使した実験研究により、従来の合金を超える新材料の開発を目指しています。



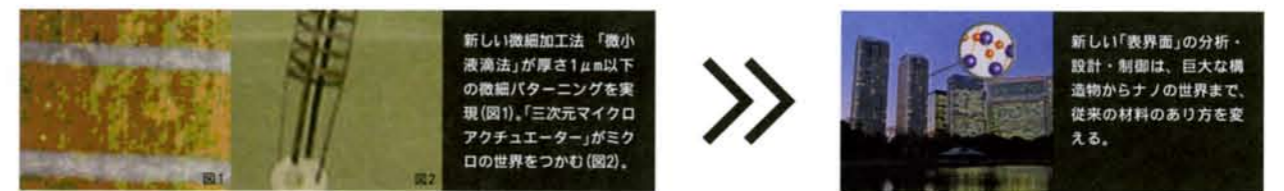
組織制御学研究室では

合金の強靱さは合金の種類すなわち化学組成によって決まると思われがちですが、実は化学組成よりも金属組織が重要です。その説明のために、私たちの研究成果の一例を紹介しましょう。左下の写真の(a)と(b)では、化学組成が同じで組織の大きさが違います。この組織の違いにより、曲げ破壊試験において100倍もの強度差がありました。つまり、組織が材質を決めているのです。さて、下の2つのうち、強かったのはどっちだとあなたは思われますか?ちなみに、この材料は鉄より軽くて強くて熱に耐えます。



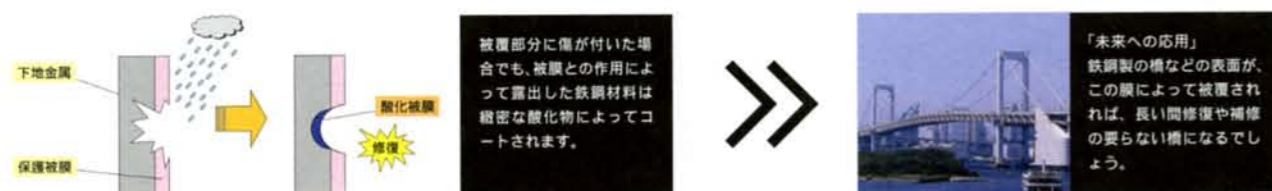
表界面微細構造解析研究室では

物質の「表面」「界面」を設計することにより、新しい機能を持った材料の開発に取り組んでいます。「表界面」をマイクロ・ナノオーダーで分析し、その情報を元に新たな「表界面」を形成することが出来れば、材料の持つ特性は飛躍的に向上することでしょう。この夢を実現するために、「表界面」を分析・設計・制御する技術を開発し、エレクトロニクス分野、生体材料、微小電子機械システムなどへ応用することを目指します。



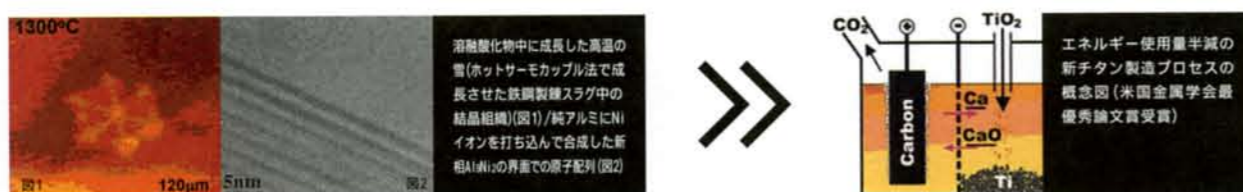
環境材料学研究室では

私たちの身の回りに使われている多くの金属材料は、その環境において金属が錆びないように表面処理が施されています。私たちの研究室では、金属材料の表面処理として金属やポリマーからなる高性能の被覆膜を開発しています。例えば、ポリマー被覆膜では、被覆部分に傷が付いた場合でも、被覆膜の作用によって下地の金属部分を修復します。私達は、このような技術を橋などの構造物のメンテナンスフリー化に繋げていきたいと考えています。



