

# キャンパス情報

Direction to Our Campuses

医工学研究科は、東北大学の3つのキャンパスで研究・教育を行っています。



## 青葉山キャンパス 〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉6-6

### ●仙台市営地下鉄東西線

青葉山駅下車 南1番出口から徒歩10分

(平日のみ南1番出口前から青葉山キャンパス内各方面へ連絡バスを運行) 一年末年始・お盆期間は運休

## 星陵キャンパス 〒980-8575 仙台市青葉区星陵町2-1

### ●仙台市営バス

東北大学病院前下車 徒歩1分

交通局東北大学病院前下車 徒歩4分

### ●仙台市営地下鉄南北線

北四番丁駅下車 北2番出口から徒歩15分

## 片平キャンパス 〒980-8577 仙台市青葉区片平2-1-1

### ●仙台市営バス

東北大正門前下車 徒歩2分

### ●仙台市営地下鉄東西線

青葉通一番町駅下車 南1番出口から徒歩10分

### ●JR

仙台駅西口より徒歩15分

### ●仙台市営地下鉄南北線

五橋駅下車 北2・北4番出口から徒歩10分

## 東北大学大学院医工学研究科

〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-12

URL <http://www.bme.tohoku.ac.jp/inquiry/>

## Graduate School of Biomedical Engineering Tohoku University

6-6-12, Aoba, Aramaki, Aoba-ku,

Sendai 980-8579, Japan

<http://www.bme.tohoku.ac.jp/english/inquiry/>

2020.4 改訂版



# 東北大学大学院 医工学研究科

Graduate School of Biomedical Engineering, Tohoku University

計測・診断医工学 Biomedical Measurements and Diagnostics

治療医工学 Biomedical Engineering for Diagnosis and Treatment

生体機械システム医工学 Biomechanical Engineering

生体再生医工学 Regenerative and Biomedical Engineering

社会医工学 Biomedical Engineering for Health and Welfare

医療機器創生医工学 Medical Device Innovation

生体流動システム医工学 Biofluids Control System

人工臓器医工学 Artificial Organs

生体材料学 Medical Materials

生体システム制御医工学 Biomedical System Control Engineering

生体情報システム学 Biomedical Information Systems

# 医学と工学の融合で 革新的な未来へ

Fusion of medicine and engineering for an innovative future

## CONTENTS

研究科長挨拶 Message from the Dean	1
医工学研究科の理念 Our Vision at the Graduate School of Biomedical Engineering	2
教育目標 Policy and Philosophy	3
教育内容 Education	4
研究領域 Divisions	12
計測・診断医工学 Biomedical Measurements and Diagnostics	12
治療医工学 Biomedical Engineering for Diagnosis and Treatment	15
生体機械システム医工学 Biomechanical Engineering	19
生体再生医工学 Regenerative and Biomedical Engineering	22
社会医工学 Biomedical Engineering for Health and Welfare	25
医療機器創生医工学 Medical Device Innovation	28
生体流動システム医工学 Biofluids Control System	31
人工臓器医工学 Artificial Organs	33
生体材料学 Medical Materials	34
生体システム制御医工学 Biomedical System Control Engineering	36
生体情報システム学 Biomedical Information Systems	38
研究者索引 Researchers Index	40
研究センター Research Center	42
修了後の進路 Career Options for Graduates	44



## 技術の力をもって未来の医療をデザインする Designing future health care through cutting edge technology

病院では脳や関節に問題があればMRI検査、食道や胃に問題があればファイバースコープ(内視鏡)検査、胆石があれば内視鏡手術、股関節に障害があれば人工関節の置換術が行われます。今では当たり前の検査や治療も50年前はほとんど実用化されていませんでした。当時画期的だった医療技術は物理学・化学・生物学など様々な領域の新しい研究成果を背景に工学と医学の連携によって実用化されてきました。

東北大学では古くから工学と医学などの連携により現在の医療機器の基盤技術の研究開発が行われてきたため、この領域に多くの研究者がいました。2008年には日本で初めてそのような研究者を集約して医工学研究科を発足させ、一丸となって工学の力をもって保健医療を変革する研究教育体制を整えました。医工学研究科では以下の4つの強みを持つ人材育成を目指しています。広く人間の健康を支える基盤技術から実用化まで一連のステージを理解し、その中でしっかり自分の専門分野を確立すること、専門外のエキスパートたちとのコミュニケーションがとれること、保健医療の場で新しい価値を創造するデザイン思考を有すること、事業化が社会に研究成果を届ける重要なプロセスであることを理解することです。

設立から11年が経過し、悪性腫瘍が転移したリンパ節の薬剤効果を高める治療手段、欠損した骨の融合を促進する補填材料、母体表面から胎児の心電図を安全に計測する方法など革新的な医療技術の実用化を実現してきました。これまでにない新しい歯科治療技術の実用化も間近です。高度半導体技術を利用した医療機器高機能化開発基盤も整備されました。

次の10年、20年にどのようなことが起こるでしょうか？新しい感染症や災害への対応、長寿社会のあり方、なによりも人類に限られた資源を有する地球上にあってどのように幸福な社会を作ることができるのか、課題へのチャレンジは冒険といっても過言ではありません。材料科学、情報通信技術、生命科学の進歩により人の行動から生命のメカニズムに至るまで多くの情報を収集することができるようになりました。しかしまだそれらを理解し活用するにはたくさんの課題を解決する必要があります。未来の健康社会とそれを支える新しい保健医療をデザインし、そのために大学でしかできない新たな価値を生み出す研究を強力に推進する必要があります。世の中を変える力がある最新の研究成果にあふれている東北大学で、既成の枠組にとらわれない研究を志す学生の皆さん、若手の研究者、若くなくても意欲あふれる方は是非一緒に挑戦していきませんか？

研究科長 永富 良一

Dean Ryoichi Nagatomi

When I started my clinical career as a trainee in Sendai City Hospital, we had no access to sophisticated imaging devices such as MRI. Emergency lab tests were only limited to a narrow range of blood tests. I had to be patient enough to be waiting for the results assuming the best and the worst scenarios for the patients. Clinical outcomes of patients with various diseases, including cancer, cardiovascular diseases, and musculoskeletal injuries and diseases have dramatically improved not only because of skilled surgeons and the development of new drugs. The introduction of emerging technologies through engineering has been making a significant and remarkable contribution to diagnostic and therapeutic procedures we often experience in clinics and hospitals.

Graduate School of Biomedical Engineering Tohoku University was established in 2008 as the first biomedical engineering graduate program to promote both education and science confronting future healthcare issues through advanced technologies. We have been able to launch several innovative medical devices since the establishment. The program ensures students to be in touch with cutting edge technologies for health care innovation. Young scientists will have rich experiences in health care innovation and opportunities to join exciting projects. We will provide and offer opportunities to collaborate with various internationally prominent departments and units covering clinical, biomedical, pharmaceutical, material, mechanical, electronics, electrical, information, quantum sciences, and more. The entrepreneurship programs and business incubation programs will support innovative projects to be implemented in the global community through our global networks of biomedical engineering.

Located in the Tohoku area of Japan, we have significant advantages in that we are in the middle of the super-aged society with a decreasing population. The fact that we have an incomparable super-aged society is one of our great successes and victory of the public health and healthcare systems of Japan. Our progress, however, has been casting new critical issues. We have to find out how centenarians could enjoy their lives in the community. We have gone through enormous natural disasters and are still suffering climate changes. Our cultural background of Japan had been a great help to stay resilient, but not all of us are aware of the strength. How can we be sustainable and ensure happiness? The clues will be a guide to the whole world. We welcome international students and scientists to join us in and design and create innovative healthcare through biomedical engineering for the future society where all of us could live happily! We need you!



# 医工学研究科の理念

Our Vision at the Graduate School of Biomedical Engineering

## 医工学研究科の理念

Our Vision at the Graduate School of Biomedical Engineering

医工学は、数学、物理学、化学などを学術基盤としこれを総合した工学によって医学・生物学を革新する教育・研究の学問領域である。医工学においては、工学の基礎理論・知識の集積や実践的技術および医学・生物学や臨床における基盤的知識と専門的技術を駆使して、生命体の構造と機能を解明することにより、医学・生物学とともに工学の進展を図る。

医工学研究科は、東北大学の理念である「研究第一」、「門戸開放」、「実学尊重」のもと、国際水準の医工学研究を推進し、これを通して学生に基盤的・先進的知識と技術を習得させ、世界を先導できる研究者、高度技術者を育成し、学術的基盤の革新および医療の根本的改革を通して人類社会の福祉と発展に貢献することを使命とする。

Biomedical engineering is an education and research discipline that seeks to bring innovation to the conventional fields of medicine and biology through an engineering perspective predicated on mathematics, physics and chemistry. Biomedical engineering marries engineering theory, knowledge and practical applications with basic knowledge and specialized technology from medicine and biology in order to further understand the mechanisms and functions of life and, in turn, to promote ongoing advancements in medicine, biology and engineering.

The Graduate School of Biomedical Engineering is dedicated to the pursuit of international-standard biomedical research in line with the tenets of Tohoku University: research first, an open-door policy, and an overriding emphasis on practice-oriented research and education. Research programs at the Graduate School equip graduates with the basic theory and applied expertise to become world-leading researchers and advanced engineers. Our mission is to contribute to social welfare and to improve human welfare by taking a new approach to the conventional foundations of this academic discipline and promoting fundamental innovation in the field of medicine.

# 教育目標

Policy and Philosophy

## 教育目的と目標

Aim and objective of our graduate school

医学と工学の融合領域における広い視野と深い知識を基本としつつ、豊かな社会の実現を目指し、自ら考えて研究を遂行し、医療・福祉における科学技術の発展と革新を担うことができる創造性と高い研究能力を有する人材育成ならびに高度な専門知識を有する技術者育成を教育の目的とする。これを達成するため、各課程の教育目標を以下のように定める。

Our aim is to educate researchers and engineers who have creativity, strong research skills, and expert knowledge in the integrated field of biomedical engineering. These researchers and engineers will pursue their own research and development to promote evolution and innovation in science for the improvement of medicine and social welfare in order to realize a truly affluent society.

**前期課程**  
Masters Program

研究遂行に必要な、複合領域の幅広い基礎学力を習得したうえで、研究課題を独自の発想により解決する研究能力と高度技術を備えた人材を育成する。  
We educate researchers and engineers who use their own ideas to solve problems using strong research skills and expertise based on fundamental knowledge in the field of biomedical engineering.

**後期課程**  
Doctoral Program

医療・福祉における社会的ニーズを視野に入れた研究課題を新たに設定し、独自の発想から展開解決する研究能力を有するとともに、将来にわたって自己啓発をしながら、リーダーとして広い視野から研究を指導・推進できる人材を育成する。  
We educate expert researchers who choose pertinent, socially relevant research subjects for the betterment of social welfare and medicine. We also educate leaders who teach in their fields and carry out the research subjects while developing their own broader perspectives.

## 教育方針

Educational policy

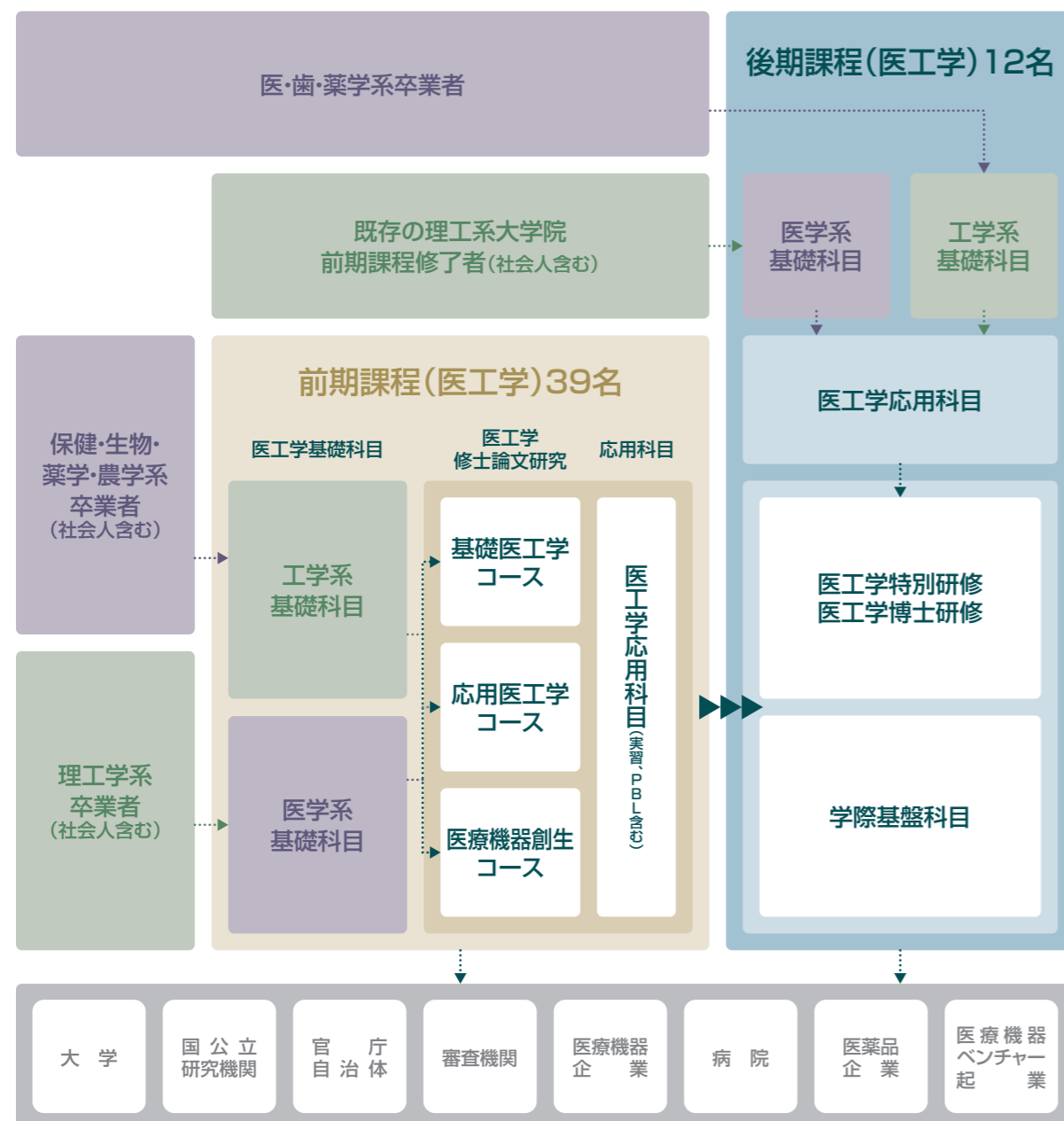
医工学は、医学・生物学と工学の境界領域を埋めると共に、これらを深く融合させることによって革新的な医学と工学の発展を目指す学問分野であり、単に2つの領域の知識の吸収や2つの分野の協力ではなし得ない、新しい学問分野であるといえる。そのため、医工学研究科においては、深い工学的知識や技術、および幅広い医学・生物学、医療の知識の習得ばかりでなく、これらによって生体や医学、医療に関する新しい原理の発見や工学技術の開発などを可能にする思考過程を構築させる教育を行う。

Biomedical engineering is a new interdisciplinary field that bridges the gap between engineering and biomedicine and, by integrating them, aims for the evolution of both. This field develops not only by collaboration and expertise in medicine and engineering, but also by creation of new discipline. Therefore, in our graduate school of biomedical engineering, we teach in-depth knowledge and techniques of engineering and broad expertise in biomedicine to foster the discovery of new principles in biology and medical science and new technology for medical diagnosis and treatment.



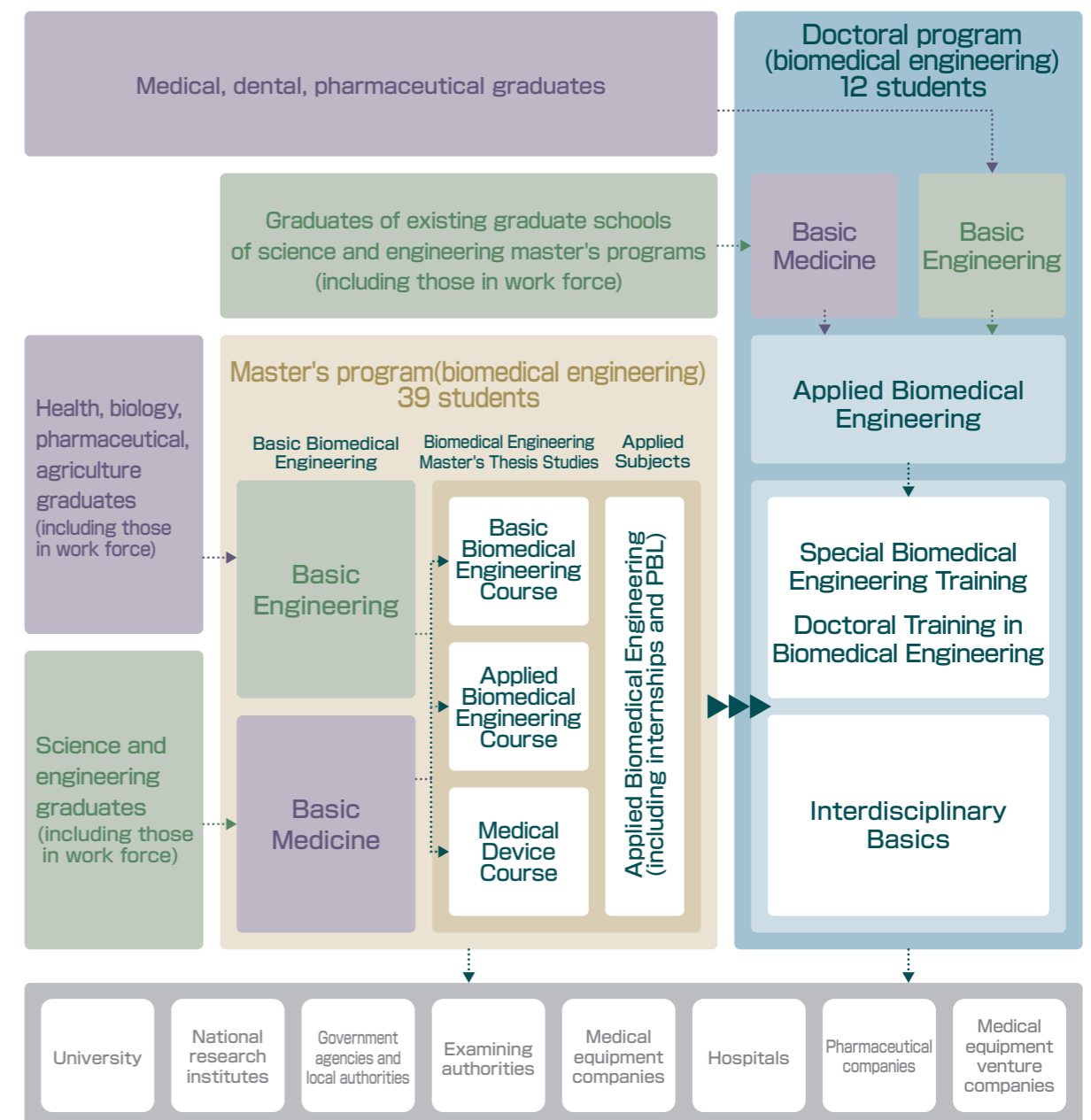
教育課程

医工学研究科には医工学専攻博士課程前期2年の課程および後期3年の課程が設置され、それぞれ修士(医工学)および博士(医工学)の学位を取得することができます。



Curriculum

The Graduate School of Biomedical Engineering offers a graduate course, which is divided into a two-year course (zenki-katei, or Master's Course) and a subsequent three-year course (koki-katei or Doctoral Course). Students that complete the courses are granted a master's degree (shushi-go) and doctor's degree (hakushi-go), respectively.



## コース編成

### 基礎医工学コース

- 工学の知識と技術を用いて医学、生物学の基礎の学理の解明を目指す医工学研究者を育成することを目的とする。
- 基本となる学理を深く理解し、発展させ得る基礎研究能力を習得する。
- 世界的レベルの修士研究・博士研究を展開させることにより世界最高水準の研究者となることを期待する。
- 国際アイテネラント教育(海外協定校への短期遍歴留学)や国際インターンシップ(海外企業等での研修)などを推進して、国際的な医工学研究ネットワークに参加する機会を提供する。

### 応用医工学コース

- 新しい診断・治療技術の研究開発を目指す指導的人材の育成を目的とする。
- 診断・治療に結びつく可能性のある技術の基本となる学理を理解し、これを実用的な技術に展開する能力を涵養する。
- 前期課程での修了を視野にいれ、学部レベルでの教育との一貫性を考慮する。
- 修士研究においては隣接する他分野の研究者・技術者と協力関係を構築し学際的研究・開発を主導することができる能力の育成を目指す。
- 博士進学者には国際的な視野に基づき実用化に向けた研究に参加することを期待する。
- 我が国医療産業の弱点である世界市場への展開を積極的に担う国際的人材をつくるために、国際的な医工学ネットワークに国際インターンシップ(海外企業等での研修)などを推進して参加する。

### 医療機器創生コース

- 新しい医療機器や医療技術のグローバルな実用化に資する人材を育成することを目的とする。
- 医工学の基本の学理と技術を理解・習得する。
- 医療現場の観察や国内外インターンシップ等を通じて未解決ニーズの探索・選択能力を涵養する。
- 医工学をとりまく社会的課題に関するエビデンスを理解し、国内外の保健医療制度や医療機器等に関する規制などの法律、倫理、経済およびSDGsなどの社会課題について理解できること。
- 我が国医療産業の弱点である世界市場への展開を積極的に担う国際的人材をつくるために、国際的な医療機器イノベーションのネットワークに国際インターンシップ(海外企業等での研修)などを推進して参加する。

## Course Composition

### Basic Biomedical Engineering Course

- The course aims to provide opportunities for the students to develop global academic skills in biomedical engineering research that enables new paradigms in the field of biology and medicine based on innovative technology and knowledge of engineering.
- Provides and promotes opportunities to participate in international academic biomedical engineering communities and industries through academic conferences, exchange programs and internship programs.

### Applied Biomedical Engineering Course

- The course aims to provide opportunities for the students to develop leading skills in translational research and development of innovative diagnostic and therapeutic technologies.
- Offers linkage between undergraduate biomedical engineering programs in the school of engineering will be considered for the students who participate in this course.
- Provides and promotes opportunities and experiences of collaborative studies with researchers and engineers in the adjacent field outside of the lab.
- Global academic activity is expected for the students in the PhD program.
- Provides and promotes opportunities to participate in international academic biomedical engineering communities and industries through academic conferences, exchange programs and internship programs.

### Medical Device Innovation Course

- The course aims to provide opportunities for the students to develop innovative medical devices in global industries.
- Provide opportunities for clinical observation in a variety of clinical department to promote skills to define unmet needs as well as diverse vision across new technologies and new paradigms to find a way to meet the needs.
- Provide opportunities to overview regulatory affairs of medical devices, healthcare system in different countries and business planning in medical device industries.
- Provide and promote opportunities to participate in international medical industrial communities through workshops, exchange programs and internship programs.



## 科目一覧 List of Subjects

## 科目一覧 List of Subjects

### 前期課程 Masters Program

#### コース共通

##### 医工学基礎科目

##### 工学系基礎科目

医工基礎数学・物理学  
医工基礎力学  
医工流体力学  
医工材料力学  
医工熱力学  
医工電磁気学  
電気・電子回路工学

##### 医学系基礎科目

基礎生物学  
分子・遺伝生物学  
生体機能科学  
人体構造・機能学  
病態分子解析学  
基礎生化学

#### Common to all courses

##### Basic Biomedical Engineering

##### Basic Engineering

Mathematics and Physics of Biomedical Engineering  
Basic Mechanics for Biomedical Engineering  
Bio-fluid Mechanics  
Strength of Materials for Biomedical Engineering  
Thermodynamics for Biomedical Engineering  
Medical Aspects of Electromagnetic Theory  
Electrical and Electronic Circuits

##### Basic Medicine

Basic Biology  
Medical Molecular Biology  
Physiology for Biomedical Engineering  
Anatomy  
Instrumental Biomolecular Analysis  
Fundamental Biochemistry

#### 基礎医工学コース

##### 医工学応用科目

医工学概論  
医工コーチング概論  
生体力学  
生体材料学  
医用マイクロ・ナノ技術論  
医用電磁工学  
医用超音波工学  
生体計測制御医工学  
医用情報計測学  
生体機能創成学  
医用画像診断工学  
量子画像医工学  
人工臓器・再生医療学  
臨床病態治療学 I  
  
臨床病態治療学 II  
  
量子治療医工学  
社会医工学  
医用福祉工学  
医療機器開発論  
医療機器レギュラトリーサイエンス  
医療機器ビジネス学  
医用機械・電気工学実習  
臨床生理学実習  
細胞遺伝子工学実習  
医療機器開発実習  
医工学特別講義 A  
国内インターンシップ研修 A  
国際インターンシップ研修 A  
医療機器創生国際インターンシップ研修 A  
PBL ゼミナール  
医工学修士研修

##### 関連科目

本研究科委員会において  
関連科目として認めたもの

#### Basic Biomedical Engineering Course

##### Applied Biomedical Engineering

Introduction to Biomedical Engineering  
Introduction to Coaching Communication in Biomedical Engineering  
Biomechanics  
Medical Materials  
Medical Micro/Nano Technology  
Bioelectromagnetics  
Biomedical Ultrasonics  
Measurement and Control Theory for Medicine  
Medical Information Measurement  
Bio-Medical Interface Fabrication  
Technology Related to Diagnostic Medical Imaging  
Quantum Medical Imaging  
Artificial Organs and Regenerative Medicine  
Pathogenesis and Treatment of Diseases and Disorders 1  
: Biomedical Engineering for Sports & Bio-Dental Engineering  
Pathogenesis and Treatment of Diseases and Disorders 2  
: Biomedical Engineering for Therapeutic Treatment & Rehabilitation  
Particle Therapy Engineering  
Socio-Biomedical Engineering  
Medical and Welfare Engineering  
Medical device innovation strategy  
Regulatory Science for Medical Device  
Business Ecosystem for Medical Device  
Laboratory Training in Mechanical and Electrical Engineering for Biomedical Applications  
Laboratory Work for Physiology  
Laboratory Work for Biotechnology  
Medical Device Development Practice  
Special Lecture on Biomedical Engineering A  
Domestic Internship Training A  
International Internship Training A  
Medical Device Innovation International Internship A  
Problem-Based-Learning Seminar  
Master Course Seminar on Biomedical Engineering

##### Related subjects

Subjects recognized as related by the Graduate School Committee

### 後期課程 Doctoral Program

##### 学際基礎科目

計測・診断医工学特論  
治療医工学特論  
生体機械システム医工学特論  
生体再生医工学特論  
社会医工学特論  
医療機器創生医工学特論  
生体流動システム医工学特論

人工臓器医工学特論  
生体材料学特論  
生体システム制御医工学特論  
生体情報システム学特論  
医工学特別講義 B  
国内インターンシップ研修 B  
国際インターンシップ研修 B  
医療機器創生国際インターンシップ研修 B

##### Interdisciplinary Basics

Advanced Biomedical Measurements and Diagnostics  
Advanced Engineering for Medical Diagnosis and Treatment  
Advanced Biomechanical Engineering  
Regenerative Biomedical Engineering  
Advanced Socio-Biomedical Engineering  
Advanced medical device innovation  
Advanced Biofluids Control System

Artificial Organs  
Advanced Biomaterial Science  
Advanced Biomedical System Control Engineering  
Advanced Biological Information Systems  
Special Lecture on Biomedical Engineering B  
Domestic Internship Training B  
International Internship Training B  
Medical device innovation international internship B

科目一覧 List of Subjects

科目一覧 List of Subjects

前期課程  
Masters  
Program

応用医工学コース

医工学応用科目

医工学概論  
医工コーチング概論  
医用画像診断工学  
量子画像医工学  
人工臓器・再生医療学  
臨床病態治療学Ⅰ  
  
臨床病態治療学Ⅱ  
  
量子治療医工学  
医療機器開発論  
生体力学  
生体材料学  
医用マイクロ・ナノ技術論  
医用電磁工学  
医用超音波工学  
生体計測制御医工学  
医用情報計測学  
生体機能創成学  
社会医工学  
医用福祉工学  
医療機器レギュラトリーサイエンス  
医療機器ビジネス学  
医用機械・電気工学実習  
臨床生理学実習  
細胞遺伝子工学実習  
医療機器開発実習  
医工学特別講義 A  
国内インターンシップ研修 A  
国際インターンシップ研修 A  
医療機器創生国際インターンシップ研修 A  
PBL ゼミナール  
医工学修士研修

関連科目

本研究科委員会において  
関連科目として認めたもの

Applied Biomedical Engineering  
Course

Applied Biomedical Engineering

Introduction to Biomedical Engineering  
Introduction to Coaching Communication in Biomedical Engineering  
Technology Related to Diagnostic Medical Imaging  
Quantum Medical Imaging  
Artificial Organs and Regenerative Medicine  
Pathogenesis and Treatment of Diseases and Disorders 1  
: Biomedical Engineering for Sports & Bio-Dental Engineering  
Pathogenesis and Treatment of Diseases and Disorders 2  
: Biomedical Engineering for Therapeutic Treatment & Rehabilitation  
Particle Therapy Engineering  
Medical device innovation strategy  
Biomechanics  
Medical Materials  
Medical Micro/Nano Technology  
Bioelectromagnetics  
Biomedical Ultrasonics  
Measurement and Control Theory for Medicine  
Medical Information Measurement  
Bio-Medical Interface Fabrication  
Socio-Biomedical Engineering  
Medical and Welfare Engineering  
Regulatory Science for Medical Device  
Business Ecosystem for Medical Device  
Laboratory Training in Mechanical and Electrical Engineering for Biomedical Applications  
Laboratory Work for Physiology  
Laboratory Work for Biotechnology  
Medical Device Development Practice  
Special Lecture on Biomedical Engineering A  
Domestic Internship Training A  
International Internship Training A  
Medical Device Innovation International Internship A  
Problem-Based-Learning Seminar  
Master Course Seminar on Biomedical Engineering

Related subjects

Subjects recognized as related by the Graduate School Committee

医療機器創生コース

医工学応用科目

医療機器開発論  
医療機器レギュラトリーサイエンス  
医療機器ビジネス学  
医工学概論  
医工コーチング概論  
社会医工学  
臨床病態治療学Ⅰ  
  
臨床病態治療学Ⅱ  
  
医用福祉工学  
生体力学  
生体材料学  
医用マイクロ・ナノ技術論  
医用電磁工学  
医用超音波工学  
生体計測制御医工学  
医用情報計測学  
生体機能創成学  
医用画像診断工学  
量子画像医工学  
人工臓器・再生医療学  
量子治療医工学  
医用機械・電気工学実習  
臨床生理学実習  
細胞遺伝子工学実習  
医療機器開発実習  
医工学特別講義 A  
国内インターンシップ研修 A  
国際インターンシップ研修 A  
医療機器創生国際インターンシップ研修 A  
PBL ゼミナール  
医工学修士研修

関連科目

本研究科委員会において  
関連科目として認めたもの

Medical Device Innovation  
Course

Applied Biomedical Engineering

Medical device innovation strategy  
Regulatory Science for Medical Device  
Business Ecosystem for Medical Device  
Introduction to Biomedical Engineering  
Introduction to Coaching Communication in Biomedical Engineering  
Socio-Biomedical Engineering  
Pathogenesis and Treatment of Diseases and Disorders 1  
: Biomedical Engineering for Sports & Bio-Dental Engineering  
Pathogenesis and Treatment of Diseases and Disorders 2  
: Biomedical Engineering for Therapeutic Treatment & Rehabilitation  
Medical and Welfare Engineering  
Biomechanics  
Medical Materials  
Medical Micro/Nano Technology  
Bioelectromagnetics  
Biomedical Ultrasonics  
Measurement and Control Theory for Medicine  
Medical Information Measurement  
Bio-Medical Interface Fabrication  
Technology Related to Diagnostic Medical Imaging  
Quantum Medical Imaging  
Artificial Organs and Regenerative Medicine  
Particle Therapy Engineering  
Laboratory Training in Mechanical and Electrical Engineering for Biomedical Applications  
Laboratory Work for Physiology  
Laboratory Work for Biotechnology  
Medical Device Development Practice  
Special Lecture on Biomedical Engineering A  
Domestic Internship Training A  
International Internship Training A  
Medical Device Innovation International Internship A  
Problem-Based-Learning Seminar  
Master Course Seminar on Biomedical Engineering

Related subjects

Subjects recognized as related by the Graduate School Committee

後期課程  
Doctoral  
Program

専門科目

医工学特別研修  
医工学博士研修

Specialized subjects

Advanced Seminar on Biomedical Engineering  
Doctor Course Seminar on Biomedical Engineering

関連科目

本研究科委員会において  
関連科目として認めたもの

Related subjects

Subjects recognized as related by the Graduate School Committee

## 研究領域 Divisions

## 計測・診断医工学

## Biomedical Measurements and Diagnostics

計測・診断医工学講座では、新たな医用計測・診断方法の開発とその基礎となる理工学、それらを用いた基礎医学研究ならびに臨床応用に関する教育研究を行います。本講座には、以下の分野を設置しています。

Students in the Course of Biomedical Measurements and Diagnostics learn the underlying science for developing new medical measurement and diagnostic techniques, then use these to conduct fundamental medical research as well as education and research on clinical applications. We teach the following fields.

## 研究分野 Laboratories

- 生体超音波医工学  
Medical Ultrasound
- バイオセンシング医工学  
Biosensing
- 分子構造解析医工学  
Biomedical Supramolecular Analysis
- 医工放射線情報学  
Radiation Informatics for Medical Imaging

生体超音波  
医工学

## Medical Ultrasound



教授 金井 浩  
Professor Hiroshi Kanai



准教授 荒川 元孝  
Associate Professor Mototaka Arakawa

## 生体組織の定量診断のための新しい超音波計測・制御法の研究

Research on new methods for ultrasonic measurements and controls for quantitative diagnosis of biological tissues

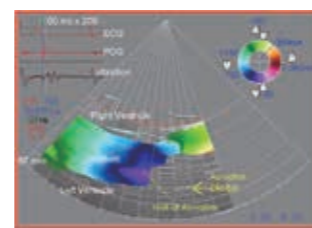
超音波診断技術全般に関する研究を行っています。特に、従来の超音波断層像による定性的診断に加え、粘弾性特性など、生体組織・器官の様々な特性を計測して定量的診断を可能とすることを目指しています。そのために必要な、超音波音場制御法、超音波計測法、デジタル信号解析技術の研究開発を通して、深い工学的専門知識と問題発見能力・問題解決能力および医用応用のために必要な生理学などの医学的知識の両者を兼ね備えた人材を育成しております。

- ① 高性能デジタル信号解析・超音波計測法の研究と生体医療応用
- ② 高速・高分解能生体イメージングのための超音波制御法の研究
- ③ 生体組織の性状および動態・機能の定量診断法の研究

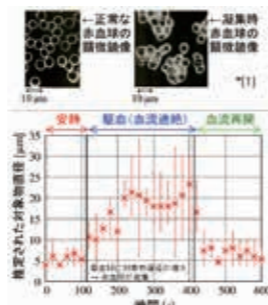
Ultrasonic measurements of physical properties such like viscoelasticity of biological tissues and organs are investigated to realize their quantitative diagnosis, in addition to qualitative diagnosis based on conventional ultrasonic images. Researchers acquiring deep knowledge and excellent ability in engineering and fundamental knowledge in medicine, such like physiology, are nurtured through research and development of methods for controlling ultrasonic fields, ultrasonic measurements, and digital signal processing required for the quantitative measurements.

1. Studies on high-performance digital signal processing and ultrasonic measurements and their application for medicine and biology
2. Studies on control of ultrasound field for high temporal and spatial resolution medical imaging
3. Studies on tissue characterization and quantitative measurements of the dynamics and function of biological tissue

URL <http://www.ecei.tohoku.ac.jp/hkanai/>  
[http://www.ecei.tohoku.ac.jp/hkanai/index\\_en.html](http://www.ecei.tohoku.ac.jp/hkanai/index_en.html)



ヒト心臓壁を伝搬する高周波振動のイメージング  
Imaging of propagation of spontaneous vibration in the heart wall



上段：正常(左)および凝集(右)した赤血球の顕微鏡像  
([1] 氏家京子訳: 沈黙の血栓, 中央アート出版社, 2000)  
下段：駆血(腕をカフで締めて人工的に血流を止める)した際に赤血球が凝集する様子を超音波計測した結果  
Top: Microscopic image of normal (left) and aggregated (right) red blood cells (RBCs). Bottom: Change in the sizes of ultrasonic scatterers (RBCs) due to aggregation during avascularization

バイオセンシング  
医工学

## Biosensing



教授 吉信 達夫  
Professor Tatsuo Yoshinobu

生体とエレクトロニクスのインターフェイス  
Development of Bio-Electronic Interface

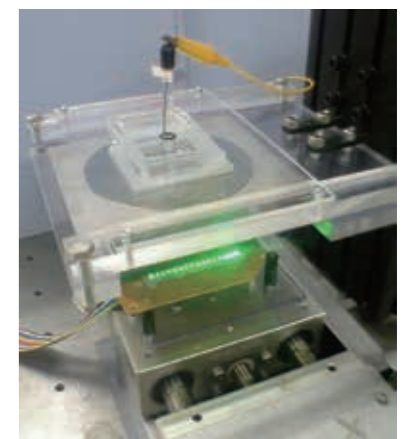
生体とエレクトロニクスのインターフェイスにはセンシング技術が欠かせません。生体関連物質について迅速かつ信頼性の高い分析・診断を行うためには、特定の分子・イオンを高感度に検出・定量・可視化するセンサが必要です。本分野では、半導体デバイスを用いた化学物質の計測とイメージングに関する研究を行っています。また、これらの技術を用いた、生物や生体関連物質の計測に関する研究を行っています。

- ① 半導体化学イメージングセンサの開発
- ② センサ技術のバイオ応用

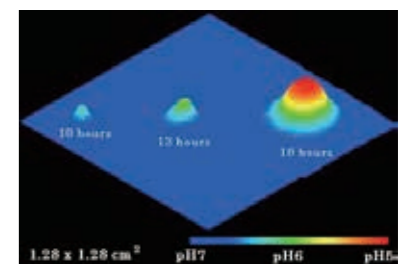
Sensing technologies are essential for the bio-electronic interface. For rapid and reliable analysis of biomolecules, highly sensitive and selective sensors are required for detection, measurement and visualization of specific molecules and ions. In this laboratory, chemical and biosensing technologies are developed based on semiconductor devices, which would be applied to biology and medicine.

1. Development of chemical imaging sensor.
2. Biomedical application of sensor technology.

URL <http://www.bme.ecei.tohoku.ac.jp/>



化学イメージングセンサシステムの外観  
Chemical imaging sensor system



化学イメージングセンサによるpH分布の可視化  
Visualization of pH by the chemical imaging sensor

分子構造解析  
医工学Biomedical  
Supramolecular Analysis

准教授 村山 和隆  
Associate Professor Kazutaka Murayama

生体機能の解明に向けた超分子複合体の多角的立体構造解析  
Comprehensive analysis for biological supramolecular complexes

遺伝子産物としてタンパク質はさまざまな生命現象を担っており、疾病の解明においても重要な鍵となるものである。タンパク質の機能はその立体構造と大きな関わりがあり、タンパク質の立体構造の解明はその機能の解明にとっても本質的重要性をもつ。我々はタンパク質に代表される生体分子の機能をX線結晶構造解析、質量分析、分子分光法などを用いて、その立体構造から理解することを目指している。

- ① X線結晶構造解析による生体高分子の詳細な立体構造の解明
- ② マルチドメインタンパク質の全体構造の研究
- ③ 天然変性タンパク質も含めたタンパク質立体構造解析における効果的・効率的手法の開発

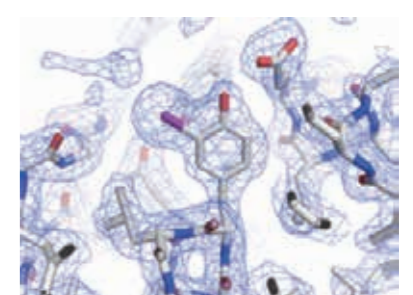
As gene products, proteins are concerned with many biological phenomena and they are key molecules to understand the mechanisms for diseases. A protein structure has close relationship with its function; therefore, revealing protein structures is very important for understanding protein functions. Although analyses of structural details for multidomain proteins or complexes are not simple task to achieve, the combination of various measurements (x-ray crystallography, molecular spectroscopies, mass spectrometry, etc) enables us to investigate mechanisms of diseases as well as to design new drugs.