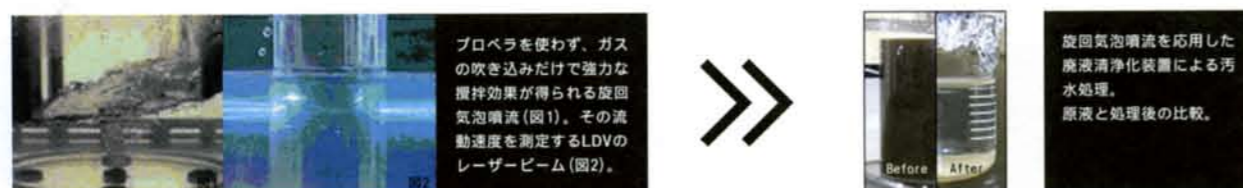
エコプロセス工学研究室では

現代人にとって不可欠な鉄やアルミ等は大量のエネルギーを消費して製造されています。僅かなプロセスの改良が膨大なエネルギーを節約します。我が国が圧倒的な生産力を誇るチタンも電気の高圧法です。より少ないエネルギーでより高品質な材料生産を目指します。環境に優しいリサイクル、廃熱を利用したエネルギー回収、小さな温度差を利用した発電、自然界には存在しない新化合物の創製などには英知を集めた新プロセスが必要です。



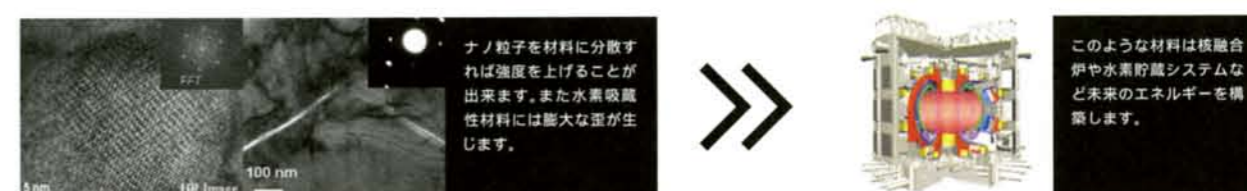
移動現象研究室では

あらゆる材料を製造するプロセスに必ず存在する移動現象に注目しています。物質、熱やエネルギーの移動の際に現れる様々な現象を総じて移動現象といますが、この現象をよく調べ理解することで、そのプロセスのエネルギーや時間の効率を引き上げることが可能になります。現在、特に流体の混合や分離に重点をおき、ミクロからマクロまでの様々なスケールで、材料製造だけでなくリサイクルプロセスへの応用を視野に入れて、研究を進めています。



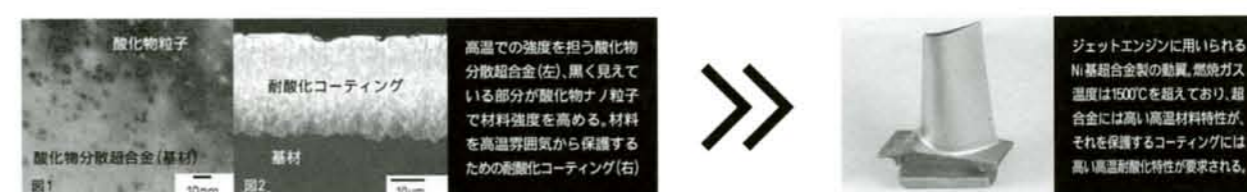
機能材料研究室では

ナノ構造に着目して金属系の機能性材料を研究しています。特に材料の種々の性質(機能性の発現)をナノ構造から解明し、材料の機能性の制御を目指しています。主要な研究テーマは、①高エネルギー粒子による結晶の損傷効果やこれを利用した核融合炉材料の評価、特にフェライト系材料のナノ構造の研究、②水素吸蔵性材料の特性とナノ構造の関係、また新しい材料の提案、③X線ミラー多層膜や半導体のマイクロ・ナノ構造の解析、などです。