1. High resolution x-ray crystallography for biological macromolecules
2. Structural analyses of multidomain proteins in solution
3. Development of new approach for structural characterization of proteins

URL <http://www.structbiol.med.tohoku.ac.jp/index.html>



X線回折装置による反射データの測定  
Measurement of reflection data by x-ray diffractometer



タンパク質の電子密度の計算と分子モデルの構築  
Electron density and modeling of protein molecule



## 医工放射線 情報学

Radiation Informatics for  
Medical Imaging



教授 渡部 浩司  
Professor Hiroshi Watabe

### 放射線を利用した医用画像の情報高度利用 Applied information technology for medical imaging with radiation

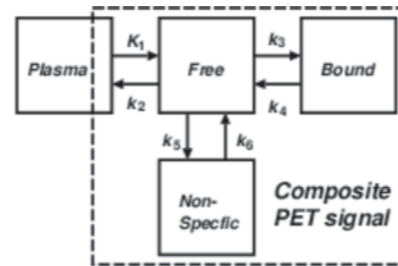
PETやSPECTに代表される核医学画像、放射線を利用した画像は診断や治療に欠かすことのできないものとなっています。しかし、現状では、画像の持つ一部の情報しか使われていません。本講座では放射線を利用した画像データから有益な情報を抽出し、高度利用を図る研究を行います。

- ① PETやSPECTを用いた生体の機能を定量する方法論を確立、実証する。
- ② 複数のモダリティを利用した分子イメージングの応用研究
- ③ 画像データベース開発研究

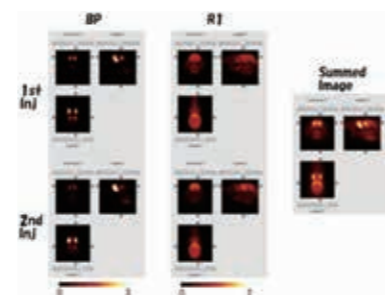
Radiation is widely utilized for medical field as diagnostic and therapeutic tools. Radiation gives us information of living organism noninvasively. However, detected signals are in a tangle from several sources. We will investigate and develop advanced techniques to extract useful information from medical imaging including PET (positron emission tomography), SPECT (single photon emission computed tomography) and other modalities.

1. Measurement of tracer kinetics in vivo by PET or SPECT to investigate physiology and pharmacology in living organism, and drug efficacy
2. Multimodal molecular imaging for drug development
3. Image database for data mining

URL [http://www.cytic.tohoku.ac.jp/index\\_j.html](http://www.cytic.tohoku.ac.jp/index_j.html)  
<http://www.cytic.tohoku.ac.jp/english/index.html>



一般的なPETデータ解析のための数理モデル  
General mathematical model for analyzing PET data



ラットのPETデータから機能画像の作成  
Generated parametric images from PET images with a rat

### 研究領域 Divisions

# 治療工学

## Biomedical Engineering for Diagnosis and Treatment

治療工学講座では、治療に用いられる方法の開発とその基礎となる理工学、それらを用いた基礎医学研究ならびに臨床応用に関する教育研究を行います。本講座には、以下の分野を設置しています。

Students in the Course of Biomedical Engineering for Diagnosis and Treatment learn the underlying science for developing new medical treatments, then use this knowledge in fundamental medical research as well as in education and research on clinical applications. We teach the following fields.

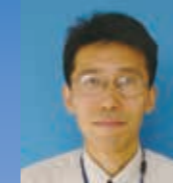
### 研究分野 Laboratories

- 生体電磁エネルギー医工学  
Electromagnetics for Biomedical Engineering
- 超音波ナノ医工学  
Ultrasound Enhanced Nanomedicine
- 腫瘍医工学  
Biomedical Engineering for Cancer
- 先進歯科医工学  
Advanced Dental Science and Technology
- 医用材料プロセス工学  
Biomedical Materials Processing
- 生体機能材料プロセス工学  
Biofunctional Materials Processing



## 生体電磁エネルギー 医工学

Electromagnetics for  
Biomedical Engineering



教授 藪上 信  
Professor Shin Yabukami

### 電磁気現象を利用した低侵襲の医療福祉機器 Electromagnetics for minimally invasive medical and welfare applications

少子高齢化、医療福祉費抑制の背景のもと、コンパクトでスマートな医療機器、福祉機器が必要とされている。当研究室では電磁界を媒体とする生体内の生体情報の計測・伝送技術を開発するとともに、電磁気現象を利用した低侵襲の診断・治療技術の研究を進め、医療機器および福祉・介護機器として社会実装を目指す。

1. 磁性ナノ粒子を用いた細菌等の検出システム開発とヘルスケアや福祉介護分野への適用
2. 室温動作の生体磁気情報計測システムの開発と低侵襲医療機器への応用
3. 生体内の位置情報計測・伝送システムの開発と低侵襲医療・福祉機器への応用
4. 生体磁気計測センサ用磁性薄膜評価装置の開発

Measurement and translation techniques of bio-information from human body by electromagnetic field approach are developed. We develop minimally invasive medical devices and welfare equipment by using electromagnetic phenomena.

1. Evaluation of bacteria using magnetic nanoparticle and its application for health care and welfare devices
2. Development of bio-magnetic sensors operating at room temperature
3. Position sensing and translating system for minimally invasive medical and welfare applications
4. Development of broad bandwidth thin film evaluation system for bio magnetic sensor

URL <http://www.ecei.tohoku.ac.jp/yab/>



ウサギを用いた生体内の位置情報計測・伝送システムの動物実験  
Tracking a nasogastric tube inside a rabbit



室温動作の生体磁気情報計測システムによる心磁界測定実験  
Measurement of Magneto Cardiogram without magnetic shielding



## 超音波ナノ医工学

Ultrasound Enhanced Nanomedicine



准教授 吉澤 晋

Associate Professor Shin Yoshizawa

### 見えない患部を体の外から治療 体に負担のない優しい超音波治療を研究 Noninvasive ultrasonic treatment of non-superficial tissue

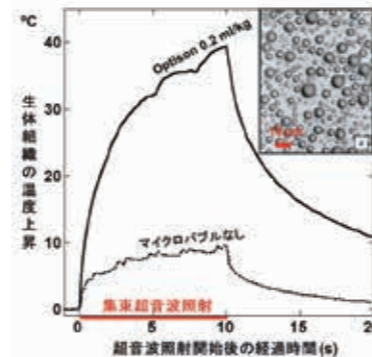
超音波は、その情報が医療診断に広く用いられてきましたが、最近では、そのエネルギーを患部に集めて、がんなどを治療することにも用いられるようになってきました。これを実現するためには、患部に超音波エネルギーを集める技術だけではなく、体の外から肉眼では見えない患部に照準を定め、患部の治療による変化をリアルタイム検出する技術が必要不可欠です。さらに、患部に選択的に集まりやすく、低い超音波強度で治療効果を生ずる増感物質が開発できれば、超音波治療の安全性と効率を飛躍的に高めることができます。

- ① 集束超音波技術の研究開発
- ② 超音波治療増感技術の研究
- ③ 超音波による組織変化検出技術の研究

Ultrasound, whose information has been widely used for medical diagnosis, is now becoming to be used for therapy by focusing its energy into a tumor. Not only the technology to focus ultrasonic energy into non-superficial tissue to be treated but also the imaging technologies to aim the tissue and to detect its change due to treatment in real time are required. Furthermore, a tissue selective ultrasonic sensitizer, which induces therapeutic effect at lower ultrasonic intensity, can markedly improve the safety and efficiency of the ultrasonic treatment.

- 1. Research and development of ultrasonic focusing technology.
- 2. Research on sensitization of tissue to ultrasound.
- 3. Research on ultrasonic detection of changes in tissue.

URL <http://www.ecei.tohoku.ac.jp/ume/>  
<http://www.ecei.tohoku.ac.jp/ume/english/>



マイクロバブルによる組織の温度上昇  
Tissue heating enhancement with microbubbles



実験の様子  
Students during experiments

## 腫瘍医工学

Biomedical Engineering for Cancer



教授 小玉 哲也

Professor Tetsuya Kodama

### リンパ節転移の早期診断・治療法に関する前臨床試験 Preclinical study of early diagnostic and treatment of lymph node metastasis

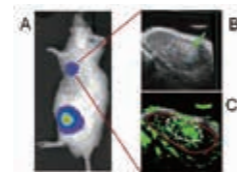
がん患者の死亡の90%は転移に起因し、その多くの場合にリンパ節転移が確認されます。本分野においては、リンパ節転移の超早期診断・治療システムの開発を目的としています。生物発光イメージング法、造影超音波イメージング法、マイクロCTなどの複数の高感度・高精度のイメージング法を駆使して、前臨床研究をおこない、臨床への応用を目指します。研究項目は以下の三つです。

- ① リンパ行性ドラッグデリバリーシステム(LDDS)に関する研究
- ② リンパ節介在血行性転移理論に関する研究
- ③ リンパ節郭清後の遠隔部位における腫瘍細胞活性化機序に関する研究

Most cancer cells are invasive and metastatic, and they become disseminated to distant anatomical sites by invasive-metastasis cascade. We will develop diagnosis and treatment methods of lymph node metastasis at the early stages. Our research is interdisciplinary or integrated research based on fluid dynamics, optics, molecular cell biology, oncology, and pathology. Our research subjects are as follows.

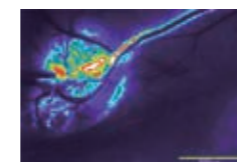
- 1. Mechanisms of lymph node mediated hematogenous metastasis
- 2. Lymphatic Drug Delivery System (LDDS) targeted at metastatic lymph nodes using nanoparticles
- 3. Assessment of treatment for lymph node metastasis using noninvasive multimodal in vivo imaging techniques such as high-frequency ultrasound, bioluminescence, micro X-ray computerized tomography (CT) and small animal magnetic resonance imaging (MRI).
- 4. Mechanisms of activation of tumor cells in distant organs after dissection of lymph nodes

URL <https://web.tohoku.ac.jp/kodama/>



本研究分野で開発したリンパ節転移マウスモデル。(A) 腫瘍下リンパ節から腋窩リンパ節に3-5日以内に転移が確認される。(B) 腋窩リンパ節内のリンパ節転移部位。(C) 高周波超音波とナノ・マイクロバブルで確認された腫瘍新生血管

Development of early diagnostic and treatment for lymph node metastasis requires an animal model applicable to clinical trial. We have succeeded in developing the first lymph node metastasis model in which tumour cells introduced into the lymphatic circulation by direct injection into the inguinal lymph nodes induce metastasis in the axillary lymph nodes. (A) lymph node metastasis, (B) metastasis site, (C) angiogenesis captured by high-frequency ultrasound and nanobubbles



LDDSでは、転移初期段階にあるセンチネルリンパ節とその下流リンパ節を少量の抗がん剤で治療することが可能です。画像にあるように、リンパ節から抗がん剤の流れを可視化することで、LDDSに求められる最適な条件が決定されます。

Development of a lymphatic drug delivery system We have developed a lymphatic drug delivery system (LDDS) to treat cancerous sentinel lymph nodes and their downstream lymph nodes. Fluorescent molecules flowing out from a lymph node that was injected using the LDDS are visualized below. Flow dynamics are used to optimize the LDDS.

## 先進歯科医工学

Advanced Dental Science and Technology



准教授 金高 弘恭

Associate Professor Hiroyasu Kanetaka

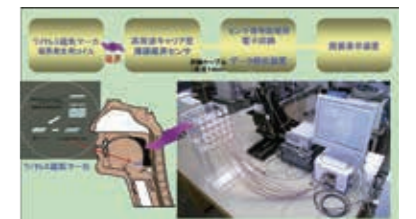
### 歯科医工学の先端技術応用による高度先進医療技術イノベーション Innovation of highly advanced medical technology using high technology in bio-dental engineering

歯科医工学における先端技術を用い、先駆的な非侵襲的生体計測機器および機能性生体材料の開発を行い、高度先進医療技術の創出に貢献することを目的とした研究を行う。特に、生体用ワイヤレスモーションキャプチャシステムの構築、生体適合性の高いニッケルフリーTi基形状記憶合金や生体吸収性材料を利用した革新的機能性生体材料の創製を行い、多角的に臨床的有用性を評価することで、様々な医療分野への臨床応用を目指す。

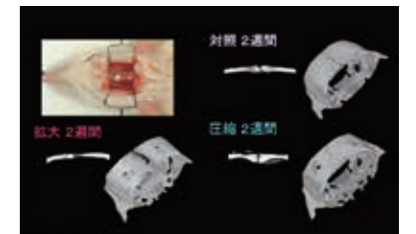
- ① 生体用モーションキャプチャシステム開発に関する研究
- ② ニッケルフリーTi基形状記憶合金の医療応用に関する研究
- ③ 生体吸収性医療用材料の開発に関する研究

The aim of our researches is to contribute to the creation of highly advanced medical technology using high technology in bio-dental engineering. In our research, we will develop wireless motion capture system for human body and create reformative functional biomaterials using Ni-free Ti-based shape memory alloys or biodegradable materials. We aim to clinical applications of these new technologies through multifaceted assessments for clinical usefulness.

- 1. Development of wireless motion capture system for human body.
- 2. Medical applications of Ni-free Ti-based shape memory alloys.
- 3. Development of biodegradable biomaterials for medical use.



磁気式ワイヤレスモーションキャプチャ技術を用いた摂食嚥下機能評価システムの開発  
Development of deglutition evaluation system using magnetic wireless motion capture system.



ニッケルフリーTi基形状記憶合金を利用した生体埋入型骨整形装置の開発  
New internalized orthopedic device for craniofacial plastic surgery using Ni-free Ti-based shape memory alloy.

## 医用材料プロセス工学

Biomedical Materials Processing



教授 成島 尚之

Professor Takayuki Narushima

### 金属とセラミックスの融合による生体機能化プロセスの開発 Development of biofunctionalization process using metallic and ceramic biomaterials

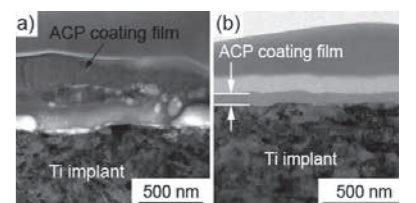
超高齢社会を目前にした我が国では、今後生体機能の低下や喪失に対応した生体機能再建システムの高度化が期待されています。本分野では人工関節や人工歯根といった硬組織代替デバイスの高機能化を材料学的視点から目指しており、チタン材料、Co-Cr-Mo合金といった金属系材料およびリン酸カルシウム等のセラミックス系材料に着目し、物理化学的・化学工学的アプローチによる材料製造プロセス、生体模擬環境における材料表面・界面反応制御に関する基礎的研究と共に、骨適合性向上を目的とした表面改質プロセス開発、人工関節用材料開発などの応用研究も行っています。

- ① 軽元素に着目した金属系生体材料の組織制御
- ② セラミックス化骨適合表面の創製
- ③ 生体用金属系材料中の晶析制御

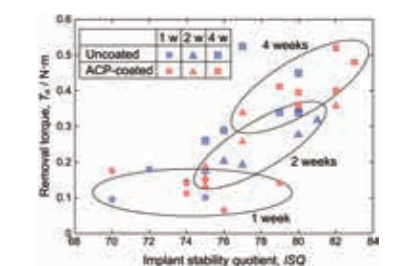
Improvements of biofunctionalized reconstruction systems are expected in our country, which has entered the period of a "super-aging society." Our objective is to make enhancements to hard-tissue substitution systems such as artificial hip joints and dental implants. We focus on metallic biomaterials such as titanium and Co-Cr-Mo alloys and ceramics such as calcium phosphate. We conduct a fundamental study on the process of manufacturing these materials and the control of surface and interfacial reactions under in vitro conditions on the basis of the physical chemistry. Furthermore, we carry out an application study on the development of surface modification processes and suitable materials for use in the fabrication of artificial hip joints showing improved biocompatibility with bones.

- 1. Microstructural control of metallic biomaterials with focus on light elements
- 2. Fabrication of biocompatible surfaces using ceramic biomaterials
- 3. Control of precipitation in metallic biomaterials

URL <http://www.material.tohoku.ac.jp/~medmate/index-all.html>  
<http://www.material.tohoku.ac.jp/~medmate/index-all-english.html>



RFマグネトロンスパッタリング法により作製した非晶質リン酸カルシウム(ACP)薄膜(a)および家兎大腿骨埋入1週間後(b)の断面  
Cross section of amorphous calcium phosphate (ACP) coating film fabricated by RF magnetron sputtering (a) before and (b) after 1 week implantation.



リン酸カルシウムコーティングを施したインプラントおよびコーティング無しインプラントの家兎大腿骨からの回転除去トルクとISQ値の関係  
Relationship between ISQ and removal torque of ACP-coated and uncoated implants from the femur, 1, 2, and 4 weeks after implantation.



## 生体機能材料 プロセス工学

Biofunctional Materials  
Processing



教授 山本 雅哉  
Professor Masaya Yamamoto

### 再生医療やDDSへの応用を指向した生体機能材料プロセスの開発 Development of biofunctional materials process for regenerative medicine and drug delivery systems

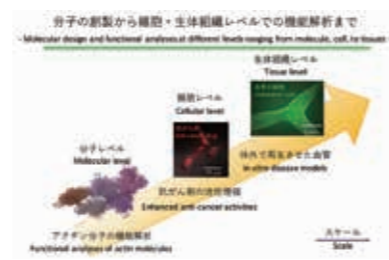
先端医療を支える再生医療やドラッグデリバリーシステム(DDS)では、生体機能を修飾する技術が必要不可欠です。特に、生体機能材料は、分子レベルで生体機能を修飾するために利用できるキーテクノロジーです。本分野では、新規生体機能材料の開発を目指しており、生体機能の分子レベルでの理解や生体機能を修飾するための有機-無機ハイブリッドやソフトマテリアルに関する基礎研究を進めています。また、これらの基礎研究に基づいて、生体機能材料プロセスに対する知見を深めることで、再生医療やDDSに用いる生体機能材料の生体活性を向上させることも行っています。

- ① 再生医療への応用を指向した幹細胞運命決定のための生体機能材料の開発
- ② 創薬研究のための体外疾患モデルの開発
- ③ DDSへの応用を指向した有機-無機ハイブリッドナノ粒子の開発
- ④ 分光的手法を利用した生体組織の機能解析

Modulation of biofunctions is essential for treatment in regenerative medicine and drug delivery systems (DDS). Biofunctional materials is a key technology that can be utilized for modulating biofunctions at a molecular level. Our objective is to molecularly understand biofunctions for developing novel biofunctional materials as well as to pursue fundamental researches on organic-inorganic hybrids and soft matters for modulating biofunctions. We also design biofunctional materials processing on the basis of the fundamental researches to improve bioactivities of the resulting biofunctional materials for regenerative medicine and DDS.

1. Biofunctional materials for the lineage specification of stem cells in regenerative medicine
2. In vitro disease models for drug discovery research
3. Organic-inorganic hybrid nanoparticles for drug delivery systems
4. Spectroscopic analyses for understanding tissue functions

URL <http://www.material.tohoku.ac.jp/~seitai/>  
<http://www.material.tohoku.ac.jp/english/labs/mtp/yamamoto.html>



再生医療やDDSへの応用を指向した生体機能材料プロセスの開発  
Development of biofunctional materials process for regenerative medicine and drug delivery systems



### 研究領域 Divisions

# 生体機械 システム医工学

## Biomechanical Engineering

生体機械システム医工学講座では、機械システム工学的アプローチによる生体システムの研究と、それらを用いた基礎医学研究ならびに臨床応用に関する教育研究を行います。本講座には、以下の分野を設置しています。Students in the Course of Biomechanical Engineering for Biomechanical Systems learn how to employ a mechanical systems engineering approach to research on life systems, and to apply this approach to fundamental medical research as well as education and research on clinical applications. We teach the following fields.

### 研究分野 Laboratories

- 生体流体力学  
Biological Flow Studies
- 医用ナノシステム学  
Medical Nanosystem Engineering
- 病態ナノシステム学  
Biomedical Nanoscience
- ウェットデバイス工学  
Wet Device Engineering

## 生体流体力学 Biological Flow Studies



教授 石川 拓司  
Professor Takuji Ishikawa



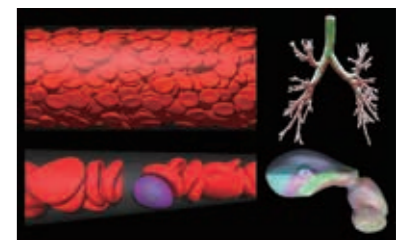
准教授 菊地 謙次  
Associate Professor Kenji Kikuchi



准教授 沼山 恵子  
Associate Professor Keiko Numayama

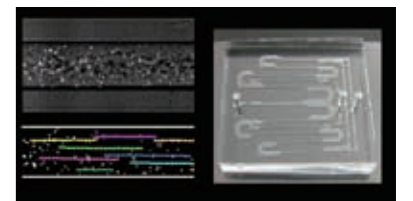
### 人体の機能の解明と疾病の克服を目指すバイオメカニクス Biomechanics for studying physiological and pathological phenomena of human

バイオメカニクスは、生体内における各種の生理学的あるいは病理学的な現象を物理法則に基づいて調べ、生物学医学と異なる視点から生命現象を解明する学問分野です。私達は人体と微生物を主な研究対象とし、バイオメカニクスの視点から健康問題や環境問題に関わる様々な生命現象を研究しています。研究対象は多岐に渡り、血球や微生物懸濁液の大規模GPUコンピューティング、血液循環器系・呼吸器系・消化器系の流れと各種疾患メカニズムの解明、抹消血中からがん細胞を分離する微小流体デバイスの開発などを行っています。



循環器系・呼吸器系・消化器系の計算生体力学  
Computational biomechanics of cardiovascular, respiratory and digestive systems

Biomechanics is a research field to understand biological, physiological and pathological phenomena in terms of physical principles. The methodology gives novel knowledge, which has not been accessible by conventional biological, medical and chemical tools. Our group focuses on biological flow related to human being and microorganisms, and try to overcome some of health and environmental problems. Our research interests cover a broad range of topics, such as large scale GPU computing of a suspension of biological cells, physiological and pathological flow in the cardiovascular, respiratory and digestive systems, and development of a micro-fluidic device for diagnosis.



がんの診断や血流計測のための微小流体流路  
Microfluidics for cancer diagnosis and blood flow measurement

URL [http://www.bfsl.mech.tohoku.ac.jp/index\\_jp.html](http://www.bfsl.mech.tohoku.ac.jp/index_jp.html)  
<http://www.bfsl.mech.tohoku.ac.jp/>



## 医用 ナノシステム学

Medical Nanosystem  
Engineering



教授 田中 徹  
Professor Tetsu Tanaka



准教授 福島 誉史  
Associate Professor Takafumi Fukusima

## 半導体神経工学に基づく生体融和型マイクロ・ナノ集積システム Research and development of biomedical micro/nano system based on semiconductor neural engineering

半導体神経工学は生体の神経システムへ半導体工学を駆使して作り、その構造と機能の探究を通して、生体と機械を統合した新しい融合システムを創成する研究領域である。本研究室では半導体神経工学とそれに基づいた生体融和型の新しいマイクロ・ナノ集積システムについての教育と研究を行う。生体と同じ積層構造を有する人工網膜や、脳内の電気的・化学的状態を多角的・立体的に計測・解析する脳埋込型集積化知能デバイスについて研究を行っている。また、自己組織化技術を用いて極小の生体センサや光学デバイスをフレキシブル基板上に実装する高性能なヘテロ集積システムの研究も行う。

- ① 脳埋込型集積化知能デバイスと脳・機械インターフェイス
- ② 人の眼に埋め込んで視覚を再生する人工網膜システム
- ③ 自己組織化集積技術と高性能フレキシブルセンサ
- ④ 3D集積回路技術とアナログ・デジタル集積回路設計

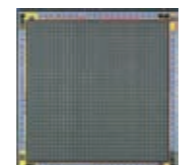
Semiconductor neural engineering is a discipline that uses semiconductor process/device/circuit technologies to further understand properties of neural systems and to create novel fusion systems of living body and machine. One of the goals in this laboratory is to establish semiconductor neural engineering and develop biomedical micro/nano systems. Another goal is to educate the next generation of leaders in biomedical engineering through research including:

1. Intelligent Si neural probe and brain-machine interface
2. Fully-implantable retinal prosthesis system
3. Bio/nano technology and novel Bio-FET sensor
4. 3-dimensional integration technology and analog/digital LSI design

URL [http:// www.lbc.mech.tohoku.ac.jp/](http://www.lbc.mech.tohoku.ac.jp/)



神経プローブによる海馬スライスへの電気刺激と活動電位記録  
Electrical stimulation and recording of hippocampal slice with intelligent Si neural probe



開発した37x37ピクセルの人工網膜チップ  
A 37x37 pixels artificial retina chip (3.2mmx3.2mm)



クリーンルーム内でのデバイス試作  
Device fabrication in the clean room (Handling of 8-inch silicon wafer)

## ウェットデバイス 工学

Wet Device Engineering



教授 西澤 松彦  
Professor Matsuhiko Nishizawa



准教授 梶 弘和  
Associate Professor Hirokazu Kaji

## 生体・環境親和性に優れたバイオ融合型デバイスの開発 Research and development of bio-hybrid devices

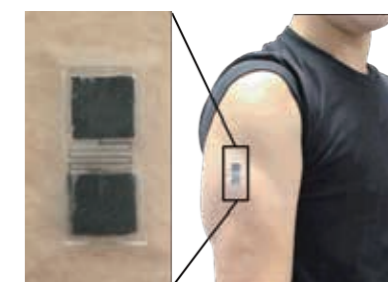
生体・環境親和性に優れたバイオ融合型デバイス・システムの開発を行っている。特に、ウェットな生理環境中で行うソフトマテリアルの加工技術を開拓し、脆弱なバイオ素材(タンパク質・ゲル・細胞など)を取り込むデバイス製造を可能とすることによって、バイオ機能を最大限に活かして動作する安全・高感度・高効率な自律駆動デバイスを創出する。

- ① バイオ電池で駆動する診断・治療パッチ
- ② ハイドロゲル製の神経モニタリング電極システム
- ③ 体内に埋め込む自律型の投薬デバイス
- ④ 再生医療と創薬を革新する細胞培養ソフトデバイス

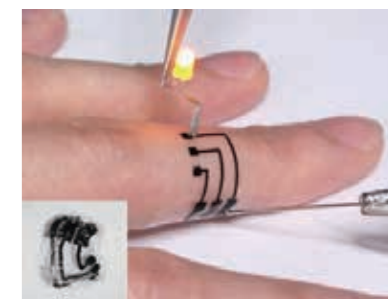
We have developed biohybrid devices and systems that are bio- and eco-compatible. By inventing manufacturing techniques applicable for delicate biological elements (proteins, hydrogels, cells etc.), superior biofunctions including high-sensitivity and high-efficiency can be utilized as the device functions for medical, healthcare, cosmetic, drug discovery applications.

1. Biobattery-driven skin patches for healthcare and drug delivery
2. Hydrogel-based microelectrodes for neuro-monitoring
3. Implantable autonomous DDS devices
4. Novel in vitro cellular assay devices

URL [http://www.biomems.mech.tohoku.ac.jp/index\\_j.html](http://www.biomems.mech.tohoku.ac.jp/index_j.html)  
[http://www.biomems.mech.tohoku.ac.jp/index\\_e.html](http://www.biomems.mech.tohoku.ac.jp/index_e.html)



自己発電型バイオDDSパッチ  
Self-powered DDS patch



ハイドロゲル電極  
Hydrogel-based microelectrodes

## 病態 ナノシステム医工学

Biomedical Nanoscience



准教授 神崎 展  
Associate Professor Makoto Kanzaki

## 生命機能とそのナノシステム障害を「見る」 Nano-imaging analysis of life and diseases

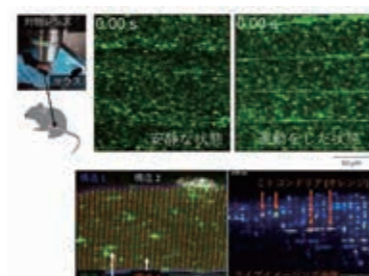
2型糖尿病を含めたさまざまな生活習慣病を罹患する人が激増しています。神崎研究室では最先端ナノイメージング技術を使って生命機能を可視化解析しながら、それらの疾患の分子病態機序について「ナノシステムの障害」という新しい観点から研究を推進しています。また、最新の細胞工学・遺伝子工学技術を駆使して高度発達型細胞を創製しています。

- ① 生命機能ナノイメージングに関する研究
- ② 高次機能型細胞工学に関する研究
- ③ 機能膜タンパク質のソーティング障害と疾患に関する研究
- ④ 身体活動(運動)による生活習慣病の治療効果に関する研究

We are experiencing an explosive increase in the number of people diagnosed with the various lifestyle diseases including type 2 diabetes worldwide. Current research in the Kanzaki laboratory has been focused on understanding the molecular pathogenesis of the lifestyle diseases (and mechanisms underlying the beneficial effects of physical exercise) by using cutting-edge nano-imaging technology and advanced cellular/molecular engineering technologies.

1. Nano-imaging analysis of Cellular Functions and Diseases
2. Cellular Engineering Innovation
3. Sorting Disorders and Lifestyle Diseases
4. Mechanisms underlying the Beneficial Effects of Exercise

URL <http://www.ecei.tohoku.ac.jp/kanzaki/>  
[http://www.ecei.tohoku.ac.jp/kanzaki/en\\_index.html](http://www.ecei.tohoku.ac.jp/kanzaki/en_index.html)



骨格筋のライブイメージング解析  
Live Imaging Analysis of Skeletal Muscles



生体ナノシステム解析用の蛍光顕微鏡  
Fluorescent Microscopy for Biological Nano-systems Analysis





研究領域 Divisions

# 生体再生医工学

## Regenerative and Biomedical Engineering

生体再生医工学講座では、生体再生を形態と機能の両面から工学技術を駆使して実現する。細胞・組織レベルでの再生を目指すとともに、人工臓器による機能再建を進展させ、さらに複雑系としての生体機能を制御する情報工学技術を開発、確立し発展させる。このため、生体再生医工学講座には以下の分野を設置しています。

Students in the Course of Regenerative and Biomedical Engineering learn to apply engineering techniques to regeneration from the standpoints of both form and function. Starting from regeneration at the cell and tissue level, they study the restoration of functions by means of artificial organs, and go on to the more complex challenge of developing and establishing information engineering technologies for controlling life functions. We teach the following fields.

研究分野 Laboratories

- 聴覚再建医工学  
Rehabilitative Auditory Science
- 消化管再建医工学  
Gastrointestinal Tract Reconstruction
- 分子病態医工学  
Medical Science
- 神経外科先端治療開発学  
Department of Neurosurgical Engineering and Translational Neuroscience
- 骨再生医工学  
Bone Regenerative Engineering

### 聴覚再建医工学

#### Rehabilitative Auditory Science



教授 川瀬 哲明  
Professor Tetsuaki Kawase

### 聴覚再建医療に対する工学的アプローチ

Hearing restoration for deafened patients using the approach based on the biomedical engineering

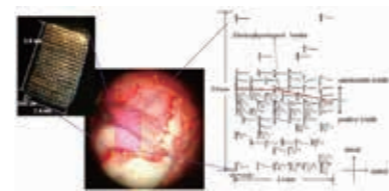
聴覚系は、振動としての音情報が電気的な情報に変換され中枢に伝達されるシステムであり、障害の部位、原因により個々の難聴者の残存聴覚能は大きく異なります。難聴者の聴覚QOL (quality of life) の改善を目的に、聴覚再建、聴覚補償医療に必要不可欠な、難聴の病態解明、残存聴覚能の正確な評価、並びにそれらに基づく機能補償・再建法の開発、効果的なリハビリテーション法の確立などの研究を行っています。

- ① 難聴病態の解明と評価・診断法の開発に関する研究
- ② 聴覚再建医療に関する研究(補聴器、人工内耳、脳幹インプラント)
- ③ 聴覚リハビリテーションに関する研究
- ④ 両耳聴、並びに視覚-聴覚によるBimodal Speech Perceptionに関する研究

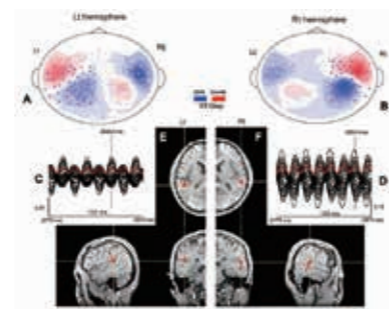
Sound information, which is converted to the electrical spike signal of the cochlear nerve in the inner ear, is transmitted to the brain via the auditory system. Disturbance of any part of auditory system causes hearing impairment. In considering the improvement of speech perceptibility of impaired listeners, it is important to understand the pathology and pathophysiology of deafness. In our laboratory, researches being conducted on auditory prostheses and related auditory science to help impaired listeners compensate for the deteriorated speech perception.

1. Development of diagnostic tools based on the pathophysiology of hearing loss
2. Research on auditory prosthesis (cochlear, brainstem and mid-brain implants, hearing aid)
3. Research on auditory rehabilitation
4. Research on binaural hearing and audio-visual bimodal speech perception

URL <http://www.auditorylab.med.tohoku.ac.jp/>



脳幹インプラントのためのマッピングシステムの開発  
Electrophysiological mapping system for auditory brainstem implant



脳磁図を用いた聴性定常反応に関する研究  
Neuromagnetic investigation on auditory steady state response

### 神経外科 先端治療開発学

Department of Neurosurgical Engineering and Translational Neuroscience



教授 新妻 邦泰  
Professor Kuniyasu Niizuma

### 神経外科疾患の診断・治療法開発と臨床応用

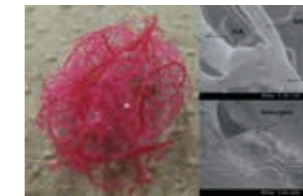
Development of new tools and therapies for neurosurgical diseases, and rapid translation to patientse

中枢神経系は脆弱かつ再生能にも乏しく、傷害されることによるQOL (quality of life)の低下も著しい。種々の中枢神経疾患における病態を分子生物学的手法や数値流体力学などの工学的手法を駆使して解明し、以下の新規薬剤や幹細胞などによる新たな治療法開発と臨床応用を目指す。

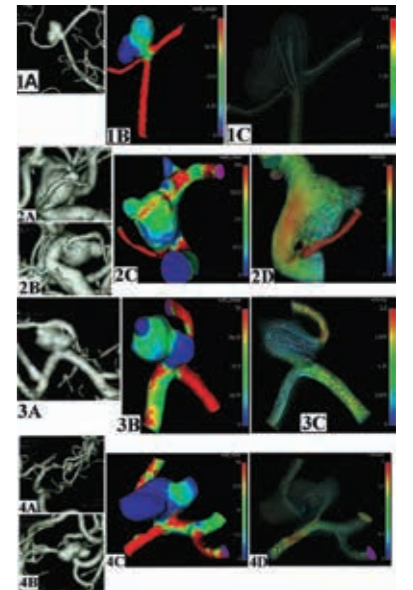
- ① Muse細胞を用いた中枢神経再生治療法の開発
- ② 新規血栓溶解-神経保護薬の開発
- ③ 骨再生療法に関する研究
- ④ 数値流体力学を用いた動脈瘤などの血行動態に関する研究
- ⑤ 神経における分子シグナリングに関する研究

The central nervous system (CNS) is especially vulnerable and has limited potential for regeneration in the baseline level. Even with the current sophisticated treatments for CNS injury, lots of patients get disabled. We reveal pathophysiology of CNS diseases with both biological and engineering approaches and develop new treatments for CNS injuries.

1. Development of neuro-regenerative therapy with multi-lineage differentiating stress enduring (Muse) cells.
2. Development of new thrombolytic and neuroprotective agents.
3. Development of materials for bone regeneration.
4. Research for hemodynamics of cerebral aneurysms using computational fluid dynamics (CFD)
5. Research for molecular pathways of CNS injuries.



実験的脳動脈瘤。発生、成長、破裂、治癒の各過程に関連する因子を分析。新しいデバイスの開発、薬物療法の研究などに使っている。  
Experimentally induced aneurysm in rat. The process related to the initiation, growth, rupture and cure is analyzed. This model is useful to study new development of endovascular devices and pharmacological therapy.



CFDを用いた実データによる脳動脈瘤の解析 このタイプの動脈瘤では壁剪断応力が成長、破裂に強く関連している。  
Patient data specific CFD analysis of brain aneurysm. This type of aneurysm had strong relationship between maximum wall shear stress and growth and rupture.

### 消化管再建 医工学

Gastrointestinal Tract Reconstruction



教授 福島 浩平  
Professor Kohei Fukushima

### 失われた消化管機能を代償する新技術の研究開発

Development of novel technology which compensates for impaired gastrointestinal function

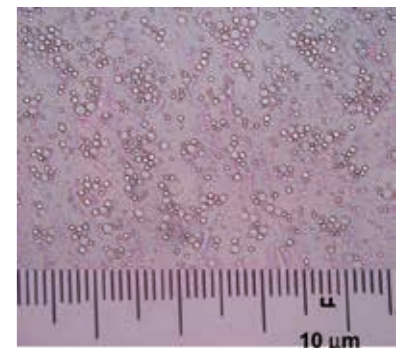
消化管本来の機能である外界との接点としての生体防御機構、食物の運搬と貯留、消化吸収、腸内細菌との共存などを理解し、組織学、免疫組織化学、分子生物学、電気生理学などさまざまな方法論を駆使し、消化管欠損時の生体本来の代償機能の定量的かつ定量的解析を行います。さらに、これらに関連した新しい研究システムの開発に加え、機能回復と「生活の質」向上を目的として、工学的アプローチを取り入れた新規治療法の開発を積極的に行っています。

- ① 消化管大量切除後の病態解明と新規治療法の開発
- ② 培養系による消化管粘膜の三次元構築と人工腸管の開発
- ③ 新しい手術機器の開発
- ④ 腸内細菌の消化管疾患への応用

We try to understand mucosal defense system, mechanism of food transport and reservation, process of nutrients digestion and absorption, and symbiosis of enteric flora and the host. We investigate compensatory mechanisms of the body after massive resection of the gastrointestinal tract qualitatively and quantitatively using various methodologies such as histology, immunohistochemistry, molecular biology, and electrophysiology. We aim to develop novel research systems and therapies to improve GI dysfunction and to enhance quality of life by applying new concept, materials, and methods.