先端高温材料研究室では

高温強度と加工性に優れた酸化物分散超合金や長寿命・高信頼性を有する耐酸合金およびコーティングの研究開発を行っています。材料組織学や熱力学、材料物理学等の材料工学の基礎に基づいて研究を行い、これからの高温エネルギー材料に不可欠な材料強度学と高温腐食防食学を両立させた、高温材料の創製を目指しています。



Campus Life



受講風景



実験風景



研究打ち合わせ風景

研究者が考える夢のマテリアル

Course Guide

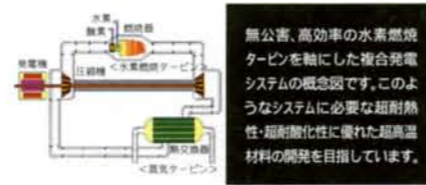
エネルギー変換マテリアル研究センター(協力講座)

熱エネルギー変換材料分野では

地球の環境を守るために、有限な化石燃料を無駄に使わないために、いろいろな高効率エネルギー変換システムが提案されています。水素燃焼タービン、超高温コンバインド発電、燃料電池などがその例です。これらの新技術を実現させるためには新しい高温材料の開発が不可欠です。この研究室では、金属系高温材料を中心に、物理化学的観点に重点を置いた超高温、複合環境対応型高温材料の開発とその評価に関する研究を行っています。



高効率エネルギー変換を実現するため超高温環境に耐える材料の開発研究を推進しています。放電プラズマ焼結装置(図1) パーナティック燃焼試験装置(図2)



無公害、高効率の水素燃焼タービンを軸にした複合発電システムの概念図です。このようなシステムに必要な超耐熱性・超耐酸化性に優れた超高温材料の開発を目指しています。

エネルギーメディア変換材料分野では

エネルギーのカスケード利用やプロセス間リンクのために、水素や熱を対象にエネルギーを高密度貯蔵、輸送、および高効率変換する材料の開発を行っています。そこでは、主として金属水素化物(図1参照)や不定比ペロブスカイト酸化物を燃焼合成し機能を引き出すために高精度に成分を制御しています。同時にそれら材料を高度に利用するシステムをエクセルギー理論や炭酸ガス排出抑制の観点からLCA的に評価し最適化を試みています。(図2)



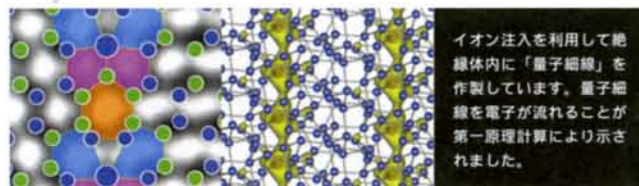
図1 開発し、単結晶ナノロッド(図2)の合成に成功した。この技術開発により安価で高純度のMgの合成が可能となり燃料電池への水素供給が容易になることが期待出来る。



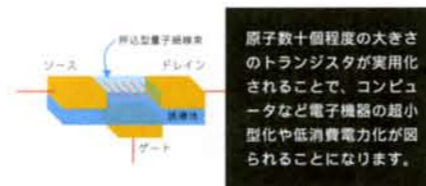
そこでは開発されたプロセス間リンクのための要素材料、技術が適用され、生体系の如くホメオスタシス機能を有し、物質、エネルギーおよび情報の流れがエクセルギー損失最小の観点から最適設計されている。

マルチスケール機能集積研究室では

エネルギー資源の高効率利用を目指し、ナノからマクロまでのマルチスケールにわたる材料の解析・評価をベースに、超高压電子顕微鏡やイオン加速器を利用したエネルギー材料の機能化のための研究を展開しています。例えば、半導体・セラミックスの構造を原子レベルで制御することにより電気エネルギー変換を高機能化した材料の創製や、原子エネルギー変換の高効率化のための革新的な材料開発基盤の確立を目指した研究を行っています。