1. Investigation of compensatory mechanisms after massive bowel resection and development of novel therapies for impaired GI function due to removal of the GI tract
2. Three dimensional construction of artificial intestinal mucosa and development of an artificial intestine
3. Development of new surgical devices
4. Application of beneficial intestinal flora for prevention and therapies of GI diseases

URL <http://www.fukushimalab.med.tohoku.ac.jp/aboutus.html>



アルドステロン含有ポリ乳酸粒子:回腸粘膜でアルドステロンが徐放され、起電性Na吸収機構を誘導する  
Aldosterone-incorporated D,L-lactide/glycolide copolymer microspheres: aldosterone release in the ileal mucosa and induction of electrogenic sodium absorption

## 骨再生医工学

Bone Regenerative Engineering



教授 鎌倉 慎治  
Professor Shinji Kamakura

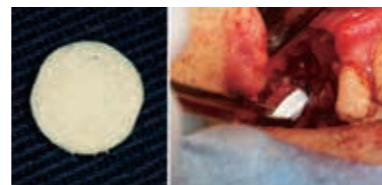
### 新規骨再生材料の開発・生体内評価そして臨床応用へ Development and in vivo evaluation of new bone regenerative materials toward clinical application

様々な疾患等により失われた骨などの生体硬組織を生体材料等によって再生するための方策を研究します。動物実験を通して骨再生実験モデルの作製や種々の骨再生材料の生体反応を経時的に解析します。生体硬組織に特有な組織作製法を含んだ多様な研究手法による骨再生の機序の解明や新規骨再生材料の創製及びその臨床応用を目指します。

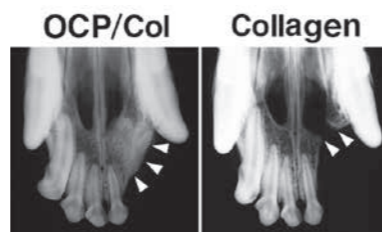
- ① リン酸オクタカルシウム・コラーゲン複合体による骨再生研究
- ② 骨再生に関連する動物実験モデル作製に関する研究
- ③ 再生骨組織の定量化に関する研究

To develop newly bone regenerative materials and to apply them for clinical use, we intend to regenerate loss of living hard tissue such as bone that was lost by various diseases. To accomplish the goals, we aim to elucidate the mechanism of bone regeneration through establishment of animal models for bone regeneration and various techniques including a characteristic ones on hard tissue, and through analysis of biological responses for various bone regenerative materials by experiments with animals.

- 1. Bone regeneration by octacalcium collagen composite
- 2. Establishment of a new animal model for bone regeneration
- 3. Research for quantification of regenerated bone tissue



リン酸オクタカルシウム・コラーゲン複合体のヒトへの応用  
Clinical trial of octacalcium phosphate collagen composites (OCP/Col)



大型動物での骨再生  
Bone regeneration by OCP/Col in large animals

URL <http://www.boneregeneration.med.tohoku.ac.jp>

## 分子病態医工学

Medical Science



教授 阿部 高明  
Professor Takaaki Abe

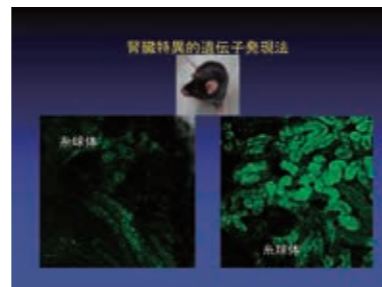
### 腎不全、高血圧・糖尿病治療法の開発と抗癌剤探索 Development of remedies for cancer, hypertension, diabetes and renal failure

本研究分野では、薬物、ホルモン、生体内物質（尿毒症物質や肝不全物質）の細胞膜輸送機構と体内動態、病態時における調節メカニズムの解明を通して、癌、腎不全、高血圧、内分泌疾患の新たな治療法の開発と臨床応用を図ります。

- ① 細胞膜輸送機構の解明
- ② 腎不全、高血圧の診断・治療法の開発
- ③ 抗癌剤の探索
- ④ 糖尿病発症、肥満メカニズムの解明

Variety of membrane transport systems play essential roles for maintaining homeostasis in the body. In addition, many membrane transporters involve in the regulation pathogenesis of renal failure, hypertension and cancer as well as diabetes and obesity. We study for developing diagnostic tools or screening new drug by modulating such molecules.

- 1. Characterization of membrane transport systems
- 2. Search of diagnostic tool and new drugs for renal failure and hypertension
- 3. Discovery of anti-cancer drugs
- 4. Research for diabetes and obesity



腎臓特異的遺伝子発現法  
Renal-specific gene delivery

### 脳と身体の回復を支援する技術

Technology for restoring human activities based on neuroscience

神経-筋骨関節疾患に起因する精神-身体機能、生活活動、および社会参加上の障害を予防し、最小化するための医学工学の融合技術を研究し、その成果を社会に還元します。具体的には非侵襲的脳刺激技術による可塑的变化の誘導、動作解析技術と計算論的神経科学を応用した運動の最適化、情報工学技術の応用による地域リハビリテーションシステムの構築、さらにこれらの技術やシステムを用いた患者中心医療を実践するための心理社会的介入技術の研究を行います。

Our goal is to develop a new technology based on medicine and engineering for preventing and minimizing disabilities resulting from neuromusculoskeletal disorders through studies on plastic changes in human central nervous system induced by noninvasive brain stimulation, optimization of motor control using motion analysis and computational neuroscience, network science for community-based rehabilitation, and psycho-social intervention for patient-centered medical management.



回復する身体と脳:非侵襲的脳刺激の教育研究  
Restoration of Body and Brain



リハスタッフのためのコーチング活用ガイド:医療福祉分野のコミュニケーションとマネジメント  
A Guide to Coaching for Rehabilitation Practice and Education

URL <http://www.reha.med.tohoku.ac.jp/>

### 研究領域 Divisions

# 社会医工学

Biomedical Engineering for Health and Welfare

社会医工学講座では、社会医療システムの改革をめざす技術革新およびその応用に関する教育研究を行います。本講座には、以下の分野を設置しています。

The Biomedical Engineering for Health and Welfare Course provides education and research on innovative technologies and their applications aimed at creating revolutionary new social health and welfare systems. We teach the following fields.

### 研究分野 Laboratories

- リハビリテーション医工学  
Physical Medicine and Rehabilitation
- 医療福祉工学  
Medical Welfare Engineering
- ライフサポート工学  
Life Support Engineering
- 健康維持増進医工学  
Health and Sports Science
- 神経電子医工学  
Neural Electronic Engineering

## リハビリテーション医工学

Physical Medicine and Rehabilitation



教授 出江 紳一  
Professor Shinichi Izumi



助教 森 隆行  
Assistant Professor Takayuki Mori



## 健康維持増進 医工学

Health and Sports Science



教授 永富 良一  
Professor Ryoichi Nagatomi

### 健康とスポーツの医工学 Biomedical Engineering for Health and Sports

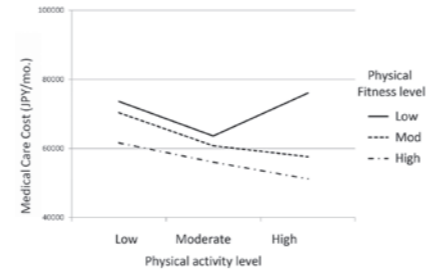
スポーツや日常生活にはさまざまな体の「動き」があります。その質や量を高めることが成功や健康につながります。一方「動き」の質や量が低下していくと、自立した生活が困難になります。当分野ではさまざまな医工学的技術を駆使して「動き」の評価とその質の向上と低下に関わるメカニズムを追求しています。

- ① 骨格筋における損傷からの回復のメカニズムと回復効率に関連する要因の解明
- ② 筋肉減少症(サルコペニア)の原因と対策
- ③ 身体活動・体力と健康障害
- ④ 効率的な動作とその評価

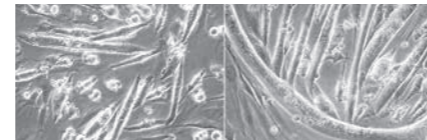
Efficient temporal and spatial combination of movements enables athletes to accomplish extreme performances leading to success in sports competitions. On the other hand, long-term losses of physical movements and activity may lead to various chronic life-style associated diseases. Our research focuses on understanding the underlying mechanisms for improvement and deterioration in movement skills and efficiency, in order to provide useful information for healthy lifestyles and athletic activities.

1. Investigation of mechanisms of restoration process of damaged skeletal muscle and factors that modifies the process.
2. Factors responsible for sarcopenia.
3. Epidemiology of physical activity and fitness.
4. Assessment of efficiency in movements.

URL <http://www.sports.med.tohoku.ac.jp/>



身体活動レベル・体力と医療費の関連  
Medical care cost and physical activity & performance  
Geriatr Gerontol Int 2010 (Epub)



筋芽細胞の未分化維持因子PS-1の抑制による筋分化促進  
Facilitation of skeletal muscle differentiation by suppression of a protein that maintains undifferentiated status of myogenic precursor cells (J Cell Sci 122, 4427-4438, 2009).



スキーマの酸素摂取量測定  
Measuring oxygen uptake of skiing

## 医療福祉工学 Medical Welfare Engineering

Medical Welfare Engineering



教授 田中 真美  
Professor Mami Tanaka

### 「やさしさ」を先端技術で創出する医療福祉工学 Advanced medical welfare engineering for improvement of QOL (quality of life)

医療福祉工学の発展には、新たなセンサやアクチュエータの創製、システムや情報処理技術の高度化が重要な課題となります。本研究分野ではセンサやアクチュエータの設計や製作、それらに計測・自動制御やメカトロニクスなどの技術の組み込み、さらに情報処理技術の高度化の研究も行い、新たなシステムの開発研究などに取り組み、医療福祉工学に関連する教育と研究を行っていきます。

- ① 医療・福祉・健康に関するQOL テクノロジーの創出
- ② 触覚機能を有するセンサシステムの開発に関する研究

Our aim is to improve the QOL by technologies of advanced medical welfare systems such as development of the sensing and actuator devices, integration of the system, and information processing technologies, et al.. The research and education involved the innovation of the sensor/actuator for medical welfare field, integration of mechatronics technologies including measurement and control, and advanced information processing technologies are carried out in our Laboratory.

1. QOL technologies for medical welfare and health care
2. Development of tactile sensor system

URL <http://rose.mech.tohoku.ac.jp/>



皮膚状態計測用センサ  
Palpation sensor for monitoring skin conditions



点字読み取り用センサシステム  
Tactile sensor system for reading Braille

## 神経電子医工学

Neural Electronic Engineering



教授 渡邊 高志  
Professor Takashi Watanabe

### 運動機能の補助・再建, リハ支援のための計測・制御技術 Measurement and control for assisting and restoring motor functions, and for advanced rehabilitation system

運動系や感覚系の機能障害に対する支援・代行技術、治療・リハビリテーション技術等に関する研究を行う。特に、機能的電気刺激(FES)技術、慣性センサによる運動計測技術を応用し、脊髄損傷や脳血管障害等による運動機能麻痺、感覚機能障害に対するリハビリテーション装置、動作支援装置を、日常でも利用可能なウェアラブルシステムとして実現するための研究開発を行う。また、これらの医工学的基盤技術の開発を行うとともに、人(脳)-コンピュータ間の相互作用を考慮したシステムへの展開を図り、先進的医療・福祉システムの実現を目指す。

- ① 機能的電気刺激(FES)による麻痺肢の動作制御に関する研究
- ② ウェアラブル運動計測システムの開発と運動機能評価への応用
- ③ 機能的電気刺激(FES)を利用した運動リハビリテーションシステムの開発

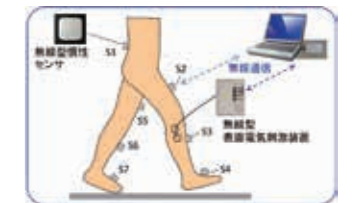
The neuromodulation mechanism that includes the electronic information transmission is one of the control-information systems of the living body and has important relations to functions of the living body. In this laboratory, assistive technology and neural prosthesis, therapeutic and rehabilitation systems for motor and/or sensory disabilities are studied focusing on electronic external control technique of the neuromuscular system on the basis of control engineering and electronic engineering.

1. motor control of paralyzed limbs by functional electrical stimulation (FES)
2. development of wearable motion measurement system and its application to evaluation of the motor function
3. development of motor restoration system using functional electrical stimulation (FES)

URL <http://www.ecei.tohoku.ac.jp/fes/index.html>  
[http://www.ecei.tohoku.ac.jp/fes/English/index\\_eng.html](http://www.ecei.tohoku.ac.jp/fes/English/index_eng.html)



ウェアラブル運動計測システムの開発と運動機能評価への応用  
Development of wearable motion measurement system and its application to evaluation of the motor function



FESリハビリテーションシステムの開発(歩行リハビリテーションとFES定こぎ車いすリハビリテーションへの応用)  
Development of FES rehabilitation system (applications to gait rehabilitation and FES cycling wheelchair rehabilitation)

## ライフサポート 工学

Life Support Engineering



准教授 山口 健  
Associate Professor Takeshi Yamaguchi

### 安全安心な社会を実現する生命・生活支援工学 Life support engineering for safe and secure society

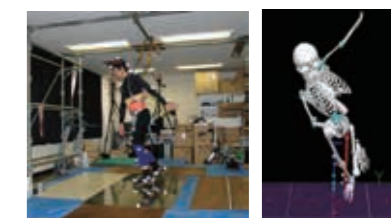
安全安心な生活や、高齢者及び障害者の自立した生活の実現のためには、生命・生活を支援する新しい工学技術分野(ライフサポート工学)の確立が必要である。本研究分野では、転倒機構の解明や転倒防止のための靴・床の開発、歩行安定性評価手法の開発、高性能なスポーツ用品や生活用品の開発などを通じて、ライフサポート工学に関連する教育と研究を行う。

- ① 歩行安定性に関するバイオメカニクス研究
- ② すべり転倒機構の解明に関する研究
- ③ 超耐滑靴底及び床の開発に関する研究

In order to realize an independent living of elderly people and disabled people and a safe and secure life, the construction of new engineering field that supports life and livelihood i.e. life support engineering. Our laboratory promotes education and research concerning life support engineering through studies on investigation of fall mechanism, development of footwear and floor for fall prevention, development of evaluation method of gait stability, and development of high-performance sport equipment and livingware, etc.

1. Biomechanical study on gait stability
2. Investigation of mechanism of fall due to induced slip
3. Development of high slip-resistant footwear and floor

URL <http://www.glocaldream.mech.tohoku.ac.jp/ja/index.html>  
<http://www.glocaldream.mech.tohoku.ac.jp/en/index.html>



すべり転倒機構の解明  
Elucidation of the mechanism of slip-related falls



超耐滑靴底意匠の開発  
Development of high slip resistant shoe outsole pattern



研究領域 Divisions

# 医療機器創生 医工学

## Medical Device Innovation

(ここに医療機器創生医工学の説明が入ります)

(Description : Medical Device Innovation)

研究分野 Laboratories

- 医用イメージング  
Biomedical Imaging
- 医用光工学  
Biomedical Optics
- 生体機能創成学  
Bio-Medical Interface Fabrication
- ナノデバイス医工学  
Nanodevice Engineering
- 近未来生命情報工学  
Next Generation Biological Information Technology

### 医用イメージング Biomedical Imaging



教授 西條 芳文  
Professor Yoshifumi Saijo

### 先進的データ収集・解析による生体組織のイメージング Imaging of biological tissues by novel data acquisition and analysis

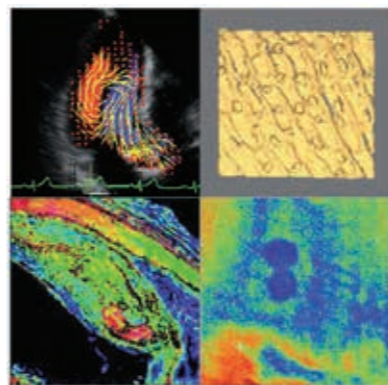
本研究分野では、主に心血管系組織の三次元イメージング、高精度自動組織診断、血液の流れの解析などを、超音波やCT(コンピュータ断層法)、MRI(磁気共鳴画像)などのデータを用い、独自の信号解析・画像解析を行うことで実現しています。また、高周波数の超音波でナノレベルの解像度を実現した超音波顕微鏡の開発により、心血管系以外にも、腎臓、肝臓、前立腺、腱、軟骨、骨、歯など身体の中のさまざまな組織や生きた細胞のイメージングを実現し、各種病態をバイオメカニクスの視点から解析しています。

- ① 心血管系組織の三次元イメージングおよび高精度自動診断
- ② 心血管系の血液の流れの解析
- ③ 高分解能生体イメージングのための超音波顕微鏡の開発

Our laboratory is developing signal and image processing methods of ultrasound, CT (computed tomography) and MRI (magnetic resonance imaging) in order to realize three-dimensional imaging, precise automatic diagnosis and flow analysis of cardiovascular tissues. We are also developing several acoustic microscopes to visualize kidney, liver, tendon, cartilage, bone and tooth besides cardiovascular tissues and assessing pathophysiology from the view point of biomechanics.

1. Three-dimensional / automatic precise diagnosis of cardiovascular tissues
2. Blood flow analysis of cardiovascular system
3. Development of acoustic microscopes for precise biomedical imaging

URL <http://www.ecei.tohoku.ac.jp/imaging/index.htm>  
<http://www.ecei.tohoku.ac.jp/imaging/index-e.html>



左上:左心室内の血流ベクトル  
右上:指紋の三次元超音波像  
左下:冠動脈の超音波顕微鏡像  
右下:生きた細胞の超音波顕微鏡像  
Upper left: Blood flow vector in left ventricle  
Upper right: Three-dimensional ultrasound image of fingerprint  
Lower left: Ultrasound microscope image of coronary artery  
Lower right: Ultrasound microscope image of living cell

### 医用光工学 Biomedical Optics



教授 松浦 祐司  
Professor Yuji Matsuura

### 低侵襲治療・診断の実現を目的とした生体への光学技術応用 Applications of biomedical optics for least invasive surgeries and diagnosis

体に大きな傷をつけずに治療・診断を行うための、光を用いた技術を開発することを目的に研究を行っています。生体組織の光学特性を解明するとともに、さまざまなレーザー光を用いた治療装置や、内視鏡と光学機器を組み合わせた診断システムなどについて研究・開発を行っています。

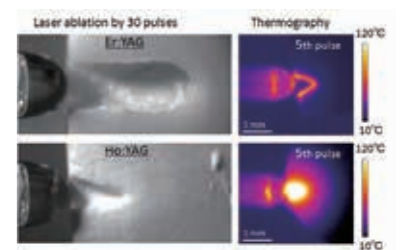
- ① 医療診断のためのリモート分光イメージングシステム
- ② レーザ医療用光ファイバ伝送システム
- ③ X線・紫外光・テラヘルツ波用光ファイバ

Optical applications for bioengineering are developed for least invasive surgeries and diagnosis. We are working on investigation of optical characteristics of biological tissues and biomaterials. We also develop optical systems for surgeries and diagnosis in medical and dental fields. The systems include equipments for laser surgery and optical biopsy systems using an endoscope and optical devices.

1. Remote spectroscopy and spectral imaging systems for medical diagnosis.
2. Laser delivery systems using specialty optical fibers for laser surgeries.
3. Optical fibers and waveguides for X ray, ultraviolet light, and terahertz wave.



リモート分光イメージング用中空光ファイババンドル  
Hollow optical fiber bundle for remote Raman spectral imaging



レーザーアブレーション中の熱画像  
Thermal imaging during laser ablation

URL <http://www.ecei.tohoku.ac.jp/photonics/>

### 生体機能創成学 Bio-Medical Interface Fabrication



教授 厨川 常元  
Professor Tsunemoto Kuriyagawa



准教授 水谷 正義  
Associate Professor Masayoshi Mizutani

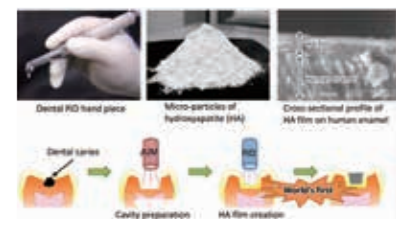
### 「生体に優しい」ものづくり:生体機能性インターフェースの創成 Fabrication of biocompatible/bio-functional interface using new machining processes

ナノ精度機械加工等の高度な「ものづくり」技術を基盤として、スマート機能性インターフェース創成技術の創出と科学的解明、並びに医療応用を視野に入れた実用研究を産学連携体制のもとで行っている。

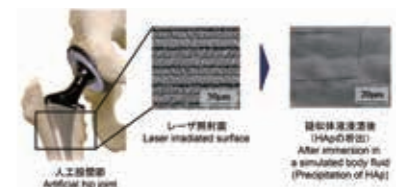
- ① ハイドロキシアパタイト膜形成による革新的歯科治療法
- ② 生体親和表面の創成
- ③ バイオメタリック表面の創成等。

Our laboratory aims to promote innovations of nano-precision Micro/Meso Mechanical Manufacturing (M4 process) at the frontier of manufacturing technology for a smart functional interface. The geometric structure and chemical composition of material surfaces change in a variety of ways under machining conditions. Our laboratory examine this phenomenon and attempt to clarify and control the mechanism. This method can create various surface functions, such as biocompatibility, antibacterial activity, and wettability, which could lead to new surface creation processes. Our goal is to create new principle and technology for the next-future bio-medical interface and devices.

1. New dental treatment utilizing powder jet deposition of hydroxyapatite,
2. Generation of biocompatible surface,
3. Fabrication of biomimetic surface, etc,



パウダージェットデポジション法を利用したハイドロキシアパタイト膜形成による革新的歯科治療法  
New dental treatment utilizing powder jet deposition of hydroxyapatite



生体親和表面の創成(生体活性機能の付与)  
Generation of bio-active surface



バイオメタリックな発想での表面機能創成(材料表面の濡れ性の制御)  
An example of surface function: surface wettability control

URL <http://www.pm.mech.tohoku.ac.jp/>  
<http://www.pm.mech.tohoku.ac.jp/english/>



## ナノデバイス 医工学

Nanodevice Engineering



教授 芳賀 洋一  
Professor Yoichi Haga

## マイクロ/ナノテクノロジーが創出する次世代医療機器 Next-generation medicine based on micro/nano technology

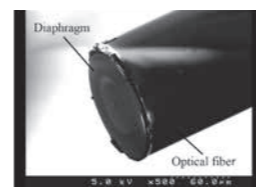
マイクロマシニング、ナノテクノロジー、MEMS(微小電気機械システム)技術などの微細加工技術を駆使して、小さく高機能、多機能な内視鏡やカテーテル、手術器具などの低侵襲医療機器を開発し、近い将来に役立つ実用的な医療機器の開発を行うとともに、長期的には体内からのロボット外科手術、マイクロサージャリーの実現を目指しています。この実現のために、マイクロセンサ、マイクロアクチュエータなどの運動機構、これらを一括で低コストに組み立てる技術開発を行っています。また、これらの微細加工技術をヘルスケア(健康管理)用途に活用し、広く役立つ新しい測定項目およびその手段を実現するとともに、体表に装着して用いることができる薄く軽いウェアラブルヘルスケア機器の開発を行っています。さらに、血管や脳などマイクロセンサを搭載した臓器モデルを開発し、医師の手術トレーニング、医療機器開発における安全性および効果の評価に役立てることを目指しています。

- ① 外径125 $\mu$ mの極細径光ファイバ圧力センサ
- ② 高度な内視鏡手術を可能にする折れ曲がり変形内視鏡
- ③ 管内挿入MRI(核磁気共鳴イメージング)プローブ
- ④ 皮膚貼付型生体成分計測パッチ など

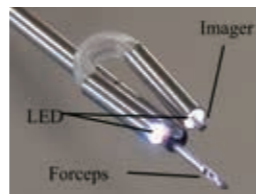
Small and high-functioning and multi-functioning endoscopes, surgical tools have been developed using micro fabrication technologies, for example, micromachining, nanotechnology and MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) technology aiming to realize practical and useful medical devices in near future, and we are aiming to realize robot surgery and microsurgery from inside the human body in the future. Microsensors, microactuators, and batch fabrication technologies for low cost and precise production have been studied and developed to realize the above. Utilizing these microfabrication technologies, we also aim for healthcare applications to realize new widely useful measurement items and methods and to develop thin and light weight wearable healthcare devices. Furthermore, organ models, for example vascular model and brain model, equipped with micro sensors have been developed to contribute surgical training of medical doctors and to evaluate effectiveness and safety of developing new medical devices.

1. Ultra-miniature fiber-optic pressure sensor (O.D. 125 $\mu$ m)
2. Bending transformative endoscope which enables sophisticated endoscopic surgery
3. Intraluminal MRI (Magnetic Resonance Imaging) probe
4. Patch system on the skin for continuous monitoring of biological substances

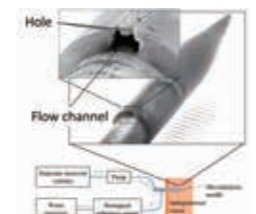
URL <http://www.medmems.bme.tohoku.ac.jp/>



極細径光ファイバ圧力センサ(外径125 $\mu$ m)  
Ultra-miniature fiber-optic pressure sensor (O.D. 125 $\mu$ m)



腹腔内手術用変形型内視鏡(外径5mm)  
Bending Transformative Endoscope for Intraoperative Surgery(O.D. 5mm)



皮膚貼付型生体成分計測用微小流路付金属針と流路断面(針外径200 $\mu$ m)  
Metal needle with micro flow channel for biological substances monitoring patch Cross-section view of flow channel (needle O.D. 200 $\mu$ m).

## 近未来生命 情報工学

Next Generation  
Biological Information  
Technology



教授 齋藤 昌利  
Professor Masatoshi Saito



講師 笠原 好之  
Senior Assistant Professor Yoshiyuki Kasahara

## 発生の場からみた生命の解明と生命情報工学への応用 The application of complex biological networks throughout various stages of development

現代社会の環境の悪化は、地球温暖化だけではなく我々の体や精神も確実にむしばみつつある。小児ぜんそくやアレルギーの増加、学童期の自閉症の増加、若年性糖尿病の増加が世界中で見られ、未来への警告とし無視できない段階に達している。最近、これらの疾患の多くの部分が、ジャンクフードの過剰摂取やストレスをはじめとする妊娠中の母体を取り巻く住環境の悪化が原因であることが解ってきた。本研究室では、母体の環境と胎児の病気の関係を臨床研究やマウスを用いた動物実験、遺伝子解析などを通して解明し、複雑系システム工学を駆使して母体から得られるかすかな胎児情報を計測、制御する近未来の医療工学を探る。

It has been found that some environments around fetus, such as maternal diet and infection, affect the baby's growth or constitution significantly. For example, the excessive intake of fat diet of mother during pregnancy is due to recent increase of children's autism, juvenile diabetes, and air pollution around mother has been found the cause of increase in childhood asthma. In spite of the recent advanced technology, most of the precise mechanism of fetal differentiation process has been unknown in the black box named uterus. In this laboratory, we study the fetal diseases from the relationship between maternal conditions and fetal development using the mice experiments, gene analysis, and clinical studies. And we explore the medical engineering in the near future through the study of measurement information obtained from the faint fetal signals appeared from maternal body.

URL [http://www.fetalecg.med.tohoku.ac.jp/kimurab/kimurab\\_top\\_jn.html](http://www.fetalecg.med.tohoku.ac.jp/kimurab/kimurab_top_jn.html)  
[http://www.fetalecg.med.tohoku.ac.jp/kimurab/kimurab\\_top\\_en.html](http://www.fetalecg.med.tohoku.ac.jp/kimurab/kimurab_top_en.html)



世界で初めて胎児生体電気信号を抽出することによる胎児心拍数モニタリング装置を開発し、2018年7月より発売が開始されました。この装置を用いることで高精度な胎児モニタリングが可能になります。

## 研究領域 Divisions

# 生体流動 システム医工学

## Biofluids Control System

生体流動システム医工学講座では、血液循環系など生体内の複雑な流動システムの理解に基づく循環系疾患のメカニズムの解明やその予防および治療法の確立のため、流体力学的視点と生物学的視点の両面からの教育・研究を行います。本講座には、以下の分野を設置しています。

The Biofluids Control Systems Course provides education and research from the standpoints of both fluid dynamics and biology, aimed at clarifying the mechanisms of circulatory system diseases and establishing methods for treatment and prevention, based on an understanding of the blood circulating system and other complex fluid systems in the body. We teach the following fields.

## 研究分野 Laboratories

● 融合シミュレーション医工学  
Integrated Biomedical Simulation

● 医用流動工学  
Biomedical Fluid System

## 融合 シミュレーション 医工学

Integrated Biomedical  
Simulation



教授 早瀬 敏幸  
Professor Toshiyuki Hayase



准教授 船本 健一  
Associate Professor Kenichi Funamoto

## 実験計測とシミュレーションの融合による生体内流動現象の解明 Integration of measurement and simulation to comprehend complex biofluid phenomena

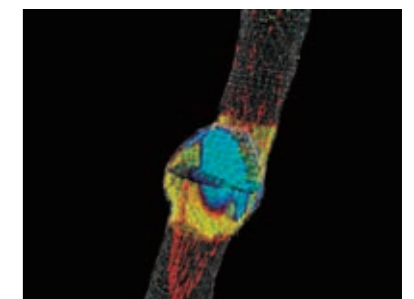
超音波計測、レーザー計測、画像計測、傾斜遠心顕微鏡などによる実験研究、スーパーコンピュータによる大規模数値シミュレーションを駆使した計算研究、および両者を融合した新しい計測融合シミュレーション研究により、毛細血管内の細胞レベルの流動から大動脈内の乱流状態の血流まで、複雑な生体内の流動現象の解明と次世代医療診断技術の開発のための教育・研究を行っています。

- ① 計測融合血流シミュレーション
- ② 傾斜遠心顕微鏡による細胞の力学特性の解明
- ③ 生体内流動システムの動特性
- ④ マイクロ流体デバイスによる生体内微小環境の再現

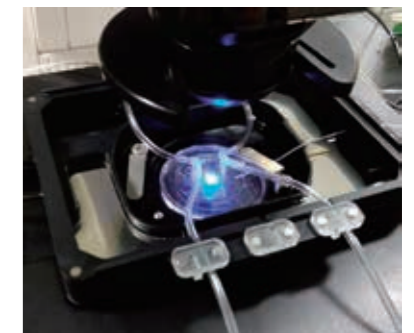
The Integrated Biomedical Simulation Laboratory conducts education and research for understanding complex biofluid phenomena and development of advanced medical technologies through experimental work utilizing ultrasound, laser, image processing; numerical work using a supercomputer, and the work combining experimental and numerical methodologies. Main research projects are listed below.

1. Measurement-integrated blood flow simulation
2. Mechanical properties of cells with inclined-centrifuge microscope
3. Dynamics of biofluid systems
4. Microfluidic device mimicking in vivo microenvironment

URL <http://www.ifs.tohoku.ac.jp/sme/index-j.htm>  
<http://www.ifs.tohoku.ac.jp/sme/index-e.htm>



超音波計測融合血流シミュレーション  
Ultrasonic-measurement-integrated simulation



マイクロ流体デバイスを用いた細胞実験  
Cellular experiment using microfluidic device



## 医用流動工学

Biomedical Fluid System



教授 太田 信  
Professor Makoto Ohta

### 治療工学を通じた生体の構造と機能の解明

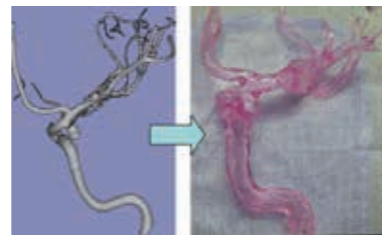
To approach the structures and function of the body through biomedical engineering.

本研究分野では、治療に直接役立つ新デバイスの開発と、新デバイスの性能評価法の確立を目指した研究を行っています。これらを通じ、生体の構造と機能を学ぶことができます。中でも血流および血管は身体を維持するために最も重要と捉え、脳動脈瘤の発見、診断、治療に寄与する医工学を展開し、生体環境や構造の再現に向けて、実験とコンピュータシミュレーション技術を礎に、国内外との積極的な共同研究を行い、重点的に取り組んでいます。

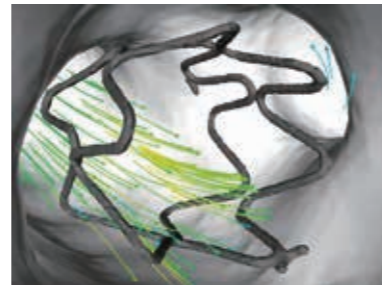
- ① 生体高分子材料を用いた血管モデル、口腔粘膜、骨モデルの研究開発
- ② 血流・治療のコンピュータシミュレーション
- ③ 医療現場での血流測定法の開発

The focus of this laboratory is to develop new concept of implant especially based on flow and to establish new methods for evaluating the implants. For example, when you treat a cerebral aneurysm with endovascular treatment, you should know the effects of medical devices on controls of blood flow. The flow may depend on the geometry, materials and clinical conditions. Since these are so big issues, we collaborate with biomaterial groups, biomechanical groups, and medical groups to gather their top knowledge.

- 1. The development of blood vessel, oral mucosa, and bone biomodels using biomaterial gel
- 2. Computational simulation for blood flow in aneurysms with treatments
- 3. Development of in-situ measurement of blood flow in treatments



脳動脈瘤および脳動脈の形状と力学的機能を再現した血管モデル  
Development of cerebral aneurysm model with realistic physical material properties.



ステントを留置したときの脳動脈瘤付近の血流の様子  
Blood flow in stent on cerebral artery with aneurysm

URL [http://www.ifs.tohoku.ac.jp/bfc/html/index\\_ohta\\_j.html](http://www.ifs.tohoku.ac.jp/bfc/html/index_ohta_j.html)  
[http://www.ifs.tohoku.ac.jp/bfc/html/English/index\\_ohta\\_e.html](http://www.ifs.tohoku.ac.jp/bfc/html/English/index_ohta_e.html)

## 研究領域 Divisions

# 人工臓器 医工学

## Artificial Organs

人工臓器医工学講座は、頭からお尻までおおよそすべての人工内臓の開発と研究を通じて、医学工学の境界領域における教育に尽力しています。講座内のさまざまな人工内臓開発プロジェクトを介して、医学と工学の基本知識を身につけることを目指します。

The Artificial Organs Course provides education in interdisciplinary fields of biomedical engineering through R&D on almost all artificial organs, from head to tail. The aim is to instill students with basic knowledge of medicine and engineering through various artificial organ development projects.



教授 山家 智之  
Professor  
Tomoyuki Yambe

### 頭のとっぺんからお尻まで。全身のありとあらゆる人工内臓を具現化

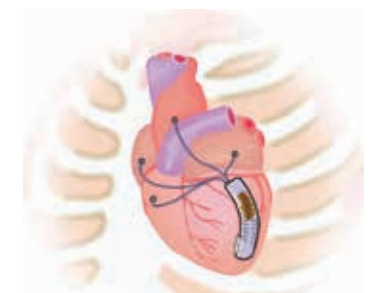
Every kinds of artificial organs are developed in this division

原理的には身体のあらゆる臓器は機械化が可能であるといわれています。そういう意味では、ひとつの臓器が病魔に冒されただけで、命を落としてしまうのはあまりにも残念です。本研究講座は、人工心臓、人工心筋、人工食道、人工括約筋、てんかん制御装置等々、さまざまな人工臓器の開発研究を通じて、人類の健康と福祉に貢献していきます。

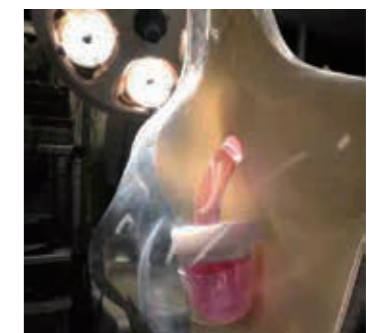
- ① 人工心臓、人工心筋
- ② 人工食道
- ③ 人工括約筋
- ④ てんかん制御装置

All internal organs in human body are reported to be able to be replaced by the artificial organs. Artificial heart, myocardium, esophagus, and sphincter are developed in this laboratory.

- 1. Artificial heart, myocardium
- 2. Artificial esophagus
- 3. Artificial sphincter
- 4. Convulsion attach stopper



人工心筋埋め込みシエマ  
ナノセンサと形状記憶合金アクチュエータの組み合わせにより、心筋の収縮サポートを行う。  
Schematic illustration of the artificial myocardium



開発されている人工心筋による心補助効果は、様々な定量診断的な実験により確認されつつある



研究領域 Divisions

# 生体材料学

## Medical Materials

生体材料学講座では、インプラントや医用器具・部材等への応用を念頭に、金属ならではの特性を生かした新医用材料やその組織・形態制御および加工プロセスの開発を通じた医療貢献を目指して、金属学の基礎とその最新応用に関する教育研究を推進します。このため、生体材料学講座には以下の分野を設置しています。

In the Medical Materials Course, students will engage in research and development of titanium alloy and other metallic biomaterials from design to manufacturing, processing and evaluation under a system of collaboration with medical and dental researchers.

研究分野 Laboratories

- 医用金属構造形態制御学  
Designing Metal for Medicine Based on Metallurgy
- 医用金属材料学  
Metallurgical and Materials Engineering for Biomedical Applications

### 医用金属 構造形態制御学

Designing Metal for  
Medicine Based on Metallurgy



教授 加藤 秀実  
Professor Hidemi Kato

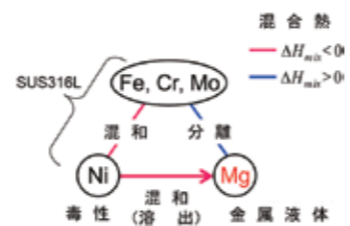
### 金属学に基づいた医用金属材料の成分・構造・形態制御に関する研究

Alloy, Structure and Morphology Design of Metals for Medicine Based on Material Science and Engineering

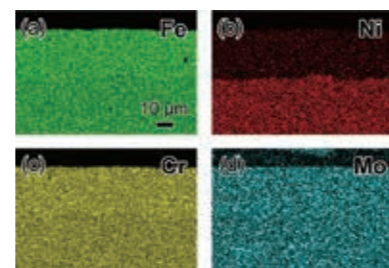
金属材料の構造およびその形態を、冶金学に基づくプロセスを用いて制御することにより、生体適合性・生体機能性に優れた新しい医用金属材料を開発する。急冷凝固法等の非平衡プロセスを用いたナノ構造・非晶質化によって構造を制御し、新奇な機械的特性を呈する新しい医用金属を見出す。また、脱成分法等の改質プロセスを用いた無毒・多孔質表面化によって表面形態を制御し、既存または最新医用金属材料の更なる生体適合性の改善に貢献する。

Structure and morphology of metals are designed by metallurgical methods to develop new metals for medicine with high biocompatibility and excellent biological function.

1. Phase of metal is controlled to be the non-equilibrium states such as glassy and nano-crystalline phases by mean of the non-equilibrium process.
2. Surface or whole body of metal is controlled to be porous with less toxicity by mean of the dealloying technique.