イオン注入を利用して絶縁体内に「量子細線」を作製しています。量子細線を電子が流れることが第一原理計算により示されました。



原子数十個程度の大きさのトランジスタが実用化されることで、コンピュータなど電子機器の超小型化や低消費電力化が図られることとなります。

世界最高速のペタフロップスマシン

マテリアル設計には多くの労力とお金が必要です。これを自動化することができれば、というのが私達の夢です。政府は世界最高速のペタフロップスマシン(京速計算機)のプロジェクトを開始しています。計算機の中で、設計し、測定し、製造プロセスを最適化することができれば素晴らしいことです。しかし、この夢の実現のためには、多くの実験に裏打ちされた正確なデータが必要なことは言うまでもありません。信頼できるデータの測定と集積、そして、その一方で理論手法の高速計算機上での具体化、これが私達の進もうとしている未来です。

Tetsuo Mochi

熱エネルギーを直接電気エネルギーに変える材料

温度差に感応して直接発電する材料が100年前から知られていて、2006年夏に打ち上げた冥王星まで飛んでいく探査機の熱電池にも使われている。でも、もっと手軽に大量に作って小さな温度差でも大きな電力を生み出したい。温泉の湯と川の水や雪との温度差で発電して温泉街全部の電力をまかなえるくらいの発電材料が普通に使われるようにしたい。絶対に錆びないチタンで作ったら未来永劫にメンテナンスも要らなくなる。温度によって自分の形を変える形状記憶性能も持たせたら面白いぞ。

Pyosunha O. Suzuki

超長寿命原子力材料

次世代の原子力発電では、燃料をもっと燃やせるのに、これを閉じ込めている被覆管材料がもたないため、頻りに燃料交換が行われることになる。そのたびに使用済燃料が蓄積することが、現在でも全発電量の35%を賄っている原子力発電の最大のネックなのだ。そこで、原子炉炉心のような高温で中性子が飛び交う極めて過酷な条件でもびくとせず、丈夫で長持ちする被覆管材料をぜひ開発したい。そうすれば、極端には、原子炉寿命の約30年の間、燃料を一度も交換せずにすませることだって可能になるのだ。

S. Ueda

環境にやさしい水素と仲良く付き合える材料

水素をたくさん貯蔵できる材料、水素を燃やす環境でびくともしない材料、このような水素と仲良く付き合える材料がいろいろできれば燃料電池にも、水素燃焼タービンにも使えるね。自動車、飛行機、発電など応用範囲は広いから石油が無くなっても大丈夫だろうし、私たちの住む地球の環境を汚染する心配もなくなるね。

H. Kurokawa



マテリアル設計講座
教授 毛利哲夫



エコマテリアル講座
教授 鈴木亮輔



エネルギー材料講座
教授 鷗飼重治



エネルギー変換マテリアル研究センター
教授 黒川一哉

Curriculum

おもな進路 (過去5年間)

鉄鋼関連 16% : 新日本製鐵 JFEスチール 住友金属工業 大同特殊鋼 日本製鋼所 神戸製鋼所など
 金属関連 4% : 三井金属鉱業 三菱マテリアル 住友金属鉱山 日立金属 住友軽金属など
 自動車関連 15% : トヨタ自動車 日産自動車 本田技研 いすゞ自動車 スズキ 富士重工業 東海理化など
 電気・電子・情報関連 19% : 日立製作所 東芝 富士電機 キヤノン 京セラ 松下電器 リコー エプソン
 重工業 8% : 三菱重工業 石川島播磨重工業 川崎重工業など
 化学関連 2% : 東洋エンジニアリング 三井化学など
 大学・研究所 8% : 北海道大学 国内外の教育・研究機関 企業研究所など
 公務員 3% : 全日本空輸 日本航空 味の素 JT 凸版印刷 みずほ銀行など
 その他 25%