SUS316L表面から毒性ニッケル元素を脱成分する反応設計  
Dealloying reaction design to remove toxic Ni element from SUS316L surface



マグネシウム液体中に浸漬してニッケルが除去されたSUS316L表面層断面を示すEDS分析結果  
EDS results on cross section of SUS316L surface in which toxic Ni element has been selectively removed in a Mg liquid

URL <http://www.nem2.imr.tohoku.ac.jp/>  
<http://www.nem2.imr.tohoku.ac.jp/index-e.html>

### 医用金属材料学

Metallurgical and Materials  
Engineering for Biomedical  
Applications



教授 千葉 晶彦  
Professor Akihiko Chiba

### 先端金属加工学と最先端3D金属積層造形技術との融合による 高機能医用金属材料の開発に関する研究

Development of highly functional medical metallic materials by advanced metal processing

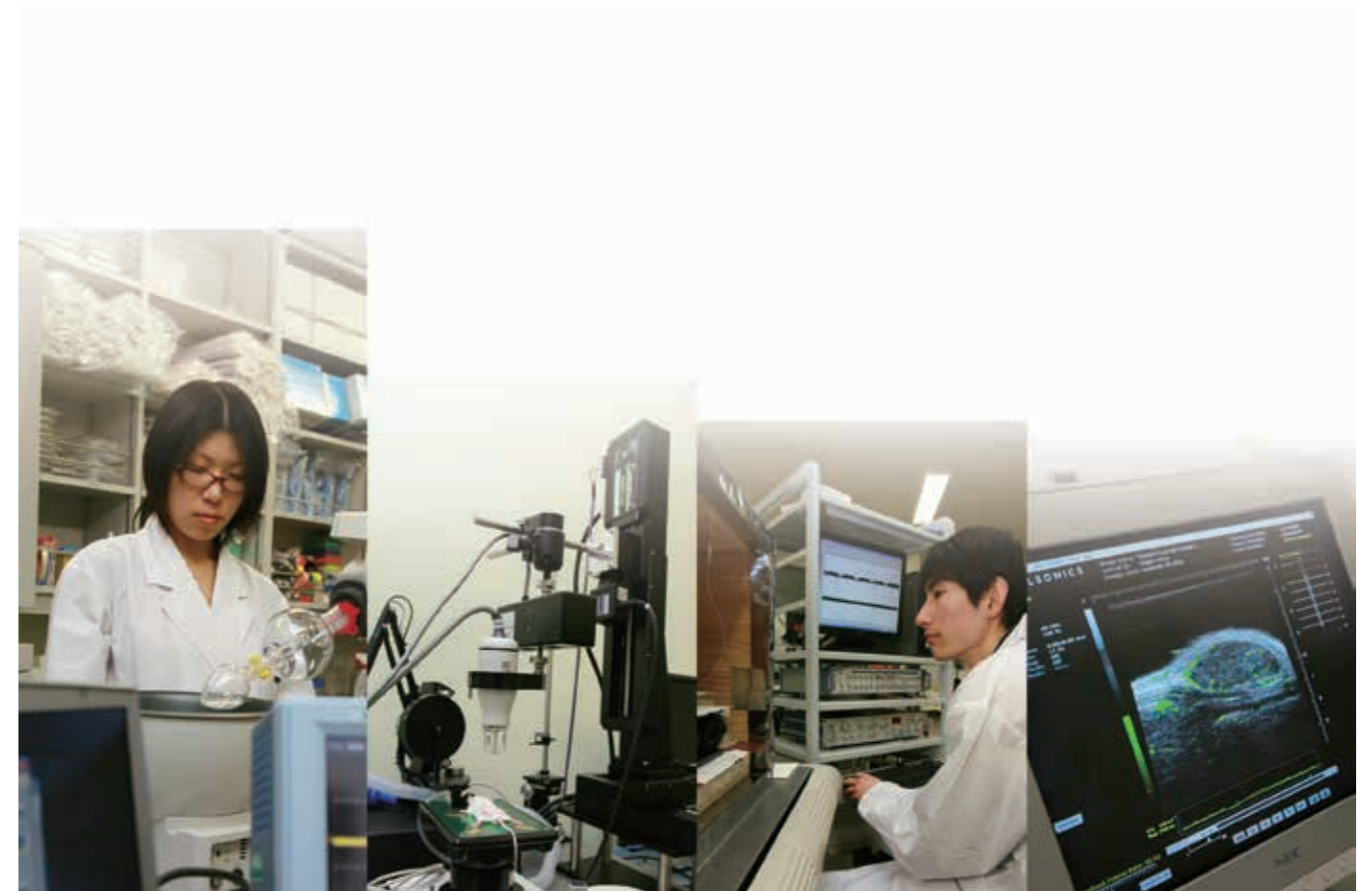
人類社会の持続的発展のために必要不可欠な新規な高機能生体金属材料の研究開発を行っている。具体的には、人工関節やステントに使用されるCo合金やTi合金を対象として、加工熱処理や電子ビーム積層造形をはじめとした最新鋭の加工プロセスによって材料内部に起こる組織変化を系統的に調査・解析し、特性との関係の体系化を目指す。また、計算機シミュレーションを駆使して、最も優れた特性を引き出す組織形成のための加工プロセスの確立と特性発現メカニズムの解明にも取り組んでいる。

In order to establish advanced medical technology, it is important to study highly functional metallic materials as biomaterials. Our current research focuses on electron beam additive manufacturing (EBAM), a cutting-edge additive manufacturing or 3D printing technology, and its application for developing medical devices such as artificial joints, stents, and spinal instrumentation devices. In addition, we are trying to develop a novel processing that combines EBAM technology with basic deformation processing to create advanced medical metallic materials with superior properties by controlling their microstructures. Using the latest analytical techniques and computer simulation, we aim to systemize the relationships between the processing, structure, and properties of medical metallic materials.



電子ビーム積層造形で製造したCo-Cr-Mo合金製人工膝関節  
Artificial knee joint made of CoCr-Mo alloy fabricated by EBAM.

URL <http://www.chibalab.imr.tohoku.ac.jp/index.html>  
<http://www.chibalab.imr.tohoku.ac.jp/english/index.html>





研究領域 Divisions

# 生体システム 制御医工学

## Biomedical System Control Engineering

生体システム制御医工学講座では、サイバネティクス、システム制御工学、及び知能システム工学の医工学応用に関する教育研究を行います。本講座には、以下の分野を設置しています。

Using information, systems and control engineering and advanced information technology, students will engage in research related to development of biosystem modeling, state estimation and simulation techniques along with development of technology to optimally control artificial organs, rehabilitation equipment, healthcare equipment and other medical systems as well as technology to achieve highly functional human interfaces.

研究分野 Laboratories

- サイバー医療システム  
Cybermedicine and Biocybernetics
- 知能システム医工学  
Intelligent Biomedical System Engineering
- ニューロロボティクス  
Neuro-Robotics

### サイバー医療システム

Cybermedicine and Biocybernetics



教授 吉澤 誠  
Professor Makoto Yoshizawa

### サイバー医療で健康社会を作る!

Promoting healthy society using medical cybernetics

新しい医療機器・医用システムの開発には、対象となる生体システムの機能解明とそれに基づいた治療・生体制御手段の開発が不可欠である。本分野では、サイバネティクス・情報通信工学・システム制御工学及び先端情報技術を駆使することによって、生体システムのモデリング・状態推定・シミュレーション手法の開発に関する研究を行うとともに、人工臓器・リハビリテーション機器・健康機器などの医療システムを至適に制御するための技術及び高機能なヒューマンインタフェースを実現する技術の開発を行う。

- ① 健康管理のための分散型センサと体調推定アルゴリズム
- ② 体内埋め込み機器の制御と監視
- ③ 映像コンテンツの生体影響評価
- ④ バーチャルリアリティを利用したリハビリテーション

Elucidation of biological functions based on cybernetics and systems theory is essential to development of new therapeutic devices and biomedical control methods. By use of information technology, computer sciences, system engineering and control engineering, the Division of Cybermedicine and Biocybernetics studies modeling, state estimation and simulation techniques for biological systems, and also aims at development of not only optimal control technologies for artificial organs, rehabilitation devices and healthcare systems but also high-performance human interface systems.

1. Internet of things (IoT) for health maintenance and estimation algorithm of physical condition
2. Control and monitoring systems for in vivo medical devices
3. Assessment of biological effects of digital image contents
4. Virtual reality systems for rehabilitation

URL <http://www.yoshizawa.ecei.tohoku.ac.jp/>



分布型センサからの多次元生体情報の相関解析による遠隔体調モニタリング  
Tele-healthcare system based on correlation analysis of multi-dimensional biosignals obtained from distributed sensors



電子診療靴を用いた遠隔医療システム  
Tele-medical system using the Electronic Doctor's Bag

### 知能システム 医工学

Intelligent Biomedical System Engineering

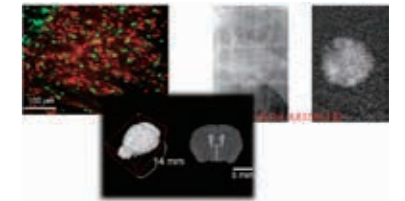


教授 本間 経康  
Professor Noriyasu Homma

### 神経情報処理機構の画像解析と知的診断・治療支援システムへの応用 Imaging Neurophysiology and Intelligent Computer-aided Diagnosis and Therapy

本分野では、ミクロレベルの神経細胞活動からマクロレベルの脳機能に至るまで、生体情報の可視化や知的解析により、神経疾患機序解明や知的機能の数理モデル化など、医療・生命科学から理工学的な応用まで分野横断的な医工学システムに関する教育・研究を行う。国内外の多様な産学組織との共同研究により、カルシウムイメージングやMRIによる、脳・神経疾患の発症機序解明も見据えた、脳機能解明や、医師の高度な専門知識とその獲得過程の数理モデル化による診断・治療システムの知能化技術の開発などを行い、臨床応用を目指す。

By using multi-modal imaging techniques, we aim to accurately visualize wide range of biomedical phenomena such as microscopic neuronal activities as well as macroscopic whole brain functions. The images can then be utilized for not only extracting useful biomedical information, but also revealing mechanisms of neural information processing. We also build computational models of neural information processing inspired by highly intellectual cognition skills of human specialists, such as medical image diagnosis by radiologists. Based on the models and some machine learning techniques, we develop intelligent computer-aided systems for medical image diagnosis, interventional radiology, and image-guided therapy.



細胞イメージング (左)、全脳イメージング (中) を用いた脳機能解析研究と知的X線画像処理 (右: 腫瘍抽出の例) など臨床応用へ向けた研究  
Multi-cellular imaging (left) and whole brain imaging (middle) for revealing brain functions and novel intelligent imaging techniques (right: tumor extraction from x-ray fluoroscopy) for diagnosis and therapy.

URL <http://www.rii.med.tohoku.ac.jp/>  
[http://www.rii.med.tohoku.ac.jp/index\\_en.html](http://www.rii.med.tohoku.ac.jp/index_en.html)

### ニューロ ロボティクス

Neuro-Robotics



教授 林部 充宏  
Professor Mitsuhiro Hayashibe

### ロボティクスのためのニューロサイエンス、ニューロサイエンスのためのロボティクス Robotics for Neuroscience, Neuroscience for Robotics

ロボットの世紀などと近年言われるが、特に実世界の環境との適応的インタラクションという側面ではまだまだ人間の持つ高度な運動制御、感覚機能から我々が学ぶべきことは多い。本研究室では人間の持つ環境適応、運動学習能力を工学的にも脳科学的にも深く理解するため、情報処理およびロボティクスのモデル化技術をベースとして用い脳科学的にも説明が可能なレベルで人間の運動制御、学習メカニズムの解明とそれに資する人間の運動情報の収集およびロボティクスツールを用いた解析に関する技術開発を行っています。ロボティクスのためのニューロサイエンス、ニューロサイエンスのためのロボティクスと双方向的に科学するニューロロボティクスに取り組んでいます。また運動学習と脳の環境知覚の研究から得た知見から、運動学習効果を最大限に引き出すニューロリハビリテーションを目指しています。

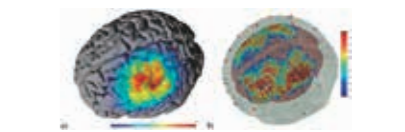
- ① 人間の運動制御、環境適応学習メカニズムの研究
- ② 生体感覚信号、生体機能のモデリングと同定技術の開発
- ③ 脊椎動物の冗長関節制御と生物運動学習に関する研究
- ④ ロボット技術のニューロリハビリテーションへの展開

Recently, the current era is referred as a century of robotics and AI. However, robot capability in real life is still rather limited then there are still a lot of things we need to deeply learn from advanced and robust motor control and sensory functions which humans have, for next step forward. Robotics is also useful as computational tool to understand human motor learning mechanism. Neuroscience knowledge can be useful to improve robot capability.

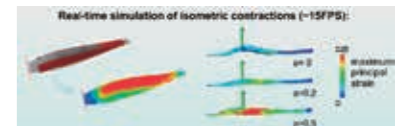
We study on neuroscience for robotics and robotics for neuroscience as [Neuro-Robotics].

1. Study of human motor control, adaptive learning mechanism
2. Modeling and identifying biological signals and functions
3. Study on redundant joint control and biological motor learning of vertebrates
4. Development of robot technology to Neuro-Rehabilitation

URL <http://neuro.mech.tohoku.ac.jp>



経頭蓋直流電気刺激中のNIRS-EEG同期モデリング  
NIRS-EEG joint imaging during transcranial direct current stimulation



筋肉の機能、生理、変形ボリュームモデリング  
Muscle volumetric modeling for function, physiology and deformation



足圧力計測に依存しないバランス推定  
Balance estimation independent from foot pressure measurement

研究領域 Divisions

# 生体情報システム学

## Biomedical Information Systems

生体情報システム学講座では、生体情報処理の医工学応用に関する教育研究を行います。本講座には、以下の分野を設置しています。

The Biomedical Information Systems Course provides research and education concerning medical applications of biological information processing. We teach the following fields.

研究分野 Laboratories

- 生物規範ロボティクス Bio-inspired Robotics
- ナノバイオ医工学 Nano-Biomedical Engineering
- マイクロ磁気デバイス医工学 Micro Magnetic Devices for Medical Engineering

### 生物規範ロボティクス

Bio-inspired Robotics



教授 石黒 章夫  
Professor Akio Ishiguro

### ロボットを創りながら生き物のからくりを理解する

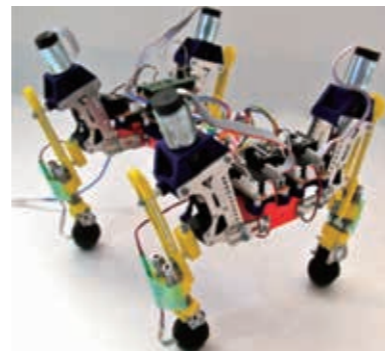
Understanding Biological Systems by Building Robots

生物は、自身の身体に持つ膨大な自由度を巧みに操り、実世界環境に対してしなやかかつタフに適応可能である。本研究室では、ロボティクスや数理学、生物学、物理学といったさまざまな学問領域を縦横無尽に行き来しながら、「ハードでドライ」なシステムを基盤とする既存技術では決してなし得ない、生物のような「しづとさ」や「したたかさ」、「打たれ強さ」、「多芸多才さ」といった知を有する、「ソフトでウェット、コンティニューム」な知的人工物システムの創成を目指した研究を進めている。

- ① 分散神経系による脚式ロボットの長時間適応制御
- ② ヘビ型ロボットなどのソフトロボットの自律分散制御
- ③ 真正粘菌から探る生物の多芸多才な振る舞いの発現機序の解明とロボット制御への応用

Living organisms exhibit surprisingly adaptive and versatile behavior in real time under unpredictable and unstructured real world constraints. Such behaviors are achieved via spatiotemporal coordination of a significantly large number of bodily degrees of freedom. Clarifying these remarkable abilities enable us to understand life-like complex adaptive systems as well as to construct truly intelligent artificial systems. We study the design principle of autonomous decentralized systems that exhibit life-like resilient behaviors from the viewpoints of robotics, mathematics, nonlinear science, and physics.

1. Real-time adaptive control of legged robots via distributed neural system
2. Autonomous decentralized control of soft-bodied robots (e.g. snake robot)
3. Understanding the behavioral versatility of true slime mold and its application to robotics



身体特性や移動速度の変化に応じて脚の動かし方を自己組織的に適応可能な4脚ロボット  
Quadruped robot driven by a fully decentralized neural network-based control.

URL <http://www.cmplx.riec.tohoku.ac.jp/>

### マイクロ磁気デバイス医工学

Micro Magnetic Devices for Medical Engineering



教授 石山 和志  
Professor Kazushi Ishiyama

### 電磁で生体とコミュニケーション。カプセル内視鏡への応用が進行中

Move and Measure by Magnetics

生体との電磁コミュニケーションを確立し、生体のもつ情報システムとしてのはたらきを理解するためには、生体の有するさまざまな機能性を情報として捉え、それらを総合的に解明することが必要です。本研究分野は、生体の発する情報を受け取るセンシング技術ならびに生体に働きかけを行う技術に関する研究を推進しており、極めて高い磁界分解能を有する高周波キャリア型磁界センサや、ワイヤレスアクチュエータ・マニピュレーターに関する研究開発を行っています。これらの成果の一部は、カプセル内視鏡の駆動機構等への応用が進められています。

- ① 磁気センシングシステム
- ② マイクロ磁気アクチュエータ
- ③ 磁気利用次世代医療機器

For realizing good communication with human body, and for realizing the properties of the human body as a information system, we have to realize the function of the human body as information. We are working on the technology for sensing the information from the human body and for approaching action to the human body. High-frequency carrier-type magnetic field sensor is studied for sensing system for bio-information. As one of the approaching system for human body, wireless actuators and manipulators are investigated. A part of this technology is applied for a motion system for a capsule endoscope working in the colon tube.

1. Magnetic sensing system
2. Micro magnetic actuators
3. New medical equipments using magnetic



カプセル内視鏡駆動用アクチュエータ  
Actuator for Capsule Endoscope

URL <http://www.ishiyama.riec.tohoku.ac.jp/>

### ナノバイオ医工学

Nano-Biomedical Engineering



教授 平野 愛弓  
Professor Ayumi Hirano

### ナノで拓く新しいバイオセンサの世界

New biosensor fields based on nanotechnology

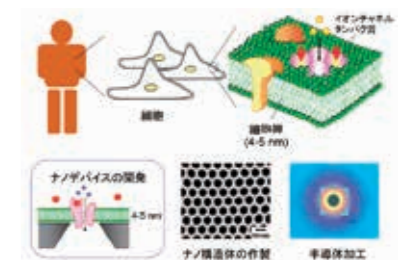
ナノテクノロジーとバイオ材料を融合し、生体機能を小さなチップ上に再構成することにより、新しい医用・創薬用デバイスや生体機能解析プラットフォームの創成を目指す。特に、神経細胞やその細胞膜、さらには細胞膜中の膜タンパク質(イオンチャネル)のような様々な階層のバイオ材料を対象に、人工細胞膜や人工神経回路網の構築とそのメディカル応用について研究する。本分野は、ナノ構造体や半導体デバイスから生物科学に至る研究分野の融合であり、学際領域にまたがる広範な知識と研究能力とを兼ね備えた人材を育成する。

- ① 人工細胞膜デバイスの開発とその応用に関する研究
- ② 二次元バイオ材料に基づく電子・イオンデバイスの創成に関する研究
- ③ 培養神経細胞を用いた人工神経回路網に関する研究

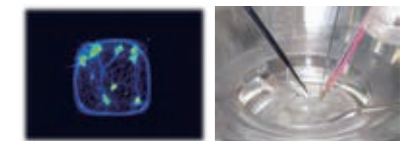
This group is developing novel nano-biomedical devices through the reconstitution of biological functions on small chips based on the combination of nanotechnology and biological materials. Attention is mainly focused on construction of artificial cell membranes and artificial neuronal networks, and their application to medical devices. This research field is a fusion of various fields, including nanotechnology, nano-structures, semiconductor devices and biological sciences.