1-2

応用数学Ⅰ 熱力学 システム工学概論
 応用物理学 物質変換工学 材料デザイン
 技術者倫理と安全 機械工学概論
 応用数学演習Ⅰ

2-4

応用数学Ⅱ 材料量子力学 材料物理学 材料熱力学
 プロセス物理化学 相平衡論 弾塑性学 移動速度論
 マテリアルプロセス工学 強度物性学 相変態論
 材料物性学 表面物理化学 材料組織学 結晶解析学
 プロセス工学 材料機能学
 材料工学演習Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ・Ⅳ・Ⅴ・Ⅵ・Ⅶ
 材料工学実験Ⅰ・Ⅱ 学外実習Ⅰ
 英語演習 特許と文書作成法
 プレゼンテーション 卒業論文

2-4 選択科目

環境工学概論 資源工学概論 生体工学概論
 極低温物理学 複雑系の物理学 化学工学Ⅱ
 化学プロセス工学 有機化学Ⅳ 生物化学Ⅱ
 分子材料化学 高分子機能化学 無機材料化学
 界面コロイド化学 電気化学 電子材料化学
 製造工学 コンピュータ演習 金属材料化学
 金属製錬工学 金属材料学 金属加工学
 半導体材料学 金属材料学 セラミック材料学
 材料科学基礎英語
 学外実習Ⅱ

修士課程—博士課程

材料数学特論 組織設計学特論 強度設計学特論
 表面・組成設計学特論 表界面構造解析学特論 多元材料学特論
 環境材料学特論 エコプロセス特論 材料移動速度論特論
 ナノプロセス反応工学特論 材料移動速度論特論
 エネルギー変換材料工学特論 表面薄膜工学特論
 機能材料工学特論 ナノ構造解析学特論 エネルギーシステム工学特論
 耐熱材料学特論 ナノ製造工学特論
 フロンティアエネルギー工学特論 材料科学特別演習
 材料科学特別研究第一・第二
 修士論文
 博士論文

ENTRANCE

卒業生からのメッセージ



數土 文夫
Sudo Fumio

JFEホールディングス株式会社
 代表取締役社長
 1964年 冶金工学科卒業

これまで多くの技術革新のきっかけとなってきた材料科学は、製造業の基本であり、経済発展や生活レベルの向上に大きく貢献してきました。その代表ともいえる鉄鋼産業は現在、技術力を背景に「New Business」へと変貌を遂げつつあります。限りない可能性を持つ材料科学の世界で、未来の材料を一緒に作ってみませんか。



成田 さおり
Narita Saori

日本特殊陶業株式会社
 2003年 材料工学科卒業

私が開発しているのはこのグローブプラグ。この中に入っているセラミックスの特性を変える事で、製品の性能を向上させる事ができます。私は耐久性を向上させる為の研究をしています。学生時代に学んだ知識や考えが役に立っています。あなたも新たなセラミックスの開発や、セラミックスを使った新しい製品を作りませんか！



塙 隆夫
Hanawa Takao

東京医科歯科大学生体材料工学研究所教授
 1981年 金属工学科卒業

「生体と金属に関わる研究のおもしろさ」
 金属は、喪失した体の機能回復のために人体に埋め込む材料の70%以上を占めています。そのため、金属と生体組織との反応を解明し、それを制御することは極めて重要です。骨を形成する、逆に形成しない、血栓ができない、あるいは細胞が接着しないような金属表面を自在に創ることを目標に研究を進めています。

Engineering



北海道大学大学院工学研究科材料科学専攻
<http://www.eng.hokudai.ac.jp/edu/div/material/>

北海道大学工学部応用理工系学科応用マテリアル工学コース
<http://www.eng.hokudai.ac.jp/edu/div/material/course/mateeng/>