1. Artificial cell-membrane devices and their medical application
2. Construction of electronic/ionic devices based on biological two-dimensional materials
3. Artificial neuronal networks using cultured neuronal cells

URL <http://www.riec.tohoku.ac.jp/~hir-lab/index.html>



体の中の膜構造に倣った人工細胞膜デバイス  
An artificial device that mimics biological cell membranes



生きた細胞を用いた神経回路の再構成  
Reconstruction of neuronal circuits using living cells



# Researchers Index

研究者索引 ※Last name, First name

# Researchers Index

研究者索引

**A** | **Abe, Takaaki** ..... P24  
Professor | Medical Science  
Development of remedies for cancer, hypertension, diabetes and renal failure

**Arakawa, Mototaka** ..... P12  
Associate Professor | Medical Ultrasound  
Research on new methods for ultrasonic measurements and controls for quantitative diagnosis of biological tissues

**C** | **Chiba, Akihiko** ..... P35  
Professor | Metallurgical and Materials Engineering for Biomedical Applications  
Development of highly functional medical metallic materials by combining advanced metal processing technique and state-of-the-art 3D additive manufacturing technology

**F** | **Fukushima, Kohei** ..... P23  
Professor | Gastrointestinal Tract Reconstruction  
Development of novel technology which compensates for impaired gastrointestinal function

**Fukusima, Takafumi** ..... P20  
Associate Professor | Medical Nanosystem Engineering  
Research and development of biomedical micro/nano system based on semiconductor neural engineering

**Funamoto, Kenichi** ..... P31  
Associate Professor | Integrated Biomedical Simulation  
Integration of measurement and simulation to comprehend complex biofluid phenomena

**H** | **Haga, Yoichi** ..... P30  
Professor | Nanodevice Engineering  
Next-generation medicine based on micro/nano technology

**Hayase, Toshiyuki** ..... P31  
Professor | Integrated Biomedical Simulation  
Integration of measurement and simulation to comprehend complex biofluid phenomena

**Hayashibe, Mitsuhiro** ..... P37  
Professor | Neuro-Robotics  
Robotics for Neuroscience, Neuroscience for Robotics

**Hirano, Ayumi** ..... P39  
Professor | Nano-Biomedical Engineering  
New biosensor fields based on nanotechnology

**Homma, Noriyasu** ..... P37  
Professor | Intelligent Biomedical System Engineering  
Imaging Neurophysiology and Intelligent Computer-aided Diagnosis and Therapy

**I** | **Ishiguro, Akio** ..... P38  
Professor | Bio-inspired Robotics  
Understanding Biological Systems by Building Robots

**Ishikawa, Takuji** ..... P19  
Professor | Biological Flow Studies  
Biomechanics for studying physiological and pathological phenomena of human

**Ishiyama, Kazushi** ..... P39  
Professor | Micro Magnetic Devices for Medical Engineering  
Move and Measure by Magnetics

**Izumi, Shinichi** ..... P25  
Professor | Physical Medicine and Rehabilitation  
Technology for restoring human activities based on neuroscience

**K** | **Kaji, Hirokazu** ..... P21  
Associate Professor | Wet Device Engineering  
Research and development of bio-hybrid devices

**Kamakura, Shinji** ..... P24  
Professor | Bone Regenerative Engineering  
Development and in vivo evaluation of new bone regenerative materials toward clinical application

**Kanai, Hiroshi** ..... P12  
Professor | Medical Ultrasound  
Research on new methods for ultrasonic measurements and controls for quantitative diagnosis of biological tissues

**Kanetaka, Hiroyasu** ..... P17  
Associate Professor | Advanced Dental Science and Technology  
Innovation of highly advanced medical technology using high technology in bio-dental engineering

**Kanzaki, Makoto** ..... P20  
Associate Professor | Biomedical Nanoscience  
Nano-imaging analysis of life and diseases

**Kasahara, Yoshiyuki** ..... P30  
Senior Assistant Professor | Next Generation Biological Information Technology  
The application of complex biological networks throughout various stages of development

**Kato, Hidemi** ..... P34  
Professor | Designing Metal for Medicine Based on Metallurgy  
Alloy, Structure and Morphology Design of Metals for Medicine Based on Material Science and Engineering

**Kawase, Tetsuaki** ..... P22  
Professor | Rehabilitative Auditory Science  
Hearing restoration for deafened patients using the approach based on the biomedical engineering

**Kikuchi, Kenji** ..... P19  
Associate Professor | Biological Flow Studies  
Biomechanics for studying physiological and pathological phenomena of human

**Kodama, Tetsuya** ..... P16  
Professor | Biomedical Engineering for Cancer  
Preclinical study of early diagnostic and treatment of lymph node metastasis

**Kuriyagawa, Tsunemoto** ..... P29  
Professor | Bio-Medical Interface Fabrication  
Fabrication of biocompatible/bio-functional interface using new machining processes

**M** | **Matsuura, Yuji** ..... P29  
Professor | Biomedical Optics  
Applications of biomedical optics for least invasive surgeries and diagnosis

**Mizutani, Masayoshi** ..... P29  
Associate Professor | Bio-Medical Interface Fabrication  
Fabrication of biocompatible/bio-functional interface using new machining processes

**Mori, Takayuki** ..... P25  
Assistant Professor | Physical Medicine and Rehabilitation  
Technology for restoring human activities based on neuroscience

**Murayama, Kazutaka** ..... P13  
Associate Professor | Biomedical Supramolecular Analysis  
Comprehensive analysis for biological supramolecular complexes

**N** | **Nagatomi, Ryoichi** ..... P26  
Professor | Health and Sports Science  
Biomedical Engineering for Health and Sports

**Narushima, Takayuki** ..... P17  
Professor | Biomedical Materials Processing  
Development of biofunctionalization process using metallic and ceramic biomaterials

**Niizuma, Kuniyasu** ..... P23  
Professor | Department of Neurosurgical Engineering and Translational Neuroscience  
Development of new tools and therapies for neurosurgical diseases, and rapid translation to patientse

**Nishizawa, Matsuhiko** ..... P21  
Professor | Wet Device Engineering  
Research and development of bio-hybrid devices

**Numayama, Keiko** ..... P19  
Associate Professor | Biological Flow Studies  
Biomechanics for studying physiological and pathological phenomena of human

**O** | **Ohta, Makoto** ..... P32  
Professor | Biomedical Fluid System  
To approach the structures and function of the body through biomedical engineering.

**S** | **Saijo, Yoshifumi** ..... P28  
Professor | Biomedical Imaging  
Imaging of biological tissues by novel data acquisition and analysis

**Saito, Masatoshi** ..... P30  
Professor | Next Generation Biological Information Technology  
The application of complex biological networks throughout various stages of development

**T** | **Tanaka, Mami** ..... P26  
Professor | Medical Welfare Engineering  
Advanced medical welfare engineering for improvement of QOL (quality of life)

**Tanaka, Tetsu** ..... P20  
Professor | Medical Nanosystem Engineering  
Research and development of biomedical micro/nano system based on semiconductor neural engineering

**W** | **Watabe, Hiroshi** ..... P14  
Professor | Radiation Informatics for Medical Imaging  
Applied information technology for medical imaging with radiation

**Watanabe, Takashi** ..... P27  
Professor | Neural Electronic Engineering  
Measurement and control for assisting and restoring motor functions, and for advanced rehabilitation system

**Y** | **Yabukami, Shin** ..... P15  
Professor | Electromagnetics for Biomedical Engineering  
Electromagnetics for minimally invasive medical and welfare applications

**Yamaguchi, Takeshi** ..... P27  
Associate Professor | Life Support Engineering  
Life support engineering for safe and secure society

**Yamamoto, Masaya** ..... P18  
Professor | Biofunctional Materials Processing  
Development of biofunctional materials process for regenerative medicine and drug delivery systems

**Yambe, Tomoyuki** ..... P33  
Professor | Artificial Organs  
Every kinds of artificial organs are developed in this division

**Yoshinobu, Tatsuo** ..... P13  
Professor | Biosensing  
Development of Bio-Electronic Interface

**Yoshizawa, Makoto** ..... P36  
Professor | Cybermedicine and Biocybernetics  
Promoting healthy society using medical cybernetics

**Yoshizawa, Shin** ..... P16  
Associate Professor | Ultrasound Enhanced Nanomedicine  
Noninvasive ultrasonic treatment of non-superficial tissue

- Biomedical Measurements and Diagnostics
- Biomedical Engineering for Diagnosis and Treatment
- Biomechanical Engineering
- Regenerative and Biomedical Engineering
- Biomedical Engineering for Health and Welfare
- Medical Device Innovation
- Biofluids Control System
- Artificial Organs
- Medical Materials
- Biomedical System Control Engineering
- Biomedical Information Systems

2014年7月に医工学研究科に2つの研究センターを設置しました。

研究センターの目的は、本研究科に所属する研究者を中心に学内外の研究者・企業との共同研究および国際展開を推進することです。研究センターは、講座・研究分野の枠にとらわれず、プロジェクトに応じて参加する研究者で構成されています。

## がん医工学センター

Biomedical Engineering Cancer Research Center

本邦におけるがんの罹患者数は2010年で800,000人を超え、その半数ががんで死亡数しております。がん医工学センターでは、がんの予防、診断および治療法に関する学問を体系化し、医工学の観点からがんの医工学を推進できる組織横断的な教育・研究体制を図り、がんに苦しむ患者の根絶を目的に研究活動をおこなっております。活動内容は以下の通りです。

- 1) 最先端のがん医工学研究の促進
- 2) 国際的な研究環境の整備
- 3) 国際的な臨床試験体制の強化
- 4) がん医工学の新学術領域の創生

センター長 小玉 哲也

Director Tetsuya Kodama

In 2010, more than 800,000 people in Japan were newly diagnosed with cancer, and around half this number die each year. The mission of The Biomedical Engineering Cancer Research Center (BECRC) is to eliminate cancer in Japan and indeed the world, through systematization that integrates the prevention, diagnosis and evaluation of cancer, and through the establishment of an interdisciplinary education/research framework.

The main functions of the BECRC are to:

- 1) Promote leading-edge biomedical engineering research in the field of cancer
- 2) Establish an international research environment for the study of cancer
- 3) Consolidate the international clinical trial system for cancer
- 4) Develop innovative methods in biomedical engineering to treat cancer

## 医療機器創生開発センター

Medical Device Innovation Center

革新的医療機器の開発とその国際展開は日本の命運を担う重要なテーマです。医療機器は医薬品と比較して、その種類が多く使用用途が多岐にわたるため、臨床ニーズを的確に反映した機器を個別に開発することが求められます。医療機器創生開発センターは、医療従事者の臨床ニーズに東北大学医工学研究科および関連部局の研究者が有する工学的シーズをマッチングさせます。また、医療機器のプロトタイプを作製し、東北大学病院臨床研究推進センターと連携することで、動物実験などの前臨床試験や臨床治験への展開を図ります。活動内容は以下の通りです。

- 1) 臨床ニーズと工学シーズのマッチング
- 2) 医療機器のプロトタイプ作製
- 3) 医療機器開発に関する産学連携の推進

Development of innovative medical devices and its global outreach is one of the most important issues for future of Japan. In comparison with pharmaceutical products, medical device has a wide variety of size and styles and it should be tailor-made for the each clinical needs. Medical Device Innovation Center matches the clinical needs raised by medical doctors or co-medical staffs with the engineering seeds possessed by the researchers in Graduate School of Biomedical Engineering and related faculties in Tohoku University. The center produces the prototype of the medical device from the idea of matching of clinical needs and engineering seeds and it relays to animal experiments or clinical trials with the collaboration with Clinical Research, Innovation and Education Center, Tohoku University Hospital.

The main functions of the Medical Device Innovation Center are to:

- 1) Match the clinical needs and engineering seeds
- 2) Produce prototypes of medical devices
- 3) Promote collaboration between academia and industry

センター長 西條 芳文

Director Yoshifumi Saijo





# 修了後の進路

## Career Options for Graduates

修了後の進路  
Career Options for Graduates

医工学研究科には医工学専攻博士前期2年の課程および後期3年の課程が設置され、それぞれ修士(医工学)および博士(医工学)の学位を取得することができます。医療機器開発の現場から関連官庁、教育研究者等、多岐にわたる進路での活躍が期待されます。本医工学研究科では、以下のような人材の育成輩出を目指しています。

The Graduate School of Biomedical Engineering offers a graduate course, which is divided into a two-year course (zennki-katei or Master's course) and a subsequent three-year course (koki-katei or Doctoral Course). Students that complete the courses are granted a master's degree (shushi-go) and doctor's degree (hakushi-go), respectively. The career options are varied, from the front lines of medical equipment development to related governmental agencies and education and research institutes. The aim of the Graduate School of Biomedical Engineering is to train and produce human resources such as the following:

### 教育研究者 Educators and researchers

新しい医工学を築き上げる能力を有する基礎的研究者で、学生の教育と研究を遂行する国公立大学の教員や国公立研究機関の研究者になり得る者で、わが国の医工学関連の研究を推進するとともに、後進の育成にあたる人材。

Basic researchers with the ability to make new developments in biomedical engineering that can become teaching staff at national and private universities carrying out student education and research and researchers at national research institutes that will promote biomedical engineering research in Japan and train their juniors.

### 生体医工学関連官庁職員 Staff at government biomedical engineering agencies

医工学や社会医工学、医療経済、法制、知財等に広い知識を有する技術者で、官僚としてわが国の医療行政や医工学関連の技術・政策立案、国・自治体等の医療プロジェクトの企画、国内・国際規格の創案、医療機器審査やその管理等に参画できる人材。

Engineers with wide-ranging knowledge fields such as biomedical engineering, socio-biomedical engineering, medical economics, law and intellectual property that can participate in technical and policy proposals related to health services and biomedical engineering in Japan, planning of national and local medical treatment projects, creation of national and international standards, review and management of medical equipment, etc. as government officials.

### 医療機器開発技術者 Medical equipment development engineers

医工学関連企業において、新しい医療機器の考案、設計開発の能力、組織工学・再生医療等の技術を備えた技術者で、医療機器製造・販売企業、医療機器ベンチャーの起業者、医薬品関連企業等に貢献できる人材。また、薬事法改正に伴って医療機器製造販売企業に義務付けられた医工学系の技術者、さらにこれらの企業で医工学関連の技術特許や臨床試験などの法規を担当する技術者も含まれます。

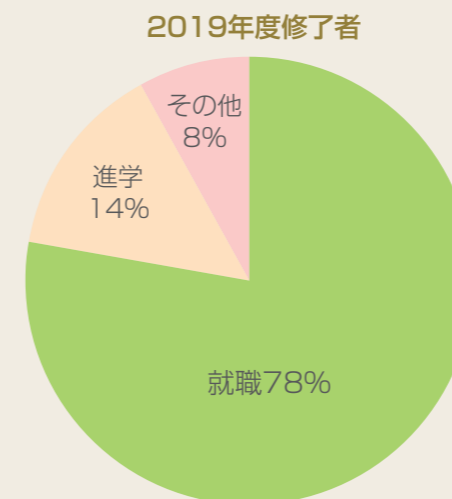
Engineers at biomedical corporations that are able to design and develop new medical equipment and have skills related to tissue engineering and regenerative medicine. Engineers who can start medical equipment manufacturing/sales companies and medical equipment ventures, and can contribute to medical and pharmaceutical companies. This includes biomedical engineers required at medical equipment manufacturing and sales companies by the amendment to the Pharmaceutical Affairs Law and engineers at these companies in charge of handling regulations related to biomedical engineering technical patents and clinical studies.

### 病院での機器管理者 Equipment managers at hospitals

病院内の診断治療機器の改良、メンテナンス、管理等の知識と能力を備えた技術者で、臨床工学技士の指導や病院の近代化計画に力を発揮できる人材。

Engineers with the knowledge and skills to modify, maintain and manage diagnostic and treatment equipment at hospitals and exercise their ability to provide guidance to clinical engineers and formulate hospital modernization plans.

### 修了者の進路状況



### これまでの主な就職先

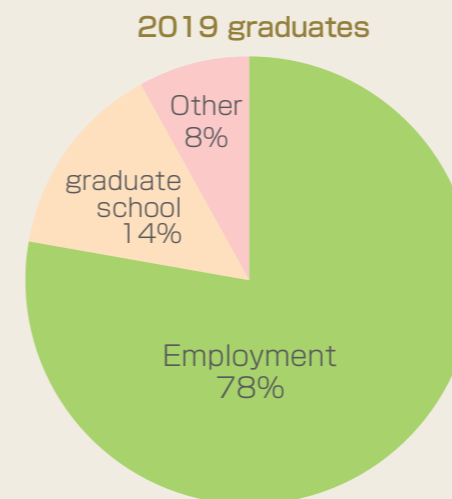
#### 〈一般企業〉

KDDI(株) / NTT東日本(株) / 旭化成(株) / オムロン(株) / オリジナル(株) / エー・アンド・デイ / (株)エービーコミュニケーションズ / キヤノン(株) / コニカミノルタ(株) / シスメックス(株) / シャープ(株) / 常陽銀行 / シンフォニアテクノロジー(株) / スカイマーク(株) / セイコーエプソン(株) / ソニー(株) / テルモ(株) / キヤノンメディカルシステムズ(株) / 東北電力(株) / 日産自動車(株) / 日本光電工業(株) / 任天堂(株) / 東杜シーテック(株) / ファナック(株) / 富士ゼロックス(株) / 富士通(株) / 富士フイルム(株) / フナコシ(株) / 本田技研工業(株) / 三菱重工業(株) / ヤマハ発動機(株) / リオン(株) / (株)富士通新潟システムズ / (株)ハッピージャパン / (株)村田製作所 / (株)日立ハイテクロジーズ / (株)島津製作所 / (株)ジャムコ / (株)デンソー / (株)電通デジタル・ホールディングス / (株)東芝 / (株)ニコン / (株)日立製作所 / (株)フジクラ / (株)三井住友銀行 / (株)五藤光学研究所 / 三菱電機インフォメーションネットワーク(株) / 三菱自動車工業(株) / 三菱電機エンジニアリング(株) / 中部電力(株) / 東レ(株) / 独立行政法人 医薬品医療機器総合機構 / 日本メトロニック(株) / 日本航空(株) / 日本電気(株) / 富士電機(株) / 全日本空輸(株) / JR東海(株) / 大正製薬(株) / (株)野村総合研究所 / みずほ情報総研(株)

#### 〈その他〉

東北大学 / 秋田県立大学 / 近畿大学 / 大阪大学 / 独立行政法人 国立高等専門学校機構 一関工業高等専門学校 / 東北大学病院 / 国立研究開発法人 理化学研究所 / (独)医薬品医療機器総合機構 / 経済産業省 / 防衛省 / 神奈川県庁 / 栃木県庁 / 仙台市役所 / (一財) 広南会広南病院 / (一財)日本海事協会 / 航空自衛隊 / 宮城県庁 / 特許庁 / NHK

### Graduates of the course situation



### The main employment of the past

#### 〈General companies〉

KDDI CORPORATION / NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE EAST CORPORATION / Asahi Kasei Corp. / OMRON Corporation / Olympus Corporation / A&D Company, Limited / AP Communications Co., Ltd. / Canon Inc. / KONICA MINOLTA, INC. / Sysmex Corporation / Sharp Corporation / JOYO BANK, Ltd. / SINFONIA TECHNOLOGY CO., LTD. / Skymark Airlines Inc. / SEIKO EPSON CORPORATION / Sony Corporation / TERUMO CORPORATION / TOSHIBA MEDICAL SYSTEMS CORPORATION / Tohoku Electric Power Co., Inc. / NISSAN MOTOR CO., LTD. / NIHON KOHDEN CORPORATION / Nintendo Co., Ltd. / Tohto C-tech Corporation / FANUC CORPORATION / Fuji Xerox Co., Ltd. / FUJITSU LIMITED / FUJIFILM Corporation / Funakoshi Co., Ltd. / Honda Motor Co., Ltd. / Mitsubishi Heavy Industries, Ltd. / Yamaha Motor Co., Ltd. / RION Co., Ltd. / FUJITSU NIIGATA SYSTEMS LIMITED / HappyJapan Inc. / Murata Manufacturing Company, Ltd. / Hitachi High-Technologies Corporation / SHIMADZU CORPORATION / JAMCO CORPORATION / DENSO Corporation / Dentsu Digital Holdings, Inc. / TOSHIBA CORPORATION / NIKON CORPORATION / Hitachi, Ltd. / Fujikura Ltd. / Sumitomo Mitsui Banking Corporation / GOTO INC / Mitsubishi Electric Information Network Corporation / Mitsubishi Motors Corporation / Mitsubishi Electric Engineering Co., Ltd. / CHUBU Electric Power Co., Inc. / TORAY INDUSTRIES, INC. / Pharmaceuticals and Medical Devices Agency / Medtronic / Japan Airlines Co., Ltd. / NEC Corporation / FUJI ELECTRIC CO., LTD. /

#### 〈Other〉

TOHOKU UNIVERSITY / Akita Prefectural University / Kindai University / Osaka University / National Institute of Technology, Ichinoseki College / Tohoku University Hospital / RIKEN, Japan / Pharmaceuticals and Medical Devices Agency / Ministry of Economy, Trade and Industry / Ministry of Defense / Kanagawa Prefectural Government / Tochigi Prefecture / City of Sendai / Kohnan Hospital / Nippon Kaiji Kyokai / Japan Air Self-Defense Force